

関越自動車道 片品川橋 鋼トラス上部工の耐震補強

東日本高速道路株式会社 高崎（管） 正会員 ○塩畑英俊 山口恭平
東日本高速道路株式会社 関東支社 正会員 鈴木雄吾 金田和男

1. はじめに

平成7年の兵庫県南部地震以降、東日本高速道路株式会社（以下、「NEXCO 東日本」と呼ぶ。）では、古い基準で設計された既設橋梁のうち、耐震性の低い橋梁の震災対策を優先的に実施してきており、ほぼそれらが完了している。NEXCO 東日本高崎管理事務所管内の高橋脚群の橋梁においても、これまでに計画的に震災対策を実施してきており、管内の下部工の耐震補強が完了したところである。

その中、鋼トラス形式である片品川橋については上部構造の耐震補強に着手しており、工事着手前の最終の詳細設計を行っているところである。本稿はこの途中経過について報告するものである。

2. 片品川橋

片品川橋は昭和60年に全線開通した関越自動車道の群馬県利根郡昭和村から沼田市に位置し、一級河川片品川を横架する鋼3径間連続トラス橋3連である。図-1に示すように主構トラスは上下線一体の2主構で主構間隔は16m、主構高も14mから最大25m、橋長約1034mの長大橋となっている。また、P1橋脚を除き、高さ約55mから70mの高橋脚となっており、中間支点で多脚ヒンジの構造となっている。なお、図-1には後述する支承交換箇所も併記している。

3. 片品川橋の設計作業

鋼トラス形式の構造は地震時の挙動が複雑であり、応答値の算定や限界値の設定に高度な技術力を要するが、近年では耐震補強の実績も増えつつあり、技術基準¹⁾も整備されている。このような中、片品川橋では地

震作用に対する所定の耐震性を確保させるために、既設鋼製支承の支承交換、既設トラス部材の当て板補強、二次部材に適用する制震部材、を設計変数として設計作業を実施した。応答値の算定にはファイバーモデルを用いた弾塑性有限変位動的解析を適用し、最新の基準²⁾による設計地震動を用いたモデル化の概要を表-1にモデル図を図-2にそれぞれ示す。なお、建設時の施工報告書から架設ステップを踏んでモデル化を行うとともに、各構成則については既往事例³⁾を参考に設定した。二次部材以外の限界値は地震後の供用性を確保させる観点から応答値が降伏点以下となるように設定した。

4. 現況の上部工照査結果

固有周期を表-2に上部工の照査結果の一例を図-3にそれぞれ示す。表-2および図-3には後述する支承交換後の結果も示している。現況の固有周期は約0.9秒から約1.6秒となっている。上部工の照査結果は橋直角方向の応答値である。各支点部付近で大きな応答値を示す傾向となっており、C橋では側径間の支間中央部付近の下弦材などでやや大きな応答値を示している。

表-1 モデル化の概要

部位		モデル化	非線形性
上部構造	主要部材	ファイバーモデル 端部剛結合	移動硬化則 非対称バイリニアモデル (圧縮側：局部座屈強度)
	二次部材	ファイバーモデル 端部剛結合	移動硬化則 非対称バイリニアモデル (圧縮側：局部座屈強度)
支承部	鋼製支承	弾性バネ要素	-
	ゴム支承 (機能分離)	分散支承	弾性バネ要素
		免震支承	非線形バネ要素
制震ダンパー	座屈拘束ブレース	非線形バネ要素	バイリニアモデル (移動硬化則)
	粘性ダンパー	非線形バネ要素	速度依存型
RC橋脚	一般部	弾性はり要素	-
	塑性ヒンジ区間	M - θ モデル	武田モデル
基礎—地盤系		S - Rモデル	-
既存の耐震補強を考慮する。			

既存の耐震補強を考慮する。

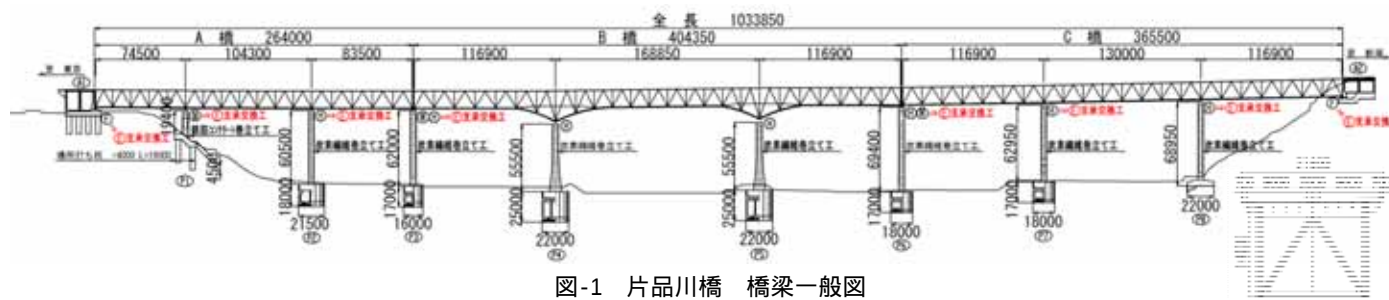


図-1 片品川橋 橋梁一般図

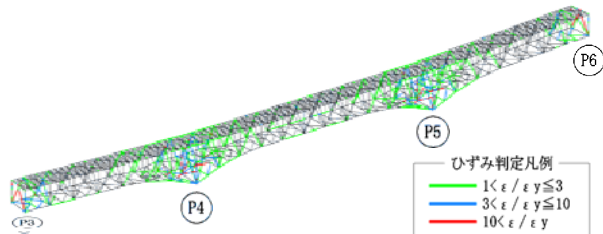
キーワード 耐震補強，鋼トラス，ファイバーモデル，弾塑性有限変位動的解析，支承交換

連絡先 〒370-0015 群馬県高崎市島野町 831 東日本高速道路（株）高崎管理事務所 TEL 027-353-0211

表-2 固有周期

		支承交換前(s)	支承交換後(s)
A 橋	橋軸方向	0.87	1.82
	橋軸直角方向	1.11	1.71
B 橋	橋軸方向	1.63	1.60
	橋軸直角方向	1.36	1.23
C 橋	橋軸方向	1.14	1.97
	橋軸直角方向	1.42	1.92

現況 B 橋 橋軸直角方向



支承交換後 B 橋 橋軸直角方向

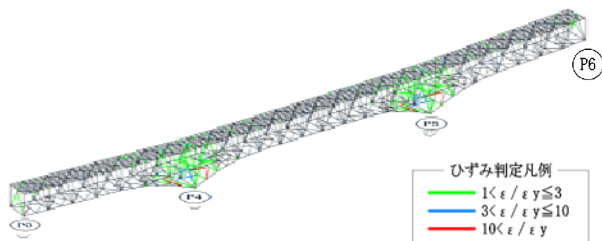
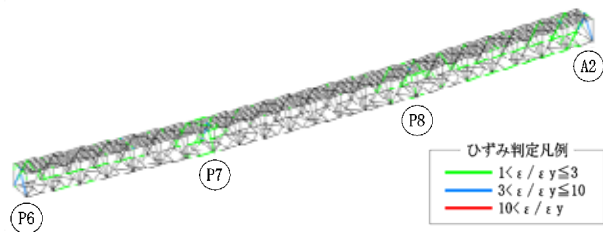


図-3(a) 上部工部材の照査結果 (B 橋)

現況 C 橋 橋軸直角方向



支承交換後 C 橋 橋軸直角方向

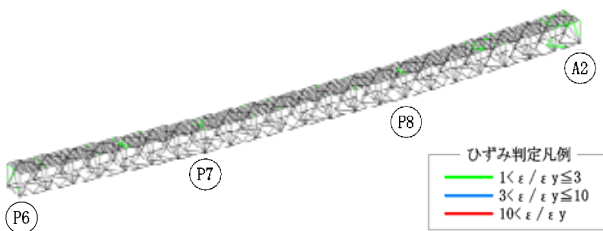


図-3(b) 上部工部材の照査結果 (C 橋)

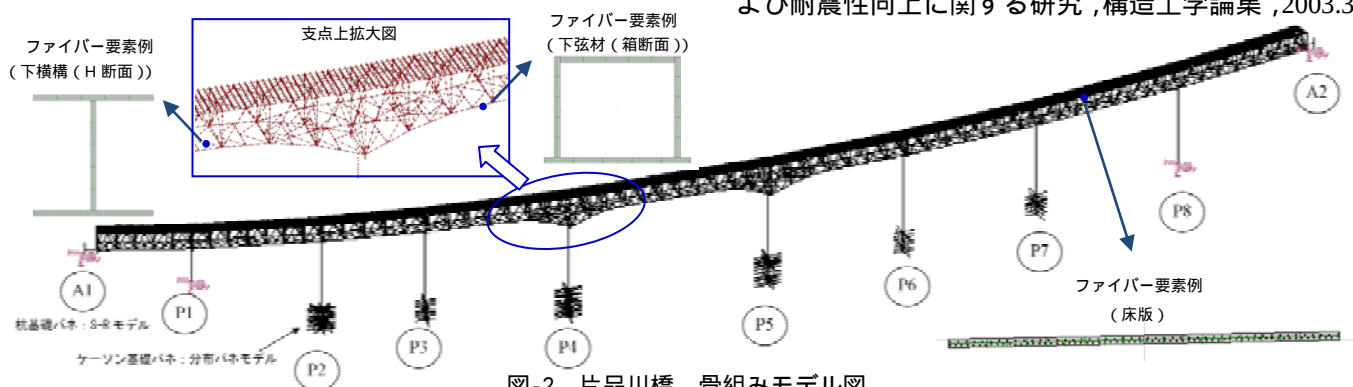


図-2 片品川橋 骨組みモデル図

5. 支承交換後の照査結果

支承部は鉛直荷重を支持させるすべり支承と水平荷重を支持させる免震支承（バッファ支承）との機能分離型とした。これは、本橋は反力が大きく（例えば P7 支点で約 30MN）機能分離型が施工性および経済性の観点で有利と考えたためである。なお、支承交換のためのジャッキアップ反力確保の方法は鋼トラス部材をコンクリートで巻き立てる方法などが考えられるが、詳細は現在検討中である。

固有周期は約 1.2 秒から約 2 秒となっており、免震化により長周期化が図られ、現況構造に対して橋軸方向では A 橋で約 2.1 倍、C 橋で約 1.7 倍となっている。なお、支点反力が大きく、調達できるジャッキの都合などから支承交換が行えない P4、P5 支点を含む B 橋では固有周期に大きな差が見られない。

トラス部材の照査結果の一部を図-3 に示す。B 橋では P4、P5 支点部付近で大きな応答値を示している。これは、支承交換が行えないため現況構造から改善が図られないためである。一方、支承交換を行った B 橋の P3、P6 支点および C 橋の全支点では応答値の低減が図られおり、支承交換が有効な手段であることが確認できる。

6. まとめ

片品川橋の詳細設計では 3. で示した設計変数を変化させて設計作業を行っており、本稿ではこのうち支承交換を変化させた結果、応答値の低減が図られることを示した。今後、その他の設計変数も変化させて最適な設計解を選択していく計画である。

参考文献

- 1) 土木学会 鋼・合成構造標準示方書, 2008.1
- 2) 道路橋示方書・同解析 耐震設計編, 2012.3
- 3) 野中ら; 上路式鋼トラス橋の大地震時弾塑性挙動および耐震性向上に関する研究, 構造工学論集, 2003.3.