

RFID 통신을 이용한 구조물 변형 측정을 위한 안테나 센서 기술

Antenna Sensor Technology for Measuring Structural Deformation using RFID Communication

남상혁*
Nam, Sang-Hyeok

김도형**
Kim, Dohyeong

심목정***
Sim, Mok Jeong

김성곤****
Kim, Seong Gon

요 약

구조물의 안전성을 확보하기 위해 다양한 방법을 이용하여 구조물의 거동을 계측 및 분석하고 있지만, 센서의 내구성이나 전원 공급 문제, 유선 계측 방식의 문제점 및 한계, 비용 문제 등으로 인해 안정적인 거동 모니터링이 쉽지 않은 실정이다. 안테나 센서 기술은 무전원 무선 방식의 RFID 통신을 이용하여 구조물의 거동 변화를 측정할 수 있도록 하는 것으로, 본 연구에서는 나노소재를 이용하여 안테나 센서를 제작하고 이를 이용하여 구조물의 변형률을 측정할 수 있도록 하는 기법을 제시하였다.

키워드 : 안테나 센서, 공진주파수, 변형률 / Keywords : Antenna Sensor, Resonance Frequency, strain

다양한 형태의 시설물이나 대형 장비 등에 대한 안전성 확보를 위해 여러 가지 센서와 장비들을 이용하여 거동 계측을 하고 있지만 다양한 환경에서 진행되는 유선 기반의 계측 방식은 센서의 수명이나 케이블 단선 등의 문제로 인해 장기간 안정적인 모니터링을 하기에 어려움이 있다. 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결할 수 있는 RFID 통신을 기반으로 하는 무전원 무선 안테나 센서를 이용하여 구조물의 거동 변화에 따른 변형률을 측정할 수 있도록 하는 계측 기법을 제시하였다.

안테나 센서는 인공지능을 이용하여 최적 설계된 센서 디자인으로 테프론 소재 표면에 구리 코팅된 기판위에 PCB 프린터를 이용하여 나노실버잉크로 센서의 안테나부를 출력하고 RFID 칩을 부착하여 제작하였다. 또한 안테나 센서의 신호를 읽을 수 있는 RFID 리더를 통해 특정 주파수 별 센서가 응답하는 신호세기 정보를 바탕으로 공진주파수를 찾을 수 있도록 하였으며, 공진주파수와 변형률 관계의 선형회귀식을 이용하여 특정 공진주파수에 대한 해당 변형률을 계산할 수 있게 하였다. 안테나 센서 성능 시험은 알루미늄판 위에 안테나 센서와 스트레인게이지를 부착하고 알루미늄판에 휨인장을 점진적으로 증가시키며 진행하였고(Fig. 1), 스트레인게이지를 통해 계측된 변형률 값에 대응하는 공진주파수를 안테나 센서를 통해 측정하였다. 변형률에 따른 공진주파수의 관계를 그래프로 나타내어 선형회귀식을 도출하게 되고, 이 변형률-공진주파수 관계식을 이용하여 구조물의 거동 변화에 따른 변형률을 구할 수 있게 된다.

본 연구에서 나노실버잉크로 PCB 프린터를 이용하여 제작한 안테나 센서의 경우 회귀식의 적합도가 92.92%로 나타나 이 식을 통해 변형률을 구하는 것에 대한 타당성은 확보되었다고 할 수 있으나(Fig. 2), 구리 소재를 이용하여 에칭기법으로 제작한 안테나 센서의 경우(97.97%)보다 적합도가 낮게 나타나 안테나 센서 출력 재료의 전기적 특성 등을 개선하여 보다 정확한 변형률 계산이 가능하도록 할 필요가 있어 보인다.

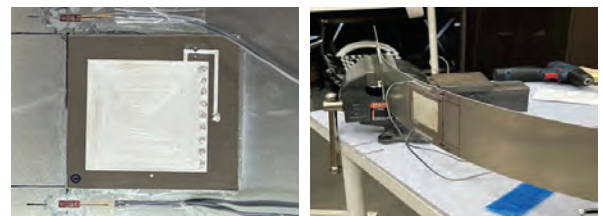


Fig. 1 안테나 센서를 이용한 계측 테스트

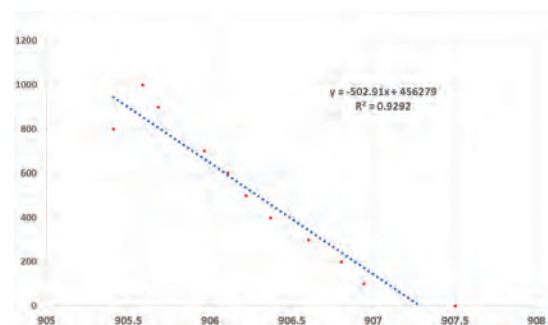


Fig. 2 공진주파수-변형률 관계 선형회귀식

참고문헌

1. 남상혁, 김도형, 조준희, 장승환 “RFID 기반 패치 안테나 센서를 활용한 변형률 계측 시스템” 대한토목학회 정기학술대회 논문집, pp. 312-313, 2022

* (주)엔지소프트 대표, 공학박사, 교신저자
 ** (주)엔지소프트 차장, 공학박사
 *** (주)엔지소프트 부장, 공학사
 **** (주)엔지소프트 대표, 공학석사

본 연구는 산업통상자원부 우수기업연구소육성사업(ATC+) (과제번호: 20014127)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.