

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究終了報告書】※令和5年度以降採択研究課題用

①研究代表者		氏 名 (ふりがな)		所 属		役 職	
		岡崎慎一郎 (おかざきしんいちろう)		香川大学 創造工学部		教授	
②研究 テーマ	名称	劣化イメージング技術と磁気・電気化学的技術の融合による コンクリート橋梁の維持管理システムの開発					
	道路行政 技術開発 ニーズ	No.	HM5		政策 テーマ	持続可能なインフラ メンテナンス	
		項目名	コンクリート内部の鉄筋の状態を把握できる技術				
③研究経費 (単位: 万円)		令和4年度		令和5年度		令和6年度	
		※端数切り捨て。実際の研究期間に応じて記入欄を合わせること		32,760		27,898	
						総 合 計 60,658	
④研究者氏名 (研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)							
氏 名				所 属 ・ 役 職 (※令和7年3月31日現在)			
石丸 伊知郎				香川大学創造工学部創造工学部・教授			
吉田 秀典				香川大学創造工学部・創造工学部・教授			
角野 拓真				阿南工業高等専門学校・創造技術工学科・講師			
手嶋 克智				コニカミノルタ・プロダクトマネージャ			

⑤研究の目的

● 国内外で橋梁の老朽化は深刻であり、橋梁の崩壊や、崩壊に伴う2次被害が懸念されている。RCおよびPC橋梁の内部の状態は、鋼材腐食が進行し腐食ひび割れが生じないと近接目視では把握できない。構造物表面の劣化因子の評価による劣化進行の評価や、内部鋼材の腐食や、腐食による破断の有無を容易に迅速に評価する手法が求められている。

- そこで本研究では、図1の手法を提案する。本申請ではRCおよびPC橋梁を対象に、
 - ① 香川大学で独自に開発した中赤外分光イメージングデバイスによりコンクリートの表面の塩化物イオン濃度および含水率分布を2次元イメージングし、劣化懸念箇所を抽出する手法
 - ② 劣化懸念箇所付近における内部鋼材の腐食速度を分極抵抗法に基づき、香川大学で開発した独自のアルゴリズムにより非破壊で評価する手法
 - ③ コニカミノルタ社が独自に開発した磁気センシング技術に基づくデバイスで鋼材破断を検知する手法

という3手法を融合した方法の適用性を検討するとともに、国内外の実装を目標とする。

RC・PC製の橋梁等の構造物の**塩害劣化**は未だに**深刻な問題**
→どの箇所の鋼材が・どのくらい腐食して・さらに破断しているか
を一気通貫に評価できる**非破壊検査システム**を提案



図1 本研究の全体像

⑥これまでの研究経過、目標の達成状況

A-1 中赤外分光イメージングデバイス塩化物イオン計測計測手法の構築

岡崎慎一郎（デバイス構築，計測，検量線作成）・石丸伊知郎（デバイス構築，計測）

当初目標：①屋外用のデバイス試作，②屋外にあるコンクリート試験体の表面塩化物イオン濃度の精度確認を行う．コンクリートの表面塩化物イオン濃度を精度±10%で計測する．

変更点と変更した理由：①に関し，7 μ m付近のコンクリートの固定化塩化物イオン（F氏塩）のピークに着目予定であったが，世界的な半導体不足に起因する仕様変更により，試作品ではこの付近にて感度が得られなかった．一方，図2に人工的に作製したF氏塩に対するFTIR機（据え置き型分光装置）の計測によると7 μ m付近のピーク挙動に加え，10～12 μ m周辺にもピークを有することが判明した．この範囲におけるスペクトルの吟味により固定化塩化物イオン量の定量化を目指す．また，本手法は，測定対象とカメラにおいて温度差を設ける必要があり，申請時にはこの作業を前提とした計測を前提としていた．特に冬期では対象物の加温により十分な温度差が得られたが，夏季では温度差を実現することが困難であり従来の12 μ m付近では感度が得られづらいことが判明した．そこで，屋外にて十分な測定感度を得るために当初は機器の冷却や，対象物をハロゲンヒーター等で対応する予定であったが，同図に示すステルスマルチスリットを試作・実装することで，ノイズとなりうる干渉縞の除去に成功し高い感度を得ることができた（図4）．改良を加えたステルスマルチスリットを試作・実装することで，ノイズとなりうる干渉縞の除去に成功し高い感度を得ることができた．それにより，温度差が生じない系においても計測できることを確認した．

成果：①に関し図3に試作機を示す．さらに，塩分濃度をコントロールした種々のコンクリート試験体による計測の結果，10.6 μ m付近において塩分濃度の増加に伴い長波長側にピークがシフトすることを確認した．これにより，従来の波長のピークから濃度に換算する方法よりも格段に頑健な評価が行えるようになった．これにより温度の影響を排除でき，屋外での計測を行えるようになった（図6）．目標は，室内試験での測定精度に対して±10%であるが，おおむね達成できた．

A-2 UAVへの搭載

当初目標：ドローン等UAV に搭載した際の測定精度を確認する．目標は，室内試験における測定精度に対して，含水率および塩化物イオン濃度の測定精度が±20%とする．

変更点と変更した理由：提案機は高価であるため，UAVに搭載時の落下破壊リスクを負えなかった．旧モデルによる実施を行った．

当該年度の成果：UAVへの搭載は実現できた．また，アルミ板に対する計測は可能となった．一方，コンクリート試験体に対しては適切なスペクトルを得ることができなかった．本研究開発で実現できた実機による検討が望まれる．

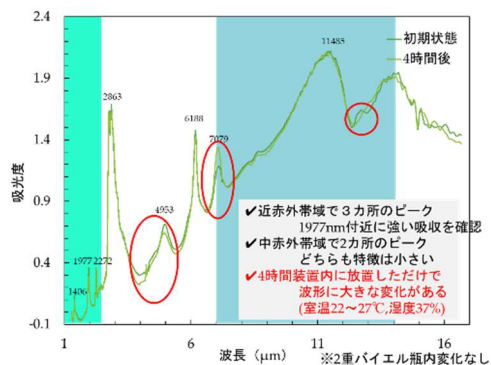


図2 F氏塩のスペクトル

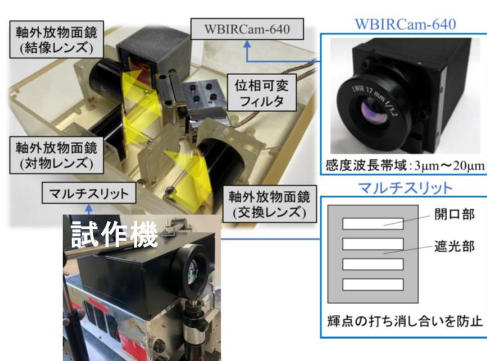


図3 試作機とマルチスリット

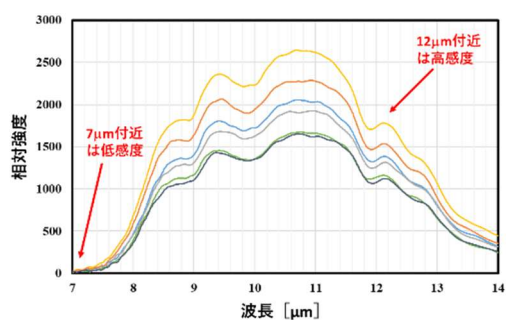


図4 試作機により得られたスペクトル



図5 屋外計測の様子

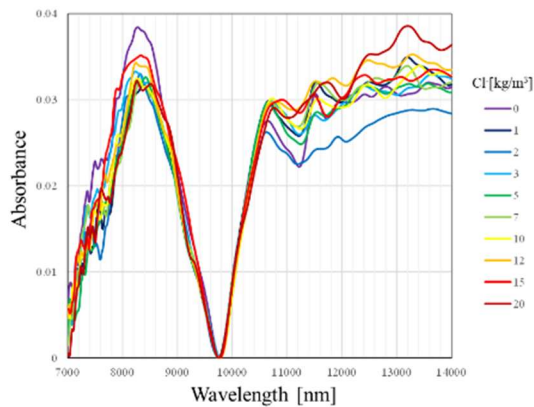
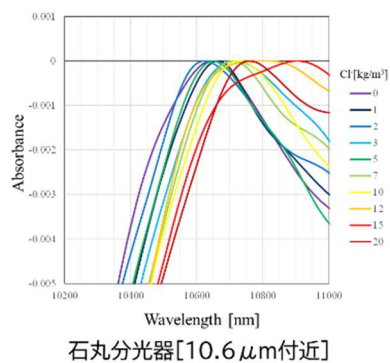


図6 コンクリートの計測で得られたスペクトル



石丸分光器[10.6 μm付近]

図7 塩化物イオン濃度の増加によるピークシフト

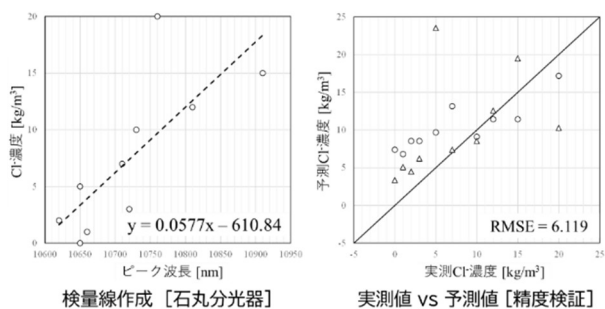


図8 検量線および精度検証

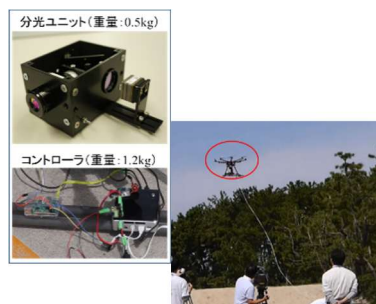


図9 屋外での計測およびUAVへの搭載

B 電気化学的手法によるコンクリート中の鋼材の腐食速度を定量化する技術開発

真の分極抵抗を評価するため、香川大学が開発した電流分散範囲を特定できるアルゴリズムを基に、種々の条件を考慮できる手法を開発する。現場での適用性を評価する。

当初目標：①コンクリート中の含水率や塩化物イオン濃度が一様ではない場合における真の分極抵抗の評価アルゴリズムの開発，②試作機の完成，③鋼材腐食が懸念される屋外にある試験体および実橋梁においての適用性の検討。目標は、室内試験における測定精度に対して、鉄筋腐食速度精度を $\pm 20\%$ とする。

変更点と変更した理由：②に関して、現状、四国総合研究所製CM-V、Giatec社製iCOR等も販売されており、塩化物イオンや水分の内部分布が一様な系においては概ね測定精度も良好なものである。そこで新規装置の開発を行うのではなく、それぞれの装置に対する精度検証と、コンクリート内部における塩化物イオン濃度が一様ではないケースに対しての真の分極抵抗値の補正方法を提案することで、既存の機器に対する本提案手法の合理的な実装をはかる。また、建設コンサルタントおよび建設会社にヒアリングした結果、評価した分極抵抗値すなわち腐食速度から現時点での鉄筋腐食量への換算が困難であり、その技術開発が必要であることが判明した。本研究では、分極抵抗評価に関する非破壊検査と腐食進行モデルの併用による鉄筋腐食量評価の検討を行い、現場での測定を実施した。

成果：①コンクリート中の含水率および塩化物イオンが一様ではないケースにおいて、真の分極抵抗が一様の場合と比較してどの程度変化するかについて、実験値に基づいた解析を実施した。図10に有限要素モデルを、図11に有限要素解析によって得られた電流分布を示す。電流分布は、内部の均質性に影響を受けることが判明した。また、実験的検討（図12）から真の分極抵抗を評価する際に必要な、電流分布に基づくデバイス毎の被測定面積評価アルゴリズムを図13に、その結果に基づいて算定された真の分極抵抗に関して、場が均質な場合と非均質な場合で比較したものを図14に評価した結果を示す。本研究の範囲内では、実験値を3.1倍することにより、真の分極抵抗値を正確に評価できることを確認した。

また、コンクリートの塩害劣化モデルを構築した（図15）。当該モデルは、塩害に対して潜伏期から腐食後の加速期後期まで評価可能なモデルである。特に、腐食開始後の腐食速度については、進展期までの成果がほとんどであり、これまで加速期前期～後期までを評価した例はほとんど見られなかった。これまで研究代表者が収集した腐食速度に関する種々のデータに対して機械学習を用いてモデル化することで、腐食速度は加速期前期で進展期の4倍、後期でさらに2倍すると実構造物の腐食挙動を追跡できることを確認した。本モデルと現場計測を行った事例で検証を行った（図16）。その結果、鉄筋の実際の腐食量は採取箇所により大きくばらついていたものの、分極抵抗値の実測値を用いつつ、不確実性を勘案したモデルによる評価は、計測結果自体がばらついていたために精度検証までには至らなかったが、概ね実際の腐食量を推定できるものであると考える。

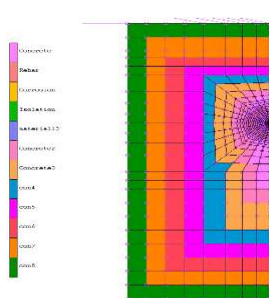


図10 有限要素モデル

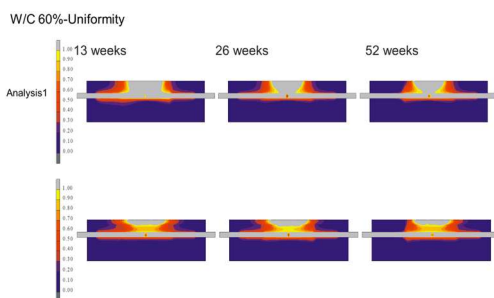


図11 解析結果の一例

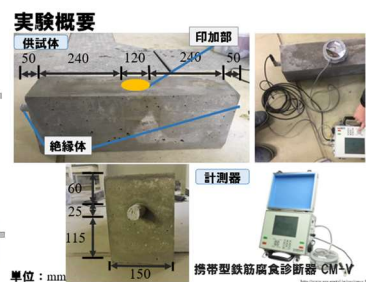


図12 試験体と測定機器

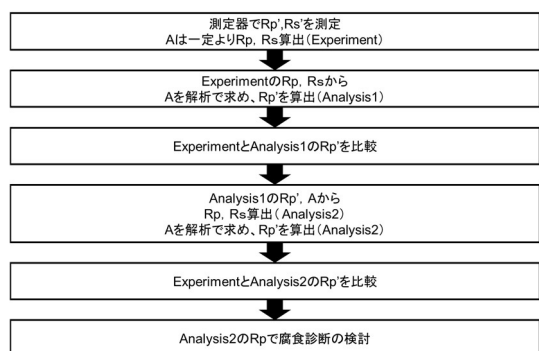


図13 被測定面積評価アルゴリズム

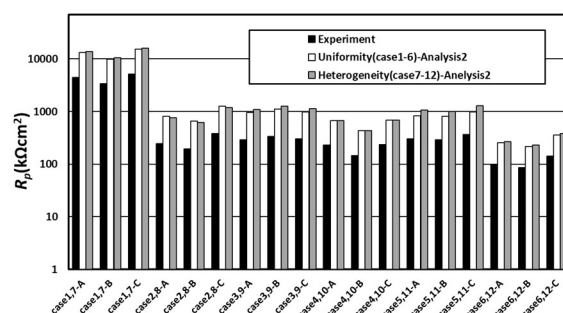


図14 分極抵抗値(均質と非均質)

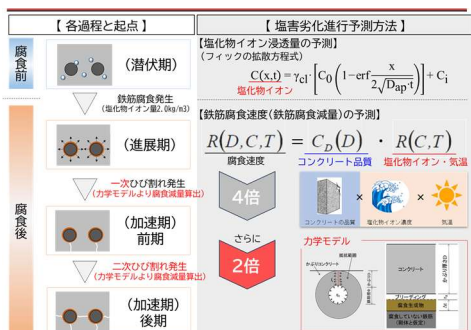


図15 塩害劣化モデル

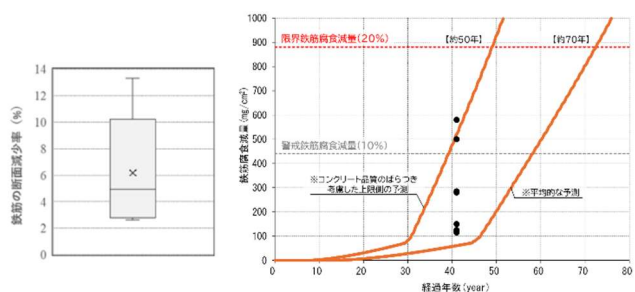


図16 A市通路橋における腐食減量と予測結果

C 磁気センシングに基づく鋼材破断検知デバイスの高度化

コニカミノルタ社の研究グループが開発した磁気センシング技術（図17、図18）は、スターラップの存在や、格子状の配筋により判定精度が低下する。そこで、現状の漏洩磁束法の着磁にパルス着磁法を適用し、破断の検知に最も適した機械学習アルゴリズムを選択する。

当初目標：鋼材腐食が生じ、破断が懸念される屋外にある試験体および実橋梁において、本手法の適用性を検討する。特に実構造物においては、スターラップ間隔が一律ではない等設計図とは大きく異なるケースが生じるため、①この影響を考慮できるアルゴリズムを構築する。目標は、かぶり15cm まで評価可能であり、スターラップが存在しても鋼材の破断の検知精度を90%とする。

変更点と変更した理由：かぶり厚が大きい箇所での測定は実現できたが、建設コンサルタントに対するヒアリングの結果、金属製のシース管を有するPC部材への適用が求められた。そこで、②図19に示す磁石を独自に開発し、スターラップを有する試験体に対してかぶり深部における計測精度の向上をはかった。

成果：①に関し、破断の検知に最も適した機械学習アルゴリズムを選定した。図20に示すスターラップありの波形を含む2240データで検討した結果、SVRが最も頑健で精度が高いことを確認した。コンクリートの無い鋼材のみの中空桁に対する分類結果と、実PC橋梁撤去桁に対する判別モデルを図21に示す。中空桁では正解率86%であった。一方、実桁では正解率は68%となり精度が大きく低下した。検討の結果、スターラップ成分が阻害していることから、元波形からスターラップのみで構成された中空桁の波形との差分を取ったうえで、さらにテンプレートマッチングアルゴリズム（図22）を適用した結果、実桁であっても正解率は91%であり、目標を達成するとともに、実構造物においても高い精度による破断検知を実現した。さらに、磁石とかぶりの厚さの相違が撚線の破断本数検知に与える影響を検証した。図23に使用した試験体を、図24に波形とPC鋼材の撚線の破断本数を示している。3本程度の破断は両者とも検知不能であったが、縦着磁磁石の場合、4本以上の破断で検知可能となった。以上から、金属のシース管を有するPC部材に対しても精度よく検査可能となった。



図17 使用したデバイス

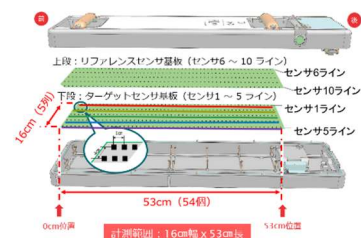


図18 測定器に内蔵するセンサの位置

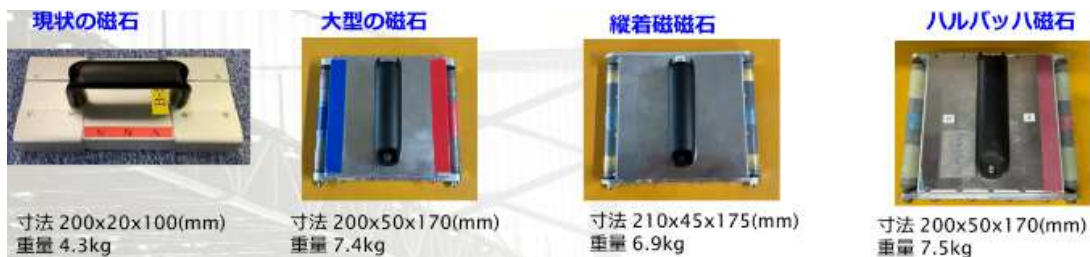


図19 開発した磁石（縦着磁磁石を採用）

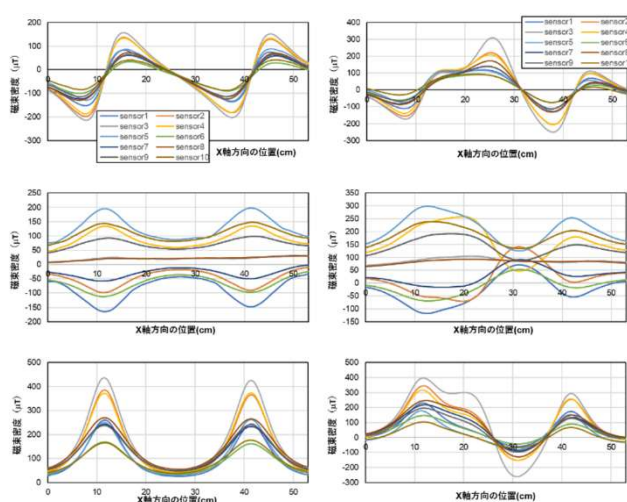


図20 スターラップあり中空桁におけるPC鋼材破断なしの波形（左：破断なし，右：破断あり）

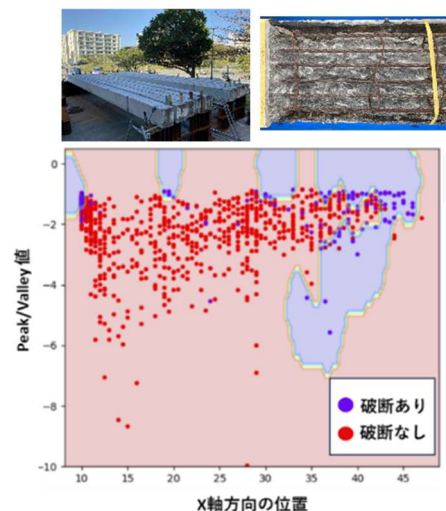


図21 判別モデル



図22 テンプレートマッチングアルゴリズム



図23 ポステン式PC模擬試験体

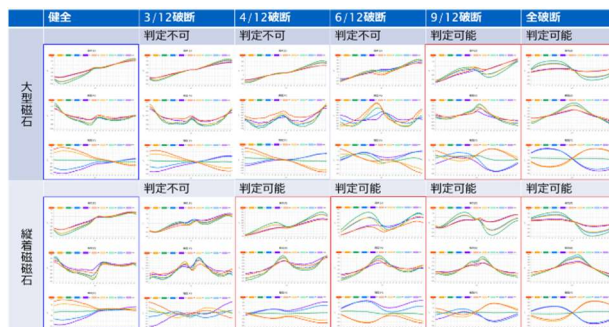


図24 撚線の破断本数と検知性能

D 統合システムの開発

項目A～Cまでのシステムを統合し、実橋梁での適用を試験的に実施するとともに、社会実装を実施するための問題点を洗い出しつつ、国土交通省と共同で試行的に実装に着手する。

当初目標：3つのデバイスで計測された一連のデータ群をクラウドで保存する。また、データ管理を容易にするUIを開発する。システムの試運用を国土交通省、香川県、高松市等と協力して実施する。

変更点と変更した理由：検討の結果、統合的維持管理システムのソフトウェアの開発、保守、運用の一連の作業には今後も継続的に高額な費用が生じる。そこで現在、株式会社KMC（兵庫県神戸市）が開発したRSAシステムに、今回のデータを導入させ、さらに申請者が開発した橋梁劣化予測AIシステムを組み込むことで対応を進めている。今回対象とした橋梁に対してはクラウドに保存しているが、近日中の一般へのリリースに向けて引き続き開発を行っている。

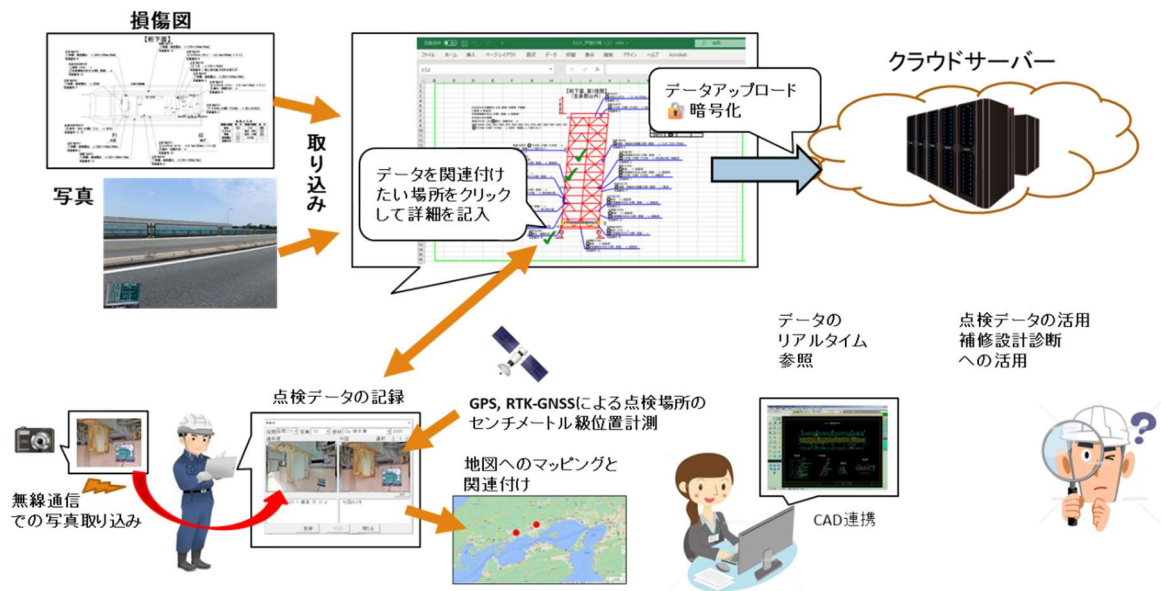


図24 システムの概要

⑦中間・F S評価で指摘を受けた事項への対応状況

<今後の研究計画・方法への指摘事項等>

1. 既往の技術と比較し本提案手法の優位性を示されるとよい。

対応：中赤外分光イメージングデバイスについては、近赤外分光イメージング装置との比較を行い、日光によるノイズの影響を受けにくいことに対する優位性を示した。分極抵抗法については、電流の分散性状を考慮できるアルゴリズムにより、真の分極抵抗値を妥当に評価できることを示した。

2. 当初目標とした検出精度などを達成できるように研究開発を進めていただきたい。

対応：当初目標とした検出精度は概ね達成できたが、現場で一連の作業を実施すると、各誤差が伝搬し、全体としての予測精度が低下することが判明した。個々の技術の精度向上をさらに目指したい。

3. 当初計画した統合的維持管理システムの構築はやや難しいのではないかと懸念があるので、今後の計画を精査し見直してほしい。今後の国際展開にも言及されているが、まずは、しっかりした統合的維持管理システムの構築を目指すことに専念すべきと考える。

対応：検討の結果、統合的に維持管理するシステムには、開発、保守、運用の一連の作業には今後も莫大な費用が生じる。そこで現在、株式会社KMC（兵庫県神戸市）が開発したRASAシステムに、今回のシステムを導入することで運用することとした。

4. 赤外線・抵抗値・磁気による3種類のデータを「統合的に管理するUIを開発し、各種診断を自動的に行い、カルテを作成する」との記述があるが、その総合診断評価について、具体的な評価手法の記述を望む。

対応：上述のとおりRSAシステムに、今回のデータを導入させ、さらに申請者が開発した橋梁劣化予測AIシステムを組み込むことで対応を進めている。

5. 本研究での成果が機器のコンパクト化まで進み、より現場で使いやすいシステムとなることを期待する。

対応：中赤外分光イメージング装置については、小型化を実現した。さらに、本デバイスは他のファンドの支援を受け、さらなる小型化への対応を行っている。

⑧ 研究成果

項目Aにおける中赤外分光イメージングデバイスによる測定結果を吟味すると、従来の据え置き機であるFTIR機の中でも反射法に基づく機器では計測されなかったスペクトルが、本機器では計測された。これはコンクリート表層のみならず、内部の情報に関するスペクトルをも同時に計測できている可能性が高く、この事象は放射光積算効果モデルにより説明可能ではないか、という検証作業に取り掛かっている。当該機器はこれまで、コンクリートの表層のみを計測していたと香川大学チームは考えていたが、この検証が妥当であれば、トモグラフィに関するアルゴリズムを組み合わせることにより、コンクリート内部の任意の位置におけるスペクトルが取得できる、機器の感度等の諸性能が向上されれば、鉄筋付近の塩化物イオン濃度を非破壊で推定できる可能性があることを示唆している。さらには、コンクリートのみならず、地盤や岩盤内部といった地球内部の検査も非破壊で可能であり、物理化学探査の超高度化といった破壊的イノベーションが期待できる。

項目Bにおける腐食診断では、項目Aのデバイスにより塩化物イオン濃度が高い領域において、その直下の領域の鉄筋において一様に腐食が生じているといった仮定を設けることができれば、上述の電流の偏りを考慮しなくてよいことになるため、これらの方法を組み合わせることにより、真の分極抵抗および腐食速度を正しく評価できるものと考えている。分極抵抗の測定結果に対して、適切に電流分散性状を考慮できたこと、測定範囲が真の分極抵抗値に与える影響は限定的であり、簡易な形で既存機による測定結果を補正する

ことができることを提示した。

項目Cにおける破断検知では、国内での検証に加え、国外における検証が進んでいる。イタリアではポルチェベータ高架橋の事故を受け、鋼材破断に対する計測に対するニーズが高まっており、国内外のデータの大量取得とそれに基づいて機械学習モデルがより高性能化している点は特筆すべきである。また、韓国においては、軍事関連車両といった超重量車両の通行による橋梁へのダメージが問題となっており、そのような事例に対する検査結果も多く取得できている。橋梁に対する海外の国特有の問題に対しても解決できるポテンシャルを有している。破断検知アルゴリズムに自然言語処理AIモデルを搭載するといった試みも行っており、技術者に対して非常にフレンドリーなシステムが構築されてきている点も評価している。

これらの株式会社KMCと共同で橋梁点検システムを開発している。表面塩化物イオン濃度や分極抵抗等の計測値を柔軟に取り込むことができ、さらに、それらの測定結果に基づいて既存の構造物の寿命予測まで行うことができている。

⑨ 研究成果の発表状況

・手嶋克智，三輪国大，藤本悠星，岡崎慎一郎：漏洩磁束法で取得された波形に基づくPC鋼材破断に対する自動判別技術の構築，コンクリート工学年次論文集，Vol.46，1657-1662，2024年6月

・角野拓真，岡崎慎一郎，車谷麻緒：鋼材腐食の進行がコンクリート表面の変形性状に与える解析的検討，第24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，Vol. 24, 617-622，

2024年10月

・Katsunori Teshima, Atsushi Yamada, Shinichiro Okazaki, Establishment of Technology to Automatically Determine the Presence or Absence of Steel Wires by Magnetic Data of Pre-tensioned Girder PC Steel Using Non-destructive Testing Device RILEM Bookseries 144-152，2024年11月

・岡崎慎一郎，岡崎百合子，山路徹，与那嶺一秀：材料や曝露環境が塩化物イオン拡散モデルの予測結果に与える影響要因分析，土木学会論文集，Vol.80，No.10，2024年

ほか，英文論文に5編現在投稿中。

⑩研究成果の社会への情報発信

・2025年11月14日（予定）建設物価調査会主催 BIM/CIM講演会 高松センタービル
「コンクリート構造物に対する最先端の非破壊検査手法について」

講演者：岡崎慎一郎（香川大学）

・2025年7月8日（予定）第9回リペア会総会および第39回定例会 基調講演

『次世代の非破壊検査手法による構造物の維持管理』

講演者：リペア会理事・香川大学 岡崎 慎一郎

・広島県建設分野の革新技术活用制度 2024年度登録 コニカミノルタ社「SenrigaN」

- ・令和6年10月30日（水）・31日（木）に「ひろしま建設イノベーション2024」出展

<https://www.youtube.com/watch?v=07KVo20qI-w>

- ・新山将史，大原徳子，高倉一徳，綾部孝之 コニカミノルタ社「SenrigaN」
日本道路会議「優秀賞」受賞
- ・建設コンサルタンツ協会 技術部会 | 道路技術委員会，新技術・新工法に関する講習会
(オンライン講習)，令和6年6月10日（月） 13:10 ～ 17:00
オンライン：Zoomウェビナー配信 参加者 189名（62社）
『非破壊検査SenrigaN の紹介』講師：コニカミノルタジャパン

⑪研究の今後の課題・展望等

今後の展望は以下の通りである．

中赤外分光イメージング技術の革新と応用展開：

現在検証中の「放射光積算効果モデル」を確立し，コンクリート内部の情報を非破壊で取得する技術を確立する．さらに，トモグラフィアルゴリズムとの融合により，内部の任意の位置における塩化物イオン濃度を定量的に推定する技術開発を加速させる．これにより，従来不可能であった鉄筋位置での腐食リスクを非破壊で評価することを目指す．

将来的には，この技術を地盤や岩盤内部の調査にも応用し，物理化学探査分野における破壊的イノベーション創出を視野に入れる．

腐食診断と破断検知技術の高度化：

(腐食診断) 中赤外分光イメージング（項目A）で得られる高濃度領域の情報を活用し，分極抵抗法（項目B）の評価精度を飛躍的に向上させる複合評価手法を確立する．

(破断検知) 国内外で多様な条件下（事故後，超重量車両通過等）のデータを継続的に取得し，機械学習モデルの精度と汎用性をさらに高める．自然言語処理AIの機能を拡張し，技術者がより直感的に劣化状況を判断できるユーザーフレンドリーなシステムの完成を目指す．

統合橋梁点検システムの完成と社会実装：

KMC社と共同開発中の橋梁点検システムに，上記で高度化した各技術（A, B, C）の最新成果を随時実装する．各計測データを統合的に解析し，劣化要因の特定から構造物の残存寿命予測までを一気通貫で行える，高精度な統合診断ソリューションを完成させる．

最終的には，この統合システムを国内外の橋梁維持管理の現場へ社会実装し，点検の高度化・効率化を通じて，予防保全型のインフラマネジメントの実現に貢献する．

⑫研究成果の道路行政への反映

1. 効率的かつ早期の劣化進行評価による予防保全の推進:

中赤外分光イメージングによるコンクリート表面の塩化物イオン濃度および含水率分布の可視化は，従来の近接目視では困難であった劣化の初期段階を非破壊かつ広範囲に把握することを可能とする．これにより，従来は発見が遅れることが多かった塩害劣化の兆候を早期に捉え，適切な予防措置を講じることが可能となる．

劣化懸念箇所を特定することで，その後の詳細な調査や対策を効率的に実施できるようになり，点検・補修にかかるコストや時間を大幅に削減できる．早期の劣化発見と予防保全の実施は，橋梁の長寿命化に繋がり，結果として維持管理費の抑制，ひいては道路予算

の効率的な活用に貢献する。

2. 内部鋼材の腐食状態の非破壊評価による安全性向上:

分極抵抗法に基づいた腐食速度の非破壊評価は、コンクリート内部の鋼材腐食の進行度を定量的に把握することを可能にする。これにより、構造物の耐荷性能に影響を与える可能性のある腐食の程度を正確に評価し、早期の補修や補強の必要性を判断することができる。

磁気センシング技術による鋼材破断の検知は、重大な事故に繋がりにくい鋼材の破断を早期に発見し、迅速な対応を可能にする。

これらの非破壊評価技術の導入により、従来のような一部破壊を伴う調査を減らし、供用中の橋梁の安全性と信頼性を高めることができる。

3. データに基づいた合理的かつ持続可能な維持管理戦略の策定:

本研究で得られるコンクリート表面の劣化情報、内部鋼材の腐食速度、破断の有無などのデータは、橋梁の健全度を客観的に評価するための重要な指標となる。これらのデータを蓄積・分析することで、地域や環境条件に応じた劣化の進行傾向を把握し、よりの確な維持管理計画の策定に役立てることができる。

非破壊検査による効率的な点検とデータに基づいた維持管理戦略の実施は、ライフサイクルコストの最適化を図り、持続可能な道路インフラの維持に貢献する。

国内外への実装による波及効果:

本研究で開発された技術は、国内のみならず、同様の課題を抱える海外の橋梁維持管理においても応用が期待される。技術の国際展開を通じて、日本の先進的な橋梁維持管理技術を示すとともに、国際的な安全基準の向上にも貢献する可能性がある。

以上の点から、本研究の成果は、橋梁の安全性向上、維持管理コストの削減、道路予算の効率的活用、そして持続可能な道路インフラの実現に貢献し、ひいては国民の安全・安心な生活を支える道路政策の質の向上に大きく寄与するものと考えられる。

⑬自己評価

自己評価: 概ね達成

目標の達成状況:

項目Aは達成、項目Bは評価が困難であったが概ね達成、項目Cは達成、項目Dは現在も遂行中である。

手法の適用性検討: 3手法の要素技術は確立済みであり、RC/PC橋梁への適用に向けたデータ取得・分析は進捗中。一部、現場適用における課題も見えてきたが、引き続き検討を行うことで目標達成は概ね可能と見込まれる。

国内外への実装目標: 国内外の橋梁管理者・研究機関との連携を開始しており、技術説明やデータ共有を通じて実装に向けた基盤構築を進めている。

研究成果:

中赤外分光イメージングによる塩化物イオンの可視化技術の現場での適用性を確認した。分極抵抗法による腐食速度評価アルゴリズムの改良と、実橋梁への適用に向けた検証を開始した。磁気センシングデバイスによる鋼材破断検知の基礎データを取得した。

今後の展望:

現場での実証実験を通じて各手法の有効性と課題を明確化し、改良を進める。3手法を統合

した総合的な劣化評価システムのプロトタイプ開発を目指す。国内外の橋梁管理者への技術PRと連携強化を図り、実装に向けた具体的な戦略を管理者と立案する。取得したデータを活用し、AI等を用いた劣化予測モデルの構築を検討する。

道路政策の質の向上への寄与：

早期かつ非破壊での劣化検知により、予防保全を推進し、維持管理コストの削減と橋梁の長寿命化に貢献する可能性が高い。客観的なデータに基づいた合理的で効率的な維持管理戦略の策定を支援し、道路インフラの安全性向上と持続可能性に寄与する。新技術の導入は、点検業務の省人化や高度化にも繋がり、技術者の負担軽減や効率化に貢献する可能性がある。

研究費の投資価値：

老朽化が進む橋梁インフラの維持管理は喫緊の課題であり、本研究はその解決に貢献する可能性を持つため、社会的ニーズは高い。本手法のような、独自技術の組み合わせによる革新的な評価手法の開発は、今後の橋梁メンテナンス分野における技術的優位性を確立する可能性がある。国内外への実装が実現すれば、関連産業の活性化や国際貢献にも繋がる。したがって、研究費の投資価値は十分あったと認識している。

自己評価の理由：

項目Aに関しては、デバイスに資材に関する海外事情の影響を受け、やむを得ず計画変更を強いられたが、プロジェクト全体としては計画に沿って着実に進捗し、実橋を対象とした検討により具体的な成果も出始めており、道路政策への貢献の可能性も十分に示唆された。ただし、実用化・実装には更なる研究開発と関係機関との連携が必要であるため「概ね達成」とした。研究費は、将来的な社会実装による経済効果や安全性の向上を考慮すると、十分な投資価値があったと考えられる。