

鋼3径間連続トラス橋の耐震補強設計に関する検討

日本橋梁（株） 正会員 ○川村 弘昌
西日本高速道路（株） 正会員 駒谷 大三
西日本高速道路（株） 正会員 崔 準祐

1. はじめに

沖縄自動車道の億首川橋は、図-1に示す通り鋼3径間連続トラス橋であり、主構間隔は6.8m、主構高さ11.0m、支間長84m+120.4m+84m（橋長290.0m）の橋梁である。本橋は、沖縄海洋博覧会の開催に向けて建設され1970年に完成し、1975年に供用を開始している。そのため現行の道路橋示方書¹⁾における耐震性能を満足していない橋梁である。下部構造については2006年にRC巻き立て工法による補強がすでに施工されているが、支承部および上部構造の部分であるトラス部においては耐震補強の設計・施工が行われていない。本稿では、トラス部の耐震補強設計において、各トラス部材の応答値を低減するための上部構造の耐震補強方法とその補強効果を報告する。

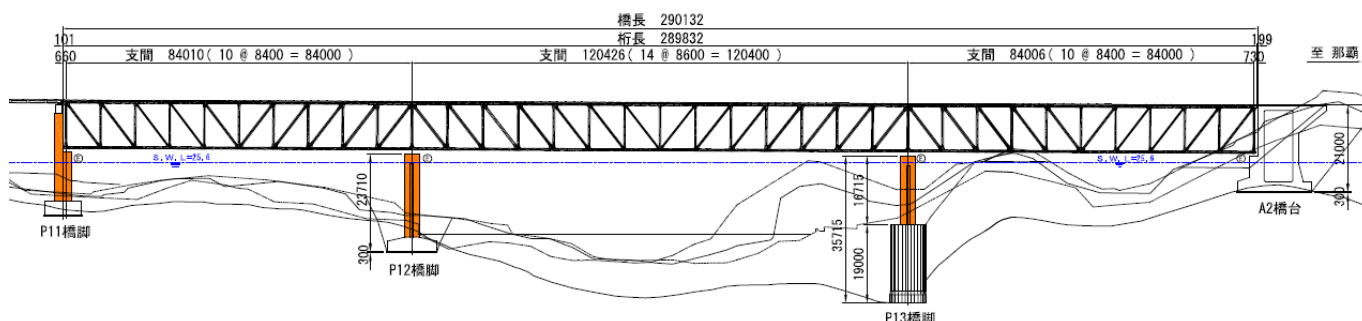


図-1 億首川橋全体一般図

2. 耐震補強の検討方法

本検討においては、地震時の動的な挙動を精度よく評価するために立体骨組みによる非線形動的解析を実施し、その解析結果に基づいて、上部構造の補強方法の検討と補強設計を実施した。解析モデル図を図-2に示す。各部材の要素は、橋脚は既設柱断面によるファイバー要素、基礎は弾性ばね要素を用いてモデル化した。トラス部材については、全部材ファイバー要素とし、トラス格点は剛結合とした。床版のモデル化は荷重だけでなく全断面有効の剛性を考慮した。また、本橋は地盤種別がⅠ種地盤・Ⅱ種地盤・Ⅲ種地盤と混在している地盤条件であったため、すべての地盤種別の入力地震動により解析を実施した。本検討では、応答値が最も大きかったⅡ種地盤における結果を基に補強検討を実施した。

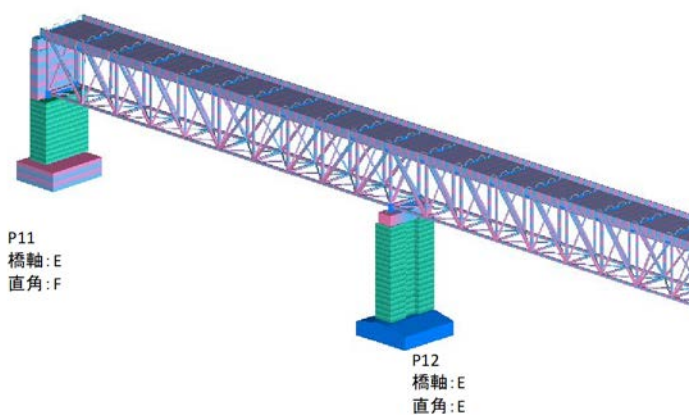


図-2 解析モデル

3. 現況における検討結果

まず、現況の構造における動的解析を実施し、各部材における応答値を把握した。解析結果は、表-1に示す通り橋軸方向加震および橋軸直角方向加震ともに橋脚・上部構造部材ともに応答値が許容値（橋脚：終局耐力，上部構造：降伏耐力もしくは座屈耐力）を超える結果であった。

キーワード 鋼連続トラス橋，耐震補強，免震構造，制震ダンパー，鋼板当て板補強

連絡先 〒650-0023 兵庫県神戸市中央区栄町通1丁目2-7 大同生命神戸ビル5階 日本橋梁（株） TEL 078-771-5265

表-1 動的解析結果一覧

検討ケース		現況		免震(HDR-S)		免震(HDR-S) +制震ダンパー +せん断パネル		免震(HDR-S) +制震ダンパー +せん断パネル +当て板補強	
加震方向		橋軸方向	橋直方向	橋軸方向	橋直方向	橋軸方向	橋直方向	橋軸方向	橋直方向
支承条件		MMMF	FFFF	EEEE	FEEE	EEEE	FEEE	EEEE	FEEE
固有周期(s)		1.140	0.983	1.304	1.544	1.276	1.544	1.316	1.546
上部構造 の照査 σ_n/σ_a	上弦材	0.84	0.79	0.81	0.80	0.80	0.80	0.79	0.79
	下弦材	1.28	0.86	0.56	0.80	0.79	0.87	0.79	0.88
	斜材	0.78	0.69	0.49	0.46	0.51	0.43	0.52	0.43
	鉛直材	0.52	1.11	0.39	1.04	0.40	0.52	0.40	0.51
	対傾構	1.88	4.31	1.41	4.19	0.61	1.67	0.50	0.95
	下横構	2.03	2.29	0.69	1.56	0.83	1.57	0.82	0.92
支承移動量(橋軸)		142.1>132.5		238.2>200		190.1≤200		199.0≤200	
橋脚耐力 θ/θ_u	P11	1.23	0.03	0.27	0.01	0.39	0.01	0.42	0.03
	P12	2.17	0.86	0.78	0.05	0.77	0.05	0.79	0.03
	P13	1.14	0.38	0.60	0.03	0.59	0.03	0.62	0.01

4. 橋軸方向の耐震補強検討

橋軸方向加震については、全支承部を免震化(HDR-S)することで、長周期化および反力分散化を図り、橋脚の応答値を終局耐力以下にすることができた。しかし、支承の移動量が桁遊間を超える値になったため、制震ダンパーを設置して支承の移動量を低減した。これにより、支承の移動量は桁遊間以内の値となった。

また、現況において上部構造の下弦材、対傾構、下横構で許容値を超える応答値が発生していたが、免震化により下弦材と下横構の応答値が低減されたことで弾性域の応答値となった。

5. 橋軸直角方向の耐震補強検討

表-2 せん断パネル設置による支点部上揚力の変化

橋軸直角方向加震については、表-1に示す通り現況において上部構造の鉛直材、対傾構、下横構で許容値を超える応答値が発生していた。本検討では、橋軸直角方向に対しても支承部の免震化を図ったが、支承部の免震化では応答値の低減が

	せん断パネル設置前		せん断パネル設置後	
	-0.3Rd	Ru	-0.3Rd	Ru
P11	-1200	> -5654	-1200	≤ 842
P12	-4935	≤ -1936	-4935	≤ -3033
P13	-4935	≤ -4367	-4935	≤ -3236
A2	-1200	> -2493	-1200	≤ 876

※ (+) 方向は下向きを示す。

ほとんどできなかった。そこで端支点部における上弦材側の横桁位置にせん断パネル型制震ストッパーを設置することを試み、鉛直材と対傾構の応答値を低減することができた。

また、端支点の支承において大きな上揚力が発生していたが、表-2に示す通り上揚力を0.3Rd以下に低減することができた。しかし、対傾構と下横構は許容値を下回る応答値に低減することはできなかった。対傾構と下横構については、支点付近の部材において降伏(もしくは座屈)による塑性変形が生じており、これらの部材が弾性挙動となるように鋼板の当て板による断面の補強を実施することで弾性域の応答値にすることができた。鋼板による当て板補強で部材の剛性が増加するため、それらが接続される下弦材や鉛直材の応答値が増加することが懸念されたが、その増加量はわずかであり、弾性域の応答値であった。

6. まとめ

鋼3径間連続トラス橋について、橋梁全体系の動的解析による耐震補強検討を行った。現況照査において上部構造・下部構造ともに許容値を超える結果であったが、支承部の免震化・制震ダンパーの設置・せん断パネル型制震ストッパーの設置により応答値を低減することができた。下部構造については、耐震補強が施工済みであったが、その補強断面で耐震性能を満足することが確認できた。上部構造については、支点部近傍の限定的な対傾構と下横構に対して鋼板当て板補強を実施することで耐震性能を満足することが確認できた。

【参考文献】 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，平成24年3月