

研究コラム 膜分離活性汚泥法を用いた下水処理実験

下水中には様々な病原微生物が含まれていますが、下水処理場にて除去・消毒が行われることで流域での感染症の拡大を防止しています。冬季での感染性胃腸炎の流行期には、下水中のノロウイルスなどの病原微生物の流入量が増加することから、下水処理場にてより高度な除去・消毒を行う必要があります。特にウイルスは大腸菌などに比較して、塩素消毒に耐性があると考えられるため、塩素消毒の強化や他の消毒法・除去法の適用について評価が必要です。

このため iMaRRC では、他の消毒法として紫外線消毒法、除去法として膜分離活性汚泥法 (MBR:Membrane Bioreactor) による不活化・除去効果の評価を行っています。MBR 法では実下水処理場に実験装置を設置し、懸濁物質や大腸菌、ノロウイルスなどの除去効率について調査をしています (Figure 1)。これまでの結果では、懸濁物質、有機物の除去率は99%以上、ノロウイルスの除去率は平均で99.99%でした (Figure 2)。ノロウイルスの除去率は標準的な活性汚泥法と比較して2オーダー程度高いことが確認されましたが、水質浄化に関与する反応槽内の微生物濃度に応じてウイルスの除去率に変動が観察されることから、高度に安定した除去効果が得られるよう継続した調査を行なっています。今後は病原微生物に加えて微量化学物質などの除去率についても評価を行う予定です。

本研究を通じて、水系感染症の拡大を防止するための技術が普及することを目指しています。

※実験動画等のページ (short video)

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

Wastewater Treatment using Membrane Bioreactors

Wastewater treatment plants (WWTPs) benefit human health as they remove and/or inactivate pathogens in municipal wastewater. However, the concentration of noroviruses in municipal wastewater increases in winter because it is the epidemic season of infectious gastroenteritis. In particular, viruses are more resistant than bacteria to disinfection treatments such as chlorination. Thus, it is necessary to estimate viral removal by using advanced wastewater treatment and disinfection processes.

The iMaRRC estimates the removal of suspended solids, *E. coli*, norovirus, etc. when using a membrane bioreactor (MBR), which is used in advanced wastewater treatment processes (Figure 1). The mean removal ratios of suspended solids, *E. coli*, and norovirus were >99%, >99.999% and 99.99%, respectively (Figure 2). We confirmed that the removal ratio of norovirus by MBR was two orders higher than that of conventional wastewater treatment.

We aim to spread advanced wastewater treatment technology, such as MBR, to protect human health from waterborne diseases.

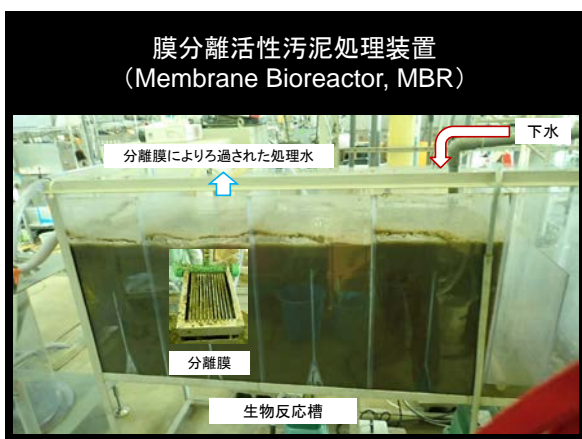


Figure 1: Scheme of the MBR process

MBR処理装置による処理性能			
			平均値 (n = 15)
水質項目	下水	処理水	除去率
懸濁物質 (mg/L)	85	< 1	> 99%
COD _{cr} (mg/L)	210	10	99.3%
大腸菌 (CFU/100mL)	1 × 10 ⁵	< 1	> 99.999%
ノロウイルス (copies/L)	3 × 10 ⁷	2 × 10 ³	99.99%

Figure 2: Influent and effluent quality of the MBR process

研究コラム 表面処理工法によるアスファルト舗装の維持修繕

アスファルトは結合材としては安価な材料で、快適な舗装路面を迅速に作るすることができます。このため、アスファルト舗装として重交通路線から生活道路にいたるまで広範囲に用いられています。しかし、日照や雨水等の気象作用への耐久性に優れているとは言えません。舗装表面でひび割れや骨材飛散等が一旦発生すると、それらが加速度的に進行拡大するとともに、水分が下層に浸透することによる舗装の構造的な破損につながります。

生活道路をはじめとした軽交通道路では、疲労等の交通荷重による破損よりも、気象作用による劣化が主因となって損傷が進行する (Figure 3) ことが多くなります。補修対策としてはクラックシーリング (ひび割れの充填, Figure 4) やパッチング (ポットホールや脆弱部の修復) が普及していますが、これらは主に損傷発生後の対策であり、これとは別に、気象作用などによる生じる表面のアスファルト劣化を防止する補修対策を確立することが必要となります。

そこで iMaRRC は、表面のアスファルトの劣化予防により、ひび割れ範囲の拡大抑制を期待できる、表面処理工法の適用範囲や延命効果の確認に関する共同研究を日本アスファルト乳剤協会と行っています。舗装の表面処理工法は、既存の路面にひび割れ閉塞を兼ねた保護層を塗布するものであり、使用材料や骨材等により、フォグシーリング、チップシーリング、薄層表面処理 (Figure 5) などの様々な工法があります。舗装の延命とともに、平滑な路面による騒音や振動の低減、快適性向上や景観上の更新効果も得られます。これらの工法を、どのような交通や環境条件、損傷段階で適用すれば延命につながるのかを明らかにするために、様々な材料試験や、現場条件の異なるつくば市内の5箇所における試験舗装により評価を続けています。

表面処理工法の試験舗装状況の動画を iMaRRC ホームページに掲載しましたのでご覧ください。※実験動画等のページ (short video) <http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/movie.html>

Asphalt Pavement maintenance by Surface Treatment

Asphalt is a cost-effective material that is used to build comfortable pavements rapidly; however, it easily deteriorates owing to weathering, such as sunlight and rainwater, particularly when used on pavement surfaces. Once the surface starts cracking, the damage progresses, and water permeation may induce failure of the pavement structure.

On a light traffic road, such as a community street, deterioration by weathering can be the primary cause of pavement damage (Figure 3) rather than fatigue owing to traffic loading; therefore, prevention of surface deterioration can extend the pavement service life. Crack sealing (Figure 4) and patching have been applied to minimize pavement damages. However, these are ex-post measures and cannot prevent crack expansion and future crack initiation.

The iMaRRC and Japan Emulsified Asphalt Association are conducting cooperative research on the verification of surface treatment methods that can prevent the expansion of cracks and help maintain pavements. A surface treatment method is proposed wherein existing pavement surfaces are painted; it comprises various methods such as fog seal, chip seal, and thin layer surfacetreatment (Figure 5). In addition to extending the service life, the proposed method can reduce noise and vibration, improve comfort, and enhance appearance.

The video of trial applications to evaluate the life extension by surface treatment is available on the iMaRRC web page.



Figure 3: Pavement surface cracks due to asphalt deterioration



Figure 4: Crack sealing



Figure 5: Thin layer surfacetreatment

海外出張報告 Business Trip Report

iMaRRCの新田上席研究員は、舗装チーム川上主任研究員とともにドイツとスイスに出張し、国際シンポジウムへの参加およびスイス連邦材料試験研究所 (Empa) との研究打合せを行いました。

まず、ドイツのブラウンシュヴァイクにおいて、2018年9月17日(月)~18日(火)に開催された RELEM (国際材料構造試験研究機関・専門家連合) アスファルト材料の化学的機械的特性に関するシンポジウムに参加しました。本会議は、欧州の他、米国、カナダ、ブラジル、南アメリカ、中国、日本から参加がありました。日本からは、新田・川上ら共同で研究しているアスファルトの繰り返し再生特性に関する研究について、川上主任研究員から発表を行いました。その他の国の参加者からはアスファルトの促進劣化試験や再生用添加剤の検討や、AFM (原子間力顕微鏡) を使ったアスファルト分析などの発表がありました。アスファルトの新しい再生方法や分析方法に関する研究状況や最新技術などについて情報収集、情報交換ができました。

会議後、スイスのチューリッヒに移動し、9月20日に Empa において「アスファルト舗装の繰り返し再生と環境面に関する研究協力」に基づく研究打ち合わせを行いました。主に日本での検討内容について報告し、意見交換を行いました。Empa からは新たな粘弾性解析の必要性説明や Empa 所有の機器での分析の提案がありました。

国際シンポジウムにおいては、日本の先進的なアスファルト再生技術について、注目が集まり、非常に多くの質問を受けました。今後も、海外に情報発信を行っていくことの必要性を感じました。また、Empa との研究協力は始まったばかりですが、今後も協力を進め、より高度なアスファルト再生技術の確立を目指したいと思いません。

Dr. Nitta of iMaRRC and Dr. Kawakami of pavement team traveled to Germany and Switzerland, participated in international symposiums and conducted research meetings with Empa (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology).

First, they participated in the symposium of bitumen chemical-mechanical properties of RELEM held in Braunschweig, Germany, on September 17-18, 2018. Besides Europe, participants from the United States, Canada, Brazil, South Africa, China, and Japan participated in this conference. From Japan, Dr. Kawakami made a presentation on the repetitive recycled characteristics of asphalt jointly studied by Nitta and Kawakami et al. Other participants presented their findings on accelerating deterioration test of asphalt, study of rejuvenator, and asphalt analysis using an atomic force microscope. We gathered and exchanged information on the ongoing research and the latest technology on new recycled and analysis methods of asphalt.

On September 20 after the symposium, we held a research meeting based on "Repeated reproduction of asphalt pavement and environmental cooperation" at Empa, Switzerland. We reported on the contents of consideration primarily in Japan and exchanged opinions. Empa had requests for new viscoelastic analyses and analyses on equipment owned by Empa.

At the international symposium, there were many questions about Japan's advanced asphalt regeneration technology. We will continue to make efforts to disseminate information overseas. Furthermore, they aim to cooperate with Empa in the future and aim to establish more advanced

研究者紹介 iMaRRC Researchers

1. 佐々木 巖

平成元年度に当時の建設省土木研究所化学研究室に採用され、以来ずっと材料関係の研究調査に携わっております。これまでに行ってきた研究テーマは、アスファルト舗装の機能性や耐久性、コンクリート構造物の防水防食、FRP材料の主に三系統です。大学で少しだけ化学工学をやったこともあり、舗装表面劣化と補修材、排水性舗装の改質アスファルト、床版防水層や水処理、コンクリートの表面保護材や内部鋼材の防食など、水等の物質移動や劣化速度に関する研究項目を多く手がけました。日本海沿岸や沖の鳥島などの海岸暴露場をはじめ現場での屋外調査も繰り返し行いました。さまざまな事業分野に好奇心をもって取り組むべく心がけてきましたが、結果として浅薄なものになっているような気もしており、軸足を意識しつつ取り組んでゆきたいと思うところです。



Dr. Iwao Sasaki joined the PWRI in 1989. Since then, he has been working as a research engineer in the advanced materials division. His research topics are asphalt pavement, concrete protection, and FRP application. Because he was acquainted with chemical engineering during his graduate studies, he has been examining mass transfer and aging rate phenomenon such as modified asphalt for drainage pavement, water proofing for bridge decks, concrete surface paint, and reinforcing steel corrosion protection. His research is not confined to laboratories but also extend to fields such as material exposure sites facing an ocean.

研究でも海まわりのことは多かったのですが、家族でも海に行き潜ることが多かったためか、愚息は二人とも海関連に進んでいます。最近は遊び相手がかわり、学生時代にやっていた四つ足の馬から機械式二輪に乗りかえて河原や野山を走り回っています。

2. 櫻庭 浩樹

平成 25 年 (2013 年) に土木研究所に入所し、現在は、コンクリート構造物の簡易な塩分量調査技術や、プレキャストコンクリートの有効活用に関する研究を行っています。後者の研究については、昨年、実構造物を想定した規模で、機械式継手が配置された鉄筋コンクリート梁 20 体の載荷試験を行いました。大規模な実験でしたが、共同研究者の方とも協力し、試験体の製作、載荷試験、試験結果の報告まで、無事に終えることができ、達成感を味わうことができました。



Dr. Hiroki Sakuraba joined the Public Works Research Institute (PWRI) in 2013. Now, he primarily investigates brief methods for chloride ion concentration in hardened concrete and an effective use of precast concrete members. He conducted a series of bending tests on precast concrete beams jointed with mechanical splices last year. The bending tests were successfully implemented although they were challenging and conducted on a large scale, and so he felt accomplishment.

私生活では、健康第一、仕事と家庭の両立、をテーマに励んでいます。健康管理のため、食べ過ぎないこと、寝る前に筋トレやストレッチをすることを継続しています。入所してからほとんど病気や怪我はしておらず、健康第一を達成できています。家庭では、子供が生まれて大きな変化がありました。最近をよく動くようになり、頭をぶつけないかなど、行動を予測して、怪我をしないように気を付けています。子供のおおかけで、仕事での安全管理に関する能力も向上したかもしれません。

He thinks that health and work-life balance are the most important factors in his daily life. He has maintained good health since he joined the PWRI because he takes care of his food intake and exercises regularly. He also enjoys spending time with his one-year-old son who recently became active.

3. 諏訪 守

平成 15 年 4 月に iMaRRC の材料資源研究グループに着任しました。これまでに、主に下水、環境水の病原微生物の測定法、制御法および安全性評価に関する調査・研究を行っています。特に、ノロウイルスや薬剤耐性菌による感染症は世界的な問題であり、これらの病原微生物を受け入れている下水処理場での除去や消毒について適切な管理を行うための研究は重要であると考えられます。現在、下水処理場では衛生学的な管理の指標として大腸菌群数が利用されていますが、ウイルスや耐性菌なども考慮することで、下水処理場が地域の水系感染症の拡大防止に貢献できると考えられます。



趣味は地域の祭りにてお神輿を担ぐことです。五穀豊穡、疫病の防止を祈念してお神輿を担ぎます。仕事や趣味を通じて水系感染症の拡大防止に貢献していきたいと思えます。

Dr. Mamoru Suwa joined iMaRRC as a senior researcher in April 2003. Since then he has been working as a research engineer in the recycling research division. His present research topics are detection method and the control method of the pathogenic microorganism in the wastewater treatment processes and environment water. In particular, the infectious diseases by the norovirus and the antibiotic-resistant bacteria are global problems. To prevent the infectious disease of the public waterbody, studies that aim to remove and disinfect these pathogenic microorganisms in the wastewater treatment plant are important.

His hobbies include marching with a portable shrine on one's shoulder in the Yasaka festival. During this festival, an entrant prays for the good harvest of farm products and prevention of the infectious disease. I want to contribute to the prevention of waterborne infectious diseases through my work and hobbies.

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
Certificate of Honor for a panel speaker in the Ninth ICSE 2018 (第9回 ICSE パネルスピーカー表彰)	Tsuyoshi Hyakutake (百武 壮)	Evaluation of Surface Preparation of Steel Substrate by Microscopic Surface Observation (顕微鏡観察による鋼材の表面処理評価)	Yangon Technological University (ヤンゴン工科大学)	2018/12/9
第7回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム 優秀講演賞 (Excellent presentation award)	川島 陽子 (Yoko Kawashima)	屋外暴露したハイブリッド FRP 桁の長期耐久性の評価 (Long-term Durability of Hybrid Fiber Reinforced Polymer Girder)	土木学会複合構造委員会 (Committee on Hybrid Structures, JSCE)	2018/12/25