

海洋環境下における補修を施したコンクリート中の鉄筋腐食に関する研究

佐藤工業（株）	正会員	○ 弘中 義昭
電気化学工業（株）	正会員	森本 丈太郎
飛島建設（株）	正会員	平間 昭信

東京大学	正会員	加藤	佳孝
前田建設工業（株）	正会員	渡部	正
東京大学	F 会員	魚本	健人

1 . はじめに

近年、劣化したコンクリート構造物の補修後、比較的早期に再劣化に至る事例が報告されている。筆者らは、補修時の条件の違いが再劣化におよぼす影響を把握し、その原因の解明と対策を提案するために、道路橋床版の塩害劣化を想定した鉄筋コンクリート試験体を海洋環境下に暴露し、各種実験を5年計画で実施している。本報告は、これらの実験のうち、海洋暴露1年目の鉄筋の腐食状況の結果について示す。なお、本研究は、東京大学生産技術研究所と産学20団体の共同研究「劣化したコンクリート構造物の補修工法に関する研究」として実施しているものである。

2. 実験の概要

実験は、断面修復工法および表面被覆工法を対象とし、異なる補修条件で作成したコンクリート試験体(150×150×530mm、鉄筋被り30mm)を海洋環境下に暴露し、1年、3年、5年後に試験体を回収して解体し各種調査を実施して行くものである。



タイプA

2.1 コンクリートの配合

コンクリートの配合は、普通ポルトランドセメントを用い、水セメント比 65%，目標スランプ 12cm，空気量 4.5%に設定した。混和剤は、A E 減水剤，A E 剤を用いた。28 日の圧縮強度は、32～36N/mm²であった。練混ぜ水は上水道水を使用し塩化物イオンは予め練混ぜ水に溶解して添加した。塩化物イオン量は、0，2.4，4.8kg/m³の3水準である。

2.2 試験体

暴露試験用コンクリート試験体は、模擬はつり部の範囲、深さにより図—1 に示す 6 タイプを作製した。補修方法は、模擬はつり部のコンクリートの下地処理をジェットタガネとワイヤーブラシで行い、ベオバ系セメントペーストを刷毛塗りし、プライマ - 処理を施した。断面修復材の施工は、ベオバ系ポリマーセメントモルタル、表面被覆材としてはエポキシ樹脂系プライマーとエポキシ樹脂系パテを施工した後、中塗り（柔軟型エポキシ樹脂系）2 層、上塗り（柔軟型ポリウレタン樹脂系）1

層を塗布した。なお、上面被覆を行わない試験体は、試験体上面を塗り残し5面に被覆を施した。表—1に補修条件一覧表を示す。試験体番号の意味は実験シリーズ - 配合 No (塩分混入量の違い 1 : 0kg/m³, 2 : 2.4kg/m³, 3 : 4.8kg/m³) - 試験体のタイプ - 上面被覆の有無である。

2.3 暴露實驗

試験体の暴露は静岡県伊豆半島東海岸伊豆海浜公園内の暴露場において実施した。この暴露場は波打ち際に設置されており、暴露試験体は満潮時には波に洗われ干潮時にも全面に岩礁があるため常時海水飛沫を受け

キーワード：鉄筋コンクリート，塩害，補修，再劣化，鉄筋腐食，暴露実験

〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 TEL:046-241-2171 FAX:046-241-2176

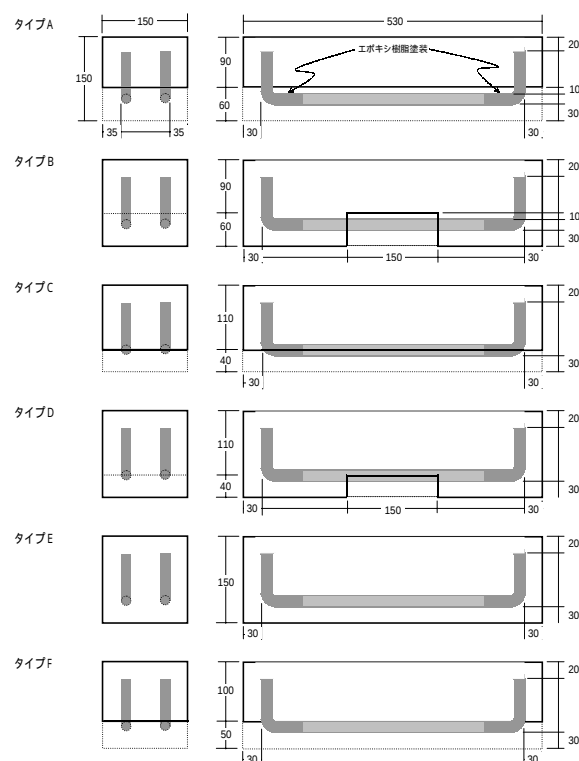


図 - 1 試験体のタイプ

る厳しい腐食環境下にある．暴露期間中の月平均温度の変動は7～27（網代測候所データ）で年間の平均気温は16.0であった．

2.4 試験方法（鉄筋腐食箇所の測定）

試験体から取り出した鉄筋に透明フィルムを巻き付けて、発錆部分を写し取り画像解析装置を用いて、腐食箇所を測定した．

3. 実験結果と考察

図-2～4に全面補修を行った試験体の腐食状況を示す．図の下半分がかぶり側、上半分が反かぶり側として表示してある．これらの図から、いずれも反かぶり側で腐食が卓越していることがわかる．これは躯体コンクリートの内在塩分の影響が現れた結果と考えられる．しかし、A試験体は、鉄筋の背面まではつりを行ったものであり、鉄筋は完全に断面修復材で覆われている．このような条件でも鉄筋の腐食が進行

していることは、内在塩分が多い場合には全面補修を行っても補修効果が十分に発揮できない可能性がある．また、上面被覆の有無の効果を見ると、コンクリートに塩化物イオンを 2.4kg/m^3 混入したA試験体（1-2-A-無と有）とC試験体（1-2-C-無と有）では、明らかに、上面を被覆することによって、腐食が抑制されていることがわかる．これは、上面被覆が

酸素の供給を制御しているためと考えられるが、コンクリートに 4.8kg/m^3 以上の塩化物イオンが内在する場合（1-3-A-有、1-3-C-有）には、その効果よりも内在塩化物の影響が卓越して、腐食が発生している．F試験体は、はつり深さ以外の条件が同一のA試験体（1-2-A-有）ならびにC試験体（1-2-C-有）に比較して腐食の進行が顕著である．F試験体は、両試験体の中間の位置（鉄筋がちょうど露出する位置）にはつり界面があることから、施工時に断面修復材が鉄筋と躯体コンクリート間に回り込みにくく、充填不良が発生したため等が原因と考えられる．一方、図-5は部分補修を行った場合の結果であり、既設コンクリートと断面修復材界面のコンクリート側にマクロセルが原因と思われる腐食が発生していることがわかる．この現象は、塩分未混入のB試験体（1-1-B-無）においても観察され、旧来より言われているように部分補修がマクロセル腐食を発生される要因であることが確認された．

4. おわりに

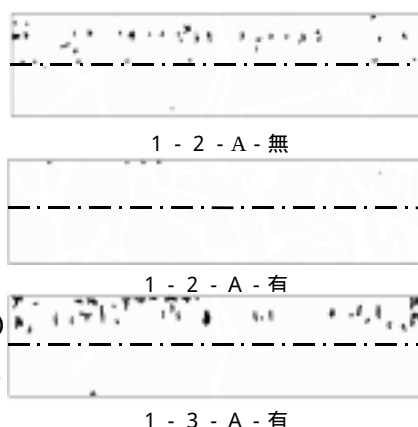
本稿では、1年海洋暴露の結果のうちから、腐食状況測定結果について示した．その他の評価項目についても結果が出ており、引き続き報告する予定である．

表—1 補修条件一覧表

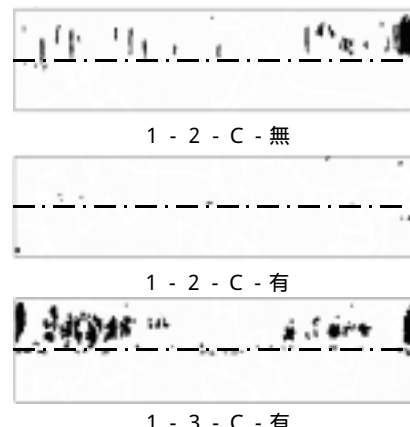
試験体番号(*)	Cl ⁻ 量 (kg/m ³)	はつり		表面被覆 方法
		位置	深さ	
1-2-A-無	2.4	全面	鉄筋裏10mm	上面無し
1-2-B-無	2.4	部分	鉄筋裏10mm	上面無し
1-2-C-無	2.4	全面	鉄筋半分	上面無し
1-2-D-無	2.4	部分	鉄筋半分	上面無し
1-2-A-有	2.4	全面	鉄筋裏10mm	全面塗布
1-2-B-有	2.4	部分	鉄筋裏10mm	全面塗布
1-2-C-有	2.4	全面	鉄筋半分	全面塗布
1-2-D-有	2.4	部分	鉄筋半分	全面塗布
1-3-A-有	4.8	全面	鉄筋裏10mm	全面塗布
1-3-B-有	4.8	部分	鉄筋裏10mm	全面塗布
1-3-C-有	4.8	全面	鉄筋半分	全面塗布
1-3-D-有	4.8	部分	鉄筋半分	全面塗布
1-1-A-無	0	全面	鉄筋裏10mm	上面無し
1-1-B-無	0	部分	鉄筋裏10mm	上面無し
1-1-E-無	0	補修無し		上面無し
1-1-E-有	0	補修無し		全面塗布
1-2-F-有	2.4	全面	鉄筋背面	全面塗布

(*)試験体番号:

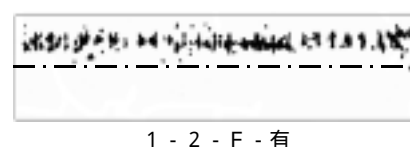
実験シリーズ - 配合No - 試験体タイプ - 上面被覆の有無



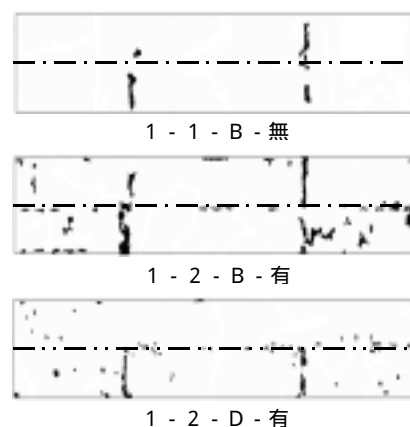
図—2 A試験体鉄筋腐食状況



図—3 C試験体鉄筋腐食状況



図—4 F試験体鉄筋腐食状況



図—5 部分補修試験体鉄筋腐食状況