

光ファイバセンサを用いた鋼橋のヘルスマモニタリング

その3：FBGセンサの実橋への装着と計測結果

豊橋技術科学大学 正会員 山田 聖志
 トピー工業 正会員 ○山田 聡
 豊橋技術科学大学 大学院 松本 幸大
 豊橋技術科学大学 大学院 平本 隆

1. はじめに

道路橋において、耐震性能も含めた構造性能の合理的な維持管理を遂行することは、建設産業廃棄物・地球環境負荷の低減に大きく寄与すると考えられる。そうした道路橋の維持管理の基本は常時・非常時の点検にあるが、定量的な点検データをカルテとして蓄積している例は少ない現状にある。筆者らは、定期点検用として、常時の計測装置設置が不要で簡便な、ブラック回折格子（FBG）型光ファイバセンサに注目し、前報では¹⁾、実験室での静的繰返実験と動的疲労実験を実施し、塑性化領域でのFBG反射波スペクトル形状の変化を明らかにし、除歪時でも塑性化経験をスペクトル形状情報の中に記憶できること、疲労破壊前の一過性の歪増加を、ドリフトのない安定した計測によって精度良く検出できること等を明らかにした。本報では、豊橋市内の実鋼橋「畑ヶ田橋」にFBGセンサを装着し、荷重車並びに一般車による静的・動的計測結果について論ずる。

2. 畑ヶ田橋の概要

畑ヶ田橋の現況を写真-1に、畑ヶ田橋の概要を表-1に示す。市内から郊外のショッピングセンターへ到る位置にあり、交通量は1000台/12h程度でこの規模の橋としてはやや多いが、大型車は少ない。形式は3径間の単純桁橋で、完成から約30年が経過している。

本橋は東海地震対策で平成16年度末に耐震補強工事を行うことになっており、補強前後のデータが得られること、現場条件が計測に適していることなどから、対象として選定した。

3. 試験方法と計測位置

試験方法は以下の3種類とする。

- (1) 静的載荷試験（196kN 荷重車）
- (2) 動的載荷試験（196kN 荷重車）
- (3) 一般車走行試験（通常交通開放時）

3試験とも、ひずみゲージと光ファイバセンサによる計測を実施し、相互を比較することによって精度検証を行う。

センサ類の設置位置を図-1に示す。センサ類は橋梁の支間1/2点および支間3/4点で、外桁と中桁の下フランジ上面にそれぞれ設置する。センサ名はFBGセンサをFBG、ひずみゲージをESGとし、それぞれFBG3、ESG3などのようにした。

静的載荷試験の載荷位置を図-1に示す。載荷には196kN 荷重車（砂利を積載したダンプトラック）を使用し、後輪の前タイヤの中

表-1 畑ヶ田橋概要

所在地	豊橋市高師本郷町
路線	市道弥生町・畑ヶ田町49号線
交差条件	梅田川
交通量	1000台/12h
橋長×全幅[m]	62.47×6.8
形式	鋼単純合成版桁橋、3径間
活荷重・等級	20t, 1等橋



写真-1 畑ヶ田橋現況

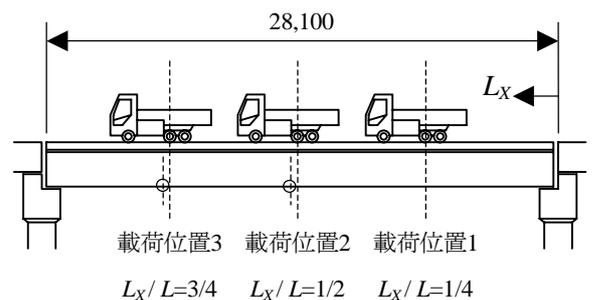


図-1 載荷位置と計測位置

心が載荷位置になるようにした。計測はそれぞれの載荷位置ごとに3回ずつ行った。載荷の状況を写真-2に示す。

動的載荷試験では荷重車を速度10, 20, 40km/hで橋梁上を走行し、それによって生じる動的ひずみを計測する。これより、橋梁の固有振動数を求められることを確認する。一般車走行試験は一定時間（180秒間）に橋を走行する車両によって生じる桁の動的ひずみの計測を行う。

4. 計測結果

図-2に静的載荷試験の計測結果の一例(計測位置5)を示す。図の縦軸がひずみ、横軸が載荷位置で、 L_x/L は(載荷位置の距離 L_x)/(橋梁の全長 L)とした。荷重車が橋梁中央に載荷された時のひずみの値は約 56μ となった。

動的計測の結果(荷重車の走行速度10km/h)として、計測位置3, 5のひずみの時刻歴を図-3に示す。動的測定では、サンプリング周波数250Hzで計測を行った(測定器にはsi425<米国Micron Optic製>を用いた)。図-4には、一般車走行時(180秒間)の動的計測の結果をフーリエ変換したものを示す。これらより、ESG, FGBともに4.4Hz付近に卓越振動数があり、また、FGBでは計測位置3で6.5Hz付近にもピークが見られる。これはESGには明確に捕らえられない結果であり、桁のねじれ挙動と推定される。

FGBでは、実橋に対する施工性に問題はなく、一般車(9.8~49kN程度)による数 μ のひずみの検出も良好である事を確認した。

謝辞

本研究の遂行には、東三河地域防災研究協議会、豊橋技術科学大学21世紀COEプログラム「未来社会の生態恒常性工学」、豊橋技術科学大学教育研究活性化経費から協力を戴いた。また、豊橋市役所(道路維持課、道路建設課、防災対策課)と土木構造物センシング研究会の構成員には、実橋測定にあたっての多くの有益な助言を戴き、ここに深く感謝いたします。



写真-2 静的載荷試験状況 (196kN 荷重車)

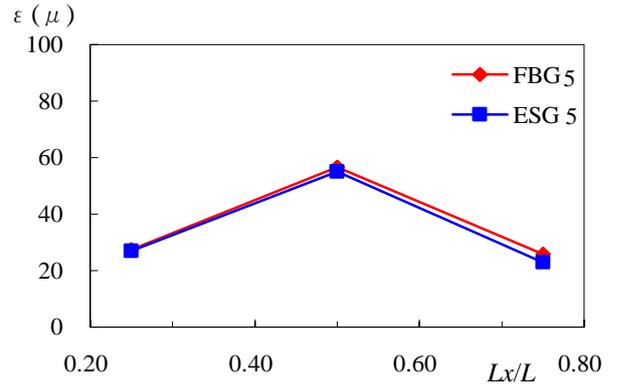


図-2 ひずみゲージと FGB の比較(静的)

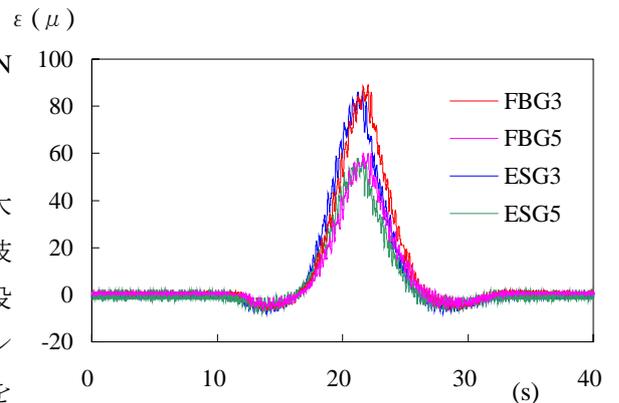


図-3 荷重車走行時のひずみの時刻歴

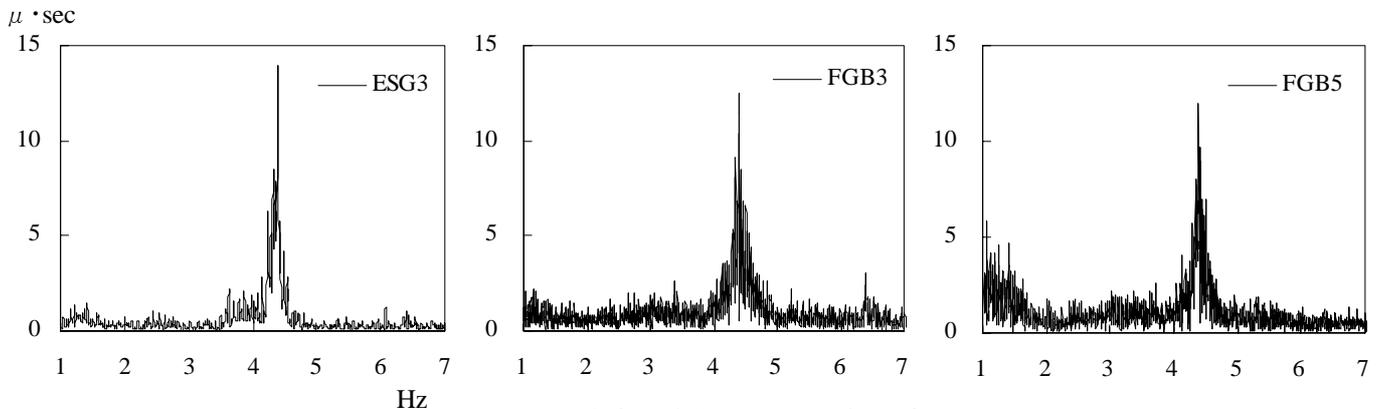


図-4 一般車走行試験のフーリエ解析結果

参考文献

- 1) 山田聖志, 他: 光ファイバセンサを用いた鋼橋のヘルスマニタリング (その1・鋼材の静的引張試験における出力特性, その2・溶接継手部の疲労試験における出力特性), 土木学会第59回年次学術講演会論文集, 第1部(A), pp. 85-88, 2004.