

第4期中長期計画報告～先端材料・高度化担当

土木研究所では令和3年度で6年間続いた第4期中長期計画（平成28～令和3年度）が終了しましたので、主な成果・取組を紹介します。

先端材料・高度化担当では、材料分野で開発されつつある先端的な材料などを活用して土木構造物の長寿命化、高耐久化、劣化検知・診断を容易にする技術の研究開発を行いました。第4期中長期計画期間の主な研究課題は下表のとおりです。

舗装用材料については、軽交通道路における舗装の表面処理による長寿命化・延命化技術を行い、舗装の状態に応じた表面処理の適用方法を開発しました。また、リサイクルの進むアスファルト混合物の繰り返し再生技術の開発や再生への中温化技術の適用検討などを行い、繰り返し再生に対応した材料評価方法や再生用添加剤の提案、再生での中温化条件の設定などを行いました。

コンクリート補修材料関連については、既設橋梁の合理的な補修方法やトンネルの覆工コンクリートのはく落防止工法の高度化などの研究を行い、補修工法の効果的な使用方法や新しい工法などの提案を行いました。

その他の材料としては、あと施工アンカーに生じる持続荷重やアルカリなどの環境作用がアンカーの力学特性に及ぼす影響について把握し、アンカー接合部の設計・施工・維持管理に関する留意事項をとりまとめました。



Pavement life extension with asphalt Emulsion



Testing of anti-spalling for tunnel lining concrete



Tensile test of an adhesive anchor after immersion in alkaline solution.

Research projects carried out by the iMaRRC Advanced Materials and Improvement Unit in the PWRI fourth mid-term plan include:

- Materials for pavement: the development of technology to extend the life of pavements with asphalt emulsion, the development of technology for repeated regeneration of asphalt mixtures, and the application of warm-mix technology to recycled asphalt mixtures were conducted.
- Concrete-related materials: Advanced methods for preventing tunnel lining concrete from falling off and rational repair methods for bridge concrete were studied.
- Other new materials: A summary of anchor joints' design, construction, and maintenance were made.

Main research projects in the field of Advanced and Innovative Materials

| Classification | Research projects (◎: Priority research projects) | Period (FY) |
|--|--|-------------|
| 舗装用材料 Materials for pavement | ◎軽交通道路における舗装の長寿命化・延命化手法に関する研究 Life extension technology of pavement on light traffic roads | 2016～2021 |
| | ◎循環型社会に向けた舗装リサイクル技術の性能評価 Pavement recycling technology for recycling-oriented society | 2016～2021 |
| | コンクリート舗装の維持修繕に関する研究 | 2015～2018 |
| コンクリート関連材料 Concrete related materials | ◎既設橋の合理的な補修補強方法に関する研究 Rational repair method for existing bridges | 2016～2021 |
| | ◎トンネルのはく落防止工法の高度化に関する研究 Method for anti-spalling of tunnel lining concrete | 2016～2021 |
| | 塩害橋の再劣化を防止するための電気防食技術 | 2014～2017 |
| | 下水道処理施設におけるコンクリート防食技術の評価手法に関する研究 | 2017～2021 |
| | 土砂化したコンクリート床版の補修工法に関する研究 | 2020～2022 |
| 鋼構造物腐食・防食関連 Steel structures | 再劣化防止に向けた補修補強対策の高度化に関する研究 | 2019～2021 |
| | 鋼橋現場塗装における素地調整技術の高度化に関する研究 | 2018～2022 |
| その他の新材料 Other new materials | ◎先端的維持管理技術による管理用施設マネジメントに関する研究 Research on the advanced techniques for the management of equipments of civil structures | 2016～2021 |
| | 道路橋の維持管理における状態把握技術の適用性に関する研究 | 2014～2019 |
| | ゴム堰・SR堰の補修技術・長期性能評価技術に関する研究 | 2014～2018 |

注：研究内容をより具体的に示すために、課題名を正式なものより変更して示しているものがあります。

第4期中長期計画報告～資源循環担当

資源循環担当関連では、下水汚泥の処理・有効利用に関する研究に加え、剪定枝や刈草、地域産業から発生する有機性廃棄物、下水中の栄養塩類を利用して太陽光により培養した藻類の有効利用方策（エネルギー利用、資源利用等）を研究しています。また、下水道施設に関わる材料の調査研究として、下水処理施設におけるコンクリート構造物や防食技術の劣化実態の把握、劣化メカニズムの解明に関する調査も実施しています。第4期中長期計画の期間は、下表に示す研究課題について検討を行いました。

剪定枝等焼却施設補助燃料利用技術については、メーカー等との共同研究により、技術実装にあたって課題となる焼却副生成物の焼却炉への付着特性を把握しました。さらに、剪定枝破砕物の搬送技術や刈草脱水助剤利用技術については、実下水処理場等での実機を用いて技術実証し、効果を確認しました。藻類の有効利用方策については、効率的な藻類培養方法、培養藻類のエネルギー化手法を開発し、藻類培養及びそのエネルギー化に関する温室効果ガス排出抑制評価を行い、技術の有効性を確認しました。

Research projects conducted by the iMaRRC Recycling Unit in the PWRI fourth mid-term plan include:

Research on effective use of resources/energy focusing on sewerage facilities

1) Technology development for biomass energy production using sewerage resources:

Technology for high efficient algae culture using wastewater, coal alternative fuel production, and methane formation were investigated.

2) Development of technologies for effective use of vegetation biomass using the sewerage facilities:

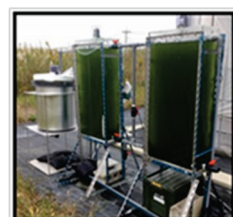
Heat supply technology based on woody biomass and technology to use felling trees and mowed grass as sludge dewatering aid in wastewater treatment plants were investigated.



Study on heat supply technology by woody biomass in wastewater treatment plant



Technology to use mowed grass as sludge dewatering



Development of technology for highly efficient algae culture using wastewater

Research projects in the field of Recycling

| Classification | Research project (◎ : Priority research projects) | Period (FY) |
|--|--|-------------|
| 下水汚泥やバイオマスの処理・有効活用に関する研究 Research on the treatment and effective utilization of sewage sludge and biomass | ◎下水含有栄養塩を活用したエネルギー生産技術の開発に関する研究 Development of technologies for biomass energy production using the sewerage resources | 2016～2021 |
| | ◎河川事業等に由来するバイオマスの下水処理場内利用に関する研究 Development of technologies for effective use of vegetation biomass using the sewerage facilities | 2016～2021 |
| | 新規省エネルギー型下水処理技術の開発 | 2016～2017 |
| | 遺伝子解析による嫌気性消化槽の維持管理技術の開発 | 2016 |
| | 下水道資源・エネルギーを最大限に生かした希少水草栽培および微細藻類培養・エネルギー生産 | 2016～2017 |
| | 貧毛類による下水汚泥の減容化技術の開発 | 2017～2019 |
| | ミミズと刈草を活用した汚泥堆肥化技術の開発 | 2018～2020 |
| | 資源回収型下水処理技術に関する研究 | 2018～2021 |
| | 官民連携による下水資源・エネルギーを活かした植物栽培技術の研究 | 2018～2019 |
| | 消化ガスの効率的運用に関する基礎的研究 | 2020～2022 |
| | サステイナブルな汚泥焼却のための次世代補助燃料の検討 | 2021～2022 |

第4期中長期計画報告～汎用材料担当

汎用材料担当関連では、主にコンクリート構造物を想定して、既設構造物の維持管理技術に関する研究、新設構造物の品質管理や性能向上に関する研究、資源の有効利用や環境影響評価に関する研究などを行っています。第4期中長期計画の期間は、下表に示す研究課題について検討を行いました。

既設構造物に関しては、一例として、トンネルジェットファンの取付けに用いられているあと施工アンカーの、取付け部に生じたひび割れの状態と耐荷性状の関係などを他の研究チームと共同で検討し、点検手法に関する提案を行いました。

新設構造物に関しては、研究成果に基づき「プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン」の原案作成などを行いました。

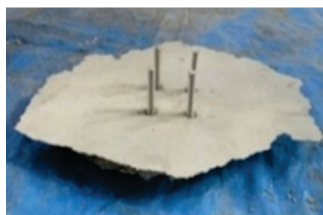
資源の有効利用に関しては、再生粗骨材 M をプレキャストコンクリート製品に活用する手法を検討し、積雪寒冷地のような厳しい環境でも十分な耐久性を有することを東北技術事務所、宮城大学との共同研究で示すなどしました。

Research projects conducted by the iMaRRC Concrete and Metallic Materials Unit in the PWRI fourth mid-term plan include:

Maintenance of concrete structures: Mechanical anchor bolts used in tunnel, repair methods (spraying method for general use, patching for concrete pavement), and inspection methods for concrete structures (AI image analysis, chloride ion sensor, etc.).

Quality control and durability of new structures: Precast prestressed concrete using supplementary cementitious materials, mechanical splices used in precast concrete, salt-scaling of concrete, and FRP sheet used in high temperature.

Recycling materials for concrete: Guideline for precast concrete using recycled concrete aggregate Class M.



Study on the fracture mechanism of mechanical anchor bolts used in tunnel



Mechanical splices used in precast concrete



Exposure test of precast concrete made by recycled aggregate concrete Class M in severe environment

Research projects in the field of Concrete and Metallic Materials

| Classification | Research project (◎ : Priority research projects) | Period (FY) |
|--|---|-------------|
| 既設構造物の維持管理に関する研究 Maintenance of concrete structures | ◎先端的維持管理技術による管理用施設マネジメントに関する研究 Research on the advanced techniques for the management of equipments of civil structures | 2016～2020 |
| | コンクリート舗装の維持修繕に関する研究 | 2015～2018 |
| | 道路橋の維持管理における状態把握技術の適用性に関する研究 | 2016～2019 |
| | AIを活用した橋梁維持管理の効率化に関する研究 | 2018～2021 |
| | 再劣化防止に向けた補修補強対策の適用性評価技術に関する研究 | 2019～2021 |
| | 土砂化したコンクリート床版の補修工法に関する研究 | 2020～2022 |
| 新規構造物の建設に関する研究 Quality control and durability of new structures | ◎新設橋の品質・信頼性向上方法の構築に関する研究 Research on the quality control and quality assurance method for the construction of beridges | 2016～2021 |
| | ◎プレキャスト部材の有効活用方法の研究 Research on the effective construction methods with precast members | 2016～2021 |
| | ◎コンクリートの凍害・複合劣化に共通する耐久性向上技術に関する研究 Research on the durability control of concrete under the combined environmental actions in cold region | 2016～2021 |
| | 高温耐性 FRP の開発に関する研究 | 2015～2017 |
| 資源の有効利用・環境影響評価に関する研究 Recycling materials for concrete | ◎リサイクル材料のコンクリート用骨材への利用技術の開発 Research and development of the method for the usage of recycled materials as concrete aggregates | 2016～2021 |

第4期中長期計画報告—耐寒材料チーム—

耐寒材料チームでは、積雪寒冷地の厳しい環境に適応するコンクリート等の土木材料に関する研究を進めています。第4期中長期計画の主な研究課題は下表のとおりです。

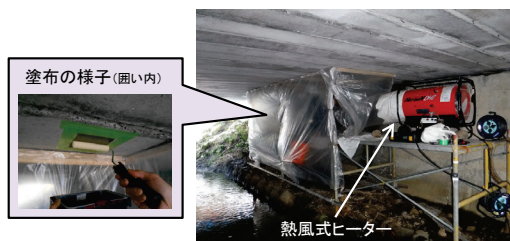
この内、コンクリートの凍害・複合劣化に共通する耐久性向上技術に関する研究の成果の一つとして、寒冷環境下における表面含浸材の施工法を提案しています。表面含浸材は、コンクリートへの水や塩化物イオンの侵入を抑える浸透性の保護材料であり、予防保全対策として広く使用されていますが、冬期の塗布における施工管理が課題となっています。そこで、含浸によって形成される吸水防止層を確実に形成させる冬期施工法の確立に向けた検討を行いました。

その結果、囲い内の塗布前日からの加温に加え、塗布後も温度低下による湿度上昇を抑えるため、半日～1日程度の加温継続が望ましいことや、塗布前の表層の水分状態の確認方法として電気抵抗式水分計による管理が適することを明らかにしました。これらの成果は「北海道開発局道路設計要領」や「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案)」の改定に反映されています。

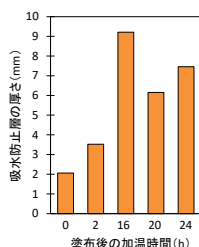
Research projects performed by the Materials Research Team of Civil Engineering Research Institute for the cold region under the 4th mid-term plan are as follows:

Therefore, we proposed a construction method for surface penetrants in a cold environment. Surface penetrants are permeable protective materials that prevent water and chloride ions from penetrating concrete, and are widely used as preventive maintenance measures. However, construction management of coating in winter became a problem. As a result, we investigated the development of a winter construction method that consistently forms a water repellent layer formed by impregnation.

It was clarified that in addition to heating the enclosure the day before application, it is preferable to continue heating for about half a day ~ 1 day to suppress the rise in humidity due to temperature drop even after application, and that management with an electrical resistance-type moisture tester is appropriate for checking the moisture state of the surface layer before application.



Examination construction of the winter period in the bridge girder underside



Relations of warming time after coating and the water repellent layer



Electrical resistance type moisture tester

Research projects in the field of Materials in cold regions

| Classification | Priority Research Project (◎: Priority research projects) | Period(FY) |
|--|---|------------|
| 凍害・複合劣化を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究 Research on maintenance and reconstruction of the infrastructure subject to frost damage and combined effect of deterioration | ◎構造物固有の凍害・複合劣化のメンテナンス技術に関する研究 Research on maintenance technology for combined frost damage inherent in structures | 2016～2021 |
| | ◎コンクリートの凍害・複合劣化に共通する耐久性向上技術に関する研究 Research on the durability control of concrete under the combined environmental actions in cold region | 2016～2021 |
| 持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発 Research and development on construction technology in order to realize sustainable construction recycling | ◎リサイクル材料のコンクリート用骨材への利用技術の開発 Research and development of the method for the usage of recycled materials as concrete aggregates | 2016～2021 |

第5期中長期研究計画がスタートしました

土木研究所の第5期中長期計画が令和4年度から6年間の計画で始まりました。この計画では、3つの研究開発テーマ、すなわち、(1)自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献、(2)スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献、(3)活力ある魅力的な地域・生活への貢献、で構成されるとともに、これらの研究開発テーマの目標への取り組みとして、15の研究開発プログラムが設定されています。

iMaRRCでは、15の研究開発プログラムのうち、材料や資源に関する強い、以下の5つに取り組むこととなりました。

- A14 大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発
- B22 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
- B23 構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発
- B25 施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発
- C33 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

B22では、構造物の長寿命化や高耐久化に資する、材料の改良や劣化機構解明、評価方法開発などに関する研究技術に、舗装、鋼橋、下水道施設を対象に取り組みます。B23では構造物の予防保全型メンテナンスの確立に資する材料技術の開発として、樋門等の河川構造物のコンクリートの診断・対策要否判定技術、コンクリート構造物の信頼性の高い補修技術の開発に取り組めます。

B25ではコンクリート工の生産性向上に資する技術開発として、施工過程でのICT活用手法の開発や、高流動性コンクリートを効果的に活用するための品質評価、施工管理手法の研究開発に取り組めます。また、A14ではプレキャストコンクリート部材のさらなる普及に向けて、現場接合部の耐荷性能の評価手法について研究を行います。

C33では、人口減少などの社会構造の変化への、インフラの的確な対応に資するための技術開発に取り組めます。舗装分野では減少しつつある材料製造プラントからの移動時間増大に対応できる技術、コンクリート分野では骨材資源の減少などを背景に建設発生材や未利用の地域発生材の有効利用技術、下水道分野では、下水や汚泥に含まれる様々な資源の有効活用技術や、下水処理場を地域で積極的に活かした環境負荷低減技術の開発と実装化に取り組めます。さらには大気汚染物質である鋼橋用塗料に含まれる有機溶剤を削減するための研究にも取り組めます。

The fifth mid-term research plan of PWRI began in 2022. It will be conducted for six years and consists of fifteen R&D programs. iMaRRC is contributing to five research and development programs that are closely related to materials and resources. The five R&D programs and iMaRRC's main research contents are as follows.

Programs B22 focuses on the technologies for more durable and reliable infrastructure. iMaRRC will work on improving the durability and dependability of materials, including research on deterioration mechanisms and evaluation methods for pavement, steel bridges, and sewage systems.

Program B23 focuses on infrastructure preventive maintenance technologies. iMaRRC will work to develop more dependable materials for concrete members repairs, as well as inspection technologies for river concrete structures.

Program B25 focuses on the technologies for higher productivity in construction. iMaRRC will investigate concrete quality control technology using ICT techniques, etc. Program A14 focuses on the infrastructure after a great earthquake. iMaRRC will improve load-bearing performance evaluation methods for joint parts of precast concrete members. Program C33 focuses on making better use of the local resources and reducing environmental load. iMaRRC will study pavement materials that meet the requirements for longer carry time, reuse technology of concrete waste as the sand for concrete, better use technologies for sewage sludge as the resources, and the reduction of volatile organic compounds in steel structure paint materials.

第5回 iMaRRC セミナー報告

iMaRRC では、第5回 iMaRRC セミナーを2022年3月23日に開催しました。オンラインと会場での併用開催とし、オンラインでおおよそ120名、会場で10名、計130名の方々にご参加頂きました。今回のテーマは「アスファルトの劣化と再生のメカニズム」であり、アスファルトの供用に伴う劣化のメカニズムや、その再生の仕組みについて iMaRRC を中心とした研究動向について紹介するとともに、日本大学の加納陽輔准教授をお招きして、アスファルトの劣化に関する研究等を紹介して頂きました。

冒頭で新田弘之上席研究員より、アスファルトの再生利用の現状や課題、今後カーボンニュートラルの進行によるアスファルトの再生の質の変化について言及しながら、今回のテーマの主旨説明がなされました。

話題提供として、まず、「アスファルト舗装の劣化事例と評価方法」と題して、iMaRRC 川島陽子主任研究員より、供用中のアスファルト舗装の劣化評価の事例や、実道での劣化評価を想定した赤外分光分析の手法について紹介しました。次に、「アスファルトの劣化メカニズム」と題して、加納先生より、アスファルトの供用劣化をもたらす様々な要因として空隙率や酸素濃度の影響や、深さ方向での劣化進行度合いについての実験的検討について話題提供頂きました。さらに、iMaRRC 新田弘之上席研究員より「アスファルトの再生メカニズム」と題して、アスファルトの再生方法や、劣化・再生によるアスファルト成分の挙動、分散性の変化について紹介しました。最後に、道路技術研究グループ舗装チームの川上篤史主任研究員より「アスファルト舗装の繰り返し再生に関する影響」と題して、舗装リサイクルの歴史として、関連法案の変遷や試験舗装の結果に基づき規格値が決まった経緯についてご紹介頂き、また、繰り返し再生したアスファルト混合物の性状や評価手法に関する土木研究所の成果についてご発表頂きました。

それぞれの発表に対して、会場およびオンライン参加者からたくさん質問を頂き、活発な意見交換を行うことができました。大変ありがとうございました。今後も、iMaRRC ではセミナーや Newsletter を通じて、最新の研究動向を発信していきたいと思っております。

The 5th iMaRRC seminar

The 5th iMaRRC seminar was held on March 15, 2022. The seminar was held both online and at the venue, with 130 attendees, approximately 120 online, and ten at the venue. The theme of this seminar was "Mechanisms of Asphalt Deterioration and Recycled," and it introduced the mechanism of deterioration associated with the use of asphalt and the research trends centered on iMaRRC on the mechanism of its regeneration. Also, we invited Associate professor Yosuke Kanou from Nihon university, who gave a presentation about the deterioration of asphalt.

Hiroyuki Nitta, the chief researcher, began by outlining the major aspects of this theme while discussing the current state of asphalt recycling, its problems, and changes in the quality of asphalt regeneration brought on my future progress toward carbon neutrality. After that, the four presenters introduced asphalt deterioration and regeneration examples and provided topics on the latest research results.

We received many questions from the venue and online participants for each presentation, and we were able to have a lively discussion. In the future, iMaRRC will continue disseminating the latest research trends through seminars and newsletters.



Photograph-1 Presentation by Dr.Kanou at iMaRRC seminar

研究者紹介 iMaRRC Researchers

1. 岡安 祐司

2022年4月に上席研究員（資源循環担当）として着任いたしました。1998年に旧建設省(現国土交通省)に入省し、採用時の配属先は、当時の建設省土木研究所で、その後、独立行政法人化以降2010年3月まで水質チームに所属し、主に河川、下水道の水質関係の調査研究に従事してまいりました。その後、滋賀県琵琶湖環境部下水道課、JICA長期専門家としてベトナム社会主義共和国建設省への派遣を経て、2015年6月に、iMaRRCの材料資源研究グループの主任研究員として着任いたしました。その後、2019年4月から2022年3月まで、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室長を経て、現在に至ります。



Mr. Yuji Okayasu, of the Ministry of Land, Infrastructure, Transportation, and Tourism previously worked in local government and national research institutes in Japan and foreign government in Vietnam, and he has an extensive experience with sewage works. He has focused his research on river water quality and sewage works since joining the Public Works Research Institute as a researcher in April 1998. In April 2015, he joined the iMaRRC senior researcher. In April 2022, he joined the iMaRRC chief researcher.

His research interests include studying the process of recycling of sewage sludge and biomass from public works, as well as the development of new resource and energy recovery methods using wastewater to improve the efficiency of sewage facilities. He also studies methods for estimating the deterioration of construction materials in sewage works.

現在は、主に、研究開発プロジェクト「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」および「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」に関連して、下水道材料の評価、下水汚泥や地域バイオマスのエネルギー利用、下水からの資源・エネルギー回収などの研究を行っています。

2. 百武 壮

2022年4月に材料資源研究グループ上席研究員（特命事項担当）として着任しました。2009年に研究所に採用されてから10年間、材料研究に従事し、その後3年間企画部に異動、今回古巣に戻ってきたこととなります。



Dr. Tsuyoshi Hyakutake was reinstated as chief researcher of iMaRRC in April 2022. He has focused his research on functional materials for efficient infrastructure inspections using luminescence, color change, and pattern shifting for 10 years since he was employed by PWRI in 2009. During these 3 years, he was temporarily assigned to the management section.

His mission is to use materials science to add value to infrastructure. He is struggling to break new ground as the pillar of iMaRRC's later research. He enjoys noodles.

iMaRRCではインフラ点検の効率化に資する機能材料を主に進めてきたほか、ゴム堰の補修、鋼材塗装の前処理技術等について、共同研究等を通じた他機関連携によって民間各社の材料・工法に関する評価法の提案を行ってきました。企画部では研究所全体の運営に関する仕事の一端を担いました。

この4月からは、「インフラに付加価値を持たせる」ことを命題として、企画部での経験も生かしiMaRRCの次の研究の柱となるような研究課題の探索を行っています。グリーンインフラや景観等にも視野を広げた材料研究の構築に頭を悩ませています。好きな食べ物は流しそうめんです。