

### グループ長挨拶

令和5年4月1日より材料資源研究グループ長に着任いたしました。どうぞよろしくお願いいたします。

iMaRRCは、今年で9年目を迎えました。昨年度は第2回 iMaRRC 講演会を開催し、第4期中長期研究開発プログラムでの成果をご報告させていただきました。聴講して下さった方々には感謝申し上げます。今年度は資源循環関連のテーマに絞った iMaRRC セミナーを開催する予定としております。iMaRRC 講演会が研究の節目に成果等を広く皆様にご報告するのに対し、iMaRRC セミナーは専門分野の内容を掘り下げた研究動向の紹介や専門家との意見交換を目的に開催しております。内容が固まり次第、案内させていただきますので、皆様のご参加をお待ちしております。

土木研究所では、令和4年度より第5期中長期研究開発プログラムが始まっており、15の研究開発プログラムが進められています。iMaRRC ではその中で下に示す5つのプログラムに関する研究を主に行っています。

- ・社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発
- ・構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発
- ・積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発
- ・施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発
- ・社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発

これらの研究プログラムを通して、インフラの維持管理の効率化やカーボンニュートラルへの対応などに貢献できる技術の開発研究を進めていきます。これらの研究成果は、論文等での公表だけでなく、土木研究所や iMaRRC のイベント等の様々な形で公表・普及を図っていくこととしておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

#### Greeting from the director of materials and resources research group

iMaRRC is now in its ninth year since its launch. The 2nd iMaRRC lecture meeting was held last year and the results of the 4th R&D program were reported. We would like to thank all those who attended. This year, we plan to hold iMaRRC seminars focusing on recycling-related topics. We are looking forward to your participation.

Public Works Research Institute (PWRI) has started its 5th R&D program in FY2022. iMaRRC conducts research related to the 5 programs listed below.

- Development of technologies for infrastructure improvement
- Development of technologies for preventive maintenance of infrastructure
- Development of efficient maintenance and management technologies for infrastructure under snowy and cold environment
- Research and development to improve productivity in infrastructure construction and maintenance
- Development of technologies for the better use of local resources and the reduction of environmental load

Through these programs, iMaRRC will continue to study technologies that can contribute to the efficiency of infrastructure maintenance and management, and to carbon neutrality. We will present our results on various occasions and look forward to your continued support of iMaRRC.



Dr. NITTA Hiroyuki  
Director of materials and  
resources research group

# 研究コラム コンクリート構造物の連続繊維シート補修と再劣化

連続繊維シート(以下、FRPシート)は橋脚や床版のコンクリートに対する補修・補強材として広く普及していますが、供用後早期にシートが剥離する不具合が出ることもあり、この原因として施工時の温度・湿度やコンクリート接着面の湿潤状態などの影響が考えられます。施工環境を試験条件としてFRPシートをコンクリート供試体に施工し、プルオフ試験や引き剥がし試験に供した結果を元に、FRPシートの付着性に対する施工環境の影響を評価した例を紹介します。

FRPシートの積層構成、施工条件、引き剥がし試験概要をFigure-1、2、Table-1に示します。推奨される標準施工条件では、引き剥がしたシート側にコンクリートが付着しましたが、常温湿潤および低温湿潤の条件では、標準条件と比べるとコンクリートの付着はわずかであり、接着が十分ではないことが示唆されました。また、シートを貼り付ける前の研掃処理を省いた場合では、FRPシートにコンクリートは付着せず、コンクリート側にプライマーが確認されなかったため、界面でプライマーが機能していなかったものと考えられました(Figure-3)。施工時に表面水を除去しても、表面近傍のコンクリート内部に水が存在する場合には、プライマーが十分に浸透せず付着性が低下したものと考えられます。

本報告のような施工環境を実験条件とした供試体の力学試験のほか、実構造物の継続調査を通じて、FRPシート補修の再劣化・早期劣化の原因やメカニズムについて明らかにするとともに、屋内促進劣化試験や屋外暴露試験を用いて供用環境に応じた材料の評価等を組み合わせ、早期劣化を引き起こすメカニズムの解明と、それらに対応したより信頼性の高い補修技術による設計・施工について検討しています。

## Effect of weather factor on protective coating deterioration

Continuous fiber sheets (FRP sheets) are widely used as repair and reinforcement materials in concrete for piers and floor slabs; however, studies have reported that sheets peel off from the early stages of service because of factors such as the moisture content of the concrete adhesive surface, temperature, and humidity.

Under normal- and low-temperature wet conditions, the concrete adhesion was less than that at the standard conditions, suggesting that adhesion was not sufficient. Even if the surface water is wiped during construction, if water is present inside the concrete material near the surface, the primer is considered to not penetrate sufficiently and the adhesion decreases.

Through continuous surveys of actual structures, we clarify the causes and mechanisms of re-deterioration and early deterioration of FRP-sheet repairs and elucidate the mechanism causing premature deterioration by evaluating the materials according to the service environment by using indoor accelerated deterioration tests and outdoor exposure tests. We are considering to implement the design and construction by using more reliable repair technology that responds to these requirements.

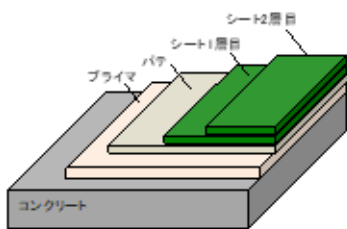


Figure-1: FRP layered structure

Table-1: Processing condition

条件名	設定温度℃	養生	表面処理
標準	20	空中	有り
常温湿潤	20	水中	有り
低温湿潤	5	水中	有り
表面無処理	20	空中	無し

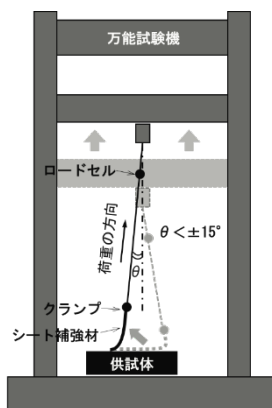


Figure-2: Peering test outline

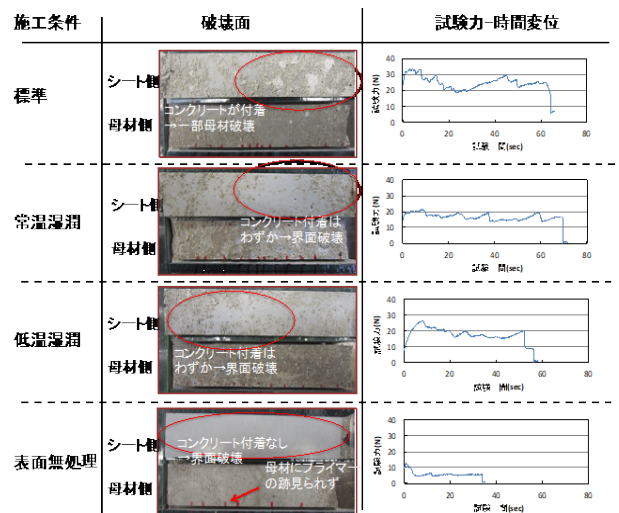


Figure-3: Peering test result

## 研究コラム 下水資源を活用した培養藻類のエネルギー化技術の導入検討

地球温暖化を背景として、温室効果ガスの削減において再生可能エネルギーの利用が推進される昨今では、バイオマス資源のエネルギー利用に注目が集まっています。その中でも、カーボンニュートラルなエネルギーとして、様々な分野で藻類利用の試みが行われています。下水処理場では、都市下水に豊富に含まれる窒素、リンといった栄養塩を用いて培養した藻類によるエネルギー生産が期待されています。

iMaRRC では、特定の藻類を培養するのではなく、下水または下水処理水によって自然発生する藻類を対象として、下水処理場での藻類の培養及びそのエネルギー化に関する技術開発に取り組んでいます。下水処理場でのバイオマスエネルギー生産技術の開発について本研究のスキームを Figure-4 に示します。本研究では、下水処理場の各工程水 (Figure-4 中の 1) 1次処理水、2) 処理水、3) 汚泥分離液) において、培養槽の形状を考慮した培養を行いました。培養した藻類を濃縮 (藻類濃縮) し、下水汚泥の濃縮物 (濃縮汚泥) と混合して嫌気性消化することで発生するバイオガスを回収して、エネルギー化 (ガス発電) することによるCO<sub>2</sub>削減効果の試算を行いました。試算の結果、CO<sub>2</sub>削減効果が一番高かったのは、1次処理水を用いてレースウェイ型培養槽で培養した結果となりました。技術の導入にあたっては、下水処理場の土地や休止中の施設を有効活用することによって、コストを抑えた導入が可能であると考えています。

今後も、培養藻類のエネルギー化技術の導入に向け、実規模施設での藻類培養による技術実証について検討していく予定です。

過去のニューズレターVol.12 では、レースウェイ型培養槽を用いた藻類培養についても紹介していますのでご覧ください。

[https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/newsletter/imarrcnewsletter\\_vol12.pdf](https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/newsletter/imarrcnewsletter_vol12.pdf)

### Introduction of energy technology for microalgal cultivation using sewage resources

Owing to the depletion of fossil fuels and the increase in global warming, the use of energy generated through biomass resources is gaining significant research attention. As such, microalgae have been considered for use in various fields as a carbon-neutral energy source. Nitrogen and phosphorus in sewage are used to cultivate microalgal. Energy production using facility in the Wastewater Treatment Plant(WTP) is expected.

The iMaRRC is currently developing technology to convert naturally occurring microalgae into energy. Figure-4 shows the scheme for the biomass energy production in the WTP. In this study, we cultivate microalgae in various sewage and cultivation tanks. In addition, we collected cultivated microalgal and biogas produced by anaerobic digestion mixed with sewage sludge concentrate; we then estimated the reduction of CO<sub>2</sub> by converting microalgae into energy. The estimation results are the highest for the cultivate in primary effluent and the raceway-type culture tank. We believe that the findings of this study can reduce costs by making effective use of facilities such as land for sewage treatment plant and land at WTP.

In the future, we will consider demonstrating the technology through microalgal cultivation in a full-scale facility.

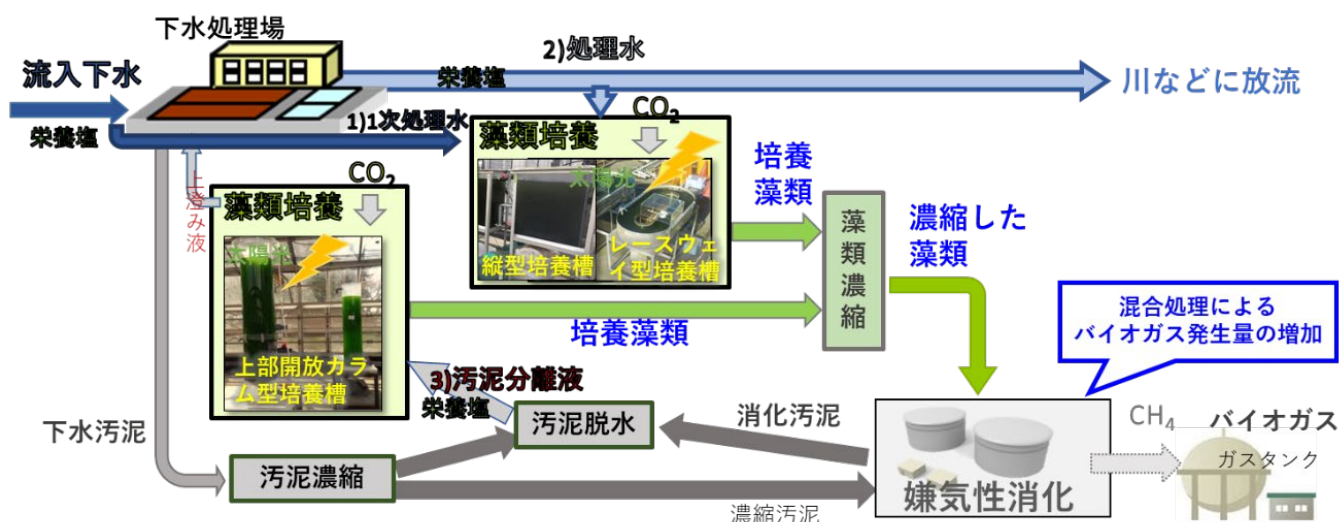


Figure-4 : Scheme for biomass energy production in the WTP

## 海外出張報告 Business Trip Report

iMaRRCの川島主任研究員は、京都大学および台湾の国立地震工学研究センター（NCREE; National Center for Research on Earthquake Engineering）が中心となり定期的に開催される日台構造・橋梁工学ワークショップに参加しました。本ワークショップは、日台双方の橋梁工学を中心とした土木技術者が、技術情報の交換と特に若手技術者の交流を目的として、隔年日台相互で継続的に開催されており、主に橋梁の設計や維持保全、耐久性の向上技術に関する研究発表がなされます(Photograph-1)。

川島主任研究員は「Evaluation of the Exposure Durability of CFRP sheet for Concrete Structure Reinforcement」と題して、コンクリート補強用CFRPシートの付着耐久性および補強効果について、長期間にわたる屋外暴露試験による耐久性評価の成果を報告しました。CFRPシートの保護塗装の効果や、今後の継続調査に関する質問があり、活発なディスカッションができました。ワークショップでは、橋梁の損傷調査における深層学習の活用に関する研究発表があり、日本でも台湾でも橋梁点検診断におけるDXやAI技術の活用が求められていることを感じました。

ワークショップ後には、現在改築中の中正橋(Chung-Chen Bridge)の建設現場を視察しました(Photograph-2)。中正橋は高さ50mの鋼アーチ橋であり、洪水対策や耐震性向上を目指すだけでなく、ランドマークとしての橋となるように計画されたもので、2023年度に完成する予定ということです。

Dr. Kawashima, a senior researcher of iMaRRC, participated in the Japan and Taiwan Structural and Bridge Engineering Workshop held regularly by Kyoto University and the National Center for Research on Earthquake Engineering in Taiwan. This workshop is held every other year between Japan and Taiwan to exchange technical information, especially for young engineers. Research presentations on bridge design, maintenance, and technology for improving tie distances will be presented (Photograph-1).

Dr. Kawashima reported on the results of durability evaluation through long-term outdoor exposure tests on the adhesion durability and reinforcing effect of CFRP sheet for concrete reinforcement in their paper titled "Evaluation of the Exposure Durability of CFRP sheet for Concrete Structure Reinforcement". At the workshop, the use of deep learning in bridge damage investigation will be presented; in addition, there exists a demand for the use of DX and AI technology in bridge inspection diagnosis in both Japan and Taiwan.

After the workshop, we visited the construction site of the Chung-Chen Bridge, which is currently under renovation (Photograph-2). This is a steel arch bridge with a height of 50 m. It is planned to be a landmark bridge with improved flood and earthquake resistance, and it is scheduled to be completed in 2023.



Photograph-1 Workshop



Photograph-2 Chung-Chen Bridge

## 令和6年度交流研究員の募集のご案内

iMaRRC が交流研究員制度（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）により、令和6年度に受け入れる予定の研究課題が決まりましたので、紹介させていただきます。令和6年度の受け入れ課題は下記の課題番号99～111の計13課題で、応募者にはこのうち一つを選択して頂きます。各課題のより詳細な情報については、iMaRRC までお問い合わせをお待ちしております（巻末の発行元問い合わせ先のメールあるいは電話等をご利用下さい）。また、受け入れの条件等については下記の土木研究所ホームページをご参照下さい。なお、募集の締め切りは令和6年1月12日17時まで（必着）です。

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

### 【資源循環担当】

- 99 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
- 100 下水処理場における下水汚泥等の資源 有効利用及び小規模下

### 【汎用材料担当】

- 101 未利用資源のコンクリート骨材への有効利用に関する研究
- 102 プレキャスト部材接合部の信頼性向上に関する研究
- 103 コンクリート工の品質管理省力化に関する研究
- 104 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
- 105 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

### Guide for the recruitment of collaborating researchers

The research themes for the collaborating researchers that the iMaRRC will accept in the fiscal year 2024 have been selected, which consists of 13 research themes, including the development of pavement materials, evaluation approaches for concrete, deterioration mechanism, and durability of the materials for sewage plants.

For more information, please contact the iMaRRC directly. The homepage of the PWRI offers additional

### 【先端材料・高度化担当】

- 106 舗装用アスファルトの代替材料に関する研究
- 107 社会構造の変化に対応した舗装再生技術に関する研究
- 108 舗装の水浸破損対策の工法・材料に関する研究
- 109 コンクリート構造物の補修・補強材料に関する研究
- 110 鋼構造物の防食技術に関する研究
- 111 河川鋼構造物のメンテナンス技術に関する研究

## 報告 公益社団法人日本下水道協会と共同研究を始めました

～下水道管渠更生工法の長期的な性能評価手法に関する共同研究～

我が国の下水道管渠の総延長は約 50 万kmとなり、耐用年数を超過した管渠も増加し、改築更新事業が全国で行われています。このうち、更生工法は管渠の改築更新手法として多くの地方公共団体等で採用されていますが、長期的な材料特性や劣化メカニズムはいまだ明らかになっていません。

そこで、下水道管渠更生工法について実態調査を行うとともに長期的な性能評価を行い、使用環境を踏まえた要求性能を明らかにすることを目的に、令和5年3月に（公社）日本下水道協会と共同研究の実施について協定を締結しました。共同研究では、令和9年度までを実施期間として「理想材料・現場模擬環境下での長期性能評価」、「施工品質の調査」、「供用管の調査」を行っていくこととしています。

### Started joint research with Japan Sewage Works Association (JSWA) ～Joint Research on Long-term Performance Evaluation Methods for Renovation of Sewerage Networks～

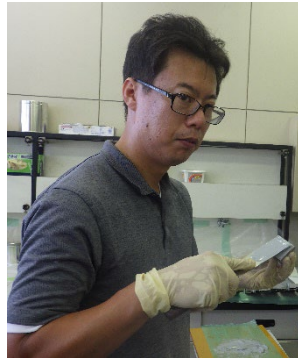
The total length of sewer pipes in Japan is approximately 500,000 km. The number of pipes that have exceeded their useful life has increased, and renovation and replacement projects are underway everywhere in Japan. Many local governments have adopted the rehabilitation method as renovation of sewerage networks, but the long-term material properties and degradation mechanisms have yet to be clarified.

Therefore, in March 2023, we concluded an agreement with the Japan Sewage Works Association to conduct "Joint Research on Long-term Performance Evaluation Methods for Renovation of Sewerage Networks" in order to investigate the actual conditions of rehabilitation methods, evaluate their long-term performance, and clarify the required performance based on the service environment. The joint research is scheduled to continue until FY2027, and will include "long-term performance evaluation under ideal materials and site-simulated environment," "investigation of construction quality," and "investigation of in-service lining pipes."

## 研究者紹介 iMaRRC Researchers

### 1. 大屋 貴生

令和5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致しました。派遣元では、コンクリート構造物の補修材料の開発を主な業務として取り組んでいました。iMaRRCではコンクリートのひび割れを簡易に補修できる方法の研究開発を日々行っ



ています。この出向で業務に関する知識を得るだけでなく、土研と派遣元とのネットワーク強化ができるように努めています。

また、iMaRRCでは同じフロアで色々な分野の研究が行われており、自分の知見が広げられる良い環境ですので、貪欲に吸収して大きく成長できるように頑張ります！

Mr. Takao Ooya joined the Materials and Resources Research Group of iMaRRC as an exchange researcher in April 2023. His main task involved the development of repair materials for concrete structures. Currently, he is researching and developing methods to easily repair cracks in concrete at iMaRRC. Through this secondment, he is aiming at not only gaining knowledge about work but also working to strengthen the network between PWRI and SHO-BOND Corporation

At iMaRRC, research in various fields is conducted on the same floor, thus proving him with a good environment to broaden his knowledge.

### 2. 陳内 真央

令和5年(2023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。高校生時代に発生した東日本大震災をきっかけに、インフラの重要性を実感して、大学では土木学科に進学しました。在学中はセメント硬化体の比表面積と体積変化に関する研究をしていました。



そして卒業後に橋梁建設会社に入社し、以来、簡易に施工可能な脱塩工法の開発を主に担当していました。その後は、土木研究所への出向の機会を頂き、現在は塩害環境下に20年以上暴露したPC用コンクリートの塩分浸透抵抗性に関する研究を行っています。iMaRRCでは同フロア内で様々な分野の研究が行われており日々知見を広めています。2年間という短い間ですが、前例のない研究開発業務に参加できる機会を頂いたため、土研で多くの技術を習得し、スキルアップとともにネットワークを広げ、成長したいと思っています。

Ms. Mao Jinnai joined the Materials and Resources Research Group of iMaRRC as an exchange researcher in April 2023. Her curiosity toward the importance of public infrastructure is attributed to the Great East-Japan Earthquake that occurred while she was in high school. She studied civil engineering in university and researched the specific surface area and volume changes for cement materials. After graduating from university, she joined a bridge-construction company. Since then, she has been in charge of the development of a simple method for removing salt from concrete. She is also a member at the Public Works Research Institute and is currently trying to evaluate salt penetration resistance of PC concrete exposed to salt damage for more than 20 years. Although she has been working for only two years, she has managed to acquire new techniques and skills and has formed a network of researchers.