

研究コラムコンクリート構造物の補修対策施工マニュアルの改訂

社会インフラとして建設されたコンクリート構造物の高齢化に伴い、補修等の長寿命化技術が重要性を増しており、土木研究所では2016年に「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案)」(以下、補修マニュアルという)を作成しました。その後約6年が経過し、その間に得られた新しい知見をもとに、補修マニュアルを2022年版として改訂しました。

補修マニュアルは Figure1 に示すように共通編と各種工法編(特に使用される機会の多い表面被覆・含浸工法編、断面修復工法編、ひび割れ修復工法編)、および不具合事例集で構成されています。

[共通編]では、比較的報告例の多い劣化要因(塩害、凍害、アルカリ骨材反応、温度・乾燥ひび割れ)ごとに、その劣化程度に対応した補修方針と具体的な補修方法を整理しています。今回の改訂では中性化に関する内容を追記しました。

[表面被覆・含浸工法編]は、これまで主に表面被覆工法を対象とした内容としていましたが、今回の改訂で、表面含浸工法(特にシラン系表面含浸工法)に関する情報として長期暴露試験結果や含浸深さの簡易測定法等を追加しました。

[断面修復工法編]は、これまで主に左官工法を対象とした内容としていましたが、今回の改訂で吹付け工法(Photograph 1)に関する情報を充実しました。また、下地コンクリートの脆弱部を改善する方法の提案や鉄筋の防せい処理に関する情報を追加しました。

[ひび割れ修復工法編]は、今回は大きな改訂はありませんでしたが、注入材料の流動性の区分を細分化した提案は、補修に係る他のテキスト等に多く引用されています。

※本マニュアル(土木研究所資料第4433号)はiMaRRCホームページからダウンロードできます。

<https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/research/tech-info.html>

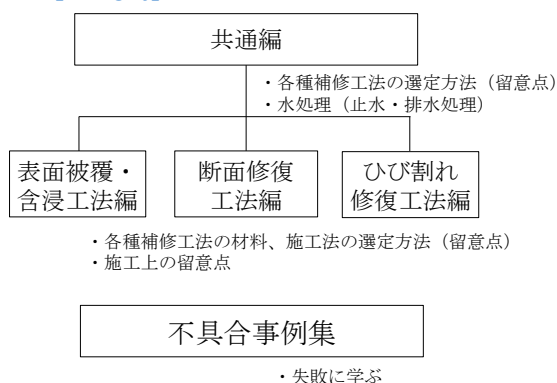


Figure1: Organization of this manual

Revision of “Manual for the design and execution of the repair of concrete structures”

Maintaining concrete structures with appropriate repair techniques is crucial but can be challenging. To address this issue, the iMaRRC and Materials Research Team Civil Engineering Research Institute for Cold Region jointly developed a “Manual for the design and execution of the repair of concrete structures” based on their research experience. The manual was developed in 2016 and revised in 2022.

The manual comprises four chapters, including common principles for repair work, surface coating/impregnation methods, patching repair methods, crack repair methods, and studies of failed cases (as shown in Figure 1). The latest revision includes several major updates, including a description of the repair principle for steel corrosion caused by carbonation in the common principles chapter, enhanced descriptions of surface impregnation methods in the surface coating/impregnation methods chapter, and additional content on spray injection patching, rust-proofing treatment for reinforcing bars, and improved methods for weakened adhesive interfaces in the patching repair methods chapter.

※The manual is available for download on our website.

<https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/research/tech-info.html>



Photograph 1: Test of Spray injection patching

研究コラム 気象因子と防食塗膜の劣化

橋や水門などの土木構造物の多くには、主要な部材として鋼材が使われています。鋼材はそのままでは水や酸素と容易に反応し腐食してしまいますから、これらを長期間使い続けるためには、腐食を防ぐための何らかの対策（防食）が不可欠です。その代表的な方法の一つに「塗装」があります。

防食塗装の塗膜（塗料が乾燥（硬化）して固まった膜）には、鋼材と腐食因子（水や酸素など）との接触の遮断、化学的な腐食反応の抑制、強固な附着など、鋼材を保護するために必要な機能に加え、物体表面を美しく保つといった機能が本来備わっています。しかし、これらの機能は永久に持続するものではなく、時間の経過に伴って塗膜が物理的・化学的に変化し、次第に損なわれていきます。この現象を塗膜の「劣化」といいます。特に、土木構造物は常時屋外に設置されていますから、太陽光や雨・湿気などの水分、酸素、オゾン、酸性雨など、様々な気象因子が塗膜に作用し、これらが劣化を促進することになります。それぞれの気象因子による影響の程度や、塗膜がこれらに抵抗する性能（耐候性）、塗膜が機能を喪失するまでの期間などを把握するための一つの手段として、iMaRRCでは様々な環境での屋外暴露試験（試料を屋外環境に暴露し、化学的・物理的性質の経時変化を調べる試験方法の一つ）を実施しています（Photograph 2）。その結果の一例として、アクリルシリコン樹脂塗料の塗膜をつくば（茨城県）、大宜味（沖縄県）、ヤンゴン（ミャンマー）の3地点に暴露した際の光沢度の変化を Figure 2 に示します。

塗膜は劣化に伴い光沢の低下（つや引け）、変色、膨れ、割れ、剥がれ、錆など、様々な変状を示します。このうち、光沢の低下は塗膜劣化の初期に現れ、定量評価が容易なうえ、塗膜の耐候性のおおその目安となることから、防食塗膜の屋外暴露試験における測定項目の一つとして多用されています。Figure 2 では大宜味における光沢の低下が、つくばやヤンゴンよりも速いことがわかります。この傾向は同時に試験したふっ素樹脂塗料やポリウレタン樹脂塗料の塗膜でも同様に認められ、劣化速度の大きさの順は、沖縄>ヤンゴン>つくばの順となりました。一方で、各地で観測した気象データ（Photograph 3, Table 1）からは、紫外線量はヤンゴンが他2地点よりも大きく、平均気温はヤンゴン>沖縄>つくばの順となりました。これに対し、濡れ時間の長さは、つくば>沖縄>ヤンゴンの順であったことから、塗膜の劣化には、気温と水・湿度（濡れ時間）の双方が影響しており、沖縄の気象条件が特に塗膜劣化を促進させる組み合わせとなった可能性が考えられます。iMaRRCでは、このようにして得られた知見などをもとに、長寿命化に資する材料の設計や、より効率的な耐久性評価方法の確立などへ繋げていきたいと考えています。

Effect of weather factor on protective coating deterioration

Protective coatings are used in civil engineering structures to safeguard steel members from corrosion. However, in outdoor environments, protective coatings gradually lose their efficacy owing to weather factors such as solar radiation, heat, water, and oxygen. To evaluate the impact of weather factors on the durability of protective coatings (Photograph 2), the iMaRRC conducts outdoor exposure tests.

Figure 2 shows the change in gloss retention of silicone acrylic paint film in Tsukuba, Okinawa, and Yangon (Myanmar). Additionally, Table 1 shows the meteorological data measured at the three sites. Despite Okinawa's lower mean temperature and accumulated ultraviolet radiation dose compared with Yangon, the degradation rate of gloss retention owing to outdoor exposure follows the order of Okinawa, Yangon, and Tsukuba. Moreover, Okinawa has the highest time of wetness, indicating that H₂O plays a significant role in coating degradation. The iMaRRC used these findings to develop highly durable materials and durability evaluation methods.

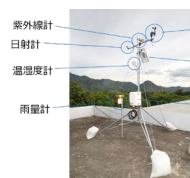
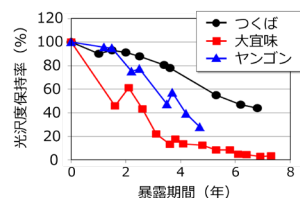


Table 1 Meteorological data for three exposure sites.

試験箇所	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	濡れ時間 (時間) (>80% RH)	積算紫外線量 (MJ/m ²)	計測期間
つくば	14.5	1835	6343 / 8760	246	2011.1~2011.12
沖縄	23.5	1902	5387 / 8760	244	2016.7~2017.6
ヤンゴン	27.4	2502	5049 / 8760	277	2014.4~2015.3

Photograph 2 Exposure test of protective coating. Figure 2 Change in gloss retention of silicone acrylic paint film.

Photograph 3 Weather station

サイエンス・エクスプレスに出演

つくば市のコミュニティ FM ラジオ局のラヂオつくばで放送される「サイエンス・エクスプレス」は茨城県の研究所や科学館の知識を全国の中学生や高校生に届ける科学系ラジオ番組です。

この番組にコンクリートのベテラン研究者という立場で出演しました。令和4年9月20日に筑波山麓にある古民家で約2時間の収録が行われました。内容は、コンクリートとは何か、これまでで印象に残った研究、学生たちへのメッセージ等でした。

放送は10月23日から11月13日に4回に分けて放送され、すでに終了していますが、下記のホームページで現在も聞くことができます。

<https://www.saieku.com/archive2022>

今後、放送内容の活字版が高校生向けの web 教材「GATEWAY」に掲載される予定です。

土木に関心を持つ子供たちが、少しでも増えてくれれば幸いです。
(片平 博)

Appeared on the radio program “Science Express”

The radio program “Science Express” broadcasts scientific knowledge from research institutes and science museums in Ibaraki Prefecture to middle and high school students all over Japan. During an episode recorded on September 20, 2022, Mr. Katahira, a designated researcher at iMaRRC, shared his expertise as a seasoned concrete researcher. The segment covered various topics, including concrete composition, Katahira’s noteworthy research, and a message for the young audience.



写真提供：いつかさん

研究者紹介 iMaRRC Researchers

ウイント タンダー

令和5年1月に iMaRRC 材料資源研究グループの専門研究員として着任しました。出身はミャンマーです。土木研究所では、これまで培ってきた研究のスキルをさらに向上させるとともに、新しい研究テーマにも情熱をもって取り組んでいきたいと考えています。



土木研究所に来る前は、京都大学大学院に在籍し、博士号を取得後、ポスドク研究員として学生たちと一緒に研究をしていました。在学中は主に、土木構造物に適用するための新材料と維持管理技術を研究対象としてきました。これらの研究を通じて、より多くの技術を探求し研究開発に活かすことで、土木構造物用材料の信頼性向上に繋がりたいと考えようになりました。

私は、研究の真の目的を達成するために欠かせないのは、誠実さと多様な考え方だと思っています。これまでの経験と創造力を活かして、先端材料に関わる技術開発に取り組んでいきたいです。

Dr. Wint Thandar joined the iMaRRC as a research specialist in January 2023. She comes from Myanmar (Burma).

Recently, she received her Doctor of Engineering degree in Civil Engineering from Kyoto University. She wants to enhance her research skills developed over her academic years and develop novel research topics by utilizing her passion for positive reinforcement. She also spent a year as a researcher at Kyoto University doing collaborative research with students in her native laboratory. In her studies, she mainly focused on advanced materials and maintenance for civil infrastructures. When researching materials and infrastructure during her doctoral studies, she would like to explore more technologies to investigate materials and their reliability.

Furthermore, she believes that integrity and diversity are essential to achieving the true goals of research. Using her experience and creativity, she would like to strive to create advanced technologies in the material research field.