

亜硝酸リチウムとシラン系含浸材が鋼材の分極特性に与える影響

京都大学 ○学生会員 金光 俊徳
正会員 山本 貴士

正会員	高谷 哲
フェロー	宮川 豊章

1. 研究目的

亜硝酸イオンを用いた鉄筋腐食抑制対策で、亜硝酸イオンの濃度を維持するためにシラン系含浸材をコンクリート表面に塗布することを考える。しかし、分極特性に予期せぬ変化が生じる可能性がある。そこで本研究では、亜硝酸リチウムやシラン系含浸材およびそれらを併用した時の、鋼材腐食抑制効果を明らかにすることを目的として、アノード・カソード分極試験を行った。さらに、健全鉄筋と腐食鉄筋に対する、亜硝酸リチウムの効果の違いについても検討した。

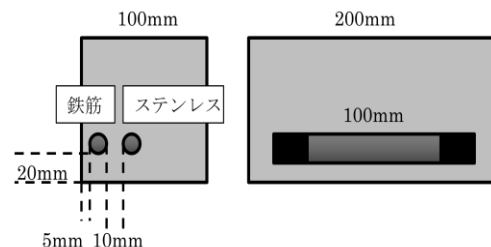


図1 供試体の寸法

表 1 実験要因

含浸材		なし シラン A シラン B		
亜硝酸リチウム		-N	-SA	-SB
なし	N-	N-N	N-SA	N-SB
塗布	P-	P-N	P-SA	P-SB
混入	M-	M-N	M-SA	M-SB

表 2 実験要因

鉄筋 亜硝酸リチウム		健全 -G	腐食 -S
なし	N-	N-G	N-S
混入	M-	M-G	M-S

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の寸法を図 1 に示し、実験要因を表 1、表 2 に示す。供試体は、100×100×200mm の角柱供試体で、W/C が 60% のモルタルである。塩化物イオンが表 1 の供試体に 10kg/m³、表 2 の供試体に 12kg/m³ となるように塩化ナトリウムを加えた。鉄筋は φ20mm の磨き丸鋼を用い、腐食区間は 100mm とした。腐食鉄筋の供試体は、あらかじめ鉄筋のみに 3% の NaCl 水溶液を散布することによって作製した。

2.2 亜硝酸リチウム，含浸材について

材料を塗布する場合、図 2 のように 1 面に塗布した。亜硝酸リチウム塗布は、亜硝酸リチウム 40%水溶液を 300g/m² (含浸限界量)、亜硝酸リチウム混入は、亜硝酸イオンと塩化物イオンのモル比が 1.0 になるように混入した。シラン A は、塗布量が 200g/m² で、粘性が高いペースト状である。一方シラン B は、塗布量が 528g/m² で、粘性が低い液体状である。

2.3 分極試験方法

測定は、図 2 に示すように浸せき法により行い、モルタル表面に塗布する材料がある場合、塗布面が水溶液に浸せきするように、下向きにして設置した。このため、シラン系含浸材の外部水分遮断の効果は影響しない。試料極である鋼材、対極のステンレス丸鋼、および照合電極(SSE)をポテンシostatに接続し、はじめに自然電位を測定した。その後、電位走査速度 20mV/min で自然電位から-150mV まで動かし、その際の電流値を計測した(カソード側)。次に、同様にして自然電位から+150mV まで動かし電流値を計測した(アノード側)。

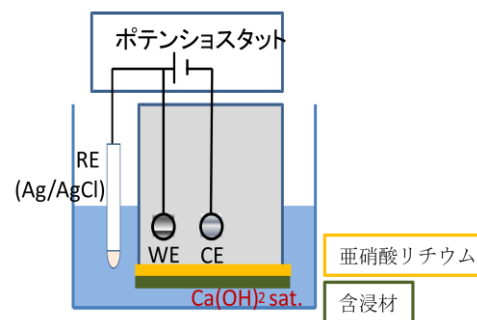
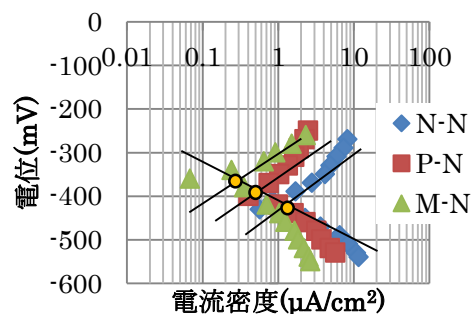


図2 モルタル分極試験測定



3. 実験結果および考察

3.1 亜硝酸リチウム塗布，混入による影響

(N-N), (P-N), (M-N)の3通りの分極曲線を図3に示す。まず,

図3 亜硝酸リチウム塗布、混入による影響

亜硝酸イオン、含浸材、分極試験

kanemitsu.toshinori.36a@st.kyoto-u.ac.jp

(N-N)に対して(P-N)に変化が見られることから、亜硝酸イオンが鉄筋周辺（かぶり 20mm）に到達していることがわかる。短期間（塗布後 1 週間）で効果が現れたのは、亜硝酸イオンが拡散ではなく、浸透により水分とともに移動したためと考えられる。カソード曲線には変化が見られない一方、アノード曲線は左上に遷移している。その効果は(M-N)の方が(P-N)より大きく、(P-N)が鋼材付近に十分量含浸できなかったためと考えられる。

3.2 腐食鉄筋に対する亜硝酸リチウム混入による影響

(N-G),(M-G),(N-S),(M-S)の 4 通りの分極曲線を図 4 に示す。アノード曲線に関して、(M-S)が(M-G)と比べて亜硝酸イオンの効果が小さい。これは、鋼材表面の腐食生成物によって、亜硝酸イオンの吸着を阻害、あるいは表面の塩化物イオン濃度が高くなったためと考えられる。

3.2 シラン系含浸材による影響

(N-N),(N-SA),(N-SB)の 3 通りの分極曲線を図 5 に示す。(N-SA)に大きな変化が見られないことから、シラン A は鉄筋周辺に到達していないと考えられる。(N-SB)はアノード曲線に変化がない一方、カソード曲線は右上に遷移している。これは、含浸材中の成分に酸素と同様に還元される成分が存在しているためだと考えられる。例えば、シラン系撥水剤は成膜過程で R_2OH を生成するとされているが、副産物として R_2OH 以外の物質が生成していた可能性も考えられる。

3.3 亜硝酸リチウム塗布、シラン系含浸材の併用

(P-N),(P-SA),(P-SB)の 3 通りの分極曲線を図 6 に示す。(P-SA),(P-SB)ともに(P-N)と比べ、アノード曲線が右下に遷移し、カソード曲線が右上に遷移している。その結果、電流密度が大きくなっている。アノード曲線が遷移した理由は、シラン系の撥水成分により亜硝酸イオンの浸透が抑制されたためだと考えられる。

3.4 亜硝酸リチウム混入、シラン系含浸材の併用

(M-N),(M-SA),(M-SB)の 3 通りの分極曲線を図 7 に示す。(M-SA),(M-SB)は、(M-N)に比べ、カソード曲線が少し右上に遷移している。一方、アノード曲線には特徴的な変化は見られない。

4. 結論

本研究で得られた結果をまとめて結論とする。

- (1) 亜硝酸イオンは主にアノード分極特性を変化させ、防せい効果を発揮する。含浸限界量塗布より、事前混入の方が効果は大きい。また、腐食鉄筋より健全鉄筋に使用の方が大きな効果が得られる。
- (2) 亜硝酸リチウム塗布は、モルタル細孔への浸透により短期間でも防せい効果を発揮する。
- (3) シラン系含浸材は、主にカソード分極特性を変化させることで、電流密度を増加させる可能性がある。
- (4) 亜硝酸リチウム塗布とシラン系含浸材の併用では、シラン系の撥水成分により、亜硝酸イオン浸透が抑制されて、防せい効果が低下する可能性がある。一方、混入との併用では、防せい効果を維持できる。このことから、シラン系含浸材は、浸透性が問題にならない場合に用いると良いと考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案），2005.4

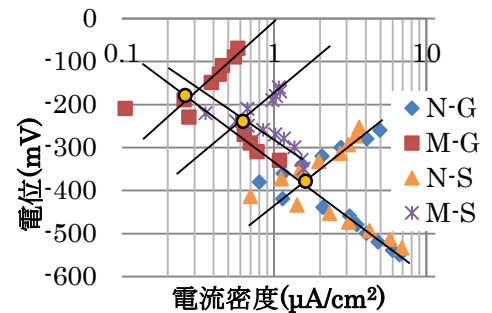


図 4 健全鉄筋と腐食鉄筋に対する
亜硝酸リチウム混入

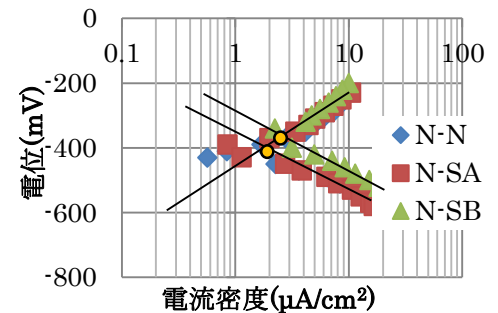


図 5 シラン系含浸材による影響

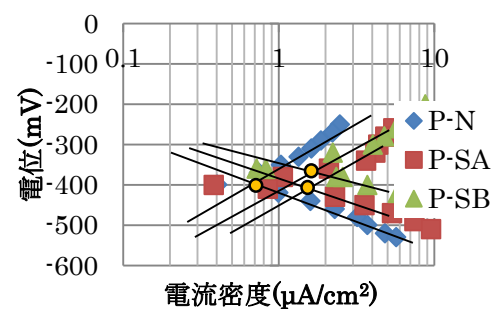


図 6 亜硝酸リチウム塗布と
シラン系含浸材の併用

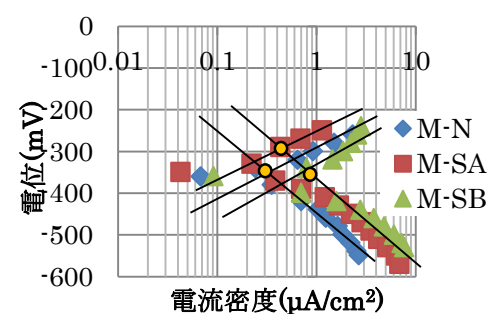


図 7 亜硝酸リチウム混入と
シラン系含浸材の併用