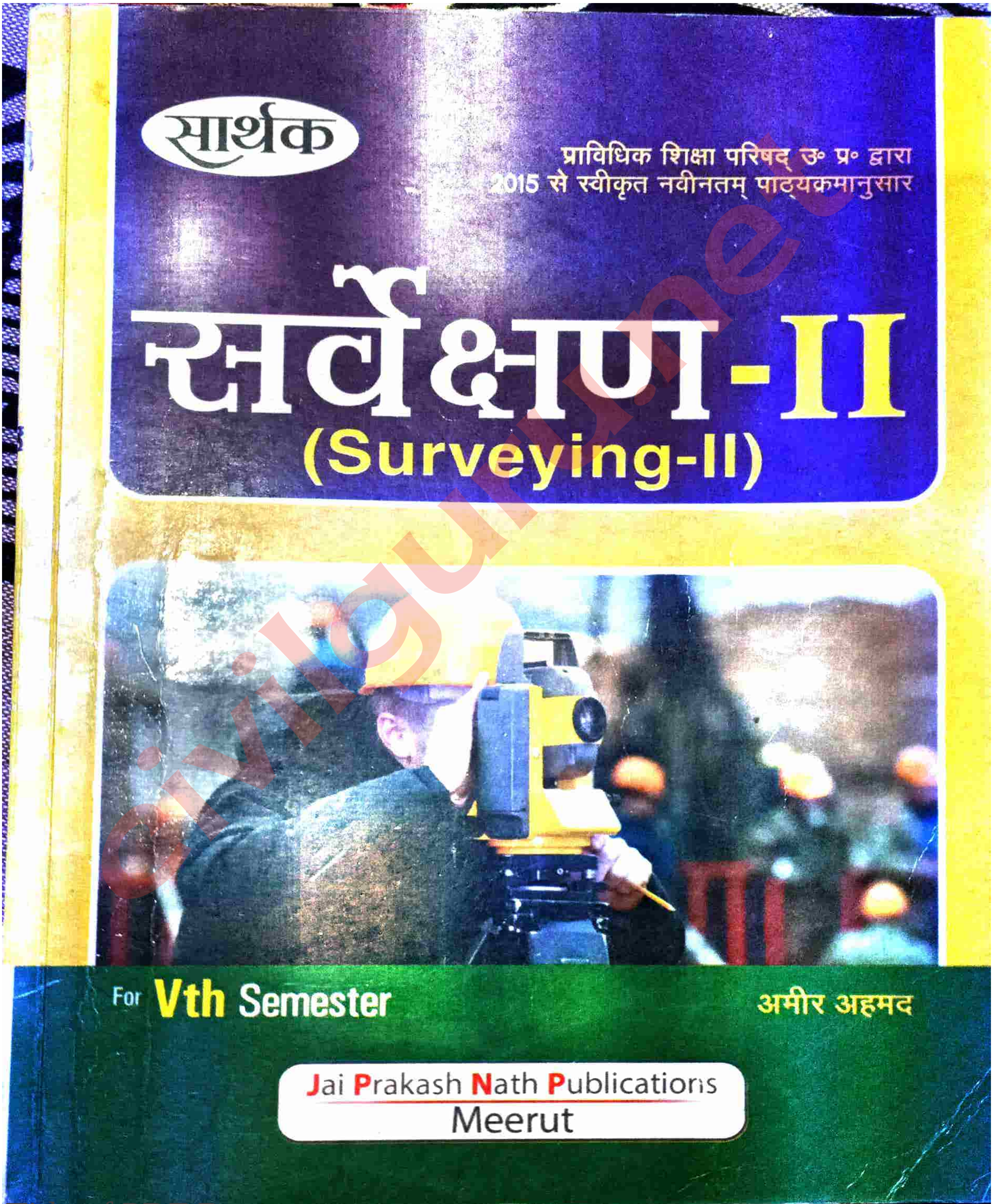
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अध्याय 1

समतल पटल सर्वेक्षण (Plane Table Surveying)

Syllabus : 1. Purpose of plane table Surveying, Equipment used in plane table survey—(1) Plane table (2) Alidade (plane and telescopic) (3) Accessories, 2. Operations of plane tabling—(1) Centering (2) Levelling (3) Orientation, 3. Methods of plane table surveying— (1) Radiation (2) Intersection (3) Traversing (4) Resection, 4. Two-point problem, 5. Three-point problem by—(a) Mechanical method (Tracing paper), (b) Bessel's graphical method, (c) Trial and error method, 6. Errors in plane table survey and precautions to control them. Testing and adjusting of plane table and alidade.

1.1 सामान्य (General)

समतल पटल सर्वेक्षण, धरती सर्वेक्षण की एक ऐसी विशिष्ट लेखाचित्रीय विधि (Graphical Method) है जिसके अन्तर्गत क्षेत्रीय प्रेक्षण (Field Observations) और अंकन (Plotting), दोनों कार्य साथ-साथ क्षेत्र (Field) में ही सम्पन्न किये जाते हैं। समतल पटल सर्वेक्षण एक ऐसा सर्वेक्षण है जिसमें क्षेत्र-पंजी बनाने अथवा क्षेत्र अभिलेख (Field Notes) रखने की कोई आवश्यकता नहीं रहती है, क्योंकि इस प्रकार के सर्वेक्षण में अंकन का कार्य भी क्षेत्र में प्रेक्षण के साथ-साथ किया जाता है।

समतल पटल सर्वेक्षण में हस्तलिपि-नक्शा (Manuscript Map) क्षेत्र में ही उस समय तैयार किया जाता है जब सर्वेक्षक जमीन का सर्वेक्षण करता है, इस प्रकार क्षेत्र अभिलेख (Field Notes) को दर्ज करने व उनको बाद में नक्शे के रूप में बदलने की आवश्यकता नहीं होती। यदि अंकन कार्य में कोई अतिरिक्त विवरण की आवश्यकता होती है, उसको उसी समय क्षेत्र में ही ज्ञात कर लिया जाता है जिसके फलस्वरूप उपकरण स्टेशन (Instrument Station) तलाशने या पुन: प्रेक्षण लेने का झंझट ही समाप्त हो जाता है।

समतल पटल सर्वेक्षण विकसित नगरों व औद्योगिक क्षेत्रों में जहाँ कम्पास सर्वेक्षण नहीं किया जा सकता तथा छोटे पैमाने वाले मानचित्रों में जहाँ अधिक परिशुद्धता की आवश्यकता नहीं होती, यह सर्वेक्षण अधिक उपयोगी है।

इस प्रकार का सर्वेक्षण थियोडोलाइट (Theodolite) व त्रिकोणन सर्वेक्षण के अन्तर्गत, उपकरण स्टेशनों के मध्य स्थलाकृति का विस्तृत विवरण प्राप्त करने में उपयोगी रहता है।

1.2 परिभाषा (Definition)

समतल पटल सर्वेक्षण, सर्वेक्षण की एक विशिष्ट लेखाचित्रीय विधि (Graphical Method) है जिसके अन्तर्गत क्षेत्र में प्रेक्षण व आलेखन साथ-साथ किया जाता है।

1.3 समतल पटल सर्वेक्षण के उद्देश्य (Purpose of Plane Table Survey)

(i) क्षेत्र तथा क्षेत्र में स्थित सभी आकृतियों (Features) को उनकी सही स्थिति में दर्शाते हुए नक्शा तैयार करना।

(ii) पटल सर्वेक्षण थियोडोलाइट व त्रिकोणन सर्वेक्षण के अन्तर्गत, उपकरण-स्टेशनों के मध्य स्थलाकृति का विस्तृत विवरण प्राप्त करने में उपयोगी है।

(iii) पटल सर्वेक्षण एक ऐसी विधि है जिसमें हस्तलिपि नक्शा (Manuscript Map) क्षेत्र में ही तैयार किया जाता है।

(iv) बड़े क्षेत्रों का छोटे पैमाने पर स्थालाकृति सर्वेक्षण करने के लिये, जहाँ अत्यधिक परिशुद्धता की आवश्यकता नहीं होती, पटल सर्वेक्षण अधिक उपयोगी है।

(v) विकसित नगरों व औद्योगिक क्षेत्रों में जहाँ दिक् सूचक सर्वेक्षण (Compass Survey) नहीं किया जा सकता वहाँ पर पटल सर्वेक्षण अधिक उपयोगी है।

civilguru.net

(vi) बाधाओं के कारण जहाँ जरीब सर्वेक्षण, कम्पास सर्वेक्षण काफी कठिन पड़ता है, पटल सर्वेक्षण अधिक उपयोगी है।

1.4 समतल पटल सर्वेक्षण में प्रयोग में आने वाले उपकरण (Instruments used in plane table survey)

समतल पटल सर्वेक्षण करने में निम्नलिखित उपकरणों/सामान की आवश्यकता होती है—

(1) समतल पटल (Plane table)
(2) त्रिपाद (Tripod)
(3) सीध रेखक (Alidade)
  (i) साधारण ऐलीडेड (Plain alidade)
  (ii) दूरबीन ऐलीडेड (Telescopic alidade)
(4) पाणसल (Level tube)
(5) द्रोणी कम्पास (Trough compass)
(6) U-fork (Plumbing fork)
(7) आरेखन छड़ें (Ranging rods)
(8) ड्राइंग शीट (Drawing sheet)
(9) स्केल सैट, पेन्सिल, रबड़, खूंटी, हथौड़ा, ड्राइंग पिन, झण्डी, फीता आदि।

1.4-1 समतल पटल अर्थात् प्लेन टेबिल (Plane table)—पटल सर्वेक्षण में निम्न तीन प्रकार के चित्रण-पटल काम में लाये जाते हैं—

(i) माला रेखा पटल (Traverse table)
(ii) जानसन पटल (Johnson table)
(iii) कोस्ट सर्वे पटल (Coast survey table)

(i) माला रेखा पटल (चित्र 1.1)—जैसा कि चित्र 1.1 में दिखाया गया है यह एक छोटा रेखण-पटल होता है जो त्रिपाद (Tripod) पर इस तरह लगा होता है कि उसे ऊर्ध्वाधर अक्ष पर घुमाया जा सके और किसी भी स्थिति या दिशा में कसा जा सके। पटल को त्रिपाद की सहायता से लेविल किया जाता है।

चित्र 1.1–Transverse Table

(ii) Johnson Table—इस पटल का आकार 18″ × 24″ या 24″ × 31″ होता है। समतलन करने के लिये एक बॉल और सॉकिट सन्धि (Ball and socket joint) होता है तथा एक ऊर्ध्वाधर स्पिंडल (Vertical spindle) होती है जिसके नीचे की ओर दो अँगूठा पेंच (Thumb screw) होते हैं। बॉल और सॉकिट सन्धि को ऊपर के पेंच से चलाया जाता है। जब ऊपर का पेंच कसा हुआ नहीं होता तो पटल को समतलन करने के लिए बॉल और साकेट सन्धि की सहायता से नत (tilt) किया जा सकता है। समतलन के पश्चात् पेंच को कस दिया जाता है जिससे पटल क्षैतिज रहता है। जब नीचे के पेंच को ढीला किया जाता है तो पटल को ऊर्ध्वाधर अक्ष पर घुमाया जा सकता है, और इस प्रकार दिक्स्थापन (Orientation) किया जा सकता है।

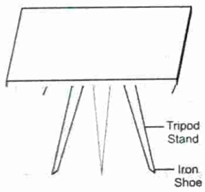
चित्र 1.2–Johnson Table

(iii) Coast Survey Table—यह चित्रण पटल पहले दो पटलों से अधिक परिशुद्ध होता है इसलिये अधिक परिशुद्धता वाले सर्वेक्षण में प्रयोग किया जाता है। इसमें पटल का समतल तीन पाद पेंचों (Foot screws)की सहायता से किया जाता है। समतल पटल को ऊर्ध्वाधर अक्ष पर घुमाने के लिये व उसको किसी भी स्थिति में / दशा में बहुत परिशुद्धता से कसने के लिये एक क्लैम्प (clamp) और एक सूक्ष्म गति पेंच (Slow motion screw) होता है।

उपरोक्त के अतिरिक्त तीन प्रकार के पटल का प्रयोग किया जाता है, जो निम्न आकार में उपलब्ध हैं—

छोटी माप (50 cm × 35 cm × 2·0 cm)
मध्य माप (65 cm × 50 cm × 2·0 cm
बड़ी माप (90 cm × 65 cm × 2·0 cm)

यह सामान्य रेखन-पटल (Drawing board) की तरह होता है जो अच्छी लकड़ी (well seasoned wood) का बना होता है। इसकी शीर्ष सतह बिल्कुल सपाट, चिकनी व मृदु होती है। कार्य के समय प्लेन टेबिल को त्रिपाद पर कस लिया जाता है, इसकी तली पर ऐसी व्यवस्था होती है, जिससे इस को त्रिपाद (tripod) के ऊपर कसकर, क्षेत्र में प्रेक्षण व अंकन (Plotting) का कार्य किया जाता है।



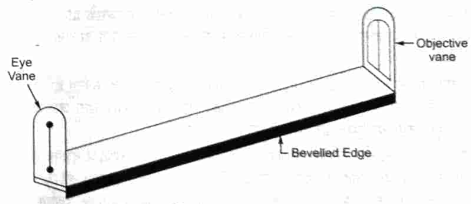
चित्र 1.3–Coast Survey Table

1.4-2 त्रिपाद (Tripod)—त्रिपाद अच्छी लकड़ी (Well seasoned wood) की बनी तीन टांगों वाली खुली रचना (Open frame) होती है जिसके ऊपर चित्रण पटल कसा जाता है। तीनों टांगें शीर्ष पर एक स्थान पर जुड़ी होती हैं जिसे लेवलिंग हैड (Levelling head) कहते हैं। Levelling head की सहायता से टेबिल का समतलन आसानी से किया जा सकता है। ड्राइंग बोर्ड को समतलन हैड (Levelling head) के साथ फ्लाई नट (Fly nut) द्वारा कसा जाता है। Fly nut को ढीला करके ही ड्राइंग बोर्ड को क्षैतिज समतल में घुमाया जाता है। Tripod की तीनों टांगों को अलग-अलग फैलाया जा सकता है। तीनों टांगों के निचले सिरों पर लोहे अथवा पीतल के शू (Shoes) लगे होते हैं जिनकी सहायता से Tripod को जमीन में मजबूती से स्थापित किया जाता है ताकि Tripod कार्य के समय फिसले नहीं।

1.4-3 सीध रेखक (Alidade)—यह एक प्रकार का सीधा पैमाना होता है जो सामान्यत: लकड़ी, लोहा या पीतल का बना होता है। इसके दोनों किनारों पर कब्जों द्वारा बेधिकायें (Vanes) जुड़ी होती हैं। कार्य करते समय इन दोनो बेधिकाओं को ऊर्ध्वाधर खड़ा कर लिया जाता है। एक बेधिका के मध्य में महीन ऊर्ध्वाधर झिर्री कटी होती है, जिसे नेत्र बेधिका (Eye vane) कहते हैं जबकि दूसरी बेधिका के मध्य में एक चौड़ा आयताकार खाँचा कटा होता है। इस खाँचे के मध्य में एक महीन तार या धागा बँधा होता है। यह वस्तु बेधिका (Objective vane) कहलाती है।

पैमाने (Alidade) की एक साइड ढालदार (Bevelled) होती है, जिसे निर्देश सिरा (Fiducial edge) या कार्यकारी सिरा (Working edge) कहते हैं, इस किनारे का उपयोग दृष्टि रेखायें खींचने में किया जाता है। निर्देश सिरा सेमी व मिमी में अंशांकित होता है। दूसरा सिरा मोटा होता है। सीध रेखक की मदद से आलेखन कार्य भी किया जा सकता है।

Alidade नियमानुसार दो प्रकार के होते हैं—



चित्र 1.4–Plain Alidade

(i) Plain Alidade (साधारण ऐलीडेड)
(ii) Telescopic Alidade (दूरबीन ऐलीडेड)

1.4-3 (i) साधारण ऐलीडेड (Plain Alidade)

चित्र (1.4) मे एक साधारण एलिडेड दिखाया गया है जो लकड़ी, लोहा या पीतल की 60 या 75 सेमी० लम्बी पूर्णत सीधी पट्टी का बना होता है जिसके दोनों सिरों पर कब्जों द्वारा बेधिकायें जुड़ी होती हैं कार्य के समय इन दोनों बेधिकाओं को ऊर्ध्वाधर खड़ा कर लिया जाता है। एक बेधिका में महीन ऊर्ध्वाधर झिर्री (silt) कटी होती है जिसे नेत्र बेधिका (Eye vane) कहते हैं। दूसरी बेधिका के मध्य में एक चौड़ा आयताकार खाँचा कटा होता है जिसके मध्य में एक महीन तार या धागा बंधा होता है जिसे वस्तु बेधिका (obejective vane) कहते हैं। दोनों बेधिकायें मिलकर एक सीधी दृष्टि-किरण (line of sight) स्थापित करती हैं। ये दोनों बेधिकायें कब्जों द्वारा मुख्य पट्टी से जुड़ी रहती हैं, जब प्रयोग में न आ रही हों, तो इन्हें समेट कर पट्टी पर लौटा दिया जाता है।

ऐलीडेड की एक लम्बी किनारी ढालू बनायी जाती है जिसे (fiducial edge) या कार्यकारी किनारी (working edge) कहते हैं। इस किनारे पर एक पैमाना (scale) भी बना रहता है जिसके द्वारा प्रेक्षित रेखाओं की लम्बाई नापी जाती है।

ऐलीडेड की working edge को चित्रण पटल पर स्टेशन से छूता हुआ इस प्रकार लक्ष्य (object) की ओर घुमाया जाता है कि बेधिकाओं से निकलने वाली दृष्टि किरण (line of sight) लक्ष्य को सम-विभाजित करे। तत्पश्चात् ऐलीडेड की working edge से सटाते हुये पेन्सिल से रेखा खींची जाती हैं जो स्टेशन-बिन्दु तथा लक्ष्य का प्रेक्षण दर्शाती हैं। प्रेक्षण लेते समय ऐलीडेड पूर्णतः समतल और बेधिकायें पटल के ठीक लम्बवत् उठी होनी चाहियें।

कभी-कभी ऐलीडेड के मध्य में एक पाणसल (bubble tube) भी लगी होती है जिसकी सहायता से प्लेन टेबिल (plane table) को क्षैतिज में लाया जा सकता है। समतल बेधिकाओं वाला Alidade बहुत से कार्यों में एक निश्चित दृष्टि रेखा (line of sight) उपलब्ध कराता है। परन्तु साधारण ऐलीडेड अधिक ढालू लक्ष्यों के प्रेक्षण के लिये उपयोगी नहीं है क्योंकि दृष्टि रेखा को एक सीमा तक ही झुकाया जा सकता है। ढालू भूमि/पहाड़ी क्षेत्रों में प्रेक्षण लेने से पूर्व दोनों बेधिकाओं के शीर्ष पर, ठीक मध्य में एक महीन घागा (तार) क्षैतिज तान दिया जाता है और eye vane से इसे देखते हुये लक्ष्य को साधा जाता है।

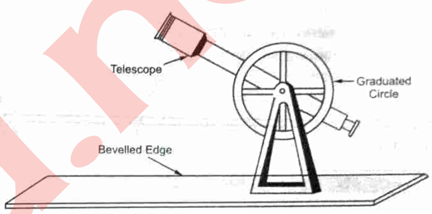
1.4-3 (ii) दूरदर्शी या दूरबीनयुक्त सीध रेखक (Telescopic Alidade)

इस प्रकार के सीध रेखक में पैमाने के मध्य में एक दूरबीन (telescope) लगा होता है। दूरबीन से दृश्य दूरी (sighting distance) में वृद्धि होती है। जब लक्ष्य अधिक दूरी पर हो अथवा अधिक ऊँच या अधिक नीचा स्थित हो तो उन्हें परिशुद्धता से साधने के लिये Telescopic alidade का प्रयोग किया जाता है।

दूरबीन ऐलीडेड में, दृढ़ फ्रेम पर एक दूरबीन, पाणसल एक ऊर्ध्वाधर अंशांकित चक्री (graduated vertical circle) क्षैतिज अक्ष पर लगे होते हैं, (चित्र 1.5)। दूरबीन को ऊर्ध्वाधर समतल में घुमाया जा सकता है जिसका झुकाव (graduated Circle) पर पढ़ा जा सकता है। दूरबीन की फ्रेम तली एक भारी आधार पट्टी से जुड़ी रहती है। इस सीधी आधार पट्टी का एक किनारा ढालू होता है जो (fiducial edge) या (working edge) वाला कहलाता है जिसके द्वारा Drawing sheet पर प्रेक्षित रेखायें खींची जाती हैं। पटल की समतलन जाँच के लिये आधार पट्टी पर या दूरबीन फ्रेम पर एक गोलीय पाणसल (circular bubble) लगा होता है।

दृष्टि रेखा की ढाल का कोण, graduated circle पर vernier के द्वारा पढ़ा जा सकता है। लक्ष्य की उपकरण स्टेशन (पटल) से दूरी, लक्ष्य बिन्दु पर गज (staff) रखकर telescope की stadia wire द्वारा ज्ञात की जाती है। **इस प्रकार telescopic alidade एक लघु थियोडोलाइट का भी कार्य करता है।**

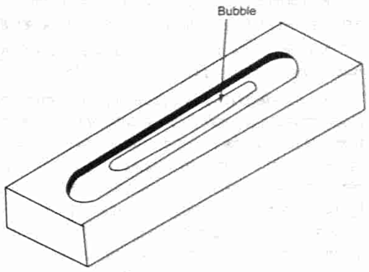
दूरबीनी एलीडेड (Telescopic Alidade) साधारण ऐलीडेड से अधिक परिशुद्धता दर्शाता है, इससे ढाल पर स्थित लक्ष्यों को भी आसानी से साधा जा सकता है और इनकी दूरी बिना जरीब-मापन के ज्ञात की जा सकती हैं। यह ऐलीडेड स्थालाकृति सर्वेक्षण के लिये अधिक उत्तम है, नीचे चित्र (1.5) में Telescopic Alidade दर्शाया गया है।



चित्र 1.5–Telescopic Alidade

1.4-4 पाणसल (Level tube)—कार्य करते समय, उपकरण स्टेशन पर, चित्रण पटल के समतलन की जाँच के लिये level tube का प्रयोग किया जाता है। यह level tube नली के आकार का (tublar) या गोलीय (circular) होती है।

कभी-कभी level tube, ऐलीडेड में भी लगी रहती है level tube धातु की एक समतल आधार वाली होती है जिसको चित्रण पटल पर रखा जा सकता है इसकी एक साइड मध्य में खुली रहती है। इस ट्यूब के अन्दर काँच की tube एक ओर सील बन्द tube होती है जिसमें कोई हल्का द्रव जैसे ईथर, स्प्रिट या एल्कोहल भरा होता है। इसके साथ ही इसमें वायु का एक बुलबुला प्रवेश करा दिया जाता है तथा काँच की Tube को सील बन्द कर दिया जाता है। वायु का बुलबुला हल्का होने के कारण सदैव ऊँचे स्थान पर रहता है। जब बुलबुला मध्य में (केन्द्र में) होता है तो यह टेबिल की क्षैतिज स्थिति को दर्शाता हैं।



चित्र 1.6–Level Tube

चित्रण पटल के समतलन की जाँच level tube को दो परस्पर लम्ब दिशाओं में रखकर और बुलबुले को अपने मध्य निशान (केन्द्र) में लाकर की जाती है। पटल का समतलन tripod की टागों का समतलन करके (अन्दर-बाहर या दायें, बायें) सटाकर किया जाता है।

1.4-5 द्रोणी दिक्सूचक (Trough Compass)—यह प्लेन टेबिल का एक महत्त्वपूर्ण सहायक अंग है इसकी सहायता से drawing sheet पर चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic North) दर्शाया जाता है अर्थात् उत्तर दिशा (North direction) अंकित की जाती है। पटल सर्वेक्षण में द्रोणी प्रकार का दिकसूचक प्रयोग मे आता है।

द्रोणी कम्पास सामान्यत:150×30×20 (mm) माप का पीतल का आयताकार बक्स होता है। इसमे 12 से 13 सेमी० लम्बी चुम्बकीय सूई (magnetic needle) होती है जो मुक्त रूप से एक कीलक पर टिकी रहती है यह सूई सदा चुम्बकीय याम्योत्तर दर्शाती है। द्रोणी कम्पास के बॉक्स के ऊपरी खुली सतह पर एक शीशा लगा रहता है।

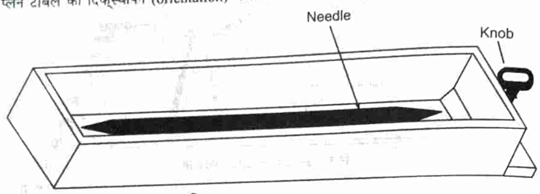
इसमें एक lifting pin भी लगी होती हैं जिसका सम्बंध lifting lever से होता है जिसकी सहायता से कम्पास का उपयोग न करने के समय सूई को धुरी पर से उठाया जा सकता है। द्रोणी कम्पास में शून्य के अंक के दोनों तरफ 5° तक के कोणीय निशान बने होते हैं।

द्रोणी कम्पास को प्लेन टेबिल पर रखकर इस प्रकार घुमाया जाता है कि चुम्बकीय सूई बॉक्स मे अंकित शून्य बिन्दुओ की सीध में रहे। द्रोणी कम्पास के निम्न दो उपयोग हैं—

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

1. ड्राइंग शीट पर उत्तर दिशा (north direction) अंकित करता है।
2. प्लेन टेबिल का दिक्स्थापन (orientation) करना।



चित्र 1.7–Trough Compass

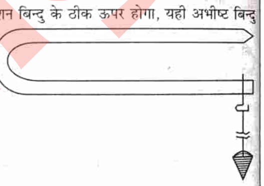
द्रोणी कम्पास से north direction mark करने के लिए, द्रोणी कम्पास को समतल पटल पर रखकर इस प्रकार घुमाया जाता है कि चुम्बकीय सूई बॉक्स पर अंकित शून्य बिन्दुओं की सीध में आ जाये।

अब द्रोणी कम्पास की लम्बी दिशा से Drawing sheet पर चुम्बकीय उत्तर दिशा (N—S) खींची जाती है। रेखा खींचते समय चुम्बकीय सूई द्रोणी कम्पास के ठीक 0—0 निशान पर ठहरी होनी चाहिये।

1.4-6 U–काँटा (U-fork), Plumbing fork (साहुल काँटा)—U-Fork अंग्रेजी के अक्षर U के आकार का होता है अत: इसको U-Fork कहते हैं। इस का प्रयोग चित्रण पटल को स्टेशन-खूँटी के ठीक ऊपर शुद्धता से केन्द्रित करने के लिये किया जाता है। इसका एक सिरा नुकीला तथा दूसरे सिरे से एक हुक जुड़ा होता है जिसमें एक डोरी की सहायता से साहुल बंधा होता है। जब काँटे की ऊपरी भुजा drawing sheet पर पहले से दर्शाये गये स्टेशन बिन्दु को छूती है, तब निचले सिरे पर टंगा साहुल जमीन में गड़ी स्टेशन खूँटी के ठीक ऊपर स्वच्छन्दता (freely) से लटकता दिखायी देता है। इस स्थिति में शीट पर दिखाया गया स्टेशन-बिन्दु, जमीन पर लगी स्टेशन-खूँटी के ठीक ऊपर स्थित होता है। शीट पर बिन्दु स्थापित करने के लिए साहुल को नीचे लटकाया जाता है एवं नुकीले सिरे वाली भुजा बोर्ड के ऊपर आधारित होती है। यदि पटल क्षैतिज समतल में है एवं साहुल स्टेशन के ठीक ऊपर है तो शीट पर काँटे का नुकीला सिरा स्टेशन बिन्दु के ठीक ऊपर होगा, यही अभीष्ट बिन्दु होगा।

चित्र 1.9

1.4-7 आरेखन दण्ड (Ranging Rod)—यह लोहे या लकड़ी की बनी होती है जिसकी लम्बाई 2 मीटर से 3 मीटर होती हैं। छड़ का निचला सिरा नुकीला होता है। लकड़ी के आरेखन दण्ड में नीचे नुकीला लोहे का पाद (iron shoe) लगा होता है जिससे छड़ को आसानी से भूमि में गाड़ा जा सकता है। आरेखन दण्ड की पूरी लम्बाई 20-20 सेंटीमीटर काली व सफेद रंग की एकान्तर पट्टियों में बंटी होती हैं।



चित्र 1.8–U-fork

1.4-8 ड्राइंग शीट (Drawing Sheet)—पटल सर्वेक्षण में प्रयोग की जाने वाली ड्राइंग शीट अच्छी किस्म की होनी चाहिए। वातावरण तथा वायुमण्डल की आर्द्रता के परिवर्तन में यह फैलनी एवं सिकुड़नी नहीं चाहिये क्योंकि आर्द्रता के कारण उसका पैमाना बदल जाता है। आर्द्रता के प्रभाव को कम करने के लिए कागज को क्रमानुसार आर्द्र एवं शुष्क वातावरण में एक सप्ताह तक रखना चाहिये। इसके अलावा नंम वातावरण में काम करने के लिये या परिशुद्ध सर्वेक्षण कार्य करने के लिये रेशेदार काँच की बनी शीट (fibre glass sheet) प्रयोग करनी चाहिये। पटल सर्वेक्षण में प्रयुक्त शीट को मोड़ना नहीं चाहिये, इससे शीट में सिलवटें पड़ जाती हैं। ड्राइंग शीट को सदैव समतल (flat) रखना चाहिये एवं सदैव उचित कवर ढकने के लिये प्रयोग करना चाहिये।

क्षेत्र में रेखन पत्र व अन्य उपकरण को नमी से बचाने के लिये जल रोधक आवरण (water proof cover) की व्यवस्था रखनी चाहिये।

क्षेत्र में कार्य प्रारम्भ करने से पूर्व ड्राइंग शीट को पटल पर बोर्ड पिन या क्लैम्पों आदि के द्वारा भली-भांति स्थिर कर देना चाहिये।

1.4-9 पेन्सिल (Pencil)—आरेखन कार्य (Ploting Work) करते समय स्थायी रेखायें डालने के लिये 2H, 3H की pencil प्रयोग करनी चाहिये। जिन रेखाओं को कार्य उपरांत मिटाना हो उसे मृदु पेन्सिल (H, HB) से खींचना चाहिये।

1.5 प्लेन टेबिल का स्थापन (Setting up the Plane Table)

पटल सर्वेक्षण कार्य करने से पहले, चित्रण-पटल को (tripod) पर कस कर लगाया जाता है तथा स्टेशन-खूँटी के ऊपर सैट किया जाता है। Tripod की टाँगों को आगे-पीछे, दायें-बायें सरकाकर, पटल को जमीन से लगभग सर्वेक्षण की कोहनी (elbow) की ऊँचाई में सैट करना चाहिये ताकि प्रेक्षण व अंकन कार्य आसानी से किया जा सके। समतल पटल को स्टेशन-खूँटी पर शुद्धता से स्थापित करने के बाद ही क्षेत्र के लक्ष्यों का प्रेक्षण लिया जाता है।

समतल पटल को त्रिपाद पर ठीक स्थिति में स्थापित करना प्लेन टेबिल का स्थापन कहलाता है इसके अन्तर्गत निम्न तीन क्रियायें की जाती हैं।

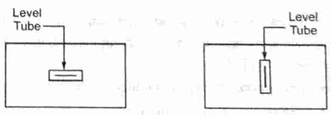
1.6 कार्य प्रणाली (Working Operations)

समतल पटल सर्वेक्षण करने के लिये निम्न तीन क्रियायें करनी होती हैं—

(i) समतलन (Levelling),
(ii) केंद्रण (Centering),
(iii) दिक्स्थापन (Orientation)।

1.6 (i) समतलन (Levelling)—समतल पटल को ठीक क्षैतिज समतल में लाने को समतलन कहते हैं, अर्थात् **समतलन वह प्रक्रिया है जिसमें प्लेन टेबिल को स्टेशन के ऊपर पाणसल की सहायता से क्षैतिज तल में लाया जाता है।** इसके लिये सर्वप्रथम टेबिल को त्रिपाद पर अच्छी तरह कसकर स्टेशन बिन्दु के ऊपर स्थापित किया जाता है। इसके बाद त्रिपाद की टाँगों को फैलाकर पटल को अंदाजे से लगभग समतल कर लिया जाता है। पटल की ऊँचाई इतनी रखी जाती है कि इस पर आसानी से कार्य किया जा सके। पटल की ऊँचाई सर्वेक्षक अपनी सुविधानुसार सैट कर लेता है। सामान्यत: यह ऊँचाई सर्वेक्षक अपनी कुहनियों (elbows) तक रखते हैं ताकि सर्वेक्षक को उचक कर या झुक कर कार्य न करना पड़े ताकि सर्वेक्षण की कार्यक्षमता (efficiency) पर प्रभाव न पड़े।

समतलन के लिये पाणसल की सहायता ली जाती है समतलन करने के लिये पाणसल को चित्रानुसार (1.10) दो स्थितियों में, एक दूसरे के समकोण पर, रखकर बुलबुले को केन्द्र में लाया जाता है इसके लिये त्रिपाद की टाँगों को आगे-पीछे या दायें-बायें सरकाकर समतलन किया जाता है अर्थात् बुलबुले को केन्द्र में लाया जाता है। चित्र देखें।



चित्र 1.10–Levelling

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

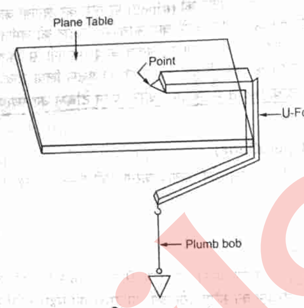
1.6 (ii) केन्द्रण (Centering)—**केन्द्रण, समतल पटल को स्थापित करने की वह क्रिया है जिसके अन्तर्गत प्लेन टेबिल को उपकरण स्टेशन के ठीक ऊपर (ऊर्ध्वाधर) लाया जाता है।**

यह कार्य U-Fork या Plumbing fork की सहायता से किया जाता है। केन्द्रण करने के लिये साहुल काँटे का नुकीला सिरा ड्राइंग शीट पर अंकित बिन्दु के ठीक ऊपर रखा जाता है। त्रिपाद की टाँगों को आगे-पीछे, दायें-बायें सरकाकर इसका केंद्रण किया जाता है जिसकी जाँच U-fork की सहायता से कर ली जाती है।

काँटे की ऊपरी भुजा का नुकीला सिरा शीट पर अंकित स्टेशन बिन्दु को छुआते हुयें रखने पर, नीचे की भुजा के हुक से लटके हुये साहुल को ठीक स्टेशन खूँटी के ऊपर होना चाहिये। यदि ऐसा नहीं होता, तो पटल को, त्रिपाद सहित थोड़ा इधर-उधर खिसकाकर केन्द्र में लाया जाता है।

यदि साहुल काँटा उपलब्ध न हो तो एक पत्थर के टुकड़े को गिराकर भी लगभग केंद्रण किया जा सकता है।

बड़े पैमाने पर नक्शे बनाने के लिये यथार्थ केन्द्रण आवश्यक है, छोटे पैमाने के नक्शों में परिशुद्ध केंद्रण अधिक महत्त्वपूर्ण नहीं है।



चित्र 1.11–Centering

1.6 (iii) दिक्स्थापन (Orientation)—दिक्स्थापन समतल पटल की अति महत्त्वपूर्ण प्रक्रिया है। **orientation वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा पटल को प्रत्येक आगामी स्टेशन पर ऐसी स्थिति में स्थापित किया जाये ताकि वह अपने पूर्व वाले स्टेशन पर स्थापन के समानान्तर हो जाये।**

दिक्स्थापन के लिये प्लेन टेबिल को क्षैतिज समतल में इस प्रकार घुमाया जाता है कि शीट पर खींची सभी रेखायें जमीन की रेखाओं के समानान्तर हो जायें। प्रत्येक नये स्टेशन पर प्रेक्षक कार्य आगे प्रारम्भ करने से पहले प्लेन टेबिल का दिक्स्थापन करना आवश्यक है। यदि पटल आगामी स्टेशनों पर अपनी प्रारम्भिक स्टेशन वाली स्थिति व दिशा में नहीं होगा तो प्रत्येक स्टेशन पर याम्योत्तर अलग-अलग नजर आयेगा। ऐसा कार्य पटल सर्वेक्षण में कोई महत्त्व नहीं रखता है क्योंकि इस प्रकार बना नक्शा, विकृत होगा।

केंद्रण और दिक्स्थापन की क्रियायें एक दूसरे पर आश्रित हैं। दिक्स्थापन के लिये पटल को ऊर्ध्वाधर अक्ष पर घुमाया जाता है ऐसा करने पर पटल केन्द्र बिन्दु से हट जाता है। अत: कार्य की परिशुद्धता को देखते हुये दिक्स्थापन व केंद्रण की दोनों क्रियायें साथ-साथ व बार-बार दोहरानी पड़ती हैं।

पटल सर्वेक्षण में दिक्स्थापन निम्नानुसार दो प्रकार से किया जाता है—

(A) द्रोणी कम्पास द्वारा दिक्स्थापन (By Trough Compass)

(B) पश्च प्रेक्षण द्वारा दिक्स्थापन (By Backsighting)

(A) द्रोणी कम्पास द्वारा दिक्स्थापन (Orientation by Trough Compass)—द्रोणी कम्पास द्वारा कम परिशुद्धता से दिक्स्थापन होता है। दिक्स्थापन की यह विधि उस समय उपयुक्त रहती हैं जबकि प्रत्येक स्टेशन बिन्दु स्थानीय आकर्षण (local attraction) से मुक्त हो। यह दिक्स्थापन की एक द्रुत (quick) विधि है अर्थात् इसमें समय कम लगता है दिक्स्थापन की परिशुद्धता कम आने के कारण यह सन्निकट दिक्स्थापन (approximate orientation) के लिये ही उपयुक्त है। प्लेन टेबिल को दिक्सूचक की सहायता से निम्न परिस्थितियों में दिक्स्थापन किया जाता है।

(a) जब परिशुद्धता से कार्य-रफ्तार अधिक जरूरी हो।

(b) जब दिक्स्थापन के लिये कोई दूसरा बिन्दु उपलब्ध न हो।

(c) जब माला-रेखा (traverse) इतनी लम्बी हो कि याम्योत्तर को अगले स्टेशन पर ले जाने में संचित त्रुटि दिक्सूचक द्वारा किये गये दिक्स्थापन की त्रुटि से ज्यादा हो।

(d) पूर्ण-समायोजन या अन्तिम दिक्स्थापन के पहले सन्निकट दिक्स्थापन के लिये।

(e) कुछ अन्तरछेदन (Resection) समस्याओं में।

दिक्सूचक द्वारा दिक्स्थापन के प्रमुख चरण निम्न हैं—

(a) प्लेन टेबिल को प्रथम स्टेशन बिन्दु पर समतलन (levelling) करने के पश्चात्, त्रिपाद (tripod) के साथ कस दिया जाता है।

(b) द्रोणी कम्पास को ड्राइंग शीट पर रखते हैं। (सामान्यत: द्रोणी कम्पास शीट के ऊपरी किनारे पर दायीं ओर रखते हैं) तथा द्रोणी कम्पास की सूई को स्वतंत्र करके इसे (N–S) अथवा (0 – 0) पर स्थिर होने दिया जाता है और compass की किनारी के साथ सटी एक रेखा खींच ली जाती हैं।

(c) प्रथम स्टेशन से समस्त विवरण लेने के पश्चात् पटल का स्थानान्तरण अगले स्टेशन पर करते हैं तथा द्रोणी कम्पास को पूर्व खींची गयी रेखा के सीध में रखते हैं।

(d) अब पटल क्लैम्प ढीला करके पटल को इस प्रकार घुमाया जाता है कि कम्पास की चुम्बकीय सूई के दोनों सिरे पूर्व खींची गयी रेखा के सम्पाती हो जायें अर्थात् सूई पुन: (0 – 0) पर आ जाये।

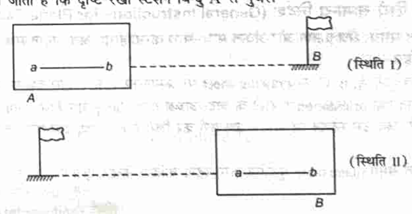
(e) अब पटल को स्टैंड के साथ कस दिया जाता है इस प्रकार पटल का अगले स्टेशन बिन्दु पर दिक्स्थापन हो जाता है।

प्रत्येक अगले स्टेशन बिन्दु पर उपरोक्तानुसार दिक्स्थापन कर लिया जाता है। परिशुद्धता कम होने के कारण यह विधि अपनाई नहीं जाती।

(B) पश्च प्रेक्षण द्वारा दिक्स्थापन (Orientation by backsight)—यह विधि पटल दिक्स्थापन की सबसे उत्तम तथा परिशुद्ध (Accurate) विधि है। दिक्स्थापन निम्न चरणों में किया जाता है—

(i) माना प्रथम स्टेशन बिन्दु A से अगले स्टेशन बिन्दु B की ओर प्रेक्षण लिया गया है तथा AB रेखा को शीट पर ab द्वारा आलेखित किया गया है। इस प्रकार स्टेशन B का शीट पर आलेखित बिन्दु b है। (देखें स्थिति I)

(ii) पटल को स्टेशन बिन्दु B पर स्थानान्तरित करते हैं तथा क्लैम्प पेंच ढीला करके, एलिडेड को ba पर रखकर पटल को इस प्रकार घुमाया जाता है कि दृष्टि रेखा स्टेशन बिन्दु A से गुजरे।



चित्र 1.12–Orientation by backsight

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(iii) इस स्थिति में शीट पर खींची रेखा ab जमीन पर स्थित रेखा AB के समान्तर होगी तथा प्लेन टेबिल बिन्दु B पर स्थापित हो जायेगा।

1.7 समतल पटल सर्वेक्षण के समय स्टेशन का चयन (Selection of Station in plane Table Survey)

पटल सर्वेक्षण करते समय सर्वेक्षण कार्य की परिशुद्धता एवं कार्य में लगने वाला समय, बहुत कुछ स्टेशन के चुनाव पर निर्भर करता है अत: प्लेन टेबिल कार्य में सर्वेक्षण स्टेशनों के चुनाव में पर्याप्त सतर्कता बरतनी चाहिये। स्टेशनों का चुनाव करते व ढाँचा बनाते समय निम्न बातों को ध्यान में रखना चाहिये—

(i) प्रत्येक संलग्न स्टेशन (adjacent station) आपस में एक-दूसरे से दिखायी देते हों।

(ii) संलग्न स्टेशनों (adjacent stations) को मिलाने पर बनने वाला त्रिभुज अनुकूलित (well condition) होना चाहिये, अर्थात् कोई भी कोण 30° से कम तथा 120° से अधिक नहीं होना चाहिये।

(iii) दृष्टि रेखा की लम्बाई न तो अधिक लम्बी और न ही अधिक छोटी होनी चाहिये।

(iv) दृष्टि रेखा में यथासम्भव कम से कम बाधायें हों।

1.8 क्षेत्र में स्थित बिन्दुओं पर प्रेक्षण (Sighting the Field Points)

पटल सर्वेक्षण करते समय क्षेत्र में बिन्दुओं पर प्रेक्षण निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(i) अग्र प्रेक्षण (Fore sight)

(ii) पश्च प्रेक्षण (Back sight)

(i) अग्र प्रेक्षण (Fore sight)—प्लेन टेबिल को स्टेशन (बिन्दु) पर स्थापित (केन्द्रण, समतलन, दिक्स्थापन) करने के बाद, क्षेत्र में स्थित बिन्दुओं (लक्ष्यों) को, जिन का आरेखन-शीट पर अंकन करना है, साधा जाता है। इसे अग्र प्रेक्षण कहते हैं।

यह प्रेक्षण ऐलीडेड की सहायता से लिये जाते हैं। ऐलीडेड की दर्श बेधिका की झिर्री से दृश्य बेधिका में लगे बाल (hair) को देखते हुये लक्ष्य को साधा जाता है। लक्ष्य को साधते समय ऐलीडेड की कार्यकारी सिरा (fiducial edge) ड्रांइग शीट पर चिन्हित स्टेशन-बिन्दु से सटाकर रखते हुये लक्ष्य की तरफ एक रेखा खींच दी जाती है।

इसी प्रकार दूसरे लक्ष्यों की तरफ भी रेखायें खींची जाती हैं। विशेष ध्यान रखना चाहिये कि ऐलीडेड स्टेशन बिन्दु से हटना नहीं चाहिये, इसे बार-बार चैक करते रहना चाहिये।

(ii) पश्च प्रेक्षण (Back sight)—प्रथम स्टेशन बिन्दु जिसका पहले से Drawing Sheet पर अंकन हो चुका हो, उस की तरफ ऐलीडेड की सहायता से दृष्टि रेखा, किसी अन्य स्टेशन से दौड़ाना, पश्च प्रेक्षण कहलाता है।

पश्च प्रेक्षण लेने के लिये ऐलीडेड को किसी अंकित रेखा से सटाकर, पटल को घुमाया जाता है ताकि उस रेखा से सम्बंधित पश्च स्टेशन लक्षित हो जायें।

1.9 पटल सर्वेक्षण के लिये सामान्य निर्देश (General Instructions for Plane Table Survey)

पटल सर्वेक्षण करते समय, क्षेत्र प्रेक्षण और अंकन साथ-साथ करना होगा। अत: पटल सर्वेक्षण करते समय निम्न बातें ध्यान में रखनी चाहिये—

(i) भूमि पर स्थित बिन्दुओं A, B, C को drawing sheet पर क्रमानुसार a, b, c द्वारा दर्शाया जाता है।

(ii) पटल को स्थापित तथा orientation में लाने के बाद, अच्छी तरह clamp कर दिया जाता है और इसे तभी ढीला (unclamp) किया जाता है, जब उस स्टेशन पर सभी प्रेक्षण पूर्ण कर लिये गये हों तथा अब पटल को अगले स्टेशन पर ले जाना हो।

(iii) लक्ष्य को साधते समय plane table पूर्णतया कसा रहना चाहिये, केवल ऐलीडेड ही लक्ष्य बेधन के लिये plane table चलन में रहता है।

(iv) लक्ष्य बेधन करते समय ऐलीडेड की दोनों बेधिकायें (vanes) पूर्णत: ऊर्ध्वाधर रहनी चाहिये तथा Level Tube का Bubble केन्द्र में होना चाहिये।

(v) लक्ष्य को साधते समय fiducial edge रेखन शीट पर अंकित स्टेशन-बिन्दु के सम्पर्क में रहनी चाहिये।

(vi) लक्ष्य को साधने के बाद ऐलीडेड की कार्यकारी धार से ही Drawing Sheet पर रेखायें खींचनी चाहिये।

(vii) Drawing Sheet पर रेखायें खींचते समय, पेन्सिल की नोक को कार्यकारी किनारी के साथ सटाकर चलानी चाहिये।

(viii) Drawing Sheet पर रेखाओं का झुरमुट बनाने से बचना चाहिये।

(ix) स्टेशन बिन्दुओं की स्थिति अंकित हो जाने के बाद अनावश्यक रेखाओं को रबड़ से मिटा देना चाहिये।

(x) Drawing Sheet पर खींची गयी उत्तर-दक्षिण रेखा (N – S Line) को सुरक्षित रखना चाहिये। यह नक्शे का अभिन्न घटक है।

(xi) समतल पटल के केन्द्रण पर अधिक समय नहीं लगाना चाहिये।

1.10 स्टेशन-बिन्दु पर प्लेन टेबिल को स्थापित करना (Procedure of Setting up Plane Table over a Station)

सर्वेक्षण क्षेत्र में समतल पटल सर्वेक्षण निम्न घटकों में सम्पन्न किया जाता है—

(i) To Fix the table on the tripod—त्रिपाद (tripod) को वांछित ऊँचाई में खोल कर, दिये गये स्टेशन बिन्दु के ऊपर रखना चाहिये।

(ii) Plane Table को प्रेक्षक अपनी कोहनी (elbow) की ऊँचाई से थोड़ा नीचे सैट करें ताकि आसानी से कार्य किया जा सके और पूरा पटल प्रेक्षक की भुजाओं की पहुँच में हो।

(iii) Levelling the table—समतल पटल का स्प्रिट लेविल की सहायता से समतलन करना चाहिये। इसके लिये level tube को पहले पटल की लम्बी दिशा में रखकर बुलबुले (Bubble) को Tripod की टाँगों की सहायता से केन्द्र में लाना चाहिये तथा फिर 90° घुमाते हुये level tube को रखकर पुन: बुलबुले को केन्द्र में लाना चाहिये।

(iv) Centering the table—केन्द्रण की क्रिया U-fork की सहायता से की जाती है। नुकीला सिरा स्टेशन-बिन्दु से सटाकर रखते हुये नीचे के सिरे से साहुल लटकाया जाता है तथा tripod की टाँगों की सहायता से साहुल को स्टेशन-बिन्दु के ठीक ऊपर लाया जाता है।

(v) Marking the north line—समतलन तथा केन्द्रण करने के उपरांत पटल पर लगी drawing sheet के दाहिनी किनारे पर trough compass की सहायता से north line अंकित की जाती हैं।

(vi) Orientation—अगले स्टेशन बिन्दु पर पटल के स्थापन के लिये पिछले स्टेशन बिन्दु से back rays खींची जाती हैं तथा अगले स्टेशन-बिन्दु पर प्रथम स्टेशन के समानान्तर पटल को स्थापित कर लिया जाता है।

(vii) Drawing Sheet के जिस भाग पर अंकन कार्य न किया जाना हो उस पर साफ कपड़ा डाल देना चाहिये ताकि गन्दी न होने पाये।

(viii) ऐलीडेड को drawing sheet पर एक स्थान से दूसरे स्थान पर उठाकर रखना चाहिये। घसीटना नहीं चाहिये।

(ix) ऐलीडेड की किनारी को साफ रखना चाहिये। पेन्सिल की नोक ऐलीडेड के किनारे को गन्दा कर देती हैं।

(x) अंकन कार्य करने के लिये 2H, 4H पेन्सिल प्रयोग करनी चाहिये।

(xi) कार्य समाप्ति पर सभी छोटे-छोटे सहायक उपकरणों को संभालकर रखना चाहिये।

1.11 पटल सर्वेक्षण की विधियाँ (Methods of Plane Tabling)

पटल सर्वेक्षण की निम्न चार विधियाँ हैं—

(i) विकिरण (Radiation) विधि

(ii) प्रतिच्छेदन (Intersection) विधि

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(iii) चक्रमण (Traversing) विधि

(iv) अन्तरछेदन (Resection) विधि।

इनमें से पहली दो विधियाँ लक्ष्य बिन्दु की स्थिति निर्धारण के लिये काम में आती हैं, जबकि दूसरी दो विधियाँ स्टेशन-बिन्दु की स्थिति निर्धारण में प्रयोग की जाती हैं।

(i) **Radiation**—इस विधि में प्लेन टेबिल को केवल एक ही बिन्दु (स्टेशन) पर स्थापित किया जाता है तथा शीट पर आलेखित स्टेशन-बिन्दु की ओर ऐलीडेड की सहायता से समस्त लक्ष्यों की ओर रेखायें खींची जाती हैं, ध्यान रहे यह स्टेशन बिन्दु क्षेत्र के मध्य में स्थित होना चाहिये जहाँ से सम्पूर्ण क्षेत्र दृष्टिगोचर हो तथा सम्पूर्ण क्षेत्र कमांड किया जा सके। समस्त लक्ष्यों तथा स्टेशन बिन्दु के बीच दूरी मापी जाती है तथा उचित पैमाना लेकर इसे खींची गयी रेखा से काट कर अभीष्ट-बिन्दु (लक्ष्य बिन्दु) को शीट पर अंकित कर लिया जाता है। ध्यान रहे यह विधि तभी सुविधाजनक है जबकि स्टेशन से बिन्दुओं की दूरी कम हो (एक फीते की लम्बाई से अधिक न हो) इसके अतिरिक्त सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र के लिये यह विधि उपयोगी नहीं है लेकिन बड़े पैमाने के कार्यों में इसका उपयोग किया जा सकता है। यह विधि छोटे क्षेत्रों के लिये काफी उपयोगी है जब सभी लक्ष्यों को एक ही स्टेशन से कमाण्ड किया जाना हो।

इस विधि के अनुसार किसी स्टेशन बिन्दु F से अन्य बिन्दुओं की स्थिति का निर्धारण निम्न प्रकार किया जाता है।

विधि (Procedure)—

(i) सर्वेक्षण क्षेत्र में एक ऐसा बिन्दु 'F' का चुनाव किया जाता है जहाँ से सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र (सभी लक्ष्य बिन्दु दिखायी देते हो। (देखें चित्र 1.13)

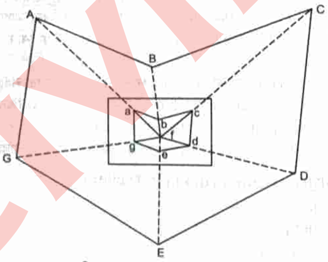
(ii) इस बिन्दु 'F' पर प्लेन टेबिल को स्थापित (समतलन, केन्द्रण) किया जाता है तथा त्रिपाद के साथ कस दिया जाता है।

(iii) अब क्षेत्र में स्थित बिन्दु 'F' की प्लेन टेबिल पर स्थिति अंकित करने के लिये साहुल काँटा (plumbing fork U-fork) का प्रयोग करते हैं तथा U-fork को ऐसी स्थिति में व्यवस्थित करते हैं कि साहुल 'F' बिन्दु के ठीक ऊपर तथा इस समय U-fork का नुकीला सिरा (जो शीट के ऊपर है) F की स्थिति शीट पर प्रदर्शित करेगा। माना यह बिन्दु (शीट पर) f (small) है।

(iv) अब द्रोणी कम्पास की सहायता से शीट के ऊपरी किनारे पर दायीं ओर उत्तरी दिशा (north direction) मार्क की जाती है।

(v) सीध रेखक (ऐलीडेड) के कार्यकारी किनारी (fiducial edge) को, शीट पर अंकित बिन्दु f (small) के साथ सटाते हुये रखते हैं और सीध रेखक में से देखते हुये इसके किनारे की सहायता से क्षेत्र के सभी वांछित बिन्दुओं A, B, C आदि की ओर देखकर रेखायें खींचते हैं।

(vi) फीते की सहायता से जमीन पर fA, fB, fC, fD, fE तथा fG नापते हैं।



चित्र 1.13–Radiation Method

(vii) कोई उचित पैमाना लेकर समस्त दूरियाँ (शीट पर) fa, fb, fc, fd, fe तथा fg आलेखित की जाती हैं तथा बिन्दु a, b, c, d आदि को मिलाकर सर्वेक्षण की सीमा रेखा खींच लेते हैं। (चित्र 1.13)

(viii) कार्य की परिशुद्धता जाँच के लिये जमीन पर नापी गयी दूरियाँ AB, BC, CD आदि की शीट पर अंकित दूरियाँ क्रमशः ab, bc, cd आदि से तुलना करते हैं।।

(ii) प्रतिच्छेदन (Intersection)—इस विधि के अन्तर्गत दो विभिन्न प्लेन टेबिल स्टेशनों से दो (प्रत्येक से एक) किरण (rays) किसी लक्ष्य बिन्दु की ओर इस प्रकार खींचते हैं कि दोनों स्टेशनों से खींची गयी किरणें लक्ष्य बिन्दु को ठीक प्रकार प्रतिच्छेदित (exactly bisect) करें। इस प्रकार (intersect) करके लक्ष्य बिन्दु की स्थिति ज्ञात करना ही प्रतिच्छेदन (intersection) कहलाता है।

यह विधि पटल सर्वेक्षण की मुख्य विधि है तथा इस विधि का प्रयोग तब किया जाता है जब स्टेशन और लक्ष्य बिन्दु के बीच दूरी एक फीते की दूरी से अधिक हो। इस विधि में बिन्दुओं का आलेखन दो विभिन्न स्टेशनों से किरणें खींच कर किया जाता है। इस प्रकार इस विधि में दो स्टेशनों का होना आवश्यक है। दोनों स्टेशनों के मध्य दूरी नापी जाती है यह मापी गयी दूरी आधार रेखा (base line) कहलाती है। इस विधि में केवल यही रेखा मापी जाती है जबकि लक्ष्यों की स्थिति निर्धारित करने के लिये बिन्दुओं से लक्ष्यों की ओर किरणें खींचकर intersect कर स्थिति ज्ञात की जाती है।

प्रतिच्छेदन विधि (Intersection Method)—ऐसे लक्ष्य को जो दिखायी तो दें, परन्तु उस तक पहुँचना कठिन पड़ता हो जैसे नदी, नाला, पहाड़, तालाब या गहरी घाटी इत्यादि की स्थिति व दूरी ज्ञात करने के काम आती है। यह विधि लेखाचित्रीय त्रिकोणन (graphical triangulation) भी कहलाती है।

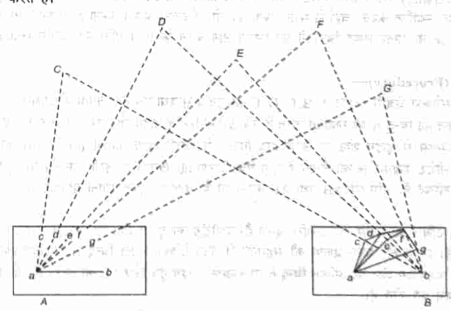
क्रियाविधि (Procedure)—

(i) सर्वेक्षण क्षेत्र में कोई दो बिन्दु A तथा B इस प्रकार चुनते हैं जहाँ से लक्ष्य को प्रेक्षित किया जा सके एवं सम्पूर्ण क्षेत्र को कमांड किया जा सके। (चित्र 1.14)

(ii) ध्यान रखें कि उपकरण स्टेशनों से निकलने वाली किरणें सुआकारीय त्रिभुज (well condition triangles) बनायें। इन त्रिभुजों की एक भुजा आधार रेखा मानी जाती है और त्रिभुज शीर्ष (apex) प्रतिच्छेदित बिन्दु बन जाता है।

(iii) अब पटल को A पर स्थापित करते हैं एवं शीट पर a अंकित करते हैं ताकि a बिन्दु A के ठीक ऊपर हो।

(iv) द्रोणी कम्पास (trough compass) की सहायता से ड्राइंग शीट के दायें किनारे (ऊपर) की ओर उत्तर (north direction) अंकित करते हैं।



चित्र 1.14–Intersection Method

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(v) सीध रेखक ऐलीडेड को a पर केंद्रित करके बिन्दु B को लक्ष्य बेधित करते हैं इसी प्रकार क्षेत्र में स्थित वांछित बिन्दु C, D, E आदि को देखकर रेखायें ac, ad, ae शीट पर खींचते हैं।

(vi) क्षेत्र में बिन्दु A तथा B के मध्य दूरी फीते से बड़ी शुद्धता से माप कर, चयनित पैमाने से यह दूरी रेखा के रूप में काट लेते हैं।

(vii) अब पटल को B पर स्थानान्तरित करते हैं, पटल का समतलन व केन्द्रण इस प्रकार करते हैं ताकि बिन्दु B बिन्दु b के ठीक नीचे हो।

(viii) रेखा ba से सटाकर (साथ) ऐलीडेड की कार्यकारी किनारी रखकर इस प्रकार घुमाते हैं कि दृष्टि रेखा बिन्दु A से गुजरे। ऐसा करने से पटल का दिक्स्थापन हो जाता है। पटल का क्लैम्प कस दिया जाता है।

(ix) सीध रेखक को b पर सटाते हुये लक्ष्य बिन्दु C, D एवं E आदि को देखते हैं तथा b से रेखाएँ bc, bd, be आदि खीचतें हैं। ये समस्त रेखायें a से खींची गयी रेखाओं ac, ad, ae को प्रतिच्छेदित करती हैं वही प्रतिच्छेदित बिन्दु c, d, e होंगे चित्र (1.14)

(x) कार्य की परिशुद्धता जाँचने के लिये स्थल पर दूरी CD, DE, EF आदि की तुलना cd, de तथा ef आदि से करते हैं।

(iii) चक्रमण (रेखा बन्धन) विधि (Traversing Method)—चक्रमण एक ऐसी सर्वेक्षण विधि है जिसमें चक्रमण की रेखायें एक दूसरे से (सिरे से सिरा) मिलाकर जुड़ी हों। यह विधि वहाँ अपनाई जाती है जहाँ स्टेशनों के बीच की दूरी का मापन आसानी से किया जा सके और वे स्पष्ट रूप से एक दूसरे से दिखाई दें तथा इनके साथ-साथ माला रेखा के केन्द्र से ऐसा कोई उचित स्टेशन उपलब्ध न हो जिससे सभी स्टेशनों को पूर्णतया नियन्त्रित किया जा सके, ऐसी परिस्थिति में यह विधि प्रयोग में लायी जाती है।

यह विधि चक्रमण विधि दिक्सूचक या थियोडोलाइट चक्रमण से मिलता-जुलता है, परन्तु इसमें भुजाओं के बीच कोई कोण मापन नहीं किया जाता। इस विधि के अन्तर्गत संवृत (closed) एवं खुली (open) चक्रमण द्वारा उपकरण स्टेशनों को मिलाती हुयी रेखायें डाली जाती हैं तथा चक्रमण के प्रत्येक स्टेशन पर प्लेन टेबिल स्थापित करके तथा पश्च और अग्र प्रेक्षण करके उपकरण स्टेशनों की स्थिति drawing sheet पर अंकित की जाती है। उपकरण स्टेशनों को साधने, दूरी नापने व शीट पर अंकन का कार्य (दक्षिणावर्त या वामावर्त) (clockwise or Anticlockwise) बढ़ाते हुये चक्रमण (traverse) कार्य पूर्ण कर लिया जाता है।

चक्रमण (traversing) तथा विकिरण (radiation) में सैद्धान्तिक तौर पर कोई अन्तर नहीं है। Radiation में किसी एक स्टेशन पर प्लेन टेबिल स्थापित करके, वहाँ से सभी लक्ष्यों की ओर, जिनका अंकन करना है, प्रेक्षण लिये जाते हैं। Traversing Method में traverse के भीतर स्थित बिन्दुओं की स्थिति ज्ञात करने के लिये प्रतिच्छेदन विधि (intersection method) अपनायी जाती है।

क्रिया विधि (Procedure)—

(i) सर्वप्रथम सर्वेक्षण क्षेत्र में स्टेशन A, B, C, D, E का चुनाव सुविधा एवं उपयुक्तता के आधार पर किया जाता है।

(ii) प्लेन टेबिल को बिन्दु A पर स्थापित करते हैं तथा इसकी स्थिति ड्राइंग शीट पर a के रूप में अंकित करते हैं।

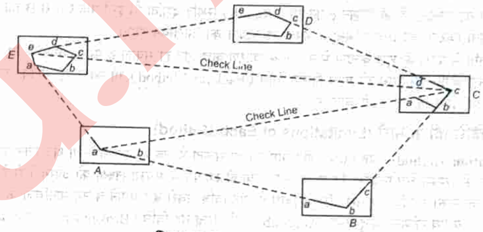
(iii) द्रोणी कम्पास से ड्राइंग शीट पर ऊपर दायें किनारे में उत्तरी दिशा (north direction) अंकित करते हैं।

(iv) a पर ऐलीडेड रखकर B को देखते हैं तथा एक किरण ab खीचतें हैं। इसी प्रकार a पर ऐलीडेड रखकर E को देखते हुये रेखा ae खींचते हैं। भूमि पर AB तथा AE को नापते हैं। कोई उपयुक्त पैमाना मानकर ab तथा ae ड्राइंग शीट पर काट लेते हैं।

(v) अब प्लेन टेबिल को B पर स्थानान्तरित करते हैं। ऐलीडेड को ड्राइंग शीट पर अंकित किरण ba पर रखकर A को समद्विभाजित करते हैं। इस प्रकार पश्च प्रेक्षण की सहायता से प्लेन टेबिल अगले बिन्दु B पर दिक्स्थापित हो जाता है।

(vi) ऐलीडेड को ड्राइंग शीट पर अंकित बिन्दु b पर सटाकर रखते हुये स्टेशन c को देखते हैं और BC दूरी नापकर bc ड्राइंग शीट पर अंकित कर लेते हैं।

(vii) इसी प्रकार प्लेन टेबिल को सभी स्टेशनों पर अलग-अलग स्थापित करके सभी स्टेशनों का आलेखन कर लिया जाता है। (चित्र 1.15)



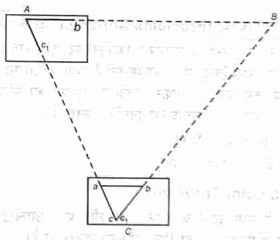
चित्र 1.15–Traversing Method

संवृत चक्रमण (closed traverse) में, पुन: प्रारम्भिक स्टेशन पर पहुँचने से पहले ही अंकन का कार्य पूर्ण हो जाता है क्योंकि अन्तिम स्टेशन पर अग्रावलोकन से प्राप्त प्रेक्षित रेखा प्रारम्भिक स्टेशन से जा मिलती है। फिर भी प्लेन टेबिल को प्रथम स्टेशन पर पुन: स्थापित करके, कार्य की शुद्धता की जाँच कर लेनी चाहिये।

नोट—संवृत चक्रमण (closed traverse) में जब अन्तिम स्टेशन (E) पर पहुँचकर, प्रथम स्टेशन (A) पर अवलोकन लेने पर यदि प्रेक्षित रेखा बिन्दु a को काटती है तो उपरोक्त पटल कार्य स्वीकार्य है।

यदि कोई समापन त्रुटि (closing error) बनती है, उसे दिक्सूचक सर्वेक्षण के समान ग्राफीय विधि से समायोजित कर लिया जाता है।

(iv) पश्चावलोकन द्वारा अन्तरछेदन (Resection by Back sighting)—यदि चित्रण पटल को पहले से आलेखित रेखा की सहायता से पश्चावलोकन द्वारा दिक्स्थापन किया जाता है तो उसे पश्चावलोकन द्वारा अन्तरछेदन किया जाता है। अग्र बिन्दु का आलेखन पश्चावलोकन किरण और किसी दूसरे ज्ञात बिन्दु से खींची गयी अन्तरछेदन किरण के मिलन बिन्दु से किया जाता है।



चित्र 1.16–Resection method

Procedure—

1. माना A व B भूमि पर स्थित दो बिन्दु हैं जिनकी शीट पर अंकित स्थिति a तथा b हैं तथा स्टेशन c का शीट पर अंकन करना है।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

2. प्लेन टेबिल को बिन्दु C पर स्थापित करते हैं तथा दिक्सूचक की सहायता से दिक्स्थापन करते हैं।

3. ऐलीडेड को a के सहारे रखकर A की तरफ एक अन्तरछेदन किरण खींचते हैं। इस पर AC की क्षेत्रीय दूरी अन्दाजे से लगाते हैं। माना यह बिन्दु c' है जो स्टेशन c की रफ (Rough) स्थिति दर्शाता है। इसी प्रकार b से B की ओर एक किरण खीचते हैं। इन दोनों किरणों का मिलन बिन्दु c उपकरण स्टेशन का आलेखन होगा।

उपरोक्त विधि में पटल के शुद्ध केन्द्रण में न होने के कारण कुछ त्रुटि हो सकती है परन्तु पैमाना छोटा होने पर कार्य की शुद्धता प्रभावित नहीं होगी। इस विधि को पश्च किरण विधि (Back ray Method) भी कहते हैं, क्योंकि उपकरण स्टेशन से पीछे के स्टेशनों पर दृष्टि किरण डाली जाती हैं।

1.12 प्रत्येक विधि की सीमायें (Limitations of Each Method)

(i) Radiation Method—यह विधि तभी प्रयोग की जा सकती है जब सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र इतना छोटा हो कि पटल के एक ही स्टेशन से समस्त क्षेत्र नियंत्रित किया जा सके, एक ही स्थापन से समस्त लक्ष्यों को आसानी से देखा जा सके तथा सभी दूरियाँ पढ़ी जा सकें। यह विधि सबसे परिशुद्ध विधि है। यह विधि सबसे बड़े पैमाने व उन मानचित्रों के लिये भी उपयुक्त है जहाँ पर सभी लक्ष्य एवं स्टेशन-बिन्दु गम्य (Accessible) हों परन्तु यह विधि (Broken Areas) ऊबड़-खाबड़ क्षेत्रों के लिये उपयुक्त नहीं है, असमतल क्षेत्रों में जरीब मापन में असुविधा होती है।

(ii) प्रतिच्छेदन विधि (Intersection method)—इस विधि द्वारा पटल सर्वेक्षण करने के लिये कम से कम दो स्टेशन बिन्दुओं की आवश्यकता होती है। इस विधि में केवल आधार रेखा की ही रैखिक माप ली जाती है जिसके कारण रैखिक माप सम्बंधी अशुद्धियाँ सर्वेक्षण कार्य में नहीं आती हैं। इस विधि द्वारा कम समय में ही काफी अधिक विवरण शीट पर दर्शाये जा सकते हैं।

इस विधि द्वारा अगम्य (unaccessible) अर्थात् जिन बिन्दुओं पर पहुँचना सम्भव नही है, उन्हें भी सुविधापूर्वक आलेखित किया जा सकता है। यह पटल सर्वेक्षण में सर्वाधिक प्रचलित विधि है।

(iii) चक्रमण विधि (Traversing)—इस विधि का प्रयोग माला रेखा सर्वेक्षण में केवल माला रेखा बिछाने में प्रयुक्त किया जाता है। यह विधि अपेक्षाकृत जारी विधि है परन्तु यह विधि परिशुद्ध है। क्योंकि इसमें दूरियाँ एवं दिशा की जाँच कर सकते हैं। यह विधि उस समय अधिक उपयोगी है जब मध्यस्थ क्षेत्र बाधाओं के कारण बाधित (Blocked) हो। इस विधि में सभी स्टेशनों पर पहुँचना आवश्यक होता है। अत: सभी बिन्दु गम्य (accessible) होने चाहिये।

(iv) अन्तरछेदन विधि (Resection Method)—यह विधि केवल कुछ ही सम्भव रेखओं की मदद से उपकरणीय स्टेशन स्थापित करने में उपयोगी हैं। इसमें केवल एक ही रेखीय माप की आवश्यकता होती है।

1.13 अन्तरछेदन से उत्पन्न समस्यायें (Problems Attributed to Resection)

अन्तरछेदन विधि में एक ऐसे लुप्त बिन्दु पर उपकरण स्थापित कर, पूर्व-ज्ञात स्टेशनों की तरफ दृष्टि किरणें दौड़ायी जाती हैं। ये अभिसारी रेखायें पटल पर जिस बिन्दु पर जाकर मिलती हैं, वहीं वांछित स्टेशन होता है। परन्तु दिक्स्थापन व अन्य किसी त्रुटिवंश ये पश्च गमन रेखायें जिस बिन्दु पर आकर मिलती हैं, वह कई बार स्टेशन बिन्दु की सत्य स्थिति नहीं होती है। अत: सत्य स्थिति ज्ञात स्टेशनों के आधार पर निम्न प्रकार निर्धारित करते हैं—

(i) द्वि-बिन्दु समस्या (Two point Problem)

(ii) त्रि-बिन्दु समस्या (Three point Problem)

1.14 द्वि-बिन्दु समस्या (Two point Problem)

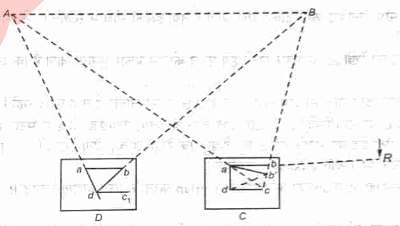
विवरण (Statement)—**"चित्रण पटल के स्टेशन का शीट पर" आलेखन किन्हीं दो बिन्दुओं के संदर्भ में, जिनकी स्थिति ड्राइंग शीट पर पूर्व में ज्ञात है, दो बिन्दु समस्या कहलाता है।**

ध्यान आकर्षण—दो बिन्दु समस्या को हल करते समय दोनों पूर्व ज्ञात स्टेशनों पर उपकरण (पटल) स्थापित नहीं किया जाता।

माना A व B भूमि पर स्थित दो बिन्दु हैं जिनकी स्थिति ड्राइंग शीट पर a व b के रूप में अंकित हैं। स्टेशन C की स्थिति c (small) के रूप में शीट पर अंकित करना है।

इस समस्या को हल करने के लिये पटल को एक तीसरे बिन्दु D पर इस प्रकार स्थापित किया जाता है कि भूमि पर स्थित रेखा AB शीट पर अंकित ab के समानान्तर हो तब स्टेशन की स्थिति ड्राइंग शीट पर d (small) के रूप में शीट पर अंकित कर लेते हैं।

इस समस्या को हल करने के लिये A, B, D के अतिरिक्त एक चौथे बिन्दु C की भी आवश्यकता पड़ती है। (देखें चित्र 1.17)



चित्र 1.17–Two Point Problem

प्रक्रिया—

ध्यान आकर्षण—(i) स्टेशन C के पास एक चौथा बिन्दु D इस प्रकार लेते हैं कि जहाँ से A, B व C दृष्टिगोचर हों चौथा बिन्दु D चयन करते समय इस बात का विशेष ध्यान रखना चाहिये कि बनने वाले कोण CAD व DBC अतिन्यूनतम कोण (acute angle) नहीं होने चाहिये।

(ii) प्लेन टेबिल को स्टेशन D पर इस प्रकार दिक्स्थापित करें कि शीट पर दर्शायी गयी ab रेखा क्षेत्र की रेखा AB के लगभग समानान्तर हो। अब पटल को क्लैम्प कर दो।

(iii) ऐलीडेड को a से सटाकर भूमि पर स्थित स्टेशन A को देखते हैं और a की ओर एक रेखा ad खींचते हैं इसी प्रकार b को ऐलीडेड से सटाते हुये B को देखते हैं तथा एक रेखा नीचे की ओर खींचते हैं। माना यह रेखा A से a की ओर खींची गयी रेखा को d पर काटती है।

(iv) अब d को साहुल काटे की सहायता से भूमि पर स्थानान्तरित करते हैं। माना यह बिन्दु D है। D पर खूंटी गाड़ दी जाती है।

(v) ऐलीडेड को d से सटाते हुये बिन्दु C को लक्ष्य करते हैं तथा d से C की ओर एक रेखा dc_1 खींचते हैं। इस DC (भूमि पर) अन्दाजा लगाते हुये स्टेशन C की स्थिति दर्शाते हैं। माना यह c (small) है।

(vi) पटल को D से उठाकर C पर इस प्रकार स्थापित करते हैं कि c स्टेशन C के ऊपर आ जाये। पटल का समतलन करते हैं तथा back sight से स्टेशन D को लक्ष्य करते हुये, पटल का दिक्स्थापन करते हैं पटल को clamp कर दिया जाता है।

(vii) अभी पटल परिशुद्धता से दिक्स्थापन में नहीं है क्योंकि अभी इसका स्टेशन A व B के संदर्भ में दिक्स्थापन शेष है।

(viii) अब बिन्दु a से ऐलीडेड की कार्यकारी किनारी को सटाते हुये A को लक्ष्य करते हुए एक रेखा खीचते हैं जो रेखा dc_1 का c (small) पर काटती है।

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(ix) ऐलीडेड को बिन्दु c (small) से सटाकर स्टेशन B को साधते हैं और c (small) से निकलती एक रेखा cb′ खींचते हैं। यदि बिन्दु D पर पटल का दिक्स्थापन सही था तो यह रेखा बिन्दु b से पारित होगी।

परन्तु यह होता नहीं है, क्योंकि बिन्दु D तथा C पर दिक्स्थापन लगभग किया गया है।

(x) रेखा db व cb का काट बिन्दु b′ लगाया जाता है। बिन्दु b′ स्टेशन B को दर्शाता है परन्तु ab रेखा AB रेखा का सत्य अंकन है और बिन्दु b स्टेशन B का वास्तविक स्थिति का द्योतक है। अत: उपरोक्त त्रुटि दिक्स्थापन (प्रारम्भिक) के कारण हुयी है। यह त्रुटि ab और ab′ के मध्य ∠bab′ बनाती है। इस त्रुटि के निवारण के लिये पटल को ∠bab′ के बराबर घुमाना होगा। इसे करने के लिये निम्न प्रक्रिया अपनायी जायेगी।

(xi) रेखा ab′ के साथ ऐलीडेड को सटाकर रखा जाता है तथा इसकी सीध में स्टेशन C से अधिक दूरी पर एक आरेखन दण्ड R लगाया जाता है।

(xii) अब ऐलीडेड को रेखा ab के सहारे रखते हुये पटल को इस प्रकार घुमाया जाता है कि आरेखन दण्ड R लक्षित हो जाये।

(xiii) पटल को कस दिया जाता है। अब रेखा ab रेखा AB के समानान्तर है तथा पटल सही दिक्स्थापन में आ गया।

(xiv) अब स्टेशन C पर सही स्थिति c (small) ज्ञात करने के लिये, ऐलीडेड को a से सटाते हुये A को देखो, एक रेखा खींचो। इसी प्रकार से b ऐलीडेड को सटाते हुये B को देखो, एक रेखा खींचो। दोनों रेखाओं का अन्तरछेदन (intersection) बिन्दु, स्टेशन C की पटल पर स्थिति c (small) दर्शायेगी।

ध्यान आकेर्षण—रेखा ab व ab′ को अतिव्यापित overlap करने के लिये आरेखन दण्ड R को अधिक दूरी पर गाड़ना चाहिये।

नोट—उपकरण स्टेशन की स्थिति ज्ञात करने के लिये द्वि-बिन्दु समस्या परिशुद्ध परिणाम नहीं देता है और पटल को दो स्टेशनों पर दिक्स्थापन करने के लिये अधिक परिश्रम करना पड़ता है। अत: इस विधि का महत्त्व कम है।

1.15 त्रिबिन्दु समस्या (Three Point Problem)

वह समस्या है जिसके अन्तर्गत हम तीन बिन्दुओं की सहायता से उपकरणीय स्टेशन की स्थिति drawing sheet पर अंकित करते हैं जबकि यह तीनों बिन्दु उपकरणीय स्टेशन से दृश्य हो तथा जिनकी स्थितियाँ drawing sheet पर पहले से ही आलेखित की जा चुकी हों।

त्रिबिन्दु समस्या के हल की निम्न तीन विधियाँ हैं—

1. यान्त्रिक विधि (Mechanical or Tracing paper Method)
2. लेखाचित्रीय विधि या बैसेल विधि (Graphical or Bassel's Method)
3. यत्न एवं त्रुटि विधि अथवा लेहमेन विधि (Trial and Error method or Lehman's Method)

1.15-1 Tracing Paper Method—नाम के अनुसार इस विधि में एक Tracing Paper का प्रयोग किया जाता है। इसे यान्त्रिक विधि (Mechanical method) भी कहते हैं।

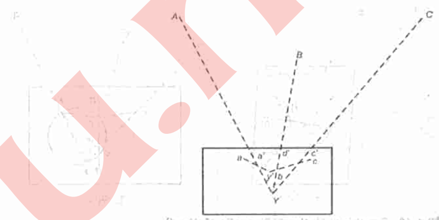
माना A, B तथा C भूमि पर तीन स्थिर बिन्दु हैं जिनकी ड्राइंग शीट पर आलेखित स्थितियाँ a, b तथा c के रूप में अंकित हैं। माना Y उपकरण स्टेशन है जिसकी स्थिति A, B तथा C के संदर्भ में शीट पर y के रूप में अंकित करनी है। (चित्र 1.18)

क्रिया विधि (Procedure)—

(i) प्लेन टेबिल को स्टेशन बिन्दु Y पर इस प्रकार स्थापित करते हैं कि ab, bc क्रमश: AB तथा BC के लगभग समानान्तर हों।

(ii) प्लेन टेबिल पर लगी ड्राइंग शीट के ऊपर एक tracing paper लगा लो और साहुल काँटे से स्टेशन बिन्दु Y को y′ पर स्थानान्तरित करो।

(iii) ऐलीडेड को y′ पर केंद्रित करते हुये A, B, C बिन्दुओं की तरफ y′a, y′b, y′c किरणें Tracing paper पर खींचें। चूँकि प्लेन टेबिल का दिक्स्थापन अनुमानित है इसलिये y′a, y′b तथा y′c रेखायें क्रमश: a, b, c बिन्दुओं से जो प्लेन टेबिल पर लगी ड्राइंग शीट पर अंकित हैं, नहीं गुजरेंगी।



चित्र 1.18–Tracing Paper Method

(iv) Tracing paper को ढीला करो, तो प्लेन टेबिल पर लगाकर ड्राइंग शीट पर इस प्रकार घुमाओ कि tracing paper पर खींची y′a, y′b तथा y′c रेखायें क्रमश: ड्राइंग शीट पर स्थित a, b तथा c से गुजरे। इस स्थिति में tracing paper का बिन्दु y′ एक पिन की सहायता से ड्राइंग शीट पर स्थानान्तरित कर लो। यह स्थानान्तरित बिन्दु y है। tracing paper को शीट से हटाओ, ड्राइंग शीट पर ya, yb तथा yc को जोड़ो।

(v) अब ऐलीडेड को ya पर केंद्रित करो। चूँकि दिक्स्थापन अभी तक परिशुद्ध नहीं किया गया है इसलिये दृष्टि रेखा A से नहीं गुजरेगी।

(vi) दिक्स्थापन को परिशुद्ध करने के लिये क्लैम्प को खोलकर प्लेन टेबिल को इस प्रकार घुमाओ कि दृष्टि रेखा A से गुजरने लगे। प्लेन टेबिल को इस स्थिति में कस दो। अब प्लेन टेबिल दिक्स्थपित हो गया।

(vii) दिक्स्थापन की जाँच के लिये ऐलीडेड को क्रमश: a, b तथा c बिन्दुओं पर केंद्रित करते हुये A, B तथा C को देखो और रेखायें खींचो, ये रेखायें भी y बिन्दु से गुजरेंगी।

1.15-2 लेखाचित्रीय विधि अथवा बैसेल विधि (Graphical Method or Bassel's Method)—त्रिबिन्दु समस्या को graphically method से हल करने की कई विधियाँ हैं, परन्तु यहाँ पर बैसेल ग्राफी की चर्चा की जा रही है। यह विधि काफी सरल है।

माना A, B तथा C क्षेत्र में भूमि पर स्थित तीन ज्ञात स्टेशन हैं जिनकी स्थिति शीट पर a, b तथा c के रूप में अंकित हैं। Y एक अन्य स्टेशन है जिसकी स्थिति शीट पर अंकित करनी है। प्रक्रिया निम्नवत् है—

प्रक्रिया—प्लेन टेबिल को Y पर स्थापित करते हैं।

(i) ऐलीडेड को ba से सटाकर तथा पटल को घुमाकर स्टेशन A को साधते हैं। पटल को कस दिया जाता है। (चित्र 1.19)

(ii) ऐलीडेड को बिन्दु b से सटाकर स्टेशन C को साधा जाता है और रेखा mn खीचतें हैं। (चित्र 1.19)

(iii) ऐलीडेड को पुन: रेखा ab से सटाकर पटल को ढीला करके घुमाते हैं और स्टेशन B को साधा जाता है। पटल को पुन: कस देते हैं। (चित्र 1.19 (ii))

(iv) ऐलीडेड को a से सटाकर स्टेशन C को लक्ष्य करते हुये ऐलीडेड की कार्यकारी किनारी से एक रेखा खींचो जो mm को c′ पर काटे।

(v) ऐलीडेड को cc′ से सटाकर, पटल को ढीला करके घुमाओ और स्टेशन C को साधो अब पटल को कस दो। इस समय पटल सही दिक्स्थापन में है।

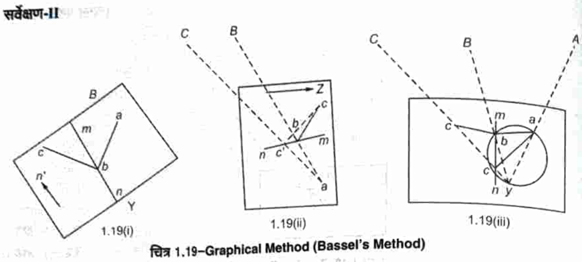
(vi) ऐलीडेड को b से सटाकर स्टेशन B को लक्ष्य करो और रेखा खींचो जो रेखा cc′ को स्टेशन y पर काटेगी। शीट पर बिन्दु y स्टेशन Y का सत्य प्रेक्षण (projection) होगा। देखें चित्र 1.19 (iii)।

civilguru.net

Title of PDF Document

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



1.19(i) 1.19(ii) 1.19(iii)

चित्र 1.19–Graphical Method (Bassel's Method)

जाँच—कार्य की जाँच के लिये ऐलीडेड को a से सटाकर A को लक्ष्य करें तथा किरण खींचें। यदि कार्य सही है तो यह y से गुजरेगी। अगर ऐसा नहीं है तो समस्त कार्य की पुन: जाँच करें।

टिप्पणी—शीट पर अंकित a, b, c' व y एक चतुर्भज बनाते हैं और ये चारों बिन्दु वृत्त की परिधि पर स्थित होते हैं अतः इस विधि को बैसल की उत्कीर्ण चतुर्भुज विधि (Bassel's method of inscribed quadrilateral) भी कहते हैं।

1.15-3 यत्न एवं त्रुटि विधि अथवा लेहमेन विधि (Trial and Error Method or Lehmans's Method)—इस विधि में उपकरण स्टेशन की स्थिति ज्ञात करते समय मुख्य, कार्य प्लेन टेबिल को अज्ञात बिन्दु पर रखकर सही दिक्स्थापन करना है। इस विधि में पटल का दिक्स्थापन व स्टेशन की स्थिति का अंकन शीट पर trial and error method or lehman के नियम का सहारा लेकर किया जाता है। समस्या के समाधान से पहले निम्न शब्दावली को समझना आवश्यक है—

(i) वृहत त्रिभुज (Great Triangle)—सर्वेक्षण क्षेत्र अर्थात् field में स्थित तीन ज्ञात बिन्दु A, B तथा C अथवा चित्रण पटल पर a, b तथा c को मिलाने वाला त्रिभुज वृहत त्रिभुज कहलाता है।

(ii) वृहत वृत्त (Great Circle)—ऐसा वृत्त जो भूमि पर स्थित तीनों बिन्दुओं A, B तथा C अथवा चित्रण पटल पर अंकित a, b तथा c से पारित होता है, वृहत वृत्त (great circle) कहलाता है।

माना क्षेत्र में तीन बिन्दु A, B तथा C हैं जिनकी ड्राइंग शीट पर स्थिति a, b तथा c के रूप में अंकित हैं। हमारी समस्या स्टेशन बिन्दु P को ड्रांइग शीट पर p के रूप में अंकित करना है।

क्रिया विधि (Procedure)—इस विधि के मुख्य चरण निम्न हैं—

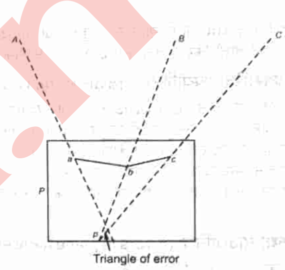
(i) सर्वप्रथम समतल पटल को P पर स्थापित करो। पटल का समतलन करके द्रोणी कम्पास की सहायता से दिक्स्थापन करो। इसके लिये द्रोणी कम्पास पटल पर रखकर पटल को तब तक घुमाओ जब तक चुम्बकीय सूई के सिरे 0 – 0 पर न आ जायें। प्लेन टेबिल को कस दो। इस समय पटल का दिक्स्थापन तो हो गया परन्तु अभी शुद्ध नहीं है।

(ii) अब ऐलीडेड की कार्यकारी किनारी को a से सटाकर A को देखो और एक रेखा ap खींचो। इसी प्रकार ऐलीडेड के निर्देश किनारे को b एवं c से सटाते हुये bp एवं cp खींचो।

यदि दिक्स्थापन सही है तो ab, bc एवं ca क्रमश: AB, BC और CA के समानान्तर होंगी तथा aB, bB एवं cC रेखायें एक ही बिन्दु पर मिलेंगी जो कि P की स्थिति शीट पर होगी।

(iii) यदि चरण (ii) में Aa, Bb एवं Cc रेखायें एक बिन्दु पर नहीं मिलतीं तो वे एक छोटा त्रिभुज बनायेंगी। देखें चित्र (1.20)। इस छोटे त्रिभुज को triangle of error कहते हैं।

अब त्रिबिन्दु समस्या का हल लेहमेन के नियम द्वारा किया जायेगा। अत: आगे का कार्य करने से पहले लेहमेन के नियम की जानकारी लेते हैं।

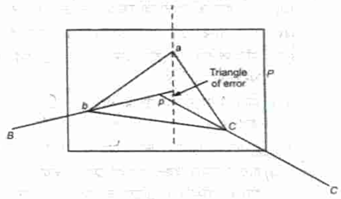


चित्र 1.20

लेहमेन नियम (Lehmans's Rule)

(i) यदि स्टेशन बिन्दु P वृहद त्रिभुज (great triangle) ABC अथवा ड्राइंग शीट पर अंकित बिन्दु p (great triangle) abc के भीतर स्थित है तो त्रुटि त्रिभुज भी वृहद त्रिभुज के भीतर ही बनेगा। इस स्थिति में बिन्दु p त्रिभुज के अन्दर लिया जाना चाहिये (चित्र 1.21)

इसी प्रकार स्टेशन p वृहद त्रिभुज के बाहर स्थित है तो त्रुटि त्रिभुज भी वृहद त्रिभुज के बाहर ही बनेगा और बिन्दु p त्रिभुज के बाहर लिया जाना चाहिये। (चित्र 1.22)



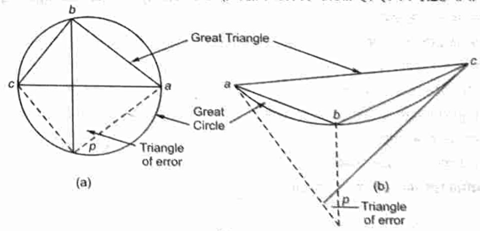
चित्र 1.21

(ii) बिन्दु p तीनों किरणों Aa, Bb, Cc के एक ही तरफ होगा। इस प्रकार यदि p को Aa के दायीं ओर लें तो यह Bb तथा Cc के भी दायीं ओर होगा।

यदि बिन्दु p को Aa के बायीं ओर लें तो यह Bb तथा Cc के भी बायीं ओर होगा। (चित्र 1.22a, b)

(iii) बिन्दु p इस प्रकार लिया जाना चाहिये कि Aa, Bb तथा Cc से इसकी दूरियाँ बिन्दु p की A, B तथा C से दूरियाँ क्रमश: समानुपाती हों।

(iv) जब बिन्दु p वृहद वृत (great circle) से बाहर हो बिन्दु p भूमि पर P से सबसे अधिक दूर स्थित बिन्दु से आने वाली किरणों से उस ओर होगा जिस ओर अन्य दो रेखायें परस्पर काटती हैं। (चित्र 1.20 तथा 1.22 b)



चित्र 1.22

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(v) यदि स्टेशन बिन्दु p, वृहद त्रिभुज ABC के तो बाहर है परन्तु (great circle) के अन्दर है अर्थात् किसी एक वृत खण्ड में स्थित है तो मध्य बिन्दु से आने वाली किरण बिन्दु p व c के बीच से होकर जायेगी।

1.16 अन्तरछेदन विधि की व्यावहारिक उपयोगिता (Practical Utility of Resection Method)

अन्तरछेदन विधि अन्य विधियों प्रतिच्छेदन (intersection) अथवा चक्रमण (traversing) से भिन्न है। इसमें intersection की भांति दो स्टेशनों से किरणें नहीं डालनी पड़तीं और न ही traversing की भांति सभी स्टेशनों को एक रेखा बंधन में बाँधने की आवश्यकता होती है। अन्तरछेदन विधि में सर्वेक्षक अपनी सुविधा के अनुसार स्टेशन चयन और क्षेत्र का विवरण लेने में स्वतंत्र है। वह किन्हीं तीन स्पष्ट दिखायी देने वाले, ज्ञात व पूर्व अंकित स्टेशनों के संदर्भ में कहीं भी उपकरण स्थापित कर सकता है और इस बिन्दु की स्थिति अन्तरछेदन द्वारा शीट पर अंकित करके कार्य को किसी भी दिशा में आगे बढ़ा सकता है।

1.17 पटल सर्वेक्षण में त्रुटियाँ तथा सावधानियाँ (Errors in plane table survey and Precautions)

पटल सर्वेक्षण में निम्न प्रकार की त्रुटियाँ घट सकती हैं—

1.17-1 उपकरणीय त्रुटियाँ (Instrumental errors)—

(i) पटल की ऊपरी सतह यदि समतल नहीं है तो अधिक त्रुटियाँ सम्भव हैं।
(ii) ऐलीडेड की कार्यकारी किनारी के सीधे न होने पर भी त्रुटियाँ अधिक होंगी।
(iii) ऐलीडेड की दोनों बेधिकाओं के ऊर्ध्वाधर न होने पर भी त्रुटियाँ सम्भव हैं।
(iv) यदि cross hair ढीला या inclined लगा है तब भी त्रुटियाँ अधिक होंगी।
(v) यदि प्लेन टेबिल ठीक प्रकार से clamp नहीं किया गया हो या कोई joint ढीला (loose) हो तब भी त्रुटियों की सम्भावना होती है।
(vi) द्रोणी कम्पास की सूचिका यदि perfectly balanced नहीं है (सूचिका की नोक तीखी नहीं है) तब भी त्रुटियाँ हो जाती हैं।
(vii) चुम्बकीय सूचिका का pivot यदि पूर्णतया ऊर्ध्वाधर नहीं है तब भी त्रुटियाँ सम्भव हैं।
(viii) यदि पाणसल युक्त ऐलीडेड प्रयोग किया जा रहा है जो ऐलीडेड का अक्ष (axis) और bubble दोनों समान्तर न होने की स्थिति में त्रुटियों की सम्भावना बनी रहती है।
(ix) पटल का ठीक समतल में न होना अथवा शुद्धता से केंद्रण न होना।
(x) पटल को कसने के बाद भी इसका घूम जाना।
(xi) त्रिपाद का प्रेक्षण लेते समय भूमि में धंस जाना।
(xii) U-fork की दोनों भुजाओं का समान न होना।

1.17-2 कुशल प्रयोग एवं लक्ष्य बद्धता में त्रुटियाँ (Errors due to manipulation and sighting)—

(i) सही समतलन, केन्द्रण न करना।
(ii) पटल का ठीक दिक्स्थापन न करना।
(iii) पश्चावलोकन के बाद पटल को न कसना।
(iv) लक्ष्यों का लक्ष्य बेधन ठीक न करना।
(v) फ्लाई नट की चुड़ियाँ ठीक न होना, ठीक न कसना।
(vi) मापी गयी दूरियाँ ठीक न होना।
(vii) प्रेक्षण लेते समय पटल का हिल जाना।
(viii) ऐलीडेड की बेधिकाओं को ठीक से न खोलना।

(ix) दोनों बेधिकाओं में से किसी एक को पूर्ण न खोलना।
(x) लक्ष्य-बेधन करते समय ऐलीडेड की working edge को स्टेशन बिन्दु से सटाकर न रखना।
(xi) लक्ष्य से आती किरणों को शीट पर अंकित बिन्दु से ठीक से न मिलाना।
(xii) लापरवाही / उदासीनता के कारण प्रेक्षण लेते समय tripod में पैर लग जाना। केन्द्रण का भंग हो जाना।
(xiii) अचानक तेज वायु का झोंका आ जाने से Tripod का खिसक जाना।

1.17-3 अंकन में त्रुटियाँ (Errors in plotting)—

यह त्रुटियाँ plotting के समय plotting में used उपकरण के कारण होती हैं। जैसे—

(i) Scale का सही न होना।
(ii) पेन्सिल की नोक मोटा होना।
(iii) जल्दबाजी में गलत plotting कर लेना।
(iv) इसके लिये उत्तम आरेखक (draftman) का होना आवश्यक है।
(v) सही पाठ्यांक लेने के लिये अच्छा प्रेक्षक आवश्यक है।

1.18 समतल पटल सर्वेक्षण करते समय निम्नलिखित सावधानियाँ बरतनी चाहिये–

(i) समतलन, केन्द्रण सही करना चाहिये।
(ii) दिक्स्थापन सावधानीपूर्वक परिशुद्धता से करना चाहिये।
(iii) कार्य आरम्भ करने से पूर्व सभी प्रयुक्त होने वाले उपकरण, सहायक उपकरणों को भली-भाँति चैक कर लेना चाहिये यदि कोई उपकरण ठीक न हो तो उसे तुरंत बदल लेना चाहिये।
(iv) ऐलीडेड को सदैव working edge की तरफ से प्रयोग करना चाहिये।
(v) जब उपकरण एक स्टेशन से दूसरे स्टेशन पर स्थानान्तरित कर रहे हों तो उपकरण को Tripod के साथ-साथ ठीक से संभालकर एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना चाहिये।
(vi) प्लेन टेबिल के साथ जो सहायक उपकरण प्रयोग कर रहे हैं उनको ध्यान से रखना चाहिये। भूल से कोई सामान क्षेत्र में छूटने न पायें।
(vii) पेन्सिल सदैव sharp होनी चाहिये।
(viii) मापी गयी दूरियों को सदैव रेखाओं के साथ लिख लेना चाहिये जब तक plotting पूर्ण न हो जायें।
(ix) प्रयोग में आने वाले scale बाहर / टेबिल पर होने चाहिये।
(x) अंकन करते समय मापे सावधानीपूर्वक स्केल से पढ़नी चाहिये।
(xi) क्षेत्र में भूमि पर स्थित बिन्दु को A, B, C आदि से अंकित करना चाहिये जबकि उनकी स्थिति को शीट पर a, b, c आदि से दर्शाना चाहिये।

1.19 समतल पटल सर्वेक्षण करते समय प्रयुक्त उपकरण

(Equipments required for plane Table Survey)

(i)	Plane Table with Tripod	01 No.
(ii)	Alidade (plain or telescope)	01 No.
(iii)	Trough Compass	01 No.
(iv)	Sprit Level	01 No.
(v)	U-Fork with plumb bob	01 set
(vi)	Metric chain (20m, 30 m)	01 No.
(vii)	Metallic tape (15 m)	01 No.

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(viii) Arrows	10 Nos.
(ix) Ranging rods	03 Nos.
(x) Wooden pegs	10 Nos.
(xi) Mallet	01 No.
(xii) Drawing sheet (good quality)	01 No.
(xiii) Board pins or clips	04 Nos.
(xiv) Cardboard scale (set of 8 scales)	01 set
(xv) Good pencil, eraser, knife, pins	01 (each)
(xvi) Set square	(45°, 60°)

1.20 समतल पटल का परीक्षण व समंजन (Testing and Adjustment of Plane Table)

सर्वेक्षण कार्य की परिशुद्धता के लिये आवश्यक है कि कार्य आरम्भ करने से पूर्व समतल पटल ऐलीडेड व अन्य उपकरणों के ठीक होने का परीक्षण कर लेना चाहिये। यदि उनमें कोई कमी पाई जाती हैं तो उनको सही कर लेना चाहिये।

पटल सर्वेक्षण में निम्न उपकरणों की जाँच आवश्यक है—

(i) चित्रण पटल (Plane Table) (ii) ऐलीडेड (Alidade)

(a) चित्रण पटल की जाँच व समतलन—समतल पटल की ऊपरी सतह पूर्णतया समतल हो—

जाँच—(1) पटल पर एक सीध रेखक (straight edge) सभी दिशाओं में रखकर समतलन की जाँच करें।

समायोजन—यदि समतल पटल की ऊपर सतह properly horizontal न हो तो रेगमाल से रगड़ कर सीधा किया जा सकता है।

(2) पटल की ऊपरी सतह उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष के लम्ब हो।

समायोजन—पटल को समतल करके इसके ऊपर पाणसल रखें और बुलबुले को मध्य में लायें इसके लिये tripod की टाँगों का प्रयोग करें।

अब यदि पटल को 180° घुमा दिया जाये तो पटल की इस स्थिति में भी बुलबुला केन्द्र में होना चाहिये।

अब पाणसल को पुरानी स्थिति के अनुलम्ब 90° पर रखें। यदि दोनों दिशाओं में रखने पर बुलबुला मध्य में बना रहता है, तो पटल की सतह अक्ष पर लम्ब है अथवा निम्न समायोजन करें।

समायोजन—पटल की तली (निचली फलक) और इसके आलम्ब (support) के मध्य कोई वाशर फंसा दें। पटल को 180° घुमाकर पुनः जांच करें। बुलबुला पटल की प्रत्येक स्थिति में अपने मध्य में बना रहना चाहिये।

(a) ऐलीडेड की जाँच व समंजन—ऐलीडेड की निर्देश किनारी पूर्णतया सीधी हो—

जाँच—रेखन शीट पर कोई दो बिन्दु (ऐलीडेड की लगभग लम्बाई के समान) पेन्सिल से लगायें और उनको ऐलीडेड की कार्यकारी किनारी से एक महीन रेखा खींचकर मिलायें। अब ऐलीडेड के सिरों को आपस में बदलने से, दोनों बिन्दुओं को आपस में मिलाती हुयी एक अन्य रेखा, कार्यकारी धार से ही खींचें।

यदि ऐलीडेड सही है तो दोनों रेखायें एक ही होगी अर्थात् शीट पर एक ही रेखा दिखायी पड़ेगी। यदि दोनों रेखायें अलग-अलग दिख रही हैं तब ऐलीडेड की कार्यकारी धार निश्चय ही टेढ़ी हैं।

समायोजन—(1) दूषित धार पर रेती (file) चलाकर इसे सही कर लें।

(2) ऐलीडेड की बेधिकायें (vanes) आधार पट्टी (Base) के ठीक लम्ब होनी चाहिये।

जाँच—उपकरण से थोड़ी दूरी पर एक साहुल लटकायें और ऐलीडेड को एक समतल पटल पर रखकर दर्शबिधिका (eye vane) से दृश्य बेधिका (obective vane) व साहुल को देखें। दर्शबिधिका की झिर्री व दृश्य बेधिका का बाल, साहुल रेखा (डोरी) की ठीक ऊर्ध्व सीध में होना चाहिये।

समायोजन—बेधिकाओं की तली में कोई उपयुक्त पैकिंग लगा दें। यदि कब्जे अटक रहे हों, उन्हें रेती से घिस कर शुद्ध कर लें।

दृश्य बेधिका में लगा बाल/तार ढीला पड़ जाना-बाल/तार को निकालकर नया बाल डाल दें अथवा तार को कस दें।

1.21 समतल पटल सर्वेक्षण के गुण तथा अवगुण (Merits and demerits of plane Table survey)

गुण (Merits)

1. सरल विधि—यह एक सरल प्रकार का सर्वेक्षण है। इसमें नाजुक व मूल्यवान उपकरणों की आवश्यकता नहीं होती है।

2. क्षेत्र पंजी—सर्वेक्षण कार्य का आलेखन क्षेत्र में ही हो जाता है अतः क्षेत्र पंजी की आवश्यकता नहीं होती।

3. सर्वेक्षण—एक सामान्य स्तर का सर्वेक्षक भी यह सर्वेक्षण कर सकता है।

4. प्रेक्षण व अंकन—पटल सर्वेक्षण में कम समय लगता है। observation तथा plotting साथ-साथ हो जाता है।

5. सर्वेक्षण विधि—सर्वेक्षण कार्य काफी सरल पड़ता है क्योंकि सर्वेक्षण रेखाओं के कोण मापन की आवश्यकता नहीं होती।

6. परिशुद्धता—समस्त क्षेत्र आँखों के सामने होने के कारण प्रत्येक लक्ष्य को अधिक परिशुद्धता से देखा जा सकता है।

7. मापों को लिखना—मापों को लिखना नहीं पड़ता अतः लिखने के कारण त्रुटि की सम्भावना नहीं रहती।

8. गणनायें—इसमें किसी प्रकार की गणना की आवश्यकता नहीं पड़ती अतः गणनाओं में त्रुटि का प्रश्न ही नहीं है।

9. सर्वेक्षण क्षेत्र—सर्वेक्षण पूर्ण विश्वास के साथ कार्य करता है क्योंकि सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र तथा शीट पर उसका सत्य चित्र दर्पण की भांति उसकी आँखों के सामने रहता है।

10. लुप्त माप—क्योंकि अंकन भी सर्वे क्षेत्र में होता है। अतः किसी आवश्यक विवरण के छूटने की सम्भावना नहीं है।

11. उपयुक्तता—पटल सर्वेक्षण बड़े क्षेत्रों का छोटे पैमाने पर नक्शा बनाने तथा contouring के लिये बहुत उपंयुक्त है।

12. चुम्बकीय क्षेत्र—यह सर्वेक्षण चुम्बकीय क्षेत्रों के लिये बहुत उपयुक्त हैं। ऐसे क्षेत्रों में compass survey नहीं किया जा सकता।

13. मितव्ययी—पटल सर्वेक्षण अन्य सर्वेक्षणों से मितव्ययी है क्योंकि प्रयोग होने वाले उपकरण अधिक महँगे नहीं हैं।

दोष (Demerits)

1. मौसम प्रभावित—वर्षा एवं तूफान में कार्य नहीं होता।

2. घना जंगल—यह सर्वे घने जगंलों के लिये भी उपयुक्त नहीं है।

3. भारी उपकरण—प्लेन टेबिल भारी उपकरण है। स्थानान्तरण के समय असुविधा होती है।

4. अंकन सामग्री—प्रेक्षित मापों के अंकन हेतु अन्य सामानों की आवश्यकता होती है।

5. सर्वेक्षण श्रेणी—इस सर्वेक्षण से अधिक परिशुद्ध माप नहीं लिये जा सकते।

6. पुनः अंकन में दिक्कत—मापों को नोट नहीं किया जाता। अतः पुनः अंकन में दिक्कत होती है।

7. पर्याप्त प्रकाश—समस्त कार्य दिन की रोशनी ही में किया जा सकता है।

8. उपकरण गुम हो जाना—अधिक उपकरण होने के कारण गुम होने का डर होता है।

प्रश्नावली

1. समतल पटल सर्वेक्षण के सिद्धान्त का वर्णन करें।
2. समतल पटल सर्वेक्षण में प्रयोग होने वाले उपसाधनों को संक्षेप में लिखें।
3. समतल पटल सर्वेक्षण से आप क्या समझते है? इसकी परिभाषा लिखें।
4. समतल पटल की निम्नलिखित सक्रियाओं पर टिप्पणी लिखें—
   (i) समतलन (Levelling)
   (ii) केन्द्रण (Centering)
   (iii) दिक्स्थापन (Orientation)

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

5. किन परिस्थितियों में पटल सर्वेक्षण नहीं अपनाया जाता है? स्पष्ट उत्तर दें।
6. समतल पटल की विधियाँ क्या-क्या हैं?
7. किसी बिन्दु की स्थिति निर्धारित करने के लिये समतल पटल सर्वेक्षण की निम्न विधियों का सचित्र वर्णन करें।
   (i) प्रतिच्छेदन विधि (Intersection Method)
   (ii) अन्तर्छेदन विधि (Resection Method)
   (iii) विकिरण विधि (Radiation Method)
8. आप अन्तर्छेदन विधि का प्रयोग कब करेंगे? स्पष्ट उत्तर दें।
9. त्रि-बिन्दु समस्या क्या है? इसको हल करने की निम्न विधियों का संक्षेप में वर्णन कीजिये।
   (i) ट्रेसिंग पेपर विधि (Tracing Paper Method)
   (ii) यत्न एवं त्रुटि विधि (Trial and Error Method)
   (iii) बैसेल विधि (Bassel's Method)
10. ऐलीडेड क्या होता है, कितने प्रकार का होता है, किस काम आता है?
11. ऐलीडेड की कार्यकारी धार का क्या महत्व है? लिखिये।
12. ऐलीडेड की testing आप कैसे करेंगे? त्रुटि पाये जाने पर, समायोजन किस प्रकार करेंगे? लिखें।
13. स्वच्छ एवं स्पष्ट चित्रों द्वारा लेहमान नियमों (Lehmans's rule) तथा उनके उपयोग का वर्णन करें।
14. स्वच्छ चित्र बनाते हुये द्वि-बिन्दु समस्या (two point problem) का वर्णन करें।
15. पटल सर्वेक्षण की तुलना दिक्सूचक सर्वेक्षण से करें।
16. बतायें, पटल सर्वेक्षण जरीब सर्वेक्षण से किस तरह भिन्न हैं?
17. (a) साहुल काटा, पटल सर्वेक्षण में किस काम आता है, लिखिये।
    (b) U-कांटे का मुक्त हस्त चित्र बनायें।
18. अन्तर स्पष्ट करें—
    (i) केन्द्रण (centering) व समतलन (Levelling)
    (ii) अन्तर्छेदन विधि (Resection Method) व विकिरण विधि (Radiation Method)
    (iii) ट्रेसिंग पेपर विधि (Tracing Paper Method) व एवं त्रुटि विधि (Trial and error Method)
19. समतल पटल का पश्च दृष्टि (Back sight) द्वारा दिक्स्थापन की प्रक्रिया का संक्षेप में वर्णन करें।
20. पटल सर्वेक्षण की चक्रमण (traversing) विधि का सचित्र वर्णन करें तथा बतायें कि यह दिक्सूचक चक्रमण से कैसे भिन्न है?
21. समतल पटल सर्वेक्षण समापन त्रुटि का निवारण कैसे किया जाता है, लिखिये।
22. अन्तरछेदन के अन्तर्गत उत्पन्न समस्याओं के नाम लिखें।
23. द्वि-बिन्दु समस्या व त्रिबिन्दु समस्या में भेद स्पष्ट करें।
24. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) वृहत त्रिभुज (Great Triangle)
    (ii) वृहत वृत्त (Great Circle)
25. अन्तर्छेदन विधि का व्यावहारिक उपयोग बतायें।
26. (a) समतल पटल सर्वेक्षण में किस प्रकार त्रुटियाँ उत्पन्न होती हैं?
    (b) इन त्रुटियों को कम किये जाने के उपाय लिखिये।
27. अन्तर स्पष्ट करें—
    (a) व्यक्तिगत त्रुटियाँ — उपकरणीय त्रुटियाँ
    (b) प्राकृतिक त्रुटियाँ — व्यक्तिगत त्रुटियाँ
28. पटल सर्वेक्षण के अन्तर्गत उत्पन्न प्रेक्षण त्रुटि का ब्यौरा दें।
29. पटल सर्वेक्षण में उपकरण त्रुटि कैसे सुधारी जाती है, बतायें।

30. समतल पटल किसी बिन्दु O पर स्थापित किया गया है। बिन्दु O से क्षेत्र में स्थित दो बिन्दु A तथा B जिन की स्थिति शीट पर a, b के रूप में अंकित है। बताइये शीट पर O की स्थिति किस प्रकार अंकित करेंगे?
31. यदि किसी बिन्दु O पर समतल पटल स्थापित किया गया। बिन्दु O से तीन बिन्दु A, B तथा C स्पष्ट दिखायी दे रहे हैं जिनकी स्थिति a, b तथा c के रूप में शीट पर अंकित है। स्पष्ट वर्णन करें कि शीट पर आप O किस प्रकार अंकित करेंगे?
32. समतल पटल की शुद्धता की जाँच आप कैसे करेंगे?
33. ऐलीडेड की शुद्धता की जाँच क्यों आवश्यक है? ये कैसे की जाती हैं? लिखिये।
34. ऐलीडेड की बेधिकाओं की जाँच आप किस प्रकार करेंगे? लिखिये।
35. समतल पटल सर्वेक्षण के लाभ तथा हानियाँ लिखिये।
36. यदि प्लेन टेबिल की स्थिति वृहत त्रिभुज के बाहर है तो लेहमेन नियमों के द्वारा उसकी स्थिति का निर्धारण कैसे करेंगे?
37. प्लेन टेबिल सर्वेइंग में प्रयुक्त होने वाले आवश्यक सहायक उपकरणों के नाम बताइये। **(B.T.E. 2010)**
38. प्लेन टेबिल सर्वेइंग में ''अभिविन्यास'' से आप क्या समझते हैं? बैक साइटिंग विधि से अभिविन्यास (Orientation) करने की प्रक्रिया समझायें। **(B.T.E. 2010)**
39. त्रि-बिन्दु समस्या (three point problem) क्या है? त्रि-बिन्दु समस्या को हल करने की विभिन्न विधियों के नाम लिखिये। **(B.T.E. 2010)**
40. पटल सर्वेक्षण के क्या उद्देश्य हैं? पटल सर्वेक्षण में प्रयोग किये जाने वाले विभिन्न उपकरण क्या हैं? **(B.T.E. 2011)**
41. पटल सर्वेक्षण में विभिन्न त्रुटियाँ क्या हैं? इन त्रुटियों को नियंत्रित करने के लिये विभिन्न सावधानियों की भी विवेचना कीजिये। **(B.T.E. 2011)**
42. पटल सर्वेक्षण कार्य में द्वि-बिन्दु (two point) समस्या की संक्षेप में व्याख्या कीजिये। **(B.T.E. 2011)**
43. पटल सर्वेक्षण की विभिन्न विधियाँ क्या हैं? किसी एक विधि की संक्षेप में व्याख्या कीजिये। **(B.T.E. 2012)**
44. निम्नलिखित में से किन्हीं तीन भागों का उत्तर दीजिये— **(B.T.E. 2012)**
    (i) सर्वेक्षण पटल का केन्द्रण
    (ii) तलीकरण तथा
    (iii) अभिविन्यास
    (iv) त्रि-बिन्दु समस्या को हल करने की किसी एक विधि को संक्षेप में समझाइये।
45. साधारण सारिणी सर्वेक्षण (Plane table surveying) के द्वारा पारगम्यीय विधि (Method of traversing) समझाइये। **(B.T.E. 2013)**
46. तीन बिन्दु समस्या (Three point problem) समझाइये तथा समझाइये कि आलेखीय विधि (Graphical method) से इसे किस प्रकार हल किया जा सकता है? **(B.T.E. 2013)**
47. साधारण तालिका सर्वेक्षण (Plane table survey) में कौन-सी त्रुटियाँ होती हैं? उनको नियंत्रित करने के लिये पूर्वोपाय (Precautions) बताइये। **(B.T.E. 2013)**
48. चित्रण फलक सर्वेक्षण (Plane table survey) में विभिन्न त्रुटियों को नियंत्रित करने के लिये आप कौन-से एहतियात बरतेंगे? **(B.T.E. 2014)**
49. चित्रण फलक सर्वेक्षण (Plane table survey) आरम्भ करते समय विभिन्न चरण समझाइये। **(B.T.E. 2014)**
50. त्रि-बिन्दु समस्या (Three point problem) की परिभाषा लिखिये तथा समझाइये कि प्रयास तथा त्रुटि विधि (Trial and error method) के द्वारा इसे कैसे हल किया जा सकता है? **(B.T.E. 2014)**
51. अन्य विभिन्न प्रकार के सर्वेक्षण के सापेक्ष ''प्लेन टेबुल सर्वेक्षण'' के क्या लाभ एवं हानियाँ हैं? **(B.T.E. 2010)**
52. What is meant by plane tabling? When do you recommend it?
53. Describe in detail the principle of plane table survey.
54. Describe with neat sketches, the instrument used in plane tabling.
55. Explain how you would set up and orient the plane table.

civilguru.net

56. What are the various methods of plane tabling? What is the permissible error in centering of a plane table?
57. Describe in detail :
    (i) Levelling the plane table
    (ii) Centering the plane table
    (iii) Orientation of the plane table
58. What are the conditions when do you not recommend the plane table survey?
59. What are the various methods of resection? Explain resection by backsighting.
60. Explain when you will adopt the intersection method of plane table.
61. Explain with a neat sketch, the two point problem and how it is solved.
62. State the three point problem. Explain how it is solved by graphical method, tracing paper method and by trial and error method.
63. Tabulate the advantages and disadvantages of plane tabling and one practical use of each of the three methods of orienting of a plane table.
64. Explain the use of an alidade and how many types of alidade do you know ?
65. How will you perform the testing of an alidade?
66. Describe Lehman's rule by the neat sketches and write in detail what is the use of these rules.
67. Compare a plane table traverse with a transit stadia-traverse.
68. Compare the method of radiation and intersection.
69. Compare the following :
    (i) Levelling and Centering
    (ii) Radiation and intersection
    (iii) Tracing paper method and trial and error method.
    (iv) Orientation by trough compass and by back ray method.
70. Write short notes on :
    (i) Great triangle (v) Instrumental errors
    (ii) Great circle (vi) Personal error
    (iii) Traversing (vii) Natural error
    (iv) Backsighting (viii) Mistakes
71. How will you test the accuracy of plane table?
72. Explain the purpose of plane table surveying. **(B.T.E. 2006)**
73. Explain how a plane table is oriented at station. **(B.T.E. 2006)**
74. Name the different equipments used in plane table surveying. **(B.T.E. 2006)**
75. Explain the solution to two point problem in plane table surveying. **(B.T.E. 2006)**
76. Explain the merits and demerits of plane table surveying. **(B.T.E. 2006)**
77. **Choose the correct answer—**
    (i) In plane table survey, the operation which must be carried out is—
        (a) Resection (b) Orientation (c) Intersection
    (ii) The working edge of the alidade is also known as—
        (a) Fiducial edge (b) Bevelled edge (c) Parallel edge

    (iii) The north line of the map is marked on the—
        (a) Right hand bottom corner (b) Left hand top corner
        (c) right hand top corner
    (iv) The U-fork with plumbs is required for—
        (a) Centering (b) Levelling (c) Orientation
    (v) Inaccessible point may be located by the—
        (a) Resection method (b) Intersection method
        (c) Radiation method
    (vi) The principle of plane table is—
        (a) Parallelism (b) triangulation (c) Traversing
    (vii) The plane table map cannot be plotted to a diffrent scale, as there is no—
        (a) Log book (b) Level book (c) Field book

Answer : (i) b, (ii) a, (iii) c, (iv) a, (v) b, (vi) a, (vii) c.

78. **Objective and viva-voce questions :**
    1. During orientation of a plane table :
        (a) The farthest point is sighted (b) The nearest point is sighted
        (c) either (a) or (b) (d) The previous station is sighted
    2. A mosque is situated on the far side of a river and is inaccessible. It can be located by :
        (a) Radiation (b) Traversing (c) Intersection (d) Resection
    3. In a plane table survey the method used for locating detail is :
        (a) Resection (b) Radiation (c) Intersection (d) (a) or (b) above
    4. In a plane table survey, the method used for locating the plane table is :
        (a) Traversing (b) Resection (c) Radiation (d) (a) or (b) above
    5. Accurate centering in plane table survey is necessary for :
        (a) Small scale map (b) Large scale map
        (c) Filling in detail (d) Solving triangle of error rapidly
    6. The three point problem fails when the instrument station lies :
        (a) On the great circle
        (b) In any of the segments formed by the great triangle and great circle
        (c) On the orthocentre of the great triangle
        (d) Both (b) and (c)
    7. The process of putting the plane table into some fixed position so that a line representing certain direction on the plane is parallel to the direction in the field is known as :
        (a) Orientation (b) Resection (c) Intersection (d) Levelling
    8. The instrument which is used in plane tabling for obtaining horizontal and vertical distances directly without resorting is known as :
        (a) Alidade (b) Plane Alidade
        (c) Telescopic alidade (d) Clinometer
    9. Select the correct statement :
        (i) In plane tabling, checks can be applied to the work in the office.
        (ii) Plane table survey is best for temperate countries

civilguru.net

(iii) Accurate centering of the plane table is necessory for a large scale survey :
(a) Only (i) is correct
(b) Only (ii) is correct
(c) Both (i) and (ii) are correct
(d) Both (ii) and (iii) are correct

10. The method of plane tabling commonly used for establishing the instrument station only is a :
(a) Method of radiation
(b) Method of intersection
(c) Method of traversing
(d) Method of resection

11. Which one of the following is known as instrumental error in plane table surveying?
(a) Non-horizontality of board
(b) Defective sighting
(c) Defective orientation
(d) Inaccurate centering

12. Pick out the correct statement(s) :
(i) Plane tabling for filling in details is most suited to built-up areas.
(ii) Plane table survey is most suited to equatorial countries.
(iii) In plane tabling, strength of fix means the true clamping of the plane table board.
(iv) Exact orientation is most important in plane tabling than accurate centering for small scape maps.
(a) Both (i) and (ii) are correct
(b) Both (ii) and (iv) are correct
(c) Only (iv) is correct
(d) Both (iii) and (iv) are correct

13. In plane table survey, the operation which must be carried out is :
(a) Resection (b) Orientation (c) Intersection

14. Pick out the incorrect statement :
(a) Centering and orientation are interrelated in a plane table survey.
(b) Exact centering of plane table is essential for a large scale map.
(c) Centering of plane table can not be sacrificed at the cost of orientation for a small scale map.
(d) Plane table survey is most suited for filling in details if the country is open with good intervisibility.

15. The working edge of the alidade is also known as :
(a) Fiducial edge (b) Bevelled edge (c) Parallel edge

16. The north line of the map is marked on the :
(a) Right hand bottom corner
(b) Left hand top corner
(c) Right hand top corner

17. The U-fork with plumbs is required for :
(a) Centering (b) Levelling (c) Orientation

18. Inaccessible point may be located by the :
(a) Resection (b) Intersection (c) Radiation

19. The principle of plane table is :
(a) Parallelism (b) Triangulation (c) Traversing

20. The plane table map can not be plotted to a different scale, as there is no :
(a) Log book (b) Level book (c) Field book

Ans. **1.** (d), **2.** (c), **3.** (d), **4.** (d), **5.** (b), **6.** (a), **7.** (a), **8.** (c), **9.** (d), **10.** (d), **11.** (a), **12.** (c), **13.** (b), **14.** (c), **15.** (a), **16.** (c), **17.** (a), **18.** (b), **19.** (a), **20.** (c).

अध्याय 2

समोच्च रेखण
Contouring (Contour Survey)

Syllabus : **1.** Concept of contour, purpose of contouring, **2.** Contour interval, horizontal equivalent, factors affecting contour interval, **3.** Characteristics of contour, **4.** Methods of contouring—Direct and Indirect, **5.** Use of stadia measurement in contour survey, **6.** Interpolation of contours, **7.** Use of contour map, (i) Drawing cross-section from a contour map, (ii) Marking alignment of a road, railway and canal on a contour map, (iii) Computation of earth work and reservoir capacity from a contour map.

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

साधारण नक्शे से क्षेत्र की समतलता तथा असमतलता का ज्ञान नहीं होता, जबकि बहुत सी इन्जीनियरिंग संरचनाओं जैसे—नहर, सड़क, पुल, बाँध, जलाशय आदि के लिये क्षेत्र की उपयुक्तता के निर्धारण, संरचना के अभिकल्पन व अनुमानित लागत तैयार करने के लिये क्षेत्र में स्थित विभिन्न बिन्दुओं की उच्चता का ज्ञान अत्यंत महत्त्वपूर्ण होता है। क्षेत्र के विभिन्न बिन्दुओं की उच्चता के आभाव में इन निर्माण कार्यों के सम्बंध में महत्त्वपूर्ण निर्णय नहीं लिये जा सकते। अत: बहुत से सिविल इन्जीनियरिंग कार्यों के लिये क्षेत्र की असमतलता (undulation) का ज्ञान बहुत आवश्यक है।

2.2 परिकल्पना (Concept)

यदि किसी नक्शे में क्षेत्र के बिन्दुओं की क्षैतिज स्थिति के साथ-साथ उनकी ऊर्ध्वाधर स्थिति भी बनाई जाये तो नक्शे की उपयोगिता काफी बढ़ जाती है। ऐसे नक्शे को स्थलाकृति नक्शा (Topographical map) कहते हैं।

2.3 परिभाषा (Definition)

क्षेत्र की असमतलताओं को प्रदर्शित करने के लिये क्षेत्र का contour survey किया जाता है तथा contour map तैयार किया जाता है। समोच्च नक्शे में बहुत सी समोच्च रेखायें (contour lines) होती हैं। एक ऐसी रेखा जिस पर स्थित सभी बिन्दुओं की उच्चता समान हो, उसे समोच्च रेखा कहते हैं। भूमि पर ऐसी रेखा की मात्र कल्पना की जा सकती है।

उदाहरण के रूप में किसी तालाब का शांत जल एक समतल सतह प्रदर्शित करता है तथा इसकी सतह पर स्थित सभी बिन्दुओं का समानीत तल (R.L.) एक ही होता है। यदि पानी की ऊपरी सतह को छूते हुये एक रेखा खींची जाये, तो उसके सभी बिन्दुओं की उच्चता समान होगी। यह एक सम्मोच रेखा कहलायेगी।

समोच्च रेखा, क्षेत्र में एक ही उच्चता के विभिन्न बिन्दुओं को मिलाने वाली एक काल्पनिक रेखा होती है।

उदाहरणत: 100 मीटर की समोच्च रेखा, क्षेत्र के उन सभी बिन्दुओं को मिलायेगी जिनकी उच्चता 100 मीटर होगी अर्थात् 100 मीटर की समोच्च रेखा पर पड़ने वाले सभी बिन्दुओं की उच्चता 100 मीटर होगी।

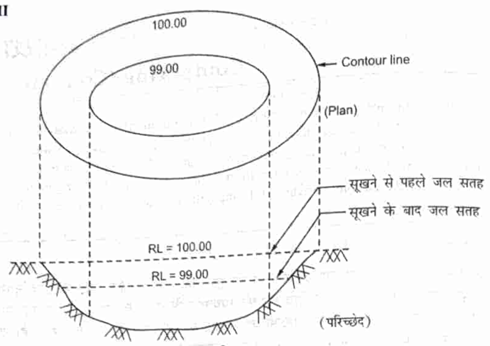
यदि किसी तालाब या झील में 100 मीटर के तल तक पानी भरा है तो शांत पानी की तट रेखा (shore line) 100 मीटर की समोच्च रेखा होगी। मान लो झील के सूखने पर पानी का तल 01 मीटर नीचे चला जाता है। अब पानी जो किनारों पर दूसरी स्पर्श रेखा बनायेगा, उसके सभी बिन्दुओं की उच्चता समान होगी, परन्तु यह एक अन्य मान वाली समोच्च रेखा कहलायेगी। यह मान उपरोक्त समोच्च रेखा के मान से 01 मीटर कम होगा। (देखें चित्र 2.1)

2.4 समोच्च रेखण (Contouring)

वह क्रिया जिसके अन्तर्गत तलेक्षण द्वारा भूमि पर समान उच्चता वाले बिन्दुओं को खोजकर उन्हें नक्शे पर अंकित करके, समान उच्चता वाले बिन्दुओं को मिलाकर नक्शा तैयार किया जाता है Contouring कहलाता है तथा इस प्रकार बने नक्शे को Contour map कहते हैं। Contour map, plan तथा section दोनों का कार्य निभाता है। Contour map की सहायता से अभियन्ताओं को बाँध, सड़क, नहर, रेलमार्ग का संरेखण (alignment) निर्धारण करने में बड़ी आसानी हो जाती है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 2.1

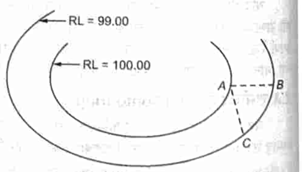
2.5 समोच्च रेखण के उद्देश्य (Purpose of Contouring)

किसी सर्वेक्षण क्षेत्र की Contouring करके वहाँ का नक्शा तैयार किया जाता है। समोच्च नक्शे का निरीक्षण कर निम्न जानकारियाँ प्राप्त होती हैं—

(i) क्षेत्र के विषय में जानकारी मिलती है कि क्षेत्र समतल है अथवा नहीं।
(ii) उपयुक्त site selection समोच्च नक्शे को देखकर किया जाता है।
(iii) सड़क, रेलमार्ग, नहर आदि के संरेखण (alignment) में आसानी रहती है।
(iv) विभिन्न अभियांत्रिक कार्यों के लिये earth work की गणनायें की जाती हैं।
(v) नक्शा देखकर नदी, नाले के अपवाह क्षेत्र (catchmental area) का पता लगाया जाता है।
(vi) समोच्च नक्शे की सहायता से जलाशय की क्षमता ज्ञात करते हैं।
(vii) किसी भी दिशा में cross-section खींच सकते हैं।
(viii) समोच्च नक्शे की सहायता से किन्हीं दो बिन्दुओं की intervisibilty ज्ञात की जा सकती है।
(ix) नक्शे पर upward या downward ढाल लगा सकते हैं।
(x) समोच्च नक्शे से भूमि के लक्षण जैसे भूमि ढालू है, समतल है, पहाड़ी है इत्यादि का ज्ञान होता है।

2.6 Contour Interval and Horizontal equivalent

समोच्च रेखान्तर (Contour Interval)—**दो क्रमागत समोच्च रेखाओं (consecutive contours) के बीच ऊर्ध्वाधर दूरी को समोच्च रेखान्तर (contour interval) कहते हैं।** एक समोच्च नक्शे (contour map) पर समोच्च रेखान्तर एक ही होता है, अन्यथा वह नक्शा भूमि की (Topography or feature) का सही चित्रण नहीं करेगा। जैसा कि चित्र (2.2) में दो समोच्च रेखायें दिखायी गयी हैं जिनका R.L. 100·00 तथा 99·00 है। अत: इन दोनों क्रमागत (contour lines) के मध्य 100 – 99 = 01 मीटर का रेखान्तर (contour interval) है। यह रेखान्तर दोनों रेखाओं के सभी बिन्दुओं पर समान रहता है।



चित्र 2.2

2.7 क्षैतिज समतुल्य अन्तर (Horizontal Equivalent)

दो क्रमागत समोच्च रेखाओं पर स्थित किन्हीं दो बिन्दुओं A व B के बीच क्षैतिज अन्तर (Horizontal equivalent) कहलाता है। क्षैतिज दूरी, जमीन के ढाल की तीव्रता पर निर्भर करती है। यदि ढाल कम है तो क्षैतिज दूरी अधिक होती है जबकि अधिक ढाल वाली भूमि पर क्षैतिज दूरी कम रखी जाती है। देखें चित्र (2.2) जिसमें दो क्रमागत समोच्च रेखायें दिखायी गयी हैं जिनका R.L. 100·00 मीटर तथा 99·00 मीटर है अर्थात् रेखान्तर 100 – 99 = 01 मी० है परन्तु इन पर स्थित बिन्दु A व B तथा C व B की क्षैतिज दूरी भिन्न है। देखा जा सकता है कि A व B का ढाल अधिक होने के कारण क्षैतिज दूरी कम है जबकि बिन्दु C व B में ढाल कम है अत: क्षैतिज दूरी अधिक है। अधिक ऊँचे-नीचे तथा अधिक ढाल वाले क्षेत्रों में समोच्च रेखायें पास-पास तथा कम ढाल वाले क्षेत्रों में दूर-दूर होती हैं।

2.8 समोच्च रेखान्तर को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting the contour Interval)

समोच्च रेखान्तर (contour interval) निम्न तत्वों पर निर्भर करता है—

(i) क्षेत्र का प्रकार (Nature of the Ground)
(ii) सर्वेक्षण का उद्देश्य एवं क्षेत्र का विस्तार (Purpose of survey and extend of area)
(iii) नक्शे का पैमाना (Scale of map)
(iv) उपलब्ध धन व समय (Time and fund Available)

(i) क्षेत्र का प्रकार/स्वरूप (Nature of the Ground)—समोच्च रेखान्तर इस बात पर निर्भर करता है कि जमीन सपाट (flat) है या ऊबड़-खाबड़। एक सपाट जमीन के लिये लिया गया रेखान्तर ऊबड़-खाबड़ जमीन के लिये बिल्कुल भी ठीक नहीं रहेगा। सपाट जमीन के लिये रेखान्तर बहुत छोटा लिया जाता है, जबकि ऊबड़-खाबड़ जमीन के लिये बड़े रेखान्तर की जरूरत रहेगी, अन्यथा समोच्च रेखायें एक दूसरे के बहुत पास-पास आ जायेंगी।

(ii) सर्वेक्षण का उद्देश्य एवं क्षेत्र का विस्तार (Purpose of survey and extend of area)—समोच्च रेखान्तर खासकर सर्वेक्षण के उद्देश्य व उसके विस्तार पर निर्भर करता है। उदाहरणस्वरूप यदि सर्वेक्षण विस्तृत डिजाइन कार्य, महत्त्वपूर्ण निर्माण कार्य जैसे भवन, पुल आदि या मिट्टी की गणना (earth work) की परिशुद्ध गणना के लिये किया गया है तो रेखान्तर छोटा रखा जाता है जबकि बड़े क्षेत्रों तथा सामान्य कार्यों जैसे सड़क तथा रेल पथों या जलाशय (reservoir) व जल निकास क्षेत्र (drainage area) आदि के सर्वेक्षण में समोच्च रेखान्तर बड़ा लिया जाता है। जलाशय की क्षमता व मिट्टी कार्य की परिशुद्ध गणनाओं के लिये रेखान्तर कम (0·5 मी० से 01 मीटर) तथा अपरिशुद्ध व स्थल निर्धारण के लिये यह रेखान्तर 02 मीटर लिया जाता है।

(iii) नक्शे का पैमाना (Scale of map)—समोच्च रेखान्तर पैमाने का विलोमानुपाती (inversely proportional) होना चाहिये। नक्शे का पैमान जितना छोटा होगा समोच्च रेखान्तर उतना ही अधिक रखा जायेगा। एक अधिक ऊबड़-खाबड़ वाले क्षेत्र का छोटे पैमाने पर नक्शा बनाने के लिये समोच्च रेखान्तर 05 मी०, 10 मी० या इससे भी अधिक रखा जा सकता है जबकि एक समतल या सपाट क्षेत्र का बड़े पैमाने पर समोच्च नक्शा बनाने के लिये समोच्च रेखान्तर 01 मीटर या 05 मी० रखा जाता है।

(iv) उपलब्ध धन व समय (Time and fund Available)—समोच्च रेखण कार्य करने में काफी श्रम व समय लगता है। एक ही क्षेत्र में समान तल के बिन्दु खोजने तथा नक्शे पर समोच्च रेखायें अंकित करने में लगने वाला समय पूर्णतया समोच्च रेखान्तर पर निर्भर करता है। यदि रेखान्तर कम है तो समय अधिक लगता है जबकि अधिक बड़ा रेखान्तर रखने पर समय कम लगता है। यदि सर्वेक्षण का निर्धारित समय कम हो तो समोच्च रेखान्तर बड़ा रखना होगा। ठीक इसी प्रकार धन की उपलब्धता भी कार्य को प्रभावित करेगी यदि धन कम उपलब्ध है तो बड़ा रेखान्तर लिया जाता है जबकि अधिक समय व अधिक धन होने पर रेखान्तर छोटा लिया जाता है।

2.9 विभिन्न प्रकार के नक्शों के लिये रेखान्तर (Contour interval for Different maps)

विभिन्न प्रकार के नक्शे बनाते समय तथा विभिन्न पहलुओं को ध्यान में रखते हुये समोच्च रेखान्तर का चयन किया जाता है। निम्न तालिका (2.1/2.2) में समोच्च रेखान्तर मान दिये जा रहे हैं।

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

विशेष ध्यान आकर्षण—एक नक्शे के लिये समोच्च रेखान्तर एक बार निर्धारित कर लेने पर उस सर्वेक्षण कार्य में इसे बदला नहीं जाता है।

तालिका 2.1

क्षेत्र की प्रकृति व नक्शे के पैमाने के आधार पर समोच्च रेखान्तर

नक्शे का पैमाना	जमीन का स्वरूप/क्षेत्र की प्रकृति	समोच्च रेखान्तर मीटर में
बड़ा–1 सेमी० = 10 मी० या इससे कम	सपाट क्षेत्र (flat)	0·2 मीटर से 0·5 मीटर
	ऊबड़-खाबड़ (Rolling)	0·5 मीटर से 1·0 मीटर
	पहाड़ी (Hilly)	1·0 मीटर से 2·0 मीटर
मध्यवर्ती— 1 सेमी० = 10 मी० या 100 मी० तक	सपाट (flat)	0·5 मीटर से 1·5 मीटर
	ऊबड़-खाबड़ (Rolling)	1·0 मीटर से 2·0 मीटर
	पहाड़ी (Hilly)	2·0 मीटर से 3·0 मीटर
छोटा— 1 सेमी० = 100 मी० या अधिक	सपाट (flat)	01 मीटर से 3·0 मीटर
	ऊबड़-खाबड़ (Rolling)	02 मीटर से 5·0 मीटर
	पहाड़ी (Hilly))	03 मीटर से 25 मीटर

तालिका 2.2

उद्देश्यों के आधार पर समोच्च रेखान्तर का संस्तुत मान

	सर्वेक्षण का उद्देश्य	पैमाना	समोच्च रेखान्तर
1.	भवन निर्माण	1 सेमी० = 10 मी० या कम	0·20 मीटर से 0·5 मीटर
2.	नगर आयोजन, जलाशय आदि	1 सेमी० = 50 मी० से 100 मी०	0·5 मीटर से 2·0 मीटर
3.	स्थिति निर्धारण	1 सेमी० = 50 मी० से 1200 मी०	2·0 मीटर से 3·0 मीटर

स्थलाकृति सर्वेक्षणों (Topographical Surveys) के लिये समोच्च रेखान्तर का मान निम्न सूत्र से भी लिया जाता है—

$$\text{समोच्च रेखान्तर (मी०)} = \frac{25}{\text{1 किमी० क्षेत्रीय दूरी के लिये नक्शे पर लम्बाई सेमी० में}}$$

उदाहरण—यदि नक्शे का पैमाना 1 : 1000 है तब 01 km को दर्शाने के लिये

$$\text{नक्शे पर दूरी (सेमी०)} = \frac{100 \times 100}{1000} = 10 \text{ सेमी०}$$

$$\text{अत: समोच्च रेखान्तर (मी०)} = \frac{25}{10} \text{ मी०} = 2{\cdot}50 \text{ मी०}$$

2.10 समोच्च रेखाओं के लक्षण अर्थात् विशेषतायें (Characteristics of Contour Lines)

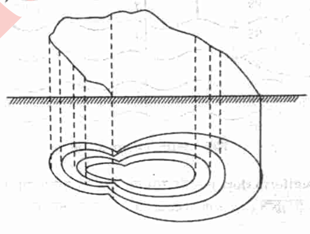
समोच्च रेखाओं के प्रमुख लक्षण निम्नवत् हैं—

(i) एक समोच्च रेखा जहाँ से आरम्भ होती है वहीं पर समाप्त होती है, अर्थात् प्रत्येक समोच्च रेखा बन्द (closed) होती है, परन्तु यह आवश्यक नहीं कि नक्शे पर दिखाये गये क्षेत्र में सभी समोच्च रेखायें बंद दिखायी दें। यदि नक्शे का क्षेत्रफल सीमित है तो कुछ समोच्च रेखायें बन्द होने के बजाय नक्शे से बाहर निकल जायेंगी तथा कुछ बाहर से अन्दर को प्रवेश करेंगी।

(ii) दो समोच्च रेखायें न तो आपस में मिलती हैं और न ही एक दूसरे को काटती हैं।

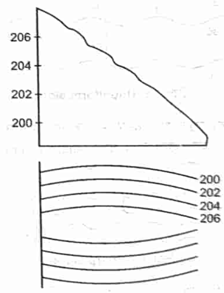
व्याख्या—चूंकि कोई भी समोच्च रेखा किसी एक अथवा समान उच्चता के बिन्दुओं से गुजरती है अत: यदि दो समोच्च रेखायें हैं तो निश्चित रूप से उनकी दो भिन्न-भिन्न ऊँचाइयाँ होंगी, इसलिये वे न तो आपस में मिलेंगी और न ही एक-दूसरे को काटेंगी।

(iii) केवल एक बाहर की ओर निकले प्रलम्बी टीला (overhanging cliff) पर समोच्च रेखायें एक-दूसरे को काटती हुई प्रतीत होती हैं क्योंकि इस स्थिति में धरातल की एक स्थिति पर ही बिन्दु की ऊर्ध्वाधर समतल में दो अथवा अधिक उच्चतायें होती हैं। देखें चित्र (2.3)



चित्र 2.3-Overhanging cliff

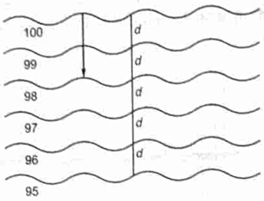
(iv) ऊर्ध्वाधर (Vertical cliff)—एक खड़ी चट्टान के case में समोच्च रेखायें परस्पर मिलकर चलती हैं क्योंकि खड़ी चट्टान की स्थिति मे धरातल पर स्थित दूरी एक ही बिन्दु की कई उच्चतायें होती हैं। देखें चित्र (2.4)



चित्र 2.4-Vertical cliff

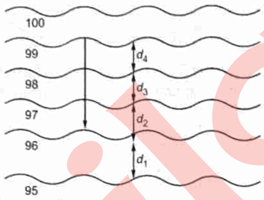
civilguru.net

(v) समरूपी ढलान (Uniform slope)—यदि समोच्च रेखायें परस्पर समान्तर अर्थात् समान दूरी पर हैं या यदि उन मध्य का क्षैतिज समतुल्य (horizontal equivalent) बराबर है तो ये क्षेत्र के एक समान ढाल को प्रदर्शित करती है। (चित्र 2.5)



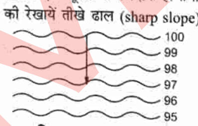
चित्र 2.5-Ununiform slope

(vi) असमान ढलान (Ununiform slope)—यदि समोच्च नक्शे पर खींची गयी समोच्च रेखायें परस्पर समान दूरी पर नहीं हैं अर्थात् उनके मध्य क्षैतिज समतुल्य (horizontal equivalent) समान नहीं है तो इस प्रकार का क्षेत्र असमान ढाल को प्रदर्शित करता है। (चित्र 2.6)



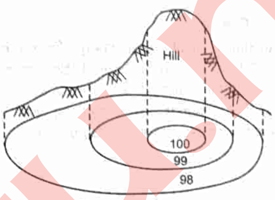
चित्र 2.6-Ununiform slope

(vii) यदि समोच्च नक्शे पर समोच्च रेखायें एक-दूसरी से नजदीक हों तथा उनके मध्य क्षैतिज समतुल्य (Horizontal equivalent) बहुत कम हो तो इस प्रकार की रेखायें तीखे ढाल (sharp slope) को दर्शाती हैं। (चित्र 2.7)

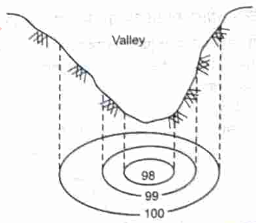


चित्र 2.7-Sharp slope

(viii) पहाड़ी (Hill)—यदि किसी समोच्च नक्शे पर क्रमागत बन्द समोच्च रेखाओं का मान अन्दर को बढ़ रहा है तो ये पहाड़ी को प्रदर्शित करती हैं। (चित्र 2.8)



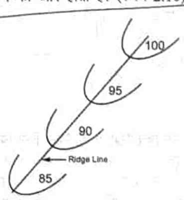
चित्र 2.8-पहाड़ी (Hill)



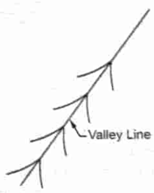
चित्र 2.9-घाटी (Valley) व तालाब के लिए

(ix) घाटी (Valley)—यदि किसी समोच्च नक्शे पर क्रमागत बन्द समोच्च रेखाओं का मान अन्दर को घट रहा है तो ये घाटी को प्रदर्शित करती हैं। (चित्र 2.9)

(x) काठी रेखा (Ridge line)—समोच्च रेखा एक जल विभाजक रेखा (water shed line) या काठी रेखा (ridge line) को समकोण पर काटती है। ऐसा करते समय U-आकार का वक्र बनाती है जिनका अवतल पार्श्व (Concave side) ऊँची भूमि की ओर होती है। (चित्र 2.10)



चित्र 2.10-Ridge line

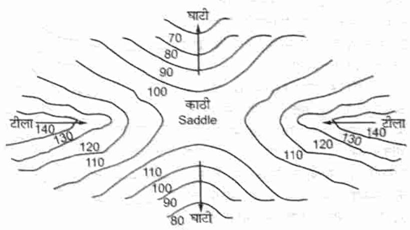


चित्र 2.11-Valley line

(xi) जब समोच्च रेखायें एक घाटी रेखा (valley line) को अभिलम्ब काटती हैं ऐसा करते समय वे एक तीव्र V-वक्र बनाती हैं जिनका (convex side) ऊँची भूमि की ओर होता है। (चित्र 2.11)

(xii) जब दो टीले (ridge) एक दूसरे के निकट आते हैं तो उनके मध्य काठी प्रकार का स्थान बनता है जिसे समोच्च रेखाओं के चार सैट से प्रदर्शित किया जाता है। पहाड़ियों में यह स्थान एक दर्रा (pass) के नाम से जाना जाता है। काठी व टीलों को लांघने वाली रेखा को जल विभाजक रेखा (water shed line) कहते हैं।

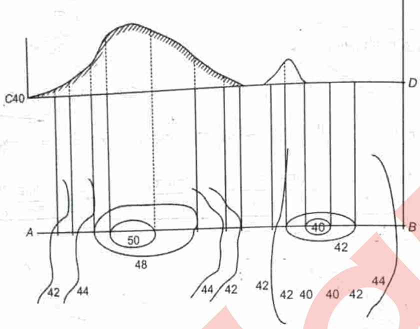
काठी के दोनों तरफ, प्रत्येक समोच्च रेखा समान उच्चता की होती है। चित्र (2.12)



चित्र 2.12

2.11 समोच्च रेखीय मानचित्रों का प्रयोग (Use of Contour map)

(i) समोच्च नक्शे से अनुप्रस्थ खण्ड खींचना (Draw cross -section from a Contour Map)—किसी भी दि[illegible] में भूमि का स्वरूप जानने के लिये उसका काट बनाया जाता है। किसी दिये गये समोच्च नक्शे पर किसी भी दिशा में पृथ्वी [illegible] सतह का अनुप्रस्थ खण्ड खींचा जाता है जैसा कि निम्न चित्र 2.13 में दिखाया गया है। माना AB रेखा पर पृथ्वी का अनुप्र[illegible] खण्ड खींचना है। AB रेखा पर पूर्णांक संख्या में R.L. मानते हुये AB रेखा के समान्तर नक्शे से बाहर एक आधार रे[illegible] (datum line) खींची जाती है। चित्र 2.13 में रेखा से काटने वाली समोच्च रेखा का न्यूनतम R.L. 40 मी० है।

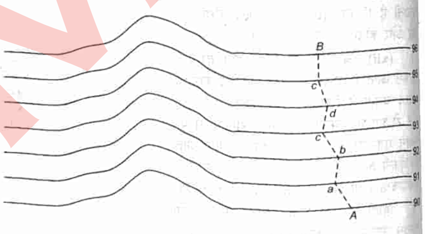


चित्र 2.13

इसलिये रेखा CD का R.L. भी 40 मी० मान लिया गया है। AB रेखा सभी समोच्च रेखाओं को जिन-जिन बिन्दुओं प[illegible] काटती है उन सभी बिन्दुओं से CD रेखा पर लम्ब रेखायें खींचो। अब कोई उपयुक्त ऊर्ध्वाधर पैमाना मानकर इन ऊर्ध्वाध[illegible] रेखाओं पर CD रेखा से R.L. के संदर्भ में समोच्च रेखा का R.L. स्थापित कर लो। लम्ब रेखाओं पर काटे गये बिन्दुओं क[illegible] परस्पर सरल वक्रों (smooth curves) से मिलाने पर AB रेखा पर पृथ्वी के धरातल की वास्तविक आकृति प्राप्त हो जाती है[illegible] इसी प्रकार समोच्च नक्शे से किसी भी स्थान पर अनुप्रस्थ खण्ड खींचा जा सकता है।

(ii) समोच्च नक्शे पर सड़क का संरेखण लगाना (Marking alignment of a road on Contour Map)—मान[illegible] दिये गये चित्र 2.14 में समोच्च रेखायें 01 मी० के अन्तराल पर खिंची हैं। माना चित्र 2.14 में A व B के मध्य 50 : 1 के ढाल पर marking करनी हैं।

चूँकि समोच्च रेखायें 01 मी० के अन्तराल पर हैं, अत: 50 मी० में 01 के ढाल के लिये दो समोच्च रेखाओं के बीच क्षैतिज दूरी 50 मी० होगी। A को केन्द्र मानकर और नक्शे के पैमाने पर 50 मी० की लम्बाई लेकर एक चाप लगाओ जो 91 की समोच्च रेखा को माना a पर काटता है। इसी तरह a को केन्द्र मानकर



चित्र 2.14

एक चाप लगाओ जो 92 मी० की समोच्च रेखा को b पर काटे। इसी तरह b,c, d, ..., B लगाये जा सकते हैं। इन्हें एक रेखा से जोड़कर Alignment लगाया जाता है।

(iii) समोच्च नक्शे से मिट्टी कार्य की गणना (Computation of earth work from contour map)—माना $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_n$ क्रमागत समोच्च रेखाओं के बीच के क्षेत्रफल हैं।

D = समोच्च अन्तराल

A_n = मध्य खण्ड का क्षेत्रफल

समलम्बाकार नियम (Trapezoidal rule) के अनुसार कुल मिट्टी कार्य का आयतन

$$V = D\left[\frac{A_1 + A_2}{2} + \frac{A_2 + A_3}{2} + \frac{A_3 + A_4}{2} + \ldots\ldots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2}\right]$$

$$= D\left[\frac{A_1 + A_2}{2} + A_2 + A_3 + \ldots + A_{n-1}\right]$$

By Prismoidal Formula—

$$V = \Sigma\left\{\frac{D}{2}(A_0 + 4A_m + A_2)\right\}$$

By Simpson's Rule—

$$V = \Sigma\left\{\frac{D}{3}(A_1 + 4A_2 + A_3)\right\}$$

(iv) जलाशय की क्षमता ज्ञात करना (To Determine capacity of reservoir)—यह मिट्टी की गणना की तरह ही करते हैं। जलाशय की क्षमता ज्ञात करने के लिये निम्न उदाहरण solve करके दिखाया जा रहा है—

समोच्च रेखा की उच्चता मीटर में	क्षेत्रफल वर्ग मी० में	समोच्च रेखा की उच्चता मीटर में	क्षे० वर्ग मी० में
150	300	158	2,70,000
152	9840	160	3,60,000
154	50600	162	5,34,000
156	121600	164	6,60,000

बाँध में पानी का अनुमत जल स्तर = 160 मी०
जलाशय की तली का समानीत तल = 150 मी०
जलाशय की क्षमता ज्ञात करें।

By trapezoidal rule—

$$V = D\left[\frac{A_1 + A_n}{2} + A_2 + A_3 + \ldots + A_{n-1}\right]$$

यहाँ $D = 2$ मीटर, $A = 300\ m^2$, $A_2 = 9840\ m^2$, $A_3 = 50{,}600\ m^2$,

$A_4 = 121600\ m^2$

$A_5 = \ldots\ldots, A_6 = \ldots\ldots$

$A_n = 6{,}60{,}000\ m^2$

$$V = 2\left[\frac{300 + 6{,}60{,}000}{2} + (9840 + 50600 + 121600 + 270{,}000 + 360000 + 534000)\right]$$

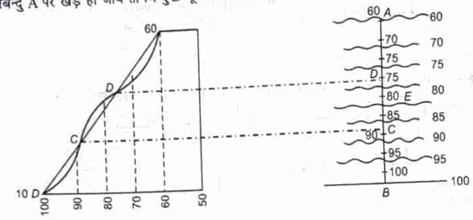
$$= 2\,[330{,}150 + 13{,}46040] = 3352380$$

$$= 3{\cdot}352 \times 10^6\ m^3$$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(v) समोच्च नक्शे से दो बिन्दुओं की अन्तर्दृश्यता ज्ञात करना (To determine the intervisibility between two points)— चित्र 2.15 में A व B दो बिन्दु दिखाये गये हैं जिनकी ऊँचाई क्रमश: 60 व 100 मीटर हैं। हमें यह ज्ञात करना है कि यदि हम बिन्दु A पर खड़े हो जायें तो बिन्दु B दूरबीन से दिखता है या नहीं। रेखा AB को प्लान पर बनाओ। A तथा B



चित्र 2.15

के बीच ऊँचाई अन्तर 100 – 60 = 40 मी० है। अर्थात् A तथा B के बीच ढाल दूरी AB = 40 मी० है। दृष्टि AB रेखा पर संगणना द्वारा 70, 75, 80, 85, 90, 95 और 100 मीटर के बीच लगाओ। इन बिन्दुओं की तुलना उन दूसरे बिन्दुओं से करो जिनमें 70, 75, 80, 85, 90 व 95 मीटर ऊँचाई की समोच्च रेखायें दृष्टि रेखा को काटती हैं, इस प्रकार बिन्दु E पर दृष्टि रेखा की ऊँचाई 80 मीटर से कम होगी जबकि जमीन की ऊँचाई 80 मीटर से ज्यादा है। इस प्रकार दृष्टि रेखा में बाधा है। अत: बिन्दु A व B अन्तर्दृश्य नहीं हैं। बिन्दु C व D का, जहाँ दृष्टि रेखा व जमीन की ऊँचाई एक है, आसानी से लगाया जा सकता है। इस प्रकार दूरी CD के अलावा दृष्टि रेखा में कहीं भी बाधा नहीं आयेगी।

(vi) अपवाह क्षेत्र (Catchment area) ज्ञात करना—समोच्च नक्शे की सहायता से नदियों व जलाशयों के अपवाह क्षेत्र को ज्ञात किया जा सकता है। दो रिज रेखाओं (ridge line) के बीच का क्षेत्रफल अपवाह क्षेत्र होता है। अत: समोच्च नक्शे पर दो क्रमागत रिज रेखाओं के बीच का क्षेत्रफल प्लानीमीटर से ज्ञात करके नदी अथवा जलाशय का अपवाह क्षेत्र ज्ञात किया जा सकता है।

2.12 समोच्च रेखा के प्रकार (Types of contour)

सामान्यतया समोच्च रेखा का मान (उच्चता) एक ही होता है अर्थात् एक contour line एक ही उच्चता के बिन्दुओं को मिलाने से प्राप्त होती है, परन्तु इसे कई बार निम्न दो प्रकार से व्यक्त किया जाता है—

(a) समतल समोच्च रेखा (Level Contour)

(b) समोच्च ढाल रेखा (Grade line or Contour gradient)

(a) समतल समोच्च रेखा (Level Contour)—समान उच्चता वाले बिन्दुओं को मिलाने वाली रेखा समतल समोच्च रेखा अथवा समोच्च रेखा कहलाती है।

(b) समोच्च ढाल रेखा (Grade line or Contour gradient)—भूमि पर एक निरंतर निश्चित ढाल पर लगाये गये बिन्दुओं को मिलाने वाली रेखा समोच्च ढाल रेखा कहलाती है। नहरों के संरेखण में नहर का तला (bed) एक निश्चित समोच्च ढाल पर रखा जाता है।

2.13 समोच्च रेखण विधियाँ (Methods of Contouring)

समोच्च रेखण की विभिन्न विधियों को निम्न दो भागों में बाँटा जा सकता है—

(1) प्रत्यक्ष विधि (Direct Method)

(2) अप्रत्यक्ष विधि (Indirect Method)

2.13-1 प्रत्यक्ष विधि (Direct Method)—There may be two cases.

Case I. When the area cannot be controlled from a single station.

(जब सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र एक स्टेशन से नियंत्रित न किया जा सके)

व्याख्या—इस विधि के अन्तर्गत जिन समोच्च रेखाओं का सर्वेक्षण करना होता है उनको वास्तविक रूप में जमीन पर अनुरेखण (trace) किया जाता है। इस प्रकार इस विधि में केवल उन्हीं विशिष्ट बिन्दुओं की माप ली जाती है जिनको नक्शे पर आलेखन कर समोच्च रेखायें बनाई जाती हैं।

सम्पूर्ण क्षेत्र कार्य दो भागों में विभाजित किया जाता है—

(i) ऊर्ध्वाधर नियंत्रण (Vertical control)—समोच्च रेखाओं को क्षेत्र में ढूँढना Vertical Control कहलाता है।

(ii) क्षैतिज नियंत्रण (Horizontal control)—इन बिन्दुओं का सर्वेक्षण कर उनकी क्षैतिज स्थिति निर्धारित करना।

प्रक्रिया—

(i) किसी निकटतम स्थायी तल चिन्ह (Bench mark) के संदर्भ में सर्वेक्षण क्षेत्र के निकट एक अस्थायी तल चिन्ह का मान 100.00 m है।

(ii) लेविल मशीन को सर्वेक्षण क्षेत्र में ऐसे स्थान पर स्थापित करते है जहाँ से अधिक से अधिक पाठ्यांक पढ़े जा सकें।

(iii) स्थापन के पश्चात, अस्थाई तल चिन्ह पर गज रखकर गज पाठ्यांक पश्च दृष्टि (back sight) पढ़ते हैं तथा तल चिन्ह के मान में जोड़कर उपकरण की ऊँचाई (Height of Instrument) ज्ञात करते हैं।

(iv) माना पश्च दिक्मान 1.25 मी० है। तब उपकरण की ऊँचाई $100{\cdot}00 + 1{\cdot}25 = 101{\cdot}25$ मीटर होगी।

(v) अब इस उपकरण ऊँचाई अर्थात् 101·25 में से समोच्च रेखा का मान घटाकर अग्र दृष्टि निकाली जाती है। माना प्रथम समोच्च रेखा का मान 100·00 रखा गया है। अत: अब क्षेत्र में जगह-जगह गज रखकर ऐसे बिन्दु तलाश करने होते है जहाँ पर गज पाठ्यांक $101{\cdot}25 - 100 = 1.25$ मी० आये।

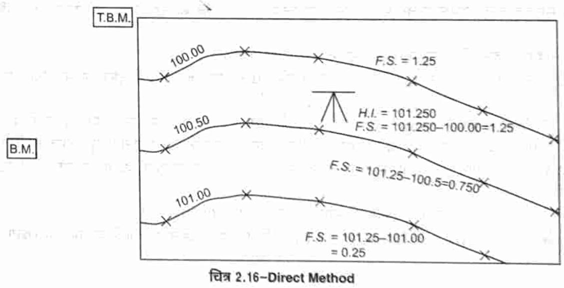
(vi) अनुमान से गज किसी ऐसे बिन्दु पर रखा जाता है जहाँ पर गज पाठ्यांक 1·25 मी० आये। गज को दायें-बायें / आगे-पीछे हटाकर, रखते हुये उपरोक्त गज पाठ्यांक वाला बिन्दु तलाश कर लिया जाता है।

बिन्दु मिलने पर वहाँ लकड़ी की खूँटी गाड़ दी जाती है।

(vii) ठीक इसी प्रकार थोड़ी-थोड़ी दूरी पर ऐसे अनेक बिन्दु क्षेत्र में तलाश कर खूँटियाँ गाड़ दी जाती हैं।

(viii) आवश्यकतानुसार उपकरण को आगे स्थानान्तरित करते जाते हैं तथा सम्पूर्ण क्षेत्र में उपरोक्त की भांति बिन्दु ढूँढ कर खूँटियाँ गाड़ते जाते हैं।

(ix) एक समोच्च रेखा के लिये खूँटियाँ गाड़ने के बाद अगली समोच्च रेखा के लिये उपरोक्त की भांति बिन्दुओं को खोज कर खूँटियाँ गाड़ दें।



चित्र 2.16–Direct Method

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(x) एक समान उच्चता की समोच्च रेखा की खूँटियाँ को दूसरी समोच्च रेखा से अलग रखने के लिये उन पर विभिन्न रंगों को लगा दिया जाता है या समोच्च रेखा का मान ही लिख दिया जाता है।

(xi) क्षेत्र में समोच्च रेखाओं पर खूँटियाँ गाड़ने के उपरांत पटल/दिक्सूचक/ जरीब सर्वेक्षण द्वारा शीट पर खूँटियाँ की क्षैतिज स्थिति का अंकन किया जाता है। तत्पश्चात् समान उच्चता के बिन्दुओं को मुक्त हस्त (free hand) द्वारा मिलाया जाता है। इस प्रकार प्राप्त रेखा एक समोच्च रेखा होगी। इसी प्रकार अन्य समोच्च रेखायें भी खींच ली जाती हैं।

(xii) यदि क्षेत्र काफी बड़ा है तो कार्य को दो भागों में बाँटकर, एक पार्टी लेविल तथा गज से समान उच्चता वाले बिन्दुओं पर खूँटियाँ गाड़ने का काम करती है जबकि दूसरी पार्टी इन खूँटियों की क्षैतिज स्थिति शीट पर अंकित करती जाती है।

Case II. When area is small, it may be controlled from a single station.

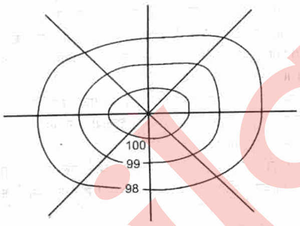
(जब ऐरिया छोटा हो तथा एक ही बिन्दु से नियंत्रित किया जा सके) निम्न विधि अपनायी जाती है।

अरीय रेखा विधि (Method of radial line)—सर्वेक्षण क्षेत्र छोटा होने की स्थिति में अरीय विधि बहुत उपयुक्त रहती है।

प्रक्रिया—

(i) इस विधि में एक सामान्य केन्द्र (common centre) से थियोडोलाइट या दिक्सूचक द्वारा सबसे अधिक उपयोगिता की दिशाओं में कुछ अरीय रेखायें (radial lines) आरेखित कर ली जाती हैं। देखें चित्र (2.17)

(ii) रेखाओं की सापेक्ष स्थितियाँ उनके बीच का क्षैतिज कोण माप कर अथवा जरीब सर्वेक्षण द्वारा निर्धारित की जाती है।



चित्र 2.17–Radial line Method

(iii) समोच्च बिन्दु (समान उच्चताओं) के बिन्दु लेविल मशीन तथा गज की सहायता से इन्हीं रेखाओं पर अंकित किये जाते हैं।

(iv) सर्वप्रथम केन्द्र बिन्दु पर उपकरण स्थापित कर लिया जाता है।

(v) ज्ञात उच्चता के बिन्दु अर्थात् तल चिन्ह पर पश्च दृष्टि (B.S.) पढ़ी जाती है तथा उपकरण की ऊँचाई ज्ञात कर ली जाती है।

(vi) अब जिस उच्चता के बिन्दु स्थापित करते हैं उसके लिये गज पाठ्यांक की गणना कर ली जाती है।

(vii) अरीय रेखाओं पर वही गज पाठ्यांक प्राप्त करके उस समोच्च रेखा के लिये पर्याप्त बिन्दु अंकित कर लिये जाते हैं।

(viii) इसी प्रकार अन्य उच्चताओं की समोच्च रेखाओं के लिये भी गज पाठ्यांक की गणना कर अरीय रेखाओं पर अंकित करते जाते हैं।

(ix) सभी समान उच्चताओं के बिन्दुओं पर खूँटियाँ गाड़ कर रंग लगा दिया जाता है।

(x) विभिन्न संगत बिन्दुओं (corresponding points) को मिलाते हुये विभिन्न उच्चताओं की समोच्च रेखायें खींच ली जाती हैं।

2.13-2 अप्रत्यक्ष विधि (Indirect Method)—अप्रत्यक्ष विधियाँ कम खर्च वाली तथा कम श्रम साध्य हैं। इनमें समय भी कम लगता है। समोच्च रेखण के लिये अधिकतर यह विधि प्रयोग की जाती है। इस विधि के अन्तर्गत सम्पूर्ण क्षेत्र में रेखाओं की शृंखला बना ली जाती हैं। अब इन रेखाओं पर (एक पूर्व निर्धारित दूरियों पर) स्थलीय लेविल (spot level), उपकरण (लेविल मशीन) द्वारा ले लिये जाते हैं तथा विभिन्न उच्चता की समोच्च रेखायें अन्तर्वेशन (interpolation) द्वारा आलेखित कर ली जाती हैं।

यदि क्षेत्र में कोई महत्त्वपूर्ण बिन्दु (परिवर्तन) होता है; जैसे—ridge, valley, summit या कोई अवपात depression उन पर भी खासतौर से लेविल लिया जाता है तथा special remark दिया जाता है।

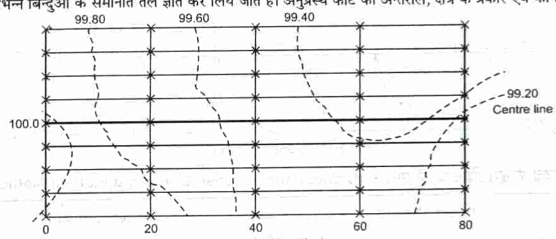
क्षेत्र में विभिन्न बिन्दुओं को स्थापित करने की प्रमुख अप्रत्क्ष विधियाँ निम्न हैं—

1. अनुप्रस्थ काट विधि (Method of cross-section)
2. वर्ग विधि (Square Method)

1. अनुप्रस्थ काट विधि (Method of cross-section)—

1. यह विधि संकरे रास्ते (Thin strip) अथवा संरेखण सर्वेक्षण (rout or alignment) जैसे सड़क, नहर, रेलवे लाइन आदि के लिये समोच्च नक्शा बनाने के लिये अधिक उपयुक्त है। सड़क, नहर आदि की मध्य रेखा के संरेखण पर उपयुक्त अंतराल पर अनुप्रस्थ काट लिये जाते हैं।

2. प्रत्येक अनुप्रस्थ काट पर मध्य रेखा के दोनों ओर किसी पूर्व निर्धारित दूरी पर लेविल तथा गज का प्रयोग करके विभिन्न बिन्दुओं के समानीत तल ज्ञात कर लिये जाते हैं। अनुप्रस्थ काट का अन्तराल, क्षेत्र के प्रकार एवं कार्य की महत्ता



(Contouring by X-section)

चित्र 2.18

के ऊपर निर्भर करता है। विभिन्न बिन्दुओं एवं उनके समानीत तलों को नक्शे पर अंकित कर लिया जाता है तथा विभिन्न उच्चता की समोच्च रेखायें अन्तर्वेशन (Interpolation) द्वारा नक्शे पर खींच ली जाती हैं।

2. वर्गों द्वारा समोच्च रेखण (Method of Square)—इस विधि में सम्पूर्ण क्षेत्र को उचित माप के वर्गों में विभाजित कर लिया जाता है। वर्ग का आकार क्षेत्र के प्रकार तथा समोच्च रेखीय अन्तराल को दृष्टि में रखकर 05 मीटर से 30 मीटर तक रखा जाता है। वर्गों के स्थान पर क्षेत्र को आयतों में बाँट लिया जाता है। वर्गों के कोनों पर खूँटियाँ गाड़ दी जाती हैं।

अब प्रत्येक खूँटी पर गज रखकर उनके समानीत तल ज्ञात कर लिये जाते हैं तथा वर्ग-बिन्दुओं की स्थिति शीट पर अंकित कर ली जाती है।

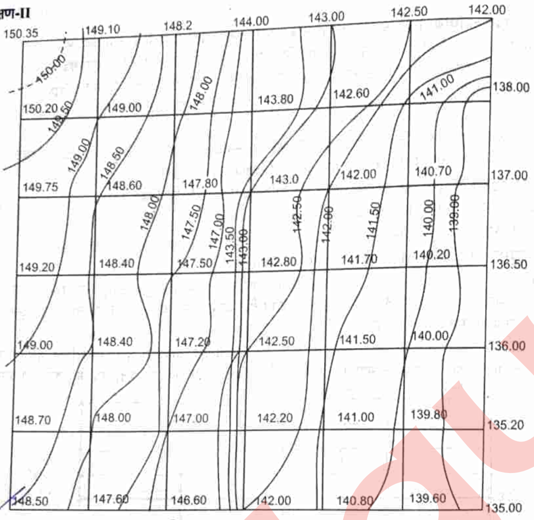
वर्गों के अन्दर के महत्त्वपूर्ण बिन्दु (special features) को भी सर्वेक्षण में लिया जाता है तथा इसकी स्थिति वर्ग के कोने से माप ली जाती है।

वर्गों को शीट पर उचित पैमाने पर दर्शाने के बाद उनके कोनों पर क्षेत्र में ज्ञात किये गये समानीत तल लिख दिये जाते हैं। उपरोक्त शीट पर समोच्च रेखण का कार्य अन्तर्वेशन (interpolation) द्वारा कार्यालय में बैठकर किया जाता है।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 2.19-By Square Method

2.14 समोच्च रेखण विधियों में अन्तर (Comparison between Direct and Indirect Methods)

S. No.	Direct Method	Indirect Method
1.	यह एक कठिन विधि है। सम्पूर्ण क्षेत्र का नियन्त्रण आसानी से नहीं होता।	आसानी से क्षेत्र को खण्डों में बाँटा तथा नियंत्रित किया जा सकता है।
2.	समोच्च रेखायें अधिक परिशुद्ध होती हैं क्योंकि spot level से सीधे लेते हैं।	कार्य की परिशुद्धता कम होती है क्योंकि समोच्च रेखाओं को अन्तर्वेशन द्वारा लगाते हैं।
3.	कार्य की जाँच स्थल पर ही हो जाती है; क्योंकि तलेक्षण क्षेत्र सामने होता है।	कार्य की जाँच नहीं हो पाती क्योंकि अन्तर्वेशन, क्षेत्र से हटकर कार्यालय में किया जाता है।
4.	कार्य कठिन पड़ता है क्योंकि समान उच्चता के बिन्दु ढूँढ़ने में समय लगता है।	समोच्च रेखण कार्य सरल होता है। सुविधानुसार बिन्दु लेकर उनके समानीत तल ज्ञात किये जाते हैं।
5.	समय एवं व्यय अधिक लगता है।	क्षेत्र में समय कम, परन्तु अन्तर्वेशन में अधिक समय लगता है।
6.	यह विधि छोटे क्षेत्रों के लिये सही है।	अधिक बड़े क्षेत्रों के लिये अपनायी जाती है।
7.	यह विधि समान ढाल वाली भूमि के लिये अधिक उपयुक्त है।	ऊबड़-खाबड़ भूमि के लिये उपयुक्त है।
8.	Thin strip के लिये उपयुक्त नहीं है।	पट्टी (thin strip) के लिये किया जाता है जैसे सड़क, नहर।

2.15 समोच्च रेखाओं का अन्तर्वेशन (Interpolation of Contours)

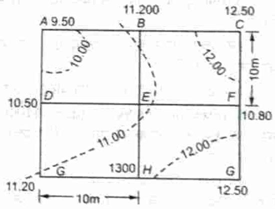
Contouring के Indirect method में निर्देश बिन्दुओं के सर्वेक्षण के बाद उनका आलेखन किया जाता है और फिर अन्तर्वेशन द्वारा समोच्च रेखायें नक्शे पर बनायी जाती हैं। अन्तर्वेशन की विधियाँ इस मान्यता पर आधारित हैं कि दो क्रमागत बिन्दुओं के बीच के धरातल के ढाल को समरूपी (uniform) मान लिया जाता है। इस मान्यता के आधार पर दो क्रमागत बिन्दुओं के समानीत तल ज्ञात होने पर उनके बीच किसी भी उच्चता के बिन्दु की स्थिति अन्तर्वेशन द्वारा ज्ञात की जा सकती है। समोच्च रेखाओं के अन्तर्वेशन की विभिन्न विधियाँ निम्न हैं—

1. अनुमानित विधि (By Estimation)
2. गणितीय विधि (By Calculation)
3. लेखाचित्रीय विधि (By Graphical Method)

1. Interpolation by Estimation—यह बहुत ही सरल, शीघ्रगामी, अशुद्ध (rough) विधि है। दो क्रमागत बिन्दुओं के मान को ध्यान में रखते हुये अन्दाज से दोनों के मध्य वांछित उच्चता का बिन्दु लगा लिया जाता है। कार्य की शुद्धता की जाँच भी अनुमान से ही होती है।

समोच्च बिन्दुओं का निर्धारण अनुमान से करने में भी कार्य में कोई त्रुटि नहीं होती क्योंकि दो बिन्दुओं के बीच में समोच्च बिन्दु की यथार्थ स्थिति क्या है इसका हमें पता नहीं होता बल्कि सुविधा के लिये हम दो बिन्दुओं के बीच के धरातल को एकसार ढालू मान लेते हैं। अत: गणनाओं द्वारा दो निर्देश बिन्दुओं के बीच समोच्च स्थिति ज्ञात करने पर भी यह आवश्यक नहीं है कि वह समोच्च बिन्दु की यथार्थ स्थिति होगी। अत: अनुमान विधि अपनाना पूर्णत: न्यायसंगत है।

2. By Calculation or by Arithmetical Method—Interpolation की यह सबसे परिशुद्ध विधि है, परन्तु इसमें समय अधिक लगता है। Calculation भी अधिक करनी पड़ती है। इस विधि को निम्न प्रकार समझा जा सकता है। जैसा कि चित्र 2.20 में दिखाया गया है, सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र को वर्ग खण्डों में बाँट कर वर्गों के कोनों पर खूँटियाँ गाड़ दी गयी हैं तथा तलेक्षण कर उनके समानीत तल ज्ञात कर लिये जाते हैं।



चित्र 2.20

प्रेक्षित तलों के निरीक्षण से पता चलता है कि 10·00, 11·00,12·00 मी० मान की समोच्च रेखायें (एक मीटर के अन्तराल पर) खींची गयी हैं। चित्रानुसार A तथा B के समानीत तल क्रमश: 9·50 व 11·20 मी० हैं। तथा A व B में दूरी 10 मी० हैं। समानीत तलों को देखने से पता चलता है कि वर्ग की इस भुजा से R.L. 10·00 व 11·00 की समोच्च रेखायें पारित होंगी। इनकी शुद्ध स्थिति ज्ञात करने के लिये

$$\text{भुजा AB लम्बाई} = 10 \text{ मी०}$$

$$\text{A व B का तलान्तर} = 11{\cdot}20 - 9{\cdot}50$$

$$= 1{\cdot}70 \text{ मी०}$$

बिन्दु A से समोच्च रेखा 10·00 की दूरी—

$$= \frac{10}{1{\cdot}70}(10{\cdot}00 - 9{\cdot}50)$$

$$= \frac{10}{1{\cdot}7} \times 0{\cdot}50$$

$$= 2{\cdot}94 \text{ मीटर (from A)}$$

बिन्दु A से समोच्च रेखा 11·00 की दूरी—

$$= \frac{10}{1{\cdot}7}(11{\cdot}00 - 9{\cdot}50)$$

$$= \frac{10}{1{\cdot}7} \times 1{\cdot}5$$

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

civilguru.net

$= 8 \cdot 8$ मी० (from A)

भुजा BC लम्बाई $= 10$ मीटर

B व C का तलान्तर $= 12 \cdot 50 - 11 \cdot 20$

$= 1 \cdot 30$ मी०

बिन्दु B से समोच्च रेखा 12·00 की दूरी—

$$= \frac{10}{1 \cdot 3}(12 \cdot 00 - 11 \cdot 20)$$

$$= \frac{10}{1 \cdot 3} \times (0 \cdot 80)$$

$= 6 \cdot 15$ मी० (from B)

भुजा लम्बाई $= 10$ मी०

A और D का तलान्तर $= 10 \cdot 50 - 9 \cdot 50$

$= 1 \cdot 00$ मी०

बिन्दु A से समोच्च रेखा 10·00 की दूरी—

$$= \frac{10}{1 \cdot 00}(10 \cdot 00 - 9 \cdot 50)$$

$$= 10 \times 0 \cdot 5$$

$= 5$ मीटर (from A)

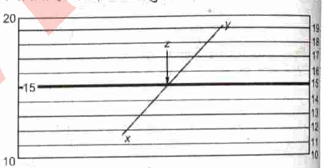
उपरोक्त दूरियाँ पैमाने द्वारा बिन्दु A तथा B से माप ली जाती हैं और वहाँ पर पेन्सिल की नोक से बिन्दु लगा दिये जा हैं।

इसी प्रकार अन्य खूँटियाँ (बिन्दुओं) के मध्य से पारित होने वाली समस्त समोच्च रेखाओं के निर्देश बिन्दुओं को ज्ञा कर लिया जाता है।

अब free hand एक ही उच्चता वाली समस्त बिन्दुओं को मिलाकर उस मान की समोच्च रेखा प्राप्त कर ली जाती है।

3. Interpolation by Graphical Method—ग्राफीय विधि से समोच्च रेखाओं का अन्तर्वेशन काफी सरल है इस समय भी कम लगता है इसका परिणाम भी विश्वसनीय है। ग्राफीय अन्तर्वेशन की कई विधियाँ हैं। हम नीचे प्रचलित विधि क चर्चा कर रहे हैं—

व्याख्या—माना 01 मी० के अन्तराल पर समोच्च रेखायें लगानी हैं। तलेक्षण के अनुसार सभी R.L. 10·00 से 20·0 मी० के अन्तर्गत हैं। एक कागज पर 01 मीटर के अन्तराल पर 10 रेखायें खींचो। प्रत्येक पाँचवीं रेखा को पहचान के लिये (thick) मोटी कर दो। इन पर 10·00 से 15·00 तक अंकित कर दो। अब यह अन्तर्वेशन ग्राफ बन गया।



चित्र 2.21

माना नक्शे पर दो क्रमागत बिन्दु x और y हैं जिनके मान क्रमशः 12·00 व 19·00 हैं। इनके मध्य पारित होने वाली रेखा (समोच्च) 15·00 का बिन्दु ज्ञात करना है।

अब अन्तर्वेशन ग्राफ को बिन्दु x पर इस प्रकार रखें कि 12·00 वाली समान्तर रेखा उसको (x) को छूये। ग्राफ को इस स्थिति में रखते हुये इस प्रकार घुमायें कि बिन्दु y ग्राफ की 19·00 वाली समान्तर रेखा पर आ जाये।

अब ग्राफ की 15·00 वाली रेखा x-y रेखा को जहाँ पर काटती है, ग्राफ पर एक पिन से निशान लगा दिया जाता है। ग्राफ को हटाकर पिन का निशान शीट पर समोच्च रेखा 15·00 पर स्थित एक बिन्दु होगा। इसी प्रकार अन्य बिन्दु ज्ञात करते जाते हैं और सभी को Free hand रेखा से मिलाते जाते हैं।

यह रेखा 15·00 वाली समोच्च रेखा होगी। इसी प्रकार अन्य मान की समोच्च रेखायें ज्ञात कर लें।

2.16 नक्शे पर समोच्च रेखायें खींचना (Draw Contour Lines)

नक्शे पर समोच्च रेखायें खींचते समय ध्यान योग्य बातें—

(i) नक्शे पर समोच्च रेखायें पूर्ण रेखा (Continuous line) अथवा खण्डित (Dotted line) के रूप में खींची जा सकती हैं।

(ii) समोच्च रेखायें नक्शे पर महीन नोक वाली काली पेन्सिल अथवा काली या लाल स्याही से भी लगायी जाती हैं।

(iii) दो बिन्दुओं के मिलान के लिये फ्रेंच कर्व (French curve) का भी प्रयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रत्येक समोच्च रेखा का मान इसके ऊँचे सिरे पर लिखा जाता है।

(v) यदि स्थानाभाव के कारण समोच्च रेखाओं का मान दर्शाना सम्भव न हो तो कम से कम प्रत्येक पाँचवीं रेखा की ऊँचाई अवश्य लिखें।

(vi) समोच्च रेखायें खींचते समय रेखाओं के अभिलक्षणों को अवश्य ध्यान में रखें।

प्रश्नावली

1. समोच्च रेखा से आप का क्या तात्पर्य है?
2. समोच्च रेखा (contour line) की उपयोगिता बताइये।
3. समोच्च रेखण (contouring) से आप क्या समझते हैं?
4. समोच्च रेखण (contouring) के मुख्य उद्देश्य (objects) बताइये।
5. समोच्च रेखान्तर (contour interval) क्या होता है?
6. समोच्च रेखान्तर कैसे निर्धारित किया जाता है?
7. क्षैतिज समतुल्य अन्तर (horizontal equivalent) से आप क्या समझते हैं?
8. समोच्च रेखाओं के मुख्य लक्षण बताइये।
9. निम्न को दर्शाने वाली समोच्च व्यवस्थायें दिखाइये।
   (i) पहाड़ी (Hill) (ii) घाटी (Valley)
   (iii) बाहर को निकली पहाड़ी (Overhanging Cliff)
   (iv) पन विभाजक या रिज लाइन (Water shed or Ridge Line)
10. निम्न के लिये उपयुक्त समोच्च रेखान्तर लिखिये—
   (i) नगर सर्वेक्षण (ii) पर्वतीय सर्वेक्षण
   (iii) बाँध सर्वेक्षण
11. समोच्च रेखान्तर को प्रभावित करने वाले कारकों का वर्णन करें।
12. अन्तर स्पष्ट करें (चित्रांकन)—
   Hill तथा Valley
   Overhanging Cliff तथा Vertical Cliff
   Contour Interval तथा Horizontal Equivalent
   Contour तथा Contour Gradient
13. समोच्च रेखण की प्रत्यक्ष विधियों के नाम देते हुये विधि की व्याख्या करें।
14. समोच्च रेखण की अप्रत्यक्ष विधियों का नाम देते हुये वर्ग विधि का वर्णन करें।

civilguru.net

15. समोच्च अन्तर्वेशन (contour interpolation) से आप क्या समझते हैं? अन्तर्वेशन की विभिन्न विधियों के नाम लिखते हुये, लेखाचित्रीय विधि को समझाइये।
16. समोच्च रेखायें किन परिस्थितियों में एक-दूसरे को काटती हुयी प्रतीत होती हैं? चित्र सहित वर्णन करें।
17. समोच्च नक्शे के विभिन्न उपयोग बताते हुये नक्शे पर सड़क का संरेखण आप किस प्रकार करेंगे?
18. समोच्च रेखण की प्रत्यक्ष तथा अप्रत्यक्ष विधियों में अन्तर स्पष्ट करें।
19. समोच्च नक्शे की सहायता से आप जलाशय की क्षमता (capacity) किस प्रकार ज्ञात करेंगे?
20. एक समोच्च नक्शे के क्या-क्या लाभ हैं? लिखिये।
21. समोच्च नक्शे से निम्न को किस प्रकार ज्ञात करेंगे?
    (i) बिन्दुओं की अन्तर्दृश्यता (Intervisibility)
    (ii) नदी का अपवाह क्षेत्र (Catchment Area)
22. एक छोटे क्षेत्र का समोच्च रेखीय नक्शा बनाने की विधि का संक्षेप में वर्णन करें।
23. किसी परियोजना कार्य में समोच्च रेखायें, सिविल अभियंता के लिये किस प्रकार लाभदायक है? लिखिये।
24. किसी सर्वेक्षण क्षेत्र में स्थिति विभिन्न बिन्दुओं के R.L. (spot level) नीचे अंकित किये गये हैं। उपयुक्त पैमाना मानकर 01 मीटर का समोच्च रेखान्तर (contour interval) रखते हुये समोच्च नक्शा तैयार करें, विशेष विवरण को भी दर्शायें।

Ground L. / Distance	Left Side		Center	Right Side	
G. L. / Distance	16·70 / 40	16·10 / 20	17·10 / 60	16·20 / 20	17·10 / 40
G. L. / Distance	17·10 / 40	16·50 / 20	16·00 / 40	17·10 / 20	16·50 / 40
G. L. / Distance	16·90 / 40	16·20 / 20	16·50 / 20	17·00 / 20	16·40 / 40
G. L. / Distance	16·25 / 40	16·75 / 20	16·90 / 0	16·20 / 20	16·00 / 40

25. एक जलाशय से सम्बंधित कन्टूर लाइनों के बीच क्षेत्रफल निम्न हैं—

कन्टूर (मी०)	समाविष्ट क्षेत्रफल (वर्ग मी०)
100	300
101	6300
102	64400
103	75300
104	675250
105	999500

जलाशय की धारिता ज्ञात कीजिये।
26. "समोच्च रेखायें" परिभाषित कीजिये। समोच्च रेखांतराल से आप क्या समझते हैं? तथा यह किन कारकों पर निर्भर करता है? **(B.T.E. 2010)**
27. किसी जलाशय की क्षमता समोच्च रेखाओं से कैसे ज्ञात की जाती है? समझायें। **(B.T.E. 2010)**
28. निम्नलिखित समोच्च रेखाओं के विशिष्ट लक्षण स्वच्छ चित्रों की सहायता से दिखाइये— **(B.T.E. 2010)**
    (i) घाटी (ii) ऊर्ध्वाधर क्लिफ (iii) पहाड़ी (iv) तालाब
29. समोच्च रेखाओं (contouring) के क्या उद्देश्य हैं? **(B.T.E. 2011)**

30. समोच्च रेखाओं को खींचने की विभिन्न विधियाँ क्या हैं? **(B.T.E. 2011)**
31. समोच्च रेखाओं की महत्वपूर्ण विशेषताएँ लिखिए। **(B.T.E. 2011)**
32. समोच्च रेखाएँ तथा समोच्च रेखा अंतराल से आप क्या समझते हैं? **(B.T.E. 2011)**
33. समोच्च रेखा अंतराल को कौन-कौन से विभिन्न कारक प्रभावित करते हैं? **(B.T.E. 2012)**
34. समोच्च रेखाएँ कैसे अन्तर्वेशित की जाती हैं? संक्षेप में समझाइये। **(B.T.E. 2012)**
35. समोच्च रेखा क्या है? समोच्च रेखा की सीधी विधि को संक्षेप में समझाइये। **(B.T.E. 2012)**
36. क्षैतिज तुल्यांक (Horizontal Equivalent) क्या है? समोच्च रेखाओं की क्या विभिन्न विशेषताएँ हैं? **(B.T.E. 2012)**
37. परिरेखा अन्तराल (contour interval) को परिभाषित कीजिए तथा इसको प्रभावित करने वाले कारक (factors) लिखिए। **(B.T.E. 2013)**
38. परोक्ष विधि (Indirect method) से समोच्च रेखण (contouring) की प्रक्रिया समझाइये। **(B.T.E. 2013)**
39. समोच्च नक्शे (contour map) पर एक सड़क के संरेखण (Alignment of a road) अंकित करने की विधि समझाइये। **(B.T.E. 2013)**
40. समोच्च रेखाओं (contours) की विशेषताओं की सूची बनाएं तथा समझाएँ। **(B.T.E. 2014)**
41. प्रत्यक्ष विधि से समोच्च रेखन की प्रक्रिया (Procedure of contouring by direct method) समझाइये। **(B.T.E. 2014)**
42. समोच्च नक्शे (contour map) से मिट्टी के काम (earth work) का परिकलन (compute) आप कैसे कर सकते हैं? **(B.T.E. 2014)**
43. समोच्च रेखा अंतराल (contour interval) को प्रभावित करने वाले घटक बताइये। **(B.T.E. 2014)**
44. Define a contour line.
45. Define briefly contouring.
46. Define objects of contouring.
47. Write a short note on the uses of contour map for engineering purposes.
48. Define the terms 'contour interval' and horizontal equivalent.
49. What are the characteristics of contour line?
50. Show with neat sketches the characteristic features of contour lines of the following :
    (i) a pond (ii) a hill (iii) a ridge (iv) a valley (v) a vertical cliff
51. What are the different methods of contouring? Describe any method along with sketch.
52. Describe the methods of interpolation of contours.
53. What is a contour gradient? Describe in detail how you would locate in the field.
54. How will you distinguish between a valley line and ridge line?
55. In a map it is found that two consecutive contours cross each other. What is your comment?
56. Define a saddle.
57. Distinguish between a depression and a summit by studying the nature of the contour?
58. In some places the consecutive contours run close together and in some place they are wide apart. What does this mean?

59. How will you determine by a contour map :

(i) Intervisibility of the two points.

(ii) Catchment area.

60. Discuss various factors which influence the choice of contour interval. **(B.T.E. 2006)**

61. Discuss how the use of a contoured map may be made in the computation of earth work. **(B.T.E. 2006)**

62. Fill in the blanks—

(i) A line joining points of equal elevation is known as ....

(ii) The vertical distance between two consecutive contours is called ....

(iii) The horizontal distance between two consecutive contours is called ....

(iv) Why is the horizontal equivalent not ....

(v) As the slope of the ground between two consecutive contours is not ....

(vi) Contours running close together indicate a ....

(vii) Contours run wide apart, it indicates a..............

(viii) In the case of a summit the contours run close together the .... and wide apart at the ....

(ix) In general, contour lines cannot cross each other except in the case of an ....

(x) When the lower values are inside the loop, it indicates a..............

(xi) When the higher values are inside the loop, it indicates a..............

(xii) The line joining the different elevation on a sloping ground is known as ....

(xiii) The nature of the ground surface of an area can be known by a ....

(xvi) The alignment of highways are generally taken along a ....

(xv) The contour interval for a particular map is ....

Answers : (i) Contour line, (ii) Contour interval, (iii) Horizontal equivalent, (iv) Equal, (v) Equal, (vi) Hill area, (vii) Plane area, (viii) Hill area, plane area, (ix) Over hanging cliff, (x) Depression or valley, (xi) Hill, (xii) Grade contour, (xiii) Level line, (xiv) On economical route, (xv) Kept same.

63. Choose the correct alternative in the following—

(i) An imaginary line connecting the points of equal elevation on the ground surface is known as—

(a) Contour Line (b) Contour interval
(c) Horizontal equivalent (d) Contour gradient

(ii) The vertical distance between any two consecutive contours is known as—

(a) Contour line (b) Contour Interval
(c) Contour gradient (d) Horizontal equivalent

(iii) The contour interval depends upon—

(a) Nature of the ground (b) Scale of the map
(c) Purpose and extent of survey (d) All of the above

(iv) A series of closed contour lines on the map with lower to higher values inside, represents a—

(a) Hill (b) Ridge
(c) Depression (d) Steep slope

(v) The contour lines merge or cross one another on the map in case of—

(a) Vertical surface (b) Overhang ground surface
(c) Cave (d) All the above

(vi) Contour lines of different elevation can unite to form one line only in the case of—

(a) Vertical cliff (b) Cave
(c) Plane ground (d) Valley
(e) River bed

(vii) A plane surface on a contour map is indicated by—

(a) Far apart line (b) Close together line
(c) Series of straight parallel and equal spaced contours
(d) Mutually crossing contour

(viii) A survey conducted along a narrow strip of territory for the location design and construction of a canal is known as—

(a) Hydraulic survey (b) Hydrographic survey
(c) Topographical survey (d) Route survey

(ix) The line formed along the intersection of the ground surface and a level surface is—

(a) Contour line (b) Water shed line (c) Level line

(x) A contour line intersects a ridge line or valley line—

(a) Obliquely (b) Perpendicularly (c) Vertically

(xi) The contour interval for a particular map is—

(a) Kept constant (b) Made variable (c) Made irregular

(xii) When contour lines touch one another at a particular zone, it indicates a—

(a) Level surface (b) Vertical cliff (c) Horizontal surface

(xiii) The contour interval is inversely proportional to the—

(a) High ground (b) Level ground (c) A depression

Answers : (i) a, (ii) b, (iii) d, (iv) c, (v) d, (vi) a, (vii) c, (viii) d, (ix) a, (x) b, (xi) a, (xii) b, (xiii) a.

64. Choose the correct alternative for the following—

(i) The line joining points of equal elevation is known as a—

(a) Contour Line (b) Level Line (c) Horizontal Line

(ii) The vertical distance between two adjacent contour lines is called a—

(a) Contour gradient (b) Vertical equivalent (c) Contour Interval

(iii) The line formed along the intersection of the ground surface and a level surface is known as—

(a) Contour line (b) Water shed line (c) Level Line

(iv) A Contour line intersects a ridge line or valley line—

(a) Obliquely (b) Perpendicularly (c) Vertically

(v) The contour interval for a particular map is—

(a) Kept Constant (b) Made Variable (c) Made Irregular

(vi) When Contour lines touch one another at a particular zone, it indicate a—

(a) Level surface (b)Vertical Cliff (c) Horizontal surface

(vii) When the higher values are inside the loop, it indicates a—

(a) Hill (b) Pond (c) Sloping ground

(viii) When the Lower values are inside the loop, it indicates a—

(a) High Ground (b) Level Ground (c) A Depression

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(ix) The contour interval is inversely proportional to the—
(a) Steepness of the area (b) Extent of the area (c) Scale of the map

(x) When a contour interval is fixed between 0·25 and 0·50 m it indicates—
(a) Steep slope (b) A flatlish slope (c) Almost level ground

(xi) The alignment of Highway are generally taken along—
(a) The ridge line (b) The Valley line (c) Across the contour line.

(xii) When the contours of different elevation cross each other, it indicates a/an—
(a) Vertical Cliff (b) Saddle (c) Overhanging Cliff

(xiii) The horizontal distance between two consecutive contour is termed as—
(a) Contour Interval (b) Horizontal Equivalent (c) Horizontal Line

(xiv) When consecutive contours lines run close together it indicates a—
(a) Steep slope (b) Flatter slope (c) Vertical surface

Answers : (i) b, (ii) c, (iii) a, (iv) b, (v) a, (vi) b, (vii) c, (viii) a, (ix) a, (x) b, (xi) a, (xii) c, (xiii) b, (xiv) a.

अध्याय 3

थियोडोलाइट सर्वेक्षण (Theodolite Survey)

Syllabus : 1. Introduction and working of a transit vernier theodolite, 2. Fundamental axes of a theodolite and their relation, 3. Temporary adjustment of a transit theodolite, 4. Least count and concept of Transitting, swinging, face left, face right and changing face, 5. Measurement of horizontal and vertical angle, 6. Prolonging a line (forward and backward), 7. Measurement of bearing of a line, 8. Traversing by included angles and deflection angles method, 9. Traversing by stadia measurement, 10. Theodolite triangulation and plotting a traverse, 11. Concept of co-ordinates and solution of omitted measurement (one side affected), 12. Errors in theodolite survey and precautions to be taken to minimize them, 13. Principle and working of microoptic theodolite, 14. Limits of precision in theodolite traversing, 15. Brief introduction to tachometry.

3.1 Introduction

समस्त सर्वेक्षण कार्यों में प्रयोग किये जाने वाला थियोडोलाइट एक बहुत ही परिशुद्ध एवं उपयोगी उपकरण है। थियोडोलाइट में लेविल मशीन तथा दिक्सूचक (compass) दोनों ही उपकरणों के गुणों का समावेश है। थियोडोलाइट का उपयोग क्षैतिज (horizontal), ऊर्ध्वाधर (vertical) कोणों को नापने, उन्हें स्थापित करने तथा सीधी रेखा स्थापित करने आदि कार्यों के लिये किया जाता है। जहाँ पर परिशुद्ध तलेक्षण करना, कोण मापन करना हो, थियोडोलाइट का प्रयोग किया जाता है।

कार्य की आवश्यकता के अनुरूप विभिन्न प्रकार के थियोडोलाइट प्रयोग किये जाते हैं। आजकल माइक्रोप्टिक (microoptic) तथा इलेक्ट्रॉनिक (electronic) थियोडोलाइट भी प्रयोग में आ गये हैं बल्कि अब तो टोटल स्टेशन (total station) नाम से उपकरण उपलब्ध है जिसकी सहायता से समस्त सर्वेक्षण कार्य अत्यंत परिशुद्धता से किये जा सकते हैं। यह उपकरण अत्यंत परिशुद्ध व आधुनिक होने के साथ-साथ कीमती भी बहुत हैं, माइक्रोप्टिक व इलेक्ट्रॉनिक थियोडोलाइट तथा टोटल स्टेशन की कीमत कई लाख रुपये तक है। ये थियोडोलाइट बहुत ही परिशुद्ध व अधिक महत्त्व वाले सर्वेक्षण कार्यों जैसे सुरंग निर्माण (tunelling), त्रिकोणीय सर्वेक्षण, airport, seaport निर्माण आदि के लिये प्रयोग में लाये जाते हैं।

थियोडोलाइट का प्रयोग बहुत से कार्यों में होने के कारण इसको universal instrument भी कहते हैं।

3.2 थियोडोलाइट का प्रयोग (Uses of a Theodolite)

सर्वेक्षण संक्रियायें (Survey Operations)

थियोडोलाइट उपकरण का प्रयोग निम्न संक्रियाओं के लिये किया जाता है—

(i) To measure horizontal angle. (Detail in 3.11)
(ii) To measure the width of canal or river. (Detail in 3.12)
(iii) To measure horizontal distance between two points. (Detail in 3.13)
(iv) To measure vertical angle. (Detail in 3.14)
(v) To measure deflection angle. (Detail in 3.15)
(vi) To measure magnetic bearing. (Detail in 3.16)
(vii) To measure Direct angle of Traverse line. (Detail in 3.17)
(viii) Prolonging a line. (Detail in 3.18)
(ix) Ranging a line between two given points. (Detail in 3.19)
(x) To locate the point of intersection of two straight lines. (Detail in 3.20)
(xi) To find Height of an object when Accessible. (Detail in 3.21)(a)

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(xii) To find Height of an object (inaccessible) (Detail in 3.21)(b)

(xiii) Levelling with a theodolite. (Detail in 3·23)

3.3 Types of Theodolite (Main divisions of Theodolite)

In general, theodolite may be of the following two types—

(i) Transit Theodolite.

(ii) Non-transit Theodolite.

(i) संक्रामी थियोडोलाइट (Transit Theodolite)—इस प्रकार के थियोडोलाइट में उपकरण की दूरबीन (telescope) अपने क्षैतिज अक्ष पर, ऊर्ध्वाधर तल (vertical plane) में पूर्ण चक्र (360°) पर घूम जाती है। इसे Transit Theodolite कहते हैं।

विशेष ध्यान आकर्षण—ऐसा करने पर अर्थात् दूरबीन का पूर्ण चक्र घुमाने पर दृष्टि रेखा (line of sight) की दिशा 180° बदल जाती है, अर्थात् दूरबीन को इस प्रकार घुमाने से नेत्रिका (eye vane) व वस्तु लैन्स (objective lens) की परस्पर स्थिति बदल जाती है। सीधी रेखाओं के स्थापन में Transit Theodolite अधिक लाभकारी है क्योंकि थियोडोलाइट के एक ही स्थापन से दोनों ओर के बिन्दुओं को स्थापित किया जा सकता है।

(ii) असंक्रामी थियोडोलाइट (Non-transit Theodolite)—इस प्रकार के थियोडोलाइट में दूरबीन ऊर्ध्वाधर तल में पूर्ण (360°) में नहीं घुमायी जा सकती है। असंक्रामी थियोडोलाइट में दूरबीन से निकलने वाली दृष्टि रेखा का संक्रमण नहीं किया जा सकता है। आजकल इस प्रकार के थियोडोलाइट प्रचलन में नहीं हैं। अब संक्रामी थियोडोलाइट ही सर्वेक्षण कार्यों में प्रयोग में लाये जाते हैं।

थियोडोलाइट में क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर कोणों को परिशुद्धता से पढ़ने के लिये वर्नियर (vernier) लगे होते हैं अत: इस प्रकार के थियोडोलाइट वर्नियर थियोडोलाइट भी कहलाते हैं। जब vernier, transit theodolite के साथ लगा होता है तो transit vernier theodolite के नाम से पुकारा जाता है।

3.4 Theodolite may also be classified as

(i) Vernier Theodolite (When fitted with vernier)

(ii) Micrometer Theodolite (When a micrometer is fitted)

3.5 थियोडोलाइट का वर्गीकरण (Classification of Theodolite)

थियोडोलाइट का वर्गीकरण निम्न आधार पर किया जाता है—

(i) दूरबीन के संक्रमण के आधार पर (According to Transiting of Telescope)

(ii) प्लेट के साइज के आधार पर (According to size of Plate)

(iii) थियोडोलाइट की अल्पतमांक के आधार पर (According to least count of the instrument)

(iv) फोकसन व्यवस्था के आधार पर (According to focussing arrangement)

3.5 (i) According to Transiting of telescope—ये निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(a) Transit Theodolite (वर्णन 3.3 (i) में किया जा चुका है)

(c) Non-transit Theodolite (वर्णन 3.3 (ii) में किया जा चुका है)

3.5 (ii) स्केल प्लेट के साइज के आधार पर (According to size of Plate)—थियोडोलाइट के साइज को स्केल प्लेट के साइज से दर्शाया जाता है। थियोडोलाइट की स्केल प्लेट का साइज जितना बड़ा होगा, थियोडोलाइट की परिशुद्धता उतनी अधिक होगी। 08 सेमी से 12 सेमी॰ व्यास की प्लेट वाले थियोडोलाइट सामान्य सर्वेक्षण कार्यों में प्रयोग किये जाते हैं। 12 सेमी॰ से 25 सेमी॰ व्यास की प्लेट वाले थियोडोलाइट अधिक परिशुद्ध कार्यों में प्रयोग किये जाते हैं।

3.5 (iii) थियोडोलइट की अल्पतमांक के आधार पर (According to least count)—According to Least count, theodolite may be classified as—

a. Vernier Theodolite—जिस थियोडोलाइट में horizontal, vertical angle को पढ़ने के लिये vernier लगा होता है उसे Vernier Theodolite कहते हैं। इस प्रकार के Thelodolite की Least count 10″ से 20″ तक होती है। इस प्रकार के Theodolite सामान्य प्रकार के कार्यों में प्रयुक्त होते हैं।

b. Microoptic Theodolite—इस प्रकार के थियोडोलाइट में micrometer की सहायता से पाठ्यांक को पढ़ा जाता है। ये Theodolite प्रकाशीय (optical) theodolite हैं। इनकी Least Count 2″ से 1″ तक होती हैं। ये अधिक परिशुद्धता वाले कार्यों में प्रयोग किये जाते हैं।

c. Electronic Theodolite—इस प्रकार के Theodolite में optic electronic scanning द्वारा पाठ्यांकों को पढ़ा जाता है। इस प्रकार के Theodolite से 1″ की परिशुद्धता तक पाठ्यांक पढ़ा जा सकता है। इसमें कोणों के साथ-साथ दूरी भी मापी जा सकती है। आजकल बाजार में ये Theodolite, Total Station के नाम से मिलते हैं।

3.5 (iv) फोकसन व्यवस्था के आधार पर (According to focussing arrangement)—इस आधार पर Theodolite को निम्न वर्गों में बांटा जा सकता है—

(a) Internal focussing Theodolite

(b) External focussing Theodolite

(a) Internal focussing Theodolite—इस प्रकार के थियोडोलाइट में focussing screw को चलाने पर telescope के भीतर ही focussing क्रिया होती है तथा telescope की लम्बाई जो fix है उतनी ही रहती है अर्थात् telescope बाहर/आगे को बढ़ता प्रतीत नहीं होता। अब आधुनिक उपकरणों में Internal focussing व्यवस्था होती है।

(b) External focussing Theodolite—इस प्रकार के थियोडोलाइट में focussing screw को चलाने पर telescope बाहर/आगे को बढ़ता हुआ प्रतीत होता है।

3.6 संक्रामी थियोडोलाइट के मुख्य भाग (Essential parts of a Transit Theodolite)

(i) Tripod
(ii) Trivet (Base plate)
(iii) Foot Screws
(iv) Tribatch
(v) Levelling head
(vi) Spindles
(vii) Lower plate
(viii) Upper Plate
(ix) Plate bubble tube
(x) Standard or A-frame
(xi) The telescope
(xii) Vertical circle
(xiii) Index bar or T-frame
(xiv) Altitude bubble
(xv) Compass
(xvi) Plumb Bob
(xvii) Optical pulment
(xviii) Focussing Screw
(xix) Slow motion Screw
(xx) Clamping Screw

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3.6 (i) त्रिपाद (Tripod)—त्रिपाद अच्छी लकड़ी से तीन टांगों का बना होता है जो त्रिपाद शीर्ष (Tripod head) पर परस्पर पेंचों से जुड़ा होता है। त्रिपाद एक प्रकार से थियोडोलाइट मंच है। इस के शीर्ष पर थियोडोलाइट को स्थापित करने की व्यवस्था होती है।

प्रत्येक पाद के निचले सिरे पर लोहे के नुकीले (iron shoe) जड़े होते हैं जिससे पादों को भूमि में ठीक प्रकार से स्थापित किया जा सके।

थियोडोलाइट से कार्य करने के लिये थियोडोलाइट को त्रिपाद पर स्थापित करके ही कार्य किया जाता है।

3.6 (ii) Trivet (Base Plate)—यह एक गोलाकर प्लेट होती है जिसके मध्य में (threaded hole) (थियोडोलाइट को त्रिपाद पर कसने के लिये) होता है जिसमें एक wing nut पड़ा रहता है इस प्लेट को base plate भी कहते हैं।

3.6 (iii) समतल पेंच (Foot Screws, Levelling Screws)—ये तीन पेंच समतलन हैड (levelling head) की तिकोनी प्लेटों (tribatch व trivet) के मध्य में उपकरण को समतलन करने के लिये लगे होते हैं। कुछ उपकरण में 03 समतलन पेंच व कुछ उपकरण में 04 समतलन पेंच भी होते हैं। आजकल अधिकतर 03 समतलन पेंच वाले उपकरण ही प्रयोग में लाये जाते हैं।

3.6 (iv) Tribatch—समतलन हैड (levelling head) में दो तिकोनी प्लेटें जिन्हें त्रिशाखी (tribatch) व ट्रीवेट (trivet) प्लेटें कहते हैं। ये दोनों प्लेटें एक दूसरे के साथ तीन पाद पेंचों (foot screws) या समतलन पेंचों (levelling screws) द्वारा जुड़ी रहती हैं।

3.6 (v) Levelling Head—यह उपकरण का सबसे निचला भाग होता है जिसके द्वारा उपकरण को Tripod पर कसा जाता है। Levelling Head दो तिकोनी प्लेटों जिन्हें tribatch एवं trivet कहते हैं, एक दूसरे के ऊपर तीन foot screws द्वारा जुड़ी रहती हैं। निचली प्लेट जिसे foot plate भी कहते हैं के मध्य में एक गोल छिद्र होता हैं जिसमें साहुल लटकाया जाता है।

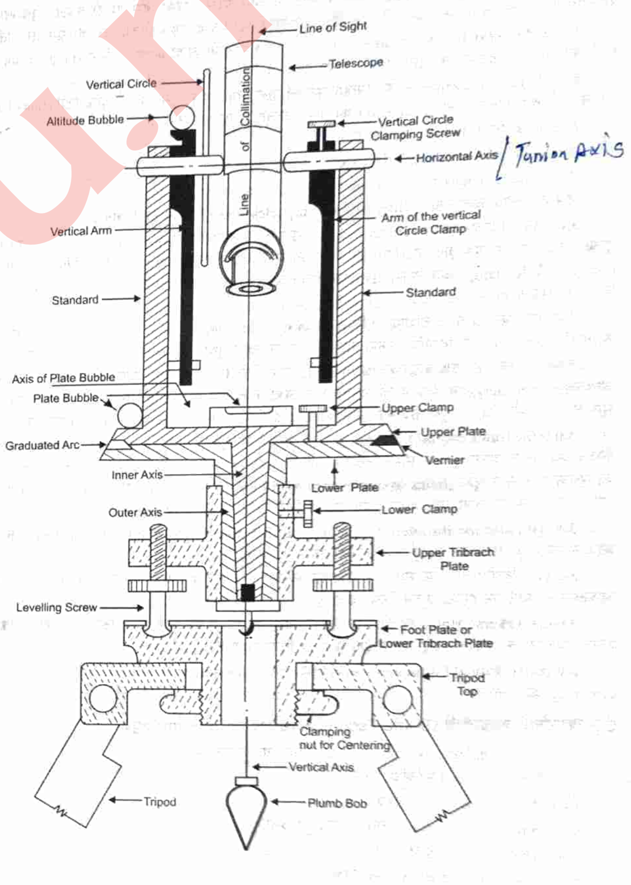
समतलन हैड का आधार इस प्रकार बनाया जाता है कि उपकरण का केन्द्रण करने के लिये सम्पूर्ण उपकरण को क्षैतिज समतल में थोड़ा इधर-उधर खिसकाया जा सके (ताकि साहुल ठीक स्टेशन, खूँटी के ऊपर आ जायें) इस व्यवस्था को केन्द्र-विस्थापन (centering-shifting) कहते हैं।

3.6 (vi) Spindles—थियोडोलाइट दो spindles or axes से मिलकर बना होता है एक Inner axis जो solid होती है जबकि outer axis hollow होती है। दोनों spindles co-axial होती हैं।

3.6 (vii) Lower Plate (Scale Plate)—यह एक गोलीय क्षैतिज प्लेट होती है, जो अन्दर से खोखली शांकवीय पिण्डी (hollow conical spindle) द्वारा उपकरण के समतलन हैड से जुड़ी होती हैं। इस पिंडी के अन्दर ही ऊपरी प्लेट की ठोस शांकवीय पिंडी (solid conical spindle) फिट होती है। इन दोनों पिण्डियों का सांझा अक्ष ही उपकरण का ऊर्ध्वाधर अक्ष कहलाता है।

निचली प्लेट की बाहरी ढालू (bevelled edge) अंशांकित (graduated) होती है जिस पर दक्षिणावर्त दिशा (clock-wise direction) में 0° से 360° के निशान बने होते हैं। इस प्लेट के वृत्तीय प्रचलन (circular motion) को क्लैम्प (clamp) व मन्द गति पेंच (slow motion screw) or (Tangent screw) द्वारा नियन्त्रित किया जाता है। clamp के कसने पर निचली प्लेट समतलन हैड की ऊपरी प्लेट (tribatch) के साथ स्थिर हो जाती है और इसका क्षैतिज समतलन में घूमना रुक जाता है।

3.6 (viii) ऊपरी या वर्नियर प्लेट (Upper Plate or Vernier Plate)—यह भी एक गोलीय प्लेट है जो क्षैतिज अवस्था में होती हैं जिसकी ऊर्ध्वाधर शांकवीय पिंडी, निचली प्लेट की खोखली पिंडी में इस प्रकार फिट होती है कि दोनों पिंडी एक ही ऊर्ध्वाधर अक्ष दर्शाती हैं। निचली प्लेट को कसने और इसे ढीला करने पर इस प्लेट को spindle के अक्ष पर निचली प्लेट के सापेक्ष घुमाया जा सकता है तथा इसके साथ उपकरण भी घूम जाता है। इसी तरह ऊपरी प्लेट को कसने पर तथा निचली प्लेट को ढीला करने पर सम्पूर्ण उपकरण को क्षैतिज समतल में घुमाया जा सकता है और दोनों प्लेटें भी साथ-साथ घूमती हैं। प्लेटों को कसने व ढीला करने के लिये, इन पर लगे क्लैम्प पेंचों को चलाया जाता है। उपकरण पर क्षैतिज कोण पढ़ने के लिये, निचली प्लेट को क्लैम्प करके और ऊपरी प्लेट को ढीला करके, दूरबीन को लक्ष्य पर साधा जाता है।



चित्र 3.1-Transit theodolite

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3.6 (ix) Plate Bubble Tube—वर्नियर प्लेट के ऊपर परस्पर लम्ब दिशा में दो बबल ट्यूब लगी होती है जो उपकरण को लेविल करने में प्रयोग की जाती हैं। दोनों ट्यूबों में से एक ट्यूब क्षैतिज अक्ष के समान्तर होती है।

3.6 (x) Standard or A-Frame—ऊपरी प्लेट पर A आकृति के दो आलम्ब, जिन्हें standard कहते हैं, लगे रहते हैं, जिनके शीर्ष पर दूरबीन की ट्रनियन अक्ष स्थित होती हैं।

3.6 (xi) The Telescope—यह थियोडोलाइट का मुख्य अंग है इसकी सहायता से दृष्टि रेखा (line of sight) स्थापित की जाती है तथा प्रेक्षित बिन्दुओं (objects) का तल (उच्चता) ज्ञात की जाती हैं।

Telescope निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(a) External Focussing Telescope

(b) Internal Focussing Telescope

अब अधिकतर उपकरणों में Internal focussing telescope ही प्रयोग किये जाते हैं।

3.6 (xii) ऊर्ध्वाधर वृत्त (Vertical Circle)—इस को अंशांकित वृत्त (graduated circle) भी कहते हैं। इस प्रकार दूरबीन को घुमाने से यह वृत्त भी घूमता है। यह लक्ष्य के ऊर्ध्वाधर कोण मापने के काम आता है। ऊर्ध्वाधर वृत्त क्लैम्प (vertical circle clamp) और उसके सूक्ष्म गति पेंच (slow motion screw) के द्वारा दूरबीन को वांछित स्थिति में स्थिर किया जा सकता है।

ऊर्ध्वाधर चक्री पर या तो दक्षिणावर्त दिशा (clockwise direction) में 0° से 360° तक निशान बने होते हैं या उसे चार चतुर्थांशों (quadrants) में विभाजित किया जाता है और प्रत्येक चतुर्थांश पर 0° से 90° तक के निशान बने होते हैं।

ऊर्ध्वाधर चक्रों पर डिग्री पाठ्यांक पढ़ने के लिये, इसके दोनों तरफ एक-एक वर्नियर लगा होता है। वर्नियर के आगे काँच आवर्धक (magnifier) लगा होता है जो पाठ्यांकों को बड़ा करके दर्शाता है। ऊर्ध्वाधर लक्ष्य को साधने पर दूरबीन व चक्री घूम जाती है। परन्तु वर्नियर अपनी स्थिति में स्थिर रहते हैं जिससे लक्ष्य का ऊर्ध्वाधर कोण पढ़ना सम्भव होता है।

3.6 (xiii) Index Bar or T-Frame—यह T-आकार का होता है। इसे vernier frame भी कहते हैं। यह दूरबीन की क्षैतिज अक्ष पर ऊर्ध्वाधर वृत्त के सामने केंद्रित (centered) होता है। इस ऊर्ध्वाधर भुजा को clipping arm और क्षैतिज भुजा को सूचक या वर्नियर भुजा (Index or vernier arm) कहते हैं। क्षैतिज भुजा की परिसीमाओं (extremity) पर दो वर्नियर लगे होते हैं। इस फ्रेम के ऊपर एक बबल ट्यूब होती है जिसे ऊपरी बबल ट्यूब कहते हैं।

3.6 (xiv) Altitude Bubble—यह Index bar or T-Frame के ऊपर लगी एक bubble tube होती है जो ऊर्ध्वाधर कोण मापने के लिये दूरबीन को क्षैतिज करने में प्रयोग की जाती है।

3.6 (xv) थियोडोलाइट के साथ एक वृत्ताकार कम्पास लगा होता है जिससे विभिन्न रेखाओं के दिक्मान पढ़े जाते हैं। आवश्यकता पड़ने पर इसका प्रयोग किया जाता है।

3.6 (xvi) Plumb Bob—आंतरिक स्पिडल के नीचे लगे हुक में एक धागे से बांधकर साहुल लटकाया जाता है। इसका प्रयोग उपकरण को स्टेशन बिन्दु पर केन्द्रण के लिये किया जाता है।

3.6 (xvii) Optical Pulment—यह व्यवस्था optical instrument में होती है जिसकी सहायता से instrument की centering की जाती हैं।

3.7 तकनीकी शब्दावली (Some Technical terms or Terminology)

(i) Horizontal axis or trunion axis (क्षैतिज या ट्रनियन अक्ष)

(ii) Vertical axis (ऊर्ध्वाधर अक्ष)

(iii) Axis of telescope (दूरबीन की अक्ष)

(iv) Axis of Level tube (लेविल ट्यूब की अक्ष)

(v) Line of sight (दृष्टि रेखा)

(vi) Line of Collimation (अक्ष रेखा)

(vii) Centering (केन्द्रण)

(viii) Transiting/reversing (संक्रमण)

(ix) Swinging of telescope (दूरबीन का क्षैतिज समतलन में घुमाव)

(x) Left face observation (बायाँ फलक प्रेक्षण)

(xi) Right face observation (दायाँ फलक प्रेक्षण)

(xii) Telescope Normal or Direct (दूरबीन का सीधा होना)

(xiii) Telescope Inverted (दूरबीन का उल्टा होना)

(xiv) Changing face (फलक बदलना)

3.7 (i) Horizontal axis or trunion axis—यह एक काल्पनिक रेखा है जो क्षैतिज समतल में स्टेंडर्ड के मध्य से गुजरती है जिस पर दूरबीन तथा vertical circle दोनों ऊर्ध्वाधर समतल में घूमते हैं।

3.7 (ii) Vertical Axis—इस अक्ष पर थियोडोलाइट क्षैतिज समतल में घूमता है इस अक्ष पर थियोडोलाइट की ऊपरी तथा निचली प्लेटें घूमती हैं।

3.7 (iii) Axis of telescope—दूरबीन से नेत्र काँच (eye piece) व लक्ष्य काँच (objective glass) के प्रकाशीय बिन्दु (optical centre) को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा को दूरबीन की अक्ष (axis of telescope) कहते हैं।

3.7 (iv) Axis of Level Tube—लेविल ट्यूब (level tube) के अनुदैर्ध्य वक्र के केन्द्र बिन्दु पर सीधी स्पर्शज्या रेखा (tangential line), पाणसल अक्ष (axis of level tube) कहलाती है। इसको bubble line भी कहते हैं। जब level tube का Bubble मध्य में होता है तो अक्ष क्षैतिज होती है।

3.7 (v) दृष्टि रेखा या अक्ष रेखा (Line of Collimation)—दूरबीन के डायफ्राम के मध्य क्षैतिज रेखा का प्रतिच्छेदन बिन्दु और अभिदृश्य लेंस के प्रकाशीय केन्द्र को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा को line of collimation कहते हैं।

3.7 (vi) Line of Sight—अभिदृश्य लेंस के डायफ्राम के कटान बिन्दु से होती हुई जो रेखा नेत्रिका (eye piece) द्वारा सर्वेक्षक तक पहुँचती है या अभिदृश्य लेंस के प्रकाशीय केन्द्र व नेत्रिका के केन्द्र बिन्दु को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा तथा उसके दोनों ओर विस्तार को दृष्टि रेखा (line of sight) कहते हैं।

3.7 (vii) केन्द्रण (Centering)—थियोडोलइट को दिये गये स्टेशन बिन्दु के ठीक ऊर्ध्वाधर केन्द्र पर स्थापित करना centering कहलाता है।

3.7 (viii) संक्रमण (Transiting)—थियोडोलाइट में दूरबीन को trunion axis पर ऊर्ध्वाधर तल में (vertical plane) में 180° के कोण पर घुमाने की क्रिया transiting कहलाती है। इस क्रिया से दृष्टि रेखा (line of sight) की दिशा उलट जाती है अत: इसको reversing भी कहते हैं।

3.7 (ix) दूरबीन का क्षैतिज समतल में घुमाव (Swinging of telescope)—Telescope का क्षैतिज समतल में घुमाव swinging घुमाव कहलाता है जब दूरबीन को anticlockwise direction में घुमाया जाता है तो left swinging तथा यदि telescope समतल में clockwise दिशा में घुमाया जाता है तो इसे Right Swinging कहते हैं।

3.7 (x) Left face Observation—यदि observation पढ़ते समय vertical circle, observer के right side में हो तो पढ़ी गयी observation को left face observation कहते हैं।

3.7 (xi) Right face Observation—प्रेक्षण लेते समय यदि vertical circle, observer के right side में होता है तो पढ़ा गया पाठ्यांक right face observation कहलाती है।

3.7 (xii) Telescope Normal or Direct—यदि प्रेक्षण लेते समय vertical circle observer के left side में हो तथा telescope पर लगी bubble tube ऊपर की ओर हो तो telescope की इस अवस्था को telescope normal या telescope direct कहते हैं।

3.7 (xiii) Telescope Inverted—प्रेक्षण लेते समय यदि vertical circle, observer के दायीं ओर हो तथा telescope पर लगी bubble tube, telescope के नीचे की ओर हो तो इस स्थिति को telescope inverted कहते हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3.7 (xiv) Changing Face—प्रेक्षण लेते समय जब vertical circle को दायें से बायें करते हैं तो इसे changing face कहते हैं।

3.8 Fundamental Axes of a Theodolite and their relation

थियोडोलाइट उपकरण के आधारभूत अक्ष व उनमें सम्बंध एक थियोडोलाइट के मूल अक्ष निम्नवत् हैं। ये सभी रेखायें (अक्ष) काल्पनिक होते हैं। थियोडोलाइट की कार्य प्रणाली को समझने के लिये इन अक्षों का जानना अत्यंत जरूरी है।

(i) क्षैतिज या ट्रनियन अक्ष (Horizontal or trunion axis)
(ii) ऊर्ध्वाधर अक्ष (Line of collimation or line of sight)
(iii) दूरबीन की अक्ष (Axis of telescope)
(iv) अक्ष रेखा या दृष्टि रेखा (Axis of plate bubble tube)
(v) अक्षों में वांछित सम्बंध (Desire relation in between axis)

जब थियोडोलाइट अपनी पूर्णतया समंजन की अवस्था में होता है तो उसके मूल अक्षों में निम्नानुसार सम्बंध होना चाहिये—

(i) प्लेट पाणसल अक्ष ऊर्ध्वाधर अक्ष पर लम्ब होनी चाहिये (Axis of plate bubble tube should be perpendicular to the vertical axis)

व्याख्या—Level tube का bubble जब केन्द्र में होगा तो ऊर्ध्वाधर अक्ष वास्तव में ऊर्ध्वाधर होगी।

(ii) क्षैतिज अक्ष, ऊर्ध्वाधर अक्ष पर लम्ब होनी चाहिये (Horizontal axis should be perpendicular to the vertical axis)

व्याख्या—यदि क्षैतिज अक्ष, ऊर्ध्वाधर अक्ष पर लम्ब होगी तो इससे दूरबीन ऊर्ध्वाधर समतल में ही संक्रमण करेगी।

(iii) अक्ष रेखा (line of collimation) or दृष्टि रेखा (line of sight) क्षैतिज अक्ष (horizontal axis) के parallel होनी चाहिये।

व्याख्या—जब थियोडोलाइट अपनी सही समंजन की स्थिति में होता है तो line of collimation or line of sight horizontal axis के परस्पर सम्पाती होती हैं।

(iv) दूरबीन की अक्ष (axis of the telescope) व दृष्टि रेखा (line of sight) परस्पर सम्पाती होनी चाहिये।

व्याख्या—थियोडोलाइट के समंजन की स्थिति में Axis of telescope, line of sight के parrallel होती है।

(v) ऊपरी पाणसल का अक्ष दृष्टि रेखा के समानान्तर होना चाहिये।

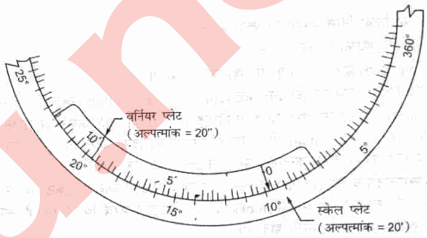
नोट—थियोडोलइट के उपरोक्त सभी अक्ष व उनमें परस्पर सम्बंध अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं। इनमें किसी प्रकार की कमी आ जाने पर थियोडोलाइट की परिशुद्धता प्रभावित होती है और उस स्थिति में स्थायी समंजनों (permanent adjustments) द्वारा इन सम्बन्धों को पुन: स्थापित किया जाता है।

3.9 थियोडोलाइट का पाठ्यांक पढ़ना (Reading a Theodolite)

थियोडोलाइट की निचली प्लेट (scale plate) पूर्णवृत्त प्रणाली (W.C.B.) में जबकि ऊर्ध्वाधर चक्र (vertical circle) चतुर्थांश प्रणाली (R.B. System) में अंशांकित होती हैं। ऊर्ध्वाधर कोण, vertical circle पर तथा क्षैतिज कोण, निचली प्लेट पर पढ़े जाते हैं।

Transit theodolite में vertical circle पर जो vernier लगा होता है उस पर दोहरे निशान बने होते हैं। वर्नियर से पाठ्यांक पढ़ते समय उसी तरफ के अंक पढ़ते हैं, जिधर प्रेक्षण में आ रही चतुर्थांश (quarter) के कोण बढ़ रहे हों।

उपकरण की निचली प्लेट की ढालू किनारी पर 0° से 360° तक निशान बने होते हैं। इसमें भी प्रत्येक डिग्री को भी तीन बराबर भागों में बाँटा गया है। इस प्रकार मुख्य स्केल के एक छोटे भाग का मान (value) 20′ मिनट होता है (1° = 60′(मिनट)) परन्तु इसका भिन्नात्मक भाग (fractional part) पढ़ने के लिये इस पर भी vernier (ऊपरी प्लेट) लगाया गया है। वर्नियर के 60 भाग, मुख्य स्केल के 59 भाग के बराबर रखे जाते हैं।



चित्र 3.2–वर्नियर पाठ्यांक पढ़ना

अत: वर्नियर की Least Count $= \frac{S}{n} = \frac{20'}{60} = \frac{1}{3}$ मिनट

अर्थात् $\frac{1}{3} \times 60'' = 20''$ (second)

जहाँ n = वर्नियर पर कुल छोटे भागों की संख्या

S = मुख्य स्केल के एक छोटे भाग का मान

चित्र 3.2 के अनुसार पाठ्यांक—

Observed reading (direct at main scale) = 9° – 40′

Observed reading at vernier—

जैसा कि चित्र से स्पष्ट है कि vernier का 19वाँ निशान main scale के निशान पर सम्पाती है;

$19 \times 20'' = 380'' = 6' - 20''$ 0° – 06′ – 20″

9° – 46′ – 20″

3.10 थियोडोलाइट के समायोजन (Adjustment of a Theodolite)

थियोडोलाइट में दो प्रकार के समायोजन होते हैं—

1. अस्थायी समंजन (Temporary Adjustment)
2. स्थायी समंजन (Permanent Adjustment)

अस्थायी समंजन उपकरण के प्रत्येक स्थापन (setting) के समय आवश्यक होता है। इसके बिना कोई प्रेक्षण-मापन कार्य शुद्ध नहीं हो सकता। ये समंजन उपकरण के प्रेक्षण-मापन से पहले किये जाते हैं जबकि स्थायी समंजन की तभी आवश्यकता होती है जब उपकरण के मूल अक्षों के सम्बंध गड़बड़ा जाते हैं।

3.10-1. अस्थायी समंजन (Temporary Adjustment)—अस्थायी समंजन करने के लिये निम्न तीन क्रियायें करनी पड़ती हैं—

(a) केन्द्रण (Centering) (b) समतलन (Levelling)
(c) लम्बन का निरास (Elimination of parallax)

(a) केन्द्रण (Centering)—इस प्रक्रिया का उद्देश्य थियोडोलइट को स्टेशन खूँटी के ठीक ऊपर स्थापित करना अर्थात् रखना केन्द्रण कहलाता है। यह क्रिया करने से पहले आसानी के लिये स्टेशन खूँटी के ऊपर केन्द्र में एक कील गाड़ दी जाती है अथवा पेन से क्रॉस (×) का निशान बना दिया जाता है।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

स्थापन (केन्द्रण) की क्रिया निम्न प्रकार की जाती है—

इस प्रक्रिया को निम्न दो घटकों में करते हैं—

(i) साहुल (Plumb Bob) द्वारा उपकरण का सही केन्द्रण करना

(ii) त्रिपाद की टांगों द्वारा उपकरण का सन्निकट (approximate levelling) करना।

यदि उपकरण में shifting head की व्यवस्था है तो त्रिपाद के किसी पाद को चलाने पर साहुल पाद की दिशा में चला जाता है पाद को पार्श्व दिशा (circumferential) में चलाने पर साहुल की दिशा बदले बिना ही उपकरण का ढाल बदला जा सकता है। पार्श्व दिशा में पाद को घुमाकर सन्निकट समतलन किया जा सकता है।

(b) उपकरण का समतलन करना (Levelling)—उपकरण के केन्द्रण और सन्निकट समतलन के बाद उपकरण का शुद्ध समतलन प्लेट बबल और समतल पाद स्क्रूओं (foot screws) का प्रयोग करके किया जाता है। समतलन का मुख्य उद्देश्य ऊर्ध्वाधर अक्ष को सही रूप में ऊर्ध्वाधर करना होता है।

समतल की प्रक्रिया निम्न प्रकार की जाती है—

(i) सर्वप्रथम समतलन के समय निचला क्लैम्प स्क्रू कस दिया जाता है तथा ऊपरी क्लैम्प स्क्रू ढीला कर दिया जाता है।

(ii) तीनों foot screws को (घुमाने के आधे) (मध्य) (centre of run) में लाया जाता है। अब bubble tube को किन्हीं दो foot screws के समानान्तर रखकर दोनों foot screws को एक साथ अन्दर या बाहर की तरफ घुमाया जाता है जब तक बबल केन्द्र में न आ जाये। आसानी और शीघ्रता से यह क्रिया करने के लिये पहले देखो कि bubble tube का bubble केन्द्र में लाने के लिये किस ओर ले जाना है। अब बायें हाथ का अंगूठा foot screw पर रखकर उसी ओर घुमाओ जिस ओर bubble ले जाना है तथा दायें हाथ का अंगूठा बायें अंगूठे के opposite दिशा में चलाओ। इस प्रकार double reaction होगा और level tube का bubble तुरंत केन्द्र में आ जायेगा।

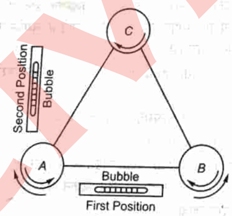
जैसा कि चित्र में दिखाया गया है कि पहले उपकरण A तथा B स्क्रूओं के समानान्तर रखा गया है तथा दोनों screw अन्दर या बाहर चलाकर bubble को केन्द्र में लाया गया है।

(iii) अब उपकरण को 90° घुमाकर बबल ट्यूब की पहली स्थिति AB के लम्बवत् लाते हैं। समतलन स्क्रू C को बायें हाथ से आवश्यकतानुसार घुमाकर बबल को केन्द्र में लाया जाता है। (चित्र 3.3)

(iv) उपकरण को वापस 90° घुमाकर बबल ट्यूब की प्रथम स्थिति AB के समानान्तर करते हैं। चेक करते हैं यदि बबल केन्द्र में नहीं है तो पुन: पूर्व की भाँति A तथा B को घुमाकर (अन्दर या बाहर) बबल को केन्द्र में लाते हैं।

(v) अब उपकरण को पुन: 90° पर घुमाते हैं क्रमांक (ii) तथा (iii) को तब तक दोहराया जाता है जब तक Bubble दोनों स्थितियों में स्वयं मध्य में ही न बना रहे।

(vi) अब उपकरण को क्षैतिज समतल में 180° पर घुमाया जाता है। यदि उपकरण का स्थायी समंजन सही है तब इस स्थिति में भी बबल केन्द्र में ही रहेगा। इस स्थिति में ऊर्ध्वाधर अक्ष यथार्थ ऊर्ध्वाधर होगी।



चित्र 3.3

(c) लम्बन का निरास (Elimination of Parallax)—यदि उपकरण की दूरबीन से देखने पर डायफ्राम की रेखायें और गज (staff) पाठ्यांक परस्पर हिलते नजर आते हैं तो लम्बन का निरास किया जाता है। यह निम्न दो चरणों में करते हैं—

(i) नेत्रिका का फोकसन (Focussing of eye piece)—डायफ्राम रेखाओं को स्पष्ट देखने के लिये नेत्रिका का focussing किया जाता है। नेत्रिका के फोकसन के लिये दूरबीन के अभिदर्शक लैंस के आगे सफेद कागज लगाकर देखा जाता है और नेत्रिका को आगे-पीछे तब तक घुमाया जाता है जब तक कि डायाफ्राम के cross hairs साफ व स्पष्ट न दिखायी देने लगे।

(ii) अभिदर्शक लैंस का फोकसन (Focussing of objective)—जिस वस्तु पर फोकस करना होता है उस ओर दूरबीन करके focussing screw घुमाया जाता है जिससे प्रतिबिम्ब स्पष्ट दिखायी दे। इस प्रकार वस्तु का प्रतिबिम्ब डायफ्राम पर बन जाता है।

नेत्रिका और अभिदृश्य लैंस दोनों ही फोकसन में हो जाने पर पाठ्यांक स्पष्ट पढ़ा जा सकता है।

3.11 क्षैतिज कोण मापना (To measure the horizontal angle)

थियोडोलाइट द्वारा क्षैतिज कोण मापन की निम्न तीन विधियाँ हैं—

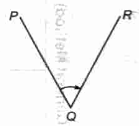
(i) सामान्य विधि (Ordinary Method / General Method)

(ii) आवृत्ति विधि (Repetition Method)

(iii) पुनरावलोकन विधि (Reiteration Method)

3.11 (i) सामान्य विधि (General / Ordinary Method)—

(a) थियोडोलाइट द्वारा क्षैतिज कोण PQR मापन के लिये उपकरण को बिन्दु Q पर स्थापित करो।



चित्र 3.4

(b) ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके एवं ऊपरी प्लेट को घुमाकर दो में से एक (vernier A) को मुख्य स्केल के शून्यांक पर लाओ। अब ऊपरी तथा निचली क्लैम्प को कसकर, ऊपरी क्लैम्प के slow motion screw द्वारा मुख्य स्केल एवं वर्नियर स्केल (दोनों के शून्यांकों) को परिशुद्धतापूर्वक एक दूसरे के सामने लाओ।

दोनों verniers A तथा B को पढ़ो। उपकरण में यदि किसी प्रकार की त्रुटि नहीं है तो इस समय vernier B पर पाठ्यांक 180° होगा।

(c) अब निचली प्लेट को ढीला करके दूरबीन की सहायता से बिन्दु P को देखो। निचला क्लैम्प कस दो तथा निचले slow motion screw की सहायता से बिन्दु P को exactly bisect करो। वर्नियर A तथा B की जाँच करो, ये अब भी 0° एवं 180° पर होने चाहिये।

(d) अब ऊपरी क्लैम्प को ढीला करो। उपकरण को clockwise direction में घुमाते हुये बिन्दु R को देखो। ऊपरी क्लैम्प बन्द करो तथा ऊपरी slow motion screw की सहायता से बिन्दु R को exactly bisect करो।

(e) अब vernier A तथा vernier B के पाठ्यांकों को पढ़ो। vernier A का सीधा पाठ्यांक $\angle PQR$ का मान होगा तथा vernier B के पाठ्यांक में से 180° घटाने पर कोण PQR का मान आयेगा। इसलिये vernier A का पाठ्यांक लिखते समय डिग्री, मिनट तथा सैकण्ड लिखते हैं जबकि vernier B का मान लिखते समय केवल मिनट और सेकण्ड ही लिखते हैं। vernier A तथा vernier B के पाठ्यांकों का औसत मान कोण PQR का मान देगा।

(f) अब उपकरण का face change करके ऊपर बताये विवरण के अनुसार $\angle PQR$ पुन: नापो इस प्रकार $\angle PQR$ का मान दोनों फलकों द्वारा प्राप्त पाठ्यांकों के औसत मान के बराबर होगा। पाठ्यांकों को दर्ज करने की विधि निम्न सारणी में दिखायी गयी है—

civilguru.net

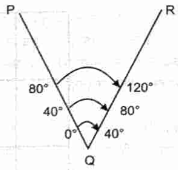
Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

Table 3.1 (General Method)

Instrument Station	Observed Station	Face Left												Face Right												Mean Horizontal Angle		
		Vernier A			Vernier B		Mean			Horizontal Angle			Vernier A			Vernier B		Mean			Horizontal Angle							
		°	′	″	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″		
Q	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	R	25	40	20	40	20	25	40	20	25	40	20	25	40	40	40	40	25	40	40	25	40	40	25	40	30		

3.11(ii) आवृत्ति विधि (Repetition Method)—आवृत्ति विधि सामान्य विधि से अधिक परिशुद्ध मापन देती है अतः जब अधिक परिशुद्ध माप लेनी हो तो आवृत्ति विधि का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में कोण को दो या दो से अधिक बार मापा जाता है और कोण का हर माप अपने आप पिछले मान में जुड़ता जाता है। अन्त में No. of repetitions से भाग देकर कोण का औसत मान निकाल लिया जाता है। इस प्रकार कई बार मान लेने से पाठ्यांक की कई अशुद्धियाँ समाप्त हो जाती हैं और पाठ्यांक का अधिक परिशुद्ध मान मिलता है।



चित्र 3.5

आवृत्ति (पारियों) की संख्या सामान्यतः 06 पारियां ली जाती हैं जिनमें तीन बायें फलक पर तथा तीन दायें फलक पर ली जाती है। ध्यान रहे कि पारियों की संख्या को अधिक बढ़ाने से पाठ्यांक की परिशुद्धता नहीं बढ़ती बल्कि उपकरण के बार-बार घुमाने के कारण तथा क्लैम्प को बार-बार बन्द करने, खोलने तथा मंद गति पेंच के बार-बार खोलने बन्द करने से उत्पन्न त्रुटियाँ कार्य की परिशुद्धता को सीमित कर देती हैं तथा समय भी अधिक लगता है। अतः तीन बार बायें फलक पर तथा तीन बार दायें फलक पर पाठ्यांक लेना आवृत्ति विधि के लिये पर्याप्त माना जाता है।

ध्यान आकर्षण—उपकरण का slow motion screw तभी कार्य करता है जब उसका clamping screw पूर्णतया clamp हो। आवृत्ति विधि को निम्नानुसार करते हैं—

1. कोण *PQR* को मापने के लिये उपकरण को बिन्दु Q पर स्थापित करते हैं (समतलन एवं केन्द्रण करते हैं)
2. ऊपरी क्लैम्प को खोलकर vernier *A* को मुख्य स्केल के शून्यांक से मिलाते हैं। परिशुद्धतापूर्वक bisect करने के लिये ऊपरी क्लैम्प को बन्द करके slow motion screw का प्रयोग कर दोनों शून्यांकों (vernier scale तथा main scale) को मिलाते हैं। ध्यान रहे इस समय उपकरण (face left) में है अर्थात् उपकरण का vertical circle प्रेक्षक के बायीं ओर है। इस स्थिति में जब vernier *A* का शून्यांक, मुख्य स्केल के शून्यांक पर होगा, उस समय vernier *B* पर पाठ्यांक ठीक 180° होना चाहिये।
3. निचले क्लैम्प को ढीला करो तथा telescope को *P* की ओर ले जाकर *P* को साधो। बिन्दु *P* को exactly bisect करने के लिये, निचले क्लैम्प को बन्द करके, निचले क्लैम्प के slow motion को चलाकर *P* को exactly bisect करो।
4. चेक करो इस समय भी दोनों (मुख्य स्केल तथा वर्नियर) के शून्यांक एक-दूसरे के ठीक सामने होंगे।
5. ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके उपकरण को clockwise दिशा में *R* की ओर घुमाओ। क्लैम्प को कस कर ऊपरी क्लैम्प के slow motion screw को चलाते हुये *R* को exactly bisect करो vernier *A* तथा vernier *B* के पाठ्यांकों को पढ़ो।
6. ऊपरी क्लैम्प को इसी पाठ्यांक पर रखते हुये, निचले क्लैम्प को ढीला करके बिन्दु *P* को फिर से लक्ष्यबद्ध करो। निचले क्लैम्प को बन्द कर, निचले slow motion screw की सहायता से *P* को परिशुद्धतापूर्वक लक्ष्यबद्ध करो। ध्यान रहे इस समय *P* बिन्दु पर पाठ्यांक वही होगा जो क्रमांक 5 के अनुसार पढ़ा गया है।
7. अब पुनः ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके दूरबीन को clockwise direction में घुमाते हुये बिन्दु *R* को देखो। ऊपरी क्लैम्प को बन्द कर, ऊपरी slow motion screw की मदद से बिन्दु *R* को exactly bisect करो। vernier *A* तथा vernier *B* पर पाठ्यांक पढ़कर नोट करो।
8. यह क्रिया तब तक दोहराओ जब तक कि कोण वांछित संख्या के बराबर दोहराया जाना हो।
9. Vernier *A* पर अन्तिम पढ़े पाठ्यांक को No. of Rotations से भाग देकर कोण *PQR* का मान ज्ञात करो।
10. अब उपकरण का face change करके ऊपर की तरह कोण *PQR* को पढ़कर no. of rotations से भाग देकर कोण *PQR* (दूसरे फलक) पर ज्ञात करो।
11. अब दोनों फलकों पर पढ़े गये कोण *PQR* का औसत मान ज्ञात करो, यही कोण *PQR* का सही मान है। आवृत्ति विधि में पाठ्यांक दर्ज करने के लिये सारणी 3.2 का प्रयोग करो।

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

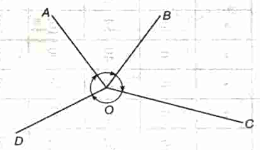
Table 3.2 (Repetiton Method)

Instru-ment Station	Observed Station	Face Left: Vernier A °	'	"	Vernier B '	"	Mean °	'	"	No. of repetition	Horizontal Angle	Face Right: Vernier A °	'	"	Vernier B '	"	Mean °	'	"	No. of Repetition	Horizontal Angle	Mean Horizontal Angle
	P	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0			
Q																						
	R	40	40	20	40	20	40	40	20	1		40	40	40	40	40	40	40	40	1		
	R	81	20	40	20	40	81	20	40	2		81	20	20	20	20	81	20	20	2		
	R	122	07	20	07	20	122	07	20	3	40°42'26"	122	08	20	08	20	122	08	20	3	40°42'47"	40°42'36"

3.11 (iii) पुनरावलोकन विधि (Reiteration Method) (It is also called Direct Method)—क्षैतिज कोण मापन की यह एक अत्यन्त परिशुद्ध व सरल विधि है। यह विधि शृंखला विधि (Method of Series) के नाम से भी जानी जाती है। इस विधि को (क्षैतिज को बन्द करना)(closing of horizon) भी कहते हैं। इस विधि का प्रयोग सामान्यत: उस समय करते हैं जब एक ही शीर्ष बिन्दु पर अनेक कोण मापने हों। इसमें अनेक कोणों को क्रमता से (successively) मापा जाता है तथा अन्त में वृत्त को बन्द (closing the horizon) किया जाता है।

वृत्त को बन्द करना एक ऐसी क्रिया है जिसमें एक स्टेशन के चारों ओर कोण मापे जाते हैं और अन्त में जिस प्रारम्भिक दिशा से कोण मापना प्रारम्भ किया था उसी दिशा में प्रेक्षण लिया जाता है। इस प्रकार प्रेक्षक उस बिन्दु के गिर्द कोणों के जोड़ की, जो कि 360° होती है, जाँच करता है।

प्रेक्षण कार्य के अन्त में vernier *A* तथा vernier *B* पर वही पाठ्यांक आने चाहिये, जो कार्य के प्रारम्भ में उसी रेखा पर प्रेक्षित किये गये थे। यदि अन्तिम पाठ्यांक प्रथम पाठ्यांक से मेल नहीं खाता है तब जो त्रुटि आती है उसे सभी प्रेक्षित कोणों पर बराबर-बराबर बाँट दिया जाता है। प्रक्रिया निम्न चित्र 3.6 से समझी जा सकती है।



चित्र 3.6

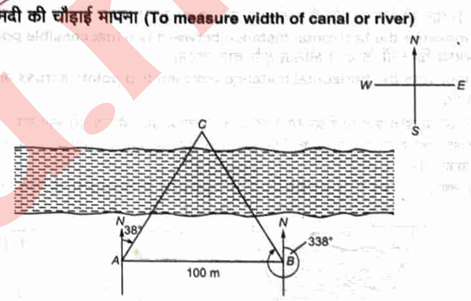
प्रक्रिया—

1. थियोडोलाइट द्वारा (Reiteration method) से कोण *AOB, BOC, COD* एवं *DOA* का मापन करने के लिये उपकरण को बिन्दु *O* पर इस प्रकार स्थापित करो कि बिन्दु *A, B, C* तथा *D* दृष्टिगोचर हों। बिन्दु *O* पर ठीक से समतलन व केन्द्रण की क्रिया करो।
2. वर्नियर को शून्यांक पर रखते हुये बिन्दु *A* को परिशुद्धता से लक्ष्यबद्ध करो। (चित्र 3.6)
3. ऊपरी क्लैम्प को ढीला कर, clockwise direction में उपकरण को घुमाओ तथा बिन्दु *B* को लक्ष्यबद्ध करो। ऊपरी क्लैम्प को बन्द करके ऊपरी सूक्ष्म गति पेंच की सहायता से बिन्दु *B* को exactly bisect करो। वर्नियर *A* तथा वर्नियर *B* के पाठ्यांक को पढ़ो। दोनों वर्नियरों पर पढ़े गये मापों का औसत माप ही कोण *AOB* होगा।
4. अब क्रमिक रूप से ऊपरी क्लैम्प तथा ऊपरी slow motion screw की सहायता से कोण *BOC, COD* तथा *DOA* मापो। ध्यान रहे कि पूरी प्रक्रिया में निचली प्लेट स्थिर रहती है, जबकि vernier plate घूमती है। इसलिये दो क्रमागत रेखाओं के बीच के कोण का मान उनके दो क्रमागत पाठ्यांकों के अन्तर के बराबर होगा।
5. अब अन्त में बिन्दु *A* को लक्ष्यबद्ध करो इस समय vernier *A* पर पाठ्यांक शून्य होना चाहिये क्योंकि प्रारम्भिक पाठ्यांक वर्नियर *A* पर शून्य था। यदि अन्तिम पाठ्यांक शून्य न हो तो इस पाठ्यांक को नोट करो यह त्रुटि (slip) के कारण हो सकती है। इसे समापन त्रुटि कहते हैं।
6. यदि closing error समापन त्रुटि कम है तो उसको सभी प्रेक्षित कोणों में समान रूप से बराबर-बराबर बाँट दो और यदि यह समापन त्रुटि अधिक है तो उपरोक्त क्रिया विधि को दोहराते हुये फिर से प्रेक्षण लो।
7. अब उपकरण का मुख परिवर्तन (face change) करके सभी कोणों को उपरोक्त विधि से नापो। पुनरावलोकन विधि में पाठ्यांक दर्ज करने की विधि निम्न सारणी संख्या 3.3 में दिखायी है।

Table 3.3 (Reiteration Method)

Instrument Station	Observed Station	Face Left vernier A °	′	″	vernier B ′	″	Mean °	′	″	Horizontal Angle °	′	″	Face Right vernier A °	′	″	vernier B ′	″	Mean °	′	″	Horizontal angle °	′	″	Mean horizontal Angle °	′	″
O	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	54	31	20	31	20	54	31	20	54	31	20	54	31	40	31	40	54	31	40	54	31	40	54	31	30
	C	102	25	40	25	40	102	25	40	47	54	20	102	26	00	26	00	102	26	00	47	54	20	47	54	20
	D	239	49	40	49	40	239	49	40	137	24	00	239	49	40	49	40	239	49	40	137	23	40	137	23	50
	A	360	0	0	0	0	360	0	0	120	10	20	360	0	0	0	0	360	0	0	120	10	20	120	10	20
																								360	0	0

3.12 नहर या नदी की चौड़ाई मापना (To measure width of canal or river)



चित्र 3.7

क्रिया विधि–

1. सर्वप्रथम दो बिन्दु A तथा B नदी के दक्षिणी किनारे पर इस प्रकार चिन्हित करो कि बिन्दु A तथा B के मध्य दूरी 100 m हो। $AB = 100$ m
2. उपकरण को बिन्दु A पर स्थापित करो।
3. बिन्दु C जो नहर के दूसरी ओर माना गया, कोई वृक्ष है, उसको परिशुद्धतापूर्वक समद्विभाजित करो।
4. नहर के दूसरे किनारे बिन्दु C को लक्ष्यबद्ध करते हुये दिक्मान पढ़ो। माना यह पढ़ा गया दिक्मान 38° है।
5. ठीक इसी प्रकार बिन्दु B पर उपकरण को स्थापित करते हुये बिन्दु C को पुन: समद्विभाजित करो तथा दिक्मान पढ़ो। माना बिन्दु B से पढ़ा गया दिक्मान 338° है।
6. अब त्रिभुज ABC को देखो—

$$\angle CAB = 90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$$

$$\angle CBA = 338^\circ - 270^\circ = 68^\circ$$

$$\angle ACB = 180^\circ - (52^\circ + 68^\circ)$$

या

$$\angle ACB = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

By sine rule

$$\frac{100}{\sin 60^\circ} = \frac{AC}{\sin 68^\circ}$$

$$\therefore \quad AC = \frac{100 \times 0{\cdot}9272}{0{\cdot}8660} = 107{\cdot}06 \text{ m}$$

नदी की चौड़ाई $= AC \sin 52^\circ$

$= 107{\cdot}06 \times 0{\cdot}788$

$\therefore$ नदी की चौड़ाई $= 84{\cdot}36$ m

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3.13 नदी के पार दो बिन्दुओं के बीच क्षैतिज दूरी ज्ञात करना

(To measure the horizontal distance between two inaccessible points)

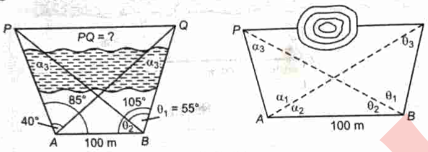
OR दो अगम्य बिन्दुओं के बीच क्षैतिज दूरी ज्ञात करना

(To measure the horizontal distance between two points across an obstacle as shown in fig.)

दो बिन्दुओं के बीच एक खाई या टीला आ जाने पर उनके मध्य क्षैतिज दूरी ज्ञात करना।

थियोडोलाइट की सहायता से दो अगम्य बिन्दुओं (अर्थात् जिन पर पहुँचना सम्भव न हो) के बीच की दूरी निम्नानुसार ज्ञात की जा सकती है—

माना P तथा Q दो बिन्दु हैं जिनके बीच क्षैतिज दूरी ज्ञात करनी है। इस समस्या को निम्न प्रकार हल करेंगे—



चित्र 3.8

क्रिया विधि—

1. सर्वप्रथम बिन्दु A इस प्रकार चिन्हित करते हैं कि बिन्दु A से P तथा Q दृष्टिगोचर हों। माना P तथा Q नदी के पार स्थित हैं।
2. इसी प्रकार एक दूसरा बिन्दु B भी चिन्हित करते हैं जहाँ से भी P तथा Q दिखायी देते हों।
3. बिन्दु A तथा B के मध्य दूरी नाप लेते हैं। माना $AB = 100$ m.
4. थियोडोलाइट को बिन्दु A पर स्थापित करके कोण PAQ तथा PAB ज्ञात करो।
5. अब थियोडोलाइट को बिन्दु B पर स्थापित करके कोण ABQ तथा PBQ ज्ञात करो।

माना थियोडोलाइट से निम्न मान प्राप्त हुए—

कोण $PAQ = \alpha_1 = 40^\circ$

कोण $PAB = 85^\circ$

कोण $PBQ = \theta_1 = 55^\circ$

कोण $ABQ = 105^\circ$

Now from given figure we can find out

कोण $QAB = \alpha_2 = (85^\circ - 40^\circ) = 45^\circ$

कोण $ABP = \theta_2 = (105^\circ - 55^\circ) = 50^\circ$

उपरोक्त चित्र 3.8 से स्पष्ट है कि $PABQ$ एक closed traverse है जिसकी भुजा की लम्बाई ज्ञात होने पर रेखा की लम्बाई ज्ञात की जा सकती है।

उपरोक्त चित्र 3.8 में रेखा $AB = 100$ मी० (दिया है)

अब अन्य भुजाओं की गणना कोणों के आधार पर करेंगे।

सर्वप्रथम रेखा AP तथा BQ की लम्बाई ज्ञात करेंगे।

In $\Delta\, APB$

$$\angle APB = 180^\circ - (85^\circ + 50^\circ) = 180^\circ - 135^\circ = 45^\circ$$

Similary, in $\Delta\, AQB$

$$\angle AQB = 180^\circ - (105^\circ + 45^\circ) = 180^\circ - 150^\circ = 30^\circ$$

Now apply sine formula in $\Delta\, APB$

$$\frac{PA}{\sin ABP} = \frac{AB}{\sin APB} \quad \text{or} \quad \frac{PA}{\sin 50^\circ} = \frac{AB}{\sin 45^\circ}$$

or $$PA = AB \times \frac{\sin 50^\circ}{\sin 45^\circ}$$

$$= 100 \times \frac{0 \cdot 7660}{0 \cdot 7061}$$

$$= 108 \cdot 48 \text{ मीटर}$$

Now, in $\Delta\, AQB$

$$\frac{QB}{\sin 45^\circ} = \frac{AB}{\sin 30^\circ}$$

or $$QB = AB \times \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$= 100 \times \frac{0 \cdot 7071}{0 \cdot 500} = 141 \cdot 42 \text{ मीटर}$$

6. Now Calculating bearings of the line of the traverse.

Let Bearing of line $PA = 0$

Let Bearing of line $AP = 180^\circ$

Adding $\angle PAB = +85^\circ$

Bearing of $AB = 265^\circ$

Bearing of $BA = 265^\circ - 180^\circ = 85^\circ$

Now Adding $\angle ABQ = 105^\circ$

Bearing of line $BQ = 190^\circ$

Now in a closed traverse $PABQ$

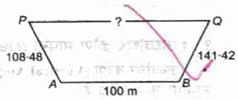
Three sides are known

$AB = 100$ m (Given)

$BQ = 141 \cdot 42$ m

$PA = 108 \cdot 48$ m

$PQ = ?$



चौथी भुजा PQ की लम्बाई ज्ञात करने के लिये गणनायें निम्न सारणी के अनुसार करेंगे।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

Line	Length	W.C.B.	R.B.	Latitude, $L = l\cos\theta$		Departure $L = l\sin\theta$	
				N (+)	S (-)	E (+)	W (-)
PA	108·48	0°	N 0° E	$108\cdot48\times\cos0^\circ$ $=108\cdot48(+)$		$108\cdot48\times\sin0^\circ$ $=108\cdot48\times0$ $=0$	
AB	100·00	265°	S 85° W		$100\times\cos85^\circ$ $=100\times0\cdot0872$ $=8\cdot87(-)$		$100\times\sin85^\circ$ $=100\times0\cdot996$ $=99\cdot62(-)$
BQ	141·42	190°	S 10° W		$141\cdot42\times\cos10^\circ$ $=141\cdot42\times0\cdot985$ $=139\cdot27(-)$		$141\cdot42\times\sin10^\circ$ $=141\cdot42\times0\cdot17$ $=24\cdot558(-)$
				(+)108·48	(−)148·14	+ 0	(−)124·178
				$\Sigma L=(-)39\cdot66$		$\Sigma D=(-)124\cdot178$	

∵ *APQB* is a closed traverse

$$\therefore \quad \Sigma L = L_1 - 39\cdot66$$

$$L_1 = 39\cdot66$$

$$\& \quad \Sigma D = D_1 - 124\cdot178$$

$$D_1 = 124\cdot178$$

Now length of *PQ*,

$$l_1 = \sqrt{(L_1)^2+(D_1)^2}$$

$$= \sqrt{(39\cdot66)^2+(124\cdot178)^2}$$

$$= \sqrt{1572\cdot91+15420\cdot17}$$

$$= 130\cdot35\text{ m}$$

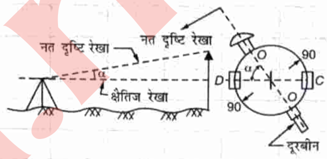
So the distance between two inaccessible points

$$= \mathbf{130\cdot35\ m}$$

3.14 ऊर्ध्वाधर कोण मापना (Measurment of Vertical Angle)

ऊर्ध्वाधर कोण (Vertical Angle)—क्षैतिज समतल तथा नत दृष्टि रेखा के बीच ऊर्ध्वाधर समतल में बने कोण क ऊर्ध्वाधर कोण कहते हैं।

Angle of elevation—यदि लक्ष्य बिन्दु, क्षैतिज समतल (trunion axis) से ऊपर स्थित हो तो बनने वाला को Angle of elevation कहलाता है।



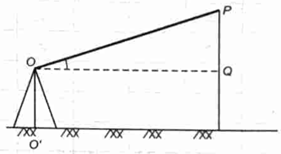
चित्र 3.9

Angle of Depression—यदि लक्ष्य बिन्दु, क्षैतिज समतल (trunion axis) से नीचे स्थित हो तो बनने वाला कोण Angle of depression कहलाता है।

प्रक्रिया—

1. उपकरण को O' पर स्थापित करो तथा level tube की सहायता से समतलन करें।

2. Vertical Circle के शून्यांक को vernier C तथा D के शून्यांकों 0 – 0 पर सैट करें। इसके लिये vertical clamp व vertical slow motion का प्रयोग करें।



चित्र 3.10

3. Upper Level Tube के bubble को foot screws की सहायता से केन्द्र में लाओ। यदि उपकरण का स्थायी समंजन सही है तो इस समय दृष्टि रेखा क्षैतिज होगी तथा दोनों verniers 0 – 0 पर होंगे। इस समय clip screw को नहीं छूना चाहिये।

4. अब vertical circle के clamp को ढीला करके, telescope को vertical plane में घुमाते हुये बिन्दु P को देखो। लक्ष्य बिन्दु के exect bisection के लिये vertical circle के slow motion का प्रयोग करें।

5. Vertical Circle पर लगे दोनों वर्नियर C तथा D पर पाठ्यांक पढ़ें। दोनों वर्नियरों का औसत मान, लक्ष्य बिन्दु का पहली पारी का कोण होगा।

6. अब उपकरण का फलक बदल कर बिन्दु P को पुन: साधे तथा वर्नियर C तथा D पर पाठ्यांकों को पढ़ें। दोनों वर्नियरों का औसत मान निकालें।

7. अब दोनों फलकों पर पढ़ें; मानों का औसत पुन: ज्ञात करें। यही बिन्दु P का सही मान होगा।

पाठ्यांक दर्ज करने के लिये निम्न सारणी प्रयोग करें—

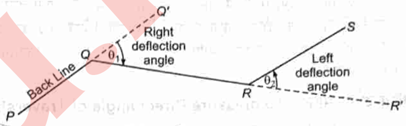
Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

Table 3.4 (Reiteration Method)

Instrument Station	Observed Station	Face Left												Face Right												Mean Verticle Angle		
		Vernier C			Vernier D			Mean			Veticle Angle			Vernier C			Vernier D			Mean			Vernier angle					
		°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"
	Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
O																												
		40	10	20		10	20	40	10	20				40	10	20		10	20	40	10	20						
											40	10	20										40	10	20	40	10	20

3.15 विक्षेप कोण मापना (To measure Deflection angle)

विक्षेप कोण (Deflection angle)—कोई अग्र रेखा, पश्च रेखा के (आगे बढ़े हुये भाग के साथ) जो कोण बनाती है उसे विक्षेप कोण कहते हैं। यदि यह विक्षेप विस्तारित रेखा से right side में होता है तो right deflection जबकि left side में होने वाला deflection को Left deflection कहते हैं चित्र 3.11 में QR रेखा (अगली रेखा), PQ रेखा (पिछली रेखा) के



चित्र–3.11

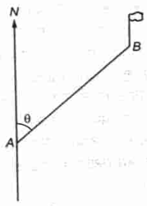
विस्तार से right side में deflect हो रही है अत: यह दायाँ विक्षेप होगा जिसको $R\theta_1°$ से लिखा जायेगा। इसी प्रकार रेखा RS QR रेखा के विस्तार से left side में $\theta_2°$ deflect हो रही है। अत: इसको $L\theta_2°$ से लिखा जायेगा। विक्षेप कोण सड़कों, रेल मार्गों, पाइप लाइनों इत्यादि के संरेखण में दिये जाते हैं। प्रक्रिया निम्न प्रकार है—

1. बिन्दु Q पर विक्षेप कोण मापने के लिये उपकरण को Q पर स्थापित करो अर्थात् समतल व केन्द्रण करो।
2. बायें फलक पर vernier A को शून्य पाठ्यांक पर रखते हुये निचले क्लैम्प को ढीला करो तथा दूरबीन को P की ओर घुमाओ। क्लैम्प को बन्द करते हुये निचले सूक्ष्म गति पेंच की सहायता से बिन्दु P को Exactly bisect करो।
3. Telescope को 180° घुमाते हुये QQ' के आरेखन में लाओ। चेक करो इस समय vernier A का पाठ्यांक शून्य पर होना चाहिये। निचले क्लैम्प को कस दो।
4. ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके दूरबीन को क्षैतिज समतल में (clockwise direction) में घुमाते हुये R को देखो। ऊपरी क्लैम्प बन्द करके, ऊपरी slow motion screw की सहायता से बिन्दु R को exactly bisect करो। दोनों वर्नियरों के पाठ्यांकों को पढ़ो।
5. निचले क्लैम्प को ढीला करके दूरबीन को A की ओर घुमाओ। क्लैम्प को बन्द करते हुये निचले मंद गति पेंच की सहायता से A को exactly bisect करो। इस समय दोनों वर्नियरों पर वही पाठ्यांक होने चाहियें जो उपरोक्त चरण (4) में था। दूरबीन का संक्रमण करते हुये दृष्टि रेखा QQ' में लाओ।
6. ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके दूरबीन को R की ओर clockwise direction में घुमाते हुये लक्ष्यबद्ध करो। दोनों वर्नियारों के पाठ्यांकों को पढ़ लो। इस प्रकार प्राप्त पाठ्यांक विस्तारित रेखा पर रेखा QR का विक्षेप कोण होगा। यह बायें फलक पर विक्षेप कोण है।
7. परिशुद्धता के लिये अब उपकरण का फलक बदलकर उपरोक्त क्रिया दोहरायें और पुन: वर्नियर A तथा B पर विक्षेप कोण ज्ञात करें। यह दायाँ फलक विक्षेप कोण है। दोनों फलकों पर पढ़े गये विक्षेक कोणों का औसत मान ज्ञात करें। यह दोनों रेखाओं के मध्य विक्षेप कोण का परिशुद्ध मान होगा।

3.16 किसी रेखा का चुम्बकीय दिक्मान मापना (To measure Magnetic Bearing of a line)

सर्वेक्षण क्षेत्र में थियोडोलाइट किसी सर्वेक्षण रेखा का दिक्मान (bearing) ज्ञात करने के लिये उपकरण के standard or A frame के साथ compass लगाया जाता है। दिक्मान नापने के लिये निम्न क्रिया अपनाते हैं—

1. सर्वप्रथम उपकरण को दिये गये बिन्दु A पर स्थापित किया जाता है।
2. वर्नियर A पर शून्यांक लाकर ऊपरी क्लैम्प को बन्द कर दो तथा ऊपरी slow motion की सहायता से ठीक प्रकार शून्य को मिलाओ। इस समय वर्नियर B पर पाठ्यांक 180° होगा।



चित्र–3.12

civilguru.net

3. अब निचले क्लैम्प को ढीला करके उपकरण को इतना घुमाओ जब तक उपकरण के साथ लगायी गयी compass की सूई ठीक उत्तर दिशा में न आ जाये। निचले क्लैम्प को बन्द करते हुये, निचले सूक्ष्म गति पेंच से चुम्बकीय सूई को ठीक उत्तर दिशा में लाओ।

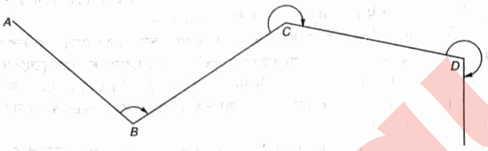
4. अब ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके telescope को clockwise direction में इस प्रकार घुमाओ कि बिन्दु B पर लगी रेंजिग रोड लक्ष्य बेधित हो जाये। exact bisection के लिये slow motion screw का प्रयोग करो।

5. वर्नियर A तथा B के पाठ्यांकों को पढ़ो। दोनों पाठ्यांकों का औसत सीधा रेखा AB का दिक्मान है।

6. फलक को बदलकर फिर रेखा AB का मान पूर्व की भांति ज्ञात करो। रेखा AB का दिक्मान दोनों फलकों पर पढ़े पाठ्यांकों के औसत मान के बराबर होगा।

3.17 रेखाओं के मध्य सीधा कोण मापन (To measure Direct angle of Traversing Line)

दक्षिणावर्ती कोण (Clockwise Angle)—किन्हीं दो रेखाओं के मध्य clockwise direction में बना कोण जो अगली रेखा, पिछली रेखा से बनाती है clockwise angle कहलाता है। इसे दायाँ कोण या पश्च रेखा से दिगंश (Azimuth from Backline) भी कहते हैं। यह कोण 0° से 360° तक हो सकता है।



चित्र–3.13

मापन की क्रिया निम्नवत् है—

1. कोण ABC को मापने के लिये, थियोडोलाइट को बिन्दु B पर स्थापित करो अर्थात् परिशुद्धतापूर्वक समतलन व केन्द्रण करो।

2. बायें फलक पर vertical circle रखते हुये vernier A को शून्यांक पर लाओ। इसके लिये upper clamp तथा upper slow motion screw का प्रयोग करो।

3. निचले क्लैम्प को ढीला करो। दूरबीन को बिन्दु A की ओर घुमाते हुये क्लैम्प बन्द करो तथा निचले सूक्ष्म गति पेंच की सहायता से बिन्दु A को exactly bisect करो।

4. ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके, telescope को clockwise direction में घुमाते हुये बिन्दु C को देखो। ऊपरी क्लैम्प को बन्द कर, ऊपरी slow motiom screw की मदद से बिन्दु C को exactly bisect करो।

5. वर्नियर A तथा vernier B के पाठ्यांक को पढ़ो।

6. ऊपरी क्लैम्प को इसी पाठ्यांक पर कसा रखते हुये दूरबीन को घुमाकर उपकरण का फलक बदल लो। निचले क्लैम्प तथा निचले slow motion screw की सहायता से बिन्दु A को लक्ष्यबद्ध करो। दोनों verniers को पढ़ लो। पाठ्यांक वही होंगे जो बिन्दु C को लक्ष्यबद्ध करते समय नोट किये थे।

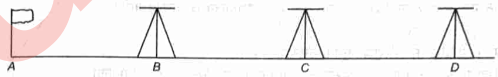
7. अब निचले क्लैम्प को कसा रखते हुये, ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके दूरबीन को clockwise direction में घुमाकर बिन्दु C को देखो। ऊपरी slow motion screw की सहायता से C को exactly bisect करो। Vernier A तथा Vernier B को पढ़ो। इस स्थिति में vernier A पर ABC कोण का दुगुना मान होगा, जबकि vernier B पर 180° + दुगने कोण का पाठ्यांक होगा।

8. Vernier B के मान से 180° घटाकर, vernier A तथा इस घटे हुये मान को जोड़कर दोनों का औसत कोण ABC का दुगुना होगा। इसका आधा करके कोण ABC का मान ज्ञात करो।

9. इसी प्रकार अगले कोण BCD तथा CDE भी मापे जा सकते हैं।

3.18 सर्वेक्षण रेखाओं का विस्तार करना (Prolonging a line Forward or backward) (Extending a line)

माना सर्वेक्षण क्षेत्र में एक AB रेखा स्थित है इसे B की दिशा में आगे बढ़ाना है। माना जिस बिन्दु तक विस्तार करना है वह क्षेत्र में स्थित नहीं है। रेखा AB का विस्तार निम्न प्रकार करेंगे—



चित्र 3.14

1. रेखा AB के अगले/अन्तिम छोर पर थियोडोलाइट को सेट करो अर्थात् भली प्रकार समतलन तथा केन्द्रण करो।

2. Telescope की सहायता से बिन्दु A पर लगी रेंजिग रोड को लक्ष्यबद्ध करो। बिन्दु A के exact bisection के बाद upper तथा lower clamp को fixed कर दो।

3. Telescope को transit करो। Telescope के through देखते हुये एक रेंजिग रोड C लगाओ जो बिन्दु B के आगे स्थित होगी, अर्थात् AB के सीध में आगे होगी।

4. अब थियोडोलाइट को बिन्दु B से C पर shift करो तथा बिन्दु C पर स्थापित करो, जहाँ पहले रेंजिग रोड लगी थी।

5. अब बिन्दु B जहाँ से उपकरण उठाया गया है, पर रेंजिग रोड लगा दो बिन्दु C पर रखे उपकरण की मदद से बिन्दु B पर back sight लो। बिन्दु B को परिशुद्धतापूर्वक लक्ष्यबद्ध करके ऊपरी तथा निचले क्लैम्प को बन्द कर दो।

6. Telescope को transit करो तथा अगला बिन्दु D लगाओ।

7. इसी प्रकार अगले बिन्दु लगाते जाओ।

3.19 दिये गये दो बिन्दुओं के बीच सीध बाँधना अर्थात् दो बिन्दुओं के बीच सीध बाँधने के लिये मध्यवर्ती बिन्दु स्थापित करना (Ranging a Line between two given points or to run a straight line between two points)

चित्र 3.15

Ranging वह क्रिया है जिसके अन्तर्गत दो दिये गये बिन्दुओं के बीच में लाइन को सीधा किया जाता है। इसके लिये दिये गये दोनों बिन्दुओं के बीच में मध्यवर्ती बिन्दुओं को स्थापित करना होता है। क्रिया निम्न प्रकार है—

1. क्षेत्र में स्थित बिन्दु A पर थियोडोलाइट को स्थापित करो अर्थात् समतलन व केन्द्रण करो।

2. ऊपरी क्लैम्प को बन्द करते हुये, निचले क्लैम्प को ढीला करो, दूरबीन को transit करते हुये बिन्दु B पर लगी रेंजिग रॉड को देखो, निचले क्लैम्प को बन्दकर, निचले slow motion screw की सहायता से बिन्दु B को परिशुद्धतापूर्वक लक्ष्यबद्ध करो।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3. अब दूरबीन में देखते हुये A तथा बीच में मध्यवर्ती बिन्दु स्थापित करने के लिये, प्रेक्षक सहायक को दायें–बायें हटने के लिये तब तक निर्देशित करता है जब तक वह पूर्णतया AB रेखा की सीध में नहीं आ जाता। सीध में आ जाने पर रेंजिग रॉड लगाने हेतु निर्देशित कर देता है।

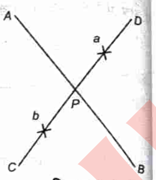
4. इसी प्रकार अन्य बिन्दु A तथा B के मध्य सीध में स्थापित कर लिये जाते हैं।

3.20 दो सीधी रेखाओं के काट बिन्दु को स्थापित करना

(To locate the Point of Intersection of two Straight lines)

माना क्षेत्र में AB व CD दो रेखायें हैं जिनका काट बिन्दु P स्थापित करना है।

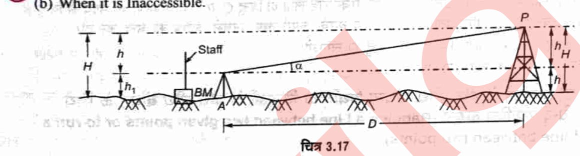
1. रेखा AB के एक छोर A पर थियोडोलाइट सेट करो (समतलन व केन्द्रण करो)
2. रेखा AB के दूसरे छोर पर रेंजिग रॉड लगाओ।
3. बिन्दु B पर लगी रॉड को परिशुद्धतापूर्वक लक्ष्यबद्ध करो।
4. इस दृष्टि रेखा में बिन्दु a तथा b इस प्रकार लगाओ कि वे काट बिन्दु P की अनुमानित स्थिति के इधर-उधर हों।
5. बिन्दु a तथा b पर कीलें लगाकर उनके बीच एक रस्सी तान कर बाँध दो।
6. अब उपकरण को बिन्दु C पर स्थापित करो तथा बिन्दु D को परिशुद्धतापूर्वक लक्ष्यबद्ध करो तथा ab पर P स्थापित करो जो CD रेखा में हो। बिन्दु P रेखा CD तथा AB का काट बिन्दु है।



चित्र 3.16

3.21 To Find out the Height of an Object

(a) When it is Accessible.
(b) When it is Inaccessible.



चित्र 3.17

(a) गम्य बिन्दु पर स्थित किसी लक्ष्य की ऊँचाई ज्ञात करना (When it is Accessible)

1. थियोडोलाइट को A पर स्थापित करें, vernier C तथा vernier D को शून्यांक पर सेट करें। शून्यांक सेट करने के लिये vertical circle के क्लैम्प तथा slow motion का प्रयोग करें।
2. ऊपरी बबल ट्यूब के बबल को मध्य में लायें इसके लिये foot screws का प्रयोग करें। इस समय दृष्टि रेखा पूर्णतया क्षैतिज होगी तथा vertical circle के vernier scale C पर zero तथा D पर 180° होगा।
3. Vertical Circle के क्लैम्प को ढीला करो तथा शिखर पर स्थित बिन्दु P को देखो, slow motion की सहायता से exactly bisect करो। दोनों vernier C तथा D पर उन्नयन कोण (Angle of elevation) पढ़े, माना यह कोण $=\alpha$
4. उपकरण का फलक बदलकर फिर से कोण α पढ़ो।
5. दूरबीन की ट्रनियन अक्ष से खूंटी के शीर्ष की ऊँचाई फीते से मापें। माना यह h_1 है।
6. उपकरण स्टेशन A से लक्ष्य तक की क्षैतिज दूरी फीते से नापे माना यह D है।

$$\text{Total height of object} = H = h + h_1$$

But $$h = D\tan\alpha$$

$$\therefore \quad H = D\tan\alpha + h_1$$

Put the known values and find out H.

(b) अगम्य बिन्दु पर स्थित किसी वस्तु की ऊँचाई ज्ञात करना (When it is Inaccessible)

अगम्य बिन्दु पर स्थित किसी वस्तु की ऊँचाई, थियोडोलाइट की सहायता से कुछ प्रेक्षण लेकर ज्ञात की जा सकती है।

(i) सर्वप्रथम दो स्टेशन A तथा B क्षेत्र में इस प्रकार चुनो जहाँ से वस्तु का ऊपरी बिन्दु दोनों से दृष्टिगोचर हो।

(ii) दोनों स्टेशनों (A तथा B) के बीच की दूरी शुद्धता से मापो।

माना A तथा B (स्टेशनों) के बीच दूरी $= d$

(iii) उपकरण को स्टेशन A पर परिशुद्धतापूर्वक सेट करो।

(iv) Vertical circle पर vernier C तथा D पर शून्यांक सेट करो।

(v) Bench Mark पर Staff reading पढ़ो, माना यह h_a है।

(vi) उपकरण Station A पर vertical angle θ_1 पढ़ो।

(vii) इसी प्रकार उपकरण को स्टेशन B पर रखकर θ_2 पढ़ो तथा h_b ज्ञात करो।

अगम्य स्थिति में निम्न तीन cases हो सकते हैं जो निम्नवत् हैं—

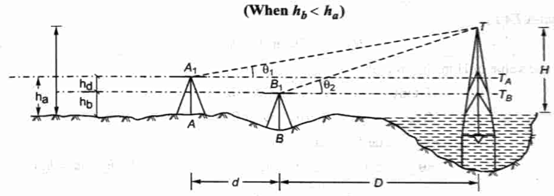
I When the Intrument at station A is higher than Instrument at station B.

II When the instrument at station B is higher than instrument at station A.

III When both the stations are at same level.

Case No. 01. When the instrument at station A is higher than instrument at station B.

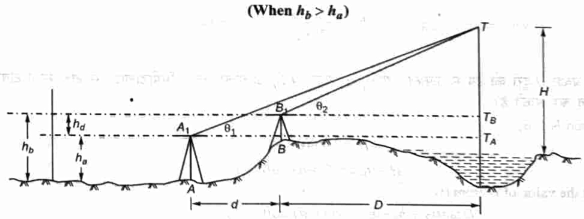
(When $h_b < h_a$)



चित्र 3.18

Case No. 02. When the instrument at station B is higher than instrument at station A.

(When $h_b > h_a$)



चित्र 3.19

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(when $h_b < h_a$) or ($h_a > h_b$)

जैसा चित्र 3.18 में दिखाया गया है कि उपकरण की अक्ष अलग-अलग समानीत तल में हैं। यहाँ पर बिन्दु A बिन्दु B से अधिक ऊँचाई पर है परन्तु यह अन्तर अधिक नहीं है, तथा तल चिन्ह पर रखे गज से पढ़ा जा सकता है।

माना बिन्दु A से तल चिन्ह पर गज पाठ्यांक $= h_a$

माना बिन्दु B से तल चिन्ह पर गज पाठ्यांक $= h_b$

अगर $h_a > h_b$ (यदि A बिन्दु ऊँचा है)

तब दोनों उपकरणों की अक्षों का तलान्तर $h_d = h_a - h_b$

A से गुजरती हुयी क्षैतिज रेखा पर Q' बिन्दु Q का प्रक्षेप है।

When $h_a > h_b$

h_d = Difference between back sight readings = $h_a - h_b$
d = Distance between the instrument positions
D = Distance between B and vertical line through T

From $\Delta\, TB_1T_B$

$$H = D\tan\theta_2 + h_b \quad \text{... (i)}$$

and from $\Delta\, TA_1T_A$

$$H = (d + D)\tan\theta_1 + h_a \quad \text{... (ii)}$$

Putting the value of H in (ii), we get

$$D\tan\theta_2 + h_b = (d + D)\tan\theta_1 + h_a$$

$$D\tan\theta_2 + h_b = d\tan\theta_1 + D\tan\theta_1 + h_a$$

$$D\tan\theta_2 - D\tan\theta_1 = d\tan\theta_1 + h_a - h_b$$

$$D(\tan\theta_2 - \tan\theta_1) = d\tan\theta_1 + h_d \qquad (\because h_a - h_b = h_d)$$

$$D = \frac{d\tan\theta_1 + h_d}{\tan\theta_2 - \tan\theta_1} \quad \text{... (iii)}$$

Putting this value of D in (i), we get

$$H = \frac{d\tan\theta_1 \times \tan\theta_2}{\tan\theta_2 - \tan\theta_1} + h_b \quad \text{... (iv)}$$

इस प्रकार d दूरी को टेप से नापकर तथा θ_1, θ_2 कोण व h_d ऊर्ध्वाधर ऊँचाई थियोडोलाइट से ज्ञात करके टॉवर की ऊँचाई ज्ञात कर सकते हैं।

When $h_b > h_a$

$$H = D\tan\theta_2 + h_b \qquad (h_b > h_a) \quad \text{... (i)}$$

$$H - h_d = (D + d)\tan\theta_1 + h_a \quad \text{... (ii)}$$

Put the value of H from (i)

$$D\tan\theta_2 + h_b - h_d = (D + d)\tan\theta_1 + h_a$$

$$D\tan\theta_2 + h_b - h_d = D\tan\theta_1 + d\tan\theta_1 + h_a$$

$$D\tan\theta_1 - D\tan\theta_2 = d\tan\theta_1 + h_b - h_a - h_d$$

$$= d\tan\theta_1 + h_b - h_a - h_b + h_a$$

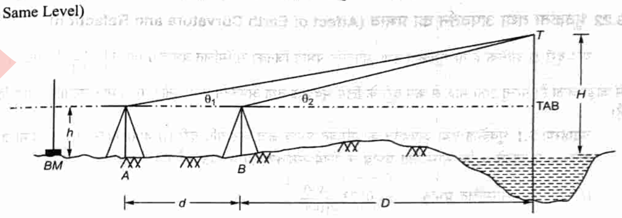
$$D = \frac{d\tan\theta_1}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2} \qquad (\theta_2 \text{ being greater than } \theta_1)$$

Put the value of D in (i)

$$H = \frac{d\tan\theta_1 \times \tan\theta_2}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2} + h_b$$

यही वांछित समीकरण है।

Case 03. दोनों उपकरण-अक्ष एक ही तल पर प्रेक्षण बिन्दु अगम्य हो (When both Instrument Stations are at the Same Level)



चित्र 3.20

$h_a = h_b$

θ_1 = Angle of elevation from A to T

θ_2 = Angle of elevation from B to T

h = तलान्तर (तल चिन्ह पर गज पाठ्यांक)

d = दोनों उपकरण स्टेशन के मध्य क्षैतिज दूरी

D = बिन्दु P तथा Q के बीच क्षैतिज दूरी (जो अगम्य होने के कारण मापी नहीं गयी)

Here A and B are at same level

$$h_a = h_b$$

$$H = D\tan\theta_2 + h \quad \text{... (1)}$$

or

$$H = (d + D)\tan\theta_1 + h \quad \text{... (2)}$$

Comparing (1) and (2)

$$D\tan\theta_2 + h = (d + D)\tan\theta_1 + h$$

$$D\tan\theta_2 = (d + D)\tan\theta_1$$

$$D\tan\theta_2 = d\tan\theta_1 + D\tan\theta_1$$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$D(\tan\theta_2 - \tan\theta_1) = d\tan\theta_1$$

or
$$D = \frac{d\tan\theta_1}{\tan\theta_2 - \tan\theta_1} \quad ...(3$$

Put the value of D in (1)

$$H = \frac{(d\tan\theta_1)\times\tan\theta_2}{\tan\theta_2 - \tan\theta_1} + h$$

यही H के लिये वांछित समीकरण है।

Now for finding out the R.L. of *T*

R.L. of T = value of B.M. $+ H$

इस समीकरण में ज्ञात मानों को रखकर बिन्दु T का R.L. ज्ञात किया जाता है।

3.22 भूवक्रता तथा अपवर्तन का प्रभाव (Affect of Earth Curvature and Refaction)

यदि दूरी D अधिक है तो भूवक्रता तथा अपवर्तन प्रभाव जिनका सम्मिलित प्रभाव $0{\cdot}0673\left(\frac{D}{1000}\right)^2$ होता है, उपरो[...] में जोड़ा जाता है। परन्तु 200 मी० से कम दूरी के लिये भूवक्रता तथा अपवर्तन प्रभाव जो 0·003 मी० बनता है, छोड़ दिया जा[...] है।

उदाहरण 3.1 भूवक्रता तथा अपवर्तन का संयुक्त प्रभाव ज्ञात करें यदि दूरी (i) 400 मीटर (ii) 3 किमी हो।

हल—हम जानते हैं कि सम्मिलित प्रभाव के लिये समीकरण, $0{\cdot}0673\,D^2$ है।

(i) सम्मिलित प्रभाव $= 0{\cdot}0673\left(\frac{400}{1000}\right)^2$

$= 0{\cdot}010768$ मीटर **Ans.**

(ii) सम्मिलित प्रभाव $= 0{\cdot}0673\,(3)^2$

$= 0{\cdot}6057$ मीटर **Ans.**

उदाहरण 3.2 एक लेविल मशीन को किसी बिन्दु A से 250 मी० की दूरी पर तथा बिन्दु B से 200 मीटर की दूरी [...] स्थापित किया गया तथा स्टाफ का पाठ्यांक बिन्दु A पर 2·520 तथा B पर 1·750 मीटर पढ़ा गया। बिन्दु A तथा B के म[...] अन्तर ज्ञात करें।

हल—बिन्दु A पर सम्मिलित प्रभाव $= 0{\cdot}0673 \times D^2$

$= 0{\cdot}0673\left(\frac{250}{1000}\right)^2 = 0{\cdot}0042$ मी०

सही पाठ्यांक (बिन्दु A पर) $= 2{\cdot}520 - 0{\cdot}0042 = 2{\cdot}5158$ मी०

बिन्दु B पर सम्मिलित प्रभाव $= 0{\cdot}0673 \times D^2$

$= 0{\cdot}0673\left(\frac{200}{1000}\right)^2 = 0{\cdot}00269$ मी०

सही पाठ्यांक (बिन्दु B पर) $= 1{\cdot}750 - 0{\cdot}00270 = 1{\cdot}747$ मी०

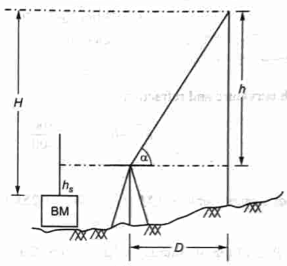
$\therefore$ बिन्दु A तथा B के मध्य अन्तर $= 2{\cdot}5158 - 1{\cdot}747 = 0{\cdot}7688$ मी० **Ans**

उदाहरण 3.3 एक Tower की ऊँचाई ज्ञात करने के लिये थियोडोलाइट को, इससे 2000 मीटर की दूरी पर स्थापित किया गया। Theodolite से tower की शिखर पर पढ़ा गया उन्नयन कोण (angle of elevation) 10°30′ पढ़ा गया। यदि दूरबीन की नेत्रिका (केन्द्र) उपकरण स्टेशन से 0·955 मी० ऊपर हो तो tower की ऊँचाई ज्ञात करो। B.M. का मान 2013 मी० मानते हुये Tower के शिखर का R.L. भी ज्ञात करें।

Solution—
$D = 2000$ m

$\alpha = 10°\,30'$ (angle of elevation)

$h_s = 0{\cdot}955$ m



चित्र 3.21

We know that Height of tower—

$h = D\tan\alpha$ (formula)

$h = 2000 \times \tan 10°30'$

$= 2000 \times 0{\cdot}1853$

$= 370{\cdot}67$ m

Error due to earth curvature and refraction

$R = 0{\cdot}0673\left(\frac{2000}{1000}\right)^2$

or $R = 0{\cdot}269$ m

Height of tower above B.M. $H = h_s + h + R$

$= 0{\cdot}955 + 370{\cdot}67 + 0{\cdot}269$

$= 371{\cdot}89$ m

If R.L. of given station = 2013 m

R.L. of top of tower = 2013 + 371·89

= 2384·89 m **Ans.**

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 3.4 एक थियोडोलाइट एक चिमनी से 2500 मी० की दूरी पर स्थापित किया गया। चिमनी के शिखर का थियोडोलाइट द्वारा उन्नयन कोण (angle of elevation) 10° 30′ मापा गया। दूरबीन द्वारा (तल चिन्ह जिसका R.L. 2013 है) पर गज पाठ्यांक 1·255 मी० पाया गया। चिमनी के शिखर पर R.L. ज्ञात करें।

Solution—

$$D = 2500 \text{ m}$$

$$\alpha = 10°\,30'$$

$$\text{Staff reading, } h_s = 1{\cdot}255$$

We know that

$$h = D\tan\alpha$$

$$h = 2500 \times \tan 10°30'$$

$$= 2500 \times 0{\cdot}185$$

$$= 463{\cdot}347 \text{ m}$$

Error due to earth curvature and refraction

$$R^2 = 0{\cdot}0673\left(\frac{2500}{1000}\right)^2$$

$$= 0{\cdot}421 \text{ m}$$

$$\text{Ht. of chimney above B.M.} = 463{\cdot}347 + 1{\cdot}255 + 0{\cdot}421$$

$$= 465{\cdot}023 \text{ m}$$

$$\text{R.L. of top of chimney} = 2013 + 465{\cdot}023$$

$$= \mathbf{2478{\cdot}023\ m}$$

Ans.

उदाहरण 3.5 Following observations are taken from a Transit theodolite. Find out the R.L. of Tower.

Inst Station	Staff reading	angle of elevation	R.L. of B.M.	Distance of *P* from *Q*	Remark
P	1·525	12° 30′	250 · 00	50·00	
Q	1·130	08° 50′			

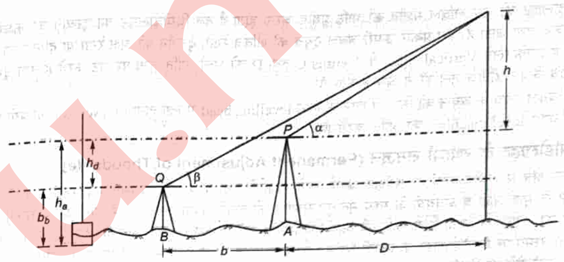
Solution : Here $h_a > h_b$

$h_a = 1{\cdot}525$ $\qquad b = 50\text{m}$

$h_b = 1{\cdot}130$ $\qquad h_d = h_a - h_b$

$\alpha = 12°30'$ $\qquad = 1{\cdot}525 - 1{\cdot}130$

$\beta = 8°50'$ $\qquad = 0{\cdot}395$



चित्र–3.22

We know that (when $h_a > h_b$)

$$h = \left(\frac{b\tan\beta - h_d}{\tan\alpha - \tan\beta}\right)\tan\alpha$$

$$= \left(\frac{50 \times \tan 8°50' - 0{\cdot}395}{\tan 12°30' - \tan 8°50'}\right)\tan 12°30'$$

$$= \left(\frac{50 \times 0{\cdot}155 - 0{\cdot}395}{0{\cdot}2217 - 0{\cdot}155}\right) \times 0{\cdot}2217$$

$$= \left(\frac{50 \times 0{\cdot}155 - 0{\cdot}395}{0{\cdot}2217 - 0{\cdot}155}\right) \times 0{\cdot}2217$$

$$= \left(\frac{7{\cdot}75 - 0{\cdot}395}{0{\cdot}0667}\right) \times 0{\cdot}2217$$

$$= \frac{7{\cdot}355}{0{\cdot}0667} \times 0{\cdot}2217$$

$$= 24{\cdot}45 \text{ m}$$

$$\text{Height of Top from B.M.} = H = h + h_a$$

$$= 24{\cdot}45 + 1{\cdot}525$$

$$= 25{\cdot}97 \text{ m}$$

$$\text{R.L. of Top of Minor} = 250{\cdot}00 + 25{\cdot}97$$

$$= \mathbf{275{\cdot}97\ m}$$

Ans.

3.23 थियोडोलाइट द्वारा तलेक्षण कार्य (Levelling with a Theodolite)

आमतौर पर थियोडोलाइट का प्रयोग, बिन्दु या रेखाओं के Horizontal, Vertical तथा Deflection कोण मापने के लिये किया जाता हैं। परन्तु थियोडोलाइट को हम लेविल मशीन की तरह भी प्रयोग कर किसी बिन्दु का समानीत तल ज्ञात कर सकते हैं।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

थियोडोलाइट को जब लेविल मशीन की भांति प्रयोग करना होता है तब थियोडोलाइट की दूरबीन का ऊर्ध्वाधर तल में घूमना बन्द कर दिया जाता है। इस प्रकार ऊपरी बबल ट्यूब की क्षैतिज रेखा, दूरबीन की अक्ष रेखा या दृष्टि रेखा के समान्तर बनाये रखते हैं इसके लिये Vertical circle के Vernier C तथा D को भली-भांति शून्य पर सैट करते हैं तथा दूरबीन अपनी प्लेटों के साथ केवल क्षैतिज तल ही में घूम सकता है।

ऊपरी बबल ट्यूब के बबल को केन्द्र में लाने के लिये levelling head में लगे तीनों foot screws को प्रयोग में लाते हैं। अब समस्त कार्य level machine की भांति करते हैं।

3.24 थियोडोलाइट के स्थायी समंजन (Permanent Adjustment of Theodolite)

सर्वेक्षण क्षेत्र में क्षेत्रीय कार्य या सर्वेक्षण कार्य करने के लिये तथा कार्य की विश्वसनीयता बनाये रखने के लिये तथा थियोडोलाइट के मूल अक्षों व अवयवों के मध्य मूलभूत सम्बंधों को बनाये रखना आवश्यक है। यदि इन आधारभूत सम्बंधों में किसी प्रकार का बिगाड़ आ जाता है तो किये गये कार्य विश्वसनीय नहीं रह पाते हैं। अत: एक अच्छे सर्वेक्षक के लिये जरूरी है कि वह समय-समय पर थियोडोलाइट के स्थायी समंजन को जाँच करते रहें तो कार्य में किसी प्रकार का बिगाड़ नहीं आने पाये। उपकरण के सही होने की स्थिति में सर्वेक्षण कार्य की परिशुद्धता के कारण ही बांध, उफनती नदियों का जल समेट लेते हैं, रेल मार्ग तथा सड़कें वक्रों पर साँप की तरह घूम जाती हैं नहरों तथा सीवरों में अचूक प्रवाह बना रहता है, सुरंगें पाताल में भटकने नहीं पातीं और भवनों की मुंडेरें बादलों को छूने लगती हैं।

थियोडोलाइट के स्थायी समंजन निम्न हैं—

Following are the permanent Adjustment of Theodolite.

1. Adjustment of Plate Level.
2. Adjustment of line of Sight.
3. Adjustment of Horizontal axis or Trunion axis.
4. Adjustment of vertical axis.
5. Adjustment of altitude level.

The desired relationships between the fundamental lines of theodolite are as follows :

1. The axis of the plate level must be perpendicular to the vertical axis.
2. The line of collimation should coincide with the optical axis of telescope and should also be perpendicular to the vertical axis.
3. The horizontal axis must be perpendicular to the vertical axis.
4. The axis of the telescope must be parallel to the line of collimation.
5. The line of collimation must be perpendicular to the horizontal axis and the vertical axis should read zero when the line of collimation is horizontal.

3.24-1 प्लेट पाणसल का समंजन (Adjustment of Plate Level)

वांछित सम्बंध—प्लेट पाणसल का अक्ष, बुलबुले के केन्द्र में स्थित होने पर, ऊर्ध्वाधर अक्ष के लम्बवत् होना चाहिये।

उद्देश्य—इस समंजन का उद्देश्य ऊर्ध्वाधर अक्ष को यथार्थ ऊर्ध्वाधर करना है। इस स्थिति में, यदि प्लेट के बबल को एक बार केन्द्र में कर दिया जाता है तो उपकरण को ऊर्ध्वाधर अक्ष के परित: घुमाने पर प्रत्येक स्थिति में बबल मध्य में ही रहता है।

जाँच—(a) उपकरण को ठोस जमीन पर स्थापित करो। प्लेट पाणसल को अस्थाई समंजन के लिये दो समकोण स्थितियों में बबल को केन्द्र में लाओ।

(b) जब दूरबीन तीसरे पाद पेंच पर हो तो उसे 180° घुमाने पर बुलबुला केन्द्र से बाहर नहीं जाना चाहिये। यदि बुलबुला केन्द्र में रहता है तो समंजन सही है, अन्यथा नहीं।

समंजन—(a) यदि समंजन ठीक नहीं है तो उपकरण का समतलन करो जिससे कि बबल दो लम्बवत् स्थितियों के मध्य में रहें।

(b) दूरबीन को 180° घुमाओ। यदि बुलबुला केन्द्र से हट जाये तो आधी दूरी पाद पेंच से चलाओ तथा बाकी आधी दूरी क्लिप पेंच से चलाओ।

(c) क्रमांक (a) तथा (b) को तब तक दोहराओ जब तक कि बबल प्रत्येक स्थिति में मध्य में न रहे। ऐसा करने से ऊर्ध्वाधर अक्ष यथार्थ ऊर्ध्वाधर हो जायेगी।

3.24-2 दृष्टि रेखा का समंजन (Adjustment of line of Sight)

वांछित सम्बंध—दृष्टि रेखा व दूरबीन का प्रकाशीय अक्ष आपस में मिलकर एक होने चाहिये।

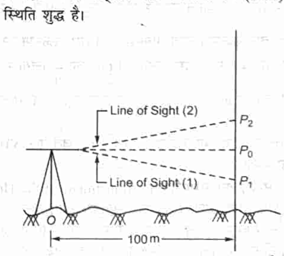
उद्देश्य—इस समंजन का उद्देश्य डायाफ्राम के मध्य क्षैतिज रेखा और ऊर्ध्वाधर रेखा के कटान बिन्दु को प्रकाशीय रेखा के सम्पाती करना है। इसके लिये क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर दोनों कृस-तन्तुओं (cross-hairs) को समंजित किया जाता है।

डायफ्राम का ऊर्ध्वाधरता और क्षैतिजता के लिये परीक्षण—यह समंजन करने से पहले सुनिश्चित करें कि उपकरण के समतल होने की स्थिति में डायफ्राम की ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज रेखायें ठीक ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज हैं अथवा नहीं। इसके परीक्षण के लिये उपकरण से कुछ दूरी पर एक साहुल को धागा बाँध कर लटकाओ तथा साहुल के धागे को उपकरण से देखो यदि साहुल का धागा डायफ्राम की ऊर्ध्वाधर रेखा के समान्तर है तो ठीक है अन्यथा डायफ्राम के केप्सटन हैडिड स्क्रू को ढीला करके उसे थोड़ा घुमाओ, जिससे ऊर्ध्वाधर रेखा धागे के ठीक समान्तर हो जाये। ऐसा करने से क्षैतिज रेखा स्वयं समान्तर हो जायेगी।

डायफ्राम की क्षैतिज रेखा का समंजन—यदि दूरबीन के बिम्ब पट का क्षैतिज तन्तु अपनी शुद्ध केन्द्र-स्थिति में नहीं है तो एक ही लक्ष्य पर विभिन्न फोकलन में दृष्टि रेखा की स्थिति बदल जाती है जिसके कारण ऊर्ध्वाधर कोणों के मापन व तलेक्षण कार्य में त्रुटि आ जाती है परन्तु इस त्रुटि का प्रभाव क्षैतिज कोणों के मान पर नहीं पड़ता है।

जाँच—(a) उपकरण को समतल भूमि पर स्थापित कर उसका सही समतलन करो। अस्थायी समंजन करो। उपकरण स्टेशन O से लगभग 100 मीटर की दूरी पर, एक गज (staff) P खड़ा करके दूरबीन से उस पर पाठ्यांक पढ़ो। माना यह P_1 है। ऊर्ध्वाधर चक्री vertical circle पर भी ऊर्ध्वाधर कोण पढ़ें। (चित्र 3.23)

(b) दूरबीन को transit करके उसे 180° पर क्षैतिज समतल (क्षैतिज चक्र) में घुमायें। ऐसा करने से उपकरण का फलक बदल जायेगा। Vertical circle पर पहले वाला पाठ्यांक सैट करें तथा गज (staff) P को पढ़ें। यदि गज पाठ्यांक नहीं बदलता तो क्षैतिज तन्तु की केन्द्र स्थिति शुद्ध है।



चित्र 3.23

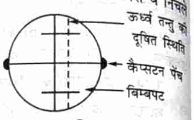
civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

समायोजन—(a) यदि गज पर पाठ्यांक बदल गया है माना यह पाठ्यांक P_2 है तो क्षैतिज तन्तु अपनी सही केन्द्रावस्था में नहीं है और त्रुटि का मान दोनों गज पाठ्यांकों का अन्तर $(P_2 - P_1)$ होता है। यह आभासी त्रुटि (apparent error) कहलाती है। वास्तविक त्रुटि (real error) इसकी आधी ली जाती है।

(b) p_2 तथा p_1 का मध्यमान (staff reading) p_0 गज पर ठीक से नोट करें। अब बिम्ब पर लगे ऊपरी व निचले सिर-बिंधा पेंचों को घुमायें ताकि क्षैतिज तन्तु गज पर पाठ्यांक p_0 को लक्ष्यबद्ध करें। जाँच व उपरोक्त समंजन क्रिया को तब तक दोहराते रहें जब तक दूरबीन के संक्रमण व क्षैतिज चक्रण (transiting and swinging) पर लक्ष्यबद्ध पाठ्यांक प्राप्त न हो जायें।



चित्र 3.24

(c) ऊर्ध्वाधर क्रूस-तन्तु का समायोजन—इस समायोजन का उद्देश्य दूरबीन की अक्ष रेखा को उपकरण के क्षैतिज अक्ष के समकोणिक बनाना है, अर्थात् ऊर्ध्वाधर तन्तु अपनी सही मध्य स्थिति में लाना है। (चित्र 3.24)

जब किसी सर्वेक्षण रेखा का विस्तार करना हो अथवा दो विभिन्न उच्चता वाले बिन्दुओं के मध्य क्षैतिज कोण मापना हो, यह जाँच आवश्यक है।

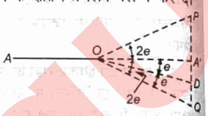
(i) जाँच—(a) थियोडोलाइट को ऐसे उपयुक्त स्थान पर, जहाँ दोनों तरफ 100 मी० लम्बी पट्टी (Strip) उपलब्ध हो, सैट करके समतलन में लायें। माना यह स्टेशन O है।

(b) उपकरण से 100 मी० की दूरी पर एक बिन्दु को लक्ष्यबद्ध करें। उपकरण के क्षैतिज प्रचलन क्लैम्प कर दें।

(c) अब दूरबीन का संक्रमण करें (180° पर ऊर्ध्वाधर समतल में घुमायें) ऐसा करने पर, नेत्रिका व अभिदृश्य लैंसों की स्थिति बदल जायेगी। अब बिन्दु A की विपरीत दिशा में एक अन्य बिन्दु P स्थापित करें, ताकि $AO = OP$ हो। (चित्र 3.25)

(d) अब उपकरण को (ऊपरी प्लेट को ढीला करके) क्षैतिज समतल में 180° घुमाते हुये, दूरबीन से पुन: बिन्दु को A को लक्ष्यबद्ध करें। प्लेटें कस दें।

(e) पुन: दूरबीन का संक्रमण (अनुक्रम c की भाँति) करके बिन्दु P को साधें।



चित्र 3.25

यदि क्रूस-तन्तु P को लक्ष्यबद्ध करते हैं, समायोजन की आवश्यकता नहीं है और दृष्टि रेखा क्षैतिज अक्ष पर समकोणिक हैं।

(ii) समायोजन—(a) यदि दृष्टि रेखा P से नहीं गुजरती है, तो इस दृष्टि रेखा पर एक अन्य बिन्दु D , उतनी ही दूरी पर स्थापित करें।

(b) P व Q को मिलायें और इस रेखा पर, P की तरफ एक अन्य बिन्दु D लगायें, जिसकी दूरी बिन्दु Q से $\frac{1}{4}QP$ हो।

उपरोक्त प्रक्रिया में दूरबीन का दो बार संक्रमण किया गया है। एक बार संक्रमण पर आभासी त्रुटि, यथार्थ त्रुटि का दो गुना हो जाती है और दो बार संक्रमण पर चार गुना। अत: संशोधन QP का $\frac{1}{4}$ लिया गया है।

(c) बिम्बपट के पार्श्व सिर-बिंधा पेंचों (Capstan Screws) को घुमाकर, ऊर्ध्वाधर तन्तु को ठीक बिन्दु D के बिम्ब पर लायें।

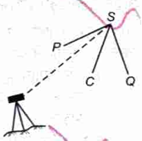
उपरोक्त क्रिया को तब तक दोहराते रहें (दो बार संक्रमण करते हुये), जब तक उपकरण की फलक बदलने पर, दृष्टि रेखा AOA' की ठीक सीध में नहीं आ जाती है।

3.24-3 क्षैतिज अक्ष (ट्रूनियन अक्ष) का समायोजन (Adjustment of the Horizontal Axis)—उपकरण का क्षैतिज अक्ष, ऊर्ध्वाधर अक्ष के समकोणिक होना चाहिये। उपरोक्त समायोजन में, ऊर्ध्वाधर क्रूस-तन्तु को समायोजित करके यह निश्चित किया गया था कि दूरबीन के संक्रमण पर, दृष्टि रेखा एक समतल में घूमेगी। अब इस समायोजन के करने पर यह भी निर्धारित हो जाता है कि वह समतल ठीक एक ऊर्ध्वाधर समतल होगा। जब लक्ष्यों को साधने के लिये दूरबीन को ऊर्ध्वाधर समतल में घुमाना होता है, तब ऊर्ध्वाधर समतल यथार्थ में ऊर्ध्वाधर ही होना चाहिये।

समायोजन की इस विधि को (ढालू) मीनार जाँच (spire test) भी कहते हैं।

(i) जाँच—(a) थियोडोलाइट को किसी ऊँचे भवन अथवा मीनार के पास (10 मी० की दूरी पर) सेट करके, इसका समतलन करें। भवन या मीनार के शिखर पर कोई विशिष्ट बिन्दु जैसे तड़ित-चालक (Lightning Conductor) अथवा बर्जी को चिन्हित करें। मान लो यह बिन्दु S है।

(b) निचली प्लेट को क्लैम्प करके, बिन्दु S को लक्ष्यबद्ध करें और ऊपरी प्लेट को भी कस दें। अब दूरबीन को नीचा करके आधार (base) के पास, दृष्टि रेखा पर एक अन्य बिन्दु P लगायें। (चित्र 3.26)



चित्र 3.26

(c) दूरबीन का संक्रमण करें और प्लेटों को क्षैतिज समतल में 180° घुमायें अर्थात् उपकरण का फलक बदलें और पुन: बिन्दु S को लक्ष्यबद्ध करें।

(d) दूरबीन को पुन: नीचे को झुकायें। यदि दृष्टि रेखा बिन्दु P को ठीक से लक्ष्यबद्ध करती है, उपकरण का समायोजन सही है।

(ii) समायोजन—(a) यदि दृष्टि रेखा बिन्दु P से पारित नहीं होती है, तो उपकरण का क्षैतिज अक्ष, ऊर्ध्वाधर अक्ष पर समकोणिक नहीं है और समायोजन की आवश्यकता है।

तब दृष्टि रेखा की सीध में, बिन्दु P के तल पर ही एक अन्य बिन्दु Q लगायें।

(b) P-Q के मध्य में निशान लगायें। मान लो यह बिन्दु C है। बिन्दु C को लक्ष्यबद्ध करें और ऊपरी प्लेट को कस दें।

(c) दूरबीन को ऊपर को घुमाकर, बिन्दु S की तरफ देखें। परन्तु दृष्टि रेखा बिन्दु S को नहीं काटेगी। उपकरण के A-फ्रेम के शीर्ष पर लगे पेंच को चला कर दूरबीन अक्ष के (नीचे-ऊपर उठने वाले) सिरे को समायोजित करें और दृष्टि रेखा को ठीक बिन्दु S से पारित करायें।

(d) उपरोक्त क्रिया को बार-बार दोहरायें, जब तक बिन्दु C को साधने के बाद, दूरबीन को ऊँचा उठाने पर दृष्टि रेखा बिन्दु S से पारित न हो जाये।

3.24-4. ऊपरी पाणसल व ऊर्ध्वाधर चक्री-सूचक का समायोजन (Adjustment of Level and Vertical Circle Index)—जब ऊपरी पाणसल का बुलबुला अपने केन्द्र में हो और ऊर्ध्वाधर चक्री का पाठ्यांक शून्य-शून्य हो, तब दृष्टि रेखा ठीक क्षैतिज होनी चाहिये।

यदि बुलबुले के केन्द्र में होने और दृष्टि रेखा के क्षैतिज होने पर भी, ऊर्ध्वाधर चक्री का पाठ्यांक शून्य-शून्य नहीं होता है और कोई अन्य पाठ्यांक दर्शाता है, तब यह त्रुटि सूचक त्रुटि (Index Error) कहलाती है। सूचक त्रुटि के कारण क्षैतिज समतल के सन्दर्भ में मापे गये ऊर्ध्वाधर कोण, सत्य कोण से या तो अधिक होंगे अथवा कम होंगे, परन्तु दो बिन्दुओं के मध्य मापे गये ऊर्ध्वाधर कोण इस त्रुटि से मुक्त होते हैं। इस त्रुटि की समायोजन विधि निम्न है।

आधुनिक उपकरणों में सन्तुलन की दृष्टि से ऊपरी पाणसल व क्लिप पेंच (Clip screw) A-फ्रेम की एक बाहु पर और ऊर्ध्वाधर चक्री का क्लैम्प व मन्दगति पेंच दूसरी बाहु पर लगाये जाते हैं।

(i) जाँच—(a) थियोडोलाइट को जमीन पर सैट करके, प्लेट पाणसल की सहायता से समतलन करें।

(b) ऊपरी पाणसल को बुलबुले की क्लिप पेंच की सहायता से नलिका के मध्य में लायें।

(c) क्लैम्प व मन्द गति पेंच से ऊर्ध्वाधर चक्री पर पाठ्यांक शून्य-शून्य बनायें और उपकरण से लगभग 100 मी० की दूरी पर एक गज रखकर, उसका पाठ्यांक पढ़ें।

(d) अब ऊर्ध्वाधर चक्री क्लैम्प को ढीला करें और उपकरण की फलक बदलें (दूरबीन का संक्रमण करें और उसे 180° पर क्षैतिज समतल में घुमायें)।

(e) ऊपरी बुलबुलें को देखें। यदि वह केन्द्र से बाहर निकल गया है, क्लिप पेंच की सहायता से उसे केन्द्र में लायें।

(f) गज को पुन: पढ़ें। यदि गज पर पाठ्यांक पहले वाला है, उपकरण सही है, अन्यथा इसका समायोजन होना है।

(ii) समायोजन—(a) यदि गज पर पाठ्यांक बदल जाता है, तो इसे नोट करें और दृष्टि रेखा को दोनों गज-पठनों के औसत पाठ्यांक पर लायें। इसके लिये ऊर्ध्वाधर चक्री के मन्दगति पेंच की सहायता लें।

(b) क्लिप पेंच को चलाकर ऊर्ध्वाधर चक्री के पाठ्यांक को शून्य पर लायें। ऐसा करने पर ऊपरी पाणसल का बुलबुला अपने घर (केन्द्र) से बाहर चला जायेगा। बुलबुले को पाणसल के सिर-बिंधा पेंच चलाकर पुन: केन्द्र में लायें।

जाँच पुन: करें और जब तक त्रुटि का निरास नहीं होता है, समायोजन क्रिया दोहराते रहें।

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3.25 Errors in Theodolite

थियोडोलाइट एक बहुत ही परिशुद्ध उपकरण है। थियोडोलाइट से सर्वेक्षण करते समय विभिन्न सम्भावित त्रुटियों को निम्न तीन भागों में बाँटा जा सकता है—

1. उपकरणीय त्रुटियाँ (Instrumental Errors)
2. व्यक्तिगत या प्रेक्षण त्रुटियाँ (Personal Errors)
3. प्राकृतिक त्रुटियाँ (Natural Errors)

3.25.1. उपकरणीय त्रुटियाँ (Instrumental Errors)—इस प्रकार की त्रुटियाँ उपकरण के संरचनात्मक दोष विभिन्न घटकों के घर्षण या गलत समायोजन आदि के कारण होती हैं। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि ये त्रुटियाँ निम्न कारणों से होती हैं—

(i) उपकरण की क्षैतिज अक्ष ऊर्ध्वाधर अक्ष पर लम्ब न होना।
(ii) उपकरण का स्थायी समंजन में न होना।
(iii) उपकरण की क्षैतिज अक्ष या अक्ष रेखा का दूरबीन की अक्ष के समान्तर न होना।
(iv) ऊपरी व निचली प्लेटों के अक्षों का संकेन्द्रित न होना।
(v) Vertical circle के वर्नियर का ठीक समायोजन न होना।
(vi) Graduation का समान न होना।
(vii) Diaphragm पर लगे cross hairs का ठीक ऊर्ध्व न होना उपकरण के स्थायी समंजन में न होने के कारण निम्नलिखित त्रुटियाँ हो सकती हैं—

1. त्रुटिपूर्ण अंशांकन के कारण त्रुटि (Error due to imperfect graduation)—यदि मुख्य स्केल या वर्नियर स्केल के अंशांकन त्रुटिपूर्ण है तो प्रेक्षण किया गया पाठ्यांक त्रुटिपूर्ण होगा।

2. वर्नियर की उत्केन्द्रता से उत्पन्न त्रुटि (Error due to eccentricity of vernier)—यदि वर्नियर *A* तथा vernier *B* के पाठ्यांकों का अन्तर ठीक 180° नहीं है इसका तात्पर्य है कि वर्नियर छड़ सीधी नहीं लगी है।

3. प्लेट बबल के समंजन में न होने के कारण त्रुटि (Error due to imperfect adjustment of plate bubble)— Level Tube के बबल के केन्द्र में होने पर यदि ऊपरी तथा निचली प्लेट सही रूप से क्षैतिज नहीं हैं। इसका अर्थ है कि उपकरण की ऊर्ध्वाधर अक्ष यथार्थ रूप से ऊर्ध्वाधर नहीं है इस स्थिति में पढ़ा गया पाठ्यांक त्रुटिपूर्ण होगा।

इस त्रुटि को दूर करने के लिये उपकरण का समतलन प्लेट बबल के स्थान पर ऊपरी बबल के सापेक्ष करना चाहिये।

4. दृष्टि रेखा के क्षैतिज अक्ष पर लम्ब न होने के कारण त्रुटि (Error due to line of sight not being perpendicular to horizontal axis)—यदि दृष्टि रेखा उपकरण की क्षैतिज अक्ष पर समकोणिक नहीं है तो उपकरण की दूरबीन ऊर्ध्वाधर समतलन में घूमने के बजाय शंकुनुमा सतह बनाती हैं। इस स्थिति में पढ़ा गया पाठ्यांक त्रुटिपूर्ण होगा।

इस त्रुटि से बचने के लिये उपकरण के दोनों फलकों पर पाठ्यांक लिया जाता है।

5. क्षैतिज अक्ष का ऊर्ध्वाधर अक्ष पर लम्ब न होने के कारण त्रुटि (Error due to horizontal axis not being perpendicular to the vertical axis)—यदि उपकरण की क्षैतिज अक्ष ऊर्ध्वाधर अक्ष पर यथार्थ लम्ब नहीं है तो पढ़ा गया पाठ्यांक त्रुटिपूर्ण होगा।

इस त्रुटि से बचने के लिये पाठ्यांक दोनों फलकों पर लेना चाहिये।

6. दूरबीन का पाणसल अक्ष (Axis of level tube) और दृष्टि रेखा के समान्तर न होने के कारण त्रुटि (Error due to non-parallelism of the axis of the telescope and line of sight)—यदि दृष्टि रेखा दूरबीन के पाणसल अक्ष के समानान्तर नहीं है तो इस स्थिति में पढ़ा गया पाठ्यांक त्रुटिपूर्ण होगा।

इस त्रुटि से बचाव के लिये दोनों फलकों पर पाठ्यांक लिया जाता है।

7. बाहरी और आन्तरिक अक्षों की उत्केन्द्रता के कारण त्रुटि (Error due to eccentricity of inner and outer axes)—यदि बाहरी प्लेट और आंतरिक प्लेट अक्ष संकेन्द्री (concentric) नहीं है तो vernier *A* तथा vernier *B* पर पढ़े गये पाठ्यांक भिन्न होंगे। दोनों verniers का मध्यमान सही कोण होगा।

8. ऊर्ध्वाधर वृत्त में वर्नियर के अपूर्ण समंजन के कारण त्रुटि (error due to imperfect adjustment of vernier of the vertical circle)—यदि दृष्टि रेखा के ठीक क्षैतिज हो जाने पर vertical circle में शून्य पाठ्यांक नहीं आता है इसका अर्थ है कि vertical circle में vernier ठीक समंजन में नहीं है।

इस प्रकार की error को Index error कहते हैं। इस त्रुटि के निरास के लिये मापे गये पाठ्यांकों में सूचक संशोधन लगा दिया जाता है या फिर दोनों फलकों पर पाठ्यांक पढ़ा जाता है।

3.25-2. व्यक्तिगत या प्रेक्षण त्रुटियाँ (Personal Error or Observational Errors)

मुख्य कारण—

1. Error in taking Observation.
2. Inaccurate Centering.
3. Inaccurate Levelling.
4. Error due to slip.
5. Error due to Parallax.
6. Inaccurate bisection of observed point.
7. Manipulating wrong tangent screw.

3.25-3. प्राकृतिक त्रुटियाँ (Natural Errors)

मुख्य कारण—

1. Due to variation in temprature.
2. Direct Sun rays.
3. Due to wind
4. Due to rain
5. Due to missing of Instrument Station.

3.26 थियोडोलाइट माला रेखण (Theodolite Traversing)

माला रेखण (Traversing)—माला रेखण वह सर्वेक्षण है जिसमें सम्पूर्ण सर्वेक्षण ढाँचा कई connected lines का बना होता है जिसके अन्तर्गत रेखाओं की लम्बाई फीते से जबकि रेखाओं की direction किसी Angle measuring Instrument से मापी जाती हैं। इस प्रकार सर्वेक्षण ढाँचे की लम्बाई को फीते से नापकर तथा कोणमापी से कोण मापकर क्षेत्र में लगाने की क्रिया को Traversing कहते हैं।

Traversing करने के लिये मुख्य रूप से जो उपकरण प्रयोग किया जाता है उसी के नाम पर traversing को नामित किया जाता है अत: उपकरण के आधार पर traversing निम्न प्रकार की होती हैं—

1. Chain Traverse
2. Compass Traverse
3. Plane Table Traverse
4. Theodolite Traverse

Theodolite Traversing अन्य traversing से परिशुद्ध होता है क्योंकि इसमें कोणों का मापन वर्नियरों द्वारा **डिग्री-मिनट-सैकेण्ड** की परिशुद्धता तक किया जाता है।

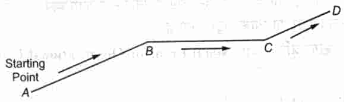
3.27 Types of Traverse

Following are the two types of Traverse :

1. Open Traverse
2. Closed Traverse

civilguru.net

1. Open Traverse—जब सर्वेक्षण ढाँचे की रूप रेखा इस तरह से हो कि सर्वेक्षण जिस बिन्दु से प्रारम्भ किया गया हो उसी बिन्दु पर समाप्त न हो तो उसे खुली माला रेखा कहते हैं। इस प्रकार का सर्वेक्षण सदैव किसी (thin strip) के लिये किया जाता है, जैसे—सड़क, रेलवे लाइन तथा नहर आदि।



चित्र 3.27–Open Transverse

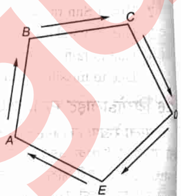
2. Closed Traverse—जब सर्वेक्षण का ढाँचा इस तरह का हो कि रेखायें एक बन्द परिपथ (closed circuit) बनाये तो इसे बन्द माला रेखण कहते हैं। इसमें जिस बिन्दु से सर्वेक्षण आरम्भ किया जाता है उसी बिन्दु पर समाप्त किया जाता है। इसके अन्तर्गत निश्चित दिशा व निश्चित लम्बाई में खींची गयी रेखाओं की शृंखला होती हैं जो परस्पर क्रमिक रूप से जुड़ी होती हैं उसे closed traverse कहते हैं।

Closed Traverse निम्न दो प्रकार के होते हैं—

1. Clockwise
2. Anticlockwise

3.28 Following are the two stages of work in Traversing

1. Linear Measurement
2. Angular Measurement



चित्र 3.28–Closed Transverse

3.29 Theodolite Traversing

Theodolite Traversing में निम्न क्षेत्रीय कार्य करने होते हैं—

(i) क्षेत्र कर वीक्षण (Reconnaisance)
(ii) स्टेशनों का चयन व स्थापन
(iii) सर्वेक्षण रेखाओं का सर्वेक्षण
(iv) क्षेत्र-पंजी में इन्दराज
(v) Traverse की plotting

3.30 Methods of Theodolite Traversing

माला रेखा की विभिन्न रेखाओं की दिशा निर्धारित करने की निम्न विधियाँ हैं—

1. By direct observation of Angle
(Free or loose needle method)
2. By direct observation of bearing
(Fast needle method)

1. By direct observation of Angle—It may be further divided as follows—

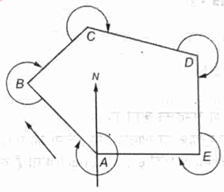
A. By Inculded or Excluded Angle.
B. By deflection angle method

1. By direct observation of angle (Free or loose needle method)—इस विधि के अन्तर्गत क्रमागत रेखाओं के बीच के कोणों को मापा जाता है जिसके लिये आरम्भिक रेखा का दिक्मान प्रेक्षित किया जाता है। अन्य रेखाओं के दिक्मान, प्रेक्षित दिक्मान एवं मापे गये कोणों की सहायता से ज्ञात कर लिये जाते हैं। क्रमागत रेखाओं के मध्य कोण निम्न विधियों द्वारा मापे जा सकते हैं।

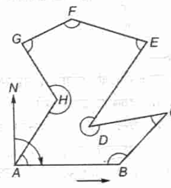
A. By Included or Excluded angles
B. By deflection angle

3.31 Traversing by the method of Included angles

इस विधि का प्रयोग बन्द माला रेखा के लिये किया जाता है। कोणों को मापने के लिये repetition method अपनाया जाता है। Closed Traverse में या तो Included angle या External Angle नापे जाते हैं। यदि माला रेखा clockwise है तो external angle मापे जाते हैं। जबकि anticlockwise traverse के लिये Included angle मापे जाते हैं।



चित्र 3.29–Clockwise Traverse



चित्र 3.30–Antilockwise Traverse

Procedure—For Anticlockwise Traverse

1. चूँकि traverse anticlockwise है अत: सर्वप्रथम theodolite को प्रारम्भिक बिन्दु A पर स्थापित करते हैं, रेखा AB का दिक्मान ज्ञात करते हैं।

2. अब कोण HAB को नापते हैं इसके लिये पिछले स्टेशन H पर back sight लेते हैं तथा telescope को clockwise direction में घुमाकर B पर fore sight लेते हैं।

3. दोनों वर्नियरों द्वारा पढ़े गये पाठ्यांकों का मध्यमान कोण HAB होगा।

4. अब telescope के face को बदलकर उपरोक्त की भांति पुन: वर्नियर के पाठ्यांकों का मध्यमान लेते हैं। इस प्रकार दूसरे फलक पर $\angle HAB$ का मान ज्ञात हो जाता है।

5. उपरोक्त चरण (3) व (4) में पढ़े गये कोण HAB के दोनों मानों को जोड़कर $\angle HAB$ का मध्यमान ज्ञात कर लेते हैं। ऐसा करने से कई प्रकार की errors समाप्त हो जाती हैं तथा कार्य की परिशुद्धता बढ़ जाती है।

6. अब इसी प्रकार उपकरण को क्रमागत रूप से अगले स्टेशन पर स्थापित कर उपरोक्त की भांति समस्त आंतरिक कोण ज्ञात कर लेते हैं।

7. कोणमापी की दिशा में रेखाओं की लम्बाई steel tap द्वारा माप ली जाती है।

3.32 Check in a Closed Traverse or Charcteristics of a Closed Traverse

1. सभी Northing का sum समस्त Southing के बराबर होना चाहिये।
2. सभी Easting का sum समस्त Westing के बराबर होना चाहिये।
3. समस्त आंतरिक कोणों का sum = $(2n - 4) \times$ right angle
4. समस्त external कोणों का sum = $(2n + 4) \times$ right angle

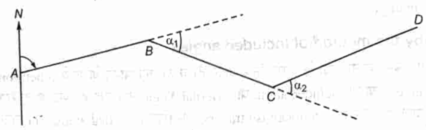
civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

5. The algebraic sum of the deflection Angle = 360°
6. The Fore Bearing and Back Bearing of the finishing line should differ by 180°.

3.33 Traversing by deflection angle

इस विधि का प्रयोग अधिकतर open traverse के लिये किया जाता है।



चित्र 3.31

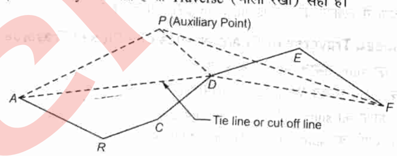
Procedure—

1. सर्वप्रथम उपकरण को स्टेशन A पर स्थापित करते हैं।
2. AB रेखा का दिक्मान ज्ञात करते हैं।
3. उपकरण को बिन्दु B पर स्थानान्तरित करते हैं तथा समतलन करते हैं।
4. Vernier A के शून्यांक को horizontal circle के शून्यांक पर लाकर ऊपर क्लैम्प को कस देते हैं निचले clamp को ढीला करके एवं slow motion screw की सहायता से station A को exactly bisect करते हैं तथा lower clamp को कस देते हैं।
5. अब ऊपरी क्लैम्प को ढीला करके upper slow motion screw की सहायता से स्टेशन C पर fore sight लेते हैं।
6. दोनों verniers के पाठ्यांकों का मध्यमान वांछित deflection angle का मान होता है।
7. अब यंत्र को C पर स्थापित करते हैं तथा पिछले स्टेशन B पर back sight लेते है और deflection angle का मान उपरोक्तानुसार ज्ञात करते हैं। इसी प्रकार क्रमानुसार आगे बढ़ते जाते हैं।

खुली माला रेखा में चेक (Check in Open Traverse)—खुली माला रेखा को field में चेक नहीं किया जा सकता, केवल आलेखन (plotting) के पश्चात् ही खुली माला रेखा को चेक किया जा सकता है। नीचे कुछ खुली माला रेखा के चेक दिये जा रहे हैं—

1. उपरेखा द्वारा (By Tie line or cut off line)
2. ऑक्जीलरी बिन्दु द्वारा (By Auxiliary Point)

1. उपरेखा द्वारा (By Tie line or cut off line)—जैसा कि चित्र 3.32 में दिखाया गया है $ABCDEF$ एक खुली माला रेखा (Open traverse) है। अपनी सुविधानुसार cut off lines AD तथा DF खींचो अर्थात् A को D तथा D को F से मिलाओ। अब उपकरण की सहायता से रेखा AD तथा DF के अग्र एवं पश्च दिक्मान पढ़ो। AD तथा DF को मापो। कोई उपयुक्त स्केल मानकर Traverse (माला रेखा) को अंकित करो। यदि अंकित रेखा व रेखाओं के दिक्मान (अग्र तथा पश्च) field में लिये गये पाठ्यांकों से tally कर जाते हैं तो Traverse (माला रेखा) सही है।



चित्र 3.32

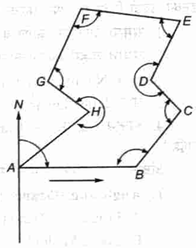
2. ऑक्जीलरी बिन्दु द्वारा (By Auxiliary Point)—माला रेखा के एक ओर कोई बिन्दु P चिन्हित किया जाता है। इस बिन्दु P का चुम्बकीय दिक्मान (Magnetic bearing) बिन्दु A,D तथा F से पढ़ते हैं। यदि Traversing एवं Plotting परिशुद्धतापूर्वक की गयी है तब समस्त दिक्मान (Bearings) बिन्दु P से मिलेंगे।

इसके अतिरिक्त माला रेखा को बिन्दु P के Co-ordinates की गणना करके भी चेक किया जा सकता है। माना ADP तथा DFP दो बंद माला रेखाएं हैं। यदि P के co-ordinates की गणना दोनों साइड से करने पर समान आती है तो माला रेखा सही है।

B. Direct method without transiting—यदि थियोडोलाइट Non-transit type का हो तो traversing के लिये इस विधि को अपनाया जाता है।

Procedure—

1. सर्वप्रथम उपकरण को बिन्दु A पर स्थापित करते हैं। Vernier A के शून्यांक को मुख्य स्केल के शून्यांक से मिलाते हैं। निचले क्लैम्प और slow motion की सहायता से दूरबीन को north direction में लाते हैं।
2. निचले क्लैम्प को बन्द करके, ऊपरी क्लैम्प को ढीला कर B बिन्दु को bisect किया जाता है। Slow motion screw की सहायता से B को exactly bisect करते हैं। इस समय वर्नियर A का पाठ्यांक ही रेखा AB का bearing होगा माना यह 70° है।
3. अब उपकरण को B पर स्थापित करते हैं इस समय भी वर्नियर का पाठ्यांक वही 70° होना चाहिये। यदि थोड़ा-बहुत अन्तर आ जाये तो upper tangent screw की सहायता से सही कर लिया जाता है।
4. अब निचले क्लैम्प को ढीला करके A को देखते हैं तथा निचले slow motion की सहायता से A को exactly bisect करते हैं।



चित्र 3.33

5. A पर back sight लेने के पश्चात् C को bisect करने के लिये telescope को ऊर्ध्वाधर अक्ष के सापेक्ष घुमाओ क्योंकि दूरबीन को transit नहीं किया जा सकता।
6. जो orientation पहले B पर AB के सापेक्ष था वही अब BA के सापेक्ष है अत: यह 180° के अन्तर पर होगी। अत: उपकरण के B पर स्थापन के समय वर्नियर A के पाठ्यांक में 180° का correction करना होगा।

विशेष ध्यान आकर्षण—यदि vernier A का पाठ्यांक 180° से कम है तो 180° जोड़ा जायेगा; यदि 180° से अधिक है तो इसमें से 180° घटाया जायेगा।

7. इस समय स्टेशन C पर orientation में 360° का अन्तर हो जायेगा। अत: 180° का correction नहीं करना होगा।

C. By Back Bearing Method—यह विधि उस समय अपनाई जाती है जब उपकरण में transiting की व्यवस्था न हो अर्थात् transiting सम्भव न हो।

Procedure—

1. सर्वप्रथम उपकरण को A पर स्थापित कर समतलन करो।
2. Vernier A के शून्यांक को मुख्य स्केल के शून्यांक से मिलाकर upper clamp को कस देते हैं। Lower clamp को ढीला करके telescope को North direction में लाओ।
3. ऊपरी clamp को ढीला करो, B को लक्ष्यबद्ध करो तथा upper tangent की मदद से B को exactly bisect करो। इस समय वर्नियर A का पाठ्यांक रेखा AB की bearing के समान होगा।
4. अब उपकरण को B पर स्थापित करो।
5. Vernier A को स्टेशन A की back bearing अर्थात् (bearing of BA) के लिये set करते हैं। इस समय भी vernier A पर वही पाठ्यांक होगा जो कि पूर्व स्टेशन A पर vernier B का था।
6. Upper clamp को कस दो। Lower को ढीला करके A को देखो। Slow motion screw की सहायता से A को exactly bisect करो तथा A की back sight लो।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

7. Lower clamp को ढीला करके ऊर्ध्वाधर अक्ष के सापेक्ष telescope को तब तक घुमाओ जब तक स्टेशन C bisect न हो जाये exact bisection के लिये slow motion का प्रयोग करो।

8. इस समय वर्नियर A का पाठ्यांक रेखा BC का bearing के बराबर होगा।

9. अब रेखा CB का bearing प्राप्त करने के लिये उपरोक्त क्रिया को दोहराओ। इसी प्रकार आगे बढ़ते जाओ।

3.34 माला रेखा का आलेखन (Plotting of a Traverse)

माला रेखण का क्षेत्रीय कार्य समाप्त करने के बाद चक्रम का अंकन (plotting) किया जाता है। Plotting किये जाने से पूर्व traverse की linear measurement व angular measurement की जाँच कर लेनी चाहिये। रेखा की लम्बाई की जाँच इनकी उल्टी दिशा में मापन करके की जाती है जबकि कोणीय मापों की जाँच निम्नानुसार करते हैं—

1. समस्त आंतरिक कोणों का योग $= (2n-4) \times$ right angle
2. समस्त बाहरी कोणों का योग $= (2n+4) \times$ right angle

यहाँ n = No. of sides of traverse

3. सभी deflection angles का algebraic sum $= 360°$
4. अन्तिम रेखा के fore bearing तथा प्रारम्भिक स्टेशन पर इसी रेखा के back bearing में $\pm 180°$ का अन्तर होना चाहिये।

अंकन (Plotting)—माला रेखा आलेखन की मुख्य दो विधियाँ हैं—

1. **Angle and Distance Method**
   - A. Protractor Method
   - B. Chord Method
   - C. Tangent Method
2. **Co-ordinate Method**

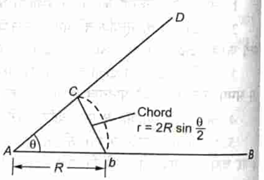
1. कोण एवं दूरी विधि (Angle and Distance Method)—इस विधि में स्टेशनों के मध्य दूरियाँ, किसी उपयुक्त पैमाने पर लेकर अंकित की जाती हैं तथा उन रेखाओं के मध्य कोण निम्न दी गयी किसी एक विधि से बनाये जाते हैं।

A. Protractor Method—सर्वेक्षण क्षेत्र से प्रेक्षण लेने के उपरांत अंकन (plotting) करने के लिये ड्राइंग शीट पर बिन्दु निर्धारित करके, protractor की सहायता से कोण बनाये जाते हैं तथा साथ ही निर्धारित रेखा से मापी गई दूरी अपनाये गये पैमाने के अनुरूप काट ली जाती है इस प्रकार बिन्दु की स्थिति निर्धारित हो जाती हैं।

चूँकि साधारण protractor के अंशांकों (graduation) की परिशुद्धता 10′ तक होती है जबकि थियोडोलाइट से लिये गये पाठ्यांकों की परिशुद्धता 20″ तक होती है। 20″ परिशुद्धता के कोण इस साधारण protractor से नहीं लगाये जा सकते हैं अत: protractor method थियोडोलाइट माला रेखण के आलेखन के लिये उपयुक्त नहीं है। इस विधि का प्रयोग दिक्सूचक माला रेखण के आलेखन के लिये किया जाता है।

B. जीवा विधि (Chord Method)—यह एक ज्यामिति विधि है इस विधि द्वारा किसी बिन्दु का आलेखन अर्थात् कोण का अंकन निम्न प्रकार किया जाता है। (चित्र 3.34)

माना कोई AB रेखा है इस रेखा के प्रारम्भिक बिन्दु A पर (θ कोण पर) एक AD रेखा खींचनी है। बिन्दु A को केन्द्र मानकर, कोई भी उचित दूरी R लेकर एक चाप लगाते हैं। माना यह चाप रेखा AB को बिन्दु b पर काटता है। अब बिन्दु b को केन्द्र मानकर त्रिज्या $2R\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ के बराबर एक और चाप लगाते हैं जो पहले चाप को बिन्दु C पर काटता है। अब C तथा A को मिलाने पर रेखा AD की दिशा निर्धारित हो जाती है।



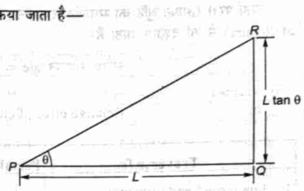
चित्र 3.34

C. टैन्जेन्ट विधि (Tangent Method)—माला रेखण में आलेखन करने की यह विधि भी एक ज्यामिति विधि है तथा इस सिद्धांत पर आधारित है कि किसी समकोण त्रिभुज में

$$\text{लम्ब} = \text{आधार} \times \tan\theta$$

इस विधि के अनुसार किसी बिन्दु का निर्धारण निम्न प्रकार किया जाता है—

माना PQ रेखा के बिन्दु P पर θ कोण पर होती हुई कोई PR रेखा खींचनी है। माना PQ की लम्बाई L है। ड्राइंग शीट पर कोई पैमाना मानकर PQ रेखा को स्थापित करो। बिन्दु Q पर $L\tan\theta$ के बराबर लम्ब खींचकर बिन्दु R निर्धारित किया जाता है। अब P तथा R को मिला दिया जाता है। इस स्थिति में रेखा PQ के साथ PR रेखा θ कोण पर होगी। साधारणतया थियोडोलाइट traverse के अंकन में (परिशुद्धता कम होने के कारण) यह विधि नहीं अपनाई जाती है।



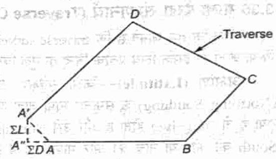
चित्र 3.35

2. निर्देशांक विधि (Co-ordinate Method)—थियोडोलाइट traverse के अंकन के लिये इस विधि का प्रयोग किया जाता है। यह एक अत्यन्त परिशुद्ध विधि है। इस विधि में traverse की Plotting, Latitude and departure की गणना करके की जाती है। इस विधि का लाभ यह है कि अंकन से पूर्व, Traverse की closing error यदि कोई हो तो उसका सन्तुलन (balancing) कर लिया जाता है।

3.35 समापन त्रुटि (Closing Error or Error of Closure)

किसी closed traverse की plotting करने के उपरांत, क्षेत्र मानों में त्रुटियों (linear and angular) के कारण यदि अंतिम बिन्दु प्रथम बिन्दु से नहीं मिलता तो closing error का केस बनता है। एक Closed Traverse निम्न शर्तों की पूर्ति करना चाहिये—

(i) समस्त भुजाओं के अक्षांशों का बीजीय योग शून्य होना चाहिये अर्थात् $\sum L = 0$ अर्थात कुल उत्तरान्तर (Northing) = कुल दक्षिणान्तर (Southing)



चित्र 3.36

(ii) सभी भुजाओं के भुजांकों का बीजीय योग शून्य होना चाहिये अर्थात् $\sum D = 0$ या कुल पूर्वान्तर (easting) = कुल पश्चिमान्तर westing। जैसा कि चित्र 3.36 में दिखाया गया है यदि traverse की plotting में किसी प्रकार की closing error न होती तो बिन्दु A' को traverse के प्रथम बिन्दु A से मिलना चाहिये था। परन्तु चित्र में ऐसा नहीं दिखाया गया है। अत: $A'A$ traverse की closing error है।

अत: किसी closed traverse में प्रथम भुजा के प्रारम्भिक बिन्दु और अंतिम भुजा के अंतिम बिन्दु के मध्य दूरी, समापन त्रुटि कहलाती है।

जैसा कि चित्र 3.36 में दर्शाया गया है कि समापन त्रुटि एक समकोण त्रिभुज का कर्ण होती है। इसकी अन्य भुजायें $A'A''$ व $A''A$ होती हैं। $A'A''$ याम्योत्तर के समान्तर तथा भुजा $A''A$ याम्योत्तर के लम्बवत् होती है। $A'A''$ का मान अक्षांशों के बीजीय योग ($\sum L$) तथा $A''A$ का मान भुजांकों के बीजीय योग के बराबर ($\sum D$) होता है। अत: त्रुटि का मान $\sum L$ तथा $\sum D$ की गणना से निकाला जा सकता है।

अत: समकोण त्रिभुज $A'A''A$ में

$$\text{Closing error, } C = A'A = \sqrt{(A'A'')^2 + (A''A)^2}$$
$$= \sqrt{(\sum L)^2 + (\sum D)^2}$$

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

समापन त्रुटि (रेखा) की दिशा निम्न सूत्र से ज्ञात की जाती है—

$$\tan\theta = \frac{\sum D}{\sum L}$$

यहाँ पर θ समापन त्रुटि का समानीत दिक्मान (R.B.) है। समापन त्रुटि को इसके सापेक्ष समापन त्रुटि (Relative error of closure) में भी दर्शाया जाता है।

∴ $$\text{सापेक्ष समापन त्रुटि} = \frac{\text{समापन त्रुटि}}{\text{चक्रम की परिधि}} = \frac{e}{p}$$

or $$\text{Relative error of closure} = \frac{1}{p/e}$$

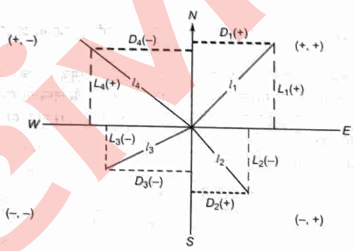
	Traverse for	Permissible angular error	Permissible relative closing error
1.	Land, road and railway	$1'\times\sqrt{N}$	1 in 3000
2.	City survey, important foundry survey	$30''\times\sqrt{N}$	1 in 5000
3.	Very important survey	$1'\times\sqrt{N}$	1 in 10,000

3.36 माला रेखा संगणनायें (Traverse Computation)

जैसा कि हम जानते हैं कि traverse survey में stations बिन्दुओं को उनके co-ordinates की सहायता से निर्धारित किया जाता है। इसके लिये प्रत्येक बिन्दु के मूल बिन्दु से दो दूरियाँ ज्ञात की जाती हैं जिन्हें latitude and departure कहते हैं।

अक्षांश (Latitude)—किसी सर्वेक्षण रेखा का latitude उसकी निर्देशांक लम्बाई है जो किसी Meridian (Northing, Southing) के समान्तर मापी जाती है। रेखा का अक्षांश (latitude) यदि North की ओर या ऊपर की ओर मापा गया है तो वह (+ive) होता है और उसे Northing कहते हैं जिसे अंग्रेजी के अक्षर (L) से प्रदर्शित करते हैं। यदि यह माप South की ओर या नीचे की ओर मापी गयी है तो (–ive) होती है जिसे Southing कहते हैं।

भुजांक (Departure)—सर्वेक्षण रेखा का departure उसकी वह निर्देशांक लम्बाई है जो किसी Meridian (Northing, Southing) के लम्बवत् मापी जाती है जिसे अंग्रेजी के अक्षर (D) से प्रदर्शित किया जाता है। यदि यह माप East की ओर है तो (+ive) होती है तथा Easting से पुकारा जाता है जबकि West की ओर मापा गया (–ive) होता है जो Westing कहलाता है।



चित्र 3.37

यदि माला रेखा में किसी बिन्दु के co-ordinates एवं लम्बाई दिये हों तो Latitude एवं Departure निम्नानुसार ज्ञात कर सकते हैं।

यदि किसी रेखा की लम्बाई l_1 तथा दिक्मान θ_1 हो, तो

$$\text{Latitude } (L_1) = +l_1\cos\theta_1$$

$$\text{Departure } (D_1) = +l_1\sin\theta_1$$

Latitude एवं Departure के चिन्ह (+, –) रेखा के दिक्मान पर निम्नानुसार निर्भर करता है—

Line	Length	Quadrant	R.B.	Latitude	Departure
AB	L	0° – 90°	NθE	$+L\cos\theta$	$+L\sin\theta$
BC	L	90° – 180°	SθE	$-L\cos\theta$	$+L\sin\theta$
CD	L	180° – 270°	SθW	$-L\cos\theta$	$-L\sin\theta$
DA	L	270° – 360°	NθW	$+L\cos\theta$	$-L\sin\theta$

3.37 Independent Co-ordinates

जब किसी माला रेखा के सभी स्टेशनों के co-ordinates की गणना किसी मूल बिन्दु (common origin) के संदर्भ में की जाती है तो इस प्रकार प्राप्त co-ordinates को Independent co-ordinates कहते हैं। ये co-ordinates ही Total co-ordinates भी कहलाते हैं जिनको Total latitude तथा Total departure भी कहते हैं। किसी भी बिन्दु के Independent co-ordinates उस बिन्दु और मूल बिन्दु को मिलाने वाली रेखा के Latitute एवं Departure के बराबर होते हैं।

Thus total latitude or departure of end point of a traverse = Total latitude or Departure of first point of traverse + The algebraic sum of all latitude or departure.

3.38 Consecutive Co-ordinates or Dependent Co-ordinates

जब माला रेखा सर्वेक्षण में किसी अग्र बिन्दु के Latitude एवं Departure इससे पहले (पिछले) के संदर्भ में लिये जाते हैं वे इस प्रकार के लिये गये Latitude एवं Departure, Consecutive Co-ordinates या Dependent Co-ordinates कहलाते हैं।

3.39 Table for Consecutive Co-ordinates

Line	Length (L)	Reduced Bearing θ	Consecutive Co-ordinates			
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AB	L	NθE	$L\times\cos\theta$		$L\times\sin\theta$	
BC	L	SθE		$L\times\cos\theta$	$L\times\sin\theta$	
CD	L	SθW		$L\times\cos\theta$		$L\times\sin\theta$
DA	L	NθW	$L\times\cos\theta$			$L\times\sin\theta$

Note—माला रेखा के संतुलन की गणना सारणी रूप में की जाती है इसके लिये गेल की माला रेखा सारणी का प्रयोग किया जाता है। गेल की माला रेखा सारणी द्वारा गणना करने के लिये माला रेखा के प्रथम बिन्दु (First station) के co-ordinates इस प्रकार माने जाते हैं कि traverse के तमाम बिन्दुओं के Independent co-ordinates धनात्मक हो जायें।

प्रथम बिन्दु (मूल बिन्दु) के Co-ordinates मानने के लिये traverse के सभी बिन्दुओं के latitude तथा departure की अधिकतम negative value से थोड़ा अधिक धनात्मक value प्रथम बिन्दु की लेते हैं ताकि सम्पूर्ण माला रेखा प्रथम चतुर्थांश में रहे। जैसे दिये गये example में अधिकतम –ive latitude = – 115 तथा अधिकतम departure = – 40

civilguru.net

इस विधि द्वारा traverse के area की आसानी से गणना की जा सकती है जैसा कि दिये गये example में प्रथम बिन्दु के co-ordinates (+ 150, + 50) माने गये हैं ताकि सम्पूर्ण माला रेखा प्रथम चतुर्थांश में रहे।

Point	Line	Consecutive Co-ordinates				Independent Co-ordinates		Remark
		Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)	Northing (+)	Southing (+)	
A	—	—	—	—	—	150·00	50·00	
B	*AB*	—	115·00	—	40·00	35·00	10·00	
C	*BC*	5·00	—	50·00	—	40·00	60·00	
D	*CD*	80·00	—	25·00	—	120·00	85·00	
A	*DA*	30·00	—	—	35·00	150·00	50·00	
Total		+115·00	–115·00	+ 75·00	– 75·00			

Max Negative Latitude = –115·00

Max Negative Departure = –40·00

3.40 Solved Examples

उदाहरण 3.1 नीचे बिन्दु *A* तथा *B* के निर्देशांक दिये गये हैं रेखा की लम्बाई व दिक्मान की गणना करें—

बिन्दु (Point)	निर्देशांक (मी०) Co-ordinates (m)	
	Northing (N) (उत्तरान्तर)	Easting (E) (पूर्वान्तर)
A	740·00	838·00
B	978·00	515·00

हल— माना *AB* की लम्बाई = *l*

माना *AB* का दिक्मान = θ

रेखा *AB* का अक्षांश (Latitude) = *A* तथा *B* के उत्तरोत्तर (Northings) निर्देशांकों का अन्तर

$= 978 \cdot 00 - 740 \cdot 00 = 238 \cdot 00$

रेखा *AB* का भुजांक (Departure) = *A* तथा *B* के पूर्वात्तर (Easting) निर्देशांकों का अन्तर

$= 515 \cdot 00 - 838 \cdot 00 = -323 \cdot 00$

$$\tan\theta = \frac{\text{भुजांक}}{\text{अक्षांश}} = \frac{D}{L} = \frac{323}{238}$$

$$= 1 \cdot 357$$

$$\therefore \quad \theta = 53°36'$$

यहाँ पर अक्षांश (latitude) (+) है तथा भुजांक (Departure) (–) है।

अत: रेखा *AB* चतुर्थ चतुर्थांश (N.W.) में होगी।

∴ *AB* रेखा का समानीत दिक्मान (R.B.) = *N* 53° 36′*W*

∴ *AB* रेखा का पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) = 360° – 53°36′

$= 306° 24'$

रेखा *AB* की लम्बाई $l = \sqrt{(L)^2 + (D)^2}$

$= \sqrt{(238)^2 + (323)^2}$

$= \sqrt{56644 + 104329}$

$= 401 \cdot 21 \text{ m}$

उदाहरण 3.2 रेखा *AB* तथा *BC* के दिक्मान 30°18′ तथा 55°36′ हैं तथा बिन्दु *A* तथा *C* के निर्देशांक निम्नलिखित हैं—

बिन्दु (Point)	निर्देशांक	
	Northing (N) (उत्तरान्तर)	Easting (E) (पूर्वान्तर)
A	325·00	426·00
C	1532·26	1273·40

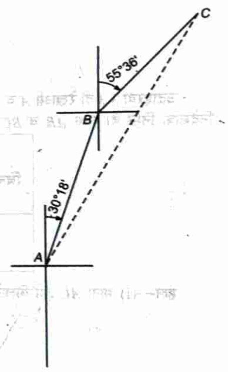
रेखा *AB* तथा *BC* की लम्बाई की गणना करें।

हल—(i) माना बिन्दु *A* तथा *C* को मिलाने वाली रेखा *AC* की लम्बाई *l* व समानीत दिक्मान θ है।

$$\tan\theta = \frac{\text{भुजांक}}{\text{अक्षांश}} = \frac{D}{L} = \frac{1273 \cdot 40 - 426 \cdot 00}{1532 \cdot 26 - 325 \cdot 00}$$

$$= \frac{847 \cdot 40}{1207 \cdot 26} = 0 \cdot 7019$$

या $\theta = 35°04'$



चित्र 3.38

यहाँ पर अक्षांश व भुजांक दोनों धनात्मक हैं अत: रेखा *AC* प्रथम चतुर्थांश (*NE*) में होगी।

∴ रेखा *AC* का समानीत दिक्मान (R.B.) = N 35° 04 ′E

∴ रेखा *AC* का पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) = 35°04′

रेखा *AC* की लम्बाई = *AC* का अक्षांश × secθ

$= 1207 \cdot 26 \times 1 \cdot 2217$

= 1474·966 मीटर

= 1475 मीटर (say)

(ii) Δ*ABC* के अन्त: कोण की गणना निम्न है—

∠*BAC* = *AC* का दिक्मान – *AB* का दिक्मान

$= 35° 04' - 30° 18'$

$= 04° 46'$

∠*CBA* = *BA* का दिक्मान – *BC* का दिक्मान

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$= 210°18' - 55°36'$

($\because$ BA का दिक्मान = AB का दिक्मान ±180°)

$= 154°42'$

$\angle ACB$ = CB का दिक्मान – CA का दिक्मान

$= 235°36' - 215°4'$

($\because$ Bearing of CB – Bearing of BC ±180°)

$= 20°32'$ $(55°36' + 180° = 235°36')$

जाँच : $\angle A + \angle B + \angle C = 04°46' + 154°42' + 20°32'$

$= 180°$ अतः कोणों की गणना सही है।

(iii) रेखा AB तथा BC की लम्बाई की गणना

sine नियम के अनुसार,

$$\frac{AC}{\sin B} = \frac{AB}{\sin C} = \frac{BC}{\sin A}$$

$$AB = \frac{AC \times \sin 20°32'}{\sin 154°42'}$$

$$= \frac{1475 \times 0{\cdot}3507}{0{\cdot}42736}$$

$= 1210{\cdot}41$ मीटर

तथा

$$BC = \frac{AC \times \sin 4°46'}{\sin 154°42'}$$

$$BC = \frac{1475 \times 0{\cdot}08309}{0{\cdot}42736}$$

$BC = 286{\cdot}81$ मीटर

$AB = 1210{\cdot}41$ मीटर

उदाहरण 3.3 दो रेखाओं A व B के पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) क्रमशः 20° तथा 60° हैं। बिन्दु A तथा C के शीर्ष पर निर्देशांक निम्न हैं। रेखा AB व BC की लम्बाई ज्ञात करो।

बिन्दु (Point)	निर्देशांक	
	उत्तरान्तर Northing (N)	पूर्वान्तर Easting (E)
A	300	400
C	1400	1200

हल—(i) माना AC को मिलाने वाली रेखा चित्र (3.39) की लम्बाई l तथा समानीत दिक्मान θ है।

$$\tan\theta = \frac{D}{L} = \frac{1200 - 400}{1400 - 300}$$

$$= \frac{800}{1100} = 0{\cdot}727$$

$\therefore$ $\theta = 36°01'$

चूँकि अक्षांश व भुजांक दोनों (+) हैं अतः रेखा AC प्रथम चतुर्थांश (NE) में होगी।

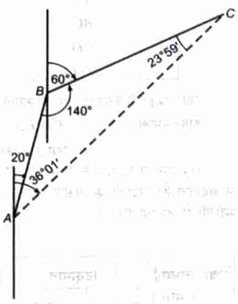
$\therefore$ रेखा AC का समानीत दिक्मान = N 36° 01′ E

तथा पूर्णवृत्त दिक्मान $= 36°01'$

रेखा AC की लम्बाई = AC का अक्षांश × cos36° 01′

$$= 1100 \times \frac{1}{0{\cdot}809}$$

$= 1359{\cdot}70$ मीटर



चित्र 3.39

(ii) ΔABC (चित्र 3.40) के अन्तर्गत कोणों की गणना निम्न है—

$\angle CAB$ = AC का दिक्मान – AB का दिक्मान

$= 36°01' - 20° = 16°01'$

$\angle ABC$ = BA का दिक्मान – BC का दिक्मान

$= (180° + 20°) - 60° = 140°$

$\angle BCA$ = CB का दिक्मान – CA का दिक्मान

$= (180° + 60°) - (180° + 36°01')$

$= 240° - 216°01' = 23°59'$

जाँच :

$\angle CAB + \angle ABC + \angle BCA = 16°01' + 140° + 23°59'$

$= 180°$ (कोणों के मान सही हैं)

(iii) रेखा AB तथा BC की लम्बाई की गणना—

sine नियम के अनुसार,

$$\frac{AB}{\sin C} = \frac{BC}{\sin A} = \frac{AC}{\sin B}$$

$$\frac{AB}{\sin 23°59'} = \frac{BC}{\sin 16°01'} = \frac{1359{\cdot}70}{\sin 140°}$$

[$\because$ $\sin(90° + A) = \cos A$

$\therefore$ $\sin 140° = \cos 50°$]

$$\frac{AB}{0{\cdot}406} = \frac{BC}{0{\cdot}276} = \frac{1359{\cdot}70}{0{\cdot}6428}$$

$$AB = \frac{1359{\cdot}70 \times 0{\cdot}406}{0{\cdot}6428} = 858{\cdot}80 \text{ मीटर}$$

$$BC = \frac{1359{\cdot}70 \times 0{\cdot}276}{0{\cdot}6428} = 583{\cdot}82 \text{ मीटर}$$

3.41 Problems on Latitude and departure with incomplete data.

अज्ञात मापों की गणना

स्थिति (1) जब किसी एक रेखा की लम्बाई तथा दिक्मान अज्ञात हों।

उदाहरण 3.4 बंद माला रेखा की अंतिम लाइन की लम्बाई तथा दिक्मान नहीं पढ़ा गया है। गणना करके रेखा की लम्बाई तथा दिक्मान ज्ञात करें। अन्य रेखाओं की लम्बाइयाँ तथा दिक्मान निम्नानुसार हैं—

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

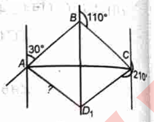
प्रश्नानुसार जैसा कि चित्र (3.40) में दिखाया गया है। रेखा DA की लम्बाई तथा दिक्मान ज्ञात नहीं है, जिन्हें ज्ञात करना है।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
AB	75·50	30° 24′
BC	180·50	110° 36′
CD	60·25	210° 30′
DA	?	?

रेखा DA की लम्बाई तथा दिक्मान ज्ञात करें।

हल—माना रेखा DA की लम्बाई $= l$

रेखा DA का दिक्मान $= \theta$



चित्र 3.40

(i) प्रश्न में रेखाओं के दिक्मान पूर्णवृत्त प्रणाली में दिये गये हैं जिन्हें समानीत दिक्मानों में बदलना है। रेखाओं के अक्षांश, $L = l\cos\theta$ तथा भुजांक $D = l\sin\theta$ से ज्ञात करके निम्न सारणी में दर्शाया गया है।

सारणी : अक्षांश व भुजांक

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान		अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
		W.C.B.	R.B.	Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
1	2	3	4	5	6	7	8
AB	75·50	30°24′	N 30° 24′E	$75{\cdot}50 \times \cos 30° 24'$ $= +65{\cdot}12$		$75{\cdot}50 \times \sin 30° 24'$ $= +38{\cdot}21$	
BC	180·50	110°36′	S 69° 24′E		$180{\cdot}50 \times \cos 69° 24'$ $= -63{\cdot}51$	$180 \times \sin 69° 24'$ $= +168{\cdot}95$	
CD	60·25	210°30′	S 30° 30′W		$60{\cdot}25 \times \cos 30° 30'$ $= -51{\cdot}91$		$60{\cdot}25 \times \sin 30° 30'$ $= -30{\cdot}60$
DA	l	θ°		$l \times \cos\theta$		$l \times \sin\theta$	
			योग	+65·12	–115·42	+207·16	–30·60
				(–) 50·30		+176·56	

(ii) क्योंकि दिया गया Traverse एक बंद माला रेखा है।

∴ $\Sigma L = 0, \ \Sigma D = 0$

∴ $\Sigma L = L_1 - 50{\cdot}30 = 0$

∴ $L_1 = +50{\cdot}30$ (रेखा DA का अक्षांश)

$\Sigma D = D_1 + 176{\cdot}56$

∴ $D_1 = +176{\cdot}56$ (रेखा DA का भुजांक)

क्योंकि अक्षांश (+) तथा भुजांक (–) अत: रेखा DA चौथे चतुर्थांश (NW) में स्थित है।

(iii) रेखा DA का समानीत दिक्मान

$$\tan\theta = \frac{D_1}{L_1} = \frac{176{\cdot}56}{50{\cdot}30} = 3{\cdot}5101$$

$$\theta = 74° 05'$$

∴ रेखा DA का समानीत दिक्मान = N 74° 05′ W

रेखा DA की लम्बाई $l_1 = \sqrt{(L_1)^2 + (D)^2}$

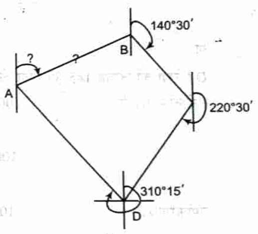
$= \sqrt{(50{\cdot}30)^2 + (176{\cdot}56)^2}$

= 183·58 m

स्थिति (2) जब किसी एक रेखा की लम्बाई और दूसरी रेखा का दिक्मान अज्ञात हो।

उदाहरण 3.5 एक बंद माला रेखा सर्वेक्षण में किसी बाधा के आ जाने के कारण रेखा AB का दिक्मान तथा रेखा DA की लम्बाई नहीं ली जा सकी। अन्य रेखाओं की लम्बाई तथा दिक्मान निम्नानुसार हैं—

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
AB	100·00	?
BC	80·00	140° 30′
CD	60·00	220° 30′
DA	?	310° 15′



चित्र 3.41

रेखा AB का दिक्मान तथा DA की लम्बाई ज्ञात करें।

हल—माना DA रेखा की लम्बाई $= l$

AB रेखा का दिक्मान $= \theta$

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान		अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
		W.C.B.	R.B.	Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
1	2	3	4	5	6	7	8
AB	100·00	?	?	$100 \times \cos\theta$		$100 \times \sin\theta$	
BC	80·00	140°30′	S 39° 30′E		$80 \times \cos 39°30'$ $= -61{\cdot}73$	$80 \times \sin 39°30'$ $= +50{\cdot}89$	
CD	60·00	220°30′	S 40° 30′W		$60 \times \cos 40°30'$ $= -45{\cdot}62$		$60 \times \sin 40°30'$ $= -38{\cdot}97$
DA	?	310°15′	N 49° 45′W	$l \times \cos 49°45'$ $= 0{\cdot}646\, l$			$l \times \sin 49°45'$ $= -0{\cdot}763$

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

हम जानते हैं कि किसी बंद माला रेखा की सभी रेखाओं के अक्षांश व भुजांक का योग शून्य होता है।

$\therefore \quad 100\cos\theta - 61\cdot73 - 45\cdot62 + 0\cdot646l = 0$

$$100\cos\theta = 107\cdot35 - 0\cdot646\, l$$

इसी प्रकार $\quad 100\sin\theta + 50\cdot89 - 38\cdot97 - 0\cdot763\, l = 0$

$$100\sin\theta = 0\cdot763\, l - 11\cdot92$$

Squaring and adding eqs. (i) and (ii), we get

$$(100)^2 = (107\cdot35 - 0\cdot646\, l)^2 + (0\cdot763\, l - 11\cdot92)^2$$

$$= 11524 - 138\cdot69\, l + 0\cdot42\, l^2 + 0\cdot58 l^2 - 18\cdot12\, l + 142\cdot1$$

$$0 = 1666\cdot1 - 156\cdot81\, l + l^2$$

$$l = \frac{156\cdot81 \pm \sqrt{(156\cdot81)^2 - 4 \times 1666\cdot1}}{2}$$

$$= \frac{156\cdot81 \pm 133\cdot88}{2} = 145\cdot345 \text{ m}$$

या $\quad L = 11\cdot50$ मीटर

DA रेखा की लम्बाई 145·38 मीटर लेने पर

समीकरण (i) से $\quad 100\cos\theta = 107\cdot35 - 0\cdot646 \times 145\cdot38$

$$= 107\cdot35 - 93\cdot91$$

$$100\cos\theta = 13\cdot44$$

$\therefore \quad \cos\theta = 0\cdot1344$

समीकरण (ii) से $\quad 100\sin\theta = 0\cdot763\, l \times 11\cdot50$

$$= 0\cdot763 \times 145\cdot38 - 11\cdot50 = 99\cdot42$$

$\therefore \quad \sin\theta = 0\cdot9942$

यहाँ पर $\cos\theta$ तथा $\sin\theta$ दोनों +ive हैं।

अतः रेखा *AB* प्रथम चतुर्थांश NE में होगी।

रेखा *AB* की दिशा $\quad \tan\theta = \dfrac{D}{L} = \dfrac{0\cdot9942}{0\cdot1344} = 7\cdot4$

$$\theta = 82°18'14''$$

$\therefore$ रेखा *AB* का दिक्मान = N 82° 18′ 14″ E

DA रेखा की लम्बाई 11·5 मीटर लेने पर

समीकरण (i) से $\quad 100\cos\theta = 107\cdot35 - 0\cdot646 \times 11\cdot5 = 107\cdot35 - 7\cdot43$

$$= 99\cdot92$$

$\therefore \quad \cos\theta = 0\cdot992$ (+ive)

समीकरण (ii) से $\quad 100\sin\theta = 0\cdot763\, l - 11\cdot92$

$$= 0\cdot763 \times 11\cdot5 - 11\cdot92 = -3\cdot14$$

$\therefore \quad \sin\theta = \dfrac{-3\cdot140}{100} = -0\cdot0314$

यहाँ पर $\cos\theta$ (+ive) तथा $\sin\theta$ (–ive)

$\therefore$ रेखा *AB* चौथे चतुर्थांश में होगी

$$\tan\theta = \frac{D}{L} = \frac{0\cdot0314}{0\cdot992} = 0\cdot0316$$

$\therefore \quad \theta = 1° 48' 22''$

रेखा *AB* का दिक्मान = N 01° 48′ 35″ W

स्थिति (3) जब दो रेखाओं की लम्बाई ज्ञात न हो।

उदाहरण 3.6 नीचे दिये गये बंद माला रेखा में छूट गयी दोनों रेखाओं की लम्बाई ज्ञात करें।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
AB	100·50	N 30° 30′ E
BC	?	S 45° 00′ E
CD	75·00	S 40° 30′ W
DE	50·50	S 60° 00′ W
EA	?	N 40° 15′ W

हल—माना रेखा *BC* की लम्बाई = l_1

रेखा *EA* की लम्बाई = l_2

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AB	100·50	N 30° 30′E	100·5 × co30° 30′ = + 86·59		100·5 × sin30°30′ = + 51·00	
BC	l_1	S 45° 00′E		$-0\cdot707\, l_1$	$+0\cdot707\, l_1$	
CD	75·00	S 40° 30′W		–57·03		– 48·71
DE	50·50	S 60° 00′W		– 25·25		– 43·73
EA	l_2	N 40° 15′W	$+0\cdot763\, l_2$			$-0\cdot646\, l_2$
			$86\cdot59 + 0\cdot763\, l_2$	$-82\cdot28 - 0\cdot707\, l_1$	51·00	$-92\cdot44 - 0\cdot707\, l_1 - 0\cdot646\, l_2$

हम जानते हैं कि समस्त अक्षांश तथा भुजांक का योग शून्य के बराबर होना चाहिये।

$\therefore \quad 86\cdot59 - 0\cdot707 l_1 - 57\cdot03 - 25\cdot25 + 0\cdot763 l_2 = 0$

या $\quad 0\cdot763\, l_2 - 0\cdot707\, l_1 = -4\cdot31 \quad$ ... (i)

पुन: $51{\cdot}00 + 0{\cdot}707 l_1 - 48{\cdot}71 - 43{\cdot}73 - 0{\cdot}646 l_2 = 0$

या $0{\cdot}707\, l_1 - 0{\cdot}646\, l_2 = 41{\cdot}44$ ... (ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को जोड़ने पर

$$0{\cdot}763\, l_2 - 0{\cdot}646\, l_2 = 41{\cdot}44 - 4{\cdot}31$$

$$0{\cdot}117\, l_2 = 37{\cdot}13$$

$$l_2 = \frac{37{\cdot}13}{0{\cdot}117} = 317{\cdot}35 \text{ मीटर}$$

l_2 का मान समीकरण (i) में रखने पर

$$0{\cdot}707\, l_1 = 0{\cdot}763 \times 317{\cdot}35 + 4{\cdot}31$$

$$= 242{\cdot}138 + 4{\cdot}31$$

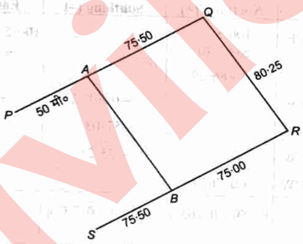
$$= 246{\cdot}45$$

$\therefore$ $$l_1 = \frac{246{\cdot}45}{0{\cdot}707}$$

या $$l_1 = 348{\cdot}58 \text{ मीटर}$$

उदाहरण 3.7 एक माला रेखा सर्वेक्षण में निम्न प्रेक्षण लिये गये—

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
PQ	125·50	N 30° 15′ E
QR	80·25	S 40° 30′ E
RS	150·75	S 60° 30′ W



चित्र 3.42

बिन्दु *A* की दूरी 50 मीटर है बिन्दु *P* से तथा बिन्दु *B* की दूरी 75·50 मी० है। बिन्दु *S* से रेखा *AB* की लम्बाई तथा दिक्मान ज्ञात करो।

हल—रेखा *AB* की लम्बाई तथा दिक्मान निम्न सारणी में हल करके दिखाये गये हैं—

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AQ	75·50	N 30° 15′ E	$75{\cdot}5 \times \cos 30°15'$ $= +65{\cdot}22$		$75{\cdot}5 \times \sin 30°15'$ $= +38{\cdot}03$	
QR	80·25	S 40° 30′ E		$80{\cdot}25 \times \cos 40°30'$ $= -61{\cdot}02$	$80{\cdot}25 \times \sin 40°30'$ $= +52{\cdot}12$	
RB	75·00	S 60° 30′ W		$75{\cdot}0 \times \text{co}60°30'$ $= -36{\cdot}93$		$75{\cdot}0 \times \sin 60°30'$ $= -65{\cdot}28$
AB	l	θ	$l \times \cos\theta$		$l \times \sin\theta$	

हम जानते हैं कि एक बंद माला रेखा के सभी अक्षांश तथा भुजांक का बीजीय योग शून्य के बराबर होता है।

$\therefore$ $$+65{\cdot}22 - 61{\cdot}02 - 36{\cdot}93 + l \times \cos\theta = 0$$

$$l \times \cos\theta = 32{\cdot}73 \quad \text{... (i)}$$

पुन: $$38{\cdot}03 + 52{\cdot}12 - 65{\cdot}28 + l \sin\theta = 0$$

$$l \times \sin\theta = 24{\cdot}87 \quad \text{... (ii)}$$

समीकरण (i) तथा (ii) का वर्ग कर योग करने पर

$$l^2 = (32{\cdot}73)^2 + (24{\cdot}87)^2$$

$$l = 41{\cdot}11 \text{ मीटर}$$

उदाहरण 3.8 निम्नलिखित पाठ्यांक बिन्दु *P* तथा *Q* से पढ़े गये।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
PA	125·0	S 60° 30′ W
PQ	200·0	N 30° 30′ E
QB	150·50	N 50° 15′ W

रेखा *AB* की लम्बाई तथा $\angle PAB$ तथा $\angle QBA$ ज्ञात करो।

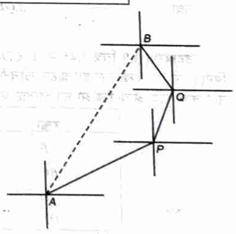
हल—चित्रानुसार *BQPAB* एक बंद माला रेखा है। यहाँ पर *BQ* तथा *QP* के R.B. का मान *QB* तथा *PQ* के समान होगा परन्तु विपरीत Quadrant के साथ।

यहाँ पर *BQ* रेखा का R.B. = N 50° 15′ W

तथा *PQ* रेखा का R.B. = N 30° 30′ E

माना *AB* रेखा की लम्बाई = l

तथा *AB* रेखा का दिक्मान = θ



चित्र 3.43

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

परन्तु हम जानते हैं कि बंद माला रेखा के समस्त अक्षांश व भुजांक का बीजीय योग शून्य के बराबर होता है जिसकी गणना निम्न तालिका में दिखायी गयी है।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
BQ	150·50	S 50° 15′E		$150{\cdot}5 \times \cos 50°15' = -96{\cdot}24$	$150{\cdot}5 \times \sin 50°15' = +115{\cdot}71$	
QP	200·00	S 30° 30′W		$200{\cdot}0 \times \cos 30°30' = -172{\cdot}32$		$200 \times \sin 30°30' = -101{\cdot}50$
PA	125·0	S 60° 30′W		$125{\cdot}0 \times \cos 60°30' = -61{\cdot}65$		$125{\cdot}0 \times \sin 60°30' = -108{\cdot}79$
AB	l	θ	$l \times \cos\theta$			

∴ $(-96{\cdot}24 - 172{\cdot}32 - 61{\cdot}55 + l \times \cos\theta) = 0$

या $l \times \cos\theta = 330{\cdot}11$

पुनः $(115{\cdot}71 - 101{\cdot}50 - 108{\cdot}79 + l \times \sin\theta) = 0$

$l \times \sin\theta = 94{\cdot}58$

यहाँ पर अक्षांश तथा भुजांक दोनों धनात्मक हैं।

∴ रेखा *AB* (*NE*) चतुर्थांश में स्थित होगी।

∴ $\tan\theta = \frac{D}{L} = \frac{94{\cdot}58}{330{\cdot}11} = 0{\cdot}2865$

$\theta = 15°59'$

∴ दिक्मान = N 15° 59′ E

रेखा *AB* की लम्बाई $= \sqrt{L^2 + D^2} = \sqrt{(330{\cdot}11)^2 + (94{\cdot}58)^2} = 343{\cdot}39$ m

$\angle PAB$ = रेखा *AP* का पश्च दिक्मान – रेखा *AB* का अग्र दिक्मान

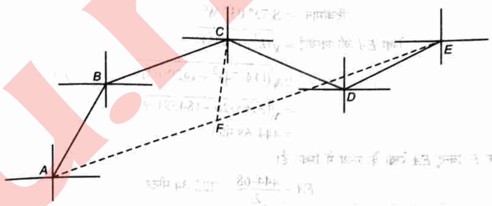
$= 60°30' - 15°59' = 44°31'$

तथा $\angle QBA$ = रेखा *BQ* का अग्र दिक्मान + रेखा *AB* का पश्च दिक्मान

$= 50°15' + 15°59' = 66°14'$

उदाहरण 3.9 चित्र 3.45 में *ABCDE* एक खुली माला रेखा दिखायी गयी है। बिन्दु *A* को बिन्दु *E* से जोड़ा गया। बिन्दु *C* से एक रेखा *CF* इस प्रकार खींचनी है कि बिन्दु *F*, रेखा *AE* का मध्य बिन्दु हो। रेखा *CF* की लम्बाई तथा दिक्मान ज्ञात करो यदि अन्य रेखाओं की लम्बाई व दिक्मान निम्न प्रकार हैं—

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
AB	130·50	N 20° 30′ E
BC	215·00	N 60° 15′ E
CD	155·50	S 30° 30′ E
DE	120·00	N 80° 30′ E



चित्र 3.44

हल—चित्रानुसार बिन्दु *A* को बिन्दु *E* से मिलाया। इस प्रकार *ABCDEA* एक बंद माला रेखा का रूप ले लेती है।

माना रेखा *AE* की लम्बाई $= l$

रेखा *AE* का दिक्मान $= \theta$

गणना निम्न तालिका में दिखायी जा रही है—

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AB	130·50	N 20° 30′E	$130{\cdot}5 \times \cos 20°30' = +122{\cdot}23$		$130{\cdot}5 \times \sin 20°30' = +45{\cdot}70$	
BC	215·00	N 60° 15′E	$215{\cdot}0 \times \cos 60°15' = +106{\cdot}68$		$215{\cdot}0 \times \sin 60°15' = +186{\cdot}66$	
CD	155·50	S 30° 30′E		$155{\cdot}50 \times \cos 30°30' = -133{\cdot}98$	$155{\cdot}5 \times \sin 30°30' = +78{\cdot}92$	
DE	120·00	N 80° 30′E	$120{\cdot}0 \times \cos 80°30' = 19{\cdot}81$		$120{\cdot}00 \times \sin 80°30' = +118{\cdot}35$	
EA	l	$l \times \cos\theta$			$l \times \sin\theta$	

परन्तु हम जानते हैं कि बंद माला रेखा के सभी अक्षांश तथा भुजांक का योग शून्य होना चाहिये।

∴ $(122{\cdot}23 + 106{\cdot}68 - 133{\cdot}98 + 19{\cdot}81 + l \times \cos\theta) = 0$

या $l \times \cos\theta = -114{\cdot}74$ ... (i)

पुनः $(45{\cdot}70 + 186{\cdot}66 + 78{\cdot}92 + 118{\cdot}35 + l \times \sin\theta)$

$l \times \sin\theta = -429{\cdot}63$ ... (ii)

यहाँ पर अक्षांश तथा भुजांक दोनों –ive हैं।

∴ रेखा *EA*, (SW)–चतुर्थांश में स्थित होगी।

∴ $\tan\theta = \frac{D}{L} = \frac{429{\cdot}63}{114{\cdot}74} = 3{\cdot}744$

$\theta = 75°03'$

∴

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$\text{दिक्मान} = S\ 75°\ 03'\ W$$

∴ $$\text{रेखा } EA \text{ की लम्बाई} = \sqrt{(L^2) + (D^2)}$$

$$= \sqrt{(114 \cdot 74)^2 + (429 \cdot 63)^2}$$

$$= \sqrt{13165 \cdot 26 + 184581 \cdot 9}$$

$$= 444 \cdot 68 \text{ मीटर}$$

माना कि F बिन्दु EA रेखा के मध्य में स्थित है।

∴ $$FA = \frac{444 \cdot 68}{2} = 222 \cdot 34 \text{ मीटर}$$

∴ रेखा FA का दिक्मान $= S\ 75°\ 03'\ W$

यही दिक्मान EA रेखा का भी होगा।

(ii) अब $ABCFA$ को बंद माला रेखा मानते हुये

माना, रेखा CF की लम्बाई $= l_1$

रेखा CF का दिक्मान $= \theta_1$

अक्षांश व भुजांक की गणना निम्न तालिका में दिखायी जा रही है—

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AB	130·50	N 20° 30′ E	$130 \cdot 5 \times \cos 20° 30' = +122 \cdot 24$		$130 \cdot 5 \times \sin 20° 30' = +45 \cdot 70$	
BC	215·00	N 60° 15′ E	$215 \cdot 0 \times \cos 60° 15' = +106 \cdot 68$		$215 \cdot 0 \times \sin 60° 15' = +186 \cdot 66$	
CF	l_1	θ_1	$l_1 \times \cos\theta_1$		$l_1 \times \sin\theta_1$	
FA	222·34	S 75° 03′ W	—	$222 \cdot 34 \times \cos 75° 03' = -57 \cdot 36$		$222 \cdot 34 \times \sin 75° 03' = -214 \cdot 81$

सभी अक्षांश का बीजीय योग = 0

सभी भुजांक का बीजीय योग = 0

∴ $(122 \cdot 24 + 106 \cdot 68 + l_1 \times \cos\theta_1 - 57 \cdot 36) = 0$

$$l_1 \times \cos\theta_1 = -171 \cdot 56 \quad \ldots(1)$$

पुन: $(45 \cdot 70 + 186 \cdot 66 + l_1 \sin\theta_1 - 214 \cdot 81) = 0$

$$l_1 \times \sin\theta_1 = -17 \cdot 55 \quad \ldots(2)$$

समीकरण (1) तथा (2) को जोड़ने तथा वर्ग करने पर

$$(l_1)^2 = (171 \cdot 56)^2 + (17 \cdot 55)^2$$

$$l_1^2 = 29432 \cdot 83 + 308$$

$$l_1^2 = 29740 \cdot 83$$

$$l_1 = \sqrt{29740 \cdot 83}$$

$$l_1 = 172 \cdot 455 \text{ m}$$

$$= 172 \cdot 46 \text{ m (say)}$$

क्योंकि अक्षांश तथा भुजांक दोनों –ive हैं अत: रेखा CF, (SW)–चतुर्थांश में स्थित होगी।

∴ $$\tan\theta_1 = \frac{17 \cdot 55}{171 \cdot 56} = 0 \cdot 1022$$

या $$\theta_1 = 5° 50'$$

रेखा CF का दिक्मान $= S\ 5° 50'\ W$

∴ बिन्दु F की C से दूरी $= 172 \cdot 46$ m

उदाहरण 3.10 एक बंद माला रेखा $ABCDEA$ को बनाने के लिये निम्न पाठ्यांक लिये गये, पाठ्यांक लेते समय निम्न दो रेखाओं के दिक्मान नहीं लिये जा सके, दिक्मानों की गणना करें।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $D = l \times \sin\theta$	
			Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AB	725	S 60° 00′ E		$725 \times \cos 60° = -362 \cdot 50$	$725 \times \sin 60° = +627 \cdot 87$	
BC	1050	θ_1	$1050 \times \cos\theta_1$		$1050 \times \sin\theta_1$	
CD	1250	θ_2	$1250 \times \cos\theta_2$		$1250 \times \sin\theta_2$	
DE	950	S 55° 30′ W		$950 \times \cos 55° 30' = -538 \cdot 08$		$-950 \times \sin 55° 30' = -782 \cdot 92$
EA	575	S 02° 45′ W		$575 \times \cos 2° 45' = -574 \cdot 34$		$575 \times \sin 2° 45' = -27 \cdot 59$

सभी अक्षांशों का बीजीय योग = 0

तथा सभी भुजांकों का बीजीय योग = 0

∴ $-362 \cdot 50 + 1050\cos\theta_1 + 1250\cos\theta_2 - 538 \cdot 08 - 574 \cdot 34 = 0$

$$1050\cos\theta_1 + 1250\cos\theta_2 = 1474 \cdot 92$$

$$\cos\theta_1 + 1 \cdot 19\cos\theta_2 = 1 \cdot 405 \quad \ldots(1)$$

तथा $627 \cdot 87 + 1050\sin\theta_1 + 1250\sin\theta_2 - 782 \cdot 92 - 27 \cdot 59 = 0$

$$1050\sin\theta_1 + 1250\sin\theta_2 = 182 \cdot 64$$

या $$\sin\theta_1 + 1 \cdot 19\sin\theta_2 = 0 \cdot 174 \quad \ldots(2)$$

समीकरण (1) तथा (2) को वर्ग करके जोड़ने पर

$$(\cos\theta_1 + 1 \cdot 19\cos\theta_2)^2 + (\sin\theta_1 + 1 \cdot 19\sin\theta_2)^2 = (1 \cdot 405)^2 + (0 \cdot 174)^2$$

$$\cos^2\theta_1 + \sin^2\theta_1 + 2 \times 1 \cdot 19(\cos\theta_1\cos\theta_2 + \sin\theta_1\sin\theta_2) + (1 \cdot 19)^2(\cos^2\theta_2 + \sin^2\theta_2) = 2 \cdot 004$$

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$1 + 2.38\cos(\theta_1 - \theta_2) + 1.42 \times 1 = 2.004$$
$$2.38\cos(\theta_1 - \theta_2) = -0.416$$
$$\cos(\theta_1 - \theta_2) = -0.175 = -\cos 79.92^\circ$$
$$\cos(\theta_1 - \theta_2) = \cos 100.08^\circ$$
$$\theta_1 - \theta_2 = 100.08^\circ \qquad [\because \cos\theta = \cos(180^\circ - \theta)]$$
$$\theta_1 = 100.08^\circ + \theta_2$$

समीकरण (1) में θ_1 का मान $(100.08^\circ + \theta_2)$ रखने पर

$$\cos(100.08^\circ + \theta_2) + 1.19\cos\theta_2 = 1.405$$
$$\cos 100.08^\circ \theta_2 - \sin 100.08^\circ \sin\theta_2 + 1.19\cos\theta_2 = 1.405$$

या $$-0.175\cos\theta_2 - 0.984\sin\theta_2 + 1.19\cos\theta_2 = 1.405$$
$$1.015\cos\theta_2 - 0.984\sin\theta_2 = 1.405 \qquad [\because \sin\theta = \sin(180^\circ - \theta)]$$

या $$\cos\theta_2 - 0.969\sin\theta_2 = 1.384 \qquad \ldots(3)$$

पुन: θ_1 का मान समीकरण (2) में रखने पर

$$\sin(100.08 + \theta_2) + 1.19\sin\theta_2 = 0.174$$
$$\sin 100.08^\circ \cos\theta_2 + \cos 100.08^\circ \sin\theta_2 + 1.19\sin\theta_2 = 0.174$$
$$0.984\cos\theta_2 - 0.175\sin\theta_2 + 1.19\sin\theta_2 = 0.174$$
$$0.984\cos\theta_2 + 1.015\sin\theta_2 = 0.174$$
$$\cos\theta_2 + 1.031\sin\theta_2 = 0.177 \qquad \ldots(4)$$

समीकरण (4) से समीकरण (3) को घटाने पर

$$\cos\theta_2 + 1.031\sin\theta_2 - (\cos\theta_2 - 0.969\sin\theta_2) = 0.177 - 1.384$$
$$2\sin\theta_2 = -1.207$$
$$\sin\theta_2 = -0.6035 \qquad \ldots(5)$$

समीकरण (3) में $\sin\theta_2$ का मान रखने पर

$$\cos\theta_2 - 0.969 \times (-0.6035) = 1.384$$
$$\cos\theta_2 = 0.7992 \qquad \ldots(6)$$

समीकरण (5) तथा समीकरण (6) से

$$\tan\theta_2 = 0.7551$$
$$\theta_2 = 37^\circ 3'$$

यहाँ पर $\cos\theta_2$ +ive तथा $\sin\theta_2$ –ive है।

∴ रेखा *CD*, (NW), -चतुर्थांश में स्थित होगी।

∴ *CD* रेखा का दिक्मान = N 37° 03′ W

पुन: $\cos\theta_2$ का मान समीकरण (1) में तथा $\sin\theta_2$ का मान समीकरण (2) में रखने पर

$$\cos\theta_1 + 1.19 \times 0.7992 = 1.405$$
$$\cos\theta_1 = 0.4539 \qquad \ldots(7)$$
$$\sin\theta_1 + 1.19 \times (-0.6035) = 0.174$$
$$\sin\theta_1 = 0.8922 \qquad \ldots(8)$$

समीकरण (7) तथा (8) से

$$\tan\theta_1 = 1.9655$$
$$\theta_1 = 63^\circ 2'$$

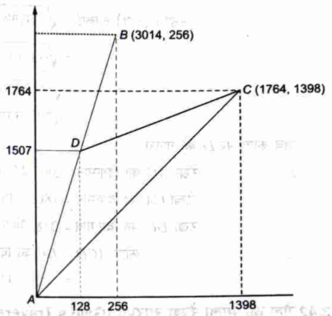
यहाँ पर $\cos\theta_1$ तथा $\sin\theta_1$ दोनों ही +ive हैं।

अत: रेखा *BC*, (NE)-चतुर्थांश में होगी

∴ *BC* का दिक्मान = N 63°02′ E

उदाहरण 3.11 जैसा कि चित्र में दिखाया गया है एक सुरंग दो बिन्दुओं *A* तथा *B* से निकालती है जिनके निर्देशांक (co-ordinates) नीचे दिये गये हैं—

बिन्दु	निर्देशांक	
	N	E
A	0	0
B	3014	256
C	1764	1398



चित्र 3.45

AB के मध्य बिन्दु *D* से एक शाफ्ट खोदना है, परन्तु रेखा *AB* पर यह दूरी मापना सम्भव नहीं है। बिन्दु *D* की स्थिति का निर्धारण एक अन्य बिन्दु *C* से किया गया है। इस स्थिति के लिये निम्न का मान ज्ञात कीजिए—

(i) बिन्दु *D* के निर्देशांक (co-ordinates)

(ii) रेखा *CD* की लम्बाई

(iii) कोण *ACD* का मान यदि *AC* का दिक्मान N 38° 24′ E हो।

हल—चित्र 3.45 के अनुसार बिन्दु *D* रेखा *AB* के मध्य में स्थित है। अत: बिन्दु *D* के अक्षांश व भुजांक *A* तथा *B* बिन्दुओं के अक्षांशों के मध्यमान होंगे।

अत: $$\text{बिन्दु } D \text{ का अक्षांश} = \frac{3014}{2} = 1507$$
$$\text{बिन्दु } D \text{ का भुजांक} = \frac{256}{2} = 128$$

AC के अक्षांश = 1764 (दिया है)

AC के भुजांक = 1398 (दिया है)

∴ रेखा *DC* का अक्षांश = 1764 − 1507 = 257

DC का भुजांक = 1398 − 128 = 1270

∴ रेखा *CD* का अक्षांश = −257

CD का भुजांक = −1270

अब माना *CD* की लम्बाई = *l*

तथा *CD* का समानीत दिक्मान = θ

∴ यहाँ पर *CD* के अक्षांश तथा भुजांक दोनों – ive हैं।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$\therefore$ रेखा CD, (SW)-चतुर्थांश में स्थित होगी।

$$CD \text{ का समानीत दिक्मान} = \frac{D}{L} = \frac{1270}{257} = 4{\cdot}94$$

या $\theta = 78°34'$

या समानीत दिक्मान = S 78° 34′ W

या W.C.B. = 180° + 78° 34′ = 258° 34′

$$\text{रेखा } CD \text{ की लम्बाई} = \sqrt{(\text{अक्षांश})^2 + (\text{भुजांक})^2}$$

$$= \sqrt{(1270)^2 + (257)^2}$$

$$= \sqrt{1612900 + 66049}$$

$$= 1295{\cdot}7 \text{ मीटर}$$

अब कोण ACD की गणना

$\therefore$ रेखा AC का दिक्मान = 38° 24′ (दिया है)

रेखा CA का दिक्मान = 180° + 38° 24′ = 218° 24′

रेखा DC का दिक्मान = 258° 34′ (ऊपर ज्ञात किया है)

$\therefore$ कोण ACD = DC का दिक्मान – AC का दिक्मान

= 258° 34′ – 218° 24′ = 40° 10′

3.42 गेल की माला रेखा सारणी (Gale's Traverse Table)

किसी भी बन्द माला रेखा के संतुलन या समापन त्रुटि की गणना अधिकतर सारणी के रूप में की जाती है। चूँकि इ सारणी का प्रारूप सर्वप्रथम गेल ने दिया था अत: इस सारणी को गेल की माला रेखा सारणी कहते हैं। सम्पूर्ण माला रेखा क संगणना के लिये निम्नलिखित क्रियाविधि अपनाई जाती है—

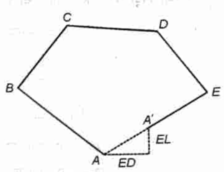
1. माला रेखा के सभी आन्तरिक कोणों का मान = $(2n - 4) \times$ समकोण
2. माला रेखा के सभी बाहरी कोणों का मान = $(2n + 4) \times$ समकोण
   जहाँ पर n माला रेखा की लाइनों की संख्या है।
3. W.C.B. की सहायता से सभी भुजाओं के R.B. ज्ञात करो।
4. माला रेखा की सभी भुजाओं के अक्षांश व भुजांक ज्ञात करो।
5. किसी एक भुजा के मापे गये चुम्बकीय दिक्मान और अन्य सभी भुजाओं के अन्तर्गत कोणों का प्रयोग करके शे भुजाओं के चुम्बकीय दिक्मान ज्ञात करो।
6. सभी भुजाओं के अक्षांश व भुजांक की गणना करके $\sum L$ व $\sum D$ ज्ञात करो।
7. संशोधन की गणना करके, अक्षांशों व भुजांकों में संशोधन इस प्रकार करो कि $\sum L = 0$, व $\sum D = 0$ हो जाये।
8. संशोधित अक्षांशों व भुजांकों का प्रयोग करके माला रेखा के मूल बिन्दु के अनुसार स्वतंत्र निर्देशांकों (Independent co-ordinates) की गणना इस प्रकार करो कि सम्पूर्ण माला रेखा प्रथम चतुर्थांश में रहे।

3.43 समापन त्रुटि (Closing Error)

जब किसी बंद माला रेखा का आलेखन करने पर उसका अन्तिम बिन्दु प्रारम्भिक बिन्दु से नहीं मिलता, तो अन्तिम व प्रारम्भिक बिन्दु के बीच का विस्थापन समापन त्रुटि (closing error) कहलाता है। दिये गये चित्र (3.46) में A और A' आपस

में नहीं मिलते, AA' समापन त्रुटि है। यदि यह त्रुटि कम हो तो इसका समायोजन लेखा-चित्रीय विधि (Graphical method) द्वारा किया जाता है।

एक बंद माला रेखा के सभी अक्षांशों का बीजीय योग (Algebraic sum) (ΣL) शून्य के बराबर तथा सभी भुजांकों का बीजीय योग (ΣD) शून्य के बराबर होना चाहिये। अत: माला रेखा की समापन त्रुटि का मान (ΣL) व (ΣD) की संगणना करके निकाला जा सकता है।



चित्र 3.46

जैसा कि चित्र (3.46) में दिखाया गया है,

समापन त्रुटि (Closing error) $e = AA' = \sqrt{(\Sigma L)^2 + (\Sigma D)^2}$

समान त्रुटि का दिक्मान, $\tan\theta = \frac{\Sigma D}{\Sigma L}$, यहाँ पर ΣD व ΣL के चिन्ह इस बात को प्रदर्शित करेंगे कि समापन त्रुटि AA' किस चतुर्थांश में है।

सापेक्ष समापन त्रुटि (Relative error of closer)

$$= \frac{\text{समापन त्रुटि}}{\text{माला रेखा की परिमाप}}$$

$$= \frac{e}{p} = \frac{1}{p/e}$$

दिक्मान का समंजन (Adjustment of Bearing)—यदि माला रेखा में N भुजायें हैं—

पहली रेखा में संशोधन $= \frac{e}{N}$

दूसरी रेखा में संशोधन $= \frac{2e}{N}$

तीसरी रेखा में संशोधन $= \frac{3e}{N}$

....

N वीं (आखरी) रेखा/भुजा में संशोधन $= \frac{Ne}{N} = e$

माला रेखा को समायोजित या संशोधन करने की निम्न विधियाँ हैं—

1. बोडिच विधि (Bowditch's Rule or Method)—इस विधि के अनुसार,

किसी भुजा के अक्षांश या भुजांक में संशोधन

$$= \text{अक्षांश या भुजांक में कुल त्रुटि} \times \frac{\text{उस भुजा की लम्बाई}}{\text{माला रेखा का परिमाप}}$$

Mathematically, it is written as—

$$C_L = \Sigma L_e \times \frac{l}{\Sigma l}$$

इसी प्रकार, भुजांक में संशोधन $C_D = \Sigma D_e \times \frac{l}{\Sigma l}$

जहाँ पर C_L = रेखा के अक्षांश में संशोधन
C_D = रेखा के भुजांक में संशोधन
ΣL_e = अक्षांश में कुल त्रुटि
ΣD_e = भुजांक में कुल त्रुटि
l = उस रेखा की लम्बाई

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

2. ट्रांजिट विधि (Transit Rule)—ट्रांजिट विधि के अनुसार—

किसी रेखा/भुजा के अक्षांश या भुजांक में संशोधन

$$= \text{अक्षांश या भुजांक में कुल त्रुटि} \times \frac{\text{उस रेखा का अक्षांश/ भुजांक}}{\text{अक्षांशों या भुजांकों का गणितीय योग}}$$

$$C_L = \sum L_e \times \frac{L}{L_T}$$

$$C_D = \sum D_e \times \frac{D}{D_T}$$

जहाँ पर L = उस रेखा का अक्षांश

D = उस रेखा का भुजांक

L_T = अक्षांशों का गणितीय जोड़

D_T = भुजांकों का गणितीय जोड़

3. तीसरा नियम (Third Rule)—

(i) किसी भुजा के उत्तरान्तर (Northing) में संशोधन

$$= \frac{\text{उस भुजा का उत्तरान्तर}}{\text{उत्तरान्तरों का कुल योग}} \times \frac{1}{2} \text{ अक्षांश में कुल त्रुटि}$$

(ii) किसी भुजा के दक्षिणान्तर (Southing) में संशोधन

$$= \frac{\text{उस भुजा का दक्षिणान्तर}}{\text{दक्षिणान्तरों का कुल योग}} \times \frac{1}{2} \text{ अक्षांश में कुल त्रुटि}$$

(iii) किसी भुजा के (Easting) में संशोधन

$$= \frac{\text{उस भुजा का Easting}}{\text{समस्त Easting का योग}} \times \frac{1}{2} \text{ भुजांक में कुल त्रुटि}$$

(iv) किसी भुजा के Westing में संशोधन

$$= \frac{\text{उस भुजा का Westing}}{\text{समस्त Westing का योग}} \times \frac{1}{2} \text{ भुजांक में कुल त्रुटि}$$

समापन त्रुटि का समायोजन (गेल की सारणी द्वारा)

उदाहरण : किसी बंद माला रेखा के निम्न पाठ्यांक लिये गये। गेल सारणी का प्रयोग करके, माला रेखा को निर्देशांक विधि (Co-ordinate method) से आलेखित करने के लिये समायोजित कीजिये।

रेखा	लम्बाई (मी०)	आंतरिक कोण	
AB	66·60	73° 31′	रेखा AB का अग्र दिक्मान = 30° 30′
BC	135·70	107° 42′	
CD	66·30	187° 08′	
DE	76·60	77° 30′	
EA	214·30	94° 07′	

हल—सभी आंतरिक कोणों का योग

$$= (73°31' + 107°42' + 187°08' + 77°30' + 94°07') = 539°58'$$

परन्तु हम जानते हैं कि किसी बंद माला रेखा के सभी आंतरिक कोणों का योग $= (2n - 4) \times$ समकोण

यहाँ पर $n = 5$ $\quad = (2 \times 5 - 4) \times 90° = 540°$

$\therefore$ समापन त्रुटि $= 540° - 539°58' = 0°2' = 120''$

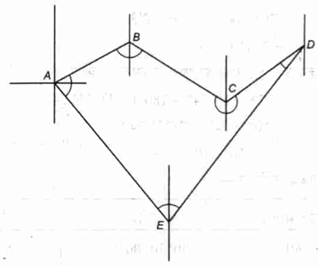
यहाँ पर त्रुटि $= 120$ second (–ive)

$\therefore$ संशोधन $= +120$ सेकेण्ड

दिये गये बंद माला रेखा की पाँचों भुजाओं में बराबर बाँटने पर $= \frac{120''}{5} = 24''$

चूँकि माला रेखा की पाँच भुजायें हैं।

अत: प्रत्येक भुजा में संशोधन $= +24''$



चित्र 3.47

कोण का नाम	पढ़ा गया कोण (मान)	संशोधन	संशोधन के बाद कोण का मान
A	73° 31′	+24″	73° 31′ 24″
B	107° 42′	+24″	107° 42′ 24″
C	187° 08′	+24″	187° 08′ 24″
D	77° 30′	+24″	77° 30′ 24″
E	94° 07′	+24″	94° 07′ 24″
	539° 58′	+0°2′	540° 00′ 00″

चुम्बकीय दिक्मानों की गणना—

रेखा AB का अग्र दिक्मान $= 30°30'$ (दिया है)

रेखा BC का अग्र दिक्मान $= AB$ रेखा का पश्च दिक्मान $-$ कोण B

$= (30°30' + 180°) - 107°42'24''$

$= 210°30' - 107°42'24''$

$= 102°47'36''$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

रेखा CD का अग्र दिक्मान = BC रेखा का पश्च दिक्मान − कोण C

$$= (102°47'36'' + 180°) - \angle C$$
$$= 282°47'36'' - 187°08'24'' = 95°39'12''$$

रेखा DE का अग्र दिक्मान = CD रेखा का पश्च दिक्मान − कोण D

$$= (95°39'12'' + 180°) - \angle D$$
$$= 275°39'12'' - 77°30'24'' = 198°08'48''$$

रेखा EA का अग्र दिक्मान = DE रेखा का पश्च दिक्मान + कोण E

$$= (198°08'48'' - 180°) + \angle E \text{ (Ex.)}$$
$$= 18°08'48'' + (360° - 94°07'24'')$$
$$= 18°08'48'' + 265°52'36''$$
$$= 284°01'24''$$

रेखा AB का अग्र दिक्मान = EA रेखा का पश्च दिक्मान − कोण A

$$= (284°01'24'' - 180°) - 73°31'24''$$
$$= 104°1'24'' - 73°31'24''$$
$$= 30°30'00''$$

उपरोक्त सभी मानों को सारणीबद्ध करने पर—

रेखा	लम्बाई (मी०)	W.C.B.	R.B.
AB	66·60	30° 30′ 00″	N 30° 30′E
BC	135·70	102° 47′36″	S 77° 12′ 24″ E
CD	66·30	95° 39′12″	S 84° 20′ 48″ E
DE	76·60	198° 08′48″	S 18° 08′ 48″ W
EA	214·30	284° 01′24″	N 75° 58′ 36″ W

गेल की सारणी

उपकरण स्टेशन	पढ़ा गया कोण	संशोधन	संशोधित कोण	रेखा	लम्बाई (मी०)	W.C.B.	R.B.
1	2	3	4	5	6	7	8
A	73° 31′00″	+24″	73° 31′24″	*AB*	66.60	30° 30′00″	N 30° 30′E
B	107° 42′ 00″	+24″	107° 42′ 24″	*BC*	135·70	102° 47′36″	S77° 12′ 24″E
C	187° 08′ 00″	+24″	187° 08′ 24″	*CD*	66·30	95° 39′12″	S84° 20′ 48″E
D	77° 30′ 00″	+24″	77° 30′ 24″	*DA*	76·60	198° 08′48″	S18° 08′ 48″W
E	94° 07′ 00″	+24″	94° 07′ 24″	*EA*	214·30	284° 01′24″	N75° 58′ 36″W
	539° 58′ 00″	+0° 2′00″	540° 00′ 00″				

	अक्षांश $L = l \times \cos\theta$		भुजांक $L = l \times \sin\theta$		संशोधन			
	N (+)	S (−)	E (+)	W (−)	N	S	E	W
9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	–	–						
B	57·384	–	33·802	–	−0·015	–	−0·02	–
C	–	30·045	132·331	–	–	+0·0078	−0·100	
D	–	6·531	65·977			+0·0017	−0·050	
E	–	72·790		23·857		+0·019		+0·02
A	51·928			207·913	−0·0135			+0·15
	109·312	109·369	232·110	231·77	−0·0285	+0·0285	−0·17	+0·17
	−0·057		+0·34		0·00		0·00	

Corrected consecutive co-ordinates				Independent co-ordinates		
N (+)	S (−)	E (+)	W (−)	N (+)	E (+)	
18	19	20	21	22	23	24
				100	200	
57·40		33·80		157·40	233·80	
	30·00	132·22		127·40	366·02	
	6·50	65·92		120·09	431·94	
	72·80		23·877	48·10	408·70	
51·90			208·080	100·00	200·00	
109·30	109·30	231·94	231·95			

संशोधन की गणना

By Third Rule

$$C_L = \Sigma L_e \times \frac{L}{\Sigma L}, \qquad C_D = \Sigma D_e \times \frac{D}{\Sigma D}$$

ΣL_e = कुल अक्षांशों में त्रुटि = $(57{\cdot}384 - 30{\cdot}048 - 6{\cdot}531 - 72{\cdot}79 + 51{\cdot}928) = -0{\cdot}057$

ΣD_e = कुल भुजांकों में त्रुटि = $(33{\cdot}802 + 132{\cdot}331 + 65{\cdot}977 - 23{\cdot}857 - 207{\cdot}913) = +0{\cdot}34$

अक्षांशों में कुल त्रुटि = $-0{\cdot}057$ $\quad \therefore$ संशोधन = $+0{\cdot}057$

भुजांकों में कुल त्रुटि = $+0{\cdot}34$ $\quad \therefore$ संशोधन = $-0{\cdot}34$

तथा ΣL = समस्त अक्षांशों का गणितीय योग = $(57{\cdot}384 + 30{\cdot}048 + 6{\cdot}531 + 72{\cdot}79 + 51{\cdot}928) = 218{\cdot}68$

ΣD = समस्त भुजांकों का गणितीय योग = $(33{\cdot}802 + 132{\cdot}331 + 65{\cdot}977 + 23{\cdot}857 + 207{\cdot}913) = 463{\cdot}88$

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अब तीसरे नियमानुसार संशोधन—

$$C_L \text{ रेखा } AB = 0{\cdot}057 \times \frac{57{\cdot}384}{218{\cdot}681} = -0{\cdot}015$$

$$C_L \text{ रेखा } BC = 0{\cdot}057 \times \frac{30{\cdot}048}{218{\cdot}681} = +0{\cdot}007$$

$$C_L \text{ रेखा } CD = 0{\cdot}057 \times \frac{65{\cdot}31}{218{\cdot}681} = +0{\cdot}002$$

$$C_L \text{ रेखा } DE = 0{\cdot}057 \times \frac{72{\cdot}79}{218{\cdot}681} = +0{\cdot}019$$

$$C_L \text{ रेखा } EA = 0{\cdot}057 \times \frac{51{\cdot}928}{218{\cdot}681} = -0{\cdot}0135$$

$$\text{Total} = 0{\cdot}028, -0{\cdot}0285$$

$$C_D \text{ रेखा } AB = 0{\cdot}34 \times \frac{33{\cdot}802}{463{\cdot}88} = -0{\cdot}024$$

$$C_D \text{ रेखा } BC = 0{\cdot}34 \times \frac{132{\cdot}331}{463{\cdot}88} = -0{\cdot}100$$

$$C_D \text{ रेखा } CD = 0{\cdot}34 \times \frac{65{\cdot}977}{463{\cdot}88} = -0{\cdot}050$$

$$C_D \text{ रेखा } DE = 0{\cdot}34 \times \frac{23{\cdot}857}{463{\cdot}88} = +0{\cdot}02$$

$$C_D \text{ रेखा } EA = 0{\cdot}34 \times \frac{207{\cdot}913}{463{\cdot}88} = +0{\cdot}15$$

$$\text{Total} = -0{\cdot}17, +0{\cdot}17$$

Check—

$$L = 57{\cdot}40 - 30{\cdot}00 - 6{\cdot}50 - 72{\cdot}80 + 51{\cdot}90 = 0$$

$$D = 33{\cdot}80 + 132{\cdot}22 + 65{\cdot}92 - 23{\cdot}877 - 208{\cdot}07 = 0$$

अब मूल बिन्दु A के अक्षांश तथा भुजांक 100 तथा 200 मानकर सभी लाइनों के Independent सारणी में निकाल कर दिखाये गये हैं।

3.44 क्षेत्रफल की गणना

किसी सर्वेक्षण क्षेत्र का क्षेत्रफल निम्न इकाइयों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है—

1. वर्ग मी०
2. हेक्टेयर (01 hectare = 10,000 मी०^2)
3. वर्ग फुट
4. एकड़ (01 एकड़ = 4840 वर्ग गज = 43560 वर्ग फुट)

क्षेत्रफल की गणना की विभिन्न विधियों को निम्नानुसार प्रदर्शित किया जा सकता है—

क्षेत्रफल
- (A) ज्यामितीय विधि
  - क्षेत्रीय पाठ्यांक से (क्षेत्र को त्रिभुज आदि में विभाजित करके)
  - बने नक्शे से (By planimeter)
    - सम्पूर्ण क्षेत्रफल (Entire Area)
    - सीमा रेखा का क्षेत्रफल (Boundary Area)
      - मध्य कोटि अंक नियम (Mid-ordinate rule)
      - औसत कोटि अंक नियम (Average ordinate rule)
      - समलम्ब नियम (Trapezoidal rule)
      - सिम्पसन नियम (Simpson's rule)
- (B) उपकरणीय विधि

3.45 क्षेत्रीय पाठ्यांकों से क्षेत्रफल की संगणना (Computation of area from field notes)

Case I. क्षेत्र को त्रिभुजों में विभाजित करके (By Sub-division into Triangles)

विधि—क्षेत्रीय पाठ्यांकों की सहायता से किसी क्षेत्र की संगणना की प्रक्रिया निम्नवत है।

सम्पूर्ण विधि को निम्न दो भागों में बाँट दिया जाता है—

(1) घटक—सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्षेत्र को छोटी-छोटी ज्यामितीय आकृतियों जैसे त्रिभुज, आयत, वर्ग तथा ट्रेपीजियम में बाँट लिया जाता है तथा क्षेत्रफल की गणना निम्न प्रकार की जाती है—

(i) त्रिभुज का क्षेत्रफल $= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$

जहाँ a, b तथा c त्रिभुज की भुजायें हैं।

तथा $s = \dfrac{a+b+c}{2}$

या त्रिभुज का क्षेत्रफल $= \dfrac{1}{2} \times b \times h$

जहाँ b = base, h = altitude

(ii) आयत का क्षेत्रफल $= a \times b$

जहाँ a तथा b आयत की भुजायें हैं।

(iii) वर्ग (square) का क्षेत्रफल $= a \times a = a^2$

जहाँ a वर्ग (square) की भुजा है।

(iv) ट्रेपीजियम का क्षेत्रफल $= \dfrac{1}{2} \times (a+b) \times d$

जहाँ a तथा b आमने-सामने की समान्तर (parallel) भुजायें तथा d दोनों भुजाओं के मध्य लम्बवत दूरी है।

civilguru.net

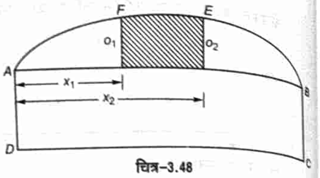
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(2) **घटक**—चित्र (3.48) के अनुसार

o_1, o_2 = ऊर्ध्वाधर दूरियाँ (Ordinates)

x_1, x_2 = क्षैतिज दूरियाँ (Chainages)

लाइन युक्त पट्टी का क्षेत्रफल $= \frac{o_1 + o_2}{2} \times (x_2 - x_1)$



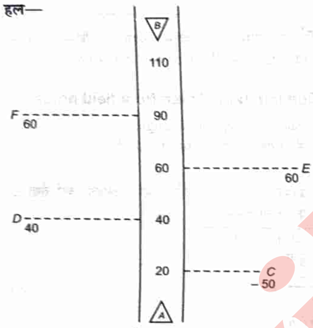
चित्र–3.48

इस प्रकार सम्पूर्ण Boundary line को छोटी-छोटी पट्टिकाओं में बाँटकर तथा सबको जोड़कर क्षेत्रफल निकाल लेते हैं। दी गयी फील्ड का कुल क्षेत्रफल

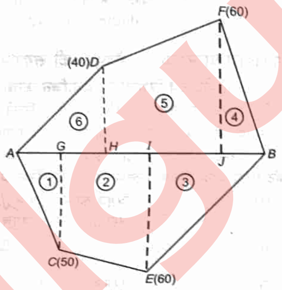
= आकृति *ABEF* का क्षेत्रफल + आकृति *ABCD* का क्षेत्रफल

उदाहरण 1. चित्र 3.49 में एक फील्ड बुक का पृष्ठ दर्शाया गया है। सर्वेक्षण क्षेत्र की आकृति बनाते हुये, क्षेत्रफल की गणना कीजिये।

हल—



चित्र–3.49

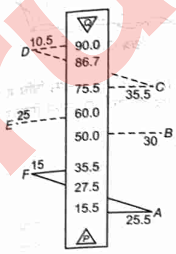


चित्र–3.50

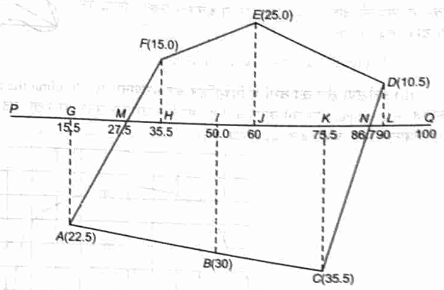
क्रमांक	आकृति	जरीब दूरी (मी०) (Chainage)	आधार (मी०)	खसके (offsets)	खसकों का औसत मान	क्षेत्रफल (मी०)^2		टिप्पणी
						+ ive	– ive	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Δ*ACG*	0 तथा 20	20	0 तथा 50	25	500	—	क्षेत्रफल = col 4 × col 6
2	Trap. *GCEI*	20 तथा 60	40	50 तथा 60	55	2200	—	
3	Δ*IEB*	60 तथा 110	50	60 तथा 0	30	1500	—	
4	Δ*BFJ*	90 तथा 110	20	0 तथा 60	30	600	—	
5	Trap. *FJHD*	40 तथा 90	50	60 तथा 40	50	2500	—	
6	Δ*DHA*	0 तथा 40	40	40 तथा 0	20	800	—	

कुल क्षेत्रफल = 8100 वर्ग मीटर

उदाहरण 2. चित्र 3.51 (a) में फील्ड से लिये गये कुछ मान दर्शाये गये हैं, क्षेत्रफल की गणना कीजिये।



चित्र–3.51 (a)



चित्र–3.51 (b)

क्रमांक	आकृति	दूरियाँ (मी०) (Chainage) (m)	आधार (Base) m	खसके (मी०) (offsets)	औसत खसका (Mean offset)	क्षेत्रफल (मी०)^2 (Area m^2)		टिप्पणी
						+ ive	– ive	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Δ*GAM*	15·5 तथा 27·5	12·0	22·5 तथा 0	11·25	—	135·00	
2	Trap *GABI*	15·5 तथा 50·0	34·5	22·5 तथा 30	26·25	905·625	—	
3	Trap *IBCK*	50·0 तथा 75·5	25·5	30·0 तथा 35·5	32·75	835·125	—	
4	Δ*KCN*	75·5 तथा 86·7	11·2	35·5 तथा 0	17·75	198·00	—	
5	Δ*NLD*	86·7 तथा 90	3·3	0 तथा 10·5	5·25	—	17·325	
6	Trap *LDEJ*	60 तथा 90	30	10·5 तथा 25	17·75	532·5	—	
7	Trap *JEFH*	35·5 तथा 60	24·5	25 तथा 15	20	490·0	—	
8	Δ*FHM*	27·5 तथा 35·5	8·0	15 तथा 0	7·5	60·0	—	
						3022·50	152·325	

Required Area = 3022·50 – 152·325 = 2870·175 sq.m

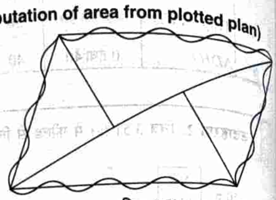
civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3.46 बने हुये नक्शे की मापों से क्षेत्रफल की गणना (Computation of area from plotted plan)

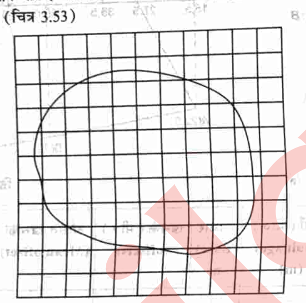
(a) सर्वेक्षण क्षेत्र को ज्यामितीय आकृतियों में विभाजित कर संगणना करना (By dividing the whole area into triangles)—इस विधि में सम्पूर्ण क्षेत्र को सामान्य ज्यामितीय आकृतियों, जैसे त्रिभुज, वर्ग, आयत, समलम्ब चतुर्भुज आदि में विभाजित कर लिया जाता है, हर आकृति की लम्बाई व ऊँचाई आदि नक्शे से माप ली जाती है और फिर उनका क्षेत्रफल निकाल लिया जाता है। देखें चित्र (3.52)



चित्र–3.52

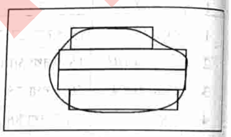
$$\text{Required Area} = \frac{1}{2} \times \text{base} \times \text{altitude}$$

(b) सर्वेक्षण क्षेत्र को वर्गों में विभाजित कर संगणना (By dividing the area into squares)—इस विधि में एक कागज (Rice paper) पर वर्ग बनाये जाते हैं और फिर उसे बने नक्शे पर रखा जाता है। क्षेत्र पर वर्गों की संख्या गिनकर क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात किया जाता है। (चित्र 3.53)



चित्र–3.53

(c) समानान्तर रेखायें खींचकर तथा आयतों को गिनकर (By drawing parallel lines and counting them to rectangles)—इस विधि में नक्शे पर या ट्रेसिंग पेपर पर समानान्तर रेखायें खींच ली जाती हैं। ट्रेसिंग पेपर को बने हुये नक्शे पर रखते हैं। ट्रेसिंग पेपर पर आयतों की संख्या गिनकर क्षेत्र का क्षेत्रफल निकाल लिया जाता है (चित्र 3.54)

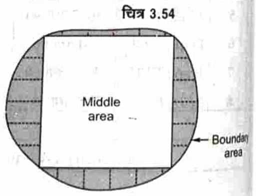


चित्र 3.54

$$\text{Required area} = \sum \text{Length of rectangles} \times \text{constant distance}$$

Case II. आधार रेखा पर खसकों द्वारा क्षेत्रफल (Area from offsets to a base line)

इस विधि के अन्तर्गत आधार रेखा से क्षेत्र की सीमा (boundary) के खसके एक समान अन्तराल (Regular interval) पर मापे जाते हैं। क्षेत्रफल की संगणना निम्न चार नियमों से की जाती है—

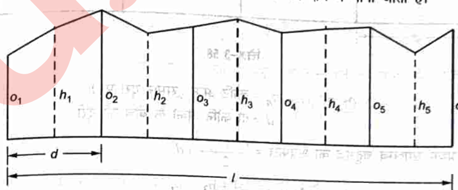


चित्र 3.55

1. मध्य कोटि अंक नियम (The mid-ordinate rule)

2. औसत कोटि अंक नियम (The average ordinate rule)
3. समलम्ब चतुर्भुज नियम (The trapezoidal rule)
4. सिम्पसन नियम (Simpson's rule)

1. मध्य कोटि अंक नियम (The Midordinate rule)—इस विधि के अन्तर्गत यह मान लिया जाता है कि कोटि अंकों के सिरों को मिलाने वाली रेखा (Boundaries) सीधी रेखायें हैं। इसमें आधार रेखा AB को (चित्र 3.56) कई बराबर भागों में विभाजित किया जाता है तथा हर भाग या खंड के मध्य कोटि अंकों को क्षेत्र में मापा जाता है।



चित्र–3.56

माना $o_1, o_2, o_3, ...o_n$ = कोटि अंक (समान दूरी पर)

माना दो खसकों (कोटि अंकों) के बीच दूरी = d मी०

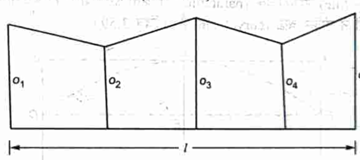
माना $h_1, h_2, h_3, ...h_n$ = मध्य कोटि अंक (mid-ordinates)

$$\text{क्षेत्रफल} = h_1 \times d + h_2 \times d + ... + h_n \times d$$

$$= d\,(h_1 + h_2 + ... + h_n)$$

या क्षेत्रफल = दो खसकों के बीच की दूरी × मध्य कोटि अंकों का योग

2. औसत कोटि अंक नियम (The Average ordinates rule)—इस विधि द्वारा क्षेत्रफल निकालने के लिये भी यह माना जाता है कि कोटि अंकों के सिरों को मिलाने वाली रेखा सीधी रेखायें हैं। आधार रेखा को कई बराबर भागों में बाँटा जाता है। हर भाग के सिरों पर कोटि अंक मापे जाते हैं। (चित्र 3.57)



चित्र–3.57

माना $o_1, o_2, o_3, ...o_n$ = कोटि अंक (समान दूरी पर)

माना आधार रेखा AB की लम्बाई = l मीटर

माना खंडों की संख्या = n

∴ कोटि अंकों की संख्या = $n+1$

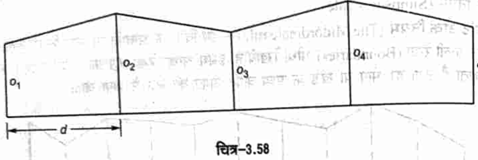
$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{o_1 + o_2 + o_3 + ... + o_n}{o_{n+1}} \times l$$

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3. समलम्ब चतुर्भुज का नियम (The Trapezoidal rule)—यह विधि इस कल्पना पर आधारित है कि आधार रेखा के हर भाग व सीमा रेखा के बीच का खंड एक समलम्ब चतुर्भुज होता है (चित्र 3.58)



चित्र–3.58

माना $o_1, o_2, o_3, \ldots\ldots\ldots o_n$ = कोटि अंक (समान दूरी पर)

d = दो कोटि अंकों के बीच की दूरी

प्रथम समलम्ब चतुर्भुज का क्षेत्रफल $= \frac{o_1 + o_2}{2} \times d$

द्वितीय समलम्ब चतुर्भुज का क्षेत्रफल $= \frac{o_2 + o_3}{2} \times d$

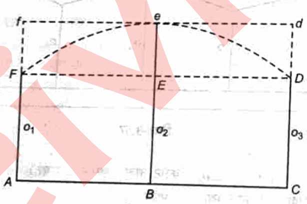
तृतीय समलम्ब चतुर्भुज का क्षेत्रफल $= \frac{o_3 + o_4}{2} \times d$

अन्तिम समलम्ब चतुर्भुज का क्षेत्रफल $= \frac{o_{n-1} + o_n}{2} \times d$

$$\text{कुल क्षेत्रफल} = \frac{d}{2}(o_1 + 2o_2 + 2o_3 + \ldots\ldots\ldots + 2o_{n-1} + o_n)$$

or Total Area $= \frac{\text{Common distance}}{2}$ [Ist ordinate + last ordinate + 2 (sum of other ordinates)]

4. सिम्पसन का नियम (Simpson rule)—इस विधि के अन्तर्गत यह माना जाता है कि कोटि अंकों के सिरों को मिलाने वाली सीमा रेखा (Boundary line) परवलयिक (parabolic) है। अत: इस विधि का प्रयोग उस समय किया जाता है जब क्षेत्रफल की सीमा रेखा सीधी न होकर वक्र (curve) होती है। (चित्र 3.59)



चित्र–3.59

चित्र 3.58 में आधार रेखा के पहले दो भाग दिखाये गये हैं। रेखा AC व वक्र FeD के बीच का क्षेत्रफल समलम्ब चतुर्भुज $AFDC$ तथा वक्र $FeDEF$ दोनों के योग के बराबर है।

माना o_1, o_2, o_3 = तीन क्रमागत कोटि अंक जो एक सम अंतराल 'd' पर मापे गये हैं।

d = सम अंतराल (दो कोटि अंकों के मध्य)

कुल क्षेत्रफल $AFeDC$ = $AFDC$ का क्षेत्रफल + $FeDEF$ का क्षेत्रफल

यहाँ, $AFDC$ का क्षेत्रफल $= \frac{o_1 + o_3}{2} \times 2d$ ...(1)

$FeDEF$ वक्र का क्षेत्रफल $= \frac{2}{3} \times FfdD$ का क्षेत्रफल

$$= \frac{2}{3} \times Ee \times 2d = \frac{2}{3} \times \left\{o_2 - \frac{o_1 + o_3}{2}\right\} \times 2d \quad \ldots(2)$$

समीकरण (1) तथा (2) को जोड़ने पर, आधार रेखा के पहले दो अन्तरालों या भागों का क्षेत्रफल,

$$\Delta_1 = \frac{o_1 + o_2}{2} \times 2d + \frac{2}{3} \times \left\{o_2 - \frac{o_1 + o_3}{2}\right\} \times 2d$$

$$= \frac{d}{3}(o_1 + 4o_2 + o_3) \quad \ldots(3)$$

इसी प्रकार, आधार रेखा के अगले दो अंतरालों या भागों का क्षेत्रफल,

$$\Delta_2 = \frac{d}{3}(o_3 + 4o_4 + o_5) \quad \ldots(4)$$

$$\therefore \quad \text{कुल क्षेत्रफल} = \frac{d}{3}(o_1 + 4o_2 + 2o_3 + 4o_4 + \ldots\ldots\ldots + o_n)$$

$$= \frac{d}{3}(o_1 + o_n + 4(o_2 + o_4 + \ldots\ldots) + 2(o_3 + o_5 + \ldots\ldots)$$

or Total Area $= \frac{\text{Common distance}}{2}$ [Ist ordinate + last ordinate + 4 (sum of even ordinates) + 2 (sum of remaining odd ordinates)]

समलम्ब चतुर्भुज तथा सिम्पसन नियम में तुलना

(Comparison between Trapezoidal rule and Simpson's rule)

	समलम्ब चतुर्भुज	सिम्पसन का नियम
1.	इस नियम के अन्तर्गत कोटि अंकों के सिरों को मिलाने वाली रेखा को एक सीधी रेखा माना जाता है।	कोटि सिरों को मिलाने वाली सीमा रेखा परवलयिक (Parabolic) मानी जाती है।
2.	यह नियम कितनी भी कोटि अंकों की संख्या के लिये प्रयोग किया जा सकता है।	इस नियम के अन्तर्गत कोटि अंकों की संख्या विषम (odd) होनी आवश्यक है।
3.	इस विधि से अनुमानित क्षेत्रफल ज्ञात होता है।	इस विधि के प्रयोग से शुद्ध (Accurate) क्षेत्रफल ज्ञात होता है।

साधित उदाहरण (Worked out Problems)

उदाहरण 1. एक सर्वेक्षण रेखा से एक असमाकृति (Irregular) सीमा रेखा की ओर निम्न लम्ब खसके 10 मीटर के अन्तराल पर लिये गये।

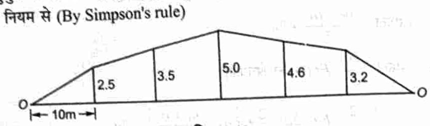
0, 2·5, 3·50, 5·00, 4·60, 3·20, 0

सर्वेक्षण रेखा, सीमा रेखा व पहले और आखिरी खसकों के बीच के क्षेत्रफल निम्न नियमों द्वारा ज्ञात कीजिये—

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(a) मध्य कोटि अंक नियम से (By Mid-ordinate rule)
(b) औसत कोटि अंक नियम से (By Average ordinate rule)
(c) समलम्ब चतुर्भुज के नियम से (By Trapezoidal rule)
(d) सिम्पसन के नियम से (By Simpson's rule)



चित्र–3.60

हल—(a) मध्य कोटि अंक नियम से (By Mid-ordinate rule)—

मध्य कोटि अंक—

$$h_1 = \frac{0+2\cdot5}{2} = 1\cdot25 \text{ मीटर}$$

$$h_2 = \frac{2\cdot5+3\cdot5}{2} = 3\cdot00 \text{ मीटर}$$

$$h_3 = \frac{3\cdot5+5\cdot00}{2} = 4\cdot25 \text{ मीटर}$$

$$h_4 = \frac{5\cdot00+4\cdot6}{2} = 4\cdot80 \text{ मीटर}$$

$$h_5 = \frac{4\cdot6+3\cdot2}{2} = 3\cdot9 \text{ मीटर}$$

$$h_6 = \frac{3\cdot20+0}{2} = 1\cdot60 \text{ मीटर}$$

$\therefore$ कुल क्षेत्रफल $= 10\,(1\cdot25+3\cdot00+4\cdot25+4\cdot8+3\cdot9+1\cdot6)$
$= 10 \times 18\cdot80$
$= 188$ वर्ग मीटर

हल—(b) औसत कोटि अंक नियम से (By average ordinate rule)—

यहाँ $d = 10$ मीटर , $n = 06$ (खंडों की संख्या)

कोटि अंकों की संख्या $= n+1 = 6+1 = 7$

$L =$ आधार की लम्बाई $= 10 \times 6 = 60$ मीटर

$\therefore$ कुल क्षेत्रफल $= 60\left(\frac{0+2\cdot5+3\cdot50+5\cdot0+4\cdot60+3\cdot20+0}{7}\right)$

$= 60 \times \frac{18\cdot80}{7} = 161\cdot14$ वर्ग मीटर

हल—(c) समलम्ब चतुर्भुज के नियम से (By Trapezoidal rule)—

$d = 10$ मीटर (दिया है)

$\therefore$ कुल क्षेत्रफल $= \frac{10}{2}[0+0+2\,(2\cdot5+3\cdot5+5+4\cdot6+3\cdot2)]$

$= 5 \times 37\cdot60 = 188$ वर्ग मीटर

(d) सिम्पसन नियम से (By Simpson's rule)—

यहाँ $d = 10$ मीटर

सिम्पसन नियम द्वारा

कुल क्षेत्रफल $= \frac{d}{3} = [o_1 + o_n + 4\,(o_2 + o_4 + ...) + 2\,(o_3 + o_5)]$

$= \frac{10}{3}[0+0+4\,(2\cdot5+5\cdot0+3\cdot20)+2\,(3\cdot50+4\cdot60)]$

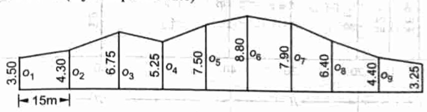
$= \frac{10}{3}(42\cdot80+16\cdot20)$

$= \frac{10}{3} \times 59\cdot00$

$= 196\cdot66$ वर्ग मीटर

उदाहरण 2. किसी सर्वेक्षण रेखा से एक असमाकृति (Irregular) सीमा रेखा की ओर निम्न लम्ब खसके 15 मीटर के अन्तराल पर लिये गये (चित्र 3.61) (i) 3·50, 4·30, 6·75, 5·25, 7·50, 8·80, 7·90, 6·40, 4·40, 3·25 मीटर सर्वेक्षण रेखा, सीमा रेखा व पहले और आखिरी खसकों के बीच के क्षेत्रफल निम्न विधियों द्वारा ज्ञात कीजिये—

(a) समलम्ब चतुर्भुज के नियम से (By Trapezoidal rule)
(b) सिम्पसन के नियम से (By Simpson's rule)



चित्र–3.61

हल—(a) समलम्ब चतुर्भुज के नियम से (By Trapezoidal rule)

यहाँ $d = 15$ मीटर

कुल क्षेत्रफल $= \frac{15}{2}[(3\cdot50+3\cdot25)+2\,(4\cdot30+6\cdot75+5\cdot25+7\cdot5+8\cdot80+7\cdot9+6\cdot40+4\cdot40)]$

$= \frac{15}{2}(6\cdot75+102\cdot60) = 820\cdot125$ वर्ग मीटर

(b) सिम्पसन के नियम से (By Simpson's rule)—सिम्पसन के नियमानुसार, क्षेत्रफल की गणना करने के लिये कोटि अंकों की संख्या विषम (odd) होने चाहिये। परन्तु दिये गये प्रश्न में कोटि अंकों की संख्या सम (even) है। इसलिये दिये गये प्रश्न में कोटि संख्या 01 से कोटि संख्या 09 तक सिम्पसन के नियम से क्षेत्रफल की गणना की जायेगी तथा कोटि संख्या 09 व 10 के बीच का क्षेत्रफल समलम्ब चतुर्भुज के नियम से निकाला जायेगा।

इसलिये कोटि संख्या 01 से 09 तक का क्षेत्रफल,

$A_1 = \frac{15}{3}[(3\cdot50+4\cdot40)+4\,(4\cdot30+5\cdot25+8\cdot80+6\cdot40)+2\,(6\cdot75+7\cdot50+7\cdot90)]$

$= \frac{15}{3}(7\cdot90+99\cdot00+44\cdot30)$

$= 756\cdot00$ वर्ग मीटर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

पुन कोटि संख्या 09 से 10 तक का क्षेत्रफल,

$$A_2 = \frac{15}{2}(4{\cdot}40 + 3{\cdot}25) = 57{\cdot}38 \text{ वर्ग मीटर}$$

कुल क्षेत्रफल $= A_1 + A_2$

$= 756{\cdot}00 + 57{\cdot}38$ वर्ग मीटर

$= 813{\cdot}38$ वर्ग मीटर

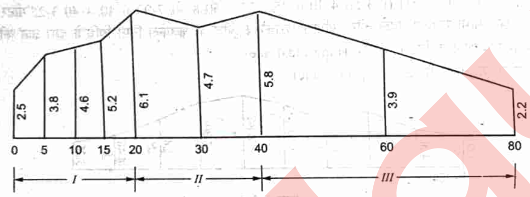
उदाहरण 3. एक सर्वेक्षण रेखा से वक्र सीमा की ओर निम्न लम्ब खसके लिये गये। चित्र (3.62)

जरीब दूरी (मी०)	0	5	10	15	20	30	40	60	80
खसका (मी०)	2·5	3·80	4·60	5·20	6·10	4·70	5·80	3·90	2·2

जरीब रेखा, सीमा रेखा व दोनों सिरों के खसकों के बीच का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।

(a) समलम्ब चतुर्भुज के नियम से (By Trapezoidal Rule)

(b) सिम्पसन नियम से (By Simpson's Rule)



चित्र–3.62

हल—(a) समलम्ब चतुर्भुज के नियम से—जैसा कि चित्र मे दिखाया गया है पहले खसके से पाँचवें खसके तक अन्तराल समान है, पाँचवें खसके से सातवें खसके तक अन्तराल समान है, इसी प्रकार सातवें खसके से नवें खसके तक अन्तराल समान है। अतः सम्पूर्ण क्षेत्रफल को तीन भागों में बाँटकर क्षेत्रफल की गणना की जायेगी।

कुल क्षेत्रफल $A = A_1 + A_2 + A_3$

जहाँ A_1 = पहले भाग का क्षेत्रफल, जिसमें अंतराल = 05 मीटर

A_2 = दूसरे भाग का क्षेत्रफल, जिसमें अंतराल = 10 मीटर

A_3 = तीसरे भाग का क्षेत्रफल, जिसमें अंतराल = 20 मीटर

By Trapezoidal rule—

$$A_1 = \frac{5}{2}\{2{\cdot}50 + 6{\cdot}10 + 2(3{\cdot}80 + 4{\cdot}60 + 5{\cdot}2)\} = 89{\cdot}50 \text{ वर्ग मीटर}$$

$$A_2 = \frac{10}{2}\{6{\cdot}10 + 5{\cdot}80 + 2(4{\cdot}70)\} = 106{\cdot}50 \text{ वर्ग मीटर}$$

$$A_3 = \frac{20}{2}\{5{\cdot}80 + 2{\cdot}20 + 2(3{\cdot}90)\} = 158{\cdot}00 \text{ वर्ग मीटर}$$

∴ कुल क्षेत्रफल $A = 89{\cdot}50 + 106{\cdot}50 + 158{\cdot}00 = 354{\cdot}00$ वर्ग मीटर

(b) By Simpson's Rule—

पहले भाग का क्षेत्रफल $A_1 = \frac{5}{3}\{2{\cdot}50 + 6{\cdot}10 + 4(3{\cdot}80 + 5{\cdot}20)\} + 2(4{\cdot}60) = 89{\cdot}66$ वर्ग मीटर

द्वितीय भाग का क्षेत्रफल $A_2 = \frac{10}{3}\{6{\cdot}10 + 5{\cdot}80 + 4(4{\cdot}70)\} = 102{\cdot}33$ वर्ग मीटर

तीसरे भाग का क्षेत्रफल $A_3 = \frac{20}{3}\{5{\cdot}80 + 2{\cdot}20 + 4(3{\cdot}9)\} = 157{\cdot}33$ वर्ग मीटर

कुल क्षेत्रफल, $A = A_1 + A_2 + A_3$

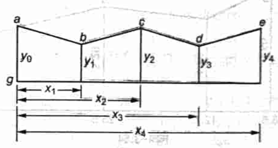
$= (89{\cdot}66 + 102{\cdot}33 + 157{\cdot}33)$ वर्ग मीटर

$= 349{\cdot}32$ वर्ग मीटर

3.47 अक्षांश व भुजांक की सहायता से क्षेत्रफल की संगणना (Calculation of area from Co-ordinates)

सर्वेक्षण करते समय यदि सभी खसके विभिन्न दूरियों पर लिये गये हों, तो ऐसी स्थिति में, समलम्ब चतुर्भुज नियम तथा सिम्पसन नियम से क्षेत्रफल की गणना कठिन होती है, इस तरह की आकृतियों के क्षेत्रफल की संगणना अक्षांश व भुजांक की सहायता से करते हैं।

प्रक्रिया (Procedure)—चित्र 3.63 के अनुसार दिये गये मापों व खसकों को ध्यान में रखते हुये एक मूल बिन्दु का चुनाव करते हैं तथा सभी दिये गये बिन्दुओं के अक्षांश व भुजांकों की गणना, मूल बिन्दु के सापेक्ष कर लेते हैं। देखे चित्र (3.63)



चित्र–3.63

दिये गये चित्र में बिन्दु g मूल बिन्दु इस प्रकार माना गया है ताकि दूसरे बिन्दुओं के निर्देशांक धनात्मक (+ive) हों तथा सभी बिन्दु प्रथम (NE)-चतुर्थांश में हों।

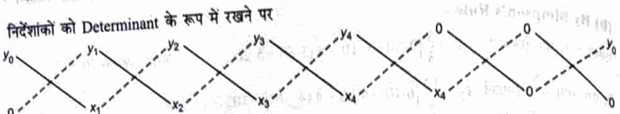
बिन्दु	निर्देशांक	
	अक्षांश (x)	भुजांक (y)
a	0	y_0
b	x_1	y_1
c	x_2	y_2
d	x_3	y_3
e	x_4	y_4
f	x_4	0
g	0	0
a	0	y_0

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

निर्देशांकों को Determinant के रूप में रखने पर



सभी solid लाइन से मिलने वाले निर्देशांकों को गुणा करके उनका योग कर लिया जाता है।

माना योग $= \Sigma P$

$$\Sigma P = (y_0 x_1 + y_1 x_2 + \ldots\ldots + 0\cdot 0)$$

इसी प्रकार सभी dotted लाइन से मिलने वाले निर्देशांकों को गुणा करके उनका योग निकाला जाता है।

माना योग $= \Sigma Q$

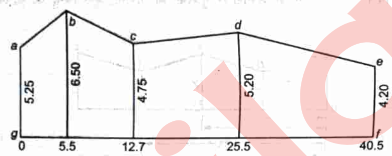
$$\Sigma Q = (0.y_1 + x_1 y_2 + \ldots\ldots + 0.y_0)$$

$\therefore$ कुल क्षेत्रफल $= \frac{1}{2}(\Sigma P - \Sigma Q)$

उदाहरण—सर्वेक्षण करते समय एक जरीब रेखा पर निम्नानुसार खसके लिये गये—

जरीब दूरी (मी०)	–0,	–5·5,	–12·7,	–25·5,	–40·5,
खसके (मी०)	–5·25,	–6·50,	–4·75,	–5·20,	–4·20,

सर्वेक्षण लाइन तथा सभी रेखा के मध्य क्षेत्रफल की गणना निर्देशांकों के द्वारा कीजिये।



चित्र–3.64

बिन्दु g को मूल बिन्दु मानते हुये, निर्देशांक निम्नानुसार होंगे—

बिन्दु	निर्देशांक	
	X	Y
a	0	5·25
b	5·50	6·50
c	12·70	4·75
d	25·50	5·20
e	40·50	4·20
f	40·50	0
g	0	0
a	0	5·25

निर्देशांकों को determinant के रूप में arrange करने पर

$$\overset{a}{\frac{5\cdot25}{0}} \times \overset{b}{\frac{6\cdot50}{5\cdot50}} \times \overset{c}{\frac{4\cdot75}{12\cdot70}} \times \overset{d}{\frac{5\cdot20}{25\cdot50}} \times \overset{e}{\frac{4\cdot20}{40\cdot50}} \times \overset{f}{\frac{0}{40\cdot50}} \times \overset{g}{\frac{0}{0}} \times \overset{a}{\frac{5\cdot25}{0}}$$

सभी solid लाइन से मिलने वाले निर्देशांकों को गुणा करके योग करने पर—

$$\Sigma P = 5\cdot25 \times 5\cdot50 + 6\cdot50 \times 12\cdot70 + 4\cdot75 \times 25\cdot50 + 5\cdot20 \times 40\cdot50 + 4\cdot20 \times 40\cdot5 + 0 \times 0 + 0 \times 0$$
$$= 28\cdot88 + 82\cdot55 + 121\cdot13 + 210\cdot60 + 170\cdot10 = 613\cdot26$$

इसी प्रकार सभी dotted लाइन से मिलाने वाले निर्देशांकों को गुणा करके योग करने पर

$$\Sigma Q = 0 \times 6\cdot50 + 5\cdot50 \times 4\cdot75 + 12\cdot70 \times 5\cdot20 + 25\cdot50 \times 4\cdot20 + 40\cdot5 \times 0 + 40\cdot50 \times 0 + 0 \times 5\cdot25$$
$$= 26\cdot13 + 66\cdot04 + 107\cdot10 = 199\cdot27$$

$\therefore$ कुल क्षेत्रफल $= \frac{1}{2}(\Sigma P - \Sigma Q)$

$= \frac{1}{2}(613\cdot26 - 199\cdot27) = 206\cdot995$ वर्ग मीटर

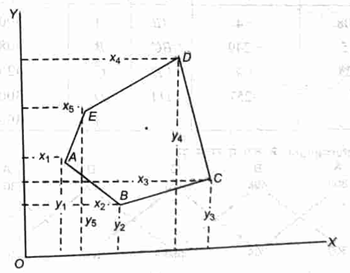
3.48 बंद माला रेखा के क्षेत्रफल की संगणना (Calculation of Traverse Area)

किसी भी बंद माला रेखा के क्षेत्रफल की गणना निम्न विधियों द्वारा की जाती है—

1. निर्देशांक विधि (Co-ordinates (x, y))
2. अक्षांश तथा डबल याम्योत्तर विधि (The latitude and double meridian distance)
3. भुजांक तथा कुल अक्षांश विधि (The departure and total latitude)

1. बंद माला रेखा के क्षेत्रफल की संगणना, निर्देशांकों द्वारा (Calculation or computation of traverse area by co-ordinates)—

प्रक्रिया—बंद माला रेखा का वह बिन्दु जो सबसे अधिक पश्चिम (West) में स्थित हो, उसके संदर्भ में सभी क्रमागत निर्देशांक (Consecutive co-ordinates) को स्वतन्त्र निर्देशांकों (Independent co-ordinates) में बदला जाता है तथा मूल बिन्दु के निर्देशांक (Co-ordinates) इस प्रकार मानते हैं ताकि अन्य सभी बिन्दुओं के निर्देशांक (co-ordinates) धनात्मक (+ive) हो जायें अर्थात सम्पूर्ण माला रेखा प्रथम चतुर्थांश (NE) में आ जाय।

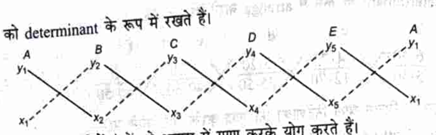


चित्र–3.65

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

सभी निर्देशांकों को determinant के रूप में रखते हैं।



सभी solid lines पर अंकित निर्देशांकों को आपस में गुणा करके योग करते हैं।

माना $$\Sigma P = (y_1 x_2 + y_2 x_3 + y_3 x_4 + y_4 x_5 + y_5 x_1)$$

इसी प्रकार सभी dotted lines पर अंकित निर्देशांकों को आपस में गुणा करके जोड़ लेते हैं।

माना $$\Sigma Q = (x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_4 + x_4 y_5 + x_5 y_1)$$

$$\text{सम्पूर्ण क्षेत्रफल} = \frac{1}{2} (\Sigma P - \Sigma Q) \text{ वर्ग मीटर}$$

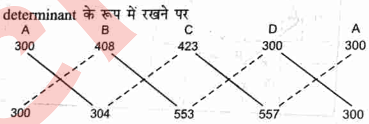
उदाहरण 1. एक बंद माला रेखा *ABCDA* की भुजाओं के संशोधित निर्देशांक (co-ordinates), अक्षांश व भुजांक (latitude & departure) निम्नवत हैं, माला रेखा का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये—

भुजा	अक्षांश		भुजांक	
	N	S	E	W
AB	108		4	
BC	15		249	
CD		123	4	
DA	0			257

हल—दिये गये निर्देशांकों (अक्षांश, भुजांक) द्वारा बंद माला रेखा *ABCDA* की गणना करने के लिये पहले सभी बिन्दुओं के लिये स्वतंत्र निर्देशांकों की गणना की जाती है। ऐसा करने के लिये बिन्दु *A* के कल्पित निर्देशांक माने जाते हैं (माना +300, +300) फिर निम्न सारणी के अनुसार गणना की जाती है—

बिन्दु	रेखा	क्रमागत निर्देशांक (Consecutive co-ordinates)		रेखा		स्वतंत्र निर्देशांक (Independent co-ordinates)	
		y	*x*			*y*	*x*
A	*AB*	+ 108	+ 4	*AB*	*A*	300	300
B	*BC*	+ 15	+ 249	*BC*	*B*	408	304
C	*CD*	–123	+ 4	*CD*	*C*	423	553
D	*DA*	0	–257	*DA*	*D*	300	557
A					*A*	300	300

सभी निर्देशांकों को determinant के रूप में रखने पर



$$\Sigma P = (300 \times 304 + 408 \times 553 + 423 \times 557 + 300 \times 300)$$
$$= 91200 + 225624 + 235611 + 90000 = 642435$$

$$\Sigma Q = (300 \times 408 + 304 \times 423 + 553 \times 300 + 557 \times 300)$$
$$= 122400 + 128592 + 165900 + 167100 = 583992$$

$$\therefore \quad \text{कुल क्षेत्रफल} = \frac{1}{2} (\Sigma P - \Sigma Q)$$
$$= \frac{1}{2} (642435 - 583992) = 29221 \text{ वर्ग मीटर}$$

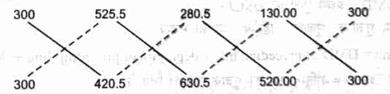
उदाहरण 2. एक बंद माला रेखा *ABCDA* की भुजाओं के निर्देशांकों का मान निम्नवत पाया गया, माला रेखा के क्षेत्रफल की गणना करें।

बिन्दु	रेखा	अक्षांश		भुजांक	
		N	S	E	W
A					
B	*AB*	225·50		120·50	
C	*BC*		245·00	210·00	
D	*CD*		150·00		110·50
A	*DA*	170·00			220·00

बिन्दु *A* के कल्पित निर्देशांक (+ 200, + 100) मानते हुये स्वतंत्र निर्देशांकों की गणना निम्न सारणी में करके दिखायी गयी है।

बिन्दु	रेखा	Consecutive Co-ordinates		Independent Co-ordinates	
		y	*x*	*y*	*x*
A				+300·00	+300·00
B	*AB*	+225·50	+120·50	+525·50	+420·50
C	*BC*	–245·00	+210·00	+280·50	+630·50
D	*CD*	–150·00	–110·50	+130·00	+520·00
A	*DA*	+170·00	–220·00	+300·00	+300·00

सभी निर्देशांकों को determinant के रूप में रखने पर



$$\Sigma P = (300 \times 420{\cdot}50 + 525{\cdot}50 \times 630{\cdot}50 + 280{\cdot}5 \times 520{\cdot}00 + 130{\cdot}00 \times 300{\cdot}00)$$
$$= 126150 + 313327{\cdot}75 + 145860 + 39000$$
$$= 642337{\cdot}75$$
$$\Sigma Q = (300 \times 525{\cdot}50 + 420{\cdot}5 \times 280{\cdot}50 + 630{\cdot}50 \times 130{\cdot}00 + 520{\cdot}00 \times 300)$$
$$= 157650 + 117950{\cdot}25 + 81965 + 156000$$
$$= 513565{\cdot}25$$

civilguru.net

$\therefore$ कुल क्षेत्रफल $= \frac{1}{2}(\Sigma P - \Sigma Q)$

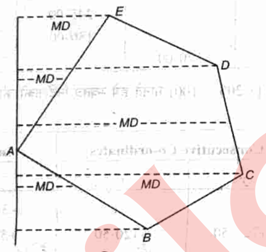
$= \frac{1}{2}(642337{\cdot}75 - 513565{\cdot}25)$

$= 64386{\cdot}25$ वर्ग मीटर

3.49 बंद माला रेखा के क्षेत्रफल की गणना (Calculation of Area from Latitude and Double Meridian Distance (DMD)

अक्षांश तथा डबल याम्योत्तर विधि (The latitude and double meridian distance, DMD)—

जैसे कि चित्र 3.66 में दिखाया गया है माला रेखा का बिन्दु A सबसे अधिक पश्चिम की ओर (Most westerly) स्थित है। माना सम्बन्धित याम्योत्तर (Meridian) भी इसी बिन्दु से गुजर (Pass) रहा है। माला रेखा की किसी भुजा का मध्य बिन्दु तथा माने गये याम्योत्तर (Meridian) के मध्य लम्बवत (perpendicular) दूरी याम्योत्तर दूरी (Meridian distance) कहलाती है। किसी लाइन के किनारे पर स्थित दोनों बिन्दुओं के याम्योत्तर दूरियों (Meridian distances) का योग उस लाइन का डबल याम्योत्तर दूरी (DMD) कहलाता है।



चित्र–3.67

किसी लाइन का DMD निम्न प्रकार निकालते हैं—

प्रथम भुजा का DMD = प्रथम भुजा का भुजांक
(Depature of Ist line)

द्वितीय भुजा का DMD = प्रथम भुजा का DMD +
प्रथम भुजा का भुजांक + द्वितीय भुजा का भुजांक

DMD of 2nd line = DMD of preceding line + departure of preceding line + departure of line itself

4. अंतिम भुजा का DMD = अंतिम रेखा का भुजांक विपरीत चिह्न के साथ

क्षेत्रफल की गणना

प्रक्रिया (Procedure)—

1. प्रत्येक DMD को उसी लाइन के अक्षांश से गुणा करें।
2. सभी गुणनफलों का बीजीय योग करें।
3. इस योग को दुगुने क्षेत्रफल के बराबर रखें।
4. जो परिणाम आये उसका आधा करने पर बंद माला रेखा का क्षेत्रफल ज्ञात हो जायेगा।

उदाहरण—एक बंद माला रेखा $ABCDA$ के लिये निम्न पाठ्यांक लिये गये। डबल याम्योत्तर दूरी (DMD) विधि से क्षेत्रफल की गणना कीजिये।

रेखा	अक्षांश (Latitude)	भुजांक (Departure)
AB	+225·50	+120·50
BC	−245·00	+210·00
CD	−150·50	−110·50
DA	+170·00	−220·00

हल—डबल याम्योत्तर दूरी (DMD) की गणना

रेखा AB की DMD = +120·5

रेखा BC की DMD = +120·5 + 120·5 + 210·0 = +451·00

रेखा CD की DMD = + 451·00 + 210·0 − 110·5 = +550·5

रेखा DA की DMD = + 550·50 − 110·5 − 220·0 = +220·0

रेखा	अक्षांश (Latitude)	भुजांक (Departure)	DMD	डबल एरिया = col. 2 × col. 4	
1	2	3	4	5 (+)	6 (−)
AB	+225·50	+120·50	+120·50	27172·75	—
BC	−245·00	+210·00	+451·00	—	110495·00
CD	−150·50	−110·50	+550·50	—	82850·25
DA	+170·00	−220·0	+220·00	37400·00	
				+64572·75	−193345·25
			Algebraic Sum	= −128,772·50	

Note—Negative sign neglected

2 × क्षेत्रफल = ज्यामितीय योग

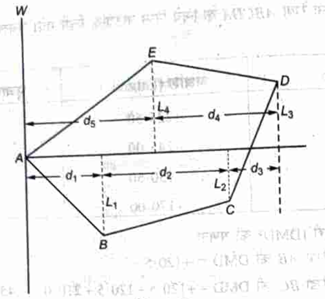
$\therefore$ क्षेत्रफल $= \frac{128772{\cdot}5}{2}$

$= 64386{\cdot}25$ वर्ग मीटर

3.50 क्षेत्रफल की संगणना, अक्षांश व भुजांक द्वारा (Computation or Calculation of Area from Departure and Total Latitude)

बंद माला रेखा का बिन्दु A सबसे अधिक या ठेठ पश्चिम (Most westerly) में स्थित है तथा संदर्भित याम्योत्तर (Reference meridian) भी इसी बिन्दु से गुजर (Pass) रहा है (चित्र 3.67)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र–3.67

प्रक्रिया—

1. सर्वप्रथम मूल बिन्दु (origin) के संदर्भ (reference) में प्रत्येक बिन्दु (station) के सम्पूर्ण भुजांक, सम्पूर्ण अक्षांश (Total latitude, total departure) ज्ञात किये जाते हैं।

2. दो ऐसी रेखायें जो एक बिन्दु पर मिल रही हों उनके भुजांकों का बीजीय योग ज्ञात किया जाता है।

3. भुजांकों के इस बीजीय योग को प्रत्येक बिन्दु के सम्पूर्ण अक्षांश से गुणा करते हैं।

4. इस प्रकार इस बीजीय योग से दो गुना क्षेत्रफल प्राप्त होता है।

5. इस क्षेत्रफल का आधा, माला रेखा का क्षेत्रफल होता है।

उदाहरण—एक बंद माला रेखा का क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये निम्न पाठ्यांक लिये गये, निर्देशांकों की मदद से माला रेखा के क्षेत्रफल की गणना कीजिये।

रेखा	अक्षांश	भुजांक
AB	+225·50	+120·50
BC	−245·00	+210·00
CD	−150·50	−110·50
DA	+170·00	−220·00

हल—बिन्दु *A* के संदर्भ में सभी बिन्दुओं के अक्षांशों की गणना निम्न प्रकार करते हैं—

Total latitude बिन्दु *B* का सम्पूर्ण अक्षांश = +225·50 (दिया है)

Total latitude बिन्दु *C* का सम्पूर्ण अक्षांश = +225·50 − 245·00 = −19·50

Total latitude बिन्दु *D* का सम्पूर्ण अक्षांश = +225·50 − 245·00 − 150·50 = −170·00

Total latitude बिन्दु *A* का सम्पूर्ण अक्षांश = +225·50 − 245·00 − 150·50 + 170·0 = 0

भुजांकों का बीजीय योग बिन्दु *B* पर = *AB* + *BC* = 120·50 + 210·00 = +330·5

भुजांकों का बीजीय योग बिन्दु *C* पर = *BC* + *CD* = +210·0 − 110·50 = +99·5

भुजांकों का बीजीय योग बिन्दु *D* पर = *CD* + *DA* = −110·5 − 220·0 = −330·5

भुजांकों का बीजीय योग बिन्दु *A* पर = *DA* + *AB* = −220·0 + 120·50 = −99·50

परिणाम को सारणीबद्ध करने पर—

भुजा	अक्षांश (Latitude)	भुजांक (Departure)	बिन्दु (Station)	सम्पूर्ण अक्षांश (Total latitude)	बीजीय योग भुजांक	दुगुना क्षेत्रफल = col. 5 × col. 6	
						(+)	(−)
1	2	3	4	5	6	7	8
AB	+225·50	+120·50	*B*	+225·50	+330·50	74527·75	—
BC	−245·00	+210·00	*C*	−19·50	+99·50	—	1940·25
CD	−150·50	−110·50	*D*	−170·0	−330·50	56185·00	—
DA	−170·00	−220·0	*A*	0	−99·50	—	—
					Total	+130712·75	−1940·25

बीजीय योग = +128772·50

दुगुना क्षेत्रफल = col (6) व col (7) बीजीय योग

∴ क्षेत्रफल = $\frac{1}{2} \times 128772 \cdot 50$

= 64386·25 वर्ग मीटर

3.51 आधुनिक थियोडोलाइट (Some modern theodolites)

सर्वेक्षण करते समय जब अत्यधिक परिशुद्धता की आवश्यकता होती है, जैसे—भूपृष्ठीय महत्वपूर्ण सर्वेक्षण इत्यादि के लिये अत्यधिक परिशुद्धता वाले उपकरण प्रयोग किये जाते हैं। थियोडोलाइट उन उपकरणों में मुख्य है। अब आधुनिक उपकरण के रूप में टोटल स्टेशन (total station) का प्रयोग किया जाता है। सर्वप्रथम कोणों के मापन में परिशुद्धता प्राप्त करने के लिये निचली प्लेट का व्यास 36″ तक रखा गया। फिर इसका स्थान सूक्ष्ममापी थियोडोलाइट 12″–9″ ने ले लिया। अब सूक्ष्ममापी के स्थान पर दोहरे पाठ्यांक (double reading) प्रकार के थियोडोलाइट जिनका व्यास 15–20 सेमी० होता है, बनाये जाते हैं जिनमें प्रकाशीय, सूक्ष्ममापी (optical micrometer) लगाये जाते हैं। आमतौर पर आधुनिक थियोडोलाइट में निम्न विशेषताएँ पायी जाती हैं—

(1) ये भार में काफी हल्के और माप में छोटे होते हैं।

(2) इनमें अंशांकित प्लेटें काँच की बनी होती हैं, जिनमें निशान बहुत महीन कटे होते हैं।

(3) अंशांकित प्लेटों के दोनों वर्नियर के पाठ्यांकों को पढ़ने के लिये microscope लगा होता है।

(4) पूर्णतः जल-सह व धूल रहित होते हैं।

(5) इनका magnification उच्च कोटि का होता है।

(6) ये उपकरण विद्युतीय प्रदीप्त होते हैं।

(7) उच्च कोटि के micrometer लगे होते हैं जिनकी सहायता से आसानी से पाठ्यांक पढ़ा जा सकता है।

मुख्यतः थियोडोलाइट का प्रयोग कोणीय मापन के लिये किया जाता है। इनको निम्न तीन भागों में विभाजित किया जा सकता है—

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(1) वर्नियर थियोडोलाइट

(2) माइक्रोमीटर थियोडोलाइट

(3) इलेक्ट्रॉनिक थियोडोलाइट

(1) वर्नियर थियोडोलाइट—इस प्रकार के थियोडोलाइट में क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर कोणों को परिशुद्धता से पढ़ने के लिए अंशांकित चक्री पर वर्नियर (vernier) लगे होते हैं। इस प्रकार के थियोडोलाइट Transit Vernier Theodolite कहलाते हैं। इस प्रकार के थियोडोलाइट को दूरबीन की अक्ष पर घुमाया जा सकता है।

(2) माइक्रोमीटर थियोडोलाइट (Micrometer Theodolite)—क्षैतिज कोण तथा ऊर्ध्वाधर कोण को परिशुद्धता-पूर्वक पढ़ने के लिये थियोडोलाइट में यदि वर्नियर के स्थान पर माइक्रोमीटर लगा दिया जाये तो थियोडोलाइट, माइक्रोमीटर थियोडोलाइट के नाम से जाना जाता है। यदि optical micrometer से पाठ्यांक पढ़ा जाये तो अधिक परिशुद्धता से पढ़ा जा सकता है। ये निम्न प्रकार के होते हैं—

(A) वॉट का माइक्रोप्टिक थियोडोलाइट (Watts Microptic theodolite)—M/s Hilger and Watt's Ltd. द्वारा माइक्रोप्टिक थियोडोलाइट के तीन मॉडल No. 1, No. 2, व No. 5 निर्मित किये गये हैं। थियोडोलाइट न०–1 एक बहुत ही परिशुद्ध उपकरण है, उसका अल्पतमांक 1″ होता है जबकि No. 2 द्वारा 20″ तक के पाठ्यांक परिशुद्धता से पढ़े जा सकते हैं तथा 5″ तक का पाठ्यांक अनुमान से पढ़े जा सकते हैं।

(B) Wild का T_2 थियोडोलाइट (Wild-T_2 theodolite)—इस प्रकार के थियोडोलाइट में दोनों वृत्त (प्लेटें) काँच की बनी होती हैं। क्षैतिज वृत्त का व्यास 90 मिमी० जबकि ऊर्ध्वाधर वृत्त 70 मि०मी० व्यास का होता है। इन दोनों वृत्तों को दर्पण द्वारा प्रकाशित किया जा सकता है। अन्धेरे तथा सुरंगों के लिये विद्युत बल्ब व दर्पण की व्यवस्था होती है।

इनमें 148 मिमी० लम्बी अन्त: फोक्सन व्यवस्था वाली दूरबीन होती है। इसमें ऊर्ध्वाधर अक्ष के लिये धुरी (axle) बुश (bush) व बाल बियरिंग की भी व्यवस्था होती है तथा स्वयं के भार के कारण स्वत: केन्द्रण हो जाता है। काँच का वृत्त axle bush के बाहर की ओर टिका होता है और एक पेंच द्वारा इसकी गति नियंत्रित की जाती हे। ऊर्ध्वाधर अक्ष के सापेक्ष गति के लिये केवल एक क्लेम्प पेंच व सूक्ष्म गति पेंच होता है। अत: इस प्रकार के थियोडोलाइट को direction theodolite भी कहते हैं। इस प्रकार के थियोडोलाइट में नेत्रिका पर लगे माइक्रोस्कोप की सहायता से ही थियोडोलाइट पाठ्यांक को पढ़ा जा सकता है। इस थियोडोलाइट के वृत्त पर 20′ के अन्तराल पर निशान बने होते हैं।

(C) Wild का T_3 परिशुद्ध थियोडोलाइट (Wild- T_3 precision theodolite)—मुख्य रूप से इस प्रकार का थियोडोलाइट परिशुद्ध मापन के लिये प्रयोग किया जाता है। इस थियोडोलाइट में ऊर्ध्वाधर सर्किल तथा क्षैतिज वृत्त काँच के बने होते हैं। इस प्रकार के थियोडोलाइट में क्षैतिज सर्किल में 4′ जबकि ऊर्ध्वाधर सर्किल पर 8′ तक पाठ्यांक पढ़ा जा सकता है। पाठ्यांक को पढ़ने के लिये optical micrometer की व्यवस्था होती है। यह उपकरण अपने वजन की वजह से automatically केन्द्रित हो जाता है।

(D) Wild T_4 सार्वत्रिक थियोडोलाइट (Wild-T_4 universal theodolite)—मुख्य रूप से इस उपकरण का प्रयोग Astronomical Observations लेने के लिये प्रयोग किया जाता है। इस उपकरण में भी optical micrometer की व्यवस्था होती है जिसकी सहायता से 0·1″ तक के पाठ्यांक पढ़े जा सकते हैं। ऊर्ध्वाधर वृत्त तथा क्षैतिज वृत्त दोनों एक reading micrometer से equipped होते हैं जिनकी सहायता से पाठ्यांकों का मध्यमान प्राप्त होता है।

(E) टेविस्टोक थियोडोलाइट (The Tavistock Theodolite)—इस प्रकार के थियोडोलाइट में ऊर्ध्वाधर वृत्त तथा क्षैतिज वृत्त ग्लास के बने होते हैं जिन पर 1″ तक पाठ्यांक पढ़ा जा सकता है तथा 0·25″ तक का अनुमानित मान पढ़ा/लिया जा सकता है। पाठ्यांकों को पढ़ने के लिये माइक्रोमीटर की व्यवस्था होती है।

3.52 इलेक्ट्रॉनिक थियोडोलाइट (Electronic Thedolite/ Digital Theodolite)

यह एक अत्याधुनिक परिशुद्ध उपकरण है जिससे क्षेत्र में सर्वेक्षण व संगणनाओं से सम्बन्धित सभी कार्य परिशुद्धता/शीघ्रता से किये जा सकते हैं तथा परिणाम LCD (Liquid Crystal Display) पर देखे जा सकते हैं। इस से अधिक उच्चता, गुम बिन्दु, अति न्यून कोण इत्यादि को बड़ी आसानी व परिशुद्धता से प्रेक्षित किया जा सकता है। इस प्रकार के थियोडोलाइट की Range एकल प्रिज्म से 02 किमी० जबकि त्रि-प्रिज्म से 04 किलोमीटर तथा परिशुद्धता ±2 मि०मी० होती है। क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर कोण की परिशुद्धता 1″ तक होती है। इलेक्ट्रॉनिक थियोडोलाइट को निम्नानुसार नामित किया जाता है—

(A) Wild T–1000 Electronic Theodolite

(B) Wild T–2000 and T–2000S Electronic Theodolite

3.53 Wild T–1000 Electronic Theodolite

यह थियोडोलाइट "THEOMAT" के नाम से भी जाना जाता है। एक थियोमेट में निम्न गुण पाये जाते हैं—

1. T–1000 एक Elecronic गति से कार्य करता है।
2. इस थियोडोलाइट में पाठ्यांक इलेक्ट्रोनिकली मापे जाते हैं तथा LCD Processing के लिये डाल दिये जाते हैं।
3. इसकी सहयता से bright, contrast तथा correct image प्राप्त होती है।
4. थियोडोलाइट की focussing अच्छी होने के कारण target साफ तथा clear दिखायी देता है।
5. Pointing अत्याधिक fast की जा सकती है।
6. रात्रि के समय एवं सुरंग में पाठ्यांक भी आसानी से लिखे जा सकते हैं।
7. यह थियोडोलाइट दो control panels से बना होता है।
8. इस प्रकार का थियोडोलाइट आसानी से और शीघ्रता से प्रयोग किया जा सकता है।
9. इसके keyboard में 6 multifunctions keys होती हैं।
10. मुख्यत: प्रेक्षण के लिए एकल उपकरण की-स्ट्रोक की आवश्यकता होती है।
11. उपकरण को आसानी एवं शीघ्रता से प्रयोग करने के लिए colour coding होती है।
12. पाठ्यांक को प्रेक्षित करने के लिए एक absolute electonic reading system लगा होता है।
13. किसी भी प्रकार का initialization procedure की आवश्यकता नहीं होती है।
14. आसानी से Switch On करके परिणाम पढ़ा जा सकता है।
15. पाठ्यांकों को आसानी से Update किया जा सकता है।
16. प्रेक्षण का Display 1″ तक होता है।
17. Face left तथा face right में deviation 3″ का होता है।

3.54 T–1000 थियोडोलाइट के प्रयोग (Uses of T–1000 theodolite)

इलेक्ट्रॉनिक थियोडोलाइट T–1000 या "THEOMAT" के निम्नलिखित प्रयोग हैं—

1. कोण मापन के लिये यह अकेले ही प्रयोग किया जाता है।
2. दूरी मापन के लिये इस के साथ Distomat भी लगाया जाता है।
3. Data acquisition के लिये इसको GRE3 से Connect किया जाता है।
4. " THEOMAT " को Computer से connect करने के लिये RS 232 का प्रयोग किया जाता है।

Distomat—यह Wild द्वारा दिया गया पंजीकृत ट्रेड नेम है जो Wild द्वारा अपने EDM (Electronic Distance Measurement) के लिये प्रयोग किया जाता है। निम्नानुसार Wild द्वारा EDM की Range की उपलब्ध है—

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

D1—1000, D1—S, D1—55, D1 4/4L etc.

यह सभी EDM, थियोडोलाइट के टेलिस्कोप के साथ attach किये जा सकते हैं।

Thus the combination of T-1000 theodolite with the "Distomat" becomes as Electronic Total Station.

3.55 Wild T–2000 Theomat

T–2000 Theomat के निम्नलिखित मुख्य गुण हैं—

(1) इसकी सहायता से कोणों का मापन अत्यन्त परिशुद्धता से किया जा सकता है।
(2) इसमें Microprocessor Controlled Angle System लगा होता है।
(3) Opto electronic scanning की सहायता से absolute प्रेक्षण प्राप्त किये जा सकते हैं।
(4) Circle graduation error की सम्भावना नहीं रहती।
(5) एक ही स्थान से कोण मापन किया जा सकता है।
(6) इस प्रकार के Theomat में display को आवश्यकतानुसार सैट किया जा सकता है।
(7) Circle reading को 10″ तक display कर सकते हैं।
(8) दूरी परिशुद्धता से 01 मिमी० तक प्रेक्षित कर सकते हैं।
(9) यह Theomat self indexing maintenance कर सकता है।
(10) उपकरण की मदद से कोण 02 mode में पढ़ा जा सकता है।
(11) सम्पूर्ण उपकरण एक central panel से कन्ट्रोल होता है।
(12) रात्रि तथा सुरंग इत्यादि स्थानों पर आसानी से कार्य किया जा सकता है।
(13) बहुत से घटक, जैसे—स्केल correction, additive constant circle orientation का भण्डारण तथा केन्द्र किया जा सकता है।
(14) कोई नया पाठ्यांक लेते समय पुराना खुद ही डिलीट हो जाता है।
(15) उपकरण का switch off करने पर भी प्रेक्षण सुरक्षित रहते हैं।
(16) जब प्रेक्षण दोनों positions में लिये जाने हों तो तब भी यह उपकरण लाभकारी होता है।
(17) उपकरण का switch, automatically off हो जाता है।
(18) उपकरण का switch off time select किया जा सकता है।
(19) प्रेक्षण को कोई हानि नहीं होती है।
(20) उपकरण को ORE 03 से connect किया जा सकता है तथा RMS (Remote Measuring Measurement) का प्रयोग किया जा सकता है।

3.56 टोटल स्टेशन (Total Station)

यदि इलेक्ट्रॉनिक थियोडोलाइट के साथ इलेक्ट्रॉनिक दूरी मापक (electronic distance measurement) (EDM) का समावेश कर दिया जाये, तो इन दोनों उपकरणों से बना संयुक्त उपकरण टोटल स्टेशन (total station) के नाम से पुकारा जाता है। इसकी सहायता से क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर (horizontal and vertical) कोणों के अलावा नत दूरियाँ (slope distance) का मापन भी आसानी से किया जा सकता है। Total Station से माइक्रो प्रोसेसर (microprocessor) द्वारा पाठ्यांकों की रिकार्डिंग (recording) तथा गणनायें (calculations) कम्प्यूटर (computer) पर ट्रांसफर कर क्षेत्र का नक्शा (map) भी विकसित (developed) किया जा सकता है। Total Station को (remote control) मदद से केवल observer ही control कर लेता है, अर्थात् इसके लिये सहायक (assistant/staffman) की आवश्यकता नहीं होती।

मुख्य रूप से निम्न कार्यों के लिए टोटल स्टेशन का प्रयोग किया जाता है—

1. To record features of the ground (up-downs of land)
2. Topographical Survey
3. To set out alignment (such as—roads, railways, houses, boundaries)
4. May be used by Archaeologists to record execution.
5. It is also used by police (crime scene, investigation).
6. May be used by insurance companies to take measurement.

स्विटजरलैंड की एक कम्पनी M/S Wild Heerbrugg Ltd ने Wild Tachmat TC 2000 टोटल स्टेशन नामक उपकरण विकसित किया है।

टोटल स्टेशन से पाठ्यांक लेते समय ध्यान आकर्षण—

1. टीम में कार्य करना (To work in team)
2. कार्य योजना बनाना (Planning)
3. सावधानीपूर्वक पाठ्यांक लेना (To be careful in observation)

❑

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अध्याय 4

टोटल स्टेशन (Total Station)

परिचय (Introduction)—आजकल, इस आधुनिक युग में इलेक्ट्रॉनिक टोटल स्टेशन (electronic tolal station) डिजीटल थियोडोलाइट (digital theodolite) का अत्यधिक प्रयोग किया जा सकता है। यह एक आधुनिक परिशुद्ध उपकरण है, जिससे क्षेत्र सर्वेक्षण व संगणनाओं का सभी कार्य शीघ्रता व परिशुद्धता से किया जाता है तथा समस्त परिणाम एक जुड़वां 64-character, 4-Line LCD स्क्रीन पर देखें जा सकते हैं। इससे अधिक उच्चता वाले बिन्दु, गुम बिन्दु, न्यून कोण आदि को बड़ी आसानी से परिशुद्धता से प्रेक्षित किये जाते हैं। इनकी रेंज (range) एकल प्रिज्म से 2 किमी० तथा त्रि-प्रिज्म से 4 किमी० तथा परिशुद्धता ±2 मिमी० होती है। क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर कोण 1″ की परिशुद्धता तक पढ़े जा सकते हैं। बिन्दुओं की दूरी व कोण लेसर किरणों द्वारा मापे जाते हैं। यह एक बहुत महँगा उपकरण है।

टोटल स्टेशन का मुख्य रूप से क्षेत्र सर्वेक्षण तथा सिविल इंजीनियरिंग कार्यों जैसे—Topographical Survey या सड़क, रेलवे तथा सीमा रेखा की निशान देही (setout/alignments) के लिये किया जाता है। इनका प्रयोग Archaeologists द्वारा execution के लिए भी किया जाता है। इसके अतिरिक्त पुलिस, क्राइम समीक्षा, तथा बीमा कार्यों के लिए भी इसका प्रयोग किया जाता है।

आजकल बहुत-सी कम्पनी टोटल स्टेशन बना रही है। नीचे Leica TCA-1800 तथा NIKON C-100 के specifications दिये गये हैं—

Table : Technical specifications of Total Stations TCA-1800 and C-100

S.No.	Item	LEICA TCA-1800	NIKON C-100
1.	Angle measurement	Reading system : Absolute, continuous, diametric	Incremental encoder
		Unit of reading : Degree/ Gon / 6400 mil / V%	Degree/ Gon / 6400 mil
		Least count : 1″/0·1 mgon	
		Accuracy : —	5 or 10″ (360°), 1 or 2 mgon (400 G), 0·02 or 0·05 mil (6400 mil)
		Tilt sensor : —	6″/19 CCG / 0·03 Mil
		Working range : —	Liquid type ±3″
2.	Distance measurement	*Range*	
		With circular prism : 2500 m	With single prism 700 m
		With 360° reflector : 1300 m	With triple prism 1000 m
		With mini prism : 1300 m	
		Accuracy : 1 to 5 mm + 2 ppm	± (5 + 5 ppm × D) mm (at – 10 to 50°C)
		Measuring time : 3s	4s

S.No.	Item	LEICA TCA-1800	NIKON C-100
3.	Ambient temperature range	Measuring : –20 to 50°C	–20 to 50°C
		Storage : – 40 to 70°C	– 40 to 60°C
4.	Telescope	Magnification : 30 ×	26 ×
		Clear objective aperture : 42 mm	36 mm
		Shortest focussing distance : 1·7 m	1·0 m
5.	Level vial	Sensitivity of level vial : 2″ (electronic)	30″/2 mm
		Sensitivity of circular level vial : 4′/2 mm	10′/2 mm
6.	Optical plummet	Magnification : 2 ×	2·2×
		Field of view : —	5°
		Focussing range : —	1·3 m (fixed)
		Image : Erect	Erect
		Accuracy : At 1·5 m instrument height : ± 0·8 mm	
7.	Display	LCD : 8 rows of 30 characters	Dot matrix LCD
		Keyboard : Language versions loadable and switchable keyboard in both faces	16 characters × 4 lines
8.	Weight	Without tribrach : 0·9 kg	Main unit : 6 kg
		Without battery : 0·3 kg	Battery : 0·4 kg
9.	Battery	Ni–Cd, 12 V/1·2 Ah	Ni–Cd, 7·2 V

टोटल स्टेशन के प्रयोग (Uses of a total station)

1. To read the slope and distance (दूरियाँ तथा ढाल नापना)
2. Co-ordinates measurement (चतुर्थांश मापन)
3. Angle measurement (कोण मापन)
   (Horizontal/Vertical/Deflection)
4. Distance measurement (दूरियाँ मापना)
5. Data Processing (डाटा प्रोसेसिंग)
6. Mining (खनन सर्वेक्षण)
7. To develop a map (नक्शा बनाना)

1. दूरियाँ तथा ढाल नापना (To read the slope and distance)—टोटल स्टेशन से जमीन का ढाल आसानी से मापा जा सकता है। जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, किसी भी target की ढाल दूरी एक निश्चित दूरी पर बड़ी आसानी से प्रेक्षित की जा सकती है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

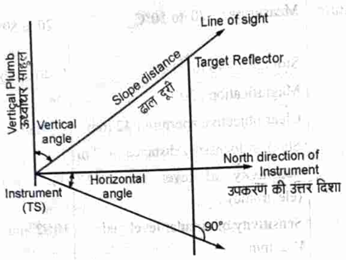


Fig. 4.1

2. **चतुर्थांश मापन** (Co-ordinates measurement)—किसी अज्ञात बिन्दु के Co-ordinates किसी ज्ञात बिन्दु के सापेक्ष आसानी से ज्ञात किये जा सकते हैं। कोण तथा दूरियों के प्रेक्षण टोटल स्टेशन से लक्ष्य बिन्दु तक कर लिये जाते हैं तथा Co-ordinates (X, Y तथा Z) या उत्तरी-दिशा, पश्चिमी-दिशा तथा ऊँचाई की गणना कर ली जाती है।

3. **कोण मापन** (Angle measurement)—टोटल स्टेशन से कोणों का मापन करने के लिये उपकरण के horizontal circle को zero पर set कर north दिशा set कर ली जाती है। फिर उपकरण के reflector से target को line of sight पर लिया जाता है जिस से कोण उपकरण के display पर आ जाता है। प्राय: टोटल स्टेशन से 5″ तक का कोण मापा जा सकता है।

ऊर्ध्वाधर कोण पढ़ने के लिए साहुल (plumb) पूरी तरह vertical होता है जिसको zenith मानते हुये कोण 0° लेते हैं। क्षैतिज स्थिति के लिए कोण 90° तथा ठीक-ठीक vertical downward के लिए कोण 180° लेते हैं।

नत दूरी (slope distance), कोण मापन (Angle measurement) की क्रिया निम्न चित्र से आसानी से समझी जा सकती है।

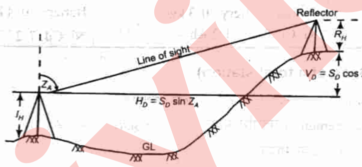


Fig. 4.2

I_H = Height of Instrument
R_H = Height of reflector
S_D = Distance of slope
V_D = Vertical distance of reflector and telescope from the instrument.
H_D = Horizontal distance
Z_A = Vertical angle
R_Z = Elevation of reflector on ground.

4. **दूरियाँ मापन** (Distance measurement)—टोटल स्टेशन, इलेक्ट्रॉनिक थियोडालाइट वे इलेक्ट्रॉनिक दूरी मात्रक (EDM) का संयुक्त रूप है जिसकी सहायता से उपकरण के cross hairs का सरेखण करते हुये निर्देशांकों (Co-ordinates) के साथ-साथ क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर कोणों के अलावा नत दूरियाँ (slope distance) का मापन भी सम्भव है। इसमें एक माइक्रोप्रोसेसर द्वारा पाठ्यांकों का recording व उनकी गणनायें computer पर ट्रांसफर करके map भी विकसित किया जा सकता है।

टोटल स्टेशन से दूरी मापने के लिये टोटल स्टेशन को set करके किसी भी लक्ष्य बिन्दु की दूरी सीधे उपकरण की सहायता से प्रेक्षित की जा सकती है।

टोटल स्टेशन से 1·5 मिमी० की परिशुद्धता तक दूरी पढ़ी जा सकती है।

5. **डाटा प्रोसेसिंग** (Data Processing)—टोटल स्टेशन से Computer में data download करने के लिए software का प्रयोग किया जाता है तथा Computer किये गये सर्वेक्षण का नक्शा तैयार करता है।

6. **खनन सर्वेक्षण** (Mining)—टोटल स्टेशन का प्रयोग Mining कार्यों के लिए किया जाता है। टोटल स्टेशन की सहायता से किसी भी tunnel wall, ceilings या floor की absolute location प्रेक्षित की जा सकती है। तथा recorded data को एक CAD प्रोग्राम की सहायता से download कर लिया जाता है तथा Tunnel के design layout से तुलना की जा सकती है। सर्वे पार्टी द्वारा कुछ Control Station स्थापित कर लिये जाते हैं।

4.1. Topographic Survey

टोटल स्टेशन का प्रयोग किसी भी इंजीनियरिंग सर्वे के लिए किया जा सकता है, परन्तु यह उपकरण Topographic survey के लिए अधिक उपयोग है जिसमें हम तीनों दिशाओं (x, y तथा z) में प्रेक्षण ले सकते हैं।

(A) Initial Data Entry : The initial data entry could be all or some of the following :

1. Project description,
2. Data and crew,
3. Temperature,
4. Pressure,
5. Prism constant,
6. Curvature and refraction setting,
7. Sea-level correction
8. Number of measurement repetitions
9. Choice of face 1 and face 2 position
10. Automatic point number incrementation
11. Choice of units.

(B) Survey Station Description—Each survey station must be described with respect to survey activity, station identification and other attribute data. Generally, the total station prompt the data entry and then automatically assign appropriate labels. Point description data can be entered as alpha (for example back sight as BS) or numeric (for example, backsight as 20) codes.

(C) Survey Station Entries

1. Code say 20 (BS), 30 (IS), 40 (FS),
2. Height of Instrument (H.I.),
3. Station Number (say) 110,
4. Station identification code,
5. Co-ordinates of occupied station,
6. Co-ordinates of back sight station.

(D) Sighted Point Entries

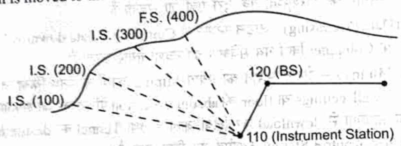
1. Operation Code,
2. Height of prism,
3. Station number : 120 (BS),
4. Station Identification Code.

Work Procedure : Refer the following figure :

1. Enter the initial data and occupied station data.
2. Sight at station 120; press the zero set button to set the horizontal circle at zero.
3. Enter code 20 (BS).

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

4. Measure and enter the height of prism.
5. Press the appropriate measure button, *e.g.* slope distance etc.
6. Press the record button after each measurement. In the automatic mode, all the three *X*, *Y* and *Z* measurements are made after pressing just one button.
7. After the station measurements have been recorded, the data recorder on board will prompt for the station point number (*e.g.* 120) and the station identification code.
8. For next sights, repeat step 4–7 using appropriate data.
9. When all the topographic details in the area of the occupied station (110) have been recorded, the total-station is moved to the next traverse station and the process is repeated.



(Field Surveying with Total Station)

Fig. 4.3

10. Download the data to a computer, where it is stored into a format that is compatible with the computer program that is to process the data.
11. If the topographic data are for a closed traverse, check the traverse closure and then all adjusted values of *X*, *Y* and *Z* are computed.
12. From the data stored in coordinate files, the data required for plotting by digital plotters is assembled and the survey can be quickly plotted at any desired scale.

4.2 ऑटो लेवल (Auto Level)

यह एक optical लेविल है, सर्वेक्षण करते समय इसमें (स्व-लेविल में) स्थिति निर्धरित हो जाती है। इसका प्रयोग चेक बिन्दु स्थापित करने तथा लेविल को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ट्रांसफर करने के लिये प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार का लेविल ऑटोमेटिक लेविल, स्व:लेविल या बिल्डर लेविल भी कहलाता है।

पाठ्यांक लेते समय प्राय: उपकरण समतल (horizontal) रखा जाता है। प्लेन टेबिल को level करते समय सामान्य लेविल उपकरण को plane table पर रख कर Bubble Centre में लाने का प्रयास किया जाता है जिसके लिए plane table के tripod में लगे Ball और Socket व्यवस्था में इसे adjust कर bubble centre में लाकर लेविल में किया जाता है जबकि auto level में एक micrometer लगा होता है जिससे level प्रक्रिया आसानी एवं शीघ्रता से हो जाता है।

वर्तमान समय में auto level का अत्याधिक प्रयोग सर्वेक्षण कार्यों के लिए किया जाता है। समस्त सर्वेक्षण कार्यों, परिशुद्धता एवं मापन सम्बन्धी त्रुटियों को न्यूनतम करने के लिए समस्त मापन पूर्णतया क्षैतिज होने चाहिए। इसी दृष्टि से वर्तमान में Auto level अधिक प्रचलन में है।

Main Features :

1. Easy to use because it reduces the need to set the instrument truly level.
2. Self-levelling instruments are the preferred instruments on building site, construction and surveying due to ease of use and rapid set up time.
3. Automatically removes variation from level.
4. Use to gather and/or transfer elevations (levels) during site surveys or building construction.
5. An auto level uses a swinging prism to compensate for small inclination deviations.

4.3 टैकियोमीटरी सर्वेक्षण (Tacheometric Surveying)

प्रस्तावना (Introduction)—टैकियोमीटरी-सर्वेक्षण कोणीय सर्वेक्षण की वह शाखा है जिसमें क्षैतिज (horizontal) व ऊर्ध्वाधर (vertical) दूरियाँ यन्त्र द्वारा प्रेक्षण लेकर ज्ञात की जाती हैं। साधारण तरीकों में क्षैतिज दूरी जरीब व फीते से मापी जाती है जबकि टैकियोमीटरी सर्वेक्षण में प्रकाशीय पद्धति द्वारा इन दूरियों की संगणना बहुत ही कम समय में की जाती है। यह विधि दूरी-मापन की सीधी और शीघ्र सम्पन्न होने वाली विधि है, परन्तु इसकी परिशुद्धता जरीब-मापन से कुछ कम होती है। किन्तु फिर भी ढालू व असम जमीन पर, ऊबड़-खाबड़ क्षेत्र में, जल-ग्रस्त क्षेत्र में, गहरे खड्डों में, नदियों के पार व दलदली जमीन आदि पर, जहाँ जरीब से शुद्धता से दूरियाँ नहीं नापी जा सकती है, टैकियोमीटरी सर्वेक्षण अत्यन्त उपयोगी है।

यह सर्वेक्षण मुख्यत: क्षेत्र के सम्मोच्च नक्शे (contour map) बनाने और स्थल आकृति सर्वेक्षण में टैकियोमीटरी सर्वेक्षण अधिक लाभप्रद रहती है। टैकियोमीटरी सर्वेक्षण ऐसे स्थानों पर, जहाँ प्रत्यक्ष (direct) तलेक्षण (levelling) तथा जरीब मापन (chaining) नहीं की जा सकती है, प्रयोग किया जाता है। सड़कों, रेल मार्गों, जलाशयों, तथा जल ग्राफीय सर्वेक्षण में इसका व्यापक प्रयोग किया जाता है।। यह सर्वेक्षण मुख्यत: सम्मोच्च रेखाओं के आलेखन के काम में आती है। अधिक परिशुद्ध सर्वेक्षणों में यह विधि फीते से मापी दूरियों की जाँच के काम में लाई जाती है क्योंकि इसमें समय की बचत होती है।

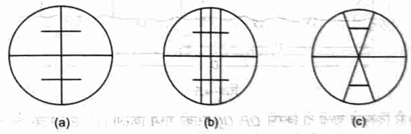
4.4 टैकियोमीटरी सर्वेक्षण में प्रयोग होने वाले उपकरण (Instrument used in Tacheometric Survey)

टैकियोमीटरी में मुख्यत: निम्न उपकरणों का प्रयोग किया जाता है—

(a) टैकियोमीटर (Tacheometer)

(b) स्टेडिया छड़ (Levelling staff or stadia rod)

(a) टैकयोमीटर (Tacheometer)—टैकियोमीटरी सर्वेक्षण में एक साधारण संक्रामी (transit theodolite) प्रयोग में लाया जाता है जिसमें स्टेडिया तार वाला डायफ्राम (stadia diphragm) लगा होता है। इस प्रकार के थियोडोलाइट को टैकियोमीटर (tacheometer) कहते हैं। स्टेडिया बिम्ब पर (stadia diphragm) में, इसके क्षैतिज क्रास तन्तु के ऊपर तथा नीचे समान दूरी पर एक अतिरिक्त तार लगी होती है। ये दोनों स्टेडिया तार उसी रिंग पर लगे होते हैं जिस पर क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर क्रास तन्तु होते हैं अत: ये सब एक ही ऊर्ध्वाधर समतल में होते हैं। इन दोनों तारों के मध्य ऊर्ध्वाधर दूरी एक मानक दूरी होती है। इन स्टेडिया के सन्दर्भ में ही दूर स्थित लक्ष्य की उपकरण स्टेशन से दूरी की गणना की जाती है। नीचे चित्र 3.71 में विभिन्न प्रकार के स्टेडिया डॉयफ्राम दिखाये गये हैं।



चित्र–4.4

स्टेडिया सर्वेक्षण (stadia surveying) में निम्नानुसार तीन प्रकार की दूरबीन प्रयोग में लायी जाती है—

(1) बाह्य फोक्सन दूरबीन (External focussing telescope)

(2) अन्त: फोक्सन दूरबनी (Internal focussing telescope)

(3) बाह्य फोक्सन एनालेटिक दूरबीन (External focussing Anallatic telescope or Porro's telescope)

जिस थियोडोलाइट में बाह्य फोकसन दूरबीन होती है उसे स्टेडिया-थियोडोलाइट कहते हैं व जिसमें एनालेटिक दूरबीन होती है उसे टैकियामीटर कहते हैं।

civilguru.net

एनालेटिक दूरबीन को पोरो की दूरबीन Porro's telescope भी कहते हैं। अब टैकियोमीटर शब्द ही ऐसे संक्रामी थियोडोलाइट के लिये प्रयोग किया जाता है जिसकी दूरबीन में आवश्यक रूप से एनालेटिक लैंस लगा होता है। टैकियोमीटर पहले व तीसरे प्रकार के थियोडालाइट की अपेक्षा अधिक काम में लाया जाता है, क्योंकि इसका संयोज्य स्थिरांक (Additive Constant) $(f+d)$ का मान बहुत कम होता है।

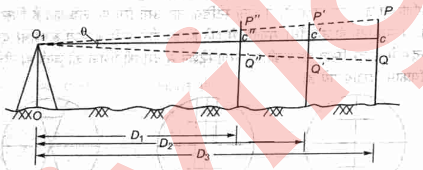
(b) स्टेडिया रॉड (stadia rod) **या तलेक्षण गज** (levelling staff)—स्टेडिया रॉड, तलेक्षण गज की भांति एकल खण्डी, अथवा सिमटवाँ (folding or telescope) प्रकार की 3 से 5 मीटर लम्बी छड़ होती है इस पर अंशांकन दो प्रकार का होता है। छोटी दूरियाँ मापन वाली छड़ का न्यूनतम भाग 5 mm (0·005 m) होता है जबकि लम्बी दूरियों के लिये 1 cm (0·01 m) के भागों वाली छड़ काम में लायी जाती है। 100 मीटर तक की क्षैतिज दूरी के लिए तलेक्षण गज ही काम में लाया जाता है। इससे अधिक दूरी के लिये स्टेडिया रॉड का प्रयोग किया जाता है।

4.5 टैकियोमीटर में वांछित अभिलक्षण (Characteristics of Tacheometer)

(1) दूरबीन में गुणज स्थिरांक (multiplying constant) का मान 100 होना चाहिए।
(2) अक्ष क्षैतिज रेखा (Axial horizontal line) दूसरी दोनों रेखाओं के ठीक बीच में होनी चाहिए।
(3) दूनबीन में एनालेटिक लैंस लगा होना चाहिए।
(4) दूरबीन का आवर्धन, व्यास का 20 से 30 गुना होना चाहिए।
(5) अभिदृश्य लैंस 35–40 mm व्यास का होना चाहिए ताकि पर्याप्त चमकदार बिम्ब बने।
(6) नेत्रिका की आवर्धन क्षमता उत्तम होनी चाहिए ताकि दूरी पर रखे गये गज के निशान पढ़े जा सकें।

4.6 स्टेडिया विधि का सिद्धान्त (Principle of Stadia System)

स्टेडिया विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि समरूप समद्विबाहु त्रिभुजों में लम्ब व आधार का अनुपात स्थिर (constant) होता है।



चित्र–4.5

माना उपकरण O से निकलने वाली दो किरणें OP, OQ इसकी मध्य किरण OC से बराबर के कोण पर झुकी है तथा PQ व $P'Q'$ विभिन्न दूरियों पर रखे गये दो गजों के पाठ्यांक अन्तर (staff intercept) हैं।

अतः $$\frac{OC}{PQ}=\frac{OC'}{P'Q'}=\frac{1}{2}\cot\frac{\theta}{2}=K$$

स्थिरांक K का मान θ पर निर्भर करता है। यदि $\theta = 34°22'$ लिया जाये तो $K=\frac{1}{2}\cot 17°11' = 100$ होगा। इस स्थिति में उपकरण O तथा गज-स्टेशन के मध्य दूरी $= 100 \times$ पाठ्यांक अन्तर होगी। ऐसी अवस्था में O व गज स्टेशन के बीच की दूरी गज-पाठ्यांक अन्तर की सौ गुना होगी।

स्टेडिया द्वारा टैकियोमीटर से गज-बिन्दु की दूरी ज्ञात करना—माना उपकरण बिन्दु O पर तथा गज बिन्दु A_2 पर रखा है। (चित्र 4.6) माना V तथा C के मध्य दूरी, स्टेडिया से ज्ञात करनी है। इस के लिये डॉयफ्राम पर दो स्टेडिया a_1 व a_2 लगाये गये हैं जिनके मध्य ऊर्ध्वाधर दूरी (ऊँचाई) $= i$ है डायफ्राम के ऊपरी तथा निचले स्टेडिया से गज पढ़ने पर पाठ्यांक क्रमशः A_1 और A_1 हैं। इन दोनों पाठ्यांकों के अन्तर $A_1 - A_2 = S$ है।

माना CO तथा C_1O लक्ष्य लैंस का प्रतियुग्मी फोकस अन्तर (Conjugated focal lengths) हैं, अर्थात् $CO = f_1$, $C_1O = f_2$. चित्रानुसार, A_1A_2O तथा a_1a_2O दो समरूपी त्रिभुज हैं।

$$\frac{A_1A_2}{a_1a_2}=\frac{OC}{OC_1}$$

$$\frac{S}{i}=\frac{f_1}{f_2} \quad \text{... (1)}$$

भौतिक विज्ञान के अनुसार,

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \quad \text{... (2)}$$

इसे f_1 से गुणा करने पर

$$\frac{f_1}{f}=1+\frac{f_1}{f_2}$$

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{f_1}{f}-1$$

$\frac{f_1}{f_2}$ का मान (1) में रखने पर

$$\frac{S}{i}=\frac{f_1}{f}-1$$

अथवा $$f_1=\left(\frac{S}{i}+1\right)f$$

$$f=\frac{fS}{i}+f \quad \text{... (3)}$$

परन्तु $$D=f_1+d$$

उपरोक्त में f_1 का मान रखने पर

$$D=S\left(\frac{f}{i}\right)+(f+d)$$

यहाँ d = लक्ष्य लैंस से उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष तक दूरी

उपरोक्त में $\frac{f}{i}$ के गुणज स्थिरांक (multiplying constant) तथा $(f+d)$ को संयोज्य स्थिरांक (Additive Constant) कहते हैं।

इन्हें टैकियोमीटरी स्थिरांक भी कहा जाता है।

टैकियोमीटर मे गुणज स्थिरांक का मान 100 तथा संयोज्य स्थिरांक का मान शून्य लिया जाता है।

$\therefore$ $$D=100\times S$$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अत: स्टेडिया द्वारा गज पर S का मान पढ़कर उपरोक्त सूत्र से उपकरण और गज के मध्य क्षैतिज दूरी बगैर जरीब माप के ज्ञात की जा सकती है।

स्थिरांक K व C का मान मालूम करना (Determination of tacheometric constant or stadia constant)—गुणज स्थिरांक (Multiplying Constant) K व संयोज्य स्थिरांक (Additive Constant) C का मान निम्न दो विधियों द्वारा निकाला जा सकता है—

1. Laboratory Merasurement
2. Field Measurement

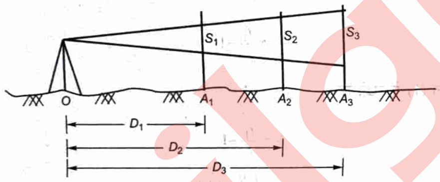
4.7 प्रयोगशाला विधि (Laboratory Measurement)

इस विधि में संयोज्य स्थिरांक ($C = f + d$) को उपकरण के माप से व गुणज स्थिरांक (K) क्षेत्र परीक्षण से मालूम किये जाते हैं। इसके लिए निम्न क्रिया विधि अपनाई जाती है।

प्रथम विधि

(1) उपकरण को एक दूर स्थित लक्ष्य की ओर फोकस करो व दूरबीन पर अभिदृश्य लैंस डायफ्राम के बीच दूरी f_2 मापो।

अब $$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$



चित्र–4.6

इस स्थिति में f_1 बहुत ज्यादा है अत: f दूरी f_2 के लगभग बराबर होगी।

(2) एक औसत दूरी के लक्ष्य के लिए उपकरण अक्ष व अभिदृश्य लैंस के बीच की दूरी (d) मापो।

∴ $$C = (f + d)$$

(3) गुणज स्थिरांक के गज को एक ज्ञात दूरी D_1 पर रखों व उपकरण से क्षैतिज दृष्टि रेखा के लिये गज पाठ्यांक अन्तर S_1 ज्ञात करो। तब समीकरण

$$D_1 = KS_1 + C$$

या $$K = \frac{D_1 - C}{S_1}$$

K के औसत मान के लिए गज को अन्य ज्ञात दूरियों (जैसे D_2, D_3) पर रखकर वहाँ पाठ्यांक अन्तर (S_2, S_3) मालूम करें और फिर उक्त समीकरण से K का मान निकालकर औसत ज्ञात कर लें।

दूसरी विधि

इस विधि में निम्न क्रिया विधि द्वारा प्रेक्षण लेकर दोनों स्थिरांक मालूम किये जाते हैं—

(1) एक समतल जमीन पर 200 मीटर लम्बी रेखा लगाओ, उस पर हर 50 मीटर की दूरी पर खूटियाँ लगाओ।

(2) उपकरण को रेखा के शीर्ष पर स्थापित करो व गज को इन खूटियों पर रखकर पाठ्यांक अन्तर (S) ज्ञात करो। हर परीक्षण में दृष्टि रेखा क्षैतिज होनी चाहिए।

(3) हर खूँटी के लिए D व S मालूम है, उन्हें समीकरण में रखकर कई युगपत् समीकरण (Simultaneous equations) बन जायेंगे। इन समीकरणों को जोड़ों में लेकर हल करने से K व C के मान ज्ञात किये जा सकते हैं और फिर उनका औसत मान ज्ञात किया जा सकता है।

उदाहरण के लिए यदि D_1 व D_2 दो गज दूरियाँ हों व S_1 व S_2 उनके पाठ्यांक अन्तर हों तो—

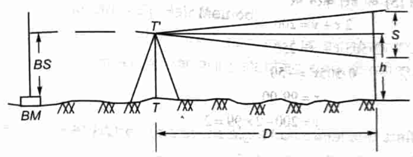
By using general equation—

$$D = \left[\frac{f}{i}\right] S + (f + d),$$ we get a number of equations as

$$D_1 = \left[\frac{f}{i}\right] S_1 + (f + d)$$

$$D_2 = \left[\frac{f}{i}\right] S_2 + (f + d)$$

इन समीकरणों को जोड़ों में लेकर हल करने से $\frac{f}{i}$ तथा $(f + d)$ के मान ज्ञात किये जा सकते हैं और फिर उनका औसत मान ज्ञात कर लिया जाता है।



चित्र–4.74

उदाहरण—निम्नलिखित पाठ्यांकों की सहायता से स्टेडिया स्थिरांक के मान ज्ञात कीजिए।

Inst. Station	Staff Reading	Distance	Stadia Reading	
			Lower	Upper
0	A	150	1·255	2·750
	B	200	1·000	3·000
	C	250	0·750	3·255

हल—हम जानते हैं कि

$$D = \left[\frac{f}{i}\right] S + (f + d) \quad \text{... (1)}$$

माना $$\left(\frac{f}{i}\right) = x$$

$$(f + d) = y$$

प्रथम केस $$D = x.S + y \quad \text{... (2)}$$

$$150 = x.(2 \cdot 75 - 1 \cdot 255) + y)$$

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$150 = 1{\cdot}495\,x + y \qquad \cdots(3)$$

द्वितीय केस $D = x.S + y$

$$200 = 2x + y \qquad \cdots(4)$$

तृतीय केस $D = x.S + y$

$$250 = x\,(3{\cdot}255 - 0{\cdot}750) + y)$$

$$250 = 2{\cdot}505\,x + y \qquad \cdots(5)$$

प्रथम सेट

समीकरण (3) तथा (4) को हल करने पर

$$1{\cdot}495\,x + y = 150$$

$$2x + y = 200$$

घटाने पर $0{\cdot}505x = -50$

$$x = 99{\cdot}00$$

समीकरण (4) से $y = 200 - 2 \times 99 = 2$

द्वितीय सेट

समीकरण (4) तथा (5) को हल करने पर

$$2\,x + y = 200$$

$$2{\cdot}505\,x + y = 250$$

घटाने पर $0{\cdot}505x = -50$

$$x = 99{\cdot}00$$

$$y = 200 - 2 \times 99 = 2$$

तृतीय सेट

समीकरण (3) तथा (5) को हल करने पर

$$1{\cdot}495\,x + y = 150$$

$$2{\cdot}505\,x + y = 250$$

घटाने पर

$$-1{\cdot}01\,x = -100$$

$$x = 99, \quad y = 2$$

x का औसत मान $= \frac{1}{3}(99{\cdot}00 + 99{\cdot}00 + 99{\cdot}00)$

$$= 99{\cdot}00$$

y का औसत मान $= \frac{1}{3}(2 + 2 + 2)$

गुणज स्थिरांक (Multiplying Constant) $= 99 = \frac{f}{i}$

संयोज्य स्थिरांक (Additive Constant) = 2 मीटर $= (f + d)$

4.8 टैकियोमीटरी माप की विविध प्रणालियाँ (Different systems of Tacheometric Measurements)

टैकियोमीटरी सर्वेक्षण में माप की निम्न प्रणालियाँ है—

(1) स्टेडिया प्रणाली (Stadia System)—इस विधि का उद्देश्य दो बिन्दुओं A व B के बीच क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर दूरियों को निम्न प्रेक्षणों द्वारा संगणना करना है। (i) B पर रखे गज पर कोई पाठ्यांक अन्तर (S) द्वारा A पर रखे उपकरण पर अन्तरित कोण को मापना व (ii) A से B की ओर ऊर्ध्वाधर कोण को मापना।

स्टेडिया विधि को निम्न दो चरणों में विभाजित किया जा सकता है—

(i) स्थिर तार विधि (Fixed Method)

(ii) गतिशील तार विधि (Movable hair method)

4.9 स्थिर तार विधि या स्टेडिया विधि (Fixed Hair Method or Stadia Method)

इस विधि में बिन्दु B (जिसकी दूरी ज्ञात करनी है) पर गज रखकर उपकरण (बिन्दु A) की ऊपर-नीचे की स्टेडिया तारों से गज पर इनके सन्दर्भ में पाठ्यांक पढ़े जाते हैं। इन दोनों पाठ्यांकों का अन्तर, गज पाठ्यांक अन्तर या पाठ्यांक अन्तर (Staff Intersect) कहलाता है। इस विधि में स्टेडिया तारों का अन्तर स्थिर रहता है परन्तु गज पाठ्यांक-अन्तर, गज की उपकरण स्टेशन से दूरी पर निर्भर करता है। गज उपकरण से जितनी दूरी पर रखा जायेगा, पाठ्यांक अन्तर भी उसी क्रम में बढ़ता जायेगा।

गज को बिन्दु B पर ठीक ऊर्ध्वाधर खड़ा किया जाना चाहिए, क्योंकि गज को तिरछी स्थिति में रखने पर पाठ्यांक अन्तर आ जाता है।

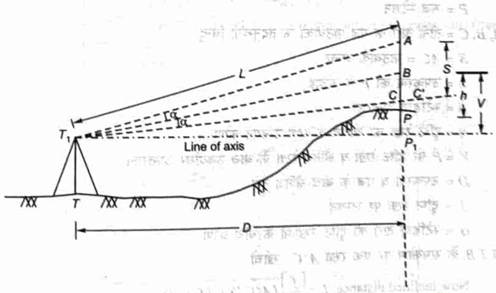
4.10 गतिशील तार विधि (The Movable Hair Method)

इस विधि में स्टेडिया तारों में बीच में दूरी को इस तरह से बदला जाता है कि दोनों स्टेडिया तार गज पर वांछित पाठ्यांक पढ़ें। इस प्रकार इस विधि में पाठ्यांक अन्तर को स्थिर रखा जाता है और स्टेडिया तारों के बीच की दूरी को बदला जाता है।

प्रथम स्थिति

4.11 गज को ऊर्ध्वाधर पकड़ना (When line of the sight horizontal and staff is held vertical)

इस पद्धति में गज को ठीक ऊर्ध्वाधर पकड़ा जाता है चाहे दृष्टि रेखा कितनी ही झुकी क्यों न हो। गज के ऊर्ध्वाधर होने की जाँच के लिए, इसकी पिछली फलक पर एक गोल पाणसल लगाया जाता है। जब पाणसल का बुलबुला अपने घर (केन्द्र) में हो, तो गज उस बिन्दु पर ऊर्ध्वाधर खड़ा माना जाता है।



चित्र–4.8

गज को ऊर्ध्वाधर पकड़ने मे गज वाले को आसानी रहती है उसे उपकरण-सर्वेक्षिक के निर्देशों की प्रतीक्षा नहीं करनी पड़ती है। इस प्रकार के प्रेक्षण में, स्टेडिया मापों की आगे की संगणनायें करने में सरलता रहती है।

$$D = \left[\frac{f}{i}\right] S + (f + d)$$

गुणज स्थिरांक (Multiplying Constant) $\left(\frac{f}{i}\right) = 100$

संयोज्य स्थिरांक (Additive Constant) $(F + d) =$ शून्य

R. L. of staff station $P = \text{H.I.} + h$

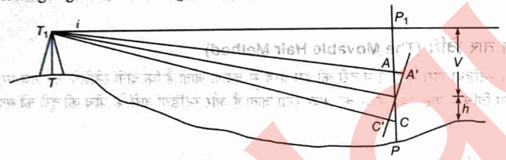
(H.I. = Hight of Instrument), H.I. = R. L. of B.M. + B.S.

B.S. = back sight h = Central Hair Reading

द्वितीय स्थिति

गज को अभिलम्ब पकड़ना (When line of sight is inclined, but staff is held vertical)—

(a) Considering angle of elevation (position)



चित्र–4.9

दिये गये चित्र में उन्नत दृष्टि (elevated sight) ऊर्ध्वाधर गज पर प्रेक्षण दिखाया गया है।

T = उपकरण स्टेशन

T_1 = उपकरण अक्ष की स्थिति

P = गज स्टेशन

A, B, C = तीनों तारों के गज पाठ्यांकों के तदनुरूपी बिन्दु

$S = AC$ = पाठ्यांक अन्तर

h = उपकरण की P से ऊँचाई

i = स्टेडिया अन्तराल

θ = दृष्टि रेखा का क्षैतिज के साथ उन्नयन कोण

V = P पर दृष्टि रेखा व क्षैतिज रेखा के बीच ऊर्ध्वाधर अन्तराल

D = उपकरण व गज के बीच क्षैतिज दूरी

L = दृष्टि रेखा पर लम्बाई

α = स्टेडिया तारों की दृष्टि-रेखाओं के बीच कोण

दृष्टि रेखा T_1B के समकोण पर एक रेखा $A'C'$ खींचो

Now inclined distance, $L = \left[\frac{f}{i}\right](A'C') + (f + d)$

क्षैतिज दूरी,

$$D = L \times \cos\theta$$

$$= \left[\frac{f}{i}\right](A'C')\cos\theta + (f + d)\cos\theta$$

अब $A'C'$ को S के रूप में प्रदर्शित करने पर

त्रिभुज ABA' तथा CBC' में,

$$\angle ABA' = \angle CBC' = \theta$$

$$\angle AA'B = 90° + \alpha$$

$$\angle BC'C = 90° - \alpha$$

Angle α is very small

$\angle AA'B$ और $\angle BC'C$ समकोण लिया जा सकता है।

$$\therefore AC' = AC\cos\theta = S\cos\theta$$

समीकरण (1) से—

$$D = \left[\frac{f}{i}\right](S\cos\theta)\cos\theta + (f + d)\cos\theta$$

$$D = \left[\frac{f}{i}\right] S\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta$$

Again,

$$V = L\sin\theta$$

$$V = \left\{\left[\frac{f}{i}\right] S\cos\theta + (f + d)\right\}\sin\theta$$

$$V = \left[\frac{f}{i}\right] \times S\cos\theta \,.\cos\theta + (f + d)\cos\theta$$

$$V = \left[\frac{f}{i}\right] \times \frac{S\cos 2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta \quad ...(2)$$

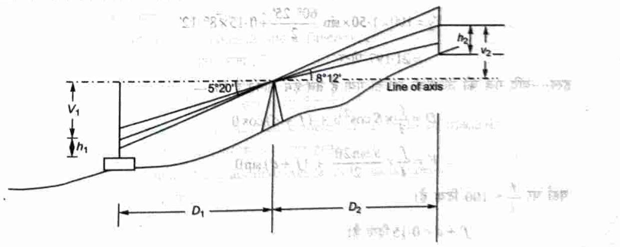
$$V = D\tan\theta$$

R.L. of staff station P = R.L. of axis of instrument + $V - h$ ...(3)

(b) अवनमन कोण के लिये गज स्टेशन की ऊँचाई (Considering angle of depression) (negative)

जैसा कि स्थिति (a) में दर्शाया गया है

D तथा V के समीकरण समान रहेंगे।



चित्र–4.10

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

या
$$D = \left[\frac{f}{i}\right] \times S\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta \quad \cdots(4)$$

$$V = \left[\frac{f}{i}\right] \times \frac{S\sin 2\theta}{2} + (f+d)\sin\theta \quad \cdots(5)$$

(R.L. of station P = R.L. of axis of instrument $- V - h$)

Worked out problem on fixed hair method.

उदाहरण (1) एक टैकियोमीटर, स्टेशन C पर स्थापित किया गया तथा पाठ्यांक लिये गये।

उपकरण स्टेशन	गज स्टेशन	ऊर्ध्वाधर कोण	गज पाठ्यांक	टिप्पणी
C	BM	$-5°\ 20'$	1·50, 1·800, 2·450	R.L. of B.M. = 750·50 m
C	D	$-8°\ 12'$	0·750, 1·500, 2·250	

क्षैतिज दूरी CD तथा बिन्दु D का R.L. ज्ञात करें।

यदि गुणज स्थिरांक = 100

संयोज्य स्थिरांक = 0·15

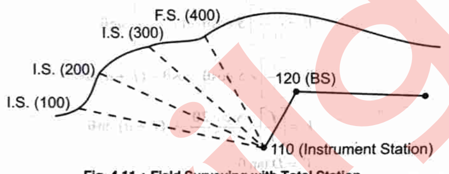


Fig. 4.11 : Field Surveying with Total Station

$$S_2 = 2{\cdot}250 - 0{\cdot}750 = 1{\cdot}50$$
$$\theta = 8°12' \text{ (elevation)}$$
$$V_2 = 100 \times 1{\cdot}50 \times \sin\frac{60°\ 25'}{2} + 0{\cdot}15 \times 8°\ 12'$$
$$= 21{\cdot}197 \text{ मीटर}$$

हल—यदि गज को ऊर्ध्वाधर पकड़ा गया है तब हम जानते हैं कि—

$$D = \frac{f}{i} \times S\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta$$
$$V = \frac{f}{i} \times \frac{S\sin 2\theta}{2} + (f+d)\sin\theta$$

यहाँ पर $\frac{f}{i} = 100$ दिया है।

$f + d = 0{\cdot}15$ दिया है।

प्रथम पाठ्यांक से
$$S_1 = 2{\cdot}450 - 1{\cdot}50 = 1{\cdot}30$$
$$\theta_1 = 5°\ 20' \text{ (depression)}$$
$$V_1 = 100 \times 1{\cdot}300 \times \frac{\sin 10°40'}{2} + 0{\cdot}15 \times \sin 5°\ 20'$$
$$= 12{\cdot}045 \text{ मीटर}$$

द्वितीय पाठ्यांक से
$$S_2 = 2{\cdot}250 - 0{\cdot}750 = 1{\cdot}50$$
$$\theta = 8°\ 12' \text{ (elevation)}$$
$$V_2 = 100 \times 1{\cdot}5 \times \frac{\sin 16°\ 24'}{2} + 0{\cdot}15 \times \sin 8°\ 12'$$
$$= 21{\cdot}197 \text{ मीटर}$$
$$D_2 = 100 \times 1{\cdot}50 \times \cos^2 8°\ 12' + 0{\cdot}15 \times \cos 8°\ 12'$$
$$= 147{\cdot}097 \text{ मीटर}$$

$$\text{R.L. of instrument axis} = \text{R.L. of B.M.} + h_1 + V_1$$
$$= 750{\cdot}50 + 1{\cdot}80 + 12{\cdot}045$$
$$= 764{\cdot}345 \text{ मीटर}$$
$$\text{R.L. of } D = \text{R.L. of inst. axis} + V_2 - h_1$$
$$= 764{\cdot}345 + 21{\cdot}197 - 1{\cdot}50$$
$$= 784{\cdot}042 \text{ मीटर}$$

अत: CD क्षैतिज दूरी = 147·097 m.

R.L. of D = 784·042 मीटर

प्रश्नावली

लघु प्रश्न (Short Questions)

1. टैकियोमीटरी से आप क्या समझते हैं?
   What is tacheometry?
2. एक थियोडोलाइट और टैकियोमीटर में अन्तर स्पष्ट करें।
   What is the difference between a theodolite and a Taheometer?
3. टैकियोमीटर में (anallatic lens) क्यों लगाया जाता है?
   Why is an anallatic lens provided in a Tacheometer?
4. एक गतिशील तार तथा स्थिर तार टैकियोमीटर में क्या अन्तर होता है?
   What is the difference between a fixed hair tacheometer and a substance theodolite?
5. टैकियोमीटर में गुणज स्थिरांक तथा संयोजक स्थिरांक पर प्रकाश डालें।
   What are the multiplying constant and additive constant of a tacheometer?
6. एक सब्सटेंस बार से आप क्या समझते हैं?
   What is a susbstance bar?

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

7. एक टैंजेशियल टैकियोमीटर से आप क्या समझते हो?
What is tangential tacheometer?
8. टैकियोमीटर के सिद्धान्तों की विवेचना कीजिए।
What is the priciple of a tacheometer?
9. स्टेडिया पाठ्यांकों की संगणना से आप का क्या तात्पर्य है?
What does "reduction of stadia reading" mean?
10. डारेक्ट रीडिंग टैकियोमीटर के उद्देश्यों की व्याख्या कीजिए।
What is the purpose of direct reading tacheometer?
11. टैकियोमीटर प्रणाली की विवेचना कीजिए।
Discuss the methods of Tacheometry.
12. स्टेडिया टैकियोमीटर की व्याख्या कीजिए।
Explain the theory of stadia tacheometry.
13. टैकियोमीटरी स्थिरांक का क्षेत्र मापन द्वारा निकालने की विधि का वर्णन करें।
Describe the method of determining the constant of a tacheometer from field measurement .
14. स्टेडिया मापन द्वारा गज-स्टेशन की दूरी व उच्चता के सूत्र की स्थापना कीजिए, जब गज सीधा पकड़ा गया तथा मापा गया कोण उन्नयन हो।
Derive the expression for horizontal and vertical distances in the fixed hair method when the staff is held vertically, and measured angle is that of elevation.
15. तदैव-जब गज को अभिलम्ब पकड़ा गया हो तथा मापा गया कोण उन्नयन हो।
Do–When the staff held normal to the line of sight and the measured angle is that of elevation.
16. टैकियोमीटर में anallatic lens लगाने के उद्देश्यों की विवेचना कीजिए।
Explain the objects and theory of the anallatic lens.
17. क्षेत्र में टैकियोमीटर सर्वे आप किस प्रकार करेंगे?
Describe how tacheometric survey is conducted in the field.
18. टैकियोमीटरी में त्रुटियों के क्या-क्या स्रोत हैं, व्याख्या कीजिए।
What are the sources of error in tacheometry?
19. अनुमन्य त्रुटि (Permissible error) से आप क्या समझते हैं?
What are the permissible errors?
20. प्रत्यक्ष मापन के लिए प्रयोग होने वाले टैकियोमीटर का वर्णन करें।
Describe the direct reading tacheometers commonly used.
21. एक एनालैटिक लैंस लगे टैकियोमीटर से निम्न प्रेक्षण लिये गये। यदि गज ऊर्ध्वाधर रखा गया हो तथा उपकरण का स्थिरांक 100 हो तथा उपकरण को AB रेखा के मध्य बिन्दु (R) पर स्थित किया गया हो तो AB रेखा की लम्बाई तथा A व B का तलान्तर ज्ञात कीजिए।

गज स्टेशन	दिक्मान	ऊर्ध्वाधर कोण	इंटरसेप्ट	हेयर रीडिंग
A	40° 35′	–4° 24′	2·21	1·99
B	22° 35′	–5° 12′	2·02	1·90

उत्तर—$AB = 68 \cdot 43$ m
तलान्तर $= 1 \cdot 24$ मीटर

22. एक एनालैटिक लैंस लगे टैकियोमीटर से निम्न पाठ्यांक लिये गये। यदि गज ऊर्ध्वाधर रखा गया हो तो PQ, QR की लम्बाई तथा बिन्दु P, Q तथा R की $R.L.$ ज्ञात करें।

उपकरण स्टेशन	Axis की ऊँचाई	गज स्टेशन	ऊर्ध्वाधर कोण	गज पाठ्यांक	टिप्पणी
P	1·45	BM	–6° 12′	0·98, 1·54, 2·100	R.L. of B.M. = 384·25 m
P	1·45	Q	+7° 5′	0·83, 1·36, 1·89	
Q	1·57	R	+12° 21′	1·89, 2·48, 3·07	

उत्तर—$PQ = 104 \cdot 39$, $QR = 112 \cdot 60$
बिन्दु P का R.L. = 396.37 मीटर
बिन्दु Q का R.L. = 409.43 मीटर
बिन्दु R का R.L. = 433.17 मीटर
23. What are essential parts of geodimeter?
24. Describe in brief the tellurometer.
25. Write down the salient features of DISTOMAT DI-1000.
26. Write the procedure of total station.
27. Write the procedure of auto level.
28. Write in brief the use of total station.
29. Write down the procedure to read slope distance by total stations.
30. Write short a note to read the co-ordinates measurement.
31. Write down the necessary conditions to be considered while taking observations by total stations.

क्षेत्रफल की गणना पर आधारित प्रश्न

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

1. भूमि का क्षेत्रफल ज्ञात करने की मुख्य .... विधियाँ हैं।
2. क्षेत्रीय मापों से .... क्षेत्रफल की गणना करना।
3. क्षेत्रीय .... से क्षेत्रफल ज्ञात करना।
4. सामान्यत: क्षेत्रफल के लिये प्रयोग की जाने वाली इकाइयाँ .... तथा .... हैं।
5. किसी त्रिभुज का क्षेत्रफल $= \frac{1}{2}$ base × ....
6. यदि किसी त्रिभुज ABC की भुजायें a, b तथा c हों, तो
त्रिभुज का क्षेत्रफल $= \frac{1}{2} a \cdot b$. ....
7. यदि त्रिभुज की तीनों भुजायें a, b, c मापी गयी हों तो त्रिभुज का क्षेत्रफल $= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$
जहाँ $s =$ ....
8. आयताकार आकृति का क्षेत्रफल $= a \times b$
जहाँ a तथा $b =$ ....

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

9. वर्गाकार आकृति का क्षेत्रफल $= a \times a$
जहाँ $a =$ ....

10. किसी समलम्ब चतुर्भुज का क्षेत्रफल $= \frac{1}{2}(a+b) \times d$
जहाँ a तथा b समलम्ब चतुर्भुज की आमने-सामने की समान्तर भुजायें तथा $d = a$ और b के बीच की .... दूरी

उत्तर—1. दो, 2. सीधे, 3. नक्शों, 4. हेक्टेयर तथा वर्ग मीटर, 5. height, 6. sin C, 7. $s = \frac{a+b+c}{2}$, 8. आयत की भुजायें, 9. वर्ग की भुजा की लम्बाई, 10. लम्बवत

परीक्षा प्रश्न (Examination Questions)

1. पारगमन थियोडोलाइट (Transit theodolite) की अस्थायी सामंजस्यों (Temporary adjustments) की सूची बनायें तथा समझाएं। (B.T.E. 2014)
2. थियोडोलाइट का प्रयोग करके किसी रेखा को आगे की तरफ और पीछे की तरफ आप किस प्रकार लम्बी कर सकते हैं? समझाएं। (B.T.E. 2014)
3. थियोडोलाइट का प्रयोग करके विक्षेप कोण के पास से आर-पार जाने के लिये (Traversing by deflection angle) चरण (steps) समझाइये। (B.T.E. 2014)
4. पारगमन थियोडोलाइट (transit theodolite) के अस्थाई सामंजस्य (Temporary adjustments) समझाइये। (B.T.E. 2013)
5. थियोडोलाइट का प्रयोग करके एक रेखा का दिक्मान (bearing of a line) आप किस प्रकार मापन करेंगे? (B.T.E. 2013)
6. एक माइक्रो आप्टिक थियोडोलाइट (A micro optic theodolite) के सिद्धान्त तथा उसकी कार्य विधि (working) का वर्णन कीजिये। (B.T.E. 2013)
7. थियोडोलाइट से स्टेडिया माप (Stadia measurement with theodolite) के द्वारा पारगमन (Traversing) के लिये आप क्या कदम उठायेंगे? (B.T.E. 2013)
8. थियोडोलाइट की "स्विंग प्रक्रिया" (Swinging of theodolite) पर टिप्पणी लिखें। (B.T.E. 2013)
9. एक ट्रांजिट वर्नियर थियोडोलाइट के विभिन्न भाग क्या हैं? उनके कार्य की संक्षेप में व्याख्या कीजिये। (B.T.E. 2012)
10. थियोडोलाइट द्वारा बायाँ फलक (Face left) तथा दायाँ फलक (Face right) प्रेक्षण से आप क्या समझते हैं? संक्षेप में समझाएँ।
11. स्विंगिग (Swinging) क्या है?
12. थियोडोलाइट का प्रयोग करते हुए किसी सर्वेक्षण रेखा को कैसे बढ़ाया जाता है? (B.T.E. 2012)
13. थियोडोलाइट ट्रेंगुलेशन (Triangulation) से आप क्या समझते हैं? संक्षेप में समझाइये। (B.T.E. 2012)
14. थियोडोलाइट सर्वेक्षण की विभिन्न त्रुटियाँ क्या हैं? इन त्रुटियों को न्यूनतम करने के लिये की जाने वाली आवश्यक सावधानियाँ भी लिखें। (B.T.E. 2012)
15. एक ट्रांजिट थियोडोलाइट के अस्थाई समंजन क्या हैं? ट्रांजिटिंग (Transiting) से आप क्या समझते हैं? (B.T.E. 2011)
16. एक थियोडोलाइट में फलक परिवर्तन (Changing face) तथा घुमाने (Swinging) से आप क्या समझते हैं? (B.T.E. 2011)

17. एक थियोडोलाइट का प्रयोग करते हुये आप किसी रेखा का दिक्मान (Bearing) कैसे नापेंगे? (B.T.E. 2011)
18. ट्रांजिट थियोडोलाइट का स्वच्छ चित्र बनायें तथा इसके विभिन्न भागों को दर्शायें। (B.T.E. 2010)
19. ट्रांजिट तथा नान-ट्रांजिट थियोडोलाइट में क्या अन्तर है? (B.T.E. 2010)
20. थियोडोलाइट उपकरण की सहायता से क्षैतिज कोण मापन की रैपीटीशन विधि को समझाइये। (B.T.E. 2010)
21. थियोडोलाइट सर्वेक्षण में त्रुटियों के कौन-कौन से स्रोत हैं? (B.T.E. 2010)
22. एक थियोडोलाइट द्वारा क्षैतिज कोण नापने का संक्षेप में वर्णन कीजिये। (B.T.E. 2011)
23. Discuss the various steps in the temporary adjustment of a theodolite. (B.T.E. 2006)
24. Explain how horizontal angles are measured with the help of a theodolite by repetition method. (B.T.E. 2006)
25. Discuss how a line is prolonged with the help of theodolite. (B.T.E. 2006)
26. Discuss different types of errors in theodolite survey. (B.T.E. 2006)
27. Following are the back angles :
Station B 164° 36′
Station C 196° 12′
Station D 170° 24′
Find the azimuths of the remaining lines, given that the fore azimuth of line AB is 36° 18′.
28. Explain the different parts of a theodolite. (B.T.E. 2006)

❑

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

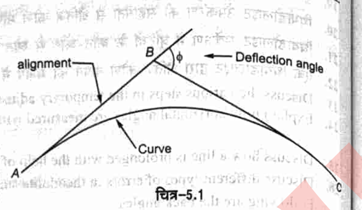
अध्याय 5

वक्र (CURVE)

5.1 सामान्य (Introduction)

दो सीधी रेखाओं के बीच, दिशा परिवर्तन के लिये रेलवे लाइन, गैस व सीवर लाइन, सड़क, नहर व सुरंग आदि में वक्र (Curve) का प्रयोग किया जाता है। सहजता से मोड़ने के लिये, वक्रों द्वारा दिशा में परिवर्तन धीरे-धीरे (gradual, smooth) व बिना किसी उथल-पुथल के किया जाता है।

इसके अलावा किसी संचार लाइन को वांछित स्टेशन तक ले जाने अथवा इसके रास्ते में आयी किसी बाधा को (By pass) करने के लिये वक्र दिया जाना आवश्यक होता है (चित्र 5.1)



चित्र–5.1

5.2 मुख्य वर्गीकरण (Main Divisions of Curve)

1. क्षैतिज वक्र (Horizontal Curve)—किसी संचार लाइन के संरेखण (Alignment) में परिवर्तन यदि क्षैतिज समतल में होता है तो वक्र, क्षैतिज वक्र (Horizontal Curve) कहलाता है।

2. ऊर्ध्वाधर वक्र (Vertical Curve)—जब किसी संचार लाइन के संरेखण (Alignment) में परिवर्तन ऊर्ध्वाधर समतल में होता है तो वक्र, ऊर्ध्वाधर वक्र (Vertical Curve) कहलाता है।

5.3 आकार के आधार पर वक्रों का वर्गीकरण (Classification of Curves according to Shape)

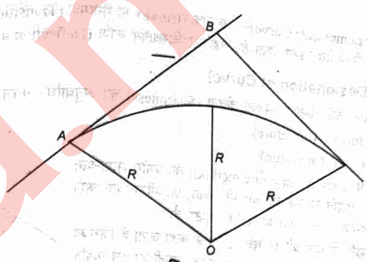
आकार (Shape) के आधार पर वक्र निम्न प्रकार के होते हैं—

1. वृत्ताकार वृत्त (Circular Curve)
2. परवलयिक वक्र (Parabolic Curve)
3. स्पाइरल वक्र (Spiral Curve)

Types of circular curves :

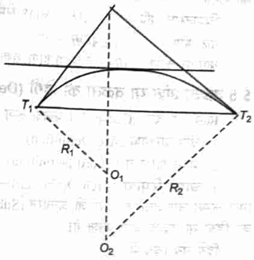
A. सरल वक्र (Simple Curve)
B. मिश्र वक्र (Compound Curve)
C. प्रत्यावर्ती वक्र (Reverse Curve)
D. संक्रमण वक्र (Transition Curve)
E. लेमनिस्केट वक्र (Lemniscate)

A. सरल वक्र (Simple Curve)—सरल वक्र, विभिन्न दिशाओं में खींची गयी दो सीधी रेखाओं के मध्य एक निश्चित त्रिज्या के वृत्त की एकल चाप का बना होता है (चित्र 5.2)। रेखा AB तथा BC दोनों, वक्र के स्पर्शी (Tangents) हैं बिन्दु T_1 तथा T_2 वक्र के दोनों किनारों पर बिन्दु हैं। O वक्र का केन्द्र बिन्दु है, $OT_1 = OT_2 = R$ त्रिज्या (Radius) हैं।



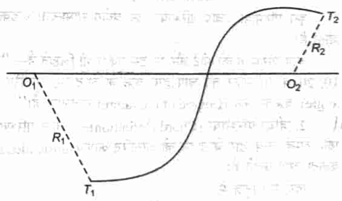
चित्र–5.2

B. मिश्र वक्र (Compound Curve)—दो या दो से अधिक त्रिज्याओं से एक ही दिशा में बना कोण मिश्र कोण (Compound curve) कहलाता है। दोनों वक्र (त्रिज्याएँ) एक उभयनिष्ठ स्पर्श बिन्दु (Common Tangent Point) पर मिलते हैं। जब वक्र बनाने में किसी प्रकार की बाधा हो या वक्र को किसी एक निश्चित बिन्दु से गुजारना हो तो मिश्र वक्र (Compound Curve) का प्रयोग किया जाता है। चित्र 5.3 में वक्र T_1PT_2 दो चापों T_1P तथा T_2P से मिलकर बना है तथा दोनों चापों के केन्द्र बिन्दु एक ही ओर O_1 तथा O_2 हैं तथा P उभयनिष्ठ स्पर्श बिन्दु (Common tangent point) है। R_1 तथा R_2 दोनों चापों की त्रिज्याएँ (Radius) हैं।



चित्र–5.3

C. उलटा वक्र (Reverse Curve)—यह वक्र दो वृत्तों जिनकी त्रिज्यायें समान अथवा असमान हो सकती हैं तथा त्रिज्याओं के केन्द्र विपरीत दिशा में स्थिर होते हैं अर्थात् उनके केन्द्र एक उभयनिष्ठ स्पर्श रेखा के दोनों ओर होते हैं तथा उभयनिष्ठ स्पर्श बिन्दु से खींचे गये लम्ब पर स्थित होते हैं, को जोड़ता है। यह अंग्रेजी के अक्षर S के समान होता है अत: इसे S-Curve या Surpentine curve भी कहते हैं। जहाँ तेज गति से वाहन चलते हैं वहाँ पर इस वक्र का प्रयोग नहीं किया जाता, पहाड़ी सड़कों, पुलों के उपगमन (Approaches) पर S-Curve का प्रयोग अधिक किया जाता है।



चित्र–5.4

D. संक्रमण वक्र (Transition Curve)—संक्रमण वक्र सीधी रेखा और सरल वक्र के मध्य लगाया जाता है। संक्रमण वक्र कई प्रकार के जैसे spiral और parabola होते हैं। संक्रमण वक्र की त्रिज्या अनन्त Infinity से शुरू होकर, घटते-घटते सरल वक्र के स्पर्श बिन्दु पर आकर, सरल वक्र की त्रिज्या के बराबर हो जाती है।

civilguru.net

E. लेमनिस्केट वक्र (Lemniscate Curve)—यह वक्र (Curve) भी संक्रमण (Transition curve) की भांति होता है, अधिकतर शहर की सड़कों में प्रयोग किया जाता है, जहाँ पर विस्थापन कोण (Deflection angle) बड़ा होता है।

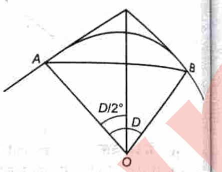
5.4 वक्र का पद नाम (Designation of Curve)

किसी भी वक्र (Curve) की तीक्ष्णता अथवा तीव्रता (Sharpness) को अनुबोधित करने की निम्न दो विधियाँ हैं—

1. वक्रता त्रिज्या (Radius of Curvature)
2. वक्रता अंश (Degree of Curvature)

वक्रता त्रिज्या पद्धति (Radius of curvature method) का प्रयोग सामान्यत: ब्रिटेन में किया जाता है। इस पद्धति में वक्र को 60 मी० वक्र, 90 मीटर वक्र कहा जाता है अर्थात् वह वक्र जिसकी त्रिज्या 60 मीटर, 90 मीटर है।

जबकि वक्रता अंश पद्धति में वक्र को 1° वक्र, 2° वक्र कहा जाता है जिसका अर्थ है कि वह वक्र जिसकी चाप केन्द्र पर 1°, 2° का कोण बनाती है। इस पद्धति का प्रयोग अमेरिका, भारत के अलावा अन्य बहुत से देशों में किया जाता है। चित्र 5.5



चित्र–5.5

चित्रानुसार यदि $AB = 3048$ सेमी०

तब कोण $\angle AOB = 1°$

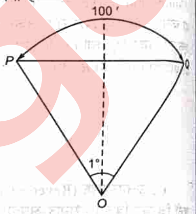
यहाँ पर कोण $AOB = 1°$ कोण होगा, तथा ऐसा वक्र 1° वक्र कहलायेगा।

5.5 वक्रता अंश या वक्रता की डिग्री (Degree of Curvature)

किसी भी वक्र (Curve) का वक्रता अंश को परिभाषित करने की निम्न दो विधियाँ हैं—

1. चाप परिभाषा (Arc Definition)
2. जीवा परिभाषा (Chord Definition)

1. चाप परिभाषा (Arch Definition)—इसके अनुसार किसी वक्र की 100 फिट लम्बी चाप द्वारा केन्द्र पर जो अन्तरित (Subtended) कोण बनता है, उसे वक्रता की डिग्री या वक्रता अंश कहते हैं।



चित्र–5.6

दिये गये चित्र में,

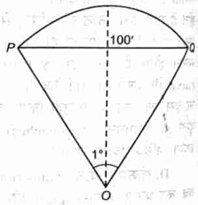
वक्र की लम्बाई $PQ = 100'$

वक्रता अंश $= 1°$

इस परिभाषा (चाप परिभाषा) का प्रयोग सामान्यत: सड़क विभाग द्वारा किया जाता है।

चाप परिभाषा को मोटे तौर पर इस प्रकार भी लिखते हैं—"एक निश्चित लम्बाई 10, 20 व 30 मीटर की चाप द्वारा वक्र के केन्द्र पर अन्तरित कोण (Subtended angle) वक्रता अंश (Degree of curvature) कहलाता है।"

2. जीवा परिभाषा (Chord Definition)— जीवा परिभाषा के अनुसार, 100 फीट लम्बी जीवा द्वारा केन्द्र पर जो आन्तरित कोण (substended angle) बनता है उसे वक्रता अंश कहते हैं।



चित्र–5.7

दिये गये चित्र में,

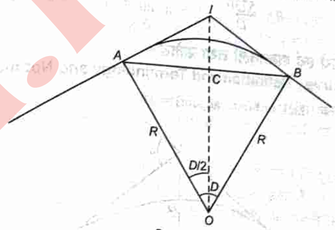
जीवा की लम्बाई $PQ = 100'$

वक्रता अंश $= 1°$

इस परिभाषा का प्रयोग अधिकतर रेलवे विभाग द्वारा किया जाता है। जीवा परिभाषा को इस प्रकार भी लिखते हैं—"एक निश्चित लम्बाई की जीवा द्वारा वक्र के केन्द्र पर आन्तरित कोण, वक्रता अंश कहलाता है।"

5.6 वक्रता त्रिज्या (R) तथा वक्रता अंश (Degree) में सम्बन्ध (Relation between Radius (R) and Degree of Curvature)

चित्र 5.8 के अनुसार दोनों प्रणालियों में परस्पर सम्बन्ध निम्नानुसार स्थापित किया जा सकता है—



चित्र–5.8

माना वक्र की त्रिज्या $= R$

वक्रता अंश $= D$

जीवा AB की लम्बाई $= 30$ मी०

जीवा AB का मध्य बिन्दु $= C$

ΔOCA में,

$$\sin\frac{D}{2} = \frac{BC}{OB} = \frac{AC}{OA}$$

यदि त्रिज्या $R = OA = OB$ (Radius of curve)

$$\sin\frac{D}{2} = \frac{15}{R} \quad \text{... (1)} \quad (\because AB = 30 \text{ मी०}, \frac{AB}{2} = \frac{30}{2} = 15 = BC = AC)$$

यदि D का मान छोटा हो, तो $\sin\frac{D}{2}$ को $\frac{D}{2}$ radian ले सकते हैं।

समी० (1) से,

$$R = \frac{15}{\frac{D}{2} \times \frac{\pi}{180°}} = \frac{15 \times 360}{\pi D} = \frac{1719}{D} \quad \text{... (2)}$$

या

$$R = \frac{1719}{D} \text{ या } \frac{1720}{D} \quad \text{... (3)}$$

यदि जीवा AB की लम्बाई $= 20$ मी०

समी० (2) से,

$$R = \frac{10}{\frac{D}{2} \times \frac{\pi}{180°}} = \frac{10 \times 360}{\pi D} = \frac{1145.92}{D}$$

या

$$R = \frac{1146}{D}$$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

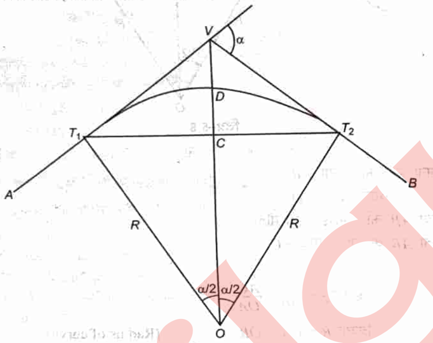
यदि जीवा AB की लम्बाई = 100 मी०

तब $$R = \frac{50 \times 360}{\pi D} = \frac{5729 \cdot 58}{D}$$

या $$R = \frac{5730}{D}$$

5.7 सरल वक्र – परिभाषायें एवं शब्दावली तथा संकेत (Simple Circular Curve : Definition and Terminology and Notation)

1. पश्च या प्रथम स्पर्श रेखा (Back or First Tangent) = AV



चित्र–5.9

2. शिखर या बाह्य दूरी (Apex or external distance) = VD
3. अग्र या द्वितीय स्पर्श रेखा (Forward or Second Tangent) = BV
4. दीर्घ जीवा (Long Chord) = T_1T_2
5. वक्र की लम्बाई (Length of Curve) = T_1DT_2
6. मध्य कोटि (Mid ordinate, versed sine) = DC

7. सामान्य जीवा (Normal chord)—वक्र पर लगाये गये दो क्रमिक नियमित स्टेशन बिन्दुओं के बीच की दूरी को/जीवा को सामान्य जीवा कहते हैं। सामान्य जीवा को C से प्रदर्शित किया जाता है। इनकी संख्या वक्र की लम्बाई के अनुसार कितनी भी हो सकती है परन्तु प्रत्येक सामान्य जीवा की लम्बाई एक जरीब दूरी के समान होती है। यदि 20 मीटर की जरीब प्रयोग की गयी है तो प्रत्येक सामान्य जीवा की लम्बाई 20 मीटर, जबकि 30 मीटर जरीब प्रयोग किये जाने पर प्रत्येक सामान्य जीवा की लम्बाई 30 मीटर होती है।

8. उप-जीवा (Sub-chord)—सामान्य जीवा से छोटी लम्बाई की जीवा उप-जीवा कहलाती है। इसको small c_1 तथा c_n से प्रदर्शित करते हैं।

9. पश्च स्पर्श बिन्दु या वक्र बिन्दु (Point of curve, P.C.)—प्रारम्भिक बिन्दु T_1 जहाँ से पथ की दिशा, स्पर्श रेखा से वक्र की ओर मुड़ना प्रारम्भ करती है, वक्र बिन्दु या पश्च स्पर्श बिन्दु कहलाता है जो संक्षेप में (P.C.) से प्रदर्शित किया जाता है।

10. प्रतिच्छेदन बिन्दु (Point of intersection, vertex)—दोनों स्पर्श रेखाओं (AT_1 व BT_2) को आगे बढ़ाया जाये तो वे एक बिन्दु V पर मिलेंगे जिसे प्रतिच्छेदन बिन्दु या शीर्ष (Vertex) कहते हैं। इसे संक्षेप में I.P. या V से सम्बोधित किया जाता है।

11. अग्र स्पर्श बिन्दु या स्पर्श बिन्दु (Point of tangency, P.T.)—वक्र (Curve) का अंतिम बिन्दु T_2 जहाँ से वक्र पथ की दिशा से स्पर्श रेखा की ओर मुड़ता है अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 कहते हैं। संक्षेप में इसे P.T. से प्रदर्शित करते हैं।

12. दक्षिणावर्ती वक्र (Right hand curve)—जब कोई वक्र (Curve) अपनी प्रगति दिशा (Progressing direction) के संदर्भ में दक्षिणावर्त दिशा (Right direction) में मुड़ता है तो दक्षिणावर्ती वक्र (Right hand curve) कहलाता है।

13. वामावर्ती वक्र (Left hand Curve)—जब कोई वक्र (Curve) अपनी प्रगति दिशा (Progressing direction) के सन्दर्भ में वामावर्त दिशा (Left direction) में मुड़ता है तो इस प्रकार का वक्र, वामावर्ती वक्र (Left hand curve) कहलाता है।

14. स्पर्श रेखा दूरी (Tangent Distance)—स्पर्श बिन्दु (P.C.) से प्रतिच्छेदन बिन्दु (P.I.) तक या दोनों (स्पर्श बिन्दु व प्रतिच्छेदन बिन्दु) के मध्य दूरी को स्पर्श रेखा दूरी (Tangent distance) कहते हैं। चित्र 5.9 के अनुसार $VT_1 = VT_2$.

15. स्पर्श रेखा (Tangent)—स्पर्श बिन्दु से पारित रेखा, जो वृत्त की त्रिज्या-रेखा के अभिलम्ब होती है, वक्र की स्पर्श रेखा कहलाती है।

16. विक्षेप कोण (Deflection Angle)—स्पर्श रेखाओं AV तथा BV के बिन्दु B पर अर्थात् अग्र स्पर्श रेखा जिस कोण पर, पश्च स्पर्श रेखा से दिशा परिवर्तित करती है/मुड़ती है, विक्षेप कोण कहलाता है। चित्र 5.9 में विक्षेप कोण α से दर्शाया गया है।

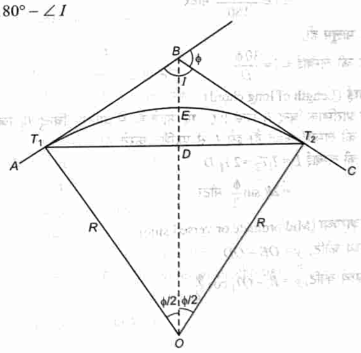
17. यह विक्षेप कोण (External deflection angle), केन्द्र पर बने कोण (Angle subtended at centre) के बराबर होता है। चित्र 5.9 में केन्द्र पर बना कोण $T_1OT_2 = \alpha$

18. वक्रता त्रिज्या (Radius of Curvature)—चित्र 5.9 के अनुसार बिन्दु O को केन्द्र मानकर R (Radius) से वक्र बनाया गया है।

यहाँ पर $OT_1 = OT_2 = R$ (Radius)

5.8 सरल वक्र के मूल तत्त्व (Elements of a Simple Curve)

1. बाह्य विक्षेप कोण (External deflection angle)—चित्रानुसार यदि Intersection Angle = I मालूम हो तो बाह्य विक्षेप कोण का मान $\phi = 180° - \angle I$



चित्र–5.10

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

2. वक्र की त्रिज्या (Radius of curvature)—यदि वक्रता डिग्री (Degree of curve) दी हो तो त्रिज्या (Radius) का मान निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है—

त्रिज्या (Radius), $R = \frac{1719}{D}$

जहाँ पर D = Degree of curve

अपनी सुविधा के लिये सूत्र $R = \frac{1720}{D}$ से गणना करें।

3. स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length)

(चित्र 5.10) त्रिभुज T_1OB तथा त्रिभुज T_2OB में

$$BT_1 = BT_2 = OT_1 \times \tan\frac{\phi}{2}$$

या $$BT_1 = BT_2 = R \times \tan\frac{\phi}{2} \qquad (\because OT_1 = R)$$

∴ स्पर्श रेखा की लम्बाई $BT_1 = BT_2 = R \times \tan\frac{\phi}{2}$

4. बाह्य दूरी, शिखर दूरी (External or Apex distance)

(चित्र 5.10) बाह्य दूरी $BE = OB - OE$

$$BE = OT_1 \sec\frac{\phi}{2} - OE$$

$$BE = R\sec\frac{\phi}{2} - R$$

$$BE = R(\sec\frac{\phi}{2} - 1)$$

5. वक्र की लम्बाई (Length of curve)—अग्र व पश्च, दोनों स्पर्श बिन्दुओं के मध्य T_1ET_2 वक्र की लम्बाई, l कहलाती है।

(चित्र 5.10) $$T_1ET_2 = l = R\,.\,\phi \qquad (\phi \text{ in radian})$$

या $$= l = \frac{\pi \times R\phi}{180} \text{ मीटर}$$

यदि degree of curve मालूम हो,

तब वक्र की लम्बाई $= l = \frac{30\phi}{D}$

6. दीर्घ जीवा की लम्बाई (Length of long chord)

किसी वक्र (Curve) के प्रारम्भिक बिन्दु T_1 जिसे P.C. भी कहते हैं, से अन्तिम बिन्दु T_2 जिसे P.T. भी कहते हैं, तक की सीधी दूरी को दीर्घ जीवा की लम्बाई कहते हैं। इसे L से प्रदर्शित करते हैं।

चित्र 5.10 में दीर्घ जीवा की लम्बाई $L = T_1T_2 = 2\,T_1\,D$

$$= 2R\sin\frac{\phi}{2} \text{ मीटर}$$

7. मध्य कोटि या वक्र शरज्या (Mid ordinate or versed sine)

चित्र 5.10 में, मध्य कोटि, $y = OE - OD$

या मध्य कोटि, $y = R - OT_1\cos\frac{\phi}{2}$

या मध्य कोटि, $y = R - R\cos\frac{\phi}{2}$

या $$y = R\left(1 - \cos\frac{\phi}{2}\right)$$

8. केन्द्र कोण (Central Angle)—जैसा कि चित्र 5.10 में दिखाया गया है OT_1BT_2 एक चतुर्भुज है, जिसके चारों आंतरिक कोणों का मान $(2n-4) \times 90° = (2 \times 4 - 4) \times 90° = 360°$ होता है।

तथा चतुर्भुज OT_1BT_2 का प्रत्येक स्पर्श कोण OT_1B तथा $OT_2B = 90°$

अर्थात् $$\angle OT_1B + \angle OT_2B = 90° + 90° = 180°$$

अतः $$\angle I + \angle T_1OT_2 = 180°$$

परन्तु $$\angle\phi + \angle I = 180°$$

∴ $$\angle T_1OT_2 = \angle\phi \qquad \text{(वक्र का केन्द्र कोण)}$$

साधित उदाहरण (Worked out Problems)

उदाहरण 5.1 एक सरल वक्र (Simple curve) की त्रिज्या (Radius) 600 मीटर है, वक्रता अंश (Degree of curvature) की गणना कीजिये।

हल—हम जानते हैं कि,

$$R = \frac{1720}{D}$$

या $$D = \frac{1720}{R} = \frac{1720}{600} = 2{\cdot}866 \text{ डिग्री}$$

$$= 2°52'00''$$

उदाहरण 5.2 यदि किसी सरल वक्र का वक्रता अंश 4° हो तो उसकी त्रिज्या (Radius) की गणना कीजिये।

हल—प्रश्नानुसार, वक्रता अंश = 4° (दिया है)

हम जानते हैं कि वक्र की त्रिज्या (Radius) $R = \frac{1720}{D}$

या त्रिज्या (Radius) $R = \frac{1720}{4°}$

या त्रिज्या (Radius) R = 430 मीटर

उदाहरण 5.3 एक सरल वक्र की त्रिज्या = 500 मीटर

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी = 950 मीटर

प्रतिच्छेदन कोण (angle of intersection) = 120°

ज्ञात करें—

1. स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length) = ?
2. वक्र की लम्बाई (Length of Curve) = ?
3. दीर्घ जीवा की लम्बाई (Length of long chord) = ?
4. वक्रता अंश (Degree of curve) = ?
5. पूर्ण जीवाओं की संख्या (No. of Normal Chords) = ?
6. उपजीवाओं की संख्या तथा लम्बाई (Length and no. of subchords) = ?

हल—प्रश्नानुसार,

वक्र की त्रिज्या (Radius) = 500 मीटर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

प्रतिच्छेदन कोण (Intersection angle) = 120°

∴ विक्षेप कोण (Deflection angle) = 180° − 120° = 60°

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी (Chainage of *I*) = 950 मीटर

(i) स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length)

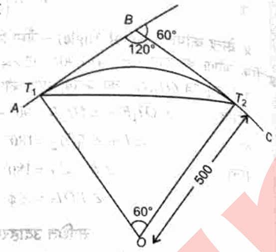
T_1B व T_2B की लम्बाई $= R\tan\frac{\phi}{2}$

या T_1B व T_2B की लम्बाई $= R\times\tan\frac{60°}{2} = R\tan 30°$

$= 500\times\tan 30°$

$= 500\times 0{\cdot}577$

$= 288{\cdot}67$ मीटर



चित्र 5.11

(ii) वक्र की लम्बाई (Length of Curve)

$= \frac{\pi R\phi}{180} = \frac{3{\cdot}14\times 500\times 60°}{180} = 523{\cdot}33$ मीटर

(iii) प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी (Chainage of Ist tangent Point)

या प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी = प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी − स्पर्श रेखा की लम्बाई

$= 950 - 288{\cdot}67$

$= 661{\cdot}33$ मीटर

(iv) अंतिम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी (Chainage of last tangent point)

= प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी + वक्र की लम्बाई

$= 661{\cdot}33 + 523{\cdot}33$

$= 1184{\cdot}66$ मीटर

(v) दीर्घ जीवा की लम्बाई (Length of long chord) $= 2R\sin\frac{\phi}{2}$

दीर्घ जीवा की लम्बाई $= 2\times 500\sin 30°$

$= 2\times 500\times\frac{1}{2}$

$= 500$ मीटर

वक्र की त्रिज्या, $R = \frac{1720}{D}$

∴ $D = \frac{1720}{R} = \frac{1720}{500}$

माना खूंटी अन्तराल (Peg interval) = 30 मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी = 661·33 (ज्ञात की जा चुकी है)

= 22 पूर्ण जीवा + 1·33 मी०

प्रथम खूंटी (Ist peg) की जरीब दूरी = 23 पूर्ण जरीब (30 मी०)

$= 23\times 30 = 690$ मी०

∴ प्रथम उपजीवा (Ist subchord) की लम्बाई $= (23\times 30 + 00) - (22\times 30 + 1{\cdot}33)$

$= 690 - 661{\cdot}33$

$= 28{\cdot}67$ मी०

तथा अंतिम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी = 1184·66 (ज्ञात की जा चुकी है)

$= \frac{1184{\cdot}66}{30} = 39{\cdot}488$ मी०

= 39 पूर्ण जीवा + 14·66 मी०

अंतिम खूंटी (last peg) की जरीब दूरी = 39 पूर्ण जरीब

अंतिम उपजीवा (last subchord) की लम्बाई $= (39\times 30 + 14{\cdot}66) - (39\times 30)$

$= (1170 + 14{\cdot}66) - 1170$

$= 14{\cdot}66$ मीटर

सामान्य जीवा (Normal chords) की संख्या = अंतिम खूंटी की जरीब दूरी − प्रथम खूंटी की जरीब दूरी

$= 39 - 23 = 16$

यहाँ सामान्य जीवाओं की संख्या = 16 तथा उपजीवाओं की संख्या = 02

जाँच— सामान्य जीवाओं की लम्बाई $= 16\times 30 = 480$ मी०

प्रथम उपजीवा की लम्बाई = 28·67 मी०

अंतिम उपजीवा की लम्बाई = 14·66 मी०

कुल लम्बाई = 523·33 मी०

यही वक्र की कुल लम्बाई है अर्थात् गणनायें सही हैं।

5.9 सरल वक्रों की निशानदेही (Setting out of a Simple Curve)

क्षेत्र में वक्र स्थापित करने के लिये भूमि पर कुछ बिन्दुओं की स्थापना की जाती है, बिन्दुओं के स्थापन की क्रिया को निशानदेही कहते हैं। निशानदेही में प्रयोग किये जाने वाले विभिन्न तरीकों का वर्गीकरण उपकरण के आधार पर निम्न दो भागों में किया जाता है—

1. रैखिक विधियाँ (Linear Methods)
2. कोणीय विधियाँ (Angular Methods)

1. रैखिक विधियाँ—रैखिक विधियाँ छोटी लम्बाई तथा कम परिशुद्धता वाले वक्रों की निशानदेही के लिये ही उपयुक्त हैं, इस प्रकार के वक्र की निशानबंदी के लिये केवल जरीब या फीते का ही प्रयोग कर रैखिक मापें ली जाती हैं। इनमें किसी प्रकार के कोणमापी यंत्र का प्रयोग नहीं किया जाता है।

2. कोणीय विधियाँ—वक्र स्थापन की ये विधियाँ बड़ी लम्बाई के वक्रों की परिशुद्ध निशानबंदी के लिये प्रयोग किये जाते हैं। कोणीय विधियों में थियोडोलाइट या थियोडोलाइट व फीते दोनों का प्रयोग करके वक्र की स्थापना की जाती है।

उपरोक्त दोनों विधियों में से वक्र किसी भी विधि से लगाना हो, निम्न तत्वों की स्थिति निर्धारण करना अति आवश्यक है, क्योंकि वक्र इन्हीं बिन्दुओं के बीच में स्थित होता है। यदि इनको परिशुद्धता से लगाने में त्रुटि होती है तो वक्र (Curve) अपने सत्य संरेखण (alignment) से भटक जाएगा। अर्थात् निम्न तत्वों की सही निर्धारण अति आवश्यक है—

(i) प्रतिच्छेदन बिन्दु (Point of Intersection)

(ii) पश्च व अग्र स्पर्श बिन्दु (Point of curves, Point of tengency) (P.C. व P.T.)

(I) प्रतिच्छेदन बिन्दु का निर्धारण—भूमि पर जिस क्षेत्र में वक्र की स्थापना करनी हो उसका नक्शा (Plan) सर्वेक्षक के पास होना चाहिये। सर्वेक्षक Plan लेकर उस स्थान पर, जहाँ पर वक्र लगाना है, जाता है तथा नक्शे की सहायता से

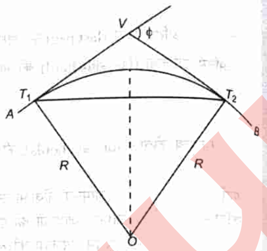
civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

नियन्त्रण माला रेखा के सन्दर्भ में स्पर्श रेखाओं का संरेखण नक्शे पर अंकित करता है। दोनों स्पर्श रेखाओं पर स्थित कुछ बिन्दुओं को खसकों (Offsets) के द्वारा भूमि पर चिन्हित किया जाता है जिससे प्रतिच्छेदन बिन्दु (Point of Intersection) ज्ञात हो जाता है। इस बिन्दु पर (Theodolite) स्थापित करके विक्षेप कोण (Deflection angle) माप लिया जाता है।

(ii) स्पर्श बिन्दुओं (पश्च व अग्र) का निर्धारण—दोनों स्पर्श रेखाओं के कटान बिन्दु V पर Theodolite स्थापित कर, विक्षेप कोण (Deflection angle) ϕ पढ़ लिया जाता है। विक्षेप कोण ϕ तथा Intersection point V की स्थिति ज्ञात हो जाने पर स्पर्श रेखा की लम्बाई निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात कर ली जाती है—

$$\text{Tangent length} = R \tan\frac{\phi}{2}$$



चित्र 5.12

अब Intersection point की जरीबी दूरी में से स्पर्श रेखा की लम्बाई घटाकर पश्च स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी ज्ञात की जाती है। अब इस कटान बिन्दु से पीछे की ओर Tangent length नाप कर T_1 की स्थिति निर्धारित कर ली जाती है। T_2 बिन्दु की जरीबी दूरी ज्ञात करने के लिये T_1 की जरीबी दूरी में वक्र की लम्बाई जोड़ दी जाती है। वक्र की लम्बाई ज्ञात करने के लिये निम्न सूत्र का प्रयोग करते हैं—

वक्र की लम्बाई, $$l = \frac{\pi R\phi}{180}$$

Point of Intersection V से Forward tangent (अग्र स्पर्श रेखा) नापकर T_2 की स्थिति निर्धारित कर लेते हैं।

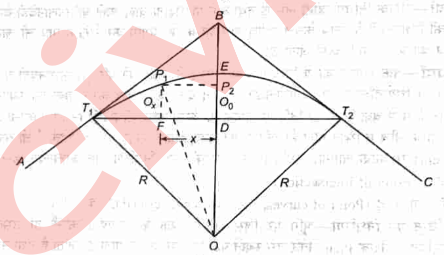
5.10 निशानबंदी की रैखिक विधियाँ (Linear Methods for setting out Curves)

इस विधि में केवल जरीब तथा फीते का ही प्रयोग करके वक्र की स्थापना की जाती है। सरल वक्र की निशानबंदी की निम्न रैखिक विधियाँ हैं—

1. दीर्घ जीवा से खसके लेकर (Offsets from long chord)
2. बढ़ायी गयी जीवाओं से खसकों द्वारा (Offsets from chord produced)
3. वक्र की चापों के क्रमिक समद्विभाजन द्वारा (Successive bisection of arcs)
4. स्पर्श रेखा से खसकों द्वारा (Offsets from tangents)

5.10.1 दीर्घ जीवा से खसके लेकर (Offsets from Long Chord)

वक्र स्थापन की यह विधि केवल छोटे तथा कम परिशुद्धता वाले वक्रों के लिये ही उपयुक्त है। चित्र 5.13 में,



चित्र 5.13

दीर्घ जीवा $L = T_1T_2$

वक्र की त्रिज्या $R = OT_1 = OT_2 = OE$

दीर्घ जीवा का मध्य बिन्दु $= D$

मध्य कोटि $= O_0$

जीवा के मध्य बिन्दु से x दूरी पर कोटि अंक $= O_x$

ΔOT_1D से
$$OT_1^2 = OD^2 + DT_1^2$$

$$R^2 = (OE - ED)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$R^2 = (R - O_o)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$(R - O_0)^2 = R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$R - O_o = \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

$$O_o = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \quad \text{... (2)}$$

इस प्रकार मध्य कोटि O_0 का मान, $O_0 = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$ समीकरण की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है। अब दीर्घ जीवा T_1T_2 के मध्य बिन्दु D पर OD को आगे बढ़ाकर O_0 के बराबर दूरी काटकर बिन्दु E स्थापित करते हैं। यह बिन्दु E वक्र पर स्थित होगा।

अब एक रेखा P_1P_2 दीर्घ जीवा T_1T_2 के समान्तर खीचते हैं। केन्द्र बिन्दु O को P_1 से मिलाया। माना OP_1 रेखा दीर्घ जीवा T_1T_2 को बिन्दु G पर काटती है।

ΔOP_1P_2 से,
$$(OP_1)^2 = (OP_2)^2 + (P_1P_2)^2$$

$$R^2 = \{(R - O_0) + O_x\}^2 + x^2 \qquad [\because \; OP_2 = (R - O_0) + O_x]$$

या
$$(R - O_0) + O_x = \sqrt{R^2 - x^2}$$

या
$$O_x = \sqrt{R^2 - x^2} - (R - O_0) \qquad \text{(Exact Expression)}$$

$$O_x = \sqrt{R^2 - x^2} - (R - O_0)$$

$$O_x = R\left(1 - \frac{x^2}{R^2}\right)^{1/2} - (R - O_0)$$

$$O_x = R\left(1 - \frac{x^2}{2R^2} + \ldots\right) - R + O_0$$

$$O_x = O_0 - \frac{x^2}{2R} \qquad \text{(Approximate expression)}$$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

On offset from long chord

Example 5.4 दो रेखा AB तथा BC एक-दूसरे को 150·00 जरीबी दूरी पर काटती हैं। यदि दो रेखाओं के कटान बिन्दु पर 30° का विक्षेप कोण बनता हो तथा वक्र की त्रिज्या 100 मीटर हो, तो वक्र की स्थापना offset from long chord से करने के लिये आवश्यक आँकड़ों की गणना कीजिये।

हल—हम जानते हैं कि

1. स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length) $= R\tan\frac{\phi}{2}$

ज्ञात मान रखने पर स्पर्श रेखा की लम्बाई $= 100 \times \tan 15°$

या $= 100 \times 0{\cdot}2679 = 26{\cdot}79$ मीटर

2. प्रथम बिन्दु T_1 की जरीब दूरी (Chainage of T_1)

$=$ chainage of I – Tangent length

या $= 150{\cdot}00 - 26{\cdot}79 = 123{\cdot}21$ मी०

3. वक्र की लम्बाई (Curve Length) के लिये सूत्र में ज्ञात मान रखने पर $= \frac{\pi R \phi}{180}$

$$= \frac{3{\cdot}14 \times 100 \times 30}{180} = 52{\cdot}33 \text{ मीटर}$$

4. अन्तिम बिन्दु T_2 की जरीब दूरी (Chainage of T_2)

$=$ प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीब दूरी + वक्र की लम्बाई

$= 123{\cdot}21 + 52{\cdot}33$

या $= 175{\cdot}54$ मीटर

5. दीर्घ जीवा की लम्बाई (Length of long chord) के लिये सूत्र $= 2R\sin\frac{\phi}{2}$

सूत्र में ज्ञात मान रखने पर दीर्घ जीवा की लम्बाई $= 2 \times 100 \times \sin 15°$

$= 2 \times 100 \times 0{\cdot}2588$

$= 51{\cdot}76$ मीटर

6. दीर्घ जीवा को दो बराबर भागों में बाँटने पर प्रत्येक $= \frac{5{\cdot}76}{2} = 25{\cdot}88$ मीटर

7. मध्य कोटि (Mid ordinate) O_0 के लिये सूत्र

$$O_0 = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

सूत्र में ज्ञात मान रखने पर,

मध्य कोटि, $O_0 = 100 - \sqrt{(100)^2 - (25{\cdot}88)^2}$

या $O_0 = 100 - \sqrt{10000 - 669{\cdot}77}$

या $O_0 = 100 - 96{\cdot}59 = 3{\cdot}41$ मीटर

8. मध्य बिन्दु D से, प्रत्येक 05 मीटर पर T_1 की ओर कोटि अंक की गणना निम्न सूत्र द्वारा की जायेगी—
Calculation of ordinates at 05m intervals starting from centre towards T_1 for the left half.

मध्य बिन्दु D से (बायीं ओर) 05 मीटर की दूरी पर कोटि अंक का मान

$O_5 = \sqrt{R^2 - x^2} - (R - O_0)$

या $O_5 = \sqrt{(100)^2 - (5)^2} - (100 - 3{\cdot}41)$

या $O_5 = \sqrt{10000 - 25} - (96{\cdot}59)$

$= 3{\cdot}28$ मीटर

मध्य बिन्दु D से (बायीं ओर) 10 मीटर की दूरी पर कोटि अंक का मान

$O_{10} = \sqrt{(100)^2 - (10)^2} - (96{\cdot}59)$

या $O_{10} = 99{\cdot}50 - 96{\cdot}59 = 2{\cdot}91$ मीटर

मध्य बिन्दु D से (बायीं ओर) 15 मीटर की दूरी पर कोटि अंक का मान

$O_{15} = \sqrt{(100)^2 - (15)^2} - (96{\cdot}59)$

या $O_{15} = 98{\cdot}87 - 96{\cdot}59$

$= 2{\cdot}28$ मीटर

मध्य बिन्दु D से (बायीं ओर) 20 मीटर की दूरी पर कोटि अंक का मान

$O_{20} = \sqrt{(100)^2 - (20)^2} - (96{\cdot}59)$

या $O_{20} = 97{\cdot}97 - 96{\cdot}59$

$= 1{\cdot}38$ मीटर

मध्य बिन्दु D से (बायीं ओर) 25 मीटर की दूरी पर कोटि अंक का मान

$O_{25} = \sqrt{(100)^2 - (25)^2} - (96{\cdot}59)$

या $O_{25} = 96{\cdot}82 - 96{\cdot}59$

$= 0{\cdot}23$ मीटर

मध्य बिन्दु D से (बायीं ओर) 25·88 मीटर की दूरी पर कोटि अंक का मान

$O_{25{\cdot}88} = \sqrt{(100)^2 - (25{\cdot}88)^2} - (96{\cdot}59)$

या $O_{25{\cdot}88} = 96{\cdot}59 - 96{\cdot}59 = 0$

नोट—वक्र के अर्धक के दूसरी ओर के कोटि अंक भी इसी मान के होंगे। (checked)

उदाहरण 5.5 सरल वक्र की स्थापना के लिये 10 मीटर अंतराल पर कोटियों की गणना करें यदि दीर्घ जीवा (long chord) की लम्बाई 80 मीटर तथा मध्य कोटि (mid ordinate) 4 मीटर है।

हल—प्रश्नानुसार,

दीर्घ जीवा (long chord) की लम्बाई = 80 मीटर

मध्य कोटि (mid ordinate) = 04 मीटर

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) हम जानते हैं, सूत्रानुसार

मध्य कोटि का मान, $O_0 = R - \sqrt{R^2 - (L/2)^2}$

ज्ञात मान रखने पर,

या $4 = R - \sqrt{R^2 - (80/2)^2}$

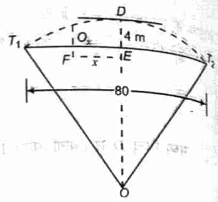
या $R^2 - (40)^2 = (R - 4)^2$

या $R^2 - 1600 = R^2 + 16 - 8R$

या $1616 = 8R$

या $R = \frac{1616}{8} = 202$ मीटर

$\therefore$ वक्र की त्रिज्या $= 202$ मीटर



चित्र 5.14

(ii) कोटि अंकों की गणना—हम जानते हैं कि मध्य बिन्दु से x दूरी पर खसके (ordinate) का मान मध्य बिन्दु से x दूरी पर (बायीं ओर) कोटि अंक का मान $O_x = \sqrt{R^2 - x^2} - (R - O_0)$

प्रश्नानुसार, कोटि अंकों का अन्तराल $= 10$ मीटर

मध्य बिन्दु से 10 मीटर (बायीं ओर) कोटि अंक का मान

$$O_{10} = \sqrt{(202)^2 - (10)^2} - (202 - 4\cdot0)$$
$$= \sqrt{40804 - 100} - 198$$
$$= 201\cdot75 - 198 = 3\cdot75 \text{ मीटर}$$

मध्य बिन्दु से 20 मीटर (बायीं ओर) कोटि अंक का मान

$$O_{20} = \sqrt{(202)^2 - (20)^2} - (202 - 4)$$
$$= \sqrt{40804 - 400} - 198$$
$$= 201\cdot00 - 198 = 3\cdot00 \text{ मीटर}$$

मध्य बिन्दु से 30 मीटर (बायीं ओर) कोटि अंक का मान

$$O_{30} = \sqrt{(202)^2 - (30)^2} - (202 - 4)$$

या $O_{30} = \sqrt{40804 - 900} - 198$

या $O_{30} = 199\cdot75 - 198 = 1\cdot75$ मीटर

मध्य बिन्दु से 40 मीटर (बायीं ओर) कोटि अंक का मान

$$O_{40} = \sqrt{(202)^2 - (40)^2} - 198$$

या $O_{40} = \sqrt{40804 - 1600} - 198$

या $O_{40} = 198 - 198 = 0$ मी॰

(iii) सन्निकट सूत्र से (By Approximate Formula)

इस सूत्र में x दूरी, स्पर्श बिन्दु T_1 से ली जाती है।

$$O_x = O_0 - \frac{x^2}{2R}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 10 मीटर पर कोटि अंक,

$$O_{10} = 4 - \frac{(10)^2}{2 \times 202} = 4 - \frac{100}{404} = 4 - 0\cdot24$$
$$= 3\cdot76 \text{ मी॰}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 20 मीटर पर कोटि अंक,

$$O_{20} = 4 - \frac{(20)^2}{2 \times 202} = 4 - \frac{400}{404} = 4 - 0\cdot99$$
$$= 3\cdot01 \text{ मी॰}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 30 मीटर पर कोटि अंक,

$$O_{30} = 4 - \frac{(30)^2}{2 \times 202} = 4 - \frac{900}{404} = 4 - 2\cdot22$$
$$= 1\cdot78 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 40 मीटर पर कोटि अंक,

$$O_{40} = 4 - \frac{(40)^2}{2 \times 202} = 4 - \frac{1600}{404} = 4 - 3\cdot96$$
$$= 4 - 4 = 0 \text{ मी॰}$$

नोट—दूसरी ओर के वक्र के अर्धक के कोटि अंक भी इसी प्रकार निकाले जायेंगे।

उदाहरण 5.6 एक सरल वक्र की त्रिज्या 300 मीटर है तथा दीर्घ जीवा की लम्बाई 120 मीटर है, 20 मीटर अंतराल पर खूँटो लगाने के लिये कोटि अंकों के मान मूल विधि (exact method) तथा सन्निकट विधि (approximate method) से ज्ञात करें।

हल—प्रश्नानुसार,

वक्र की त्रिज्या (Radius), $R = 300$ मीटर (दी है)

दीर्घ जीवा (long chord) $= 100$ मीटर (दी है)

हम जानते हैं कि

(i) मध्य कोटि अंक के लिये सूत्र $O_0 = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$

सूत्र में ज्ञात मान रखने पर मध्य कोटि का मान

$$O_0 = 300 - \sqrt{(300)^2 - \left(\frac{120}{2}\right)^2}$$

या $O_0 = 300 - 293\cdot93$

या $O_0 = 6\cdot07$ मीटर

(ii) उप-कोटियों की गणना के लिये सूत्र $O_x = \sqrt{R^2 - x^2} - (R - O_0)$

ज्ञात मान को सूत्र में रखने पर मध्य बिन्दु से 20 मी॰ पर कोटि अंक

$$O_{20} = \sqrt{(300)^2 - (20)^2} - (300 - 6\cdot07)$$

या $O_{20} = \sqrt{90000 - 400} - (293\cdot93)$

या $O_{20} = 299\cdot33 - 293\cdot93$

या $O_{20} = 5\cdot4$ मीटर

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

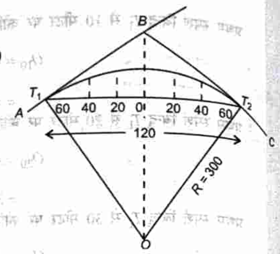
मध्य कोटि से 40 मीटर पर कोटि अंक

$$O_{40} = \sqrt{(300)^2 - (40)^2} - (300 - 6\cdot07)$$

या $O_{40} = \sqrt{90000 - 1600} - 293\cdot93$

या $O_{40} = 297\cdot32 - 293\cdot93$

या $O_{40} = 3\cdot39$ मीटर



चित्र 5.15

मध्य कोटि से 60 मीटर पर कोटि अंक

$$O_{60} = \sqrt{(300)^2 - (60)^2} - 293\cdot93$$

या $= 293\cdot93 - 293\cdot93$

$= 0$ मी०

दीर्घ जीवा के अन्य आधे भाग की कोटि अंकों का मान भी उपरोक्त की भांति ज्ञात किये जाते हैं।

सन्निकट विधि द्वारा कोटि अंकों की गणना (By Approximate Method)

इस सूत्र में x की दूरी, स्पर्श बिन्दु T_1 से लेते हैं।

सूत्रानुसार,

$$O_x = O_0 - \frac{x^2}{2R}$$

कोटि अंक का मान 20 मीटर की दूरी पर प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से,

$$O_{20} = 6\cdot07 - \frac{(20)^2}{2\times300} = 6\cdot07 - 0\cdot666$$

$= 5\cdot4$ मीटर

कोटि अंक का मान 40 मीटर की दूरी पर, प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से

$$O_{40} = 6\cdot07 - \frac{(40)^2}{2\times300} = 6\cdot07 - 2\cdot66$$

$= 3\cdot41$ मीटर

कोटि अंक का मान 60 मीटर की दूरी पर, प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से,

$$O_{60} = 6\cdot07 - \frac{(60)^2}{2\times300} = 6\cdot07 - 6\cdot00$$

$= 6\cdot00 - 6\cdot00$

$= 0$ मी०

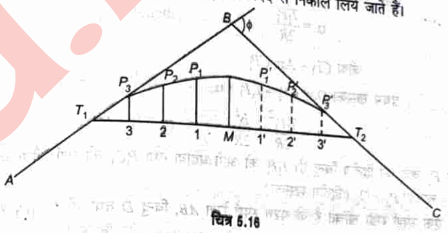
दूसरी ओर के वक्र के अर्धक के कोटि अंक भी इसी प्रकार ज्ञात किये जायेंगे।

5.11 दीर्घ जीवा से खसके नापकर वक्र के स्थापन की प्रक्रिया (Field Procedure for measuring ordinates from long chord)

क्रिया विधि—जैसा कि चित्र 5.14 में दिखाया गया है—

1. माना AB तथा BC दो रेखायें हैं जिनका प्रतिच्छेदन बिन्दु B है। रेखा BC, AB रेखा से ϕ विक्षेप कोण बनाती है।
2. स्पर्श रेखा की लम्बाई की गणना सूत्र $R \tan\frac{\phi}{2}$ से करते हैं तथा बिन्दु T_1 तथा T_2 को जमीन पर चिन्हित करते हैं।

3. तत्पश्चात् दीर्घ जीवा की लम्बाई की गणना सूत्र $2R\sin\frac{\phi}{2}$ से करते हैं तथा दीर्घ जीवा का अर्धक करते हैं। इस प्रकार इस मध्य बिन्दु के दोनों ओर वक्र symmetrical हो जाता है।
4. उसके पश्चात् इस मध्य बिन्दु के एक ओर अर्थात् $\frac{1}{2}$ वक्र के लिये, किसी निश्चित अंतराल पर कोटियों की गणना करके खूँटियों की सहायता से (नापकर) भूमि पर लगाते जाते हैं।
5. सभी ordinates $O_1, O_2, O_3, ...$ सम्बन्धित सूत्र की मदद से निकाल लिये जाते हैं।

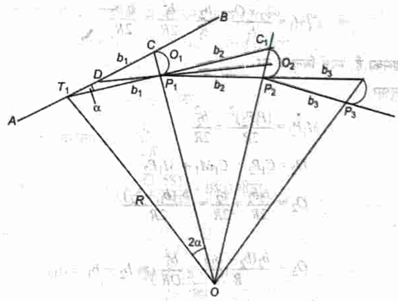


चित्र 5.16

6. बिन्दु 1, 2 तथा 3 पर ऊपर वक्र की ओर लम्ब खींचते हैं तो वक्र को $P_1, P_2, \ldots$ पर काटते हैं। इस प्रकार P_1, P_2 पर खूँटियाँ लगा दी जाती हैं।
7. ठीक इसी प्रकार दीर्घ जीवा के अर्धक के दूसरी ओर भी बिन्दु $1', 2'$ से $P_1', P_2', ...$ चिन्हित कर लेते हैं।
8. सभी चिन्हित बिन्दुओं को एक रस्सी या डोरी की सहायता से मिला देते हैं। यही वक्र का संरेखण होता है।

5.12 बढ़ायी गयी जीवा से खसकों द्वारा वक्र की निशानबंदी (Offsets from chord produced)

इस विधि का प्रयोग तब किया जाता है जब थियोडोलाइट उपलब्ध न हो तथा लम्बे वक्रों को भूमि पर लगाया जाना हो (चित्र 5.17)



चित्र 5.17

1. माना AB = पश्च स्पर्श रेखा
   T_1 = प्रथम स्पर्श बिन्दु
   P_1 = वक्र पर प्रथम बिन्दु

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$T_1C = T_1P_1 = b_1$, प्रथम जीवा

$CP_1 = O_1$ = प्रथम खसका

$\angle CT_1P_1 = \alpha$ (रेडियन में)

$\angle T_1OP_1 = 2\alpha$ (रेडियन में)

माना प्रथम जीवा T_1P_1 = चाप $T_1P_1 = R \times 2\alpha$

$\therefore \quad \alpha = \frac{T_1P_1}{2R}$

पुनः जीवा $CP_1 \sim \text{Arc } CP_1$

$\therefore$ प्रथम खसका $O_1 = CP_1 = T_1P_1 \times \alpha$

$$O_1 = \frac{T_1P_1^2}{2R} = \frac{b_1^2}{2R} \quad (\because T_1P_1 = b_1) \quad \dots (1)$$

2. पुनः माना P_2 वक्र का द्वितीय बिन्दु है। T_1P_1 को आगे बढ़ाया तथा P_1C_1 को पूर्ण जीवा माना $= b_2$

जीवा C_1P_2 = चाप $C_1P_2 = O_2$ (द्वितीय खसका)

बिन्दु P_1 पर एक स्पर्श रेखा खींचते हैं जो पश्च स्पर्श रेखा AB, बिन्दु D तथा जीवा C_1P_2 से M_1 पर मिलती है।

यहाँ $\angle C_1P_1M_1 = \angle D_1P_1T_1$ (opposite)

$\angle DP_1T_1 = \angle DT_1P_1$

$\angle C_1P_1M_1 = \angle DP_1T_1 = \angle DT_1P_1 = \angle CT_1P_1$

ΔCT_1P_1 तथा $C_1P_1M_1$ are similar

$$\frac{C_1M_1}{P_1C_1} = \frac{CP_1}{T_1P_1} \text{ या } \frac{C_1M_1}{b_2} = \frac{O_1}{b_1}$$

$$C_1M_1 = \frac{b_2 \times O_1}{b_1} = \frac{b_2}{b_1} \times \frac{b_1^2}{2R} = \frac{b_1b_2}{2R}$$

यहाँ पर M_1P_2 खसका है, स्पर्श बिन्दु P_1 पर

समी० (1) के अनुसार,

$$M_1P_2 = \frac{(P_1P_2)^2}{2R} = \frac{b_2^2}{2R}$$

द्वितीय खसका, $O_2 = C_1P_2 = C_1M_1 + M_1P_2$

$$O_2 = \frac{b_1b_2}{2R} + \frac{b_2^2}{2R} = \frac{b_2(b_1+b_2)}{2R} \quad \dots (2)$$

3. इसी प्रकार

तृतीय खसका $O_3 = \frac{b_3(b_2+b_3)}{R} = \frac{b_3^2}{DR}$ (as $b_2 = b_3 = b_4$)

चौथा खसका $O_4 = \frac{b_4(b_3+b_4)}{R} = \frac{b_4^2}{DR}$ and so on

4. अन्तिम खसका $O_n = \frac{b_n(b_{n-1}+b_n)}{2R}$

b_n = अंतिम उप-जीवा

b_{n-1} = अंतिम पूर्ण जीवा

उदाहरण 5.7 दो स्पर्श रेखायें 1000 मीटर की जरीबी दूरी पर एक-दूसरे से मिलती हैं। उनका विक्षेप कोण 30° है। वक्र की त्रिज्या 200 मीटर हो तो वक्र की निशानदेही के लिये सभी आवश्यक आँकड़ों की गणना कीजिये।

हल—प्रश्नानुसार,

विक्षेप कोण, $\phi = 30^\circ$, त्रिज्या (radius) = 200 मीटर,

प्रतिच्छेदित बिन्दु की जरीबी दूरी = 1000 मीटर

1. स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length) $= R \tan\frac{\phi}{2}$

ज्ञात मान रखने पर

स्पर्श रेखा की लम्बाई $= 200 \times \tan 15^\circ = 200 \times 0{\cdot}2679$

$= 53{\cdot}58$ मीटर

या

2. वक्र की लम्बाई (Curve Length) सूत्र $= \frac{\pi R\phi}{180}$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर, वक्र की लम्बाई $= \frac{\pi R\phi}{180} = \frac{3{\cdot}14 \times 200 \times 30}{180} = 104{\cdot}66$ मीटर

3. प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी $= 1000 - 53{\cdot}58$

(प्रतिच्छेदित बिन्दु की जरीबी दूरी – स्पर्श रेखा की लम्बाई) $= 946{\cdot}42$ मीटर

4. द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी $= 946{\cdot}42$ + वक्र की लम्बाई

(प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी + वक्र की लम्बाई) $= 946{\cdot}42 + 104{\cdot}66$

या $= 1051{\cdot}08$ मीटर

5. प्रथम उपजीवा $= 950 - 946{\cdot}42 = 3{\cdot}58$ मीटर

6. यदि 20 मीटर चेन प्रयोग की गयी है तो सामान्य जीवा (20 मी०) की संख्या = 5

जरीबी दूरी (Covered) $= 950 + 100 = 1050{\cdot}0$ मीटर

7. अंतिम उपजीवा $= 1051{\cdot}08 - 1050{\cdot}0$

$= 1{\cdot}08$ मीटर

8. प्रथम खसके की लम्बाई $O_1 = \frac{b_1^2}{2R}$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर $O_1 = \frac{(3{\cdot}58)^2}{2 \times 200} = 0{\cdot}03$ मीटर

द्वितीय खसके की लम्बाई $O_2 = \frac{b_2(b_1+b_2)}{2R}$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर, $O_2 = \frac{20(3{\cdot}58+20)}{2 \times 200}$

$O_2 = \frac{20(23{\cdot}58)}{400} = 1{\cdot}18$ मीटर

तीसरे खसके की लम्बाई $O_3 = \frac{b_3^2}{DR} = \frac{(20)^2}{2 \times 200} = 2{\cdot}00$ मीटर

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

इसी प्रकार $O_4 = \frac{b_4^2}{DR} = \frac{(20)^2}{2 \times 200} = 2 \cdot 0$ मीटर

$O_5 = \frac{b_5^2}{DR} = \frac{(20)^2}{2 \times 200} = 2 \cdot 0$ मीटर

$O_6 = \frac{b_6^2}{DR} = \frac{(20)^2}{200} = 2 \cdot 0$ मीटर

सातवाँ खसका (अंतिम उपजीवा) $= \frac{1 \cdot 08\,(20 + 1 \cdot 08)}{2 \times 200} = \frac{1 \cdot 08\,(21 \cdot 08)}{400} = 0 \cdot 06$ मीटर

यहाँ पर कुल सात खसके हैं—एक प्रथम उपजीवा, पाँच (full) सामान्य जीवा (समान लम्बाई की), एक अंतिम जीवा।

उदाहरण 5.8 एक वक्र की निशानबंदी के लिये निम्न पाठ्यांक दिये जा रहे हैं—

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी $= 1320 \cdot 50$ मीटर

विक्षेप कोण $= 24°$ (दियां है)

वक्र की त्रिज्या $= 300$ मीटर (दिया है)

वक्र की निशानबंदी के लिये निम्न आँकड़ों की गणना करें—

1. स्पर्श रेखा की लम्बाई
2. दीर्घ जीवा की लम्बाई
3. वक्र की लम्बाई
4. T_1 व T_2 की जरीबी दूरी
5. Apex distance
6. Versed sine

हल—प्रश्नानुसार,

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी $= 1320 \cdot 50$ मीटर

विक्षेप कोण $= 24°$

वक्र की त्रिज्या $= 300$ मीटर

1. स्पर्श रेखा की लम्बाई $l = R \tan\frac{\phi}{2}$

$= 300 \tan 12°$

$= 300 \times 0 \cdot 2125$

$= 63 \cdot 766$ मीटर

2. वक्र की लम्बाई $= \frac{\pi R \phi}{180} = \frac{3 \cdot 14 \times 300 \times 24}{180}$

$= 125 \cdot 60$ मीटर

3. T_1 की जरीबी दूरी $= 1320 \cdot 50 - 63 \cdot 766$

$= 1256 \cdot 73$ मीटर

4. T_2 की जरीबी दूरी $= 1256 \cdot 73 + 125 \cdot 60$

$= 1382 \cdot 33$ मीटर

5. दीर्घ जीवा की लम्बाई $= 2\,R \sin\frac{\phi}{2}$

$= 2 \times 300 \times \sin 12°$

$= 2 \times 300 \times 0 \cdot 2079$

$= 124 \cdot 74$ मीटर

6. Apex Distance $= R\left(\sec\frac{\phi}{2} - 1\right)$

$= 300\,(\sec 12° - 1)$

$= 300\,(1 \cdot 02 - 1) = 300 \times 0 \cdot 02 = 6 \cdot 00$ मीटर

7. Versed sine $= R\left(1 - \cos\frac{\phi}{2}\right)$

$= 300\,(1 - \cos 12°)$

$= 300\,(1 - 0 \cdot 978) = 6 \cdot 60$ मीटर

उदाहरण 5.9 दो स्पर्श रेखाओं के प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी $= 112 + 22 \cdot 4$

प्रतिच्छेदन कोण $= 150°$

वक्रता अंश $= 4°$

खूँटी अंतराल $= 150$ कड़ियाँ

जरीब की लम्बाई $= 30$ मीटर

बढ़ायी हुयी जीवाओं से खसकों की गणना करें तथा प्राप्त गणनाओं/मानों को सारणीबद्ध करें।

हल—प्रश्नानुसार

प्रतिच्छेदन कोण (Intersection Angle), $I = 150°$ (दिया है)

वक्रता अंश (Degree of curve) $= 4°$ (दिया है)

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी (Chainage of I) $= (112 + 22 \cdot 4)$ जरीब

विक्षेप कोण (Deflection Angle) $= 180° - \angle I$

$= 180° - 150° = 30°$

वक्र की त्रिज्या (Radius), $R = \frac{1720}{D} = \frac{1720}{4°} = 430$ मी॰

स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length) $= R \tan\frac{\phi}{2}$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर $= 430 \times \tan 15°$

$= 430 \times 0 \cdot 2679$

$= 115 \cdot 24$ मीटर

$= (3 + 25 \cdot 24)$ जरीब

वक्र की लम्बाई (curve length) $= \frac{\pi R \phi}{180} = \frac{3 \cdot 14 \times 430 \times 30}{180}$

$= 225 \cdot 03$ मीटर

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$= 225$ मीटर

या $= (7 + 15)$ जरीब

पश्च स्पर्श बिन्दु (T_1) की जरीब दूरी = प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी − स्पर्श रेखा की लम्बाई

$= (112 + 22 \cdot 4) - (3 + 25 \cdot 24)$

$= (108 + 17 \cdot 64)$ जरीब

अग्र बिन्दु (T_2) की जरीब दूरी $= T_1$ की जरीब दूरी + वक्र की लम्बाई

$= (108 + 17 \cdot 64) + (7 + 15)$

$= (116 + 2 \cdot 64)$ जरीब

प्रथम उपजीवा की लम्बाई $= C_1 = (109 + 0) - (108 + 17 \cdot 64)$

$C_1 = 12 \cdot 36$ मीटर

पूर्ण जीवाओं की संख्या $= 116 - 109 = 07$

अन्तिम उपजीवा की लम्बाई $= C_n = (116 + 2 \cdot 64) - (146 + 00)$

$C_n = 2 \cdot 64$ मीटर

जाँच— प्रथम जीवा की लम्बाई $= 12 \cdot 36$ मीटर

7 पूर्ण जीवाओं की लम्बाई $= 7 \times 30 = 210$ मीटर

अन्तिम जीवा की लम्बाई $= 2 \cdot 64$ मीटर

कुल लम्बाई $= 12 \cdot 36 + 210 \cdot 00 + 2 \cdot 64$

या कुल लम्बाई $= 225$ मीटर

गणना करके निकाली गयी लम्बाई वक्र की लम्बाई के बराबर है।

खसकों की गणना—

प्रथम खसके की लम्बाई $O_1 = \dfrac{C_1^2}{2R} = \dfrac{(12 \cdot 36)^2}{2 \times 430}$

ज्ञात मान रखने पर $= \dfrac{152 \cdot 76}{860} = 0 \cdot 177$ मीटर

ज्ञात मान रखने पर $O_2 = \dfrac{C_2\,(C_1 + C_2)}{2R} = \dfrac{30\,(12 \cdot 36 + 30)}{2 \times 430} = 1 \cdot 477$ मीटर

ज्ञात मान रखने पर O_3 से $O_8 = \dfrac{C_3\,(C_2 + C_3)}{2R} = \dfrac{C_2^2}{R} = 2 \cdot 09$ मीटर

$$O_n = O_9 = \frac{C_n(C_n + C_{n-1})}{2R}$$

$$= \frac{2 \cdot 64\,(2 \cdot 64 + 30)}{2 \times 430} = \frac{2 \cdot 64\,(32 \cdot 64)}{860}$$

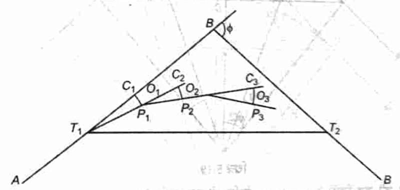
$= 0 \cdot 100$ मीटर

वक्र की निशानदेही के लिये आँकड़े

खूँटी संख्या	जरीब दूरी		जरीब की लम्बाई (मी० में)	खसकों की लम्बाई (मी० में)	टिप्पणी
	मीटर में	जरीबों में			
$T_1 = 0$	3257·64	108 + 17·64	0	0·00	
1	3270·00	109	$C_1 = 12 \cdot 36$	$O_1 = 0 \cdot 177$	
2	3300·00	110	$C_2 = 30 \cdot 00$	$O_2 = 1 \cdot 477$	प्रथम खसका पश्च स्पर्श रेखा से निकाला जायेगा।
3	3330·00	111	$C_3 = 30 \cdot 00$	$O_3 = 2 \cdot 09$	
4	3360·00	112	$C_4 = 30 \cdot 00$	$O_4 = 2 \cdot 09$	
5	3390·00	113	$C_5 = 30 \cdot 00$	$O_5 = 2 \cdot 09$	
6	3420·00	114	$C_6 = 30 \cdot 00$	$O_6 = 2 \cdot 09$	
7	3450·00	115	$C_7 = 30 \cdot 00$	$O_7 = 2 \cdot 09$	
8	3480·00	116	$C_8 = 30 \cdot 00$	$O_8 = 2 \cdot 09$	
$T_2 =$	3497·64	116 + 2·64	$C_9 = 2 \cdot 64$	$O_9 = 0 \cdot 10$	अन्तिम खसका अग्र स्पर्श रेखा पर डाला जायेगा।
			योग = 225·00		

5.13 वक्र की निशानबंदी बढ़ायी गयी जीवाओं के खसकों द्वारा (Procedure for setting out a curve by offsets from chord produced)

क्रिया विधि—चित्र 5.18



चित्र 5.18

1. माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें हैं जिनका प्रतिच्छेदन बिन्दु B है। T_1 तथा T_2 स्पर्श बिन्दु हैं।
2. स्पर्श बिन्दु T_1 तथा T_2 की जरीब दूरी ज्ञात करके दोनों (T_1 तथा T_2) को भूमि पर स्थापित करते हैं।
3. वक्र की लम्बाई ज्ञात करके भी T_2 की जरीब दूरी ज्ञात की जा सकती है।
4. प्रथम व अन्तिम जीवाओं तथा सामान्य (पूर्ण) जीवाओं की लम्बाई व संख्या ज्ञात करते हैं।
5. प्रथम व अंतिम जीवा तथा सामान्य (पूर्ण) जीवाओं के लिये खसके $O_1, O_2, \ldots, O_n$ की लम्बाई ज्ञात की जाती है।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

6. फीते या जरीब की सहायता से, पश्च स्पर्श रेखा पर, T_1 से प्रथम उपजीवा की लम्बाई पर M_1 इस प्रकार लगाते हैं ताकि $T_1M_1 = C_1$ इसी प्रकार चाप M_1M भी फीते की सहायता से लगाते हैं तथा खसका O_1 की लम्बाई काट लेते हैं। इस प्रकार वक्र की परिधि पर प्रथम बिन्दु M स्थापित हो जायेगा।

7. अब फीते या जरीब को T_1M की दिशा में आगे बढ़ाते हैं तथा इस रेखा पर बिन्दु M से द्वितीय जीवा की लम्बाई $C_2 = MN_2$ काट लेते हैं।

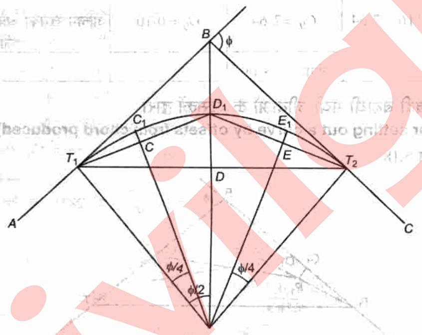
8. अब बिन्दु M से C_2 की दूरी के बराबर अगली चाप N_2N लगाते हैं जो द्वितीय खसका दूरी $O_2 = N_2N$ के बराबर होगी। इस प्रकार प्राप्त बिन्दु N वक्र की परिधि पर स्थित हो जायेगा।

9. इसी प्रकार बढ़ाते हुये अगले बिन्दु T_2 तक पहुँच जाते हैं।

10. सभी मध्यवर्ती खसके की लम्बाई $= \frac{C^2}{R}$ जबकि अन्तिम खसके की लम्बाई $= \frac{C_n (C_{n-1} + C_n)}{2R}$

ध्यान आकर्षण—इस विधि द्वारा वक्र की स्थापना पर अन्तिम खसका, अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 से मिल जाना चाहिये। यदि किसी त्रुटि के कारण T_2 (अन्तिम स्पर्श बिन्दु) से नहीं मिलता, तब त्रुटि ज्ञात करते हैं। यदि यह त्रुटि 2 मीटर से कम है तो वक्र की परिधि पर स्थापित किये गये सभी बिन्दुओं पर, इनकी T_1 से दूरी के वर्ग के समानुपात में बाँट लेते हैं। यदि यह मान 2 मीटर या अधिक है, तब वक्र की निशानबंदी का पूर्ण कार्य पुनः किया जाता है।

5.14 चापों या जीवाओं के क्रमिक समद्विभाजन द्वारा निशानबंदी
(Setting out of Curve by Successive Bisection of arc or Chord)



चित्र 5.19

वक्र की निशानबंदी की यह विधि Versed sine विधि भी कहलाती है।

1. माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें हैं जिनका प्रतिच्छेदन बिन्दु B है तथा विक्षेप कोण $= \phi$
2. T_1 (प्रथम स्पर्श बिन्दु), T_2 (द्वितीय स्पर्श बिन्दु)
3. स्पर्श रेखा की लम्बाई $R \tan\frac{\phi}{2}$ से ज्ञात करो तथा T_1 को भूमि पर स्थापित करो।
4. वक्र की लम्बाई $\frac{\pi R\phi}{180}$ सूत्र लगाकर ज्ञात करते हैं तथा द्वितीय बिन्दु T_2 स्थापित करते हैं।
5. T_1 तथा T_2 को मिलाओ (यह दीर्घ जीवा होगी)। T_1T_2 को समद्विभाजित करते हैं।

6. बिन्दु D से लम्ब खसका उठाकर उसमें से DD_1 (mid ordinate) $= R\left(1 - \cos\frac{\phi}{2}\right)$ से ज्ञात कर D_1 बिन्दु स्थापित करते हैं। बिन्दु D वक्र की परिधि पर स्थित होगा।

7. इसी प्रकार T_1D_1 व T_2D_1 को मिलाते हैं तथा बिन्दु C पर समद्विभाजित करते हैं।

8. बिन्दु C व E पर लम्ब खसके CC_1 तथा EE_1 जिनकी लम्बाई $R\left(1 - \cos\frac{\phi}{2}\right)$ होगी, उठाओ।

9. इस प्रकार वक्र पर दो अन्य बिन्दु C_1 तथा E_1 स्थापित हो जायेंगे।

10. इसी प्रकार इन मापों के क्रमिक समद्विभाजन व समकोण खसकों द्वारा वक्र पर अन्य बिन्दु स्थापित किये जाते हैं तथा वक्र की निशानबंदी पूर्ण कर लेते हैं।

5.15 स्पर्श रेखाओं से खसकों द्वारा निशानबंदी
(Setting out of curve by offsets from the tangent)

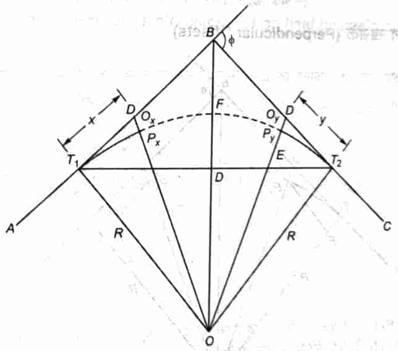
वक्र की निशानबंदी की यह विधि तब प्रयोग की जाती है जब विक्षेप कोण तथा वक्रता त्रिज्या दोनों ही छोटे हों या जब वक्र की ऊपरी (शिखर) की भूमि में आरेखन करना सरल हो। खसके निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(i) स्पर्श रेखा से त्रिज्या खसके (Radial Offsets)

(ii) स्पर्श रेखा के लम्ब खसके (Perpendicular Offsets)

5.16 Radial Offset

प्रक्रिया—(i) त्रिज्या खसके (चित्र 5.20) (Radial Offset)



चित्र 5.20

1. माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें हैं जिनका प्रतिच्छेदन बिन्दु B है।
2. प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1, Tangent length $R\tan\frac{\phi}{2}$ से ज्ञात कर, T_1 को स्थापित करते हैं।
3. माना वक्र की त्रिज्या $= R$
4. माना O_x स्पर्श रेखा T_1B पर x की दूरी पर त्रिज्या खसका DP_x, $T_1E = O_x$

civilguru.net

त्रिभुज T_1OD में

$$OT_1^2 + T_1D^2 = OD^2$$

यहाँ $OT_1 = R, OD = R + O_x, T_1D = x$

$\therefore$ $R^2 + x^2 = (R + O_x)^2$

या $O_x = \sqrt{R^2 + x^2} - R$ (यह O_x का शुद्ध मान है)

(b) O_x का सन्निकट मान (Approximate Value)

उपरोक्त समीकरण $O_x = \sqrt{R^2 + x^2} - R$

प्रसार करने पर

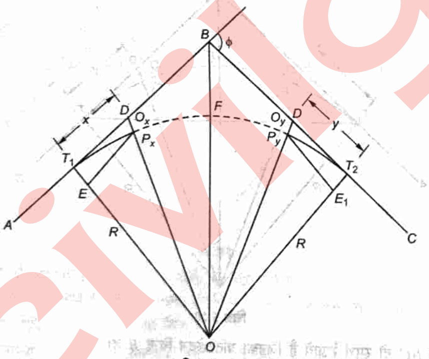
$$O_x = \left(1 + \frac{x^2}{2R^2} - \frac{x^4}{8R^4} + ...\right)R - R$$

x^2 से बड़े सभी मानों को नगण्य मानने पर

$$O_x = R + \frac{x^2}{2R} - R$$

या $O_x = \frac{x^2}{2R}$ (सन्निकट मान)

5.17 लम्ब या समकोण खसके (Perpendicular Offsets)



चित्र 5.21

1. माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें है जिनका प्रतिच्छेदन बिन्दु B है। Tangent length $R \tan\frac{\phi}{2}$ से ज्ञात करते हैं तथा प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 को भूमि पर स्थापित करते हैं।

2. स्पर्श रेखा T_1B पर एक बिन्दु D, T_1 से x की दूरी पर लगाते हैं।
3. माना O_x बिन्दु D पर लम्ब खसका है।
4. EP_x एक रेखा T_1D के समानान्तर खींचते हैं।
5. चित्रानुसार $OE = R - O_x$, $OP_x = R$, $EP_x = x$
6. त्रिभुज OEP_x में

$$(OP_x)^2 = (EP_x)^2 + (OE)^2$$

$$R^2 = x^2 + (R - O_x)^2$$

$$R - O_x = \sqrt{R^2 - x^2}$$

या $O_x = R - \sqrt{R^2 - x^2}$ (यह शुद्ध मान है)

लम्ब खसके का सन्निकट मान उपरोक्त की भांति

$$O_x = \frac{x^2}{2R}$$

ध्यान आकर्षण—यह बात ध्यान देने योग्य है कि वक्र पर सन्निकट सूत्र से जब बिन्दु स्थापित किये जाते हैं, वे एक परवलय (Parabola) पर होते हैं वृत्ताकार वक्र पर नहीं होते। यदि किसी वक्र की versed sine की लम्बाई दीर्घ जीवा के आठवें भाग से कम होती है तो परवलय एक वृत्त का ही चाप होगा।

5.18 सरल वक्र की क्षेत्र में जरीब या फीते से निशानबंदी करना (Procedure for setting out a circular curve on field by chain or tape)

प्रक्रिया (Procedure)

1. वक्र की निशानबंदी के पहले वक्र से सम्बन्धित निम्न तत्वों की गणनायें कर ली जाती हैं।
   (i) प्रतिच्छेदन कोण (deflection angle)
   (ii) स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length)
   (iii) प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी (Chainage of T_1)
   (iv) अन्तिम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी (Chainage of T_2)
   (v) सरल वक्र की लम्बाई (Length of curve)
   (vi) जीवा तथा उपजीवाओं के मान
   (vii) सम्बन्धित जीवाओं के लिये खसकों के मान।
   (viii) बाह्य या शीर्ष दूरी (Apex distance)

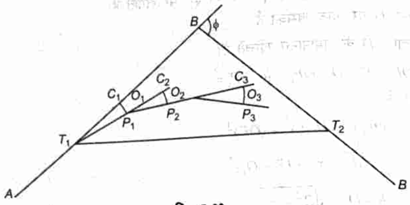
क्रिया विधि—

(i) सर्वप्रथम प्रथम व अंतिम स्पर्श बिन्दु T_1 व T_2 की स्थिति भूमि पर निर्धारित करते है तथा इनकी जरीब दूरी (tangent length) ज्ञात करते हैं। इन ज्ञात दूरियों से प्रथम व अंतिम उप-जीवा की लम्बाई ज्ञात करते हैं। पहली उपजीवा की लम्बाई इस प्रकार निश्चित करते हैं कि पहली खूँटी एक पूर्ण स्टेशन बन जाये। साथ-साथ खसकों के मान भी ज्ञात करते हैं।

(ii) फीते का शून्यांक T_1 पर रखकर स्पर्श रेखा पर फैलाते हैं और उस पर बिन्दु D लगाते हैं जिससे $T_1C_1 = P_1$ हो जाये।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 5.22

(iii) फीते का शून्य T_1 पर रखते हुये पहली उप-जीवा की लम्बाई के बराबर त्रिज्या लेकर एक चाप लगाते हैं जिसमें C_1P_1 के बराबर लम्बाई काट ली जाती है यह लम्बाई अर्थात् चाप $C_1P_1 = O_1$

(iv) अब रेखा T_1P_1 को आगे बढ़ाया जाता है और दूरी P_1C_2 के बराबर काट ली जाती है जो द्वितीय जीवा (सामान्य जीवा) के बराबर होगी।

(v) फीते का शून्य P_1 पर रखते हुये P_1C_2 के बराबर त्रिज्या का एक चाप लगाते हैं। इस चाप से C_2P_2 के बराबर दूरी काट ली जाती है जो द्वितीय खसके O_2 का मान होता है।

(vi) यही प्रक्रिया आगे बढ़ाते जाते हैं जब तक अंतिम बिन्दु T_2 तक न पहुँच जायें।

(vii) अंतिम बिन्दु T_2 पर मिलना चाहिये। यदि समापन त्रुटि के कारण नहीं मिलता तब त्रुटि ज्ञात करते हैं। यदि यह त्रुटि अधिक हैं तो सम्पूर्ण वक्र की पुन: निशानबंदी की जाती है। यदि यह त्रुटि कम है तो दूरी के वर्ग के अनुपात में बाँट देते हैं।

साधित उदाहरण (Worked Out Problems)

उदाहरण 1. एक सरल वक्र (curve) **की त्रिज्या** (radius) **450 मीटर है। 20 मीटर का खूँटी अंतराल लेते हुये वक्र की निशानदेही के लिये स्पर्श रेखा से खसकों की गणना कीजिये। सन्निकट विधि से भी निकालें।**

हल—प्रश्नानुसार

वक्र की त्रिज्या = 450 मीटर

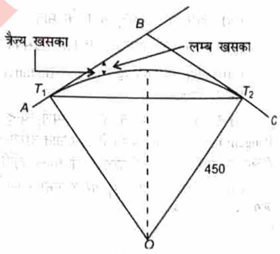
(a) स्पर्श रेखा से त्रैज्य (Radial) खसकों की गणना— त्रैज्य (Radial) खसकों के लिये सूत्र—

$$O_x = \sqrt{R^2 - x^2} - R$$

जहाँ O_x = स्पर्श रेखा पर x दूरी पर लम्ब खसका

R = वक्र की त्रिज्या

x = स्पर्श रेखा पर दूरी



चित्र 5.23

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर

$$O_{20} = \sqrt{(450)^2 + (20)^2} - 450$$
$$= \sqrt{202500 + 400} - 450$$
$$= 450 \cdot 44 - 450 = 0 \cdot 44 \text{ मीटर}$$

$$O_{40} = \sqrt{(450)^2 + (40)^2} - 450$$
$$= \sqrt{202500 + 1600} - 450$$
$$= 451 \cdot 77 - 450 = 1 \cdot 77 \text{ मीटर}$$
$$O_{60} = \sqrt{(450)^2 + (60)^2} - 450$$
$$= \sqrt{202500 + 3600} - 450$$
$$= 453 \cdot 98 - 450 = 3 \cdot 98 \text{ मीटर}$$
$$O_{80} = \sqrt{(450)^2 + (80)^2} - 450$$
$$= \sqrt{202500 + 6400} - 450$$
$$= 457 \cdot 05 - 450 = 7 \cdot 05 \text{ मीटर}$$
$$O_{100} = \sqrt{(450)^2 + (100)^2} - 450$$
$$= \sqrt{202500 + 10000} - 450$$
$$= 460 \cdot 977 - 450 = 10 \cdot 98 \text{ मीटर}$$
$$O_{120} = \sqrt{(450)^2 + (120)^2} - 450$$
$$= \sqrt{202500 - 14400} - 450$$
$$= 465 \cdot 72 - 450 = 15 \cdot 72 \text{ मीटर}$$

इसी प्रकार अन्य गणनायें की जा सकती हैं।

(b) लम्ब या समकोण खसकों की गणना—लम्ब खसकों के लिये निम्न सूत्र प्रयोग करते हैं—

$$O_x = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

जहाँ O_x = स्पर्श रेखा से x दूरी पर लम्ब खसका

R = वक्र की त्रिज्या

x = स्पर्श रेखा पर दूरी।

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर

$$O_{20} = 450 - \sqrt{(450)^2 - (20)^2}$$
$$= 450 - \sqrt{202500 - 400}$$
$$= 450 - 499 \cdot 55 = 0 \cdot 45 \text{ मीटर}$$
$$O_{40} = 450 - \sqrt{(450)^2 - (40)^2}$$
$$= 450 - \sqrt{202500 - 1600}$$
$$= 450 - 448 \cdot 22 = 1 \cdot 78 \text{ मीटर}$$
$$O_{60} = 450 - \sqrt{(450)^2 - (60)^2}$$
$$= 450 - \sqrt{202500 - 3600}$$
$$= 450 - 445 \cdot 98 = 4 \cdot 02 \text{ मीटर}$$

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$O_{80} = 450 - \sqrt{(450)^2 - (80)^2}$$
$$= 450 - \sqrt{202500 - 6400}$$
$$= 450 - 442 \cdot 8 = 7 \cdot 20 \text{ मीटर}$$
$$O_{100} = 450 - \sqrt{(450)^2 - (100)^2}$$
$$= 450 - \sqrt{202500 - 10000}$$
$$= 450 - 438 \cdot 75 = 11 \cdot 25 \text{ मीटर}$$
$$O_{120} = 450 - \sqrt{(450)^2 - (120)^2}$$
$$= 450 - 433 \cdot 70 = 16 \cdot 30 \text{ मीटर}$$

इसी प्रकार अगली गणनायें की जा सकती हैं।

(ii) सन्निकट विधि से खसकों की गणना—हम जानते हैं, सन्निकट सूत्र

$$O_x = \frac{x^2}{2R}$$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर

$$O_{20} = \frac{(20)^2}{2 \times 450} = \frac{400}{900} = 0 \cdot 44 \text{ मीटर}$$
$$O_{40} = \frac{(40)^2}{900} = \frac{1600}{900} = 1 \cdot 78 \text{ मीटर}$$
$$O_{60} = \frac{(60)^2}{2 \times 450} = \frac{3600}{900} = 4 \cdot 00 \text{ मीटर}$$
$$O_{80} = \frac{(80)^2}{2 \times 450} = \frac{6400}{900} = 7 \cdot 11 \text{ मीटर}$$
$$O_{100} = \frac{(100)^2}{2 \times 450} = \frac{10000}{900} = 11 \cdot 11 \text{ मीटर}$$
$$O_{120} = \frac{(120)^2}{2 \times 450} = \frac{14400}{900} = 16 \cdot 00 \text{ मीटर}$$

उदाहरण 2. एक सरल वक्र की त्रिज्या 600 मीटर है। यदि विक्षेप कोण 60° हो तो वक्र की निशानदेही स्पर्श रेखाओं से खसके निकाल कर, 30 मीटर खूँटी अंतराल रखते हुये, करने के लिये लम्ब तथा त्रैज्य खसकों की गणना कीजिये। खसकों के मान सन्निकट विधि से भी ज्ञात करें।

हल—प्रश्नानुसार,

वक्र की त्रिज्या = 600 मीटर

विक्षेप कोण = 60°

हम जानते हैं कि स्पर्श रेखा की लम्बाई—

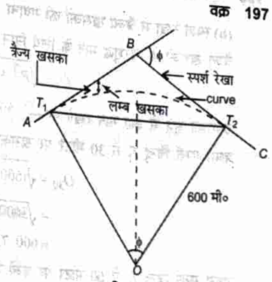
$$T = R \tan \frac{\phi}{2}$$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर

स्पर्श रेखा की लम्बाई = 600 × tan 30°

या स्पर्श रेखा की लम्बाई = 600 × 0·5774

= 346·4 मीटर



चित्र 5.24

(a) स्पर्श रेखा से लम्ब खसकों की गणना

लम्ब खसकों के परिशुद्ध मान के लिये निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है—

सूत्र $$O_x = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

उक्त सूत्र में ज्ञात मान रखने पर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 30 मीटर पर खसका

$$O_{30} = 600 - \sqrt{(600)^2 - (30)^2}$$
$$= 600 - \sqrt{360000 - 900}$$
$$= 600 - 599 \cdot 25 = 0 \cdot 75 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 60 मीटर पर खसका

$$O_{60} = 600 - \sqrt{(600)^2 - (60)^2}$$
$$= 600 - \sqrt{360000 - 3600}$$
$$= 600 - 596 \cdot 99 = 3 \cdot 01 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 90 मीटर पर खसका

$$O_{90} = 600 - \sqrt{(600)^2 - (90)^2}$$
$$= 600 - \sqrt{360000 - 8100}$$
$$= 600 - 593 \cdot 2 = 6 \cdot 80 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 120 मीटर पर खसका

$$O_{120} = 600 - \sqrt{(600)^2 - (120)^2}$$
$$= 600 - \sqrt{360000 - 14400}$$
$$= 600 - 587 \cdot 87 = 12 \cdot 13 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 150 मीटर पर खसका

$$O_{150} = 600 - \sqrt{(600)^2 - (150)^2}$$
$$= 600 - \sqrt{360000 - 22500}$$
$$= 600 - 580 \cdot 95 = 19 \cdot 05 \text{ मीटर}$$

इसी प्रकार आगे $O_{346 \cdot 4}$ तक की गणनायें की जा सकती हैं।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(b) स्पर्श रेखा से त्रैज्य खसकों की गणना

त्रैज्य खसकों के परिशुद्ध मान के लिये निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है—

$$O_x = \sqrt{R^2 + x^2} - R$$

उपरोक्त सूत्र से ज्ञात मान रखने पर—

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 30 मीटर पर खसका

$$O_{30} = \sqrt{(600)^2 + (60)^2} - 600$$
$$= \sqrt{360000 + 900} - 600$$
$$= 600{\cdot}75 - 600 = 0{\cdot}75 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 60 मीटर पर त्रैज्य खसका

$$O_{60} = \sqrt{(600)^2 + (60)^2} - 600$$
$$= \sqrt{360000 + 3600} - 600$$
$$= 602{\cdot}99 - 600 = 2{\cdot}99 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 90 मीटर पर त्रैज्य खसका

$$O_{90} = \sqrt{(600)^2 + (90)^2} - 600$$
$$= \sqrt{360000 + 8100} - 600$$
$$= 606{\cdot}71 - 600 = 6{\cdot}71 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 120 मीटर पर त्रैज्य खसका

$$O_{120} = \sqrt{(600)^2 + (120)^2} - 600$$
$$= \sqrt{360000 + 14400} - 600$$
$$= 611{\cdot}88 - 600 = 11{\cdot}88 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से 150 मीटर पर त्रैज्य खसका

$$O_{150} = \sqrt{(600)^2 + (150)^2} - 600$$
$$= \sqrt{360000 + 22500} - 600$$
$$= 618{\cdot}46 - 600 = 18{\cdot}46 \text{ मीटर}$$

इसी प्रकार त्रैज्य खसके $O_{346{\cdot}4}$ तक की गणना की जा सकती है।

(c) सन्निकट सूत्र से खसकों की गणना—लम्ब तथा त्रैज्य खसकों के लिए सन्निकट सूत्र

$$O_x = \frac{x^2}{2R}$$

जहाँ

O_x = स्पर्श रेखा पर x दूरी पर लम्ब/त्रैज्य खसका

R = वक्र की त्रिज्या

x = स्पर्श रेखा की दूरी

सूत्र से ज्ञात मान रखने पर—

$$O_{30} = \frac{(30)^2}{2 \times 600} = \frac{900}{1200} = 0{\cdot}75 \text{ मी॰}$$

$$O_{60} = \frac{(60)^2}{2 \times 600} = \frac{3600}{1200} = 3{\cdot}00 \text{ मी॰}$$

$$O_{90} = \frac{(90)^2}{2 \times 600} = \frac{8100}{1200} = 6{\cdot}75 \text{ मी॰}$$

$$O_{120} = \frac{(120)^2}{2 \times 600} = \frac{14400}{1200} = 12{\cdot}00 \text{ मी॰}$$

$$O_{150} = \frac{(150)^2}{2 \times 600} = \frac{22500}{1200} = 18{\cdot}75 \text{ मी॰}$$

इसी प्रकार सन्निकट खसके $O_{346{\cdot}4}$ तक की गणनायें की जा सकती हैं।

5.19 वक्रों की निशानदेही की कोणीय विधियाँ (Angular methods of setting out curves)

कोणीय मापों से वक्र की स्थापना/निशानबंदी करने तथा कार्य की परिशुद्धता की दृष्टि से कोणों को मापने के लिये थियोडोलाइट का प्रयोग करते हैं। वक्र की स्थापना थियोडोलाइट से करने के लिये निम्न विधियों का प्रयोग किया जाता है—

1. रैंकिन की स्पर्शज्या या विक्षेप कोण विधि (Rankine's method of tangential or deflection angle)
2. दो-थियोडोलाइट विधि (Two theodolite method)
3. टैको मीट्रिक विधि (Tachometric method)

5.20 कोणीय विधि (Instrumental or Angular Method)

वक्र की निशानबंदी की यह विधि बड़ी त्रिज्या वाले वक्रों के लिये प्रयोग की जाती है। इस विधि में कोण मापने के लिए थियोडोलाइट तथा दूरियाँ नापने के लिये फीते का प्रयोग किया जाता है। जब वक्र की निशानदेही परिशुद्ध करनी हो तो इस विधि का प्रयोग किया जाता है जिसमें थियोडोलाइट अथवा थियोडोलाइट व फीता दोनों का ही प्रयोग किया जाता है।

वक्र की निशानदेही या निशानबंदी से पहले निम्न तत्वों (elements) की स्थिति निर्धारण करना आवश्यक है अन्यथा वक्र की निशानबन्दी नहीं की जा सकती। यदि इन बिन्दुओं के निर्धारण में, (परिशुद्धता से लगाने में) किसी प्रकार की त्रुटि होती है, तो वक्र अपने सत्य संरेखण से भटक जाता है। मुख्य तत्व (elements) निम्नवत् हैं, जिनका सही निर्धारण आवश्यक है—

(i) प्रतिच्छेदन बिन्दु (Point of Intersection)

(ii) स्पर्श रेखा (Tangent line)

(iii) पश्च स्पर्श बिन्दु (Point of curve) (P.C.)

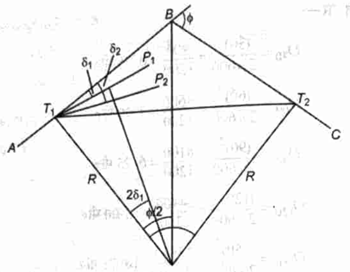
(iv) अग्र स्पर्श बिन्दु (Point of tangency) (P.T.)

5.21 रैंकिन की स्पर्शज्या या विक्षेप कोण विधि (Rankine's method of tangential or deflection angle)

इस विधि का प्रयोग सामान्यत: रेल-लाइन के संरेखण के लिये किया जाता है। यह विधि वक्र स्थापन के लिये अधिक प्रचलित विधि है। इस विधि में कोणमापी के रूप में थियोडोलाइट जबकि दूरियाँ मापने के लिये जरीब/फीते का प्रयोग किया जाता है। अत: यह विधि थियोडोलाइट-जरीब विधि के नाम से भी जानी जाती है, इसके अतिरिक्त इस विधि को विक्षेप कोण विधि (deflection angle method) भी कहते हैं। यहाँ पर इस विधि की चर्चा करने से पहले, विक्षेप कोण के विषय में जानकारी आवश्यक है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 5.25

विक्षेप कोण—किसी भी बिन्दु का विक्षेप कोण वह कोण है जो पश्च स्पर्श बिन्दु (P.C.) पर पश्च स्पर्श रेखा व इस बिन्दु को मिलाने वाली जीवा के बीच बनता है।

रैंकिन की विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि सरल वक्र के किसी भी बिन्दु के विक्षेप कोण का मान पश्च स्पर्श बिन्दु और उस बिन्दु को मिलाने वाली चाप (Arc) द्वारा वक्र के केन्द्र पर अन्तरित कोण का आधा होता है। यह भी मान लिया जाता है कि चाप की लम्बाई व जीवा की लम्बाई करीब-करीब बराबर होती है क्योंकि सामान्य वक्रों में यह अन्तर बहुत कम होता है।

माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें हैं (चित्र 5.24) जिनका प्रतिच्छेदन बिन्दु B है तथा विक्षेप कोण ϕ है। T_1 व T_2 दोनों स्पर्श बिन्दु हैं।

P_1 = वक्र पर प्रथम बिन्दु है।

δ_1 = स्पर्शज्या कोण (Tangential angle) (प्रथम)

R = त्रिज्या (Radius)

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, ...$ = AB स्पर्श रेखा के साथ T_1 बिन्दु पर T_1P_1, T_1P_2 आदि रेखाओं द्वारा निर्मित कुल विक्षेप कोण।

वृत्त के गुण के अनुसार,

$$\angle T_1OP_1 = 2 \times \angle BT_1P_1 = 2\delta_1$$

यहाँ पर चाप $T_1P_1 \sim$ जीवा T_1P_1

$$\frac{\angle T_1OP_1}{l_1} = \frac{360^\circ}{2\pi R}$$

या
$$2\delta_1 = \frac{360^\circ \times l_1}{2\pi R}$$

या
$$\delta_1 = \frac{360^\circ \times l_1}{2 \times 2\pi R} \text{ (डिग्री)}$$

या
$$\delta_1 = \frac{360 \times 60 \times l_1}{2 \times 2 \times \pi R} \text{ (मिनट)}$$

या
$$\delta_1 = \frac{1718 \cdot 9 \times l_1}{R} \text{ (मिनट)}$$

इसी प्रकार
$$\delta_2 = \frac{1718 \cdot 9 \times l_2}{R} \text{ मिनट}$$

$$\delta_3 = \frac{1718 \cdot 9 \times l_3}{R} \text{ (मिनट)}$$

(सामान्य सूत्र)
$$\delta_n = \frac{1718 \cdot 9 \times l_n}{R}$$

पहली जीवा T_1P_1 का विक्षेप कोण $BT_1P_1 = \Delta_1 = \delta_1$

दूसरी जीवा P_1P_2 का विक्षेप कोण $BT_1P_2 = \Delta_2$

परन्तु
$$\angle BT_1P_2 = \angle BT_1P_1 + \angle B_1T_1P_2$$
$$\Delta_2 = \delta_1 + \delta_2$$
$$= \Delta_1 + \delta_2$$

इसी प्रकार
$$\Delta_3 = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$$
$$= \Delta_2 + \delta_3$$
$$\Delta_n = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \ldots + \delta_n$$
$$= \Delta_{n-1} + \delta_n$$

इस प्रकार किसी भी जीवा का विक्षेप कोण δ उस जीवा के टेन्जैंट कोण तथा उससे पहले के विक्षेप कोण के योग के बराबर होता है।

जाँच—दीर्घ जीवा का विक्षेप कोण

$$\angle BT_1T_2 = \Delta_n = \frac{\phi}{2}$$

5.22 Worked out problems on setting out the curve by angular method.

उदाहरण 1. एक सरल वक्र की स्थापना के लिये रैंकिन की विक्षेप कोण विधि से आवश्यक संगणनायें करें यदि प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी (68 + 14·5) तथा वक्र का वक्रता अंश 4° है। 30 मीटर जरीब प्रयोग की गयी है तथा विक्षेप कोण 18° है। मानों को सारणीबद्ध कीजिये।

हल—प्रश्नानुसार,

वक्रता अंश (Degree of Curvature) = 4° (दिया है)

प्रतिच्छदेन बिन्दु की जरीब दूरी = (68 + 14·5) मीटर

जरीब की लम्बाई = 30 मीटर

विक्षेप कोण (deflection angle) = 18° (दिया है)

हम जानते हैं कि, वक्र की त्रिज्या $R = \frac{1720}{D}$

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर

वक्र की त्रिज्या $R = \frac{1720}{4} = 430$ मीटर

स्पर्श रेखा की लम्बाई, सूत्र $= R \tan\frac{\phi}{2}$

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

या $= 430 \times 0{\cdot}1584 = 68{\cdot}11$ मीटर

या $= (2 + 8{\cdot}11)$ जरीब

वक्र की लम्बाई, सूत्र $= \dfrac{\pi R \phi}{180}$

ज्ञात मान रखने पर $= \dfrac{3{\cdot}14 \times 430 \times 18°}{180}$

वक्र की लम्बाई $= 135{\cdot}11$ मीटर

या वक्र की लम्बाई $= (4 + 15{\cdot}11)$ जरीब

T_1, पश्च स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी = प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी – स्पर्श रेखा की लम्बाई

$= (68 + 14{\cdot}5) - (2 + 8{\cdot}11)$

या T_1, पश्च स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी $= (66 + 6{\cdot}39)$ chains

द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीब दूरी = T_1 की जरीब दूरी + वक्र की लम्बाई

$= (66 + 6{\cdot}39) + (4 + 15{\cdot}11)$

या द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीब दूरी $= (70 + 21{\cdot}50)$ जरीब

प्रथम उप-जीवा की लम्बाई $= (67 + 00) - (66 + 6{\cdot}39)$

$= 30 - 6{\cdot}39 = 23{\cdot}61$ मीटर

प्रत्येक 30 मीटर लम्बी पूर्ण जीवाओं की संख्या $= 70 - 67 = 03$

अंतिम उप-जीवा की लम्बाई $= (70 + 21{\cdot}50) - (70 + 0)$

$= 21{\cdot}50$ मीटर

प्रथम उप-जीवा की लम्बाई $= 23{\cdot}61$ मीटर

समस्त पूर्ण जीवाओं की लम्बाई $= 90{\cdot}00$ मीटर

अंतिम उप-जीवा की लम्बाई $= 21{\cdot}50$ मीटर

कुल लम्बाई $= 135{\cdot}11$ मीटर

यह लम्बाई वक्र की लम्बाई के बराबर है।

विक्षेप कोण के लिए गणनायें—

पहला विक्षेप कोण, $\delta_1 = \dfrac{1718{\cdot}9 \times C_1}{R} = \dfrac{1718{\cdot}9 \times 23{\cdot}61}{430}$

$= 94{\cdot}38 = 1°34'22{\cdot}8''$

दूसरा विक्षेप कोण $\delta_2 = \dfrac{1718{\cdot}9 \times C_2}{R} = \dfrac{1718{\cdot}9 \times 30}{430}$

$= 119{\cdot}92 = 1°59'55{\cdot}38''$

तीसरा विक्षेप कोण $\delta_3 = \dfrac{1718{\cdot}9 \times 30}{430} = 1°59'55{\cdot}38''$

चौथा विक्षेप कोण $\delta_4 = \dfrac{1718{\cdot}9 \times 30}{430} = 1°59'55{\cdot}38''$

पाँचवाँ विक्षेप कोण $\delta_5 = \dfrac{1718{\cdot}9 \times 21{\cdot}5}{430} = 1°25'56{\cdot}64''$

कुल विक्षेप कोण निम्न प्रकार होंगे—

पहला कुल विक्षेप कोण $\Delta_1 = \delta_1 = 1°34'22{\cdot}8''$

दूसरा कुल विक्षेप कोण $\Delta_2 = \Delta_1 + \delta_2$

$= 1°34'22{\cdot}8'' + 1°59'55{\cdot}38''$

$= 3°34'18{\cdot}18''$

तीसरा कुल विक्षेप कोण $\Delta_3 = \Delta_2 + \delta_3$

$= 3°34'18{\cdot}18'' + 1°59'55{\cdot}38''$

$= 5°34'13{\cdot}56''$

चौथा कुल विक्षेप कोण $\Delta_4 = \Delta_3 + \delta_4$

$= 5°34'13{\cdot}56'' + 1°59'55{\cdot}38''$

$= 7°34'8{\cdot}94''$

पाँचवाँ कुल विक्षेप कोण $\Delta_5 = \Delta_4 + \delta_5$

$= 7°34'8{\cdot}94'' + 1°25'56{\cdot}64''$

$= 9°00'5{\cdot}58''$

स्टेशन	जरीबी दूरी	जरीब की लं० (मी०)	विक्षेप कोण (° ' ")	कुल विक्षेप कोण $\Sigma\delta = \Delta$ (° ' ")	थियोडोलाइट पाठ्यांक (° ' ")
A	66 + 6·39	23·61	1° 34′ 22·8″	1° 34′ 22·8″	1° 34′ 20″
B	68 + 00	30·0.	1° 59′ 55·38″	3° 34′ 18·18″	3° 34′ 20″
C	69 + 00	30·0	1° 59′ 55·38″	5° 34′ 13·56″	5° 34′ 20″
D	70 + 00	30·0	1° 59′ 55·38″	7° 34′ 8·94″	7° 34′ 00″
E	70 + 21·50	21·50	1° 25′ 56·64″	9° 00′ 5·28″	9° 00′ 00″

जाँच— पाँचवाँ विक्षेप कोण $= \dfrac{1}{2} \times$ विक्षेप कोण

$= \dfrac{1}{2} \times 18$

$= 9°$ अत: गणनायें सही हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 2. एक सरल वक्र के दोनों सीधक (straights) उभयनिष्ठ बिन्दु पर 50° का प्रतिच्छेदन कोण बनाती है। प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी-दूरी 3450 मीटर है और वक्र की त्रिज्या 250 मीटर है। रैंकिन की स्पर्शज्या (deflection angle) कोण विधि से वक्र की निशानबंदी करने के लिए सभी आवश्यक आँकड़ों को सारणीबद्ध करें। खूँटी अंतराल 20 मीटर लें। थियोडोलाइट की Least Count 20″ मान लें।

हल— वक्र की त्रिज्या (Radius of curve) = 250 मीटर (दिया है)

प्रतिच्छेदन कोण (deflection angle) = 50°

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी (chainage of intersection point) = 3450 मीटर

खूँटी अन्तराल (peg interval) = 20 मीटर

वर्नियर की अल्पतम माप (Least count of vernier) = 20″

हम जानते हैं कि—

स्पर्श रेखा की लम्बाई (Tangent length) $= R\tan\frac{\phi}{2}$

उपरोक्त सूत्र में ज्ञात मान रखने पर

स्पर्श रेखा की लम्बाई $= 250 \times \tan 25°$

$= 250 \times 0{\cdot}466 = 116{\cdot}58$ मीटर

वक्र की लम्बाई (Length of curve) $= \frac{\pi R \phi}{180}$

उपरोक्त सूत्र में ज्ञात मान रखने पर $= \frac{\pi \times 250 \times 50}{180} = 218{\cdot}17$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी = प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी – स्पर्श रेखा की लम्बाई

या $= 3450 - 116{\cdot}58 = 3333{\cdot}42$ मी०

द्वितीय स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी = प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी + वक्र की लम्बाई

$= 3333{\cdot}42 + 218{\cdot}17 = 3551{\cdot}59$ मीटर

जीवाओं की संगणनायें

यहाँ पर वक्र की निशानबंदी के लिये कुल मिलाकर 12 जीवायें होंगी।

(i) प्रथम उप-जीवा की लम्बाई $C_1 = 3340{\cdot}00 - 3333{\cdot}42 = 6{\cdot}58$ मीटर

(ii) अंतिम उप-जीवा की लम्बाई C_{12} = द्वितीय स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी – 3540

या $= 3551{\cdot}59 - 3540{\cdot}0 = 11{\cdot}59$ मी०

(iii) C_2 से C_{11} तक (जरीबी दूरी) $= 20 \times 10 = 200$ मी०

जाँच— प्रथम उप-जीवा की लम्बाई $= 6{\cdot}58$ मीटर

10 सामान्य जीवाओं की लम्बाई $= (20 \times 10) = 200{\cdot}00$ मीटर

अन्तिम उप-जीवा की लम्बाई $= 11{\cdot}59$ मीटर

वक्र की कुल लम्बाई $= 6{\cdot}58 + 200 + 11{\cdot}59 = 218{\cdot}17$ मी०

वक्र की यह लम्बाई, गणना करके सूत्र द्वारा निकाली गयी लम्बाई के समान है। अत: सही है।

विक्षेप कोणों की गणना—

प्रथम विक्षेप कोण $\delta_1 = \frac{1719 \times C_1}{R} = \frac{1719 \times 6{\cdot}58}{250} = 0°45'15'' = \Delta_1$

द्वितीय विक्षेप कोण $\delta_2 = \frac{1719 \times C_2}{R} = \frac{1719 \times 20}{250} = 2°17'31''$

$\Delta_2 = \delta_2 + \Delta_1 = 2°17'31'' + 0°45'15'' = 3°02'46''$

$\Delta_3 = \delta_3 + \Delta_2 = 2°17'31'' + 3°02'46'' = 5°20'17''$

$\Delta_4 = \delta_4 + \Delta_3 = 2°17'31'' + 5°20'17'' = 7°37'48''$

$\Delta_5 = \delta_5 + \Delta_4 = 2°17'31'' + 7°34'48'' = 9°55'19''$

$\Delta_6 = \delta_6 + \Delta_5 = 2°17'31'' + 9°15'19'' = 12°12'50''$

$\Delta_7 = \delta_7 + \Delta_6 = 2°17'31'' + 12°12'50'' = 14°30'21''$

$\Delta_8 = \delta_8 + \Delta_7 = 2°17'31'' + 14°30'21'' = 16°47'52''$

$\Delta_9 = \delta_9 + \Delta_8 = 2°17'31'' + 16°47'53'' = 19°05'23''$

$\Delta_{10} = \delta_{10} + \Delta_9 = 2°17'31'' + 19°05'23'' = 21°22'54''$

$\Delta_{11} = \delta_{11} + \Delta_{10} = 2°17'31'' + 21°22'54'' = 23°40'25''$

$\delta_{12} = \frac{1719 \times 11{\cdot}59}{250} = 1°19'42''$

$\Delta_{12} = \delta_{12} + \Delta_{11} = 1°19'42'' + 23°40'25'' = 25°00'07''$

$= 25°00'00''$

सारणी–वक्र की निशानबंदी के लिए आँकड़े

खूँटी संख्या	जरीबी दूरी मीटर में	जीवा की लम्बाई (मी०)	(δ) विक्षेप कोण	(Δ) टोटल विक्षेप कोण	थियोडोलाइट पर कोण का मान	टिप्पणी
1	2	3	4	5	6	7
$T_1=0$	3333·42	—	—	—	—	
1	3340·00	6·58	0°45′15″	0°45′15″	0°45′20″	
2	3360·00	20·00	2°17′31″	3°05′46″	3°05′40″	
3	3380·00	20·00	2°17′31″	5°20′17″	5°20′20″	
4	3400·00	20·00	2°17′31″	7°37′48″	7°37′40″	
5	3420·00	20·00	2°17′31″	9°55′19″	9°55′20″	
6	3440·00	20·00	2°17′31″	12°12′50″	12°13′00″	
7	3460·00	20·00	2°17′31″	14°30′21″	14°30′20″	
8	3480·00	20·00	2°17′31″	16°47′52″	16°48′00″	
9	3500·00	20·00	2°17′31″	19°05′23″	19°05′20″	
10	3520·00	20·00	2°17′31″	21°22′54″	21°23′00″	
11	3540·00	20·00	2°17′31″	23°40′25″	23°40′20″	
T_2	3551·59	11·59	1°19′42″	25°00′07″	25°00′00″	

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

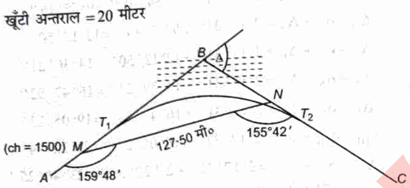
Check— अन्तिम विक्षेप कोण $= \frac{1}{2} \times$ विक्षेप कोण

$= \frac{1}{2} \times 50° = 25°$ अर्थात् गणनायें सही हैं।

उदाहरण 3. दो सीधी रेखायें AB तथा BC एक-दूसरे को बिन्दु B पर काटती हैं। यदि बिन्दु B पहुँच से बाहर हो तथा इन दोनों रेखाओं को एक वृतीय वक्र से जोड़ना हो, जिसकी त्रिज्या का मान 500 मीटर हो, तो स्पर्शी कोणीय विधि से वक्र की निशानबंदी के लिये आवश्यक आँकड़ों की गणना कीजिये, विक्षेप कोण तालिका भी बनायें। रेखा AB तथा BC पर क्रमशः दो बिन्दु M तथा N इस प्रकार लिये गये हैं कि $\angle AMN = 159° 48'$, $\angle CNM = 155° 42'$, $MN = 127 \cdot 5$ मी०

जबकि M बिन्दु की जरीबी दूरी $= 1500$ मीटर

तथा नियमित खूँटी अन्तराल $= 20$ मीटर



चित्र 5.26

हल—चित्र 5.26 के अनुसार,

विक्षेप कोण (deflection angle) $= \angle BMN + \angle BNM$

या $= (180° - 159° 48') + (180° - 155° 42')$

या $= (20' 12') + (24° 18')$

या $= 44° 30'$

साइन के नियमानुसार— $BM = \frac{\sin (180° - 155° 42')}{\sin (180° - 44° 30')} \times 127 \cdot 50$

$= \frac{\sin 24° 18'}{\sin 135° 30'} = \frac{0 \cdot 4115}{0 \cdot 7009} = 74 \cdot 86$ मी०

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी (Chainage of Intersection point B)

$B = (1500 + 74 \cdot 86)$ मीटर

या $= 1574 \cdot 86$ मीटर

प्रथम स्पर्श रेखा की लम्बाई $= R \tan \frac{\phi}{2}$

या $= 500 \times \tan \frac{44° 30'}{2}$

या $= 500 \times \tan 22° 15'$

या $= 500 \times 0 \cdot 409 = 204 \cdot 5$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी $= (1574 \cdot 86 - 204 \cdot 50)$ मीटर

या $= 1370 \cdot 36$ मीटर

वक्र की लम्बाई (length of curve) $= \frac{\pi R \phi}{180} = \frac{3 \cdot 14 \times 500 \times 44° 30'}{180°}$

$= 388 \cdot 14$ मीटर

या

द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी $= (1370 \cdot 36 + 388 \cdot 14)$ मीटर

$= 1758 \cdot 50$ मीटर

या

वक्र की निशानदेही के लिये प्रथम स्पर्श बिन्दु की खूँटी 1370·36 मीटर पर जबकि प्रथम खूँटी 1380 मी० पर उसके बाद प्रत्येक 20 मी० के अंतराल पर, 1740·00 मीटर तक। अंतिम खूँटी जो द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 के लिये लगायी जायेगी जरीबी दूरी 1758·50 पर लगेगी।

प्रथम उप-जीवा की लम्बाई $= 1380 \cdot 00 - 1370 \cdot 36 = 9 \cdot 64$ मी०

18 सामान्य जीवाओं द्वारा covered दूरी $= 18 \times 20 = 360 \cdot 00$ मीटर

अंतिम उपजीवा की लम्बाई $= 1758 \cdot 50 - 1740 \cdot 0 = 18 \cdot 5$ मीटर

वक्र की कुल लम्बाई $= (9 \cdot 64 + 360 \cdot 00 + 18 \cdot 50)$

$= 388 \cdot 14$ मीटर

वक्र की यह लम्बाई ऊपर सूत्र को प्रयोग करके निकाली गयी लम्बाई के समान है अर्थात् की गयी गणनायें सही हैं।

विक्षेप कोण के लिये संगणना—

प्रथम विक्षेप कोण, $\delta_1 = \frac{1718 \cdot 9 \times C_1}{R} = \frac{1718 \cdot 9 \times 9 \cdot 64}{500} = 0° 33' 8''$

द्वितीय विक्षेप कोण से 18वें विक्षेप कोण तक

$= \frac{1718 \cdot 9 \times 20}{500} = 1° 08' 45''$

अंतिम विक्षेप कोण $= \frac{1718 \cdot 9 \times 18 \cdot 5}{500} = 1° 03' 36''$

सारणी–वक्र की निशानबंदी के लिए आँकड़े

खूँटी संख्या	जरीबी दूरी मीटर में	जीवा की लम्बाई (मी०)	विक्षेप कोण (δ)	टोटल विक्षेप कोण (Δ)	थियोडोलाइट पर कोण का मान	टिप्पणी
1	2	3	4	5	6	7
$T_1 = 0$	1870·36	—	—	—	—	
1	1380·00	9·64	0°33′08″	0°33′08″	0°33′00″	
2	1400·00	20·00	1°08′45″	1°41′53″	1°42′00″	
3	1420·00	20·00	1°08′45″	2°50′38″	2°50′40″	
4	1440·00	20·00	1°08′45″	3°59′23″	3°59′20″	
5	1460·00	20·00	1°08′45″	5°08′08″	5°08′00″	
6	1480·00	20·00	1°08′45″	6°16′53″	6°17′00″	
7	1500·00	20·00	1°08′45″	7°25′38″	7°25′40″	
8	1520·00	20·00	1°08′45″	8°34′23″	8°34′20″	
9	1540·00	20·00	1°08′45″	9°43′08″	9°43′00″	

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

			1°08′45″	10°51′53″	10°52′00″
10	1560·00	20·00	1°08′45″	12°00′38″	12°00′40″
11	1580·00	20·00	1°08′45″	13°9′23″	13°9′20″
12	1600·00	20·00	1°08′45″	14°18′08″	14°18′00″
13	1620·00	20·00	1°08′45″	15°26′53″	15°27′00″
14	1640·00	20·00	1°08′45″	16°35′38″	16°35′40″
15	1660·00	20·00	1°08′45″	17°44′23″	17°44′20″
16	1680·00	20·00	1°08′45″	18°53′08″	18°53′00″
17	1700·00	20·00	1°08′45″	20°01′53″	20°02′00″
18	1720·00	20·00	1°08′45″	21°10′38″	21°10′40″
19	1740·00	20·00	1°03′36″	22°14′14″	22°14′20″
T_2	1758·50	18·500			

अंतिम विक्षेप का मान $= \frac{1}{2} \times$ बाह्य विक्षेप कोण

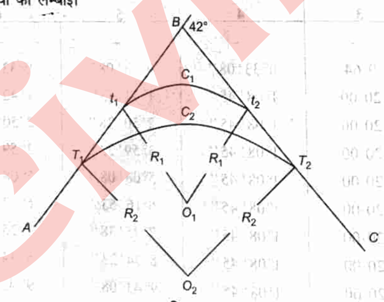
$= \frac{1}{2} \times 44°30'$

$= 22°15'$

बाह्य विक्षेप का मान लगभग गणना करके निकाले गये विक्षेप कोण के समान है, अतः गणनायें सही हैं।

उदाहरण 4. दो स्पर्श रेखायें AB तथा BC एक-दूसरो को बिन्दु B पर काटती हैं। विक्षेप कोण का मान 42° तथा वक्र की त्रिज्या 800 मीटर है। यदि किसी कारणवश वक्र के मध्य बिन्दु को 04 मी० वक्र के केन्द्र की ओर विस्थापित किया जाये अर्थात् प्रतिच्छेदन बिन्दु से हटाया जाये जबकि स्पर्श रेखाओं के अपने संरेखण में रखा जाये। वक्र की स्थापना के लिये निम्न तत्वों की गणना कीजिये—

(अ) नये वक्र की त्रिज्या
(ब) दोनों नये तथा पुराने प्रतिच्छेदन बिन्दु के मध्य दूरी
(स) ये वक्र स्थापन के लिये विस्थापन कोणों के मान, यदि जीवा की लम्बाई 30 मीटर रखी जाये।
(द) अंतिम उपजीवा की लम्बाई।



चित्र 5.27

हल—चित्र 5.27 के अनुसार,

दूरी $C_1C_2 = 4$ मीटर (दिया है)

विक्षेप कोण $= 42°$ (दिया है)

दूरी $BC_1 = R\left(\sec\frac{\phi}{2} - 1\right)$ (सूत्र)

ज्ञात मान सूत्र में रखने पर

दूरी $BC_1 = 800\,(\sec 21° - 1)$

$= 56·92$ मीटर

या दूरी $BC_2 = BC_1 + 4$

या $BC_2 = 56·92 + 4 = 60·92$ मीटर

पुनः $60·92 = R_2\left(\sec\frac{\phi}{2} - 1\right)$

$\therefore$ $R_2 = 856$ मीटर

स्पर्श रेखा की लम्बाई, $BT_1 = R_2 \times \tan\frac{\phi}{2}$

$= 856 \times \tan 21°$

$= 856 \times 0·383 = 328·6$ मीटर

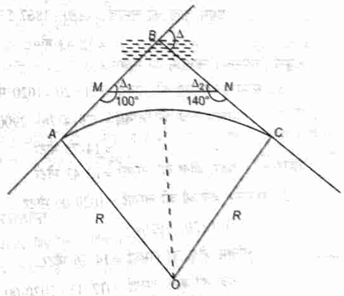
विक्षेप कोण की गणना (30 मी० जीवा के लिये)—

विक्षेप कोण $= \frac{1719 \times 30}{856} = 1°00'14''$

वक्र की लम्बाई $= \frac{\pi R\phi}{180°} = \frac{\pi \times 856 \times 42°}{180°} = 627·50$ मीटर

अंतिम जीवा की लम्बाई $= 627·50 - 600 = 27·50$ मीटर

उदाहरण 5. दो स्पर्श रेखायें AB तथा BC अगम्य बिन्दु B पर आकर मिलती हैं। दोनों रेखाओं AB तथा BC पर क्रमण में बिन्दु M तथा N लिये गये जिनके मध्य दूरी 150 मीटर है। कोण $AMN = 100°$ तथा $CNM = 140°$ (जैसा कि चित्र में दिखाया गया है), रेखा AB तथा BC को एक वर्तुल वक्र (circular curve) से जोड़ा गया है जिसकी त्रिज्या 500 मीटर तथा प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी 2600 मीटर है। जरीब मापन के लिये 20 मीटर जरीब का प्रयोग किया गया है। वक्र की स्थापना के लिए आवश्यक गणनायें करें।



चित्र 5.28

हल—चित्र 5.28 के अनुसार,

विक्षेप कोण $\Delta_1 = 180° - 100° = 80°$

विक्षेप कोण $\Delta_2 = 180° - 140° = 40°$

यहाँ $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$

$= 80° + 40° = 120°$

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ΔBMN में

$$\frac{BM}{\sin\Delta_2} = \frac{BN}{\sin\Delta_1} = \frac{MN}{\sin(180° - \Delta)}$$

$$BM = 180° \times \frac{\sin 40°}{\sin 60°} = 180 \times \frac{0\cdot64}{0\cdot86}$$

$$BM = 133\cdot59 \text{ m}$$

$$BN = 180 \times \frac{\sin 80°}{\sin 60°} = 180 \times \frac{0\cdot98}{0\cdot86}$$

$= 205\cdot12$ मीटर

स्पर्श रेखा $BA = BC = R \tan\frac{\phi}{2}$

या $= 500 \times \tan 60°$

या $= 500 \times 1\cdot73 = 866\cdot02$ मीटर

$AM = BA - BM = 866\cdot02 - 133\cdot59 = 732\cdot43$ मीटर

$CN = BC - BN = 866\cdot02 - 205\cdot12 = 660\cdot90$ मीटर

बिन्दु A की जरीबी दूरी = बिन्दु M की जरीबी दूरी – रेखा AM

$= 2600 - 732\cdot43$

$= 1867\cdot57$ मीटर

वक्र की लम्बाई (length of curve) $= \frac{\pi R\phi}{180°}$

$= \frac{\pi \times 500 \times 120°}{180°} = 1047\cdot19$ मी०

प्रतिच्छेदन बिन्दु C की जरीबी दूरी $= (1867\cdot57 + 1047\cdot19)$ मी०

$= 2914\cdot76$ मी०

प्रथम जीवा की लम्बाई $= 1880 - 1867\cdot57$

$= 12\cdot43$ मी०

पूर्ण (सामान्य) जीवाओं की संख्या $= 51$

51 सामान्य जीवाओं की लम्बाई $= 51 \times 20 = 1020$ मीटर $(51 \times 20 = 1020$ मी०)

अन्तिम जीवा की लम्बाई $= (2914\cdot76 - 2900)$ मी०

$= 14\cdot76$ मीटर

जाँच— प्रथम जीवा की लम्बाई $= 12\cdot43$ मीटर

51 सामान्य जीवाओं की लम्बाई $= 1020\cdot00$ मीटर

$(51 \times 20 = 1020)$

अन्तिम जीवा की लम्बाई $= 14\cdot76$ मीटर

वक्र की कुल लम्बाई $= (12\cdot43 + 1020\cdot00 + 14\cdot76)$ मी०

$= 1047\cdot19$ मीटर

यह ज्ञात की गयी वक्र की लम्बाई, ऊपर सूत्र से निकाली गयी वक्र की लम्बाई के समान है अतः गणनायें सही हैं।

5.23 एक थियोडोलाइट के वक्र की निशानबंदी की प्रक्रिया
(Field Procedure of Setting out a curve by one theodolite)

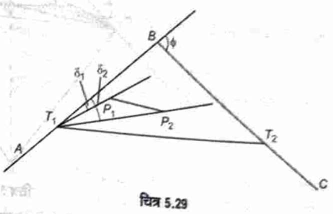
क्षेत्र में एक थियोडोलाइट की सहायता से वक्र की निशानबंदी के लिये निम्न प्रक्रिया अपनाई जाती है—

प्रक्रिया–

1. माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें हैं। T_1 तथा T_2 वक्र पर प्रथम व अंतिम स्पर्श बिन्दु हैं।

2. सर्वप्रथम थियोडोलाइट को प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 पर स्थापित करके उसका परिशुद्धतापूर्वक केन्द्रण व समतलन करते हैं।

3. ऊपरी तथा निचली दोनों प्लेटों को शून्य पर करके दूरबीन से प्रतिच्छेदन बिन्दु को लक्ष्य करें, तथा सूक्ष्म गति पेंच की सहायता से परिशुद्धतापूर्वक समद्विभाजित करें। इस तरह दृष्टि रेखा पश्च स्पर्श रेखा की दिशा में होगी।



चित्र 5.29

4. वर्नियर के क्लैम्प को खोलकर, दूरबीन को घुमायें, वर्नियर A पहला विक्षेप कोण δ_1 पढ़ें। इस प्रकार दृष्टि रेखा जीवा T_1P की दिशा में होगी।

5. फीते का शून्यांक T_1 बिन्दु पर तथा प्रथम उपजीवा C_1 की दूरी पर एक सुआँ रखते हुये धीरे-धीरे घुमायें जिससे सुआँ कृस तन्तुओं (cross hairs) से लक्ष्यबद्ध हो जाये। इस प्रकार थियोडोलाइट की दृष्टि रेखा सूएँ की सीध में हो जायेगी, सूएँ की स्थिति ही वक्र पर बिन्दु P_1 को निर्धारित करेगी।

6. अब ऊपरी प्लेट को ढीला करते हुये, थियोडोलाइट के वर्नियर को δ_2 पर सेट करें। इस समय दृष्टि रेखा T_1P_2 की दिशा में होगी।

7. फीते के शून्यांक को P_1 बिन्दु पर तथा सामान्य जीवा C_2 की दूरी पर एक सूआँ रखते हुए सूएँ को धीरे-धीरे इस प्रकार घुमायें कि सूआँ दृष्टि रेखा से लक्ष्यबद्ध हो जाये। सूएँ की स्थिति ही वक्र पर बिन्दु P_2 को निर्धारित करेगी।

8. उक्त क्रमांक 7 को तब तक दोहराते जायें जब तक कि वक्र पर पर्याप्त बिन्दु प्राप्त न हो जायें। अर्थात् वक्र के अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 तक न पहुँचे। उक्त प्रक्रिया की समाप्ति पर, वक्र का अन्तिम बिन्दु पहले से स्थापित अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 से मिल जाना चाहिये। यदि अन्तिम बिन्दु T_2 से नहीं मिलता, तब कार्य में समापन त्रुटि (जो रैखिक तथा कोणीय पाठ्यांकों में से किसी भी एक या दोनों के कारण हो सकती है) विद्यमान है। यदि यह त्रुटि छोटी है, तब पिछली कुछ खूँटियों को थोड़ा इधर-उधर खिसकाकर इसका समायोजन कर लिया जाता है। यदि त्रुटि बड़ी है, तब वक्र के स्थापन की सम्पूर्ण क्रिया को पुनः करना चाहिये।

ध्यान आकर्षण—यदि वक्र दायीं ओर अर्थात् दक्षिणावर्त (clockwise) दिशा में लगाया गया है तो प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 पर स्थापित थियोडोलाइट के पाठ्यांक नियमित रूप से बढ़ते हैं जबकि यदि थियोडोलाइट को अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 पर स्थापित किया है अर्थात् वक्र वामावर्त है तो थियोडोलाइट द्वारा पढ़े गये पाठ्यांकों (विक्षेप कोण) $\Delta_1, \Delta_2, ...$ के संगठित मान को 360° में से घटाकर निर्धारित किया जाता है।

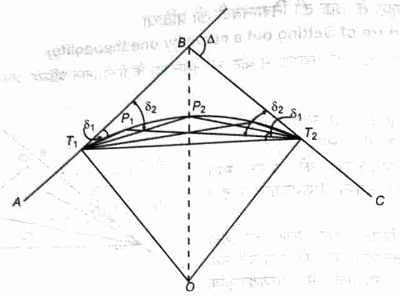
5.24 दो थियोडोलाइट की सहायता से वक्र की स्थापना
(Field Procedure for setting out a curve by two theodolites)

1. माना AB तथा BC दो स्पर्श रेखायें हैं जो एक-दूसरे को बिन्दु B पर काटती हैं। दोनों के मध्य विक्षेप कोण का मान Δ है।

2. माना वक्र का पश्च स्पर्श बिन्दु T_1 तथा अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 है।

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 5.30

3. दो थियोडोलाइट की सहायता से वक्र की निशानबंदी के लिए एक थियोडोलाइट को प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 पर तथा दूसरे थियोडोलाइट को अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 पर स्थापित करते हैं। इस विधि में रैखिक मापों की आवश्यकता नहीं होती।

4. दो थियोडोलाइट विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि वक्र पर स्थिति किसी बिन्दु पर स्पर्श रेखा और जीवा के बीच का कोण उस जीवा द्वारा विपरीत खण्ड के अन्तरित कोण के बराबर होता है।

5. इस विधि में समस्त विक्षेप कोण $\delta_1, \delta_2, ...$ आदि का मान थियोडोलाइट से पढ़कर टोटल विक्षेप कोण $\Delta_1, \Delta_2, ...$ के मानों की गणनायें एक थियोडोलाइट विधि के समान ही की जाती है।

6. माना बिन्दु P_1 तथा P_2 वक्र पर है। इस समय $\angle\delta_1$ स्पर्श रेखा T_1B व जीवा T_1P_1 के बीच का कोण $= P_1$ बिन्दु पर विक्षेप कोण $T_1T_2P_1$ चाप T_1P_1 द्वारा वृत्त के सामने के खण्ड में अंतरित कोण के बराबर होता है।

अर्थात् $\angle BT_1P_1 = \angle T_1T_2P_1 = \delta_1$

इसी प्रकार $\angle BT_1P_2 = \angle T_1T_2P_2 = \delta_2$

$\angle BT_1T_2 = \angle T_1T_2B = \frac{\Delta}{2}$ (बाह्य विक्षेप कोण का आधा)

7. दो थियोडोलाइट विधि काफी सरल व परिशुद्ध विधि है क्योंकि वक्र स्थापना के समय वक्र पर प्रत्येक खूँटी कोणीय मापन द्वारा स्वतन्त्र रूप से लगाया जाता है अतः किसी एक बिन्दु की गलत निशानदेही का प्रभाव अन्य बिन्दुओं की निशानदेही पर नहीं पड़ता।

8. इस विधि द्वारा वक्र की स्थापना में सबसे बड़ी दिक्कत यह है कि इसके लिये आवश्यक रूप से दो सर्वेक्षक तथा दो थियोडोलाइट की एक साथ आवश्यकता होती है जिससे सर्वेक्षण कार्य की लागत बढ़ती है।

9. व्यावहारिक रूप से एक थियोडोलाइट विधि को वरीयता दी जाती है।

क्रिया विधि (Procedure)

1. दो थियोडोलाइट द्वारा वक्र की स्थापना के लिये एक थियोडोलाइट को पश्च स्पर्श बिन्दु T_1 पर तथा दूसरे थियोडोलाइट को अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 पर स्थापित करते हैं।

2. दोनों थियोडोलाइट के वर्नियर को शून्यांक पर लाते हैं।

3. पश्च स्पर्श बिन्दु T_1 पर स्थापित थियोडोलाइट की दूरबीन को पश्च स्पर्श रेखा BT_1 की दिशा में लाकर, बिन्दु B को देखते हैं तथा सूक्ष्म गति पेंच की सहायता से परिशुद्धतापूर्वक समद्विभाजित करते हैं।

4. इसी प्रकार अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 पर रखे थियोडोलाइट से प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 को साधते हैं तथा सूक्ष्म गति पेंच की सहायता से परिशुद्धतापूर्वक समद्विभाजित करते हैं। इस समय जाँच लें कि दोनों उपकरणों के वर्नियर A शून्यांक पर ही हों।

5. अब प्रत्येक थियोडोलाइट के वर्नियर को δ_1 विक्षेप कोण पर कसते हुए थियोडोलाइट की दृष्टि रेखा T_1P_1 दिशा में तथा T_2 पर स्थित थियोडोलाइट को T_2P_1 दिशा में कर लें। इन दोनों का प्रतिच्छेदन बिन्दु आवश्यक बिन्दु को निर्धारित करेगा।

6. भूमि पर, एक आरेखन छड़ इस प्रकार लगायी जाती है कि वह दोनों थियोडोलाइटों की दृष्टि रेखाओं से एकसाथ लक्ष्यबद्ध हो जाये। इस प्रकार वक्र पर प्रथम बिन्दु P_1 स्थापित हो जायेगा।

7. वक्र पर दूसरा बिन्दु P_2 स्थापित करने के लिए दोनों थियोडोलाइटों के वर्नियर को δ_2 विक्षेप कोण पर साधा जाता है तथा पूर्व में स्थापित बिन्दु P_1 की तरह P_2 बिन्दु स्थापित कर लिया जाता है।

8. वक्र की पूर्ण स्थापना के लिये अगले सभी बिन्दुओं की स्थापना ऊपर की भांति की जाती है।

9. यदि किसी बिन्दु की स्थापना में किसी प्रकार की त्रुटि उत्पन्न हो जाती है तो वह उसी बिन्दु तक सीमित रहती है, अन्य बिन्दु उससे प्रभावित नहीं होते।

5.25 संक्रमण वक्र (Transition Curve)

सड़कों, महामार्गों व रेलवे लाइन में लगाया जाने वाला परिवर्ती त्रिज्या (variable radius) का वक्र जो स्पर्श रेखा व वृत्तीय वक्र के दोनों छोरों (ends) पर दिया जाता है, संक्रमण वक्र (transition curve) कहलाता है। इस प्रकार का वक्र, सुगमता वक्र (easement curve) भी कहलाता है। सीधे संरेखण या पथ को धीरे-धीरे (gradually) तथा सुगमता से (smoothly) दिशा परिवर्तित कर, वृत्त की शक्ल इस प्रकार दी जाती है कि वाहन चालक व उसमें बैठी सवारियाँ सुविधापूर्ण स्थिति में रहें, किसी प्रकार की असुविधा (discomfort) का अहसास न करें। संक्रमण वक्र की त्रिज्या अनन्त (infinite) से धीरे-धीरे घटकर उस वृत्तीय वक्र की त्रिज्या के बराबर हो जाती है, जिस वृत्तीय वक्र से यह जुड़ता है। वास्तव में यह वक्र सीधी दिशा और वक्रता के बीच लगाया जाता है। इसके अतिरिक्त संक्रमण वक्र को संयुक्त (compound) व उत्क्रम (reverse-S) वक्रों के मध्य भी लगाया जाता है। जब मुख्य सरल वक्र के दोनों छोरों (ends) पर संक्रमण वक्र दिये जाते हैं, तब इस प्रकार का वक्र मिश्र वक्र (combined curve) कहलाता है।

5.26 संक्रमण वक्र के लाभ/उद्देश्य (Objects of Transition curve)

1. संक्रमण वक्र की सहायता से, सड़कों के सीधे भाग से वक्रीय/वृत्तीय भाग तथा वृत्तीय भाग से पुनः सीधे भाग पर सुगमता व सरलता से बिना किसी उथल-पुथल के पहुँचा जा सकता है।

2. वाहन सरलतापूर्वक संतुलित व सामान्य गति से चलते रहते हैं, वाहनों के पहियों का लाइन से उतरने/फिसलने या वाहनों के पलटने का भय नहीं रहता।

3. सीधी सड़क में उपस्थित कैम्बर से सरल वक्र पर बाहरी उठान (super elevation) देने में सहायता मिलती है।

4. संक्रमण वक्र के लगाने से वक्रीय पथ पर यात्रा कष्ट-रहित होती है।

5. संक्रमण वक्र पर वाहन अपनी-अपनी दिशा में दौड़ते रहते हैं, उनमें टक्कर होने की सम्भावना कम हो जाती है।

6. वाहन के रबड़-टायरों या रेल पटरी का घर्षण, संक्रमण वक्र पर कम होता है।

7. बाह्योत्थान (super elevation) का शून्य से वांछित मान क्रमिक लगाने के लिए पथ पर एक सुरक्षित लम्बाई प्राप्त हो जाती है।

5.27 संक्रमण वक्र की आवश्यकतायें (Requirements of a Transition Curve) (Conditions to be fulfilled while providing a transition curve)

संक्रमण वक्र की निम्न आवश्यकताओं अर्थात् गुणों का समावेश होना चाहिए।

1. संक्रमण वक्र सीधी रेखाओं से स्पर्शीय (tangentially) मिलना चाहिये।

2. संक्रमण वक्र के प्रारम्भिक छोर पर इसकी त्रिज्या शून्य जबकि वृत्तीय वक्र के मिलन बिन्दु पर इसकी त्रिज्या वृत्तीय वक्र की त्रिज्या के बराबर होनी चाहिए।

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3. संक्रमण वक्र लगाते समय उसके बाहरी उठान की बढ़ोत्तरी दर तथा संक्रमण वक्र की वक्रता की बढ़ोत्तरी दर में समानता होनी चाहिए, ताकि संक्रमण वक्र के अंतिम छोर पर दोनों अपने-अपने अधिकतम मान पर हों।

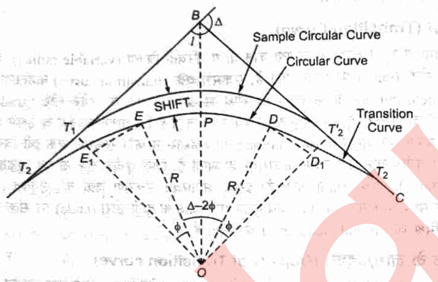
4. ठीक इसके विपरीत अर्थात् सरल वक्र की समाप्ति बिन्दु से आगे बाहरी उठान व वक्र की त्रिज्या क्रमिक रूप से घटते हुये, संक्रमण वक्र के अंतिम छोर पर दोनों (बाहरी उठान, वक्रता) शून्य हो जाये।

5. संक्रमण वक्र की लम्बाई में, बाहरी उठान का पूर्ण मान प्राप्त हो जाना चाहिये।

मिश्र वक्र (Combined or Composite Curve)—किसी वक्र की वह स्थिति जब मुख्य सरल वक्र के दोनों (प्रथम व अंतिम छोर) पर संक्रमण वक्र लगाया जाये तब संयुक्त रूप से बना यह कोण मिश्र वक्र (Combined Curve) कहलाता है।

5.28 मिश्र वक्र के तत्व (Elements of a Combined Curve)

जैसा कि निम्न चित्र 5.31 में दिखाया गया है :



चित्र 5.31

1. AB = पश्च स्पर्श रेखा (Rear Tangent)
2. BC = अग्र स्पर्श रेखा (Forward Tangent)
3. T_1 = पश्च स्पर्श बिन्दु (First tangent point, the starting point of the curve or the point of curve)
4. T_2 = अग्र स्पर्श बिन्दु (Second tangent point, finishing point of the curve or point of tangency)
5. Δ = विक्षेप कोण (Deflection Angle)
6. I = प्रतिच्छेदन कोण (Angle of intersection)
7. ϕ = स्पर्श रेखाओं के मध्य विक्षेप कोण (Spiral Angle)
8. $T_1E = T_2D$ = संक्रमण वक्र की लम्बाई (Length of transition curve = L)
9. EPD = चाप या सरल वक्र की लम्बाई (Length of the circular curve)
10. $T_1'E = T_2'D_1$ = वक्र का विचलन (Shift of the curve)
11. $BT_1 = BT_2$ = स्पर्श रेखा (Total tangent length)
12. T_1EPD_2 = मिश्र वक्र की लम्बाई (Length of the combined curve)
13. The Angle $(\Delta - 2\phi)$ = केन्द्र पर कोण (Central Angle)

संक्रमण वक्र तथा सरल वक्र में भेद (Difference between transition and circular curves)

क्र०सं०	सरल वक्र	संक्रमण वक्र
1.	एक त्रिज्या से बना होता है।	परिवर्तित त्रिज्या का होता है।
2.	वक्र के सभी बिन्दुओं पर समान त्रिज्या होती है।	प्रारम्भिक बिन्दु से अंत तक बदलती है।
3.	वृत्त के सभी बिन्दुओं पर बाहरी उठान एकसमान होता है।	संक्रमण वक्र में यह क्रमिक रूप से बदलता है।
4.	वृत्तीय वक्र सदैव दो संक्रमण वक्रों के मध्य लगाया जाता है।	संक्रमण वक्र वृत्तीय वक्र के दोनों किनारों पर समान रूप से दिया जाता है।
5.	वृत्तीय वक्र दिशा परिवर्तन के लिये दिया जाता है।	संक्रमण वक्र वाहनों को वृत्तीय वक्र पर सुगमता से चढ़ने के लिये देते हैं।

5.29 आदर्श संक्रमण वक्र के लिये शर्तें (Conditions of an Ideal Transition Curve)

वाहन की गति को स्थिर (constant) मानते हुये, एक आदर्श संक्रमण वक्र (Ideal transition curve) की आवश्यकताओं के अनुसार, वृत्तीय वक्र का बाह्य उत्थान समान रूप से अपकेन्द्री बल (centrifugal force) के बढ़ने के साथ-साथ बढ़ता है—

(a) अत: संक्रमण वक्र की लम्बाई अपकेन्द्रीय बल के समानुपाती होगी।

$$\therefore \quad P \propto L$$

$$\frac{WV^2}{gR} \propto L$$

जहाँ P = अपकेन्द्री बल

L = संक्रमण वक्र की लम्बाई

यहाँ W, V तथा g स्थिरांक (constants) हैं।

$$\therefore \quad \frac{1}{R} \propto L$$

या $$LR = \text{स्थिरांक (constant)}$$

पुन: बाह्य उत्थान को संक्रमण लम्बाई के बराबर लेने पर,

यदि बाह्य उत्थान $= h$

$$h \propto L \propto \frac{WV^2}{gR}$$

$$L \propto \frac{1}{R}$$

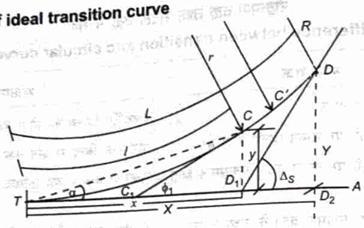
या $$LR = \text{a constant}$$

उपरोक्त सूत्र से पता चलता है कि एक संक्रमण कोण के लिये आवश्यक है कि संक्रमण वक्र की लम्बाई त्रिज्या के विलोमानुपाती होती है। इस प्रकार का वक्र Clothoid or True Spiral भी कहलाता है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

Intrinsic equation of ideal transition curve



चित्र 5.32

T = पश्च स्पर्श बिन्दु (Rear tangent point)
(Starting point of transition curve)

TA = पश्च स्पर्श रेखा (First tangent line)

C = संक्रमण वक्र तथा वृत्तीय वक्र के मध्य मिलन बिन्दु
(Point of junction between transition curve and circular curve)

C' = संक्रमण वक्र पर कोई बिन्दु (Any point on transition curve)

r = बिन्दु C पर वक्र की त्रिज्या (Radius of curve at C)

R = वृत्तीय वक्र की त्रिज्या (Radius of circular curve at its end D)

ϕ_1 = पश्च स्पर्श रेखा तथा बिन्दु C से खींचे गये Tangent के बीच कोण
(Tangential angle between the first tangent and the tangent at C)

Δ_s = विक्षेप कोण (पश्च स्पर्श रेखा तथा बिन्दु D से खींची गयी स्पर्शी के बीच कोण)
(Deflection angle between the tangent at D and the first tangent)

CC' = लम्बाई dl का भाग (Element of length dl on the curve)

हम जानते हैं कि $\quad r \propto \frac{1}{l}$ (By the fundamental requirement)

या $\quad \frac{1}{r} \propto l$ या lr = स्थिरांक (constant) ... (1)

या $\quad \frac{1}{r} = \frac{d\phi}{dl}$ ... (2)

समीकरण (1) तथा (2) से

$$\frac{d\phi}{dl} = \frac{l}{LR}$$

या $\quad d\phi = \frac{l}{LR} \times dl$ ... (3)

उपरोक्त समीकरण (3) को integrate करने पर

$$\phi = \frac{l^2}{2LR} + k \quad (k = \text{एक constant})$$

बिन्दु T_1 के लिये $l = 0, \phi = 0, k = 0$

$\therefore \quad \phi = \frac{l^2}{2LR}$ ... (4)

5.30 संक्रमण वक्र के प्रकार (Types of Transition Curve)

संक्रमण वक्र निम्न प्रकार के होते हैं—

1. यूलर सर्पिल वक्र (Euler's Spiral)
2. घन सर्पिल वक्र (Cubic Spiral)
3. घन परवलय वक्र (Cubic Parabola Curve)
4. द्विपाशी वक्र (Lemniscate Curve)

1. Euler spiral (also known as clothoid).

यूलर सर्पिल वक्र के लिये समीकरण निम्नवत् है—

$$\phi = \frac{l^2}{2RL}$$

यह संक्रमण वक्र के लिए आदर्श समीकरण है,

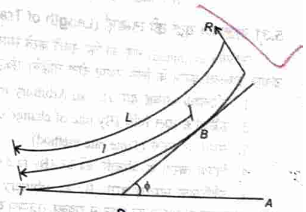
जहाँ पर B = वक्र पर एक बिन्दु

ϕ = प्रथम स्पर्श रेखा TA तथा बिन्दु B के मध्य कोण

l = बिन्दु B तथा T के बीच वक्र की लम्बाई

L = संक्रमण वक्र की कुल लम्बाई

R = वृत्त वक्र की त्रिज्या



चित्र 5.33

2. घन सर्पिल वक्र (Cubic Spiral)

घन सर्पिल वक्र के लिये

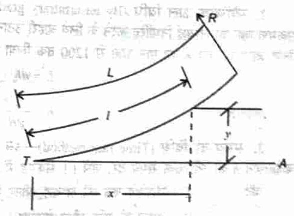
समीकरण $\quad y = \frac{l^3}{6RL}$

जहाँ $\quad y$ = स्पर्श रेखा TA से लम्बवत् दूरी

l = बिन्दु T से वक्र दूरी

L = संक्रमण वक्र की कुल लम्बाई

R = वृत्तीय वक्र की त्रिज्या



चित्र 5.34

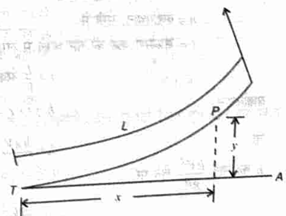
3. घन परवलय वक्र (Cubic Parabola Curve)

समीकरण निम्नानुसार है—

$$y = \frac{x^3}{6RL}$$

जहाँ $\quad x$ = बिन्दु P तथा T के बीच क्षैतिज दूरी

y = बिन्दु P तथा TA के बीच ऊर्ध्वाधर दूरी



चित्र 5.35

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

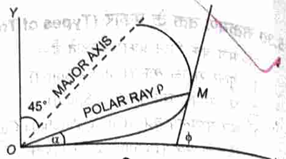
(4) **द्विपार्शी वक्र** (Lemniscate Curve)—चित्र (5.36) में द्विपाशी वक्र दर्शाया गया है जिसके लिये समीकरण

$$r = \frac{\rho}{3 \sin 2\alpha}$$

जहाँ r = वक्र के किसी बिन्दु पर त्रिज्या

ρ = वक्र के किसी बिन्दु पर Polar ray

α = विक्षेप पोलर कोण।



चित्र 5.36

5.31 संक्रमण वक्र की लम्बाई (Length of Transition Curve)

संयुक्त (combined) वक्र की निशानबंदी करते समय, संक्रमण वक्र की लम्बाई, सरल वक्र के संगम पर पूरा वांछित बाह्य उत्थान उपलब्ध कराने के लिये पर्याप्त होनी चाहिये। संक्रमण वक्र की लम्बई निर्धारित करने की निम्न विधियाँ प्रचलित हैं—

1. स्वैच्छिक लम्बाई द्वारा (By an Arbitrary length)
2. स्वैच्छिक ढाल विधि (By rate of change of super elevation)
3. समय दर विधि (Time rate method)
4. त्रिज्या त्वरण के परिवर्तन की दर (By rate of change of accelration)

1. स्वैच्छिक लम्बाई द्वारा (By an arbitrary length)—संक्रमण वक्र की निशानबंदी करते समय, वाहनों की गति तथा सड़क के महत्त्व को ध्यान में रखकर संक्रमण वक्र की लम्बाई मान ली जाती है, जैसे—100 मी०, 120 मीटर, 150 मीटर आदि। इस लम्बाई के अन्तर्गत पूर्ण बाह्य उत्थान प्राप्त हो जाना चाहिये।

2. स्वैच्छिक ढाल विधि (By an arbitrary gradient)—संक्रमण वक्र की स्थापना के समय, इस विधि द्वारा संक्रमण वक्र की लम्बाई निर्धारित करने के लिये बाहरी उठान (super-elevation) का एक स्वैच्छिक ढाल जैसे 1 in n मान लिया जाता है, जहाँ n का मान 300 से 1200 तक लिया जाता है।

$$L = nh,$$

where $$h = \frac{GV^2}{gR}$$

3. समय दर विधि (Time rate method)—इस विधि द्वारा संक्रमण वक्र की लम्बाई निर्धारित करने के लिये बाह्योत्थान h को स्वैच्छिक समय दर, जैसे (1 सेकण्ड में r इकाई लम्बाई) द्वारा लिया जाता है।

यदि L = संक्रमण वक्र की लम्बाई, मीटर में

V = वाहन की गति, मीटर/सेकण्ड

r = समय दर, सेमी/सेकण्ड

h = बाह्योत्थान, सेमी में

t = संक्रमण वक्र को पार करने में लगा समय

$$t = \frac{L}{V} \text{ सेकण्ड}$$

बाह्योत्थान, $$h = t \times r = \frac{L}{V} \times r \text{ मीटर}$$

या $$L = \frac{h \times V}{r} \text{ मीटर}$$

h का मान $\frac{BV^2}{gR}$ लेने पर

$$L = \frac{BV^2}{gR\,r}$$

4. त्रिज्या त्वरण के परिवर्तन की दर (By rate of change of accelration)—संक्रमण वक्र की निशानबंदी करने के लिये संक्रमण वक्र की लम्बाई यात्रियों की सुविधा को ध्यान में रखकर, इस विधि द्वारा ज्ञात की जाती है तथा सामान्यतः इस विधि का ही उपयोग करके संक्रमण वक्र की लम्बाई ज्ञात करते हैं।

यदि त्रिज्या त्वरण की परिवर्तन दर 30 m/sec/sec रखी जाये तो वाहन में बैठे यात्रियों को यह महसूस ही नहीं होता कि वाहन (चलते-चलते) सीधी सड़क से वक्र पर आ गया है।

यदि संक्रमण वक्र की लम्बाई $= L$ मीटर में

वाहन की गति (वेग) $= V$ मीटर/sec

त्रिज्या त्वरण के परिवर्तन की दर $= \alpha$

संक्रमण वक्र को पार करने में लगा समय $t = \frac{L}{V}$ sec

t समय में उत्पन्न त्वरण $\alpha \,.\, t = \alpha \frac{L}{V}$ m/sec^2

परन्तु, सरल वक्र पर त्रिज्या-त्वरण $= \frac{V^2}{R}$ m/sec^2

$$\therefore \quad \alpha \,.\, \frac{L}{V} = \frac{V^2}{R}$$

या $$L = \frac{V^3}{\alpha R}$$

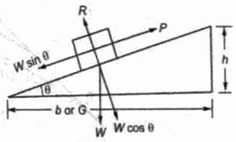
$\alpha = 0{\cdot}3$ m/sec^2 लेने पर $$L = \frac{V^3}{0{\cdot}3R}$$

या $$L = \frac{1}{0{\cdot}3R}\left(\frac{V \times 1000}{60 \times 60}\right)^3$$

या $$L = \frac{V^3}{14R}$$

5.32 बाह्योत्थान (Super elevation or Cant)

सड़क संरेखण में जब कोई वाहन सड़क पर चलते-चलते, (सीधी सड़क से) सड़क के वक्र भाग पर आता है अर्थात् जब कोई वाहन वृत्ताकार पथ में गति करता है तो उस पर वृत्त की त्रिज्या की दिशा में बाहर की ओर एक बल कार्य करने लगता है, जिसे अपकेन्द्री बल (centrifugal force) कहते हैं। संक्रमण वक्र (संयुक्त वक्र) के संरेखण में सड़क या रेल पथ में बाहरी किनारे को आन्तरिक किनारे के सापेक्ष कुछ ऊपर उठा दिया जाता है जिसे बाहरी उठान या केण्ट (super-elevation or cant) कहते हैं।



चित्र 5.37

बाह्योत्थान या बाहरी उठान का मान वाहन की गति V व पथ की वक्रता (R) पर निर्भर करता है। इसे सामान्यतः h अक्षर से प्रदर्शित किया जाता है। बाहरी उठान का मान निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जाता है—

बाहरी उठान, $$h = \frac{BV^2}{gR} \quad \text{(सड़क के लिये)}$$

या बाहरी उठान, $$h = \frac{GV^2}{gR} \quad \text{(रेलमार्ग के लिये)}$$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जहाँ
बाहरी उठान = h (मीटर में)
सड़क की चौड़ाई = B (मीटर में)
वाहन की गति = V (मी०/सेकण्ड)
गुरुत्वीय त्वरण = g (9·81 मी०/सेकण्ड^2)
वक्र की त्रिज्या = R (मीटर में)
रेल पट्टी का गेज = G (मीटर में)
अपकेन्द्री बल = F

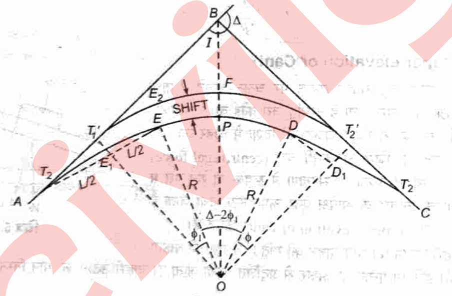
परिभाषा—बाहरी उठान (Super-elevation) सड़क या रेल पथ के वक्रीय भाग में बाहरी किनारे को जितना आंतरिक किनारे के सापेक्ष उठा दिया जाता है वह super-elevation या cant कहलाता है।

यह बाहरी उठान, वाहन को (क्षैतिज) वक्र पर घूमते समय उत्पन्न अपकेन्द्री बल को उदासीन बनाये रखता है, जिसके कारण वाहन वक्र पर सहजता से चलते रहते हैं, पलटने नहीं पाते।

बाह्योत्थान के लाभ—

(i) वृत्तीय वक्र पर वाहन सहजतापूर्वक चलते रहते हैं, पलटने का भय नहीं रहता।
(ii) दिशा परिवर्तन में धीमा बदलाव होने के कारण वाहनों की गति पर प्रभाव नहीं पड़ता, अर्थात् वाहन, सीधी सड़क वाली गति बिना विचलन के बनाये रखते हैं।
(iii) दो पटरियों की ऊँचाई समान होने के फलस्वरूप दोनों पहियों पर समान रूप से भार पड़ता है जिसके कारण पहियों का घिसन समान होता है।
(iv) वृत्त पर वाहन अपनी-अपनी दिशा में गतिमान रहते हैं जिसके कारण आपस में टकराने का भय नहीं रहता।
(v) जल निकासी उत्तम रहती है, जल-भराव न रहने के कारण सड़क में टूट-फूट की सम्भावना कम होती है।
(vi) वाहन में बैठे यात्री को असुविधा (discomfort) नहीं होती।

5.33 संक्रमण वक्र की विशेषतायें (Characteristics of a transition curve)



चित्र 5.38

AB = प्रथम या पश्च स्पर्श रेखा
BC = द्वितीय या अग्र स्पर्श रेखा
$\angle ABC = I$ = दोनों स्पर्श रेखाओं के मध्य प्रतिच्छेदन कोण

Δ = दोनों रेखाओं के मिलन बिन्दु B पर विक्षेप कोण
$EO = DO = R$ = वृत्तीय वक्र की त्रिज्या
L = संक्रमण वक्र की लम्बाई
T_1, T_2 = स्पर्श बिन्दु
EPD = सरल वृत्तीय वक्र
O = सरल वृत्तीय वक्र का केन्द्र
$T_1E = DT_2$ = संक्रमण वक्र जो दोनों straights के मध्य दिये गये हैं।
$T_1E_1 = PF = S$ = वृत्तीय वक्र का भीतर को विचलन = S

$$S = \frac{L^2}{24R}$$

संक्रमण वक्र की विशिष्टता के अनुसार विचलन (shift) और संक्रमण वक्र एक-दूसरे को समद्विभाजित करते हैं।

$$T_1'E_2 = E_1E_2 = \frac{S}{2}$$

$$T_1E_2 = E_2E = \frac{L}{2}$$

संयुक्त वक्र की स्पर्श रेखा की कुल लम्बाई

$$BT_1 = BT_1' + T_1'T_1$$

या $$BT_1 = OT_1' \tan\frac{\Delta}{2} + \frac{L}{2}$$

या $$BT_1 = (R+S)\tan\frac{\Delta}{2} + \frac{L}{2}$$

अब $\Delta BT_1'O$ में

$$\frac{BM}{OM} = \tan\frac{\Delta}{2}$$

$\therefore$ $$BM = OM \tan\frac{\Delta}{2}$$

$$OM = OE_1 + E_1T_1'$$
$$= R + S$$

अब सर्पिल कोण (Cubic Spiral)

$$\phi_1 = \frac{L/2}{R} = \frac{L}{2R} \text{ (रेडियन)}$$

वृत्तीय वक्र का केन्द्र कोण, $\angle EOD = \Delta - (\phi_1 + \phi_1)$

$$= \Delta - 2\phi_1$$

वृत्तीय वक्र की लम्बाई (length of circular curve)

$$l = \frac{\pi R \phi}{180} \quad \text{(सूत्र)}$$

या $$l = \frac{\pi R(\Delta - 2\phi_1)}{180} \text{ (}\Delta\text{ व }\phi\text{ रेडियन में)}$$

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

संयुक्त वक्र (Combined curve) की कुल लम्बाई

$$T_1EDT_2 = T_1E + ED + DT_2$$

या $$= L + \frac{\pi R\,(\Delta - 2\phi_1)}{180} + L$$

या $$= 2L + \frac{\pi R\,(\Delta - 2\phi_1)}{180}$$

5.34 साधित उदाहरण (Worked out Problems)

उदाहरण 1. एक संक्रमण वक्र की लम्बाई ज्ञात करें
यदि बाह्योत्थान =15 सेमी०, त्रिज्या त्वरण दर =1 : 400

हल—संक्रमण वक्र की लम्बाई $L = \frac{400 \times 15}{100} = 60\text{ m}$

(ii) समय दर विधि द्वारा

संक्रमण वक्र की लम्बाई $L = \frac{h \times V}{r}$

h = बाह्योत्थान
V = गति (मीटर/सेकण्ड में)
r = समय दर (सेमी/सेकण्ड) यह 2·5 से 5 cm/s तक बदलता है।

उदाहरण 2. एक संक्रमण वक्र की लम्बाई ज्ञात करें यदि—
बाह्योत्थान =15 सेमी.
त्रिज्या त्वरण दर = 3 cm/sec
वाहन की गति = 50 km/h

हल—संक्रमण वक्र की लम्बाई

$$L = \frac{h \times V}{r}$$

$$L = \frac{50 \times 1000}{60 \times 60} = \frac{500}{36}\text{ m/s}$$

h =15 सेमी०
r =3 सेमी/सेकण्ड

∴ $$L = \frac{15 \times 500}{3 \times 36} = 69\cdot44 \text{ मीटर}$$

(ii) त्रिज्या त्वरण परिवर्तन द्वारा—

त्रिज्या त्वरण परिवर्तन $= \frac{V^2}{R}$ ... (1)

वाहन द्वारा लिया गया समय $= \frac{L}{V}$ सेकण्ड ... (2)

पुनः यदि स्थिरांक k मी०/से०^3 में लिया जाये

वाहन द्वारा लिया गया समय $= \frac{V^2}{k \times R}$ सेकण्ड .... (3)

समी० (2) तथा (3) से $$\frac{L}{V} = \frac{V^2}{k \times R}$$

$$L = \frac{V^3}{kR}$$ ... (4)

उदाहरण 3. एक संक्रमण वक्र की लम्बाई ज्ञात करें,
यदि त्रिज्या त्वरण दर = 40 सेमी०/से०^3
वाहन की गति = 75 किमी/घन्टा
वृत्तीय वक्र की त्रिज्या = 250 मीटर

हल—यहाँ वाहन की स्पीड $= \frac{75 \times 1000}{60 \times 60} = 20\cdot8$ मी०/से०

त्रिज्या त्वरण दर = 40 सेमी०/से०^3
= 0·4 मी०/से०^3
वक्र की त्रिज्या = 250 मीटर

संक्रमण वक्र की लम्बाई $$L = \frac{V^3}{k \times R} = \frac{(20\cdot8)^3}{0\cdot4 \times 250}$$

$$= \frac{8998\cdot9}{100} = 89\cdot98 \text{ मीटर}$$

उदाहरण 4. एक संक्रमण वक्र की लम्बाई ज्ञात करें तथा बाह्योत्थान का मान भी ज्ञात करें,
यदि वृत्तीय वक्र की त्रिज्या = 400 मीटर
वाहन की गति = 70 किमी/घण्टा
सड़क की चौड़ाई = 10 मीटर
त्रिज्या त्वरण दर = 0·3 मीटर/से०^3

हल— वाहन की स्पीड = 70 km/h $= \frac{70 \times 1000}{60 \times 60} = 19\cdot4$ मीटर/से०

त्रिज्या त्वरण दर = 0·3 मीटर/से०^3

ज्ञात मान को समी० (सूत्र) में रखने पर

संक्रमण वक्र की लम्बाई $= \frac{V^3}{k \times R} = \frac{(19\cdot4)^3}{0\cdot3 \times 400} = 60\cdot8$ मी०

बाह्योत्थान, $$h = \frac{BV^2}{gR} = \frac{10 \times 19\cdot4 \times 19\cdot4}{9\cdot81 \times 400} = 0\cdot96 \text{ मी०}$$

उदाहरण 5. ऊपर दिये गये उदाहरण (4) में वृत्तीय वक्र की त्रिज्या तथा संक्रमण वक्र की लम्बाई ज्ञात करें,
यदि त्रिज्या त्वरण दर = 0·2 मी०/से०^3
अपकेन्द्री बल $= \frac{1}{4}$

हल— वाहन की स्पीड, V = 19·4 मी०/से०

सड़क के लिये अपकेन्द्री बल $= \frac{1}{4}$

civilguru.net

वाहन की स्पीड $V = \sqrt{2 \cdot 452 \times R}$

या $19 \cdot 4 = \sqrt{2 \cdot 452\, R}$

∴ $R = 153 \cdot 49$ मीटर

उदाहरण 6. एक संक्रमण वक्र के लिये सर्पिल कोण (spiral angle) की गणना करें,

यदि संक्रमण वक्र की लम्बाई = 80 मीटर

वृत्तीय वक्र की त्रिज्या = 400 मीटर

विचलन (shift) की भी गणना करें।

हल— सर्पिल कोण के लिये सूत्र, $\alpha_1 = \frac{L}{2R}$ (रेडियन में)

सर्पिल कोण $\alpha_1 = \frac{L}{2R} \times \frac{180}{\pi}$ (डिग्री में)

या $= \frac{80}{2 \times 400} \times \frac{180}{\pi}$

या $= 5°39'37''$

विचलन (shift) $= \frac{L^2}{24R}$

$= \frac{80 \times 80}{24 \times 400} = 0 \cdot 66$ मीटर

उदाहरण 7. एक संक्रमण वक्र 80 मीटर लम्बाई का एक वृत्तीय वक्र के लिये जिसकी त्रिज्या 400 मीटर है, स्थापित किया गया। यदि खूँटी अंतराल 20 मीटर हो तो टेंजेंशियल खसकों की गणना करें।

हल—स्पर्शज्या खसका (Tangential offset)

सूत्र, $y = \frac{x^3}{6RL}$

त्रिज्या $R = 400$ मीटर

संक्रमण वक्र की लम्बाई $L = 80$ मीटर

स्पर्शज्या खसका, 20 मीटर पर $= \frac{20 \times 20 \times 20}{6 \times 400 \times 80} = 0 \cdot 04$ मीटर

स्पर्शज्या खसका, 40 मीटर पर $= \frac{40 \times 40 \times 40}{6 \times 400 \times 80} = 0 \cdot 333$ मीटर

स्पर्शज्या खसका, 60 मीटर पर $= \frac{60 \times 60 \times 60}{6 \times 400 \times 80} = 1 \cdot 125$ मीटर

स्पर्शज्या खसका, 80 मीटर पर $= \frac{80 \times 80 \times 80}{6 \times 400 \times 80} = 2 \cdot 666$ मीटर

उदाहरण 8. दो रेखायें *AB* तथा *BC* जो 40° पर विक्षेप होती हैं जिसकी जरीब दूरी 1000·00 मीटर है। एक 300 मीटर त्रिज्या वाले वृत्तीय वक्र के दोनों ओर 90 मी० लम्बे संक्रमण कोण लगाने हेतु सभी आवश्यक प्रविष्टियों की गणना करें। विक्षेप कोणों का मान, 20 मीटर खूंटी अंतराल लेते हुये विक्षेप विधि से गणना कर परिणाम सारणीबद्ध करें। थियोडोलाइट की अल्पतम माप 20'' है।

हल—

1. **विचलन** (shift) $= S = \frac{L^2}{24R} = \frac{90 \times 90}{24 \times 300} = 1 \cdot 125$ मीटर

2. **स्पर्श रेखा की कुल लम्बाई** (Tangent length)

$= (R + S)\tan\frac{\Delta}{2} + \frac{L}{2}$ मीटर

$= (300 + 1 \cdot 125)\tan 20° + 45$

$= 301 \cdot 125 \times 0 \cdot 364 + 45 = 154 \cdot 60$ मीटर

3. **सर्पिल कोण** (Spiral Angle) $\phi = \frac{L}{2R} \times \frac{180}{\pi}$

$= \phi = \frac{90}{2 \times 300} \times \frac{180}{\pi} = 8°36'$

4. **सरल वक्र का केन्द्रीय कोण** $= \Delta - 2\phi$

या $= 40° - 2 \times 8°36'$

या $= 40° - 17°12' = 22°48'$

5. **सरल वक्र की लम्बाई** (length of circular curve)

$= \frac{\pi R\phi}{180} = \frac{\pi \times 300 \times 22°48'}{180°} = 119 \cdot 38$ मीटर

6. **जरीब दूरी की गणना**

(i) प्रथम या पश्च स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी $= 1000 - 154 \cdot 6 = 845 \cdot 40$ मी०

(ii) प्रथम मिलन बिन्दु की जरीबी दूरी $= 845 \cdot 40 + 90 = 935 \cdot 40$ मी०

(iii) द्वितीय मिलन बिन्दु की जरीबी दूरी $= 935 \cdot 40 + 119 \cdot 38 + 1054 \cdot 78$ मी०

प्रथम संक्रमण कोण की लम्बाई $= 935 \cdot 40 - 845 \cdot 40 = 90$ मी०

(iv) द्वितीय या अग्र स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी $= 1054 \cdot 78 + 90 = 1144 \cdot 78$ मी०

जाँच—प्रथम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी + प्रथम संक्रमण वक्र की लम्बाई + वृत्तीय वक्र की लम्बाई + द्वितीय संक्रमण वक्र की लम्बाई = अन्तिम स्पर्श बिन्दु की जरीब दूरी

$= 845 \cdot 40 + 90 + 119 \cdot 38 + 90 = 1144 \cdot 78$

(यही अन्तिम स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीब दूरी है ∴ सही है)

7. **विक्षेप कोण के लिये संगणनायें**

माना वक्र पर प्रथम बिन्दु की जरीबी दूरी = 850 मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से, वक्र पर प्रथम बिन्दु की दूरी $= 850 - 845 \cdot 40 = 4 \cdot 6$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से, वक्र पर द्वितीय बिन्दु की दूरी $= 4 \cdot 6 + 20 = 24 \cdot 60$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से, वक्र पर तृतीय बिन्दु की दूरी $= 24 \cdot 6 + 20 = 44 \cdot 6$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से, वक्र पर चतुर्थ बिन्दु की दूरा $= 44 \cdot 6 + 20 = 64 \cdot 6$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से, वक्र पर पंचम बिन्दु की दूरी $= 64 \cdot 6 + 20 = 84 \cdot 6$ मीटर

प्रथम मिलन बिन्दु की दूरी = 90·00 मीटर

प्रथम बिन्दु के लिये विचलन कोण $\alpha_1 = \frac{573 \times (4 \cdot 6)^2}{300 \times 90} = 0°0'27''$

$\alpha_2 = \frac{573 \times 24 \cdot 6 \times 24 \cdot 6}{300 \times 90} = 0°12'50''$

$\alpha_3 = \frac{573 \times 44 \cdot 6 \times 44 \cdot 6}{300 \times 90} = 0°42'13''$

civilguru.net

$$\alpha_4 = \frac{573 \times 64.6 \times 64.6}{300 \times 90} = 1°28'34''$$

$$\alpha_5 = \frac{573 \times 84.6 \times 84.6}{300 \times 90} = 2°31'53''$$

$$\alpha_6 = \frac{573 \times 90 \times 90}{300 \times 90} = 2°51'54''$$

$$= 2°52'00'' \text{ (माना)}$$

जाँच— कुल विक्षेप कोण $= \frac{1}{3} \times \phi = \frac{1}{3} \times 8°36' = 2°52'$ (सही है)

सारणी–प्रथम संक्रमण वक्र के लिये विक्षेप कोण

बिन्दु	जरीबी दूरी (मी॰)	जीवा की लम्बाई (मी॰)	विक्षेप कोण	थियोडोलाइट कोण	
T_1	845·40	0	0		प्रथम बिन्दु
प्रथम बिन्दु	850·00	4·60	0°0′27″	0°0′20″	
द्वितीय बिन्दु	870·00	24·60	0°12′50″	0°13′00″	
तृतीय बिन्दु	890·00	44·60	0°42′13″	0°42′20″	
चतुर्थ बिन्दु	910·00	64·60	01°28′34″	1°28′40″	
पंचम बिन्दु	930·00	84·60	2°31′53″	2°32′00″	
प्रथम मिलन बिन्दु	935·40	90·00	2°51′54″	2°52′00″	अंतिम बिन्दु संक्रमण वक्र

8. वृत्तीय वक्र के लिए विक्षेप कोण

प्रथम मिलन बिन्दु की जरीबी दूरी = 935·40 मीटर

माना वृत्तीय वक्र पर प्रथम बिन्दु की जरीबी दूरी = 940·00 मीटर

प्रथम उपजीवा की लम्बाई = 940·0 − 935·40

या = 4·60 मीटर

सामान्य जीवाओं की संख्या = 5

05 सामान्य जीवाओं द्वारा कवर की गयी दूरी = 5 × 20 = 100 मी॰

कुल जरीबी दूरी (कवर की गयी) = 940 + 100 = 1040 मी॰

वत्तीय वक्र के लिये द्वितीय मिलन बिन्दु की जरीबी दूरी = 1054·78 मीटर

अंतिम उपजीवा की लम्बाई = 1054·78 − 1040

= 14·78 मीटर

प्रथम उपजीवा के लिये विक्षेप कोण $= \frac{1719 \times 4.6}{300} = 0°26'21''$

सामान्य जीवाओं के लिए विक्षेप कोण $= \frac{1719 \times 20}{300} = 1°54'36''$

अन्तिम उपजीवा के लिये विक्षेप कोण $= \frac{1719 \times 14.78}{300} = 1°24'41''$

जाँच— कुल विक्षेप कोण $= \frac{1}{2} \times$ केन्द्र पर कोण

$= \frac{1}{2} \times 22°48' = 11°24'$

यहाँ पर कुल कोणों का योग $= (0°26'21'' + 5 \times 1°54'36'' + 1°24'41'')$

$= 11°24'02'' = 11°24'$

गणना करके निकाला गया विक्षेप कोण, योग के समान है अर्थात् सही है।

सारणी–वृत्तीय वक्र के लिये विक्षेप कोण

बिन्दु	जरीबी दूरी (मी॰)	उपजीवा की लम्बाई (मी॰)	विक्षेप कोण	टोटल विक्षेप कोण	थियोडोलाइट कोण	टिप्पणी
प्रथम मिलन बिन्दु	935·40	—	—	—	—	वृत्तीय वक्र आरम्भ
प्रथम बिन्दु	940·00	4·60	0°26′21″	0°26′21″	0°26′20″	
द्वितीय बिन्दु	960·00	20·00	1°54′36″	2°20′57″	2°21′00″	
तृतीय बिन्दु	980·00	20·00	1°54′36″	4°15′33″	4°15′40″	
चतुर्थ बिन्दु	1000·00	20·00	1°54′36″	6°10′09″	6°10′20″	
पंचम बिन्दु	1020·00	20·00	1°54′36″	8°4′45″	8°4′40″	
छठा बिन्दु	1040·00	20·00	1°54′36″	9°59′21″	9°59′20″	
द्वितीय मिलन बिन्दु	1054·78	14·78	1°24′41″	11°24′02″	11°24′00″	वृत्तीय वक्र समाप्त

9. द्वितीय संक्रमण कोण के लिये विक्षेप कोणों की संगणना

द्वितीय या अंतिम बिन्दु की जरीबी दूरी = 1144·78 मीटर

जाँच— संयुक्त वक्र की कुल लम्बाई = प्रथम संक्रमण कोण + वृत्तीय कोण + द्वितीय संक्रमण कोण

= 90 + 119·38 + 90 = 299·38 m

पुन: संयुक्त वक्र की कुल लम्बाई = अंतिम स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी − प्रथम बिन्दु की जरीबी दूरी

= 1144·78 − 845·40

= 299·38 मीटर

यह लम्बाई गणना करके ज्ञात लम्बाई के बराबर है अर्थात् सही है।

10. द्वितीय संक्रमण कोण के लिये विक्षेप कोण

(द्वितीय स्पर्श बिन्दु के सापेक्ष)

अन्तिम स्पर्श बिन्दु की जरीबी दूरी = 1144·78 मीटर

कुल लम्बाई = 1144·78 − 845·40 = 299·38 मीटर

माना वक्र पर प्रथम बिन्दु की जरीबी दूरी = 1140·0 मीटर

द्वितीय स्पर्श बिन्दु से वक्र पर प्रथम बिन्दु की दूरी

= 1144·78 − 1140

या = 4·78 मीटर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

द्वितीय बिन्दु की दूरी $= 4 \cdot 78 + 20 = 24 \cdot 78$ मीटर

तृतीय बिन्दु की दूरी $= 24 \cdot 78 + 20 = 44 \cdot 78$ मीटर

चतुर्थ बिन्दु की दूरी $= 44 \cdot 78 + 20 = 64 \cdot 78$ मीटर

पंचम बिन्दु की दूरी $= 64 \cdot 78 + 20 = 84 \cdot 78$ मीटर

द्वितीय मिलन बिन्दु की दूरी $= 90$ मीटर

प्रथम बिन्दु के लिये विक्षेप कोण $= \dfrac{573\,(4 \cdot 78)^2}{300 \times 90} = 0°0'29''$

द्वितीय बिन्दु के लिये विक्षेप कोण $= \dfrac{573 \times (24 \cdot 78)^2}{300 \times 90} = 0°13'02''$

तृतीय बिन्दु के लिये विक्षेप कोण $= \dfrac{573 \times (44 \cdot 78)^2}{300 \times 90} = 0°42'33''$

चतुर्थ बिन्दु के लिये विक्षेप कोण $= \dfrac{573 \times (64 \cdot 78)^2}{300 \times 90} = 1°29'03''$

पंचम बिन्दु के लिये विक्षेप कोण $= \dfrac{573 \times (84 \cdot 78)^2}{300 \times 90} = 2°32'32''$

द्वितीय मिलन बिन्दु के लिये $= \dfrac{573 \times 90 \times 90}{300 \times 90} = 2°51'54''$

जाँच— कुल विक्षेप कोण $= \dfrac{1}{3} \times \phi = \dfrac{1}{3} \times 8°36' = 2°52'00''$

यह मान, बीजीय योग के समान है, अत: सही है।

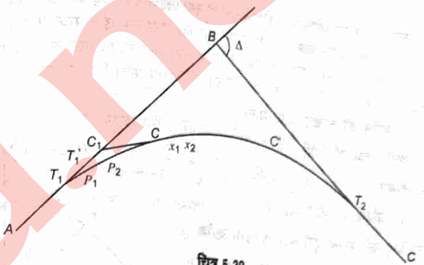
बिन्दु	जरीबी दूरी (मी०)	जीवा की लम्बाई (मी०)	विक्षेप कोण	थियोडोलाइट कोण	टिप्पणी
T_2	1144·78	–	–	–	वक्र का प्रथम बिन्दु
प्रथम बिन्दु	1140·00	4·78	0°0′29″	0°0′40″	
द्वितीय बिन्दु	1120·00	24·78	0°13′02″	0°13′00″	
तृतीय बिन्दु	1100·00	44·78	0°42′33″	0°42′40″	
चतुर्थ बिन्दु	1080·00	64·78	1°29′03″	1°29′00″	
पंचम बिन्दु	1060·00	84·78	2°32′32″	2°32′40″	
द्वितीय मिलन बिन्दु	1054·78	90·00	2°51′54″	2°52′00″	वक्र का अंतिम बिन्दु

5.35 संयुक्त वक्र की निशानबंदी (Procedure for laying combined curve)

प्रक्रिया–

1. सर्वप्रथम थियोडोलाइट को चित्र (5.39) के अनुसार बिन्दु T_1 पर स्थापित कर वर्नियर A को शून्यांक पर करें, बिन्दु B को लक्ष्यबद्ध करते हुए (जाँच लें, वर्नियर A का पाठ्यांक शून्य ही हो) ऊपरी क्लैम्प को fix कर दें।

2. अब निचले क्लैम्प को खोलकर, बिन्दु B पर लगी रेंजिंग रॉड को परिशुद्धतापूर्वक समद्विभाजित कर, निचले क्लैम्प को बंद करो।



चित्र 5.39

3. अब ऊपरी क्लैम्प को खोलो तथा थियोडोलाइट की सहायता से वर्नियर A पर, प्रथम विक्षेप कोण α_1 पढ़ो तथा प्रथम बिन्दु के लिए दूरी T_1 से मापो तथा P_1 बिन्दु पर सूजा रखकर दृष्टि रेखा से परिशुद्धतापूर्वक समद्विभाजित करो।

4. अब द्वितीय विक्षेप कोण α_2, वर्नियर A पर पढ़ो तथा दूसरे बिन्दु P_2 की दूरी T_1 से मापकर P_2 पर लगे सूजे को bisect करो। इस प्रकार वक्र पर द्वितीय बिन्दु P_2 स्थापित हो जायेगा।

5. यही प्रक्रिया तब तक दोहरायें जब तक बिन्दु C अर्थात् संक्रमण कोण तथा वृत्तीय कोण के संगम पर न पहुँचे। ध्यान रहे कि प्रत्येक दूरी T_1 से नापी जायेगी।

6. दोनों वक्र (Transition तथा Circular) के मिलन बिन्दु पर कुल विक्षेप कोण का मान $\left(\frac{1}{3}\right)\phi$ के बराबर होगा। इस प्रकार इस मिलन बिन्दु तक प्रथम संक्रमण कोण स्थापित हो जायेगा।

7. अब वृत्तीय कोण को स्थापित करने के लिए थियोडोलाइट को बिन्दु C (मिलन बिन्दु) पर स्थापित करो। वर्नियर A पर $\left(\frac{2}{3}\right)\phi$ शून्य के पीछे अर्थात् $\left(360° - \frac{2}{3}\phi\right)$ पर सेट करो। अब ऊपरी क्लैम्प को बंद कर दो।

8. निचले क्लैम्प को खोलो तथा T_1 बिन्दु पर लगी रेंजिंग रॉड को देखो। परिशुद्धतापूर्वक T_1 को bisect करके निचले क्लैम्प को बंद करो। ऊपरी क्लैम्प को खोलकर थियोडोलाइट की दूरबीन को कोण $\left(\frac{2}{3}\right)\phi$ पर घुमाओ ताकि वर्नियर A पर शून्यांक आ जाये। इस समय थियोडोलाइट की दूरबीन C_1 पर लगी रेंजिंग रॉड को bisect करेगी। अब ऊपर क्लैम्प को बंद करो। दूरबीन को Transit करो अर्थात् ऊर्ध्वाधर तल में 180° घुमाओ।

9. इस समय दूरबीन वृत्तीय वक्र की सामान्य जीवा की दिशा में होगी। ऊपरी क्लैम्प को खोलो तथा वर्नियर A पर δ_1 कोण प्राप्त करो तथा प्रथम उपजीवा के बराबर दूरी नापो तथा वृत्तीय वक्र पर सूजे की सहायता से x_1 स्थापित करो।

10. इसके पश्चात् द्वितीय विक्षेप कोण वर्नियर A पर पढ़ते हुये तथा द्वितीय बिन्दु के लिये दूरी x_1 से मापकर बिन्दु x_2 स्थापित करो।

11. यह प्रक्रिया बिन्दु C_1' तक पहुँचने तक दोहराओ। ध्यान रहे अंत में विक्षेप कोण का मान, वृत्तीय वक्र के केन्द्र पर बने कोण का आधा होना चाहिये।

12. इस प्रकार मध्य में वृत्तीय कोण स्थापित हो जायेगा।

13. अब थियोडोलाइट को पुन: अंतिम स्पर्श बिन्दु T_2 पर स्थानान्तरित कर, लेवलिंग तथा केन्द्रण की क्रिया करो तथा प्रथम संक्रमण कोण की भांति द्वितीय संक्रमण कोण की भी निशानबंदी करो।

सभी आंकड़ों को सारणीबद्ध करो। इस बात का विशेष ध्यान रहे कि द्वितीय संक्रमण की निशानदेही के लिये सभी दूरियाँ अंतिम स्पर्श बिन्दु T_2 से मापी जायेगी।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 9. दो सरल रेखाओं का प्रतिच्छेदन कोण 150° है तथा प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी (125 + 10) जरीब है। इनके मध्य 5° वक्रता का एक वृत्तीय सरल वक्र तथा इसके छोरों पर 60 मीटर लम्बाई के संक्रमण वक्र (प्रत्येक सिरे पर एक) लगाते हैं। वृत्तीय वक्र पर 30 मीटर तथा संक्रमण वक्रों पर 15 मीटर खूँटी अन्तराल पर वक्रों की निशानदेही के लिये आवश्यक आँकड़ों की गणना कीजिये। वक्र की निशानदेही के लिये रेंकिन की विक्षेप कोण विधि प्रयोग करें।

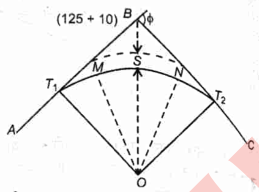
हल— जरीब की लम्बाई = 30 मीटर

वृत्तीय वक्र की डिग्री = 5°

संक्रमण वक्र की लम्बाई, $L = 60$ मी०

प्रतिच्छेदन कोण = 150°

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीबी दूरी = (125 + 10) जरीब



चित्र 5.40

(i) विक्षेप कोण, $\Delta = 180° - 150° = 30°$

(ii) वृत्तीय वक्र की त्रिज्या, $R = \frac{1719}{D}$

$= \frac{1719}{5} = 343 \cdot 8$ मी० = 344 मी०

(iii) वक्र का विचलन (Shift), $S = \frac{L^2}{24R} = \frac{(60)^2}{24 \times 344} = 0 \cdot 44$ मीटर

(iv) स्पर्श रेखा की लम्बाई, $BT_1 = (R + S)\tan\frac{\Delta}{2} + \frac{L}{2}$ ... (सूत्र)

$= (344 + 0 \cdot 44)\tan 15° + \frac{60}{2}$

$= 344 \cdot 44 \times 0 \cdot 2679 + 30$

$= 92 \cdot 28 + 30 = 122 \cdot 28$ मी०

= 122 मी० say = (4 + 02) जरीबें

(v) सर्पिल कोण $\phi_1 = \frac{L}{2R} = \frac{60}{2 \times 344} \times \frac{180}{\pi} = 4 \cdot 95 = 5°$

(vi) वृत्तीय वक्र का केन्द्र कोण, $\phi_1 = \Delta - 2\phi_1 = 30 - (2 \times 5) = 20°$

(vii) वृत्तीय वक्र की लम्बाई, $l = \frac{\pi R \phi}{180°} = \frac{\pi \times 344 \times 20°}{180°}$

= 120 मी० = (4 + 0) जरीब

(viii) जरीबी-दूरी की गणना—

प्रतिच्छेदन बिन्दु B की जरीबी दूरी = (125 + 10) = 3760 मीटर

पश्च स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी = 3760 − 122 = 3638 मीटर

= (121 + 08) जरीब

पश्च संक्रमण वक्र वृत्तीय वक्र के मिलन बिन्दु की जरीबी दूरी

= 3638 + 60 = 3698 मी०

= (123 + 8) जरीब

वृत्तीय वक्र-अग्र संक्रमण वक्र के मिलन बिन्दु N की जरीबी दूरी

= 3698 + 120 = 3818 मीटर

= (127 + 8) जरीब

प्रथम संक्रमण वक्र की लम्बाई = 3698 − 3638 = 60 मीटर

अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी = 3818 + 60 = 3878 मीटर

= (129 + 8) जरीब

जाँच—प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी + पश्च संक्रमण वक्र की लम्बाई + वृत्तीय वक्र की लम्बाई + अग्र संक्रमण वक्र की लम्बाई = अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी।

= (3638 + 60 + 120 + 60) = 3878 मीटर

= (129 + 08) जरीब (अत: उत्तर सही है)

(ix) पश्च संक्रमण वक्र (T_1M) के विक्षेप कोणों की गणना तथा प्रथम बिन्दु T_1 से खूँटियों की दूरी—प्रश्नानुसार, संक्रमण वक्र पर 15 मी० के अंतराल पर खूँटियाँ लगानी हैं।

सारणी–पश्च संक्रमण वक्र पर खूँटियाँ

खूँटी बिन्दु	प्रारम्भ बिन्दु T_1 से दूरी	जरीबी दूरी	
		जरीबों में	मी० में
T_1 या 0	पश्च स्पर्श बिन्दु $T_1 = 0$ मी०	(121 + 08)	3638
प्रथम खूंटी	$l_1 = (121 + 15) - (121 + 08) = 7$ मी०	(121 + 15)	3648
द्वितीय खूंटी	$l_2 = 7 + 15 = 22$	(122 + 0)	3660
तृतीय खूंटी	$l_3 = 22 + 15 = 37$	(122 + 15)	3675
चतुर्थ खूंटी	$l_4 = 37 + 15 = 52$	(123 + 0)	3690
संगम (M–बिन्दु)	$l_5 = 52 + 8 = 60$	(123 + 08)	3698

पश्च संक्रमण वक्र T_1M के लिए विक्षेप कोण, $\alpha = \frac{573 \times l^2}{R \times L}$ (सूत्र)

प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से, संक्रमण वक्र पर प्रथम खूँटी के लिये $\alpha_1 = \frac{573 \times 7 \times 7}{344 \times 60} = 0°01'22''$

द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_1 से, संक्रमण वक्र पर प्रथम खूँटी के लिये $\alpha_2 = \frac{573 \times 22 \times 22}{344 \times 60} = 0°13'26''$

$\alpha_3 = \frac{573 \times 37 \times 37}{344 \times 60} = 0°38'01''$

$\alpha_4 = \frac{573 \times 52 \times 52}{344 \times 60} = 01°15'04''$

संगम बिन्दु (M) के लिये $\alpha_M = \frac{573 \times 60 \times 60}{344 \times 60} = 01°40'00''$

जाँच $\alpha_M = \frac{1}{3} \times \phi_1 = \frac{1}{3} \times 5° = 1°40'$ (सही है)

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(x) वृत्तीय वक्र MN के लिये विक्षेप कोणों की गणना—प्रश्नानुसार वृत्तीय वक्र पर, खूँटियाँ 30 मीटर के अंतराल पर लगायी जाती हैं, परन्तु प्रथम व अन्तिम खूँटी उपजीवा दूरी पर तथा शेष सामान्य जीवा दूरी (30 मी०) पर लगायी जायेगी।

वृत्तीय वक्र के प्रारम्भ बिन्दु (M) से खूँटी बिन्दु की दूरी की गणना निम्न सारणी में दिखायी गयी है।

सारणी–वृत्तीय वक्र पर खूँटियाँ

खूँटी बिन्दु	जीवा की लम्बाई (मीटर)	जरीबी दूरी	
		जरीबों में	मीटर में
M संगम	$C_0 = 0$	(123 + 8)	3698
प्रथम खूँटी	$(124+0)-(123+8)=22$ $C_1 = 22$	124 + 0	3720
द्वितीय खूँटी	$C_2 = 30$	125 + 0	3750
तृतीय खूँटी	$C_3 = 30$	126 + 0	3780
चतुर्थ खूँटी	$C_4 = 30$	127 + 0	3810
N (संगम)	$C_5 = (127+08)-(127+0)=08$	127 + 08	3818

जाँच— प्रथम उपजीवा की लम्बाई = 22 मी०

03 सामान्य जीवा (प्रत्येक = 30 मी०) = 90 मी०

अन्तिम जीवा की लम्बाई = 08 मी०

120 मी० (सही है)

वृत्तीय वक्र MN के लिये विक्षेप कोण $= \delta_n = 1719 \times \frac{C_n}{R}$

प्रथम विक्षेप कोण $\delta_1 = \frac{1719 \times 22}{344} = 109{\cdot}93 = 1°50'00''$

$$\delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \frac{1719 \times 30}{344} = 149{\cdot}91 = 2°30'00''$$

$$\delta_5 = \frac{1719 \times 08}{344} = 39{\cdot}98 = 0°40'00''$$

विक्षेप कोण—

$$\Delta_1 = \delta_1 = 1°50'00'' = 1°50'00''$$

$$\Delta_2 = \Delta_1 + \delta_2 = 1°50'00'' + 2°30'00'' = 4°20'00''$$

$$\Delta_3 = \Delta_2 + \delta_3 = 4°20'00'' + 2°30'00'' = 6°50'00''$$

$$\Delta_4 = \Delta_3 + \delta_4 = 6°50'00'' + 2°30' = 9°20'00''$$

$$\Delta_5 = \Delta_4 + \delta_5 = 9°20'00'' + 0°40' = 10°00'00'$$

जाँच—

$$\Delta_5 = \frac{1}{2} \times \text{माध्य कोण}$$

$$= \frac{1}{2} \times 20° = 10°00'00''$$

(अतः सही है)

(xi) अग्र संक्रमण वक्र (T_2N) के लिये विक्षेप कोण—विक्षेप कोणों की गणना पश्च संक्रमण वक्र की भांति ही की जायेगी। परन्तु गणनायें बिन्दु N के बदले अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 से प्रारम्भ करेंगे।

अग्र संक्रमण वक्र पर खूँटियों की जरीबी दूरी—खूँटियों का अंतराल 15 मीटर लिया जायेगा, परन्तु प्रथम व अंतिम बिन्दु का अंतराल कम हो सकता है।

सारणी–अग्र संक्रमण वक्र पर खूँटियाँ
(T_2 से पीछे की ओर)

खूँटी बिन्दु	अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 से दूरी (मी०)	जरीबी दूरी	
		जरीबों में	मी० में
T_2 (अग्र स्पर्श बिन्दु)	$l_0 = 0$	129 + 8	3878
प्रथम खूँटी	$l_1 = (127+8)-(127+0=8$ मी०	129 + 0	3870
द्वितीय खूँटी	$l_2 = 8+15 = 23$	128 + 15	3855
तृतीय खूँटी	$l_3 = 23+15 = 38$	128 + 0	3840
चतुर्थ खूँटी	$l_4 = 38+15 = 53$	127 + 15	3825
पंचम खूँटी	$l_5 = 53+7 = 60$	127 + 08	3818

(b) अग्र संक्रमण वक्र T_2N के लिये विक्षेप कोण

$$\delta_i' = \frac{573 \times l^2}{R \times L}$$

प्रथम खूँटी के लिए $\delta_1' = \frac{573 \times 8 \times 8}{344 \times 60} = 01{\cdot}78' = 0°1'47''$

$$\delta_2' = \frac{573 \times 23 \times 23}{344 \times 60} = 14{\cdot}69' = 0°14'42''$$

$$\delta_3' = \frac{573 \times 38 \times 38}{344 \times 60} = 40{\cdot}89' = 0°40'06''$$

$$\delta_4' = \frac{573 \times 53 \times 53}{344 \times 60} = 07{\cdot}98' = 1°17'59''$$

$$\delta_N' = \frac{573 \times 60 \times 60}{344 \times 60} = 99{\cdot}96' = 1°39'58'' = 1°40'$$

Check : $\alpha_N' = \frac{1}{3} \times \phi_1 = \frac{1}{3} \times 5° = 1°40'$ ($\therefore$ सही है)

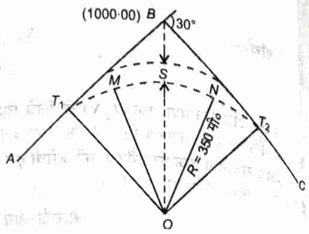
civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 10. दो सीधी रेखायें एक दूसरे को (1000 मीटर जरीबी दूरी) पर काटती हैं, दोनों के मध्य एक संयुक्त वक्र (दोनों छोर पर 60 मीटर के दो संक्रमण वक्र तथा मध्य में 350 मीटर त्रिज्या का वृत्तीय वक्र) लगाया गया है। यदि प्रतिच्छेदन कोण 150° हो तो संयुक्त वक्र (संक्रमण + वृत्तीय) के लिये स्पर्श रेखा से खसकों की गणना करें।

(वृत्तीय वक्र के 30 मी० तथा संक्रमण के लिये 15 मीटर) के अंतराल पर खूँटियाँ लगाकर वक्र की निशानबंदी के लिये सभी आवश्यक आँकड़ों की गणना करें (चैन की लम्बाई 30 मीटर मान लें)



चित्र 5.41

हल— विक्षेप कोण $= 180° - 150° = 30°$

(ii) संक्रमण कोण की लम्बाई $= 60$ मीटर (दिया है)

(iii) विचलन, $S = \frac{L^2}{24R} = \frac{60 \times 60}{24 \times 350} = 0 \cdot 428$

(iv) वृत्तीय वक्र की त्रिज्या, $R = 350$ मीटर (दिया है)

(v) प्रतिच्छेदन की जरीबी दूरी $= 1000$ मीटर (दिया है)

(vi) पश्च स्पर्श रेखा की लम्बाई $= BT_1 = (R + S) \tan\frac{\phi}{2} + \frac{L}{2}$

$= (350 + 0 \cdot 428) \tan 15° + \frac{60°}{2}$

$= (350 \cdot 428) \times 0 \cdot 2679 + 30$

$= 123 \cdot 87$ मीटर

$\approx 124 \cdot 00$ मीटर (say)

(vii) वृत्तीय वक्र का केन्द्र कोण, $\phi = \Delta - 2\phi_1 = 30 - (2 \times 5) = 30 - 10 = 20°$

(viii) वृत्तीय वक्र की लम्बाई, $l = \frac{\pi R \phi}{180} = \frac{\pi \times 350 \times 20}{180} = 122 \cdot 26$

$\approx 122 \cdot 00$ मीटर

(ix) जरीबी दूरी की संगणना—

(a) प्रथम पश्च स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी $= 1000 - 124 = 876$ मीटर

(b) पश्च संक्रमण वक्र-वृत्तीय वक्र के मिलन बिन्दु M की जरीबी दूरी $= 876 + 60 = 936$ मीटर

(c) वृत्तीय वक्र-अग्र संक्रमण वक्र के मिलन बिन्दु N की जरीबी दूरी $= 936 + 122 = 1058$ मीटर

(d) अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी $= 1058 + 60 = 1118$ मीटर

जाँच—T_1 की जरीबी दूरी + पश्च संक्रमण कोण + वृत्तीय कोण + अग्र संक्रमण कोण = T_2 की जरीबी दूरी

$= 876 + 60 + 122 + 60 = 1118$ मीटर (अत: सही है)

(x) पश्च संक्रमण वक्र पर जीवाओं की दूरी

जैसा कि प्रश्न में दिया गया है संक्रमण वक्र के लिये सामान्य जीवा = 15 मी०

T_1 से प्रथम उपजीवा की लम्बाई $= (870 + 15) - 876 = l_1 = 09$ मीटर

T_2 से द्वितीय जीवा की लम्बाई $= (9 + 15) = l_2 = 24$ मीटर

T_2 से तृतीय जीवा की लम्बाई $= (24 + 15) = l_3 = 39$ मीटर

T_2 से चतुर्थ जीवा की लम्बाई $= (39 + 15) = l_4 = 54$ मीटर

T_2 से मिलन बिन्दु $M = (54 + 6) = l_M = 60$ मीटर

(xi) खसके की लम्बाई $= \frac{l^3}{6RL}$ (सूत्र)

पहला खसका $y_1 = \frac{(l_1)^3}{6RL} = \frac{(9)^3}{6 \times 350 \times 60} = \frac{729}{126000} = 0 \cdot 005$ मीटर

द्वितीय खसका $y_2 = \frac{(l_2)^3}{126000} = \frac{(24)^3}{126000} = \frac{13824}{126000} = 0 \cdot 100$ मीटर

तृतीय खसका $y_3 = \frac{(l_3)^3}{126000} = \frac{(39)^3}{126000} = \frac{59319}{126000} = 0 \cdot 47$ मीटर

चतुर्थ खसका $y_4 = \frac{(l_4)^3}{126000} = \frac{(54)^3}{126000} = \frac{157464}{126000} = 1 \cdot 25$ मीटर

पंचम खसका $y_M = \frac{(l_M)^3}{126000} = \frac{(60)^3}{126000} = \frac{216000}{126000} = 1 \cdot 71$ मीटर

जाँच— $4 \times S = 4 \times 0 \cdot 428 = 1 \cdot 71$ मीटर (अत: सही है)

(xii) वृत्तीय वक्र MN के लिये जीवाओं की गणना—

जैसा कि प्रश्न में दिया है वृत्तीय वक्र के लिए सामान्य जीवा = 30 मी०

(a) पश्च संक्रमण वक्र-वृत्तीय वक्र के संगम बिन्दु M की जरीबी दूरी $= 936$ मीटर

(b) प्रथम जीवा बिन्दु M से, $C_1 = (960 - 936) = 24$ मीटर

(c) द्वितीय सामान्य जीवा, $C_2 = 30$ मी०

(d) तृतीय सामान्य जीवा, $C_3 = 30$ मी०

(e) चतुर्थ सामान्य जीवा, $C_4 = 30$ मी०

(f) वृत्तीय वक्र-अग्र संक्रमण वक्र के संगम बिन्दु N से, $C_5 = (1058 - 1500) = 08$ मी०

जाँच—संक्रमण वक्र-वृत्तीय वक्र के संगम बिन्दु M की जरीबी दूरी + वृत्तीय वक्र की लम्बाई = वृत्तीय वक्र – अग्र संक्रमण वक्र के संगम बिन्दु N की जरीबी दूरी

$936 + 122 = 1058$ (अत: सही है)

खसकों के लिये सूत्र— $O_n = \frac{C_n(C_{n-1} + C_n)}{2R}$

प्रथम खसका $O_1 = \frac{C_1(0 + C_1)}{2R} = \frac{C_1^2}{2R} = \frac{(24)^2}{2 \times 350} = 0 \cdot 82$ मी०

द्वितीय खसका $O_2 = \frac{C_2(C_1 + C_2)}{2R} = \frac{30\,(24 + 30)}{700} = 2 \cdot 31$ मी०

तृतीय खसका $O_3 = \frac{C_3(C_2 + C_3)}{2R} = \frac{30\,(30 + 30)}{700} = 2 \cdot 57$ मी०

चतुर्थ खसका $O_4 = \frac{C_4(C_3 + C_4)}{2R} = \frac{30\,(30 + 30)}{700} = 2 \cdot 57$ मी०

पंचम खसका $O_5 = \frac{C_5(C_4 + C_5)}{2R} = \frac{8\,(30 + 8)}{700} = 0 \cdot 43$ मी०

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(xiii) T_2B अग्र स्पर्श रेखा पर वे दूरियाँ, जहाँ से लम्ब खसके निकाले जायेंगे—
सभी दूरियाँ अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 से नापी जायेगी। प्रश्नानुसार सामान्य जीवा की लम्बाई 15 मीटर ली जायेगी।
अग्र स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी = 1118 मीटर
T_2 से पीछे की ओर प्रथम उपजीवा की लम्बाई $l_1' = 1118 - 1110 = 08$ मीटर
T_2 से पीछे की ओर द्वितीय जीवा की लम्बाई $l_2' = 8 + 15 = 23$ मीटर
T_2 से पीछे की ओर तृतीय जीवा की लम्बाई $l_3' = 23 + 15 = 38$ मीटर
T_2 से पीछे की ओर चतुर्थ जीवा की लम्बाई $l_4' = 38 + 15 = 53$ मीटर
T_2 से मिलन बिन्दु N की दूरी $l_N' = 53 + 7 = 60$ मीटर

खसके की लम्बाई के लिए सूत्र $y = \frac{l^3}{6RL}$

प्रथम खसका $y_1' = \frac{(l_1')^3}{6RL} = \frac{(8)^3}{6 \times 350 \times 60} = \frac{512}{126000} = 0{\cdot}004$ मीटर

$y_2' = \frac{(23)^3}{126000} = \frac{12167}{126000} = 0{\cdot}100$ मीटर

$y_3' = \frac{(38)^3}{126000} = \frac{54872}{126000} = 0{\cdot}430$ मीटर

$y_4' = \frac{(53)^3}{126000} = \frac{148877}{126000} = 1{\cdot}18$ मीटर

$y_N' = \frac{(60)^3}{126000} = \frac{216000}{126000} = 1{\cdot}71$ मीटर

जाँच— $y_N' = 4 \times S = 4 \times 0{\cdot}428 = 1{\cdot}71$ मीटर (अतः गणनायें सही हैं)

5.36 ऊर्ध्वाधर वक्र (Vertical Curve)

जब रेल या सड़क मार्ग में दो विभिन्न ढाल (gradients) मिलते हैं तब ढाल परिवर्तन बिन्दु पर एक कोना (kink) बनता है, जिसे पाटने के लिये, वहाँ पर ऊर्ध्वाधर वक्र इस प्रकार लगाया जाता है कि ढाल परिवर्तन की दर नियत रहे और एक ढाल से दूसरे ढाल पर परिवहन आसान, आरामदेय व झटके रहित (smoothly) हो अर्थात् ढाल रेखाओं के इस मिलन बिन्दु या शीर्ष पर वाहन को संघट्टन (impact) का खतरा न हो तथा वाहन चालक को अधिक दर्श दूरी (sight distance) मिल सके।

अर्थात् रेल या सड़क मार्ग में दो विभिन्न ढाल (gradients) की रेखाओं को सुगमता से जोड़ने के लिए ऊर्ध्वाधर वक्र की आवश्यकता होती है।

ऊर्ध्वाधर वक्र निम्नानुसार दो प्रकार के होते हैं—
1. वृत्त की चाप के रूप में (circular)
2. परवलय की चाप के रूप में (parabolic)

परवलय चाप रूपी वक्र सामान्यतः प्रयोग किया जाता है क्योंकि—
(A) यह शीर्ष (top) पर चपटा (flat) होता है। अतः वाहन को अधिक दर्श दूरी प्रदान करता है।
(B) ढाल परिवर्तन समान (uniform) होता है।
(C) इसकी संगणनायें आसानी से की जा सकती हैं।

ढाल (Gradient)—रेल या सड़क इत्यादि मार्गों में ढाल निम्न दो प्रकार से दिये जाते हैं—
(i) प्रतिशत में जैसे 1% या 1·5%
(ii) क्षैतिज (H) : ऊर्ध्वाधर (V) जैसे 1 in 100 (100 क्षैतिज में 01 ऊर्ध्वाधर)

ये ढाल भी निम्न दो प्रकार से व्यक्त की जाती हैं—

(a) चढ़ती ढाल (Upward gradient)—जब बिन्दुओं की उच्चता (समानीत तल) बढ़ता जाता है। इसे धनात्मक (+) कहते हैं।

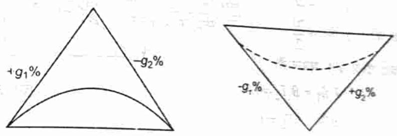
(b) घटती या उतरती ढाल (Downward gradient)—जब बिन्दुओं की उच्चता (समानीत तल) घटता या कम होता जाता है। इसे ऋणात्मक (–) कहते हैं।

चढ़ती/उतरती ढाल वाहन की गति की दिशा को देखकर आंके जाते हैं। वास्तव में ये दोनों एक ही होते हैं। एक ओर से आने वाला वाहन जिस ढाल को **चढ़ता ढाल** कहेगा, उसके सामने से उसी ओर आने वाले वाहन के लिये वह **उतरता ढाल** कहलायेगा।

ऊर्ध्वाधर वक्रों के प्रकार (Types of Vertical Curve)

ऊर्ध्वाधर वक्र निम्नानुसार दो प्रकार के होते हैं—
(1) शिखर या उत्तल वक्र (Summit Curve or Crest Curve)
(2) घाटी या अवतल वक्र (Valley Curve or Sag Curve)

(1) उत्तल वक्र (Summit Curve)—इस प्रकार के वक्र की उत्तलता convexity ऊपर को होती है। यह सामान्यतः पहाड़ी के शिखर पर लगाया जाता है। चित्र (5.42) में दर्शाये गये हैं।

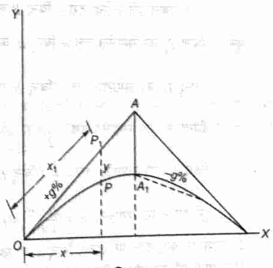


चित्र 5.42

(i) $+g_1\%$ चढ़ाव के तुरंत बाद $-g_2\%$ उतार (5.42) (i)
(ii) $+g_1\%$ चढ़ाव के बाद $+g_2\%$ चढ़ाव (5.42) (ii)
(iii) $-g_1\%$ उतार के बाद $-g_2\%$ उतार (5.42) (iii)
(iv) $+g_1\%$ चढ़ाव रेखा एक क्षैतिज रेखा से मिलती है (5.37) (iv)

(2) घाटी या अवतल वक्र (Valley)—इस प्रकार के वक्र की उत्तलता नीचे की ओर होती है। आमतौर पर यह घाटी में लगाये जाते हैं। चित्र (5.43) में दर्शाये गये हैं।

ढाल में परिवर्तन की दर (Rate of Change of gradient)—जब किसी मार्ग में ढाल का मान बदलता है अर्थात् सड़क एक ढाल से दूसरे ढाल की ओर अग्रसर होती है तो यह ढाल परिवर्तन की दर कहलाती है। इस परिवर्तन दर को r से प्रदर्शित करते हैं। माना किसी सड़क में शिखर वक्र के लिए, वक्र के प्रारम्भ में यदि अनुलम्ब ढाल 2% है तथा प्रत्येक 30 मीटर अन्तराल पर ढाल में परिवर्तन (–0·5%) है तो विभिन्न अन्तराल (स्टेशन खूँटियों) पर ढाल निम्नानुसार होगा—



चित्र 5.43

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

स्टेशन खूँटी	प्रारम्भिक खूँटी से दूरी	ढाल
0	0	2·00%
1	30	1·5%
2	60	1·0%
3	90	0·50%
4	120	0·00%

5.37 ऊर्ध्वाधर वक्र की संगणना व निशानबन्दी (Computation and setting out a vertical curve)

1. ऊर्ध्वाधर वक्र की निशानबन्दी करने के लिये, वक्र पर दूरियाँ क्षैतिज दिशा में जबकि स्पर्श रेखा से खसके ऊर्ध्वाधर दिशा में मापे जाते हैं।

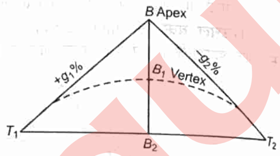
जैसा कि चित्र में दिखाया गया है,

वृत्तीय वक्र $T_1B_1T_2 = BT_1 + BT_2$

$= T_1B_1 + B_1T_1$

$= 2l$

∴ वक्र की 1/2 लं० $= \frac{2l}{2} = l$



चित्र 5.44

चूँकि वक्र की लम्बाई दोनों ओर समान है।

∴ $T_1B_1 = B_1T_2 = l$

$BT_1 = BT_2 = l$

ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई के लिये सूत्र

$$L = \frac{g_1 - g_2}{r} = \frac{\text{ढाल में कुल परिवर्तन}}{\text{ढाल की परिवर्तन दर}} \text{(जरीब में)}$$

T_1 बिन्दु की जरीबी दूरी = बिन्दु B की जरीब दूरी $- BT_1$

T_2 बिन्दु की जरीबी दूरी = बिन्दु B की जरीब दूरी $+ BT_2$

पुन: बिन्दु T_1 का समानीत तल = बिन्दु B का समानीत तल $\pm l\frac{g_1}{100}$

बिन्दु T_2 का समानीत तल = बिन्दु B का समानीत तल $\pm l\frac{g_2}{100}$

बिन्दु B_2 का समानीत तल $= \frac{1}{2}$ (T_1 का समानीत तल + T_2 का समानीत तल)

बिन्दु B_1 का समानीत तल $= \frac{1}{2}$ (बिन्दु B का समानीत तल + बिन्दु B_2 का समानीत तल)

x दूरी पर टेजेंट संशोधन, $y_x = \frac{g_1 - g_2}{400 \times l} \times x^2$

इस संशोधन को, ढाल पर लगाये बिन्दु x के समानीत तल से घटाया जाता है।
सभी मानों को सारणीबद्ध किया जाता है।

ढाल में परिवर्तन की दर के लिये सूत्र

$$r = \frac{g_1 - g_2}{L},$$

जहाँ r = ढाल में परिवर्तन की दर

$g_1 - g_2$ = दो ढालों में बीजगणितीय अन्तर

L = ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई

वक्र की निशानबंदी के लिये, ढाल के लिये बिन्दु की स्थिति निर्धारण के लिये समीकरण

$$= \frac{dy}{dx} = 2x + b$$

परन्तु परवलय (Parabola Curve) के लिये

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2a$$

$$= \text{constant}$$

ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई (Length of vertical curve)

वक्र की लम्बाई ज्ञात करने के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है—

$$\text{ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई} = \frac{\text{कुल ढाल में परिवर्तन}}{\text{ढाल में परिवर्तन दर}}$$

$$= \frac{g_1 - g_2}{r}$$

g_1 तथा g_2 = ढाल में परिवर्तन

r = ढाल में परिवर्तन दर

उदाहरण 1. ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई ज्ञात करें,
यदि $g_1 = +0·5\%$, $g_2 = -0·4\%$, $r = 0·1\%$

हल—ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई के लिये

सूत्र $L = \frac{g_1 - g_2}{r} = \frac{[0·5 - (-0·4)] \times 30}{0·1}$

$= (0·5 + 0·4) \times 30 \times 10$

$= 0·9 \times 30 \times 10$

$= 270$ मीटर

उदाहरण 2. एक ऊर्ध्वाधर वक्र को +0·6% व –0·6% के ढालों को जोड़ने के लिये लगाना है। प्रतिच्छेदन बिन्दु का समानीत तल 325·50 मी० व जरीबी दूरी 550·00 मीटर है। ढाल परिवर्तन दर, प्रति जरीब पर 0·1% है। वक्र पर विभिन्न स्टेशन खूँटियों के समानीत तल ज्ञात करें। जरीब की लम्बाई 30 मीटर लें।

हल—(i) प्रतिच्छेदन बिन्दु A की जरीब दूरी = 550 मी०

प्रतिच्छेदन बिन्दु A का समानीत तल = 325·50 मी०

ढाल में परिवर्तन $= g_1 - g_2$

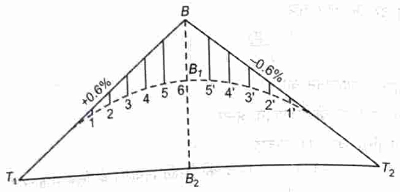
$= +0·6 - (-0·6) = +1·2\%$

ढाल परिवर्तन दर = 0·1% प्रति जरीब

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 5.45

(a) ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई $= \frac{\text{ढाल में परिवर्तन}}{\text{ढाल परिवर्तन दर}} = \frac{1 \cdot 2}{0 \cdot 1} = 12 \times 30 = 360$ मीटर

ऊर्ध्वाधर वक्र इतने चपटे होते हैं कि इनकी लम्बाई दोनों स्पर्श रेखाओं की लम्बाई के बराबर ली जाती है।

∴ शीर्ष के प्रत्येक ओर की लम्बाई $= \frac{360}{2} = 180$ मीटर

(b) प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीबी दूरी $= 550 - 180 = 370$ मीटर

(c) द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीबी दूरी $= 550 + 180 = 730$ मीटर

(d) प्रतिच्छेदन बिन्दु B का समानीत तल $= 325 \cdot 50$ मीटर (दिया है)

(e) प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 का समानीत तल $= 325 \cdot 50 - \frac{0 \cdot 6 \times 180}{100} = 324 \cdot 42$ मी०

(f) द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 का समानीत तल $= 325 \cdot 50 - \frac{0 \cdot 6 \times 180}{100} = 324 \cdot 42$ मीटर

(g) दीर्घ जीवा T_1T_2 के मध्य बिन्दु B_2 का समानीत तल $= \frac{1}{2}(324 \cdot 42 + 324 \cdot 42) = 324 \cdot 42$ मी०

शीर्ष B_1 बिन्दु का समानीत तल $= \frac{1}{2}(325 \cdot 50 + 324 \cdot 42) = 324 \cdot 96$ मी०

बिन्दु B तथा B_2 के बीच अन्तर $= 325 \cdot 50 - 324 \cdot 42 = 1 \cdot 08$ मी०

$= 325 \cdot 50 - 324 \cdot 96 = 0 \cdot 54$ मी०

(h) स्पर्शज्या संशोधन (केन्द्र पर)

स्पर्शज्या संशोधन के लिये सूत्र $y = \frac{g_1 - g_2}{400 \times l} \times x^2$

जहाँ $l =$ ऊर्ध्वाधर वक्र की 1/2 लम्बाई

बिन्दु B_2 के लिए $x = l = 180$ मीटर, $y = \frac{[0 \cdot 6 - (-0 \cdot 60)] \times 180 \times 180}{400 \times 180} = 0 \cdot 54$ m

$x = 30$ मी० पर, $y = \frac{g_1 - g_2}{400 \times l} \times x^2 = \frac{[+0 \cdot 6 - (-0 \cdot 6)]}{400 \times 180}(30)^2$

$= 0 \cdot 015$ मीटर

$x = 60$ मी० पर, $y_2 = \frac{[+0 \cdot 6 - (-0 \cdot 6)] \times (60)^2}{400 \times 180} = 0 \cdot 060$ मीटर

$x = 90$ मी० पर, $y_3 = \frac{[+0 \cdot 6 - (-0 \cdot 6)](90)^2}{400 \times 180} = 0 \cdot 135$ मीटर

$x = 120$ मी० पर, $y_4 = \frac{[+0 \cdot 6 - (-0 \cdot 6)] \times (120)^2}{400 \times 180} = 0 \cdot 240$ मीटर

$x = 150$ मी० पर, $y_5 = \frac{[+0 \cdot 6 - (-0 \cdot 6)] \times (150)^2}{400 \times 180} = 0 \cdot 375$ मीटर

जाँच—बिन्दु 6 पर स्पर्शज्या संशोधन

$y_6 = \frac{[+0 \cdot 6 - (-0 \cdot 6)] \times (180)^2}{400 \times 180} = 0 \cdot 540$ मीटर (∴ सही है)

समानीत तल की गणना (On grade)

प्रत्येक 30 मीटर पर उठान $= \frac{0 \cdot 6 \times 30}{100} = 0 \cdot 18$ मीटर

प्रथम बिन्दु का समानीत तल = स्पर्श बिन्दु T_1 का समानीत तल + $0 \cdot 18$ मीटर

$= 324 \cdot 42 + 0 \cdot 180 = 324 \cdot 60$ मी०

द्वितीय बिन्दु की समानीत तल $= 324 \cdot 60 + 0 \cdot 180 = 324 \cdot 78$ मी०

तीसरे बिन्दु की समानीत तल $= 324 \cdot 78 + 0 \cdot 180 = 324 \cdot 96$ मी०

चौथे बिन्दु की समानीत तल $= 324 \cdot 96 + 0 \cdot 180 = 325 \cdot 14$ मी०

पाँचवें बिन्दु की समानीत तल $= 325 \cdot 14 + 0 \cdot 180 = 325 \cdot 32$ मी०

$= 325 \cdot 32 + 0 \cdot 180 = 325 \cdot 50$ मीटर

यही समानीत तल बिन्दु B का है (∴ सही है)

वक्र के लिये समानीत तलों की संगणना—

वक्र के लिये प्रथम बिन्दु का समानीत तल $= 324 \cdot 60 - 0 \cdot 015 = 324 \cdot 585$ मी०

वक्र के लिये द्वितीय बिन्दु का समानीत तल $= 324 \cdot 78 - 0 \cdot 060 = 324 \cdot 720$ मी०

वक्र के लिये तृतीय बिन्दु का समानीत तल $= 324 \cdot 96 - 0 \cdot 135 = 324 \cdot 825$ मी०

वक्र के लिये चतुर्थ बिन्दु का समानीत तल $= 325 \cdot 14 - 0 \cdot 240 = 324 \cdot 900$ मी०

वक्र के लिये पंचम बिन्दु का समानीत तल $= 325 \cdot 32 - 0 \cdot 375 = 324 \cdot 945$ मी०

वक्र के लिये छठे (शीर्ष) बिन्दु का समानीत तल $= 325 \cdot 50 - 0 \cdot 540 = 324 \cdot 960$ मी०

यह शीर्ष बिन्दु B_1 का समानीत तल है (अत: सही है)

सारणी वक्र बिन्दुओं की उच्चता (R.L.)

स्टेशन खूंटी	जरीब दूरी (मी०)	स्पर्श रेखा उच्चता (R.L.) (मी०)	स्पर्श रेखा संशोधन (मी०)	वक्र उच्चता (R.L.)	टिप्पणी
T_1	370	324·42	0	324·420	वक्र प्रारम्भ
1	400	324·60	0·015	324·585	
2	430	324·78	0·060	324·720	
3	460	324·96	0·135	324·825	
4	490	325·14	0·240	324·900	

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

			0·375	324·945	
5	520	325·32	0·540	324·960	वक्र शीर्ष
6	550	325·50	0·375	324·945	
5'	580	325·32	0·240	324·900	
4'	610	325·14	0·135	324·825	
3'	640	324·96	0·060	324·720	
2'	670	324·78	0·015	324·585	
1'	700	324·60	0·00	324·420	वक्र समाप्त
T_2	730	324·42			

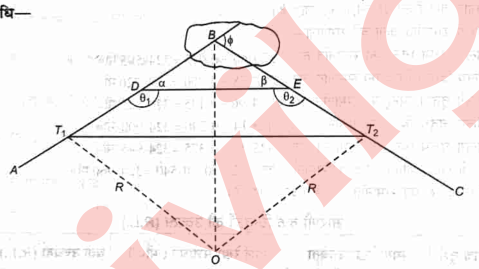
5.38 वक्र की निशानबंदी में समस्यायें/कठिनाइयाँ (Difficulties in setting out a curve)

वक्र की निशानबंदी करते समय निम्न प्रकार की समस्याएँ आती हैं—

1. जब प्रतिच्छेदन बिन्दु अगम्य हो।
2. जब वक्र का प्रथम/अंतिम बिन्दु अगम्य हो/या दोनों अगम्य हों।
3. किसी एक बिन्दु से पूरे वक्र की निशानदेही सम्भव न हो।
4. वक्र पर ही किसी बाधा का आ जाना।

5.38.1 जब प्रतिच्छेदन बिन्दु अगम्य हो (Point of intersection is inaccessible)

क्रिया विधि—



चित्र 5.46

1. माना रेखा AB व BC दोनों एक-दूसरे का बिन्दु B पर काटती हैं। T_1 तथा T_2 स्पर्श बिन्दु हैं।
2. प्रतिच्छेदन बिन्दु अगम्य है। हम वक्र की निशानदेही बिना प्रतिच्छेदन बिन्दु B पर जाये किस प्रकार करेंगे।
3. दोनों स्पर्श रेखाओं AB व BC पर क्रमशः दो बिन्दु D तथा E इस प्रकार निश्चित करते हैं कि वे आपस में दिखाई देते हों। यथासम्भव समतल भूमि पर स्थित हों। ताकि जरीब मापन परिशुद्धतापूर्वक किया जा सके।
4. दूरी DE को मापों।
5. थियोडोलाइट को बिन्दु D पर स्थापित करो, लेवलिंग व केन्द्रण करो, तथा स्पर्श रेखा AB व रेखा BC के बीच कोण θ_1 पढ़ो।

6. इसी प्रकार बिन्दु E पर थियोडोलाइट सेट करो तथा कोण θ_2 पढ़ें।

$$\angle BDE = \alpha = 180^\circ - \angle ADE$$
$$= 180^\circ - \theta_1$$
$$\angle BED = \beta = 180^\circ - \angle BDE$$
$$= 180^\circ - \theta_2$$
विक्षेप कोण $\phi = \angle BDE + \angle BED$
$$= \alpha + \beta$$
$$= 360^\circ - (\theta_1 + \theta_2)$$

7. ΔBDE को sine rule से हल करने पर

$$\frac{BD}{\sin \angle BED} = \frac{BE}{\sin \angle BDE} = \frac{DE}{\sin \angle DBE}$$

इससे दूरियाँ BD तथा BE ज्ञात कर लेते हैं।

8. अब स्पर्श रेखा BT_1 तथा BT_2 की लम्बाई निम्न सूत्र से ज्ञात करते हैं।

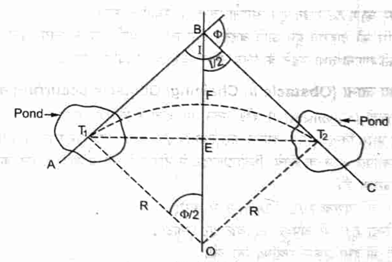
$$BT_1 = BT_2 = R \tan\frac{\phi}{2}$$

9. DT_1 व ET_2 के मान ज्ञात करते हैं।

$$DT_1 = BT_1 - BD$$
$$ET_2 = BT_2 - BE$$

10. स्पर्श रेखा BA की दिशा में D बिन्दु से DT_1 दूरी मापकर स्पर्श बिन्दु T_1 को स्थापित करते हैं। इसी प्रकार स्पर्श बिन्दु T_2 को स्थापित करने के लिए E से BC रेखा पर NT_2 मापते हैं।
11. अब प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 से पूरे वक्र की निशानबंदी कर ली जाती है।

5.38.2 जब वक्र का प्रथम बिन्दु (P.C.) अगम्य हो [Ist tangent Point or Point of curve (P.C.) is inaccessible] या वक्र के दोनों बिन्दु P.C. तथा P.T. अगम्य हों (Both tangent points being inaccessible)



चित्र 5.47

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) स्पर्श रेखा $BT_1 = BT_2 = R\tan\frac{\phi}{2}$ से ज्ञात करें।

(ii) प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी से स्पर्श रेखा BT_1 की लम्बाई घटाकर स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीब दूरी ज्ञात करें।

(iii) वक्र की लम्बाई ज्ञात करने के लिये $\frac{\pi R\phi}{180°}$ से ज्ञात करें।

(iv) T_2 की जरीब दूरी ज्ञात करने के लिये T_1 की जरीब दूरी में वक्र की लम्बाई जोड़ें।

(v) अब थियोडोलाइट को बिन्दु B_2 पर स्थापित करें। कोण T_1BT_2 को समद्विभाजित करो। शीर्ष दूरी BF की गणना करें तथा समद्विभाजक रेखा T_1F पर मापकर F बिन्दु की स्थिति जो वक्र के शीर्ष पर है, ज्ञात करें।

$$F \text{ की जरीब दूरी} = T_1 \text{ की जरीब दूरी} + \frac{1}{2}\left(l = \frac{\pi R\phi}{180}\right)$$

(vi) अब थियोडोलाइट को बिन्दु F पर स्थापित करके, F के दोनों ओर वक्र की निशानबंदी कर ली जाती है।

5.38.3 जब किसी एक बिन्दु से पूरे वक्र की निशानबंदी न हो सके। (When the full curve can not be set out from one point)

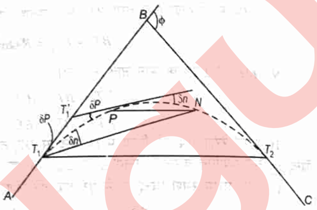
(i) प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 तथा T_2 भूमि पर चिन्हित करो।

(ii) थियोडोलाइट को बिन्दु T_1 पर स्थापित करो तथा वक्र पर बिन्दु P लगाओ। माना टोटल विक्षेप कोण $= \Delta P$

(iii) थियोडोलाइट को बिन्दु P पर हस्तांतरित करो। वर्नियर A पर शून्य रखते हुए T_1 पर लगी रेंजिंग रॉड को समद्विभाजित करो।

(iv) अब वर्नियर A पर कोण ΔP सेट करो तथा एक बिन्दु T_1' लगाओ। इस समय रेखा $T_1'P$ वक्र पर स्पर्श रेखा होगी। बिन्दु P स्पर्श बिन्दु होगा।

(v) अब पुन: वर्नियर A पर शून्यांक रखते हुए T_1 पर लगे आरेखन दण्ड को समद्विभाजित करो। अब दूरबीन को टॉन्जिट करो।



चित्र 5.48

(vi) अब वर्नियर पर कोण δn रखते हुये अगला बिन्दु N स्थापित करो।

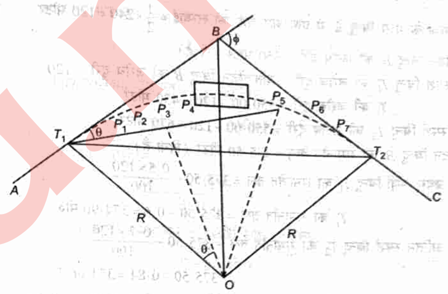
(vii) इसी प्रकार विधि को दोहराते हुए आगे बढ़ते जाओ तथा सम्पूर्ण वक्र के लिये बिन्दु स्थापित कर लो।

(viii) विक्षेप कोण की गणना तथा पढ़ने के लिये रैंकिंग की विक्षेप विधि अपनाओ।

5.38.4 वक्र पर बाधा आ जाना (Obstacle in Chaining/ Obstacle occurring across the curve)

माना वक्र की निशानबंदी (alignment) में कोई भवन आ जाता है जिसके कारण निशानदेही बाधित है।

1. थियोडोलाइट को प्रथम बिन्दु T_1 पर स्थापित करो तथा $P_1, P_2, ... P_4$ वक्र पर स्थापित करो।
2. अब बिन्दु P_5 स्थापित करने के लिये, थियोडोलाइट में टोटल विक्षेप कोण Δ_5 सेट करो।
3. माना यह θ के बराबर है।
4. अब chord T_1P_5 की गणना $T_1P_5 = 2R\sin\theta$ से करो।
5. इस लम्बाई को रेखा T_1P_5 में नापकर P_5 वक्र पर लगाओ।
6. अब अगले बिन्दु भी इसी प्रकार स्थापित कर लो।



चित्र 5.49

5.39 Worked out problems on vertical curve

उदाहरण 1. किसी पहाड़ी सड़क पर ऊर्ध्वाधर वक्र लगाने के लिये निम्न आँकड़े लिये गये :

प्रतिच्छेदन बिन्दु की जरीब दूरी = 550 मीटर

प्रतिच्छेदन बिन्दु का समानीत तल = 375·50 मी०

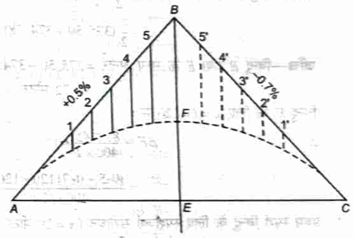
चढ़ती ढाल = +0·5%

उतरती ढाल = −0·7%

ढाल परिवर्तन दर = 0·1%

जरीब की लम्बाई = 20 मीटर

वक्र की निशानदेही के लिये स्टेशन खूँटियों के समानीत तलों की गणना कीजिये।



चित्र 5.50

हल—हम जानते हैं कि—

ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई के लिये सूत्र

ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई, $L = \frac{\text{ढाल में कुल परिवर्त्त}}{\text{ढाल परिवर्त्त दर}}$

या $L = \frac{g_1 - g_2}{r} = \frac{+0{\cdot}5 - (-0{\cdot}7)}{0{\cdot}1}$

$= \frac{1{\cdot}2}{0{\cdot}1} = 12$ जरीब

$= 12 \times 20 = 240$ मीटर

ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई को दीर्घ जीवा की लम्बाई के समान मान लिया जाता है क्योंकि ऊर्ध्वाधर वक्र बहुत ही चपटे लगाये जाते हैं जिनकी वक्र लम्बाई क्षैतिज लम्बाई के ही समान (लगभग) होती है। चूँकि ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई शीर्ष बिन्दु के दोनों ओर बराबर होती है।

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अत: दीर्घ जीवा के मध्य बिन्दु E से एक ओर वक्र की लम्बाई $= \frac{1}{2} \times 240 = 120$ मीटर

(i) प्रतिच्छेदन बिन्दु B की जरीब दूरी $= 550$ मीटर (दी है)

(ii) प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 की जरीब दूरी = प्रतिच्छेदन बिन्दु B की जरीब दूरी − 120

या T_1 की जरीब दूरी $= 550 \cdot 00 - 120 = 430$ मीटर

(iii) द्वितीय स्पर्श बिन्दु T_2 की जरीब दूरी $= 550 \cdot 00 + 120 = 670$ मीटर

(iv) प्रतिच्छेदन बिन्दु B का समानीत तल $= 375 \cdot 50$ मीटर (दिया है)

(v) वक्र के प्रथम स्पर्श बिन्दु T_1 का समानीत तल $= 375 \cdot 50 - \frac{0 \cdot 5 \times 120}{100}$

या T_1 का समानीत तल $= 375 \cdot 50 - 0 \cdot 6 = 374 \cdot 90$ मी०

(vi) वक्र के अन्तिम स्पर्श बिन्दु T_2 का समानीत तल $= 375 \cdot 50 - \frac{0 \cdot 7 \times 120}{100}$

$= 375 \cdot 50 - 0 \cdot 84 = 374 \cdot 66$ मी०

(vii) बिन्दु E का समानीत तल $= \frac{1}{2}$ (बिन्दु A का समानीत तल + बिन्दु C का समानीत तल)

$= \frac{1}{2}(374 \cdot 90 + 374 \cdot 66) = 374 \cdot 78$ मी०

(viii) बिन्दु F का समानीत तल $= \frac{1}{2}$ (बिन्दु B का समानीत तल + बिन्दु E का समानीत तल)

$= \frac{1}{2}(375 \cdot 50 + 374 \cdot 78) = 375 \cdot 14$ मी० (शीर्ष)

जाँच—बिन्दु B तथा E के मध्य अन्तर $= 375 \cdot 50 - 374 \cdot 78$

$= 0 \cdot 72$ मीटर

बिन्दु F के लिए $x = l = 120$ मी०

$$\therefore \quad BF = \frac{g_1 - g_2}{400 \times l} \times x^2$$

$$= \frac{(0 \cdot 5 + 0 \cdot 7)\, 120 \times 120}{400 \times 120} = 0 \cdot 36 \text{ मीटर}$$

प्रथम स्पर्श बिन्दु के लिए स्पर्शज्या संशोधन ($x = 20$ मीटर)

$$y_1 = \frac{1 \cdot 2}{400 \times 120} \times (20)^2 = 0 \cdot 01 \text{ मीटर}$$

द्वितीय बिन्दु के लिए स्पर्शज्या संशोधन ($x = 40$)

$$y_2 = \frac{1 \cdot 2}{400 \times 120} \times (40)^2 = 0 \cdot 04 \text{ मीटर}$$

तृतीय बिन्दु के लिए स्पर्शज्या संशोधन ($x = 60$ मी०)

$$y_3 = \frac{1 \cdot 2}{400 \times 120} \times (60)^2 = 0 \cdot 09 \text{ मीटर}$$

चतुर्थ बिन्दु के लिए स्पर्शज्या संशोधन ($x = 90$ मी०)

$$y_4 = \frac{1 \cdot 2}{400 \times 120} \times (90)^2 = 0 \cdot 16 \text{ मीटर}$$

पंचम बिन्दु के लिए स्पर्शज्या संशोधन ($x = 100$ मी०)

$$y_5 = \frac{1 \cdot 2}{400 \times 120} \times (100)^2 = 0 \cdot 25 \text{ मीटर}$$

छठे बिन्दु (शीर्ष) के लिए स्पर्शज्या संशोधन ($x = 120$ मी०)

$$y_6 = \frac{1 \cdot 2}{400 \times 120} \times (120)^2 = 0 \cdot 36 \text{ मीटर}$$

जाँच—छठे बिन्दु पर स्पर्शज्या संशोधन

$$y_6 = \frac{(0 \cdot 5 + 0 \cdot 7)\, 120 \times 120}{400 \times 120} = 0 \cdot 36 \text{ मीटर} \quad \text{(अर्थात् सही है)}$$

मध्य बिन्दु से बायीं ओर वक्र के समानीत तल (स्पर्श रेखा उच्चता)

उठान प्रत्येक 20 मीटर पर $y = \frac{0 \cdot 5 \times 20}{100} = 0 \cdot 1$ मीटर

वक्र पर प्रथम बिन्दु का समानीत तल = बिन्दु A का समानीत तल $+ 0 \cdot 1$

$= 374 \cdot 90 + 0 \cdot 10 = 375 \cdot 00$ मीटर

वक्र पर द्वितीय बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 0 + 0 \cdot 10 = 375 \cdot 10$ मीटर

वक्र पर तृतीय बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 10 + 0 \cdot 10 = 375 \cdot 20$ मीटर

वक्र पर चतुर्थ बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 20 + 0 \cdot 10 = 375 \cdot 30$ मीटर

वक्र पर पंचम बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 30 + 0 \cdot 10 = 375 \cdot 40$ मीटर

वक्र पर छठे (शीर्ष) बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 40 + 0 \cdot 10 = 375 \cdot 50$ मीटर

समानीत तलों की संगणना (वक्र उच्चता)

वक्र पर प्रथम बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 00 - 0 \cdot 01 = 374 \cdot 99$ मी०

वक्र पर द्वितीय बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 10 - 0 \cdot 04 = 375 \cdot 06$ मी०

वक्र पर तृतीय बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 20 - 0 \cdot 09 = 375 \cdot 11$ मी०

वक्र पर चतुर्थ बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 30 - 0 \cdot 16 = 375 \cdot 14$ मी०

वक्र पर पंचम बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 40 - 0 \cdot 25 = 375 \cdot 15$ मी०

वक्र पर शीर्ष बिन्दु का समानीत तल $= 375 \cdot 50 - 0 \cdot 36 = 374 \cdot 14$ मी०

क्योंकि दीर्घ जीवा के दोनों ओर वक्र की लम्बाई समान है अर्थात् दीर्घ जीवा के दाहिनी ओर भी स्पर्शज्या संशोधन समान ही होंगे, किन्तु स्पर्श रेखा उच्चता तथा वक्रता उच्चता भिन्न होगी (क्योंकि दोनों ओर ढाल समान नहीं है।)

स्पर्श रेखा की उच्चता के लिये संगणनायें—

दाहिनी ओर के लिये स्पर्श रेखा की उच्चता के लिये सूत्र

प्रत्येक 20 मीटर पर उतार $= \frac{0 \cdot 7 \times 20}{100} = 0 \cdot 14$ मीटर

शीर्ष बिन्दु के दाहिनी ओर, बिन्दु 5′ का समानीत तल = बिन्दु B का R.L. $- 0 \cdot 14$

$= 375 \cdot 50 - 0 \cdot 14 = 375 \cdot 36$ मीटर

शीर्ष बिन्दु के दाहिनी ओर, बिन्दु 4′ का समानीत तल $= 375 \cdot 36 - 0 \cdot 14 = 375 \cdot 22$ मीटर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

शीर्ष बिन्दु के दाहिनी ओर, बिन्दु 3′ का समानीत तल $= 375{\cdot}22 - 0{\cdot}14 = 375{\cdot}08$ मीटर

शीर्ष बिन्दु के दाहिनी ओर, बिन्दु 2′ का समानीत तल $= 375{\cdot}08 - 0{\cdot}14 = 374{\cdot}94$ मीटर

शीर्ष बिन्दु के दाहिनी ओर, बिन्दु 1′ का समानीत तल $= 374{\cdot}94 - 0{\cdot}14 = 374{\cdot}80$ मीटर

वक्र के अन्तिम बिन्दु C पर समानीत तल $= 374{\cdot}80 - 0{\cdot}14 = 374{\cdot}66$ मीटर

सारणी–वक्र बिन्दुओं की उच्चता

स्टेशन खूँटी	जरीब दूरी (मीटर)	स्पर्श रेखा उच्चता (R.L.) मीटर	स्पर्श रेखा संशोधन (मीटर)	वक्र उच्चता मीटर	टिप्पणी
A (T_1)	430·00	374·90	0·00	374·90	वक्र प्रारम्भ
1	450·00	375·00	0·01	374·99	
2	470·00	375·10	0·04	375·06	
3	490·00	375·20	0·09	375·11	
4	510·00	375·30	0·16	375·14	
5	530·00	375·40	0·25	375·15	
6(B)	550·00	375·50	0·36	375·14	शीर्ष
5′	570·00	375·36	0·25	375·11	
4′	590·00	375·22	0·16	375·06	
3′	610·00	375·08	0·09	374·99	
2′	630·00	374·94	0·04	374·90	
1′	650·00	374·80	0·01	374·79	
C (T_2)	670·00	374·66	0·00	374·66	वक्र समाप्त

उदाहरण 4. एक पहाड़ी सड़क को बनाने के लिए एक –1% नीचे जाने वाले ढाल को +0·5 % ऊपर जाने वाले ढाल से मिलाया गया। प्रतिच्छेदन बिन्दु का समानीत तल 400 मीटर तथा समानीत तल 250·50 मीटर है। यदि ढाल परिवर्तन की दर 0·1 % प्रति 20 मीटर। आवश्यक आँकड़ों की गणना करते हुये परिणामों को सारणीबद्ध करें। (खूँटी अंतराल 30 मीटर लें)।

हल—प्रतिच्छेदन बिन्दु B की जरीब दूरी $= 400{\cdot}00$ मी०

प्रतिच्छेदन बिन्दु B का समानीत तल $= 250{\cdot}50$ मी०

उतरती ढाल $= (-)1{\cdot}0\%$

चढ़ती ढाल $= (+)0{\cdot}5\%$

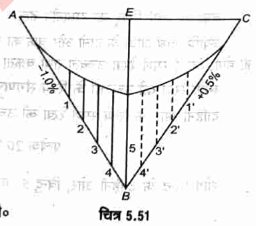
ढाल परिवर्तन दर $= 0{\cdot}1\%$ (प्रति 20 मी०)

ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई के लिए सूत्र—

$$\text{ऊर्ध्वाधर वक्र की लम्बाई } L = \frac{\text{ढाल में कुल परिवर्तन}}{\text{ढाल परिवर्तन दर}}$$

$$= \frac{1{\cdot}0 - (-0{\cdot}50)}{0{\cdot}1}$$

$$= \frac{1{\cdot}5}{0{\cdot}1} = 15 \times 20 = 300 \text{ मी०}$$



चित्र 5.51

ऊर्ध्वाधर अधिक चपटे होने के कारण वक्र लम्बाई को क्षैतिज लम्बाई अर्थात् दीर्घ जीवा AC के बराबर मान लिया जाता है। ऊर्ध्वाधर वक्र की कुल लम्बाई शीर्ष बिन्दु के दोनों ओर बराबर होती है। अर्थात् दीर्घ जीवा के मध्य बिन्दु E से दोनों ओर लम्बाई $= \frac{L}{2} = \frac{300}{2} = 150$ मीटर

प्रतिच्छेदन बिन्दु B की जरीब दूरी $= 400$ मीटर

∴ प्रथम स्पर्श बिन्दु A की जरीब दूरी $= 400 - 150 = 250$ मीटर

अन्तिम स्पर्श बिन्दु C की जरीब दूरी $= 400 + 150 = 550$ मीटर

प्रथम स्पर्श बिन्दु A का समानीत तल = प्रतिच्छेदन बिन्दु B का समानीत तल $+ \frac{1 \times 150}{100}$

$= 250{\cdot}50 + 1{\cdot}50 = 252{\cdot}00$ मीटर

अन्तिम स्पर्श बिन्दु C का समानीत तल $= 250{\cdot}50 + \frac{0{\cdot}5 \times 150}{100}$

$= 250{\cdot}50 + 0{\cdot}75 = 251{\cdot}25$ मीटर

दीर्घ जीवा AC के मध्य बिन्दु E का समानीत तल $= \frac{1}{2}$ (बिन्दु A का समानीत तल + बिन्दु C का समानीत तल)

$= \frac{1}{2}(252{\cdot}00 + 251{\cdot}25)$

$= 251{\cdot}625$ मीटर

शीर्ष बिन्दु F का समानीत तल $= \frac{1}{2}$ (B का समानीत तल + F का समानीत तल)

$= \frac{1}{2}(250{\cdot}50 + 251{\cdot}625)$

$= 251{\cdot}06$ मीटर

बिन्दु B तथा बिन्दु E के बीच अन्तर $= 250{\cdot}50 - 251{\cdot}625$

$= (-)1{\cdot}125$ मीटर

BE सूत्रानुसार $= \frac{(g_1 - g_2) \times 300 \times 300}{400 \times 300}$

$= \frac{(1 + 0{\cdot}5) \times 300 \times 300}{400 \times 300} = 1{\cdot}125$ (अर्थात् सही है)

प्रथम बिन्दु के लिये स्पर्शज्या संशोधन ($x = 30$ मी०)

$$y_1 = \frac{-1{\cdot}5 \times (30)^2}{400 \times 150} = -0{\cdot}02 \text{ मीटर}$$

द्वितीय बिन्दु के लिये स्पर्शज्या संशोधन ($x = 60$ मी०)

$$y_2 = \frac{-1{\cdot}5 \times 60 \times 60}{400 \times 150} = -0{\cdot}09 \text{ मीटर}$$

तृतीय बिन्दु के लिये स्पर्शज्या संशोधन ($x = 90$ मी०)

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$y_3 = \frac{-1{\cdot}5 \times 90 \times 90}{400 \times 150} = -0{\cdot}20 \text{ मीटर}$$

चतुर्थ बिन्दु के लिये स्पर्शज्या संशोधन ($x = 120$ मी०)

$$y_4 = \frac{-1{\cdot}5 \times 120 \times 120}{400 \times 150} = -0{\cdot}36 \text{ मीटर}$$

पंचम (शीर्ष) बिन्दु के लिये स्पर्शज्या संशोधन ($x = 150$ मी०)

$$y_5 = \frac{-1{\cdot}5 \times 150 \times 150}{400 \times 150} = -0{\cdot}56 \text{ मीटर}$$

जाँच—बिन्दु B का समानीत तल – बिन्दु F का समानीत तल

$= 250{\cdot}50 - 251{\cdot}625 = -0{\cdot}56$ मीटर (अर्थात् सही है)

सभी वक्र बिनदुओं का समानीत तल ज्ञात करने के लिये सभी स्पर्श रेखा उच्चता (समानीत तल) में, स्पर्श रेखा संशोधन जोड़ा जाता है।

सारणी–वक्र बिन्दुओं की उच्चता

स्टेशन खूँटी	जरीब दूरी (मीटर)	स्पर्श रेखा उच्चता (R.L.) (मीटर)	स्पर्श रेखा संशोधन (मीटर)	वक्र उच्चता (R.L.) (मीटर)	टिप्पणी
A	250·00	252·00	0·00	252·00	वक्र पर प्रथम बिन्दु
1	280·00	251·70	0·02	251·72	
2	310·00	251·40	0·09	251·49	
3	340·00	251·10	0·20	251·30	
4	370·00	250·80	0·36	251·16	
B	400·00	250·50	0·56	251·06	वक्र का शीर्ष
4′	430·00	250·65	0·36	251·01	
3′	460·00	250·80	0·20	251·00	
2′	490·00	250·95	0·09	251·04	
1′	520·00	251·10	0·02	251·12	
C	550·00	251·25	0·00	251·25	वक्र पर अन्तिम बिन्दु

प्रश्नावली

1. **निम्नलिखित में से किन्हीं दो भागों का उत्तर दें—** **(B.T.E. 2014)**
   (अ) परिभाषित करें—
   - (i) वक्र रेखा की त्रिज्या (Radius of Curve)
   - (ii) स्पर्श रेखा लम्बाई (Tangent Length)
   - (iii) शीर्ष बिन्दु (Apex Point)
   - (iv) स्पर्श रेखा बिन्दु (Tangent Point)
   - (v) लम्बी जीवा (long chord) जैसी गोलाकार वक्र रेखाओं में प्रयुक्त होती है।

   (ब) एक स्वच्छ चित्र बनाकर, चापों के क्रमिक द्विभाजन के द्वारा (By successive bisection of arcs) साधारण वक्र रेखा का निकलना (Setting out of a simple circular curve) समझायें।
   (स) एक स्वच्छ चित्र बनाकर स्पर्श रेखीय अन्तर्लम्बों (tangential offsets) के द्वारा एक पारगमन वक्र रेखा निकलने की प्रक्रिया (procedure of setting out of a transition curve) समझायें।
2. साधारण गोलाकार वक्र रेखा की आवश्यकता (need of circular curve) पर टिप्पणी लिखें। **(B.T.E. 2014)**
3. स्व-स्तर की क्रिया (Working of auto level) पर टिप्पणी लिखें। **(B.T.E. 2014)**
   निम्नलिखित में से किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिये—
   (अ) एक स्पष्ट रेखाचित्र बनाकर स्पर्श रेखाओं से अन्तर्लम्बों के द्वारा (By offsets from tangents) एक साधारण गोलाकार घुमाव का सीमांकन (setting out of a simple circular curve) समझाइये। **(B.T.E. 2013)**
   (ब) गोलाकार घुमाव में उपयोग करने वाले स्पर्श रेखा लम्बाई, शीर्ष बिन्दु, स्पर्श रेखा बिन्दु और घुमाव लम्बाई को समझाइये।
   (स) संक्रमण घुमाव (transition curve) को परिभाषित कीजिये तथा उसकी आवश्यकता समझाइये।
   (द) घनाकार परवलय (cubic parabola) के द्वारा सड़कों के लिये संक्रमण घुमाव (transition curve) की लम्बाई आप कैसे ज्ञात करेंगे?
4. **निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखें—**
   (अ) ऑटो लेविल (Auto level) की कार्य विधि। **(B.T.E. 2013)**
   (ब) साधारण गोलाकार घुमाव के तत्व (Elements of a simple circular curve)
   निम्न पदों की व्याख्या कीजिये— **(B.T.E. 2012)**
   - (i) वक्र की डिग्री
   - (ii) प्रतिच्छेदन बिन्दु (Point of Intersection)
   - (iii) विचलन कोण (Deflection Angle)
   - (iv) मध्य कोटि।
5. **निम्नलिखित में से किन्हीं चार भागों का उत्तर दीजिये—** **(B.T.E. 2012)**
   (अ) स्वचलित लेविल के विभिन्न प्रयोग क्या हैं? टोटल स्टेशन क्या है?
   (ब) एक साधारण वृत्ताकार वक्र से आप क्या समझते हैं? एक ट्रांजीशन वक्र क्या है? वक्र क्यों प्रदान किये जाते हैं?
   (द) एक साधारण वृत्ताकार वक्र को केवल रेखीय माप द्वारा स्थापित (setting out) करने की किसी एक विधि को संक्षेप में समझाइये।
6. एक साधारण वृत्ताकार वक्र के विभिन्न अवयव क्या हैं? टोटल स्टेशन के विभिन्न प्रयोग क्या हैं? संक्षेप में समझाएँ। **(B.T.E. 2011)**
7. एक साधारण वृत्ताकार वक्र को स्थापित (setting out) करने की विभिन्न विधियाँ क्या है? किसी एक विधि का संक्षेप में वर्णन करें। **(B.T.E. 2011)**
8. संक्रमण वक्र की विभिन्न आवश्यकताएँ क्या हैं? **(B.T.E. 2011)**
9. किसी संक्रमण (Transition) वक्र की लम्बाई कैसे ज्ञात करते हैं? **(B.T.E. 2011)**
10. टेकोमीटरी (Tachometry) पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखें। **(B.T.E. 2011)**
11. ट्रांजीशन वक्र बनाने के विभिन्न उद्देश्य क्या हैं? सुपर एलीवेशन (Super-elevation) क्या है? **(B.T.E. 2011)**
12. एक (Simple Circular Curve) के निम्नलिखित Elements के लिये सूत्र व्युत्पन्न कीजिये— **(B.T.E. 2010)**
    (i) स्पर्श लम्बाई (ii) वक्र की लम्बाई (iii) शिखर दूरी
13. वक्रों के डेसीजनेशन को परिभाषित करें। **(B.T.E. 2010)**

Title of PDF Document

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

14. स्पर्शीय कोणों की सहायता से वृत्ताकार वक्र (simple circular curve) को खींचने की विधि को समझाइये। (B.T.E. 2010)
15. ट्रांजीशन वक्र किसे कहते हैं? ट्रांजीशन वक्र के क्या विभिन्न लाभ हैं? (B.T.E. 2010)
16. सुपर-एलीवेशन क्या होता है? किसी ट्रांजीशन वक्र के लिये इसकी गणना किस प्रकार की जाती है? (B.T.E. 2010)
17. निम्न पर टिप्पणी लिखें— (B.T.E. 2010)
    (i) टेलिस्कोपिक ऐलीडेड
    (ii) कंटूर मैप का उपयोग
    (iii) अक्षांश एवं अक्षांतर
    (iv) कन्टूर्स का इन्टरपोलेशन।

18. Short Answer Questions

1. Write down the name of different types of horizontal curves.
2. What is the degree of curve?
3. What do you understand by a 5° curve?
4. What is the radius of a 1° curve?
5. Write down the relation between radius and degree of curve.
6. What do the terms,"rear tangent"and "forward tangent "?
7. Define the point of curve and point of tangency.
8. What is apex distance? Express mathematically.
9. What is the versed sine of a curve? Express mathematically.
10. What are the different methods of curve setting?
11. What is super-elevation? Why it is provided?
12. What is centrifugal ratio?
13. What is transition curve? Why such curve is provided?
14. What is shift of a curve?
15. What is a spiral angle?
16. What is the difference between a circular curve and compound curve?
17. Write difference between in compound and composite curves.
18. Two parallel lines are to be connected. What type of curve would you suggest?
19. State any expression for finding the length of Transition curve.
20. What are initial and final subchords?
21. What are the different types of vertical curves?
22. How is gradient expressed?
23. On what basis is a vertical curve designed?
24. What type of vertical curve is preferred?
25. What is tangent correction?
26. What are the possible different shapes of transition curve?
27. Why is a curve provided?
28. Derive a relation between the radius and degree of curve.
29. What are the different types of curve?

30. Draw a neat sketch of a circular curve and show the following notation thereon.
    (a) Back tangent (b) Forward tangent (c) Point of curves (d) Point of tangency (e) Point of intersection (f) angle of deflection (g) angle of intersection (h) long chord (i) apex distance (j) versed sine of curve.
31. Describe how you would set a circular curve by the method of offset from the long chord.
32. How you would set out a curve by the method of offset from the tangent?
33. Describe the method of setting out a circular curve by Rankine's deflection angle method.
34. Explain why super-elevation is required in road and railways.
35. Why and where are transition curves provided?
36. State the different methods of calculating the length of a transition curve.
37. Derive an expression for an ideal transition curve.
38. Explain the different methods of overcoming the dificulties in setting out circular curves.
39. Why a vertical curve is provided?
40. State the expression for calculating the length of vertical curve.
41. Show, with neat sketch the different types of vertical curves possible.

Objective Type Questions

Choose the correct alternative for :

1. The radius of one degree curve is—
   (a) 1719 m (b) 1760 m (c) 2000 m
   (Ans : a)
2. The relation between the radius (R) and degree (D) of a curve is—
   (a) $R = \frac{D}{1719}$ (b) $R = \frac{1719}{D}$ (c) $\frac{R}{D} = 1719$
   (Ans : b)
3. With notation carrying their usual meanings the super-elevation (h) for railways is given by—
   (a) $h = \frac{gv^2}{GR}$ (b) $h = \frac{gR^2}{GV}$ (c) $h = \frac{Gv^2}{GR}$
   (Ans : c)
4. The allowable centrifugal ratio (CR) for railways is—
   (a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{8}$ (c) $\frac{1}{6}$
   (Ans—b)
5. The first tangent point is also known as—
   (a) Point of curve (b) Point of start (c) Point of tangent
   (Ans : a)
6. The second tangent point is also known as—
   (a) End point (b) Point of tangency (c) Rear point
   (Ans : b)

civilguru.net

Title of PDF Document
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

7. When two tangents AB and BC meet at B, the point B is known as—
(a) Summit (b) Apex (c) Vertex
(Ans : c)

8. Apex distance is given by—
(a) $R\left(\sec\frac{\phi}{2}-1\right)$ (b) $R\left(\cos\frac{\phi}{2}-1\right)$ (c) $R\left(\sin\frac{\phi}{2}-1\right)$
(Ans : a)

9. The versed sine of a curve is given by
(a) $R\left(1-\sin\frac{\phi}{2}\right)$ (b) $R\left(1-\cos\frac{\phi}{2}\right)$ (c) $R\left(1+\sin\frac{\phi}{2}\right)$
(Ans : b)

10. The length of unit chord should not be more than—
(a) $\frac{1}{20}$th of the radius (b) $\frac{1}{10}$ th of the radius (c) $\frac{1}{40}$th of the radius
(Ans : a)

11. The length of a long chord is given by
(a) $L=2R\sin\frac{\phi}{2}$ (b) $L=2R\tan\frac{\phi}{2}$ (c) $L=2R\cos\frac{\phi}{2}$
(Ans : a)

12. The length of curve is given by—
(a) $\frac{\pi R\phi}{180}$ (b) $\frac{\pi R\phi}{360}$ (c) $\frac{\pi R\phi}{100}$
(Ans : a)

13. An ideal transition curve is also known as—
(a) Clothoid Curve (b) Cubical Curve (c) Parabolic Curve
(Ans : a)

14. A vertical curve is considered as a / an—
(a) Elliptical Curve (b) Parabolic Curve (c) Circular Curve
(Ans : b)

15. The length of transition curve is given by—
(a) $L=\frac{v^3}{cR}$ (b) $L=\frac{v^2}{cR}$ (c) $L=\frac{v}{cR}$
(Ans : a)

16. A vertical curve is designed on the basis of the—
(a) Radius of the curve (b) Minimum sight distance (c) Change of gradient
(Ans : b)

civilguru.net