断面修復後のマクロセル腐食が鉄筋の腐食速度に与える影響

京都大学　学生会員　○井関　宏崇　　JR 西日本　正会員　吉田　隆浩
京都大学　正会員　高谷　哲　　京都大学　正会員　山本　貴士
京都大学　フェロー　宮川　豊章

1. 研究目的

本研究では，塩害環境下において，断面修復後に生じるマクロセル腐食が鉄筋の腐食速度に与える影響を明らかにすることを目的とし，分割鉄筋を配置した供試体を作製した．また，分割鉄筋を配置した供試体の実験結果から，マクロアノードとマクロカソードの面積比(以下，C/A)についても考察した．

2.　分割鉄筋を配置した供試体

2.1　実験概要

コンクリートを打設した翌日に補修材を打ち継ぎ，断面修復を模擬した供試体を作製した．供試体の概略を**図-1** に示す．供試体には，長さ 35mm の鉄筋を，コンクリート内に 9 本，補修材内に 4 本配置し，隣り合う鉄筋同士をリード線で導通して分割鉄筋とした．実験要因は，補修材の違いとし，比抵抗の大きい補修材としてポリマーセメントモルタル(以下，PCM)，比抵抗の小さい補修材として W/C70%のモルタルを用いた．また，コンクリート中の塩化物イオン量は 9kg/m³ とした．測定項目は，分割鉄筋間を流れるマクロセル電流 [1]，分割鉄筋の自然電位とした．なお，供試体の設置環境，測定環境はいずれも 20℃の恒温環境とした．

2.2　実験結果および考察

図-2，**図-3** にマクロセル腐食速度と分割鉄筋の自然電位を併せて示す．**図-2** は材齢 42 日，**図-3** は材齢 72 日の測定結果である．なお，材齢は補修材を打ち継いでからの日数である．マクロセル腐食速度は，1 つの分割鉄筋に流出入するマクロセル電流を差し引き，それを分割鉄筋の表面積で除して算出した．マクロセル腐食速度が正の分割鉄筋はマクロアノード，負の分割鉄筋はマクロカソードである．**図-2** より，補修材に W/C70%のモルタルを使用した供試体では，P1-P4 がマクロカソード，C2 がマクロアノードとなって，非常に大きいマクロセル腐食速度を示した．つまり，補修材内の鉄筋とコンクリート内の鉄筋間でマクロセル腐食が生じていた．これは，リード線断線時の C2 の自然電位が C1 や P4 と比べて卑であったからだと考えられる．また，モルタルの比抵抗が PCM より小さいため，広範囲でマクロセルが形成されていると考えられ，マクロアノードである C2 に対して，マクロカソードは C1，P4 等複数あると推察される．よって，C/A が大きかったために，C2 が非常に大きなマクロセル腐食速度を示したと考えられる．次に，**図-3** より，補修材に PCM を用いた供試体では，補修材内の鉄筋はモルタルと同様にマクロカソードとして機能するものの，マクロセル腐食速度は非常に小さかった．これは，

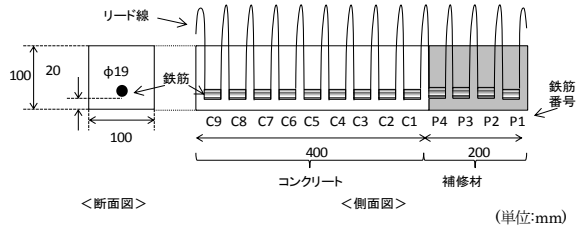

図-1 供試体の概略図

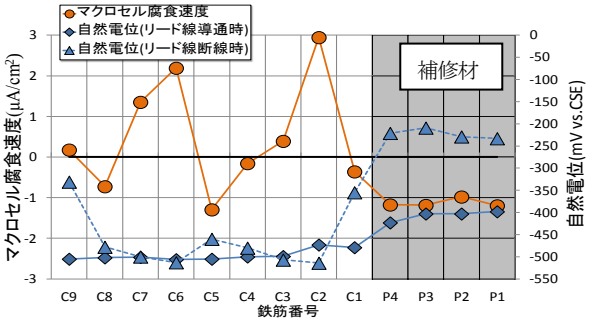

図-2 W/C70%のモルタルを打ち継いだ供試体の測定結果

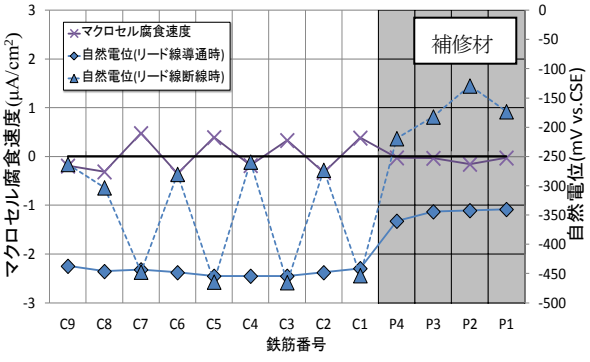

図-3 PCM を打ち継いだ供試体の測定結果

キーワード　塩害，断面修復，マクロセル腐食，腐食速度，自然電位
連絡先　〒615-8540　京都市西京区京都大学桂 C1-458　TEL：075-383-3173　FAX：075-383-3177

C1 と P4 でリード線断線時の自然電位の差はあるが，PCM の比抵抗が大きかったため，マクロセルが形成されにくかったからだと考えられる．

3. C/A を評価する実験

分割鉄筋を配置した実験では，C/A が増加することで，マクロセル腐食速度も増加すると推察された．本実験では，C/A がマクロセル腐食速度に与える影響を評価した．

3.1 実験概要

図-4 のように，モルタル中に 2 本の鉄筋を配置した供試体を作製した．いずれの供試体においても，アノード鉄筋は，供試区間 10mm 以外をエポキシ樹脂で被覆し，打設前に塩水散布して錆を生じさせたものを使用した．一方，カソード鉄筋は，実験要因によって鉄筋径と被覆面積を変えることで，C/A を変化させた．実験要因は C/A(1，5，10，20，40)と打設するモルタルの種類(PCM，W/C70%のモルタル)とした．測定項目は，分割鉄筋間を流れるマクロセル電流 [1]，リード線断線時の鉄筋の自然電位とした．なお，供試体の設置環境，測定環境はいずれも 20℃の恒温環境とした．

3.2 実験結果および考察

図-5，**図-6** にマクロセル腐食速度とマクロセル腐食の起電力を示す．マクロセル腐食速度は測定したマクロセル電流をアノード鉄筋の供試区間の表面積で除して算出した．また，起電力はリード線断線時におけるカソード鉄筋の自然電位からアノード鉄筋の自然電位を引いて算出した．これより，マクロセル腐食速度は C/A が増加するほど大きくなっている．また，起電力がほぼ同じ供試体でも，C/A が異なるとマクロセル腐食速度も異なっていた．よって，起電力がほぼ同じ供試体でマクロセル腐食速度を比較すると，C/A の影響がより正確に評価できると考えられる．**図-5** の材齢 120 日における C/A=10 と C/A=40 の供試体，また，**図-6** の材齢 100 日における C/A=10 と C/A=40 の供試体を比較すると，C/A=10 に対して C/A=40 の供試体では，マクロセル腐食速度は 1.3-1.9 倍であった．

4. 結論

本研究で得られた主な結果をまとめて結論とする．

(1) 20℃の恒温環境下では，補修材に比抵抗の小さい材料を用いると，補修材内の鉄筋とコンクリート内の鉄筋間でマクロセル腐食が生じ，補修部近傍の分割鉄筋が非常に大きいマクロセル腐食速度を示した．これは，C/A が大きいからだと考えられる．

(2) 20℃の恒温環境下では，補修材に比抵抗の大きい材料を用いると，補修材内の鉄筋とコンクリート内の鉄筋間にマクロセル腐食はほとんど生じなかった．これは，補修材の比抵抗が大きいため，マクロセルが形成されにくかったからだと考えられる．

(3) マクロセル腐食速度は C/A が大きいほど増加した．

(4) 起電力が同じ供試体に対して，C/A を評価したところ，C/A=10 に対して C/A=40 では，マクロセル腐食速度が 1.3-1.9 倍であった．

謝辞 実験の遂行にあたり，BASF ジャパン株式会社にご協力頂きました．関係各位に深く感謝致します．

参考文献

1)宮里心一ら：分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討，コンクリート工学年次論文集，vol.23，No.2，pp.547-552，2001

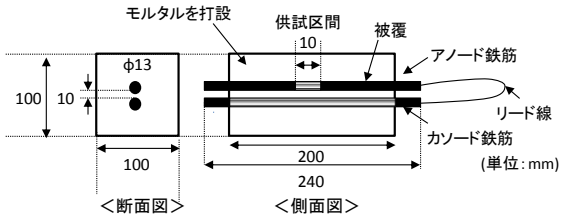

図-4 供試体の概略図

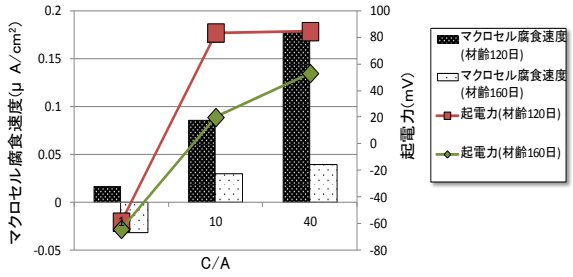

図-5 PCM を打設した供試体の測定結果

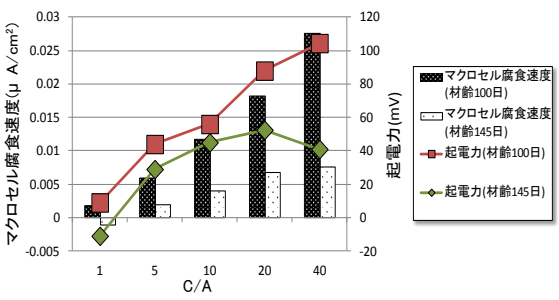

図-6 W/C70%のモルタルを打設した供試体の測定結果