

海岸部に暴露したエポキシ断面補修供試体の解体調査

建設省土木研究所 正会員 古賀裕久

建設省土木研究所 正会員 河野広隆

建設省土木研究所 正会員 田中良樹

建設省土木研究所 正会員 木村哲士

建設省土木研究所 正会員 寺田剛

1. はじめに

80年代には塩害を受けて損傷した橋梁上部工に対しエポキシ系の補修材による断面修復工法が適用されたケースが多いが、この補修材の耐久性については必ずしも明確にはなっていない。今回、塩害を受けたプレストレストコンクリート橋に用いられた補修工法および補修材料の耐久性を検討することを目的に作製され、約13年間太平洋沿岸に暴露された供試体の解体調査を行ったので結果を報告する。

2. 試験概要

供試体の形状を図 - 1 に、試験ケースを表 - 1 に示す。断面修復有りのケースでは、あらかじめ切り欠きを設けた部分にエポキシ樹脂系プレパックドコンクリートとエポキシパテを用いた断面修復が施されている。供試体は図 - 2 に示す順に並べて海岸線にある橋台上で暴露されていた。

この供試体に対し、外観観察、塗膜および断面修復材の付着力試験(建研式)、コンクリート中の全塩分量分析、鋼材の腐食減少量測定を行って劣化状況を調査した。

3. 外観観察および塗膜の付着強度試験結果

外観観察の結果を表 - 1 に示す。供試体作成時にコンクリート中に塩分を混入した供試体では顕著な劣化が見られ、無塗装のものでは4面に鉄筋に沿ったひび割れが認められた。塗装してある供試体では、塗装の破れ箇所は少なかったものの外部からの水分侵入の影響を受けてプライマー部が劣化しており浮き箇所が多く認められた。一方、塩分を混入していない供試体では、外見上の劣化は軽微であり、塗装もほぼ健全な状

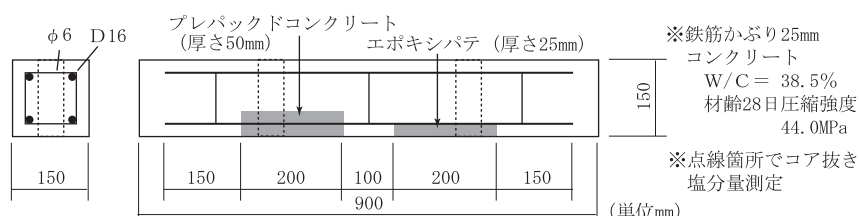


図 - 1 暴露供試体の形状（断面修復有りの場合）

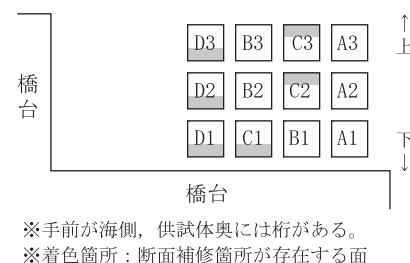


図 - 2 暴露状況

表 - 1 試験ケースおよび外観観察・塗膜の付着力試験結果

供試体名	表面塗装	断面修復	初期塩化物イオン量 (kg/m ³)	塗膜の付着強度 (MPa)	外観変状
A1	無	無	0.028	-	下面・側面にひび割れ（最大0.1mm）
A2			6.19	-	4面に幅1mm以上の開口ひび割れ
A3			10.72	-	4面に幅1mm以上の開口ひび割れ
B1	有	無	0.028	2.0	損傷軽微
B2			6.19	0.0	約1/8の面積で塗装のうきあり
B3			10.72	1.0	約80%の面積で塗装のうきあり、ひび割れ数カ所
C1	有	有	0.028	2.8	損傷軽微
C2			6.19	2.3	損傷軽微
C3			10.72	1.0	約50%の面積で塗装のうきあり、ひび割れ数カ所
D1	無	有	0.028	-	損傷軽微
D2			6.19	-	4面にひび割れ（1面に幅1mm以上）
D3			10.72	-	4面に幅1mm以上の開口ひび割れ

塗装有りのケースでは、エポキシ樹脂プライマー(0.1kg/m²)、下地調整用パテ材(0.4kg/m²)、厚膜型ポリブタジエン樹脂(中塗1.5kg/m²)、ポリウレタン樹脂(上塗0.24kg/m²)を用いた塗装が施されている。

初期塩化物イオン量が6.19kg/m³、10.72kg/m³のケースは、フレッシュコンクリートにNaClを投入して作成。

キーワード：暴露試験，塩害，補修，鉄筋腐食

連絡先：コンクリート研究室 〒305-0031 茨城県つくば市旭1 TEL0298-64-4895 FAX0298-64-4464

表 - 2 断面修復材の付着力試験結果

供試体名	表面塗装	エポキシパテ			プレパックドコンクリート		
		付着切れ	付着強度 (MPa)	破断場所	付着切れ	付着強度 (MPa)	破断場所
C1	有	0	0.51	補修材パテ部	0	>2.38	コンクリート部
C2		0	>1.54	コンクリート部	0	1.28	断面修復材・コンクリート界面，一部コンクリート部
C3		0	>0.91	コンクリート部	0	0.95	断面修復材・コンクリート界面
D1	無	0	0.73	パテ・プライマー界面	1	0.46	断面修復材・コンクリート界面
D2		0	>0.96	コンクリート部	0	0.06	断面修復材・コンクリート界面
D3		2	-	試験不能	1	0.01	断面修復材・コンクリート界面

各断面修復箇所ごとに，2箇所ずつ切込みを入れた（付着強度試験は1箇所のみ）。

付着切れは，試験前から断面補修材または付着箇所付近のコンクリート部が割れていた箇所数を示した。

態が保たれていた。なお，断面修復が施された供試体のひび割れはほとんどコンクリート部に入り，補修材そのものや付着部分でのひび割れ箇所は少なかった。

4．断面修復材の付着力試験結果

断面修復材にφ50mmのコアカッターで切込みを入れ，コンクリート部との付着力を調べた。結果を表-2に示す。塗装されていないプレパックドコンクリートは付着強度が非常に弱くなっており，背面からの水分の侵入などのため暴露期間中に劣化したものと考えられる。エポキシパテでは，塗装の有無による違いは明確には見られなかった。なお，D1，D3供試体では，鉄筋の腐食に起因すると考えられるひび割れのため，試験前から付着が切れていた箇所があった。

5．塩化物イオン量測定結果および鉄筋腐食状況

コンクリート中の全塩分量の測定結果を図-3に示す。無塗装の供試体では表面から2cmまでの塩化物イオン量が高くなっているがそれより内部への浸透量は少なく，外部からの塩分が鉄筋腐食に与える影響は小さかったものと考えられる。側面のひび割れ幅が大きかった(4.0mm)供試体D3では，断面修復箇所の裏側で特に塩化物イオン濃度が高かった。供試体D1パテ部の裏側でも同様の傾向が見られたが，供試体D1では外見上も内部鉄筋にも目立った損傷は見られず原因は不明である。それ以外のケースでは，補修材裏側への塩分の浸透は防がれていたものと考えられる。

表-3に断面修復を施した供試体の鉄筋腐食状況を示す。ひび割れ幅が大きな箇所では著しい腐食が見られた。塗装が施された供試体では，無塗装の場合より腐食の程度は緩やかだった。

6．まとめ

(1)初期に塩分を混入しなかった供試体では外見上の劣化はほとんどなく，塗装も健全であった。(2)無塗装のプレパックドコンクリートでは，付着力の低下が認められた。(3)今回の供試体では，断面修復材そのものや付着部分でのひび割れ箇所は少なかった。(4)塗装された供試体では，無塗装の場合より内部の鋼材の腐食量が小さかった。

謝辞：本供試体の設置・回収にあたっては，建設省九州地方建設局宮崎工事事務所，同日南国道維持出張所のご協力をいただきました。この場を借りて関係各位に深く感謝いたします。

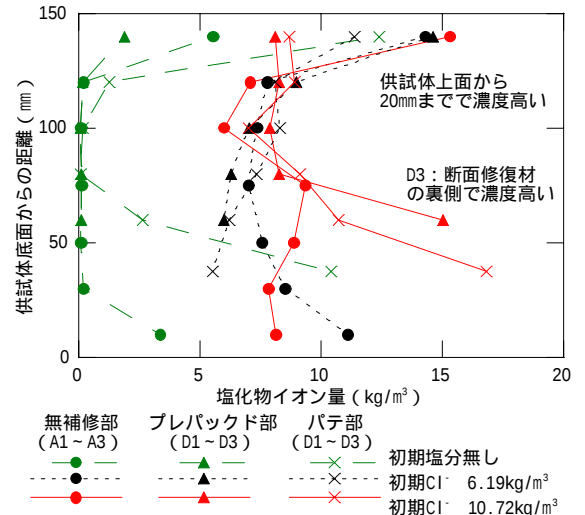


表 - 3 断面補修箇所に位置する鉄筋の腐食状況

鉄筋位置	ひび割れ幅 (mm)	腐食状況
C1：プレパックド		健全
C1：エポキシパテ		健全
C1：コンクリート		健全
C2：プレパックド		健全
C2：エポキシパテ		健全
C2：コンクリート		一部に表面錆
C3：プレパックド		全体に表面錆
C3：エポキシパテ		片側鉄筋の片面に断面欠損をと もなう錆
C3：コンクリート		供試体端部から約5cmの間で かなりの断面欠損をと もなう錆
D1：プレパックド	- / -	一部に表面錆
D1：エポキシパテ	- / -	健全
D1：コンクリート	- / -	健全
D2：プレパックド	- / 0.9	全体に表面錆
D2：エポキシパテ	- / 0.3	50%程度の箇所 で断面欠損をと もなう錆
D2：コンクリート	2.0 / 2.0	プレパックドコンクリートの境 界近くで断面欠損をと もなう錆
D3：プレパックド	0.5 / -	部分的に断面欠損をと もなう錆
D3：エポキシパテ	4.0 / 1.5	全体に断面欠損をと もなう錆
D3：コンクリート	1.5 / 0.5	部分的に断面欠損をと もなう錆

ひび割れ幅は，2本の鉄筋別々に調べた。