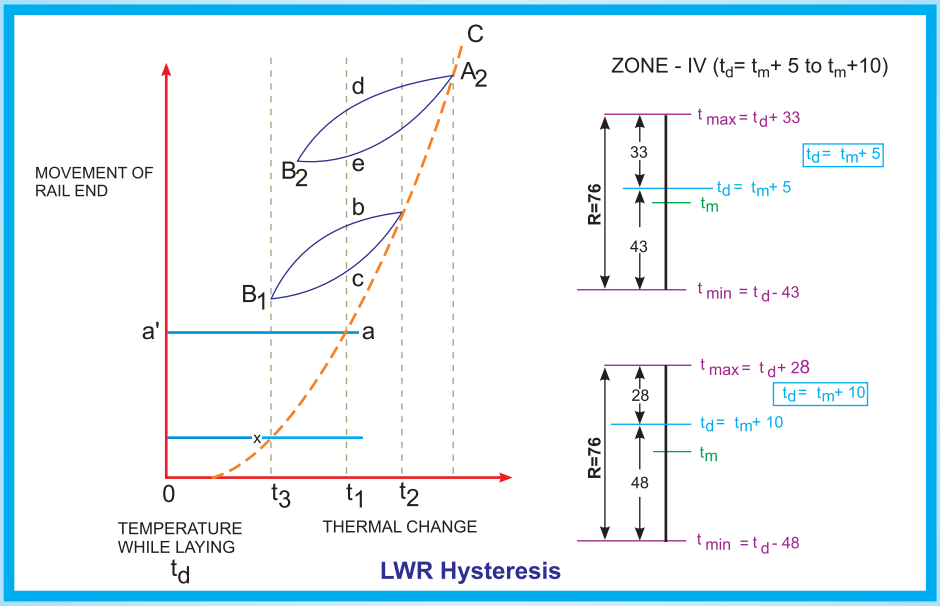
ज्ञान ज्योति से मार्गदर्शन
To Beam As A Beacon of Knowledge

लंबी वेल्डित रेल



LWR Hysteresis

सितंबर, 2025

भारतीय रेल सिविल इंजीनियरिंग संस्थान पुणे 411001

द्वारा प्रकाशित
भारतीय रेल सिविल इंजीनियरिंग संस्थान,
11-ए, साऊथ मेन रोड, कोरेगाव पार्क, पुणे - 411001

डिझाईन और मुद्रित :
एलिट ग्राफिक स्टुडिओ,
पुणे
✆ 7875623747



ज्ञान ज्योति से मार्गदर्शन

To Beam As A Beacon of Knowledge

लंबी वेल्डित रेल

सितंबर, 2025

भारतीय रेल सिविल इंजीनियरिंग संस्थान पुणे 411001

प्रस्तावना

लंबी वेल्डित रेल पर यह पुस्तक मूलतः 1988 में प्रकाशित हुई थी और तत्पश्चात इसके पहला (1996), दूसरा (2005), तीसरा (2017) और चौथा संशोधित संस्करण (2023) अंग्रेजी में प्रकाशित हुए। इसमें तब तक जारी की गई सुधार पर्चियां भी शामिल हैं। यह पुस्तक, चौथे संशोधित संस्करण का पूरी तरह से हिन्दी में किया गया अनुवाद है।

लंबी वेल्डित रेल आधुनिक रेल संरचना का पर्याय है और भारतीय रेल के अधिकांश रेलपथ लंबी वेल्डित रेल (लॉन्ग वेल्डेड रेल) है। रेल्वे में अधिकतर कार्यों की गुणवत्ता फील्ड में कार्य कर रहे इंजीनीयर्स और कार्मिकों के तकनीकी क्षमता पर निर्भर करती है। कार्मिकों व रेल्वे के कई कर्मचारियों (कनिष्ठ स्तर) को अंग्रेजी समझने में कठिनाई आती हैं, एवं इस विषय पर कोई दस्तावेज़ भी हिन्दी मे उपलब्ध नहीं है।

श्री ए सिवाकुमार प्राध्यापक / कार्य द्वारा अनुवादित इस पुस्तक के माध्यम से लॉन्ग वेल्डेड रेल के विषय पर सामग्री को सरल भाषा में प्रस्तुत करने का सराहनीय प्रयास किया गया है। मैं न केवल उम्मीद करता हूँ बल्कि मुझे पूर्ण विश्वास है कि यह पुस्तक हमारे रेलवे स्टाफ और इंजीनियर्स के साथ ही एजेंसी के कार्मिकों के लिये भी अत्यंत जानकारीयुक्त एवम उपयोगी साबित होगी। आशा है कि लंबी वेल्डित रेल (LWR) ट्रैक बिछाने और अनुरक्षण का कार्य करने वाले फील्ड इंजीनियरों को यह पुस्तक उपयोगी होगी।

सुधार के सुझावों का स्वागत है।

पुणे
सितंबर, 2025

वी. के. पंजियार
महानिदेशक
इरिसेन / पुणे

अभिव्यक्ति

इस पुस्तक को हिन्दी में लिखने का उद्देश्य आईआरपीडब्ल्यूएम (IRPWM) में लंबी वेल्डित रेल के विभिन्न प्रावधानों के सैद्धांतिक आधार को सरल, परंतु प्रभावी पद्धति से समझाना है ताकि फील्ड इंजीनियर लंबी वेल्डित रेल / निरंतर वेल्डित रेल के संबंध में आईआरपीडब्ल्यूएम के प्रावधानों को बेहतर पद्धति से समझ सकें।

मैं संस्थान के महानिदेशक श्री वी.के. पंजियार का विशेष आभारी हूँ जिनके प्रोत्साहन एवं मार्गदर्शन से यह पुस्तक संभव हो पायी है। साथ ही अपर महानिदेशक श्री विनोद कुमार एवं संकाय अध्यक्ष श्री विश्वास कुमार का भी उनके द्वारा दिये गए सुझावों और निरंतर प्रोत्साहन के लिए आभारी हूँ। साथ ही संस्थान के वरिष्ठ अनुदेशक श्री ए ए निजामी, श्री आर खुरसिंगे, श्री नितिन मेहता एवं श्री सुप्रज्ञ कुमार (वर्तमान ए डी ई एन) द्वारा पुस्तक को तैयार करने में दिये गए योगदान के लिए भी मैं धन्यवाद देता हूँ।

यद्यपि इस अनुवादित पुस्तक को तैयार करने में सभी सावधानियां बरती गयी है किंतु अभी भी त्रुटियों की सम्भावना है। पाठकों से अनुरोध है कि त्रुटियों की जानकारी से अवगत कराये ताकि ये सुधार सुनिश्चित किये जा सके।

पुणे
सितंबर, 2025

ए सिवाकुमार
प्राध्यापक/ कार्य
इरिसेन / पुणे

अनुक्रमणिका

अध्याय	विवरण	पृष्ठ सं.
1	**लंबी वेल्डेड रेलों का परिचय**	**1**
1.0	लंबी वेल्डेड रेलों का परिचय	1
1.1	लंबी वेल्डेड रेलों का विकास	1-2
1.2	LWR के फायदे	2-3
1.3	महत्वपूर्ण परिभाषाएँ	3-12
2	**लंबी वेल्डेड रेल के सिद्धांत**	**13**
2.1	लंबी वेल्डेड रेल के बुनियादी सिद्धांत	13-15
2.2	LWR का बल आरेख	15-18
2.3	रेल तापमान	18-29
2.4	श्वसन लंबाई	30-30
2.5	अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध	30-32
2.6	पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध	33-35
3	**थर्मल मूवमेंट और हिस्टैरिसीस**	**36**
3.1	अनुदैर्ध्य संचलन का अनुमान	36-39
3.2	स्विच एक्सपेंशन ज्वाइंट (SEJ)	40-43
3.3	SEJ में अंतराल माप	44-44
3.4	हिस्टैरिसीस की अवधारणा	44-49
3.5	SEJ के रेफरेंस मार्क और टंग रेल टॉप/स्टॉक रेल कॉर्नर के बीच अंतर	49-53
4	**अनुमत स्थान और ट्रैक संरचना**	**54-54**
4.0	LWR/CWR बिछाने के लिए सामान्य नियम	54-54
4.1	फॉर्मेशन	54-54
4.2	बलास्ट कुशन और सेक्शन	54-57

4.3	रेल, स्लीपर और फास्टनिंग्स	57-59
4.4	LWR बिछाते समय सामान्य सावधानियां	59-59
4.5	LWR के लिए ट्रैक संरचना की निरंतरता	59-66
4.6	संरेखण	66-68
4.7	ढाल	68-68
4.8	ऊर्ध्वाधर वक्र	68-69
4.9	SEJ का स्थान	69-69
4.10	पुलों पर LWR से संबंधित IRPWM प्रावधान	69-93
4.11	LWR के लिए अनुमोदन और विचलन	93-94
5	**LWR बिछाना और डीस्ट्रेसिंग**	**95-95**
	भाग – A – LWR बिछाना	**95**
5.0	LWR ट्रैक बिछाने के लिए पूर्व-आवश्यकताएँ	95-95
5.1	सर्वेक्षण	95-97
5.2	तापमान रिकॉर्ड	97-97
5.3	आवश्यक सामग्री	99-99
5.4	प्रारंभिक कार्य	99-100
5.5	LWR बनाने के लिए रेल की वेल्डिंग	100-102
5.6	SEJ पर गैप	102-103
	भाग-B - LWR ट्रैक की डीस्ट्रेसिंग	**104**
5.7	LWR ट्रैक की डीस्ट्रेसिंग	104-113
6	**LWR ट्रैक का रखरखाव**	**114**
6.1	LWR रखरखाव में बुनियादी अवधारणाएँ	114-117
6.2	नियमित ट्रैक रखरखाव	117-123
6.3	विशेष ट्रैक रखरखाव	123-127

6.4	प्रचलित रेल तापमान के आधार पर रखरखाव गतिविधियों की योजना	127-129
7	**असामान्य घटनाएँ, निरीक्षण एवं रिकार्ड रखना**	**130**
	भाग-ए - असामान्य घटनाएँ	**130**
7.0	परिचय	130-130
7.1	रेल फ्रैक्चर	130-137
7.2	स्विच एक्सपेंशन ज्वाइंट को नुकसान	137-138
7.3	ट्रैक का बकलिंग	138-142
7.4	दुर्घटनाएं, ब्रीच के दौरान, अस्थायी गर्डर डालना और डायवर्सन	142-142
	भाग-B - निरीक्षण एवं रिकार्ड	**143**
7.5	निरीक्षण एवं अभिलेख	143-149
8	**बकलिंग में उन्नत अवधारणाएँ**	**150**
8.1	बकलिंग प्रकरण	150-150
8.2	जर्मन रेलवे द्वारा परीक्षण	150-153
8.3	ब्रिटिश परिवहन आयोग द्वारा संचालित अध्ययन	153-158
8.4	स्टेटिक बकलिंग और डायनेमिक बकलिंग	158-160
8.5	घुमावदार CWR ट्रैक (वक्र) का बकलिंग विश्लेषण	160-171
8.6	CWR ट्रैक की गतिशील बकलिंग	171-172
8.7	बकलिंग सुरक्षा मूल्यांकन	173-174
8.8	ट्रैक लेटरल शिफ्ट मैकेनिज्म, पैरामीटर्स और स्वीकार्य मिस- अलैनमेंट	174-176
8.9	ट्रैक पार्श्व स्थिरता तंत्र	177-177
8.10	ट्रैक का दीर्घकालिक व्यवहार	178-181

8.11	तटस्थ तापमान माप	182-187
8.12	व्यावहारिक पहलुओं के संबंध में महत्वपूर्ण निष्कर्ष	187-188
	संदर्भ सूची	**189-189**

अध्याय 1

लंबी वेल्डेड रेलों का परिचय

1.1 लंबी वेल्डेड रेलों का विकास

(a) 19वीं सदी की शुरुआत में रेल की मानक लंबाई सामान्यत: 12 मीटर / 13 मीटर थी। निर्मित रेल की अधिकतम लंबाई को रेल निर्माण इस्पात संयंत्र के कूलिंग बॉक्स की लंबाई (क्योंकि रोलिंग प्रक्रिया के बाद नियंत्रित ठंडा होना आवश्यक था) द्वारा नियंत्रित किया जाता था। इसके अलावा रेल परिवहन की लॉजिस्टिक समस्याएँ भी थीं, जिसमें रेल के लोडिंग और अनलोडिंग संबंधित मुद्दे शामिल थे। उत्पादन प्रक्रिया में हुई आधुनिकीकरण ने लंबी रेलों को रोल करने की संभावना को जन्म दिया है। वर्तमान में, सेल (भिलाई) स्टील प्लांट और जिंदल स्टील ने 130 मीटर की लंबाई की रेलों को रोल किया है तथा एक FBW के साथ 260 मीटर की रेल पैनल को भी विशेष रेक्स (Rakes) में साइट पर उपलब्ध कराया जाता है।

(b) भारत में, बीसवीं सदी में (1930's), जीआईपी (GIP) रेलवे ने विद्युत प्रक्रिया का उपयोग करके रेल के वेल्डिंग का कार्य किया था। 1947 से 1966 तक बहुत अधिक संख्या में 5-रेल पैनल (ब्रॉड गेज में 65 मीटर और मीटर गेज में 60 मीटर) और 10-रेल पैनल (ब्रॉड गेज में 130 मीटर और मीटर गेज में 120 मीटर) को ट्रैक में लगाया गया था। उद्देश्य यह था कि जोड़ों की संख्या को कम करके रखरखाव के प्रयासों को कम किया जाए। हालांकि, विभिन्न रेलवे ने 5-रेल और 10-रेल पैनल के रखरखाव संबंधित समस्याएं निम्नलिखित कारणों से बड़ी मात्रा में रिपोर्ट की थीं -

i) रेल के बैटरिंग और हॉगिंग में वृद्धि;

ii) फिश-बोल्ट होल्स के एलॉनगेटेड हो जाना;

iii) टेढ़े फिश-बोल्ट्स।

इन समस्याओं को ध्यान में रखते हुए, रेलवे बोर्ड द्वारा जनवरी 1966 में 3 इंजीनियरों की एक समिति, जो शुरुआत में 5-रेल पैनल और 10-रेल पैनलों, एवं बाद में लॉन्ग वेल्डेड रेल्स की कार्यप्रणाली की जाँच के लिए, नियुक्त की गई।

(c) समिति ने पाया कि वर्तमान मानकों के अनुसार आईआरएस (IRS) फिशप्लेट डिज़ाइन, 5-रेल और 10-रेल पैनल्स के फैलाव एवं सिकुड़न को संतुलित करने के लिए अपर्याप्त है। जबकि आईआरएस (IRS) फिशप्लेट डिज़ाइन की क्षमता 15 मिमी तक के फैलाव एवं सिकुड़न को समाहित करने की है, एक 5-रेल या 10-रेल पैनल की वास्तविक फैलाव एवं सिकुड़न कहीं अधिक होती हैं। इन कारणों से जोड़ों में ज्यादा मुड़े हुए फिश बोल्ट्स और एलॉनगेटेड फिश बोल्ट होल्स बनते हैं। समिति ने पाया कि 3-रेल पैनल पारंपरिक फिश प्लेटेड जोड़ के साथ ट्रैक में रखा जा सकता है। अतः समिति ने सिफारिश किया कि -

i) 5-रेल और 10-रेल पैनल की वेल्डिंग बंद की जाए,

ii) मौजूदा 5-रेल और 10-रेल पैनल को 2½ रेल पैनल में बदला जाए;

iii) LWR बिछाने के लिए ट्रैक संरचना, तापमान और बैलास्ट की स्थिति का निर्धारण के लिए RDSO से और अध्ययन करने के लिए सिफारिश की गई।

1.2 LWR के फायदे

लंबी-वेल्डेड रेल आधुनिक ट्रैक का समानार्थी है। निम्नलिखित कारणों से लंबी-वेल्डेड रेल से ट्रेन यात्रा सुरक्षित, आर्थिक रूप से किफायती और सुखद बन जाती है -

1) लॉन्ग-वेल्डेड रेल ट्रैक, फिश प्लेटेड जोड़ को समाप्त करती है, जिससे सुरक्षा में सुधार होता है, क्योंकि भारतीय रेलवे के लिए फिश प्लेटेड जॉइंट्स पर तोड़ फोड़ जैसे हमले प्रमुख चिंता का कारण बने हुए है।

2) SWR के फिश प्लेटेड जोड़ बड़े गतिशील बल (Dynamic Forces) का स्रोत हैं। इस परिणामस्वरूप, फिश प्लेटेड जोड़ बड़े पैमाने पर टूट फूट और फिश बोल्ट होल्स से फ्रैक्चर्स के विकसित होने की संभावना ज्यादा हैं। कुछ मामलों में, अत्यधिक फ्रैक्चर्स के कारण असामयिक रेल नवीनीकरण किया जाना पड़ सकता है।

3) रेल जॉइंट्स पर बड़े गतिशील बल (Dynamic Forces) के कारण, रेल जॉइंट पर ट्रैक ज्यामेट्री बार-बार बिगड़ती है, जिससे ट्रैक को बार-बार मरम्मत करने की आवश्यकता होती है। LWR पटरी पर इन अतिरिक्त रखरखाव खर्च के अभाव में अनुमानतः 25% से 33% तक की बचत होती है।

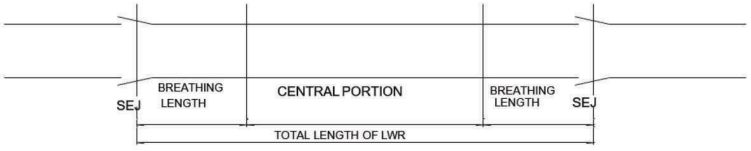
4) रेल जॉइंट्स पर पहिये के चलने के कारण प्रभाव बल (Impact Force) में वृद्धि के कारण रोलिंग स्टॉक के पहियों के घिसाव में 5% की वृद्धि और ईंधन खपत में 7% की वृद्धि देखी गई है।

5) रेल जॉइंट्स पर ध्वनि और कंपन में कमी के कारण, यात्रियों को आरामदायक यात्रा की अनुभूति होती है।

6) 160KMPH तक की उच्च गतियों का उद्देश्य के साथ, SWR ट्रैक पर रखरखाव विधियों / रखरखाव मानक, रखरखाव प्रयास आदि पर प्रयासरत रहना अव्यावहारिक होगा और इस प्रकार, लॉन्ग-वेल्डेड रेल ट्रैक (LWR) वास्तविक आवश्यकता बन जाती हैं।

1.3 महत्वपूर्ण परिभाषाएँ

1) **लंबी वेलड़ेड रेल (LWR)-** एक ऐसी वेल्डेड रेल है, जिसके मध्य भाग में तापमान की भिन्नता के कारण कोई अनुदैर्ध्य संचलन नहीं होता है। ब्रॉड गेज पर 250 मीटर और मीटर गेज पर 500 मीटर से अधिक लंबी ट्रैक सामान्यतः LWR के रूप में कार्य करती है (चित्र 1.1)। वेल्डबल सीएमएस क्रॉसिंग्स के आने के बाद LWR को पॉइंट्स एवं क्रॉसिंग से भी वेल्ड करके जोड़ा जा सकता है जिसे लगातार वेल्डेड रेल, CWR कहते हैं।



चित्र 1.1 LWR लाइन स्केच

LWR का केंद्रीय हिस्सा विस्तार / संकुचन नहीं होने के कारण इसमे किसी भी प्रकार का अनुदैर्ध्य संचलन नहीं होता है। इसलिए तापमान के बदलने के कारण केंद्रीय हिस्से में तापीय बल उत्पन्न होते हैं। इस तापीय बल (P) को समाहित करने के लिए उपयुक्त ट्रैक संरचना होनी चाहिए। इस बल (P) को निम्न सूत्र से समझा जा सकता है -

$$P = A\ E\ \alpha\ t$$

जहां,

A = रेल के क्रॉस सेक्शन का क्षेत्रफल (वर्ग सेमी.)
(A = 66.15 cm^2 for 52 kg rail & A = 76.86 cm^2 for 60 kg rail)

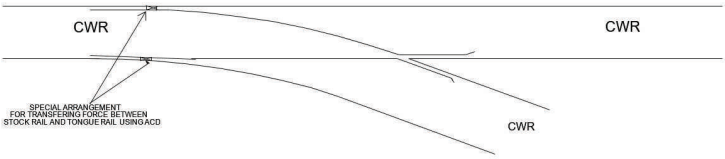
E = रेल स्टील की इलैस्टिक मोड्यूलस मापांक (2.11×10^6 किग्रा / वर्ग सेमी.)

α = स्टील की रेखीय विस्तार का संकेत मापांक, (1.152×10^{-5}/°सें.)

t = रेल के तापमान में t_d / t_o से परिवर्तन (°सें.)

1° सें. के तापमान परिवर्तन के लिए, उत्पन्न होने वाले तापीय बल (P) का मूल्य 52 किग्रा रेल के लिए 1.688 टन होता है और 60 किग्रा रेल के लिए 1.868 टन होता है।

2) कंटीन्युअस वेल्डेड रेल (CWR) एक ऐसी लंबी वेल्डेड रेल है जो स्टेशन यार्ड्स, पॉइंट्स और क्रॉसिंग्स से होकर गुजरती हो (चित्र 1.2)



चित्र 1.2 CWR लाइन स्केच

3) शॉर्ट वेल्डेड रेल (SWR) एक ऐसी वेल्डेड रेल है जो अपनी पूरी लंबाई पर सिकुड़ती एवं फैलती है।

नोट - *सामान्यतः SWR की लंबाई BG के लिए 3 x 13 मीटर और MG के लिए 3 x 12 मीटर है। SWR को बिछाने एवं रखरखाव की प्रावधानिकता भारतीय रेल रेलपथ नियमावली (IRPWM) के अध्याय 3, भाग 'सी' में वर्णित हैं।*

4) ब्रीथिंग लेंथ (श्वसन लंबाई) - LWR/CWR के प्रत्येक छोर की वो लंबाई, जिसमे तापमान परिवर्तन के कारण विस्तार / संकुचन होता है। भारतीय रेलवे पर ट्रैक के चार तापमान क्षेत्रों (I से IV) के लिए IRPWM (अनुसंलग्नक 3/16) के तहत विभिन्न स्लीपरों के लिए सामान्य श्वसन लंबाई नीचे दिखाया गया है -

तापमान क्षेत्र	स्लीपर घनत्व	ब्रीथिंग लेंथ (श्वसन लंबाई) मीटर में	
		60 Kg/m (UIC)	52 Kg/m rails
I	1540	60	52
	1660	58	50
II	1540	69	59
	1660	66	57
III	1540	77	66

	1660	74	64
IV	1540	82	71
	1660	79	68

नोट - *ऊपर दर्शाये गए ब्रीथिंग लेंथ (श्वसन लंबाई) सांकेतिक है और इसमे स्थानीय स्थितियों के अनुसार परिवर्तन होने की संभावना है अर्थात्, अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध की मात्रा स्लीपर के प्रकार, स्लीपर घनत्व, पैकिंग की स्थिति, हाल के पूर्व में किए गए किसी भी ट्रैक कार्य, बैलास्ट प्रोफ़ाइल, यातायात की प्रवाह आदि पर आधारित है।*

5) **स्विच एक्सपैंशन जॉइंट (SEJ)** एक एक्सपैंशन जॉइंट है जो प्रत्येक LWR/CWR के अंत में स्थापित किया जाता है ताकि तापमान भिन्नता के कारण दोनों तरफ के श्वसन लंबाई के विस्तार/संकुचन को सुगम करे।

6) **रेल तापमान -** साइट पर एक मानक रेल थमीटर द्वारा दर्ज किया गया रेल का तापमान है। यह उस स्थान के परिवेश के तापमान से भिन्न होता है, जो कि छाया में हवा का तापमान होता है और जो मौसम विभाग द्वारा रिपोर्ट किया जाता है। भारतीय रेलवे को चार रेल तापमान क्षेत्रों में निम्न प्रकार से विभाजित किया गया है -

तापमान क्षेत्र	रेल तापमान रेंज
I	40 to 50^0C
II	51 to 60^0C
III	61 to 70^0C
IV	71 to 76^0C

7) **औसत रेल तापमान (t_m) -** किसी सेक्शन के लिए औसत रेल तापमान (t_m) उस सेक्शन के लिए दर्ज किए गए मैक्सिमम (अधिकतम) और मिनिमम (न्यूनतम) रेल तापमानों का औसत है, जो 5 वर्षों की अवधि के दौरान लिया गया है।

8) **डीस्ट्रेसिंग -** वांछित / निर्दिष्ट रेल तापमान पर LWR/CWR में तनाव मुक्त स्थिति सुनिश्चित करने के लिए रेल टेंसर के साथ या

उसके बिना किया जाने वाला ऑपरेशन डीस्ट्रेसिंग है।

9) **इंस्टॉलेशन तापमान -** LWR/CWR की स्थापना के समय स्लीपरों को रेल से जोड़ने की प्रक्रिया के दौरान इंस्टॉलेशन के समय का औसत रेल तापमान (t_i) है।

10) **डीस्ट्रेसिंग तापमान (t_d) -** रेल टेंसर के उपयोग के बिना LWR को डीस्ट्रेस करने के बाद स्लीपरों पर रेल को बांधने की अवधि के दौरान प्राप्त औसत रेल तापमान डीस्ट्रेसिंग तापमान (t_d) कहते है। यदि रेल टेंसर का उपयोग किया जाता है, तो यह t_d सभी व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए t_o के बराबर है। t_d या t_o की सीमा नीचे दिखाए गए रेल तापमान की सीमा के भीतर होगी।

तापमान क्षेत्र	रेल सेक्शन	t_d की सीमा
I, II & III	सभी रेल सेक्शन	t_m से t_m + 5°C
IV	(i) अन्य रेल सेक्शन	t_m से t_m + 5°C
	(ii) 52 की ग्राम एवं उससे भारी सेक्शन	t_m + 5°C से t_m + 10°C

नोट - *भारी एवं चौड़े बेस वाले स्लीपर के उपयोग के साथ, परीक्षण के आधार पर तनाव कम करने वाले तापमान को ऊपर निर्धारित सीमा से 5 डिग्री तक कम करने पर विचार किया जा सकता है।*

11) **प्रचलित रेल तापमान (टीपी) (t_p) -** वह रेल तापमान है जो उस समय प्रचलित होता है जब LWR ट्रैक पर रखरखाव से संबंधित कोई भी ऑपरेशन किया जाता है।

प्रचलित रेल तापमान टीपी (t_p) को मापने और इसकी रिपोर्ट करते समय, यह वांछनीय और एक अच्छी प्रथा रहेगी कि तापमान हमेशा उस LWR के टीडी t_d के संदर्भ में रिपोर्ट किया जाए, जैसे केवल "y°C" के रूप में रिपोर्ट किए जाने के बजाय "t_d

+ x डिग्री सेल्सियस" या "t_d – x डिग्री सेल्सियस" ("t_d + x°C" or "t_d – x°C"), बोला जाए जहां x प्रचलित रेल तापमान t_p और डीस्ट्रेसिंग तापमान (t_d) के बीच का अंतर है।

- उदाहरण के लिए, यदि प्रचलित रेल तापमान 52 डिग्री सेल्सियस है और LWR का t_d, 43 डिग्री सेल्सियस है, तो यह वांछनीय है कि तापमान को रिपोर्ट करते समय केवल 52°C बताने के बजाय t_d + 9 डिग्री सेल्सियस के रूप में रिपोर्ट किया जाए / बताया जाए।
- इससे LWR के रखरखाव के लिए जिम्मेदार कर्मचारियों के बीच LWR पर मौजूद बलों की प्रकृति के बारे में जागरूकता आने की संभावना है।

नोट - *उपरोक्त मामलों में, LWR में प्रचलित बल को आसानी से संपीडित तनाव समझा जा सकता है यदि इसे "प्लस" चिह्न के साथ रिपोर्ट किया जाता है, अन्यथा यदि इसे "माइनस" चिह्न के साथ रिपोर्ट किया जाता है तो LWR में प्रचलित बल को तन्य तनाव के रूप में अनुमानित किया जाता है।*

12) **तनाव-मुक्त तापमान (t_o) -** वह रेल तापमान है, जिस पर रेल थर्मल तनाव से मुक्त होती है। जब तनाव निवारण ऑपरेशन के लिए टेंसर का उपयोग किया जाता है, तो कार्य t_p पर किया जाना चाहिए, जो तनाव-मुक्त तापमान से कम होगा। टेंसर द्वारा डीस्ट्रेसिंग कार्य करते समय एक्सटेंशन की गणना निम्नलिखित सूत्र से की जाएगी -

$$\text{एक्सटेंशन (Extension)} = L \alpha (t_o - t_p)$$

जहां 'L ' रेल के खंड की लंबाई है जिस पर एक्सटेंशन दिया जा रहा हो और 'α' रेल स्टील की रेखीय विस्तार का संकेत मापांक है, (1.152×10^{-5}/°सें.)

13) **रेल टेंसर** एक हाइड्रोलिक या मैकेनिकल उपकरण है जो रेल को खींचकर लंबा करने के लिए (Stretching) उपयोग किया जाता

है।

14) **एंकर लंबाई** (l_a) रेल टेंसर द्वारा रेल पर लगाए गए खिंचाव का विरोध करने के लिए आवश्यक ट्रैक की लंबाई है। व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए, इसे BG में कम से कम 2.5 मीटर प्रति डिग्री सेल्सियस ($t_o - t_p$) के बराबर लिया जा सकता है।

15) **ग्रीष्म मौसम गश्त – (हॉट वेदर पेट्रोलिंग) -** वह गश्त है जो ट्रैक बकलिंग की संभावना से बचाने के लिए तब की जाती है जब रेल का तापमान पूर्व-निर्धारित रेल तापमान से अधिक हो जाता है। IRPWM में वर्तमान प्रावधानों के अनुसार PSC स्लीपर ट्रैक पर जहाँ स्लीपर घनत्व 1540 प्रति किमी या उससे अधिक हो तब रेल तापमान t_d + 25 डिग्री सेल्सियस से अधिक होने पर हॉट वेदर पेट्रोलिंग शुरू की जाती है, अन्य सभी मामलों में इसे तब शुरू किया जाएगा जब रेल तापमान t_d + 20 डिग्री सेल्सियस से अधिक हो।

इसके अलावा, गर्मियों के दौरान नियमित रूप से गर्म मौसम में गश्त (हॉट वेदर पेट्रोलिंग) की अवधि , जहां आवश्यक हो, प्रत्येक अनुभाग के लिए मुख्य अभियंता द्वारा निर्धारित की जाएगी और वहां गश्त चार्ट तैयार किए जाएंगे।

हालाँकि, यह देखते हुए कि अब भारतीय रेल पर व्यापक तौर पर चौड़ी एवं भारी स्लीपर काम में लाए जाने लगे हैं , जिससे बेहतर ट्रैक संरचना / रखरखाव प्रथाओं और फिटिंग की बेहतर गुणवत्ता के पिछले अनुभव के साथ बेहतर ट्रैक मॉड्यूलस प्राप्त है, भविष्य में निम्नलिखित पर विचार किया जा सकता है -

जब मौजूदा रेल तापमान, (t_p) चौड़ी बेस स्लीपर जो 1660 प्रति किमी के स्लीपर घनत्व वाले लगाए गए हों, तब t_d + 30 डिग्री सेल्सियस से अधिक होने पर गर्म मौसम में गश्त शुरू करने पर विचार किया जा सकता है।

16) **शीत मौसम गश्त (कोल्ड वेदर पेट्रोलिंग)-** वह गश्त है जो अत्यधिक कम रेल तापमान पर होने वाली रेल फ्रैक्चर के कारण उत्पन्न असुरक्षित परिस्थितियों से बचाने के लिए मण्डल के Sr. DEN / Co के निर्देशों के अनुसार निर्दिष्ट खंडों में वर्ष के ठंडे समय के दौरान की जाती है।

ठंडे मौसम में गश्त तब शुरू की जाएगी जब रेल का तापमान t_d – 30^0C से कम हो। ताजा गहरी छनायी वाले ट्रैक के मामले में, जब रेल का तापमान t_d – 20^0C से कम हो तो, शीत मौसम गश्त शुरू की जाएगी।

17) **ट्रैक के सुदृढ़ीकरण -** स्लीपर का खिसकन की प्रवृत्ति के विपरीत गिट्टी द्वारा प्रतिरोध बनाने की प्रक्रिया है जो या तो LWR की प्रारंभिक बिछाने के तुरंत बाद या रखरखाव के दौरान गिट्टी प्रतिरोध के अल्पता की भरपाई करना है जो निम्नलिखित में से किसी के द्वारा (ट्रैक के सुदृढ़ीकरण करना) किया जा सकता है -

i) यातायात के चलने के सहयोग से ट्रैक सुदृढ़ीकरण - BG कंक्रीट स्लीपरों से युक्त ट्रैक संरचना के लिए, कम से कम 50,000 सकल टन यातायात का चलन या 2 दिन, जो भी बाद में हो। इसे लाइन के यातायात घनत्व के आधार पर दिनों के संदर्भ में गिना / विचार किया जा सकता है, जैसा कि यहां नीचे दिया गया है -

लाइन की सकल टन यातायात	ट्रैक के सुदृढ़ीकरण, दिनों में, (सामान्यतः)
10 GMT से ज्यादा	2 दिन
10 GMT- 5 GMT के बीच	4 दिन
5 GMT से काम	7 दिन

नोट - *I) 1 GMT की यातायात घनत्व वाली रूट / लाइन को दिन में 2700 टन की भार वहन किया जाएगा। 10 GMT की रूट पर 2 दिन में 50,000 टन से अधिक की भार वहन किया जाएगा, अर्थात 2 दिन X (10 जीएमटी X 2700 टन*

प्रति GMT प्रतिदिन = 54,000 टन)।

ii) डायनेमिक ट्रैक स्टेबलाइजर (DTS) द्वारा - स्थिरीकरण का न्यूनतम एक दौर

iii) ट्रैक टैंपिंग मशीनों द्वारा ट्रैक स्थिरीकरण - नए बिछाए गए LWR/CWR के लिए, पैकिंग के कम से कम तीन राउंड, जिनमें से अंतिम दो ऑन-ट्रैक टैंपिंग मशीनों के साथ होने चाहिए।

18) अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध (R) - जब भी LWR ट्रैक में थर्मल परिवर्तन होता है तो अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध (R) सक्रिय हो जाता है, जिससे लोचदार (इलास्टिक) फास्टनिंग्स द्वारा एक साथ बांधी गई रेल स्लीपर असेंबली गिट्टी में खिसकने को रोकने हेतु सक्रिय हो जाता है। 'R' का मान निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है -

i) स्लीपर के प्रकार

ii) स्लीपर घनत्व

iii) पैकिंग की स्थिति

iv) ट्रैक पर किसी भी काम का प्रभाव, जैसे कि थ्रू पैकिंग, मशीन टैम्पिंग, डीप स्क्रीनिंग आदि

v) बैलास्ट प्रोफ़ाइल

vi) यातायात का गुजरना

BG कंक्रीट स्लीपर ट्रैक के लिए (1660 प्रति किमी के स्लीपर घनत्व) 'R' की मूल्य 12.98 किलोग्राम / सेंटीमीटर / रेल है और 1540 प्रति किमी के स्लीपर घनत्व के लिए 11.76 किलोग्राम / सेंटीमीटर / रेल माना जाता है।

19) LWR/CWR की स्थापना के लिए अनुमोदन - LWR/CWR की स्थापना या बाद में इसके संरचना में बदलाव के लिए तैयार

की गई प्रत्येक विस्तृत योजना पर मुख्य ट्रैक इंजीनियर (CTE) की अनुमति लेनी होगी। IRPWM में LWR के प्रावधान से किसी भी विचलन के लिए, प्रधान मुख्य अभियंता (PCE) का अनुमोदन प्राप्त किया जाना चाहिए।

***

दूसरा अध्याय

लंबी वेल्डेड रेल के सिद्धांत

2.1 लंबी वेल्डेड रेल के बुनियादी सिद्धांत

(a) घर्षण रहित रोलर्स पर टिकी एक धातु की छड़ सैद्धांतिक रूप से तापमान में बदलाव के साथ स्वतंत्र रूप से और आनुपातिक रूप से विस्तार और संकुचन कर सकती है। यह विस्तार / संकुचन निम्न सूत्र के अनुसार होगा -

लंबाई में विस्तार = $L \alpha t$

जहाँ,

L धातु की छड़ की लंबाई है,

α रैखिक विस्तार का गुणांक है और

t तापमान में भिन्नता है।

अब यदि इस छड़ को सिरों पर स्थिर कर दिया जाए, यानी तापमान भिन्नता के कारण इसे फैलने / सिकुड़ने से रोका जाए, तो इस छड़ में थर्मल तनाव और तनाव प्रेरित विकृति (थर्मल स्ट्रेन) उत्पन्न हो जाएगा।

थर्मल स्ट्रेन = $L \alpha t / L$ = αt के बराबर होगा

तापीय तनाव = E x थर्मल स्ट्रेन = $E \times \alpha t$

तापीय बल P = A x तापीय तनाव = $A E \alpha t$

(b) LWR ट्रैक में, रेल को स्लीपर पर इलास्टिक फास्टनिंग्स द्वारा बांधा जाता है, जिसमें पर्याप्त टो लोड (toe load) होता है। इससे रेल और स्लीपर के बीच सापेक्ष संचलन को रोका जा सकता है। रेल को स्लीपर सीट पर मुक्त विस्तार और संकुचन से निम्न कारणों से रोका जाता है -

i) रेल सीट पर रेल और स्लीपर के बीच घर्षण के कारण रेल के क्रीप का प्रतिरोध।

ii) रेल स्लीपर फास्टनिंग्स द्वारा प्रस्तुत क्रीप का प्रतिरोध। (टो लोड)

iii) संपूर्ण रेल स्लीपर फास्टनिंग असेंबली गिट्टी में समाया हुआ है।

iv) गिट्टी को एक स्थिर फॉर्मेशन पर सहारा दिया जा रहा है।

अतः ट्रैक में रेल की तुलना घर्षण रहित रोलर्स पर टिकी धातु की छड़ से नहीं की जा सकती। **इस प्रकार, तापमान में किसी भी बदलाव के साथ, केवल रेल ही नहीं, बल्कि संपूर्ण रेल-स्लीपर फ्रेम हिलने / चलने लगता है।**

(c) यहां, रेल स्लीपर फ्रेम को पूरी तरह से अनियंत्रित नहीं छोड़ा गया है। जिस गिट्टी में स्लीपर जड़े हुए हैं, उसके प्रतिरोध के कारण फ्रेम नियंत्रित है। ट्रैक की दिशा में ट्रैक फ्रेम की संचलन के लिए गिट्टी द्वारा प्रस्तुत प्रतिरोध को अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध (LBR) कहा जाता है। यह अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध लंबे-वेल्डेड रेल के सिरों से LWR के केंद्र / मध्य की ओर उत्तरोत्तर बढ़ता है।

यदि ट्रैक फ्रेम को विस्तार या संकुचन से रोका नहीं गया, तो तापमान में बदलाव के साथ रेल स्लीपर फ्रेम का विस्तार या संकुचन होगा और परिणामस्वरूप रेल में कोई बल नहीं बनेगा। चूंकि अब अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध द्वारा एक प्रतिबंध लगाया गया है, इसलिए रेल में थर्मल बल उत्पन्न होते हैं।

(d) यदि तापमान भिन्नता (उस तापमान से जिस पर रेल को शुरू में बिछाया / डिस्ट्रेस करते समय स्लीपर से जोड़ा गया था) छोटा है, तो उत्पन्न तापीय बल कम होगा, क्योंकि यह तापमान भिन्नता t पर निर्भर है। इसलिए ट्रैक के सिरों में एक छोटी सी लंबाई

भी, जिसे ब्रीथिंग लेंथ (श्वसन लंबाई) कहा जाता है, रेल की मुक्त संचलन की प्रवृत्ति के विरुद्ध अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध विकसित करने के लिए पर्याप्त होगी।

एक बार जब पर्याप्त गिट्टी प्रतिरोध विकसित हो जाता है, तो LWR में इसके आगे कोई संचलन नहीं होती है, जिसे LWR का मध्य भाग कहा जाता है।

(e) यदि तापमान का अंतर अधिक हो जाता है, तो प्रेरित तापीय बल का मूल्य बढ़ जाता है और सिरों की मुक्त संचलन के खिलाफ आवश्यक अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध विकसित करने के लिए रेल की पटरी के सिरों पर ट्रैक की अधिक लंबाई (श्वसन लंबाई) की आवश्यकता होती है।

हालाँकि, तापमान में अंतर बढ़ने की एक सीमा होती है, जो निम्न द्वारा निर्धारित है -

(i) क्षेत्र का अधिकतम या न्यूनतम रेल तापमान और

(ii) वह तापमान जिस पर रेल को स्लीपर से जोड़ा गया हो।

(f) वह तापमान जिस पर नियमित ट्रैक रखरखाव के तहत ट्रैक पर ध्यान दिया जा सकता है या वह तापमान जिस पर ट्रैक की गश्त शुरू की जानी चाहिए आदि एकमात्र विचार से नियंत्रित होते हैं कि ट्रैक में किसी भी समय थर्मल बल सुरक्षित सीमा के भीतर होना चाहिए, ताकि LWR में बकलिंग / फ्रैक्चर की घटनाओं से बचा जा सके।

2.2 LWR का बल आरेख

LWR को एक लंबी-वेल्डेड रेल या एक पैनल के रूप में परिभाषित किया गया है जिसमें केंद्रीय भाग थर्मल भिन्नता के कारण किसी भी अनुदैर्ध्य संचलन प्रदर्शन नहीं करता है।

(1) मान लें कि LWR केंद्रीय भाग के तापमान में $t^{o}C$ तक की वृद्धि

हो रही हो । यदि केंद्रीय भाग की लंबाई 'L' हो जो विस्तार के लिए स्वतंत्र होता तो यह 'Lαt' के बराबर मात्रा में संचालित होता। चूंकि LWR का केंद्रीय भाग संचलन नहीं करता है, इसलिए केंद्रीय भाग में प्रेरित विकृति (थर्मल स्ट्रेन) निम्न के बराबर होगा

$$\frac{L\alpha t}{L} = \alpha t,$$

जहाँ

t - LWR के बिछाये जाने या तनावमुक्त किया जाने का तापमान एवं वर्तमान प्रचलित तापमान का अंतर है और,

α रैखिक विस्तार का गुणांक है ।

(2) यदि P केंद्रीय भाग में प्रेरित बल (संपीड़न बल) है और A रेल का क्रॉस-अनुभागीय क्षेत्रफल है, तो P/A रेल में संपीड़न तनाव है । चूंकि (तनाव/ प्रेरित विकृति (थर्मल स्ट्रेन)) = E (रेल स्टील का यंग मापांक)

$$\frac{(P/A)}{(\alpha t)} = E$$

उपरोक्त समीकरण को हल करने पर, हमें प्राप्त होता है

$$P = A E \alpha t$$

जहाँ

P न्यूटन में है,

A मिमी^{2} में है, और

E - N/mm^2 में है,

t प्रचलित रेल तापमान और तनाव मुक्त रेल तापमान (तटस्थ तापमान) के बीच अंतर को दर्शाता है,

अतः LWR में थर्मल बल के लिए तकनीकी रूप से सही सूत्र निम्न

होगा -

$$P = A\ E\ \alpha\ (t_p - t_n)$$

जहां t_p प्रचलित रेल तापमान है और t_n रेल तटस्थ तापमान है, जो वह तापमान है जिस पर LWR अनुदैर्ध्य थर्मल तनाव से मुक्त है।

(3) इस प्रकार, हम यह अनुमान लगा सकते हैं की

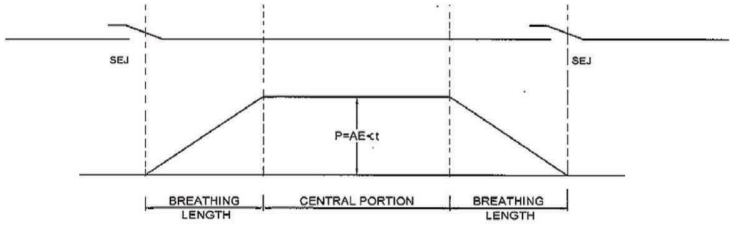
(i) जब $t_p = t_n$, P = 0, (या रेल तनाव मुक्त स्थिति में है)

(ii) जब $t_p > t_n$, P एक संपीड़ित बल है, और

(iii) जब $t_p < t_n$, P एक तन्य बल है।

t_n ज्ञात नहीं होने के कारण, यह माना जाता है कि $t_n = t_d$, (तापमान जिस पर LWR को तनाव मुक्त किया गया था (t_d)।

LWR की शुरुआत में यानी SEJ के पास बल शून्य है और केंद्रीय भाग में A E α t के बराबर है। शून्य से चरम मान तक बल का यह परिवर्तन श्वसन लंबाई में होता है। इस प्रकार बल आरेख का आकार नीचे चित्र में दिया गया है



चित्र 2.1 LWR में बल आरेख

(4) तापमान में 1 डिग्री सेल्सियस परिवर्तन के कारण तापीय बल का अनुमान -

P= A E α t

जहां,

A = रेल के क्रॉस सेक्शन का क्षेत्रफल (वर्ग सें.सेमी.), 52 kg रेल के

लिए A = 66.15 cm^2 एवं 60 kg रेल के लिए A = 76.86 cm^2)

E = रेल स्टील की इलैस्टिक मोड्यूलस मापांक, (2.11 x 10^6 किग्रा/सें.सेमी.)

α = स्टील की रेखीय विस्तार का संकेत मापांक , (1.152 x 10^{-5} /°सें.)

t = रेल के तापमान का परिवर्तन t_d / t_o से (°सें.)

1 डिग्री सेल्सियस के तापमान परिवर्तन के लिए, प्रेरित तापीय बल (P) का मान 52 किलोग्राम रेल खंड के लिए 1.608 टन और 60 किलोग्राम रेल खंड के लिए 1.868 टन होता है। तदनुसार, t_d +10°C पर प्रेरित संपीड़न बल क्रमशः 52 किग्रा / 60 किग्रा रेल खंड के लिए 16.08 t / 18.68 t होगा।

LWR के तनाव निवारण के लिए निर्धारित रेल तापमान की सीमा को ध्यान में रखते हुए, t_d से t_{max} और t_{min} तक की अधिकतम सीमा निम्नानुसार है

ज़ोन I = +25°C से - 30°C तक है

ज़ोन II = +30°C से - 35°C तक है

जोन III = +35°C से - 40°C तक है

जोन IV = +33°C से - 48°C तक है

हम तदनुसार, उस बल की गणना कर सकते हैं जो LWR में सभी 4 तापमान क्षेत्रों में t_{max} और t_{min} पर उपलब्ध होने की उम्मीद है।

इस प्रकार, गर्म मौसम में गश्त और ठंडे मौसम में गश्त की अवधारणा, इसकी आवश्यकता और इसकी निगरानी को इसी परिपेक्ष में बेहतर ढंग से समझा जा सकता है।

2.3 रेल तापमान

LWR में थर्मल बल के सूत्र $P = AE\alpha (t_p - t_n)$ से यह देखा जा सकता

है कि LWR में विकसित बल मुख्य रूप से प्रचलित रेल तापमान t_p और रेल तटस्थ तापमान, t_n पर निर्भर करता है। (इसे तनाव-मुक्त तापमान, t_0, भी कहा जाता है)

2.3.1 रेल तापमान माप

(a) थर्मामीटर - रेल तापमान मापने के लिए विभिन्न प्रकार के अनुमोदित थर्मामीटर निम्नलिखित हैं -

i) **एंबेडेड प्रकार -** यह एक साधारण थर्मामीटर है जिसे रेल-हेड के एक टुकड़े में बने छेद में डाला जाता है, छेद को पारा से भर दिया जाता है और सील कर दिया जाता है। रेल का टुकड़ा एक लकड़ी के बोर्ड पर लगाया जाता है जिसे सैस (cess) पर ट्रैक के समान परिस्थितियों में रखा जाता है। इस प्रकार के थर्मामीटर को रेल का तापमान प्राप्त करने में 25 से 30 मिनट का समय लगता है।

ii) **डायल प्रकार -** यह एक द्वि-धातु प्रकार का थर्मामीटर है जिसे रेल से जोड़ने के लिए एक चुंबक प्रदान किया जाता है। थर्मामीटर को रेल वेब के छायादार हिस्से पर लगाया जाता है क्योंकि यह स्थान औसत रेल तापमान का सबसे सही अनुमान लगता है। रेल तापमान की एक स्थिर रिकॉर्डिंग लगभग 8 मिनट के भीतर पहुंच जाती है।

iii) **निरंतर रिकॉर्डिंग प्रकार -** इसमें एक डिस्क पर लगा हुआ एक कलिबरटेड चार्ट होता है जो एक घुमावदार तंत्र द्वारा 24 घंटे या 7 दिनों में एक रोटेशन को पूरा करने के लिए स्थिर गति से घूमता है, जिससे रेल तापमान का निरंतर रिकॉर्ड मिलता है। मापने वाला उपकरण रेल के वेब से जुड़ा होता है और एक केशिका ट्यूब के माध्यम से रिकॉर्डिंग पेन से जुड़ा होता है जो पारा से भरा होता है। उपकरण के नवीनतम संस्करण में, सेंसर मुख्य इकाई से

जुड़ा होता है जो ग्राफ़ के स्थान पर तापमान को डिजिटल रूप में प्रदर्शित करता है और साथ ही डेटा को डिजिटल प्रारूप में भी रिकॉर्ड करता है।

iv) RDSO / मुख्य अभियंता द्वारा अनुमोदित कोई अन्य प्रकार का थर्मामीटर।

v) तदनुसार, निम्नलिखित सुनिश्चित किया जाए -

(1) मौजूदा SSE/P.Way (प्रभारी) एक सही तरह से कैलिब्रेटेड निरंतर रिकॉर्डिंग प्रकार थर्मामीटर का उपयोग करके रेल तापमान रिकॉर्ड करेगा और डेटा को टीएमएस (TMS) में अद्यतन किया जाएगा।

(2) कम से कम 5 वर्षों की निरंतर अवधि के लिए अधिकतम और न्यूनतम रेल तापमान का पता लगाया जाएगा और क्षेत्र के लिए औसत रेल तापमान (t_m) निकाला जाएगा।

(3) ट्रैक रखरखाव, डीस्ट्रेसिंग कार्यों और गर्म / ठंडे मौसम में गश्त आदि की आवश्यकताओं के लिए वर्ष के विभिन्न मौसमों के दौरान समय अवधि की संभावित उपलब्धता का आकलन करने के लिए इन तापमान रिकॉर्ड का विश्लेषण किया जाएगा।

(4) प्रत्येक गैंग और sectional JE/SSE/P.Way के साथ रेल थर्मामीटर भी उपलब्ध होगा ताकि निर्धारित तापमान सीमा के भीतर काम कर सके।

(b) थर्मामीटर की सटीकता की आवधिक जांच

जहां एक ही स्थान पर रेल तापमान को मापने के लिए कई थर्मामीटर का उपयोग किया जाता है, जैसे कि LWR बिछाने, डीस्ट्रेसिंग आदि या SSE / P. Way के कार्यालय में नियमित उपकरण निरीक्षण के दौरान, कोई भी थर्मामीटर अन्य निकटवर्ती

थर्मामीटरों से काफी भिन्न रीडिंग / अनियमित रीडिंग दिखाता है उसे दोषपूर्ण माना जाएगा।

(c) रेल तापमान की रिपोर्टिंग

(i) जब भी, ट्रैक रखरखाव से संबंधित कोई भी गतिविधि जिसमें रेल / ट्रैक फिटिंग / गिट्टी या इसके समेकन में विक्षुब्ध करने वाले काम / प्रतिस्थापन / नवीनीकरण शामिल हो, प्रचलित रेल तापमान t_p का माप अनिवार्य है।

(ii) प्रचलित रेल तापमान t_p की रिपोर्ट करते समय, इसे केवल तापमान के रूप में रिपोर्ट करने के बजाय उस LWR के t_d के संदर्भ में रिपोर्ट करना एक उत्तम तरीका है।

उदाहरण के लिए, यदि प्रचलित रेल तापमान 52 डिग्री सेल्सियस है और LWR, t_d तापमान 43 डिग्री सेल्सियस है, तो यह वांछनीय है कि तापमान को रिपोर्ट करते समय t_d +9 डिग्री सेल्सियस के रूप में रिपोर्ट किया जाए / बताया जाए बजाय की रेल तापमान केवल 52°C है।

इससे LWR के रखरखाव के लिए जिम्मेदार कर्मचारियों के बीच LWR पर मौजूद बलों की प्रकृति के बारे में जागरूकता आने की संभावना है।

ध्यान दें - *उपरोक्त मामलों में, LWR में प्रचलित बल को आसानी से संपीड़न के रूप में अनुमान लगाया जा सकता है यदि इसे "प्लस" चिह्न के साथ रिपोर्ट किया गया है, अन्यथा LWR में प्रचलित बल को तन्य के रूप में अनुमानित किया जा सकेगा, यदि इसे "माइनस" के साथ रिपोर्ट किया गया है।*

(iii) प्रचलित रेल तापमान का यह माप साइट पर तब तक बार-बार किया जाएगा जब तक कि कार्य साइट पर ऊपर (i) पर दर्शाये कार्य पूरा नहीं हो जाता।

2.3.2 रेल तापमान क्षेत्र और RDSO अध्ययन

(a) रेल तापमान और परिवेश के तापमान के बीच संबंध को समझने के लिए, RDSO ने 1969 और 1971 के बीच दो साल की अवधि में रेल तापमान अध्ययन किया। भारतीय रेलवे में 22 स्टेशनों की पहचान की गई जहां रेल तापमान के लिए मानक माप व्यवस्था स्थापित की गई। (चित्र 2.2) इस में ACB प्लेटों के साथ लकड़ी के स्लीपरों पर पूर्व-पश्चिम दिशा में बिछाई गई एक पूरी लंबाई की रेल शामिल थी और मानक गिट्टी प्रोफ़ाइल के साथ बॉक्सिंग की गई थी।

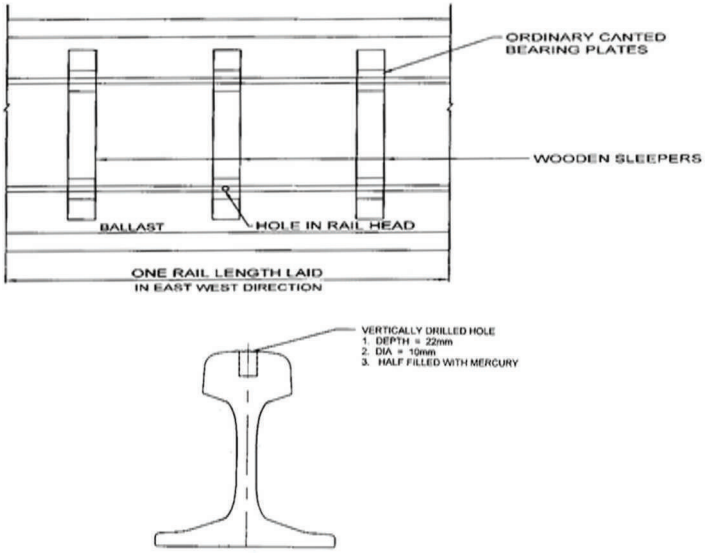


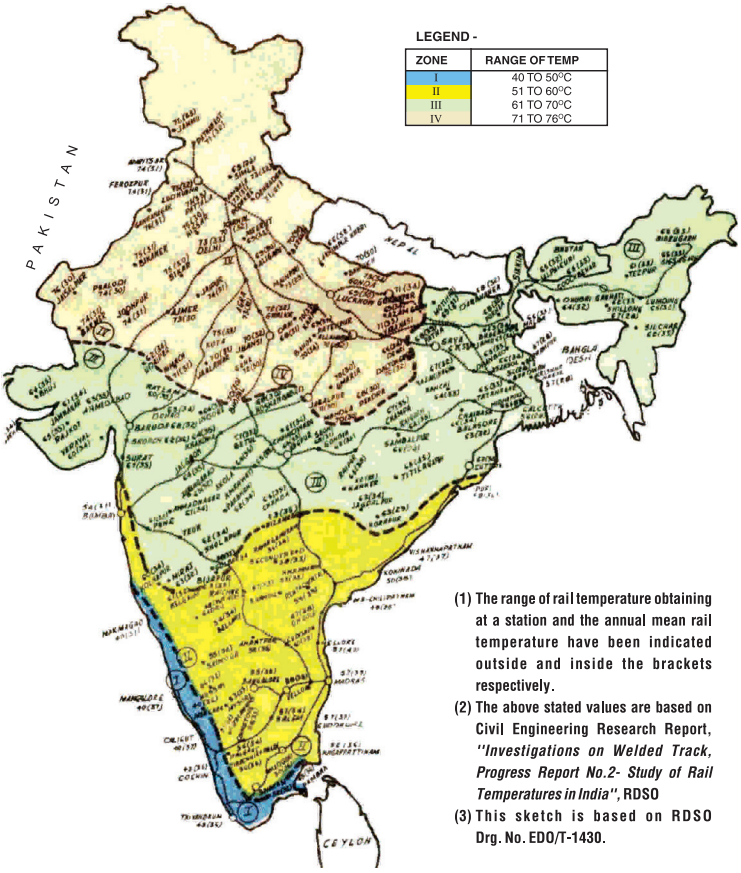
Fig. 2.2 - रेल तापमान के लिए मानक माप व्यवस्था

(b) रेल हेड में पारा से भरे छेद में रखे गए थर्मामीटर के माध्यम से रेल तापमान को मापा जाता था । अगस्त 1969 और अगस्त 1971 के बीच प्रति घंटे के आधार पर रेल तापमान रीडिंग ली गई और मौसम कार्यालय से

संबंधित हवा का तापमान प्राप्त किया गया। पहचाने गए 22 स्टेशनों में से प्रत्येक के लिए कंप्यूटर-आधारित प्रतिगमन विश्लेषण Regression Analysis (RDSO/C/146 में विवरण उपलब्ध) का उपयोग करके रेल तापमान और वायु तापमान के बीच सहसंबंध समीकरण प्राप्त किए गए थे। 90 वर्षों की अवधि में मौसम कार्यालय से प्राप्त इन सहसंबंध समीकरणों और भारतीय रेलवे के 180 स्टेशनों पर अधिकतम और न्यूनतम हवा के तापमान का उपयोग करके, इन स्टेशनों पर प्राप्त अधिकतम और न्यूनतम रेल तापमान निर्धारित करना संभव था।

(c) सेक्शन के रेल तापमान और औसत रेल तापमान (t_m) की अधिकतम दैनिक भिन्नता, SSE/P.Way (प्रभारी) के पास उपलब्ध तापमान रिकॉर्ड से या पैरा 2.3.1 (ए) के अनुसार, TMS पर उपलब्ध तापमान रिकॉर्ड से ज्ञात किया जाएगा।

(d) यदि पिछले पांच वर्षों के रेल तापमान रिकॉर्ड उपलब्ध नहीं हैं, तो 'रेल तापमान क्षेत्रों को दर्शाने वाले भारत के मानचित्र' (नीचे चित्र 2.3) में दिखाए गए रेल तापमान के मध्य और सीमा को अपनाया जाएगा।



रेल तापमान रेंज (R) = अधिकतम रेल तापमान - न्यूनतम रेल तापमान

माध्य रेल तापमान = (अधिकतम रेल तापमान + न्यूनतम रेल तापमान) / 2

चित्र 2.3 –भारत का रेल तापमान क्षेत्र मानचित्र

2.3.3 t_d के चयन के पीछे तर्क

LWR तटस्थ तापमान को इस तरह से चुना जाना चाहिए कि LWR में विकसित तापीय बल वांछित सीमा के भीतर हो।

तालिका-1 देखें। यह चार तापमान क्षेत्रों में रेल तापमान की अधिकतम, न्यूनतम और सीमा को दर्शाता है। रेल को अधिकतम और न्यूनतम रेल तापमान के बीच की सीमा के भीतर किसी भी तापमान पर, डीस्ट्रेसिंग के बाद फास्टनिंग द्वारा स्लीपरों पर बांधा जा सकता है।

1. आइए देखें कि यदि हम रेल को न्यूनतम रेल तापमान पर स्लीपर में बांध दें तो क्या होता है। जैसे-जैसे रेल का तापमान बढ़ेगा, संपीड़ित तापीय बल निर्मित होंगे और जब रेल का तापमान t_{max} तक पहुंच जाएगा, तो रेल तापमान की पूरी श्रृंखला के आनुपातिक संपीड़न बल निर्मित होंगे। इतनी बड़ी संपीड़न शक्तियाँ LWR की स्थिरता के लिए बहुत खतरनाक हो सकती हैं और ट्रैक बक्कल हो सकता है।

   इस मामले में निश्चित रूप से रेल में कोई तन्य बल विकसित होने और परिणामस्वरूप रेल फ्रैक्चर का कोई खतरा नहीं है।

इस प्रकार, यदि $t_d = t_{min}$, t_2=0, तन्य बल = 0, t_1 = R संपीड़न बल = AEα(R)

(नोट - R तापमान रेंज को दर्शाता है)

2. आइए देखें कि यदि रेल को अधिकतम रेल तापमान (t_{max}) पर स्लीपर से बांध दिया जाए तो क्या होता है। चूँकि तापमान अब और नहीं बढ़ सकता है, इसलिए रेल में संपीड़ित थर्मल तनाव विकसित होने की कोई संभावना नहीं है, और परिणामस्वरूप बकलिंग का कोई खतरा नहीं है। चूँकि यहाँ पर तापमान की पूरी श्रृंखला से होते हुए रेल का तापमान गिर सकता है, रेल में तन्य तनाव और बल बहुत बड़े पैमाने पर विकसित हो सकते हैं जिससे रेल फ्रैक्चर बहुत संभावित हो सकता है।

इस मामले में, निश्चित रूप से, रेल में किसी भी संपीड़न बल के विकसित होने और परिणामस्वरूप किसी भी बकलिंग का कोई खतरा नहीं है।

इस प्रकार, यदि $t_d = t_{max}$ है तो $t_1 = 0$, संपीड़न बल = 0, t_2 = R तन्य बल = AEα(R)

(नोट - R तापमान रेंज को दर्शाता है)

सामान्य ज्ञान सुझाव देता है कि हमें तनाव मुक्त तापमान (डीस्ट्रेसिंग तापमान) को अधिकतम और न्यूनतम रेल तापमान के ठीक मध्य में तय करना चाहिए। यानी, औसत रेल तापमान पर। उस स्थिति में अधिकतम संपीड़न या अधिकतम तन्यता बलों की सीमा समान होगी और पिछली दो स्थितियों में से आधी होगी।

इस प्रकार, यदि $t_d = t_m$ है तो $t_1 = t_2$ = R/2, इसलिए संपीड़न बल = तन्य बल = AEα(R/2)

(नोट - R तापमान रेंज को दर्शाता है)

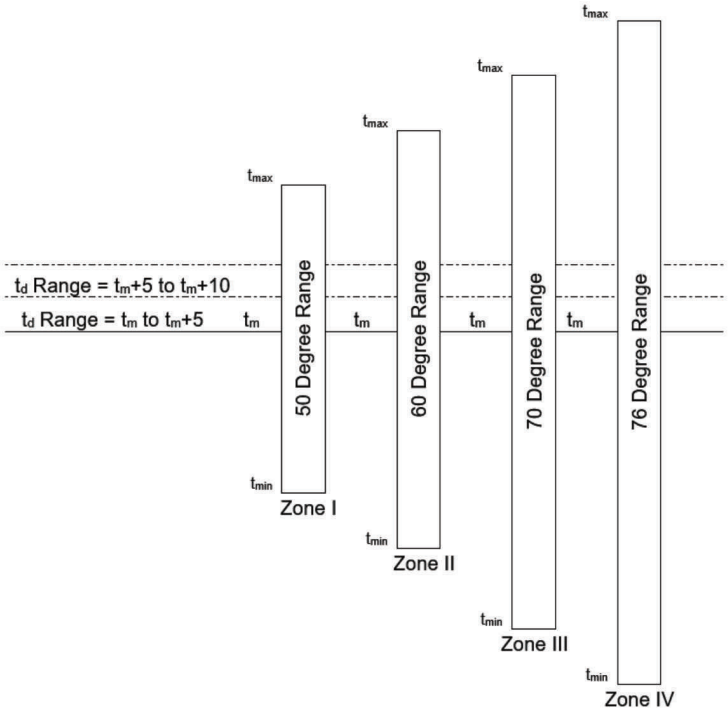
इसलिए, जब t_d को t_m पर रखा जाता है, तो समान परिमाण में संपीड़न बल और तन्य बल विकसित होते हैं और इसलिए समान माप में बकलिंग और फ्रैक्चर की संभावना मौजूद रहेगी।

फ्रैक्चर से रेल में गैप बन जाएगा। हालाँकि, फ्रैक्चर के मामले में, रेल का संरेखण तुरंत विकृत नहीं होता है। इसके अलावा दोनों पटरियों पर और एक ही स्थान पर एक साथ फ्रैक्चर कम ही होते हैं। अन्य ट्रैक पैरामीटर जैसे गेज, क्रॉस-लेवल, पैकिंग इत्यादि भी बहुत बिगड़ते नहीं हैं। सामान्यतः यह पाया गया की, जब तक कि फ्रैक्चर पर ध्यान नहीं दिया गया, कुछ रेलगाड़ियाँ टूटी हुई रेल पर बिना किसी दुर्घटना के गुजर जा चुकी हैं।

यदि रेल में अत्यधिक संपीड़न बल के कारण ट्रैक बक्कल हो जाता है, तो ट्रैक का संरेखण विकृत हो जाता है। अन्य ट्रैक पैरामीटर जैसे

क्रॉस-लेवल, सरफेसिंग, पैकिंग आदि बहुत बुरी तरह से विकृत होने की संभावना है और ट्रेनों का सुरक्षित संचालन खतरे में है, जो कि रेल फ्रैक्चर के मामले से काफी अधिक है।

इसलिए, इस बात पर विचार करते हुए कि बकलिंग अधिक खतरनाक है, औसत रेल तापमान से अधिक वाले तापमान को डीस्ट्रेसिंग तापमान के रूप में तय करना विवेकपूर्ण माना जाता है। इस से ट्रैक में निर्मित संपीड़न बल उचित सीमा के भीतर रहेंगे पर इस से तन्यता बलों में वृद्दि हो जाएगी। नीचे चित्र 2.4 देखें। यही भारतीय रेलवे पर t_m से अधिक तापमान पर t_d तय करने का आधार है।



चित्र 2.4 - विभिन्न तापमान क्षेत्रों में टीडी के संबंध में तापमान में भिन्नता

5. इस प्रकार, I.R पर t_d निम्नानुसार तय किया गया है -

ज़ोन -I, ज़ोन -II, ज़ोन -III	t_m to t_m+5°C
ज़ोन -IV 52 kg एवं भारी सेक्शन के लिए	t_m+5°C to t_m+10°C
ज़ोन -IV अन्य सेक्शन के लिए	t_m to t_m+5°C

अधिक भारी सेक्शन यानी 52 किग्रा और 60 किग्रा की रेल, जिनका अनुभागीय क्षेत्रफल अधिक है, अपेक्षाकृत बड़ा तापीय तन्यता संपीड़न बल विकसित होगा और इसे उसी गिट्टी प्रतिरोध द्वारा प्रतिरोध करना होगा। इसलिए इन रेलों के लिए t_d को जोन-IV में, जहां तापमान सीमा अधिकतम यानी 76°C है, t_m + 5 और t_m + 10°C के बीच तय किया गया है।, जोन-I, II, III के लिए t_d को t_m से t_m+5°C पर तय किया गया है, ताकि सर्दियों में रेल / वेल्ड के रूप में तन्य बल को नियंत्रित किया जा सके। पिछले कुछ वर्षों में फ्रैक्चर के कारण कई गंभीर दुर्घटनाएँ हुई हैं। इसलिए टीडी को t_m से t_m+5 तापमान सीमा के भीतर रखना उपयुक्त माना गया है।

जोन	जोन -I	जोन -II	जोन -III	जोन -IV	
अधिकतम तापमान सीमा	50	60	70	76 (अन्य सेक्शन)	76 (52 kg एवं भारी सेक्शन के लिए)
डीस्ट्रेसिंग t_d	t_m से t_m +5	t_m से t_m +5	t_m से t_m +5	t_m से t_m +5	t_m + 5 से t_m +10
अधिकतम तापमान सीमा जो आपेक्षित है	जब t_d = t_m t_{max} = t_d +25 t_{min} = t_d -25	जब t_d = t_m t_{max} = t_d +30 t_{min} = t_d -30	जब t_d = t_m t_{max} = t_d +35 t_{min} = t_d -35	जब t_d = t_m t_{max} = t_d +38 t_{min} = t_d -38	जब t_d = t_m +5 t_{max} = t_d +33 t_{min} = t_d -43
	जब t_d =t_m +5 t_{max} = t_d +20 t_{min} = t_d -30	जब t_d = t_m +5 t_{max} = t_d +25 t_{min} = t_d -35	जब t_d = t_m +5 t_{max} = t_d +30 t_{min} = t_d -40	जब t_d = t_m +5 t_{max} = t_d +33 t_{min} = t_d -43	जब t_d = t_m +10 t_{max} = t_d +28 t_{min} = t_d – 48
सभी परिथि-स्तियों में अधिक-तम तापमान	+25 से -30	+30 से -35	+35 से -40	+38 से -43	+33 से -48

2.4 श्वसन लंबाई

2.4.1 जैसा कि पहले चर्चा की गई है, श्वसन लंबाई में LWR में बल का निर्माण मुक्त छोर से शुरू होता है। रेल स्लीपर असेंबली के फैलने या सिकुड़ने की प्रवृत्ति का प्रतिरोध गिट्टी के प्रतिरोध द्वारा किया जाता है जिसे अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध कहा जाता है। इसे R द्वारा दर्शाया जाता है और इसकी माप की इकाई किग्रा / मीटर / रेल में है। अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध तब सक्रिय होता है जब स्लीपर और गिट्टी के बीच सापेक्ष संचलन होती है। यदि L_b श्वसन लंबाई है और R अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध है, तो L_b x R श्वसन लंबाई में गिट्टी द्वारा पेश किए गए कुल प्रतिरोध का प्रतिनिधित्व करता है।

LWR में अधिकतम बल = P = $AE \alpha t$

इस प्रकार, इसका तात्पर्य यह है $L_b \times R = AE\alpha t$ or $L_b = AE\alpha t/R$

श्वसन लंबाई के लिए उपरोक्त अभिव्यक्ति विभिन्न कारकों को इंगित करती है जो श्वसन लंबाई को निम्नानुसार नियंत्रित करते हैं -

a) श्वसन लंबाई तापमान परिवर्तन के समानुपाती होती है। इसलिए, श्वसन लंबाई जोन IV में अधिकतम और जोन I में न्यूनतम होती है।

b) रेल का क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल जितना बड़ा होगा, श्वसन लंबाई उतनी ही अधिक होगी

c) अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध 'आर' 'R'का मान जितना बड़ा होगा, श्वसन लंबाई उतनी ही कम होगी। चूंकि BG स्लीपरों में आर'R' का मान बड़ा होता है, उसी रेल संरचना के MG LWR की तुलना में BG बीजी LWR की श्वसन लंबाई छोटी होती है।

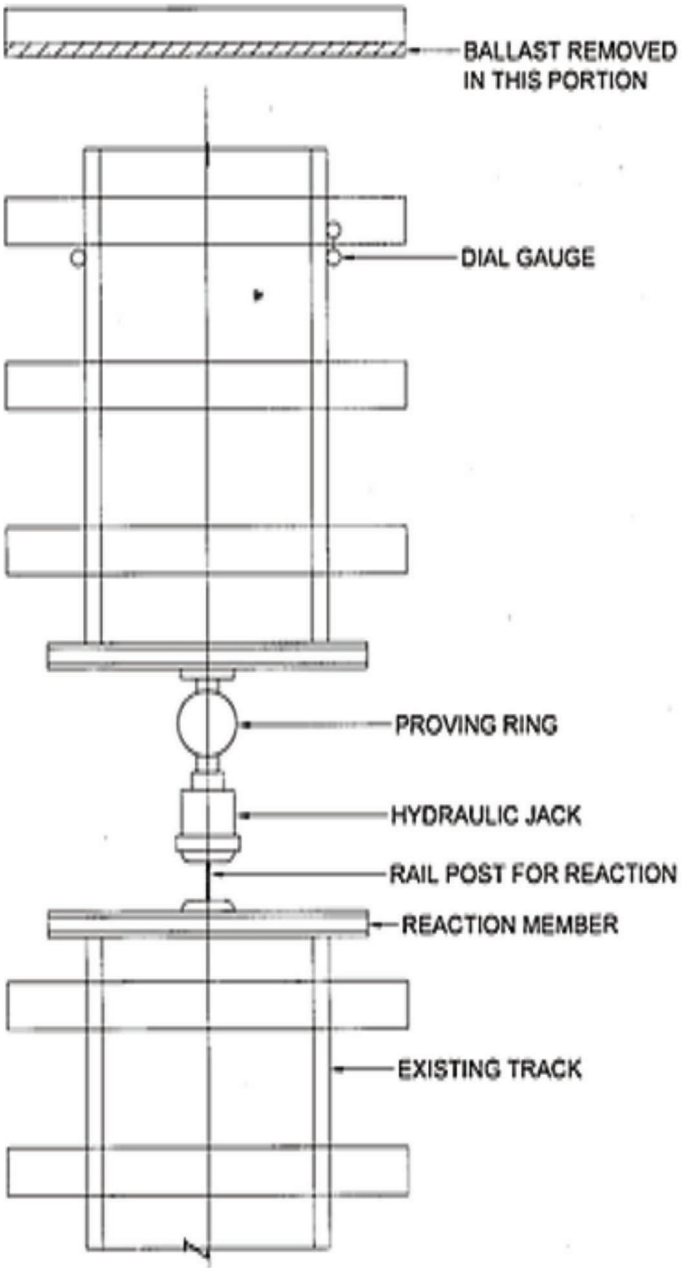
2.5 अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध

अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध 'आर' तब काम में आता है जब अनुदैर्ध्य दिशा में

गिट्टी के संबंध में स्लीपरों की सापेक्ष संचलन होती है।

2.5.1 RDSO ने अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध के विभिन्न पहलुओं पर कई प्रायोगिक अध्ययन किए। ये अध्ययन RDSO रिपोर्ट संख्या सी-148 (संदर्भ 4) में वर्णित हैं।

प्रायोगिक सेटअप - ये अध्ययन प्रयोगात्मक रूप से रनिंग ट्रैक के साथ-साथ प्रयोगशाला में ताज़ा बिछाए गए ट्रैक पर भी आयोजित किए गए थे। छोटी लंबाई की रेल और गिट्टी में लगे तीन स्लीपरों से युक्त एक ट्रैक खंड को अनुदैर्ध्य दिशा में धकेला गया और विस्थापन बनाम लोड वक्र प्लॉट किया गया। परीक्षण एक रनिंग लाइन पर भी आयोजित किए गए जहां 90 मिनट का ट्रैफिक ब्लॉक लिया गया। रिमोट-नियंत्रित पंपिंग इकाई के साथ हाइड्रोलिक जैक द्वारा इस परीक्षण पैनल पर लोड लागू किया गया था। लगाए गए भार को एक प्रूविंग रिंग की मदद से मापा गया और पैनल के अनुदैर्ध्य संचलन को डायल गेज की मदद से रिकॉर्ड किया गया। भार को धीरे-धीरे बढ़ाया गया जब तक कि यह चरम और काफी स्थिर मूल्य तक नहीं पहुंच गया। तात्कालिक भार और संचलन को मापा गया। परीक्षण के बाद, छोटी लंबाई वाली रेलों को सामान्य रेलों से बदल दिया गया। (चित्र 2.5 देखें)



चित्र 2.5 –अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध का अध्ययन करने के लिए सेटअप

प्रूविंग रिंग से प्राप्त अधिकतम मान को प्रति स्लीपर प्रति रेल गिट्टी प्रतिरोध प्राप्त करने के लिए क्रियाशील स्लीपरों की संख्या से दोगुने से विभाजित किया गया था। इस आंकडे को स्लीपर स्पैसिंग से भाग देने पर किग्रा / मीटर / रेल में 'आर''R' का मान प्राप्त किया जाता है।

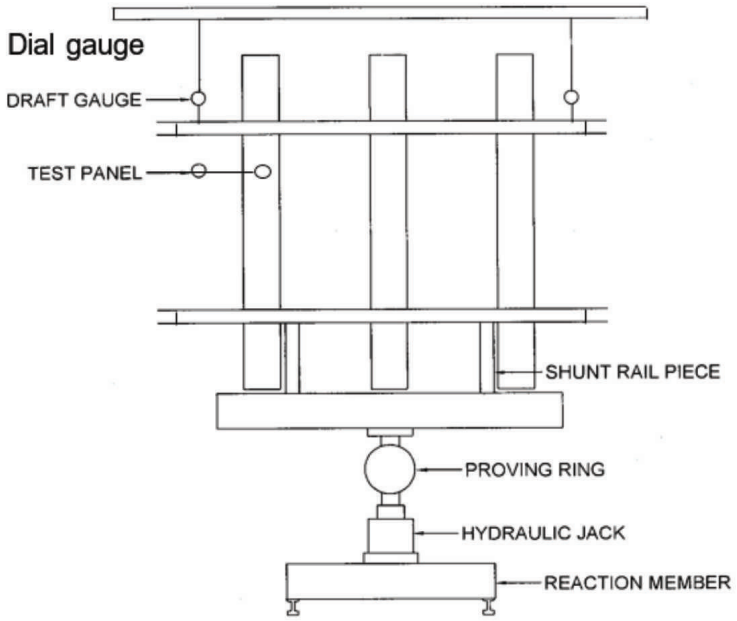
अध्ययन के निष्कर्ष -

1. BG में, PRC स्लीपर सभी स्थितियों में उच्चतम अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध देते हैं। सुदृढ़ीकृत और पैक्ड स्थितियों में घटते अनुदैर्ध्य प्रतिरोध के क्रम में अन्य स्लीपर हैं - स्टील, CST-9 और लकड़ी। गहरी छनाई वाले या ताज़ा बिछाए गए ट्रैक में, क्रम रहेगा - PRC, स्टील, लकड़ी और CST-9।
2. थ्रू पैकिंग के माध्यम से भी गिट्टी प्रतिरोध में कमी आती है। BG & MG कंक्रीट स्लीपरों दोनों के लिए औसत कमी 23% है।
3. स्क्रीनिंग (छनाई) से गिट्टी प्रतिरोध में अधिक कमी आती है
4. गिट्टी प्रतिरोध की वृद्धि पर यातायात का प्रभाव काफी अधिक है।
5. जैसे-जैसे स्लीपर के बीच दूरी कम होती जाती है, प्रति स्लीपर गिट्टी प्रतिरोध कम होता जाता है। लेकिन 1200 से 1500 प्रति किमी तक स्लीपर घनत्व के लिए ट्रैक की प्रति इकाई लंबाई पर गिट्टी प्रतिरोध कमोबेश स्थिर रहता है। इससे ज्यादा स्लीपर घनत्व एवं भारी ट्रैक संरचना के कारण अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध का मूल्य फिर से बढ़ जाता है।
6. BG और MG दोनों के लिए मानक शोल्डर गिट्टी की तुलना में त्रिकोणिय आकार वाले ढेर किया गया शोल्डर गिट्टी उच्च गिट्टी प्रतिरोध देती है। यह वृद्धि कंक्रीट स्लीपरों के लिए अधिकतम है।

2.6 पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध

पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध तब काम में आता है जब ट्रैक में संपीड़न बलों के निर्माण के कारण पार्श्व दिशा में विस्थापित होने की प्रवृत्ति होती है।

पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध के विभिन्न पहलुओं पर किए गए RDSO अध्ययनों ने पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध के मूल्यों को नीचे दी गई तालिका में दर्शाया है। परीक्षण सेटअप चित्र 2.6 में दिया गया है।



चित्र 2.6 –पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध का अध्ययन करने के लिए सेटअप

RDSO/सी-156 से अनुसार ट्रैक के पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध का मान (किलोग्राम / मीटर में)

BG स्लीपर	समेकित	थ्रु पेकड	गहरी छनाई की गई
PSC	1470	1226	1040
कमी जो पायी गयी		=(1470-1226)/1470 = 16.6% कमी	=(1470-1040)/1470 = 29.25% कमी

किए गए परीक्षणों से पता चला है कि -

रेल लिफ्ट (12 से 25 मिमी) की मामूली मात्रा के साथ भी ट्रैक सरफेसिंग और गिट्टी टैंपिंग से पार्श्व ट्रैक की ताकत में महत्वपूर्ण कमी आ सकती है। यातायात के कारण ताकत के नुकसान की भरपायी, गिट्टी के प्रकार के आधार पर 0.3 जीएमटी से 9 जीएमटी तक भिन्न हो सकती है। गतिशील ट्रैक स्टेबलाइजर्स गिट्टी समेकन या ताकत भरपायी में काफी तेजी ला सकते हैं। उदाहरण के लिए, डायनेमिक ट्रैक स्टेबलाइज़र, ग्रेनाइट गिट्टी के लिए 0.3 GMT के बराबर समेकन उत्पन्न कर सकता है।

***

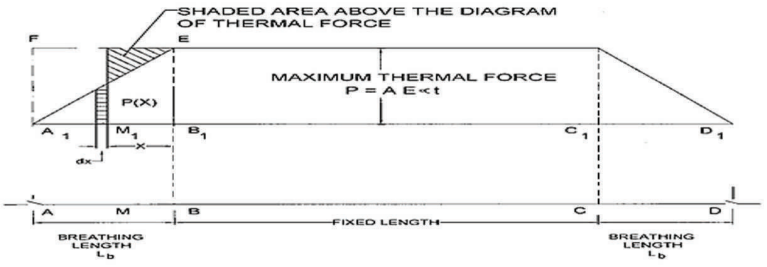
अध्याय III

थर्मल मूवमेंट और हिस्टैरिसीस

3.1 अनुदैर्ध्य संचलन का अनुमान

LWR के अनुदैर्ध्य संचलन केवल श्वसन लंबाई में ही होता है। LWR के सिरों पर, चूंकि अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध A पर शून्य है, इसलिए संचलन अधिकतम देखी गई है। जैसे-जैसे स्लीपरों द्वारा उत्पन्न अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध उत्तरोत्तर बढ़ता जाता है, रेल में मानार्थ बल A से B की ओर बढ़ता जाता है। (चित्र 3.1)

B पर, जो श्वासन लंबाई और स्थिर भाग के बीच का जंक्शन है, संचलन शून्य हो जाती है। LWR की श्वसन लंबाई के विभिन्न बिंदुओं पर दर्ज की गई संचलन उपर्युक्त टिप्पणियों की पुष्टि करती हैं। कुछ सरलीकृत धारणाओं को मानने से श्वसन लंबाई के किसी भी बिंदु पर संचलन का अनुमान लगाना संभव है।



चित्र 3.1 –अनुदैर्ध्य संचलन का अनुमान

B से 'x' दूरी पर किसी भी मनमाने बिंदु M पर रेल dx की एक छोटी लंबाई लें (चित्र 3.1 देखें)। रेल तापमान में परिवर्तन के कारण लंबाई 'dx' की छोटी रेल के मुक्त विस्तार की मात्रा के साथ-साथ उस लंबाई पर रेल में मौजूद तापीय बल की उपस्थिति के कारण संकुचन की मात्रा की गणना करना संभव है -

i) रेल तापमान में t°C की वृद्धि के कारण इस छोटी लंबाई dx का मुक्त विस्तार = dx α t.

ii) इस लंबाई dx के संकुचन की मात्रा P(x) dx / AE बराबर होती है

जहाँ P(x) B से x दूरी पर रेल की छोटी लंबाई dx में मौजूद तापीय बल है।

iii) इसलिए रेल की छोटी लंबाई dx का शुद्ध विस्तार उपरोक्त दो मानों के बीच का अंतर होगा। यदि इस शुद्ध विस्तार को dy कहा जाए तो

$$dy = \alpha t\, dx - \frac{P(x)\, dx}{AE}$$

iv) B से M की ओर शुरू होने वाली रेल की ऐसी सभी छोटी लंबाई के शुद्ध विस्तार को एकीकृत (integrate) करके, हम बिंदु M का कुल विस्तार या विस्थापन प्राप्त कर सकते हैं

$$Y = \int_0^x dy = \frac{1}{AE} \int_0^X (P - PX)\, dx$$

v) चित्र 3.1 से यह देखा जा सकता है कि सूत्र (P-Px) dx कुछ और नहीं बल्कि थर्मल बल के आरेख के ऊपर दिखाई देने वाले छायांकित आरेख का क्षेत्रफल है।

v) इस प्रकार, LWR की श्वसन लंबाई में किसी भी बिंदु पर अधिकतम संकुचन या विस्तार की मात्रा की गणना छायांकित क्षेत्र को B से उस बिंदु तक विभाजित करके की जा सकती है, जैसा कि चित्र 3.1 में AE द्वारा किया गया है।

इस तर्क का विस्तार करते हुए, LWR के अंत में यानी 'A' या 'D' पर विस्तार या संकुचन का संचयी मूल्य निम्नानुसार प्राप्त किया जा सकता है - 'A' या 'D' पर अधिकतम विस्तार या संकुचन =

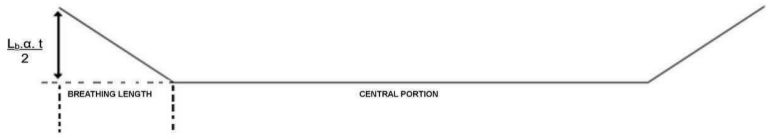
(त्रिभुज का क्षेत्रफल A_1FE) / AE

= 1/2 x (PL_b / AE ... (समीकरण 1)

vi) चूँकि P= AE α t, उपरोक्त समीकरण (1) को LWR के अंत में अधिकतम संचलन के रूप में सरल रूप से देखा जा सकता है ,

$$= \frac{(L_b \alpha t)}{2} \quad \text{... (समीकरण 2)}$$

vii) इसलिए, यदि LWR की केवल श्वसन लंबाई L_b को बिल्कुल स्वतंत्र रूप से विस्तार या संकुचन करने की अनुमति हो तो LWR के अंत की अधिकतम संचलन - उसका आधा है। श्वसन लंबाई के साथ संचलन का परिवर्तन चित्र 3.2 में दी गई है।



चित्र 3.2 श्वसन लंबाई में संचलन का परिवर्तन

LWR के अंत में अधिकतम संचलन यानी m = ($L_b \alpha$ t)/2 को इस प्रकार भी फिर से लिखा जा सकता है -

$$m = \frac{AE (\alpha t)^2}{2R} \quad \text{... (समीकरण 3)}$$

यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि उपरोक्त गणना में एक महत्वपूर्ण धारणा बनाई गई है कि LWR की श्वसन लंबाई में, स्लीपरों के अनुदैर्ध्य प्रतिरोध हर स्लीपर पर बराबर मूल्य के माने गए हैं।

t_{max} और t_{min} पर SEJ में अधिकतम संचलन का पता लगाने के लिए

उदाहरण -

गेज - BG, स्लीपर - PSC, रेल - 52 किग्रा ($A=66.15cm^2$) स्लीपर घनत्व 1540 स्लीपर / किमी, तापमान रेंज जोन IV पर = 76^0C

R को 13.28 किग्रा / सेमी / रेल के रूप में लिया गया है, $A = 66.15\ cm^2$, $E = 2.11 \times 10^6\ kg/cm^2$, $t_d = t_m + 10^0C$, $\alpha=1.152 \times 10^{-5}/^0C$

t_{max} तक तापमान वृद्धि t_d से 28^0C तक हो सकता है, तथा t_{min} तक तापमान में गिरावट t_d से 48^0C तक हो सकता है

$$\Delta=\frac{(AE(\alpha t)^2}{2R}$$

t_{max} तक तापमान वृद्धि t_d से 28^0C तक के लिए

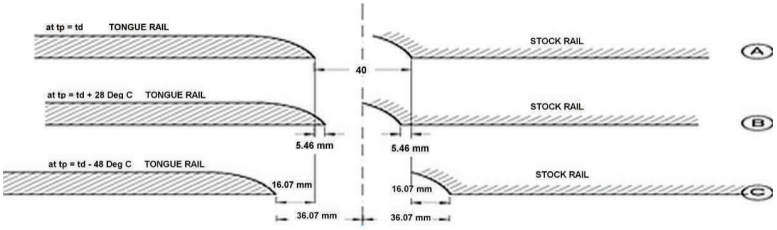
$$\Delta 1 = \frac{66.15 \times 2.11 \times 10^6 \times (1.152 \times 10^{-5} \times 28)^2}{2 \times 13.28} = \Delta 1 = 5.46 \text{ mm (विस्तार)}$$

t_{min} तक तापमान में गिरावट t_d से 48^0C तक के लिए

$$\Delta 2 = \frac{66.15 \times 2.11 \times 106 \times (1.152 \times 10^{-5} \times 48)^2}{2 \times 13.28} = \Delta 2 = 16.07 \text{ mm (सिकुड़न)}$$

SEJ जोड़ पर कुल संचलन = 2 x (5.46 + 16.07) = 2 x 21.53 = 43.06mm

थर्मल भिन्नता के कारण SEJ में होने वाली संचलन को उपरोक्त उदाहरण में गणना किए गए मानों के साथ चित्र 3.3 (A, B, C) में दिखाया गया है।



चित्र 3.3 SEJ पर संचलन

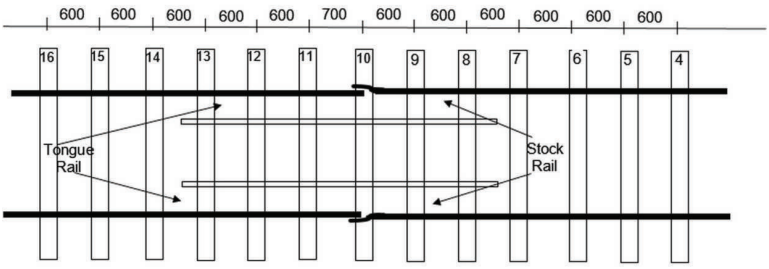
3.2 स्विच एक्सपेंशन ज्वाइंट (SEJ)

LWR की श्वसन लंबाई में थर्मल मूवमेंट को स्विच एक्सपेंशन ज्वाइंट (SEJ SEJ) में समायोजित किया जाता है। एक SEJ में टंग रेल और स्टॉक रेल की एक जोड़ी होती है। आधुनिक SEJ रेल मुक्त फास्टनिंग्स के साथ कंक्रीट स्लीपरों पर रखे गए हैं। टंग रेल और स्टॉक रेल को मशीनीकृत किया जाता है और एक दूसरे को समायोजित करने के लिए उपयुक्त मोड़ दिए जाते हैं।

टंग रेल की नोक और स्टॉक रेल के नॉच के बीच की दूरी आमतौर पर डीस्ट्रेसिंग तापमान पर 40 मिमी रखी जाती है। पहले यह गैप 60 मिमी हुआ करता था और अब लकड़ी / एसटी / CST-9 स्लीपरों से वर्तमान PSC स्लीपरों तक ट्रैक संरचना के उन्नयन के कारण ट्रैक प्रतिरोध मूल्यों में सुधार को देखते हुए इसे 40 मिमी तक कम कर दिया गया है।

पारंपरिक SEJ - 80 मिमी अधिकतम अंतर के साथ पारंपरिक RDSO/टी-4160 और RDSO/टी-4165 सीधे प्रकार के SEJ हैं। प्रत्येक SEJ में टंग रेल और स्टॉक रेल की एक जोड़ी होती है, जिसमें RDSO ड्राइंग नंबर RDSO/टी4149 के 300 मिमी चौड़े 6 विशेष स्लीपर होते हैं। चूंकि इन पारंपरिक SEJ में, टंग रेल और स्टॉक रेल का सर्रेखण आमतौर पर सीधा होता है इसलिए इन SEJ को 0.50 से अधिक तीव्र वक्रों में नहीं रखा जा सकता है। स्लीपर नंबर 10 की केंद्र रेखा टंग रेल की नोक के साथ मेल खाती है और 40 मिमी प्रारंभिक अंतर स्लीपर नंबर 10 के केंद्र के साथ मेल खाने वाली टंग रेल की नोक के साथ प्रदान किया जाता है। स्लीपर नंबर 10 और 11 के केंद्र से केंद्र की दूरी 700 मिमी है जबकि स्लीपर घनत्व के आधार पर 1 से 10 और 11 से 20 तक स्लीपरों का अंतर 600 मिमी या 650 मिमी हो सकता है। चित्र 3.4 एक विशिष्ट SEJ लेआउट और इसकी दूरी का विवरण देता है।





चित्र 3.4 पारंपरिक SEJ

पारंपरिक SEJ डिज़ाइन में स्टॉक रेल और टंग रेल में दो मोड़ शामिल होते हैं जो कमजोरी के स्थान होते हैं जिसके परिणामस्वरूप फ्रैक्चर हो सकता है।

बेहतर (इम्प्रूव्ड) SEJ - बेहतर डिजाइन के इम्प्रूव्ड SEJ (जो की पहले विभिन्न निजी उद्योगों द्वारा विकसित था) को भारतीय रेलवे पर अपनाया गया है। इन लेआउट का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है -

1) एक अंतराल के साथ SEJ - इस डिज़ाइन में दो गैर-मुड़ी हुई चलने वाली रेलों के गैर-गेज फेस साइड पर मशीनीकृत खंडों की एक जोड़ी शामिल है, जो जुड़े हुए रेल सिरों के बीच एक अंतराल के साथ लगाए गए हैं। (चित्र 3.5)



चित्र 3.5 एकल गैप SEJ

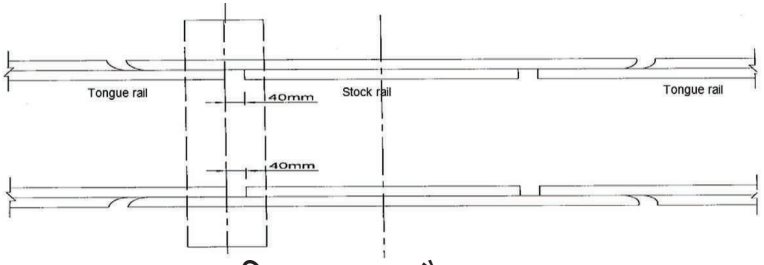
पूर्व निर्धारित लंबाई वाली तीसरी रेल जिसे गैप अवॉइडिंग रेल कहा जाता है उसे मशीनीकृत खंडों में समायोजित किया जाता है और इसे रनिंग रेल की समानांतर लगाया जाता है। यह रेल उच्च तन्यता वाले स्टील बोल्ट के साथ चलने वाली रेलों में से एक पर (जिसे स्टॉक रेल कहा जाता है) सुरक्षित रूप से फिट की गई है। दूसरी चलने वाली रेल को टंग रेल कहा जाता है। (नोट करें की गैप अवॉइडिंग रेल को अब आवश्यक नहीं माना जाता है),

विशेषताएँ -

1) टंग रेल और स्टॉक रेल में कोई मोड़ नहीं।
2) PSC असेंबली पर मानक SEJ के केवल 5 विशेष स्लीपरों का उपयोग किया जाता है।
3) चेक रेल (जिसे गैप अवॉइडेंस रेल भी कहा जाता है) घिसे-पिटे पहियों के अत्यधिक पार्श्व अंतराल से बचाती है। यह गैप अवॉइडेंस रेल अब आवश्यक नहीं है और इसे हटा दिया गया है।

2. दो अंतराल के साथ SEJ

इस डिज़ाइन में, एक SEJ में अधिकतम 65 मिमी प्रत्येक के दो अंतराल प्रदान किए जाते हैं। इस प्रकार, SEJ के एक तरफ LWR के लिए अधिकतम 65 मिमी का अंतर उपलब्ध है। इसी तरह, दूसरी तरफ LWR के लिए 65 मिमी का गैप उपलब्ध है। टंग रेल का निर्माण सिर और पैर के स्थान पर रेल को काटकर किया जाता है। स्टॉक रेल बनाने के लिए दो कट रेलों को एक साथ जोड़ा जाता है।



चित्र 3.6 डबल गैप SEJ

डबल गैप इम्प्रूव्ड SEJ की मुख्य विशेषताएँ

तापमान परिवर्तन के कारण लंबाई में नगण्य विस्तार और संकुचन के साथ स्थिर होने वाली स्टॉक रेल को बनाया जाता है। इस SEJ में Drg No T/4149 के 6 चौड़े कंक्रीट स्लीपरों का उपयोग करता है, जिसमें प्रत्येक गैप के पास तीन स्लीपर स्थित होते हैं। SEJ की लंबाई 5750 + 6950 + 5920 + 80 = 18700 मिमी* है। इसलिए इस SEJ को डालते समय कुल 18750 मिमी का जगह पटरी पर बनाया जाना चाहिए। स्टॉक रेल HTS बोल्ट द्वारा एक दूसरे से जुड़े 7140 मिमी और 5920 मिमी लंबाई के दो टुकड़ों से निर्मित है। SEJ बिछाते समय यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि स्टॉक रेल के सिरे स्लीपर नंबर 12 और 22 की केंद्र रेखा से 40 मिमी दूर हों और टंग रेल की नोक स्लीपर की केंद्र रेखा से मेल खाती हो।

नोट- * दिए गए माप परिवर्तन के अधीन हैं

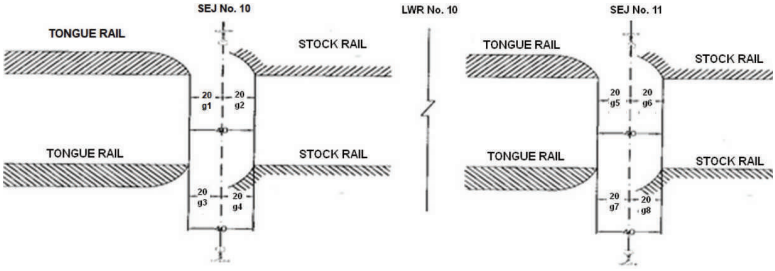
1. स्लीपर संख्या 1 से 31 तक 600 मिमी c/c की दूरी पर होना चाहिए।
2. स्लीपर नंबर 10, 11, 12, 22, 23 और 24 RDSO drg नंबर टी - 4149 के लिए विशेष स्लीपर हैं और बाकी सामान्य PSC लाइन स्लीपर हैं।
3. SEJ की औसत स्थिति स्लीपर संख्या 12 और 22 की मध्य रेखा पर रखी जानी चाहिए।
4. प्रत्येक छोर पर औसत अंतर 40 मिमी है (लेकिन टंग रेल की नोक को संदर्भ रेखा से 20 मिमी रखा गया है)।
5. स्लीपर नंबर 12 और 22 की केंद्र रेखा पर टंग रेल को औसत स्थिति में रखा जाता है और स्टॉक रेल के सिरे को औसत स्थिति से 20 मिमी पर रखा जाता है, इस प्रकार 40 मिमी का अंतर पैदा होता है।

6. दोनों गैप पर खड़े रेल खंभों पर माध्य स्थिति भी अंकित की जानी चाहिए।

3.3 SEJ में अंतराल माप

SEJ में, सेस पर कंक्रीट / मोर्टार में लगे रेल खूंटों को खड़ा करके टंग रेल और स्टॉक रेल के बीच एक संदर्भ रेखा स्थापित की जाती है। स्टॉक / टंग रेल (जो भी हो) की औसत स्थिति हमेशा यह सुनिश्चित करके बनाए रखी जाएगी कि स्टॉक रेल कॉर्नर या टंग रेल टिप को संदर्भ लाइन से 20 मिमी पर रखा जाए।

संदर्भ लाइन से स्टॉक / टंग रेल (जो भी हो) तक मापी गई दूरी, जिसे गैप्स g_1 और g_2 कहा जाता है (नीचे चित्र 3.7)। यह मापी गई दूरी एक पृथक मूल्य न होकर IRPWM अनुलग्नक 3/9 में परिभाषित अलग-अलग ट्रैक के लिए, भिन्न संरचनाएँ, विभिन्न क्षेत्र और विभिन्न प्रचलित तापमान के अनुसार अधिकृत सीमा के रूप में देखा जाना चाहिए।



चित्र 3.7 SEJ पर अंतर (Gap) माप

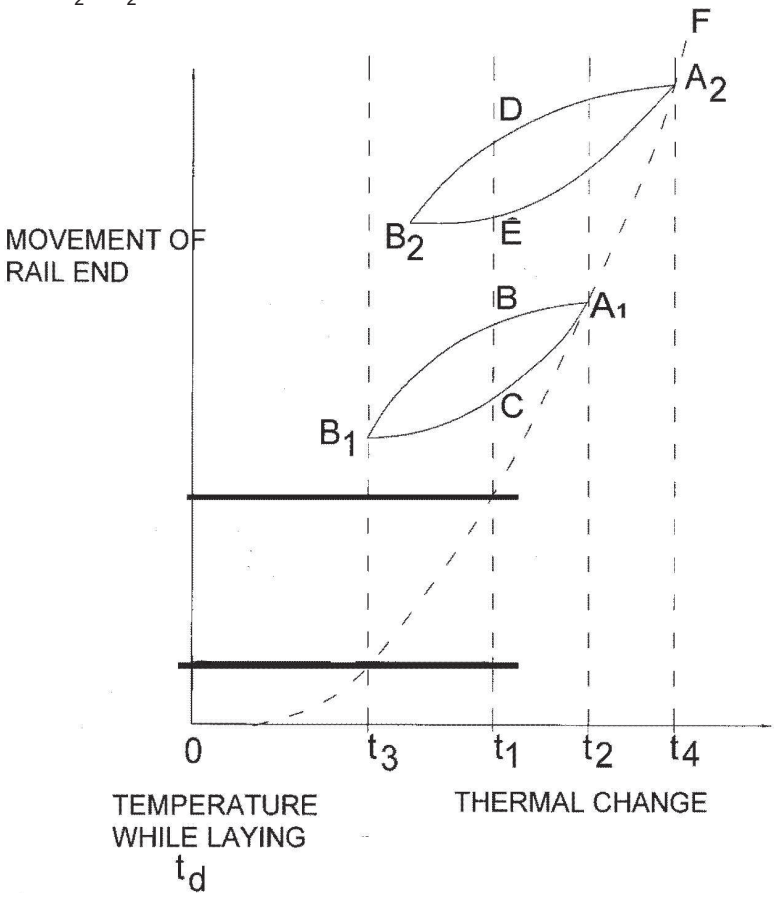
3.4 हिस्टैरिसीस की अवधारणा

जहां तक SEJ में संचलन का सवाल है, LWR का व्यवहार अतार्किक है जो नीचे दिखाए गए (चित्र 3.8) से स्पष्ट होगा -

जैसे-जैसे तापमान समान रूप से 'O' (डीस्ट्रेसिंग के बाद) से ऊपर बढ़ता है, SEJ पर संचलन तापमान वृद्धि वक्र OC के रूप में देखा जा सकता है - जहां

$$\Delta=(AE(\alpha t)^2$$

किसी दिए गए तापमान t_4 पर यदि तापमान गिरना शुरू हो जाता है, तो SEJ पर संचलन पूर्व में अनुसरित मूल पथ का नहीं है बल्कि एक नए वक्र A_2DB_2 का पथ लेती है।

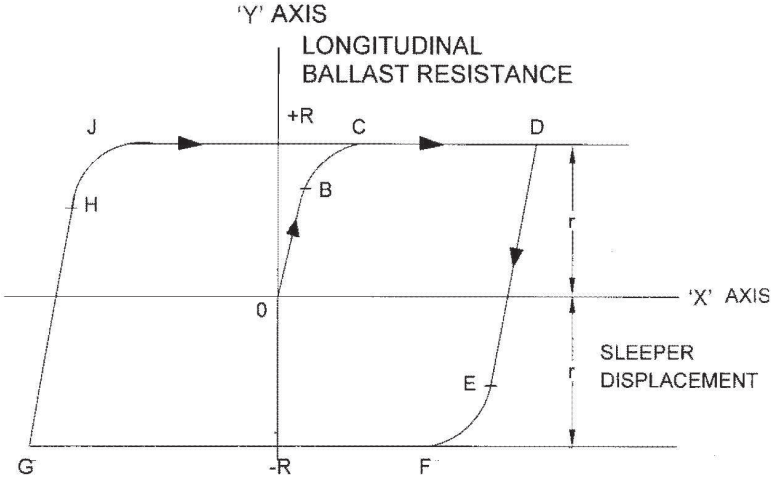


चित्र 3.8 हिस्टैरिसीस की अवधारणा

यदि B_2 पर तापमान फिर से उलट जाता है तो पूर्व अनुसरित पथ B_2DA_2 के बजाय B_2EA_2 हो जाता है। जब भी तापमान में उलटफेर होता है, तब इस प्रकार लूप बनते हैं। इन लूप $A_2DB_2EA_2$ को हिस्टैरिसीस लूप कहा जाता है। इस तरह के लूप पूरे वर्ष, हर समय बनते हैं और प्रत्येक

लूप उस निश्चित समय सीमा पर प्रचलित तापमान सीमाओं के आधार पर दूसरे से भिन्न होता है। इस प्रकार एक वर्ष में ऐसे कई लूप उत्पन्न होते हैं। आसानी से समझ आ सके, इस लिए एक वार्षिक हिस्टैरिसीस लूप या वक्र प्लॉट किया जाता है जो दैनिक आधार पर बनने वाले सभी हिस्टैरिसीस लूप को कवर करे।

हिस्टैरिसीस का कारण - हिस्टैरिसीस अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध के व्यवहार के कारण होता है। स्लीपर विस्थापन की तुलना में गिट्टी द्वारा प्रस्तुत प्रतिरोध का एक प्लॉट नीचे चित्र 3.9 में दिया गया है -



चित्र 3.9 - स्लीपर विस्थापन की तुलना में गिट्टी द्वारा प्रस्तुत प्रतिरोध

गिट्टी प्रतिरोध पहले स्लीपर विस्थापन के रूप में रैखिक रूप से बढ़ता है, फिर प्लास्टिक क्षेत्र में चला जाता है और अंत में एक स्थिर मान R मान लेता है। यदि इस स्तर पर तापमान उलट जाता है तो अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध का मान शून्य हो जाता है और फिर (-R) हो जाता है जैसा कि उपर दिखाया गया है। इससे पता चलता है कि तापमान के उलट होने के समय एकत्रित गिट्टी प्रतिरोध 2R है। इस प्रभाव के कारण, LWR के अंत में पता लगाया गया पथ एक अनियमित पथ का अनुसरण करता है

जिससे हिस्टैरिसीस का सृजन होता है।

इस हिस्टैरिसीस लूप का दो तरीकों से बनाया जाता है -

1) तापमान t_d से t_{max} तक बढ़ना, t_{max} से t_{min} तक गिरना और फिर t_{min} से t_{max} तक बढ़ना

2) तापमान t_d से t_{min} तक गिरना, t_{min} से t_{max} तक बढ़ना और फिर t_{max} से t_{min} तक तक गिरना

इस संदर्भ में, इस बात पर जोर दिया जाना चाहिए कि, वास्तव में, हिस्टैरिसीस लूप के 4 संभावित संयोजनों पर विचार करने की आवश्यकता है क्योंकि डीस्ट्रेसिंग तापमान एक निर्धारित मूल्य नहीं है बल्कि तापमान की एक सीमा है। अतः हिस्टैरिसीस लूप बनाते समय यह देखा जाए की पहले चयन में t_d को निचली सीमा में रखकर और दूसरे चयन में t_d को ऊपरी सीमा पर तय करके किया जाएगा।

t_d के लिए वर्तमान मानदंड इस प्रकार है -

a) जोन IV 52 किग्रा और उच्चतर रेल खंड के लिए :

t_m +5 से t_m +10

b) ज़ोन IV और ज़ोन-I, II, III में अन्य सभी रेल खंड के लिए :

t_m से t_m +5

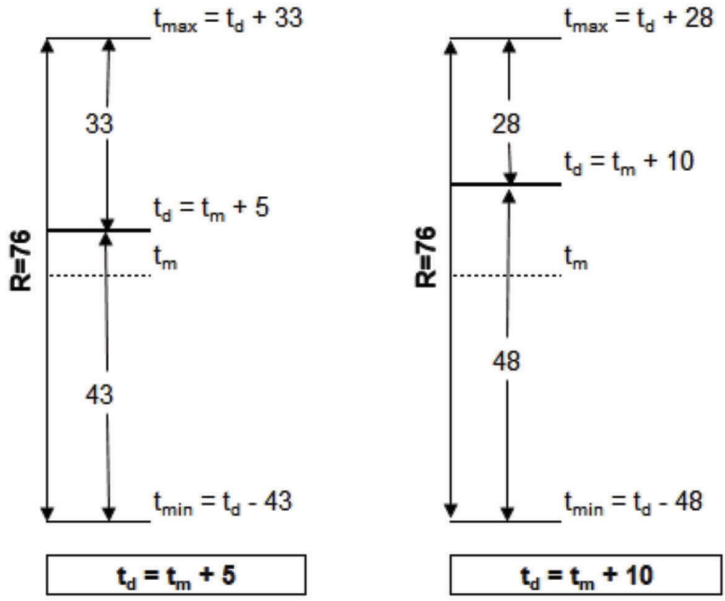
उदाहरण के लिए, जोन-IV LWR में 52 और 60 किलोग्राम रेल खंड के लिए, t_d को t_m +5 से t_m +10 के तापमान रेंज में तय किया जा सकता है, तदनुसार t_{max} और t_{min} निम्नानुसार भिन्न होंगे (चित्र 3.10) -

i) जब t_d को t_m + 5 के रूप में तय किया जाता है, तो $t_{min} = t_d - 43$ तक गिर सकता है और $t_{max} = t_d + 33$ तक बढ़ सकता है

ii) जब t_d को t_m +10 के रूप में तय किया जाता है, तो $t_{min} = t_d - 48$ तक गिर सकता है और $t_{max} = t_d + 28$ तक बढ़ सकता है

कुल मिलाकर देखें तो t_m +5 से t_m +10 पर t_d हो तो SEJ में संचलन

t_d – 48 से t_d +33 तक की सीमा में हो सकती है।



चित्र 3.10 –डीस्ट्रेसिंग तापमान के निर्धारण का उदाहरण

तदनुसार यह देखा जा सकता है कि प्रत्येक मामले में 4 हिस्टैरिसीस लूप पर विचार किया जाना है। उदाहरण के लिए, जोन-IV में जब t_d को t_m +5 से t_m +10 के रूप में तय किया जाता है, तो निम्नलिखित स्थितियों के लिए हिस्टैरिसीस लूप पर विचार किया जाएगा -

हिस्टैरिसीस लूप-1- डीस्ट्रेसिंग को t_m +5 पर तय करने के बाद, तापमान में गिरावट t_{min} तक यानि t_d - 43 तक तापमान कम हो सकता है|

हिस्टैरिसीस लूप-2- डीस्ट्रेसिंग को t_m +5 पर तय करने के बाद, तापमान में बढ़ोतरी t_{max} तक यानि t_d + 33 तक तापमान बढ़ सकता है

हिस्टैरिसीस लूप-3- डीस्ट्रेसिंग को t_m + 10 पर तय करने के बाद, तापमान में गिरावट t_{min} तक यानि t_d – 48 तक तापमान कम हो सकता है|

हिस्टैरिसीस लूप-4- डीस्ट्रेसिंग को t_m + 10 पर तय करने के बाद, तापमान में बढ़ोतरी t_{max} तक यानि t_d + 28 तक तापमान बढ़ सकता है इन वक्रों को प्लॉट करते समय यह याद रखना चाहिए कि जब भी तापमान में उलटफेर होता है, तो अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध को इसके सामान्य मूल्य (R बजाय 2R) यानि दोगुना लिया जाना चाहिए। जैसा कि ऊपर दिखाया गया है, अंतिम हिस्टैरिसीस लूप सभी चार हिस्टैरिसीस लूपों का एक सर्वव्यापी लूप होगा।

हिस्टैरिसीस के निहितार्थ

तापमान t_p पर, SEJ में विस्तार 'ए' या संकुचन 'बी' के बराबर हो सकता है। इसका मतलब यह होगा कि यदि SEJ में 20 मिमी प्रारंभिक अंतर है तो SEJ में मापा गया अंतर (20 - ए) या (20 + बी) हो सकता है। इसलिए, हिस्टैरिसीस के कारण SEJ में अंतर एक अलग मूल्य नहीं बल्कि एक सीमा है। IRPWM अनुलग्नक 3/9 अलग-अलग जोन के लिए अलग-अलग रेल तापमान पर अलग-अलग ट्रैक संरचनाओं के लिए SEJ पर अंतराल की अनुमेय सीमा देता है, जैसा कि 1540 या 1660 के स्लीपर घनत्व के साथ PSC स्लीपर पर 52 किलोग्राम / 60 किलोग्राम रेल के लिए यहां दिया गया है।

3.5 SEJ के रेफरेंस मार्क और टंग रेल टॉप/स्टॉक रेल कॉर्नर के बीच अंतर

3.5.1 विभिन्न तापमानों (डिग्री सेल्सियस में) के लिए SEJ के संदर्भ रेखा और टंग रेल टिप / स्टॉक रेल कॉर्नर के बीच अंतराल मिमी में

बीजी, पीएससी स्लीपर, जोन-I के लिए

रेल	60 kg/m		52 kg/m	
स्लीपर घनत्व	1660	1540	1660	1540
गिट्टी प्रतिरोध (किलो / सेमी / रेल)	12.98	11.76	12.98	11.76
t_d + 25°	15	14	16	15
t_d + 20°	15 to 17	14 to 17	16 to 18	15 to 17
t_d + 15°	15 to 19	15 to 19	16 to 19	15 to 19
t_d + 10°	16 to 21	15 to 21	16 to 21	16 to 21
t_d + 05°	16 to 22	16 to 23	17 to 22	17 to 22
t_d	17 to 24	17 to 24	18 to 23	18 to 24
t_d - 05°	19 to 25	18 to 25	19 to 24	19 to 25
t_d - 10°	20 to 26	20 to 26	20 to 25	20 to 26
t_d - 15°	21 to 27	22 to 27	21 to 26	21 to 26
t_d - 20°	23 to 27	24 to 28	23 to 26	23 to 27
t_d - 25°	25 to 27	26 to 28	24 to 26	25 to 27
t_d - 30°	27	28	26	27

बीजी, पीएससी स्लीपर, जोन-II के लिए

रेल	60 kg/m		52 kg/m	
स्लीपर घनत्व	1660	1540	1660	1540
गिट्टी प्रतिरोध (किलो / सेमी / रेल)	12.98	11.76	12.98	11.76
t_d + 30°	13	12	14	13
t_d + 25°	13 to 15	12 to 15	14 to 16	13 to 15
t_d + 20°	13 to 18	12 to 17	14 to 18	13 to 18
t_d + 15°	13 to 20	13 to 20	14 to 20	14 to 20
t_d + 10°	14 to 22	14 to 22	15 to 22	14 to 22
t_d + 05°	15 to 24	15 to 24	16 to 23	15 to 23
t_d	16 to 25	16 to 26	17 to 24	16 to 25
t_d - 05°	18 to 26	17 to 27	18 to 26	18 to 26
t_d - 10°	19 to 28	19 to 28	19 to 27	19 to 27
t_d - 15°	21 to 28	21 to 29	21 to 27	21 to 28
t_d - 20°	23 to 29	23 to 30	22 to 28	23 to 29
t_d - 25°	25 to 30	26 to 31	24 to 28	25 to 29
t_d - 30°	27 to 30	28 to 31	26 to 29	27 to 30
t_d - 35°	30	31	28 to 29	29 to 30
t_d - 40°	-	-	-	-

बीजी, पीएससी स्लीपर, जोन- III के लिए

रेल	60 kg/m		52 kg/m	
स्लीपर घनत्व	1660	1540	1660	1540
गिट्टी प्रतिरोध (किलो / सेमी / रेल)	12.98	11.76	12.98	11.76
t_d + 35°	10	9	11	10
t_d + 30°	10 to 13	9 to 12	11 to 14	10 to 13
t_d + 25°	10 to 16	9 to 15	12 to 16	11 to 16
t_d + 20°	11 to 18	10 to 18	12 to 19	11 to 18
t_d + 15°	12 to 21	11 to 21	13 to 21	12 to 21
t_d + 10°	12 to 23	12 to 23	13 to 22	13 to 23
t_d + 05°	14 to 25	13 to 25	14 to 24	14 to 25
t_d	15 to 27	14 to 27	16 to 26	15 to 26
t_d - 05°	16 to 28	16 to 29	17 to 27	17 to 28
t_d - 10°	18 to 30	18 to 31	18 to 28	18 to 29
t_d - 15°	20 to 31	20 to 32	20 to 29	20 to 30
t_d - 20°	22 to 32	23 to 33	22 to 30	22 to 31
t_d - 25°	25 to 32	25 to 34	24 to 31	25 to 32
t_d - 30°	27 to 33	28 to 34	26 to 31	27 to 32
t_d - 35°	30 to 33	31 to 35	29 to 31	30 to 33
t_d - 40°	33	34 to 35	31	32 to 33
t_d - 45°	-	-	-	-

बीजी, पीएससी स्लीपर, जोन- IV के लिए

रेल	60 kg/m		52 kg/m	
स्लीपर घनत्व	1660	1540	1660	1540
गिट्टी प्रतिरोध (किलो / सेमी / रेल)	12.98	11.76	12.98	11.76
t_d + 33°	11	10	12 to 13	11 to 12
t_d + 30°	11 to 13	10 to 13	12 to 14	11 to 14
t_d + 28°	11 to 15	10 to 15	12 to 16	12 to 15
t_d + 25°	11 to 17	10 to 17	12 to 17	12 to 17
t_d + 20°	12 to 20	11 to 20	13 to 20	12 to 20
t_d + 15°	12 to 23	12 to 23	13 to 22	13 to 23
t_d + 10°	13 to 25	12 to 26	14 to 24	14 to 25
t_d + 05°	14 to 27	14 to 28	15 to 26	15 to 27
t_d	15 to 30	15 to 31	16 to 28	16 to 29
t_d - 05°	17 to 31	17 to 33	17 to 30	17 to 31
t_d - 10°	19 to 33	18 to 34	19 to 31	19 to 32
t_d - 15°	21 to 35	21 to 36	20 to 33	20 to 34
t_d - 20°	23 to 36	23 to 37	22 to 34	22 to 35
t_d - 25°	25 to 37	25 to 39	24 to 35	25 to 36
t_d - 30°	27 to 38	28 to 40	26 to 35	27 to 37
t_d - 35°	30 to 38	31 to 40	29 to 36	29 to 37
t_d - 40°	33 to 39	34 to 41	31 to 36	32 to 38
t_d - 43°	34 to 39	36 to 41	32 to 36	34 to 38
t_d - 45°	36 to 39	37 to 41	33 to 36	35 to 38
t_d - 48°	37 to 39	39 to 41	35 to 36	37 to 38

***

अध्याय – IV

अनुमत स्थान और ट्रैक संरचना

4.0 LWR/CWR बिछाने के लिए सामान्य नियम

पूर्ण ट्रैक नवीनीकरण - IRPWM के प्रावधानों द्वारा एवं एक नियम के रूप से, प्राथमिक पूर्ण ट्रैक नवीकरण जहां भी अनुमत हो, LWR/CWR बिछाया जाएगा। इसके अलावा, अनुमति प्राप्त स्थानों पर मौजूदा पटरियों को LWR/CWR में परिवर्तित किया जा सकता है, बशर्ते कि वे रेल ज्वाइंटों की वेल्डिंग के लिए नियमावली में निर्धारित अपेक्षाओं के अनुरूप AT (एसकेवी प्रक्रिया) / फ्लैश बट प्रक्रिया के लिए वेल्डिंग की जरूरतें पूरा करती हों।

निर्माण कार्य - जहां भी इस मैनुअल के प्रावधानों द्वारा अनुमति प्राप्त होती हो वहाँ नए निर्माण / दोहरीकरण / गैज परिवर्तन / स्थायी डायवर्जन LWR/CWR के साथ खोला जाएगा।

गुड्ज़ लाइनें - मालगाड़ी चलने वाली लाइनों, गुड्ज़ यार्ड, रिसेप्शन यार्ड और वर्गीकरण यार्डों में, रेल जोड़ों को LWR बनाने के लिए वेल्डेड किया जा सकता है यदि ट्रैक के सभी घटकों की स्थिति आम तौर पर ठीक और बिना किसी कमी के होती है , । इसमे मुख्य अभियंता द्वारा प्रत्येक विशिष्ट मामले में छूट भी अनुमोदित किया जा सकता है।

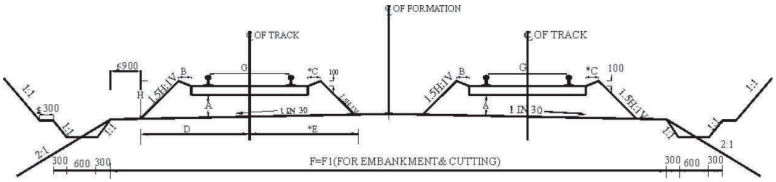
4.1 फॉर्मेशन - LWR को निर्धारित चौड़ाई वाले स्थिर फॉर्मेशन पर बिछाया जाएगा।

4.2 बलास्ट कुशन और सेक्शन - LWR/CWR की स्थापना के समय प्रदान की जाने वाली न्यूनतम साफ बलास्ट कुशन (स्लीपर के नीचे) निम्नानुसार होगी -

a) BG के लिए स्लीपरों के नीचे रेल सीट पर बलास्ट कुशन की न्यूनतम गहराई 300 मिमी होनी चाहिए । बलास्ट

खंड का प्रोफाइल चित्र 4.1 (a) और (b) में नीचे दिखाया गया है। LWR/CWR के लिए प्रदान किया गया बलास्ट खंड और कुशन SEJ पर और इसके आगे 3 रेल तक जारी रखा जाएगा, (जहां भी इसके बाद SWR/FP (फिश प्लेटेड) ट्रैक हो।)

PSC स्लीपरों के साथ बलास्ट प्रोफाइल (तटबंध/कटिंग में BG सिंगल लाइन)



चित्र 4.1 (a)

A	B	C*	D	E*	F	H	बलास्ट की मात्रा प्रति मीटर M3 में	
							स्ट्रेट ट्रैक	कर्व ट्रैक
250	350	500	2693	2851	7850	646	2.030	2.120
300	350	500	2772	2930	7850	698	2.304	2.401
350	350	500	2851	3009	7850	751	2.585	2.690

नोट -

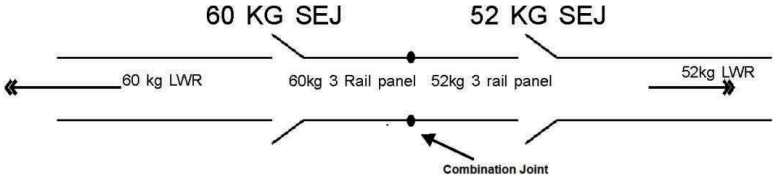
1. *बलास्ट कुशन की गहराई IRPWM के पैरा 212 (2) के अनुसार प्रदान की जानी चाहिए।*
2. *नए कार्यों के लिए 30 में 1 का क्रॉस-स्लोप प्रदान किया जाना चाहिए।*
3. *नए कार्यों के लिए तटबंध और कटिंग (साइड नालियों को छोड़कर) दोनों में 7850 मिमी की न्यूनतम फॉर्मेशन चौड़ाई सुनिश्चित करना चाहिए।*
4. *बलास्ट को बनाए रखने के लिए, यदि आवश्यक हो, तो कटिंग के मामले में उपयुक्त ड्वार्फ दीवारें प्रदान की जाएंगी।*
5. **केवल वक्रों के बाहरी तरफ।*

6. *कर्व ट्रैक के लिए बलास्ट की मात्रा की गणना में सुपर एलिवेशन को सम्मिलित नहीं किया गया है।*

7. *मौजूदा रेलपथ पर सैस की चौड़ाई जहां कहीं आवश्यक हो, क्रमादेशित आधार पर बढ़ाई जानी है ताकि ऊपर दिए गए साइड ढलान के अनुसार न्यूनतम सैस की चौड़ाई सुनिश्चित की जा सके।*

8. *सभी आयाम मिमी में हैं।*

PSC स्लीपरों के साथ बलास्ट प्रोफाइल (तटबंध/कटिंग में BG डबल लाइन)



चित्र 4.1 (b)

A	B	C*	D	E*	F	H	J
250	350	500	2785	2943	13160	707	5300
300	350	500	2864	3022	13160	760	5300
350	350	500	2943	3101	13160	812	5300

नोट -

1. *बलास्ट कुशन की मोटाई IRPWM के पैरा 212 (2) के अनुसार प्रदान की जानी चाहिए।*

2. *नए कार्यों के लिए 30 में 1 का क्रॉस-स्लोप प्रदान किया जाएगा।*

3. *नए कार्यों के लिए तटबंध और कटिंग (साइड नालियों को छोड़कर) दोनों में न्यूनतम फॉर्मेशन चौड़ाई 13160 मिमी सुनिश्चित की जाएगी।*

4. *मौजूदा लाइनों के दोहरीकरण कार्य में, मौजूदा पुरानी संरचना में 40 में से 1 के क्रॉस-स्लोप को बदलने की आवश्यकता नहीं है। हालांकि, 30 में 1 का क्रॉस ढलान चौड़े फॉर्मेशन चौड़ाई में प्रदान किया जाएगा, जो दोहरीकरण के लिए नवनिर्मित है।*

5. *बलास्ट को बनाए रखने के लिए, यदि आवश्यक हो, तो कटिंग के*

मामले में उपयुक्त द्वार्फ दीवारें प्रदान की जाएंगी।

6. **केवल वक्रों के बाहरी तरफ।*

7. *विभिन्न आयामों की गणना में सुपर एलिवेशन को सम्मिलित नहीं किया गया है।*

8. *मौजूदा रेलपथ पर उपकर की चौड़ाई जहां भी आवश्यक हो, क्रमादेशित आधार पर बढ़ाई जानी है ताकि ऊपर दिए गए साइड ढलान के अनुसार न्यूनतम उपकर की चौड़ाई सुनिश्चित की जा सके।*

9. *सभी आयाम मिमी में हैं।*

4.3 रेल, स्लीपर और फास्टनिंग्स

(1) स्लीपर का प्रकार - ब्रॉड गेज - इलैस्टिक फास्टनिंग्स के साथ कंक्रीट स्लीपर / बलास्ट रहित ट्रैक। सभी पटरियों के नवीकरण (पूर्ण ट्रैक नवीकरण/स्लीपर नवीकरण के माध्यम से), दोहरीकरण, गेज परिवर्तन, मुख्य लाइनों के लिए नई लाइन निर्माण कार्यों के लिए न्यूनतम स्लीपर घनत्व 1660 प्रति किमी होगा और लूप लाइनों और साइडिंग (50 किमी प्रति घंटे तक की अनुमेय गति) के लिए यह 1540 प्रति किमी होगा। 50 किमी प्रति घंटे से अधिक अनुमेय गति वाली साइडिंग के लिए न्यूनतम स्लीपर घनत्व 1660 होगा।

नोट - ज्यादा स्लीपर घनत्व प्रधान मुख्य इंजिनीयर के अनुमोदन के साथ प्रदान किया जा सकता है।

(2) रेल

(a) बीजी में उपयोग किए जाने वाले न्यूनतम रेल खंड 52 किग्रा/मी होगा।

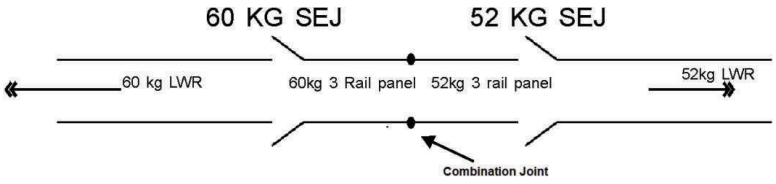
(b) (i) एक LWR/CWR में, दो अलग-अलग रेल खंडों की अनुमति नहीं है।

(ii) SEJ के दोनों ओर अलग-अलग रेल खंड वाले कंक्रीट स्लीपरों पर बिछाए गए LWR के मामले में, RDSO

द्वारा SEJ का संयोजन drawing संख्या टी -6782 (52 किग्रा/60 किग्रा) प्रदान किया जाएगा।

(iii) वैकल्पिक रूप से, SEJ के बाद प्रत्येक रेल खंडों के एक-एक 3 रेल पैनल (39 मीटर), को संयोजन फिश प्लेटेड जोड़ के साथ प्रदान किया जा सकता हैं।

SEJ के दोनों ओर अलग-अलग रेल खंड वाले कंक्रीट स्लीपरों पर बिछाए गए LWR के मामले में, SEJ के बीच प्रत्येक रेल खंड की तीन सामान्य रेल लंबाई प्रदान करने के बजाय, प्रत्येक रेल खंडों के एक-एक 3 रेल पैनल (39 मीटर), को संयोजन फिश प्लेटेड जोड़ के साथ प्रदान किया जा सकता हैं। 52 किलो और 60 किलो LWR के जंक्शन पर सुझाई गई ट्रैक संरचना को नीचे आकृति 4.2 में दिखाया गया है



चित्र 4.2

उपर्युक्त समस्याएँ अधिकतर मौजूदा रेल सेक्शन से अलग रेल सेक्शन के साथ TRR कार्य के कारण उत्पन्न होती हैं। ऐसे मामलों में, LWR को ऊपर बताए अनुसार SEJ प्रदान करके दो अलग-अलग LWR में विभाजित किया जाएगा। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि अलग अलग रेल सेक्शन के कारण उत्पन्न तापीय बाल अलग अलग होगा और इससे LWR का व्यवहार असमान हो जाता है।

(c) LWR/CWR में प्रयुक्त नई रेलें, जहां तक संभव हो, फिश-बोल्ट के बिना होंगी।

(d) LWR/CWR की संस्थापना के दौरान रेल सिरों को अस्थायी

रूप से जोड़ना 1 मीटर लंबी फिशप्लेट द्वारा विशेष स्क्रू क्लैंप/ जॉगल्ड फिश-प्लेट्स के साथ IRPWM के अनुसार स्लॉटेड ग्रूव और बोल्टेड क्लैंप के साथ परिशिष्ट - 3/8 में दर्शाए गए गति प्रतिबंधों के साथ ही किया जाएगा।

(e) बोल्ट होल, यदि कोई हो, चेम्फर्ड किया जाएगा।

(g) ग्लूड जॉइन्ट - LWR/CWR में ट्रैक सर्किटिंग के लिए सभी इन्सुलेशन ग्लूड जॉइन्ट G3 (L) प्रकार प्रदान करके किए जाएंगे।

4.4 LWR बिछाते समय सामान्य सावधानियां

मौजूदा फिश प्लेटेड/SWR ट्रैक को LWR/CWR में परिवर्तित करते समय निम्नलिखित सावधानियां बरती जानी चाहिए-

i) पटरियों का अल्ट्रासोनिक परीक्षण किया जाएगा और LWR/ CWR में कन्वर्शन से पहले सभी दोषपूर्ण पटरियों को बदल दिया जाना चाहिए।

ii) रेल छोर जो मुड़े हुए, हॉग्ड, पस्त या बोल्ट-होल दरारों वाले हैं, उन्हें LWR/CWR में कन्वर्शन के लिए वेल्डिंग से पहले क्रॉप किया जाएगा।

iii) LWR/CWR में प्रयुक्त नई रेलें, जहां तक संभव हो, फिश-बोल्ट होल के बिना होंगी। LWR/CWR की स्थापना के दौरान अस्थायी रूप से रेल सिरों को बांधने के समय 1-मीटर लंबी फिशप्लेट द्वारा विशेष स्क्रू क्लैंप/जॉगल्ड फिश-प्लेट्स के साथ स्लॉटेड ग्रूव और बोल्ट क्लैंप के साथ किया जाएगा।

4.5 LWR के लिए ट्रैक संरचना की निरंतरता

(a) जहां कहीं LWR/CWR के बाद फिश प्लेटेड ट्रैक/SWR हो, वहां LWR / CWR के समान रेलपथ संरचना SEJ से आगे तीन रेल लंबी के लिए जारी रखी जाएगी।

(b) समपार - LWR / CWR क्षेत्र में स्थित समपार श्वसन लंबाई के

भीतर नहीं आएंगे

(c) प्वाइंट्स और क्रॉसिंग पर निरंतरता - यदि LWR प्वाइंट्स और क्रॉसिंग के पहले समाप्त हो जाती है, तो स्टॉक रेल जॉइंट (SRJ) और SEJ के बीच और क्रॉसिंग और SEJ के बीच एक तीन रेल पैनल (39 मीटर) प्रदान किया जाएगा। इस लंबाई को क्रीप को रोकने के लिए पर्याप्त toe load वाले लोचदार (एलास्टिक) फास्टनिंग्स के साथ प्रदान किया जाएगा।

d) यदि LWR/CWR प्वाइंट्स और क्रॉसिंग के भीतर से लेकर जाना हो, तो RDSO रिपोर्ट संख्या CT-48 का पालन किया जाएगा। फिश प्लेट जोड़ों की संख्या को कम करने के लिए वेल्डेबल सीएमएस क्रॉसिंग का उपयोग करके टर्नआउट के भीतर से LWR को लेकर जाना बेहतर है। आसान संदर्भ के लिए RDSO रिपोर्ट संख्या CT-48 की मुख्य विशेषताएं यहां संक्षेप में दी गई हैं -

टर्नआउट के भीतर से LWR की निरंतरता पर RDSO CT-48 रिपोर्ट के मुख्य बिंदु

1) भारतीय रेलवे प्रणाली पर, स्टेशन यार्ड 8-10 किमी के अंतराल पर स्थित हैं। ट्रैक से फिश प्लेटेड जोड़ों को खत्म करने की दृष्टि से, टर्नआउट के भीतर से LWR जारी रखना वांछनीय है, जिससे टर्नआउट और यार्ड पर सुरक्षा में सुधार होता है। इससे टर्नआउट पर रनिंग में भी सुधार होगा, यात्री आराम में वृद्धि होगी। जोड़ों पर कम प्रभाव होने के कारण टूट-फूट में कमी आ सकेगी और जोड़ों के स्लीपरों पर लाइनर, रबर पैड और ERC के बाहर निकल जाने की समस्या का भी समाधान हो सकेगा।

2) भारतीय रेलवे प्रणाली के महत्वपूर्ण मार्गों के अधिकांश मुख्य लाइनों पर, 60 किग्रा टर्नआउट का उपयोग किया जा रहा है। वेल्डेबल सीएमएस क्रॉसिंग के साथ दोनों तरफ के रेलों को

वेल्डिंग करना सक्षम होता है और बिना किसी विच्छेदन के क्रॉसिंग भाग के भीतर से LWR को जारी रखने की अनुमति देता है।

3) इस प्रकार, CWR के लिए विशेष व्यवस्था के साथ पीएससी स्लीपरों पर 60 किग्रा के लिए मोटी वेब स्विच (TWS) और वेल्डेबल कास्ट मैंगनीज स्टील क्रॉसिंग (WCMSC) के उपयोग के साथ 12 में से 1 वाले टर्नआउट की व्यवस्था का सुझाव दिया गया है। समपूर्ण टर्नआउट क्षेत्र में लोचदार रेल क्लिप्स (Mk-V) के साथ फास्टनिंग्स और टर्नआउट के दोनों ओर चार रेल लंबाई तक, एचटीएस बोल्ट (HTS bolt) एवं नट के साथ विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए एंटी क्रीप डिवाइस (एसीडी ACD) जो स्लीपर नंबर 22 और 23 के बीच टर्नआउट के स्विच हिस्से में लगाया जाएगा, का सुझाव दिया गया है। लीड रेल के साथ टंग रेल के फिश-प्लेटेड जोड़ों और क्रॉसिंग के हील और toe के सिरों को वेल्डेड किया जाना है। स्प्रिंग सेटिंग डिवाइस (SSD) का उपयोग रेल हैड्स के जंक्शन पर (JOH) किया जाना है। चेक रेल को मानक 60 किग्रा (यूआईसी) रेल खंड से बनाया जाएगा और चेक रेल ब्लॉकों के माध्यम से रनिंग रेल से जोड़ा जाएगा।

4) दो टंग रेल से वेल्डेड दो भीतरी लीड रेल पर श्वसन लंबाई भाग के भीतर तापीय बल की गणना के आधार पर, यह अनुमान लगाया गया है कि एटीएस (ATS) से क्रॉसिंग भाग की ओर लगभग 110 स्लीपर (60 से 70 मीटर) श्वसन लंबाई होने की उम्मीद है जो P&C ज़ोन में सबसे महत्वपूर्ण लंबाई है। इस पर विशेष निगरानी की आवश्यकता है। P&C में बलों का मुकाबला करने के लिए इस लंबाई में प्रभावी फिटिंग की आवश्यकता होती है। यह पर्याप्त टो लोड ERC Mk-V के उपयोग से प्राप्त किया जा सकता है।

5) इस प्रकार, टंग रेल, इससे जुड़े आंतरिक लीड रेल और

WCMSC सब मिलकर श्वसन लंबाई के हिस्सा बनता है जहाँ पर टंग रेल से हील ब्लॉक तक विस्तार/संकुचन करने के लिए स्वतंत्र है। लीड रेल में Heel से क्रॉसिंग के toe भाग तक रोका गया तो है लेकिन पर्याप्त रूप से नहीं। तापमान में भिन्नता के साथ औसत स्थिति से आंतरिक लीड रेल (जो दो टंग रेल से जुड़े हैं) का अधिकतम विस्तार / संकुचन सैद्धांतिक रूप से 11.02 मिमी से 20.87 मिमी तक गणना की गई है। (विस्तृत जानकारी के लिए, RDSO रिपोर्ट CT - 48 को संदर्भित किया जा सकता है।)

6) एटीएस पर मापा गया टंग रेल का वास्तविक विस्तार/संकुचन कम होने की संभावना है क्योंकि टर्नआउट स्लीपर लंबे और भारी होते हैं, इसलिए वास्तविक बलास्ट प्रतिरोध सादे ट्रैक की गणना में अधिक होगा। इसके अलावा, टर्नआउट के टंग रेल हिस्से में क्रीप वाले एंकरों का भी उपयोग करने का प्रस्ताव है जो केवल 14 मिमी की विस्तार/संकुचन की अनुमति देते हैं।

7) मेन लाइन पर निम्नलिखित व्यवस्थाओं के साथ टर्नआउट के माध्यम से LWR जारी रखा जा सकता है -

   a) रेलपथ संरचना में न्यूनतम 60 किग्रा/90 यूटीएस रेल, ERC Mk-V के साथ पीएससी स्लीपर और LWR भाग में स्लीपर घनत्व 1660 प्रति किमी होना चाहिए। टर्नआउट वाले हिस्से में स्लीपर की व्यवस्था मानक लेआउट के अनुसार होगी।

   b) पीएससी स्लीपरों पर लोचदार बन्धन वाले फिटिंग के साथ मोटे वेब स्विच (TWS) का उपयोग एवं इसमे Heel और Distance ब्लॉकों में 25 मिमी व्यास बोल्ट के साथ।

   c) टर्नआउट सहित पूर्ण LWR में ERC Mk-V का उपयोग।

   d) टर्नआउट के टंग रेल भाग में स्विच की हिल के पीछे एक विशेष रूप से डिजाइन किए क्रीप रोकने वाले उपकरण /

क्रीप अँकर का प्रयोग। (विवरण के लिए, कृपया आरडीओ रिपोर्ट CT-48 देखें। यह व्यवस्था स्विच / लीड भाग मे क्रीप को दर्शाने के लिए एक टेल-टेल इंडिकेटर के रूप में कार्य करेगी, जिससे पी-वे अधिकारियों द्वारा किसी भी असामान्य व्यवहार पर ध्यान दिया जा सकेगा।

e) वेल्डेबल सीएमएस क्रॉसिंग का उपयोग।

f) टंग रेल और लीड रेल जोड़ों की वेल्डिंग।

g) यह सुनिश्चित किया जाएगा कि SEJ की व्यवस्था इस प्रकार की जाए कि टर्नआउट श्वास लंबाई क्षेत्र में न आए।

h) बलास्ट प्रोफाइल का रखरखाव IRPWM के प्रावधानों के अनुसार किया जाएगा। 300 मिमी की न्यूनतम बलास्ट कुशन टर्नआउट एवं पूर्ण LWR में सुनिश्चित की जाएगी। IRPWM के अनुसार न्यूनतम स्वच्छ बलास्ट कुशन हर समय बनाए रखा जाएगा। IRPWM में LWR के स्थिर फार्मेशन और अन्य प्रावधानों को भी सुनिश्चित किया जाएगा।

i) यह सुनिश्चित किया जाएगा कि टर्नआउट सहित पूर्ण LWR में गायब/ढीली फिटिंग शून्य हो। टो लोड की नियमित निगरानी भी की जाएगी और टो लोड 1000 किलोग्राम से कम पाए जाने की स्थिति में उपचारात्मक उपाय किए जाएंगे।

j) P&C भाग में गहरी छनाई IRPWM के प्रावधानों के अनुसार की जानी चाहिए।

k) P&C के भीतर में LWR के व्यवहार का पता लगाने के लिए स्विच और क्रॉसिंग क्षेत्र में की संकुचन / विस्तार को मापने की आवश्यकता है। क्रीप की निगरानी करने के लिए

निम्नलिखित स्थानों पर निगरानी सूचक (creep posts) लगाए जाएंगे -

1. स्टॉक रेल और टंग रेल टिप के लिए स्विच (एटीएस) का वास्तविक toe पर।
2. क्रॉसिंग का वास्तविक नोंज (एएनसी) पर।
3. IRPWM के प्रावधानों के अनुसार LWR का केंद्रीय भाग पर।
4. Lead भाग का केंद्र बिन्दु पर।
5. एप्रोच पर एटीएस से 20 मी. पर
6. एएनसी से 50 मीटर दोनों approach पर।

l) एक अलग रजिस्टर बनाया जाना चाहिए जिससे SSE (पी.वे) और ADEN द्वारा हर महीने अलग अलग रूप से असामान्य व्यवहार जैसे टर्नआउट के अंदर क्रीप की स्थिति या फिटिंग के हाल मापा जा सके। टर्नआउट के भीतर के LWR के व्यवहार को देखने के लिए दो सबसे गर्म और ठंडे महीनों में विशेष निगरानी की आवश्यकता होती है।

m) टर्नआउट पर प्रयोग के तौर पर बिछाए गये LWR (CWR) के व्यवहार को सख्त निगरानी में रखा जाएगा और IRPWM के प्रावधानों के अनुसार मूल्यांकन किया जाएगा । असामान्य व्यवहार, यदि कोई हो, देखने पर तुरंत उपयुक्त कार्रवाई की जाए और तद्पश्चात आवश्यक कार्रवाई के लिए RDSO को भी सूचित किया जाएगा।

n) Heel ब्लॉकों पर बोल्ट, स्विच क्षेत्र में distance ब्लॉक और क्रॉसिंग क्षेत्र में चेक रेल ब्लॉक की स्थिति की निगरानी करने की आवश्यकता है।

8 समय-समय पर संशोधित एंटी-क्रीप डिवाइस (एसीडी) के प्रावधान के साथ वाले मानक RDSO ड्राइंग को संदर्भित किया जाएगा।

क्र सं	ड्रॉइंग सं	विवरण
1.	RDSO/T-8779	1 in 12 turnout with 10125 mm Zu-1-60 thick web switch (curved) with anti creep device & weldable CMS crossing B.G. (1673mm) for 60Kg (UIC) on PSC sleepers.
2.	RDSO/T-8780	10125mm curved switch with Zu-1-60 thick web tongue rails and anti creep device for 1 in 12 turnout B.G. (1673mm) for 60Kg (UIC) on PSC sleepers.
3.	RDSO/T-8780/1	Details of Zu-1-60 thick web tongue rails & 60Kg (UIC) stock rails with provision for anti-creep device for 10125mm curved switch B.G. (1673mm) for 60Kg (UIC).
4.	RDSO/T-8781	1 in 12 weldable cast manganese steel crossing B.G. (1673mm) for 60Kg (UIC) on PSC sleepers.

5.	RDSO/T-8782 & RDSO/T-8783	Anti creep device for 10125mm curved switch with ZU- 1-60 thick web tongue rails B.G. (1673mm) for 60Kg (UIC) on PSC sleepers.
6.	RDSO/T-8784 & RDSO/T-8785	Hardened Packing plate for anti-creep device for use with thick web switches for 60Kg (UIC).
7.	RDSO/T-8786 & RDSO/T-8787	27 dia. HTS Bolt & Nut for Anti creep device for use with thick web switches for 60Kg (UIC).

नोट - ऊपर दिए गए RDSO चित्र परिवर्तनों के अधीन हैं। कृपया अद्यतन चित्र देखें।

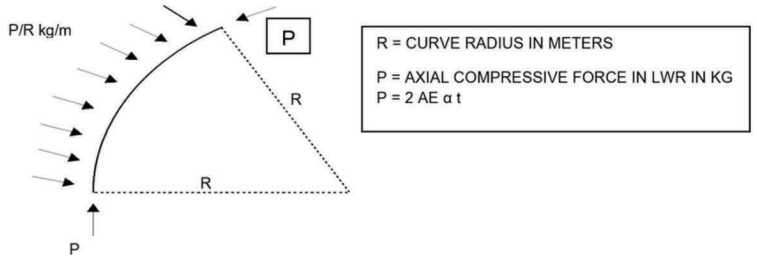
4.6 संरेखण

सामान्य - घुमावदार ट्रैक पर शामिल बुनियादी अवधारणाएं - जैसा कि नीचे चित्र 4.3 (a) में दर्शाया गया है, एक अनुदैर्ध्य बल 'P' के अधीन त्रिज्या R के एक वक्र प्रत्यास्थ बीम के बाहरी संतुलन के लिए 'f' परिमाण के निरंतर वितरित बाहरी बल की आवश्यकता होती है

जहाँ f = P / R kg / m. यह पार्श्व बलास्ट प्रतिरोध से प्राप्त किया जाएगा, t और t -P/R बकलिंग खतरे के खिलाफ प्रभावी पार्श्व प्रतिरोध है। यह सुनिश्चित करने के लिए कि वक्र में LWR की स्थिरता सीधे के समान है, वक्र में पार्श्व बलास्ट प्रतिरोध को कम से कम P/R kg/m द्वारा उच्च बनाया जाना चाहिए।

इसलिए वक्रों के बाहरी तरफ (शोल्डर) ज्यादा बलास्ट की चौड़ाई

(Shoulder Ballast width) और वक्रता की डिग्री पर प्रतिबंध निर्धारित है। बड़ी लाइन पर मोड़ों के बाहर 500 मिमी की शोल्डर बलास्ट चौड़ाई अपनाई गई है।



चित्र 4.3 (a) वक्र LWR ट्रैक का बाह्य संतुलन

(a) LWR/CWR को 440 मीटर की त्रिज्या से अधिक तेज वक्रों पर नहीं बिछाया जाएगा।

(b) तथापि, तापमान जोन-I में LWR/CWR को 350 मीटर त्रिज्या (5 डिग्री मोड़) तक के वक्रों पर निम्नलिखित अतिरिक्त सावधानियों के साथ बिछाया जा सकता है

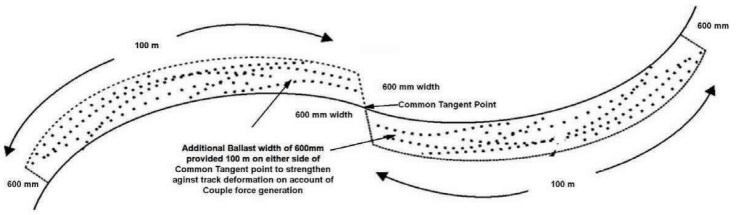
(i) पीएससी स्लीपर पर 300 मिमी क्लीन बलास्ट कुशन के साथ 1540/किमी स्लीपर घनत्व पर न्यूनतम ट्रैक संरचना 52 किग्रा/मीटर होनी चाहिए।

(ii) 440 मी त्रिज्या से अधिक sharper वक्र के लिए शोल्डर बलास्ट के लिए वक्र के बाहर 600 मिमी तक बढ़ाया जाना चाहिए और स्पर्शरेखा बिंदु से आगे 100 मीटर के लिए प्रदान किया जाना चाहिए।

(iii) क्रीप को रिकॉर्ड करने के लिए प्रत्येक 50 मीटर अंतराल पर संदर्भ चिह्न प्रदान किए जाने चाहिए।

(iv) 250 मीटर से अधिक लंबाई के प्रत्येक वक्र में अधिमानत दोनों तरफ SEJ लगाया जाना चाहिए। SEJ स्पर्शरेखा बिंदु से 100 मीटर दूर सीधे ट्रैक में स्थित होना चाहिए।

(c) LWR/CWR को रिवर्स कर्व्स के माध्यम से भी जारी रखा जा सकता है । 600 मिमी की शोल्डर बलास्ट रिवर्स वक्र के उभयनिष्ठ बिंदु के दोनों ओर 100 m से अधिक लंबाई तक प्रदान की जाएगी। यदि रिवर्स वक्र के बीच एक सीधा ट्रैक है, तो इस 100 मीटर को सीधे ट्रैक के केंद्र से माना जाएगा । यदि पश्च वक्रों के बीच सीधे ट्रैक की लंबाई 50 मीटर से अधिक है तो ऐसे किसी प्रावधान की आवश्यकता नहीं होगी ।



चित्र 4.3 (b)

4.7 ढाल - LWR/CWR के लिए सबसे अधिक अनुमत ग्रेड 100 में 1 होगा ।

(तेज ग्रेड कर्षण और ब्रेकिंग के कारण बड़े अनुदैर्ध्य बलों का संकेत देते हैं जो LWR के स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होगा जिससे रेल में अनुदैर्ध्य तनाव में वृद्धि होगी)

4.8 ऊर्ध्वाधर वक्र - ग्रेड के जंक्शन पर एक ऊर्ध्वाधर वक्र प्रदान किया जाएगा जब ग्रेड के बीच बीजगणितीय अंतर 4 मिमी प्रति मीटर या 0.4 प्रतिशत के बराबर या उससे अधिक हो, जैसा कि IRPWM के Para 417 में निर्धारित किया गया है ताकि ज्यामितीय पारगमन को सुचारू बनाया जा सके और अनुदैर्ध्य बल की दिशा में क्रमिक रूप से परिवर्तन पेश किया जा सके । ऊर्ध्वाधर वक्र की न्यूनतम त्रिज्या निम्नानुसार रखी जाएगी -

ग्रुप / रूट	A	B	C एवं D
न्यूनतम त्रिज्या	4000 मीटर	3000 मीटर	2500 मीटर

4.9 SEJ का स्थान

(1) SEJ का सही स्थान विभिन्न अनिवार्य बिंदुओं जैसे लेवल क्रॉसिंग, पुल, पॉइंट और क्रॉसिंग, ग्रेडिएंट, वक्र और इंसुलेटेड जॉइंट्स के स्थान को ध्यान में रखते हुए निर्धारित किया जाएगा। भारतीय रेलों पर प्रयोग में लाए जा रहे SEJ के विभिन्न डिजाइन IRPWM के पैरा 225 के अनुसार हैं।

(2) सीधी टंग और स्टॉक के साथ पारंपरिक SEJ (RT-4160 और RT-4165) 0.5 डिग्री (3500 मीटर त्रिज्या) से अधिक तेज वक्रों पर स्थित नहीं होंगे।

(3) इम्प्रूव्ड SEJ (RT-6902, RT-6914, RT-6922, RT-6930) 2 डिग्री तक के वक्रों पर स्थित हो सकते हैं।

(4) 2° से अधिक और 4° तक SEJ को RDSO के परामर्श से PCE के अनुमोदन से रखा जाएगा

(5) SEJ वक्रों के transition भाग में स्थित नहीं होगा।

4.10 पुलों पर LWR से संबंधित IRPWM प्रावधान

4.10.1 सामान्य

पिछले अनुच्छेद 4.1 से 4.9 में, और जैसा कि इस पुस्तक में कहीं और चर्चा की गई है, उन स्थानों की चर्चा की गई है जहां LWR बिछाया जा सकता है या बिछाने की अनुमति दी जा सकती है। संक्षेप में, यह स्पष्ट है कि LWR के प्रभावी व्यवहार के लिए, उत्पन्न होने वाले P बल को ट्रैक प्रतिरोध R द्वारा प्रतिक्रिया करनी होगी जो P बल की प्रतिक्रिया के रूप में पटरी में उत्पन्न होता है।

यह भी स्पष्ट है कि R को उत्पन्न होने के लिए, R के निर्माण/संघटन में योगदान देने वाले सभी 5 कारक अर्थात, (1) रेल, (2) स्लीपर, (3) समेकित बलास्ट, (4)

fastening और (5) एक स्थिर formation, आदि 5 एक संयुक्त इकाई के रूप में एक साथ कार्य करना एक अनिवार्य आवश्यकता है।

इस प्रकार, यह देखा गया है कि IRPWM के विभिन्न प्रासंगिक पैराग्राफों में विस्तृत रूप से अनुमत स्थानों को मूल रूप से P और R के बीच जटिल संतुलन को यथासंभव स्थिर रखने के लिए डिज़ाइन किया गया है ताकि LWR ट्रैक स्थिर स्थिति में रहे।

हालांकि, जब एक पुल पर LWR की अनुमति देने के मुद्दे पर विचार किया जाए, तो स्थिति थोड़ी अलग हो जाती है। जब LWR को एक पुल से गुजरने की आवश्यकता हो तो निम्न में से एक स्थिति हो सकता है -

(a) सामान्य Toe लोड बन्धन प्रणाली के साथ बलास्ट डेक पुल या

(b) जीरो टो लोड बन्धन प्रणाली वाला गर्डर पुल अथवा

(c) विशेष रूप से डिजाइन किए गए टो लोड फास्टनरों के साथ गर्डर पुल।

आइए अब उन विभिन्न परिदृश्यों को देखें जिनका सामना रेल पटरी में किया जाना संभव है -

(a) सामान्य टो लोड बन्धन प्रणाली के साथ बलास्ट डेक पुल - इस प्रकार का बलास्ट डेक पुल निम्न प्रकार का हो सकता है|

(i) पुल बियरिंग के बिना या

(ii) पुल किसी भी उपयुक्त प्रकार के बियरिंग के साथ हो सकता है।

(b) गर्डर ब्रिज (बलास्ट डेक के बिना) है

(i) आम तौर पर शून्य टो लोड फास्टनरों के साथ डिजाइन किया गया

(ii) विशेष रूप से टो लोड भार के साथ वाले फास्टनरों के साथ डिजाइन किया गया।

(c) विशेष रूप से डिजाइन किए गए टो लोड फास्टनरों के साथ गर्डर पुल।

उपरोक्त संयोजनों के संबंध में IRPWM के प्रावधानों को समझने से पहले, पुल पर ट्रैक के बीच का व्यवहार / संबंध का एक बुनियादी ज्ञान आवश्यक है।

4.10.2 ब्रिज के ऊपर LWR बिछाने में शामिल बुनियादी अवधारणाएं

(a) आइए, केवल तापीय परिवर्तन के प्रभाव के कारण गर्डर और LWR के बीच पारस्परिक क्रिया पर विचार करें। तापीय भिन्नता के परिणामस्वरूप, गर्डर में विस्तार या संकुचन करने की प्रवृत्ति होती है और इसलिए बियरिंग प्रदान की जाती है। दूसरी ओर, LWR का मध्य भाग तापमान परिवर्तन के बावजूद स्थिर रहता है। इसके परिणामस्वरूप गर्डर और LWR के बीच बलों की परस्पर क्रिया होती है, बल का परिमाण रेल और स्लीपर के बीच प्रदान किए जा रहे फास्टनिंग्स की प्रकृति पर निर्भर करता है।

रेल और गर्डर के बीच बलों की परस्पर क्रिया के इस पहलू को स्पष्ट करने के लिए, रेल और स्लीपर के बीच फास्टनिंग्स के साथ प्रदान किए गए गर्डर पुल के मामले पर विचार करें, जिसमें प्रति रेल सीट 'P' किलोग्राम के बराबर क्रीप प्रतिरोध है। पुल स्लीपरों को हुक बोल्ट के

माध्यम से गर्डर के Top Flange पर सख्ती से बांधा गया है। फास्टनिंग्स के क्रीप के प्रतिरोध के कारण तापमान की भिन्नता पर, गर्डर के मुक्त विस्तार/संकुचन को रोका जाता है। फलस्वरूप, गर्डर के साथ-साथ रेल में अतिरिक्त बल विकसित हो जाता हैं।

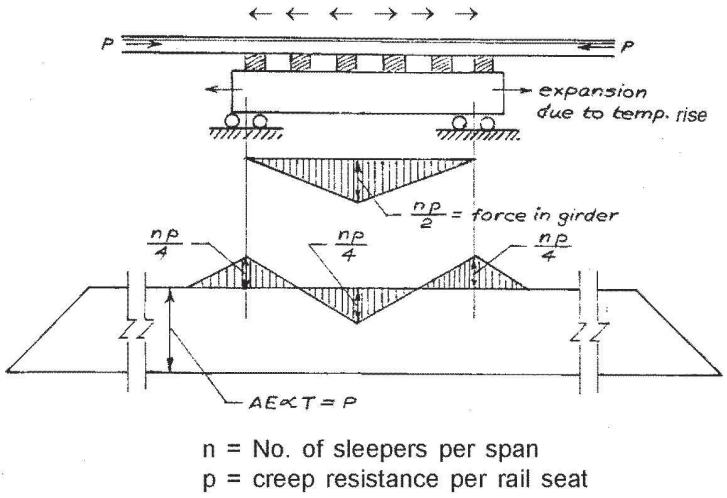
विकसित इस बल का परिमाण पुल के प्रत्येक भाग में प्रदान किए गए बियरिंगों के मूल्य और अभिविन्यास / प्रकार पर निर्भर करता है।

निम्नलिखित मामलों पर यहां विचार किया जाता है -

एकल स्पैन पुल	1) एक छोर स्थिर; दूसरा छोर मुक्त.
	2) गर्डर के दोनों सिरे मुक्त बियरिंग सहित
बहु-स्पैन पुल	1) एक छोर स्थिर और दूसरा मुक्त, Pier पर असमान बियरिंग के साथ
	2) एक छोर स्थिर और दूसरा मुक्त, Pier पर समान बियरिंग के साथ
	3) दोनों सिरों पर मुक्त बियरिंग।

उपरोक्त प्रत्येक मामले के लिए रेल और गर्डर में विकसित बलों पर यहां चर्चा की गई है -

केस -1 - दोनों सिरों पर स्लाइडिंग बियरिंग के साथ सिंगल स्पैन।



n = No. of sleepers per span
p = creep resistance per rail seat

Fig. चित्र 4.4 (a)

तात्पर्य - गर्डर के दोनों सिरों पर स्लाइडिंग बियरिंग के लिए, LWR में बल की वृद्धि np/4 है, जहां 'n' क्रीप प्रतिरोधी फास्टनिंग्स के साथ प्रति स्पैन स्लीपरों की संख्या है और 'p' प्रति रेल सीट क्रीप प्रतिरोध है।

केस -2 - सिंगल स्पैन जिसमें एक छोर स्थिर और दूसरा छोर मुक्त होता है।

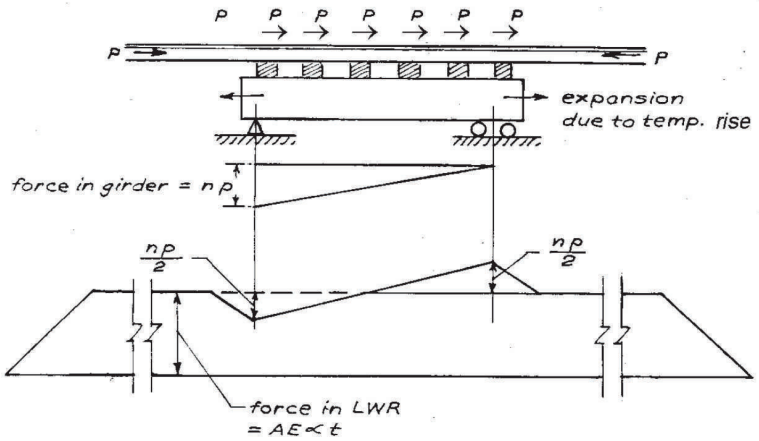
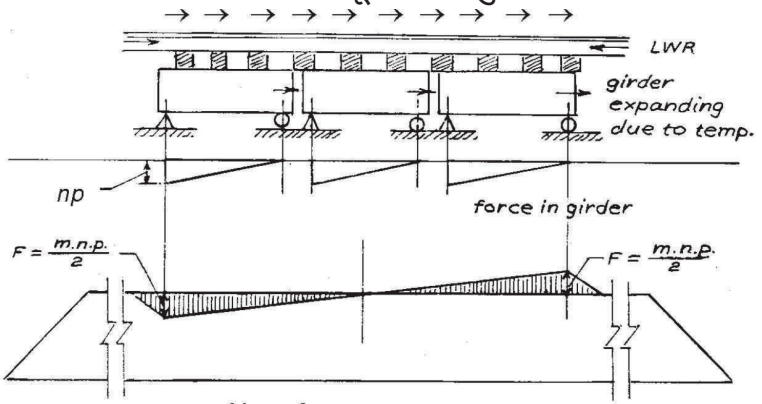


Fig चित्र 4.4 (b)

तात्पर्य - गर्डरों में जिनका एक सिरा स्थिर होता है और दूसरा सिरा मुक्त होता है, रोलर सिरे पर LWR में बल की वृद्धि एकल स्पैन ब्रिज के लिए np/2 होती है, जहाँ n = स्पैन में स्लीपरों की संख्या प्रति रेल सीट 'p' kg के क्रीप प्रतिरोध के साथ।

केस -3 - कई span वाले पुल - Pier पर असमान बियरिंग के साथ एक छोर स्थिर और दूसरा छोर मुक्त के साथ।

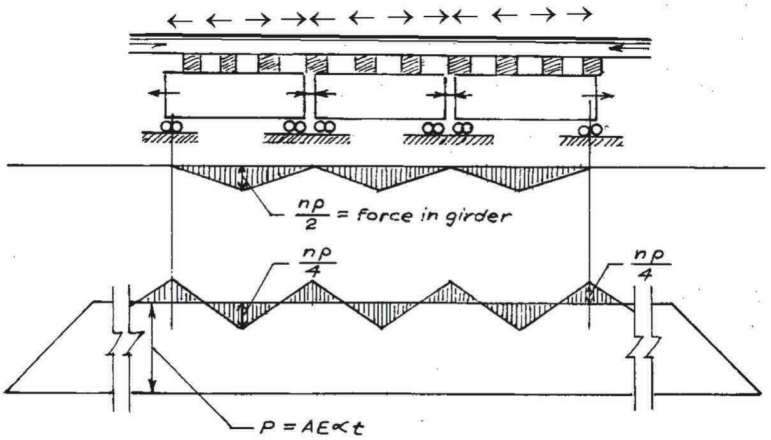


m = No. of spans
n = No. of sleepers per span
p = creep resistance per rail seat

Fig चित्र 4.4 (c)

तात्पर्य - गर्डर्स में एक छोर स्थिर और दूसरा छोर मुक्त होता है, रोलर छोर पर LWR में बल की वृद्धि एकल स्पैन ब्रिज के लिए np/2 होती है, जहां n = स्पैन में स्लीपरों की संख्या प्रति रेल सीट 'p' kg के क्रीप प्रतिरोध के साथ लेकिन कई स्पैन ब्रिज के साथ 'm' संख्या वाले स्पैन होते हैं, LWR में रोलर सिरे पर बल की वृद्धि m× n× p/2 होगी

केस -4 - दोनों सिरों पर मुक्त असर के साथ कई span ।

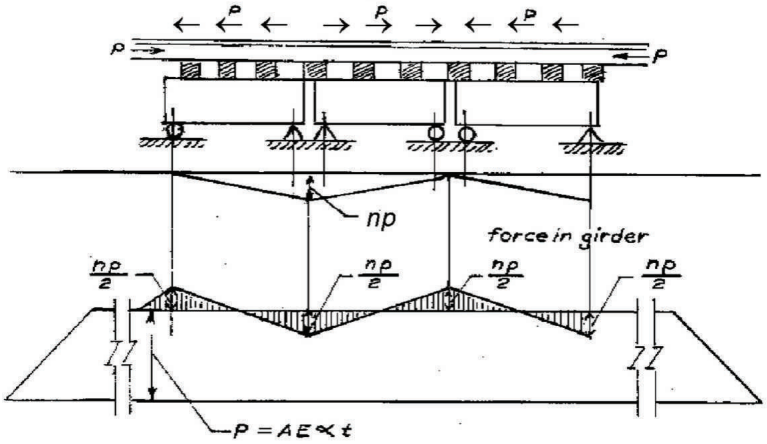


n = No. of sleepers per span
p = creep resistance per rail seat

Fig चित्र 4.4 (d)

तात्पर्य - गर्डर के दोनों सिरों पर sliding बियरिंग वाले पुल पर LWR में बल की वृद्धि np/4 है । पुल के स्पैन की संख्या के बावजूद बल की यह वृद्धि समान रहेगी ।

केस -5 - कई span वाले पुल समान प्रकृति बियरिंग का समर्थन करती है।



n = No. of sleepers per span
p = creep resistance per rail seat

Fig चित्र 4.4(e)

तात्पर्य - ऐसी स्थिति हो सकती है जहां एक Pier समान प्रकृति बियरिंग का समर्थन करता है अर्थात, दो गर्डरों के बियरिंग या तो स्थिर या मुक्त होते हैं। इस मामले में बल का कोई संचयी निर्माण नहीं होगा।

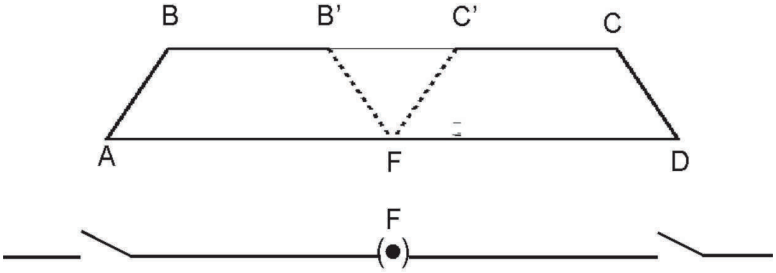
(b) रेल मुक्त fastenings का उपयोग - LWR और गर्डर के बीच बलों की परस्पर क्रिया से बचने के लिए, गर्डर पुल पर रेल और स्लीपर के बीच रेल मुक्त बन्धन (fastening) प्रदान करना एक संभावित समाधान होगा। इसी धारणा के साथ IRPWM में ब्रिज के ऊपर LWR बिछाने के प्रावधान तैयार किए गए हैं। भारतीय रेलवे पर, पारंपरिक रूप से डॉग स्पाइक्स और रेल स्क्रू का उपयोग रेल फ्री फास्टनिंग्स के रूप में किया जाता है, हालांकि अब शून्य अनुदैर्ध्य संयम बन्धन का उपयोग किया जाता है। जहां LWR का प्रयोग किए जाने का प्रस्ताव है उन पुलों पर LWR और

गर्डर के बीच बलों की परस्पर क्रिया को न्यूनतम करने की आवश्यकता के कारण रेल मुक्त fastening का उपयोग, अब अनिवार्य है। हालांकि, इसके परिणामस्वरूप अन्य समस्या होती है, जैसे LWR के साथ बिछाए गए पुल के approach पर या पुल पर फ्रैक्चर के दौरान बड़ा gap संभावित है।

(c) गर्डर ब्रिज के एप्रोच के पास फ्रैक्चर का निहितार्थ - सामान्य बल आरेख A B C D के साथ सामान्य गठन पर रखी गई LWR पर विचार करें। स्थान 'F' पर फ्रैक्चर की स्थिति में, LWR में तनाव उस स्थान पर release होता है और फ्रैक्चर स्थान के दोनों ओर दो नई श्वसन लंबाई B'F और C'F बनते हैं (चित्र 4.5)। फ्रैक्चर स्थान पर अंतर g1 निम्न सूत्र द्वारा दिया जाएगा

$$g_1 = \frac{AE(\propto t)^2}{2R} \quad X2 \qquad \text{--- (i)}$$

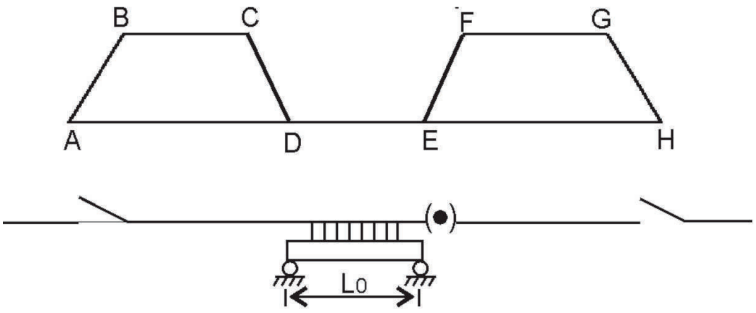
[F के दोनों ओर समान विस्तापन मानते हुए]



चित्र 4.5 – सामान्य बलास्ट ट्रैक पर LWR पर फ्रैक्चर

R फ्रैक्चर के समय जुटाए गए अनुदैर्ध्य बलास्ट प्रतिरोध का प्रतिनिधित्व करता है, जो आमतौर पर (फ्रैक्चर की घटना की अचानक होने के कारण) सामान्य R मूल्य का लगभग 50% से 60% होता है। हालांकि,

यदि LWR और रेल मुक्त फास्टनिंग्स के साथ प्रदान किए गए पुल के अप्रोच में एक फ्रैक्चर होता है, तो बल आरेख का रूप संशोधित होगा जो चित्र 4.6 में दिया गया है।



चित्र 4.6 - गर्डर ब्रिज के अप्रोच पर LWR पर फ्रैक्चर

इस आकृति में, ABCDEFGH परिवर्तित बल आरेख का प्रतिनिधित्व करता है।

इस मामले में फ्रैक्चर में गैप होगा

$$g_2 = \frac{AE(\propto t)^2}{2R} \quad X2 + L_0\,\alpha \qquad \text{--- (ii)}$$

जहां L_0 रेल मुक्त फास्टनिंग्स के साथ प्रदान किए गए पुल की span लंबाई है

सूत्र (i) और (ii) इंगित करते हैं कि जब रेल मुक्त फास्टनिंग्स वाला एक गर्डर पुल LWR के मध्य भाग में स्थित होता है तब फ्रैक्चर पर अंतर $L_0 \alpha t$ के बराबर बढ़ जाता है।

भारतीय रेल ने फ्रैक्चर पर अनुमेय gap को 50 मिमी निर्धारित किया है और अब सूत्र (ii) इस प्रकार हो जाती है

$$g_2 = \frac{AE(\propto t)^2}{2R}\ X2 + L_0\alpha t < 50mm \qquad \text{--- (iii)}$$

यह अभिव्यक्ति BG और MG ट्रैक दोनों के लिए लागू है। हालांकि, चूंकि

MG स्टॉक का पहिया व्यास BG से छोटा है, इसलिए MG के लिए 50 मिमी का फ्रैक्चर गैप अधिक महत्वपूर्ण है।

यह समीकरण (iii) गर्डर पुलों पर LWR के संबंध में IRPWM प्रावधानों के लिए वैचारिक आधार बनाता है और वर्षों से, विभिन्न उपायों को अपनाकर L_0 के मूल्य को बढ़ाने के प्रयास किए गए हैं।

फ्रैक्चर की स्थिति में श्वसन लंबाई को नियंत्रित करने के लिए दृष्टिकोण से अनुदैर्ध्य बलास्ट प्रतिरोध के मूल्य में सुधार करने के उपाय - IRPWM पैरा 331 पुल के अप्परोच पर बलास्ट प्रतिरोध में सुधार के उपायों को निर्धारित करता है

गर्डर पुल के टूटने की स्थिति में मुक्त पटरियों के संकुचन को नियंत्रित करने के उपाय - IRPWM पैरा 331 में पुल पर अनुदैर्ध्य प्रतिरोध में सुधार लाने के उपाय भी निर्धारित किए गए हैं।

4.10.3 पुलों पर LWR से संबंधित IRPWM प्रावधान

उपर्युक्त पैरा में चर्चा किए गए अनुसार पुलों पर LWR की पेचीदगियों को समझने के बाद, इन पुलों पर LWR की निरंतरता के साथ पुल के प्रकार के विभिन्न संयोजनों को समझने के बाद, एक पुल पर LWR की निरंतरता के संबंध में IRPWM के प्रावधानों को बेहतर ढंग से सराहा जा सकता है जो निम्नानुसार हैं -

(a) IRPWM का पैरा 329 - बलास्ट डेक वाले पुल (बिना बियरिंग के) - LWR/CWR को स्लैब, बॉक्स पुलिया और आर्च पुल (मेहराब) जैसे बियरिंग के बिना बलास्ट वाले डेक वाले पुलों के ऊपर जारी रखा जा सकता है।

स्पष्टीकरण - उपरोक्त मामले में जहां पुल में बलास्ट डेक है, ट्रैक प्रतिरोध के जुटाव के लिए आवश्यक सभी घटक, अर्थात, रेल, स्लीपर, बलास्ट, फिटिंग (टो लोड के साथ) अचल डेक स्लैब (फॉर्मेशन के जगह पर) के साथ उपलब्ध हैं। छोटे स्लैब पुलों, मेहराबों, बॉक्स पुलियों आदि के मामलों में ऐसा परिदृश्य संभव है। बिना बियरिंगों के पुल के मामले में,

पुल विस्तार और संकुचन के लिए स्वतंत्र नहीं है इसलिए ट्रैक और पुल के बीच कोई विस्थापन नहीं है, इसलिए ट्रैक और पुल के बीच बलों की परस्पर प्रभाव न्यूनतम है। इस प्रकार, P बल की सामान्य ट्रैक स्थितियों का मुकाबला जुटाए गए R द्वारा किया जा रहा है, इस प्रकार, LWR को बिना किसी प्रतिबंध के जारी रखा जा सकता है।

4.10.4 UIC 774-3 R रिपोर्ट के आधार पर ट्रैक ब्रिज इंटरैक्शन (आरएसआई RSI) -

इसे रेल संरचना अन्योन्यक्रिया अध्ययन (आरएसआई RSI) के रूप में भी जाना जाता है

(a) LWR रेलपथ के नीचे पुल (बेरिंग सहित) लगाने का प्रभावी अर्थ है कि LWR रेलपथ विरूपण और संचलन के अध्यधीन सतह पर टिका हुआ है जिससे रेलपथ का विस्थापन भी हो रहा है। यह देखते हुए कि ट्रैक और ब्रिज दोनों एक दूसरे से सीधे या बलास्ट के माध्यम से जुड़े हुए हैं और विस्तापित होने में सक्षम भी हैं, उनमें से एक पर असर करने वाला कोई भी बल या विस्थापन दूसरे में बल प्रेरित करेगा।

(b) सभी क्रियाएं जो ट्रैक और डेक के बीच सापेक्ष विस्थापन का कारण बनती हैं वह इंटरैक्शन प्रभाव की ओर ले जाती हैं। ये हैं -

i) केवल LWR के मामले में डेक का थर्मल विस्तार या जब भी कोई रेल विस्तार उपकरण मौजूद हो तब डेक और रेल के थर्मल विस्तार के मामले में।

ii) क्षैतिज ब्रेकिंग और त्वरण बल।

iii) ऊर्ध्वाधर यातायात भार के तहत झुकने वाले डेक के परिणामस्वरूप इसके समर्थन पर डेक का रोटेशन।

iv) क्रीप और सिकुड़ने के कारण कंक्रीट संरचना का विरूपण।

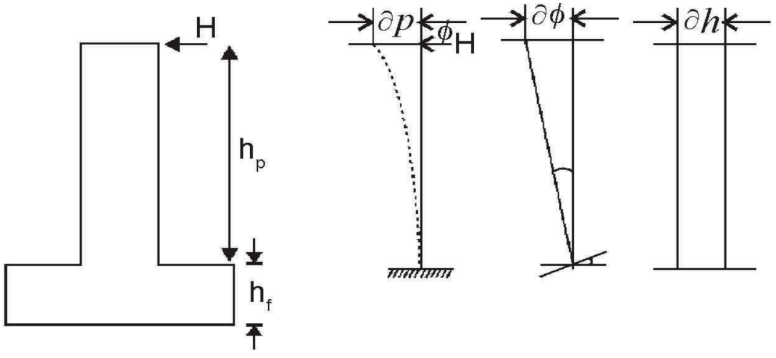
v) तापमान प्रवणता के प्रभाव।

इन 5 कारकों में से, पहले 3 अधिक महत्वपूर्ण हैं। रेलपथ और पुल के बीच परस्पर क्रिया के कारण लगने वाले बल पुल और रेलपथ दोनों के अनेक पैरामीटरों पर निर्भर करते हैं।

4.10.4 (i) अन्योन्यक्रिया बलों को प्रभावित करने वाले पुल पैरामीटर हैं -

(i) **पुल की विस्तार लंबाई (L) -** एक एकल span, simply समर्थित पुल के लिए विस्तार लंबाई span लंबाई है। अंत में एक निश्चित support के साथ एक निरंतर पुल के लिए, यह डेक की कुल लंबाई है। यदि निश्चित लोचदार support कुछ मध्यवर्ती बिंदु पर स्थित है, तो डेक को निश्चित लोचदार support के दोनों ओर दो विस्तार लंबाई माना जाता है।

(ii) **Support कठोरता-** क्षैतिज विस्थापन के लिए डेक का प्रतिरोध एक मौलिक प्राचल है क्योंकि यह अंतःक्रिया संबंधी सभी परिघटनाओं को प्रभावित करता है। यह कारक मुख्य रूप से support की कुल कठोरता से निर्धारित होता है। कुल support कठोरता प्रत्येक support की कठोरता से बना है। प्रत्येक support की कठोरता बेयरिंग, pier, base, नींव तथा मृदा की कठोरता से बनी होती है (नीचे चित्र 4.7)।



चित्र 4.7 – Support कठोरता

पुल के अनुदैर्ध्य अक्ष के साथ विस्थापन के लिए इसकी नींव सहित समर्थन की कठोरता K द्वारा दी गई है

$$K = \frac{H(KN)}{\sum \partial i(cm)}$$

With $\partial i = \partial p + \partial \varphi + \partial h + \partial a$

जहाँ, ∂p = डेक के विरूपण के कारण समर्थन के शीर्ष पर विस्थापन (इसकी गणना pier को आधार पर तय किए गए cantilever के रूप में मानते हुए की जा सकती है)

$\partial\phi$ = नींव रोटेशन के कारण समर्थन के शीर्ष पर विस्थापन।

∂h = नींव के क्षैतिज के कारण विस्थापन।

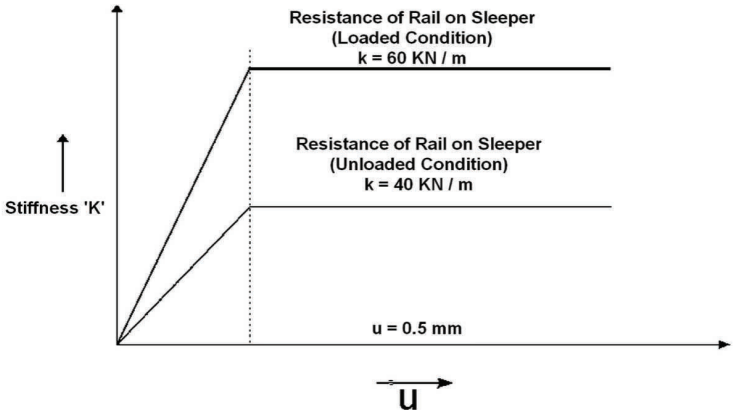
∂a = Bearing के ऊपरी और निचले हिस्सों के बीच सापेक्ष विस्थापन

विस्थापन घटक का मान आकृति 4.7 में दर्शाए अनुसार बेयरिंग के स्तर पर निर्धारित होता है।

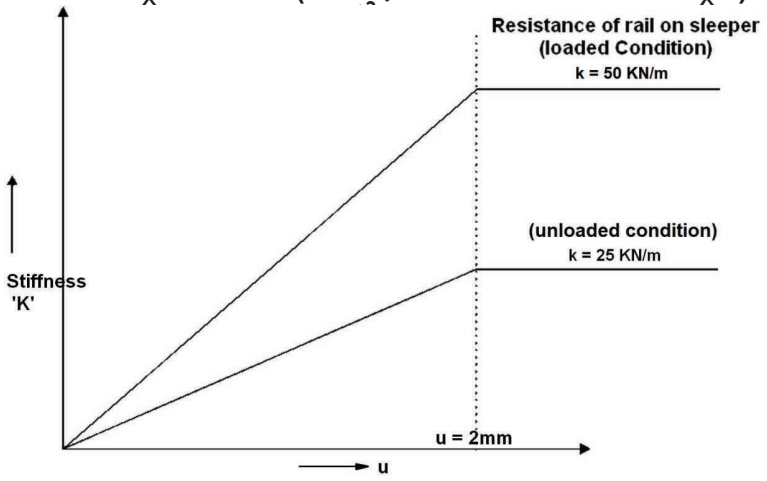
(iii) डेक की Bending वाली कठोरता- डेक के मुड़ने (bending) के परिणामस्वरूप डेक का ऊपरी किनारा क्षैतिज दिशा में विस्थापित हो जाता है। यह विरूपण भी परस्पर बलों को उत्पन्न करता है।

(iv) डेक की ऊँचाई- Neutral अक्ष से डेक स्लैब की ऊपरी सतह तक की दूरी तथा खंभों के घूर्णन केंद्र से Neutral अक्ष की दूरी डेक के मुड़ने एवं अन्योन्यक्रिया परिघटना को प्रभावित करती है।

4.10.4(II) ट्रैक पैरामीटर - अनुदैर्ध्य विस्थापन 'u' के लिए प्रति इकाई लंबाई ट्रैक का प्रतिरोध 'k' एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है। यह पैरामीटर अनेक कारकों पर निर्भर करता है जैसे कि रेलपथ लोडेड किया गया है अथवा अनलोडेड है, बलास्ट अथवा जमी हुई है, अनुरक्षण का मानक आदि। लदान किए गए रेलपथ पर अनुदैर्ध्य विस्थापन का प्रतिरोध की अपेक्षा लदान नहीं किए गए रेलपथ पर अधिक होता है (चित्र 4.8 और 4.9)। k का मूल्य प्रत्येक रेलवे प्रणाली द्वारा अपनी ट्रैक संरचना के अनुसार स्थापित किया जाना है।



चित्र 4.8 ट्रैक कठोरता (जमे हुए बलास्ट या बलास्ट रहित ट्रैक)



चित्र 4.9 ट्रैक कठोरता (बलास्ट ट्रैक)

4.10.4 (III) एक बार K (पुल संरचना की कठोरता) और k (ट्रैक की कठोरता) के मूल्यों का मूल्यांकन किया गया है, UIC774-3R में दिए गए इंटरैक्शन चार्ट का उपयोग रेल में अतिरिक्त तनाव की गणना के लिए किया जा सकता है और प्रत्येक क्रिया के कारण पुल के Support पर अनुदैर्ध्य बल अन्योन्यक्रिया प्रभाव पैदा करता है - अर्थात्

(i) तापमान में परिवर्तन

(ii) त्वरण और ब्रेकिंग बल

(iii) डेक विरूपण।

(i) तापमान में परिवर्तन - यूआईसी UIC 774-3 R के इंटरैक्शन चार्ट में, डेक तापमान की भिन्नता पुल के संदर्भ तापमान से ± 35ºC के रूप में ली जाती है जबकि रेल के लिए ± 50ºC तक विचलित हो सकती है। तापमान के परिवर्तन के कारण रेल में अतिरिक्त तनाव और support पर अतिरिक्त बल विकसित होगा। ये UIC774-3R में दिए गए इंटरैक्शन चार्ट से प्राप्त किए गए हैं।

(ii) ब्रेकिंग और त्वरण के कारण क्रियाएं -

रेल के शीर्ष पर लागू ब्रेकिंग और त्वरण बलों को विचाराधीन लंबाई पर वितरित माना जाता है। UIC 774-3R चार्ट में माना जाने वाला अनुदैर्ध्य भार है - त्वरण = 33 KN/m, ब्रेकिंग = UIC के लोड मॉडल (LM) -71 के अनुसार 20 KN/m

RDSO BS-114 (भारतीय रेलवे पर रेल-Structure इंटरैक्शन अध्ययन करने के लिए दिशानिर्देश) के पैरा 4.2 में (RSI विश्लेषण के लिए उपयोग की जाने वाली) सरलीकृत लोडिंग निम्नानुसार है -

Loading	Vertical Load Intensity with Impact (kN/m)		TE intensity (kN/m)			BF Intensity (kN/m)	
Length of UDL→	0-12	12 - ∞	0-12	12-40	40-∞	0-12	12-∞
DFC Loading	233.72	136	47	22	0	36	16
HM Loading	219.04	135	47	25	0	32	14
25T Loading 2008	182.95	104	47	22	0	34	13
MBG Loading	182.91	91	47	18	0	34	13

(iii) डेक के झुकने के कारण क्रियाएं

ऊर्ध्वाधर यातायात भार डेक को मोड़ने का कारण बनता है, जो बदले में अंत वर्गों (End Section) के रोटेशन और डेक के ऊपरी किनारे के विस्थापन का कारण बनता है। पुल डेक के ऊर्ध्वाधर

झुकने के कारण अन्योन्यक्रिया (interaction) के मूल्यांकन के लिए डिजाइन वक्र का मूल्यांकन क्रमशः अनलोड और लोड किए गए ट्रैक के लिए 25 KN/m और 50 KN/m के बराबर अनुदैर्ध्य ट्रैक प्रतिरोध के संबंध में किया गया है। निम्नलिखित दो अलग-अलग स्थितियों के लिए UIC 774-3R में डिज़ाइन वक्र दिए गए हैं -

डेक ब्रिज - ट्रैक ब्रिज डेक के शीर्ष पर स्थित है (ट्रैक अक्ष के नीचे डेक तटस्थ अक्ष)

Through गर्डर ब्रिज - ट्रैक अक्ष के ऊपर डेक तटस्थ अक्ष।

उपर्युक्त पैरा में तालिका में दिए गए ऊर्ध्वाधर भार का उपयोग IRS लोडिंग के लिए डेक के झुकने के लिए किया जाना है।

4.10.4 (IV) लोड मामलों का संयोजन- कुल support प्रतिक्रिया की गणना के लिए और प्रत्येक रेलवे द्वारा निर्धारित अनुमेय मूल्य के साथ रेल में वैश्विक तनाव की तुलना करने के लिए, वैश्विक प्रभाव $\sum R$ की गणना निम्नानुसार की जाती है -

$\sum R = \alpha R\ (\Delta T) + \beta R$ (ब्रेकिंग) + γR (झुकने)

α, β, γ संयोजन कारक हैं।

चूंकि RSI सेवायोग्यता की स्थिति है, α, β, γ कारक को 1 के रूप में लिया जा सकता है।

4.10.4 (V) पुल पर निरंतर वेल्डेड रेल में अनुमेय अतिरिक्त तनाव - UIC 774 – 3R प्रावधान

स्टील ग्रेड के UIC 60 किग्रा CWR पर सैद्धांतिक स्थिरता गणना कम से कम 900 N/mm^2 ताकत, न्यूनतम वक्र त्रिज्या 1500 मीटर, बलास्ट ट्रैक पर रखी गई, कंक्रीट स्लीपर और 30 सेमी से अधिक समेकित बलास्ट कुशन के साथ रेल/पुल इंटरैक्शन के कारण रेल तनाव की वृद्धि के लिए कुल संभव मूल्य देती है जैसा

कि नीचे दर्शाया गया है -

अधिकतम अनुमेय अतिरिक्त संपीड़न रेल तनाव 72 N/mm^2 है,

अधिकतम अनुमेय अतिरिक्त तन्यता रेल तनाव 92 N/mm^2 है।

IRS ब्रिज नियम प्रावधान

IRS ब्रिज नियम पैरा 2.8.2.4.3(c) में अतिरिक्त कंप्रेसिव और टेनसाइल स्ट्रेस 60 किलोग्राम रेल के लिए 60N/mm^2 और 75N/mm^2 और स्पर्शरेखा ट्रैक के लिए 52 किलोग्राम रेल के लिए 50N/mm^2 और 60N/mm^2 के रूप में दिए गए हैं। उनका उपयोग भारतीय रेल पर पुलों के आरएसआई (RSI) विश्लेषण के लिए किया जाना है।

चूंकि UIC 774 3R ट्रैक ब्रिज इंटरैक्शन चार्ट UIC LM-71 लोडिंग के लिए तैयार किए जाते हैं, इसलिए यह बेहतर है कि RSI विश्लेषण सॉफ्टवेयर यानी MIDAS सिविल, LUSAS का उपयोग RSI विश्लेषण के लिए किया जा सकता है। RDSO BS-114 (भारतीय रेलवे पर रेल-संरचना अन्योन्यक्रिया अध्ययन (RSI) करने के लिए दिशानिर्देश) बहुत उपयोगी हैं। RDSO दिशानिर्देशों का उपयोग मेट्रो रेलवे पर रेल-संरचना इंटरैक्शन अध्ययन (RSI) करने के लिए या RSI विश्लेषण के लिए किया जा सकता है।

4.10.5 बेयरिंग के साथ वाले बलास्ट डेक ब्रिज पर LWR का प्रावधान-

RSI (रेल स्ट्रक्चर इंटरैक्शन) से संबंधित उपर्युक्त पैरा 4.10.4 में बताई गई चर्चा के आधार पर, बियरिंग के साथ प्रदान किए गए बलास्ट डेक पुल पर LWR का प्रावधान IRPWM पैरा 330 के अनुसार है -

IRPWM पैरा 330 के अनुसार - IRPWM का पैरा 330 - बलास्ट डेक और बलास्ट रहित रेलपथ (बीएलटी) वाले पुल (बेयरिंग सहित)

पुल नियम (Bridge Rules) के पैरा 2.8.1.2 के अनुसार ऐसे पुलों पर LWR के प्रभाव और पुल की उप-संरचना पर इसके प्रभाव का पता लगाने के लिए CBE /CAO (C) के डिजाइन कार्यालय द्वारा विस्तृत गणना की जाएगी।

उपरोक्त गणनाओं के आधार पर केस-टू-केस आधार पर LWR/ CWR की अनुमति दी जा सकती है। यदि विस्तृत गणना नहीं की जाती है तो बिना बलास्ट वाले डेक वाले पुलों के लिए IRPWM के पैरा 331 के अनुसार बलास्ट डेक पुलों (बेयरिंग सहित) पर LWR की अनुमति दी जा सकती है। बीएलटी पुलों पर LWR/ CWR की अनुमति केवल तभी दी जा सकती है, जब उपरोक्त गणना के आधार पर संतोषजनक पाया जाए। मुख्य पुल अभियंता/ सीएओ (सी) CBE / CAO(c), RSI प्रभावों को नियंत्रित करने के लिए विशेष व्यवस्था के उपयोग की अनुमति दे सकते हैं जैसा कि RDSO रिपोर्ट संख्या बी एस-114 में निर्धारित किया गया है।

स्पष्टीकरण - जैसा कि ऊपर देखा जा सकता है, बलास्ट डेक पुल में एक बेरिंग की लगाने मात्र से रेल संरचना इंटरैक्शन (RSI) अध्ययन की आवश्यकता हो गई है। यदि RSI का उपर्युक्त अध्ययन नहीं किया जाता है तो गर्डर पुल पर (जो तुलनात्मक रूप से अधिक प्रतिबंधात्मक स्वरूप के हैं) LWR को जारी रखने से संबंधित प्रावधान को अपनाया जाएगा। नीचे पैरा में इसकी चर्चा की गई है -

4.10.6 IRPWM का पैरा 331 - गैर-बलास्ट डेक वाले पुल -

LWR/CWR को नीचे उपपैरा (1) से (3) में निर्दिष्ट समग्र लंबाई के साथ ऐसे पुलों पर जारी रखा जाएगा -

(a) पुलों में रेल मुक्त फास्टनिंग्स (एकल स्पैन 30.5 मीटर से अधिक न हो और दोनों सिरों पर स्लाइडिंग बेयरिंग युक्त)

पुल की कुल लंबाई निम्नलिखित शर्तों के साथ नीचे दी गई

तालिका में प्रदान किया गया सीमा से ज्यादा नहीं होगा -

(i) एबटमेंट के बीच पुल की पूरी लंबाई में रेल मुक्त फास्टनिंग्स मुहैया कराई जाएंगी।

(ii) LWR का SEJ इस प्रकार स्थित होना चाहिए कि ब्रिज LWR की ब्रीदिंग लंबाई में न आए। दोनों तरफ 50 मीटर तक के एप्रोच ट्रैक को पर्याप्त टो लोड के साथ लोचदार रेल क्लिप के साथ PSC स्लीपरों को प्रदान करके अच्छी तरह से anchor ताकि क्रीप को रोका जा सके।

(iii) 50 मीटर तक एप्रोच ट्रैक के बलास्ट खंड का shoulder ballast रेल की तलहटी तक ढेर किया जाएगा और अत्यधिक गर्मी और सर्दी के महीनों के दौरान सुव्यवस्थित और समेकित स्थिति में रखा जाएगा।

(b) पुलों में रेल मुक्त फास्टनिंग्स और आंशिक रूप से बॉक्स anchor डाले हुए (एकल स्पैन 30.5 मीटर से अधिक न हो एवं जिसके दोनों सिरों पर स्लाइडिंग बेयरिंग हों)

पुल की कुल लंबाई निम्नलिखित शर्तों के साथ तालिका-1 में प्रदान की गई अधिकतम लंबाई से अधिक नहीं होगा -

(i) केन्द्रीय स्लीपरों को अनुमोदित रूप से उचित V प्रकार या T प्रकार एंकर के साथ एंकरिंग व्यवस्था (अंत स्पैन में प्रत्येक में दो और मध्य स्पैन में एक-एक) के साथ एंकर किया जाएगा और शेष स्लीपरों को रेल-मुक्त फास्टनिंग्स प्रदान किए जाएंगे।

(ii) एप्रोच ट्रैक में रेलपथ संरचना का निर्धारण और अनुरक्षण उपर्युक्त (1) (ii) और (iii) में यथा उल्लिखित मानकों के अनुरूप किया जाएगा।

(iii) LWR/CWR बिछाने से पहले गर्डरों को बियरिंग पर अवस्थिति स्ट्रिप्स के संदर्भ में केन्द्रीकृत किया जाएगा।

(iv) प्रत्येक वर्ष मार्च और अक्तूबर माह के दौरान स्लाइडिंग

बियरिंगों का निरीक्षण किया जाएगा और सभी विदेशी सामग्रियों को हटा दिया जाएगा । बीयरिंगों का स्नेहन (lubrication) दो साल में एक बार किया जाएगा।

LWR/CWR पर अनुमत पुलों की अधिकतम समग्र लंबाई (मीटर में) IRPWM के पैरा – 331(1) & 331(2)

तापमान क्षेत्र	रेलखंड	पैरा 331(1) के अनुसार पुलों पर रेल-फ्री फास्टनिंग तथा पुल के अप्रोच पर PRC स्लीपर	पुलों पर रेल-फ्री फास्टनिंग और पैरा 331(2) के अनुसार आंशिक रूप से बॉक्स-एंकर और एप्रोच पर PRC स्लीपर के साथ
I	60 Kg / m	30	77
	52 Kg / m	45	90
II	60 Kg / m	11	42
	52 Kg / m	27	58
III	60 Kg / m	11	23
	52 Kg / m	27	43
IV	60 Kg / m	11	23
	52 Kg / m	27	43

स्पष्टीकरण - उपरोक्त (6) (ए) और (बी) के तहत वर्णित उपरोक्त मामले में, यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि उपरोक्त गर्डर पुल **LWR के मध्य भाग में** गिर रहा है, अर्थात, पुल पर रेल की कोई अनुदैर्ध्य गति नहीं है, लेकिन LWR में बल, P, अधिकतम है, जिसे t_p और t_d के बीच अंतर के अनुसार उत्पन्न किया जा सकता है।

इसके अलावा, उपरोक्त मामले में पुल की लंबाई पुल पर रेल मुक्त फास्टनिंग्स की उपस्थिति के कारण 50 मिमी तक सीमित होने वाले अंतर की अधिकतम मात्रा से बाधित है। इस प्रकार, जैसा कि ऊपर से देखा जा सकता है, LWR में समायोजित किए जा सकने वाले पुल की अधिकतम लंबाई बहुत बड़ी नहीं है।

(c) LWR/CWR को, गर्डर ब्रिज पर रेल-मुक्त फास्टनिंग्स का उपयोग करके पुल के दूसरे छोर पर SEJ के प्रावधान के साथ, पुल के ऊपर भी जारी रखा जा सकता है (चित्र 3.5 (b) । इस मामले में पुल की लंबाई, हालांकि, रेल के विस्तार, संकुचन और क्रीप, यदि कोई हो, को अवशोषित करने के लिए SEJ की क्षमता से प्रतिबंधित होगी । उपर्युक्त व्यवस्था के साथ पुलों की लंबाई (जिन्हें 120 मिमी और 190 मिमी की अधिकतम आवाजाही वाले SEJ के साथ) विभिन्न रेल तापमान जोनों में LWR/CWR अनुमति दी जा सकती है, निम्नानुसार हैं

तापमान क्षेत्र	प्रयुक्त SEJ की अधिकतम संकुचन (मिमी में)	इस मामले के लिए पुल की कुल लंबाई	एप्रोच स्लीपर्स पर PRC स्लीपर्स के साथ td पर प्रदान किया जानेवाला प्रारंभिक अंतराल
IV	190	55m	7.0 cm
III		70m	7.0 cm
II		110m	6.6 cm
I		160m	6.5 cm
II	120	20m	4.0 cm
I		50m	4.0 cm

नोट -

(i) SEJ को एबटमेंट से 15 मीटर की दूरी पर संस्थापित किया जाना है।

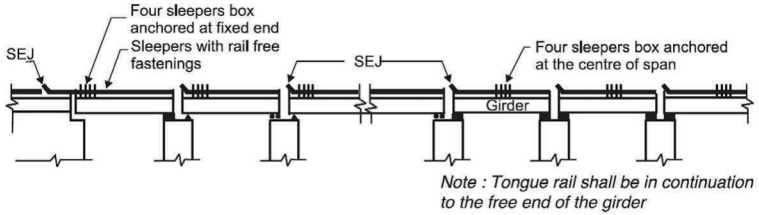
(ii) 65 मिमी (अधिकतम) के 2 अंतराल वाले उन्नत SEJ (RDSO/T-6922 और RDSO/T-6930) को 120 मिमी अधिकतम अंतराल वाले IRS डिजाइन SEJ के स्थान पर पुलों के किसी एक तरफ के अप्रोच पर बिछाने के लिए भी उपयोग किया जा सकता है ।

स्पष्टीकरण - (6) (सी) के तहत वर्णित उपरोक्त मामले में, पुल पर रेल में कोई बल नहीं है क्योंकि वे विस्तार और संकुचन के लिए स्वतंत्र हैं ।

इसके अलावा, उपर्युक्त मामले में पुल की लंबाई पुल के एक छोर पर प्रदान किए गए SEJ में अधिकतम अंतर (केवल एक तरफ) द्वारा सीमित है जो LWR श्वसन लंबाई (दो भागों में विभाजित, अर्थात पुल के एक अप्रोच पर 15 मीटर और दूसरे अप्रोच पर बाकी श्वसन लंबाई) एवं पुल पर रेल के मुक्त विस्तार/संकुचन को समायोजित करने में सक्षम हो।

(d) यदि ऊपर पैरा 4.10.1 से 4.10.6 के अनुसार पुल पर LWR उपबंधित नहीं किया जा सकता है तो 30 मीटर दूर (चित्र 4.10) की दूरी पर दोनों एबटमेंट पर SEJ की व्यवस्था करके और बीच में आने वाले रेलपथ की लंबाई पर 26 मीटर/13 मीटर रेल की SWR लगाकर पुल को अलग करने के अलावा (Isolate) कोई विकल्प नहीं होगा।

(i) मल्टीपल स्पैन ब्रिज के मामले में, पुल पर रेल मुक्त फास्निंग्स के साथ प्रत्येक pier पर एक SEJ उपलब्ध कराना। क्रीप से बचने के लिए, प्रत्येक स्पैन पर चार स्लीपर बॉक्स-एंकर लगाए जाएंगे। ये एंकर गर्डर के रॉकर्स छोर पर प्रदान किए जाएंगे, यदि गर्डर में एक तरफ रोलर्स और दूसरी तरफ रॉकर्स हैं। ये एंकर स्पैन के केंद्र में होंगे यदि गर्डर्स के दोनों तरफ स्लाइडिंग बियरिंग हैं।



चित्र 4.10 पुल पर वेल्डेड रेल निकटवर्ती LWR से अलग करने के लिए

या

(ii) सिंगल स्पैन ब्रिज के मामले में, रेल मुक्त फास्निंग्स वाले

ऐसे सिंगल स्पैन ब्रिज पर वेल्डेड रेल और दोनों एबटमेंट से 30 मीटर की दूरी पर SEJ के साथ 190 गैप वाली SEJ लगाया जा सकता है। SEJ को पुल पर रेल के मुक्त विस्तार या संकुचन के साथ-साथ एक तरफ के अप्रोच पर श्वसन लंबाई की संकुचन को पूरा करना होगा। इसलिए SEJ को एक wide gapSEJ होना चाहिए। सामान्य SEJ और 190 मिमी अधिकतम अंतराल SEJ के साथ अनुमेय अवधि लंबाई नीचे तालिका में दी गई है। रेल की लंबाई के बीच के 4 स्लीपरों पर बॉक्स एंकर लगाया जाएगा।

तापमान क्षेत्र	एकल स्पान गर्डर पुल की अधिकतम लंबाई
IV	75 m
III	87 m
II	110 m
I	146 m

नोट - उपरोक्त इन दोनों व्यवस्थाओं (d) (i) & (ii) में, पुल पर रेल विस्तार और संकुचन के लिए स्वतंत्र हैं इसलिए उन्हें LWR नहीं कहा जाता है, उन्हें वेल्डेड रेल कहा जाता है। SEJ LWR का हिस्सा नहीं है, बल्कि पुल के ऊपर वेल्डेड रेल का केवल एक हिस्सा है। अतः ऐसे SEJ पर अंतराल को मापने और रिकार्ड करने की आवश्यकता नहीं है।

4.11 LWR के लिए अनुमोदन और विचलन

IRPWM के उपर्युक्त चर्चा किए गए प्रावधान LWR के लिए अनुमत स्थान से संबंधित हैं। अनुमोदन और विचलन से संबंधित IRPWM पैरा 326 (4) में कहा गया है कि -

(a) LWR/CWR की स्थापना, या बाद के चरण में इसके संविधान में परिवर्तन को प्रत्येक मामले में मुख्य ट्रैक इंजीनियर का अनुमोदन प्राप्त होगा,

(b) उपर्युक्त अनुमोदन इस अध्याय में चर्चा किए गए विभिन्न प्रावधानों के आधार पर IRPWM के पैरा 336 (1) (सी) के अनुसार तैयार की गई विस्तृत योजना पर प्राप्त किया जाएगा।

(c) तथापि, इस प्रावधान से किसी विचलन के लिए प्रधान मुख्य इंजीनियर का अनुमोदन प्राप्त किया जाएगा।

***

अध्याय V

LWR बिछाना और डीस्ट्रेसिंग

भाग – A – LWR बिछाना

5.0 LWR ट्रैक बिछाने के लिए पूर्व-आवश्यकताएँ

LWR/CWR के ठीक से काम करने की एक महत्वपूर्ण पूर्वशर्त है कि इसे पहली बार में ही उच्च मानकों के साथ बिछाया जाए और बाद में भी इसका रखरखाव ऐसे प्रशिक्षित कर्मचारियों द्वारा किया जाए जिनके पास मान्यता प्रमाणपत्र हो और जिनका प्राधिकरण का स्तर IRPWM में निर्धारित स्तर से कम नहीं हो।

5.1 सर्वेक्षण

जिन खंडों पर LWR/CWR बिछाने का प्रस्ताव है, उनका पैदल सर्वेक्षण निम्नलिखित के संबंध में किया जाएगा -

a) उस स्थान की पहचान जहां LWR नहीं बिछाया जा सकता

LWR/CWR को पूर्व नियोजित स्थानों पर निम्नलिखित बाधा वाले स्थानों के कारण नहीं बिछाया जा सकता है-

i) ऐसे पुल जिनकी उपसंरचना/अधिरचना अत्यधिक खराब स्थिति में है

ii) तीव्र कर्व

iii) तीव्र ढाल

iv) पुल के ऊपर

v) अस्थिर फॉर्मेशन आदि।

उपरोक्त स्थानों/खंडों की पहचान की जाएगी और इन्हें दोनों छोर पर SEJ के प्रावधान द्वारा LWR/CWR के शेष हिस्से से अलग

किया जाएगा। विशेष मामलों में, ऐसे स्थान जो अनुमत स्थानों के मापदण्डों का पालन नहीं करते हैं, वहाँ मामले दर मामले के आधार पर PCE की मंजूरी के साथ LWR बिछाने पर विचार किया जा सकता है, बशर्ते कि ऐसी पर्याप्त अतिरिक्त सावधानियां बरती जाएं जो कि 'P' फोर्स तथा इसके सामना करने के लिए उत्पन्न ट्रैक प्रतिरोध 'R' के बीच सभी स्थितियों में संतुलन बनाए रखने के लिए आवश्यक हैं।

b) प्रारंभिक कार्यों की पहचान

LWR/CWR बिछाने से पहले उन स्थानों की पहचान की जाएगी जहां प्रारंभिक कार्य किए जाने की आवश्यकता है, ये कार्य निम्नानुसार हैं -

i) LWR गिट्टी प्रोफाइल के अनुसार गिट्टी की भरपाई
ii) इंसुलेटेड जोड़ों को ग्लूड जोड़ों से बदलना
iii) वक्रों का पुन - संरेखण
iv) सैग या हम्प को खत्म करने के लिए ट्रैक को ऊपर उठाना या नीचे करना
v) ऊर्ध्वाधर वक्रों को लगाना और उनका सुधार
vi) अस्थिर फॉर्मेशन का स्थिरीकरण
vii) कमजोर पुलों का पुनर्वास
viii) यदि आवश्यक हो तो ट्रैक को उठाने या नीचे करने के साथ-साथ गिट्टी की गहरी छनाई।

c) LWR योजना

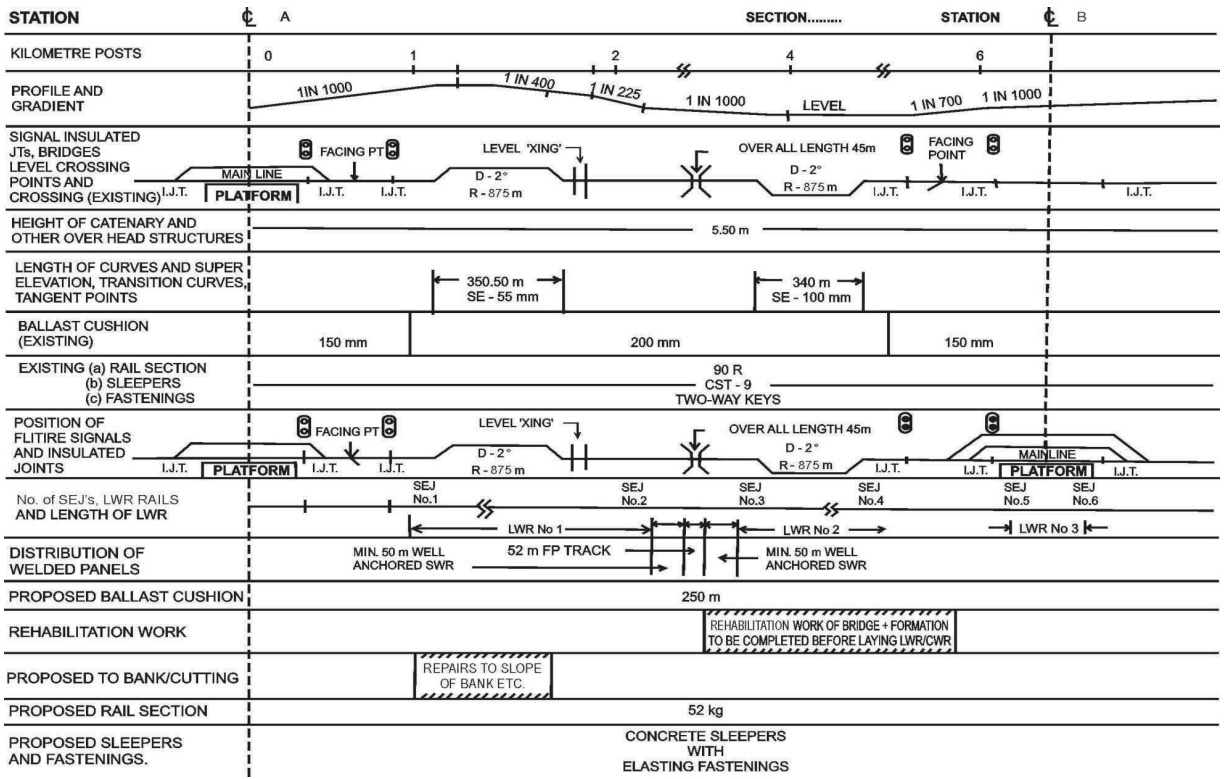
उपरोक्त उप-पैरा a) और b) में उल्लिखित स्थानों और विभिन्न अन्य विशेषताओं को दर्शाते हुए एवं SEJ के सटीक स्थान को दर्शाते हुए एक विस्तृत योजना बनाई जाएगी। विस्तृत योजना का एक नमूना चित्र 5.1 दिया गया

है। योजनाएं 1:5000 के क्षैतिज पैमाने पर तैयार की जा सकती हैं।

5.2 तापमान रिकॉर्ड

a) सेक्शन के लिए रेल तापमान और औसत रेल तापमान (t_m) की अधिकतम दैनिक भिन्नता SSE रेलपथ प्रभारी के पास उपलब्ध तापमान रिकॉर्ड से सुनिश्चित की जाएगी या तापमान माप से संबंधित टीएमएस रिकॉर्ड के अनुसार बनाया जाएगा।

b) यदि पिछले पांच वर्षों के रेल तापमान रिकॉर्ड उपलब्ध नहीं हैं, तो 'रेल तापमान क्षेत्रों को दर्शाने वाले भारत के मानचित्र' (IRPWM के पैरा 334) में दिखाए गए रेल तापमान के औसत और रेंज तापमान को अपनाया जाएगा।



चित्र 5.1 - LWR का प्रस्ताव

5.3 आवश्यक सामग्री

एक LWR बिछाने के लिए निम्नलिखित सामग्रियों की आवश्यकता होती है

i) LWR के समान रेल खंड के न्यूनतम 4.0 मीटर या उससे अधिक लंबे 4 टुकड़े।

ii) स्लीपर और फास्टनिंग्स के साथ SEJ के दो सेट।

iii) पर्याप्त संख्या में विशेष स्क्रू क्लैम्प्स के साथ 1-मीटर लंबी फिशप्लेटें / स्क्रू और बोल्ट वाले क्लैम्प्स के साथ जॉगल्ड फिश फिशप्लेटें।

iv) उपयुक्त लंबाई के रेल क्लोजर के टुकड़े।

v) 1 मीटर और 10 सेमी सीधी पट्टी।

vi) रेल काटने के उपकरण।

vii) डीस्ट्रेसिंग उपकरण यानी रोलर्स, रेल टेंसर, मैलेट और वक्र के लिए साइड रोलर।

viii) एलुमिनो-थर्मिक वेल्डिंग (AT welding) उपकरण और उसके साथ खपत होने वाली अन्य सामग्री।

ix) ट्रैक की सुरक्षा के लिए उपकरण

5.4 प्रारंभिक कार्य

a) यदि आवश्यक हो, LWR/CWR बिछाने से पहले ट्रैक को उठाने या नीचे करने के साथ-साथ गिट्टी की गहरी स्क्रीनिंग (छनाई) की जानी चाहिए। LWR/CWR के लिए निर्धारित मानक गिट्टी अनुभाग प्रदान किया जाना चाहिए।

b) अन्य सभी आवश्यक प्रारंभिक कार्य, जैसे इंसुलेटेड जोड़ों को ग्लूड जोड़ों द्वारा बदलना, मोड़ों का पुन: संरेखण, सैग और हम्प को खत्म करने के लिए ट्रैक को उठाना या नीचे करना, आवश्यकतानुसार ऊर्ध्वाधर वक्रों को

शामिल करना और सुधार कार्य, समस्याग्रस्त फॉरमेशन का स्थिरीकरण, कमजोर पुलों का पुनर्वास जैसे कार्य और जिन कार्यों पर रेलों का बदलना शामिल हो, तथा ट्रैक सुधार संबंधित अन्य अस्थायी आदि सभी कार्य LWR/CWR बिछने के पहले ही पूर्ण कर लेने चाहिये।

c) यदि कोई प्रारंभिक कार्य LWR/CWR की स्थापना से पहले पूरा नहीं किया जा सकता है, तो ऐसे हिस्सों को SEJ प्रदान करके अलग किया जाना चाहिए। इन कार्यों के पूरा होने पर, ऐसे हिस्सों को वेल्ड करके, डीस्ट्रेसिंग करने के बाद LWR/CWR के साथ जोड़ा जा सकता है।

5.5 LWR बनाने के लिए रेल की वेल्डिंग

a) रेल की वेल्डिंग - रेल को आम तौर पर फ्लैश बट वेल्डिंग/मोबाइल वेल्डिंग प्लांट द्वारा 10 से 20 रेल लंबाई या उससे अधिक के पर्याप्त लंबे पैनलों में या तो वेल्डिंग डिपो में या सेस पर या अपने स्थान पर ही वेल्ड किया जा सकता है। केवल बीच के जोड़ों को एलुमिनो-थर्मिक वेल्डिंग (SKV प्रक्रिया) द्वारा वेल्ड किया जा सकता है।

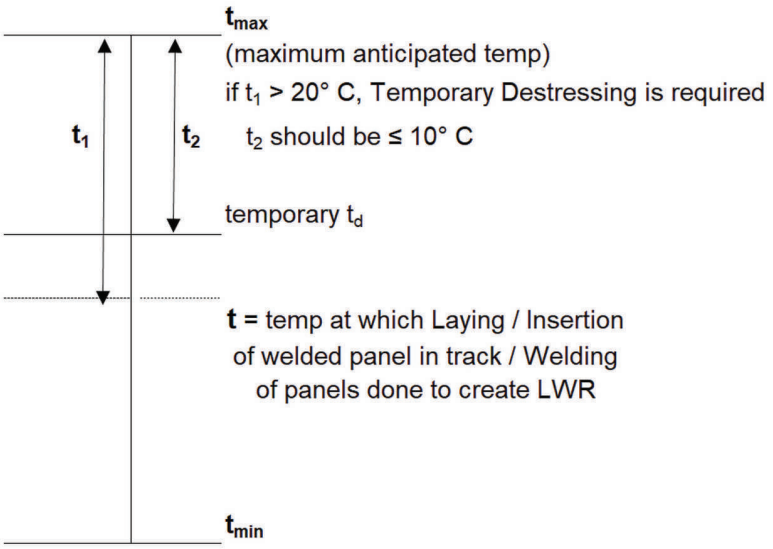
b) 880 ग्रेड (90 UTS) या उच्च ग्रेड रेल को उतारते समय, हैंडलिंग के लिए निर्धारित निर्देशों का पालन किया जाना चाहिए।

c) दोनों सिरों पर SEJ लगाना - लंबे वेल्डेड पैनल बिछाने से पहले और/या रेल की वेल्डिंग करने से पहले, SEJ के दो पूर्ण सेट, प्रस्तावित LWR/CWR के दोनों छोर पर, पूर्व-निर्धारित स्थानों पर डाले जाना चाहिये। SEJ के सेट लगते समय गैप की सेटिंग प्रारंभिक स्थिति के लिए निर्धारित औसत गैप के मानकों के अनुसार होना चाहिये। डीस्ट्रेसिंग ऑपरेशन के दौरान गैप के समायोजन

की सुविधा के लिए SEJ के LWR वाले किनारों पर 6.5 मीटर या उससे अधिक लंबाई की क्लोजर रेलें प्रदान की जाएंगी।

d) **वेल्डेड पैनलों को उतारना और बिछाना -** वेल्डेड पैनलों को बिछाने और/या साइट पर जोड़ों की वेल्डिंग कार्य, साल के किसी भी समय की जा सकती है। लेकिन लगभग 1 किमी या उससे अधिक लंबे पैनलों में वेल्डिंग करने के बाद, यथाशीघ्र डीस्ट्रेसिंग का कार्य किया जाएगा।

e) **उच्च तापमान पर अस्थायी डीस्ट्रेसिंग की आवश्यकता-** अपरिहार्य परिस्थितियों में जहां डीस्ट्रेसिंग तुरंत नहीं की जा सकती है और उचित अवधि के भीतर किए जाने की संभावना नहीं है, मौजूदा रेल तापमान पर कड़ी निगरानी रखी जाएगी, और यदि रेल का तापमान उस रेल तापमान से 200C से अधिक बढ़ जाता है जिस पर रेल की वेल्डिंग/वेल्डेड पैनल बिछाने का काम किया गया था, तो अंतिम डीस्ट्रेसिंग तक संभावित अधिकतम रेल तापमान से 10°C कम रेल तापमान पर अस्थायी डीस्ट्रेसिंग की जाएगी। नीचे चित्र 5.2 देखें



चित्र 5.2 - एलडब्ल्यूआर बिछाते समय अस्थायी डीस्ट्रेसिंग की आवश्यकता

यदि रेल का तापमान काफी कम हो जाता है, तो कोल्ड वेदर पेट्रोलिंग शुरू की जानी चाहिए । ट्रैक का समेकन प्राप्त होने के बाद अंतिम डीस्ट्रेसिंग की जाएगी ।

g) **गति प्रतिबंध -** ट्रैक की उस लंबाई पर, जहां वेल्डेड पैनल 1 मीटर लंबी फिशप्लेट्स के साथ विशेष स्क्रू क्लैंप या जॉगल्ड फिश प्लेटों के साथ या खांचे वाले फिशप्लेट और बोल्ट वाले क्लैम्प्स से जुड़े हैं, 30 Kmph का अस्थायी गति प्रतिबंध (BG और MG दोनों) लगाया जाएगा । अन्य सभी मामलों में अनुमत गति 20 किमी प्रति घंटा (BG और MG दोनों) होगी

5.6 SEJ पर गैप

a) SEJ में गैप को LWR/CWR के बिछाते समय / डीस्ट्रेसिंग के समय प्रारंभिक गैप में समायोजित किया जाएगा, जो कि

t_d पर 52 Kg/60 Kg रेल खंड के लिए 40 mm है।

b) LWR के सेवा काल / रखरखाव के दौरान विभिन्न रेल तापमानों पर, टंग रेल टिप/स्टॉक रेल के कोना एवं SEJ पर अंकित संदर्भ चिह्न के बीच का मापा गया अंतर, रेलपथ नियमावली में निर्धारित सैद्धांतिक सीमा से ± 10 mm से अधिक भिन्न नहीं होना चाहिये।

c) जहां SEJ के एक तरफ फिश प्लेटेड या SWP ट्रैक जुड़ा हुआ है, वहां LWR/CWR की तरफ टंग रेल टिप/स्टॉक रेल कॉर्नर और संदर्भ चिह्न के बीच का अंतर सैद्धांतिक सीमा से ± 10 mm से अधिक भिन्न नहीं होना चाहिये।

भाग-B - LWR ट्रैक की डीस्ट्रेसिंग

5.7 LWR ट्रैक की डीस्ट्रेसिंग

LWR/CWR को वांछित या निर्दिष्ट रेल तापमान पर तनाव मुक्त स्थिति में सुरक्षित करने के लिए डीस्ट्रेसिंग की जाती है।

5.7.1 डीस्ट्रेसिंग की आवश्यकता -

(1) LWR/CWR के असामान्य व्यवहार का अनुमान निम्नलिखित में से एक या अधिक को देखकर लगाया जा सकता है -

(a) जब SEJ में देखा गया गैप

(i) IRPWM के अनुलग्नक - 3/9 में निर्दिष्ट सीमा से अलग है।

(ii) SEJ के अधिकतम डिज़ाइन गैप से अधिक है

(iii) जब टंग रेल की नोक / स्टॉक रेल का कोना संदर्भ रेखा को पार कर जाए

(b) LWR के मध्य भाग में अत्यधिक क्रीप जो 20 mm से भी ज्यादा देखे जाए।

(2) उपरोक्त उप पैरा (1) में दिये गए मामलों में, LWR/CWR का ADEN द्वारा निम्नलिखित के संदर्भ में निरीक्षण किया जाएगा -

(a) गिट्टी की कमी,

(b) गिट्टी का खराब संघनन/समेकन,

(c) फिटिंग्स की कमी,

(d) ERC का खराब टो लोड

(e) फॉरमेशन संबंधी परेशानी यदि कोई हो,

(f) क्या पूर्व में हुए रेल फ्रैक्चर के बाद स्थायी मरम्मत के दौरान IRPWM के पैरा 349 के अनुसार प्रक्रियाओं का

पालन किया गया था या नहीं,

(g) कर्मचारियों द्वारा दोषपूर्ण थर्मामीटर का उपयोग किए जाने की संभावना।

उपरोक्त निरीक्षण के बाद, ट्रैक प्रतिरोध कमी के सुधार के लिए उपयुक्त सुधारात्मक कार्रवाई जल्द से जल्द पूरा किया जाएगा। इसके बाद, SEJ/LWR को JE/SSE/(पी.वे) द्वारा सक्रिय रूप से कड़ी निगरानी में रखा जाएगा। यदि LWR/CWR अभी भी असामान्य व्यवहार करता है, तो LWR/CWR को तनाव मुक्त करने के लिए ADEN द्वारा निर्णय लिया जाएगा।

(3) IRPWM के पैरा 346 में उल्लिखित विशेष रखरखाव कार्यों के बाद, डीस्ट्रेसिंग किया जाएगा।

(4) IRPWM के पैरा 348 में उल्लिखित किसी असामान्य घटना के बाद ट्रैक की बहाली के बाद, डीस्ट्रेसिंग किया जाएगा।

(5) यदि उन स्थानों की संख्या (जहां रेल/वेल्ड के प्रतिस्थापन के माध्यम से मरम्मत की गई है), प्रति किमी तीन से अधिक है, तो LWR/CWR के प्रभावित हिस्से की डीस्ट्रेसिंग की जाएगी।

(6) उपरोक्त आवश्यकता आधारित आवश्यकताओं के अलावा, LWR बिछाने के तुरंत बाद डीस्ट्रेसिंग करनी होगी।

उपरोक्त सभी मामलों में, जब डीस्ट्रेसिंग करना होता है, तो वांछित/निर्दिष्ट रेल तापमान पर LWR/CWR में तनाव मुक्त स्थिति को सुरक्षित करने के लिए डीस्ट्रेसिंग ऑपरेशन रेल टेंसर के साथ या उसके बिना किया जाता है।

5.7.2 LWR डीस्ट्रेसिंग प्रक्रिया

5.7.2.1 सामान्य

a) डीस्ट्रेसिंग का कार्य, उचित तापमान पर, पर्याप्त अवधि के ट्रैफिक ब्लॉक के दौरान SSE/JE /पी- वे की व्यक्तिगत

देखरेख में किया जाएगा।

b) ट्रैफिक ब्लॉक की कुल अवधि को कम करने के लिए, ट्रैफिक ब्लॉक प्राप्त करने से पहले 30 किमी/घंटा की गति प्रतिबंध लगाना और हर दूसरे स्लीपर पर फास्टनिंग्स को ढीला/हटाना बेहतर है।

i) रेल की मुक्त आवाजाही में आने वाली बाधाओं जैसे रेल एंकर, गार्ड रेल, चेक रेल आदि को पहले ही हटा दें।

ii) डीस्ट्रेसिंग ऑपरेशन जहां भी आवश्यक हो, रबर पैड, ईआरसी और लाइनर की जांच करने और बदलने का अवसर प्रदान करता है, तदनुसार खराब रबर पैड, लाइनर, क्षतिग्रस्त ईआरसी को बदलने, ग्रीस किए गए ईआरसी की रीसाइक्लिंग, आदि की योजना पहले से बना लेना चाहिए।

iii) डीस्ट्रेसिंग ऑपरेशन के दौरान, रेल को स्वतंत्र रूप से चलने की अनुमति देने के लिए प्रत्येक 15वें स्लीपर पर रेल को उठाना और रोलर्स पर रखना आवश्यक है।

iv) घुमावदार ट्रैक पर डीस्ट्रेसिंग करते समय साइड रोलर का भी उपयोग किया जाएगा। टेन्सर से तनाव कम करने के लिए कर्व के अंदर की तरफ साइड सपोर्ट को प्रत्येक nवें स्लीपर पर रखा जाना चाहिए

जहां,

$$n = \frac{\{\text{वक्र की त्रिज्या (R) x प्रति रेल लंबाई स्लीपरों की संख्या}\}}{50 \times (t_o - t_p)}$$

बिना टेंसर के तनावमुक्त करने की स्थिति में, n का मान वक्र की त्रिज्या (R)/50 के रूप में लिया जा सकता है।

v) प्रत्येक तीन आंतरिक सपोर्ट के लिए एक की दर से बाहरी सपोर्ट का अतिरिक्त उपयोग किया जाएगा।

5.7.2.2 रेल टेंसर के उपयोग के बिना LWRs/CWRs की डीस्ट्रेसिंग

यदि डीस्ट्रेसिंग के समय रेल तापमान डीस्ट्रेसिंग तापमान के लिए निर्दिष्ट सीमा के भीतर है, तो रेल टेंसर का उपयोग किए बिना नीचे दी गई विस्तृत प्रक्रिया अपनाई जा सकती है।

1. पर्याप्त अवधि के ट्रैफिक ब्लॉक की व्यवस्था ऐसे समय में की जानी चाहिए जब रेल का तापमान, नीचे दिए गए IRPWM (डीस्ट्रेसिंग तापमान) के पैरा 335 में t_d के लिए निर्दिष्ट तापमान सीमा के भीतर होगा, और उस दौरान फास्टनिंग लगाके रेल को स्लीपर से बांधा जाना हो।

ज़ोन	रेल सेक्शन	t_d के लिए निर्दिष्ट तापमान सीमा
I, II & III	सभी रेल सेक्शन	t_m to t_m + 5°C
IV	(i) अन्य रेल सेक्शन	t_m to t_m + 5°C
	(ii) 52 केजी एवं भारी	t_m + 5°C to t_m + 10°C

संपूर्ण कार्य SSE/JE/P. Way की व्यक्तिगत देखरेख में किया जाएगा।

2. वास्तव में ब्लॉक लेने से पहले, 30 किमी/घंटा की गति प्रतिबंध लगाया जाना चाहिए और हर दूसरे स्लीपर पर फास्टनिंग को ढीला किया जाना चाहिए।

3. ब्लॉक लेने के बाद, क्लोजर रेल को हटा दिया जाएगा, SEJ को निर्धारित प्रारंभिक गैप पर समायोजित किया जाएगा यानी SEJ अंतर को 52 Kg / 60 Kg रेल खंड के लिए 40 mm और अन्य रेल खंड के लिए 60 mm रखा जाएगा और SEJ को बांधा जाएगा।

4. दोनों रनिंग रेलों पर शेष स्लीपर के फास्टनिंग्स को SEJ के पास के छोर से शुरू करके LWR के केंद्र की ओर हटा दिया जाएगा।

रेल को स्वतंत्र रूप से विस्तार / संकुचित होने के लिए प्रत्येक 15वें स्लीपर पर रेल को उठाया जाएगा और रोलर्स पर रखा जाएगा। घुमावदार ट्रैक पर साइड रोलर्स को भी प्रयोग किया जा सकता है। रेलों को उनके अनुदैर्ध्य संचलन में सहायता के लिए भारी लकड़ी के हथौड़ों से क्षैतिज रूप से मारा जाएगा।

5. फिर रोलर्स को हटा दिया जाएगा, संरेखण को सही करने के लिए रेल को नीचे किया जाएगा और फास्टनिंग्स को, LWR के मध्य से शुरू करके दोनों सिरों की ओर एक साथ आगे बढ़ते हुए, कस दिया जाएगा, । फास्टनिंग्स को कसने का काम t_d के लिए निर्दिष्ट तापमान सीमा के भीतर पूरा किया जाएगा। कसने की अवधि के दौरान तापमान की वास्तविक सीमा SSE/JE/P. Way द्वारा समय और तारीख के साथ दर्ज की जाएगी।

6. फास्टनिंग को कसने के साथ ही SEJ और LWR के बीच क्लोजर रेल डालने की व्यवस्था भी शुरू कर दी जाएगी। चारों गैप्स को अलग-अलग मापा जाएगा और AT वेल्डिंग के लिए आवश्यक अंतराल रखते हुए आवश्यक लंबाई की रेल को आरी से काटा जाएगा। फिर क्लोजर रेल्स को स्लीपरों से जुड़ी स्थिति में रखा जाएगा और प्रत्येक छोर पर वेल्ड किया जाएगा। वेल्डिंग से पहले LWR के प्रत्येक छोर पर 20 मीटर के फास्टनिंग को हटा दिया जाएगा। वेल्डिंग के बाद जोड़ों को 20 मिनट तक क्लैंप किया जाएगा।

5.7.2.3 रेल टेंसर के उपयोग से LWR/CWR की डीस्ट्रेसिंग

रेल टेंसर का उपयोग करके LWR की डीस्ट्रेसिंग करने के लिए निम्नलिखित प्रक्रिया अपनाई जाएगी -

i) तनावमुक्त की जाने वाली लंबाई A_2C_2 के दोनों छोर पर एंकर लंबाई A_1A_2 और C_1C_2 प्रत्येक को l_a के बराबर चिह्नित करें (चित्र 5.3.(a))।

नोट - एंकर लंबाई 'l$_a$' को t$_p$ के न्यूनतम मान के आधार पर निर्धारित किया जाना चाहिए, जिस पर डीस्ट्रेसिंग किए जाने की संभावना है।

ii) प्रत्येक लंबाई A_2B और C_2B पर मार्कर स्तंभ W_o W_1 आदि को खड़ा करें और W_o चिह्न को रेल फ़ुट पर स्थानांतरित करें (चित्र - 5.3(a))।

<u>ध्यान दें - W_oW_1, W_1W_2 आदि दूरियां लगभग 100 मीटर के अंतराल पर चिह्नित की जाएंगी, अंतिम स्तंभ W_B और उससे पहले खंबों की दूरी 100 मीटर से कम हो सकती है।</u>

iii) ब्लॉक के दिन, एंकर लंबाई के बीच वैकल्पिक लंबाई (Manageable Length), 30 Km/h की गति प्रतिबंध लगाने के बाद हर दूसरे स्लीपर पर फास्टनिंग को ढीला किया जाना चाहिए।

iv) ट्रैफिक ब्लॉक के दौरान, जब t$_p$, वांछित t$_o$ से कम है (चित्र 5.3 (b)), तो नीचे बताए अनुसार A_2B और C_2B लंबाई के लिए डीस्ट्रेसिंग ऑपरेशन किया जाएगा -

a) 'B' के रूप में चिह्नित LWR के केंद्र में रेल को काटें और रेल की मुक्त आवाजाही की अनुमति देने के लिए कटे हुए सिरों को sideways ले जाएं। A_2C_2 के हिस्से को खोलकर रोलर्स पर लगाएं। इस स्तर पर रेल तापमान t$_p$ मापें।

b) 'B' स्थान पर रेल टेंसर को रखें और तनाव देगा शुरू करे ताकि किसी भी ठन या टेढ़ापन को दूर करने के लिए W_o पर कुछ चाल प्राप्त की जा सके और रोलर्स आदि में घर्षण को कम किया जा सके। तनाव छोड़ें और W_o पर चाल Y_o को नोट करें।

नोट - W_o पर रेल की चाल समान्यतः एंकर लंबाई की ओर होना चाहिए इसका ध्यान दे और उसका मान Y_o दर्ज करें। यदि W_o पर चाल एंकर लंबाई के तरफ ना होकर manageable length के केंद्र की ओर देखी जाती है, तो Y_o के मान को नजरअंदाज कर दिया जाएगा।

c) निशान W_1, W_2... को रेल फुट पर स्थानांतरित करें और तापमान t_p नोट करें।

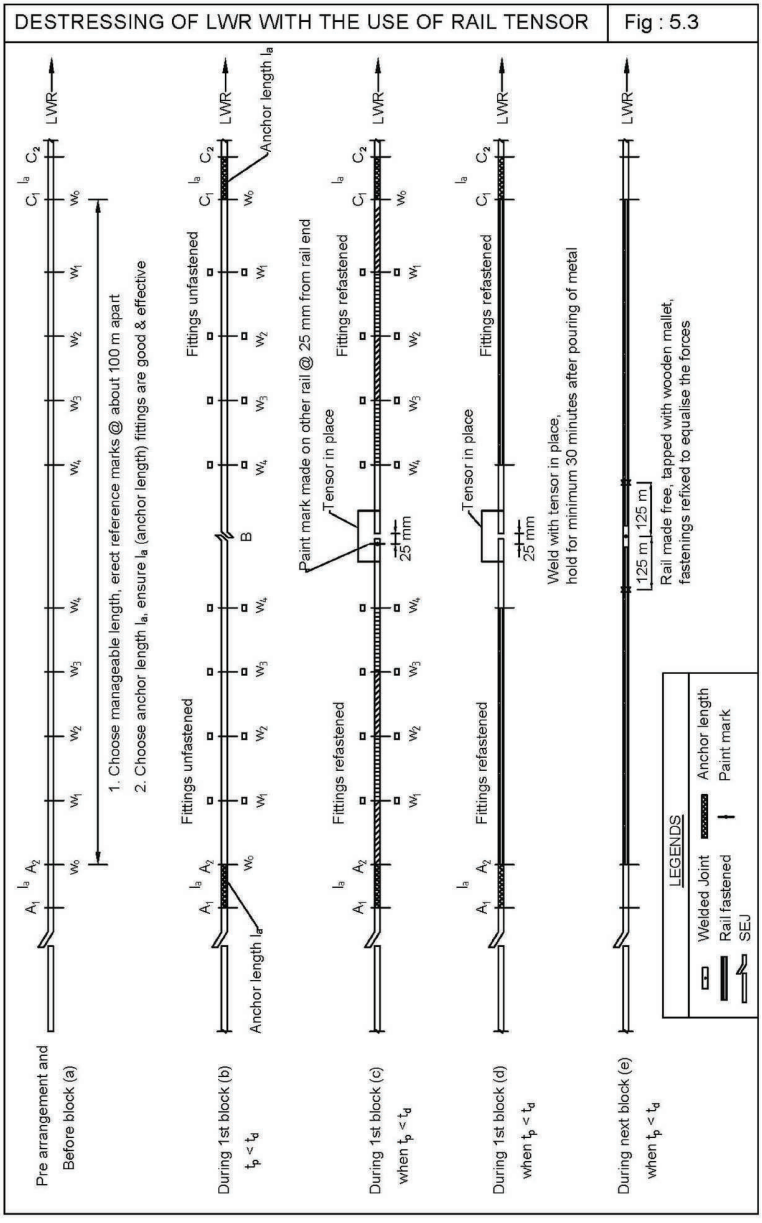
W_1 पर आवश्यक चाल की गणना इस प्रकार करें - W_1 पर चाल $=Y_o$ + तापमान अंतर के कारण लंबाई W_oW_1 (L) में हुई वृद्धि $(t_o - t_p) = Y_o + L\alpha (t_o - t_p)$

d) W_2 पर आवश्यक चाल की गणना इस प्रकार करें - चाल $W_2 = W_1$ पर चाल + तापमान अंतर $(t_o - t_p)$ के कारण लंबाई W_1W_2 (L) में हुई वृद्धि।

इसी प्रकार, शेष प्रत्येक बिंदु पर आवश्यक गतियों की क्रमिक रूप से गणना करें।

e) उपरोक्त गणना किए गए चाल को ऊपर (c) में संदर्भित स्थानांतरित निशानों से टेंसर से दूर की तरफ (एंकर लेंथ तरफ) रेल फुट पर चिह्नित करें।

f) रेल टेंसर के माध्यम से तब तक तनाव बनावें जब तक कि आवश्यक विस्तार का निशान मार्कर स्तंभ W_1 पर निशान के ऊपर न आ जाए। खंड W_oW_1 को बांध दें।



चित्र 5.3 - रेल टेंसर के उपयोग द्वारा LWR/CWR की डीस्ट्रेसिंग

g) फिर W_2 पर जांच करें, तनाव को कम करके या बढ़ाकर टेंसर को आवश्यकतानुसार समायोजित करके, मार्कर स्तंभ W_2 पर निशान के ऊपर इस स्थान पर आवश्यक विस्तार का निशान लाएं और खंड W_1W_2 को बाँध दें। इसी तरह, शेष निशानों की जांच करें, आवश्यकतानुसार तनाव को समायोजित करें और अगले पर आगे बढ़ने से पहले प्रत्येक खंड को सही निशान पर लाकर बाँध लें।

टिप्पणी -

1) IRPWM में दी गई एक्सटेंशन तालिका, L और $(t_o - t_p)$ के विभिन्न मानों के लिए $L \alpha (t_o - t_p)$ का मान देती है।

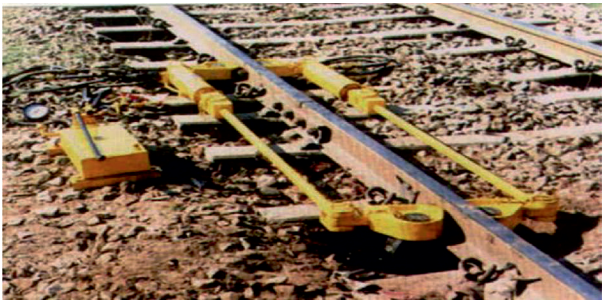
2) नोट - रेल फुट पर W_1, W_2 आदि अंकित करते समय t_p का केवल एक मान लेना होगा। इसके बाद t_p का मान लेने की आवश्यकता नहीं है। डीस्ट्रेसिंग ऑपरेशन के दौरान तापमान में परिवर्तन, यदि कोई हो, तो रेल पर संदर्भ चिह्न को खंभों पर संबंधित चिह्न के साथ मेल करते समय टेन्सर से तन्य बल को कम या बढ़ाकर स्वचालित रूप से ध्यान में रखा जाएगा।

3) यदि किसी कारण से, A2B और C2B दोनों लंबाई को एक साथ बांधा नहीं जा सकता है, तो अलग-अलग खंडों को खींचने और बांधने का काम जैसे पहले A2 से B तक और फिर, C2 से B तक किया जा सकता है, ।

h) अंतिम लंबाई A2B और C2B को बांधने का काम पूरा होने के बाद, एक रेल के मुक्त सिरे से दूसरी रेल पर एक पेंट का निशान बनाएं जो की 25 मिमी की दूरी पर हो। चित्र 5.3 (सी) देखें। टेन्सर छोड़ जा सकता है।

i) उसी ट्रैफिक ब्लॉक के दौरान, यह सुनिश्चित करते हुए कि t_p, to अधिक नहीं है, पेंट के निशान पर रेल को काटें। 25

mm का वांछित अंतर प्राप्त करने के लिए, रेल टेंसर को यथास्थान रखकर खींचकर, (चित्र 5.3 (डी)); जोड़ की वेल्डिंग करें. वैल्डिंग करने के बाद कम से कम 30 मिनट के अंतराल के बाद ही टेंसर को छोड़ें।



j) अगले ट्रैफिक ब्लॉक के दौरान, जब t_p, t_d से कम हो, तो स्थान 'B' के दोनों तरफ 125 m की लंबाई में फास्टनिंग्स को मुक्त करके और लकड़ी के हथौड़े आदि से टैप करके रेल में बलों को बराबर करें। (चित्र 5.3) इ))। रेल को मजबूती से बांधें और यातायात की अनुमति दें।

k) अगले ट्रैफिक ब्लॉक के दौरान, जब t_p IRPWM के अनुसार t_d के लिए निर्दिष्ट तापमान की सीमा के भीतर है, तो SEJ से 125 m की दूरी को तनावमुक्त करें। इसके बाद, IRPWM के प्रावधानों के अनुसार SEJ की सेटिंग सुनिश्चित करते हुए SEJ के बगल में क्लोजर रेल को वेल्ड करें, यानी t_d पर 52 Kg/60 Kg रेल खंड के लिए SEJ गैप 40 mm रखा जाएगा।

***

अध्याय VI

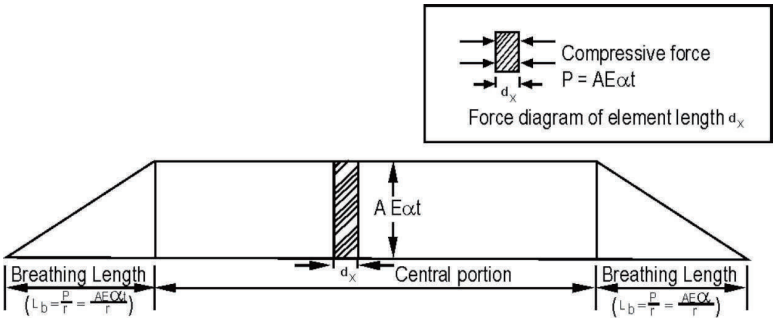
LWR ट्रैक का रखरखाव

6.1 LWR रखरखाव में बुनियादी अवधारणाएँ

1. LWR एक वेल्डेड रेल/पैनल है, जिसका केंद्रीय भाग तापमान भिन्नता के कारण किसी भी अनुदैर्ध्य संचलन से नहीं गुजरता है। इसके कारण LWR के मध्य भाग में तापीय तनाव/बल प्रेरित हो जाता है। इस तापीय बल का परिमाण $AE\alpha t$ है।

2. जब भी तापमान में बदलाव होता है, तो रेल, स्लीपर सीट के ऊपर से क्रीप करने की कोशिश करती है, हालांकि रेल स्लीपर सीट पर घर्षण के कारण क्रीप प्रतिरोध और स्लीपर रेल फास्टनिंग द्वारा प्रदान किया जाने वाला क्रीप प्रतिरोध रेल को स्लीपर सीट के ऊपर अकेले चलने की अनुमति नहीं देता है। इसलिए रेल और स्लीपर एक फ्रेम के रूप में आसपास के गिट्टी द्रव्यमान में क्रीप की कोशिश करते हैं। इस फ्रेम मूवमेंट के कारण गिट्टी का कोर विस्थापित होता है; इसलिए गिट्टी प्रतिरोध सक्रिय होता है, जिससे रेल-स्लीपर फ्रेम की संचलन को प्रतिरोध मिलता है।

3. अनुदैर्ध्य गिट्टी प्रतिरोध (r किग्रा/सेमी/रेल), थर्मल बल $P = AE \alpha t$ ($L_b \times r = P$) के प्रतिरोध की एक निश्चित लंबाई (L_b) में सीमित सीमा/मूल्य तक उत्पन्न होता है, इस बिंदु के बाद LWR में संचलन नहीं होता है जिसे यहां नीचे समझाया गया है (चित्र 6.1)



चित्र 6.1 LWR के मध्य भाग में dx लंबाई के एक तत्व पर विचार करें।

i) जब तापमान t_d से t°C बढ़ जाता है, तो इस तत्व का विस्तार = dx α t होता है।

ii) चूँकि तापमान प्रारंभिक बिछाने / डीस्ट्रेसींग वाले तापमान से ऊपर बढ़ गया है यह तत्व P के संपीड़न बल के प्रभाव में है। यह संपीड़न इस तत्व को छोटा कर देगा

$$\Delta L = \frac{P\,L}{A\,E} = \frac{P\,dx}{A\,E} = \frac{A\,E\,\alpha\,t\,dx}{A\,E} = dx\,\alpha\,t$$

iii) इसलिए, तापमान में वृद्धि के कारण तत्व का शुद्ध बढ़ाव होता है, = dx α t (तापमान में वृद्धि के कारण विस्तार) - dx α t (संपीड़न बल के कारण छोटा होना) = 0

इसलिए, कोई विस्तार/संकुचन नहीं है और इस प्रकार LWR के मध्य भाग में स्थित किसी भी तत्व में कोई संकुचन नहीं है।

4. उपरोक्त चर्चाओं के आधार पर, यह निष्कर्ष निकाला गया है कि LWR ट्रैक के संतोषजनक व्यवहार के लिए निम्नलिखित आवश्यक है -

a) इलास्टिक फास्टनिंग पूर्ण होनी चाहिए और इन्हें क्रीप के

प्रतिरोध के संबंध में संतोषजनक ढंग से व्यवहार करना चाहिए, अन्यथा, रेल स्लीपर सीट पर क्रीप करने लगेगी।

b) निर्धारित प्रोफ़ाइल के अनुसार अच्छी तरह से समेकित स्थिति में पर्याप्त गिट्टी उपलब्ध होनी चाहिए, अन्यथा अपर्याप्त गिट्टी से अनुदैर्ध्य और पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध कम हो जाएगा। इससे बकलिंग हो सकती है।

c) केंद्रीय भाग में तापीय बल का परिमाण $AE\alpha t$ है, जो LWR की लंबाई से स्वतंत्र है और किसी दिए गए रेल खंड और स्थान (तापमान क्षेत्र) के लिए यह t, यानी तापमान भिन्नता पर निर्भर करता है। इसलिए, निर्धारित तापमान सीमा से परे, उच्च तापमान रेंज में काम करने से उच्च तापीय बल उत्पन्न होंगे, जिससे बकलिंग हो सकती है। इसलिए, रखरखाव कार्य निर्दिष्ट तापमान सीमा के भीतर किया जाना चाहिए

d) रखरखाव के दौरान अत्यधिक उठाने / संरेखित करने से पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध में कमी आएगी। इससे बकलिंग भी हो सकती है। इसलिए पटरी का उठाना या संरेखित करना केवल अनुमेय सीमा के भीतर ही किया जाना चाहिए।

e) खरखाव कार्यों के दौरान, धातु संतुलन अवश्य देखा जाना चाहिए अर्थात मरम्मत के दौरान डाली गई धातु LWR से निकाली गई धातु के बराबर होनी चाहिए, अन्यथा td प्रभावित होगी। फ्रैक्चर जोड़ने के समय से अनुचित फ्रैक्चर मरम्मत से td कम हो जाएगा, जिसके परिणामस्वरूप गर्मियों के दौरान उच्च संपीड़न बल होंगे।

f) मैन्युअल रखरखाव के दौरान, मशीन रखरखाव के विपरीत स्लीपर सीट की पैकिंग के लिए स्लीपर बॉटम तक खोलना एवं उजागर करना और कंधे में गिट्टी को

खोलने की आवश्यकता होती है। इससे गिट्टी प्रतिरोध में महत्वपूर्ण गिरावट आती है, इसलिए एक समय पर केवल 30 स्लीपर खोले जाते हैं और दोनों तरफ 30 बॉक्स वाले स्लीपर छोड़ दिए जाते हैं। (असाधारण मामलों में 100 स्लीपरों को SSE/JE सीधी निगरानी में खोला जा सकता है, बशर्ते LWR का व्यवहार संतोषजनक हो)।

g) LWR को स्थिर संरचना पर रखा जाना चाहिए, क्योंकि अस्थिर संरचना में LWR की लंबाई में बदलाव होगा और बार-बार ट्रैक पर ध्यान देने की आवश्यकता होगी, जो LWR रखरखाव philosophy "अनावश्यक रूप से ट्रैक को न छूएं" के विपरीत है।

इसलिए IRPWM में संक्षेप में कहा गया है कि, LWR का संतोषजनक व्यवहार/कार्यप्रणाली इलास्टिक फास्टनिंग्स की स्थिति और प्रदर्शन, निर्धारित गिट्टी प्रोफाइल के अनुसार अच्छी तरह से समेकित और कॉम्पैक्ट गिट्टी की उपलब्धता, निर्धारित सीमा के भीतर ट्रैक को उठाने/संरेखित करने/खोलने पर निर्भर करती है। विभिन्न ट्रैक रखरखाव कार्यों को करते समय निर्दिष्ट तापमान सीमाओं का पालन करना और मरम्मत के दौरान धातु संतुलन बनाए रखना अनिवार्य है।

6.2 नियमित ट्रैक रखरखाव

LWR/CWR में नियमित ट्रैक रखरखाव में निम्न शामिल है

a) यंत्रीकृत ट्रैक रखरखाव जिसमे शामिल है -
   - i) टैम्पिंग/पैकिंग
   - ii) ट्रैक को ऊपर उठाना
   - iii) कंधे की बैलस्ट की सफाई/उथली स्क्रीनिंग

b) मैनुअल रखरखाव

c) स्लीपरों का आकस्मिक नवीनीकरण

d) फास्टनिंग्स का नवीनीकरण

6.2.1 सामान्य (काम करने के लिए तापमान सीमा) -

LWR/CWR में नियमित ट्रैक रखरखाव संचालन उन घंटों तक सीमित रहेगा जब रेल का तापमान t_d +10°C और t_d - 30°C के बीच होगा और गर्मी की शुरुआत से पहले पूरा किया जाएगा। रखरखाव कार्यों के बाद, यदि समेकन की अवधि के दौरान रेल का तापमान t_d+20°C से अधिक हो जाता है, तो, BG कंक्रीट स्लीपर ट्रैक के मामले में, समेकन की अवधि तक 50 किमी/घंटा की गति प्रतिबंध लगाया जाएगा। मौजूदा BG कंक्रीट स्लीपर ट्रैक के लिए समेकन की अवधि को कम से कम 50,000 सकल टन यातायात या 2 दिन जो भी बाद में या DTS के एक दौर के पारित होने के रूप में लिया जाता है। नए बिछाए गए ट्रैक (CTR/TSR) या ताज़ा गहरी छनाई वाले ट्रैक के लिए, पैकिंग के 3 राउंड आवश्यक हैं, जिनमें से अंतिम 2 ऑन ट्रैक टैम्पिंग मशीन द्वारा होते हैं।

6.2.2 विशेष ऑपरेशन के लिए महत्वपूर्ण सावधानियां - उपरोक्त पैरा 6.2.1 के अतिरिक्त, नियमित ट्रैक रखरखाव कार्यों के दौरान जिन महत्वपूर्ण सावधानियों का पालन करना आवश्यक है, वे प्रत्येक गतिविधि के अनुसार नीचे दी गई हैं -

a) यंत्रीकृत रखरखाव

i) **रखरखाव टैम्पिंग -** कंक्रीट स्लीपर ट्रैक पर LWR/CWR में टैंपिंग संरेखण में सुधार काम अधिकाधिक 50 मिमी की सामान्य लिफ्ट के साथ की जाएगी; कंक्रीट स्लीपरों के अलावा अन्य स्लीपरों के मामले में सामान्य लिफ्ट 25 मिमी तक सीमित होगी।

ii) **ट्रैक को ऊपर उठाना -** सामान्य लिफ्टिंग जहां कंक्रीट स्लीपर ट्रैक पर 50 मिमी और अन्य स्लीपरों में 25 मिमी की लिफ्ट से अधिक की आवश्यकता होती है, उसे क्रमिक चरणों में (बीच पर्याप्त समय अंतराल के साथ चरणों में) किया जाएगा ताकि IRPWM पैरा 337(5) के अनुसार पिछले चरण का पूर्ण समेकन अगली लिफ्ट लेने से पहले हासिल किया जा सके।

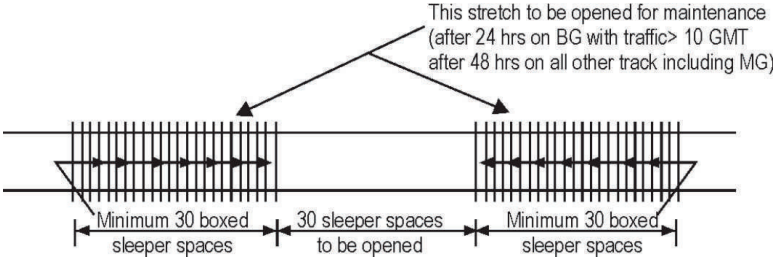
iii) **शोल्डर गिट्टी की सफाई -** शोल्डर गिट्टी स्क्रीनिंग कार्य शुरू करने से पहले पुनर्भरण के लिए पर्याप्त मात्रा में गिट्टी उपलब्ध कराई जानी चाहिए।

अधिकृत पर्यवेक्षण स्तर - SSE/JE (P. Way)

b) मैनुअल रखरखाव

i) किसी भी समय, मैन्युअल रखरखाव या उथली स्क्रीनिंग के लिए 30 से अधिक स्लीपरएक साथ नहीं खोले जाएंगे और आसन्न खुले स्थानों के बीच कम से कम 30 पूरी तरह से बॉक्स वाले स्लीपर स्थान छोड़े जाएंगे। (चित्र 6.2)

ii) BG के 10 जीएमटी से अधिक परिवहन के मामले में कम से कम 24 घंटे और अन्य BG मार्गों और MG मार्गों के मामले में 48 घंटे तक यातायात गुजरने तक बीच की लंबाई का रखरखाव नहीं किया जाएगा।



चित्र 6.2 मैनुअल रखरखाव

संरेखण में सुधार के लिए, कंधे की गिट्टी को आवश्यक न्यूनतम सीमा तक खोला जाएगा और वह भी स्लीपर सिरे के ठीक सामने। पैकिंग के लिए crib गिट्टी खोलने से पहले कंधों में गिट्टी को वापस रख दिया जाएगा।

iii) असाधारण परिस्थितियों में जब किसी विशिष्ट कार्य के लिए 30 से अधिक स्लीपर स्थान खोलने पड़ते हैं, जैसे कि साल के दौरान जब न्यूनतम दैनिक रेल तापमान t_d - 30°C से नीचे नहीं होता है या अधिकतम तापमान t_d + 10°C से अधिक नहीं होता हो , तब गिट्टी आदि की स्क्रीनिंग के काम के लिए SSE/JE/PWay की सीधी निगरानी में 100 स्लीपर स्पेस तक खोले जा सकते हैं। हालाँकि, यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि LWR की पूरी लंबाई पर रेल से स्लीपर फास्टनिंग्स संतोषजनक ढंग से काम कर रहे हैं और SEJ किसी भी असामान्य व्यवहार का संकेत नहीं देते हैं।

अधिकृत पर्यवेक्षण स्तर - 30 स्लीपरों को खोलने तक के मैनुअल रखरखाव के लिए - गैंग मेट।

30 से अधिक लेकिन 100 स्लीपर तक खोलने के लिए - SSE/JE/PWay.

c) स्लीपरों का आकस्मिक नवीनीकरण -

एक समय में लगातार 30 स्लीपरों में से एक से अधिक स्लीपर नहीं बदले जायेंगे। यदि एक साथ दो या अधिक लगातार स्लीपरों को नवीनीकृत करना आवश्यक हो, तो पहले नवीनीकृत स्लीपरों को पैक करने के बाद अगला स्लीपर को नवीनीकृत किया जा सकता है।

अधिकृत पर्यवेक्षण स्तर - एकल पृथक स्लीपर जिसमें ट्रैक को उठाने या सरकाने की आवश्यकता नहीं है - गैंग मेट, जब एक से ज्यादा एवं ज्यादा लंबाई तक स्लीपरों और फास्टनिंग्स का आकस्मिक नवीनीकरण

–PWM

d) फास्टनिंग्स का नवीनीकरण

फास्टनिंग्स का नवीनीकरण निम्नलिखित अतिरिक्त सावधानियों के साथ किया जाएगा

i) **उन फास्टनिंग्स का नवीनीकरण जिनमें रेल उठाने की आवश्यकता नहीं है (जैसे ERC)**

जिन फास्टनिंगों को बदलने के लिए रेल उठाने की आवश्यकता नहीं है उन्हें एक समय में एक से अधिक स्लीपर पर नवीनीकृत नहीं किया जाएगा। यदि एक समय में एक से अधिक स्लीपर के फास्टनिंग को नवीनीकृत करने की आवश्यकता होती है, तो बीच में कम से कम 15 स्लीपर बरकरार रखे जाएंगे।

अधिकृत पर्यवेक्षण स्तर - की-मैन

ii) **रेल उठाने की आवश्यकता वाले फास्टनिंग्स का नवीनीकरण जैसे रबर पेड -** बदलने के लिए रेल को उठाने की आवश्यकता वाले फास्टनिंग यानी ग्रूव्ड रबर पैड इत्यादि को एक समय में एक से अधिक स्लीपर पर नवीनीकृत नहीं किया जाएगा। यदि एक समय में एक से अधिक स्लीपर के फास्टनिंग को नवीनीकृत करने की आवश्यकता होती है, तो बीच में कम से कम 30 स्लीपर बरकरार रखे जाएंगे।

अधिकृत पर्यवेक्षण स्तर - गैंग मेट

वैकल्पिक रूप से, यदि प्रचलित रेल तापमान t_d – 10°C से कम है, तो रेल के नीचे रबर पैड के प्रतिस्थापन के लिए दोनों तरफ 5 स्लीपर्स तक के फास्टनिंग्स को हटाया जा सकता है।

e) SEJ / बफर रेल का रखरखाव

i) पखवाड़े में एक बार SEJ की जांच की जाएगी, यदि आवश्यक हो तो पैक और संरेखित किया जाएगा। SEJ की टंग और स्टॉक रेल की ऑयलिंग और ग्रीसिंग और फास्टनिंग्स को कसने का काम एक साथ किया जाएगा। IRPWM के पैरा 347 के अनुसार (LWR का डीस्ट्रेसिंग से संबंधित) यदि आवश्यक हो तो SEJ की संकुचन की जांच की जाएगी और तनाव कम करने के लिए कार्रवाई की जाएगी।

ii) अपने दैनिक गश्त के दौरान, चाबी वाला अपने क्षेत्र में आने वाले SEJ पर विशेष नजर रखेगा।

6.2.3 सामान्य सावधानियां - उपरोक्त पैरा 6.2.1 और 6.2.2 के अलावा, नियमित ट्रैक रखरखाव कार्यों में बरती जाने वाली आवश्यक सामान्य सावधानियां हैं -

i) गिट्टी section को विशेष रूप से पैदल यात्री और मवेशी क्रॉसिंग, वक्र, लेवल क्रॉसिंग और पुलों के अप्रोच पर उचित रूप से बनाए रखा जाना चाहिए। सेस लेवल को सही ढंग से बनाए रखा जाना चाहिए। गिट्टी के नुकसान को रोकने के लिए पैदल और मवेशियों के क्रॉसिंग पर बौनी दीवारें प्रदान की जा सकती हैं।

गिट्टी की पुनःपूर्ति गर्मी शुरू होने से पहले पूरी कर ली जाएगी। यदि shoulder आर गिट्टी की कमी दिखायी देती है तो BG पर ट्रैक के बीच से अधिकाधिक 600 mm तक की गिट्टी निकाल कर शोल्डर पर डालकर कमी की पूर्ति किया जाएगा।

ii) किसी भी रखरखाव कार्य से पहले (विशेष रूप से उठाने) पूर्ण गिट्टी section प्रदान करने के लिए पर्याप्त मात्रा में

गिट्टी एकत्र की जाएगी।

iii) जब स्लिविंग के लिए क्रो बार का उपयोग किया जाता है, तो इन्हें इस तरह से लगाने का ध्यान रखा जाएगा की क्रो बार को ऊर्ध्वाधर से 30 डिग्री से कम के कोण पर गिट्टी में अच्छी तरह से लगाया जाना चाहिए ताकि ट्रैक को उठने से बचाया जा सके।

iv) निम्नलिखित स्थानों पर L.W.R ट्रैक पर विशेष ध्यान दिया जाएगा

a) SEJ/श्वसन लंबाई,

b) समपारों, P&C और बिना गिट्टी वाले डेक पुलों पर

c) क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर वक्र

v) सभी फास्टनिंग्स पूर्ण और अच्छी तरह से सुचारु रूप से कार्यरत होंगे

6.3 विशेष ट्रैक रखरखाव

6.3.1 सम्पूर्ण फिटिंग नवीनीकरण (TFR)

जब भी फिटिंग के सम्पूर्ण नवीनीकरण (TFR) करने का निर्णय लिया जाता है, तो फिटिंग नवीनीकरण के साथ-साथ LWR को डीस्ट्रेसिंग भी कर दिया जाएगा। TFR कार्य SSE/JE/P. Way की व्यक्तिगत देखरेख में किया जाना है।

6.3.2 गिट्टी की गहरी स्क्रीनिंग/मशीनीकृत छनाई

i) IRPWM के पैरा 238 में निर्धारित प्रावधान इस पैरा में उल्लिखित अतिरिक्त प्रावधानों के साथ LWR/CWR पर भी लागू होंगे। जहां भी गिट्टी की मशीनीकृत छनाई (BCM) करनी है, तो मैन्युअल डीप स्क्रीनिंग के लिए IRPWM के पैरा 238 (2) (e) में निर्धारित विस्तृत प्रक्रिया के जगह पर मशीन द्वारा गिट्टी सफाई के विशेष प्रावधान लागू होंगे।

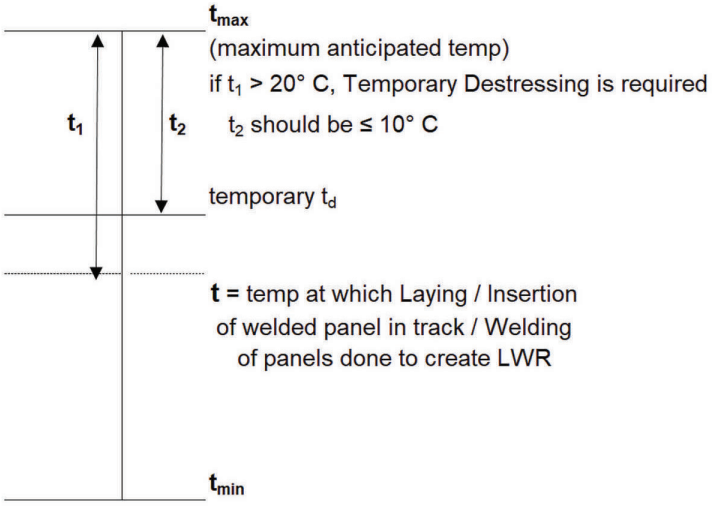
ii) जहां तक संभव हो बैलास्ट क्लीनिंग मशीन (BCM),

टैंपिंग मशीन और डायनेमिक ट्रैक स्टेबलाइजर (DTS) को एक साथ तैनात किया जाएगा।

iii) जिन अनुभागों में गहरी छनाई की जानी है, उनके पिछले और चालू वर्ष के तापमान रिकॉर्ड का अध्ययन किया जाएगा। गहरी स्क्रीनिंग की अवधि के दौरान और समेकन की अवधि के दौरान प्राप्त होने वाले अधिकतम और न्यूनतम रेल तापमान का अनुमान लगाया जाएगा। गहरी छनाई / मशीनीकृत छनाई का कार्य करने के लिए निम्नलिखित में से किसी भी विकल्प पर विचार किया जा सकता है और अपनाया जा सकता है -

a) यदि रेल तापमान की सीमा t_d +10°C और t_d - 20°C के भीतर रहती है, तो बिना रेल काटे या अस्थायी डीस्ट्रेसिंग के गहरी छनाई की जा सकती है।

b) यदि रेल तापमान ऊपर (a) में वर्णित सीमा से बाहर जाती है तो समेकन अवधि सहित कार्य की अवधि के दौरान प्राप्त होने वाले अधिकतम रेल तापमान से 10°C अस्थायी डीस्ट्रेसिंगकी जाएगी।



चित्र 6.3 - विशेष ट्रैक रखरखाव कार्य करते समय अस्थायी डीस्ट्रेसिंग की आवश्यकता

iv) कार्य की प्रगति के दौरान रेल तापमान की निरंतर निगरानी रखी जाएगी। यदि तापमान अस्थायी डीस्ट्रेसिंग तापमान से10 डिग्री सेल्सियस से अधिक बढ़ जाए, तो अस्थायी डीस्ट्रेसिंग के एक और दौर सहित पर्याप्त सावधानियां बरती जाएंगी।

नोट - अस्थायी डीस्ट्रेसिंग के 15 दिनों के भीतर गहरी छनाई की जाएगी, अन्यथा रेल तापमान में काफी अंतर होने पर अस्थायी डीस्ट्रेसिंग दोबारा करना पड सकता है।

v) गहरी छनाई की अवधि के दौरान, यदि न्यूनतम तापमान td या अस्थायी डीस्ट्रेसिंग वाले तापमान से 30 डिग्री सेल्सियस नीचे गिरने की कोई संभावना है, तो रेल फ्रैक्चर का पता लगाने और उससे बचाव के लिए ठंडे मौसम में गश्त शुरू की जानी चाहिए।

vi) ऑपरेशन का क्रम -

a) LWR की गहरी छनाई LWR के एक छोर से दूसरे छोर तक की जा सकती है।

b) ट्रैक की गहरी छनाई और समेकन के बाद, सामान्य td रेंज के भीतर LWR का डीस्ट्रेसिंग का काम किया जाएगा।

नोट - बीजी कंक्रीट स्लीपर ट्रैक के लिए समेकन की अवधि को 50000 टन सकल यातायात या 2 दिन जो भी बाद में या DTS के एक दौर के पारित होने के रूप में लिया जाता है।

6.3.3 अन्य विशेष रखरखाव

i) अन्य प्रकार के विशेष ट्रैक रखरखाव में ट्रैक को नीचे करना, वक्रों का सम्पूर्ण - संरेखण, बड़ी संख्या में स्लीपरों का नवीनीकरण या पुलों का पुनर्वास जैसे कार्य शामिल हैं जो ट्रैक में ज्यादा गड़बड़ी पैदा करने वाले कार्य होते हैं -

इस तरह के रखरखाव को करने के लिए, आवश्यकतानुसार SEJ या बफर रेल लगाकर ट्रैक की प्रभावित लंबाई को LWR/CWR से अलग किया जा सकता है।

ii) सेक्शन के तापमान रिकॉर्ड का अध्ययन किया जाएगा और निम्नानुसार कार्रवाई की जाएगी -

यदि रेल तापमान की सीमा t_d+10°C से t_d-20°C के बीच हो	विशेष ट्रैक रखरखाव गतिविधि LWR में कटौती या अस्थायी डीस्ट्रेसिंग के बिना की जा सकती है
यदि रेल तापमान की सीमा t_d+10°C से t_d-20°C के बाहर हो	काम की अवधि के दौरान प्राप्त होने वाले अधिकतम रेल तापमान से 10 डिग्री सेल्सियस नीचे अस्थायी डीस्ट्रेसिंग की जाएगी

iii) काम पूरा होने के बाद, ट्रैक की प्रभावित लंबाई को आवश्यक डीस्ट्रेसिंग तापमान पर डिस्ट्रेस किया जाएगा और बाकी LWR / CWR के साथ जोड़ा जाएगा।

6.4 प्रचलित रेल तापमान के आधार पर रखरखाव गतिविधियों की योजना

IRPWM पैरा 332 में कहा गया है कि "रेल तापमान रिकॉर्ड अधिमानतः एक अच्छी तरह से कैलिब्रेटेड निरंतर रिकॉर्डिंग प्रकार थर्मामीटर का उपयोग करके बनाया जाएगा। कम से कम 5 वर्षों की निरंतर अवधि के लिए अधिकतम और न्यूनतम रेल तापमान का पता लगाया जाएगा और क्षेत्र के लिए औसत रेल तापमान (t_m) निकाला जाएगा। ट्रैक रखरखाव, डीस्ट्रेसिंग कार्य और गर्म/ठंडे मौसम में गश्त आदि की आवश्यकताओं के लिए वर्ष के विभिन्न मौसमों के दौरान समय अवधि की संभावित उपलब्धता का आकलन करने के लिए इन तापमान रिकॉर्ड का विश्लेषण किया जाएगा"।

विभिन्न ट्रैक रखरखाव गतिविधियों की योजना कैसे बनाई जाए, इसका एक नमूना चित्रण यहां नीचे दिया गया है -

उदाहरण - तापमान सीमा के संबंध में ट्रैक गतिविधियों की योजना बनाना।

सेक्शन - पुणे – लोनावाला (पुणे मण्डल)

पुणे रेल तापमान - 61(34)

तापमान रेंज $\Rightarrow t_{max} - t_{min} = 61$

तापमान का औसत = $(t_{max} + t_{min}) / 2 = 34 \Rightarrow t_{max} + t_{min} = 68$

अतः $t_{max} = 64.5$ & $t_{min} = 3.5$

यह खंड (पुणे क्षेत्र) जोन- III में स्थित है, तदनुसार t_d को t_m से t_m + 5°C और t_m = 34°C के रूप में तय किया जाएगा, इसलिए t_d 34°C से 39°C के बीच रहेगा।

मान लीजिए कि डीस्ट्रेसिंग t_d = 36°C पर की जाती है, तो विभिन्न ट्रैक रखरखाव कार्यों के लिए तापमान सीमा निम्नानुसार होगी -

ट्रैक कार्य	**IRPWM पर निर्धारित तापमान सीमा**	**ट्रैक गतिविधियों के लिए रेल तापमान सीमा (डिग्री सेल्सियस में) t_p**
डीस्ट्रेसिंग	t_m to t_m + 5	34 to 39 आम तौर पर t_d = 36
मशीन पॅकिंग	(t_d +10) से (t_d – 30)	46 से 6
मैनुअल पॅकिंग	(t_d +10) से (t_d – 30)	46 से 6
गहरी छनाई	(t_d +10) से (t_d – 20)	46 से 16
ग्रीष्म कालीन गश्त	> t_d + 25 & PCE द्वारा निर्धारित महीने	61 से ज्यादा
शीट कालीन गश्त	< t_d - 30 & PCE द्वारा निर्धारित महीने	6 से कम

अब एकीकृत ब्लॉक कार्य के लिए निर्दिष्ट समय के दौरान उपलब्ध रेल तापमान का पता लगाने के लिए तापमान रिकॉर्ड का विस्तार से अध्ययन किया जाएगा, और जैसा कि ऊपर बताया गया है, विभिन्न ट्रैक रखरखाव गतिविधियों के लिए तापमान रेंज की आवश्यकता के आधार पर, वर्ष के दौरान उपलब्ध अवधि, कार्य करने के लिए एक विशिष्ट रखरखाव गतिविधि की पहचान की जाती है।

उदाहरण के लिए, मान लीजिए कि पुणे-लोनावला सेक्शन के लिए एकीकृत कॉरिडोर ब्लॉक का समय 10.00 से 12.00 बजे है, तो उपलब्ध पिछले तापमान रिकॉर्ड के आधार पर, उन दिनों/सप्ताहों/महीनों की पहचान की जाती है जब रेल का तापमान 10.00 बजे से 12.00

बजे के बीच 6°C से 46°C के बीच था। टैम्पिंग मशीन की योजना और तैनाती वर्ष की ऐसी अवधि/महीनों के दौरान की जाएगी, जब रेल का तापमान 6 °C से 46 °C की इस अनुमत सीमा के भीतर हो।

इसके अलावा, कल्पना करें कि चरम गर्मी के दौरान (जब 10 से 12 बजे के दौरान रेल का तापमान 46 डिग्री सेल्सियस से अधिक होता है) कुछ किलोमीटर की दूरी tamping करना आवश्यक हो, तो यह अधिमानतः रात के समय किया जा सकता है जब रेल का तापमान अपेक्षाकृत कम होता है और तापमान t_d -30°C से t_d +10 °C की अनुमत सीमा से कम होता है।

यह ध्यान देने योग्य बात है कि t_d +10 °C से अधिक तापमान पर नियमित ट्रैक रखरखाव कार्य को सुविधाजनक बनाने के लिए अस्थायी डीस्ट्रेसिंग का विकल्प व्यवहार्य समाधान नहीं है, क्योंकि इसके लिए दो दौर की डीस्ट्रेसिंग की आवश्यकता होती है, पहले टैम्पिंग से पहले उच्च तापमान पर और फिर टैम्पिंग कार्य के बाद उचित तापमान पर डीस्ट्रेसिंग के दूसरे दौर की आवश्यकता होती है।

***

अध्याय सात

असामान्य घटनाएँ, निरीक्षण एवं रिकार्ड रखना

भाग-ए - असामान्य घटनाएँ

7.0 परिचय -

LWR/CWR में असामान्य घटनाओं में निम्नलिखित शामिल हैं -

i) रेल फ्रैक्चर या दोषपूर्ण रेल / ग्लूड जोड़ को बदलना

ii) SEJ/बफर रेल को नुकसान

iii) बकलिंग या बकलिंग की प्रवृत्ति

iv) दुर्घटना, टूट-फूट, अस्थायी गर्डर / डाईवर्जन डालना आदि।

7.1 रेल फ्रैक्चर

7.1.1 रेल फ्रैक्चर के कारण निम्न है -

1) रेल और वेल्ड में थकान विफलता (फटीग विफलता) इस तथ्य के कारण है कि रेल और वेल्ड ने अपना निर्धारित समय काल पूरा कर लिया है। जब निर्धारित थकान समय (फटिग लाइफ) पूर्ण होता है, तो रेल और वेल्ड फ्रैक्चर में अचानक वृद्धि होती है)।

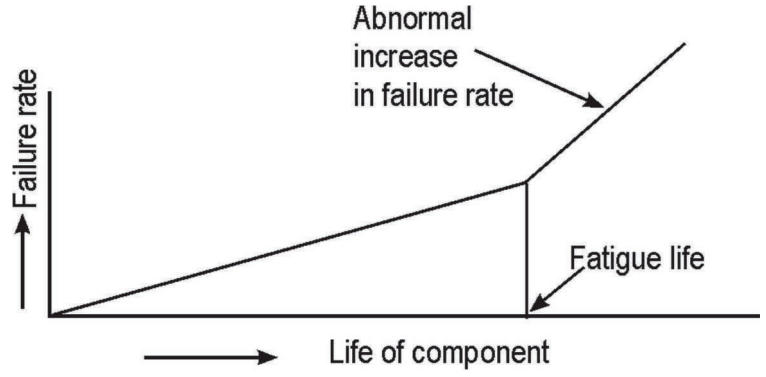


Fig चित्र 7.1

2) ख़राब रेल और वेल्ड को ट्रैक से नहीं हटाया गया हो तो

3) रेल की खराब गुणवत्ता या अनुचित वेल्डिंग प्रक्रिया

4) अचानक असफलताओं के कारण निम्न -

   a) उच्च तापमान पर डीस्ट्रेसिंग करना / अनुचित डीस्ट्रेसिंग करना

   b) वेल्ड आर गड्डे हो जाना (अनुचित grinding)

   c) गिट्टी का जमना (caked)

   d) खराब ट्रैक ज्यामिति

   e) अनुचित पैकिंग और सपोर्ट की स्थिति

   f) रेल पहिये का फ्लैट टायर खराबी

   g) स्लीपरों पर रबर पैड का न होना / गायब होना

नोट - उपरोक्त बताए गए कारणों में b से f तक उच्च गतिशील बल का वृद्धि का कारण बनता है जिसके परिणामस्वरूप अचानक विफलताएं होती हैं।

7.1.2 फ्रैक्चर से बचने के लिए महत्वपूर्ण बिदु -

1) यूएसएफडी (USFD) परीक्षण द्वारा रेल और वेल्ड की नियमित निगरानी और ट्रैक से दोषपूर्ण रेल और वेल्ड को समय पर हटाना

2) पुरानी रेल और वेल्ड के प्रतिस्थापन की समय पर योजना और निष्पादन

3) स्वच्छ और अच्छी तरह से संकुचित गिट्टी सुनिश्चित करने सहित गतिशील वृद्धि को कम रखने के लिए बहुत अच्छी ट्रैक ज्यामिति बनाए रखना

4) कप्प (Cupped) वेल्ड जोड़ों का सुधार

5) उचित तापमान पर LWR को तनावमुक्त करना(डीस्ट्रेसिंग),

उच्च तापमान पर तनावमुक्त करने (डीस्ट्रेसिंग) से बचना

6) फ्लैट टायर के चलने की जांच और निगरानी करना

7.1.3 रेल फ्रैक्चर का सुधार

मरम्मत की प्रक्रिया

यदि LWR/CWR पर कोई फ्रैक्चर होता है, तो फ्रैक्चर का पता लगाने वाले अधिकारी द्वारा यातायात को निलंबित करने और लाइन की सुरक्षा के लिए तत्काल कार्रवाई की जाएगी। वह गैंग मेट / की मैन / SSE/P. Way या JE/P. Way को फ्रैक्चर की रिपोर्ट करेगा जो की यातायात को तुरंत पारित करने के लिए आपातकालीन मरम्मत करने की व्यवस्था करेगा । मरम्मत नीचे बताए अनुसार चार चरणों में की जाएगी -

a) आपातकालीन मरम्मत

b) अस्थायी मरम्मत

c) स्थायी मरम्मत

d) डीस्ट्रेसिंग करना।

a) आपातकालीन मरम्मत (यातायात को तुरंत पारित करने के लिए)

खंडित रेलों को IRPWM चित्र 3.9, 3.10, 3.11 और 3.12 में दर्शाई गई व्यवस्था का उपयोग करके जोड़ा जाएगा, यानी 1 मीटर लंबी फिशप्लेट या जॉगल्ड फिशप्लेट आदि का उपयोग करके। यदि फ्रैक्चर पर अंतर (gap) 30 मिमी से अधिक नहीं है, तो किसी भी रेल का टुकड़ा (क्लोजर) को सम्मिलित किया जाना जरूरी नहीं होगा।

फिर यातायात को पहली ट्रेन के लिए स्टॉप डेड के साथ 10 किमी प्रति घंटे के गति प्रतिबंध और बाद की ट्रेनों के

लिए 20 किमी प्रति घंटे की गति प्रतिबंध से फिर से शुरू किया जा सकता है।

आपातकालीन मरम्मत के बाद यातायात की अनुमति देने के लिए न्यूनतम अधिकृत कर्मी कीमैन या वैध योग्यता प्रमाणपत्र के साथ वाला ट्रैकमैन है।

b) अस्थायी मरम्मत (न्यूनतम 4 मीटर लंबाई की क्लोजर रेल लगाना)

यदि वेल्डिंग पार्टी तुरंत उपलब्ध नहीं है, तो फ्रैक्चर की मरम्मत कट रेल (कम से कम 4 मीटर लंबी) का उपयोग करके की जाएगी और IRPWM चित्र 3.9, 3.10, 3.11 और 3.12 में दिखाई गई व्यवस्था के अनुसार क्लैंप/बोल्ट किया जाएगा।

i) ट्रैफिक ब्लॉक यथाशीघ्र लिया जाएगा, विशेषकर तब जब रेल का तापमान IRPWM के पैरा 335 में t_d के लिए निर्दिष्ट सीमा के भीतर हो।

ii) a) फ्रैक्चर के दोनों तरफ दो बिंदुओं को रेल पर इस तरह चिह्नित किया जाएगा कि डाली जाने वाली क्लोजर रेल की लंबाई (कम से कम 4 मीटर) एवं दो वेल्ड और आरी कट के लिए प्रावधान के साथ(सामान्यतः 51 मिमी) ट्रैक से हटाए गए रेल के टुकड़ों की कुल लंबाई के बराबर हो। चित्र 7.2 देखें|

इस मामले में डाली गई क्लोजर की लंबाई , LWR के धातु संतुलन (material equilibrium) को पूरा करती है यानी ट्रैक से हटाई गई रेल की लंबाई + 2 आरी कट = ट्रैक में डाली गई रेल क्लोजर + ट्रैक में डाली गई 2 वेल्ड लंबाई, तदनुसार

LWR से हटाए गए रेल टुकड़ों की लंबाई = डाले गए रेल क्लोजर की लंबाई + 2 x वेल्ड - 2 आरी कट होना चाहिए

यदि उपरोक्त के आधार पर क्लोजर रेल की लंबाई डाली जाती है, तो जोड़ों में से एक को पर्याप्त चौड़ाई के क्लोजर टुकड़े के साथ प्रदान करना होगा और एक मीटर फिश प्लेट और क्लैंप से जोड़ना होगा।

b) वैकल्पिक रूप से फ्रैक्चर के दोनों ओर उपलब्ध क्लोजर रेल की लंबाई के बराबर दूरी पर रेल पर दो बिंदु चिह्नित किए जाएंगे। स्थायी मरम्मत के समय क्लोजर रेल की लंबाई 4 मीटर से कम नहीं होनी चाहिए। चित्र 7.2 देखें -

इस मामले में डाली गई क्लोजर रेल की लंबाई फ्रैक्चर के कारण हुए गैप के बराबर मात्रा में आवश्यकता से अधिक है, इस अतिरिक्त लंबाई को स्थायी मरम्मत के दौरान काटा जाना है।

(iii) अस्थायी मरम्मत के बाद 30 किमी प्रति घंटे की गति से यातायात की अनुमति दी जाएगी, बशर्ते कि रेल जोड़ पर 24 घंटे की निगरानी के साथ IRPWM चित्र 3.23 (सी) में दर्शाई गई व्यवस्था का उपयोग करते हुए विशेष क्लैंप के साथ 1 मीटर लंबी फिशप्लेट प्रदान की गई हो। अन्य सभी मामलों में अनुमत गति 20 किमी प्रति घंटा होगी।

अस्थायी मरम्मत के बाद यातायात की अनुमति देने के लिए न्यूनतम अधिकृत कर्मी JE/ P. Way है।

c) स्थायी मरम्मत (उचित समापन लंबाई सुनिश्चित करते हुए

टेंसर द्वारा खींचने के बाद जोड़ों की वेल्डिंग)

i) यदि फ्रैक्चर ऐसा है कि, वाइड गैप एटी वेल्डिंग को अपनाया जा सकता है, तो काटे जाने वाले फ्रैक्चर वाले सिरों की कुल लंबाई वाइड गैप वेल्डिंग के लिए आवश्यक गैप के बराबर होगी। एक बार जब दोनों सिरे कट जाते हैं, तो रेल टेंसर का उपयोग करके वाइड गैप वेल्डिंग के लिए आवश्यक गैप बनाया जाएगा और वाइड गैप एटी वेल्डिंग तकनीक द्वारा जोड़ को वेल्ड किया जाएगा।

ii) यदि अस्थायी मरम्मत के समय धातु संतुलन को संतुष्ट करने वाली रेल क्लोजर प्रदान की गई है, तो वेल्डिंग के लिए सही गैप सेट करने के बाद क्लोजर रेल के एक जोड़ को रेल टेंसर के बिना वेल्ड किया जाएगा। हालाँकि, दूसरे जोड़ की वेल्डिंग के दौरान सही गैप सुनिश्चित करने के लिए टेंसर का उपयोग किया जाएगा।

iii) यदि अस्थायी मरम्मत के समय रेल क्लोजर धातु संतुलन को संतुष्ट नहीं करता है, तो रेल क्लोजर को उपयुक्त रूप से काटा जाएगा ताकि ट्रैक में अंत में डाली जाने वाली रेल की लंबाई ट्रैक से हटाए गए रेल की लंबाई के बराबर हो जिसमे फ्रैक्चर के बाद दो वेल्ड के लिए जरूरत रेल का ध्यान रकते हुए यानी 50 मिमी घटाकर। एक बार क्लोजर रेल कट जाने के बाद, क्लोजर रेल को ऊपर उप पैरा (ii) में दिए अनुसार वेल्ड किया जाएगा।

चित्र 7.2 –रेल फ्रैक्चर का रिपेर

iv) जोड़ों की वेल्डिंग के बाद, श्वसन लंबाई के बराबर या दोनों तरफ लगभग 125 मीटर की ट्रैक की लंबाई को खोलकर तनाव को बराबर करने के लिए टैप किया जाता है और फिर दोबारा फिटिंग लगाया जाएगा।

आवश्यक उपकरण

i) स्क्रू क्लैंप के साथ विशेष 1 मीटर लंबी फिशप्लेट और बोल्ट वाले क्लैंप के साथ जॉगल्ड फिशप्लेट (वेल्डेड जोड़ों पर फ्रैक्चर के लिए)

ii) उपयुक्त लंबाई के रेल क्लोजर

iii) एलुमिनो-थर्मिक वेल्डिंग और वेल्ड फिनिशिंग उपकरण

iv) डीस्ट्रेसिंग के लिए उपकरण (रेल टेंसर सहित)।

v) यूएसएफडी USFD द्वारा विधिवत परीक्षण किए गए LWR के समान सेक्शन का 4.0 मीटर लंबा (न्यूनतम) रेल कट टुकड़ा

vii) ट्रैक की सुरक्षा के लिए उपकरण

7.2 स्विच एक्सपेंशन ज्वाइंट को नुकसान

a) क्षतिग्रस्त/टूटे हुए SEJ को बदला जाएगा। नए SEJ को IRPWM में निर्धारित प्रारंभिक निर्दिष्ट अंतराल के अनुसार समायोजित किया जाएगा। यदि आवश्यक हो तो प्रतिबंधित गति से यातायात की अनुमति दी जा सकती है और उसके बाद प्रतिबंध में उत्तरोत्तर ढील दी जा सकती है।

b) यदि प्रतिस्थापन के लिए कोई अन्य SEJ उपलब्ध नहीं है, तो क्षतिग्रस्त SEJ और उसकी दूसरी तरफ वाली दोनों रेल को एक एक क्लोजर रेल द्वारा प्रतिस्थापित किया जाएगा और विशेष

अनुमत क्लैंप और फिश प्लेट यानी 1 मीटर के साथ या जॉगल्ड फिश प्लेट आदि से 30 किमी प्रति घंटे की गति प्रतिबंध के साथ और 24 घंटे के निगरानी के साथ यातायात बहाल किया जाएगा। जब अन्य क्लैंप (जो अनुमत न हो) का उपयोग किया जाता है, तो 24 घंटे के निगरानी के साथ 20 किमी प्रति घंटे की गति प्रतिबंध रहेगा। फिश-बोल्ट के लिए छेद यदि कोई हो, तो चैम्फर्ड किया जाएगा। नए SEJ को सही स्थिति में डालने और क्लैंप किए गए जोड़ को इन-सीटू वेल्ड से बदलने के बाद ही प्रतिबंध में ढील दी जा सकती है।

7.3 ट्रैक का बकलिंग

7.3.1 बकलिंग के कारण

1) LWR पर काम करने/रखरखाव के लिए निर्दिष्ट तापमान रेंज/सीमाओं का पालन करने में विफलता।
2) कंधों में गिट्टी की कमी या ट्रैक के अपर्याप्त समेकन के कारण अपर्याप्त पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध।
3) अप्रभावी इलास्टिक फास्टनिंग का उपयोग या गायब फास्टनिंग जिसके परिणामस्वरूप क्रीप प्रतिरोध का नुकसान होता है।
4) रेल फ्रैक्चर की अनुचित मरम्मत के कारण LWR में रेल क्लोजर धातु संतुलन बिगड़ जाती है और तनाव-मुक्त तापमान में गिरावट हो सकती है।
5) Formation का अत्यधिक बेठना।
6) गलत संरेखण किंक, ट्रैक की अनुचित पैकिंग।
7) SEJ की अनुचित काम करना।

7.3.2 बकलिंग से बचने के लिए महत्वपूर्ण बिन्दु

1) उचित डीस्ट्रेसिंग वाले तापमान पर LWR स्थापित करें

2) काम करने के दौरान निर्दिष्ट तापमान सीमा/सीमा का ध्यान रखें

3) टैंपिंग के दौरान ट्रैक को अत्यधिक उठाने / सर्रेखन करने से बचें

4) गिट्टी की कमी की जांच और नियंत्रण करना, पर्याप्त गिट्टी प्रतिरोध उत्पन्न करने के लिए उचित गिट्टी अनुभाग सुनिश्चित करें एवं कुशल लोचदार फास्टनिंग्स की उपलब्धता सुनिश्चित करें

5) ट्रैक में गलत संरेखण से बचें

6) फ्रैक्चर की उचित मरम्मत सुनिश्चित करे

7.3.3 बकलिंग और जांच

1) बकलिंग की प्रवृत्ति आम तौर पर ट्रैक में गुत्थी (kink) के माध्यम से प्रकट होती है। गलत तरीके से सर्रेखन या उठाने से भी गुत्थी (किंक) उत्पन्न हो सकती है। स्लीपरों को टैप करके खोखलेपन का पता लगाया जा सकता है क्या ऊर्ध्वाधर बकलिंग की ओर कोई प्रवृत्ति है।

2) जैसे ही बकलिंग की प्रवृत्ति का पता चलता है, यातायात रोक दिया जाएगा और ट्रैक को सुरक्षित कर दिया जाएगा। इसके बाद (यदि जरूरत हो तो रेल के बीच के अंतर-स्लीपर स्थानों से गिट्टी प्राप्त करके) रेल के वेब तक स्लीपर के कंधों पर गिट्टी का ढेर लगाकर ट्रैक को स्थिर किया जाएगा। इसके बाद बकलिंग की प्रवृत्ति का कारण जानने के लिए पूरी जांच की जाएगी।

3) प्रत्येक बकलिंग या गड़बड़ी की घटना के तुरंत बाद सहायक इंजीनियर द्वारा जांच की जाएगी और एक विस्तृत रिपोर्ट मण्डल / वरिष्ठ मण्डल इंजीनियर को सौंपी जाएगी।

7.3.4 बकल्ड ट्रैक की मरम्मत

1) जब ट्रैक वास्तव में बक्कल होता है, तो यातायात रोक दिया जाएगा और बकलिंग का कारण पता लगाया जाएगा। SEJ की टंग और स्टॉक रेल की स्थिति की जांच की जाएगी। सुधार के तरीके नीचे बताए गए हैं।

2) सुधार आमतौर पर SSE/JE/P. Way की देखरेख में निम्नलिखित चरणों में किया जाएगा –

   a) आपातकालीन मरम्मत

   b) स्थायी मरम्मत

   c) डीस्ट्रेसिंग करना।

   a) आपातकालीन मरम्मत (बकल्ड ट्रैक को गैस कट द्वारा 6.5 मीटर लंबाई पर काटना)

   बकल्ड रेल को अधिमानतः 6.5 मीटर से ज्यादा दूरी पर गैस से कट किया जाना चाहिए। फिर ट्रैक को सही संरेखण पर लाया जाएगा और दोनों तरफ जोड़ों की वेल्डिंग के लिए उचित प्रावधान करते हुए अंतराल को बंद करने के लिए आवश्यक लंबाई की कट रेल डाली जाएगी। कटी हुई रेल को विशेष फिश प्लेट और स्क्रू क्लैंप के उपयोग से जोड़ा जाएगा जैसा कि LWR मैनुअल चित्र 4.4.3 (a) & (b) या (c) दिखाया गया है। फिर यातायात को पहली गाड़ी को स्टॉप डेड के साथ 10 किमी प्रति घंटे के गति प्रतिबंध और बाद की ट्रेनों के लिए 20 किमी प्रति घंटे की गति प्रतिबंध से फिर से शुरू किया जा सकता है। आपातकालीन मरम्मत के बाद यातायात की अनुमति देने के लिए न्यूनतम अधिकृत कर्मी JE / SSE (P. Way) हैं।

b) स्थायी मरम्मत

जितनी जल्दी हो सके क्लैंप किए गए जोड़ों को IRPWM के पैरा 349 में दी गई रेल फ्रैक्चर के मामले में अस्थायी मरम्मत और स्थायी मरम्मत के लिए अपनाई जाने वाली प्रक्रिया के अनुसार ही वेल्ड किया जाएगा । उपरोक्त काम के करने की अवधि में यदि गैप में परिवर्तन आ जाएं तो अंतराल को समायोजित करने के लिए अतिरिक्त जोड़ी कट रेल और रेल कटिंग उपकरण की भी आवश्यकता होगी।

अस्थायी मरम्मत के बाद यदि विशेष अनुमत क्लैंप और फिश प्लेट यानी 1 मीटर के साथ या जॉगल्ड फिश प्लेट आदि से और 24 घंटे के निगरानी के साथ यातायात 30 किमी प्रति घंटे की गति प्रतिबंध के साथ बहाल किया जाएगा । जब अन्य क्लैंप (जो अनुमत न हो) का उपयोग किया जाता है, तो 24 घंटे के निगरानी के साथ 20 किमी प्रति घंटे की गति प्रतिबंध रहेगा

आपातकालीन मरम्मत के बाद यातायात की अनुमति देने के लिए न्यूनतम अधिकृत कर्म चारी JE / SSE (P. Way) रहेंगे ।

IRPWM के पैरा 349 के तहत स्थायी मरम्मत करके वेल्डिंग के बाद गति प्रतिबंध हटा दिया जाएगा। स्थायी मरम्मत के बाद सामान्य सेक्शनल गति पर यातायात की अनुमति देने के लिए न्यूनतम अधिकृत कर्मचारी JE / SSE (P. Way) है।

IRPWM पैरा 339 के अनुसार बकलिंग के स्थान

के दोनों ओर लगभग 500 मीटर की ट्रैक की लंबाई को यथाशीघ्र डीस्ट्रेस किया जाएगा।

7.4 दुर्घटनाएं, ब्रीच के दौरान, अस्थायी गर्डर डालना और डायवर्सन

1) प्रभावित हिस्से को अधिमानतः td के लिए निर्दिष्ट तापमान सीमा के भीतर SEJ डालकर पृथक किया जाएगा । इस प्रकार अलग किए गए ट्रैक को फिश प्लेटेड ट्रैक से बदला जाएगा और जिसे यदि आवश्यक हो तो बॉक्स एंकर किया जाएगा।

2) ब्रीच के कारण क्षतिग्रस्त हुए खंडों में, जहां नए formation का निर्माण किया गया है, LWR / CWR को दोबारा बिछाने से पहले संरचना को पूरी तरह से समेकित किया जाएगा।

3) डायवर्सन और अस्थायी गर्डरों के डालने के मामले में, उस हिस्से को अलग करने के लिए SEJ को सम्मिलित किया जाएगा जहां ऐसा कार्य किया जाना अपेक्षित है।

4) प्रभावित हिस्से को LWR / CWR पैनलों को बहाल होने के तुरंत बाद डीस्ट्रेस किया जाएगा।

भाग-B - निरीक्षण एवं रिकार्ड

7.5 निरीक्षण एवं अभिलेख

7.5.1 निरीक्षण

हालांकि LWR/CWR में कम रखरखाव की आवश्यकता होती है किन्तु पर्यवेक्षी और अधिकारी स्तर पर गहन निरीक्षण की आवश्यकता होती है।

i. विशेष रूप से पैदल यात्री या मवेशी के क्रॉसिंग, वक्र, लेवल क्रॉसिंग, P&C और पुलों के अप्रोच पर गिट्टी सेक्शन की प्रोफ़ाइल की जाँच की जानी चाहिए। सेस लेवल को सही ढंग से बनाए रखा जाना चाहिए। गिट्टी की पुनःपूर्ति गर्मी शुरू होने से पहले पूरी कर ली जाएगी।

क्रीप की निगरानी

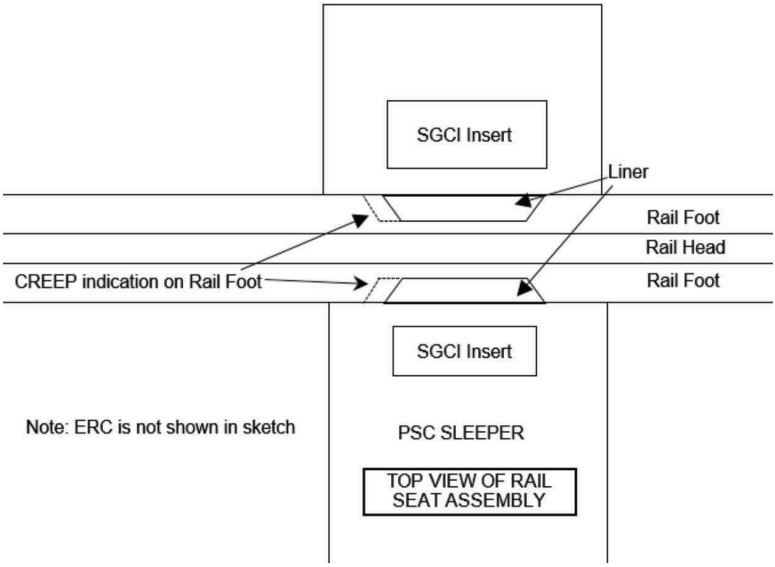
ii. क्रीप के मामलों की बहुत गंभीरता से जांच और निरीक्षण किया जाएगा। LWR में क्रीप की निगरानी इस प्रकार की जा सकती है -

(a) क्रीप पोस्टों पर क्रीप मापा जा सकता है जो इस उद्देश्य के लिए बनाए गए हो। दुर्भाग्य से, वर्तमान में, क्रीप पोस्ट केवल SEJ और LWR के केंद्र में उपलब्ध हैं। इस प्रकार, सामान्य LWR की लंबाई एक ब्लॉक सेक्शन की लंबाई होने के कारण, दो आसन्न क्रीप पोस्टों के बीच की दूरी बहुत बड़ी होती है, कभी-कभी लगभग 4 से 6 किमी तक भी।

यदि प्रत्येक 500 मीटर पर क्रीप पोस्ट बनाए जाते हैं तो क्रीप की अधिक प्रभावी ढंग से निगरानी की जा सकती है।

वैकल्पिक रूप से, रेल सीट पर लाइनर के दृश्यमान स्थानांतरण द्वारा रेल फुट पर क्रीप के स्पष्ट संकेतों का अवलोकन भी एक मार्कर के रूप में किया जा सकता है जो क्रीप की घटना को इंगित करता है। (चित्र 7.3)

दुनिया भर में रेलवे द्वारा क्रीप के प्रभाव का विस्तार से अध्ययन किया गया है। RDSO ने पहचाना है कि 500 मीटर की ट्रैक लंबाई में लगभग 50 मिमी का क्रीप तनाव-मुक्त तापमान को लगभग ~10 डिग्री सेल्सियस तक बदल देता है।



चित्र 7.3 - लाइनर स्थान पर रेल सीट के खिसकने के स्पष्ट संकेत

(b) हालांकि, स्पष्ट क्रीप देखा/मापा नहीं जा सकता हो, लेकिन दो निश्चित स्थानों के बीच ट्रैक में क्रीप / ट्रैक की लंबाई में अप्रत्यक्ष परिवर्तन हमेशा निम्नलिखित कार्यों के कारण हो सकता है और LWR के व्यवहार

पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है -

a. ट्रैक को बाहर की ओर सर्रेखन करने से (वक्र के पुन: सर्रेखन के दौरान) तनाव-मुक्त तापमान में वृद्धि होती है और जिससे फ्रैक्चर की संभावना बढ़ जाती है। इसके विपरीत, ट्रैक के अंदर की सर्रेखन करने से तनाव-मुक्त तापमान कम हो जाता है जिससे ऐसे स्थानों में बकलिंग की प्रवृत्ति बढ़ जाती है।

b. दो बिंदुओं/निश्चित स्थानों के बीच, जैसे कि दो छोटे पुलों/LC इत्यादि के बीच एक लंबे शिथिल स्थान को उठाने से इनवर्ड स्लीविंग का वही प्रभाव होता है जैसा कि ऊपर चर्चा की गई है। इसके विपरीत, दो पुलों के बीच ऊंचे तटबंध के लंबे समय तक क्रमिक निपटान से ट्रैक के बाहर की ओर सर्रेखन का वही प्रभाव पड़ता है जैसा कि ऊपर चर्चा की गई है।

c. रेल फ्रैक्चर की मरम्मत करते समय अतिरिक्त रेल लंबाई का डालना या रेल फ्रैक्चर को टीक करते समय ट्रैक से अतिरिक्त रेल को हटाने से भी ट्रैक के तनाव-मुक्त तापमान में परिवर्तन होता है। इस प्रकार, रेल को प्रतिस्थापित करते समय पूर्ण देखभाल की आवश्यकता होती है, यह सुनिश्चित करते हुए कि LWR से निकाली गई रेल LWR में डाली गई रेल (2 वेल्ड सहित) के बराबर होनी चाहिए।

d. इस प्रकार, यह जरूरी है कि इस उद्देश्य के लिए अतिरिक्त क्रीप पोस्ट बनाया जाए, मौजूदा OHE मास्ट / प्लेटफॉर्म कोपिंग पर निशान / हेक्टोमीटर

पोस्ट या उपलब्ध अन्य ऐसे निश्चित पोस्ट पर भी क्रीप की निगरानी के लिए विचार किया जा सकता है (जैसा कि नीचे दिखाया गया है)|



e. LWR के व्यवहार को समझने/देखने के लिए टो लोड मॉनिटरिंग एक महत्वपूर्ण पूर्व-आवश्यकता है । इस प्रकार, समय पर और विश्वसनीय टो लोड माप LWR क्षेत्र में एक अनिवार्य आवश्यकता है और अंतर्निहित रूप से, खराब टो लोड LWR के असामान्य व्यवहार की प्रारंभिक चेतावनी होगी ।

f. खराब टो-लोड, तेज वक्र और खड़ी ढाल के साथ मिलकर उन विशिष्ट स्थानों में हानिकारक भूमिका निभा सकता है जहां ट्रैक्टिव प्रयास (एक्सेलेरेशन/ ब्रेकिंग) अधिक स्पष्ट होते हैं । इस प्रकार, टो लोड का माप सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए ।

g. दोषपूर्ण थर्मामीटर का उपयोग के कारण अनुचित समय पर (जिसकी IRPWM द्वारा अनुमति नहीं है) ट्रैक पर कार्य करना संभव हो जाना भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इस प्रकार, प्रभावी LWR निगरानी के लिए थर्मामीटर की शुद्धता का समय पर आश्वासन भी एक महत्वपूर्ण पूर्व-आवश्यकता है।

iii. गर्मियों के महीनों के दौरान दोपहर में निरीक्षण अधिक बार किया जाएगा। निरीक्षण के दौरान, किंक, शुरुआती बकल के निशान और गश्ती दल के कामकाज की जांच पर नजर रखी जाएगी।

iv. निर्धारित रखरखाव प्रथाओं के संबंध में कर्मचारियों के ज्ञान की समय-समय पर जांच की जाएगी और यह सुनिश्चित किया जाएगा कि कार्य तदनुसार किया जाए।

v. रेल की अल्ट्रासोनिक जांच बकाया नहीं होनी चाहिए। ख़राब रेल/वेल्ड को शीघ्रता से बदला जाना चाहिए।

vi. परमानेंट वे अधिकारियों द्वारा SEJ में अंतराल और LWR/CWR के केंद्र में क्रीप / संकुचन का निरीक्षण निम्नलिखित कार्यक्रम के अनुसार किया जाएगा -

a) **JE (P. Way) -** वर्ष के दो सबसे ठंडे और दो सबसे गर्म महीनों के दौरान लगभग न्यूनतम और अधिकतम तापमान पर पखवाड़े में एक बार SSE (P. Way) के साथ रोटेशन द्वारा, बाकी के महीनों में दो महीने में एक बार।

b) **SSE (P. Way) -** वर्ष के दो सबसे ठंडे और दो सबसे गर्म महीनों के दौरान लगभग न्यूनतम और अधिकतम तापमान पर पखवाड़े में एक बार JE (P. Way) के साथ रोटेशन द्वारा, बाकी के महीनों में दो महीने में एक बार।

c) **सहायक अभियंता -** छह महीने में कम से कम एक बार,

अधिमानतः सबसे ठंडे और सबसे गर्म महीनों के दौरान।

नोट - SEJ पर संकुचन LWR की श्वसन लंबाई के व्यवहार को दर्शाती है जहां तापीय बल अधिकतम नहीं हैं। मध्य भाग में क्रीप का अवलोकन LWR के स्वास्थ्य का उचित संकेतक है।

7.5.2 अभिलेख

i. IRPWM के पैरा 354 में दिए गए प्रोफार्मा के अनुसार LWR/CWR का रिकॉर्ड JE / SSE / (P. Way) द्वारा एक स्थायी रजिस्टर में रखा जाएगा जिसे अनुभागीय LWR/CWR रजिस्टर कहा जाता है। इस रजिस्टर को अद्यतन रखने के लिए JE / SSE / (P.Way) जिम्मेदार होंगे।

ii. IRPWM के पैरा 447 में वक्र के लिए सुझाए गए के समान एक संकेत बोर्ड प्रत्येक SEJ पर उपकर पर लगाया जाएगा, जो डीस्टरेसिंग की तारीख, डीस्टरेसिंग वाला तापमान t_d / t_0 और LWR/CWR की लंबाई दिखाएगा।

iii. SEJ में अंतराल और LWR/CWR के निश्चित हिस्से में क्रीप / संचलन ADEN / SSE या JE/P. Way द्वारा IRPWM के अनुलग्नक 3/14 और 3/15 में दर्शाए गए प्रोफार्मा में दर्ज किया जाएगा।

iv. जब LWR/CWR के मध्य भाग में क्रीप 20 मिमी से अधिक हो, तो पूरी जांच की जाएगी और उपचारात्मक उपाय किए जाएंगे।

v. ADEN अपने अधिकार क्षेत्र में प्रत्येक LWR/CWR के अवलोकन का विश्लेषण करेंगे और सभी LWR/CWR के संतोषजनक व्यवहार के संबंध में गर्मी की शुरुआत से पहले LWR/CWR रजिस्टर के अंत में एक प्रमाण पत्र देगा। DEN / Sr. DEN प्रत्येक LWR/CWR पर की गई

टिप्पणियों की जांच करेंगे एवं प्रत्येक पृष्ट पर हस्ताक्षरित करके, अपवाद रिपोर्ट जिन पर आदेशों की जरूरत हो तो उन्हे मुख्य ट्रैक इंजीनियर को प्रस्तुत करेंगे।

***

अध्याय आठ

बकलिंग में उन्नत अवधारणाएँ

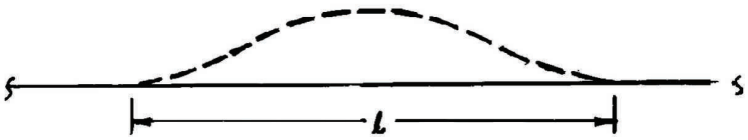
8.1 बकलिंग प्रकरण

जैसा कि पहले बताया गया है, ट्रैक संरेखण में अचानक पार्श्व बदलाव को बकलिंग कहा गया है जिसके परिणामस्वरूप रेल में निर्मित संपीड़न बल अचानक मुक्त हो जाता हैं। बकलिंग के विरुद्ध ट्रैक की ताकत (जिसे ट्रैक की पार्श्व स्थिरता के रूप में वर्णित किया गया है) की विभिन्न रेलवे द्वारा विस्तार से जांच की गई है। इस अध्याय में विभिन्न रेलवे द्वारा किए गए अध्ययनों और उनके परिणामों पर चर्चा की गई है।

8.2 जर्मन रेलवे द्वारा परीक्षण

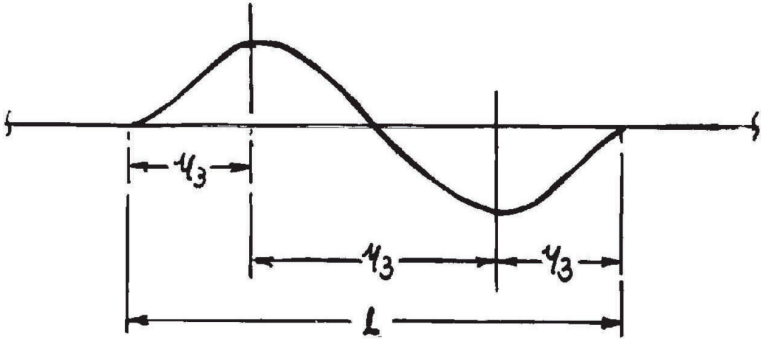
संघीय जर्मन रेलवे के लिए आयोजित ट्रैक बकलिंग परीक्षणों की एक श्रृंखला के परिणाम 1960 में एफ. बिरमन और एफ. राब द्वारा रिपोर्ट किए गए थे । परीक्षण सुविधा कार्लज़ूए के तकनीकी विश्वविद्यालय (University of Karlsruhe) में स्थित थी । ट्रैक अनुभाग 46.50 मीटर था और दोनों सिरों पर प्रबलित कंक्रीट ब्लॉकों द्वारा सीमित था। परीक्षणों से निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए -

1) सभी परीक्षणों में, ट्रैक पार्श्व में बक्कल हो गया। बकलिंग मोड में 2, 3 या 4 ध्यान देने योग्य आधी तरंगें प्रदर्शित हुईं, जिनमें से प्रत्येक की लंबाई 5 से 6 मीटर थी। विस्थापन का सबसे बड़ा आयाम लगभग 25 सेंटीमीटर था। इसका तात्पर्य यह था कि एक बकल्ड ट्रैक के कई आकार हो सकते हैं और बकलिंग कई तरंग रूपों में हो सकती है। (चित्र 8.1)

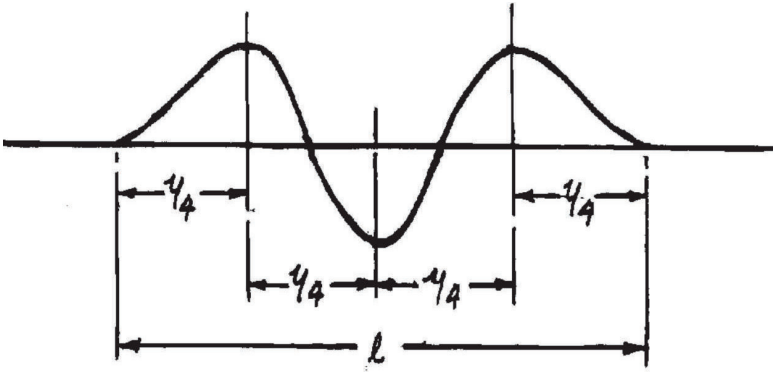


चित्र 8.1 - प्रथम तरंग

आंग्रेजी अक्षर 'C' के रूप में बकलिंग एक तीव्र वक्र (प्रथम तरंग रूप) पर हो सकता है, जबकि आंग्रेजी अक्षर 'S' आकार के वक्र जैसा बकल्ड ट्रैक आम तौर पर सीधे ट्रैक (दूसरी तरंग रूप) या कई 'S' रूपों, (तीसरी तरंग रूप) पर देखा जा सकता है। बकल के बाद बल आरेख चित्र 8.2 में दिखाया गया है।

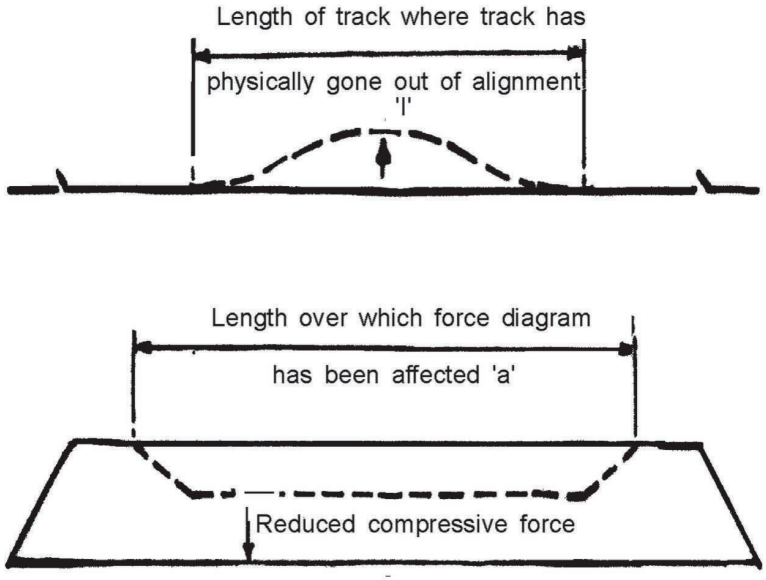


चित्र 8.1 द्वितीय तरंगरूप



चित्र 8.1 तीसरी तरंग

यह इंगित करता है कि जब कोई ट्रैक भौतिक रूप से लंबाई 'l' पर बक्कल होता है तो बल आरेख लंबाई 'a' पर प्रभावित होता है जहां 'a' की लंबाई 'l' के कई गुण हो सकता है।



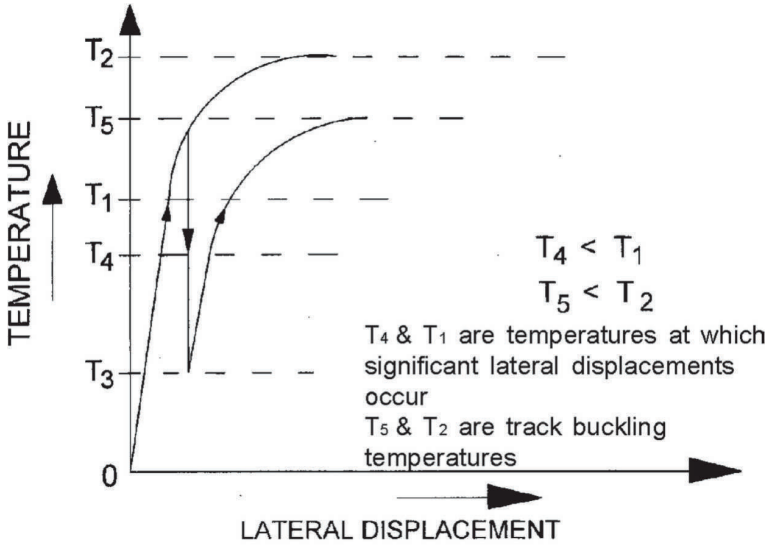
चित्र 8.2

2) दिखने योग्य पार्श्व खामियों वाली पटरियों की तुलना में छोटी पार्श्व खामियों वाली सीधी पटरियां बहुत अधिक तापमान पर बक्कल होती हैं। छोटी पार्श्व खामियों वाली सीधी पटरियाँ का बक्कल होना अचानक एक तेज़ धमाके (विस्फोटक बकलिंग) के साथ हुआ, जबकि दिखने योग्य पार्श्व खामियों वाली पटरियां धीरे-धीरे और बिना कोई धमाके के बक्कल हुए (निष्क्रिय बकलिंग)।

3) विभिन्न फास्टनरों के उपयोग से, बकलिंग लोड में 25% तक का अंतर पाया गया।

4) समय के साथ-साथ, एवं तापमान में बदलाव के साथ,

तापमान में वृद्धि के साथ अवांछनीय स्थायी पार्श्व ट्रैक विकृति का संचय होता है जो वास्तविक ट्रैक बकलिंग का कारण नहीं बनता है लेकिन निश्चित रूप से बकल प्रोननेस में वृद्धि करता है। यह चित्र 8.3 में दिखाया गया है।



चित्र 8.3

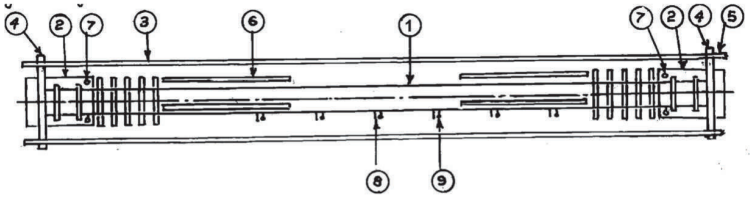
8.3 ब्रिटिश परिवहन आयोग द्वारा संचालित अध्ययन

LWR की स्थिरता को प्रभावित करने वाली स्थितियों और कारकों का अध्ययन करने के लिए 1953 में ब्रिटिश रेलवे के पश्चिमी क्षेत्र की सिविल इंजीनियरिंग प्रयोगशाला द्वारा एक बड़ा परीक्षण कार्यक्रम शुरू किया गया था। ये शोध श्री डी.एल. बार्टलेट, सहायक निदेशक अनुसंधान (इंजीनियरिंग), अनुसंधान विभाग, ब्रिटिश रेलवे द्वारा किए गए और वर्णित किए गए।

8.3.1 परीक्षण व्यवस्था (चित्र 8.4)

बकलिंग परीक्षण करने के उद्देश्य से तैयार किया गया मुख्य परीक्षण 120 फीट का एक परीक्षण ट्रैक था, जिस

पर हर तरह से ट्रैक की पूरी लंबाई को थर्मल तनाव के अधीन लाने में सक्षम था। परीक्षण ट्रैक की व्यवस्था ऐसी थी कि साइट पर एक लंबी वेल्डेड रेल लंबाई के केंद्रीय भाग का अनुकरण किया जा सके जो तापमान परिवर्तन के साथ अनुदैर्ध्य रूप से नहीं चलता है। परीक्षण ट्रैक एक अप्रयुक्त सुरंग के अंदर रखा गया था जहां एक स्थिर परिवेश तापमान की उम्मीद की जा सकती थी।



1. 120 ft length of track
2. End anchorage blocks
3. Tie bars
4. Restraining beams
5. Hydraulic jacks
6. Electric heaters
7. Dial gauges registering longitudinal rail movement
8. Thermometers
9. Dial gauges registering lateral rail movement

चित्र 8.4

120 फीट की ट्रैक रेल को प्रत्येक छोर पर जमीनी स्तर से नीचे कंक्रीट ब्लॉकों से जोड़ा गया था। यह ट्रैक के घूमने और गेज परिवर्तन को रोकने के लिए पर्याप्त था लेकिन पटरियों के विस्तार को रोकने के लिए नहीं। इस को चार टाई बार द्वारा (जो परीक्षण ट्रैक के प्रत्येक तरफ दो और पटरी से दूर) नियंत्रित किया गया था। रेल के विस्तार की किसी भी प्रवृत्ति को जैक द्वारा प्रतिकार किया जा सकता है, हालांकि इस बात पर जोर दिया जाना चाहिए कि जैक का उपयोग सीधे तौर पर रेल में संपीड़न उत्पन्न करने के लिए नहीं किया गया था। एक स्वतंत्र डेटम से जुड़े चार डायल गेज से परीक्षणों के दौरान प्रत्येक रेल छोर के किसी भी अनुदैर्ध्य संचलन को पंजीकृत किया गया। जैक के

संचालन से रेल की लंबाई को सामान्य पटरी के वास्तविक स्थितियों के अनुरूप (उनके मूल मूल्यों के काफी करीब) रखा जा सकता था।

हीटर - परवलयिक परावर्तकों वाले विद्युत हीटरों का उपयोग सूर्य से ऊष्मा विकिरण का अनुकरण करने के लिए किया जाता था; वे प्रत्येक रेल के एक तरफ प्रयोगात्मक रूप से निर्धारित दूरी पर स्थित थे ताकि हीटिंग की दर अत्यधिक न हो।

थर्मामीटर - मुख्य रूप से रेल के हेड पर ड्रिल किए गए सॉकेट में डाले गए सामान्य ग्लास और पारा थर्मामीटर का उपयोग तापमान को मापने के लिए किया जाता था।

मिस – अलाइन्मेन्ट - यह रेल में मापा गया सीधे से ऑफसेट है। मिस – अलाइन्मेन्ट की लंबाई वह लंबाई है जिस पर मिस - अलाइन्मन्ट होता है। ट्रैक को शुरू में यथासंभव सीधा बिछाया गया और फिर एक निश्चित लंबाई में थोड़ा गलत संरेखण दिया गया।

परीक्षण की पद्धति

उपरोक्त सेटअप का उपयोग करते हुए, ट्रैक को बकल करने के लिए आवश्यक अनुदैर्ध्य भार को विभिन्न प्रकार के स्लीपरों, फास्टनिंग्स और गिट्टी पैकिंग स्थितियों के लिए प्रयोगात्मक रूप से निर्धारित किया गया था। सैद्धांतिक तरीकों का उपयोग करके ट्रैक को बक्कल करने के लिए आवश्यक अनुदैर्ध्य भार निर्धारित किया गया था और प्रयोगात्मक मूल्यों को इससे तुलना किया गया था।

8.3.2 बकलिंग लोड फॉर्मूला

एक सीधे ट्रैक को बांधने के लिए आवश्यक अनुदैर्ध्य भार के लिए प्राप्त सूत्र है -

$$P = \frac{\Pi^2 EIs}{L^2} + \frac{\Pi^2 C}{16D}\sqrt{\frac{\Pi L}{q}} + \frac{W_{\max}\ L^2}{\Pi^2 q}$$

जहाँ

Is - क्षैतिज तल में एक साथ रखी गई दो रेलों का मोमेंट ऑफ इनर्शिया (moment of inertia)

L - बकल्ड ट्रैक के विपरीत मोड़ के बिंदुओं के बीच की दूरी है।

C - दिए गए बन्धन के प्रकार के लिए मरोड़ वाला (Torsional Coefficient) गुणांक है

$T = C\sqrt{\alpha}$ जहां टॉर्क प्रतिरोधी बकलिंग है और

α रेल सीट पर रेल के घूमने के कारण बन्धन के लिए मोड़ का कोण है

D स्लीपर स्पेसिंग है

q - लंबाई L पर ट्रैक का मिस – अलाइन्मेंट है

W_{max} ट्रैक की प्रति मीटर लंबाई में पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध है और W प्रति स्लीपर पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध है , तो

W_{max} = W /D

उपरोक्त अभिव्यक्ति का विश्लेषण करने पर यह देखा जा सकता है कि -

1) $\frac{\Pi^2 EIs}{L^2}$ - बकलिंग के विरुद्ध प्रतिरोध में रेल के योगदान को दर्शाता है जो की मुख्य रूप से रेल की गुणों पर निर्भर है।

2) $\frac{\Pi^2 C}{16D}\sqrt{\frac{\Pi L}{q}}$ - बकलिंग के विरुद्ध प्रतिरोध में स्लीपर / बन्धन संयोजन के योगदान का प्रतिनिधित्व करता है। यहां, स्पष्ट रूप से स्लीपर स्पेसिंग D में कमी या फास्टनिंग टॉर्सनल गुणांक C में वृद्धि से बकलिंग के लिए समग्र प्रतिरोध में वृद्धि होगी।

3) $\frac{W_{\max} L^2}{\Pi^2 q}$ - पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध के योगदान का प्रतिनिधित्व करता है

तदनुसार, यह निष्कर्ष निकाला गया है कि -

1. यदि ट्रैक बिल्कुल सीधा होता और प्रत्येक रेल के लिए समान भार अनुप्रयोग के बिंदु केंद्रीय होते, तो ट्रैक कितना भी बड़ा अनुदैर्ध्य संपीड़न बल क्यों न हो, बक्कल नहीं होता । हालाँकि, व्यवहारिक रूप में इन आदर्श परिस्थितियों में कोई ट्रैक मौजूद नहीं है और लंबाई 'L' पर 'q' का गलत संरेखण हमेशा मौजूद रहेगा । किसी भी स्थिति में, यह स्पष्ट है कि L /q अनुपात जितना कम होगा, बकलिंग लोड उतना ही कम होगा । इसका मतलब है कि बड़े गलत संरेखण से बकलिंग के खिलाफ ताकत काफी कम हो जाती है ।
2. प्रायोगिक तौर पर, यह देखा गया है कि जब बकलिंग होती है, तो स्लीपर मूल ट्रैक संरेखण के समकोण पर रहते हैं । ऐसा होने के लिए, रेल को रेल सीट पर घूमना होगा । स्पष्ट रूप से, केवल एक ही चीज़ इस तरह के घूर्णी संचलन का विरोध करती है और यह फास्टनिंग्स द्वारा वहन किया जाने वाला टॉर्सनल प्रतिरोध (टॉर्सनल गुणांक C द्वारा दर्शाया गया) है । स्पष्ट रूप से बकलिंग लोड मरोड़ प्रतिरोध के समानुपाती होता है ।
3. सभी मामलों के लिए बकल्ड ट्रैक की लंबाई 'एल' 20 फीट मानी जाती है । वास्तविक तथ्य में C, D, W_{max} और q के दिए गए संयोजन के लिए 'L' का केवल एक मान मौजूद है जो 'P' (बकलिंग लोड) का न्यूनतम मान प्राप्त करेगा । इसलिए इन सभी के विभिन्न संयोजनों के लिए, 'L' मानों

की एक श्रेणी उभरेगी। हालाँकि, व्यावहारिक उपयोग के लिए, 'L' को 20 फीट और 'q' का मान ¼ इंच (6 मिमी) चुना जाता है।

4. रेल, रेल स्लीपर फास्टनिंग्स और गिट्टी का सापेक्ष योगदान साइट पर मौजूद वास्तविक स्थितियों पर निर्भर करेगा। सामान्य परिस्थितियों में प्रतिशत योगदान क्रमशः 10%, 30% और 60% हो सकता है।

5. प्रयोगात्मक रूप से निर्धारित बकलिंग लोड मान सैद्धांतिक गणना से निर्धारित मूल्यों के साथ एक उचित संगत (कुछ प्रतिशत के भीतर) दिखाते हैं।

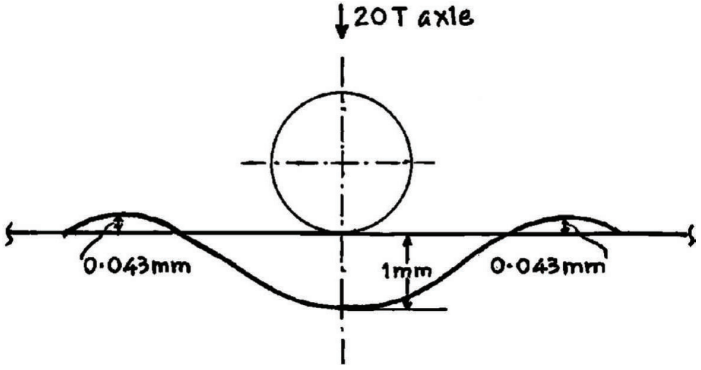
6. JE / SSE (P. Way) ट्रैक बकलिंग से सुरक्षित रहने के लिए यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि -

    1. ट्रैक में पार्श्विक गलत संरेखण को कम करना।
    2. यह सुनिश्चित करना कि कोई भी स्लीपर रेल फास्टनिंग्स गायब न हो।
    3. निर्धारित गिट्टी प्रोफ़ाइल के अनुसार ट्रैक में गिट्टी का पूर्ण प्रोफ़ाइल प्रदान करना

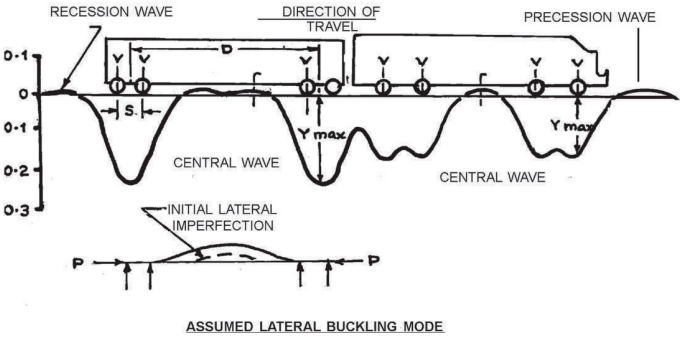
8.4 स्टेटिक बकलिंग और डायनेमिक बकलिंग

अब तक की चर्चा डीस्ट्रेसिंग तापमान से ऊपर तापमान के बढ़ने के कारण अनुदैर्ध्य संपीड़न बल के निर्माण के कारण होने वाली बकलिंग पर केंद्रित रही है। केवल तापीय भार के कारण होने वाले इस बकलिंग को स्थैतिक बकलिंग कहा जाता है। रेल्वे, आज थर्मल भार की उपस्थिति में ट्रैक पर ट्रेन की आवाजाही के कारण होने वाली बकलिंग को लेकर अधिक चिंतित है। ऐसी बकलिंग को गतिशील बकलिंग कहा जाता है। चलती ट्रेन के प्रभाव जो गतिशील बकलिंग में योगदान कर सकते हैं, नीचे दिए गए हैं -

1) चलती ट्रेन के लोडेड एक्सल के कारण ट्रैक चलती एक्सल के सामने, पीछे या यहां तक कि उनके बीच भी ऊपर उठ जाता है। इंजन के सामने रेल की ऊर्ध्वाधर प्रोफ़ाइल में दिखाई देने वाली तरंग को प्रीसेशन तरंग (precession wave) कहा जाता है, पीछे की ओर रिसैशन की तरंग (recession wave) और एक्सल के बीच में केंद्रीय तरंग (central wave) कहा जाता है। इनमें से कोई भी तरंग इतनी गंभीर हो सकती है कि गिट्टी और स्लीपर सॉफिट के बीच संपर्क टूट जाए, जिसके परिणामस्वरूप पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध खत्म हो जाएगा, जिससे ट्रैक बकल-प्रोन हो जाएगा (चित्र 8.5 (a) और (b))



चित्र 8.5(a)



चित्र 8.5(b)

2) चलती ट्रेन द्वारा लगाए गए ट्रैक्टिव और ब्रेकिंग बल LWR में बल के स्तर को बदल देते हैं और किसी दिए गए स्थान पर लगातार ब्रेक लगाने के परिणामस्वरूप संपीड़ित बलों का निर्माण हो सकता है, जिससे रेल में बकलिंग की प्रवृत्ति पैदा हो सकती है।

3) ट्रैक में पार्श्व संरेखण पर चलती ट्रेन पर हन्टिंग मोशन से बड़ी पार्श्व ताकतें पैदा हो सकती हैं जो बकलिंग की प्रवृत्ति पैदा करती हैं।

4) चलती ट्रेन से प्रेरित कंपन गिट्टी को अस्तव्यस्त कर सकता है और पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध को कम कर सकता है।

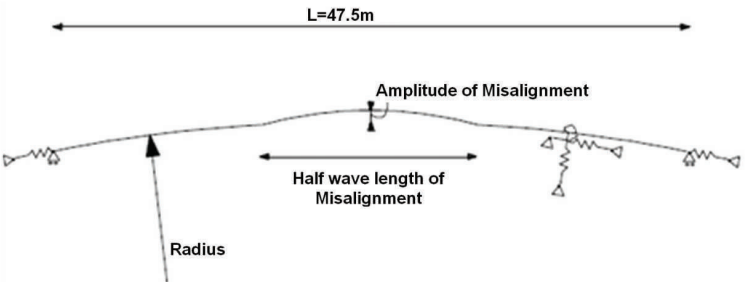
8.5 घुमावदार CWR ट्रैक (वक्र) का बकलिंग विश्लेषण

8.5.1 क्रियाविधि

1992 में इंटरनेशनल यूनियन ऑफ रेलवे (यूआईसी UIC) ने ERRI से "CWR का बेहतर ज्ञान, स्विच सहित" शीर्षक से एक अध्ययन शुरू किया और यह काम ERRI D 202 विशेषज्ञ समिति को सौंपा गया।

इस केस स्टडी के एक भाग के रूप में, तीन मॉडल विकसित किए गए। CWERRI मॉडल में से एक अनुदैर्ध्य और ऊर्ध्वाधर भार के साथ संयोजन में ट्रैक स्थिरता का विश्लेषण करता है। इसमे गिट्टी के अनुदैर्ध्य बल का बिखरना एवं इसका डाइनैमिक प्रभाव का अध्ययन करना शामिल है।

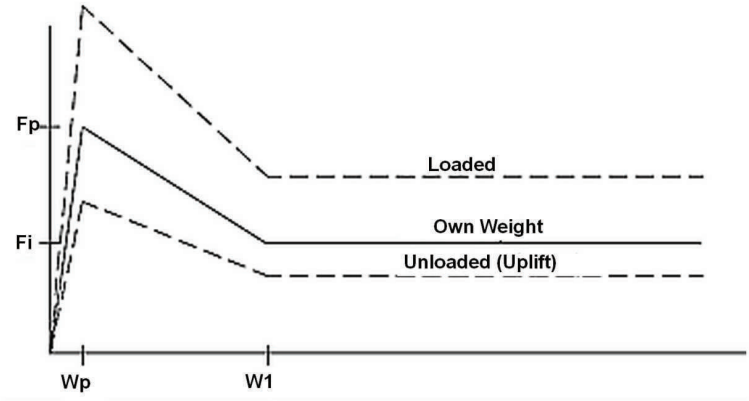
CWERRI मॉडल का उपयोग करते हुए, ट्रैक संरचना (चित्र 8.6) पर एक संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया था, जिसमें मिस – अलाइन्मेन्ट की आधी तरंग दैर्ध्य, वक्र त्रिज्या, पार्श्व गिट्टी ताकत की चरम सीमा, प्रतिरोध की सीमा और टॉर्सनल बन्धन प्रणाली की कठोरता जैसे मापदंडों को अलग-अलग अध्ययन किया गया था।



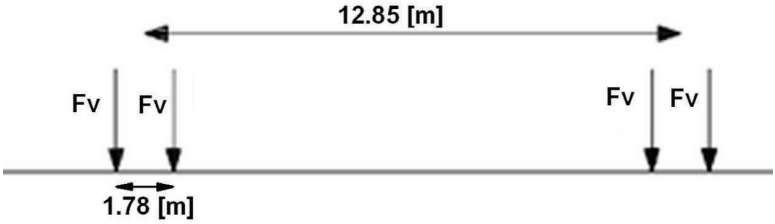
चित्र 8.6 –ट्रैक माडल का प्लान

ट्रैक मॉडल 47.5 मीटर लंबा था, जिसका क्षैतिज वक्र त्रिज्या 400 मीटर था । अनंत तक रैखिक लोचदार स्पर्शरेखा ट्रैक के अनुदैर्ध्य व्यवहार को मॉडल करने के लिए, दोनों सिरों पर एक अनुदैर्ध्य स्प्रिंग जोड़ा गया था । बीच में गलत संरेखण की विशेषता अर्ध साइन तरंग थी जिसकी लंबाई 9.144 मीटर और आयाम 0.0381 मीटर था। ट्रैक घटक गुण इस प्रकार थे -

रेल - क्षेत्रफल 136 (67.52 किग्रा /मीटर) रेल, स्लीपर स्पैसिंग 0.61 मीटर और ऊर्ध्वाधर गिट्टी कठोरता - 68 900 KN / मीटर प्रति मीटर ट्रैक । गिट्टी स्प्रिंग का संरचनात्मक व्यवहार चित्र 8.6 में दिया गया है। ट्रैक को दो बोगियों वाले हॉपर वैगनों द्वारा लंबवत रूप से लोड किया गया था, जिसे 293 KN के चार ऊर्ध्वाधर एक्सल लोड द्वारा दर्शाया गया था, जैसा कि चित्र 8.7 में दर्शाया गया है।

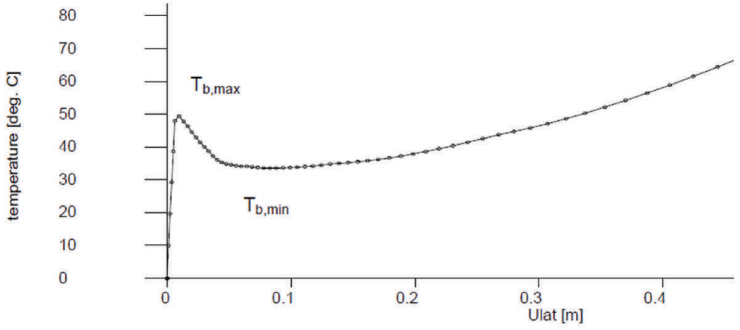


चित्र 8.7 –विभिन्न लोडिंग स्थितियों के तहत पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध.



चित्र 8.8 –हॉपर वैगनों का लोडिंग आरेख (FV=293 kN)

तापमान को 0°C से 100°C तक बढ़ाकर ट्रैक को लोड किया गया। चित्र 8.9 तापमान वृद्धि के विरुद्ध मॉडल के केंद्र में पार्श्व विकृति को दर्शाता है



चित्र 8.9 – मॉडल के मध्य में पार्श्व विकृति

चित्र 8.9 में दो बिंदुओं द्वारा चित्रित किया गया है। पहला बिंदु तापमान $T_{b,max}$ (49.4 डिग्री सेल्सियस) है, जिस पर बकलिंग शुरू होती है, और जो आंकड़े में उच्चतम बिंदु है। इस बिंदु के बाद, तापमान गिरता है और विकृतियाँ तेजी से बढ़ती हैं। दूसरा बिंदु न्यूनतम तापमान $T_{b,min}$ (33.5°C) है जो बकलिंग शुरू होने के बाद होता है। सुरक्षा की दृष्टि से यह सबसे महत्वपूर्ण मूल्य है।

8.5.2 संवेदनशीलता का विश्लेषण

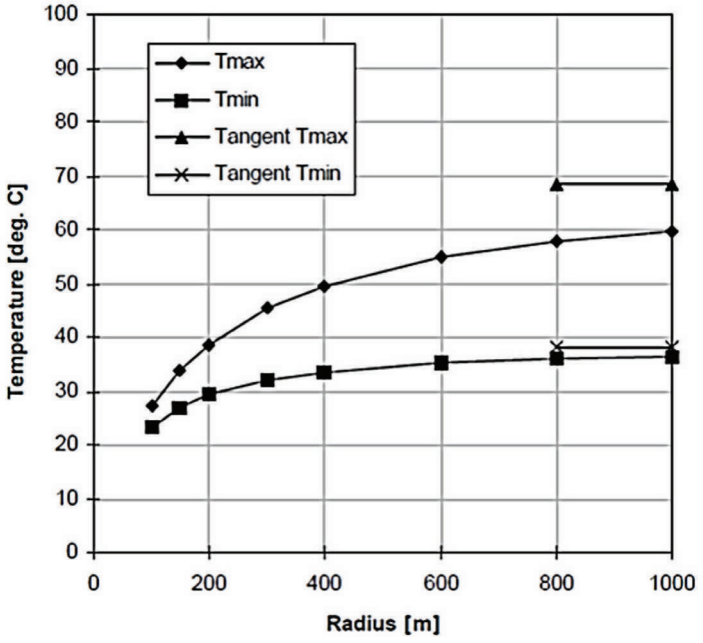
इस अध्ययन में, नीचे दी गई तालिका 8.2 में दिखाए गए पैरामीटर भिन्नताओं के लिए $T_{b,max}$ और $T_{b,min}$ की संवेदनशीलता का अध्ययन किया गया। अन्य सभी मापदंडों को "निश्चित मूल्य" पर स्थिर रखते हुए प्रत्येक पैरामीटर को व्यावहारिक सीमा में भिन्न किया गया था।

मापांक	निश्चित मूल्य	सीमा
त्रिज्या (m)	400	100-Tangent
पार्श्व अधिकतम प्रतिरोध (Fp) (N /m)	17,508	8,754 – 26,262
पार्श्व सीमा प्रतिरोध (Fl) (N /m)	9,630	4,815 – 14,445
अनुदैर्ध्य कठोरता (N/m)	13,78,000	100,000 – 1,00,00,000
मरोड़वाली कटोरता (N /m)	11,12,500	0.0-3,00,000
ग़लत संरेखण का आयाम [m]	0.0381	0.008 – 0.05
ग़लत संरेखण की आधी तरंग दैर्ध्य [m]	4.572	1.2 – 9.6

तालिका 8.2 –संवेदनशीलता अध्ययन में मापदंड

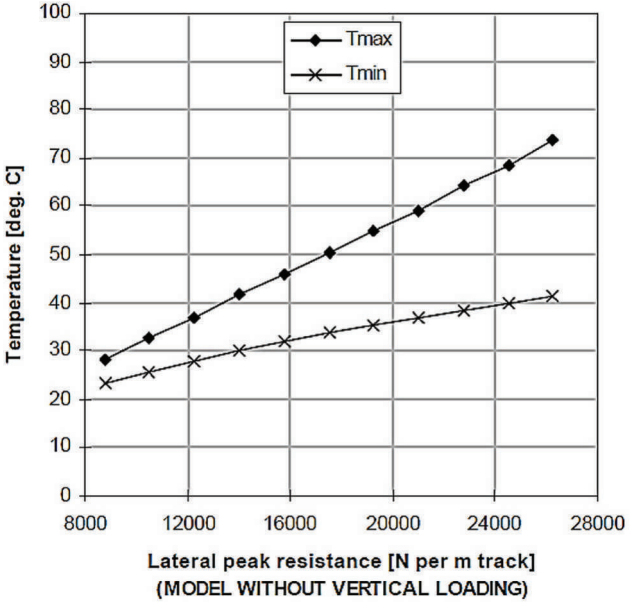
चित्र 8.9 वक्र त्रिज्या के फलन के रूप में $T_{b,max}$ और $T_{b,min}$ के लिए

परिकलित परिणाम दिखाता है। Yield Force ऊर्ध्वाधर ट्रैक लोड से प्रभावित होता है। त्रिज्या के लिए संदर्भ मान 400 मीटर है। छोटे-त्रिज्या वाले वक्रों में कम तापमान पर बकलिंग शुरू हो जाती है। $T_{b,max}$ और $T_{b,min}$ को कुछ आंकड़ों में T_{max} और T_{min} के रूप में संदर्भित किया गया है

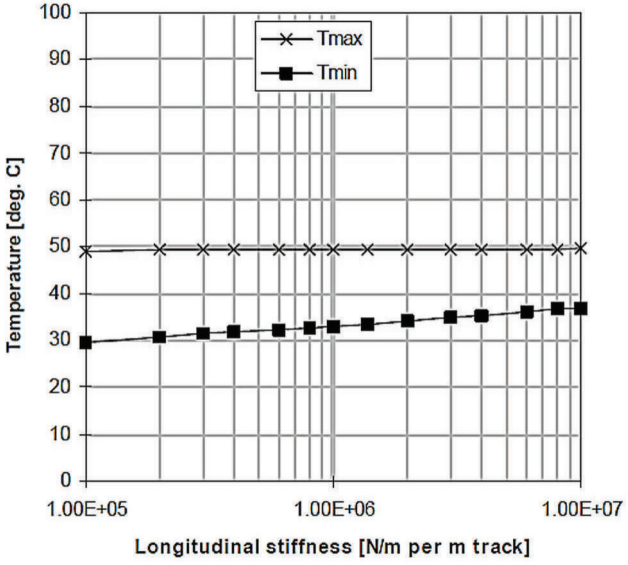


चित्र 8.10 – T_{max} और T_{min} पर त्रिज्या का प्रभाव

पार्श्व ऊपर की बिन्दु और सीमा प्रतिरोध द्वारा दर्शाया गया गिट्टी व्यवहार, संदर्भ मूल्य के 50% से 150% की सीमा में भिन्न था और चित्र 8.11 $T_{b,max}$ को इस कारक के प्रति अधिक संवेदनशील दिखाता है।

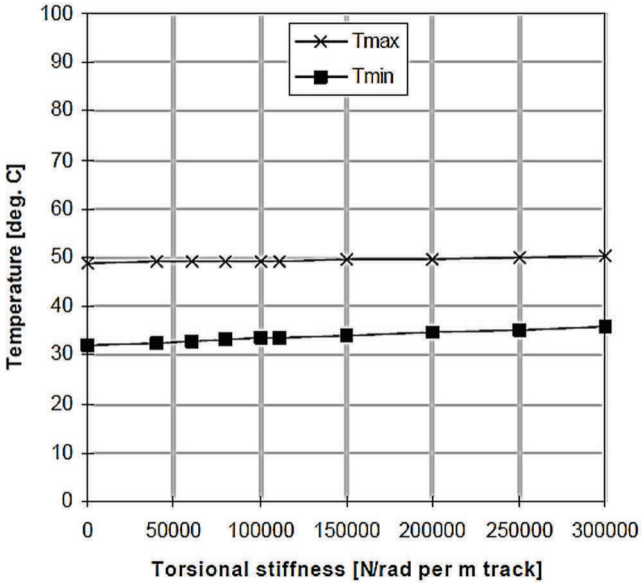


चित्र 8.11 –चरम पार्श्व प्रतिरोध का प्रभाव

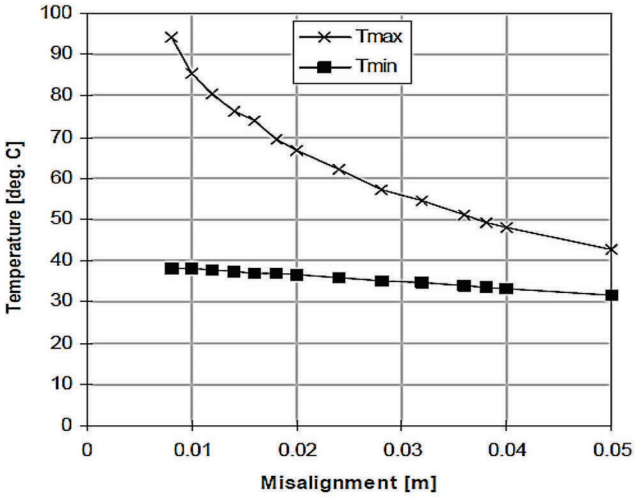


चित्र 8.12 – ट्रैक की अनुदैर्ध्य कठोरता का प्रभाव

चित्र 8.12 इंगित करता है कि अनुदैर्ध्य गिट्टी की कठोरता को बदलने से Tb,max पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है । मरोड़ वाली कठोरता (Torsional Stiffness), जो अक्सर ट्रैक के फ्रेम की कठोरता से जुड़ी होती है, न तो $T_{b,max}$ और न ही $T_{b,min}$ को प्रभावित करती है, जैसा कि चित्र 8.13 से देखा जा सकता है।

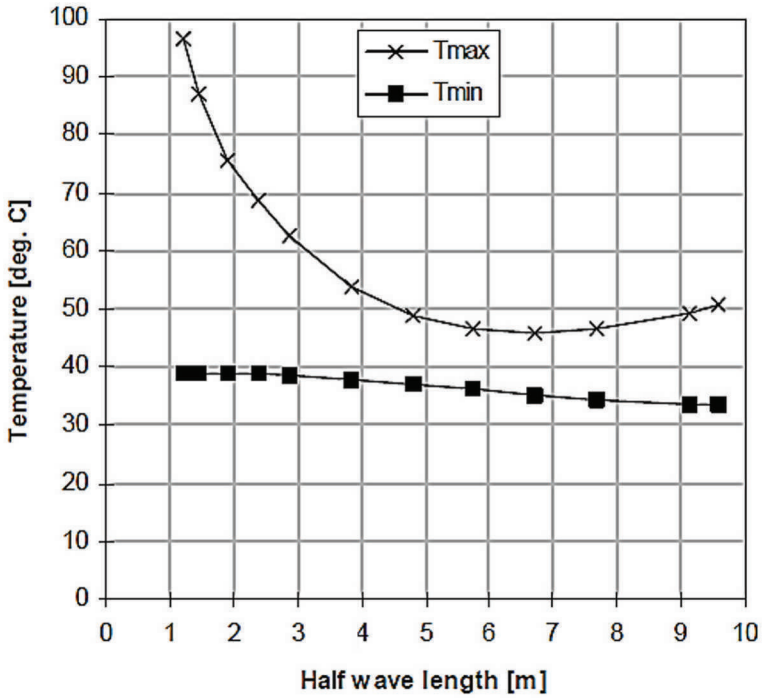


चित्र 8.13 –ट्रैक की मरोड़ वाली कठोरता का प्रभाव



चित्र 8.14

चित्र 8.14 से, यह स्पष्ट है कि गलत संरेखण के आयाम का Tb,max पर एक उल्लेखनीय प्रभाव पड़ता है, जबकि $T_{b,min}$ कम प्रभावित होता है।



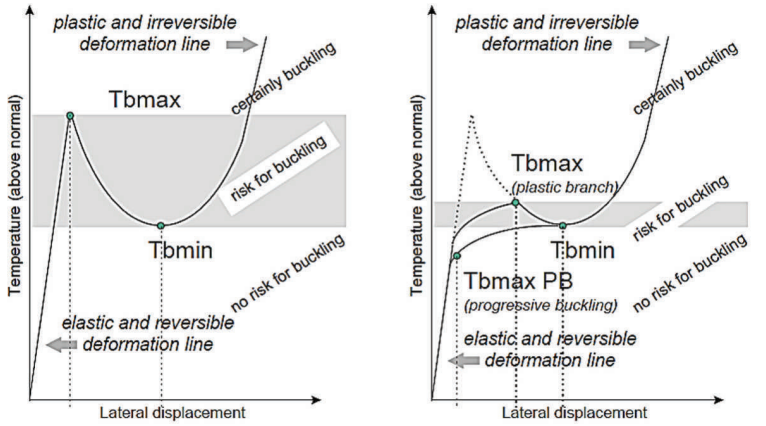
चित्र 8.15 – ग़लत संरेखण के आयाम का प्रभाव

चित्र 8.15 में दिखाया गया आधा तरंग दैर्ध्य, गलत संरेखण के आयाम से संबंधित है। गणना में, माप डेटा के सांख्यिकीय विश्लेषण के आधार पर, एक निश्चित संबंध मान लिया गया था।

8.5.3 सुरक्षा विश्लेषण

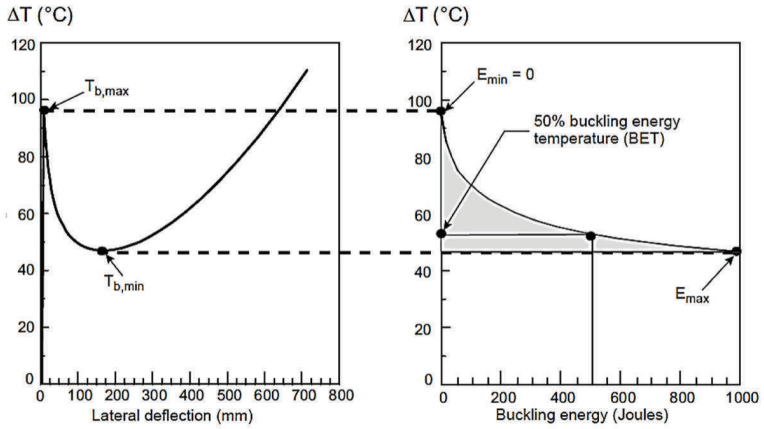
CWERRI का लेजर अनुप्रयोग सुरक्षा विश्लेषण के लिए एक सहज उपकरण है, जिसके आधार पर सुरक्षा मानदंड को UIC Leaflet 730 में शामिल किया गया है। गणना के परिणाम तटस्थ तापमान से ऊपर रेल के तापमान के संदर्भ में व्यक्त किए जाते हैं। यह व्यापक रूप से माना जाता है कि T_{bmin} और T_{bmax} के बीच के क्षेत्र में ट्रैक

सुरक्षा, बकल्ड ट्रैक में ऊर्जा के बढ़ोतरी पर निर्भर करता है, उदाहरण के लिए। T_{bmin} के करीब तापमान के लिए ट्रेन चलाने से ऊर्जा की मात्रा T_{bmax} के करीब की तुलना में बहुत अधिक होती है जैसा कि नीचे चित्र 8.16 से स्पष्ट है -



चित्र 8.16 (a) –समेकित गिट्टी (बाएं) और असंगठित गिट्टी (दाएं) के लिए तापमान बनाम पार्श्व विस्थापन।

ट्रैक की ऐसी स्थिति की अनुमति नहीं दी जानी चाहिए जिसके परिणामस्वरूप प्रगतिशील बकलिंग होती है



चित्र 8.16 (b) –बकलिंग ऊर्जा अवधारणाएँ

पेरामीटर	
रेल - UIC 60	स्लीपर – कंक्रीट
गलत संरेखण - 8 मी में 12 मिमी	R = 30m
मरोड़ प्रतिरोध - मध्यम	अनुदैर्ध्य प्रतिरोध - मध्यम
ऐक्सल लोड - UIC / D4	

ट्रैक सुरक्षा के लिए, T_{allow} (स्वीकार्य तापमान) रेल के तटस्थ तापमान से ऊपर का अधिकतम स्वीकार्य तापमान है जिसे ट्रैक बकलिंग के खिलाफ सुरक्षित माना जाता है। तापमान में वृद्धि या रेल में संपीड़न तनाव में वृद्धि के संबंध में T_{allow} को कुशन के रूप में माना जा सकता है, जो रेल की बकलिंग में धकेलता है। जैसा कि UIC 720 में बताया गया है

लेवल 1 सुरक्षा के लिए, $T_{allow} = T_{bmin}$

लेवल 2 सुरक्षा के लिए, $T_{allow} = T_{bmin} + \Delta T$

लेवल 1 की सुरक्षा अधिक रूढ़िवादी है यानी लेवल 2 की तुलना में अधिक सुरक्षित है और ΔT का मान सुरक्षा विचार के आधार पर निर्धारित किया जाना है। स्वीकार्य तापमान वृद्धि की गारंटी के लिए बेस

लाइन के रूप में कम महत्वपूर्ण तापमान T_{bmin} का उपयोग, बकलिंग के खिलाफ CWR ट्रैक की सुरक्षा की गारंटी देता है, क्योंकि केवल इस तापमान से ऊपर ट्रैक बकलिंग की संभावना मौजूद होती है। यह उच्च स्तर की सुरक्षा प्रदान करता है. हालाँकि, अधिक जटिल ट्रेन गतिशील भार का प्रभाव, जैसे ब्रेकिंग और ट्रैक्शन, प्रभाव भार और व्हील फ़्लैंगिंग के कारण स्थानीयकृत थर्मल लोड इनपुट, बकलिंग मॉडल में शामिल नहीं हैं। T_{allow} इस गतिशील प्रभावों के खिलाफ सुरक्षा का कुछ अतिरिक्त मार्जिन प्रदान करता है (अर्थात यह गतिशील प्रभाव अप्रत्यक्ष रूप से इस तापमान पर ट्रैक को बांधने के लिए आवश्यक बड़ी बकलिंग ऊर्जा के कारण होता है)। इसके अतिरिक्त T_{max} और T_{min} के बीच का अंतर 200 C से अधिक होना चाहिए। यदि $T_{bmax} - T_{bmin}$ 5°C से कम है तो T_{allow} को एक कारक ΔT द्वारा नीचे की ओर समायोजित करने की आवश्यकता होती है जिसे 5°C के रूप में सेट किया जा सकता है।

लेवल 2 सुरक्षा $T_{bmin} + \Delta T$ पर आधारित

यदि कम रूढ़िवादी सुरक्षा मानदंड वांछित है, तो T_{allow} वांछित सहनशीलता के भीतर ट्रैक बनाए रखने और स्वीकार्य गतिशील भार के भीतर परिचालन स्थिति को नियंत्रित करने के लिए प्रत्येक रेलवे संगठन की क्षमता पर निर्भर हो सकता है। T_{allow} को एक कारक ΔT द्वारा लेवल 1 मान से ऊपर तक बढ़ाया जा सकता है। हालाँकि, ΔT का चुनाव मामूली बात नहीं है क्योंकि T_{bmin} के ऊपर बकलिंग क्षमता तेजी से बढ़ती है क्योंकि ट्रैक को बकल करने के लिए आवश्यक ऊर्जा T_{bmin} के ऊपर तेजी से कम हो जाती है।

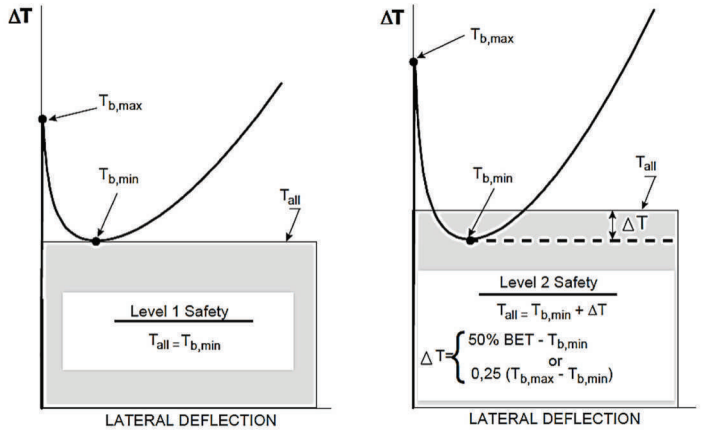
8.6 CWR ट्रैक की गतिशील बकलिंग

श्री किश और सामवेदम G द्वारा सिद्धांत, परीक्षण और सुरक्षा अवधारणा T_{bmin} से ऊपर 50% बकलिंग ऊर्जा स्तर स्वीकार्य तापमान का सुझाव देती है जो 50% बकलिंग ऊर्जा तापमान (50% BET) या Tall = $T(0.5\ E_{max})$ = 50 % BET से मेल खाती है। हालाँकि, इसे पूर्ण पैमाने

पर गतिशील बकलिंग परीक्षणों के माध्यम से मान्य किया जाना चाहिए। यह विकल्प ERRI समिति D 202 पैरामीट्रिक अध्ययन पर आधारित है जिसमें CWERRI और CWR बकल को नियोजित किया गया है जो दो दृष्टिकोणों के बराबर है।

यदि CWR-बकल मॉडल बकलिंग ऊर्जा के निर्धारण के लिए उपलब्ध नहीं है, तो ΔT की एक वैकल्पिक परिभाषा T_{bmax} और T_{bmin} के मॉडल पूर्वानुमान पर आधारित हो सकती है, विशेष रूप से $\Delta T = 0.25 (T_{bmax} - T_{bmin})$। हालाँकि T_{bmax} पर आधारित किसी भी सुरक्षा मानदंड को लागू करते समय T_{bmax} की भविष्यवाणी करने के लिए बकलिंग मॉडल की सटीकता मापदंडों पर T_{bmax} की अत्यधिक संवेदनशीलता पर विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए।

स्तर 1 और स्तर 2 के लिए सुरक्षा को चित्र 8.17 में दर्शाया गया है



चित्र 8.17- सुरक्षा स्तर 1 और 2 के लिए स्वीकार्य तापमान वृद्धि के संदर्भ में सुरक्षा मानदंड परिभाषा

8.7 बकलिंग सुरक्षा मूल्यांकन

पेरामीटर	
रेल - UIC 60	ऐक्सल लोड - UIC / D4
गलत संरेखण - 8 मी में 12 मिमी	स्लीपर – कंक्रीट
मरोड़ प्रतिरोध - मध्यम	अनुदैर्ध्य प्रतिरोध - मध्यम

नोट - पार्श्व प्रतिरोध श्रेणियों पर अनुमान -

- 0.2 GMT तक टैम्प्ड - 12-18 kN/m
- स्थिरीकरण (0.2 से 1 GMT) - 19-22 kN /m
- समेकित - 23-28 kN /m

बकलिंग सुरक्षा मूल्यांकन

सुरक्षा मानदंड -

$X = T_{all} - (T_{max} - T_n) \geq 0$, जहाँ -

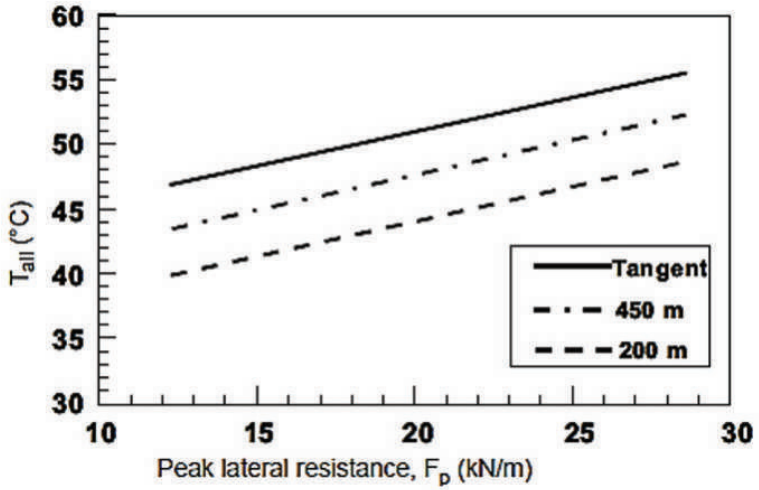
T_{max} = अधिकतम रेल तापमान

T_n = तनाव मुक्त तापमान = बन्धन तापमान – एसएफटीएन (SFTN)

एसएफटीएन (SFTN) = T_n भिन्नता के लिए सुरक्षा कारक = 5^0C

उदाहरण -

एक कमजोर (टैम्प्ड R = 450 मीटर ट्रैक को T_f = 200C पर बांधा गया है, और 12 मिमी लाइन दोष मानते हुए, अनुमेय T_{max} क्या है?



चित्र 8.18 - लेवल-1 सुरक्षा मानदंड के आधार पर CWR ट्रैक के लिए बकलिंग सुरक्षा सीमाएं

उत्तर -

$F_p \cong 15$ kN /m निर्धारित करें

फिर, उपरोक्त चित्र से - $T_{all} = 45^0$C;

फिर, $X = 45 - (T_{max} - 15) \geq 0$

T_{max} (अनुमेय) = 600C

8.8 ट्रैक लेटरल शिफ्ट मैकेनिज्म, पैरामीटर्स और स्वीकार्य मिस-अलैनमेंट

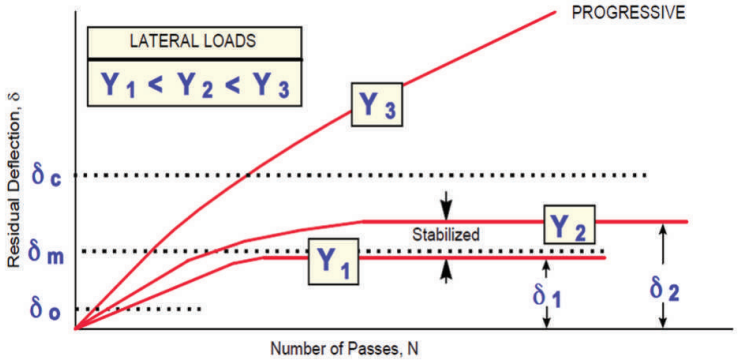
चित्र 8.19 स्थायी (अवशिष्ट) विक्षेप उत्पन्न करने के लिए आवश्यक धुरी मार्ग की संख्या के संदर्भ में ट्रैक शिफ्ट के मूल सिद्धांतों को "चलती लोड समस्या" के रूप में दर्शाता है, जो या तो स्थिर हो सकता है (जैसा कि $\delta 1$ और $\delta 2$ द्वारा दिखाया गया है) या अस्थिर (यानी उत्तरोत्तर) धुरी मार्ग की संख्या की पासों की संख्या के साथ बढ़ रही है)। इनके लिए प्रमुख प्रभावशाली मापदंडों की पहचान Y /Q अनुपात, मार्ग की संख्या,

लोड और अनलोड पार्श्व ट्रैक प्रतिरोध, रेल अनुदैर्ध्य बल के रूप में की गई है। हाई स्पीड ट्रैक संचालन के लिए, पार्श्विक गलत संरेखण के इन स्तरों की पहचान की जाती है

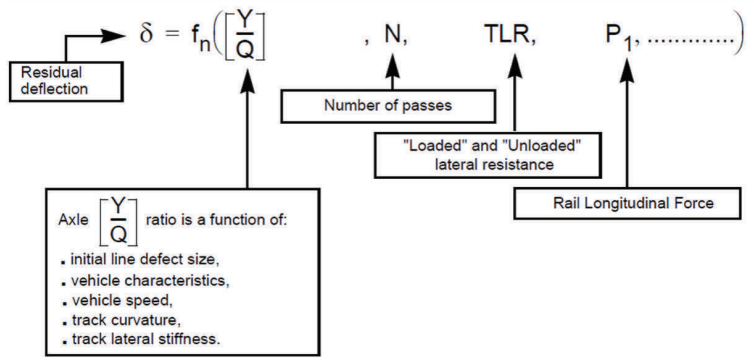
(i) निर्माण या पुनर्संरेखण के बाद प्रारंभिक गलत संरेखण ($\delta 0$)

(ii) अधिकतम स्वीकार्य "पूर्व-रखरखाव" गलत संरेखण (मिस-अलैनमेंट) (δm),

(iii) गंभीर गलत संरेखण जिस पर संचालन प्रभावित होता है और सुरक्षा से संभावित रूप से समझौता किया जाता है (δc)



चित्र 8.19 ट्रैक विस्थापन तंत्र



चित्र 8.20 ट्रैक विस्थापन तंत्र को प्रभावित करने वाले कारक

नए ट्रैक या फिर से बिछाए गए ट्रैक के लिए पुनर्संरेखण या निर्माण सहनशीलता के बाद प्रारंभिक गलत संरेखण को $\delta 0$ द्वारा दर्शाया जाता है जो आमतौर पर उच्च गति वाले ट्रैक के लिए 1-4 मिमी के क्रम का होता है। रखरखाव संचालन से पहले अधिकतम स्वीकार्य मिस-अलैनमेंट δm अलग-अलग रेलवे के अनुसार भिन्न होता है, जो 4-8 मिमी के क्रम का होता है। महत्वपूर्ण मिस- अलैनमेंट आयाम जिस पर वाहन संचालन प्रभावित होता है वह δc है। इसे कई विफलता मोडों पर विचार करके निर्धारित किया जा सकता है, जैसे अचानक ट्रैक शिफ्ट की संभावना, पहिया चढ़ना, रेल रोल, बकलिंग, अपर्याप्त सवारी गुणवत्ता और वाहन डिजाइन भार की अधिकता।

विस्थापन $\delta 1$ और $\delta 2$ पासों की संख्या पर स्थिर विक्षेप हैं, और केवल तभी पहुंच (या अनुमति) हैं यदि δc इनसे बड़ा है। कुछ उच्च गति ट्रैक स्थितियों और मापदंडों के लिए, स्थिरीकरण δc से पहले नहीं पहुंच सकता है इसलिए उच्च गति ट्रैकों के लिए δc का निर्धारण संरक्षा मानदंडों के विकास के लिए महत्वपूर्ण आवश्यकता है जो वाहन मापदंडों, गति, ट्रैक की स्थिति, पार्श्व प्रतिरोध और तापीय भार के आधार पर निर्धारित किया जा सकता है।

पूर्व-रखरखाव मिस- अलैनमेंट δm को रखरखाव की आवृत्तियों (GMT) और महत्वपूर्ण मिस- अलैनमेंट δc के आधार पर सुरक्षा के आधार पर निर्धारित किया जा सकता है। निर्माण सहनशीलता $\delta 0$, आमतौर पर रेलवे द्वारा निर्माण की लागत और (सहिष्णुता और गुणवत्ता आश्वासन), रखरखाव और रखरखाव चक्रों के बीच प्राप्त किए जा सकने वाले समय सीमा / लागत इत्यादि के अनुरूप निर्धारित की जाती है।

8.9 ट्रैक पार्श्व स्थिरता तंत्र

स्टेज	घटना	कारण	परिणाम
1	प्रारंभिक पटरी दोषों का निर्माण ("छोटा")	(1) प्रारंभिक खामियां (वेल्ड) और निर्माण दोष। (2) बोगी हनटींग के कारण उच्च Y /Q's (3) स्थानीय कमजोर गिट्टी की स्थिति (4) अनुदैर्ध्य बल	पार्श्विक कुसंरेखण (गलत संरेखण)
2	ग़लत संरेखण की वृद्धि ("छोटा" से "मध्यम")	(1) लाइन दोष के कारण नेट एक्सल Y/Q में वृद्धि (2) बोगी हनटींग के कारण उच्च Y/Q (3) ΔT के कारण उच्च अनुदैर्ध्य बल (4) मल्टीपल व्हील पास	ट्रैक लेटरल शिफ्ट
3	"बड़े" गलत संरेखण का अचानक गठन	(1) उच्च अनुदैर्ध्य बल (2) टीएन T_n (तनाव मुक्त तापमान) में कमी (3) ट्रैक शिफ्ट से उत्पन्न गलत संरेखण (4) गतिशील उत्थान तरंग (5) कमजोर पार्श्व प्रतिरोध	ट्रैक बकलिंग

8.10 ट्रैक का दीर्घकालिक व्यवहार

लगातार वेल्डेड रेल पटरियों (CWR) में तटस्थ रेल तापमान समय के साथ बदल सकता है। उन स्थानों पर तटस्थ रेल तापमान की बदलाव की उम्मीद की जा सकती है जहां निम्नलिखित स्थितियों में रेल क्रीप कर सकती है -

(i) ट्रेन का त्वरण, ब्रेक लगाना, (विशेष रूप से ढाल के साथ संयोजन में),

(ii) तीव्र वक्रों में अंदर / बाहर की ओर सररेखन के प्रभाव से ,

(iii) ट्रैक रखरखाव कार्यों के परिणामस्वरूप, जैसे ट्रैक टैम्पिंग, डीस्ट्रेसिंग, गिट्टी की छनाई , आदि।

दीर्घकालिक CWR ट्रैक व्यवहार पर मौजूदा अध्ययन के परिणामों को निम्नलिखित कथनों द्वारा संक्षेपित किया जा सकता है -

1. रखरखाव के दौरान एनआरटी (न्यूट्रल रेल तापमान) NRT (Neutral Rail Temperature) में परिवर्तन 10 डिग्री सेल्सियस तक पहुंच सकता है। एनआरटी को नीचे गिरने की सामान्य प्रवृत्ति थी,
2. विशिष्ट ट्रेन भार और ट्रैक संरचना के लिए ट्रैक क्रीप के कारण अनुदैर्ध्य अवशिष्ट विस्थापन कुछ मिलीमीटर के बराबर होता है । बहुत भारी ट्रेनों के विशेष मामलों में, अनुदैर्ध्य अवशिष्ट विस्थापन प्रति वर्ष लगभग 500 मिमी तक पहुंच सकता है,
3. टर्नआउट और आसपास के क्षेत्रों की थर्मल लोडिंग को निम्नानुसार चित्रित किया जा सकता है -
   a) सीधे ट्रैक के लिए थर्मल बल के संबंध में स्विच रेल ज़ोन में अनुदैर्ध्य बल 50% तक बढ़ सकता है,
   b) सीधे ट्रैक में अनुदैर्ध्य विस्थापन 2 से 10 मिमी तक पहुंच जाता है।

4. पुल डेक के विस्तार / संकुचन के कारण अनुदैर्ध्य ट्रैक प्रतिक्रिया व्यावहारिक रूप से सेवा समय पर निर्भर नहीं करती है।

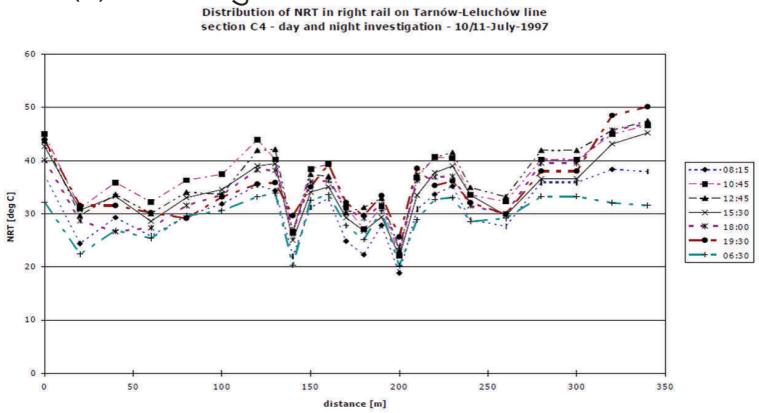
CWR ट्रैक व्यवहार की दीर्घकालिक जांच हंगरी और पोलैंड में 21 खंडों में की गई -

a) सीधे खंड (पोलैंड में 6 खंड और हंगरी में 2 खंड)

b) तीव्र वक्र (पोलैंड में 6 खंड और हंगरी में 4 खंड)

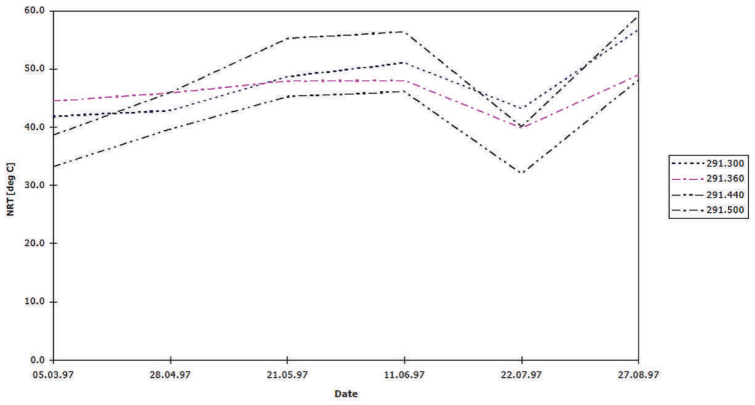
c) वेल्डेड टर्नआउट और निकटवर्ती क्षेत्रों के बीच अध्ययन (पोलैंड में 3 खंड)

(a) सीधे अनुभाग पर अल्पकालिक प्रतिक्रिया

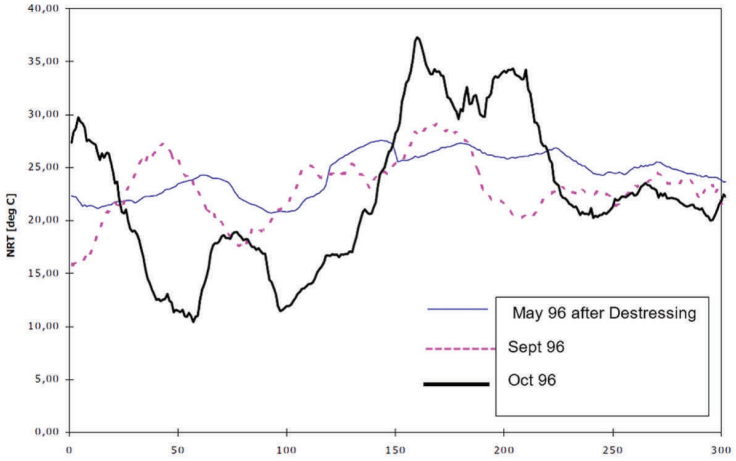


चित्र 8.21a सीधे अनुभाग पर अल्पकालिक प्रतिक्रिया

(b) CWR ट्रैक की दीर्घकालिक प्रतिक्रिया



चित्र 8.21 b बाएं रेल खंड में तटस्थ रेल तापमान (एनआरटी) का दीर्घकालिक परिवर्तन



चित्र 8.22 दाएं रेल खंड में तटस्थ रेल तापमान (एनआरटी) का वितरण

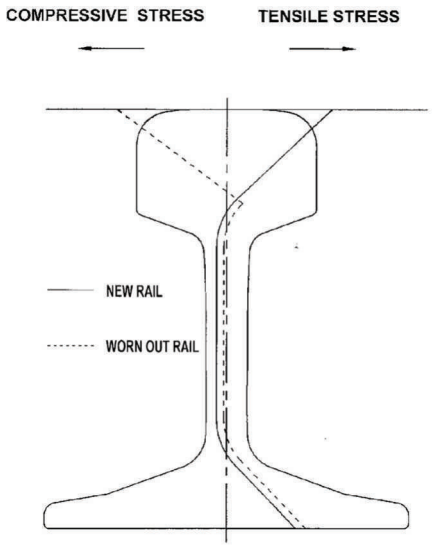
प्रस्तुत परिणामों और अतिरिक्त विश्लेषण से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं -

1. ट्रैक रखरखाव के दौरान एनआरटी NRT (तटस्थ तापमान) में बदलाव 5 से 200C तक पहुंच गया।
2. ट्रैक रखरखाव के दौरान एनआरटी में परिवर्तन, सामान्य तौर पर, बिना किसी विशिष्ट प्रवृत्ति के यादृच्छिक भिन्नता का एक रूप था ।
3. कंक्रीट स्लीपरों वाले CWR ट्रैक ने लकड़ी के स्लीपरों वाले ट्रैक के तुलना में ट्रैक रखरखाव के दौरान अधिक स्थिर एनआरटी दिया।
4. परीक्षण खंडों के लिए गणना किए गए औसत एनआरटी मान वक्रों में स्थिर नहीं थे, लेकिन रेल तापमान की वार्षिक आवधिकता को दर्शाते थे।
5. वेल्डेड टर्नआउट के स्विच ज़ोन में पार्श्व विस्थापन ±2 से 3 मिमी तक पहुंच सकता है। इसका मतलब है कि केवल लोचदार प्रतिक्रिया तक विस्थापन को सीमित करने के लिए विशेष सुरक्षा (विशेष रूप से लकड़ी के स्लीपरों के साथ टर्नआउट के लिए) शुरू की जानी चाहिए।
6. ±3°C के स्तर पर एनआरटी माप सटीकता और लगभग 0.1 से 0.2 मिमी की विस्थापन माप सटीकता वाले उपकरणों का उपयोग विशेष स्थानीय प्रभावों (उदाहरण के लिए रेल क्रॉस में अवशिष्ट तनावों का वितरण, सेक्शन, रेल सामग्री माइक्रोस्ट्रक्चर आदि के स्थानीय परिवर्तन) पर विचार किए बिना CWR ट्रैक व्यवहार की जांच के लिए व्यावहारिक रूप से पर्याप्त है।
7. सबसे उपयुक्त प्रौद्योगिकी के उपयोग को सक्षम करने के लिए प्रमुख ट्रैक रखरखाव कार्यों से पहले किसी दिए गए खंड के वास्तविक एनआरटी का मापन किया जा सकता है।

8.11 तटस्थ तापमान माप

8.11.1 एक संतोषजनक तटस्थ तापमान मापने वाले उपकरण को निम्नलिखित मूलभूत आवश्यकताओं को पूरा करना चाहिए-

1. माप उपकरण पोर्टेबल होना चाहिए और स्थायी रूप से रेल से जुड़ा नहीं होना चाहिए।
2. उपकरण को निरपेक्ष मान देना चाहिए न कि सापेक्ष मान। साइट विशिष्ट अंशांकन शामिल नहीं होना चाहिए।
3. तकनीक रेल में अनुदैर्ध्य अवशिष्ट तनाव से स्वतंत्र होनी चाहिए। अवशिष्ट तनाव रेल अनुदैर्ध्य बल से जुड़े नहीं हैं क्योंकि वे इस अर्थ में स्व-संतुलन कर रहे हैं कि उनका परिणामी बल और क्षण शून्य है। परिणामस्वरूप, कोई भी तकनीक जो अनुदैर्ध्य बल के लिए स्थानीय तनाव के मापन पर निर्भर करती है, उसमें बड़ी त्रुटियां हो सकती हैं।
4. तकनीक अविनाशकारी होनी चाहिए (NDT).
5. तकनीक ±1°C के भीतर माप के सटीकता वाली होनी चाहिए।



चित्र 8.23 रेल अवशिष्ट तनाव

8.11.2 तटस्थ तापमान माप के लिए उपलब्ध तकनीकों की संख्या में से, निम्नलिखित को यथोचित रूप से विकसित माना जा सकता है -

- बेरी गेज - लंबाई में परिवर्तन को मापने के लिए सरल यांत्रिक गेज।
- ब्रिटिश रेल वाइब्रेटिंग वायर - रेल वेब में एक छेद में कंपन करने वाले तार की आवृत्ति के एक फ़ंक्शन के रूप में रेल बल को मापता है।
- स्ट्रेन गेज - रेल स्ट्रेन को मापने के लिए चार हाथ वाले व्हीटस्टोन ब्रिज का उपयोग करता है।

अनुसंधान के अंतर्गत तकनीकें -

1. लचीली तरंग प्रसार
2. एक्स-रे विवर्तन
3. Accousto- elastic
4. चुंबकीय अवपीड़न

5. बार्कहाउज़ेन ध्वनि - इस सिद्धांत का उपयोग रेल स्कैन उपकरण में किया जा रहा है।
6. विद्युत चुम्बकीय ध्वनिक ट्रांसड्यूसर
7. लेजर 'स्पैकल'

8.11.3 रेल उत्थान विधि

रेल बीम कॉलम प्रतिक्रिया पर आधारित एक नए दृष्टिकोण ने काफी संतोषप्रद संभावनाएं दिखाई हैं। यह इस तथ्य पर आधारित है कि यदि रेल को कुछ दूरी पर दो बिंदुओं पर रखा जा सकता है और इस हिस्से के केंद्र पर एक केंद्रित भार लगाया जाता है, तो रेल एक बीम कॉलम की तरह व्यवहार करती है और इसका विक्षेपण अनुदैर्ध्य भार से प्रभावित होता है। रेल में, स्पष्ट रूप से एक संपीड़ित अनुदैर्ध्य भार इसके विक्षेपण को बढ़ा देगा, जबकि एक तन्य भार इसे कम कर देगा।

अनुदैर्ध्य बल के अलावा, विक्षेपण रेल फ्लेक्सुरल कठोरता EI, लागू लोड Q और अंत बाधाओं end constraints की प्रकृति पर निर्भर है। एक रिग को इस प्रकार डिज़ाइन करना आवश्यक है कि सभी स्थानों और मापों के लिए, साइट की स्थितियाँ पर्याप्त रूप से दोहराई जा सकें। जहां तक साइट की स्थितियाँ का सवाल है, वे रिग द्वारा प्रदान की गई बाधा की प्रकृति पर निर्भर करती हैं। आम तौर पर, स्थितियाँ लोचदार समर्थन (शुद्ध सरल समर्थन और पूरी तरह से स्थिर समर्थन के बीच) होती हैं। निश्चित समर्थन स्थितियाँ संवेदनशीलता में सुधार करती हैं, लेकिन बड़े लागू भार की आवश्यकता होती है। तकनीक के सफल अनुप्रयोग के लिए साइट की स्थितियाँ की पुनरावृत्ति एक महत्वपूर्ण बिन्दु है।

विक्षेपण A निम्नलिखित द्वारा दिया गया है

$$\Delta = \lambda \frac{QL^3}{EI} \frac{1}{1-\frac{C}{P_c}} \text{---------} (1)$$

जहाँ

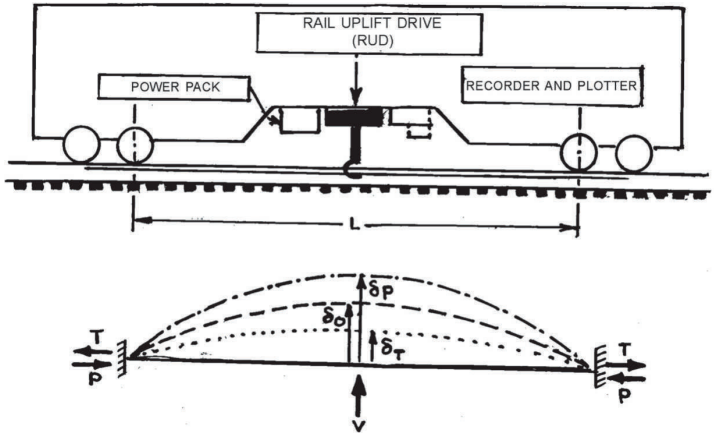
C = रेल में अनुदैर्ध्य संपीड़न बल है

Q = रेल के केंद्र पर लगाया गया लंबवत भार।

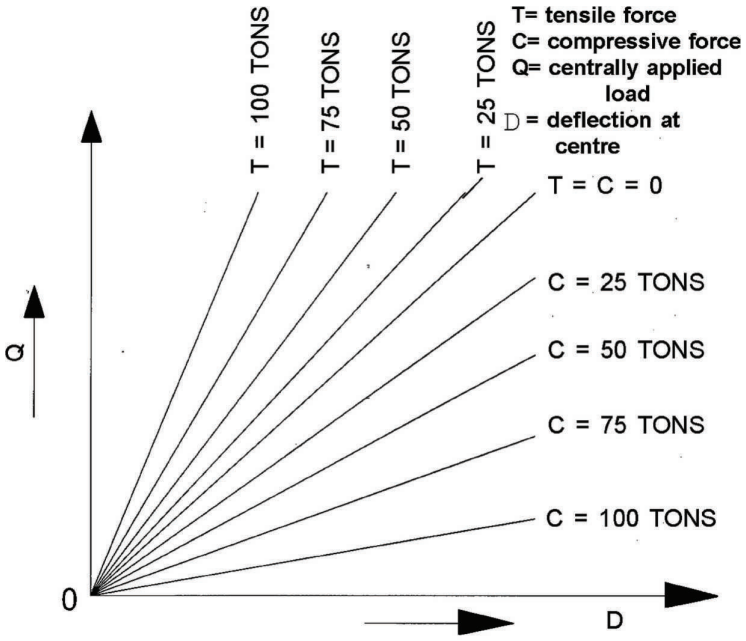
λ = अंतिम स्थितियों के आधार पर संख्यात्मक स्थिर मान,

P_C = विशिष्ट अंत स्थितियों के लिए 2L लंबाई के बीम कॉलम के लिए महत्वपूर्ण बकलिंग लोड।

उपरोक्त समीकरण में पहला कारक किसी अनुदैर्ध्य रेल बल की अनुपस्थिति में संकेंद्रित भार के तहत विक्षेपण का प्रतिनिधित्व करता है। दूसरा कारक अनुदैर्ध्य बल के कारण आवर्धन कारक है। उपरोक्त समीकरण से पता चलता है कि C (रेल अनुदैर्ध्य बल) के दिए गए मान के लिए, Q और Δ एक दूसरे के समानुपाती हैं। इसे दिए गए आंकड़ों में दर्शाया गया है (चित्र 8.24 और चित्र 8.25)



चित्र 8.24 रेल उत्थान विधि



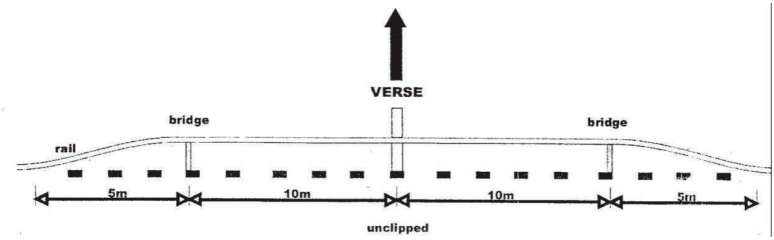
चित्र 8.25 तटस्थ तापमान निर्धारण के लिए ग्राफिकल विधि

8.11.4 वर्स विधि (ऊर्ध्वाधर रेल तनाव उपकरण) VERSE (Vertical Rail Stressing Equipment)

इस सिद्धांत का व्यावहारिक उपयोग VORTOK इंटरनेशनल, UK और AEA टेक्नोलॉजी रेल द्वारा विकसित 'VERSE' नामक तकनीक में किया गया है। उपकरण में एक फ्रेम शामिल होता है जिसमें एक हाइड्रोलिक लिफ्टिंग डिवाइस, एक लोड ट्रांसड्यूसर और एक विस्थापन ट्रांसड्यूसर होता है। माप प्रणाली एक मजबूत हैंडहेल्ड कंप्यूटर से जुड़ी हुई है।

तनाव मुक्त तापमान (एसएफटी) मापने के समय रेल तनाव में होनी चाहिए। माप लेने के लिए लगभग 30 मीटर रेल को खोलने और माप बिंदु के दोनों ओर 10 मीटर पर रेल

सपोर्ट स्पेसर रखने की आवश्यकता होती है (चित्र 8.26)।



चित्र 8.26- VERSE उपयोग आरेख

एक टन का अधिकतम बल लगाया जाता है और ट्रांसड्यूसर द्वारा मापा गया भार और विस्थापन हैंडहेल्ड कंप्यूटर पर रिले किया जाता है। एसएफटी परिणाम प्राप्त करने के लिए मापा गया डेटा कुछ अन्य डेटा जैसे परिवेश रेल तापमान, रेल प्रोफाइल और रेल की ऊंचाई के साथ कंप्यूटर में फीड किया जाता है। रेल की ऊँचाई को रेल हेड घिसाव और रेल ग्राइंडिंग को ध्यान में रखते हुए शामिल किया गया है जो स्वाभाविक रूप से रेल की कठोरता को प्रभावित करेगा। VERSE तकनीक का सत्यापन ब्रिटेन की अग्रणी प्रौद्योगिकी कंपनियों में से एक, AEA टेक्नोलॉजी द्वारा किया गया है।

8.12 व्यावहारिक पहलुओं के संबंध में महत्वपूर्ण निष्कर्ष -

1. बड़े मिसअलैनमेंट वाले सीधे ट्रैक की तुलना में छोटे मिसअलैनमेंट के साथ सीधा ट्रैक बहुत अधिक तापमान पर बकल होता है।
2. उच्च स्लीपर घनत्व और फास्टनिंग टॉर्सनल गुणांक में वृद्धि से बकलिंग के लिए समग्र प्रतिरोध बढ़ जाता है।
3. बड़ी गलत संरेखण, बकलिंग के विरुद्ध ताकत को काफी कम कर देती है
4. बकलिंग ताकत में, रेल फास्टनिंग्स और गिट्टी का सापेक्ष योगदान साइट पर मौजूद वास्तविक स्थितियों पर निर्भर करेगा। सामान्य परिस्थितियों में योगदान 10% (रेल) का, 30% (फास्टनिंग्स)

और 60% (गिट्टी) का हो सकता है।

5. चलती ट्रेन द्वारा लगाए गए ट्रैक्टिव और ब्रेकिंग बल LWR में बल के स्तर को बदल देते हैं और किसी दिए गए स्थान पर लगातार ब्रेक लगाने से संपीड़न बलों का निर्माण हो सकता है, जिससे रेल में बकलिंग अर्थात् गतिशील बकलिंग की प्रवृत्ति पैदा हो सकती है।

6. ट्रैक में पार्श्व संरेखण पर चलती ट्रेन की हन्टिंग मोशन से बड़ी पार्श्व ताकतें पैदा हो सकती हैं जो बकलिंग की प्रवृत्ति पैदा करती हैं।

7. चलती ट्रेन से प्रेरित कंपन गिट्टी को अस्तव्यस्त कर सकते हैं और पार्श्व गिट्टी प्रतिरोध को कम कर सकते हैं।

8. रेल अनुदैर्ध्य संचलन, ट्रैक लेटरल शिफ्ट और ट्रैक वर्टिकल सेटलमेंट के कारण x, y और z दिशा (अक्ष) में रेल की संचलन के कारण रेल के तटस्थ तापमान में बदलाव होगा।

9. बकलिंग से बचाव के लिए निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना चाहिए।

   a) ट्रैक में पार्श्विक गलत संरेखण को कम करना

   b) फास्टनिंग्स की पर्याप्तता और उचित कार्य सुनिश्चित करना

   c) निर्धारित प्रोफ़ाइल के अनुसार गिट्टी प्रोफ़ाइल सुनिश्चित करना।

***

संदर्भ सूची

1. Report of Committee on Welded Rails - Civil Design Directorate Report No.1.
2. Experiments on the stability of Long Welded Rails - British Transport Commission London 1961.
3. Study of Rail Temperature in India, RDSO /C-146.
4. Longitudinal Ballast Resistance of Different Types of Sleepers Broad Gauge and Meter Gauge, RDSO /C- 148.
5. Lateral Ballast Resistance of Different Types of Sleepers, RDSO /C-156.
6. Long Welded Rails on Girder Bridges: RDSO /C-166.
7. LWR on Girder Bridges, RDSO /C-169.
8. LWR on Girder Bridges with Creep Resistant Fastenings: RDSO /C-170.
9. UIC Code 774-3R. Track /bridge Interaction Recommendations for calculations
10. Modern Permanent Way — By M. Srinivasan.
11. Manual of Instructions on Long Welded Rails 1996
12. "The Neutral Temperature Variation of Continuous Welded Rails" By: A. Kish, G. Samavedam and D. Jeong
13. 'How UP (Union Pacific) Achieves Lateral Track Stability on CWR' By William C. Thompson.
14. "A New Safety Philosophy for CWR" By Coenraad Esveld.
15. Improved Knowledge of CWR Track by Coenraad Esveld.
16. UIC – 720 R – laying and maintenance of CWR Track.
17. RDSO report No. CT-48 of August 2019 on Continuation of LWR through turnouts.

* * *

For any suggestions, errors etc, please contact
IRICEN
Email : iricenmail@iricen.railnet.gov.in



द्वारा प्रकाशित

भारतीय रेल सिविल इंजीनियरिंग संस्थान,

11-ए, साऊथ मेन रोड, कोरेगाव पार्क, पुणे - 411001