

大規模更新湊川（東橋）に係る既設基礎の耐震性を考慮した中間橋脚の構造検討

阪神高速道路（株） 正会員 ○山口 樹，高田 佳彦，藤林 美早

1. はじめに

阪神高速に位置する湊川橋梁（以下、本橋）は3径間連続鋼床版箱桁橋4連にて構成される413mの橋梁であり、図-1に示すようにP588以東を東橋、P588以西を西橋と称している。

本橋の上部工は、供用開始より50年以上経過する中で、様々な部位に数多くのき裂が発生している。経年劣化が進んでおり、き裂発生リスクが高くなり、安全安心の観点から、上部工の架替による抜本的な対策が早急に必要である。更新にあたり既設橋の耐震性を照査すると、下部工が最新の基準で許容値を満足していなかった。しかし、現地の制約条件から大規模な基礎補強は困難であることから、既設橋脚間に橋脚を増設し（中間橋脚）、荷重を分担する方針とした。

本稿は既設橋脚の耐震性向上を考慮した、東橋の中間橋脚の構造検討について述べるものである。

2. 現況構造と耐震性の評価

本橋は国道相互の交差点や運河渡河など制約条件が多く、東橋では限られた敷地内に橋脚を建設する必要から、基礎建設の寸法に大幅な制約を受けた。上部工

もその死荷重軽減を図るために、桁高を低く、扁平な箱桁構造が採用された。

東橋(P585～P588)の概要を表-1に示す。全橋脚が鋼製橋脚であり、P585は単柱のT型構造、P586は単柱の逆L型構造、P588は2径間の門型ラーメン構造を採用している。また、既設橋梁はS39道示により設計されており、H7震災復旧仕様による耐震補強が実施されている。

下部構造の設計にあたり、まずは既設橋梁の耐震性を動的解析により照査した。入力地震動はH29道示のL2地震動とした。

照査結果を図-2に示し、赤着色箇所が耐力超過箇所となっている。結果としては、P588を除く全ての既設橋脚基礎、及びP586、P587の柱部にて耐震性を確保できなかった。

3. 更新構造と耐震性向上の検討

(1) 中間橋脚の構造概要

更新構造を図-3と表-2に示す。中間橋脚の基礎構造は、

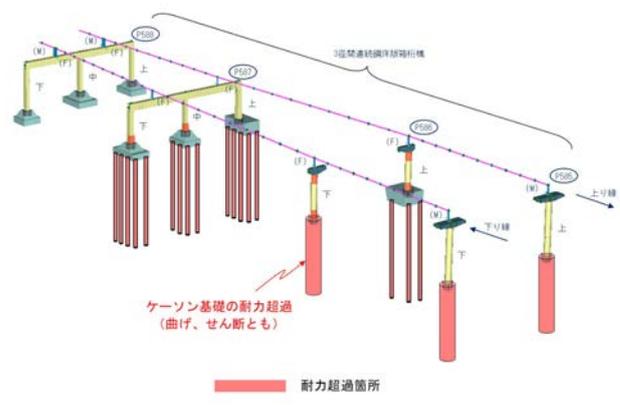


図-2 動的解析モデル結果

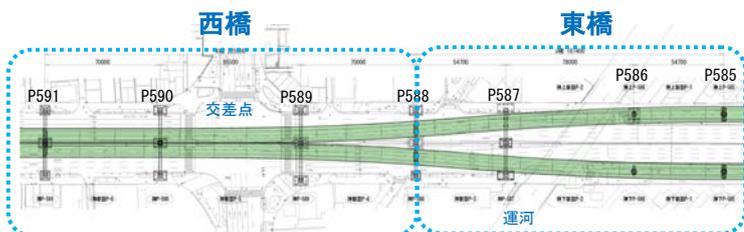


図-1 湊川一般図

表-1 東橋 (P585～P588) 既設構造一覧

項目	P588			P587			P586		P585	
	上	中	下	上	中	下	上	下	上	下
上部構造	鋼3径間連続鋼床版箱桁橋									
橋脚構造	鋼製ラーメン橋脚			鋼製ラーメン橋脚			鋼製橋脚(逆L型)		鋼製橋脚(T型)	
橋脚寸法	1500*1200	1500*1200	1500*1200	1500*1500	1500*1200	1500*1500	φ1800	φ1800	φ1800	φ1800
基礎構造	直接基礎			場所打ち杭			場所打ち杭	ケーソン	ケーソン	
基礎寸法	8000*6000	9000*7000	6000*6000	10000*5550	7500*6000	10000*6000	7000*8350	φ3500	φ3500	φ3500

※基礎寸法、橋脚寸法については、橋軸方向*橋直方向で示している。

キーワード 大規模更新, 耐震性照査, 鋼製橋脚, 中間橋脚, アーバンリング工法

連絡先 〒650-0041 兵庫県神戸市中央区新港町16-1 阪神高速道路(株) 神戸管理部 TEL078-331-9801

制約下で支持力が得られるオープンケーソンとし、施工性・経済性・工程短縮を鑑みて、アーバンリング工法を採用した。

(2) 更新構造の耐震性評価

動的解析により、更新構造の耐震性照査を行った。既設橋脚本体の照査方法としては、鋼材降伏を許容し、L2地震時応答ひずみが許容ひずみ以内か照査した。

橋脚基礎に関しては、原則として降伏を許容しない設計とした。しかし、既設橋脚に関しては、中間橋脚と同様の耐震基準を求めるには限界があること、最低限として基礎の復元力を確保しておけば万一の被災後の機能回復も可能であることを鑑みて、既設基礎は降伏を許容し、応答塑性率により照査した¹⁾。

曲げ耐力に関して、既設基礎に限って耐震性能3を目標として直接基礎の許容塑性率は8、ケーソン基礎の許容塑性率は $1+(\sigma_u - \sigma_y)/\sigma_y$ を採用した²⁾。せん断についても平均せん断応力度に実せん断強度を採用した³⁾。

直接基礎、杭基礎においては、曲げ破壊・せん断破壊について作用力が降伏値及びせん断耐力を満足した。しかし、ケーソン基礎においては曲げ照査において降伏値を超過したため、応答塑性率により照査した。その結果、応答塑性率が許容塑性率以内であることを確認し、全ての橋脚において許容値を満足する結果が得られた。また、既設橋脚柱部においても、発生ひずみ

が許容ひずみ以内に入っていることを確認している。

中間橋脚においてはH29道示のL2地震動に対して限界状態2を満足することを確認している。

4. 中間橋脚基礎の詳細設計

(1) アーバンリング鋼殻の本設部材としての評価

従来はアーバンリングの鋼殻は本設部材に含めず、仮設用土留め材として評価していた。しかし、ケーソン耐力にアーバンリングの円周方向の剛性（鋼殻リング接合ボルトを鉄筋換算）を考慮することで、ケーソン基礎の帯鉄筋の省略を検討し、正負交番載荷試験⁴⁾の結果を基に、鋼殻リングを本設部材として評価することとした。

(2) 基礎の構造の検討

アーバンリング工法によるケーソンは、底版コンクリートを打設し、地下水を抜き大気施工下で配筋、コンクリート打設を行う。一般には躯体の内側は中空構造となる。一方、本設計では基礎の外径が4mと小さく、型枠組立の工程・経済性から躯体内側をコンクリートで充填する構造とした。

また、本構造は躯体内部をコンクリートで充填している構造のため、マスコンクリートのひび割れに関し、解析により照査を実施しており、問題がないことを確認している。

5. まとめ

大規模更新において、既設基礎の耐震性確保が主に課題であった東橋であったが、中間橋脚を全ての橋脚に設置することで、最新の技術基準を満足することが出来た。現在は、東橋の下P1橋脚基礎を施工中である。

参考文献

- 1) 日本道路協会:既設道路橋基礎の補強に関する参考資料, 平成12年2月
- 2) 国土交通省 事務連絡:既設道路橋の耐震性能照査及び耐震補強設計について, 平成27年6月25日
- 3) 土木研究所:土木研究所資料第3426号, 大型RCはり供試体のせん断強度に関するデータ集, 1996年
- 4) 大場雄登, 後藤宏輔, 松岡馨, 中西克佳:アーバンリング工法を用いた橋脚基礎の正負交番載荷試験による性能評価, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会

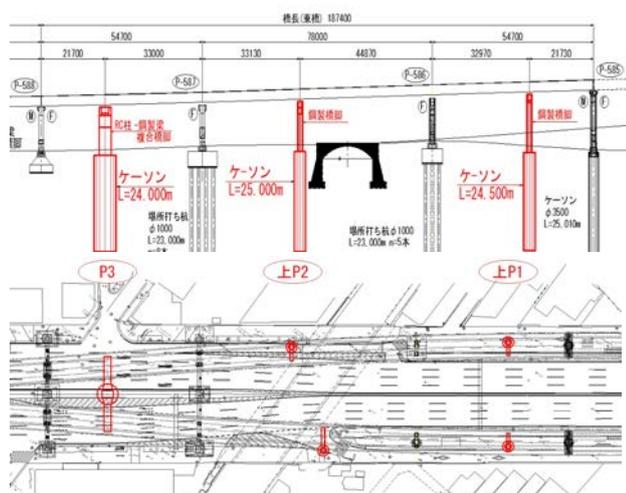


図-3 更新構造一般図

表-2 東橋更新構造一覧

項目	P3	P2		P1	
		上	下	上	下
架け替え上部工	鋼6径間連続鋼床版版桁橋				
橋脚形式	鋼・RC複合橋脚(T型)	鋼製橋脚		鋼製橋脚	
橋脚寸法	2500*4000	φ1800	φ1800	φ1800	φ1800
基礎形式	オープンケーソン (アーバンリング)				
基礎寸法	φ5508	φ4008	φ4008	φ4008	φ4008