526

けい酸塩系表面含浸材が鉄筋腐食速度に及ぼす影響

金沢工業大学 ○黒岩 大地, 宮里 心一, エバープロテクト 高島 達行 Influence of silicate type surface penetrant on steel corrosion rate Daichi KUROIWA, Shinichi MIYAZATO and Tatsuyuki TAKASHIMA

1 はじめに

コンクリート構造物に対する予防保全工法の一つと して、腐食要因物質の侵入を抑制する効果があり、かつ 無色透明で目視観察が可能な表面含浸材に注目が集ま っている。表面含浸材には、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、 発錆要因物質の侵入を抑制する。一方けい酸塩系は、 C-S-H ゲルの形成によりコンクリート表層部を緻密化さ せ、発錆要因物質の侵入を抑制する。ただし、シラン系 の効果を評価した研究は多いが、けい酸塩系の効果を評 価した研究は少ない。

以上の背景を踏まえ本研究では、けい酸塩系表面含浸 材の塗布によるコンクリート中の鋼材腐食抑制効果を 評価した。すなわち、けい酸塩系表面含浸材を塗布した コンクリートにおける、鋼材の腐食速度、自然電位、発 錆面積率及び塩化物イオン濃度を評価した。

2 実験方法

2.1 供試体概要

Table1 にコンクリートの配合を示す。供試体は、Fig.1 に示すように、100×100×100(mm)の立方体とし、φ10mm の異型棒鋼をかぶり 20mm に埋設した。また、4 側面をエ ポキシ樹脂により被覆し、上面にけい酸ナトリウム・カ リウム系表面含浸材を塗布した。

2.2 実験ケース

Table2 に実験ケースを示す。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「処理」とする)の計 2 水 準とした。

2.3 促進方法

浸漬(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、及び乾燥(温度 30℃、相対 湿度 70%で気中乾燥)が 72 時間の、計 3.5 日間を1 サイ クルとする促進暴露を行った。

2.4 測定方法

(1)~(4)の測定は 13、25、50 サイクル目に行った。(5)の測定は 25 サイクル目に行った。

(1) 腐食速度

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、鉄筋の分極抵抗(R_P)を測定した。この 値を式1¹⁾に代入して腐食電流密度(I_{corr})を算出した。次 に、式2を用いて1年間の腐食深さ(x)を換算した。

> 式 1: I_{corr}=0.0209×(1/R_p) 式 2: x=11.6×10⁻³×I_{coor}

Table1 Mix proportion

W/C	s/a	Unit weight [kg/m ³]			
[%]	(%)	W	С	S	G
55	45	175	318	770	985



Fig.1 Specimen

Table2 Experiment case

Exposure Treatment condition	13	25	50
No	0	0	0
Treatment	0	0	0

(2) 自然電位

塗布面に参照電極(銀塩化銀電極)を設置し、鉄筋の自 然電位を測定した。

(3) 発錆面積率

コンクリートを割裂して取り出した鉄筋に透明なシ ートを巻き、マーカーで発錆している部分を書き写した。 その後、方眼紙を用いて書き写した部分の面積を測定し、 鉄筋の全表面積で割ることにより、発錆面積率を算出し た。

(4) 塩化物イオン濃度

JSCE-G-573 に準拠し、ドリルを用いて供試体から試料 を採取し、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へ換算 した。

(5) 走查型電子顕微鏡(SEM)観察

コンクリート表層部を 10×10×30 (mm) に切り出し、走 査型電子顕微鏡により塗布面を観察した。

3 実験結果

Fig.2 に腐食速度を示す。これによれば、50 サイクル

の時点で無処理の腐食速度は中~高程度²⁰になっている。 一方、処理の腐食速度は低~中程度²⁰になっている。す なわち、けい酸塩系を塗布することにより、腐食速度は 約 60%に抑制される。

Fig.3 に自然電位を示す。これによれば、無処理に比べ 処理では、電位が貴となっている。すなわち、けい酸塩 系を塗布することにより、腐食しない傾向にある。

Fig.4 に発錆面積率を示す。これによれば、25 サイク ルまでは発錆が起こっていない。また、50 サイクルの発 錆面積率は、無処理では約 20%であり、処理では 10% 未満になっている。すなわち、けい酸塩系を塗布するこ とにより、発錆面積率は約 40%に抑制される。

次に、けい酸塩系の塗布が腐食速度や発錆面積率を抑 制した要因を考察する。Fig.5 に塩化物イオン濃度分布を 示す。これによれば、25 サイクルの時点における鉄筋位 置である 20~30mm の塩化物イオン濃度は、無処理では 発錆限界塩化物イオン濃度 1.2kg/m²を超えている。一方、 処理では発錆限界塩化物イオン濃度より低い。したがっ て、けい酸塩系を塗布することにより、発錆に至る時期 が遅くなると考えられる。

塩化物イオン濃度に差が表れた要因として、けい酸塩 系の表層部改質効果が考えられる。Fig.6(1)に無処理の SEM 観察を示し、(2)に処理の SEM 観察を示す。これによ れば、けい酸塩系を塗布することにより、表面が緻密化 されていることが確認できる。したがって、塩化物イオ ンの浸透が抑制されたと考えられる。

4 まとめ

けい酸塩系を塗布したことにより供試体表層部が改 質され緻密となり、塩化物イオンの浸透を抑制し、無処 理に比べ発錆に至る時期が遅くなり、自然電位が高くな り、腐食速度が低下した。

参考文献

- 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
- 日本コンクリート工学協会、コンクリート診断技術'08[基準偏], p. 167, 2008









(1) No treatment (2) Treatment Fig.6 SEM image for surface of specimen