

# NT BUILD 443에 의한 염소이온 확산계수 고찰

## Chloride Diffusion Coefficient from NT BUILD 443

김 기 현\*  
Kim, Ki Hyun

차 수 원\*\*  
Cha, Soo Won

장 승 엽\*\*\*  
Jang, Sung Yup

---

### ABSTRACT

It is often the case with the durability design to use diffusion coefficient obtained from experimental test. From the analytic solution considering the starting time of exposure, it is confirmed that the diffusion coefficient from NT BUILD 443 underestimates real reference value.

### 요 약

염소이온 침투에 대한 내구성 설계에서 확산계수를 실측하여 사용하는 경우가 많다. NT BUILD 443으로 측정된 기준확산계수는 침투기간 동안 일정한 확산계수를 가정하고 있는데, 이는 실제 기준재령에서의 확산계수를 과소평가하는 것임을 밝혔다.

---

## 1. 서 론

미국의 내구성 설계방법인 Life-365에서는 확산계수의 재령효과를 고려하고 있는데, 이 때 기준확산계수를 실험적으로 구할 경우 NT BUILD 443으로 측정된 확산계수를 사용할 수 있다. 본 연구에서는 염소이온 침투개시시기를 고려한 확산방정식의 해석해를 사용하여 NT BUILD 443에 의해 기준확산계수를 구하는 방법에 대하여 고찰하고자 한다.

## 2. 염소이온 침투개시시기를 고려한 확산방정식의 해석해

### 2.1 일정한 확산계수를 가정한 해석해

Colleparidi<sup>1)</sup>는 일정한 확산계수를 가정하여 다음과 같은 확산방정식의 해석해를 제시하였다

$$C(x,t) = C_i + (C_o - C_i) \left[ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{x}{2\sqrt{D_1 t}} \right) \right] \quad (1)$$

여기서, 여기서,  $C_i$ 와  $C_o$ 는 각각 초기 염소이온 농도와 외부 염소이온 농도,  $x$ 와  $t$ 는 위치와 시간,  $D_1$ 은 일정한 확산계수,  $\operatorname{erf}()$ 는 오차함수이다.

---

\* 정회원, 서울대학교 에너지자원신기술연구소 선임연구원  
\*\* 정회원, 울산대학교 건설환경공학부 교수  
\*\*\* 정회원, 한국철도기술연구원 선임연구원

## 2.2 침투개시시기를 고려한 해석해

일반적으로 확산계수는 재령에 따라 감소하는데 시간에 따른 지수함수 형태의 변화를 많이 사용한다. 여기에서 염소이온 침투개시시기를 고려한 해석해는 다음과 같다

$$C = C_i + (C_o - C_i) \left[ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{x}{2 \sqrt{\frac{D_2 t_o^n}{1-n} (t^{1-n} - t_s^{1-n})}} \right) \right] \quad (2)$$

여기서,  $t_o$ 는 기준재령,  $D_2$ 는 기준확산계수,  $n$ 은 재령계수,  $t_s$ 는 침투개시시기이다.

## 3. 기준확산계수 측정방법

NT Build 443에서는 28일 재령의 포화된 콘크리트를 NaCl 수용액에 35일간 침지하여 염소이온을 침투시킨 후 시편의 깊이별로 총 염소이온량을 측정하고 이를 식(1)의 형태로 회귀분석하여 기준확산계수(■)를 구한다. 35일의 비교적 짧은 기간 동안 침지하므로 그 동안의 확산계수가 일정하다고 가정하는 것이다. 그러나 그림 1에서 보인 바와 같이 이렇게 구한 확산계수(■)는 침투기간 동안의 시간평균의 확산계수이며 실제 기준확산계수(○) 보다 작은 값을 알 수 있다. 식(1)과 식(2)의 근호안을 비교하면 침투지속시간을  $t_d$ 라 할 때  $D_1$ 과  $D_2$ 는 식(3)의 관계가 있다.

$$\frac{D_2 \times t_o^n}{1-n} [(t_s + t_d)^{1-n} - t_s^{1-n}] = D_1 \times t_d \quad (3)$$

재령계수  $n=0.2$ , 침투개시시기  $t_s=28\text{day}$ , 침투지속시간  $t_d=35\text{day}$  인 경우, 이를 식(3)에 대입하여 정리하면  $D_2 = 1.095D_1$ 이 얻어진다.

## 4. 결 론

NT Build 443에 의해 기준확산계수를 측정할 때 35일간의 침투기간 동안 일정한 확산계수를 가정하는 것은 실제 기준재령에서의 확산계수 보다 작은 값이므로, 실측에 의한 내구성 설계시 주의를 요한다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 건설교통부의 지원사업인 콘크리트코리아연구단의“고성능다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술” 과제의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Collepari, M., “Penetration of chloride ions into cement pastes and concrete”, American Ceramic Society, USA, 1972.

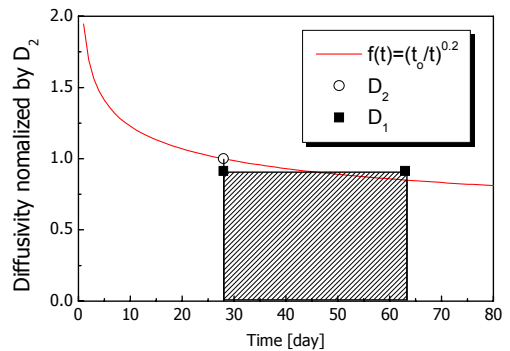


그림 1. 지수함수형태의 재령효과에 따른 확산계수