

既設長大橋のひずみ計測による挙動性状評価の可能性に関する一検討

安藤ハザマ

宮地エンジニアリング(株)
室蘭工業大学

正会員

正会員
正会員

○澤田 純之

永谷 秀樹
小室 雅人

日揮(株)

室蘭工業大学
北海道開発局

非会員

名誉会員
非会員

阿南 誠一

岸 徳光
大平 利光

1. はじめに

近年、建造から数十年経過したインフラ構造物に対して長寿命化が求められ、維持管理の重要性が再認識されている。一方、計測技術や通信技術の発展により、IoT、ICT を利活用することで、目的に適した計測機器を選定することにより、比較的簡易かつコンパクトな計測が可能になってきている。本研究¹⁾では、設置が容易かつIoTを利用して計測の遠隔操作が可能な無線方式の光学ストランドひずみ計を使用した長大橋の効率的な維持管理の可能性について検討を実施した。

2. 橋梁概要

計測対象とした橋梁は、室蘭市を通る国道37号に架かる東日本最大の吊橋である白鳥大橋である。本橋梁は、室蘭港を跨いで室蘭市陣屋町と祝津町を結ぶもので、橋長1,380m、中央径間720mの3径間2ヒンジ補剛箱桁吊橋であり、補剛桁は鋼床版箱桁形式を採用している。白鳥大橋は、前述のように室蘭港を跨いでいることより、通年強い海上風に晒されている。

3. 計測概要

図-1、図-2には、計測機器の設置位置を示す。計測位置は白鳥大橋の中央径間中央部の東西の外セル内のフェアリング側に各1か所とした。設置位置はセル下面から300mmの位置とし、橋軸方向の計測とした(写真-1参照)。計測機器の名称は、東側のセル内(室蘭港側)に設置したセンサをLS-1、西側のセル内(外海側)に設置したセンサをLS-2とした。

橋梁の計測には、検長部に光ファイバストランドを用いた自立型のひずみ計を用いた。写真-1には橋梁内における計測機器の設置状況を示す。計測機器は、光学ストランドが配線されたセンサ部の両端にミニステーション、エンドボックスが接続され、この両端部をネオジウム磁石等で固定してセンサ部のひずみを測定する。ミニステーションには、リチウム電池、無線アンテナ、メモリが内蔵されており、SMSモジュールの取り付けにより、インターネットプロバイダーを介して専用クラウドにデータが自動アップロードされるIoTに対応した自立型計測器である。本計測機器は、検長が1,000mm、計測範囲は3,000 μ (3mm)、分解能は10 μ (公称値)であるが1 μ までの測定が可能である。サンプル周期は1data/hour(静的)、最大50Hz(動的)である。

キーワード 既設長大橋、吊り橋、ひずみ、光ファイバ計測、IoT

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1 (株)安藤ハザマ 技術研究所 TEL 029-858-8813

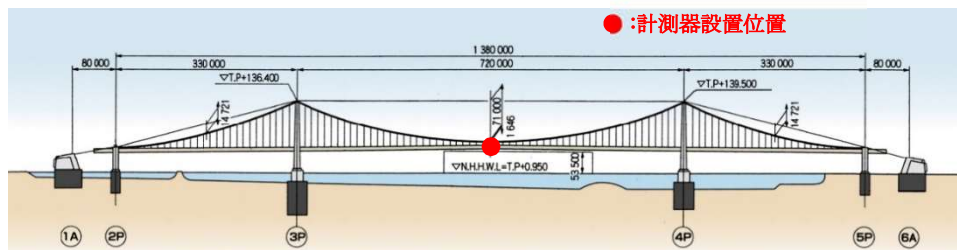


図-1 白鳥大橋の側面図(計測機器の設置位置)

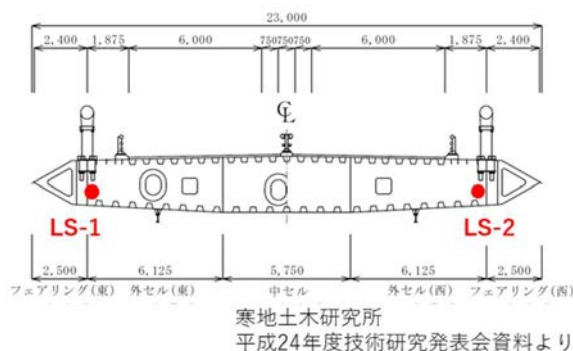


図-2 計測機器設置位置(中央部断面図)

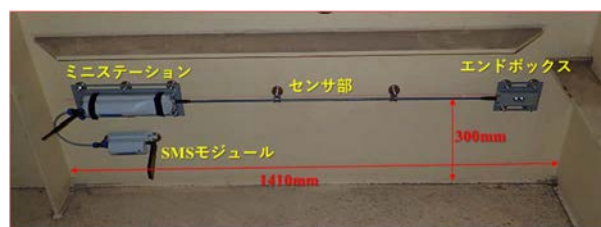


写真-1 計測機器設置状況

4. 計測結果(静的データ)

4. 1 測定データ

図-3 には、取得した補剛桁の相対軸方向ひずみデータの例を示す。データは 1data/hour(静的)で取得し、最大瞬間風速が 25m/s 以上の強風が観測された 2020 年 12 月 20 日から 2021 年 1 月 9 日までの期間とした。なお、データの基準は、12 月 20 日 0 時とし、その時点からの相対変化量である。図より、東西に設置した個々の計測機器の波形を見ると、ひずみの増減は概ね同じ勾配を示している。一方、計測値は時間帯により一致しない状態(例えば 12 月 21 日、12 月 27 日～12 月 31 日、1 月 5 日～1 月 8 日)が確認出来、その最大差は 70μ 程度である。

4. 2 測定データと環境データとの比較

図-4 には、橋軸方向の平均ひずみデータとして 2 測点のデータ平均 $((LS-1+LS-2)/2)$ を示し、環境温度データと比較して示した。図より、橋軸方向の平均ひずみデータは温度データと類似した波形が示された。すなわち、数日程度の大きな温度波形と、日変化の波形(1 日に 1 回ピークを示す波形)が組み合わされている。このことから、観測データの範囲からは、橋軸方向ひずみは温度変化に対応して推移していることが推察される。

図-5 には、水平方向曲げ成分データとして 2 測線の差分 $((LS-1-LS-2)/2)$ を算出し、室蘭市の風速データ²⁾と比較して示す。風速データはひずみの測定データと同様に 1data/hour の平均風速データを載せている。図より、水平方向の曲げ成分は LS-1(東側)から LS-2(西側)を引いた差分のため、正の場合は基準時より東側に凸状態を示し、負の場合は基準時より西側に凸になっていることを示す。なお、気象データより計測期間中は約 80%が北北西～西北西からの風であり、東～南南東の風は吹いていない。図より、水平方向曲げ成分の変動は風速と同様の挙動を示しており、両者には相関性があることが確認できる。今後、両者の相関式等による評価によって、ひずみモニタリングデータを用いることにより、風速に対応する白鳥大橋の挙動性状評価が可能になるものと推察される。

5. まとめ

本橋梁計測では、ひずみ測定による白鳥大橋の挙動性状評価の可能性について検討を実施した。本計測の範囲で得られた結果は以下の通りである。1) 橋軸方向のひずみは主に環境温度変化に対応して推移する、2) 風速と水平方向の曲げ成分の相関性を確認した。これらの結果は限られたデータから得られたものである。今後、詳細なデータを蓄積することによって、信頼性の高い挙動性状評価に向け、検討を行いたいと考えている。

謝辞: 本計測では、北海道開発局 室蘭開発建設部 福原潤二氏に多大なご協力を頂いた。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 岸徳光, 小室雅人, 澤田純之, 阿南誠一, 永谷秀樹, 大平利光, IoT と光ファイバ技術を用いた既設長大橋の常時微動計測に関する一考察, 令和 2 年度 土木学会北海道支部 論文報告集 第 77 号, A-08, 2021
- 2) 国土交通省 気象庁 過去の気象データ検索ページ: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (最終閲覧日: 2021 年 3 月 30 日)

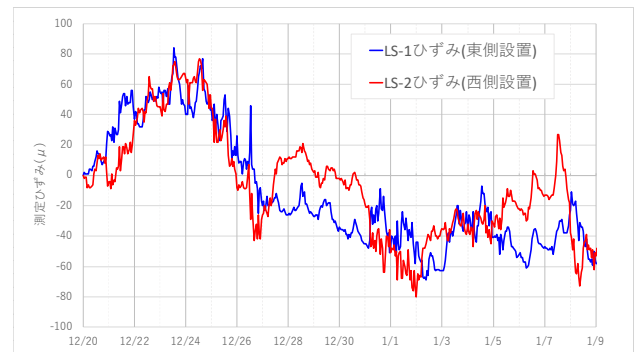


図-3 各計測機器のデータ

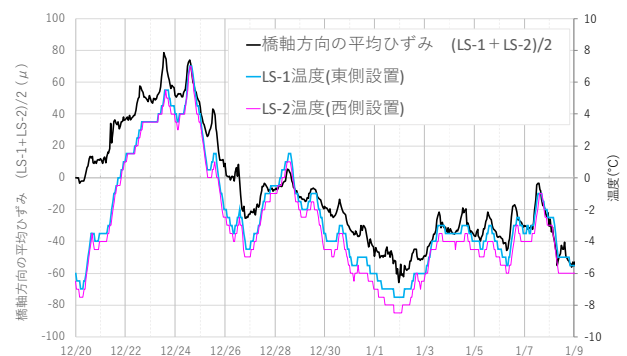


図-4 橋軸方向の平均ひずみデータ

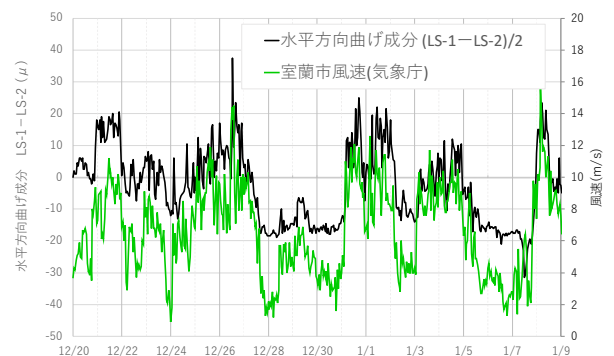


図-5 水平方向曲げ成分のデータ