

橋梁全体系補強による渡河橋の耐震補強設計

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○永田佳世
パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 松浦 功

1. はじめに

本橋は、河川を跨ぐ橋長 223.96m、幅員 31.0m の 3 径間連続鋼床版箱桁橋であり、橋脚が河川内に設置されている。レベル 2 地震動に対

する地震時保有水平耐力法の照査では、橋脚基部の曲げ耐力が大幅に不足し、またケーソン基礎の耐力も不足する結果となった。RC 巻立て工法による橋脚補強を行った場合、橋軸方向に固定支持の P1 橋脚は軸方向鉄筋が D51・4 段(巻立厚 700mm)と大規模となり、また、仮締切や仮栈橋設置に伴うコストが高く、施工時の河積阻害率も問題となる。そこで、本検討では免震・制震装置の設置や慣性力分散等により、P1 橋脚への慣性力の負担軽減を図り、橋梁全体系の耐震性を向上させる工法を検討した。

2. 対象橋梁諸元および解析条件

橋梁側面図を図 1 に、橋脚正面図を図 2 に、橋梁諸元を表 1 に示す。本検討では、橋梁全体系を三次元フレーム・バネ・マスモデルにモデル化し、非線形動的解析により現況の耐震性能照査および耐震補強検討を実施した。設計地震動は当該地域で設定されている地域地震動を採用した。照査は、曲げに対しては応答曲率が許容曲率以下であること、せん断に対しては応答せん断力がせん断耐力以下であることを照査した。残留変位に対しては、残留変位が許容残留変位以下であることを照査した。基礎については降伏しないことを照査した。

3. 現況の耐震性能照査結果

現況照査結果を図 3 に示す。橋軸方向加振時は、P1 橋脚の曲げ耐力とせん断耐力が不足し、基礎が降伏する。また、橋軸直角方向加振時は、P2 橋脚のせん断耐力が不足し、基礎が降伏する結果となった。

4. 耐震性能照査結果

現況照査の結果、橋軸・橋軸直角両方向の耐震性能を満足しないため、橋軸・橋軸直角両方向に免震工法、慣性力分散工法、ダンパー設置の適用性を検討した。検討フローを図 4 に示す。初めに、地震時保有水平耐力法と動的解析の比較を行うために①RC 巻立補強案を検討し、次に、橋梁全体系の耐震補強工法として、②～⑤案の検討を行った。各案の耐震性能照査結果を表 2 に示す。検討内容と手順を次頁に示す。

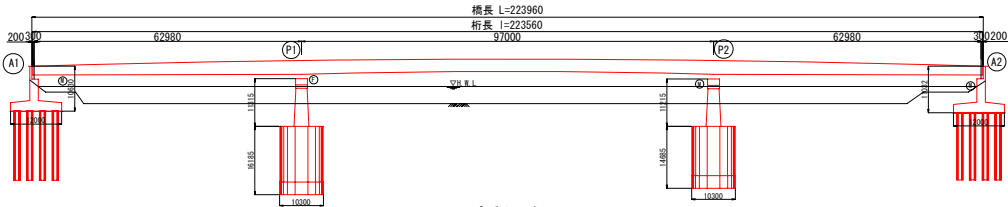


図 1 橋梁側面図

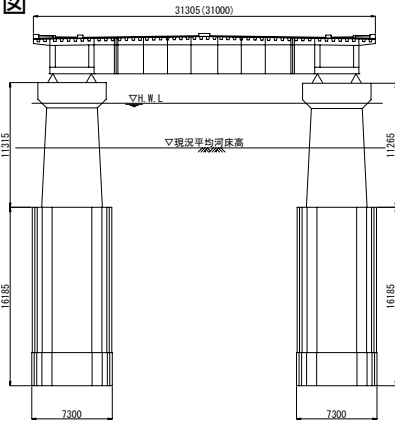


図 2 橋脚正面図

表 1 橋梁諸元

橋長	223.960m			
支間長	62.980m + 97.000m + 62.980m			
幅員	全幅員 31.0m(有効幅員 30.0m)			
上部工形式	3 径間連続鋼床版箱桁			
下部工形式	橋脚：小判型断面 RC 橋脚 橋台：逆 T 式橋台			
基礎工形式	橋脚：ニューマチックケーソン 橋台：場所打ち杭φ1,500			
支承条件	A1	P1	P2	A2
(橋軸方向)	可動	固定	可動	可動
(直角方向)	固定	固定	固定	固定
地域種別	A 地域			
地盤種別	II 種地盤			
重要度区分	B 種の橋			
適用示方書	昭和 55 年道路橋示方書			

キーワード：耐震補強、動的解析、ダンパー、免震支承、地域地震動

連絡先：〒541-0052 大阪市中央区安土町二丁目 3 番 13 号 パシフィックコンサルタンツ株式会社 大阪本社 TEL: 06-4964-2296

①RC 巻立補強案：橋脚柱を RC で巻立てる案。P1 橋脚は D51-1 段(巻立厚 250mm)、P2 橋脚は D22-1 段(巻立厚 250mm)となる。

②反力分散ゴム支承取替え案：全支承を反力分散ゴム支承に取替え、各下部工に慣性力を分散させる工法。分担力の調整だけでは橋脚の耐震性能を満足できないため、減衰性能を有する構造が必要である。

③免震支承取替え案：全支承を、減衰性能を有する免震支承に取替え、橋脚に作用する水平力を低減する工法。橋脚の耐震性能は満足するが、上部工変位が桁遊間量を超過するため、変形の抑制が必要である。

④ダンパー+反力分散ゴム支承取替え案：橋脚の支承を分散支承に取替え、橋台の橋軸方向に粘性ダンパーを設置し、慣性力を分散させ、橋脚の慣性力の低減を図る工法。上部工変位は桁遊間量以下となったが、P2 橋脚の橋軸直角方向でせん断耐力が不足するため橋軸直角方向に減衰性能を有する構造が必要である。

⑤免震支承取替え+ダンパー設置案：④案に対して橋脚の支承の減衰性能を有する免震支承に取り替える工法。橋脚、基礎ともに耐震性能を満足する。

橋脚の耐震性を満足する①RC 巻立て案と⑤免震支承取替え+ダンパー設置案で比較すると、⑤案は仮締切、仮栈橋が不要なため、経済的で①案の 0.53 倍となり、また、施工時の河積阻害も問題とならない。以上の検討結果より、⑤免震支承取替え+ダンパー設置案を選定した。

5. まとめ

レベル 2 地震動に対して耐震性能を満足しない渡河橋に対して橋梁全体系での耐震補強検討を行い、橋脚の支承を免震支承へ取替え、橋台にダンパーを設置することで、橋脚の補強を伴わずに橋梁全体系の耐震性を向上させることができた。

参考文献

- (社) 日本道路協会, 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.3
- (財) 海洋架橋・橋梁調査会, 既設橋梁の耐震補強工法事例集, 2005.3

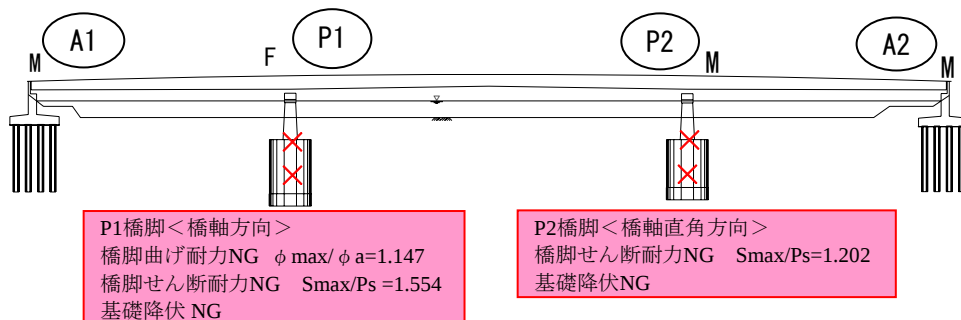


図 3 現況照査結果

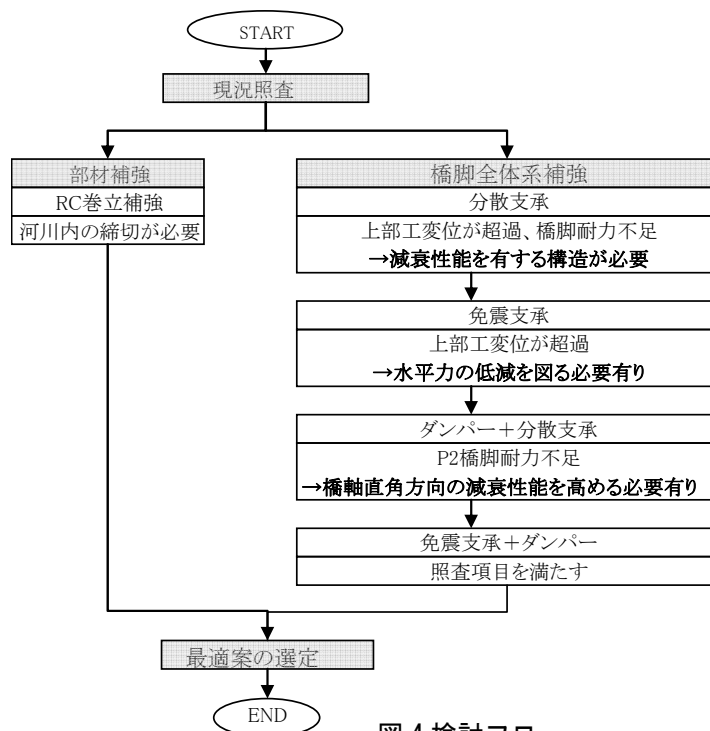


図 4 検討フロー

表 2 耐震性能照査結果

No.	検討ケース	橋軸方向				橋軸直角方向			
		橋台 桁遊間	橋脚 橋脚曲げ耐力 せん断耐力	基礎 降伏	橋台 桁遊間	橋脚 橋脚曲げ耐力 せん断耐力	基礎 降伏	橋脚 せん断耐力	基礎 降伏
-	現況	○	× (P1)	× (P1)	× (P1)	○	○	× (P2)	× (P1, P2)
①	橋脚RC巻立補強	○	○	○	○	○	○	○	○
②	分散支承	× (A1, A2)	× (P1, P2)	○	×	× (A1, A2)	× (P2)	× (P1, P2)	×
③	免震支承	× (A1, A2)	○	○	×	× (A1, A2)	○	○	×
④	ダンパー+分散支承	○	○	○	×	○	○	× (P2)	×
⑤	免震支承+ダンパー	○	○	○	○	○	○	○	○

※1 案については基礎の補強が必要

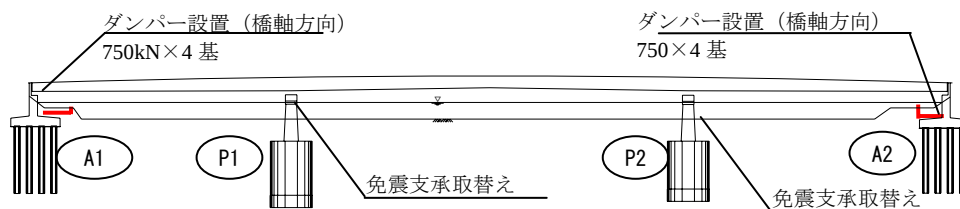


図 5 最終選定案