

走行車両試験による新西海橋主橋部の応答特性および応答レベルの評価

長崎大学大学院 学生会員 ○大石雄己 中国・福州大学 非会員 呉 慶雄
 三菱重工業(株) 正会員 吉村光弘 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄
 長崎大学工学部 正会員 中村聖三

1. はじめに

2006年3月に開通した新西海橋主橋部は、新設道路橋としては国内初のコンクリート充填鋼管(CFT)アーチ橋である。本橋は自動車専用道路の一部であるが、主橋桁下に添架歩道が設けられており、歩行者に利用されている。添架歩道は本橋横桁から鋼管とケーブルによって支持された無補剛吊橋に近い構造であるため、走行車両によって利用者に不快感や不安感を与える振動が発生する可能性がある。本論文では、竣工前に実施された走行車両実験の結果を紹介し、上記振動の有無を検証する。また、走行車両による解析を行い、実験結果と比較することにより、本橋の応答特性を把握する。さらに、両者の比較から評価手法の妥当性を検証する。

2. 走行車両実験の概要

25tトラックを使用して走行車両実験が行われた。図-1に新西海橋主橋部の全体図と加速度計配置を示す。図中の番号は計測点を示す。試験ケースは、走行速度(20km/h, 40km/h, 60km/h)と走行方向(順走: A2→P4方向, 逆走: P4→A2方向)を組み合わせ、各組み合わせに対して3回ずつ計測し、合計18ケース実施した。加速度計は、主桁および添架歩道に4個ずつ、アーチリブ下弦材に7個、計15個設置した。計測方向は、アーチリブ支間中央のみ3方向とし、それ以外は鉛直方向とした。また、振動計測にはサーボ型加速度計を使用し、サンプリング周波数は100Hzとした。

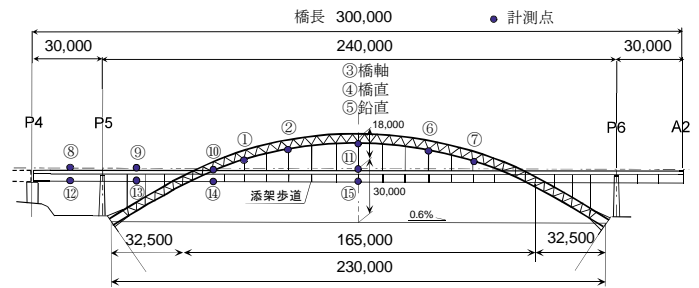


図-1 新西海橋主橋部全体図と加速度計配置 (単位: mm)

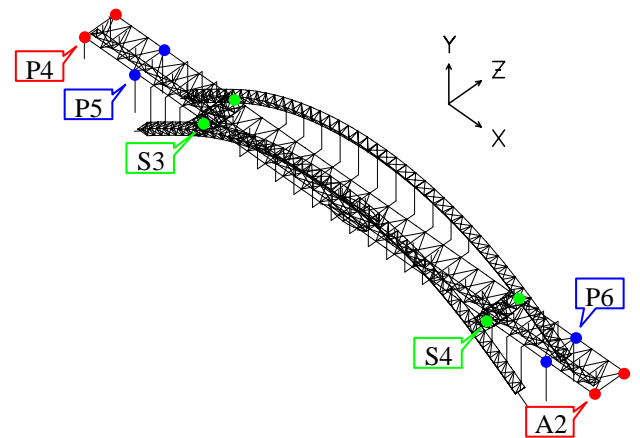


図-2 解析モデル

3. 走行車両解析の概要

橋梁-車両-路面凹凸モデルを用いて走行荷重による応答解析を行った¹⁾。図-2に構造モデルを示す。全部材をはり要素とトラス要素を用いてモデル化し、添架歩道を考慮した3次元骨組モデルである。また、床版の重量は補剛桁に、剛性は横桁および仮想ラテラル材に考慮した。表-1に主橋部分の支承条件を示す。添架歩道の支承条件については、横梁部水平脊位置において橋軸直角方向の変位を固定とした。車両モデルは、図-3に示す2自由度車両モデルを用いた。車両のパラメータは実測値を基に決定した。表-2に解析条件を示す。路面については、凹凸を考慮し、路面状態は最良と仮定して各パラメータを決定した。

表-1 支承条件 k : ばね定数(kN/m)

支承	X	Y	Z
P4, A2	$k=5,000$	固定	$k=5,000$
P5, P6	$k=8,000$	固定	$k=8,000$
S3, S4	$k=10,000$	固定	固定

4. 実験結果と解析結果の比較

ここでは、実験および解析結果の一例を紹介する。まず、主橋の応答として、主桁とアーチリブの応答に着目する。図-4に走行速度 60km/h 時の主桁(計測点⑧)の

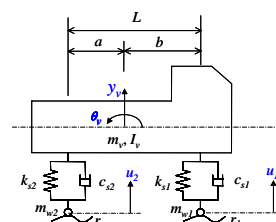


図-3 2自由度車両モデル

表-2 解析条件

計算方法	Newmark β ($\beta=0.25$)	
積分時間間隔	0.01 sec	
減衰	Rayleigh 減衰	
減衰定数	0.01	
固有振動数	1次	0.639Hz
	2次	0.929Hz

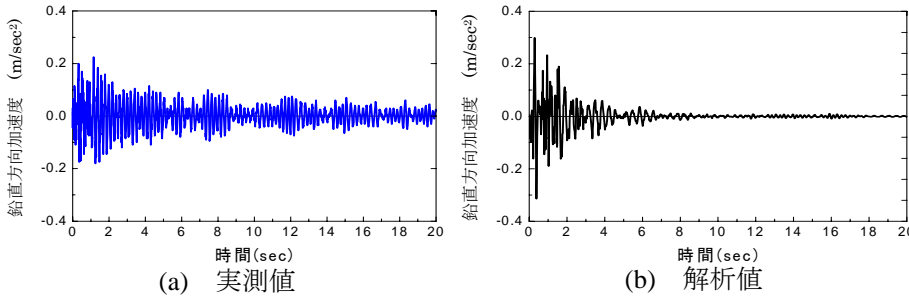


図-4 主桁⑧の加速度波形 (60km/h)

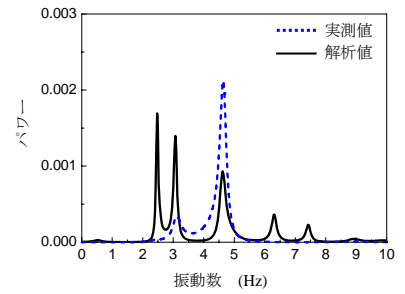


図-5 主桁⑧のパワースペクトル

加速度波形を示す。実測値と解析値を比較すると、車両通過時の加速度最大値は同じぐらいの大きさである。しかし、車両通過後の波形を比較すると、実測値の減衰は解析値に比べて小さく、一致していない。図-4の波形から求めた主桁(計測点⑧)のパワースペクトルを図-5に示す。実測値、解析値ともに3Hzと4.7Hz付近の振動数が卓越していることがわかる。解析値については、より低次の2.5Hz付近にも卓越振動数が存在する。

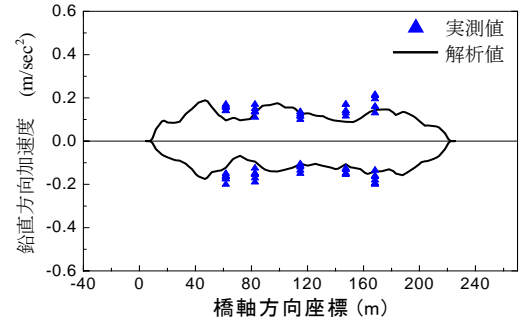
図-6にCFTアーチリブの加速度最大応答を示す。どの走行速度においても、実測値のばらつきは小さく、解析値に近い値であるといえる。次に、添架歩道の応答に着目し、歩行者への影響を明らかにする。図-7は、小堀、梶川による橋梁振動の人間工学的評価法²⁾を用いて、添架歩道における振動の大きさを示したものである。人間が感じる振動の大きさを図中に表記している。凡例について、解析値は走行速度80km/hにおける解析結果から算出した振動の大きさであり、実測値は速度別の実測値から算出した振動の大きさの平均値を示したものである。また、図中の番号は計測点番号である。実測値、解析値ともに中央径間(計測点⑬、⑭、⑮)に比べ、側径間(計測点⑫)における揺れが大きくなっている。これは、側径間の吊材の間隔が大きく、スパンが大きくなっている影響であると考えられる。図-7から、添架歩道に生じる振動は、「明らかに感じる」程度の大きさであり、歩行者が不快に感じるような振動ではないことがわかる。

5. まとめ

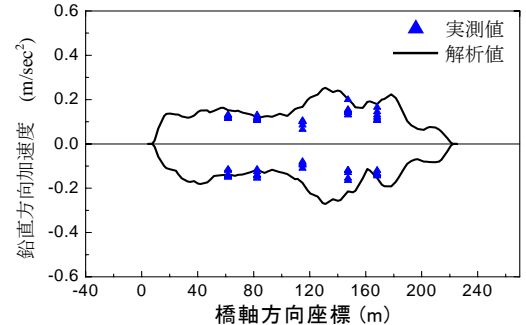
新西海橋の走行車両実験結果を示し、解析結果との比較を行った。主橋の応答に関して、主桁とアーチリブの実測値と解析値の応答の一致した点から本解析に用いた構造のモデル化および走行車両解析方法はある程度適切なものであったといえる。しかし、減衰については実際の減衰を解析で再現できていないとはいえず、今後の検討が必要である。添架歩道の応答に関して、走行車両によって生じる振動は、歩行者に不快感・不安感を与えるような大きさの振動ではないことが確認できた。

参考文献

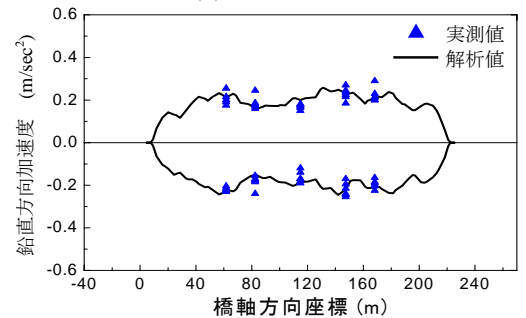
- 1) 小堀為雄, 梶川康男: 橋梁振動の人間工学的評価法, 土木学会論文報告集, 第230号, pp.23-31, 1974.10
- 2) 岡林隆敏: 単一走行車両による道路橋の二乗平均応答解析, 土木学会論文報告集, 第286号, pp.15-27, 1979.6



(a) 20km/h



(b) 40km/h



(c) 60km/h

図-6 CFTアーチリブの加速度最大応答

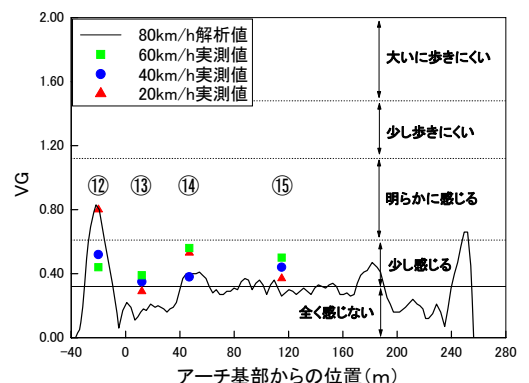


図-7 添架歩道振動感覚評価