

光ファイバによる RC 梁試験体の構造性能モニタリングに関する基礎研究(2) ～打撃振動による固有振動数評価～

芝浦工業大学工学部 学生会員 ○伊藤 豊
 石川島検査計測株式会社 正会員 河野 豊
 芝浦工業大学工学部教授 正会員 勝木 太
 芝浦工業大学工学部教授 フェロー会員 魚本 健人

1. 背景・目的

近年，実時間的な健全性管理を目的とした構造ヘルスマニタリングが注目されている．構造ヘルスマニタリングに利用される代表的なセンサとして光ファイバがある．本研究では，構造物の表面に取り付けて 2 点間の変位を動的に計測することができる SOFO（Surveillance d'Ouvrages par Fiber Optiques：光ファイバを用いた構造物計測）を利用し，RC 梁試験体の固有振動数を評価できないか実験的に検討した．

2. 実験概要

2-1 梁試験体概要

図-1 に試験体概要を示すが，圧縮・引張鉄筋位置のコンクリート表面，および梁試験体下面のコンクリート表面にそれぞれ固定金具を用いて計 3 本の SOFO センサを設置し，中央には加速度計を設置した．

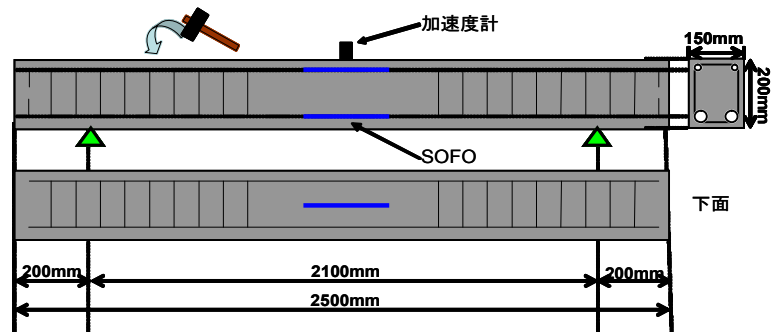


図-1 梁試験体概要図

2-2 固有振動数の評価方法

試験体への打撃振動はハンマーを用いて行い，この打撃振動によって生じるコンクリート表面のひずみの挙動を SOFO で，加速度を加速度計によって計測した．計測は健全時と曲げ試験によってひび割れを発生させた後にそれぞれ 3 回行った．なおサンプリング速度は，1000 回/sec とした．固有振動数は，それぞれのセンサで得られる自由振動部分だけの時刻歴応答データを FFT 変換して求めた．また実験で得られた固有振動数の精度検証のために FEM 解析を行い健全時の固有振動数を求めた（健全時の理論値＝69.9Hz）．

3. 実験結果・考察

3-1 健全時の固有振動数評価

一例として，健全時に行った打撃振動時の加速度と下面位置の SOFO で得られたひずみの波形，および FFT 解析結果を図-2 に示す．また表-1 にはすべてのセンサで評価した固有振動数をまとめたものを示す．これらの図より，SOFO で評価した固有振動数と加速度計で評価した固有振動数はほぼ一致していること，また実験で得られた固有振動数は 69.3Hz と健全時の理論値とほぼ一致することから，SOFO により RC 梁試験体の固有振動数を加速度計と同等に評価できることが分かった．

3-2 曲げ試験後の固有振動数評価

曲げ試験は 2 点载荷で行い，SOFO の測定できるひずみの許容範囲を考慮し，降伏直前の 46kN まで载荷した．除荷後健全時と同じように打撃振動を加え，SOFO および加速度計により固有振動数を評

キーワード 光ファイバ，モニタリング，固有振動数，打撃振動，FFT

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 Tel:03-5859-7000 E-mail:h04012@sic.shibaura-it.ac.jp

価した。一例として、打撃振動時の加速度と下面位置の SOFO で得られたひずみの波形、および FFT 解析結果を図-3 に示す。また表-2 にはすべてのセンサで評価した固有振動数をまとめたものを示す。これらの図より、SOFO で評価した固有振動数と加速度計で評価した固有振動数はほぼ一致することが分かった。そこで、実験で得られた固有振動数を検証するため、曲げひび割れ発生後の固有振動数を FEM 解析によって求めることにした。なお解析で用いる試験体の剛性は、曲げ試験で载荷した最大荷重時に得られる鉄筋位置に取り付けた SOFO のひずみ量から中立軸位置を求め、中立軸以上の圧縮領域の断面を有効として得られる換算断面 2 次モーメントから評価した。この解析で評価される固有振動数は 55.4Hz となり、実験結果とおおむね一致することが分かった。

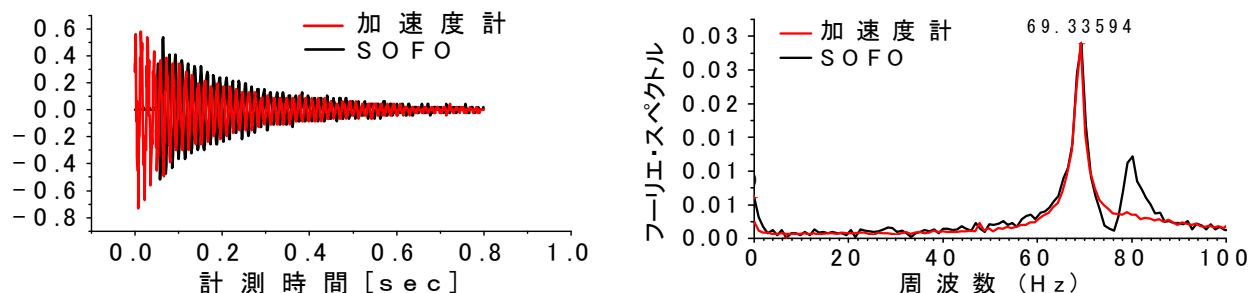


図-2 健全時打撃振動波形および FFT 解析結果

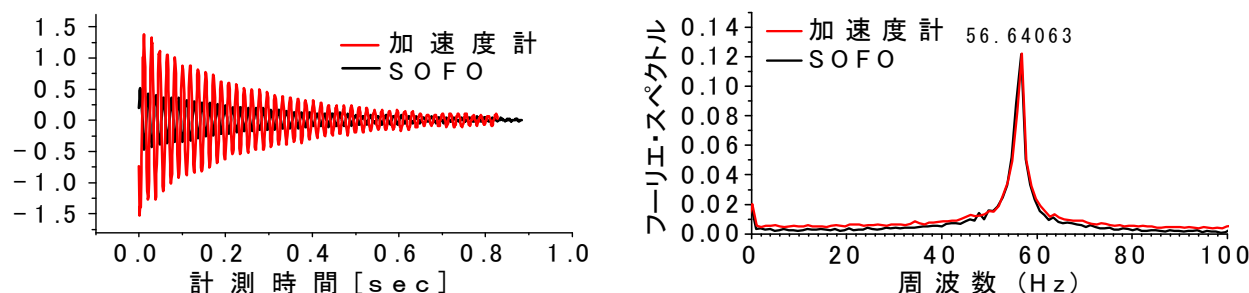


図-3 曲げ試験後打撃振動波形および FFT 解析結果

表-1 健全時全固有振動数評価結果

健全時	加速度計	下面位置 SOFO	圧縮鉄筋 位置 SOFO	引張鉄筋 位置 SOFO
1	69.3Hz	69.3Hz	69.3Hz	69.3Hz
2	68.4Hz	69.3Hz	80.1Hz	70.3Hz
3	69.3Hz	69.3Hz	69.3Hz	69.3Hz

表-2 曲げ試験後全固有劣化振動数評価結果

曲げ後	加速度計	下面位置 SOFO	圧縮鉄筋 位置 SOFO	引張鉄筋 位置 SOFO
1	56.6Hz	56.6Hz	56.6Hz	56.6Hz
2	56.6Hz	56.6Hz	56.6Hz	56.6Hz
3	56.6Hz	56.6Hz	56.6Hz	56.6Hz

4. まとめ

本研究により、SOFO によって RC 梁試験体の固有振動数を加速度計と同等に評価できることが分かった。このことより SOFO センサによって、構造物に生じる静的ひずみやひび割れ幅のモニタリング以外に構造物の剛性低下をモニタリングできる可能性があることが分かった。今後はさらに実構造物で評価できるか検証する必要がある。

なお、本研究は芝浦工業大学と石川島検査計測（株）との共同研究で実施したことを付記する。

謝辞 本研究を行うにあたりご協力頂いた石川島検査計測（株）の西沢隆夫氏、ならびに勝木研究室、魚本研究室の皆様には深く感謝いたします。