

既設RC中空床版橋におけるウォータージェットはつり工法と断面修復工法の検討

住友建設（株） 技術研究所 正会員 ○谷口 秀明^{*1}

日本道路公団 中国支社 保全部 正会員 本荘 清司^{*2}

日本道路公団 中国支社 小郡管理事務所 上橋 孝志^{*3} 奥田 和浩^{*3}

住友建設（株） 広島支店 城山高架橋作業所 古江 隆朗^{*4}

1. はじめに

既設 RC 中空床版橋の劣化状況を調査し、補修方法を検討した結果、1 段目主筋背後のコンクリートを 30mm 以上除去した後、補修材料によってかぶり 55mm 以上を確保する必要がある。しかし、D32 の鉄筋が 100mm 間隔で配筋され、円筒型枠や斜めスターラップなどが複雑に内在する橋梁に対し、このような大断面の修復を行った補修事例は過去に見られない。

そこで、補修工事の実施に当たり、事前に確認が必要になったウォータージェット（以下、WJ と略す）のはつり性能と断面修復工法・材料の諸性能に関する評価試験を実施した。

2. WJ はつり性能の評価

2.1 試験方法

表-1 に示す通り、版試験体と円筒型枠試験体を使用し、それぞれ、配筋箇所での WJ によるはつり性能と円筒型枠への影響を調べた。版試験体には、実橋の支点部、径間中央部を模擬し、D13 と D32 の鉄筋を 100～250mm の間隔で配置した。使用した WJ の機械設定は、表-2 に示す通りである。

2.2 試験結果および考察

WJ はつり装置による鉄筋背後の初期はつりは、D13 鉄筋に対しては問題ないものの、D32 鉄筋に関してはコンクリートがすべて壁状に残存し、はつり深さにもばらつきを生じた。これは、配筋条件（径、開き）と装置の設定限界（ノズルの

角度、スタンドオフ）から、超高压水と接触する箇所に偏在を生じたことによる。実施工に当たっては、装置のはつり性能の向上させるように、水圧、スタンドオフ、パス回数、移動速度などを調整することにした。

初期はつり性の問題から、はつり残し部に WJ ハンドガン等のはつり機器を使用した補助はつりを行った。図-1 は、版試験体のはつり範囲に対して縦横に 250mm 間隔でメッシュを切り、はつり深さを測定した結果である。平均値はいずれも設計値 110mm を満足している。表-2 に示したように設定調整を行いながらの試験であったので試験体毎に多少のばらつきがあるが、いずれも変動係数は 10%未満である。

一方、円筒型枠に対しては、スタンドオフが 10mm の場合では円筒型枠の打抜きはないが、円筒型枠の変形やジョイント部の外れは生じた。スタンドオフを 765mm とした場合には損傷はなく、床版上面側への影

表-1 はつりと断面修復の試験条件

項目		試験条件
試験体	種類	版試験体(2×3×0.25m、配筋は以下の通り) 円筒型枠(φ0.6m)を埋設した無筋試験体
	配筋	版試験体は実橋の支点部、径間中央部を模擬 D32,D13@100～250mm、スターラップ筋あり)
	勾配	縦横断2%(型枠充てん工法のみ)
はつり装置	形式	ノズル揺動式ウォータージェット(WJ)はつり装置
	能力	最大水圧98MPa、最大水量193L/min
断面修復の材料および工法の種類	材料	鋼繊維混入超速硬セメントモルタル(A)
		ビニロン繊維混入超速硬セメントモルタル(B)
		ポリマーセメントモルタル(C)
		自己充てんモルタル(D)
	工法	乾式吹付け工法(A,B)
		湿式吹付け工法(C)
		型枠充てん工法(D)
評価項目	はつり性能評価	WJ はつり装置による初期はつり性能
		WJ ハンドガン・電動ピックによる補助はつり性能
		はつり作業性
		円筒型枠への影響
	断面修復性能	施工性 経済性、環境対策を含む)
		躯体コンクリートとの一体性(付着性)
		配筋されたはつり断面内への充てん性
		断面修復層の均一性
		断面修復モルタルの諸性能(強度、耐久性等)

表-2 WJ の機械設定

機器の種類	設定条件	版試験体	円筒型枠試験体	
			試験1	試験2
WJ はつり装置	水圧(MPa)	70～90	60～90	80
	水量(L/min)	100～126	126	126
	スタンドオフ(mm)	10～15	10	765
	ノズル速度(m/min)	2	2	2
	パス回数(回)	2～3	2	2
WJ ハンドガン	水圧(MPa)	60～80		
	水量(L/min)	22～27		

キーワード：RC 中空床版橋、補修、ウォータージェット工法、吹付け工法、型枠充てん工法

*1 〒329-0432 栃木県河内郡南河内町仁良川 1726 TEL.0285-48-2611, FAX.0285-48-2655

*2 〒730-0017 広島県広島市中区鉄砲町 7-18 TEL.082-212-4111, FAX.082-212-4405

*3 〒754-0001 山口県吉敷郡小郡町上郷 1221 TEL.0839-72-5091, FAX.0839-72-5094

*4 〒732-0056 広島県広島市東区上須賀町 1-9 TEL.082-261-6334, FAX.082-261-6618 (広島支店土木部)

響は問題ないものと思われる。なお、実橋の劣化状況が明らかではないので実際の施工では保護鉄板を使用した。

3. 断面修復工法・材料の諸性能の評価

3.1 試験方法

断面修復の性能評価試験では、表-1に示した3工法・4材料を比較した。本工事に適した材料・工法が明らかでないので、吹付け工法の配合や施工方法は既往文献^{1,2)}等を参考にした。また、自己充てんモルタルの配合や流動性状についても既往文献^{3,4)}等を参考にするほか、予備的な充てん試験によって絞込みを行った。なお、ポリマーセメントモルタルは床版下面増厚工事を対象に開発されたものを試用した。はつりを施した版試験体に対し、モルタルの吹付けまたは充てん（下からの圧入方式）を行い、充てん性（版の裁断による）や付着性（建研式付着強度試験による）等を比較した。

3.2 試験結果および考察

試験結果を、表-3に示す。試用した湿式吹付け工法は充てん性が低く、付着強度試験でも4層吹きした層間での剥離が確認された。また、型枠充てん工法では、鉄筋周りの充てんは良いものの、WJによって凹凸を生じたはつり面に空げきを生じた。一方、乾式吹付け工法では、モルタル中の繊維に関わらず、高い充てん性と付着性が確保された。リバウンド、粉塵といった環境面の問題はああるものの、現状では超速硬セメントモルタルを用いた乾式吹付け工法が最適であり、長期的な一体性（はく落防止）および景観に配慮し、繊維にはビニロン繊維の使用が望ましいと判断した。

4. おわりに

実施工は、今回の試験結果をもとに、WJのはつり作業では設定の微調整などを行いながら実施し、断面修復ではビニロン繊維混入超速硬セメントモルタルを用いた乾式吹付け工法によって、粉塵対策を講じながら施工を行った。

〔参考文献〕1)内田美生：超速硬セメントを用いたコンクリート構造物の補修・補強工法の開発研究、埼玉大学博士論文
2)谷口秀明ほか：吹付けモルタルの強度発現性に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.52, pp.584-591, 1998
3)土木学会：高流動コンクリート施工指針、1998 4)谷口秀明ほか：高流動域におけるモルタルおよびコンクリートの流動特性に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.48, pp.750-755, 1994

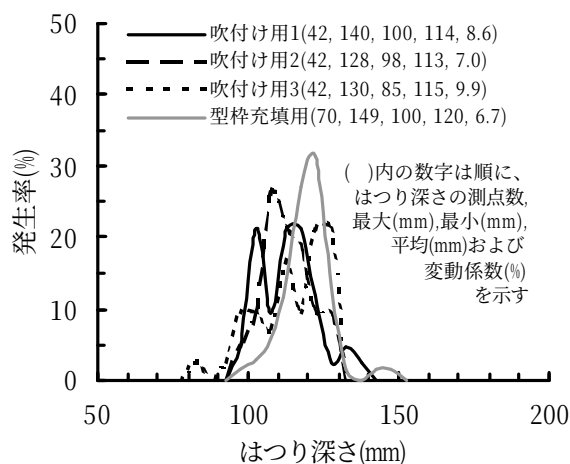


図-1 はつり深さの測定結果

表-3 断面修復に関する性能評価試験の結果

項目	乾式吹付け工法		湿式吹付け工法	型枠充てん工法
	超速硬セメントモルタル		ポリマーセメントモルタル	自己充てんモルタル
	鋼繊維	ビニロン繊維	アクリル繊維	繊維なし
充てん性	空げき量 少ない。		多い。	はつり面で多い。
一体性	付着強度 1.5N/mm ² 以上		1.5N/mm ² 未満	1.5N/mm ² 以上
施工性	施工速度 速い。		1層の厚さ30mmが限度なので遅い。	速い。ただし圧入前後の作業に時間がかかる。
	リバウンド・粉塵 非常に多い。		少ない。	発生しない。
はく落防止、景観への配慮		点錆対策の表層が長期供用時の層間剥離が懸念される。	繊維が錆びず、一層吹きなので層間剥離の問題なし。	充てん性、付着性に問題あり。左官仕上げで景観には優れる。仕上がりは型枠接触面で景観には優れる。
断面修復モルタルの性能(品質)	力学特性 圧縮強度、ヤング係数は躯体コンクリート以上、曲げ強度、曲げじん性にも優れる。		ヤング係数、曲げ強度、曲げじん性が小さい。	曲げじん性は小さいが、その他は躯体コンクリート以上。
	体積変化 普通モルタルよりも若干小さい。		自己収縮は小さい。乾燥収縮は他と同程度。	普通モルタルよりも若干小さい。
	耐久性 凍結融解抵抗性以外は同一W/Cの普通モルタルと同等以上。		全般的に耐久性に優れる。	同一水セメント比の普通モルタルと同等以上。