

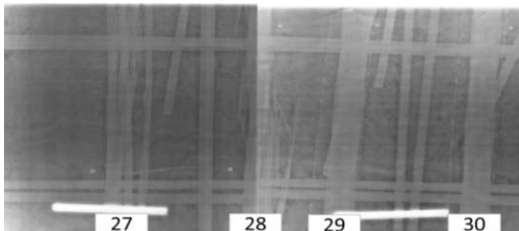
高出力X線および磁気計測によるPC橋梁の腐食状況の検出と構造安全性評価に関する技術開発

研究代表者：金沢工業大学 田中泰司

研究概要・研究体制

塩害劣化したPC橋 → 現状，腐食状況がほとんど把握できない

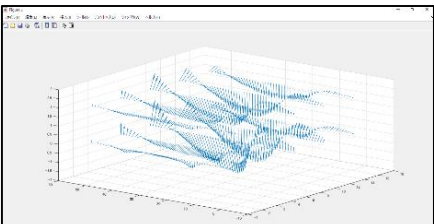
高出力X線装置の開発



検証実験 東京大学 長谷川秀一

装置製作・計測 アトックス(株) 飯塚浩之

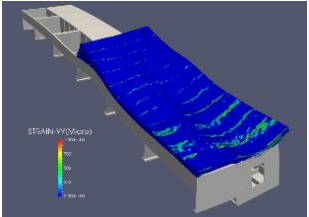
磁気計測システムの開発



解析 金沢工業大学 田中泰司

検査 コニカミノルタ(株) 新山将史

FEM解析による安全性評価



解析 東京大学 石田哲也

モデリング (株)コムエンジニアリング 土屋智史



腐食・破断検出

剛性・強度

実橋での実証

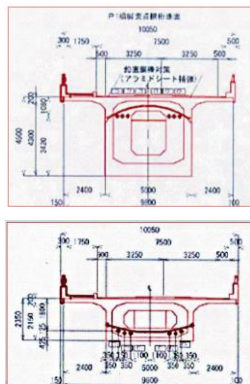
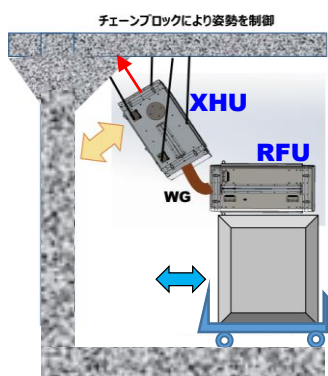
(国道18号旧妙高大橋を対象に検査・載荷試験・解体調査を実施)

北陸地方整備局 ←調整→ 金沢工業大学 田中泰司, 長岡技術科学大学 丸山久一

進捗状況・見通し1（高出力X線）

令和3年度の実施内容

妙高大橋での計測の計画・準備（治具設計）

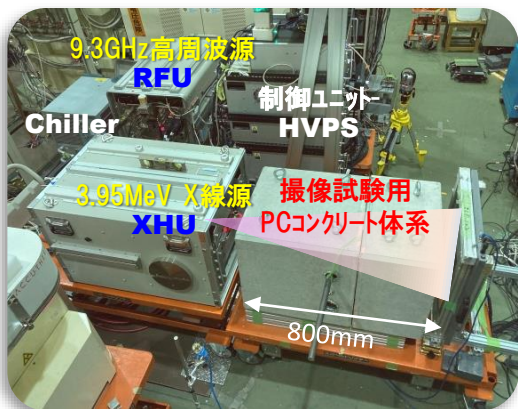


妙高大橋箱桁トンネルの上床版隅角部および下床版隅角部へのX線照射実施のため、X線源及び直近に配置しなくてはならない高周波源と接続ケーブルポート、位置・姿勢制御及び設置方法について検討、設計を進めた。

現場昇降台車、床面移動治具、昇降調整用4本吊具等の計画をまとめた。

上床版隅角部照射系イメージとトンネル断面検査候補位置

筐体の改造



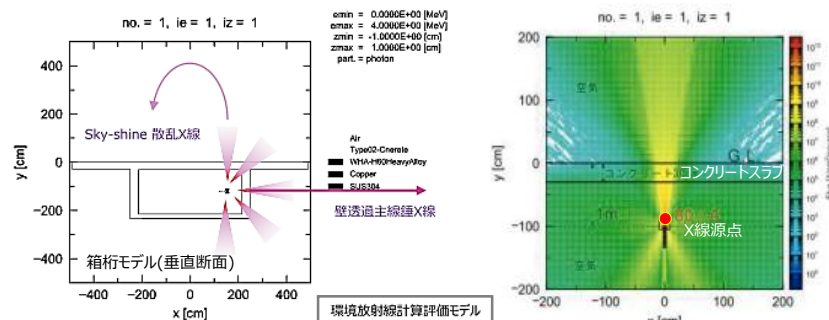
筐体改造後のX線システム

妙高大橋箱桁トンネルへのφ800マンホールを垂直吊上げ搬入を可能とするためX線源ユニットと、高周波源ユニットのそれぞれの筐体の構造改良・補強改造を行った。

2式の筐体については、搬送移動時の降雨対策を考慮し密閉・耐候性機能を持たせた。

左図は、トンネルウェブ部撮像を想定した水平照射での装置配置と、X線試験の実施状況を示す。

放射線解析



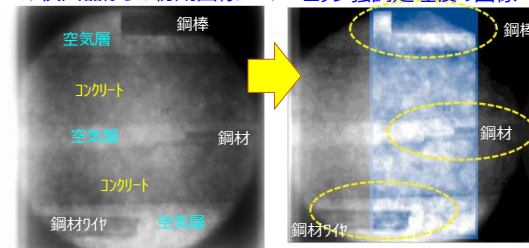
東大実験室内でのX線向上照射への変更申請は手続き進行中。

妙高大橋箱桁トンネルに於けるX線使用について、周辺環境への影響が大きくなる箱桁壁面外側について、透過X線評価のモデルを作成し、予備解析を進めた。仮の管理区域境界を定め、法定線量値以下の照射運転時間条件を算定開始。

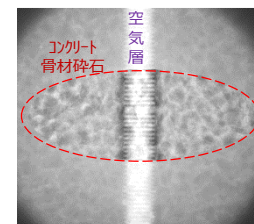
試験体の撮像・画像処理

検出器からの初期画像

エッジ強調処理後の画像



特定領域設定の画像強調処理により、スラブ中の骨材の境界が確認可能。この形状を機械学習させ、厚肉コンクリート体系中の鉄・空気の見極め精度向上を図る。



他サンプルのスラブ+シース画像

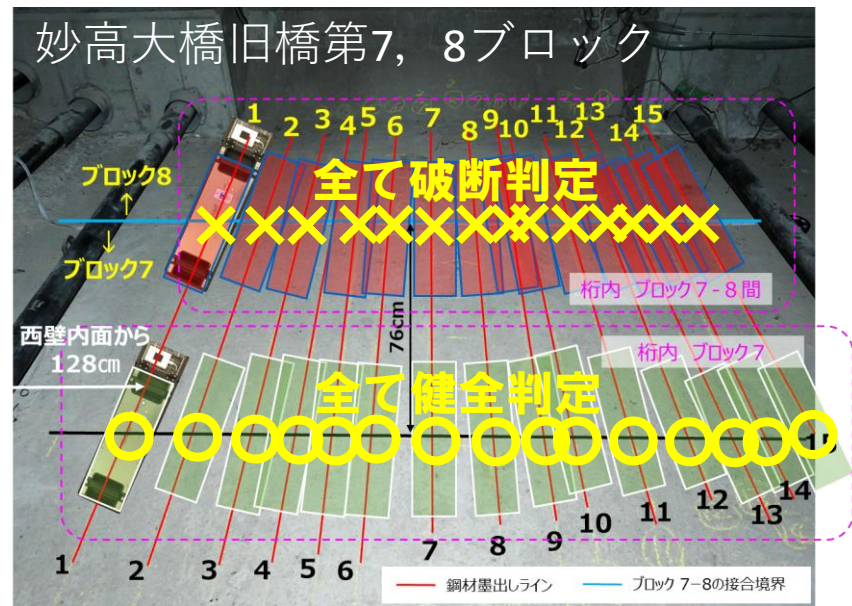
左図の800mm厚コンクリート体系内PCワイヤ等及びシース内空気層の検出画像とその後の画像処理イメージ。

X線照射野中に鋼棒およびストランドワイヤを体系中間部まで挿入し、空気層と鉄、コンクリート層の見極めを確認した。

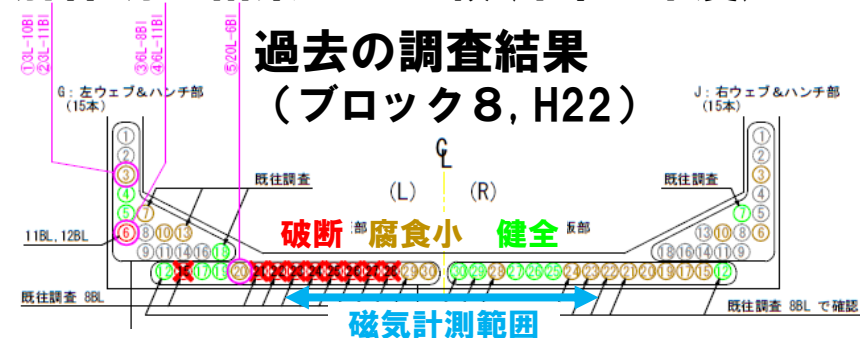
令和4年度：妙高大橋での計測，断面内の全鋼材の撮影を目指す
シース内空洞，鋼材検査のための画像処理方法の開発

進捗状況・見通し2（磁気計測）

実橋計測（令和3年度）



解体調査結果との比較（令和4年度）



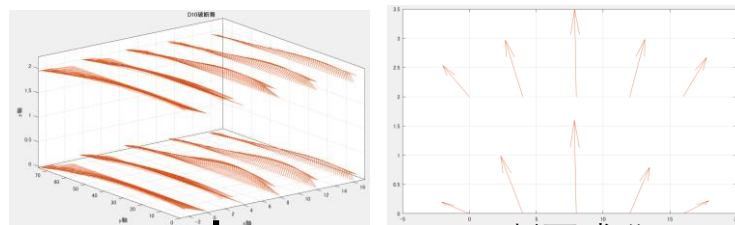
破断判定解析手法の開発

試験体

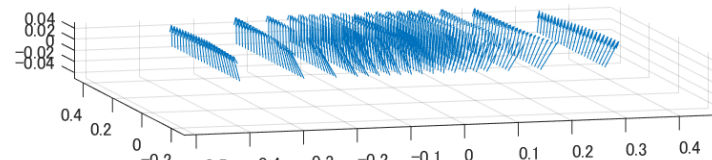
（単純な配筋）



磁気ストリーム法計測結果



3次元静磁場解析



透磁率分布

換算

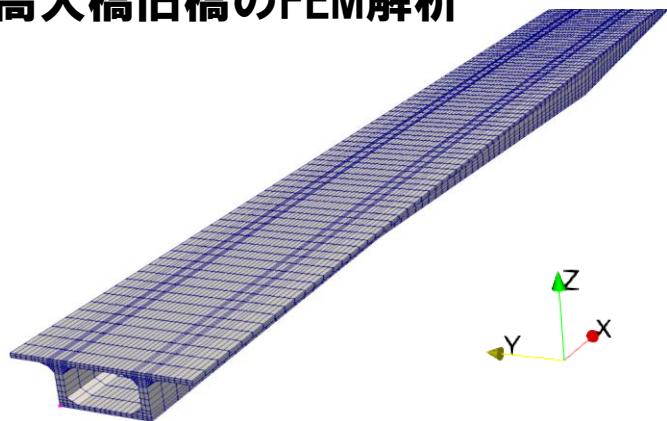
腐食分布

令和3年度：3次元静磁場解析と試験体計測結果との比較検証を実施

令和4年度：逆解析による腐食分布の推定手法を構築する

進捗状況・見通し3（解析・載荷試験）

妙高大橋旧橋のFEM解析



令和3年度の実施内容：

- 4径間フルスケール橋梁モデルの作成
- 線材要素を用いたプレストレスの導入
- PC鋼材の健全度を変化させた感度解析

令和4年度の実施内容：

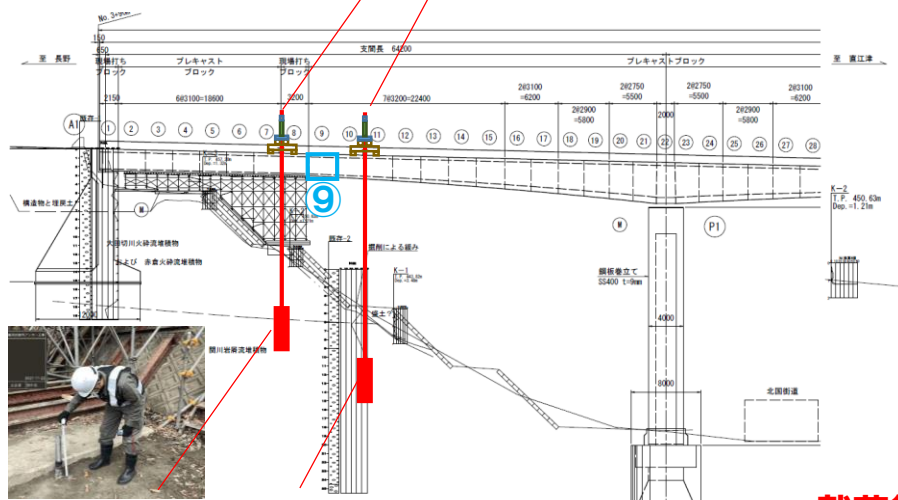
- X線と磁気計測によるPC鋼材腐食の入力
- 腐食状況を反映した橋梁変形解析
- 載荷試験の結果を用いた解析検証

妙高大橋旧橋の載荷試験

（令和3年度計画・準備，令和4年度実施）

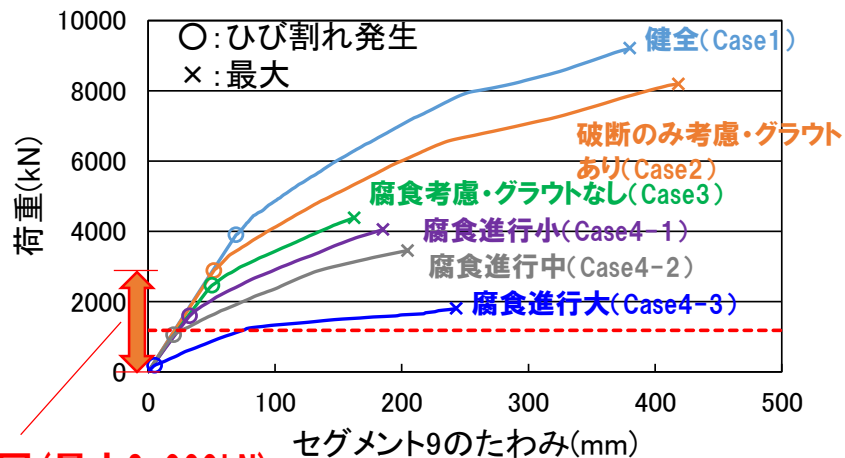
載荷位置

油圧ジャッキ



グラウンドアンカー（施工済）

FEM解析結果



載荷範囲（最大3,000kN）