

延長床版構造の固有振動数と静的載荷試験

土木研究所 正会員 麓 興一郎

日本橋梁建設協会 正会員 小澤 一誠

日本橋梁建設協会

蔣 立志

1. まえがき

橋梁の環境対策の一環として各地の高速道路で延長床版が採用されている。独立行政法人・土木研究所と社団法人・日本橋梁建設協会は共同研究として延長床版の研究¹⁾を行っているが、その試験施工のフィールドとして国土交通省・新潟国道工事事務所から図-1に示す橋梁の提供を受けた。橋梁本体に連続して設けられた延長床版の効果や挙動を確認する目的で各種試験を行ったが、その一環として、固有振動数並びにトラック荷重による変形や延長床版に発生する静的応力等を計測し、解析との比較を行ったので報告する。橋梁の緒元は、総幅員 9m (有効幅員 8m) 橋長 188.2m、3径間連続鋼鈑桁x2連の橋梁で今回延長床版を設置したのは、福島側 (A2側) の3径間連続鋼鈑桁である。

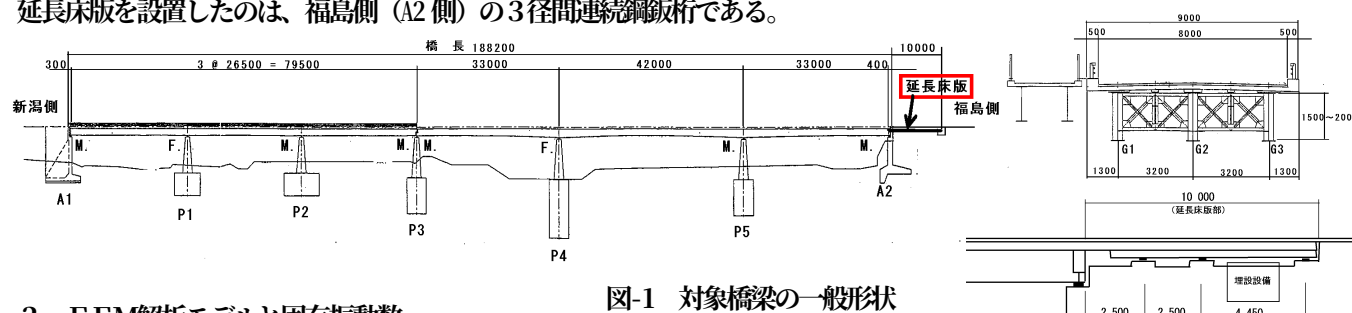


図-1 対象橋梁の一般形状

2. FEM解析モデルと固有振動数

静的載荷試験で解析に用いるモデルには、主構造（主桁、横桁、対傾構、横構）、床版、地覆、高欄の他、補修工事で増設された鋼鈑桁、合成床版の鋼底板、端横桁やブラケットのコンクリート巻き立て、ゴム支承、延長床版、延長床版縦桁、延長床版横桁、計測点の鉄筋、をできるだけ忠実に考慮した。部材毎に用いた要素を、表-1に示す。また、延長床版部分の上、下面の概要を、図-2に示す。解析にはCOSMOSM Ver2.9 (Structural Research & Analysis Corp) を用いた。

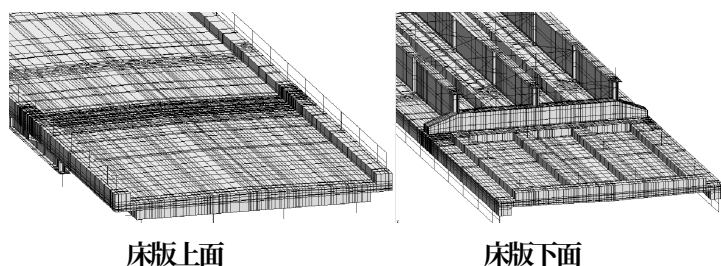


図-2 延長床版設置後の FEM 解析モデル

表-1 解析に用いた要素名と適用箇所

要素名	適用箇所	要素数
リット要素	合成床版のコンクリート、地覆、延長床版、延長床版の縦桁と横桁、端横桁とブラケットのコンクリート巻き立て	83,232
シェル要素	主桁、横桁、縦桁、合成床版の鋼板、ブラケット	17,813
ビーム要素	対傾構、横構、高欄	904
バネ要素	支承	72
トラ要素	鉄筋	10,884

表-2 延長床版の設置前後での固有振動数の比較 (単位: Hz)

延長床版の有無		振動モード					
		鉛直 1次	解析/ 実測	鉛直 2次	解析/ 実測	鉛直 3次	解析/ 実測
設置前	① 計測平均 (20tf車)	2.44		3.61		4.39	
	② 計測平均 (4tf車)	2.39		3.57		4.40	
	③ FEM 解析	2.39	③/① 0.98 1.00	3.55	0.98 0.99	4.66	1.06 1.06
	④ 計測平均 (25tf車)	2.41		3.78		4.49	
設置後	⑤ 計測平均 (2.7tf車)	2.44		3.66		4.43	
	⑥ FEM 解析	2.43	⑥/④ 1.01 1.00	3.62	0.96 0.99	4.71	1.05 1.06

まず、FEM解析モデルの整合性を確認するために固有振動数の解析を行い計測値と比較した。延長床版の設置前後で比較した固有振動数の結果を表-2に示す。表中の①と②、④と⑤から、計測結果自体にも1次で1~2%、2次で1~3%、3次で0~1%程度の誤差を持っていることが解る。鉛直たわみ1次~3次の固有振動数を比較した結果は、1次が0.98~1.01、2次が0.96~0.99、3次が1.05~1.06と計測値と良く一致しており、静的載荷試験との比較にはこのモデルを用いることとした。

3. 静的載荷試験

25tfのダンプトラック2台を用いて図-3の3ケースの静的載荷試験を行った。主な計測点を図-4に示す。床版鉄筋の応力は歪みゲージを貼り付けた鉄筋を埋め込んだ。また、延長床版の解析に当たっては、施工順序（橋梁本体との連結時期）、橋軸方向プレストレスや延長床版支点の浮き上がりに注意した。

キーワード 橋梁振動、延長床版、FEM解析、固有振動数、応力計測

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 TEL029-879-6793 FAX029-879-6793

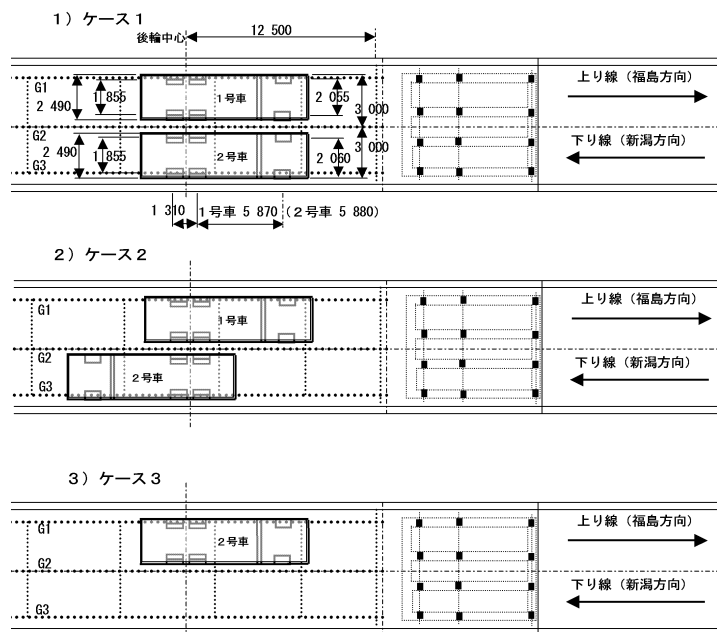


図-3 静的荷重試験の荷重のケース

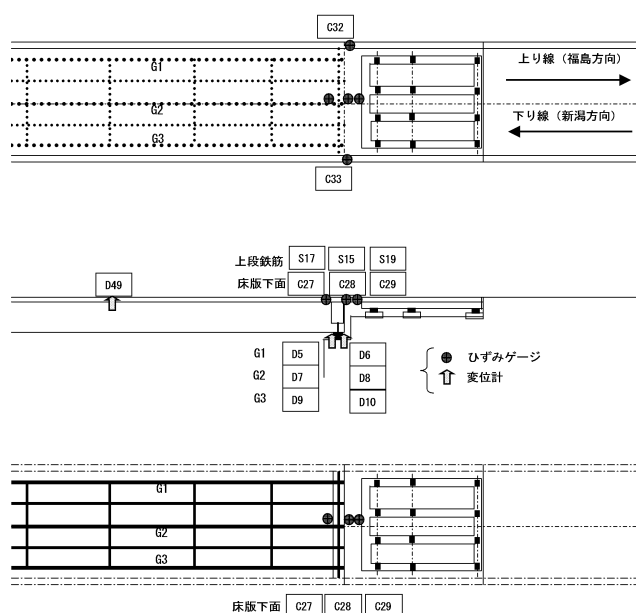


図-4 主なセンサー配置

主な計測値と解析値の比較結果は次の通りであった。①橋梁本体の支前前後の変位をレーザー変位計を用いて計測したが、設計上重要な「たわみ角」について解析値と比較した結果を図-5に示す。両者はほぼ整合していることが解る。②ビデオカメラにより計測した支間中央のたわみ値も解析値との誤差は2～6%と解析値とほぼ一致した（表-3）。③延長床版付け根部近傍の橋軸方向鉄筋応力は、プレストレスの存在等により全断面を有効とした解析値が計測値に近いが、やや誤差を持っている（図-6）。④延長床版付け根部近傍の橋軸方向コンクリート応力は、計測結果から図-7の構造の採用によりコーナー部の応力集中が発生していないと考えられる。解析モデルは局所的な同程が不十分なためか、解析値に比べ計測値の方が小さく両者の誤差がやや大きい（図-8）。⑤延長床版付け根部近傍の地覆は絶縁構造を採用したが、発生する応力は解析も計測もともに小さく、絶縁効果が確認できた。

4. まとめ

延長床版を設置した橋梁について荷重試験を行い、FEM解析との比較を行った。橋梁本体の固有振動数、支間中央のたわみ、支点上のたわみ角、付け根部の橋軸方向鉄筋応力とコンクリート応力、地覆応力等を確認し、設計で想定した挙動を確認することが出来た。

本研究に当たり、ご協力頂きました国土交通省新潟国道工事事務所の各位、並びに土木研究所の各位に感謝致します。

参考文献：1) 長屋優子、村越潤、麓興一郎、清田鎌次、小澤一誠：延長床版長さに関する基礎検討、第60回土木学会年次学術講演会、I-544, pp.1085-1086, 2005.9

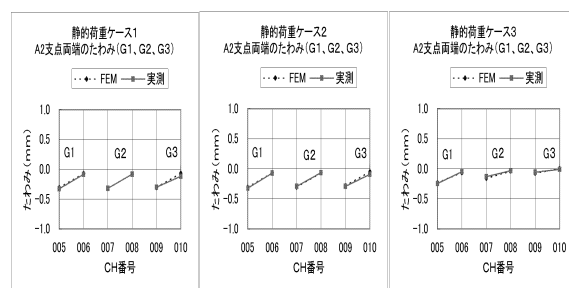


図-5 たわみ角の比較

表-3 橋梁本体の支間中央のたわみ（mm）

	ケース1		ケース2		ケース3	
	解析	計測	解析	計測	解析	計測
中央	5.61	5.5	5.78	5.67	4.22	4.5
	比:1.02		比:1.02		比:0.94	

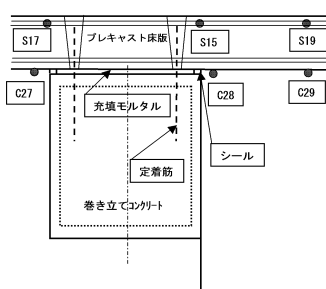


図-7 巻き立て部と床版の結合構造

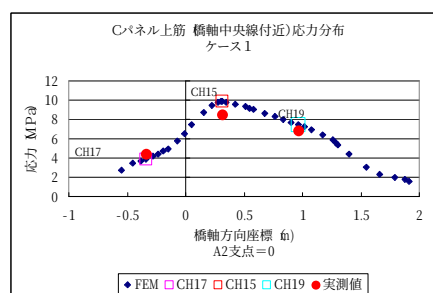


図-6 付け根部近傍の橋軸方向鉄筋の応力分布（荷重ケース1）

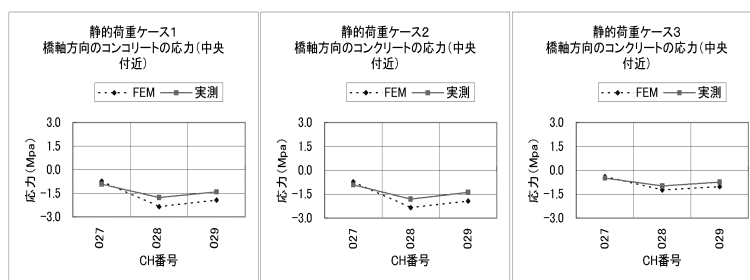


図-8 延長床版の付け根部近傍のコンクリート応力