

V-158 断面修復材へのシリカフェームの混和が鉄筋コンクリートのマクロセル腐食に及ぼす影響

東京工業大学大学院 学生員 柴田常德
 東京工業大学工学部 正会員 大即信明
 東京工業大学工学部 正会員 長滝重義
 東京工業大学大学院 学生員 宮里心一

1. はじめに

近年、塩害による鉄筋コンクリート構造物の劣化が一部で顕著となり、その耐用性が大きな問題となっている。このような状況に対処するため、多量の塩分を含有する部材をはつり取り、健全な部材を打継ぐ断面修復工法が行われてきた。しかしながら、この工法にて補修されたうちの一部の構造物において、母材内部の打継目近傍で、新たな鉄筋の腐食の進行が確認されている。この腐食は、マクロセル腐食に起因するもので、筆者らの研究¹⁾を含め、補修材の酸素透過量がその腐食速度に及ぼす影響が大きいことは確認されている。従って、本研究では、補修材にシリカフェームを混和し補修材の酸素透過量を減少させることが、打継目近傍の鉄筋のマクロセル腐食の抑制に及ぼす影響を、実験的・解析的に検討した。

2. 実験概要

図1に示すモルタル供試体を用いた。内部に埋め込まれた7本の鉄筋は、 $\phi 9$ mmの丸鋼を2.5 cmあるいは1.5 cmに切断し、電動ワイヤブラシにより黒皮を剥ぎ、両側端部にリード線をはんだ付けした後、端部をエポキシ樹脂で絶縁した。さらに隣接するリード線を接続して、電気化学的には1本と見なせる鋼材とした。打設方法は、要素番号4の鉄筋中央部で打継目が生じるように鋼材を配置した型枠に、先ず補修材を対象とした塩化物イオン含有量の少ないモルタルを打設した。そして、24時間後に打継面のレイタンスをワイヤブラシにより除去し、母材を対象とした塩化物イオン含有量の多いモルタルを打設した。モルタルの配合を表1に示す。この供試体を、相対湿度80%室温20℃の湿潤空気中にて暴露した。そして、材齢3カ月目において、各鉄筋要素の電位および腐食電流密度を用い、鉄筋の腐食速度を評価した。なお、腐食電流密度は、隣接する鉄筋要素間を流れる電流を無抵抗電流計で測定し、各鉄筋要素表面に出入する電流量を表面積で除することにより算定した。

3. 実験的検討

図2に、補修材へのシリカフェームの混和の有無が、鉄筋の

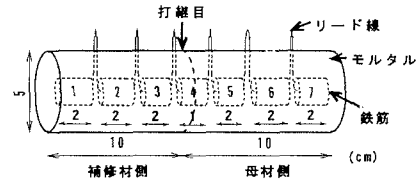


図1 モルタル供試体の概要図

表1 実験ケース

補修材側		母材側	
W/C	Cl ⁻	W/C	Cl ⁻
%	kg/m ³	%	kg/m ³
30	0.5	30	15.0
30+SF	0.5	30	15.0

SF：セメントに対し10%置換

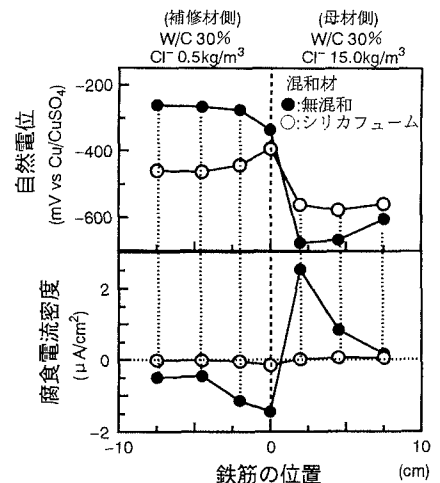


図2 シリカフェームの混和が自然電位および腐食電流密度に及ぼす影響（実験結果）

自然電位および腐食電流密度に及ぼす影響を示す。これによると、塩化物イオン含有量の多い母材内部の打継目近傍の鉄筋において、補修材にシリカフュームを混和した場合は、無混和の場合と比較し、自然電位は貴になり、腐食電流密度は減少することが認められる。これは、表2に示す通り、シリカフュームを混和することにより、部材中への酸素透過量が減少し、その結果、マクロセルにおけるカソード反応が律速され、腐食速度が抑制されたためと考えられる。さらに、表3に示す通り、シリカフュームを混和することにより、部材の比抵抗が増加する。その結果、マクロセルの形成が電氣的に困難となり、腐食速度を低減させたと考えられる。

しかしながら、図2によると、補修材にシリカフュームを混和した場合、打継目に存在する鉄筋では、モルタル内部に埋設された鉄筋と比較し、自然電位は貴に、腐食電流密度は負に大きくなることが認められる。これは、打継目は欠陥部分であるため、外部環境からの酸素の浸透を助長する。その結果、打継目の鉄筋において、マクロセルのカソード反応の進行が容易になったためと考えられる。

4. 解析的検討

文献2を参考に、断面修復部の鉄筋のマクロセル腐食電流密度の分布をシミュレートするモデルを構築した。図3に、補修材へのシリカフュームの混和の有無が、マクロセル腐食電流密度に及ぼす影響を示す。モデルには、実験にて測定された値を参考に、表4に示すパラメータを代入した。これによると、実験結果と同様、補修材にシリカフュームを混和した場合は、無混和の場合と比較し、マクロセル腐食電流密度が減少することが確認できる。

表4 モデルに代入した各種パラメータ

補修材側 への 混和材	補修材側			母材側		
	自然電位 mV	分極抵抗 kΩ cm ²	比抵抗 kΩ cm ²	自然電位 mV	分極抵抗 kΩ cm ²	比抵抗 kΩ cm ²
無混和	-250	100	10	-500	5	8
シリカフューム	-250	500	50	-500	5	8

5. 結論

本研究では、断面修復材にシリカフュームを混和することが、マクロセル腐食の抑制に及ぼす影響を、実験および解析的に検討した。本研究で得られた結論を以下に記す。

1. 補修材にシリカフュームを混和することは、マクロセル腐食の抑制に効果的である。これは、シリカフュームの混和により、①部材中への酸素透過量が減少すること、②部材の比抵抗が増加すること等によると考えられる。
2. 補修材にシリカフュームを混和した場合、マクロセルのカソード反応は、主に打継目に存在する鉄筋において進行する。

表2 混和材が酸素透過量に及ぼす影響

	無混和	SF混和
酸素透過量 (mol/cm ² sec)	2.419	2.177

(×10⁻¹¹)

表3 混和材が比抵抗に及ぼす影響

	無混和	SF混和
比抵抗 (kΩ cm)	8.92	28.22

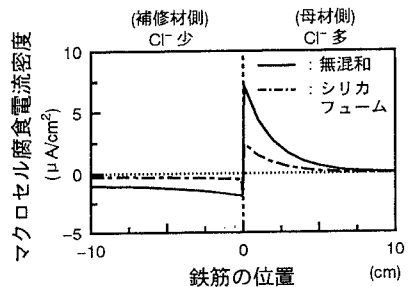


図3 シリカフュームの混和がマクロセル腐食電流密度に及ぼす影響（解析結果）