

榎浦大橋橋脚梁の補修

(株)ピーエス三菱 正会員 ○石田邦洋
(株)ピーエス三菱 正会員 藤岡 靖

1. はじめに

榎浦大橋は、昭和 50 年前後に竣工した橋長 176.0 m の 4 径間単純鋼桁橋である。本橋梁の橋脚は、水中部に位置しアルカリ骨材反応と塩害による複合劣化を生じており、コンファインド工法にて耐震補強が行われている。

橋脚の梁部についても、同様にアルカリ骨材反応と塩害による複合劣化を生じており、その補修方法は、橋脚天端がひび割れ注入工と表面被覆工、側面は、劣化部分をはつりとった後、断面修復を行う計画であった。

ここで、榎浦大橋は広島市西区と廿日市木材港を結ぶ産業道路に位置し、その交通量は、平成 13 年 8 月に橋梁の延長にある廿日市大橋の開通により大きく増加し、大型車の通行時には、大きな揺れを頻繁に感じるようになった。

橋脚梁部の断面修復は、上部工を供用しながらの施工であるので、コンクリート硬化中に振動を受けること、橋脚梁が大断面であることから乾燥収縮等によるひび割れの発生が予想された。

本報告は、施工中の振動に耐え、コンクリート硬化後の品質を確保し、かつ耐久性があると思われるコンクリート材料の選定と補修設計について述べる。写真-1には、補修前の橋脚の劣化状況を示す。

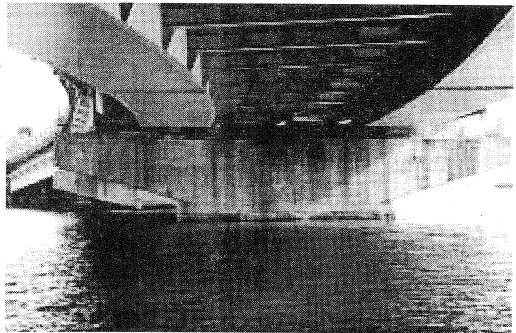


写真-1 補修前の橋脚の劣化状況

2. 補修設計フロー

補修設計を行うにあたり、図-1に示すようなフローにて各種の試験及び測定を行うこととした。

まず、本工事に適用可能な材料を提案した後、配合を決定し、その後提案した材料について、現地に発生している振動の影響を確認する現地試験と、長さ変化率や遮塩性等の性能試験を行うこととした。

また並行して、橋脚に発生している振動を測定し、発生している振動のレベルを確認することとし、最後にこれらの結果を踏まえて、補修設計を行うこととした。

3. 材料提案

補修材料の要求性能は、①振動の影響が発生しにくいこと、②乾燥収縮等によりひび割れが発生しないこと、③既設コンクリートとの付着性が良いことと考え、本工事では、表-1に示すような材料について比較検討を行った。

まず、振動に対しては、日本道路公団の手取川橋の断面修復工事¹⁾において、交通振動作用下での施工に実績のあるアーマ#520を使用することを基本案とした。しかしながら手取川の断面修復深さは50mm程度であり、本工事では、150mm程度であることから、今回は、このモルタル材料に最大径が10mm

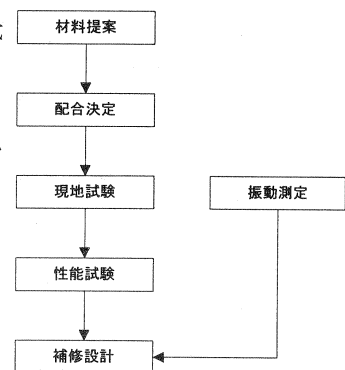


図-1 補修設計フロー

程度の粗骨材を混入し、コンクリートとして使用することとし、これを材料Cとした。

次に材料Dとして、材料Cに収縮低減剤を混入し、乾燥収縮等によるひび割れが発生しないように、収縮率を低減させることを考えた。

最後に、材料Cと発注材料である材料Aとの中間に位置する材料として、材料Bを考えた。これは、材料C及びDと同程度に既設コンクリートとの付着性能がよく、コンクリート硬化中にできるだけ振動の影響を受けないようにするために早期に強度が発現するものとし、さらに膨張剤を混入したものである。

なお、材料Aはスランプが小さく施工が困難であることから、材料Aについては、試験を行わないものとした。

表-1 比較検討材料一覧

	名称	概要
材料A	普通コンクリート (21・8・20)	発注図書に記載された材料
材料B	低発熱 膨張コンクリート	発熱量を抑えるとともに膨張剤を混入し、ひび割れの発生を抑えようとする材料
材料C	アーマ#520 +粗骨材	振動下の施工に実績のあるアーマ#520に粗骨材を加えた材料
材料D	アーマ#520 +粗骨材+収縮低減剤	材料Cに収縮低減剤を混入し、収縮率を低減しようとする材料

4. 配合

材料Bの配合は、既設コンクリートとの付着性能が、ポリマーが混入されている材料Cと同程度であること、コンクリート硬化中にできるだけ振動を受けないように早期発現強度を有することを考慮して、既存の実績を参考にして決定した。

材料Cは、乾燥収縮度及び材齢28日の圧縮強度が日本道路公団の「構造物施工管理要領」²⁾に示される値を満足するように決定した。

材料Dの配合は、材料Cに収縮低減剤を混入したものとした。

5. 現地試験

5.1 試験項目

現地試験で行った項目について

表-2 現地試験項目一覧

表-2に示す。

	項目	試験方法	備考
フレックシュ性状	流動性 (スランプフロー)	JIS A1150	目標値600±50mm
	空気量	JIS A1128	目標値3.0±1.5%
強度性状	圧縮強度	JIS A1108	材齢7, 28日
	引張強度	JIS A1113	材齢7, 28日
	曲げ強度	JIS A1106	材齢7, 28日

なお、養生条件については、振動下での養生 (現地に供試体を設置: 以下現地養生と示す.) と無振動下での養生 (振動が発生しない室外に設置: 以下工場養生と示す.) と2種類で行った。なお、現地養生は、供試体に振動の影響が出やすい養生1日目を現地での養生とし、その後は、両養生ともに標準養生とした。

5.2 試験結果

強度性状の結果を表-3に示す。現地試験の結果より、材料B～Dいずれも顕著な差違は発生していなかったことから、振動の影響は少ないと判断した。

表-3 強度性状の結果

		圧縮試験(N/mm ²)		引張試験(N/mm ²)		曲げ強度(N/mm ²)	
		7日	28日	7日	28日	7日	28日
材料B	工場養生	49.8	67.5	2.81	3.55	—	—
	現地養生	47.8	67.0	3.36	3.74	—	—
材料C	工場養生	59.9	72.9	—	—	—	—
	現地養生	61.0	73.9	3.95	4.14	9.85	10.43
材料D	工場養生	54.7	63.1	—	—	—	—
	現地養生	51.6	62.4	3.58	4.06	9.62	10.19

6. 性能試験

6. 1 試験項目

性能試験は、材料 B ~ D について、試験室にて、表-4に示す項目について試験を行った。なお、スランブフローについては、現地試験での目標値では、2 時間経過後のスランブロスが大きく施工性が悪かったため、今回は、目標値を 700 ± 50mm とした。

表-4 性能試験項目一覧

	項目	試験方法	備考
フレッシュ性状	流動性 (スランブフロー)	JIS A1150	目標値700±50mm
	空気量	JIS A1128	目標値3.0±1.5%
	凝結	JIS A1147	
強度性状等	圧縮強度	JIS A1108	材齢7, 28日
	引張強度	JIS A1113	材齢7, 28日
	曲げ強度	JIS A1106	材齢7, 28日
	付着強度	建研式	材齢7, 28日
	遮塩性試験	塩化物浸透深さ	材齢28日
	長さ変化率	JIS A1129	基長: 脱型時
	静弾性係数	JIS A1149	材齢3, 7, 28日

6. 2 試験結果

性能試験では、各種の試験を行ったが、圧縮、引張及び曲げ強度については、現地試験の結果とほぼ同様の値もしくは、現地試験以上の結果を示していたので、ここでは、省略する。

スランブフローの試験結果を図-2に、付着強度の試験結果を表-5に示す。図-2より、材料 B 及び C については、練り混ぜ直後から 2 時間経過後についても、600mm 以上の流動性があることがわかる。しかしながら、これらの材料は、材料 C と比較すると、現地試験と同様に、ロス率が高いことがわかった。

表-5 付着強度試験結果

	材齢	
	7日	28日
材料B(N/mm ²)	1.9	2.2
材料C(N/mm ²)	1.8	2.4
材料D(N/mm ²)	1.8	2.3

また、表-5の付着強度の結果より、いずれの材料も、目安となる日本道路公団「構造物施工管理要領」²⁾に示される値の 1.5N/mm² の以上を有することがわかった。したがって、いずれの材料も既設構造物との付着性は良好であると考えられる。

最後に、図-3に長さ変化率試験結果を示す。図中には、比較のために水セメント比 50%、スランブが 18cm の普通コンクリートの場合についても同様に示した。図から材料 B 及び D については、材料 C と比較し、長さ変化が少なく乾燥収縮に対して有効な材料であることがわかった。

性能試験から、材料 B ~ D については、性能はほぼ同等であることが判明し、いずれの材料についても今回の現場への適用については、問題がないと判断した。

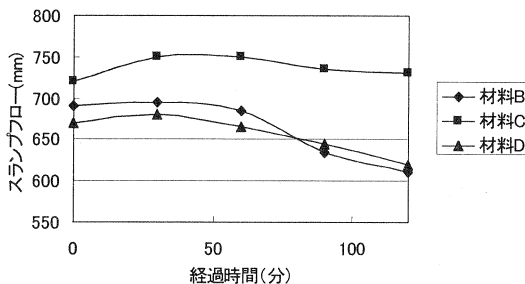


図-2 流動性試験結果

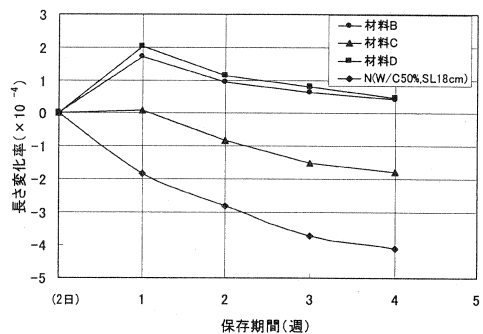


図-3 長さ変化率試験結果

7. 振動測定

橋脚に発生している振動について、加速度及び変位を、橋面上及び橋脚の天端 2 箇所（橋脚中心、梁の張り出し部）の合計 3 箇所について、それぞれ 3 方向（橋軸方向、橋軸直角方向、上下方向）を動的に測定した。

その結果、橋面上の加速度は、上下方向が最も大きく 70GAL 程度、橋軸方向及び橋軸直角方向については半分の 35GAL 程度であった。橋脚天端については、上下方向の加速度はほとんど発生せず、水平方向に約 35GAL 程度の加速度が発生していた。

一方、変位については、橋面上の橋軸方向が最も大きく約 5mm 程度、橋軸直角方向及び上下方向については、ほとんど変位が発生しなかった。橋脚天端については、上下方向にはほとんど変位がなく、橋軸方向及び橋軸直角方向で約 2mm 程度の変位が発生していた。

8. 補修設計

各種試験の結果、現地試験では、振動が各材料の強度等に及ぼす影響は少ないということがわかった。性能試験のうち、長さ変化率の試験結果から、材料 B または D が今回の現場には、適切であることが考えられた。よって、施工性や経済性を比較した結果、性能は同等であると考え、経済性の面から、本工事では、材料 B を用いることとした。

また、振動測定の結果は、想定していた値よりも値は小さかった。しかしながら、材料 B を用いても、補修断面が大きい³⁾ことから、経年後にひび割れが発生することも考えられる。よって、仮にひび割れが生じた場合でもコンクリート内部への塩分や水分の浸透を防止するために、橋脚梁部に表面被覆を行うこととした。

次に、断面修復工は、既設コンクリート表面を 150mm 程度をはつりとった後に行うが、既設鉄筋のみでは、コンクリートの乾燥収縮等によりひび割れが発生する可能性があることから、ひび割れ防止筋を追加して配置することとした。しかしながら、この鉄筋は既設鉄筋の外側にあり、かぶりも少なくなるので、将来表面被覆材の劣化により発錆の可能性が考えられる。よって、ひび割れ防止筋には、炭素繊維の補強材を用いることとした。

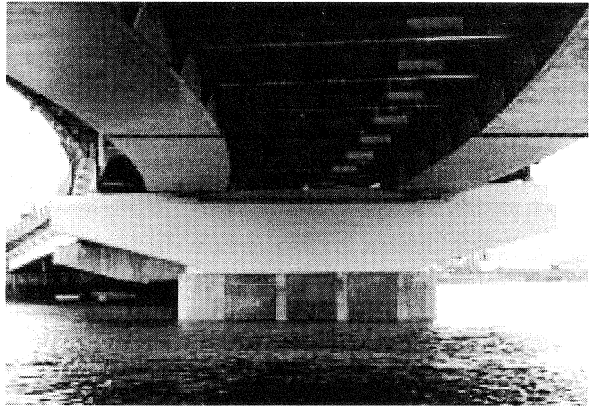


写真-2 完成後の橋脚

9. おわりに

各種の試験を行い、本工事に適切であると思われる材料を選定し、無事に工事を終了した。本報告が、今後増大しつつある補修や補強工事の役に立てれば幸いとする。写真-2には、完成後の写真を示す。

参考文献

- 1) 岡井賢一ら：塩害を受けた橋りょう上部工の全面修復—北陸自動車道手取川—，コンクリート工学，Vol.34, No.2, pp.33-42, 1996
- 2) 日本道路公団：構造物施工管理要領 平成 11 年 7 月，pp.293
- 3) 江藤芳武ら：凝結硬化時に継続振動を受ける鉄筋コンクリートの付着強度に関する研究，土木学会論文集，No.544, V-32, pp.223-234, 1996.8