

研究コラム 繰り返し再生したアスファルト混合物のHWT試験による剥離抵抗性の評価

日本の道路舗装再生技術は、世界でもトップクラスです。劣化したアスファルト舗装を碎いて回収し、再び道路として蘇らせる「リサイクル率」は極めて高く、日本のアスファルトは何度も生まれ変わりながら私たちの生活を支えています。しかし、この先進的な取り組みの裏で、ある「矛盾」が技術者たちを悩ませてきました。アスファルトは本来、石油から作られる「粘り気のある油」です。しかし、何度もリサイクルされ、長年日光や空気にさらされると、力が少しくらいに硬化してひび割れが生じやすくなります。輪ゴムが古くなると硬く千切れやすくなるのと同じで、アスファルトも硬くなると、石を繋ぎ止める力が弱まり、ボロボロと剥がれやすくなってしまうのです。ここで問題になるのが、道路の健康診断にあたる「試験方法」です。日本で長年使われてきた試験は、「タイヤで踏みつけたときに、どれだけ凹まないか」に重点がおかれていました。硬いアスファルトは当然、凹みません。そのため、実際には粘り気を失い、硬く水にも弱い状態でも、従来の試験では「硬くて変形しない=非常に強い」という「優等生」の判定が出てしまします。これが、リサイクル先進国ゆえのパラドックスです。この見えない危険を見抜くため、iMaRRCでは、海外で主流の「ハンブルクホイールtracking (HWT) 試験」による評価を試みました。これは温水の中でタイヤを走行させ、過酷な環境での耐久性を測るもので、試験結果の評価方法を詳しく検討し、得られたデータから「単なる硬さ」の影響を計算式で取り除き、「純粋な剥がれやすさ」を数値化する「SN法」という解析手法を検証しました。

実験の結果、この手法で得られた数値は、実際に目で見たアスファルトの劣化具合と見事に一致しました。硬さに惑わされず、道路の「本当の寿命」を見抜く新たな物差しとして活用されることで、日本のリサイクル道路は、より安全で持続可能なインフラへと進化できると期待しています。(執筆:ニヤット 交流研究員)

Evaluating moisture susceptibility of repeatedly recycled asphalt mixtures using the Hamburg wheel track test

Japan's road pavement recycling technology is among the foremost globally, exhibiting a remarkably high asphalt recycling content. However, the repeated recycling of these materials can lead to an increase in binder hardness, which, in turn, reduces adhesion and renders pavements more susceptible to cracking and stripping. The hardening of asphalt is analogous to the stiffening and snapping of rubber bands. Hardened asphalt loses its capacity to bind aggregate particles, thereby compromising the durability of the pavement. Conventional domestic evaluations prioritize the hardness of asphalt, and as a result, asphalt with diminished viscosity can be misclassified as high performing, which obscures the actual durability of the material. This paradox emerges in systems with advanced, high-rate recycling.

To rectify the issue, iMaRRC implemented the Hamburg Wheel Tracking (HWT) test, the prevailing international method for assessing durability. In addition, an SN-based analysis was conducted to isolate the effects of hardness and quantitatively capture "pure" stripping resistance. The findings of this method corresponded with the observed conditions of the specimens, suggesting a more precise degradation assessment and substantiating the safety and sustainability of recycled road infrastructure in Japan.

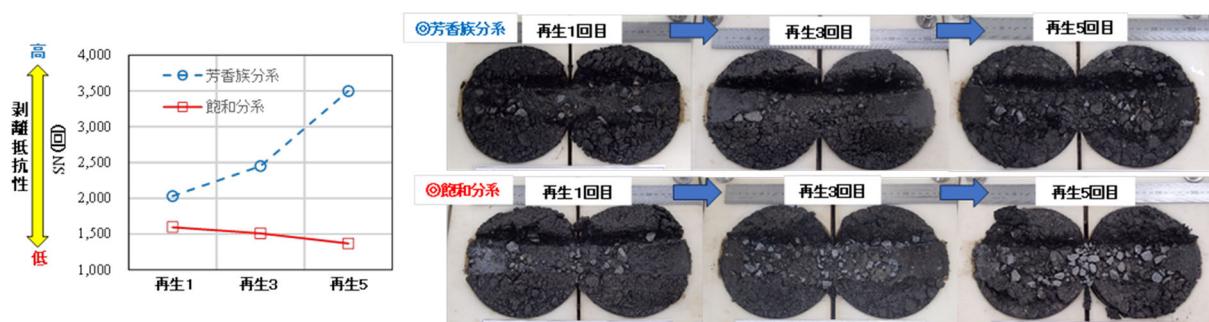


Figure 1: SN-based analysis results and the specimens after the HWT test

研究コラム エポキシ系防食被覆樹脂の耐有機酸性に関する評価

下水道施設にはコンクリートで作られた構造物が多く存在しますが、下水に起因して硫酸が生成されるため、非常に過酷な環境におかれています。その対策の一つに樹脂を塗布する等の防食被覆工法があります。近年、防食被覆樹脂は従来の耐硫酸性に加えて、下水中の油脂や汚泥の処理過程で生じる成分（有機酸など）を考慮した耐有機酸性の性能が求められています。特に地下街等のビルピット※では厨房排水等から比較的温度の高い油脂類が流入する可能性があるとともに、これらが下水道施設に排水されるまで一定期間貯留されるため、生物的な分解も起きる環境となります。しかしながら、油脂類による樹脂の膨潤、軟化に関する評価事例はほとんどありませんでした。そこで一般的な防食被覆樹脂であるエポキシ樹脂を様々な試験液に浸漬し、耐有機酸性に関する評価を行いました。

評価に用いる樹脂は、耐有機酸性のない樹脂Aと耐有機酸性のある樹脂Bの2種（いずれも耐硫酸性あり）となります。所定の寸法に切り出した試験片を下水処理場から採取したスカム（下水に含まれる微生物の代謝活動や油脂成分、界面活性剤の影響によって発生するもの）や料理油に浸漬しました（Figure 2）。浸漬前後の試験片外観を確認、寸法重量を測定することで耐有機酸性に対する影響の有無を確認しています。

本試験から、①樹脂の耐有機酸性の有無に関わらず、常温で固体となるラードやバターなどによる影響は、常温で液体となるオレイン酸試薬や酢酸水溶液よりも小さい、②食品中の油脂（グリセリンと高級脂肪酸のエステル結合）による影響は高級脂肪酸単独と比較して小さいことが分かりました（Figure 3）。

今後は評価で得られた試験片の表面分析を顕微IRや顕微ラマン分光法、表面・界面物性解析装置SAICASで行い、劣化有無や薬液の侵入深さを確認する予定です。（執筆：中河 交流研究員）

※ビルピット：ビル内で発生した汚水や雑排水を貯留するための排水槽。通常、地上階で発生した排水は自然流下で下水道に流れますが、地下にあるビルピットではポンプを使用して汚水を排出します。

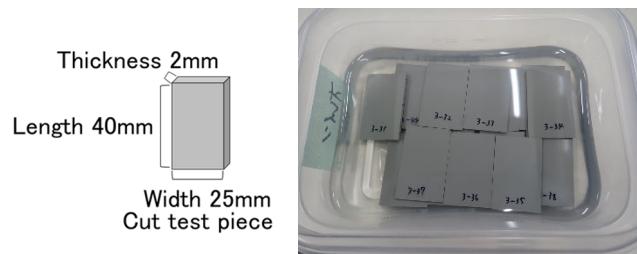


Figure 2: Immersion test

Evaluation of organic acid resistance of epoxy-based corrosion-protective coating resins

Sewer facilities are composed of concrete structures; however, they are subjected to harsh environments due to the generation of sulfuric acid from sewage. One proposed solution involves the application of resin coatings or alternative methods of anticorrosion protection. In recent years, anticorrosion coating resins have become increasingly resistant not only to sulfuric acid, but also to organic acids. This is particularly relevant in the construction of pits for subterranean shopping centers, where there is a risk of grease and oil infiltrating kitchen wastewater. These substances are retained for a designated period prior to their discharge into the sewer system, thereby establishing an environment conducive to biological decomposition. However, there is a paucity of research evaluating the swelling and softening of resins caused by grease and oil. Therefore, epoxy resin, a prevalent anticorrosion coating resin, was immersed in various test solutions and its resistance to organic acids was evaluated.

Two types of resins were utilized in the evaluation: resin A, which lacks organic acid resistance, and resin B, which possesses organic acid resistance. Test pieces were immersed in scum and cooking oil (Figure 2).

The results of the test indicate that, irrespective of a resin's resistance to organic acids, the effect of substances such as lard and butter, which solidify at ambient temperature, is lesser than that of oleic acid and acetic acid, which remain liquid at room temperature. Additionally, the effect of fats and oils on food (ester bonds between glycerol and higher fatty acids) is less significant in comparison to higher fatty acids alone (Figure 3).

Subsequent phases of the project entail the analysis of test pieces to ascertain the presence of degradation and the depth penetration of the chemical solution.

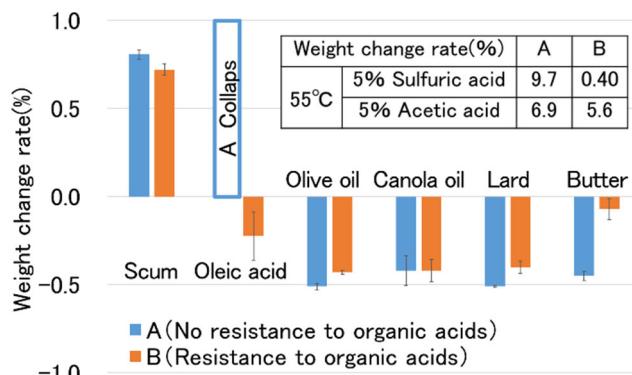


Figure 3: Weight change rate (55°C × 28days)

研究コラム 高流動性のコンクリートの充填性について

コンクリート構造物の耐震基準の見直しによる鉄筋量の増加や建設業の担い手不足に対応するため、施工を省力化でき、施工品質の向上にも期待できる高流動性のコンクリートが注目されています。

iMaRRC では、高流動性のコンクリートを普及促進するため、施工性の向上効果や適用が効果的な部材の検討などを進めています。その1つとして、従来の土木構造物用のコンクリート(スランプ 12cm)と従来よりも流動性を高めた高流動性のコンクリート(スランプフロー 45cm)を対象にした比較試験を実施し、高流動性のコンクリートの充填性を検証しました。

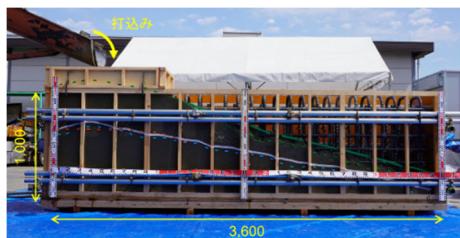
比較試験は、多量の鉄筋が配置された 3.6m 幅の壁の製作を模擬し、型枠の端部付近からコンクリートの打込みおよび締固めを行いました (Photograph 1)。コンクリートは、1 層の高さが 50cm 程度となるようにトラックアジテータのシートから直接打ち込みました。また、コンクリートの締固めは、直径 40mm の棒状バイブレータにより行い、締固め時間は、打込み位置にて従来の土木構造物用のコンクリートは 15 秒、高流動性のコンクリートは 5 秒としました。

各コンクリートの硬化後の状況を Photograph 2 に示します。従来のコンクリートの流動距離が 1.6m 程度だったのに対して高流動性のコンクリートは反対側の端部まで流動しました。また、高流動性のコンクリートの方が締固め時間が短かったにもかかわらず、締固めが完了した範囲が広い結果となりました。

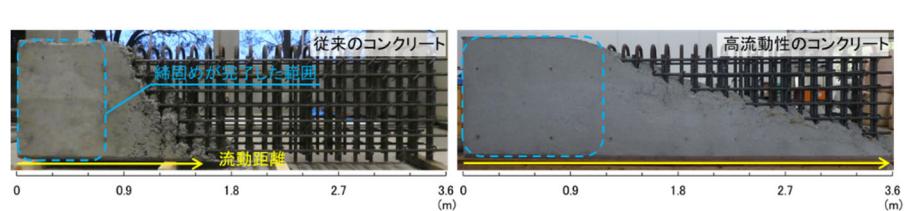
今後、非破壊試験や供試体の切断等による内部の充填状況を調査結果と合わせて、高流動性のコンクリートの充填性を整理する予定です。(執筆: 仲野 交流研究員)

※このコラムに関する動画を iMaRRC ホームページに掲載しましたのでご覧ください。

<http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/movie.html>



Photograph 1: Overview of formwork used for the trial



Photograph 2: Appearance of hardened

報告 日韓ワークショップを開催しました

土木研究所は、韓国建設技術研究院 (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology、以下、KICT) と建設工学分野における研究協力協定を締結し、2001 年からこれまでに 10 回のワークショップを開催してきました。今回、第 11 回ワークショップが 11 月に韓国で開催され (Photograph 3)、コンクリートの耐久性、斜面管理、河川環境の復元手法、水文観測、舗装管理システムおよび水質浄化モニタリングおよび河川工学の 6 分野で意見交換や現地視察などを行いました。KICT では、外部機関と連携しながら、スマートな建設技術等をビジョンに定め、研究が進められていました。本稿では、コンクリート分野のワークショップの概要を紹介します。

コンクリート分野の意見交換は、KICT から「爆破衝撃を受けるコンクリート構造物」、「コンクリート工学における低炭素技術」、「3D プリンティングコンクリート技術」、「凍結防止剤に起因した飛来塩分の輸送挙動」、iMaRRC から「再生骨材に関する最近の研究動向」、「飛来塩分環境の複数地点での長期観測」、「砂防施設の水叩き部の損傷挙動」、「コンクリート橋における CFRP シート補修の早期劣化に関する FT-IR を用いた調査」に関して行いました。KICT では、社会情勢に沿った要素技術の開発に深く関わっていることが印象的でした。また、現地見学も行われ、仁川国際空港への連絡橋の建設工事や維持管理等 (Photograph 4) に関する議論を行うことができました。(執筆：櫻庭 主任研究員)

11th PWRI-KICT workshop

The Public Works Research Institute has maintained a research cooperation agreement with the Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT) in the field of construction engineering since 2001. To date, the two institutes have held ten workshops. The eleventh workshop was held in South Korea in November (Photograph 3), featuring discussions and field visits across six areas: concrete durability, slope management, river environment restoration techniques, hydrological observation, pavement management systems, and water quality purification monitoring and river engineering. KICT engages in collaborative research endeavors with external institutes, pursuing a vision centered on smart construction technologies.

The concrete field discussions encompassed subjects on low-carbon and 3D printing concrete technologies from KICT researchers. It is worth noting the profound level of involvement exhibited by KICT in the development of fundamental technologies that are in alignment with societal needs. A field visit was also conducted, enabling discussions on the construction and maintenance of the access bridge to the Incheon International Airport (Photograph 4).



Photograph 3: Participants of PWRI-KICT Workshop



Photograph 4: Access bridge to Incheon International Airport

報告 令和7年度の非破壊講習会を開催しました

令和7年度の非破壊試験を用いたコンクリート強度推定に関する講習会を2025年11月10日～13日を開催しました。

国土交通省は、新しく建設された長さ30m以上のコンクリート橋に対して、非破壊試験によってコンクリートの圧縮強度の検査を求めていました。また、非破壊試験は知識と技能を有する技術者による実施を求めていました。そこで、iMaRRCではiTECS技術協会と合同で、コンクリートの圧縮強度推定のための2つの非破壊試験について、必要な知識と技能を習得していただくための講習会を2006年から毎年開催しています。

コンクリートの圧縮強度が大きくなると、コンクリート中を伝わる弾性波の速度も大きくなることが知られています。これをを利用して圧縮強度を推定するのが、この講習会で扱う非破壊試験方法です。精度よく強度を推定するために、適切な方法で弾性波の速度を測定しなければなりません。

今回は、iMaRRCが担当している衝撃弾性波法(表面2点法)(Photograph 5)には20名、超音波法(Photograph 6)には9名の受講者が参加しました。受講者は、座学で測定方法や注意点を学び、実技で技能の習得を行いました。また、実技試験の合格者には、受講証明書を発行しました。(執筆:加藤主任研究員)

Training class related to nondestructive test methods for estimating the compressive strength of concrete in 2025

An annual training class related to non-destructive test methods for estimating concrete strength was held November 10 to 13, 2025.

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism in Japan requires that the compressive strength of concrete be estimated by non-destructive tests of newly constructed concrete bridges measuring over 30 meters in length. This non-destructive test should be conducted by qualified engineers. Consequently, this training class has been held an annual basis since 2006 by iMaRRC and iTECS Technical Association to impart the knowledge and skills necessary to perform the two non-destructive tests for estimating the compressive strength of concrete.

These non-destructive test methods estimate the compressive strength of concrete by leveraging the fact that the greater the velocity of an elastic wave traveling through concrete, the greater the compressive strength of the concrete. The engineers conducting these tests are required to possess the expertise necessary to accurately measure the velocity of an elastic wave propagating through concrete.

In 2025, there were 20 participants in the class focused on the impact elastic wave method (Photograph 5) and 9 participants in the class focused on the ultrasonic method (Photograph 6). The participants learned the theory and practical considerations related to each technique through lectures and practice. Certificates were issued to those who successfully completed the practical examination.



Photograph 5: Impact elastic wave method



Photograph 6: Ultrasonic method

予告 第7回 iMaRRC セミナーの開催（3/3）について

iMaRRC では、第7回 iMaRRC セミナーを以下の通り開催する予定です。今回も、より多くの方にご参加いただけるよう、対面と Web のハイブリッド形式といたします。昨年度と同様、多数の方にご参加いただけましたら幸いです。

第7回 iMaRRC セミナー

「資源循環型社会に対応したコンクリートの活用に向けて」

○日時（予定）：令和8年3月3日（火）13:00～16:10

○場所（予定）：KFC Hall & Rooms（東京都墨田区横網1丁目6-1 国際ファッションセンタービル 内）
および Web 配信

※本セミナーの詳細については、後日、土木研究所ホームページ、iMaRRC ホームページに掲載いたします。

Announcement of upcoming events

The 7th iMaRRC Seminar (webinar) is scheduled to take place on the afternoon of March 3, 2026. The theme of the seminar is "Toward the Utilization of Concrete in a Resource-Recycling Society."

We look forward to many people attending this seminar. Additional information regarding the seminar will be made available on the PWRI and iMaRRC websites at a subsequent date.

受賞報告 Research Awards

賞 Award	受賞者 Recipient Name	論文名 Title	表彰団体 Awarding organization	受賞日 Date
令和7年度土木学会全国大会 第80回年次学術講演会 優秀 ポスター発表賞 (JSCE the 80th Annual Meeting Excellent Poster Presentation Award)	安藤 秀行, 百武 壮, 佐々木 巍, 新田 弘之 (Hideyuki ANDO, Tsuyoshi HYAKUTAKE, Iwao SASAKI, Hiroyuki NITTA)	繰り返し再生したアスファルトの基 本性状と AFM による微視的計測 (Basic properties and microscopic structure of repeatedly recycled asphalt)	公益社団法人土木學 会 (Japan Society of Civil Engineers)	September 10th 2025
第36回日本道路会議 優秀賞 (The 36th Japan Road Conference, Excellent Paper Award)	安藤 秀行, 百武 壮, 佐々木 巍, 新田 弘之 (Hideyuki ANDO, Tsuyoshi HYAKUTAKE, Iwao SASAKI, Hiroyuki NITTA)	再生したポリマー改質アスファルト の性状に関する基礎検討 (Basic properties of recycled polymer modified asphalt)	公益社団法人日本道 路協会 (Japan Road Association)	November 7th 2025