

### 塩害を受けた鉄筋コンクリート構造物の部分断面修復の評価に関する一考察

太平洋マテリアル(株) 正会員 ○松林 裕二 日本大学 正会員 渡部 正  
 佐藤工業(株) 正会員 三坂 岳広 飛鳥建設(株) 正会員 槇島 修  
 (独)土木研究所 F会員 魚本 健人

#### 1. はじめに

塩害を受けた鉄筋コンクリート構造物が比較的早期に劣化する事例などから、著者らは、補修後の再劣化メカニズムの解明と適切な対策の提案を目的として各種の実験的検討を実施している<sup>1)</sup>。これらの検討には、鉄筋の腐食状況の把握が重要であり、特に、部分断面修復のようなコンクリートと補修材で境界が生じる場合には、その腐食状況を適切に評価することがより重要であると考えられる。しかし、その詳細な腐食状況の研究報告は多くはない。そこで、本報告は、塩害を受けた鉄筋コンクリート床板を模擬した試験体に部分断面修復を施し、10年間海洋暴露を行った後、境界部を中心とした鉄筋の腐食状況を観察し、その評価に関する検討を行うこととした。

#### 2. 実験方法

暴露試験体は、図1に示す形状・寸法であり、断面修復部分を箱抜きしてコンクリートで製作した。コンクリートは、普通ポルトランドセメント、大井川水系陸砂、青梅産砂岩砕石(MS20mm)、AE減水剤を使用し、水セメント比65%、目標スランプ12cmおよび空気量4.5%とした。練混ぜ水は上水道水を使用し、塩化カルシウムを用いて塩化物イオン量が0、2.4および4.8kg/m<sup>3</sup>となるように調整した。断面修復部分は、ケレンを行った後、ベオバ系粉末樹脂を配合したポリマーセメントペーストを塗布し、同じ粉末樹脂を配合したポリマーセメントモルタルを湿式吹付けによって施工した。表面被覆として、エポキシ樹脂系プライマー塗布、パテ処理、柔軟型エポキシ樹脂中塗り(2層塗布)および柔軟型ウレタン樹脂上塗り材を塗装した。なお、床板の防水材なしを模した一部の試験体は、上面のみを表面被覆なしとした。試験体は、補修後約1ヶ月後に静岡県内の海岸部波打ち際に10年間暴露し、鉄筋を取り出して観察した。

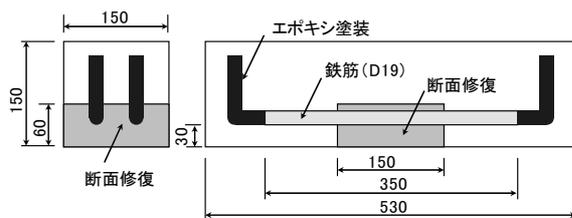


図1 暴露試験体の形状・寸法 (単位 mm)

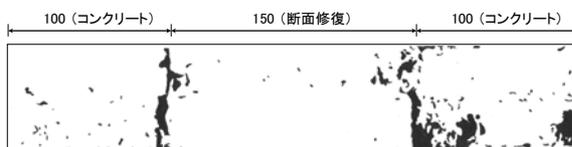


図2 鉄筋の錆のトレース図の例 (Cl<sup>-</sup>; 4.8kg/m<sup>3</sup>, 上面被覆; あり)

#### 3. 実験結果および考察

##### 3. 1. 暴露後の外観、塩化物イオン量および鉄筋腐食の概況

暴露10年の試験体は、鉄筋腐食によるひび割れは生じておらず、別途行った試験体中央部のコンクリートおよび断面修復材の塩化物イオン量の測定結果から、断面修復材への塩化物イオンの拡散は、鉄筋を著しく腐食させるような状況まで至っていない。図2は、海洋暴露10年後の試験体から鉄筋を取り出し、錆をトレースしたものの例である。同図から、鉄筋の腐食は、境界面の近傍に集中し、コンクリート部は内在する塩化物イオンによって腐食が生じている状況がわかる。これらの傾向は、塩化物イオン量や上面の表面被覆の有無に関わらず同様である。

##### 3. 2. 境界部の鉄筋腐食の広がり

境界部の腐食状況をより細かく考察するために、鉄筋の長さ

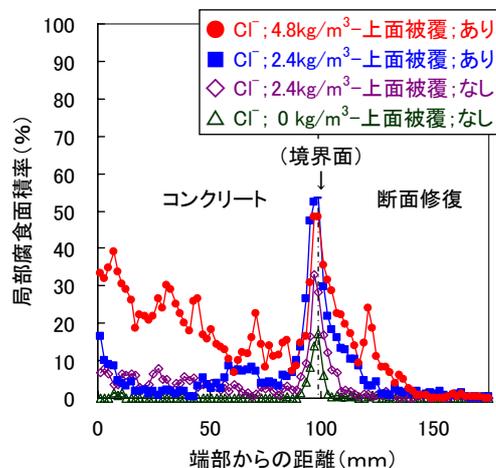


図3 鉄筋の局部腐食面積率と端部からの距離

キーワード コンクリート, 塩害, 鉄筋, 腐食, 補修, 断面修復

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋マテリアル(株)開発研究所 TEL.043-498-3921

2mm 間隔の腐食面積率（局部腐食面積率と称す）を算出してみた。図3は、同一試験体の2本の鉄筋かつ断面修復中央から左右の局部腐食面積率の平均値と鉄筋外側端部からの距離を示したものである。同図から、鉄筋腐食は境界部近くを頂点とする三角形に広がっている状況がわかる。そこで、同三角形の頂点の高さ（局部面積率の極大値と称す）およびX軸と交わる裾野の幅（局部腐食幅と称す）を検討するため、図4に示すように、その頂点の最大値と次点を含んだ左右3つのデータを一次関数で近似してみた。図5は、それらの結果から局部腐食幅および局部腐食面積率の極大値の位置と塩化物イオン量の関係を示したものである。モルタル側の局部腐食幅は、コンクリート中の塩化物イオンが鉄筋沿いに広がったためか、塩化物イオン量が多くなるとわずかに増大している。しかし、コンクリート側は一定であり、両者ともおおむね10mm以内の位置にあることから、鉄筋腐食の評価では、境界部は境界面からそれぞれ10mmまでの位置と定義することができよう。一方、極大値の位置は、塩化物イオン量に関わらず、境界面からコンクリート側へ2mmの位置にある。

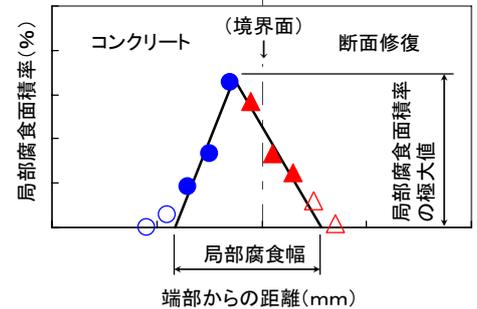


図4 鉄筋の境界腐食の概念図

図6は、局部腐食面積率の極大値と塩化物イオン量の関係を示したものであり、図中の曲線は全データをべき乗近似して表してみた。局部腐食面積率は、塩化物イオン未混入の場合には20%弱であるが、その混入によって30~60%の範囲でおおむね一定値になっているようにも見られ、境界部の鉄筋腐食面積は、塩化物イオンの増加量にはさほど影響されないようである。

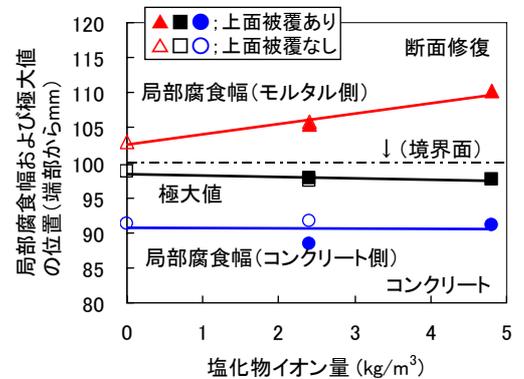


図5 局部腐食幅と極大値の位置

3. 3. 平準化した局部腐食面積率

部分断面修復の全体的な鉄筋の腐食の広がり把握するため、上述の境界部の状況に加えて、コンクリート中の局部腐食面積率はその間を平均し、補修材中では局部腐食面積率が1%を下回ったデータまでを直線近似して表してみた。その結果が図7であり、部分断面修復後の鉄筋腐食は、おおむねこのような傾向で広がっているといえよう。

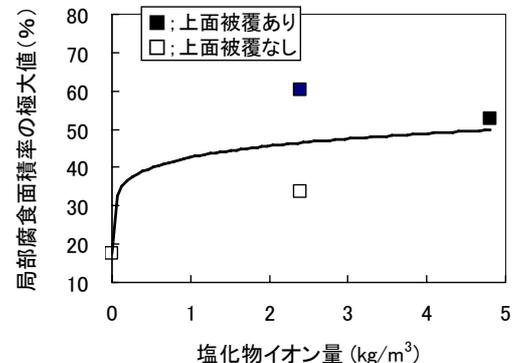


図6 局部腐食面積率の極大値の位置

4. まとめ

- (1)部分断面修復の境界部の局部的な鉄筋腐食面積は、塩化物イオン量に関わらず境界面からコンクリート側へ2mmの位置で最大となり、その局部的な最大値は塩化物イオンの増加量に大きく影響しない。
- (2)同境界部の鉄筋腐食の広がり、コンクリート側が10mm、補修材側は塩化物イオン量によってやや影響するが10mm以下である。
- (3)部分断面修復の境界部の鉄筋腐食を評価する場合、境界部は境界面からそれぞれ10mmの位置までと定義することができる。

なお、本研究は、東京大学生産技術研究所と以下の産学19団体との共同研究として行ったものである。芝浦工業大学、(株)IHI、BASF ポゾリス(株)、オリエンタル白石(株)、(株)熊谷組、佐藤工業(株)、ショーボンド建設(株)、住友大阪セメント(株)、太平洋マテリアル(株)、大日本塗料(株)、電気化学工業(株)、東急建設(株)、飛鳥建設(株)、西松建設(株)、日本化成(株)、(株)ブリヂストン、前田建設工業(株)、ニチエー吉田(株)、コニシ(株)

参考文献

- 1) 星野, 松林, 戸田, 魚本: 劣化した鉄筋コンクリート構造物の補修工法に関する研究, コンクリート工学, Vol.47, No.6, pp.28-35, 2009.6

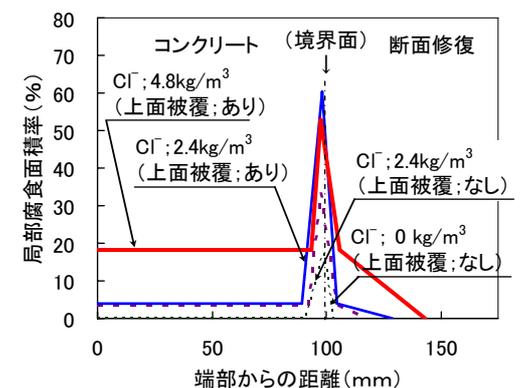


図7 平準化した局部腐食面積率