

# 九年橋橋脚への重錘衝撃試験と解析

岩手大学大学院 学生員 ○猪股 史貴  
岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二 大西 弘志 出戸 秀明  
(株) 福山コンサルタント 正会員 宮村 正樹  
北上市建設部道路環境課 杉澤 康友

## 1. はじめに

経済の長期低迷のため既設橋梁の更新は難しく、既設橋梁を維持管理しながらいかに長寿命化させるかが課題となっている。そのため既設橋梁の健全度調査が必要であり、それらの調査方法の中に衝撃振動試験がある。本論文では、岩手県北上市の和賀川に架かる 17 径間の超高齢化道路橋である九年橋（9 径間 2 主鈹桁橋+8 径間 4 主鈹桁橋）の橋脚を取り上げ、重錘を用いた衝撃振動試験を実施した。対象橋脚各部及び隣接橋脚、床版上の加速度応答波形を計測し、それらの実測結果と 3 次元フレーム解析結果を比較検討することにより橋脚の動的特性を考察する。

## 2. 対象橋梁および橋脚への重錘衝撃試験の概要

対象橋梁である岩手県北上市の九年橋は、橋長 334.00m の 17 径間単純鋼鈹桁橋である。奥州市側の A<sub>1</sub> 橋台から P<sub>9</sub> 橋脚までは、支間長 16.80m、幅員 7.45m、桁高 1.45m の 9 径間単純 2 主鈹桁橋（昭和 8 年架設）、P<sub>9</sub> 橋脚から盛岡側の A<sub>2</sub> 橋台までは、支間長 20.60m、幅員 7.45m、桁高 1.37m の 8 径間単純 4 主鈹桁橋（大正 11 年架設）という形式になっている。また、下部工形式は重力式橋台およびラーメン型橋脚を採用している。

今回行った橋脚への重錘衝撃試験は、2 主鈹桁橋の P<sub>8</sub> 橋脚を対象として実施した。図-1 に示すように橋脚天端上面の中央位置に橋軸方向、橋軸直角方向、鉛直方向の 3 方向 (X, Y, Z)、左右の柱部では中間点にそれぞれ橋軸直角方向 (YL, YR) に加速度計を設置した。

写真-1 に示すように、重錘の衝撃は橋脚天端を橋軸直角方向に打撃し、各加速度計測点で得られた応答加速度波形から卓越振動数を算出した。試験に用いた円筒形重錘は、重さ 400N、φ 230mm、L=200mm であり、応答加速度の測定にはサーボ加速度計 (LS-10C、応答周波数 0~100Hz) を使用した。また、試験は平成 24 年度 (図-2) と 25 年度 (図-3) の 2 回実施し、それぞれで得られた実測結果と 3 次元フレーム解析モデルを用いた橋脚の固有値解析の結果を比較検討した。

## 3. 試験結果と考察

本実験では、時間刻み 0.001 秒ごとの応答加速度データを 4096 個サンプリングし、FFT 方式で振幅スペクトルを算出した。

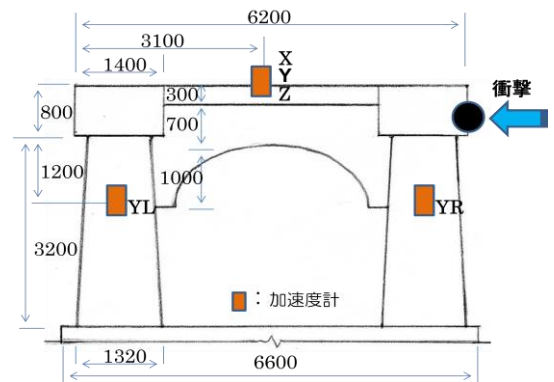


図-1 加速度計設置位置及び打撃点



写真-1 P<sub>8</sub> 橋脚への重錘設置状況

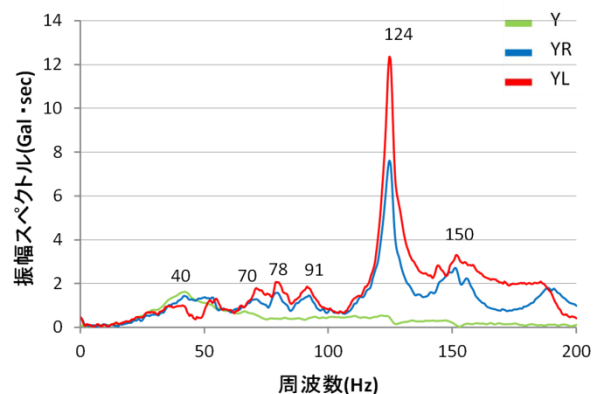


図-2 重錘衝撃試験結果① (橋軸直角方向)

キーワード：鋼鈹桁橋 橋脚 重錘衝撃試験 固有値解析

連絡先：〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部 社会環境工学科 TEL 019-621-6436

図-2, 図-3 は, 平成 24 年度および 25 年度に実施した重錘衝撃試験により得られた橋軸直角方向 Y, YL, YR の 3 点での振幅スペクトル図である. 図-2 では, 橋脚柱部の YL, YR 点においてのみ 40Hz, 70Hz, 78Hz, 91Hz, 124Hz, 150Hz 付近で共通の卓越振動数が見られ, 図-3 では, Y, YL, YR において 6.8Hz, 40Hz, 80Hz, 125Hz, 155Hz 付近で共通の卓越振動数が見られた.

平成 24 年度 (図-2) と 25 年度 (図-3) を比較すると, 図-2 の Y 点では 40Hz しか卓越振動数が得られなかったのに対し, 図-3 の Y 点では 40Hz 以降にも卓越が認められる. さらに, 図-3 の Y, YL, YR においては図-2 では得られなかった 6.8Hz に顕著な卓越が見られた. この最も低次で得られた 6.8Hz は, P<sub>8</sub> 橋脚の 1 次の固有振動数の可能性が考えられる.

また, 図-3 に示す振幅スペクトル図の卓越振動数と図-4 に示す位相差スペクトル図の 90° (又は-90°) 付近の卓越振動数に着目すると, 例えば 40Hz 付近での位相は G1 側柱及び G2 側柱共に近い状況にあるため, 同位相モードで挙動していると考えられる.

#### 4. 試験結果と解析結果の比較検討

解析には汎用プログラム「UC-Win/FRAME (3D)」を用いた. 図-5 に示すような 2 主桁桁橋の P<sub>6</sub>, P<sub>9</sub> 橋脚を含む 3 径間モデルについて固有値解析を行い, 実測値と解析値の比較検討を行った. なお, 可動支承は支点拘束の影響を考慮し, 固定支承として取り扱っている.

固有値解析で得られた数多くの振動モードのうち, 橋脚のモードに着目し, 挙動が橋軸直角方向のものをピックアップした. 図-6 に示すように 7.16Hz で橋脚の 1 次振動数を得られた. 表-1 に, 実測値と解析値の比較を示した. 実測値① (平成 24 年度) では最も低次の 1 次モードを除くすべての実測値付近に解析値が得られた. また, 実測値② (平成 25 年度) では, 解析値で得られた 1 次振動数 7.2Hz 付近の 6.8Hz に実測値が得られた.

#### 5. おわりに

実測結果および解析結果から, 九年橋橋脚の固有振動数を推測することができた. 固有値解析で得られた橋脚のみのモードに着目し衝撃振動試験から得られた実測値と比較することにより, 橋脚の健全度評価の検討に利用できると考えられる.

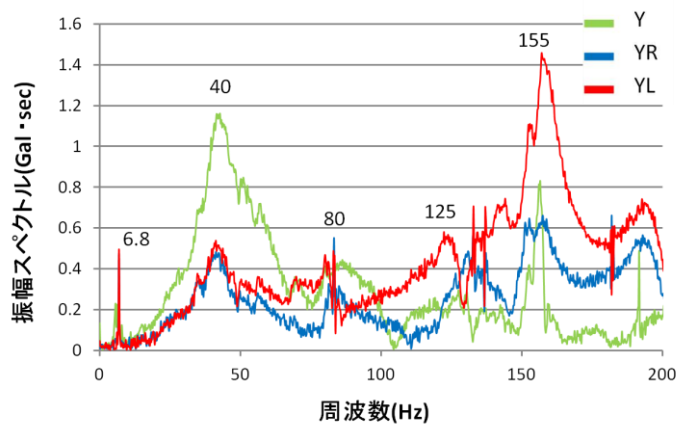


図-3 重錘衝撃試験結果② (橋軸直角方向)

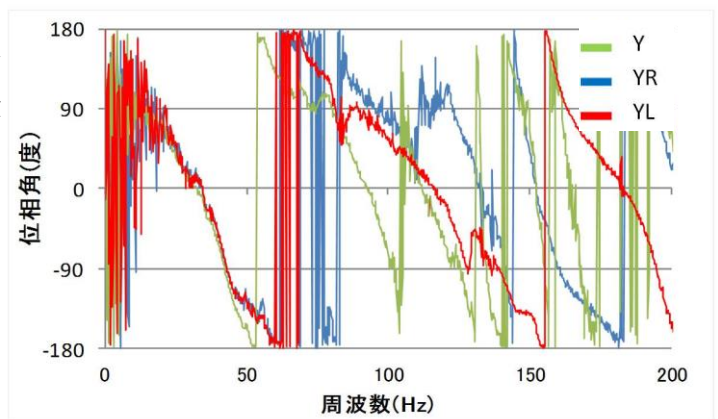


図-4 位相差スペクトル図 (試験結果②)

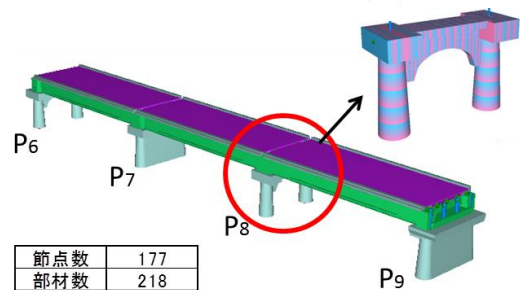


図-5 3 径間フレーム解析モデル(P<sub>6</sub>, P<sub>9</sub> 含む)

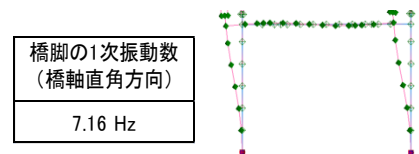


図-6 固有値解析結果 (1 次モード)

表-1 実測値と解析値の比較 (単位: Hz)

モード	実測卓越振動数①	実測卓越振動数②	3径間モデル
1次	-	6.8	7.16
高次	40	40	42.22
	70	-	75.72
	78	80	84.07
	91	-	92.97
	124	125	127.72
	150	155	151.04