भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 28 अंक (1) जून 2020 पृ. 39-47

बी.बी.डी. और एफ.डब्ल्यू.डी. का उपयोग करके ओवरले की मोटाई के अनुमान की तुलना- एक अध्ययन

अभिषेक मित्तल, दिनेश गणवीर एवं के के गोला
सुनम्य कुट्टिम प्रभाग, सीएसआईआर-केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली 110 025

सारांश : आमतौर पर भारत में डामर वाली सड़क सबसे अधिक पसंद की जाती है और इसी प्रकार की सड़क का उपयोग किया जाता है, क्योंकि इस प्रकार की सड़क में प्रारंभिक लागत कम आती है, व इसके रख-रखाव में भी आसानी होती है। डामर वाली सड़क के समय से पहले विफल होने के मुख्य या अग्रणी कारण भारी वाहन वाला यातायात, ट्रकों की ओवरलोडिंग, सड़क में दैनिक तापमान और मौसमी बदलाव होते हैं। सुनम्य कुट्टिम में विकसित विभिन्न खराबियों के कारण, सड़क में संरचनात्मकता सुधार के लिए कभी-कभी ओवरले द्वारा मजबूत करना आवश्यक होता है। ओवरले मोटाई का निर्धारण आम तौर पर आई.आर.सी. 1997-81: में दी गई प्रक्रिया के अनुसार बेंकेलमैन बीम विक्षेपन विधि का उपयोग करके किया जाता है। इस पद्धति में, एक स्थिर भार सड़क की सतह पर लगाया जाता है और भार के अनुसार इसमें पलटाव होता है। हालांकि, बेंकेलमैन बीम तकनीक की त्रुटि यह है कि स्थैतिक भार के तहत विक्षेपण का मापन करता है जबकि यह एक गतिमान वाहन द्वारा सड़क में उत्पादित लोडिंग की परिस्थितियों का अनुकरण नहीं करता है। अन्य उपकरण जिनका उपयोग सड़क के संरचनात्मक मूल्यांकन के लिए भी किया जा सकता है, वो फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.) है। एफ.डब्ल्यू.डी. एक आवेग-लोडिंग डिवाइस है जिसमें एक क्षणिक भार सड़क पर लगाया जाता है और सड़क के विक्षेपित आकार को मापा जाता है। ओवरले मोटाई का निर्धारण आई.आर.सी.: 115-2014 में दी गई प्रक्रिया के अनुसार फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (FWD) का उपयोग करके किया जाता है। वर्तमान अध्ययन में, एन.सी.आर. क्षेत्र में नोएडा, यूपी में 4.5 किमी सड़क की लंबाई के लिए बेंकेलमैन बीम और एफ.डब्ल्यू.डी. विधियों के माध्यम से ओवरले की आवश्यकता निर्धारित की गई थी। आई.आर.सी.: 81-1997 और आई.आर.सी.: 115-2014 के अनुसार प्राप्त ओवरले मोटाई के बीच एक तुलना की गई थी और परिणाम इस अध्ययन में प्रस्तुत किए गए हैं।

Overlay thickness estimation using falling weight deflectometer and benkelan beam method-A case study

Abhishek Mittal, Dinesh Ganvir & K K Gola
CSIR-Cental Road Research Institute, New Delhi 110 025

Abstract

Pavements with bituminous surfacing are the most preferred and commonly used type of surfacings in India, because of their lower initial cost, ease of maintenance and subsequent up-gradation through stage construction, if necessary. The high traffic intensity in terms of commercial vehicles, overloading of trucks and significant variations in daily and seasonal temperature of the pavement have been responsible for early development of various kinds of distresses leading to premature failure of bituminous surfacings. Due to the various distresses developed in flexible pavements, strengthening by overlay is sometimes required for improving the structural adequacy of the pavement. The determination of overlay thickness is generally carried out by using Benkelman Beam deflection method as per the procedure given in IRC:81-1997. In this method, a static load is applied to the pavement surface and rebound deflections as measured. However, the limitation of the Benkelman Beam technique is that the measurement of deflection under static load does not simulate loading conditions produced in pavements by a moving vehicle. Other equipment which can also be used for structural evaluation of pavements is Falling Weight Deflectometer (FWD). FWD is an impulse-loading device in which a transient load is applied to the pavement and the deflected shape of the pavement is measured. This data, combined with the measured impact load, may be back-analysed (using layered elastic theory) to determine the stiffnesses of the various layers, and the subgrade. In the present study, the requirement of overlay was determined through Benkelman Beam and FWD methods for a 4.5 km road length in Noida, UP in NCR region. A comparison was made between the overlay thicknesses obtained as per IRC:81-1997 and IRC:115-2014 and the results are presented herein.

प्रस्तावना

डामर सतह सड़क भारत में सबसे अधिक पसंद की जाती है और आमतौर पर इनका ही उपयोग अक्सर किया जाता है, क्योंकि इस प्रकार की सड़क की प्रारंभिक लागत कम आती है, रख-रखाव में भी आसानी होती है और निर्माण के बाद में यदि आवश्यक हो तो सड़क की सतह पर सतह चरण-बद्ध तरीके से डाली जा सकती है। टायर का भार, टायर के दबाव और यातायात भार (ट्रैफिक लोड) की पुनरावृत्ति के बढ़ते परिमाण के कारण सड़क का बिगड़ना प्रत्याशित डिजाइन जीवन की तुलना के मुक़ाबले बहुत पहले ही होना शुरू हो जाता है।

इसलिए, सड़क के इस्तेमाल के जीवन को आवश्यक अवधि तक विस्तारित करने के लिए उपयुक्त ओवरले सामग्री और सड़क मोटाई के साथ उसको मजबूत करने के लिए कुछ कदम उठाए जाने की आवश्यकता होती है। एक सुनम्य कुट्टीम (सड़क) की संरचना और इसकी भार वहन क्षमता के घटकों को नष्ट किए बिना उसको अच्छा करने का निर्धारण करने के उद्देश्य, गैर-विनाशकारी परीक्षण विधियों जैसे कि बेंकेलमैन बीम डिलेक्शन (बी.बी.डी.) और फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.) का उपयोग किया जाता है। बी.बी.डी. विधि में, एक स्थिर भार सड़क की सतह पर लगाया जाता है और भार के अनुसार सड़क में पलटाव होता है जिसे मापा जाता है।

हालांकि, बेंकेलमैन बीम तकनीक की सीमा यह है कि स्थैतिक भार के तहत विक्षेपण का मापन एक गतिमान वाहन द्वारा सड़कों में उत्पादित लोडिंग परिस्थितियों का अनुकरण नहीं करता है। बी.बी.डी. विधि (आई.आर.सी.: 115-2014) की विभिन्न सीमाएं हैं। इसके अलावा, उपकरणों के साथ-साथ विश्लेषणात्मक उपकरणों, सड़को के संरचनात्मक मूल्यांकन के क्षेत्र में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। ऐसा ही एक विकास एक आवेग (इंपल्स) लोडिंग करने वाला उपकरण एफ.डब्ल्यू.डी. है, जो कि सड़क पर चलती व्हील भार द्वारा उत्पादित लोड की अवधि और आयाम को बारीकी से दर्शाता है। एफ.डब्ल्यू.डी. का उपयोग करके सड़कों का संरचनात्मक मूल्यांकन आई.आर.सी. 115-2014 में विस्तृत किया गया है। इस विधि में, विभिन्न सड़क परतों के मॉड्यूल को के.जी.पी. बैक सॉफ्टवेयर का उपयोग करके वापस गणना की जाती है और मौजूदा सड़क के बचे जीवन को देखते हुए ओवरले की आवश्यकता पर काम किया जाता है।

वर्तमान अध्ययन में, एन.सी.आर. क्षेत्र में नोएडा, यूपी में 4. 5 कि.मी. सड़क की लंबाई के लिए बेन्केमैन बीम और एफ.डब्ल्यू. डी. विधियों के माध्यम से ओवरले की आवश्यकता निर्धारित की गई थी। आई.आर.सी.: 81-1997 और आई.आर.सी.: 115-2014 के अनुसार प्राप्त ओवरले मोटाई के बीच एक तुलना की गई है और परिणाम यहां प्रस्तुत किए गए हैं।

वर्तमान अध्ययन में प्रयुक्त उपकरणों के बारे में विवरण

- **बेंकेलमैन बीम**

बेंकेलमैन बीम सड़कों पर हुए विक्षेपण को मापने के लिए विकसित किए गए पहले तरीकों में से एक है। यह किफायती, आसानी से उपलब्ध है और दुनिया में व्यापक रूप से उपयोग किया गया है। हालांकि, इसका प्रदर्शन निम्न है क्योंकि इसमे अधिक श्रम लगता है और समय भी अधिक लगता है।

इसके द्वारा प्राप्त किए गए परीक्षण के परिणाम साथ वाली लेन पर चलने वाले यातायात से प्रभावित होते हैं। बेंकेलमैन बीम मानक पहिया लोड स्थितियों के तहत विक्षेपण को मापता है जो वास्तव में चलती वाहनों द्वारा लगाए गए प्रभावों का प्रतिनिधित्व नहीं करता है, जिसके कारण इसके परिणामों की विश्वसनीयता निम्न है।

बेंकेलमैन बीम एक सरल उपकरण है जो लीवर आर्म सिद्धांत पर काम करता है। इसमें एक लीवर होता है जोकि 3.66 मीटर लंबा पिवोटेड 2.44 मीटर संपर्क बिंदु तक होता है, जो सड़क की सतह पर टिकी हुई होती है। बेंकेमैन बीम विक्षेपन तकनीक का उपयोग करके सुनम्य सड़क-सड़कों को मजबूत करने के लिए दिशा-निर्देश व रिबाउंड डिलेक्शन को मापने और विक्षेपण की प्रक्रिया आई.आर.सी. 81-1997 में अच्छी तरह से प्रलेखित है।

बैंकेमैन बीम विक्षेपन तकनीक का उपयोग करके सुनम्य सड़क को मजबूत करने के लिए दिशा-निर्देश। यह कोड कनाडाई गुड रोड्स एसोसिएशन (सी.जी.आर.ए.) को स्टैटिक लोड के तहत परीक्षण के लिए निर्दिष्ट करता है। सी.जी.आर.ए. प्रक्रिया के अनुसार, 5.60 के.जी./सी.एम.^{2} दबाव दोहरे टायर के साथ 8170 किलोग्राम वजन वाले पिछले (रियर एक्सल) वाले एक मानक ट्रक का उपयोग सड़क पर दबाव के लिए किया जाता है। माप बीम दोहरे टायरों के बीच बीम की नोक को रखकर ट्रक को दूर ले जाया जाता है और सड़क की सतह के पलटाव को मापने के द्वारा किया जाता है।

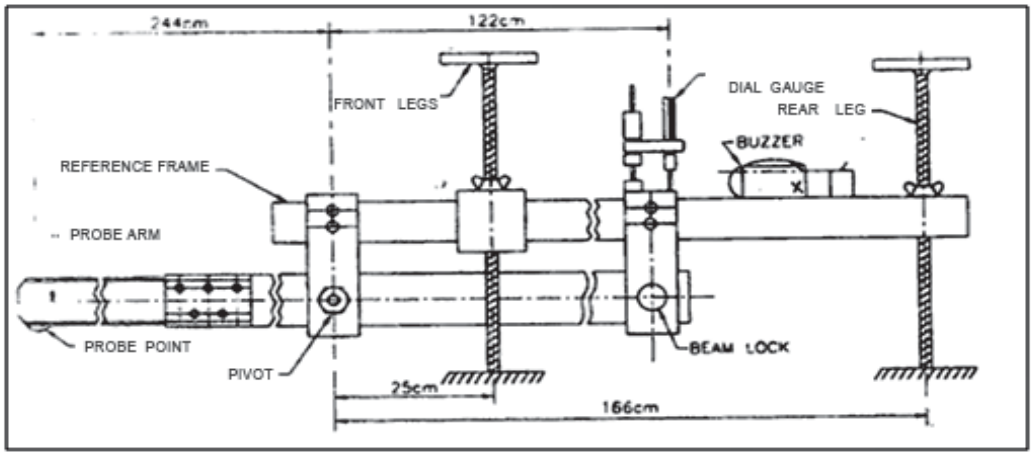
- **फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.)**

फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.) का व्यापक रूप से विश्व-भर मे उपयोग किया जाता है क्योंकि यह काफी हद तक सड़क की वास्तविक लोडिंग स्थितियों का अनुकरण करता है। एफ.डब्ल्यू.डी. एक इंपल्स-लोडिंग डिवाइस है जिसमें क्षणिक भार सड़क पर लगाया जाता है और सड़क के विक्षेपित आकार को

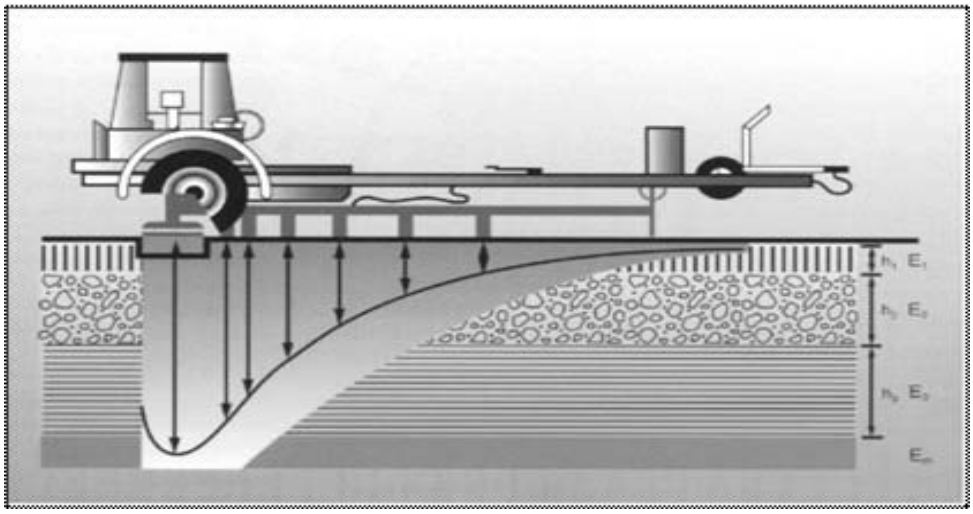
मापा जाता है। आवेग भार एक गिरते हुए द्रव्यमान के माध्यम से लगाया जाता है, जो एक गोलाकार लोडिंग प्लेट पर रखे स्प्रिंग्स की एक प्रणाली पर लंबवत रूप से गिराया जाता है। सड़क की सतह के विक्षेपित आकार को विस्थापन सेंसर का उपयोग करके मापा जाता है जो लोड प्लेट के केंद्र के साथ अलग-अलग रेडियल दूरी पर रखा जाता है। विभिन्न रेडियल स्थानों पर संबंधित पीक लोड और शिखर ऊर्ध्वाधर सतह विक्षेपण (पीक वर्टिकल सतह विक्षेपण) को मापा और रिकॉर्ड किया जाता है। विक्षेपण ट्रांसड्यूसर/जियोफोन की पर्याप्त संख्या का उपयोग विक्षेपण कटोरे के आकार को पर्याप्त रूप से पकड़ने के लिए किया जाना है। जियोफोन गिरते वजन के आवेग से उत्पन्न विक्षेपण प्याले (बाउल) को निर्धारित करता है। प्राप्त आंकड़ों को प्रभाव भार के साथ जोड़कर, विभिन्न परतों की कठोरता और सबग्रेड का निर्धारण करने के लिए वापस-विश्लेषण (लेयर्ड एलास्टिक सिद्धांत) का उपयोग करके किया जा सकता है।

परियोजना रोड का विवरण

नोएडा सेक्टर 37 से केसर गार्डन (आमतौर पर डी.एस.सी. सड़क के रूप में संदर्भित) के बीच सड़क का विस्तार लगभग 4 किलोमीटर है और यह ग्रेटर नोएडा से जुड़ा हुआ है। सेक्टर 37 नोएडा को ग्रेटर नोएडा से जोड़ने वाला प्रमुख सड़क मार्ग छह लेन का दोहरी कैरिजवे सड़क है जिस पर मुख्य रूप से भारी वाणिज्यिक यातायात की बहुतायत होती है, इसके एक छोर पर दिल्ली और दूसरे पर नोएडा है। भारी वाणिज्यिक ट्रैफ़िक में मुख्य रूप से



चित्र 1 बी.बी.डी. का एक दृश्य



चित्र 2.1 एफ.डब्ल्यू.डी. ट्रेलर जियोफोन ऑफसेट में दर्ज डिलेक्शन बाउल

मल्टी एक्सल और दो एक्सल ट्रक शामिल होते हैं जो अधिकांश समय भारी वस्तुओं से भरे होते हैं। सड़क के विभिन्न संकटों (डिस्ट्रेस्स) को रेवल्लिंग, क्रेक्किंकग, अनडुलेशन, डिफॉर्मेशन विकृति के रूप में जाना जाता है।

इस सड़क की एक विस्तृत और वैज्ञानिक जांच की गई, ताकि संकट (डिस्ट्रेस्स) के कारणों का पता लगाया जा सके और सड़क की स्थिति में सुधार और इसकी संरचनात्मक रूप से मजबूत करने के लिए उपयुक्त सुधारात्मक/उपचारात्मक उपायों का सुझाव दिया जा सके। जांच के तहत परियोजना सड़क का एक लेआउट मानचित्र, चित्र 1.1 में दिखाया गया है।

क्षेत्र की जांच

इसमें सामान्य क्षेत्र टोही सर्वेक्षण व मूल्यांकन किया गया था, और विभिन्न क्षेत्र अध्ययन किए गए थे। मौजूदा सड़क संकट (डिस्ट्रेस्स) की पहचान करने के लिए मौजूदा सड़क की एक दृश्य सतह की स्थिति का आकलन भी किया गया था। चौबीसों घंटे के लिए वर्गीकृत ट्रैफ़िक वॉल्यूम गणना एकत्र की गई थी और एक्सल लोड सर्वेक्षण डेटा संग्रह के लिए वजन-इन-मोशन (वे. इंग मोशन) स्थापित भी किया गया था। तस्वीरें 2.1 से 2.4 सड़क की विशिष्ट स्थितियों को दर्शाती हैं।

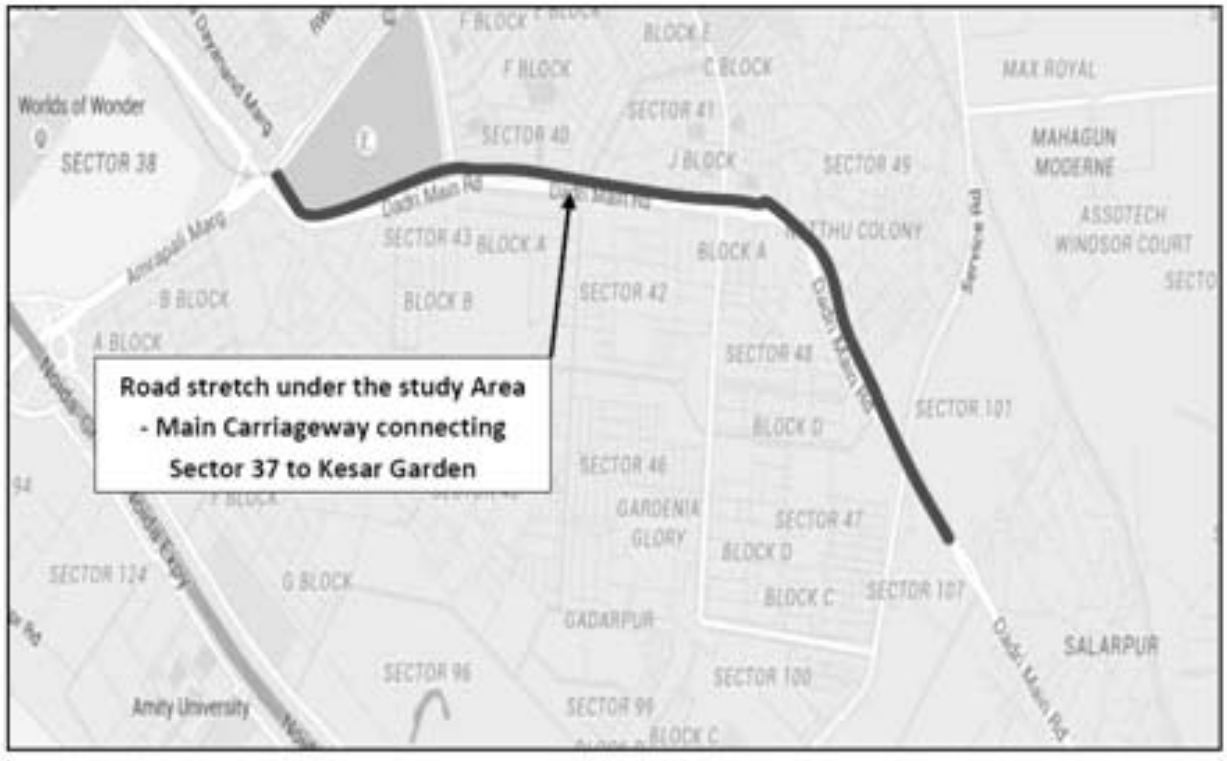
सड़क की संरचनात्मक का मूल्यांकन दो अलग-अलग तरीकों से किया गया था।

(1) बेंकेलमैन बीम डिलेशन उपकरण (आई.आर.सी. के अनुसारः 81-1997)
(2) फॉलिंग वेट डिलोमीटर (आई.आर.सी. के अनुसारः 115-2014)

वर्तमान अध्ययन में, सड़क के ओवरले की आवश्यकताओं को निर्धारित करने के लिए एफ.डब्ल्यू.डी. और बी.बी.डी. द्वारा एक ही सड़क खंड का मूल्यांकन किया गया है।

फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.) का उपयोग करके ओवरले मोटाई का अनुमान

प्रोजेक्ट रोड का मूल्यांकन आवेग (इंपल्स) लोडिंग लगाके फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.) का उपयोग करके किया गया था। विक्षेपण ट्रांसड्यूसर/जियोफोन की पर्याप्त संख्या का उपयोग विक्षेपण प्याले के आकार को पर्याप्त रूप से जांचने के लिए किया जाना चाहिए। वर्तमान अध्ययन में प्रयुक्त ट्रेलर माउंटेड एफ.डब्ल्यू.डी. के लिए विशिष्ट जियोफोन स्थिति विन्यास (लोड प्लेट के केंद्र से मापी गई संख्या और रेडियल दूरी) तालिका 2.1 में दिए गए हैं।



चित्र 1.1 – सर्वेक्षण स्ट्रेच का एक लेआउट मैप - डी.एस.सी. रोड का मुख्य कैरिजवे

चित्र 2.1 सड़क की सामान्य सतह की स्थिति

चित्र 2.2 सड़क विरूपण और विघटन की अधिकता

चित्र 2.3 सड़क के साथ जलभराव की स्थिति

चित्र 2.4 कंक्रीट से भरे गड्ढों का दृश्य

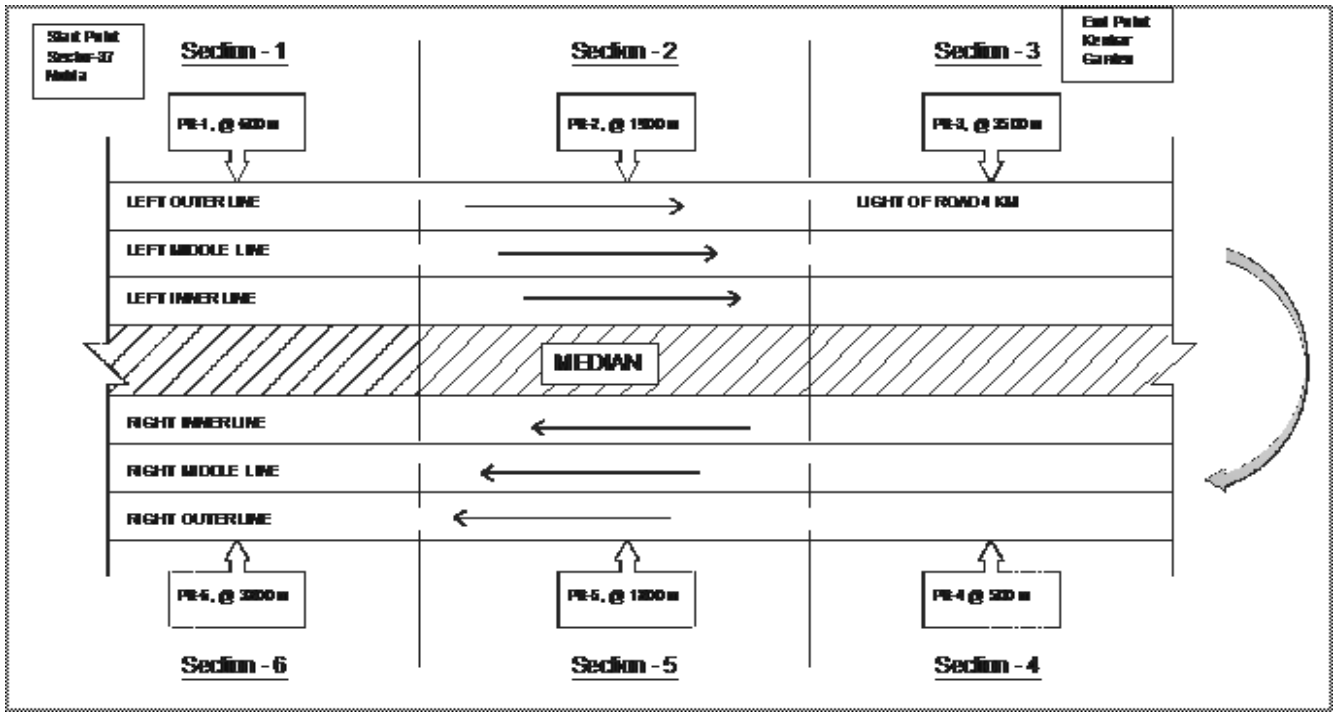
सारणी 2.1 एफ.डब्ल्यू.डी. सेंसर स्थितियां

सेंसर संख्या	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
सेंसर दूरी, मि.मी.	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	2100

आई.आर.सी.: 115-2014 में निर्धारित प्रक्रिया के अनुसार एफ.डब्ल्यू.डी. विक्षेपण माप लिया गया। चित्र 2.12 में स्टडी रोड स्ट्रेच पर इस्तेमाल होने वाले वास्तविक एफ.डब्ल्यू.डी. का एक दृश्य दिखाता है।

विक्षेपण माप के उद्देश्य के लिए, सड़क की लंबाई के अनुसार प्रत्येक दिशा में पूरे सड़क खंड को तीन सजातीय खंडों में विभाजित किया गया था सड़क खंड के प्रत्येक लेन में विक्षेपण माप लिया गया था। मापी गई सतह का विक्षेपण, 40 के.एन. के मानक भार के साथ सामान्य किए जाते हैं, जैसे कि रेडियल दूरियां, जिस पर विक्षेपण मापे जाते हैं, परत की मोटाई, विभिन्न परतों के पॉइसन रेशो का मान, लागू उच्चत्तम भार और लोडिंग प्लेट रेडीयस (त्रिज्या), इलास्टिक मॉडुली का बैक कैलक्युलेशन तकनीक द्वारा इनका मान निकाला जाता है। आई. आर. सी.: 115.2014 के.जी.पी. बैक सॉफ्टवेयर के उपयोग की सिफारिश करता है, जिसे आई.आई.टी., खड़गपुर ने एम.ओ.आर.टी.एच. के अनुसंधान योजना आर-81 के द्वारा विकसित किया है। एफ. डब्ल्यू.डी. विश्लेषण के दौरान, डेटा इनपुट के.जी.पी. बैक सॉफ्टवेयर में किए गए थे। प्रत्येक दिशा के लिए तीनों वर्गों के लिए प्रत्येक

चित्र 2.12 अध्ययन सड़क पर कार्य प्रगति पर एफ.डब्ल्यू.डी. परीक्षण



चित्र 2.11 – बेन्केलमैन बीम विक्षेपन परीक्षण प्रगति पर

परत के लिए मॉडुली की गणना की गई थी। तो, कुल मिलाकर, छह बैक-कैलकुलेटेड मॉडुली संयोजन प्राप्त किए गए थे।

तापमान और नमी के लिए आवश्यकतानुसार सुधार आई. आर.सी.115-2014 के अनुसार किया गया था और अलग-अलग सड़क परतों की अंतिम सही बैकलकेटेड मॉडुली की गणना की गई थी। इन वर्गों के लिए अंतिम बैकक्यूलर मॉडुली मान तालिका 2.4 में दिए गए हैं।

शेष जीवन का आकलन

आई.आर.सी.: 115-2014 की सिफारिश है कि सड़क के शेष जीवन का अनुमान सड़क की वर्तमान स्थिति के लिए गणना की गई क्रिटिकल स्ट्रेन के अनुसार लिया गया है। शेष जीवन के अनुमान के लिएए सड़क का प्रदर्शन मापदंड रटिंग, फटीग क्रेकिंग का उपयोग किया जाता है। प्रदर्शन मॉडल के लिए 90% की विश्वसनीयता स्तर का उपयोग किया जाता है। रटिंग और क्रैकिंग के लिए प्रदर्शन मॉडल नीचे दिए गए हैं:

डामर परत में फटिग

$$N_f=0.711 \times 10^{-4} \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{3.89} \times \left(\frac{1}{M_R}\right)^{0.854}$$

जहाँ,

N_f = फटिग लाइफ स्टैंडर्ड एक्सल लोड रिपीटिशन्स

εt = मैक्सिमम टैन्साइल स्ट्रेन बिटुमिन्स सतह के नीचे

MR = रेसिलिएंट मॉड्यूलस बिटुमिन्स मिक्स हेतु, एम. पीए.

रटिंग सबग्रेड में $N_r=1.41 \times 10^{-8} \times \left(\frac{1}{\varepsilon_v}\right)^{4.5337}$

शेष फटिग और रटिंग जीवन की गणना सभी छह संयोजनों के लिए की गई थी। नोएडा सेक्टर 37 में केसर गार्डन दिशा में खंड 1 के लिए और केसर गार्डन में खंड 6 के लिए नोएडा सेक्टर 37 दिशा में न्यूनतम फटिग व रटिंग के लिए प्राप्त हुई थी। एफ. डब्ल्यू.डी. विश्लेषण से प्राप्त ओवरले मोटाई का विवरण इस प्रकार हैं।

सारणी 2.5 एफ.डब्ल्यू.डी. विश्लेषण से प्राप्त ओवरले मोटाई

क्रम संख्या	दिशा	ओवरले मोटाई डिज़ाइन लाइफ			
		5 साल		10 साल	
		सुझाव 1	सुझाव 2	सुझाव 1	सुझाव 2
1	नोएडा सैक्टर 37 से केसर गार्डन	40 एम.एम. बी.सी.	40 एम.एम. एस.एम.ए.	40 एम.एम. बी.सी. 50 एम.एम. डी.बी.एम.	40 एम.एम. एस.एम.ए. 50 एम.एम. डी.बी.एम.
2	केसर गार्डन से नोएडा सैक्टर 37	40 एम.एम. बी.सी.	40 एम.एम. एस.एम.ए.	40 एम.एम.बी.सी. 50 एम.एम. डी.बी.एम.	40 एम. एम. एस.एम.ए. 50 एम.एम. डी. बी.एम.

सारणी 2.4 के.जी.पी. बैक सॉफ्टवेयर से प्राप्त अंतिम लोचदार मापांक मान

क्रम संख्या	दिशा	लोचदार मापांक (एम.पीए.)		
		डामर	ग्रैनूलर	सबग्रैड
1	नोएडा सैक्टर 37 से केसर गार्डन	1192	124	49
2	केसर गार्डन से नोएडा सैक्टर 37	1311	128	49

चित्र 2.11 बेन्केलमैन बीम विक्षेपन परीक्षण प्रगति पर

बेंकलमैन बीम द्वारा ओवरले मोटाई का अनुमान

बेंकेलमैन बीम का उपयोग करते हुएए इस अध्ययन के लिए अध्ययन मार्ग की विभिन्न परिस्थितियों के अनुसार संपूर्ण मार्ग को लिया गया और उसके विक्षेपण माप बिंदुओं को लिया गया।

बेंकलमैन बीम द्वारा ओवरले मोटाई का अनुमान

बेन्केलमैन बीम विक्षेपण को 50 मीटर से कम के मानक पर मापा गयाए जिसमें मानक ट्रक 8.16 टन का रियर एक्सल लोड और 5.6 किलोग्राम के.जी./से.मी.^{2} का टायर दबाव था। आई. आर.सी.: 81.1997 में निर्धारित सी.जी.आर.ए. प्रक्रिया के अनुसार माप लिया गया था। चित्र 2.11 परीक्षण की प्रगति दिखाता है। 40 मि.मी. से अधिक मोटी डामर सतह वाली सड़क के मामले में, सड़क का तापमान 35 सी. के मानक तापमान से अलग होने पर आवश्यक सुधार करने के लिए एक मानक थर्मामीटर द्वारा सड़क के तापमान को नियमित अंतराल पर मापा जाना चाहिए। सबग्रेड में नमी की मात्रा निर्धारित करने के लिए, सबग्रेड तक खोदे गए गड्ढों से नमूने एकत्र किए गए थे। नमी की खोज हेतु नमूनों को प्रयोगशाला में सुखाया गया।

तापमान और नमी के लिए आवश्यक सुधार बिन्दु आई.आर.सी. 81-1997 के अनुसार लगाया गया। क्रैक्टरस्टिक डिलेक्क्षन की गणना की गई, प्रत्येक सड़क भाग की अलग से जांच की गई। प्रत्येक दिशा के लिए सड़क की सही क्रैक्टरस्टिक डिलेक्क्षन मान की गणना की गई थी। इस क्रैक्टरस्टिक डिलेक्क्षन मान के आधार पर, आई.आर.सी.: 81-1997 के अनुसार ओवरले की आवश्यक मोटाई का अनुमान लगाया गया है। बी.बी.डी. विश्लेषण से प्राप्त ओवरले मोटाई का विवरण तालिका 2.5 में दिया गया है।

निष्कर्ष

वर्तमान अध्ययन के आधार पर निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले गए हैं:

1. फॉलिंग वेट डिलेक्टोमीटर (एफ.डब्ल्यू.डी.) का उपयोग करके सड़क का मूल्यांकन और ओवरले की आवश्यकता का निर्धारण हाल ही में शुरू किया गया है। एफ.डब्ल्यू.डी. मूल्यांकन को अधिक यथार्थवादी माना जाता है क्योंकि यह वास्तविक ट्रैफ़िक लोडिंग का अनुकरण करता है और इसका उपयोग पूरी दुनिया में किया जा रहा है। हालाँकि, एफ. डब्ल्यू.डी. उपकरणों की अत्यधिक लागत को देखते हुए और भारत में एफ.डब्ल्यू.डी. की सीमित उपलब्धता के कारण, बेंकेलमैन बीम विक्षेपण विधि का उपयोग करके ओवरले मोटाई निर्धारण की पारंपरिक प्रथा को दूर नहीं किया गया है और अभी भी इसका अभ्यास किया जा रहा है।

2. एफ.डब्ल्यू.डी. और बी.बी.डी. विधि का उपयोग करके अनुमानित ओवरले मोटाई की मोटाई, यह स्पष्ट है कि दोनों विधि द्वारा ओवरले मोटाई के अनुमान में एक महत्वपूर्ण अंतर मिला है।
3. एफ.डब्ल्यू.डी.विधि का उपयोग करके अनुमानित ओवरले मोटाई बी.बी.डी. विधि द्वारा अनुमानित की तुलना में काफी कम है।
4. के.जी.पी. बैक सॉफ्टवेयर इनपुट रेंज के भीतर मापांक मानों को अलग करके एक पूर्व-सेट एल्गोरिद्म के आधार पर प्रत्येक परत के लिए मोडुली की गणना करता है। वर्तमान मामले में, यह देखा गया कि सॉफ्टवेयर इनपुट रेंज के उच्च पक्ष की ओर मॉडुली मान की गणना कर रहा था।
5. यद्यपि एफ.डब्ल्यू.डी. का उपयोग पूरी दुनिया में किया जा रहा है; हालाँकि इसे भारत में हाल ही में सड़कों के संरचनात्मक मूल्यांकन के लिए पेश किया गया है। भारतीय परिस्थितियों और मिश्रणों के लिए सड़क के मूल्यांकन के साथ पर्याप्त साहित्य/अनुभव उपलब्ध नहीं है। इस कारण से, यह सुझाव देना बहुत आसान होगा कि इन दोनों में से कौन सी विधि ओवरले मोटाई का अधिक सटीक अनुमान प्रदान करती है। ओवरले के आकलन के लिए बी.बी.डी. तकनीक पर एफ.डब्ल्यू.डी. विधि के वर्चस्व को बनाए रखने के लिए भारतीय परिस्थितियों के लिए एफ.डब्ल्यू.डी. के साथ और अधिक अध्ययन की आवश्यकता है।

आभार

लेखक प्रो. सतीश चंद्रा, निदेशक, (सी.एस.आई.आर.-सी.आर.आर.आई.), नई दिल्ली, भारत को इस पत्र को प्रकाशित करने की उनकी अनुमति के लिए धन्यवाद देना चाहेंगे।

संदर्भ

1. ASTM D4695, Standard Test Method for Deflections with a Falling Weight Type Impulse Load Device, (2015).
2. CSIR-CRRI Report, Investigation for Strengthening and Improvement of DSC road stretch between underpasses Sector-37 to Kesar Garden, Noida. Submitted to Noida Development Authority, (2016).
3. Goel Amit & Das A, Nondestructive Testing of Asphalt Pavements for Structural Condition Evaluation : A State of the Art *Non-destructive Testing and Evaluation*, **23**(2) (2008), 121-140.
4. IRC: 37-2012, Guidelines for the Design of Flexible Pavements, Third Revision, Indian Roads Congress, (2012).
5. IRC:81-1997, Guidelines for Strengthening of Flexible Pavements using Benkelman Beam Deflection Technique, *Indian Roads Congress*, (1997).
6. IRC: 115-2014, Guidelines for Structural evaluation and strengthening of Flexible Road Pavements using Falling Weight Deflectometer (FWD) Technique, *Indian Roads Congress*, (2014).
7. Justo C E G, Veeragavan A & Nagakumar M S, Benkelman Beam Deflection Studies, *Final Report of South Zone*, R-6 Reseach Scheme, (1994).
8. Khan S, Nagabhushana M N, Tiwari D & Jain P K, Comparative anlaysis of bituminous overlay design thickness using Falling Weight Deflectometer (FWD) and Benkelman beam deflection (BBD) method, 3rd Conf. of Transportation Research Group of India, Kolkata, (2015).
9. Murillo F C A & Bejarano U L E Correlation Between Deflection Measurements on Flexible Pavements Obtained under Static and Dynamic Load Techniques *Proceedings, 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, (2013) 393-398.
10. Tonkin & Taylor, Collection and interpretation of Pavement Structural Parameters using Deflection Testing Part II : Project Level, IPWEA, Newzealand, March (2013).