

## シラン系防せい混和剤の気化成分による鋼材腐食抑制効果

京都大学 学生会員 ○尾野 準哉  
 京都大学 正会員 山本 貴士  
 (株)島津テクノリサーチ 羽村 陽平  
 京都大学 正会員 高谷 哲

## 1. はじめに

コンクリート中の鉄筋が腐食すると、構造耐荷力の低下やかぶりの剥落につながる危険性があり、適切な腐食抑制対策が求められている。近年、様々な表面保護工法による鋼材の腐食抑制方法が提案されており、特にシラン系含浸剤はコンクリート中の水分と反応することで吸水防止層を形成し、水、酸素、塩化物イオンなどの劣化因子が鉄筋まで到達することを防ぐことが知られている。またシラン系含浸剤には、撥水効果をコンクリートに付与するだけでなく、鋼材に作用することでより大きな腐食抑制効果をもたらす腐食抑制型含浸剤というタイプも存在する。さらに最近では、混和剤として使用する腐食抑制型のシランも開発されている。しかし、このシラン系防せい混和剤についての研究は少なく、腐食抑制効果や作用メカニズムなどが明らかになっていないのが現状である。先行材料である腐食抑制型シラン系含浸剤に含まれる防せい成分が気化成分であったことから<sup>2)</sup>、本研究ではシラン系防せい混和剤の気化成分に注目し、その腐食抑制効果と作用メカニズムについて検討することとした。

## 2. 実験概要

試料には直径 20mm、厚さ 4mm の鋼板 (SS400) をアセトンで脱脂処理したものを使用した。実験方法は図 1 に示すように、シャーレの中で防せい混和剤と pH=13 の NaOH 水溶液を反応させ、試料を別のシャーレに入れておき、2つのシャーレを同一の密閉容器内に 45 日間静置することとした。

気化成分がさび層に作用する可能性があることも考えられたことから<sup>2)</sup>、実験要因は鋼板のさび層の有無と水溶液に添加する防せい混和剤(防せい混和剤 D、防せい混和剤 W)とした。防せい混和剤 D は白色粉

末、防せい混和剤 W は白色液体のシラン系防せい混和剤である。防せい混和剤の添加量はメーカーの標準使用量を参考に、水溶液の質量に対して 3%とした。

さび有の試料については、3.0wt.%の NaCl 水溶液を鋼板表面に滴下し、シリカゲルを入れた密閉容器内に 1 日静置することで作成した。形成したさび層の様子を図 2 に示す。図を見ると、端部のみわずかに黒味がかっているが、全体的に均一な赤さび層が形成していることが分かる。

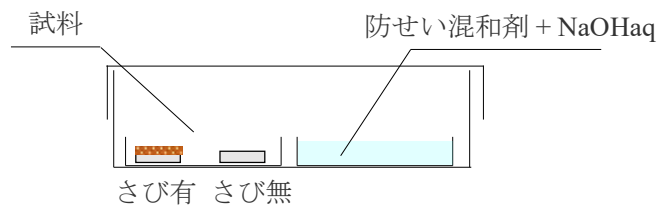


図 1 実験方法



図 2 実験前の試料の様子

## 3. 実験結果

試験開始 3 日後の試料の様子を図 3 に示す。さび有の試料では、表面の赤さびの一部が黒さびに変化

キーワード 鉄筋腐食、防せい混和剤、シラン、ラマン分光分析

連絡先 〒615-8510 京都府京都市西京区京都大学桂 TEL075-383-3176

し、さび層表面に液体が付着している様子が確認できた。一方で、試験開始 45 日経過後もさび無の鋼板には変化が見られなかった。このことから、本研究で用いた防せい混和剤がアルカリ水溶液と反応した際に生じる気化成分はさび層に選択的に作用するものと考えられる。

#### 4. ラマン分光分析

実験前後のさび層の組成を、波長 532nm のレーザーを使用したラマン分光分析により評価した。実験前のさび層は、さび層表面から鋼板表面近傍まで削り取って粉碎した。実験後のさび層は#80 のゴム軸付砥石で削れないさび層が現れるまで研磨し、削れずに残った内部のさび層のラマンスペクトルの計測を行った。

計測結果を図 4 に示す。実験前のさび層は主に  $\gamma$ -FeOOH と  $\beta$ -FeOOH であり、 $670\text{cm}^{-1}$  に  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  のピークもわずかに認められる。実験後のさび層内部は、防せい混和剤 D、W とともに主成分は  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  と考えられるが、ピーク位置が  $700\text{cm}^{-1}$  よりも高波数側にシフトしている。このことから、気化成分の作用によりさび層が改質され、既往の文献<sup>3)4)</sup>により報告されているのと同様に、腐食抑制効果を有する緻密な  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  層が鋼材表面に形成したと考えられる。

#### 5. 結論

シラン系防せい混和剤がアルカリ水溶液と反応した際に生じる気化成分はさび層に選択的に吸着することが確認された。気化成分の作用によってさび層が改質されて緻密な  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  層が鋼材表面に形成することで、鋼材腐食が抑制されると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案），2005.4
- 2) 鈴木優人：腐食抑制型含浸材の防せい機構，京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻修士論文，2019
- 3) 高谷哲，羽村陽平，土井康太郎，左藤真市，野口貴文：軍艦島（端島）における鉄筋腐食の進展メカニズム，コンクリート構造物の補修，補強，ア



図 3 実験開始 3 日後の様子

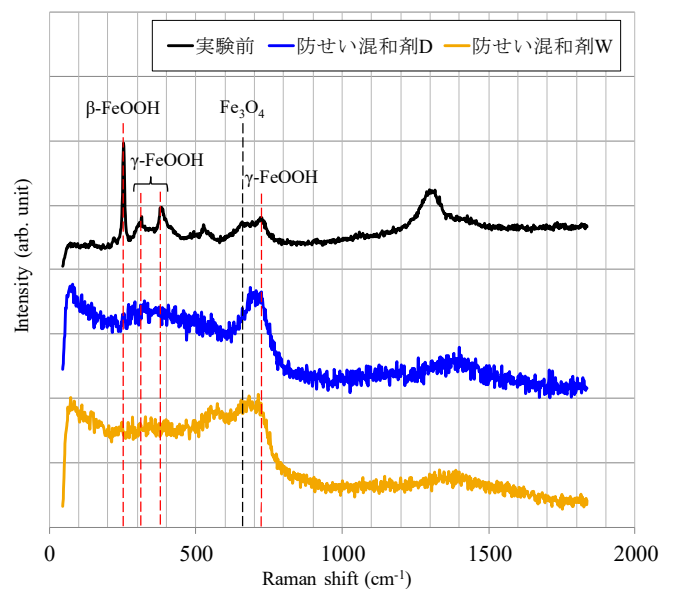


図 4 さび層のラマンスペクトル

ップグレード論文報告集，Vol.17，pp.19-24，2017.10

- 4) 左藤真市，佐谷真那実，土井康太郎，羽村陽平，高谷哲：乾湿繰返しによる腐食過程で生成する保護性さびの特性，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，Vol.19，pp.285-290，2019.10