

既設鋼桁橋の連続化・免震化設計

NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員○吉田 直弘 フェロー会員 坂手 道明 非会員 田中 友樹
東日本高速道路(株) 正会員 塩畑 英俊 非会員 高嶋 卓造 非会員 成岡 尚哉

1. はじめに

鋼桁橋の掛け違い部は、路面からの漏水や伸縮装置部における通行車両からの衝撃を受けるため、劣化が生じやすい。掛け違い部を連続化し、ノージョイント化することで維持管理性及び走行性の改善、さらに耐震性の向上が図れる。単純桁の連続化は支承に負反力が生じる懸念がなく、比較的小規模な連結構造になるため、多くの施工実績がある。一方、連続桁は、支承の負反力対策が必要であることと、下部構造の温度時や地震時の水平反力が大きく変わることが一因で連続化の実績はほとんどない。そこで本稿は、図-1 に示す関越自動車道松川橋の床版取替設計と併せて、掛け違い部の連続化と免震化の検討結果について述べるものである。

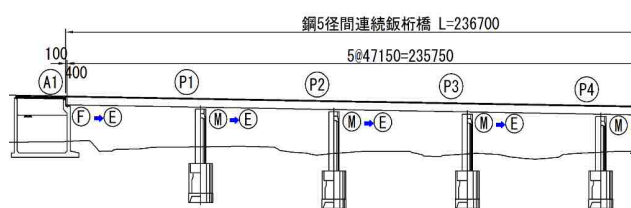


図-1 橋梁側面図

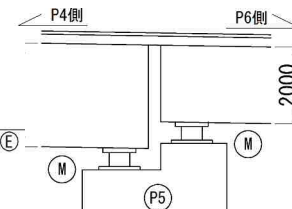


図-2 掛け違い部詳細図

2. 検討フロー

連続化の検討フローを図-3 に示す。掛け違い部の支承線数について、現況と同様に2点沓構造を採用できれば、桁連結部が負担する荷重は後死荷重と活荷重のみとなり、連結部材の断面を小さくできる。しかしながら、連続桁で連続化するには、2点沓構造は支承に負反力が生じ、後述の免震構造の適用が困難となるため、1点沓構造を採用した。次に、上フランジの連結を省略できれば、交通規制期間の短縮が図れるため、1点沓構造で、上フランジを連結する必要性に着目し検討した。

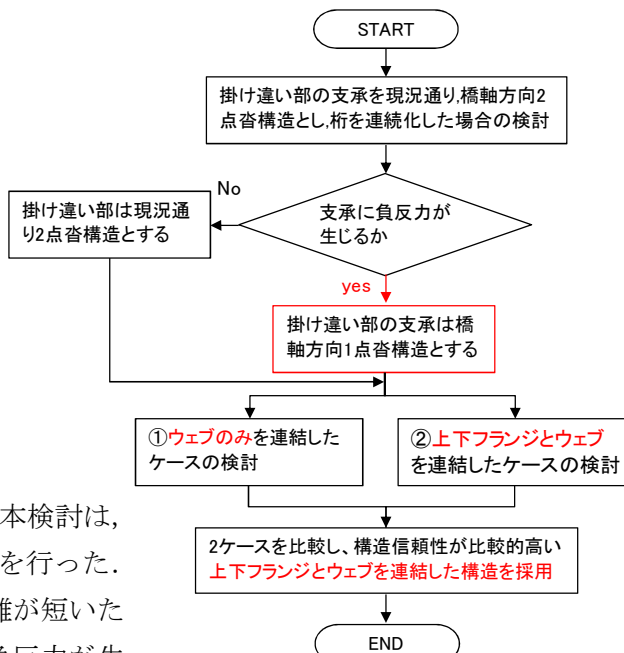


図-3 検討フロー

3. 支承数の検討

免震構造を採用するため、負反力の発生は不可である。本検討は、負反力の有無に着目し、2点沓構造と1点沓構造の比較を行った。その結果を表-1 に示す。2点沓構造の場合、支承間の距離が短いため、支承に大きな負反力が生じる。1点沓構造の場合は負反力が生じない結果となった。以上より、本設計は1点沓構造を採用した。

4. 連結構造の検討

ウェブのみを連結したケースと上下フランジ及びウェブを連結したケースとの比較検討結果を表-2 に示す。本検討は結論が得られた1点沓構造を対象に連結構造の断面計算を行った。ウェブのみを連結したケースでは、遊間部でフランジが分断され、連結部の主桁断面が急

表-1 支承数の検討

ケース	概略検討モデル	照査結果		
		Rd (kN)	Rlmin (kN)	Rd+2Rlmin (kN)
2点沓構造		402	-718	-1034
		判定		
		過大な負反力が生じるためNG		
1点沓構造		1565	-116	1333
		判定		
		負反力が生じないためOK		

変しているため、応力集中が発生する。本検討は、参考文献 1) を参考し、応力集中による応力増加分 ($\Delta\sigma_s$) を考慮し断面計算を行った。参考文献 1) では、阪神高速道路公団で実施された単純合成 I 桁の実物大実験に基づき、応力増加分 $\Delta\sigma_s$ の計算式が提案されている。

連結部の断面計算の結果、どちらのケースも部材の応力度が許容値以下となっている。しかし、本橋の橋梁形式（連続非合成桁）は上述実験対象と異なる。また、床版が連続している点においても上述実験対象と異なる。よって、上述応力増加分の計算式を本橋梁に適用できない可能性がある。さらに、上フランジが連続しないため、遊間部での鋼桁断面の急変により床版に不測な引張応力が生じる恐れがある。この連結方法の適用に当たって、新たな実験や FEM 解析による検討が必要である。従って、本設計は実験や FEM 解析等の研究成果を確認できなかったため、ウェブ及びフランジをすべて連結した構造を採用した。

5. 支承取替の検討（免震化検討）

支承形式を変更しない場合、桁の連続化に伴い橋梁形式は 2 点固定構造 (A1, P6) に変わる。この場合、固定橋脚の温度時及び L1 地震時の照査が NG となる。また、本橋梁は L2 地震荷重に対して耐力が不足しており、免震化による地震応答の低減が望ましい。さらに、現在設置されている BP-A 支承の劣化が進んでいることを考慮して、橋梁構造系を免震構造に変更することとした。主桁下フランジと沓座面のスペースが制限されるため、図-4 に示すように、一般的な免震支承を設置することが出来ない。そこで、対傾構の下部を撤去し新たに剛な横桁を取付け、鉛直支持支承と水平支持支承を有する機能分離支承を採用した。機能分離支承とすることで、支承バネ値の他、水平支持支承の数(表-3)も調整可能なため、桁連結後のすべての下部構造の温度時と L1 地震時の要求性能を確保することができた。さらに、L2 地震時においても、免震沓の減衰効果により現況に比べて地震応答を下げる事ができた。

6. まとめ

本設計は、床版取替設計と併せて桁連続化と免震化を採用する設計を行った。その結果、橋梁の耐久性、維持管理性、耐震性等が大きく向上するものと期待される。また、床版取替工と同時に施工する計画とすることで、道路交通への影響を最小限に抑えられるものと期待される。本稿が今後の床版取替設計と併せた連続桁の連続化と免震化設計の参考になれば幸いである。

参考文献 1)既設橋梁のノージョイント工法の設計施工手引き（案）平成 7 年 1 月
（財）道路保全技術センター

表-2 連結構造の比較

ケース	ケース1 ウェブのみを連結			ケース2 ウェブとフランジを連結		
	ウェブのみを連結			ウェブとフランジを連結		
概略図						
項目	上下MPL	SPL		上下MPL	SPL	添接板
部材厚	28mm	28mm		22mm	22mm	12mm
項目	上MPL	下MPL	せん断	上フランジ	下フランジ	せん断
応力度	204.9	166.7	12.6	132	126.8	14.5
許容値	210	210	120	140	140	80
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK
構造的性	遊間部の桁断面の急変による連結部の応力集中が生じる。その応力集中を算出するために、新たな実験等が必要である。 上フランジが連続しないため、桁の断面の急変により床版に不測な引張力が発生する懸念がある。断面剛性急変による影響を実験等で検証する必要がある。			フランジが連続するため、連結部に応力集中が生じることや桁の断面変化により床版に不測な引張力が発生することは考えにくい。		
経済性	△			○		
交通規制期間	上フランジを連結しないため、ケース②と比較短い。			上フランジの削孔や添接板を設置するため、交通規制期間が長くなる。		
採用	○			△		

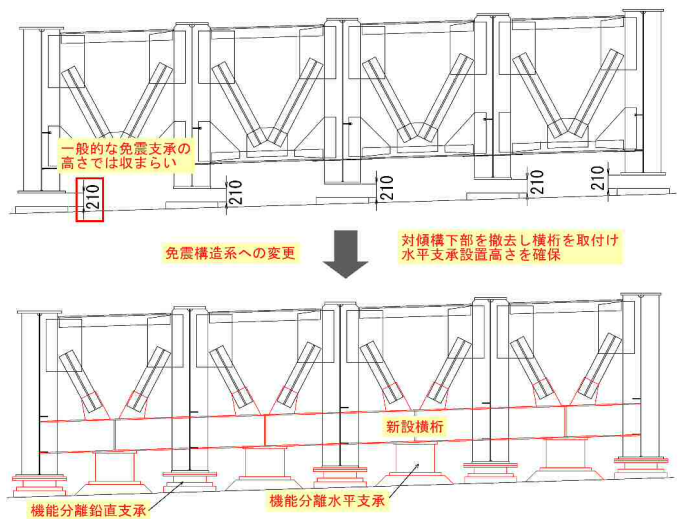


図-4 支承取替イメージ

表-3 支承個数

支承	鉛直支持支承	個	A1	P1~P6	P7	A2
個数	水平支持支承	個	5	5	5	5
			4	4	3	2