

철근 부식에 자기치유 박테리아가 미치는 영향

Effect of Bacteria on the Rebar Corrosion

장 인 동* 박 지 윤** 손 다 슝* 이 종 구***
Jang, Indong Park, Jiyeon Son, Dasom Yi, Chongku

Abstract

Bacterial self-healing concrete is known to improve the durability of concrete by preventing the propagation of microcracks. In the literature, bacteria prevent the corrosion of rebar by inhibiting water transfer through crack, but also can promote the corrosion by acting as an ion acceptor in the rust generation mechanism. Therefore in this study, the electrochemical analysis of bio-filmed rebar was conducted to explore the effects of the self-healing bacteria on the bare rebar without cement composite. As a result of the experiment contradicting trends for Ecorr and Icorr occurred and additional experiment will be conducted in various environments to collect data on the mechanism of corrosion of rebar by bacteria.

키 워 드 : 자기치유 콘크리트, 자기치유 박테리아, 철근 부식, 전기화학분석, 타펠분석

Keywords : self-healing concrete, self-healing bacteria, rebar corrosion, electrochemical analysis, tafel curve

1. 서 론

1.1 연구의 목적

박테리아를 활용한 자기치유 콘크리트는 미세 균열의 진전을 막아 콘크리트의 내구성을 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 이때 박테리아는 균열을 통한 물질이동을 저해하여 철근의 부식을 방지할 수 있지만, 한편 철근의 녹 발생 메커니즘에 이온 수용자로 작용하여 철근의 부식을 촉진할 수도 있다. 이에 관한 연구는 현저히 적으며, 따라서 이번 연구에서는 본 연구진이 보유한 자기치유 박테리아가 맨 철근(Bare rebar)에 미치는 영향을 탐구하기 위해 박테리아 막(Bio-film)을 입한 철근에 대한 전기화학적 분극저항 타펠 커브(Tafel Curve)로 부식 전류를 측정하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험 재료 및 시편 준비

본 실험에서 국내 A사에서 생산한 SD400 D10 철근을 활용하였다. 이때 철근은 15cm 정도로 절단한 뒤, 가운데 10마디를 제외한 부분을 에폭시(Cenedine 4000)로 처리하였으며, 끝 단에 전기 연결을 위한 전선을 부착하였다.

시편은 두 그룹으로 나누었으며, 한 그룹당 7개의 시편을 제작하였다. 한 그룹(이하 DW)은 증류수에 4일간, 다른 한 그룹(이하 BAC)은 박테리아 영양액(Calcium lactate 0.4%, Yeast extract 0.25%)과 자기치유 박테리아(Lysinibacillus boronitolerans YS 11 및 Bacillus sp.AK13의 복합 배양) 1g 이 혼합된 액체에 4일간 침지하였다. 이후 두 그룹 모두 30℃, RH 80%의 항온 챔버에서 3일간 보관하였다.

2.2 타펠 커브 측정

타펠 전류의 측정은 Gamry사의 Interface 1010E를 활용하여 측정되었다. Ag-AgCl 전극이 Reference electrode로, 탄소 전극이 Counter electrode로 사용되었으며, 시편이 Working electrode로 설정된 3 전극계가 구성되었다. 시편의 밀도는 7.85t/m³, 시편 표면적은 D10 시편 철근의 노출된 10 마디의 공칭 지름을 활용하여 17.53cm²로 설정하였다. Open circuit Potential(OCP)를 기준으로 ± 0.1V를 범위로 측정하였고, 이때 Scan rate는 1mV/s, Sample period는 0.2s이었다. 타펠 커브의 측정은 액체 양생 직전, 액체 4일 양생 후, 3일 챔버 양생 후로 총 3번 실시하였다.

* 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정

** 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정

*** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 교신저자(chongku@korea.ac.kr)

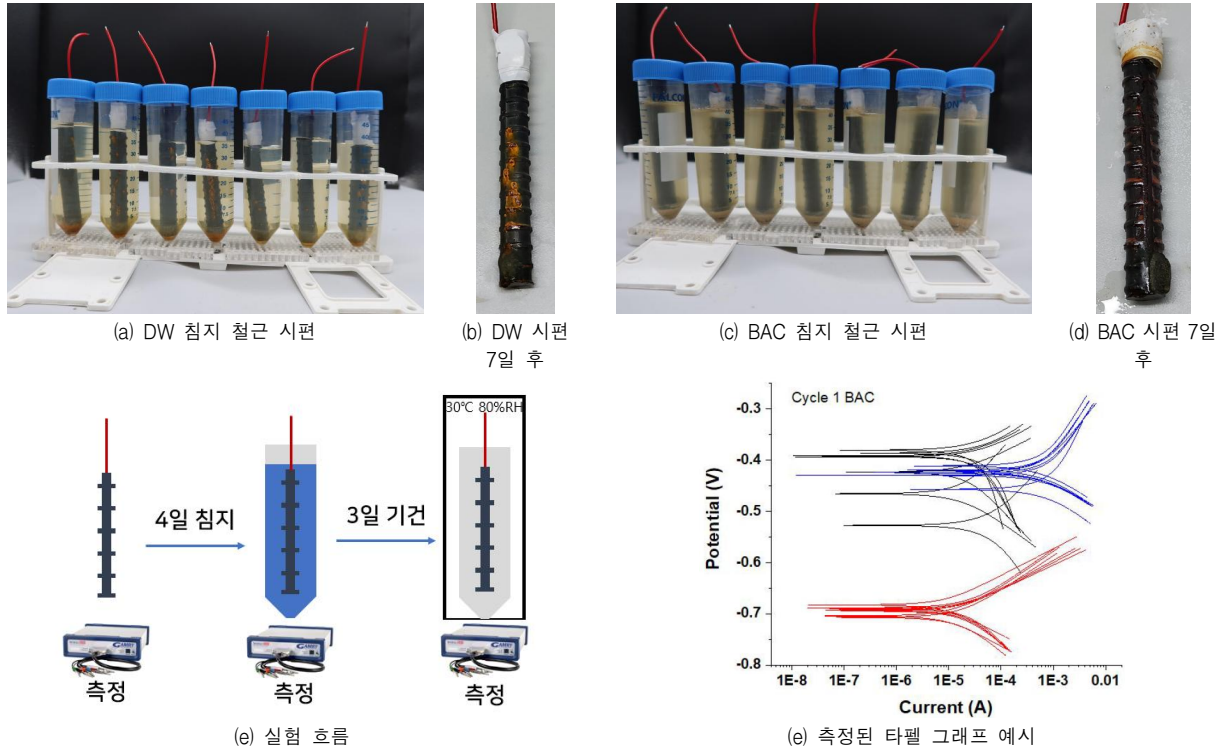


그림 1. 철근 시편의 액체 침지 후 변화 및 실험 세팅

3. 실험 결과 및 결론

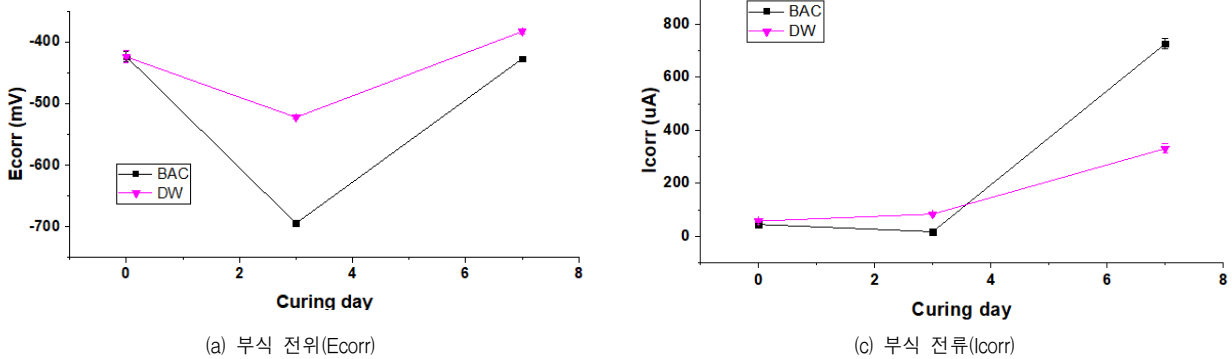


그림 2. 철근 시편의 액체 침지 후 변화

7일 한 주기 동안 실시한 실험에서, 부식 전위는 건조 상태 기준 BAC의 경우 소량 감소하였고, DW의 경우 증가하였다. 이는 박테리아막 존재 하에 부식이 저하되는 경향을 의미한다. 부식 전류의 경우 BAC가 DW보다 상당히 높은 것을 확인하였는데, 이는 박테리아 막 존재 시 막에 의한 전류의 흐름 때문인 것으로 사료된다. 이러한 E_{corr} 와 I_{corr} 에 대한 상반된 경향은 추후 추가 실험을 통해 다양한 환경에서 실험을 실시하여 박테리아에 의한 철근 부식 메커니즘에 대한 자료를 수집할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(21SCIP-C158976-02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Wang, Z., Zeng, Q., Wang, L., Yao, Y., & Li, K., Corrosion of rebar in concrete under cyclic freeze-thaw and Chloride salt action. Construction and Building Materials, Vol.53, pp.40~47, 2014