

측압측정을 위한 센서 및 IoT기술을 활용한 시스템 개발

김홍윤*, 박태준**, 임혜경***

*주식회사 제우기술

**솔라(주)

***(주)폼이즈

kimhongyoon@naver.com, oenggi@naver.com, jessica@formis.kr

Development of a system using sensors and IoT technology for measuring side pressure

Hong-youn Kim*, Tae-Jun Park**, Hye-kyung Lim ***

*R&D Lab, Zeus tech co.,ltd

**Solar corpotaion

***FORMIS

요 약

본 논문에서 거푸집의 가장취약 부분인 접합부위에 로드센서를 부착하여 실시간 콘크리트 측압을 측정할 수 있으며, 관리자는 모니터링을 통하여 확인할 수 있도록 하며 LORA의 저전력 장거리 통신망을 사용하는 디바이스를 개발하여 로드센서에 측정된 값을 데이터변경, 웹 기반의 클라우드 서비스로 발송하여 PC 및 Mobile로 확인할 수 있는 시스템을 구축하였다. 여러가지 센서로부터 데이터를 수신하여 모바일로 송신해 주는 무선송수신기의 개발을 원하고 있으며, 하중센서, 경사도센서, 풍향센서 등 다중 데이터값을 수신할 수 있어야 한다. 이렇게 구성된 센서와 데이터의 수신을 통해서 콘크리트 타설시 발생하는 측압을 측정하고 공사기간 동안 별도의 전원 공급 없이 작동이 유지될 수 있는 시스템을 구축하였다. 수요자가 Application과 호환이 이루어져야 하며 또한 MEMS센서를 이용하여 상태를 모니터링 하고 임계값을 지정하여 이상 신호 발생시 위험상황에 대해서 인공지능기법을 이용하여 관리자에게 알림을 주어 효과적으로 사용할 수 있는 시스템을 개발하였다.

1. 서론

건축물 시공 시, 콘크리트 구조물을 일정한 형태나 크기로 시공하기 위하여 굳지 않은 콘크리트를 부어 넣어 원하는 강도에 도달할 때까지 양생 및 지지하는 가설 구조물인 거푸집(동바리 포함)을 사용하고 있으며 거푸집은 철근 콘크리트 공사 중 공사기간을 결정짓는 주공정으로, 보통 구조체 공사비의 30~40%, 전체 공사비의 10%를 차지하여 공사비나 공기 절감의 주요 대상이다.

거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가해지는 하중을 지지할 수 있는 강도를 가질 때까지 해체할 수 없으며, 해체 시기 및 순서는 시멘트의 성질, 콘크리트의 배합, 구조물의 종류와 중요도, 부재의 종류 및 크기, 부재가 받는 하중, 콘크리트 내부의 온도와 표면 온도의 차이 등을 고려하여 결정하고 책임기술자의 승인을 받아야 한다.

거푸집널의 해체는 시험에 의해 해체 적정 강도의 값을 만족할 때 시행하고 있으며 특히, 내구성이 중

요한 구조물에서는 콘크리트의 압축강도가 10MPa 이상일 때 해체가 가능함. 거푸집 존치기간 중 평균 기온이 10℃ 이상인 경우는 콘크리트 재령이 일정 이상 경과하면 압축강도시험을 하지 않고도 해체할 수 있다.

이렇게 구성된 센서와 데이터의 수신을 통해서 콘크리트 타설시 발생하는 측압을 측정하고 공사기간 동안 별도의 전원 공급 없이 작동이 유지될 수 있는 시스템을 개발하였다.

2. 문제점 및 해결방안

본 논문에서는 동절기(동절기 콘크리트 양생 기준은 최소 14일)에 타설하는 콘크리트는 낮과 밤의 일교차가 클 뿐 아니라, 콘크리트 양생이 이루어질 수 없는 낮은 기온으로 콘크리트가 설계기준에 따른 요구 강도의 양생이 되는지의 여부를 정확히 알지 못하고 시공이 이루어지는 경우가 많아 구조물의 균열이 발생하는 원인이 되고 있음. 구조물의 균열은 철근부식, 콘크리트 강도 저하 등을 유발시킴으로

건축물의 수명을 단축시키는 주된 이유가 됨 이를 해결하기 위하여 동절기 보양양생을 하고 있으나, 보양양생 시에 보양천막의 밀실한 시공을 유지하기 어려워 열 손실이 쉽게 발생하고, 열풍기를 사용하여도 사각지대가 발생하는 등 보양양생에 대한 신뢰도가 저하됨

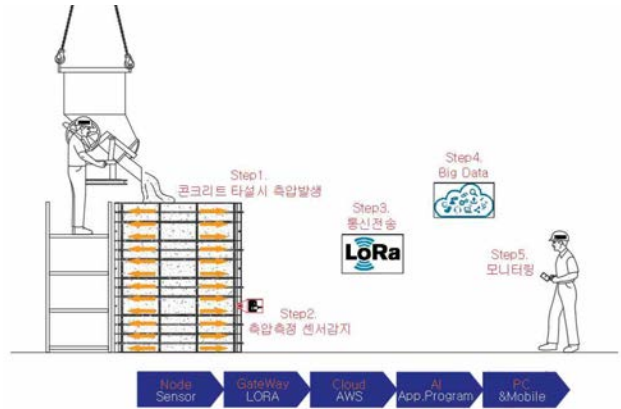
본 연구개발을 통하여 IoT 기반 거치형태의 콘크리트 온·습도 측정 디바이스 및 실시간 강도 변화 모니터링 시스템 개발을 목적으로 하며, 이를 통해 콘크리트 구조물의 양생 강도 추정의 정확도를 높여 구조물의 품질을 확보함과 동시에 거푸집, 동바리 조기 해체를 통한 공기단축으로 경제성 확보를 하고 수요자가 Application과 호환이 이루어져야 하며 또한 MEMS센서를 이용하여 상태를 모니터링 하고 임계값을 지정하여 이상 신호 발생시 위험상황에 대해서 인공지능기법을 이용하여 관리자에게 알림을 주어 효과적으로 사용할 수 있는 시스템을 개발하였다.

3. 측압측정을 위한 센서 및 IoT기술을 활용한 시스템 개발

통신 및 저전력 BLE 및 LoRa 통신 방식의 사용하였으며 Bluetooth Low Energy, 저전력 근거리 통신 기술, 기존 Bluetooth 방식에 비해 저전력에 집중하여 장기간 사용이 가능한 방식을 채택하였다.

Long Range, 저전력 장거리 통신기술, 다중센서를 사용하여 온도, 습도, 기압 및 측압센서에 대한 데이터를 주고 받기 위해서 LoRa 통신망을 활용하였다. 현재 국내에 구축이 잘 되어 있는 국내 SKT망을 이용하여 사용이 용이하며 BLE 및 LoRa 통신망을 사용하여 여러센서의 데이터 값을 안정적으로 송수신 가능한 멀티포트 송수신기를 제작하였다.

실제 하드웨어를 구성하기 위해서 회로도 구성 및 PCB 기판 제작하고 input과 output 연결단자에 각종 센서가 연결될 수 있도록 input / output에 맞는 pcb 설계와 pcb artwork 및 제작하였으며, 기본 센서와 확장 센서의 여유 있는 포트 구성을 통해서 압력센서, 온도센서, 진동센서등 센서 포트 구성하고 BLE 및 LoRa 통신망을 사용하여 여러센서의 데이터 값을 받을 수 있도록 포트 구성하였다.

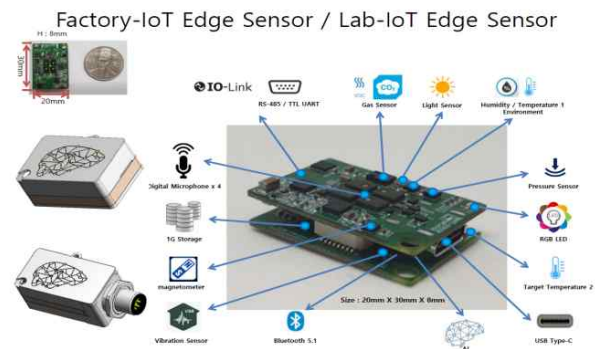


(그림 1) 콘크리트 측압센서 작동원리

4. 모니터링 기술

MEMS 기술을 활용하여 센서를 제작하였으며, 설계를 통해서 기존의 선진사 제품을 분석, 해석 (Reverse engineering) 하였으며[1,2], 센서내에 MEMS센서를 부착하여 측압센서의 상태를 모니터링 할 수 있도록 구축하였다. 이를 통해서 최적 센서, application 기술 선별할 수 있었으며, 데이터를 축적하면서 센서의 개인값 최적화, 파라메타 연구할 수 있었다.

온도, 습도, 기압, FFT신호[3,4]를 자체 개발한 MEMS센서를 이용하여 측압센서 및 통신망에 연결하여 아래 그림과 같이 모니터링 할 수 있는 프로그램을 만들어 확인할 수 있었으며 측압센서 및 센서 운용시 관련 데이터를 직접 모니터링 할 수 있도록 구현하였다.



(그림 2) MEMS 센서 구조도

5. 결론

MEMS센서를 이용한 AI기반의 측압측정을 위한 센서 및 IoT기술을 활용한 시스템을 개발하여 측압센서를 개발함과 동시에 센서 최적 위치에 부착하여

온도, 습도, FFT신호를 볼 수 있었다. 또한 MEMS 센서의 신호를 통해서 들어오는 데이터를 그래프화 하여 관리자가 쉽게 인식할 수 있도록 구현하였으며 동시에 임계값을 정하여 전달되는 외력 즉, 심각한 문제를 발생시킬 수 있는 요인에 대해서 미리 모니터링하여 장비에 문제가 없고 스피들에 문제가 없도록 데이터를 축적할 수 있었으며, 이러한 데이터를 기반으로 하여 AI기반의 측압측정을 위한 센서 및 IoT기술을 활용한 시스템을 제작 및 구성할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Hoon Heo, Yun Hyun Cho, Dae Jung Kim, "Stochastic control of Flexible beam in Random flutter. Journal of Sound and Vibration" Vol. 267, No. 2, pp335 ~ 354, 2003.
- [2] 김홍윤, "복합시스템의 모델링 및 제어", 고려대학교, 2016.
- [3] K. Ogata, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2010.
- [4] N. S. Nise, Control Systems Engineering, Wiley, 2010.