

研究コラム 水性塗料の塗装作業性の評価

鋼橋などの土木鋼構造物に塗装される防食塗料には、樹脂や顔料、添加剤などを均一に溶解あるいは分散させるため、また、塗装時の作業性や乾燥性などを調整するために、多くの揮発性有機化合物（Volatile Organic Compound, VOC）を含む有機溶剤が使用されてきました。VOC は常温で揮発しやすく、大気中に放出されると、大気汚染物質である光化学オキシダントや浮遊粒子状物質を生成することが知られています。また、VOC は空気を汚染し塗装作業者の健康障害を引き起こす恐れや、塗装工事現場における火災・爆発のリスクを高める恐れもあることから、これらの排出量の削減が急務となっています。VOC を主な溶剤として使用する従来の溶剤形塗料の代替として有力な候補の一つに、「水性塗料」があります。

水性塗料は JIS K5500:2000「塗料用語」において、「水で希釈できる塗料の総称」と定義されています。つまり、有機溶剤の代わりに水を希釈剤とするため、VOC 排出量が極めて少ないことが最大の特徴です。しかしその一方で、水を使うがゆえに溶剤形塗料に比べて乾燥が遅く、気温や湿度の影響を受けやすいという欠点があります。特に、低温・高湿度の環境では乾燥までの時間が長引くため、塗膜性能に悪影響が生じる恐れがあります。また、乾燥不足のまま重ね塗りを行うと塗膜の接着性が確保できず、膨れや剥がれといった不具合の原因ともなりかねません。

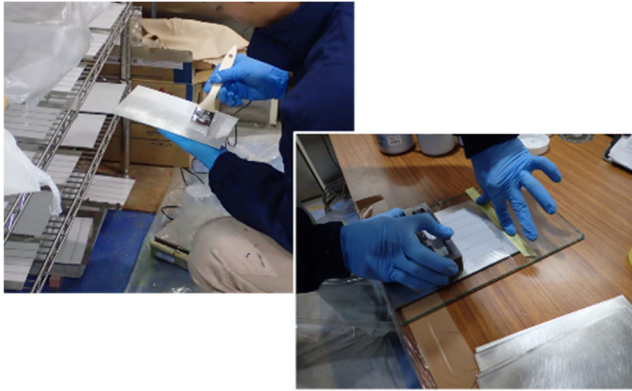
そこで、iMaRRC では塗料メーカー 6 者と共同で、水性塗料の特性を正しく把握し、鋼構造物の現場塗装において確実に施工がなされるための研究開発を行っています。現在は、一定の気温・湿度に保たれた室内で試験片レベルでの塗装試験を繰り返し行い、様々な気温・湿度条件下での水性塗料のたるみ性（乾燥までの間に塗料の層が下方に移動して起こる局所的な膜厚異常の生じやすさ）、厚膜塗装時の割れやすさ、乾燥性、可使時間（塗料を混合した後、使用できる最長の時間）等のデータを蓄積しています（Photograph 1）。これらの結果をもとに、塗装禁止とすべき気温・湿度条件や最適な塗装膜厚、塗り重ねのインターバル等を明らかにしていきます。今後は、橋梁を模擬した大型試験体（Photograph 2）を用いて実際の気象条件下での施工試験などを実施し、部材の形状や作業姿勢等の影響についても評価を進める予定です。

（執筆：富山 上席研究員）

Workability Evaluation of Water-based Paints under Various Temperature and Humidity Conditions

Most paints used on steel bridges contain various volatile organic compound (VOC) species. VOCs readily evaporate into the atmosphere at ambient temperature, contributing to the formation of photochemical oxidants and suspended particulate matter—both major air pollutants. In addition to their environmental impact, VOCs pose potential health risks to painters and increase the risk of fire or explosion at construction sites. Consequently, reducing VOC emissions has become an urgent priority in the paint industry. A promising alternative to conventional solvent-based paints is the use of water-based paints.

The Institute for Materials and Reliability Research Center (iMaRRC) is conducting research and development on water-based paint application technology for on-site painting of steel road bridges in collaboration with six paint manufacturers. At present, repeated painting tests are being carried out on test panels in a large constant-temperature and humidity chamber to collect data on sagging behavior, cracking susceptibility in thick-film paints, drying characteristics, and pot life of water-based paints under various temperature and humidity conditions (Photograph 1). Based on these results, the study aims to determine the temperature and humidity ranges unsuitable for painting, the optimal coating thickness, and appropriate recoating intervals. Future work will involve large-scale painting tests on a bridge-simulating specimen (Photograph 2) under actual weather conditions to evaluate the influence of member geometry, work posture, and other practical factors on coating performance.



Photograph 1: Painting test of a water-based paint conducted in a constant-temperature and humidity chamber. a constant temperature and humidity room.



Photograph 2: Large-scale test specimen simulating an actual bridge structure.

報告 つくばちびっ子博士 2025

土木研究所は、国土政策技術総合研究所と共同で令和 7 年 8 月 1 日(金)につくばちびっ子博士 2025 を開催しました。iMaRRC では、「コンクリートをつくろう」を企画・担当しました。

身近な土木材料のコンクリートは、どのような材料なのか意外と知られていません。コンクリートを小中学生の皆様にも知ってもらうために、紙コップの中で砂、砂利、セメント、水および魔法の薬（化学混和剤）を割り箸で練り混ぜてコンクリートとし、ペットボトルを活用した型に流してコンクリートの文鎮にし、コンクリートをどのように作るのかを実際に体験していただきました(Photograph 3)。特に、中々見る機会のないセメントや、化学混和剤を入れたらコンクリートが柔らかくなる瞬間に興味深く観察される方が多くいらっしゃいました。また、コンクリートが固まるまでの間に、セメントが何から作られるのかなどをクイズ形式で学んでいただき、保護者の方にも好評でした。

コンクリートの工作は合計 4 回（1 回約 20 名）行いましたが、いずれの回も満席でした。



Photograph 3: Scene from the “Let’s make concrete” workshop.

Event report

The Public Works Research Institute (PWRI) and the National Institute for Land and Infrastructure Management jointly held the event “Tsukuba Kids Scientists 2025” on August 1, 2025. iMaRRC organized an exhibition titled “Let’s Make Concrete.”

Although concrete is a material widely used in daily life, its composition and properties are often not well understood. To enhance public awareness, participants mixed sand, gravel, cement, water, and a “magic potion” (a chemical admixture) in cups and poured the mixture into plastic bottles to create concrete paperweights (Photograph 3).

Participants showed particular interest in cement—an unfamiliar material in everyday life—and in the chemical admixtures that make concrete more workable. During the concrete setting period, quizzes were conducted to explain topics such as the raw materials of cement, which were well received by both children and their parents.

The workshop was held in four sessions throughout the event, all of which were fully booked, with approximately 80 students participating in total.

報告 土木学会建設マネジメント委員会 グッド・プラクティス賞を受賞

令和7年8月5日、土木学会建設マネジメント委員会研究成果発表会・表彰式において、耐寒材料チーム、榊旭ダンケ、伊藤組土建(株)が執筆した論文「特殊なプレキャストコンクリート構造物の更新の効率化」がグッド・プラクティス賞を受賞しました(Photograph 4)。この賞は、「建設マネジメントの実務において、創意工夫に富み建設マネジメントの発展に貢献が認められる意欲的な取り組み」に授与されるものです。

耐寒材料チームは、凍害・塩害複合劣化環境下で各種材料や配合、対策工の違いによる耐久性への影響を比較検証するため、北海道増毛町の日本海に面する暴露架台において長期暴露試験を継続しています。しかし設置後30年近くが経過し、鉄筋コンクリート製の架台自体の劣化が進み更新することになり、佐藤義臣前主任研究員(現国土交通省北海道開発局小樽開発建設部)がプレキャストコンクリート部材の工場製造と組立工事を担当し、各作業の円滑な連携、効率化を図りながら完成させました。

この架台は部材断面が小さいうえ、塩害対策としてかぶりを確保する必要があります。架台製作では、設計データを3D化してBIM/CIMにより照査し、発注時の図面では分からなかった部材内部や接合部の過密な鉄筋配置を再検討して干渉を未然に防ぐとともに(Figure 1)、組立方法に応じた補強鋼材、各部材の仮置き位置等も3Dで事前に検討しました。さらに組立工事では3Dデータの一部を引き継いでデジタルツインによる組立方法の比較検討や各段階の足場等の安全確認に活用しました(Figure2)。

今回の取り組みで検討した3Dデータは、今後の維持管理、将来の再更新の効率化が図られます。このような連携した取り組みが、今後のプレキャストコンクリート部材の適用拡大や施工効率化、耐久性向上に繋がることが期待されます。(執筆：三原 上席研究員)

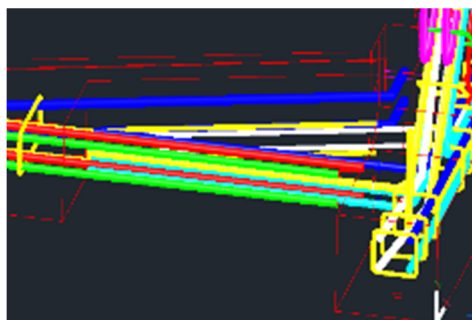


Figure1: Improved arrangement of reinforcing bars visualized in 3D.

Materials Research Team Received the Good Practice Award

The Materials Research Team received the Good Practice Award from the Japan Society of Civil Engineers in August 2025 for their paper “Efficient Update of a Unique Precast Concrete Structure,” co-authored with their contractor, Itogumi Construction, and manufacturer, Asahi Danke. This award recognizes “practical, elaborate, and imaginative work that significantly contributes to the advancement of construction management.”

In this project, the team reconstructed an aged reinforced concrete structure using precast concrete members. Through close collaboration among all parties, the project was successfully completed using Building Information Modeling/Civil Information Modeling technology, incorporating three-dimensional (3D) visualization at each stage of manufacturing, assembly, and construction.

This collaboration is expected to promote the broader adoption of precast concrete members, improve construction efficiency, and enhance the long-term durability of concrete structures.



Photograph 4: H. Shioyama, Chairperson (left); Y. Sato, former Senior Researcher (center); T. Sato, Director, Itogumi Construction, at the award ceremony.

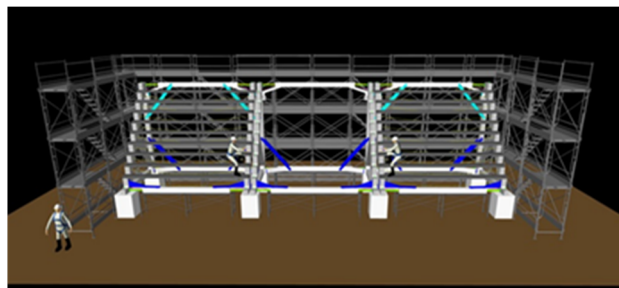


Figure 2: Verification of construction processes using a digital twin.

在外研究報告 豪州における高耐久化に向けた新材料の活用事例

櫻庭主任研究員は、令和 6 年 3 月より 1 年間、オーストラリア、クイーンズランド（以下、QLD）州にあるサザンクイーンズランド大学（以下、UniSQ）に在外研究員として派遣され、繊維複合材料やコンクリートに関する研究を行いました。QLD 州では、港湾施設において塩分侵入によるコンクリート部材中の鋼材腐食（塩害）が特に顕在化しており、その対策として鋼材の代わりに繊維複合材料を用いたプレキャスト部材が活用されています。本稿では、オーストラリアにおいて、繊維複合材料といった新材料がどのように実際の工事で活用されているかを紹介합니다。

UniSQ では、GFRP 補強筋（Photograph 5）を用いたボートランプ版試験体を製作し、曲げ载荷実験を実施していました。GFRP 補強筋はガラス繊維と樹脂から構成される複合材料です。ボートランプ版は、ボートを海面に降下させる斜面に設置するものです（Photograph 6）。配筋パターンやコンクリート強度を変化させた試験体の载荷実験により、要求される耐荷力等を満たしつつ経済的となる部材仕様の検討が行われました。従来のボートランプ版は一段配筋として断面の中央に鋼材を配置していますが、GFRP 補強筋を用いたボートランプ版は断面の上下に 2 段配筋しています。GFRP 補強筋は腐食が生じないため最小かぶりを小さく設定できるため、このような配筋を可能とし、従来の鋼材断面よりも補強筋の断面は 1 割程度少なく設定されています。

QLD 州政府は、UniSQ での研究成果を基に、GFRP 補強筋を用いたボートランプ版の標準図を整備しています。この標準図が、ボートランプ版仕様書に引用されることで、従来のボートランプ版と同様に発注できるように整備されています。ボートランプ版の標準図には、QLD 州政府が発行する GFRP 補強筋の品質規格が引用されています。この品質規格は、品質の要求事項として、ガラス繊維と樹脂の種類、引張強度、弾性係数等を規定しています。このように、研究成果を QLD 州政府の技術仕様書に反映させることで、GFRP 補強筋といった新材料を用いた部材を実工事で活用することを可能にしておりました。

Investigation of Novel Materials for Durable Structures in Australia

Senior Researcher Hiroki Sakuraba spent one year at the University of Southern Queensland (UniSQ) in Queensland (QLD), Australia, from March 2024 as a visiting researcher, conducting studies on fiber-reinforced composites and concrete. In QLD, corrosion of steel reinforcement in concrete members due to chloride ingress is a major maintenance concern. As a countermeasure, precast concrete members incorporating fiber-reinforced composite materials instead of steel have been increasingly employed. This report highlights the use of such novel materials in actual construction projects in Australia.

At UniSQ, test specimens of boat ramp slabs reinforced with glass fiber-reinforced polymer (GFRP) bars (Photograph 5) were fabricated and subjected to bending load tests. GFRP bars are composite materials composed of glass fibers embedded in resin. Boat ramp slabs are installed on inclined surfaces to facilitate launching of boats into the water (Photograph 6).

The QLD government has developed a standard drawing for boat ramp slabs reinforced with GFRP bars, which is referenced in the corresponding specification. These slabs can be employed in the same manner as conventional boat ramp slabs. By incorporating the research outcomes from UniSQ into the QLD government's technical specifications, it has become possible to use components made from novel materials, such as GFRP bars, in actual construction projects.



Photograph 5: Glass fiber-reinforced polymer bars.



Photograph 6: Boat ramp slabs at a port facility.

報告 土木研究所 3DAYS 仕事体験

土木研究所では、例年、学生を対象として、土木研究所の業務内容等を知って頂くため、土木研究所 3DAYS 仕事体験を実施しています。今年は、8月27～29日に実施されました。参加者には、土木研究所が設定した多様なコースの中から選択して参加して頂きました。iMaRRCにおける実施内容は、次のとおりです。

汎用材料担当

iMaRRC 汎用材料担当と CAESAR が実施した「道路橋メンテナンス分野：道路橋メンテナンスの技術開発に取り組む研究者のリアルを体験」に、4名の学生さんに参加していただきました。

本プログラムでは、道路橋メンテナンスの最新の技術開発や研究課題を紹介するとともに、研究に用いる実験施設の見学や橋梁・コンクリート分野の専門家との意見交換を通じて、土木研究所で働くことのリアルを体験していただきました。

参加者には、材料分野における過去の研究事例を通じて、その成果が社会実装にどのようなつながっていくのかを実感してもらいました。さらに、実際に供用されていたコンクリート構造物における劣化事例や、高流動コンクリートの生産性向上効果を評価するために製作した試験体を見学することで、研究成果と現場での適用との関係について理解を深めてもらいました (Photograph 7)。

資源循環担当

資源循環担当では、「下水道分野：汚泥から水を絞り出せ!」と題して、1名の学生さんに体験していただきました。

本プログラムでは、下水汚泥の処理プロセスの一部である下水汚泥からの脱水について体験を行い、脱水の仕組みについて基礎的な実験や分析を通して、脱水結果の予想や結果の考察を行いました (Photograph 8)。また、土研の研究成果がどのように社会実装されているのかについても紹介を行いました。

参加していただいた学生さんは、大学では違う専門分野を学んでいるということでしたが、下水関係の実験にふれてもらう良い機会となりました。今回のインターンでの体験を通して、下水道分野に少しでも興味を持っていただけたら嬉しいです。

Three-day Work Experience Program at the Public Works Research Institute

PWRI held a three-day work experience program from August 27 to 29, 2025, designed to give students insight into the institute's activities. Participants selected their preferred course from those offered by PWRI. The activities provided by iMaRRC are summarized below.

Concrete and Metallic Materials

Four students participated in the workplace experience program "Bridge Maintenance Field: Real Experiences of Researchers Working on Technology Development for Bridge Maintenance," organized by iMaRRC (Concrete and Metallic Materials team) in collaboration with CAESAR. During the program, students were introduced to the latest research and technologies in bridge maintenance conducted by iMaRRC and CAESAR. They visited experimental facilities and engaged in discussions with experts in bridge and concrete engineering.

The students learned how previous research in materials science has been applied in practice. Their understanding of the connection between research outcomes and practical applications was further enhanced by observing deterioration in in-service concrete structures and by examining full-scale test specimens made with high-flow concrete designed to improve productivity (Photograph 7).

Recycling

A student in charge of resource recycling participated in the program "Sewerage Field: Squeeze Water out of Sludge."

During the program, the student conducted experiments on the dehydration of sewage sludge, performing analyses, anticipating outcomes, and discussing the results. We also introduced how the research outcomes of the PWRI are being implemented in society.

Although the student is studying a different field at university, the program provided valuable exposure to sewage-related experiments. It is hoped that this experience will spark at least some interest in the sewerage field (Photograph 8).



Photograph 7: Experience with a non-destructive testing method (rebound hammer).



Photograph 8: Experiments on the dehydration of sewage sludge.

研究者紹介 iMaRRC Researchers

1. 久芳 昭仁

2025年4月にiMaRRC材料資源研究グループの交流研究員として着任致しました。大学では建築設備を学び、出向元では下水道の維持管理として清掃・調査・補修等の現場作業に従事していました。陥没事故等もあり、ライフラインを支える下水道施設は重要で、下水道管きよの腐食については関心度が高くなっていると思います。



今回、土木研究所への出向というご縁をいただき、下水道施設における防食材料の設計手法について研究させていただいています。様々な実験の中で今までと違った視線で下水道に向き合うことができています。

iMaRRCでは様々な研究が行われており、今まで関わることがなかった分野の方々と交流できることはとても有難く、会話の中からも多くの知識を得ることができ、毎日が新しい発見ばかりの新鮮な環境だと思っています。プライベートでは、音楽好きです。土木研究所の和太鼓チームに入らせていただきました。まずは演奏会に出ることを目標に頑張っていきたいと思っています。

In April 2025, Mr. Akihito Kuba joined iMaRRC as a collaborating researcher. He studied building services engineering at university and previously worked at his parent company, where he was engaged in field activities such as cleaning, inspection, and repair as part of sewer maintenance. Sewerage facilities are critical infrastructure, and recent sinkhole incidents have heightened public concern regarding the corrosion of sewer pipes.

Currently, Mr. Kuba is conducting research at PWRI on design methodologies for corrosion-resistant materials in sewer facilities. Through various experiments, he has gained a fresh perspective on sewer systems.

At iMaRRC, he appreciates the opportunity to collaborate with researchers from diverse fields, many of which are new to him. These interactions provide him with valuable knowledge and create a dynamic environment where every day brings new discoveries.

Outside of work, Mr. Kuba enjoys music and has joined the Japanese drum team at PWRI. His immediate goal is to work diligently and perform in a concert.

2. 藤本 真世

令和7年4月にiMaRRC材料資源研究グループに交流研究員として着任いたしました。

大学では建築デザインを学んでいたのですが、材料学の授業のなかでコンクリートで置物を作る機会があり、コンクリートの面白さに惹かれ、材料の研究ゼミに所属していました。その後、研究職に興味を持ち、出向元へ就職しました。出向元では、太陽光パネル由来の廃ガラスをコンクリート材料として活用する研究に携わっていました。iMaRRCでは、高流動コンクリートの活用に関する研究を行っており、これまでとは全く違うコンクリートに触れられる貴重な機会に恵まれています。

つくばは土地勘がまったく無く、アパート周辺の自転車で移動できる程度の非常に狭い行動範囲で生活しています。お祭りなどのイベント、おすすめのスポットやお店があれば教えていただけると嬉しいです。

2年間と短い期間ではありますが、土研ならではの経験を積んで成長できるよう頑張ります。



Ms. Mayo Fujimoto joined the Materials and Resources Research Group at iMaRRC as an exchange researcher in April 2025.

She studied architectural design at university, where a materials science class, she had the opportunity to create ornaments using concrete. This experience sparked her fascination with the unique properties of concrete and led her to join a research seminar focused on materials. Subsequently, she pursued a research career and joined her current company, where, she worked on utilizing waste glass from solar panels as a material for concrete. At iMaRRC, she is conducting research on high-flow concrete, and gaining valuable experience with a type of concrete that differs significantly from what she has previously studied.

Despite her brief tenure of two years, Ms. Fujimoto is committed to making the most of this opportunity and through experiences unique to PWRI.

令和8年度交流研究員の募集のご案内

令和8年度の交流研究員（国内の他機関に所属する研究者を土木研究所に受け入れる制度）を、引き続き、募集しています。募集の締め切りは令和7年12月12日（金）17時まで（必着）です。詳細については、下記の土木研究所ウェブサイトをご参照下さい。

<https://www.pwri.go.jp/jpn/employ/ukeire/index.html#06>

【受け入れ課題一覧】

【先端材料・高度化担当】

- 96 舗装用アスファルトの代替材料に関する研究
- 97 社会構造の変化に対応した舗装再生技術に関する研究
- 98 舗装の水浸破損対策の工法・材料に関する研究
- 99 コンクリート構造物の補修・補強材料に関する研究
- 100 橋梁の新しい防食塗料に関する研究
- 101 環境作用を受ける鋼橋防食材料の耐久性設計に関する研究

【資源循環担当】

- 102 下水道材料の劣化メカニズム及び耐久性評価に関する研究
- 103 下水処理場における有機資源活用の拡大及び脱炭素化

【汎用材料担当】

- 104 低炭素型コンクリートの長期物性評価に関する研究
- 105 コンクリート工の品質管理省力化に関する研究
- 106 コンクリート構造物の予防保全型メンテナンスに関する研究
- 107 樋門等河川構造物のメンテナンスサイクル構築に関する研究

Call for Applications: Collaborating Researchers for Fiscal Year 2026

Applications are open for the Collaborating Researcher Program, which accepts researchers affiliated with other domestic institutions to conduct research at PWRI. The application deadline is 5:00 PM on Friday, December 12, 2025. Additional information is available on the PWRI website.

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
第 30 回 土木学会舗装工学 講演会「優秀講演者賞」 (Presentation Award of the 30th Pavement Engineering Conference)	安藤 秀行, 百武 壮, 佐々 木 巖, 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 トの粘弾性状と微視的構造に おける再生用添加剤の組成の 影響 (Effect of rejuvenator composition on the rheological properties and microscopic structure of repeatedly recycled asphalt)	公益社団法人 土 木学会 (Japan Society of Civil Engineers)	August, 29th, 2025
第 25 回 コンクリート構造 物の補修, 補強, アップグレ ードシンポジウム 優秀報告 賞 (Award for Reports in the 25th JSMS Symposium on Concrete Structure Scenarios)	陳内 真央, 櫻庭 浩樹, 臺 哲 義, 片平 博, 古賀 裕久 (JINNAI Mao, SAKURABA Hiroki, DAI Akiyoshi, KATAHIRA Hiroshi, KOGA Hirohisa)	20 年以上塩害環境下に暴露し たコンクリートの塩分浸透抵 抗性の評価 (Evaluation of Chloride Ion Ingress of Concrete Exposed near Coastline for More than 20 Years)	公益社団法人材料 学会 (The Society of Materials Science, Japan)	October 9th, 2025
第 25 回 コンクリート構造 物の補修, 補強, アップグレ ードシンポジウム 優秀報告 賞 (Award for Reports in the 25th JSMS Symposium on Concrete Structure Scenarios)	櫻庭 浩樹, 佐々木 巖, 古 賀 裕久, 富山 禎仁 (SAKURABA Hiroki, SASAKI, Iwao, KOGA Hirohisa, TOMIYAMA, Tomonori)	土研タンク法を用いた飛来塩 分環境の複数地点での長期観 測 (Long Term Multi-Site Measurement of Air-borne Salt Environment using PWRI-tank Method)	公益社団法人材料 学会 (The Society of Materials Science, Japan)	October 9th, 2025