



KOKEN

RFID腐食環境検知システムの 概要と施工事例

NETIS KT-110059

太平洋セメント株式会社
中央研究所 江里口玲

株式会社 構研エンジニアリング
橋梁部 京田英宏、山本和敏

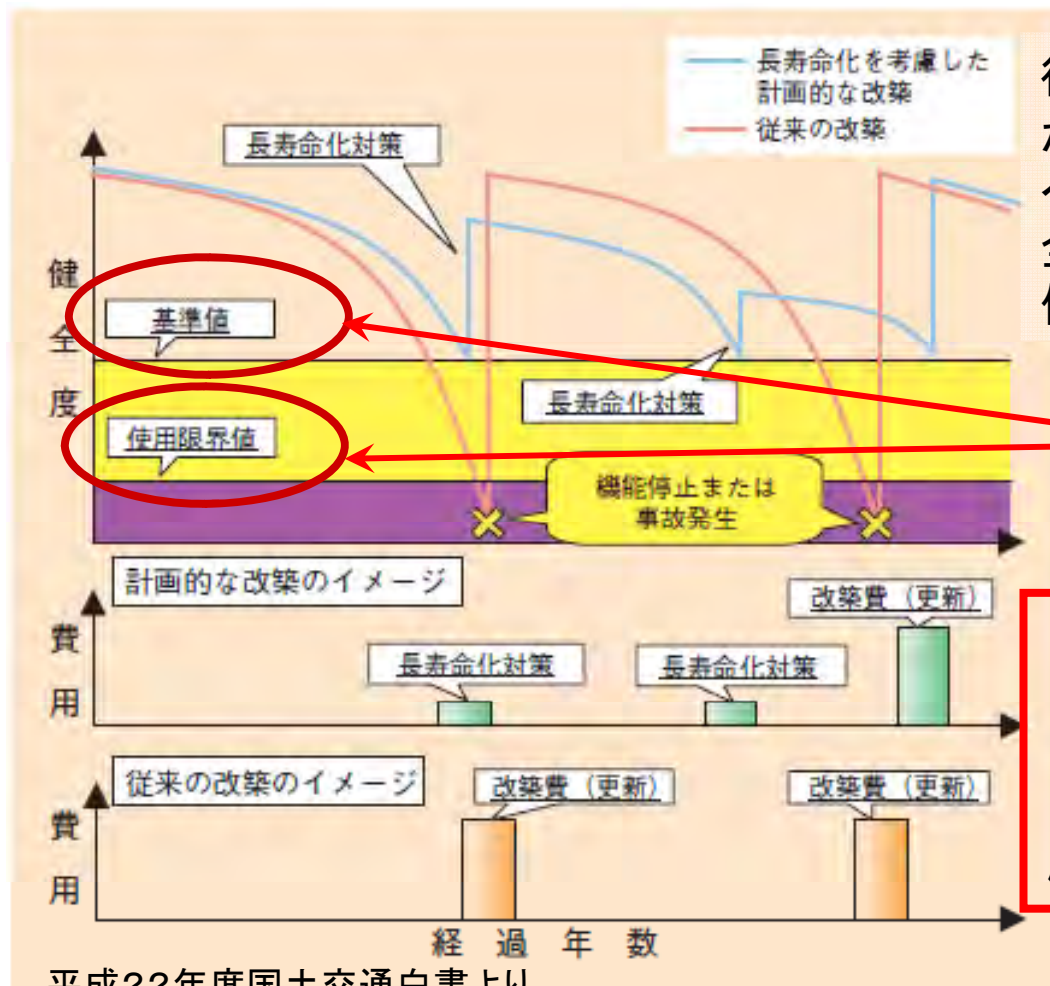
報告内容

- RFID腐食環境検知システムの開発背景
- RFID腐食環境検知システムとは
- 北海道地区における施工事例
 - 清部大橋における追跡調査状況と結果

RFID腐食環境検知システムの開発背景

- 鉄筋コンクリート構造物の維持管理で最も重要な鋼材(鉄筋、PC鋼線)腐食。
- コンクリート構造物は、外来塩分や二酸化炭素等の様々な腐食因子の侵入により腐食環境が進行する。
- 最近では凍結防止剤に起因する塩害も大きな課題。
- ➡ センサ付きRFIDにより、コンクリートの腐食環境を把握し、鋼材近傍の腐食状態を非破壊で計測して効率的な維持管理を実現する。

社会資本高齢化時代における維持管理・更新 予防保全対策を考慮したライフサイクルコストの低減



従来の、損傷等発生後の「**事後的管理**」から、事前に点検する「**予防保全的管理**」へと転換し、戦略的な維持管理により安全・安心の確保とライフサイクルコストの低減を図る。

**求められる
予防保全的維持管理技術**

鉄筋腐食が開始する前の診断
↓
かぶり内における腐食環境の評価
↓
腐食が進行する前に適切な対策の実施

平成22年度国土交通白書より

主な非破壊検査技術の適用性

国土交通省 北陸地方整備局資料より

非破壊 検査技術	← コンクリート表面			コンクリート内部 →		
	コンクリート表 面の欠損	亀裂 深さ	鉄筋 配置	鉄筋 腐食状況	グラウト 充填状況	ケーブル 腐食状況
赤外線法	○	—	—	×	×	×
超音波法	○	○	—	×	×	×
電磁波法	○	—	○	×	×	×
インパルスエコー法	○	○	—	×	○	×
X線透過法	○	○	○	×	○	×
衝撃弾性波法	—	—	—	×	○	×
自然電位法	—	—	—	△	×	×

鋼材腐食への適用可能な非破壊技術は皆無

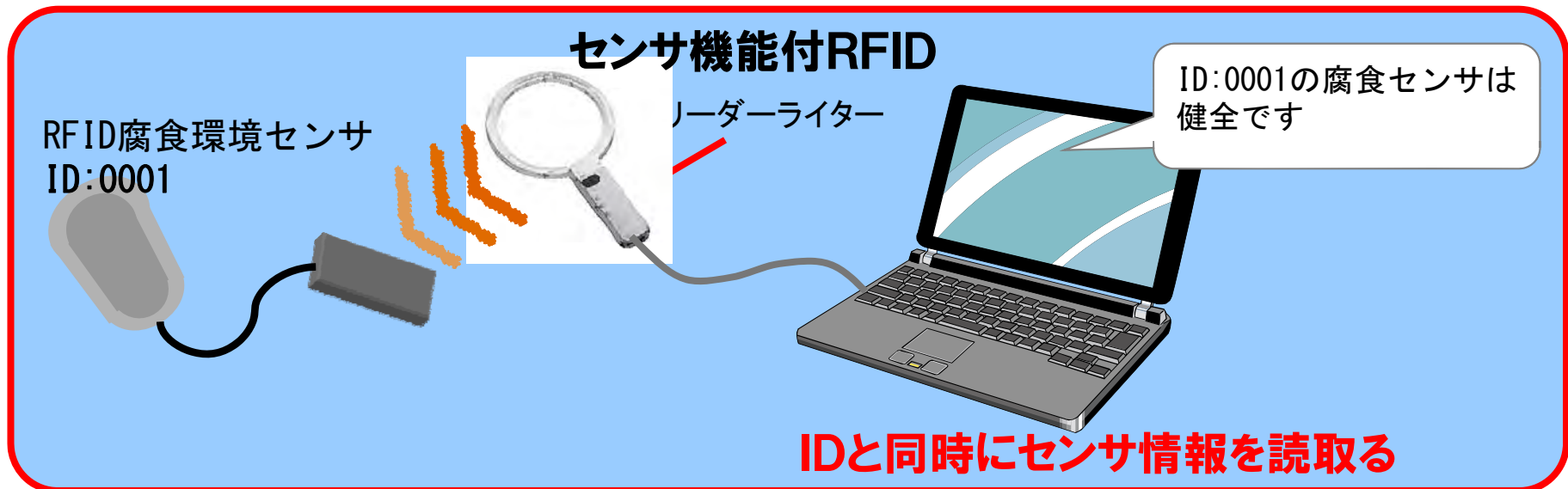
⇒求められる新しい診断技術

RFID腐食環境検知システムとは？

RFID(ICタグ)・・・Suica、Edyに代表される情報媒体
ICチップにより無線で固有IDの通信を行うもの

+

「腐食」を対象としたセンサ情報



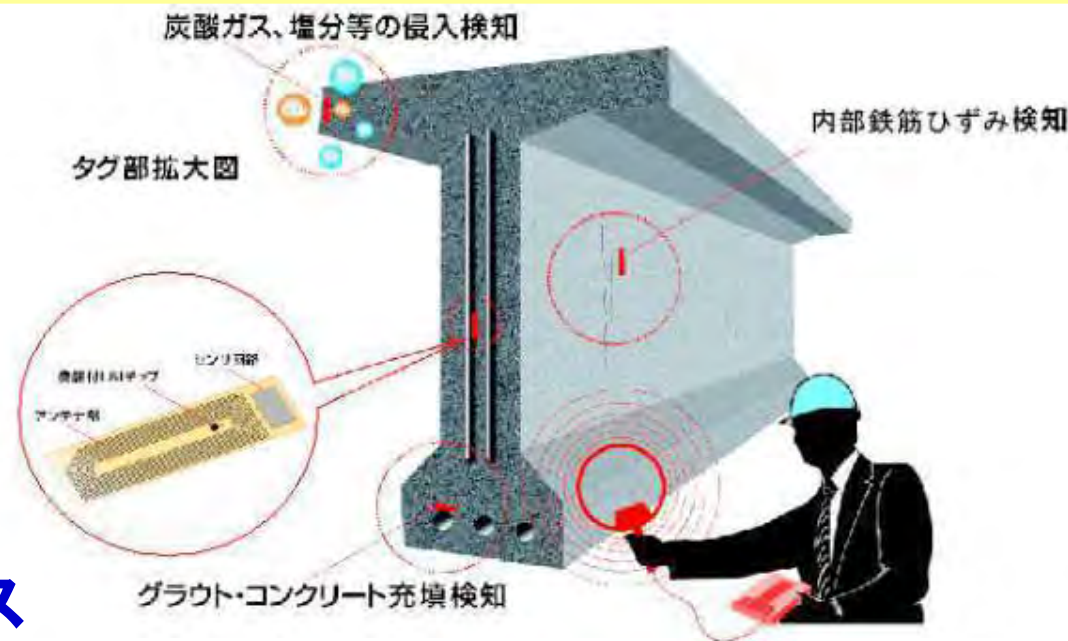
コンクリートに埋設し、構造物内部の各種状態を無線（非破壊）で把握するシステム

簡単

非破壊

ケーブルレス

電池レス



RFID構造物診断技術

 **WIMO**® Wireless Monitoring System

従来技術：自然電位法による鉄筋腐食測定



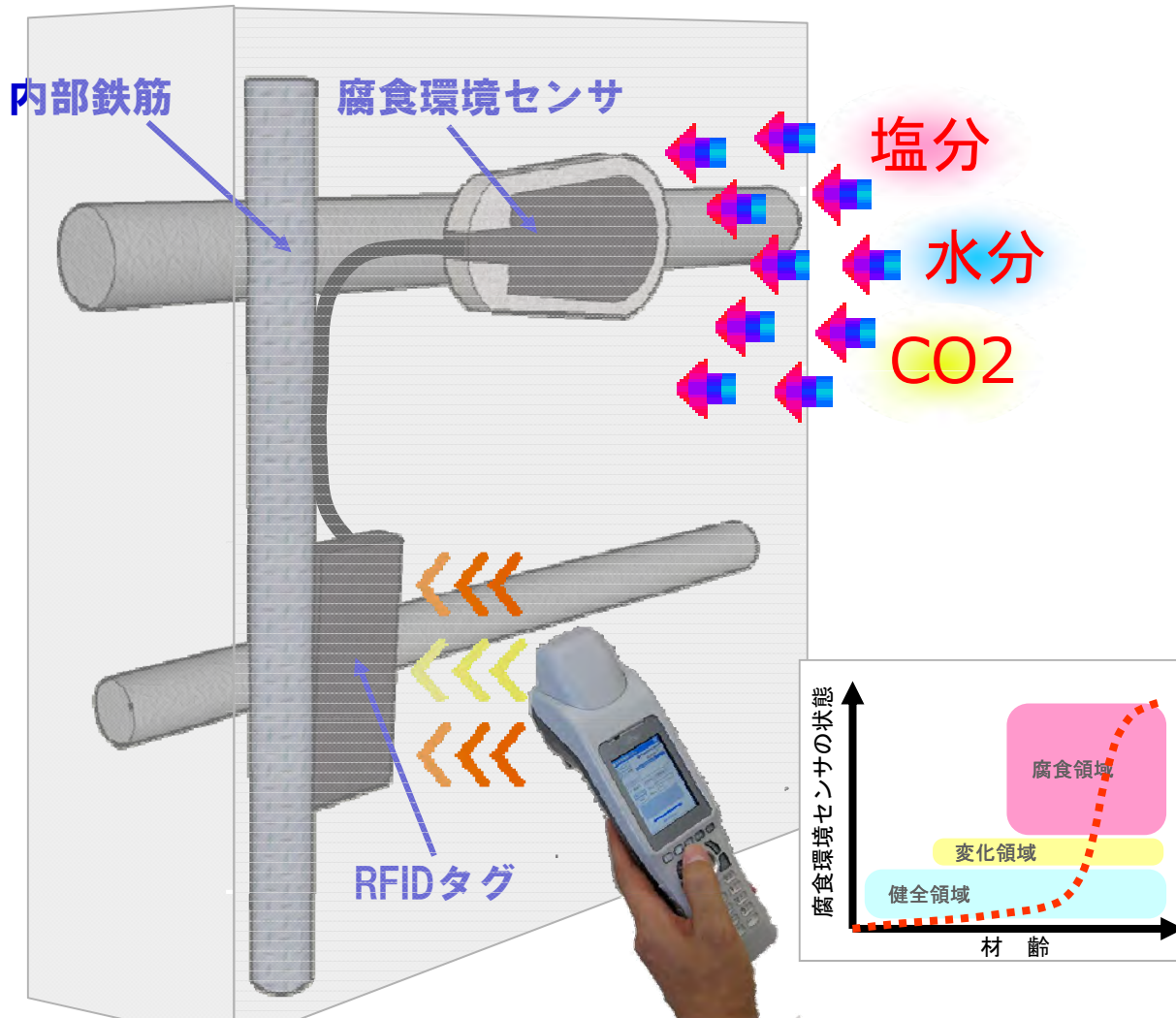
腐食因子が
構造物に侵入

構造物の表面をはつり、
鉄筋にケーブルを接続

コンクリート表面から鉄筋表面
の電位勾配(自然電位)を測定

ケーブルを接続するため微破壊が必要
鉄筋が腐食する前の変化は捉えにくい
樹脂塗装等が施工されていると計測できない

RFID腐食環境検知システムの概要



鉄筋を模擬した腐食環境センサを設置

腐食因子が構造物に侵入

センサの腐食現象により電気特性が変化

無線通信で計測

専用ソフトウェアで腐食度合いを評価

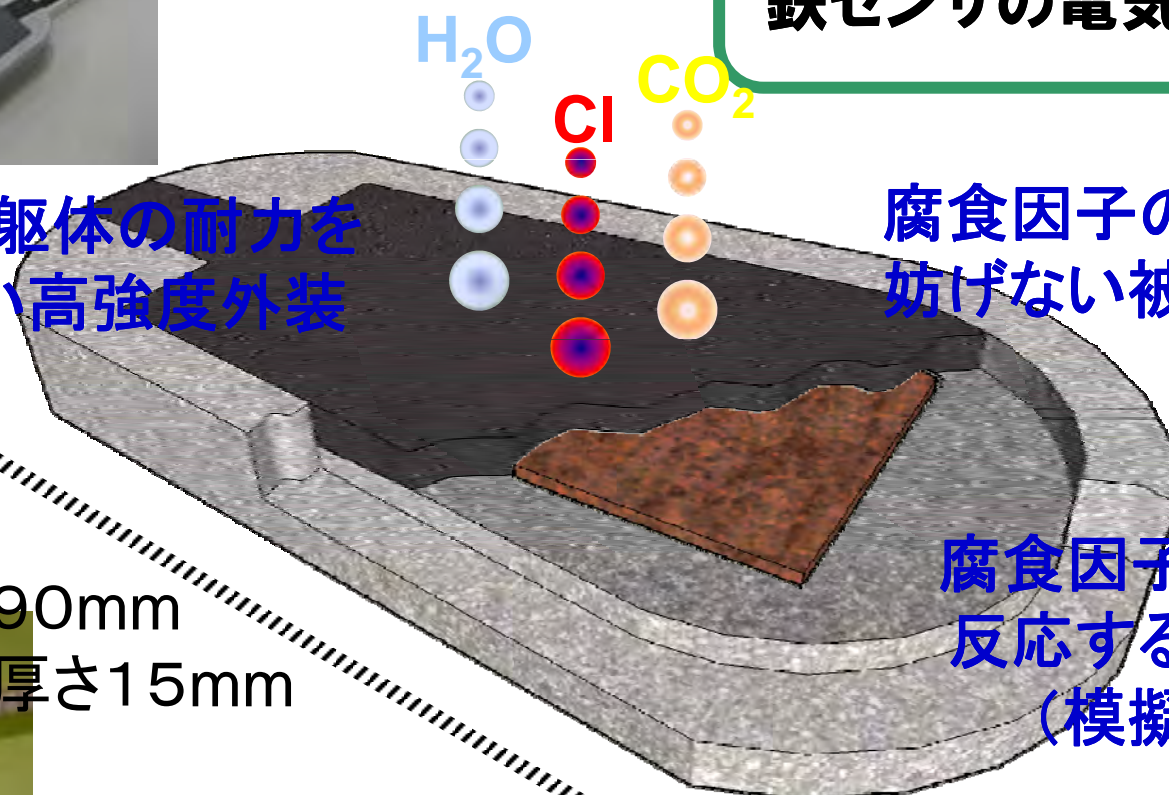
RFID腐食環境センサ



RFIDタグ(通信部)

腐食因子が浸透
↓
模擬鉄筋(鉄センサ)が腐食
↓
鉄センサの電気特性が変化

埋設対象の躯体の耐力を
低下させない高強度外装



腐食因子の浸透を
妨げない被覆モルタル

腐食因子に敏感に
反応する鉄センサ
(模擬鉄筋)

90mm
厚さ15mm

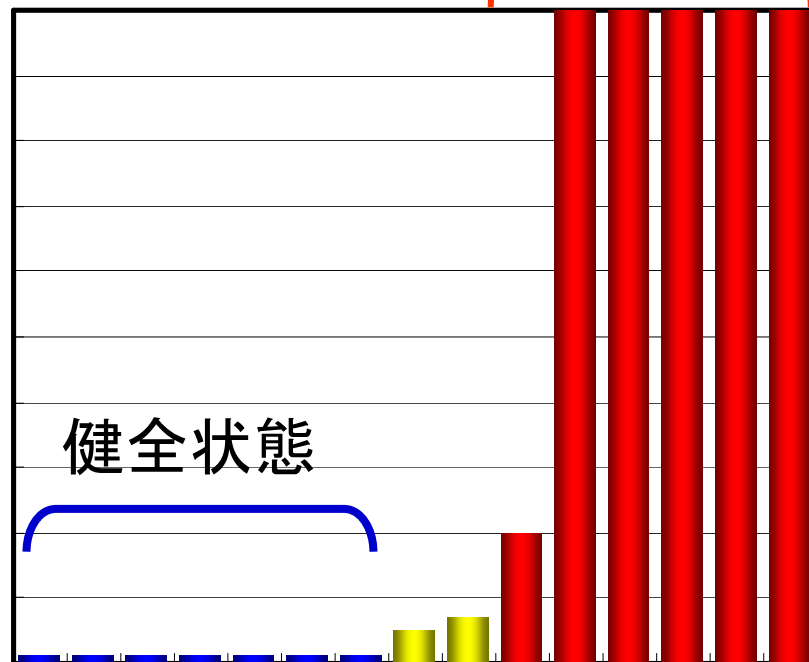


鉄筋への取付け方法

鉄センサの変化とセンサ抵抗値の挙動



センサ抵抗値



健全なセンサは抵抗値が極めて低い。
センサが腐食して断線することにより、抵抗値が急峻に上昇する。

《RFID腐食環境検知システムとは？》

高出力型リーダーライタ



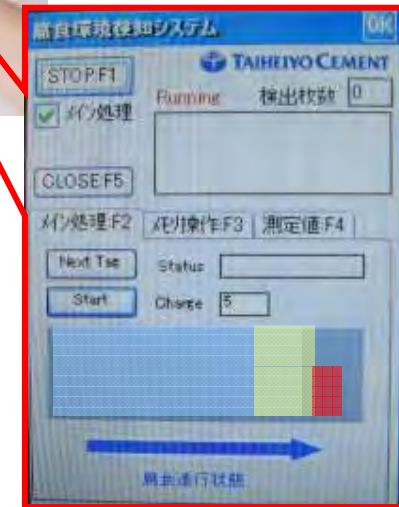
パソコン制御
長距離
広範囲通信



中出力型ハンディリーダーライタ



パソコン不要
ワンタッチ操作
ポイント計測



腐食環境を“色”で知らせます

北海道地区における施工事例

- 対象構造物：**一般国道228号清部大橋**
- 所在地名：北海道松前郡松前町
- 竣工年月：昭和48年10月（供用後約40年）
- 管理者：北海道開発局 函館開発建設部 江差道路事務所

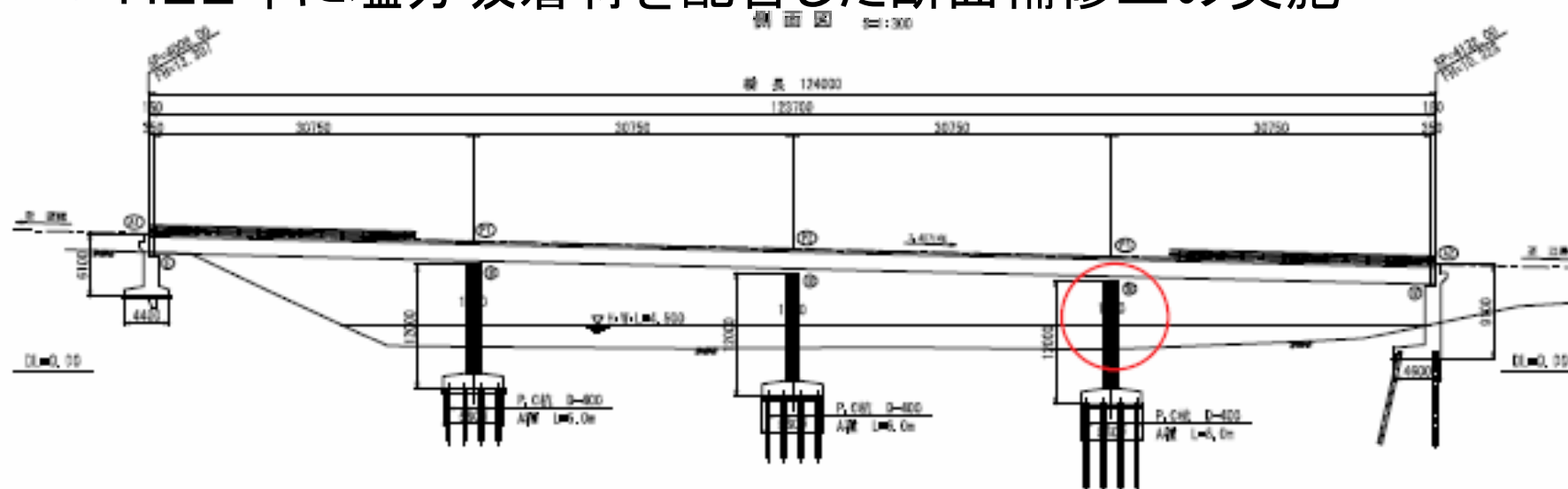
【センサ設置目的】

- 塩害対策補修工の効果確認
- 腐食環境変化の把握
- モニタリングシステムの有効性の把握



清部大橋 補修後の追跡調査

- 路線名 : 一般国道228号(交差条件:二級河川小鴨津川)
- 橋長 : 124.00m、幅員 : 9.25m
- 上部構造形式 : 4径間連続鋼鈹桁橋
- 使用材料 : 【下部工】 $\sigma_{ck} = 21\text{N/mm}^2$, SD345
- 竣工年月 : 昭和48年10月(40年)
- H19年に一部断面修復の実施⇒H21年、再劣化を確認
- H22年に塩分吸着材を配合した断面補修工の実施

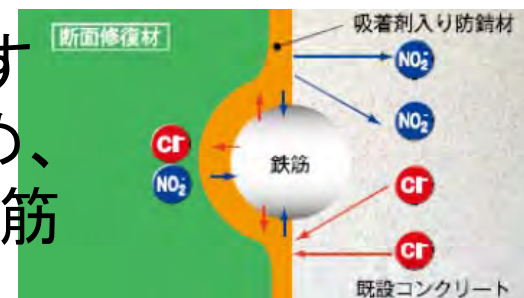


補修工法と追跡調査の概要

【補修工法】

SSI工法 (Suppressing Salt Injury Method)

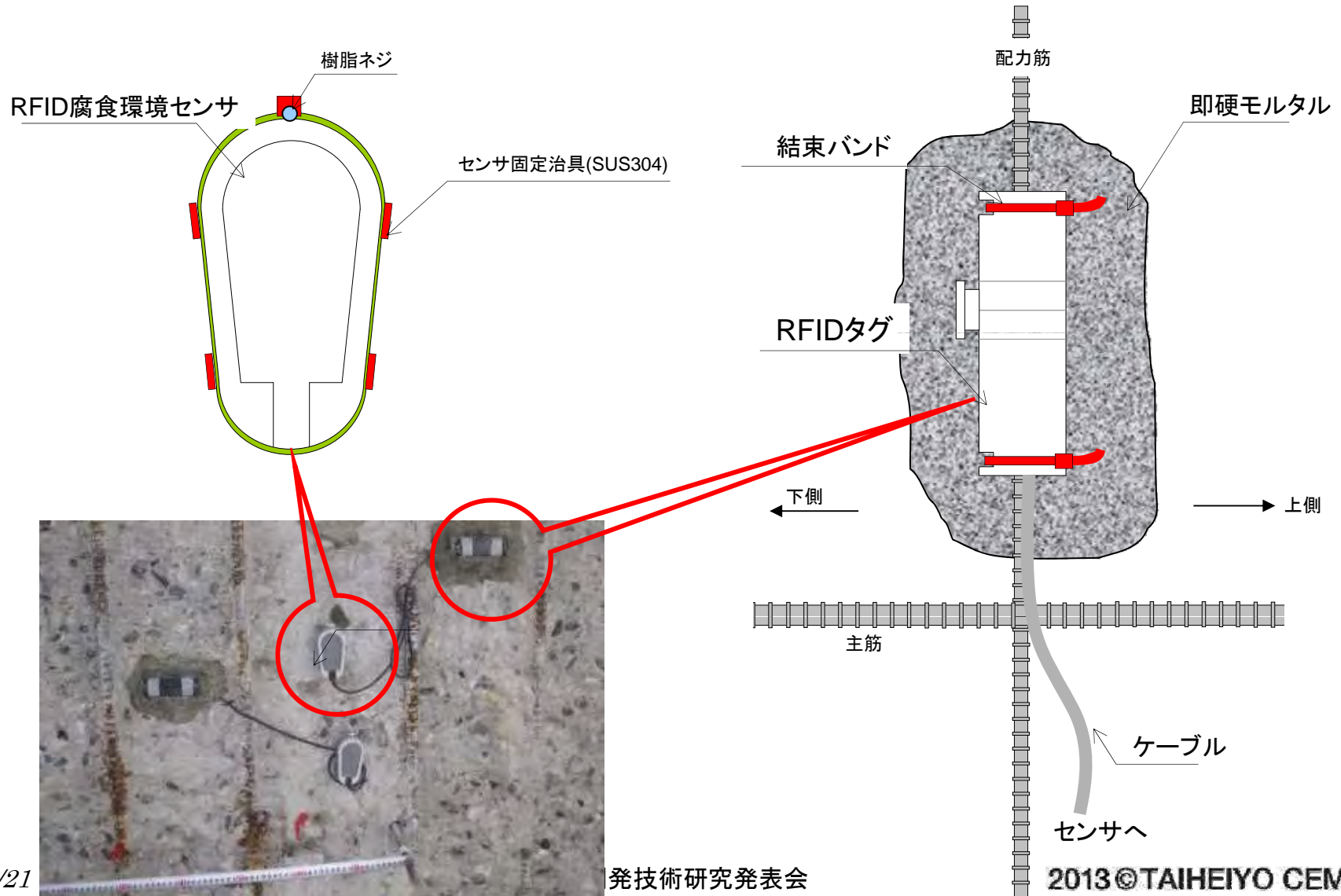
コンクリート中に存在する塩化物イオンを吸着すると同時に、亜硝酸イオンを放出する。このため、鉄筋周辺の腐食環境を防錆環境に改善して鉄筋の腐食抑制効果を高める。



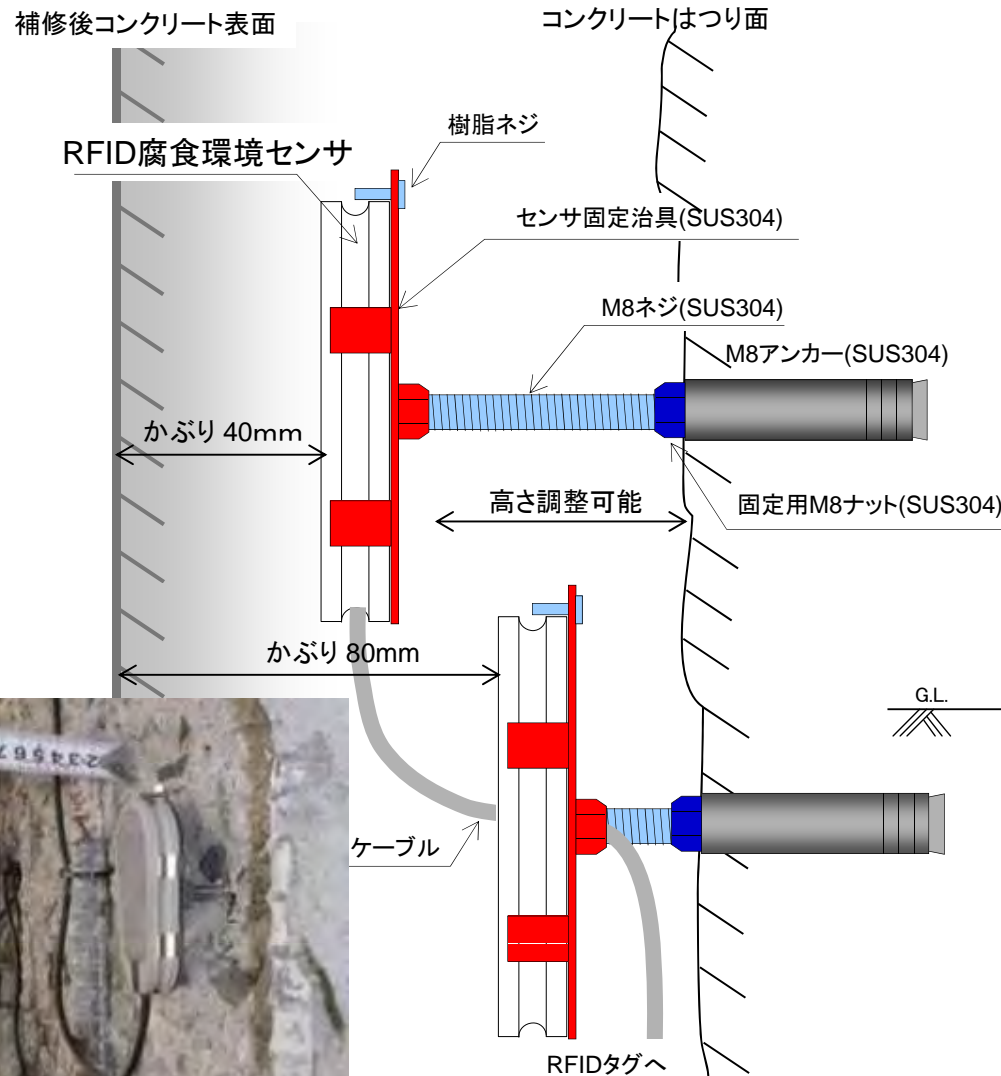
【追跡調査方法】

各センサ類		設置数量	メーカー	諸元
RFID腐食環境検知システム		6	太平洋セメント	RFID方式(950MHz)
鉄筋腐食	自然電位	3	特になし	100MΩ以上の内部抵抗を持つテスターを使用し、ASTM C 876に準じて測定
	分極抵抗	3	四国総合研究所	SRI-CM-Ⅲを使用

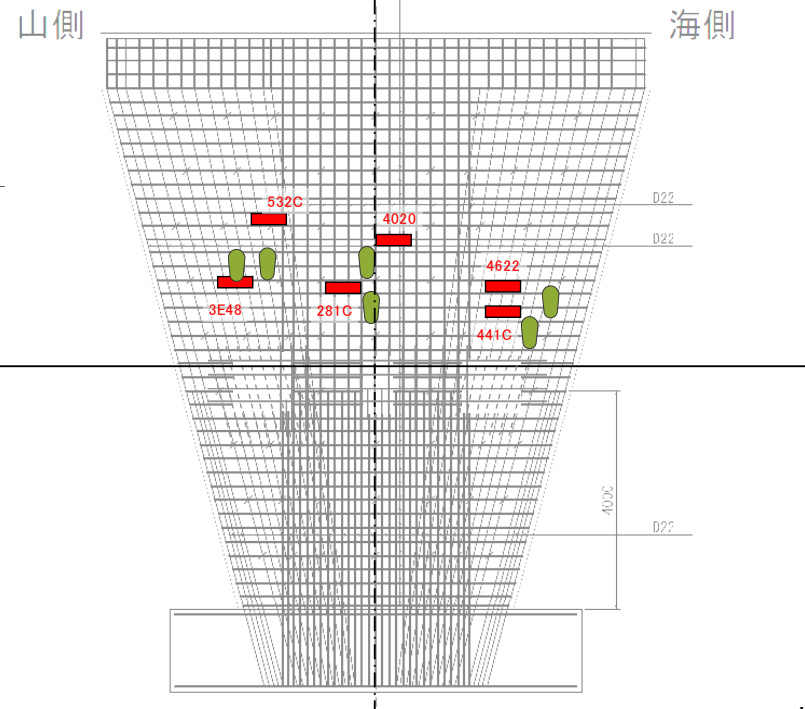
RFID腐食環境センサ設置方法(正面図)



RFID腐食環境センサ設置方法(側面図)



橋脚の海側、中央、山側の
3点にかぶり位置2水準
(40、80mm)
計6個のセンサを設置



RFID腐食環境検知システムによる計測状況



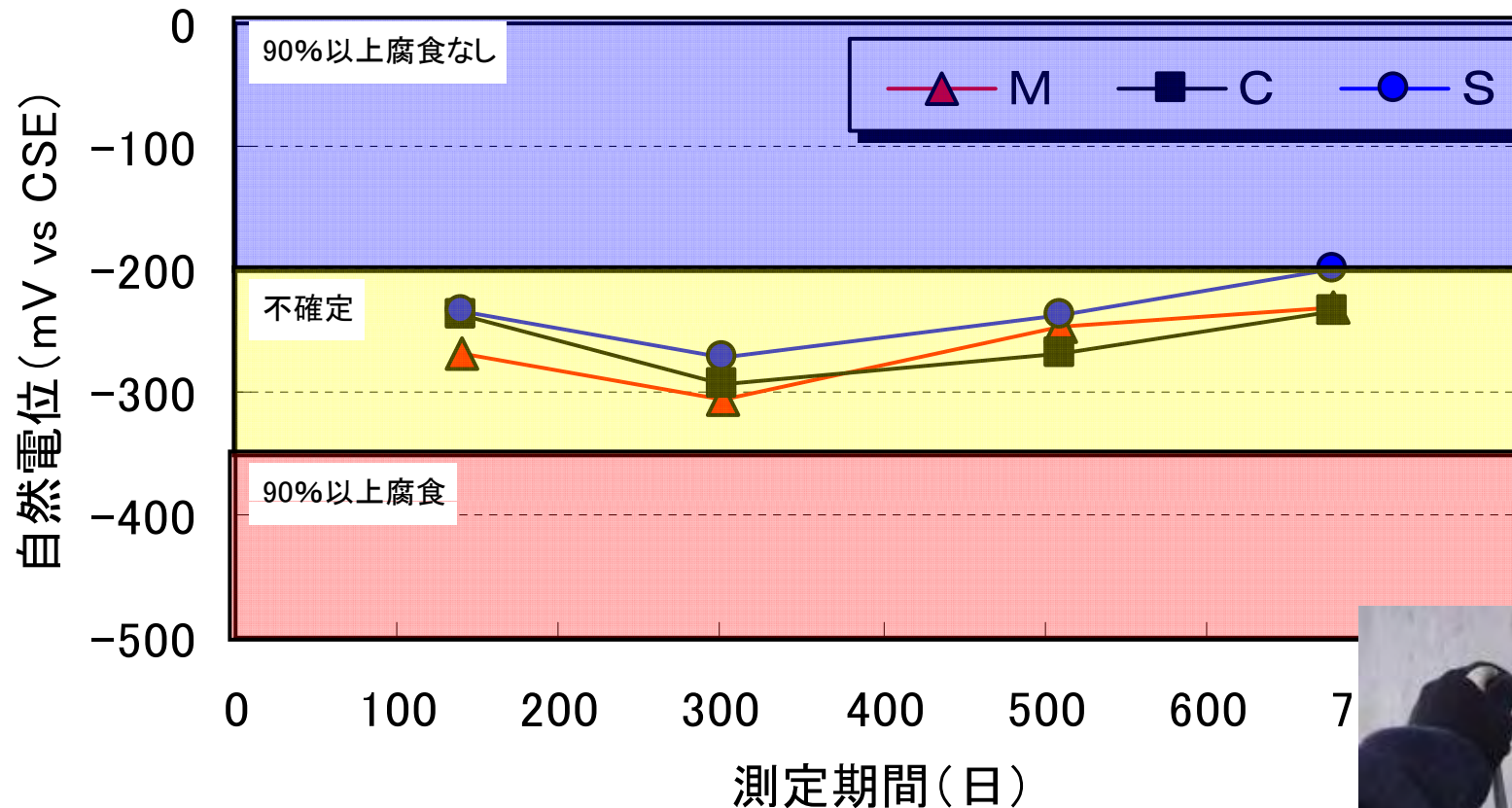
高出力型RWによる測定



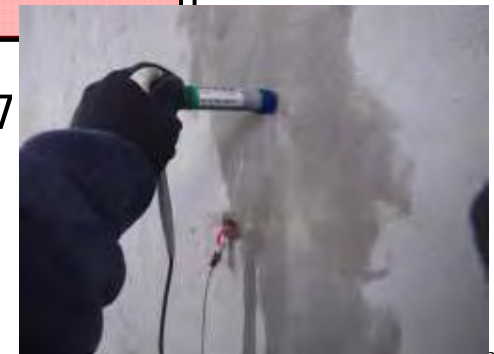
ハンディ型RWによる測定

**現時点のセンサ抵抗値は数オーム
健全状態を確認(腐食判定なし)**

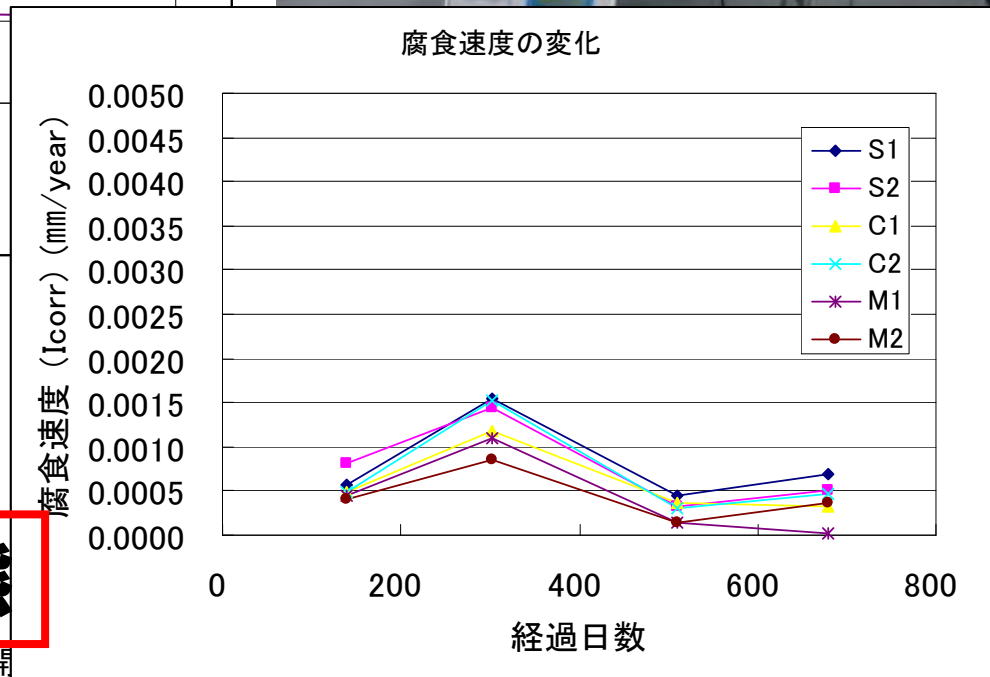
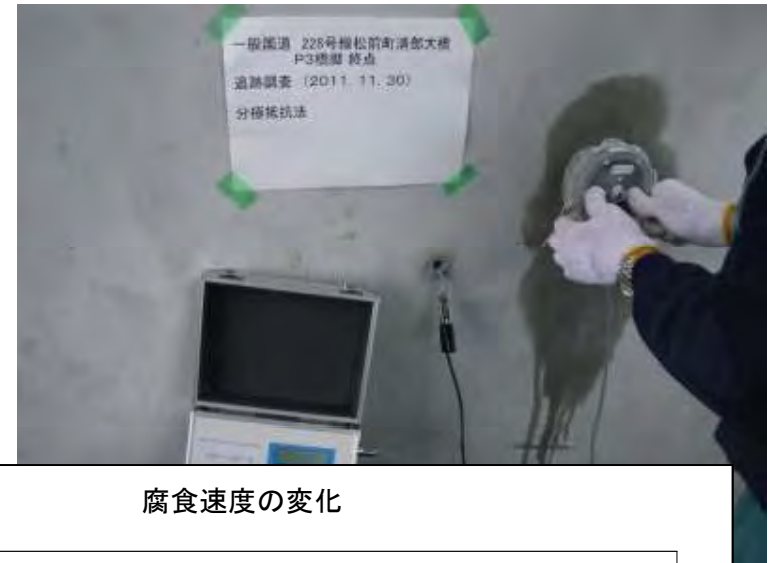
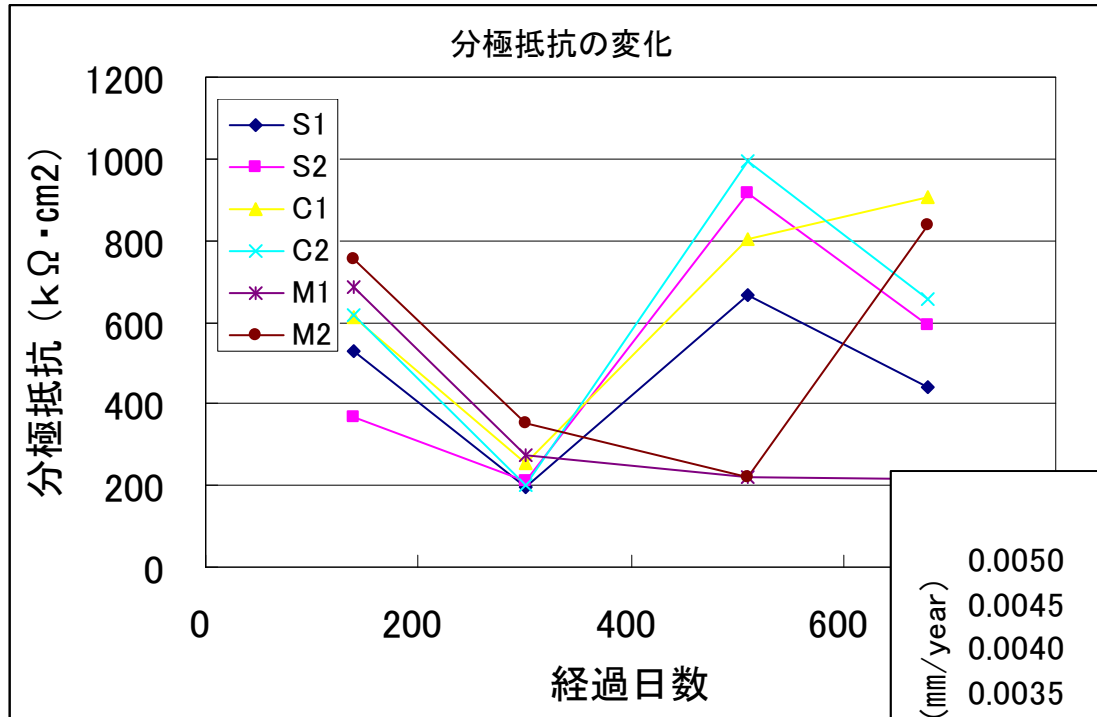
鉛照合電極による自然電位計測結果



不確定な判定領域であるが、上昇傾向



分極抵抗法における計測結果



【腐食判定基準】
分極抵抗130以下
腐食速度0.0023以上

全てにおいて健全状態

清部大橋 追跡調査の結果(約2年経過時点)

- RFID腐食環境検知システムは680日経過時点で正常に動作しており計測上の問題は見られない。
- RFID腐食センサ、自然電位、分極抵抗の計測結果から腐食判定は認められない。
- 今後、5年目までは1回／年の調査を継続し、その後、7年目、10年目を実施して終了予定。
- 5年目、10年目には調査箇所から試料を採取し塩分含有量を確認する予定。

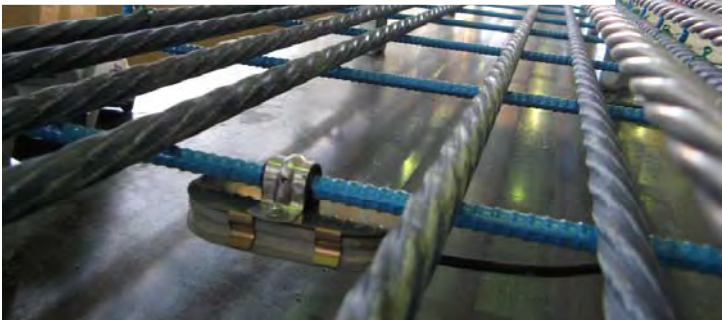
ご清聴ありがとうございました

<http://www.taiheiyo-cement.co.jp/rd/rfid/>



施工実績(PC箱桁下部)

- PC橋梁下部の予防保全
 - プレテンション方式のPC橋梁
 - PC鋼線の健全度確認

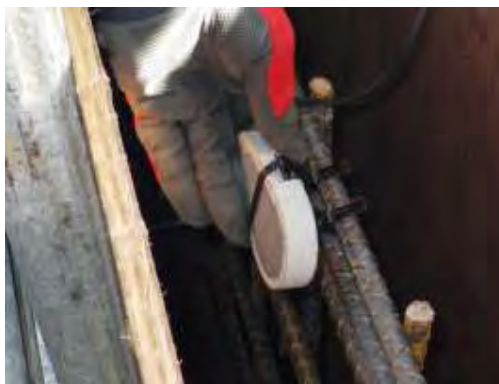


施工実績(建築構造物)

- 海岸沿いRC構造物 壁部
 - 現場打ちコンクリート
 - 港湾部に新設する倉庫の耐塩害評価
 - 防錆配合の評価



2013/2/21



北海道開発技術研究発表会



24

2013 © TAIHEIYO CEMENT

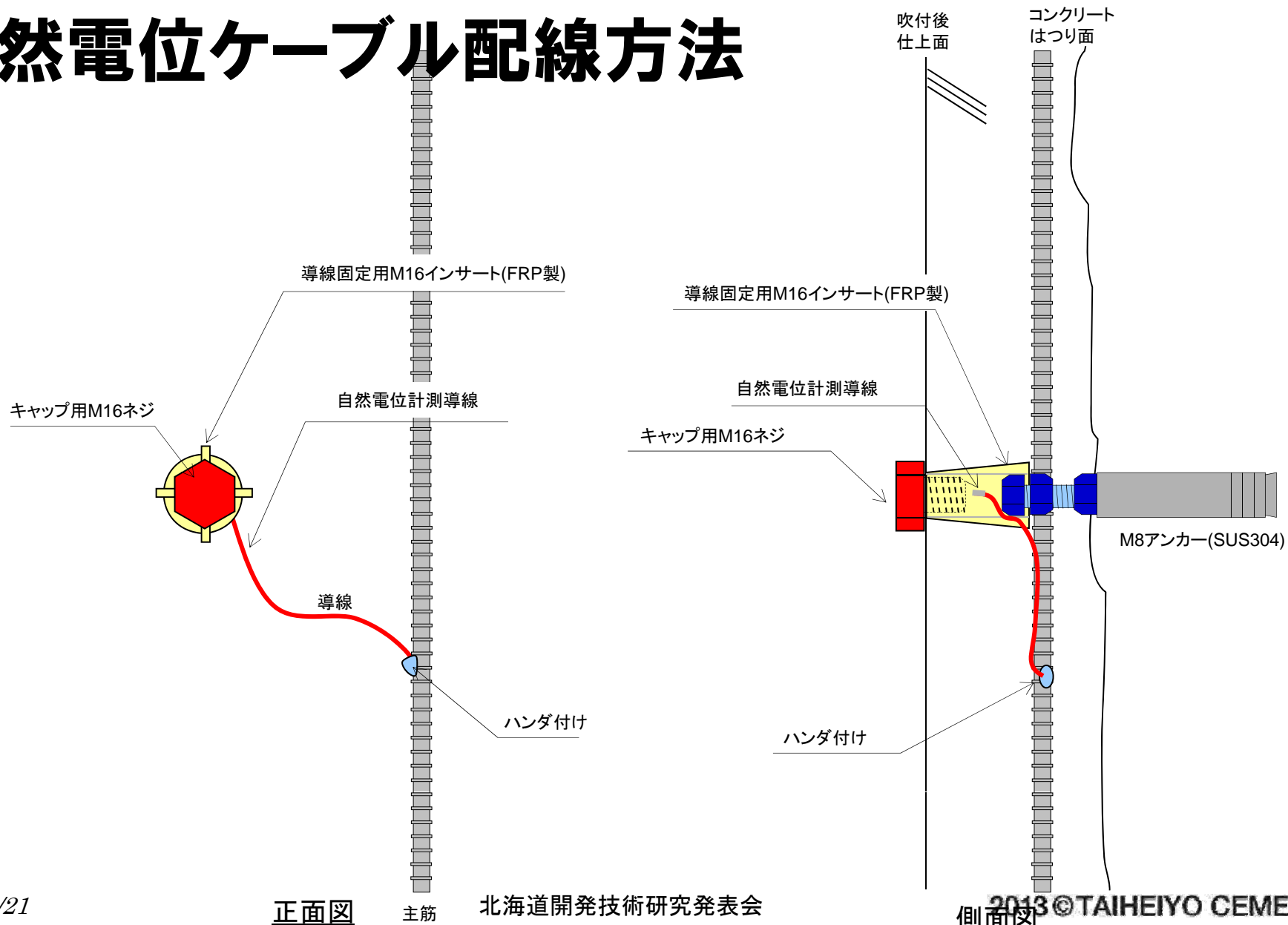
RFID腐食環境検知システムの特長

- 当社オリジナル開発のセンサを採用
- 鉄筋近傍の「腐食環境度合い」を事前に検知する。
- 非破壊で計測
- 樹脂系材料による保護塗装後も計測可能
- 電源不要のため、長期計測が可能。
- 点検履歴をRFID内蔵メモリに記憶できる。

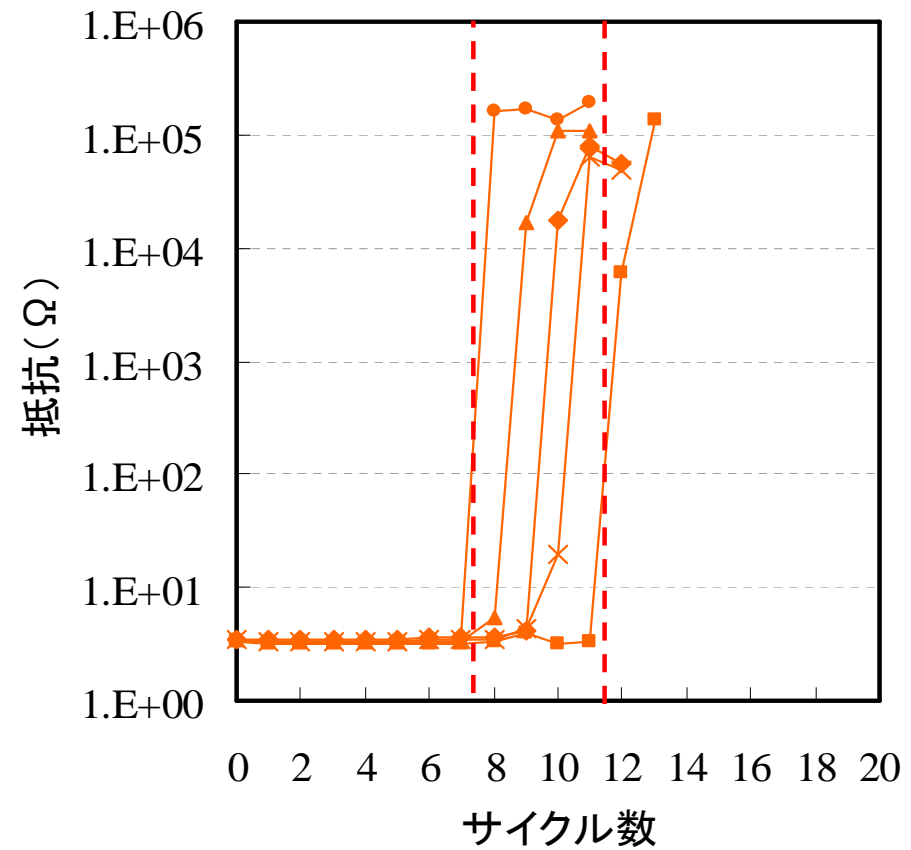
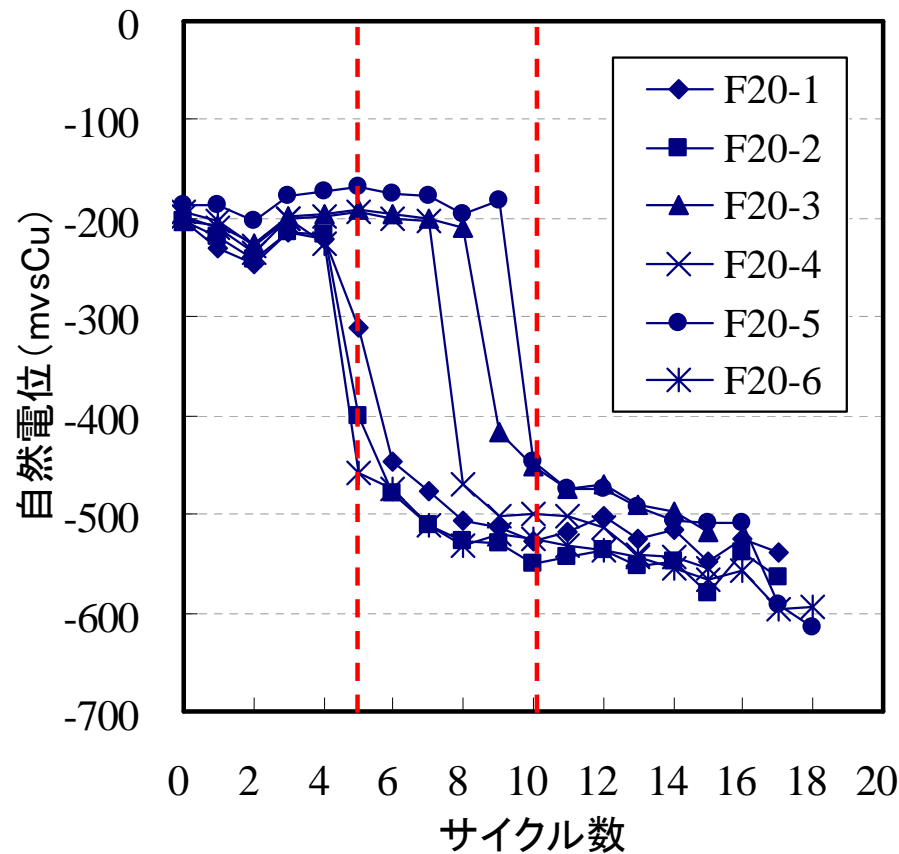
国交省 新技術情報提供システム登録番号

KT-110059

自然電位ケーブル配線方法



自然電位法との検知性能の比較



自然電位法の結果とほぼ同時期に腐食を検知