点検・モニタリング・診断技術の研究開発 ■研究開発項目

■研究開発テーマ 省電力化を図ったワイヤレスセンサによる橋梁の継続的

遠隔モニタリングシステムの 現場実証

■研究責任者 オムロン ソーシアルソリューションズ株式会社 西田秀志

■共同研究グループ: 国立大学法人東京工業大学

# 研究開発の目的・内容





### 研究開発の目的

管理者にとって導入しやすくかつ客観的な情報取得できる、高度な橋梁維持管理システムを実現する

## 点検業務の課題解決 建設年度別施設数 💥 ・人手不足

- ・アクセス困難 ・異常時の優先 順位付け
- ・5年に1度の目視点検
- ・橋梁数の多さ(69万橋)
- ・橋梁の老朽化 平均年齢 35年

・維持管理レベル の低下

・ 微細な挙動把握 ・抜け漏れ発生

・理解し易い情報 の提供

•簡単設置

監視

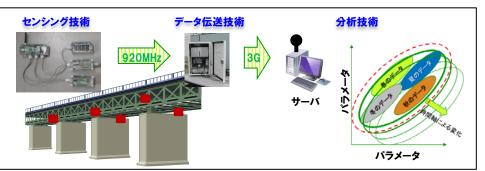
・遠隔での橋梁



※出所: 国土交通省 近畿地方整備局 ホームページより

### 研究開発の内容 (平成26~30年度)

- ・省電力、屋外環境対応のセンシング技術
  - →長期信頼性確保(電池駆動で寿命5年以上)
- ・データ伝送技術(無線)
  - → 設置性の良さと遠隔での効率的なモニタリング
- ・データ分析技術
  - → 多様な劣化損傷の指標化(特性カルテ)



## 現状の成果①(平成26~28年度に実施)



#### 1. 実橋梁でのモニタリングシステム構築

#### センシング技術

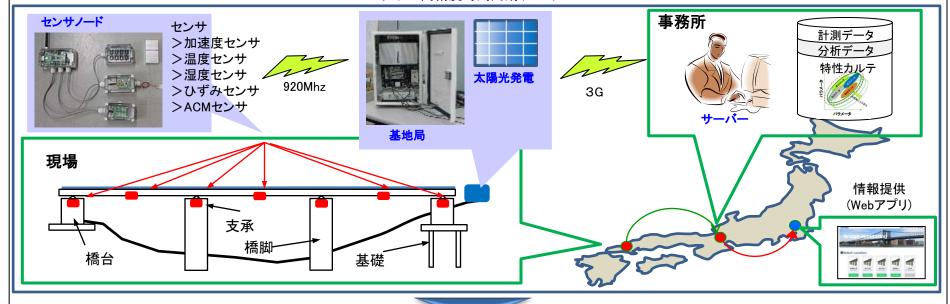
- ・センサノード31台を現場実装(省電力無線)
- ・Li電池で5年以上の稼働に目処 計測時間 5分×3回/日

#### 伝送技術

- •基地局1台現場実装
- ・太陽光発電のみで1年以上の稼働実績
- 920MHz無線通信の品質確認 (橋長230m)
- •1ms以下の高精度時刻同期(GPS)

#### 分析技術

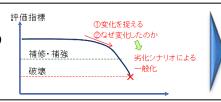
- ・遠隔地にサーバ設置
- ・基地局からのデータを蓄積(1年以上)
- ・特性カルテの情報提供開始



- ・電源工事不要で、容易に導入し、長期利用可能な、遠隔モニタリングシステムを実現
- 橋梁の状態を、専門的な知識なしでも理解できる情報として、センサデータの指標化を実現

活用例

橋梁の損傷が見受けられる部位の 状態を遠隔地でモニタリング



評価指標の変化から劣化進行を予測し、 橋梁の予防保全が可能

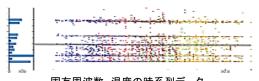
## 現状の成果②(平成26~28年度に実施)



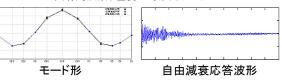
#### 2. 加速度値

#### 評価指標:

固有周波数、減衰比、振動モード形状



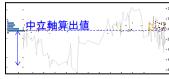
固有周波数、温度の時系列データ

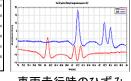


構造物全体、個別部材の挙動を定量的に把握

#### 3. ひずみ値

- 自己発電型のピエゾ式ひずみセンサを活用
- ・以下の指標の妥当性確認
- ①中立軸の算出
- ②車両重量の算出(インプット情報として) ※インプットとアウトプットの相関を指標化





中立軸の時系列データ

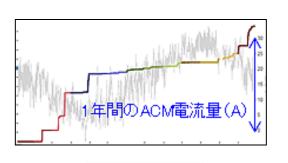
車両走行時のひずみ

床版のひび割れ、鋼部材の剛性低下などの 損傷・劣化状態を定量的に把握

## 4. 腐食値

#### 腐食環境指標の傾向

= 実橋梁の調査結果 (板厚減少量)



腐食劣化の進行箇所、時期を定量的に予測

## 5. 分析技術

時系列のセンサデータを分析し、構造特性を把握 するとともに、ダメージ検出を行う。本検討では、 データを位相空間で表現し、ダメージ指標として 活用する手法を適用。

(軌跡の中心移動量、大きさ、形状)

#### 加速度波形

位相空間で表現



ダメージ発生の時刻、 場所、レベルを検出

## 成果の活用フロー

対象橋梁の状況調査、構造解 析により、劣化シナリオを推定

必要なセンサを選定 必要な指標を選定

- 2. 加速度值
- 3. ひずみ値
- 4. 腐食値
- 5. 分析技術

1. 実橋梁でのモニタリングシステム構築

対象橋梁に最適なモニタリ ングシステムを実現

戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

## 最終目標



#### 最終数値目標

電池駆動で5年以上運用できるセンサシステムを実現 分かり易く、使い易いモニタリングメニューを実現

#### 対象ユーザー

道路管理者様(道路会社、国、地方自治体様) など

## 使用方法 · 使用場所等

監視の必要な橋梁にセンサを設置し、管理部門でデータ を蓄積、維持管理を担当する事務所で状況を監視

### 販売、利益創出等の流れ

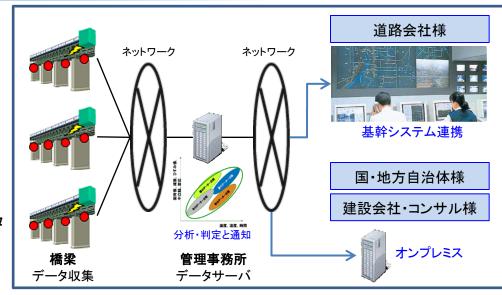
オムロンソーシアルソリューションズ(株) モニタリング提案、システム提供

コンサル会社 :維持管理支援

建設会社:建設時、建設後の状況把握

道路管理者様

(道路会社/国·地方自治体様)



### 提供サービスの概要

#### コンサル支援 システム提供 コンサル モニタリング方法の提案 運用方法の提案 システム販売 顧客課題の具現化 管理者支援

提供価値

- ·LCC最適化
- ・災害時復旧の迅速化
- •見える化による定量的な修繕判断
- ・点検周期間の状態監視

を可能とし

- ・経済ロス低減
- ・プロアクティブな安全対策
- 社会の信頼を獲得

を実現する

戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program