

기울기 스위치 센서를 이용한 철근콘크리트 보의 손상평가

Estimation of the Damage using Tilt Switch Sensors in RC Beams

김 동 현* 김 태 곤** 최 영 화*** 임 헌 욱**** 주 재 용***** 시 성 동*****
 Kim, Dong-Hyun Kim, Tae-Gon Choi, Young-Wha Lim, Heun-Wook Joo, Jae-Yong Si, Sung-Dung

Abstract

The estimation of crack damages is studied using the radio frequency system and tilt switch sensors in RC beams. If load is received on the center of the flexible specimen, sensor housing using cement mortar of the flexible specimen will be destroyed, and these are become to send signals of damages at the radio frequency system connected with tilt switch sensors. This study is fundamental research for the estimation of the damage using tilt switch sensors in RC beams.

키 워 드 : 휨 시험체, 균열, 손상, 기울기 스위치 센서, 무선 주파수, 손상신호

Keywords : Flexible Specimen, Crack, Damage, Tilt Switch Sensor, Radio Frequency, Damage Signal

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

철근콘크리트 부재에 발생하는 균열손상을 모니터링하기 위해 정적변위센서인 변형게이지(Strain Gauge)센서를 주로 이용하고 있지만, 이러한 센서를 이용하여 균열손상을 무선으로 모니터링 하는 시스템을 구상하기에는 많은 어려움이 있다. Bazant와 Oh(1983)는 일정한 균열폭과 연속적으로 균일하게 분포된 미세 균열이 띠를 형성하는 파괴진행대를 이상화하였는데, 본 연구에서는 이를 응용하여 기울기 스위치 센서를 위한 센서하우징을 제작하였다^{1), 2)}. 그리고 100×100×400mm의 철근콘크리트 휨시험체를 제작하여 외력이 작용하여 휨균열이 발생하면, 휨시험체의 측면에 부착된 센서하우징이 외력에 의해 휨균열의 증진으로 파괴되면 기울기 스위치 센서가 동작하여 무선으로 손상을 알려 주는 시스템에 대하여 연구하였다³⁾.

2. 실험모델

2.1 실험 계획 및 방법

철근콘크리트 휨부재에 외력이 작용하여 휨시험체 중앙부 하단에 휨균열이 발생하면 휨시험체 옆면 중앙부 하단에 부착된 센서의 하우징이 파괴되면서 균열각(Angle of Crack)의 증가에 따라

기울기 스위치 센서가 동작하여 무선으로 균열손상의 정보를 전달하는 모니터링 시스템을 계획하였다. 센서 하우징 재료는 휨시험체와 유사한 취성재료인 시멘트 모르터를 이용하였다.



그림 1. 센서의 형태 및 동작방법

표 1. 사용재료

사용재료	특징
시멘트	보통포트랜드 시멘트, 비중: 3.15, 분말도: 3,260cm ² /g
잔골재	낙동강모래, 비중: 2.56, 최대치수: 2.5mm
보강재	φ 8

표 2. 센서하우징 크기 및 재료

	Size(mm)	Material(C:S:W)
Sensor Housing	50×50×20	1:2.45:0.485

C: Cement, S: Sand, W: Water Cement Ratio

표 3. 기울기 스위치 센서의 크기와 재료

Tilt Switch Sensor	Length(mm)	Diameter(mm)	Housing Material
Sensor	7.92	2.61	Copper

* 정회원, 대구대학교 건축공학과 연구교수

** 정회원, 경북전문대학교 건축인테리어과 교수, 교신저자

*** 정회원, 대구대학교 건축공학과 교수

**** 정회원, (주)구조기술사연합법인

***** 정회원, 포스코건설, 정회원

그림 1은 철근콘크리트 휨시험체의 측면에 부착되는 시멘트 모르터를 이용한 센서 하우징을 나타내며, 표 1은 철근콘크리트 휨 시험체의 재료를 나타내고 있다. 표 2는 휨시험에 사용된 센서의 하우징의 크기 및 재료 등을 나타내고 있다. 표 3은 기울기 스위치 센서의 크기와 재료를 나타내고 있다. 그림 2는 철근콘크리트 부재에 외력이 작용하여 균열손상이 증진되면 균열폭의 증가에 따라 센서 하우징의 중앙부가 파괴되고 센서하우징의 내부에 있는 기울기 스위치 센서가 동작하는 원리를 나타내고 있다.

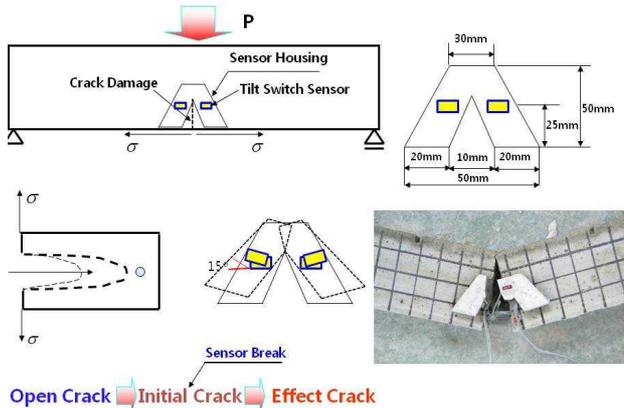


그림 2. 센서의 부착위치 및 동작원리

3. 실험결과

3.1 기울기 스위치 센서에 의한 비교

100×100×400mm의 철근콘크리트 휨시험체에 외력이 작용하여 휨균열이 발생하면 철근콘크리트 부재의 옆면 중앙부 하단에 부착된 센서하우징의 파괴형태에 대해 시험하였다. 실험결과, 내력 32%에서 휨시험체 옆면 중앙부 하단에 부착된 센서하우징이 파괴되어 센서하우징 내부의 기울기 스위치 센서가 동작되어 손상신호를 전달하는 것으로 나타났다. 그림 3은 기울기 스위치 센서가 부착된 철근콘크리트 휨시험체의 하중-변위와 무선 손상 신호 발신위치를 나타낸다.

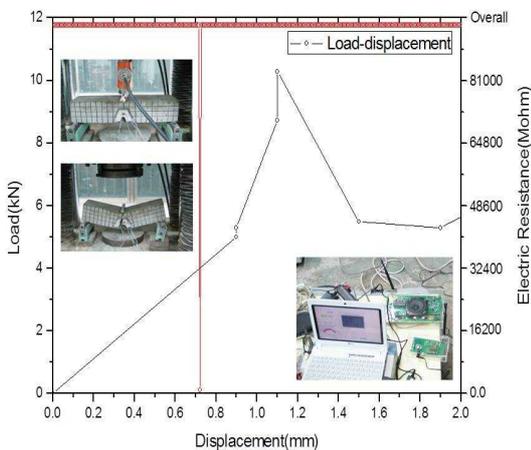


그림 3. 기울기 스위치 센서의 무선신호

4. 결 론

기울기 스위치 센서를 이용한 철근콘크리트 보의 손상평가에 대한 결론은 다음과 같다.

RF 시스템과 결합된 기울기 스위치 센서를 휨부재 측면에 부착한 경우, 외력이 작용하여 균열손상이 증진되면 부재 측면에 부착된 센서 하우징이 파괴되고 하우징 내부의 기울기 스위치 센서가 동작하여 손상정보를 무선으로 전달함으로써 균열손상의 이상 유무를 검토할 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 기울기 스위치 센서를 이용하면 휨부재의 처짐 등의 증가문제도 검토할 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgement

이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. [NRF-2010-D00024]

참 고 문 헌

1. 김동현, 석창목, 김태곤, "정적변위센서와 무선주파수를 이용한 기능성 건축부재에 관한 연구", 한국공간구조논문집, 제12권 제3호, pp.79~87, 2012
2. 김대민, 김이성, 석창목, 김화중, 모터가진과 PZT, TILT Sensor를 이용한 콘크리트의 손상예측연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제26권 제1호, pp.26~27, 2006
3. Bazant, Z. P. and Oh, B. H., "Crack Band Theory for Fracture of Concrete", Materials and Structures, RILEM, Vol.16, pp.155~177, 1983