

内的塩害により劣化した RC 構造物を断面修復した後の鉄筋腐食モニタリング

京都大学 学生員○神尾 守人 西日本旅客鉄道(株) 正会員 渡辺 佳彦
 京都大学 正会員 山本 貴士 正会員 服部 篤史 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

塩害により劣化した RC 部材に対して断面修復を行うことが多いが、断面修復を行っても補修部近傍でマクロセル腐食による再劣化が生じることが問題となっており、かつ再劣化の原因や腐食の進行速度などについてはいまだに不明瞭な点が多い。そこで本研究では、内的塩害により劣化した RC 部材におけるかぶり部分の断面修復を模擬した供試体を作成し、電気化学的非破壊検査手法を用いて補修材料の違いが鉄筋腐食に与える影響を検討した。

2. 実験概要

配合を表-1に示す。補修材として、市販のポリマーセメントモルタルを各材料メーカー指定の配合で3種類および混和材を用いない配合

[OCM]、フライアッシュを混和した配合[FAM]を用いた。配合[OCM]は $W/C=35.9\%$ 、 $S/C=2$ とし、配合[FAM]は配合[OCM]の細骨材内割10%置換とした。

2.1 供試体の作成(シリーズ1)

シリーズ1では、打継ぐ補修材の違いによるマクロセルの形成の違いを検討するため、図-1に示すように、長さ900mmの鉄筋(D13)を2本、かぶり10mmおよび25mmで配筋した100×100×800mmの角柱供試体を用いた。打設1日目以前までに、打設面の仕切り板に凝結遅延剤を塗装し、1日目に基材部[A]を打設し、2日目に仕切り板を撤去し、打継面を粗くした後、補修材部[B]を打継いだ。補修材部打設の翌日に脱型し、鉄筋には供試体左端([A]側)にコードをつけ自然電位・分極抵抗等のモニタリングができるようにし、鉄筋両端部をエポキシ樹脂で絶縁・防錆した。脱型翌日から2週間の散水湿布養生終了後、打設面・鉄筋両端側2面の、計3面をエポキシでコーティングし、室内で暴露した。

2.2 供試体の作成(シリーズ2)

シリーズ2では、コンクリート中の鉄筋を分割することで、鉄筋内部を流れるマクロセル電流を測定し、マクロセル腐食進行速度を検証することを目的とした供試体を作成した。図-2のように、供試体寸法、かぶり、打設・養生方法および暴露方法はシリーズ1と同様とし、埋設するD13鉄筋を6分割し、分割した鉄筋の両端にコードを取り付け、エポキシ樹脂により分割した鉄筋同士を絶縁が保たれるように結合し、マクロセル電流が測定できるようにした。なお、暴露中は隣り合う鉄筋のコードを結線した。

2.3 測定項目

シリーズ1では、図-1に示す位置で自然電位(vs. Ag/AgCl: 飽和塩化銀)および重層矩形波法による分極抵抗を、打設底面全体に密着した銅板を対極として測定した。シリーズ2では、隣り合う鉄筋同士の結線を解除し、無抵抗電流計に結線し、安定した後電流を測定した。いずれのシリーズにおいても、測定は約1~2週間ごとに行った。

表-1 供試体の配合(○:作成)

名称	基材部[A]	補修材部[B]	シリーズ1	シリーズ2
N3PS1	W/C=70% Cl ⁻ =3kg/m ³	SBR系PCM①[PCM-S1]	○	○
N3PS2		SBR系PCM②[PCM-S2]	○	—
N3PAQ		アクリル系PCM[PCM-AQ]	○	—
N3OC		普通モルタル[OCM]	○	—
N3FA		フライアッシュモルタル[FAM]	○	—

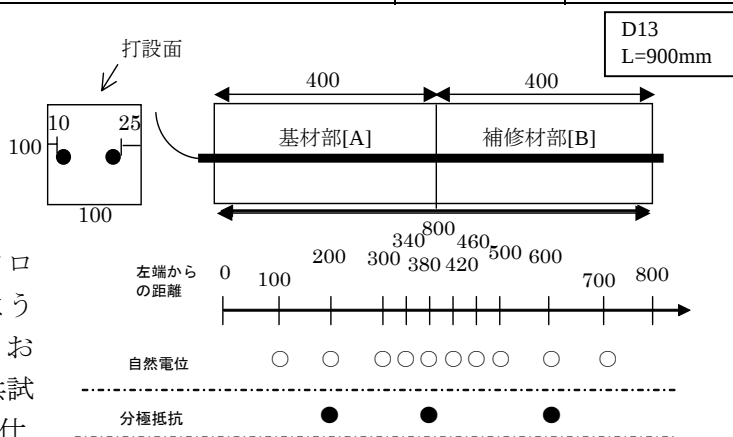


図-1 供試体の形状と測定位置(○●)(単位:mm)

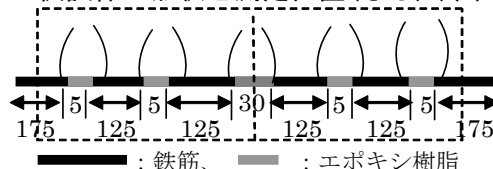


図-2 供試体の形状(シリーズ2、単位:mm)

キーワード: 内的塩害、断面修復、鉄筋腐食、モニタリング

連絡先: 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL: 075-383-3173 FAX: 075-383-3177

3. 実験結果および考察

3.1 自然電位および分極抵抗(シリーズ1)

材令約90日における、かぶり10mm側の鉄筋の自然電位および腐食速度指標(分極抵抗と鉄筋の表面積の積の逆数)をそれぞれ図-3 および図-4 に示す。なお、自然電位による腐食性評価にはASTM-C-876 規格¹⁾を用い、分極抵抗から求めた腐食速度評価にはCEBの判定基準²⁾を用いた。

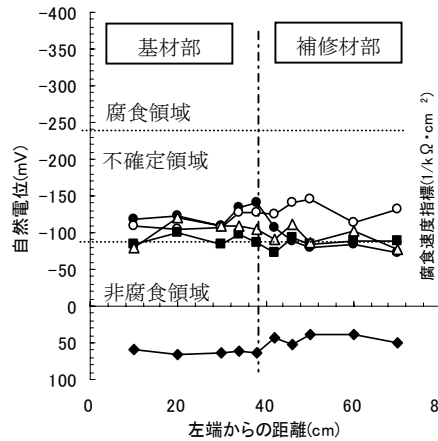


図-3 自然電位(材令90日)

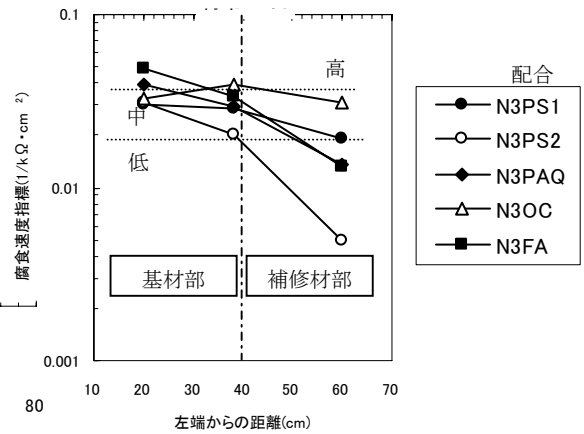


図-4 腐食速度指標(材令90日)

①補修材[PCM-S1]の場合 基材部・補修材部の自然電位はともに不確定領域にあるが、基材部の自然電位は補修材部より卑となり、材令約60日から打継ぎ部近傍の基材部側で最も卑となった。これは打継ぎ部近傍でマクロセル腐食の影響によるものと考えられる。腐食速度指標は基材部および打継ぎ部近傍でほぼ同じ値になったが、補修材部ではこれらよりも小さい。

②補修材[PCM-S2]の場合 基材部・補修材部の自然電位はともに不確定領域にあり、基材部の自然電位は補修材部より貴である。腐食速度指標は基材部・打継ぎ部近傍・補修材部の順で小さくなり、補修材部の腐食速度指標は基材部よりもかなり小さい。

③補修材[PCM-AQ]の場合 基材部・補修材部の自然電位はともに非腐食領域にあり、基材部・補修材部に差はなく、かなり貴な値である。腐食速度指標は基材部・打継ぎ部近傍・補修材部の順で小さくなり、補修材部の腐食速度指標は基材部よりもかなり小さい。

④補修材[OCM]の場合 不確定領域にあり、基材部・補修材部の自然電位に差はない。腐食速度指標は基材部・打継ぎ部近傍・補修材部の順で小さくなり、補修材部の腐食速度指標は基材部よりも小さい。

⑤補修材[FAM]の場合 基材部・補修材部の自然電位はともに非腐食領域にあり、基材部・補修材部で差はなくほぼ同じ値を示す。腐食速度指標は基材部・打継ぎ部近傍・補修材部の順で小さくなり、補修材部の腐食速度指標は基材部よりもかなり小さい。

3.2 電流(シリーズ2)

材令約90日における鉄筋間の電流密度を鉄筋断面積で除した腐食速度指標を図-5 に示す。図中の横軸「a→b」は、左からa番目からb番目の鉄筋に流れる電流による値を示し、カソード側と想定した補修材部の鉄筋からアノード側と想定した基材部の鉄筋に流れる電流を正とする。電流はCEBの判定基準²⁾における「腐食なし」の値の範囲よりかなり小さくなった。打継ぎ部近傍で補修材部から基材部に流れる電流はほぼゼロであり、打継ぎ部近傍でマクロセル腐食は顕著でないと考えられる。これは、腐食反応に必要な水分が供給されないことも一因であると考えられる。

4. 結論

材令90日の時点で、補修材部の自然電位に補修材の違いによる貴卑の差が現れた。自然電位の測定結果よりSBR系のポリマーセメントモルタルを打継いだ供試体の一部でマクロセル腐食の傾向が見られるが、分割鉄筋間の電流から、打継ぎ部近傍でマクロセル腐食は顕著でないと考えられる。

5. 参考文献

- 1)ASTM C 876 : Standard Test Method for Half-cell Potentials of Uncoated Reinforcing in Concrete, 1977
- 2)CEB Working Party V/4.1 : Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures Affected by Reinforcement Corrosion (draft 4), BBRI-CSTC-WTCB, 1997

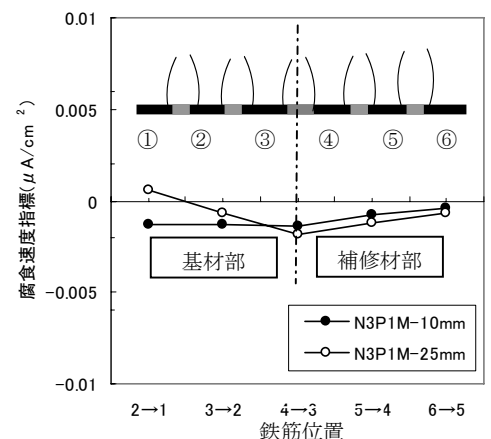


図-5 電流値から求めた腐食速度指標(材令90日)