

小型起振機による実道路橋の起振実験

東北大学 学生会員 ○柏 宏樹
 東北大学 正会員 内藤 英樹
 仙台市 木皿 尚宏

(株)大林組 正会員 大竹 雄介
 (株)福山コンサルタント 正会員 中野 聡
 東北大学 フェロー 鈴木 基行

1. はじめに

我が国の社会基盤構造物は一斉老朽化を迎える段階にあり，道路橋などにおいても様々な劣化が見られる．振動実験は構造物の健全性の評価や地震時の動的応答を予測する上で有用な情報を与えるが，道路橋の起振実験では大型の油圧式起振機が必要になるなど，準備と実施に多大な費用と労力を要する．このため，長大橋などの特別な場合を除いて，橋梁の起振実験が行われることは少ない．一方，全国の橋梁にはスパン 30 m 以下の諸元が多く含まれることから，著者ら¹⁾は，スパン 30 m 以下の小規模橋梁を対象として，小型起振機を用いた簡便かつ精緻な起振実験の方法を検討している．本研究では，小型起振機（重さ 26 kg，加振力 500 N）を用いた 3 つの道路橋の起振実験を報告する．

2. 実験概要

本実験で対象とする 3 つの道路橋はいずれも 1 径間の単純桁構造である．橋梁諸元を表-1 に示す．現場試験では，電磁コイル式の小型起振機（重さ 26 kg，最大加振力 500 N）を使用した．試験状況を写真-1 に示す．加振方法は，起振機を橋面上に設置して，振動テーブルに固定した錘を鉛直方向に加振し，調和振動を橋梁上部工に伝達させる．小型起振機は厚さ 5 mm のゴムシートを挟んで，両面テープによって路面に固定した．応答加速度を計測する加速度ピックアップ（圧電素子型）も両面テープによって路面に貼付した．これらの道路橋の起振実験では，調和振動の周波数を連続的に漸増させた周波数スイープ試験とし，測定時間は 5～10 分程度とした．加振および応答加速度の測定はいずれもスパン中央付近とした．起振機の仕様や実験方法などの詳細は，参考文献 1) に示した．

また，A 橋および B 橋については，起振実験と併せて，重さ 30 kg の重錘落下による衝撃振動試験も実施している．衝撃振動試験の詳細は参考文献 1) に示した．

3. 実験結果

(1) 共振点

写真-1 の試験方法によって得られた 3 つの道路橋の共振曲線（周波数－応答加速度関係）を図-1 (a)～(c) に示す．これらの共振曲線から，スパン 10～30 m 程度の道路橋の共振周波数（固有振動数）が得られることを確認した．起振実験と衝撃振動試験との比較を表-2 に示す．A 橋では，幅員の中央に起振機を配置しているため，起振実験ではねじれ振動（2 次モード）が励起されなかったが，その他のモードについては，2 つの道路橋の共振周波数が起振実験と衝撃振動試験で良好に対応した．

(2) 反共振点

著者ら²⁾は，反共振周波数（ある応答測定点において振動が最も励起されない周波数）に着目して，構造部材の損傷位置の同定を検討している．周波数－位相関係の一例を図-2 に示す．

表-1 橋梁諸元

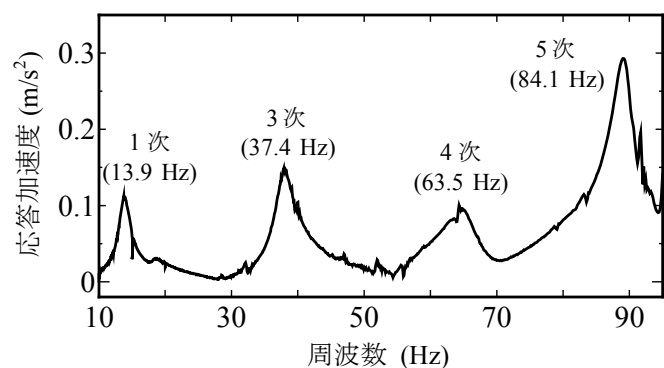
対象 橋梁	橋長 (m)	幅員 (m)	橋種
A 橋	10.5	6.8	コンクリート床版橋
B 橋	15.5	7.3	非合成鋼板桁橋
C 橋	33.1	6.3	非合成鋼板桁橋



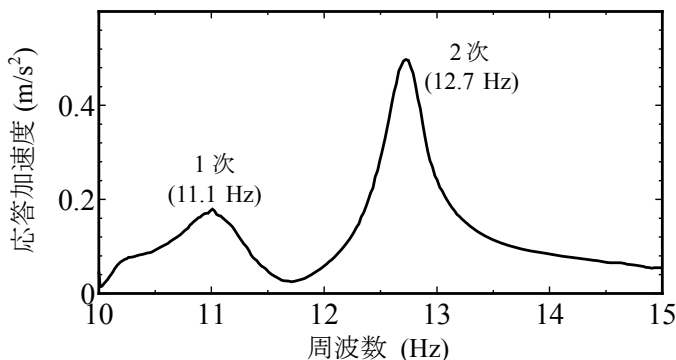
写真-1 小型起振機による C 橋の起振実験

キーワード 道路橋，強制振動試験，起振機

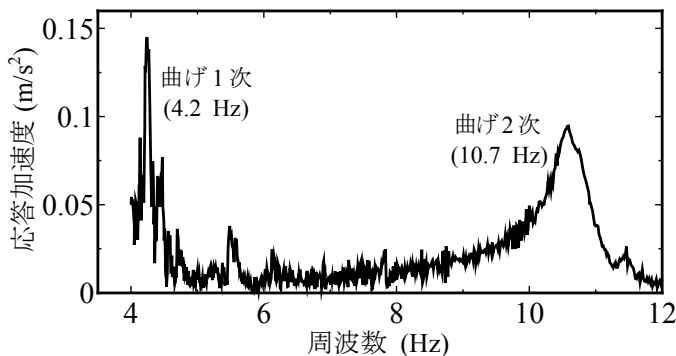
連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL 022-795-7449



(a) A 橋 (橋長 10.5 m, コンクリート橋)



(b) B 橋 (橋長 15.5 m, 鋼橋)



(c) C 橋 (橋長 33.1 m, 鋼橋)

図-1 道路橋の共振曲線

図-1 (a) の応答加速度を対数表記することにより、極大点 (共振点) と極小点 (反共振点) を容易に見出すことができ、それぞれの位相が -90° と対応した¹⁾。なお、本実験では、スパン 15.5 m の B 橋でも同様に反共振点を見出すことができたが、スパン 33.1 m の C 橋では、加振力が十分ではないために反共振点までは特定できなかった。

4. まとめ

本研究では、小型起振機を用いた簡便な道路橋の起振実験の方法を提示した。提案手法は、スパン 10～30 m 程度の小規模橋梁に対して共振点 (固有振動数) を得ることができ、また、スパン 15 m 程度以下の諸元に対しては、反共振点も測定できる高い試験精度を有することを確認した。

参考文献：1) 大竹雄介, 内藤英樹, 中野聡, 鈴木基行：小型起振機を用いたコンクリート橋の強制振動試験, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.2, pp.1459-1464, 2010. 2) 齋藤知廣, 大竹雄介, 渡辺孝和, 内藤英樹, 鈴木基行：周波数特性の変化に着目したコンクリートはり部材の損傷位置の同定, 土木学会東北支部技術研究発表会, I-25, 2011.

表-2 道路橋の固有振動数

(a) A 橋 (橋長 10.5 m, コンクリート橋)

次数	起振実験	衝撃振動試験	振動モード
1	13.9 Hz	13.7 Hz	曲げ 1 次
2	---	18.5 Hz	ねじれ
3	37.4 Hz	36.6 Hz	曲げ 2 次+ねじれ
4	63.5 Hz	62.2 Hz	曲げ 3 次
5	84.1 Hz	88.4 Hz	曲げ 3 次+ねじれ

(b) B 橋 (橋長 15.5 m, 鋼橋)

次数	起振実験	衝撃振動試験	振動モード
1	11.1 Hz	10.6 Hz	曲げ 1 次
2	12.7 Hz	12.6 Hz	
3	21.0 Hz	20.9 Hz	曲げ 1 次+ねじれ
4	33.0 Hz	29.9 Hz	曲げ 2 次
5	43.2 Hz	43.0 Hz	曲げ 2 次+ねじれ

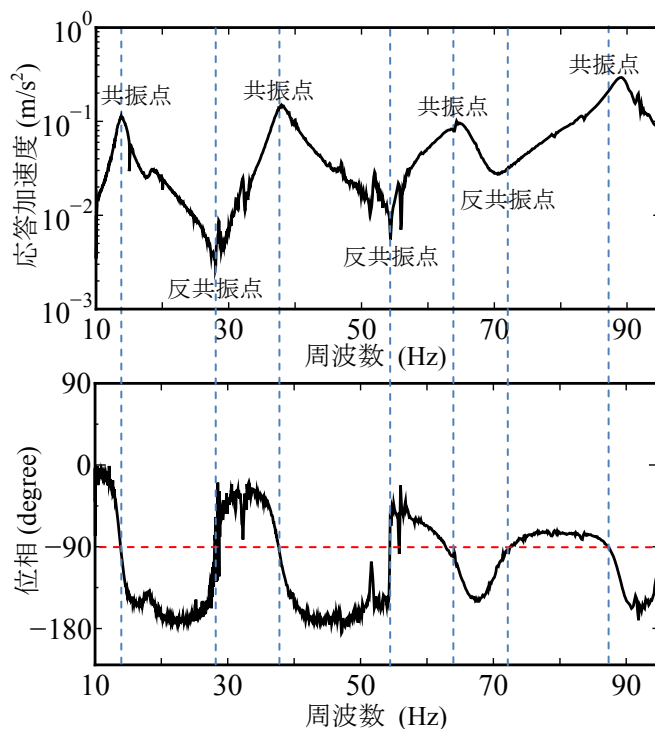


図-2 周波数-位相関係 (A 橋)