

# 타펠 외삽법을 이용한 NaCl 및 LiNO<sub>2</sub>가 첨가된 철근 콘크리트의 방식성능 평가에 관한 실험적 연구

## A Experimental Study on Evaluation of Anti-Corrosion Performance of Reinforced Concrete with Chloride and Inhibitor Using Tafel Extrapolation Method

박 동 진\*      박 장 현\*\*      김 영 관\*\*\*      이 한 승\*\*\*\*  
Park, Dong-Jin    Park, Jang-Hyun    Kim, Yeung-Kwan    Lee, Han-Seung

### Abstract

Corrosion of reinforced concrete embedded in concrete is a deterioration phenomenon due to intrusion of embodied or Airborne chloride ions. Corrosion of a embedded steel increases the volume of the rebar and causes damage to the structure such as cracking and peeling of the concrete. This causes penetration of various corrosive factors and accelerates the corrosion of reinforcing bars, which has a serious effect on the durability of the structure. Researches on the corrosion phenomenon of these rebars by electrochemical methods have been carried out for a long time, but it is a lack of research in Korea. Therefore, in this study, one of electrochemical experimental methods, Tafel extrapolation method, was used to evaluate the performance of reinforcing bars according to the amount of NaCl and LiNO<sub>2</sub> added to concrete.

키 워 드 : 타펠 외삽법, 철근, 콘크리트, 염화물, 방청제, 분극저항  
Keywords : tafel extrapolation method, concrete, chloride, inhibitor, polarization resistance

## 1. 서 론

콘크리트에 매립된 철근의 부식은 내재 또는 비래한 염화물 이온의 침투로 인한 열화현상이다. 부식은 철근의 체적을 증가시키고 콘크리트의 균열 및 박리 등의 구조물의 손상을 유발한다. 이를 통해 여러 부식인자들이 침투를 하고 철근의 부식은 더욱 가속화되면서 구조물의 내구성에 치명적인 영향을 주게 된다. 이러한 철근의 부식현상을 전기화학적으로 접근한 연구가 오랜 기간 수행되어 왔으나, 국내는 많이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 콘크리트에 첨가된 NaCl 및 LiNO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 철근의 방식성능을 비교 평가 하고자 전기화학적 실험방법 중 하나인 타펠 외삽법을 이용하였다.

## 2. Tafel Extrapolation 실험

### 2.1 시험체

실험에 사용한 철근콘크리트 시험체는 콘크리트에 첨가된 NaCl과 LiNO<sub>2</sub>의 첨가량에 따른 철근의 방식성능을 비교평가하기 위하여 NaCl과 LiNO<sub>2</sub>의 첨가량을 다르게 하여 콘크리트에 시험체를 제작하였으며, 제작된 시험체의 콘크리트 배합비와 NaCl, LiNO<sub>2</sub>의 첨가량을 표 1에 나타내었다. 콘크리트 시험체는  $\varnothing 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ 의 원형 실린더 몰드에 콘크리트를 채우고, 바닥으로부터 44mm를 띄운 상태로 철근을 원형몰드의 가운데에 고정하여 제작하였다. 원형몰드에 콘크리트를 타설한 후 24시간 뒤에 탈형하고, 28일간 표준양생을 실시하였다.

### 2.2 타펠 외삽법 실험 방법 및 부식가속방법

타펠 외삽법에 의한 NaCl 및 LiNO<sub>2</sub>가 첨가된 시험체의 전기화학적 방식성능평가 실험에 대한 모식도를 그림 1에 나타내었다. 실험은 NaCl 3.5wt% 수용액에 시험체를 침지시켜 3전극으로 이루어진 셀을 형성한 후, potentiostat을 이용하여  $-400\text{mV} \sim +400\text{mV}$ 의 직류전압을 3전극 셀에 인가하여 분극저항을 측정하였다.

\* 한양대학교 대학원 석사과정

\*\* 한양대학교 대학원 박사과정

\*\*\* 세화산업(주) 소장

\*\*\*\* 한양대학교 ERICA 캠퍼스 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

NaCl 및 LiNO<sub>2</sub>첨가량에 따른 콘크리트 내부 철근의 방식성능을 비교평가하기 위하여, KS F 2599-2를 준수하여 습윤기간 3일, 건조기간 4일을 1주기로 부식기속을 실시하였으며, 부식기속 10주기를 반복한 후에 분극저항을 측정하였다.

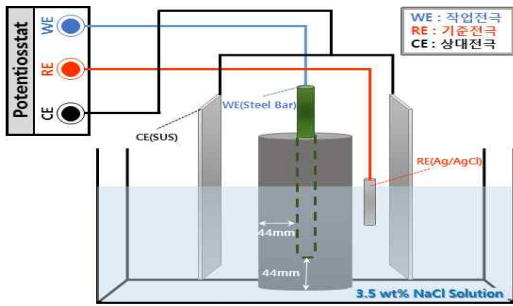


그림 1. 실험 개요도

표 1. 실험수준 및 인자

Name	W/C	Weight (kg/m <sup>3</sup> )				LiNO <sub>2</sub>		
		C	W	G	S	M	kg/m <sup>3</sup>	
Normal	50	344	172	941	711	0.0	0.0	
C12							0.0	
C12N6						1.2	0.6	4.3
C12N12							1.2	8.6

### 3. 실험결과 및 분석

부식기속 10주기 이후의 각 시험체의 Tafel plot을 그림2에, 분극저항 및 부식속도를 표 2에 나타내었다.

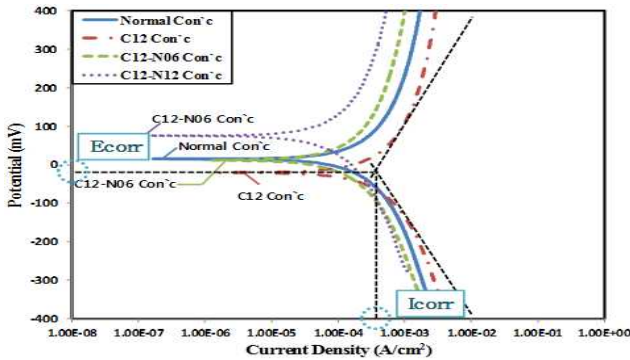


그림 2. NaCl 및 LiNO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 Tafel plot

표 2. 타펠외삽법 실험 측정 결과

Name	E <sub>corr</sub> (mV)	I <sub>corr</sub> (μA)	R <sub>p</sub> (Ω·cm <sup>2</sup> )	Corrosion rate(mm/yr)
Normal	14.16	17.6	205.1	0.205
C12	-20.65	31.0	121.7	0.361
C12N6	11.95	7.33	319.6	0.085
C12N12	75.02	4.02	522.9	0.046

분극저항 측정결과, C12N12시험체 522.9Ω cm<sup>2</sup>, C12N6시험체 319.6Ω cm<sup>2</sup>, Normal시험체 205.1Ω cm<sup>2</sup>, C12시험체 121.7Ω cm<sup>2</sup> 순으로 높게 나타났다. NaCl 첨가에 따라 콘크리트 내 철근의 방식성능은 감소하지만, LiNO<sub>2</sub>를 같이 첨가할 경우 철근의 방식성능은 증가하는 것을 확인하였다. 이는 첨가된 LiNO<sub>2</sub>가 의해 철근표면에 형성되어 있는 부동태 피막을 보호하고, NaCl의 침투를 억제하기 때문으로 사료된다.

### 4. 결 론

NaCl과 LiNO<sub>2</sub>가 첨가된 콘크리트 내부 철근의 방식성능 평가를 위해, 타펠 외삽법을 이용하여 콘크리트 내부 철근의 분극저항을 측정하였다. NaCl 1.2kg 이상 첨가된 콘크리트에 0.6M LiNO<sub>2</sub>가 첨가된 경우, LiNO<sub>2</sub> 무첨가 콘크리트 대비 부식성능이 2.6배 증가하였으며, 1.2M LiNO<sub>2</sub>가 첨가된 시험체는 4.3배 증가하였다. 이는 LiNO<sub>2</sub>가 NaCl의 침투를 방해하고, 철근 표면에 형성되어 있는 부동태 피막을 Cl<sup>-</sup>의 침투로부터 보호하는 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. 2015R1A5A1037548).

### 참 고 문 헌

1. Vedalakshmi, R., Thangavel, K., Reliability of electrochemical techniques to predict the corrosion rate of steel in concrete structures, Arabian Journal for science and engineering, Vol.36, No.5, pp.769~783, 2011