課題B:先進的なインフラメンテナンスサイクルの構築

SiP 戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

b-1:デジタル技術を活用した診断・評価・予測技術
b-2:構造物内部や不可視部分などの変状・予兆の検知技術
～コンクリート構造物の表層近傍の物理的・化学的劣化のデジタルデータ化及び劣化予測技術の開発に関する研究～

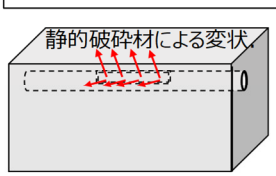
本研究開発は、スマートインフラマネジメントの実現に不可欠な「コンクリート構造物の表層近傍の物理的及び化学的劣化のデジタルデータ化及び劣化予測の実現」を目的としています。「劣化の時間発展情報を有するコンクリート供試体」を用いて、「コンクリートの表面振動を遠隔で計測するレーザー打音検査装置」と、「コンクリート表面の化学組成を遠隔で計測するLaser Induced Breakdown Spectroscopy(LIBS)装置」を適用することで、コンクリート構造物の物理的及び化学的な劣化状態の時間発展をデジタル化し、劣化機構に基づく劣化予測AI技術を開発します。

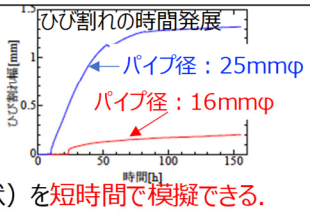
コンクリート構造物の表層近傍の物理的・化学的劣化のデジタルデータ化、及び劣化予測技術の開発.

深度の区分	変状の種類と要因	従来の検査
内部（50mm～）	空洞, はく離 ・地盤の変動(物理的劣化) ・鉄筋腐食, 材質劣化(化学的劣化)	X線 電磁波 超音波
表面近傍（0～50mm）	小規模はく離 ・振動 (物理的劣化) ・鉄筋腐食, 材質劣化(化学的劣化)	打音検査
覆工表面	閉合したひび割れ / 組成変化による膨張 / 鉄筋腐食によるひび割れ	近接目視 コア抜き

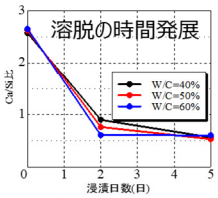
b-1　b-2

最新のコンクリート工学による**時間発展情報を持つ供試体(b-1)（医学研究での実験動物の開発と同義）**





鉄筋腐食（内圧による変状）を短時間で模擬できる.
時間発展性のある欠陥を模擬できる.



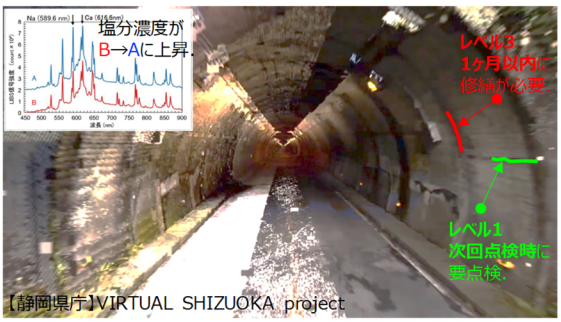
浸漬時間等により、**化学的劣化度合を制御**可能.

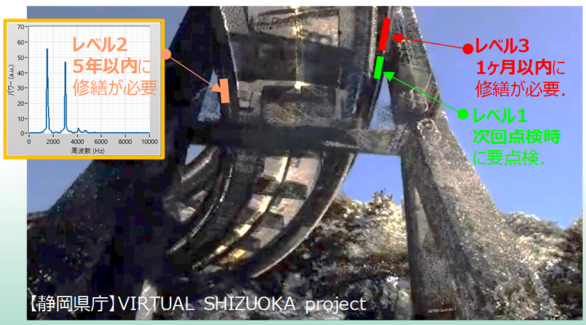
技術の融合（総合知）

研究提案：**劣化の空間・時間情報を持つ供試体**を活用し、レーザー打音及びLIBSから得られる2種類のデータを基に**劣化の進行を予測する技術を開発**し、実構造物の劣化進行との比較・検証を通じた社会実装を行う.

第三者被害に繋がりやすいコンクリート表層近傍を対象としたスマートインフラマネジメントの実現.

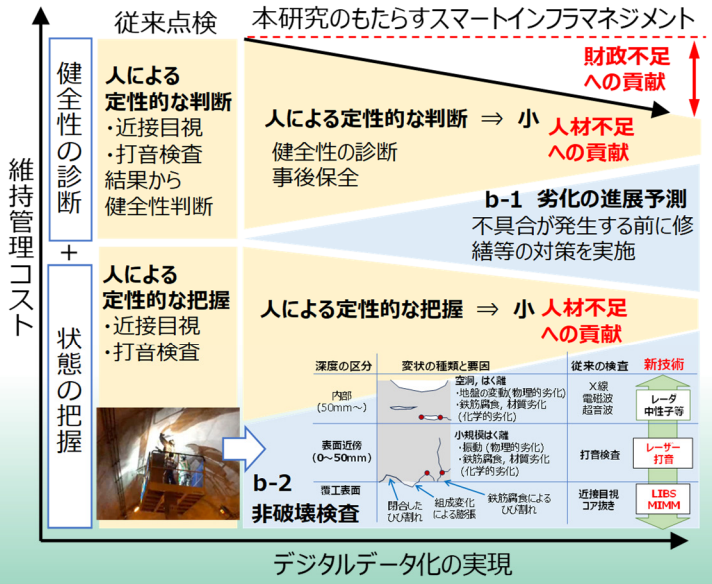
・デジタルツインに劣化予測を追加





・予測に基づいたスマートインフラマネジメントの実現

劣化の進展予測により、不具合が発生する前に修繕等の対策実施が可能となる。⇒ **予防保全が実現**

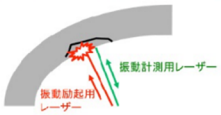


見学時のお願い：安全確保のため「レーザー管理区域」を設定しています。
管理区域の表示板(右図)周辺では係員の指示に従って下さい。

コンクリートの表面振動を遠隔で計測する「レーザー打音検査装置」及び「判定AI」

通常の打音検査

レーザー打音検査

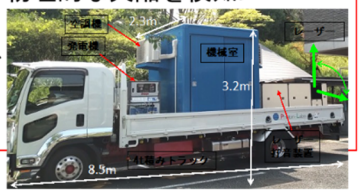


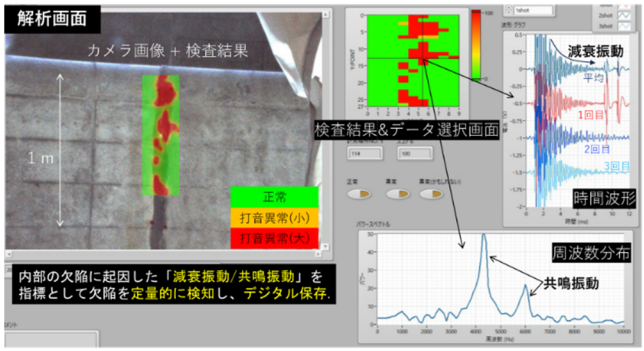
レーザー打音検査の原理・特徴

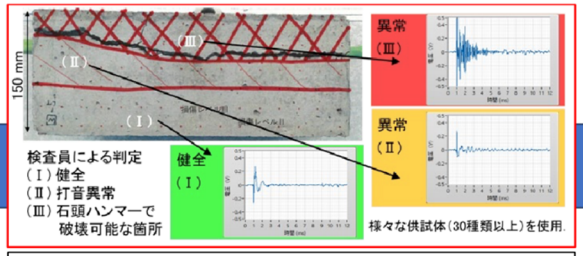
ハンマーに相当　：振動励起（パルス）レーザー
耳に相当　　：振動計測（連続）　レーザー
2種類のレーザーを用いて、「表面を加振」＆「振動を解析」
⇒ 打音検査の原理を再現することで、物理的な欠陥を検知.

遠隔/非接触化・定量化・デジタル化.

国土交通省 点検支援技術性能カタログ
非破壊検査 橋梁　　：BR020016 (2021～)
非破壊検査 トンネル：TN020003 (2020～)







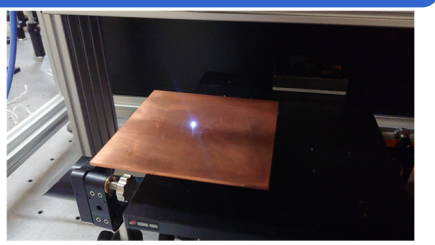
損傷評価装置及び損傷評価用プログラム(特願2023-122463)及び「劣化が進行する供試体から得られる学習データ」を用いた劣化予測システムをSIPで開発中.

物理的劣化のスマート管理へ

コンクリート表面の化学組成を遠隔で計測するLaser Induced Breakdown Spectroscopy(LIBS)装置

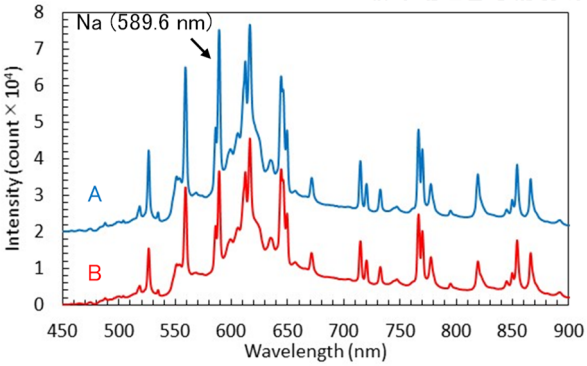
レーザー誘起ブレークダウン分光法(LIBS)

被測定対象物質に短パルスレーザーを照射し、発生したプラズマからの発光を分光測定することで、その場でリアルタイムに物質の元素分析を行う手法です。気体・液体・固体といった物質の状態に依らず分析が可能であり、検出下限もppmオーダーであるため、例えばコンクリート表面の微量な塩分評価などが可能です。また、パルスレーザーを数m先に集光し、そのプラズマ発光を遠隔から測定することも可能であり、手が届かない数m先のコンクリート表面の化学的情報の取得が期待できます。



銅板のLIBS測定の様子。中心の白い光が銅のプラズマ発光であり、この光を分光分析することで物質の同定が可能になります

遠隔LIBS装置による橋梁の塩害評価



橋梁のLIBS測定結果。Naの輝線(589.6 nm)の強度が測定場所によって異なることがわかります

公開実験など

- 公開実証実験(MIMM+レーザー打音)-静岡，静岡県焼津市浜当目トンネル，2022/09/06
  参加者120名以上，建設通信新聞で紹介
- 公開実証実験(MIMM+レーザー打音)-山梨，山梨県山梨市広瀬トンネル，2022/10/18，参加者40名以上，NHK山梨，NHK総合，TBS，山梨放送，読売新聞，日日新聞，毎日新聞，共同通信，中部経済新聞で紹介
- プレスリリース，建設技術研究所，フォトンラボ，量子科学技術研究開発機構：～人の手に頼らないロボット点検技術のイノベーション～「レーザー打音検査装置』のタイルパネル診断支援への拡大，2023/3/28.
- プレスリリース，建設技術研究所，フォトンラボ，量子科学技術研究開発機構：～人の手に頼らないロボット点検技術のイノベーション～道路橋のレーザー打音検査によるリモート検査の実証実験，2023/5/30.

研究開発責任者　及び　研究開発体制

名古屋大学 NAGOYA UNIVERSITY　Institute for Laser Technology　QST　CTI 未来につづく 安全・安心を　PWRI　SiP 戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

■研究開発責任者：中村　光
（大）東海国立大学機構 名古屋大学 大学院
工学研究科土木工学専攻 教授
■社会実装担当：戸本　悟史（問合せ窓口）
株式会社　建設技術研究所
〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1（日本橋浜町Fタワー）
TEL：03（3668）4309　　FAX：03（5695）1883
tomoto@ctie.co.jp

2023.12