

重錘衝撃試験を用いた九年橋橋脚の健全度評価

岩手大学大学院	学生会員	○猪股	史貴
岩手大学工学部	正会員	岩崎	正二
岩手大学工学部	正会員	出戸	秀明
岩手大学工学部	正会員	大西	弘志
(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なり、既設橋梁を適切に補修・補強しながら、いかに延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、動的調査の中に衝撃振動試験がある。本論文では、岩手県北上市にある九年橋（9 径間 2 主桁桁橋+8 径間 4 主桁桁橋）の橋脚を取り上げ、橋脚に重錘を用いた衝撃振動試験を実施した。橋脚各部、主桁中央の加速度などの振動応答波形を計測し、それらの実測結果と解析結果を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 径間単純鋼桁橋である。奥州市側の A₁ 橋台から P₉ 橋脚までは、図-1 に示す支間長 16.80m、幅員 7.45m、桁高 1.45m の 9 径間単純 2 主桁桁橋（昭和 8 年架設）であり、P₉ 橋脚から盛岡側の A₂ 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 主桁桁橋（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 主桁桁橋の P₈ 橋脚と 4 主桁桁橋の P₁₁ 橋脚の 2 つを対象として実施した。P₈ 橋脚においては、図-2 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）に、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。また、図-1 に示す 2 主桁桁橋支間中央（8 径間）の各主桁と各縦桁の下フランジ、床版下面及び地覆の鉛直方向に加速度計を設置した。P₁₁ 橋脚も P₈ 橋脚と同様に加速度計を設置し、4 主桁桁橋支間中央（11 径間）では、各主桁の下フランジと床版下面に加速度計を設置した。今回は、P₈ 橋脚の結果のみを示す。

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。得られた実測結果と FEM 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。

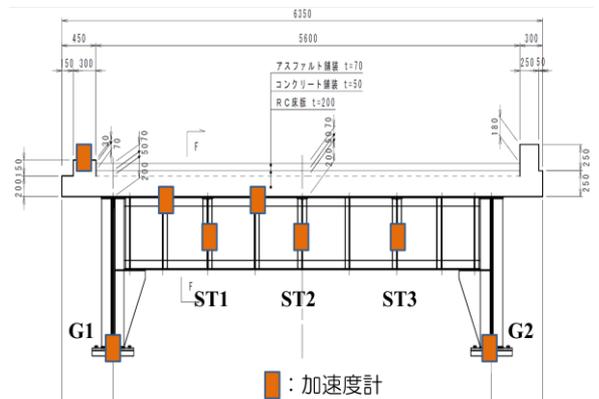


図-1 2 主桁中央断面図と加速度計設置位置

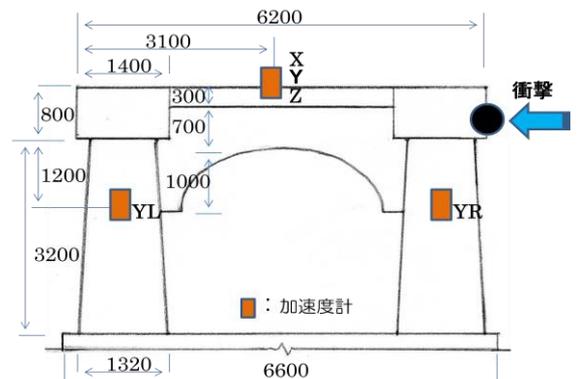


図-2 加速度計設置位置（橋脚）及び打撃点



写真-1 橋脚への重錘衝撃試験

キーワード：鋼桁橋 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

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 2048 個サンプリングして FFT 方式により振幅スペクトルを算出し、卓越振動数によって動的特性を検討した。

図-3 は、図-2 に示す橋軸直角方向 Y, YL, YR の 3 点での重錘衝撃試験により得られた応答加速度波形である。打撃側の橋脚柱部で最も大きな振幅となり、波形の形状も天端部と柱部では異なっている。天端部では、波形は衝撃初期に振動しているが、それ以外は急速に減衰しているようである。図-4 は上記 3 点の加速度波形から得られた振幅スペクトル図である。橋脚柱部の YL, YR 点においては、40Hz, 70Hz, 78Hz, 91Hz, 124Hz, 150Hz 付近で共通の卓越振動数が見られ、特に 124Hz で大きな振幅を示している。それに対して Y 点では 40Hz しか卓越が見られない。

4. 解析結果との比較検討

解析には汎用プログラム「UC-Win/Frames (3D)」を用いた。図-5 に示すように、2 主桁桁橋の P₈ 橋脚を含む 3 径間全体系モデルについて固有値解析を行い、解析値と実測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、固定支承として扱っている。

固有値解析で得られた数多くのモードのうち、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 7.38Hz で橋脚の 1 次モードが得られた。表-1 に、実測値の卓越振動数に最も近い解析値を示した。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。実測値では明確に卓越が見られなかった 7.38Hz の低次に解析値が得られたことから、実際には 7Hz 付近に橋脚の基本固有振動数があることが推測される。以上の検討により、全体系解析モデルの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。

5. おわりに

重錘衝撃試験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。今回得られた実測結果において 1 次の卓越振動数が明確に得られなかった原因については、今後検討していく予定である。

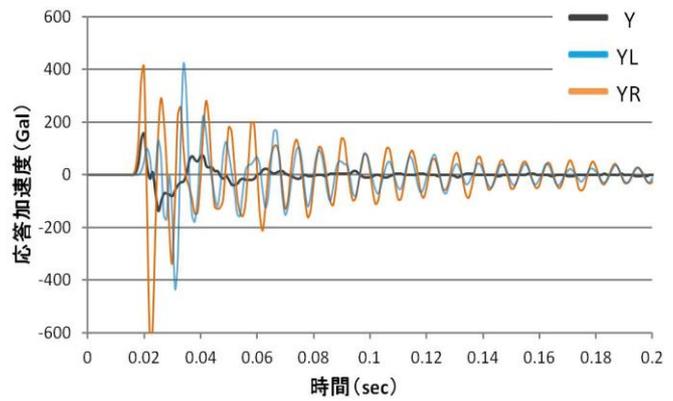


図-3 重錘衝撃試験による応答加速度波形 (橋軸直角方向)

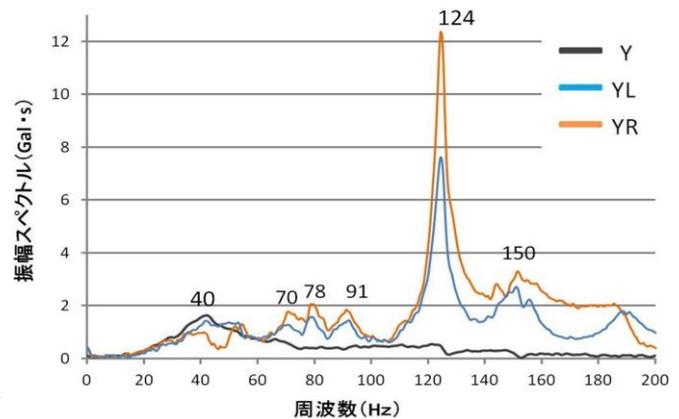


図-4 重錘衝撃試験結果 (橋軸直角方向)

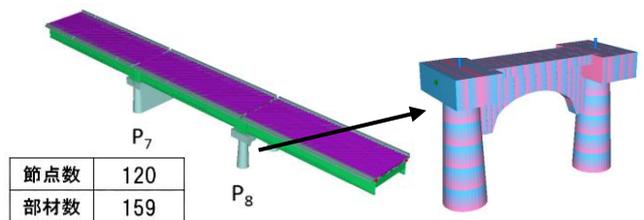


図-5 3 径間全体系解析モデル

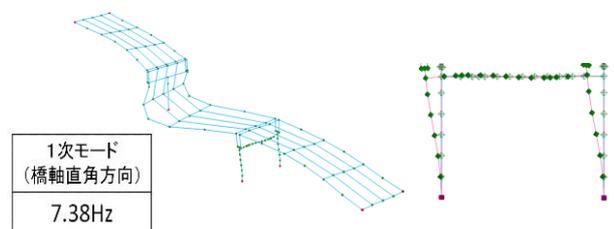


図-6 固有値解析結果 (1次モード)

表-1 実測値と解析値の比較

モード	実測卓越振動数 (Hz)	解析値 (Hz)
1次	—	7.38
高次	40	42.24
	70	71.08
	78	81.02
	91	91.82
	124	127.81
	150	154.07