

## 防錆機能を有する新しい補修材の開発

東海大学 学生会員 ○黒田 真之介  
 東海大学大学院 学生会員 横山 大輝  
 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

RC 構造物は、かぶりコンクリートの品質が確保されており、かつ、厳しい腐食環境になければ、コンクリート内部の高アルカリ環境下にある鉄筋は不動態化しているため、問題になるほどの鉄筋腐食は起こらない。しかし、一旦かぶりコンクリートにひび割れなどの欠陥が生じると、ひび割れからの炭酸ガスの侵入による中性化に加え、塩化物イオンなどの腐食促進物質や酸素の侵入を容易にするため、腐食の進行が速められる。<sup>1)</sup> なので塩害を受けている構造物は、補修の際、完璧に除塩することが必要である。しかし、現状微細なひび割れすべての対応は困難である。そこで、今回新しい補修材を用いて単なるひび割れ注入材ではなく防食機能を有する材料の開発を検討している。なお、エポキシ樹脂に新しい補修材を混入した時の基本的性能は確認済みである<sup>2)</sup>。本研究はモルタルに塩分吸着材を混入させて練混ぜを行い、鉄筋腐食抑制を検討していく。

### 2. 新しい補修材のコンセプト

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。従来の LDH をエポキシ樹脂に混入させ、ひび割れ注入剤として用いた場合、エポキシ樹脂は粘度が増加しひび割れ幅によっては注入充填性が大きく低下することが考えられる。

表-1 エポキシ樹脂と NLDH 混入エポキシ樹脂の効果の違い

	エポキシ樹脂	エポキシ+NLDH
ひび割れを塞ぐ	○	○
Cl <sup>-</sup> を吸着		○
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> を放出		○

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ハイドロタルサイト (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<sub>3</sub><sup>-</sup>)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<sup>-</sup>)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する。表-1 はエポキシ樹脂と NLDH 混入エポキシ樹脂の効果の違いを示す。

### 3. 実験概要

40°の恒温室で、塩水 3%の溶液に供試体を入れ、乾湿繰り返しを行い、3 日浸漬、4 日乾燥を 1 サイクルとし 1 サイクルごとに自然電位及び分極抵抗を測定し計 10 サイクル行う。

#### 3. 1 使用材料・供試体作製, 養生方法

図-1 に供試体作製概要を示す。コンクリート, モルタル, 水セメント比 40%, スランプ 8cm, 空気量 4.5%, キーワード NLDH、分極抵抗、自然電位、鉄筋腐食

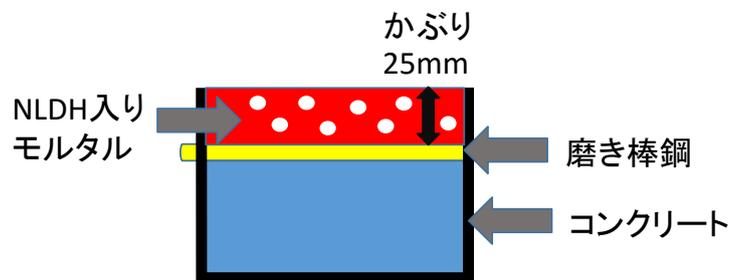


図-1 供試体作製概要

### 3. 1 使用材料, 作成, 養生

コンクリート, セメントには普通ポルトランドセメント(密度:  $3.16\text{g/cm}^3$ )を使用. 細骨材:大井川産. 粗骨材:相模原産. モルタル細骨材は豊浦産標準砂を使用. 鉄筋は  $\phi 10\text{mm}$ ,  $L=250\text{mm}$  の磨き棒鋼を用いる. 型枠底面から鉄筋まで, コンクリート打設. また, かぶり  $25\text{mm}$  までモルタルを打設した. 翌日に脱型,  $20^\circ$  の恒温室にて7日間空間養生を行い, 測定面以外にエポキシ樹脂を塗布した. (図-2に供試体概要を示す) 供試体は NLDH 混入  $0\% \cdot 5\% \cdot 10\%$  とし, かぶりは  $25\text{mm}$  とした. 以後, NLDH 混入  $0\% \cdot 5\% \cdot 10\%$  を N0, N5, N10 と示す.

### 4. 測定結果

図-3 は各供試体の分極抵抗値, 図-4 に各供試体の自然電位を示す.

図-3, 図-4 より, 実験開始初期から今回どちらも腐食傾向を示した. 理由として, 鉄筋を磨き棒鋼を用いたため打設時から養生時間の間に腐食したと考えられる.

図-3 より, 6 週目までは各供試体, 変化があまり見られなかった. しかし 6 週目以降から N10 の分極抵抗値が大きくなり, また, 混入量が多い N10 のほうが, 効果が早く見られ, 遅れて N5 も効果があることが確認できた.

図-4 より, N0, N5 の供試体は大きな変化があまり見られない中で, 自然電位値が一番腐食傾向にあった N10 が 4 週目を境に大きく回復傾向になっている.

N5, N10 はある期間からどちらも自然電位が回復傾向になっている. 考えられる理由としては, NLDH が鉄筋腐食に影響する塩化物イオンを吸着し, 防錆効果のある硝酸イオンを放出したことにより自然電位が回復傾向になったと考えられる.

### 5. まとめ

本研究では塩分吸着材である NLDH を混入したモルタルの防錆効果について検討した. その結果, NLDH の塩分吸着により硝酸イオンが放出され, 分極抵抗値が回復傾向になったため, 鉄筋腐食抑制の効果が見られた. また NLDH の混入量によって腐食具合が遅くなることが確認できた.

### 6. 参考文献

- 1) 親本 俊憲ほか: ひび割れを有するモルタル中の鉄筋腐食速度解析, コンクリート工学年次論文集, Vol26, No1, pp.1089-1094, 2002
- 2) 千賀 年浩ほか: 塩分吸着材を混入したエポキシ樹脂の基本的性能, コンクリート工学年次論文集, Vol37, No1, pp.1531-1536, 2015

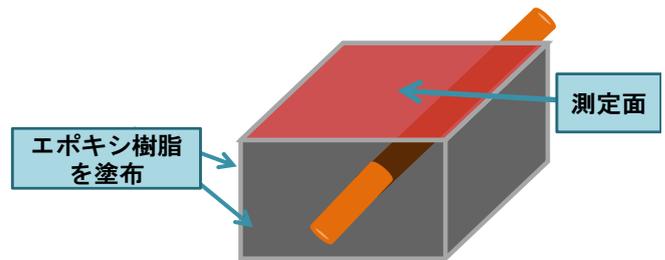


図-2 供試体概要

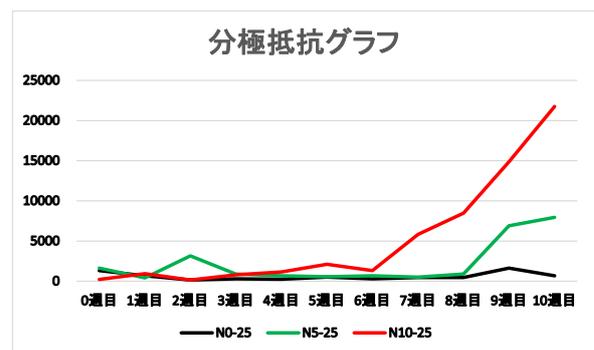


図-3 分極抵抗値グラフ

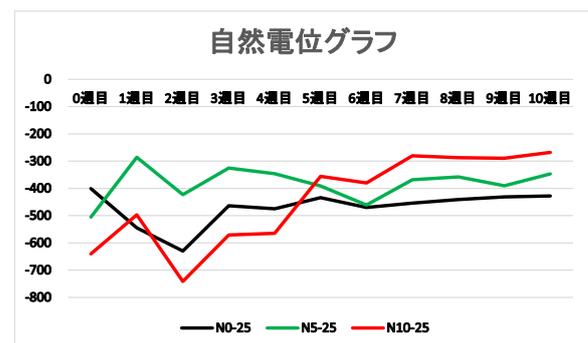


図-4 自然電位グラフ