

### 研究コラム 熱可塑性 FRP ケーブルの曲げ引張試験

FRP ケーブルは、塩分が多量にある環境条件下でも、腐食しないなどの優れた環境耐食性を有することから、これまでもプレストレストコンクリートの緊張材として利用されてきました。これまでの FRP ケーブルは熱硬化性の樹脂を用いた FRP ケーブルが主でしたが、近年、熱可塑性樹脂を用いた FRTP の利用による、低コスト化などの検討が金沢工業大学を中心とした COI 研究プロジェクト（革新材料による次世代インフラシステムの構築拠点）によって進められており、土木研究所もこの研究に参加しています。プレストレストコンクリート緊張材は、外ケーブル方式で使用する場合には、Figure 1 に示すようにコンクリートの中に偏向部（曲げ上げ部）を設けて配置することから、偏向部における FRP ケーブルの強度を確認する必要があります。このため、ここでは偏向部を模擬した曲げ引張実験を実施しました。

これまでの熱硬化性樹脂による FRP ケーブルのデータは既に明らかとなつていますが、熱可塑性樹脂の場合にどのような結果となるかは実施例がないのが現状です。実験では、Figure 2 に示すような実験装置を用意し、偏向部の角度や半径を変化させ、FRP ケーブルに引張の力を加えて破断する時の強度を測定しました。

試験結果は耐食性に優れた熱可塑性 FRP ケーブルを、プレストレストコンクリート緊張材に用いる場合の安全・適切な設計法に反映させる予定です。また、この他、FRP ケーブルの耐アルカリ性（コンクリート中は強いアルカリ性のため）、レラクゼーション試験（長時間引張力を掛け続けた条件での力の抜け具合の評価）など、この材料を安全・適切に活用する方法や、材料が適切なものかどうかを評価する方法について、検討を行う予定です。

※実験動画等のページ(short video)

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

#### Bending tensile test of FRTP cables

FRP cables are known to have good environmental resistance against corrosion, and are therefore occasionally applied as PC tendons. Fiber Reinforced Thermoplastic Polymer (FRTP) cables have recently been an area of focus owing to their low cost and other beneficial characteristics. The research project titled “Construction of next-generation infrastructure systems using innovative materials” conducted by the Center Of Innovation (COI), managed by the Kanazawa Institute of Technology, is now continuing with research into this field, and the Public Works Research Institute (PWRI) has joined the project. PWRI has carried out bending tensile tests of FRTP cables for application in PC tendons with bending parts, as shown Figure 1. Although the bending tensile properties of FRP cables are already well known, the behavior of FRTP cables under bending tensile conditions is not. Figure 2 shows the outline of the framework used in this test. A short video of this test is also available on the iMaRRC web page.

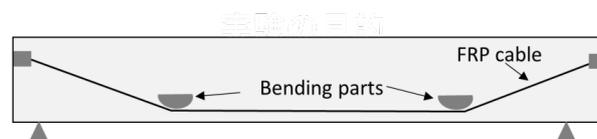


Figure 1: Location of PC tendon (FRP cable) in PC beam

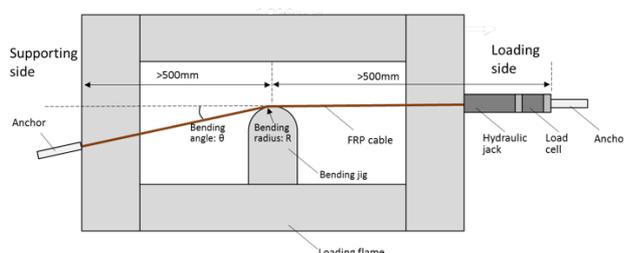


Figure 2: Outline of the bending tensile test of FRTP cable

## 研究コラム 機械式継手を用いたプレキャストコンクリート部材接合部の曲げ载荷実験

近年、コンクリート構造物の建設における生産性向上が重要な検討課題となっておりプレキャスト（以下、PCa）部材のさらなる活用が期待されています。PCa 部材が大型化した場合には、複数の PCa 部材の接合が必要となりますが、その設計方法は必ずしも確立されていません。

そこで、(国研) 土木研究所 iMaRRC と (一社) 道路プレキャスト製品技術協会では、複数の PCa 部材を用いたボックスカルバートを想定し (Figure 3)、同一断面に機械式継手を集中させた接合部の曲げ挙動について载荷実験を行って検討しています。

载荷実験では、継手の種類 (Figure 4) や配筋量等を変更した試験体を製作し、継手の無い試験体と比較することで影響を検証しています。载荷実験の実施状況を iMaRRC ホームページに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/imarrc/activity/movie.html>

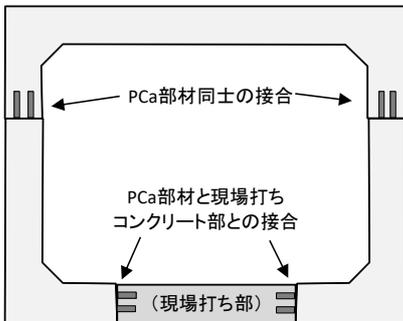


Figure 3: Example of box culvert with mechanical splices

Bending behavior of precast concrete beams with mechanical splices

Enhanced productivity in the construction of concrete structures is one of the policy targets of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism. The use of precast concrete is expected to increase as a labor saving technique at construction sites.

However, to enhance the use of precast concrete, a design method for the joints between precast concrete members should be established.

The iMaRRC and Road Precast Concrete Association are conducting research on the bending behaviors of precast concrete beams with mechanical splices (Figures 3 and 4), which are laid out in the same cross-section.

In a bending test, the influences of the different types of mechanical splices used and the arrangements of the rebars were confirmed. A video showing the bending test of a RC beam is available on the iMaRRC web page.

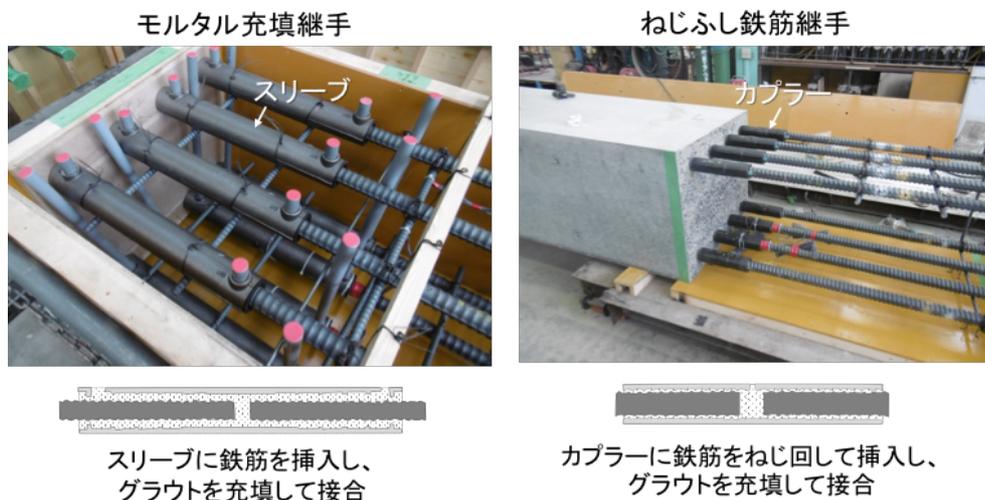


Figure 4: Examples of mechanical splices

## 海外出張報告 Business Trip Report

iMaRRC の西崎上席研究員と富山主任研究員は、ミャンマー連邦共和国ヤンゴン市近郊にある Maubin 橋（4 径間連続鋼ワーレントラス橋）で行われた塗替え塗装の試験施工に立ち会い、技術指導を行いました。この試験施工は、ミャンマー政府建設省（MOC）協力の下、ヤンゴン工科大学（Yangon Technological University, YTU）の教員および学生が主体となり、2018 年 5 月 28 日～6 月 1 日に行われたものです。

ミャンマーでは当地の条件に適合した鋼橋塗装に関する技術が未確立であるがゆえに塗膜本来の性能を十分に発揮させることができず、短いスパンで、なおかつ専門的知識の無い作業員によって、表面的な補修塗装を繰り返しているのが現状です。特に現場塗装技術の向上は急務となっており、そのためには、環境条件や現場条件に応じた適切な塗装系の選定方法、素地調整（塗装前の下地処理）方法、施工管理方法などを同国の技術水準に合わせて基準化し、これを普及させることが求められています。

YTU ではこれまで、基準策定に向けた初歩の検討として試験片レベルでの塗膜耐久性試験等を実施して来ましたが、今回の試験施工はこれをスケールアップして、実橋梁での耐久性検証を目的として行いました。Maubin 橋の既存塗膜の損傷状況や付着性等の評価結果から、手工具による簡易な素地調整方法が選定され、最下層の錆止め塗料を温存して再塗装することとなりました。雨期の施工であり、雨の合間を縫って作業をする必要があったため、3 つの塗装系に限定しそれぞれ小面積で試験を実施しました。今後、YTU の学生が定期的に現地へ赴き、塗膜の光沢や膜厚の計測、塗膜変状の評価等、追跡調査を行う予定です。

Dr. Itaru Nishizaki and Dr. Tomonori Tomiyama, a chief researcher and a senior researcher, at iMaRRC, respectively, visited Maubin bridge located in the suburbs of Yangon, and provided technical guidance on a trial repainting of the bridge to Prof. Khaing and the graduate students of Yangon Technological University (YTU). The trial repainting was conducted by YTU under cooperation of the Ministry of Construction in Myanmar. Three types of painting systems were painted during this trial, and the durability of the different painting systems will be compared in a future study. The students of YTU plan to investigate the conditions of the painting systems, including changes in the film thickness and gloss, and a visual inspection of the film appearance.



Photograph 1: Confirmation of wet film thickness by Dr. Tomiyama and YTU graduate students

## 研究者紹介 iMaRRC Researchers

### 1. 桜井 健介

私は、環境保全に関する様々な研究に10年以上従事してきました。具体には、水の安全な再利用のための微生物の測定と安全性評価、新型の下水汚泥焼却炉の開発、法面用の植生基盤の開発、廃棄物からのバイオガス回収方法の開発、温室効果ガス排出量の評価方法等に関することを担ってきました。



現在は、都市域で発生する植物廃材の有効利用、エネルギー消費の少ない排水の浄化方法を研究しています。社会のニーズに合わせて様々な研究を行っており、常に新しいことを学習する必要があるため、苦労も多いですが、これらの経験は物事を多面的な視点から観るのに役立っています。

今後も、これらの研究成果が、持続可能な社会の実現に少しでも貢献できるように、取り組んでいきたいと思えます。

Mr. Kensuke Sakurai has more than 10 years of experience studying various issues in the area of environmental protection such as microbiological quantification and risk assessment for safe water reuse, the development of a sewage sludge incinerator and a vegetation foundation for slope greening, energy recovery through the anaerobic digestion of organic waste, and the evaluation of greenhouse gas emissions from a waste management system.

His current research interests center on green waste utilization as a fossil fuel alternative, and low-energy technology for wastewater treatment. These research topics have been selected to meet future social needs, and he hopes to contribute to the creation of a sustainable society based on his studies in these areas.

### 2. 加藤 祐哉

平成27年4月に、iMaRRCの汎用材料担当の研究者として着任いたしました。現在、コンクリートの研究に携わり、4年目になります。

iMaRRCに着任する前は、国土交通省の現場で、道路管理に携わっていました。現在は、コンクリート舗装の角欠けなどの損傷部を補修する技術について、すぐにはがれず丈夫なもの



を目指した研究などを行っています。国土交通省で道路管理を行っていたときは、限られた予算の中で、舗装に空いた穴の補修や沿道の除草、除雪など多岐にわたる維持作業を如何に効率的に行うか、苦勞しました。その経験を受けて、現場の方々などの助けになるような研究活動をしたいと思っています。

歴史に興味があるので、土木遺産のような場所を探訪することが趣味です。また、各地の美味しい食べものを食べるのが好きなのですが、健康診断に引っかかってきたため、できるだけ自転車に乗ったり階段を使ったりするなど、体を動かすようにしています。

Mr. Yuya Kato joined iMaRRC as a researcher in April 2015, prior to which he was engaged in road management at the Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MLIT). One of his current study areas is focusing on techniques for concrete pavement repair, and he is developing repair materials that will not peel off within a short period of time.

His hobby is to visit historical locations such as civil engineering heritage sites. He uses cars and elevators as seldom as possible to maintain his fitness, and enjoys eating delicious food.

### 3. 川島 陽子

平成 26 年度から土木研究所 iMaRRC に着任しています。着任当初から取り組んでいるのは、アスファルトの劣化評価に関する研究です。現場の劣化状況を再現でき、室内でも実施可能な劣化評価試験を確立するために奮闘しています。最近では、コンクリート舗装の補修材や FRP の研究にも従事しています。元々は農学部出身なので、土木に係る幅広い材料のことに知らないことも多く、日々勉強しながら研究に取り組んでいます。



Dr. Yoko Kawashima joined PWRI in 2014. She has studied methods to evaluate the deterioration of asphalt binders. She also recently studied repair materials of concrete pavement and FRP, and is interested in learning about various civil engineering materials. Dr. Kawashima enjoys traveling with her family and friends. She tries to find a place where she can visit with her child, who was born last year. Although she finds it difficult to balance childcare and work, she believes that her fulfilling life has also benefited her research.

旅行が趣味で、深夜バスで一人旅をするのが好きでした。最近では友達と温泉に行くこともあり、年を重ねて嗜好が変わってきた気がします。私生活では昨年女の子を出産しており、なかなか時間がとれませんが、今度は子連れで行ける場所を開拓したいなと思っています。

育児と仕事の両立は大変ですが、私生活の充実が研究にもプラスになると信じて頑張っていきたいと思います。

## お知らせ 第 2 回 iMaRRC セミナーを開催します。

iMaRRC では、昨年続いて、第 2 回 iMaRRC セミナーを以下のように開催する予定です。多数の方にご参加頂けたら幸いです。

### 第 2 回 iMaRRC セミナー

「土木構造物用塗料の寿命評価の現状と今後」

日時：平成 30 年 8 月 1 日（水）、13：20～16：45

場所：エポカルつくば（つくば国際会議場）つくば駅徒歩 8 分

※詳細は iMaRRC ホームページにてご案内します。

### Announcement of upcoming events

The 2nd iMaRRC Seminar will be held at Epocal Tsukuba on the afternoon of 1 August of 2018. The theme of the 2nd iMaRRC Seminar is “Present states and the future of lifetime prediction of painting systems for construction structures.” We look forward to many people joining this seminar. For more information, please see the iMaRRC web page.