

V-135

電着による鉄筋コンクリートのひび割れ閉塞と表面改質に関する研究

日本舗道（株） 正会員 番匠谷英司
 東京工業大学工学部 正会員 大即信明
 新潟大学工学部 正会員 久田 真
 東京工業大学大学院 学生員 柳 在碩
 東京工業大学大学院 学生員 平山周一

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の低下した機能を回復させるために、電気化学的手法を適用する例が多く見られるようになった。特に、図-1 に示すような電着は、コンクリート内部の鉄筋を陰極とし、外部に陽極を設置して電解質水溶液（以降、外部溶液と記す）を介して通電を行うことによって、陰極近傍に電着生成物（以降、電着物と記す）を析出させるものである。海洋構造物に対して海水を外部溶液とした報告¹⁾がされているが、外部溶液を任意に変えることによって海洋構造物だけでなく、あ

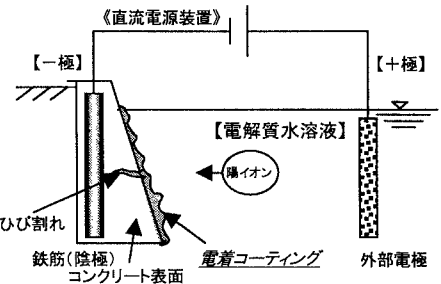


図-1 電着の原理

らゆる鉄筋コンクリート構造物に対して適用可能であると考えられる。そこで本研究では、電気化学的手法の一つである電着を用いることによって鉄筋コンクリート構造物に生じたひび割れの閉塞、コンクリート表層部の改質を行うことを目的とした。本研究では外部溶液や電流密度、通電期間の違いがひび割れの閉塞や表面改質に与える影響を電着物の物性、透水抵抗性、コンクリート表層部の緻密性の観点から検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料および供試体の概要

供試体作製においてはコンクリートの配合を $W/C=50(\%)$ 、 $s/a=44(\%)$ とした。供試体は $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の角柱供試体であり、かぶり厚さ 3cm の位置に直径 10mm の磨き丸鋼を配置した。打設後は 20°C の実験室内で 28 日間水中養生を行い、曲げ荷重により 0.5mm のひび割れを導入した。

(2) 外部溶液、電流密度および通電期間

外部溶液は平山らの研究²⁾を参考にし、 ZnSO_4 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 MgCl_2 (各 0.1mol/l)、人工海水を使用した。また、電流密度はコンクリート表面積あたり 0.5 、 $1.0(\text{A}/\text{m}^2)$ とし、通電期間を $4, 12, 20(\text{weeks})$ とした。

(3) 通電方法および測定項目

塩化ビニル製容器にひび割れ面を除く 5 面にシールを施した供試体を、ひび割れ面が下側になるように設置し、陽極となるチタンメッシュから 2cm 離して据え付けた。外部溶液は内部鉄筋の位置まで満たし、所定の通電を行った。また、外部溶液は 5 日毎に交換して電着物生成に必要なイオンの供給が常に一定になるようにした。また、所定の通電が終了した後、表-1 に示す測定を行った。

キーワード：電着物、ひび割れ、コンクリート表層部、透水抵抗性、緻密性

連絡先：〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学工学部 大即研究室

TEL 03-5734-2594 FAX 03-5734-3577

表-1 測定項目と測定方法

【測定項目】	【測定方法】
電着物の同定	粉末 X 線回折装置により測定
電着物の物性	水銀圧入式ポロシメータにて細孔量を測定
透水試験	JIS A 6909 を改良した変水位透水試験にて測定
コンクリートの細孔量	水銀圧入式ポロシメータにて測定
ピッカース硬さ	深さ 10mm まで 1mm 毎に測定

表-2 電着物の同定結果および細孔量

外部溶液	ZnSO_4	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	MgCl_2	人工海水
電着物	ZnO	$\text{Mg}(\text{OH})_2$		$\text{Mg}(\text{OH})_2$ CaCO_3
細孔量 (cc/g)				
$0.5\text{A}/\text{m}^2$	0.206	0.049	0.087	0.143
$1.0\text{A}/\text{m}^2$	0.152	0.115	0.186	0.156
◆コンクリートの細孔量(cc/g)	0.0473			

3. 実験結果・考察

(1) 電着物の物性

表-2 に外部溶液と電着物の同定結果の関係および電着物の細孔量を示す。このように、外部溶液の種類によって析出する電着物が異なり、人工海水のような複合溶液を用いた場合には複数の電着物の混合物が析出する。

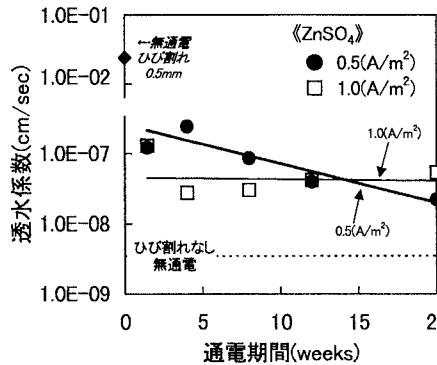


図-2 透水試験結果 (ZnSO₄ 溶液)

また、ZnO を除いて電流密度が小さいと細孔量が概ね小さくなっており、コンクリートより径の小さな空隙で構成されていることが確認されたことから、低電流密度の通电によって緻密な電着物を生成させることが可能であるものと考えられる。

(2) 透水抵抗性の向上に関する検討

図-2 に一例として外部溶液に ZnSO₄ を用いた透水試験結果を示す。これより、無通電で 0.5mm のひび割れ幅を有する場合の透水係数に比べて、電着の適用によって透水抵抗性をひび割れのない場合の 10 倍程度までに向上できることがわかる。また、低電流密度で長期の通电を行うほど透水係数が小さくなることが確認できる。つまり、ひび割れを閉塞させる電着物の緻密性が透水抵抗性に影響を及ぼすものと推測される。そこで、図-3 に示すように電着物の細孔量に着目すると、外部溶液の種類に関係なく、電着物の細孔量が小さいものほど透水係数が小さくなる傾向が見受けられる。以上より、電着物の細孔量の大小が透水抵抗性の向上に大きな影響を与えるものと考えられる。

(3) コンクリート表層部の緻密性に関する検討

図-4 に通电 12,20 週におけるコンクリート表層部の細孔量の変化、図-5 に電流密度が 0.5(A/m²)、通电 12 週におけるかぶり深さ方向におけるピッカース硬さの変化を示す。これより、電着によってコンクリート表層部の細孔量が概ね減少していることがわかる。また、表面から 4mm 前後の深さまでにおいてピッカース硬さが大幅に増加しており、電着によってコンクリート表層部の緻密化が図られているものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 鉄筋コンクリートへの電着の適用によってひび割れの閉塞および表面改質の可能性を見いだした。
- (2) 電着物の生成によってひび割れを閉塞させることによって、大幅な透水抵抗性の向上が確認できた。
- (3) 電着の適用によって、ひび割れ部以外のコンクリート表層部（表面から 4mm 程度まで）の緻密化が達成できた。

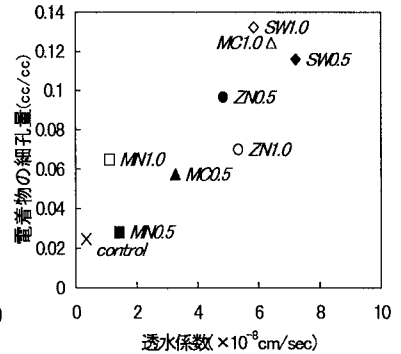


図-3 透水係数と細孔量の関係

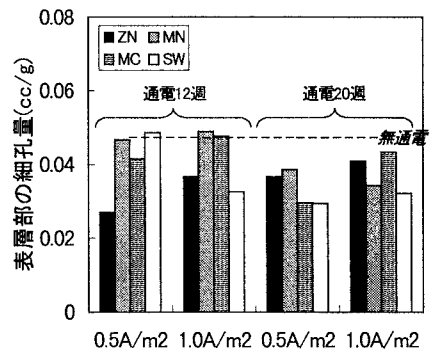


図-4 細孔量の変化

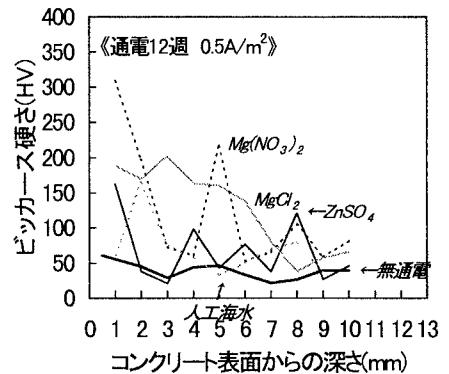


図-5 ピッカース硬さの変化

参考文献 1) 武山,横田ほか：電着工法を利用した海洋コンクリート構造物の補修と防食について；電力土木, No.246, 1993

2) 平山,大即ほか：通电による鉄筋コンクリートのひび割れ閉塞のフィジビリティスタディ；第 52 回土木学会学術年次講演会概要集, 1997