



RFID構造物診断技術Wimo®の活用事例

株式会社太平洋コンサルタント
営業統括部 高橋英孝



2023年4月12日 於:広島県コンクリート診断士会

独自のセンサ技術と無線(RFID)技術の組合せにより
今までにないコンクリート構造物の維持管理手法を提供

RFIDひずみ計測システム



コンクリート構造物内部の鉄筋・コンクリートに生じる「ひずみ」を無線で計測

RFID腐食環境検知システム



鉄筋や鋼材近傍の腐食環境を鉄箔センサの電気抵抗で評価、無線で計測

①コンスペーサ



ICタグを内蔵したモルタルスペーサ点検情報の記録、製品トレーサビリティ他、様々な応用が可能

《RFID構造物診断技術とは》



センサ機能付RFID(ICタグ)とは？

RFID・・・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



+

「ひずみ」「温度」「腐食」を対象としたセンサ情報

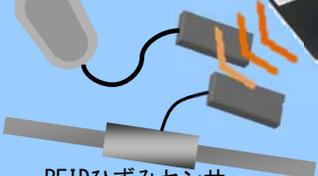
RFID腐食環境センサ
ID:0001

センサ機能付RFID

リーダーライター

ID:0001の腐食センサは健全です

ID:0002のひずみ量は200μ
温度は25℃です



RFIDひずみセンサ
ID:0002

IDと同時にセンサ情報を読取る

《RFID構造物診断技術とは》



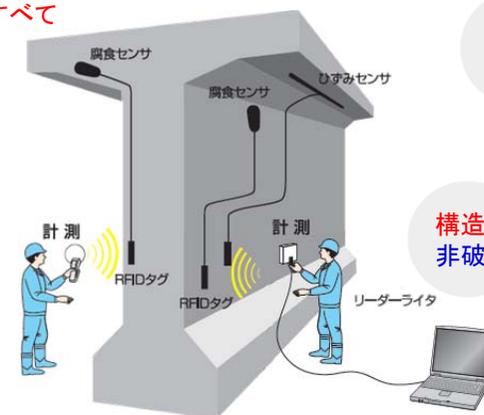
コンクリートに鉄筋を模擬した腐食環境センサ・ひずみセンサを埋設し、
構造物内部の腐食環境およびひずみをRFID(ICタグ)を通じて無線で把握するシステム

センサおよび通信部すべて
構造物内部に埋設
ケーブルレス

無線で電源供給
電池レス
電池交換不要

専用ソフトで誰でも
簡単に計測が可能

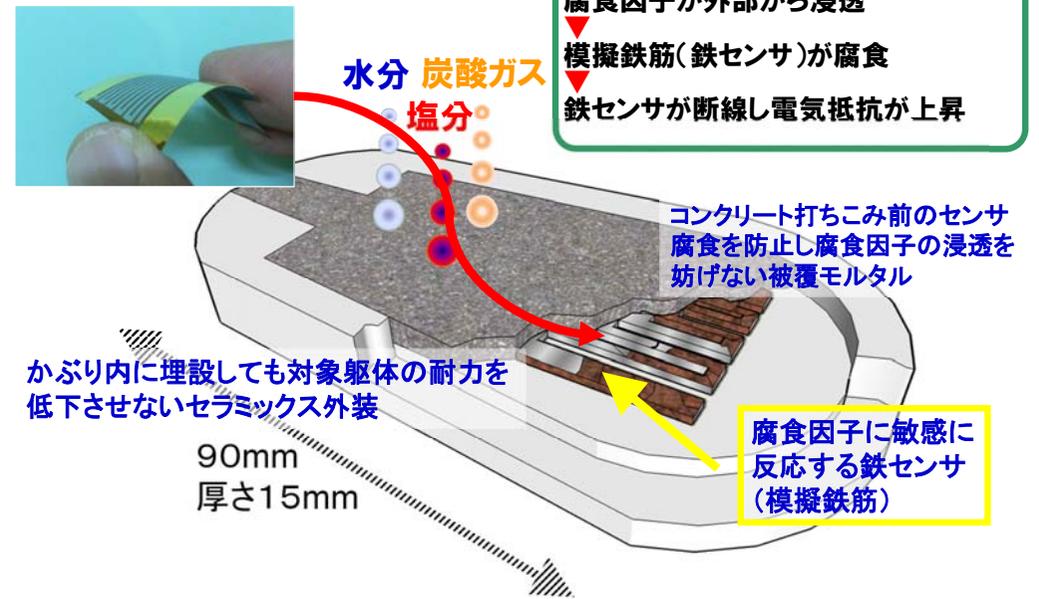
構造物を破壊せず計測
非破壊



RFID腐食環境検知システムの特長

- 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。

RFID腐食環境センサの構造

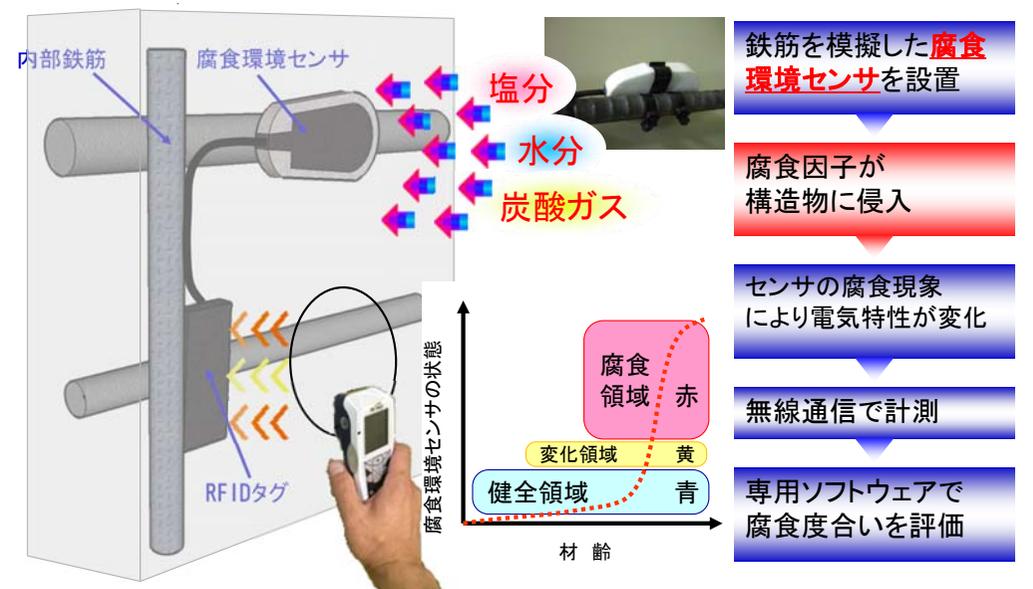


RFID腐食環境センサ外観



標準仕様は通信部～検知部までのケーブル長1m
 延長用中間ケーブル(1, 2, 4, 6, 9, 14m:オプション)を
 接続することで**最大15mまで延伸可能**
 検知部が高所であっても、**通信部は計測作業を行いやすい
 箇所に設置可能**

RFID腐食環境検知システムの使用手法



取付イメージ

- 専用治具で簡単な取付が可能
- 多種の鉄筋径に対応
- RFID部はスペーサを用いて、通信距離を調整可能



アンカーによる取付け方法



腐食環境センサ取付状態
(背面より)



RFID部取付状態
(背面より)

PC接続型リーダーライタ

パソコンに接続して使用
アンテナ分離タイプのため、
手の届かない箇所でも計測
可能



ハンディリーダーライタ

パソコン不要
簡単に操作可能
ピンポイントの計測



健全⇒青 変化⇒黄 腐食⇒赤

簡単に評価が可能

計測結果は6回分埋設した通信部(RFIDタグ)に書き込むことが可能

使用実績(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



航路標識(灯台・灯標)

- 全国に約5,000基以上を供用
- 厳しい塩害環境
- 効率的(迅速な点検)な維持管理の実施



補修時の適用事例

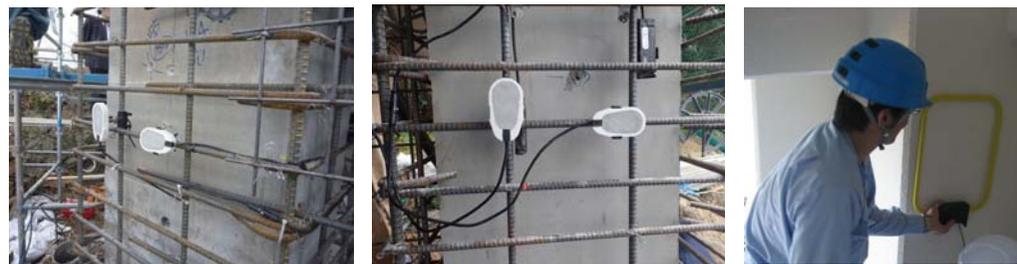
- 対象構造物: 橋梁下部工 (橋脚)
- 設置目的: 塩害対策工法の効果確認
- 供用環境: 補修後2年で再劣化した厳しい塩害環境、凍結防止剤散布箇所
- 設置手順: 既設コンクリートのはつり⇒センサの設置 (専用アンカー) 用⇒補修コンクリートの打設
- 定期的な計測により**健全性**を確認することで、補修効果を適切に把握する
- すなわち、補修工法の性能照査に活用できる



補修時の適用事例

- 対象構造物: 通信インフラ格納基地 (移設・更新が困難な重要施設)
- 設置目的: 補修工法の効果確認および継続的な維持管理
- 供用環境: 海岸沿いで厳しい塩害環境 (飛沫帯)
- 設置手順: 既設コンクリートのはつり⇒増厚コンクリート用配筋⇒センサの設置⇒補修コンクリートの打設
- 定期的な計測により**健全性**を確認するとともに、腐食リスクの早期発見により再補修工事を計画的に立案する。

リカード工法 × WiMO



《RFID腐食環境検知システム》

超高強度繊維補強コンクリートパネルによる 河川護岸の補修工事への適用

Ductal × WiMO

発注者: 北海道開発局 網走開発建設部
 工事名: 網走川応急対策事業の内網走川鏡橋下流護岸補修工事
 内容: 既存PC矢板の塩害および氷塊等、漂流物の磨耗・衝撃対策



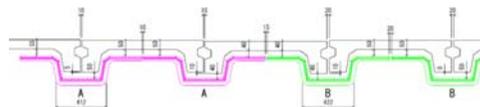
補修前の劣化状況



《RFID腐食環境検知システム》

施工状況

UFCパネルは既存PC矢板の目地幅や出入りの調整の為、2種類とし、焼く物パネルを1種類とした。



【センサ設置の目的】
 耐久性の高いUFCパネル内部の健全性を把握できない。
 目地部からの劣化因子侵入の懸念。
 ⇒既設部を一部はつりセンサを設置



センサ設置



ダクトフォーム施工

施工後の計測状況

設置位置を示す表示プレートと計測状況



リフリート工法による栈橋補修

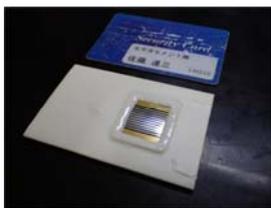
リフリート工法
× WiMO

- 大分工場粘土水切栈橋健康度回復工事
- 厳しい塩害環境
- リフリート工法による補修工事(太平洋テクノ)
- 他工場への展開を検討



RFID腐食カードセンサ(鋼構造物向け)

- ICカードと同等のサイズ
 - 表面は高耐久ゴム外装
 - 金属影響を緩和する電磁シールド一体型
- ↓
- 塗装内部における鋼材の腐食環境の評価

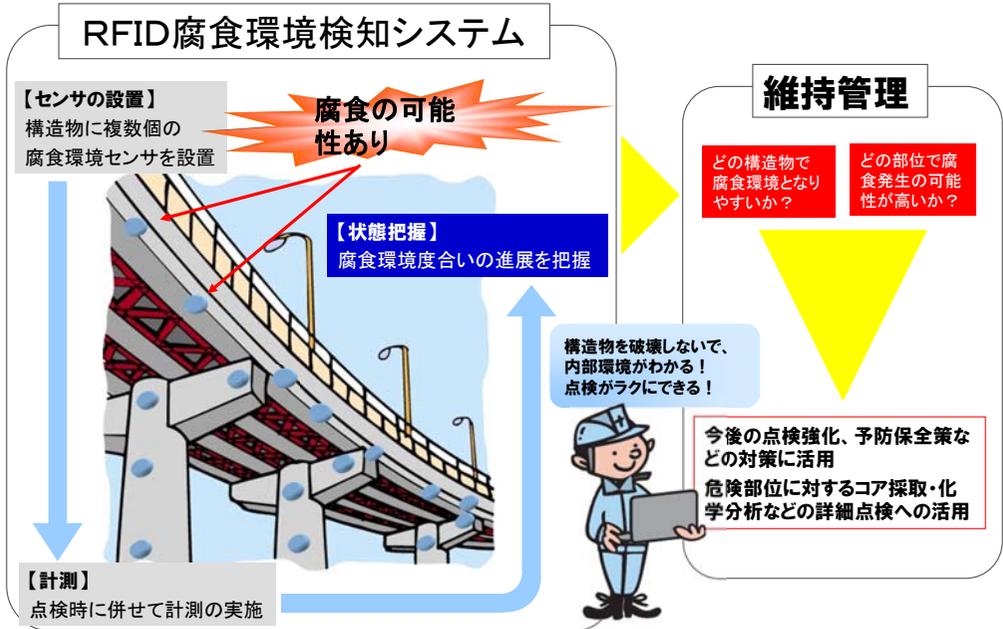


RFID腐食カードセンサの適用事例

- 鋼製航路標識(灯標)の維持管理
- 塗装被膜の内部腐食環境の評価



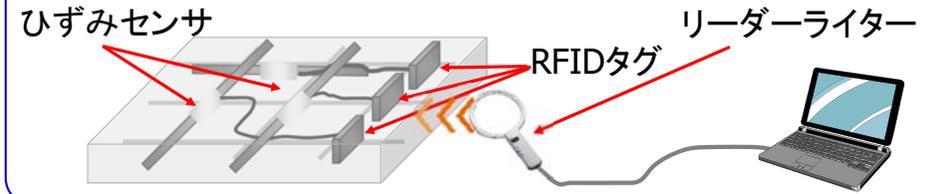
《RFID腐食環境検知システムの 利用イメージ》



《RFIDひずみ計測システム》

センサRFIDによる非接触ひずみ計測システム

RFIDひずみ計測システム



従来技術

煩雑なケーブル処理
長期計測に不向き
記録データの紛失

RFIDによる無線方式
パッシブ型(電池レス)
メモリ機能を搭載

RFIDひずみ計測システム

配線不要
長期計測可能
点検履歴の記憶

簡便で効率的な新しい診断技術を提供

《RFIDひずみ計測システム》

RFIDひずみセンサ



《RFIDひずみ計測システム》

コンクリートひずみセンサ(SSC小型タイプ)

	長さ	直径	弾性係数	測定範囲
小型タイプ SSC-2290	90mm	22mm	20Mpa	$\pm 3,000 \times 10^{-6}$
従来型 SSC-3725	250mm	37mm	800Mpa	$\pm 1,000 \times 10^{-6}$

用途: 断面の小さい構造物(ex. 柱、スラブ、試験体など)
低弾性タイプ(約20MPa): 弱材齢から計測可能



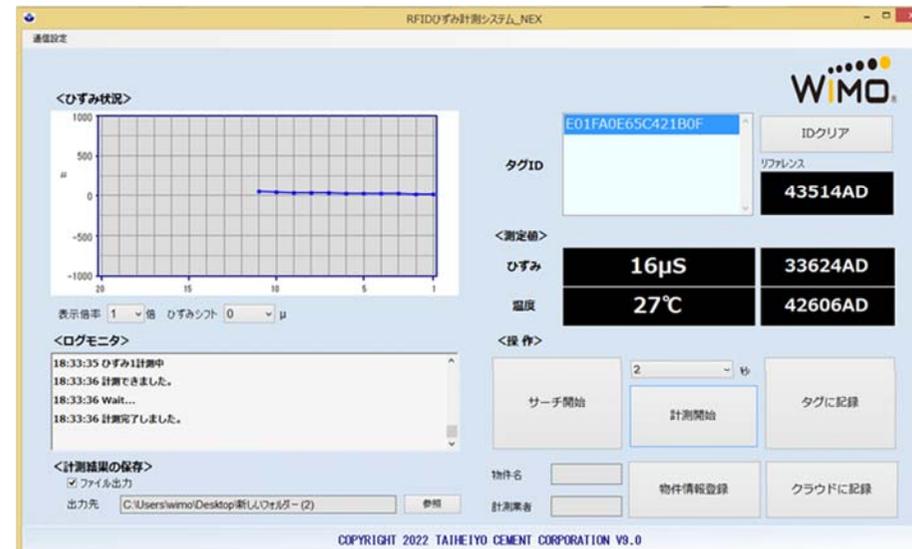
土木分野だけでなく、プレキャスト部材や薄肉部材の多い建築分野へも適用可能

専用リーダーライタ

パソコンに接続して使用
アンテナ分離タイプのため、手の届かない箇所でも計測可能
動作電源はUSBポートから供給



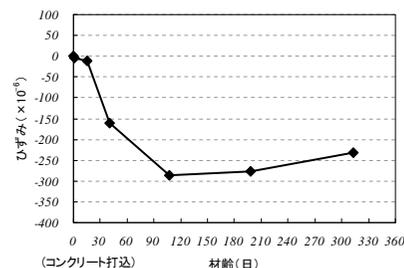
計測ソフト測定画面(計測モード)



使用実績

●浄水場壁部材(実構造物)

- 現場打ちコンクリート
- 水和発熱による初期ひずみ (マスコン温度応力)
- 長期の乾燥収縮管理



使用実績(PCa製品、補強材)

●垂直壁補強土工法(実構造物)

- プレキャスト製品
- TUSSパネルの内部鉄筋ひずみ把握
- 盛土土圧からの補強材の軸応力測定
- 補強土壁の長期的な維持管理



使用実績(コンクリート舗装)

●高耐久コンクリート舗装(実構造物)

サービスステーショントラック駐車場

- 膨張コンクリート
- コンクリートひずみ計タイプによる膨張量把握
- 乾燥収縮量の把握



使用実績(鋼部材への適用)

- 鋼合成セグメントの鋼部位への設置
- 専用フランジを用いた固定
- 鋼部位のひずみ測定



その他各種用途

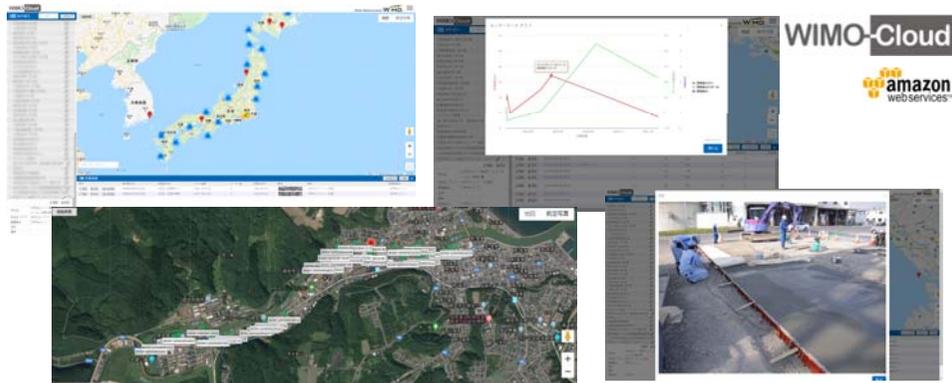
- トンネル覆工コンクリートの応力管理
 - PC構造物の緊張管理(施工~維持管理)
 - 大型建築部材のクリープ計測
 - 膨張材・収縮低減剤の効果確認
 - 地震後の健全性確認
 - 凍上現象による外力管理
 - アルカリ骨材反応による長期的な膨張把握
- 施工管理で設置したセンサを維持管理にも活用可能

WIMO-Cloud による維持管理・計測サポート

- WIMOを誰が計測して、どうやってデータ管理を行っていけばよいか。
- 管理担当者が異動して、WIMOの設置位置がわからない。
- WIMOの継続的な計測がされていない。
- CIM: Construction Information Modeling / Management 物件へ提案したい

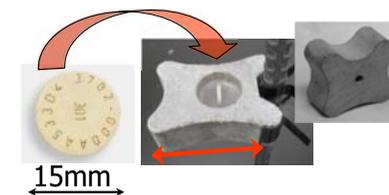


- **WIMOで計測したデータを全て管理**するクラウドシステム: 19年度～提供開始
 - 全国各地に設置されたWIMOの計測結果を保存できるプラットフォーム
 - Google Mapと連携して、設置位置を管理
 - 管理者(ユーザー)単位のIDで計測データを保存・更新
 - 計測状況の写真も保存可能
 - 他社センサ情報も統合して管理・保存(※カスタマイズ機能)



 **コンスペーサ** とは
ICタグを埋設したモルタルスペーサ

- 一般的に使用されているモルタルスペーサと同一形態
 - 躯体の安全性確保、簡単な施工手順(スキル不要)
 - コンクリート構造物に**ICタグの機能(個体認識・情報記録)**を簡単に付与
- **各種のアプリケーションを提供**
 - 簡易的なかぶり厚検査システム
 - 目視点検情報管理システム
 - コンクリート製品製造情報管理システム
 - コンクリート製品施工情報管理システム



コンクリート製品情報管理システム

コンクリート製品の製造時の情報、出荷検査、維持管理情報を簡単に記録・管理する

【製造時の情報登録】

- 設計基準強度
打設日
スランプ
空気量 鉄筋種類
温度 PC鋼材種類
強度 メーカー



【製品情報の確認】

- 検査日・検査結果
製造情報

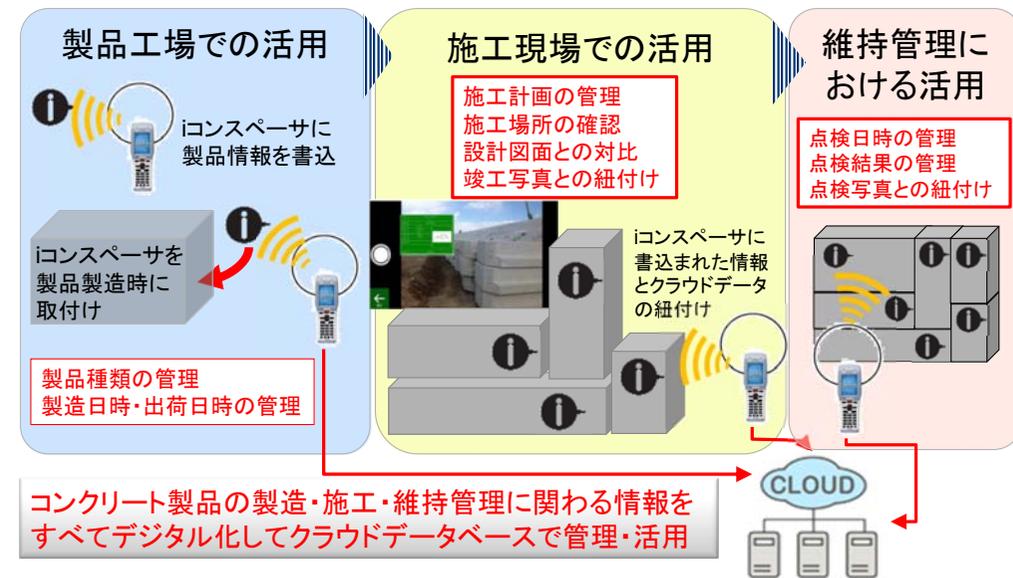


【製品検査結果の登録】

- ひび割れ
浮き
錆汁
...
...
...



コンクリート製品の製造・施工・維持管理の効率化



iコンスペーサを用いたかぶり厚検査システム

かぶり厚は**スペーサ**で確保・固定



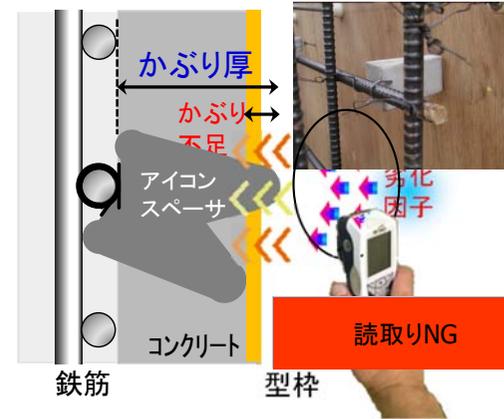
施工前はスケールにて実測

施工後は電磁波レーダー等の非破壊検査



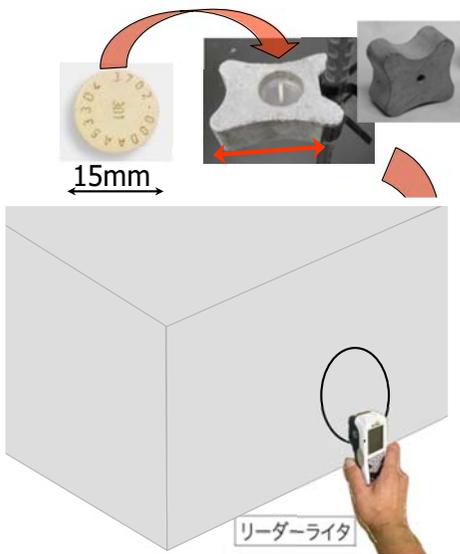
スペーサの役割に着目して
簡易的な検査手法を検討

- 出荷時にICタグのメモリにスペーサ厚を記録
 - ICタグの読み込みを確認することで検査
 - スペーサの適切な設置状態を確認
- ⇒ ICタグの通信指向性を活用



- かぶり⇒構造物の耐久性を確保する重要な部位
- スペーサを設置して確保
 - >> 適切な設置を確認(OK)
- 施工ミスにより、スペーサが設置されない、斜めに設置
 - >> かぶり厚不足(NG)

iコンスペーサの活用フロー かぶり厚検査～点検情報記録



- ICタグをスペーサに内蔵
- かぶり厚(スペーサ長)の記録
- iコンスペーサを構造物に設置
- かぶり厚の検査(配筋検査)
- かぶり厚の検査(竣工検査)
- 検査結果の記録・保存
- 目視点検結果の記録

iコンスペーサによる点検情報管理システム

- 目視の**点検結果を構造物内に記録**
- 以前の結果と比較、劣化の進行状況を把握
- **近接点検を実施した証拠**
- 点検結果をPCやクラウドに転送し、一元管理も可能



点検入力項目と記録容量

- NDIS3418「コンクリート構造物の目視試験方法、JCI「コンクリート診断技術」を参考に決定
- ひび割れ、浮き、はく落、錆汁、鉄筋露出、エフロレッセンス、すりへり、ポップアウト、漏水
- 6回分の実施記録が可能
⇒5年に1回の点検結果(30年分)
- パソコンへデータ転送を行い帳票管理も可能

土木構造物における適用実績

国道道路改築工事(千葉県)上部工工事(2015,9月)
適用部位:床版下面、高欄下部地覆コン:計12箇所



建築構造物における適用実績

T社新社屋新築工事

適用部位:袖壁10箇所

脱型後の計測・確認、計測結果の書込み



- 通常のモルタルスペーサと同等の強度性能
- 鉄筋作業のなかで施工可能
- i-Construction®向け PCaコンクリート部材管理を容易に実現可能
- 35~140mmのスペーササイズに適用可能
- 供用時の目視点検結果を継続的に記録できる
- 様々な情報管理(位置・基準点・施工・補修履歴...)にも活用
- 土木学会「高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針(案)」の製品検査に掲載
- 土木学会コンクリート標準示方書【維持管理編】
 - 8章 記録: 構造物に記録を保管できる技術としてICタグが紹介
- 土木学会「プレキャストコンクリートを用いた構造物の構造計画・設計・製造・施工・維持管理指針(案)」に掲載



WIMOMO[®]に関するお問合せは下記まで

株式会社太平洋コンサルタント
広島営業所 TEL:082-225-7122
本 社 TEL:03-6630-3811

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



詳しくは専用HPまで
WIMOMOおよびWIMOMOロゴは太平洋セメント株式会社の登録商標です。
iコンスペーサおよびiコンスペーサロゴは太平洋セメント株式会社の登録商標です。