

RC 模型振動実験への光ファイバセンサの適用

広島工業大学工学部 正会員 ○中山隆弘 NTT インフラネット中国支店(現在, 日本基礎(株)) 長尾史雄
NTT インフラネット(株) 後藤哲雄 NTT インフラネット(株) 前田泰男

1. はじめに 橋梁振動モニタリングに関する関心が高まっている近年, 比較的新しいひずみ計測センサとして光ファイバセンサ(以下では, FOS と称する)が注目されている¹⁾。例えば, 大島らは EFPI(Extrinsic Fabry-Perot Interferometric)型 FOS を, 曲げを受ける RC 部材(ただし, コンクリートの代りにモルタルを用いている)内部のひずみ測定に適用し, ノッチ先端からのひび割れ進展挙動を観察している²⁾。一方, Jhonson らは FBG(Fiber Bragg Grating)型 FOS を用いて船体の推進時の振動応答などの測定を行っている³⁾。しかし, 著者らが知る限り, 国内では FOS を構造物等の動的ひずみ計測に適用した例はこれまでにあまりないようである。したがって, 本研究では, 振動台を利用した RC 橋脚の縮尺モデルに対する振動実験において FBG センサを使用し, 動的ひずみの計測に対する FOS の適用性を検討した。

2. FBG センサによるひずみ計測の原理 図 1 に示すように, FBG を応用したひずみ計測システムは, 特定の波長(Bragg 波長)の光のみを選択的に反射するように, 光ファイバのコア部の屈折率を一定の周期で変化させるように加工を加えたもので, 外力によって回折格子の間隔が変化すれば, 反射する光の波長がその分だけシフトする性質を利用したものである。図 2 はその概念図である。

3. 実験概要 本研究で用いた RC 供試体の概略図を図 3 に示す。頂部の錘は 7.84kN である。FOS は柱の基部から 5cm, 15cm, 25cm の 3 箇所に, 振動方向の片側側面に貼付し, さらに, 同側面の基部から 5cm にゲージ長が 6cm のコンクリート用箔ゲージを貼付した。フーチング部と供試体頂部の水平加速度は小型加速度計によって計測した。入力波は大別して, 周波数が 4 Hz, 6 Hz, 8 Hz の正弦波と 2 種類の地震波(TYPE I : 1993 年北海道南西沖地震七峰橋記録と TYPE II : 1995 年兵庫県南部地震神戸海洋気象台記録 NS 成分波) とし, 前者においては加速度振幅を, 後者においてはそれぞれ最大加速度の大きさを変えて加振実験を行った。

4. 測定結果 図 4~図 5 に, それぞれ周波数が 4 Hz と 8 Hz の正弦波加振に対する測定結果を示す。ただし, FOS については箔ゲージの中央部の位置と一致する最下部の FOS による結果であり, 縦軸のひずみについては, 計測システムからの出力結果をそのまま示している。これらの図より, ひずみ波形は両センサによる結果がほぼ一致しているものの, 振幅については FOS による測定値の方が, コンクリートゲージによるものよりもかなり大きいことが分かる。この傾向は, 図 6 に示した地震波入力に対する結果でも同様であり, 応答波形は比較的良く両者の結果が一致しているが, 動的ひずみ振幅の大きさは FOS によるものの方がかなり大きい。両者の差は, 箔ゲージによるものは長さ 6cm の平均的ひずみであるのに対して, FOS によるものは 1 cm の部分の平均的ひずみであることによることも考えられるが, 現時点では原因を特定できていない。

5. まとめ 今回初めて試みた FOS による動的ひずみの計測は, 規則波および不規則波によらず, 応答波形についてはかなり良好な結果を与えた。しかし, 応答振幅については今後解決しなければならない課題が残った。なお, 本研究は平成 11 年度~13 年度文部省科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))「橋梁のインテリジェント化に関する解析的・実験的研究」(研究代表者: 中山隆弘)によって行った。関係各位に謝意を表する。

[参考文献] 1) 橋梁振動モニタリングのガイドライン, 構造工学シリーズ 10, 土木学会, 2000 年 10 月。2) 大島, 三上, 山崎: 光ファイバセンサーによる鉄筋コンクリート構造のモニタリングに関する研究, 第 53 回年次学術講演会, 1998。

3) Jhonson G.A., et al.: Structural Monitoring of a Composite Hull Air Chusion Catamaran with a Multi-Channel Fiber Brag Grating Sensor System, Proc. of the 2nd International Workshop on Structural Health Monitoring, pp.523-532, 1999.

光ファイバ歪み計測システム

原理(FBG)

光ファイバのコア部の屈折率を一定の周期で変化させたもので、特定の波長 (Bragg波長) の光のみ選択的に反射。

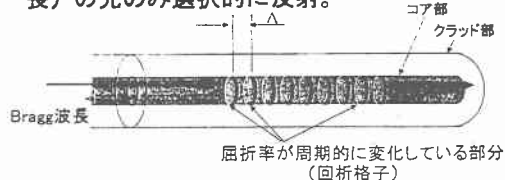
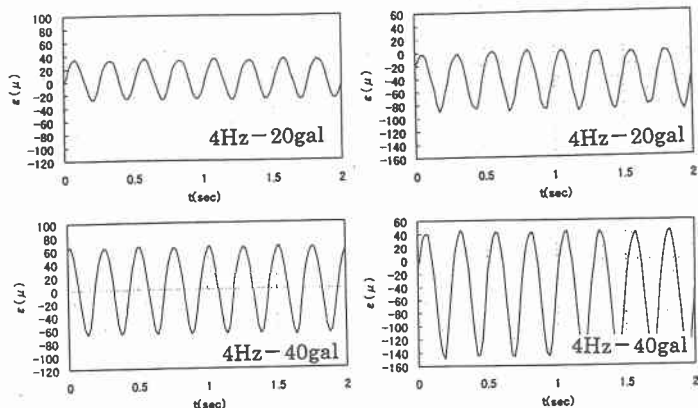
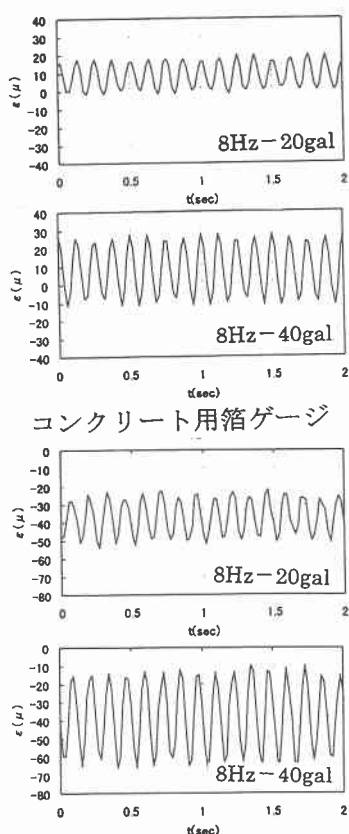


図1 FBGの原理(1)



コンクリート用箔ゲージ 光ファイバセンサ

図4 正弦波に対する測定結果(加振周波数:4Hz)



コンクリート用箔ゲージ

光ファイバセンサ

図5 正弦波に対する測定結果(加振周波数:8Hz)

FBG原理

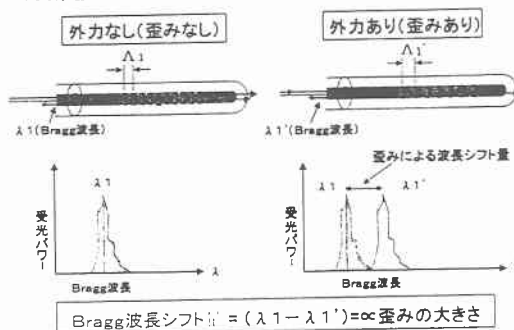


図2 FBGの原理(2)

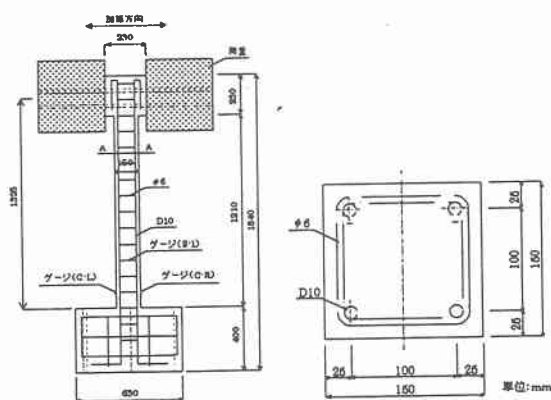
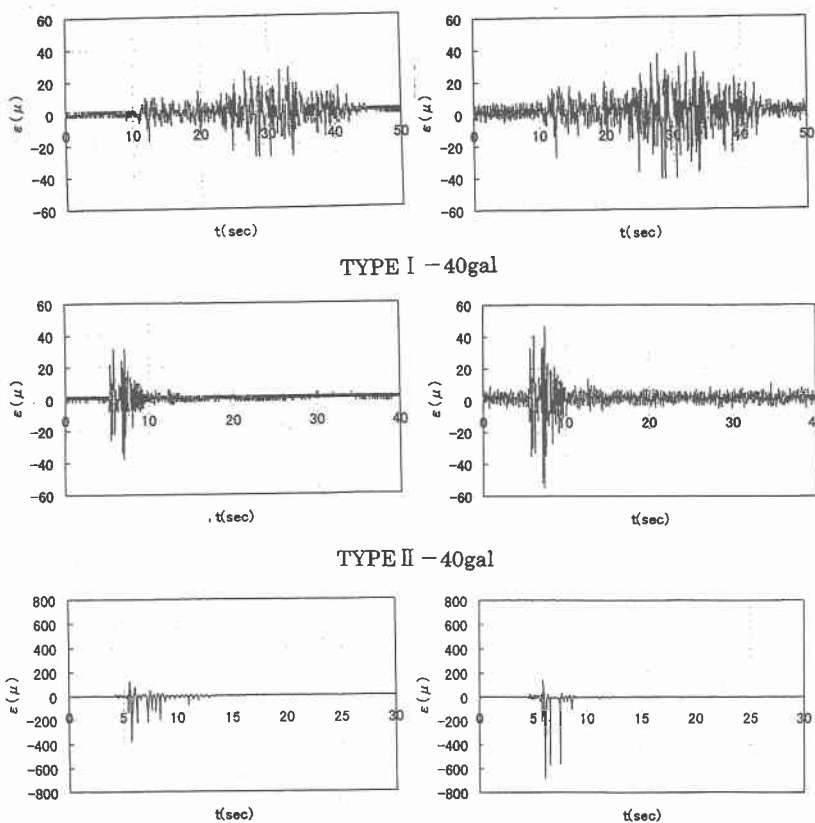


図3 供試体寸法図



コンクリート用箔ゲージ

光ファイバセンサ

図6 地震波に対する測定結果