

下渋川橋の動的走行試験による実測と数値解析の検討

岩手大学大学院工学研究科 正会員 ○千葉 陽子
 (株)昭和土木設計 正会員 岩崎 正二

岩手大学工学部 正会員 大西 弘志
 岩手大学大学院工学研究科 学生会員 佐々木 健史郎

1. はじめに

我が国の橋梁は高度経済成長期に多くが建設されており、今後一斉に老朽化を迎えることになる。その中で橋長 15m未滿の道路橋は、橋梁全体数の 8 割程度を占めており、小規模橋梁群の効率的な維持管理が必要となる。そのためには、損傷状況から耐荷力等の現状を把握するなどの健全度評価が重要となる。本論文では、小規模橋梁の一般的な橋梁形式である鋼鈹桁橋を対象に、トラック走行による動的試験を実施し、応答加速度波形から算出した固有振動数と、現橋の損傷状況をモデル化した 3 次元フレーム解析による固有値解析の結果を比較し、動的挙動について検討を行った。

2. 対象橋梁と動的載荷試験の概要

対象橋梁である下渋川橋は、岩手県胆沢郡金ケ崎町の渋川に架かる橋長 20.0m の鋼単純合成鈹桁橋である。橋梁諸元は、全幅員 6,500mm、桁高 800mm、3 主桁、RC 床版(床版厚 $t=160\text{mm}$)、コンクリート舗装($t=50\text{mm}$)、鋼製支承であり、1974 年竣工の TL-14 活荷重による設計である。(図-1 参照)

現橋の主な損傷は、コンクリート舗装の全体的な凹凸及び部分的なうき、支承の腐食が認められた。

動的載荷試験は、重量 14t のトラック 1 台を用いて走行させた。走行パターンは、幅員中央の他、G1 主桁及び G3 主桁上に片側の車輪が乗るように位置を変化させ、走行速度を 10km/h、20km/h、30km/h の 3 種類とした計 9 パターンを実施した。

計測は加速度計を使用し、設置位置を図-2 に示す。

3. 動的載荷試験結果と考察

主桁 G3 上を走行させて得られた加速度波形は、測定開始後 2~3 秒間にピークを確認できた。(図-3 参照)

図-4,5 は各測定点で得られた振幅スペクトル図である。0.001 秒ごとに計測した加速度データを 4096 個サンプリングし、FFT 方式で振幅スペクトルを算出している。図-4 のグラフに着目すると、低次では 7.5Hz 付近でいずれの計測位置でも振幅スペクトルが卓越しており、曲げ 1 次の固有振動モードであると判断した。また、図-5 の 20Hz 付近に着目すると、1/4 断面の各測定点の振幅スペクトルに卓越が見られるが、1/2 断面では振幅スペクトルの値がごくわずかであることから、曲げ 2 次の固有振動モードであると判断した。

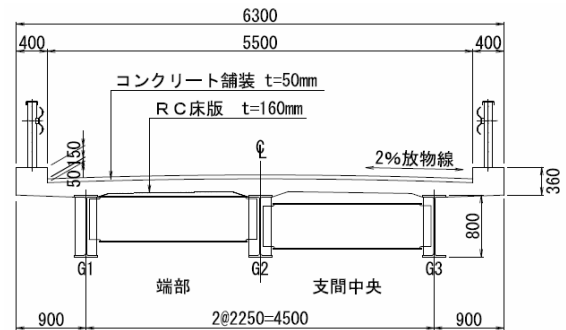


図-1 下渋川橋 断面図

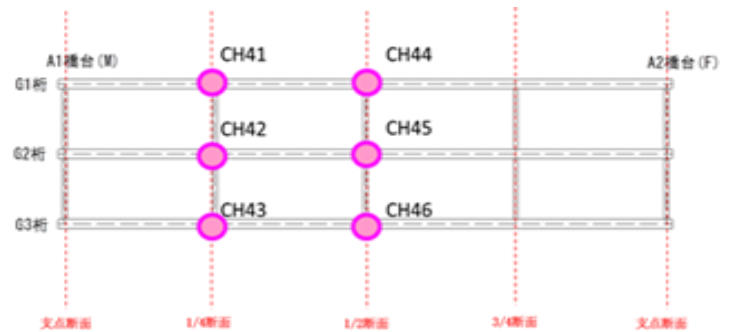


図-2 加速度計の設置位置図

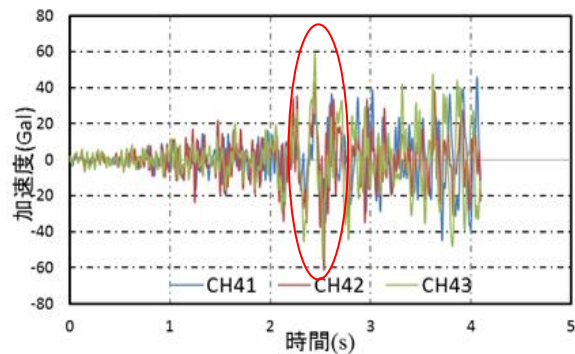


図-3 1/4 断面 応答加速度波形図
 (主桁 G3 上 10km/h 走行)

キーワード：鋼鈹桁 動的載荷試験 固有振動数

連絡先：Email:t5716005@iwate-u.ac.jp

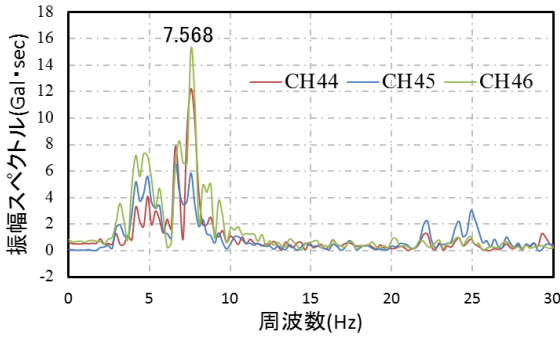


図-4 1/2 断面 振幅スペクトル図
(G3 主桁上 10km/h 走行)

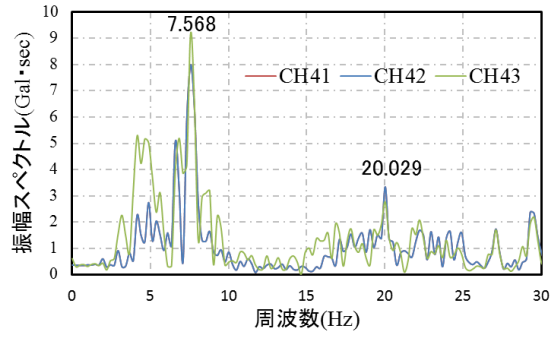


図-5 1/4 断面 振幅スペクトル図
(G3 主桁上 10km/h 走行)

表-1 各解析モデルの設定条件

	舗装剛性の有無	床版の弾性係数 (N/mm ²)	支承条件(橋台 A1,A2)					
			x	y	z	Rx	Ry	Rz
CASE1	剛性考慮	2.35×10 ⁴	固定	固定	固定	固定	固定	ピン
CASE2	剛性考慮	2.35×10 ⁴	固定	固定	固定	固定	固定	固定
CASE3	剛性無	2.35×10 ⁴	固定	固定	固定	固定	固定	固定

表-2 動的試験結果と固有値解析の比較

	固有振動数(Hz)			
	実測値	CASE1	CASE2	CASE3
曲げ 1 次モード	7.568	4.661(62%)	8.002(105%)	7.768(103%)
曲げ 2 次モード	20.019	16.513(82%)	21.407(107%)	20.829(104%)

4. 3次元フレーム解析

4.1 解析モデル及び解析ケース

動的載荷試験結果との比較検討及び評価のため、下部構造を含めた橋梁全体での3次元フレーム解析(総節点数 59, 総要素数 74)を、汎用立体骨組み解析プログラム「UC-Win/FRAME(3D)ver.6」を用いて固有値解析を行い、固有振動数を算出した。損傷状況を反映させるため、解析モデルは、支承拘束の有無、コンクリート舗装の有無を考慮し、表-1 に示す計 3 ケースをモデル化した。

4.2 解析結果

表-2 に各解析モデルの固有振動モード（曲げ 1 次モード、曲げ 2 次モード）の固有振動数と動的載荷試験結果との比較を示す。なお（ ）内は実測固有振動数と解析固有振動数の比である。

各パターンの解析固有振動数と実測固有振動数(以下、実測値)を比較すると、CASE1 では曲げ 1 次モード及び曲げ 2 次モード共に、実測値と大きく離れているため、対象橋梁をうまく再現できていない。CASE2 では、曲げ 1 次モードで実測値比 105%を示し、曲げ 2 次モードで実測値比 107%を示している。CASE1, 2 の比較から支承の健全性が固有振動数に及ぼす影響は

大きいことが分かる。コンクリート舗装の浮きを考慮した CASE3 では、曲げ 1 次モードで実測値比 103%を示し、曲げ 2 次モードで実測値比 104%を示し CASE2 より再現できている。CASE2,3 を比較すると、コンクリート舗装の損傷による固有振動数への影響は少ないが、たたき試験などからコンクリート舗装の損傷状態を正確把握し、モデル化することでより正確な状況の再現が可能である事が分かる。

5. まとめ

(1) 支承条件を完全固定にすることで実測値と整合した。このことから、対象橋梁である下渋川橋の支承は腐食により、水平移動と回転が拘束されている事が推定できた。また、3次元フレーム解析のモデル化にあたり、支承条件の影響は大きいことも確認できた。

(2) コンクリート舗装の損傷が固有振動に与える影響は少ないが、損傷状態を正確に把握し、モデル化することでより整合する結果が得られる。

(3) 3次元フレーム解析は、目視点検結果などから支承条件、損傷状態を正確にモデル化することで低次の固有振動モード（曲げ 1 次モード、曲げ 2 次モード）を再現することができる。