

光ファイバーセンサーによるレンガ造り高架橋の長期連続モニタリング

東日本旅客鉄道（株）正会員 ○ 友利 方彦
東日本旅客鉄道（株） 田光 誠二

1. はじめに

東京から浜松町にかけて「東京レンガ高架橋」と呼ばれるレンガ造り連続アーチ高架橋がある。これは、明治43年に建造された非常に古い構造物であり、歴史的にも価値が高い。また、この高架橋は首都圏の大動脈を支えているものであり、安全安定輸送の確保を担う上でも重要構造物である。

本稿では、上記高架橋の維持管理の一環として現在実施中の、光ファイバーセンサーを用いた高架橋の構造モニタリングについて報告する。

2. 高架橋の概要とモニタリング目的

東京レンガ高架橋は、レンガ造りのアーチ構造であり、基礎は国産の松杭が使用されている。この杭上に厚さ約500mmのコンクリート基礎地盤をつくり、その盤上にレンガの積立工を施している。

高架橋周辺地域は旧日比谷入江に位置し、沖積層が厚く堆積している。過去（1950年代）には沖積層の圧密に伴う広域的な地盤沈下の影響で、高架橋に変状が生じたりした。その後の調査解析（有限要素法による構造解析）の結果、アーチの付根及びアーチの1/4点に比較的応力が集中することが分かり、これらのポイントを検査重点箇所として位置付けた⁽¹⁾。

一方、高架橋下は店舗などに使用されており、上記ポイントを直接目視できない場合もある。このような状況下で、高架橋の状態を遠隔監視するのに適したセンサーを模索した結果、長期にわたって安定したデータを取得できる光ファイバーセンサーが最も適当であろうという結論に達した。平成12年10月に光ファイバーセンサーによる構造モニタリングを開始し、現在も継続中である。

3. 光ファイバーセンサーの選定

現在国内では数種類の異なる原理の光ファイバーセンサーが用いられている。このうち一部は実用化の途上にある⁽²⁾。ここでは長期連続モニタリング目的に適したセンサーとして、光ファイバーのマイクロベ

ンディングの原理を応用したセンサー（Optical Strand Monitoring System：OSMOS）を選定した。モニタリングシステムの構成は図-1に示すとおりである。このセンサーを選定した理由は、(1)長尺のセンサー（2m）であり、構造物の挙動をマクロに把握できる、(2)長期間安定しており約10年の連続使用実績がある、(3)感度が高く（2μストレイン）、微小な動きを計測できる、(4)同一センサーで静的測定と動的測定ができる、(5)電気ノイズの影響を受けない、(6)センサーの温度変化に対する補正が不要である、などである。

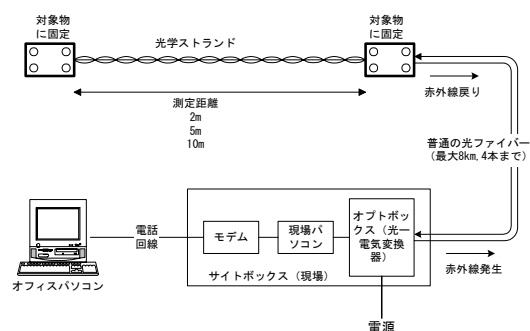


図-1 モニタリングシステム構成

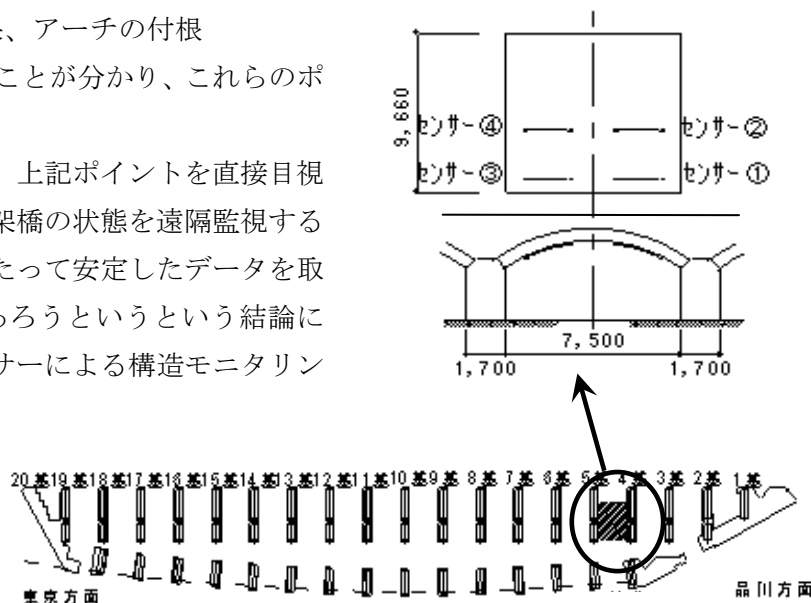


図-2 高架橋の形状及びセンサー設置位置

キーワード 光ファイバーセンサー、モニタリング、計測、高架橋

連絡先 101-0021 東京都千代田区外神田 1-17-4 東日本旅客鉄道（株）東京土木技術センター TEL 03-3257-1691 FAX 03-5298-6920

4. 高架橋への光ファイバーセンサーの適用

高架橋の一つのスパンを抽出し、図-2に示すように、長さ2mの光ファイバーセンサー4本をアーチ部に設置した。モニタリングは通常の静的測定（30分に1回データを保存）と、必要に応じて列車の通過に対する挙動の動的測定、地震等の突発的な事象に対する動的測定を行っている。

5. モニタリング結果

長期連続モニタリングの結果（静的測定）を図-3に示す。センサー1、2とセンサー3、4は1年周期で逆モードの変形を示している。これは、高架橋の地上部が季節的な温度変動に伴って膨張・収縮するのに対して基礎部が動かないため、連続高架橋の端部に近いモニタリング対象部位のアーチ部にゆがみ変形が生じることを表している。センサー3、4は、モニタリング開始から1年後の10月初旬に元の変形状態に戻っている。一方、センサー1、2はマイナス側に約0.1～0.25mmシフトしているが、変形量は極めて小さく、安定した状態を維持している。今後更にデータを蓄積し、長期的傾向を評価する予定である。

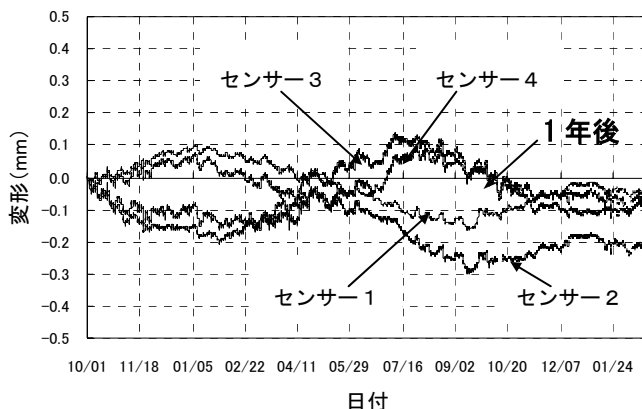


図-3 平成12年10月～平成14年2月のモニタリング結果

高架橋上のホームに列車が入線した時の動的応答について、センサー1を例にとって図-4に示す。この応答特性の変化によっても変状を把握することができる。モニタリング開始直後と約1年5ヶ月後の応答特性に顕著な変化は見られないことから、高架橋は安定した状態を維持しているものと判断される。

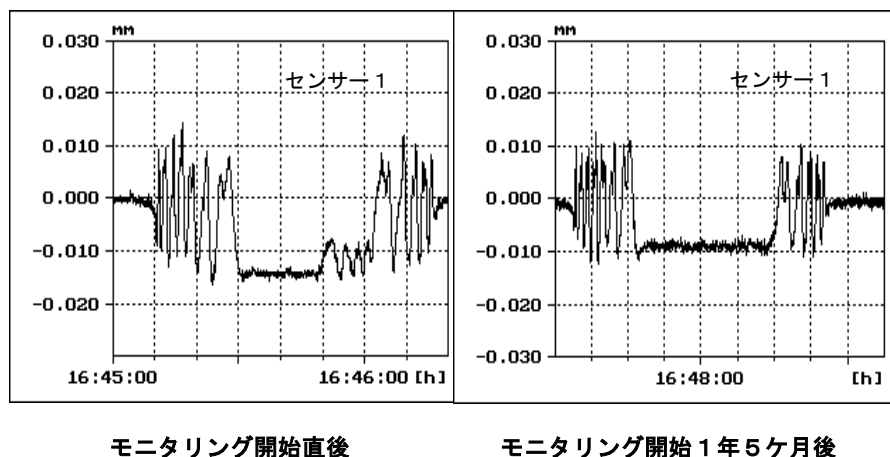


図-4 列車の入線に伴う動的応答

6. まとめ

光ファイバーセンサーを適用してレンガ造り高架橋の構造モニタリングを行い、次の結論を得た。

- (1) 今回採用した光ファイバーセンサーはレンガ造り高架橋のモニタリング、特に利用高架橋で目視検査ができない場合に有効であることが明らかになった。
- (2) 今後更にデータを蓄積し、光ファイバーセンサーによるレンガ造り高架橋のモニタリング手法を確立したい。

参考文献

- (1) 友利、倉川、下山、荻原：レンガアーチ高架橋の変状概要と維持管理手法、SED No.17、2001.11
- (2) 門、佐藤：光ファイバーによる構造モニタリングシステム、産業機械、2001.11