

損傷を受けた PCM 巻立て橋脚の原形復旧に関する調査・設計・施工

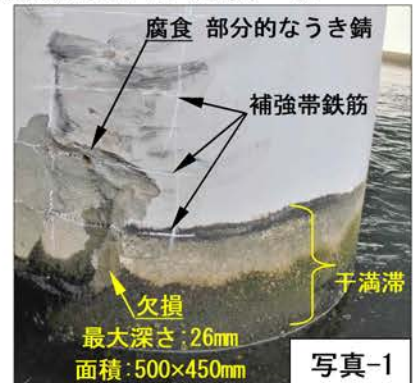
株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○広瀬 知晃
株式会社建設調査コンサルタント 定塚 賢次朗

1. はじめに

対象は、建設後 70 年以上が経過した 8 径間 RC 単純 T 桁形式の渡河橋であり、H24 道路橋示方書に基づく耐震補強対策として、河積阻害と耐塩性向上を理由にポリマーセメントモルタル (PCM と略す) 巻立てが施工された。施工後間もなく、航路近傍の橋脚端部に船舶が接触し、局所的な損傷を受けた (写真-1)。

本稿では、損傷を受けた PCM 巻立て橋脚の原形復旧に関して、下記の問題解決のために実施した調査・設計・施工について報告する。

- 調査上: ①損傷箇所が干満滞にあり、河川 (汽水域) の潮位変化から、月 2 日間、日 3 時間しか調査ができない。②PCM 巻立ては欠損により耐久性が低下しているため、はつり作業を伴う調査はできない。
- 施工上: ①施工は渇水期 (11~5 月) の 7 か月間に限られている。②PCM 巻立ては仮締切によるドライアップ施工が基本で、工程・工費が掛かる。



2. 調査

近接目視調査では、露出した補強帯鉄筋の部分的なうき錆と PCM 巻立ての欠損を確認したが、PCM 巻立て内部の損傷は不明であった。このため、PCM 巻立ての構成材料ごとに非破壊調査を行うこととした (下表)。非破壊調査では、補強主鉄筋・帯鉄筋の腐食、PCM 巻立て内部の損傷と剥離・うき、表面保護工の剥離・うきを確認するため、鉄筋腐食度調査、衝撃弾性波調査、打音調査を行った。ここで、鉄筋腐食度調査は従来、鉄筋腐食速度、コンクリート電気抵抗率、自然電位を個別に測定し、はつり作業を伴うものになっている。しかし、全てを一度に測定し、はつり作業が一切不要な鉄筋腐食探知器 (写真-2, NETIS: KK-170052-A) を採用することで、調査を月 2 日間、日 3 時間以内で完了することができた。

調査結果より、鉄筋腐食速度、コンクリート電気抵抗率、自然電位は、全判定項目において基準値を満足しており (写真-2 測定画面と下表赤枠)、補強主鉄筋・帯鉄筋の腐食可能性は低いと判定した。一方、PCM 巻立ての縦波速度は、全測定点において基準値以上であり、内部は健全であると判定した。



構成材料	損傷内容(着色は目に見える損傷)	調査			診断		
		調査方法・機器	調査項目	調査結果	判定結果	補修要否の判定	
①補強主鉄筋・帯鉄筋 (エポキシ樹脂塗装)	腐食	【近接目視】	鉄筋の状態	補強帯鉄筋(3本)の部分的なうき錆を確認	グレード II : 部分的なうき錆、小面積の斑点状	耐久性確保のため、緊急補修を行う	
	腐食	【非破壊調査】 鉄筋腐食探知器 (KK-170052-A)	鉄筋腐食速度($\mu\text{m}/\text{year}$)	10未満……………OK ●	鉄筋腐食速度は低い(不活発である)	腐食の可能性が低いため、補修は不要	
			コンクリート電気抵抗率($\Omega\cdot\text{m}$)	1,359 > 200……………OK ●	コンクリートの電気抵抗率は非常に高い		
			自然電位値(mV/CSE)	134 > -200……………OK ●	腐食の確率は10%以下である		
②PCM巻立て (乾式吹付け)	欠損	【近接目視】	欠損位置、範囲、状況	局所的 (最大深さ26mm、面積500×450mm)	損傷区分c: 一部が欠損	耐久性確保のため、緊急補修を行う	
	内部損傷	【非破壊調査】 衝撃弾性波測定器	縦波速度Vp(m/sec)	49箇所全測定点において、3,660以上	4,570以上: 優、3,660以上: 良 ⇒健全である	内部は健全であるため、補修は不要	
	剥離、うき	【非破壊調査】 打音ハンマー	打撃音	静音であった	剥離、浮きは確認されなかった		
③表面保護工	欠損、剥離、うき	上記、PCM巻立ての欠損、剥離、うきと同じ					

キーワード 原形復旧, 損傷, 衝撃弾性波調査, 鉄筋腐食探知器, 仮締切, PCM 巻立て

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 株式会社オリエンタルコンサルタンツ TEL 03-6311-7853

〒178-0063 東京都練馬区東大泉 1-26-16 株式会社建設調査コンサルタント TEL 03-6904-6038

3. 設計・施工

(1) 復旧方針：判定結果より，耐久性確保のため，補強帯鉄筋の部分的なうき錆と PCM 巻立ての欠損（目に見える損傷）を緊急補修することとした。しかし，損傷は 12 月に発生しており，1 渇水期内で原形復旧まで完了させることができない。そこで，次に示す段階的な措置で原形復旧を進めることとした。

【応急復旧】：渇水期 1 年目は目に見える損傷を応急補修する。

【本復旧】：渇水期 2 年目は応急補修箇所を本格補修する。

(2) 応急復旧：損傷発生から本格補修まで，約 1 年半の時間が経過するため，その間の損傷進行を防ぐ観点で補修材料の選定を行った。また，3 時間以内で施工可能なものとして，補強帯鉄筋の部分的なうき錆はエポキシ樹脂塗装剤を刷毛塗りで防錆し，PCM 巻立ての欠損は手で圧着が可能な水中硬化形エポキシ樹脂塗覆材で被覆した。

(3) 本復旧：仮締切について，耐震補強対策時と同じ圧入式鋼矢板締切とした場合，橋脚周りの締切となるため，工程（約 3 か月半）・工費が掛かる。そこで，現場への搬入・設置が容易なライナープレートに着眼し，損傷箇所周りの締切が可能なリング状に改良することとした（組立式仮締切と略す，図-1）。なお，潮位変化時に流速が 2 ノット（1.03m/sec）と速くなるため，これをライナープレートの設計荷重として考慮した。また，PCM 巻立ては乾式吹付けのため，必要な作業離隔からライナープレートの半径を 1.5 m に設定した。

施工手順は，①大型土のうと袋詰玉石の敷設→②組立式仮締切の搬入・設置・固定→③止水コンクリート打設→④排水・ドライアップ（写真-3）→⑤本格補修→⑥撤去，を進めることとした。

設計・施工の結果，組立式仮締切の工程は約 2 か月となり（下表），圧入式鋼矢板締切と比較して，工程は 1 か月半に短縮し，工費は 1/10 に削減することができた。

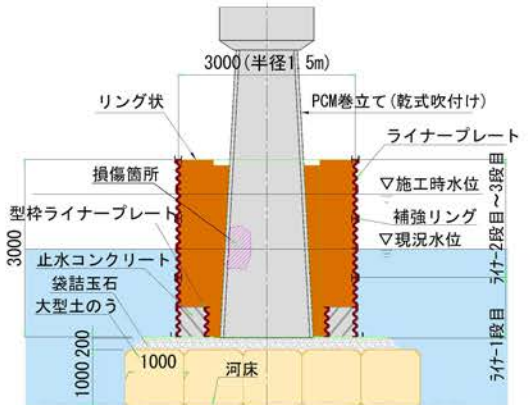


図-1 組立式仮締切

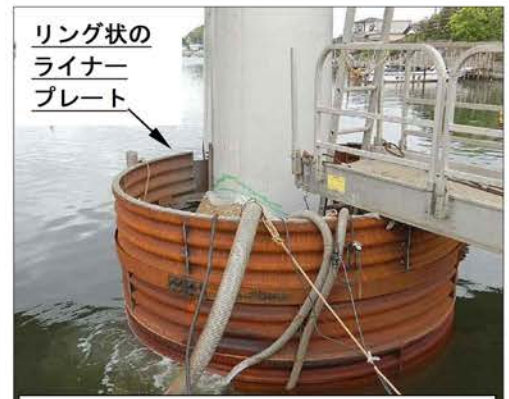


写真-3 排水・ドライアップ状況

工種	細目	数量	渇水期1年目					渇水期2年目								
			12月	1月	2月	3月	4月	5月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
【調査・検討】	異常時点検・調査計画	損傷発生	●													
	調査実施・まとめ			■												
	復旧方針・方法検討				■											
	関係機関協議					■										
【応急復旧】	応急補修工	補強帯鉄筋防錆 水中塗覆材圧着・被覆														
	準備工															
【本復旧】	①大型土のう・袋詰玉石敷設・撤去工	12袋、2.7m ³														
	組立式仮締切工 (ライナープレートの改良)	設計・製作	H=3.0m φ=3.0m													
		②搬入・設置・固定	W=2.4t													
		⑥撤去														
	③止水コンクリート打設・撤去工	1.0m ³														
④排水・ドライアップ工	10.0m ³															
⑤本格補修工	補強帯鉄筋再塗装	0.01m ²														
	PCM吹付け・養生	0.01m ³														
	表面保護工塗布	0.50m ²														
後片付け																

組立式仮締切の工程は約 2 か月

損傷発生から本格補修まで約 1 年半

4. おわりに

損傷を受けた PCM 巻立て橋脚について，原形復旧を段階的に進めるとともに，最新の非破壊調査技術の活用と既存の仮締切の改良により，調査時間や施工期間といった厳しい制約条件をクリアすることができた。本稿のような損傷復旧事例は数少ないと思われるが，検討や設計の際の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 広瀬，下枝，他：塩害環境下における RC 橋脚の乾式吹付耐震補強工法の設計・施工，第 73 回年次学術講演集，VI-248，p.495
- 2) 広瀬，浜添：制約条件の多い河川内橋脚の耐震補強・仮締切の計画，第 70 回年次学術講演集，VI-585，p.1169
- 3) 山口，朝倉，支倉，酒井，中野：堰柱の仮締切ならびに安全管理システム，土木学会第 69 回年次学術講演集，VI-204，p.407