

けい酸塩系表面含浸材の塩害による鋼材腐食抑制効果に関する評価

金沢工業大学 学生会員 ○黒岩 大地
 金沢工業大学 正会員 宮里 心一
 エバープロテクト 正会員 高島 達行

1. はじめに

現在、コンクリート構造物の維持管理が重要視されている。ここで、予防保全工法の一つとして表面含浸材がある。含浸材には、シラン系とけい酸塩系がある。シラン系はコンクリート表面に撥水層を形成し発錆要因物質の浸入を抑制し、一方けい酸塩系は C-S-H ゲルを形成し緻密化させ発錆要因物質の浸入を抑制するという特徴がある。しかしながら、シラン系を評価した論文は多いが、けい酸塩系を評価した論文は比較的少ない。また、著者らはこの表面含浸材の耐塩分浸透性能評価方法として、電気抵抗による検討を行っている¹⁾。

以上の背景を踏まえ本研究では、電気抵抗試験に加え、自然電位及び全塩化物イオン濃度も測定し、けい酸塩系表面含浸材の塩害に対する鋼材腐食抑制効果を評価した。

2. 実験方法

2.1 供試体概要

表 1 にコンクリートの配合を示す。供試体は図 1 のように、100×100×100 (mm) の立方体とし、φ 10mm の異型鋼棒を 2 本、かぶりが 20mm と 30mm の所に埋設した。そして塗布面と下面以外をエポキシ樹脂により被覆した。

2.2 実験ケース

実験ケースを表 2 に示す。実験ケースは表面含浸材を塗布していないケース(以後、無処理とする)と、けい酸塩系表面含浸材を塗布したケース(以後、けい酸塩系とする)の計 2 ケースとした。

2.3 促進方法

乾湿繰返しによる促進暴露を行った。ここで促進条件は、湿潤(温度 30℃、濃度 3.0% の塩化ナトリウム水溶液中に完全に浸漬)が 12 時間、乾燥(温度 30℃、相対湿度 70% で気中乾燥)が 72 時間の、計 3.5 日を 1 サイクルとし、13、25、50 サイクル目に測定した。

表 1 配合表

水セメント比 W/C [%]	細骨材率 s/a [%]	単位量[kg/m ³]			
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
55	45	175	318	770	985

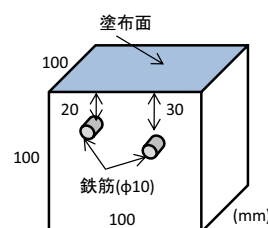


図 1 供試体概要

表 2 実験ケース

塗布状況	促進期間(サイクル数)			表記
	13	25	50	
無処理	○	○	○	無処理/乾湿
けい酸塩系	○	○	○	けい酸塩/乾湿

2.4 測定方法

1) 塩化物イオン濃度

ドリルを用いて供試体から試料を採取し、試料 1g に対し蒸留水 10g を入れ、50℃で 1 日放置した。次に試料を常温に戻し、電量滴定方式デジタル塩分測定器を使用し、可溶性塩化物イオン濃度を測定した。その後、可溶性塩化物イオン濃度から塩化物イオン濃度を換算した²⁾。

2) 拡散係数

拡散係数は、フィックの拡散法則を用いて、塩化物イオン濃度分布から逆算した。

3) 電気抵抗

塗布面に対極板と参照電極を設置し、交流インピーダンス法を用いて、塗布面と鉄筋間の電気抵抗を測定した。

4) 自然電位

電気抵抗と同様に塗布面に対極板と参照電極を設置し、銀塩化銀電極を用いて自然電位を測定した。

3. 実験結果

図 2 に塩化物イオン濃度分布を示す。これによれ

キーワード

けい酸塩系表面含浸材、塩化物イオン濃度、電気抵抗、自然電位

連絡先

〒924-0838 石川県白山市八束穂 3-1 地域防災環境科学研究所

TEL076-248-1100

ば、鉄筋位置である深さ 20mm と 30mm における、無処理に対しけい酸塩系の塩化物イオン濃度は、20mm では 25~75%程度に低減され、30mm では 55~85%程度に低減されている。また、深さ 30mm では、両ケース共に、塩化物イオン濃度は発錆限界濃度に達していない。したがって、50 サイクルまではかぶり 30mm の鉄筋は腐食が進行していないと考えられる。このため、以降の電気抵抗と自然電位の結果は 20mm のみを示す。なお、表 3 に拡散係数を示す。これによれば、けい酸塩系では無処理と比較し、40~70%程度に低減されている。

図 3 にかぶり 20mm の鉄筋における電気抵抗を示す。これによれば、無処理に比べけい酸塩系では、電気抵抗が高いことが分かる。このことから、けい酸塩系ではカソードとアノード間の電流が流れにくいため、もし塩化物イオンが浸透して、腐食が開始しても腐食速度は遅いと考えられる。また、図 4 は塩化物イオン濃度と電気抵抗の関係を示す。これによれば、塩化物イオン濃度が増加するに伴い、電気抵抗は低下する傾向が見られる。

図 5 にかぶり 20mm の鉄筋における自然電位を示す。これによれば、無処理に比べけい酸塩系では、電位が貴であり、腐食していない傾向にある。また、図 6 に塩化物イオン濃度と自然電位の関係を示す。これによれば、塩化物イオン濃度が増加するに伴い、自然電位は低下する傾向にある。

4.まとめ

1. けい酸塩系表面含浸材の塗布により、塩化物イオンの浸入は防がれる。
2. 自然電位と電気抵抗の結果から、けい酸塩系表面含浸材の塗布により、無処理と比較し、鋼材の腐食は抑制される傾向を確認できた。

参考文献

- 1) 松田哲夫ほか: コンクリート表面含浸材の物質透過抵抗性に関する評価方法, コンクリート構造物の補修,補強,アップグレード論文報告集, 第 9 巻, pp.237-244, 2009
- 2) 後藤年芳ほか, 硬化コンクリート中の全塩化物イオン濃度迅速法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.785-790, 2010

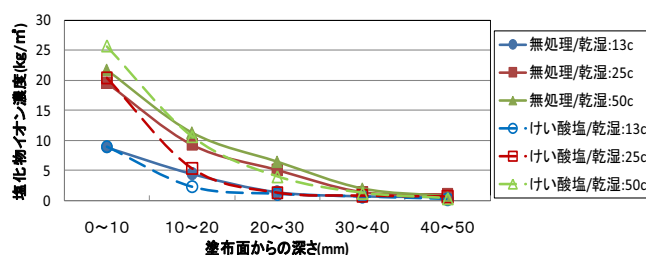


図 2 塩化物イオン濃度分布

表 3 拡散係数

	拡散係数
無処理/乾湿:13c	1.72
無処理/乾湿:25c	2.01
無処理/乾湿:50c	2.13
けい酸塩/乾湿:13c	0.79
けい酸塩/乾湿:25c	0.80
けい酸塩/乾湿:50c	1.46

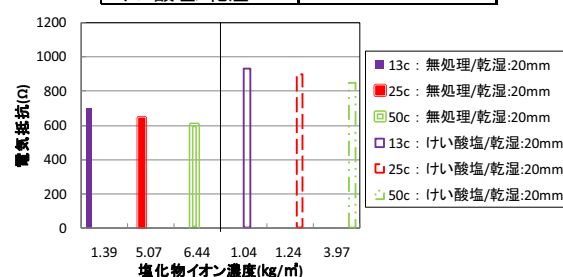


図 3 20mm 鉄筋の電気抵抗

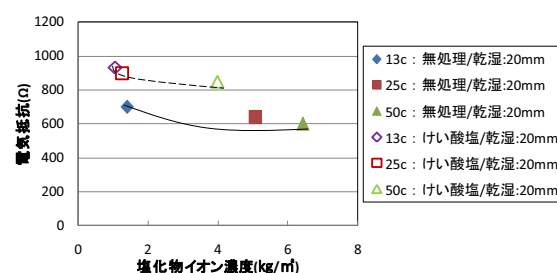


図 4 塩化物イオン濃度と電気抵抗の関係

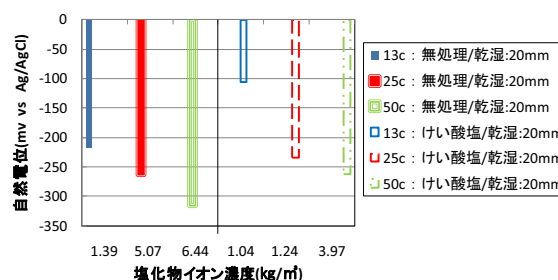


図 5 20mm 鉄筋の自然電位

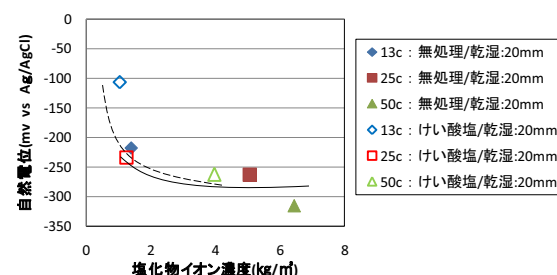


図 6 塩化物イオン濃度と自然電位の関係