

内在塩分を有する鉄筋コンクリート橋のマクロセル腐食を考慮した補修

金沢工業大学大学院	学会員	○平石陽一
金沢工業大学環境・建築学部	正会員	宮里心一
西日本高速道路(株)	正会員	松田哲夫, 非会員 佐溝純一
(株)富士技建	正会員	八塚博, 非会員 高木英昭

1. はじめに

コンクリート中に塩分濃度差があると、マクロセルが形成され、鉄筋腐食が促進される。ここで、マクロセル腐食を抑制する方法としては、電気抵抗を増加させ、セル（電気回路）の形成を困難にすること、カソード反応に必要な酸素の浸透量を低減すること、発錆を促す量以上の塩分を除去すること、などが考えられる。特に、建設時に海砂が使用された橋に対する補修の際には、母材内部の塩分を全て除去することは不可能なため、が有効と考えられる。以上の背景を踏まえ本研究では、シラン系絶縁剤を母材と補修材間に塗布することにより電気抵抗を増加させ、断面修復部に生じるマクロセル腐食の低減を試みた。本稿では、現場施工に先立ち実施した実験供試体による室内試験の結果とともに、現場での実施状況について報告する。

2. 室内試験

シラン系絶縁剤を母材と補修材間に塗布することによる電気抵抗の増加が、断面修復部に生じるマクロセル腐食に及ぼす影響を確認するため、鉄筋腐食試験を実施した。図-1に試験体の概要を示す。母材側には多量の塩分を混入し、一方補修材側（継足し部）には塩分を含有しなかった。また、継足し前に母材側打継面にシラン系絶縁剤を塗布した。供試体内部には、マクロセル腐食電流とミクロセル腐食電流を区別して測定するため、分割鉄筋を埋設した。測定項目を表-1に示す。ここでマクロセル腐食電流は鉄筋間を流れる電流とし、無抵抗電流計により測定した¹⁾。一方ミクロセル腐食電流は、鉄筋内を流れる電流とし、周波数応答解析装置(FRA)を用いて交流インピーダンス法により算出した¹⁾²⁾。また、母材と補修材間の電気抵抗は、端部の鉄筋要素間に対して、FRAを用いた交流インピーダンス法により測定した。材齢1週目、2週目、3週目および4週目においてマクロセル腐食電流および電気抵抗を測定し、また1週目および4週目においてミクロセル腐食電流を測定した。打設後、全ての供試体は湿潤気中(RH90%)で養生・暴露された。なお、初期の表面ひび割れを抑制するため材齢1週間までは室温20℃とし、一方腐食を促進するため1週間以降では50℃とした。実験ケースを表-2に示す。

材齢4週目におけるマクロセル腐食電流の測定結果を図-2に示す。これによれば、無塗布のケースにおいて、母材側でマクロセル腐食が進行していることが確認できる。一方、シラン系浸透性鉄筋腐食抑制剤(以降、シラン系塗布剤と呼ぶ)およびシランシロキサン系浸透性吸水防止剤(以降、シランシロキサン系塗布剤と呼ぶ)を用いたケースでは、無塗布と比較して、

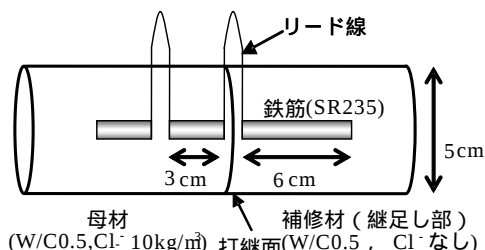


図-1 試験体概要

表-1 測定項目

測定項目
マクロセル腐食電流
ミクロセル腐食電流
母材と補修材間の電気抵抗

表-2 実験ケース

No.	塗布剤
1	無塗布（基準ケース）
2	シラン系浸透性鉄筋腐食抑制剤
3	シランシロキサン系浸透性吸水防止剤

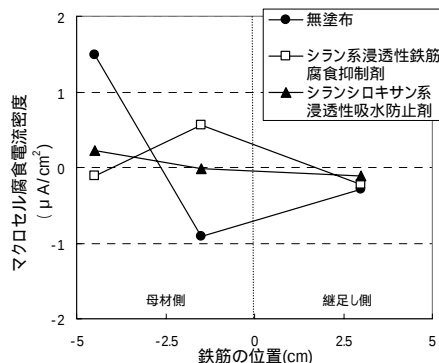


図-2 マクロセル腐食電流測定結果

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1, Tel 076-248-1305, Fax 076-294-6713

マクロセル腐食が抑制されていることが確認できる。

材齢 4 週目までのマクロセル腐食電流密度の最高値の経時変化を図 - 3 に示す。この図から、シラン系塗布剤およびシランシロキサン系塗布剤を用いたケースの値が、無塗布と比較して低い値を示していることが確認できる。また、ミクロセル腐食電流密度に関しても同様の傾向を示した。

材齢 4 週目における電気抵抗の測定結果を図 - 4 に示す。この図から、シラン系塗布剤およびシランシロキサン系塗布剤を用いたケースの値は、無塗布と比較して高い値を示していることが確認できる。したがって、シラン系塗布剤あるいはシランシロキサン系塗布剤を母材側打継面に塗布することにより、母材と補修材間の電気抵抗を高め、マクロセル腐食を抑制することが明らかになった。

3. 現場施工試験

上述の室内試験結果を踏まえ、内在塩分を有する鉄筋コンクリート橋において、シラン系塗布剤およびシランシロキサン系塗布剤を用いることにより、断面修復部に生じるマクロセル腐食の抑制を試みた。ここで、マクロセル腐食速度をモニタリングするため、図 - 5 に示すとおり、ミニセンサー³⁾を新旧コンクリート内の鉄筋近傍に埋設した。さらに、定期的に自然電位、分極抵抗およびコンクリート比抵抗を測定し、マクロセル腐食速度を算出した⁴⁾。施工後 2 ヶ月目におけるマクロセル腐食速度を図 - 6 に示す。この図から、何れの箇所のマクロセル腐食速度も極めて低い値を示していることが確認できる。

4. まとめと今後の展望

シラン系浸透性鉄筋腐食抑制剤およびシランシロキサン系浸透性吸水防止剤を打継面に塗布することにより、母材と補修材間の電気抵抗を増加させ、マクロセル腐食回路の形成を抑制するため、防食効果が期待できる。したがって、内在塩分を多く含む母材コンクリートに増厚補強するような条件下では、継足部のマクロセル腐食対策として有効な方法と考えられる。なお今後も、実橋における経年抑制効果を把握するため、継続して腐食速度および電気抵抗を測定し、維持管理に活用することが重要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 宮里心一，大即信明，小長井彰祐：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
- 2) 水流徹ほか：交流法腐食モニターの局部腐食への適用，防食技術，No.28，pp.638-644，1979
- 3) 下澤和幸，田村博，永山勝：埋設ミニセンサーによる鉄筋腐食モニタリング，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp.813-818，1996
- 4) 宮里心一，大即信明：既存鉄筋コンクリート部材中のマクロセル腐食速度の推定.コンクリート工学論文集，Vol.12，No.2，pp.93-103，2001

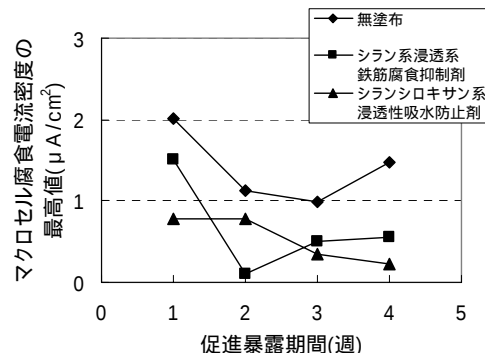


図 - 3 腐食電流密度の経時変化

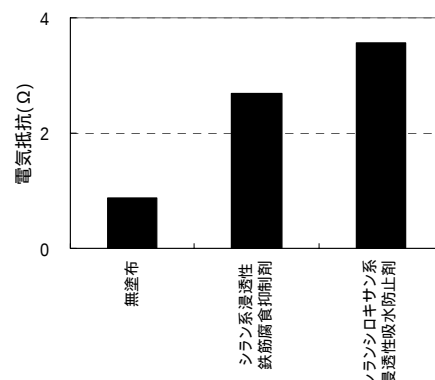


図 - 4 母材と補修材間の電気抵抗

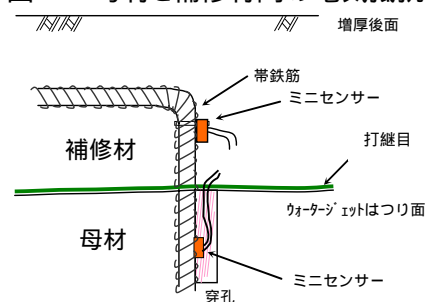


図 - 5 ミニセンサー埋設状況

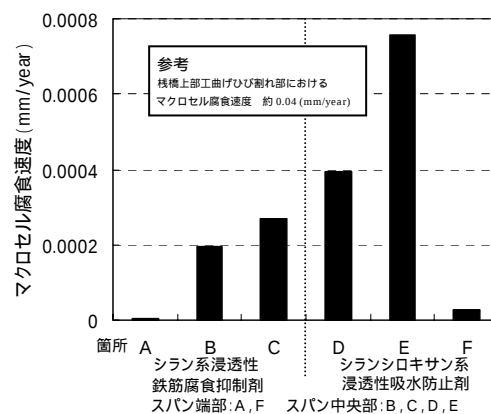


図 - 6 測定結果