

IoT 기술을 활용한 콘크리트 초기 품질관리 시스템(CIMS)의 개발

Development of Concrete IoT Management System using internal of things technique

서 항 구* 신 세 준** 이 영 준** 현 승 응*** 한 민 철**** 한 천 구*****
 Seo, Hang-Goo Sin, Se-Jun Lee, Young-Jun Hyun, Seung-Yong Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

With development of IT technology, the ubiquitous has been realized in various industry. In construction industry, as well, end-edge techniques have been introduced such as managing technique the temperature and compressive strength of the concrete placed in structure in domestic and abroad project sites. However, several problems were found during application at the actual field regarding difficulties of connecting Bluetooth communication due to the short communication range, diffuse reflection caused by aluminum formwork, and high cost by using one-time sensor. Therefore to recover these shortages, and improve the performances, the wireless sensor network based concrete IoT management system for concrete early-age quality management was developed.

키 워 드 : CIMS, 거푸집 존치기간, 설계기준강도

Keywords : concrete IoT management system, form remaining period, standard compressive strength of design

1. 서 론

현대 사회에서는 다양한 산업에서 IT기술의 발달로 유비쿼터스가 실현되고 있다. 이에 따라 건설산업에서도 첨단기술을 활용하여 실무에 도입하고 있는데, 일례로 타설된 구조체 콘크리트 의 온도 및 압축강도를 관리하는 기술로 캐나다 G사에서 개발된 상품이 소개되고 있고, 국내 H건설에서는 실무에 적용한 사례도 있다.

하지만 캐나다에서 소개된 제품을 실무에 적용하였을 때에는 다양한 문제점이 발생하였다. 일례로 블루투스 송수신거리가 짧아 갈탄보 양을 실시하고 있는 현장에 직접 접근해야 하는 점, 알루미늄폼에 의한 난반사로 블루투스 송수신에 에러가 발생하는 점, 고가의 센서를 콘크리트에 매설하는 1회성 사용으로 소요비용이 고가인 점 등의 다양한 문제가 제기되었다.

그러므로 외국 제품의 문제점을 보완하고, 또한 성능을 개선한 제품의 개발이 요구되었음에, 이때 국내 W 건설사에서 위에 기술한 문제점을 보완하여 성능을 개량한 콘크리트의 초기 품질관리를 위한 무선센서 네트워크 CIMS(Concrete IoT Management System)를 개발하였고, 본 논문에서 그 내용을 소개하고자 한다.

2. 콘크리트의 초기 품질 관리

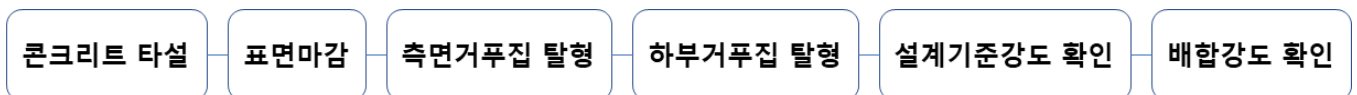


그림 1. 콘크리트 초기품질관리 Flow chart

콘크리트의 초기 품질관리는 그림 1과 같이 진행된다. 즉, 레미콘에 의해 운반된 콘크리트가 현장에 타설되면 응결이 시작되는데, 액체 상태인 콘크리트가 소성체 상태를 거쳐 고체상태로 변하게 된다. 이때 액체 상태에서 소성체 상태로 변하는 시점을 초결, 소성체

* 청주대학교 건축공학과 박사과정, 교신저자(lyj8931@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 석사과정

*** 청주대학교 건축공학과 박사과정, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 석좌교수, 공학박사

상태에서 고체 상태로 변하는 시점을 종결이라 하는데, 콘크리트 표면마감은 소성체 상태에서 실시되어야 한다.

표면마감 작업 이후 구조체 콘크리트가 일정한 강도가 되었을 때 거푸집을 제거하고 후속작업을 실시하게 되는데, 이때 측면 거푸집널을 제거하기 위한 압축강도는 5 MPa, 허부거푸집은 단층구조에서는 설계기준강도의 2/3 배 이상 또한 최소 14 MPa 이상의 강도를 얻었을 때 거푸집널을 제거할 수 있고, 다층구조에서는 설계기준강도 이상을 얻었을 때 거푸집널을 제거할 수 있다.

이후 재령 28일에서 구조체 콘크리트의 설계기준강도 확보 여부를 확인하고, 구조체의 압축강도가 설계기준강도 이하의 강도를 발휘할 경우 관리재령을 연장하여 콘크리트를 양생시켜 소요 강도에 도달하게 한다. 마지막으로 배합강도는 표준양생조건(20±2℃)에서 양생시킨 공시체의 압축강도를 확인하는 일련의 과정을 거치게 된다.

3. CIMS의 개발

CIMS는 캐나다 G사 제품의 실무 적용시 문제점으로 제기된 부분의 성능을 개량하여 구조체 콘크리트의 초기 품질관리를 실시하기 위한 System으로 개발되었다. 이때 그림 2는 개발된 CIMS 모듈 구성도를 나타낸 그림이다. 즉, 온도측정은 G사에서는 모듈당 1개 측정이 가능했지만 개발된 제품은 최대 5개의 센서에서 온도측정이 가능하게 되었다. 또한 블루투스 송수신거리를 30m 까지 증가시켰으며, 콘크리트에 매립되는 부분은 온도센서 임에 모듈의 재사용이 가능하게 개량되었다. 이때, 콘크리트 외부에 설치된 모듈에 의해 알루미늄폼에 의한 난반사 문제도 해결되었다.

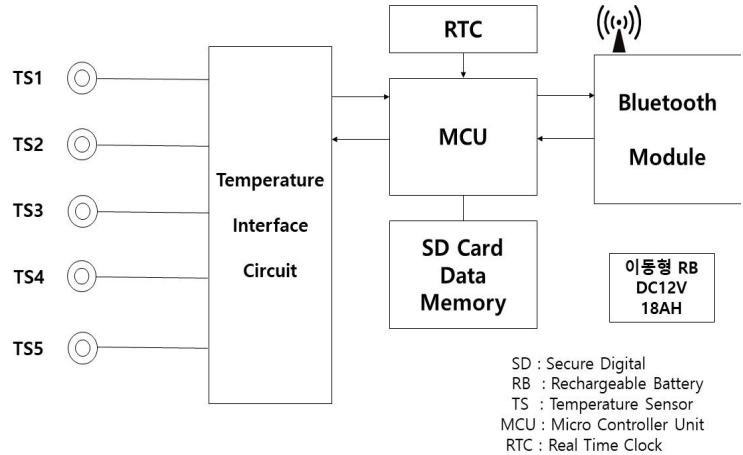


그림 2. CIMS 모듈 구성도

4. 기존 제품과의 비교

표 1은 개발된 제품 CIMS와 기존 제품 G사의 기술 사양을 비교하였다. 이때 대체로 CIMS의 성능이 G사의 동등 이상의 성능을 나타냈다.

표 1. CIMS와 SmartRock2™의 성능비교

기술 사양	캐나다 G사	CIMS
작용 온도(℃)	-30 ~ 85	-55 ~ 125
측정 정확도(℃)	± 1	± 0.5
블루투스 송수신 가능 거리(m)	8	30
저장 간격(min)	30	30
크기(mm)	38 × 38 × 12	200 × 110 × 40
온도 센서 케이블 길이(m)	Regular Version: 0.4 Long Version: 3	1, 2, 3, 4, 5

참 고 문 헌

- 한민철, 이상운, 서항구, 현승용, 이혁주, 이영준, 동절기 단열 유무거푸집을 설치한 슬래브 콘크리트에서 등가재령 기반의 무선센서 네트워크를 이용한 강도 모니터링, 한국건축시공학회, 한국건축시공학회 학술, 기술논문발표회 논문집, 제18권 제1호(통권 제34호), 2018.5