

衝撃応答解析を用いた既設鋼鈑桁橋の動的挙動特性の解析的検討

岩手大学工学部 学生員 ○陳 錚

岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二 出戸 秀明 大西 弘志

1. まえがき

既設橋梁の新規更新は難しく既設橋梁の長寿命化を目指した維持管理を行うための調査手法の確立が必要である。それらの調査手法の中に、橋梁床版や橋脚¹⁾への重錘衝撃試験がある。本研究では3次元 FEM による衝撃応答解析により既設鋼鈑桁橋の重錘衝撃試験を再現し、RC 床版や桁部の剛性低下による鋼鈑桁橋の固有振動数や衝撃応答値の変化を明らかにする。本研究により既設鋼鈑桁橋の重錘衝撃試験を行う際に、最適な衝撃位置や計測位置を事前に検討する事が可能になる。

2. 対象橋梁及び FEM 解析概要

対象橋梁である岩手県北上市の九年橋は、大規模改修前の橋長 334.00m の 17 径間単純鋼鈑桁橋である。解析対象である奥州市側 9 径間は、図-1 に示す支間長 16.80m、幅員 7.45m、桁高 1.45m の単純 2 主鈑桁橋である。本論文では、実橋で実施した重錘衝撃振動試験を再現し、FEM 解析ツール ANSYS を用いて衝撃応答解析を行った。上部工の動的挙動特性を明らかにするため、図-1 に示すように橋脚を考慮しない計測径間のみの単径間モデルを作成した。主桁、横桁を Shell 要素、対傾構、横構を Beam 要素、床版を Solid 要素を用いて 3 次元モデルを作成した。総節点数は 78301、総要素数は 66923 である。

今回の 3 次元 FEM 解析では、計測径間床板の支間 1/4 点に衝撃载荷した場合を取り上げる。コンクリート床版のヤング係数を初期状態 $E_c = 26800 \text{ N/mm}^2$ 、鋼桁のヤング係数を初期状態 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$ とする。重錘衝撃試験の衝撃力に集中荷重の sin 関数を採用した。衝撃力である sin 関数の最大値を 50kN、継続時間を 0.03sec とした。

3. 解析結果と考察

実測における計測位置は全部で 12 か所であるが、本論文ではその中の代表的な計測位置 6 点を選んだ。図-1 に示すように着目点 2, 3, 5 は G_2 桁下フランジ支間 1/4, 1/2, 3/4 点を示し。着目点 1, 4, 6 は床版セン

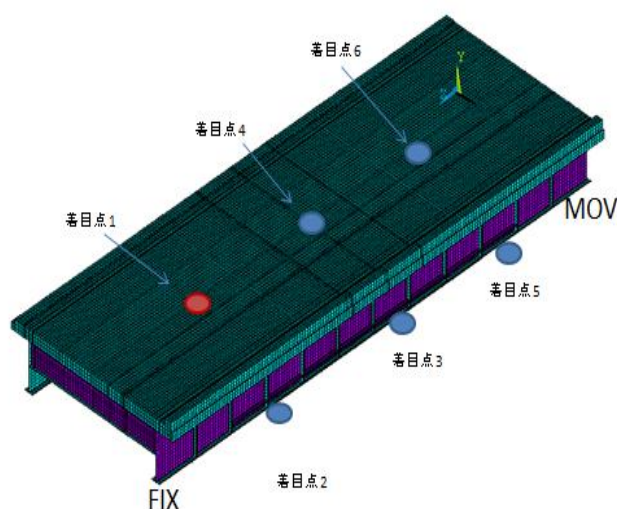


図-1 FEM 解析モデルと衝撃点、着目点

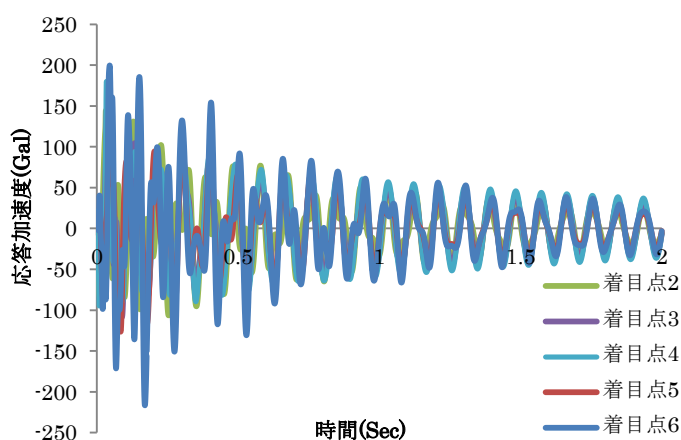


図-2 解析モデルが健全時の加速度応答波形

キーワード：既設鋼鈑桁橋 衝撃応答解析 固有振動数

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

ターラインの支間1/4, 1/2, 3/4 点を示す。着目点1が衝撃点である。時間刻み 0.0004 秒ごとの応答加速度データの中から加速度データを 4096 個サンプリングし、高速フーリエ変換 (FFT) を用いて振幅スペクトルを算出した。卓越振動数によって動的特性を検討した。図-2 は解析モデルを健全とした時の加速度応答波形である。応答波形から見ると当然のことながら床版部の着目点はフランジ部の着目点より振幅が大きく、着目点 4, 6 が最も大きな振幅となっている。波形は省略するが、衝撃点では、他の着目点と異なる波形となっている。

図-3 は着目点 5 か所の加速度波形から得られた振幅スペクトル図である。10.98Hz, 20.14Hz, 30.52Hz 付近で共通の卓越振動数が認められた。モーダル解析を行うことにより各固有振動数に対応するモード形状は、図-4 から図-6 になった。図-3 より得られた 10.98Hz は、図-4 に示す曲げ 1 次モード (11.06Hz) に対応することが分かった。同じく 20.14Hz, 30.52Hz は、それぞれ図-5, 6 に示す曲げ 2 次モード、曲げ 3 次モードに対応しているようである。よって衝撃応答解析と FFT 解析を組み合わせることにより上部工全体の固有振動数を推定することができた。床版と鋼桁の曲げ剛性を初期時 (健全時) の 40% と 80% まで低下させて解析した場合の振幅スペクトル図は図-7 になった。得られた卓越振動数は、図-3 と比較して大幅に減少している。

4. まとめ

3次元 FEM 衝撃応答解析により既設鋼鈹桁橋の重錘衝撃試験を再現し、RC 床版や桁部の剛性低下による鋼鈹桁橋の固有振動数の変化を明らかにすることができた。実測値と比較検討するためには衝撃力の扱いや橋脚を含む全体モデルの作成など検討をしていく予定である。

参考文献

1) 猪股 史貴, 岩崎 正二, 出戸 秀明, 大西 弘志: 九年橋下部工橋脚への重錘衝撃試験, 平成 24 年度土木学会東北支部技術研究発表

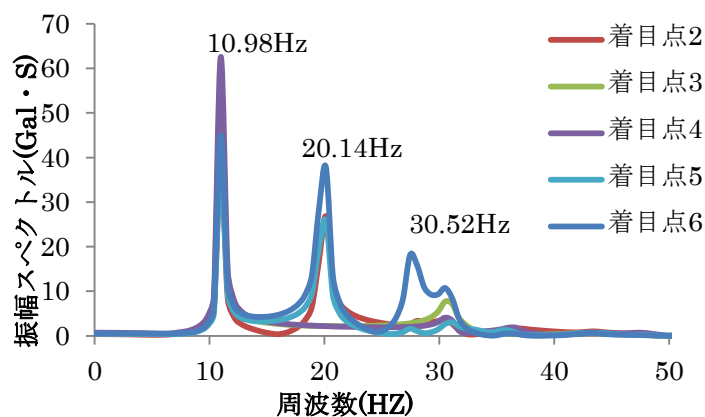


図-3 振幅スペクトル図

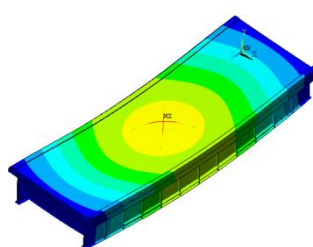


図-4 曲げ 1 次モード図(11.06Hz)

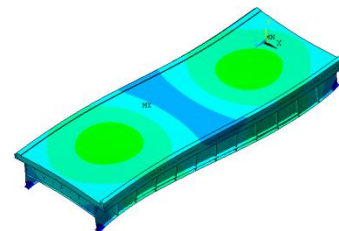


図-5 曲げ 2 次モード図(19.94Hz)

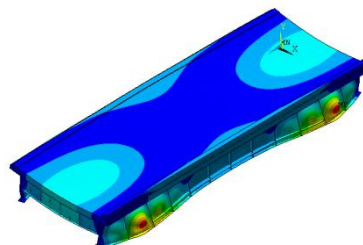


図-6 曲げ 3 次モード図(30.92Hz)

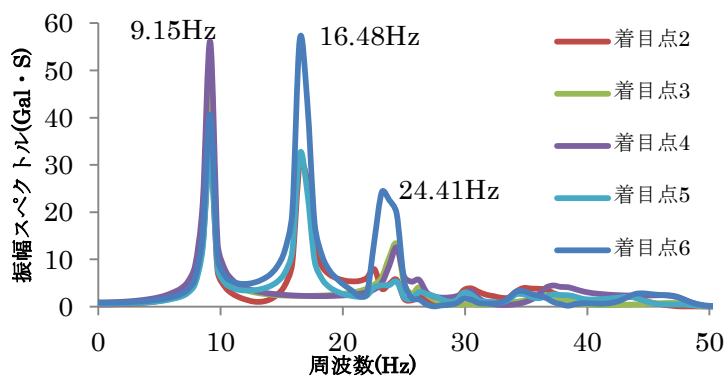


図-7 解析モデルを劣化させた場合の振幅スペクトル図