

シラン系表面改質材による鉄筋腐食抑制効果

正会員 ○山科 祐太*
同 濱 幸雄**シラン系表面改質材 腐食抑制効果 分極抵抗法
腐食促進試験 腐食面積率

1. はじめに

近年、既設構造物への適用が可能で、施工が容易かつ比較的安価である表面改質材がコンクリート構造物の補修および劣化抑制対策として注目されている。中でもシラン系の表面改質材は、コンクリート表層に撥水層を形成し水分を防止することにより、塩害や凍害防止、鉄筋腐食抑制など総合的な劣化対策を行える材料として期待されている。さらに近年では、撥水層の形成に加えて鉄筋を腐食¹⁾から保護する不動体皮膜の再生効果をもつといわれる鉄筋腐食抑制タイプが使用され始めているが、その鉄筋腐食抑制効果については十分に明らかになっていないとはいえないのが現状である。

そこで本研究では、シラン系表面改質材の浸透深さ、鉄筋腐食抑制効果の確認を目的とした実験を行った。

2. 実験計画および方法

2.1 実験計画

実験計画を表1に示す。セメントは、JIS R 5210に規定される普通ポルトランドセメントを、細骨材は登別産陸砂を用いた。試験体は10×10×40cmの角柱試験体を使用し、水セメント比50%、砂セメント比3.0のモルタルとした。また、直径9mmの丸鋼をかぶり厚さ1, 3, 5, 7, 8cmの位置に埋設し、測定用端子としてコードを取り付けた。図1に試験体の概要図を示す。

モルタルの打設・脱型後、初期養生として20℃で2週水中養生、および20℃・60%RHで2週気中養生を行った後、表面改質材を各製品の仕様に従って水平面に3回に分けて塗布し、塗布後養生として20℃・60%RHで2週気中養生を行い、腐食促進試験を開始した。また、水分および塩化物イオンの侵入を防ぐため、塗布面以外にブチルゴムをはりつけ、鉄筋にはエポキシ樹脂による表面被覆を施した。腐食促進試験は、条件の異なる2つの方法で行い、分極抵抗法と腐食面積率により浸透深さと腐食抑制効果を評価した。

2.2 腐食促進条件

(1) 内在塩分による腐食促進

内在塩分として0, 2, 4kg/m³の3水準の塩化物イオンを混入したモルタル供試体に、2種類の表面改質材の塗布したものと無塗布のもの合計9種類の試験体を作製した。腐食促進のため60℃・95%RHに3日間、10℃・60%RHに4日間を1サイクルとした13, 20サイクルの乾湿繰返しを行った。

(2) 外来塩分による腐食促進

内在塩分を含まないモルタル供試体に2種類の表面改質材を塗布したものと無塗布のもの合計3種類の試験体を作製し、50℃の人工海水(JIS A 6205)に3日間、50℃・60%RHに4日間を1サイクルとした13サイクルの乾湿繰返しを行った。

2.3 測定項目

(1) 分極抵抗法

携帯型鉄筋腐食診断機(照合電極:銀/飽和塩化銀電極)を用い、自然電位の測定を行った。測定時の試験体の条件を一定にするため、測定の前30分前に水道水を測定面に均一に噴霧した。

(2) 腐食面積率による評価

所定の乾湿繰返し後に試験体を破壊して鉄筋を取り出し、鉄筋の展開図を作成し、展開図の腐食部分の質量を感量0.001gの電子天秤を用いて測定し、腐食面積率を算出した。

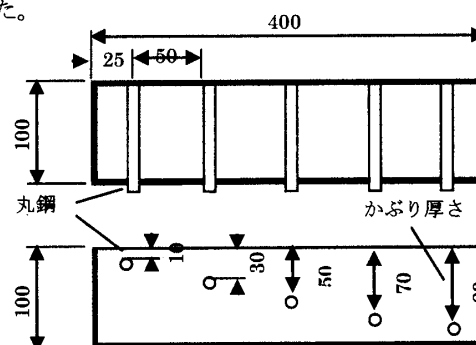


図1 試験体の概要図

表1 実験計画

試験体記号	W/C (%)	S/C	初期養生	塗布後養生	乾湿繰返し試験	塩化物イオン(kg/m ³)
N(無塗布)	50	3.0	2週20℃水中養生後 2週20℃60%RH	2週20℃60%RH	外来塩分	—
SC(鉄筋腐食抑制タイプ)					内在塩分	0
SB(従来タイプ)					内在塩分	2
					内在塩分	4

Study on Reinforcement Corrosion Inhibition by Silane Type
Surface Penetrants

Yuta YAMASHINA and Yukio HAMA

3. 実験結果および考察

3.1 分極抵抗法

図2に塗布後と塗布後養生後の自然電位の差を示す。表面改質材を塗布することでSB, SCともに自然電位が増大し、鉄筋腐食の可能性が低減していることが確認できる。また、SCがかぶり厚さ8cmでも塗布により自然電位が上昇していることから、塩分の存在する環境下でも効果があり、その効果が8cm以上であることが推察される。しかし、乾湿繰返し後の自然電位の差は塗布前後での変化が持続もしたのであり、乾湿繰返しによる自然電位の変化に塗布の有無による大きな差は認められなかった。

3.2 腐食面積率による評価

図3に腐食面積率の平均値を示す。塩化物イオン量 2kg/m^3 において、13サイクルではSB, SCともにNより腐食が少ないもののその差はわずかであり、20サイクルではNでは腐食が認められなかったが、SB, SCでは腐食が確認された。塩化物イオン量 4kg/m^3 においては、13サイクルではSB, SCともにわずかながら腐食面積率が增大している。しかし、20サイクルではSB, SCともに腐食面積率が少なくなっており、とくにSCにおいてはNの半分程度まで減少している。また、外来塩分においては明確な差を確認することはできなかった。これらから、塩化物イオン量 4kg/m^3 、乾湿繰返し20サイクルの条件(20-4)以外では腐食面積率について明確な傾向は認められなかった。しかし20-4ではシラン系表面改質材による腐食抑制効果が確認できた。

3.3 自然電位と腐食の関係

図4および図5に13、20サイクルそれぞれの自然電位と腐食の関係を示す。自然電位 E が $-80 \geq E \geq -230$ の範囲では腐食しているかは不明であるとされており、 $-230 \geq E$ では90%以上の確率で腐食しているとされている。13サイクルの $-80 \geq E \geq -230$ では腐食していないものがほとんどだが、20サイクルでは腐食しているものも多い。 $-230 \geq E$ では、13、20サイクルともにほとんどが腐食している。自然電位による腐食の判定は不確定エリアでのばらつきが大きく、腐食の進行を明確に判断することはできない。

4. まとめ

- 1) シラン系表面改質材の塗布による自然電位の増大が確認され、特に鉄筋腐食抑制タイプでは深さ8cm程度でもその影響が認められた。
- 2) 腐食促進試験による自然電位の変化には、シラン系表面改質材塗布の有無による大きな差は認められなかった。
- 3) 塩化物イオン量 4kg/m^3 、乾湿繰返し20サイクルの条件ではシラン系表面改質材による腐食抑制効果が確認できた。特に鉄筋腐食抑制タイプの効果が大きい。

【参考文献】

1) 社会法人 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'10[基礎編], pp160-169, 2010.2

*室蘭工業大学大学院 博士前期課程

**室蘭工業大学大学院 教授・博士(工学)

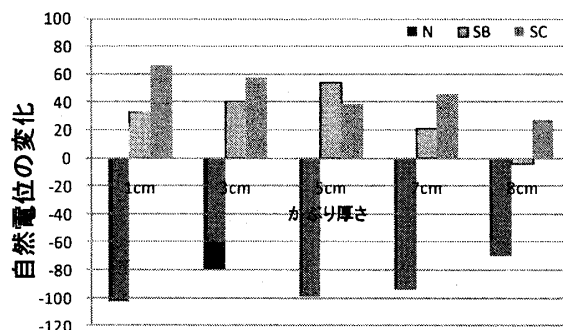


図2 塗布後と塗布後養生後の自然電位の差

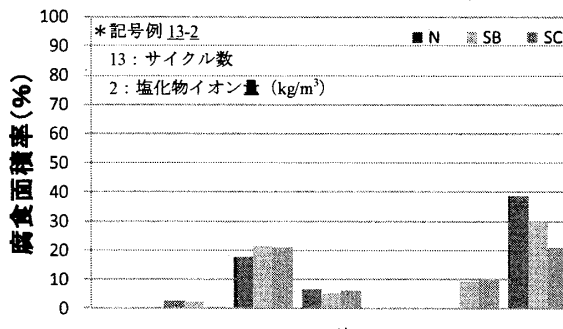


図3 乾湿繰返し後の腐食面積率

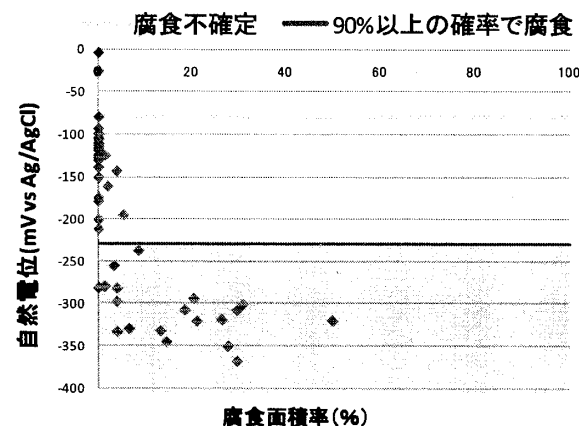


図4 自然電位と腐食の関係 (13サイクル)

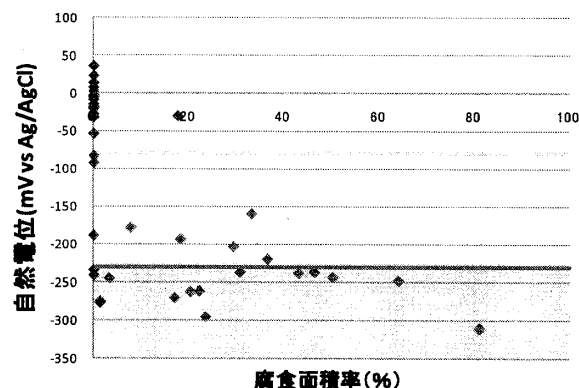


図5 自然電位と腐食の関係 (20サイクル)

【謝辞】 本研究は、みぞぐち事業株式会社との共同研究の一部として実施したものである。また、実験実施にあたり室蘭工業大学卒業生 大石力氏(現 株式会社フジタ)の協力を得た。記して、感謝の意を表す。

* Graduate student, Muroran Institute of Technology

** Prof., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng.