

塩分吸着剤を混入したエポキシ樹脂の塩分吸着効果の検証

日本国土開発株式会社 正会員 ○千賀 年浩 正会員 山内 匡
東海大学 学生会員 横山 大輝 正会員 伊達 重之

1. はじめに

近年、海岸近傍の鉄筋コンクリート構造物は飛来塩分の浸透により早期に鉄筋が腐食し、ひび割れの進行、また剥落等の劣化を引き起こしている。このように鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化が生じているなか、その劣化対策として、断面補修材に塩分吸着剤である亜硝酸型ハイドロカルマイトなどの塩分吸着剤を混入した断面修復材などが開発されている¹⁾。

一方、塩害劣化環境にある鉄筋コンクリート構造物のひび割れに対しては、エポキシ樹脂等の有機系材料を用いた補修が従来から実施されている。これらの材料は、コンクリート中や鉄筋表面の塩化物が十分に除去されていない状態では、補修後に鉄筋腐食による再劣化が懸念される。これより、塩分吸着性能を保持した有機系補修材料であれば、補修後の再劣化の危険性を低減でき、様々な劣化状況への適用が期待できると考えられる。

そこで本研究では、塩分吸着型有機系補修材の開発を目的とし、エポキシ樹脂に塩分吸着剤として、従来から使用されている亜硝酸型ハイドロカルマイトではなく、硝酸型ハイドロタルサイトを混入し、塩分吸着効果の検証を行った。

2. 塩分吸着剤

ハイドロタルサイトはマグネシウム・アルミニウムの層状複水酸化物 (Layered Double Hydroxides 以下 LDH と記す) の一種であり、層間に陰イオンを取り込み、保持している陰イオンと吸着交換する性能を持つ。しかしながら、従来の LDH は結晶子サイズが少なくとも 30nm 以上と大きく、陰イオン吸着効果は小さいという課題が指摘されている。

本研究では、結晶子サイズをより小さくすることにより陰イオン吸着性を向上させることを可能とした、ナノサイズの硝酸型ハイドロタルサイト (Nanocrystal Layered Double Hydroxides, 以下 NLDH と記す) に着目した。硝酸型 NLDH は層間に硝酸イオン (NO_3^-) を担持させたものであり、鉄筋腐食に影響する塩化物イオン (Cl^-) を吸着したと同時に硝酸イオンを放出するイオン交換機能を有している。硝酸型 NLDH の塩化物イオン (Cl^-) の吸着及び硝酸イオン (NO_3^-) の放出のイメージを図-1 に示す。

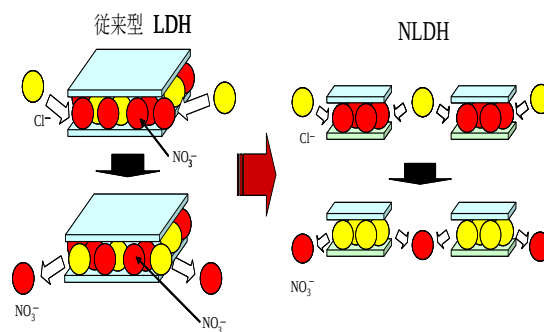


図-1 硝酸型 NLDH 吸着交換イメージ

表-1 エポキシ樹脂の性状

樹脂	性状	比重	粘度 (mPa・s 20℃)	引張強さ (N/mm²)	引張伸び率 (%)	圧縮強さ (N/mm²)
硬質系低粘度 エポキシ樹脂	A液:	1.15	300	50以上	3以下	70以上
	B液:	0.94				
	混合液:	1.08				
軟質系低粘度 エポキシ樹脂	A液:	1.13	300	10以上	50以上	-
	B液:	0.96				
	混合液:	1.08				

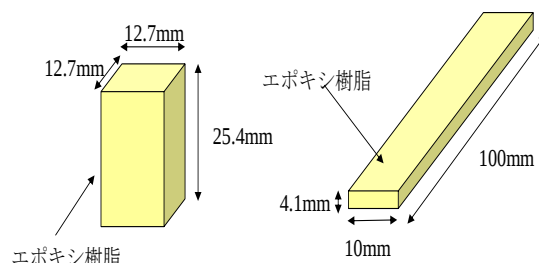


図-2 供試体概要

3. 実験概要

NLDH を混入したエポキシ樹脂 (以下 NLDHEP と記す) の塩分吸着効果を確認するため、塩化ナトリウム水溶液に NLDHEP を浸漬させ、所定の養生期間を経た後、塩化ナトリウム水溶液を採取し、陰イオンクロマトグラフィーによって NLDHEP が吸着する塩化物イオンと放出する硝酸イオンを定量した。

NLDH を混入するエポキシ樹脂は、2液混合型の硬質系低粘度エポキシ樹脂 (以下硬質 EP と記す) と軟質系低粘度エポキシ樹脂 (以下軟質 EP と記す) の2種類を使用した。表-1 に性状を示す。NLDH はこれら2種類のエポ

キーワード エポキシ樹脂, 塩害, 塩化物イオン, 塩分吸着剤

連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 日本国土開発(株)技術センター TEL 046-285-3339

キシ樹脂の質量に対してそれぞれ 0%, 20%混入した(以下 0%供試体を EP と記す).

供試体概要を図-2 に示す. 各試料の体積は統一 (4.1ml) させ, 形状をそれぞれ 12.7mm×12.7mm×25.4mm (以下表小と記す) と 4.1mm×10mm×100mm (以下表大と記す) の 2 種類とし, 表面積の違いによる影響を確認した.

浸漬用の塩水には, 容量 1 リットルの塩化ナトリウム水溶液を使用した. なお, 濃度については, NLDHEP20%中の NLDH の硝酸イオンと塩化ナトリウム水溶液中の塩化物イオンの交換吸着量が等量となるよう, 197.7ppm に調整した.

図-3 のように 197.7ppm 塩化ナトリウム水溶液 1 リットルをプラスチック容器に入れ, 供試体をナイロン製の糸で吊るし浸漬を行った. 浸漬 3 日, 7 日, 14 日, 21 日, 28 日, 35 日後に塩化ナトリウム水溶液を採取した. なお, 本試験ではイオン交換の促進を目的として, 60℃の恒温槽にて養生を行った. 試験ケースを表-2 に示す.

4. 実験結果

図-4 に塩水浸漬試験の塩化物イオンの濃度, 図-5 に硝酸イオンの濃度を示す. 図-4 より硬質軟質共に EP 表小, EP 表大において変化は観られなかった. しかし, NLDH 混入供試体はすべての条件においてイオン交換に伴う塩水中の塩化物イオン濃度の減少が認められ, また, エポキシ樹脂の表面積が大きいほど減少量が大きいことが確認された.

図-5 より NLDH 混入供試体はすべてのケースにおいて硝酸イオン濃度が時間とともに増加しており, 温度と表面積が高くなるほど, 増加量が大きくなることが得られた. しかし, 塩化物イオンの吸着量と硝酸イオンの放出量は等量とはならず硝酸イオン量の増加が大きくなった. これは NLDH を作製する際に発生する硝酸ナトリウムが混入しており, その硝酸イオンによって増加量が大きくなったと考えられる.

以上より, エポキシ樹脂に混入した NLDH のイオン交換による塩分吸着効果が塩水浸漬試験において明らかとなった.

5. 結論

本研究では塩分吸着剤である NLDH を混入したエポキシ樹脂の塩分吸着効果を塩水浸漬試験によって検証した. その結果, 硬質系, 軟質系共に NLDHEP は塩水中において塩化物イオンを吸着し, 硝酸イオンを放出することが明らかとなった. また, NLDHEP のイオン交換速度は, 表面積の増加に伴い増加することが確認された.

参考文献

1) 高田 潤ほか: 塩化物イオン吸着剤を活用した塩害補修工法と

その効果, コンクリート構造物のリハビリテーションに関するシンポジウム論文, pp.87-92, 1998.10

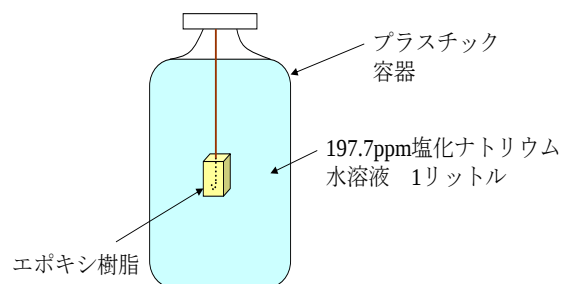


図-3 塩水浸漬試験概要

表-2 試験ケース

樹脂の条件	養生と表面積の条件	
	表面積大	表面積小
硬質EP	○	○
軟質EP	○	○
硬質NLDHEP 20%	○	○
軟質NLDHEP 20%	○	○

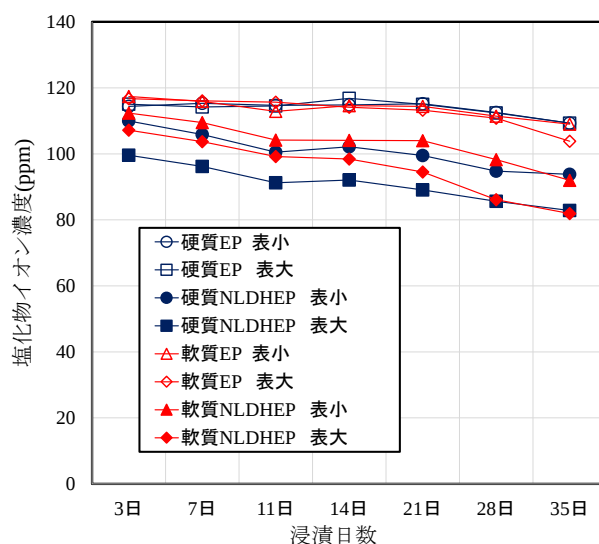


図-4 塩水浸漬結果(塩化物イオン)

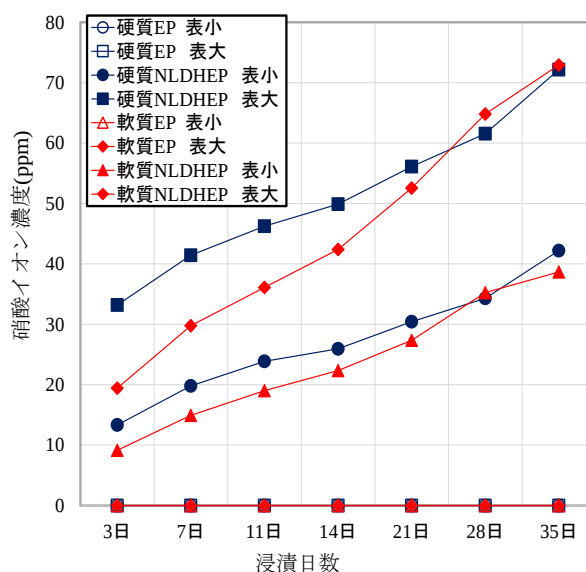


図-5 塩水浸漬結果(硝酸イオン)