

# 코팅재료의 도포 특성에 따른 전기적 축진을 통한 염해 저항성 평가

## Evaluation of Chloride Resistance with Application Method of Coating Materials Using Electric Acceleration Test

김명유\* 양은익\*\* 연구석\*\*\* 주명기\*\*\*\*

Kim, Myung Yu Yang, Eun Ik Yeon, Kyu Seok Joo, Myung Ki

### ABSTRACT

The durability of concrete is decreased by various deterioration factors such as a crack, spalling, corrosion. Many repair and rehabilitation methods have been introduced to extend service life of RC structure. An application of coating material is one of repair and rehabilitation methods. However, there is a problem due to reduction of bonding strength and damage of coating material in the case of existed coating material. Thus, this paper is aim to investigate the chloride resistance according to application method of coating material which improve the existed problem.

According to the results, it is showed that application of coating material reduces diffusion of chloride into concrete. In special, application of MMA polymer showed the best resistance for chloride attack. However, variation of application method and number of times has a minor effect on chloride diffusion.

### 1. 서론

콘크리트는 다양한 열화 요인에 의해 균열의 발생, 탈락, 철근 부식 등의 형태로 내구성이 감소된다. 이러한 성능 저하를 겪는 구조물의 사용 수명을 연장하기 위하여 다양한 보수방법이 제시되어 왔는데, 코팅재의 도포 또한 이러한 보수 방법 중의 하나이다. 그러나, 기존 코팅재의 경우 접착강도의 저하나 코팅재의 손상에 따른 문제점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 내구성 측면 특히, 부식과 관련된 염해 저항성을 높이기 위하여 기존 코팅재의 문제점을 향상시킨 코팅재료의 도포 특성에 따른 염해 저항성을 평가하고자 한다. 수행된 실험에서 코팅재료의 도포 특성으로써 코팅 재료의 종류, 도포방법, 도포 횟수를 달리하여 실험이 이루어졌으며, 실험을 통하여 염화물 침투 깊이 및 확산계수를 제시함으로써, 적절한 코팅재의 사용 방법을 제시하고자 하였다.

### 2. 실험 개요

#### 2.1 사용 재료 및 배합

본 실험에서 시멘트는 KS L 5201의 규정에 적합한 S사의 초조강 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 규사 6호를 사용하여 실험하였다. 실험에 사용된 잔골재의 물리적 특성은 Table 1과 같다.

\*정회원, 강릉대학교 토목공학과 박사과정

\*\*정회원, 강릉대학교 토목공학과 부교수

\*\*\*정회원, 강원대학교 농업공학과 교수

\*\*\*\*정회원, 주성대학교 콘크리트보수보강 재료연구소 선임연구원

시험체의 제작은 KS F 2476 (시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 준하여 시멘트 : 잔골재 = 1 : 2.0 (질량비)로 배합하여 플로우가 170±5로 일정하게 되도록 물-시멘트비를 조정해서 시험체용 모르타르를 비빈 후 크기  $\phi 10 \times 5 \text{cm}$ 로 성형하여 건조[20°C, 60%(RH)]양생한 후 시험체를 제작하였다. 또한, 시험체에 SBR 및 아크릴 결합재량을 30 및 35%로 제조한 코팅재를 각각 1, 2 및 3회를 도포하여 염화물 이온 침투 시험용 시험체를 제작하였다.

Table 1 Physical properties of sand

| Size (mm) | Density (20°C, g/cm <sup>3</sup> ) | Absorption (%) | Organic impurities |
|-----------|------------------------------------|----------------|--------------------|
| ≤0.6      | 2.62                               | ≤0.3           | Nil                |

Table 2 Mix proportions of mortar

| w/c (%) | C:S | W(g) | C(g) | S(g) |
|---------|-----|------|------|------|
| 57      | 1:2 | 290  | 510  | 1020 |

## 2.2 코팅재의 특성

시멘트 혼화용 재유화형 분말수지로서는 SBR 및 아크릴 재유화형 분말수지를 사용하였다. 재유화형 분말수지의 성질은 Table 3과 같다.

Table 3 Properties of redispersible polymer powder

| Type of polymer | Appearance   | Average particle size( $\mu\text{m}$ ) | Glass transition point(°C) | pH [10% water dispersion](20°C) |
|-----------------|--------------|--|----------------------------|---------------------------------|
| SBR             | White Powder | 1.5                                    | -5                         | 5.6                             |
| Acrylic         | White Powder | 2                                      | 2                          | 5.4                             |

## 2.3 실험 변수

코팅재의 도포특성에 따른 염화물 침투 저항성을 알아보기로 본 연구에서는 폴리머의 종류를 SBR과 아크릴, MMA 폴리머로 달리하였으며, 도포방법은 각 폴리머에 대하여 붓, 롤러, 스프레이의 3종류의 방법으로 각각 1~3회씩 코팅하였다. 또한, SBR과 아크릴의 경우 첨가량을 30, 35%의 2종류를 변수로 두었다.

Table 4 Test variables

| Item | A class of polymer        | Plain | SBR                  | Acrylic | MMA polymer |  |
|------|---------------------------|-------|----------------------|---------|-------------|--|
|      | Amount of blended polymer |       | 30, 35%              |         |             |  |
|      | Application method        |       | Brush, Roller, Spray |         |             |  |
|      | number of times           |       | 1, 2, 3              |         |             |  |

## 2.4 실험 방법

### 1) 코팅재 적용방법

실험에 사용된 코팅재는 3종류로써, 아크릴, SBR, MMA 폴리머이다. 이 코팅재들은 7일간 수중 양생 후 각각 붓과 롤러, 스프레이를 이용하여 1~3회씩 도포하였다. 수분이 있을 경우 접착강도가 떨어지므로, 도포 전 시험체 표면을 건조하였다.

### 2) 염화물 확산 침투 실험 방법

RCPT시험법은 AASHTO T277실험 장치와 같은 원리로 실험되었으며, Fig. 1은 실험 개요를 나타낸다. 본 실험에서는 동일한 콘크리트 시험체( $\phi 10 \times 5 \text{cm}$ )를 사용하였으며, 30V의 전압을 8시간동안 걸어 전기 영동현상을 발생시켜 음극에서 양극으로 염화물이온( $\text{Cl}^-$ )을 침투시킨다. 전극은 stainless wire

mesh를 사용하였으며, 옆쪽은 방수처리를 하였다.

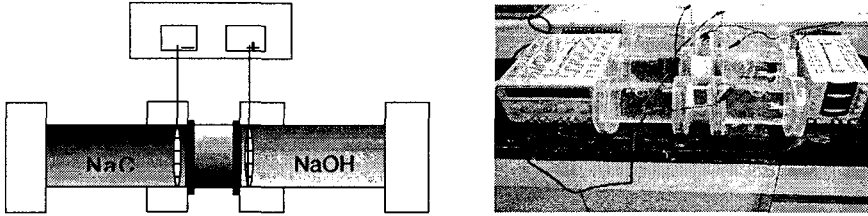


Fig.1 RCPT test diagram

### 3) 확산계수의 평가방법

질산은 변색법에 의해 측정된 침투 깊이를 통하여 Browne, Crank 및 Laylor가 제시한 식으로 확산계수를 결정하였다. 확산 계수 결정에 사용된 식은 식(1)와 같으며, Table 5는 확산계수의 계산에 필요한 상수 값들을 나타낸다.

$$D = \frac{RTL}{zFU} \times \frac{x_d - a\sqrt{x_d}}{t} \quad (1)$$

여기서,  $a = 2\sqrt{\frac{RTL}{zFU}} \times \text{erf}^{-1}\left(1 - \frac{2C_d}{C_0}\right)$  이다.

Table 5 RCPT test detail

| Item    | Volt(V) | Time(hour) | F(J/Vmole) | R(J/Kmole) | T(K)  |
|---------|---------|------------|------------|------------|-------|
| Content | 30      | 8          | 96485      | 8.3143     | 289±1 |

## 3. 실험 결과 및 분석

### 3.1 코팅 종류, 도포방법 및 횟수에 따른 염화물 침투 깊이

코팅재의 종류에 따른 염화물 침투 결과를 살펴보면, 무코팅의 경우 염화물 침투 깊이가 17.5mm인 것과 비교할 때, 아크릴과 SBR, MMA를 도포할 경우 염화물 침투 저항성이 높아지는 것으로 나타났으며, 특히 MMA를 도포한 경우가 가장 큰 저항성을 보였다. 한편, 전반적으로 도포 횟수를 증가시킬수록 염화물 침투 저항성이 뚜렷하게 증가하지는 않았으나, 아크릴과 SBR 적용시에는 3회 이상의 도포가 바람직한 것으로 판단된다. 또한 SBR계열보다는 아크릴 계열이 우수한 염화물 저항성을 보였다.

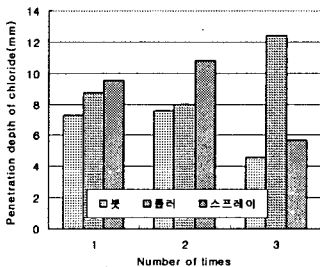


Fig.1 Penetration depth(Acrylic)

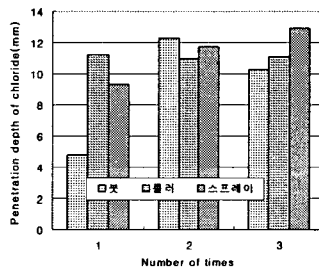


Fig.2 Penetration depth(SBR)

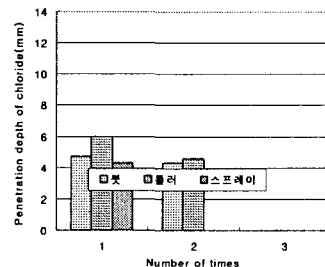


Fig.3 Penetration depth(MMA)

### 3.2 첨가물에 따른 염화물 침투깊이

SBR과 아크릴의 경우 폴리머 첨가량을 30%, 35% 두 종류로 실험하였으나, 첨가량이 상대적으로 큰 35%의 경우가 대부분 염화물 침투 저항성이 떨어지는 것으로 나타났다.

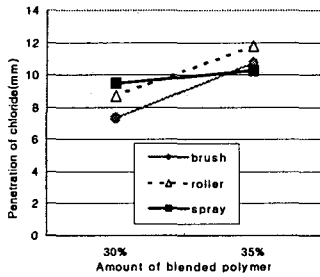


Fig.4 Penetration depth(Acrylic)

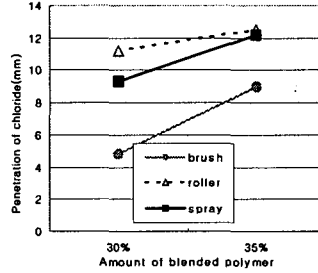


Fig.5 Penetration depth(SBR)

### 3.3 코팅재의 도포특성에 따른 염화물 확산계수

염화물 확산계수의 경우도 침투 깊이와 동일한 경향을 보였는데, 특히, MMA의 확산계수는 기준 시험체의 확산계수에 비해 6배 정도 적은 값을 보였으며, 아크릴과 SBR도 기준 시험체에 비해 염화물의 확산을 감소시키는 것으로 나타났다. 또한, 첨가량에서도 30%의 경우가 35%에 비해 적은 염화물 확산계수를 보였다.

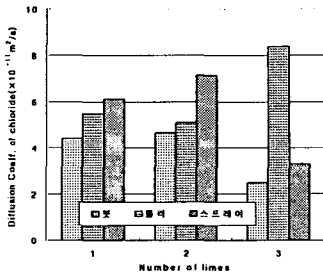


Fig.6 Diffusion coefficient (Acrylic)

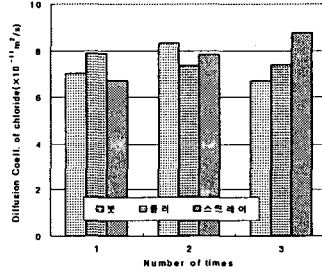


Fig.7 Diffusion coefficient (SBR)

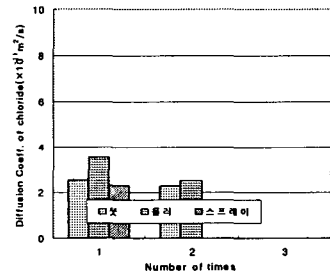


Fig.8 Diffusion coefficient (MMA)

## 4. 결론

위의 연구 결과를 토대로 다음과 같은 몇 가지 결론을 내릴 수 있다.

- 1) 코팅재의 적용은 염화물의 확산을 크게 감소시키는 것으로 나타났으며, 효과적인 내구성 보수방법으로 판단된다.
- 2) SBR과 아크릴 코팅의 경우 기준 시험체에 비해 염화물 저항 효과는 보였으나, 폴리머 첨가량과에 따른 큰 차이는 관찰되지 않았다. 또한 도포 횟수 및 적용 방법에 따라 큰 차이가 없는 것으로 측정되었으나, 코팅재의 도포가 필요할 경우 3회 이상의 도포가 바람직한 것으로 판단된다.
- 3) 코팅재는 MMA>아크릴>SBR의 순서로 염화물 저항성이 크게 나타났다.

### 감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년도 건설핵심기술 연구개발사업(03산학연 A-10-2)의 지원으로 이루어졌습니다.

### 참고 문헌

1. 양은의 "콘크리트 물성 및 시험법에 따른 콘크리트 염화물 확산", 한국콘크리트학회 논문집 제 16권 3호, 2004