

断面修復工法の種類，環境条件が鉄筋腐食に及ぼす影響

前田建設工業(株) 正会員 渡部 正 西松建設(株) 正会員 佐藤 幸三
 飛島建設(株) 正会員 槇島 修 東急建設(株) 正会員 早川 健司
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1. はじめに

塩害によって劣化した鉄筋コンクリートを部分的な断面修復工法によって補修した場合，比較的早期に再劣化が生じることが知られている．この原因の一つに，断面修復した部分と未補修のコンクリート部分の品質や塩分濃度等の違いによる鉄筋のマクロセル腐食が挙げられる．本報告は，断面修復材の種類が異なる試験体を3年間暴露した場合の鉄筋の腐食状況について，既往の研究成果と比較検討したものである．

2. 実験方法

実験に用いた試験体は，図-1 に示す 150×150×530mm の矩形断面とし，内部に鉄筋 D19 をかぶり 30mm として2本配置したものである．コンクリートには，普通セメント，砕石，陸砂および AE 減水剤を用い，W/C=65%，材齢 28 日圧縮強度 34.3N/mm²，スランプ 12cm，塩化物イオン量 2.4kg/m³とした．断面修復部分は，箱抜きしてコンクリートを打込み，補修は，表-1 に示す各メーカーが推奨する 10 種類の工法にて行い，表面被覆は上面を除いた全面に対して行った．

試験体は，補修後約 1 ヶ月経てから，千葉県内の内陸部と静岡県内の海岸部波打ち際に暴露し，経過 3 年で解体して鉄筋の腐食面積を測定した．腐食面積は，鉄筋に透明フィルムを巻き付けて発錆部分を写し取って，断面修復部分，コンクリート部分およびそれらの境界部分(20mm)の領域において，画像処理装置で計測した．

3. 実験結果および考察

各補修工法における鉄筋全体の腐食面積率は，図-2 に示すとおり 2.1～19.9%の範囲にあった．このように，試験体のほとんどがポリアセメント系の断面修復材を使用しているにもかかわらず，補修工法の違いが鉄筋腐食に対して大きな影響を及ぼすことが分かった．また，多くの試験体では，内陸暴露より海洋暴露の方の腐食面積率が大きくなる傾向を示している．しかし，それとは逆の傾向を示すもの，あるいは，顕著な違いが認められないものがあった．

海洋暴露試験体の断面修復部分，コンクリート部分およびそれらの境界部分における腐食面積率を図-3 に示した．

キーワード 塩害，補修，断面修復，鉄筋腐食，マクロセル腐食

連絡先 〒1179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 TEL 03-3977-2384

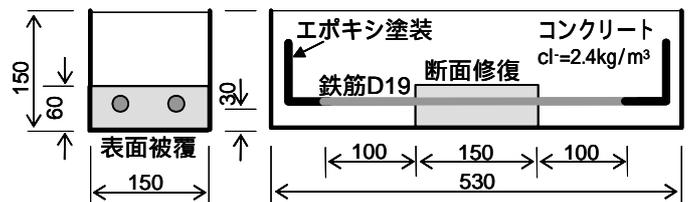


図-1 暴露試験体の形状（単位：mm）

表-1 補修工法の種類

No.	プライマー	断面修復材	表面被覆材
0	PCP(Veo)	PCM(Veo)	柔軟型エポキシ樹脂
1	エマルジョン(EVA)	PCM(SBR)	アクリル樹脂
2	アルカリ付与剤、防錆剤	PCM(SBR、防錆剤)	柔軟型PCM
3	PCP(Veo)	PCM(Veo)	ウレタン樹脂
4	水性エポキシ樹脂	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	エマルジョン(Acr)	PCM(SBR、防錆剤)	柔軟型PCM
7	浸透性固化剤	PCM(Acr)	柔軟型PCM
8	PCP(SBR)	PCM(SBR)	ウレタン樹脂
9	PCP(Acr、防錆剤)	PCM(Veo)	柔軟型アクリル樹脂

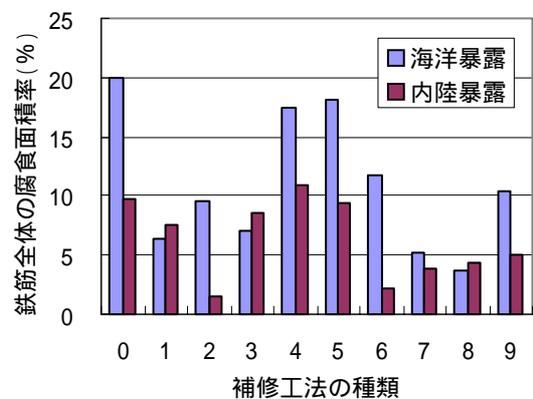


図-2 各補修工法における鉄筋腐食面積率

腐食面積率は、コンクリート部分で2.9～15.1%、断面修復部分で0～17.5%、境界部分で19.1～50.5%であった。境界部の腐食面積率が大きくなるという結果は、既往の知見と同様であったが[1]、断面修復部の鉄筋腐食が進行している試験体も多く認められた。

そこで、コンクリート部の腐食面積率と断面補修部の腐食面積率との関係を図-4に示した。このように、大部分の試験体では、図-5(a)のようにコンクリート部分での腐食が断面修復部より大きくなる結果を示したが、海洋暴露の4種類の試験体では、図-5(b)のようにコンクリート部分より断面修復部分の方の鉄筋腐食が大きくなるという全く逆の結果を示した。

一般に、コンクリート部分に塩分が存在すると、そのコンクリート部分がアノード、断面修復部分がカソードとなるマクロセル腐食が生じるため、コンクリート中の鉄筋が腐食するとされている。しかしながら、今回の実験では、コンクリートに2.4kg/m³の塩化物イオンが存在するにもかかわらず、補修を行った断面修復部での鉄筋腐食が卓越する試験体がいくつかあった。このような現象は、既往の暴露試験でも認められているが[2]、従来のマクロセル腐食に関する知見では説明できない。図-4のように、内陸暴露の試験体ではこのような現象は認められないことから、気温、含水状態、乾湿の繰り返しおよび塩化物イオンの供給等の環境条件の違いが、アノードとカソードが逆になる要因となっていることが考えられ、より詳細な検討が必要である。

なお、全ての試験体では、表面被覆材の損傷や断面修復材内への塩分移動は認められていないことを確認している。

4. まとめ

試験の結果、各種補修工法の鉄筋腐食抑制効果は、同一の環境条件であっても大きく異なること、海洋環境の方が内陸環境より腐食の進行が早いこと、断面修復部とコンクリート部の境界近傍の腐食進行が極めて早いこと等が分かった。また、塩分が存在するコンクリート部での鉄筋が腐食するマクロセル腐食の発生が確認できたものの、断面修復工法の種類によっては、全く逆の現象を示し、断面修復部での腐食が大きいものも認められた。この原因については、別途、電気化学的な測定も実施しており、断面修復材の品質、施工方法等も含めたより詳細な検討を行う予定にしている。

なお、本研究は、東京大学生産技術研究所における「劣化したコンクリート構造物の補修工法に関する共同研究」の成果の一部であり、関係各位のご協力に深く感謝の意を表します。

参考文献

[1]長滝, 大即, 守分, 宮里: 鉄筋コンクリート部材の断面修復部における腐食形成に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.544/ -32, 109-119, 1996.8
 [2]コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告書(), 日本コンクリート工学協会, 1996.10

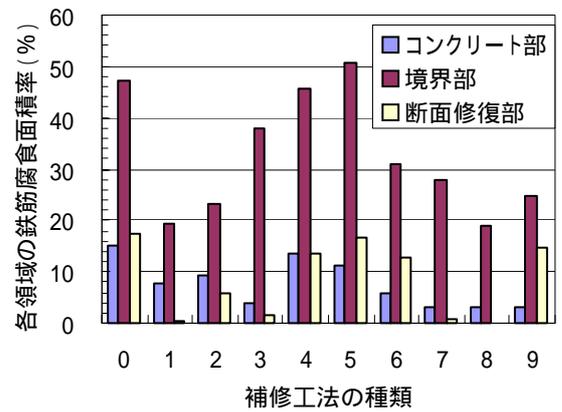


図-3 各領域における腐食面積率（海洋暴露）

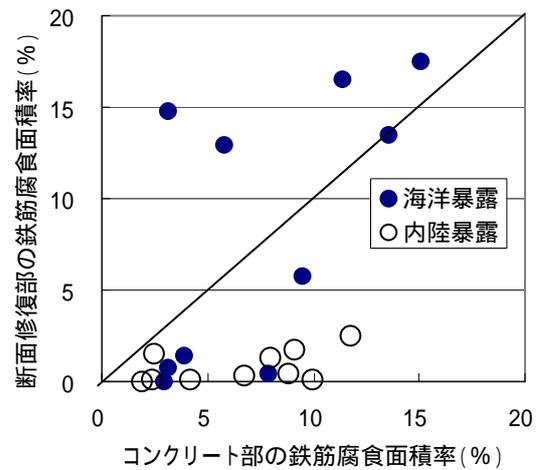


図-4 コンクリート部と断面修復部の腐食面積率



(b)断面修復部の鉄筋腐食が卓越した例(補修仕様5)



(a)コンクリート部の鉄筋腐食が卓越した例(補修仕様1)

図-5 鉄筋腐食展開図の例