

振動計測に基づく実大高架橋試験体の損傷有無と振動特性変化

日本大学 学生会員 ○鈴木 耀人

日本大学 正会員 仲村 成貴 荒巻 卓見

JFE エンジニアリング 正会員 瀬尾 高宏

1. はじめに

膨大な数の既設橋梁を維持管理するために、振動計測データから橋梁の健全度を評価しようとする研究例は多く報告されている¹⁾。しかし、橋梁の固有振動数は局所的な損傷に対する感度が低い²⁾ため、対象橋梁の振動特性を高精度に把握することが求められる。高精度なモデリングを検討するためには、実在橋梁や試験体での実験で得られた知見をさらに蓄積することも重要と考えられる。本研究では、実大高架橋試験体を対象とした振動実験を実施し、損傷前後の試験体の振動特性について検討した。

2. 対象試験体と振動実験の概要

実験対象とした実大高架橋試験体を写真1、平面図を図1に示す。試験体下部をクランプで鋼材に固定している。写真1の○印の位置にレシプロソーを用いて切り込みを入れて損傷を模擬した(写真2)。ノギスを用いて計測した切り込みの長さは100mm、幅は1.60~1.95mmである。この切り込みを入れる前を損傷前、入れた後を損傷後として、損傷前後の試験体について表1に示す機器を用いて振動実験(インパルス加振実験)を実施した。図2に加振位置を示す。加振点はA~Iの9箇所とし、写真3に示すインパルスハンマーによって1箇所あたり4回を単点加振した。総加振回数は36回である。測点を図3に示す。図中の矢印は計測方向を示しており、各測点には写真4に示す圧電型加速度計を設置した。インパルス信号と加速度応答のサンプリング周波数を1kHz、1回の加振あたりの計測時間を30sとして、多点同時に計測した。

3. 試験体の振動特性

実験結果の一例として、加振点Dで加振した際の測点6での加速度応答時刻歴を図4、伝達関数を図5に示す。両図よりS/N比の大きいデータを計測できたことが確認できる。加振1回あたりの加速度応答記録を周波数領域へ変換した後、実験モード解析を実施して試験体の振動特性を同定した。実験モード解析法には偏分反復法を採用した。計36回全ての記録から同定できた100Hz未満の固有振動数のうちで、



写真1 試験体



写真2 疑似クラック

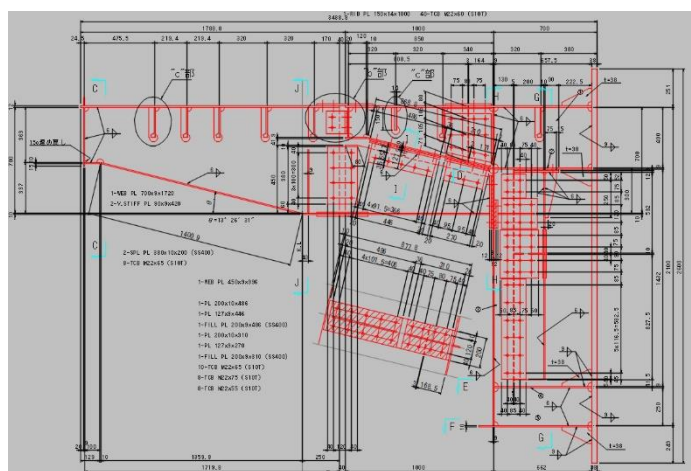


図1 試験体の平面図

表1 実験機器

名称	製造会社	形式
2チャンネルチャージアンプ	リオン株式会社	UV-16
加速度計測ユニット	キーエンス	NR-CA04
AD変換器	キーエンス	NR-600 SERIES
圧電式加速度ピックアップ	リオン株式会社	PV-85
インパルスハンマー	東陽テクニカ	086D20型

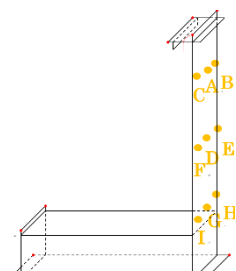


図2 加振位置



写真3 加振の様子

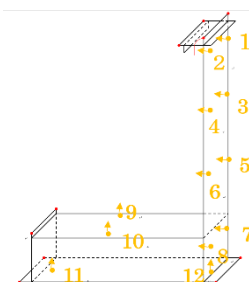


図3 測点

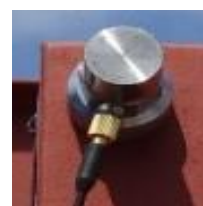


写真4 加速度計

キーワード 実大高架橋試験体、振動実験、損傷評価、固有振動数、モード減衰定数

連絡先〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14 日本大学理工学部まちづくり工学科 E-mail:csak15064@g.nihon-u.ac.jp

平均値のバラつきが小さく、損傷前後の固有振動数の変化を確認し得る可能性のあるモードを抽出した。表 2 に得られた固有振動数とモード減衰定数の平均値、図 6 に損傷有および無での固有振動数の平均値 ± 標準偏差とモード形を示す。モード形には大きな変化は認められない。固有振動数については、損傷前後で変化したモードが確認されるが、試験体下部が稼動しているようなモード形も見受けられる。

4. おわりに

実大高架橋試験体を対象として、インパルス加振実験を実施し、損傷前後の振動特性を同定した。振動特性の変化は、損傷の有無や境界条件などの影響を受けている可能性を示唆した。

参考文献

- 例えば、吉岡勉，伊藤信，山口宏樹，松本泰尚：高トラス橋の斜材振動連成とモード減衰変化を利用した構造健全度評価，土木学会論文集 A，Vol.66，No.3，pp.516-534，2010
- 西村昭，藤井学，宮本文穂，加賀山泰一：橋梁の損傷評価における力学的挙動の有効性，土木学会論文集，第 380 号，I-7，pp.355-364，1987

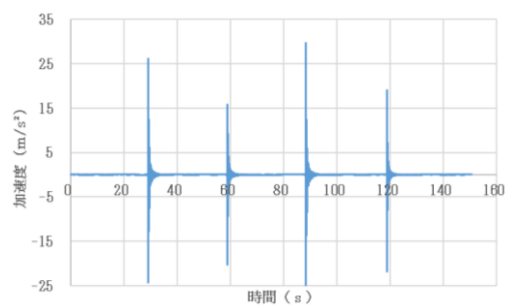


図 4 加速度応答時刻歴 (D 点加振，測点 6 応答)



図 5 伝達関数 (D 点加振，測点 6 応答)

表 2 固有振動数とモード減衰定数の同定結果

モード次数	f(Hz)	f(Hz)	h(%)	h(%)
	無	有	無	有
1	13.684	13.647	1.478	1.441
2	24.368	24.492	0.201	0.203
3	31.561	31.775	0.402	0.312
4	33.763	33.948	0.175	0.159
5	42.700	42.774	0.133	0.103
6	53.146	53.216	0.104	0.088
7	58.600	58.879	0.093	0.097
8	63.603	63.835	0.172	0.153
9	86.855	87.173	0.237	0.218

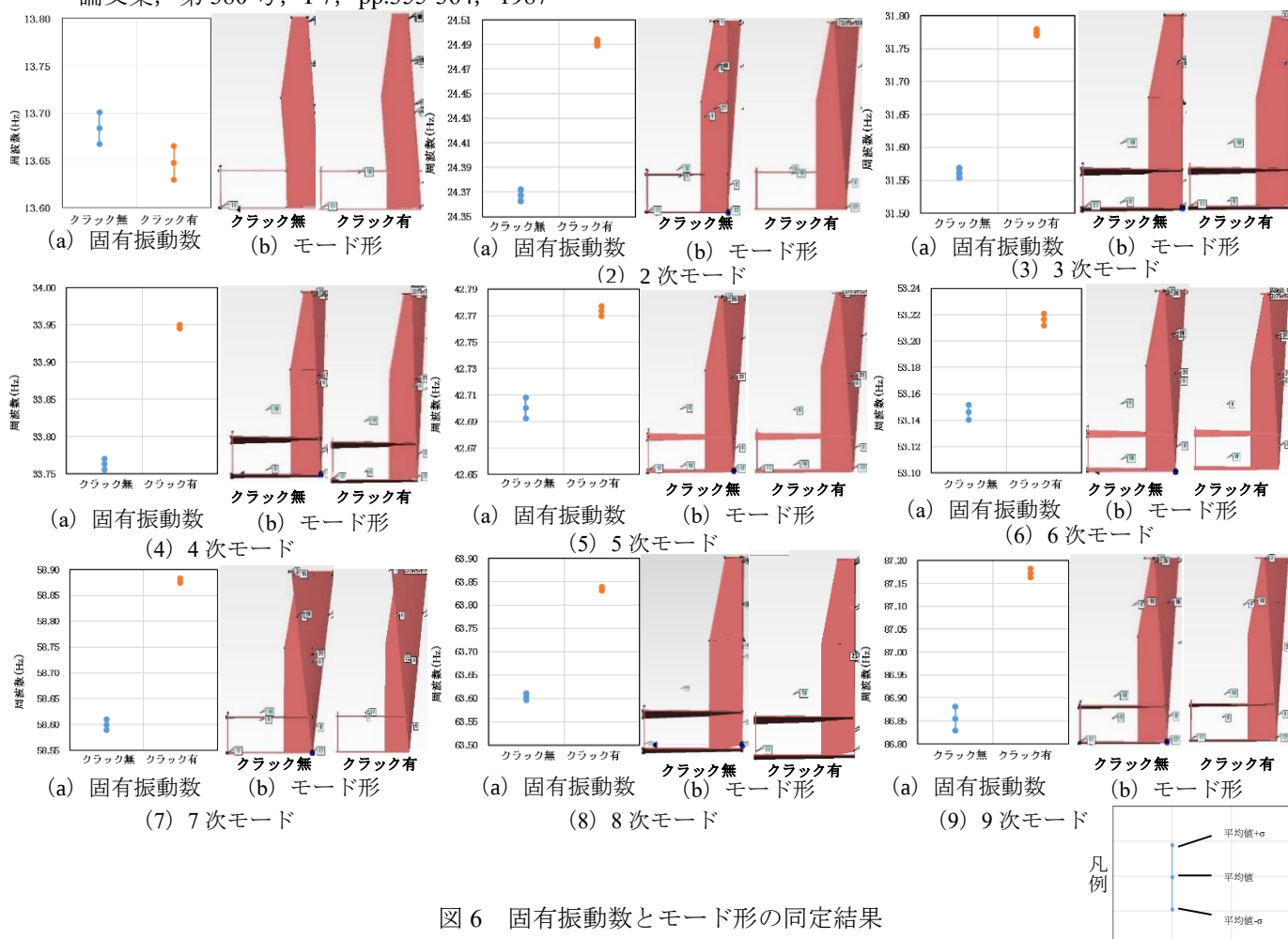


図 6 固有振動数とモード形の同定結果