सार्थक

प्राविधिक शिक्षा परिषद् उ०प्र० द्वारा स्वीकृत
नवीनतम "N.S.Q.F." पाठ्यक्रमानुसार

रेलवे, सेतु एवं सुरंगें

Railways, Bridges & Tunnels

रवि प्रकाश सिंह

Vth Semester

JAI PRAKASH NATH PUBLICATIONS
MEERUT

विषय सूची

अध्याय | पृष्ठ संख्या

PART-A : RAILWAYS

1. भारतीय रेलवे का परिचय (Introduction to Indian Railways) 1-12
2. रेलवे सर्वेक्षण (Railway Survey) 13-18
3. स्थायी मार्ग और रेल गेज (Permanent Way and Rail Gauge) 19-26
4. रेल : रेल के प्रकार, रेल वेल्डिंग और उसके प्रकार, रेल बंधक 27-53
   (Rail : Types of Rail, Railway Welding and its Type, Rail Fastenings)
5. स्लीपर और गिट्टी (Sleeper and Ballast) 54-70
6. क्रॉसिंग और सिग्नल (Crossings and Signalling) 71-91
7. रेल पथ के ज्यामितीय मान (Geometric of Rail Track) 92-102
8. स्टेशन तथा यार्ड (Station and Yard)........................ 103-120
9. रेल पथ निर्माण (Track Laying)............................ 121-125
10. रेल पथ का अनुरक्षण (Maintenance of Track) 126-132

PART-B : BRIDGES

11. पुल या सेतु परिचय (Bridge Introduction)..................... 133-140
12. पुलों का वर्गीकरण (Classification of Bridges)................ 141-154
13. पुल नींव (Bridge Foundation) 155-169
14. स्थल चयन तथा आंकड़े एकत्रित करना 170-179
    (Site Selection and Collection of Data)
15. प्रस्तम्भ, अन्त्याधार तथा पक्षभित्तियाँ.......................... 180-188
    (Pier, Abutments and Wing Walls)

16. पुल धारक या बियरिंग (Bridge Bearing) 189-194
17. पुलों का अनुरक्षण (Maintenance of Bridges) 195-199

PART-C : TUNNELS

18. सुरंग–परिचय (Tunnel–Introduction) 200-210
19. सुरंग का संरेखण तथा लाइनिंग (Alignment and Lining of Tunnel) 211-218
20. शाफ्ट (Shaft) 219-225
21. सुरंग निर्माण की विधियाँ (Method of Tunnelling) 226-239
22. सुरंगों की जल निकासी, संवातन तथा प्रकाश (Drainage, Ventilation and Lighting of tunnels) 240-248

Part-A : Railways

1 भारतीय रेलवे का परिचय

(Introduction to Indian Railways)

Inside this Chapter

- Introduction
- Importance of Railway
- Indian Railways
- Development of Indian Railway
- Classification of Indian Railway
- Advantages of Rail Transport
- Difference between Rail & Road Transport

1.1 परिचय (Introduction)

वर्तमान समय में रेलवे का उपयोग इतना अधिक हो गया है कि बिना रेलवे के दुनिया की कल्पना करना मुश्किल होगा। रेलवे की उत्पत्ति सर्वप्रथम इंग्लैंड (England) में हुई थी। जहाँ उसे 13 से 16 किमी॰ प्रति घण्टे की गति से सड़क पर दौड़ाया गया था।

सत्रहवीं शताब्दी में एक पहियेदार वाहन द्वारा भार खींचने पर विचार किया गया, जिसके लिए इस वाहन को लकड़ी की टहनियों पर रखा गया और घोड़ों द्वारा खींचा गया। यहीं से मुख्य सिद्धांत के विकास की शुरुआत हुई थी। कुछ समय पश्चात् इसकी आयु अधिक करने के लिए लकड़ी के पटरियों के ऊपरी सतह पर लोहे की प्लेटे लगायी गईं। इसी सिद्धांत को आगे बढ़ाते-बढ़ाते वर्तमान समय में लकड़ी के पटरियों के स्थान पर पूर्णतया लोहे की पटरियाँ बिछायी जाती है। सन् 1789 में पत्थर के खण्डों (blocks) पर आराम करने वाले ढलवा लोहे के रेल पेश किये गये थे। अर्थात् हम कह सकते हैं कि आधुनिक रेलवे का मुख्य विचार अठारहवीं शताब्दी के अन्त से पहले विकसित कर लिया गया था। इन पटरियों पर घोड़े आसानी से भार सहित वाहनों को खींच लेते थे। बाद में घोड़ों के स्थान पर भाँप इंजन का उपयोग होने लगा था।

यह माना जाता है कि एक फ्रांसीसी मैकेनिक जिनका नाम निकोलस जोसेफ कग्नॉट (Nicholas Joseph Cugnot) जिन्होंने सन् 1769 में भाप इंजन (Steam locomotive) का आविष्कार व निर्माण किया था। इसके बाद लगभग सन् 1786 में स्काटिश इंजीनियर (Scotis) विलियम मर्डोक (William Murdoch) तथा 1797 में कार्निश (Cornice) इंजिनियर रिचर्ड ट्रेविथिक (Rechard Trevithick) ने भाप इंजन का माडल प्रस्तुत किया। परन्तु ये सभी इंजन सड़कों पर ट्रेक्टिव काम के लिए डिजाइन (design) किया गया था। सन् 1804 में ट्रेविथिक (Trevithick) ने रेलवे के लिए पहली लोकोमोटिव (Locomotive) की डिजाइन व निर्माण (Design and Construction) किया था। यह 24 फरवरी, 1804 को वेल्स (Wales) के एक छोटे से शहर में रथिर (merthyr) में हुआ था। Trevithick के इस भाप इंजन ने 70 इंसानों के साथ-साथ लोहे से भरी पाँच भारी गाड़ियों को भी खींचा था। इसने लगभग 2 घंटे में 145 किमी॰ की दूरी तय की थी। बाद में Trevithick ने एक और इंजन बनाया और उसे लंदन ले गया।

दुनिया के इतिहास में पहला सार्वजनिक रेलवे 27 सितम्बर 1825 को इंग्लैंड में यातायात कि लिए खोला गया था। इसे डरहम काउंटी (County of Durham) में स्टॉकटन (Stockton) और डार्लिंगटन (Darlinton) के बीच चलाया गया था। रेलवे लाइन की डिजाइन व योजना स्टीफनसन (Stephenson) द्वारा किया गया था।

भारत में पहली रेलवे लाइन 16 अप्रैल 1853 में मुंबई व थाने (Mumbai to Thane) के बीच 33 किमी० की दूरी पर यातायात के लिए खोली गई। यह 3.30 बजे बोरीबन्दर से रवाना हुई थी। इसे 21 तोपों की सलामी भी दी गयी थी। भारत में रेलवे की स्थापना के लिए लार्ड डलहौजी (Lord Dalhauji) ने प्रथम प्रयास किया था।

1.2 भारतीय रेल (Indian Railways)

भारतीय रेल एशिया का दूसरा सबसे बड़ा रेल नेटवर्क है तथा एकल सरकारी स्वामित्व वाला विश्व का चौथा सबसे बड़ा रेल नेटवर्क है। यह 160 वर्ष से भी अधिक समय से भारत में परिवहन क्षेत्र में योगदान दे रहा है। यह विश्व का सबसे बड़ा नियोक्ता है, जिसमें लगभग 16 लाख से भी अधिक कर्मचारी हैं। यह देश के मूल संरचनात्मक आवश्यकताओं को पूरा करने के साथ-साथ बिखरे हुए क्षेत्रों को एक साथ जोड़ने और राष्ट्रीय अखण्डता का भी संवर्धन करता है।

राष्ट्रीय आपात स्थिति के दौरान आपदा ग्रस्त क्षेत्रों में राहत सामग्री पहुँचाने में भारतीय रेलवे अग्रणी रहा है। भारतीय रेलवे के नाम कई तरह के रिकार्ड भी दर्ज हैं। इस समय विश्व का सबसे ऊँचा रेलवे पुल भारत की चिनाब नदी पर बन रहा है। सिविल इंजिनियरिंग के चमत्कार का आश्चर्य है कि यह पुल पूरा बनने के बाद पेरिस के एफिल टावर को भी ऊँचाई के मामले में पीछे छोड़ देगा। इस समय भारत में लगभग 115,000 किलोमीटर लंबे रेलमार्ग का जाल फैला हुआ है। यह रेलवे अमेरिका, चीन व रूस के बाद चौथा सबसे बड़ा नेटवर्क है।

भारतीय ट्रेनों में प्रतिदिन 2.5 करोड़ लाग यात्रा करते हैं। भारत में छोटे-बड़े कुल मिलाकर 7500 रेलवे स्टेशन हैं। उत्तर प्रदेश के लखनऊ का चारबाग स्टेशन अपनी खूबसूरती के लिए जाना जाता है। इसके अतिरिक्त नई दिल्ली के मेन स्टेशन का नाम दुनिया के सबसे बड़े रूट रिलेइंटरलांकिंग सिस्टम के लिए गिनिज बुक ऑफ रिकार्डस में भी दर्ज किया गया है। विश्व का सबसे लम्बे प्लेटफार्म का रिकार्ड भी भारतीय रेलवे के नाम है। उत्तर प्रदेश के गोरखपुर में स्थित रेलवे प्लेटफार्म की लम्बाई 1366.33 मीटर है। भारतीय रेलवे का मस्कट भोलू नामक हाथी है। यह हाथी बतौर गार्ड तैनात है।

भारतीय रेलवे इन दिनों सेमी बुलेट ट्रेन के प्रोजेक्ट पर काम कर रहा है, जिसकी शुरुआत जल्द होने की उम्मीद है। जिसकी स्पीड 160 km/hr होने की उर्म्मीद है। भारतीय रेलवे में पहली बार इंटरनेट के जरिए टिकट बुक कराने की सुविधा 3 अगस्त 2002 को शुरु की गई थी।

1.3 भारतीय रेलवे की विकास (Development of Indian Railways)

भारतीय रेल का इतिहास लगभग 168 साल पुराना है। इसकी शुरुआत भारत में अंग्रेजों के शासन काल (लार्ड डलहौजी के समय) से हुई। भारतीय रेलवे में सबसे पहली ट्रेन 18वीं सदी में चलाई गई। देश में पहली ट्रेन 16 अप्रैल 1853 को बंबई के बोरी बंदर स्टेशन (जो कि अब छत्रपति शिवाजी टर्मिनल) से ठाणे के बीच चलाई गई थी। इस ट्रेन में लगभग 400 यात्रियों ने सफर किया था। इस ट्रेन ने लगभग 34 किलोमीटर की दूरी तय की थी।

इस पहली ट्रेन को भाप के इंजन द्वारा चलाया गया था। पहली अधिकारिक हैरिटेज और टॉय ट्रेन की घोषणा सन् 1972 में की गयी थी। भारत की सबसे पहली हैरिटेज ट्रेन का नाम "फेयरी क्वीन" था। इस ट्रेन में विश्व का सबसे पुराना भाप इंजन लगाया गया था जिसका निर्माण सन् 1855 में ब्रिटेन की कम्पनी किटसन ने किया था। सन् 1997 के बाद इस ट्रेन में सफर करने के लिए दूर-दूर से लोग आते हैं।

रेल व्यवस्था में सुधार के लिए 1905 में भारत सरकार ने रेलवे बोर्ड की स्थापना की। 1923 में सरकार ने रेलों का राष्ट्रीयकरण करके रेलों का प्रबन्ध निजी कम्पनीयों से अपने हाथ में ले लिया। पहली विद्युत रेलगाड़ी 1925 में बम्बई व कुरला के मध्य चलाई गई।

1.4 भारतीय रेलवे के जोन और डिवीजन (Zones and Divisions of Indian Railways)

भारतीय रेलवे को जोन में विभाजित किया गया है और इन जोन को डिवीजन में विभाजित किया गया है। प्रत्येक जोन का एक डिवीजनल मुख्यालय होता है। प्रत्येक डिवीजनों का नेतृत्व एक डिवीजनल रेलवे प्रबंधक (DRM) करता है। जो क्षेत्र के महाप्रबंधक (GM) को रिपोर्ट करता है। भारतीय रेलवे में कुल 17 जोन और 73 डिवीजन हैं।

1. उत्तर रेलवे (Northern Railway, NR)

इसका जोनल मुख्यालय दिल्ली में स्थित है। यह भारत के उत्तर क्षेत्र में स्थित है। इसका मुख्यालय नई दिल्ली रेलवे स्टेशन है। उत्तरी रेलवे भारतीय रेलवे के नौ पुराने जोनों में से एक है और 6807 किलोमीटर मार्ग वाले नेटवर्क के रूप में सबसे बड़ा है। इसमें हिमाचल, पंजाब, जम्मू कश्मीर, हरियाणा, एनसीटी, उत्तराखंड, उत्तर प्रदेश राज्य शामिल हैं। इसे पाँच डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- दिल्ली
- फिरोजपुर
- मुरादाबाद
- अंबाला
- लखनऊ एनआर

2. उत्तर पूर्वी रेलवे या पूर्वोत्तर रेलवे (North Eastern Railway, NER)

इसका मुख्यालय गोरखपुर है। उत्तर पूर्वी रेलवे का गठन 14 अप्रैल 1952 को दो रेलवे प्रणालियों (अवध और तिरुत रेलवे और असम रेलवे) और कन्पुर-अचनेरा सेक्शन के संयोजन से हुआ था। इसे 15 जनवरी 1958 में उत्तर पूर्वी रेलवे और उत्तर पूर्व फ्रंटियर रेलवे दो जोनों में विभाजित कर दिया गया था। 2002 में रेलवे जोन के पुनर्गठन के बाद वर्तमान उत्तर पूर्वी रेलवे में तीन डिवीजन शामिल हैं। इसमें 486 स्टेशनों के साथ, 3450 किमी फैला रूट शामिल हैं। यह रेलवे मुख्य रूप से उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड और बिहार के पश्चिमी जिलों के क्षेत्रों से होकर गुजरता है। इसे तीन डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- इज्जत नगर
- वाराणसी
- लखनऊ

3. पूर्वोत्तर सीमांत रेलवे (Northeast Frontier Railway, NFR)

पूर्वोत्तर फ्रंटियर रेलवे, भारत में 17 रेलवे जोनों में से एक है। असम राज्य में गुवाहाटी, मालिगांव में इसका मुख्यालय स्थित है। यह पूरे पूर्वोत्तर और पश्चिम बंगाल और बिहार के हिस्सों में रेल परिचालन के लिए जिम्मेदार है। इसे पाँच डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- अलीपुर द्वार
- लामडिंग
- तिनसुकिया
- कटिहार
- रंगिया

4. पूर्व रेलवे (Eastern Railway, ER)

पूर्वी रेलवे का गठन 14 अप्रैल, 1952 को पूर्वी भारतीय रेलवे के एकीकरण द्वारा किया गया था। इसका जोनल मुख्यालय कोलकाता में स्थित है। इसे चार डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- हावड़ा
- आसनसोल
- सियालदाह
- मालदा

5. दक्षिण पूर्वी रेलवे (South Eastern Railway, SER)

दक्षिण पूर्वी रेलवे को बंगाल नागपुर रेलवे के रूप में जाना जाता था और वर्ष 1887 में यह अस्तित्व में आया 1944 में, इसका प्रबंधन भारत सरकार द्वारा लिया गया और 1955 में दक्षिण पूर्वी रेलवे का आधिकारिक तौर पर किया गया था। अपने वर्तमान रूप में, इसमें कुल 2422 किलोमीटर का रूट शामिल है और पश्चिम बंगाल, झारखंड ओडिशा राज्यों में इसका परिचालन होता है। इलेक्ट्रिक मल्टीपल यूनिट्स (EMU) या स्थानीय ट्रेन सेवाएँ दक्षिण रेलवे नेटवर्क के हिस्से के रूप में भी चलती हैं। इसका जोनल मुख्यालय कोलकाता में स्थित है। इसे चार डिवीज विभाजित किया गया है—

- आद्रा
- खड़गपुर
- चक्रधरपुर
- राँची

6. दक्षिण मध्य रेलवे (South Central Railway, SCR)

यह 2 अक्टूबर, 1966 को हुबली के डिवीजनों, दक्षिणी रेलवे क्षेत्र के विजयवाड़ा और मध्य रेलवे क्षेत्र के सिकंदराबाद सोलापुर में विलय करके गठित किया गया था। 2 अक्टूबर 1977 को, दक्षिणी रेलवे क्षेत्र के गुंटकल डिवीजन को विलय कर दिया गया था और सोलापुर जो कि पहले से इस रेलवे जोन का हिस्सा था को हटा दिया गया था। और बाकी का क्षेत्र पूर्वी केंद्रीय रेलवे जोन का हिस्सा कहलाया। 17 फरवरी 1978 को, मौजूदा सिकंदराबाद रेलवे डिवीजन को विभाजित करके हैदराबाद डिवीजन का गठन किया गया था। 1 अप्रैल 2003 को, गुंटूर और नांदेड़ के दो नए डिवीजन इस क्षेत्र में बनाए गए और हुबली डिवीजन को दक्षिण पश्चिमी रेलवे क्षेत्र का हिस्सा बना दिया गया था। खांडवा अकोला सेक्शन को केंद्रीय रेलवे के भुसावल डिवीजन में मिला दिया गया क्योंकि 2001 में gauge रूपांतरण के लिए लाइन ली गई थी।

इसका जोनल मुख्यालय सिंकदराबाद में स्थित है। इसे छ: डिवीजनों में विभजित किया गया है—

- सिंकदराबाद
- गुंटकल
- नांदेड़
- हैदराबाद
- गुंटूर
- विजयवाड़ा

7. दक्षिण रेलवे (Southern Railway, SR)

14 अप्रैल 1951 को दक्षिणी रेलवे, तीन राज्य रेलवे मद्रास (चैन्नई) और दक्षिणी माहात्ता रेलवे, दक्षिण भारतीय रेलवे और मैसूर राज्य रेलवे के विलय के माध्यम से अस्तित्व में आया था। दक्षिणी रेलवे का वर्तमान नेटवर्क भारत के दक्षिणी प्रायद्वीप के एक बड़े क्षेत्र में फैला हुआ है। जिसमे तमिलनाडु, केरल, पांडिचेरी और आंध्र प्रदेश का एक छोटा हिस्सा भी शामिल है। इन स्वाभाविक रूप से भरपूर और सांस्कृतिक रूप से समृद्ध दक्षिणी राज्यों की सेवा करते हुए, दक्षिणी रेलवे पश्चिम तट पर मैंगलोर (बंगलुरु) और दक्षिण में कन्याकुमारी से उत्तर पश्चिम में रेनिगुंटा और उत्तर पूर्व में गुडूर तक फैली हुई है।

इसका जोनल मुख्यालय चेन्नई में स्थित है। इसे पाँच डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- चैन्नई
- पालघाट
- त्रिवेंद्रम
- मदुरै
- तिरुचुरापल्ली

8. मध्य रेलवे (Central Railway, CR)

रेलवे क्षेत्र का गठन 5 नवंबर 1951 को ग्रेट इंडियन प्रायद्वीप रेलवे, ग्वालियर के पूर्व रियासत राज्य, सिंधिया राज्य रेलवे, निजाम राज्य रेलवे, वर्धा कोयला राज्य रेलवे और ढोलपुर रेलवे सहित कई सरकारी स्वामित्व वाले रेलवे समूहों द्वारा समूहित किया गया था। इसका मुख्यालय छत्रपति शिवाजी महाराज टर्मिनस में मुंबई में है। हम आपको बता दें कि इसी लाइन पर भारत में पहली रेल यात्रा को शुरू किया गया था यानी 16 अप्रैल 1853 को मुंबई से ठाणे तक। इसका जोनल मुख्यालय मुंबई में स्थित है। इसे पाँच डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- मुंबई
- पुणे
- नागपुर
- भुसावल
- शोलापुर

9. पश्चिम रेलवे (Western Railway, WR)

पश्चिमी रेलवे अपने वर्तमान रूप में 5 नवंबर, 1951 को पूर्ववर्ती बॉम्बे, वड़ौदा और सेंट्रल इंडिया रेलवे (BB&CI) के विलय से अन्य राज्य रेलवे जैसे सौराष्ट्र, राजपूताना और जयपुर के विलय से अस्तित्व में आया था। बीबी और सीआई रेलवे को स्वयं ही 1855 में शामिल किया गया था। जो पश्चिम तट पर गुजरात राज्य में अंकालेश्वर से उतरन तक 29 मील ब्रॉड गेज ट्रैक के निर्माण से शुरू हुआ था। 1864 में, रेलवे को मुंबई तक बढ़ा दिया गया था। इसका जोनल मुख्यालय मुंबई में स्थित है। इसे छ: डिवीजनों में विभाजित किया गया है।

- मुंबई सेंट्रल
- रतलाम
- राजकोट
- वड़ोदरा
- अहमदाबाद
- भावनगर

10. दक्षिण पश्चिम रेलवे (South Western Railway, SWR)

दक्षिण पश्चिमी रेलवे दक्षिणी रेलवे के बैंगलोर और मैसूर डिवीजनों के साथ दक्षिणी मध्य रेलवे से पुनर्गठित हुबली डिवीजन को मिलाकर बनाया गया था। यह रेलवे 1 अप्रैल, 2003 से कर्नाटक राज्य के हुबली अपने जोनल मुख्यालय से परिचालित की गई थी। इसे तीन डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- हुबली
- मैसूर
- बैंगलोर

11. उत्तर पश्चिम रेलवे (North Western Railway, NWR)

उत्तरी पश्चिमी रेलवे 1 अक्टूबर, 2002 से प्रभावी हुई। यह उत्तरी और पश्चिमी रेलवे से प्रत्येक 2 डिवीजनों से बनी थी। इस जोन को पाँच अन्य नए जोनों के साथ 16 सितंबर 1996 को पहली बार रेलवे बोर्ड द्वारा अनुमोदित किया गया था और इस जोन की नींव 17 अक्टूबर 1996 को तत्कालीन प्रधानमंत्री श्री एच०डी० देवेगौड़ा द्वारा K.P. Singh Staduim, जयपुर में रखी गई थीं। इसका जोनल मुख्यालय जयपुर में स्थित हैं। इसे चार डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- जयपुर
- बीकानेर
- अजमेर
- जोधपुर

12. पश्चिम मध्य रेलवे (West Central Railway, WCR)

भारतीय रेलवे के 17 जोनों में से एक पश्चिम मध्य रेलवे 1 अप्रैल 2003 को अस्तित्व में आया था। इसका मुख्यालय जबलपुर में स्थित है। इसे तीन डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- जबलपुर
- कोटा
- भोपाल

13. उत्तर मध्य रेलवे (North Central Railway, NCR)

उत्तर मध्य रेलवे को भारतीय रेलवे के कार्यकर्ता के रूप में जाना जाता है, जो इलाहाबाद, झांसी और आगरा जैसे तीन डिवीजनों में फैला हुआ है। यह उत्तर मे गाजियाबाद से पूर्व में मुगलसराय तक नई दिल्ली हावड़ा ट्रंक मार्ग और पलवल से बीना तक नई दिल्ली मुंबई/चेन्नई गलियारा, यूपी, हरियाणा, राजस्थान और मध्य प्रदेश के कुछ हिस्सों में लगभग 3062 किमी० मार्ग के साथ भारतीय रेलवे, उत्तर मध्य रेलवे के दिल की धड़कन के रूप में जाना जाता है। मुख्य रूप से, डबल लाइन-विद्युतीकृत वर्ग और गोल्डन चतुर्भुज के विकर्णों के रूप में परिभाषित किया गया है। इसका जोनल मुख्यालय इलाहाबाद में स्थित है। इसे तीन डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- इलाहाबाद
- झांसी
- आगरा

14. दक्षिणपूर्व मध्य रेलवे (South East Central Railway, SECR)

इसका मुख्यालय बिलासपुर में स्थित है, जिसका उद्घाटन भारत के पूर्व प्रधानमंत्री श्री अटल बिहारी वाजपेयी ने सितंबर 1998 को किया था। इसे तीन डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- बिलासपुर
- नागपुर
- रायपुर

15. पूर्व तटीय रेलवे (East Coast Railway, ECoR)

पूर्वी तटीय रेलवे भारतीय रेलवे के नीले चिप क्षेत्रों में से एक अपने वर्तमान रूप में 1 अप्रैल 2003 से प्रभावी रूप से अस्तित्व में आई थी। तब से, नया जोनल रेलवे मुख्यालय उड़ीसा राज्य की राजधानी शहर भुवनेश्वर में स्थित है। रेलवे का भैगोलिक क्षेत्राधिकार हालांकि उत्तर पूर्वी आंध्र प्रदेश के श्रीकुलुलम, विजयनगरम और विशाखापत्तनम जिलों और छत्तीसगढ़ राज्य के बस्तर और दंतेवाड़ा जिलों के साथ उड़ीसा के लगभग सभी हिस्सों के साथ तीन राज्यों में फैला हुआ है। इसे तीन डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- खुर्दा रोड़
- विशाखापत्तनम
- संबलपुर

16. पूर्वमध्य रेलवे (East Central Railway, ECR)

पूर्वमध्य रेलवे भारत में 17 रेलवे जोनों में से एक है। इसका जोनल मुख्यालय हाजीपुर में स्थित है। इसे पांच डिवीजनों में विभाजित किया गया है—

- दानापुर
- मुगलसराय
- सोनपुर
- धनबाद
- समस्तीपुर

17. कोलकाता मेट्रो रेलवे (Kolkata Metro Railway)

इसका जोनल मुख्यालय और डिवीजन कोलकाता में ही स्थित है।

1.5 रेल परिवहन के लाभ (Advantages of Rail Transport)

रेल परिवहन के प्रमुख लाभ निम्नलिखित है—

1. रेलवे के सुचारु संचालन के लिए आवश्यक कर्मचारियों के रूप में लोगों को रोजगार।
2. वाणिज्यिक खेती को प्रोत्साहन।
3. रेलवे लाइन बिछाने से उस क्षेत्र के भूमि मूल्यों में वृद्धि से राष्ट्रीय धन में वृद्धि।
4. बाढ़ व आपात जैसी स्थिति में भोजन व कपड़ों आदि का परिवहन।
5. लोगों के दिमाग में एक राष्ट्रीय एकता का विकास।
6. जनता के सामाजिक दृष्टिकोण को व्यापक बनाना क्योंकि लोग देश के सभी हिस्सों का दौरा कर सकते हैं।
7. धार्मिक स्थलों तक आसानी से पहुँच।
8. सुविधाजनक व सुरक्षित परिवहन।
9. कच्चे मालों की गतिशिलता के कारण औद्योगिक विकास।
10. अन्य परिवहन की तुलना में सस्ता परिवहन।
11. केन्द्रिय प्रशासन का आसान नियंत्रण।
12. बड़े पैमाने पर जनसंख्या का पलायन।

1.6 भारतीय रेल मंत्रालय के सार्वजनिक उपक्रम (Public undertaking of the Indian Ministry of Railways)

भारतीय रेल मंत्रालय के प्रशासनिक नियंत्रण से मुख्य रूप से 10 सार्वजनिक उपक्रम कार्य करते हैं। जिनके नाम नीचे दिये गये हैं—

1. Rail India Technical and Economic Service Limited (RITES)
2. Indian Railway Construction (IRCON) International Limited.
3. Container Corporation of India Limited (CONCOR).
4. Indian Railway Finance Corporation Limited (IRFC)
5. Konkam Railway Corporation Limited (KRCL)
6. Indian Railway Catoring and Tourism Corporation Limited (IRCTC)
7. Railtel Corporation of India Limited (Rail Tel)
8. Rail Vikas Nigam Limited (RVNL)
9. Mumbai Rail Vikas Nigam Limited (MRVNL)
10. Dedicated Freight Corridor Corporation of India Limited (DFCCIL)

1.7 जन परिवहन व्यवस्था (Mass Transportation System)

जन परिवहन एक प्रकार की परिवहन प्रणाली है जिसमें बड़ी संख्या में लोगों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक वाहन या वाहनों के संयोजन द्वारा ले जाया जाता है।

जैसे—हवाई जहाज, रेलवे, बसें इत्यादि बड़े पैमाने पर इसके उदाहरण है।

शब्द "मास ट्रांसिट (Mass Transit)" का प्रयोग आमतौर पर बड़े पैमाने पर परिवहन के पर्याय के रूप में किया जाता है। दुनिया के कई देशों में मास ट्रांजिट राष्ट्र की परिवहन प्रणाली का एक महत्वपूर्ण घटक है।

वर्तमान समय के विकसित देशों में बड़े पैमाने पर जन परिवहन में गिरावट आयी है, क्योकि परिवहन का प्राथमिक साधन निजी वाहन बन गया है, जो आमतौर पर एक समय में दो या तीन यात्रियों के लिए सम्भव है।

1.7.1 जन परिवहन के लाभ (Advantages of Mass Transportation)

जन परिवहन से मुख्य निम्न लाभ होते हैं—

(i) एक बार में अधिक यात्रियों को ले जाया जाता है।
(ii) यात्रियों पर आने वाला खर्च कम होता है।
(iii) यह निजी वाहनों की तुलना में प्रति व्यक्ति कम जगह लेता है।
(iv) लम्बी यात्रा में सुखदायी होते हैं।
(v) प्रति व्यक्ति यह निजी वाहनों की तुलना में कम प्रदूषण फैलाते है।

1.7.2 जन परिवहन की हानियाँ (Disadvantages of Mass Transportation)

जन परिवहन से फायदे के साथ-साथ कुछ कमियाँ भी हैं, जो निम्नलिखित हैं—

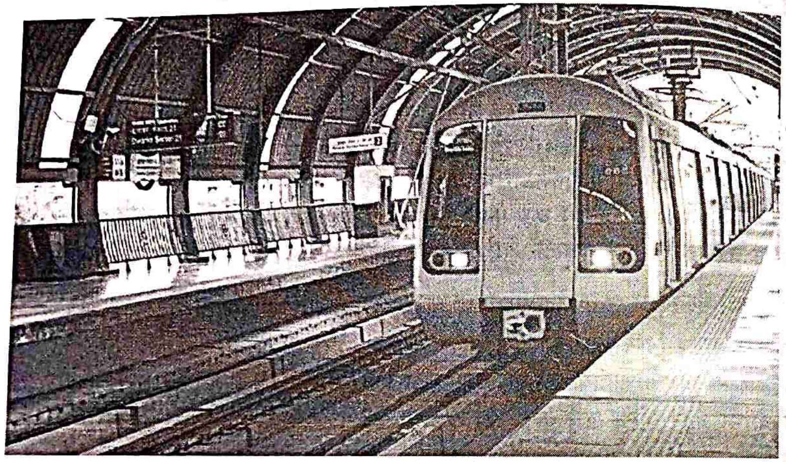
(i) यह केवल उन क्षेत्रों में सम्भव है जहाँ अधिक आबादी है।
(ii) प्रति वर्ग मील में निवासियों की संख्या कम होने पर इस प्रणाली की क्षमता कम हो जाती है।
(iii) जन परिवहन असुविधाजनक व भीड़-भाड़ से युक्त हो सकती है।
(iv) यह प्रणाली निर्माण व संचालन के लिए मंहगी पड़ती है।
(v) इस प्रणाली में वाहन अपने निर्धारित समय पर ही चलाये जाते हैं।

1.8 मेट्रो रेल (Metro Rail)

मेट्रो रेल को MRTS (Mass Rapid Transport System) भी कहा जाता है। यह एक ऐसी Transportation System है जिसकी मदद से बहुत से लोग एक समय में एक जगह से दूसरी जगह बड़ी आसानी से यातायात कर सकते हैं। यह बहुत ही convenient, fast, efficient और reliable माध्यम है। इसमें ज्यादा ऊर्जा भी खर्चा नहीं होती है क्योंकि एक रिसर्च से पता चलता है कि इसने प्रति व्यक्ति के 5 भागों में से 1 भाग तक की ऊर्जा खर्च होती है यदि हम किसी traditional trains की बात करें तो।

चूँकि यह Electricity से चलती है इसलिए यह बहुत ही Eco Friendly भी है और यह प्रदूषण नहीं फैलाता है। इसमें यात्रियों के लिए बहुत सारी व्यवस्था की गई है जिससे कि उनकी यात्रा बहुत ही आरामदायक हो इसमें यात्रा शुल्क भी बहुत ही कम है यदि हम किसी दूसरे माध्यम की बात करें तो यह एक ऐसी Public Transport है जो बहुत ही कम समय में यात्रियों को अपने गंतव्य स्थान तक पहुँचा देता है जिससे उनकी इस Public Transport के प्रति आस्था बढ़ गई है।

बढ़ती जनसंख्या को यातायात की सुविधा प्रदान करने में मेट्रो रेल का एक बहुत बड़ा योगदान रहा है। इसकी मदद से एक साथ बहुत से लोग एक जगह से दूसरी जगह बड़ी आसानी से जा सकते हैं क्योंकि अधिकतर जगह अंडरग्राउंड टनल (underground tunnels) में से यातायात करता है। इसलिए इससे ट्रैफिक की भी समस्या ना के बराबर है। देखा जाए तो हमारे देश में मेट्रो रेल करीब 20 साल से है लेकिन यातायात के लिए इसकी जरूरत ने इसे एक बहुत ही उपयोगी माध्यम बना दिया।



चित्र 1.1 : मेट्रो रेल (Metro Rail)

1.8.1 Metro Train के लाभ

Metro train के निम्नलिखित लाभ हैं—

1. यह बहुत ही सस्ते किस्म के बेहतरीन पब्लिक ट्रांसपोर्ट है जिसमें यात्री बड़ी आसानी से यात्रा कर सकते हैं।
2. अगर हम दूसरे ट्रांसपोर्ट की बात करें तो इसमें मेंटेनेंस के खर्चे काफी कम हैं।
3. हाईवे ट्रैक्स की तुलना करें तो इसके इंफ्रास्ट्रक्चर की कीमत बहुत ही कम है।
4. इसमें ट्रैफिक की समस्या नहीं होती है जिससे लोग बड़ी जल्दी से अपने लक्ष्य स्थल तक पहुँच जाते हैं।
5. इसमें प्रदूषण नहीं होता है क्योंकि यह इलेक्ट्रिक से चलता है।
6. इसको बनाने के लिए ज्यादा जगह की जरूरत नहीं है।

1.8.2 Metro Train के हानि

Metro train के निम्नलिखित हानि हैं—

1. इसके Fixed Routes allocate करनी पड़ती है हम किसी भी ट्रेन को किसी भी रूप पर नहीं भेज सकते।
2. कुछ जगह में अंडरग्राउंड टनलिंग (underground tunnels) की लागत बहुत ज्यादा भी हो जाती है।
3. शहर के सभी जगहों को इसके द्वारा नहीं जोड़ा जा सकता है अगर शहर को पहले से पूरी प्लानिंग से नहीं बनाया गया हो तो।

1.9 दिल्ली मेट्रो रेल (Delhi Metro Rail)

प्रदूषण द्वारा जान लेवा दुर्घटनाएँ और यातायात जाम की स्थिति से बचने के लिए सरकार ने राजधानी दिल्ली में मेट्रो रेल चलाने का कार्य शुरु किया है।

विश्व में अब तक जापान, कोरिया, हांगकांग, सिंगापुर, जर्मनी तथा फ्रांस में मेट्रो रेल परिचालित है। मेट्रो रेल को लेकर किये गये एक अध्ययन में पता चलता है। वर्तमान में राजधानी की सड़कों पर दौड़ने वाले वाहनों की संख्या पैंतीस लाख है। वाहनों की यह संख्या देश के तीन महानगरों कोलकाता, मुम्बई व चेन्नई के कुल वाहनों से कहीं अधिक है।

राजधानी की मुख्य सड़कों पर वाहनों की औसत गति पन्द्रह किलोमीटर प्रति घंटा है। इस रफ्तार को बढ़ाने और यातायात जाम की स्थिति से निपटने तथा सड़क हादसों में मेट्रो रेल काफी सहायक सिद्ध हो सकती है। 1991 की जनगणना के अनुसार दिल्ली की जनसंख्या 94 लाख थी। दस वर्षों बाद अर्थात् 2001 में यह संख्या बढ़कर एक करोड़ सैंतीस लाख के करीब पहुँच गयी। इस प्रकार दस वर्षों में 43 लाख लोग राजधानी में अन्य राज्यों से आये। इसी तरह वाहनों की संख्या भी दस प्रतिशत हर वर्ष बढ़ोत्तरी हो रही है जिसके कारण राजधानी वासियों को अच्छी परिवहन सुविधा उपलब्ध नहीं हो रही है। दिल्ली में मेट्रो रेल शुरू करने की मुख्य वजह यही है। सरकार की ओर से नई रेल लाइनों को बिछाकर दिल्ली के लोगों की यातायात समस्या कम करने का प्रयास किया गया।

भारत में मेट्रो रेल चलाने का श्रेय मेट्रो मैन के नाम से विख्यात ई. श्रीधरन को जाता है। ई. श्रीधरन का पूरा नाम Elattuvalapil Sreedharan है। भारत में मेट्रो रेल की शुरुआत और इसका विकास ई श्रीधरन के अथक प्रयासों के द्वारा ही संभव हो सका है।

दिल्ली मेट्रो रेल कॉरपोरेशन ने राजधानी में पहले चरण के तहत मेट्रो रेल की शाहदरा तीस हजारी खण्ड सेवा शुरू हो गई है। इसका उद्घाटन प्रधानमंत्री अटल बिहारी बाजपेयी ने 24 दिसम्बर, 2002 को किया। मेट्रो रेल अत्याधुनिक संचार व नियंत्रण प्रणाली से सुसज्जित है। इसके कोच अत्याधुनिक तकनीक तथा वातानुकूलित हैं। टिकट वितरण प्रणाली भी स्वचालित है। यह प्रणाली देश में पहली बार शुरू की गई है। स्टेशन में प्रवेश और निकासी की सुविधा भी एकदम आधुनिक है। यात्रियों की सुविधा के लिए मेट्रो स्टेशन परिसर पर एक्सेलेटर संस्थापित किये गये हैं।

मेट्रो यात्रियों को अन्य परिवहन साधन की सेवा लेने में दिक्कत न हो इसके लिए मेट्रो स्टेशनों को बस रुट से जोड़ा गया है। दूसरे चरण के तहत दिल्ली विश्वविद्यालय से न्यू आजादपुर, संजय गांधी ट्रांसपोर्ट नगर (8.6 किमी०), केन्द्रीय सचिवालय, बसन्त कुंज (18.2 किमी०) और बाराखम्बा रोड-इन्द्रप्रस्थ-नोएडा (15.3 किमी०) परियोजना अनुमोदित था। इसे पूरा करने का लक्ष्य वर्ष 2010 तक रखा गया था।

शाहदरा तीस हजारी (8.3 किमी०) पर मेट्रो रेल सेवा शुरू होने के बाद अब तीस हजारी से त्रिनगर के मध्य करीब 4.5 किमी० लम्बाई वाले रूट पर निर्माण कार्य जोर-शोर से जारी है। यह पूरा होने पर फिर इसे यहाँ से (त्रिनगर) से रिठाला के बीच करीब 8.5 किमी० मार्ग का निर्माण कार्य भी चल रहा है। इसके अलावा बाराखम्बा रोड से त्रिनगर (16 किमी०) का कार्य भी अभी शुरू किया जाना है। इसमें विकलांगों के लिए विशेष सुविधा है। भीड़-भाड़ भरी सड़कों, धुएँ धूल-मिट्टी से बचकर लोग इस वातानुकूलित ट्रेन से सफर कर यात्रा का आनन्द उठा रहे हैं। इसकी किराया दर भी अन्य परिवहन साधनों की अपेक्षा कम रखी गई है।

मेट्रो रेल के दरवाजे स्वचालित है। इसमें यात्री द्वारा अपने सामान ले जाने की अधिकतम भार पन्द्रह किग्रा० है। इसके अलावा यदि यात्री चाहे तो मासिक पास भी बनवा सकता है। मेट्रो रेल के कोच कोरिया से आयात किया गया है। मेट्रो रेल के तकनीकी कर्मचारी तकनीकी रूप से सक्षम होने के साथ-साथ विदेशों से भी प्रशिक्षण प्राप्त करके आये हैं।

दिल्ली मेट्रो रेल कॉरपोरेशन द्वारा एक प्रशिक्षण स्कूल की स्थापना भी की गई है। इसमें ड्राइवरों और परिचालनों संबंधी समय-समय पर कर्मचारियों को प्रशिक्षण दिया जाता है। तीस हजारी शहदरा खण्ड को छोड़कर अन्य कई रूटों पर निर्माणधीन मेट्रो परियोजना ऊपरी सतह के साथ-साथ भूमिगत भी हैं।

वर्तमान में एक अनुमान के अनुसार दिल्ली मेट्रो नेटवर्क में कुल 200 मेट्रो ट्रेनें चलती हैं। यह मेट्रो ट्रेनें लगभग 69000 किलोमीटर के सफर को रोजाना पूरा करती हैं। दिल्ली मेट्रो को विश्व की सबसे कम कार्बन उत्सर्जन करने वाली मेट्रो में से एक माना जाता है। दिल्ली मेट्रो रेल कॉरपोरेशन (DMRC) को विश्व के 18 इंटरनेशनल मेट्रो सिस्टम्स में से दूसरा स्थान दिया गया है।

1.10 मोनो रेल (Mono Rail)

मोनो रेल ऐसी ट्रेन हैं जो कि रेलवे लाइन पर नहीं बल्कि एक बीम के सहारे चलती है और इसके सारे कोच इसी बीम से जुड़े होते हैं। इसका पाथ सड़क मार्ग से लगभग 10 फीट या इससे भी अधिक ऊँचाई पर बनाया जाता है। जिससे कि यात्रियों को ट्रैफिक से निजात मिलती है, साथ ही यात्रियों की सुविधा का ख्याल रखा जाता है। इसमें सफर के दौरान दुर्घटना की संभावना भी नहीं रहती है, इसकी रफ्तार भी अन्य ट्रेनों और बसों से तेज होती है।

दुनिया की पहली मोनोरेल 1820 में रूस के ईवान इलमानोव के द्वारा बेहतर यातायात के विकल्प के तौर पर बनाई गयी थी। जिसके बाद 1821 में इसका पहला ट्रायल दक्षिणी लंदन के डप्टफोर्ड डॉकयार्ड के हार्डफोर शेयर से रिवर ली तक किया गया था। इसके बाद 1900 में गायरोमोनोरेल का परीक्षण किया गया। 1901 में इसका लिवरपूल से मैनचेस्टर के बीच भी प्रयोग किया गया। 1910 में गायरोमोनोरेल का प्रयोग अलास्का की खानों में कुछ समय तक किया गया। 1980 के बाद शहरीकरण के बढ़ने के साथ-साथ ही जापान और मलेशिया में इसका बेहतर इस्तेमाल किया गया। आज टोकियो मोनोरेल विश्व का सबसे व्यस्त नेटवर्क है, जिसका प्रयोग हर रोज एक लाख सत्ताइस हजार यात्री करते हैं।

1.11 मुम्बई मोनो रेल (Mumbai Mono Rail)

चित्र 1.2 : मोनो रेल (Mono Rail)

मुम्बई मोनोरेल भारतीय महानगर मुम्बई आधारित मोनोरेल निकाय है जो नगर में सार्वजनिक परिवहन के विस्तार के लिए बनाया गया है। यह परियोजना मुम्बई महानगर प्रदेश विकास प्राधिकरण द्वारा तैयार की गई। यह स्वतंत्र भारत की प्रथम मोनोरेल परियोजना है। इससे पूर्व कुण्डाला वैली रेलवे और पटियाला स्टेट मोनोरेल ट्रेनवेज़ 1920 में बन्द हो गये थे। इसका निर्माण कार्य जनवरी 2009 में आरम्भ हुआ और इसका प्रथम परिचालन लाइन का उद्घाटन 1 फरवरी 2014 को हुआ। मुम्बई मोनोरेल भारत की बहुप्रतीक्षित पहली मोनोरेल है। इसका उद्घाटन 1 फरवरी 2014 को महाराष्ट्र के मुख्यमंत्री पृथ्वीराज चव्हाण ने किया। पहली मोनोरेल मुंबई के वडाला मोनो रेल डिपो से दोपहर 3 बजकर 57 मिनट पर चली और लगभग 15 मिनट का सफर तय करके 4 बजकर 12 मिनट पर चेंबूर पहुँची। 2 फरवरी 2014 को इसे आम जनता के लिए खोल दिया गया।

मोनोरेल के आसमानी नीले, गुलाबी और हरे रंग के हर कोच में 20 यात्रियों के बैठने की जगह है जबकि अधिकतम 568 यात्री ट्रैवल कर सकते हैं। प्लेटफॉर्मों की न्यूनतम ऊँचाई करीब 5.5 मीटर है। अपने ट्रैक पर आने वाले मोड़ के दौरान 40 डिग्री तक झुक जाती है जिससे इसकी यात्रा के अरामदेह रहने पर प्रश्नचिह्न भी लगाए जा रहे हैं।

प्रथम चरण में चेंबूर-वडाला के बीच दौड़ने वाली इस मोनोरेल के मार्ग की लंबाई 8.93 किलोमीटर है तथा इसमें सात स्टेशन हैं—वडाला, भक्ति पार्क, मैसूर कॉलोनी, वीपीसीएल, फर्टिलाइजर टाउनशिप, वीएनपी-आरसी मार्ग जंक्शन और चेंबूर। रेल 31 से 80 किलोमीटर प्रति घंटे की रफ्तार से दौड़ते हुए प्रथम चरण के पूरे मार्ग की यात्रा 15 से 20 मिनट में पूरी करेगी। मुंबई मोनोरेल का किराया 5-19 रुपये रखा गया है। मुंबई मोनोरेल पर 3000 करोड़ रुपये की लागत आई है।

1.12 रेल परिवहन और सड़क परिवहन में तुलना (Comparison Between Roadways and Rail Transport)

रेल परिवहन व सड़क परिवहन की अपनी-अपनी विशेषताएँ हैं, कुछ प्रमुख तुलना नीचे तालिका में दर्शाए गये हैं—

क्र०सं०	विवरण	रेल परिवहन	सड़क परिवहन
1.	दुर्घटना दर	कम होता है।	अधिक होता है।
2.	यातायात खर्च	अधिक दूरी के लिए बहुत कम होता है।	अधिक होता है।
3.	अनुलम्ब ढाल	बहुत कम दिया जाता है।	रेलवे की तुलना में अधिक दिया जाता है।
4.	पहाड़ी क्षेत्र	उपयुक्त नहीं होता है।	उपयुक्त होता है।
5.	भार वहन क्षमता	अधिक भार वहन कर सकता है।	भार वहन क्षमता सीमित होती है।
6.	दूरी	अधिक दूरी के लिए भी उत्तम होता है।	कम दूरी के लिए उत्तम होता है।
7.	अनुरक्षण	लगातार अनुरक्षण कार्य करने पड़ते हैं।	निर्धारित समय पर किये जाते हैं।
8.	समय-सीमा	गाड़ियाँ अपने निर्धारित समय पर ही चलती हैं।	कोई समय-सीमा की बन्धन नहीं होती है।
9.	निर्माण तल की चौड़ाई	कम होती है।	अधिक होती है।
10.	उपयोग	ट्रेन के संचालन के लिए ही बाध्य होता है।	अनेक प्रकार के गाड़ियों का प्रयोग किया जाता है; जैसे—कार, बस, मोटरसाइकिल, साईकिल, पैदल इत्यादि।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- रेलवे की उत्पति सर्वप्रथम इंग्लैंड में हुई थी जहाँ 13 से 16 किलोमीटर प्रति घंटे की गति से सड़क पर दौड़ाया गया था।
- 1789 में पत्थर के खंडों पर आराम करने वाले ढलवा लोहे की रेल पेश किए गए थे।
- एक फ्रांसीसी मैकेनिक निकोलस जोसेफ कुग्नोट (Nicholas Joseph Cugnot) थे जिन्होंने सन् 1969 में भाप इंजन का आविष्कार और निर्माण किया था।
- 1786 में स्कॉटिश इंजीनियर विलियम मर्डोक (William Murdoch) तथा 1797 रिचर्ड ट्रेवीथिक ने भाप इंजन का मॉडल प्रस्तुत किया।
- इतिहास में पहला सार्वजनिक रेलवे 27 सितंबर 1825 को इंग्लैंड में यातायात कि लिए खोला गया था।
- भारत में पहली रेलवे लाइन 16 अप्रैल 1853 में मुंबई और ठाणे के लिए 33 किलोमीटर की दूरी पर यातायात के लिए खोली गई।
- भारतीय रेल एशिया का दूसरा सबसे बड़ा रेल नेटवर्क है।
- भारतीय रेलवे में 1600000 से भी अधिक कर्मचारी कार्य करते हैं।
- इस समय भारत में लगभग 115000 किलोमीटर लंबे रेलमार्ग का जाल फैला हुआ है।
- भारतीय ट्रेनों में प्रतिदिन लगभग 2.5 करोड़ लोग यात्रा करते हैं।
- भारत में छोटे-बड़े कुल मिलाकर 7500 रेलवे स्टेशन है।
- उत्तर प्रदेश के गोरखपुर में स्थित रेलवे प्लेटफार्म विश्व का सबसे लंबा प्लेटफार्म है।
- भारत में ऑनलाइन टिकट बुक करने की सुविधा 3 अगस्त 2002 को शुरू की गई थी।

- भारतीय रेलवे में कुल 17 जोन व 73 डिवीजन हैं।
- Metro rail को मास रैपिड ट्रांसपोर्ट सिस्टम ही कहा जाता है।
- दिल्ली मेट्रो रेल कॉरपोरेशन ने राजधानी में पहले चरण के तहत मेट्रो रेल की सुहागरात तीस हजारी खंड सेवा शुरू हो गई है।
- इसका उद्घाटन प्रधानमंत्री अटल बिहारी बाजपेई ने 24 दिसम्बर 2002 को किया था।
- दिल्ली मेट्रो का दूसरे चरण के तरह दिल्ली विश्वविद्यालय से न्यू आजादपुर संजय गांधी ट्रांसपोर्ट नगर केंद्रीय सचिवालय बसंत कुंज और बाराखंबा रोड़ इंद्रप्रस्थ नोएडा योजना अनुमोदित है।
- वर्तमान में एक अनुमान के अनुसार दिल्ली मेट्रो नेटवर्क में कुल 200 ट्रेनें चलती हैं।
- दिल्ली मेट्रो ट्रेन में लगभग 69000 किलोमीटर के सफर को रोजाना पूरी करती है।
- दिल्ली मेट्रो रेल कॉरपोरेशन को विश्व के 18 इंटरनेशनल मेट्रो सिस्टम में से दूसरा स्थान दिया गया है।
- दुनिया की पहली मोनोरेल 1820 में रूस के इवान इलमानोव के द्वारा बेहतर यातायात के विकल्प के तौर पर बनाई गई थी।
- 1821 में मोनोरेल का पहला ट्रायल दक्षिणी लंदन के डप्टफॉर्ड डाकयार्ड के हर्डफोरशेयर से रिवर ली तक किया गया था।
- मुंबई मोनोरेल का कार्य जनवरी 2009 में प्रारंभ हुआ और इसका प्रथम परिचालन लाइन का उद्घाटन 1 फरवरी 2014 को हुआ है।
- मुंबई मोनोरेल भारत की बहुप्रतीक्षित पहली मोनोरेल है।
- 2 फरवरी 2014 को इसे आम जनता के लिए खोल दिया गया।
- प्रथम चरण के मोनोरेल के मार्ग की लंबाई 8.93 किलोमीटर है।
- मुंबई मोनोरेल पर ₹ 3000 करोड़ की लागत आई है।

अभ्यास प्रश्न

1. भारतीय रेलवे के इतिहास पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
2. भारतीय रेलवे के विकास पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
3. भारतीय रेलवे में कितने जोन और डिवीजन है? विस्तार पूर्वक समझाइए।
4. रेल परिवहन के लाभ लिखिए।
5. भारतीय रेल मंत्रालय के कौन-कौन से सार्वजनिक उपक्रम हैं? लिखिए।
6. जन परिवहन व्यवस्था पर टिप्पणी लिखिए।
7. जन परिवहन के लाभ तथा हानियाँ लिखिए।
8. मेट्रो रेल पर टिप्पणी लिखिए।
9. मेट्रो ट्रेन के लाभ तथा हानि लिखिए।
10. दिल्ली मेट्रो रेल पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
11. मोनो रेल से आप क्या समझते हैं? समझाइए।
12. मुंबई मोनोरेल पर टिप्पणी लिखिए।
13. रेल परिवहन तथा सड़क परिवहन में तुलना कीजिए।

2
रेलवे सर्वेक्षण
(Railway Survey)

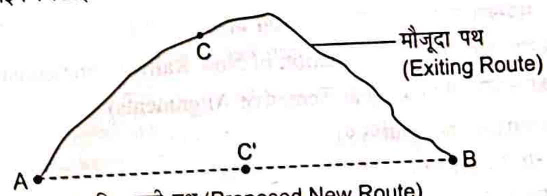
Inside this Chapter
- Introduction
- Factors Influencing the new railway line
- Surveying of a new Railway line

2.1 परिचय (Introduction)

दो स्थानों के बीच नई रेलवे लाइन के निर्माण के लिए उचित सर्वेक्षण की आवश्यकता होती है। नई रेलवे लाइन के लिए उपयुक्त संरेक्षण का प्रस्ताव करने के लिए कई चरण शामिल होते हैं।

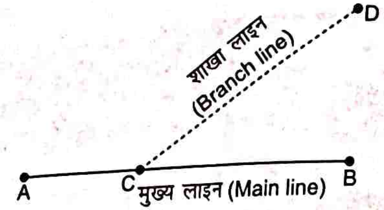
एक नई रेलवे लाइन को बिछाने के कुछ प्रमुख कारक निम्न हैं—

1. कभी-कभी रणनीतिक उद्देश्यों के लिए रेलवे लाइन द्वारा दो बिन्दुओं को जोड़ना आवश्यक हो जाता है। ताकि आपातकाल के मामले में, सेना को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु पर स्थानान्तरित किया जा सके।
2. दो व्यापारिक स्थानों को जोड़ने के लिए भी नई रेलवे लाइन प्रस्तावित की जाती है।
3. एक बन्दरगाह कभी-कभी देश के आंतरिक भाग से जुड़ा नहीं होता है। ऐसे मामलों में देश के आंतरिक भाग को बन्दरगाह और व्यापार केन्द्रों से जोड़ने के लिए एक नई रेलवे लाइन का होना आवश्यक हो जाता है।
4. जब दो बिन्दुओं के बीच एक रेलवे लाइन पहले से मौजूद हो जो लेकिन उस लाइन को छोटा करना सम्भव न हो तो एक नई रेलवे लाइन बिछाई जाती है। जिसे नीचे चित्र में दिखाया गया है।



चित्र 2.1

5. प्रस्तावित शाखा लाइन पर कुछ अन्य शहरों को विकसित करने के लिए एक मौजूदा मुख्य लाइन के लिए एक शाखा लाइन बिछाना कभी-कभी आवश्यक हो जाता है। जिसे चित्र 2.2 में दिखाया गया है।



चित्र 2.2

2.2 प्रस्तावित रेलवे लाइन को प्रभावित करने वाले कारक (Factors Influencing the Proposed Railway line)

प्रस्तावित रेलवे लाइन को निम्नलिखित तीन कारकों पर गंभीरता से विचार करते हुए अंतिम रूप से तय किया जाता है—

1. लागत (Cost)
2. सुरक्षा (Safety)
3. गति (Speed)

2.2.1 लागत (Cost)

रेलवे लाइन बिछाने की लागत न्यूनतम होनी चाहिए। रेलवे लाइन की लागत परियोजना की पूंजीगत लागत, रखरखाव लागत, नवीकरण खर्च और कामकाजी खर्चों से बनी होती है। इन सभी लागतों के योग को न्यूनतम तक लाने के लिए मार्ग का चुनाव करना चाहिए।

2.2.2 सुरक्षा (Safety)

यात्रियों व सामानों की रेलवे द्वारा सुरक्षित रूप से ले जाना चाहिए। अर्थात् ऐसे मार्ग का चुनाव करना चाहिए जिस पर ट्रेन दुर्घटनाओं की सम्भावना न्यूनतम हो।

2.2.3 गति (Speed)

रेलवे लाइन के लिए ऐसे मार्ग का चुनाव करना चाहिए जिस पर गाड़ियाँ अधिक गति से सुविधापूर्वक चलायी जा सके।

2.3 नई रेलवे लाइन के लिए सर्वेक्षण में चरण (Stages in Surveying for New Railway Line)

नई रेलवे लाइन के लिए सर्वेक्षण में शामिल विभिन्न चरण निम्नलिखित हैं—

1. नई रेलवे लाइन निर्माण की मान्यता (Validation of New Railway line construction)
2. अस्थायी संरेक्षण का अंकन (Marking at Tentative Alignments)
3. टोह सर्वेक्षण (Reconnaissance Survey)
4. अच्छे सर्वेक्षण का चयन (Selection of Good Alignment)
5. प्रारंभिक सर्वेक्षण (Preliminary Survey)
6. अंतिम सर्वेक्षण (Final Survey)
7. अंतिम सर्वेक्षण रिपोर्ट (Final Survey Report)

2.3.1 नई रेलवे लाइन निर्माण की मान्यता (Validation of New Railway Line Construction)

जहाँ भी नई रेलवे लाइन बिछानी होती है, तो सबसे पहले कुछ महत्वपूर्ण बिन्दुओं को ध्यान में रखकर रेलवे लाइन की व्यवहारिता को सही ठहराना होता है जो कि निम्न होते हैं—

(i) जिस क्षेत्र में रेलवे लाइन प्रस्तावित होती है उस क्षेत्र में रहने वाले लोगों की कुल संख्या को नोट किया जाता है।
(ii) क्षेत्र में उपस्थित जनसंख्या से आर्थिक रूप से यह देखा जाता है कि रेलवे विभाग इस प्रस्तावित रेलवे लाइन से कितना राजस्व अर्जित करेगा।
(iii) पुल, पुलियों, सुरंगों आदि की संख्या दर्ज करने के लिए उस क्षेत्र के स्थलाकृतिक मानचित्र का अध्ययन किया जाना चाहिए।
(iv) संरेखण तथा ग्रेडिएंट का अध्ययन करने के लिए, उस क्षेत्र के समोच्च मानचित्र (Contour Map) का अध्ययन किया जाना चाहिए।
(v) रेलवे लाइन द्वारा सभी उद्योगों (Industries) को जोड़ने के लिए उन क्षेत्र के औद्योगिक मानचित्र का अध्ययन किया जाना चाहिए।
(vi) उस क्षेत्र में पहले से उपस्थित कृषि, प्राकृतिक और औद्योगिक संसाधनों की जानकारी भी एकत्रित किया जाना चाहिए।
(vii) धार्मिक स्थानों, व्यापारिक केन्द्रों, बाजारों आदि की उपस्थिति पर भी ध्यान दिया जाना चाहिए।
(viii) कुल राजस्व की मात्रा पर एक अनुमान लगाया जाना चाहिए जो यात्रियों व माल आदि से एकत्रित हो सकता है।

2.3.2 अस्थायी संरेखण का अंकन (Marking of Tentative Alignment)

नई रेलवे लाइन को बिछाने से पहले उपरोक्त बिन्दुओं पर विचार करने के पश्चात् अलग-अलग संरेखणों को चिन्हित किया जाता है, जो नई रेलवे लाइन बिछाने के लिए सम्भावित होते हैं। संरेखणों का अंकन करते समय कुछ बिन्दुओं पर विशेष ध्यान दिया जाता है, जो निम्न हैं—

(i) संरेखण की लम्बाई कम से कम होनी चाहिए।
(ii) संरेखण को कम मूल्यवान भूमि से गुजरना चाहिए तथा इसे उच्च मूल्य वाली भूमि से नहीं गुजरना चाहिए। जैसे कि गाँवों या शहरों के केन्द्र बिन्दु व मूल्यवान संरचनाएँ आदि।
(iii) संरेखण जितना हो सके सीधा होना चाहिए तथा वक्रों की संख्या कम से कम होनी चाहिए।
(iv) मिट्टी भरने की लागत को खत्म करने के लिए रिज लाइनों (Ridge line) पर संरेखण को चिन्हित किया जाना चाहिए। इसलिए यदि कोई घाटी या अवसाद (Valley or depressions) है तो उनसे बचना चाहिए। परन्तु यदि चिन्हित करना आवश्यक हो तो टोह सर्वेक्षण के समय इस पर विशेष ध्यान देना चाहिए।
(v) संरेखण को धार्मिक स्थलो, मंदिरों, चर्चों, मस्जिदों आदि से नहीं गुजारना चाहिए।
(vi) संरेखण को नदी पर हमेशा लंबवत ही पार कराना चाहिए।

2.3.3 टोह सर्वेक्षण (Reconnaissance Survey)

उपरोक्त विधि में चिन्हित संरेखणों में से एक संरेखण चिन्हित करने के लिए टोह सर्वेक्षण किया जाता है। इस सर्वेक्षण में प्रत्येक संवेक्षण के लिए बहुत सी जानकारियाँ एकत्र की जाती है, जो निम्नलिखित हैं—

(i) प्रिज्मीय कम्पास (Prismatic Compass) का उपयोग करके संरेखण की रेखाओं के चुंबकीय बीयरिंग का पता लगाया जाता है और दूरियों को कदम (steps) द्वारा ही पता करते है और इन मापों को फिल्ड बुक (Field Book) में नोट कर लिया जाता है।
(ii) संरेखण के आसपास के क्षेत्र का (लगभग 100 मीटर त्रिज्या) अच्छे से अध्ययन किया जाता है और विभिन्न वस्तुओं की स्थिति का पता लगाया जाता है।
(iii) उस क्षेत्र में उपस्थित जल स्तर का भी पता लगाया जाता है। जिसके लिए बोरिंग का उपयोग किया जाता है।
(iv) मृदा सर्वेक्षण (Soil Survey) को भी संरेखण के साथ ही किया जाता है।
(v) पुलों, पुलियों आदि की संख्या और संरेखण के साथ उनके विवरण पर भी ध्यान दिया जाता है।
(vi) संरेखण के साथ एड़क, नदी-नाले व क्रांसिग पांइट (crossing point) इत्यादि की संख्या भी नोट किया जाता है।
(vii) संरेखण में आने वाले वक्र (curve) पर भी ध्यान दिया जाता है।

(viii) संरेखण में पड़ने वाले उतार व चढ़ाव (Fall and Rise) पर भी विशेष ध्यान दिया जाता है।
(ix) क्षेत्र में उपस्थित निर्माण सामग्री और उसके परिवहन की विधियों पर ध्यान दिया जाता है।
(x) श्रमिकों की उपलब्धता व उनके रहने की व्यवस्था पर भी ध्यान दिया जाता है।
(xi) पिछले 10 वर्षों के वर्षा की स्थिति व नदी व नहरों के विसर्जन (Discharge) पर भी ध्यान दिया जाता है।
(xii) यदि संरेखण किसी निजी भूमि (Private properties) से गुजरती है तो उस भूमि के स्वामी (owner) की भी जानकारी एकत्र की जाती है।

2.3.4 अच्छे सर्वेक्षण का चयन (Selection of Good Alignments)

जब चिन्हित सभी अस्थायी संरेखण के लिए टोह सर्वेक्षण पूरा हो जाता है, तो इस चरण में कुछ अच्छे संरेखण चुने जाते हैं। इसका चयन निम्नलिखित बिन्दुओं के आधार पर किया जाता है—

(i) एक अच्छा संरेखण हमेशा छोटा और किफायती होता है।
(ii) एक अच्छा संरेखण राजस्व की काफी मात्रा उत्पन्न कर सकता है।
(iii) एक अच्छे संरेखण में ब्रिज या पुल की न्यूनतम संख्या होती है।
(iv) अच्छे संरेखण में मिट्टी की भराव व खुदाई न्यूनतम होनी चाहिए।
(v) ऊर्ध्वाधर वक्र (Vertical curve) वाले संरेखण को समाप्त किया जाना चाहिए।
(vi) निर्माण सामग्री और श्रमिकों की उपलब्धता यथासम्भव निकट होनी चाहिए।
(vii) एक अच्छा संरेखण उस क्षेत्र के सभी महत्वपूर्ण और भीड़-भाड़ वाले क्षेत्र को जोड़ना चाहिए।
(viii) यात्रियों के लिए स्टेशन यार्ड या स्थान आसानी से उपलब्ध हो सकता है।
(ix) संरेखण के लिए निर्माण लागत का अनुमान लगा लेना चाहिए।
(x) अच्छे संरेखण से बनने वाले रेलवे लाइन से एकत्र राजस्व का भी अनुमान लगाया जाता है।

2.3.5 प्रारम्भिक सर्वेक्षण (Preliminary Survey)

अच्छे संरेखण का चयन करने के बाद फिर अंत में केवल एक संरेखण का चयन करना होता है, लेकिन इस अंतिम चरण से पहले सभी अच्छे संरेखण के लिए प्रारम्भिक सर्वेक्षण किया जाता है। प्रारम्भिक सर्वेक्षण में निम्न बिन्दु शामिल होते हैं—

(i) सर्वप्रथम संरेखण के शुरुआती बिंदु (Starting point) पास में उपस्थित GTS Benchmark (Fly levelling के उपयोग से) की मदद से एक स्तम्भ (pillar) गाड़ दिये जाते हैं।
(ii) संरेखण पर 20 या 40 मीटर के अन्तराल पर अनुदैर्ध्य समतलन (Longitudinal levelling) किया जाता है।
(iii) प्रत्येक 100 मीटर के अन्तराल पर क्रास लेवलिंग (cross levelling) की जाती है।
(iv) अनुप्रस्थ (traverse) की प्रत्येक लाइन का magnetic bearing लेवल बुक (level book) में नोट कर लिया जाता है।
(v) एक मार्ग सर्वेक्षण मानचित्र तैयार किया जाता है, जो संरेखण के दोनों किनारों पर 100 मीटर भूमि का विवरण देता है। यह प्लेट टेवल सर्वेक्षण (Plane table survey) या प्रिज्मीय कम्पास सर्वेक्षण (Prismatic compass survey) द्वारा किया जाता है।
(vi) प्रत्येक 2 किलोमीटर पर या नियमित अन्तराल पर स्थायी बेंचमार्क (permanent bench mark) स्थापित किए जाते हैं।
(vii) उस क्षेत्र के मृदा की धारण क्षमता तथा जलस्तर भी नोट कर लिया जाता है।
(viii) नदी के क्रॉसिंग पर नदी के अनुप्रस्थ काट, चौड़ाई, जलस्तर, HFL, आदि विवरणों को नोट कर लिया जाता है।
(ix) सभी एकत्र की गई विवरणों से संरेखणों के लिए ड्राइंग (Drawing) तैयार किया जाता है।
(x) बनाई गई ड्राइंग की सहायता से एक अनुमानित प्राक्लन (approximate estimate) तैयार किया जाता है। जिसमें मृदा फार्म, पुल, पुलिया व बड़े संरचनाएँ आदि शामिल होते हैं।

2.3.6 अंतिम सर्वेक्षण (Final Survey)

प्रारम्भिक सर्वेक्षण के पूरा होने के बाद, सभी अच्छे संरेखण के बीच अंतिम संरेखण का चयन किया जाता है। जो संरेखण आर्थिक रूप से अन्य की तुलना में किफायती होती है उसका चयन किया जाता है परन्तु अंतिम मंजूरी से पहले, अंतिम सर्वेक्षण किया जाता है जिसमें निम्नलिखित चरण शामिल होते हैं—

(i) प्रत्येक 1000 मीटर के अन्तराल के साथ संरेखण की केन्द्र रेखा के साथ चिनाई स्तम्भ (Masonry Pillar) बनाए जाते हैं। इन स्तम्भों की स्थिति रेलवे लाइन के लिए आवश्यक चौड़ाई को प्रदर्शित करते हैं। इन खूंटो या स्तम्भों के बीच में 30 मीटर का अन्तराल दिया जाता है।
(ii) स्टेशन यार्ड (Station Yard) को आवश्यक बिन्दुओं पर चिन्हित किया जाता है।
(iii) लेवल क्रासिंग (Level Crossing) व पुल-पुलियों आदि को चिन्हित किया जाता है।
(iv) इन स्तमभों के साथ ब्रिज (Bridge) के लिए स्थान का प्रावधान किया जाता है।
(v) वक्र के लिए स्पर्श रेखा (Tangent line) व अन्य आवश्यक रेखा चिन्हित किये जाते हैं।
(vi) रेलवे लाइन में पड़ने वाले संपत्तियों के मुआवजे का अनुमान लगाया जाता है और ऐसे सभी स्थानों को चिन्हित कर लिया जाता है।

2.3.7 अंतिम सर्वेक्षण रिपोर्ट (Final Survey Report)

जब संरेखण का अंतिम सर्वेक्षण पूरा हो जाता है तो अंतिम संरेखण के लिए एक रिपोर्ट (Report) तैयार की जाती है और इसे अनुमोदन (Approval) के लिए प्रस्तुत किया जाता है। रिपोर्ट में निम्नलिखित विवरण शामिल होते हैं—

(i) परियोजना का परिचय (Project Introduction)
(ii) परियोजना की आवश्यकता (Necessity of Project)
(iii) अंतिम संरेखण का औचित्य (Justification of Final alignment)
(iv) अंतिम संरेखण का विवरण जैसे इसकी लम्बाई, क्षेत्र, पुलों की संख्या, पुलिया व क्रासिंग आदि (Details of final alignment like its length, area, number of bridge, culvert and crossings etc.)
(v) प्राक्लन शीट (Estimation sheet)
(vi) विशिष्टता विवरण (Specification details)
(vii) राजस्व अपेक्षित (Revenue expected)
(viii) परियोजना की सिफारिश (Recommendation of Project)

इस रिपोर्ट के साथ उपयुक्त पैमाने पर कुछ नक्शे (Maps) भी संलग्न होते हैं जो निम्न हैं—

(i) उस क्षेत्र का मानचित्र (Map of the area)
(ii) मार्ग का सर्वेक्षण मानचित्र (Route survey map)
(iii) संरेखण के अनुदैर्ध्य खण्ड (Longitudinal section of alignment)
(iv) संरेखण का क्रॉस सेक्शन (Cross section of alignment)
(v) स्टेशन यार्ड का नक्शा (Map of station yard)
(vi) संरेखण के साथ पुल-पुलिया, सुरंग आदि का ड्राइंग (Drawing of culverts, bridge, tunnel etc. to be constructed along the alignment)
(vii) स्टेशन भवन व यार्ड आदि के चित्र (Drawing of station buildings and yards etc.)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

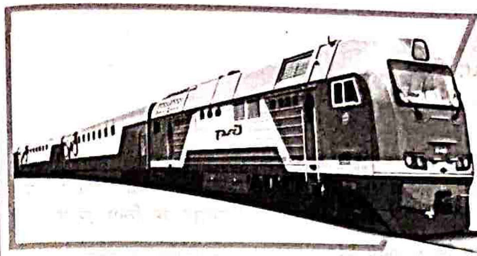
- प्रस्तावित रेलवे लाइन को निम्नलिखित तीन कारको पर गंभीरता से विचार करते हुए अंतिम सूचित किया जाता है—

1. लागत 2. सुरक्षा 3. गति

- नई रेलवे लाइन के सर्वेक्षण में शामिल विभिन्न चरण निम्नलिखित हैं—
  1. नई रेलवे लाइन निर्माण की मान्यता
  2. अस्थाई संरेखण का अंकन
  3. टोहसर्वेक्षण का चयन
  4. अच्छी सर्वेक्षण का चयन
  5. प्रारंभिक सर्वेक्षण
  6. अंतिम सर्वेक्षण
  7. अंतिम सर्वेक्षण रिपोर्ट
- जहाँ नई रेलवे लाइन बिछी नहीं होती है तो सबसे पहले कुछ महत्वपूर्ण बिन्दुओं को ध्यान में रखकर रेलवे लाइ की व्यवहारिकता को सही ठहराना होता है।
- मृदा सर्वेक्षण को भी संरेखण के साथ ही किया जाता है।
- पुल-पुलियों आदि की संख्या और संरेखण के साथ उनके विवरण पर भी ध्यान दिया जाता है।
- संरेखण में आने वाले वक्र पर भी ध्यान दिया जाता है।
- संरेखण में पढ़ने वाले उतार-चढ़ाव पर भी विशेष ध्यान दिया जाता है।
- संरेखण पर 20 या 40 मीटर के अंतराल पर अनुदैर्ध्य समतलन किया जाता है।
- प्रत्येक 100 मीटर के अंतराल पर क्रश लेवलिंग की जाती है।
- प्रत्येक 2 किलोमीटर या नियमित अंतराल पर अस्थाई बेंच मार्क स्थापित किए जाते हैं।
- एभी एकत्र की गई विवरणों से संरेखण के लिए ड्राइंग तैयार किया जाता है।
- जब संरेखण का अंतिम सर्वेक्षण पूरा हो जाता है तो अंतिम संरेखण के लिए एक रिपोर्ट तैयार की जाती है और इ अनुमोदन के लिए प्रस्तुत किया जाता है। रिपोर्ट में निम्नलिखित विवरण शामिल होते हैं।
  1. परियोजना का परिचय
  2. परियोजना की आवश्यकता
  3. अंतिम संरेखण का औचित्य
  4. अंतिम संरेखण का विवरण
  5. प्राकलन शीट
  6. विशिष्टता विवरण
  7. राजस्व अपेक्षित
  8. परियोजना की सिफारिश

अभ्यास प्रश्न

1. एक नई रेलवे लाइन बिछाने के लिए कौन-कौन से प्रमुख कारण हैं? लिखिए।
2. प्रस्तावित रेलवे लाइन को प्रभावित करने वाले कारक लिखिए।
3. नई रेलवे लाइन के लिए सर्वेक्षण के चरण लिखिए।
4. एक नई रेलवे निर्माण की मान्यताओं को समझाइए।
5. अस्थाई संग्रह खंड के अंकन पर टिप्पणी लिखिए।
6. निम्न पर टिप्पणी लिखिए—
   - टोह सर्वेक्षण
   - अंतिम सर्वेक्षण
   - प्रारंभिक सर्वेक्षण
7. अच्छे सर्वेक्षण का चयन करते समय किन-किन बातों पर ध्यान दिया जाता है? लिखिए।
8. नए रेलवे लाइन के निर्माण में अंतिम सर्वेक्षण रिपोर्ट से आप क्या समझते हैं? लिखिए।



3 स्थायी मार्ग और रेल गेज (Permanent Way and Rail Gauge)

Inside this Chapter
- Permanent Way
- Components of Permanent Way
- Rail Gauge
- Types of Rail Gauge
- Requirement of Good Railways Track

3.1 स्थाई मार्ग (Permanent Way)

इस्पात की दो समांतर पटरियों द्वारा बना वह मार्ग जिस पर रेल गाड़ी चलती है, रेलमार्ग या रेल पथ कहलाता है। इसे रेलगाड़ी का स्थाई मार्ग (permanent way) भी कहा जाता है।

3.2 एक स्थायी मार्ग की आवश्यकताएँ (Requirement of a Permanent Way)

स्थायी मार्ग की मूल भूत आवश्यकताएँ निम्नलिखित हैं—

(i) गेज समान और सही होना चाहिए।
(ii) दोनों रेल सीधी पटरी में समान स्तर पर होनी चाहिए।
(iii) वक्र पर बाहरी रेल के लिए उचित सुस्पष्टता प्रदान की जानी चाहिए।
(iv) स्थायी मार्ग को ठीक से डिजाइन किया जाना चाहिए ताकि ट्रेन का भार दो रेलों पर समान रूप से वितरित हो।
(v) ट्रैक में पर्याप्त पार्श्व शक्ति (lateral strength) होनी चाहिए।
(vi) त्रिज्या और अति वृद्धि, वक्रों पर प्रदान की गई, ठीक से डिज़ाइन की जानी चाहिए।
(vii) ट्रैक में निश्चित मात्रा में लोच होना चाहिए।
(viii) सभी जोड़ों, बिंदुओं और क्रॉसिंग को ठीक से डिज़ाइन किया जाना चाहिए।
(ix) स्थायी मार्ग का ड्रेनेज सिस्टम सही होना चाहिए।
(x) स्थायी तरीके से सभी घटकों को डिज़ाइन आवश्यकताओं को पूरा करना चाहिए।
(xi) इसमें आसान नवीनीकरण और मरम्मत के लिए पर्याप्त प्रावधान होना चाहिए।

3.3 स्थायी मार्ग के घटक (Components of Permanent Way)

स्थायी मार्ग के प्रमुख घटक निम्न हैं—

(a) रेल (Rail)
(b) स्लीपर (Sleeper)

(c) गिट्टी (Ballast)
(d) रेल बन्धक तथा स्थायक (Rail fastening & fixtures)
(e) निर्माण तल (Formation)

(a) रेल (Rail)

यह बेल्लित इस्पात की I-परिच्छेद की बनी होती है। जिसका ऊपरी सिरा (शीर्ष) मोटा तथा निचला सिरा (फ... चपटा होता है। दो रेलों को जोड़कर एक पटरी बनाई जाती है। रेलों की लम्बाई की दिशा में जोड़ने के लिए इस्पात... फिश प्लेट (Fish plate) तथा फिश बोल्ट (Fish bolt) का प्रयोग किया जाता है।

(b) स्लीपर (Sleeper)

स्लीपर इस्पात, लकड़ी, कंक्रीट अथवा ढलवा लोहे के बने होते हैं। जो रेल के नीचे उचित अन्तराल पर लगाये ... हैं। रेलों को स्लीपर पर रखकर बन्धकों द्वारा जकड़ दिया जाता है। रेलों पर आने वाले भार को गिट्टी पर स्थानान्तरित क... का भी कार्य स्लीपर करता है।

(c) गिट्टी (Ballast)

स्लीपरों को आधार प्रदान करने के लिए इनके नीचे साइड़ों तथा सिरों पर बड़े व सामर्थ्यवान पत्थरों को तोड़... डाला जाता है। ट्रैक से वर्षा की पानी के निकासी में भी मदद करता है।

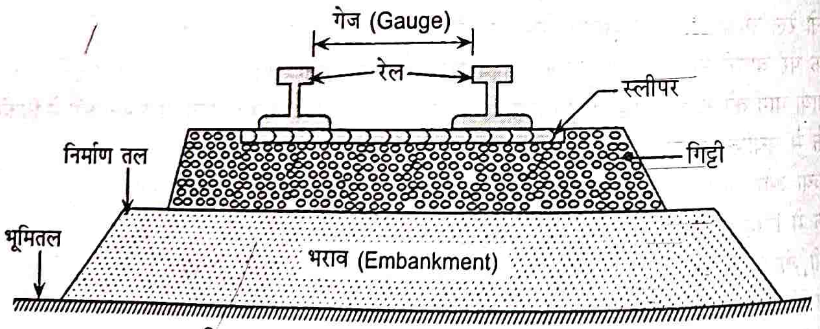
(d) रेल बन्धक तथा स्थायक (Rail Fastening & Fixation)

रेल पर स्लीपर जोड़ने के लिए बन्धक तथा स्थायक का प्रयोग किया जाता है। इसके लिए पैनड्रोल क्लिप को प्रयो... किया जाता है। यह इस्पात का बना होता है।

(e) निर्माण तल (Formation)

यह रेल मार्ग या स्थायी मार्ग का आधार होता है। जिसे मिट्टी के भराव (Embankment) अथवा कटान (Cutting... द्वारा बनाया जाता है। यह सामान्यत: बाढ़ तल से 60 सेमी. ऊपर रखा जाता है।

निर्माण तल के ऊपर ही क्रमानुसार गिट्टी, स्लीपर तथा रेले बिछायी जाती है।



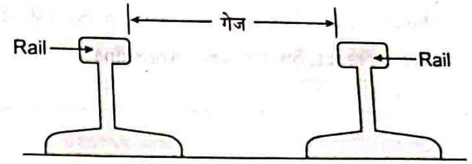
चित्र 3.1 : स्थायी मार्ग (Permanent way)

3.4 रेल गेज (Rail Gauge)

भारत में एक रेलवे ट्रैक के गेज को दो रेलों के आंतरिक फलकों के बीच स्पष्ट न्यूनतम लंबवत् दूरी के रूप ... परिभाषित किया गया है जैसे कि चित्र 3.2 में दिखाया गया है। अन्य देशों में, गेज को रेल या रेल टेबल के ऊपर से ए... निश्चित ऊर्ध्वाधर दूरी पर दो रेलों के आंतरिक फलकों के बीच मापा जाता है। यूरोप में, गेज को रेल टेबल के 14 मि...

नीचे मापा जाता है, अमेरिका में इसे रेल टेबल के 15.88 मिमी नीचे मापा जाता है, और जापान में, इसे रेल टेबल के 16 मिमी नीचे मापा जाता है।

रेलों को स्लीपर पर निर्धारित गेज के अनुसार जकड़ दिया जाता है। ट्रेन की सुरक्षा गेज की शुद्धता पर निर्भर करती है। गेज के बिगड़ने पर रेलगाड़ी के पहिए पटरी से उतर जाते हैं जिससे भयानक दुर्घटना होने की संभावना होती है अलग-अलग देशों में अलग-अलग रेल गेज अपनाई जाती है जैसा कि ऊपर वर्णित किया गया है।



चित्र 3.2 : गेज (Gauge)

3.5 रेल गेज के प्रकार (Types of Rail Gauge)

वर्तमान समय में भारत में तीन प्रकार के रेल गेज अपनाये जाते हैं—

1. बड़ी गेज (Broad Gauge)
2. मीटर गेज (Meter Gauge)
3. सकरी गेज (Narrow Gauge)

उपरोक्त रेल गेज की मानक चौड़ाई निम्न होती है—

क्र०सं०	रेल गेज के प्रकार	चौड़ाई
1.	बड़ी गेज (Broad Gauge)	1·676 मी०
2.	मीटर गेज (Meter Gauge)	1·00 मी०
3.	सकरी गेज (Narrow Gauge)	0·762 मी०

लंबी दूरी तथा अधिक तेज गति से रेलगाड़ियों को चलाने के लिए बड़ी गेज का प्रयोग किया जाता है। बड़ी गेज को मानक गेज भी कहा जाता है। देश में रेलवे का तेजी से विकास करने के लिए मीटर गेज का प्रयोग किया गया तथा पर्वतीय क्षेत्रों में संकरी गेज (पतली लाइन) का प्रयोग किया जाता है।

अलग-अलग देशों में निम्न रेल गेज अपनाए जाते हैं—

RAILWAY GAUGES IN VARIOUS COUNTRIES

Gauge	Name of Countries
(1) *Broad Gauge :*	
(a) 1676 mm	India, Pakistan, Ceylon, Brazil, Argentina
(b) 1670 mm	Spain, Portugal
(c) 1600 mm	Ireland, South Australia
(d) 1524 mm	Russia, Finland

(2) *Standard Gauge :* (a) 1435 mm (b) 1451 mm	England, U.S.A., Canada, Turkey, Persia, China, Egypt, Australia, Java Europe (except Russia, Spain and Portugal)
(3) *Metre Gauge :* (a) 1067 mm (b) 1000 mm (c) 915 mm	South Africa, Japan, Java, Australia, New Zeland India, France, Switzerland, Argentina Ireland
(4) *Narrow Gauge :* (a) 762 mm (b) 610 mm	India, Britain India, South Africa

3.6 उपयुक्त रेल गेज का चयन (Choice of Suitable Rail Gauge)

रेल पथ के लिए उपयुक्त रेल गेज का चयन करते समय निम्न बातों पर विशेष ध्यान दिया जाता है—

1. रेल गेज का चयन करते समय क्षेत्र की स्थलाकृति (Topography) पर विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए। क्योंकि पहाड़ी क्षेत्रों में बड़ी गेज का प्रयोग करना सम्भव नहीं हो पाता है। जिससे वहाँ संकरी गेज का प्रयोग किया जाता है।
2. बड़ी गेज पर रेलगाड़ी अधिक गति से चलाना आसान होता है। इससे लम्बी दूरी को भी कम समय में तय किया जा सकता है।
3. बड़ी गेज अधिक भार वहन कर सकती है जबकि छोटी गेज की भार वहन क्षमता कम होती है इसलिए अधिक भार वहन के लिए बड़ी गेज का प्रयोग किया जाना चाहिए।
4. बड़ी गेज के निर्माण पर छोटी गेज (मीटर गेज तथा सकरी गेज) की तुलना में अधिक खर्च आता है। क्योंकि इसके लिए अधिक चौड़े स्टेशन, प्लेटफार्म इत्यादि और बड़े आकार के इंजन व डब्बे बनाने पड़ते हैं।
5. बड़ी गेज पर चलने वाली रेलगाड़ियों के डब्बों में सिटे छोटी गेज पर चलने वाली रेलगाड़ियों की तुलना में अधिक आरामदेय और सुविधाजनक होती है।

3.7 रेल गेज में समानता (Uniformity in Rail Gauge)

किसी भी देश में समान गेज होने से बहुत से परेशानियों को कम किया जा सकता है—

1. **गेज परिवर्तन से उत्पन्न होने वाली कठिनाई** (Problems caused by change of gauge)—गेज परिवर्तन होने पर निम्न कठिनाई उत्पन्न होती है—
   - **(i) यात्रियों को होने वाली कठिनाई** (Difficulties to passengers)—गेज परिवर्तन से यात्रियों को एक ट्रेन से दूसरे ट्रेन में जाने में समय नष्ट होता है तथा यात्रियों को कठिनाई भी होती है। एक ट्रेन से दूसरे ट्रेन में जाने पर यात्रियों को सामान उतारने चढ़ाने में तथा सीढ़ियों व ओवर ब्रिज पर सामान ले जाने में अत्यधिक कठिनाई होती है तथा दो गाड़ियों के बीच में समय ना उपलब्ध होने की वजह से गाड़ी के छूटने का भी डर बना रहता है।
   - **(ii) सामान भेजने में कठिनाई** (Difficulties for sending goods)—सामानों को उतारने तथा चढ़ाने के लिए श्रमिकों की आवश्यकता पड़ती है तथा इससे सामानों के टूटने-फूटने का भी डर बना रहता है। सामानों के गायब होने तथा निर्धारित जगह पर ना होने की वजह से सामान के मालिक को अनचाही समस्या का सामना करना पड़ सकता है। स्टेशनों पर सामानों को रखने के लिए भी स्टोर बनाने पड़ते हैं। सामान के मालिकों को इसके लिए अतिरिक्त खर्च उठाना पड़ता है।
   - **(iii) रोलिंग स्टॉक का अकुशल उपयोग** (Insufficient use of rolling stock)—यह बिल्कुल स्पष्ट है कि मीटर गेज के वैगन का उपयोग ब्रॉड गेज पर नहीं किया जा सकता है। इस प्रकार, कभी-कभी इसके परिणामस्वरूप वैगनों की कृत्रिम कमी होती है। ब्रॉड गेज लाइन पर कई वैगन बेकार हो सकते हैं जबकि मीटर गेज लाइन पर वैगनों की भारी कमी हो सकती है। एक समान गेज के मामले में, ऐसी कठिनाई कभी नहीं पैदा होती।
   - **(iv) युद्ध में कठिनाई** (Difficulty in war)—यदि गेज पूरे देश में एक समान नहीं है, तो बहुत ही सीमित समय में देश के एक कोने से दूसरे कोने तक रेल द्वारा सेना को स्थानांतरित करना मुश्किल हो जाता है।
   - **(v) स्टेशन पर उपकरण** (Equipment at station)—एक स्टेशन जहाँ दो गेज मिलते हैं, उन्हें डुप्लिकेट सुविधाएँ जैसे कि प्लेटफॉर्म, सैनिटरी व्यवस्था, साइडिंग्स, घड़ियाँ, टिकट कार्यालय आदि के साथ प्रदान करना होगा, इसके परिणाम स्वरूप अतिरिक्त व्यय होगा।
   - **(vi) भविष्य में रूपांतरण के लिए बाधा** (Hindrance far future conversion)—जरूरत पड़ने पर भविष्य में किसी मौजूदा ट्रैक को चौड़ा करना बहुत मुश्किल और व्यावहारिक रूप से असंभव हो जाता है। यह इस तथ्य के कारण है कि गेज में परिवर्तन में रोलिंग स्टॉक और अन्य संरचनाओं जैसे सुरंगें, पुलों आदि के अंतराल में परिवर्तन भी शामिल है।
2. **समान गेज के लाभ** (Advantages of Uniform gauge)—समान गेज के निम्नलिखित लाभ होते हैं—
   - (i) यात्रियों को एक ट्रेन से दूसरी ट्रेन में जाने की आवश्यकता नहीं है। इसीलिए, लंबी यात्रा भी सहज, तेज और आसान हो जाती है।
   - (ii) जंक्शनों पर माल की लोडिंग या अनलोडिंग नहीं करनी पड़ती है, जो समय, कठिनाई और लागत बचाता है।
   - (iii) टैरन्स-शिपिंग के रूप में, नाजुक सामानों का कोई टूटता नहीं है और न ही चोरी या माल के विस्थापन की कोई संभावना होती है।
   - (iv) बड़े और महंगे यार्ड की आवश्यकता नहीं होती है।
   - (v) सभी वैगनों का उपयोग किसी भी समय किया जा सकता है, इसलिए वैगनों में कोई कमी नहीं होती है।
   - (vi) युद्ध के समय सेना को रेल द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान पर स्थानांतरित करना बहुत आसान और तेज हो जाता है।
   - (vii) कोई डुप्लिकेट सुविधाएँ जैसे कि प्लेटफॉर्म, सैनिटरी व्यवस्था, साइडिंग्स, घड़ियाँ, टिकट कार्यालय, आदि को आवश्यकता नहीं होती है।
   - (viii) भविष्य में एक गेज को दूसरे गेज में परिवर्तित करने के लिए यह बहुत मुश्किल और असामाजिक हो जाता है।

3.8 अच्छे रेल मार्ग के लिए आवश्यकताएँ (Requirement of Good Railway Track)

अच्छे रेलमार्ग को निम्नलिखित आवश्यकताओं की पूर्ति करनी चाहिए—

1. दोनों रेलों के शीर्ष (वक्र पर छोड़कर) समान तल पर रहना चाहिए। वक्रो पर बहोत्थान (Super elevation) के अनुसार बाहरी रेल भीतरी रेल की अपेक्षा ऊपर रखी जाती है।
2. सम्पूर्ण रेल पथ पर रेल गेज सही होना चाहिए।
3. रेलों का विसर्पण (Creep) नहीं होना चाहिए।
4. रेलों के जोड़ सही होने चाहिए तथा इनके मध्य निर्धारित गैप (Gap) बनी रहनी चाहिए जिससे प्रसार होने पर टेढ़ी न होने पाये।
5. रेल मार्ग से वर्षा जल का निकासी कि उत्तम व्यवस्था होनी चाहिए।
6. रेल मार्ग की मरम्मत सरल तथा कम खर्च वाली होनी चाहिए।

3.9 ट्रैक की क्षमता (Track Capacity)

शब्द ट्रैक क्षमता या लाइन क्षमता या अनुभागीय क्षमता का उपयोग उन ट्रेनों की अधिकतम संख्या को इंगित करने के लिए किया जाता है, जिन्हें प्रतिदिन ट्रैक की किसी भी लंबाई पर चलाया जा सकता है। वास्तविक व्यवहार में, ट्रैक क्ष... सुरक्षा कारणों, सिग्नलिंग और कंट्रोल सिस्टम, ट्रेनों की गति, आदि से सीमित है। अधिकतम ट्रेनों को प्रतिदिन एक यार्ड... संभाला जा सकता है जिन्हें टर्मिनल क्षमता के रूप में जाना जाता है।

वर्तमान में, यह प्रचलित समस्या है और निम्नलिखित कुछ उपाय हैं जिन्हें मौजूदा ट्रैक की ट्रैक क्षमता बढ़ाने के लि... अपनाया जा सकता है—

1. सभी ट्रेनों को व्यावहारिक रूप से समान गति से चलाने के लिए बनाया जाना चाहिए।
2. सभी वर्गों को लगभग समान लंबाई का बनाया जाना चाहिए।
3. ट्रैक में उपयुक्त सुधार करके ट्रेनों की गति बढ़ाई जानी चाहिए और मौजूदा गति प्रतिबंध, यदि कोई हो, को ह... दिया जाना चाहिए।
4. अतिरिक्त क्रॉसिंग स्टेशन प्रदान करके वर्गों की लंबाई कम की जानी चाहिए।
5. लम्बी मालगाड़ियों को चलाने में सक्षम बनाने के लिए क्रॉसिंग लूप की लंबाई बढ़ाई जानी चाहिए।
6. नई लाइनों का निर्माण, परिचालन और औद्योगिक उद्देश्यों के लिए किया जाना चाहिए।
7. जिन वर्गों को इंटरलॉक नहीं किया गया है और जहाँ यातायात में वृद्धि हुई है, उन्हें इंटरलॉक किया जाना चाहि... महत्वपूर्ण गेज को भी इंटरलॉक किया जाना चाहिए।
8. बी.जी. पर यातायात नियंत्रण और एम जी केंद्रीकृत होना चाहिए। सीटीसी प्रणाली में, नियंत्रक तात्कालिक निर्णय... ले सकता है और इसलिए यह ट्रैक क्षमता बढ़ाने में मदद करता है।
9. ट्रैक के व्यस्त हिस्से में, आधुनिक पावर सिग्नलिंग को अपनाया जाना चाहिए।
10. मुख्य ट्रैक मार्गों पर उचित गति की अनुमति देने के लिए इंटरलॉकिंग मानक को उठाया जाना चाहिए।
11. विभिन्न सुरक्षा उपायों के लिए सुविधाएँ प्रदान की जानी चाहिए। इनमें लंबी और छोटी दूरी के लिए दूर सं... रुविधाएँ, नई वायर लेस लाइनों का संचालन करना, मार्शल्डिंग यार्ड के लिए बहुत उच्च आवृत्ति के उपक... उपलब्ध कराना, अतिरिक्त नियंत्रण सर्किटों का खुलना आदि शामिल हैं।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- इस्पात की दो समांतर पटरियों द्वारा वना वह मार्ग जिस पर रेलगाड़ी चलती है, रेलमार्ग या रेलपथ कहलाता है।
- स्थाई मार्ग के प्रमुख घटक निम्न हैं—
  1. रेल
  2. स्लीपर
  3. गिट्टी
  4. रेल वंधक व स्थायक्
  5. निर्माण तल
- निर्माण तल बाढ़ तल से 60 संटीमीटर ऊपर रखा जाता है।
- रेल को स्लीपर से जोड़ने के लिए वंधक या स्थायक प्रयोग किया जाता है।
- यूरोप में, गेज को रेल टेबल के 14 मिमी नीचे मापा जाता है।
- अमेरिका में, इस रेल टेबल के 15.88 मिमी नीचे मापा जाता है।
- जापान में, इसे रेल टेवल के 16 मिमी नीचे मापा जाता है।

- भारत में तीन प्रकार के रेल गेज अपनाए जाते है—
  1. बड़े गेज (Broad Gauge)
  2. मीटर गेज (Meter Gauge)
  3. सकरी गेज (narrow Gauge)

क्र०स०	रेल गेज के प्रकार	चौड़ाई
1.	बड़ी गेज (Broad Gauge)	1·676 मी०
2.	मीटर गेज (Meter Gauge)	1·00 मी०
3.	संकरी गेज (Narrow Gauge)	0·762 मी०

- रेल गेज का चयन करते समय क्षेत्र की स्थलाकृति (Topography) पर विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए।
- बड़ी गेज पर रेलगाड़ी अधिक गति से चलाना आसान होता है। इससे लम्बी दूरी को भी कम समय में तय किया जा सकता है।
- बड़ी गेज अधिक भार वहन कर सकती है।
- एक अच्छे रेलमार्ग को निम्नलिखित आवश्यकताओं की पूर्ति करनी चाहिए—
  1. दोनों रेलों के शीर्ष (वक्र पर छोड़कर) समान तल पर रहना चाहिए। वक्रों पर बहोत्थान (Super Elevation) के अनुसार बाहरी रेल भीतरी रेल की अपेक्षा ऊपर रखी जाती है।
  2. सम्पूर्ण रेल पथ पर रेल गेज सही होना चाहिए।
  3. रेलों का विसर्पण (Creep) नहीं होना चाहिए।
  4. रेलों के जोड़ सही होने चाहिए तथा इनके मध्य निर्धारित गैप (Gap) बनी रहनी चाहिए जिससे प्रसार होने पर रेल टेढ़ी न होने पाये।
  5. रेलमार्ग से वर्षा जल का निकासी कि उत्तम स्वस्था होनी चाहिए।
  6. रेलमार्ग की मरम्मत सरल तथा कम खर्च वालो होनी चाहिए।
- सभी ट्रेनों को व्यावहारिक रूप से समान गति से चलाने के लिए बनाया जाना चाहिए।
- सभी वर्गों को लगभग समान लंबाई का बनाया जाना चाहिए।
- ट्रैक में उपयुक्त सुधार करके ट्रेनो को गति बढ़ाई जानी चाहिए और मौजूदा गति प्रतिबंध, यदि कोई हो, को हटा दिया जाना चाहिए।
- अतिरिक्त क्रॉसिंग स्टेशन प्रदान कर के वर्गों की लंबाई कम की जानी चाहिए।
- लम्बी मालगाड़ियों को चलाने में सक्षम बनाने के लिए क्रॉसिंग लूप की लंबाई बढ़ाई जानी चाहिए।
- नई लाइनों का निर्माण, परिचालन और औद्योगिक उद्दश्यों के लिए किया जाना चाहिए।
- जिन वर्गों को इंटर लॉक नहीं किया गया है और जहाँ यातायात में वृद्धि हुई है, उनहें इंटरलॉक किया जाना चाहिए। महत्वपूर्ण गज को भी इंटरलॉक किया जाना चाहिए।
- समान गेज के निम्नलिखित लाभ होते हैं—
  1. यात्रियों को एक ट्रेन से दूसरी ट्रेन में जाने की आवश्यकता नहीं है। इसीलिए, लंबी यात्रा भी सहज, तेज और आसान हो जाती है।
  2. जंक्शनों पर माल की लोडिंग या अनलोडिंग नहीं करनी पड़ती है, जो समय, कठिनाई और लागत बचाता है।

3. टैरन्स-शिपिंग के रूप में, नाजुक सामानों का कोई टूटना नहीं है और न ही चोरी या माल के विस्थापन की कोई संभावना होती है।
4. बड़े और महंगे यार्ड की आवश्यकता नहीं होती है।
5. सभी वैगनों का उपयोग किसी भी समय किया जा सकता है, इसलिए वैगनों में कोई कमी नहीं होती है।

अभ्यास प्रश्न

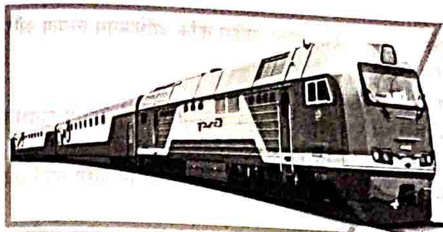
1. स्थायी मार्ग या रेलमार्ग से आप क्या समझते हैं? संक्षेप में वर्णन कीजिए।
2. एक स्थायी मार्ग की मूल-भूत आवश्यकताओं को लिखिए।
3. एक स्थायी मार्ग के घटक कौन-कौन से हैं? संक्षेप में वर्णन कीजिए।
4. रेलमार्ग की गेज (Gauge) की परिभाषा लिखें। भारत में प्रयोग होने वाले गेजों को लिखिए।
5. रेल गेज का चयन करते समय किन-किन बातों पर ध्यान दिया जाता है? संक्षेप में लिखिए।
6. गेज परिवर्तन से उत्पन्न होने वाली कठिनाइयों को लिखिए।
7. रेल पथ में समान गेज के प्रयोग से होने वाले लाभ लिखिए।
8. अच्छे रेलमार्ग की आवश्यकताओं पर प्रकाश डालिए।
9. ट्रेक क्षमता (Track capacity) से आप क्या समझते हैं? ट्रेक की क्षमता बढ़ाने के लिए कौन से उपाय किये जाते हैं?
10. भारत में प्रयोग होने वाले गेजों की चौड़ाई लिखिए।

Broad gauge:- जिस रेलवे गेज में दो पटरियों के मध्य की दूरी 1676 mm की होती है। 1435mm से जोड़े किसी भी गेज को ब्रॉड गेज कहा जाता है। भारत में निर्मित पहली रेलवे लाइन 1853 में बोरी बंदर से ठाणे तक Broad gauge ... हो थी। इससे बेहतर स्थिरता आती है व भाव हो ये पतले गेजों की अपेक्षा कहीं बेहतर होते हैं।

Standard gauge:- जिस रेलवे गेज में दो पटरियों के मध्य की दूरी 1435 mm होती है। 2010 तक भारत में एकमात्र मानक गेज लाइन कोलकाता ट्राम प्रणाली थी।

Meter gauge:- इनमें दो पटरियों के बीच की दूरी 1,000 mm होती है। लागत को कम करने के लिये मीटर गेज लाइनों को बनाया गया था।

Narrow gauge:- छोटे गेज लाइन का वह रेल ट्रैक होता है, जिसमें दो पटरियों के बीच की दूरी 762mm व 610mm होती है। भारत में संकीर्ण गेज लाइनों के रूप में भी Narrow gauge को जाना जाता है।



4

रेल : रेल के प्रकार, रेल वेल्डिंग और उसके प्रकार, रेल बंधक

(Rail : Types of Rail, Railway Welding and its Type, Rail Fastenings)

Inside this Chapter

- Rail
- Types of Rail
- Length of Rail
- Corrugated Rail
- Coning of wheel
- Weight of Rail
- Creep of Rail
- Fixtures and Restoring

4.1 रेल (Rail)

रेलगाड़ियों के पहिए जिस इस्पात के लंबे गडर के शीर्ष पर चलती हैं उन्हें रेल कहते हैं। दो रेलों को निर्धारित गेज पर रखकर स्लीपर के ऊपर जकड़ दिया जाता है जिसे रेल पटरी कहते हैं।

रेल रेलगाड़ी के भार को नीचे स्लीपर पर स्थानांतरित करता है तथा रेलगाड़ी को चलने के लिए दृढ़ व समतल सतह प्रदान करता है। रेल बनाने के लिए उच्च कार्बन इस्पात का प्रयोग किया जाता है जिसके प्रमुख घटक निम्न हैं—

कार्बन (C) = 0.55 से 0.70%
मैंगनीज (Mn) = 0.65 से 0.90%
सिलिकोन (Si) = 0.50 से 0.30%
सल्फर (S) = 0.05% या कम
फॉस्फोरस (P) = 0.05% या कम

4.2 रेल के प्रकार्य (Functions of Rail)

रेलवे ट्रैक में रेल के तीन कार्य या उद्देश्य हैं—

(1) भारी ऊर्ध्वाधर भार, पार्श्व और ब्रेकिंग बलों, और थर्मल तनाव के कारण विकसित तनावों को सहन करना।
(2) स्टील की रेल और स्टील के पहियों के बीच न्यूनतम घर्षण के साथ भारी चलती भार के पारित होने के लिए कठोर और चिकनी सतह प्रदान करना।
(3) स्लीपरों को लोड संचारित करने के लिए और परिणाम स्वरूप गिट्टी और गठन पर दबाव को कम करने के लिए।

4.3 एक आदर्श रेल की आवश्यकताएँ (Necessity of an Ideal Rail)

रेलवे ट्रैक के लिए एक आदर्श रेल की आवश्यकताएँ निम्नलिखित हैं—

(1) रेल खंड में तीन घटक होते हैं—सिर, वेब और पैर। यह अपने विभिन्न घटकों में धातु के सबसे कुशल वितरण के लिए प्रदान करने के लिए नाम मात्र वजन के लिए डिजाइन किया जाना चाहिए।
(2) सिर के नीचे और पैर के ऊपर ऐसी आकृतियाँ दी जानी चाहिए जिन से फिश-प्लेट आसानी से फिट की जा सके।

रेल खंड के गुरुत्वाकर्षण का केंद्र रेल की ऊँचाई के केंद्र के पास स्थित होना चाहिए ताकि अधिकतम तन्यता औ

(3) संपीड़ित तनाव कम या ज्यादा हो।

(4) रेल में पर्याप्त पार्श्व कठोरता और ऊर्ध्वाधर कठोरता होनी चाहिए।

(5) रेल की मेज को उपयुक्त आकार देना चाहिए। यह आमतौर पर एक वक्र का आकार दिया जाता है जिसमें लगभ 80 मिमी, 300 मिमी और 80 मिमी की त्रिज्या के साथ 3 वक्र होते हैं।

(6) रेल के सिर, वेब और पैर में धातु का संतुलित वितरण होना चाहिए ताकि उनमें से प्रत्येक अपने निर्धारित कार्य क पूरा करने में सक्षम हो।

(7) रेल टेबल और रेल गेज का सतह कठोर होना चाहिए और घिसन (Weir) का प्रतिरोध करने में सक्षम होना चाहि

(8) रेल की वेब की मोटाई रेल पर आने वाले भार को सुरक्षित रूप से वहन के लिए पर्याप्त होनी चाहिए।

(9) रेल के पैर की चौड़ाई पलटने के खिलाफ स्थिरता प्रदान करने के लिए पर्याप्त होनी चाहिए और स्लीपर के बड़े क्षे पर भार फैलाने के लिए यह क्षमतावान होना चाहिए।

(10) संपर्क तनाव को न्यूनतम स्तर तक लाने के लिए, रेल और पहिया के बीच संपर्क क्षेत्र जितना संभव हो उतना बड़ा होना चाहिए।

4.4 रेल के प्रकार (Types of Rail)

पूर्व में लकड़ी की रेल का उपयोग किया जाता था और घर्षण के प्रभाव को कम करने के लिए, इन रेल के शीर्ष प पतली प्लेटें प्रदान की जाती थीं। लगभग एक शताब्दी के बाद कच्चा लोहा रेल विकसित किया गया था। 1789 मे विलियम जेसोप (William Jessop) ने एक कच्चा लोहा का रेल बनाया, जिसके लिए पहिया के निकला हुआ किना रेल पर रखा गया था। 1805 में, जॉन बिर्केंशॉ (John Birkenshaw) ने नरम लोहे की पहली रेल बनाई। रेल की लंबा और चौड़ाई क्रमशः 610 मिमी और 38 मिमी थी। 1811 में रेल की लंबाई 366 सेमी तक बढ़ गई थी। तब लोहे की रे अस्तित्व में आई और 1829 में, डबल हेड रेल, स्टील से बनी रेल का पहली बार ब्रिटिश रेलवे में उपयोग किया गया

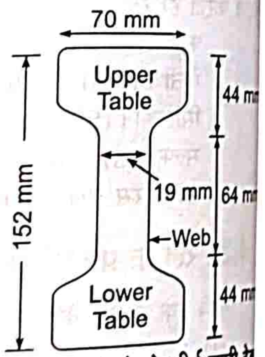
रेलमार्ग के लिए निम्न तीन रेलों का प्रयोग किया जाता है–

1. दोहरे शीर्ष वाली रेल (Double headed rail)
2. बुल शीर्ष वाली रेल (Bull headed rail)
3. चलते पाद वाली रेल (Flat footed rail)

4.4.1 दोहरे शीर्ष वाली रेल (Double Headed Rail)

इस रेल के दोनों सिरे, शीर्ष तथा पाद बराबर माप के होते हैं, जो एक वैब (web) के द्वारा जुड़े होते हैं।

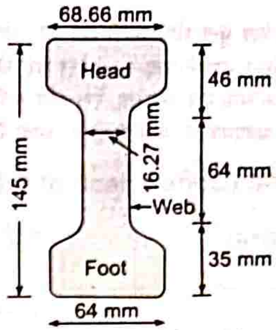
प्रारम्भ के दिनों में इन्हीं रेलों का प्रयोग किया जाता था। इसमें दोनों सिरों का माप इसलिए बराबर रखा जाता था कि एक सिरा घिस जाने के बाद नीचे के सिरे को फिर ऊपर कर के कस दिया जायेगा। परन्तु रेलगाड़ी के चलने से नीचे का भाग तनाव तथा भार के कारण टेढ़ा-मेढ़ा हो जाता था। जिस से दोनों सिरों का माप समान रखना उचित नहीं पाया गया। अब इस रेल का प्रयोग नहीं किया जाता है।



चित्र 4.1 : दोहरे शीर्ष वाली रेल
(Double headed rail)

4.4.2 बुल शीर्ष वाली रेल (Bull Headed Rail)

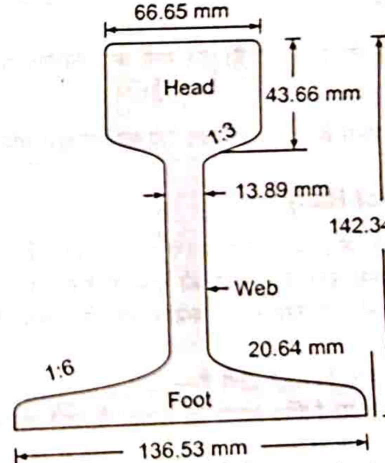
इस रेल का शीर्ष (Head), पाद की अपेक्षा बड़ा रखा जाता है। इसके शीर्ष पर पाद की अपेक्षा अधिक मात्रा इस्पात का प्रयोग किया जाता है। ताकि यह रेलगाड़ी के पहियों के गतिमान भार को आसानी से वहन कर सके। इन रे को स्लीपर पर कसने के लिए रेलों के नीचे कुर्सी का प्रयोग किया जाता है। जिससे रेलमार्ग का निर्माण व्यय बढ़ जाता है



चित्र 4.2 : बुल शीर्ष वाली रेल
(Bull Headed Rail)

4.4.3 चपटे पाद वाली रेल (Flat Footed Rail)

इस रेल में पाद (foot) शीर्ष की अपेक्षा अधिक चौड़े व चपटे बनाये जाते हैं। इसे विग्नोल रेल (Vignole Rail) भी कहते हैं। इसे स्लीपर पर बिना कुर्सी के भी स्थिर किया जा सकता है। परन्तु जब भार अधिक आता है तो इसे धारक प्लेट (Bearing Plate) के साथ स्लीपर पर जकड़ दिया जाता है। वर्तमान समय में भारतीय रेलवे में इसी रेल का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 4.3 : चपटे पाद वाली रेल (Flat Footed Rail)

जिन लाभों ने रेल के इस रूप को बहुत लोकप्रिय बना दिया है, वे निम्नानुसार हैं–

(i) कुर्सियाँ (Chairs)–रेल के इस रूप में कुर्सियों की आवश्यकता नहीं है। रेल का पैर सीधे स्लीपरों से टकराता है। यह तथ्य उन्हें किफायती बनाता है।

(ii) कठोरता (Stiffness)–रेल का यह रूप स्थिर है, बुल शीर्ष रेल की तुलना में शीर्ष और पाद में दोनों बराबर व जन वाली रेल है। विशेष रूप से वक्र पर, रेल की पार्श्व कठोरता बहुत महत्वपूर्ण है।

(iii) किंक (Kinks)–किंक को विकसित करने के लिए रेल का यह रूप कम उत्तरदायी है और यह कुल शीर्ष वाली रेल की तुलना में अधिक नियमित रूप से शीर्ष सतह को बनाए रखता है।

चपटे पद वाली रेल बुल शीर्ष वाली रेल की तुलना में सस्ती पड़ती हैं।

(iv) **लागत** (Cost)–चपटे पद वाली रेल बुल शीर्ष वाली रेल की तुलना में सस्ती पड़ती हैं।

(v) **भार वितरण** (Load Distribution)–चपटे पाद वाली रेल बड़े क्षेत्रफल में स्लीपरों पर भार वितरित करती है। इसके परिणाम स्वरूप अधिक से अधिक ट्रैक स्थिरता, रेल और स्लीपरों का लंबा जीवन, रखरखाव की लागत में कमी, कम रेल विफलताओं और यातायात में कम रुकावटें आती हैं।

4.5 विभिन्न रेल खण्डों की तुलना (Comparison of Different Rail)

	चपटे पाद की रेल (F.F. Rail)	दोहरे शीर्ष तथा बूल शीर्ष वाली रेल (D.H. and B.H. Rails)
1.	यह रेल अधिक सामर्थ्यवान होती है।	यह रेलें चपटे पाद की रेल की अपेक्षा कम सामर्थ्यवान होती है।
2.	इस रेल द्वारा रेलमार्ग के निर्माण में कम समय लगता है।	इन रेलो द्वारा रेलमार्ग निर्माण में अधिक समय लगता है।
3.	चपटे पाद की रेल से कम तथा सस्ते बन्धकों की आवश्यकता पड़ती है	इन रेलों के लिए अधिक संख्या में बन्धकों की आवश्यकता पड़ती है।
4.	इन रेलों को स्लीपर पर लगाना व बदलना आसान होता है।	इन रेलों को स्लीपर पर लगाना व बदलना चपटे पाद रेल की तुलना में कठिन होता है।
5.	इन रेल द्वारा रेल पथ के निर्माण में प्रारम्भिक लागत कम आती है।	इन रेलों द्वारा रेल पथ के निर्माण में प्रारम्भिक लागत अधिक आती है।
6.	इन रेलों का देखभाल तथा मरम्मत करना सरल होता है।	इन रेलों का देखभाल व मरम्मत करना कठिन व खर्चिला होता है।
7.	इस रेल का निरीक्षण करना सरल होता है।	इन रेलों का निरीक्षण चपटे पाद की तुलना में कम होता है।

4.6 रेल की लंबाई (Length of Rail)

रेल की लंबाई जितनी अधिक होती है जोड़ों की संख्या उतनी ही कम होती है। जोड़ों की संख्या कम होने से फिश प्लेटो, बोल्टों तथा स्लीपरों की संख्या में कमी होती है। सुरक्षा की दृष्टि से रेल पथ में रेल जोड़ों की संख्या न्यूनतम होनी चाहिए। रेल की लंबाई को बहुत अधिक भी नहीं रख सकते क्योंकि यदि रेल लंबी है तो उसमें दोष पर जाने पर, पूरी लंबाई की रेल बेकार हो जाती है।

रेल की लंबाई निम्नलिखित विचारों द्वारा नियंत्रित होती है–

(1) रेल की लंबाई जिसे उचित लागत पर निर्मित किया जा सकता है, उसे अपनाया जाता है।

(2) रेल की लंबाई इतनी होनी चाहिए कि वे उपलब्ध सबसे बड़े वैगन में ले जाई जा सकें।

(3) रेल की लंबाई उतनी ही होनी चाहिए कि इसे आसानी से एक जगह से दूसरी जगह उठा कर रखा जा सके।

उपरोक्त विचारों के आधार पर, विभिन्न देशों ने रेल की विभिन्न लंबाई को अपनाया है। भारत ने B.G. के लिए मानक रेल लंबाई के रूप में 12.80 मीटर और M.G. के लिए 11.89 मीटर को अपनाया। अमेरिका, ब्रिटेन, फ्रांस और जर्मनी में रेल की सामान्य लंबाई क्रमश: 11.89 मीटर, 18.30 मीटर, 24 मीटर और 30 मीटर हैं।

4.7 रेल का भार (Weight of Rail)

एक रेल को उस के वजन द्वारा परिभाषित किया जाता है जैसे 45 किग्रा रेल का मतलब है कि प्रति मीटर की लंबाई का वजन 45 किग्रा है। रेल के वजन को कम करने से पहले कई कारकों पर विचार किया जाना चाहिए, उनमें से कुछ प्रमुख इस प्रकार हैं–

(i) ट्रैक का गेज,

(ii) ट्रैक पर ट्रेनों की गति,

(iii) मानक खंड की उपलब्धता,

(iv) स्लीपर में रिक्ती

(v) यातायात की प्रकृति।

यह प्रयोगों द्वारा पाया और सत्यापित किया गया है कि इंजनों में एक्सल लोड (Axle load) सीधे ट्रैक में प्रयुक्त रेलों के वजन पर निर्भर करता है। भारत में B.G. पर एक रेल के प्रति मीटर लंबाई द्वारा 512.06 गुना भार ले जाया जा सकता है। अमेरिकी परिस्थितियों के लिए यही आंकड़ा 274.32 है।

उदाहरण के लिए, भारत में एक 45 किग्रा रेल से B.G. रेलवे लाइन पर लगभग (45 × 512.06) किग्रा या 23.04 टन एक्सल लोड ले जाया जा सकता है।

निम्नलिखित कारणों से मुख्य रूप से हल्की रेल की अपेक्षा भारी रेल को प्राथमिकता दी जाती है–

(1) **लागत** (Cost)–अनुभव से, यह पाया गया है कि अधिक से अधिक स्लीपरों द्वारा हल्की रेल का समर्थन करने के प्रयास के बजाय रेल के वजन में वृद्धि करके अधिक ठोस और टिकाऊ ट्रैक प्राप्त करना सस्ता और किफायती है।

(2) **ट्रैक की स्थायित्वा** (Durability of track)–रेलवे ट्रैक के लिए रेल का चयन करते समय कठोरता और सामर्थ्य दो महत्वपूर्ण गुण हैं। अब कठोरता व द्रव्यमान (Mass) के दोगुनी के रूप में बदलती है और सामर्थ्य वजन की 1.5 गुनी के रूप में बदलती है। वजन की साधारण विविधताओं के लिए रेल की लागत ज्यादा परिवर्तित नहीं होती है। इसलिए, भारी रेल को अपनाने से, कठोरता और सामर्थ्य और परिणाम स्वरूप ट्रैक की स्थायित्व लागत के संबंध में काफी बढ़ जाती है।

(3) **शक्ति का अपव्यय** (Waste of Power)–जब पहिये अपर्याप्त क्षमता की हल्की रेल के साथ चलते हैं तो रेल दब जाते हैं तथा ट्रेन के पहिए इस दबे हुए रेल पर ही लगातार चलते रहते हैं जिससे इंजन के शक्ति का अपव्यय होता है।

4.8 रेलों का वेल्डिंग (Welding of Rails)

हम जानते हैं कि रेल पथ पर दो रेलों के बीच में ताप के कारण होने वाले प्रसार के लिए जोड़ दिए जाते हैं जो संपूर्ण रेलमार्ग में सबसे कमजोर भाग होता है। परंतु रेलों में होने वाले प्रसार के कारण इन्हें पूर्णता समाप्त नहीं किया जा सकता। लेकिन जोड़ों की संख्या को कम किया जा सकता है। इसके लिए दो या दो से अधिक रेलों को आपस में जोड़कर (वेल्डिंग के द्वारा) इनकी लंबाई को बढ़ाया जा सकता हे। सामान्यत: 5 mm का प्रसार स्थान 70 मीटर से 80 मीटर की रेल लंबाई के लिए पर्याप्त होता है। भारत में लाइन के लिए प्राय: पाँच रेलों को वेल्ड कर दिया जाता है।

4.8.1 उद्देश्य (Object)

रेल के वेल्डिंग के उद्देश्य निम्नलिखित हैं–

1. दो रेलों को मिलाना और इस प्रकार रेल की लंबाई बढ़ाना।
2. खराब हो चुकी या क्षतिग्रस्त रेल की मरम्मत करना और इस तरह उनका जीवन बढ़ाना।
3. पॉइंट और क्रॉसिंग के क्षतिग्रस्त घटकों का निर्माण करने के लिए।

4.8.2 रेल की वेल्डिंग के लाभ (Advantages of Welding of Rail)

रेलों के वेल्डिंग के लाभ निम्नलिखित हैं–

1. रेल पथ पर जोड़ों की संख्या कम होने से निर्माण व्यय कम हो जाता है।
2. दुर्घटनाओं की संभावना कम हो जाती है।
3. रेल जोड़ों की संख्या कम होने से जोड़ों पर प्रयोग होने वाले बंधकों की संख्या में कमी आती है।
4. जोड़ों की संख्या कम होने से यात्रा आरामदायक हो जाती है।
5. निरीक्षण करना आसान होता है तथा अनुरक्षण पर आने वाला व्यय भी 20% तक कम हो जाता है।

6. रेल का विसर्पण (creep) कम हो जाता है।
7. रेल की घिसन कम होने से रेल पथ की आयु में वृद्धि होती है।
8. रेल पथ के टूटने-फूटने की संभावना कम होती है।
9. लंबे वेल्डेड रेल के प्रयोग से रेल ट्रैक की पार्श्व, अनुदैर्ध्य तथा ऊर्ध्वाधर स्थिरता बढ़ जाती है।
10. रेल में जोड़ों की संख्या कम होने पर निर्माण खर्च भी कम हो जाता है।

4.8.3 रेल वेल्डिंग की विधियाँ (Methods of Welding of Rail)

वर्तमान समय में भारत में रासायनिक तथा ताप वेल्डिंग का प्रयोग रेलों को जोड़ने के लिए किया जाता है। इस विधि रेलों के सिरों को गर्म करके इनके बीच में एलुमिनियम और लौह ऑक्साइड के मिश्रण को भर कर जलाया जाता जिसके जलने पर तापमान बढ़ता है और दोनों रेलों के बीच वेल्डिंग हो जाती है। रासायनिक तथा ताप वेल्डिंग साथ-साथ कुछ और भी विधियाँ है जिनका प्रयोग रेल वेल्डिंग में किया जाता है जिनके नाम निम्न हैं—

1. Electric arc welding
2. Oxy acetylene welding
3. Chemical thermit welding
4. Flash butt welding

4.9 रेल का क्षरण (Corrosion of Rail)

कभी-कभी रेल को जंग लग जाता है। रेल की जंग की घटना मुख्य रूप से नम स्थितियों की उपस्थिति के कारण होती है। यह आम तौर पर सक्रिय औद्योगिक क्षेत्रों, गीली सुरंगों, राख-गड्ढों के पास, आदि में देखा जाता है।

रेल के जंग के प्रभाव निम्नलिखित हैं–

1. रेल खंड धीरे-धीरे कम हो जाता है।
2. रेल का Fatigue strength कम होता है।
3. रेल के घिसन में काफी वृद्धि हुई है और यदि क्षरण को रोका नहीं गया, तो यह रेलिंग की विफलता का कारण बन सकता है।

क्षरण को रोकने के लिए, विभिन्न उपायों को अपनाया जा सकता है। इस तरह के उपायों को मोटे तौर पर निम्नलिखित दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है–

(i) **रेल की गुणवत्ता**—उन क्षेत्रों के लिए जहाँ जंगल की संभावना है, विशेष इस्पात या मिश्र धातु स्टील्स से तैयार रे स्थायी मार्ग के निर्माण में कार्यरत होता हैं।

(ii) **सतह उपचार**—रेल की सतह को गैर-संक्षारक सामग्री के साथ लेपित किया जाता है। इस प्रयोजन के लिए, विशे पेंट, रेड लीड, कोलतार, कोयला टार आदि का प्रयोग किया जाता है। लेपित होने वाली सतह को प्रयोग से पह अच्छी तरह से साफ कर दी जाती है। भारत में सामान्यत: रेडऑक्साइड के एक प्राइमिंग कोट और फिर बिटुमि इमल्शन के तीन कोट पर जिंक क्रोमेट का एक कोट लगा होता है।

4.10 लहरदार और गर्जन रेल (Corrugated and Roaring Rails)

कुछ स्थानों पर, रेल के सिर (Head) सीधे नहीं बल्कि नालीदार बनाए जाते हैं अर्थात् एक लहरदार सतह होती है ऐसी रेलों को नालीदार रेलों के रूप में जाना जाता है और जब वाहन ऐसी लहरदार रेलों के ऊपर से गुजरते हैं, तो गर्जन होती है और इसलिए ऐसी रेलों को गर्जन रेल भी कहा जाता है।

रेल पर लहर पड़ने की घटना बहुत जटिल है और इसलिए इसके लिए विशिष्ट कारणों का उल्लेख करना संभव नहीं है। हालांकि निम्नलिखित संभावित कारक हैं जो निम्न हैं–

1. इंजन के पहियों,
2. अत्यधिक ढलान या अत्यधिक तंग गेज,

3. गाड़ियों की उच्च गति,
4. लकड़ी के स्लीपर प्रयोग करने से,
5. वायुमंडल में उच्च आर्द्रता और धूल की उपस्थिति,
6. कठोर रेलवे ट्रैक,
7. इंजनों के पहियों का फिसलना,
8. सुरंगों में सीलन के कारण,
9. नरम और साधारण निर्माण स्तर, खड़ी ढाल, ब्रेक के अचानक लगने से,
10. हल्के वैगनों और डिब्बों का उपयोग,
11. उच्च नाइट्रोजन सामग्री और उच्च तन्यता ताकत वाले स्टील का उपयोग,
12. मुलायम गिट्टी, रेल खंड के रोलिंग के दौरान कंपन।

लहरदार रेल पटरी निम्नलिखित स्थानों पर सामान्य रूप से पाए जाते हैं—

1. लहरदार रेल लंबी सुरंगों में पाए जाते हैं।
2. ट्रेनों के शुरू होने और रुकने के बिंदुओं पर, लहरदार रेल दिखाई देती है।
3. एक रेलवे ट्रैक के विद्युतीकृत खंड पर, रेल मार्ग पर विकसित होते हैं।
4. यदि रेलवे ट्रैक के लिए उपयोग की जाने वाली गिट्टी में टूटी ईंटें होती हैं, तो लहरदार रेल के विकास की संभावना होती है।

रेलवे ट्रैक पर लहरदार रेल होने से यात्रियों को असुविधा उत्पन्न होती है तथा इसके लिए अधिक रखरखाव पर ध्यान देने की आवश्यकता होती है। लहरदार रेल पर रेलगाड़ी चलने से रेलवे ट्रैक के खिसकने का बंधकों के ढीला होने का गिट्टी के आधार का अपने स्थान से खिसकने का तथा स्लीपरों का अपने स्थान से सरकने का खतरा बना रहता है। अर्थात् लहरदार रेल की वजह से रेलवे ट्रैक के विभिन्न घटकों पर बहुत बुरा प्रभाव पड़ता है। इसकी वजह से इंजन व डिब्बा के रखरखाव रेलवे ट्रैक के रखरखाव तथा इंधन की खपत पर 10% अधिक का व्यय आता है।

4.11 रेल का घिसना या निघर्षण (Wear of Rails)

रेल गाड़ियों के चलने पर रेलों का निघर्षण होता है। निघर्षण के कारण रेल अपना मानक परिच्छेद खो देती हैं और रेल पटरी और सुरक्षित हो जाती है। रेल का निघर्षण निम्न तीन स्थितियों में होता है—

1. रेल शीर्ष का ऊपर से घिस जाना (Wear of rails on top or head of rails)
2. रेल शीर्ष का पार्श्व से घिस जाना (Wear of rails on the side of the head of the rails)
3. रेल के सिरों का घिस जाना (Wear of rails at end of rails)

4.11.1 रेल शीर्ष का ऊपर से घिस जाना (Wear of Rails on Top or Head of Rails)

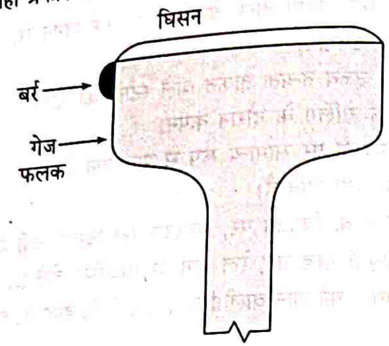
निघर्षण में रेल शीर्ष की ऊपरी सतह के धातु बहती हुई अंदर की ओर इकट्ठा हो जाती है जिसे बर (Burr) कहते हैं।

रेल शीर्ष का इस प्रकार से निघर्षण निम्नलिखित कारणों से हो सकते हैं–

1. अधिक अनुलंब ढाल के कारण।
2. वक्र पर जब गाड़ी अभिकल्प गति से कम चलती है तो भीतरी रेल पर अधिक भार पड़ता है जिससे रेल के शीर्ष का घिसन अधिक होता है।
3. रेल शीर्ष और रेलगाड़ी के पहिए के बीच संपर्क होता है जिससे पटरी के शीर्ष की धातु गर्म होकर अंदर की तरफ प्रवाहित हो जाती है।
4. समुद्र के निकट के क्षेत्रों में रेल की ऊपरी सतह का संक्षारण (Corrosion) अधिक होता है।

गाड़ी के चलने पर पहिया रेल के शीर्ष पर फिसलता है जिससे रेल की ऊपरी स...

5. गाड़ी में ब्रेक लगाने पर या गाड़ी के चलने पर पहिया रेल के शीर्ष पर फिसलता है जिससे रेल की ऊपरी सतह घिसकर नष्ट हो जाती है।
6. रेल के शीर्ष पर रेत के कण अधिक आने से भी ऊपर सतह का घिसन अधिक होता है।
7. बहोत्थान पर स्लीपर की ढाल पहियों की ढाल के विपरीत होती है इस कारण से भी रेल शीर्ष का घिसन अधिक होता है।
8. जब रेलमार्ग में गिट्टी सही प्रकार से नहीं भरी जाती है तो रेलों का घिसन अधिक होता है।



चित्र 4.4 : रेल का शीर्ष पर घिसन (Wear of rail at top)

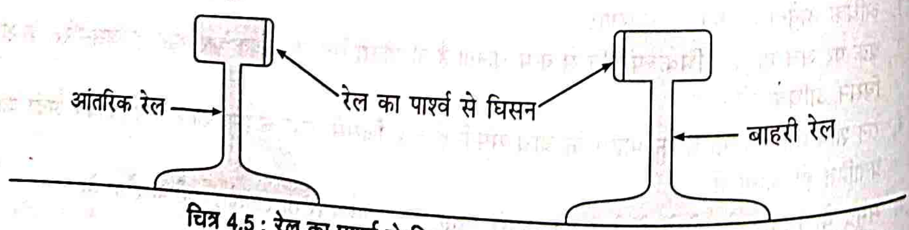
रेल शीर्ष का ऊपर से घिस जाने को कम करने के लिए निम्न उपाय किए जाते हैं—

1. रेलमार्ग को सही दिशा में रखकर रेल शीर्ष की ऊपर की घिसन को कम किया जा सकता है।
2. जिस स्थान पर घिसन अधिक हो वहाँ पर मिश्र धातु की रेल प्रयोग कर घिसन को कम किया जा सकता है।
3. जब घिसन निर्धारित सीमा से अधिक हो जाए तब रेल को बदल देना चाहिए।

4.11.2 रेल शीर्ष का पार्श्व से घिस जाना (Wear of Rails on the Side of the Head of the Rails)

यह निघर्षण का सबसे विनाशकारी प्रकार है और यह तब होता है जब वक्र पर पटरी बिछाई जाती है। जब पहिये का फ्लेंज रेल के शीर्ष से टकराता हुआ चलता है तब भी रेलशीर्ष के भीतरी साइड घिस कर नष्ट हो जाती है। इस तरह निघर्षण के कारण इस प्रकार हैं—

1. रेल को सही पार्श्व ढाल के स्लीपर पर ना जकड़ना।
2. गेज का सही ना होना।
3. वक्र पर पार्श्व प्रणोद (Lateral thrust) के कारण किंक (Kink) बन जाते हैं जिससे रेल पार्श्व से अधिक घिसने लगती हैं।
4. वक्र पर बहोत्थान आवश्यकता से अधिक होने पर भीतरी रेल के भीतर के भाग पर अधिक दाब पड़ता है और इसके विपरीत जब यह आवश्यकता से कम होता है तो बाहरी रेल के भीतरी भाग पर अधिक दाब पड़ता है जिससे रेल पार्श्व से घिसने लगती है।



चित्र 4.5 : रेल का पार्श्व से घिसन (Wear of rail on sides)

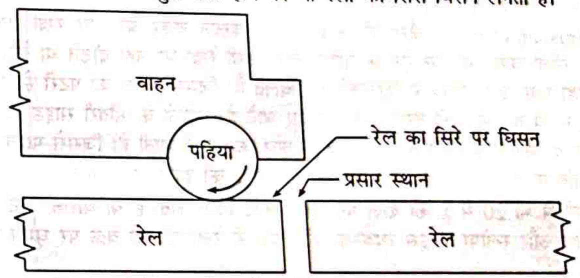
रेल शीर्ष का पार्श्व से घिसन कम करने के लिए निम्न उपाय किए जाते हैं—

1. रेल गेज व पार्श्विक ढाल उपयुक्त रहना चाहिए।
2. वक्रों पर बहोत्थान सही रखना चाहिए।
3. रेल पथ की बाहरी तथा भीतरी रेल को आपस में बदल कर लगाना चाहिए।
4. वक्रों पर गेज बढ़ा देना चाहिए तथा भीतरी रेल के साथ चेक रेल लगा देनी चाहिए।

4.11.3 रेल के सिरों का घिस जाना (Wear of Rails at end of Rails)

रेल के सिरे जिन पर जोड़ बनाए जाते हैं, निघर्षण के कारण नष्ट होने लगते हैं। रेल के सिरों का घिसना मुख्य कारणों से होता है जो निम्नलिखित हैं—

1. फिश बोल्ट व फिश प्लेट के ढीला हो जाने के कारण।
2. रेलगाड़ी के पहिए का प्रसार जोड़ पर एक रेल से दूसरी रेल पर जाने के कारण।
3. जोड़ों के नीचे गिट्टी की पैकिंग अच्छे से ना होने पर।
4. धुरी भार तथा रोलिंग स्टॉक की बुरी दशा होने पर भी रेलों का सिरा घिसने लगता है।



चित्र 4.6 : रेल का किनारों पर घिसन (Wear of rail at ends)

रेल के सिरों से घिसन कम करने के लिए निम्न उपाय किए जाते हैं—

1. फिश बोल्ट को नियमित कसते रहना चाहिए।
2. प्रसार जोड़ से दूरी उपयुक्त रखनी चाहिए।
3. रेल मार्ग निर्माण करते समय प्रसार जोड़ों की संख्या कम कर देनी चाहिए।
4. रेल मार्ग का नियमित अनुरक्षण करते रहना चाहिए।

4.11.4 रेल के निघर्षण को कम करने के लिए अपनाए जाने वाले तरीके (Methods Adopted to Reduce Wear of Rails)

पहिए का शांकविकरण और बहोत्थान को ध्यान में रखते हुए रेल के निघर्षण को कम करने के लिए निम्न विधियों का प्रयोग किया जाता है—

1. विशेष मिश्र धातु इस्पात का प्रयोग
2. रेलवे ट्रैक का अच्छे से रखरखाव
3. प्रसार रिक्ति को कम करके
4. वक्र पर आंतरिक और बाहरी रेलों को परिवर्तित करके
5. चेक रेल के उपयोग से
6. तेल के प्रयोग से
7. कठोर शीर्ष वाले रेल के उपयोग से

उपरोक्त वर्णित विधियों का प्रयोग करके रेल के निघर्षण को कम किया जा सकता है।

4.11.5 रेल निघर्षण का मापन (Measuring Wear of Rail)

रेलों का निघर्षण दो प्रकार से ज्ञात किया जा सकता है—

- रेलों को तौल कर
- रेलों के अनुप्रस्थ परिच्छेद को माप कर

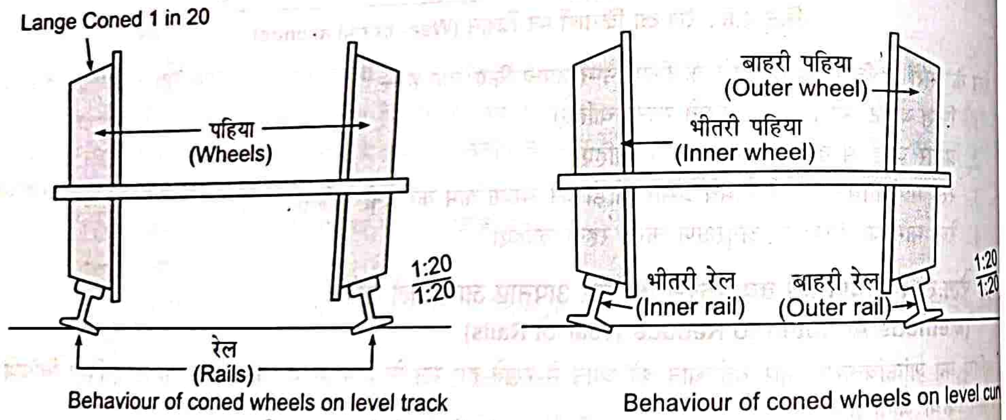
घिसी हुई रेल को तौल कर तथा मानक खंड के भार से तुलना करके घिसन ज्ञात किया जा सकता है तथा घिसी रेल का अनुप्रस्थ परिच्छेद ज्ञात करके भी रेल का घिसन ज्ञात किया जा सकता है परंतु यह विधि कठिन होती है।

भारत में रेल की घिसन रेल खंडों को तौल कर ही ज्ञात की जाती है। जब मानक रेल की अपेक्षा रेल का भार ... पर 5% घट जाता है तो इसे मुख्य रेल मार्ग से निकाल कर किसी अन्य कम उपयोग होने वाली रेल मार्ग पर प्रयोग ... जाता है तथा जब घिसी हुई रेल का भार 10% तक कम हो जाता है तो इसे रेल मार्ग से निकाल दिया जाता है ... इसका प्रयोग बिजली के खंभों इत्यादि के रूप में किया जाता है।

4.12 पहिए का शांकवीकरण (Coning of Wheels)

ट्रेन के पहिए का पार्श्विक गति को रोकने के लिए इनके रिंग को 20 में 1 की ढाल दी जाती है जिससे ... शंक्वाकार छिन्नक (frustum of cone) जैसा हो जाता है। यह ढलान बाहर की ओर रखी जाती है इसे ही पहिए ... शांक्वीकरण कहते हैं। सीधी चपटी रेल पर ट्रेन के पहिए ठीक सीधी रेखा पर नहीं दौड़ते या टेढ़ी-मेढ़ी रेखा पर चल... और रेलों के ऊपर थोड़ा इधर-उधर पार्श्व में खिसकते हुए चलते हैं। जिससे पहिए का पटरी से उतरने का भय बना ... है। इसे रोकने के लिए पहिये की भी दोनों तरफ फ्लेंज लगाए जाते हैं। फ्लेंजो के भीतरी साइड से सटकर घूमने तथा ... लगने से रोकने के लिए दो फ्लैंजों के बीच की दूरी गेज से कुछ कम रखी जाती है। जिससे पार्श्व गति करने की संभा... अधिक होती है। इसी गति को कम करने के लिए रिम को 20 में 1 की डाल दी जाती है।

रेल के नीचे स्लीपरों में भी 20 में 1 की ढाल पर खांचा काट दिया जाता है या धारक प्लेट की ऊपरी सतह को ढ़ाल दे दी जाती है। पहिए और स्लीपर में इस व्यवस्था की वजह से रेलगाड़ी को वक्र पर घूमने में आसानी होती है।



चित्र 4.7 : पहिये का शांक्वीकरण (Coning of wheels)

4.12.1 पहिए की शांक्वीकरण से लाभ (Advantage of Coning of Wheels)

पहिए की शांक्वीकरण से निम्न लाभ होते हैं—

1. पहियों का फिसलन कम हो जाता है।
2. रेल व पहिए के फ्लेंज का निघर्षण कम हो जाता है।
3. इससे रेलों व स्लीपरों की आयु में वृद्धि होती है।
4. धुरी का पार्श्व में खिसकना रुक जाता है और रेलगाड़ी ट्रक पर संतुलित होकर चलती है।

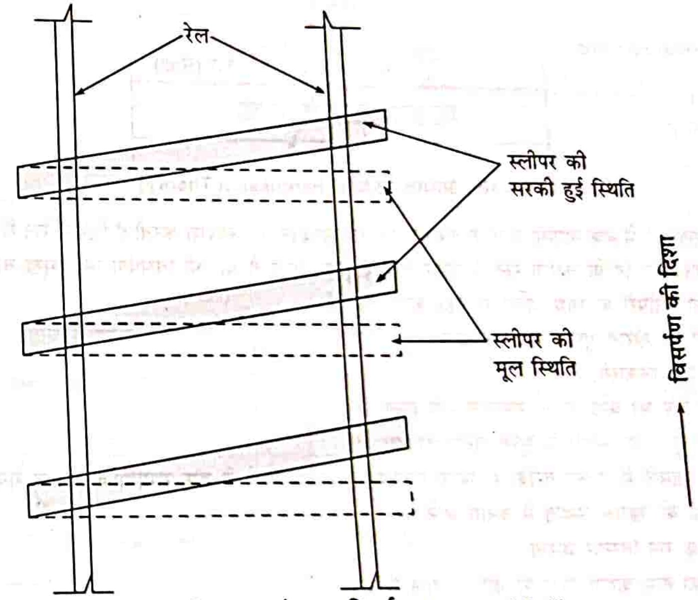
4.12.2 पहिए की शांक्वीकरण से हानि (Disadvantages of Coning of Wheels)

पहिए की शांक्वीकरण से निम्न हानि हो सकती हैं—

1. बाहरी रेल के भीतरी किनारे के पास बल से क्षैतिज घटक पर दबाव पड़ता है जिससे रेल जल्दी घिसने लगती है।
2. क्षैतिज घटक को रेल को बाहर की ओर मोड़ना होता है और इसलिए गेज को चौड़ा कर चौड़ाई बढ़ जाती है।
3. यदि कोई आधार प्लेट प्रदान नहीं दी जाती है, तो रेल के बाहरी किनारे के नीचे स्लीपर क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।

4.13 रेल का विसर्पण (Creep of Rail)

रेल का स्लीपर के साथ अपनी लंबाई की दिशा में मूल स्थिति से आगे या पीछे सरकना विसर्पण कहलाता है। इसे रेल का चलना भी कहा जाता है। सामान्यत: सभी रेल मार्गों में रेल का विसर्पण होता है। कुछ स्थान पर विसर्पण कम तथा कुछ स्थान पर अधिक होता है। इसमें प्राय: एक रेल अपनी स्थिति से स्लीपर के सापेक्ष आगे या पीछे सरक जाती है और कभी-कभी दोनों रेल विपरीत दिशा में सरक जाती है जिससे रेल मार्ग के बंधक तथा स्थायक ढीले पड़ जाते हैं तथा रेल मार्ग पर दुर्घटना होने की संभावना बढ़ जाती है।

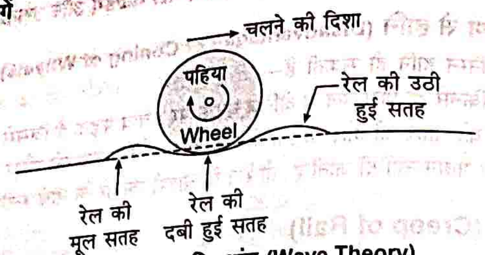


चित्र 4.8 : रेल का विसर्पण (Creep of Rail)

4.13.1 विसर्पण के कारण (Reason of Creep)

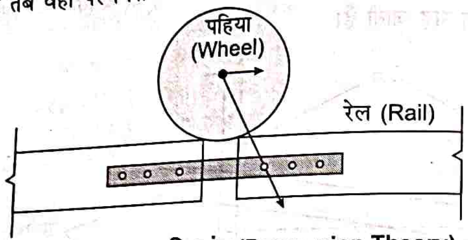
विसर्पण के कारण के संबंध में बहुत से सिद्धांत है जो कि निम्नलिखित हैं—

1. लहर सिद्धांत (Wave Theory)—किसी रेल मार्ग पर रेलगाड़ी खड़ी होती है तो पहिए के बाहर के कारण रेल की सतह कुछ नीचे दब जाती है तथा पहिए के आगे रेल सतह कुछ ऊपर उठ जाती है। जब रेलगाड़ी चलना प्रारंभ करती है तब पहिया उठी हुई रेल को आगे धकेल देता है और पहिए तथा रेल की स्थिति या लहर पहिए के साथ-साथ चलती है। जिससे रेलगाड़ी की चलने की दिशा में रेल सरकने लगती है। यही विसर्पण का लहर सिद्धांत कहलाता है।



चित्र 4.9 : लहर सिद्धांत (Wave Theory)

2. आघात सिद्धांत (Percussion Theory)—जब रेलमार्ग पर रेलगाड़ी चलती है तब रेल के जोड़ पर पहिया ... पार करके रेल के सिरे को टक्कर मारता है जिससे रेल आगे सरक जाती है। यही आघात सिद्धान्त कहलाती है। जब ... जोड़ों पर रिक्ति अधिक होती है तब वहाँ पर विसर्पण और भी अधिक होता है।



चित्र 4.10 : आघात सिद्धांत (Percussion Theory)

3. जब रेलगाड़ी में ब्रेक लगाया जाता है तब वह रेल को सरकाने की कोशिश करती है जिससे रेल में विसर्पण होता ...
4. तापमान परिवर्तन के कारण रेल में प्रसार तथा संकुचन होता है यह भी विसर्पण का प्रमुख कारण है।
5. रेल को स्लीपरों के साथ अच्छे से नहीं कसी की गई,
6. स्लीपरों की खराब गुणवत्ता का उपयोग,
7. खराब जल निकासी,
8. ट्रैक के बेड का कोई उचित समेकन नहीं होना,
9. गेज को चुस्त या अत्यधिक सुस्त बनाए रखना।
10. वक्रों के मामले में, गलत तरीके से सुपर-एलिवेशन को बाहरी रेलों तक समायोजित किया गया हो।
11. रेल-जोड़ों को खराब स्थिति में बनाए जाने पर।
12. अनावश्यक रेल विस्तार करना,
13. स्लीपर्स को कम करना, स्लीपर्स की असमान रिक्ति,
14. डिफेक्टिव पैकिंग,
15. अपर्याप्त गिट्टी
16. ट्रेन ब्रेक का अनुचित उपयोग।

4.13.2 रेल विसर्पण के प्रभाव (Effects of Creep of Rail)

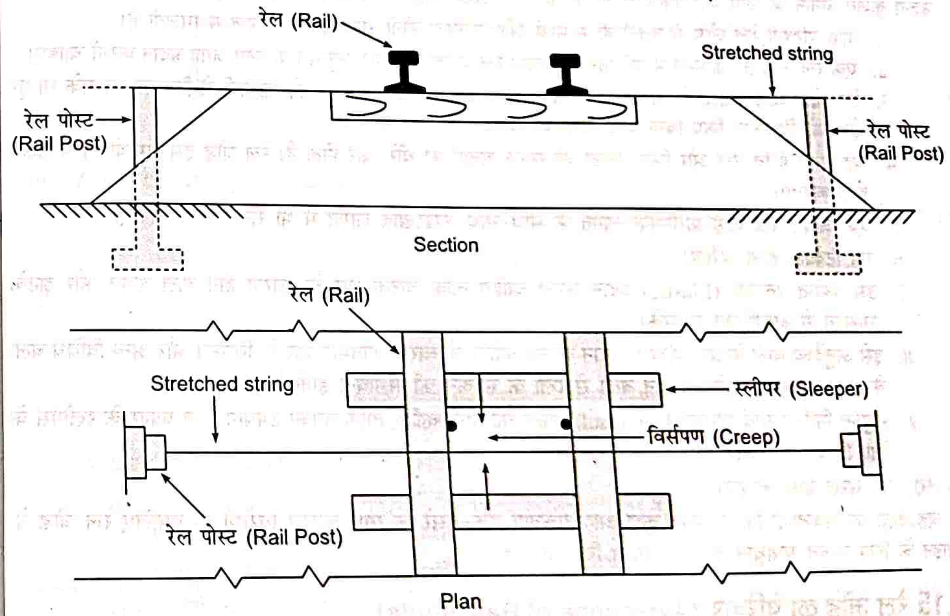
विसर्पण के प्रभाव निम्नलिखित हैं—

1. स्लीपर अपने मूल स्थिति से हट जाते हैं।
2. स्लीपर के मूल स्थिति से हटने से रेल गेज प्रभावित होता है।
3. पॉइंट तथा क्रॉसिंग की स्थिति भटक जाती है।
4. रेल बंधक तथा स्थायक ढीले हो जाते हैं जिससे रेल के जोड़ खुलने की संभावना रहती है।

4.13.3 विसर्पण मापने की विधि (Method of Measuring Creep of Rail)

विसर्पण की मात्रा मापने के लिए एक बहुत ही आसान विधि का इस्तेमाल किया जाता है जो कि निम्न चरणों में बताया गया है—

1. रेल के निचले फ्लेंज की तरफ छैनी (Chisel) की मदद से ट्रैक के दोनों तरफ निशान बना दिये जाते हैं।
2. अब पुरानी रेल का एक-एक छोटा टुकड़ा एक-दूसरे की ठीक सिधायी में अस्थाई तौर पर गाड़ दिया जाता है। इन स्तंभों का ऊपरी तल स्लीपर के शीर्ष स्तर पर रखा जाता है।
3. अब इन स्तंभों में एक लोहे की पतली तार बांधकर खींची जाती है। यह तार रेल पर लगे निशान से होकर गुजरते हैं। यह तार रेल संरेखण ठीक लंबवत होनी चाहिए।
4. जब रेल का विसर्पण ज्ञात करना होता हैं तो स्तंभों पर तार खींच दी जाती हैं और रेलों के फ्लैंजों पर लगे निशान चेक कर लिए जाते हैं तथा तार व फ्लेंज पर लगे निशान में यदि कोई दूरी होती है तो यह रेल का विसर्पण दर्शाती है।
5. भारतीय रेलवे के लिए विसर्पण का मान 150 mm से अधिक नहीं होनी चाहिए।

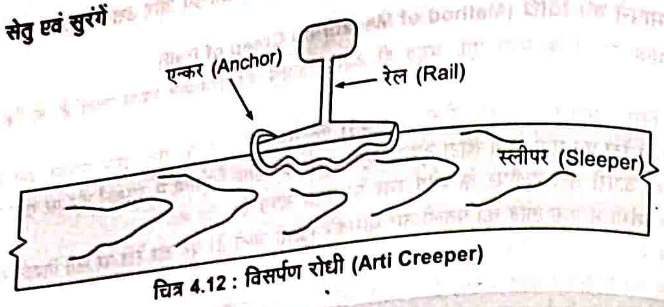


चित्र 4.11 : विसर्पण मापन (Measurement of creep)

4.13.4 विसर्पण रोकने के उपाय (Prevention of creep)

विसर्पण रोकने के निम्नलिखित उपाय हैं—

1. फिश बोल्ट वाले क्षेत्र में सब्बल डालकर सरकी हुई रेल को खींचकर ठीक किया जाता है।
2. स्लीपर के पार्श्व तथा नीचे गिट्टी अच्छी प्रकार से ठोक कर भरनी चाहिए जिससे यह गिट्टी में दबे रहें।
3. विसर्पण रोधी (Anti creeper) का प्रयोग करके भी विसर्पण रोका जाता है। यह रेल के पाद तथा स्लीपर के पार्श्व को अच्छी प्रकार से जकड़ लेता है जिससे रेल अपनी मूल स्थिति से नहीं सरकती है।
4. रेल मार्ग का निश्चित अंतराल पर निरीक्षण करके भी विसर्पण को रोका जाता है।



चित्र 4.12 : विसर्पण रोधी (Arti Creeper)

4.14 रेल जोड़ (Rail Joints)

रेल जोड़ दो रेलों के बीच बनता है और यह जोड़ ट्रैक का सबसे कमजोर हिस्सा है। इस जोड़ को जितना सम्भव उतना कुशल बनाने के लिए कई उपाय किए जाते हैं। एक अच्छे आदर्श रेल जोड़ की विशेषताएँ इस प्रकार है—

1. एक परिपूर्ण रेल जोड़ में उतनी ही सामर्थ्य और कठोरता होनी चाहिए, जितनी रेल में मिलती है।
2. एक रेल जोड़ को तापमान में परिवर्तन के कारण रेल के विस्तार और संकुचन के लिए जगह प्रदान करनी चाहिए।
3. रेल जोड़ को इस तरह से व्यवस्थित किया जाना चाहिए कि किसी भी रेल को आसानी से निकाला जा सके या ट्रैक को विचलित किए बिना काट दिया जा सके।
4. यह स्पष्ट है कि रेल और फिश-प्लेटों की संपर्क सतहों का धीरे-धीरे होता है। रेल जोड़ इस समायोजन में स... होना चाहिए।
5. एक आदर्श रेल जोड़ प्रारम्भिक लागत के साथ-साथ, रखरखाव लागत में भी सस्ता होना चाहिए।
6. यह टिकाऊ होना चाहिए।
7. इसे पर्याप्त प्रत्यास्थ (Elastic) प्रदान करना चाहिए ताकि चलती भार के कारण होने वाले कंपन और झ... आसानी से अवशोषित हो सकें।
8. इसे अनुदैर्ध्य बलों के प्रति प्रतिरोध प्रदान करना चाहिए जो त्वरण, गतिमान भार के विघटन और अन्य विविध... के कारण विकसित होते हैं। इन बलों से रेलों के सरकने की संभावना होती है।
9. संयुक्त फिटिंग सार्वभौमिक (Universal) प्रकार की होनी चाहिए ताकि उनका उपयोग सभी प्रकार के स्लीपर्स... लिए किया जा सके।
10. यह सरल होना चाहिए।

यह देखा जा सकता है कि उपर्युक्त कुछ आवश्यकताएँ एक-दूसरे के साथ परस्पर विरोधी हैं। इसलिए रेल जोड़... डिजाइन के लिए उचित समाधान के लिए प्रयास किए जाते हैं।

4.15 रेल जोड़ का परिहार (Avoidance of Rail Joints)

एक अच्छे लंबे समय तक चलने वाली सतह को प्राप्त करने के लिए निम्न तीन स्थितियों में रेल जोड़ों से बचा ... है—

1. 6 मीटर या उससे कम के पुल पाट (bridge span) पर
2. सतह क्रॉसिंग (level crossings)
3. एक पुल अंत्यधार (bridge abutment) के रास्ते के 3 मीटर तक।

4.16 रेल जोड़ के प्रकार (Types of Rail Joints)

जोड़ और स्लीपर पर स्थिति के आधार पर रेल जोड़ों को निम्न वर्गों में विभाजित किया गया है—

1. जोड़ की स्थिति के आधार पर

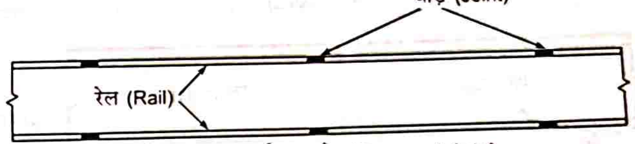
जोड़ की स्थिति के आधार पर रेल जोड़ों को निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(a) वर्गाकार जोड़ (Square Joints)

(b) स्टेगर्ड जोड़ (Staggerd Joints)

(a) वर्गाकार जोड़ (Square Joints)

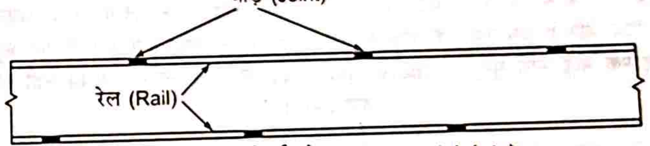
जब एक रेल में जोड़े के ठीक सामने उसके समानांतर स्थित रेल में भी जोड़ लगा होता है, वर्गाकार जोड़ कहलाता है। सीधे ट्रैक में यह एक आम जोड़ है। परंतु वर्तमान समय में स्टैगर्ड जोड़ अधिक प्रयोग किए जाते हैं।



चित्र 4.13 : वर्गाकार जोड़ (Square Joints)

(b) स्टेगर्ड जोड़ (Staggered Joints)

जब एक रेल में जोड़ ठीक सामने समानांतर स्थित रेल लंबाई के बीच में हो तो ऐसा जोड़ स्टैगर्ड जोड़ कहलाता है।



चित्र 4.14 : स्टेगर्ड जोड़ (Staggered Joints)

इस प्रकार के जोड़ के निम्नलिखित लाभ होते हैं—

(i) एक घुमावदार ट्रैक पर अभिकेन्द्रीय बल (centrifugal force) ट्रैक को लाइन के बाहर करने की कोशिश करते हैं, और चूँकि ट्रैक का सबसे कमजोर हिस्सा जोड़ होता है, जिससे यह प्रभाव जोड़ों पर अधिक होता है। यह पाया गया है कि स्टेगर्ड जोड़ों में अभिकेन्द्रीय बल की प्रवृत्ति कम हो जाती है।

(ii) स्टेगर्ड जोड़ों के कारण रेलवे ट्रैक की एक समान समरूप ऊर्ध्वाधर निरंतरता बनती है।

(iii) यह देखा गया है कि स्टेगर्ड जोड़ वर्गाकार जोड़ों की तुलना में आसानी से लंबे समय तक चलते हैं।

(iv) जोड़ों में किंक बनने की संभावना कम हो जाती है।

(v) यह जोड़ पहियों की ऊर्ध्वाधर गड़बड़ी को कम करता है।

(vi) जोड़ों पर संघात (Impact) की संख्या दोगुनी होती है, लेकिन उनकी तीव्रता आधी हो जाती है।

(vii) प्रति रेल लंबाई में स्लीपरों की संख्या में एक-एक की वृद्धि हो जाती है।

भारत में, स्टेगर्ड जोड़ों को अक्सर तीखे मोड़ पर अपनाया जाता है और वे सीधे ट्रैक पर अधिक प्रयोग नहीं होते हैं। यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि जोड़ को एक रेल में विपरीत रेल के केंद्र में रखना एक कठोर नियम नहीं है। कभी-कभी ट्रैक पर छोटे स्टेगर्ड जोड़ों का निर्माण होता है।

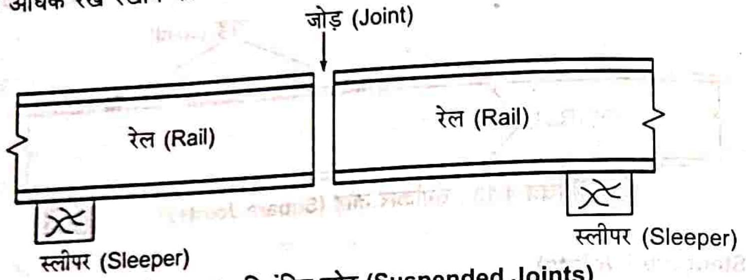
(2) स्लीपर्स की स्थिति के अनुसार– स्लीपर्स की स्थिति के अनुसार, रेल जोड़ों में निम्न तीन प्रकार होते हैं–

(a) निलंबित जोड़ (Suspended joints)

(b) सहायक जोड़ (Supported joints)

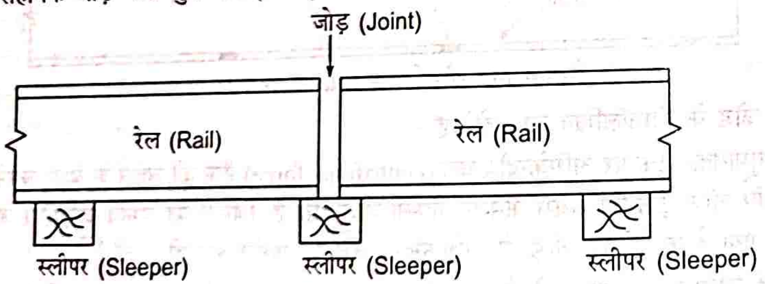
(c) पुल जोड़ (Bridge joints)

(a) निलंबित जोड़ (Suspended joints)–रेल जोड़ जब दो लगातार स्लीपरों के केंद्र में रखा जाता है, एक निलंबित जोड़ (suspended joints) कहलाता है। यह माना जाता है कि लोड दो स्लीपरों पर समान रूप से वितरित होता है और यह भी कि एक जोड़ उदास (depressed) होता है, तो दोनों रेल सिरों को समान रूप से दबाया जाता है। सामान्यत: निलंबित जोड़ों को अधिक अपनाया जाता है क्योंकि वे ट्रैक को अधिक लचीलापन (Elasticity) प्रदान करते हैं और इसके कारण ट्रैक की लहर गति (Wave motion) में कमी आती है। हालांकि उन्हें अधिक रख रखाव की आवश्यकता होती है।



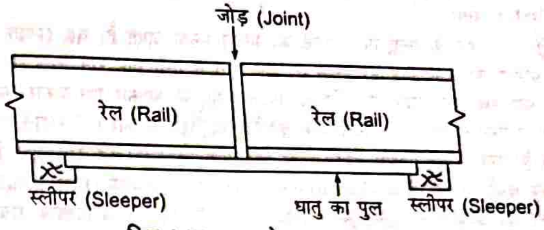
चित्र 4.15 : निलंबित जोड़ (Suspended Joints)

(b) सहायक जोड़ (Supported joints)–जब स्लीपर को रेल जोड़ के ठीक नीचे रखा जाता है, तो उसे एक सहायक जोड़ के रूप में जाना जाता है। यद्यपि यह प्रतीत होता है कि रेल को उनके सबसे कमजोर हिस्से पर सहारा दिया जाता है, इस प्रकार के जोड़ का उपयोग वर्तमान में नहीं किया जाता है। यह अनुभव से पाया गया है कि सहायक जोड़ भारी धुरी भार (heavy axle load) के साथ पर्याप्त सहायक नहीं होता है।



चित्र 4.16 : सहायक जोड़ (Supported Joints)

(c) पुल जोड़ (Bridge joints)–यह जोड़ निलंबित जोड़ की तरह ही होता है, लेकिन इस मामले में, एक पुल के रूप में काम करने वाले धातु की लंबाई का उपयोग दो रेलों के छोरों को जोड़ने के लिए किया जाता है ताकि बंकन तनाव (bending stress) न होने पाए। पुल को रेल के तल पर रखा जाता है; और यह दो स्लीपरों पर टिकी हुई रहती है।



चित्र 4.17 : पुल जोड़ (Bridge Joints)

4.17 रेल बंधक तथा स्थायक (Rail Fastenings and Fixtures)

रेल मार्ग का निर्माण करते समय रेल मार्ग की आवश्यक लंबाई प्राप्त करने के लिए दो रेलों को सिरे से सिरा मिलाकर जोड़ा जाता है तथा दो समांतर रेलों को उपयुक्त गेज के अनुसार स्लीपर के ऊपर बांधा जाता है। इसके लिए जो फिटिंग प्रयोग की जाती है उसे रेल बंधक कहते हैं।

रेल बंधक की आवश्यक्ताएँ

रेल तथा स्लीपर को बांधे रखने के लिए एक अच्छे बंधक की आवश्यक्ता पड़ती है।

1. यह झटके और कंपन को अवशोषित करने में सक्षम होना चाहिए।
2. यह ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज बलों के कार्यों के खिलाफ स्लीपर को सुरक्षा देने में सक्षम होना चाहिए।
3. यह विद्युतीकृत वर्गों के मामले में पर्याप्त इन्सुलेशन देने में सक्षम होना चाहिए।
4. यह विसर्पण का प्रतिरोध करने में सक्षम होना चाहिए।
5. यह पहले बड़ी लाइन में सही गेज हासिल करने और बाद में गेज बनाए रखने में सक्षम होना चाहिए।
6. यह सस्ता होना चाहिए।
7. इसमें कम संख्या में घटक शामिल होने चाहिए।
8. यह टिकाऊ होना चाहिए।
9. इसे ठीक करना और समायोजित करना आसान होना चाहिए।
10. यह गैर संक्षारक होना चाहिए।
11. पटरी से उतरने के कारण क्षति का प्रतिरोध करने के लिए पर्याप्त शक्ति होनी चाहिए।
12. इसे इतना डिज़ाइन किया जाना चाहिए कि इसे केवल विशेष साधनों द्वारा निकालना संभव हो।
13. इससे रेल को सही स्थिति, स्तर और संरेखण में रखा जाना चाहिए।
14. रेल या स्लीपर को किसी भी तरह से प्रतिकूल रूप से प्रभावित नहीं करना चाहिए।
15. यह बहुत कठोर नहीं होना चाहिए।
16. पार्श्व शक्तियों (lateral force) का विरोध करने के लिए पर्याप्त शक्ति होनी चाहिए।
17. इसमें उच्च टॉर्क प्रतिरोध (high torque resistance) होना चाहिए।

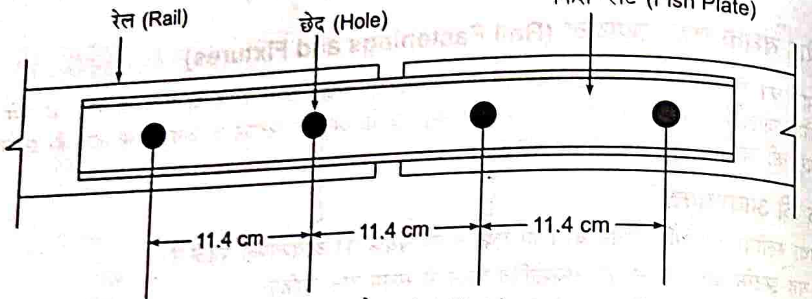
4.18 रेल बंधक के प्रकार (Types of Rail Fastening)

रेल को स्लीपर पर सही स्थिति में बनाए रखने के लिए निम्न बंधकों का प्रयोग किया जाता है–

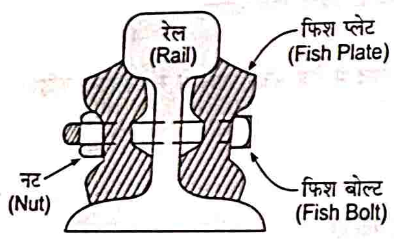
1. फिश प्लेट (fish plate)
2. फिश बोल्ट (fish bolt)
3. धारक प्लेट (bearing plate)
4. कुर्सी (chair)
5. चाबी (key)
6. कीलें (spike)
7. विसर्पणरोधी (anti creeper)

4.18.1 फिश प्लेट (Fish Plate)

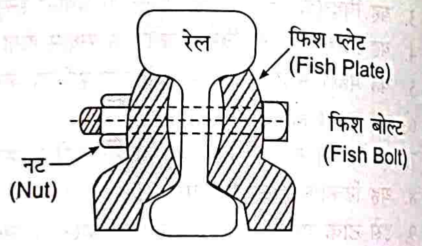
रेल की दो पटरियों को जोड़ने के लिए फिश प्लेट का प्रयोग किया जाता है। यह इस्पात की 45.6 सेंटीमीटर तथा 2 सेंटीमीटर मोटी पटिया का बना होता है। इसमें 4 छिद्र होते हैं तथा एक रेल जोड़ पर दो फिश प्लेट प्रयोग की जाती हैं। एक अंदर की ओर तथा एक बाहर की ओर है। फिश प्लेट का आकार इस प्रकार का होता है कि यह रेल के पेटे (Web) में ठीक तरह से फिट हो जाती है। फिश प्लेट को रेल के सिरों के पार्श्व में सटाकर प्रत्येक क्षेत्र में 1.1 के डालकर कस दिया जाता है। रेल में बनाए गए छिद्र बोल्ट के व्यास से कुछ बड़े रखे जाते हैं ताकि रेल में प्रसार संकुचन भी संभव हो सके। चपटे पाद की रेल (Flat footed rail) तथा बुल शीर्ष (Bull headed) की रेल दोनों प्र की रेलों के लिए फिश प्लेट की आकृति में थोड़ा अंतर होता है जिसे चित्र 4.18 में दिखाया गया है।



(a) फिश प्लेट (Fish Plate)



(b) चपटे पाद रेल के लिए फिश प्लेट
(Fish plate for F.F. Rail)

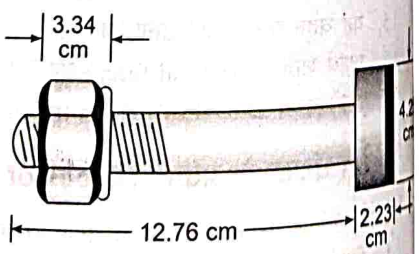


(c) बुल शीर्ष रेल के लिए फिश प्लेट
(Fish plate for B.H. Rail)

चित्र 4.18 : फिश प्लेट (Fish Plate)

4.18.2 फिश बोल्ट (Fish Bolt)

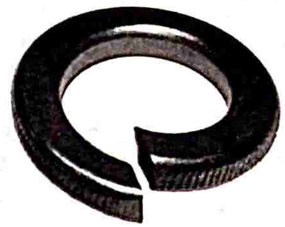
फिश बोल्ट का प्रयोग रेल तथा फिश प्लेटों को जोड़ने के लिए किया जाता है। इन बोल्ट को फिश प्लेट तथा रेल के छिद्रों में डालकर कर दिया जाता है। एक रेल जोड़ में 4 फीश बोल्ट प्रयोग किए जाते हैं। इन बोल्टों पर अधिक प्रतिवल आता है इसलिए यह उच्च कार्बन इस्पात के बनाए जाते हैं। सामान्यत: 45 किलोग्राम रेल के लिए 12.76 सेंटीमीटर लंबे व 2.5 सेंटीमीटर व्यास के बोल्ट प्रयोग किए जाते हैं। गाड़ियों से उत्पन्न कंपन से बोल्ट शीघ्र ढीले पड़ जाते हैं अत: इनको समय-समय पर कसते रहना चाहिए।



चित्र 4.19 : फिश बोल्ट (Fish Bolt)

रेल के प्रसार तथा संकुचन में कोई समस्या उत्पन्न ना हो इसके लिए फिश बोल्टों को बहुत अधिक नहीं कसा जाता अर्थात् बोल्ट को पूर्ण रूप से कस देने के बाद इसके एक चौथाई

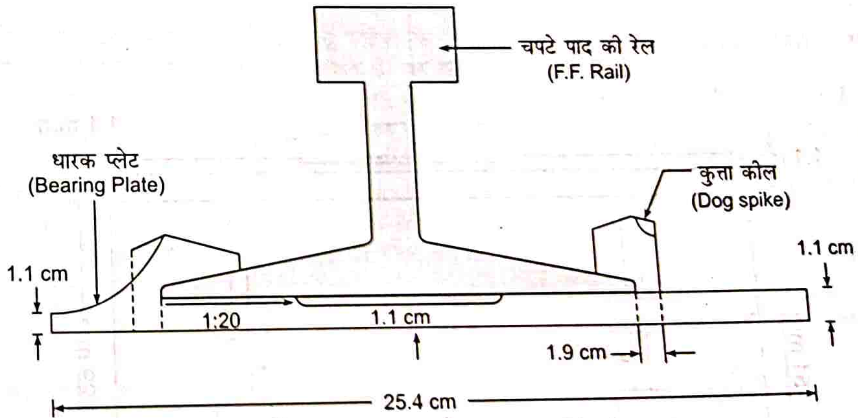
उल्टा घुमाकर ढीला कर दिया जाता है। फिश बोल्टों के साथ लॉक नट तथा स्प्रिंग वॉशर भी प्रयोग किए जाते हैं। इसमें वेरोना लॉक नट के प्रयोग से बोल्ट ढीला नहीं पड़ता क्योंकि यह लॉक नट मुख्य नेट के अंदर घुस जाता है और नट को आगे की ओर जाने देना है परंतु पीछे की ओर कोई गति नहीं होने देता है जैसा चित्र 4.20 में दर्शाया गया है।



चित्र 4.20 : वेरोना लाक नट (Verono Lock Nut)

4.18.3 धारक प्लेट (Bearing Plate)

यह आयताकार प्लेट होती है जो सामान्यत: मृदु इस्पात की बनी होती है। इसका प्रयोग चपटे पाद की रेल के नीचे किया जाता है। चपटे पाद की रेल को सामान्यत: सीधा ही स्लीपर पर रखकर स्पाइकों द्वारा जड़ दिया जाता है। जिससे रेल का भार स्लीपर के ऊपर एक समान रूप से वितरित हो सके। जब यातायात भारी व अधिक होता है अत: स्लीपर कमजोर होते हैं तो रेल के नीचे धारक प्लेट लगाई जाती है। यह प्लेट रेल जोड़, पुलों तथा कांटे व क्रॉसिंग के नीचे भी ट्रैक को अधिक सामर्थ्य प्रदान करते हैं। इसे प्राय: 20 में 1 की भीतर की ओर ढाल देकर लगाया जाता है।



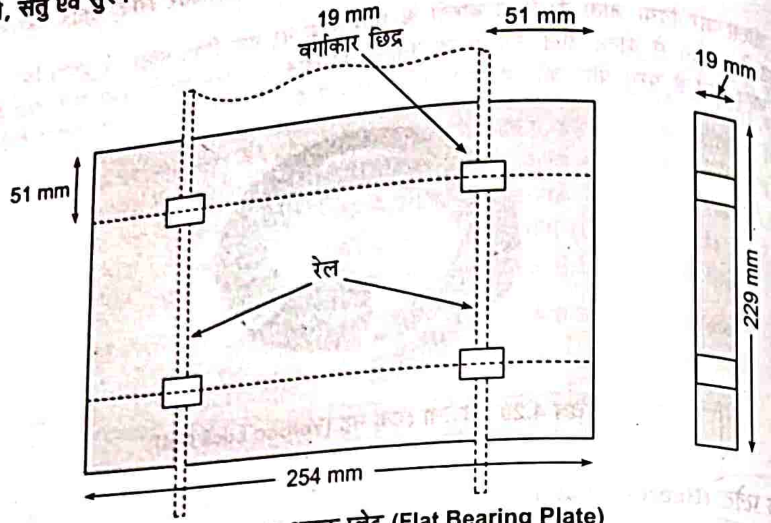
चित्र 4.21 : धारक प्लेट (Bearing Plate)

4.18.3.1 धारक प्लेट के प्रकार (Types of Bearing Plate)

दो प्रकार के धारक प्लेट रेल के नीचे प्रयोग किए जाते हैं—

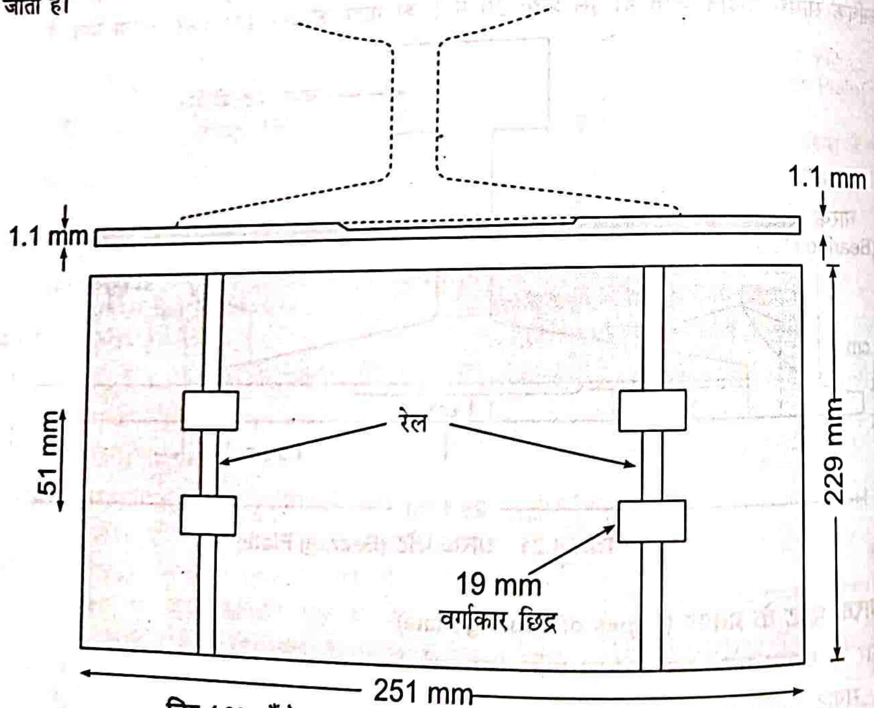
1. सपाट धारक प्लेट (Flat bearing plate)
2. कैंटेड धारक प्लेट (Canted bearing plate)

1. सपाट धारक प्लेट (Flat bearing plate)—सपाट धारक प्लेट का प्रयोग उन स्थानों पर किया जाता है जहाँ रेल को सपाट रखा जाता है। इसके अलावा इसका प्रयोग टर्न आउट में पॉइंट और क्रॉसिंग पर किया जाता है।



चित्र 4.22 : सपाट धारक प्लेट (Flat Bearing Plate)

2. कैंटेड धारक प्लेट (Canted bearing plate)—कैंटेड धारक प्लेट का उपयोग वक्र पर लकड़ी के स्लीपर नीचे किया जाता है। ये रेल जोड़ों तथा पुलों आदि के दोनों और स्लीपरों पर लगाया जाता है, जहाँ रेल 20 में 1 के ढाल पर रखा जाता है।



चित्र 4.23 : कैंटेड धारक प्लेट (Canted Bearing Plate)

4.18.3.2 धारक प्लेट के लाभ (Advantages of Bearing Plate)

रेल के नीचे धारक प्लेट लगाने से निम्न लाभ होते हैं—

1. इससे स्लीपर की आयु बढ़ जाती है।
2. रेल की रगड़ से स्लीपर को नष्ट होने से धारक प्लेट बचाती है।
3. धारक प्लेट रेल के भार को स्लीपर के अधिक क्षेत्रफल पर वितरित करती है।
4. धारक प्लेट जब रेल के नीचे लगाई जाती है तो स्लीपर को 20 में 1 की डाल पर छीलना नहीं पड़ता है।
5. धारक प्लेट स्लीपर को संदलित (crush) होने से बचाती है।
6. धारक प्लेट रेल के गेज को सही रखती है।
7. इससे स्पाइक अधिक स्थित रहते हैं और देखभाल की कम आवश्यकता पड़ती है।

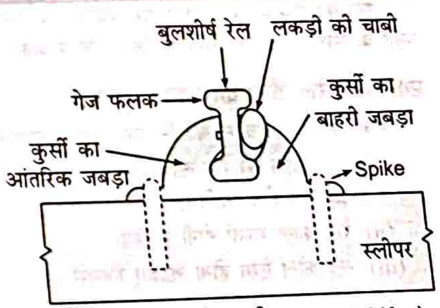
4.18.3.3 धारक प्लेट से हानि (Disadvantages of Bearing Plate)

रेल के नीचे धारक प्लेट लगाने से निम्न हानि हो सकती हैं—

1. धारक प्लेट लगाने से ट्रैक की लागत बढ़ जाती है।
2. धारक प्लेट तथा स्लीपर की संपर्क सतह पर सीलन बनी रहती है जिससे लकड़ी के स्लीपर के खराब होने का डर बना रहता है।
3. कुछ समय पश्चात् धारक प्लेट ढीली होने लगती है तो रेल पथ मार्ग और अधिक होता है।
4. क्योंकि धारक प्लेट में अलग से छिद्र नहीं किया जाता है इससे ढीले स्पाइकों को निकालकर स्लीपर के दूसरे बिंदु पर लगाना असंभव होता है।

4.19 कुर्सी (Chair)

दोहरे शीर्ष तथा बुलशीर्ष वाली रेल को स्लीपर के ऊपर स्थापित करने के लिए कुर्सी का प्रयोग किया जाता है। यह ढलवा इस्पात की बनी होती है। कुर्सी रेल पर आने वाले भार को स्लीपर के ऊपर स्थानांतरित करती है तथा इसको रेल के साथ लकड़ी की चाबी के द्वारा बांधा जाता है। इसमें दो जबड़े बने रहते हैं, रेल को भीतरी जबड़े से सटाकर रखा जाता है और बाहरी जबड़े तथा वेब के मध्य खाली स्थान में लकड़ी अथवा लोहे की चाबी फँसा कर ठोक दी जाती है। कुर्सी की सीट को 20 में 1 की भीतर की ओर ढाल देकर बनाया जाता है।



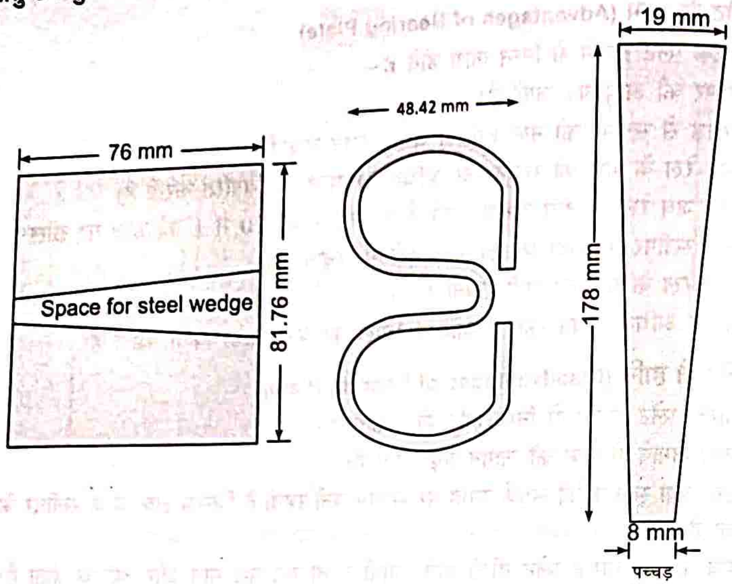
चित्र 4.24 : कुर्सी और चाबी (Chair and Key)

4.20 चाबी (Key)

पटरी को कुर्सी के साथ बांधने के लिए लकड़ी या इस्पात की चाबी प्रयोग की जाती है। यह दो प्रकार की होती है—

- लकड़ी की चाबी (Wooden key)
- इस्पात की चाबी (Steel key)

लकड़ी की चाबी सस्ती होती है परंतु यह वायुमंडलीय प्रभाव तथा कीटों के प्रभाव से शीघ्र नष्ट हो जाती है। जबकि इस्पात की चाबी पर वायुमंडलीय प्रभाव व कीटों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। दोनों प्रकार के चाबी चित्र में दर्शाया गा हैं।



चित्र 4.25 : स्टूवर्ट चाबी (Stewart's Key)

4.21 कील (Spike)

रेल को लकड़ी के स्लीपर पर जकड़ने के लिए कीलों की आवश्यकता पड़ती है। इसका प्रयोग रेल के नीचे धारक प्लेट के साथ या उसके बिना भी किया जा सकता है।

एक अच्छे रेल कील की आवश्यकताएँ

एक अच्छी रेल कील को निम्नलिखित आवश्यकताओं को पूरा करना चाहिए—

(i) रेल कील को रेल को स्थिति में रखना चाहिए और इसकी स्थिति को बनाए रखने के लिए गति के लिए पर्याप्त प्रतिरोध होना चाहिए।

(ii) रेल कील सस्ती होनी चाहिए।

(iii) रेल कील ऐसा होना चाहिए जिससे आसानी से लगाया और हटाया जा सके।

(iv) रेल कील को गेज को ठीक से बनाए रखना चाहिए।

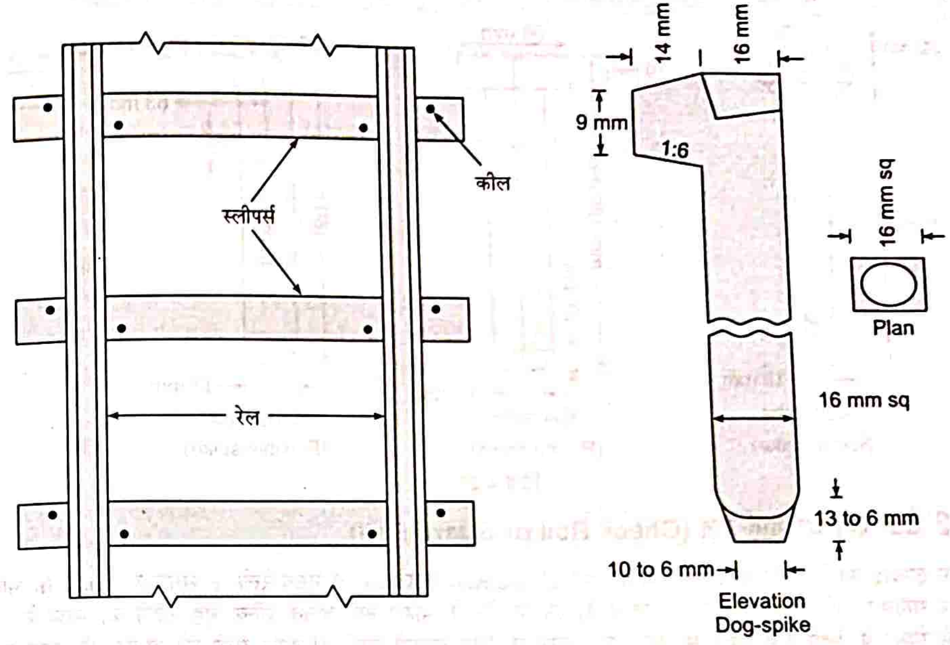
4.21.1 रेल कील के प्रकार (Types of Rail Spike)

विभिन्न प्रकार के स्पाइक्स का उपयोग सामान्य रूप से किया जा रहा है—

1. कुत्ता कील (Dog spike)
2. पेंचदार कील (Screw spike)
3. गोल कील (Round spike)
4. लचीला कील (Elastic spike)

प्रत्येक प्रकार के स्पाइक को संक्षेप में वर्णित किया गया है—

1. कुत्ता कील (Dog Spike)—लकड़ी के स्लीपरों के लिए ज्यादातर कुत्ता कील का प्रयोग किया जाता है। यह कील आसानी से स्लीपर में ठोकी जा सकती है तथा यह सस्ती भी होती है, परंतु कंपन के कारण यह शीघ्र ही ढीली पड़ जाती है तथा यह रेल का विसर्पण रोकने में भी बहुत ज्यादा सफल नहीं होती हैं।



चित्र 4.26 : कुत्ता कील (Dog Spike)

कुत्ता कील लगाने की विधि-

(i) रेल आधार के दोनों तरफ लकड़ी के स्लीपर में पूरी गहराई तक छिद्र कर लिए जाते हैं तथा इन छिद्रों में रेल कील ठोक दिए जाते हैं।

(ii) रेल के दोनों तरफ स्लीपर के सिरों पर एक एक कुत्ता कील लगाई जाती है अर्थात् प्रत्येक स्लीपर पर चार कुत्ता कील लगाई जाती है। यह किलें एक सीध में नहीं होनी चाहिए।

(iii) अब इन कीलों को घन की सहायता से ठोक दिया जाता है।

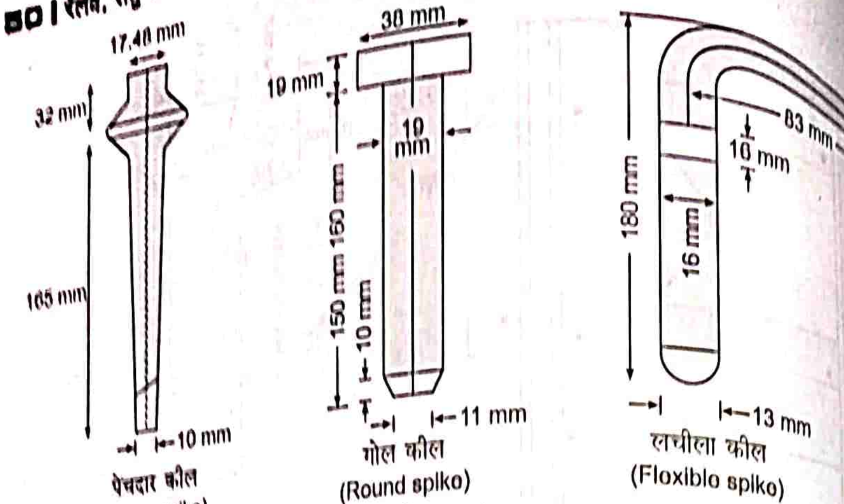
(iv) ट्रेन के निकलने पर ट्रैक में कंपन के कारण यह कीलें ढीली होती रहती हैं जिन्हें समय-समय पर ठोकते रहना चाहिए।

(v) कील को बार-बार ठोकने से यह खराब होने लगता है अर्थात् स्लीपर में उपस्थित सुराख भी बड़े होने लगते हैं तो बगल में नए छिद्र बनाकर उसमें ठोक दिया जाते हैं, परंतु ऐसा बार-बार करने पर जब स्लीपर में कील ठोकने को स्थान नहीं रहता है तब स्लीपर बदल देना चाहिए।

2. पेंचदार कील (Screw spike)—पेंचदार कील की पकड़ कुत्ता कील की तुलना में लगभग दोगुनी होती है। यह शुंडाकार आकृति के होती हैं तथा इसमें चूड़ियाँ बनी होती हैं जिस कारण इसकी पकड़ अधिक होती है। कुत्ता कील की तुलना में यह कील Lateral thrust को अधिक रोकता है। चूँकि पेंचदार कील महँगी पड़ती है इसलिए कुत्ता कील का प्रयोग अत्याधिक किया जाता है। इसे स्लीपर में ठोकने की विधि कुत्ता कील की भाँति ही होती है।

3. गोल कील (Round spike)—इस रेल का प्रयोग बुल शीर्ष वाली रेल को कुर्सी तथा लकड़ी के स्लीपर को बाँधने के लिए किया जाता है।

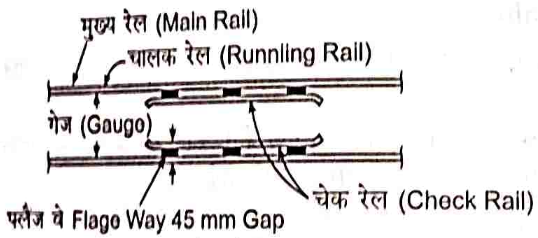
4. लचीला कील (Elastic spike)—इस कील का प्रयोग भी कुर्सी को स्लीपर के साथ स्थिर करने के लिए किया जाता है। इसका ऊपरी सिरा विशेष प्रकार से जुड़ा होता है तथा यह कील रेल के विसर्पण को भी रोकती है।



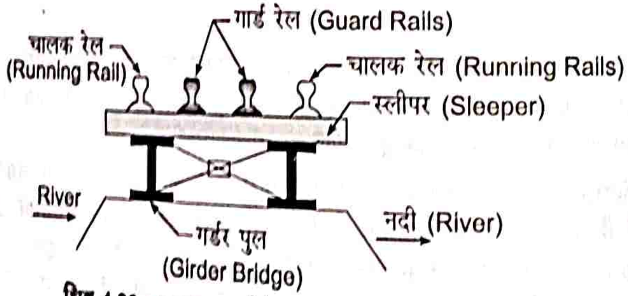
चित्र 4.27

4.22 चेक रेल या गार्ड रेल (Check Rail or Guard Rail)

कम लम्बाई की रेलों को ही Check Rail तथा Guard Rail कहते हैं। जो मुख्य रेलों के समान्तर Track के की तरफ सहायक रेलों के रूप में लगायी जाती हैं। इन पर ट्रेन के पहिये नहीं चलते बल्कि यह पहिये को मुख्य उतरने से रोकने के लिए तथा पार्श्व सामर्थ्य प्रदान करने के लिए लगायी जाती है। इनके सिरों को अन्दर की तरफ दिया जाता है।



चित्र 4.28 : चेक रेलें (Check Rails)



चित्र 4.29 : पुल पर गार्ड-रेल (Guard Rail at Bridge)

जब ये रेलें Point, Crossing सड़क समतल पारक तथा वक्रों पर लगायी जाती हैं तो इन्हें Check Rail कहते जब यह रेलें पुलों पर लगायी जाती हैं तो यह गार्ड रेल कहलाती है। यह रेलें पुल के किनारों से 15-20 m आगे तक रहती हैं।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- रेलगाड़ियों के पहिए, जिस इस्पात के लंबे गडर के शीर्ष पर चलती हैं उन्हें रेल कहते हैं।
- रेल के प्रमुख घटक निम्न हैं—
  कार्बन (C) = 0.55 से 0.70%
  मैंगनीज (Mn) = 0.65 से 0.90%
  सिलिकोन (Si) = 0.50 से 0.30%
  सल्फर (S) = 0.05% या कम
  फास्फोरस (P) = 0.05% या कम
- रेलवे ट्रैक में रेल के तीन कार्य या उद्देश्य हैं—
  1. भारी ऊर्ध्वाधर भार, पार्श्व और ब्रेकिंग बलों, और थर्मल तनाव के कारण विकसित तनावों को सहन करना।
  2. स्टील की रेल और स्टील के पहियों के बीच न्यूनतम घर्षण के साथ भारी चलती भार के पारित होने के लिए कठोर और चिकनी सतह प्रदान करना।
  3. स्लीपरों को लोड संचारित करने के लिए और परिणामस्वरूप गिट्टी और गठन पर दबाव को कम करने के लिए।
- 1789 में, विलियम जेसोप (William Jessop) ने एक कच्चा लोहा का रेल बनाया, जिसके लिए पहिया के निकला हुआ किनारा रेल पर रखा जाना चाहिए।
- 1805 में, जॉन बिर्केंशॉ (John Birkenshaw) ने नरम लोहे की पहली रेल बनाई। रेल की लंबाई और चौड़ाई क्रमश: 610 मिमी और 38 मिमी थी। 1811 में रेल की लंबाई 366 सेमी तक बढ़ गई थी।
- रेल मार्ग के लिए निम्न तीन रेलों का प्रयोग किया जाता है—
  1. दोहरे शीर्ष वाली रेल (Double headed rail)
  2. बुल शीर्ष वाली रेल (Bull headed rail)
  3. चलते पाद वाली रेल (Flat footed rail)
- रेल की लंबाई जितनी अधिक होती है, जोड़ों की संख्या उतनी ही कम होती है।
- भारत ने B.G. के लिए मानक रेल लंबाई के रूप में 12.80 मीटर और M.G. के लिए 11.89 मीटर को अपनाया।
- अमेरिका, ब्रिटेन, फ्रांस और जर्मनी में रेल की सामान्य लंबाई क्रमश: 11.89 मीटर, 18.30 मीटर, 24 मीटर और 30 मीटर है।
- भारत में B.G. पर एक रेल के प्रति मीटर लंबाई द्वारा 512.06 गुना भार ले जाया जा सकता है। अमेरिकी परिस्थितियों के लिए यही आँकड़ा 274.32 है।
- 5 mm का प्रसार स्थान 70 मीटर से 80 मीटर की रेल लंबाई के लिए पर्याप्त होता है।
- रासायनिक तथा ताप बिल्डिंग के साथ-साथ कुछ और भी विधियाँ हैं जिनका प्रयोग रेल बिल्डिंग में किया जाता हैं जिनके नाम निम्न हैं—
  1. Electric arc welding
  2. Oxyacetylene welding
  3. Chemical thermit welding
  4. Flash but welding
- रेल का निघर्षण निम्न तीन स्थितियों में होता है—
  1. रेल शीर्ष का ऊपर से घिस जाना (wear of rails on top or head of rails)

2. रेल शीर्ष का पार्श्व से घिस जाना (wear of rails on the side of the head of the rails)
3. रेल के सिरों का घिस जाना (wear of rails at end of rails)

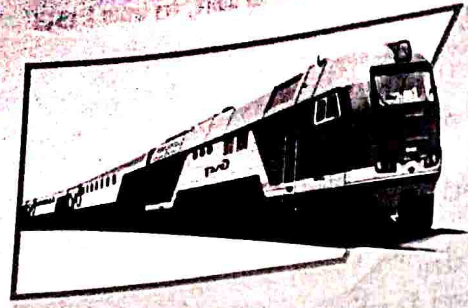
- रेलों का निघर्षण दो प्रकार से ज्ञात किया जाता है—
  1. रेलों को तौल कर
  2. रेलों के अनुप्रस्थ परिच्छेद को माप कर
- जब मानक रेल की अपेक्षा रेल का भार तौलने पर 5% घट जाता है तो इसे मुख्य रेल मार्ग से निकाल कर अन्य कम उपयोग होने वाले रेल मार्ग पर प्रयोग किया जाता है।
- जब घिसी हुई रेल का भार 10% तक कम हो जाता है तो इसे रेल मार्ग से निकाल दिया जाता है।
- ट्रेन के पहिए की पार्श्विक गति को रोकने के लिए इनके रिंग को 20 में 1 की ढाल दी जाती है।
- रेल का स्लीपर के साथ अपनी लंबाई की दिशा में मूल स्थिति से आगे या पीछे सरकना विसर्पण कहलाता है।
- विसर्पण के प्रभाव निम्नलिखित हैं—
  1. स्लीपर अपने मूल स्थिति से हट जाते हैं।
  2. स्लीपर के मूल स्थिति से हटने से रेल गेज प्रभावित होता है।
  3. पॉइंट तथा क्रॉसिंग की स्थिति भटक जाती है।
  4. रेल बंधक तथा स्थायक ढीले हो जाते हैं जिससे रेल के जोड़ खुलने की संभावना रहती है।
- स्लीपर्स की स्थिति के अनुसार, रेल जोड़ों में निम्न तीन प्रकार होते हैं—
  1. निलंबित जोड़ (suspended joint)
  2. सहायक जोड़ (supported joint)
  3. पुल जोड़ (bridge joint)
- रेल जोड़ जब दो लगातार स्लीपरों के केंद्र में रखा जाता है, एक निलंबित जोड़ (suspended joint) कहलाता है।
- रेल को स्लीपर पर सही स्थिति में बनाए रखने के लिए निम्न बंधकों का प्रयोग किया जाता है—
  1. फिश प्लेट (fish plate)
  2. फिश बोल्ट (fish bolt)
  3. धारक प्लेट (bearing plate)
  4. कुर्सी (chair)
  5. चाबी (key)
  6. कीलें (spike)
  7. विसर्पण रोधी (anti creeper)
- दो प्रकार के धारक प्लेट रेल के नीचे प्रयोग किए जाते हैं—
  1. सपाट धारक प्लेट (Flat bearing plate)
  2. कैंटेड धारक प्लेट (Canted bearing plate)

अभ्यास प्रश्न

1. रेल से आप क्या समझते हैं? यह कितने प्रकार की होती हैं? सचित्र वर्णन करें।
2. रेल का प्रकार्य (Functions) लिखिए।
3. एक आदर्श रेल की आवश्यकताओं पर प्रकाश डालिए।
4. दोहरे शीर्ष वाली रेल तथा बुल शीर्ष वाली रेल का सचित्र वर्णन कीजिए।
5. चपटे पाद वाली रेल का सचित्र वर्णन कीजिए।
6. चपटे पाद की रेल तथा दोहरे शीर्ष की रेल की तुलना कीजिए।

7. रेल की लंबाई से आप क्या समझते हैं? लिखिए।
8. रेल जोड़ कितने प्रकार के होते हैं? बताइए।
9. रेल के भार पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
10. रेलों की वेल्डिंग क्यों की जाती है? उसके लाभ तथा हानि लिखिए।
11. रेलों की वेल्डिंग के उद्देश्य लिखिए।
12. रेलों की वेल्डिंग की विधियों के नाम दीजिए तथा किसी एक का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
13. रेल के क्षरण पर टिप्पणी लिखिए।
14. लहरदार तथा गर्जन रेल से आप क्या समझते हैं? लिखिए।
15. रेलों का घिसन कैसे होता है? इसे कैसे ज्ञात किया जाता है? वर्णन करें।
16. रेल के घिसन को कम करने के लिए अपनाए जाने वाले तरीके बताइए।
17. रेल निघर्षण का मापन कैसे किया जाता है? लिखिए।
18. पहिए का शांक्वीकरण (Coning of wheels) क्यों किया जाता है? इसका क्या मान रखा जाता है? लिखिए।
19. पहिए का शांक्वीकरण से लाभ तथा हानि लिखिए।
20. रेल के विसर्पण (Creep of Rail) से आप क्या समझते हैं? तथा इसे रोकने के उपाय लिखिए।
21. रेल विसर्पण मापने की विधि लिखिए।
22. विसर्पण के प्रभावों का संक्षेप में वर्णन करें।
23. रेल बंधक से आप क्या समझते हैं? इसकी आवश्यकता को लिखिए।
24. रेल बंधक के प्रकार लिखिए।
25. फिश प्लेट तथा फिश बोल्ट का सचित्र वर्णन कीजिए।
26. धारक प्लेट का सचित्र वर्णन कीजिए।
27. धारक प्लेट से लाभ तथा हानि लिखिए।
28. निम्नलिखित का सचित्र वर्णन कीजिए—
    1. कुर्सी, 2. चाबी,
    3. विसर्पण रोधी, 4. रेल कील।
29. कुत्ता कील (Dog spike) का सचित्र वर्णन कीजिए।
30. चेक रेल या गार्ड रेल को समझाइए।

□



5 स्लीपर और गिट्टी (Sleeper and Ballast)

Inside this Chapter
- Sleeper
- Types of Sleeper
- Sleeper Materials
- Sleeper Density
- Ballast
- Size & Quantity of Ballast

5.1 स्लीपर (Sleeper)

रेल मार्ग के दोनों समांतर रेलों के नीचे आधार प्रदान करने के लिए तथा उन्हें स्थिति में रखने के लिए जो अवयव लगाये जाते हैं उन्हें स्लीपर कहते हैं। ये लकड़ी, इस्पात, ढलवाँ लोहा तथा कंक्रीट के बने होते हैं।

इस समय भारत में लकड़ी के स्लीपर 0.3%, इस्पात स्लीपर 1.5%, ढलवाँ लोहे के 4% तथा पूर्व प्रबलित कंक्रीट के 94.2% स्लीपर लगाए जाते हैं।

यातायात की सघनता के अनुसार तथा भार के अनुसार प्रति किलोमीटर रेल के लिए 1310 से 1660 स्लीपर लगाए जाते हैं।

5.2 स्लीपर के प्रकार्य (Functions of Sleepers)

1. रेल मार्ग में गेज दूरी को एक समान बनाए रखता है।
2. रेल को दृढ़ तथा समतल आधार प्रदान करता है।
3. रेल और गिट्टी के मध्य प्रत्यास्थ माध्यम का कार्य करता है।
4. रेल मार्ग को स्थिरता प्रदान करता है।
5. रेल पर पड़ने वाले भार को निर्माण स्थल पर स्थानांतरित करते हैं।
6. रेल के शीर्ष को पहिए के शांक्वीकरण के अनुसार स्थिति में बनाए रखता है।
7. रेल मार्ग का संरेखण बनाए रखता है।

5.3 अच्छे स्लीपर की आवश्यकताएँ (Requirements of an Good Sleeper)

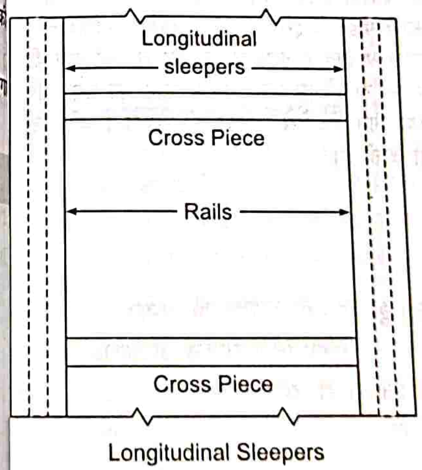
1. प्रारम्भिक लागत और रखरखाव व लागत यथा संभव कम होनी चाहिए। रखरखाव के आधुनिक तरीकों से ट्रैक को आसानी से बनाए रखना संभव होना चाहिए।
2. रेल के साथ स्लीपर के फिसिंग में जटिल नहीं होना चाहिए।
3. स्लीपर का वजन मध्यम होना चाहिए।
4. स्लीपर ऐसा होना चाहिए कि रेल की सीट के नीचे और गिट्टी के ऊपर पर्याप्त असर क्षेत्र बना रहे।

5. स्लीपर ऐसा होना चाहिए जो गेज को सही ढंग से समायोजित करने और बनाए रखने के लिए संभव हो।
6. स्लीपर तेज गति से चलने वाले वाहनों के कारण तेज गति से चलने वाले झटके और कंपन का सामना करने में सक्षम होना चाहिए।
7. स्लीपर ऐसी सामग्री का होना चाहिए जो ट्रैक सर्किट के काम में हस्तक्षेप न करें।
8. गिट्टी की पैकिंग के दौरान स्लीपर नहीं टूटना चाहिए।
9. स्लीपर ऐसे डिजाइन का होना चाहिए कि ट्रेनों के गुजरने के कारण इसे आसानी से आगे नहीं बढ़ाया जा सके।
10. स्लीपर में तोड़-फोड़ कम होने चाहिए।
11. स्लीपर अत्यधिक नुकसान के बिना पटरी से उतरने में सक्षम होना चाहिए।
12. स्लीपरों का निर्माण, परिवहन और बिछाने में आसान होना चाहिए।
13. स्लीपर में यथासंभव कम घटक होने चाहिए।

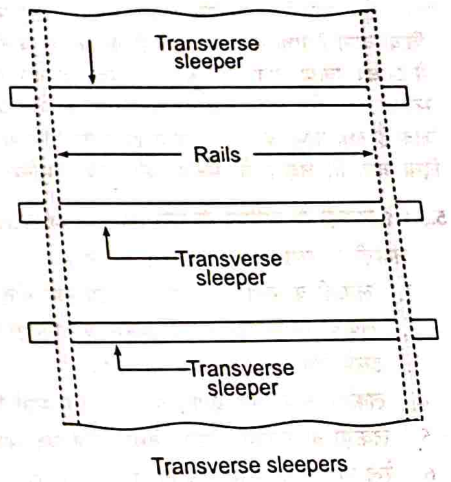
5.4 स्लीपर के प्रकार (Types of Sleeper)

रेलवे ट्रैक में स्थिति के आधार पर, स्लीपर्स को निम्नलिखित दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है—
1. अनुदैर्ध्य स्लीपर्स (Longitudinal sleepers)
2. अनुप्रस्थ स्लीपर्स (Transverse sleepers)

1. अनुदैर्ध्य स्लीपर्स (Longitudinal sleepers)—ये स्लीपरों का प्रारम्भिक रूप हैं और इसमें पत्थरों के स्लैब या लकड़ी के टुकड़े शामिल होते हैं जो कि चित्र में दिखाए गए रेल के समानांतर होते हैं। ट्रैक के सही गेज को बनाए रखने के लिए थोड़े-थोड़े अंतराल पर क्रॉस टुकड़े लगाए जाते थे। वर्तमान में मुख्यत: निम्नलिखित कारणों से इन स्लीपरों का प्रयोग नहीं किया जाता है।



चित्र 5.1 : अनुर्दर्ध्य स्लीपर (Longitudinal Sleepers)



चित्र 5.2 : अनुप्रस्थ स्लीपर (Transverse sleepers)

- इन स्लीपरों का उपयोग करने पर ट्रेन का संचालन सुचारू (Smooth) नहीं होता है।
- लागत अधिक होता है।
- ऐसे ट्रैक से शोर अधिक आता है।

2. अनुप्रस्थ स्लीपर्स (Transverse sleepers)—अनुप्रस्थ या क्रॉस स्लीपर्स को पहली बार 1835 में ब्रिटेन में तैयार किया गया था और अब ये हर जगह (Universally) अपनाए जाते हैं। ये बहुत लोकप्रिय हो गए हैं और ये पहले से

प्रयोग हो रहे स्लीपर्स के सभी कमियों को दूर करते हैं। इन्हें रेल के समकोण पर रखा जाता है जैसा कि चित्र 5... दिखाया गया है।

5.5 सामग्री के आधार पर स्लीपर का वर्गीकरण (Classification of Sleeper Based on Materials)

सामग्री के आधार पर स्लीपर को निम्न 4 भागों में बाँटा गया है—

1. लकड़ी के स्लीपर (Wooden Sleeper)
2. इस्पात के स्लीपर (Steel Sleeper)
3. ढलवाँ लोहे के स्लीपर (Cast-Iron Sleeper)
4. कंक्रीट के स्लीपर (Concrete Sleeper)

5.5.1 लकड़ी के स्लीपर (Wooden Sleepers)

लकड़ी के स्लीपर अधिकतर साल तथा टीक की लकड़ी के द्वारा बनाए जाते हैं, क्योंकि यह लकड़ी अ... सामर्थ्यवान और कठोर होती है। लकड़ी का स्लीपर बनाने से पहले लकड़ी का पूर्ण रूप से उपचार किया जाता है... लकड़ी वायुमंडलीय प्रभाव एवं दीमक के प्रभाव से सुरक्षित रहे। उपचारित लकड़ी के द्वारा बने स्लीपर की आयु ... से 50% तक बढ़ जाती है। लकड़ी के स्लीपर आयताकार परिच्छेद के होते हैं। लकड़ी के स्लीपर की विभिन्न गे... लिए मानक आकार निम्नलिखित होते हैं—

- बड़ी लाइन (Broad gauge)-2.74 M × 25 CM × 13 CM
- मीटर लाइन (Metre gauge)-1.83 M × 20 CM × 11 CM
- संकरी लाइन (Narrow gauge)-1.52 M × 15 CM × 10 CM

टीक लकड़ी के स्लीपर सबसे अच्छे होते हैं परंतु यह महँगी होने के कारण इसका उपयोग पुलों पर गर्डर के ... किया जाता है तथा साल की लकड़ी के स्लीपर कठोर सामर्थ्यवान तथा सस्ते पड़ते हैं इसलिए इनका प्रयोग स्लीपर के ... में अधिक किया जाता है। जहाँ पर देवदार व चीर लकड़ी आसानी से उपलब्ध होते हैं वहाँ पर देवदार व चीर लकड़ी ... स्लीपर भी प्रयोग किए जाते हैं। चपटीपाद की रेल को लकड़ी के स्लीपर पर लगाने के लिए धारक प्लेट का प्रयोग ... जाता है तथा कभी-कभी इसे सीधा ही कुत्ता कील से स्लीपर पर ठोक दिया जाता है। ऐसे स्लीपर को 20 में 1 की ढा... दिया जाता है। लकड़ी के स्लीपर की आयु सामान्यत: 10 से 15 वर्ष ली जाती है।

5.5.1.1 लकड़ी के स्लीपर के गुण (Merits of Wooden Sleeper)

लकड़ी के स्लीपर में निम्न गुण होते हैं—

1. लकड़ी के स्लीपर आसानी से उपलब्ध होते हैं।
2. लकड़ी के स्लीपर प्रत्येक प्रकार की गिट्टी के लिए उपयुक्त होते हैं।
3. इसमें जंग लगने का भय नहीं होता है।
4. लकड़ी के स्लीपर प्रयोग करने से रेल मार्ग निर्माण का कार्य आसानी से हो जाता है।
5. लकड़ी के स्लीपर आघात तथा कंपन को सहन करने योग्य होते हैं।
6. रेल परिपथ के लिए लकड़ी के स्लीपर उत्तम होते हैं।
7. लकड़ी के स्लीपर प्रत्येक गेज के लिए उपयुक्त होते हैं।
8. पुलों तथा कठोर निर्माण स्तर पर इन्हें बिना गिट्टी के भी प्रयोग किया जा सकता है।
9. लकड़ी के स्लीपर प्रयोग करने से ट्रैक पर शोर कम उत्पन्न होता है।
10. जंगल वाले क्षेत्रों में लकड़ी के स्लीपर अन्य स्लीपर की तुलना में सस्ते पड़ते हैं।
11. लकड़ी के स्लीपर को पटरी के नीचे लगाना व निकालना आसान होता हैं।
12. लकड़ी के स्लीपर पर रेल को स्थिर करना आसान होता है तथा इसमें कम बंधकों की आवश्यकता होती ...

5.5.1.2 लकड़ी के स्लीपर के अवगुण (Demerits of Wooden Sleeper)

लकड़ी के स्लीपर में निम्न अवगुण होते हैं—

1. स्लीपर की तुलना में इनकी आयु कम होती है।
2. यह वायुमंडलीय प्रभाव तथा दीमक के प्रकोप से खराब होने लगती है।
3. ट्रैक पर गेज बनाए रखने मे कठिनाई होती है।
4. रेल मार्ग हटाए जाने के बाद इनका उपयोगी मूल्य बहुत कम होता है।
5. जंगलों की अंधाधुंध कटाई के कारण पर्यावरण और असंतुलित होने लगता है।
6. लकड़ी के स्लीपर पर अनुरक्षण का व्यय अधिक पड़ता है।
7. भाप इंजनो से गिरती हुई गर्म राख तथा जलते हुए कोयले से आग लगने का भय बना रहता है।
8. रेल कीलों के बार-बार ठोकने पर लकड़ी के स्लीपर फट जाते हैं और बेकार हो जाते हैं।
9. यह अपनी स्थिति से बहुत आसानी से हट जाते हैं।
10. इन स्लीपर का भार अधिक होता है।

5.5.2 इस्पात के स्लीपर (Steel Sleeper)

भारत में हजारों किलोमीटर रेल पथ का निर्माण इस्पात के स्लीपर के द्वारा किया जा चुका है। इस्पात के स्लीपर का निर्माण 6 मिलीमीटर मोटी इस्पात की चादर को उल्टी चैनल के रूप में मोड़कर तथा दोनों सिरों को नीचे की ओर दबाकर किया जाता है। इन स्लीपर के निर्माण के समय ही इनमें 20 में 1 भीतर की ओर ढाल दी जाती है। इन स्लीपर का संक्षारण रोकने तथा अधिक आयु प्रदान करने के लिए इनको गरम कोलतार के घोल में डुबोकर निकाल दिया जाता है। बड़ी लाइन तथा मीटर लाइन के लिए इस्पात के स्लीपर का भार क्रमश: 28.8 किलोग्राम तथा 18.75 किलोग्राम प्रति मीटर होती है। बड़ी गेज के लिए इसकी मानक लंबाई 2.68 मीटर रखी जाती है तथा इनकी आयु 35 वर्ष ली जाती है।

स्टील स्लीपर्स को निम्नलिखित स्थितियों को पूरा करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है—

1. स्लीपर्स को अनुदैर्ध्य दिशा में स्थानांतरित किए बिना स्लीपर्स में रेल को आसानी से ठीक करना संभव होना चाहिए।
2. रेल का उन पर पर्याप्त धारक क्षेत्र (enough bearing area) होना चाहिए।
3. स्लीपर्स की मोटाई और आकृति ऐसी होनी चाहिए कि वे बीम की तरह मजबूत हों।
4. उन्हें सही गेज बनाए रखने में सक्षम होना चाहिए।
5. उन्हें इतना डिज़ाइन किया जाना चाहिए कि टैंपिंग या पैकिंग से किनारों को नुकसान न पहुँचे।
6. उनकी स्थिरता के उद्देश्य के लिए उन्हें पर्याप्त रूप से भारी होना चाहिए।
7. उनके पास गिट्टी पर एक प्रभावी असर क्षेत्र होना चाहिए।
8. उन्हें आसानी से स्थिति से बाहर धकेलने में सक्षम नहीं होना चाहिए।

5.5.2.1 इस्पात के स्लीपर के प्रकार (Types of Steel Sleeper)

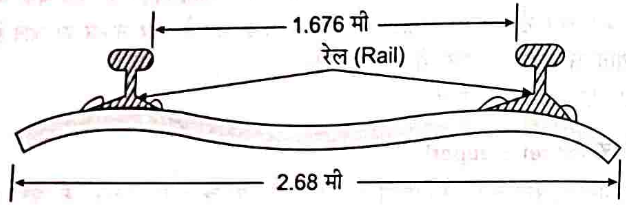
इस्पात के स्लीपर निम्न प्रकार के होते हैं—

- चाबी प्रकार के स्लीपर (Key type sleeper)
- क्लिप बोल्ट प्रकार के स्लीपर (Clip-bolt type sleeper)
- काठी प्रकार के स्लीपर (Saddle type sleeper)

भारतीय रेलवे में चाबी प्रकार के स्लीपर अधिक प्रयोग किए जाते हैं और स्टाफ चाबी प्रकार के स्लीपर में रेल तथा स्लीपर के मध्य चाबी लगाकर रेल पथ का निर्माण किया जाता है। चाबी प्रकार के स्लीपर को भी दो भागों में बाँटा गया है जिससे नीचे दर्शाए चित्र द्वारा समझा जा सकता है।

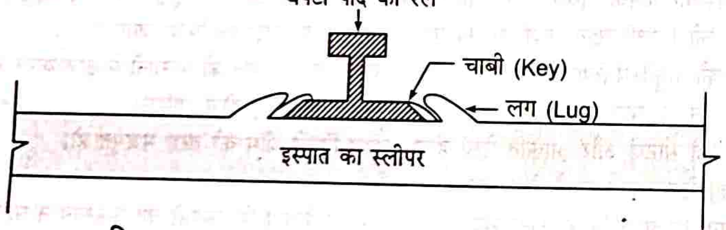
इस्पात स्लीपर (Steel Sleeper)

- (1) चाबी प्रकार के स्लीपर (Key Type)
  - (A) लग प्रकार के स्लीपर (Lugs)
  - (B) जबड़ा प्रकार के स्लीपर (Jaws)
- (2) क्लिप बोल्ट प्रकार के स्लीपर (Clip bolt Type)
- (3) सैडल प्रकार के स्लीपर (Saddle Type)



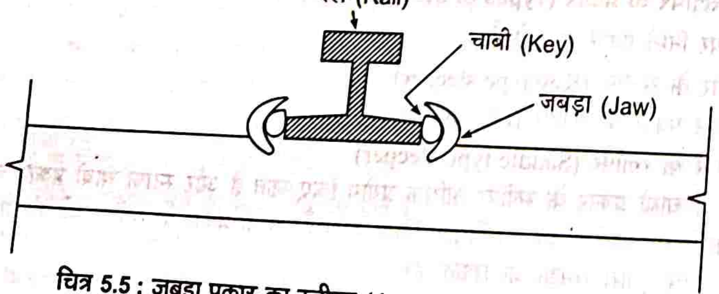
चित्र 5.3 : इस्पात का स्लीपर (Steel Sleeper))

A. लग प्रकार के स्लीपर (Lugs types of sleeper)—लग प्रकार के स्लीपर में चाबी, लग तथा रेल के पाद के मध्य लगाई जाती है।



चित्र 5.4 : लग प्रकार का स्लीपर (Lug Types Sleeper)

B. जबड़ा प्रकार के स्लीपर (Jaws types of sleeper)—जबड़ा प्रकर के स्लीपर में चाबी, जबड़ा तथा रेल के पाद के मध्य लगाई जाती है।



चित्र 5.5 : जबड़ा प्रकार का स्लीपर (Jaws Types of Sleeper)

5.5.2.2 इस्पात के स्लीपर के गुण (Demerits of Steel Sleeper)

इस्पात के स्लीपर में निम्न गुण होता है—

1. गेज सही अवस्था में बना रहता है।
2. लकड़ी के स्लीपर की अपेक्षा इनकी आयु अधिक होती है।
3. इस्पात के स्लीपर का उत्पादन आसानी से हो जाता है।
4. इस्पात के स्लीपर में दीमक इत्यादि लगने का डर नहीं रहता है।
5. यह लकड़ी के स्लीपर की अपेक्षा भार में हल्के होते हैं।
6. इस्पात के स्लीपर प्रत्यास्थ होते हैं।
7. इनका अनुरक्षण व्यय कम आता है।
8. इस स्लीपर में आग लगने का भय नहीं होता है।
9. यह स्लीपर उपयोग के बाद भी बेकार नहीं होते हैं। इनका अनुपयोगी मूल्य पर्याप्त होता है।
10. यह एक ही टुकड़े के बने होते हैं अतः इनको उठाना सरल पड़ता है।

इस्पात के स्लीपर में निम्न अवगुण होता है—

1. उनकी कीमत अधिक होती है।
2. रेल पथ का अनुरक्षण सरलतापूर्वक नहीं हो पाता है।
3. इस्पात के स्लीपर संक्षारण के कारण नष्ट हो जाते हैं।
4. ये स्लीपर रेल परिपथ की दृष्टि से उपयुक्त नहीं होते हैं।
5. आघातों के कारण स्लीपर में दरारे पड़ जाते हैं।
6. इनको रेल के नीचे से हटाना तथा पुनः लगाना कठिन होता है।
7. रेल व गिट्टी के मध्य अच्छा कुशन नहीं प्रदान कर पाते।
8. लग तथा बोल्ट के छिद्र मानक दूरी पर बने होने के कारण यह एक ही प्रकार की रेल के लिए उपयुक्त होते हैं।

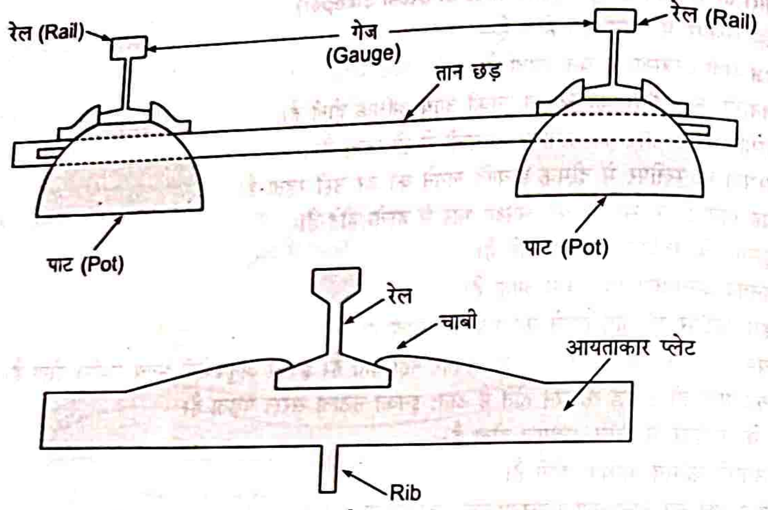
5.5.3 ढलवा लोहे के स्लीपर (Cast Iron Sleeper)

लकड़ी अथवा इस्पात के स्लीपर के स्थान पर ढलवा लोहे के स्लीपर भी भारतीय रेलवे के द्वारा रेल पथ निर्माण में प्रयुक्त किए जाते हैं, भारतीय रेलवे में इसका उपयोग 1870 से ही किया जा रहा है, बड़ी गेज ट्रैक पर लगभग 60% ढलवा लोहे के स्लीपर प्रयोग किए गए हैं। ढलवा लोहे के स्लीपर भारत और पाकिस्तान को छोड़कर और किसी भी देश में प्रयोग नहीं किया जाता है।

ढलवा लोहे के स्लीपर के रूप में अधिकतर पाट स्लीपर (Pot sleeper) व प्लेट स्लीपर (Plate sleeper) प्रयोग किए जाते हैं। पाट स्लीपर पाट अर्थात् कटोरी के आकार के होते हैं। इस स्लीपर में दो उल्टे कटोरो को एक तान छड़ के द्वारा जोड़कर बनाया जाता है। स्लीपर में गिट्टी की भराई तथा कुटाई एवं निरीक्षण के लिए दो छिद्र दिए जाते हैं। स्लीपर के ऊपर रेल को स्थायित्व प्रदान करने के लिए कुर्सी का प्रयोग किया जाता है।

ढलवा लोहे के स्लीपर दो पाट या प्लेट (रीब के साथ) 51 mm × 13 mm माप के गढ़ा लोहे (Wrought iron) के तान छड़ द्वारा जुड़ा होता है।

पाट का आकार पहले गोलाकार होता था, लेकिन वर्तमान समय के इसका आकार अंडाकार होता है जिसका बड़ा व्यास 610 mm तथा छोटा व्यास 508 mm होता है। पाट की जांच और गिट्टी की पैकिंग के लिए इसमें 2 छिद्र बनाए जाते हैं। प्लेट स्लीपर आयताकार आकार के होते हैं जिनकी माप लगभग 864 mm × 305 mm होता है। ढलवा लोहे के स्लीपर की आयु 35 से 50 वर्ष तक होती है।



चित्र 5.6 : ढलवा लोहे के स्लीपर (Cast Iron Sleeper)

5.5.3.1 ढलवा लोहे के स्लीपर के गुण (Merits of Cast-Iron Sleeper)

ढलवा लोहे के स्लीपर के निम्नलिखित गुण होते हैं—

1. ढलवा लोहे के स्लीपर की आयु अधिक होती है।
2. इन स्लीपर्स में रेल का विसर्पण कम होता है।
3. इनका अनुरक्षण व्यय कम आता है।
4. इस्पात स्लीपर की तुलना में ढलवा लोहे के स्लीपर का उत्पादन सरल होता है।
5. ढलवा लोहे के स्लीपर पर दीमक तथा वायुमंडलीय प्रभाव नहीं पड़ता है।
6. ढलवा स्लीपर के बेकार होने पर इनका अनुपयोगी मूल्य (scrap value) अच्छा होता है।
7. इस्पात की स्लीपर की अपेक्षा इनका संक्षारण कम होता है।
8. रेलों को अधिक स्थिर रखते हैं।
9. ढलवा लोहे के स्लीपर की आयु 35 से 40 वर्ष तक होती है।
10. यह तान छड़ द्वारा जुड़े होने के कारण रेलों की गेज आसानी से सही की जा सकती है।

5.5.3.2 ढलवा लोहे के स्लीपर के अवगुण (Demerits of Cast-Iron Sleeper)

ढलवा लोहे के स्लीपर के अग्रलिखित अवगुण होते हैं—

1. तान छड़ में परिवर्तन आने पर रेल गेज और समान हो जाता है।
2. इन स्लीपर की प्रारम्भिक लागत अधिक होती है।
3. यह स्लीपर ज्यादा आघातों को सहन नहीं कर सकते, क्योंकि यह भंगुर होते हैं।
4. यह स्लीपर रेल परिपथ के लिए उपयुक्त नहीं होते हैं।
5. इन स्लीपर के ऊपर रेल को स्थिर करने के लिए अधिक बंधकों की आवश्यकता पड़ती है।
6. स्लीपर दो भागों में होता है जो तान छड़ द्वारा जुड़ा होता है। अत: गेज को सही रखने के लिए लगातार देख-रेख की आवश्यकता पड़ती है।

5.5.4 कंक्रीट स्लीपर (Concrete Sleepers)

भारतीय रेल में लोहे की खपत कम करने के लिए कंक्रीट के स्लीपर का प्रयोग किया जाने लगा। सीमेंट कंक्रीट में इस्पात का आवश्यक प्रबलन देकर जो स्लीपर बनाए जाते हैं वह कंक्रीट स्लीपर कहलाते हैं।

वर्तमान समय में भारतीय रेलवे में अधिकतर कंक्रीट स्लीपर ही प्रयोग में लाए जाते हैं। कंक्रीट स्लीपर मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं—

1. प्रबलित कंक्रीट के स्लीपर (Reinforced concrete sleepers)
2. पूर्व-प्रबलित कंक्रीट के स्लीपर (Prestressed concrete sleepers)

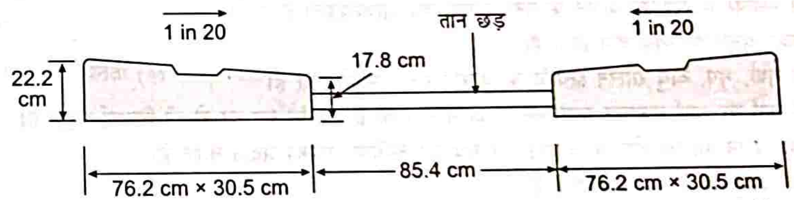
1. प्रबलित कंक्रीट के स्लीपर (Reinforced concrete sleepers)—स्लीपर की निर्माण विधि के अनुसार स्लीपर दो प्रकार से बनाए जाते हैं—

a. एकल ब्लॉक स्लीपर (Single block sleeper)
b. तान छड़ व दो ब्लॉक स्लीपर (Tie bar and two block sleeper)

एकल बॉक्स स्लीपर को लकड़ी की स्लीपर की भाँति बनाया जाता है। इन स्लीपरों में भार तथा कंपन के कारण दरारें पड़ जाती हैं जिसके कारण इनका प्रयोग नहीं किया जाता है।

दूसरी प्रकार के स्लीपर में दोनों ब्लॉकों को उचित दूरी पर रखकर टी प्रकार की तान छड़ द्वारा बाँध दिया जाता है। रेलों को स्लीपर पर फिट करने के लिए कई तरीके अपनाए जाते हैं परंतु बोल्ट एवं क्लिप विधि उत्तम रहती है।

स्लीपर को हाथों से बचाने के लिए रेल फ्लेंज के नीचे तथा सीट के मध्य रबड़ पैड भी रखे जाते हैं। दोनों ब्लॉकों को सहित कंक्रीट स्लीपर का भार 215 किलोग्राम तक होता है।



चित्र 5.7 : प्रबलित कंक्रीट स्लीपर (तार व ब्लाक टाइप) (Reinfored Concrete Sleeper Type)

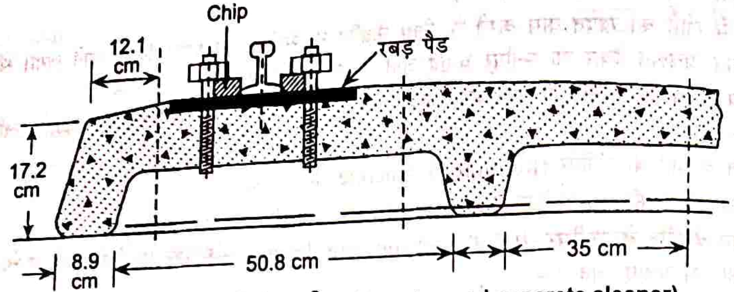
2. पूर्व-प्रबलित कंक्रीट के स्लीपर (Prestressed concrete sleepers)—इस प्रकार के स्लीपर अन्य स्लीपरों की तुलना में अत्यधिक उत्तम व उपयोगी सिद्ध हुए हैं। इन स्लीपर में दरारें नहीं पड़ती हैं। चूँकि इनका निर्माण कठिन पड़ता है फिर भी इसमें कंक्रीट तथा इस्पात कम मात्रा में प्रयोग होते हैं और इन स्लीपर की आयु भी अधिक होती है। इन पर अनुरक्षण व्यय कम आता है परंतु गाड़ी के पटरी से उतर जाने पर यह स्लीपर नष्ट हो जाते हैं और पूरा ट्रैक बदलना पड़ता है।

आधुनिक प्रकार के स्लीपर का माप 2.75 मी × 29 सेमी × 27 सेमी रखा जाता है। जिनमें 5 mm व्यास की 22 उच्च तन्य इस्पात तारे डाली जाती हैं। इन तारों को 2040 किलोग्राम का तनन बल दिया जाता है तथा इनमें 6 mm व्यास के 12 छल्ले भी डाले जाते हैं। यह स्लीपर फैक्ट्रियों में बनाए जाते हैं इनकी आयु 60 वर्ष तक होती है।

क्योंकि इनमें पूर्व प्रबलन प्रदान करने के लिए द्रव चालित जैक का प्रयोग किया जाता है। इन स्लीपर का निर्माण दो प्रकार किया जाता है।

a. पूर्व तनित (Pre-tensioned)
b. पश्च-तनित (Post-tensioned)

पूर्व प्रबलित कंक्रीट स्लीपर को चित्र में दिखाया गया है।



चित्र 5.8 : पूर्व प्रबलित कंक्रीट स्लीपर (Pre-stressed concrete sleeper)

5.5.4.1 कंक्रीट स्लीपर के गुण (Merits of Concrete Sleeper)

कंक्रीट स्लीपर में निम्न गुण होते हैं—

1. इन स्लीपर की आयु अधिक होती है।
2. इन स्लीपर में दीमक व संक्षारण का भय नहीं होता है।
3. यह स्लीपर भारी होते हैं जिस कारण रेल पथ में विसर्पण कम होता है।
4. यह स्लीपर रेल परिपथ की दृष्टि से उत्तम होते हैं।
5. इन स्लीपर में रेल को बाँधने के लिए बंधक की आवश्यकता होती है।
6. इनका अनुरक्षण व्यय कम होता है।
7. यह वर्षा, धूप, वायु सीलन इत्यादि के कारण गलते सड़ते नहीं हैं।
8. रेल मार्ग पर आई रुकावट पहचानने में आसानी होती है क्योंकि यह दूर से ही दिखाई पड़ते हैं।
9. इनका वजन अधिक होने के कारण रेल पथ को अधिक सामर्थ्य प्रदान करते हैं।
10. इनकी आयु 40 से 60 वर्ष होती है।

5.5.4.2 कंक्रीट स्लीपर के अवगुण (Demerits of Concrete Sleeper)

कंक्रीट स्लीपर में निम्न अवगुण होते हैं—

1. इन स्लीपर की प्रारम्भिक लागत अधिक होती है।
2. स्लीपर का भार अधिक होने के कारण परिवहन में कठिनाई आती है।
3. स्लीपर को पुल एवं क्रॉसिंग पर प्रयोग नहीं किया जाता है।
4. इनका अनुपयोगी मूल्य शून्य होता है।
5. दरार पड़ जाने पर अथवा टूट जाने पर यह बेकार हो जाते हैं।
6. गिट्टी पैक करते समय कंक्रीट स्लीपर के किनारे टूटने लगते हैं।

5.6 स्लीपर सघनता (Sleeper Density)

प्रति रेल लंबाई में लगने वाले स्लीपर की संख्या स्लीपर सघनता कहलाती है। स्लीपर सघनता को सूत्र $(M + x)$ द्वारा ज्ञात किया जाता है। इसमें M रेल की लंबाई मीटर में तथा x एक संख्या जिसका मान विभिन्न कारकों पर निर्भर करता है। यह कारक निम्नलिखित हैं—

- धुरी का भार (Axle load)
- रेलगाड़ी की चाल (Speed of Train)
- गिट्टी के प्रकार (Types of Ballast)
- रेल का खंड (Rail Section)
- स्लीपर का प्रकार तथा सामर्थ्य (Types of Sleeper and Strength)

भारतीय रेलवे में स्लीपर सघनता (M + 4) to (M + 7) तक लिया जाता है। दो स्लीपर के बीच की दूरी 30 से 35 सेंटीमीटर तक रखी जाती है।

भारतीय रेलवे में स्लीपर सघनता निम्न तालिका में रेल सेक्शन तथा धुरी भार के आधार पर दिया गया है।

तालिका 5.1 : स्लीपर सघनता (Sleeper Densities)

Gauge weight in kg/m	Rail section in tonnes	Axle-load density	Sleeper
B.G.	57	28	$n+6$
B.G.	50	25	$n+5$
B.G.	45	22.50	$n+4$
M.G.	30	13	$n+5$
M.G.	20	8	$n+1$
N.G.	20	8.50	$n+3$
N.G.	10	3.50	$n+1$

यदि हम स्लीपर सघनता (M + 4) लेते हैं तब—

$$M = 12.8 \text{ m (रेल की लंबाई)}$$
$$(M + 4) = 12.8 + 4$$
$$= 16.8$$
$$= 17 \text{ स्लीपर}$$

5.7 गिट्टी (Ballast)

रेल पथ निर्माण में गिट्टी निर्माण स्तर के ऊपर तथा स्लीपर के साइडों में प्रयोग की जाती है। इसको पत्थरों को तोड़कर बनाया जाता है। गिट्टी रेल पथ में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं क्योंकि यह पटरी के द्वारा स्लीपर के ऊपर आने वाले भाग को निर्माण स्तर पर स्थानांतरित करती है। अत: गिट्टी रेल पथ में कुशन का कार्य करती है। कंकर कड़दार बालू गिट्टी के साथ स्थान पर प्रयोग किए जाते हैं। गिट्टी पत्थर के भांटों, ईटों को तोड़कर बनाई जाती है। स्लीपर के नीचे गिट्टी भरने को पैकिंग तथा इसकी साइड और सिरों पर गिट्टी भरने को बॉक्सिंग कहते हैं।

5.8 गिट्टी के प्रकार्य (Functions of Ballast)

1. रेल पथ को समतल तथा प्रत्यास्थ आधार प्रदान करती है।
2. स्लीपर पर आने वाले भाग को निर्माण स्तर के ऊपर एक समान रूप से स्थानांतरित करती है।
3. स्लीपर को उनकी ठीक स्थिति में बनाए रखती है।
4. रेलगाड़ी चलने से उत्पन्न हुए कम्पनों को सहन करती है।
5. रेल पथ पर वर्षा जल को एकत्रित होने से रोकती है।
6. रेल पथ पर घास इत्यादि की पैदावार रोकने में सहायक होती है।
7. एक अच्छे कुशन का कार्य करते हैं।
8. रेल पथ के तल तथा संरेखण को सही करने में सरलता रहती है।

5.9 अच्छी गिट्टी की विशेषताएँ (Quality of Good Ballast)

रेल पथ पर बिछाए जाने वाले गिट्टी में निम्न विशेषताएँ होनी चाहिए–

1. अध:स्तर पर ट्रेन के भार को समान रूप से वितरित करने के लिए सामग्री की आवश्यक गहराई बनाए रखना संभ होना चाहिए।
2. गिट्टी की सामग्री ऐसी प्रकृति की होनी चाहिए कि यह अपनी क्षैतिज गति को रोकने के लिए स्लीपर्स पर पर्या पकड़ बना सके।
3. गिट्टी की सामग्री बहुत कठोर नहीं होनी चाहिए। लेकिन यह प्रकृति में लोचदार होना चाहिए।
4. गिट्टी की समग्री भंगुर नहीं होनी चाहिए और इसमें आवश्यक संपीडन शक्ति होनी चाहिए ताकि यह तेज गति चलने वाली गाड़ियों के नीचे कुचल न जाए।
5. गिट्टी की सामग्री को बारिश के पानी को जमा नहीं होने देना चाहिए। लेकिन यह नमी को अवशोषित किए बि बारिश के पानी को तुरंत बंद कर देना चाहिए।
6. ट्रैक के साथ आवश्यक मात्रा में गिट्टी की सामग्री सस्ती और आसानी से उपलब्ध होनी चाहिए।
7. गिट्टी की सामग्री पर रेल और धातु स्लीपर्स पर कोई रासायनिक क्रिया नहीं होनी चाहिए।
8. उपलब्ध उपकरणों के माध्यम से गिट्टी की सामग्री को आसानी से काम करने योगय होनी चाहिए।
9. क्षेत्र के घर्षण और अपक्षय प्रभाव का विरोध करने के लिए गिट्टी की सामग्री टिकाऊ होनी चाहिए।
10. वर्षा, धूप, ताप इत्यादि से नष्ट ना हो।

5.10 गिट्टी के लिए उपयुक्त पदार्थ (Materials Used as Ballast)

भारतीय रेलवे में गिट्टी के लिए निम्न पदार्थों का प्रयोग किया जाता है–

1. टूटा हुआ पत्थर (Broken Stone)
2. बजरी (Gravel)
3. राख (Flyash)
4. रेत (Sand)
5. कंकर (Kankar)
6. मोरम (Moorum)
7. ईंट के टुकड़े (Brick)
8. चयनित धरती (Selected Land)

अब इन सामग्रियों की संक्षेप में व्याख्या की गई है।

1. टूटा हुआ पत्थर (Broken Stone)

रेलवे ट्रैक में गिट्टी के कार्यों को करने के लिए यह सबसे अच्छी सामग्री है। लगभग सभी महत्वपूर्ण ट्रैक पत्थर क गिट्टी के साथ प्रदान किए जाते हैं। गिट्टी के रूप में इस्तेमाल किया जाने वाला पत्थर कठोर, सख्त, गैर-छिद्रपूर्ण हो चाहिए और हवा और नमी के संपर्क में आने पर विघटित नहीं होना चाहिए। ग्रेनाइट इन शर्तों को पूरा करता है। लेकि उपलब्धता के आधार पर क्वार्टजाइट, बलुआ पत्थर और चूना पत्थर का उपयोग गिट्टी के रूप में भी किया जाता है प्रारंभिक लागत में यह सामग्री महंगी है। लेकिन यह ट्रैक को बेहतर स्थिति में रखता है, खासकर भारी यातायात के लिए

2. बजरी (Gravel)

बजरी टूटे पत्थर के रूप में आती है और इसका उपयोग कई देशों में किया जाता है। यह प्राकृतिक जमाव में होने वाली चट्टान के घिसे हुए टुकड़े होते हैं। यह ट्रैक के लिए रिवर बेड या बजरी के गड्ढों से प्राप्त किया जाता है।

लाभ (Advantages)–इस सामग्री के निम्नलिखित फायदे हैं–

(i) यह पत्थर की गिट्टी से सस्ता है क्योंकि इसे तोड़ना नहीं है।
(ii) जल निकासी व्यवस्था उत्कृष्ट है।

हानि (Disadvantages)—इस सामग्री के निम्नलिखित नुकसान हैं—

(i) यह कंपन के कारण आसानी से लुढ़क जाता है और स्लीपर्स के नीचे पैकिंग ढीली हो जाती है।

(ii) आकार में भिन्नता काफी है और इसलिए इसे उपयोग करने से पहले स्क्रीनिंग की आवश्यकता होती है।

3. राख या सिंडर (Fly Ash or Cindor)

लोकोमोटिव और अन्य भट्टियों में इस्तेमाल होने वाले कोयले से प्राप्त अवशेषों को राख या सिंडर के रूप में जाना जाता है और यह गिट्टी के सबसे सार्वभौमिक रूपों में से एक है, क्योंकि यह हर रेलवे का उप-उत्पाद है जो रेल इंजनों से ही प्राप्त होता है।

लाभ (Advantages)–इस सामग्री के निम्नलिखित फायदे हैं–

(i) इस सामग्री को काफी अच्छे जल निकासी गुण मिले हैं और इसलिए यह बारिश के मौसम में उन्हें सूखा और गैर फिसलन रखने के लिए रेलवे यार्ड में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।
(ii) इस सामग्री की हैंडलिंग बोझिल नहीं है।
(iii) सामग्री की लागत कम है।
(iv) छोटी सूचना पर बड़ी मात्रा में सामग्री उपलब्ध होती है।
(v) आपात स्थिति में जैसे बाढ़ के दौरान रेलवे ट्रैक के एक हिस्से के नष्ट हो जाने के कारण, यह गिट्टी बहुत उपयोगी हो जाती है क्योंकि इसका उपयोग मरम्मत के साथ-साथ ट्रैक की पैकिंग के लिए भी किया जाता है।

हानि (Disadvantages)–इस सामग्री के नुकसान निम्नलिखित हैं–

(i) यह सामग्री बहुत नरम है और यह आसानी से पाउडर के रूप में कम हो जाती है और इसलिए ट्रैक पर बहुत अधिक धूल हो जाता है। यह विशेष रूप से शुष्क मौसम में आपत्तिजनक है।
(ii) इस गिट्टी में संक्षारक गुणवत्ता मिली है और इसलिए इसका उपयोग नहीं किया जाता है जहाँ स्टील स्लीपर्स प्रयोग किए जाते हैं।
(iii) इस प्रकार की गिट्टी का उपयोग करने पर रेल का पाद (Foot) प्रभावित हो जाता है।

4. रेत (Sand)

रेत एक और अच्छा गिट्टी सामग्री होते हैं। मोटे बालू को रेल पथ के लिए पसंद किया जाता है। रेत गिट्टी का उपयोग मुख्य और शाखा लाइनों पर नहीं किया जाता है। इसका उपयोग महत्वहीन लाइनों, साइडिंग्स और मार्शलिंग यार्ड पर किया जाता है।

लाभ (Advantages)—इस सामग्री के अग्रलिखित लाभ हैं—

(i) यदि रेत मिट्टी और सिल्ट से मुक्त है, तो इसमें जल निकासी के गुण अच्छी होती है।
(ii) यह सामग्री एक मूक ट्रैक का निर्माण करती है और कास्ट-आयरन पॉट स्लीपर्स को पैक करने के लिए बहुत ही अच्छा पाया गया है।
(iii) यह सस्ता है, अगर पास के इलाके में उपलब्ध है।

हानि (Disadvantages)—इस सामग्री के नुकसान निम्नलिखित हैं—

(i) रेत गिट्टी को लगातार नवीकरण की आवश्यकता होती है क्योंकि रेत आसानी से उड़ जाते हैं।
(ii) रेत कंपन से आसानी से हट जाते हैं, और इसलिए ट्रैक का रखरखाव बहुत मुश्किल हो जाता है।
(iii) रेत वाहनों के चलने वाले भागों में पहुँच जाता है और घर्षण का कारण बनता है। इसके चलते वाहनों की भारी किल्लत हो जाती है।

5. कंकर (Kankar)

कंकर कई स्थानों पर अलग-अलग आकार के पिंडों के रूप में पाया जाता है। यह उपयोगी है जहाँ गिट्टी के लिए अन्य उपयुक्त सामग्री उपलब्ध नहीं है और मीटर गेज और नैरो गेज पर हल्के यातायात पर भी। कंकर बहुत आसानी से पाउडर में बदल जाता है और इसलिए ट्रैक का रखरखाव बहुत मुश्किल हो जाता है।

6. मूरम (Moorum)

लेटराइट के अपघटन के परिणामस्वरूप मूरम का निर्माण होता है। इसमें एक लाल और कभी-कभी एक पीला होता है। इसका उपयोग महत्वहीन लाइनों और साइडिंग्स के लिए किया जाता है।

लाभ (Advantages)—इस सामग्री के लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) मूरम को नए बिछाए गए पटरियों पर सुरक्षित रूप से इस्तेमाल किया जा सकता है और यह पत्थर की गिट्टी बाद रखी जाने पर सोलिंग के रूप में कार्य करता है।

(ii) मुरूम में जल निकासी के अच्छे गुण मिले हैं।

हानि (Disadvantages)—इस सामग्री के निम्नलिखित नुकसान हैं—

(i) मूरूम नरम होता है और यह कम समय में धूल में बदल जाता है।

(ii) गिट्टी के रूप में इस सामग्री के साथ ट्रैक का रखरखाव बहुत मुश्किल हो जाता है।

7. ईंट के टुकड़े (Bricks)

कभी-कभी ओवरबर्न ईंटों को उपयुक्त आकार में तोड़ा जाता है और उन्हें गिट्टी के रूप में उपयोग किया जाता।

लाभ (Advantages)—इस सामग्री के फायदे निम्नलिखित हैं—

(i) ईंट के टुकड़े उन जगहों पर उपयोगी होते हैं जहाँ गिट्टी के लिए उपयुक्त सामग्री उपलब्ध नहीं है।

(ii) ईंट की टुकड़ों में काफी अच्छी जल निकासी गुण पाए जाते हैं।

हानि (Disadvantages)—इस सामग्री के नुकसान निम्नलिखित हैं—

(i) ईंट के टुकड़े बहुत आसानी से पाउडर के रूप में बदल जाते हैं और ट्रैक पर धूल हो जाता है।

(ii) अच्छी स्थिति में ट्रैक को बनाए रखना बहुत मुश्किल हो जाता है जहाँ इस सामग्री का उपयोग गिट्टी के रूप किया जाता है।

(iii) ईंटों की गिट्टी के साथ बिछाई गई पटरी पर अक्सर रेल नालीदार होती है।

8. चयनित भूमि (Selected Land)

साइडिंग्स के लिए और नई बिछाई गई रेलवे पटरियों के लिए, उपयुक्त गुणवत्ता की चयनित धरती को कभी-क गिट्टी के रूप में उपयोग किया जाता है। नए गठन पर भूमि का उपयोग करने का मुख्य उद्देश्य नरम गठन में डूबने अच्छे और महंगे गिट्टी के नुकसान को रोकना है।

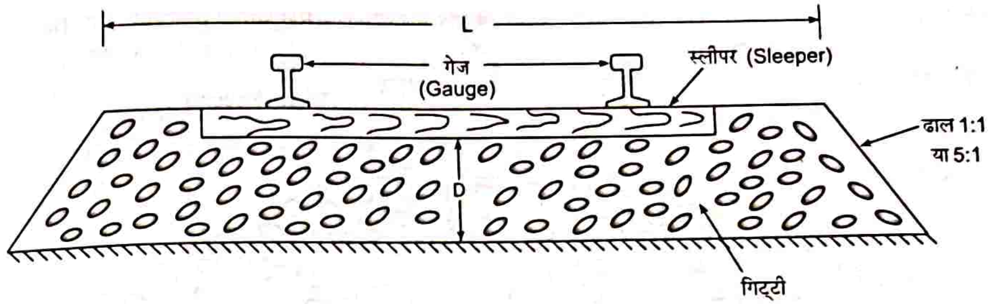
5.11 गिट्टी का माप और मात्रा (Size and Quantity of Ballast)

पत्थर की गिट्टी का आकार आमतौर पर मध्यवर्ती आकार के उचित अनुपात के साथ 20 मिमी से 50 मिमी तक होते हैं। स्लीपरों में फैली गिट्टी कोई कार्य नहीं करती है और इसलिए इसे स्लीपर के ऊपर रखा जाता है जैसा कि चित्र दिखाया गया है। भारत में उपयोग किए गए परिमाण (dimensions) तालिका में दिखाए गए हैं।

B.G. :- Broad gauge
M.G. :- Meter gauge
N.G. :- Narrow gauge

Dimensions of Ballast Section

Gauge	L	D
B.G.	335 cm	200 mm
M.G.	230 cm	150 mm
N.G.	185 cm	150 mm



चित्र 5.9 : गिट्टी खण्ड (Ballast Section)

स्लीपर के निचला स्तर तथा अध:स्तर के ऊपर सतह के बीच की दूरी को गिट्टी की गहराई कहते हैं। ट्रैक की वहन क्षमता निर्धारित करने में गिट्टी की यह गहराई बहुत महत्वपूर्ण है। USA में, गिट्टी की गहराई 152 मिमी से 610 मिमी तक भिन्न होती है। सीधे पटरियों में गिट्टी की गहराई वाले भाग की गणना निम्न सूत्र से किया जाता है—

$$D = (S - B)/2$$

जहाँ D = गिट्टी की गहराई

S = स्लीपर के बीच रिक्ती

B = स्लीपर की चौड़ाई

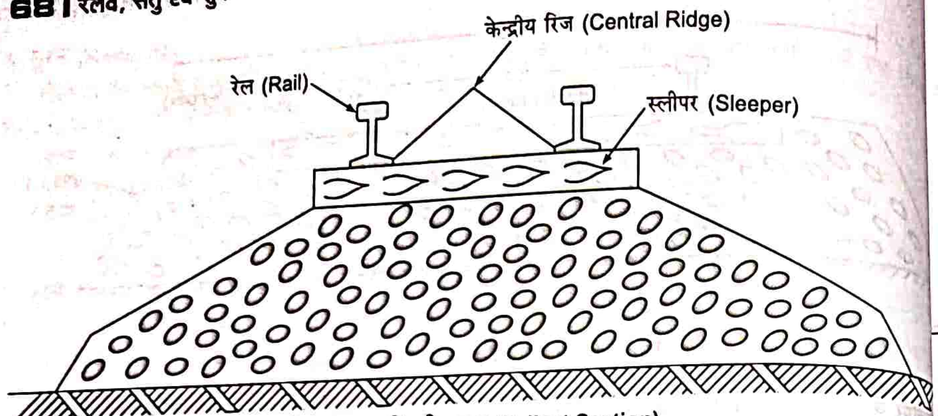
उपरोक्त खंड के साथ गिट्टी की मात्रा भारतीय रेलवे के लिए तालिका में दिखाई गई है।

तालिका 5.2 : Quantity of Ballast

Gauge	Type of sleeper	Approximate quantity of ballast in m^3 per metre run
B.G.	Wooden	1.12
	Steel or C.I.	1.02
M.G.	Wooden	0.75
	Steel	0.70
N.G.	Wooden	0.46

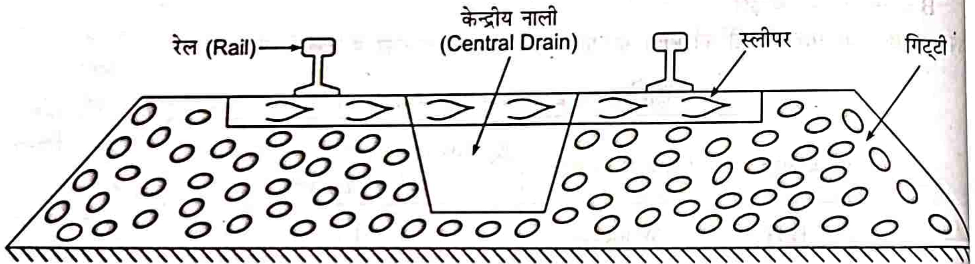
इस संबंध में निम्नलिखित बिंदुओं पर ध्यान दिया जाना चाहिए—

- मूरम, राख, मृदा और रेत की सामग्री के गिट्टी के लिए गिट्टी वाले भाग का प्रोफाइल चित्र में दिखाया गया है। एक केंद्रीय रिज का गठन किया जाता है और रेल के निचले हिस्से और गिट्टी की परत के बीच 13 मिमी से 25 मिमी की निकासी प्रदान की जाती है ताकि बारिश के पानी को स्वतंत्र रूप से प्रवाहित किया जा सके।
- वक्र पर आवश्यक गिट्टी की मात्रा थोड़ी अधिक होगी क्योंकि स्लीपर्स को वांछित सुपर-एलिवेशन का उपयोग करने के लिए ढलान के साथ रखा जाना चाहिए।



चित्र 5.10 : गिट्टी खण्ड (Ballast Section)

- कभी-कभी केंद्रीय अवसादों या नालियों के साथ गिट्टी अनुभाग प्रदान किया जाता है जैसा कि चित्र में दिखाया है। नाली की नीचे की चौड़ाई 230 मिमी और टनल की चौड़ाई 450 मिमी से 600 मिमी तक भिन्न होती है प्रकार के निर्माण का दोष यह है कि कंपन से गिट्टी केंद्रीय नाली में लुढ़क जाती है। इसलिए, आम तौर पर, नाली हर तीसरे या चौथे रेल की लंबाई पर प्रदान की जाती है।



चित्र 5.11 : गिट्टी खण्ड (Blast Section)

5.12 गिट्टी की जांच (Screening of Ballast)

रेलवे ट्रैक पर उपयोग की जाने वाली गिट्टी को निम्नलिखित कारणों से समय-समय पर नवीनीकृत किया जाता है

1. पहियों की लगातार चोट के कारण, गिट्टी का कुछ हिस्सा पाउडर के रूप में परिवर्तित हो जाता है। यह पा गिट्टी के कणों के बीच की परत को भर देता है और साथ में धूल, रेत, राख से लोकोमोटिव को भर देता है। एक अभेद्य परत बनाता है। यह परत गिट्टी के माध्यम से पानी के आसान प्रवाह को रोकती है।
2. स्लीपरों के नीचे गिट्टी को लगातार गठन में दबाया जाता है। इससे गिट्टी की मात्रा कम हो जाती है और रेलवे की लोच भी प्रभावित होती है। इन दोषों को दूर करने के लिए, स्क्रीनिंग के माध्यम से नियमित अंतराल पर गि को साफ किया जाता है।

स्क्रीनिंग की प्रक्रिया निम्न प्रकार से की जाती है—

(i) सतह गिट्टी आम तौर पर साफ होती है और इसलिए इसे गिट्टी के माध्यम से हटा दिया जाता है। यह सावधानीपूर्वक उपयुक्त स्थान पर अलग से संग्रहीत किया जाता है।

(ii) गंदे गिट्टी को फिर कुछ उपकरण द्वारा ढीला कर दिया जाता है।

(iii) फ्रेम, विस्तारित धातु जाल के साथ लगभग 1500 मिमी × 1200 मिमी, ट्रैक के समानांतर रखा जाता है। इन फ्रेमों को एक सुविधाजनक कोण पर इच्छुक स्थिति में रखा गया है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।

(iv) गंदे गिट्टी को फिर इन तख्ते पर फेंक दिया जाता है। जब गंदे गिट्टी वाली टोकरी को फ्रेम पर फेंक दिया जाता है, तो धूल और अन्य छोटे कण जाली से गुजरते हैं और फ्रेम के दूसरी तरफ गिर जाते हैं। स्क्रीन किए गए गिट्टी को फ्रेम के सामने की तरफ एकत्र किया जाता है।

(v) अतिरिक्त गिट्टी की आवश्यक मात्रा को छनी गिट्टी में जोड़ा जाता है ताकि कमी को पूरा किया जा सके और फिर रेलवे ट्रैक को पहले की तरह इस गिट्टी के साथ पैक किया जाता है।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

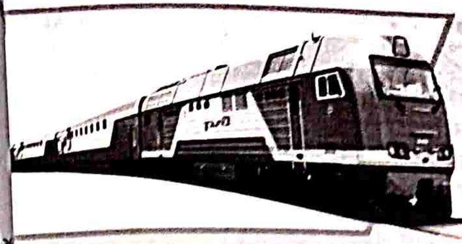
- रेल मार्ग के दोनों समांतर रेलों के नीचे आधार प्रदान करने के लिए तथा उन्हें उसी स्थिति में रखने के लिए जो क्षैतिज अवयव लगाया जाते हैं उन्हें स्लीपर कहते हैं।
- इस समय भारत में लकड़ी के स्लीपर 0.3%, इस्पात स्लीपर 1.5%, ढलवा लोहे के 4% तथा पूर्व प्रबलित कंक्रीट के 94.2% स्लीपर लगाए जाते हैं।
- यातायात की सघनता के अनुसार तथा भार के अनुसार प्रति किलोमीटर रेल के लिए 1310 से 1660 स्लीपर लगाए जाते हैं।
- रेलवे ट्रैक में स्थिति में आधार पर, स्लीपर्स को निम्नलिखित दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है—
  1. अनुदैर्ध्य स्लीपर्स (Longitudinal sleepers)
  2. अनुप्रस्थ स्लीपर्स (Transverse sleepers)
- सामग्री के आधार पर स्लीपर को निम्न 4 भागों में बाँटा गया है—
  1. लकड़ी के स्लीपर
  2. इस्पात के स्लीपर
  3. ढलवा लोहे के स्लीपर
  4. कंक्रीट के स्लीपर
- लकड़ी के स्लीपर की विभिन्न देशों के लिए मानक आकार निम्नलिखित होती है—
  1. बड़ी लाइन (Broad gauge)—2.74 M × 25 CM × 13 CM
  2. मीटर लाइन (Metre gauge)—1.83 M × 20 CM × 11 CM
  3. संकरी लाइन (Narrow gauge)—1.52 M × 15 CM × 10 CM
  4. लकड़ी के स्लीपर की आयु सामान्यत: 10 से 15 वर्ष ली जाती है।
- इस्पात के स्लीपर का निर्माण 6 मिलीमीटर मोटी इस्पात की चादर को उल्टी चैनल के रूप में मोड़ कर तथा दोनों सिरों को नीचे की ओर दबाकर किया जाता है।
- इस्पात के स्लीपर निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. चाबी प्रकार के स्लीपर (Key type sleeper)
  2. क्लिप बोल्ट प्रकार के स्लीपर (Clip-bolt type sleeper)
  3. काठी प्रकार के स्लीपर (Saddle type sleeper)
- भारतीय रेलवे में इसका उपयोग 1870 से ही किया जा रहा है, बड़ी गेज ट्रैक पर लगभग 60% ढलवा लोहे के स्लीपर प्रयोग किए गए हैं।
- ढलवा लोहे के स्लीपर के रूप में अधिकतर पाट स्लीपर (Pot sleeper) व प्लेट स्लीपर (Plate sleeper) प्रयोग किए जाते हैं।
- ढलवा लोहे के स्लीपर दो पाट या प्लेट (रीब के साथ) 51 mm × 13 mm माप के गढ़ा लोहे (Wrought iron) के तान छड़ द्वारा जुड़ा होता है।

- वर्तमान समय में भारतीय रेलवे में अधिकतर कंक्रीट स्लीपर ही प्रयोग में लाए जाते हैं। कंक्रीट स्लीपर मुख्य प्रकार के होते हैं—
  1. प्रबलित कंक्रीट के स्लीपर (reinforced concrete sleepers)
  2. पूर्व-प्रबलित कंक्रीट के स्लीपर (prestressed concrete sleepers)
- स्लीपर की निर्माण विधि के अनुसार स्लीपर दो प्रकार से बनाए जाते हैं—
  1. एकल ब्लॉक स्लीपर (single block sleeper)
  2. तान छड़ व दो ब्लॉक स्लीपर (tie bar and two block sleeper)
- आधुनिक प्रकार के स्लीपर का माप 2.75 मी × 29 सेमी ×27 सेमी रखा जाता है। जिनमें 5 mm व्यास के उच्च तन्य इस्पात तारे डाली जाती हैं।
- कंक्रीट स्लीपर आयु 40 से 60 वर्ष होती है।
- प्रति रेल लंबाई में लगने वाले स्लीपर की संख्या स्लीपर सघनता कहलाती है। स्लीपर सघनता को सूत्र (M द्वारा ज्ञात किया जाता है।
- भारतीय रेलवे में स्लीपर सघनता $(M+4)$ to $(M+7)$ तक लिया जाता है। दूसरी स्लीपर के बीच की दूरी 35 सेंटीमीटर तक रखी जाती है।
- भारतीय रेलवे में गिट्टी के लिए निम्न पदार्थों का प्रयोग किया जाता है—

1. टूटा हुआ पत्थर	2. बजरी	3. राख	4. रेत
5. कंकर	6. मोरम	7. ईंट के टुकड़े	8. चयनित भूमि

अभ्यास प्रश्न

1. रेलपटरी में स्लीपर से आप क्या समझते हैं? इसके प्रकार्य लिखिए।
2. एक अच्छे से रेल स्लीपर की विशेषताएँ लिखिए।
3. स्लीपर कितने प्रकार के होते हैं? उनके नाम दीजिए तथा किसी एक स्लीपर के गुण व दोष लिखिए।
4. लकड़ी के स्लीपर पर टिप्पणी लिखिए तथा इसके गुण व अवगुण लिखिए।
5. इस्पात के स्लीपर पर टिप्पणी लिखिए तथा उसके प्रकार भी लिखिए।
6. इस्पात के गुण व अवगुण लिखिए।
7. ढलवा लोहे के स्लीपर का सचित्र वर्णन कीजिए तथा इसके गुण व अवगुण लिखिए।
8. कंक्रीट स्लीपर का सचित्र वर्णन कीजिए तथा इसके गुण व अवगुण लिखिए।
9. स्लीपर सघनता पर टिप्पणी लिखिए।
10. पूर्व प्रबलित स्लीपर पर प्रकाश डालिए।
11. गिट्टी क्या होती है? रेल पथ पर गिट्टी क्यों डाली जाती है? समझाइए।
12. गिट्टी के प्रकार्य लिखिए।
13. एक अच्छी गिट्टी की विशेषताएँ लिखिए।
14. रेल मार्ग के लिए उपयुक्त गिट्टी कितने प्रकार की होती है? संक्षिप्त वर्णन करें।
15. रेल मार्ग में प्रयोग होने वाली गिट्टी की माप और मात्रा बताइए।
16. गिट्टी की जांच पर टिप्पणी लिखिए।



6 क्रॉसिंग और सिग्नल (Crossings and Signalling)

Inside this Chapter

- Introduction
- Turn out
- Parts of Turnout
- Crossing
- Types of Crossing
- Signals
- Types of Signals

6.1 परिचय (Introduction)

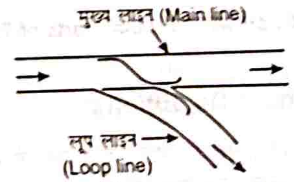
नियंत्रित रेल प्रणाली में रेलगाड़ी परिवहन के लिए रेलगाड़ी को एक पथ से दूसरे पथ पर ले जाना पड़ता है। रेलगाड़ी के पहियों की भीतरी ओर फ्लैंज लगे होते हैं जिस कारण रेलगाड़ी रेल पथ पर चलती है। रेलगाड़ी को एक पथ से दूसरे पथ पर ले जाने के लिए विशेष व्यवस्था करनी पड़ती है। इसी व्यवस्था को कांटे तथा क्रॉसिंग (Point and crossing) कहते हैं। यह व्यवस्था अधिकतर रेलवे स्टेशनों पर देखी जा सकती है।

6.2 टर्न आउट (Turnout)

रेलगाड़ी को एक पथ से दूसरे पथ पर ले जाने के लिए जो कांटे तथा क्रॉसिंग की व्यवस्था की जाती है उसे ही टर्न आउट कहते हैं। यह दो प्रकार का होता है—

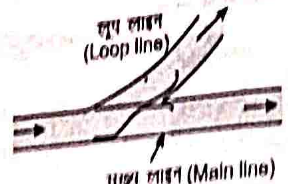
a. दाया टर्न आउट (Right-hand turn out)
b. बायां टर्न आउट (Left-hand turn out)

a. दाया टर्न आउट (Right-hand turn out)—कांटे तथा क्रॉसिंग के द्वारा जब रेलगाड़ी को मुख्य रेल पथ से दाईं ओर के रेल पथ पर मोड़ा जाता है तब यह व्यवस्था दायां टर्न आउट कहलाती है।



चित्र. 6.1 : (a) दायाँ टर्न आउट (Right Hand Turn Out)

b. बायां टर्न आउट (Left-hand turn out)—कांटे तथा क्रॉसिंग के द्वारा जब रेलगाड़ी को मुख्य रेल पथ से बाईं ओर के रेल पथ पर मोड़ा जाता है तब यह व्यवस्था बायां टर्न आउट कहलाती है।

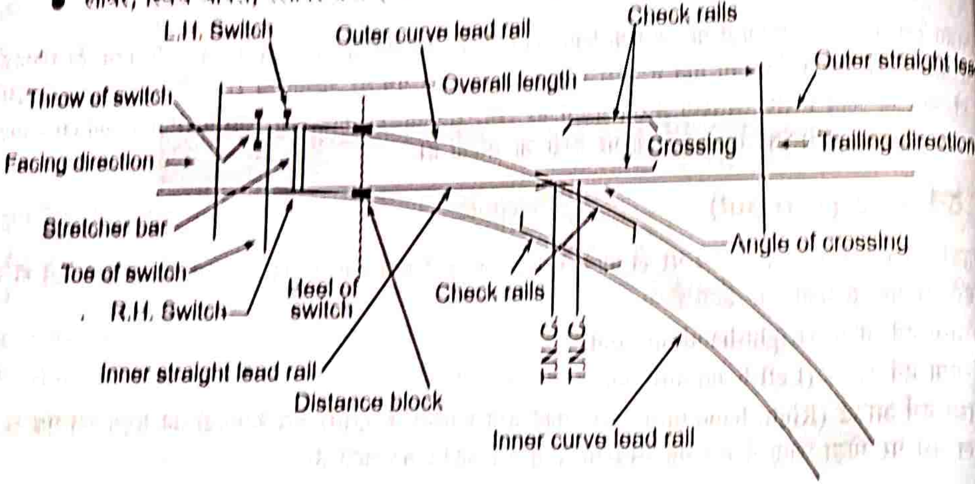


चित्र 6.1 : (b) बायीं टर्न आउट (Left Hand Turn Out)

6.3 टर्न आउट के घटक (Parts of Turnout)

टर्न आउट के मुख्यतः दो घटक होते हैं कांटा एवं क्रॉसिंग, कांटे पर रेलगाड़ी का पहिया अपने वांछित दिशा ... रेल पर चढ़ता है तथा क्रॉसिंग पर पहिए के फ्लैंज को एक पथ से निकलकर दूसरे पथ पर जाने की व्यवस्था ... परंतु कांटे तथा क्रॉसिंग की व्यवस्था में विभिन्न रेलों का प्रयोग किया जाता है यह निम्नलिखित हैं—

- स्टॉक रेल (Stock rail)
- चेक रेल (Check rail)
- विंग रेल (Wing rail)
- वी क्रॉसिंग (V-crossing)
- टंग रेल (Tongue rail)
- लीड रेल (Lead rail)
- स्ट्रेचर छड़ (Stretcher bars)
- हील ब्लॉक (Heel block)
- लीवर, स्विच बॉक्स, स्लीपर तथा इनके बंधक आदि। (Lever, switch box, sleeper and its fixtur...



चित्र 6.2 : टर्न आउट के घटक (Parts of Turnout)

6.4 टर्नआउट परिभाषायें (Turnout Definitions)

(1) स्टाक रेल (Stock Rail)—काँटा (Point) की बाहरी दोनों रेलें जो मुख्य रेलपथ से सतत आती हैं तथा ... रेलें (Tongue Rail) आकर जुड़ी होती हैं, स्टाक रेल कहलाती हैं।

(2) टंग रेल (Tongue Rail)—स्टाक रेलों के अन्दर वाली दोनों रेलें जो कि कांटे (Point) की तरफ पतल... हैं, टंग रेल कहलाती हैं। ये रेलें एक या दो स्ट्रेचर छड़ों द्वारा जुड़ी रहती है जिन्हें एक लीवर द्वारा पार्श्व में सरकाय... है टंग रेल को स्विच रेल (Switch Rail) भी कहते हैं।

(3) चेक रेल (Check Rail)—क्रॉसिंग पर, बाहरी लीड रेलों के भीतर की ओर तथा इनके समानान्तर, कम ... के रेल के टुकड़े लगाये जाते हैं जिन्हें चेक रेल कहते हैं।

(4) लीड रेल (Lead Rail)—कांटा (point) से आगे निकली हुई चार रेल (दो मुख्य पथ तथा दो शाखा पथ) जो क्रॉसिंग की ओर बढ़ती है लीड रेल कहलाती है।

(5) विंग रेल (Wing Rail)—क्रॉसिंग पर भीतरी दोनों लीड रेलों को समाप्त करके इनके सिरों को अन्दर की तरफ मोड़ दिया जाता है, इससे पहिये के फ्लैंज को क्रॉसिंग में आसानी से प्रवेश करा जाता है।

(6) प्वाइन्ट रेल व स्प्लाइस रेल (Point Rail and Splice Rail)—रेलपथ में क्रॉसिंग पर V-आकृति की रेलों में जो रेल अन्त तक जाती है, वह प्वाइन्ट रेल कहलाती है तथा अन्य बची हुई रेल स्प्लाइस रेल कहलाती है।

(7) स्ट्रेचर छड़ (Stretcher Bar)—यह छड़ को दो को जोड़ती है तथा इस छड़ के कारण ही टंग रेल एक ही समय में एकसमान दूरी तय करती है तथा इसके द्वारा ही प्वाइन्ट सेट किया जाता है।

(8) स्विच का अन्तराल (Throw of Switch)—स्विच रेल जितनी पार्श्व दूरी में सरककर स्टाक रेल से दूर हो जाती है, वह दूरी स्विच का अन्तराल कहलाती है। भारत में बड़ी लाइन (मानक गेज) के लिए, स्विच का अन्तराल 9.5 cm होता है।

(9) स्विच का हील (Heel of Switch)—टंग रेल का वह सिरा जो कि सामान्य रेलों की भाँति पूरी मोटाई का होता है, वह स्विच की हील कहलाता है।

(10) क्रासिंग की नासिका (Nose of Crossing)—क्रासिंग पर जिस बिन्दु पर V-रेल मिलती है, उस बिन्दु को क्रासिंग की नासिका कहते हैं।

(11) क्रासिंग का कोण (Angle of Crossing)—क्रासिंग पर V-आकृति की रेलों के मध्य जो कोण बनता है, उसे क्रासिंग का कोण कहते हैं।

(12) फेसिंग प्वाइन्ट (Facing Point)—गाड़ियों की दिशा प्रदर्शित करने के लिए, इस शब्द का प्रयोग किया जाता है जब गाड़ी स्विच (प्वाइन्ट) की ओर से क्रासिंग की ओर बढ़ती है तब उस दिशा को फेसिंग प्वाइन्ट कहते हैं।

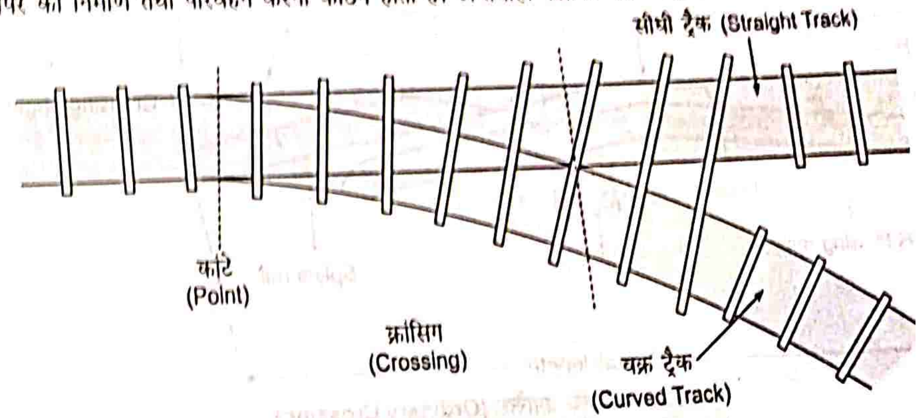
(13) ट्रेलिंग प्वाइन्ट (Trailing Point)—जब रेलगाड़ी क्रासिंग की ओर से स्विच की ओर जाती है तब यह दिशा ट्रेलिंग प्वाइन्ट कही जाती है।

6.5 कांटे तथा क्रॉसिंग पर स्लीपर व्यवस्था (Arrangement of Sleeper at Points and Crossing)

कांटे तथा क्रॉसिंग पर रेलों के नीचे स्लीपर रखने की दो विधियाँ हैं—

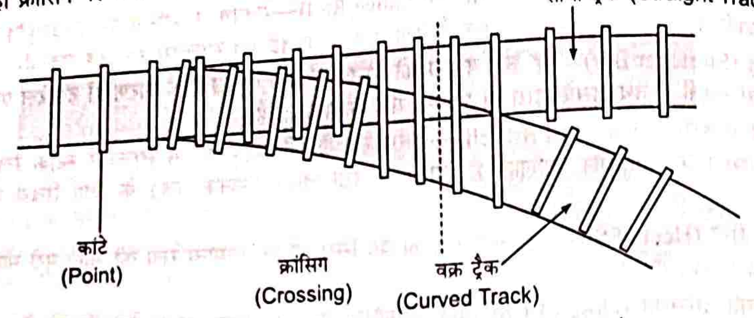
1. अन्तर्वाही स्लीपर (Through sleeper) 2. अंतर्ग्रथित स्लीपर (Interlaced sleeper)

1. अन्तर्वाही स्लीपर (Through sleeper)—यह स्लीपर एक लंबाई का होता है तथा दोनों ट्रैकों की चौड़ाई में डा... जाता है। यह स्लीपर दोनों ट्रैकों को एक ही तल पर रखते हैं परंतु इनकी लंबाई काफी अधिक हो जाती है। अतः लंबे स्लीपर का निर्माण तथा परिवहन करना कठिन होता है। अन्तर्वाही स्लीपर की व्यवस्था आगे चित्र में दिखाई गई...



चित्र 6.3 : अन्तर्वाही स्लीपर (Through sleepers)

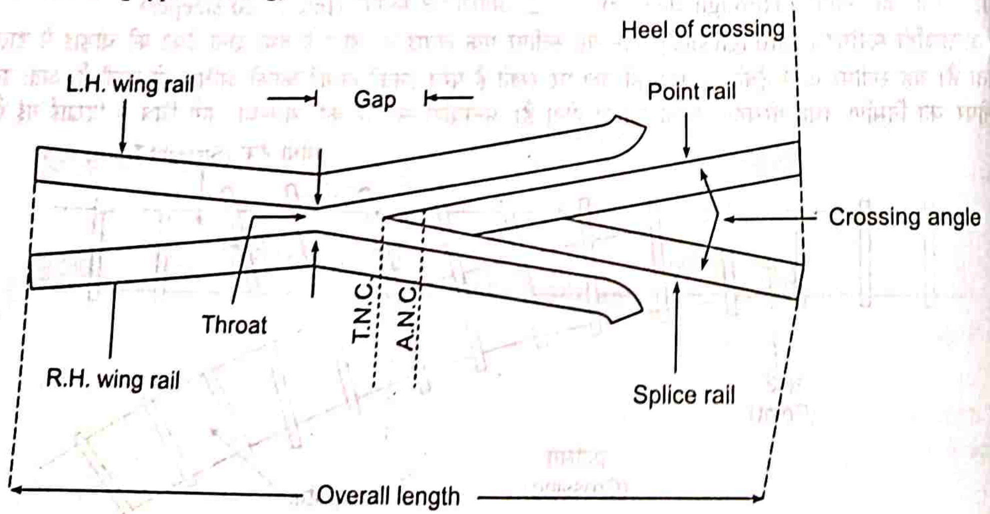
2. **अंतरगर्भित स्लीपर (Interlaced sleeper)**–यह स्लीपर दोनों ट्रैकों के नीचे अलग-अलग रखे जाते हैं। कारण इन दोनों ट्रैकों का क्रॉसिंग पर तल एक समान नहीं रहता विशेष तौर पर वक्र वाला ट्रैक कुछ नीचे धंसने लगता है। इन स्लीपरों के नीचे गिट्टी भरने में भी कठिनाई होती है क्योंकि स्लीपरों के सिरे बहुत पास-पास आ जाते हैं। अतः जहाँ तक संभव हो क्रॉसिंग पर अन्तर्वाही स्लीपर प्रयोग करने चाहिए। इस स्लीपर की व्यवस्था नीचे चित्र में दिखाई गई है।



चित्र 6.4 : अंतरगर्भित स्लीपर (Interlaced sleepers)

6.6 क्रॉसिंग (Crossing)

जब एक रेल दूसरे रेल को पार करती है, तो एक क्रॉसिंग होती है। इस प्रकार यह एक उपकरण है जो दो रेलों के चौराहे पर प्रदान किया जाता है ताकि एक ट्रैक के साथ चलने वाले वाहनों को दूसरे ट्रैक के पार जाने की अनुमति दी जा सके। क्रॉसिंग पूर्व निर्मित (built up), जगह पर ही निर्मित या दोनों का संयोजन हो सकता है। बिल्ट-अप क्रॉसिंग आम हैं। लेकिन जैसा कि वे बहुत कठोर नहीं हैं, वे तेज और भारी यातायात के लिए उपयुक्त नहीं होते हैं। हालांकि आसानी से और सस्ते में मरम्मत या पुनर्निर्मित हो सकते हैं। तेजी और भारी यातायात लाइनों पर जगह पर ही निर्मित क्रॉसिंग बहुत उपयुक्त होते हैं। कसने के लिए कोई बोल्ट नहीं होते हैं और क्रॉसिंग व्यावहारिक रूप से अपरिहार्य ... प्रारंभिक लागत अधिक होता है। लेकिन इसके लिए बहुत कम रखरखाव की आवश्यकता होती है। संयुक्त प्रकार में, कास्ट स्टील की नाक दो विंग रेल टुकड़ों को प्रदान की जाती है। U.S.A. में, स्प्रिंग क्रॉसिंग या मूवेबल विंग टाइप क्रॉसिंग (Movable wing type crossing) को डिज़ाइन किया गया है।



चित्र 6.5 : सामान्य क्रासिंग (Ordinary Crossing)

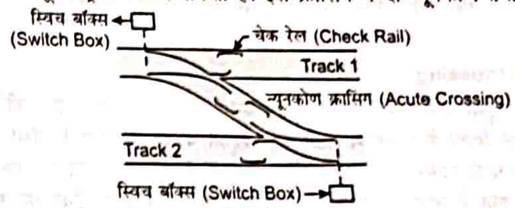
6.7 क्रॉसिंग के प्रकार (Types of Crossing)

मुख्य क्रॉसिंग निम्नलिखित हैं–

1. क्रॉस-ओवर (Cross-over)
2. हीरक क्रॉसिंग (Diamond crossing)
3. वर्गाकार क्रॉसिंग (Square crossing)
4. कैंची क्रॉस ओवर (Scissor cross over)
5. स्लिप क्रॉसिंग (Slip crossing)
6. दो-थ्रो क्रॉसिंग (Two-through crossing)
7. तीन-थ्रो क्रॉसिंग (Three-through crossing)
8. सीढ़ी या समूहन क्रॉसिंग (Ladder or gathering crossing)
9. गंटलेट रेल पथ (Guntlet rail track)
10. त्रिभुज रेल पथ (Triangle rail track)

6.7.1 क्रॉस-ओवर (Cross-over)

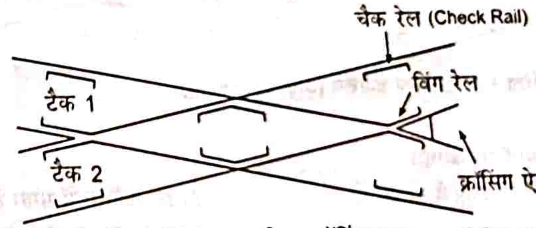
दो समांतर ट्रैकों में रेलगाड़ी को एक ट्रैक से दूसरे ट्रैक पर जाने के लिए क्रॉस-ओवर बनाया जाता है। इस क्रॉसिंग पर फेसिंग पॉइंट वाली गाड़ी ही दूसरे ट्रैक पर जा सकती है। इस क्रॉसिंग में दो न्यूनकोण तथा दो टर्न आउट होते हैं।



चित्र 6.5 : क्रॉस ओवर (Cross-over)

6.7.2 हीरक क्रॉसिंग (Diamond Crossing)

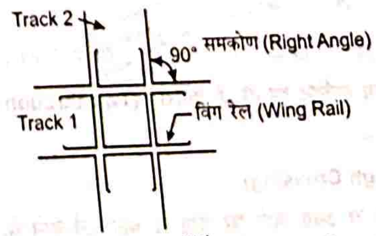
जब दो रेलमार्ग एक दूसरे को अधिक कोण पर काटते हैं तब वह क्रॉसिंग हीरक क्रॉसिंग कहलाती है। इस क्रॉसिंग पर गाड़ियाँ अपनी ट्रैक नहीं बदल सकती हैं। इसमें दो न्यूनकोण तथा दो अधिक कोण बनते हैं।



चित्र 6.7 : हीरक क्रॉसिंग (Diamond Crossing)

6.7.3 वर्गाकार क्रॉसिंग (Square Crossing)

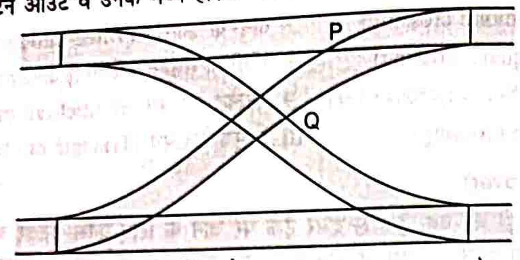
जब दो रेलमार्ग एक दूसरे को समकोण पर काटते हैं तब इसे वर्गाकार या समकोण क्रॉसिंग कहते हैं।



चित्र 6.8 : वर्गाकार क्रॉसिंग (Square Crossing)

6.7.4 कैंची क्रॉस ओवर (Scissors Cross-over)

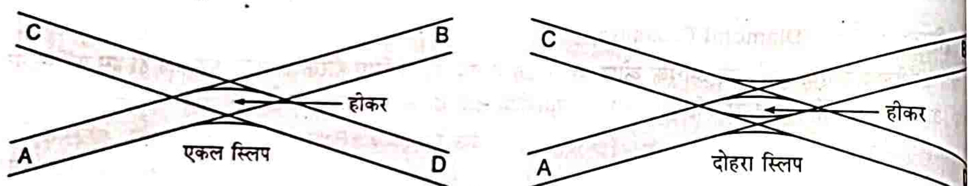
इस क्रॉसिंग में दोनों रेल मार्गों की रेलगाड़ियाँ दोनों दिशाओं में क्रॉसओवर कर सकती है। यह दो क्रॉस ओवर सहयोग होता है। इसमें 4 टर्न आउट व उनके मध्य हीरक अथवा वर्गाकार क्रॉसिंग होती है।



चित्र 6.9 : कैंची क्रॉस ओवर (Scissors cross-over)

6.7.5 स्लिप क्रॉसिंग (Slip Crossing)

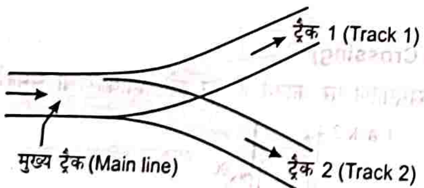
रेलगाड़ी को एक ट्रैक से दूसरे ट्रैक तक जाने में सक्षम बनाने के लिए स्लिप प्रदान की जाती हैं। स्लिप एकल दोहरी हो सकती है। एक एकल स्लिप में हीरक में डाले गए बिंदुओं के दो सेट होते हैं जैसा कि चित्र 6.10 में दिख गया है। इसमें एक ही ट्रैक की गाड़ी सामने पढ़ने वाली दोनों दिशाओं में टर्न ले सकती है। एक डबल स्लिप में हीरक डाले गए बिंदुओं के चार सेट होते हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इसमें दो ट्रैकों की गाड़ियाँ अपने सामने वाली दोनों दिशाओं में घूम सकती है।



चित्र 6.10 : स्लिप क्रॉसिंग (Slip Crossing)

6.7.6 दो थ्रो क्रॉसिंग (Two-through Crossing)

जब एक रेल मार्ग दो विभिन्न दिशाओं में जाता है तो इसे दो थ्रो क्रॉसिंग कहते हैं। इस क्रॉसिंग में मुख्य ट्रैक पर चल गाड़ी अपने दाएं अथवा बायें ट्रैक पर घूम सकती है। इसमें एक कांटा, 4 वक्र लीड रेले और दो चेक रेल होते हैं।

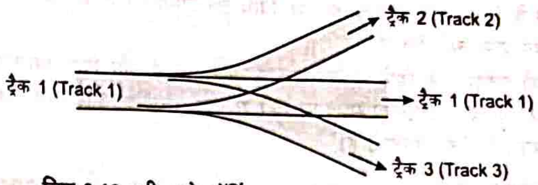


चित्र 6.11 : सम स्पलिट या दो थ्रो क्रॉसिंग (Two through crossing)

6.7.7 तीन थ्रो क्रॉसिंग (Three-through Crossing)

इस क्रॉसिंग में मुख्य रेल मार्ग पॉइंट से आगे जाने पर दाएं व बाएं टर्न होने के साथ-साथ सीधे भी चल सकती अर्थात् तीनों दिशा में बट जाती है। तीन थ्रो में दो स्टॉक रेल होते हैं और प्रत्येक स्विच में दो टंग रेल होते हैं। हील ब्लॉ एक ही स्विच के दोनों टंग रेल के लिए प्रदान किए जाते हैं। मुख्य थ्रो के लिए या भारी तेज गति वाली ट्रैफिक लाइनों

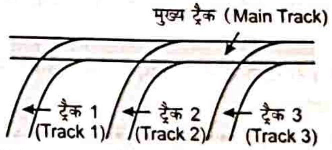
लिए तीन थ्रो की सिफारिश नहीं की जानी चाहिए क्योंकि डबल स्विच का प्रावधान खतरनाक है और इसके पटरी से उतरने की संभावना है। भीड़-भाड़ वाले क्षेत्रों जैसे माल यार्ड, लोकोमोटिव यार्ड के प्रवेश द्वार आदि में एक तीन थ्रो उपयोगी है, कई आपत्तिजनक विशेषताओं के कारण, इस प्रकार की व्यवस्था धीरे-धीरे गायब हो रही है और इसका स्थान टैंडम या डबल टर्न आउट द्वारा लिया गया है।



चित्र 6.12 : तीन थ्रो क्रॉसिंग (Three through crossing)

6.7.8 सीढ़ी या समूहन रेल पथ (Ladder or Gathering Track)

जब एक रेल ट्रैक से अनेक समांतर ट्रेक निकाले जाते हैं तो यह समूह रेल पथ कहलाता है। ये पथ मार्शलिंग यार्ड अथवा माल यार्ड में विभिन्न दिशा में जाने वाले रेलगाड़ियों के डिब्बों की कटाई व छटाई के लिए बनाए जाते हैं।



चित्र 6.13 : सीढ़ी या समूहन रेल पथ (Ladder or Gathering Track)

6.7.9 गंटलेट रेल पथ (Guntlet Track)

इस पथ पर दो स्वतंत्र रेल मार्ग कुछ दूरी तक एक हो जाते हैं तथा कुछ दूरी बाद फिर अपने-अपने दिशा में चले जाते हैं। ऐसे क्रॉसिंग अपर्याप्त चौड़ाई वाले जगहों पर अपनाए जाते हैं जिसे चित्र में दिखाया गया है।

चित्र 6.14 : गन्टलेट रेलपथ (Guntlet Track)

6.8 पॉइंट और क्रॉसिंग को बिछाना (Laying of Points and Crossing)

पॉइंट और क्रॉसिंग को बिछाने का काम शुरू करने से पहले सभी आवश्यक सामग्रियों को सावधानीपूर्वक एकत्र किया जाना चाहिए। यदि कुछ भी छोड़ दिया जाता है, तो इससे आगे चलकर बहुत भ्रम होगा। पॉइंटिंग और क्रॉसिंग का काम शुरू करने से पहले प्रारंभिक आवश्यकताओं का भी बहुत ध्यान रखा जाना चाहिए।

पॉइंट और क्रॉसिंग बिछाने का काम निम्नलिखित दो श्रेणियों में से एक के तहत हो सकता है—

1. जहाँ एक नया टर्न आउट आने की स्थिति में यातायात में कोई रुकावट न हो—
   इस मामले में सामान्य सावधानियों के साथ पूरी तरह से काम किया जा सकता है।
2. जहाँ लाइन कुछ घंटों के लिए ही उपलब्ध है—
   ऐसे मामलों में, पॉइंटिंग और क्रॉसिंग के काम को निम्नलिखित तीन तरीकों में से किसी एक द्वारा किया जा सकता है—

निर्माण किया जा सकता है। यह विधि साधारण टर्नआउट और क्रॉस-ओवर के

(i) कनेक्शन कार्य स्थल पर निर्माण किया जा सकता है। यह विधि साधारण टर्नआउट और क्रॉस-ओवर के उपयोगी है।

(ii) कनेक्शन को क्षेत्र के निकटवर्ती भूखंड पर रखा जा सकता है और उस समय यह कार्य किया जा सकता है काम करने के लिए लाइन उपलब्ध हो। यह विधि तब उपयोगी होती है जब लाइन पर भारी ट्रैफिक के पर्याप्त समय प्राप्त नहीं होता है।

(iii) कनेक्शन को वर्कशॉप या डिपों में तैयार किया जा सकता है और फिर, विभिन्न भागों के पदों को ध्या चिह्नित करने के बाद, इसे कार्य स्थल पर फिर से नष्ट, संचालित और निर्मित किया जाता है। यह विधि जटिल लेआउट के लिए उपयोगी है।

6.9 पॉइंट और क्रॉसिंग का अनुरक्षण (Maintenance of Points and Crossing)

यह देखा गया है कि दुनिया में लगभग 90 प्रतिशत गंभीर रेल दुर्घटनाएँ पॉइंट या क्रॉसिंग पर होती हैं। यह इस के कारण है कि स्विच ट्रैक का सबसे कमजोर बिंदु बनाते हैं। इसलिए पॉइंट और क्रॉसिंग को सही चलने के क्रम में के लिए बहुत सावधानी बरतनी चाहिए। यह भी ध्यान दिया जाना चाहिए कि पॉइंट और क्रॉसिंग का निरीक्षण चलती के तहत किया जाता है क्योंकि केवल इस स्थिति में, उनके वास्तविक दोषों को नोट किया जा सकता है। ट्रैक पर वि पॉइंट और क्रॉसिंग के रखरखाव के लिए एक निश्चित कार्यक्रम तैयार किया जाता है। निम्नलिखित बातों को ध्यान में जाता है—

1. यदि कोई विसर्पण है, तो इसे हटा दिया जाना चाहिए। एंटीक्रीप ब्रैकेट को स्विच की हील और क्रॉसिंग के वि के पीछे प्रदान किया जाना चाहिए।
2. स्लीपर्स की समय-समय पर जाँच की जानी चाहिए और अगर वे अपने स्थान हट गए हैं, तो उन्हें सही ढं निर्धारित स्थान पर लगा देना चाहिए।
3. सभी ढीले बोल्टों को कस देना चाहिए। ढीली हील ब्लॉक के लिए, टंग रेल बोल्ट ढीले रखे जाते हैं और लोड बोल्ट कसे हुए होने चाहिए। निश्चित हील ब्लॉक के लिए, सभी बोल्टों को कस के रखा जाता है।
4. सभी स्लीपर अच्छी तरह से पैक होने चाहिए।
5. पॉइंट और क्रॉसिंग के लिए जल निकासी की व्यवस्था ठीक से की जानी चाहिए।
6. पॉइंट और क्रॉसिंग के तहत गिट्टी की स्क्रीनिंग नियमित अंतराल पर की जानी चाहिए।
7. ट्रैक के गेज की जाँच की जानी चाहिए।
8. चेक रेल, टंग रेल और विंग रेल के बीच की दूरी की जाँच की जानी चाहिए और यदि आवश्यक हो, तो सुधारना चाहिए।
9. यह देखा जाना चाहिए कि इंटरलॉकिंग कनेक्शन गिट्टी से साफ हैं और ऐसे सभी कनेक्शनों को कसकर फिट चाहिए।
10. यदि आवश्यक हो तो फाउलिंग निशान को साफ और पेंट किया जाना चाहिए।
11. यदि आवश्यक हो तो पॉइंट और क्रॉसिंग के संरेखण की जाँच और सुधार किया जाना चाहिए।
12. पॉइंट और क्रॉसिंग के विभिन्न घटकों के स्नेहन को समय-समय पर किया जाना चाहिए।

6.10 सिग्नल (Signals)

रेलगाड़ियों के संचालन पर नियंत्रण रखने के लिए रेल पथ पर सिग्नल की व्यवस्था की जाती है। गाड़ियों को सुरक्षि अपने गन्तव्य स्थान तक पहुँचाने के लिए सिग्नल आवश्यक होते हैं। प्रत्येक रेलपथ के लिए सिग्नल स्थापित किये जाते जो प्रत्येक गाड़ी को चलने, ठहरने तथा गति-सीमा का पालन करने के स्पष्ट एवं सही संकेत देते हैं।

काटें तथा क्रॉसिंग को सैट करने के लिए, गाड़ियों का संचालन करना, गाड़ियों को वांछित रेल पथ पर डालने लिए सिग्नल प्रणाली अपनाई जाती हैं। सिग्नल की सहायता से रेलवे में दुर्घटनाओं को कम किया जा सकता है।

6.11 सिग्नल के उद्देश्य (Objects of Signals)

सिग्नल के उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

1. टर्न आउट पर एक साथ दो गाड़ियों का प्रवेश रोकना तथा उनकी पार्श्व भिड़न्त न होने देना।
2. दो गाड़ियों के बीच उचित दूरी बनाये रखने के लिए।
3. आमने-सामने से आने वाली गाड़ियों का टक्कर रोकने के लिए।
4. रेल पथ की मरम्मत या नवीनीकरण के समय गाड़ियों के आवागमन को सुरक्षित बनाये रखना।
5. गाड़ियों की गति सीमा पर नियंत्रण रखने, रोकने अथवा प्रस्थान के निर्देश देना।
6. रेलपथ का अधिकतम उपयोग करना।
7. कांटे व क्रॉसिंग पर गाड़ियों को सुरक्षित एक दूसरे को पार करने के लिए।
8. मार्शलिंग यार्ड पर डिब्बों की शंटिंग को सुचारु रूप से संचालित करना।

6.12 संकेतों के वर्गीकरण (Classification of Signals)

विभिन्न प्रकार के संकेतों को सुविधा के लिए निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है—

1. कार्य के अनुसार (According to work)
2. स्थान के अनुसार (According to place)
3. विशेष संकेत (Special signals)

6.12.1 कार्य के अनुसार संकेतों का वर्गीकरण (Classifications of Signals According to Work)

इस वर्गीकरण के अनुसार, संकेतों को इस प्रकार वर्गीकृत किया गया है—

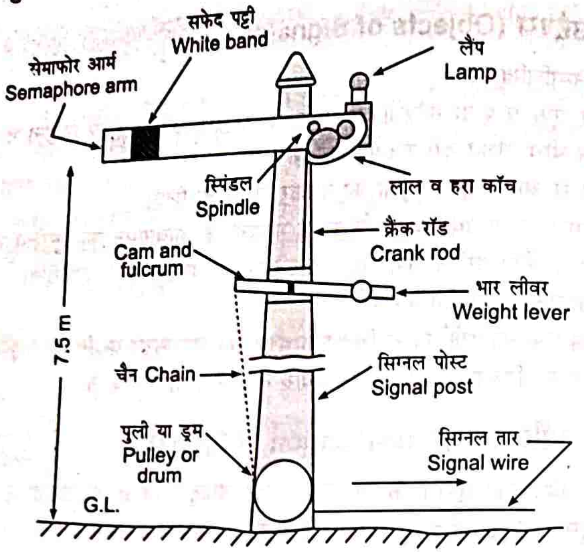
(i) स्टॉप सिग्नल या सेमाफोर टाइप सिग्नल (Stop signal or semaphore signals)
(ii) वार्नर सिग्नल (Warner signals)
(iii) डिस्क या ग्राउंड सिग्नल (Disk or ground signals)
(iv) रंगीन लाइट सिग्नल (Coloured light signals)।

6.12.1.1 स्टॉप सिग्नल या सेमाफोर टाइप सिग्नल (Stop signal or semaphore signals)

रेलवे पर सेमाफोर सिग्नलिंग के बारे में सबसे पहले पता करने वाले पहले व्यक्ति C. H. Gregory थे जिन्होंने 1841 लंदन-क्रॉयडन (London-Croydon) रेलवे पर इसका प्रयोग किया था।

साधारण प्रकार के सेमाफोर सिग्नल का एक विशिष्ट खंड चित्र में दिखाया गया है। भागों की सूची नीचे दी गई है—

1. सिग्नल पोस्ट (Signal Post)
2. सेमाफोर आर्म (Semaphore signals)
3. लैंप (Lamp)
4. स्पेक्ट्रम (Spectrum)
5. पुली या ड्रम (Pulley or Drum)
6. कैम और फुलक्रम (Cam or Fulcrum)
7. क्रैंक रॉड (Crank Rod)
8. सिग्नल वायर (Signal wire)
9. चेन (Chain)
10. स्पिंडल (Spindle)
11. वेट लीवर (Weight lever)
12. व्हाइट बैंड (White Band)

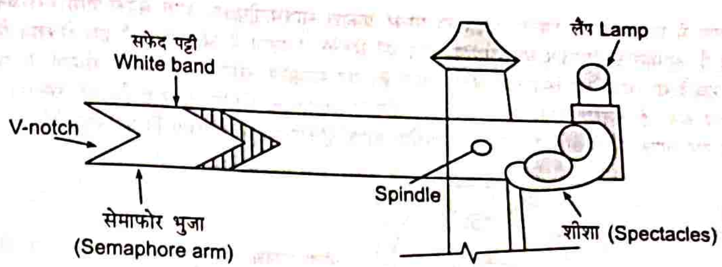


चित्र 6.14 : स्टाप सिंग्नल (Stop Signal)

इस सिग्नल को भारतीय रेलवे में ट्रैक के बाएं ओर लगाया जाता है। अर्थात् जो सिग्नल ट्रेन के बायीं ओर स्थित है वही उसका नियंत्रण करता है। सिग्नल में एक स्तंभ के ऊपर एक भुजा लगी होती है इस भुजा को तार व उ… व्यवस्था से 40 से 7 डिग्री पर नीचे झुकाया जा सकता है। भुजा के छोटे सिरे पर लाल व हरे शीशे लगे रहते हैं जिस… के पीछे एक लैंप रखने की भी व्यवस्था रहती है। इस भुजा तक पहुँचने के लिए स्तंभ के साथ एक सीढ़ी लगी रह… यह भुजा 1200 mm से 1700 mm लंबी तथा बाहरी सिरे पर 250 mm से 300 mm और भीतरी सिरे पर 230 m… 250 mm चौड़ी होती है। भूमि तल से भुजा के मध्य तल की ऊँचाई 7.5 m होती है। सिग्नल की भुजा लोहे की तार… केबिन अथवा स्टेशन से जुड़ी रहती है जहाँ से इसका संचालन किया जाता है। लीवर तथा प्रतितोलक भार का प्रयोग… सिग्नल को सावधानीपूर्वक उठाया अथवा गिराया जा सकता है। गाड़ी को रोकने के लिए भुजा को क्षैतिज रखा ज… इसको up सिग्नल कहते हैं तथा जब भुजा को 45 डिग्री पर नीचे झुकाया जाता है तो सिग्नल को down कहते है… संकेत पर ड्राइवर गाड़ी को आगे बढ़ाता है। रात्रि के समय गाड़ियों को निर्देशित करने के लिए UP की स्थिति में… लाल लैंप के सामने पड़ता है जिससे लाल प्रकाश दिखाई देता है तथा डाउन की स्थिति में हरा लैंप के सामने आ ज… जो गाड़ी को आगे ले जाने के लिए संकेत देता है। सेमाफोर सिग्नल के पीछे up की स्थिति में सफेद प्रकाश निकल… तथा down की स्थिति में कोई प्रकाश नहीं आता है इससे ड्राइवर और सिग्नल मैन दोनों को सिग्नल पहचानने में आ… होती है।

6.12.1.2 वार्नर सिग्नल (Warner signals)

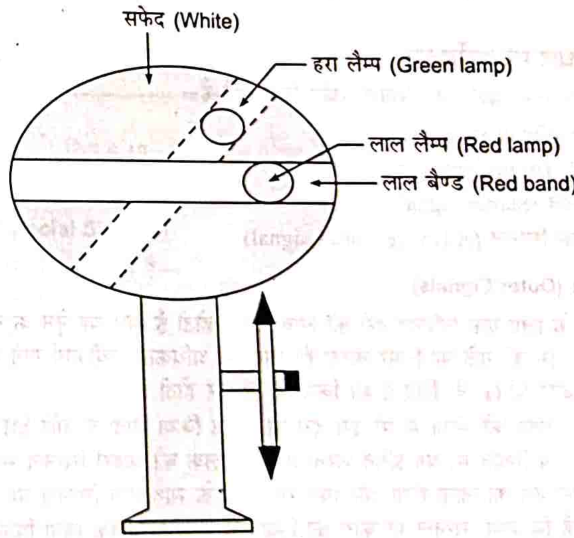
यह सिग्नल भी सेमाफोर सिग्नल की तरह ही होता है परंतु इसमें भुजा के बाहरी साइड पर एक V-notch बना… है जैसे कि चित्र में दिखाया गया है। इस सिग्नल का प्रयोग सामान्य सेमाफोर सिग्नल के आगे लगाया जाता है और इ… प्रमुख कार्य ड्राइवर को चेतावनी देना होता है। परंतु सरलता की दृष्टि से इस सिग्नल को अलग से स्तंभ पर न लग… स्टॉप सिग्नल के स्तंभ पर ही 1800 mm से 2100 mm नीचे स्थापित कर दिया जाता है। सिग्नल की भुजा जब क्षै… भुजा होती है तो यह सावधानी से आगे बढ़ो का संकेत देती है। इसका अर्थ है कि आगे मार्ग साफ नहीं है किंतु ड्रा… गाड़ी की गति को धीमा करके आगे बढ़ सकता है जिसकी आगे जाकर रोके जाने की संभावना होती है। वार्नर सिग्नल… भुजा के सामने की सतह लाल रंग में पूछी जाती है जिसमें सफेद पट्टी बनी रहती है। पीछे की सतह पर पीला रंग कि… जाता है जिसमें पट्टी काले रंग में रखी जाती है। रात्रि के समय भुजा की क्षैतिज स्थिति पर इसके लाल रंग के स्थान… पीला रंग बाहर निकलता है पीला रंग का प्रकाश सावधानी का संकेत होता है।



चित्र 6.16 : वार्नर सिग्नल (Warner signal)

6.12.1.3 डिस्क या ग्राउंड सिग्नल (Disk or ground signals)

डिस्क या ग्राउंड सिग्नल का उपयोग कम गति वाली गाड़ियों के लिए शंटिंग ऑपरेशन में किया जाता है इसलिए इसे शंटिंग सिग्नल के नाम से भी जाना जाता है। ये एक सफेद पट्टी पर लाल बैंड के साथ एक गोल डिस्क के रूप में होता है। डिस्क को उपयुक्त व्यवस्था द्वारा संशोधित किया जाता है जब संकेत को आगे बढ़ना होता है और फिर लाल बैंड झुका हुआ स्थिति में होता है जैसा कि चित्र में बिंदीदार रेखाओं द्वारा दिखाया गया है। दो छेद प्रदान किए जाते हैं, एक लाल प्रकाश के लिए और दूसरा हरे प्रकाश के लिए। लाल और हरे रंग की प्रकाश का उपयोग रात में क्रमश: रुकने और आगे बढ़ने के संकेत के लिए किया जाता है।

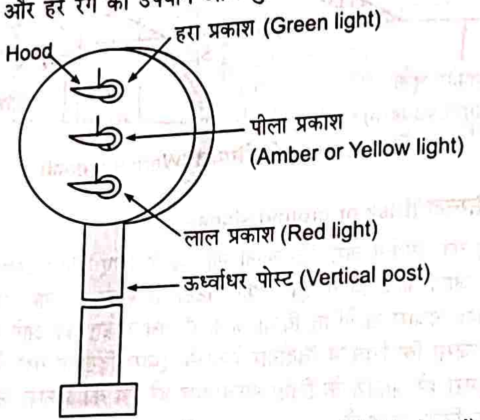


चित्र 6.17 : डिस्क सिग्नल (Disc signal)

6.12.1.4 रंगीन लाइट सिग्नल (Coloured light signals)

इन संकेतों का उपयोग विद्युत रोशनी द्वारा संकेत देने के लिए किया जाता है। वे स्वचालित रूप से संचालित होते हैं। वे आम तौर पर एक ऊर्ध्वाधर स्तम्भ पर तीन रोशनी से मिलकर बने होते हैं। ऊर्ध्वाधर स्तंभ की ऊँचाई पर्याप्त रखी जाती है ताकि चालक की आँखों के स्तर के अनुरूप हो। रोशनी की सुरक्षा के लिए विशेष लैंप और हुड प्रदान किए जाते हैं ताकि उन्हें सूरज की रोशनी में भी देखा जा सके। भारत में, रंगीन यातायात संकेतों का उपयोग शहरी और उप-शहरी वर्गों पर भारी यातायात के साथ किया जाता है।

इस सिग्नल में लाल प्रकाश रुकना, पीला या एम्बर प्रकाश सावधानीपूर्वक आगे बढ़ना तथा हरा प्रकाश आगे प्रदर्शित करता है। सामान्यत: सिग्नल बंद अथवा पढ़ने की स्थिति में रहता है और जैसे ही इस सेक्शन में गाड़ी आ यह स्वत: ही रुकने या चलने की स्थिति में बदल जाती है। यह साधारण सेमाफोर प्रकार के संकेतों के साथ रंगीन संकेतों का मुख्य अंतर है, जिसमें संकेत आमतौर पर स्टॉप या चलने कि स्थिति में रहता है। यह उल्लेख किया जा है कि इन तीन रंगों लाल, पीले और हरे रंग का उपयोग आज दुनिया भर में लगभग किया जाता है।



चित्र 6.18 : रंगीन लाइट सिग्नल (Coloured light signal)

6.12.2 स्थिति के आधार पर वर्गीकरण

स्थिति के आधार पर निम्न प्रकार के सिग्नल प्रयोग किए जाते हैं—

1. बाहरी सिग्नल (Outer signal)
2. भीतरी सिग्नल (Home signal)
3. प्रस्थानक सिग्नल (Starter signal)
4. अग्रिम प्रस्थानक सिग्नल (Advance starter signal)

6.12.2.1 बाहरी सिग्नल (Outer Signals)

ट्रेन को गति में लाने के लिए एक निश्चित दूरी की आवश्यकता होती है और यह ट्रेन के वजन, लोकोमोटिव की पावर, साइट पर ढाल और ट्रेन की गति पर निर्भर करता है। भारत में अधिकतम स्वीकार्य गति के लिए, यह दूरी B.G. के लिए लगभग 0.54 किमी और M.G. के लिए 0.40 किमी के बराबर होती है।

इसलिए पहला संकेत स्टेशन की सीमा से परे इस दूरी पर प्रदान किया जाता है और इस सिग्नल को बाहरी सि... के रूप में जाना जाता है। स्टॉप स्थिति में, यह इंगित करता है कि चालक को बाहरी सिग्नल से पहले लगभग 9 मीटर दूरी पर रोकने के लिए अपनी ट्रेन को लाना होगा और फिर सावधानी के साथ होम सिग्नल पर आगे बढ़ना होगा। आ... स्थिति में, यह इंगित करता है कि होम सिग्नल भी कार्य की स्थिति में है और चालक बिना किसी खतरे के ट्रेन को ग... ले जा सकता है।

6.12.2.2 भीतरी सिग्नल (Home Signal)

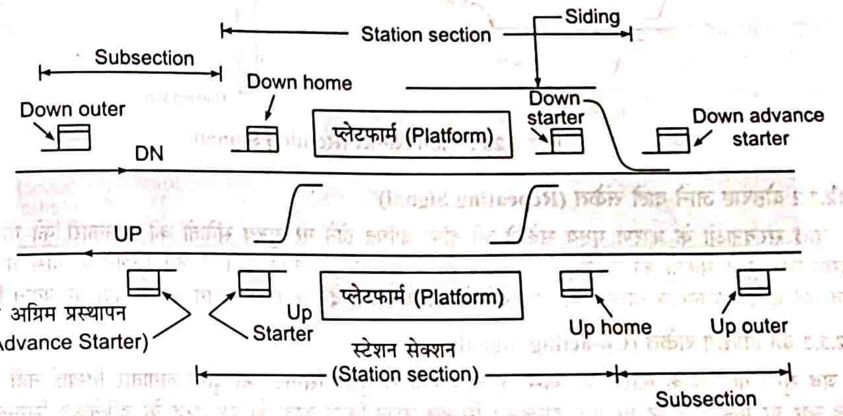
यह सिग्नल स्टेशन की सीमा पर बिल्कुल उपलब्ध कराया जाता है और इसका मुख्य कार्य स्टेशनों और जंक्शनों सुरक्षा करना है। प्लटफॉर्म में प्रवेश करने की अनुमति होम सिग्नल के संचालन द्वारा दी गई है। होम सिग्नल और बिंदुओं को संरक्षित करने का इरादा है, उनके बीच अधिकतम असुरक्षित दूरी 180 मीटर है। यदि यह दूरी अधिक है ट्रैक की सुरक्षा के लिए उपयुक्त साधन जैसे ट्रैक सर्किट, लॉकिंग बार, आदि को अनिवार्य रूप से प्रदान किया जा... चाहिए।

6.12.2.3 प्रस्थानक सिग्नल (Starter Signal)

यह सिग्नल प्लेटफॉर्म के आगे के छोर पर दिया जाता है और स्टेशनों से निकलते ही यह ट्रेनों की चाल को नियंत्रित करता है। जब तक शुरुआती सिग्नल को कम नहीं किया जाता है तब तक कोई भी ट्रेन प्लेटफॉर्म नहीं छोड़ सकती है।

6.12.2.4 अग्रिम प्रस्थानक सिग्नल (Advance Starter Signal)

यह संकेत इसके संरक्षण के भीतर शंटिंग ऑपरेशन करने के लिए प्रदान किया जाता है। ये सिग्नल डिस्क या ग्राउंड सिग्नल, छोटे सेमाफोर या छोटी रोशनी के साथ किसी अन्य अनुमोदित रूप के रूप में हैं। यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि सिग्नल और क्रॉस ओवर या साइडिंग के बीच पर्याप्त स्थान रखा जाना चाहिए ताकि ट्रेन की अधिकतम संभावना को समायोजित किया जा सके।



चित्र 6.19 : सिग्नल के प्रकार (Types of Signals)

6.12.3 विशेष सिग्नल (Special Signals)

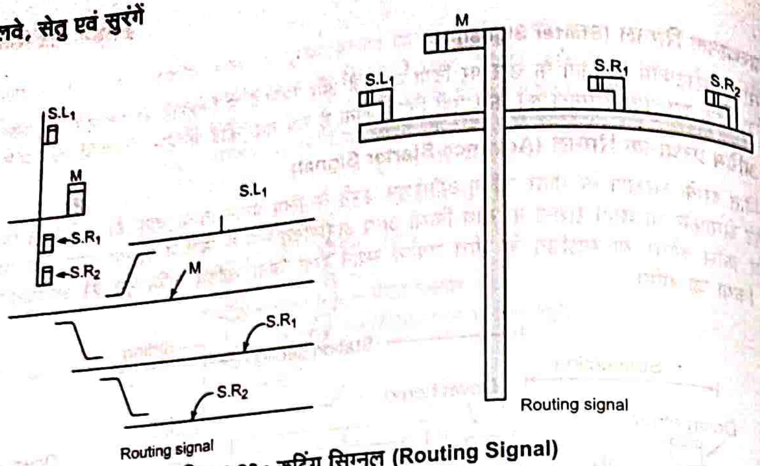
कुछ विशेष प्रकार के सिग्नल भी होते हैं—

1. पथ या रूटिंग सिग्नल
2. दोहराए जाने वाले सिग्नल्स
3. को-एक्टिंग सिग्नल्स
4. कॉलिंग-ऑन सिग्नल
5. इंडिकेटर्स
6. विविध सिग्नल।

उपरोक्त प्रत्येक संकेत पर अब संक्षेप में चर्चा की गई है।

6.12.3.1 पथ या रूटिंग सिग्नल (Routing Signals)

जब मुख्य और शाखा लाइनों के लिए विभिन्न सिग्नल एक ही ऊर्ध्वाधर पोस्ट पर लगाये जाते हैं, तो उन्हें रूट सिग्नल के रूप में जाना जाता है जैसा कि चित्र 6.20 में दिखाया गया है। आम तौर पर मुख्य लाइन के लिए सिग्नल शाखा लाइन के सिग्नल से उच्च स्तर पर रखा जाता है।



चित्र 6.20 : रूटिंग सिग्नल (Routing Signal)

6.12.3.2 दोहराए जाने वाले संकेत (Repeating Signal)

कुछ संरचनाओं के कारण मुख्य संकेतों की दृष्टि बाधित होने पर मुख्य संकेतों की जानकारी को दोहराने के दोहराए जाने वाले संकेतों का उपयोग किया जाता है। वे तब भी आवश्यक होते हैं जब स्टेशन के पास घटता पर स्थित होते हैं। इस प्रकार वे चालक को आगे संकेतों की जानकारी देने के लिए अलग-अलग पदों पर प्रदान किए जा

6.12.3.3 को-एक्टिंग संकेत (Co-acting Signal)

जब सुरंग या पुल के कारण या किसी अन्य कारणों से मुख्य सिग्नल की दृष्टि लगातार दिखाई नहीं दे रही निचले स्तर पर एक ही पोस्ट पर एक डुप्लिकेट सिग्नल प्रदान किया जाता है। इस तरह के डुप्लिकेट सिग्नल को-ए के रूप में जाना जाता है और यह मुख्य सिग्नल के साथ मिलकर काम करता है ताकि केवल मुख्य सिग्नल के संके दोहराया जा सके।

6.12.3.4 कॉलिंग-ऑन सिग्नल (Calling-on Signal)

यह सिग्नल मुख्य संकेतों के नीचे एक ही स्तंभ पर छोटे भुजा के साथ लगे होते हैं। कॉलिंग-ऑन सिग्नल है मुख्य सिग्नल द्वारा ट्रेन को रोकने के बाद सावधानीपूर्वक आगे बढ़ने की अनुमति देता है। ये संकेत इस प्रकार स होते हैं जब मरम्मत कार्य चल रहे होते हैं।

6.12.3.5 संकेतक (Indicators)

ड्राइवरों को विशेष जानकारी प्रस्तुत करने के लिए ये संकेत प्रदान किए जाते हैं। वे एक पीले रंग की पट्टी पर अक्षरों या आंकड़ों में चित्रित किए जाते हैं।

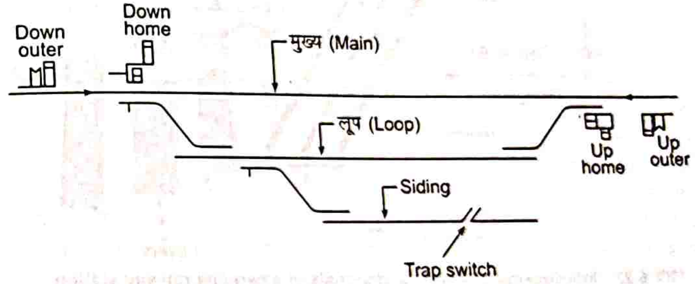
6.13 इंटरलॉकिंग (Interlocking)

किसी भी गाड़ी को रेलवे लाइन पर लाने के लिए उस लाइन पर पड़ने वाले सभी आगामी सिग्नल तथा स्विच करने पड़ते हैं। जिसमें बहुत सावधानी बरतनी पड़ती है क्योंकि इससे भयंकर दुर्घटना होने की संभावना हो जाती है।

अतः रेलवे की किसी सिग्नल को डाउन करना उसी अवस्था में संभव हो जब उस लाइन के सभी स्विच ठीक से सेट हो जाए। इस प्रबंधन को इंटरलॉकिंग कहते हैं। इंटरलॉकिंग से सही स्विच को सेट करके सही सिग्नल डाउन किया जा सकता है। इसके लिए स्विच व उससे संबंधित सिग्नल का यांत्रिक संबंध कर दिया जाता है ताकि सिग्नल के डाउन होने की कोई संभावना ही ना रहे।

6.13.1 इंटरलॉकिंग के सिद्धांत (Principles of Interlocking)

1. किसी रेलवे लाइन का सिग्नल उस समय तक नहीं डाउन किया जा सकता जब तक उस लाइन के स्विच ठीक से सेट होकर लॉक ना हो जाए।
2. रेल गाड़ी आने वाली लाइन पर विपरीत दिशा से अर्थात् सामने से उसी समय कोई अन्य गाड़ी ना आने के लिए भूलवश सिग्नल न दिया जा सकें।
3. अन्य किसी लाइन का जिससे इस लाइन पर उसी समय कोई अन्य गाड़ियाँ आती हैं तो सिग्नल डाउन नहीं हो सकता।
4. स्विच सेट होने तथा सिग्नल डाउन होने के पश्चात् उस लाइन पर स्टीम करता कोई इंजन या कोई भी वैगन नहीं आने चाहिए।
5. जिस लाइन पर स्विच व सिग्नल सेट किया हुआ है उस लाइन पर किसी प्रकार की बाधा नहीं होनी चाहिए।
6. सभी स्विच एक-दूसरे से इस प्रकार इंटरलॉक होने चाहिए जिससे दो रेलगाड़ियों की आपस में टक्कर ना होने पाए।
7. स्टेशन पर ना रुकने वाली रेलगाड़ियों के लिए बाहरी सिग्नल तभी डाउन करना संभव हो जब भीतरी तथा स्टार्टर सिग्नल डाउन दिया जाए।



चित्र 6.21 : इंटर लाकिंग (Interlocking)

6.13.2 इंटरलॉकिंग की विधियाँ (Methods of Interlocking)

सिग्नल और स्विच लीवर के माध्यम से संचालित होते हैं। यह लीवर ग्राउंड लेवल या प्लेटफार्म लेवल पर या विशेष रूप से इस उद्देश्य के लिए बनाए गए एलिवेटेड स्ट्रक्चर में स्थित हो सकते हैं, जिसे सिग्नल बॉक्स या सिग्नल केबिन के नाम से जाना जाता है।

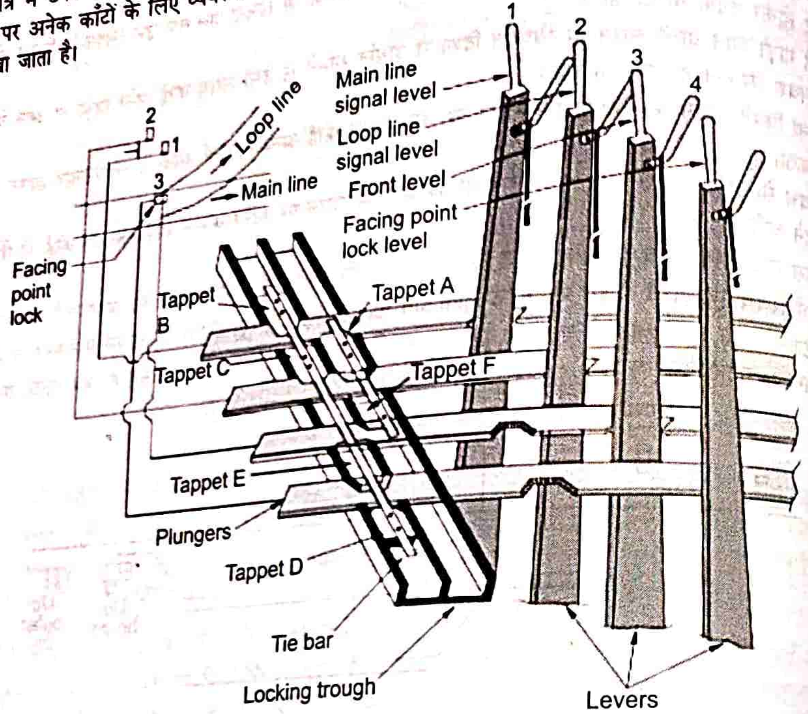
इंटरलॉकिंग की प्रक्रिया को एक बिंदु पर लीवर को समूहीकृत करके बहुत सुविधाजनक बनाया जाता है और इसके परिणामस्वरूप समय और धन की बचत होती है।

इंटरलॉकिंग की तीन विधियाँ निम्नलिखित है—

1. टेपट और लॉक सिस्टम (Tappets and Lock System)
2. कुंजी प्रणाली (Key System)
3. रूट रिले सिस्टम (Route Relay System)

1. टेपट और लॉक छड़ (Tappets and Lock Bars)—इंटरलॉकिंग के लिए टेपट तथा लॉक छड़ें प्रयोग की जाती है। टेपट छड़ें लॉक छड़ों के समकोण पर लगायी जाती हैं। टेपट छड़ों में खाँचे (notches) बने रहते हैं और लॉक छड़ों में पच्चड़ प्रकार के धातु के टुकड़े, जिन्हें लॉक (locks) कहते हैं, लगे रहते हैं। लीवर को खींचने पर लॉक छड़ का लॉक टेपट छड़ के खांचे में जाकर फँस जाता है। इस प्रकार टेपट छड़ अपनी नई स्थिति में स्थिर हो जाती है और लॉक हटाये बगैर इसका सरकना असम्भव हो जाता है।

चित्र में टेपेट तथा लॉक छड़ द्वारा इंटरलॉकिंग दर्शाया गया है। यह व्यवस्था एक टर्न-आउड के लिए है। आधार पर अनेक काँटों के लिए व्यवस्था की जाती है। सामान्यतः मुख्य लाइन के लिए काँटा सैट रहता है, परन्तु सि... अप रखा जाता है।



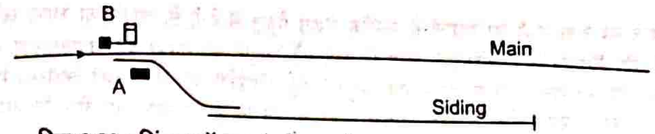
चित्र 6.22 : Interlocking of points and signals of a two-line railway station

2. कुंजी प्रणाली (Key System)—यह इंटरलॉकिंग की सबसे सरल विधि है और भारत के कई छोटे स्टेशनों ... इसका उपयोग किया जाता है। इस प्रणाली में एक या दूसरे रूप में मुख्य लॉक में हेरफेर किया जाता है। कभी-कभी ... अप्रत्यक्ष इंटरलॉकिंग के रूप में भी जाना जाता है। इस प्रणाली के काम के लिए आमतौर पर जो प्रणाली अपनाई जाती ... वह एनेट्स लॉक और कुंजी प्रणाली (Annets lock and key system) है। एक एकल कुंजी प्रणाली या दोहरी कुं... प्रणाली हो सकती है।

सिंगल लॉक और कुंजी प्रणाली (Single Lock and Key System)—इस प्रणाल का सिद्धांत दो ताले प्र... करना है जो एक एकल कुंजी द्वारा काम करते हैं। कुंजी की वापसी क्षैतिज स्थिति में सिग्नल और मुख्य लाइन के लि... सामान्य सेटिंग में विंदुओं को लॉक करती है।

एक साधारण व्यवस्था, जैसा कि चित्र 6.23 में दिखाया गया है। इस प्रणाली के काम को चित्रित करने के लिए लि... गया है।

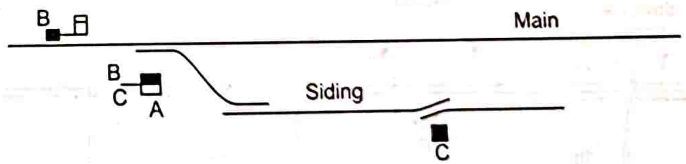
A और B दो ताले हैं जो एक ही कुंजी द्वारा संचालित होते हैं। सिग्नल को कम करने के लिए, कुंजी को डा... जाता है और लॉक B में बदल दिया जाता है। यह सिग्नल देता है। जब सिग्नल को कम किया जाता है, तो यह कुंजी ... वापस लेने से रोकता है। इसलिए, जब सिग्नल को कम किया जाता है, तो मुख्य लाइन के लिए पॉइंट सही ढंग से से... होते हैं। इसी तरह, यदि साइडिंग का उपयोग किया जाना है, तो कुंजी को सामान्य स्थिति में सिग्नल का सहारा लेने के बा... लॉक B से वापस ले लिया जाता है और इसे लॉक A में डाला और बदल दिया जाता है। यह उन बिंदुओं को जारी करता है जो साइडिंग के लिए सेट किए जा सकते हैं। इस प्रकार, जबकि बिंदुओं की सेटिंग साइडिंग के लिए है, मुख्य सिग्नल को कम नहीं किया जा सकता है।



चित्र 6.23 : सिंगल लॉक व कुंजी प्रणाली (Single lock and key system)

डबल लॉक और कुंजी प्रणाली—इस प्रणाली में, डबल लॉक का उपयोग किया जाता है। इस प्रणाली की कार्यप्रणाली को एक साधारण चित्र बनाकर समझाया गया है, जैसा कि चित्र में 6.24 दिखाया गया है। B पर मुख्य लाइन सिग्नल को इंटरलॉक करने के लिए A पर पॉइंट्स और C पर ट्रैप पॉइंट्स की आवश्यकता है। मेन लाइन सिग्नल की सामान्य स्थिति क्षैतिज है, पॉइंट्स की सामान्य सेटिंग मेन लाइन के लिए है और जाल बिंदुओं की सामान्य स्थिति खुली स्थिति है। सामान्य सेटिंग के लिए, लॉक के तीन सेट प्रदान किए जाएँगे, अर्थात्, B में एक, A पर डबल लॉक और C पर एक और लॉक। A में डबल लॉक के दो बॉक्स B और C के समान हैं। K_1 और K_2 को क्रमशः B और C की दो कुंजी मान लेते हैं। सामान्य स्थिति के लिए, K_2 को डबल लॉक के C बॉक्स में पकड़ा जाता है।

मुख्य लाइन के लिए सिग्नल को कम करने के लिए, K1 डाला जाता है और लॉक B में बदला जाता है। यह सिग्नल के काम को जारी रखता है। जब सिग्नल को कम किया जाता है, तो यह कुंजी लॉक में फँस जाती है। इस प्रकार, जब K_1 B लॉक में होता है और K_2 डबल लॉक के C डिब्बे में होता है, तो साइडिंग के लिए पॉइंट निर्धारित करना संभव नहीं होगा। यदि साइडिंग के लिए पॉइंट निर्धारित करना आवश्यक है, तो मुख्य लाइन के लिए सिग्नल को पहले सामान्य स्थिति का सहारा लिया जाता है। फिर, K_1 को B से लॉक से हटाया जा सकता है। यह कुंजी तब ली जाती है ओर B को डबल लॉक A के बॉक्स में डाला जाता है और घुमाया जाता है। यह पॉइंटों के काम को जारी करता है और साइडिंग के लिए अंक निर्धारित किए जाते हैं, तो K_2 को डबल लॉक से C बॉक्स से हटाया जा सकता है। K_2 का निष्कासन K_1 बनाता है, डबल लॉक के B बॉक्स में अटक जाता है। K_2 को अब C में डाला जाता है और लॉक को C में बदल दिया जाता है। यह ट्रैप पॉइंट्स के काम को जारी करता है जिसे नजदीकी स्थिति मे लाया जा सकता है। स्टेशनों के पास सभी सिग्नल, पॉइंट, क्रॉसिंग और लेवल-क्रॉसिंग गेट की व्यवस्था मे प्रमुख प्रणाली का प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सकता है। कुंजी को स्टेशन मास्टर के कार्यालय में रखा जाता है और एक दूसरे के साथ इस तरह से इंटरलॉक किया जाता है कि परस्पर विरोधी सिग्नल से संबंधित कुंजियों को एक ही समय में वापस न लिया जा सके।



चित्र 6.24 : डबल लॉक व कुंजी प्रणाली (Double lock and key system)

रूट रिले सिस्टम (Route Relay System)—इस प्रणाली में, ट्रेनों की आवाजाही के लिए पॉइंट और सिग्नल विद्युत रूप से संचालित होते हैं। बटन के साथ एक पैनल कंट्रोल केबिन में दिया गया है और बहुत कम समय में बटन को धक्का देकर लाइन को सेट करना संभव होता है। यह इंटरलॉकिंग की सबसे आधुनिक और परिष्कृत प्रणाली (Modern and Sophisticated System) है। इस प्रणाली को अपनाने से मैन पावर ओर केबिनों के रखरखाव के खर्च में काफी बचत होती है।

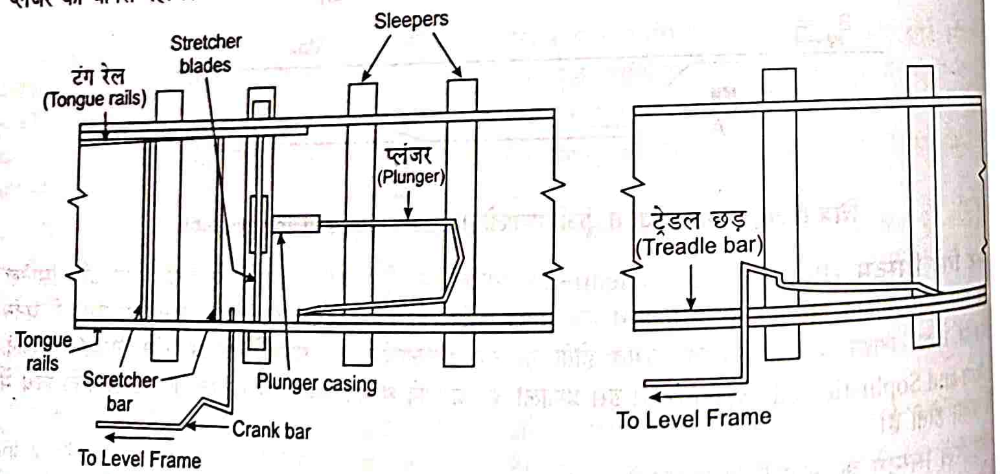
रूट रिले सिस्टम के लाभ निम्नलिखित हैं—

1. यह बहुत व्यस्त जंक्शन स्टेशनों में गाड़ियों की तेज और सुरक्षित आवाजाही सुनिश्चित करता है जहाँ कई सारी गतिविधियाँ एक साथ और एक ही समय में बिल्कुल सुरक्षित रूप से हो सकती हैं।
2. यह ऑपरेशन में देरी को कम करता है।
3. ड्राइवर सिग्नलिंग सिस्टम में उच्च विश्वास प्राप्त करते हैं और वे सिग्नलिंग सिस्टम के तेज और बेहतर प्रतिक्रिया देते हैं क्योंकि ये बहुत स्पष्ट होते हैं।

4. ट्रेन की चाल पर नजर रखी जा सकती है क्योंकि रोशन पैनल में ट्रेनों के चलने का स्पष्ट संकेत मिलता है। पैनल की रोशनी और बिंदुओं के संचालन के लिए बिजली की आपूर्ति की गारंटी की आवश्यकता होती है। इसलि... रूट रिले सिस्टम सफल साबित होने के लिए, इसमें एक बहुत विस्तृत बिजली की आपूर्ति की व्यवस्था होनी चाहिए... बिजली की विफलता के कारण ट्रेन निरोध के सभी अवसरों को समाप्त किया जा सके। भारतीय रेल पर पहली बार... रिले इंटरलॉकिंग सिस्टम लगाने का श्रेय पश्चिम रेलवे के अहमदाबाद स्टेशन को जाता है। 1969 में इसे 93.22 लाख... की लागत के साथ कमीशन किया गया था। यह एशिया की सबसे बड़ी रूट रिले परियोजनाओं में से एक है। दक्षिण... रेलवे की खड़गपुर लाइन में रूट रिले इंटरलॉकिंग प्रणाली लगभग 1.22 करोड़ रु की लागत से स्थापित की गई है। ... इसने 29 अगस्त 1980 से काम करना शुरू कर दिया है।

6.14 पॉइंट लॉक और लॉक बार (Points Lock and Lock Bar)

ट्रैक के मध्य भाग में टंग रेल के ठीक समाने एक प्वाइंट लॉक लगाया जाता है। पॉइंट लॉक प्रदान करने का उद्दे... यह सुनिश्चित करना है कि प्रत्येक स्विच सही ढंग से सेट हो। एक ट्रेडल बार या लॉक बार स्थापित किया जाता है ... वाहनों को उनके ऊपर ले जाने पर स्विच को चालू करने पर सुरक्षा करता है। पॉइंट लॉक में एक प्लंजर होता है जो ... प्लंजर आवरण में चलता है। यह ट्रेडल बार के माध्यम से सिग्नल केबिन से आने वाली छड़ द्वारा काम किया जाता... इसके अलावा, प्रत्येक स्विच के लिए एक स्ट्रेचर ब्लेड होते हैं प्रत्येक ब्लेड में दो खांचे होते हैं, वे प्लंजर आवरण में... चलते रहते हैं। लेकिन उनका गति प्लंजर के गति के समकोण पर होता है। यह इतनी व्यवस्था की जाती है कि जब स्वि... ब्लेड में खांचे स्विच की स्थिति को सही ढंग से पंजीकृत करते हैं, तो प्लंजर खांचे में पहुँच जाता है और फिर स्विच ... स्थानांतरित करना संभव नहीं होता है। ट्रेडल छड़ एक लंबा, पतला, हिंज वाला धातु खंड होता है जो कोण या टी सेक्श... से बना होता है जो सेक्शन का उपयोग करने की संभावना वाले सबसे लंबे वाहन के व्हील बेस की लंबाई से थो... अधिक लंबा होता है। शॉर्ट रिवॉल्विंग क्लिप का उपयोग ट्रेडल छड़ को किसी एक रेल के अंदर के फेस को पकड़... लिए किया जाता है। अब, जब पॉइंट लॉक की रॉड को सिग्नल केबिन से काम किया जाता है, तो ट्रेडल बार रेल स्त... थोड़ा ऊपर उठता है और फिर नीचे आता है। इस प्रकार, जब एक वाहन ट्रेडल छड़ पर होता है, तो पहिया के निक... हुआ होने के कारण ट्रेडल छड़ (Treadle bar) रेल स्तर से ऊपर उठना संभव नहीं होता है और इसलिए पॉइंट लॉक ... प्लंजर को वापस नहीं लिया जा सकता है।



चित्र 6.25 : पॉइंट लॉक और ट्रेडल या लॉक बार (Point lock and treadle bar)

6.15 इंटरलॉकिंग और सिग्नलिंग में सुधार (Improvement In Interlocking and Signalling)

भारतीय रेलवे ने रनिंग ट्रेनों की सुरक्षा के संबंध में इंटरलॉकिंग और सिग्नलिंग में कई सुधार किए हैं। इस तरह के कुछ सुधार निम्नलिखित हैं—

1. सभी ट्रैक मार्गों, मुख्य लाइनें और महत्वपूर्ण शाखा स्टेशन जो पहले आंशिक रूप से इंटरलॉक किए गए थे या गैर-इंटरलॉक किए गए थे, पूरी तरह से इंटरलॉक किए गए हैं। इससे स्टेशन क्षेत्र के भीतर ट्रेनों के गलत मूवमेंट को रोका जा सकेगा।
2. फाटकों को जल्दी खोलने और बंद करने की अनुमति देने के लिए कई व्यस्त स्तर-क्रॉसिंग पर लिफ्टिंग अवरोध प्रदान करता है।
3. भारी सड़क यातायात वाले कई अनियंत्रित स्तर-क्रॉसिंग को सुरक्षित स्तर-क्रॉसिंग में बदल दिया जाता है।
4. अधिकांश ट्रंक मार्गों पर स्पीड सिग्नलिंग की शुरुआत की गई है ताकि ट्रेन के चालक को दृष्टिकोण संकेतों (Approach Signal) की पूर्व चेतावनी दी जा सके।
5. स्वचालित चेतावनी प्रणाली जो ड्राइवरों को चेतावनी देती है, नेत्रहीन और श्रव्य रूप से, पर्याप्त दूरी पर, एक दृष्टिकोण स्टॉप सिग्नल के लिए, एक सीमित सीमा तक स्थापित किया गया है और इसे उत्तरोत्तर अधिक वर्गों तक बढ़ाया जा रहा है। सिस्टम ब्रेक के स्वचालित आवेदन के प्रावधान को समायोजित करता है, अगर ट्रेन का ड्राइवर चेतावनी को अनदेखा करता है।
6. कई स्टेशनों की, विशेषकर, ट्रैक मार्गों की, रिसेप्शन लाइनों को रेल परिपथ (Track Circuited) से जोड़ा जाता है।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- रेलगाड़ी को एक पथ से दूसरे पथ पर ले जाने के लिए विशेष व्यवस्था करनी पड़ती है। इसी व्यवस्था को कांटे तथा क्रॉसिंग (Point and Crossing) कहते हैं।
- कांटे तथा क्रॉसिंग पर रेलों के नीचे स्लीपर रखने की दो विधियाँ हैं—
  1. अन्तर्वाही स्लीपर (Through sleeper)
  2. हीरक क्रॉसिंग (Interlaced sleeper)
- क्रॉसिंग निम्नलिखित हैं—
  1. क्रॉस-ओवर (Cross-over)
  2. हीरक क्रॉसिंग (Diamond Crossing)
  3. वर्गाकार क्रॉसिंग (Square crossing)
  4. कैंची क्रॉस ओवर (Scissor cross over)
  5. स्लिप क्रॉसिंग (Slip crossing)
  6. दो-थ्रो क्रॉसिंग (Two-through crossing)
  7. तीन-थ्रो क्रॉसिंग (Three-through crossing)
  8. सीढ़ी या समूहन क्रॉसिंग
  9. गंटलेट रेल पथ (Guntlet rail track)
  10. त्रिभुज रेल पथ (Triangle rail track)
- दो समांतर ट्रैकों में रेलगाड़ी को एक ट्रैक से दूसरे ट्रैक पर जाने के लिए क्रॉस-ओवर बनाया जाता है।
- जब दो रेलमार्ग एक-दूसरे को अधिक कोण पर काटते हैं तब वह क्रॉसिंग हीरक क्रॉसिंग कहलाती है। इस क्रॉसिंग पर गाड़ियाँ अपनी ट्रैक नहीं बदल सकती हैं।

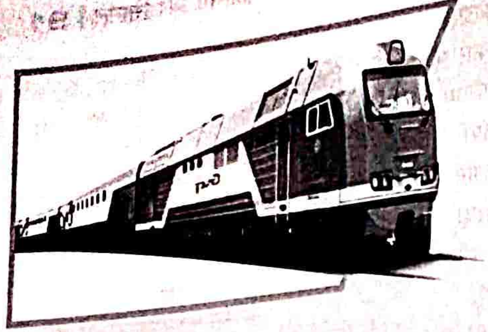
- जब दो रेलमार्ग एक-दूसरे को समकोण पर काटते हैं तब इसे वर्गाकार या समकोण क्रॉसिंग कहते हैं।
- इस क्रॉसिंग में दोनों रेल मार्गों की रेलगाड़ियाँ दोनों दिशाओं में क्रॉसओवर कर सकती हैं। यह दो क्रॉस ओवर का सहयोग होता है इसमें 4 टर्नआउट व उनके मध्य हीरक अथवा वर्गाकार क्रॉसिंग होती है।
- यदि कोई विसर्पण है, तो इसे हटा दिया जाना चाहिए। एंटीक्रीप ब्रैकेट को स्विच की हील और क्रॉसिंग के विंग रेल के पीछे प्रदान किया जाना चाहिए।
- स्लीपर्स की समय-समय पर जाँच की जानी चाहिए और अगर वे अपने स्थान हट गए हैं, तो उन्हें सही ढंग से निर्धारित स्थान पर लगा देना चाहिए।
- सभी ढीले बोल्टों को कस देना चाहिए। ढीली हील ब्लॉक के लिए, टंग रेल बोल्ट ढीले रखे जाते हैं और लीड रेल बोल्ट कसे हुए होने चाहिए। निश्चित हील ब्लॉक के लिए, सभी बोल्टों को कस के रखा जाता है।
- सभी स्लीपर अच्छी तरह से पैक होने चाहिए।
- पॉइंट और क्रॉसिंग के लिए जल निकासी की व्यवस्था ठीक से की जानी चाहिए।
- कार्य के अनुसार संकेतों का वर्गीकरण—
  1. स्टॉप सिग्नल या सेमाफोर टाइप सिग्नल (Stop signal or semaphore signals)
  2. वार्नर सिग्नल (Warner signals)
  3. डिस्क या ग्राउंड सिग्नल (Disk or ground signals)
  4. रंगीन लाइट सिग्नल (Coloured light signals)
- स्थिति के आधार पर निम्न प्रकार के सिग्नल प्रयोग किए जाते हैं—
  1. बहारी सिग्नल (Outer signal)
  2. भीतरी सिग्नल (Home signal)
  3. प्रस्थानक सिग्नल (Starter signal)
  4. अग्रिम प्रस्थनक सिग्नल (Advance starter signal)
- इंटरलॉकिंग की तीन विधियाँ निम्नलिखित हैं—
  1. टेपेट और लॉक सिस्टम (Tappets and lock system)
  2. कुंजी प्रणाली (Key system)
  3. रूट रिले सिस्टम (Route relay system)

अभ्यास प्रश्न

1. रेल पथ पर टर्न आउट किस लिए दिया जाता है? एक दायां टर्नआउट का चित्र सहित मुख्य घटक दर्शाइए।
2. दायां टर्नआउट तथा बायां टर्नआउट का सचित्र वर्णन करें।
3. टर्न आउट पर प्रयोग होने वाली रेलों तथा अन्य फिटिंग की सूची दें।
4. पॉइंट तथा क्रॉसिंग में अंतर स्पष्ट कीजिए।
5. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए—
   - स्टॉक रेल
   - चेक रेल
   - स्ट्रेचर छड़
   - क्रॉसिंग की नासिका
   - टंग रेल
   - विंग रेल
   - लीड रेल
   - क्रॉसिंग का कोण

6. कांटे तथा क्रॉसिंग पर स्लीपर की व्यवस्था को समझाइए।
7. रेल क्रॉसिंग से आप क्या समझते है? यह कितने प्रकार का होता है? लिखिए।
8. क्रॉसओवर तथा हीरक क्रॉसिंग का सचित्र वर्णन कीजिए।
9. दो थ्रो तथा तीन थ्रो क्रॉसिंग का सचित्र वर्णन कीजिए।
10. गंटलेट रेल पथ तथा सम्मूहन क्रॉसिंग का सचित्र वर्णन कीजिए।
11. वर्गाकार क्रॉसिंग तथा कैंची क्रॉस ओवर को समझाइए।
12. कांटे और क्रॉसिंग को बिछाने के समय कौन-कौन सी बातों पर ध्यान दिया जाता है? लिखिए।
13. कांटे और क्रॉसिंग के अनुरक्षण पर टिप्पणी लिखिए।
14. रेल मार्गों पर सिग्नल व्यवस्था क्यों अपनाई जाती है? लिखिए।
15. सिग्नल मुख्यत: कितने प्रकार के होते हैं? वर्णन करें।
16. कार्य के अनुसार संकेतों का वर्गीकरण लिखिए। किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
17. स्टॉप सिग्नल तथा वार्नर सिग्नल का सचित्र वर्णन करें।
18. डिस्क सिग्नल तथा रंगीन लाइट सिग्नल पर टिप्पणी लिखिए।
19. स्थिति के आधार पर सिग्नल का वर्गीकरण लिखिए तथा प्रत्येक पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
20. पथ या रूटिंग सिग्नल तथा को-एक्टिंग सिग्नल का सचित्र वर्णन कीजिए।
21. इंटरलॉकिंग के सिद्धांत लिखिए।
22. इंटरलॉकिंग की कौन-कौन सी विधियाँ हैं? संक्षेप में वर्णन कीजिए।
23. पॉइंट लॉक और लॉकबार पर टिप्पणी लिखिए।
24. इंटरलॉकिंग और सिग्नल में कौन-कौन से सुधार किए जाते हैं? लिखिए।

❑



7 रेल पथ के ज्यामितीय मान (Geometric of Rail Track)

Inside this Chapter
- Introduction
- Gradient
- Superelevation
- Curve
- Cross-section

7.1 परिचय (Introduction)

रेल पथ पर रेलगाड़ी का संचालन नियमित प्रकार से हो सके इसके लिए रेल पथ निर्माण के समय ज्यामितीय मान ध्यान में रखना आवश्यक होता है। रेल पथ का अभिकल्पन ज्यामितीय मान के आधार पर किया जाता है। चूँकि रेल दुर्घटना का प्रमुख कारण दोषपूर्ण रेल पटरी ही होते हैं अत: इनके अभिकल्पन पर विशेष ध्यान दिया जाता है। रेल पथ लिए ज्यामितीय मान निर्धारित करते समय रेलगाड़ी के धुरी का भार, गाड़ी की गति इत्यादि पर विशेष ध्यान रखा जाता ज्यामितीय मान से सम्बन्धित घटक निम्नलिखित हैं—

1. ढाल (Gradient)
2. रेलगाड़ी की चाल (Speed of train)
3. कैंट या वाहेत्यान (Cant or super elevation)
4. वक्र (Curve)
5. वक्र पर गेज को चौड़ा करना (Widening of gauge on curve)
6. अनुप्रस्थ काट (Cross section)

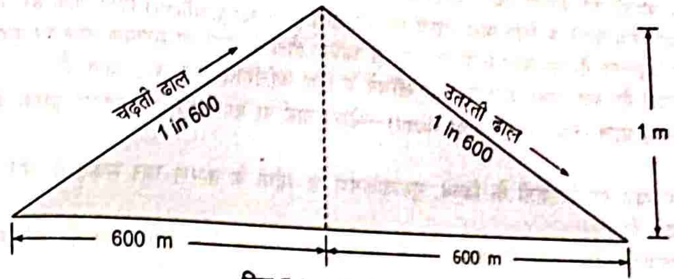
7.2 ढाल (Gradient)

रेलपथ पर ढाल (Fall) या चढ़ाव (Rise) की दर ढाल या ग्रेडियंट कहलाती है। ढाल को ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज अनुपात में व्यक्त करते हैं। यदि रेल पथ में क्षैतिज में यह ढाल ऊपर को चढ़ता है तब इसे चढ़ती ढाल कहते हैं और यह क्षैतिज में नीचे को उतरता है तब इसको उतरती ढाल कहते हैं।। वास्तव में दोनों ढालें समान लंबाई के लिए एक ही परंतु इन्हें देखने की दिशा में अंतर होता है। यदि ढाल को 1:400 लिखा हुआ है तो इसका अर्थ है कि 400 मीटर क्षैतिज लंबाई में 1 मीटर का उतार या चढ़ाव है। यदि ढाल को प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है तो इसे (1/400) × 100 = 0.25% लिखा जाता है।

इसका प्रयोग अग्रलिखित उद्देश्यों की पूर्ति के लिए किया जाता है—

1. रेल पथ पर मिट्टी कार्य की मात्रा न्यूनतम करने के लिए।
2. नदी नालों को पर्याप्त मुक्तांतर पर पार करने के लिए।
3. ऊँचाई वाले स्थानों पर पहुँचने के लिए।

4. तराई वाले क्षेत्रों में पहुँचने के लिए।
5. उतार तथा चढ़ाव को समान रखने के लिए।



चित्र 7.1 : ढाल (Gradient)

7.2.1 ढाल के प्रकार (Types of gradient)

रेल पथ पर निम्नलिखित ढाल अपनाए जाते हैं—

1. नियंत्रक ढाल (Ruling Gradient)
2. संवेग ढाल (Momentum Gradient)
3. पुशर या सहायक ढाल (Pusher or Helper Gradient)
4. स्टेशन यार्ड ढाल (Station Yard Gradient)

1. नियंत्रक ढाल (Ruling Gradient)—रेल पथ के किसी खण्ड में अधिकतम चढ़ता ढाल (maximum rising gradient), जिस खण्ड पर रेल इंजन अधिकतम भार को आसानी से खींच सकता है, नियन्त्रक ढाल कहलाता है। यह रेलगाड़ी के भार तथा इंजन की शक्ति पर निर्भर करता है क्योंकि ढाल पर रेल इंजन का भार खींचने के लिए अतिरिक्त शक्ति का प्रयोग करनी पड़ती है।

रेल पथ में नियन्त्रक ढाल के मान निम्नवत् लिए जाते हैं—

(A) मैदानी क्षेत्रों में – 1 in 150 से 1 in 200

(B) पहाड़ी क्षेत्रों में – 1 in 100 से 1 in 150

माना रेलगाड़ी का भार W है तथा W भार की रेलगाड़ी को इंजर द्वारा P शक्ति लगाकर θ ढाल पर खींचता है।

$$\frac{P}{W} = \sin\theta$$

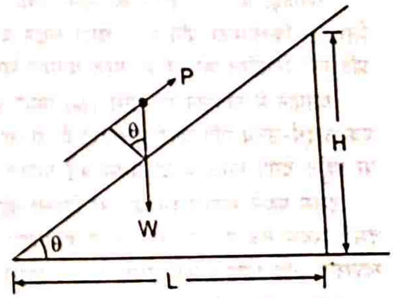
$$\therefore \quad P = W\sin\theta$$

क्योंकि θ का मान बहुत कम होता है—

$$\therefore \quad P = W\tan\theta$$

$$P = W \times \frac{H}{L} \quad \text{[जहाँ, } W = \text{ढाल (gradient)]}$$

$$P = W \times \text{ढाल}$$



चित्र 7.2 : चढ़ती ढाल (Rising Gradient)

इस प्रकार इंजन की शक्ति का ढाल से सीधा सम्बन्ध है। अत: रेलपथ में ढाल इंजन की शक्ति के अनुसार रखना चाहिए।

2. संवेग ढाल (Momentum gradient)—जब रेलगाड़ी ढलान से उतरती है तब ढाल से नीचे आते समय इसमें अतिरिक्त संवेग आता है तथा इस संवेग का उपयोग उसी पथ पर चढ़ाव मे किया जा सकता है। इस प्रकार उतार के बाद रेल पथ में चढ़ाव देकर हम अतिरिक्त संवेग का प्रयोग कर सकते हैं। यह ढाल ही संवेग ढाल कहलाता है। संवेग ढाल अधिकतर पहाड़ी क्षेत्रों में घाटियों में दिया जाता है।

3. पुशर या सहायक ढाल (Pusher or helper gradient)—पहाड़ी क्षेत्रों में रेलपथ निर्माण करने में बहुत कठिनाइयाँ आती हैं क्योंकि पहाड़ों को काटना तथा समतल प्रदान करना जटिल कार्य है। अतः पहाड़ी क्षेत्रों में पहाड़ों की कटाव व रेलपथ की लम्बाई कम करने के लिए कुछ स्थानों पर तीव्र ढाल (steeper gradient) दिया जाता है। यही तीव्र ढाल पुशर व सहायक ढाल कहलाता है। यह ढाल नियन्त्रण ढाल से अधिक होता है। पुशर या सहायक ढाल पर इंजन की भार खींचने की शक्ति घट जाती है। अतः पुशर ढाल पर भार खींचने के लिए अतिरिक्त इंजन जोड़ा जाता है।

4. स्टेशन यार्ड ढाल (Station yard gradient)—स्टेशन यार्ड पर ढाल नहीं देना चाहिए। इसके कारण निम्नलिखित हैं—

(A) यार्ड में खड़े हुए रेलगाड़ी के डिब्बे, गुरुत्वाकर्षण या आँधी के कारण चल सकते हैं और इसमें दुर्घटना की सम्भावना बढ़ जाती है।

(B) जब रेलगाड़ी स्टेशन यार्ड में खड़ी होती है तब उसको स्टार्ट करने के लिए इंजन को अतिरिक्त शक्ति लगानी पड़ेगी।

स्टेशन यार्ड में जल निकासी के लिए भारतीय रेलवे के अनुसार 1 in 1000 का ढाल दिया जाता है। परन्तु इसकी अधिकतम सीमा 1 in 400 होती है।

7.3 ढाल प्रतिकार (Grade Compensation)

रेल पथ के किसी खंड पर नियंत्रित ढाल को अधिकतम ढाल भी कहते हैं। जब गाड़ी वक्र पर होती है तो अधिक संकर्षण प्रतिरोध (Maximum tractive resistance) के कारण सीधे मार्ग की अपेक्षा इंजन को अतिरिक्त अधिक शक्ति लगानी पड़ती है। इसलिए वक्र ऊपर नियंत्रक ढाल से कम ढाल दी जाती है। ढाल में होने वाले इस कमी को ढाल प्रतिकार करते हैं।

भारतीय रेलवे द्वारा अपनाए जाने वाले ढाल प्रतिकार निम्नलिखित हैं—

- संकरी लाइन (Narrow gauge)—0.02% प्रति डिग्री
- छोटी लाइन (Meter gauge)—0.03% प्रति डिग्री
- बड़ी लाइन (Broad gauge)—0.04% प्रति डिग्री

अमेरिका में वक्र पर ढाल प्रतिकार 0.03% से 0.05% प्रति डिग्री के बीच होता है।

7.4 रेलगाड़ी की चाल (Speed of Train)

रेलगाड़ी की चाल इंजन की शक्ति तथा पटरी की सामर्थ्य पर निर्भर करती है। भारत में सीधे मार्गों पर बड़ी लाइन के लिए 95 किलोमीटर प्रति घंटा, छोटी लाइन के लिए 70 किलोमीटर प्रति घंटा तथा संकरी लाइन के लिए 40 किलोमीटर प्रति घंटा निर्धारित की गई है। परंतु वर्तमान समय में अधिक गति वाली रेलगाड़ियाँ भी चलाई जा रही हैं।

वर्तमान में गतिमान एक्सप्रेस 160 किमी प्रति घंटे की रफ्तार के साथ भारत की सबसे तेज ट्रेन है। गतिमान एक्सप्रेस एक अर्द्ध-उच्च गति वाली रेलगाड़ी है जो नई दिल्ली से आगरा केवल 100 मिनट में 160 किमी/घंटा की गति से चलने पर पहुँचा देगी। भारत के दो सबसे बड़े पर्यटन स्थल दिल्ली और आगरा भारत की पहली अर्द्ध-हाईस्पीड ट्रेन से जुड़ेंगे।

इससे पहले भोपाल शताब्दी नई दिल्ली और आगरा खंड पर 155 किमी/घंटा की गति के साथ चलने वाली भारत की दूसरी सबसे तेज ट्रेन है। नई दिल्ली हबीबगंज शताब्दी एक्सप्रेस मेट्रो और तीर्थ यात्रा और व्यापार के लिए नई दिल्ली, ग्वालियर और भोपाल जैसे प्रमुख पर्यटन शहरों को जोड़ती है।

वक्र पर रेलगाड़ी की चाल विभिन्न गेजों के लिए अग्र सूत्र द्वारा ज्ञात किया जाता है—

- बड़ी लाइन और छोटी लाइन (Broad and metre gauge) के लिए—$V = 4.4(R - 70)$ किलोमीटर प्रति घंटा
- संकरी लाइन (Narrow gauge) के लिए—$V = 3.6(R - 60)$ किलोमीटर प्रति घंटा

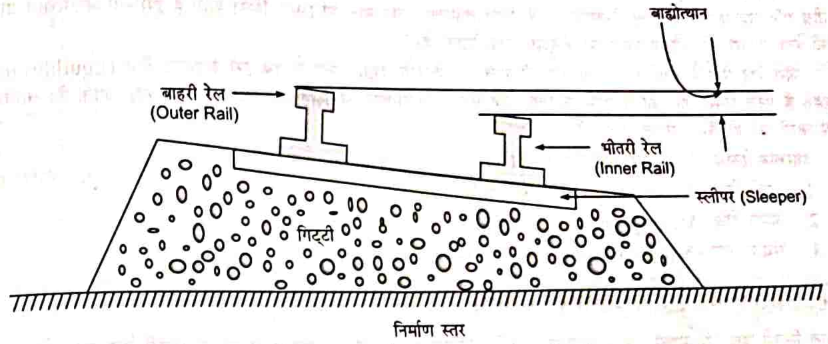
जहाँ,

V = अधिकतम चाल किलोमीटर प्रति घंटा में

R = वक्र की त्रिज्या मीटर में

7.5 कैंट या बाहोत्थान (Cant or Superelevation)

जब रेलगाड़ी वक्र पर चलती है तो उस पर अपकेंद्री बल (Centrifugal force) कार्य करता है। वक्र पर इस अपकेंद्री बल (Centrifugal force) के प्रभाव को उदासीन करने के लिए बाहरी रेल के तल को भीतरी रेल के तल के सापेक्ष कुछ ऊपर उठा दिया जाता है। इसको कैंट या बाहोत्थान (Cant or superelevation) कहते हैं। यह भीतरी रेल तथा बाहरी रेल के शीर्ष का ऊर्ध्वाधर अंतर होता है।



चित्र 7.3 : बाह्योत्थान (Superelevation)

7.5.1 बाहोत्थान की उद्देश्य (Object of Superelevation)

रेल पथ पर बाहोत्थान प्रदान करने के निम्नलिखित उद्देश्य हैं।

1. वक्रों पर अपकेंद्रीय बल के प्रभाव को उदासीन करने के लिए
2. वक्रों पर रेलगाड़ी को पटरी से उतर जाने से रोकने के लिए
3. वक्रों पर रेल गाड़ी की गति एक समान बनाए रखने के लिए
4. रेल के पार्श्व घिसन को रोकने के लिए
5. वक्रों पर विसर्पण रोकने के लिए।

7.5.2 बाहोत्थान ज्ञात करना (Findout Superelevation)

बाहोत्थान ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग किया जाता है—

$$e = \frac{Gv^2}{127R}$$

जहाँ,

e = बाहोत्थान (सेमी में)

G = रेल गेज (मीटर में)

v = गाड़ी की चाल (किमी/घंटा)

R = वक्र की त्रिज्या (मीटर में)

बड़ी गेज के लिए बाहोत्थान (Superelevation)

$$e = \frac{v^2 \times 1.676}{1.27 \times R} = 1.315\frac{v^2}{R}$$

मीटर गेज के लिए बाहोत्थान (Superelevation)

$$e = \frac{v^2 \times 1.00}{1.27 \times R} = 0.80\frac{v^2}{R}$$

सकरी गेज के लिए बाहोत्थान (Superelevation) $e=\frac{v^2\times 0.762}{1.27\times R}=0.60\frac{v^2}{R}$

7.6 कैंट न्यूनता (Cant Deficiency)

बाहोत्थान के सूत्र के द्वारा यह पता चलता है कि बाहोत्थान का मान गाड़ी की चाल पर निर्भर करता है। इस प्रकार तीव्र गति वह कम गति वाली रेलगाड़ियों के लिए बाहोत्थान का मान भी भिन्न-भिन्न होता है इसलिए बाहोत्थान दोनों प्रकार की रेलगाड़ियों की औसत चाल के अनुसार रखा जाता है।

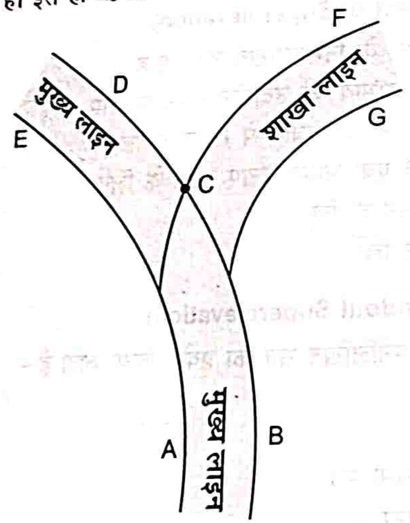
जब रेल पथ में बाहोत्थान रेलगाड़ी की गति के अनुसार रखा जाता है तब इसे संतुलित कैंट (Equilibrium Cant) कहते हैं परंतु धीमी गति की गाड़ियों के लिए रेल पथ में बाहोत्थान संतुलित बाहोत्थान से कम रखा जाता है। बाहोत्थान की इस कमी को ही कैंट न्यूनता कहते हैं।

भारतीय रेलवे के अनुसार कैंट न्यूनता का मान निम्नलिखित है—

1. बड़ी गेज (Broad gauge) –7.6 सेंटीमीटर
2. मीटर गेज (Meter gauge) –5.1 सेंटीमीटर
3. संकरी गेज (Narrow gauge) –3.7 सेंटीमीटर

7.7 ऋणात्मक कैंट (Negative Cant)

जब किसी वक्र पर मुख्य लाइन से शाखा लाइन आकर मिलती है तब शाखा लाइन के बाहरी रेल तल को भीतरी रेल तल के सापेक्ष कुछ नीचे रखा जाता है। इसे ही ऋणात्मक कैंट या ऋणात्मक बाहोत्थान (Negative Cant) कहते हैं।



चित्र 7.4 : ऋणात्मक कैंट (Negative Cant)

चित्र के अनुसार मुख्य लाइन की बाहरी रेल BCD का विंदु B वक्र पर बाहोत्थान के कारण A के सापेक्ष कुछ ऊँचा है। शाखा लाइन पर भी वक्र है, इसीलिए शाखा लाइन की बाहरी रेल ACF भी भीतरी रेल BG के सापेक्ष कुछ ऊपर उठी होनी चाहिए। परंतु बिंदु B, A के सापेक्ष कुछ ऊँचा है। इसलिए दोनों लाइन के लिए बाहोत्थान की शर्त को एक साथ पूरा करना संभव नहीं है। इस कारण ही शाखा लाइन में ऋणात्मक कैंट दिया जाता है। ऋणात्मक कैंट वाले वक्र पर गाड़ियों की गति सीमित रखी जाती है।

7.8 वक्र (Curve)

वक्र मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं—

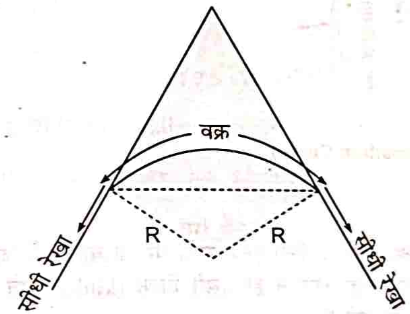
1. क्षैतिज वक्र (Horizontal Curves)
2. ऊर्ध्वाधर वक्र (Vertical Curves)

7.8.1 क्षैतिज वक्र (Horizontal Curves)

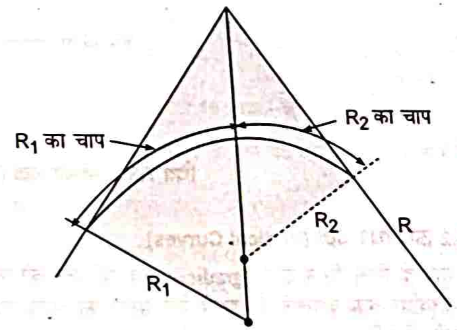
रेलमार्ग को अधिक स्थानों को जोड़ने के लिए यह सम्भव नहीं है कि रेलपथ का निर्माण एक सीधी रेखा में किया जा सके। इसलिए रेलपथ की दिशा परिवर्तन के लिए क्षैतिज वक्र दिये जाते हैं। रेलपथ निर्माण में निम्नलिखित क्षैतिज वक्र प्रयोग किये जा सकते हैं—

(i) सरल वक्र (Simple Curve)
(ii) संयुक्त वक्र (Compound Curve)
(iii) उल्टा या S वक्र (Reverse Curve)
(iv) संक्रमण वक्र (Transition Curve)

(i) सरल वक्र (Simple Curve)—सरल वक्र किसी वृत्त का एक चाप (arc) होता है।



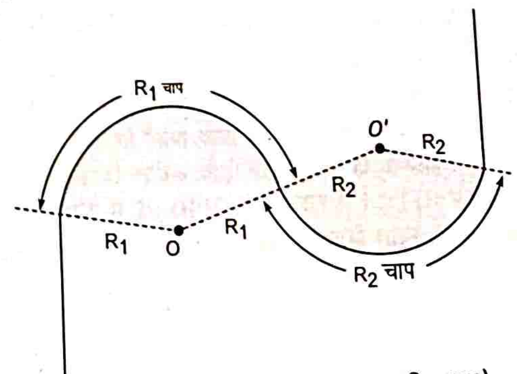
चित्र 7.5 : साधारण वक्र (Horizontal Curve)



चित्र 7.6 : संयुक्त वक्र (Compound Curve)

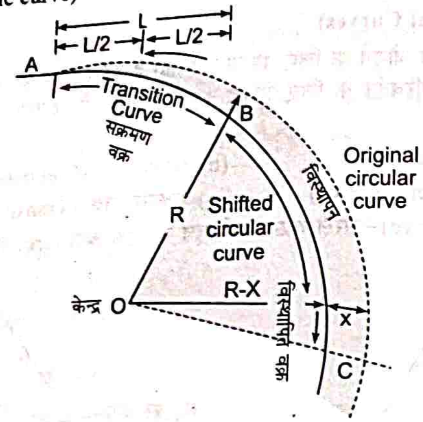
(ii) संयुक्त वक्र (Compound Curve)—जब वक्र दो या दो से अधिक चापों, (जिनकी त्रिज्या भिन्न-भिन्न है) से मिलकर बना होता है वह संयुक्त वक्र कहलाता है।

(iii) उल्टा या 'S' वक्र (Reverse Curve)—जब दो समान अथवा भिन्न-भिन्न चापों से मिलकर वक्र बना हो, उल्टा या 'S' वक्र कहलाता है। चापों के केन्द्र विपरीत दिशा में स्थित होते हैं।



चित्र 7.7 : उल्टा या S वक्र (Reverse or S curve)

(iv) संक्रमण वक्र (Transition Curve)—रेलपथ में सरल वक्र अकस्मात् नहीं दिया जाता है क्योंकि रेलगाड़ी को सीधे मार्ग से एकदम वक्र पर आने में झटका लगता है। रेल पथ में बाह्योत्थान (Superelevation) के कारण, बाहरी रेल के तल को अन्दर की रेल के तल के सापेक्ष आवश्यक मान तक ऊपर उठाया जाता है जबकि सीधे मार्ग पर दोनों रेल एक ही तल में होती हैं। इस प्रकार रेल के तल में परिवर्तन व रेलमार्ग का दिशा में परिवर्तन धीरे-धीरे किया जाता है। इसको करने के लिए सरल वक्र (simple curve) व सीधे मार्ग के बीच में संक्रमण वक्र दिया जाता है।



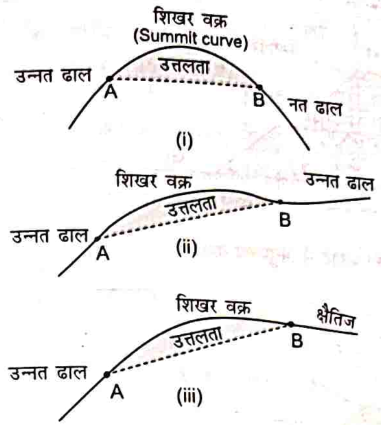
चित्र 7.8 : संक्रमण वक्र (Transition Curve)

7.8.2 ऊर्ध्वाधर वक्र (Vertical Curves)

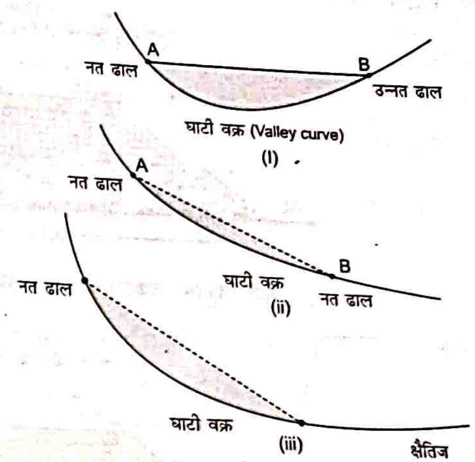
जब दो भिन्न-भिन्न ढालों (gradients) के परिवर्तन को क्रमिक बनाने के लिए इनके स्पर्श पर जो वक्र दिये जाते हैं, वह ऊर्ध्वाधर वक्र कहलाते हैं। इससे रेल पटरी का व्याकुंचन नहीं होता और न ही उसमें किंक (kink) पड़ते हैं व रेलगाड़ी की गति एकसमान बनी रहती है। ऊर्ध्वाधर वक्र दो प्रकार के होते हैं—

1. शिखर वक्र (Summit Curve)
2. घाटी वक्र (Valley Curve)

1. शिखर वक्र (Summit Curve)—शिखर वक्र को उत्तल वक्र भी कहते हैं, क्योंकि इनके आकार में उत्तलता होती है, यह वक्र पहाड़ी के शिखर (चोटी) पर दिया जाता है।



चित्र 7.9 : शिखर वक्र



चित्र 7.10 : घाटी वक्र

2. घाटी वक्र (Valley Curve)—इस प्रकार के वक्र को अवतल वक्र भी कहते हैं तथा यह वक्र घाटियों में जाती है।

7.9 वक्र पर गेज को चौड़ा करना (Widening of Gauge on Curve)

रेलगाड़ियों में पहिए धुरी से जुड़े हुए होते हैं। वक्रों पर, आगे वाली धुरी का बाहरी पहिया पटरी से रगड़ खाता हुआ चलता है तथा पीछे की धुरी का बाहरी पहिया, बाहरी रेल से कुछ दूर हो जाता है। यदि वक्रों पर गेज दूरी शुद्ध रखी जाए तो गाड़ियों के चलने से रेल बाहर की ओर झुक जाएगी इसको रोकने के लिए वक्रों पर गेज दूरी सामान्य से कुछ अधिक रखी जाती है।

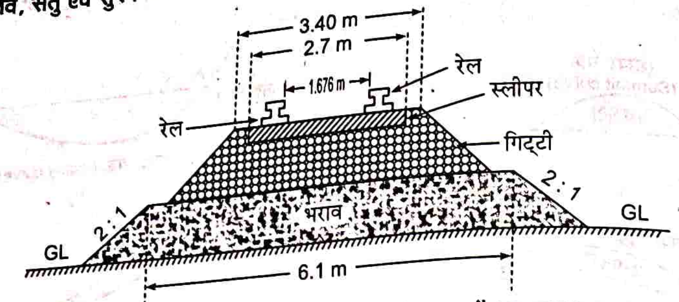
वक्रों पर गेज दूरी निम्नानुसार बढ़ाई जाती है—

- 4 डिग्री वक्रता तक के वक्रों में गेज वृद्धि नहीं की जाती है।
- 4 डिग्री से 10 डिग्री वक्रता तक के वक्रोकिड्स दूरी 6 मिलीमीटर तक बढ़ाई जाती है।
- 10 डिग्री से 16 डिग्री वक्रता तक के वक्रों की गेज दूरी 12 मिलीमीटर तक बढ़ाई जाती है।

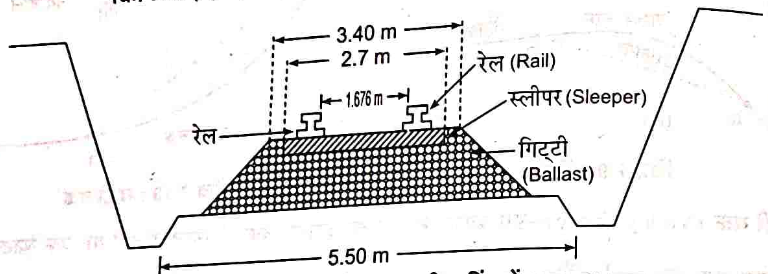
7.10 रेल पथ की अनुप्रस्थ काट (Cross-section of Rail Track)

रेल पथ का निर्माण कार्य दो प्रकार से किया जाता है। यह कार्य भराव अथवा कटान में किया जा सकता है। भराव अथवा कटान की गहराई व ऊँचाई रेल पथ की समोच्च रेखा व ढाल पर निर्भर करती है। रेल पथ निर्माण करते समय जल निकासी के लिए पार्श्व नाली का निर्माण भी किया जाता है तथा निर्माण तल की चौड़ाई इकहरे व दोहरे रेल मार्ग के अनुसार रखी जाती है। इसके लिए भूमि की अधिक चौड़ी पट्टी पहले ही अधिग्रहण की जाती है। स्कोर रेलवे की स्थाई भूमि को कहते हैं। निर्माण तल को भराव में 2:1 (H:V) तथा कटान में 1.5:1 (H:V) की पार्श्व ढाल दी जाती है।

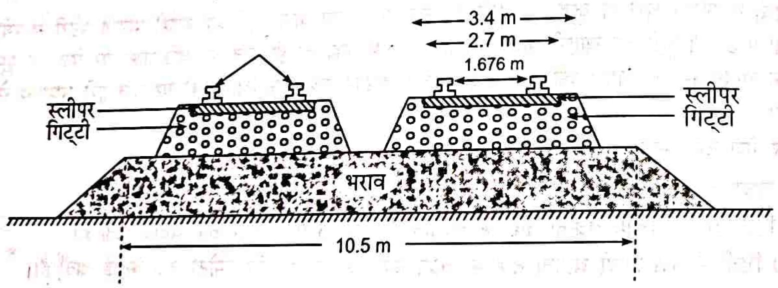
नीचे चित्र में इकहरे व दोहरे रेल पथ की भराव तथा कटान में बड़ी लाइन (Broad gauge) के लिए अनुप्रस्थ काट दिखाई गई है।



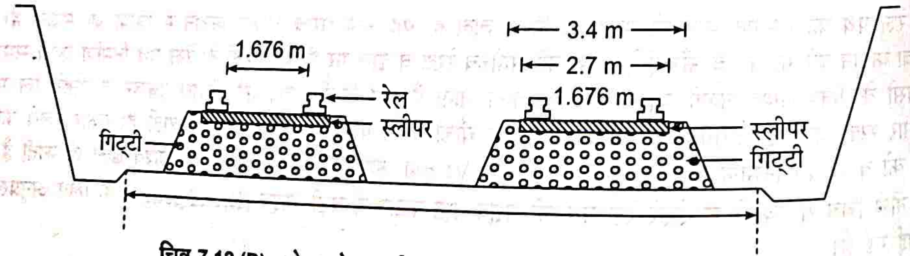
चित्र 7.11 (A) : इकहरा रेल मार्ग (B.G.) की भराव में अनुप्रस्थ काट



चित्र 7.11 (B) : इकहरा रेल मार्ग (B.G.) की कटिंग में अनुप्रस्थ काट



चित्र 7.12 (A) : दोहरा रेल मार्ग (B.G.) की भराव में अनुप्रस्थ काट



चित्र 7.12 (B) : दोहरा रेल मार्ग (B.G.) की कटिंग में अनुप्रस्थ काट

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- ज्यामितीय मान से संबंधित घटक निम्नलिखित हैं–
  1. ढाल (Gradient)
  2. रेलगाड़ी की चाल (Speed of train)
  3. कैंट या बाहोत्थान (Cant or superelevation)
  4. वक्र (Curve)
  5. वक्र पर गेज को चौड़ा करना (Widening of Gauge on Curve)
  6. अनुप्रस्थ काट (Cross section)
- रेलपथ पर उतार (Fall) या चढ़ाव (Rise) की दर ढाल या ग्रेडियंट कहलाती है।
- यदि ढाल को 1:400 लिखा हुआ है तो इसका अर्थ है कि 400 मीटर क्षैतिज लंबाई में 1 मीटर का उतार या चढ़ाव है।
- रेल पथ पर निम्नलिखित ढाल अपनाए जाते हैं–
  1. नियंत्रक ढाल (Ruling gradient)
  2. संवेग ढाल (Momentum gradient)
  3. पुशर या सहायक ढाल (Pusher or helper gradient)
  4. स्टेशन यार्ड ढाल (Station yard gradient)
- भारतीय रेलवे द्वारा अपनाए जाने वाले ढाल प्रतिकार निम्नलिखित हैं–
  1. सकरी लाइन (Narrow gauge)-0.02% प्रति डिग्री
  2. छोटी लाइन (Meter gauge) - 0.03% प्रति डिग्री
  3. बड़ी लाइन (Broad gauge) - 0.04% प्रति डिग्री
- अमेरिका में वक्र पर ढाल प्रतिकार 0.03% से 0.05% प्रति डिग्री के बीच होता है।
- भारत में सीधे मार्गों पर बड़ी लाइन के लिए 95 किलोमीटर प्रति घंटा, छोटी लाइन के लिए 70 किलोमीटर प्रति घंटा तथा संकरी लाइन के लिए 40 किलोमीटर प्रति घंटा निर्धारित की गई है।
- वर्तमान में गतिमान एक्सप्रेस 160 किमी प्रति घंटे की रफ्तार के साथ भारत की सबसे तेज ट्रेन है। गतिमान एक्स एक अर्द्ध-उच्च गति वाली रेलगाड़ी है जो नई दिल्ली से आगरा केवल 100 मिनट में 160 किमी/घंटा की ग चलने पर पहुँचा देगी।
- वक्र पर रेलगाड़ी की चाल विभिन्न गेजों के लिए निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जाता है–
  1. बड़ी और छोटी लाइन (Broad and Meter gauge) के लिए – $V = 4.4\sqrt{(R-70)}$ किलोमीटर प्रति
  2. संकरी लाइन (Narrow gauge) के लिए – $V = 3.6\sqrt{(R-60)}$ किलोमीटर प्रति घंटा

  जहाँ,

  V = अधिकतम चाल किलोमीटर प्रति घंटा में

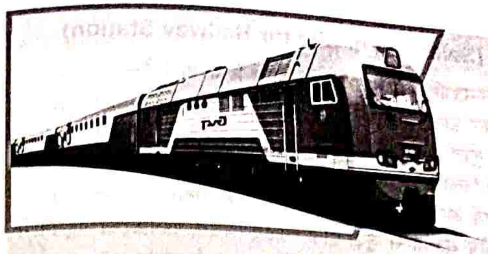
  R = वक्र की त्रिज्या मीटर में
- भारतीय रेलवे के अनुसार कैंट न्यूनता का मान निम्नलिखित है–
  1. बड़ी गेज (Broad gauge) - 7.6 सेंटीमीटर
  2. मीटरगेज (Meter gauge) - 5.1 सेंटीमीटर
  3. संकरीगेज (Narrow gauge) - 3.7 सेंटीमीटर

- वक्रों पर गेज दूरी निम्नानुसार बढ़ाई जाती है—
  1. 4 डिग्री वक्रता तक के वक्रों में गेज वृद्धि नहीं की जाती है।
  2. 4 डिग्री से 10 डिग्री वक्रता तक के वक्रोकिड्स दूरी 6 मिलीमीटर तक बढ़ाई जाती है।
  3. 10 डिग्री से 16 डिग्री वक्रता तक के वक्रों की गेज दूरी 12 मिलीमीटर तक बढ़ाई जाती है।
  4. निर्माण तल को भराव में 2 : 1 (H : V) तथा कटान में 1.5 : 1 (H : V) की पार्श्व ढाल दी जाती है।
- बाहोत्थान ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग किया जाता है—

जहाँ, e = बाहोत्थान (सेमी में)
G = रेल गेज (मीटर में)
v = गाड़ी की चाल (किमी/घंटा)
R = वक्र की त्रिज्या (मीटर में)

अभ्यास प्रश्न

1. रेल पथ के ज्यामिति मान से आप क्या समझते हैं? इसके संबंधित घटक लिखिए।
2. रेल पटरी को ढाल क्यों देनी पड़ती है? समझाइए।
3. पटरी की ढाल कितने प्रकार की होती है? उनके नाम दीजिए तथा संक्षेप में वर्णन कीजिए।
4. नियंत्रक ढाल तथा संवेग ढाल पर टिप्पणी लिखिए।
5. सहायक ढाल तथा स्टेशन यार्ड ढाल पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
6. ढाल प्रतिकार से आप क्या समझते हैं? बड़ी लाइन के लिए इस का मान कितना रखा जाता है? लिखिए।
7. रेलगाड़ी की चाल पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
8. रेल मार्ग पर बाहोत्थान (Superelevation) क्यों और कहाँ दिया जाता है? स्पष्ट करें।
9. बाहोत्थान ज्ञात करने का सूत्र लिखिए। विभिन्न गेज के लिए बाहोत्थान का मान लिखिए।
10. बाहोत्थान के उद्देश्य लिखिए।
11. कैंट न्यूनता से आप क्या समझते हैं? लिखिए।
12. ऋणात्मक कैंट पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
13. रेल मार्ग पर वक्र क्यों दिए जाते हैं? यह कितने प्रकार के होते हैं? वर्णन करें।
14. संक्रमण वक्र का सचित्र वर्णन कीजिए।
15. शिखर वक्र तथा घाटी वक्र का सचित्र वर्णन करें।
16. वक्र पर गेज को सामान्य से अधिक क्यों रखना आवश्यक है? समझाइए।
17. इकहरा रेल मार्ग की अनुप्राथ काट खींचिए।
18. दोहरा रेलमार्ग का अनुप्रस्थ काट खींचिए।



8 स्टेशन तथा यार्ड (Station and Yard)

Inside this Chapter

- Station
- Purpose of Railway Station
- Junction and Terminal
- Yard
- Yard Equipments
- Water Column

8.1 स्टेशन (Station)

किसी रेल पथ पर स्थित वह स्थान जहाँ पर रेलगाड़ी में यात्रियों के चढ़ने अथवा उतरने की व्यवस्था होती है साथ ही सामानों को भी उतारा चढ़ाया जाता है। इन स्थानों पर रेलगाड़ियों के आने और जाने की भी व्यवस्था होती है, स्टेशन कहलाते हैं।

कुछ स्टेशनों पर केवल यात्रियों के चढ़ने व उतरने की व्यवस्था होती है अर्थात् गाड़ियों के संचालन को नियंत्रित नहीं किया जाता है, ऐसे स्टेशन को फ्लैग स्टेशन (Flag station) कहते हैं तथा कुछ स्टेशन पर यात्रियों के चढ़ने-उतरने की व्यवस्था नहीं होती है परंतु यहाँ से रेलगाड़ियों को पार करने के लिए दिशा-निर्देश की आवश्यकता पड़ती है, ऐसे स्टेशनों को ब्लॉक स्टेशन (Block station) कहते हैं।

स्टेशनों पर रेलगाड़ियों के इंजनों को व डिब्बों को बदलने अथवा जोड़ने का कार्य किया जाता है। स्टेशनों का निर्धारण रेल पथ पर पड़ने वाले मुख्य नगरों और गाँव की स्थिति व यातायात को ध्यान में रखते हुए किया जाता है।

8.2 रेलवे स्टेशन के उद्देश्य (Purpose of a Railway Station)

रेलवे स्टेशन के उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

1. रेलगाड़ी के बोगियों को निकालने अथवा जोड़ने के लिए।
2. यात्रियों को रेलगाड़ी से चढ़ने अथवा उतरने के लिए।
3. रेलगाड़ियों के संचालन को नियंत्रित करने के लिए।
4. सामानों को उतारने अथवा चढ़ाने के लिए।
5. आमने सामने की ट्रेनों को सुरक्षित ढंग से पार करने के लिए।
6. रेलगाड़ियों के इंजनों में डीजल भरने के लिए।
7. विभिन्न दिशाओं से आने वाली रेलगाड़ियों के क्रॉसिंग के लिए।
8. रेलगाड़ियों में पानी भरने के लिए।
9. रेल गाड़ियों के इंजन की दिशा परिवर्तन अथवा बदलने के लिए।
10. रेलगाड़ियों तथा इंजनों के अनुरक्षण कार्य (Maintenance work) के लिए।

8.3 रेलवे स्टेशन के लिए स्थल का चयन (Selection of Site for Railway Station)

रेलवे स्टेशन के लिए स्थल का चुनाव करते समय निम्नलिखित बातों पर विशेष ध्यान दिया जाता है–

1. रेलवे स्टेशन प्रमुख शहर, नगर या गाँव के निकट होना चाहिए।
2. स्टेशन के लिए भूमि तल समतल तथा बाढ़ से मुक्त होना चाहिए।
3. स्टेशन ऐसे स्थान पर होना चाहिए जहाँ से जल निकासी की उत्तम व्यवस्था हो सके।
4. रेलवे स्टेशन की आवश्यक्तानुसार प्लेटफॉर्म, यार्ड अथवा गोदामों के लिए पर्याप्त हो सके।
5. रेलवे स्टेशन के लिए चयनित स्थान प्रमुख नगरीय सड़कों से जुड़ा होना चाहिए जिससे यात्रियों को पहुँचने में कठिनाई ना हो।
6. चालकों को स्टेशन के सिग्नल दूर से ही दिखाई दे इसके लिए स्टेशन वक्र पर नहीं होना चाहिए।
7. स्टेशन का भविष्य में विस्तार के लिए पर्याप्त जगह उपलब्ध होना चाहिए।
8. रेलवे स्टेशन पर सभी प्रकार की जरूरी सुविधाएँ जैसे बिजली, पानी, प्रसाधन कक्ष, प्रतीक्षा कक्ष इत्यादि उपलब्ध हो सके।

8.4 रेलवे स्टेशन पर आवश्यक सुविधाएँ (Facility Required at Railway Station)

रेलवे स्टेशन पर निम्नलिखित सुविधाएँ होनी चाहिए–

1. यातायात से संबंधित आवश्यक्ताएँ
2. यात्रियों से संबंधित आवश्यक्ताएँ
3. रेलगाड़ियों व इंजनों से संबंधित आवश्यक्ताएँ
4. अन्य आवश्यक्ताएँ

8.4.1 यातायात से संबंधित आवश्यक्ताएँ (Traffic Related Requirements)

इसके अंतर्गत निम्नलिखित आवश्यक्ताएँ आती हैं–

1. सिग्नल के माध्यम से रेलगाड़ियों से संचालन के लिए, नियंत्रित करने की व्यवस्था होनी चाहिए।
2. रेलवे के कर्मचारियों के लिए कार्यालय तथा कक्ष की व्यवस्था होनी चाहिए।
3. सामानों के उतार-चढ़ाव तथा इनके भंडारण के लिए पर्याप्त स्थान की व्यवस्था होनी चाहिए।
4. सामानों को उतारने-चढ़ाने वाले उपकरण, ढोने वाले उपकरण तथा भार तौलने वाली मशीनों आदि की व्यवस्था होनी चाहिए।
5. बड़े रेलवे स्टेशनों पर यात्रियों व सामानों के लिए लिफ्ट और अंडरग्राउंड पास की व्यवस्था होनी चाहिए।
6. पॉइंट तथा स्विच के लिए केबिन की व्यवस्था होनी चाहिए।
7. रेल के कर्मचारियों के लिए उनके ठहरने की व्यवस्था अर्थात् क्वार्टर की व्यवस्था होनी चाहिए।

8.4.2 यात्रियों से संबंधित आवश्यकताएँ (Public Related Requirements)

इसके अंतर्गत निम्न व्यवस्थाएँ होती हैं–

1. टिकट घर की व्यवस्था।
2. स्टेशनों का नाम पट।
3. यात्रियों तथा सामानों के लिए प्लेटफॉर्म की व्यवस्था।
4. पीने के लिए पानी की व्यवस्था।
5. पर्याप्त प्रकाश की व्यवस्था।
6. प्रतीक्षालय की व्यवस्था।

7. विश्राम कक्ष तथा क्लॉक रूम की व्यवस्था।
8. स्नानघर तथा शौचालय की व्यवस्था।
9. गाड़ियों के संचालन से संबंधित जानकारी के लिए माइक्रोफोन की व्यवस्था।
10. गाड़ियों की समय सारणी, सूचना पट तथा आरक्षण पट की व्यवस्था।
11. सही समय की ज्ञान के लिए बड़ी दीवार घड़ियों की व्यवस्था।
12. यात्रियों की सहायता के लिए पुलिस ऑफिस की व्यवस्था।
13. शहर के मार्ग चित्र की व्यवस्था।
14. गाड़ियों के आने-जाने की जानकारी देने के लिए बड़े सूचना पट्ट की व्यवस्था।
15. एक प्लेटफार्म से दूसरे प्लेटफार्म पर जाने के लिए ऊपर ही पुल एवं अधो पुल की व्यवस्था।
16. साइकिल या रिक्शा इत्यादि वाहनों के लिए पार्किंग स्थल की व्यवस्था।
17. डाक संबंधित कक्ष की व्यवस्था।
18. रेलगाड़ियों के संचालन संबंधित पूछताछ कक्ष की व्यवस्था।

8.4.3 रेलगाड़ियों व इंजनों से संबंधित आवश्यक्ताएँ (Train and Engine Related Requirements)

इसके अंतर्गत निम्न व्यवस्थाएँ होती हैं–

1. इंजन की सफाई की व्यवस्था।
2. रेलगाड़ियों व इंजनों में पानी तथा इंधन की व्यवस्था।
3. रेलगाड़ियों के डिब्बों तथा इंजनों की मरम्मत आदि की व्यवस्था।
4. उचित संख्या में लूप लाइन तथा साइडिंग और उनके लिए आवश्यक सिग्नल उचित स्थानों पर बफर स्टॉप (Buffer stop) तथा बालू हंप (Sand Hump) की व्यवस्था।
5. अतिरिक्त इंजनों को रखने के लिए लोको शेड इत्यादि की व्यवस्था।
6. इंजनों की दिशा बदलने के लिए त्रिभुज अथवा टर्न टेबल की व्यवस्था।

8.5 स्टेशनों का वर्गीकरण (Classification of Stations)

भारतीय रेलवे के अनुसार स्टेशन का वर्गीकरण निम्न प्रकार किया गया है–

1. कार्यात्मक वर्गीकरण (Functional Classifications)
2. प्रचालन वर्गीकरण (Operational Classifications)

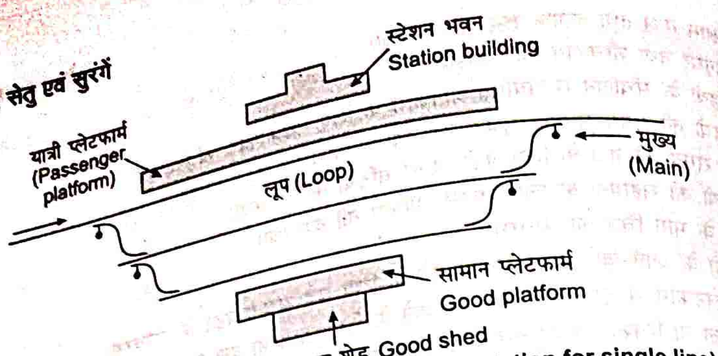
8.5.1 कार्यात्मक वर्गीकरण

कार्यात्मक वर्गीकरण के आधार पर स्टेशन को निम्न तीन भागों में बाँटा गया है–

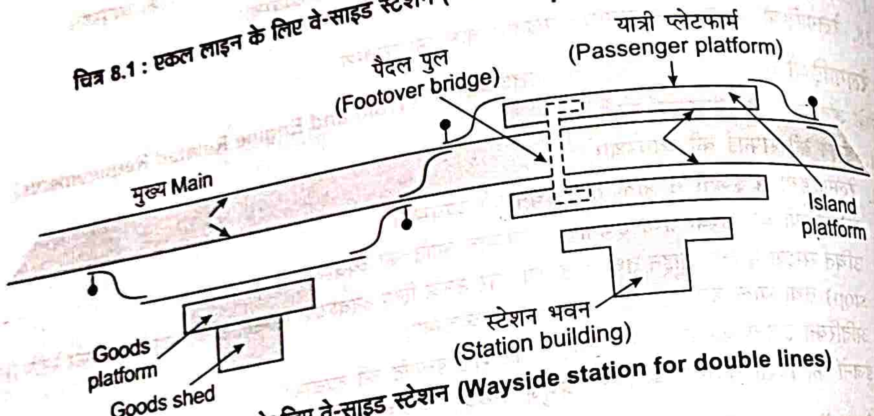
1. वे साइड स्टेशन (Way side Station)
2. जंक्शन स्टेशन (Junction Station)
3. टर्मिनल स्टेशन (Terminal Station)

8.5.1.1 वे साइड स्टेशन (Wayside Station)

इन स्टेशनों पर रेलगाड़ियों के क्रॉस करने की व्यवस्था होती है। इसके लिए मुख्य लाइन के पास में लूप लाइन ड[illegible] जाती है जिस पर पॉइंट सिग्नल लगे होते हैं। यह स्टेशन पक्के प्लेटफार्म वाले होते हैं। इसमें सामान उतारने चढ़ाने के [illegible] अलग से माल गोदाम बनाया जाता है। नीचे चित्रों में एकल लाइन वेबसाइट स्टेशन तथा डबल लाइन वे साइड स[illegible] दर्शाए गए हैं। इस स्टेशन पर गाड़ी स्टेशन मास्टर की अनुमति से ही प्रवेश अथवा प्रस्थान करती है। इसमें गाड़ियों के [illegible] व जाने के लिए ट्रैक के दोनों ओर सिग्नल लगाए जाते हैं।



चित्र 8.1 : एकल लाइन के लिए वे-साइड स्टेशन (Wayside station for single line)

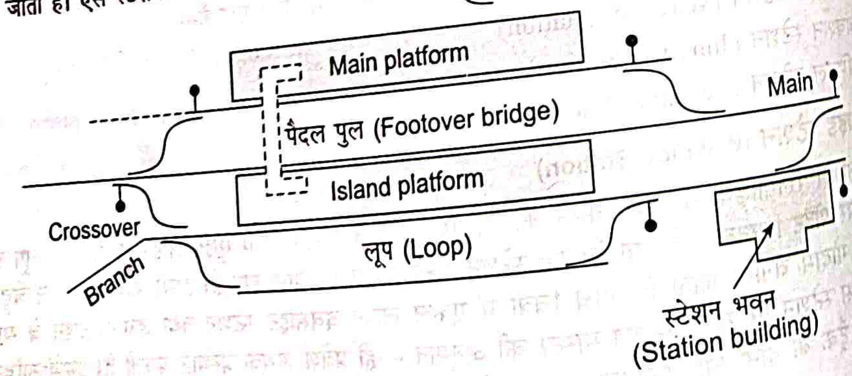


चित्र 8.2 : दोहरे लाइन के लिए वे-साइड स्टेशन (Wayside station for double lines)

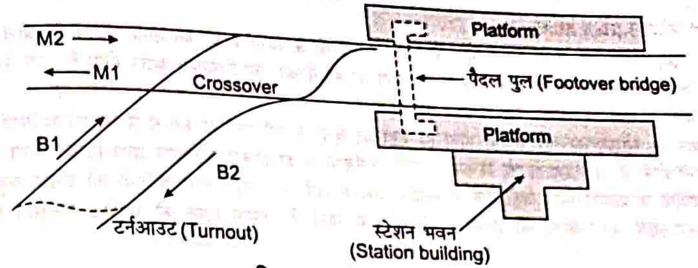
8.5.1.2 जंक्शन स्टेशन (Junction Station)

वह स्टेशन जहाँ पर विभिन्न दिशाओं से आने वाली रेल लाइनें मिलती हैं तो उसे जंक्शन स्टेशन कहते हैं। जब लाइनें विभिन्न दिशाओं से आकर एक-दूसरे को पार करती हैं तब भी उसे जंक्शन स्टेशन कहा जाता है।

इन लाइनों को मुख्य लाइन व शाखा लाइन कहा जाता है। इन स्टेशनों पर यात्रियों के लिए सभी प्रकार की व्यव[illegible] की जाती है तथा एक प्लेटफार्म से दूसरे प्लेटफार्म पर जाने के लिए ऊपरी पुल या अधोपुल की भी व्यवस्था की जाती है। जंक्शन स्टेशनों पर रेलगाड़ियां, इंजनों की सफाई तथा उनकी मरम्मत कार्य व रखने के लिए लोको शेड इत्यादि की व्यवस्था की जाती है। ऐसे स्टेशनों पर ईंधन व पानी की भी व्यवस्था होती है।



चित्र 8.3 : जंक्शन (Junction)

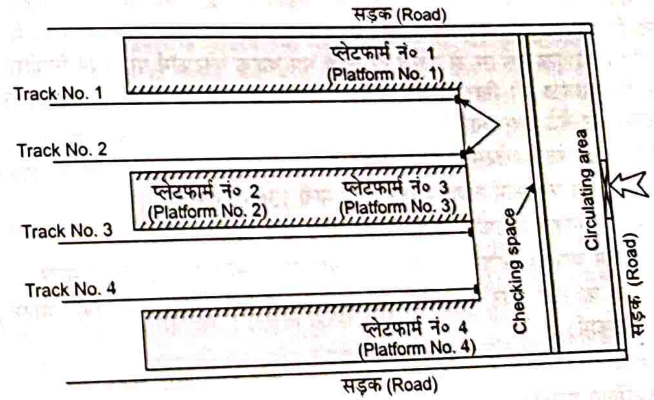


चित्र 8.4 : जंक्शन (Junction)

जंक्शन स्टेशन पर प्लेटफॉर्म की संख्या एक समय पर आने वाली गाड़ियों की संख्या के अनुसार निर्धारित की जाती है परंतु जंक्शन स्टेशन पर प्लेटफॉर्म की संख्या 2 से कम नहीं होनी चाहिए तथा बड़े स्टेशनों पर प्लेटफॉर्म की संख्या 15 तक भी होती है। गोरखपुर स्थित रेलवे स्टेशन जंक्शन स्टेशन के अंतर्गत आता है जिसमें वर्तमान समय में 10 प्लेटफार्म बनाए गए हैं जहाँ कई दिशाओं से बड़ी व छोटी रेल लाइनें आकर मिलती हैं।

8.5.1.3 टर्मिनल स्टेशन (Terminal Station)

वह स्टेशन जहाँ पर एक अथवा अधिक रेलवे लाइन का अंत होता है उसे टर्मिनल स्टेशन कहते हैं। टर्मिनल स्टेशन पर इंजन को पीछे करने की व्यवस्था होती है। ऐसे स्टेशनों पर से रेलगाड़ी प्रारंभ होकर लौटकर उसी स्टेशन पर समाप्त होती है। जो रेलवे लाइन समाप्त होती है उसे टर्मिनल लाइन कहते हैं। इस टर्मिनल लाइन के अंदर बफर स्टॉक लगाए जाते हैं जिससे गाड़ी प्लेटफार्म के टकराने से पहले रुक जाती है। टर्मिनल स्टेशन पर भी यात्री और ट्रेनों के लिए सभी आवश्यक सुविधाएँ उपलब्ध होती हैं।



चित्र 8.5 : टर्मिनल (Terminal)

8.5.2 प्रचालन वर्गीकरण (Operational Classification)

प्रचालन वर्गीकरण के आधार पर दो तरह के स्टेशन रेलमार्ग पर बनाए जाते हैं—

1. हाल्ट स्टेशन (Halt Station)
2. फ्लैग स्टेशन (Flag Station)

8.5.2.1 हाल्ट स्टेशन (Halt Station)

जब दो समान स्टेशनों के बीच दूरी अधिक होती है तो यात्रियों के अनुरोध पर इन दोनों स्टेशनों के बीच में एक हाल्ट स्टेशन बनाया जाता है। अर्थात् वह स्टेशन जहाँ पर गाड़ियों के रुकने का एक निर्धारित स्थान होता है परंतु ऐसे स्टेशनों पर स्टेशन भवन, कांटे व क्रॉसिंग, टिकट घर इत्यादि नहीं होते हैं।

हाल्ट स्टेशन पर स्टेशन का नाम लिखा होता है। यहाँ पर कुछ सवारी गाड़ियाँ रुकती हैं जिससे यात्रियों को चढ़ने में उतरने में आसानी होती है, ऐसे स्थानों पर टिकट के लिए गाड़ियों में ही टिकट कलेक्टर द्वारा टिकट दिया जाता है। यह स्टेशन बहुत उपयोगी व कारगर सिद्ध नहीं होते हैं क्योंकि ऐसे स्टेशनों पर उतरने वाले यात्रियों की संख्या बहुत कम होती है तथा बिना टिकट यात्रा करने वालों की संख्या में भी वृद्धि हो जाती है जिससे रेलवे को आर्थिक नुकसान भी हो सकता है।

8.5.2.2 फ्लैग स्टेशन (Flag Station)

यह स्टेशन हाल्ट स्टेशन के प्रकार ही होता है परंतु ऐसे स्टेशनों पर एक अथवा दो कमरे वाला भवन भी होता है जहाँ पर टिकट घर तथा आने जाने वाली गाड़ियों की रिकॉर्ड भी रेलवे कर्मचारी द्वारा रखा जाता है।

ऐसे स्टेशनों पर गाड़ियों के क्रॉस करने की कोई व्यवस्था नहीं होती है अर्थात् यहाँ एक ही ट्रैक होता है जहाँ पर पहले से निर्धारित कुछ गाड़ियाँ ही रुकती हैं। कुछ स्टेशनों पर माल गाड़ी के एक या दो डिब्बे खड़े करने के लिए एक दिशा वाली साइडिंग बना दी जाती है।

8.6 प्लेटफॉर्म (Platform)

रेल की पटरियों के ठीक बगल में ही रेलवे प्लेटफार्म रहता है। वह रेल की पटरी से लगभग 3 फीट ऊँचा होता है। इसकी ऊँचाई इतनी इसलिए है ताकि यात्रियों को रेलगाड़ी के डिब्बे में चढ़ने में सहायता मिल सके। प्लेटफॉर्म ऊपर से ढका होता है ताकि यात्री धूप और बरसात से बचे रह सके। जंक्शन पर कई प्लेटफॉर्म होते हैं जिन्हें कोई-न-कोई नंबर (संख्या) दिया जाता है। वहाँ का दृश्य रंग-बिरंगा होता है। विविध प्रकार के लोग विविध पोशाकों में घूमते रहते हैं। कुछ रेलगाड़ी पर सवार होते हैं तो कुछ उस पर से उतरते हैं। कुली भार वाहक प्लेटफॉर्म पर अपने निर्धारित पोशाक में देखे जा सकते हैं। कुछ यत्र-तत्र पूछताछ की खिड़की पर विविध रेलगाड़ी के बाद में जानकारी हासिल करते नजर आते हैं। अधिकांश यात्री प्लेटफॉर्म पर बैठे नजर आते हैं।

विश्व के सबसे लम्बे 10 रेलवे प्लेटफॉर्म निम्नलिखित हैं—

1. गोखरपुर (यूपी) है। प्लेटफॉर्म लंबाई 4483 फीट यानी 1366.33 मीटर
2. कोल्लम (केरल) स्टेशन प्लेटफॉर्म लंबाई 3873 फीट यानी 1180.5 मीटर
3. खड़गपुर (पश्चिम बंगाल) स्टेशन है। प्लेटफार्म लंबाई 3519 फीट यानी 1072.5 मीटर
4. शिकागो (यूएस) का स्टेट स्ट्रीट सब-वे है, प्लेटफार्म लम्बाई 3501 फीट यानी 1067 मीटर (नार्थ अमेरिका में सबसे लंबा प्लेटफार्म)
5. बिलासपुर (छत्तीसगढ़) स्टेशन है, प्लेटफार्म लंबाई 2631 फीट यानी 802 मीटर
6. शेरेटन शटल टर्मिनल फोकस्टोन (यूके) का है, प्लेटफॉर्म लम्बाई 2595 फीट यानी 791 मीटर, यूरोप का सबसे लम्बा स्टेशन।
7. झाँसी (यूपी) है, प्लेटफॉर्म लंबाई 2526 फीट यानी 770 मीटर
8. पर्थ (वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया) का ईस्ट पर्थ रेलवे स्टेशन प्लेटफॉर्म लंबार्ठ 2526 फीट यानी 770 मीटर, ऑस्ट्रेलिया का सबसे लम्बा स्टेशन।
9. कैलगूर्ली स्टेशन (वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया), प्लेटफॉर्म की लंबाई 2493 फीट यानी 760 मीटर
10. सोनपुर स्टेशन (बिहार) प्लेटफॉर्म लम्बाई 2421 फीट यानी 738 मीटर

8.7 यार्ड (Yards)

रेल यार्ड अर्थात् रेलवे स्टेशन से भिन्न वो स्थान जहाँ रेलगाड़ी यात्रा पूरी करने के उपरांत और पुनः यात्रा आरम्भ करने से पूर्व खड़ी होती है। इस अवधि में रेलगाड़ी की साफ-सफाई होती है। टंकियों में पानी भरा जाता है। कुछ यान्त्रिक खराबी हो तो उसे दूर किया जाता है।

रेलवे स्टेशन सीमा के अंदर कई प्रकार के यार्ड अलग-अलग उद्देश्यों के लिए बनाए जाते हैं।

अस्थाई रूप से ट्रेन तथा रेलगाड़ियों के डिब्बों को खड़े करने के लिए जो लाइने मुख्य तरफ से अलग बनाई जाती हैं उन्हें साइडिंग कहते हैं। इन लाइनों के समाप्ति पर बफर स्टॉक लगा होता है जिससे डिब्बे वहाँ तक जाकर रुक जाएँ।

8.8 यार्ड के प्रकार (Types of Yard)

सुविधा के अनुसार रेलवे यार्ड निम्नलिखित होते हैं—

1. यात्रीयार्ड (Passenger Yard)
2. माल यार्ड (Goods Yard)
3. मार्शलिंग यार्ड (Marshalling Yard)
4. इंजन यार्ड (Locomotive Yard)

8.8.1 यात्री यार्ड (Passenger Yard)

वह रेलवे यार्ड जहाँ पर सवारी गाड़ी लाकर खड़ी की जाती हैं तथा इन बोगियों की धुलाई सफाई, विद्युत उपकरणों तथा जल प्रदाय पाइपों व अनुरक्षण का कार्य किया जाता है। यह यार्ड जंक्शन व टर्मिनल स्टेशन पर प्रायः बनाए जाते हैं इस यार्ड में रेलगाड़ियों के बोगियों को ट्रेन से अलग करना तथा जोड़ने का कार्य भी किया जाता है।

8.8.2 माल यार्ड (Goods Yard)

स्टेशन पर माल गाड़ियों से सामान को उतारने तथा चढ़ाने के लिए यह यार्ड बनाए जाते हैं। इस यार्ड में सामानों की सुरक्षा के लिए यार्ड के ऊपर छत भी लगाया गया होता है जिससे वर्षा, धूल आदि वातावरणीय प्रभावों से सामानों को बचाया जा सकता है। माल गाड़ियों का चौड़ाई प्रायः 3.10 मीटर लिया जाता है तथा रेलवे लाइन के मध्य से माल गोदाम की दूरी 4.70 मीटर न्यूनतम रखी जाती है। अतिरिक्त डब्बों को खड़ा करने के लिए यार्ड के अंदर लूप लाइन व साइडिंग बिछाई जाती है। सामानों को उतारने तथा चढ़ाने के लिए क्रेन की व्यवस्था तथा तौलने के लिए तुला प्लेटफार्म बनाया जाता है।

8.8.3 मार्शलिंग यार्ड (Marshalling Yard)

मार्शलिंग यार्ड को माल गाड़ियों का वितरण केंद्र भी कहते हैं। यार्ड में माल गाड़ियों के डिब्बों को काटना-छाँटना तथा नई गाड़ी तैयार करने का कार्य किया जाता है। यह यार्ड प्रायः जंक्शन स्टेशन तथा टर्मिनल स्टेशन पर बनाए जाते हैं। इस पर व्यय अधिक आता है फिर भी इसका निर्माण करना आवश्यक होता है।

मार्शलिंग यार्ड में आधुनिक उपकरणों का प्रयोग किया जाता है। कैनेडियन नेशनल रेलवे का टोरंटो यार्ड दुनिया का सबसे उन्नत मार्शलिंग यार्ड है। यह रोजाना लगभग 5000 वैगनों को छँटाई करता है। इसमें रेलवे ट्रैक की लंबाई लगभग 250 किलोमीटर है। जर्मनी फेडरल रेलवे का माचेन यूरोप का पहला मार्शलिंग यार्ड है जो कंप्यूटरों द्वारा स्वचालित रूप से संचालित होता है।

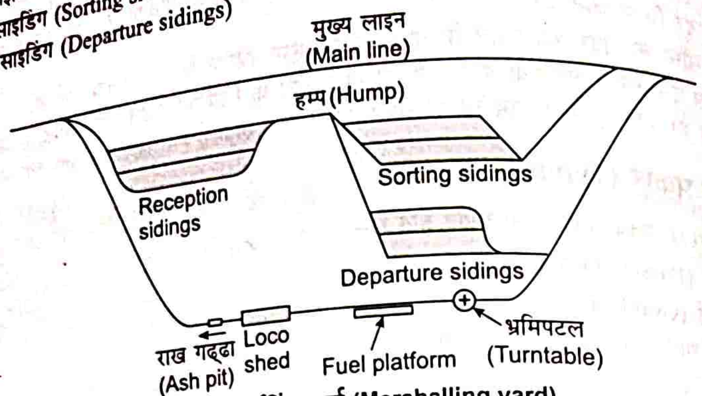
8.8.3.1 मार्शलिंग यार्ड के प्रकार्य (Functions of Marshalling Yard)

किसी भी रेलवे स्टेशन पर मार्शलिंग यार्ड के मुख्य तीन प्रकार होते हैं—

1. रेलगाड़ियों के डिब्बों को काटना व छाँटना तथा उनको दिशा और रेल पथ के अनुसार अलग-अलग करना।
2. विभिन्न दिशाओं से आई हुई माल गाड़ियों को मार्शलिंग यार्ड पर खड़ा करना।
3. मार्शलिंग यार्ड पर नई गाड़ियों को तैयार किया जाता है परंतु यह ध्यान दिया जाता है कि गंतव्य स्थान पर जो डिब्बा पहले काटा जाना है उसे ठीक इंजन के पीछे लगाया जाए जिससे स्टेशन पर डिब्बे को अलग करना आसान हो जाता है।

नीचे चित्र में मार्शलिंग यार्ड का लेआउट दिखाया ...

1. ग्राही साइडिंग (Reception sidings)
2. छटनी साइडिंग (Sorting sidings)
3. प्रस्थान साइडिंग (Departure sidings)



चित्र 8.6 : मार्शलिंग यार्ड (Marshalling yard)

1. ग्राही साइडिंग (Reception sidings)—इन साइडिंग्स का उपयोग आने वाली ट्रेनों को खड़ा करने के लिए किया जाता है। ग्राही साइडिंग्स आमतौर पर ग्रिड के रूप में बिछाई जाती हैं, साइडिंग्स समान लंबाई के होते हैं। इस प्रकार आने वाली मालगाड़ियाँ स्वागत स्थलों पर खड़ी रहती हैं और शंटिंग ऑपरेशन में अपनी बारी का इंतजार करती हैं।

2. छटनी साइडिंग (Sorting sidings)—इस साइडिंग्स का उपयोग शंटिंग ऑपरेशन के दौरान किया जाता है और प्रत्येक साइडिंग को विशेष पदनाम या दिशा के लिए बाध्य वैगनों को आवंटित किया जाता है। इस प्रकार व्यक्तिगत वैगनों को उनके संबंधित गंतव्यों के अनुसार खड़ा किया जाता है।

3. प्रस्थान साइडिंग (Departure sidings)—यह ग्राही साइडिंग लेआऊट होता है। जब दो माल गाड़ियों के प्रस्थान में अंतर होता है तो मालगाड़ियों को प्रस्थान साइडिंग पर खड़ा किया जाता है। इसकी संख्या मार्शलिंग यार्ड में एक समय में उपस्थित डिब्बों की संख्या पर तथा मालगाड़ियों के प्रस्थान के समय में अंतर तथा मुख्य लाइन में यातायात की क्षमता पर निर्भर करती है।

8.8.3.2 मार्शलिंग यार्ड के प्रकार (Types of Marshalling Yards)

मार्शलिंग यार्ड मुख्यत: तीन प्रकार के होते हैं जो निम्नलिखित हैं—

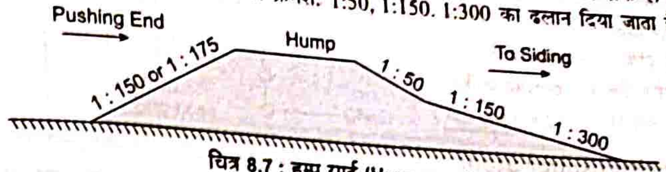
1. समतल यार्ड (Flat Yards)
2. गुरुत्व यार्ड (Gravitation Yards)
3. हम्प यार्ड (Hump Yards)

1. समतल यार्ड (Flat Yards)—इस यार्ड में रेलवे लाइन एक समान तल पर बिछाई जाती है अर्थात् संपूर्ण यार्ड लगभग एक समान समतल भूमि पर बनाया जाता है। इसमें मालगाड़ियों के डिब्बों को ले जाने ले आने के लिए शंटिंग इंजन का प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार में, सभी छंटनी का काम लोकोमोटिव के माध्यम से किया जाता है। इसलिए इसके लिए बिजली की अधिक खपत होती है। यह कम स्थान घेरता है।

2. गुरुत्व यार्ड (Gravitation Yards)—इस प्रकार के मार्शलिंग यार्ड की पटरियों को उपयुक्त ढाल पर रखा जाता है, जिससे मालगाड़ियों के डिब्बे होते हैं। लाइन की ढाल के कारण चलते हुए अपनी साइडिंग में आ जाते हैं। इस यार्ड की लंबाई अधिक रखनी पड़ती है। यह एक आदर्श मार्शलिंग यार्ड है।

3. हम्प यार्ड (Hump Yards)—समतल भूमि पर गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा मालगाड़ियों के डिब्बों की छटनी करने के लिए हम्पअप लाइनें डाली जाती हैं। ऊँट की पीठ की भाँति उठे हुए भाग को हम्प कहते हैं। इसमें मालगाड़ी के डिब्बों को हम्प के ऊपर ले जाकर छोड़ दिया जाता है जिससे यह ढलान के कारण अपनी अपनी साइड में चले जाते हैं, इन डिब्बों

को रोकने के लिए शंटिंग कुली के साथ-साथ दौड़ता है और साइडिंग पर पहुँचने पर डिब्बे को ब्रेक लगा देता है। हम्प यार्ड नीचे चित्र में दिखाया गया है। इसमें लाइन को क्रमश: 1:50, 1:150. 1:300 का ढलान दिया जाता है।



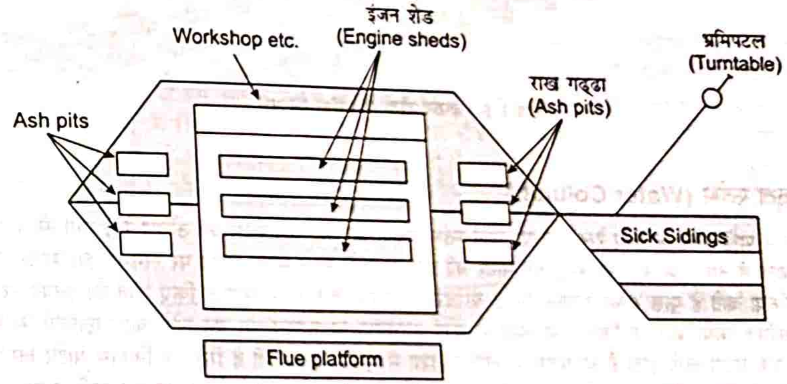
चित्र 8.7 : हम्प यार्ड (Hump yard)

8.8.4 इंजन यार्ड (Locomotive Yard)

इंजन या लोकोयार्ड का निर्माण इंजनों की देखभाल, धुलाई-सफाई तथा अनुरक्षण कार्य के लिए किया जाता है। यह जंक्शन पर बनाए जाते हैं। जब इंजन यात्रा पूरी करके वापस आती है तो उन्हें लोको यार्ड में भेजा जाता है। इंजन की जाँच की जाती है तथा इनकी धुलाई, सफाई व अनुरक्षण का कार्य किया जाता है। ईंधन भरने का भी कार्य यहीं पर किया जाता है। इस यार्ड से प्लेटफार्म पर जाने के लिए लाइन बिछाई जाती है। यदि संभव हो तो, लोकोमोटिव यार्ड के भविष्य के विस्तार के लिए पर्याप्त स्थान रखा जाना चाहिए।

इंजन या लोको यार्ड दो प्रकार का होता है—

1. आयताकार यार्ड (Rectangular Yard)
2. गोलाकार यार्ड (Circular Yard)



चित्र 8.8 : इंजन यार्ड (Locomotive yard)

8.9 यार्ड उपकरण (Yard Equipment)

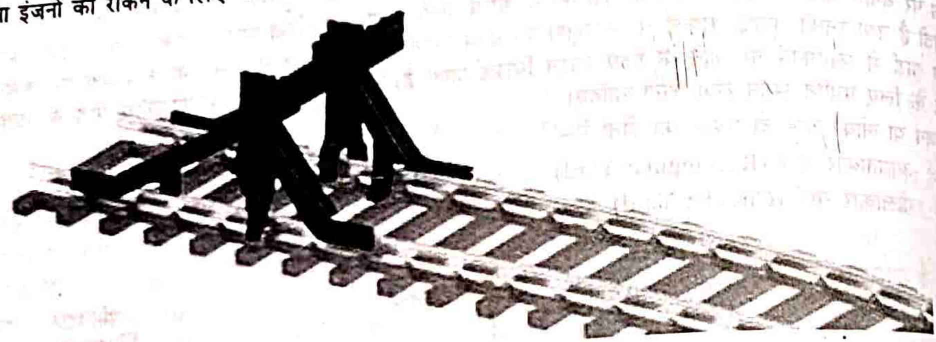
रेलवे स्टेशन पर गाड़ियों के सुचारु रूप से संचालन के लिए अनेक उपकरण स्थापित किए जाते हैं। कुछ प्रमुख उपकरण निम्नलिखित हैं—

1. बफर रोक (Buffer stop)
2. जल स्तंभ (Water column)
3. बालू हम्प (Sand hump)
4. त्रिभुज (Triangle)
5. राख गड्ढा व निरीक्षण गर्त (Ash pit and examination pit)

6. टर्न टेबल (Turn table)
7. क्रेन (Crane)
8. लाइट टॉवर (Light tower)
9. ओवरहेड टैंक (Overhead tank)
10. लदान गेज (Loading gauge)

8.10 बफर रोक (Buffer Stop)

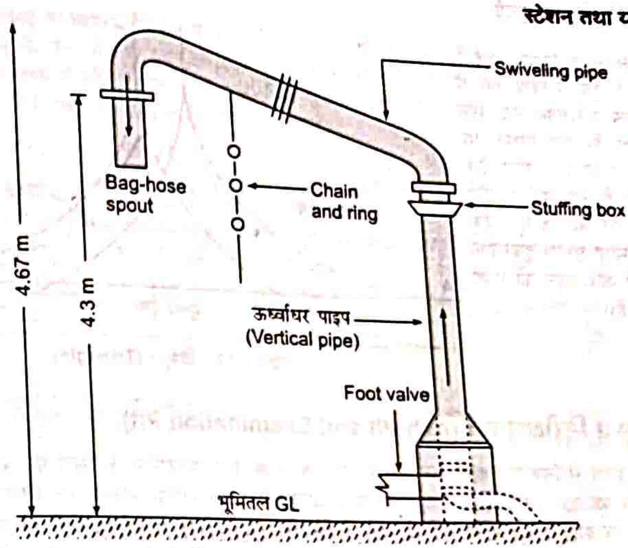
रेलवे लाइन के अंत पर दो गर्डरों को खड़ा करके उनके सिरों पर स्प्रिंग युक्त बफर लगा दिए जाते हैं। यह मजबूत बनाए जाते हैं ताकि इंजन और डिब्बों के टकराने पर नष्ट ना हो। टर्मिनल लाइन तथा साइडिंग की लाइन के अंत पर डिब्बा इंजनों को रोकने के लिए बफर रोक बनाए जाते हैं।



चित्र 8.9 : बफर रोक (Buffer Stop)

8.11 जल स्तंभ (Water Column)

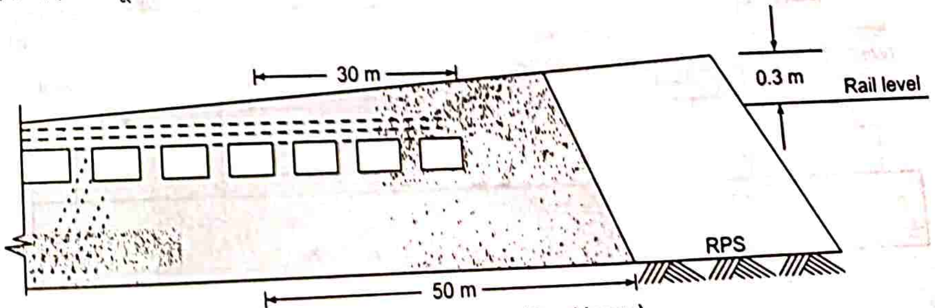
गाड़ियों में पानी भरने के लिए रेल मार्ग पर जल स्तंभ बनाए जाते हैं। जल स्तंभ की ऊँचाई रेल मार्ग से 4 मीटर से 5 मीटर रखी जाती है तथा ट्रैक के मध्य से 2.55 मीटर की दूरी होती है। स्तंभ मुख्य लाइन पर लगभग 50 मीटर के अंतराल पर स्थापित किया जाते हैं कुछ मुख्य स्टेशनों पर 2 या उससे अधिक जल स्तंभ स्थापित किए जाते हैं। इनको रेल मार्ग पर ऐसे जगह स्थापित किया जाता है जिससे यातायात में कोई असुविधा ना उत्पन्न हो। यह लोहे का गोलाकार स्तंभ होता है जिसके ऊपर एक पाइप लगी होती है या पाइप के क्षैतिज दिशा में घुमाई जा सकती है सिरे पर निकास पाइप लगा रहता है। पानी को खोलने के लिए क्षैतिज पाइप के ऊपर पहिए तथा लंबी चैन लगी होती है जिसे खींचने पर पानी बाहर आने लगता है जब पानी लेना होता है तो भुजा को खींचकर रेल मार्ग के ऊपर ले जाते हैं और रेलगाड़ी में पानी भर लिया जाता है और घुमाकर पुनः इसे अपनी स्थिति में कर दिया जाता है।



चित्र 8.10 : जल स्तम्भ (Water column)

8.12 बालू हम्प (Sand Hump)

रेलवे लाइन के अंत पर इसे अधिक चढ़ती हुई ढाल देकर उठा दिया जाता है और रेलवे लाइन को बालू में दबा दिया जाता है जिससे गाड़ियों के डिब्बों को रेलवे लाइन के अंत पर रोकने में सहायक होती है। इसे बालू हम्प कहा जाता है, यह बफर रोक की तरह ही होता है परंतु लंबाई अधिक होती है। गाड़ियों के डिब्बे जब इस चढ़ती ढाल पर आते हैं तो इनके पहिये बालू में धंस जाते हैं और वहीं रुक जाते हैं।

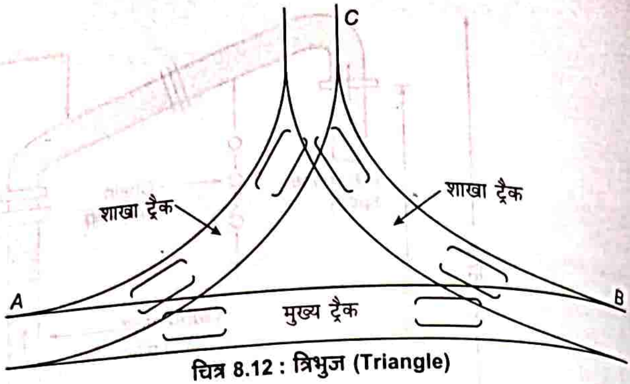


चित्र 8.11 : बालू हम्प (Sand hump)

8.13 त्रिभुज (Triangle)

त्रिभुज का निर्माण इंजनों के दिशा परिवर्तन के लिए किया जाता है। इंजन की 180 डिग्री पर दिशा बदलने के लिए त्रिभुज का निर्माण किया जाता है। इसके लिए अधिक क्षेत्रफल की आवश्यकता पड़ती है। इसलिए इसे वहाँ बनाया जाता जहाँ पर्याप्त भूमि उपलब्ध हो।

चित्र में एक त्रिभुज दिखाया गया है इसमें तीन रेलवे ट्रैक दिखाए गए हैं जिसमें 2 सामान्य टर्नआउट तथा एक सम स्प्लिट होता है। इस त्रिभुज पर इंजन ट्रैक A पर चलता हुआ सीधा ट्रैक B पर चला जाता है और वहाँ से पीछे होता हुआ ट्रैक C पर जाता है पुनः ट्रैक C से उसी प्रकार सीधा चलता हुआ ट्रक A पर आ जाता है और इंजन की दिशा परिवर्तित हो जाती है।

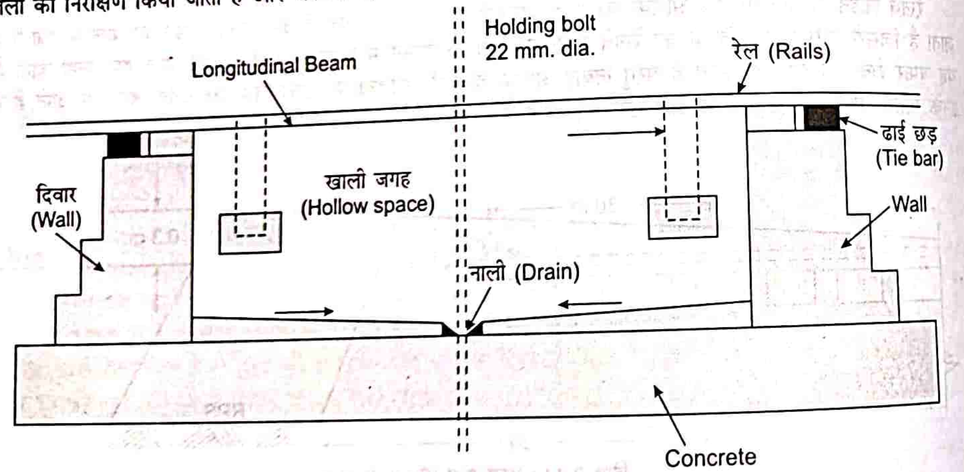


चित्र 8.12 : त्रिभुज (Triangle)

8.14 राख गड्ढा व निरीक्षण गर्त (Ash Pit and Examination Pit)

राख गड्ढा स्टीम इंजन से निकलने वाली राख को एकत्रित करने के लिए प्लेटफॉर्म के सिरों पर बनाई जाती है जहाँ इंजन आकर रुकता है। यह गड्ढा पक्का होता है और साइड में दीवारों के ऊपर स्लीपर रखकर रेल बिछा दी जाती है। गड्ढे के फर्श को केंद्र की ओर ढाल दे कर नाली बना दी जाती है जिससे पानी निकलने में सुविधा होती है। इन गड्ढों की लंबाई इंजन की लंबाई से कुछ अधिक रखी जाती है। गहराई 1067 MM तक रखी जाती है। वर्तमान समय में डीजल इंजन व विद्युत इंजन के संचालन के वजह से राख गड्ढों का उपयोग नहीं होता है।

निरीक्षण गड्ढा भी राख गड्ढा के प्रकार ही होता है परंतु यह लोको शेड में बनाया जाता है जिसमें उतर कर इंजन की तली का निरीक्षण किया जाता है और जरूरत पड़ने पर आवश्यक मरम्मत भी की जाती है।

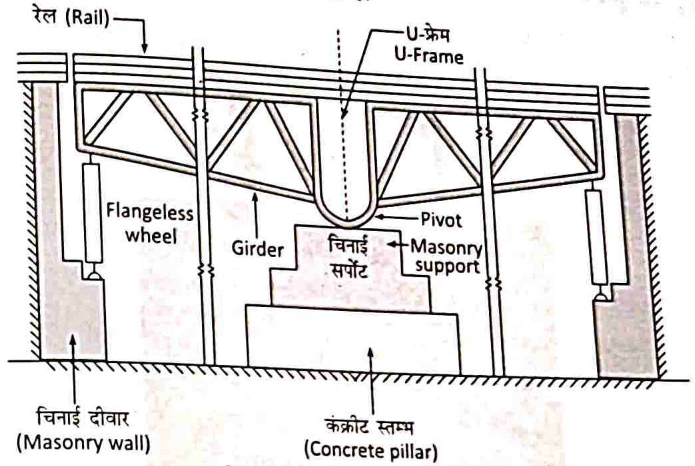


चित्र 8.13 : राख गड्ढा व निरीक्षण गर्त (Ash pit and Examination pit)

8.15 टर्न टेबल (Turntable)

टर्न टेबल टर्मिनल स्टेशन तथा लोको यार्ड पर बनाए जाते हैं। इसका उपयोग त्रिभुज के प्रकार ही इंजनों की दिशा परिवर्तन के लिए किया जाता है। चूँकि त्रिभुज अधिक स्थान घेरता है अतः कम स्थान वाले जगह पर टर्न टेबल बनाए जाते हैं।

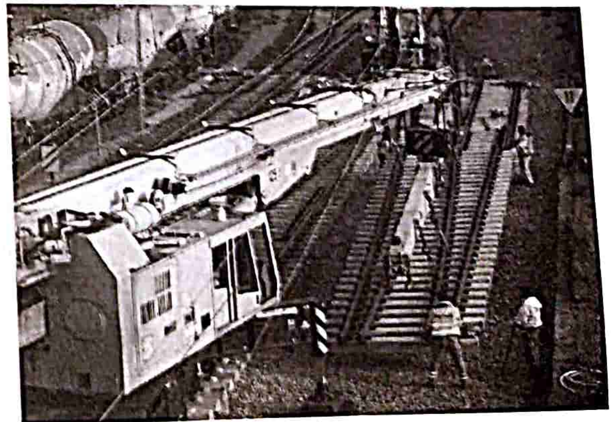
इसमें इंजन की लंबाई के बराबर क्षैतिज वृत में घूमने वाला एक प्लेटफार्म होता है जिस पर सामान्य ट्रैक बना होता है यह एक शंक्वाकार गड्ढे के मध्य में एक दृढ़कील (Pivot) पर टिका होता है। सामान्य ट्रैक से इंजन को इस प्लेटफार्म पर लाकर खड़ा कर दिया जाता है और प्लेटफार्म को 180 डिग्री घुमाकर इंजन का दिशा परिवर्तित कर दिया जाता है। घुमाने के बाद इंजन को पुनः टर्न टेबल से सामान्य ट्रैक पर ले आते हैं।



चित्र 8.14 : टर्न-टेबल (Turn Table)

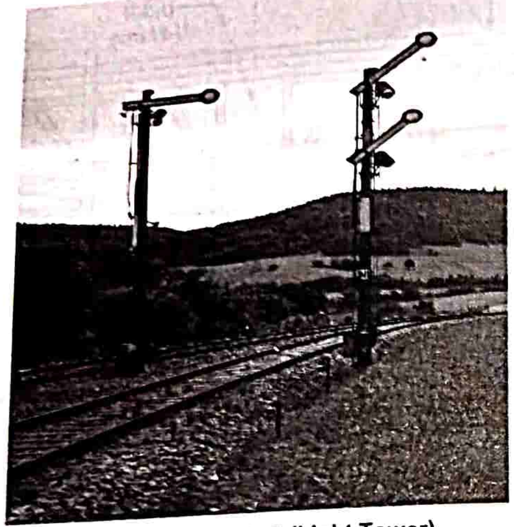
8.16 क्रेन (Crane)

रेलवे स्टेशनों पर भारी सामानों को चढ़ाने तथा उतारने के लिए क्रेन प्रयोग किए जाते हैं। क्रेन का प्रयोग डिब्बों को इधर-उधर करने के लिए भी लोको शेड में प्रयोग किया जाता है। रेलवे में चल क्रेन प्रयोग की जाती है जो डिब्बों को भारतीय रेलवे पटरी पर एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जा सकती हैं, जिससे रेलवे लाइन से उतरे हुए इंजन व डिब्बों को पुनः लाइन पर रखने का कार्य करती है। बड़े स्टेशनों पर क्रेन अनिवार्य रूप से रखे जाते हैं।


चित्र 8.15 : क्रेन (Crane)

8.17 लाइट टॉवर (Lights Tower)

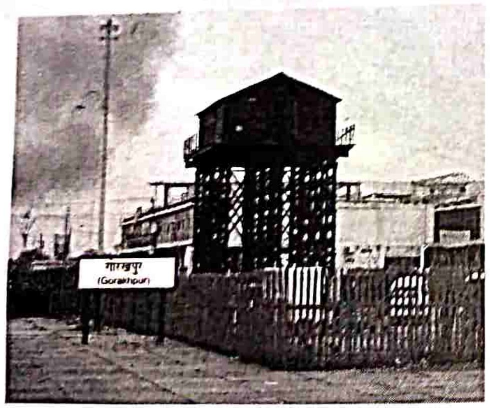
बड़े रेलवे स्टेशनों पर रात्रि के समय प्रकाश के लिए 20 मीटर से 60 मीटर ऊँचे प्रकाश स्तंभ लगाए जाते हैं जिन पर फ्लड लाइट लगी होती है।



चित्र 8.16 : लाइट टावर (Light Tower)

8.18 ओवर हेड टैंक (Over Head Tank)

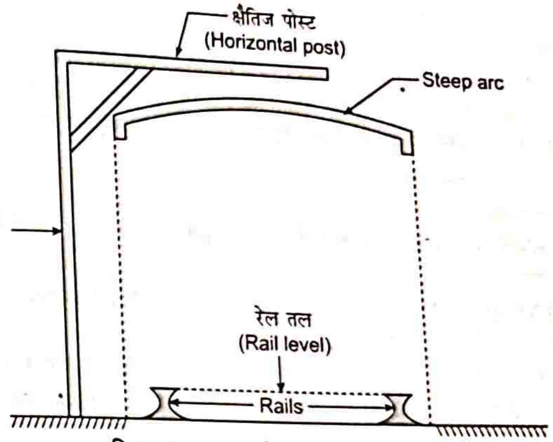
बड़े रेलवे स्टेशनों पर जल स्तंभों में पानी भरने तथा पेयजल की व्यवस्था करने के लिए ओवरहेड टैंक स्थापित किए जाते हैं। रेलगाड़ियों की धुलाई इत्यादि के लिए भी पानी की आवश्यकता पड़ती है जिसके लिए यह ओवरहेड टैंक बनाए जाते हैं। इन टैंकों की ऊँचाई 60 मीटर तक होती है तथा इनकी धारिता 20000 लीटर से 100000 लीटर तक रखी जाती है।



चित्र 8.17 : ओवर हेड टैंक (Over Head Tank)

8.19 लदान गेज (Loading Gauge)

चूँकि रेलगाड़ियों की ऊँचाई व चौड़ाई पहले से निर्धारित होती है अत: गाड़ी चलाने से पहले यह आश्वस्त किया जाता है कि इन रेलगाड़ियों के डिब्बों से बाहर कोई भी सामान ना निकला हो, इसके लिए भरे हुए माल डिब्बों को जाँच के लिए लदान गेज के भीतर से निकाला जाता है और जो डिब्बा इसमें अटक जाती है उसे वहीं रोक दिया जाता है। डिब्बों की अधिकतम माप बड़ी लाइन के लिए ऊँचाई 4.75 मीटर तथा चौड़ाई 3.65 मीटर रखी जाती है तथा छोटी लाइन के लिए इनकी ऊँचाई 3.45 मीटर तथा चौड़ाई 2.90 मीटर रखी जाती है।



चित्र 8.18 : लदान गेज (Loading Gauge)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- स्टेशनों पर रेलगाड़ियों के इंजनों को व डिब्बों को बदलने अथवा जोड़ने का कार्य किया जाता है।
- कुछ स्टेशन पर केवल यात्रियों के चढ़ने उतरने की व्यवस्था होती है अर्थात् गाड़ियों के संचालन को नियंत्रित नहीं किया जाता है, ऐसे स्टेशन को फ्लैग स्टेशन (Flag station) कहते हैं।
- रेलवे स्टेशन पर निम्नलिखित सुविधाएँ होनी चाहिए—
  1. यातायात से संबंधित आवश्यकताएँ
  2. यात्रियों से संबंधित आवश्यकताएँ
  3. रेलगाड़ियों व इंजनों से संबंधित आवश्यकताएँ
  4. अन्य आवश्यक्ताएँ
- भारतीय रेलवे के अनुसार स्टेशन का वर्गीकरण निम्न प्रकार किया गया है—
  1. कार्यात्मक वर्गीकरण (Functional Classifications)
  2. प्रचालन वर्गीकरण (Operational Classifications)
- कार्यात्मक वर्गीकरण के आधार पर स्टेशन को निम्न तीन भागों में बाँटा गया है—
  1. वे साइड स्टेशन (Wayside Station)
  2. जंक्शन स्टेशन (Junction Station)
  3. टर्मिनल स्टेशन (Terminal Station)

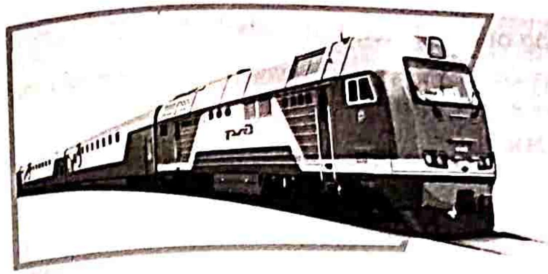
- वे साइड स्टेशनों पर रेलगाड़ियों के क्रॉस करने की व्यवस्था होती है। इसके लिए मुख्य लाइन के पास में लूप लाइन डाली जाती है जिस पर पॉइंट सिग्नल लगे होते हैं। यह स्टेशन पक्के प्लेटफॉर्म वाले होते हैं, इसमें सामान उतारने चढ़ाने के लिए अलग से माल गोदाम बनाया जाता है।
- वह स्टेशन जहाँ पर विभिन्न दिशाओं से आने वाली रेल लाइनें मिलती है तो उसे जंक्शन स्टेशन कहते हैं। जब दो लाइनें विभिन्न दिशाओं से आकर एक दूसरे को पार करती हैं जब भी उसे जंक्शन स्टेशन कहा जाता है।
- वह स्टेशन जहाँ पर एक अथवा अधिक रेलवे लाइन का अंत होता हैं उसे टर्मिनल स्टेशन कहते हैं। टर्मिनल स्टेशन पर इंजन को पीछे करने की व्यवस्था होती है। ऐसे स्टेशनों पर से रेलगाड़ी प्रारम्भ होकर लौटकर उसी स्टेशन पर समाप्त होती है।
- जो रेलवे लाइन समाप्त होती है उसे टर्मिनल लाइन कहते हैं। इस टर्मिनल लाइन के अंदर बफर स्टॉक लगाए जाते हैं जिससे गाड़ी प्लेटफार्म के टकराने से पहले रुक जाती है।
- प्रचालन वर्गीकरण के आधार पर दो तरह के स्टेशन रेल मार्ग पर बनाए जाते हैं—
  1. हाल्ट स्टेशन (Halt Station)
  2. फ्लैग स्टेशन (Flag Station)
- जब दो सामान स्टेशनों के बीच दूरी अधिक होती है तो यात्रियों के अनुरोध पर इन दोनों स्टेशनों के बीच में एक हाल्ट स्टेशन बनाया जाता है।
- फ्लैग स्टेशनों पर एक अथवा दो कमरे वाला भवन भी होता है जहाँ पर टिकट घर तथा आने जाने वाली गाड़ियों की रिकॉर्ड भी रेलवे कर्मचारी द्वारा रखा जाता है।
- रेल की पटरियों के ठीक बगल में ही रेलवे प्लेटफार्म रहता है। यह रेल की पटरी से लगभग 3 फीट ऊँचा होता है। इसकी ऊँचाई इतनी इसलिए है ताकि यात्रियों को रेलगाड़ी के डिब्बे में चढ़ने में सहायता मिल सके।
- विश्व के सबसे लम्बे 10 रेलवे प्लेटफार्म निम्नलिखित हैं—
  1. गोरखपुर (यूपी) है, प्लेटफार्म लंबाई 4483 फीट यानी 1366.33 मीटर
  2. कोल्लम (केरल) स्टेशन है, प्लेटफार्म लंबाई 3873 फीट यानी 1180.5 मीटर
  3. खड़गपुर (पश्चिम बंगाल) स्टेशन है, प्लेटफार्म लंबाई 3519 फीट यानी 1072.5 मीटर
  4. शिकागो (यूएस) का स्टेट स्ट्रीट सब-वे है, प्लेटफार्म लम्बाई 3501 फीट यानी 1067 मीटर (नार्थ अमेरिका में सबसे लंबा प्लेटफार्म)
  5. बिलासपुर (छत्तीसगढ़) स्टेशन है, प्लेटफार्म लंबाई 2631 फीट यानी 802 मीटर
  6. शेरेटन शटल टर्मिनल फोकस्टोन (यूके) का है, प्लेटफार्म लम्बाई 2595 फीट यानी 791 मीटर यूरोप का सबसे लम्बा स्टेशन।
  7. झांसी (यूपी) है, प्लेटफार्म लम्बाई 2526 फीट यानी 770 मीटर
  8. पर्थ (वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया) का ईस्ट पर्थ रेलवे स्टेशन प्लेटफार्म लंबाई 2526 फीट यानी 770 मीटर ऑस्ट्रेलिया का सबसे लम्बा स्टेशन।
  9. कैलगूर्ली स्टेशन (वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया) प्लेटफार्म की लंबाई 2493 फीट यानी 760 मीटर
  10. सोनपुर स्टेशन (बिहार) प्लेटफार्म लम्बाई 2421 फीट यानी 738 मीटर
- सुविधा के अनुसार रेलवे यार्ड निम्नलिखित होते हैं—
  1. यात्री यार्ड (Passenger Yard)
  2. माल यार्ड (Goods Yard)
  3. मार्शलिंग यार्ड (Marshalling Yard)
  4. इंजन यार्ड (Locomotive Yard)

- मालगाड़ियों की चौड़ाई प्रायः 3.10 मीटर लिया जाता है तथा रेलवे लाइन के मध्य से माल गोदाम की दूरी 4.70 मीटर न्यूनतम रखी जाती है।
- कैनेडियन नेशनल रेलवे का टोरंटो यार्ड दुनिया का सबसे उन्नत मार्शलिंग यार्ड है। यह रोजना लगभग 5000 वैगनों की छंटाई करता है। इसमें रेलवे ट्रैक की लंबाई लगभग 250 किलोमीटर है।
- मार्शलिंग यार्ड के तीन भाग निम्न हैं—
  1. ग्राही साइडिंग (Reception sidings)
  2. छटनी साइडिंग (Sorting sidings)
  3. प्रस्थान साइडिंग (Departure sidings)
- मार्शलिंग यार्ड मुख्यतः तीन प्रकार के होते हैं जो निम्नलिखित हैं—
  1. समतल यार्ड (Flat yards)
  2. गुरुत्व यार्ड (Gravitation yards)
  3. हम्प यार्ड (Hump yards)
- इंजन या लोको यार्ड दो प्रकार का होता है—
  1. आयताकार यार्ड (Rectangular Yard)
  2. गोलाकार यार्ड (Circular Yard)
- जल स्तंभ की ऊँचाई रेल मार्ग से 4 मीटर से 5 मीटर रखी जाती है तथा ट्रैक के मध्य से 2.55 मीटर की दूरी होती है। स्तंभ मुख्य लाइन पर लगभग 50 मीटर के अंतराल पर स्थापित किये जाते हैं।
- त्रिभुज का निर्माण इंजनों के दिशा परिवर्तन के लिए किया जाता है। इंजन को 180 डिग्री पर दिशा बदलने के लिए त्रिभुज का निर्माण किया जाता है। इसके लिए अधिक क्षेत्रफल की आवश्यकता पड़ती है, इसलिए इसे वहाँ बनाया जाता है जहाँ पर्याप्त भूमि उपलब्ध हो।
- टर्न टेबल टर्मिनल स्टेशन तथा लोकोयार्ड पर बनाए जाते हैं। इसका उपयोग त्रिभुज के प्रकार ही इंजनों की दिशा परिवर्तन के लिए किया जाता है। चूंकि त्रिभुज अधिक स्थान घेरता है अतः कम स्थान वाले जगह पर टर्न टेबल बनाए जाते हैं।
- बड़े रेलवे स्टेशनों पर रात्रि के समय प्रकाश के लिए 20 मीटर से 60 मीटर ऊँचे प्रकाश स्तंभ लगाए जाते हैं जिन पर फ्लड लाइट लगी होती है। बड़े रेलवे स्टेशनों पर जल स्तंभों में पानी भरने तथा पेय जल की व्यवस्था करने के लिए ओवर हेड टैंक स्थापित किए जाते हैं। इन टैंकों की ऊँचाई 60 मीटर तक होती है तथा इनकी धारिता 20000 लीटर से 100000 लीटर तक रखी जाती है।
- डिब्बों की अधिकतम माप बड़ी लाइन के लिए ऊँचाई 4.75 मीटर तथा चौड़ाई 3.65 मीटर रखी जाती है तथा छोटी लाइन के लिए इनकी ऊँचाई 3.45 मीटर तथा चौड़ाई 2.90 मीटर रखी जाती है।

अभ्यास प्रश्न

1. रेलवे स्टेशन के उद्देश्य लिखिए।
2. रेलवे स्टेशन पर आवश्यक सुविधाएँ कौन-कौन सी होती हैं? लिखिए।
3. स्टेशनों का वर्गीकरण लिखिए।
4. जंक्शन स्टेशन तथा टर्मिनल स्टेशन का सचित्र वर्णन कीजिए।
5. हाल्ट स्टेशन तथा फ्लैग स्टेशन पर टिप्पणी लिखिए।
6. प्लेटफार्म पर टिप्पणी लिखिए। विश्व के 10 सबसे लंबे प्लेटफार्म कौन-कौन से हैं? लिखिए।

7. यार्ड से आप क्या समझते हैं? तथा इसके प्रकार लिखिए।
8. मार्शलिंग यार्ड से आप क्या समझते हैं? तथा इसके प्रकार लिखिए।
9. मार्शलिंग यार्ड के प्रकार्य लिखिए।
10. इंजन यार्ड पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
11. रेलवे स्टेशन पर गाड़ियों को सुचारू रूप से चलाने के लिए कौन से उपकरण स्थापित किए जाते हैं? लिखिए।
12. जल स्तंभ का सचित्र वर्णन कीजिए।
13. बालू हम्प पर टिप्पणी लिखें।
14. राख गड्ढा व निरीक्षण गड्ढा का सचित्र वर्णन कीजिए।
15. टर्न टेबल पर टिप्पणी लिखिए।
16. रेलवे स्टेशन पर प्रयोग किए जाने वाले क्रेन तथा लाइट टावर पर टिप्पणी लिखिए।
17. लदान गेज से आप क्या समझते हैं? लिखिए।



9 रेल पथ निर्माण (Track Laying)

Inside this Chapter

- Introduction
- Preparation of subgrade
- Collection of materials
- Definitions of Base and Rail head
- Methods of Track laying

9.1 प्रस्तावना (Introduction)

रेलगाड़ियों के सुरक्षित व सुचारु रूप से संचालन के लिए यह आवश्यक है कि रेलमार्ग का निर्माण सही ढंग से किया जाय। इसके लिए आवश्यक है कि ऐसे पथ का निर्माण किया जाये जिस पर रेलगाड़ी बिना किसी रुकावट के आसानी से चलती रहे।

निर्माण स्तर पर, उचित दूरी पर निर्धारित स्लीपर रखकर उचित गेज के अनुसार दो रेलों को समान्तर लगाना पटरी बिछाना कहलाता है।

पटरी बिछाने से पहले रेलमार्ग में पड़ने वाले सभी पुलों व स्टेशनों आदि का निर्माण कर लिया जाता है। किसी भी नये रेलपथ का निर्माण निम्न चरणों में किया जाता है—

(i) अध:स्तर की तैयारी (Preparing sub-grade)
(ii) रेलपथ सामग्री की भण्डारण (Storing of rail track materials)
(iii) सामग्री डिपो की स्थापना (Establishment of materials Depot)
(iv) प्रारम्भिक क्रियायें पूर्ण करना (Complete primary work)
(v) रेलों को बिछाना (Track laying)
(vi) ट्रेक में गिट्टी भरना (Packing of ballast in track)

9.2 अध:स्तर की तैयारी (Preparing Sub-grade)

रेलमार्ग बनाने के लिए सर्वप्रथम निर्धारित संरेखण के अनुसार, स्वीकृत अनुप्रस्थ काट में मिट्टी का भराव अथवा आवश्यक कटान करके निर्माण स्तर तैयार किया जाता है।

इसके बाद यदि मृदा भराव है तो उसका संहनन (Compaction) अच्छी प्रकार करके सतह को समतल कर लिया जाता है। यदि मृदा भराव है, तो इसे एक या दो बरसात ऐसे ही छोड़ देते हैं जिससे मृदा अच्छे से बैठ जाये अर्थात् मृदा का निष्दन (Settlement) अच्छे से हो जाये। इस प्रकार अध:स्तर तैयार किया जाता है, इसका तल, क्षेत्र के बाढ़ तल से 60 सेमी ऊँचा रखना चाहिए।

9.3 रेलपथ सामग्री की भण्डारण (Storing of Rail Track Materials)

अध:स्तर तैयार करने के पश्चात् रेलपथ में प्रयोग होने वाले सामग्रियों का आकलन करके प्रस्तावित स्टेशनों पर सड़क मार्ग द्वारा अथवा पुराने रेल मार्ग द्वारा लाकर भण्डारण गृह में एकत्र कर लिया जाता है।

रेलपथ सामग्री के रूप में निम्न सामग्रियों को एकत्र किया जाता है—

(i) रेलें (Rails)
(ii) कीलें (Spikes)
(iii) बन्धक (Fastening)
(iv) स्लीपर (Sleeper)
(v) धारण प्लेट (Bearing plate) इत्यादि।

9.4 सामग्री डिपो की स्थापना (Establistment of Materials Depot)

रेलपथ सामग्री को रखने के लिए स्टेशनों पर सामग्री डिपो बनाये जाते हैं। जहाँ से सामग्रियों को ट्रकों व ट्रालियों द्वारा रेल शीर्ष तक पहुँचाया जाता है। अर्थात् जहाँ से अगले दिन का कार्य प्रारम्भ होता है वहाँ तक डिपो से ही सामग्री पहुँचाया जाता है।

जब रेल पथ सामग्री डिपो से अधिक दूर हो जाता है तब मार्ग में ही अस्थायी डिपो बना लिये जाते हैं।

9.5 प्रारम्भिक क्रियायें पूर्ण करना (Complete Primary Work)

सामग्रियों को सामग्री डिपो से निर्माण स्थल पर ले जाने से पूर्व कुछ प्रारम्भिक क्रियाएँ पूर्ण की जाती हैं जो निम्न प्रकार है—

(i) स्लीपरों की जाँच व एडजिंग

यदि लकड़ी के स्लीपरों का प्रयोग किया जाना होता है तो इन स्लीपरों की एडजिंग (Adzing) सामग्री डिपों में ही कर ली जाती है। जंग लगे, टूटे, फूटे, फिश प्लेट, फिश बोल्ट, स्लीपर इत्यादि को डिपों में ही अलग करके इनकी जाँच व आयलिंग (oiling) कर लिया जाता है।

(ii) रेलों को मोड़ना

रेलों को प्रयोग करने से पहले इसकी सिधाई की जाँच डिपों में ही कर ली जाती है तथा वक्रों पर प्रयोग होने वाले रेलों को उचित आकार में पहले ही मोड़ लिया जाता है।

(iii) क्रासिंग सामग्री तैयार करना

रेलपथ के निर्माण में सरलता के लिए क्रासिंग पर प्रयोग होने वाली रेलों को डिपो में ही स्लीपरों पर जकड़ दिया जाता है। इसके बाद इन्हें कार्यस्थल पर भेजा जाता है।

9.6 रेलों को बिछाना (Track Laying)

रेलपथ बिछाने के लिए प्रयोग की जाने वाली सामग्रियों को मैटेरियल गैंग द्वारा कार्य स्थल पर पहुँचाया जाता है। तथा रेलों को स्लीपर पर रखकर जोड़ने का कार्य लिंकिंग गैंग (Linking gang) करता है।

सर्वप्रथ रेलपथ के मध्य में खूंटियों में डोरी बांधकर स्लीपरों को बिछाया जाता है। अब स्लीपरों के ऊपर धारक प्लेट रखकर इन पर रेलों को निर्धारित गेज में रख दिया जाता है। अब फिश प्लेट व फिश बोल्ट की सहायता से रेलों को जोड़ा जाता है। इसके बाद रेलों को स्लीपरों पर जकड़ने के लिए कीलों (Spikes) का प्रयोग किया जाता है।

रेलों को स्लीपरों पर जकड़ने के बाद रेल तल व संरेखण की जाँच कर ली जाती है।

9.7 ट्रैक में गिट्टी भरना (Packing of Ballast in Track)

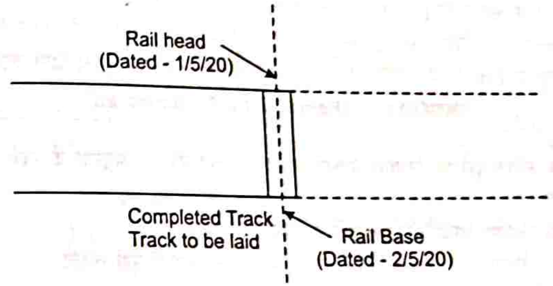
भराव वाली अध:स्तर में गिट्टी का प्रयोग धंसने के कारण पहले नहीं किया जाता है। गिट्टी का प्रयोग रेलों को बिछाने के बाद स्लीपरों के नीचे पैकिंग गैंग (Packing gang) द्वारा किया जाता है।

9.8 आधार (Base)

जिस बिन्दु या स्थान से रेल बिछाने का दैनिक कार्य प्रारम्भ किया जाता है, वह स्थान उस दिन का आधार कहलाता है।

9.9 रेल शीर्ष (Rail Head)

जिस स्थान तक दैनिक कार्य समाप्त होता है अर्थात् दैनिक कार्य में जहाँ तक रेल बिछाया जाता है वह स्थान रेल शीर्ष कहलाता है।



चित्र 9.1 : रेल शीर्ष (Rail Head)

9.10 रेलपथ बिछाने की विधियाँ (Methods of Track laying)

रेलपथ बिछाने की मुख्यत: तीन विधियां हैं—

(i) टेलीस्कोपिक विधि (Telescopic Method)
(ii) अमेरिकन विधि (American Method)
(ii) पार्श्व विधि (Side Method)

9.10.1 टेलीस्कोपिक विधि (Telescopic Method)

नये रेलपथ के निर्माण में इस विधि का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में सर्वप्रथम एक मुख्य सामग्री डिपो बनाया जाता है जहाँ से कार्य प्रारम्भ किया जाता है। इसमें जितनी रेलपथ तैयार हो जाती हैं, उसी पथ का प्रयोग करके ट्रालियों द्वारा सामग्री कार्य स्थल तक पहुँचाया जाता है। जब निर्माण कार्य मुख्य डिपों से 1.5 किमी० से अधिक होने लगता है तो 1.5 किमी० पर एक अस्थायी डिपों बनाया जाता है जहाँ से सामग्रियों की कार्य स्थल तक पहुँचाया जाता है और कार्य आगे बढ़ता रहता है। भारत में यह विधि अधिकतर अपनाई जाती है।

9.10.2 अमेरिकन विधि (American Method)

यह विधि अमेरिका तथा इंग्लैण्ड में अपनायी जाती है। इस विधि में रेलपथ को बिछाने का कार्य यन्त्रों द्वारा किया जाता है। इस विधि में रेलों को डिपों में ही स्लीपरों पर जकड़ दिया जाता है तथा उचित लम्बाई की क्रेनों की सहायता से कार्य स्थल पर रख दिया जाता है और फिश प्लेट व फिश बोल्ट की सहायता से रेलों को जोड़ दिया जाता है। इस विधि में श्रमिकों की आवश्यकता कम पड़ती है।

9.10.3 पार्श्व विधि (Side Method)

रेलों के दोहरीकरण में यह विधि अपनायी जाती है। इस विधि में रेल सामग्रियों को पुराने रेलपथ के प्रयोग से कार्य स्थल तक सामग्री पहुँचाया जाता है। इसमें रेल सामग्रियों को कई जगह गिरा दिया जाता है और कई जगह से रेलपथ बिछाया जाता है।

इसमें दोनों तरफ से रेल बिछाने का कार्य किया जाता है और अन्त में सभी खण्डों को जोड़कर सम्पूर्ण रेल मार्ग तैयार कर लिया जाता है।

9.11 नयी रेलपथ बिछाते समय सावधानियाँ

नयी रेलपथ बिछाते समय निम्न सावधानियाँ रखनी चाहिए जो निम्न हैं—

(i) रेलपथ निर्माण से पहले सभी सम्बन्धित रेल कर्मचारियों को इसकी सूचना दे दी जाती है।
(ii) नयी रेलपथ के लिए सामग्रियों को रेलपथ के साथ-साथ कुछ दूरी पर डाल दी जाती है।
(iii) रेलपथ निर्माण के समय गाड़ियों का आवागमन प्रभावित न हो इस पर भी विशेष ध्यान दिया जाता है।
(iv) रेलपथ के किनारों पर थोड़े-थोड़े दूर पर चेतावनी चिन्ह व अन्य सूचक आदि लगा दिये जाते हैं।
(v) रेलपथ से निकला हुआ सामान सावधानीपूर्वक एकत्र करके डिपों पर पहुँचा दिया जाता है।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

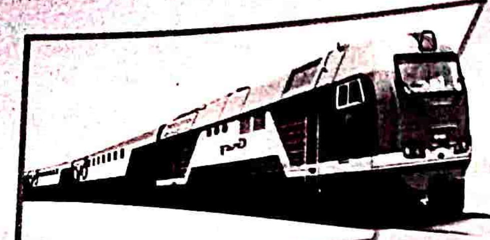
- निर्माण स्तर पर उचित दूरी पर निर्धारित स्लीपर रखकर उचित गेज के अनुसार दो रेलों को समांतर लगाना पटरी बिछाना कहलाता है।
- नये रेल पथ का निर्माण निम्नलिखित चरणों में किया जाता है—
  1. अध:स्तर की तैयारी
  2. रेलपथ सामग्री की स्थापना
  3. सामग्री डिपो की स्थापना
  4. प्रारम्भिक क्रियाएँ पूर्ण करना
  5. रेलों को बिछाना
  6. ट्रैक में गिट्टी भरना
- रेल मार्ग बनाने के लिए सर्वप्रथम निर्धारित संरेखण के अनुसार स्वीकृत अनुप्रस्थ काट में मिट्टी का आवश्यक भराव व कटान करके निर्माण स्तर तैयार किया जाता है।
- अध:स्तर का तल क्षेत्र के बाढ़ तल से 60 सेंटीमीटर ऊँचा रखना चाहिए।
- रेल पथ सामग्री के रूप में निम्न सामग्री को एकत्र किया जाता है—
  1. रेलें
  2. कीलें
  3. बंधक
  4. स्लीपर
  5. धारक प्लेट
- जब रेल पथ सामग्री डिपो से अधिक दूर हो जाता है तो मार्ग में ही अस्थाई डिपों बना लिए जाते हैं।
- रेल पथ सामग्रियों को निर्माण स्थल पर ले जाने से पूर्व कुछ प्रारम्भिक क्रियायें हैं पूर्ण कर ली जाती हैं जो निम्न हैं—
  1. स्लीपर की जाँच व एडजिंग
  2. रेलों को मोड़ना
  3. क्रॉसिंग सामग्री तैयार करना
- रेल पथ बिछाने के लिए प्रयोग किए जाने वाली सामग्रियों को मैटेरियल गैंग द्वारा कार्य स्थल पर पहुँचाया जाता है।
- रेलों को स्लीपर पर रखकर जोड़ने का कार्य लिंकिंग गैंग करता है।
- रेलों को स्लीपर पर जाँच करने के बाद रेल तल और संरेखण की जांच कर ली जाती है।
- गिट्टी का प्रयोग रेलों को बिछाने के बाद स्लीपर के नीचे पैकिंग गैंग द्वारा किया जाता है।
- जिस बिंदु या स्थान से रेल बिछाने का दैनिक कार्य प्रारम्भ किया जाता है वह स्थान उस दिन का आधार कहलाता है।

- जिस स्थान पर दैनिक कार्य समाप्त होता है वह स्थान रेल शीर्ष कहलाता है।
- रेल पथ बिछाने की तीन विधियाँ हैं—
  1. टेलीस्कोपिक विधि (Telescopic method)
  2. अमेरिकन विधि (American method)
  3. पार्श्व विधि (Side method)
- रेल पथ बिछाने के लिए भारत में टेलीस्कोपिक विधि का प्रयोग अधिक किया जाता है।
- टेलीस्कोपिक विधि में जब निर्माण कार्य मुख्य डिपो से 1.5 किलोमीटर से अधिक दूर होने लगता है तो 1.5 किलोमीटर पर एक अस्थाई डिपो बनाया जाता है।
- रेल पथ बिछाने की अमेरिकन विधि अमेरिका तथा इंग्लैंड में अपनाई जाती है।
- अमेरिकन विधि में रेल पथ को बिछाने का कार्य मशीनों द्वारा किया जाता है।
- अमेरिकन विधि में श्रमिकों की आवश्यकता कम पड़ती है।
- रेलों के दोहरीकरण में पार्श्व विधि अपनाई जाती है।
- पार्श्व विधि में रेल सामग्रियों को पुराने रेल पथ के प्रयोग से कार्य स्थल तक पहुँचाई जाती है।
- पार्श्व विधि में एक साथ कई स्थान से रेल पथ बिछाया जा सकता है।
- रेल पथ निर्माण के समय गाड़ियों का आवागमन प्रभावित ना हो इस पर भी विशेष ध्यान दिया जाता है।
- रेल पथ के किनारों पर थोड़े-थोड़े दूर पर चेतावनी चिन्ह व अन्य सूचक आदि लगा दिए जाते हैं।
- रेल पथ से निकला हुआ सामान सावधानीपूर्वक एकत्र करके डिपो पर पहुँचा दिया जाता है।

अभ्यास प्रश्न

1. रेलपथ का निर्माण में प्रयोग होने वाली विभिन्न चरणों का विस्तृत वर्णन करें।
2. रेलपथ निर्माण (Track laying) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें।
3. रेलपथ की पैकिंग से आप क्या समझते हैं ?
4. रेलपथ बिछाने की कितनी विधियां हैं? संक्षेप में वर्णन करें।
5. रेलपथ बिछाने के टेलीस्कोपिक विधि (Telescopic method) संक्षेप में बताइए।
6. रेल आधार तथा रेल शीर्ष को परिभाषित कीजिए।
7. रेलपथ निर्माण से पहले सामग्री डिपों में किन-किन सामग्रियों को एकत्र किया जाता है ?
8. रेलपथ बिछाने की अमेरिकन विधि (American method) को संक्षेप में बताइए।
9. दोहरीकरण में कौन सी विधि का प्रयोग किया जाता है ?
10. नयी रेलपथ बिछाते समय कौन-कौन सी सावधानियाँ बरती जानी चाहिए ?

10



रेल पथ का अनुरक्षण
(Maintenance of Track)

Inside this Chapter

- Introduction
- Routine maintenance
- Special maintenance
- Tools used for maintenance of track
- Track maintenance organisation

10.1 प्रस्तावना (Introduction)

रेलपथ पर रेलगाड़ियों के चलने से रेलपथ पर कम्पन उत्पन्न होता है जिसकी वजह से रेलपथ में प्रयोग किये गये रेल फिटिंग्स (फिश बोल्ट, फिश प्लेट, कीलें इत्यादि) ढिले पड़ जाते हैं।

समय के साथ स्लीपर भी कमजोर पड़ने लगते हैं तथा मिट्टी भी टूटकर चूरा बनने लगती है, जिससे यातायात बाधित होता है और दुर्घटनाओं के कारण बनते हैं। इस समस्या को दूर करने का एक ही तरीका है कि रेलपथ का समय-समय पर मरम्मत या अनुरक्षण कार्य किया जाये।

अनुरक्षण कार्य श्रमिकों द्वारा अथवा मशीनों द्वारा किया जाता है। अनुरक्षण कार्य दैनिक तथा सामयिक स्तर पर किया जाता है। भारत में रेलपथ का अनुरक्षण कार्य अधिकतर श्रमिकों द्वारा ही पूर्ण किया जाता है।

निरन्तर अनुरक्षण कार्य करते रहने से रेलपथ की आयु बढ़ जाती है तथा दुर्घटनाओं की सम्भावना घट जाती है।

10.2 रेलपथ अनुरक्षण के प्रकार (Classification of Track Maintenance)

रेलपथ का अनुरक्षण का कार्य मुख्यत: दो प्रकार का होता है—

(i) दैनिक अनुरक्षण (Daily Maintenance)

(ii) सामयिक अनुरक्षण (Periodical Maintenance)

10.2.1 दैनिक अनुरक्षण (Daily Maintenance)

रेलपथ का दैनिक अनुरक्षण का कार्य स्थायी गैंग द्वारा किया जाता है। इस अनुरक्षण के दौरान रेलपथ की ढीली फिटिंग्स जैसे, फिश प्लेट, फिश बोल्ट, कीलों तथा चावियों आदि को कसते हैं तथा इनकी मरम्मत करते रहते हैं।

10.2.2 सामयिक अनुरक्षण (Periodical Maintenance)

रेलपथ का दैनिक अनुरक्षण के अलावा प्रत्येक दो अथवा तीन वर्ष के अन्तराल पर भी एक अनुरक्षण कार्य किया जाता है जिसे सामयिक अनुरक्षण कहते हैं।

इस अनुरक्षण के दौरान निम्न कार्य किये जाते हैं—

1. टूटे, फूटे स्लीपरों को बदलना
2. पाइंट व क्रासिंग को ठीक करना

3. घीरे हुए रेलों को बदलना इत्यादि

यह कार्य रेलवे कर्मचारियों द्वारा अथवा ठेके पर देकर कराया जाता है।

10.3 रेलपथ का सामान्य अनुरक्षण (General Maintenance of Track)

सामान्य अनुरक्षण के अन्तर्गत निम्नलिखित अनुरक्षण कार्य किये जाते हैं—

(i) रेल सतह (Surface of Rail)
(ii) संरेखण (Alignment) एवं गेज (Gauge)
(iii) रेल पथ फिटिंग (Track Fittings)
(iv) पॉइन्ट एवं क्रासिंग (Points and Crossing)
(v) पुल (Bridges)
(vi) सुरंगें (Tunnels)
(vii) जल निकासी (Drainage)

10.3.1 रेल सतह (Surface of Rail)

सीधी रेलपथ पर दोनों रेलों का तल समान रहना चाहिए। रेल तल के बिगड़ने का मुख्य कारण यह है कि जब रेलपथ पर रेलगाड़ियां चलती हैं तब आघातों के कारण स्लीपर का अपनी स्थिति से सरक-कर अपने निर्धारित स्थान से हट जाना, ट्रैक की गिट्टी का टूटकर चूरा बन जाना अथवा नीचे धंस जाना इत्यादि।

इन उपरोक्त कारणों से रेल तलों में अन्तर आ जाता है। रेल तल की जाँच के लिए सीधी पट्टी व स्प्रिट लेवल का प्रयोग किया जाता है। इन कारणों से वक्रों पर मौजूद बाहोत्थान भी कम अथवा अधिक हो जाता है।

इसलिए रेलपथ में गिट्टी का अनुरक्षण समय-समय पर करते रहना चाहिए।

चूरा हुए गिट्टी को ठीक करने के लिए निम्न विधियों का प्रयोग किया जाता है—

(i) सब्बल (Crow Bar) तथा जैक (Jack) की मदद से स्लीपरों को उठाकर, इसके नीचे लकड़ी अथवा इस्पात का टुकड़ा लगाकर गिट्टियों को भरा जाता है।

(ii) स्लीपरों के नीचे गैती (Baten) की सहायता से गिट्टी भरी जाती है।

(iii) ज्यादा अधिक ऊँचाई तक स्लीपरों को नहीं उठाना चाहिए, इससे ट्रैक का संरेखण बिगड़ जाता है। स्लीपर को जैक की मदद से अधिकतम 10 सेमी० तक उठाया जाना चाहिए।

(iv) टूटकर चूरा हुई गिट्टी को छानकर निकाल दिया जाता है तथा स्लीपरों के नीचे नयी गिट्टी भर दी जाती है।

(v) स्लीपरों के नीचे की दबी हुई गिट्टी को बाहर न निकालकर उनके ऊपर नयी गिट्टी को भर दिया जाता है।

10.3.2 संरेखण (Alignment) एवं गेज (Gauge)

रेलगाड़ियों के निरन्तर संचालन से सीधे मार्ग व वक्रों पर किसी एक रेल के अपने जगह से हट जाने के कारण ट्रैक का संरेखण बिगड़ जाता है।

रेलपथ पर गिट्टी की मात्रा कम होने पर अथवा गेज सही न होने पर भी संरेखण जल्दी बिगड़ जाता है।

रेलपथ का संरेखण ठीक करने के लिए इसमें सब्बल डालकर विपरीत दिशा में सरकाते हैं स्लीपरों को सरकाने से पहले नीचे की गिट्टी हटा दी जाती है इसके लिए Train Linear का भी प्रयोग दिया जाता है।

यदि स्लीपरों की फिटिंग्स ठीक नहीं है तो रेल गेज भी बिगड़ जाता है जिन्हें फिटिंग्स सही कराकर ठीक किया जाता है।

10.3.3 रेल पथ फिटिंग (Track Fittings)

रेलपथ पर रेलगाड़ियों के चलने से इनकी फिटिंग्स ढीली पड़ने लगती है। इनमें फिश बोल्ट तथा फिश प्लेट पर विशेष ध्यान देना चाहिए। फिश बोल्टों को निरन्तर अन्तराल पर कसते रहना चाहिए तथा समय-समय पर तेल लगाते रहना चाहिए जिससे ये जाम न हो जाये। कीलों व चाबियों को भी ठोककर ठीक करते रहना चाहिए, यह कार्य दैनिक अनुरक्षण कार्य के अन्तर्गत आता है जो स्थायी गैंग द्वारा दिया जाता है। ट्रैक की अन्य फिटिंग्स भी समय-समय पर चेक करते रहना चाहिए।

10.3.4 पॉइन्ट एवं क्रासिंग (Points and Crossing)

रेलपथ में पाइन्ट व क्रासिंग पर विशेष ध्यान देना चाहिए, इनका समय-समय पर आयलिंग (oiling) करते रहना चाहिए और आवश्यकता पड़ने पर इन्हें बदल देना चाहिए। क्रासिंग के नीचे के स्लीपर व गिट्टी पर भी ध्यान देते रहना चाहिए।

10.3.5 पुल (Bridges)

रेलमार्ग में पड़ने वाले पुलों के अनुरक्षण पर भी विशेष ध्यान देना चाहिए। सुरक्षा की दृष्टि से यह बहुत आवश्यक है कि पुलों के प्रस्तम्भों व अंत्याधारों पर विशेष ध्यान दिया जाये तथा टूटने पर इनकी मरम्मत समय पर कर लिया जाये। गर्डर वाले पुलों पर बोल्ट तथा जोड़ों को भी ठीक करते रहना चाहिए।

10.3.6 सुरंगें (Tunnels)

यदि रेलमार्ग किसी सुरंग के अन्दर से गुजरती है तो सुरंग के अन्दर की सफाई करके घास-फूस इत्यादि निकाल देना चाहिए। यदि सुरंग में पानी एकत्र हो तो उसे निकालने की व्यवस्था उचित करनी चाहिए। सुरंग के बाहर संकेत व चेतावनी चिन्ह सही दिशा में लगे होने चाहिए।

10.3.7 जल निकासी (Drainage)

रेलपथ किसी भी स्थिति में उस क्षेत्र के बाढ़ तल से लगभग 60 सेमी० ऊपर रखनी चाहिए ताकि किसी भी दशा में पानी रेलपथ पर न आने पाये अन्यथा इसे क्षति पहुँचाते हैं। रेलपथ पर गिट्टी प्रयोग करने से पानी बहकर बाहर चला जाता है।

10.4 रेलपथ अनुरक्षण में प्रयोग किये जाने वाले औजार (Tools used for Maintenance of Track)

रेलपथ के निर्माण व अनुरक्षण कार्य में प्रयोग किये जाने वाले कुछ प्रमुख औजार निम्न है—

(i) **स्लीपर चिमटा** (Sleeper tongs)—यह स्लीपर को उठाने के लिए प्रयोग किया जाता है।

(ii) **रेल चिमटा** (Rail tongs)—यह रेल को उठाने के लिए प्रयोग किया जाता है।

(iii) **सब्बल** (Crow Bar)—रेल को पार्श्व में सरकाने में प्रयोग किया जाता है।

(iv) **बेलचा** (Shovel)—गिट्टी को डालने तथा उठाने के लिए यह प्रयोग किया जाता है।

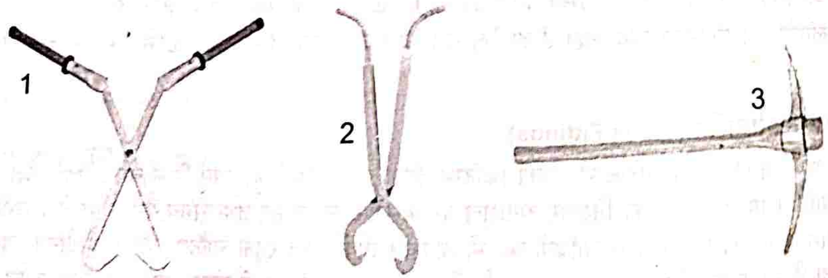
(v) **गिट्टी रैक** (Ballast Rake)—यह गिट्टी को रेलपथ पर फैलाने के लिए प्रयोग किया जाता है।

(vi) **बीटर गैती** (Pick and Baten)—यह गिट्टी पैकिंग के काम में प्रयोग की जाती है।

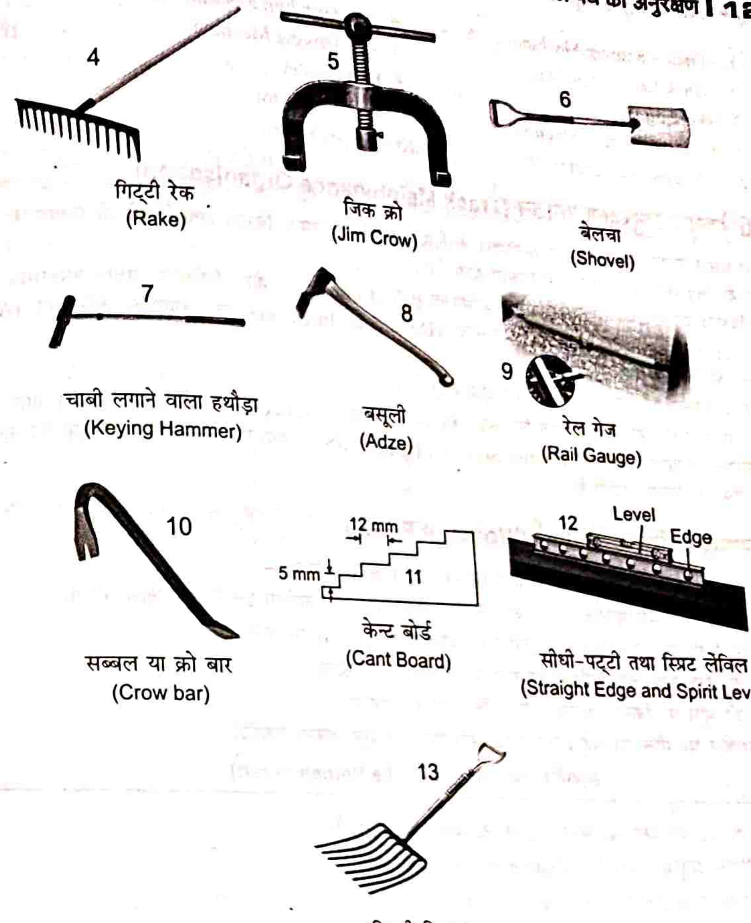
(vii) **वसूली** (Adze)—स्लीपर (लकड़ी) पर रेल सीट रखने के लिए स्लीपर पर काट लगाने में प्रयोग किया जाता है।

(viii) **रेल गेज** (Rail Gauge)—यह दो रेलों की समानान्तर दूरी चैक करने में प्रयोग किया जाता है।

(ix) **जिम क्रो** (Jim Crow)—यह रेल को वक्रता प्रदान करने के लिए प्रयोग किया जाता है।



1 स्लीपर चिमटा (Sleeper Tongs)
2 रेल चिमटा (Rail Tongs)
3 बीटर गैती (Pick and Baten)



4 गिट्टी रेक (Rake)
5 जिक क्रो (Jim Crow)
6 बेलचा (Shovel)
7 चाबी लगाने वाला हथौड़ा (Keying Hammer)
8 बसूली (Adze)
9 रेल गेज (Rail Gauge)
10 सब्बल या क्रो बार (Crow bar)
11 केन्ट बोर्ड (Cant Board)
12 सीधी-पट्टी तथा स्प्रिट लेविल (Straight Edge and Spirit Level)
13 गिट्टी चिमटा (Ballast Fork)

चित्र 10.1 : रेल पथ निर्माण तथा अनुरक्षण के लिए आवश्यक औजार

(x) **सीधी पट्टी व स्प्रिट लेवल** (Straight edge and spirit level)—यह रेल तल की जाँच करने के लिए प्रयोग किया जाता है।

(xi) **कैन्ट बोर्ड** (Cant Board)—वक्रों को बाहोत्यान की जाँच करने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है।

10.5 रेलपथ मशीनें (Track Machines)

वर्तमान समय में शीघ्र कार्य सम्पन्न करने के लिए रेलपथ निर्माण व अनुरक्षण में कुछ मशीनों का प्रयोग किया जाता है जो निम्न है—

1. Track Tamping Machine
2. Track Laying Machine
3. Welding Plant
4. Ballast Cleaning Machine
5. Abrasive Rail Cutter
6. Rail Grinding Machine
7. Rail Driving Machine
8. Rail Bender
9. Creep Adjustor
10. Sleeper Spacer

10.6 रेलपथ अनुरक्षण संगठन (Track Maintenance Organisation)

जिस प्रकार सड़कों के निर्माण व अनुरक्षण के लिए सार्वजनिक निर्माण विभाग होता है वैसे ही रेलपथ के निर्माण व अनुरक्षण के लिए सिविल इन्जीनियरिंग विभाग होता है।

इस विभाग का सर्वोच्च अधिकारी मुख्य अभियन्ता (Chief Enginner) होता है जिसके अधीन उप-मुख्य अभियन्ता (Deputy Chief Engineer), मण्डल अभियन्ता (Divisional Engineer) तथा सहायक अभियन्ता (Assistant Engineer) आते हैं।

प्रत्येक अभियन्ता की अपनी-अपनी कार्य क्षेत्र होती है।

रेलपथ में निरीक्षण का कार्य रेलपथ निरीक्षक (Permanant Way Inspector-P.W.I.) द्वारा कराया जाता है। इनका नया नाम वरिष्ठ अनुखण्ड अभियन्ता (Senior Section Engineer, SSE) दिया गया है। रेलपथ निरीक्षक का कार्य 50 से 80 किमी० तक की रेलपथ रहती है।

10.7 रेलपथ निरीक्षक के कार्य (Works of P.W.I.)

P.W.I. अपने अनुखण्ड का इंचार्ज होता है जिसके प्रमुख कार्य निम्न हैं—

1. निरीक्षण करते समय मुख्यतः रेल गेज, रेल तल, बाहोत्थान तथा क्रासिंग इत्यादि की जाँच करना।
2. ट्रैक का निरीक्षण करके पाये गये दोषों को संबन्धित गैंग द्वारा दूर करवाना।
3. स्टोर की देख-भाल तथा विभिन्न सामानों का लेखा-जोखा रखना।
4. रेलवे की भूमि पर किसी भी प्रकार के अतिक्रमण को रोकना।
5. दुर्घटना होने पर मौके पर पहुँच कर शीघ्र आवागमन को शुरू करना इत्यादि।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

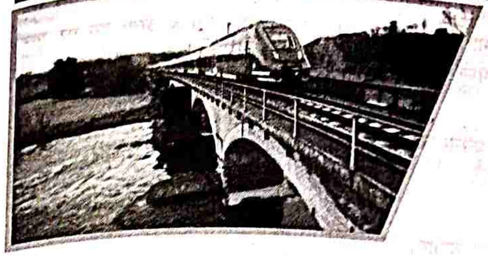
- रेल पथ का अनुरक्षण का कार्य मुख्यतः दो प्रकार का होता है—
  1. दैनिक अनुरक्षण (Daily Maintenance)
  2. सामयिक अनुरक्षण (Periodical Maintenance)
- रेलपथ का दैनिक अनुरक्षण का कार्य स्थाई गैंग द्वारा किया जाता है।
- रेल पथ का दैनिक अनुरक्षण के अलावा प्रत्येक 2 या 3 वर्ष के अंतराल पर एक अनुरक्षण कार्य किया जाता है जिसे सामयिक अनुरक्षण कहते हैं।
- सब्बल तथा जैक की मदद से स्लीपर को उठाकर उसके नीचे लकड़ी अथवा इस बात का टुकड़ा लगाकर गिट्टियों को भरा जाता है।
- अधिक ऊँचाई तक स्लीपर को नहीं उठाना चाहिए इससे ट्रैक का संग्रह खंड बिगड़ जाता है।
- स्लीपर को जैक की मदद से अधिकतम 10 सेंटीमीटर तक उठाया जाना चाहिए।
- स्लीपर के नीचे की दबी हुई गिट्टी को बाहर निकालकर उनके ऊपर नई गिट्टी को भर दिया जाता है।
- रेल पथ का संग्रहण ठीक करने के लिए इससे सब्बल डालकर विपरीत दिशा में सरकाते हैं, स्लीपर को सरकाने से पहले नीचे की गिट्टी हटा दी जाती है इसके लिए ट्रेन लाइनर का भी प्रयोग किया जाता है।

- यदि स्लीपरों की फिटिंग ठीक नहीं है तो रेल गेज भी बिगड़ जाता है जिन्हें फिटिंग सही करा कर ठीक किया जाता है।
- फिश बोल्टों (Fish Bolts) को निरंतर अंतराल पर कसते रहना चाहिए, तथा समय-समय पर तेल लगाते रहना चाहिए।
- रेल पथ में पॉइंट और क्रॉसिंग का समय-समय पर अवलोकन करते रहना चाहिए, तथा क्रॉसिंग के नीचे के स्लीपर व गिट्टी पर भी ध्यान रखना चाहिए।
- रेल मार्ग में पड़ने वाले पुलों के प्रथम व अंतिम भागों पर विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए।
- गर्डर वाले पुलों पर बोल्ट तथा जोड़ों को भी ठीक करते रहना चाहिए।
- रेल पथ प्रत्येक स्थिति में उस क्षेत्र के बाढ़ तल से लगभग 60 सेंटीमीटर ऊपर होनी चाहिए।
- स्लीपर को उठाने के लिए स्लीपर चिमटा प्रयोग किए जाते हैं।
- रेल को उठाने के लिए रेल चिमटा प्रयोग किए जाते हैं।
- रेल को पार्श्व में सरकाने के लिए सब्बल प्रयोग किए जाते हैं।
- गिट्टी को उठाने के या डालने के लिए बेलचा प्रयोग किया जाता है।
- गिट्टी को रेल पथ पर फैलाने के लिए गिट्टी रेक प्रयोग किया जाता है।
- बिटर गैती का प्रयोग गिट्टी पैकिंग में किया जाता है।
- दो रेलों में समांतर दूरी चेक करने के लिए रेल गेज प्रयोग किया जाता है।
- जिम क्रो का प्रयोग रेल को वक्रता प्रदान करने के लिए प्रयोग किया जाता है।
- वक्रों पर बहोत्थान की जांच के लिए कैंट बोर्ड प्रयोग किया जाता है।
- रेल पथ निर्माण और अनुरक्षण के लिए वर्तमान समय में निम्नलिखित मशीनों का प्रयोग किया जाता है
  1. Track tamping machine
  2. Track laying machine
  3. Welding plant
  4. Ballast clearing machine
  5. Abrasive rail cutter
  6. Rail grinding machine
  7. Rail bender
  8. Creep adjuster
  9. Sleeper special
  10. Rail driving machine
- रेल पथ में निरीक्षण का कार्य रेल पथ निरीक्षक (Permanent way inspector) द्वारा किया जाता है।
- रेल पथ निरीक्षक को वरिष्ठ अनु खंड अभियंता भी कहा जाता है।
- रेल पथ निरीक्षक का कार्य 50 से 80 किलोमीटर तक की रेल पथ होती है।
- रेल पथ निरीक्षक का प्रमुख कार्य निमनलिखित है—
  1. निरीक्षक करते समय मुख्यतः रेल गेज, रेल तल बाहोत्थान तथा प्राचीन इतिहास को जांच करना।
  2. ट्रैक का निरीक्षण करके पाए गए दोषों को संबंधित गैंग द्वारा दूर करवाना।
  3. रेलवे की भूमि पर किसी भी प्रकार के अतिक्रमण को रोकना।
  4. दुर्घटना होने पर मौके पर पहुँचकर शीघ्र आवागमन को शुरू करना।
  5. स्टोर की देखभाल तथा विभिन्न सामानों का लेखा-जोखा रखना।

अभ्यास प्रश्न

1. रेलपथ के अनुरक्षण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
2. निम्न पर टिप्पणी लिखें—
   (a) दैनिक अनुरक्षण
   (b) सामयिक अनुरक्षण
3. रेलपथ के सामान्य अनुरक्षण में कौन-कौन से कार्य किये जाते हैं?
4. रेल सतह के सामान्य अनुरक्षण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
5. सड़क निर्माण व अनुरक्षण कार्य में प्रयोग होने वाले उपकरणों के नाम लिखिए व व्यवस्था कीजिए।
6. रेलपथ अनुरक्षण संगठन से आप क्या समझते हैं?
7. पथ निरीक्षण के कर्तव्य लिखिए।

Part-B : Bridges



11
पुल या सेतु परिचय
(Bridge Introduction)

Inside this Chapter

- Introduction
- Functions & Requirements of Bridge
- Parts of Bridge
- Difference between Bridge and Culvert
- Major Bridges in India

11.1 परिचय (Introduction)

सड़क मार्ग तथा रेल मार्ग का निर्माण करते समय बीच में पड़ने वाले नदी, नालों, नहरों, खाई, पहाड़ी क्षेत्रों आदि को पार करने के लिए जो संरचनात्मक व्यवस्था की जाती है। उसे सेतु अथवा पुल (Bridge) कहते हैं।

पुलों का लंबा इतिहास रहा है। ज्ञात इतिहास के अनुसार पहली और दूसरी सदी में रोमनकाल की वास्तुकला में पुलों का निर्माण भी शामिल था। उस जमाने में अधिकांश पुल खाइयों के ऊपर लकड़ी से बनाए जाते थे। 12वीं सदी में ऐसे पुल बनाए जाने लगे जिनमें साथ में घर भी होते थे। ऐसा ही एक पुल 1176 में लंदन में बनाया गया था जो पत्थरों से निर्मित था।

1779 से पुलों में लोहे और इस्पात का भी इस्तेमाल किया जाने लगा। इस समय तक पुल छोटे होते थे, लेकिन समय के साथ समुद्रों के ऊपर भी पुल बनाने की जरूरत महसूस होने लगी। समुद्र के ऊपर बनाए गए शुरुआती पुलों में अमेरिका के सैन फ्रांसिस्कों और मैरिन काउंटी को जोड़ने वाले गोल्डन शेट पुल का नाम लिया जा सकता है जिसका निर्माण वर्ष 1937 में पूरा हुआ था। 2.7 किलोमीटर लम्बा यह पुल सैन फ्रांसिस्को खाड़ी के ऊपर बनाया गया है।

ओरेसंड जलडमरूमध्य के ऊपर डेनमार्क की राजधानी कोपेन हेगन और स्वीडन के शहर मैल्मो को जोड़ने वाला 7.8 किलोमीटर लंबा पुल बनाया गया।

विश्व का सबसे लंबा समुद्री पुल हाल ही में चीन में निर्मित किया गया हैं—**गझोऊ ब्रिज** है। गझोऊ खाड़ी के ऊपर निर्मित किया गया यह पुल 35.67 किलोमीटर लंबा है और शंघाई व निंगबो शहरों को आपस में जोड़ता है।

जब पुलों को अस्थाई रूप से बनाया जाता है अर्थात् सूखे अथवा बाढ़ के समय पुलों के कुछ समय के लिए हटा दिया जाता है तो इसे अस्थाई पुल (Temporary bridge) कहते हैं तथा जब पुलों को 12 महीने के लिए या स्थाई रूप से बनाया जाता है तो इसे स्थाई पुल (Permanent bridge) कहते हैं।

पुलों के निर्माण के लिए ईंट, पत्थर, बालू, सीमेंट, लकड़ी तथा इस्पात आदि सामग्रियों का प्रयोग किया जाता है। इनका निर्माण सड़क मार्ग व रेल मार्ग की तुलना में अधिक आता है। कुछ पुलों का निर्माण ऐसा भी होता है जिस पर से सड़क तथा रेल मार्ग दोनों गुजरते हैं। पुलों का निर्माण कार्य करते समय विशेष सावधानियाँ बरती जाती हैं।

11.2 पुलों के प्रकार्य व आवश्यकता (Functions and Requirements of Bridges)

पुल पर पड़ने वाले चल तथा अचल भार के प्रति सामर्थ्यवान होना पुल के प्रमुख प्रकार्य में से एक है। जिस पर पुल बनाते समय विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए क्योंकि पुल एक भारी-भरकम विशालकाय संरचना होती है अत: इन पर खर्च भी बहुत अधिक आता है। यदि सड़क मार्ग व रेल मार्ग के मध्य कोई नदी या नाला पड़ता है तो इसके दोनों सिरों को जोड़ने का कार्य भी करता है।

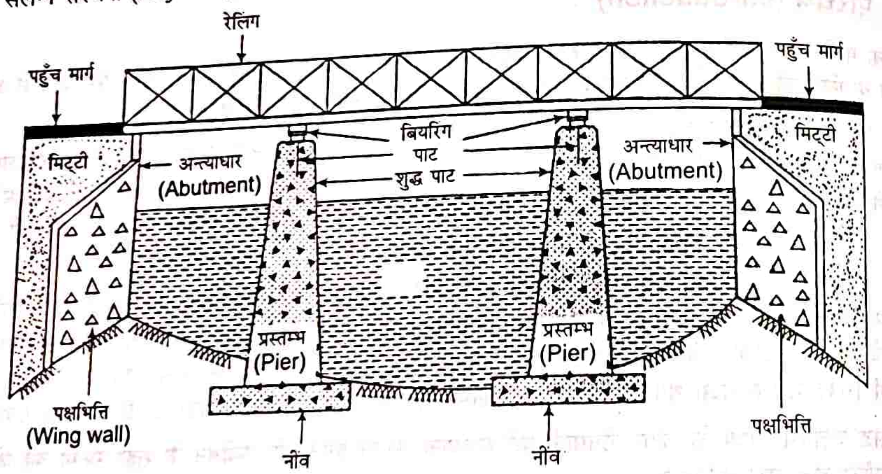
एक आदर्श पुल को निम्नलिखित आवश्यक्ताओं को पूरा करना चाहिए—

- यह किफायती होना चाहिए।
- यह कुशल और प्रभावी होना चाहिए।
- इसे अधिकतम सुरक्षा और सुविधा के साथ कार्य होना चाहिए।
- यह देखने में खूबसूरत होना चाहिए।

11.3 पुल के घटक (Parts of Bridge)

पुल के घटक को मुख्यत: तीन भागों में बाँटा गया है—

1. अध: संरचना (Substructure)
2. अधि: संरचना (Superstructure)
3. संलग्न संरचना (Adjoining Structure)



चित्र 11.1 : पुल के घटक (Parts of Bridge)

11.3.1 अध: संरचना (Substructure)

पुल की ऊपरी संरचना (पाटन स्लैब) को आधार (Support) देने के लिए बनाई गई संरचना अध: संरचना कहलाती है। अध: संरचना के अन्तर्गत निम्न भाग आते हैं।

1. पुल की नींव (Foundation),
2. अंत्याधार (Abutment),
3. प्रस्तंभ (Pier),
4. पक्षभित्तियाँ (Wing Wall)

1. पुल की नींव (Foundation)—पुल के भार को नीचे अवमृदा पर स्थानांतरित करने के लिए नींव बनाए जाते हैं। पुल के सभी अंत्याधारों, प्रस्तंभों तथा पक्षभित्तियों के नीचे पुल को स्थिरता प्रदान करने के लिए नींव बनाए जाते हैं।

2. अंत्याधार (Abutment)—पुल के दोनों किनारों पर बनाए गए आलंबों (Support) को अंत्याधार कहते हैं। इसकी बाहरी सतह मिट्टी में दबी रहती है तथा आंतरिक सतह पानी के संपर्क में रहती है। पुल चाहे कितना भी बड़ा हो अंत्याधारों की संख्या 2 ही होती है।

3. प्रस्तंभ (Pier)—पुल के मध्य भाग में बनाए गए सभी आलंबों को प्रस्तंभ कहते हैं। प्रस्तंभ पुल को उपयुक्त पाटों में बाँट देते हैं। प्रस्तंभों की संख्या पुल के पाटों की संख्या से एक कम होती है।

4. पक्षभित्तियाँ (Wing Wall)—पुल के अन्त्याधारों के सिरों पर पहुँच मार्ग की तरफ तिरछी दीवारें बनाई जाती है जिन्हें पक्षभित्ति कहते हैं। पक्षभित्ति पहुँच मार्ग को भराव की मिट्टी को भी रोक कर रखती है तथा जल को पुल के नीचे निकलने के लिए बाध्य करती है।

11.3.2 अधि: संरचना (Super structure)

पुल के जिस भाग पर यातायात चलता है उसे अधि: संरचना कहते हैं। अधि: संरचना के अंतर्गत पुल का पाटन स्लैब (Deck slab), मुख्य गर्डर, डांटे (Arches) तथा पदाति पथ (Footpath) तथा कर्ब (Kerb) आते हैं। पुल का सबसे ऊपरी हिस्सा जिस पर यातायात चलता है तथा जिसके किनारों पर मुंडेर बनाई जाती है जिससे यातायात सुरक्षित रहें, पाटन स्लैब (Deck Slab) कहलाता है।

11.3.3 संलग्न संरचना (Adjoining Structure)

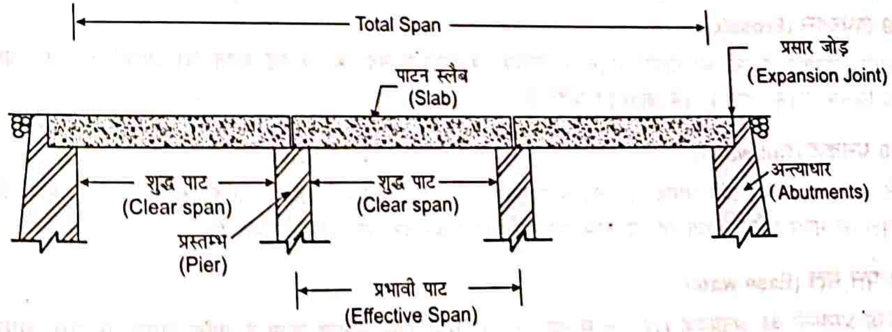
इसके अन्तर्गत पूल पहुँच (bridge approach), गार्ड पत्थर (guard stones), नदी प्रशिक्षण कार्य (river training work), एप्रन (apron) इत्यादि आते हैं।

पुल के दोनों सिरों पर पाटन स्लैब तक जो सड़क बनायी जाती है पुल-पहुँच कहलाती है। पुल-पहुँच भराव या कटान में हो सकता है। सड़क पुल के सिरे से 15 मी तक पहुँच मार्ग बिल्कुल सीधा और समतल होना चाहिए।

11.4 पुल से संबंधित शब्दावली (Terms Related to bridge)

पुल से संबंधित शब्दावली निम्नलिखित हैं—

1. पाट (Span)
2. मुक्तान्तर (Free Board)
3. उच्च बाढ़ तल (Highest flood level)
4. निम्न बाढ़ तल (Low flood level)
5. सामान्य बाढ़ तल (Normal flood level)
6. अपवाह (Run-off)
7. जलोत्थान (Afflux)
8. निघर्षण (Scour)
9. अपरदन (Erossion)
10. पनकट (Cut water)
11. पेन मेल (Ease water)



चित्र 11.2 : पाटन व्यवस्था (Span Arrangement)

11.4.1 पाट (Span)

दो समीपवर्ती अन्त्याधारों अथवा प्रस्तम्भों के मध्य न्यूनतम क्षैतिज दूरी पाट कहलाती है। पुल में प्रयुक्त सभी प्रस्तम्भों की मोटाई तथा सभी पाटों के योगफल को, उस स्थान पर नदी का कुल पाट कहते हैं।

11.4.2 मुक्तान्तर (Free Board)

किसी भी नदी में तैरते हुए वृक्ष, जीव, कचरा इत्यादि आसानी से पुल के नीचे से निकल जायें इसलिए मुक्तान्तर दिया जाता है। किसी पुल की उच्च बाढ़ तल तथा पुल की अधि: संरचना के मुख्य गर्डर के निचले भाग के मध्य दूरी मुक्तान्तर कहलाती है।

11.4.3 उच्च बाढ़ तल (Highest flood level)

नदी में विगत वर्षों में आयी बाढ़ के समय पानी का उच्चतम तल उच्च बाढ़ तल कहलाता है। पुल पर सड़क अथवा रेल तल निर्धारित करते समय, उस क्षेत्र में उच्च बाढ़ तल को ध्यान में रखा जाता है। अर्थात् सड़क तल अथवा रेल तल को नदी के उच्च बाढ़ तल से ऊपर रखा जाता है।

11.4.4 निम्न बाढ़ तल (Low flood level)

किसी भी पुल का निर्माण उस समय किया जाता है, जब नदी में जल का स्तर न्यूनतम होता है। अर्थात् शुष्क ऋतु में नदी में जल का जो न्यूनतम स्तर बना रहता है निम्न बाढ़ तल कहलाता है।

11.4.5 सामान्य बाढ़ तल (Normal flood level)

प्रत्येक वर्ष बाढ़ का जो सामान्य तल रहता है, उसे सामान्य बाढ़ तल कहते हैं।

11.4.6 अपवाह (Run-off)

जब वर्षा जल भूमि में, गड्डों में अथवा पोखरों में न जाकर नदी नालों के रूप में बह निकलता है, अपवाह जल या अपवाह कहलाता है।

11.4.7 जलोत्थान (Afflux)

पुल के प्रस्तम्भ तथा अन्त्याधारों के निर्माण के कारण पुल के नीचे प्रति प्रवाह ($V/5$) में जल का तल अस्थाई रूप से कुछ ऊपर उठ जाता है जिसे जलोत्थान कहलाता है। सुरक्षा की दृष्टि से पुल के नीचे जलोत्थान कम होना चाहिए।

11.4.8 निघर्षण (Scour)

जल नदी की तली (Bed) तेज धारा के कारण काटने लगती है और गहराई बढ़ने लगती है तो इसे निघर्षण कहते हैं। निघर्षण कम करने के लिए तली को पक्का बनायेगा जाता है।

11.4.9 अपरदन (Erossion)

कारण निघर्षण से नदी की गहराई बढ़ती है जबकि अपरदन से नदी की चौड़ाई बढ़ती है। अर्थात् जब तेज प्रवाह के नदी की किनारे कटने लगते हैं उसे अपरदन कहते हैं।

11.4.10 पनकट (Cut water)

पुल के प्रस्तम्भों को प्रति प्रवाह ($V/5$) में सुगम (Smooth) बनाया जाता है ताकि नदी/नहर का जल दो भाग बटकर पुल के भीतर प्रवेश करता रहे। प्रस्तम्भ की इस विशेष बनावट को पनकट कहते हैं।

11.4.11 पन मेल (Ease water)

पुल के प्रस्तम्भों को अनुप्रवाह ($D/5$) में नासिका को कुछ गोल बनाया जाता है ताकि बगल से जल आसानी से निकल जाये और क्रास धारायें न उत्पन्न हो। इस विशेष बनावट को पनमेल कहते हैं।

11.5 पुल तथा पुलिया में अंतर (Difference Between Bridge and Culvert)

पुल व पुलिया दोनों का उद्देश्य किसी बाधा या अवरोध के ऊपर से यातायात का संचालन करना होता है। देखने में दोनों एक जैसे संरचना होते हैं परन्तु इनकी पाटलंबाई में काफी अंतर होता है।

पुल या पुलिया में कुछ प्रमुख अंतर निम्नलिखित होते हैं—

क्र० सं०	पुल (Bridge)	पुलिया (Culvert)
1.	एक पुल किसी भौतिक बाधा या बड़े जल संरचना के ऊपर से यातायात संचालन के लिए बनाए जाते हैं।	पुलिया सुरंग की तरह एक संरचना है जो सड़क मार्ग व रेल मार्ग के नीचे से जल के बहाव के लिए बनाए जाते हैं।
2.	पुल की ऊँचाई बाधा से 20 फीट से अधिक होती है।	पुलिया की ऊँचाई बाधा से 20 फीट से कम होती है।
3.	एक पुल के पाट की लंबाई 6 मीटर से 120 मीटर तक हो सकती है।	एक पुलिया के पास की लम्बाई सामान्यता 6 मीटर से कम होती है।
4.	पुल में आधार ढांचा के रूप में प्रस्तम्भ तथा अंत्याधार प्रयोग किए जाते हैं।	पुलिया आमतौर पर मिट्टी में एम्बेडेड (Embedded) होते हैं जो पुलिया के भार के प्रमुख हिस्से को सहन करते हैं।
5.	एक पुल में कोई मंजिल (floor) नहीं होती है।	पुलिया एक आवरण संरचना होती है जिसमें एक छत तथा एक फर्श होते हैं।
6.	पुल बनाने के लिए मजबूत व गहरे नींव की आश्वयकता पड़ती है।	पुलिया के लिए गहरे नींव की आवश्यकता नहीं पड़ती है।
7.	एक पुल आम तौर पर एक रैखिक और सीधा मार्ग होता है।	पुलिया पूरी तरह से संलग्न संरचनाएँ हैं जो अर्ध-परिपत्र, आयताकार, अण्डाकार आकार की हो सकती हैं।
8.	पुलों का निर्माण आमतौर पर स्थल पर किया जाता है या छोटे भागों में पूर्व-निर्मित किया जाता है।	पुलिया का निर्माण स्थल पर पूर्व-निर्मित या बनाया जा सकता है।
9.	पुलों के निर्माण के लिए आम तौर पर बहुत समय और श्रमशक्ति की आवश्यकता होती है।	संरचना और डिजाइन में पुलिया सरल होते हैं, इसलिए इसका निर्माण कम समय और श्रम के साथ किया जा सकता है।
10.	पुल परिवहन का एक आसान मार्ग प्रदान करता है जो समय बचाता है और दूरी को कम करता है।	पुलिया जल जमाव, बाढ़ और कटाव को रोकता है, और पानी को सड़क मार्ग या रेलवे के तहत अपने प्राकृतिक पाठ्यक्रम को प्रवाहित करने की अनुमति देता है।

11.6 भारत के प्रमुख सेतु या पुल (Major Bridges of India)

भारत के 10 सबसे लम्बे पुल निम्नलिखित हैं—

1. भुपेन हजारिका सेतु (Bhupen Hajarika Bridge)—भुपेन हजारिका भारत का सबसे लम्बा पुल है जो लोहित नदी के ऊपर बना हुआ है। लोहित नदी ब्रह्मपुत्र नदी की एक उपनदी है। भुपेन हजारिका को ढोला-सदिया सेतु भी कहा जाता है क्योंकि यह अरुणाचल प्रदेश के कस्बे ढोला और असम प्रदेश के सदिया कस्बे को आपस में जोड़ता है। इस सेतु की कुल लम्बाई 9.15 किलोमीटर व चौड़ाई 42 फुट है। भुपेन हजारिका सेतु का उद्घाटन 26 मई 2017 को भारत के प्रधानमंत्री नरेन्द्र मोदी के द्वारा किया गया है। इस पुल का निर्माण नवम्बर 2011 में शुरु हुआ था जो 10 मार्च 2017 को जाकर खत्म हुआ।

2. महात्मा गाँधी सेतु (Mahatma Gandhi Bridge)—महात्मा गाँधी सेतु गंगा नदी के ऊपर बना भारत का दूसरा सबसे लम्बा पुल है। इस पुल को गाँधी सेतु या गंगा सेतु के नाम से भी जाना जाता है। महात्मा गाँधी सेतु की कुल लम्बाई 5.75 किलोमीटर व चौड़ाई 25 मीटर है। इस पुल को बनाने में Gammon India Limited को 1972 से 1982 तक लगभग दस वर्ष का समय लगा। महात्मा गाँधी सेतु का उद्घाटन 1982 में उस समय भारत की प्रधानमंत्री रहीं इंदिरा गाँधी द्वारा किया गया। पुल के निर्माण कार्य में लगभग 87.22 करोड़ की राशि खर्च की गई थी।

3. बान्द्रा-वरली समुद्र महामार्ग—बान्द्रा-वरली समुद्र महामार्ग को राजीव गाँधी सागर सेतु के नाम से भी जाना जाता है। यह भारत का तीसरा सबसे लम्बा पुल है जो मुम्बई के दो क्षेत्रों बांद्रा और वर्ली को आपस में जोड़ता है। इस पुल की लम्बाई 5.6 किलोमीटर व चौड़ाई 66 फीट है जिनमें 8 लेन बनाई गई है। इस पुल को बनाने में लगभग 16 अरब रुपये की राशि लगाई गई है, पुल का निर्माण हिन्दुस्तान कंस्ट्रक्शन कंपनी द्वारा किया गया है। इस पुल को पूरी तरह से तैयार करने में लगभग दस साल का समय लग गया था।

4. विक्रमशिला सेतु—विक्रमशिला सेतु पानी के ऊपर गंगा नदी में बना हुआ भारत का चौथा सबसे लम्बा पुल है। विक्रमशिला सेतु की लम्बाई 4.7 किलोमीटर है, जिसकी शुरुआत सन् 2001 में की गई थी। महात्मा गाँधी सेतु के बाद विक्रमशिला बिहार का दूसरा लम्बा पुल है।

5. बेम्बानाद रेल पुल—बेम्बानाद रेल पुल भारत का पाँचवा व केरल का पहला सबसे लम्बाव पुल है, जो बेंबानाद तलाब के ऊपर बना हुआ है। इसके अलावा इस पुल को भारत का सबसे लम्बा रेलवे पुल माना जाता है। ये पुल केरल के दो क्षेत्रों एडाप्पल्ली और वल्लारपदम को जोड़ता है। बेम्बानाद रेल पुल की लम्बाई 4.62 किलोमीटर व चौड़ाई 5 मीटर है। पुल बनाने का काम जून 2007 में किया गया था जो 31 मार्च 2010 में पूरा हुआ। पुल बनाने का श्रेय जाता है AFCONS Infrastructure Ltd. कम्पनी को। पुल तैयार होने के बाद 11 फरवरी 2011 को इसकी शुरुआत की गई।

6. दीघा-सोनपुल रेल-सह-सड़क सेतु—दीघा-सोनपुर रेल-सह-सड़क सेतु गंगा पर बना पुल है जो बिहार में पटना और सोनपुर को जोड़ता है। इस पुल को गंगा सह सड़क सेतु के नाम से भी जाना जाता है और यह रेल व सड़क दोनों की सुविधा उपलब्ध कराती है। इस पुल की लम्बाई लगभग 4.5 किलोमीटर व चौड़ाई 33 फीट है। पुल का निर्माण कार्य 2003 में शुरु हुआ था जो लगभग 13 साल तक चला और साल 2015 में बनकर तैयार हो गया। इसे 3 फरवरी 2016 को शुरू किया गया।

7. गोदावरी सेतु—गोदावरी सेतु को कोव्वूर-राजामुंद्री ब्रिज के नाम से भी जाता है। यह पुल एशिया का तीसरा पानी के ऊपर बना हुआ road-cum-rail bridge है। इसकी लम्बाई 4.1 किलोमीटर है। राजमुंदरी के निकट पुल के स्थान पर, नदी लगभग 2.7 किमी (1.7 मील) की चौड़ाई के साथ बहती है।

8. मुंगेर गंगा सेतु—मुंगेर गंगा सेतु गंगा नदी के ऊपर बना हुआ चौथा पुल है। इस पुल की लम्बाई 3.6 किलोमीटर व चौड़ाई 12 मीटर है। पुल दो शहर मुंगेर व जमालपुर को आपस में जोड़ता है। इस पुल के निर्माण कार्य का उद्घाटन उस समय के प्रधानमंत्री रहे अटल बिहारी वाजपेयी ने सन् 2002 में किया था। पुल बनने के बाद 12 मार्च 2016 को पुल पर रेल मालगाड़ी की शुरुआत वर्तमान के प्रधानमंत्री नरेन्द्र मोदी ने की थी।

9. जवाहर सेतु—जवाहर सेतु सोन नदी पर बना हुआ है, इसकी लम्बाई 3 किलोमीटर है। जवाहर सेतु बिहार के दो क्षेत्रों डेहरी व सोन नगर को जोड़ने का काम करती है। पुल निर्माण का कार्य Gammon India Ltd. ने किया है, जो सन् 1963 से 1965 तक चला और 1965 में ही शुरू कर दिया गया।

10. नेहरू सेतु—नेहरू सेतु सोन नदी पर जवाहर सेतु के पास बना हुआ रेल पुल है। नेहरू सेतु को जवाहर सेतु के समानांतर बनाया गया है। इसे वर्तमान में Upper Son Bridge के नाम से जाना जाता है। जवाहर सेतु की तरह ये भी डेहरी व सोन नगर को जोड़ने का काम करती है।

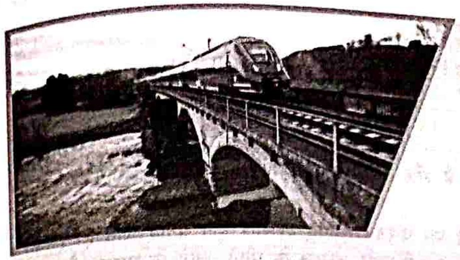
स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- सड़क मार्ग तथा रेल मार्ग का निर्माण करते समय बीच में पड़ने वाले नदी, नालों, नहरों, खाई, पहाड़ी क्षेत्रों आदि को पार करने के लिए जो संरचनात्मक व्यवस्था की जाती है उसे पुल अथवा सेतु (Bridge) कहते हैं।
- 12वीं सदी में ऐसे पुल बनाए जाने लगे जिनमें साथ में घर भी होते थे। ऐसा ही एक पुल 1176 में लंदन में बनाया गया था जो पत्थरों से निर्मित था।
- 1779 से पुलों में लोहे और इस्पात का भी इस्तेमाल किया जाने लगा।
- विश्व का सबसे लंबा समुद्री पुल हाल ही में चीन में निर्मित किया गया है-गझोऊ ब्रिज है।
- गझोऊ खाड़ी के ऊपर निर्मित किया गया यह पुल 35.67 किलोमीटर लंबा है और शंघाई व निंगबों शहरों को आपस में जोड़ता है।
- पुल के घुटक मुख्यत: तीन भागों में बाँटा गया है—
  1. अध: संरचना (substructure)
  2. अधि: संरचना (superstructure)
  3. संलग्न संरचना (adjoining structure)
- पुल की ऊपरी संरचना (पाटन स्लैब) को आधार (Support) देने के लिए बनाई गई संरचना अध: संरचना कहलाती है। अध: संरचना के अंतर्गत निम्न भाग आते हैं—
  1. पुल की नींव (Foundation),
  2. अंत्याधार (Abutment),
  3. प्रस्तंभ (Pier)
  4. पक्षभित्तियाँ (Wing Wall)
  5. पुल चाहे कितना भी बड़ा हो अंत्याधारों की संख्या 2 ही होती है।
  6. पुल के जिस भाग पर यातायात चलता है उसे अधि: संरचना कहते हैं। अधि: संरचना के अंतर्गत पुल का पाटन स्लैब (Deck slab) मुख्यगर्डर, डांटे (Arches) तथा पदाति पथ (Footpath) तथा कर्ब (Kerb) आते हैं।
- दो समीपवर्ती अन्त्याधारों अथवा अप्रस्तम्भों के मध्य न्यूनतम क्षैतिज दूरी पाट कहलाती है।
- किसी पुल की उच्च बाढ़ तल तथा पुल को अधि: संरचना के मुख्य गर्डर के निचले भाग के मध्य दूरी मुक्तान्तर कहलाती है।
- नदी में विगत वर्षों में आयी बाढ़ के समय पानी का उच्चतम तल उच्च बाढ़ तल कहलाता है।
- किसी भी पुल का निर्माण उस समय किया जाता है, जब नदी में जल का स्तर न्यूनतम होता है। अर्थात् शुष्क ऋतु में नदी में जल का जो न्यूनतम स्तर बना रहता है निम्न बाढ़ तल कहलाता है।
- प्रत्येक वर्ष बाढ़ का जो सामान्य तल रहता है, उसे सामान्य बाढ़ तल कहते हैं।
- एक पुल के पाट की लंबाई 6 मीटर से 120 मीटर तक हो सकती है।
- एक पुलिया के पास की लंबाई सामान्यता 6 मीटर से कम होती है।
- भुपेन हजारिका भारत का सबसे लम्बा पुल है जो लोहित नदी के ऊपर बना हुआ है। लोहित नदी ब्रह्मपुत्र नदी की एक उपनदी है। भुपेन हजारिका को ढोला-सदिया सेतु भी कहा जाता है क्योंकि यह अरुणाचल प्रदेश के कस्बे ढोला और असम प्रदेश की सदिया कस्बे को आपस में जोड़ता है। इस सेतु की कुल लम्बाई 9.15 किलोमीटर व चौड़ाई 42 फुट है। भुपेन हजारिका सेतु का उद्घाटन 26 मई 2017 को भारत के प्रधानमंत्री नरेन्द्र मोदी के द्वारा किया गया है। इस पुल का निर्माण नवम्बर 2011 में शुरू हुआ था जो 10 मार्च 2017 को जाकर खत्म हुआ।
- महात्मा गाँधी सेतु की कुल लम्बाई 5.75 किलोमीटर व चौड़ाई 25 मीटर है। इस पुल को बनाने में Gammon India Limited को 1972 से 1982 तक लगभग दस वर्ष का समय लगा। महात्मा गाँधी सेतु का उद्घाटन 1982 में उस समय भारत की प्रधानमंत्री रहीं इंदिरा गाँधी द्वारा किया गया।

- बान्द्रा-वरली समुद्र महामार्ग इस पुल की लम्बाई 5.6 किलोमीटर व चौड़ाई 66 फीट है जिनमें 8 लेन बनाई गई है। इस पुल को बनाने में लगभग 16 अरब रुपये की राशि लगाई गई है।
- विक्रमशिला सेतु पानी के ऊपर गंगा नदी में बना हुआ भारत का चौथा सबसे लम्बा पुल है। विक्रमशिला सेतु की लम्बाई 4.7 किलोमीटर है, जिसकी शुरुआत सन् 2001 में की गई थी।
- नेहरू सेतु सोन नदी पर जवाहर सेतु के पास बना हुआ रेल पुल है। नेहरू सेतु को जवाहर सेतु के समानांतर बनाया गया है। इसे वर्तमान में Upper Son Bridge के नाम से जाना जाता है।

अभ्यास प्रश्न

1. पुल पर टिप्पणी लिखिए।
2. पुलों के प्रकार्य एवं आवश्यकता लिखिए।
3. पुल के घटक को चित्र के साथ समझाइए।
4. पुल के नींव तथा अंत्याधार पर टिप्पणी लिखिए।
5. पुल के पाट तथा मुक्ता अंतर पर टिप्पणी लिखिए।
6. उच्च बाढ़ तल तथा निम्न ब्राढ़ तल पर टिप्पणी लिखिए।
7. अपवाह तथा जलोत्थान को समझाइए।
8. पुल तथा पुलिया में अंतर लिखिए।
9. भारत के प्रमुख पुल कौन-कौन से हैं? लिखिए।
10. भारत में सबसे लंबी पुल कौन-सी है? तथा कहाँ स्थित है?



12 पुलों का वर्गीकरण (Classification of Bridges)

Inside this Chapter

- Introduction
- Classification of Bridge
- Permanent & Temporary Bridge
- Cantilever and Arch Bridge
- Grade Separator
- Suspension Bridge
- Culvert
- Causeway

12.1 परिचय (Introduction)

अलग-अलग स्थानों के साथ-साथ पुलों का वर्गीकरण भी अलग-अलग किया जाता है। नदी नालों पर बने पुल हर जगह एक माप के नहीं होते हैं। एक ही नदी पर विभिन्न स्थानों पर बने पुल विभिन्न प्रकार के हो सकते हैं।

अर्थात् नदी-नालों, घाटी इत्यादि पर बने पुलों की माप, क्षमता, लम्बाई आदि भिन्न-भिन्न होती हैं। पुलों का वर्गीकरण निम्नलिखित प्रकार से किया गया है—

1. आयु के अनुसार (According to life)
2. फर्श की स्थिति के अनुसार (According to deck slab)
3. निर्माण सामग्री के अनुसार (According to construction material)
4. संरेखण के अनुसार (According to alignment)
5. बाढ़ तल के अनुसार (According to flood level)
6. संरचनात्मक रूप के अनुसार (According to structural form)

12.2 आयु के अनुसार (According to Life)

पुलों की आयु के अनुसार इन्हें दो वर्गों में बाँटा गया है—

1. स्थाई पुल (Permanent bridge)
2. अस्थाई पुल (Temporary bridge)

12.2.1 स्थाई पुल (Permanent Bridge)

वे पुल जो बारह महीने चलते हैं स्थाई पुल कहलाते हैं। इनकी आयु काफी अधिक होती है ये प्राय: 50 से 100 वर्ष तक के लिए उपयुक्त होते हैं। यह भारी यातायात के लिए भी उपयुक्त होते हैं। यह पुल सामान्यत: ईंट, पत्थर इस्पात, एलुमिनियम, प्रबलित सीमेंट, कंक्रीट व पूर्व प्रबलित सीमेंट कंक्रीट इत्यादि के बनाए जाते हैं। परंतु स्थाई पुल के निर्माण में समय अधिक लगता है तथा निर्माण व्यय भी अधिक आता है।

ये प्राय: निम्न प्रकार के होते हैं—

- चिनाई का पुल (Masonry bridge)

- प्रबलित कंक्रीट का पुल (RCC bridge)
- पूर्व प्रबलित कंक्रीट का पुल (Prestressed concrete bridge)
- इस्पात का पुल (Steel bridge)

12.2.2 अस्थाई पुल (Temporary bridge)

वे पुल जो किसी विशेष स्थिति या मौके के लिए बनाए जाते हैं और उद्देश्य पूर्ण हो जाने पर अनुपयोगी मानकर समेट लिये जाते हैं, अस्थाई पुल कहलाते हैं।

स्थाई पुल बनाने में काफी खर्च आता है इसलिए नदियों को पार करने के लिए अस्थाई पुल बनाए जाते हैं। इनका प्रयोग वर्षा ऋतु को छोड़कर पूरे वर्ष किया जाता है। यह लकड़ी, खाली, ड्रम, इस्पात के पीपों, लोहे के पाइप, नौकाओं आदि से बनाए जाते हैं तथा इनकी आयु 5 से 10 वर्ष तक हो सकती है। इनका निर्माण हल्के यातायात के लिए किया जाता है यह बनाने में सरल व सस्ते होते हैं। इन पर अनुरक्षण में भी कम खर्च आता है।

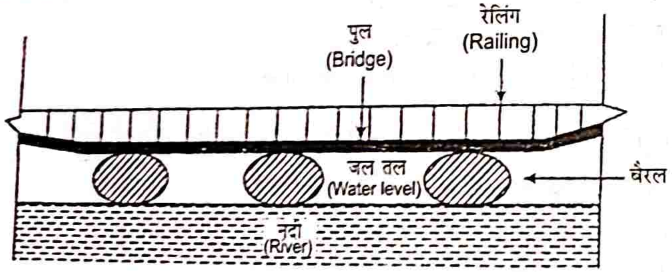
अस्थाई पुलों का निर्माण निम्न आवश्यक्ताओं के पूर्ति के लिए किया जाता है—

1. जब पुल की आवस्यक्ता अस्थाई या कम अवधि के लिए हो।
2. जब स्थाई पुल के निर्माण के लिए आवश्यक धन, समय व कुशल कारीगर उपलब्ध ना हो।
3. जब देश को सुरक्षा की दृष्टि से अथवा सैनिक दृष्टि से उस क्षेत्र में अस्थाई पुल बनाना उचित न समझा जाए।
4. जब क्षेत्र की स्थलाकृति, नदी पाट, प्रवाह आदि स्थाई पुल निर्माण के लिए उपयुक्त ना पाया जाए।
5. जब स्थाई पुल के लिए निर्माण सामग्री व अन्य साधन उपलब्ध ना हो सके।
6. जब सड़क पर यातायात बहुत कम हो और वह भी हल्के प्रकार का हो।

अस्थायी पुल अधिकतर पटरों, बल्लियों, पीपों, शीटों, लोहे की तारों आदि से बनाये जाते हैं। अस्थायी पुल मुख्यतः निम्न प्रकार के होते हैं—

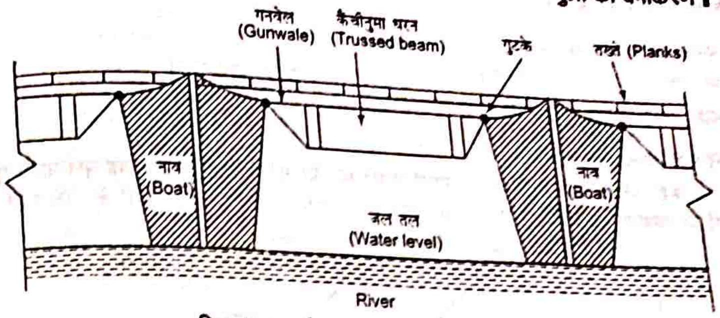
(i) बेड़ा का पुल (Raft Bridge)
(ii) नौका का पुल (Boat Bridge)
(iii) पीपों का पुल (Pontoon Bridge)
(iv) कट-बोट पुल (Cut-Boat Bridge)

(i) बेड़ा का पुल (Raft Bridge) : बेड़ा का पुल बैरल, पीपे, लोहे के ड्रम आदि को लकड़ी की कड़ियों द्वारा जोड़कर तैरते प्रस्तम्भ बनाये जाते हैं। इन तैरते प्रस्तम्भों को नदी जल में पास-पास खड़ा कर, उस पर धरने डालकर तख्ते बिछा दिये जाते हैं तथा दोनों किनारों पर रेलिंग लगा देते हैं।



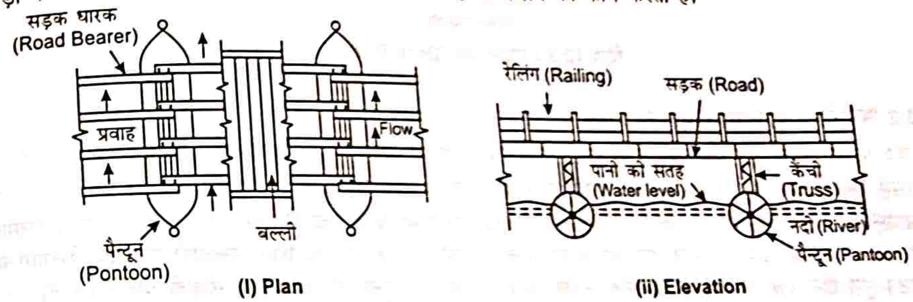
चित्र 12.1 : बेड़े का पुल (Raft Bridge)

(ii) नौका का पुल (Boat Bridge) : नौका पुल बनाने में नाव का प्रयोग पुल की अध:संरचना बनाने में किया जाता है। इन नौकाओं को नदी के प्रवाह के समानान्तर तथा थोड़ी-थोड़ी दूर पर खड़ा किया जाता है। लकड़ी या इस्पात का धरन से नौकाओं को एक दूसरे से जोड़ा जाता है। इन धरनों को गनवेल कहते है। गनवेल गुटके द्वारा जो नाव के बाहरी किनारों पर टेके जाते हैं। गनवेल को इन पर टिका के स्थिर किया जाता है। धरनों को स्थिरता प्रदान करने के लिए इनके बीच मध्य क्रॉस धरनी लगाते हैं। मुख्य धरन के ऊपर तख्ते लगा कर फर्श तैयार कर दिया जाता है और पुल के दोनों किनारों के साथ-साथ इस्पात अथवा लकड़ी की रेलिंग लगा दी जाती है।



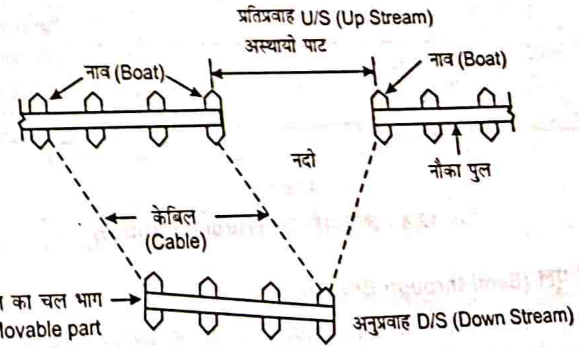
चित्र 12.2 : नौका या नाव पुल (Boat Bridge)

(iii) पीपों का पुल (Pontoon Bridge) : पीपों का पुल बनाने के लिए नदी में इस्पात के जलाभेद्य सिलिण्डरों, जिन्हें पीपा कहते हैं, को डालकर यह पुल तैयार किया जाता है। इन सिलिण्डरों का भार इस प्रकार रखा जाता है कि पुल में कुछ गहराई तक डूबे रहे और पीपे पर लकड़ी या इस्पात के धरन लगाकर तख्ते बिछा दिये जाते हैं। पुल के दोनों ओर लकड़ी के खम्भे गाड़कर लोहे की मोटी चेन डाल दी जाती है जो रेलिंग का काम करती है।



चित्र 12.3 : पीपों का पुल (Pontoon Bridge)

(iv) कट-बोट पुल (Cut-Boat Bridge) : कट-बोट पुल, चल तथा तैरते पुल दोनों वर्गों में आता है। यह एक प्रकार का नौका पुल ही होता है



चित्र 12.4 : कट बोट पुल (Cut Boat Bridge)

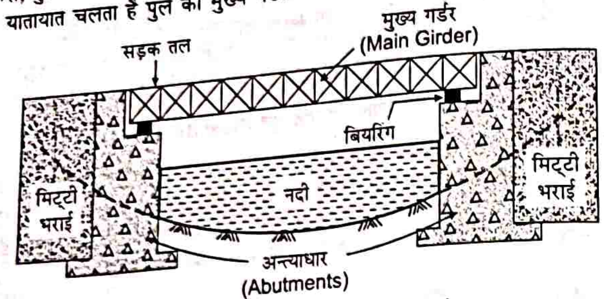
12.3 फर्श की स्थिति के अनुसार (According to Deck Slab)

पाटन स्लैब की स्थिति के अनुसार पुलों को तीन भागों में बांटा गया है, जो निम्न हैं—

(i) पाटन पुल (Deck Bridge)
(ii) अन्तर्वाही पुल (Through Bridge)
(iii) अर्द्ध-अन्तर्वाही पुल (Semi-through Bridge)

12.3.1 पाटन पुल (Deck Bridge)

जब पुल का फर्श, पुल के अधि: संरचना के सबसे ऊपरी भाग पर बनायी जाती है, तब यह पुल पाटन पुल कहलाता है। पुल के फर्श पर यातायात चलता है पुल का मुख्य गर्डर कैंची, बन्धक इत्यादि पुल के फर्श के नीचे रहते हैं।

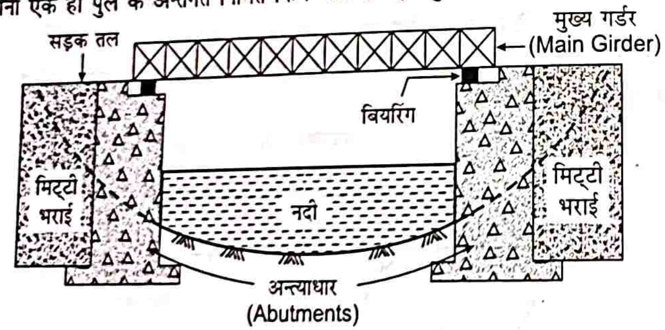


चित्र 12.5 : पाटन पुल (Deck Bridge)

12.3.2 अन्तर्वाही पुल (Through Bridge)

जब सड़क अथवा रेल सतह को ऊँचा उठाना मितव्ययी न हो तो अन्तर्वाही पुल का निर्माण किया जाता है।

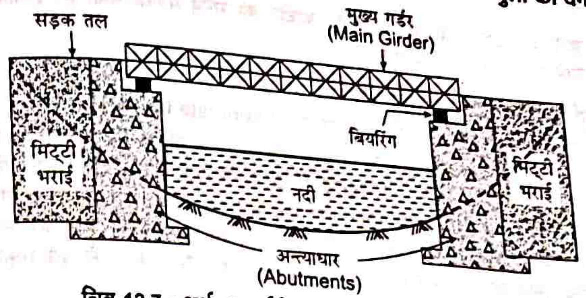
इसमें पुल के फर्श को अधि: संरचना (मुख्य गर्डर व कैंचियों) के निचले भाग पर बनाया जाता है। सामान्यत: लम्बे पाटों वाले नदियों पर ये पुल बनाये जाते हैं। कभी-कभी एक ही पुल पर से सड़क मार्ग व रेलमार्ग दोनों को एक-दूसरे के ऊपर विभिन्न तलों पर बनाये जाते हैं अर्थात् सड़क मार्ग के लिए अन्तर्वाही पुल तथा रेलमार्ग के लिए पाटन पुल दोनों एक ही पुल के अन्तर्गत निर्मित किये जाते हैं। ऐसे पुलों को पाटन व अन्तर्वाही पुल कहते हैं।



चित्र 12.6 : अन्तर्वाही पुल (Through Bridge)

12.3.3 अर्द्ध-अन्तर्वाही पुल (Semi-through Bridge)

जब पुल के फर्श को अधि: संरचना के तली अथवा शिर्ष पर न बनाकर बीच में बनाया जाता है तब यह अर्द्ध-अन्तर्वाही पुल कहलाता है। इसमें कठिनाई अधिक होती है अत: इनका प्रयोग कम किया जाता है।



चित्र 12.7 : अर्ध-अन्तर्वाही पुल (Semi-through Bridge)

12.4 निर्माण सामग्री के अनुसार (According to Construction Material)

पुलों के निर्माण में प्रयोग होने वाले सामग्री के अनुसार पुल निम्न प्रकार के होते हैं–

1. लकड़ी के पुल (Timber Bridge)
2. चिनाई का पुल (Masonry Bridge)
3. इस्पात का पुल (Steel Bridge)
4. प्रबलित व पूर्व प्रबलित सीमेंट कंक्रीट का पुल
   (Reinforced or prestressed reinforced cement concrete bridge)

12.4.1 लकड़ी के पुल (Timber Bridge)

कम महत्वपूर्ण पुलों के निर्माण में लकड़ी का प्रयोग किया जाता है। इसके लिए प्रयोग की जाने वाली लकड़ी अच्छी गुणवत्ता के दरारों से मुक्त, गांठ से मुक्त तथा अच्छी पकी हुई होती है। इनका प्रयोग उन स्थानों पर किया जाता है जहाँ पर लकड़ी की उपलब्धता हो तथा सस्ती मिलती हो।

लकड़ी के पुलों की लंबाई 45 मीटर से अधिक नहीं रखनी चाहिए। लकड़ी के पुल जोड़ों पर अत्यधिक कमजोर होते हैं अत: जोड़ों पर विशेष ध्यान दिया जाता है। परंतु लकड़ी के पुल का निर्माण करते समय सुरक्षा सूचकांक चार से पाँच लिया जाता है क्योंकि इनमें जोड़ इस्पात के पुलों की अपेक्षा काफी कमजोर होते हैं। लकड़ी में आग लगने तथा दीमक लगने का भय बना रहता है तथा वातावरण के प्रभाव से यह नष्ट होने लगते हैं।

12.4.2 चिनाई का पुल (Masonry Bridge)

ईंट की चिनाई या पत्थर की चिनाई आमतौर पर मध्यम अवधि के पुलों के लिए डॉट के निर्माण में की जाती है। अच्छे सीमेंट मसाले में चिनाई का कार्य किया जाता है। चूँकि चिनाई तनाव (Tension) में कमजोर होता है, इसलिए यह जाँच किया जाता है कि अचल भार और चल भार के सबसे खराब संयोजन के तहत डॉट के किसी भी हिस्से में कोई तनाव विकसित नहीं होता है। ईंट चिनाई के लिए इस्तेमाल की जाने वाली ईंट अच्छी तरह से भट्ठे में पका हुआ, दरारों से मुक्त, तेज और चौकोर किनारों वाला होनी चाहिए। उन्हें आकार में एक समान होना चाहिए और एक दूसरे के साथ टकराते समय स्पष्ट बजने वाली ध्वनि देनी चाहिए। उनके उपयोग से पहले उन्हें पानी में अच्छी तरह से भिगोया जाना चाहिए।

इसी प्रकार चिनाई में प्रयोग होने वाला पत्थर भी कठोर, टिकाऊ, सामर्थ्यवान तथा एक समान आकार के होते हैं। प्रयोग करने से पहले इन्हें पानी में भिगो दिया जाता है।

12.4.3 इस्पात का पुल (Steel Bridge)

इस्पात के सामर्थ्य व टिकाऊपन को देखते हुए पुल के निर्माण में एक निर्माण सामग्री के रूप में इस्पात का प्रयो अच्छा माना जाता है। इस्पात पुल को इस्पात धरन पुल या प्लेट गर्डर पुल या ट्रस पुल भी कहते हैं। महामार्ग तथा रेल मा में इस्पात के पुल का प्रयोग किया जाता है। भारत में रेल मार्ग में इस्पात के पुल का प्रयोग अत्यधिक किया जाता है त

सड़क मार्ग में प्रयोग होने वाले इस्पात के पुल में सीमेंट कंक्रीट का स्लैब बनाया जाता है। इस्पात के पुल का निर्माण आसान होता है परंतु इसमें जंग लगने का भय बना रहता है।

12.4.4 प्रबलित व पूर्व प्रबलित सीमेंट कंक्रीट का पुल (Reinforced of prestressed reinforced cement concrete brigde)

पुल के निर्माण में प्रबलित सीमेंट कंक्रीट का प्रयोग वर्तमान समय में अत्यधिक किया जाता है। चिनाई के पुल तनाव में कमजोर होते हैं तथा प्रबलित कंक्रीट के पुल में संरचना में तनाव के लिए छड़ प्रयोग किये जाते हैं। इस समय पूर्व प्रबलित कंक्रीट के पुल अत्यधिक बनाए जाते हैं क्योंकि इस पुल में उच्च शक्ति वाले स्टील प्रयोग किए जाते हैं। पूर्व प्रबलित कंक्रीट के पुल सामान्य कंक्रीट के पुल की तुलना में अधिक समर्थ्यवान होते हैं। स्टील का पूर्व तनीत (Pre-Stressing) इसे उच्च तनाव स्तर पर काम करने में सक्षम बनाता है और कंक्रीट को पूर्व संकुचित करने से इसकी दरारों में कमी होती है।

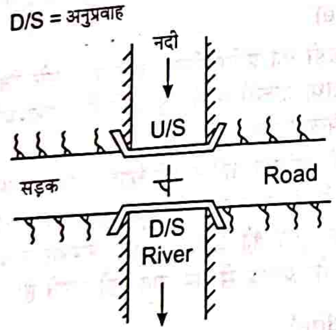
12.5 संरेख के अनुसार (According to Alignment)

संरेखण के अनुसार पुल दो प्रकार के होते हैं—

(i) समकोण पुल (ii) तिरछा पुल

12.5.1 समकोण पुल (Normal Bridge)

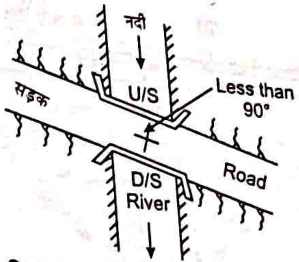
संरेखण के अनुसार पुल को नदी के समकोण पर बनाया जाता है। इससे पुल की लम्बाई न्यूनतम होती है तथा लागत भी कम हो जाती है।



चित्र 12.8 : सीधा पुल (Normal Bridge)

12.5.2 तिरछा पुल (Skew Bridge)

जब पुल समकोण पर नदी को पार नहीं करता है अर्थात् किसी अन्य कोण पर बनाया जाता है उसे तिरछा पुल कहते हैं। जहाँ पर पुल, नदी को समकोण पर बनाना सम्भव न हो तो उसे तिरछा बनाया जाता है। परन्तु यह कोण 60° से कम नहीं होना चाहिए।



चित्र 12.9 : तिर्यक पुल (Skew Bridge)

12.6 बाढ़ तल के अनुसार (According to Flood Level)

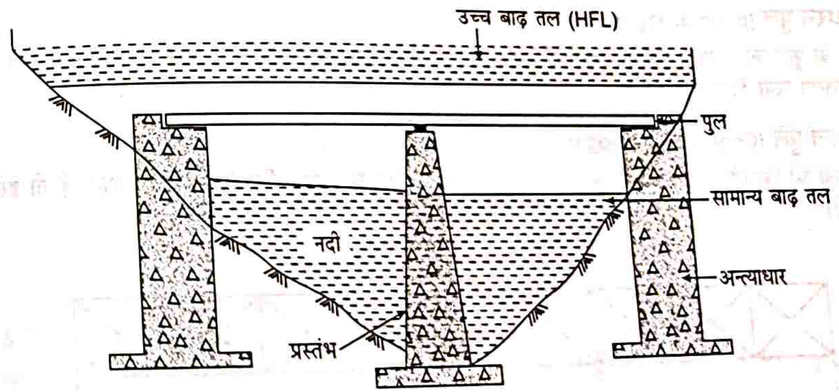
किसी भी क्षेत्र के बाढ़ तल के अनुसार भी पुलों का वर्गीकरण किया जाता है। जो निम्न हैं—

(i) निमज्जनी पुल (Submersible Bridge)

(ii) अनिमज्जनी पुल (Non-submersible Bridge)

12.6.1 निमज्जनी पुल (Submersible Bridge)

सामान्यत: नदी का जल स्तर पुल के नीचे ही रहना चाहिए परन्तु कभी-कभी पुल की लागत कम करने के लिए या जहाँ बाढ़ कभी-कभी आती है वहाँ पर पुल का पाटन स्लैब क्षेत्र के बाढ़ तल से कुछ नीचे बनाया जाता है। परन्तु ये पुल बाढ़ के समय डूबे रहते हैं और यातायात बन्द रहता है; ऐसे पुलों को निमज्जनी पुल कहते हैं।

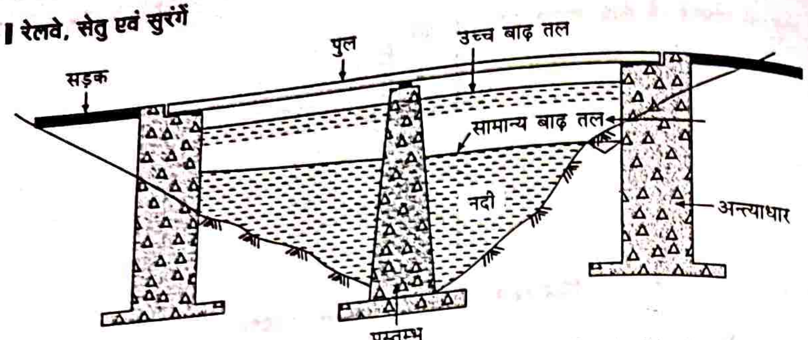


चित्र 12.10 : नीचा या निमज्जनी पुल (Submersible Bridge)

12.6.2 अनिमज्जनी पुल (Non-submersible Bridge)

ऐसे पुल जिनका पाटन स्लैब क्षेत्र के उच्च बाढ़ तल से ऊँचा रखा जाता है, अर्थात् बाढ़ के समय भी नदी का पानी पुल के नीचे से ही बहता है, ऐसे पुलों को अनिमज्जनी पुल कहते हैं।

ऐसे पुलों पर यातायात पूरे वर्ष चलता रहता है।



चित्र 12.11 : ऊँचा या अनिमज्जनी पुल (Non-Submersible Bridge)

12.7 संरचनात्मक रूप के अनुसार (According to Structural Form)

पुलों के इनके संरचनात्मक रूप के अनुसार निम्न भागों में वर्गीकृत किया गया है—

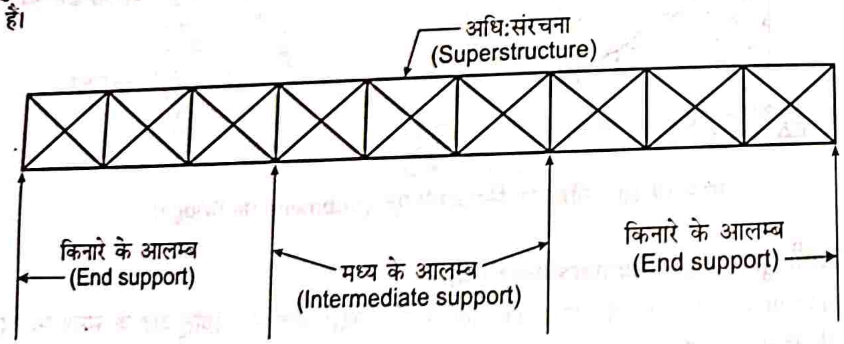
1. धरन पुल (Beam Bridge)
2. सतत पुल (Continuous Bridge)
3. प्रास पुल (Cantilever Bridge)
4. डॉट पुल (Arch Bridge)
5. गर्डर पुल (Girder Bridge)
6. ग्रेड विभाजक (Grade Separator)
7. झूला पुल (Suspension Bridge)

12.7.1 धरन पुल (Beam Bridge)

धरन के पुलों को सामान्य पुल भी कहते हैं इसके अंतर्गत पाटन पुल, अन्तर्वाही पुल, अर्द्ध व अन्तर्वाही पुल आते हैं जिनका विवरण ऊपर दिया गया है।

12.7.2 सतत पुल (Continuous Bridge)

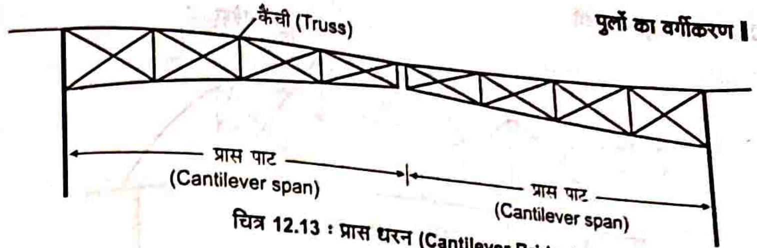
जब पुलों को किनारों के आलंबों के साथ-साथ मध्य में भी आलंब लगाकर अभिकल्पित किया जाता है तो इसे सतत पुल कहते हैं।



चित्र 12.12 : सतत पुल (Continuous Bridge)

12.7.3 प्रास पुल (Cantilever Bridge)

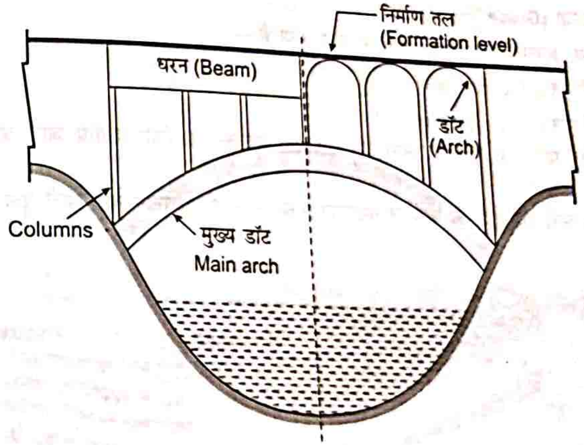
ऐसे पुल का निर्माण लंबे पाट के लिए, गहरी घाटियों (Deep Valley) में तथा ऐसे स्थानों पर किया जाता है जहाँ पुल के पाट (Span) को मध्य आलंब (Support) न दिया जा सके।



चित्र 12.13 : प्रास धरन (Cantilever Bridge)

12.7.4 डॉट पुल (Arch Bridge)

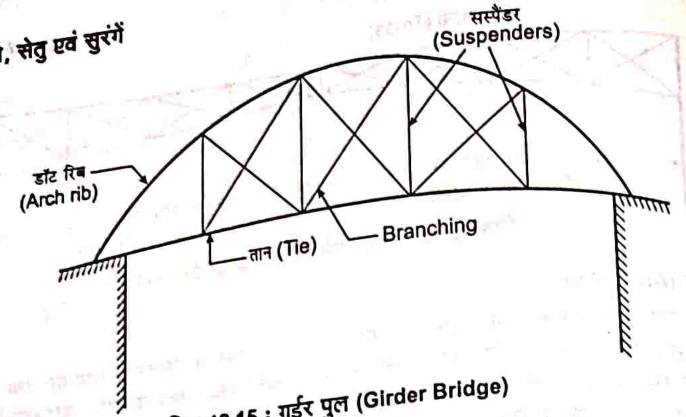
डॉट पुल में रेल मार्गों सड़क मार्गों, डॉट पर बनाया जाता है। पुल के प्रस्तंभ, अंत्याधार तथा नींव को किफायती बनाया जा सके इसके लिए डॉट के शीर्ष को जितना संभव हो ऊँचा रखा जाता है। डॉट को आमतौर पर पाट के एक तिहाई से कम नहीं रखा जाता है, लेकिन किसी भी मामले में पाट के पाँचवें हिस्से से कम नहीं होता है। डॉट का निर्माण सरल हो इसके लिए इनका आकार सामान्य ही रखा जाता है।



चित्र 12.14 : डॉट पुल (Arch Bridge)

12.7.5 गर्डर पुल (Girder Bridge)

ऐसे पुलों के निर्माण में इस्पात के गर्डरों का प्रयोग किया जाता है। रेल मार्ग के निर्माण के समय पुलों के निर्माण में गर्डर पुलों का उपयोग अधिक किया जाता है।



चित्र 12.15 : गर्डर पुल (Girder Bridge)

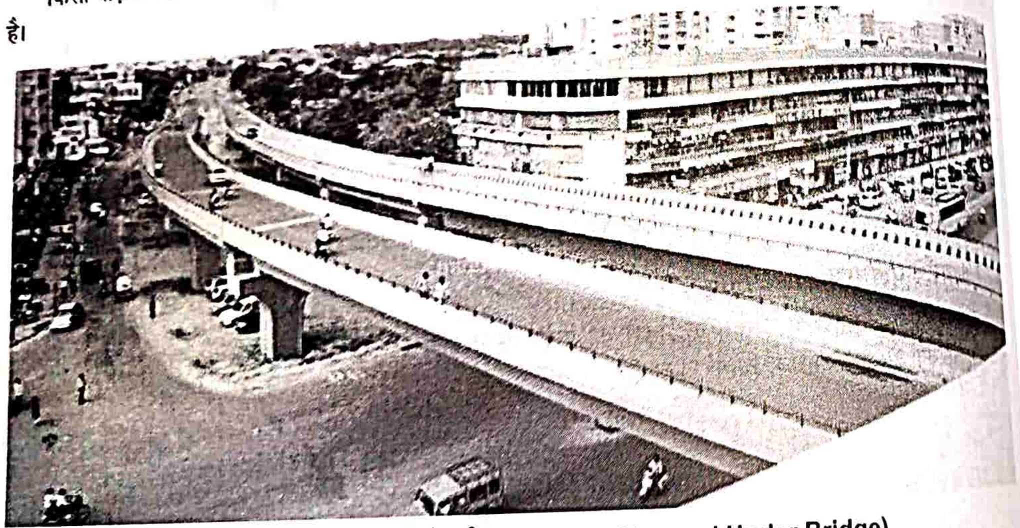
12.7.6 ग्रेड विभाजक (Grade Separator)

ग्रेड विभाजक के अनुसार पुल को दो भागों में बाँटा गया है—

- ऊपर मार्गी पुल (Over bridge)
- अधो मार्गी पुल (Under bridge)

किसी सड़क रेल मार्ग तथा नदी के ऊपर से यातायात संचालन के लिए बनाया जाने वाला पुल ऊपरमार्गी पुल कहलाता है।

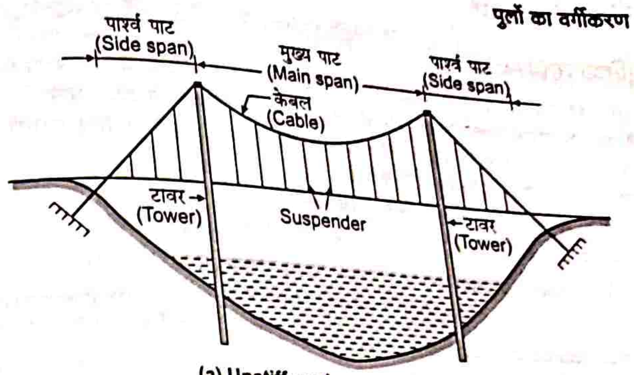
किसी सड़क रेल मार्ग तथा नदी के नीचे से यातायात संचालन के लिए बनाए जाने वाले पुल अधोमार्गी पुल कहलाता है।



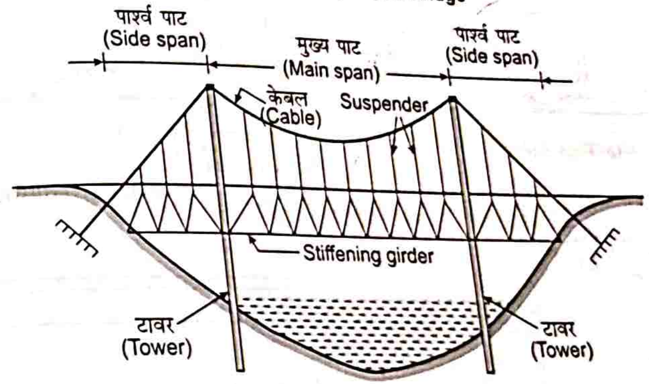
चित्र 12.16 : ऊपरगामी तथा अधोगामी पुल (Over Bridge and Under Bridge)

12.7.7 झूला पुल (Suspension Bridge)

झूला या निलंबन पुलों का निर्माण 18वीं शताब्दी में शुरू हो गया था पहाड़ी क्षेत्रों में इनका प्रयोग अधिकतर किया जाता है। इसमें दो ऊर्ध्वाधर टावर या सस्पैंडर (Suspenders) और केबिल या रस्सी की सहायता से पुल का फर्श या डेक स्लैब (Deck Slab) लटका दिया जाता है जिस पर यातायात चलता है।



(a) Unstiffened suspension bridge



(b) Stiffened suspension bridge

चित्र 12.17 : झूला पुल (Suspension Bridge)

लाभ (Advantages)

झूला पुल के निम्नलिखित लाभ होते हैं—

1. नदी के तल में प्रस्तंभों के निर्माण से बचा जाता है।
2. डिजाइन तुलनात्मक रूप से सरल है।
3. वे अन्य पुलों की लागत की तुलना में किफायती हैं।
4. वे वजन में हल्के हैं।
5. उनका निर्माण 600 मीटर से अधिक लंबे स्पैन के लिए किया जा सकता है।
6. इनका निर्माण सरल व शीघ्र हो सकता है।
7. अन्य पुलों की तुलना में सुंदर दिखते हैं।

हानि (Disadvantages)

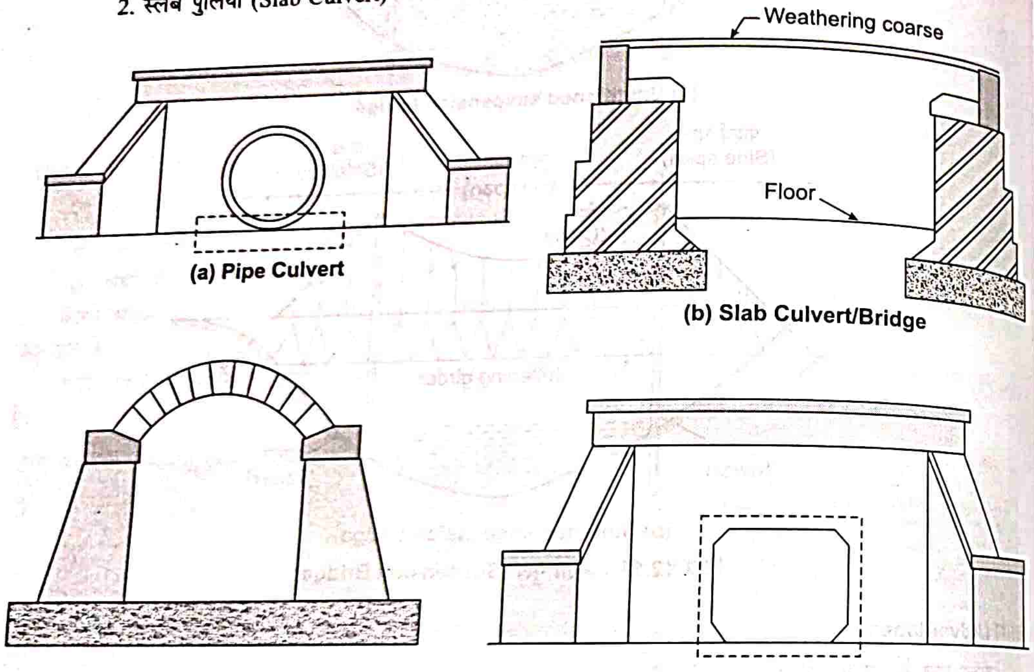
1. पुल में उपस्थित इस्पात के भागों का समय-समय पर पेंटिंग की आवश्यकता होती है।
2. पुल में प्रयोग होने वाले केबल व मशीन शाकेट आसानी से उपलब्ध नहीं होते हैं।
3. 250 मीटर से अधिक पाट के लिए सुपर स्ट्रक्चर के निर्माण में अधिक खर्च आता है।

12.8 पुलिया (Culvert)

पुलिया सुरंग की तरह एक संरचना है जो सड़क मार्ग व रेल मार्ग के नीचे से जल के बहाव के लिए बनाए जाते हैं। एक पुलिया के पाट की लंबाई सामान्यत: 6 मीटर से कम होती है तथा पुलिया की ऊँचाई बाधा से 20 फिट से कम होती है। यह एक आवरण संरचना होती है जिसमें एक छत तथा एक फर्श होते हैं। इसके लिए गहरायी की आवश्यकता नहीं पड़ती है। संरचना और डिजाइन में पुलिया सरल होते हैं।

प्राय: निम्न प्रकार की पुलिया का निर्माण किया जाता है—

1. पाइप पुलिया (Pipe Culvert)
2. स्लैब पुलिया (Slab Culvert)
3. डॉट पुलिया (Arch Culvert)
4. बॉक्स पुलिया (Box Culvert)



चित्र 12.18 : पुलिया (Culvert)

12.9 सेतुक (Causeways)

बगैर अंत्याधरों व प्रस्तंभों के ऐसी पाटन व्यवस्था, जिसके ऊपर से नदी नाले का पानी निकल सके और वाहन भी पार हो सके सेतुक कहलाता है। जहाँ वर्षा का पानी अधिक मात्रा में कुछ समय के लिए आता है तथा पुन: साफ हो जाता है वहाँ पर सड़क दल को नाले के तल पर पुन: ऊपर उठा दिया जाता है इसे ही सेतुक कहा जाता है। इसे आइरिस पुल (Irish Bridge) भी कहा जाता है। कम यातायात के लिए उत्तम रहते हैं अधिक यातायात वाले स्थान पर इनका निर्माण नहीं किया जाता है।

सेतुक मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं—

- निम्न तलीय सेतुक (Low level Causeways)
- उच्च तलीय सेतुक (High level Causeways)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- पुलों का वर्गीकरण निम्नलिखित प्रकार से किया गया है—
  1. आयु के अनुसार (According to life)
  2. फर्श की स्थिति के अनुसार (According to deck slab)
  3. निर्माण सामग्री के अनुसार (According to construction material)
  4. संरेखण के अनुसार (According to alignment)
  5. बाढ़तल के अनुसार (According to flood level)
  6. संरचनात्मक रूप के अनुसार (According to Structural form)
- वे पुल जो बारह महीने चलते हैं स्थाई पुल कहलाते हैं। इनकी आयु काफी अधिक होती है ये प्राय: 50 से 100 वर्ष तक के लिए उपयुक्त होते हैं।
- ये प्राय: निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. चिनाई का पुल (Masonry bridge)
  2. प्रबलित कंक्रीट का पुल (RCC bridge)
  3. पूर्व प्रबलित कंक्रीट का पुल (Prestressed concrete bridge)
  4. इस्पात का पुल (Steel bridge)
  5. वे पुल जो किसी विशेष स्थिति या मौके के लिए बनाए जाते हैं और उद्देश्य पूर्ण हो जाने पर अनुपयोगी मानकर समेट लिए जाते हैं, अस्थाई पुल कहलाते हैं।
- पुलों के निर्माण में प्रयोग होने वाले सामग्री के अनुसार पुल निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. लकड़ी के पुल (Timber Bridge)
  2. चिनाई का पुल (Masonry Bridge)
  3. इस्पात का पुल (Steel Bridge)
  4. प्रबलित व पूर्व प्रबलित सीमेंट कंक्रीट का पुल
     (Reinforced or prestressed reinforced cement concrete bridge)
- लकड़ी के पुलों की लंबाई 45 मीटर से अधिक नहीं रखनी चाहिए।
- लकड़ी में आग लगने तथा दीमक लगने का भय बना रहता है तथा वातावरण के प्रभाव से यह नष्ट होने लगते हैं।
- ईंट की चिनाई या पत्थर की चिनाई आमतौर पर मध्यम अवधि के पुलों के लिए डॉट के निर्माण में की जाती है। अच्छे सीमेंट मसाले में चिनाई का कार्य किया जाता है।
- चिनाई में प्रयोग होने वाला पत्थर भी कठोर, टिकाऊ, सामर्थ्यवान तथा एक समान आकार के होते हैं। प्रयोग करने से पहले इन्हें पानी में भिगों दिया जाता है।
- पुलों के इनके संरचनात्मक रूप के अनुसार निम्न भागों में वर्गीकृत किया गया है—
  1. धरनपुल (Beam Bridge)
  2. सतत पुल (Continuous Bridge)
  3. प्रास पुल (Cantilever Bridge)
  4. डॉट पुल (Arch Bridge)
  5. गर्डर पुल (Girder Bridge)
  6. ग्रेड विभाजक (Grade Separator)
  7. झूला पुल (Suspension Bridge)
- ग्रेड विभाजक के अनुसार पुल को दो भागों में बाँटा गया है—
  1. ऊपर मार्गी पुल (Over bridge)
  2. अधो मार्गी पुल (Under bridge)

- पुलिया सुरंग की तरह एक संरचना है जो सड़क मार्ग व रेल मार्ग के नीचे से जल के बहाव के लिए बनाए जाते हैं। एक पुलिया के पाट की लंबाई सामान्यत: 6 मीटर से कम होती है तथा पुलिया की ऊँचाई बाधा से 20 फिट से कम होती है। निम्न प्रकार की पुलिया का निर्माण किया जाता है—
  1. पाइप पुलिया (Pipe Culvert)
  2. स्लैब पुलिया (Slab Culvert)
  3. डॉट पुलिया (Arch Culvert)
  4. बॉक्स पुलिया (Box Culvert)

अभ्यास प्रश्न

1. पुलों का वर्गीकरण लिखिए।
2. स्थाई पुल किस प्रकार वर्गीकृत किये जाते हैं लिखिए।
3. निर्माण पदार्थ के अनुसार पुल कितने प्रकार के होते हैं? नाम लिखिए।
4. आयु के अनुसार पुलों का वर्गीकरण कीजिए।
5. पुलों का वर्गीकरण कीजिए तथा बताइए प्रत्येक किन परिस्थितियों के लिए उपयुक्त हैं।
6. पाटन स्लैब की स्थिति के अनुसार पुल कितने प्रकार के होते हैं? चित्र देकर समझाइए।
7. अन्तर्वाही तथा अर्द्ध अन्तर्वाही पुल का सचित्र वर्णन कीजिए।
8. निमज्जनी तथा अनिमज्जनी पुल का सचित्र वर्णन कीजिए।
9. पुलों का संरचनात्मक रूप के अनुसार वर्गीकरण कीजिए।
10. एक प्रास तथा डॉट पुल का सचित्र वर्णन कीजिए।
11. ग्रेट विभाजक पर टिप्पणी लिखिए।
12. झूला पुल के लाभ तथा हानि लिखिए।
13. पुलिया पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
14. सामान्य रूप से प्रयोग होने वाले पुलिया के प्रकार लिखिए।
15. सेतुक पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

13
पुल नींव
(Bridge Foundation)

Inside this Chapter

- Introduction
- Objects of Bridge Foundation
- Types of Bridge Foundation
- Well Foundation
- Caisson
- Coffer Dam

13.1 परिचय (Introduction)

पुल के भार को अवमृदा पर स्थानांतरित करने के लिए अंत्याधारों, प्रस्तंभों के नीचे बनाया गया भाग नींव कहलाता है। नदी व नालों में बहते जल के कारण पुलों के लिए नींव का निर्माण करना सरल नहीं होता है। किसी भी प्रकार के पुल के निर्माण में नींव का सामर्थ्यवान होना आवश्यक होता है।

अच्छे नींव के लिए मुख्यत: 3 बुनियादी आवश्यकताएँ होती हैं—

1. नींव ऐसे स्थान पर निर्माण करना चाहिए जहाँ भविष्य में भी कोई परेशानी ना हो।
2. किसी भी विफलता (Failure) के प्रति स्थिर (Stable) होना चाहिए।
3. भार पड़ने पर या यातायात के समय नींव का निषदन (Settlement) नहीं होना चाहिए।

पुलों के अभिकल्पन के लिए IRC द्वारा निर्धारित मानक भार लिए जाते हैं। पुल के नींव के अभिकल्पन के लिए और मृदा की सुरक्षित धारण क्षमता तथा नदी में निघर्षण (Scouring) की अधिकतम गहराई भी ज्ञात की जाती है।

13.2 पुल नींव के उद्देश्य (Objects of Bridge Foundation)

पुल नीव के निम्न उद्देश्य होते हैं—

1. पुल के भार को अधिक क्षेत्रफल पर फैलाती है।
2. पुल के बाहर को नीचे अवमृदा पर स्थानांतरित करते हैं।
3. पुल के अंत्याधारों व प्रस्तंभों के नीचे समतल आधार प्रदान करते हैं।
4. पुल के नीचे धसने से रोकते हैं।
5. पुल संरचना का स्थिरता प्रदान करते हैं।
6. अंत्याधरों व प्रास्तंभों को पलटने से रोकता है।

13.3 मृदा की धारण क्षमता (Bearing Capacity of Soil)

नींव की धारण क्षमता व अधिकतम भार वह है जो मृदा इकाई क्षेत्रफल पर भंग हुए बिना वहन करती है। मृदा धारण क्षमता दो प्रकार की होती है—

1. चरम धारण क्षमता (Ultimate bearing capacity)
2. सुरक्षित धारण क्षमता (Safe bearing capacity)

13.3.1 चरम धारण क्षमता (Ultimate bearing capacity)

मृदा की चरम धारण क्षमता उस अधिकतम भार को कहते हैं जो मृदा बिना खिसके या नीचे धंसे वहन कर सकती हो। इसे q_f से प्रदर्शित करते हैं।

13.3.2 सुरक्षित धारण क्षमता (Safe bearing capacity)

मृदा की वह धारण क्षमता है जो मृदा विफल हुए बिना सुरक्षापूर्वक सहन कर लेती है। मृदा की चरण धारण क्षमता तक कभी भी भार नहीं लगाया जाता है। सुरक्षित धारण क्षमता के लिए, चरण धारण क्षमता को माने गए सुरक्षा कारक से भाग दे दिया जाता है। इसे q_s से प्रदर्शित करते हैं।

मृदा के सुरक्षित धारण क्षमता निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जाता है—

मृदा की सुरक्षित धारण क्षमता = (चरम धारण क्षमता/सुरक्षा कारक)

जहाँ सुरक्षा कारक 3 से 5 लिया जाता है।

IS कोड की अनुसार मृदा की सुरक्षित धारण क्षमता नीचे तालिका में दी गई है।

तालिका 13.1

क्र०सं० (S.No.)	मृदा का प्रकार (Types of Soils)	सुरक्षित धारण क्षमता (Safe Bearing Capacity) T/m² में	kN/m² में
	(A) ससंजनहीन मृदायें (Cohesionless Soils)		
1.	ग्रेवल, बालू एवं बजरी, जिसमें यदि किसी विधि या औजार से बेधन कराया जाये तो मृदा प्रतिरोध अधिक हो (जबकि मृदा संहत हो।)	44.0	440
2.	मोटा बालू (सघन एवं शुष्क हो)	44.0	440
3.	मध्यम बालू (सघन एवं शुष्क हो)	24.5	245
4.	सूक्ष्म बालू सिल्ट, जिसमें शुष्क ढेलों को आसानी से अंगूठे से तोड़ा जा सके।	15.0	150
5.	ढीली बजरी अथवा बालू बजरी का मिश्रण, शुष्क बालू (ढीली मध्यम से स्थूल कण वाली)	24.5	245
6.	शुष्क ढीली महीन बालू	10.0	100
	(B) संसजक मृदायें (Cohesive Soils)		
7.	नरम सेल, गहरी पर्तों में शुष्क कठोर मृत्तिका।	44.0	440
8.	मध्यम श्रेणी को मृतिका जिसमें अंगूठे के नाखून से गड्ढा हो सके।	24.5	245
9.	नर्म मृत्तिका जिसमें अँगूठे को मध्यम दाव से धँसाया जा सके।	15.0	150
10.	नर्म मृत्तिका जिसे अंगूठे के औसत दाव से दवाने पर गड्ढा पड़ जाये।	10.0	100
11.	अत्यन्त नर्म मृत्तिका जिसमें अँगूठे को कई cm तक धँसाया जा सके।	5.0	50
12.	काली कपासी मिट्टी या इसी प्रकार की संकुचन व फैलने वाली मृत्तिकायें शुष्क अवस्था में (50% संतृप्त)	15.0	150
	(C) चट्टाने (Rocks)		
13.	बिना पर्त वाली कठोर चट्टानें : जैसे—ग्रेनाइट ट्रैप, डायोराइट (Diorite) आदि।	330	3300
14.	पर्तों वाली चट्टानें; जैसे—बलुओ पत्थर व चूने का पत्थर।	165	1650
15.	टूटी हुई चट्टानें	90	900
16.	नर्म चट्टानें	45	450

13.4. मृदा की धारण क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक (Factors Affecting Bearing Capacity of Soil)

मृदा की धारण क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक निम्नलिखित होते हैं—

1. मृदा का प्रकार
2. मृदा की विशेषताएँ
3. मृदा के गुण
4. मृदा का निषदन
5. नींव के प्रकार
6. नींव की विशेषताएँ
7. भौम जल

13.5 पुल नींव के प्रकार (Types of Bridge Foundation)

सामान्यत: पुल के निर्माण में निम्न नींवों का निर्माण किया जाता है—

1. खुली नींव या फैलाव नींव (Open foundation or spread Foundation)
2. पटरा नींव (Raft foundation)
3. पाइल नींव (Pile foundation)
4. कूप नींव (Well foundation)
5. केसन नींव (Caisson foundation)

13.5.1 खुली नींव या फैलाव नींव (Open foundation or spread foundation)

सामान्य भार वाले पुलों के लिए यह नींव प्रयोग की जाती है। पुल के अध: संरचना के भार को नीचे अवमृदा पर स्थानांतरित करने के लिए उपयुक्त होते हैं। इस नींव के आधार को खसका देकर चौड़ा बनाया जाता है ताकि मृदा पर आने वाला भार उसकी धारण क्षमता से अधिक न हो, यह न्यून भूमि तल से कम से कम 90 सेंटीमीटर गहरी होनी चाहिए। इस नींव के निर्माण में समय कम लगता है तथा यह लाइनिंगयुक्त नहरों, नदी नालों पर बनने वाले पुल-पुलियों के लिए उपयुक्त होता है।

नींव की चौड़ाई ज्ञात करने के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है

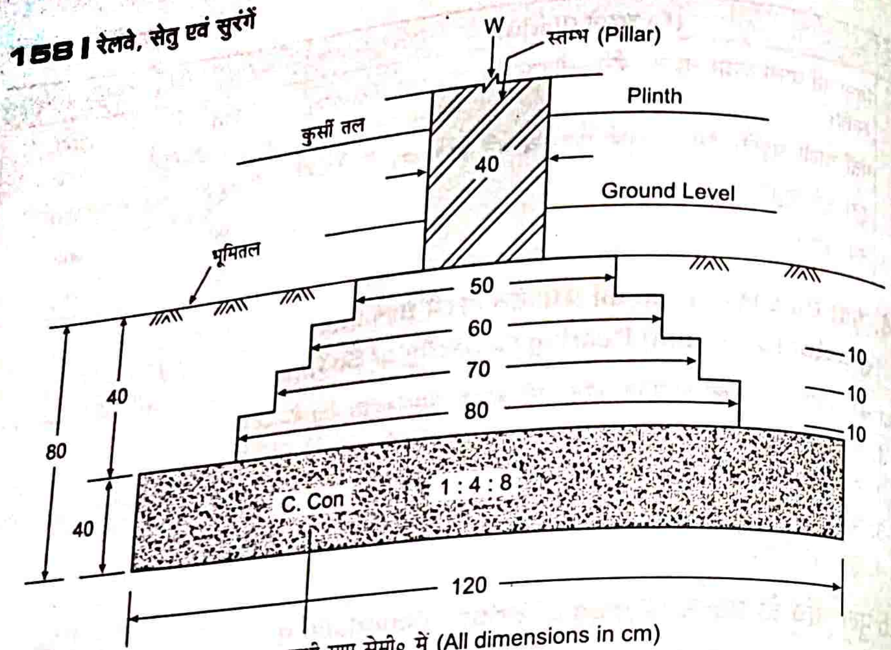
$$B = (W / P)$$

जहाँ,

B = नींव की चौड़ाई

W = नींव की प्रति मीटर लंबाई में भार टन में

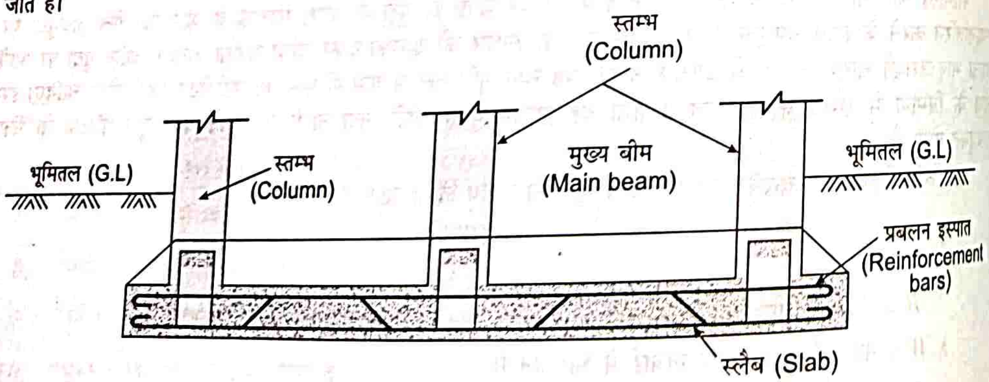
P = सुरक्षित भार वहन क्षमता टन में



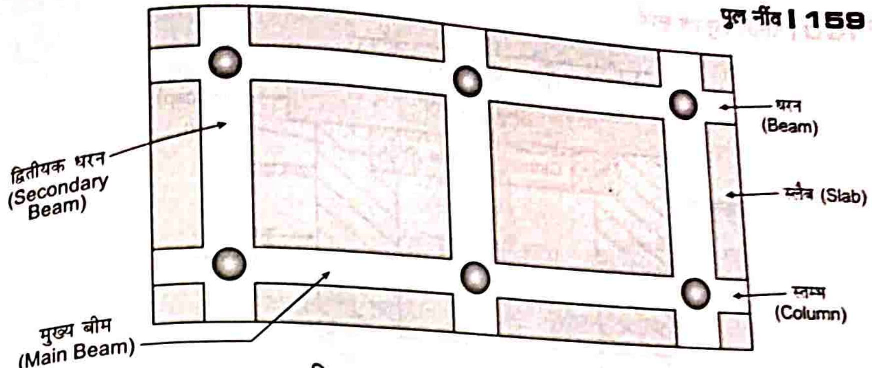
चित्र 13.1 : खुली नींव (Open or spread foundation)

13.5.2 पटरा नींव (Raft foundation)

पटरा नींव या राफ्ट नींव या मैट नींव में निर्माण स्थल के पूरे क्षेत्रफल पर एक प्लेटफॉर्म बनाकर उसके ऊपर संरचना कीप प्रस्तम्भ या अंत्याधार बनाए जाते हैं। यह कम धारण क्षमता वाली मिट्टी में बनाई जाती है। दलदली भूमि तथा भा वाली जमीन पर भारी संरचना बनाने के लिए (Raft foundation) का प्रयोग किया जाता है। इस नींव के निर्माण स्थल के पूरे क्षेत्रफल पर प्रब्लित कंक्रीट का एक दृढ़ प्लेटफार्म का निर्माण कर उसके ऊपर पुल के प्रस्तंभ या अंत्याधार बनाए जाते हैं।



खण्ड (Section)



चित्र 13.2 : पटरा नींव (Raft foundation)

13.5.3 पाइल नींव (Pile foundation)

जल ग्रस्त भूमि में जहाँ भौम जल स्तर पूरे वर्ष में घटता बढ़ता रहता है या नदी तल का निघर्षण अधिक होता है वहां पर पाइल नींव का निर्माण करना संतोषजनक रहता है। जब नींव पर पुल का अत्यधिक भार आ रहा हो तथा मृदा की धारणा क्षमता भी कम हो तो ऐसी जगह पर इस नींव का प्रयोग उत्तम रहता है। पाइल नींव सामान्यत: लकड़ी, इस्पात तथा सीमेंट कंक्रीट के बनाए जाते हैं। इनकी गहराई 3 मीटर से 30 मीटर तक हो सकती है। पाइलें पूर्व निर्मित (Pre cast) अथवा तत्सस्थानिक (Cast in situ) होती हैं। पूर्व निर्मित पाइलों को सीधा भूमि पर निर्धारित गहराई तक धंसा दिया जाता है तथा तत्सस्थानिक पाइलों को निर्धारित गहराई तक गड्ढा खोदकर उसें कंक्रीट भरक बनाया जाता है। इनके ऊपर टोपी डाल दिया जाता है जिसे पाइल कैप कहते हैं।

निम्नलिखित स्थितियों में पाइल नींव की आवश्यकता पड़ती है—

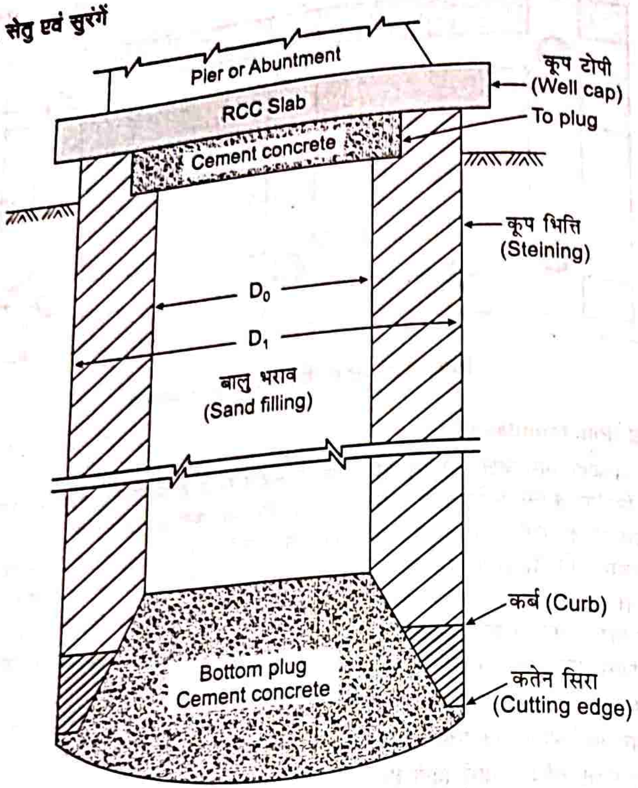
1. ऐसे स्थान पर जहाँ भोम जल स्तर तेजी से घटता है या बढ़ता रहता है।
2. जहाँ संरचना बहुत अधिक भारी होती है।
3. ऐसे स्थान पर जहाँ नींव की खाई से पंप द्वारा पानी को बाहर निकालने में खर्च अधिक आता है।
4. पाइल नींव की निर्माण ऐसे स्थान पर भी किया जाता है जहाँ भविष्य में नदी नाले तथा नहर इत्यादि बने हो।
5. नदियों में जहाँ निघर्षण अधिक होता है अथवा मृदा की धारण क्षमता बहुत कम होती है।

13.5.4 कूप नींव (Well foundation)

नदियों में जहाँ जल का बहाव काफी तेज होता है अर्थात् नदी तल का शिखर से अधिक होता है तथा जल ग्रस्त बलुआ भूमि में कूट नींव उत्तम रहते हैं। नदियों पर बनाए जाने वाले पुलों के लिए इस नींव का प्रयोग काफी अधिक किया जाता है। यह प्राय: चिनाई अथवा कंक्रीट के बनाए जाते है और इनका आकार वर्गाकार, आयताकार अथवा गोलाकार हो सकता है। इस नींव में भी पाईल नींव की भाँति इसके शीर्ष पर टोपी लगाकर पुल के प्रस्तंभ या अंत्याधार बनाए जाते हैं। संरचना के भार तथा प्रस्तंभ में माप को ध्यान में रखते हुए विभिन्न प्रकार के कूप बनाये जाते हैं। प्राय: वर्गाकार, आयताकार, गोलाकार इत्यादि आकार के कूपों का निर्माण किया जाता है।

कूप नींव धँसाते समय निम्न सावधानियाँ रखनी चाहिए—

1. कूप की परिधि पर चिनाई समान रूप से उठानी चाहिए।
2. इसमें निकाली गई मिट्टी पर्याप्त दूरी पर डालना चाहिए।
3. कूप का निर्माण बाढ़ आने से पहले ही कर लेना चाहिए।
4. एक बार में कर्तन सिरे के नीचे से 3 मीटर से अधिक खुदाई नहीं करनी चाहिए।
5. कूप का सरकना झुकना समय-समय पर चेक करते रहना चाहिए।



चित्र 13.3 : कूप नींव (Well foundation)

13.5.5 कैसन नींव (Caisson foundation)

कैसन शब्द फ्रेंच शब्द है जिसका अर्थ बॉक्स होता है। कैसन लकड़ी, इस्पात अथवा सीमेंट कंक्रीट के जल रोधी खोखले बक्से होते हैं जिनको पानी में उचित स्थान पर खड़ा करके इनमें सीमेंट कंक्रीट भर दी जाती है और ठोस आकार में पानी में रहते हैं। इनके ऊपर संरचना के प्रस्तंभ, खड़े किए जाते हैं, कैसन कहलाते हैं।

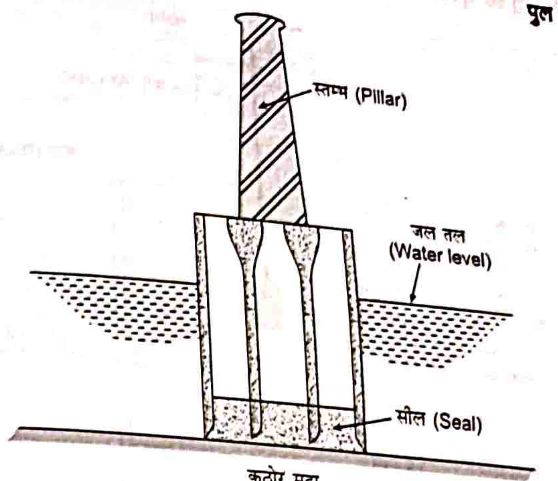
कैसन जलमग्न स्थल से दूर निर्मित कर के नाम से पानी के अंदर उतार दिए जाते हैं और न्यू का भाग बन जाते हैं जबकि कूप नींव शुष्क भूमि में अथवा पानी के अंदर जमीन में लगाए अथवा धँसाए जाते हैं।

13.5.5.1 कैसन के प्रकार (Types of Caisson)

कैसन तीन प्रकार के होते हैं—

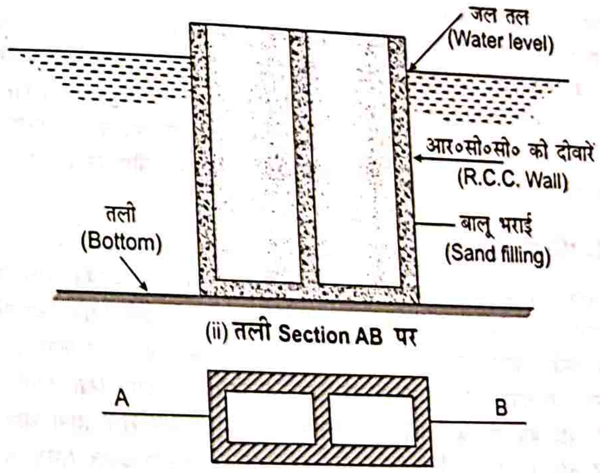
1. खुला कैसन (Open Caisson)
2. बंद कैसन (Box Caisson)
3. वातीय कैसन (Pneumatic Caisson)

1. खुला कैसन (Open Caisson)—खुला कैसन शीर्ष एवं तली में खुले रहते हैं। खुले कैसनों को कूप नींव भी कहते हैं। यह कैसन इस्पात, प्रबलित सीमेंट कंक्रीट तथा ईंट चिनाई के होते हैं जिन्हें नीचे मृदा में धँसाया जाता है। गहराई तक ले जाने के बाद इन कैसनों में बालू या कंक्रीट भर दी जाती है। शीर्ष एवं तली को कंक्रीट से अलग कर दिया जाता है। शीर्ष पर प्लेटफॉर्म बनाकर उस पर संरचना खड़ी कर देते हैं।



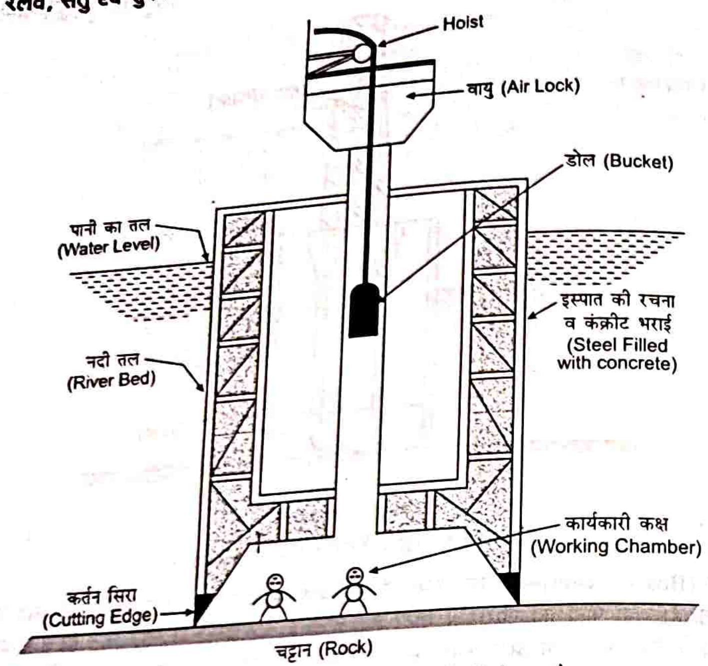
चित्र 13.4 : खुला कैसन (Open Caisson)

2. बंद कैसन (Box Caisson)—बॉक्स कैसन खुले कैशनों के तरह होते हैं परंतु तली में बंद रहते हैं। इन्हें तैरते कैसन भी कहा जाता है। जहाँ पानी की गहराई 8 मीटर तक होती है, यह प्रयोग में लाए जाते हैं। इन्हें वांछित स्थान पर ले जाकर पानी में नाव के माध्यम से या अन्य उपाय से उतारकर उसमें कंक्रीट भर दी जाती है और शीर्ष पर कैप लगाकर उस पर संरचना का निर्माण करते हैं। पानी में जहाँ खुदाई करना संभव न हो वहाँ बॉक्स कैसन उपयुक्त होते हैं। इसके लिए नदी तल समतल होना चाहिए और रेतीली तली में या कैसन अच्छी होती है।



चित्र 13.5 : बंद कैसन (Box Caisson)

3. वातीय कैसन (Pneumatic Caisson)—वातीय कैसन में शीर्ष बंद होता है तथा तली खुली रहती है। यह लकड़ी धातु या कंक्रीट का जल रोधक व वायु रोधक सिलेंडर होता है। निर्माण के बाद तली को बंद कर दिया जाता है। निर्माण



चित्र 13.6 : वातीय कैसन (Pneumatic Caisson)

सामग्री ले जाने वाले, आने वाले श्रमिकों को उतारने हेतु एक छिद्र होता है। कैसन की तली में कार्यकारी कक्ष (Working chamber) की व्यवस्था की जाती है। कैसन की तली में कर्तन शिरा लगी रहती है एवं कार्यकारी कच्छे में पानी को प्रवेश से रोकने के लिए संपीड़ित वायु उपयोग में लाई जाती है। इसी बाई के माध्यम से कैसन से जल निकालकर कैसन को धँसाया जाता है। कैसन के नीचे खुदी हुई मिट्टी को बाहर निकालने हेतु शाफ्ट में बाल्टी का प्रयोग किया जाता है। शाफ्ट से ही श्रमिक कार्यकारी कक्ष में प्रवेश करते हैं, यहाँ वायु शाफ्ट (Air shaft) एवं वायु लॉक (Air lock) भी व्यवस्था की जाती है। उचित गहराई तक आने के बाद श्रमिकों को बाहर बुला लिया जाता है तथा बाद में इसमें बालू एवं कंक्रीट जाती है। एवं शीर्ष को ब्लॉक करना पड़ता है इसके बाद शीर्ष के ऊपर संरचना का निर्माण किया जाता है।

13.6 काफर बाँध (Coffer Dam)

नदी नालों व जल ग्रस्त भूमि में अस्थाई जलीय संरचनाएँ खड़ी करने के लिए काफर बाँध बनाए जाते हैं। यह एक ऐसा और अस्थाई जल रोधक घेरा होता है जो निर्माण काल के दौरान स्थल से पानी हटाने तथा इसे सूखा रखने के लिए बनाया जाता है। अस्थाई जलीय संरचना के निर्माण के बाद काफर बांध को हटा दिया जाता है। काफर बांध के शीर्ष की चौड़ाई एक से 1.5 मीटर तक तथा जल तल से इसका सिर्फ 60 सेंटीमीटर ऊपर रखा जाता है जहाँ बाढ़ आने की संभावना अधिक रहती है। वहाँ बड़े माप के काफर बांध बनाए जाते हैं। यह जल रोधी होना चाहिए और बहते पानी के कारण इसका निचला सिरा नष्ट नहीं होना चाहिए। ज्यादातर काफर बांध कुआँ नींव बनाते समय अपनाया जाता है। यह 8 से 10 मीटर गहरे पानी के लिए उत्तम होते हैं। इसमें काफर बांध बनाकर इसके अंदर से पंप द्वारा पानी निकाल दिया जाता है तथा जब क्षेत्र जल मुक्त हो जाता है तो प्रस्तावित संरचना की नींव बनाई जाती है प्रायः शुष्क ऋतु में जब नदी में पानी कम हो काफर बांध बना लिए जाते हैं।

13.6.1 काफर बांध के प्रकार के चयन के लिए मापदंड (Criteria for Selection of Cofferdam Types)

काफर बांध के प्रकार के चयन के लिए निम्नलिखित मापदंड ध्यान में रखे जाते हैं—

1. पानी की गहराई
2. खुदाई की गहराई और आकार
3. मिट्टी के प्रकार
4. जलमार्ग में प्रवाह का वेग
5. ज्वार का स्तर
6. अस्थायी मलबे या बर्फ से नुकसान का खतरा
7. निर्माण सामग्री की उपलब्धता
8. निर्माण सामग्री के परिवहन में आसानी

13.6.2 काफर बाँध के प्रकार (Types of Coffer dam)

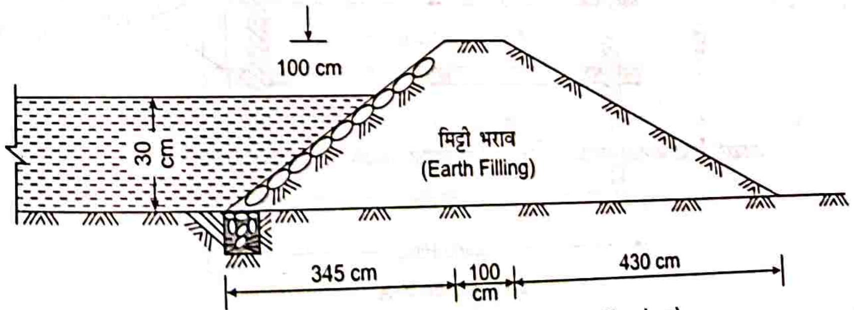
काफर बाँधों को कई प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है, जो कि गहराई, मिट्टी की स्थिति और पानी के स्तर में उतार-चढ़ाव और प्रयुक्त सामग्री के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। उनके निर्माण में प्रयुक्त सामग्री को ध्यान में रखते हुए, काफर बांध को निम्नलिखित श्रेणियों में विभाजित किया गया है—

1. मिट्टी के काफर बांध (Earthen coffer dam)
2. पत्थर भराई का काफर बाँध (Rock fill coffer dam)
3. एकल दीवार वाले काफर बाँध (Single-walled coffer dam)
4. दोहरे दीवार वाले काफर बाँध (Double-walled coffer dam)
5. बंधन युक्त काफर बाँध (Braced coffer dam)

13.6.2.1 मिट्टी के काफर बांध (Earthen coffer dam)

मिट्टी के काफर बाँध का निर्माण उस स्थान पर किया जाता है जहाँ पानी की ऊँचाई कम से कम 3 मी और वर्तमान वेग कम है। इन बाँधों का निर्माण स्थानीय उपलब्ध सामग्री जैसे मिट्टी, महीन रेत या मिट्टी के उपयोग से किया जाता है। बांध की ऊँचाई अधिकतम जल स्तर से 1 मीटर अधिक रखी जाती है। बाँध के ऊपर या बाँध के नीचे 1 मीटर रखा जाता है ताकि लहरें आने पर भी पानी दूसरी तरफ न जाए।

आमतौर पर 1 : 1 या 1 : 2 ढलान दिया जाता है। पानी के किनारे की ढलान पत्थरों के मलबे से घिरी हुई है, इसलिए पानी की क्रिया तट बंध को प्रभावित नहीं करती है। यहाँ तक कि पानी के रिसने का विरोध करने के लिए बाँध के केन्द्र में शीट पाइल्स को भी लगाया जाता है। मिट्टी के काफर बांध के निर्माण के बाद, दूसरी साइट के पानी को बाहर पंप किया जाता है और निर्माण को निष्पादित (Executed) किया जाता है।

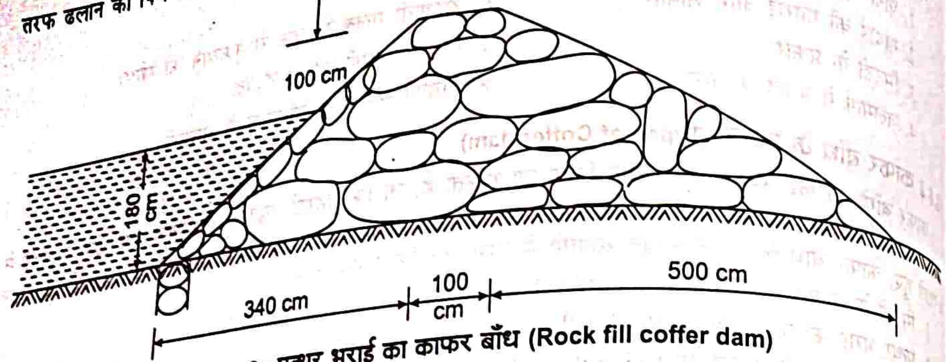


चित्र 13.7 : मिट्टी के काफर बांध (Earthen coffer dam)

13.6.2.2 पत्थर भराई का काफर बाँध (Rock fill coffer dam)

पत्थर भराई का काफर बांध मिट्टी के बांधों की तुलना में बेहतर होते हैं। ये बांध तब अपनाए जाते हैं जब निर्माण स्थल पर चट्टान आसानी से उपलब्ध हो। ये बाँध बहुत ही भेद्य (Previous) होते हैं, पानी को रोकने के लिए बाँध में मिट्टी की एक अभेद्य झिल्ली का निर्माण किया जाता है।

बाँध की ऊँचाई 3 मीटर तक हो सकती है। ढलान को 1 : 1.5 से 1 : 125 तक बनाए रखा जा सकता है। पानी की तरफ ढलान को पिच किया जाता है ताकि लहर के प्रभाव से बचाया जा सके।



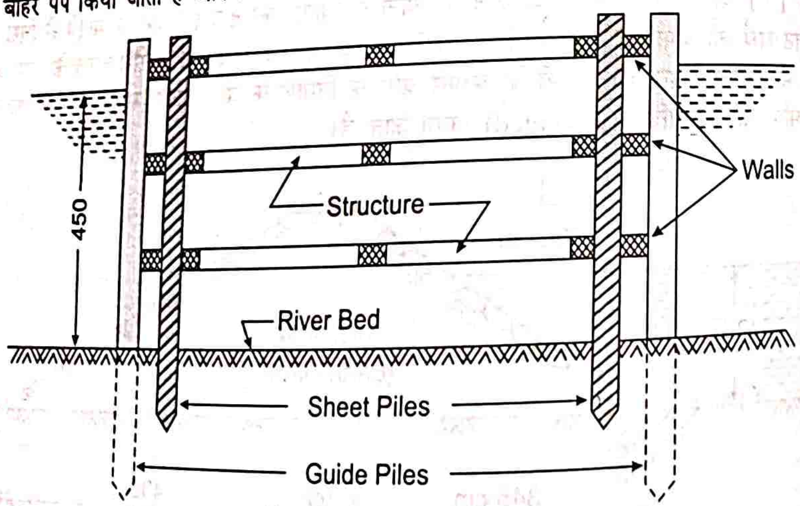
चित्र 13.8 : पत्थर भराई का काफर बाँध (Rock fill coffer dam)

13.6.2.3 एकल दीवार वाले काफर बाँध (Single-walled coffer dam)

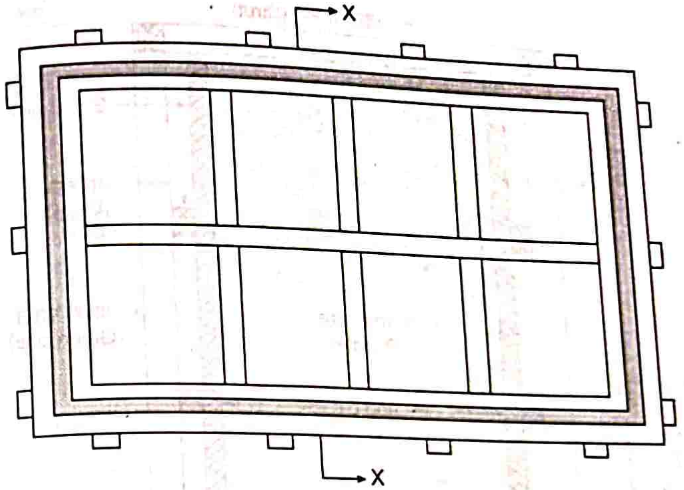
इस तरह के काफर बांध को अपनाया जाता है जब पानी की गहराई 6 मी से अधिक हो और निर्माण का क्षेत्र कम हो। आमतौर पर इसका उपयोग पुलों के निर्माण में किया जाता है।

लकड़ी या लकड़ी की चादरें निर्माण के क्षेत्र की परिधि पर नदी के तल में संचालित होती हैं। अंदर के स्टील या लकड़ी की चादरों को नदी के तल में डाल दिया जाता है। इस अंदर की शीटों को समान दूरी पर समानों की मदद से रखा जाता है जो दोनों किनारों के लिए दोनों चादरों की तरफ झुकी होती हैं।

इस प्रकार के बांध की स्थिरता में सुधार करने के लिए, दीवारों के दोनों ओर रेत से भरे आधा बैग रखे जाते हैं। अंदर से पानी बाहर पंप किया जाता है और निर्माण प्रक्रिया शुरू की जाती है।



Section on X-X



Plan

चित्र 13.9 : एकल दीवार वाले काफर बाँध (Single-walled coffer dam)

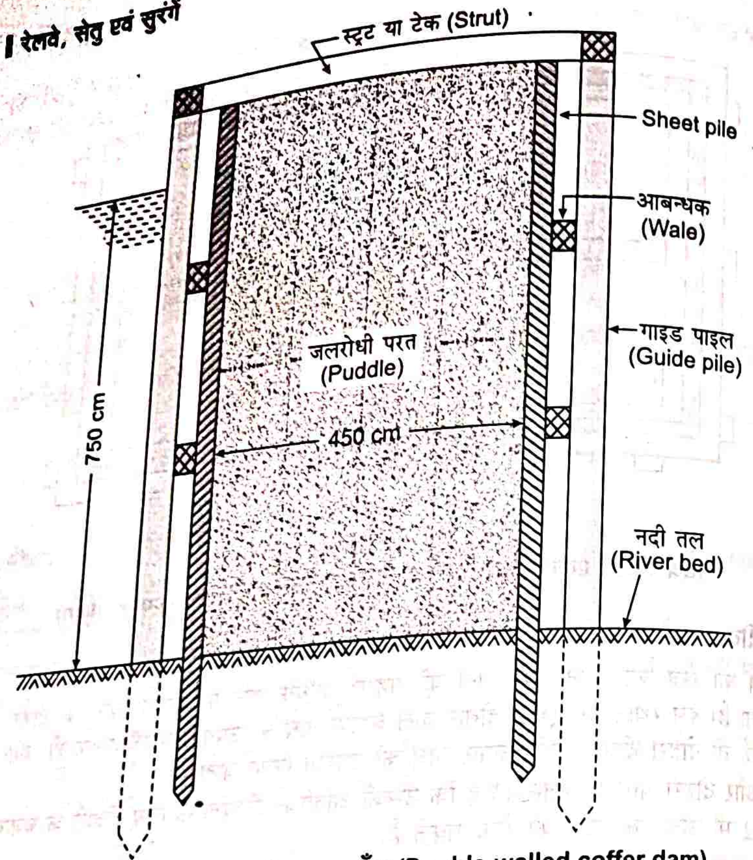
13.6.2.4 दोहरे दीवार वाले काफर बाँध (Double-walled coffer dam)

निर्माण स्थल का क्षेत्र बड़ा होने और पानी की गहराई अधिक होने पर काफर बांध के दोहरे दीवारों प्रकार का उपयोग किया जाता है। इस स्थान पर एकल दीवार वाले कारफ बांध का उपयोग असंवैधानिक हो जाता है क्योंकि समर्थन को बढ़ाया जाना है तो दोहरी दीवार वाले काफर बांध का उपयोग किया जाता है।

एक दीवार और दोहरी बांध में अंतर यह है कि उसकी अतिरिक्त स्थिरता के लिए दीवारों के बजाय दो दीवारें हैं। इस प्रकार के बांध 12 मी ऊँचे तक पानी को रोक सकते हैं।

बीच में एक जगह के साथ पानी के बिस्तर के अंदर दो बवासीर संचालित होते हैं और बोल्ट कनेक्शन के साथ एक दूसरे को संलग्न करते हैं। पानी की गहराई बढ़ने से दीवारों के बीच की जगह बढ़ जाती है।

दीवारों के बीच की जगह मिट्टी से भर जाती है। नीचे जमीन से रिसाव को रोकने के लिए चादर के ढेर को बिस्तर में अच्छी गहराई तक चलाया जाता है।

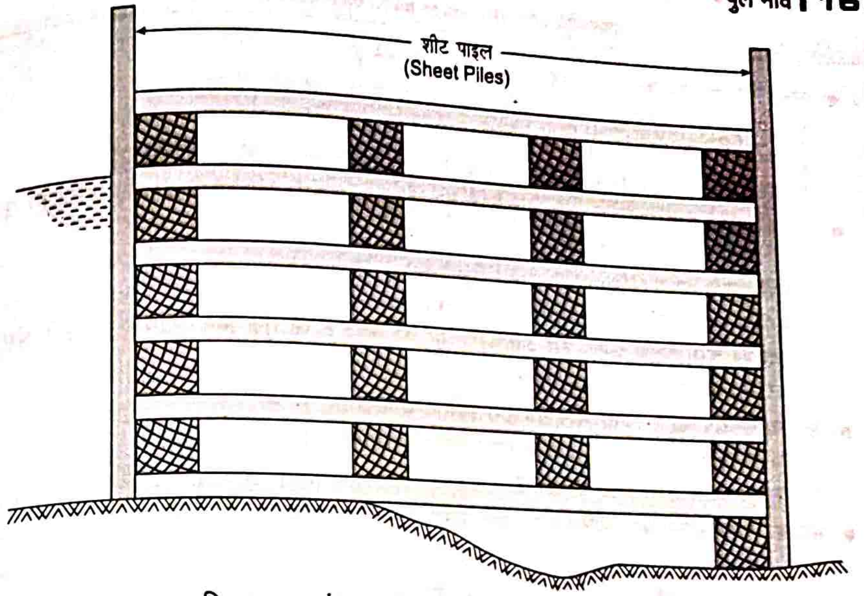


चित्र 13.10 : दोहरे दीवार वाले काफर बाँध (Double-walled coffer dam)

13.6.2.5 बंधन युक्त काफर बाँध (Braced coffer dam)

जब नदी के तेज प्रवाह के कारण तथा पानी की गहराई अधिक होने के कारण उपरोक्त बन्धन नहीं उपयुक्त होते हैं तब बंधन युक्त काफर बांध बनाए जाते हैं। इन्हें क्रीब (crib) काफर बांध भी कहा जाता है।

लकड़ी के बल्लियों द्वारा जाली की भाँति एक संरचना बनाई जाती है जिसे क्रीब कहते हैं। इस जाली के खाली जगह को मिट्टी और पत्थर के सहायता से भर दिया जाता है। जिससे यह एक दीवार के रूप में तैयार हो जाता है जहाँ पर पानी की गहराई कम हो वहाँ इसे बनाया जा सकता है तथा जहाँ पानी की गहराई अधिक होती है वहाँ पर इन्हें थोड़ी दूरी पर बनाकर नाव की सहायता से मौके पर डाल दिया जाता है। इससे पानी की रिशन को रोकने के लिए क्रीम की तली पर मोटी तिरपाल को कीलों से जड़ दी जाती है तथा पानी वाली फलक पर लकड़ी या इस्पात की चादर लगा दी जाती है। ज पानी के प्रभाव बहुत तेज हो तो यह बांध दो पंक्तियों में बनाया जाता है और बीच के रिक्त स्थान में मिट्टी भर दी जाती है। सामान्यत: 5 मीटर से 8 मीटर गहरे पानी को रोकने के लिए इनका प्रयोग किया जाता है।



चित्र 13.11 : बंधन युक्त काफर बाँध (Braced coffer dam)

13.7 काफर बांध के लाभ (Advantage of Coffer dams)

काफर बांध के लाभ निम्नलिखित हैं—

1. प्रतिकूल परिस्थितियों में खुदाई और संरचनाओं के निर्माण किया जा सकता है।
2. काम करने के लिए एक सुरक्षित वातावरण प्रदान करता है।
3. ठेकेदारों के पास आमतौर पर डिजाइन की जिम्मेदारी होती है।
4. स्टील शीट के ढेर आसानी से स्थापित और हटा दिए जाते हैं।
5. सामग्री आमतौर पर अन्य परियोजनाओं के लिए पुन: उपयोग की जा सकती है।

13.8 काफर बांध के हानि (Disadvantages of Coffer dams)

काफर बांध के हानि निम्नलिखित हैं—

1. विशेष उपकरण की आवश्यकता है।
2. अपेक्षाकृत महंगा है।
3. निर्माण की प्रक्रिया बहुत समय लेने वाली और थकाऊ होती है।
4. अगर ज्यादा इधर-उधर किया जाता है तो संरचना से शीट बाहर निकल सकते हैं।
5. बहते पानी में, log jam संरचना पर अतिरिक्त तनाव पैदा कर सकता है।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- अच्छे नींव के लिए मुख्यतः 3 बुनियादी आवश्यकताएँ होती हैं—
  1. नींव ऐसे स्थान पर निर्माण करना चाहिए जहाँ भविष्य में भी कोई परेशानी ना हो।
  2. किसी भी विफलता (Failure) के प्रति स्थिर (Stable) होना चाहिए।
  3. भार पड़ने पर या यातायात के समय नींव का निषदन (Settlement) नहीं होना चाहिए।
- नींव की धारण क्षमता वह अधिकतम भार है जो मृदा इकाई क्षेत्रफल पर भंग हुए बिना वहन करती है। मृदा की धारण क्षमता दो प्रकार की होती है—
  1. चरम धारण क्षमता (Ultimate bearing capacity)
  2. सुरक्षित धारण क्षमता (Safe bearing capacity)
  3. मृदा की चरम धारण क्षमता उस अधिकतम भार को कहते हैं जो मृदा बिना खिसके या नीचे धँसे वहन कर सकती हो। इसे qf से प्रदर्शित करते हैं।
- मृदा के सुरक्षित धारण क्षमता निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जाता है
  मृदा की सुरक्षित धारण क्षमता = (चरम धारण क्षमता/सुरक्षा कारक)
  जहाँ सुरक्षा कारक 3 से 5 लिया जाता है।
- मृदा की धारण क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक निम्नलिखित होते हैं—
  1. मृदा के प्रकार
  2. मृदा की विशेषताएँ
  3. मृदा के गुण
  4. मृदा का निषदन
  5. नींव के प्रकार
  6. नींव की विशेषताएँ
  7. भौम जल
- पुल के निर्माण में निम्न नींवों का निर्माण किया जाता है—
  1. खुली नींव या फैलाव नींव (Open function or spread foundation)
  2. पटरा नींव (Raft foundation)
  3. पाइल नींव (Pile foundation)
  4. कूप नींव (Well foundation)
  5. केसन नींव (Caisson foundation)
- जल ग्रस्त भूमि में जहाँ भोम जल स्तर पूरे वर्ष में घटता बढ़ता रहता है या नदी तल का निघर्षण अधिक होता है वहाँ पर पायल नींव का निर्माण करना संतोषजनक रहता है। जब नींव पर पुल का अत्यधिक भार आ रहा हो तथा मृदा की धारण क्षमता भी कम हो तो ऐसी जगह पर इस नींव का प्रयोग उत्तम रहता है।
- कैसन तीन प्रकार के होते हैं—
  1. खुला कैसन (Open Caisson)
  2. बंद कैसन (Box Caisson)
  3. वातीय कैसन (Pneumatic Caisson)
- खुला कैसन शीर्ष एवं तली में खुले रहते हैं। खुले कैसनों को कूप नींव भी कहते हैं। यह कैसन इस्पात, प्रबलित सीमेंट कंक्रीट तथा ईंट चिनाई के होते हैं जिन्हें नीचे मृदा में धँसाया जाता है।
- बॉक्स कैसन खुले कैशनों के तरह होते हैं परंतु तली में बंद रहते हैं। इन्हें तैरते कैसन भी कहा जाता है। जहाँ पानी की गहराई 8 मीटर तक होती है यह प्रयोग में लाए जाते हैं।
- वातीय कैसन में शीर्ष बंद होता है तथा तली खुली रहती है। यह लकड़ी, धातु या कंक्रीट का जल रोधक व वायु रोधक सिलेंडर होता है। निर्माण के बाद तली को बंद कर दिया जाता है।
- काफर बांध के शीर्ष चौड़ाई एक से 1.5 मीटर तक तथा जल तल से इसका सिर्फ 60 संटीमीटर ऊपर रखा जाता है।

- काफर बांध 8 से 10 मीटर गहरे पानी के लिए उत्तम होते हैं।
- काफर बांध के प्रकार के चयन के लिए निम्नलिखित मापदंड ध्यान में रखे जाते हैं—
  1. पानी की गहराई
  2. खुदाई की गहराई और आकार
  3. मिट्टी के प्रकार
  4. जलमार्ग में प्रवाह का वेग
  5. ज्वार का स्तर
  6. अस्थायी मलबे या बर्फ से नुकसान का खतरा
  7. निर्माण सामग्री की उपलब्धता
  8. निर्माण सामग्री के परिवहन में आसानी

अभ्यास प्रश्न

1. पुल नींव से आप क्या समझते हैं? इसके उद्देश्य लिखिए।
2. मृदा की धारण से आप क्या समझते हैं? लिखिए।
3. धारण क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक लिखिए।
4. पुल नींव के प्रकार लिखिए।
5. खुली या फैलाव नींव पर टिप्पणी लिखिए।
6. पटरा नींव का सचित्र वर्णन कीजिए।
7. पाइल नींव पर टिप्पणी लिखिए तथा किन परिस्थितियों में इसकी आवश्यकता पड़ती है? लिखिए।
8. कूप नींव का सचित्र वर्णन कीजिए।
9. कूप नींव धंसते समय कौन-कौन सी सावधानियां रखनी चाहिए? लिखिए।
10. कैसन नींव पर टिप्पणी लिखिए।
11. कैसन नींव के तथा किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
12. खुला कैसन का सचित्र वर्णन कीजिए।
13. बंद कैसन का सचित्र वर्णन कीजिए।
14. वातिय कैसन का सचित्र वर्णन कीजिए।
15. काफर बांध पर टिप्पणी लिखिए।
16. काफर बांध के चयन के लिए कौन-सी बातों पर ध्यान दिया जाता है? लिखिए।
17. काफर बांध के प्रकार लिखिए तथा किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
18. पत्थर भराई के काफर बांध का सचित्र वर्णन कीजिए।
19. एकल दीवार वाले काफर बांध पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
20. दोहरे दीवार वाले काफर बांध का सचित्र वर्णन कीजिए।
21. बंधन युक्त काफर बांध पर टिप्पणी लिखिए।
22. काफर बांध के लाभ तथा हानि लिखिए।

14 स्थल चयन तथा आंकड़े एकत्रित करना
(Site Selection and Collection of Data)

Inside this Chapter
- Introduction
- Factors affecting the selection of site for a brigde
- Data to be collected
- Bridges span
- Economical span

14.1 प्रस्तावना (Introduction)

किसी भी पुल के निर्माण से पहले उसके लिए उचित स्थल का चयन करना अनिवार्य होता है। चूँकि पुल के निर्माण में लागत बहुत अधिक आती है यह लागत सड़क की लागत से भी अधिक हो जाती है। इसके लिए राज्य सरकार पथ कर (Toll tax) लगाती है। पुल के लिए स्थल चयन सड़क एवं रेल मार्ग के संरेखण के अनुसार ही निर्धारित कर लिया जाता है। बाद में निर्माण के समय इसमें कुछ भीतर इधर या उधर कर सकते हैं। अर्थात् पुल के लिए चयनित स्थल में ज्यादा परिवर्तन करना उचित नहीं होता हैं।

14.2 पुल के लिए स्थल चयन को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting the selec..on of site for a Bridge)

किसी पुल के लिए अंतिम रूप से स्थल चयन करते समय इसे निम्नलिखित कारक प्रभावित करते हैं—

1. पुल स्थल पर नदी की चौड़ाई न्यूनतम होनी चाहिए जिससे पुल पर निर्माण व्यय कम आता हैं।
2. जहाँ तक सम्भव हो सड़क व रेलमार्ग नदी को समकोण पर पार करें। ऐसे पुलों की सामर्थ्य अधिक होती है।
3. जहाँ पुल का निर्माण करना हो वहां पर नदी तल के नीचे अवमृदा की धारण क्षमता अच्छी होनी चाहिए जिससे पर्याप्त सामर्थ्य की नींव तैयार की जा सके।
4. चयनित स्थल पर पुल के नीचे नदी तल का निघर्षन न्यूनतम होना चाहिए जिससे कटाव के कारण नींव ज्यादा क्षतिग्रस्त न हो।
5. स्थल पर पुल के दोनों ओर के किनारे स्थिर व पर्याप्त ऊँचाई पर होने चाहिए।
6. पुल को आस-पास के सभी मुख्य मार्गों द्वारा जुड़ा हुआ होना चाहिए जिससे पुल का अधिकतम उपयोग किया जा सके।
7. स्थल चयन करते समय इस बात का भी ध्यान देना चाहिए कि पुल के लिए जरूरी निर्माण सामग्री आसानी से उपलब्ध हो सके।
8. पुल के प्रकार को देखते हुए, अनुभवी एवं कुशल कारीगर पर्याप्त मात्रा में उस क्षेत्र में उपलब्ध होने चाहिए।

9. पुल के लिए चयनित स्थल संगम से दूर होने चाहिए तथा पहुँच मार्ग दोनों तरफ सीधे होने चाहिए।
10. पुल की निर्माण लागत न्यूनतम होनी चाहिए।

14.3 पुल आंकड़ों का संकलन (Collection of Bridge Data)

किसी भी पुल के अभिकल्पन के लिए निम्नलिखित आँकड़ों की आवश्यकता पड़ती है। यह आंकड़ें बड़ी सावधानीपूर्वक एवं शुद्धता से एकत्रित करने चाहिए।

1. सर्वेक्षण व नक्से (Surveys and Plans)
2. अपवाह क्षेत्र (Catchment Area)
3. जलोत्थान (Afflux)
4. निघर्षन (Scour)
5. मुक्तान्तर (Free Board)
6. जल मार्ग (Water way)
7. बाढ़ निस्सरण (Flood Discharge)
8. पुल का मितव्ययी पाट (Economical span of Bridge)

14.3.1 सर्वेक्षण व नक्से (Surveys and Plans)

पुल का स्थल चयन करते समय निम्न सर्वेक्षण किये जाते हैं—

(i) आवीक्षण सर्वेक्षण (Reconnaissance Survey)
(ii) प्रारम्भिक सर्वेक्षण (Preliminary Survey)
(iii) विस्तृत सर्वेक्षण (Detailed Survey)

उपरोक्त सर्वेक्षण के आधार पर निम्न नक्से तैयार किये जाते हैं।

1. सूचक मानचित्र (Index Plan)—इस मानचित्र पर पुल तथा नदी के आस-पास का क्षेत्र, नदी नालें, सड़कें, नगर, रेलमार्ग, गाँव, स्टेशन तथा अन्य मुख्य स्थानों को दर्शाया जाता है। इस पर चयनित पुल का स्थल, वैकल्पिक स्थल को भी स्पष्ट रूप से दिखाया जाता है।

ये मानचित्र 1 cm = 500 m पैमाने पर बनाये जाते हैं।

2. स्थल मानचित्र (Site Plan)—पुल के प्रस्तावित स्थल से 100 m प्रति प्रवाह (U/S) तथा अनुप्रवाह (D/S) की दूरी तक तथा पुल के दोनों सिरों से 50 मीटर की चौड़ाई तक का नक्शा तैयार किया जाता है। इस नक्से में निम्न सूचनायें अवश्य दर्शानी चाहिए—

(a) नदी, सड़क एवं पुल का नाम व नम्बर
(b) वर्तमान, सड़क, पुल एवं पहुँच मार्ग की स्थिति
(c) जल प्रवाह की दिशा
(d) पुल स्थल के निकट गाँव व नगर के नाम व स्थिति
(e) पुल स्थल के निकट मुख्य स्थल जैसे—कुआँ, टीला, भवन आदि।

3. समोच्च मानचित्र (Contour Plan)—नदी के जल ग्रहण क्षेत्र, जिसका अपवाह (run off) पुल के नीचे से निकलता है, का समोच्च मानचित्र तैयार किया जाता है।

4. नदी की अनुप्रस्थ काट (Cross-section of River)—नदी के कम से कम तीन अनुप्रस्थ काट तैयार किये जाते हैं। यह क्रमश: एक प्रस्वावित स्थल पर तथा पुल से उचित दूरी पर प्रतिप्रवाह (U/S) एवं अनुप्रवाह (D/S) में। अनुप्रस्थ काट के मानचित्र का क्षैतिज पैमाना 1 सेमी =10 मीटर तथा ऊर्ध्वाधर पैमाना 1 सेमी =1 मीटर रखते हैं।

नदी की अनुप्रस्थ काट के मानचित्र पर नदी तल, उच्च बाढ़ तल, निम्न जल स्तर, सामान्य भूमि तल, तटबन्ध, पहुँच, नदी की गहराई, नदी का वास्तविक तथा सम्भावित निघर्षन इत्यादि स्पष्ट दिखाये जाते हैं।

5. नदी की अनुदैर्घ्य काट (Longitudinal section of River)—पुल के लिए प्रस्तावित स्थल से एक किलोमीटर प्रतिप्रवाह (U/S) तथा अनुप्रवाह (D/S) की दूरी तक का अनुदैर्घ्य काट तैयार किया जाता है। इस नक्शे में नदी तल

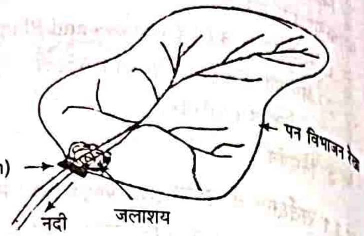
सामान्य जल तल, उच्च बाढ़ तल (H.F.L.), निम्न जल तल (L.W.L.), पुल की प्रस्तावित स्थिति, नदी का ढाल इत्यादि दर्शाये जाते हैं।

6. **संरचना के मानचित्र** (Structural Plans)—पुल के वास्तविक निर्माण के लिए अभिकल्पन के आधार पर विस्तृत मानचित्र तैयार किये जाते हैं जिसमें सभी आवश्यक माप एवं आरेख दर्शाये जाते हैं।

14.3.2 अपवाह क्षेत्र (Catchment Area)

किसी नदी के ऊपरी भाग में स्थित वह सम्पूर्ण क्षेत्रफल जहाँ से वर्षा जल बहकर नदी में आ जाता है, वह अपवाह क्षेत्र कहलाता है।

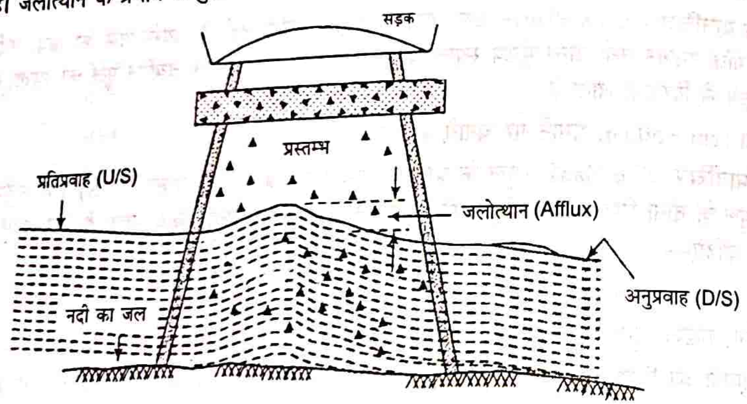
प्रत्येक नदी का अपना अलग-अलग जलग्रहण क्षेत्र होता है। जिस नदी का अपवाह क्षेत्र जितना अधिक होगा, वर्षा के समय उतना ही अधिक जल नदी में आता है।



चित्र 14.1 : अपवाह क्षेत्र (Catchment Area)

14.3.3 जलोत्थान (Afflux)

पुल निर्माण के समय, नदी में प्रस्तम्भों एवं अन्त्याधारों के निर्माण के कारण नदी का जल मार्ग पुल के नीचे कम हो जाता है जिस कारण प्रतिप्रवाह (U/S) का जलस्तर कुछ ऊपर उठ जाता है। इसे ही जलोत्थान कहते हैं। जलोत्थान पुल के प्रतिप्रवाह (U/S) एवं अनुप्रवाह (D/S) के जल तलों का अन्तर होता है। जलोत्थान के प्रभाव से पुल के नीचे पानी का वेग बढ़ जाता है।



चित्र 14.2 : जलोत्थान (Afflux)

जलोत्थान का मान हमेशा कम से कम होना चाहिए क्योंकि इसका मान जितना कम होगा पुल की सुरक्षितता उतनी ही बढ़ जाती है। जलोत्थान की गणना अग्रलिखित सूत्रों के द्वारा की जाती है—

मैरीमेन सूत्र (Merriman's Formula)

$$h = \frac{50v^2}{g}\left(\frac{L^2}{l^2C^2} - 1\right)$$

h = जलोत्थान मीटर में

g = पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण

v = नदी का औसत वेग (मी०/सेकण्ड)

L = नदी की सामान्य चौड़ाई (मीटर में)

l = पुल के नीचे जलमार्ग की कुल चौड़ाई (मीटर में)

C = निस्सरण गुणांक (0.9)

मोल्सवर्थ सूत्र (Molesworth's Formula)

$$h = \left(\frac{v^2}{17.8} + 0.015\right)\left[\left(\frac{A}{a}\right)^2 - 1\right]$$

h = जलोत्थान मीटर में

a = पुल के नीचे जलमार्ग का कुल क्षेत्रफल (मी^{2} में)

A = नदी के सामान्य जलमार्ग का कुल क्षेत्रफल (मी^{2} में)

14.3.4 निघर्षन (Scour)

जब नदी में पानी के तेज प्रवाहित होने के कारण नदी के तल का कटाव होने लगता है तब इसे निघर्षण कहते हैं। निघर्षण के कारण नदी में पानी की गहराई बढ़ती जाती है। यदि निघर्षण को रोकने के लिए उचित कदम न उठाये जायें तब निरन्तर पुल के नीचे मृदा कटाव होने के कारण पुल के नींव के आस-पास की मृदा कटकर बह जाती है और इससे पुल असुरक्षित हो जाता है। निघर्षण को रोकने के लिए निम्न उपाय किये जाने चाहिएँ—

(i) प्रस्तम्भों की आकृति ऐसी बनायी जानी चाहिए जिससे जल में भंवर (eddies) उत्पन्न न हों।

(ii) पुल के निकट पानी का प्रवाह विक्षुब्ध (turbulent) नहीं होना चाहिए।

(iii) पुल के नीचे पर्याप्त चौड़ाई में जलमार्ग (water way) रखना चाहिए जिससे बाढ़ के समय नदी प्रवाह अधिक न होने पाये।

(iv) पुल के नीचे पर्याप्त चौड़ाई में जलमार्ग (water way) रखना चाहिए जिससे बाढ़ के समय नदी प्रवाह अधिक न होने पाये।

(v) पुल के नीचे मृदा करणों का आकार, माप, भार तथा ससंजन ऐसा होना चाहिए ताकि तल का कटाव शीघ्र न हो पाये।

(vi) निघर्षण के प्रभाव को कम करने के लिए उचित गहराई तक पाइलें गाड़ देनी चाहिए।

निघर्षण का मान ज्ञात करने के लिए, भारत की जलोढ़ नदियों (alluvial rivers) में अधिकतम निघर्षण के लिए लेसी रिजीम (Lacey's Regime) सूत्र का प्रयोग किया जाता है।

$$D = 0.475\left(\frac{Q}{f}\right)^{1/3} \times K$$

D = निघर्षण गहराई मीटर में

Q = पुल के नीचे निस्सरण (क्यूमेक में)

f = लेसी का सिल्ट गुणांक

R = 1.27 – सीधी नदी के लिए

1.50 – सामान्य मोड़ के लिए

1.75 – तीक्ष्ण मोड़ के लिए

2.00 – प्रस्तम्भ की तीखी धार के लिए

लेसी सिल्ट गुणांक (f) का मान नदी तल की मृदा के आकार के अनुसार सामान्यत: 0.4 से 15.0 तक लिया जाता है।

14.3.5 मुक्तान्तर (Free Board)

किसी पुल की अधिः संरचना (Super-structure) के मुख्य गर्डरों अथवा पाटन स्लैब की तली से उच्च बाढ़ तल (H.F.L.) तक की ऊर्ध्वाधर दूरी मुक्तान्तर कहलाती है। मुक्तान्तर इसलिए दिया जाता है ताकि नदी में तैरते हुए पेड़, जीव, कचरा इत्यादि आसानी से पुल के नीचे से बिना किसी अवरोध के निकल जाये।

सामान्यः विभिन्न प्रकार के पुलों के अनुसार मुक्तान्तर का मान निम्नलिखित है—

ऊँचे पुल – 600 mm, गर्डर पुल – 600 से 100 mm

डाट पुल – 300 mm,

14.3.6 जल मार्ग (Water way)

पुल के सभी पाटों के क्षेत्रफल का योगफल, जिनसे अधिकतम निस्सरण, क्रांतिक वेग सीमा के भीतर रहते हुए निकल सके वह पुल का जलमार्ग (water way) कहलाता है। जल का क्रांतिक वेग नदी तल की मृदा पर निर्भर करता है। सामान्यतः यह 3 मीटर प्रति सेकण्ड लिया जाता है।

14.3.7 अधिकतर निस्सरण (Maximum Discharge)

नदी का अधिकतम निस्सरण हमेशा बाढ़ के समय ही होता है। पुल के अभिकल्पन में पुल के नीचे नदी से होने वाले अधिकतम निस्सरण का अनुमान लगाना आवश्यक है। अधिकतम निस्सरण निम्नलिखित विधियों से ज्ञात किया जा सकता है—

(i) बाढ़ के पुराने चिन्हों के द्वारा

(ii) गत वर्षों के आँकड़ों के द्वारा

(iii) अनुभाविक सूत्रों के द्वारा

(iv) विवेकी (Rational) विधि द्वारा

(v) बाढ़ निस्सरण वक्रों के द्वारा

(i) जब किसी नदी में बाढ़ आती है तब वह आस-पास के पेड़ों, खम्भों, पक्के मकानों इत्यादि पर अपने निशान छोड़ जाती है। ऐसे चिन्हों का प्रयोग करके, उच्च बाढ़ तल (H.F.L.) ज्ञात किया जाता है। इसके बाद उपयुक्त विधि से अधिकतम निस्सरण ज्ञात किया जाता है।

(ii) नदी में आयी बाढ़ अथवा वर्षा के गत वर्षों के आँकड़ों के आधार पर अधिकतम निस्सरण का मान ज्ञात किया जा सकता है।

(iii) अनुभाविक सूत्र के द्वारा अधिकतम निस्सरण ज्ञात किया जा सकता है। यह सूत्र निम्नलिखित है—

(a) **डीकेन सूत्र** (Dicken's Formula)—

$$Q_P = C.A^{3/4}$$

Q_P = अपवाह निस्सरण क्यूमेक में

A = अपवाह क्षेत्र, वर्ग किमी में

C = स्थिरांक (जिसका मान 6 से 30 तक होता है)

उत्तर भारत के क्षेत्र के लिए C का मान 11.5 लेते हैं।

(b) **रीव सूत्र** (Ryve's Formula)—

$$Q_P = C.A^{2/3}$$

Q_P = अपवाह निस्सरण क्यूमेक में

A = अपवाह क्षेत्र, वर्ग किमी में

C = स्थिरांक

सामान्यतः C का मान 6.80 लिया जाता है (समुद्र तल से 80 km तक के क्षेत्र के लिए)

(c) **इंगलिस सूत्र** (Inglis Formula)—

- 1000 वर्ग किमी से अधिक जल ग्रहण क्षेत्रों के लिए

$$Q_P = \frac{124\,A}{\sqrt{(A+10.40)}}\ m^3/sec$$

- 1000 वर्ग किमी तक के क्षेत्रों के लिए

$$Q_P = 124\sqrt{A-2.62(A-2.59)}$$

Q_P = अपवाह निस्सरण क्यूमेक में

A = अपवाह क्षेत्र, वर्ग किमी में

(iv) **विवेकी (Rational) विधि द्वारा**—निम्न सूत्र से अधिकतम निस्सरण का मान ज्ञात किया जा सकता है—

$$Q_P = \frac{1}{36} K \cdot P_C A$$

Q_P = अपवाह निस्सरण क्यूमेक में

K = अपवाह गुणांक

P_C = वर्षा तीव्रता cm/hr में

A = अपवाह क्षेत्र, हेक्टेयर में

इस विधि में प्रयोग 500 हेक्टेयर क्षेत्र तक के लिए किया जाता है।

इस नदी में जब कभी भी बाढ़ आती है तब उसका निस्सरण वक्र बनाया जाता है। इस वक्र के द्वारा भी अधिकतम निस्सरण ज्ञात किया जा सकता है।

14.3.8 पुल का मितव्ययी पाट (Economical span of Bridge)

किसी पुल का वह पाट, जिसका प्रयोग करने से पुल की लागत न्यूनतम आती है, वह पुल का मितव्ययी पाट कहलाता है। किसी भी पुल की लागत उस पुल के पाट पर निर्भर करती है। यदि पाट बड़ा है तब पुल की लागत बढ़ जाती है और यदि पाट छोटा रखा जाये तब पुल में प्रस्तम्भों की संख्या बढ़ जाती है तब भी पुल की लागत बढ़ती है। अतः पाट की लम्बाई एवं प्रस्तम्भों की संख्या को इस प्रकार से निर्धारित किया जाना चाहिए जिससे कि पुल की लागत मितव्ययी लो जाती हैं—

पुल के सभी पाट की ज्ञात करने के लिए अग्रलिखित मान्यतायें ली जाती है—

(i) पुल के सभी पाट की लम्बाई बराबर ली जाती है।

(ii) अन्त्याधार एवं प्रस्तम्भों की लागत (नींव सहित) स्थिर रहती है।

(iii) मुख्य गर्डरों की लागत पाट के वर्ग के समानुपाती होती है।

माना,

पुल की कुल लम्बाई = L

कुल पाटों की संख्या = N

एक पाट की लम्बाई = l

एक प्रस्तम्भ की लागत = C_P

एक अन्त्याधार की कुल लागत = C_A

एक पहुँच मार्ग की लागत $= C_E$

एक पाट के गर्डरों की लागत $= x.l^2$

एक पाट के फर्श एवं रेलिंग की लागत $= y.l$

विस्तृति, $l = \frac{L}{N}$

$N = \frac{L}{l}$

पुल की कुल लागत, $C = N[xl^2 + y.l] + (N-1)C_P + 2C_A + 2C_E$

उपरोक्त समीकरण में $N = \frac{L}{l}$ रखने पर,

$$C = \frac{L}{l}[xl^2 + y.l] + \left(\frac{L}{l} - 1\right)C_P + 2C_A + 2C_E$$

उपरोक्त समीकरण का l के सापेक्ष अवकलन करने पर,

$$\frac{dC}{dl} = L\left(x - \frac{C_P}{l^2}\right)$$

$$\frac{dC}{dl} = L.x - \frac{L}{l^2}.C_P$$

l के न्यूनतम मान के लिए $\frac{dC}{dl} = 0$

$$Lx - \frac{L}{l^2}.C_P = 0$$

$$Lx = \frac{L}{l^2}.C_P$$

$$C_P = xl^2$$

इस प्रकार समीकरण, $C_P = xl^2$ से सिद्ध हुआ कि पुल की न्यूनतम लागत होने के लिए, एक प्रस्तम्भ की नींव सहित लागत, एक पाट के गर्डरों की लागत के बराबर होनी चाहिए।

भारतीय सड़क कांग्रेस (IRC) के अनुसार, पुल के प्रकार के अनुसार, पाट की मितव्ययी लम्बाई निम्नलिखित ली जा सकती है—

पुल का प्रकार	पाट की लम्बाई (L)
(i) स्लैब पुल	$1.5\,H$
(ii) टी-धरण पुल	$1.75\,H$
(iii) डाट पुल	$2.0\,H$
(iv) इस्पात कैंची पुल	$3.0\,H$

L = मितव्ययी पाट

H = नींव की तली से प्रस्तम्भ की कुल ऊँचाई

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- पुल स्थल पर नदी की चौड़ाई न्यूनतम होनी चाहिए जिससे पुल का निर्माण व्यय कम आता है।
- स्थल पर पुल के दोनों ओर के किनारे स्थिर व पर्याप्त ऊँचाई पर होने चाहिए।
- जहाँ तक संभव हो सड़क व रेल मार्ग नदी को समकोण पर पार करें।
- पुल की निर्माण लागत न्यूनतम होनी चाहिए।
- पुल के अभिकल्पन के लिए निम्नलिखित आँकड़ों की आवश्यकता पड़ती है—

1. सर्वेक्षण व नक्शे	5. मुक्तांतर
2. अपवाह क्षेत्र	6. जलमार्ग
3. जलोत्थान	7. बाढ़ निस्सरण
4. निघर्षण	8. पुल का मितव्यई पाट

- पुल का स्थान चयन करते समय नींव में सर्वेक्षण किए जाते हैं—
  1. आवीक्षण सर्वेक्षण
  2. प्रारंभिक सर्वेक्षण
  3. विस्तृत सर्वेक्षण
- सूचक मानचित्र 1 सेमी = 500 मीटर के पैमाने पर बनाए जाते हैं।
- किसी नदी के ऊपरी भाग में स्थित व संपूर्ण क्षेत्रफल जहाँ से वर्षा जल बाकर नदी में आ जाता है वह अपवाह क्षेत्र कहलाता है।
- पुल निर्माण के समय नदी में प्रस्तंभों एवं अंत्याधारों के निर्माण के कारण नदी का जल मार्ग पुल के नीचे कम हो जाता है जिस कारण प्रति प्रवाह का जलस्तर कुछ ऊपर उठ जाता है इसे ही जलोत्थान कहते हैं।
- अधिकतम निघर्षण के लिए लेसी रिजीम (Lacey's Regime) सूत्र —

$$D = 0.475\left(\frac{Q}{f}\right)^{1/3} \times K$$

जहाँ D = निघर्षण गहराई मीटर में,

Q = पुल के नीचे निस्सरण (क्यूमेक में)

f = लेसी का सिल्ट गुणांक

R = 127 – सीधी नदी के लिए

1.50 – सामान्य मोड़ के लिए

1.75 – तीव्र मोड़ के लिए

2.00 – प्रस्तम्भ की तिरछी धार के लिए।

जलोत्थान (Afflux) के लिए—

- मैरीमेन सूत्र (Merriman's Formula)

$$h = \frac{50v^2}{g}\left(\frac{L^2}{l^2C^2} - 1\right)$$

जहाँ h = जलोत्थान (मीटर में)

g = गुरुत्वाकर्षण।

v = नदी का औसत वेग (मी/से)
L = नदी की सामान्य चौड़ाई (मीटर में)
l = पुल के नीचे जलमार्ग की चौड़ाई (मीटर में)
C = निस्सरण गुणांक (0.9)

- जब नदी में पानी के तेज प्रवाहित होने के कारण नदी के तल का कटाव होने लगता है तब इसे निघर्षण कहते हैं।
- प्रस्तम्भ की आकृति ऐसी होनी चाहिए जिससे जल में भंवर उत्पन्न न हो।
- पुव के नीचे पानी का प्रवाह विक्षुब्ध नहीं होना चाहिए।
- जलोत्थान के लिए मोल्सवर्थ सूत्र (Molesworth's Formula)

$$h=\left(\frac{v^2}{17.8}+0.015\right)\left[\left(\frac{A}{a}\right)^2-1\right]$$

जहाँ, h = जलोत्थान (मीटर में)
A = नदी के सामान्य जलमार्ग का कुल क्षेत्रफल (मी^{2} में)
a = पुल के नीचे जलमार्ग का कुल क्षेत्रफल (मी^{2} में)

- किसी पुल की आधी संरचना के मुख्य गर्डरों अथवा पाटन स्लेब की तली से उच्च बाढ़ तल की ऊर्ध्वाधर दूरी मुक्तांतर कहलाती है।
- नदी का निस्सरण के लिए सूत्र—

(a) डीकेन सूत्र (Dicken's Formula)

$$Q_P = C \cdot A^{3/4}$$

जहाँ, Q_P = अपवाह निस्सरण (क्यूमेक में)
A = अपवाह क्षेत्र (मी^{2} में)
C = स्थिरांक (6 से 30)

(b) रवि सूत्र (Ryve's Formula)

$$Q_P = C \cdot A^{2/3}$$

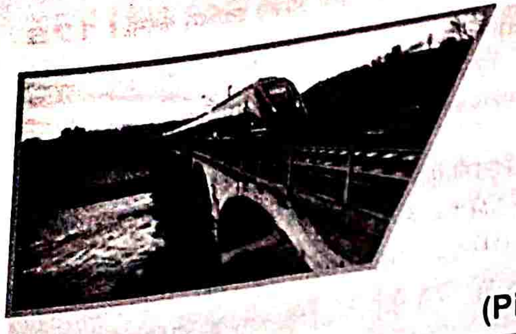
जहाँ, Q_P = अपवाह निस्सरण (क्यूमेक में)
A = अपवाह क्षेत्र (मीव०^2 में)
C = स्थिरांक (6.8)

अभ्यास प्रश्न

1. पुल के लिए स्थल चयन को प्रभावित करने वाले कारकों को लिखिए।
2. किसी पुल के अभिकल्पन के लिए कौन-कौन से आकड़ों की आवश्यकता होती है? संक्षेप में लिखें।
3. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए—
   (a) जलोत्थान (Afflux)
   (b) अपवाह क्षेत्र (Catchment Area)
   (c) मुक्तान्तर (Free Board)
   (d) निघर्षण (Scour)
   (e) जलमार्ग (Waterway)

4. किसी पुल के मितव्ययी पाट (Economical section) से आप क्या समझते हैं? इसको कैसे ज्ञात किया जाता है? समझाइए।
5. वह कौन-से आधारभूत द्रविक आँकड़े (Basic hydraulic data) हैं, जिन्हें एक पुल के अभिकल्पन हेतु एकत्र किया जाना आवश्यक होता है?
6. अधिकतम निस्सरण (Maximum discharge) पर टिप्पणी लिखिए।

Concept of ROB or RUB :- ROB :- Road over bridge
RUB :- Road under bridge
During the last two years 405 ROB/RUB have been completed.



15

प्रस्तम्भ, अन्त्याधार तथा पक्षभित्तियाँ

(Pier, Abutments and Wing Walls)

Inside this Chapter

- Introduction
- Piers
- Classification of Piers
- Abutments
- Wing wall

15.1 प्रस्तावना (Introduction)

किसी भी पुल के मुख्यत: दो भाग होते है—

a. अधःसंरचना (Super structure)

b. अधिःसंरचना (Sub-structure)

अधःसंरचना के अन्तर्गत पुल का फर्श, गर्डर डाट इत्यादि आते हैं। तथा इनके भार का अवमृदा पर स्थानान्तरित करने के लिए अधिःसंरचना (प्रस्तम्भ, अन्त्याधार तथा पक्षभित्तियाँ) बनाये जाते हैं। जिसमें किनारे के आधार के रूप, अन्त्याधार, मध्य में आधार के रूप में प्रस्तम्भ तथा अन्त्याधार के दोनों ओर निर्मित होने वाली दीवारें पक्षभित्तियाँ कहलाती हैं।

पुल के अधिःसरचना के अन्तर्गत आने वाले मुख्य घटकों का विवरण निम्न है—

(i) प्रस्तम्भ (Piers)

(ii) अन्त्याधार (Abutments)

(iii) पक्षभित्ति (Wing walls)

15.2 प्रस्तम्भ (Piers)

बहु पाटिय (Multi-span) पुलों के मध्य में स्थित आलम्बों को प्रस्तम्भ कहते हैं। पुल के प्रस्तम्भों की संख्या पाटों (spam) की कुल संख्या से एक कम होती है। प्रस्तम्भ का मुख्य कार्य पुल पर आने वाले भार के नीचे अवमृदा पर स्थानान्तरित करना होता है। प्रस्तम्भों पर कर्षण बल, पुल-पाटन भार (i) वायु दाब तथा जल दाब पड़ता है जो दोनों ओर समान दाब उत्पन्न करते हैं अत: ये संकलित रहते हैं।

15.2.1 प्रस्तम्भों का वर्गीकरण (Classification of Piers)

प्रस्तम्भों का वर्गीकरण प्राय: 2 भागों में किया गया है जो निम्न हैं—

(a) खुले प्रस्तम्भ

(b) ठोस प्रस्तम्भ

(a) खुले प्रस्तम्भ (Open Piers) : जब पाटन संरचना एकल प्रस्तम्भ पर न टिका कर अनेक स्वतन्त्र प्रस्तम्भों पर, जो एक पंक्ति में खड़े किये जाते हैं, टिकी हो, ऐसे प्रस्तम्भ, खुले प्रस्तम्भ कहलाते हैं। खुले प्रस्तम्भों का मध्य भाग खोखला होता है जिससे नदी का पानी प्रवाहित हो सकता है। भारी-भरकम प्रस्तम्भों के स्थान पर खुले प्रस्तम्भ सस्ते पड़ते हैं और पुल को आकर्षक बनाते हैं।

खुले प्रस्तम्भ निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) बेलनाकार प्रस्तम्भ (Cylindrical Piers)

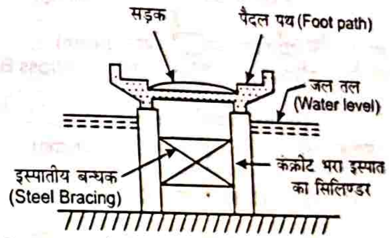
(ii) पाइल प्रस्तम्भ (Pile Pier)

(iii) मंचिका प्रस्तम्भ (Trestle Piers)

(iv) कॉलम प्रस्तम्भ (Column Pier)

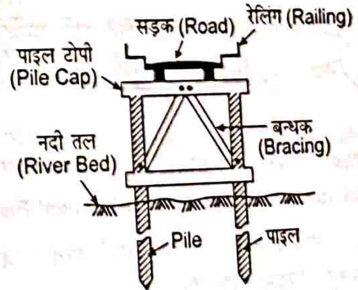
(v) अन्त्याधारी प्रस्तम्भ (Abutment Piers)

(i) बेलनाकार प्रस्तम्भ (Cylindrical Piers) : बेलनाकार प्रस्तम्भ में इस्पात के दो खोखले सिलिण्डरों को उचित दूरी पर गाड़ कर बनाया जाता है। इन इस्पात के खोखले सिलिण्डरों में कंक्रीट भरकर इस्पात बंधकों के द्वारा जोड़ दिया जाता है। सिलिण्डर को पार्श्व स्थिरता देने के लिए तथा एक रूप में कार्य करने के लिये इन्हें इस्पात के क्षैतिज व तिरछे बन्धकों द्वारा जकड़ दिया जाता है। नदी में पानी का वेग अधिक होने पर या पुल संरचना में घुमाव होने पर इनका प्रयोग किया जाता है।



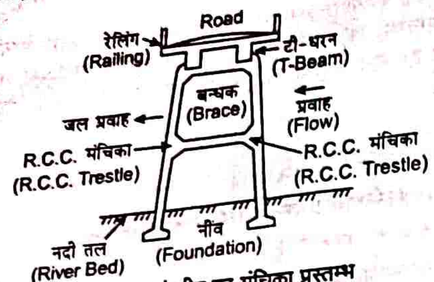
चित्र 15.1 : बेलनाकार प्रस्तम्भ (Cylindrical Piers)

(ii) पाइल प्रस्तम्भ (Pile Pier) : लकड़ी, इस्पात, कंक्रीट की पाइलों को उचित गहराई तक जमीन द्वारा जोड़कर यह प्रस्तम्भ खड़ा किया जाता है। इन प्रस्तम्भ का उपयोग वहाँ पर उचित होता है जिन नदियों में तेज जल के प्रवाह के कारण नदी के तल का निघर्षण होता है।

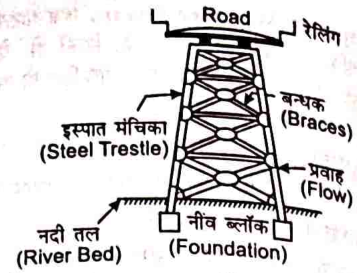


चित्र 15.2 : पाइल प्रस्तम्भ (Pile Pier)

(iii) मंचिका प्रस्तम्भ (Trestle Piers) : मंचिक प्रस्तम्भ का उपयोग अधिक ऊँचे पुलों के लिये किया जाता है। मंचिका प्रस्तम्भ इस्पात अथवा प्रबलित सीमेन्ट कंक्रीट से बनाये जाते हैं। मंचिका प्रस्तम्भ का ढाँचा काफी दृढ़ होता है इनमें अवयवों को हल्का, लेकिन क्षैतिज, ऊर्ध्व एवं तिरछें जोड़कर, मंचिका प्रस्तम्भ बनाये जाते हैं। मंचिका प्रस्तम्भ शीघ्र खड़ा हो जाता है और कम स्थान लेता है और यह प्रस्तम्भ भारी भरकम ठोस प्रस्तम्भों की अपेक्षा सस्ता होता है।

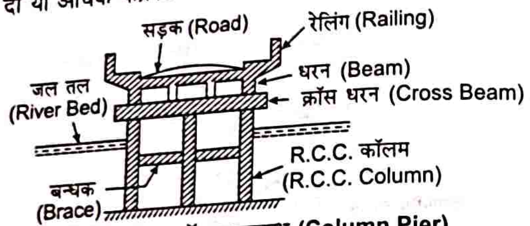


चित्र 15.3 : कंक्रीट का मंचिका प्रस्तम्भ (Concrete trestle Pier)



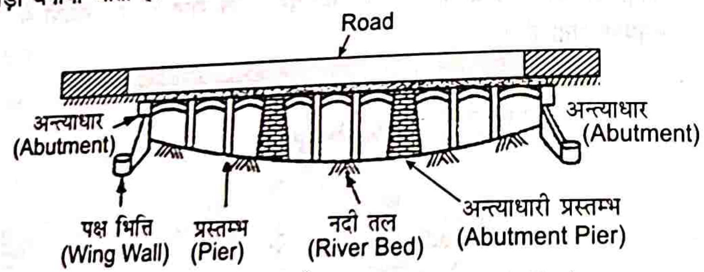
चित्र 15.4 : इस्पात का मंचिका प्रस्तम्भ (Steel trestle Pier)

(iv) कॉलम प्रस्तम्भ (Column Pier) : कॉलम प्रस्तम्भ वहाँ उपयुक्त होता हैं जहाँ पर पाटन संरचना ही धरनों पर आधारित हो। कॉलम प्रस्तम्भ दो या अधिक कंक्रीट कालमों को, शीर्ष पर एक आड़ी धरन द्वारा जोड़ कर बनाया जाता है।



चित्र 15.5 : कॉलम प्रस्तम्भ (Column Pier)

(v) अन्त्याधारी प्रस्तम्भ (Abutment Piers) : अन्त्याधारी प्रस्तम्भ का प्रयोग वहाँ करते हैं जहाँ सेतुओं की लम्बाई अधिक होती है तथा अनेक पाट होते हैं। अन्त्याधारी प्रस्तम्भ में सामान्यत: चौथें या पाँचवे प्रस्तम्भ, अन्य प्रस्तम्भों की तुलना में अधिक चौड़ा बनाया जाता है।



चित्र 15.6 : अन्त्याधारी प्रस्तम्भ (Abutment-Pier)

(b) ठोस प्रस्तम्भ (Solid Piers) : ठोस प्रस्तम्भ का निर्माण वहाँ करते हैं जहाँ पानी के तेज प्रवाह वाले स्थान हो अथवा पानी में तैरते हुए पदार्थ व हिमखण्ड विद्यमान होते हैं।

यह चिनाई की दीवार की भाँति पूरी ऊँचाई में ठोस बनाये जाते हैं। इसलिए इनके पिण्डों के मध्य से पानी का प्रवाह नहीं हो सकता।

नदी के प्रवाह के प्रभाव को कम करने के लिए इनके सिरों को विभिन्न आकृतियों का बनाया जाता है। नदी के प्रतिप्रवाह की ओर के सिरे को पनकट (ent water) तथा अनुप्रवाह वाले सिरें को पनमेल (ease water) कहते हैं।

ठोस प्रस्तम्भ अग्र प्रकार के होते हैं—

(i) सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ (Cement Concrete Pier)

(ii) चिनाई के प्रस्तम्भ (Masonry Pier)

(iii) प्रबलित सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ (RCC Pier)

(i) सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ (Cement Concrete Pier) : अत्यधिक भार के लिए सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ बनाये जाते हैं तथा इनकी सामर्थ्य बढ़ाने के लिए इस्पात की छड़ें डाली जाती है, इसलिए इन्हें प्रबलित सीमेंट कंक्रीट (RCC) प्रस्तम्भ भी कहते हैं।

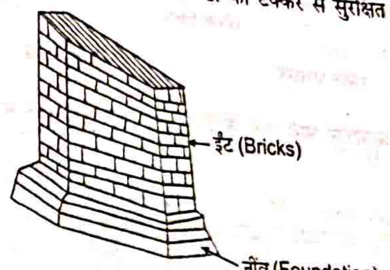
सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ 2 प्रकार से बनाये जाते है—

1. तत्स्थानिक (Cast-in situ)
2. पूर्वनिर्मित (Pre-cast)

1. तत्स्थानिक (Cast-in situ) : तत्स्थानिक प्रकार में कंक्रीट के प्रस्तम्भ मौके पर ढाले जाते हैं।

2. पूर्वनिर्मित (Pre-cast) : पूर्वनिर्मित प्रकार के प्रस्तम्भों का निर्माण पूर्वनिर्मित कंक्रीट ब्लाकों से किया जाता है।

(ii) चिनाई के प्रस्तम्भ (Masonry Pier) : पत्थर या ईटों की चिनाई से बनाये गये प्रस्तम्भ चिनाई के प्रस्तम्भ कहलाते हैं। चिनाई के प्रस्तम्भ कम ऊँचाई के लिए उपयुक्त होते हैं। चिनाई के प्रस्तम्भ का निर्माण करना सरल होता है। यह काफी भारी व दृढ़ होते हैं तथा तैरतें पदार्थों अथवा हिमखण्डों की टक्कर से सुरक्षित रहते हैं।



चित्र 15.7 : चिनाई प्रस्तम्भ (Masonry Pier)

(iii) प्रबलित सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ (RCC Pier) : प्रबलित सीमेंट कंक्रीट के प्रस्तम्भ में प्रस्तम्भ की सामर्थ्य बढ़ाने के लिए इसमें इस्पात की छड़ों का प्रबलन दिया जाता है। इसमें कंक्रीट का अनुपात (1 : 2 : 4) रखा जाता है। RCC Pier को मौके पर ही ढाला जाता है।

प्रबलित सीमेंट कंक्रीट के प्रस्तम्भ मुख्यत: 3 प्रकार के होते हैं—

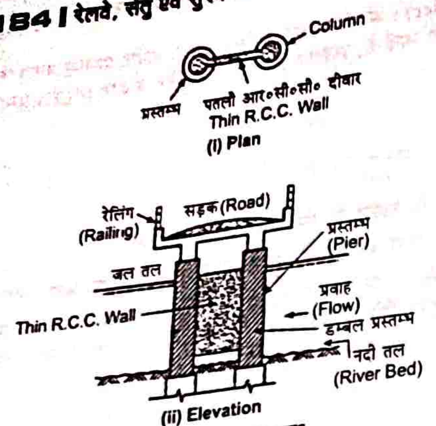
(a) साधारण ठोस प्रस्तम्भ

(b) डम्बल प्रस्तम्भ

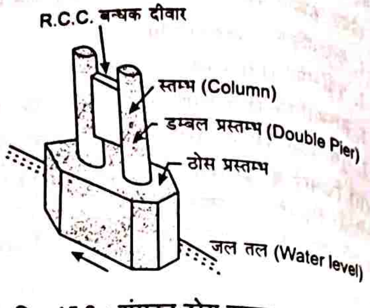
(c) कोठरीनुमा प्रस्तम्भ

(a) साधारण ठोस प्रस्तम्भ : यह एक सामान्य दीवार की भाँति निर्माण किये जाते हैं।

(b) डम्बल प्रस्तम्भ : यह प्रस्तम्भ प्लान में डम्बल के आकार का होने के कारण डम्बल प्रस्तम्भ कहलाता है। जब पुल की पाटन स्लैबो T-धरनों पर टिकी हो, तब उनको डम्बल प्रस्तम्भ पर टिकाया जा सकता है।

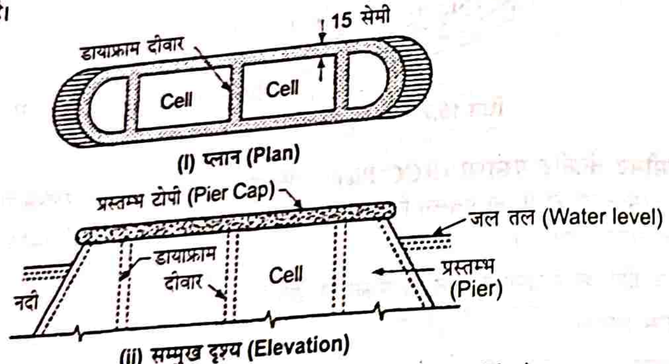


चित्र 15.8 : डम्बल प्रस्तम्भ



चित्र 15.9 : संयुक्त ठोस डम्बल प्रस्तम्भ

(c) कोठरीनुमा प्रस्तम्भ : अत्यधिक भारी पुलों के लिये तथा जहाँ नदी तल का निर्घषण होता है, कोठरीनुमा प्रस्तम्भ बनाये जा सकते है।



चित्र 15.10 : कोठरीनुमा प्रस्तम्भ (Cellular Pier)

15.3 अन्त्याधार (Abutments)

पुलों के दोनों सिरों पर बनाये गये आलम्बों को अन्त्याधार कहते हैं। अन्त्याधार पुल की अधिसंरचना को उपयुक्त आधार प्रदान करते हैं।

15.3.1 अन्त्याधार के प्रकार (Types of Abutments)

अन्त्याधार के निम्न 2 प्रकार हैं—

(a) पक्षभित्ति रहित अन्त्याधार (Abutments without Wing Wall)

(b) पक्षभित्ति सहित अन्त्याधार (Abutments with Wing Wall)

(a) पक्षभित्ति रहित अन्त्याधार : इस प्रकार के अन्त्याधारों के सिरों पर पक्षभित्ति नहीं बनायी जाती है। पक्षभित्ति रहित अन्त्याधार उन परिस्थिति में बनाया जाता है जब नदी के किनारे दृढ़ हो, पानी का वेग कम हो तथा पहुँच मार्ग में मिट्टी भराई कम हो।

पक्षभित्ति रहित अन्त्याधार निम्न प्रकार के होते है—

(i) सीधा अन्त्याधार

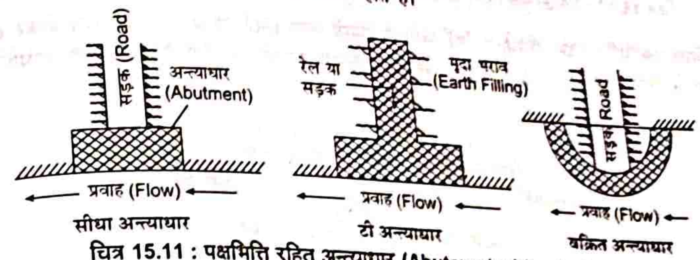
(ii) टी-प्रकार का अन्त्याधार

(iii) वक्रित अन्त्याधार

(i) सीधा अन्त्याधार (Straight Abutments) : सीधा अन्त्याधार सदैव सीधा एवं चतुर्भुजाकार होता है।

(ii) टी-प्रकार का अन्त्याधार (T-Abutmnets) : वे अन्त्याधार जो T-आकार के बनाये जाते है, T-अन्त्याधार कहलाते है।

(iii) वक्रित अन्त्याधार : ये अन्त्याधार खोखले वक्रित होते है।



चित्र 15.11 : पक्षभित्ति रहित अन्त्याधार (Abutment without wing wall)

(b) पक्षभित्ति सहित अन्त्याधार (Abutments with Wing wall) : पक्षभित्ति सहित अन्त्याधार के दोनों सिरों पर एक-एक पक्षभित्ति बनायी जाती है। पक्षभित्ति के कारण अन्त्याधार के दोनों सिरे पानी के काट से सुरक्षित रहते हैं। जहाँ नदी का प्रवाह तेज हों और इसके किनारे कटते हो, वहाँ पर आवश्यक रूप से अन्त्याधारों के सिरों पर पक्षभित्तियाँ बनाई जाती हैं।

प्लान में पक्षभित्ति की आकृति के अनुसार अन्त्याधार निम्न प्रकार के होते हैं—

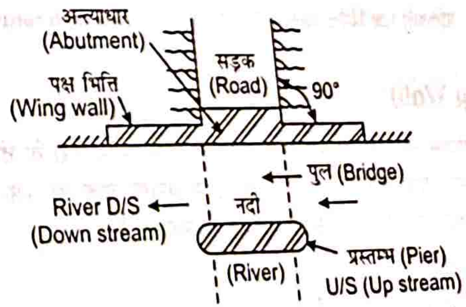
(i) सीधी पक्षभित्ति

(ii) तिरछी पक्षभित्ति

(iii) वक्रित पक्षभित्ति

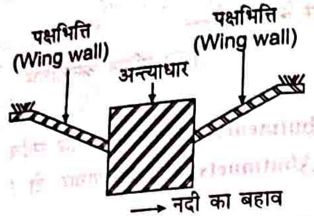
(iv) प्रतिवर्ती पक्षभित्ति

(i) सीधी पक्षभित्ति : जिन अन्त्याधारों में दोनों ओर सीधी पक्षभित्तियाँ होती हैं और जो अन्त्याधार के किनारों से मिट्टी का गिरना रोकती हैं तब वे अन्त्याधार सीधी पक्षभित्ति अन्त्याधार कहलाते हैं।



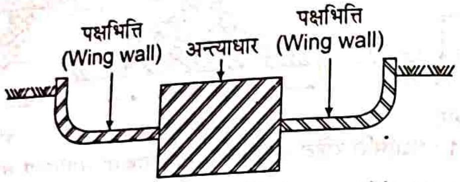
चित्र 15.12 : सीधी पक्ष भित्ति वाला अन्त्याधार (Abutment with straight wing walls)

(ii) तिरछी पक्षभित्ति : इस तरह के अन्त्याधार में पक्षभित्ति सीधी न होकर अन्त्याधार के फलक के साथ 30° या 45° के कोण पर होती है। तिरछी पक्षभित्ति नदी के सेतु के लिए अधिक उपयुक्त है क्योंकि इससे नदी के जल का प्रवाह सुचारु रूप से होता रहता है।



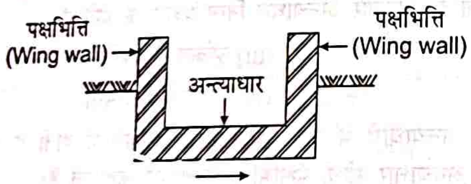
चित्र 15.13 : तिरछी पक्ष भित्ति वाला अन्त्याधार (Abutment with splayed wing walls)

(iii) वक्रित पक्षभित्ति : इस अन्त्याधार की पक्षभित्ति किसी कोण (30° या 45°) पर तिरछी होकर वक्र के रूप में होती है। वक्रता के कारण पुल के नीचे पानी का प्रवेश तथा निकास सुगमता से होता है और प्रवाह अधिक विचलित नहीं हो पाता है।



चित्र 15.14 : वक्रित पक्ष भित्ति वाला अन्त्याधार (Abutment with curved wing walls)

(iv) प्रतिवर्ती पक्षभित्ति : इस प्रकार के अन्त्याधार में पक्षभित्तियाँ, अन्त्याधार के लम्बवत् होती है और पहुँच मार्ग की तरफ निकलती हुई बनायी जाती है। बहुत ऊँचे तटबन्धों के लिए तथा जब पुल की चौड़ाई, पहुँच मार्ग के बराबर होती है प्रतिवर्ती पक्षभित्ति अन्त्याधार उपयुक्त रहता है।



चित्र 15.15 : प्रतिवर्ती पक्ष भित्ति वाला अन्त्याधार (Abutment with return wing walls)

15.4 पक्षभित्ति (Wing Wall)

जल के प्रवाह से कटाव रोकने तथा मिट्टी को रोके रखने के लिए अन्त्याधारों के दोनों ओर जो संरचना बनाई जाती है पक्षभित्ति कहलाती है। यह सामान्यत: अन्त्याधार जैसी चिनाई में वनायी जाती है। पक्षभित्तियाँ नदी जल की दिशा देने, पुल की ओर मोड़ने तथा अन्त्याधार को पानी की सीधी टक्कर से वचाती है।

पक्षभित्ति के निम्नलिखित उद्देश्य हैं—

- पक्षभित्तियाँ पहुँच मार्ग को कटने से वचाती है।
- पक्षभित्ति नदी के पानी को अन्त्याधार के सिरों पर सीधी टक्कर देने से रोकती है।
- पहुँच मार्ग में भरी हुई मिट्टी को नदी में गिरने से रोकती है।
- पुल के नीचे पानी के प्रवाह को सहज रखने का कार्य पक्षभित्तियाँ करती हैं।
- पक्षभित्ति किनारे के निकट नदी के प्रवाह को विचलित नहीं होने देती।
- पक्षभित्ति पानी को पुल के नीचे से निकलने के लिए मार्गदर्शक का कार्य करती है।

पक्षभित्ति के प्रकार

पक्षभित्ति को उसकी आकृति के अनुसार निम्न प्रकार में बाँटा गया है—

(i) सीधी पक्षभित्ति (Straight Wing Walls)
(ii) तिरछी पक्षभित्ति (Splayed Wing Walls)
(iii) वक्रित पक्षभित्ति (Curvned Wing Walls)
(iv) प्रतिवर्ती पक्षभित्ति (Return Wing Walls)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- किसी भी पुल के मुख्य का 2 भाग होते हैं—
  1. अध: संरचना
  2. अधि: संरचना
- बहू पाटिया (Multi span) पुलों के मध्य में स्थित आलंब को प्रस्तम्भ कहते हैं।
- खुले प्रस्तम्भ निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. बेलनाकार प्रस्तम्भ
  2. पाइल प्रस्तम्भ
  3. मंचिका प्रस्तम्भ
  4. कॉलम प्रस्तम्भ
  5. अंत्याधारी प्रस्तम्भ
- ठोस प्रस्तम्भ का निर्माण वहाँ करते हैं जहाँ पानी के तेज प्रवाह वाले स्थान हो अथवा अगर पानी में तैरते हुए पदार्थ वह हिमखण्ड विद्यमान होते हैं।
- ठोस प्रस्तम्भ निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ
  2. चिनाई के प्रस्तम्भ
  3. प्रबलित सीमेंट कंक्रीट के प्रस्तम्भ
- सीमेंट कंक्रीट प्रस्तम्भ दो प्रकार के होते हैं—
  1. तत्स्थानिक
  2. पूर्व निर्मित
- प्रब्लित सीमेंट क्रंक्रीट के प्रस्तम्भ मुख्यत: तीन प्रकार के होते हैं—
  1. साधारण ठोस प्रस्तम्भ
  2. डंबल प्रस्तम्भ
  3. कोठरी नुमा प्रस्तम्भ
- पुलों दोनों सिरों पर बनाए गए आलंबों को अंत्याधार कहते हैं।
- अंत्याधार फूल की अधि:संरचना को उपयुक्त आधार प्रदान करते हैं।
- अंत्याधार दो प्रकार के होते हैं—
  1. पक्षभित्ति रहित अंत्याधार
  2. पक्षभित्ति सहित अंत्याधार
- पक्षभित्ति रहित अंत्याधार निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. सीधा अंत्याधार
  2. टी प्रकार का अंत्याधार
  3. वक्रित अंत्याधार

पक्षभित्ति की आकृति के अनुसार अंत्याधार निम्न प्रकार के होते हैं—

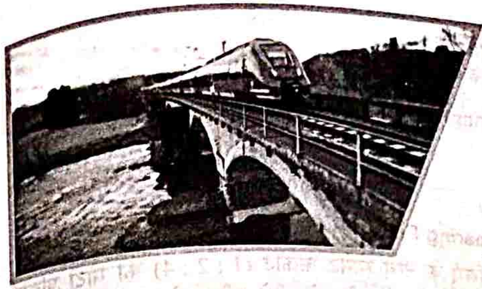
1. सीधी पक्षभित्ति
2. तिरछी पक्षभित्ति
3. वक्रित पक्षभित्ति
4. प्रतिवर्ती पक्षभित्ति

- जल के प्रवाह से कटाव रोकने तथा मिट्टी को रोके रखने के लिए अंत्याधारों के दोनों ओर जो संरचना बनाई जाती है। पक्षभित्ति कहलाती है।

अभ्यास प्रश्न

1. पुल संरचना में अन्त्याधार का कार्य स्पष्ट कीजिए।
2. प्रस्तम्भ के निर्माण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
3. प्रस्तम्भ क्या होते हैं? उनका वर्गीकरण कीजिए।
4. अन्त्याधार क्या होते हैं? ये कितने प्रकार के होते है ? वर्णन कीजिए।
5. पक्षभित्ति कितने प्रकार की होती हैं? वर्णन कीजिए।
6. पुल-पहुँच पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें।
7. चित्र सहित अन्तर स्पष्ट कीजिए—
   (i) सीधी पक्षभित्ति वाला अन्त्याधार
   (ii) प्रतिवर्ती पक्षभित्ति वाला अन्त्याधार

Retaining wall :- Gravity wall, reinforced retaining wall, Concrete cantilever retaining wall,



16
पुल धारक या बियरिंग
(Bridge Bearing)

Inside this Chapter
- Introduction
- Purpose of Bearing
- Types of Bearing

16.1 प्रस्तावना (Introduction)

लम्बे पाट वाले पुलों में पाटन गर्डरों तथा आलम्बों के शीर्ष के बीच ऐसी व्यवस्था जो पुल का भार आलम्बों पर सुरक्षापूर्वक अंतरण कर सके तथा ताप परिवर्तन पर गर्डरों के मुक्त प्रसार या संकुचन व विक्षेपण में सहायक हो, पुल धारक कहलाती है।

पुलों पर अधिसंरचना तथा यातायात के कारण बहुत अधिक चल व अचल भार आते हैं; जो पाटन गर्डरों के सिरों से पुल के अन्त्याधार व प्रस्तम्भ पर पड़ते हैं।

अर्थात् धारक-पुल के वे अवयव हैं जो अधि:संरचना के भार को आलम्बों पर स्थानान्तरित करते हैं।

16.2 पुल धारक के उद्देश्य (Purpose of Bridge Bearing)

पुल के मुख्य गर्डरों तथा आलम्बों के बीच पुल धारक लगाने के निम्न उद्देश्य हैं—

1. पुलों के सिरों पर आ रहे अधि:संरचना के भार को अधिक क्षेत्र पर फैला देना तथा संपीडन सामर्थ्य को सुरक्षा सीमा के अन्दर लाना जिससे आलम्बों की चिनाई का संरलन (crushing) न हों।
2. मुख्य गर्डरों की मुक्त अनुदैर्घ्य तथा कोणीय गति के लिए, जिससे आन्तरिक प्रतिबल पैदा न हो और अधि: संरचना को किसी प्रकार की क्षति न हो सके।

16.3 पुल धारक के प्रकार (Types of Bridge Bearing)

पुल धारक मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं—

(i) स्थिर धारक (Fixed Bearing)

(ii) प्रसार धारक (Expansion Bearing)

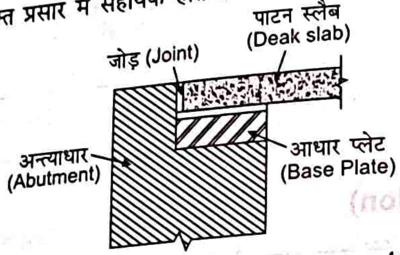
16.4 स्थिर धारक (Fixed Bearing)

स्थिर धारक पुल के सिरों को आबद्ध रखते हैं तथा पुल गर्डरों को आगे पीछे नहीं होने देते हैं। इनमें केवल विक्षेप ही हो सकता है। यह पाटन गर्डरों का भार भी आलम्बों पर अंतरित करते हैं। ये धारक छोटे पुल-पुलियों (इस्पात व कंक्रीट) पर लगाये जाते हैं। यह निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) सीमेंट कंक्रीट की पट्टियाँ (Cement Concrete Bearing Plate)
(ii) स्थिर प्लेट बियरिंग (Fixed plate Bearing)
(iii) गहरे आधार वाली बियरिंग (Deep cast base Bearing)
(iv) दोलन या रॉकर धारक (Rocker Bearing)
(v) नुकल धारक (Knuckle Bearing)

16.4.1 सीमेंट कंक्रीट की पट्टियाँ (Cement Concrete Bearing Plate)

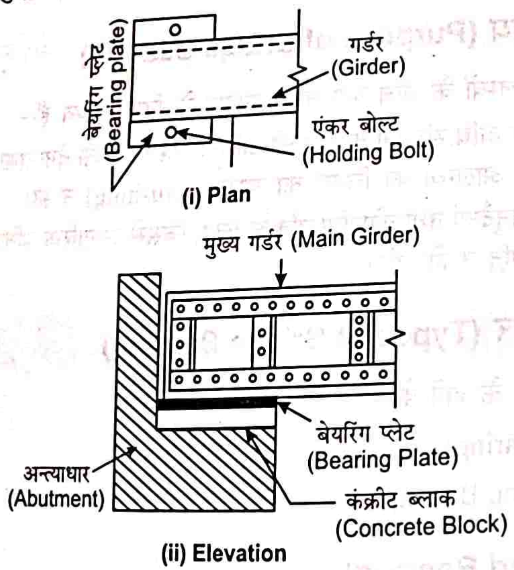
टी-प्रकार के धरनों तथा पाटन स्लैब वाले पुल पुलियों के सिरों के नीचे सीमेंट कंक्रीट (1 : 2 : 4) की मोटी पट्टियाँ बनायी जाती हैं जो धारक का कार्य करती हैं। धारक प्लेट व पाटन स्लैब के बीच में सीसे की मोटी चादर अथवा टार कागज रखा जाता है, जो पुल के मुक्त प्रसार में सहायक होते हैं।



चित्र 16.1 : सीमेंट कंक्रीट की धारक पट्टियाँ (Cement concrete bearing plate)

16.4.2 स्थिर प्लेट बियरिंग (Fixed Plate Bearing)

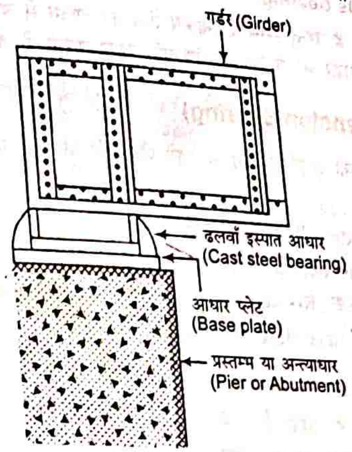
यह एक 10-12 m पाट तक के लिए साधारण स्थिर धारक है। मुख्य गर्डर के दोनों सिरों के नीचे इस्पात की एक-एक आयताकार चपटी जड़ कर दी जाती है। इन प्लेटों में अलग-बगल छिद्र कर दिये जाते हैं अब पहले से ही प्रस्तम्भों व अन्त्याधारों ने कसे हुए एंकर बोल्टों में या स्रोतों को कस दिया जाता है।



चित्र 16.2 : प्लेट धारक (Bearing Plate)

16.4.3 गहरे आधार वाली बियरिंग (Deep cast base Bearing)

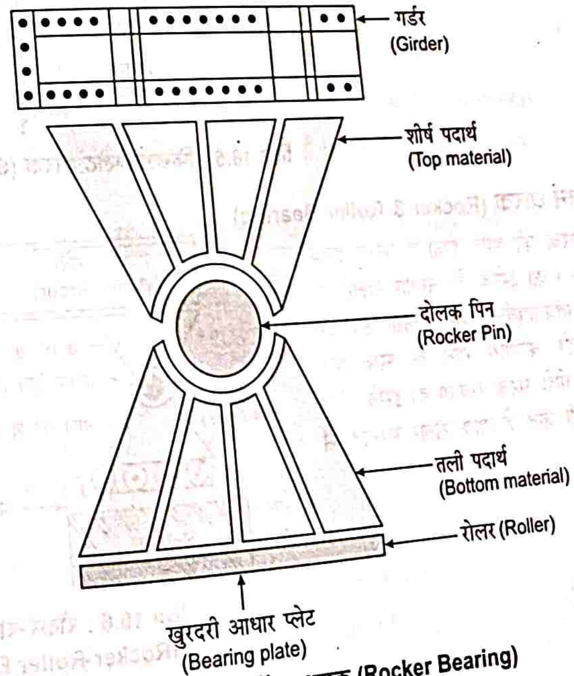
ये धारक 10 से 20 मी० तक के पाट पर लगाये जाते हैं। अधिक भारी पुलों के सिरों के नीचे अधिक भार होने के कारण गहरे आधार वाली धारक प्रयोग की जाती है। उससे भार समान रूप से आलम्बों के पूरे क्षेत्रफल पर पड़ता है।



चित्र 16.3 : गहरे आधार वाली धारक (Deep Cast Bearing)

16.4.4 दोलन या रॉकर धारक (Rocker Bearing)

ये धारक 20 मी० से अधिक पाट के पुलों के लिए प्रयोग किये जाते हैं। इसमें दो शू (Top and bottom Shoes) होते हैं, जिनके मध्य 20 सेमी व्यास की, इस्पात की एक बेलनाकार पिन लगी होती हैं। इसमें धारक का कोणीय विक्षेप



चित्र 16.4 : रॉकर धारक (Rocker Bearing)

(Angular deflection) स्वतंत्रापूर्वक हो जाता है। भार आने पर जब मुख्य गर्डर नीचे झुकता है तो इसके साथ ऊपरी शू पिन पर घूम जाता है और पुल कोणीय गति लेने में सक्षम होता है।

16.4.5 नुकल धारक (Knuckle Bearing)

यह भी रॉकर धारक ही होता है परन्तु इसमें बेलनाकार पिन को अलग से डालने के स्थान पर निचले शू के साथ ही ढाल दिया जाता है। जब पुल को गर्डर को केवल कोणीय गति प्रदान करनी हो तब यह धारक प्रयोग किये जाते हैं।

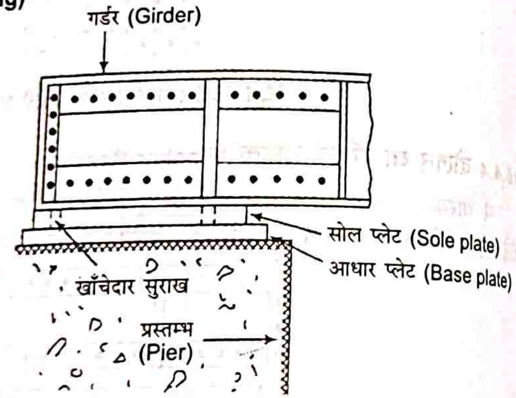
16.5 प्रसार धारक (Expansion Bearing)

यह धारक पुल के मुख्य गर्डर को अनुदैर्ध्य दिशा में आगे पीछे गति करने में सहायक होती हैं। ये निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) फिसलन प्लेट धारक (Sliding Plate Bearing)
(ii) दोलक एवं बेलन धारक (Rocker & Roller Bearing)
(iii) वक्र तली वाली दोलक धारक (Rocker Bearing with Curved Bottom)
(iv) वक्र आधार वाला धारक (Curve Base Bearing)

16.5.1 फिसलन प्लेट धारक (Sliding Plate Bearing)

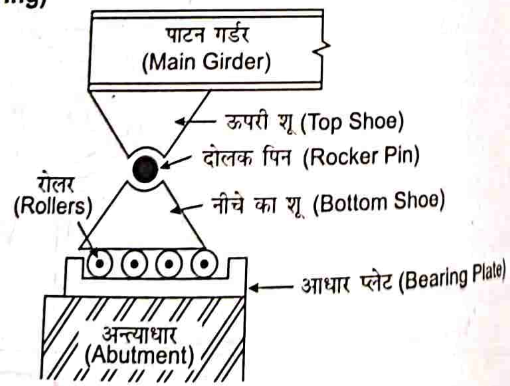
यह धारक प्लेट धारक के जैसा ही होता है, इन्हें प्रस्तम्भ या अन्त्याधार पर ऐंकर बोल्टों द्वारा आधार प्लेट (Bed Plate) में स्थिर कर दिया जाता है तथा इसमें गोल छिद्र न होकर स्लाट छिद्र बनाये जाते है। इस स्लाट छिद्रों के कारण ऐंकर बोल्ट अपने स्थान पर स्थिर रहते हुए भी गर्डर को अनुदैर्ध्य दिशा में आगे-पीछे सरकने देते हैं।



चित्र 16.5 : फिसलन प्लेट धारक (Sliding plate Bearing)

16.5.2 दोलक एवं बेलन धारक (Rocker & Roller Bearing)

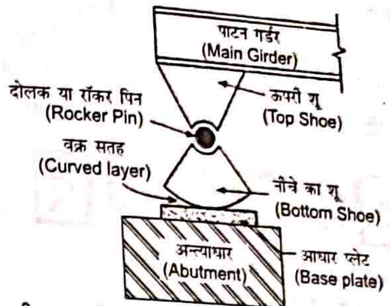
यह धारक रॉकर धारक की भांति होता है परन्तु इसके निचले शू (bottom shoes) को अनेक वेलनाकार रोलरों पर टिकाया जाता है, जे स्वतंत्रतापूर्वक घूम सकता है। इस व्यवस्था में पुल का गर्डर कोणीय गति के साथ-साथ अनुदैर्ध्य दिशा में भी आगे-पीछे सरक सकता है। इसके नीचे एक आधार प्लेट भी लगा दी जाती है ताकि रोलर सरलता से घूम सके।



चित्र 16.6 : रॉकर-रोलर धारक (Rocker-Roller Bearing)

16.5.3 वक्र तली वाली दोलक धारक (Rocker Bearing with Curved Bottom)

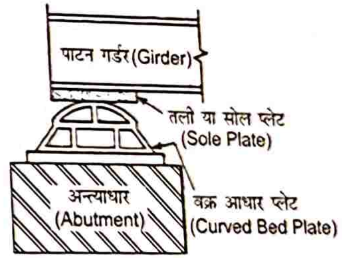
इस धारक को ढलवां लोहे की मोटी प्लेट पर टिकाया जाता है इस धारक में निचले शू के नीचे रोलर नदी लगे होते है बल्कि इसमें शू की तली ही वक्रदार बनायी जाती है।



चित्र 16.7 : वक्र तली वाला रॉकर धारक (Rocker Bearing with Curved Bottom)

16.5.4 वक्र आधार वाला धारक (Curved Base Bearing)

यह धारक 20 मीटर पाट तक के लिए प्रयोग किया जाता है। इसमें पुल के मुख्य गर्डर का सिरा एक भारी ढलवा लोहे की वक्रदार आधार प्लेट पर किया जाता है।



चित्र 16.8 : वक्र आधार वाला धारक (Curved Base Bearing)

गर्डर के सिरे के नीचे भी एक सोल प्लेट लगा दी जाती है विक्षेपण के समय गर्डर वक्र वाली धारक पर मुक्त रूप से घूम सकता है।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

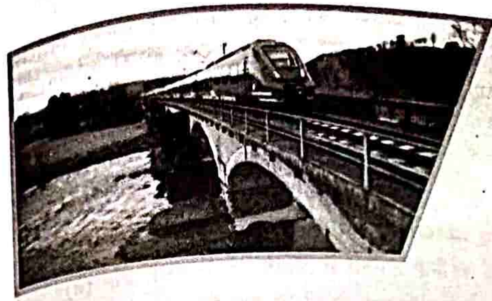
- लम्बे पाट वाले पुलों मे पाटन गर्डर तथा आलंबों के शीर्ष के बीच ऐसी व्यवस्था जो पुल का भार आलंबों और सुरक्षापूर्वक अंतरण कर सके, पुल धारक कहलाती है।
- पुल धारक दो प्रकार के होते हैं—
  1. स्थिर धारक
  2. प्रसार धारक
- स्थिर धारक छोटे पुल पुलिया पर लगाए जाते हैं।
- स्थिर धारक निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. सीमेंट कंक्रीट की पट्टियाँ
  2. गहरे आधार वाली बियरिंग
  3. स्थिर प्लेट बियरिंग
  4. रॉकर बियरिंग
  5. नुकल बियरिंग

पुल के मुख्य गर्डर को अनुदैर्ध्य दिशा में आगे पीछे गति करने में सहायक होती है।

- प्रसार धारक पुल के मुख्य गर्डर को अनुदैर्ध्य दिशा में आगे पीछे गति करने में सहायक होती है।
- प्रसार धारक निम्न प्रकार के होते हैं—
  1. फिसलन प्लेट धारक
  2. दोलक एवं बेलन धारक
  3. वक्र तली वाली दोलक धारक
  4. वक्र आधार वाला धारक

अभ्यास प्रश्न

1. पुल धारक (Bridge Bearing) क्या है? इसके उद्देश्य लिखिए।
2. पुल धारक कितने प्रकार की होती हैं? लिखिए।
3. पुलों पर धारक क्यों लगायी जाती है? संक्षेप में लिखिए।
4. स्थिर प्लेट धारक का सचित्र वर्णन करें।
5. प्लेट धारक तथा रॉकर धारक में अन्तर ज्ञात करें।
6. निम्नलिखित धारकों का सचित्र वर्णन करें—
   (a) स्थिर धारक
   (b) प्रसार धारक
   (c) दोलक पुल धारक
   (d) फिसलन प्लेट बियरिंग



17

पुलों का अनुरक्षण
(Maintenance of Bridge)

Inside this Chapter
- Introduction
- Inspection of Bridge
- Routine Maintenance

17.1 प्रस्तावना (Introduction)

पुल निर्माण सिविल इंजीनियरी का एक महत्वपूर्ण व अनिवार्य क्षेत्र है। रेलवे विभाग, लोक निर्माण विभाग, जल विभाग, सैनिक विभाग इत्यादि सभी अपने-अपने कार्य क्षेत्रों की मांग के अनुरूप पुलों का निर्माण व अनुरक्षण कार्य देखते हैं।

किसी वस्तु का निर्माण चाहे कितने ही उत्तम ढंग पर किया गया हो, यदि उसकी समय-समय पर उचित देख रेख तथा आवश्यक मरम्मत नहीं की जाती है तो वस्तु अपनी उपयोगिता तथा लाभकारी आयु शीघ्र ही खो देती है। यही बात सभी पुलों पर भी लागू होती है। पुल चाहे वो रेलगाड़ी का हो अथवा सड़क का चाहे छोटा हो या बड़ा, यदि निर्माण के बाद उसकी उचित देखभाल नहीं हो जाने अथवा गिर जाने पर गम्भीर स्थिति उत्पन्न हो सकती है। इसलिए पुलों का अनुरक्षण अत्यंत जरुरी हो जाता है।

17.2 पुलों का निरीक्षण (Inspection of Bridges)

पुल निरीक्षण का कार्य विभाग में विभिन्न व्यक्तियों के जिम्मे होता है। निरीक्षण करने के बाद एक रिपोर्ट तैयार होती है जिसमें सभी कमियाँ लिखीं होती हैं उनका निरीक्षण शीघ्र से शीघ्र करना चाहिए। इस तरह पुल के बारे में हमें सारी जानकारी भविष्य में भी पता रहेगी।

लोक निर्माण विभाग के अधिशासी अभियन्ता के कार्यालय में राजकीय-सड़कों पर निर्मित सभी नये-पुराने पुलों का अभिलेख स्थायी रूप से रखा जाता है, जिस पर पुलों के निर्माण तथा अनुरक्षण की पूरी जिम्मेदारी रहती है। इस अभिलेख में पुलों के विस्तृत नक्शों सहित पुल निर्माण की रिपोर्ट रखी जाती है। इसमें निम्नलिखित विवरण दिया जाता है—

(i) मृदा (Soil) : पुल की नींव में पायी गयी मृदा की प्रकार, भार धारण क्षमता तथा अन्य विवरण दिया जाता है।

(ii) नींव (Foundation) : नदी का मूल तथा वर्तमान आधार तल, नदी तल का निघर्षण, नींव की दशा तथा सम्भावित कटान, नदी का फर्श इत्यादि का उल्लेख रिपोर्ट में किया जाता है।

इसमें निम्न बिन्दुओं पर सूचना होनी चाहिए—

(a) नदी तल, वास्तविक तल की तुलना में।
(b) नींव धँसना
(c) निघर्षण गहराई
(d) चिनाई में दरार आदि।

(iii) अधिरचना (Super-structure) : पुल के अन्त्याधारों तथा प्रस्तम्भों का, इनके चारों ओर घूमकर निरीक्षण करना चाहिए। उखड़े हुए चिनाई के रद्दे, जोड़, टीप, प्लास्टर की ध्यानपूर्वक जाँच पड़ताल करके, इसकी वर्तमान दशा का उल्लेख करना चाहिये। पक्षभित्तियों की जाँच भी करनी चाहिए।

इसमें निम्न बिन्दुओं पर सूचना होनी चाहिए—

(a) प्रसार जोड़ व बियरिंग का मुक्त कार्य।
(b) चिनाई, कंक्रीट, आर०सी०सी कार्य में दरारें।
(c) इस्पात संरचना में जंग लगना।
(d) स्पर (spur) की दशा व पेन्ट की दशा।
(e) पैदल मार्ग आदि।

(iv) अधःसंरचना (Sub-structure) : अधःसंरचना के अंतर्गत निम्न सूचनाएं एकत्रित की जाती हैं—

(a) स्राव छिद्र का अन्त्याधार व पक्षभित्ति में उचित कार्य।
(b) पानी के कारण चिनाई में निघर्षण के चिन्ह।
(c) नाक या एपस में निघर्षण।
(d) चिनाई का टीप कार्य।
(e) चिनाई कार्य में दरार आदि।
(g) अधः संरचना का निषदन।

(v) सुरक्षा कार्य (Protection Work) : वर्षा ऋतु शुरू होने से पहले तथा बाद से पूर्व सभी सुरक्षात्मक निर्माण कार्यों जैसे निर्देशक वन्ध, ग्रायन प्रमोचन अंचल, ढाले, पिचिंग, आदि की मौके पर जाकर जाँच करनी चाहिए।

इसमें निम्न विन्दुओं पर सूचना होनी चाहिए—

(a) पानी के वेग से पार्श्व अपरदन (Erosion)
(b) पार्श्व दाल
(c) पिचिंग कार्य
(d) सुरक्षा कार्य का निषदन

17.3 अनुरक्षण (Maintenance)

17.3.1 अनुरक्षण वर्गीकरण (Classification Maintenance)

पुलों का अनुरक्षण सामान्यतः दो वर्गों में बांटा गया है—

(i) सामान्य अनुरक्षण (General Maintenance)
(ii) विशेष अनुरक्षण (Special Maintenance)

(i) सामान्य अनुरक्षण (General Maintenance) : यह एक सामान्य अनुरक्षण है जिसमें पुलों का अनुरक्षण ...यमित रूप से किया जाता है। इसके अन्तर्गत नदी प्रवाह में आयी रुकावट को हटाना, यातायात में आई बाधा को हटाना, ...ल से वर्षा जल निकासी, पैदल मार्ग, रेलिंग, पहुँच मार्ग, पाटन स्लैब की मरम्मत आदि की जाती है।

(ii) विशेष अनुरक्षण (Special Maintenance) : विशेष अनुरक्षण के अन्तर्गत नींव का धँसना, पुल का निघर्षण, ...बन्धों की ढाल, अन्त्याधारों, प्रस्तम्भों, पक्षभित्तियों की विशेष मरम्मत, पुल धारकों (Bearing) की मरम्मत, कमजोर ...रों का उद्धार, पुल की रंगाई-पुताई, पेन्टिंग आदि का कार्य किया जाता है।

इस अनुरक्षण का कार्य उसे 5 साल के अन्तराल पर किया जाता है। जरूरत पड़ने पर विशेष अनुरक्षण पहले भी कर... हैं।

17.4 विभिन्न प्रकार के पुलों का अनुरक्षण (Maintenance of different types of Bridges)

सभी प्रकार के पुलों में पक्षभित्तियों, अन्त्याधारों, प्रस्तम्भों का कार्य मुख्य होता है, फिर भी कुछ पुलों के अनुरक्षण कार्य का विवरण निम्नलिखित है—

1. चिनाई के पुलों का अनुरक्षण (Maintenance of Masonry Bridges)

(a) यदि प्रस्तम्भों के पनकट व पनमेल पानी के प्रवाह से नष्ट हो गये हो तो उनकी मरम्मत कर देनी चाहिए।
(b) वर्षा का पानी पुल के किसी भाग में एकत्र नहीं होना चाहिए।
(c) पुल के टूटे फर्श, मुंडेर, पहिया रक्षक की मरम्मत करनी चाहिए। फर्श से जल-निकासी की व्यवस्था की जाँच कर लेनी चाहिए।
(d) प्रस्तम्भों अथवा अन्त्याधारों पर उच्च बाढ़ तल चिन्हित कर देना चाहिए।
(e) पुल की डॉटो (Arches) का निरीक्षण करके, कमजोर डॉट का सुधार करना चाहिए अथवा इसके ऊपर निवारक डॉट बना देनी चाहिए।
(f) उखड़ी हुई टीप, क्षतिग्रस्त जोड़ तथा टूटी हुई चिनाई की मरम्मत होनी चाहिए।
(g) खुले जोड़ों में बलपूर्वक (growing) सीमेंट-मसाला भर देना चाहिए। चिनाई के जोड़ों पर उगी घास, बेलों, वृक्षों की जड़ें सावधानी से निकाल देनी चाहिए।

2. प्रबलित कंक्रीट के पुलों का अनुरक्षण (Maintenance of RCC Bridges)

(a) पुल की संरचना में दिखाई देने वाली दरारों की ग्राउटिंग कर देनी चाहिए।
(b) पाटन स्लैब (Dick slab) पर यदि इसमें डाली छड़ें दिखने लगे तो तुरन्त उस पर 8 cm मोटर बियरिंग अस्तर लगा देना चाहिए।
(c) पुलों की बेयरिंग की सफाई करके, उत्तम दशा में रखना चाहिए।
(d) मुख्य धरन, स्लैब आदि को अच्छी तरह जाँच लेना चाहिए तथा टूट-फूट की मरम्मत कर देनी चाहिए।
(e) जहाँ पर इस्पात की छड़ें बाहर निकली दिखाई पड़े, वहाँ सीमेन्ट-मसाले का नया आवरण देना चाहिए।
(f) पाटन स्लैब पर वर्षा जल एकत्र नहीं होना चाहिए। जल निकासी के लिए पेरीपीट में ड्रेन पाइप लगा देने चाहिए और इसकी सफाई रखनी चाहिए।
(g) सभी जोड़ों का जाँच करनी चाहिए। यदि जोड़ों से बिटुमिन निकल गया है तो पुनः भर देना चाहिए।

3. काष्ठ के पुलों का अनुरक्षण (Maintenance of Wooden Bridges)

(a) पुल के फर्श, रेलिंग आदि ठीक दशा में हो।
(b) कैंची जो कमजोर दिख रही है उनका दृढ़ीकरण करना चाहिए।
(c) यदि पुल पर यातायात बढ़ गया है तो इसका नवीकरण करना चाहिए।
(d) नमी के सम्पर्क में आने वाले भागों पर परिरक्षक का लेप कर देना चाहिए।
(e) पुल के सभी जोड़ों की पुर्णतः जाँच करनी चाहिए।
(f) सभी बोल्टों को पुनः ठीक से कस देना चाहिए।
(g) लकड़ी शीघ्र गल-सड़ जाती है। इसलिये प्रत्येक अवयव की भली-भांति देख-भाल की जाये। पुल के लिए संशोधित काष्ठ ही प्रयोग करना चाहिए।

4. इस्पात के पुलों का अनुरक्षण (Maintenance of Steel Bridges)

(a) पुल की बेयरिंग की जाँच करनी चाहिए और उनकी सफाई करके स्नेहक (lubricant) लगा देना चाहिये।
(b) सभी जंग लगे भागों को पेन्ट कर देना चाहिए। 5 वर्ष में एक बार पूरी संरचना को पेन्ट कर देना चाहिए।
(c) पुल की कैंचियों (*Trusses of Bridge*) की जाँच करनी चाहिये और कमजोर पड़ गयी कैंची में अतिरिक्त अवयव बैल्ड कर देना चाहिए।
(d) सभी जोड़ ठीक रहने चाहिए। ढीले पड़ गये बोल्ट, नटो को कस देना चाहिए।
(e) पाटन स्लैब की सफाई कर देनी चाहिए एवं पुल के किसी भाग पर जल एकत्रित नहीं होना चाहिए।
(f) जो अवयव अपनी निर्धारित जगह से सरक गये हो उन्हें ठीक करके सभी की स्थिति अच्छी तरह से जाँचनी चाहिए।

5. तैरते पलों का अनुरक्षण (Maintenance of Floating Bridges)

(a) पहुँच मार्ग को पक्का कर देना चाहिए।
(b) पुल की रेलिंग ठीक दशा में रखनी चाहिए।
(c) नौकाओं को अच्छी तरह जकड़ देना चाहिए।
(d) पुल संकेत तथा पट्ट उत्तम स्थिति में होना चाहिए।
(e) नदी के मध्य भाग में सिल्टिंग नहीं होना चाहिए।
(f) तैरते पुलों पर सीमा से अधिक भारी वाहनों निकलने नहीं देना चाहिए।
(g) नावों तथा पीपों के रस्सों की सामर्थ्य जाँच कर लेनी चाहिए।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

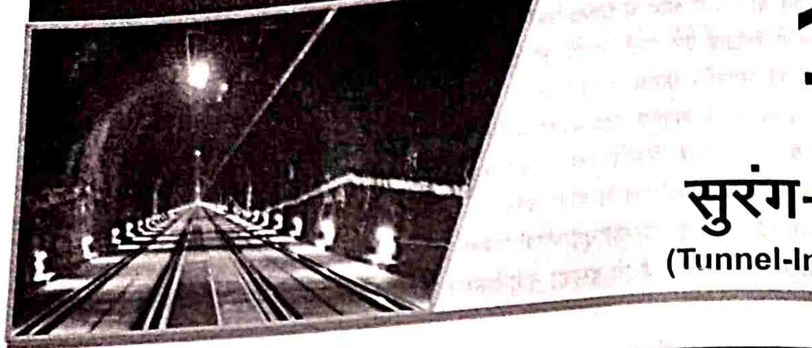
- राजकीय सड़कों पर निर्मित सभी नए पुराने पुलों का अभिलेख स्थाई रूप से लोक निर्माण विभाग के अधिशासी अभियंता के कार्यालय में रखा जाता है।
- अधि:संरचना के निरक्षण में निम्न सूचनाएँ होनी चाहिए—
  1. प्रसार जोड़ व बियरिंग का मुक्त कार्य।
  2. चिनाई, कंक्रीट, आर० सी० सी० कार्य में दरारें।
  3. इस्पात संरचना में जंग लगना।
  4. स्पर की दिशा व पेंट की दिशा।
  5. पैदल मार्ग।
- अर्ध:संरचना के अन्तर्गत निम्न सूचना एकत्र की जाती हैं—
  1. स्राव छिद्र का अंत्याधार व पक्षभित्ति में उचित कार्य।
  2. पानी के कारण चिनाई व नीघर्षण के चिन्ह।
  3. नाक या अप्स में निघर्षण।
  4. चिनाई का टीप कार्य।
  5. चिनाई कार्य में दरारें।
  6. अध: संरचना का निषदन।
- सामान्य अनुरक्षण में फूलों का अनुरक्षण नियमित रूप से किया जाता है। इसके अंतर्गत नदी प्रवाह में आई रुकावट को हटाना, यातायात में आई बाधा को हटाना, पुल से वर्षा जल निकासी, पैदल मार्ग, पहुँच पाटन स्लैब की मरम्मत कार्य आते हैं।

- विशेष अनुरक्षण के अंतर्गत नींव का धँसना, पुल का निष्कर्षण, तटबंध के ढाल, प्रस्तंभों, अंत्याधारों तथा पक्षभित्तियों की मरम्मत, पुल धारकों की मरम्मत, फूल की रंगाई-पुताई, पेंटिंग आदि कार्य किया जाता है।
- वर्षा का पानी पुल के किसी भाग में एकत्र नहीं होना चाहिए।
- पुल की संरचना में दिखाई देने वाली दरारों की ग्राफ्टिंग कर देनी चाहिए।
- पुल की वेयरिंग की सफाईव करके उत्तम दिशा में रखना चाहिए।
- सभी जोड़ों की जाँच करनी चाहिए यदि जोड़ों से बिटूमन निकल गया है तो पुन: भर देना चाहिए।
- जहाँ पर इस्पत की छड़ें बाहर निकली दिखाई पड़े वहाँ सीमेन्ट मसाले का नया आवरण देना चाहिए।
- पुल के फर्श रेलिंग आदि ठीक दशा में होनी चाहिए।
- जो कैंची कमजोर दिख रही हो उनका दृढ़ीकरण करना चाहिए।
- यदि पुल पर यातायात बढ़ गया है तो इसका नवीनीकरण करना चाहिए।
- पुल के सभी जोड़ों की पूर्णता जाँच करनी चाहिए।
- सभी बोल्टो को पुन: ठीक से कस देना चाहिए।
- सभी जंग लगे भागों को पेंट कर देना चाहिए।
- 5 वर्ष में एक बार पूरी संरचना को पेंट कर देना चाहिए।
- पाटन फ्लैट की सफाई कर देनी चाहिए एवं पुल के किसी भाग पर जल एकत्रित नहीं होना चाहिए।
- पहुँच मार्ग को पक्का कर देना चाहिए।
- नौकाओं को अच्छी तरह जकड़ देना चाहिए।
- पुल की रेलिंग ठीक दिशा में रखनी चाहिए।
- पुल संकेत तथा बट उत्तम स्थिति में होना चाहिए।
- नदी के मध्य भाग में सिल्टिंग नहीं होना चाहिए।
- धरती पुलों पर सीमा से अधिक भारी वाहनों को निकलने नहीं देना चाहिए।
- नाम तथा पीपों के रसों की सामर्थ्य जाँच कर लेनी चाहिए।

अभ्यास प्रश्न

1. पुलों का निरीक्षण क्यों आवश्यक है?
2. पुल का निरीक्षण करते समय किन-किन बातों पर ध्यान दिया जाता है?
3. फुल अनुरक्षण कितने प्रकार का होता है? लिखें।
4. चिनाई के पुलों का अनुरक्षण कार्य लिखिए।
5. इस्पात के पुलों का अनुरक्षण कार्य लिखिए।

Part C : Tunnels



18 सुरंग-परिचय (Tunnel-Introduction)

Inside this Chapter
- Introduction
- Advantages and disadvantages
- Stages of construction of Tunnel
- Shape of Tunnel
- Single Track Railway Tunnel
- Two Way Highway Tunnel

18.1 परिचय (Introduction)

सुरंग एक भूमिगत संकरी अभियांत्रिकी संरचना है जिसका प्रयोग रेल मार्ग व सड़क मार्ग के लिए किया जाता है। वर्तमान समय में सुरंगों का प्रयोग सीवेज गैस, तेल एवं पेयजल को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने में भी किया जा रहा है। आपातकाल की स्थिति में सुरंग के द्वारा सुरक्षित परिवहन किया जा सकता है। भारत में कालका शिमला रेल मार्ग जो सन् 1902 में बनाया गया था की विशेषता इसकी 96.6 किलोमीटर की लंबाई में 103 छोटे-बड़े सुरंगें, 869 पुल-पुलियों तथा 999 मोड़ों का अनोखा निर्माण है। दिल्ली में भूमिगत रेलवे के लिए सुरंगों का निर्माण किया गया है। सुरंग निर्माण एक जटिल व जोखिम भरा कार्य है सुरंग के निर्माण के लिए काफी अनुभवी इंजीनियर की आवश्यकता होती है।

शहरों के बीच कनेक्टिविटी बेहतर करने में सुरंगों का अहम रोल होता है। शहरों की सड़कें तंग होती जा रही है। इसलिए सुरंगें बनाना एक सही इन्फ्रास्ट्रक्टर ऑप्शन है। इसके अलावा हमारे देश की भौगोलिक स्थितियों जिसमें, हिमालय, विंध्याचल, पश्चिमी घाट और सतपुरा हैं, रोड और रेलवे नेटवर्क के लिए सुरंगें एक अहम हिस्सा बन गई हैं। टनल इंजीनियरिंग सिविल इंजीनियरिंग का अहम हिस्सा होता है। इसके, लिए विशेष कौशल जोखिम का मूल्यांकन और मजबूत सुरक्षा उपायों की जानकारी होनी चाहिए। सुरंगों के निर्माण में भारत ने शानदार प्रगति की है। 950 किलोमीटर की लम्बाई तक फैली हुई सुरंग परियोजनाएँ निर्माणाधीन चरण में हैं और 2500 किलोमीटर की योजना विभिन्न चरणों में है। देश के 5 सबसे बड़े रेल और सड़क सुरंगें निम्न हैं।

18.1.1 रेलवे टनल (Railway Tunnel)

पीर पंजाल सुरंग, जम्मू-कश्मीर (लम्बाई 11.215 किलोमीटर)—इसे बनिहाल रेलवे सुरंग भी कहा जाता है। जिसकी लम्बाई 11.215 किलोमीटर है। यह एशिया की दूसरी सबसे बड़ी रेलवे सुरंग है। हिमालय की पीर पंजाल रेंज से लेकर यह बनिवाल शहर के उत्तरी हिस्सा तक बनाई गई है। इस सुरंग को पार करने में रेलगाड़ी को साढ़े नौ मिनट लगते हैं।

कार्बूड सुरंग, महाराष्ट्र (लंबाई 6.5 किलोमीटर)—यह कोंकण रेलवे मार्ग का हिस्सा है और भारत की दूसरी सबसे लंबी रेलवे सुरंग है। रत्नागिरी के कोंकण तट पर स्थित यह सुरंग 6.5 किलोमीटर लंबी है और उकशी व भोके रेलवे स्टेशन के बीच पड़ती है। इस सुरंग के कारण कनेक्टिविटी होने से आसपास के इलाकें में शहरीकरण काफी बढ़ गया है।

नाटूवाड़ी सुरंग, महाराष्ट्र—करनजाड़ी और दीवान स्टेशन के बीच स्थित 4.3 किलोमीटर लंबी कोंकण रेलवे मार्ग की दूसरी सबसे लंबी सुरंग है। इसे साल 1997 में एक पहाड़ी इलाके में बनाया गया था। सुरंग खुदाई के उपकरण बाहर से मंगवाए गए थे।

टाइक सुरंग, महाराष्ट—यह 4.07 किलोमीटर लंबी सुरंग है, जो सहयाद्री रेंज में रत्नागिरी और निवासर के बीच स्थित है। इस सुरंग में घुसने से पहले का नजारा बेहद खूबसूरत है।

बेरडेवाड़ी सुरंग, महाराष्ट्र—अड़ावली और विलावाड़े के बीच स्थित यह सुरंग 4 किलोमीटर लंबी है। यह कोंकण रेलवे मार्ग का हिस्सा है और गोवा व कोंकण इलाकों में यात्रा करते वक्त यह बीच में पड़ती है।

18.1.2 रोड सुरंग (Road Tunnel)

चेनानी-नशरी (पटनीटॉप), जम्मू एवं कश्मीर—यह उधमपुर जिले के चेनानी को रामबन जिले के नशरी से जोड़ती है। 9.2 किलोमीटर की यह सुरंग एशिया की सबसे लंबी सुरंगों में से एक है। हिमालय की शिवालिक पहाड़ियों के बीच बनी यह सुरंग जम्मू-श्रीनगर राष्ट्रीय राजमार्ग का हिस्सा है। हाल ही में इसे खोला गया है और इसकी वजह से श्रीनगर और जम्मू के बीच का रास्ता सिर्फ दो घंटे में पूरा हो जाता है।

रोहतांग सुरंग, हिमाचल प्रदेश—जिसे अब अटल सुरंग के नाम से जाना जाता है। यह सुरंग रोहतांग दर्रा के नीचे 3878 मीटर की ऊँचाई पर बनाई गई है और इसकी लंबाई 9.02 किलोमीटर है। इसे दुनिया की सबसे ऊँचाई पर बनी रोड सुरंग माना जाता है। दो लेन वाली इस सुरंग का संचालन सितम्बर, 2020 तक किया जाना तय है जिसका उद्घाटन प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी जी करने वाले हैं। यह पूरे साल मनाली से लाहौल और स्पिति वैली तक रोड कनेक्टिविटी मुहैया कराएगी। इस प्रोजेक्ट की लागत 1700 करोड़ रुपये है और लेह-मनाली हाईवे की लंबाई इससे 46 किलोमीटर कम होने की उम्मीद है।

घाट की गुनी सुरंग, राजस्थान—जयपुर में पूर्वी हिस्से से घुसने और बाहर निकलने के लिए सिर्फ यही सुरंग है। इसकी लम्बाई 2.8 किलोमीटर है। इसके आसपास कई ऐतिहासिक इमारतें हैं और इसे झलाना हिल्स पर बनाया गया है। साथ ही पूरे रास्ते पर आधुनिक लाइटें भी लगाई गई हैं।

ऑट सुरंग, चंडीगढ़—यह चंडीगढ़-मनाली राष्ट्रीय राजमार्ग 21 का हिस्सा है। लार्जी बाँध जलाशय के पास बनी ऑट सुरंग की लंबाई 2.76 किलोमीटर है और इससे कुल्लू-मनाली जाने में आसानी होती है।

जवाहर सुरंग, जम्मू-कश्मीर—जवाहर सुरंग या बनिहाल सुरंग जम्मू-कश्मीर राष्ट्रीय राजमार्ग पर स्थित है और यह जम्मू से कश्मीर घाटी को जोड़ता है। इसकी लंबाई 2.5 किलोमीटर है। इसका नाम भारत के पहले प्रधानमन्त्री पंडित जवाहर लाल नेहरू के नाम पर रखा गया है और साल 1956 से यह चालू है। राष्ट्रीय राजमार्ग 1ए पर यह सुरंग बनिहाल और काजीगुंड के बीच स्थित है। साल 2009 तक यह सुरंग आधी रात से लेकर सुबह 8 बजे तक नागरिक यातायात के लिए बंद रहती थी। हाल ही में इसे 24 घंटे के लिए चालू किया गया है।

18.2 सुरंग निर्माण की आवश्यकता (Necessity of Tunnel Construction)

परिवहन इंजीनियरिंग में सुरंग निर्माण एक महत्वपूर्ण शाखा है अत: सुरंग निर्माण की आवश्यकता निम्न परिस्थितियों में पड़ती है—

1. युद्ध के समय जब सभी मार्ग असुरक्षित हो जाते हैं तब सुरग मार्ग का प्रयोग किया जाता है।
2. घनी आबादी वाले क्षेत्रों में जहाँ रेल मार्ग या सड़क बनाने के लिए भूमि पर उपयुक्त चौड़ाई ना हो तब वहाँ सुरंगों का निर्माण किया जाता है।
3. जब महानगरों में यातायात सड़कों की क्षमता से अधिक हो जाती है।
4. जब नदी में जल प्रवाह तेज हो ताकि सामान पुल खड़ा करने में दिक्कत आती है तब सुरंगों का निर्माण किया जाता है।
5. जब किसी रेल मार्ग एवं सड़क मार्ग की आवश्यक लंबाई कम करनी हो तब सुरंगों का निर्माण किया जाता है।
6. जब क्षेत्र बर्फ से ढका रहता है जिस कारण सतही मार्ग में अधिक समय तक अवरुद्ध रहता है तब सुरंग का निर्माण करते हैं।

7. जब दो महत्वपूर्ण स्थानों के मध्य तेज गामी परिवहन व्यवस्था स्थापित करनी हो तो सुरंग का निर्माण करते हैं।
8. पेयजल की सप्लाई, तेल, गैस किसी नदी या पहाड़ी के पार सुरक्षित ढंग से ले जाने के लिए भी सुरंग के निर्माण की आवश्यकता पड़ती है।

18.3 सुरंग बनाने से लाभ व हानि (Advantages and Disadvantages of Tunnel Construction)

18.3.1 सुरंग बनाने के लाभ (Advantages of Tunnel Construction)

सुरंग को अन्य साधनों की तुलना में अधिक लाभप्रद बनाते हैं—
ऐसे कई कारक हैं जो सुरंग को अन्य साधनों की तुलना में अधिक किफायती होती हैं।

1. सुरंगें कुछ गहराइयों से परे खुले कटों की तुलना में अधिक किफायती होती हैं।
2. सुरंग निर्माण के दौरान सतह के जीवन और यातायात में गड़बड़ी या हस्तक्षेप से बचते हैं।
3. हवाई युद्ध और सुरंगों पर बमबारी के मामले में पुलों की तुलना में बेहतर सुरक्षा प्रदान करते हैं।
4. संरचना के पास सुरंगें खतरनाक खुले कट से बचाते हैं।
5. सुरंगें पानी, सीवर, गैस, बिजली और टेलीफोन लाइनों जैसी सार्वजनिक उपयोगिता सेवाओं को ले जाने के लिए पुलों या खुली कट से सस्ती साबित होती हैं।
6. यदि सुरंगों को आसान ग्रेडिऐंट के साथ प्रदान किया जाता है, तो Tunnelling की लागत कम हो जाती है।
7. सुरंगों के निर्माण से मौसम के कुप्रभाव से यातायात को मुक्त रखा जा सकता है।
8. सुरंगो के निर्माण से रेल मार्ग व सड़क मार्ग पर अनावश्यक वक्रों, मोड़ व लंबाई को कम किया जा सकता है।
9. सुरंगों के निर्माण से सड़क व रेल मार्ग को घनी आबादी के बीच से गुजरना नहीं पड़ता है।
10. सुरंगों के निर्माण के द्वारा रेल मार्गों, सड़क मार्ग को बर्फीली व भूस्खलन ग्रस्त क्षेत्रों से दूर रखा जा सकता है।

सुरंग बनाने से हानि (Disadvantages of Tunnel Construction)

सुरंग बनाने से निम्नलिखित हानि होते हैं—

1. सुरंग निर्माण अत्यधिक कठिन व जोखिम भरा होता है।
2. सुरंगों का अनुरक्षण कठिन पड़ता है। सुरंग के ढह जाने से गंभीर स्थिति उत्पन्न हो सकती है।
3. सुरंग निर्माण में अत्यधिक महंगे व जटिल ..टाई मशीनों की आवश्यकता पड़ती है।
4. सुरंगों के निर्माण में अत्यधिक समय लगता है।
5. सुरंग निर्माण पर बहुत अधिक व्यय आता है।

18.4 सुरंगों का वर्गीकरण (Classification of Tunnels)

सुरंगों का वर्गीकरण निम्न प्रकार से किया जा सकता है—

(a) उद्देश्य के आधार पर सुरंगें
(b) निर्माण सामग्री के आधार पर सुरंगें
(c) संरेखण के आधार पर सुरंगें
(d) भू-रचना पर आधारित सुरंगें
(e) आकृति के आधार पर सुरंगें
(f) स्थल आकृति के आधार पर सुरंग

(a) उद्देश्य के आधार पर सुरंगें (Objective based tunnels)

उद्देश्य के आधार पर सुरंगों को 2 भागों में बाँटा गया है—

(i) यातायात सुरंगें (Traffic Tunnels) (ii) वाही सुरंगें (Consequence Tunnels)

(i) यातायात सुरंगें (Traffic Tunnels)—यातायात सुरंगे निम्न प्रकार की होती हैं—

(1) सड़क सुरंगें (Highway Tunnel)
(2) रेल सुरंगें (Railway Tunnel)
(3) पैदल पारक सुरंग (Pedestrian Tunnel)
(4) नौसंचालन सुरंग (Navigation tunnel)

(ii) वाही सुरंगें (Consequence Tunnels)—वाही सुरंगें निम्न प्रकार की होती है—

(1) गैस व तेलवाही सुरंग (Gas & Oil Tunnel)
(2) जल सप्लाई सुरंग (Water Supply Tunnel)
(3) पन-विद्युत सुरंग (Hydro-Electric Tunnel)
(4) सीवर सुरंग (Sewer Tunnel)

(b) निर्माण सामग्री के आधार पर सुरंगें (Construction Material Based Tunnels)

निर्माण सामग्री के अनुसार सुरंगें निम्न प्रकार की होती है—

(1) प्रबलित कंक्रीट की सुरंग (RCC Tunnel)
(2) ईंट चिनाई की सुरंग (Brick Masonry Tunnel)
(3) पत्थर चिनाई की सुरंगें (Stone Masonry Tunnels)

(c) संरेखण के आधार पर सुरंगें (Alignment based Tunnels)

संरेखण के आधार पर सुरंगें निम्न प्रकार की होती है—

(1) ढालू सुरंग (Slope Tunnel)
(2) सर्पिल सुरंग (Spiral Tunnel)
(3) काठी व आधार सुरंग (Saddle & Based Tunnel)
(4) ऑफ स्पर सुरंग (Off-Spur Tunnel)

(d) भू-रचना पर आधारित सुरंगें (Ground Based Tunnel)

भू-रचना के आधार पर सुरंगों को 2 भागों में बाँटा गया है—

(1) नरम धरती में सुरंग (Tunnel in soft ground)
(2) चट्टानी सुरंग (Rock Tunnel)

(e) आकृति के आधार पर सुरंगें (Shape Based Tunnels)

आकृति के आधार पर सुरंगों को निम्न भागों में बाँटा गया है—

(1) वृत्तखण्डाकार सुरंग (Segmental Tunnel)
(2) दीर्घवृत्ताकार सुरंग (Elliptical Tunnel)
(3) घुड़नाल सुरंग (Horse-Shoe Tunnel)
(4) गोलाकार सुरंग (Circular Tunnel)
(5) आयताकार सुरंग (Rectangular Tunnel)
(6) अण्डाकार सुरंग (Egg-shaped Tunnel)
(7) बहुकेन्द्रीय सुरंग (Polycentric Tunnel)

(f) स्थल आकृति के आधार पर सुरंगें (Location Based Tunnels)

स्थल स्थिति के आधार पर सुरंगों को निम्न भागों में बाँटा गया है—

(1) पर्वतीय सुरंग (Mountain Tunnel)
(2) जलमग्न सुरंग (Under water Tunnel)
(3) उथली सुरंग (Shallow Tunnel)

18.5 सुरंगों का आकार (Shape of Tunnel)

सुरंगों का आकार निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है—

1. मिट्टी की प्रकृति जिसके माध्यम से सुरंग को चलाया जाना है।
2. जमीन का दबाव, जिसका सुरंग अस्तर विरोध कर सकता है।
3. सुरंग का उद्देश्य जिस के लिए इस का निर्माण किया गया है।

सुरंगों के लिए अपनाए जाने वाले सामान्य क्रॉस-सेक्शन निम्नलिखित हैं—

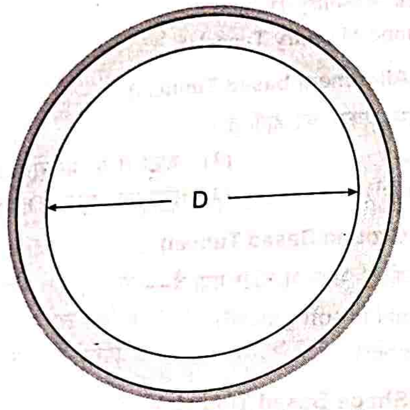
1. वृत्ताकार खंड (Circular Section)
2. D- खंड या सेगमेंट-रूफ सेक्शन (D-segment or roof section)

3. अंडाकार खंड (Egg-shaped section)
4. दीर्घ वृत्ताकार खंड (Elliptical section)
5. हॉर्स-शू खंड (Horse-shoe section)
6. आयताकार खंड (Rectangular section)

अब हम प्रत्येक क्रॉस-सेक्शन पर संक्षेप में चर्चा करते हैं।

18.5.1 वृत्ताकार खड (Circular section)

एक सुरंग का वृत्ताकार खण्ड, जल धारण करने वाली मृदा या मुलायम भूमि के कारण बाहरी दबाव के लिए अधिक प्रतिरोध प्रदान करता है। एक सुरंग के वृत्ताकार खण्ड को चित्र में दर्शाया गया है।



चित्र 18.1 : वृत्ताकार खण्ड (Circular section)

वृत्ताकार खण्ड के फायदे निम्नलिखित हैं—

1. यह आंतरिक या बाहरी ताकतों का विरोध करने के लिए सबसे अच्छा सैद्धांतिक अनुभाग है।
2. यह कम से कम परिधि के लिए सबसे बड़ा पार-अनुभागीय क्षेत्र प्रदान करता है।
3. यह सीवर और पानी ढोने के उद्देश्यों के लिए सबसे उपयुक्त है।
4. यह गैर-चिपकने वाली मिट्टी में सबसे उपयुक्त है।
5. यह ढाल विधि द्वारा संचालित सुरंगों के लिए उपयुक्त है।

निम्नलिखित वृत्ताकार खण्ड के नुकसान हैं—

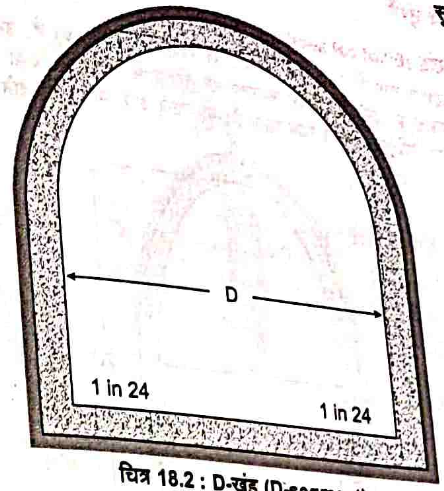
1. यह सड़कों या रेलवे के लिए उपयुक्त नहीं है क्योंकि फ्लैट आधार प्राप्त करने के लिए अधिक भरने की आवश्यकता होगी।
2. ठोस अस्तर के लिए प्लेसमेंट के लिए यह आकार अधिक कठिन है।

18.5.2 D-खंड या सेगमेंट-रूफ सेक्शन (D-segment or roof section)

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इस परिच्छेद में बाहरी भार वृत्तखण्डीय वहन करती है और इसे पार्श्व दीवारों पर डाल देती है। नर्मदा में पार्श्व दीवारें प्रबलित कंक्रीट की बनाई जाती हैं।

D-खंड के फायदे निम्नलिखित हैं—

1. यह चट्टानी क्षेत्र के लिए उपयुक्त होते हैं।
2. यह सब-वे या नौ संचालन चैनलों के लिए उपयुक्त है।
3. यह सुरंग भारी यातायात के लिए भी उत्तम रहती है।

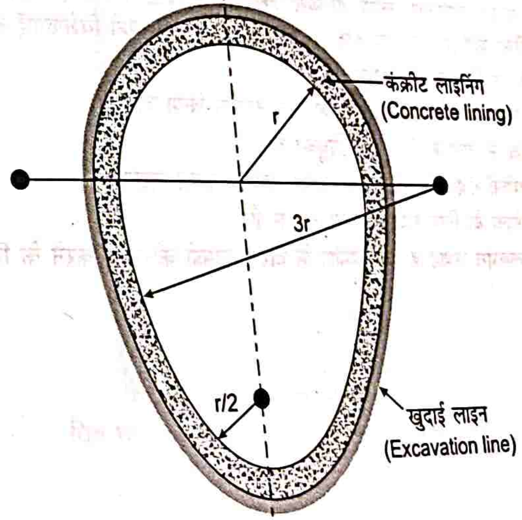


चित्र 18.2 : D-खंड (D-segment)

18.5.3 अंडाकार खंड (Egg-shaped section)

एक अंडाकार परिछेद चित्र में दर्शाया गया है। इस खंड के निम्न लाभ होते हैं—

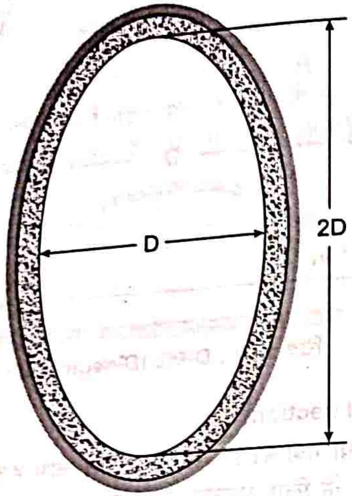
1. यह आमतौर पर सीवेज ले जाने के लिए अपनाया जाता है।
2. यह शुष्क और बरसाती मौसमों में मल के प्रवाह के आत्म-शोधन वेग को बनाए रखता है।
3. इसकी गोलाकार साइड की दीवारें बाहरी और आन्तरिक दबाव का विरोध करता है।



चित्र 18.3 : अंडाकार खंड (Egg-shaped section)

18.5.4 दीर्घ वृत्ताकार खंड (Elliptical section)

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। यह खंड आधार पर संकीर्ण (Narrow) है, इसलिए यातायात सुरंगों के रूप में इस्तेमाल नहीं किया जा सकता है। इसका उपयोग चट्टान की तुलना में मैदान में किया जाता है। बाहरी दबाव के बेहतर प्रतिरोध के लिए इसकी प्रमुख धुरी को लंबवत् रखा जाता है। यह पानी और सीवेज ले जाने के लिए सबसे उपयुक्त होते हैं।

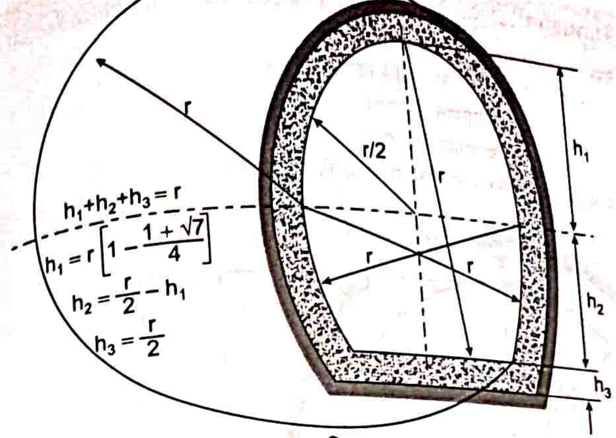


चित्र 18.4 : दीर्घ वृत्ताकार खंड (Elliptical section)

18.5.5 हॉर्स-शू खंड (Horse-shoe section)

यह सुरंग के लिए सबसे लोकप्रिय खण्ड है। जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इस खंड में वृत्त व आयत दोनों आकृतियों के गुण सम्मिलित होते हैं। घुड़नाल खंड (Horse-shoe section) की विशेषताएँ अग्रलिखित हैं—

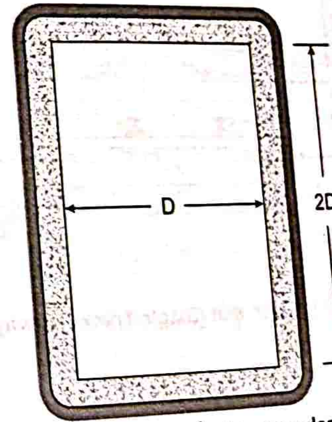
1. यह नरम चट्टानों के लिए सबसे उपयुक्त है।
2. यह आमतौर पर राजमार्ग और रेलवे सुरंगों के लिए उपयोग किया जाता है।
3. यह पानी या सीवेज ले जाने के लिए भी उपयुक्त है।
4. यह खंड बाहरी जमीनी दवाव के लिए एक अच्छा प्रतिरोध प्रदान करता है।
5. यह यातायात के उद्देश्य के लिए सबसे अच्छा आकार है।
6. इस खंड का फर्श लगभग सपाट है, जो निर्माण के दौरान सामग्री को स्टोर करने के लिए पर्याप्त जगह देता है।



चित्र 18.5 : हॉर्स-शू खंड (Horse-shoe section)

18.5.6 आयताकार खंड (Rectangular section)

चित्र में एक आयताकार खण्ड दिखाया गया है। आयताकार खण्ड एक प्रबल सीमेंट कंक्रीट बॉक्स के रूप में होता है जो कठोर चट्टानों के लिए उपयुक्त होते हैं। इसका उपयोग पैदल यात्रियों के लिए अधिक किया जाता है। यह महँगा तथा बनाने में कठिन होता है।



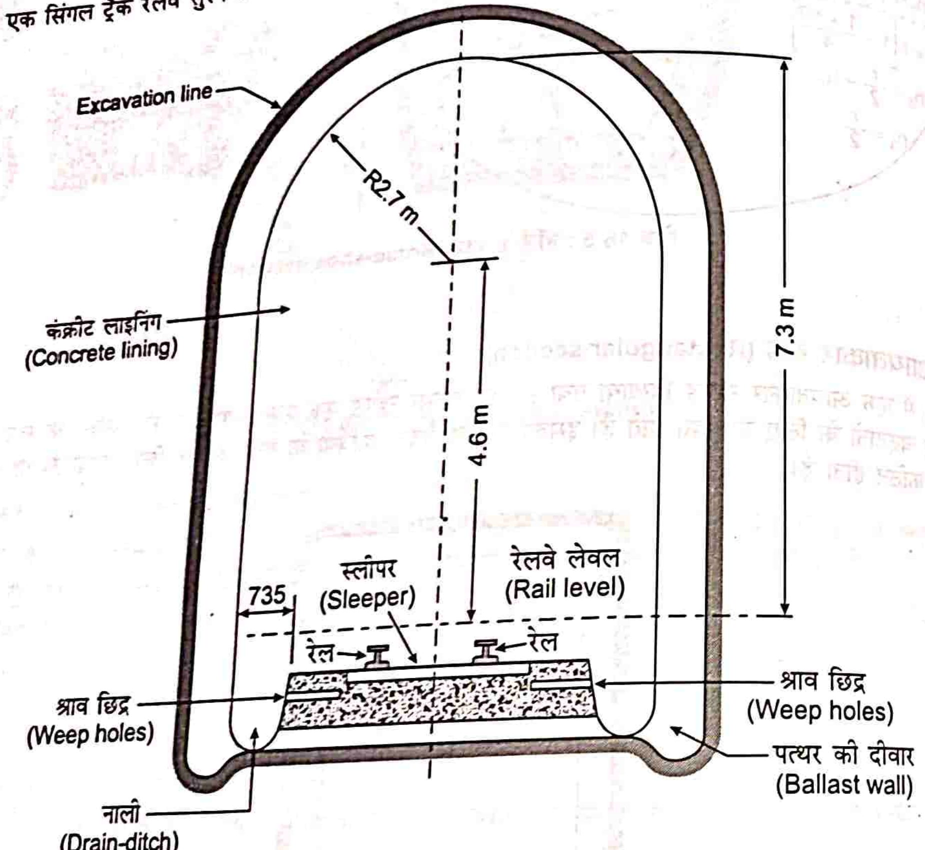
चित्र 18.6 : आयताकार खंड (Rectangular section)

18.6 सुरंगों का माप (Size of Tunnels)

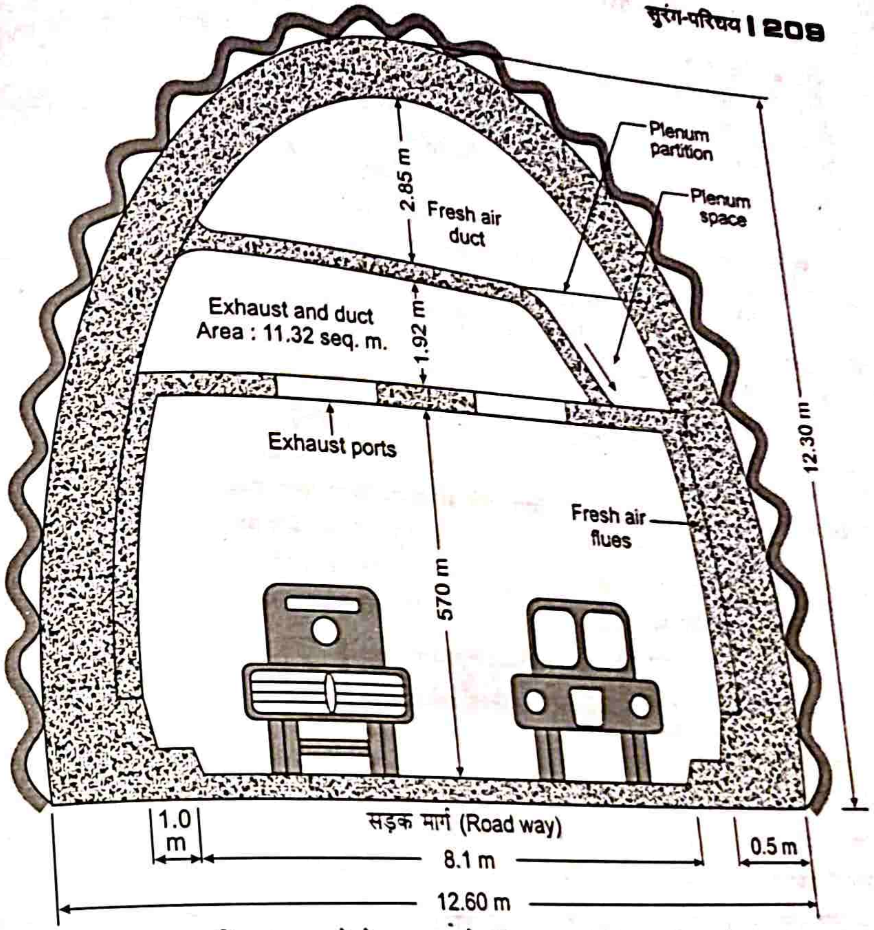
सुरंगों का माप निर्धारित करते समय निम्न बातों का विचार किया जाता है—

1. सुरंग बनाने का उद्देश्य
2. सुरंग की लाइनिंग के प्रकार
3. सुरंग की लाइनिंग की मोटाई
4. सुरंग से जल निकासी
5. यातायात के प्रकार
6. यातायात की सघनता

एक सिंगल ट्रैक रेलवे सुरंग तथा टू लेन सड़क सुरंग की माप नीचे चित्र में दिखाया गया है—



चित्र 18.7 : एकल ट्रैक रेलवे सुरंग (Single Track Railway Tunnel)



चित्र 18.8 : दो लेन सड़क सुरंग (Two lane highway tunnel)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

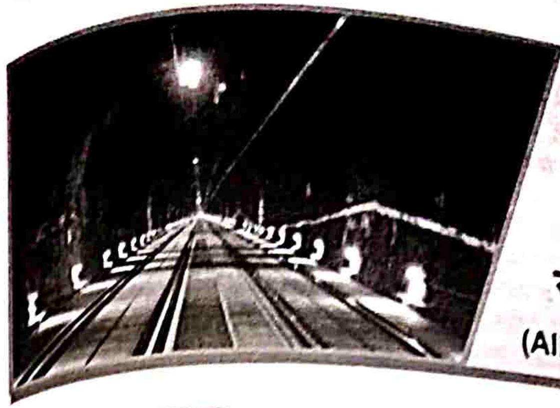
- भारत में कालका शिमला रेल मार्ग जो सन् 1902 में बनाया गया था की विशेषता इसकी 96.6 किलोमीटर की लम्बाई में 103 छोटे-बड़े सुरंगें, 869 पुल पुलियों तथा 999 मोड़ों का अनोखा निर्माण है।
- देश के 5 सबसे बड़े रेल और सड़क सुरंगें निम्न हैं—
- रेलवे टनल—

1. पीर पंजाल सुरंग, जम्मू-कश्मीर (लंबाई 11.215 किलोमीटर)
2. कार्बूड सुरंग, महाराष्ट्र (लम्बाई 6.5 किलोमीटर)
3. नाटूवाड़ी सुरंग, महाराष्ट्र 4.3 किलोमीटर
4. टाइक सुरंग, महाराष्ट्र : यह 4.07 किलोमीटर
5. बेरडेवाड़ी सुरंग, महाराष्ट्र 4 किलोमीटर

- **रोड सुरंग**
  1. चेनानी-नशरी (पटनीटॉप), जम्मू एवं कश्मीर—लम्बाई 9.2 किलोमीटर।
  2. रोहतांग सुरंग (अटल सुरंग), हिमाचल प्रदेश—लम्बाई 9.02 किलोमीटर।
  3. घाट की गुनी सुरंग, राजस्थान—लम्बाई 2.8 किलोमीटर।
  4. ऑट सुरंग, चंडीगढ़—लम्बाई 2.76 किलोमीटर।
  5. जवाहर सुरंग, जम्मू-कश्मीर—लम्बाई 2.5 किलोमीटर।
- सुरंगों का आकार निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है—
  1. मिट्टी की प्रकृति जिसके माध्यम से सुरंग को चलाया जाना है।
  2. जमीन का दबाव, जिसका सुरंग अस्तर विरोध कर सकता है।
  3. सुरंग का उद्देश्य जिस के लिए इसका निर्माण किया गया है।
- सुरंगों के लिए अपनाए जाने वाले सामान्य क्रॉस-सेक्शन निम्नलिखित हैं—
  1. वृत्ताकार खण्ड
  2. D-खंड या सेगमेंट-रूप सेक्शन
  3. अंडाकार खण्ड
  4. दीर्घ वृत्ताकार खण्ड
  5. हॉर्स-शू खण्ड
  6. आयताकार खण्ड।
- सुरंगों का माप निर्धारित करते समय निम्न बातों का विचार किया जाता है—
  1. सुरंग बनाने का उद्देश्य
  2. सुरंग की लाइनिंग के प्रकार
  3. सुरंग की लाइनिंग की मोटाई
  4. सुरंग से जल निकासी
  5. यातायात के प्रकार
  6. यातयात की सघनता

अभ्यास प्रश्न

1. सुरंग पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
2. देश के 5 सबसे बड़े रेल सुरंग लिखिए।
3. देश के पाँच सबसे बड़े सड़क सुरंग लिखिए।
4. सुरंग निर्माण की आवश्यकताओं को लिखिए।
5. एक सुरंग बनाने से क्या लाभ तथा हानि होते हैं? समझाइए।
6. सुरंगों का वर्गीकरण लिखिए।
7. निर्माण के आधार पर सुरंगों का वर्गीकरण कीजिए।
8. आकृति के आधार पर सुरंगों का वर्गीकरण लिखिए।
9. सुरंगों के लिए अपनाए जाने वाले सामान क्रॉस-सेक्शन कौन-कौन से होते हैं?
10. वृत्ताकार खण्ड सुरंग का सचित्र वर्णन कीजिए।
11. अंडाकार तथा दीर्घ वृत्तकार सुरंग का सचित्र वर्णन कीजिए।
12. आयताकार सुरंग का सचित्र वर्णन कीजिए।
13. घुड़नाल सुरंग का वर्णन कीजिए तथा इसकी विशेषताएँ लिखिए।
14. सुरंगों का माप निर्धारित करते समय किन बातों पर विचार किया जाता है? लिखिए।
15. सिंगल लाइन रेलवे सुरंग का अनुप्रस्थ काट कीजिए।
16. दू-लेन सड़क सुरंग का अनुप्रस्थ काट कीजिए।



19 सुरंग का संरेखण तथा लाइनिंग (Alignment and Lining of Tunnel)

Inside this Chapter
- Inspection for Tunnel Sites
- Tunnel Alignment
- Providing Grade on Curve
- Lining
- Materials for Lining

19.1 सुरंग साइटों के लिए जाँच (Inspection for Tunnel Sites)

जाँच प्रस्तावित सुरंग के लिए आवश्यक जानकारी खोजने के लिए की जाती है निम्नलिखित सूचना एकत्र करने की आवश्यकता होती है—
- मृदा की उत्पत्ति।
- आसपास के प्रस्तावित सुरंग स्थल पर जल की जानकारी।
- गैसों की उपस्थिति।
- पास की मिट्टी का तापमान।
- प्रस्तावित स्थल पर मौजूद मिट्टी की भौतिक और यांत्रिक शक्ति।
- कमजोर भू-वैज्ञानिक विशेषताओं जैसे दोष, सिलवटों आदि का स्थान।

जानकारी एकत्र करने के लिए जाँच के चरण निम्नानुसार है—
1. परियोजना की योजना बनाने से पहले की गई जाँच।
2. परियोजना की योजना के समय की गई जाँच।
3. निर्माण के समय की गई जाँच।

19.2 सुरंग संरेखण (Tunnel Alignment)

एक अच्छी और मितव्ययी सड़क सुरंग बनाना बहुत ही जटिल कार्य है। इसके लिए किए जाने वाले सर्वेक्षण पर विशेष ध्यान देना पड़ता है। सुरंग संरेखण निर्धारित करते समय मुख्य रूप से निम्न बातों पर विशेष ध्यान दिया जाता है—
1. जहाँ तक संभव हो सुरंग को सीधा बनाना चाहिए। सीधी सुरंग का निर्माण सरल होता है तथा इन पर आने वाला खर्च भी कम होता है।
2. सुरंग का संरेखण व अनुलंब ढाल को सुरंग की तली पर अंतरण करने के लिए शाफ्ट (Shaft) का प्रयोग किया जाता है। बहुत लम्बी सुरंग के शीर्ष रेखा पर कुछ दूरी पर शाफ्ट (Shaft) बनाई जाती है।
3. शाफ्ट आपात स्थिति में बचाव और राहत कार्यों के लिए भी उपयुक्त होते हैं।
4. जल निकासी के लिए सुरंगों को एक तरफ अनुलंब ढाल देनी चाहिए। लंबी सुरंग में इसके मध्य में अथवा शाफ्ट के दोनों विपरीत सिरों की ओर ढाल दिया जाता है। यह ढाल 400 में 1 से 600 में 1 तक लिया जाता है।

साथ रखी जाती है।

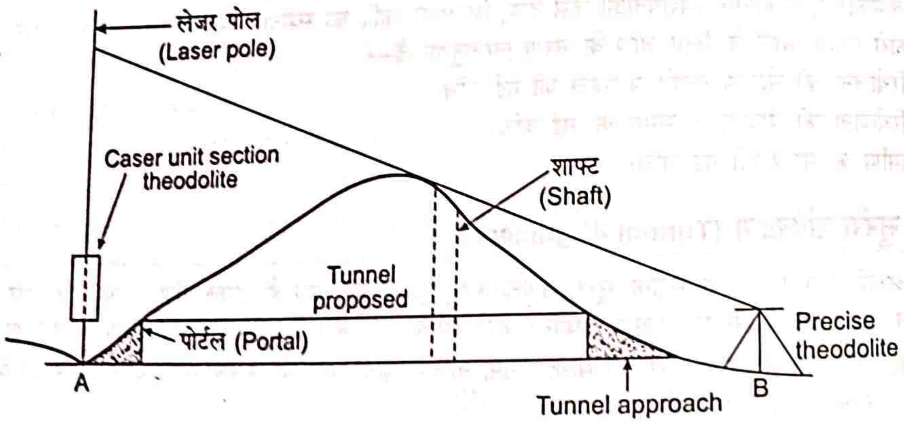
5. सुरंग में पर्याप्त प्रकाश तथा समापन की व्यवस्था रखी जाती है।
6. सुरंग के प्रवेश व निकास पर ढाल न्यूनतम होनी चाहिए।
7. सुरंग का निर्माण इसके सर्वेक्षण व संरेखण पर निर्भर करता है।

सटीक स्थान और ऊँचाई पर सुरंग की केन्द्र रेखा से बाहर की स्थापना अप्रत्यक्ष तरीके से अलग-अलग चरणों में किया जाता है, जिनके नाम निम्न हैं—

(1) सुरंग की मध्य रेखा को भूमि पर चिन्हित करना।
(2) मध्य रेखा को सुरंग के भीतर अंतरित करना।
(3) वक्र सुरंग पर मध्य रेखा लगाना।
(4) सुरंग के अंदर जमीनी स्तर को स्थानांतरित करना।
(5) सुरंग की तली पर ढाल लगाना।

19.3 सुरंग की मध्य रेखा को भूमि पर चिन्हित करना (Locating centreline of the Tunnel on the Ground)

बड़ी सुरंग दोनों छोरों से तथा अंतर्वर्ती शाफ्टों से विपरीत दिशाओं में खोदते हुए साझे बिन्दु तक ले जायी जाती है और पूर्ण लम्बाई एक ही साथ प्राप्त कर ली जाती है तथा छोटे सुरंग में एक सिरे से खुदाई प्रारंभ करके दूसरे सिरे तक ले जायी जाती है। इसके लिए प्रथम चरण में सुरंग की मध्य रेखा को थोड़े ऊँचाई से भूमि पर लगाया जाता है। इसके लिए मध्य रेखा पर उचित अंतराल पर लकड़ी का खूंटियाँ गाड़ दिया जाता है तथा उनके शीर्ष में ठीक मध्य बिन्दु पर कील ठोक दी जाती है। इन तीनों को सोती हुई डोरी तानने पर यह सुरंग की मध्य रेखा दर्शाती है। इसके स्थान पर सफेद पेंट या चूना से मध्य रेखा की स्थिति दर्शाई जाती है। इस रेखा के महत्वपूर्ण बिन्दुओं पर कंक्रीट व पत्थरों के स्थाई स्टेशन भी स्थापित किए जाते हैं। अब संग्रह खण्ड की जाँच के लिए किसी एक स्टेशन से अगले दो स्टेशन अवश्य दिखाई पड़ने चाहिए। मध्य रेखा के निर्धारण के लिए चक्रम या त्रिकोणन भी अपनाया जाता है। मध्य रेखा लगाने के बाद जीत अंतराल पर पक्के स्टेशन के लिए खुंटियाँ लगा दी जाती है। जिन पर स्थाई तल चिन्ह (Bench mark) के सन्दर्भ में RL ज्ञात करके अंकित कर दिए जाते हैं।

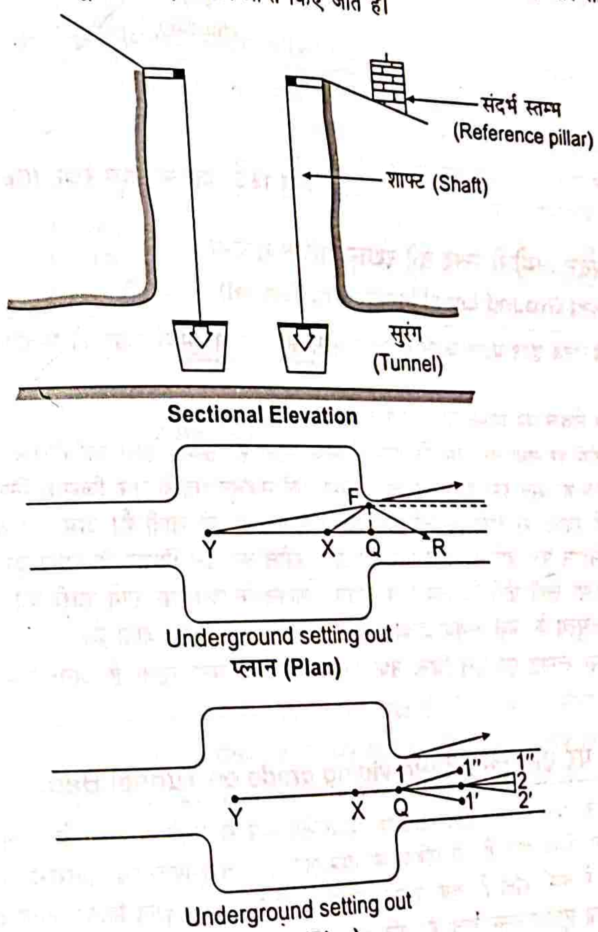


चित्र 19.1 : भूमि पर सुरंग स्थापित करना (Setting out tunnel on ground surface)

19.4 मध्य रेखा को सुरंग के भीतर अंतरित करना (Transferring centre line Inside the Tunnel)

छोटी सुरंगों में संरेखण को सुरंग के किनारों से अंदर बढ़ाया जाता है जबकि लंबी सुरंगों में यह कार्य शाफ्टों के माध्यम से किया जाता है। मध्य रेखा को सुरंग को तली पर अंतरित करने के लिए सर्वप्रथम शाफ्ट के शीर्ष पर इसके छोरों के साथ-साथ लकड़ी के दो सतही संरेखण के ठीक अनुलंब रखे जाते हैं।

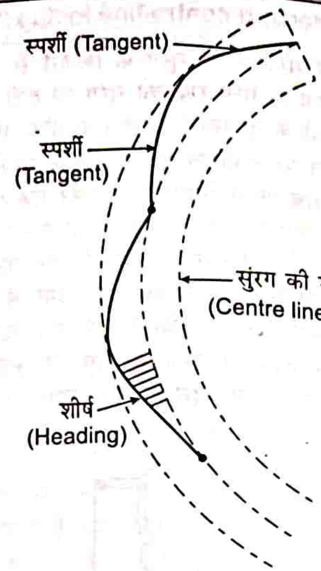
अब पूर्व स्टेशन पर थेओडोलाइट सेट करके अगले स्टेशन को देखते हुए संरेखण को ईंट पर या स्तम्भों पर निशान लगा दिए जाते हैं। अब प्रत्येक निशान से सटाकर एक इस्पात का तार जिसके निचले सिरे पर राहुल बने होते हैं मुक्त रूप से शाफ्ट में लटका दिए जाते हैं। वायु आदि के कारण साहुल में गति ना हो इसलिए साहुल को पानी की भारी बाल्टी में डुबा कर रखा जाता है। इन दोनों तारों को मिलाने वाली रेखा सतहीसन रेखा की दिशा को सुरंग की तली पर प्रदर्शित करता है। सुरंग में इस रेखा को चिन्हित करके आगे बढ़ाने के लिए 3D लाइट को सुरंग में उतार कर दोनों तारों को सीध में इस प्रकार सेट किया जाता है ताकि तारों में कुछ आगे सुरंग की छत से लटकाया गया दोनों उपकरण से देखने पर एक ही दृष्टि रेखा पर आ जाए। इस रेखा पर साबुन की मदद से पक्का निशान बना दिए जाते हैं और सारे खण्ड को सुरंग में आगे की तरफ बढ़ा कर उचित दूरी पर नए निशान प्राप्त किए जाते हैं।



चित्र 19.2 : मध्य रेखा को सुरंग के अन्दर स्थापित करना (Transferring centre line inside the tunnels)

19.5 वक्रित सुरंग पर मध्य रेखा लगाना (Locating Centre Line on Curved Tunnel)

इसमें थेओडोलाइट को स्पर्श बिन्दु A पर सेट करके पूर्व स्टेशन P को देखते हैं। अब उपकरण को इसके क्षैतिज अक्ष पर 180 डिग्री घुमाकर दृष्टि रेखा को स्पर्श रेखा PQ के समांतर करते हैं। अब उपकरण पर का कोण सेट किया जाता है। इस कोण की दृष्टि रेखा पर उपकरण से दूरी L नाप ली जाती है। अब थेओडोलाइट को B बिन्दु पर सेट करके और आगे के बिन्दु C, D ... आदि स्थापित करते जाते हैं। इन बिन्दुओं A, B, C, D ... को सरल रेखा से मिला दिया जाता है। यह रेखा सुरंग की वक्रित मध्य रेखा कहलाती है।



चित्र 19.3 : वक्र पर मध्य रेखा (Centre line on curve)

19.6 सुरंग के अंदर जमीनी स्तर को स्थानांतरित करना (Transferring Ground Level Inside the Tunnel)

सुरंग की तली को अनुलंब ढाल प्रदान करने के लिए सुरंग की तली पर मध्य रेखा की स्थिति लगाने के बाद इस पर RL ज्ञात किया जाता है।

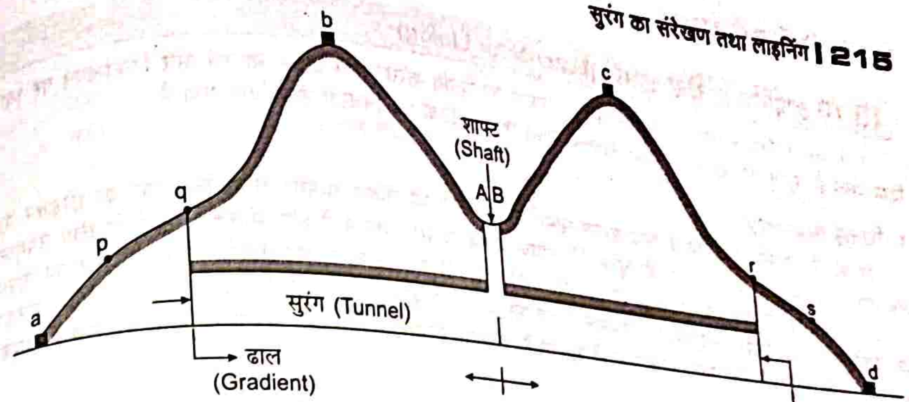
सुरंग के भीतर सतही लेवल को शाफ्ट द्वारा अंतरित करने की प्रक्रिया निम्न है—

सर्वप्रथम शाफ्ट के शीर्ष पर तथा तली पर दो डोरियाँ बांधी जाती हैं। ऊपरी डोरी का लेवल बेंच मार्क के संदर्भ में सही से ज्ञात कर लिया जाता है। अब इस डोरी की ज्योति वही एक मजबूत पतली तार जिसके निचले छोर पर 5 से 10 किग्रा का भार लगा होता है शाफ्ट पर लगी फिरकी द्वारा शाफ्ट में लटका ली जाती है। अब यह तार क्षैतिज डोरियों को शुद्धता से छूती है तो वहाँ निशान पड़ जाते हैं। अब स्तर को ऊपर खींच कर इस निशान के मध्य दूरी सही से नाप लेते हैं। इस दूरी को शॉफ्ट के शीर्ष पर लगी डोरी के लेवल से घटाकर शाफ्ट के तली पर लगे डोरी का लेवल ज्ञात कर लिया जाता है और इस लेवल को सुरंग के फर्श अथवा दीवार पर स्थानांतरित कर दिया जाता है।

खुदाई के समय तली पर लगाए गए तल चिन्ह नष्ट होने का खतरा बना रहता है अत: इसे सुरंग की दीवार पर स्थापित किया जाता है।

19.7 सुरंग की तली पर ढाल लगाना (Providing grade on Tunnel Bed)

एक सुरंग में ढाल सतह के ढाल से कम होना चाहिए। यह विशेष रूप से रेलवे में सुरंग में ढाल जारी रखने के लिए अनुकूल नहीं होता है। जब रेल गीली होती है, तो पहियों के फिसलने और वायुमण्डलीय प्रतिरोध में वृद्धि हो सकती है, जिससे लोकोमोटिव की क्षमता में कमी होती है। वर्षा जल निकासी के लिए 0.2% ढाल लिया जाता है। सुरंग के केंद्र की ओर दोनों किनारों से ढाल उठाना सुविधाजनक होता है। यदि ढाल एक दिशा में हो तो वेंटिलेशन अधिक प्रभावी होता है।



चित्र 19.4 : सुरंग की तली पर ढाल लगाकर (Providing grade on tunnel bed)

19.8 लाइनिंग की आवश्यकता (Necessity of Lining)

लाइनिंग शब्द का उपयोग सुरंग के क्रॉस-सेक्शन को दिए गए फिनिशिंग को दर्शाता है। यदि सुरंग कठोर स्तर से गुजर रही है, तो इसे अनियोजित (Underlined) छोड़ा जा सकता है। इस प्रकार, कठोर मिट्टी या अभेद्य चट्टान से गुजरने वाली सुरंगों के लिए अस्तर की आवश्यकता नहीं होती है। लेकिन जब यह स्थायी रूप से सुरंग के आसपास की सामग्री या जहाँ यह पाया जाता है की सुरंग के आसपास के कणों के द्रव्यमान के बीच सामंजस्य (cohesion) पर्याप्त नहीं है, तो लाइनिंग आवश्यक हो जाता है। यदि सुरंग आंतरिक या बाहरी दबाव या भारी जमीन के दबाव के अधीन है, तो लाइनिंग के प्रावधान से सुरंग क्रॉस-सेक्शन की ताकत में वृद्धि हो जाती है। लाइनिंग अस्थायी या स्थायी हो सकता है। निर्माण के दौरान सुरंग की छत और दीवारों का समर्थन करने के लिए अस्थायी लाइनिंग प्रदान किया जाता है। स्थायी लाइनिंग को नरम जमीन में प्रदान किया जाता है, जो हमेशा विघटित (Disintegrate) होने के लिए उत्तरदायी होता है। एक आदर्श लाइनिंग किफायती, टिकाऊ, निर्माण के लिए सरल और स्थिर होना चाहिए।

19.9 लाइनिंग के उद्देश्य (Objects of Lining)

किसी सुरंग में स्थाई लाइनिंग बनाने के मुख्य उद्देश्य निम्न हैं—

- यह सुरंग को सही ढंग देता है।
- यह नरम मिट्टी में धसन होने पर मिट्टी के दबाव को रोक देता है।
- यह घर्षण और अपरदन क्रिया से होने वाले नुकसान को कम करता है, और धारा-रेखा गति को सुनिश्चित करता है।
- यह कुछ विशेष प्रकार की चट्टानों जिसमें हवा भरी होती है को कवर करने के लिए एक अच्छा सुरक्षात्मक आवरण प्रदान करता है।
- यह सुरंग के अंदर के भाग को पानी के छिद्र से मुक्त रखता है और इस प्रकार, पंपिंग लागत कम हो जाती है।
- यह चट्टान के बड़े स्लैबों का रोकता है जो ब्लास्टिंग के दौरान ढीले हो गए होते हैं।
- यह कुछ विशेष प्रकार की चट्टानों के साथ पानी की रासायनिक क्रिया को रोकता है।
- सुरंग के अंदर कमजोर खण्ड को मजबूती प्रदान करता है।
- यह सुरंग के अनुरक्षण व्यय को कम करता है।
- इससे सुरंग साफ सुथरा दिखता है।

19.10 लाइनिंग के लिए सामग्री (Material for Lining)

सुरंग की लाइनिंग में प्रयोग किए जाने वाले सामग्रियों का चुनाव करते समय उसके सामर्थ्य और टिकाऊपन पर ध्यान दिया जाता है। सुरंग की लाइनिंग में कुछ सामान्य प्रकार की सामग्रियों का विवरण नीचे दिया गया है।

1. चिनाई (Masonry)

ईंट की चिनाई सुरंग लाइनिंग के लिए मानक सामग्री मानी जाती थी लेकिन भूमिगत सीवर के मामले को छोड़कर यह अब तेजी से उपयोग से बाहर हो रहा है। चूँकि ईंटें अधिक एसिड प्रतिरोध करती हैं और सीवेज ले जाने के लिए उपयुक्त हैं। ईंट लाइनिंग का उपयोग करने में बड़ा नुकसान सुरंग की छत और मेहराब के एक्सट्रैडोस के बीच की जगह को वापस पैक करने में है। यह मेहराब लाइनिंग पर असमान दबाव का कारण हो सकता है। डिजाइन में इतने सारे अनिश्चित कारकों के कारण, एक बहुत ही भारी खंड आवश्यक हो सकता है, जिसका निर्माण कठिन और महंगा हो जाता है। साथ ही इसके जोड़ कमजोर बिन्दु हैं।

2. पत्थर की चिनाई (Stone Masonry)

इस लाइनिंग में भी ईंट लाइनिंग के भाँति ही दोष होते हैं, इसके अलावा, बहुत मजबूत केन्द्रों की आवश्यकता होती है। लेकिन यह भी दीवारों को लाइनिंग के लिए उपयोग किया जाता है।

3. सीमेंट कंक्रीट (Cement Concrete)

सीमेंट कंक्रीट, चट्टान और नरम मिट्टी दोनों मं सुरंग के लाइनिंग के लिए मानक सामग्री बन गई है। सीमेंट कंक्रीट लाइनिंग के फायदे इस प्रकार हैं—

- इसकी प्लास्टिसिटी यह अनुमति देता है कि यह फार्म और मिट्टी के बीच अच्छी तरह से पैक हो सके।
- सीमेंट कंक्रीट के जलरोधी गुण, इसे प्रथम श्रेणी के वॉटरटाइट लाइनिंग के रूप में बनाते हैं।
- इसका उपयोग न टूटने वाले खंड के रूप में भी किया जा सकता है।
- यदि असामान्य मिट्टी के दबावों के साथ सामंजस्य स्थापित करना है, तो मोटाई को नियंत्रित किया जा सकता है और प्रबलित किया जा सकता है।
- यह चिकनी सतह प्रदान करता है और रख-रखाव की लागत भी न्यूनतम होती है।

4. काष्ठ (Timber)

यह सबसे पुरानी लाइनिंग सामग्री में से एक है, हालाँकि धीरे-धीरे कंक्रीट इसकी जगह ले लिया है। इसका उपयोग निर्माण के समय अस्थायी तथा स्थाई दोनों के रूप में किया जाता है। इस लाइनिंग का लाभ यह है कि यह आसानी से और जल्दी बनाया जा सकता है। यह सस्ता पड़ता है तथा टूटने से पहले आवाज करता है। परंतु इसका मुख्य दोष यह है कि यह अति शीघ्र खराब हो जाता है। इस पर वायुमण्डली प्रभाव व दीमक का प्रभाव बहुत जल्दी पड़ता है।

5. ढलवा लोहा (Cast Iron)

कम जल वाले क्षेत्रों में ढलवा लोहे के लाइनिंग प्रयोग किए जाते हैं। यह लाइनिंग मजबूत तथा जल रोधी होता है। इसके जोड़ आसानी से लगाया जा सकते हैं। स्थिति में प्रयोग करने के तुरंत बाद ही यह सामर्थ्य प्राप्त कर लेता है।

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- जल निकासी के लिए सुरंगों को एक तरफ अनुलंब ढाल देनी चाहिए। यह ढाल 400 में 1 से 600 में 1 तक लिया जाता है।
- सुरंग का संरेखण वह अनुलंब ढाल को सुरंग की तली पर अंतरण करने के लिए शाफ्ट (Shaft) का प्रयोग किया जाता है।
- सटीक स्थान और ऊँचाई पर सुरंग की केन्द्र रेखा से बाहर की स्थापना अप्रत्यक्ष तरीके से अलग-अलग चरणों में किया जाता है, जिनके नाम निम्न हैं—
  1. सुरंग की मध्य रेखा को भूमि पर चिन्हित करना।
  2. मध्य रेखा को सुरंग के भीतर अंतरित करना है।
  3. वक्र सुरंग पर मध्य रेखा लगाना।
  4. सुरंग के अंदर जमीनी स्तर को स्थानांतरित करना।
  5. सुरंग की तली पर ढाल लगाना।
- लाइनिंग शब्द का उपयोग सुरंग के क्रॉस-सेक्शन को दिए गए फिनिशिंग को दर्शाता है। यदि सुरंग कठोर स्तर से गुजर रही है, तो इसे अनियोजित (Unlined) छोड़ा जा सकता है।
- एक आदर्श लाइनिंग किफायती, टिकाऊ, निर्माण के लिए सरल और स्थिर होना चाहिए।
- किसी सुरंग में स्थाई लाइनिंग बनाने के मुख्य उद्देश्य है निम्न हैं—
  1. यह सुरंग को सही खंड देता है।
  2. यह नरम मिट्टी में धसन होने पर मिट्टी के दबाव को रोक देता है।
  3. यह घर्षण और अपरदन क्रिया से होने वाले नुकसान को कम करता है, और धारा-रेखा गति को सुनिश्चित करता है।
  4. यह कुछ विशेष प्रकार की चट्टानों जिसमें हवा भरी होती है को कवर करने के लिए एक अच्छा सुरक्षात्मक आवरण प्रदान करता है।
  5. यह सुरंग के अंदर के भाग को पानी के छिद्र से मुक्त करता है और इस प्रकार पंपिंग लागत कम हो जाती है।
  6. यह चट्टान के बड़े स्लैबों को रोकता है जो ब्लास्टिंग के दौरान ढीले हो गए होते हैं।
  7. यह कुछ विशेष प्रकार की चट्टानों के साथ पानी की रासायनिक क्रिया को रोकता है।
  8. सुरंग के अंदर कमजोर खण्ड को मजबूती प्रदान करता है।
  9. यह सुरंग के अनुरक्षण व्यय को कम करता है।
  10. इससे सुरंग साफ सुथरा दिखता है।
- सीमेंट कंक्रीट, चट्टान और नरम मिट्टी दोनों में सुरंग के लाइनिंग के लिए मानक सामग्री बन गई है। सीमेंट कंक्रीट लाइनिंग के फायदे इस प्रकार हैं—
  1. इसकी प्लास्टिसिटी यह अनुमति देता है कि यह फार्म और मिट्टी के बीच अच्छी तरह से पैक हो सके।
  2. सीमेंट कंक्रीट के जलरोधी गुण, इसे प्रथम श्रेणी के वॉटर लाइनिंग के रूप में बनाते हैं।
  3. इसका उपयोग न टूटने वाले खण्ड के रूप में भी किया जा सकता है।
  4. यदि असामान्य मिट्टी के दबावों के साथ सामंजस्य स्थापित करना है, तो मोटाई को नियंत्रित किया जा सकता है और प्रबलित किया जा सकता है।
  5. यह चिकनी सतह प्रदान करता है और रख-रखाव की लागत भी न्यूनतम होती है।
- कम जल वाले क्षेत्रों में ढलवा लोहे के लाइनिंग प्रयोग किए जाते हैं।

अभ्यास प्रश्न

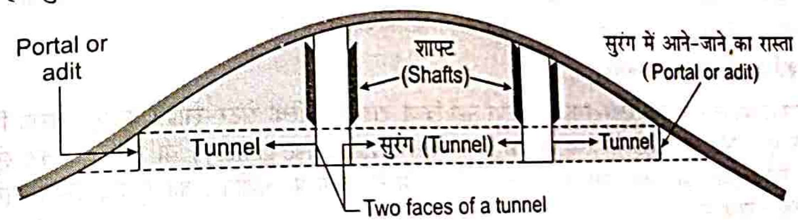
1. सुरंग साइटों के जाँच के लिए कौन-से सूचनाएँ एकत्र करने की आवश्यकता होती है? लिखिए।
2. सुरंग संरेखण पर टिप्पणी लिखिए।
3. सुरंग की मध्य रेखा को भूमि पर चिन्हित करने पर टिप्पणी लिखिये।
4. सुरंग के मध्य रेखा को सुरंग के भीतर कैसे अंतरित किया जाता है? सचित्र वर्णन करो।
5. बकरीद सुरंग पर मध्य रेखा को सचित्र समझाइए।
6. सुरंग के अंदर जमीनी स्तर को कैसे स्थानांतरित किया जाता है? लिखिए।
7. सुरंग की तली पर ढाल कैसे लगाई जाती है? समझाइए।
8. लाइनिंग से आप क्या समझते हैं? इसकी आवश्यकता लिखिए।
9. लाइनिंग के उद्देश्य लिखिए।
10. लाइनिंग के लिए प्रयोग किए जाने वाली सामग्रियों का विवरण दीजिए।

20 शाफ्ट (Shafts)

Inside this Chapter
- Shafts
- Shape of Shafts
- Location of Shafts
- Classification of Shafts
- Construction of Shafts in Soft Rock

20.1 शाफ्ट (Shafts)

सुरंग की तली तक पहुँचने के लिए सुरंग के संरेखण पर बनाए गए कुएँ या ऊर्ध्व गलियारे शाफ्ट या सुरंगी कुएँ कहलाते हैं। सुरंग निर्माण में इनका महत्वपूर्ण स्थान होता है तथा इसको बनाने से लाभ भी होते हैं। इनके माध्यम से श्रमिकों व सामग्रियों को सुरंग की तली तक पहुँचाया जाता है तथा आपात की स्थिति में बाहर निकलने में भी यह मददगार होते हैं। सुरंग में संवातन के लिए भी शाफ्ट उपयुक्त होते हैं। छोटी सुरंग में इसका निर्माण (खुदाई कार्य) एक तरफ से किया जाता है तथा लम्बी सुरंग में इसका निर्माण (खुदाई कार्य) दोनों किनारों से एक साथ शुरू करके कम समय में किया जा सकता है। सुरंग की शीघ्र खुदाई में शाफ्ट का विशेष स्थान होता है।



चित्र 20.1 : सुरंग शाफ्ट (Tunnel Shafts)

20.2 शाफ्ट के लाभ (Advantages of Shafts)

सुरंग में शाफ्ट बनाने से निम्नलिखित लाभ होते हैं—

1. शाफ्ट द्वारा श्रमिक, निर्माण सामग्री तथा उपकरण इत्यादि शीघ्र सुरंग में उतारे जा सकते हैं।
2. शाफ्ट द्वारा दो अतिरिक्त खुदाई के लिए स्थान उपलब्ध कराने से सुरंग की खुदाई कार्य शीघ्र हो जाती है।
3. सुरंग में प्राकृतिक संवातन बनाए रखता है।
4. संरेखण को सही रखने तथा केन्द्र रेखा को सुरंग में स्थानांतरित करने में मदद करते हैं।
5. सुरंग में पानी भर जाने पर शाफ्ट के द्वारा पंपिंग विधि से पानी को बाहर निकाला जा सकता है।
6. सुरंग में फंसे मलबे व कचरे इत्यादि को इसके द्वारा ऊपर खींच कर सुरंग खंड को साफ रखा जाता है।
7. आपातकाल की स्थिति में भी इसका उपयोग किया जा सकता है।

20.3 शाफ्ट का आकार (Shape of Shaft)

निम्नलिखित कारकों पर विचार करके शाफ्ट का आकार तय किया जाता है—

1. अवशिष्ट पदार्थ (waste material) की मात्रा;
2. अवशिष्ट पदार्थ ले जाने वाली गाड़ी का आकार;
3. सुरंग बनाने की प्रक्रिया में प्रयुक्त उपकरणों की प्रकृति;
4. मजदूरों की संख्या;
5. पाइप और तारों को ले जाने के लिए आवश्यक स्थान;
6. उत्थापन प्रणाली (Hoisting system) की प्रकृति।

20.4 शाफ्ट का स्थल निर्धारण (Location of Shafts)

शाफ्ट का निर्माण ऐसे स्थान पर किया जाना चाहिए जहाँ इसकी गहराई न्यूनतम हो तथा स्थल चयन करते समय यह भी ध्यान दिया जाता है कि शॉफ्ट की निर्माण लागत कम से कम हो। शॉफ्ट के लिए आदर्श जगह घाटी होता है। क्योंकि यहाँ पर शॉफ्ट की गहराई कम होती है। घाटी में पानी को घुसने से रोकने के लिए इसकी परिधि पर दीवार बना देनी चाहिए या पंपिंग विधि का प्रयोग करके पानी को निकालने की व्यवस्था होनी चाहिए। शाफ्ट को ऐसे स्थान पर होना चाहिए जहाँ से आम जनता को यातायात के लिए कम से कम परेशानी उत्पन्न हो। सुरंग की तली तक श्रमिक सामग्री व उपकरण आदि पहुँचाने के लिए उच्चालक (Hoist) की व्यवस्था करनी चाहिए।

स्थान व स्थिति के आधार पर शाफ्ट दो प्रकार के होते हैं—

1. केन्द्र-रेखा पर शाफ्ट (Shaft over Central Line)
2. पार्श्व शाफ्ट (Side shafts)

20.4.1 केन्द्र-रेखा पर शाफ्ट (Shaft over Central Line)

अधिकांश शाफ्ट सीधे सुरंग के केन्द्र-रेखा पर स्थित होते हैं। इस प्रकार के शाफ्ट से सुरंग से सामग्री को आसानी से बाहर निकाला जा सकता है। इस स्थिति में प्रकाश व संवातन भी अधिक होती है।

20.4.2 पार्श्व शाफ्ट (Side shafts)

पार्श्व शाफ्ट का निर्माण सीधे सेंटर-लाइन के ऊपर नहीं किया जाता है, बल्कि सेंटर-लाइन के एक तरफ शिफ्ट किया जाता है। इसे मुख्य सुरंग से जोड़ने के लिए एक अनुप्रस्थ गैलरी (Transverse gallery) या एक पायलट सुरंग (pilot tunnel) या पैसेज (passage) की आवश्यकता होती है। गैलरी के तेज वक्र पर मशीनरी का मुड़ना इस प्रकार के शाफ्ट का सबसे बड़ी समस्या है।

20.5 शाफ्ट के वर्गीकरण (Classification of Shafts)

शाफ्ट को निम्नानुसार वर्गीकृत किया गया है—

1. अस्थाई शाफ्ट (Temporary Shafts)
2. स्थाई शाफ्ट (Permanent Shafts)
3. उर्ध्व शाफ्ट (Vertical Shafts)
4. तिरछी शाफ्ट (Incline Shafts)

20.5.1 अस्थाई शाफ्ट (Temporary Shafts)

जब खुदाई किए जाने वाले शाफ्ट का प्रयोग सुरंग निर्माण के समय श्रमिक व सामग्रियों को पहुँचाने के लिए तथा सुरंग में स्थित मलवे को बाहर निकालने के लिए किया जाता है तथा कार्य पूरा होने पर पाट दिया जाता है तो इसे अस्थायी शाफ्ट कहा जाता है। इस तरह के शाफ्ट में 3 मीटर × 1.5 मीटर या 3 मीटर × 2 मीटर का चयन किया जाता है जिससे निर्माण की न्यूनतम गहराई आती है।

20.5.2 स्थाई शाफ्ट (Permanent Shafts)

सुरंग के पूरा होने के बाद भी स्थायी शाफ्ट खुले छोड़ दिए जाते हैं और वे सुरंग में वेंटिलेशन प्रदान करते हैं। ऐसे शाफ्ट पर लाइनिंग कर दी जाती है जिससे यह लंबे समय तक बनी रहे। सुरक्षा की दृष्टि से इसके शीर्ष पर दीवार बना दी जाती है जिससे कोई कचरा अथवा वर्षा का पानी इसमें ना जाने पाए।

20.5.3 उर्ध्वाधर शाफ्ट (Vertical Shafts)

सामान्य रूप से शॉफ्ट को केवल ऊर्ध्वाधर दिशा में रखा जाता है क्योंकि इनका निर्माण आसान और सस्ता होता है। इस शॉफ्ट का प्रयोग भी सुरंग में श्रमिक निर्माण सामग्री व उपकरण पहुँचाने तथा सुरंग के मलबे को बाहर खींचने में किया जाता है।

20.5.4 तिरछी शाफ्ट (Incline Shafts)

छोटी गहराई के शाफ्ट के लिए, 45° या उससे कम के उपयुक्त ढाल के साथ शाफ्ट का निर्माण गुरुत्वाकर्षण द्वारा सुरंगी मलबे को हटाने के लिए किया जाता है। इसका निर्माण कठिन होता है इसलिए इसकी लम्बाई न्यूनतम रखनी चाहिए। यह कुछ विशेष परिस्थितियों में ही बनाई जाती है।

20.6 शाफ्ट का निर्माण (Construction of Shafts)

शाफ्ट की खुदाई सामान्यत: सुरंग के ऊपर से उसकी तली की ओर किया जाता है जिससे मलबे को ऊपर आसानी से निकाला जा सके परंतु कुछ विशेष स्थितियों में खुदाई कार्य तली से शुरू कर के ऊपर की ओर ले जाया जाता है। शॉफ्ट खुदाई निम्न दो प्रकार का होता है—

1. चट्टान में शॉफ्ट का निर्माण (Construction of shaft in rock)
2. नरम धरती में शॉफ्ट का निर्माण (Construction of shaft in soft ground)

20.7 चट्टान में शॉफ्ट का निर्माण (Construction of Shaft in Rock)

चट्टान में शॉफ्ट के निर्माण में निम्नलिखित प्रक्रिया होती है—

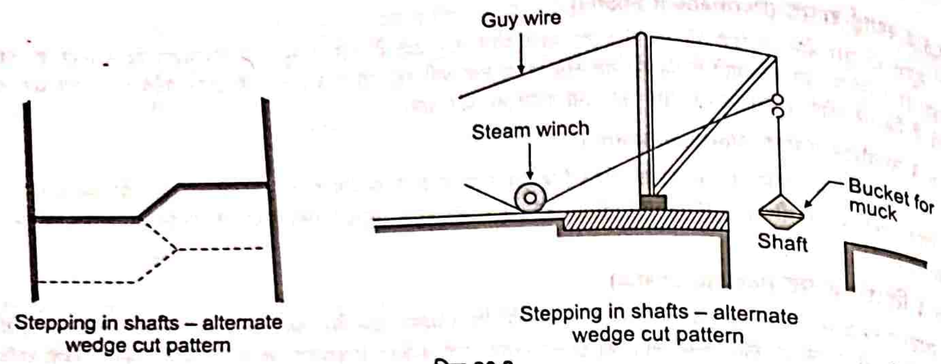
1. ड्रिलिंग और ब्लास्टिंग (Drilling and Blasting)
2. मलबा निकालना (Mucking)
3. तख्ता बन्दी (Timbering)
4. पम्पिंग (Pumping)
5. उठाना (Raising)

20.7.1 ड्रिलिंग और ब्लास्टिंग (Drilling and Blasting)

चट्टानों को काटने के लिए उचित दूरी पर छिद्र करके उसमें विस्फोट किया जाता है। छिद्र के लिए दाब-वायु चालित मशीनों का प्रयोग किया जाता है। बड़े शॉफ्ट के निर्माण में ड्रिलिंग और मलबे को बाहर निकालना दोनों कार्य साथ साथ चलने के लिए कदमचो (Stepping) की भी व्यवस्था की जाती है।

20.7.2 मलबा निकालना (Mucking)

यह आमतौर पर हाथ से किया जाता है और बाल्टी में लोड करके ऊपर उठाया जाता है। चित्र में एक सरल विधि दिखाई गई है। इसमें दो बाल्टियों का उपयोग किया जा सकता है ताकि एक ऊपर जाए तो दूसरा नीचे उतरे। आसान हैंडलिंग के लिए विस्फोटक चार्ज को इतना नियंत्रित किया जाना चाहिए कि ब्लास्ट किए गए टुकड़ों का वजन 90 N से 900 N के बीच हो।



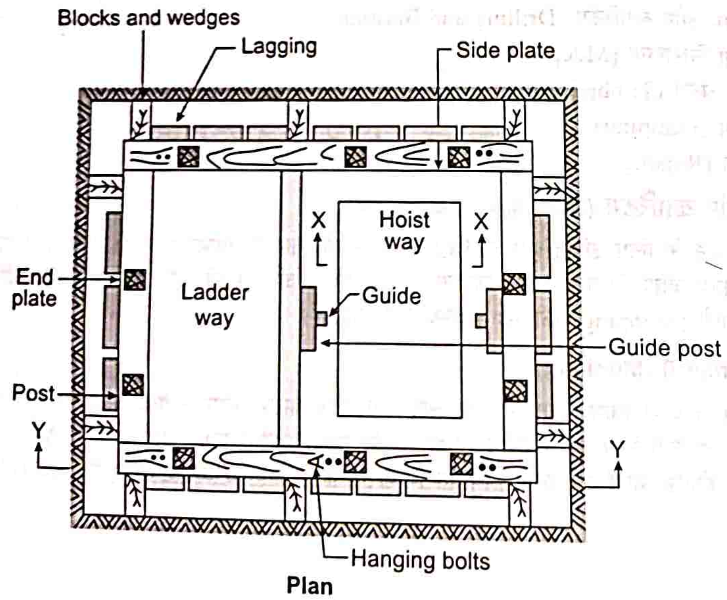
चित्र 20.2

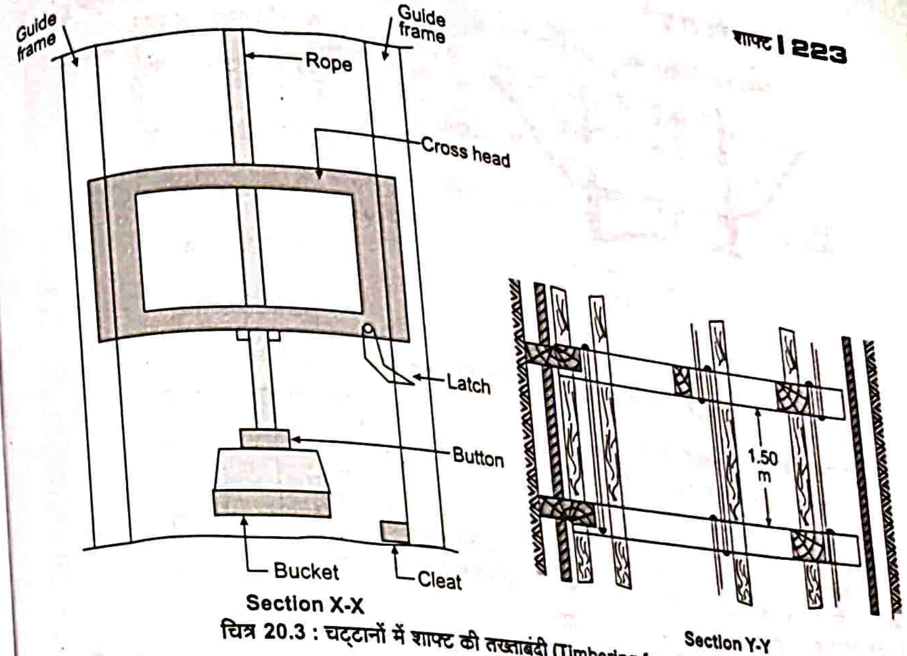
20.7.3 तख्ताबन्दी (Timbering)

लकड़ी के तख्ते काटी गई शॉफ्ट में इसकी साइडों से मृदा तथा उखड़े हुए पच्चड़े इत्यादि को गिरने से रोकने के लिए लगाए जाते हैं। लैगिंग का उपयोग चट्टान के छोटे-छोटे टुकड़ों को तोड़ने और काम करने वालों को चोटिल होने से बचाने के लिए किया जाता है।

20.7.4. लाइनिंग (Lining)

शाफ्ट की भीतरी सतह साफ और जलरोधक बनाने के लिए इस पर सीमेंट कंक्रीट का लाइनिंग किया जाता है। शॉफ्ट की दरारों में पानी का रिसन हो इसके लिए लाइनिंग करने में सीमेंट ग्राउटिंग (Cement Grouting) कर दी जाती है। शाफ्ट के छिद्र से गिरने वाले पानी को नीचे एक जगह इकट्ठा करके पंप द्वारा बाहर निकाल दिया जाता है जिसे पंपिंग क्रिया कहते हैं।





चित्र 20.3 : चट्टानों में शाफ्ट की तख्ताबंदी (Timbering for shafts in rock)

20.8 नरम धरती में शॉफ्ट का निर्माण (Construction of Shaft In Soft Ground)

नरम धरती में शॉफ्ट बनाना आसान होता है। इसे बनाने के कई तरीके होते हैं। इसमें आसान उपकरणों का प्रयोग करके ड्रिलिंग की जाती है। मलबे को बाहर निकालने के लिए बाल्टी का उपयोग किया जाता है तथा इसमें तख्ता बंदी सतह के प्रकार तथा शॉफ्ट की गहराई पर निर्भर करते हैं।

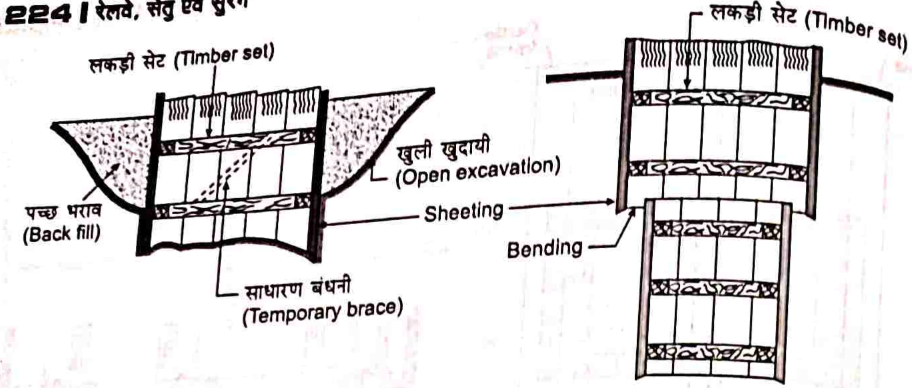
गहराई के आधार पर यह शॉफ्ट दो भागों में बाँटा गया है—

(1) उथला शॉफ्ट (Shallow shafts)

(2) गहरा शॉफ्ट (Deep shafts)

20.8.1 उथला शॉफ्ट (Shallow shafts)

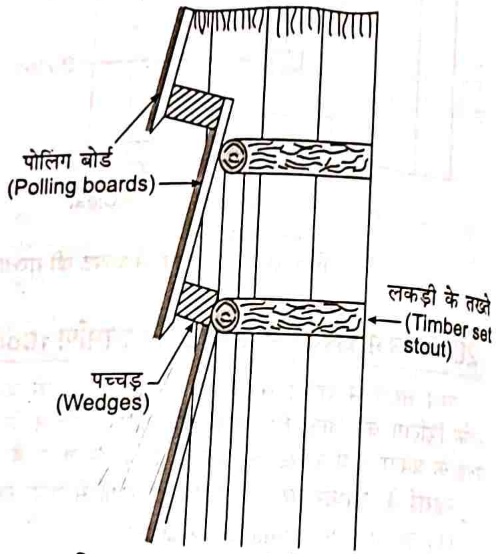
सर्वप्रथम स्थल पर उचित गहराई तक खुदाई की जाती है। इस खुदाई में लकड़ी के दो तख्ते उचित अंतराल पर लगाए जाते हैं और इन दोनों तख्तों को एक तिरछे लकड़ी के तख्ते से बाँध दिया जाता है। तख्तों के आस पास शीट के 40 मिमी से 80 मिमी मोटे गत्ते रखे जाते हैं। शीट को जमीन में धँसाया जाता है और साथ ही शीट के नीचे खुदाई करते हुए यह ध्यान रखा जाता है कि शीट को लम्बवत् रखा जाये। पहले तख्ते के बाद शीटिंग पूरी तरह से चला जाता है और फ्रेम सही ढंग से ढंके रहते हैं। थोड़ी सी बैचिंग या मार्जिन दी जाती है और खुदाई का दूसरा चरण इसी प्रकार शुरू और पूरा किया जाता है चूँकि शीट धंसाए जाते हैं, अत: लकड़ी के तख्ते साइड दबावों को झेलने के लिए पहले से डिजाइन किए गए होने चाहिए।



चित्र 20.4 : नरम धरती में उथला शाफ्ट (Shallow shafts in soft soil)

20.8.2 गहरा शॉफ्ट (Deep shafts)

जहाँ गहराई बहुत अधिक होती है, वहाँ ऊर्ध्वाधर फोर पोलिंग (vertical fore polling) की संशोधित प्रणाली का सहारा लिया जाता है। इसमें 1500 मिमी से 1800 मिमी की छोटी पोलिंग शीट का उपयोग किया जाता है और लकड़ी के तख्तों से शीट निकाल दी जाती हैं और शीटों को दोहरे पच्चर (Double wadges) द्वारा स्थिति में रखा जाता है। शीटिंग और लकड़ी के तख्ते की व्यवस्था चित्र में दिखाई गई है।



चित्र 20.5 : नरम धरती में गहरा शाफ्ट
(Deep shaft in soft soil)

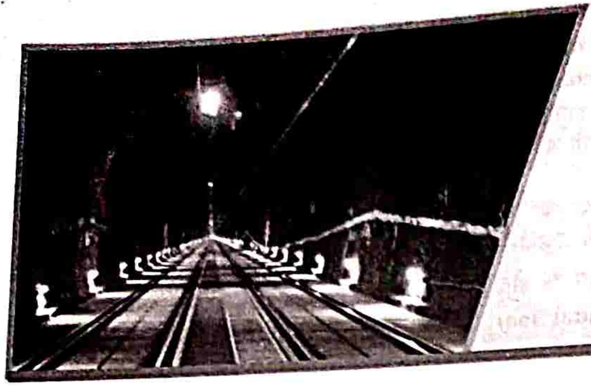
स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- सुरंग की तली तक पहुँचने के लिए सुरंग के संरेखण पर बनाए गए कुएँ या ऊर्ध्व गलियारे शाफ्ट या सुरंगी कुएँ कहलाते हैं।
- शॉफ्ट द्वारा श्रमिक, निमार्ण सामग्री तथा उपकरण इत्यादि शीघ्र सुरंग में उतारे जा सकते हैं।
- शॉफ्ट द्वारा दो अतिरिक्त खुदाई के लिए स्थान उपलब्ध कराने से सुरंग की खुदाई कार्य शीघ्र हो जाती है।
- शाफ्ट सुरंग में प्राकृतिक संवातन बनाए रखता है।
- शाफ्ट संरेखण को सही रखने तथा केन्द्र रेखा को सुरंग में स्थानांतरित करने में मदद करते हैं।
- सुरंग में पानी भर जाने पर शॉफ्ट के द्वारा पंपिंग विधि से पानी को बाहर निकाला जा सकता है।

- सुरंग में फँसे मलबे व कचरे इत्यादि को इसके द्वारा ऊपर खींच कर सुरंग खंड को साफ रखा जाता है।
- निम्नलिखित कारकों पर विचार करके शॉफ्ट का आकार तय किया जाता है—
  1. अवशिष्ट पदार्थ (waste material) की मात्रा,
  2. अवशिष्ट पदार्थ ले जाने वाली गाड़ी का आकार,
  3. सुरंग बनाने की प्रक्रिया में प्रयुक्त उपकरणों की प्रकृति,
  4. मजदूरों की संख्या,
  5. पाइप और तारों को ले जाने के लिए आवश्यक स्थान,
  6. उत्थापन प्रणाली (Hoisting system) की प्रकृति।
- स्थान व स्थिति के आधार पर शॉफ्ट दो प्रकार के होते है—
  1. केन्द्र-रेखा पर शाफ्ट (Shafts over central line)
  2. पार्श्व शॉफ्ट (Side shafts)
- शॉफ्ट को निम्नानुसार वर्गीकृत किया गया है—
  1. अस्थाई शॉफ्ट (Temporary Shafts)
  2. स्थाई शॉफ्ट (Permanent shafts)
  3. उर्ध्व शॉफ्ट (Vertical shafts)
  4. तिरछी शॉफ्ट (Incline shafts)
- शॉफ्ट खुदाई कार्य निम्न दो प्रकार का होता है—
  1. चट्टान में शॉफ्ट का निर्माण (Construction of shaft in rock)
  2. नरम धरती में शॉफ्ट का निर्माण (Construction of shaft in soft ground)
- चट्टान में शॉफ्ट का निर्माण में निम्नलिखित प्रक्रिया होती है—
  1. ड्रिलिंग और ब्लास्टिंग (Drilling and blasting)
  2. मलबा निकालना (Mucking)
  3. तख्ता बन्दी (Timbering)
  4. पम्पिंग (Pumping)
  5. उठाना (Raising)
- गहराई के आधार पर यह शॉफ्ट दो भागों में बाँटा गया है—
  (1) उथला शॉफ्ट (Shallow shafts) (2) गहरा शॉफ्ट (Deep shafts)

अभ्यास प्रश्न

1. शॉफ्ट से आप क्या समझते हैं? सचित्र वर्णन करें।
2. सुरंग में शॉफ्ट बनाने से कौन-कौन से लाभ होते हैं? लिखिए।
3. सुरंग में शॉफ्ट का आकार निर्धारित करने में कौन-कौन सी बातों पर विचार किया जाता है?
4. शॉफ्ट के स्थल निर्धारण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
5. केन्द्र रेखा पर शॉफ्ट तथा पार्श्व शॉफ्ट का सचित्र वर्णन करें।
6. शॉफ्ट के वर्गीकरण लिखिए।
7. अस्थाई शाफ्ट तथा स्थाई शॉफ्ट का वर्णन कीजिए।
8. ऊर्ध्वाधर तथा तिरछी शाफ्ट को समझाइए।
9. चट्टान में शॉफ्ट के निर्माण की प्रक्रिया लिखिए।
10. नरम धरती में शॉफ्ट के निर्माण की प्रक्रिया लिखिए।



21 सुरंग निर्माण की विधियाँ (Method of Tunnelling)

Inside this Chapter
- Tunnelling in Hard Rock
- Operation in Tunnelling
- Methods of Tunnelling in Rock
- Methods of Tunnelling in soft soil
- Blasting

21.1 चट्टानों में सुरंग निर्माण (Tunnelling In Hard Rock)

चट्टाने मुख्यत: तीन प्रकार की आग्नेय (Igneous), तलछटी (Sedimentary) एवं रूपांतरित चट्टानें Metamorphic Rocks) होती हैं। इन चट्टानों में सुरंग का निर्माण करना एक कठिन कार्य है क्योंकि यह अत्यधिक कठोर होती हैं। इसलिए चट्टानों में सुरंग का निर्माण करने के लिए विस्फोट किया जाता है। चट्टानों में सुरंग बनाने में अधिक खर्च आता है तथा इनमें प्राकृतिक दोष, दरार तथा नमी आदि हो सकते हैं। अत: सुरंग का निर्माण करने से पहले चट्टानों की प्रकृति के बारे में पता करना पड़ता है जिसके लिए प्रस्तावित संरेखण पर छिद्र किए जाते हैं। चट्टान में सुरंग निर्माण में मशीनों के संचालन के लिए पावर प्लांट की भी आवश्यकता पड़ती है। ऐसे सुरंगों का प्रयोग दो घाटियों को जोड़ने के लिए, रेलमार्ग, जलमार्ग व सड़क मार्ग बनाने के लिए तथा जल की निकासी के लिए किया जाता है।

21.2 सुरंग निर्माण में प्रचालन का अनुक्रम (Sequence of Operation in Tunnelling)

सुरंग निर्माण में प्रचालन का अनुक्रम निम्न रखा जाता है—

1. शॉफ्ट का निर्माण;
2. सुरंग के अंदर तक केंद्र-रेखा स्थानांतरित करना;
3. उत्खनन की विधि तय करना;
4. ब्लास्टिंग के लिए छेदों की स्थापना और ड्रिलिंग;
5. विस्फोटक के साथ छेद भरना;
6. विस्फोट प्रक्रिया को अंजाम देना;
7. ब्लास्टिंग के बाद संवातन प्रदान करना और धूल हटाना;
8. सुरंगी मलबे को सुरंग से बाहर उपयुक्त स्थान पर रखना;
9. सुरंग में अंदर से भूजल को पंप करना और हटाना;
10. सुरंग के अंदर सपोर्ट लगाना;
11. सुरंग की लाइनिंग करना;
12. प्रयोग के लिए सुरंग को खोलना।

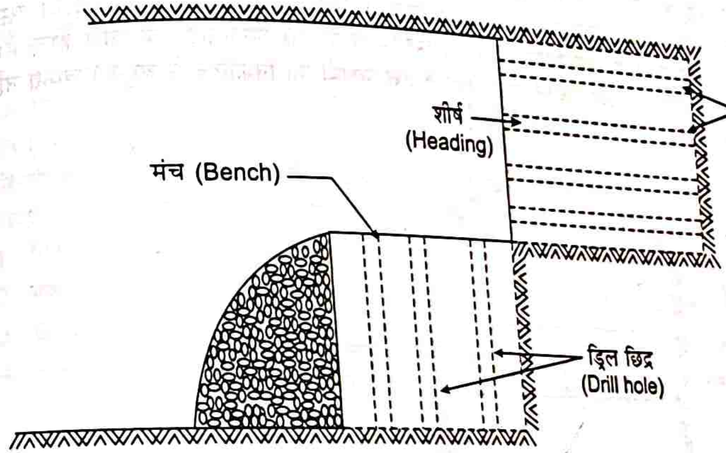
21.3 चट्टानों में सुरंग निर्माण की विधियाँ (Methods of Tunnelling In Rocks)

चट्टानों में सुरंग निर्माण के लिए मुख्य रूप से चार विधियों का प्रयोग किया जाता है जो कि निम्नलिखित हैं—

1. शीर्ष व मंच विधि (Heading and Bench method)
2. छिद्रक विधि (Drift method)
3. पूर्ण फलक विधि (Full Face method)
4. पायलट विधि (Pilot method)

21.3.1 शीर्ष व मंच विधि (Heading and Bench method)

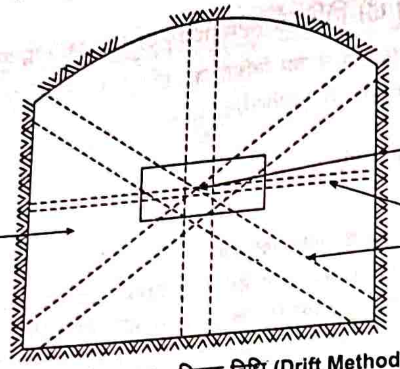
इस विधि में चट्टान की कटाई सीढ़ीनुमा रखी जाती है। ऊपरी जिसमें ऊपरी ऊर्ध्वाधर भाग को शीर्ष तथा निचले क्षैतिज भाग को मंच कहते हैं। सर्वप्रथम क्षेत्र और विस्फोट करके ऊपरी भाग अर्थात् शीर्ष को काट कर मलबे को बाहर निकाल लिया जाता है, उसके बाद निचले भाग अर्थात् मंच को काटा जाता है। एक बार में शीर्ष तथा दूसरी बार में मंच की कटाई का कार्य किया जाता है। यदि चट्टान बहुत कठोर नहीं है तो मंच पर टेक लगाकर इसे सपोर्ट दिया जाता है। इस विधि में मंच सपोर्ट का कार्य करता है। इस विधि में कम विस्फोटक सामग्री की आवश्यकता पड़ती है तथा शीर्ष को प्रभावित किए बिना मलबा बाहर निकाला जा सकता है। शीर्ष और मंच की कटाई की वजह से इस विधि में समय अधिक लगता है।



चित्र 21.1 : शीर्ष एवं मंच विधि (Heading and Bench Method)

21.3.2 छिद्रक विधि (Drift method)

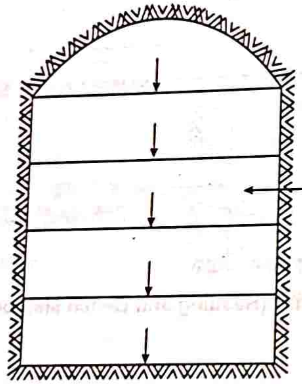
इस विधि में सर्वप्रथम छिद्र खोदा जाता है और उसको ड्रिल एवं विस्फोटक के द्वारा चौड़ा किया जाता है। पूर्ण खुदाई करने के बाद सुरंग का निर्माण हो जाता है। यह विधि छिद्रक विधि कहलाती है। छिद्रक का माप 3 मीटर × 3 मीटर तक रखा जाता है। जिससे श्रमिक इसके अंदर आसानी से जा सके। विस्फोट में आसानी हो इसलिए छिद्रक सुरंग के मध्य में रखा जाता है। छिद्रों की गहराई कम होने से विस्फोटों की मात्रा कम लगती है। इस सुरंग में संवातन बना रहता है।



चित्र 21.2 : छिद्रक विधि (Drift Method)

21.3.3 पूर्ण फलक विधि (Full Face method)

इस विधि में सुरंग खंड के पूर्ण फलक को एक साथ काटा जाता है। चट्टानों को ड्रिल एवं विस्फोटक के द्वारा काटा जाता है। 3 मीटर लम्बी तथा 20 वर्ग मीटर तक के फलक क्षेत्रफल के लिए यह विधि उपयुक्त होती है। इसमें छिद्रों की आपसी दूरी 1.20 मीटर रखी जाती है तथा इनका व्यास 10 मिलीमीटर से 40 मिलीमीटर के बीच होता है। ड्रिलिंग में उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है, इनका प्रचलन सरल होता है तथा मलबों को निकालने में बहुत दिक्कत नहीं आती है। परंतु यह विधि स्थिर चट्टानों के लिए उपयुक्त नहीं होते हैं।

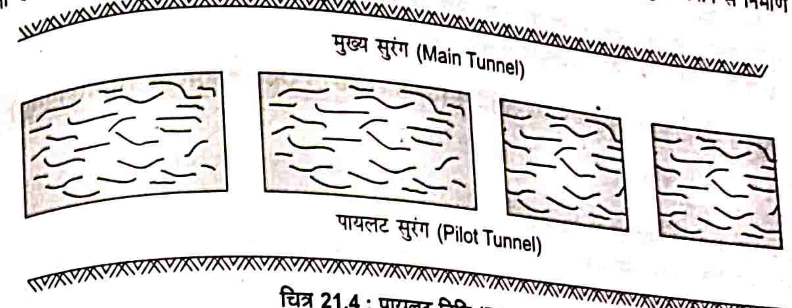


चित्र 21.3 : पूर्ण फलक विधि (Full Face Method)

21.3.4 पायलट विधि (Pilot method)

जब सुरंग निर्माण का कार्य अतिशीघ्र पूर्ण करना हो तब इस विधि का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में निर्माण खंड के भीतर दो सुरंगें बनाई जाती हैं जिनमें एक सुरंग छोटी होती है उसे पायलट सुरंग कहते हैं तथा दूसरी सुरंग पायलट सुरंग से बड़ी होती है इसे मुख्य सुरंग कहते हैं। पायलट सुरंग मुख्य सुरंग के समानांतर होती है। पायलट सुरंग की थोड़ी दूर के अंतराल पर पार्श्व मार्ग बनाकर मुख्य सुरंग से जोड़ दिया जाता है और मुख्य सुरंग पर खुदाई का कार्य प्रारंभ कर दिया जाता है। मुख्य सुरंग का निर्माण कार्य पूरा होने पर इसको बंद कर दिया जाता है। इस सुरंग से मुख्य सुरंग में प्रकाश व संवातन पर्याप्त बना रहता है। मुख्य सुरंग में कोई दुर्घटना होने पर आपात की स्थिति में पायलट सुरंग बचाव और राहत कार्य के लिए काम आती है। मुख्य सुरंग के निर्माण के समय निर्माण सामग्री व उपकरण इत्यादि पायलट सुरंग में रखे जाते

हैं जिससे इन सामग्री व उपकरणों को मुख्य सुरंग तक आसानी से व शीघ्र पहुँचाया जा सकता है। मुख्य सुरंग की देखभाल, अनुरक्षण व मरम्मत के समय भी पायलट सुरंग लाभदायक रहती हैं। परंतु पायलट सुरंग बनाने से निर्माण लागत बढ़ जाती है और इस सुरंग का बाद में कोई प्रयोग नहीं हो पाता हैं।



चित्र 21.4 : पायलट विधि (Pilot Method)

21.4 चट्टानों में सुरंग निर्माण में सुरक्षा सावधानियाँ (Safety Precautions in Rock Tunnelling)

भूमिगत सुरंग बनाने की प्रक्रिया बहुत खतरनाक होती है और इसमें श्रमिकों की सुरक्षा के लिए विशेष सावधानी बरतने की आवश्यकता होती है। चट्टानी सुरंगों में विस्फोट के कारण टूटे हुए पत्थर पूरी तरह से समाप्त नहीं होते हैं इसलिए बेधन (Drilling) और कंपन (Vibration) के कारण इनका सुरंग में गिरने का भय बना रहता है।

नरम मिट्टी में कभी-कभी बिना किसी चेतावनी के ही भूस्खलन की संभावना बनी रहती है जिसमें श्रमिकों के फंसने का खतरा रहता है अतः सुरक्षा के लिए कुछ प्रमुख उपाय किए जाते हैं जो निम्नलिखित हैं—

1. विद्युत व प्रकाश की समुचित व्यवस्था होनी चाहिए।
2. कार्यस्थल पर डॉक्टर व प्राथमिक स्वास्थ्य उपचार की व्यवस्था हर समय होनी चाहिए।
3. सुरंग का तल हमेशा साफ होना चाहिए तथा सुरंग में पानी इकट्ठा नहीं होना चाहिए।
4. सभी श्रमिकों के लिए मजबूत हेलमेट की व्यवस्था होनी चाहिए। ताकि पत्थर के टुकड़े गिरने से श्रमिक घायल ना हो।
5. विस्फोटकों को बहुत सावधानी से रखना चाहिए।
6. सुरंग मलबे को बाहर निकालने के लिए आसान व सुरक्षित उपकरण होने चाहिए।
7. कार्यस्थल पर कोई भी अनधिकृत व्यक्ति बिना किसी आदेश के नहीं जाने चाहिए।
8. सुरंग के अंदर की आवश्यक सूचना बाहर भेजने के लिए जगह-जगह पर टेलीफोन की व्यवस्था उपलब्ध होनी चाहिए।
9. सुरक्षा साइन बोर्ड सुरंग में जगह-जगह लगाए जाने चाहिए।
10. सुरक्षा से संबंधित सभी जानकारी श्रमिकों को पोस्टर, घोषणा अथवा प्रत्येक को मिलकर देनी चाहिए।

21.5 नरम धरती में सुरंग निर्माण (Tunnelling in Soft Ground)

नरम धरती मृदा, बालू, सिल्ट, बजरी, नरम पत्थर, इत्यादि से मिलकर बनती है। इसलिए नरम धरती में सुरंग निर्माण के लिए विस्फोटक की आवश्यकता नहीं पड़ती है। इसलिए इसकी खुदाई गैती, फावड़ा इत्यादि औजारों द्वारा की जा सकती है अथवा खुदाई कार्य करने वाली मशीनों का भी प्रयोग किया जाता है। ऐसे स्थानों पर अस्थाई आलंबों (support) की आवश्यकता पड़ती है।

नरम धरती में सुरंग निर्माण के विधि का चयन को निम्न कारक प्रभावित करते हैं—

1. सुरंग निर्माण के लिए उपलब्ध उपकरण की स्थिति व प्रकार
2. सुरंग की माप
3. सुरंग निर्माण की विधि मुख्यत: कार्यस्थल की सतह के प्रकार पर निर्भर करती है।
4. खुदाई के अनुक्रम की विधि (Method of sequence)

21.6 सुरंग निर्माण के प्रचालन का अनुक्रम (Sequence of Operation In Tunnelling)

नरम धरती में सुरंग खुदाई के परिचालन का अनुक्रम निम्न होता है—

1. मिट्टी की खुदाई
2. खुदाई के कार्य का आलंबन व टेकबन्दी
3. सुरंगी मलबे को बाहर निकालना
4. सुरंग की सफाई करना
5. सुरंग की लाइनिंग करना

21.7 नरम धरती में सुरंग निर्माण की विधियाँ (Methods of Tunnelling in Soft Ground)

नरम धरती में सुरंग निर्माण करने की निम्नलिखित विधियाँ हैं—

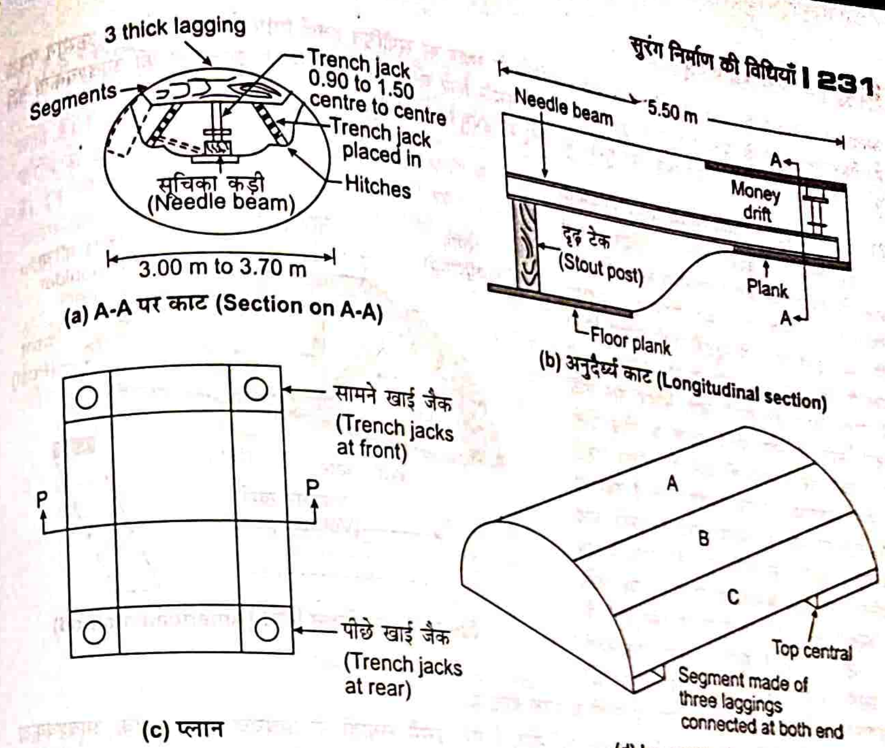
1. सूचक धरन विधि (Needle beam method)
2. अग्रथामी विधि (Forepoling method)
3. अमेरिकन विधि (American method)
4. अंग्रेजी विधि (English Method)
5. रेखीय प्लेट विधि (Linear plates method)
6. जर्मन विधि (German method)
7. ऑस्ट्रियन विधि (Austrian method)
8. बेल्जियन विधि (Belgian method)
9. सील्ड विधि (Shield method)
10. आर्मी विधि (Army Method)

21.7.1 सूचक धरन विधि (Needle beam method)

सुरंग निर्माण की यह विधि उस मृदा के लिए उपयुक्त होती है जहाँ पर छत बिना किसी सपोर्ट के कुछ समय तक खड़ी रह सकें। इस विधि में सर्वप्रथम 1 मीटर से 2 मीटर व्यास का छिद्र खोदा जाता है, छिद्र को लैगिंग व खंडीय पट्ट (Wooden segments) लगाकर आलंबन प्रदान करते हैं।

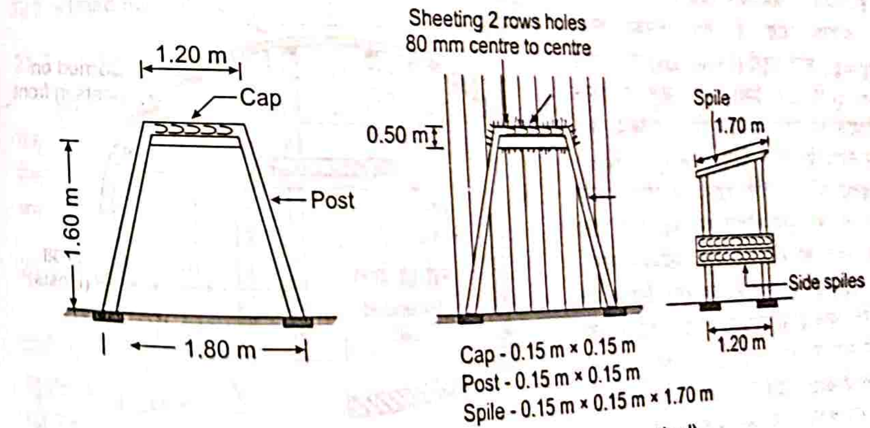
खंडीय पट्ट को खाई जैकों (Trench jacks) के द्वारा सूचिका धरन पर टिकाया जाता है, अब खुदाई कार्य करके छिद्र को चौड़ा कर दिया जाता है और आवश्यकतानुसार खंडीय पट्ट व जैक लगा दिए जाते हैं। इस विधि से एक बार में 3 मीटर से 5 मीटर की लंबाई में सुरंग खोदी जा सकती है।

इस विधि में अग्रथामी विधि की अपेक्षा कम लकड़ी से खंडों की आवश्यकता पड़ती है तथा जहाँ ईंटों की लाइनिंग करनी होती है यह विधि उपयुक्त होती है। परंतु इस विधि में जैकों की आवश्यकता अधिक पड़ती है तथा जैकों के कारण श्रमिकों के लिए कार्य करने के लिए स्थान कम पड़ जाते हैं।



चित्र 21.5 : सूचक धरन विधि (Needle beam method)

21.7.2 अग्रथामी विधि (Forepoling method)



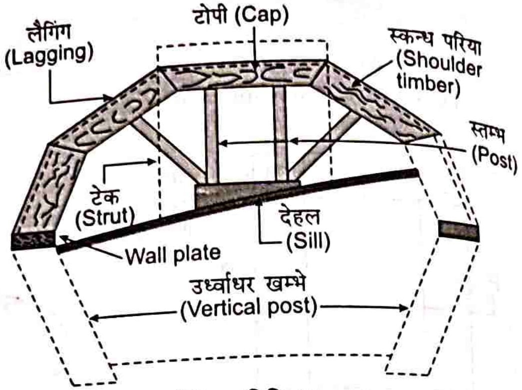
चित्र 21.6 : अग्रथामी विधि (Forepoling method)

सामान्य गहरी सीवेजों, गैस पाइपों के लिए छोटे खण्ड वाली सुरंग बनाने के लिए यह एक पुरानी विधि है। इस विधि में सुरंग को सहारा देने व खुदाई के लिए बड़ी संख्या में लकड़ी के अवयवों की आवश्यकता पड़ती है। सावधानी से यदि यह विधि अपनाई जाए तो यह एक सुरक्षित विधि है। परन्तु यह एक धीमी व कठिन विधि है और अनुभवी श्रमिकों की

आवश्यकता पड़ती है। जहाँ तक संभव हो अब इस विधि के स्थान पर संपीड़ित हवाई विधि से सुरंग खोदना आसान पड़ता है। फिसलती धरती के लिए यह विधि उपयुक्त रहती है, इसके लिए बहुत भारी मशीनरी व उपकरणों की आवश्यकता नहीं पड़ती है। परंतु यह विधि छोटे खंडों की सुरंगों के लिए ही उपयुक्त होती है।

21.7.3 अमेरिकन विधि (American method)

इस विधि में सर्वप्रथम शीर्ष पर छिद्रक बनाया जाता है और इसको लैगिंग पट्टी व बल्ली के द्वारा स्थित किया जाता है। अब चित्र के अनुसार धीरे-धीरे दोनों तरफ से खुदाई करके चौड़ा किया जाता है तथा बल्ली व बम्बू के द्वारा लैगिंग पट्टी को रोका जाता है। इसके बाद उठान तल तक खुदाई करते हैं और पार्श्व स्कंध के नीचे दोनों ओर दीवार पट्टी लगा दी जाती है। दीवार पट्टी के नीचे ऊर्ध्वाधर आलंब लगाए जाते हैं जिसको सुरंग तल पर स्थापित किया जाता है। इसके बाद जब सुरंग खुदाई का कार्य पूर्ण हो जाता है तब लाइनिंग कार्य पूर्ण कर दिया जाता है। यह विधि बड़े आकार की सुरंगों के लिए उपयुक्त होती है, तथा चपटी तली वाली सुरंग के लिए ठीक रहती है। इसमें भारी तख्ते और टेक बंदी की आवश्यकता नहीं पड़ती है अत: यह प्रक्रिया सीधी व सरल होती है।

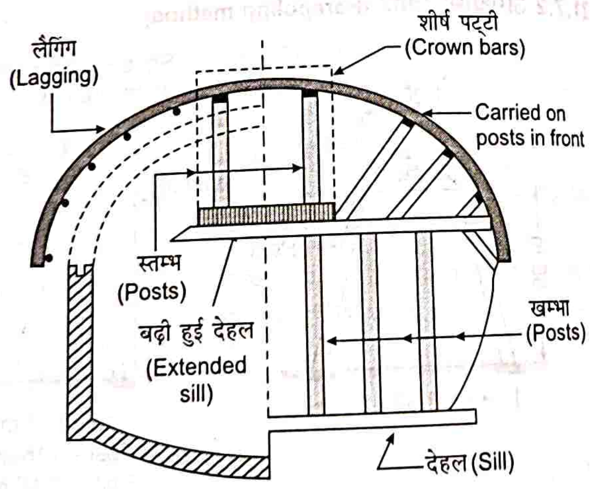


चित्र 21.7 : अमेरिकन विधि (American method)

परंतु छोटी सुरंगों के लिए यह विधि उपयुक्त नहीं होती है तथा इसमें लकड़ी के अवयवों की अधिक आवश्यकता पड़ती है जो कि वर्तमान समय में काफी महंगे पड़ते हैं।

21.7.4 अंग्रेजी विधि (English Method)

इस विधि में अमेरिकन विधि की भाँति शीर्ष पर छिद्र बनाया जाता है तथा इसको लैगिंग (Lagging), शीर्ष पट्टी (Crow bars) एवं आलंब (Support) के द्वारा स्थिर किया जाता है। इसके बाद छिद्रक को पार्श्व से खोदकर चौड़ा किया जाता है और कार्य के उठान बिन्दु (Springing point) तक खुदाई की जाती है, पार्श्व को चौड़ा करके सील (Sill) को सुरंग चौड़ाई तक बढ़ा दिया जाता है तथा बढ़ाई गई सील को अध:पृष्ठीकरण करके आधार प्रदान किया जाता है। यह सुरंग निर्माण की एक सरल विधि है इसमें सुरंग की ईंट लाइनिंग एक चरण में पूर्ण की जा सकती है परंतु कार्य कर क्षेत्र घट जाता है अत: खुदाई व लाइनिंग दोनों कार्य एक साथ संपन्न करने में दिक्कत आती है। इस विधि में पूर्ण सुरंग खंड की एक चरण में खुदाई में, सुरंग के ढह जाने का खतरा बना रहता है।

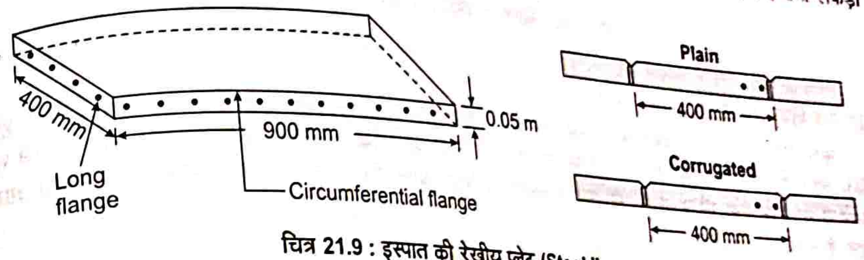


चित्र 21.8 : अंग्रेजी विधि (English method)

21.7.5 रेखीय प्लेट विधि (Linear plates method)

इस विधि में खुदाई के समय सुरंग की छत को झड़ने से रोकने के लिए लैगिंग के स्थान पर इस्पात की प्लेट लगाई जाती हैं। जिनको खाई जैकों (Trench jack) के द्वारा अपनी स्थिति में बनाए रखा जाता है। इस्पात की प्लेटें सुरंग की परिधि के अनुरूप वक्रित सतह वाली होती हैं। इन प्लेटों की मोटाई 3 मिमी से 6 मिमी और माप 90 मिमी × 40 सेमी होती है। इन प्लेटों की 50 मिमी ऊपर की उठी चारों किनारों में उचित दूरी पर छिद्र बने होते हैं जिनमें नट बोल्ट डालकर अलग-अलग की प्लेटों को आपस में जोड़ दिया जाता है और आवश्यक क्षेत्रफल की छत रोक बना ली जाती है। इन प्लेटों में रीब (Rib) डालकर इनको सामर्थ्य प्रदान किया जाता है।

इसमें इस्पात की प्लेटें होती हैं अत: इनकी सामर्थ्य काफी अधिक होती है तथा इसमें जोड़ों की संख्या न्यूनतम होती है। इसमें इस्पात की प्लेटों को लगाना तथा हटाना आसान होता है क्योंकि इनको कसने/खोलने के लिए नट-बोल्टों का प्रयोग अधिक होता है अत: यह विधि मितव्ययी भी रहती है। इन प्लेटों में आग लगने का भय नहीं रहता है तथा लकड़ी की भाँति गलने-सड़ने व शीघ्र नष्ट होने का भय नहीं रहता है।



चित्र 21.9 : इस्पात की रेखीय प्लेट (Steel liner plates)

21.7.6 जर्मन विधि (German method)

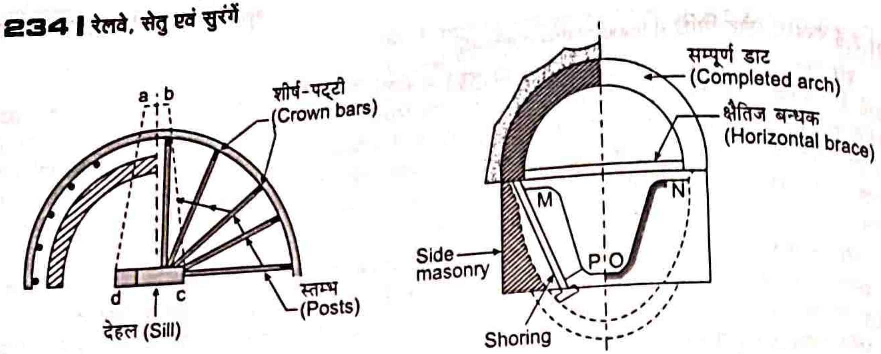
इस विधि में एक शीर्ष पर तथा पार्श्व दीवारों के साथ-साथ दो तलो पर छिद्र बनाए जाते हैं। इसमें पहले पार्श्व की खुदाई की जाती है फिर छत खेदी जाती है और अंत में मध्य भाग की खुदाई की जाती है। इसमें टेकबंदी की आवश्यकता कम पड़ती है। चूँकि यह तली से शुरू किया जाता है अत: इस सुरंग का लाइनिंग कार्य सरल हो जाता है। परंतु अत्यधिक छिद्र के कारण सुरंगी मलबा हटाने में काफी दिक्कत होती है।

21.7.7 ऑस्ट्रियन विधि (Austrian method)

इस विधि में सुरंग के मध्य भाग में पूरी ऊँचाई तक परंतु कम दूरी तक छिद्र बनाए जाते हैं और इसे पार्श्व दीवा तक ले जाया जाता है। शेष खुदाई व लाइनिंग कार्य अन्य विधियों की भाँति ही होती है। इस सुरंग निर्माण की विधि टेकबंदी सरल पड़ती है तथा आसपास के क्षेत्र में विचलन कम होती है। परंतु इसमें पार्श्व दीवारों के दबने की संभा बनी रहती है।

21.7.8 बेल्जियन विधि (Belgian method)

इस विधि में सर्वप्रथम ऊपरी मध्य भाग में एक क्षेत्र बनाया जाता है जो सुरंग के उठान तल तक जाती है इसे शीर्ष-पट्टी व टेकें लगाकर सहारा दिया जाता है। खड़ी टेकें सील पर टिकायी जाती हैं। उसके बाद छिद्र को दोनों खुदाई करके सुरंग को चौड़ा किया जाता है। इस भाग को भी लैगिंग व टेकों का सहारा दिया जाता है। इसमें ऊपर की लाइनिंग भी की जाती है अब सुरंग के उठान तौर पर एक क्षैतिज बंदनी देकर इसे नीचे की खुदाई की जाती देकर पार्श्व फलकों को सहारा दिया जाता है। उसके बाद ऊपरी भाग की लाइनिंग को सुरंग के निचले तल तक ला है। सुरंग निर्माण की यह विधि नरम व कठोर दोनों प्रकार की मृदाओं को लिए उपयुक्त होती है। इसमें सुरंगी मल आसान होता है क्योंकि यह जगह दोषों से मुक्त होती हैं इसमें खुदाई कार्य अतिशीघ्र हो जाता है परंतु यह विधि गहरी सुरंग के लिए उपयुक्त नहीं होती हैं।



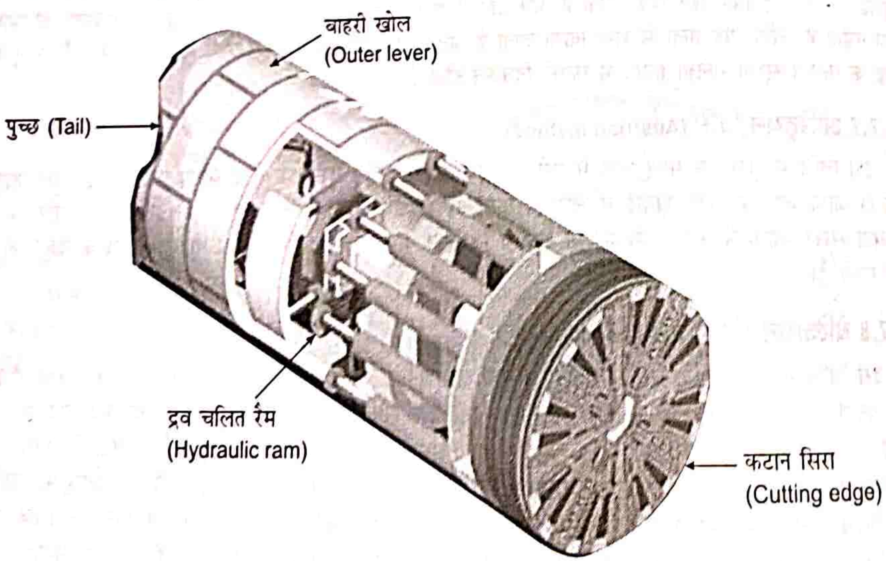
चित्र 21.10 : बेल्जियन विधि (Belgian method)

21.7.9 शील्ड विधि (Shield method)

नरम धरती के भीतर गोलाकार सुरंग बनाने के लिए यांत्रिक विधि के द्वारा खुदाई कार्य किया जाता है जिसे शील्ड विधि कहते हैं। सील्ड धातु की बनी एक कटान मशीन होती है। इसका आकार सिलेंडर नुमा होता है। नदी के नीचे सुरंग बनाने व रेलवे के लिए सील्ड प्रयोग की जाती है क्योंकि मृतिका, बालू, सिल्ट वाली भूमि में इससे सुरंग बनाना आसान पड़ता है और समय भी कम लगता है।

एक शील्ड में निम्नलिखित घटक होते हैं—

1. बाहरी खोल (Outer shell)
2. कटान शिरा (Cutting edge)
3. नोदक जैक (Propelling jacks)
4. पुच्छ (Tail)
5. भीतरी बॉक्स रचना (Inner box structure)
6. कोटरिकाएँ (Pockets)



चित्र 21.11 : शील्ड विधि (Shield method)

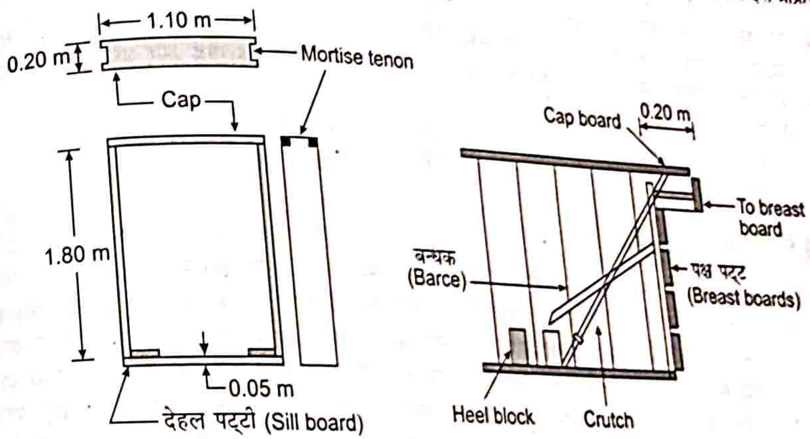
इस विधि में द्रव चालित जैक के सील के पिछले भाग पर खड़ी की गई प्रारंभिक लाइनिंग पर दाब डालने पर प्रतिक्रिया के रूप में सिरा आगे बढ़ती है और कटान सिरे से मिट्टी को काटती है। जब कुछ लंबाई मे मृदा कट जाती है तो रैम को पीछे हटाया जाता है। इससे शील्ड की पूँछ पर खाली स्थान बन जाता है जिस पर नई लाइनिंग लगा दी जाती है जैसे-जैसे कटाई कर आगे बढ़ता है पूंछ पर अतिरिक्त प्रारंभिक लाइनिंग जोड़ते चले जाते हैं। लाइन की परिधि व सुरंग की सतह के मध्य कुछ रिक्ति रह जाती है जिसे सीमेंट मसाले से भर दिया जाता है। जिसे ग्राउटिंग प्रक्रिया कहते हैं।

अन्य विधियों की तुलना में इस पर निर्माण व्यय कम आता है। सुरंग निर्माण कार्य शीघ्रता से होता है तथा संपूर्ण सुरंग खंड एक साथ तैयार हो जाता है। इसमें टेकबंदी नहीं करनी पड़ती है तथा स्थाई लाइनिंग करने में कोई दिक्कत नहीं आती है परंतु शील्ड के संचालन के लिए अनुभवी श्रमिकों की आवश्यकता पड़ती है। यह कम लंबी सुरंग के लिए उपयुक्त नहीं होती है।

21.7.10 आर्मी विधि (Army method)

सुरंग निर्माण कि यह विधि कम गहराई की भूमिगत सीवरों के लिए, अपनाई जाती है। इसमें बहुत कम खुदाई सामान की आवश्यकता पड़ती है। सुरंग निर्माण की यह विधि अमेरिकी सेना द्वारा दिया गया है।

इस पद्धति का सबसे बड़ा महान इसकी सरलता और मितव्ययी होना है। केवल कुछ लकड़ी के तख्तों और एक या दो खाई जैक के साथ, मुख्य उपकरण बनता है। इस प्रकार, बिना किसी कठिनाई के अकुशल श्रमिकों द्वारा भी इस प्रक्रिया को अंजाम दिया जा सकता है। जैसा कि चित्र में दिखाई गया है—



चित्र 21.12 : आर्मी विधि (Army or case method)

इस विधि का संचालन प्रक्रिया निम्नानुसार होता है—

1. काम को आगे बढ़ाने के लिए, शीर्ष ब्रेस्ट बोर्ड को हटा दिया जाता है और 200 मिमी से 250 मिमी की दूरी पर थोड़ी दूरी के लिए जमीन की खुदाई की जाती है।
2. अगला कैप बोर्ड खाई जैक द्वारा स्थिति मे सैट किया जाता है।
3. ब्रेस्ट बोर्डों को एक बार में हटा दिया जाता है, और प्रत्येक ब्रेस्ट बोर्ड के पीछे मिट्टी को हटाने के बाद नीचे शीर्ष ब्रेस्ट बोर्ड की एक पंक्ति में फिर से सैट किया जाता है, इस प्रकार एक नया अच्छा फेस बनता है।
4. सील बोर्ड अब ग्रेड स्तर की जाँच के बाद अच्छा हो जाता है।
5. पार्श्व स्तंभ को सील बोर्ड और टॉप कैप के बीच सही तरीके से लगा दिया जाता है।

इस पद्धति का एकमात्र दोष यह है कि इसका उपयोग या अनुप्रयोग छोटे क्रॉस-सेक्शन की छोटी सुरंगों के निर्माण के लिए सीमित है।

21.8 सुरंग की खुदाई (Excavation of Tunnel)

सुरंग की खुदाई पुराने समय के श्रमिकों द्वारा किया जाता था परंतु इसमें काफी समय लगता था अब चट्टानों में सुरंग के निर्माण के लिए छिद्रण व विस्फोटन क्रिया बनाई जाती है। चट्टानों में ड्रिल करके उसमें विस्फोटक भर दिया जाता है, विस्फोट होने के बाद चट्टानों को हजारों से उखाड़ लिया जाता है। सरलता से विस्फोट करने के लिए सर्वप्रथम उचित दूरी पर ड्रिल कर लिए जाते हैं। चट्टानों में ड्रिलिंग करने के लिए कई उपकरणों का प्रयोग किया जाता है जो क्षेत्र की स्थिति, चट्टान के प्रकार, छिद्र का माप इत्यादि पर निर्भर करती है।

छिद्रों के व्यास के आधार पर निम्न ड्रिल अपनाए जाते हैं—

1. 120 मिमी व्यास तक के लिए जैक हैमर या वेगन ड्रिल (Jack hammer or wagon drill)
2. 120 मिमी से 150 मिमी व्यास तक के लिए-मथानी ड्रिल (Churn drill)
3. 150 मिमी व्यास से अधिक के लिए शॉट ड्रिल (Shot drill)

यह ड्रिल काफी भारी होती हैं और बहुत तेजी से घूमती है जिसके लिए उन्हें पर्याप्त आलम्ब (Support) दिए जाते हैं। यह आलम्ब सुरंग खंड में क्षैतिज अथवा ऊर्ध्वाधर लगाए जाते हैं। उन पर क्लैंप द्वारा ड्रिल कस दी जाती है। ड्रिलिंग के समय धूल ना उड़े उसके लिए पानी का छिड़काव भी किया जाता है।

चट्टानों में सुरंग की खुदाई मशीनों द्वारा भी किया जाता है। 1950 से लेकर आज तक चट्टानी सुरंगों में खुदाई के लिए कई मशीनें विकसित की गई हैं। चट्टान तोड़ने के लिए खुदाई में चार प्राथमिक मोड और उपयोग किए जाने वाले उपकरण हैं—

1. पर्क्यूशन मोड
2. रिपिंग मोड
3. ड्रैग / पिच / पॉइंट अटैक
4. रोलिंग / कटर

21.9 विस्फोटन (Blasting)

चट्टानें काटने की सामान्य विधि जय खजुरिया बैगन ड्रिल से सिद्ध करके इसकी 50 से 66% गहराई में विस्फोट सामग्री भरी जाती है तथा शेष ऊपरी भाग में बालू आदि भरकर आग लगा दी जाती है, इस विधि में विस्फोट धरातल की ऊँचाई से छिद्र की तली तक के लिए उपयुक्त होती है। विस्फोट करने लिए कोटर विधि का भी प्रयोग किया जाता है। इसमें विस्फोट क्षेत्र की तली पर किया जाता है। इसके लिए क्षेत्र की तली को सामान्य व्यास से कुछ बड़ा रखा जाता है अर्थात् तली पर एक खोखल (Cavity) बना लिया जाता है। खोखल बनाने के लिए क्षेत्र की तली में थोड़ी मात्रा में विस्फोटक भरकर हल्का धमाका किया जाता है जिससे क्षेत्र की तली पर खोखल बन जाता है जिसे कोटर कहते हैं। अब इस कोटर में विस्फोटक भरकर शेष खाली जगह में बालू आदि भरकर विस्फोटन किया जाता है।

विस्फोटक सामग्री के रूप में मुख्य रूप से छह विस्फोटक प्रयोग किए जाते हैं जो कि निम्न है—

1. **स्ट्रेट डायनामाइट** (Straight dynamites)—यह जल से प्रभावित होता है तथा उच्च विस्फोटक है, इसके विस्फोटन पर दुर्गंध वाली गैस निकलती है इसका प्रयोग सुरंग कार्य में कम किया जाता है।
2. **अमोनिया डायनामाइट** (Ammonia dynamites)—यह कुछ सीमा तक जल सह है। इसका प्रयोग नरम चट्टानों को तोड़ने में किया जाता है, इसके विस्फोटन पर कम दुर्गंध आती है तथा यह सुरंग कार्य में अधिक प्रयोग किया जाता है। यह दो प्रकार के होते हैं—
   - उच्च वेग उच्च घनत्व (high velocity high density, HVHD) वाले
- कम वेग कम घनत्व (low velocity low density, LVLD) वाले

  HVHD के प्रयोग से धुआँ अधिक निकलता है तथा LVLD का प्रयोग पानी की उपस्थिति में नहीं किया जाता है।

3. **जिलेटिन डायनामाइट** (Gelatine Dynamite)—यह जल सह और उच्च विस्फोटक होता है। सामान्यतया सुरंग कार्य में प्रयोग किया जाता है, विस्फोटक पर इसमें कम दुर्गंध वाली गैस निकलती है।
4. **कोरडाइट** (Coredite)—इसमें से धुँआ नहीं निकलता है या विस्फोटक पाउडर से भी अधिक शक्तिशाली होता तथा गीले स्थानों पर प्रयोग किया जा सकता है।

5. **विस्फोटक एजेंट** (Blasting agent)—सुरंग कार्य में प्रयोग किया जाता है तथा इसमें विस्फोटक पर अधिक दुर्गंध आती है। यह जल सह व उच्च विस्फोटक है।
6. **स्लेरीज या पानी के जैल** (Slurries or water gels)—ये हल ही में विकसित हुए है और जलीय घोल में, NH_4, NO_3 की मात्रा अधिक होती हैं। ये जल प्रतिरोधी होते हैं।

21.9.1 ब्लास्टिंग का सिद्धांत (Theory of blasting)

प्रक्रिया जिसके द्वारा चट्टान को ब्लास्ट किया जा सकता है, उसे निम्नलिखित समूहों में विभाजित किया जाता है—

1. संघात (Impact)
2. अपघटन (Abrasion)
3. थर्मली रूप से प्रेरित स्पैलिंग (Thermally induced spalling)
4. फ्यूजन और वाष्पीकरण (Fusion and Vaporization)
5. रासायनिक प्रतिक्रिया (Chemical reaction)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- सुरंग निर्माण में प्रचालन का अनुक्रम निम्न रखा जाता है—
  1. शॉफ्ट का निर्माण;
  2. सुरंग के अंदर तक केंद्र-रेखा स्थानांतरित करना;
  3. उत्खनन की विधि तय करना;
  4. ब्लास्टिंग के लिए छेदों की स्थापना और ड्रिलिंग;
  5. विस्फोटक के साथ छेद भरना;
  6. विस्फोट प्रक्रिया को अंजाम देना;
  7. ब्लास्टिंग के बाद संवातन प्रदान करना और धूल हटाना;
  8. सुरंगी मलबे को सुरंग से बाहर उपयुक्त स्थान पर रखना;
  9. सुरंग में अंदर से भूजल को पंप करना और हटाना;
  10. सुरंग के अंदर सपोर्ट लगाना;
  11. सुरंग की लाइनिंग करना;
  12. प्रयोग के लिए सुरंग को खोलना।
- चट्टानों में सुरंग निर्माण के लिए मुख्य रूप से चार विधियों का प्रयोग किया जाता है जो कि निम्नलिखित है—
  1. शीर्ष व मंच विधि (Headling and bench method)
  2. छिद्रक विधि (Drift method)
  3. पूर्ण फलक विधि (Full Face method)
  4. पायलट विधि (Pilot method)
- पूर्ण फलक विधि में 3 मीटर लंबी तथा 20 वर्ग मीटर तक के फलक क्षेत्रफल के लिए यह विधि उपयुक्त होती है। इसमें छिद्रों की आपसी दूरी 1.20 मीटर रखी जाती है तथा इनका व्यास 10 मिलीमीटर से 40 मिलीमीटर के बीच होता है।
- जब सुरंग निर्माण कार्य अतिशीघ्र पूर्ण करना हो तब पायलट विधि का प्रयोग किया जाता है।
- पायलट सुरंग बनाने से निर्माण लागत बढ़ जाती है और इस सुरंग का बाद में कोई प्रयोग नहीं हो पाता है।

- चट्टानों में सुरंग निर्माण में सुरक्षा सावधानियाँ—
  1. विद्युत व प्रकाश की समुचित व्यवस्था होनी चाहिए।
  2. कार्यस्थल पर डॉक्टर व प्राथमिक स्वास्थ्य उपचार की व्यवस्था हर समय होनी चाहिए।
  3. सुरंग का तल हमेशा साफ होना चाहिए तथा सुरंग में पानी इकट्ठा नहीं होना चाहिए।
  4. सभी श्रमिकों के लिए मजबूत हेलमेट की व्यवस्था होनी चाहिए ताकि पत्थर के टुकड़े गिरने से श्रमिक घायल ना हो।
  5. विस्फोटकों को बहुत सावधानी से रखना चाहिए।
  6. सुरंग मलबे को बाहर निकालने के लिए आसान व सुरक्षित उपकरण होने चाहिए।
  7. कार्यस्थल पर कोई भी अनधिकृत व्यक्ति बिना किसी आदेश के नहीं जाने चाहिए।
  8. सुरंग के अंदर की आवश्यक सूचना बाहर भेजने के लिए जगह-जगह पर टेलीफोन की व्यवस्था उपलब्ध होनी चाहिए।
  9. सुरक्षा साइन बोर्ड सुरंग में जगह-जगह लगाए जाने चाहिए।
  10. सुरक्षा से संबंधित सभी जानकारी श्रमिकों को पोस्टर, घोषणा अथवा प्रत्येक को मिलकर देनी चाहिए।
- नरम धरती में सुरंग निर्माण के विधि का चयन को निम्न कारक प्रभावित करते हैं—
  1. सुरंग निर्माण के लिए उपलब्ध उपकरण की स्थिति व प्रकार
  2. सुरंग की माप
  3. सुरंग निर्माण की विधि मुख्यत: कार्यस्थल की सतह के प्रकार पर निर्भर करती है।
  4. खुदाई के अनुक्रम की विधि (Method of sequence)
- नरम धरती में सुरंग निर्माण करने की निम्नलिखित विधियाँ हैं—
  1. सूचक धरन विधि (Needle beam method)
  2. अग्रगामी विधि (Forepoling method)
  3. अमेरिकन विधि (American method)
  4. अंग्रेजी विधि (English Method)
  5. रेखीय प्लेट विधि (Linear plates method)
  6. जर्मन विधि (German method)
  7. ऑस्ट्रियन विधि (Austrian method)
  8. बेल्जियन विधि (Belgian method)
  9. सील्ड विधि (Shield method)
  10. आर्मी विधि (Army Method)
- सूचक धरन विधि से एक बार में 3 मीटर से 5 मीटर की लंबाई में सुरंग खोदी जा सकती है।
- सूचक धरन विधि में जैकों की आवश्यकता अधिक पड़ती है तथा जैकों के कारण श्रमिकों के लिए कार्य करने के लिए स्थान कम पड़ जाते हैं।
- अग्रगामी विधि एक धीमी व कठिन विधि है और अनुभवी श्रमिकों की आवश्यकता पड़ती है।
- अमेरिकन विधि में सर्वप्रथम शीर्ष पर छिद्रक बनाया जाता है और इसको लैगिंग पट्टी व लम्बू के द्वारा स्थित किया जाता है।
- अमेरिकन विधि सीधी व सरल होती है। परंतु छोटी सुरंगों के लिए या विधि उपयुक्त नहीं होती है।
- रेखीय प्लेट विधि में प्लेटों की मोटाई 3 मिमी से 6 मिमी और माप 90 सेमी × 40 सेमी होती है।
- नरम धरती के भीतर गोलाकार सुरंग बनाने के लिए यांत्रिक विधि के द्वारा खुदाई कार्य किया जाता है जिसे शील्ड विधि कहते हैं।
- एक शील्ड में निम्नलिखित घटक होते हैं—
  1. बाहरी खोल (Outer shell)
  2. कटान शिरा (Cutting edge)
  3. नोदक जैक (Propelling jacks)
  4. पुच्छ (Tail)
  5. भीतरी बॉक्स रचना (Inner box structure)
  6. कोटरिकाएँ (Pockets)

- सुरंग की खुदाई में छिद्रों के व्यास के आधार पर निम्न ड्रिल अपनाए जाते है—
  1. 120 मिमी व्यास तक के लिए जैक हैमर या वैगन ड्रिल (Jack hammer or wagon drill)
  2. 120 मिमी से 150 मिमी व्यास तक के लिए-मथानी ड्रिल (Churn drill)
  3. 150 मिमी व्यास से अधिक के लिए शॉट ड्रिल (Shot drill)
- चट्टान तोड़ने के लिए खुदाई में चार प्राथमिक मोड और उपयोग किए जाने वाले उपकरण है—
  1. पर्क्यूशन मोड
  2. रिपिंग मोड
  3. ड्रैग / पिच / पॉइंट अटैक
  4. रोलिंग / कटर
- विस्फोटक सामग्री के रूप में मुख्य रूप से छह विस्फोटक प्रयोग किए जाते हैं जो कि निम्न है—
  1. **स्ट्रेट डायनामाइट** (Straight dynamites)
  2. **अमोनिया डायनामाइट** (Ammonia dynamites)
  3. **जिलेटिन डायनामाइट** (Gelatine Dynamite)
  4. **कोरडाइट** (Coredite)
  5. **विस्फोटक एजेंट** (Blasting agent)
  6. **स्लेरीज या पानी के जैल** (Slurries or water gels)
- प्रक्रिया जिसके द्वारा चट्टान को ब्लास्ट किया जा सकता है, उसे निम्नलिखित समूहों में विभाजित किया जाता है—
  1. संघात (Impact)
  2. अपघटन (Abrasion)
  3. थर्मली रूप से प्रेरित स्पैलिंग (Thermally induced spalling)
  4. फ्यूजन और वाष्पीकरण (Fusion and Vaporization)
  5. रासायनिक प्रतिक्रिया (Chemical reaction)

अभ्यास प्रश्न

1. चट्टानों में सुरंग निर्माण पर टिप्पणी लिखिए।
2. सुरंग निर्माण में प्रचालन का अनुक्रम लिखिए।
3. चट्टानों में सुरंग निर्माण की कौन-कौन सी विधियाँ हैं? किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
4. चट्टानों में सुरंग निर्माण की छिद्रक विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।
5. चट्टानों में सुरंग निर्माण की पूर्ण फलक विधि को लिखिए।
6. चट्टानों में सुरंग निर्माण की पायलट विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।
7. चट्टानों में सुरंग निर्माण में कौन-कौन सी सुरक्षा सावधानियाँ बरतनी चाहिए? लिखिए।
8. नरम धरती में सुरंग निर्माण की विधियाँ लिखिए तथा किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
9. सुरंग निर्माण की सूचक धारण विधि को समझाइए।
10. सुरंग निर्माण की रेखीय प्लेट विधि तथा अंग्रेजी विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।
11. सुरंग निर्माण की अग्रगामी विधि तथा अमेरिकन विधि का वर्णन कीजिए।
12. नरम धरती सुरंग निर्माण के जर्मन विधि तथा ऑस्ट्रियन विधि का वर्णन कीजिए।
13. सुरंग निर्माण के शील्ड विधि तथा आर्मी विधि पर टिप्पणी लिखिए।
14. विस्फोटक पर टिप्पणी लिखिए। सुरंग विस्फोट सामग्री कौन-कौन से होते हैं? लिखिए।
15. ब्लास्टिंग का सिद्धांत क्या होता है?

22

सुरंगों की जल निकासी, संवातन तथा प्रकाश

(Drainage, Ventilation and Lighting of Tunnels)

Inside this Chapter

- Drainage of Tunnels
- Derating
- Pumping
- Tunnel Ventilation
- Vacuum Hood

22.1 सुरंगों की जल निकासी (Drainage of Tunnels)

सुरंग में घुसे पानी को तथा रिसन या टपकने से सुरंग में आए पानी को बाहर निकालना सुरंग जल निकासी कहलाता है। सुरंग निर्माण के समय ड्रिलिंग कार्य के दौरान सुरंग में पानी एकत्र हो जाता है तथा सुरंग के संचालन के समय में भी इसकी दीवारों से छतों से पानी टपकता होता है जो भूमि की ऊपरी परत से रिस कर आता है। सुरंग में पानी आने से निर्माण कार्य में लगे श्रमिकों को परेशानी होती है और उपकरणों के खराब होने का भी भय बना रहता है और यातायात नहीं होता व वाहनों के फिसलने का भी भय बना रहता है। अतः सुरंगों से ऐसे पानी को शीघ्र बाहर निकालना आवश्यक होता है। पानी निकालने के लिए नालियों का तथा पंप का प्रयोग किया जाता है।

सुरंग में जल दो स्रोतों से आता है—

- धुलाई का पानी (Wash water)
- अव मृदा जल (Ground or sub soil water)

सुरंग निर्माण के समय ड्रिलिंग करते समय धूल को कम करने के लिए तथा छिद्रों व टीप को पानी से गीला करना पड़ता है जिससे पानी सुरंग के फर्श पर फैल जाता है और श्रमिकों को परेशानी होती है। यह पानी धुलाई से आने वाले पानी होते हैं।

सुरंगों में ऊपर स्थित मृदा चट्टानों से निशान होती है, और तली से और मृदा जल केशिका क्रिया से घुस आता है। भीतरी चट्टानों की दरारों में एकत्रित जल अथवा निकटवर्ती नदी झील का पानी भी बड़ी मात्रा में सुरंग में घुस जाता है जो अवमृदा जल कहलाता है।

इस पानी को नियंत्रित करने में अत्यधिक मात्रा में पानी के प्रयोग को रोकना और सुरंग से बाहर उपयुक्त साधनों से सभी पानी को निकालना शामिल है। पहले स्रोत से प्राप्त पानी की मात्रा आसानी से निर्धारित की जा सकती है लेकिन दूसरे स्रोत से प्राप्त पानी की मात्रा की गणना के लिए सावधानीपूर्वक जाँच की आवश्यकता होती है।

22.2 जल निकासी प्रणाली (Drainage System)

पानी को बंद रखने और हटाने के लिए जल निकासी व्यवस्था को मोटे तौर पर अग्रलिखित तीन प्रणालियों में वर्गीकृत किया जा सकता है—

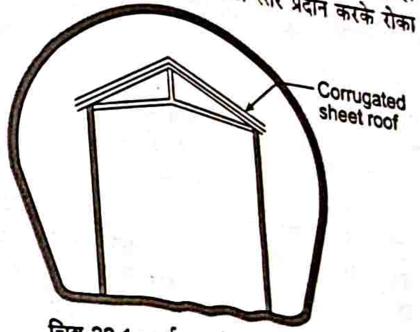
1. निर्माण कार्य शुरू करने से पहले सुरंग में प्रवेश करने से पहले अतिरिक्त जल निकासी या जल के प्रवेश को रोकना।

2. सुरंग का निर्माण और पंपिंग यानि सुरंग के निर्माण के दौरान सुरंग में प्रवेश करने वाले पानी को निकालना।
3. स्थाई ड्रेनेज यानी सुरंग के पूरा होने के बाद पानी बंद रखना।

22.3 पूर्व जल निकासी (Pre Drainage)

जहाँ रिसन छोटा होता है और सुरंग की छत से नीचे आता है, यह नालीदार चादरों की एक अस्थायी पिचनुमा छत पर बहती है, जो कि अनुदैर्ध्य पार्श्व नालियों तक जाती है और वहाँ से बाहर निकलती है। इस्पात के सीट जंग के कारण बहुत जल्दी खराब होने लगते हैं अतः उनके रख-रखाव के लिए भारी खर्च की आवश्यकता होती है। सिंगल लेन सड़क या रेलवे सुरंगों के लिए जहाँ केवल कम मात्रा में पानी का निपटान किया जाना है, पर्याप्त क्षमता का एक पार्श्व नाली पर्याप्त साबित हो सकता है।

प्री ड्रेनेज में मुख्यतः भू जल और अवमृदा जल को सुरंग में आने से रोकते हैं। सतही जल या वर्षा जल के प्रवेश को शाफ्ट के माध्यम से मोड़ कर या सुरंग के ऊपर मिट्टी का मोटी स्तर प्रदान करके रोका जा सकता है।



चित्र 22.1 : पूर्व जल निकासी (Pre-Drainage)

22.4 जल निष्कासन (Dewatering)

सुरंग से पानी निकालने की सबसे आसान विधि, दोनों साइडों में खुली नाली या खाई का निर्माण करके किया जाता है। यह व्यवस्था कठोर चट्टानों में और जल रोधी मृदा में उपयोगी होते हैं।

इस प्रणाली में नुकसान इस प्रकार है—

1. यदि सुरंग के अंदर कचरा या मलबा पानी के प्रवाह को अवरुद्ध करते हैं, तो सुरंग के अंदर अनावश्यक खाई और पुल बनाने पड़ते हैं।
2. सभी ग्रेडों पर पानी की निकासी संभव नहीं है क्योंकि फ्लैट ग्रेड पर स्व-सफाई वेग विकसित नहीं हो पाता है।
3. पक्षों में खुली नालियों का निर्माण सुरंग के खंड को कमजोर करता है क्योंकि यह खोल की निरंतरता को तोड़ता है।
4. खुले नालों के निर्माण में मूल्यवान कार्य स्थान का उपयोग किया जाता है।

उपरोक्त कमियों के कारण सुरंग के अंदर वर्तमान समय में खुली नालियाँ बनाना सही नहीं होता, ऐसी जगहों पर पंपिंग विधि का उपयोग करके सुरंग के अंदर से पानी हटाया जाता है।

22.5 पंपिंग (Pumping)

यदि जल निकासी की अस्थाई व्यवस्था है तो पानी की मात्रा जो संचित होती है उसे नाले के कुओं में इकट्ठा किया जाता है और सुरंग से बाहर निकाला जाता है। जब सुरंग लंबी होती है, तो एक से अधिक कुओं का होना आवश्यक हो सकता है, ताकि सतह से पानी को पंपिंग की एक प्रणाली द्वारा बढ़ती पानी की मात्रा को पंप किया जा सके और अंततः एक कुँए से बाहर निकाला जा सके।

ठोस पदार्थों के निपटारे में भी पंप वेल कुएँ मदद करते हैं। यह समतल सतह पर लगभग प्रत्येक 300 मीटर से 500 मीटर के नियमित अंतराल पर स्थित हैं। स्थिति के अनुसार अलग-अलग पंपिंग ऑपरेशन पंपों के आकार में परिवर्तन की अनुमति देते हैं।

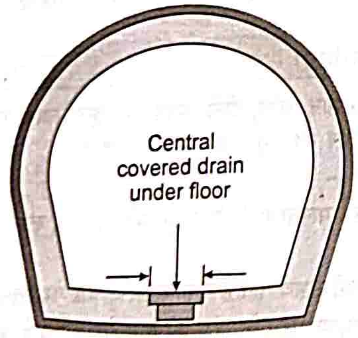
किसी भी प्रकार के केन्द्रापसारक पंप का उपयोग किया जाता है और अप्रत्याशित रूप से बड़े प्रवाह के साथ सामना करने के लिए स्टैंड-बाय पंप प्रदान करना पड़ सकता है। पाइप लाइन को डिजाइन करने के लिए, केवल घर्षण बल प्रदान करना होगा। लेकिन पंपों को इकट्ठा करने की प्रणाली में, सामान्य आकार के पाइपों को समायोजित करने के लिए लंबी पाईप उपयुक्त या आर्थिक लंबाई से उपयुक्त पाईप का प्रयोग किया जाता है। 80 मिमी से 150 मिमी तक अलग-अलग व्यास के स्टील पाइप का उपयोग आमतौर पर फर्श के कार्य स्थान के लिए किया जाता है।

केन्द्रप्रसारक पंपों के लिए प्रेरक शक्ति या तो विद्युत या वायवीय मोटर्स हो सकती हैं। वेंटिलेशन सिस्टम पर धुएँ और परिणामस्वरूप अतिरिक्त भार के कारण डीजल मोटिव शक्ति (diesel motive power) अच्छे नहीं होते हैं।

22.6 स्थाई जल निकासी (Permanent Drainage)

सभी प्रकार के पूर्ण रूप से बनी हुई सुरंग खंड में स्थाई जल निकासी की व्यवस्था होनी चाहिए। जल निकासी की एक बहुत ही सरल विधि जल निकासी खाई का निर्माण करना है, जो लंबे समय तक पोर्टल्स या शाफ्ट की ओर ढलान रखा जाता है। जहाँ से उन्हें उपयुक्त पंपों द्वारा सुरंग से बाहर निकाला जा सकता है। नाले में इतनी क्षमता होनी चाहिए कि वह बिना सुरंग के फर्श को साफ करने वाले पानी की अपेक्षित मात्रा को आत्म-शोधन वेग से रोक सके।

निरीक्षण और सफाई के लिए केन्द्रीय नाली को भी सुविधा के साथ कवर किया जा सकता है। निरीक्षण के लिए मैन होल को 30 मीटर से 50 मीटर की दूरी पर प्रदान किया जाना चाहिए। यदि सुरंग की छत से लगातार पानी टपकता है, तो नालीदार जस्ती लोहे की चादरों की छत के पानी को साइड नालियों में बदलने के लिए प्रदान किया जा सकता है। अगर पानी साइड की दीवारों से भी टकरा रहा है और ट्रैफिक की मुक्त आवाजाही में बाधा डालता है, तो साइड की दीवारों पर चादरें भी प्रदान की जा सकती हैं और इस प्रकार, फुटपाथ या ट्रैक पर पानी के छींटे को रोका जा सकता है।



चित्र 22.2 : केन्द्रीय जल निकासी नालिका (Central drainage duct)

प्रदान की जाने वाली स्थायी जल निकासी का प्रकार विभिन्न कारकों पर निर्भर करेगा जैसे कि—

1. मिट्टी के प्रकार,
2. जल निकासी में शामिल पानी की गुणवत्ता,
3. सुरंग की प्रकृति,
4. प्रयुक्त लाइनिंग की परत, आदि।

इसलिए इसके लिए किये जाने वाले उपायों का सामान्यीकरण करना संभव नहीं है। सुरंग की स्थायी जल निकासी, कट-एंड-कवर सुरंगों को जलरोधी बनाना आसान है। लेकिन बोर सुरंगों के मामले में ऐसा करना मुश्किल है। यदि पानी की समस्या गंभीर नहीं है, तो उस रिसाव में दरार को सील करने के लिए सबसे किफायती उपाय होगा। यदि सुरंग लाइनिंग के निर्माण के दौरान प्रभावी गुणवत्ता नियंत्रण का उपयोग किया जाता है, तो ऐसे रिसाव बिन्दुओं की संख्या कम से कम हो जाएगी।

सीमेंट ग्राउट आमतौर पर सुरंग लाइनिंग के जलरोधी पानी कठोर चट्टानों में दरारें सील करने के लिए प्रदान किया जाता है। सबसे अच्छा ग्राउट सबसे कठोर मिश्रण होगा जिसे संतोषजनक ढंग से इंजेक्ट किया जा सकता है और इसका अनुपात परीक्षण और त्रुटि से तय किया जाता है।

उपयुक्त ड्रिलिंग पैटर्न को grouted क्षेत्र की सीमा के आधार पर बनाया गया है। इंजेक्शन छेद का आकार, गहराई और अंतर ऐसा होना चाहिए, जिससे न्यूनतम लागत पर कुशल ग्राउटिंग दी जा सके। ग्राउटिंग की प्रक्रिया शुरू करने से पहले किसी भी मिट्टी या अघोषित सामग्री को हटाने के लिए ग्राइंड किए जाने वाले फिशर, दरारें आदि को साफ करना चाहिए।

22.7 सुरंग में संवातन (Ventilation in Tunnels)

सुरंग में निर्माण के दौरान दिया जाने वाला संवातन अस्थाई संवातन कहलाता है तथा सुरंग निर्माण के बाद दिया जाने वाला संवातन स्थाई संवातन कहलाता है। सुरंग में संचालित होने वाले विभिन्न कार्यों के दौरान दूषित गैसें भी निकलती हैं जिन्हें सुरंग से बाहर निकालना अति आवश्यक होता है अन्यथा इन दूषित गैसों से श्रमिकों तथा यातायात करने वाले यात्रियों को असुविधा उत्पन्न होती है।

22.8 सुरंग संवातन के उद्देश्य (Objectives of Tunnel Ventilation)

सुरंग संवातन के मुख्य चार उद्देश्य होते हैं—

1. सुरंग में कार्य करने वाले श्रमिकों को स्वच्छ वायु प्रदान करना।
2. छिद्रण (Drilling), विस्फोटन (Blasting) तथा मकिंग (Mucking) के दौरान निकलने वाली धूल को हटाना।
3. विस्फोटन के दौरान निकलने वाली हजारों लीटर हानिकारक गैसों को बाहर निकालना।
4. गहरी सुरंगों में उचित तापमान बनाए रखना।

22.9 सुरंग संवातन की आवश्यकताएँ (Requirements of Tunnel Ventilation)

एक अच्छे सुरंग संवातन के लिए निम्नलिखित आवश्यकता की पूर्ति करनी होती है—

1. कार्यस्थल से धूल और गैसों को जितनी जल्दी हो सके साफ कर देनी चाहए जिससे बिना किसी देरी के कार्य चलता रहे।
2. रंग निर्माण के समय निकलने वाले धूल की मात्रा आवश्यक सुरक्षित सीमा तक ही होनी चाहिए।
3. सुरंग की सम्पूर्ण लम्बाई में बिना किसी रुकावट के स्वच्छ वायु का संचालन बनी रहनी चाहिए।
4. सुरंग में उचित दूरी पर हानिकारक गैसों को रोकने की व्यवस्था होनी चाहिए।

22.10 सुरंग में स्वच्छ वायु की मात्रा (Volume of Clean air in Tunnel)

सुरंग निर्माण के समय प्रत्येक श्रमिक को उसकी श्रम कार्य के अनुसार सामान्यतः 6 घन मीटर से 14 घंटे प्रति मिनट स्वच्छ वायु की आवश्यकता पड़ती है। रेलिंग के समय निकलने वाली धूल व गैस श्रमिकों की कार्य करने के लिए उपयोगी नहीं होते हैं। प्रत्येक विस्फोट के बाद उस क्षेत्र में हानिकारक गैसें, धूल भर जाते हैं। जिससे साँस लेने में कठिनाई उत्पन्न होती है। लगभग 30 मिनट में विस्फोट के बाद धूल व हानिकारक गैसों को हटा देना चाहिए और संवातन की सहायता से स्वच्छ वायु सुरंग में जानी चाहिए।

मुख्यतः सुरंग में संवातन का निर्धारण करते समय निम्न बातों पर ध्यान देना चाहिए—

1. सुरंग की माप व लम्बाई।
2. विस्फोट तथा वाहनों द्वारा उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड।
3. सुरंग के भीतर का तापमान और आर्द्रता।
4. विस्फोटक कार्य की आवृत्ति या विस्फोटकों की मात्रा।
5. मनुष्य, पशु, प्रकाश और कुछ चट्टानों द्वारा छोड़ी गई ऊष्मा।

22.11 संवातन की विधियाँ (Methods of Ventilation)

सुरंग सवांतन की दो विधियाँ होती हैं—

1. प्राकृतिक संवातन (Natural ventilation)
2. यांत्रिक संवातन (Mechanical ventilation)

22.11.1 प्राकृतिक संवातन (Natural ventilation)

सुरंग के अंदर और बाहर के तापमान में अंतर के कारण प्राकृतिक संवातन प्राप्त किया जाता है। इसके निर्माण के दौरान एक सुरंग के सरेखण के साथ एक उपयुक्त अंतराल पर शॉफ्ट प्रदान करके, प्राकृतिक संवातन प्राप्त किया जा सकता है। यह विधि निम्नलिखित स्थितियों में प्रभावी है—

1. सीधी लम्बाई में बनी समान ढाल वाली 100 मीटर लंबी सुरंग के निर्माण में।
2. जब एक बहाव पोर्टल से पोर्टल तक संचालित होता है, तो यह बड़े ऑपरेशन के दौरान प्राकृतिक संवातन प्रदान करता है।
3. जब सुरंग का उन्मुखीकरण (orientation) हवा की दिशा के साथ होता है।
4. जब सुरंग छोटी होती है और इसका व्यास बड़ा होता है।

लंबी सुरंगों के लिए, प्राकृतिक संवातन अपर्याप्त होता है और इसलिए, यांत्रिक संवातन आवश्यक हो जाता है।

22.11.2 यांत्रिक संवातन (Mechanical Ventilation)

प्राकृतिक संवातन और संतोषजनक पाए जाने की स्थिति में यांत्रिक संवातन (mechanical ventilation) प्रदान किए जाते हैं। सुरंग से धूल या हानिकारक गैसों को बाहर निकालकर स्वच्छ वायु सुरंग के अंदर प्रवाहित करने के लिए यांत्रिक विधि में एक अथवा इलेट्रिक पंखे या ब्लू और लगाए जाते हैं।

सुरंग में यांत्रिक संवातन के निम्नलिखित तीन प्रणालियाँ हैं—

1. ब्लोइंग या बलात संवातन प्रणाली (Blowing or plenum process)
2. वायु निष्कासन या निर्वात प्रणाली (Exhausting or vacuum process)
3. संयुक्त ब्लोइंग तथा वायु निष्कासन प्रणाली (Combination of blowing and exhausting process)

ब्लोइंग या बलता संवातन प्रणाली (Blowing or Plenum process)

इस व्यवस्था में दूषित वायु स्वयं सुरंग से बाहर निकल जाती है तथा एक पाइप द्वारा स्वच्छ वायु बोलेरो की सहायता से सुरंग में भेजी जाती है। जिससे कार्य क्षेत्र में स्वच्छ वायु उपलब्ध रहती है। यह विधि लम्बें सुरंगों में उपयुक्त नहीं होती है। इसमें धूल व गैस स्वयं धीरे-धीरे निकलती हैं जिससे सुरंग के अंदर कोहरा सा बन जाता है जिससे कार्यस्थल पर दूर तक देखने में कठिनाई होती है।

वायु निष्कासन या निर्वात प्रणाली (Exhausting or Vacuum Process)

इस प्रणाली में वायु निष्कासक (Vacuum) लगी हुई एक वाहिका (Duct) का दूषित वायु व धूलों को बाहर खींचते रहते हैं। सुरंग के अंदर निर्वात को भरने के लिए स्वच्छ हवा स्वयं कार्यक्षेत्र में पहुँचती रहती है प्रणाली में दूषित वायु, धूल व गैसें इत्यादि सुरंग से शीघ्र बाहर निकल जाते हैं। परंतु इस प्रणाली में सुरंग के अंदर एक समान संवातन नहीं हो पाता है। अंदर प्रवेश हेतु स्वच्छ वायु, ऊष्मा व नमी के संपर्क में आने के कारण भारी हो जाती है और कार्यस्थल की स्थिति को प्रभावित करते हैं। यह प्रणाली लम्बी सुरंगों के लिए उपयुक्त नहीं होते हैं।

संयुक्त ब्लोइंग तथा वायु निष्कासन प्रणाली (Combination of Blowing and Exhausting Process)

इस प्रणाली में उपरोक्त दोनों प्रणालियों को अपनाया जाता है जिससे दूषित वायु धूल व गैस बाहर निकाली जाती है और स्वच्छ वायु कार्यस्थल पर आती रहती हैं। विस्फोटन क्रिया के बाद सुरंग में दूषित गैसें, धूल बाहर निकालने के लिए पहले 15 से 30 मिनट तक निष्कासन क्रिया की जाती है। चित्र के अनुसार वायु वाल्व A व C बंद करे जाते हैं तथा B व

D खोल दिए जाते हैं तथा पंखा चला दिया जाता है। इस अवधि के बाद वाल्व B व D बंद करके वाल्व A व C खोल दिए जाते हैं तथा पंखा चालू रखा जाता है। ऐसी स्थिति में स्वच्छ वायु सुरंग में आती रहती है, इसमें पंखा एक ही दिशा में घूमता है और वायु निष्कासन व ब्लोइंग वाहकों पर लगे वाल्वों द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

22.12 संवातन के लिए उपकरण (Equipment's for Ventilation)

सुरंग संवातन के लिए या तो पंखे का या पाइपों का प्रयोग किया जाता है। पंखे हमेशा इलेक्ट्रिक मोटर द्वारा संचालित होते हैं और वे या तो केन्द्रापसारक प्रकार या टरबाइन प्रकार या डिस्क ब्लोअर प्रकार के हो सकते हैं।

सुरंग संवर्धन के लिए प्रचलित प्रकार के, रिवेटेड या वेल्डेड इस्पात पाइप इत्यादि प्रयोग किए जाते हैं। पाइपों का माप 100 मिलीमीटर से 750 मिलीमीटर तक हो सकता है।

22.13 सुरंग में धूल नियंत्रण (Dust Control in Tunnel)

सुरंग की खुदाई के दौरान कुछ प्रमुख कार्य जैसे ड्रिलिंग विस्फोटक तथा सुरंगी मलबे को हटाने में सुरंग के अंदर धूल उत्पन्न होती है, जिससे कार्यस्थल पर श्रमिकों को श्वास लेने में कठिनाई होती है और अनेक बीमारी होने की संभावना बनी रहती है अत: सुरंग के अंदर से धूल को शीघ्र कम करने तथा इससे बचने के लिए निम्न उपाय किए जाते हैं—

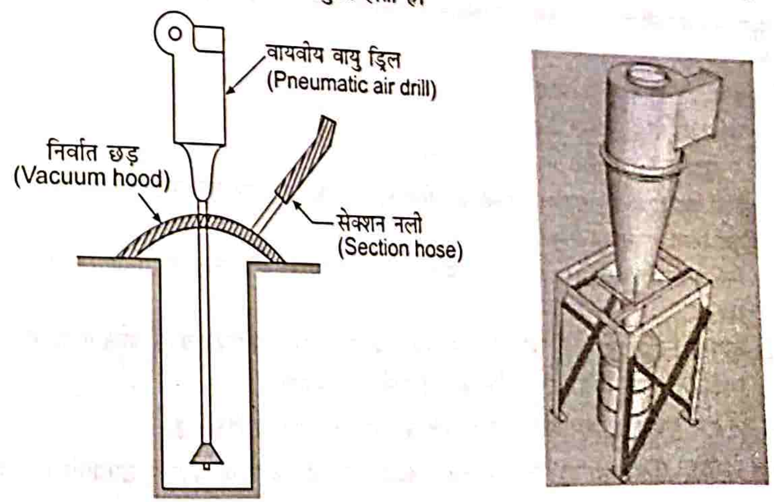
1. गीला छिद्रण (Wet drilling)
2. निर्वात हुड के प्रयोग से (Use of vacuum hood)
3. स्वास यंत्र के प्रयोग से (Use of respirator)

गीला छिद्रण (Wet drilling)

ड्रिलिंग के समय छिद्रों में पानी का छिड़काव करते रहने के लिए आधुनिक डीलिंग मशोनों में ही पानी छिड़कने की व्यवस्था की गई होती है। चित्रों को गीला रखने से धूल उड़ने की संभावना कम हो जाती है तथा यह बिट (Bit) को भी ठंडा रखता है। इसका प्रयोग अत्यधिक किया जाता है। चित्रों में पानी की मात्रा प्रयोग की गई ड्रिलिंग के प्रकार और ड्रिलिंग की गति पर निर्भर करती है।

निर्वात हुड के प्रयोग से (Use of vacuum hood)

इसमें बीट के चारों ओर इस्पात के हुड लगाए जाते हैं जो एक निकास पाइप से जुड़े होते हैं, इससे धूल बाहर खींच लिया जाता है। गीली ड्रिल के लिए यह विधि उपयुक्त होती है।



चित्र 22.3 : निर्वात हुड (Vacuum hood)

स्वास यंत्र के प्रयोग (Use of Respirator)

सुरंग की कटाई के समय श्रमिकों को स्वास यंत्र दिए जाते हैं जिससे श्रमिकों को श्वास लेने में आसानी होती है और धूल अंदर नहीं जाने पाती है परंतु यह स्वास यंत्र महंगे होते हैं अत: इनका प्रयोग सभी स्थानों पर नहीं किया जा सकता है।

22.14 सुरंग में प्रकाश व्यवस्था (Lighting in Tunnel)

यदि सुरंग में पर्याप्त प्रकाश की व्यवस्था ना हो तो बहुत सी प्रक्रियायें है सही प्रकार से नहीं की जा सकती है। अत: सुरंगों में प्रकाश की उत्तम व्यवस्था की जानी चाहिए। सुरंग में ड्रिलिंग तथा मलबों के धुलाई के क्षेत्र में शॉफ्ट की तली पर सामग्रियों के भण्डारण स्थल पर पंपिंग स्टेशन इत्यादि जगहों पर प्रकाश की उत्तम व्यवस्था होनी चाहिए तथा सुरंगों के संचालन के समय में भी इनके अंदर पर्याप्त प्रकाश की व्यवस्था होनी चाहिए।

प्रकाश से संबंधित कुछ प्रमुख बातें निम्नलिखित हैं—

1. प्रकाश की तीव्रता सुरंग कार्य के अनुरूप होनी चाहिए।
2. प्रकाश के लिए एक से अधिक स्थानों पर व्यवस्था की जानी चाहिए।
3. एक जगह पर अधिक मात्रा में रोशनी देने के स्थान पर कुछ अंतराल पर उचित जगहों पर प्रकाश की व्यवस्था की जानी चाहिए।
4. सामग्री व मलबों के ढुलाई के लिए जो कार्ड प्रयोग किए जाते हैं उनमें प्रकाश की व्यवस्था होनी चाहिए।
5. सुरंग की छतों व दीवारों में बल्ब या अन्य प्रकाश उपकरण लगाया जाता है।
6. सुरंग के अंदर बिछाई जाने वाली विद्युत तारों को सावधानीपूर्वक बिछाने चाहिए।

22.15 सुरंग के प्रयोग होने वाली प्रकाश के प्रकार (Types of Light used in Tunnel)

सुरंग निर्माण व संचालन के समय प्रयोग होने वाली प्रकाश के मुख्यत: निम्न प्रकार होते हैं—

1. लालटेन (Lantern)
2. कोयला गैस प्रकाश व्यवस्था (Coal gas Lighting)
3. एसिटिलीन गैस प्रकाश व्यवस्था (Acetylene gas Lighting)
4. विद्युत प्रकाश व्यवस्था (Electric Lighting)

स्मरणीय तथ्य (Points to be Remembered)

- सुरंग में घुसे पानी को तथा रिसन या टपकने से सुरंग में आए पानी को बाहर निकालना सुरंग जल निकासी कहलाता है।
- सुरंग में जल दो स्रोतों से आता है।
  1. धुलाई का पानी (Wash water)
  2. अवमृदा जल (Ground or sub soil water)
- पानी को वंद रखने और हटाने के लिए जल निकासी व्यवस्था को मोटे तौर पर निम्नलिखित तीन प्रणालियों में वर्गीकृत किया जा सकता है—
  1. निर्माण कार्य शुरू करने से पहले सुरंग में प्रवेश करने से पहले अतिरिक्त जल निकासी या जल के प्रवेश को रोकना।
  2. सुरंग का निर्माण और पंपिंग यानि सुरंग के निर्माण के दौरान सुरंग में प्रवेश करने वाले पानी को निकालना।
  3. स्थाई ड्रेनेज यानी सुरंग के पूरा होने के बाद पानी बंद रखना।
- प्री ड्रेनेज में मुख्यत: भू जल और अवमृदा जल को सुरंग में आने से रोकते हैं।
- जल निष्कासन (Dewatering) व्यवस्था कठोर चट्टानों में और जलरोधी मृदा में उपयोगी होते हैं।

- पंपिंग (pumping) जल निकासी की अस्थाई व्यवस्था है। पानी की मात्रा जो संचित होती है उसे नाले के कुओं में इकट्ठा किया जाता है और सुरंग से बाहर निकाला जाता है।
- केन्द्रापसारक पंपों के लिए प्रेरक शक्ति या तो विद्युत या वायवीय मोटर्स हो सकती है। वेंटिलेशन सिस्टम पर धुएँ और परिणामस्वरूप अतिरिक्त भार के कारण डीजल मोटिव शक्ति (diesel motive power) अच्छे नहीं होते हैं।
- निरीक्षण के लिए मैनहोल को 30 मीटर से 50 मीटर की दूरी पर प्रदान किया जाना चाहिए। स्थायी जल निकासी का प्रकार विभिन्न कारकों पर निर्भर करेगा जैसेकि—
  1. मिट्टी के प्रकार,
  2. जल निकासी में शामिल पानी की गुणवत्ता,
  3. सुरंग की प्रकृति,
  4. प्रयुक्त लाइनिंग की परत, आदि।
- सुरंग में निर्माण के दौरान तथा उसके बाद शुद्ध वायु का संचार बनाए रखना सुरंग संवातन कहलाता है।
- सुरंग निर्माण के दौरान दिया जाने वाला संवातन अस्थाई संवातन कहलाता है।
- सुरंग निर्माण के बाद दिया जाने वाला संवातन स्थाई संवातन कहलाता है।
- सुरंग संवातन के मुख्य चार उद्देश्य होते हैं—
  1. सुरंग में कार्य करने वाले श्रमिकों को स्वच्छ वायु प्रदान करना।
  2. छिद्रण (Drilling), विस्फोटन (Blasting) तथा मकिंग (Mucking) के दौरान निकलने वाली धूल को हटाना।
  3. विस्फोटन के दौरान निकलने वाली हजारों लीटर हानिकारक गैसों को बाहर निकालना।
  4. गहरी सुरंगों में उचित तापमान बनाए रखना।
- एक अच्छे सुरंग संवातन के लिए निम्नलिखित आवश्यकता की पूर्ति करनी होती है—
  1. कार्यस्थल से धूल और गैसों को जितनी जल्दी हो सके साफ कर देनी चाहिए जिससे बिना किसी देरी के कार्य चलता रहे।
  2. रंग निर्माण के समय निकलने वाले धूल की मात्रा आवश्यक सुरक्षित सीमा तक ही होनी चाहिए।
  3. सुरंग की सम्पूर्ण लम्बाई में बिना किसी रुकावट के स्वच्छ वायु का संचालन बना रहना चाहिए।
  4. सुरंग में उचित दूरी पर हानिकारक गैसों को रोकने की व्यवस्था होनी चाहिए।

सुरंग में संवातन का निर्धारण करते समय निम्न बातों पर ध्यान देना चाहिए—

1. सुरंग की माप व लम्बाई।
2. विस्फोट तथा वाहनों द्वारा उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड।
3. सुरंग के भीतर का तापमान और आर्द्रता।
4. विस्फोटक कार्य की आवृत्ति या विस्फोटकों की मात्रा।
5. मनुष्य, पशु, प्रकाश और कुछ चट्टानों द्वारा छोड़ी गई ऊष्मा।

- सुरंग सवांतन की दो विधियाँ होती हैं—
  1. प्राकृतिक संवातन (Natural ventilation)
  2. यांत्रिक संवातन (Mechanical ventilation)
- सुरंग में यांत्रिक संवातन के निम्नलिखित तीन प्रणालियाँ हैं—
  1. ब्लोइंग या बलात सवांतन प्रणाली (Blowing or plenum process)
  2. वायु निष्कासन या निर्वात प्रणाली (Exhausting or vacuum process)
  3. संयुक्त ब्लोइंग तथा वायु निष्कासन प्रणाली (Combination of blowing and exhausting process)
- सुरंग संवर्धन के लिए प्रबलित प्रकार के, रिवेटड या वेल्डेड इस्पात पाइप इत्यादि प्रयोग किए जाते हैं। पाइपों का माप 100 मिलीमीटर से 750 मिलीमीटर तक हो सकता है।

- सुरंग के अंदर से धूल को शीघ्र कम करने तथा इससे बचने के लिए निम्न उपाय किए जाते हैं—
  1. गीला छिद्रण (Wet drilling)
  2. निर्वात हुड के प्रयोग से (Use of vacuum hood)
  3. स्वास यंत्र के प्रयोग से (Use of respirator)
- प्रकाश से संबंधित कुछ प्रमुख बातें निम्नलिखित हैं—
  1. प्रकाश की तीव्रता सुरंग कार्य के अनुरूप होनी चाहिए।
  2. प्रकाश के लिए एक से अधिक स्थानों पर व्यवस्था की जानी चाहिए।
  3. एक जगह पर अधिक मात्रा में रोशनी देने के स्थान पर कुछ अंतराल पर उचित जगहों पर प्रकाश की व्यवस्था की जानी चाहिए।
  4. सामग्री व मलबों के ढुलाई के लिए जो कार्ड प्रयोग किए जाते हैं उनमें प्रकाश की व्यवस्था होनी चाहिए।
  5. सुरंग की छतों व दीवारों में बल्ब या अन्य प्रकाश उपकरण लगाया जाता है।
  6. सुरंग के अंदर बिछाई जाने वाली विद्युत तारों को सावधानीपूर्वक बिछाने चाहिए।
- सुरंग निर्माण व संचालन के समय प्रयोग होने वाली प्रकाश मुख्यत: निम्न प्रकार होते हैं—
  1. लालटेन (Lantern)
  2. कोयला गैस प्रकाश व्यवस्था (Coal gas Lighting)
  3. एसिटिलीन गैस प्रकाश व्यवस्था (Acetylene gas lighting)
  4. विद्युत प्रकाश व्यवस्था (Electric lighting)

अभ्यास प्रश्न

1. सुरंगों का जल निकासी पर टिप्पणी लिखिए।
2. जल निष्कासन पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
3. सुरंग से जल निकासी की पंपिंग विधि लिखिए।
4. सुरंग से अस्थाई जल निकासी पर टिप्पणी लिखिए।
5. सुरंग में समाचार पर टिप्पणी लिखिए।
6. सुरंग संभाषण के उद्‌देश्य तथा आवश्यकताएँ लिखिए।
7. संगठन की विधियाँ लिखिए।
8. यांत्रिक संवाद पर टिप्पणी लिखिए तथा सुरंग में यांत्रिक संवातन के लिए प्रयोग होने वाली प्रणालियों को समझाइए।
9. संवातन के लिए प्रयोग होने वाले उपकरण पर टिप्पणी लिखिए।
10. सुरंग में धूल नियंत्रण के लिए कौन से उपाय किए जाते हैं? लिखिए।
11. निर्वात हुड का सचित्र वर्णन कीजिए।
12. जंग में प्रयोग होने वाले प्रकाश के प्रकार लिखिए।

□