

塩分吸着断面修復材と亜硝酸リチウムを併用した補修材料の強度と耐久性

金沢工業大学大学院
電気化学工業(株)

学生会員 ○岩井 雅紀, 正会員 宮里 心一
正会員 宮口 克一, 非会員 上村 豊

1. はじめに

コンクリート構造物に浸透する塩化物イオンの無害化や物質浸透抑制を目的とし、塩分吸着断面修復材が開発されている¹⁾。これは、 $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (以下、 CA_2 と略記)をポリマーセメントモルタル(以下、PCMと略記)に混和したものである。この CA_2 はセメント水合物と反応することによりフリーデル氏塩を生成する特徴を有する。その結果、コンクリート中に浸透した塩化物イオンを固定化し、可溶性塩化物イオンを減少させることができる。

一方で、塩化物イオンにより破壊された鉄筋の不動態皮膜を亜硝酸イオンにより修復することを目的とした、亜硝酸リチウム(以下、 LiNO_2 と略記)を用いた補修工法がある。

そこで本研究では、コンクリート構造物の塩害劣化に対策するため、塩分吸着断面修復材と LiNO_2 を併用する材料に着目し、これを用いた補修工法を開発するための圧縮強度と基礎的な耐久性を明らかにした。

2. 試験手順

2.1 試験ケース

CA_2 を結合材とみなし、PCM中のセメントに対し、内割で3%、5%、7%置換した。またそれぞれ LiNO_2 を混和しないケースと、 20kg/m^3 を混和したケースを設け、計8ケースを試験した。

2.2 試験概要

試験は(1)圧縮強度(2)空隙率(3)塩化物イオン浸透深さ(4)分極抵抗(5)自然電位の5項目について実施した。(1)圧縮強度はJIS A 1171に準じて、材齢7日および28日に測定した。(2)空隙率は、液体置換法により測定した。すなわち、材齢28日まで養生を行った供試体の水中質量と飽水質量、および乾燥質量を計測し、それらをもとに算出した。(3)塩化物イオン浸透深さ試験はJIS A 1171に準じて行った。すなわち、材齢28日まで養生を行った供試体の、打設面を除く5面をエ

ポキシ樹脂で被覆し、 NaCl 水溶液(濃度3%、温度 20°C)に91日間の浸漬を行った。その後に供試体を割裂して硝酸銀水溶液を噴霧し、銀色に変色した深さを塩化物イオン浸透深さとした。(4)分極抵抗と(5)自然電位の試験には、材齢28日まで養生を行った後、打設底面を除く5面をエポキシ樹脂で被覆し、塩害促進暴露を行った供試体を用いた。この暴露は、塩水浸漬(濃度3%、温度 30°C の NaCl 水溶液に完全浸漬)が12時間、および気中乾燥(温度 30°C 、湿度RH70%以下)が72時間の、計3.5日間で1サイクルとし、24サイクル(3ヶ月)に亘り行った。(4)分極抵抗は、暴露終了後に打設底面に対極板を設置し、交流インピーダンス法を用いて測定した。(5)自然電位は、暴露終了後に打設底面に参照電極(銀/塩化銀電極)を設置し測定した。

3. 試験結果および考察

3.1 圧縮強度

図-1に圧縮強度の結果を示す。これによれば、 LiNO_2 を混和しないケースでは、 CA_2 の置換率が圧縮強度に及ぼす影響は確認できない。一方で、 LiNO_2 を混和したケースにおいては、 CA_2 の置換率が增加するほど圧縮強度は低下する傾向を示している。設計時にこの低下を考慮すれば、塩分吸着断面修復材と LiNO_2 を併用することは可能であると考えられる。

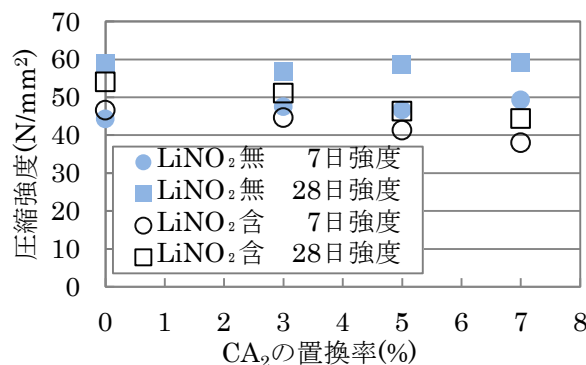


図-1 圧縮強度

キーワード 塩化物イオン, 固定化, 亜硝酸リチウム, ポリマーセメントモルタル, 分極抵抗, 自然電位
連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂 3-1 地域防災環境科学研究所 TEL076-248-1100

3. 2 空隙率

図-2 に空隙率の結果を示す。これによれば LiNO_2 を混和したケースは、 LiNO_2 を混和しないケースと比較して空隙率は高くなる傾向がある。

3. 3 塩化物イオン浸透深さ

図-3 に塩化物イオン浸透深さの結果を示す。これによれば、 LiNO_2 を混和したケースの塩化物イオン浸透深さは、 LiNO_2 を混和しないケースと比べ大きくなる。これは LiNO_2 を混和したことにより、空隙が増加したためと考えられる。

一方で、 LiNO_2 の有無に拘わらず、 CA_2 の置換率が増加するほど、塩化物イオン浸透深さは小さくなる傾向を示している。したがって、 LiNO_2 を混和しても、 CA_2 による塩化物イオン浸透抑制効果は失われないことが明らかとなった。

3. 4 分極抵抗

図-4 に分極抵抗の結果を示す。これによれば、いずれのケースも同等の値を示しており、 LiNO_2 の有無や、 CA_2 の置換率による影響は確認されない。また、CEB の基準 2) によると、全てのケースにおいて鉄筋は不動状態と判断される。

3. 5 自然電位

図-5 に自然電位の結果を示す。これによれば、 LiNO_2 を混和したケースの自然電位は、 LiNO_2 を混和しないケースと比べて卑となる傾向が認められた。しかし、ASTM の基準 3) によると、いずれも鉄筋が腐食状態にあると断定することはできない。

4. まとめ

- (1) 塩分吸着断面修復材と LiNO_2 を併用すると、 CA_2 の置換率の増加に伴い、圧縮強度は小さくなる傾向が認められた。
- (2) LiNO_2 の混和により空隙が増加し、それに伴い塩化物イオン浸透深さは大きくなる。しかし、 LiNO_2 の有無に拘わらず、 CA_2 による塩化物イオン浸透抑制効果は失われなかった。
- (3) 3 ヶ月の塩害促進暴露では、分極抵抗と自然電位により鉄筋の腐食は確認されなかった。

参考文献

- 1) 宮口克一，庄司慎，盛岡実，西岡幹雄，上東泰：塩化物イオン固定化材を混和したポリマーセメントモルタルの基礎物性，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，第 13

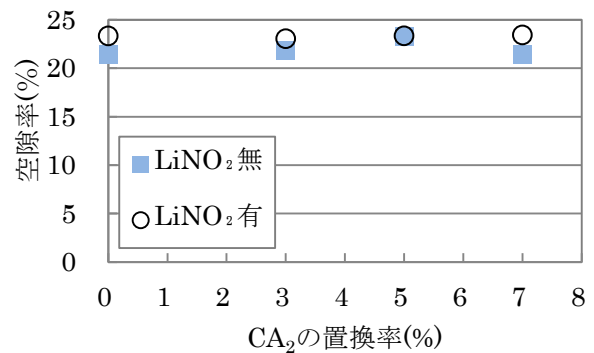


図-2 空隙率

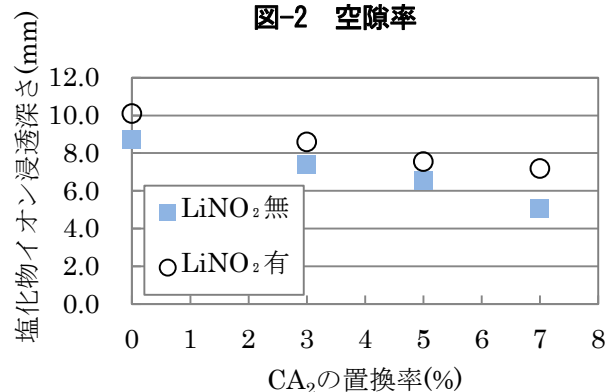


図-3 塩化物イオン浸透深さ

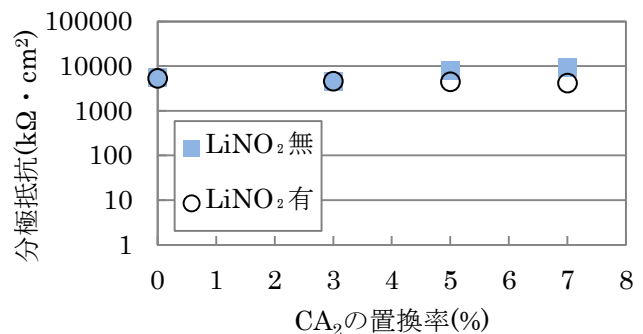


図-4 分極抵抗

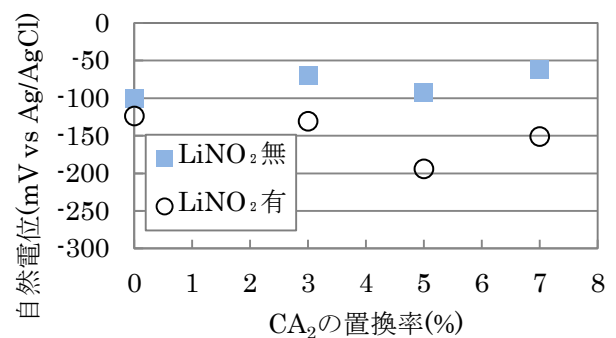


図-5 自然電位

巻，pp.329-332，2013

- 2) CEB-FIP : Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures, Bulletin d'Information No.243, pp.52-59, May 1998
- 3) ASTM C876 : Standard Test Method for Half-Cell Potential of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete, 1977