



R&D IN INDIA

INNOVATIONS
UNLOCKED

स्टील स्लैग रोड तकनीक: कचरे को संपदा में बदलना

रचछ भारत अभिवान की आधारशिला 'कचरे से संपदा' के बैनर तले, स्वच्छ और अधिक संभारणीय भविष्य की ओर भारत के अभियान ने औद्योगिक उप-उत्पादों के प्रबंधन के लिए अभिनव समाधान प्रस्तुत किए हैं। ऐसी ही एक पहल केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान (CSIR) द्वारा की जा रही है, जो वैज्ञानिक और तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद (CSIR) की एक घटक प्रयोगशाला है। भारत सरकार के इस्पात मंत्रालय द्वारा वित्तपोषित और चार प्रमुख इस्पात उद्योगों के सहयोग से, यह अनुसंधान और विकास प्रयास स्टील स्लैग-स्टील निर्माण प्रक्रिया से निकलने वाला कचरे अपशिष्ट उत्पाद- को सड़क निर्माण के लिए एक मूल्यवान संसाधन में बदलने पर केंद्रित है। स्टील स्लैग, जो स्टील बनाने वाली भट्टियों में अयुक्तियों से पिघले हुए स्टील को अलग करने के दौरान बनता है, वह ठंड होने पर तरल पिघल से ठोस अवस्था में परिवर्तित हो जाता है, जो बुनियादी ढांचे के विकास में बड़े पैमाने पर पुनः उपयोग के लिए एक अनूठ अवसर प्रस्तुत करता है।

अधिक धातु पुनर्प्राप्ति के बाद, स्टील स्लैग को आमतौर पर स्टील प्लांट के पास लैंडफिल के रूप में निपटारा जाता है, जो जिसमें भूमि के बड़े क्षेत्रों का उपयोग करता उपयोग होता है। इस प्रक्रिया में और धातु, जल और मिट्टी के में प्रदूषण में योगदान देता भी होता है। विश्व स्तर पर दूसरे सबसे बड़े स्टील उत्पादक के रूप में, भारत सालाना लगभग 19 मिलियन टन स्टील स्लैग उत्पन्न करता है। यह आंकड़ा वर्ष 2030 तक बढ़कर 60 मिलियन टन प्रति वर्ष हो सकता है। ठोस कचरे की यह बढ़ती मात्रा स्टील स्लैग के लिए स्थायी उपयोग खोजने के महत्व को उजागर करती है, जैसे कि सड़क निर्माण में, जो कचरे से धन बनाने की बहुत मुहिम के साथ संरेखित जुड़ी हुई है। स्टील स्लैग में भारी धातुओं को नष्ट करने और रिसने की प्रवृत्ति होती है, जो बुनियादी ढांचे में इसके उपयोग को जटिल बनाती है।

इन चुनौतियों को दूर करने के लिए, CSIR- CRRRI ने विभिन्न प्रकार के स्टील स्लैग को उपयोग करते योग्य समुच्चय में संसाधित करने के लिए एक तकनीकी विकसित की है, जिससे सड़क निर्माण में इसका प्रभावी अनुप्रयोग संभव हो गया है। यह अभिनव समाधान पर्यावरण संबंधी चिंताओं और संसाधन अनुकूलन दोनों को संतुष्ट करता है।

भारत में अग्रणी स्टील स्लैग सड़कें

NH-6 से हजीरा: गुजरात के सुरत में देश की पहली एक किलोमीटर लंबी, छह लेन वाली बिटुमिनस स्टील स्लैग सड़क का अनावरण करके इस दिशा में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि हासिल की है। यह अग्रणी सड़क राष्ट्रीय राजमार्ग (NH- 6) को हजीरा बंदरगाह से जोड़ती है और इसका आधिकारिक उद्घाटन 15 जून, 2022 को किया गया। इस अग्रणी परियोजना के पीछे CSIR- CRRRI, केंद्रीय इस्पात मंत्रालय, नीति आयोग और एक प्रमुख घरेलू स्टील कंपनी का सहयोगात्मक प्रयास शामिल था। उत्तरेखनीय रूप से, सड़क की सभी परतों में स्टील स्लैग शामिल है, जो पूरी तरह से प्राकृतिक समुच्चय की जगह लेती है।



कच्चे स्टील स्लैग को टेलर्ड वैल्यूएजेशन तकनीक का उपयोग करके प्रसंस्कृत सामग्री में बदलना

इस सड़क के निर्माण के दौरान हजीरा स्थित स्टील प्लांट में विकसित 1 लाख टन संसाधित स्टील स्लैग समुच्चय का उपयोग किया गया था। यह स्टील स्लैग सड़क, समान यातायात की स्थिति के लिए पारंपरिक बिटुमिनस सड़कों की तुलना में 30-32 प्रतिशत पतली होने के बावजूद, स्टील स्लैग सामग्री की सघनता और लचीली प्रकृति के कारण असाधारण स्थायित्व का दावा करती है। यह पारंपरिक बिटुमिनस सड़कों की तुलना में भारी भार वजन के साथ-साथ महत्वपूर्ण टूट-फूट को भी झेल सकता है। इस सड़क को, इसकी तकनीकी क्षमता के लिए, राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय मान्यताएं प्राप्त हुईं और इसे 'ड्रिडिंग बुक ऑफ रिकॉर्ड्स' और तथा 'एशिया बुक ऑफ रिकॉर्ड्स' में 'पहली स्टील स्लैग रोड' के रूप में शामिल किया गया।

जीरो घाटी: एक अन्य परियोजना में, सीमा सड़क संगठन (BRO) ने अरुणाचल प्रदेश में जीरो घाटी में भारत-चीन सीमा पर एक मजबूत और टिकाऊ सड़क बनाने के लिए स्टील प्लांट से निकलने वाले ठोस कचरे का उपयोग किया। CSIR- CRRRI के तकनीकी मार्गदर्शन और सहायता से BRO द्वारा इंजीनियर की गई यह एक किलोमीटर लंबी स्टील स्लैग सड़क भारी-भरकम उपयोग को झेलने के लिए डिज़ाइन की गई है। लगभग 1200 मीट्रिक टन संसाधित स्टील स्लैग समुच्चय को रेलवे और सड़क के माध्यम से शुरू में जमशेदपुर से ईटानगर और फिर परियोजना स्थल तक पहुंचाया गया।

मुंबई-गोवा राजमार्ग: तीसरी स्टील स्लैग सड़क परियोजना में NH- 66, मुंबई से गोवा राजमार्ग पर चार लेन वाले स्टील स्लैग सड़क खंड का निर्माण शामिल है। इस प्रयास के माध्यम से, लगभग 80,000 टन कच्चे स्टील स्लैग समुच्चय को टोलवी स्थित स्टील प्लांट में संसाधित स्टील स्लैग समुच्चय में बदल दिया गया और R.H.S और L.H.S कैरिजेज पर सीमेंट कंक्रीट और बिटुमिनस स्टील स्लैग सड़क खंड के निर्माण के लिए उपयोग किया गया। भारत की सबसे बड़ी सड़क निर्माण एजेंसी, भारतीय राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण द्वारा सफल परीक्षण के बाद, जनवरी 2024 में सड़क का आधिकारिक तौर पर उद्घाटन किया गया। तब से इसे राष्ट्रीय राजमार्ग पर पहला स्टील स्लैग सड़क खंड के रूप में नामित किया गया है।

आप आदमी के लिए से जुड़े स्टील स्लैग रोड के लाभ

- बेहतर सड़क गुणवत्ता: स्टील स्लैग सड़कें चिकनी और सुरक्षित सतह प्रदान करती हैं, जिससे समग्र ड्राइविंग अनुभव में वृद्धि होती है।
- यातायात की भीड़ में कमी: मरम्मत के लिए कम व्यवधान और बंद होने से देरी कम होती है, समय को बचत होती है और सड़क उपयोगकर्ताओं के लिए निराशा कम होती है।
- सुरक्षा में वृद्धि: कम गर्मी, दरारों और बिटुमिनस के साथ, स्टील स्लैग सड़कें दुर्घटनाओं और सड़क दुर्घटनाओं के जोखिम को कम करती हैं।



गुजरात के सुरत में भारत की पहली छह लेन की बिटुमिनस स्टील स्लैग रोड अरुणाचल प्रदेश में जीरो घाटी में एक किलोमीटर की दूरी पर बीआरओ द्वारा निर्मित स्टील स्लैग रोड

- पर्यावरणीय स्थिरता: उत्पादन के दौरान कम कार्बन उत्सर्जन सड़कों के आसपास अधिक टिकाऊ और पर्यावरण के अनुकूल वातावरण में योगदान देता है।



मुंबई से गोवा तक चार लेन का राष्ट्रीय राजमार्ग, NH-66 स्टील स्लैग रोड

- आर्थिक बचत: स्टील स्लैग सड़कें पारंपरिक सड़कों की तुलना में अधिक लागत प्रभावी किफायती हैं, जिससे सरकार और करदाताओं दोनों को बचत होती है।
- रखरखाव की कम लागत: मरम्मत और रखरखाव की कम आवश्यकता

पारिस्थितिक प्रभाव

सड़कों के निर्माण में आमतौर पर प्राकृतिक समुच्चयों की बहुत बड़ी मात्रा की आवश्यकता होती है, जो अक्सर गैर-संवर्धनीय उत्खनन प्रथाओं प्रयासों के माध्यम से प्राप्त होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप रेगिस्तानीकरण और महत्वपूर्ण पारिस्थितिक क्षति होती है। हालांकि, बिटुमिनस और सीमेंट कंक्रीट सड़क निर्माण में स्टील स्लैग का उपयोग करने का अभिनव दृष्टिकोण न केवल इस अपशिष्ट पदार्थ के पर्यावरणीय प्रभाव को कम करता है, बल्कि कुछ प्राकृतिक समुच्चय नाम को पूरा करके हमारे पारिस्थितिकी तंत्र को संरक्षित करने में भी मदद करता है। इस तरह की पहल देश के भीतर एक परिपत्र अर्थव्यवस्था को जल्दबाजी देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। एक परिपत्र अर्थव्यवस्था ढांचे में, कचरे को नई सामग्री और उत्पादों के निर्माण के लिए एक संसाधन के रूप में पुनरुत्प्रेषण किया जाता है।

यह दृष्टिकोण नए संसाधनों की खपत को कम करता है, सामग्री और उत्पादों के पुनः उपयोग और रीमांडिंग को प्रोत्साहित करता है, इस प्रकार उन्हें कम संसाधन-गहन बनाता है। अनिवार्य रूप से, इसमें मौजूदा सामग्रियों और

के परिणामस्वरूप दीर्घकालिक बुनियादी ढांचे की बचत होती है, जिससे व्यक्तियों और परिश्रमों पर वित्तीय बोझ कम होता है।

- रोजगार सृजन: स्टील स्लैग सड़कों के निर्माण और इंजीनियरिंग में

साक्षात्कार

प्रो. मनोरंजन परिदा

निदेशक, CSIR- CRRRI, नई दिल्ली

प्रश्न: यह तकनीक वैश्विक परिवर्तन को किस प्रकार प्रभावित कर रही है तथा CSIR- CRRRI की अपनी अंतरराष्ट्रीय पहुंच का विस्तार करने की प्रविष्टि की क्या योजनाएं हैं?



उत्तर: स्टील स्लैग का टिकाऊ तथा सुरक्षित निर्माण एक वैश्विक चुनौती है। CSIR- CRRRI के प्रधान वैज्ञानिक तथा स्टील स्लैग रोड तकनीक के आविष्कारक श्री सतीश पांडेय को इस तकनीक को विकसित करने में उनके योगदान के लिए जून 2023 में डेमेलडोर्फ, जर्मनी में ग्लोबल स्लैग द्वारा प्रतिष्ठित 'ग्लोबल स्लैग सर्वोत्कृष्ट ऑफ द ईयर अवार्ड' से सम्मानित किया गया। 2007 में इसकी स्थापना के बाद से वे यह पुरस्कार पाने वाले पहले भारतीय वैज्ञानिक हैं। अफ्रीका, रूस, ऑस्ट्रेलिया, ब्रिटेन तथा ईरान सहित कई विकसित तथा अग्रणी देशों ने CSIR- CRRRI की स्टील स्लैग रोड तकनीक में रुचि व्यक्त की है तथा इसे अपने क्षेत्रों में लागू करने के लिए संस्थान के साथ सहयोग कर रहे हैं।

प्रश्न: CSIR- CRRRI द्वारा अब तक भारत में कितनी स्टील स्लैग सड़कें बनाई गई हैं और इस पहल की दीर्घकालिक सफलता सुनिश्चित करने के लिए क्या उपाय किए जा रहे हैं?

उत्तर: CSIR- CRRRI की स्टील स्लैग सड़क प्रौद्योगिकी का गुजरात, झारखंड, महाराष्ट्र, पश्चिम बंगाल और अरुणाचल प्रदेश में स्टील स्लैग सड़क खंडों के निर्माण में सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। आंध्र प्रदेश, ओडिशा और छत्तीसगढ़ में इसी तरह की परियोजनाएं शुरू करने की योजनाएं चल रही हैं। इस पहल की दीर्घकालिक सफलता सुनिश्चित करने के लिए, CSIR- CRRRI ने इस्पात मंत्रालय के सहयोग से 'सड़क निर्माण में प्रसंस्कृत स्टील स्लैग समुच्चय के रूप में स्टील स्लैग के प्रसंस्करण और उपयोग के लिए दिशानिर्देश' शीघ्र से व्यापक दिशानिर्देश विकसित किए हैं। ये दिशानिर्देश विभिन्न सड़क निर्माण एजेंसियों को व्यापक पैमाने पर प्रौद्योगिकी को प्रभावी ढंग से लागू करने में सहायता करेंगे।

प्रश्न: क्या यह स्टील स्लैग प्रबंधन पहल आत्मनिर्भर भारत मिशन के लक्ष्यों के अनुरूप है और क्या यह पूरी तरह से स्वदेशी है?

उत्तर: भारत एक व्यापक सड़क विकास कार्यक्रम चला रहा है और सड़क निर्माण एजेंसियों के लिए किफायती कीमत पर उच्च गुणवत्ता वाले प्राकृतिक समुच्चय की उपलब्धता एक बड़ी चुनौती बनी हुई है। प्रसंस्कृत स्टील स्लैग समुच्चय का उपयोग पूरी तरह से स्वदेशी और पर्यावरण के अनुकूल समाधान प्रदान करता है, जो कचरे को धन में बदल देता है और साथ ही आत्मनिर्भर भारत मिशन का समर्थन करता है। यह पहल भारत सरकार के 2047 के लिए विकसित भारत विजन के साथ भी संरेखित जुड़ी हुई है। भारत के माननीय प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी जो CSIR के पदेन अध्यक्ष भी हैं, श्री नरेंद्र मोदी ने देश में हरित बुनियादी ढांचे के विकास में महत्वपूर्ण योगदानकर्ता के रूप में CSIR की स्टील स्लैग सड़क प्रौद्योगिकी की प्रशंसा की है।

उत्पादों को उनकी उच्चतम क्षमता तक पुनर्चक्रित करना शामिल है।

पारंपरिक सड़कों की तुलना में, स्टील स्लैग रोड में गर्मी के मौसम के दौरान सतह के तापमान में उल्लेखनीय वृद्धि होने की उम्मीद नहीं है। तापमान माप से पता चला है कि स्टील स्लैग सड़क का गलनांक 1200 डिग्री सेल्सियस से अधिक है, जबकि चरम गर्मियों के दौरान इसकी सतह का तापमान आमतौर पर 45-50 डिग्री सेल्सियस की सीमा में रहता है। जहां पारंपरिक बिटुमिनस सड़कों को हर 4 से 5 साल में मजबूती की जरूरत होती है, वहीं बिटुमिनस स्टील स्लैग सड़क को 12 से 15 साल तक मजबूती की जरूरत नहीं पड़ने की उम्मीद है।

खलांकि, स्टील स्लैग सड़क पारंपरिक सड़कों की तुलना में बेहतर यांत्रिक गुणों का प्रदर्शन करती है, जो सूरज की रोशनी, बारिश और बाढ़ जैसी अलग-अलग मौसम की स्थिति में अपनी मजबूती बरकरार रखती है। केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान (CRRRI) ने भारत में अन्य इस्पात कंपनियों और सरकारी संगठनों के साथ मिलकर 'अपशिष्ट से धन' की अवधारणा को नई ऊंचाइयों पर पहुंचाया है।

रोजगार के अवसर पैदा उत्पन्न करने, स्थानीय आर्थिक विकास और आजीविका को बढ़ावा देने की क्षमता है।

सौजन्य से:- CSIR साइंस मीडिया कम्युनिकेशन सेल, CSIR-NISGPR नई दिल्ली।



R&D IN INDIA

INNOVATIONS
UNLOCKED

Steel Slag Road Technology: Transforming Waste to Wealth

Under the banner of "waste to wealth," a cornerstone of the *Swachh Bharat Abhiyan*, India's drive toward a cleaner and more sustainable future has led to innovative solutions for managing industrial by-products. One such initiative is spearheaded by the Central Road Research Institute (CRR), a constituent laboratory of the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR). Funded by the Ministry of Steel, Government of India and in collaboration with four major steel industries, this research and development effort focuses on transforming steel slag—a waste product from the steel manufacturing process—into a valuable resource for road construction. Steel slag, formed during the separation of molten steel from impurities in steelmaking furnaces, transitions from a liquid melt to a solid state upon cooling, presenting a unique opportunity for large-scale reuse in infrastructure development.

After partial metal recovery, steel slag is commonly disposed of as landfill near steel plants, consuming large areas of land and contributing to air, water and soil pollution. As the second-largest steel producer globally, India generates about 19 million tonnes of steel slag annually, a figure that could rise to 60 million tonnes per year by 2030. This growing volume of solid waste highlights the importance of finding sustainable uses for steel slag, such as in road construction, which aligns with the expanding waste-to-wealth movement.

Steel slag has a tendency to corrode and leach heavy metals, which complicates its use in infrastructure. To overcome these hurdles, CSIR-CRR has developed a technology to process different types of steel slag into usable aggregates, enabling its effective application in road construction. This innovative solution addresses both environmental concerns and resource optimisation.



Transforming Raw Steel Slag into Processed Material Using Tailored Valorisation Technology

Pioneering Steel Slag Roads in India

NH- 6 to Hazira: Surat in Gujarat has achieved a significant milestone by unveiling the country's first one-kilometre long, six-lane bituminous steel slag road. This unique road links National Highway (NH)- 6 to Hazira port and was officially inaugurated on June 15, 2022. The collaborative effort behind this pioneering project involved CSIR-CRR, the Union Ministry of Steel, NITI Aayog and a leading domestic steel company. Remarkably, the road incorporates steel slag in all layers, completely replacing natural aggregates. A substantial 1 lakh tonne of processed steel slag aggregates developed at Hazira based steel plant was utilised during the construction of this road. This steel slag road, despite being 30-32 percent thinner than the conventional bituminous roads for identical traffic condition, boasts exceptional durability, owing to the dense and resilient nature of steel slag material. It can withstand significant wear and tear, as well as heavier loads compared to traditional bituminous roads. This road, for its technological prowess, received national and international recognitions and has been inducted in "India Book of Records" and "Asia Book of Records" as "First Steel Slag Road".



India's First Six-Lane Bituminous Steel Slag Road at Surat, Gujarat

Ziro Valley: In another project, the Border Roads Organisation (BRO) utilised solid waste from steel plants to construct a robust, enduring road along the India-China border in Ziro valley at Arunachal Pradesh. This one-kilometre long steel slag road, engineered by BRO with technological guidance and support from CSIR-

CRR, is designed to withstand heavy-duty usage. Approximately 1200 metric tons of processed steel slag aggregates were transported via railway and road, initially from Jamshedpur to Itanagar and then onward to the project site.



Steel Slag Road in Ziro Valley at Arunachal Pradesh Constructed by BRO over One-Kilometer Stretch

Mumbai- Goa Highway: The third steel slag road project encompassed the construction of a four-lane steel slag road section on NH- 66, the Mumbai to Goa Highway. Through this endeavour, approximately 80,000 tons of raw steel slag aggregates were transformed into processed steel slag aggregates at Dolvi based steel plant and utilised for construction of cement concrete and bituminous steel slag road section on R.H.S and L.H.S carriage ways. Following successful testing by India's largest road building agency, the National Highways Authority of India, the road was officially inaugurated in January 2024. It has since been designated as the first steel slag road section on a National Highway.



The Four-Lane National Highway, NH- 66 Steel Slag Road from Mumbai to Goa

Benefits of Steel Slag Road to Common Man

- **Improved Road Quality:** Steel slag roads offer smoother and safer surfaces, enhancing the overall driving experience.
- **Reduced Traffic Congestion:** Fewer disruptions and closures for repairs minimise delays, saving time and reducing frustration for road users.
- **Enhanced Safety:** With fewer potholes, cracks and deformities, steel slag roads reduce the risk of accidents and road injuries.
- **Environmental Sustainability:** Lower carbon emissions during production contribute to a more sustainable and eco-friendly environment around the roads.
- **Economic Savings:** Steel slag roads are more cost-effective than conventional roads, leading to savings for both the government and taxpayers.

The Ecological Impact

The construction of roads typically requires vast quantities of natural aggregates, often sourced through unsustainable quarrying practices, resulting in desertification and significant ecological harm. However, the innovative approach of utilising steel slag in bituminous and cement concrete road construction not only mitigates the environmental impact of this waste material but also helps preserve our ecosystems by fulfilling some of the natural aggregate demand. Such initiatives play a vital role in fostering a circular economy within the country. In a circular economy framework, waste is repurposed as a resource for manufacturing new materials and products. This approach minimises the consumption of new resources, encourages the reuse and remodelling of materials and products, thus making them less resource-intensive. Essentially, it involves maximising the recycling of existing materials and products to their highest potential.

When compared to conventional roads, the steel slag

- **Lower Maintenance Costs:** Reduced need for repairs and maintenance results in long-term infrastructure savings, easing financial burdens on individuals and households.
- **Job Creation:** The construction and engineering of

INTERVIEW

Prof. Manoranjan Parida
Director, CSIR- CRR, New Delhi



Q. How is this technology influencing the global landscape and what are CSIR- CRR's future plans for expanding its international outreach?

A. The sustainable and safe disposal of steel slag is a global challenge. Shri Satish Pandey, Principal Scientist at CSIR- CRR and the inventor of the steel slag road technology, was honoured with the prestigious "Global Slag Personality of the Year Award" in June 2023 in Düsseldorf, Germany, by Global Slag for his work in developing this technology. He is the first Indian scientist to receive this award since its inception in 2007. Several developed and leading countries, including the USA, Russia, Australia, the UK and Iran, have expressed interest in CSIR- CRR's steel slag road technology and are collaborating with the institute to implement it in their own regions.

Q. How many steel slag roads have been constructed in India by CSIR- CRR so far and what measures are being taken to ensure the long-term success of this initiative?

A. CSIR- CRR's steel slag road technology has been successfully applied in the construction of steel slag road sections in Gujarat, Jharkhand, Maharashtra, West Bengal and Arunachal Pradesh. Plans are underway to start similar projects in Andhra Pradesh, Odisha and Chhattisgarh. To ensure the long-term success of this initiative, CSIR- CRR, in collaboration with the Ministry of Steel, has developed comprehensive guidelines titled "Guidelines for Processing and Utilisation of Steel Slag as Processed Steel Slag Aggregates in Road Construction." These guidelines will support various road construction agencies in effectively implementing the technology on a broader scale.

Q. Does this steel slag management initiative align with the goals of the Aatmanirbhar Bharat mission and is it fully indigenous?

A. India is undertaking an extensive road development programme and the availability of high-quality natural aggregates at an affordable cost remains a significant challenge for road construction agencies. The use of processed steel slag aggregates offers a fully indigenous and eco-friendly solution, turning waste into wealth while supporting the *Aatmanirbhar Bharat* mission. This initiative also aligns with the Government of India's *Viksit Bharat* vision for 2047. The Prime Minister, also the President of CSIR, Shri Narendra Modi has praised CSIR's steel slag road technology as a key contributor to green infrastructure development in the country.

road is not anticipated to exhibit significantly higher surface temperatures during peak summer seasons. Temperature measurements have revealed that the melting point of the steel slag road exceeds 1200 degrees Celsius, while its surface temperature during peak summers typically remains within the range of 45-50 degrees Celsius. While the conventional bituminous roads require strengthening in every 4 to 5 years, the bituminous steel slag road is not expected to require any strengthening for 12 to 15 years. However, the steel slag road showcases superior mechanical properties compared to conventional roads, retaining its strength in varying weather conditions such as sunlight, rain and floods. The Central Road Research Institute (CRR), in collaboration with other steel companies and government organisations in India, has elevated the "waste-to-wealth" concept to new heights. In its forthcoming projects, CRR aims to explore the utilisation of steel slag in Indian railways by substituting the railway ballast.

steel slag roads have the potential to generate employment opportunities, fostering local economic growth and livelihoods.

Contributed by: Science Media Communication Cell, CSIR- NIScPR, New Delhi.