

I-18 愛媛県松山市の既設中小橋梁の補修補強検討事例を基にした 橋梁点検の効率化と補修・補強工法検討に関する一考察

愛媛県松山地方局 成松 実
(株)四電技術コンサルタント 正会員 重松 俊一
(株)四電技術コンサルタント 正会員 ○小林 耕司

1. 概 要

本考察は、平成 12 年度に愛媛県松山地方局の行った 25t 荷重対応を目的とした既設橋梁の補修・補強検討の実例を基にしたものであり、調査検討を行った 6 橋梁の内、窪田橋（松山市久米窪田町）の事例を中心にまとめている。本考察では、橋梁検討業務に携わった実務者の立場から、中小規模のコンクリート橋梁を対象とした橋梁点検と補修・補強工法検討の実例を紹介するとともに、補修・補強検討の選定に関して考察している。窪田橋の橋梁側面図を図-1、橋梁諸元を表-1 に示す。

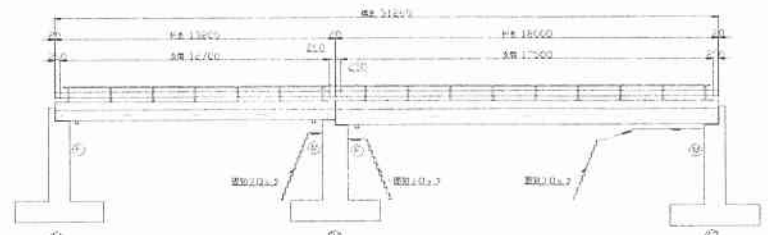


図-1 側面図

表-1 窪田橋 橋梁諸元

橋 梁 名	窪田橋
路 線 名	(主) 松山東部環状線
竣 工 年	昭和 49 年
上 部 工 形 式	プレテンション方式 PC 単純床版橋
下 部 工 形 式	逆 T 式橋台
橋 長	31.260m
支 間 長	1 径間 12.700m 2 径間 17.500m
上部工全幅員	12.200m
斜 角 θ (度)	90°
交 角 ϕ (度)	直線
設 計 活 荷 重	TL-20 (1 等橋)

表-2 窪田橋損傷状況（主要損傷のみ抜粋）

	損傷部材	損傷状況	損傷ランク
上部工	主 桁	ひびわれ	Ⅱ
	床 版	遊離石灰	Ⅲ
	地 覆	ひびわれ	Ⅲ
	排水施設	土砂詰り	Ⅱ
下部工	橋 台	ひびわれ 遊離石灰	Ⅲ
	橋 脚	ひびわれ	Ⅲ

2. 橋梁詳細調査および損傷状況

現況の形状確認および損傷状況の把握のために「橋梁点検要領（案）昭和 63 年 7 月 建設省土木研究所」に従い橋梁詳細点検を行った。表-2 に示すように、最も大きな損傷は主桁橋軸方向に入ったひびわれであり、ひびわれ幅は最も広いところで 0.85mm 程度に達していた。また、橋台にもひびわれが発生しており、主桁桁間には氷柱上の遊離石灰が散見された。

3. 復元設計

窪田橋は、昭和 49 年架設の橋梁であり設計当時の活荷重は TL-20 (1 等橋) であった。本検討の目的は 25t 荷重対応であり B 活荷重に対する耐荷力の不足状況を調べるために、復元設計を行い発生応力度のチェックを行った。

その結果、主桁曲げ耐力は確保できているが、主桁下縁の設計荷重時の曲げ引張応力度は $-1.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ であり許容値 $-1.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ に対して余裕はない。せん断力に対しては配置スターアップが不足している。また横桁桁間部上縁に $-0.39 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ の引張応力度が生じている。（表-3 参照）

表-3 窪田橋 B 活荷重載荷時応力度一覧表（主要部分抜粋）

項 目	単位	1 径間 (A1~P1)	2 径間 (P1~A2)	基 準	判 定	備 考
最大曲げ応力度	上縁 N/mm ²	15.42	14.05	$-1.8 < \sigma < 16$	OK	設計荷重時
	下縁 N/mm ²	-1.70	-0.78	$-1.8 < \sigma < 16$	OK	設計荷重時
配置スターアップ	cm ²	4.52	4.52		OUT	
横桁曲げ応力度	主桁 N/mm ²	2.18	1.29	$0 < \sigma < 7$	OK	下縁
	桁間 N/mm ²	-0.39	0.10	$0 < \sigma < 7$	OUT	上縁

4. 補修補強検討

(1) 主桁ひびわれ発生原因および補修

主桁底面センターには橋軸方向に走るひびわれが発生しており、このひびわれは、第1径間の歩車道境界付近の主桁に集中している。(図-4 参照) ひびわれ発生の要因として以下の①～⑤について考察する。

- ①過載荷重によるひびわれ
- ②乾燥収縮による拘束ひびわれ
- ③横締めプレストリスの不足によるひびわれ
- ④主ケーブル・プレストリスのボアロン効果によって生じる横方向引張ひずみによるひびわれ
- ⑤主桁底版コンクリートの施工不良による抵抗断面不足によるひびわれ(主桁は底面にハッチのない構造である。(図-2, 3 参照))

検討の結果、ひびわれ発生原因は主ケーブル・プレストリスのボアロン効果による横方向引張ひずみに対して、底版コンクリートの施工不良による抵抗断面不足であるためと考えられた。補修工法は柔軟型エポキシ樹脂の低圧注入工法とした。



図-2 主桁断面図
(1 径間目)



図-3 主桁断面図
(2 径間目)



図-4 主桁ひびわれ現況図

(2) 主桁せん断耐力不足に対する補強

復元設計の結果より曲げ耐力は確保できており早急な対策は必要ないが、所定の基準値内に収まらなかった主桁のせん断力に関しては補強の検討を行う必要があると思われた。

以下①～③工法に関して主桁補強の可能性について考察した。

- ①中空部の充填 ②鉛直棒鋼の配置 ③繊維シートの貼付け

検討の結果、いずれも現実的ではなく、経済性を考慮しても新設の橋梁架設と大差が無い事が予測された。このため、処置としては1回/10年程度の追跡調査にて対応することとした。

(3) 横桁上縁引張応力に対する補強

本橋においては横桁上縁引張応力度に対する床版補強の目的を以下の①～③に大別した。

- ① 上縁の引張応力度を打ち消す補強
- ② 上縁に発生する恐れのあるひびわれの進行を防ぐ補強
- ③ 上縁に発生する恐れのあるひびわれへの雨水浸透を防ぐ耐久性補強

本橋の場合、補強により荷重増となれば主桁橋軸方向の曲げに対する補強が必要となるため、補強工費の経済的観点から補強範囲を拡大させない工法選定を基本とした。検討の結果、横桁に対してプレストリスを増加させる有効な手段がないため、雨水の浸透を防ぎ耐久性を向上させる方法として橋面防水工を選択した。

5. あとがき

補修補強検討における橋梁点検業務は、補修補強工法の方角を決定するために非常に重要な調査である。現地調査段階で形状調査を行い橋梁付帯構造物を含めた現況構造物の形状を把握するとともに、発見された損傷が構造的な問題なのか材料の劣化が原因であるかを確認しながら調査をすることが業務全体の効率化につながると感じた。また、窪田橋においては主桁曲げ耐力は確保できており早急な補強対策は必要ないと思われるが、主桁の掘削、削孔等が難しくせん断補強の困難なプレテンPC床版橋に対する対策工法については今後の技術開発も含めて十分な工法検討を行わなければならない。