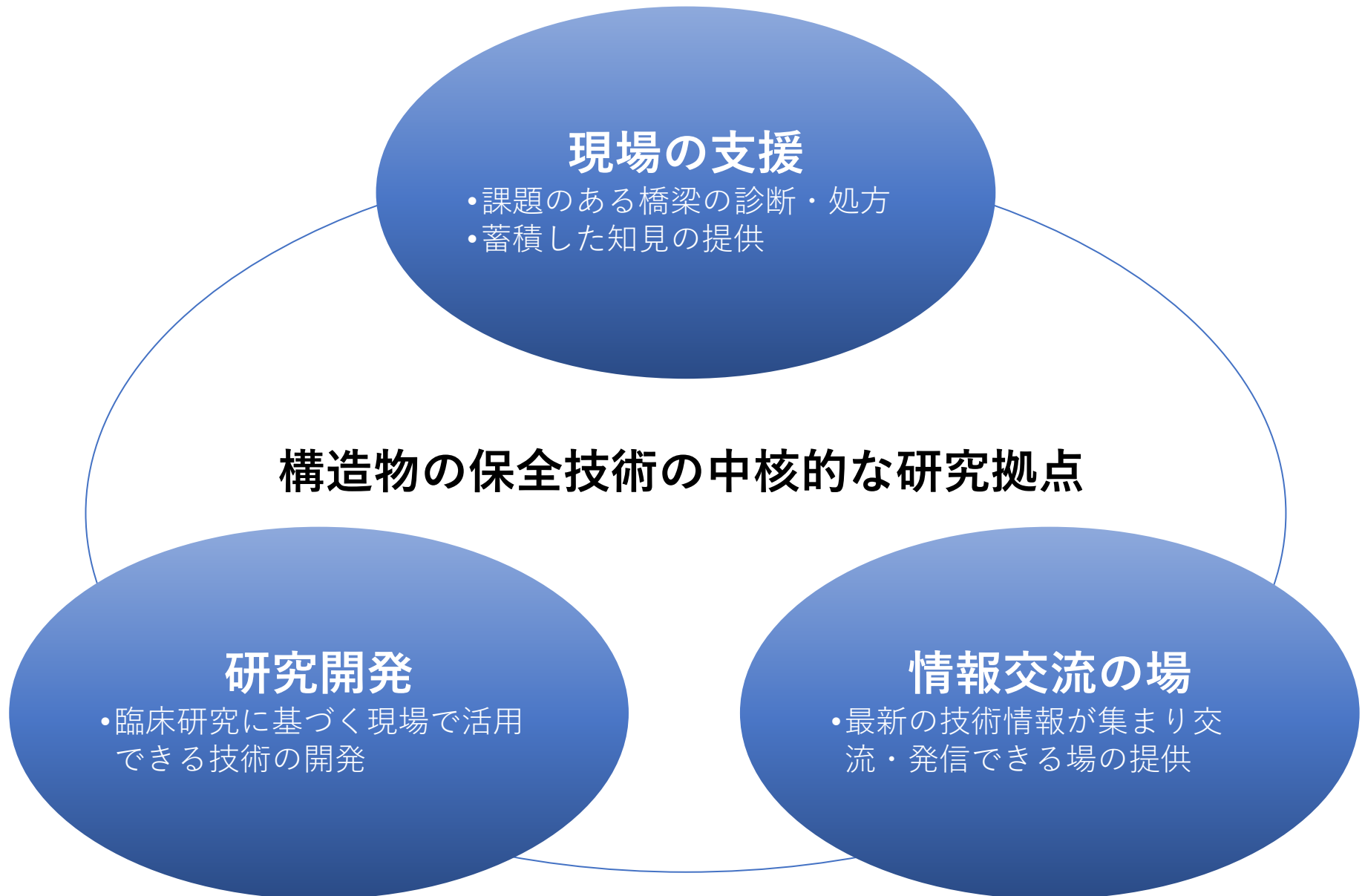




道路管理者等と協働したCAESARの取り組み

土木研究所 構造物メンテナンス研究センター
上席研究員 松實崇博



「荒廃する日本」にしないための研究

- ▶ 構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術開発

より長寿命な構造物への更新・新設を実現させるための研究

- ▶ 社会インフラの長寿命化・最適化を目指した更新・新設に関する研究

「災害脆弱国家・日本」としないための研究

- ▶ 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

構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術開発

①診断AIシステムの構築と 診断の信頼性向上に関する研究

- ・ 損傷メカニズムの解明と診断セットの体系化、診断技術の確立
- ・ 現場実務に適用可能な診断AIシステムの構築（実証を繰り返し随時改良）

②鋼橋の予防保全型 メンテナンスに関する研究

- ・ 目視困難、狭隘部の点検診断措置技術、ドローンによる点検省力化

③コンクリート橋の予防 保全型メンテナンス に関する研究

- ・ コンクリート橋の塩害、RC床版の土砂化

④河川洗掘に対応した橋 梁下部構造の予防保全型メ ンテナンスに関する研究

- ・ 基礎の洗掘（河川と連携した対策工法）

⑤支承の予防保全型メンテナ ンスに関する研究

- ・ 支承部の機能障害につながる変状を予防保全段階で検知する手法等

社会インフラの長寿命・最適化を目指した更新・新設に関する研究

⑥3次元挙動を考慮した信頼性の高い新設橋の設計手法の開発

- ・ 3次元FEM解析の高度化による鋼橋の疲労耐久性に優れる構造の提示や照査方法の提案
- ・ 3次元簡易解析（骨組み）の高度化による鋼桁橋の応答評価方法の提案 →実応答の再現性向上

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

⑦リスクマネジメントに基づく道路橋のレジリエンス技術に関する研究

- ・ レベル2地震動に対する迅速な応急復旧を実現する新技術・新材料の評価技術、超過外力に対する損傷制御設計法の開発

⑧多様な現場条件に対応した道路橋基礎の耐震補強技術に関する研究

- ・ 多様な現場施工条件や耐震性不足要因に応じた補強工法の性能検証法及び設計法

構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術開発

予防保全に関する技術開発（主要研究を補う研究）

- ①コンクリート橋の桁端部の予防保全的塩害対策に関する研究

事後保全に関する技術開発※（部材の補修設計の研究）

- ②塩害により劣化したコンクリート橋の外ケーブル工法による補強設計法に関する研究
- ③FRPシート接着されたコンクリート橋の限界状態設計法に関する研究

※修繕工事の進捗に伴って明らかになってきた技術的課題や新技術に対する検証手法の構築等、事後保全の課題にも対応

社会インフラの長寿命・最適化を目指した更新・新設に関する研究

- ④鋼部材の耐久性設計における作用とその影響の不確実性の考慮方法の提示
- ⑤コンクリート構造接合部の合理的設計法に関する研究
- ⑥道路橋下部構造の設計及び施工に関する実態調査

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

- ⑦地震後の道路橋の点検・診断に資するAI・デジタル技術の活用に関する研究
- ⑧設置条件を踏まえた制震ダンパーの評価手法に関する研究
- ⑨損傷制御を考慮した橋梁の耐震補強方法に関する研究
- ⑩橋台及びアプローチ部の耐震性強化技術に関する研究
- ⑪積層ゴム支承のせん断抵抗の品質評価手法に関する研究
- ⑫大規模データ解析に基づく耐震設計の信頼性向上に関する研究

道路管理者

自治体、高速会社

国交省

道路局、国総研、地整

研究機関

大学、学会、国研

業団体

橋建協 PC建協
全地連 建コン協
日本支承協会 ゴム支承協会



道路協会

土研センター
JICA FHWA
PIARC fib、

土木研究所

寒地
iMaRRC
道路技術研究G
地質・地盤研究G
河道保全研究G

道路管理者との協働＜沖縄県＞

○2009年3月18日に沖縄県、（公財）沖縄県建設技術センター※と「沖縄県離島架橋100年耐久性検証プロジェクト」に関する協力協定を締結

※2025年から琉球大学も加盟

○目的：厳しい塩害環境下にある沖縄県の離島架橋を対象とした調査を通して、100年余供用するための維持管理手法の確立



道路管理者との協働<沖縄県>

いらぶ

○伊良部大橋において、過酷な塩害環境でのコンクリートの耐久性を検証すべく、下部構造のコアを建設段階から定期的に採取

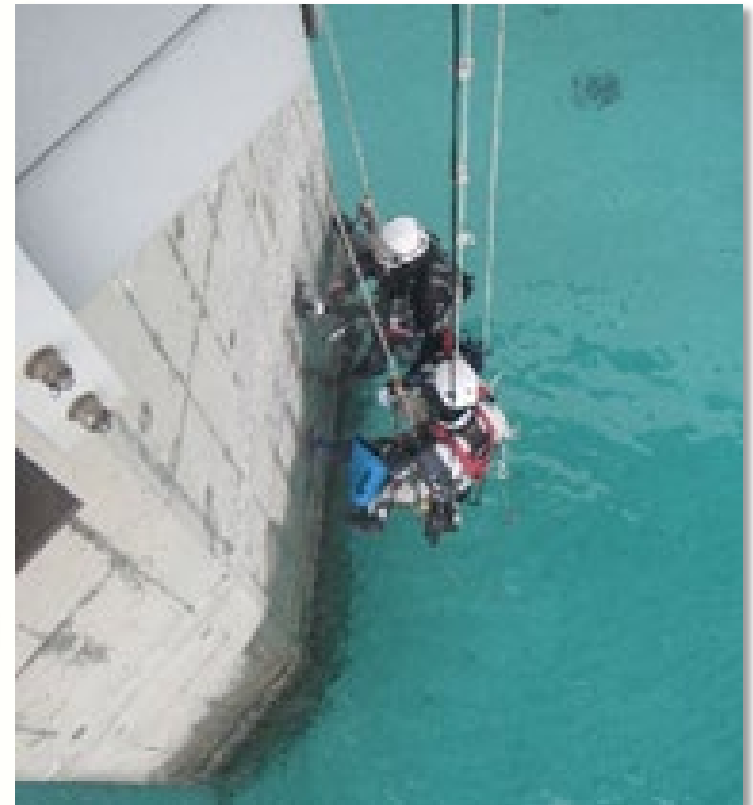
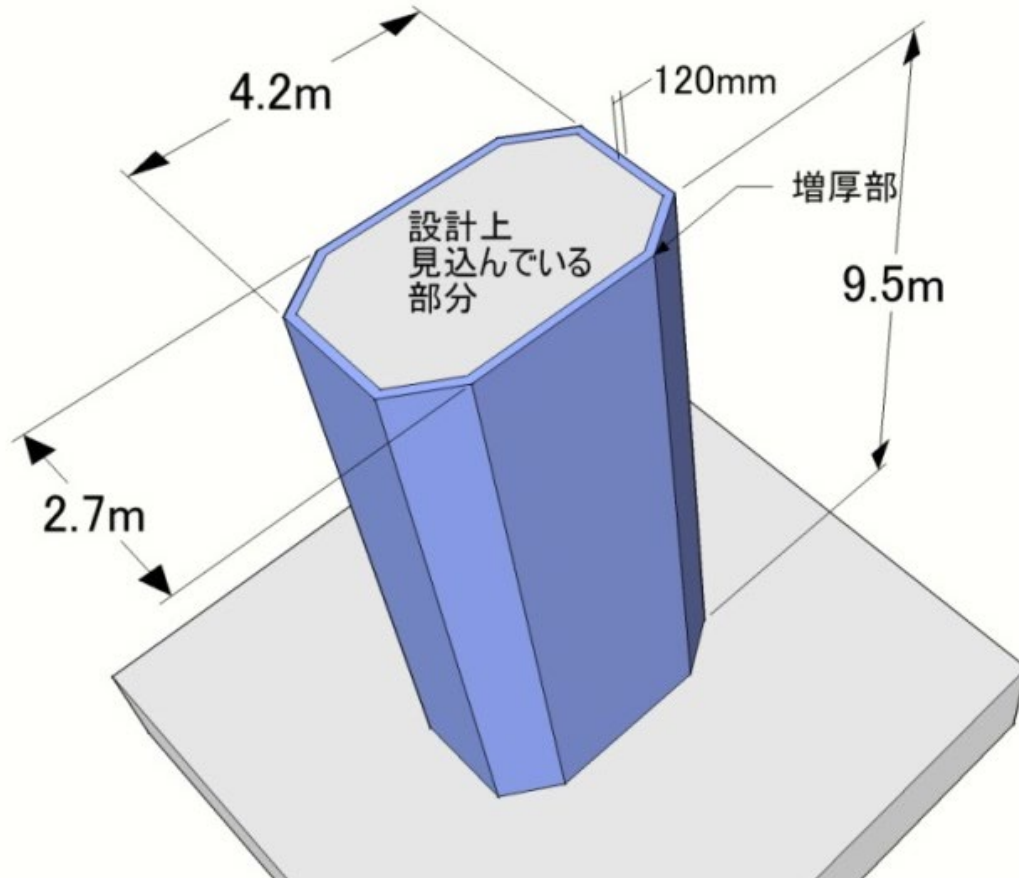


伊良部大橋

- ・ 2015年1月開通
- ・ 橋長3,540m
- ・ 平成14年道路橋示方書適用
- ・ 塩害の対策区分：S
- ・ 下部構造：かぶり90mm＋エポキシ樹脂塗装鉄筋使用
- ・ 沖縄県では塩害に加え、アルカリシリカ反応への対策が課題
→塩化物イオン浸透とアルカリシリカ反応の抑制などを目的として
フライアッシュコンクリートを採用

道路管理者との協働<沖縄県>

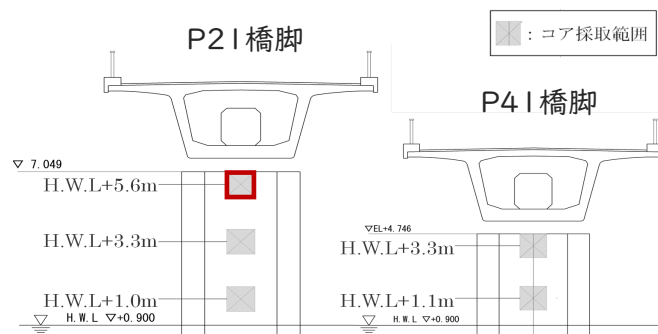
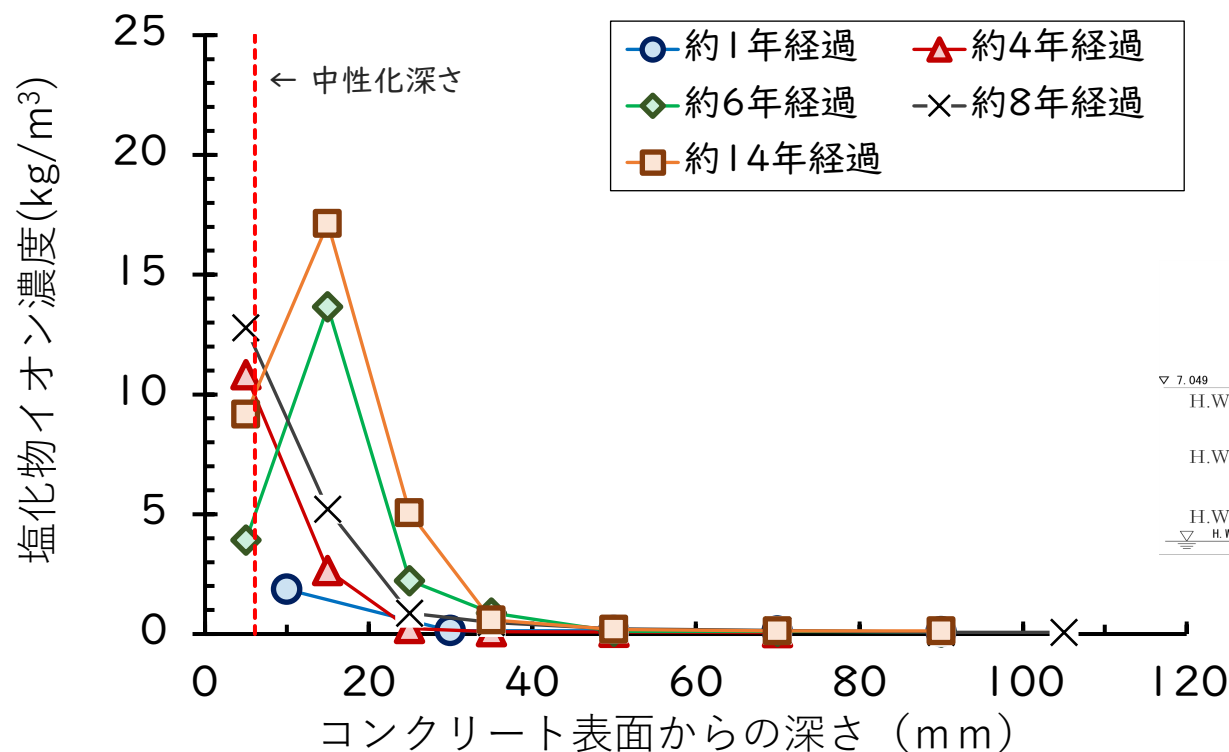
- P21橋脚とP41橋脚は、耐久性追跡調査を目的とした継続的なコンクリートコア採取が可能となるように、建設当初から、塩害対策の観点から必要となるかぶりに加えて120mm増厚
- 2010年から2023年までの約14年間に、P21橋脚では計5回、P41橋脚では計4回の調査を実施



道路管理者との協働<沖縄県>

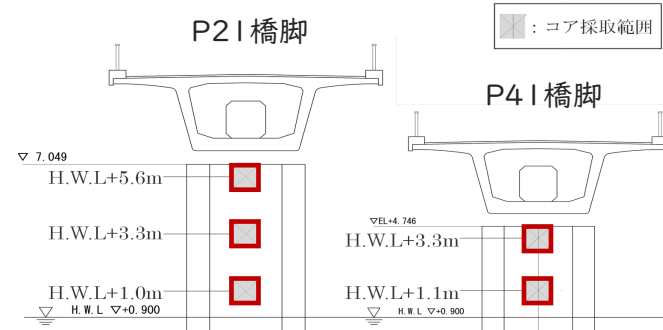
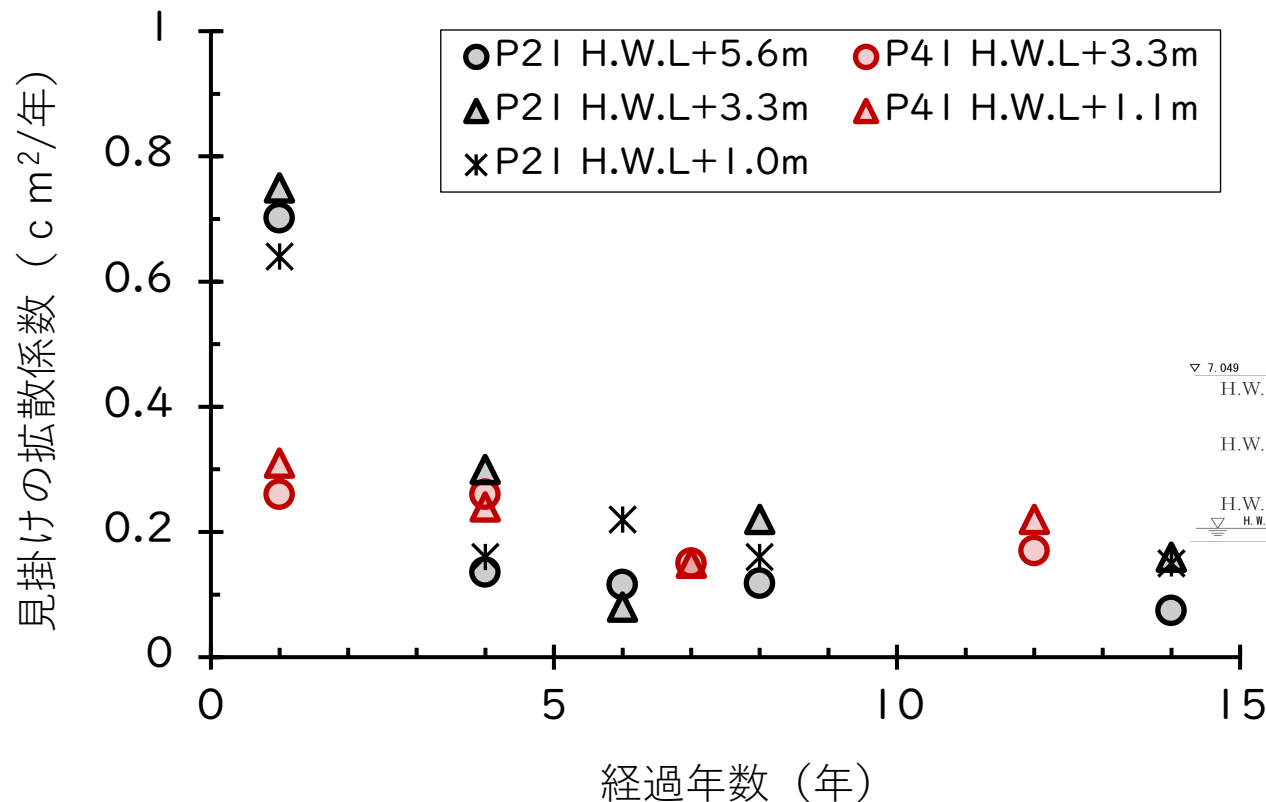
- 塩化物イオン浸透：コンクリート表面から深さ50mm以深には塩化物イオンの浸透は確認されず
- 経過年数6年及び14年では、中性化による塩化物イオンの濃縮を確認
⇒同じ橋脚，採取区画内においても塩化物イオンの浸透状況に違い

P21橋脚 (H.W.L+5.6 m)



道路管理者との協働<沖縄県>

- 見掛けの拡散係数：経年に伴い低下。経過年数6～7年以降は概ね一定で推移
⇒フライアッシュのポゾラン反応によりコンクリート内部が緻密化したことで塩化物イオンの浸透が抑制されたことが寄与したと考えられる



道路管理者との協働<沖縄県>

- 県が策定する離島架橋に係る維持管理マニュアルやフライアッシュコンクリートの配合及び施工指針の策定・改定等に寄与
- その他、定期点検に対するアドバイス等

沖縄県におけるフライアッシュコンクリートの
配合及び施工指針

第2回改訂版

令和 6年 3月



沖縄県土木建築部

道路管理者との協働<富山市>

○2016年6月16日に富山市と「橋梁の維持管理に関する研究協力協定」を締結

○目的：富山市が管理する道路橋の健全度の把握や措置の検討を通じた、自治体の道路橋の維持管理業務の高度化・効率化手法の確立



道路管理者との協働<富山市>

- 連絡会議を毎年実施し、意見交換を実施
- 連絡会議の開催にあわせて富山市が管理する橋梁に赴き、現地の状況を直接確認しながら意見交換を行うことも
- 土研：地方公共団体における維持管理業務の現状を把握して今後の研究に役立てる
- 富山市：当所が保有する様々な知見を維持管理の現場に活用



連絡会議の様子（R7年度）

現場視察（神通大橋）の様子（R7年度）

道路管理者との協働<富山市>

○富山市が管理する橋梁を土研の研究フィールドに



ゴフク バシ
五福4号橋
(富山市)



老朽化により撤去されたRCT桁の疲労載荷試験

○コンクリート床版の土砂化は、橋の下からの点検（現状の目視点検）では進行するまで発見できない。



センターライン付近（舗装打継目）での床版土砂化

○コンクリート床版の土砂化は、橋の下からの点検（現状の目視点検）では進行するまで発見しづらい。

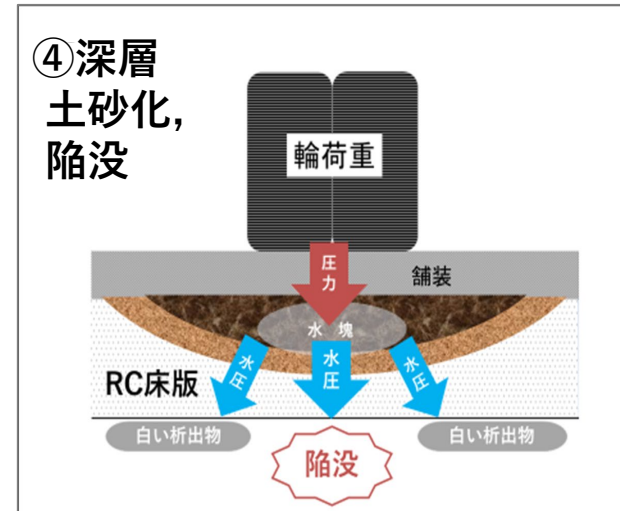
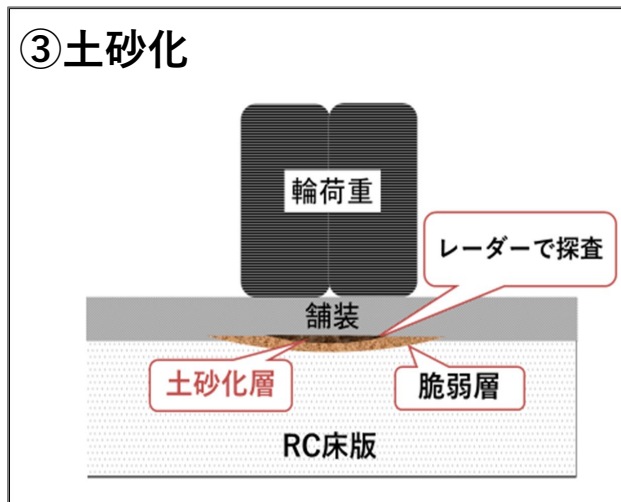
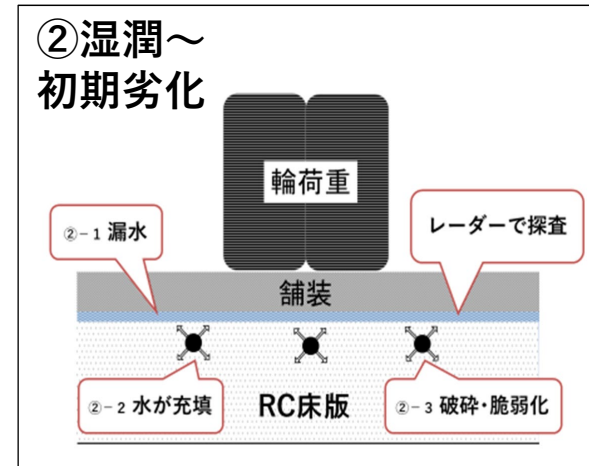
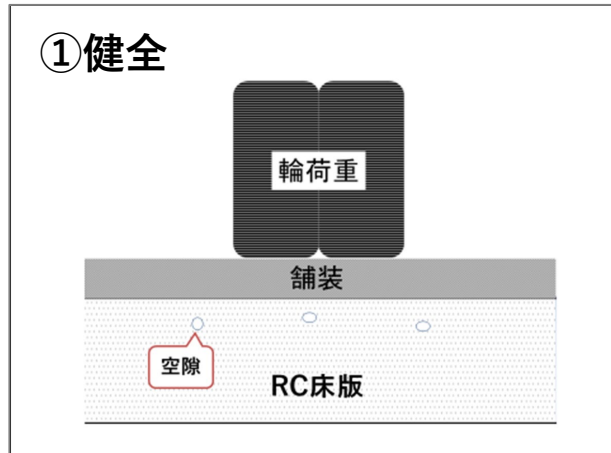


損傷の兆候無し（5年前）



陥没が発生

- 土砂化の原因となる床版上面の滞水に着目
- 電磁波レーダを用いて滞水範囲を推定する「滞水推定AI」を開発



床版土砂化の発生メカニズム (推定)

AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究
(実施期間：2021年3月10日～2026年3月31日)

地整MC

- ・フィールドの提供
- ・撤去床版の提供

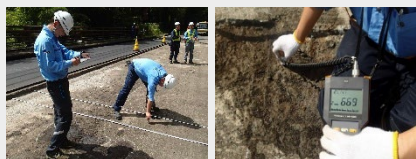
連携

土木研究所 CAESAR

- ・滞水推定AIの開発及び改良
- ・非破壊検査技術の適用性の検証
- ・点検手法の提案

茨城県 富山市

- ・フィールドの提供



ニチレキ 復建技術コンサルタント

- ・非破壊検査の実施



大日本データコンサルタント

- ・取得データの分析





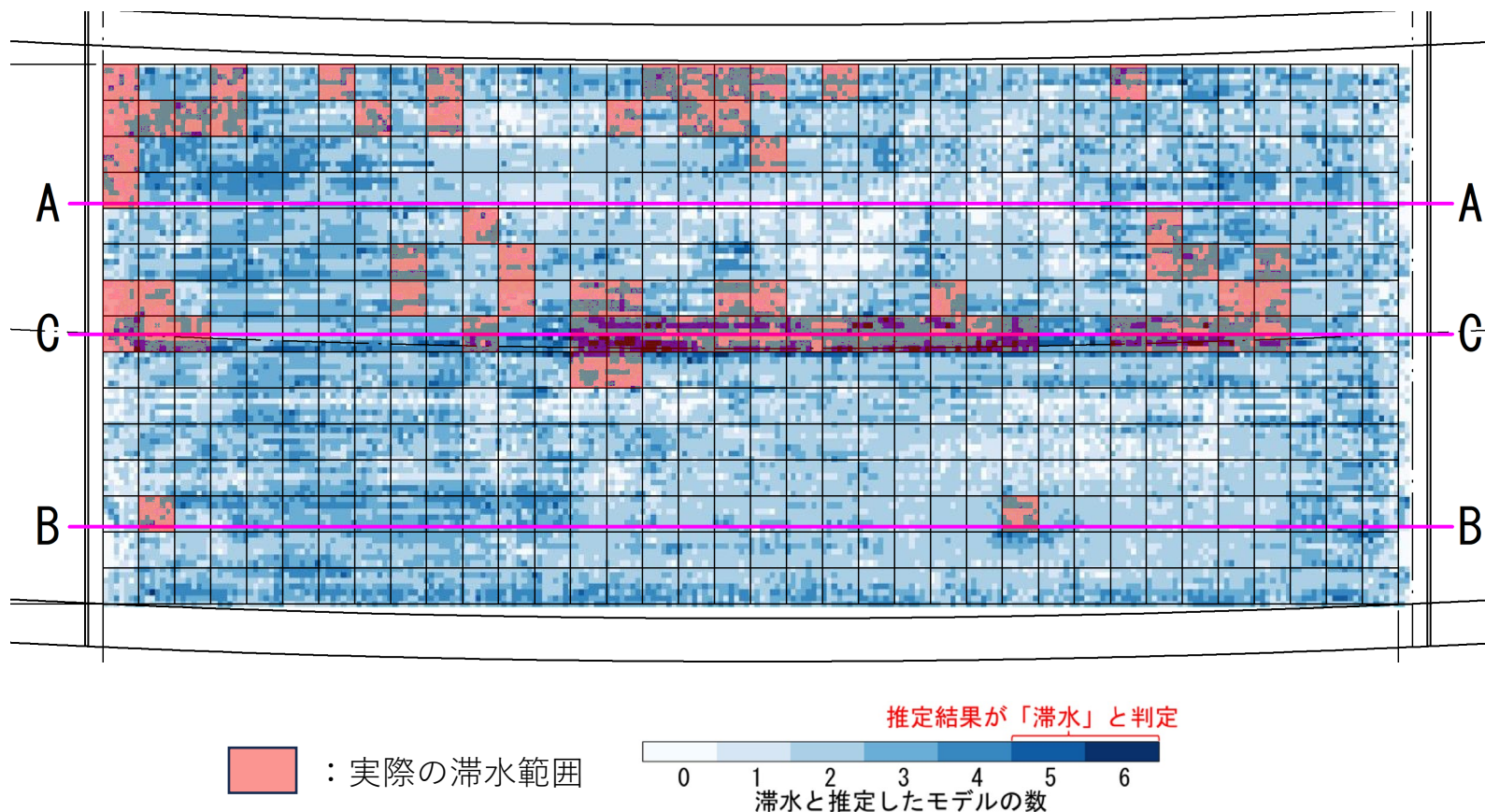
コナガタニバシ
小長谷橋
(富山市)



RC床版の土砂化に関する現地調査

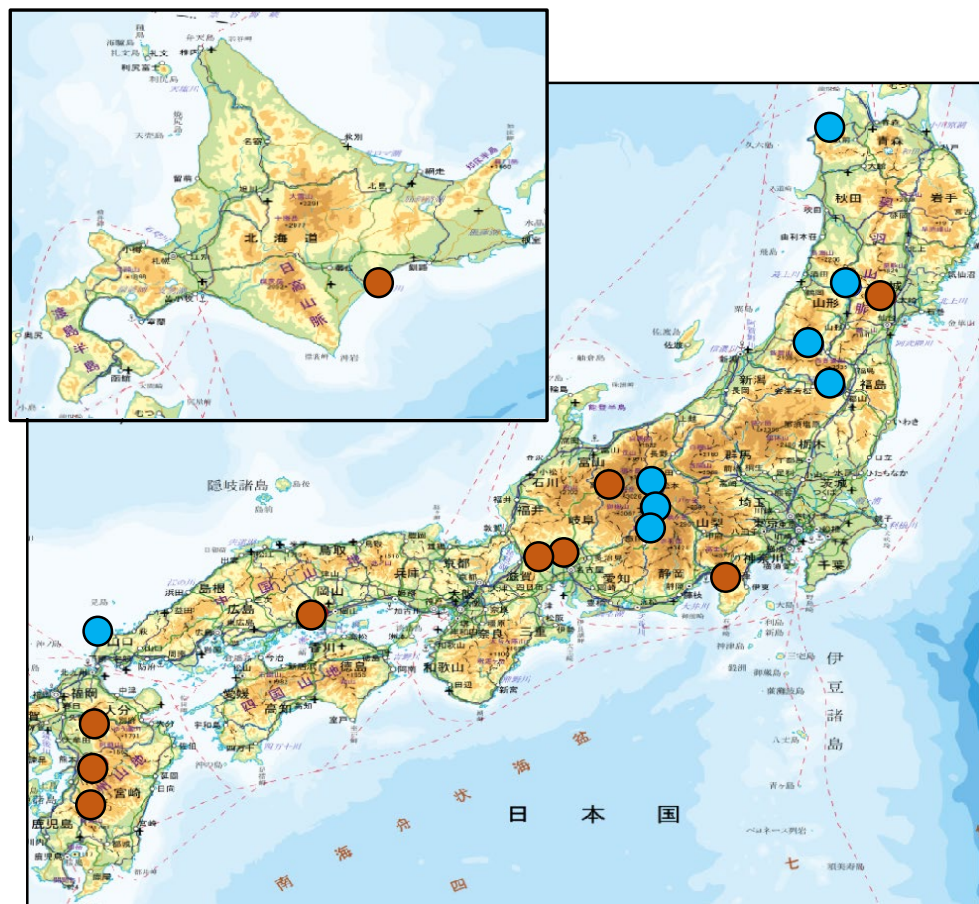
- A,B,Cライン合計で正解率は80%程度、見逃し率は10%程度
- 成果は共同研究報告書として公表済み。教師データも提供可

AIの推定結果と滞水範囲の比較検証



- 洗掘による橋梁の被災が毎年全国的に発生
- 橋梁の洗掘被災メカニズムを理解して、適切に状態を把握することが重要

直近5年間における河川橋梁の洗掘被災事例



● 道路橋の被災 ● 鉄道橋の被災

※土研で把握している主な被災事例のみ掲載

2021年被災



2カ月間の通行止め
2023年10月仮設歩道橋開通
全面復旧は2028年を目標

○富山市管理橋梁の洗掘調査

- ・ 2023年から梅雨や台風等による出水の前後に洗掘調査を実施（4～5橋）
- ・ 水深・流速の計測や橋梁周辺の流況の観察を実施



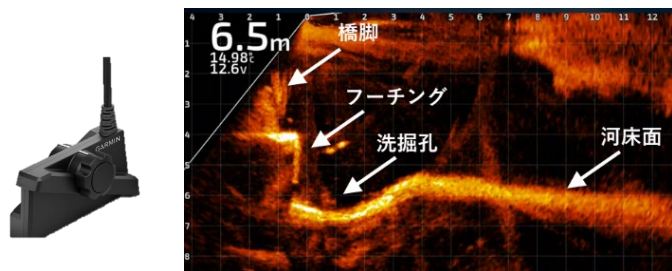
レッドロープ等を用いた水深計測



深浅計測

○橋の上から簡易な方法で洗掘調査ができる点検手法を開発中。

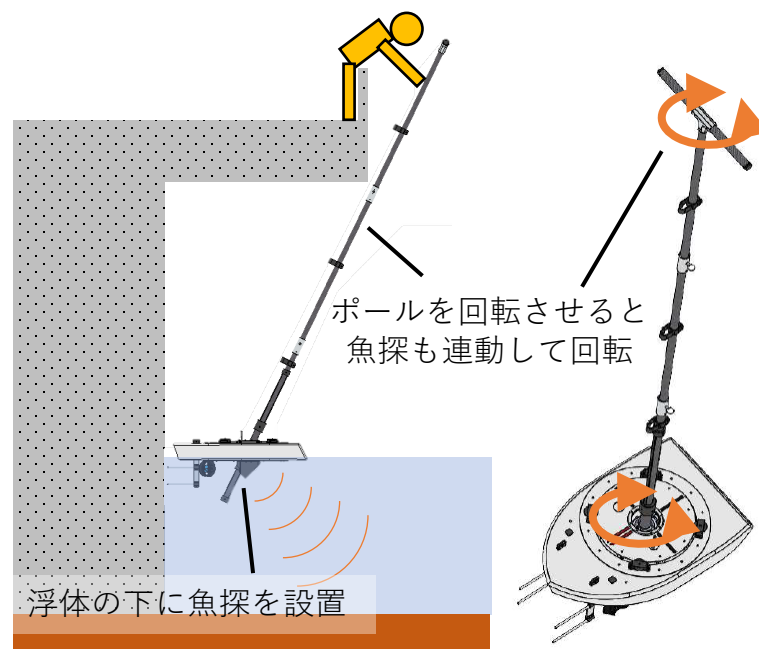
魚群探知機(音響ソナー)を用いた河床計測



計測した音響画像の例

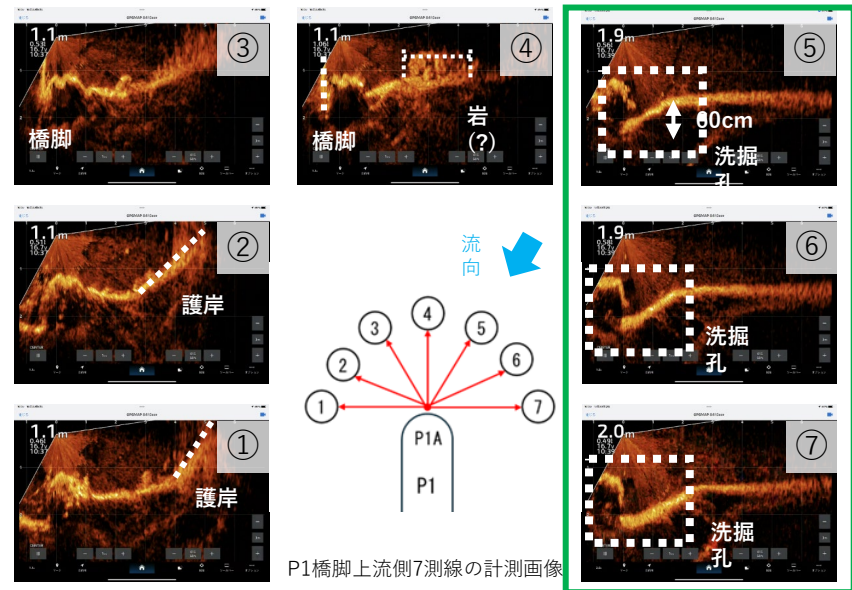
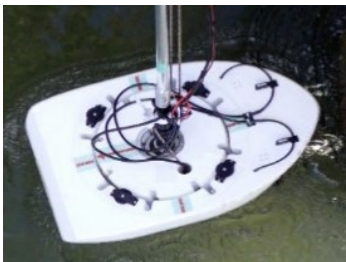
特徴

- ・リアルタイムで計測対象との距離が計測可能
- ・橋脚や基礎の露出状況が確認可能
- ・濁度の影響を受けない



河川に近づくことなく、橋の上から任意の360度方向に計測可能

計測した音響画像の結果（P1上流側）



P1の側面(⑤～⑦)で60cm程度の洗堀深を確認

現場の支援<令和8年熊本地震>





亀裂が生じた鋼橋に関する技術支援



耐震補強工事中に損傷した橋に関する技術支援

共同研究(コンクリート関係)

○道路管理者、産、学と連携した研究を実施中

立体挙動を考慮した
設計法

ASR・塩害の
複合劣化

耐久性能の
信頼性評価法

外ケーブル補強
設計法

プレキャスト部材
接合部の設計法

FRP補修・補強
設計法

[背景3]既設橋の性能評価や修繕設計に関する基準類の策定と充実の観点

- 既設橋の現性能を評価するための調査や、評価の方法や手順がないことに対し、基準類の策定を行う。
- 性能規定化された道路橋示方書を準用することで、修繕の目的に応じた要求性能の設定や、塑性化を考慮する部位を適切に組み合わせた合理的な修繕を実現できるように、基準類を充実する。

道路橋定期点検要領 抜粋

7. 措置

道路の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずる。

【法令運用上の留意事項】

措置には、補修や補強などの道路橋の機能や耐久性等を維持又は回復するための対策のほか、撤去、定期的あるいは常時の監視、緊急に措置を講じることができない場合などの対応として、通行規制・通行止めがある。

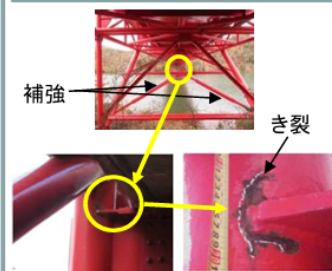
措置にあたっては、最適な方法を道路橋の道路管理者が総合的に検討する。定期点検は近接目視を基本とした限定された情報で健全性の診断を行っていることに留意が必要である。たとえば、対策方法の検討のために追加で実施した調査の結果を踏まえれば、橋の措置方針が変わることも想定される。その場合には、橋の健全性の診断区分も適切に見直すことができる。

監視は、対策を実施するまでの期間、その適切性を確認した上で、変状の発動を速に把握し、必要に応じて道路橋の管理に反映するために行われるもので

多様な交通状況、損傷状態がある。

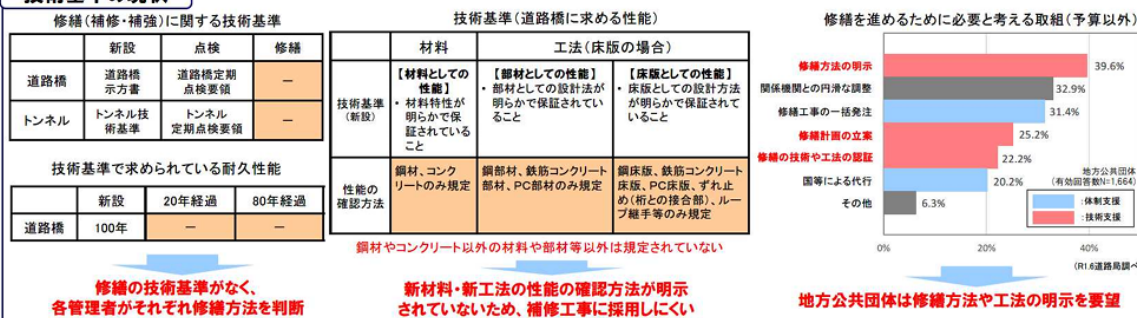


耐荷性能だけではなく、耐久性にも配慮し、修繕設計がされる必要がある。



第11回道路技術小委員会(2019年10月10日)資料2-3道路メンテナンスを支える技術について抜粋

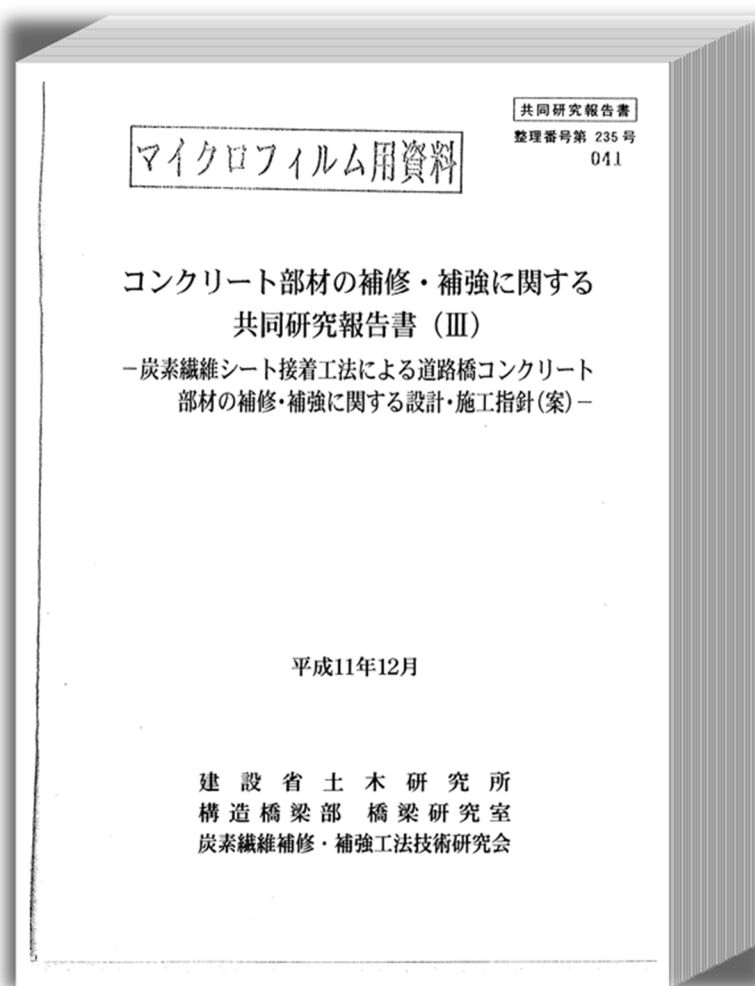
技術基準の現状



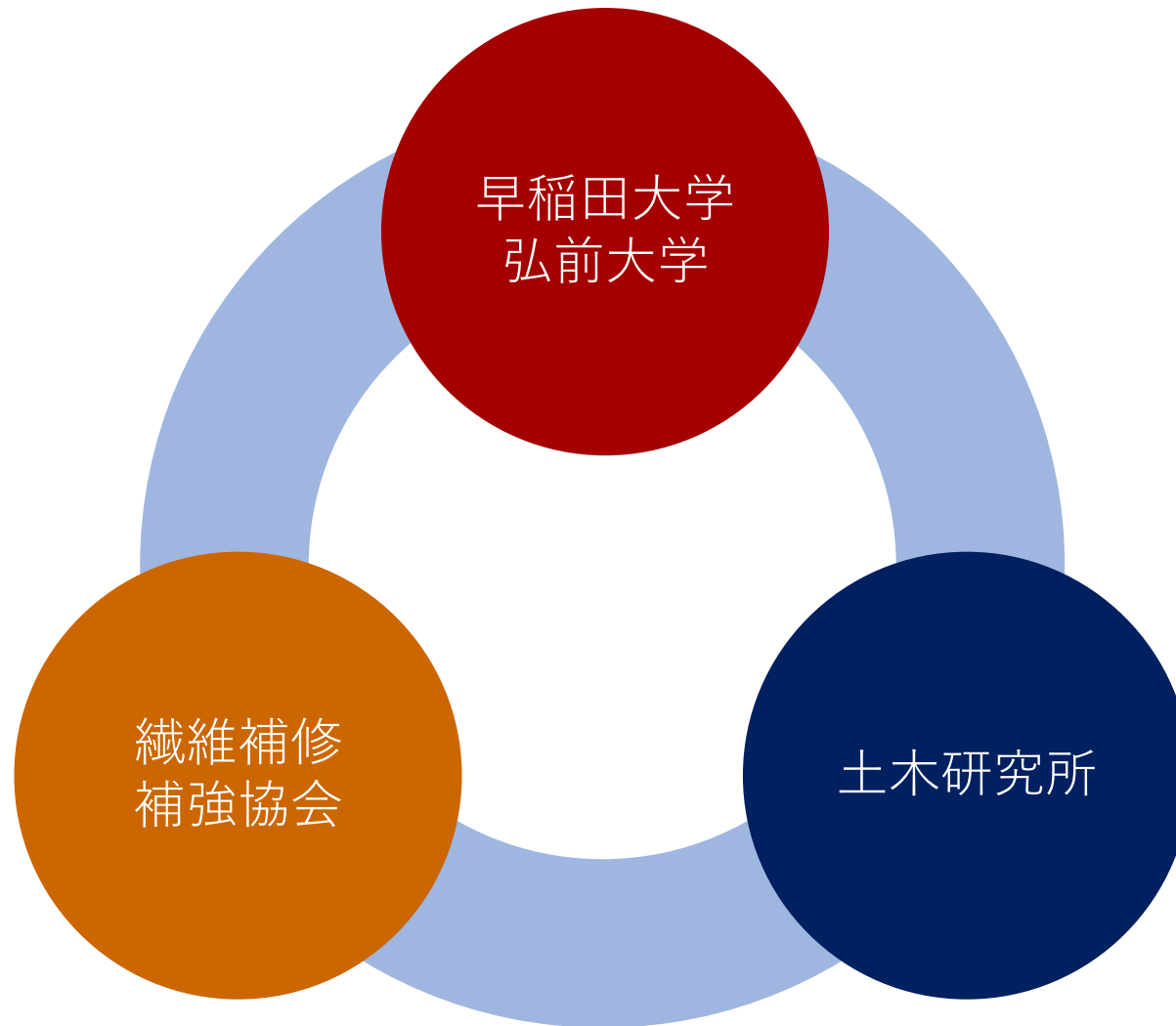
5

共同研究(FRP補修・補強設計法)

- FRPは高強度・高耐食性・軽量。道路橋の補修・補強材料として多く適用
- 疲労寿命予測式の構築に向けた検討、定着構造の標準化に向けた検討を現在実施中

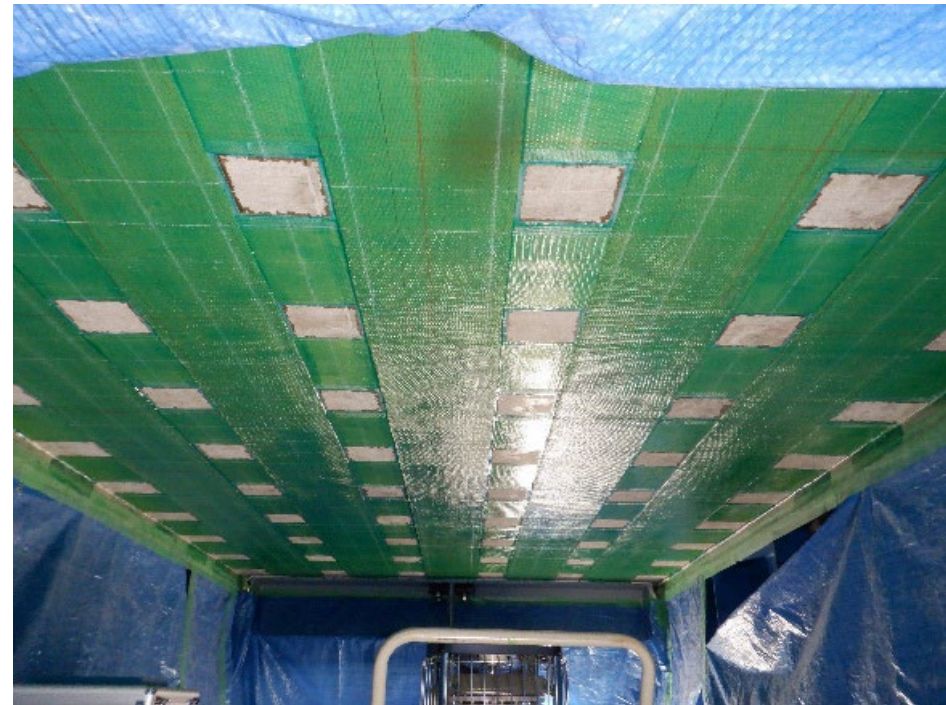
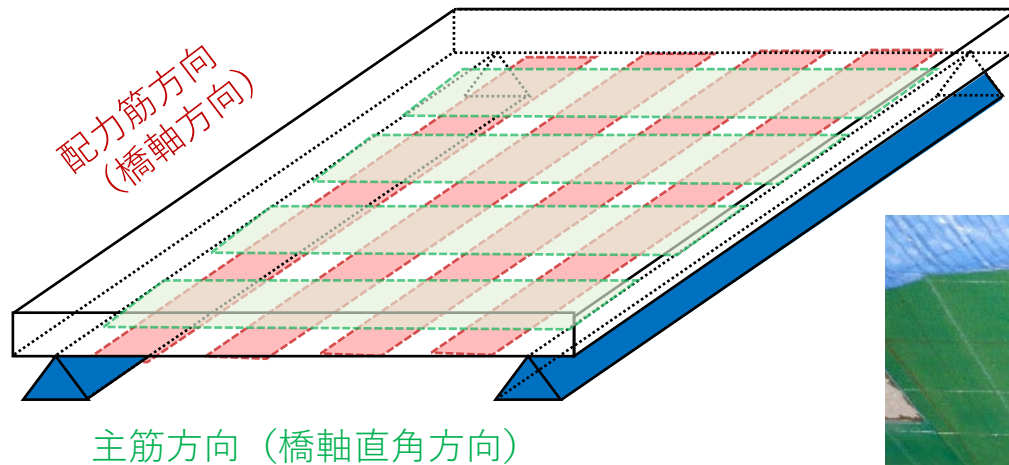


共同研究(FRP補修・補強設計法)



共同研究(FRP補修・補強設計法)

- 主筋/配力筋方向の補強量の違いが疲労耐久性に及ぼす影響を検討すべく、補強量を変化させた輪荷重走行試験を実施



実験供試体

CAESARが大切にする価値観
「現場の役に立つ」



これからも関係者と共に技術を磨き、
最新の技術を全国へ

さいごに 交流研究員を募集しています

● 交流研究員

※募集中

交流研究員制度とは	本制度は、国内の他機関に所属する職員等を土木研究所に受け入れる制度です。土木技術水準の向上や、土木研究所と派遣元双方の業務の質の向上に資することを目的としております。土木研究所は研究活動を通じて交流研究員の指導を行います。 パンフレット (276KB) をご覧ください。
資格	実務経験4年以上（修士の場合2年以上）
選考方法	交流研究員受入れ審査会による選考
提出書類	土木研究所の指定する申請書等 一式
受入期間	6ヶ月以上 2年以内
給与等	給与、旅費、各種手当等は派遣元負担
職務概要	当所の研究員とともに、特定の研究課題に係わる調査・試験および研究開発を実施する。
規程等	交流研究員受入れ規程及び取扱要領 (108KB) 交流研究員受入れ申請書（様式1） (Word形式) (19KB) 交流研究員人事記録（別紙） (Word形式) (17KB)
公募状況	募集中 第1回応募締切：令和8年12月11日(金)17:00必着 第2回応募締切：令和9年6月11日(金)17:00必着 ※募集内容の詳細に関しましては、PDFファイルをご確認ください 令和9年度国立研究開発法人土木研究所交流研究員の受入れについて (224KB) 令和9年度交流研究員受入れ課題一覧 (329KB)
問い合わせ先	国立研究開発法人土木研究所 企画部 研究企画課 交流研究員担当 〒305-8516茨城県つくば市南原1-6 TEL：029-879-6751 Mail：saizou-kikaku[AT]pwri.go.jp ※メールを送信する場合は[AT]を@と変更して下さい。

