

# 漏水環境条件における電着効果に関する実験的研究

戸田建設(株) フェロー会員 ○倉林 清 正会員 田中 徹  
東京工業大学 正会員 大即信明 正会員 宮里心一 学生会員 西田孝弘  
電気化学工業(株) 正会員 宇田川秀行

## 1 はじめに

コンクリート構造物にひび割れが発生した場合、特に地下構造物では漏水を伴う場合が多い。漏水の発生は著しく美観を低下させるばかりではなく、鉄筋腐食を促進させ構造物の耐荷性や耐久性を低下させることから、効率的、効果的な補修工法が望まれる。筆者らはこれらの現状を踏まえ、『電気化学的ひび割れ補修工法の開発』を共同で行っている。本文は、あらかじめひび割れを導入した供試体を用い、漏水環境条件における電着条件の選定を目的として行った試験結果について報告する。

## 2 ひび割れ漏水模型試験

### 2.1 漏水試験器の概要

写真-1 に漏水試験器の概要を示す。

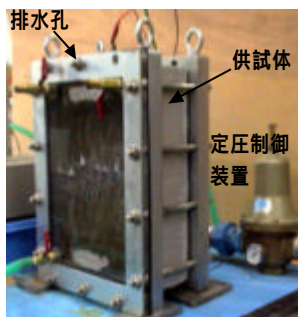


写真-1 漏水試験器の概要

### 2.2 供試体の概要

供試体はレディーミクストコンクリート (21-12-20 N 圧縮強度  $\sigma_{28} = 22.8 \text{ N/mm}^2$ ) を用いたプレキャスト板とした。表-1 に供試体の配合を示す。供試体の形状は  $400 \times 300 \times$  厚さ  $100 \text{ mm}$  であり、内部鉄筋 (D13, SD295) は短辺方向の中央部に 1 本 (かぶり  $50 \text{ mm}$ ) とした。鉄筋の端部にはリード線を圧着した。また内部鉄筋と同位置に貫通ひび割れ (ひび割れ幅約  $0.3 \text{ mm}$ , ひび割れ長さ約  $260 \text{ mm}$ ) を導入した。

表-1 供試体の配合

| Gmax (mm)                | スランブ (cm) | 水セメント比 (%) | 空気量 (%) | 細骨材率 (%) |
|--------------------------|-----------|------------|---------|----------|
| 20                       | 12        | 61.5       | 4.5     | 48.9     |
| 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |           |            |         |          |
| 水 W                      | セメント C    | 細骨材 S      | 粗骨材 G   | 混和剤 A    |
| 167                      | 272       | 889        | 945     | 0.816    |

## 2.3 試験条件

表-2 に試験条件を示す。試験条件はあらかじめ行った電着条件の選定試験で得られた結果<sup>1)</sup> (酢酸マグネシウム水溶液: Mg-ace, 電解質水溶液濃度  $0.1 \text{ mol/l}$ , 電流密度  $1.0 \text{ A/m}^2$ ) を基本とした。しかし、漏水によって電解質水溶液の濃度が希釈されることが考えられるため、濃度は  $0.1 \text{ mol/l}$ ,  $0.5 \text{ mol/l}$  の 2 種類、電流密度は  $1.0 \text{ A/m}^2$ ,  $2.0 \text{ A/m}^2$ ,  $3.0 \text{ A/m}^2$  の 3 段階に変化させ、通電期間は 7 日間とした。また試験 No.3, 4 では濃度低下防止を目的として、電解質水溶液を毎日および 2 日に 1 回の頻度で入替えた。漏水量はひび割れ状況によって変化するため、供給水の圧力 ( $0.02 \text{ MPa}$ ) を一定にして供給した。初期漏水量は、1 時間当たり概ね  $100 \text{ cc}$  以下になるように供給水量を変化させた。

表-2 試験条件

| 試験 No. | 電解質水溶液の種類 | 電流密度 (A/m <sup>2</sup> ) | 電解質濃度 (mol/l) | 電解質溶液入替頻度 |
|--------|-----------|--------------------------|---------------|-----------|
| 1      | Mg-ace    | 1.0                      | 0.1           | 無し        |
| 2      |           |                          | 0.5           | 無し        |
| 3      |           |                          | 0.1           | 毎日        |
| 4      |           |                          | 0.1           | 2 日毎      |
| 5      |           | 2.0                      | 0.1           | 無し        |
| 6      |           |                          | 0.5           | 無し        |
| 7      |           | 3.0                      | 0.1           | 無し        |
| 8      |           |                          | 0.5           | 無し        |

## 2.4 電着効果の評価項目

電着効果の評価は、1) 漏水量の変化、2) 電解質水溶液の pH 経時変化とした。ここに、漏水量の測定と電解質水溶液の pH 測定は漏水試験機上部の排水孔からオーバーフローする水量 (漏水 + 電解質水溶液) とした。

## 3 試験結果と考察

### 3.1 電解質水溶液濃度の影響

#### 1) 漏水量の変化

図-1 に試験 No.1,2 における電解質水溶液の濃度と

キーワード：電気化学的ひび割れ補修工法，電着工法，電着物，ひび割れ閉塞，漏水

連絡先：〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設(株) 土木工事技術部 TEL:03-3535-1614 FAX:03-3564-0475

漏水量の変化の関係を示す。漏水量は、濃度が  $0.1\text{mol/l}$  の場合は初期漏水量に対して 20% 程度、 $0.5\text{mol/l}$  の場合は 40% 程度に減少した。試験 No.1,2 におけるひび割れ閉塞率（供試体表面で観察されるひび割れの全長に対する、電着物によって閉塞された長さの百分率）はいずれも 100% であった。しかし、析出した電着物を観察すると、気泡が多く脆弱であるため、電着物で閉塞した部分から漏水が発生したと考えられる。

## 2) 電解質水溶液の pH 経時変化、イオン量の変化

図-2 に pH の変化、および図-3,4 にイオン量の変化を示す。試験 No.1 の pH 値は、試験 No.2 と比較して、初期値 pH8.0 から大きく低下し、表面の劣化が観察された。これは、試験 No.1 では漏水によって電解質水溶液が希釈されるため、酢酸塩の濃度が低下し、水素イオン濃度が上昇したためと考えられる。

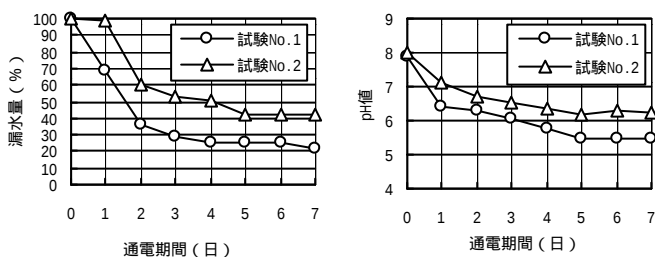


図-1 漏水量の変化

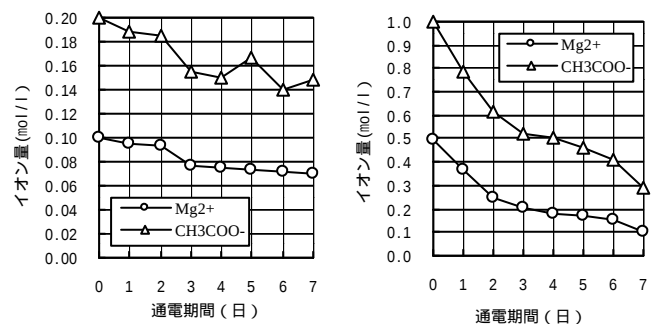


図-2 pH の変化

図-3 イオン量の変化(試験 No.1) 図-4 イオン量の変化(試験 No.2)

## 3.2 電解質水溶液の入替えによる影響

図-5 に試験 No.1,3,4 における漏水量の変化、および図-6 に pH の変化を示す。漏水量は入替え無しの場合（初期漏水量に対して 20% まで低下）と比較して、毎日入替えた場合（同 35%）および 2 日に一度入替えた場合（同 65%）の方が、電着効果が小さくなった。これは、入替え作業時に電解質水溶液を全て排出した状態で行うため、供給水の圧力が電着物を剥離させる等の影響であると考えられる。pH 値は毎日または 2 日に一度の割合で入替えることで pH6.0 前後を確保することができた。

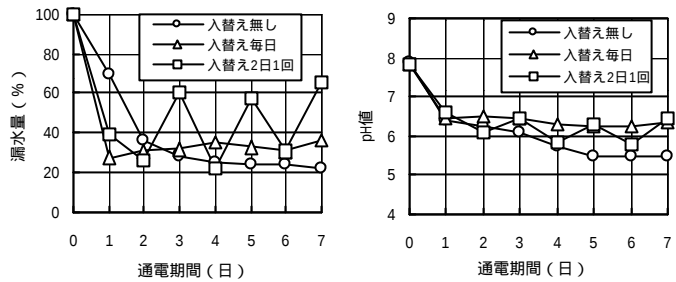


図-5 漏水量の変化

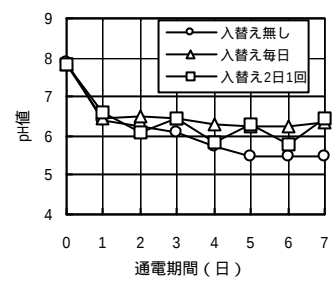


図-6 イオン量の変化

## 3.3 電流密度による影響

図-7 に試験 No.1,5,7 および図-8 に試験 No.2,6,8 における漏水量の変化を示す。試験 No.1,5,7（濃度  $0.1\text{mol/l}$ ）では、電流密度  $3.0\text{A/m}^2$  の場合、最も漏水量が減少した。また、試験 No.2,6,8（濃度  $0.5\text{mol/l}$ ）では、電流密度  $2.0\text{A/m}^2$  および  $3.0\text{A/m}^2$  の場合、漏水量が大きく減少した。特に  $0.5\text{mol/l}$ ,  $3.0\text{A/m}^2$  の場合、通电 7 日間で漏水を止水することができた。この結果は、電着条件の算定試験で得られた結果（電解質水溶液濃度  $0.1\text{mol/l}$ 、電流密度  $1.0\text{A/m}^2$ ）<sup>1)</sup>と比較して、電解質水溶液濃度、電流密度ともに高い値となった。これは、漏水環境下では漏水による電解質水溶液の希釈や供給水量、初期漏水量等の差異等の影響が考えられる。

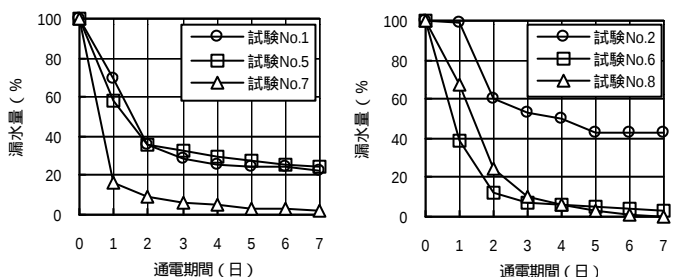


図-7 漏水量の変化  
(試験 No.1,5,7)

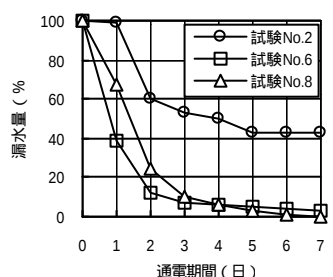


図-8 漏水量の変化  
(試験 No.2,6,8)

## 4 まとめ

漏水環境条件での電着効果の確認試験を行った。その結果、電解質水溶液に酢酸マグネシウムを用い、電解質水溶液濃度  $0.5\text{mol/l}$ 、電流密度  $3.0\text{A/m}^2$ 、電解質水溶液の入替え無しの時、漏水を止める事ができた。今後は施工システム確立を目的とした研究を重ね、実証施工を行う予定である。

## 【参考文献】

- 1) 田中ほか：土木学会第 55 回年次学術講演会概要集，-399, 電気化学的ひび割れ補修（電着）工法における電着条件の選定
- 2) 大即ほか：コンクリート構造物の機能回復に対する電着法の適用性の検討，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集，pp.81～86，1998