

RC 구조물의 Eddy Current 기반 철근부식 감지 센서에 관한 실험적 연구

Experimental Study on Eddy Current based-on Corrosion Detection Sensor for RC structure

양 현 민*

이 한 승**

Yang, Hyun-Min

Lee, Han-seung

Abstract

Corrosion of rebar embedded reinforced concrete is the main cause of collapse and degradation of reinforced concrete structure that many researches are recently focused on these works, Methods of evaluating rebar corrosion are divided into physical and electrochemical methods. However, the result of Conventional methods are less reliable due to effect of internal and external environments. In this study, rebar corrosion detection sensor for embedded rebar of RC structures is evaluated through immersion test in NaCl solution for 160hours. From the results, Rebar corrosion was ongoing and corrosion products are produced on rebar surface. The voltage is decreased as amount of corrosion production increased.

키 워 드 : 철근콘크리트 구조물, 와전류, 철근, 부식, 센서

Keywords : rc structure, eddy current, rebar, corrosion, sensor

1. 서 론

1.1 연구의 목적

철근콘크리트 구조물에서 발생하는 열화현상 중에서 철근부식에 의해 발생하는 열화는 피해가 심각하며, 부식이 발생한 구조물의 보수 및 보강 측면에서도 막대한 비용이 요구된다. 이러한 피해를 방지하기 위해 철근부식 감지 및 예측은 안전 및 경제적 측면에서 매우 중요하다. 이러한 철근 부식을 측정하기 위해 타음법, 자연전위법, 분극저항법 등과 같은 물리 화학적 방법 및 임피던스 값을 이용한 부식측정 방법에 관해 많은 연구가 진행되고 있다¹⁾²⁾. 그러나 이러한 방법들은 콘크리트 내외부의 환경적 영향과 동일한 지점을 부식을 측정할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 콘크리트 내부 매립용 eddy current 기반 철근 부식 감지센서를 통해 센서 사용의 가능성에 관한 기초연구를 수행하였다.

2. Eddy Current Sensor

와전류 검사법은 전도체의 결함의 크기, 재질변화 등을 검사 할 수 있으며 표면 변화에 대한 검출도가 높고 전기적 신호를 데이터화 할 수 있는 장점이 있다. 와전류(Eddy Current)를 이용한 부식감지는 전자기유도 원리를 이용한 검사법으로 센서를 철근 옆에 설치 후 6~60MHz의 교류를 흐르게 하면 와전류가 생긴다. 철근의 부식이 발생하면 와전류의 흐름에 방해가 주어 전류의 방향이 바뀌고 전자기장에 변화를 주게 된다. 이 변화는 센서에 흐르는 전류에 영향을 주기 때문에 전압의 변동 상태를 통해 철근부식의 감지를 할 수 있다. 그림 1은 와전류의 생성 원리를 나타낸다.

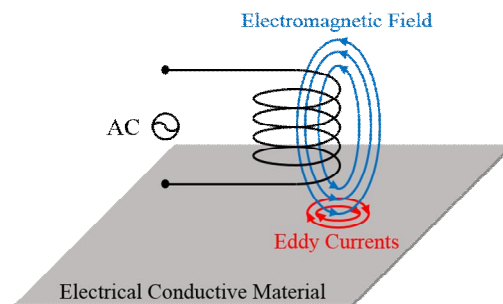


그림 1. 와전류의 생성 원리

* 한양대학교 건설구조물 내구성 혁신연구센터 연구원

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

3. Eddy Current Sensor를 이용한 철근부식 실험

철근부식에 따른 Eddy Current sensor의 양단 교류전압 변화를 확인하기 위해 실험을 실시하였다. 그림 2와 같이 센서는 철근 상부에 놓고 철근을 NaCl 0.6M 수용액에 침지를 실시한 후 160시간동안 실험을 실시하였다. 이후 센서의 양단에 함수발생기, 오실로스코프 및 디지털멀티미터를 연결시켰다. 함수발생기를 이용하여 센서 주위에 4.9MHz, 실효전압 5v의 전원을 인가하여 진행하였다. 그림 3은 시간에 따른 실효전압 변화 결과이다.

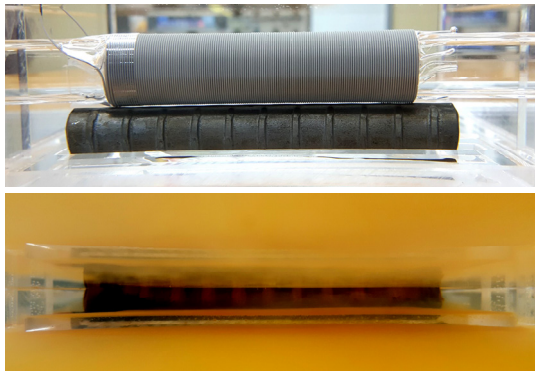


그림 2. NaCl 수용액 침지 실험

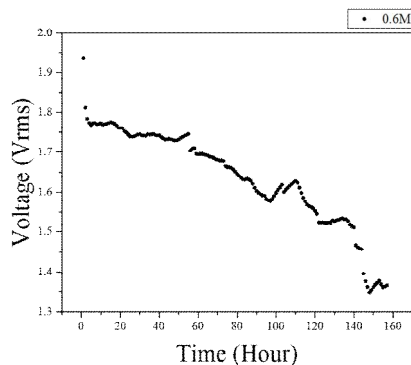


그림 3. 실효전압 결과

수조에 NaCl 수용액을 추가하는 시점에 철근은 수용액에 잠기면서 실효전압은 1.93Vrms에서 1.82Vrms로 감소했다. 이후 철근 표면의 부식생성물이 형성 되면서 실효전압은 감소하였다. 일정 구간에서 실효전압이 증가하는 현상이 나타났는데 이는 철근부식물이 증가하면서 부식생성물 무게로 인해 바닥으로 떨어지며 전압증가현상이 발생한 것으로 나타났다. 약 160시간 경과 시점에서 1.36Vrms로 나타났으며 초기 값보가 약 0.57Vrms가 감소하였다. 실효전압 감소가 나타난 것은 전도체인 철근부식 표면의 부식생성물로 인해 저항이 증가하여 실효전압이 감소한 것으로 사료된다.

4. 결 론

Eddy Current의 원리를 이용한 철근부식 감지센서를 수용액에 침지 실험한 결과 철근부식 진행에 따른 전압의 변화를 측정 할 수 있었다. 본 연구에서 사용한 센서는 철근과 같이 매립하여 부식감지를 실시하므로 외부 환경에 대한 영향을 받지 않아 결과값의 정확도를 높일 수 있고 센서가 고정되어 있어 동일 지점의 철근 부식 정도를 감지할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 매립센서를 사용할 경우 철근부식 시작 시점의 감지를 통해 구조물의 보수시기 및 유지관리 방안 수립에 효과적일 것이라고 판단된다.

향후 철근콘크리트 구조물에서의 실험을 통해 센서의 민감도, 재현성 등의 연구 및 결과값과 철근부식 정도의 관계 규명을 위한 연구가 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A5A1037548).

참 고 문 헌

1. Zhou, Deqiang, et al, Influence of metallic shields on pulsed eddy current sensor for ferromagnetic materials defect detection, Sensors and Actuators A: Physical 248 pp.162~172, 2016
2. Wang, Hongbo, Wei Li, and Zhihua Feng, A compact and high-performance eddy-current sensor based on meander-spiral coil, IEEE Transactions on Magnetics 51.9, pp.1~6, 2015