

研究開発小項目

(1)-(A) 先端的な計測技術による点検・モニタリング・診断技術の研究開発

研究開発テーマ名

「異分野融合によるイノベーティブメンテナンス技術の開発」

研究責任者: 石田 雅博

(独)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

研究実施機関: (独)土木研究所 東京大学 (独)理化学研究所

平成26年11月5日(水)

現状の課題

コンクリート橋の損傷



➡ 損傷を受けた橋梁の健全性の評価が必要



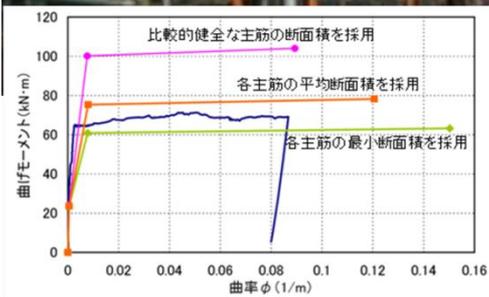
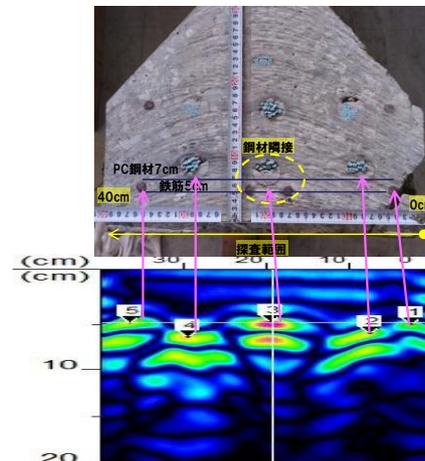
検査技術の現状

内部鋼材腐食状態が不明

● はつり調査



● 電磁波レーダー



残存耐力

内部鋼材腐食状態

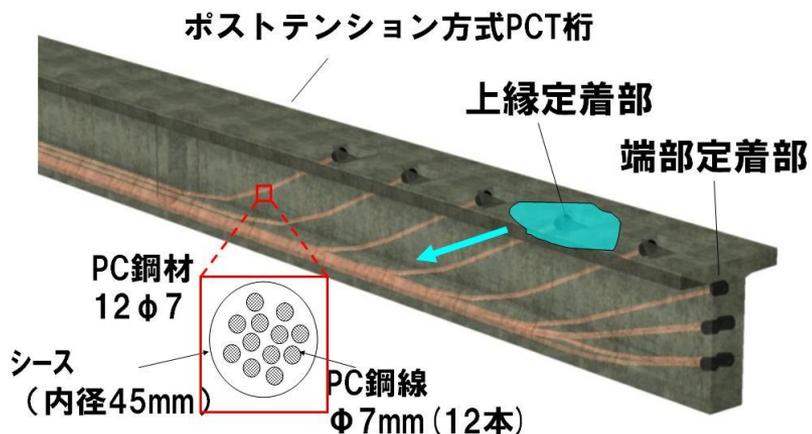
現状の課題

グラウト充填不足

橋梁	佐野橋	能生大橋	はくい 羽咋川海浜橋	T橋
充填 状況 一例	 未充填 (ウェブ)	 充填不足 (ウェブ)	 未充填 (ウェブ)	 未充填
充填不足 調査箇所	$\frac{16}{342}$ (4.7%)	$\frac{2}{64}$ (3.1%)	$\frac{8}{145}$ (5.5%)	$\frac{0}{16}$ (0%)
未充填 調査箇所	$\frac{4}{342}$ (1.2%)	$\frac{0}{64}$ (0%)	$\frac{1}{145}$ (0.7%)	$\frac{1}{16}$ (6.3%)

PCT桁橋のPC鋼材配置の概念図

(概ね1980年代以前)



塩分を含んだ水の侵入
によるPC鋼材の腐食・破断



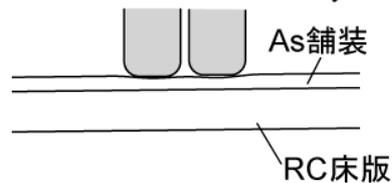
PC鋼棒の突出

現状の課題

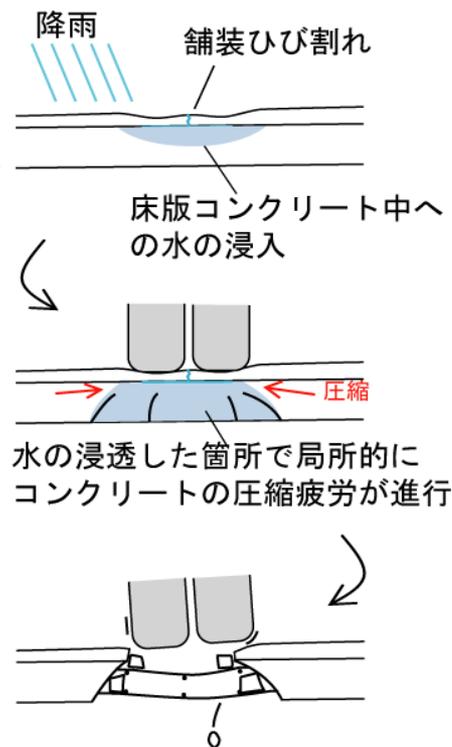
RC床版の疲労



アスファルト舗装は防水性が不完全ながら供用後に不透水に近づく。しかし、舗装自体の劣化のため、やがて路面にひび割れ、ポットホールなどの損傷が生じる。

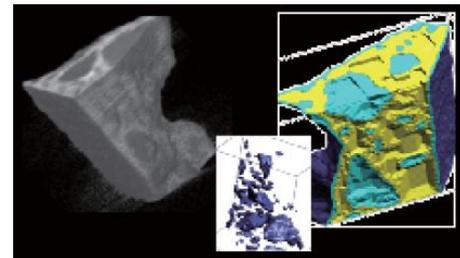


コンクリートの圧縮疲労強度は水中において著しく低下する。

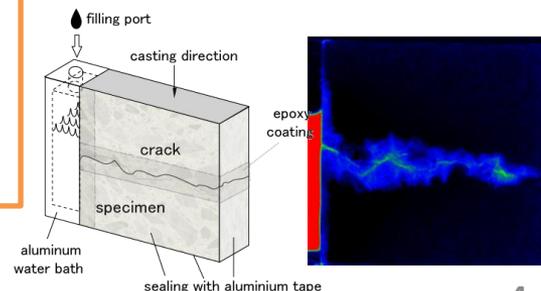


中性子による

- 床版内部の可視化
- 水の動きの可視化



- 土砂化の進行状況の確認
- 耐力評価



研究開発課題名：

異分野融合によるイノベーティブメンテナンス技術の開発 (土木研究所(CAESAR)、東京大学、理化学研究所)

目的：

異分野非破壊検査技術の活用によりコンクリート橋の健全度を 診断する手法を提案する

1. 耐荷力評価手法の検討(土木研究所CAESAR)

- 撤去部材の計測、載荷試験、解体調査
- 高出力X線・小型中性子源による非破壊検査結果の分析により、耐荷力評価手法の検討を行う

2. 可搬型高出力X線透過撮影装置による非破壊検査技術の開発(東京大学)

- 可搬型高出力X線透過撮影装置を用いて、撤去部材を土木研究所構内で計測、結果を評価する
- 実橋において可搬型高出力X線透過撮影装置を用いた計測を試行する

3. 小型中性子源システムによる非破壊検査の試行(理化学研究所)

- 撤去部材またはそれから採取した供試体を対象に、小型中性子源を用いた非破壊検査を実施・適用性を確認する

異分野融合によるイノベーティブメンテナンス技術の開発 実施体制

研究開発グループ

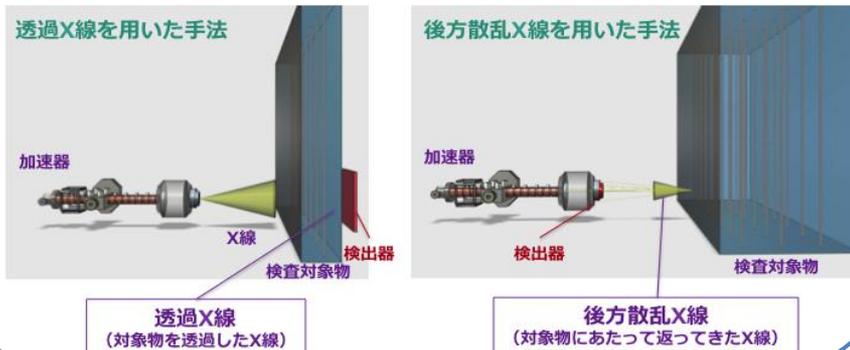
代表: (独)土木研究所 CAESAR 石田雅博
担当研究: 耐荷力評価手法の検討



共同研究グループ(1)

東京大学 上坂 充

担当研究:
可搬型高出力X線撮影装置による
非破壊検査技術の開発



共同研究グループ(2)

(独)理化学研究所 大竹 淑恵
担当研究:
小型中性子源システムによる
非破壊検査の試行



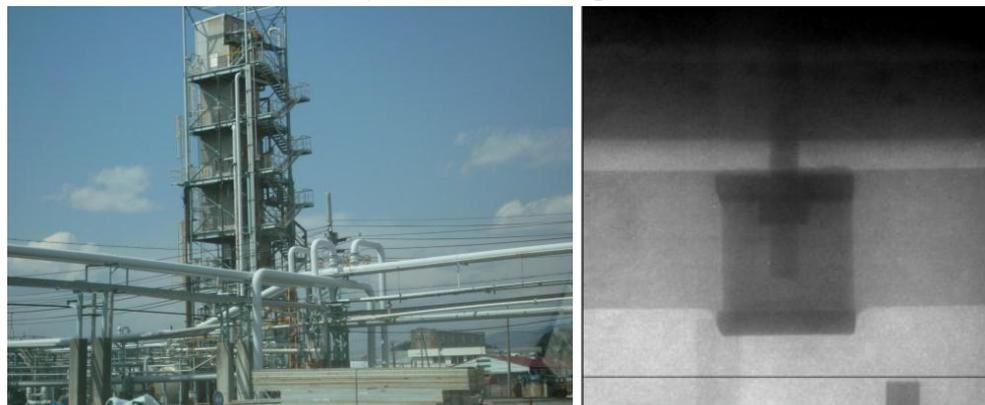
小型中性子源

医療分野



医療用の6MeV線源にてヘッド部を分離し、可動化した実績

産業分野



化学工場硝酸蒸留塔の震災後の内部健全性試験：確認

インフラ維持管理

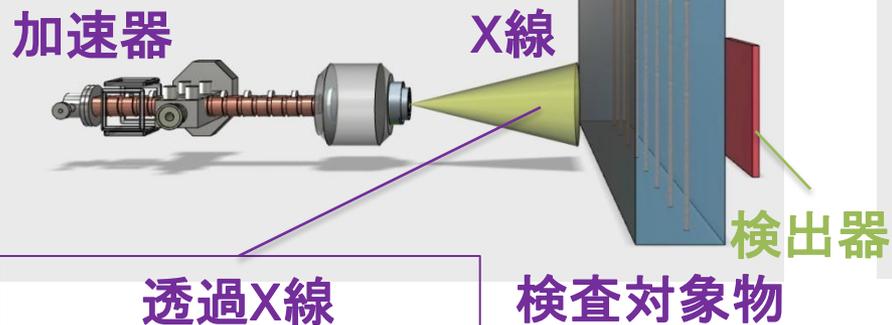
・平成17年度の法改正により、橋梁の非破壊検査装置として**4MeV**まで現場での使用が可能となったが、まだ実用化されていない

放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律

- ・放射線障害防止法の平成17年度変更によって、橋梁に限って4MeV以下までその場検査が可能となった
- ・原子力安全規制庁に使用場所変更申請提出し、承認を得る。
- ・電離放射線障害防止規則に準じて、局所遮蔽設定、1.3mSv/3 monthsの管理区域の設定と管理
- ・新規製作の場合、放射線障害防止法に基づき、原子力安全規制庁に申請
- ・試験毎に原子力規制委員会に、使用場所変更届出&確認
- ・廃棄時は手続きあり

高出力X線

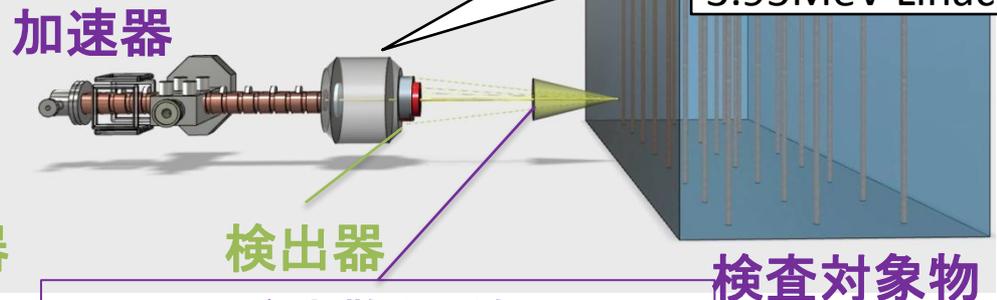
透過X線を用いた手法



透過X線
(対象物を透過したX線)

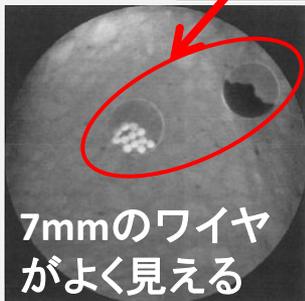
後方散乱

後方散乱X線を用いた手法



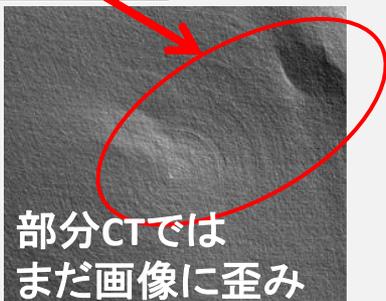
後方散乱X線
(対象物にあたって返ってきたX線)

部分CT



7mmのワイヤ
がよく見える

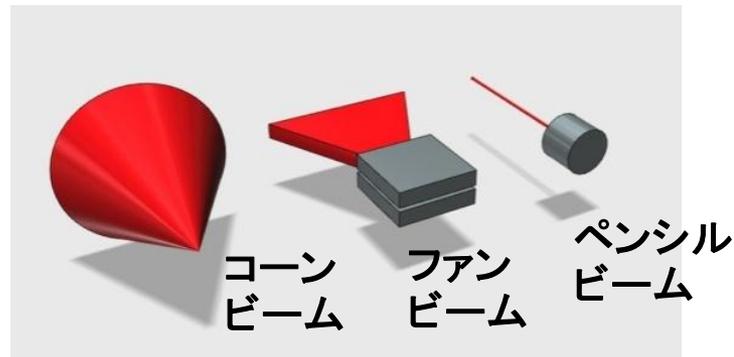
フルCT



部分CTでは
まだ画像に歪み

90° 部分CT

- ・目的に合わせたコリメータ開発



- ・マグネトロンと電子銃を改良し加速器の出力安定化・高出力化
- ・部分角度CT再構成技術の構築

開発すべき技術要素

可搬型小型中性子源システム

車載可能な小型で省電力のイオン源・中性子源・全天候型大面積イメージング検出器開発、ビームの超短パルス化

解析・評価(可視化)システム

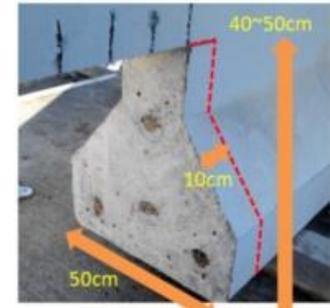
構造物内部の損傷・含有水及び錆の可視化による評価・診断技術開発

現場環境対応可能なシステムの高度化

環境放射線量削減など屋外利用に向けた遮蔽・振動等対策(新規遮蔽材開発など)

この5年で行う開発研究

全天候型大面積高速中性子イメージング検出器
1024ピクセル による橋梁サンプル非破壊観察

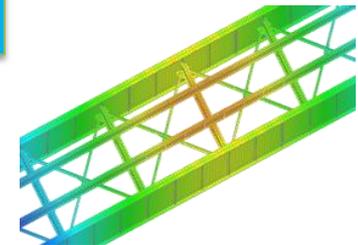


能勢大橋

実橋梁サンプルの高速中性子による内部非破壊観察

健全性診断ソフトウェア開発

応力、たわみ分布より
破壊に至るシミュレーション開発



スケジュール

- ・大面積中性子イメージング検出器最適化・橋梁非破壊観察データ集約
→橋梁サンプル観察
- ・破壊シミュレーションの開発研究
- ・破壊検査による診断ソフトウェアの高度化

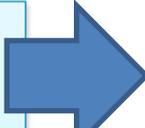
1-2年

3-4年

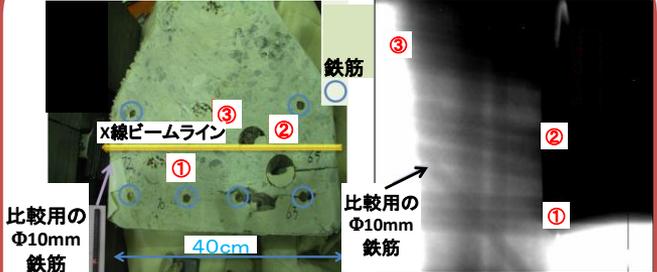
5年

非破壊検査による健全度評価

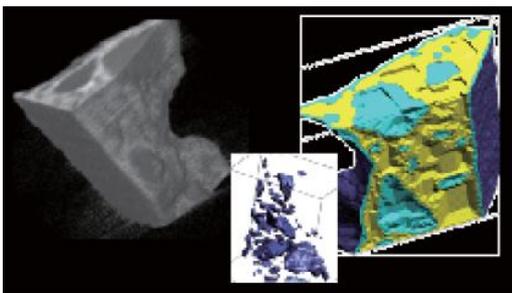
非破壊検査技術による コンクリート内部の可視化



鋼材の腐食率やコンクリートの 状態の把握



高出力X線による透過



中性子源を用いた
イメージング



載荷試験



解体調査

載荷試験による
耐力評価や解体調査
による内部の確認

- 非破壊検査技術の適用性検証
- 非破壊検査による健全度評価

異分野(医療・産業)の技術をコンクリート部材の健全性評価(土木)に生かすことで、より効果的・効率的なインフラ維持管理を実現します。

