

既設 PC 箱桁橋におけるモニタリング技術の検討

NEXCO 西日本イノベーションズ (株) 正会員 ○広野 邦彦

西日本高速道路 (株) 正会員 横山 和昭

西日本高速道路 (株) 正会員 和田 圭仙

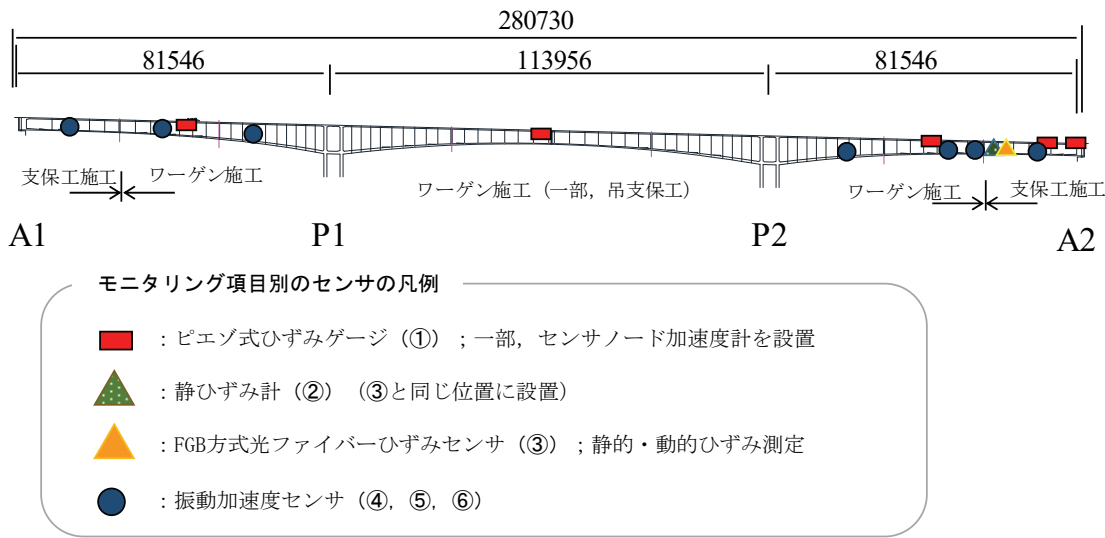
西日本高速道路 (株) 正会員 浅野 貴弘

1. はじめに

土木構造物の維持管理の効率化や高度化，長期の使用安全性の確保に資するため，近年，道路構造物のモニタリング技術が注目されている．筆者らは供用中の PC 箱桁橋において，変状検知や耐荷力低下時のアラート検出を効率的に実施することを目的とし，RAIMS¹⁾との共同研究や，大学有識者の助言も頂きつつ各種のモニタリング技術を現場に適用して検討を進めているところである．本稿ではその取組みの概要と今後の展望について述べる．

2. 対象橋梁およびモニタリングの内容

対象橋梁は，橋長 280.73m（支間 81.546m+113.956m+81.546m）の PC3 径間連続ラーメン箱桁橋であり，供用開始から 30 年が経過している．適用された道路橋示方書は共通編と下部構造編が昭和 55 年，コンクリート橋編は昭和 53 年である．本橋は張出施工となるワーゲン施工部と支保工施工部が連結され，コンクリートボックスを PC 鋼棒（SBPR80/105 φ32mm）でプレストレスした構造である．対象橋梁の上部構造図と実施中のモニタリング内容を図-1 に示す．



番号	モニタリング名・概要等	実施者
①	ワイヤレスモニタリングシステム-橋梁特性カルテ；(剛性モニタリング)	RAIMS [オムロンソリューションズ(株)]
②	静的ひずみ測定システム	RAIMS [(株)共和電業]
③	FBG方式光ファイバーひずみセンサ (静的・動的ひずみ測定システム)	RAIMS [三井住友建設(株)]
④	低周波加速度計によるモニタリングシステム	RAIMS [能美防災(株)]
	トポロジカルデータ解析 (加速度センサは上記と共用)	RAIMS [富士通(株)]
⑤	無線加速度センサによる固有振動数分析	RAIMS [沖電気工業(株)]
⑥	高分解能 (デルタΣ型ADC) 振動データを用いた構造同定※	NEXCO西日本イノベーションズ(株)

※ 既往文献²⁾などを参考にして基礎的な検討を実施中である．

図-1 対象橋梁の上部構造図とモニタリングの内容

キーワード モニタリング技術，変状検知，PC 橋，ひずみ計測，振動計測，活荷重計測

連絡先 〒532-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28 NEXCO 西日本イノベーションズ(株) TEL 06-6350-6132

3. モニタリング項目別の特徴と計測データの例

(1) **ひずみ計測**：死荷重に着目したひずみ計測データの一例を図-2に示す。PC 橋で特に注意すべき損傷は、PC 鋼材の破断や損傷、ASR 等によるコンクリートの劣化であるといえる。もしも本橋で PC 鋼材が破断した場合、現時点の検討結果からは、最も検出感度が高いのは死荷重が大きく影響するひずみ計測である。しかし、ひずみ計測では温度ドリフトの影響を受けるため、有意データとの分離方法については検討が必要である。

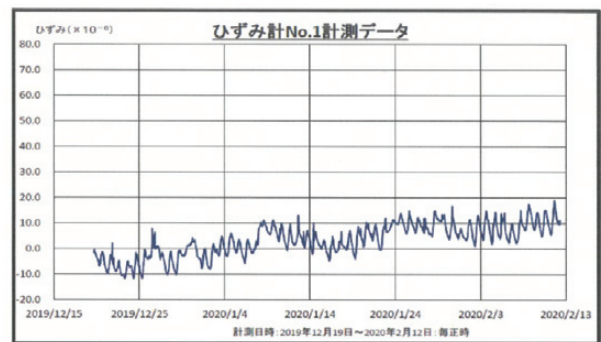


図-2 静ひずみ計測データの例

(2) **振動計測**：試験車（車重 20t に調整したトラック）通行時における振動加速度データの一例を図-3に示す。常時微動や車両通行による振動データからは、固有振動数、振動モード、減衰定数などの構造物の剛性や形状に関連した情報が得られる。これらの情報は主桁曲げ剛性の低下に対する感度が低いため、より高精度な計測や分析技術が要求される。この一つに位相空間分析といった感度の高い手法も研究されている³⁾。また、振動計測は MEMS センサを適用するなどして安価に水平展開が可能と考えられるため、今後も検討を進めたい。

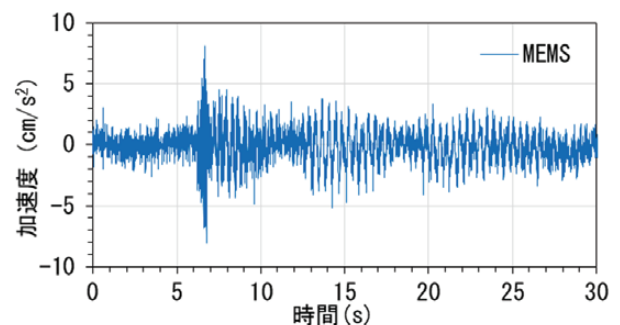


図-3 振動加速度データの例

(3) **剛性モニタリング（活荷重計測）**：橋梁上を通行する車両の軸重を測定する手法に BWIM（Bridge Weigh in Motion）がある。本橋では床版（上フランジ）コンクリートにピエゾ式ひずみゲージを貼付けて活荷重を計測している。また、主桁下フランジひずみのほか、加速度センサからのデータを積分してたわみを求め、通行荷重に対するひずみやたわみ量の関係をモニタリングしている⁴⁾。本稿ではこれを剛性モニタリングという。本橋で実施中の剛性モニタリングの例を図-4に示す。剛性モニタリングも振動計測と同様に、主桁の曲げ剛性の低下に対する感度が低いため、モニタリングへの適用では活荷重の計測精度の向上や、ばらつきのある活荷重データの統計的な評価手法の検討が必要と考えられる。

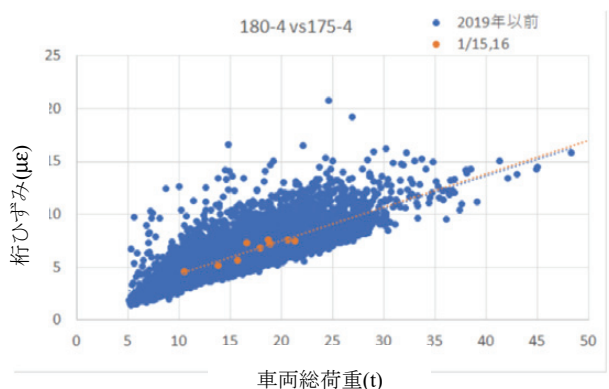


図-4 剛性モニタリングの例

4. まとめ

近年のセンサ技術や通信情報技術の進歩は目覚ましく、また高度なデータ分析や解析技術の研究も進められている。道路構造物の安全性を確保して、また効率的な維持管理を行うためには、①既設構造物の耐荷力の評価（構造解析による耐荷力の把握や載荷試験事例の整理）、②点検データの整理・分析に基づく構造物の劣化モデルの検討、③上記のような最先端のモニタリング技術を積極的に現場に適用していく、などの取組みが必要であると考えられる。本業務の実施では RAIMS 関係各位にご協力を頂いている。ここに記して謝意を表す。

参考文献等

- 1) モニタリングシステム技術研究組合（通称、RAIMS ; Research Association for Infrastructure Monitoring System)
- 2) 例えば、田代大樹，西川貴文，中村聖三：FE モデルアップデートのための振動特性推定と最適化手法の検討，鋼構造年次学術論文報告集，第 27 巻，2019.11.
- 3) 佐々木栄一：モニタリング技術がもたらす新しい価値，橋梁と基礎，Vol.54, No.2, 2020.2.
- 4) 黒田卓也，西田秀志，高瀬和男，佐々木栄一：省電力ワイアレスセンサによる橋梁モニタリングシステムの開発 2（特性カルテ），土木学会第 73 回年次学術講演会，CS9-017, 2018.8.