

鋼箱桁道路橋の大規模更新に係る構造検討

阪神高速道路（株） 正会員 ○藤林美早, 高田佳彦, 山口樹

1. はじめに

国内でのインフラ構造物の老朽化が進む中、阪神高速道路でも大規模更新事業を実施している。本稿の対象は供用開始後 50 年以上経過した 3 径間連続鋼箱桁橋である。本橋は、建設時に上部工の軽量化を図るため、扁平な箱桁断面が採用されたことも影響し、疲労損傷が多数発生した¹⁾。このため、上部工を架け替える方針で事業を進めている。上部工架け替えの際、既設橋脚のみでは下部工耐力が不足することが判明した。このため、既設橋脚間に中間橋脚を増設する。本稿では中間橋脚位置の比較による上部工架け替え後の更新構造検討について述べる。

2. 対象橋梁

本橋は路下に国道を有する高架橋であり、中央径間は国道相互の交差点上に位置する。既設上部工は上下線分離構造であり、既設橋脚は 2 径間鋼製ラーメン構造である。既設橋脚は、建設時に設置スペースの制約を受けたため、支持条件は多点固定とし、橋脚基部には部分的に高張力鋼（HT60）を使用し、コンパクト化を図っていた。現況平面図を図-1 に、現況構造のイメージ図を図-2 に示す。

3. 検討方針

更新構造は、全ての既設橋脚間に中間橋脚を増設する案（6 径間）と、交差点部には中間橋脚を増設しない案（5 径間）とした。両案のイメージ図を図-3, 4 に示す。6 径間では、交差点内の中間橋脚位置は、現地制約により既設橋脚間の中央とはならず、片側寄りとなる。また、5 径間では、側径間に対して中央径間の支間が長くなる。このように両案ともにアンバランスさを有する構造となる。架け替え後の上部工形式は、5 径間は鋼箱桁橋、6 径間は鋼鈹桁橋とした。支持形式は、既設構造を踏襲し、多点固定とした。中間橋脚の形式は現地制約等により鋼・コンクリート複合構造の T 形柱とした。

更新構造検討は、地震時の耐震性能を動的解析により照査した。照査時の地震動は道路橋示方書（平成 29 年 11 月）V 編（以下、「道示 V」という。）²⁾ でのレベル 2 地震動（タイプ II）とした。また、照査時の着目

部位は、既設橋脚の基部とした。ここで、HT60 は道路橋示方書（平成 29 年 11 月）II 編³⁾ に規定のない鋼種である。本検討では降伏点及び引張強度が近似する SM570 相当と想定した。道示 V²⁾ では SM570 等の高張力鋼は塑性変形性能が明確ではない等の課題を有するため、塑性化を期待した設計を行う際には十分注意する必要がある旨、記載されている。よって、照査時の HT60 使用部位の許容値は、SM570 の降伏点とした。

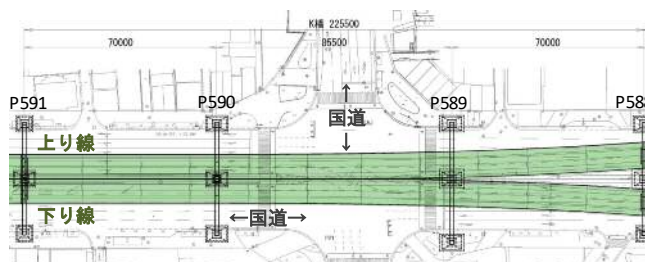


図-1 現況平面図

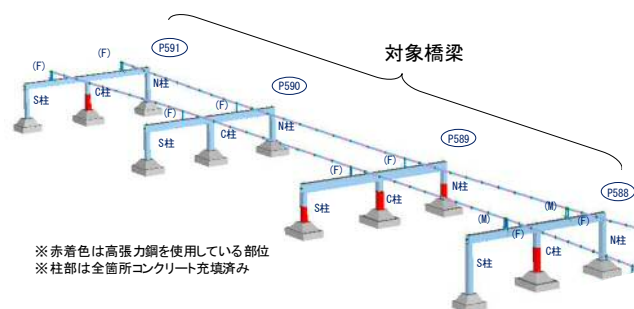


図-2 現況構造のイメージ図

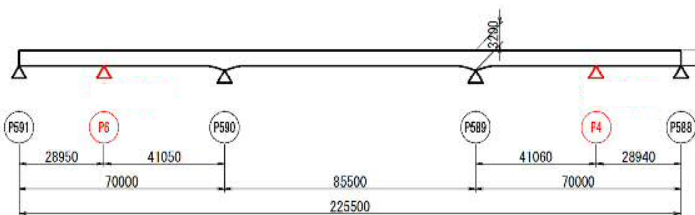


図-3 更新構造のイメージ図 (5 径間)

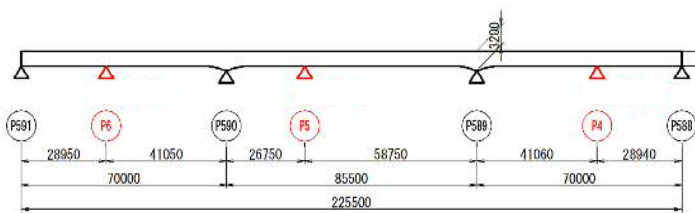


図-4 更新構造のイメージ図 (6 径間)

キーワード 大規模更新, 鋼箱桁橋, 上部工架替, 中間橋脚, 耐震照査, 高張力鋼

連絡先 〒650-0041 神戸市中央区新港町 16-1 阪神高速道路(株)管理本部神戸管理・保全部保全事業課 TEL078-331-9801

4. 固有値解析の結果

橋軸方向の卓越振動モードは、5,6 径間ともに橋梁全体で揺れるモードである。

橋軸直角方向の卓越振動モードは、5,6 径間ともに側径間の揺れと中央径間の揺れ（以下、「両モード」という.）である。側径間の揺れるモードでは、5,6 径間ともに中間橋脚位置にて揺れが大きくなる傾向を示した。これは、中間橋脚の剛性がラーメン構造である既設橋脚に比べて小さくなり、振動の節とならないためである。5,6 径間の橋軸直角方向における卓越振動モード図を図-5, 6 に示す。

5. 動的解析の結果

既設橋脚基部での応答ひずみを表-1 に示す。

橋軸方向は、6 径間の方が応答値は小さくなる傾向であった。HT60 を使用した P589, P591 の中柱で一部許容値を満足しなかったが、5,6 径間ともに許容値に対する応答値の比率（以下、「応答／許容」という.）は 3 程度以下であった。

橋軸直角方向は、ほとんどの HT60 使用部位にて許容値を満足せず、「応答／許容」は、5 径間では 2 程度、6 径間では最大 6 であった。6 径間で大きくなる要因は、固有値解析結果より、両モードの固有周期が 0.513, 0.499 秒と近く、両モードが同調しやすいためと考えている。一方、5 径間では両モードの固有周期は 0.480, 0.650 秒と 3 割程度離れており、同調しにくい。5 径間にて、動的解析による橋梁全体での揺れる状況を確認すると、固有周期が離れていることにより、中央径間の振動が側径間の中間橋脚位置での振動を抑制するような状況であった。また、「応答／許容」が大きな値を示した橋脚は、P589 であった。動的解析での揺れる状況を確認すると、P4 が最も大きく揺れた。この P4 の揺れにより、P589 の応答値が大きくなっている。これは、交差点内の橋脚が片側寄りとなったことも一因であると考えている。

6. まとめ

上部工架け替え後の更新構造を 5,6 径間の耐震性能にて比較した。橋軸直角方向にて HT60 使用部位の応答値を低減できる 5 径間の方が優位と考える。

参考文献

- 1) 藤林ら，鋼箱桁橋コーナープレート部に発生した疲労損傷報告，第75回土木学会年次学術講演会
- 2) 公益社団法人日本道路協会，道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，平成29年11月
- 3) 公益社団法人日本道路協会，道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編，平成29年11月

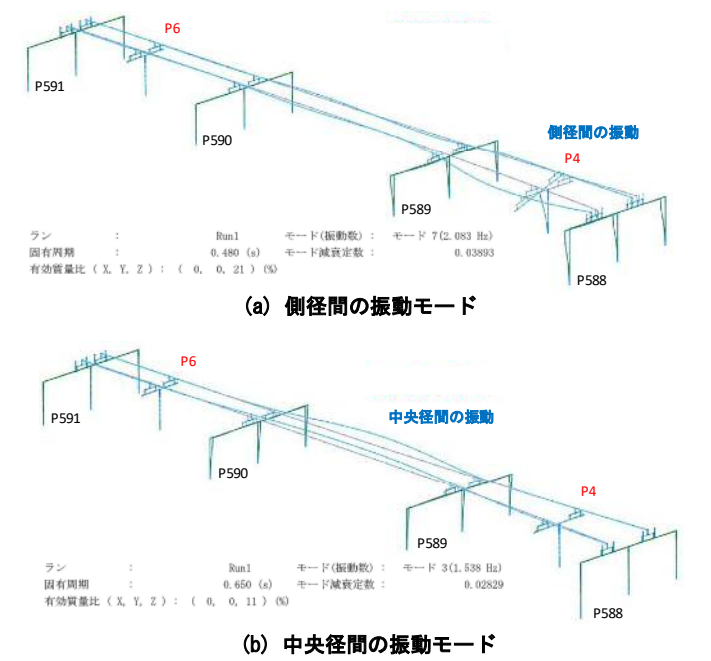


図-5 固有値解析結果（5 径間_橋軸直角方向）

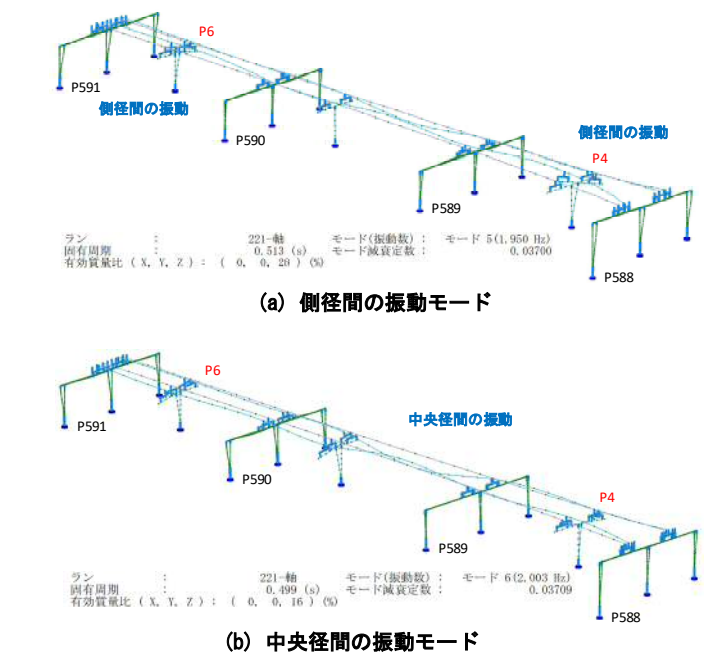


図-6 固有値解析結果（6 径間_橋軸直角方向）

表-1 既設橋脚基部の応答ひずみ

		【応答／許容】				【応答ひずみ】					
		5径間		6径間		5径間		6径間		許容値	
		橋軸	橋軸直角	橋軸	橋軸直角	橋軸	橋軸直角	橋軸	橋軸直角		
P588	右柱	—	0.18	—	0.28	—	2,020	—	3,110	11,025	
	中柱	—	1.86	—	3.06	—	4,180	—	6,890	2,250	
	左柱	—	0.12	—	0.12	—	1,280	—	1,350	11,025	
P589	右柱	0.78	2.12	0.66	6.00	1,760	4,770	1,480	13,500	2,250	
	中柱	2.93	0.84	1.49	1.35	6,590	1,900	3,360	3,040	2,250	
	左柱	0.64	2.15	0.55	5.16	1,450	4,840	1,240	11,600	2,250	
P590	右柱	0.10	0.87	0.08	0.58	1,070	9,540	857	6,340	11,025	
	中柱	0.94	0.64	0.46	0.34	10,400	7,050	5,100	3,780	11,025	
	左柱	0.10	0.50	0.08	0.65	1,080	5,500	849	7,150	11,025	
P591	右柱	0.08	0.63	0.07	0.63	871	6,950	722	6,940	11,025	
	中柱	1.45	1.00	0.95	1.08	3,270	2,240	2,130	2,430	2,250	
	左柱	0.08	0.69	0.07	0.69	873	7,640	742	7,610	11,025	

※ハッチングはHT60使用部位、赤字は「応答／許容」が1より大きい部位。
※許容値は、HT60を使用した部位はSM570の降伏ひずみ、その他はSM490の降伏ひずみの7倍。