

EIS를 이용한 염화물 및 방청제가 첨가된 콘크리트에 매립된 철근의 방식성능 평가에 관한 실험적 연구

A Experimental Study on the Evaluation of Anti-corrosion Performance of rebar in concrete added chloride and inhibitor using EIS method

박 장 현*

이 한 승**

Park, Jang-Hyun

Lee, Han-Seung

Abstract

To evaluate anti-corrosion performance of rebar in concrete according to the amount of chloride and inhibitor, electrochemical impedance spectroscopy(EIS) method was conducted in this study. For the anti-corrosion performance evaluation according to time, Impedance of rebar in concrete was measured before and after 5 cycle of corrosion acceleration. As a results, The impedance of rebar in concrete added chloride decreased than before corrosion acceleration, However impedance of other specimens was maintained or increased than before corrosion acceleration.

키 워 드 : 전기화학적 임피던스 분광법, 철근, 방식성능, 콘크리트, 염화물, 방청제

Keywords : electrochemical Impedance spectroscopy, rebar, anti-corrosion performance, concrete, chloride, inhibitor

1. 서 론

철근 콘크리트는 콘크리트의 인장력을 철근으로 보완하고, 철근의 부식을 콘크리트가 보호하는 우수한 내구성을 지닌 복합체이다. 하지만, 콘크리트의 보호에도 불구하고 철근의 부식을 진행시키는 주된 요인으로는 염해에 의한 Cl^- 이온의 침투가 있다. 철근의 부식이 진행되면 부식생성물로 인해 철근의 체적이 증가하며 구조물의 균열을 발생시키고, 이러한 균열을 통하여 공급되는 여러 부식요소들에 의해 부식은 더욱 가속된다. 이러한 철근의 부식현상에 대한 이해와 측정 방법 및 방식에 대한 연구는 세계적으로 오랜 기간 수행되어 왔으나, 전기화학을 이용한 연구가 국내에는 많이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 철근의 방식성능을 정량적으로 평가할 수 있는 EIS을 이용하여 콘크리트에 첨가된 염화물 및 방청제의 첨가량에 따른 철근의 방식성능을 비교평가 하고자 한다.

2. Electrochemical Impedance Spectroscopy 실험

2.1 실험체

실험에 사용한 철근콘크리트 실험체는 콘크리트에 첨가된 염화물과 방청제의 첨가량에 따른 철근의 방식성능을 비교평가하기 위하여 일반콘크리트, NaCl 1.2kg/m³혼입 콘크리트, NaCl 1.2kg/m³, LiNO₂ 0.6M혼입 콘크리트, NaCl 1.2kg/m³, LiNO₂ 1.2M혼입 콘크리트의 4가지 실험체로 구분하여 제작하였으며, $\varnothing 100mm \times 200mm$ 의 원형 실린더 몰드에 콘크리트를 채우고, 바닥으로부터 44mm를 띄운 상태로 철근을 원형 가운데에 고정하여 제작하였다. 콘크리트 타설후 24시간 뒤에 탈형을 실시하고 28일단 온도20℃, 상대습도 60%에서 28일간 양생하였다.

2.2 EIS 실험방법 및 부식가속방법

EIS 실험은 콘크리트에 매립된 철근을 작업전극으로, SUS 304를 상대전극으로, Ag/AgCl을 기준전극으로 사용하였으며, potentiostat을 이용하여 $10^{-1}Hz \sim 10^5Hz$ 의 교류주파수를 전극에 인가하여 임피던스를 측정하였다. 1차 실험 후 부식가속을 KS F 2599-2 에 의거하여 습윤 기간 3일, 건조기간4일을 1주기로 건습반복을 실시하였으며, 부식가속 5주기 이후에 다시 실험체의 임피던스를 측정하였다.

3. 실험결과 분석 및 고찰

그림 2는 부식가속 이전의 실험체들의 Nyquist plot을, 그림 3은 부식가속 5주기 이후의 실험체들의 Nyquist plot을 나타낸다. NaCl

* 한양대학교 대학원 건축시스템공학과 석사과정

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

1.2kg/m³이 첨가된 실험체의 임피던스는 부식가속 이후 감소하는 것을 확인하였으며, 이는 염화물의 침투에 의한 철근표면의 부동태 피막이 파괴된 것으로 사료된다. 일반콘크리트와 NaCl 1.2kg/m³, LiNO₂ 0.6M이 첨가된 실험체는 부식가속 이전과 이후의 임피던스가 크게 변하지 않았지만, 그래프의 개형으로 봤을 때 철근 표면의 부동태 피막의 확산효과가 줄어들고 있음을 확인할 수 있다. 하지만 NaCl 1.2kg/m³, LiNO₂ 1.2M이 첨가된 실험체는 임피던스가 오히려 부식가속이후로 더 증가하였으며, 이는 철근 표면의 부동태 피막이 LiNO₂의 영향으로 더욱 강하게 보호받고 있기 때문으로 사료된다.

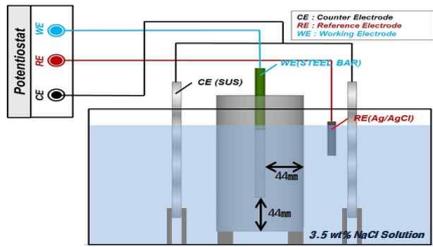


그림 1. EIS 실험 개요도

표 1. 시험체 제작계획

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

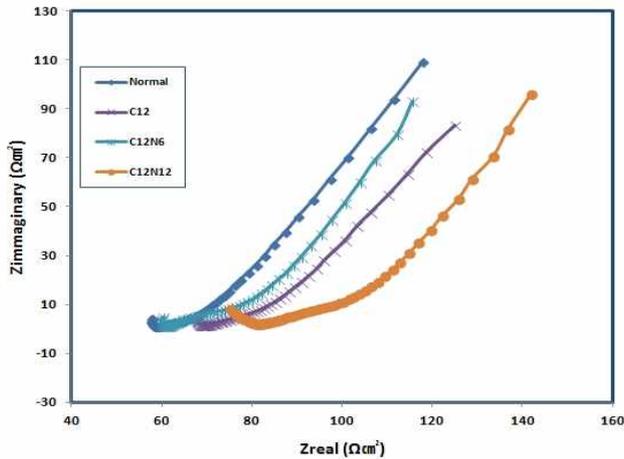


그림 2. 부식가속 이전의 Nyquist plot

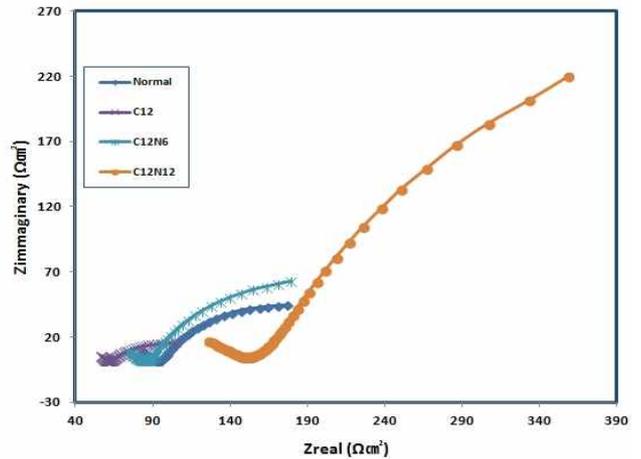


그림 3. 부식가속 5주기이후의 Nyquist plot

4. 결 론

염화물과 방청제가 첨가된 콘크리트에 매립된 철근의 방청능을 평가하기 위하여 콘크리트에 NaCl과 LiNO₂를 첨가하여 철근을 매립하고 철근의 임피던스를 측정하는 결과, 염화물만이 첨가된 콘크리트는 급속도로 철근 표면의 부동태 피막의 파괴가 일어나고 부식이 진행되고 있음을 확인하였다. 그러나 염화물량 대비 1.2M의 LiNO₂를 첨가한 콘크리트에 매립된 철근의 임피던스를 측정하는 결과 부식가속 이후 임피던스가 더 증가하였으며, 이는 LiNO₂가 염화물의 침투를 방해하고 철근 표면의 부동태 피막을 견고하게 보호하는 것으로 사료되며, 이는 콘크리트에 염화물이 첨가될 시 염화물 첨가량 대비 LiNO₂가 1.2M이상 첨가되어야 한다고 판단된다. 또한 지속적인 관찰과 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(16SCIP-B103706-02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Wei, J., Fu, X.X., Dong, J.H., and Ke, W., Corrosion Evolution of Reinforcing Steel in Concrete under Dry/Wet Cyclic condition Contaminated with Chloride, Journal of Materials Science & Technology, Vol.28 No.10, pp.902~912, 2011