

EIS를 이용한 염해에 노출된 철근콘크리트의 부식개시 측정에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Measurement of Corrosion Initiation in Reinforced Concrete Exposed to Chloride Using EIS Method

박 동 진*

Park, Dong-Jin

박 장 현**

Park, Jang-Hyun

이 광 수***

Lee, Kwang-Soo

이 한 승****

Lee, Han-Seung

Abstract

In this study, the initiation of steel corrosion was monitored due to chloride attack using embedded sensor. In general, Steel bars embedded in concrete are protected from corrosion by being forming a passive film on the surface. However, the passive film is destroyed by chemical erosion such as concrete carbonation and chloride penetration, and the rebar is exposed to the deteriorating factor and corrosion proceeds. In order to realize the initiation of steel corrosion, OCP and change of Impedance parameter were observed by using Half-cell and EIS method depending on cover depth. As result, 10mm cover showed the impedance increased in 6weeks.

키 워 드 : 부식 모니터링, 염해, 전기화학, 임피던스 분광법

Keywords : Corrosion monitoring, Chloride attack, Electrochemical, Impedance spectroscopy

1. 서 론

일반적으로 콘크리트 내에 매립된 철근은 표면에 부동태피막이 형성되어 부식작용으로부터 보호되고 있다. 그러나, 내재 또는 비래한 염화물 이온의 침투로 인해 부동태 피막은 파괴되고 철근은 열화인자에 노출되어 부식이 진행된다. 특히, 이러한 부식 반응은 염화물 이온과 산소의 침투가 활발한 해양 환경의 간만대에서 가속되어 구조물의 내구성능을 급격하게 저하시킨다. 이러한 해양 환경에서의 콘크리트 내 철근 부식의 징후를 정확히 파악하기 위해 전기화학적으로 접근하는 연구는 국내외적으로 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 피복두께를 변수로 설정하여 시험체를 제작하고 간만대 환경에 노출시킨 후 알칼리 환경에서 지속적으로 측정 가능한 MnO_2 전극을 매립하고 전기화학적 임피던스 분광법을 이용하여 철근의 부식 개시시기를 측정하고자 하였다.

2. 실험 개요

2.1 시험체 개요

철근 콘크리트 시험체의 배합비는 W/C 50%로써 24MPa를 목표로 $100 \times 100 \times 200$ mm의 각주 시험편을 제작하였으며, 철근의 부식개시를 판단하고자 철근과 콘크리트 표면사이의 피복 두께를 10, 15, 20, 30mm 4개의 수준으로 설정하였다.

2.2 반전위 및 EIS 실험 방법 및 부식가속방법

전위 측정(Half-cell)과 EIS를 동일한 시험체에서 측정하기 위해 그림 1과 같이 동일한 높이에 매립한 2개의 D13 철근을 작업전극(WE), 그 사이에 위치시킨 MnO_2 전극은 기준전극(RE), RE 아래로 15mm를 이격한 Stainless steel을 상대전극(CE)으로 설정하였다. RE와 CE의 동일선상에 염수셀을 설치하여 야간에는 4.5% NaCl을 침지시키고 주간에는 제거하는 건습반복 작업을 통해 실제 해양에서의 간만대 환경을 모사하였고 10주간 진행하며 철근부식을 가속화시켰다.

* 한양대학교 대학원 건축시스템공학과 석사과정

** 한양대학교 대학원 건축시스템공학과 박사과정

*** 여주대학교 건축과 교수

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

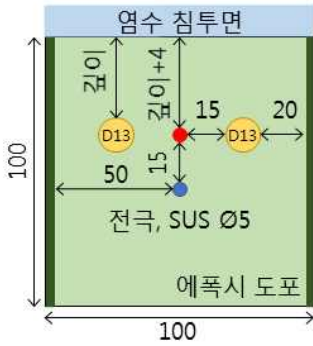


그림 1. 실험 공시체 단면

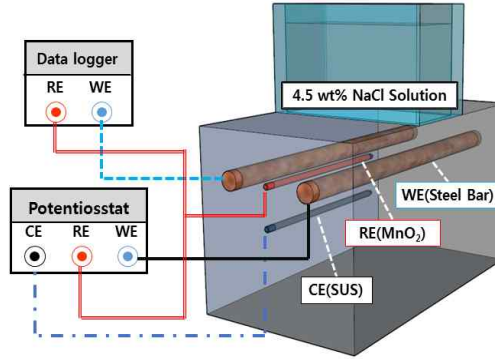


그림 2. 반전위 측정 및 EIS 실험 개요도

표 1. Half-cell 및 EIS 실험 매개변수

분 류	내 용
피복 두께	10, 15, 20, 30mm
측정범위	30000~0.01Hz
공시체 크기	100×100×200mm
RE	MnO ₂ 전극
WE	D13 철근
CE	Stainless steel

3. 실험결과 및 분석

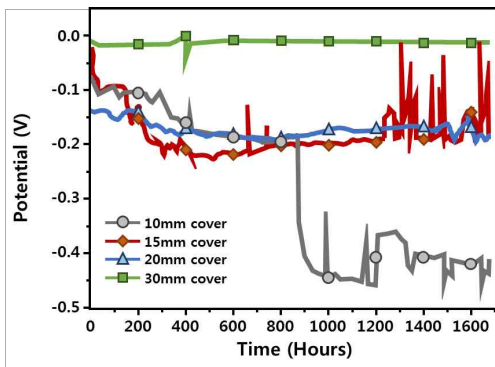


그림 3. MnO₂ 전극을 통한 자연전위 변화

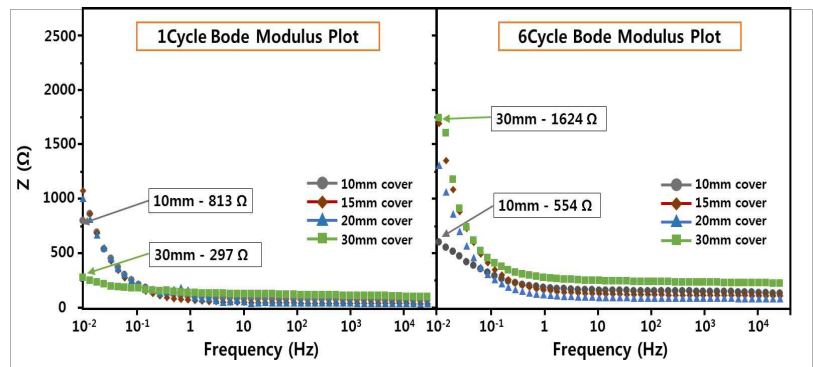


그림 4. 피복두께에 따른 1cycle 과 6cycle 의 임피던스 변화

그림 3은 NaCl 수용액 침지 시간에 따른 자연전위(OCP)의 변화를, 그림 4는 임피던스의 변화를 나타낸 것이다.

실험결과, 피복 10mm 콘크리트의 철근의 전위가 869h에 대해 감소하였으며 동시기의 저주파대 구간의 임피던스도 감소한 것으로 나타났다. 초기에는 부동태피막이 형성되어 임피던스가 증가했으나 염화물 침투로 부동태피막이 파괴되고 임피던스가 감소한 것으로 판단된다. 반대로 초기에는 297Ω의 임피던스가 나타났던 30mm 콘크리트는 6주기일 때 5.4배 증가한 1624Ω이 나타났는데 이는 철근 주위에 부동태피막이 생성되어 염해로부터 보호받았기 때문이라고 판단된다. 15mm의 경우 1300시간 후의 OCP의 변동은 철근에 공식이 발생한 것으로 판단된다. 20mm 및 30mm 철근콘크리트 같은 경우, 10주가 지났음에도 뚜렷한 부식 반응이 나타나지 않았다.

4. 결 론

본 연구 결과, 피복 10mm 철근 콘크리트의 경우 4.5% NaCl 환경에서 6주기 전에 임피던스의 급격한 변화가 일어나며 부식이 개시된 것으로 나타났으며, 15mm 철근 콘크리트의 경우 8주 뒤에 부식 개시가 일어남을 알 수 있었다. 20mm 및 30mm의 피복 콘크리트는 부식 개시가 일어나지 않았다고 판단되어 향후 지속적인 측정이 필요하다.

Acknowledgement

본 논문은 2017년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다. (No.2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

- 박장현, 이한승. EIS 를 이용한 시멘트 모르타르에 매입된 철근의 부식개시 측정에 관한 실험적 연구, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집 제16권 제1호, pp.145~146, 2016.3