

各種補修工法を施した試験体の曝露環境下の再劣化に関する研究

電気化学工業(株) 正会員 〇森本 丈太郎 大日本塗料(株) 正会員 里 隆幸
飛島建設(株) 正会員 榎島 修 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
東京大学生産技術研究所 F会員 魚本 健人

1. はじめに

近年、補修したコンクリート構造物が比較的早期に再劣化に至る事例が報告されている。再劣化の進行は、補修材料の性能だけではなく、補修時の構造物の損傷度、補修方法や施工の適切さなどに大きく左右されると考えられるが、その原因やメカニズムについてはほとんど解明されていない。そこで、本研究では、塩害による補修後の再劣化メカニズムの解明と適正な対策の提案を目的として、各種の条件で作製した試験体を内陸および海洋環境下に曝露している。本報では、曝露期間1年における試験体の鉄筋の腐食状況について調査した結果について報告する。

2. 実験概要

本研究では補修工法を断面修復と表面被覆による工法に限定し、一定の補修条件で各種補修工法を施した試験体を内陸および海洋曝露し、鉄筋の腐食状況について調査した。

2.1 試験体

コンクリートの使用材料と圧縮強度を表-1に、実験に用いた試験体を図-1に示す。試験体は150×150×530mmの矩形梁であり、中央部下面に模擬的に断面修復部を設けてコンクリートを打設した。硬化後、断面修復を行い、上面を除いた他の5面を表面被覆材で覆った。

2.2 補修工法

表-2に本研究で使した9種類の補修工法の防錆材、断面修復材および表面被覆材の種類を示す。No.①および③の断面修復材は吹付け工法、それ以外は全てコテによる断面修復工法である。

2.3 曝露環境

海洋曝露は静岡県伊豆半島東海岸伊豆海洋公園内、内陸曝露は東京大学生産技術研究所千葉実験所内で実施した。海洋曝露場は波打ち際で、常時海水飛沫の影響を受ける環境である。

2.4 腐食測定

曝露1年後に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、腐食の状況を観察するとともに、画像解析装置を用いて腐食面積率を測定した。鉄筋の腐食量は使用前の鉄筋の質量を予め測定しておき、解体時に取り出した鉄筋の質量減少から腐食量を求めた。

表-1 コンクリートの使用材料と圧縮強度

セメント	普通ポルトランドセメント(3.16g/cm ³)
細骨材	大井川産陸砂(2.58g/cm ³)
粗骨材	青梅産硬質砂岩碎石(Gmax20mm,2.64g/cm ³)
混和剤	AE減水剤標準型, AE剤
塩化物イオン量	2.4kg/m ³ (塩化カルシウムを使用)
水セメント比	65%
圧縮強度	材齢28日:34.8N/mm ² , 材齢1年:42.5N/mm ²

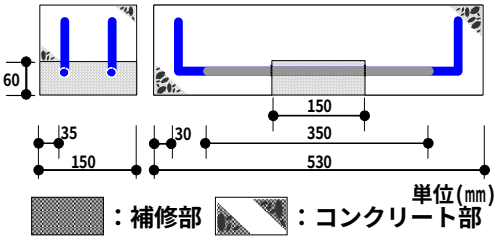


図-1 試験体の形状と寸法

表-2 各種補修工法（材料）

No.	防錆材	断面修復材	表面被覆材
①	PCP(亜硝酸塩)	PCM(SBR)	アクリル樹脂
②	PCP(亜硝酸塩)	PCM(SBR, 防錆剤)	柔軟型PCM
③	PCP(亜硝酸塩)	PCM(Veo)	ウレタン樹脂
④	PCP(亜硝酸塩)	PCM(SBR)	柔軟型エポキシ樹脂
⑤	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂モルタル	柔軟型エポキシ樹脂
⑥	亜硝酸塩Li塗布+PCP(亜硝酸塩Li)	PCM(SBR, 防錆剤)	柔軟型PCM
⑦	鉛転換型	PCM(Acr)	柔軟型PCM
⑧	アクリル樹脂(亜硝酸塩)	PCM(SBR)	クロロレンゴム
⑨	PCP(亜硝酸塩)	PCM(Veo)	柔軟型アクリル樹脂

*PCP:ポリマーセメントペースト *PCM(Veo):ベオ系ポリマーセメントモルタル
*PCM(SBR):SBR系ポリマーセメントモルタル *PCM(Acr):アクリル系ポリマーセメントモルタル

3. 実験結果

図-2に内陸曝露および海洋曝露における各種補修工法で部分補修した試験体の曝露1年後の腐食状況を示す。既設コンクリートと断面修復材の境界のコンクリート側の鉄筋に、腐食が境界部のほぼ全周に渡って発生する試験体が認められた。この腐食はマクロセルが原因と考えられ、マクロセル腐食が卓越する工法(③,④,⑤,⑦,⑧)と、軽微または殆ど認められない工法(②,⑥,⑨)とが存在した。この結果は補修工法(材料)により、補修後のマクロセル腐食を軽減できる可能性を示唆するものであり、断面修復材に防錆剤を混和した工法(②,⑥)にはその可能性があると考えられる。なお、樹脂系防錆材(⑤,⑦,⑧)を鉄筋に塗布した場合には、腐食の確認が難しい場合があった。

図-3に各種補修工法別の内陸曝露における鉄筋の腐食面積率を示す。腐食は鉄筋の反かぶり側よりかぶり側で多く発生する傾向にあり、海洋曝露でも同様の傾向が認められた。各種補修工法別の内陸曝露と海洋曝露における鉄筋の腐食面積率を図-4、鉄筋の腐食減少量を図-5に示す。いずれの工法も内陸と海洋の鉄筋の腐食面積率および腐食減少量の絶対量が少なく、鉄筋の腐食は軽微であった。腐食面積率および腐食減少量は海洋が内陸よりも多い傾向にあり、曝露環境による違いが少し現れている。海洋曝露の試験体は内陸曝露の試験体と比較して、コンクリートの抵抗が小さく、含水量もやや高いため、その影響ではないかと考えられる。なお、海洋曝露において表面被覆を行っていない上面からの塩化物イオンの浸透深さは約50mmであり、鉄筋の位置まで到達していないため、外部からの塩化物イオンの影響は受けていないと考えられる。

4. まとめ

各種補修工法を要因として部分補修した試験体を1年間、海洋および内陸曝露した結果、補修工法により補修後のマクロセル腐食を軽減できる可能性が示唆された。曝露期間が1年では内陸および海洋の曝露環境の違いが鉄筋の腐食に及ぼす影響は小さい。

5. おわりに

本稿は曝露1年目の結果であり、今後継続調査を行い、試験結果の報告を行う予定である。なお、本研究は東京大学生産技術研究所魚本研究室と産学18団体が共同研究として行っているものである。

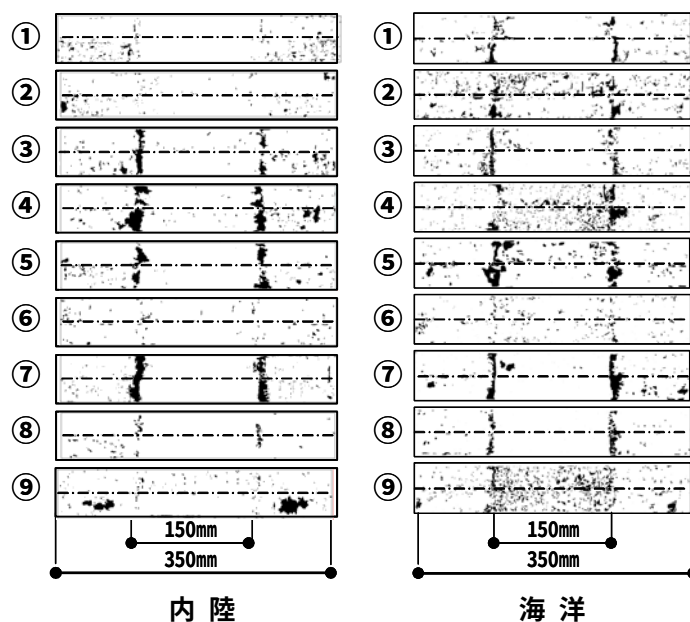


図-2 各種工法別の鉄筋の腐食状況

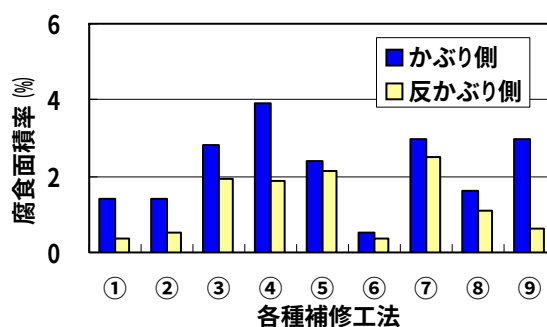


図-3 各種工法別の内陸の腐食面積率

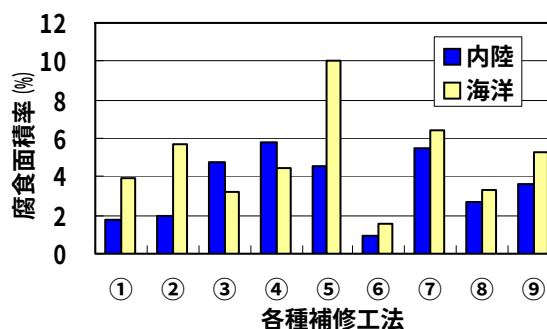


図-4 各種工法別の内陸と海洋の腐食面積率

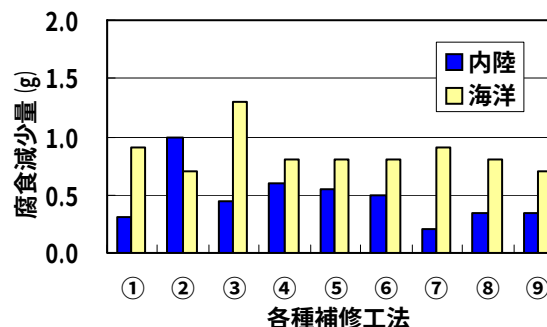


図-5 各種工法別の内陸と海洋の腐食減少量