

## 各種暴露環境下における亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法の耐久性に関する研究

極東興和（株）

広島工業大学

（一社）コンクリートメンテナンス協会

（一社）コンクリートメンテナンス協会

正会員

フェロー会員

正会員

正会員

○森 裕介

竹田宣典

徳納 剛

峯松昇司

## 1. はじめに

コンクリート構造物の予防保全対策として、表面含浸工法が多用されている。表面含浸工法は、施工性や経済性に優れていることから、適用事例が増加しており、シラン系やけい酸塩系など様々な種類の材料が実用化されている。一方で、亜硝酸イオンによる鉄筋の腐食抑制やリチウムイオンによる ASR 抑制を目的として、ひび割れ注入工や断面修復工などの使用材料に亜硝酸リチウムを併用する工法の適用事例も増加している。しかしながら、従来の表面含浸工法に亜硝酸リチウムを併用した工法については、これまでに促進試験によって中性化の進行や塩化物イオン浸透を低減できることが明らかとなっているが、実環境における耐久性については、十分な知見が得られていない。本研究では、亜硝酸リチウムとけい酸リチウム系を併用した表面含浸工法の長期耐久性の実証を目的として、広島、沖縄、北海道の3箇所での暴露試験を行った。

## 2. 実験概要

表-1 には、コンクリートの配合を示す。セメントには、普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm<sup>3</sup>）を用いた。図-1 には、供試体概要を示す。供試体は、100×100×400mm の直方体とした。コンクリート打設後は、5 日間の水中養生および 21 日間の気中養生を行い、2 面に表面含浸材を塗布するものとして、側面にはエポ

キシ樹脂にて防水処理を行った。表面含浸材の塗布量は、亜硝酸リチウム系を 0.3kg/m<sup>2</sup>、けい酸リチウムを 0.1kg/m<sup>2</sup> とし、亜硝酸リチウム系含浸材塗布後 24 時間経過後に、けい酸リチウム系含浸材を塗布した。写真-1 には、供試体の暴露状況を示す。供試体は、鉛直南向きとし、暴露箇所を広島県広島市、沖縄県名護市、北海道鶴川町の3箇所とした。なお、広島県では、鉛直に加えて、供試体を水平に設置した。暴露期間は、それぞれ2年6ヶ月、4年6ヶ月とし、終了後は、供試体を回収して、JIS A 1152 および JIS A 1171 に準拠し、中性化深さと塩化物イオン浸透深さを測定した。

表-1 コンクリートの配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
		W	C	S1	S2	G1	G2	Ad
55	48	155	282	631	274	649	348	1.13

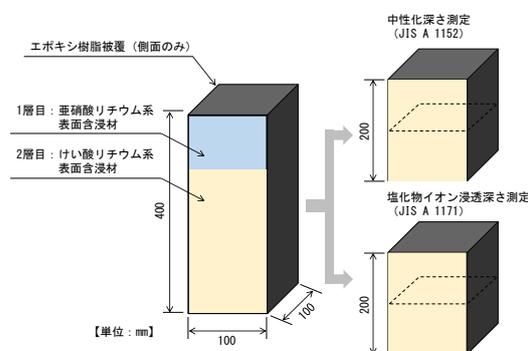
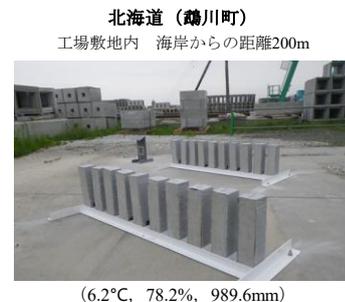
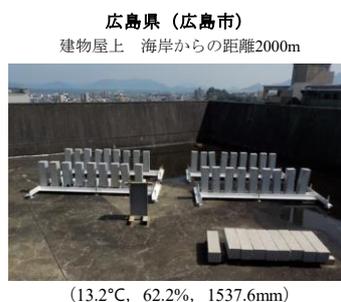


図-1 供試体概要



（）内は、年平均気温、年平均湿度、年間降水量をそれぞれ示している。

写真-1 供試体の暴露状況

キーワード：表面含浸工法、亜硝酸リチウム、暴露試験、中性化、塩化物イオン浸透

連絡先：〒732-0052 広島市東区光町 2-6-31 極東興和(株) 事業本部 Tel 082-261-1204

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 中性化に対する抵抗性

図-2には、中性化深さ(平均値)の測定結果を示す。無塗布における中性化深さは、広島≧沖縄>北海道であった。北海道は、湿度が高く平均気温が低いため中性化深さが小さくなったと推察される。一方、含浸材を塗布した場合の中性化深さは、無塗布と比較して、いずれの暴露環境でも低下する結果となった。また、暴露期間4年6ヶ月での中性化抑制率は、広島で53.4%、沖縄では、40.9%、北海道では、55.7%となった。沖縄では、紫外線や温度の影響によって含浸材の性能が低下したと考えられられたが、いずれも表面含浸工設計施工指針(案)の劣化要因に対する性能グレード<sup>2)</sup>ではAグレード相当の評価となった。以上のことから、長期間、海洋環境に曝された場合でも中性化に対する抵抗性は持続されることが明らかとなった。

#### 3.2 塩化物イオン浸透に対する抵抗性

図-3には、塩化物イオン浸透深さ(平均値)の測定結果を示す。塩化物イオン浸透深さは、含浸材を塗布することで無塗布と比較して、いずれの環境でも小さい結果となった。また、暴露期間4年6ヶ月での塩化物イオン浸透抑制率は、広島で34.2%、沖縄では、54.0%、北海道では、10.4%となり、北海道における抑制率がやや低い結果となった。

#### 3.3 供試体設置方法の違いが物質透過性に与える影響

図-4には、含浸材塗布供試体における鉛直設置と水平設置での中性化深さおよび塩化物イオン浸透深さを示している。水平設置の中性化深さは、鉛直設置に比べて、18%程度小さくなっていた。これは、供試体上面に雨水が滞水することで、コンクリート内部の含水状態が高くなり、中性化の進行が遅れたと考えられる。また、水平での塩化物イオン浸透深さは、鉛直に比べて44%小さくなっていた。これは、水平面の方が飛来塩分による影響を直接受けにくいと推察される。以上のことから、物質透過性が暴露時の供試体設置方法によって異なることが分かった。

### 4. まとめ

長期間の海洋環境においても、本工法により中性化の進行および塩化物イオンの浸透は抑制されることが分かった。また、これらは供試体設置方法によって異なるため暴露方法には注意が必要である。

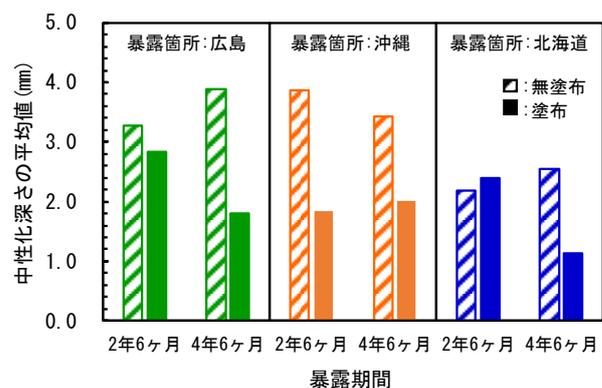


図-2 中性化深さ(平均値)の測定結果

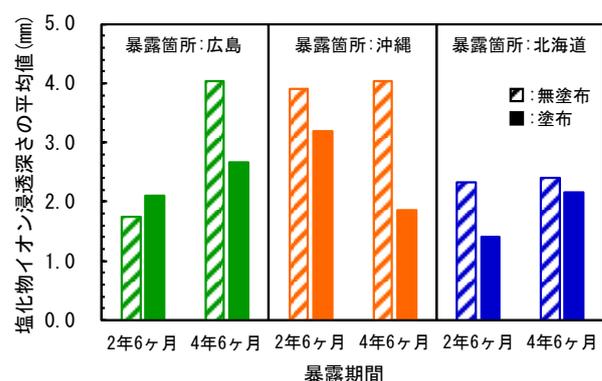


図-3 塩化物イオン浸透深さ(平均値)の測定結果

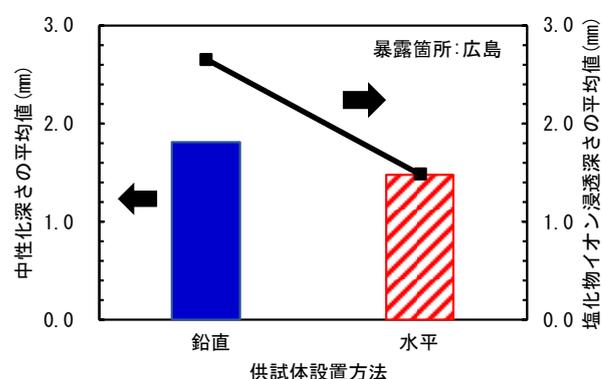


図-4 鉛直設置と水平設置の物質透過性

### 謝辞

本研究の遂行にあたり、広島工業大学竹田研究室の久保氏、林氏、近未来コンクリート研究会代表の十河氏、琉球セメント(株)の山川氏、會澤高圧コンクリート(株)の金谷氏にご協力いただきました。ここに感謝の意を記したいと思います。

### 参考文献

- 1) 江良和徳ら：亜硝酸リチウム系表面含浸材の併用効果に関する基礎的研究，土木学会第71回年次学術講演概要集，V-237，2016
- 2) 土木学会：表面含浸工法 設計施工指針(案)