

亜硝酸Liがポリマーセメントモルタルに与える影響に関する研究

福岡大学大学院 学生会員 ○行徳 圭洋 福岡大学 正会員 樋原 弘貴
福岡大学大学院 正会員 添田 政司 福岡大学 正会員 大和 竹史

1. はじめに

近年、中性化や塩害による劣化が問題となっており、鉄筋防食効果の高い亜硝酸塩の適用が再着目されつつある。従来の断面修復工法では、鉄筋に防錆材を塗布した後に、ポリマーセメントモルタルによる修復が行われていたが、①鉄筋を完全にはつりだせない、②はつりだせても防錆材を鉄筋の細部まで塗布できない、等により、再劣化する可能性がある。そこで、予めポリマーセメントモルタルに亜硝酸Liや亜硝酸Caを混和し、防食効果をモルタル自体に持たせようとする取り組みがなされている。しかし、実際の防食効果や亜硝酸Liがポリマーセメントに与える影響については明確にされていない。そこで本研究では、亜硝酸Liがポリマーセメントモルタルに与える力学的特性および劣化因子の抑制効果について検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料

セメントはポリマーセメントa（略号a：密度 3.16g/cm^3 ）を使用した。また、混和材として亜硝酸Li含有溶液（略号：Li）を水に対して重量比1：1で使用した。なお、aは再乳化型ポリマーであり、細骨材やガラスおよびビニロン繊維が予め混合されたプレミックスセメントモルタルである。また、Liは溶液中に亜硝酸Liが25%含有されているものを使用した。表-1には、本実験で使用したモルタルの配合を示す。

表-1 配合表

配合名	配合(重量比)
A	a:W = 1:0.2
A-Li50	a:W:Li = 1:0.1:0.1

2.2 試験方法

JIS R 5201 に準拠し、フロー試験および曲げ強度・圧縮強度試験を行った。練混ぜ方法は、実構造物を想定してハンドミキサーを使用し、次の①～⑤の手順で6分間練混ぜた。①まず水およびLiを練混ぜ容器に入れる②ミキサーを回しながら、aを30秒間かけて入れる。③aを入れ終わった後、30秒間練混ぜる。④ストップウォッチを止め、練混ぜを休止し掻き落とし行う。⑤再びミキサーを始動させ、5分間練混ぜる。また、養生方法は、気中養生と水中養生をそれぞれ行った。

中性化促進試験は $40\times 40\times 160\text{mm}$ の角柱モルタルを気中養生で作成したものをを用いた。材齢1, 28日にて CO_2 濃度5%、温度 20°C 、湿度60%の環境下に静置し、測定は14, 28, 56, 91日目に1%フェノールフタレイン溶液の噴霧によって行った。塩水浸漬試験は $\phi 100\text{mm}\times 200\text{mm}$ の円柱モルタルを水中養生で作成し、材齢1, 28日にて半分に切断した後、切断面以外をエポキシ樹脂で被覆したものをを用いた。温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ に保ったNaCl濃度10%の水溶液中に静置し、3ヶ月目で深さごとに試料を採取し、電位差滴定により全塩化物イオン量測定後、見かけの拡散係数を算出した。電気泳動試験は $\phi 100\times 200\text{mm}$ の円柱供試体を水中養生で作成し、材齢28日にて打設上面から50～100mmの部分の切断し、 $\phi 100\times 50\text{mm}$ となった供試体円周面をエポキシ樹脂で被覆したものをを用いた。その後、図-1に示した電気泳動試験装置にセットし、JSCE-G 571-2003に準じて、実効拡散係数を算出した。

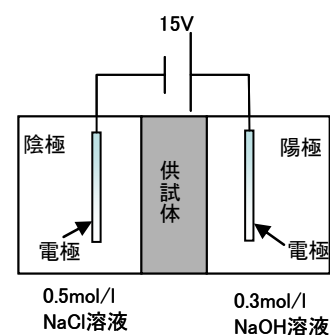


図-1 電気泳動試験装置

3. 試験結果及び考察

フロー試験の結果、A配合のフロー値は153.8mmであり、A-Li50は131.5mmであった。この結果より、亜硝酸Liの混和によって、流動性が低下することが分かった。

材齢28日における曲げ強度試験結果を図-2に、材齢28日における圧縮強度試験結果を図-3に示す。曲げ強度試験では、養生条件にかかわらず亜硝酸Liを混和したものはA配合の約1.3倍、圧縮強度試験では約1.4倍となりいずれ

キーワード 亜硝酸リチウム、ポリマーセメントモルタル、中性化、塩化物イオン

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学 施工システム研究室 TEL092-864-8901

も亜硝酸Liを混和した場合の方が強度は増加する傾向が認められた。これは、亜硝酸Liを混和することで、モルタル内の細孔構造が変化し、平均細孔直径が大幅に減少し、モルタルが緻密化したことによるものと考えられる¹⁾。

中性化試験結果を図-4に示す。A配合は、試験期間が経過するにつれて中性化深さは増加し、促進期間91日目において、材齢1日は6.41mm、材齢28日は8.07mmとなったが、A-Li50は試験期間にかかわらず中性化の進行はほとんど認められなかった。また、材齢による顕著な差は認められなかった。従って、A-Li50は中性化に対する抵抗性が顕著に発揮されることが分かった。これは、上記のように亜硝酸Liを混和することによって、モルタル内の細孔構造が変化したことが大きく影響しているものと考えられるため¹⁾、中性化に対する抑制効果が得られたと考えられる。

塩水浸漬試験結果を図-5に示す。亜硝酸Liの混和によって見かけの拡散係数が低くなることが分かり、特に材齢1日においてA-Li50は $5.99 \text{ cm}^2/\text{year}$ 、A配合は $2.96 \text{ cm}^2/\text{year}$ となり、A-Li50はA配合の約1/2と顕著な効果が認められた。これは、リチウムイオンが塩化物イオンを吸着したためであると考えられる²⁾。また、材齢28日では両配合共に塩化物イオンに対する抵抗性が材齢1日に比べ高くなることが分かったが、A配合とA-Li50との顕著な差は認められなかった。

材齢28日において見かけの塩化物イオン拡散係数の差が認められなかったため、材齢28日における実効拡散係数を求めた。電気泳動試験結果を図-6に示す。実効拡散係数はA-Li50で $0.59 \text{ cm}^2/\text{year}$ 、A配合で $3.15 \text{ cm}^2/\text{year}$ となり、A-Li50はA配合の約1/5と低い値を示し、鉄筋の腐食に関与する自由塩化物イオンに対する抵抗性が向上することが分かった。これは、上記のようにリチウムイオンが塩化物イオンを吸着したため²⁾、A-Li50の実効拡散係数が低下したと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に示す。

- (1)ポリマーセメントモルタルのフロー値は低下することが分かった。
- (2)養生条件にかかわらず、曲げ強度・圧縮強度共に強度が増進することが分かった。
- (3)中性化に対する抵抗性が著しく向上することが分かった。
- (4)塩化物イオンに対する抵抗性が向上することが分かった。

<参考文献>

- 1)堀 孝廣, 北川 明雄, 中村 裕二: 亜硝酸塩含有モルタルの中性化抑制効果, セメント・コンクリート論文集, No.45, pp.550~555, 1991
- 2)鈴木 美樹, 長沼 洋, 名和 豊春: 高浸透性を付与した表面改質剤がセメント硬化体の透水性および耐久性に及ぼす影響, コンクリート工学 年次論文集, Vol.27, No.1, 2005

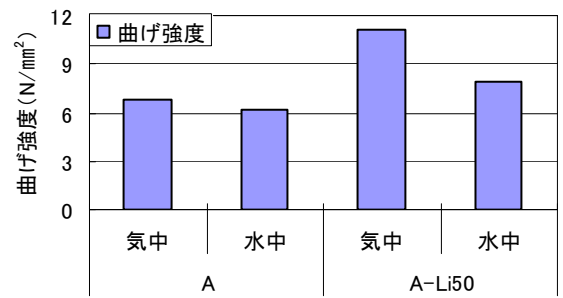


図-2 曲げ強度試験結果 (材齢 28 日)

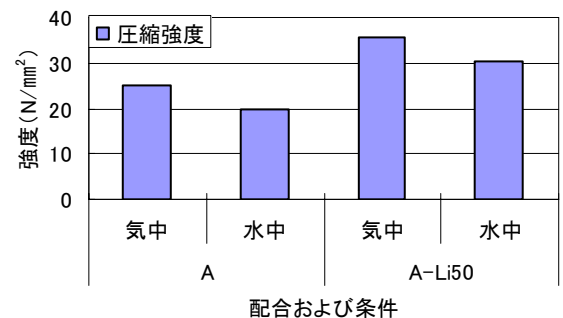


図-3 圧縮強度試験結果 (材齢 28 日)

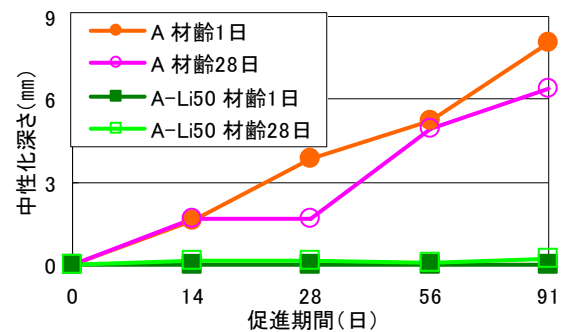


図-4 中性化試験結果

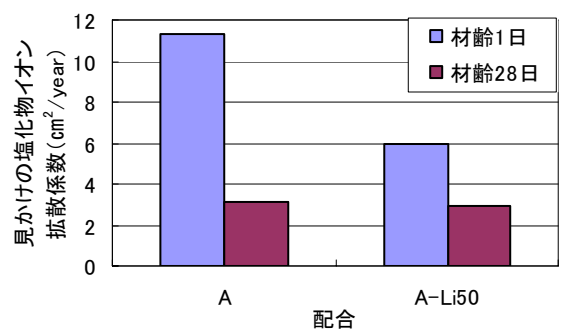


図-5 塩水浸漬試験結果

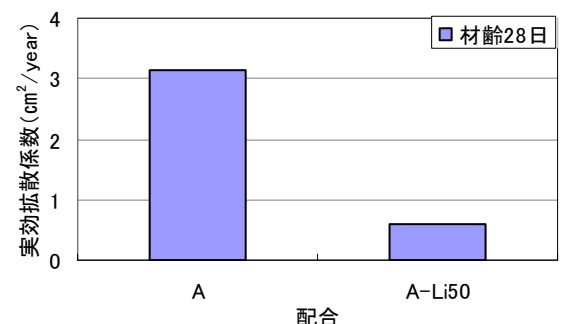


図-6 電気泳動試験結果