

既設 RC 中空床版橋の劣化調査と補修方法の検討

日本道路公団 中国支社 保全部 正会員 本荘 清司^{*1} 正会員 古賀 文俊^{*1} 正会員 井手上文雄^{*1}
大成建設(株)技術センター 正会員 丸屋 剛^{*2} 住友建設(株)技術研究所 正会員 谷口 秀明^{*3}

1. はじめに

近年、半永久的に供用できると考えられてきたコンクリート構造物の早期劣化が問題になっている。対象とする RC 中空床版橋においても 26 年間の供用中に何度かの軽微な補修が施されてきたが、床版下面のコンクリートのひび割れや剥落、鉄筋の腐食が著しく進行し、大規模な補修が必要になった。

本報では、劣化した既設 RC 中空床版橋に対する劣化調査と補修方法の検討についてまとめた。

2. 劣化調査

表-1 は、本橋の上部工に対して実施した劣化調査の目的、項目およびその結果である。これらの調査結果や現地の状況等から判断すると、本橋の劣化は、供用後の凍結防止剤の散布に伴う塩害が主因であるものの、ジョイント部からの漏水が縦断こう配が大きいことに伴って床版下面を伝ったこと、コンクリートの緻密性、かぶりの不足などの様々な要因が複雑に関係し合ったものであることが判明した。

3. 補修の基本方針の決定

(1)補修要否の判定手法：補修の要否は、図-1 に示す通り、現状のはつり調査によって明らかとなる腐食状態と、劣化予測手法を用いた将来的に予想される腐食状態に対し、表-2 に示した土木学会示方書¹⁾が定める腐食グレードの区分によって、はつりの有無およびはつり深さを決定した。現状では、劣化予測手法は必ずしも確立していないが、本橋の補修計画においてはニューラルネットワークによる劣化予測手法²⁾を用いた。なお、ニューラルネットワーク手法では計算値として腐食グレードが整数にならないことから、図中の区分の表現を算用数字に変更している。前述の手法により劣化予測を行った結果、現状のままでは塩化物イオン濃度の高い箇所腐食グレードが3を超えることも予想される箇所も見られた。

(2)基本補修工法の選定：補修方法には、断面修復に用いる補修材によって直接的に腐食因子を遮断する断

キーワード：RC 中空床版橋、劣化調査、劣化予測、補修、モニタリング

*1 〒730-0017 広島県広島市中区鉄砲町 7-18 TEL.082-212-4111,FAX.082-212-4405

*2 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL.045-814-7228,FAX.045-814-7253

*3 〒329-0432 栃木県河内郡南河内町仁良川 1726 TEL.0285-48-2611, FAX.0285-48-2655

表-1 RC 中空床版橋の劣化調査の目的、項目および結果

調査目的	調査項目	調査結果	
表面直下の空洞の有無	赤外線法による調査	勾配の低い側の損傷大。損傷率は全体で約4%だが、20%に達する区間もあり	
	打診法による調査		
鉄筋の配置・腐食の状況	電磁波法による配筋調査	鉄筋間隔はほぼ設計通り、かぶり不足の箇所もあり	
	はつりによる腐食調査	配力筋 30%程度の欠損箇所もあり、主筋 最大5%	
	自然電位 分極抵抗の測定	主筋の腐食には進行していない	
コンクリートの品質変化	反発硬度の測定	23～26N/mm ² の圧縮強度に推定	
	コアの物理試験	圧縮強度	一部のコアを除き、設計24N/mm ² 以上
		ヤング係数	示方書の値と同等か、やや小さい
		密度	2.27g/cm ³
	配合分析	W/C=49～66%、損傷部 健全部の違いなし	
	細孔径分布の測定	表層の総細孔量は内部よりも若干大きい	
	アルカリ骨材反応試験	アルカリ骨材反応性は低い	
	中性化深さの測定	15～22cmで、かぶり36cmよりも小さい	
塩化物イオン濃度の測定	大半は1.2kg/m ³ 以上、局部的に大きな箇所あり		
橋梁の耐荷性	たわみ量の測定	実測値と計算値はほぼ一致	

表-2 腐食グレードと鋼材の腐食状態¹⁾

腐食グレード	鋼材の腐食状態
1	黒皮の状態、または錆は生じているが全体的に薄い緻密な錆であり、コンクリート面に錆が付着していることはない。
2	部分的に浮錆はあるが小面積の斑点状である。
3	断面欠損は目視観察では認められないが鉄筋の全周または全長にわたって浮錆が生じている。
4	断面欠損が生じている。

面修復工法を基本としたが、将来の再劣化に対処できるように、今回の補修段階から電気防食工法の準備を行うことにした。

4. 補修方法の詳細決定

(1) はつり深さの決定とその方法:

はつり深さは、前述のように現状と将来予測の腐食状態によって、図-2に示す通り、損傷径間の損傷部では、1段目の主筋背後のコンクリートに対し、30mm以上をはつり取ることにした。はつり深さの決定に際しては、その後の断面修復の作業性も考慮している。

はつりの方法としては、施工面積が大きいことや躯体コンクリートへの影響などを考慮し、ウォータージェットはつり装置を使用することにした。ただし、ウォータージェットのはつり性能が明らかではないので、性能評価試験を実施し、その結果に基づいて適切な方法ではつり作業を行うことにした。

(2) 断面修復モルタルの想定と断面修復厚さの決定： 補修後の劣化予測についても、はつり深さの決定と同様に将来の劣化予測を行ったところ、断面修復材として水セメント比45%の普通モルタルを使用した場合、55mm以上のかぶりを確保すれば良いことがわかった。実施工に当たっては、水セメント比45%の普通モルタルと同等以上の性能を有するモルタルで、はつり箇所への充てん性や躯体コンクリートとの付着性などにも優れるものを試験によって事前に確認することにした。なお、選定された断面修復の材料・工法は、ピニロン繊維を混入した超速硬セメントモルタルの乾式吹付け工法である。

(3) 鉄筋防錆の処理： 鉄筋防錆としては、断面欠損が著しい鉄筋はエポキシ樹脂塗装鉄筋と取り替え、軽微な鉄筋は錆を除去した後に亜硝酸リチウムを塗布することにした。

(4) 将来の劣化に対する対策： 将来の劣化対策として、自然電位と分極抵抗などの測定によるモニタリングの実施と、前述の通り、電気防食の準備として断面修復を行う際に端子の設置を行うことにした。

5. おわりに

ここで報告した補修方法の検討結果と、ウォータージェット工法や各種断面修復工法の性能評価試験の結果をもとに最適な補修方法を選定し、実橋の床版下面の補修工事に適用した。

[参考文献]

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書[維持管理編]，2001
- 2) 武田均、丸屋剛：ニューラルネットワークを用いたコンクリート構造物中の鉄筋の腐食進行予測、コンクリート工学論文集、Vol.9, No.1, pp.133-142, 1998.1

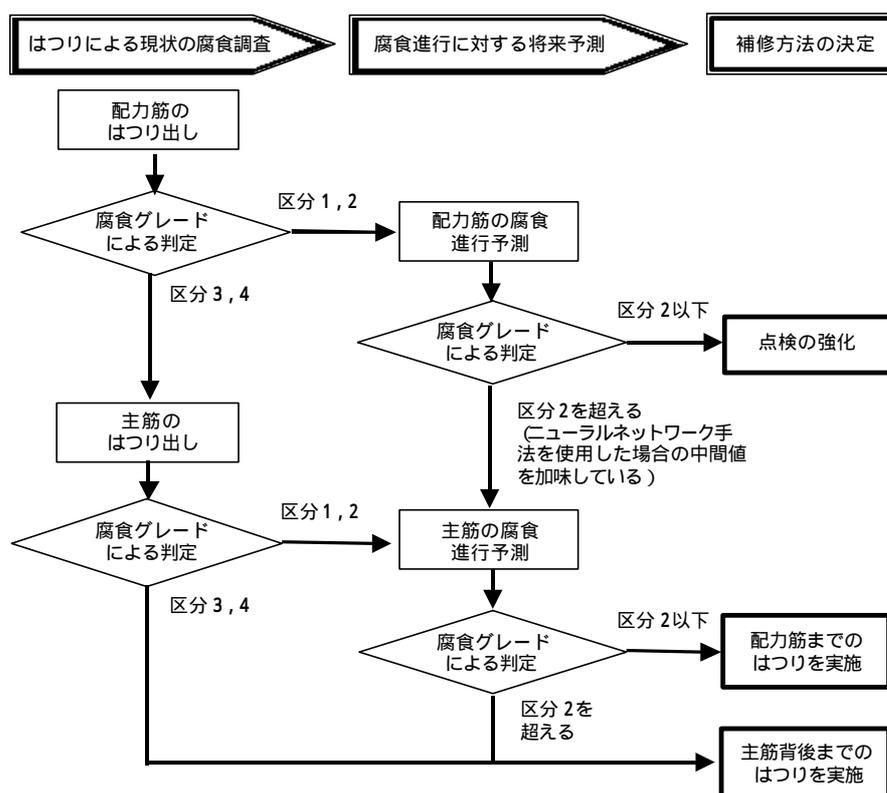


図-1 鉄筋の腐食状態に基づくはつり処理の選定フロー

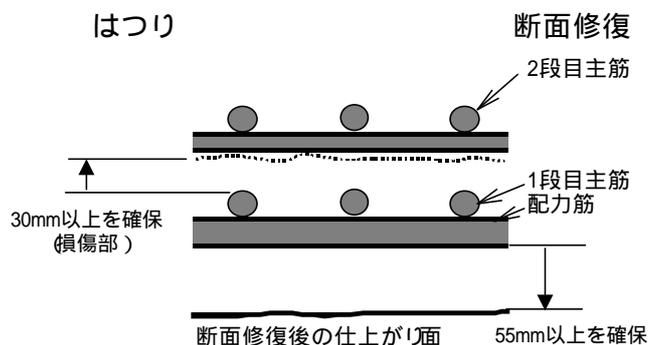


図-2 はつり深さと断面修復によるかぶりの設定