

斜角を有する鋼橋の損傷と動特性変化についての実橋実験

舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○井尻 和秀
舞鶴工業高等専門学校 正会員 玉田 和也
舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生会員 木村 裕太

1. はじめに

近年、各地方自治体により橋梁の長寿命化対策として定期的な橋梁点検が行われているが、点検は目視によるものであるため、点検結果にバラつきが出る恐れがある。そこで、橋梁に振動を与え、その時の固有振動数を計測する方法で健全度評価を行うという試みが以前より行われている¹⁾²⁾。参考文献1)では歩道橋を、2)は斜角のある道路橋の実橋実験を実施している。本研究では多主桁で斜角 30° を有し、損傷が相当進んでいる橋梁を対象として実験を行い、健全度評価の可能性について確認することとする。

本研究では撤去される対象橋梁に段階的に損傷を与え、その都度振動計測を実施し、実橋梁における損傷と動特性変化の相関関係を把握する。また固有振動数の実測値と予測値の比較を行うことで、本研究の有効性を確認することを目的としている。

2. 実橋梁を用いた振動計測

2. 1 対象橋梁

今回対象とした橋梁は京都府亀岡市稗田野町にある国道372号に架かる車道橋である(図-1, 2)。構造形式は鋼 I 桁橋で橋長 11.39m, 支間長 11.02m, 幅員は 5.15m, 斜角 30° , 竣工年月は不明である。また、6 主桁の間に 5 主桁の増設、コンクリート床版の増打ちが行われている。

2. 2 計測方法

本実験の振動計測には、白山工業株式会社の SU-100 (静電容量式, サンプル周波数 100Hz) を使用した。計測は平成 25 年 4 月 6 日～7 日の 2 日間行った。計測時の天候は雨、気温は $12\sim 15^\circ\text{C}$ であった。センサ設置位置を図-3 に示す。センサは下流側車道部に設置し、次節で説明する各損傷ケースに対し強制加振による振動の鉛直成分を計測した。強制加振方法としては、質量 10kg の錘を高さ 50cm から自由落下させる(図-4)。振動計測は各損傷ケースにつき、図-3 に示した 3 箇所で行う。強制加振は加振後、振動が完全に減衰することを確認するまで計測を行い、これを 3 回繰り返す。

2. 3 計測条件

桁の損傷付与図を図-5 に、損傷付与時の様子を図-6 に示す。損傷ケースは損傷を与えていない状態を Case-1, G2 桁に損傷を与えたものを Case-2, 更に G3 桁に損傷を与えたものを Case-3 とする。損傷は、錆による断面欠損を想定し、下フランジの片側をガス切断することで与える。本研究ではこの 3 つの損傷ケース毎に強制加振を行い、その振動を計測した。



図-1 対象橋梁(町ヶ谷橋)



図-2 対象橋梁(桁下の状況)

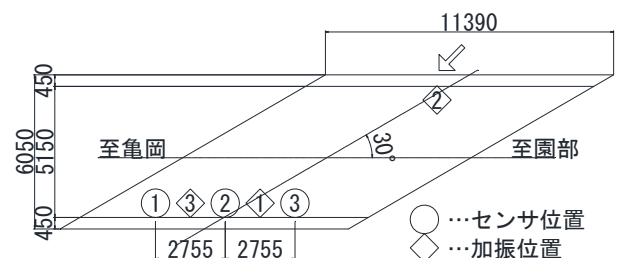


図-3 加速度センサ及び加振位置図

キーワード 振動計測, 鋼橋の損傷, 斜角, 維持管理, 固有振動数

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

2. 4 計測結果

計測結果を図-7 に示す。このグラフは縦軸に固有振動数(Hz)、横軸に損傷ケースを示し、黒線は標準偏差を示している。本研究では 3 つのケースに分けて振動計測を行ったが、損傷が進むほど、固有振動数が低減していることが確認出来る。

3. 予測式による固有振動数の算出

橋梁の固有振動数の予測式は式(1)の通りである。

$$F = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad (1)$$

ここで、F は固有振動数(Hz)、L は支間長(m)、E:ヤング係数(kN/m²)、I:断面 2 次モーメント(m⁴)、 ρA :支間長方向の長さ当りの質量(kg/m)を表す。桁形状は現地計測結果を用い、コンクリートのヤング係数は $E=2.0 \times 10^5$ kN/m² を用いた。

4. 固有振動数の実測値と予測値の比較

固有振動数の実測値と予測値の固有振動数とその低減の比率を表-1 に示す。固有振動数を比較すると、実測値と予測値が共に 13Hz 程度を示しており、予測式による固有振動数の算出結果は概ね実測値と整合していると言える。また比率は、Case-1 から Case-2、Case-2 から Case-3 において実測値と予測値の比率が概ね整合していると言える。

5. まとめ

本研究では、実橋に段階的に損傷を与え、振動計測を行った結果と、予測式を用いた固有振動数の算出を行った。以下に本研究から得られた知見をまとめる。

- ①実橋の振動計測では、段階的に損傷を与えることによる固有振動数の低減を確認することができた。
- ②斜角 30° という特異な橋梁においても健全時の計測結果を取得していれば発生する損傷を振動計測によって評価出来る可能性がある。

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、実験は京都府南丹土木事務所、株式会社サンキの協力を得て実施することができました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 宮下剛, 玉田和也, 劉翠平, 岩崎英徳, 長井正嗣:振動を利用した健全度診断に向けた実橋梁の損傷と動特性変化, 土木学会論文集 Vol. 68, 2012
- 2) 安田聖晃: 既存橋梁を対象とした振動計測と健全度評価, 舞鶴高専専攻科特別研究報告, 2013



図-4 強制加振の様子

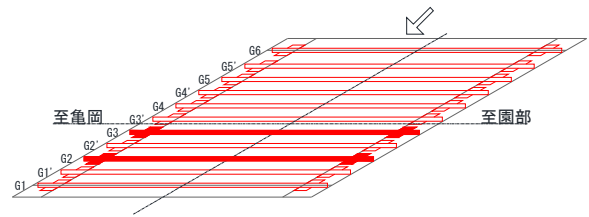


図-5 対象橋梁への損傷付与図



図-6 主桁ガス切断の様子

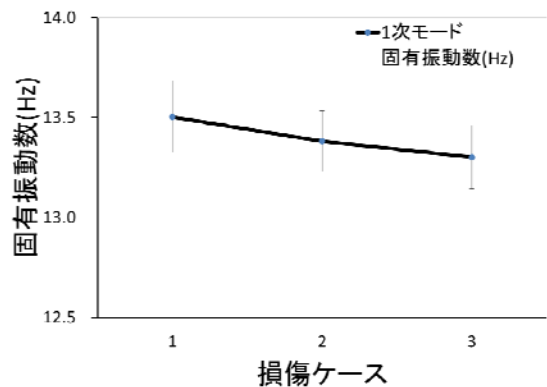


図-7 損傷の進行と固有振動数の変化

表-1 固有振動数の予測値との比較

損傷ケース	1次モード 固有振動数 (Hz) (実測値)	比率 (実測値)	1次モード 固有振動数 (Hz) (予測値)	比率 (予測値)
1	13.50	1.000	13.10	1.000
2	13.38	0.991	13.03	0.995
3	13.30	0.985	12.97	0.990