

## P C 桁の損傷と動特性の変化に関する研究

舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○仮谷 允昌  
 舞鶴工業高等専門学校 正会員 玉田 和也  
 長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛

## 1. はじめに

日本では高度経済成長期に多くの橋が建設され、それらの橋の老朽化が問題となっている。市町村で行われている点検は目視点検によるもので、点検結果が点検者の主観によって結果が左右されてしまう。そこで、目視点検の補完として橋の固有振動数を計測し、そこから客観的な健全性を求め、異常があれば詳細点検の実施を促す手段としての計測分析技術の開発が本研究の目的である。

## 2. 対象橋梁

対象橋梁は福井県大飯町にある川上橋で、橋長は 30.50m、幅員は 4.55 m、斜角は 70° で、昭和 30 年に架設され、建設後から 58 年経過している。この橋の撤去にともない、実橋実験を行った。

## 3. 計測概要

川上橋撤去の際、4 主桁のうち主桁 1 本を取り出し(写真-1) 単純支持状態(写真-2)にして実験を行った。桁断面を写真-3 に示し、桁寸法を図-1 に示す。振動計測は、桁を 6 等分するように、サンプリング周波数 200Hz のサーボ型加速度計 LS40 を設置した。センサー配置の様子を図-2 に示す。また、桁に対して 4 ステップにわけて強制的に損傷を与えた。桁を取り出した状態を STEP 0 とし、そこから桁の下面のかぶりコンクリートを 2 回に分けてはつり、P C 鋼線も 2 回に分けて切断した。加振方法は重りを自由落下させる強制加振と人力加振を損傷ステップごとに行った。各損傷ステップを図-3 から図-6 に示す。

## 4. 計測結果

振動計測より得られた LS40 の加速度波形を高速フーリエ変換(F F T)し、得られた加速度スペクトルのピークを読み取り、各ステップの固有振動数とした。また、固有振動数を STEP 0 の値でそれぞれ正規化したグラフを図-7 に示す。



写真-1 桁取り出しの様子



写真-2 単純支持の様子

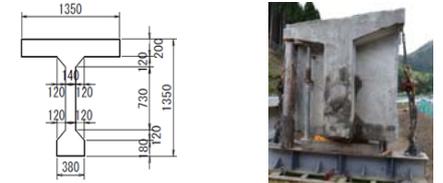


図-1 断面寸法 写真-3 断面の写真

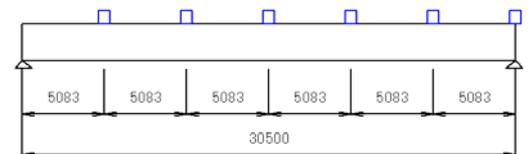


図-2 センサー配置

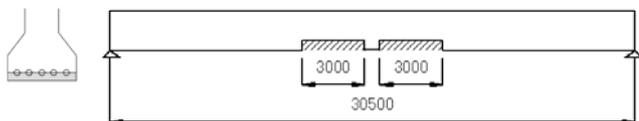


図-3 STEP 1

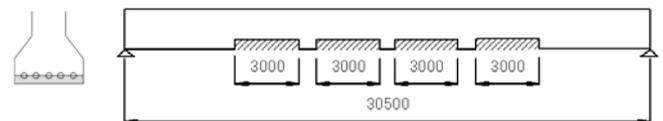


図-4 STEP 2

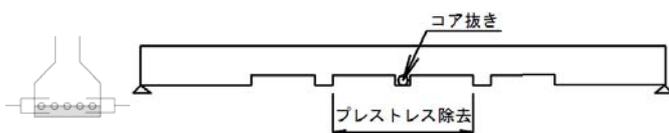


図-5 STEP 3

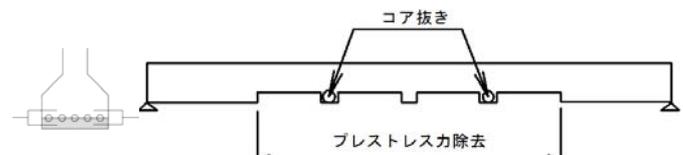


図-6 STEP 4

キーワード P C 桁, 振動計測, 維持管理, 損傷同定, 構造同定

連絡先 〒625-8511 京都府舞鶴市字白屋 234 舞鶴高専建設システム工学科 e-mail:tamada@maizuru-ct.ac.jp

5. 振動方程式を用いた実験値との比較

1次モードに着目し振動方程式を用いて、実験値との比較を行った。表-2に計算結果、図-8に変化率をグラフ化した結果を示す。これより、PC桁の変位の計算に用いられているコンクリート全断面とPC鋼線を有効とした場合の断面2次モーメントを用いれば、振動方程式により、固有値の推定と変化を追跡できた。実験値と計算値で値が一致しなかった。原因として、支点条件や地盤の影響が考えられる。

6. 提案手法を用いた実橋の検証

提案手法を用いて大川橋(写真-3)の検証を行った。写真-3で、右側の桁(G1)は損傷が激しく(写真-4)、左側の桁(G2)は比較的健全であった。大川橋での振動計測により得られた固有振動数を表-2示す。ここで、健全なG2の固有振動数を健全状態での値とする。G2桁が単純支持状態である場合の固有振動数を振動方程式により求めると、7.414Hzであった。計測値が11.680Hzであったので、支点条件の違いによる絶対値の不一致を補正し、G1桁の健全状態の固有振動数を求めると、11.427Hzとなる。実験値が9.880Hzであったので、固有振動数の低下率は0.865となり、断面二次モーメントの低下率は0.748となった。断面二次モーメントが25%低下する断面を検討した結果、検討結果1(図-9)として、PC鋼線が健全で、かぶりコンクリートが85mm全長に渡って剥落している状態、もしくは、検討結果2(図-10)として、PC鋼線が2本損傷し、かぶりコンクリートが全長に渡って70mm剥落している状態と同等であることが検討の結果わかった。

7. まとめ

川上橋を対象とした振動計測を行い、損傷を与える度に固有振動数は低下し、固有振動数の変化率は、モード次数によって異なった。1次モードに着目すると、PC鋼線切断より、かぶりコンクリートの欠損の方が、固有振動数に与える影響は大きいことがわかった。また、1次モードに着目し、固有振動数の変化率の推定手法を提案し、提案手法を用いて大川橋の検証を行った。その結果、提案手法による検討を行えば、橋の修繕や架けかえの客観的で合理的な判断材料になることがわかった。

謝辞

本研究は(財)国土技術研究センターの研究開発助成(平成24年度)を受けて実施したものである。また、実橋実験は福井県小浜土木事務所、株式会社日本ピーエス、株式会社フクセンの協力を得て実施することができました。大川橋の計測は、中日本高速道路株式会社、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社の協力を得て実施しました。ここに記して感謝の意を表します。

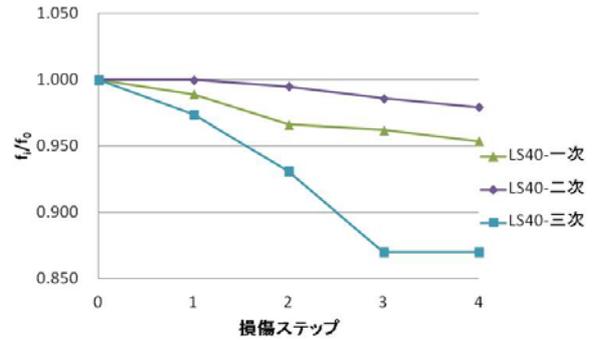


図-7 損傷ステップごとの固有振動数の変化率

表-2 実験値と振動方程式を用いた計算結果

|          | 損傷ステップ |       |       |       |       |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|
|          | 0      | 1     | 2     | 3     | 4     |
| コンクリート断面 | 2.558  | 2.506 | 2.449 |       |       |
| PC鋼線換算断面 | 2.668  | 2.647 | 2.597 | 2.583 | 2.573 |
| 実験値      | 3.333  | 3.292 | 3.217 | 3.190 | 3.189 |

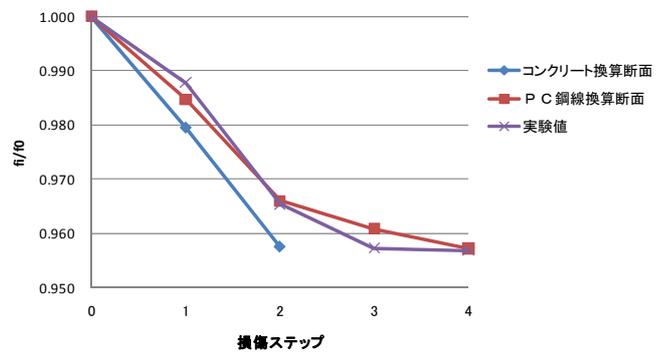


図-8 損傷ステップごとの固有振動数の変化



写真-3 大川橋

写真-4 G1

表-2 固有振動数計測結果

| 桁番号       | G1    | G2     |
|-----------|-------|--------|
| 1次モード(Hz) | 9.880 | 11.680 |

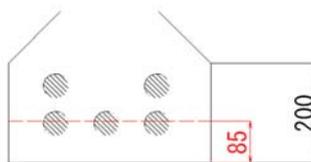


図-9 検討結果1

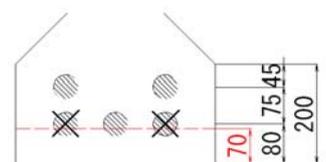


図-10 検討結果2