

構造系変更を伴う橋梁補強の有効性評価（神通川橋）

日本道路公団 正会員 國原 博司
日本道路公団 正会員 樋本 智

川田建設（株） 正会員 ○北野 勇一
川田建設（株） 正会員 古村 崇

1．はじめに

神通川橋は、昭和50年に供用開始された7径間連続PC有ヒンジラーメン箱桁橋（支間：72.6+5×81.6+72.6m）である。本橋においては、ヒンジ部の垂れ下がりや一部ひび割れなどの劣化現象を確認しているため、走行性の改善、耐震性の向上、車両大型化対応を目的として、外ケーブルによる連続化補強を実施している。以下に本橋における橋梁補強の概要とその有効性の評価方法について紹介する。

2．補強対策の概要

補強工法の選定にあたり、表-1に示す案より、河川の障害率制限、近接する空港の上空制限、供用中の交通上の制限等の制約条件の中、既設構造物への影響や施工上の問題点が少なく、補強時の安全性や検証精度が高いと考えられる外ケーブルによる連続化補強（A案）を選定した。

ここで、A案による橋梁補強の留意点を以下に示す。完成後25年を経過している構造物の健全度の評価垂れ下がりから想定される過大クリープ変形の影響連続化及び温度変化に伴う橋脚の負担増加

補強対策の検討にあたり、実橋載荷試験、コンクリートコアによる物性試験等を実施し、次に示すように得られた健全度評価¹⁾に基づき、補強対策の詳細検討を実施した。

設計当時の物性値との相違は認められるものの、耐荷力には支障がないため、健全な構造体とする。

基本断面力は現況の垂れ下がり考慮（クリープ係数 $\Delta\phi=4$ ）したものとする。

経年変化による局部損傷が考えられるため、過度な応力集中を作用させないようにする。

3．構造変更に伴う安全性と有効性

3-1 健全度評価に基づく補強設計

全径間の連続化を検討した結果、ケーソン耐力を大きく上回る発生断面力となり、ケーソンの補強が必要となる。よって、ケーソンの補強が困難であるとの判断から、中央1箇所のヒンジを残した3径間の連続化を図ることとし（図-1）、橋脚耐力の不足分は耐震補強と合わせRC巻立て工法での補強を実施した。

補強概要を図-2に示す。健全度評価に基づき、構造変更や活荷重増により発生する連続化部の曲げや側径間のせん断力に対応する、PC外ケーブルとせん断補強鋼板を配置した。外ケーブルの定着・偏向部は既設構造物の健全性を損なわないように柱頭部や隔壁を利用し、側径間に新設する定着突起はFEM解析により応力状態を検証し、健全度評価を満足するようにした。また、連続化部は材齢1日でのプレストレストを考慮して超速硬コンクリートでの施工とした。

キーワード：橋梁補強、有効性評価、外ケーブル、連続化

連絡先：〒114-8505 東京都北区滝野川6-3-1 川田建設（株） TEL03-3915-5384 FAX03-3949-1871

表-1 補強工法の選定案

補強工法		耐震性 向上	車両 大型化	走行性 改善
A案	外ケーブルによる連続化			○
B案	上部工下面の大偏心外ケーブルによる補強	○	○	
C案	エクストラードズド型式による補強		○	
D案	ヒンジ部の中間橋脚増設	○	○	
E案	上部工下面の鋼製アーチによる補強		○	

補強効果の判定基準：大、○：有り、：小、×：なし

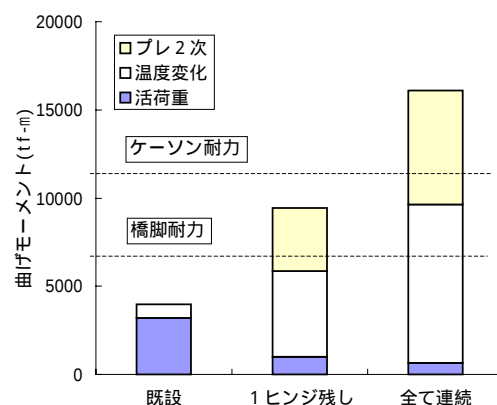
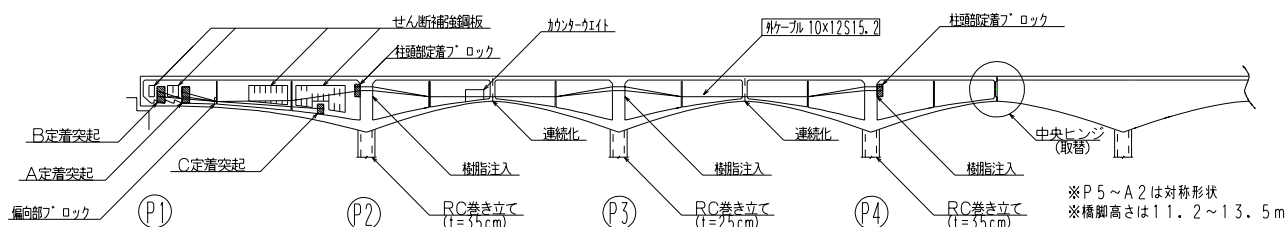


図-1 連続化に伴う発生断面力(P2 脚下端)



3 - 2 実施工計測による検証

実施工計測は、補強時の安全性の確保と補強効果の確認を目的とし、外ケーブル緊張作業に合わせ、橋桁の変形挙動やひずみ性状について測定した。

構造変更に関する検証としては、緊張時と温度変化による変形挙動の実測値と設計値との相関性より確認することとした。この際、緊張作業の段取り替えに時間を労するため、この間に生じる外気温変化の影響を差し引く必要があり、温度変化については設計想定上の 20℃ではなく外気温差が 10.2℃での材齢 5 日のデータを用いることとした。この結果、緊張時に生じた実橋の変形量は、設計値の 98.6%であると推定された(表 - 2)。また、橋体の温度変形は、主桁に一樣な温度変化が生じる影響と、上床版が日照などにより主桁よりも温度が高くなることで反りが生じる分を合算する。これらを実測値から推定した結果では、前者が設計値の 28%、後者で 44%となり、外気温差 10.2℃に対し実橋における温度変形量は 5.7℃分と小さくなることが確認できた。

次に、外ケーブル定着部の検討は、A 定着突起およびその近傍の既設桁に設置した 3 軸ひずみゲージの実測値から、設計弾性係数 $E=31\text{GPa}$ を用いて主応力を算出した結果を FEM 解析と比較した（図 - 2）。これより、既設下床版における実測応力が解析値を上回る箇所もあったが、概ね解析値と同様な応力性状を示すことがわかった。また、これらの計測は、再供用後も継続し応力性状に変化のないことを確認している。

表 - 2 変形挙動に関する検証結果

		緊張時		温度変化		
		実測	設計	実測	設計 1	
					T=+20	TS=+5
支間中央の鉛直変位(mm)	G4	3.5	5.0	0.9	8.4	-1.3
	G3	6.6	6.8	-13.8	-19.3	-19.2
桁端の水平変位(mm)	A2	-4.9	-4.7	4.8	13.6	2.4
	G3	-6.6	-5.6	9.4	22.8	5.6
橋脚頭部の傾斜角度(deg)	P7	-0.011	-0.011	0.006	0.023	0.002
	P6	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
	P5	0.008	0.008	-0.015	-0.028	-0.008
回帰係数		-	0.986	-	0.284	0.440
相関係数 R		-	0.991	-	0.998	
2変数回帰による温度推定()					5.7	2.2

1) T : 温度変化、TS : 上床版の温度上昇

これらの結果より，以下のように設計の妥当性が検証された。

- ・ 変形挙動より有ヒンジ構造から連続化構造に移行したこと、および、それに伴って生じる温度荷重が設計想定以下となることより、設計の前提や橋脚の負担増加が問題となることはない。
- ・ 定着部の応力性状より、既設構造物に過度の応力集中が作用することもなく、定着力を伝達するための耐荷力には問題がない。

4. おわりに

構造系変更を伴う橋梁補強では、その有効性を確実にすることを目的として、健全度評価に基づく補強設計を実施した。また、補強工事の際に行った実施工計測より設計の妥当性を検証した結果、十分に補強目的を達成できることが確認できた。なお、今回の対策が、今後の橋梁補強技術に活かされれば幸いである。

参考文献

- 1) 坂本・大澤・古村・小西・北野：神通川橋の健全度評価と補強計画，橋梁と基礎，2003.4

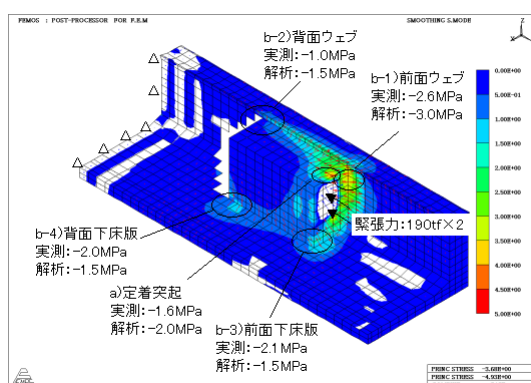


図 - 3 A 定着突起の実測応力と F E M 解析値