

研究コラム トンネルはく落防止工の長期的な耐久性

トンネル覆工コンクリートの主な劣化現象に、ひび割れやうき、はく落があります。特に、コンクリートのはく落については重大な事故に繋がる恐れがあり、様々なはく落防止工が開発されています。はく落防止工の構成は、樹脂と繊維を組み合わせたものが一般的であり、何層にも分けて施工するため施工期間が2~4日程度かかります。その間交通規制を要するため施工期間の短縮が求められています。また、はく落防止工の初期強度は施工前に確認されますが、長期的な耐久性について評価した事例は多くありません。そこで、iMaRRCでは施工期間を1~2日程度に短縮させたはく落防止工の開発と、それらを用いた長期耐久性の評価手法を検討しています。

長期耐久性の評価は、コンクリート平板にはく落防止工を施工した供試体を室内促進劣化または屋外暴露による養生を行った後、押抜き試験によって耐荷力や破壊形態の比較などを行っています (Photograph 1)。室内促進劣化では、はく落防止工の実際の環境を模擬する条件として、一定の室温と湿度で水酸化カルシウム水溶液に数か月間半浸漬させ (Figure 1, Photograph 2)、屋外暴露では、廃トンネル内で1~10年と実際の環境に曝しました (Photograph 3)。加えて、はく落防止工の接着力を評価するため、コンクリート平板からはく落防止工を引き剥がす試験も行っています (Photograph 4)。現在は、暴露から1年目の供試体を回収したところであり、今後も継続して調査を進めて参ります。

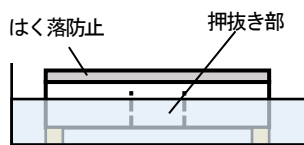
iMaRRCのHPに、はく落防止工を施工したコンクリート平板の押抜き試験の動画を掲載しましたのでご覧ください。

※実験動画等のページ (short video)

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



Photograph 1: Push-out test



水酸化カルシウム水溶液にて供試体を半分まで浸漬した状態

Figure 1: Harf-soaked



Photograph 2: Accelerated deterioration test indoors



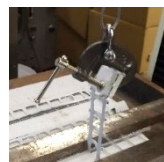
Photograph 3: Exposure test outdoors

Long term durability of the prevention of concrete falling methods in tunnels.

Cracking, flaking concrete, and peeling are the most common deterioration phenomena in tunnel lining concrete. Concrete delamination, in particular, can cause serious accidents, and various delamination preventive systems have been developed. The most common type of anti-peeling construction is a combination of resin and fiber, which is applied in layers and takes 2-4 days to complete. Since traffic restrictions are required during this time, the construction period must be shortened. Furthermore, while the initial strength of the prevention of concrete falling methods is checked before construction, there are few cases in which the long-term durability of the construction has been evaluated. Therefore, iMaRRC is developing the new prevention of concrete falling methods that can be installed in one or two days and investigating a method to evaluate its long-term durability.

The specimens are subjected to either accelerated deterioration test indoors or exposure test outdoors to evaluate the long-term durability of the concrete, and then the load-carrying capacity and the failure modes are compared using push-out tests (Photograph 1). For accelerated deterioration test indoors, the specimens were immersed in a calcium hydroxide solution at a constant room temperature and humidity for several months (Figure 1, Photograph 2) to simulate the actual environment where the delamination protection works would be installed. For exposure test outdoors, the specimens were exposed to the actual environment in an abandoned tunnel for 1-10 years (Photograph 3). Additionally, tests were conducted to peel the prevention of concrete falling methods from the concrete to assess its adhesive strength (Photograph 4). We recently finished collecting the first years' worth of specimens from the first year of exposure, and we will continue our investigations in the future.

A video of the push-out test of a concrete slab with a delamination protection system is available on the iMaRRC website.



Photograph 4:
Pull-off test

研究コラム 全国の下水処理場における消化ガスの利用状況

家庭等で使用された水は、下水処理場内で様々なプロセスを経て海や川に流すことができる水を作り出しており、残渣も適切に処理されています。その一連のプロセスのうち嫌気性消化では、消化槽 (Photograph1) 内の細菌などの働きにより有機物が分解され、可燃性のガスが発生します。これを消化ガスと呼んでおり、約 6 割がメタン、約 4 割が二酸化炭素から構成されます。消化ガスは木材等と同様にカーボンニュートラルなエネルギー資源の一つであり、発電や熱エネルギー源などに活用されることにより温室効果ガス排出削減が期待されています。近年では、発電機の小型化・低廉化だけでなく、再生可能エネルギーの導入促進政策である固定価格買取制度 (FIT 制度) が導入されたこと等により、消化ガス発電設備を有する処理場が増加しています。全国の処理場における消化ガス発生量は、年々増加していますが、ガス発生量の約 14% が有効利用されずに焼却処分されているのが現状です (H30 年度時点)。

消化ガスの有効利用を促進させるため、iMaRRC では消化を実施している全国の 276 処理場を対象としたアンケートにより、各処理場における消化ガスの利用実態を調査しました。その結果、ガス発生規模が 0~100 千 Nm³/年の小規模な処理場の有効利用用途は消化槽の加温のみで、約 8 割は焼却処分されていることが分かりました。また、ガス発生規模が大きくなるに従い、有効利用割合が増加し、焼却処分の割合が減少していることが分かりました。(Figure1)。小規模な処理場では加温以外の有効利用に必要なガス量が得られないケースや、有効利用の費用対効果が得られないケースが想定されます。

iMaRRC では、各処理場の実態を踏まえつつ、消化ガスの有効利用手法について引き続き検討を行っていくとしています。

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。※紹介動画等のページ (short video) <http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/movie.html>



Photograph1: Example of the digestion tank (Higashinada WWTP in Kobe City)

Usage of digestion gas at wastewater-treatment plants

The digestion gas produced during the sludge treatment process at wastewater-treatment plants (WWTPs) is composed of about 60% methane and about 40% carbon dioxide. It is a carbon-neutral energy resource that is produced in the digestion tank (Photograph1) and is used for power generation and thermal energy. It is predicted that promoting its use will reduce greenhouse gas emissions. The miniaturization and cost reduction of generators and the feed-in tariff system (FIT), have increased the number of WWTPs with digestive gas power generation. The amount of digestive gas generated at WWTPs increases, but about 14% is disposed of without being used.

We conducted a questionnaire study of 276 WWTPs that are digesting. Small-scale WWTPs with a gas generation scale of 0 to 100,000 Nm³/year can only be used to heat the digestion tank. It was discovered that about 80% of the waste was disposed. As the WWTPs becomes larger, the effective usage rate increases and the disposal rate decreases (Figure1). It is assumed that the cost-effectiveness of effective use may not be obtained in small-scale WWTPs.

We will assess the current state of the WWTPs and continue to investigate effective utilization methods of digestion gas.

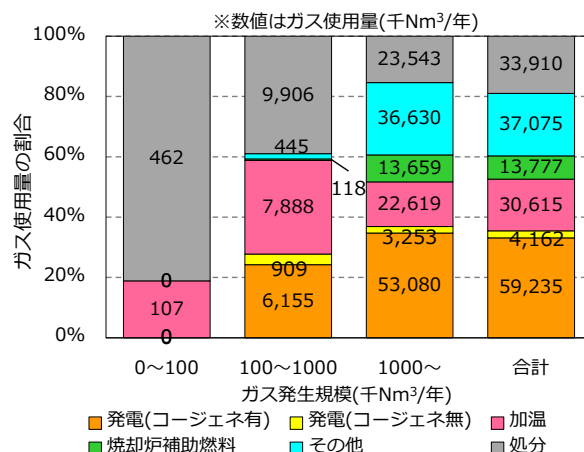


Figure1: Usage of the digestion gas (WWTPs that disposes of the digestion gas)

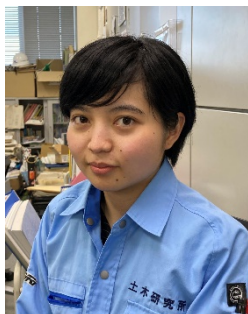
研究者紹介 iMaRRC Researchers

1. 島袋 智尋

令和2年に新規採用職員として入所し、令和3年4月に材料資源研究グループの研究者として着任しました。昨年度は、土研新技術ショーケースの運営に携わっており、現在はトンネルのはく落防止対策工の耐久性評価と、下水道施設のライニング材について研究を行っています。大学では土壌コロイドを専門とし、土粒子と環境中の物質の吸着について研究していました。

プライベートでは、バドミントンの社会人サークルに所属しており、市民大会に参加しています。ほかにも、最近ではMinecraftというゲームにはまっており、素材を集めていると一日が過ぎていきます。

チームの方はベテランばかりなため、多くのことを吸収し、研究業務を通じて社会に貢献していけるよう精進して参ります。



Ms. Chihiro Shimabukuro joined the Institute as a newly recruited staff member in 2020 and was appointed as a researcher in the Materials and Resources Research Group in April this year. Last year, she managed the Soil Research Institute's New Technology Showcase, and she is currently researching durability assessment of anti-falling tunnel construction and lining materials for sewerage facilities. At the university, she specialized in soil colloids and studied the adsorption of soil particles and substances in the environment.

In her private life, she is a badminton club member and participates in citizens' tournaments. Additionally, she has recently become addicted to a game called Minecraft, and a day passes when she collects materials.

The team is full of experienced people, so she will absorb many things and contribute to society through research work.

2. 角田 貴也

令和3年(2021年)7月にiMaRRC材料資源研究グループ(汎用材料)の交流研究員として着任致しました。学生時代は、超音波を用いてコンクリート内部の状態を可視化することで構造物を“守る”立場の研究を行い、大学院修了後は“造る”立場の経験も必要と考えプレストレストコンクリート(PC)構造を専門とする建設会社に入社しました。土研着任までの約3年間は、主に新構造や新材料に関する実験、非線形FEM解析などの研究開発業務に従事し、令和3年6月に土研への出向の機会をいただきました。

年度途中からの着任ということで最初は右も左もわからない状態でしたが、周りの方々の温かい支えに非常に助けられました。土研で研究するという貴重な機会を存分に活かし、土木、PC業界の発展に少しでも多く貢献できるよう、日々精進して参る所存です。

私生活では、昨年7月に結婚を決め、現在はつくばでの新婚生活を夫婦二人三脚で楽しんでおります。

限られた期間ではございますが、何卒よろしくお願ひ致します。



Mr. Takaya Tsunoda joined the iMaRRC as a collaborating researcher in July 2021. While in university, he researched a visualizing method of the internal state of concrete with ultrasonic to “defend” concrete structure. After completing master's course, he joined the prestressed concrete (PC) structure company to master “construction”. Before joining iMaRRC, he worked in R&D work such as experiments and nonlinear FEM analysis on new structures and materials in about three years. He had a hard time because he joined iMaRRC in the middle of the year; however, he got much support from around him, and he appreciated it. He will make an effort every day to contribute as much as possible to develop the civil engineering and PC industries. In private life, he married in July, and is enjoying the newlywed life in Tsukuba city. He will do his best at iMaRRC.

交流研究員の活動紹介

1. 野本真兵

令和3年(2021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しました。私の日々の業務内容は指導等責任者の川島主任研究員と打ち合わせの上決めていきます。他にも月に一度行われる研究進捗報告会では上席研究員や他の研究員より質問やアドバイスを頂き業務の参考にさせていただきます。また、実験棟での業務の他にも外部との共同研究の打合せにも参加をしております。そちらの作業にあたることもあります。さらに、時期によりますが、論文の執筆や学会発表用の資料作成なども行っています。



一日のスケジュール

- 06:00 起床
- 08:30 出社
メールチェック・本日の業務内容確認
- 08:45 実験棟にて業務開始
- 12:00 昼食
購買のお弁当か食堂
- 13:00 実験棟にて午後の業務開始
- 16:00 実験棟にて試験器具や装置の片付け・明日の実験準備等
- 16:45 執務室にて主任研究員と進捗の打合せ(報告)・明日の予定確認
- 17:15 退社

2. 関島竜太

研究テーマ

研究テーマは2つあり、①塗料・塗装に関わる新たな技術の適用性の評価 ②素地調整技術の高度化です。どちらも難しい研究ですが上席をはじめとする皆様の的確なアドバイスのお陰でつまづくことなく進行しており、ようやく一つの成果が得られました。

交流研究員の立場

出張や各種交流会への参加、コンプライアンスミーティング・研究者の心得等の各種ガイダンス、防災訓練・実験棟の大掃除、正規研究員と同じ立場で行事にも参加します。

本務地との関係

本務地には1~2回/月程度戻り、研究の報告や清算等の手続きを行っております。また、本務地⇄土研に関する業務に携わったりもします。



一日のスケジュール

- 06:30 起床
- 08:30 バス出社
メールチェック・本日の実験内容確認
- 09:00 実験棟にて実験開始
- 12:00 昼食
お弁当持参
- 13:30 実験棟にて午後の実験開始
- 16:00 実験棟にて試験器具や装置の片付け・明日の実験準備等
- 17:00 執務室にて実験データ整理、メールチェック
- 17:15 退社

Mr. Shinpei Nomoto joined the iMaRRC as a collaborating researcher in April 2021. His daily work will be decided after a meeting with Senior Researcher Kawashima, who is in charge of guidance. Additionally, at the research progress report meeting held once a month, we will receive questions and advice from senior and other researchers and use them as a reference for his works.

In addition to working in the experimental building, he participates in meetings for joint research with the outside, and he sometimes works there. Additionally, depending on the time of year, he also writes papers and creates materials for conference presentations. The schedule of the day is described for reference.

Research theme

It has already been half a year since Mr. Ryuta Sekijima was appointed as an exchange researcher in the iMaRRC in April. There are two research themes: (1) evaluating the applicability of new technologies related to paints and painting, and (2) sophistication of substrate adjustment technology.

Position of exchange researcher

Participation in business trips and various exchange meetings, various guidance such as compliance meetings and researcher knowledge, disaster prevention drills, general cleaning of experimental buildings, and participation in events in the same position as regular researchers.

Relationship with the main business site

He returns to my main office once or twice a month. Additionally, He is also involved in work related to the main office ⇄ PWRI.

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3年度若手研究発表賞 (2021 Young Researcher's Presentation Award)	山崎 廉予 (Yukiyo YAMASAKI)	草木系バイオマスの活用による下水汚泥の脱水性向上とその効果 (Improvement of dewaterability of sewage sludge by utilizing plant biomass)	公益財団法人日本下水道協会 (Japan Sewage Works Association)	June 25th, 2021
第21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 優秀論文賞 (Award for Papers in the 21st JSMS Symposium on Concrete Structure Scenarios)	小沢 拓弥, 櫻庭 浩樹, 古賀 裕久 (Takumi OZAWA, Hiroki SAKURABA and Hirohisa KOGA)	ひび割れパターン分析による道路橋RC床版の劣化形態の評価 (Image Analysis for the Cracking Patterns on RC Slab Concrete as Evaluation Method for Deterioration State)	公益社団法人日本材料学会 (The Society of Materials Science, JAPAN)	October 15th, 2021
第30回 プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム 優秀講演賞 (The 30th Symposium on Developments in Prestressed Concrete)	小田部 貴憲, 櫻庭 浩樹, 鈴木 雅博, 古賀 裕久 (Takanori KOTABE, Hiroki SAKURABA, Masahiro SUZUKI and Hirohisa KOGA)	製造初期のコンクリートの電気抵抗率を用いた塩性能推定方法の検討 (An evaluation method for the chloride resistance of concrete based on electrical resistivity at early ages)	公益社団法人プレストレストコンクリート工学会 (Japan Prestressed Concrete Institute)	October 22nd, 2021
The 58th Japan Annual Technical Conference on Sewerage First Place for Poster Presentation in English Session (第58回下水道研究発表会英語ポスター発表部門最優秀賞)	Yukiyo YAMASAKI (山崎 廉予)	Microalgae culture using sewage resources under low light transmission conditions (低光透過条件下での下水道資源を活用した微細藻類培養)	Japan Sewage Works Association(公益財団法人日本下水道協会)	October 29th, 2021
第34回日本道路会議 優秀賞 (The 34 th Japan Road Conference, Excellent paper award)	佐々木 巖, 新田 弘之, 永原 篤 (Iwao SASAKI, Hiroyuki NITTA and Atsushi NAGAHARA)	初期ひび割れ率ごとに整理した損傷進行速度と表面処理工法の効果 (Pavement degradation curve and surface treatment effect formulated on the classification of initial crack rate)	公益社団法人日本道路協会 (Japan Road Association)	November 5th, 2021
第34回日本道路会議 優秀賞 (The 34 th Japan Road Conference, Excellent paper award)	関島 竜太, 富山 禎仁 (Ryuta SEKIJIMA, Tomonori TOMIYAMA)	海浜環境における腐食鋼材の特性評価 (Characterization of corroded steel in beach environment)	公益社団法人日本道路協会 (Japan Road Association)	November 5th, 2021