

非破壊検査を駆使したインフラの塩害劣化に 対する評価技術の海外展開と社会実装

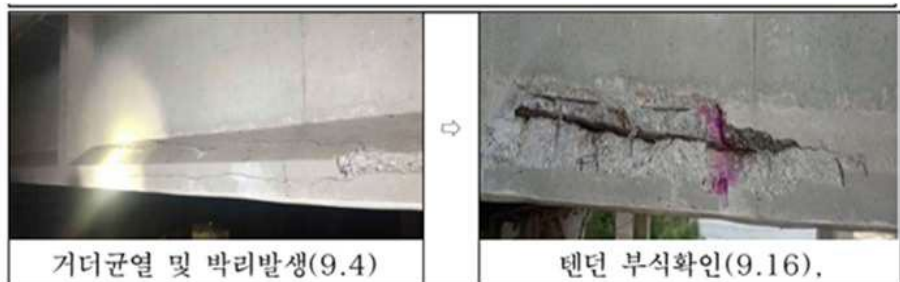
香川大学 岡崎慎一郎

プロジェクトの背景

✓ コンクリート橋梁の劣化は世界各国において未だに深刻な問題



塩害劣化



Damage has sign of leakage but measured moisture is not so high. This may be due to seasonal and thin covering depth.

Near the damage has high covering depth and has no damage.

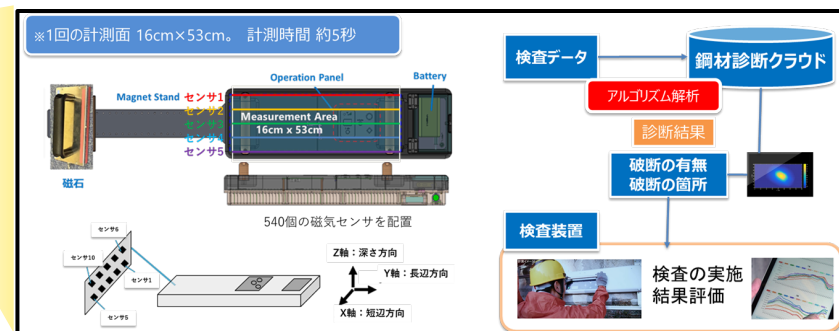
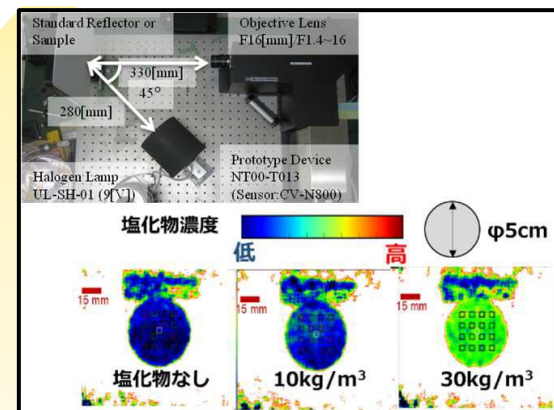
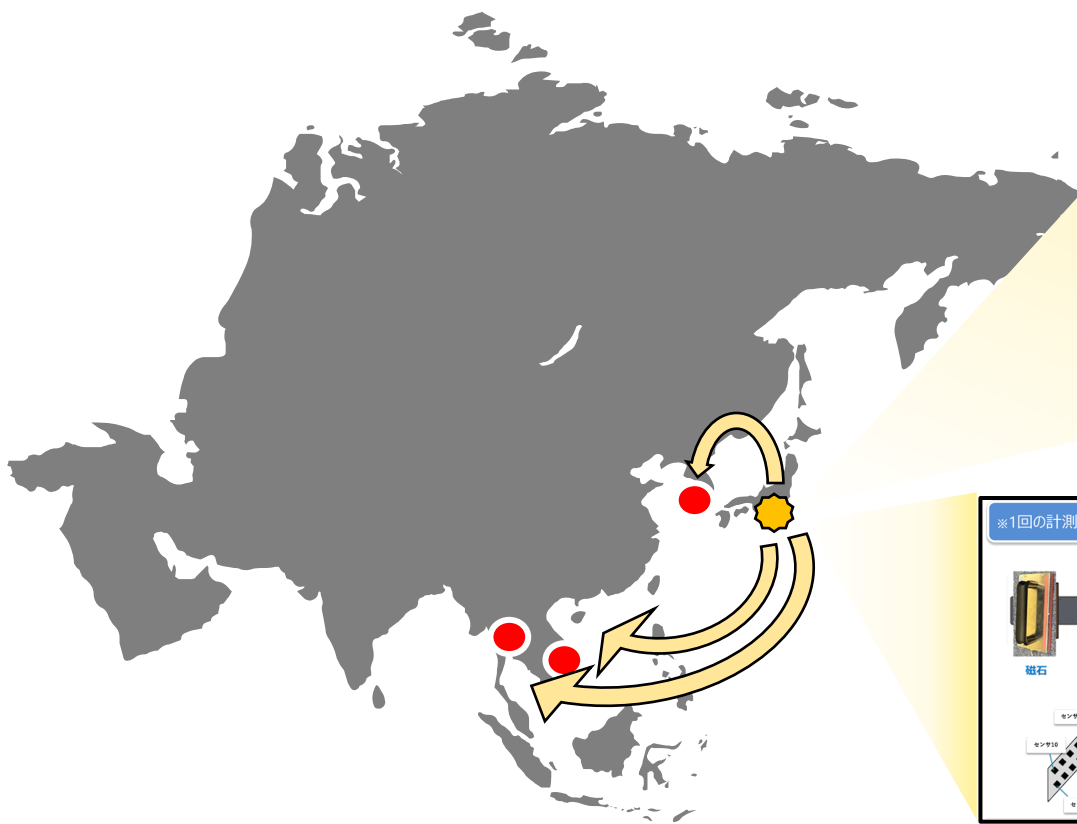


Location	COV (mm)	RN	Tramex (%)	James (%)	Resistivity (kΩ.cm)	Carb (mm)	Ddl	Cs	Chloride content (%)				
									0.0334	0.0182	0.0255	0.0560	0.0496
Damage	14.0	52.5	1.6	7.5	279.3	9.7	INT	INT	0.0334	0.0182	0.0255	0.0560	0.0496
Next to damage	45.9	50.6	2.3	6.4	86.0	4.7	0.0157	0.0975	0.0624	0.0146	0.0041	0.0046	0.0042

タイ国での事例
 Construction and Maintenance Technology Research Center
 (埼玉大浅本准教授より提供)

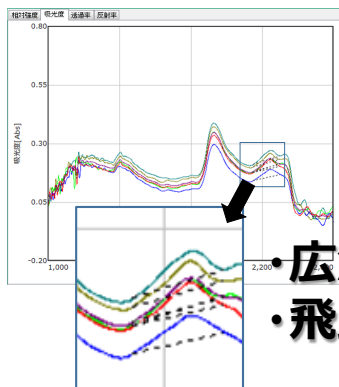
プロジェクトの目的

- ✓ 塩害リスクのあるRC・PC橋梁に対する日本国内の**非破壊検査技術**を韓国・タイ国・ベトナム国等に適用し、**社会実装**することを目標
 - **塩害**による劣化**懸念**箇所の**特定**→**赤外分光技術**(香川大学)
 - **内部鋼材破断**の判定→**磁気センシング技術**(コニカミノルタ社)



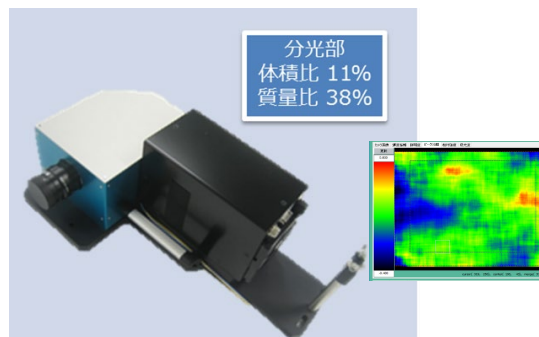
要素技術の紹介 (近赤外分光技術)

塩害主要因の ダイレクト計測



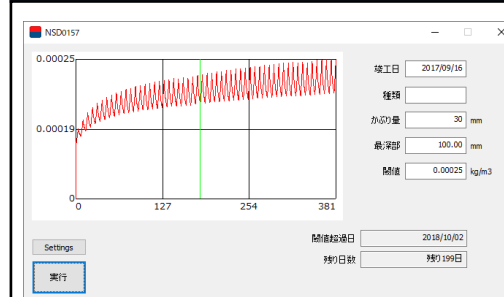
- ・広波長帯域
- ・飛躍的な
高感度

非接触・面測定・ 小型・可搬性



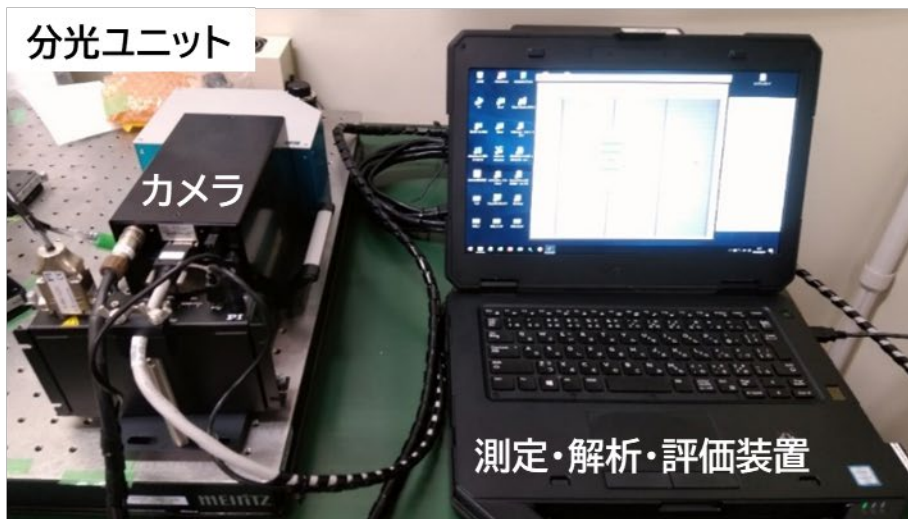
- ・遠方計測も可能

劣化・余寿命 推定機能



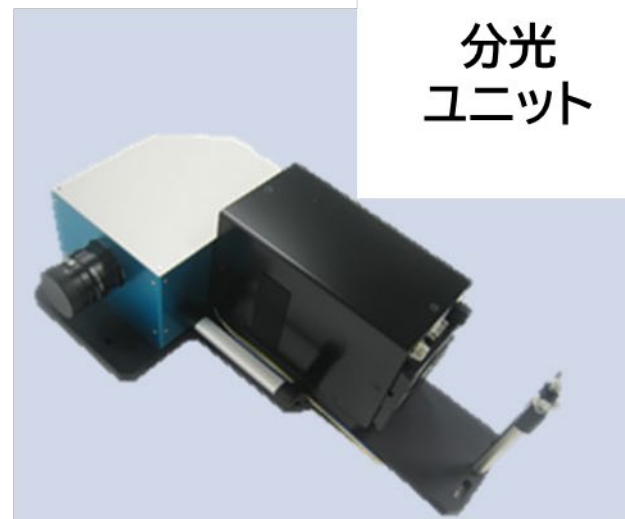
- ・劣化懸念箇所の把握
- ・余寿命評価

分光ユニット



測定・解析・評価装置

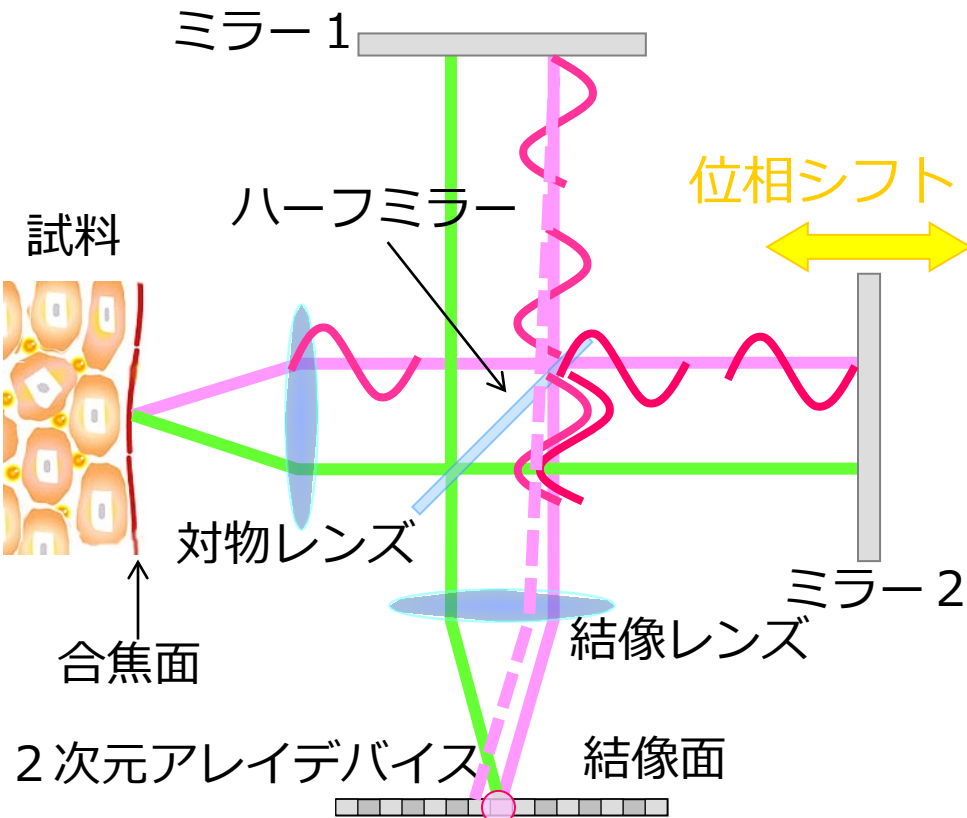
分光
ユニット



サイズ: 203.5 × 398 × 140.5 mm (分光部: 163.5 × 127 × 95 mm)
質量: 約 7.1 kg (分光部: 約 2.5 kg)

実装技術 1 : 結像型2次元分光法

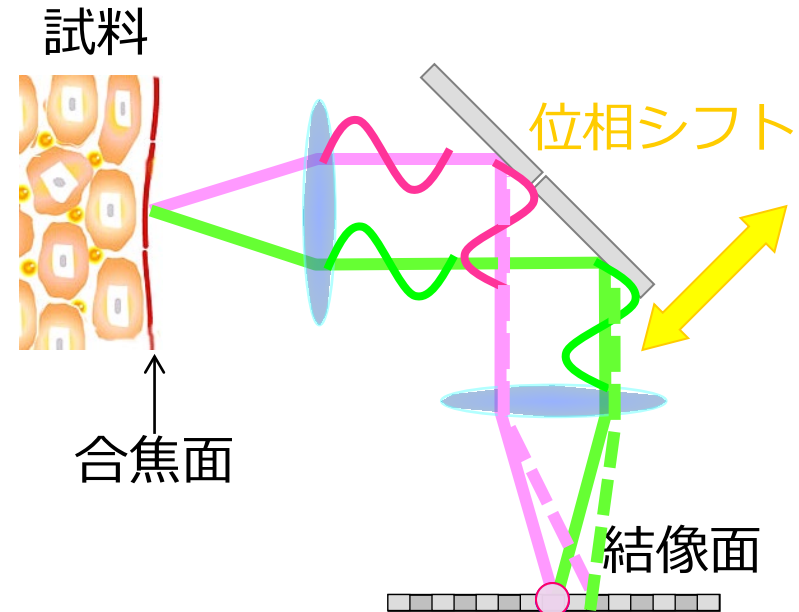
従来手法



ミラーが動くと干渉しない
→振動に弱く, 除振必須

石丸手法

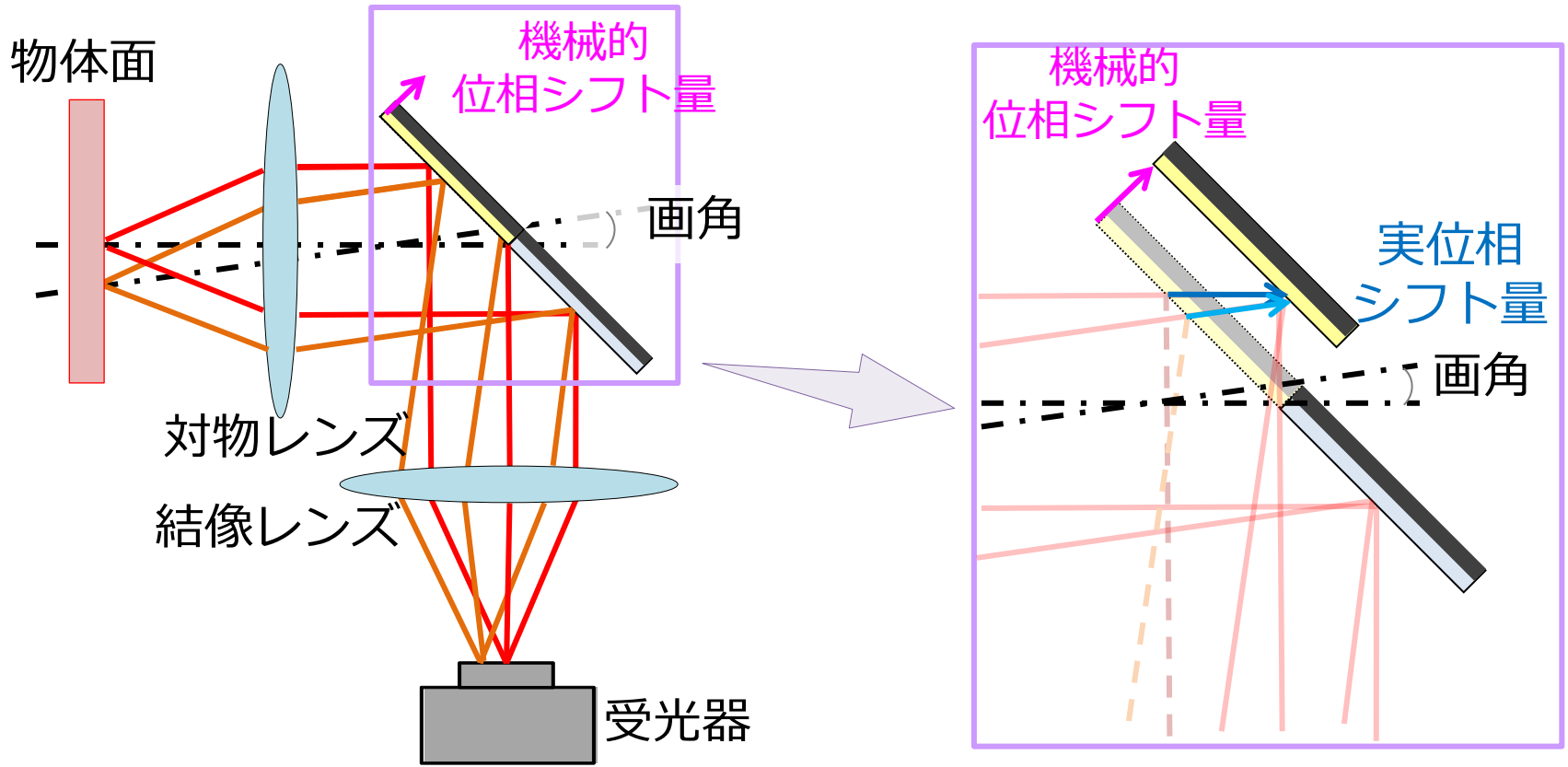
準共通光路型



ほぼ同じ光路なので振動に強い
→除振不要で小型化・可搬性

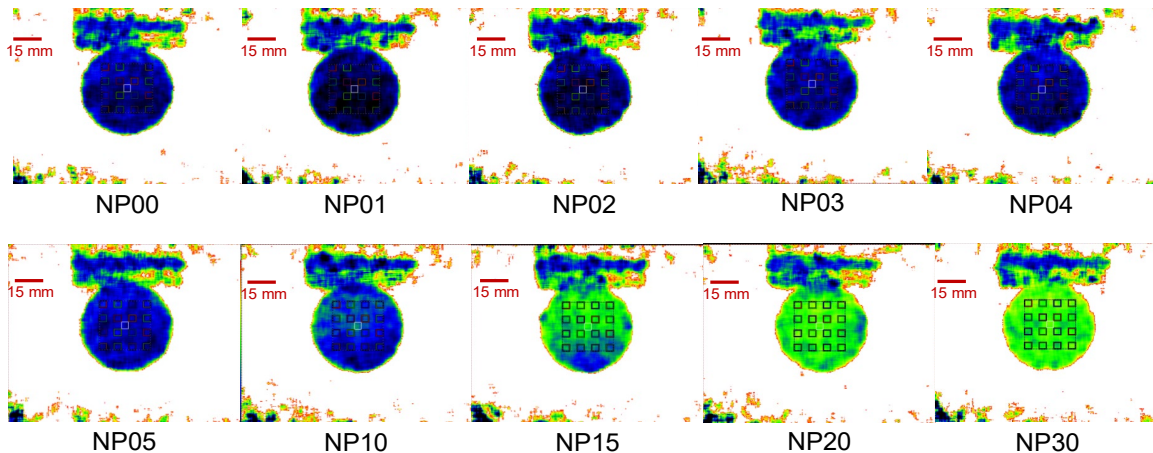
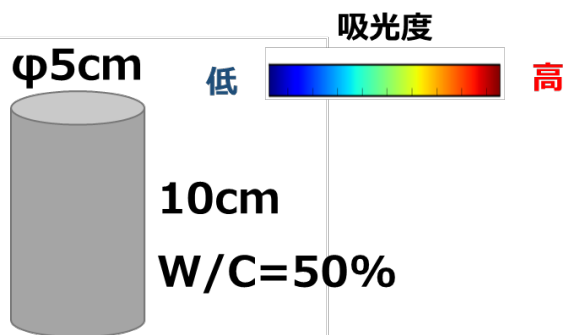
実装技術 2 : 画角補正

中央画素での位相シフト量 \neq 周辺画素での位相シフト量

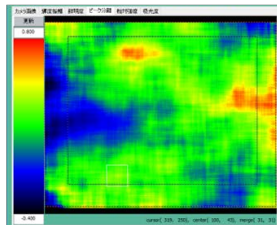


画素ごとに実位相シフト量を求めることで周辺画素でも正確な分光
→ 広視野で分光可能 → 2次元情報としてコンター図が作成可能

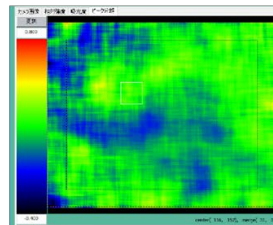
イメージング画像



桁2:塩害あり



桁1:塩害なし

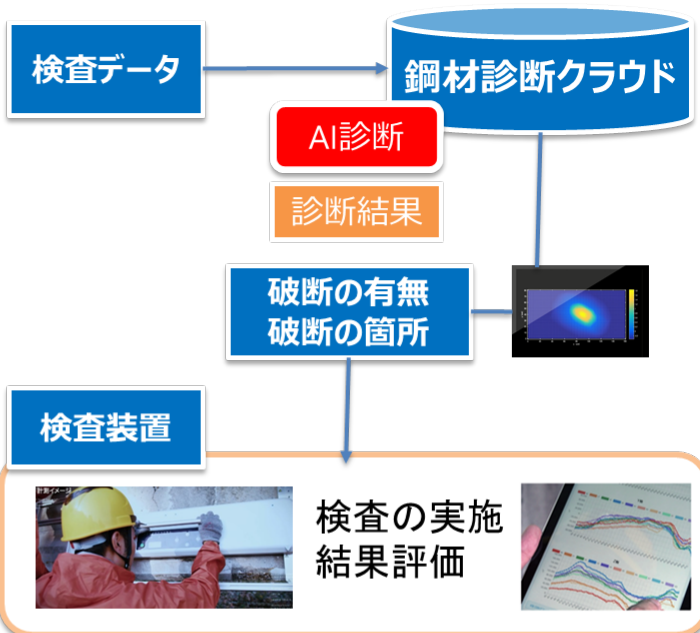
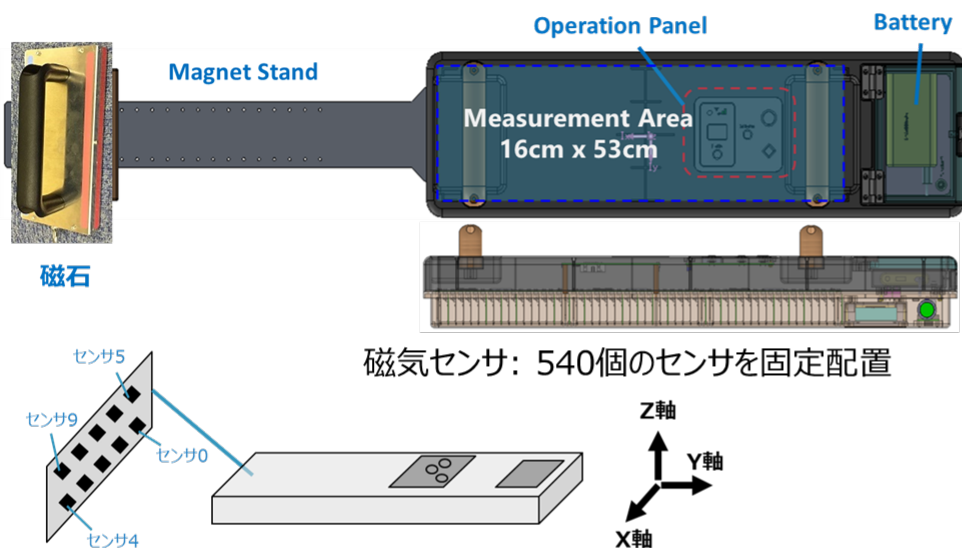


磁気センシング技術の紹介 (SenrigaN)



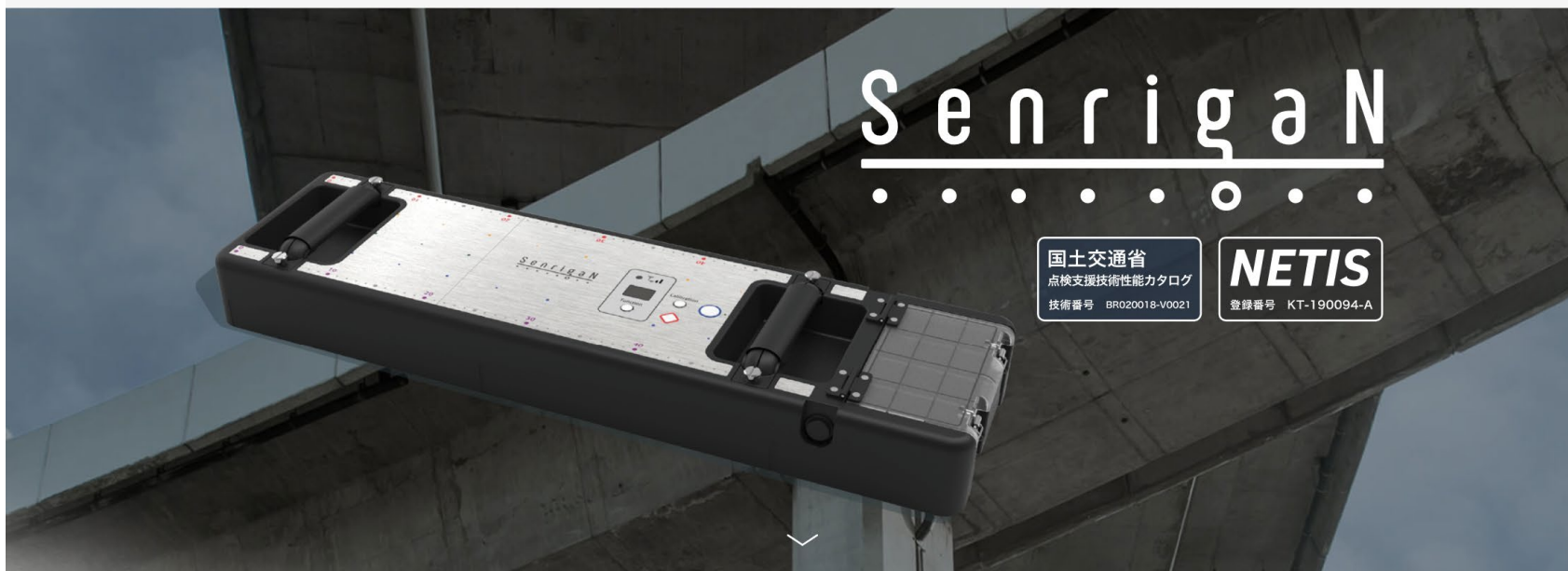
橋梁の内部鋼材破断を磁気センシングとIoTで可視化する非破壊検査ソリューション

※1回の計測面 16cm×53cm。計測時間 約5秒

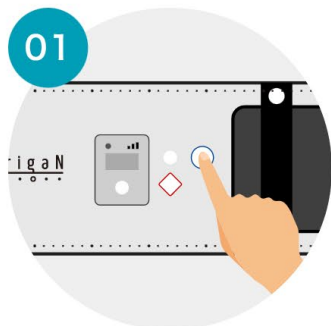


計測手法は、磁気ストリーム法、漏洩磁束法の2つを利用
鋼材や、かぶり深さによって、2つの手法を使い分ける。

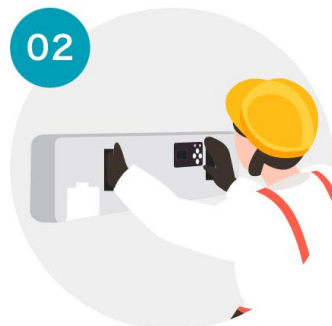
- ・ 計測後すぐに破断の確認が可能。
- ・ 2人で計測できる高い利便性。
- ・ 独自のアルゴリズムによるデータ解析で、深い部位の破断検知を可能とする。



橋梁のPC鋼材の容易な破断検査を実現



01 セッティング不要



02 装置を当てるだけ



03 計測結果をすぐ確認

韓国展開状況①

ソウル施設公団-韓国橋梁・構造工学会議PSCオープンイノベーションの学会で登壇 テーマ：PS橋梁内部の鋼材破断検知の非破壊検査法の適用性

2021年PSCオープンイノベーション（第1次）開催概要

□ 推進概要

- 発表主題：PSC橋梁内部のテンドン対象の非破壊検査法の適用性
 - 日本 Konica Minolta社 非破壊検査装置の活用方法と実効性
 - ・ 1部：非破壊検査装置発表およびQ&A
 - ・ 2部：国内外の技術現況討論
- 発表者：Takashi Hakii, Hiroshi Morita (KONICA MINOLTA, INC.)
- 参加対象：(ソウル市) 安全総括室関係者(橋梁安全課、道路施設課)
(外部) 韓国橋梁構造工学会および道路施設安全フォーラム 会員、
Okazaki Shinichiro(香川大学教授)
Takashi Hakii(Konica Minolta社ビジネスイノベーションセンター日本所長)
Hiroshi Morita(Konica Minolta社ビジネスイノベーションセンタージャパンマネージャー)
DSA チェ・ドンゴン代表(国内非破壊検査業体)
(公団) 理事長、道路管理本部長及び本部傘下 處・チーム長、職員
施設安全本部長及び本部傘下 處・チーム長、職員

□ 進行順序

区分	時間	内容	進行
	15:00~15:05(5')	ご挨拶及び開催概要説明 [日本語字幕]	技術革新センター長 *ホスト：チョン・ジョンヒ代理 *字幕スライド：イ・ファンソク代理
	15:05~15:09(4')	パネル及び参加者の紹介 [日本語字幕]	キム・ホギョン教授 (韓国橋梁及び構造工学会)
	15:09~15:10(1')	コニカミノルタ社発表開始のご案内 [日本語字幕]	技術革新センター長
1部	15:10~15:40(30')	1.日本側参加者紹介：Okazaki Shinichiro [同時通訳] 2.日本Konica Minolta社 非破壊検査装置の活用方法及び 実効性に関する発表 [韓国語翻訳本配布]	Hakii Takashi Morita Hiroshi (KONICA MINOLTA, INC.)
	15:40~16:10(30')	質疑応答[同時通訳] *パネル及び参加者中の専門家(国土安全管理 院、道路公社など)に順次質問機会を付与	進行：キム・ホギョン教授 (韓国橋梁及び構造工学会) 通訳：キョン・セウン博士 (国土交通科学技術振興院)
	16:10~16:15(5')	1部 ご挨拶[日本語字幕]	理事長
	16:15~16:20(5')	1部 終了のご案内[日本語字幕]、 休憩時間(日本側退場)	技術革新センター長
	16:20~16:25(5')	2部 開始のご案内	技術革新センター長
2部	16:25~16:40(15')	国内および海外技術現況を発表	キム・ヨンジン博士 (韓国建設技術研究院)
	16:40~16:55(15')	討論	キム・ホギョン教授 (韓国橋梁及び構造工学会)
	16:55~17:00(5')	講評	理事長

□開催日：2021年3月26日

□参加者
(ソウル市)

- ・安全総括室関係者(橋梁安全課、道路施設課)
- ・韓国橋梁および構造工学会および道路施設安全フォーラム会員

(ソウル市施設公団)

- ・理事長、道路管理本部長
- ・本部傘下処チーム長、職員
- ・施設安全本部長 及び 本部傘下処・チーム長、職員

(日本)

香川大学 岡崎

コニカミノルタ BIC Japan

波木井所長

森田プロジェクトオーナー

韓国展開状況②

ウギョン建設（現地企業）との1年間の市場検証、POC契約締結

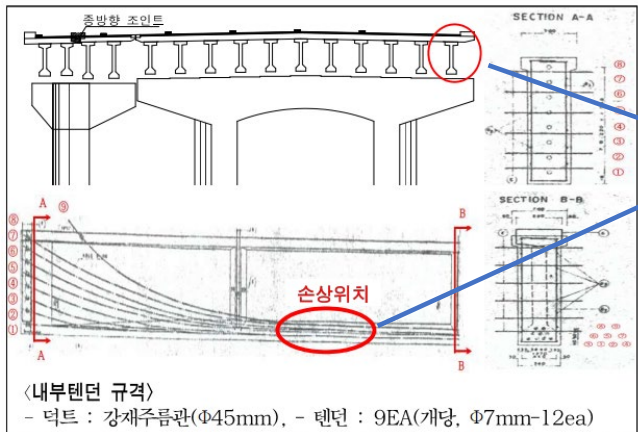
- SenrigaNを6月から1年間ウギョン建設に貸与開始
- 橋梁数など韓国市場調査完了
- ウギョン建設向けリモートでの現地トレーニング完了
- マーケットテスト用のカタログなど作成完了
- 建設中のPC橋梁でのトライアル実施
- 現在、破断モデルの供試体を韓国現地で作製中。



韓国展開状況③

ソウル市からオリンピックスタジアム横の塩害劣化PC橋梁の調査依頼

依頼された橋梁は、外観にも変状があり、PC鋼材腐食が見られている。
学会での発表が評価され、正式に調査を依頼されるも、現在コロナでペンディング



調査依頼対象



쉬스관이 부식되어 없어지고 텐던 부식도 극심
그라우트 충전이 안되어 텐던 부식에도 균열 등 외관상 징후가 늦게 나타난 것으로 추정

- 1) PC橋 (鋼材9本) の一部に亀裂と腐食が発生
- 2) PC橋梁
- ① 規模 : L : 390.0m (本) 、
L=60.0m、B =18.5m~30.0m (2種)
- ② 竣工 : 1975年 (45年経過)
- ③ 形式 : PSC-I型桁橋 (内部テンドン方式)

- (内部PC鋼材規格)
- ・ダクト : 鋼材シース (φ45mm) 、
 - ・テン던 : 9EA (一個、φ7mm-12個)
 - ・ガーダー亀裂や剥離が発生
 - ・テン던腐食確認
 - ・バクラクサイズ : 3.5mm×0.3m (T=70mm)

タイ国での展開状況

- ✓ 劣化を呈した構造物の事例収集
(タマサート大学 Pakawat准教授に依頼)

Damage has sign of leakage but measured moisture is not so high. This may be due to seasonal and thin covering depth.

Near the damage has high covering depth and has no damage.



Location	COV (mm)	RN	Tremex (%)	James (%)	Resistivity (kO.cm)	Carb (mm)	Dcl	Cs	Chloride content (%)				
Damage	14.0	52.5	1.6	7.5	279.3	9.7	INT	INT	0.0334	0.0182	0.0255	0.0560	0.0496
Next to damage	45.9	50.6	2.3	6.4	86.0	4.7	0.0157	0.0975	0.0624	0.0146	0.0041	0.0046	0.0042

Damage has sign of leakage

Near the damage has no leakage.



Location	COV (mm)	RN	Tremex (%)	James (%)	Resistivity (kO.cm)	Carb (mm)	Dcl	Cs	Chloride content (%)				
Damage	-	-	-	-	-	3.3	0.1961	0.0261	0.0261	0.0150	0.0115	0.0100	0.0090
Next to damage	33.5	49.6	2.8	13.7	7.3	10.7	INT	INT	0.0113	0.0049	0.0056	0.0095	0.0173

- ✓ 当該サイトにおけるコンクリート削孔粉の送付を依頼
→化学分析(分光器・FT-IR等による)の実施

今後の予定

Covid-19が収束し各国へ訪問可能となり次第、

- ✓ 韓国ソウル市オリンピックスタジアム横の橋梁等のPC橋梁に対する計測
- ✓ タイ国における橋梁の橋梁に対する計測の実施
- ✓ ベトナム国, 台湾への展開
- ✓ 分光カメラ, 磁気センシング機器の貸与・販売, 使用法のレクチャーのためのビジネスモデルの構築
(レンタル, レベニューシェア)を通じて機器の海外仕様等を検討。