

V-166

通電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

東京工業大学大学院 学生員 平山周一
 東京工業大学工学部 正会員 大即信明
 東京工業大学工学部 正会員 久田 真
 東京工業大学大学院 学生員 番匠谷英司

1. はじめに

コンクリート構造物に通電を施すことにより、低下した構造物の機能を回復させる技術が近年注目を集めてきている。特に図-1に示すような原理の電着工法は海水中に含まれる Mg^{2+} あるいは Ca^{2+} を利用し、海中部分のコンクリート表面およびひび割れ部に反応生成物を析出させる工法である。電着工法を陸上構造物に適用する場合には、通電時に用いる電解質溶液を適切に選定することにより、鉄筋コンクリートのひびわれを閉塞させることが可能であると考えられる。このような観点から、本文では、通電を施すことにより、鉄筋コンクリートのひび割れを閉塞させることを目的として、種々の電解質溶液中において、ひび割れを有する鉄筋入りのモルタル供試体に通電を施し、各供試体の反応生成物の析出状況の観察ならびに同定を行った。また、反応生成物の析出した通電後の供試体の特性を把握するため、モルタル供試体の物理的特性、物質透過性についても検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料

供試体の作製においては、セメントは普通ポルトランドセメント(比重:3.15、比表面積:3260cm²/g)、細骨材は千葉県小櫃産(山砂)(粗粒率:2.20、表乾比重:2.62、吸水率:1.17%)、練り混ぜ水は蒸留水、鉄筋は磨き丸鋼(ϕ 10mm×16cm, SR 235)をそれぞれ使用した。

(2) 供試体

供試体は配合を W/C=0.5, S/C=2.5 としたモルタルを、4cm×4cm×16cm の寸法の型枠中に鉄筋を長軸方向に対して中心に配置した角柱供試体を作製した。打設後、20℃, R.H.90%以上の湿空気に 28 日間養生したものに曲げ載荷により 0.5mm の残留ひびわれを導入した。

(3) 電解質溶液の選定

まず陽イオンと陰イオンの化合物より、水溶性で水溶液が強酸性を示さない電解質を選定した。選定された化合物の水溶液中で 24 時間の通電を行い、物質が析出しひび割れの閉塞が期待できると考えられる $MgCl_2$ (濃度:0.1mol/l)、 $CuCl_2$ (濃度:0.01mol/l)、 $ZnSO_4$ (濃度:0.1mol/l)、 $AgNO_3$ (濃度:0.01mol/l)の 4 種類の水溶液を選定した。

(4) 実験方法

供試体を 4cm×16cm の型枠面を曝露面とし残りの 5 面をガムテープでシールした。この後、チタンメッシュ電極を配置した塩化ビニル製容器に設置し、それぞれの電解質溶液で満たした。なお、電流密度は、鉄筋表面に対し、1.0A/m²とした。

(5) 検討項目

反応生成物の析出状況の観察ならびに同定を行った。また、反応生成物が析出した通電後の供試体の特

キーワード：ひび割れ、閉塞、電解質溶液、反応生成物、粉末 X 線回折

連絡先：〒152 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 03-3729-0728

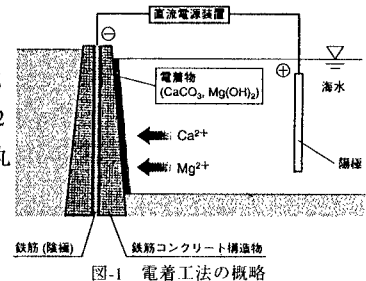


図-1 電着工法の概略

性を把握するため、物理的特性として曲げ強度を、物質透過性としてCl浸透深さを硝酸銀噴霧法にて測定した。

3. 実験結果および考察

(1)反応生成物の析出状況の観察

ひび割れ内部への反応生成物の析出

状況の概略図を図-2に示す。これによると、 ZnSO_4 水溶液を用いたときはひび割れを充填するように析出していた。また CuCl_2 、 AgNO_3 水溶液を用いたときはひび割れ内部にはほとんど反応生成物は確認できなかったが、曝露面においてひび割れ部を覆うように反応生成物が析出していた。 CuCl_2 、 AgNO_3 水溶液を用いた供試体においてはひび割れ内部にほとんど反応生成物は確認できなかったのは、早期に曝露面においてひび割れ部を覆うように反応生成物が析出したため、ひび割れ内部に溶液中の電解質が、ひび割れ部へ供給されなかったためと考えられる。

(2)反応生成物の同定

表-1に反応生成物の同定結果を示す。これによれば、各電解質溶液を用いた場合、通電を行うことによって、不溶性の安定した化合物を析出させることが可能であることがわかる。

(3)曲げ強度

図-3に通電後の供試体の曲げ強度を示す。 ZnSO_4 、 MgCl_2 水溶液を用いたものに曲げ強度の増加が見られた。

これは反応生成物により、表層部の内部組織が変化したためと考えられる。

(4)Cl浸透性

図-4に、通電後、塩水浸漬した供試体のひび割れ部におけるCl浸透深さを示す。これによれば ZnSO_4 水溶液を用いたものにClの浸透抑性効果が見られた。これは反応生成物がひびわれ内部を充填し、この結果、ひび割れが閉塞したためと考えられることができる。

4. まとめ

以上の結果より、外部電解質溶液の種類と析出する反応生成物の種類および析出状況が把握できた。また、反応生成物を析出させた鉄筋入りモルタルのひび割れ閉塞の可能性が定性的に把握できた。

<参考文献>

(1)武山正人、横田優、井上芳樹：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

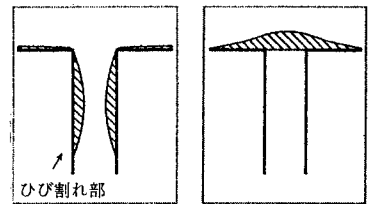
電力土木 No 246 別冊 (2)横田優：通電作用によるコンクリート中の各種イオンの移動について 土木学会四国支部第2会技術研究発表会講演概要集、pp.402-403

(3)横田優：通電によるコンクリート中の各種イオンの移動について 四国総合研究所研究期報支部第2会技術研究発表会講演概要集、pp.402-403

表-1 反応生成物の同定結果

溶液	MgCl_2	CuCl_2	ZnSO_4	AgNO_3
反応生成物	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	CuO	ZnO	Ag
溶解度	$9.0 \times 10^{-4} \text{g}$	不溶	$4.2 \times 10^{-4} \text{g}$	$2.8 \times 10^{-4} \text{g}$

$\text{MgCl}_2(0.1 \text{mol/l})$ $\text{CuCl}_2(0.01 \text{mol/l})$



$\text{ZnSO}_4(0.1 \text{mol/l})$ $\text{AgNO}_3(0.01 \text{mol/l})$

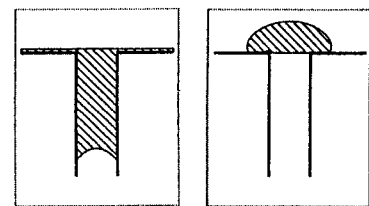


図-2 ひび割れ部への析出状況の概略図(上部が曝露面)
斜線部分は反応生成物

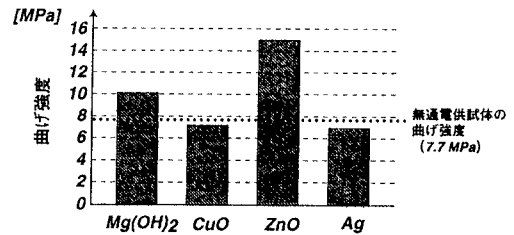


図-3 通電後の供試体の曲げ強度(通電12週間)

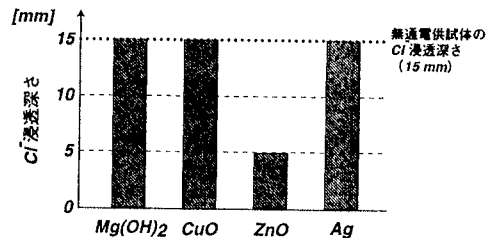


図-4 通電後の供試体のCl浸透深さ(通電2週間、塩水浸漬4週間)