

Micro-CT 활용 콘크리트 내 철근 부식 정량을 위한 실험적 연구

Corrosion Quantification of Reinforcing Bar in Concrete Using Micro Computer Tomography

장 인 동* 이 종 구**
Jang, In-Dong Yi, Chong-Ku

Abstract

Corrosion of rebars in reinforced concrete structures is a major factor that shortens the life of the structure. As corrosion progresses, the adhesion between the concrete tissues and the rebar decreases and the cracks in the concrete due to the expansion of the oxide intensify. Although it is necessary to measure corrosion behavior of rebars inside the concrete to measure degradation of structures due to rebar corrosion, no studies have been conducted to measure corrosion of rebars in In-situ state. In this study, corrosion of rebars in reinforced concrete specimens was attempted to be quantified using micro-computer tomography. Since corrosion of concrete takes several months per 10mm of cover, accelerated corrosion techniques were applied. Accelerated corrosion on the specimen was conducted by applying a 10 V magnetic field to the buried rebar and external electrodes with the specimen submerged in a 10% calcium chloride solution. The experiment found that within two weeks, more than 40% of rebar reduction occurred, and the cracks in the radial cracks occurred through the concrete structure, leading to the transfer of the oxide produced through the cracks to the surface of the specimen.

키 워 드 : 컴퓨터 단층촬영, 철근 콘크리트, 철근 부식
Keywords : μ -computer tomography, reinforced concrete, steel corrosion

1. 서 론

철근 콘크리트 구조에서 철근의 부식은 구조물의 수명을 단축시키는 주요한 요인이다. 콘크리트 구조물은 부식이 진행됨에 따라 콘크리트 내부 조직과 철근 사이의 부착이 저하되어 구조물의 허용 하중이 감소하게 된다. 철근 부식에 의한 구조물 성능 저하를 측정하기 위해서는 매립된 상태의 철근의 부식 거동을 측정하는 것이 필요하지만, 현실적으로 In-situ 상태의 철근의 부식을 측정하려는 연구는 진행된 적 없다. 본 연구에서는 in-situ 상태의 철근 부식 양상과 부식량을 비파괴 방식으로 측정하기 위하여 μ -computer tomography(μ CT)를 활용하여 시편 내 고정된 철근의 부식 특징을 측정하였다.

2. 실험방법

2.1 실험 재료 및 시편 준비

본 연구에 사용된 시멘트는 국내 A사의 시멘트를 사용하였고, 모래는 ISO 표준사, 물은 수돗물을 사용하였다. W/C= 0.5, S/C=3.0인 배합비를 KS L5105에 따라 믹스하였다. 철근은 항복강도가 400MPa 인 D9 SD400 철근을 활용하였다.

지름 3cm, 높이 3cm인 아크릴 몰드에 철근을 정 중앙에 위치시킨 다음, 비빈 모르타르를 채워넣어 시편의 제작을 마무리하였으며, 3일동안 기건 양생 후 탈형하였다. 시편 밀면과 윗면으로의 염화물 침투를 방지하기 위해 세라믹 에폭시(Devcon Plastic Steel Putty 10110)을 적용하였다. 철근의 한쪽 끝은 양극에 연결하였고, 나머지 전극은 구리망을 활용하여 10% CaCl₂ 전해액에 담근 상태로 음극에 연결하였다(그림 1-a)

2.2 가속 부식 진행 및 μ CT 촬영

가속 부식의 추이를 살펴보기 위하여 회로를 흐르는 전류의 양을 측정하였으며, 이는 그림1-b에 나타나있다. 부식 3일째, 12일째에

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

각각 부식을 중단한 뒤 μ CT를 촬영하였으며, uCT의 촬영은 Bruker 사의 Skyscan 1172 기기를 활용하였다.

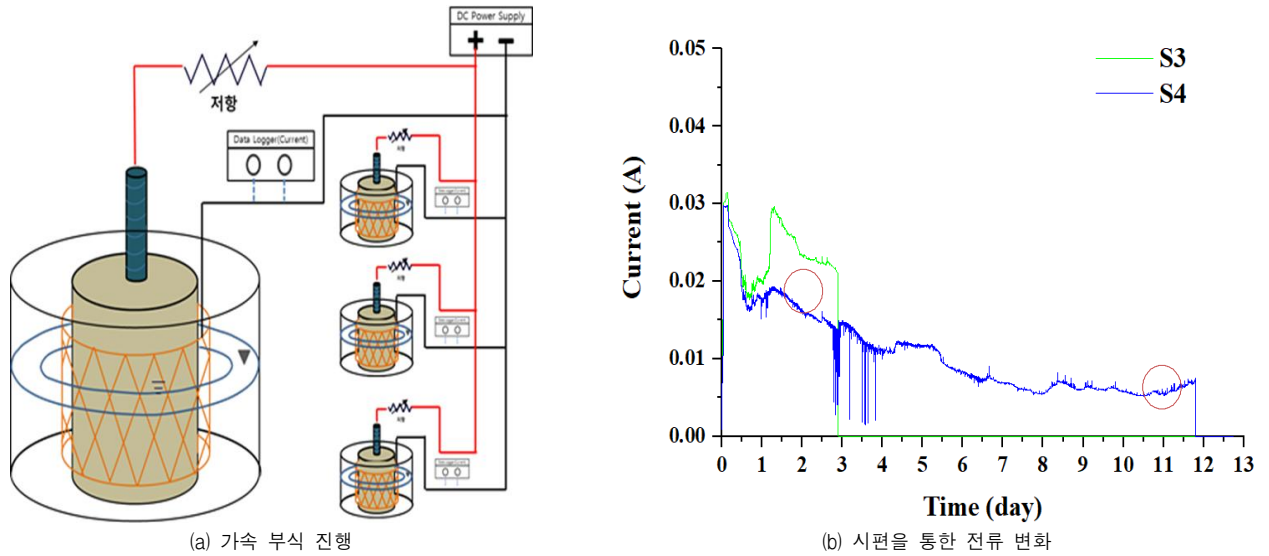


그림 1. 가속 부식 진행

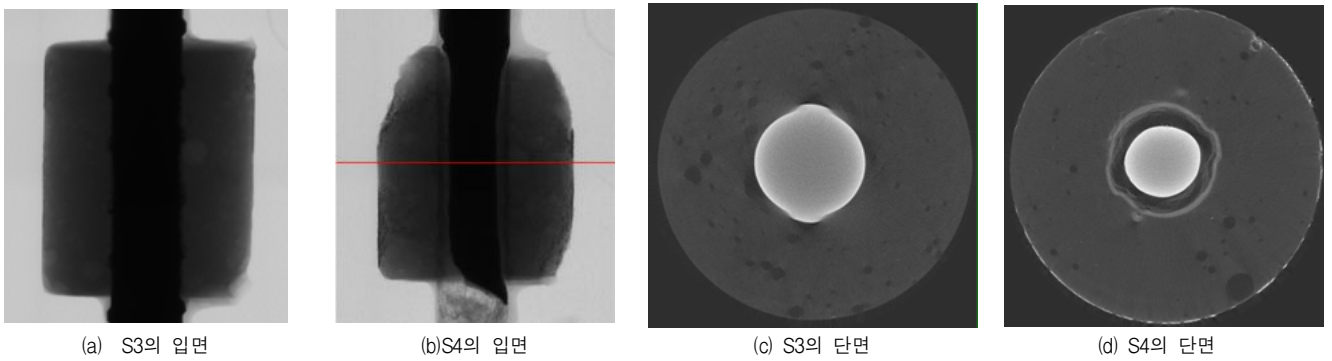


그림 2. S3 와 S4의 단면 손실률 비교

3. 결과 및 결론

μ CT를 활용한 부식 분석 결과, S3는 거의 부식이 발생하지 않은 반면, S4는 심각한 수준의 부식이 발생한 것을 확인할 수 있다. S4는 S3 대비 평균 55%의 단면을 보이며, 특히 콘크리트와 철근이 맞닿았던 계면에 밀도가 비교적 높은 산화물이 분포해 있는 것을 알 수 있다(그림 2-d).

μ CT를 활용한 철근의 부식량 및 부식 거동 측정이 충분히 가능할 것으로 사료되며, 이 연구결과는 향후 Cross-linked steel reinforcement의 부식 거동을 예측하기 위한 예비자료로 사용 될 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(19SCIP-B146946-02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 차철준, 박미연, & 조효남, 염해 손상을 받는 RC 교량 바닥판의 강도 신뢰성 지수와 철근 부식도 등급과의 관계 연구. 한국구조물진단유지관리공학회 논문집, 제9권 제2호, pp.121~128, 2005