

部分断面修復工法によって補修を行った鉄筋の腐食形態に関する考察

前田建設工業(株) 正会員 ○渡部 正 太平洋マテリアル(株) 正会員 松林 裕二

西松建設(株) 正会員 佐藤 幸三 東急建設(株) 正会員 早川 健司

東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝 芝浦工業大学 F 会員 魚本 健人

1 はじめに

塩害によって劣化が生じた鉄筋コンクリート構造物を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場合がある。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との品質や塩分濃度等の違いによる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分布について考察したものである。

2 実験方法

実験に用いた試験体は、図-1 に示す 150×150×530mm の矩形断面であり、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の領域において、画像処理装置で詳細に計測した。

3 実験結果および考察

3.1 鉄筋軸方向の腐食分布

鉄筋の腐食面積率は、鉄筋の中央350mmの区間で測定した。図-2は、補修工法の仕様No.0で海洋暴露試験体中の2本の鉄筋において、鉄筋の中央から左右対称としてそれぞれの部位の腐食面積率を平均して図示したものである。横軸の0mmは鉄筋折り曲げ側のエポキシ塗装との境界、0～100mmはコンクリート部、100mmは断面修復材とコンクリートとの境界、100～175mmは断面修復部、175mmは鉄筋中央を表している。この図より、断面修復材とコンクリートとの境界部分における腐食が、他の部分より著しく大きいことが分かる。そして、腐食面積率が著しく大きくなる範囲は、境界面からそれぞれ10mm程度であった。このように境界部分が先行して腐食する傾向は他の試験体でも認められており、部分補修を行った場合には境界部の±10mm付近の鉄筋に着目する必要があることを示している。また、この試験体においては、コンクリート部より断面修復部の鉄筋が先行して腐食する傾向があるが、これとは逆に、コンクリート部が先行して腐食するものもあり、一定の傾向は認められなかった[1]。

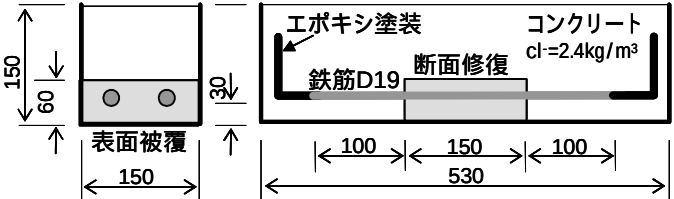


図-1 暴露試験体の形状(単位:mm)

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)	コロプレックス
9	PCP(Acr、防錆剤)	PCM(Veo)	柔軟型アクリル樹脂

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

3.2 鉄筋のかぶり側と反かぶり側の腐食面積率

全ての試験体における鉄筋のかぶり側と反かぶり側の腐食面積率の関係を図-3 に示す。かぶり側とは、図-3 に示したように、鉄筋表面がかぶり側に面している半周部における部位であり、反かぶり側はその反対方向の半周部の部位のことである。また、境界部の腐食面積率は、境界面からコンクリート側および補修側の各 10mm の範囲に分けて示している。

図-3 より、コンクリート部(記号●)においては、かぶり側の腐食面積率が反かぶり側より大きく、補修部(記号▲)ではその逆に、反かぶり側の方がかぶり側より大きくなる傾向を示している。なお、全ての試験体においては、表面被覆材の損傷や外部からの断面修復材内への塩分移動が認められていないことを EPMA 分析により確認している。

コンクリート部ではかぶり側が、補修部では反かぶり側の鉄筋腐食が進行した原因としては、施工方法による要因が考えられる。すなわち、図-4 に示したように、コンクリートの打ち込みは、かぶり側が下面となるようにしており、その鉄筋下面にブリーディングによる微細な空隙が存在したものと推察される。また、断面補修材の施工は、反かぶり側が下面となるように吹き付けて行った。そのため、補修材からごくわずかの水分が反かぶり側の鉄筋下面へ移動して微細な空隙を形成したためではないかと推測される。

4. まとめ

暴露試験の結果、部分断面修復を行うと、母材コンクリートと断面修復部境界の鉄筋が局所的に腐食することが確認できた。また、塩化物イオンが内在していない断面修復材部分においても鉄筋が腐食する現象が認められ、この要因の一つとして施工方法の影響が考えられた。すなわち、コンクリート部、断面修復材部のいずれにおいても、施工方向に対して鉄筋下面に相当する部分が腐食する傾向が認められ、ブリーディングによる微細な空隙の存在の影響が考えられ、施工方向に留意した再劣化の評価の必要性があることを示唆している。

なお、本研究は、東京大学生産技術研究所と民間 16 社との「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] 渡部、佐藤、槇島、早川、魚本：断面修復工法の種類、環境条件が鉄筋腐食に及ぼす影響、第 61 回土木学会年次学術講演概要集、2006.9

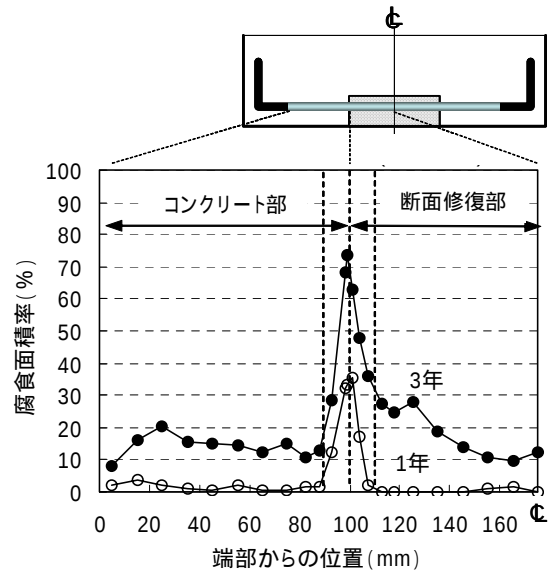


図-2 鉄筋腐食面積率の分布

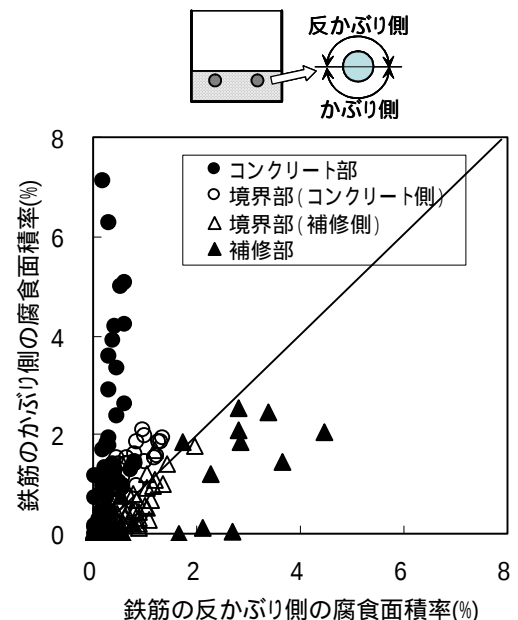


図-3 かぶり側と反かぶり側の鉄筋腐食面積率

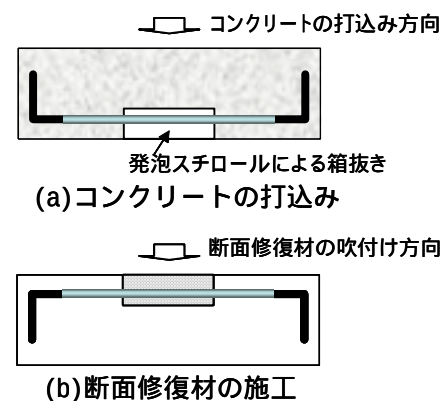


図-4 コンクリート、断面修復材の施工方向