

鋼鉄道橋の振動発電を 利用したモニタリング

構造物技術研究部(鋼・複合構造)

吉田 善紀



はじめに



- ・見逃しのリスク
- ・主観による記録
- ・労働力不足

目視による検査
(現状2年ごと)



補完
補間

- ・見逃しのリスク低減
- ・客観的なデータ
- ・省力化

モニタリングの利用



鋼構造物のモニタリング

○異常検知モニタリング

事務所 監視

センサB

センサA

中継器

例: 疲労き裂の検知

導電性表面材料

き裂を検知

無線機

無線技術の活用

- 配線が不要
- データ収集が容易

⇒見逃しの減少
⇒早期対策によるコスト減



鋼構造物のモニタリング

○動態観測モニタリング

作用
温度, 活荷重, 風, ...

応答(変位)

定期的な測定

活荷重応答の動的測定

性能低下の傾向把握

性能

経年

⇒健全度評価の精度向上

応答(加速度)

応答(圧力)

○モニタリングの電源の課題

電源工事などの初期コストや電池交換等の運用コスト



鋼鉄道橋の振動発電

列車通過時に振動

定期的な交換が不要

圧電素子

接着剤で部材に貼るだけ

応力発生

電力

センサ

○圧電素子発生応力により発電

- 半永久的に電力を供給
- 容易に施工が可能



振動発電による異常検知モニタリング

列車で収集

【運用のイメージ】

- ・疲労き裂の検知などを対象
- ・複数の橋梁に設置

⇒センシング結果を無線送信
列車で一度に回収

センシング&無線送信

無線機に電力供給

桁の振動で発電


(例: き裂検知センサ)

実橋で検証



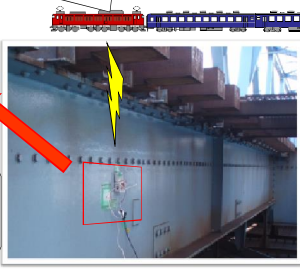
平成26年度 構造物技術交流会

実橋梁での検証



圧電素子 無線機
30mm

走行している列車内で
平均3.7回受信に成功

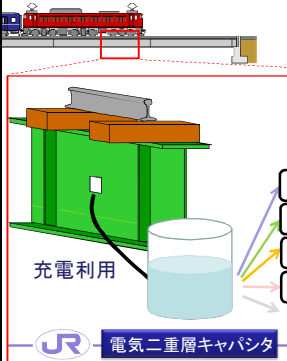


振動発電により、列車通過中(10両編成)に5回の測定 & 無線送信

JR Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

振動発電による動態観測モニタリング




充電利用

- 応力測定
- 変位測定
- 加速度測定
- 温度測定
- ...

【運用のイメージ】

- ・長期間の動態観測を対象
- ・数十分間隔の定期的な測定や活荷重応答の動的測定を行う
- ⇒ 複数列車分の電力を貯めて利用


実橋で検証



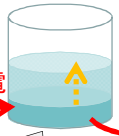
JR 電気二重層キャビタ Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

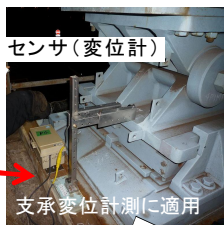
実橋梁での検証



圧電素子



充電

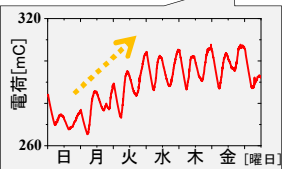


センサ(変位計)

利用

支承変位計測に適用

- ・任意の時刻・間隔での測定
- ・活荷重応答の動的な測定を1年以上継続実施



電荷[mC]

日 月 火 水 木 金 曜日

JR Railway Technical Research Institute

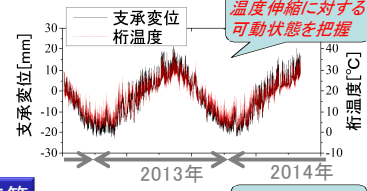
平成26年度 構造物技術交流会

モニタリング結果

支承変位の年変動

□ 温度変化との相関

- ・支承の可動状態
- ・支点移動の有無



支承変位[mm] 桁温度[°C]

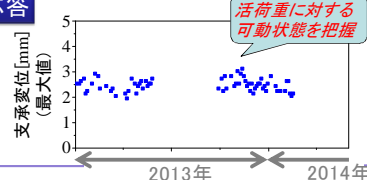
2013年 2014年

温度伸縮に対する可動状態を把握

支承変位の活荷重応答

□ 列車通過時の変位

- ・活荷重に対する支承の可動状態



支承変位[mm] (最大値)

2013年 2014年

活荷重に対する可動状態を把握

JR

平成26年度 構造物技術交流会

おわりに

- モニタリングシステムの電源における課題に対し、**鋼鉄道橋の振動発電を利用して電力を得る方法を考案**
- 振動発電を利用して測定と無線送信を行い、結果を列車で受信・回収するシステムを構築
 - ⇒ 実橋梁での検証より、
 - ・振動発電で得られた電力で**測定および無線送信が可能**
 - ・走行する列車での**データ受信を実証**
- 振動発電を充電利用した動態観測システムを構築
 - ⇒ 実橋梁での検証より、
 - ・数十分間隔の**定期的な測定**や**数十秒の動的測定**が可能
 - ・振動発電で得られた電力のみで**1年以上の運用**を実証

JR Railway Technical Research Institute