

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

東海大学大学院 学生会員 ○横山 大輝
 東海大学 学生会員 黒田 真之介
 日本国土開発株式会社 技術センター 正会員 千賀 年浩
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

塩害環境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、エポキシ樹脂やアクリル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。これに対し、エポキシ樹脂等に塩分吸着性能を付加することができれば、補修後の再劣化の危険性が減少でき、様々な劣化状況への適用が期待できると考えられる¹⁾。本研究では、エポキシ樹脂に塩分吸着材として、硝酸型 hidroタルサイトを混入したものをを用いて、塩分吸着効果の検証を行う。

2. 塩分吸着材

hidro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 以下を 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。従来の LDH は結晶サイズが 30nm 以上と大きく、陰イオンの吸着効果は小さいと指摘されています。

本研究では、結晶サイズを小さくすることにより陰イオンの吸着効果を向上させ、さらに粘度の増加を抑えることが可能であるナノサイズ硝酸型 hidroタルサイト (Nanocrystal Layered Double Hydroxides 以下を NLDH と記す) を用いる。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放出するイオン交換機能を有している²⁾。吸着モデルを図-1 に示す。

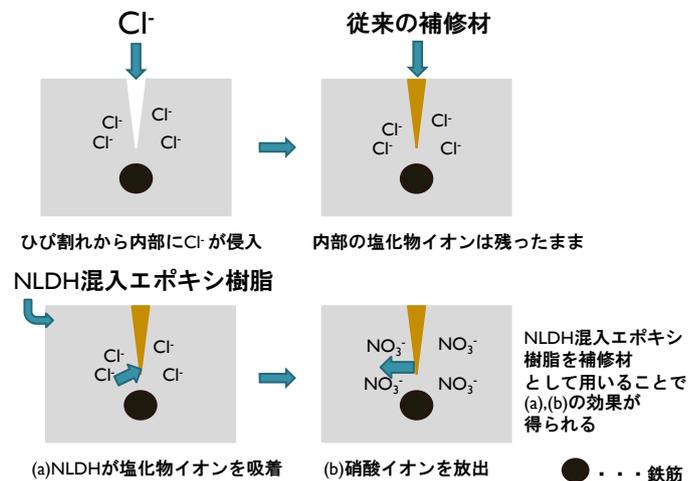


図-1 NLDH の吸着モデル図

表-1 エポキシ樹脂の性状

樹脂	性状	比重	粘度 ($\text{mPa}\cdot\text{s}$ 20°C)	引張強さ (N/mm^2)	引張伸び率 (%)	圧縮強さ (N/mm^2)
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				

3. 実験概要

塩化ナトリウム水溶液に NLDH を混入したエポキシ樹脂 (以下 NLDHEP と記す) を浸漬させ、時間の経過と共に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て NLDHEP の塩分吸着効果および表面積の違いでの吸着効果を評価した。エポキシ樹脂の性状を表-1 に示す。

4. 供試体

NLDH 混入量は 0% および 20% とした。各試料の体積は統一 (4.1ml) し、形状を $12.7\text{mm}\times 12.7\text{mm}\times 25.4\text{mm}$ (以下表小と記す) $4.1\text{mm}\times 10\text{mm}\times 100\text{mm}$ (以下表大と記す) の 2 種類とした。

キーワード 塩分吸着剤, エポキシ樹脂, 塩化物イオン, 硝酸イオン, NLDH

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学 TEL. 0463-58-1211 E-mail: north.xxx03@gmail.com

供試体概要を図-2に示す。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、また体積比は100:4とする。197.7ppmに調整した。エポキシ樹脂を型枠に打設後7日間空間養生し脱型を行った。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。浸漬後3日、7日、14日、21日、28日後に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塩化物イオンと硝酸イオンを定量した。なお、浸漬中の容器は23℃の恒温槽と、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-1に示す。

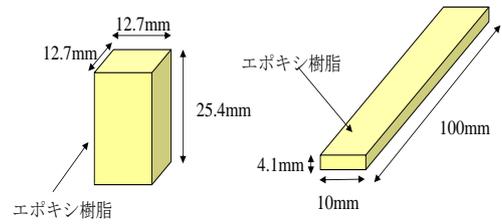


図-2 供試体概要

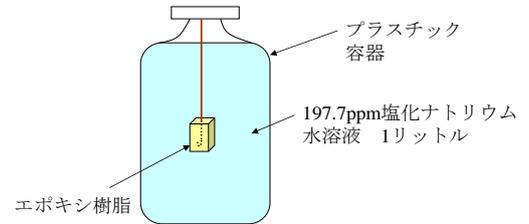


図-3 試験概要

5. 測定結果

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た。このとき、比表面積が大きいほど、温度が高いほど減少量が大きいことが確認された。

表-1 試験ケース

材料種	浸漬条件			
	高温(60℃)		低温(23℃)	
	表面積大	表面積小	表面積大	表面積小
EP	○	○		
NLDHEP	○	○		○

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分かった。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。

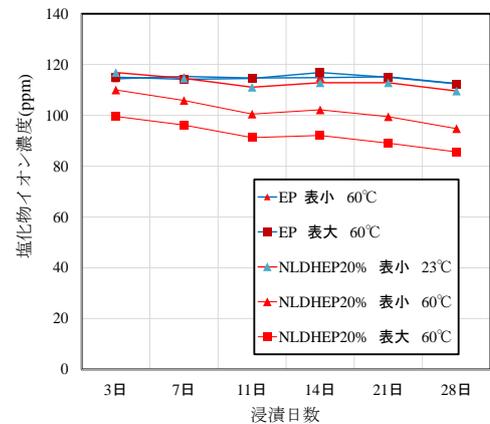


図-4 塩水浸漬結果 (塩化物イオン)

6. まとめ

本研究では塩分吸着材であるNLDHを混入したエポキシ樹脂の実験を行い以下のことが分かった。

- (1) NLDH混入エポキシ樹脂は、塩分吸着及び硝酸イオン放出の効果があると考えられる。
- (2) NLDH混入エポキシ樹脂のイオン交換速度は、比表面積および温度、イオンの保持時間の変化に伴い反応速度が速くなり交換速度の変化が確認された。

6. 参考文献

- 1) 勝畑 敏幸ほか：亜硝酸型ハイドロカルマイト混入ポリマーセメントモルタルの性質，コンクリート工学次論，Vol24，No1，pp. 1713-1718，2002
- 2) 高性能陰イオン吸着材NLDHについて ANION株式会社：<http://anion.co.jp>

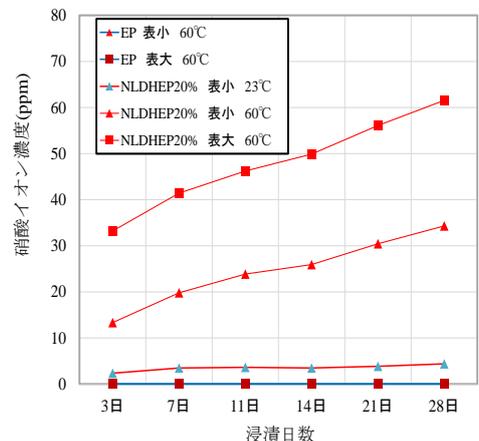


図-5 塩水浸漬結果 (硝酸イオン)