

### 研究コラム 下水道施設に用いられる防食被覆材に対する乳酸・オレイン酸が与える影響

下水道施設では硫酸還元菌と硫黄酸化細菌のはたらきにより硫酸が発生するとコンクリートに激しい腐食が生じるため、耐硫酸性の防食被覆技術が開発され、現場に広く適用されています。しかし、近年では耐硫酸性を有する防食被覆材であっても劣化事例が確認されており、その原因物質が下水中の有機酸であることが分かってきました。下水道施設に存在する有機酸には酢酸や乳酸等のほか、様々な油脂類がありますが、どの物質がどの程度劣化に影響するのかまだ十分解明されていません。

そこで本研究では、乳酸及びオレイン酸を用いた防食被覆材の浸漬試験を行い、その影響を確認しました。実験に使用したのは耐硫酸性の材料と、硫酸に加えて有機酸にも耐性を持つように開発された材料の2種類です。Figure.1の恒温水槽内に浸漬液（乳酸(5 mass%)とオレイン酸(約75 mass% : 一級原液)の2種類)に充たされたフラスコを設置し、その中に試験片を入れ、一定温度(23°C、55°Cの2条件)下で、浸漬させました。耐有機酸を有する材料は、各条件ともに若干の変色はあるものの、140日間の浸漬では目立った変化は確認されませんでした。耐硫酸性のみの材料は、乳酸55°Cとオレイン酸23°C、55°C条件において顕著な外観変化が確認されました。特にオレイン酸55°C条件においては、実験開始前と比較し、7日間の浸漬で長さが各辺約1.3倍に膨潤し、その後10日程度で自重による崩壊が発生しました(Figure.2)。質量の変化は、オレイン酸に7日間浸漬した試料は約2倍に増加、乳酸に浸漬した試料は140日間の浸漬で約14%増加し、いずれも影響が確認されました(Figure.3)。

オレイン酸をはじめとした油脂類は、これまで管路を閉塞させるという物理的な問題に対する影響が指摘されてきましたが、今回防食被覆材の劣化についても課題が明らかになりました。本研究を進め、下水道施設の防食被覆材の耐有機酸性に関する基準の検討を進めてまいりたいと考えています。

#### Effects of Lactic and Oleic Acids on Epoxy Lining Used in Sewerage Facilities

Sulfuric acid-resistant epoxy lining has been developed for sewer facilities and applied to the field. However, in recent years, cases of deterioration due to organic acids have been observed, even with sulfuric acid-resistant epoxy lining, and it is possible that similar deterioration may occur in sewerage facilities.

In this study, we conducted immersion tests with epoxy lining using lactic acid and oleic acid to confirm the effects of the acids. The specimens were immersed in flasks at a constant temperature: 23 °C and 55 °C (Figure.1). As a result, when the specimens of material with only sulfuric acid-resistant was immersed in oleic acid at 55°C, they had swelled to approximately 1.3 times their length on each side within 7 days from the start of immersion, and they collapsed under their own weight within approximately 10 days from the start of immersion (Figure.2). The masses of the specimens that had been immersed in oleic acid for 7 days doubled, and those of the specimens that had been immersed in lactic acid increased by about 14% after 140 days of immersion, which confirmed the effects of both acids (Figure.3).

We hope to advance this research and to establish standards for epoxy lining in sewer facilities.



Figure.1: Immersion of specimens

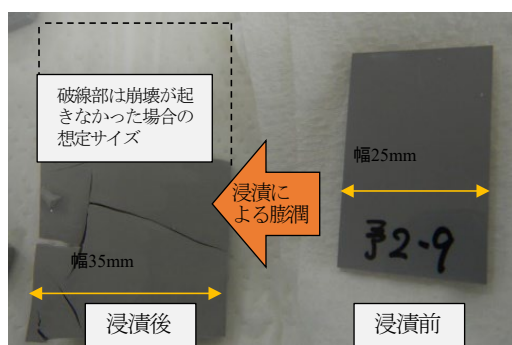


Figure.2: Comparison before and after immersion (immersed at 55°C for 4 weeks)

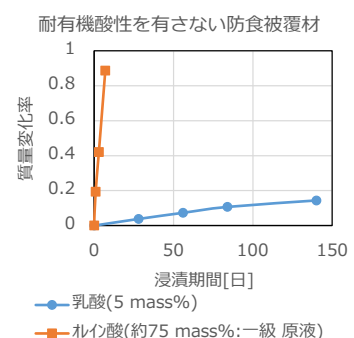


Figure.3: Rate of change in mass

## 研究コラム 土砂化した RC 床版のひび割れ観察

近年、道路橋の鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）では、アスファルト舗装下で床版上面のコンクリートに土砂化が生じる事例が報告されています（Photograph 1）。土砂化した RC 床版の補修では、土砂化部位のみを除去して、部分的に上面補修される場合があります。しかし、補修しても数年で再劣化し、補修を繰り返す事例が多数報告されており、維持管理の負担となっています。

土木研究所 iMaRRC と CAESAR では、土砂化により撤去された RC 床版を用いて、その症状と発生要因や影響因子に関する調査を行っています。これまでの研究から、土砂化の周辺部には、土砂化には至っていないが健全な状態でもないコンクリート（以下、中間層）が存在していることを確認しており、この中間層では、目視や打音検査では判別できない微細なひび割れが生じていることが明らかになっています。再劣化を防ぐためには、その起点となりうる中間層を残さないような補修をする必要があると考えています。

一方、補修範囲は、補修費や交通規制の期間に関わるため、現場では劣化している範囲や深さのみを補修しようと判断がされる傾向があります。適切な補修を実現するためには、再劣化の起点となる中間層の存在を認識する必要があります。

そこで、この中間層の範囲や特徴についてのデータを収集するため、コンクリート板を用いた蛍光エポキシ樹脂含浸によるひび割れ観察を実施しました（Figure 4）。この観察方法は、比較的広範囲の床版内部のひび割れ状況や鉄筋位置との関係を連続的に把握することが可能です。加えて、橋梁ごとに床版内部のひび割れ状況の違いを視覚的に把握できるため、土砂化の原因推定のための調査方法としても有効であると考えています。今後もこのような土砂化に関する調査を進めていくことで、土砂化の原因究明や対策方法の確立を目指します。

### Observation of Cracks Around Disintegrated Area of RC Bridge Deck Slab Beneath Asphalt Surfacing

In recent years, several cases of disintegrated RC bridge deck slabs beneath asphalt surfacing (Photograph 1) have been reported. During the repair of these cases, they are often repaired as only some the disintegrated top surface of the slabs is removed and patched. However, this kind of repair is not durable, so the slabs require continual repair.

iMaRRC and CAESAR are investigating RC slabs that were removed due to disintegrated concrete beneath the asphalt surfacing. Previous research has confirmed that there is an interim area of deterioration around the disintegrated concrete. This interim deteriorated area contains microcracks that cannot be detected by visual inspection or hammering tests. To prevent re-deterioration, it is necessary to completely remove the section that contains the microcracks.

However, the size of repair area is related to the repair cost and the period of closure. Thus, there is a tendency toward repairing only where the concrete disintegration is visible. In order to promote the appropriate repairs, it is necessary to recognize the interim deteriorated area that contains microcracks.

To collect data about the area and the nature of microcracks, we observed concrete plates that had been taken from a dismantled RC bridge deck slab and had been impregnated with fluorescent epoxy resin (Figure. 4). This method of observation makes it possible to observe the microcrack status inside a wide, deteriorated interim area of an RC slab. We will continue our investigation with the intent to determine the cause of the disintegrated concrete.



Photograph 1: Disintegrated concrete beneath asphalt surfacing in RC bridge deck slabs

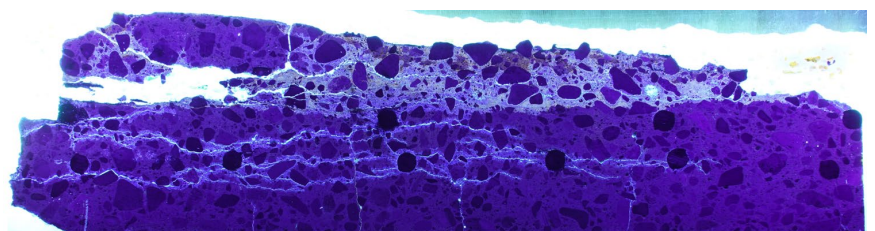


Figure. 4: Observation of microcracks by fluorescent epoxy resin impregnation

## 報告 令和5年度の非破壊講習会を開催しました

令和5年度の非破壊講習会を2023年10月16日～21日に開催しました。

国土交通省では、一定規模以上の新設コンクリート構造物の検査の一環として、非破壊試験による強度の推定を求めています。また、この非破壊試験の実施者には、知識と技能を求めています。そこで、非破壊講習会は、コンクリートの圧縮強度を非破壊で推定するための試験方法に必要な知識や技能を習得していただくために、iTECS 技術協会と合同で2006年から毎年開催しています。

講習会の対象には、3種類の試験方法があり、土木研究所 iMaRRC では衝撃弾性波を用いた方法 (Photograph 2) と超音波を用いた方法 (Photograph 3) を担当しています。

これらの非破壊試験方法は、コンクリートの圧縮強度が大きいほどコンクリート中を伝わる弾性波の速度が速いことを利用した技術です。いずれの方法も、精度よく圧縮強度を推定するためには、測定原理を理解した上で、適切な方法で測定することが必要です。

今回は、iMaRRC 担当の衝撃弾性波法の講習には42名、超音波法の講習には17名の受講者が参加しました。受講者は、まず座学で各測定方法の原理や注意点を学んだ上で、実技講習で測定の実習を行いました。その後、実技試験の合格者には、受講証を発行しました。

### Training Class Related to Non-destructive Test Methods for Estimating Compressive Strength of Concrete in 2023

An annual training class related to non-destructive test methods for estimating concrete strength was held October 16 to 21, 2023.

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism in Japan requires that the compressive strength of concrete be estimated by nondestructive tests as part of the inspection of newly constructed concrete structures larger than a certain size. This non-destructive test should be carried out by qualified engineers. Therefore, this training class has been held annually since 2006 by iMaRRC and iTECS Technical Association to provide the knowledge and skills needed to perform the nondestructive tests for estimating the compressive strength of concrete.

The iMaRRC is in charge of a technique that uses the impact elastic wave and a technique that uses ultrasonic wave.

These nondestructive 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 who carry out these test methods require both theoretical knowledge and practice.

In 2023, 42 people attended the class for the impact elastic wave method, and 17 people attended the class for the ultrasonic method. The participants learned the theory and practical considerations related to each technique through lectures and practice. Certificates were issued to those who passed the practical tests.



Photograph 2: Technique that uses impact elastic wave



Photograph 3: Technique that uses ultrasonic wave



## 研究者紹介 iMaRRC Researchers

### 1. 吉田 行

1994年に北海道開発局開発土木研究所材料研究室（現耐寒材料チーム）に修士卒で採用されて以来、長らくコンクリートの研究に従事しています。専門はコンクリートの耐久性（塩害、凍害など）としつつも、ダム、吹付コンクリート（トンネル、補修補強）、短繊維補強コンクリート、再生骨材コンクリートなど、様々なコンクリートの研究に携わってきました。



2010年からは、つくば（当時の基礎材料チーム）とコンクリートの施工品質・検査や再生骨材コンクリートの活用について連携して研究を進めてきましたが、2023年に遂にiMaRRCに併任となりました。より良い成果が出せるように、懇親を深めながら精進してまいります。

車いじりや音楽鑑賞、キャンプなどやりたいことは沢山ありますが、最近はおっぱいおいしいのを食べるのが唯一の楽しみになっています。体調管理が大きな課題です。

Dr. Susumu Yoshida has been engaged in concrete research for a long time—since he joined the Civil Engineering Research Institute in 1994 after graduating with a master's degree.

Dr. Yoshida's research focuses on the durability of concrete against salt damage, frost damage, etc., but he also conducts research on various types of concrete such as dam concrete, sprayed concrete for tunnel lining and repairing or retrofitting concrete structures, short fiber reinforced concrete, and recycled aggregate concrete.

Since 2010, he has been collaborating with iMaRRC, which was the Basic Materials Team at the time, on concrete construction quality and inspection, and the use of recycled aggregate concrete, and he joined iMaRRC in 2023.

In his personal life, there are many things Dr. Yoshida likes to do, such as working on cars, listening to music, and camping, but lately the only thing he is looking forward to is eating delicious food. Managing his physical condition is also a concern of his.

### 2. 遠藤 裕文

1996年4月に北海道開発局に入局し、開発土木研究所材料研究室（現耐寒材料チーム）に配属され、2023年4月からはiMaRRC併任となりました。勤務地は札幌ですので、Web等によりiMaRRCの会議に出席しています。



配属当初の研究テーマは、凍結融解と塩化物の複合作用によるコンクリートのスケーリング促進メカニズムの解明と対策でした。そして対策情報の収集過程で表面含浸材に出会いました。偶然、時を同じくして北海道開発局でも表面含浸材の適用が検討され始めました。適用事例が増える一方で課題も露呈し、これを機に現在は表面含浸材について、寒冷地での適切な施工管理法の整理、補修効果の追跡評価、材料の特徴を活かした新たな活用法の開発などの研究に取り組んでいます。研究成果が設計要領に反映された時の達成感は大きく、今後も頑張りたいと思います。趣味は映画、ライブ鑑賞、ペット飼育（亀、金魚、ハムスター）です。

Dr. ENDOH Hirotake joined the CERI in April 1996. He is concurrently at the iMaRRC from April 2023. He works in Sapporo, so he attends the iMaRRC meeting online.

His initial research topic was the elucidation of the concrete scaling promotion mechanism due to the combined action of freeze-thaw and chloride, and its countermeasures. In the process of researching the countermeasures, he learned about the existence of surface penetrants. At the same time, the Hokkaido Development Bureau coincidentally began to consider the application of surface penetrants. The construction cases using surface penetrants are increasing. However, issues such as defect cases have also been highlighted. For this reason, he is currently conducting research on surface penetrants in terms of organizing construction management in cold regions, evaluating the repair effect, and developing that would be advantageous. He is working hard to improve the design guidelines for repair. His hobbies are watching movies, live shows, and taking care of his pets (turtle, goldfish, and hamster).

## 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
The 60th Japan Annual Technical Conference on Sewerage First Place for Poster Presentation in English Session (第60回下水道研究発表会 英語ポスター発表部門最優秀賞)	YAMASAKI YUKIYO (山崎 廉予)	Low-energy microalgae culture using dewatered filtrate from digestion process (消化汚泥脱水分離液を用いた低エネルギーでの微細藻類培養)	Japan Sewage Works Association (公益財団法人 日本下水道協会)	October 31st, 2023

iMaRRC Newsletter 発行元：(国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター (iMaRRC)  
Tel:029-879-6761 Fax: 029-879-6733 Email: imarrc-at-pwri.go.jp \*送信の際は、-at-を@に変更してください