

# 콘크리트 초기 품질관리를 위한 CIMS의 개발성능 Test

## Performance test of Concrete IoT Management System for concrete early-age quality control

이 영 준\*      최 윤 호\*\*      서 항 구\*\*\*      현 승 응\*\*\*      한 민 철\*\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*  
 Lee, Young-Jun      Choi, Yoon-Ho      Seo, Hang-Goo      Hyun, Seung-Yong      Han, Min-Cheol      Han, Cheon-Goo

### Abstract

The aim of the research is analyzing the performance of the concrete IoT management system invented with similar technique from 'G' company to certify the performance of CIMS. As a results, the compressive strength assessing performance was compared. Since both systems assess concrete compressive strength with maturity method based on measured concrete temperature, both systems measured concrete temperature similarly, and maturity was calculated similarly. Therefore, the assumed compressive strength values were similar for both systems. Therefore, through the test, compressive strength assessing performance of CIMS was considered as a similar level of the 'G' company's system. Furthermore, it is considered that the CIMS has an additional advantage of reusability, adding capability of additional sensor, and wider range of Bluetooth communication.

키 워 드 : CIMS, 품질관리, 무선센서 네트워크  
 Keywords : concrete IoT management system, quality control, wireless sensor network

### 1. 서 론

현대 산업은 새로운 기술의 도입으로 지속적인 발전이 진행되고 있다. 그중 IoT 기술이 발달하면서 무선센싱 기술의 활용 사례가 증가하고 있다. 이때, 국내 건설산업에서도 IoT 기술을 활용한 콘크리트 초기 품질관리 시스템 (Concrete IoT Management System 이하 CIMS)을 개발하였는데, 이는 캐나다 G사 제품의 현장 적용 후 애로사항에 대한 개선점을 보완하여 개발하였다.

이때 개발된 제품의 성능은 G사 제품과 동등 이상의 성능을 발휘하기 위해 대표적으로 블루투스 송수신거리를 증가시켰고, 온도센서 케이블의 증가 및 모듈의 재사용이 가능하도록 개발하였는데, 개발된 CIMS의 성능 검증이 요구되었다.

그러므로 본 연구에서는 CIMS의 성능 검증을 위한 연구를 진행함과 동시에 G사 제품과의 성능을 비교 분석하고자 한다.



그림 1. CIMS의 개념도

### 2. 실험계획 및 방법

실험계획은 표 1과 같다. 이때 배합사항은 향후 CIMS의 현장 적용 시 사용될 레미콘의 배합자료에 따라 결정하였다. 실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서 슬럼프, 공기량을 측정하고 경화 콘크리트에서 온도, 적산온도, 압축강도를 측정하여 개발된 CIMS와 G사 제품과의 측정 결과를 분석한다.

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(lyj8931@naver.com)  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 석좌교수, 공학박사

### 3. 실험 결과 및 분석

그림 2는 CIMS 및 캐나다 G사 제품으로 측정한 재령에 따른 온도변화를 나타낸 것이다. 이때 외기온도는 평균 13℃를 기록하였고, CIMS와 G사 제품으로 측정한 온도에서 초기 콘크리트 수화열에 의해 온도가 상승하였으며, 이후 외기온의 영향을 받아 온도변화를 기록하였다. 한편 CIMS와 G사 제품으로 측정된 온도변화 비슷하게 진행되었고, 측정값의 차이는 미세하였다.

그림 3은 CIMS 및 G사 제품으로 측정한 온도를 재령에 따른 적산온도로 환산하여 나타낸 것이다. 이때 결과값은 CIMS와 G사 제품에서 비슷한 값을 나타내었는데, 이는 그림 2에서 나타난 온도거동이 비슷하게 진행되었고, 작은 편차에 의한 결과로 분석된다.

그림 4는 CIMS와 G사 제품으로 추정된 재령 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 이때 재령 1, 2, 3, 7, 28일에서 구조체관리용 공시체로 압축강도 측정을 실시하였고, 추정된 압축강도를 검증하였다. 그 결과, 그림 3에서 나타난 비슷한 적산온도에 의해 압축강도 추정값이 비슷하게 나타났으며, 구조체관리용 공시체의 압축강도 확인 결과에서 추정값이 측정값을 정확하게 추정하고 있는 것으로 나타났다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 CIMS의 성능 검증을 위한 연구를 진행함과 동시에 G사 제품과의 성능을 비교 분석하고자 하였다.

그 결과, 새로 개발된 CIMS와 G사의 제품으로 온도를 측정하여 적산온도에 의한 압축강도를 추정하였는데, 두 제품의 온도 측정 값이 거의 비슷한 값을 나타내었다. 이에 적산온도 역시 비슷한 값을 나타내었고, 압축강도를 추정한 결과에서 두 값이 비슷하게 측정되었으며, 이를 확인하기 위한 구조체관리용 공시체의 압축강도 역시 비슷한 값을 나타내었다.

따라서 CIMS와 G사 제품의 성능은 비슷한 결과를 나타내었고, CIMS의 재사용성, 온도센서 추가 및 측정 거리 증가 등에 따른 개발성능에 이점으로 G사 제품 이상의 성능을 나타내었다.

### 참 고 문 헌

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

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C(%)	1	· 45.3
	슬럼프(mm)		· 180±25
	공기량(%)		· 4.5±1.5
시험편사항	균지 않은 콘크리트		2
			· 슬럼프
			· 공기량
경화콘크리트	온도	3	· CIMS, SmartRock2™, 외기온
	적산온도		· CIMS, SmartRock2™
	압축강도		· CIMS, SmartRock2™, 구조체관리용 공시체

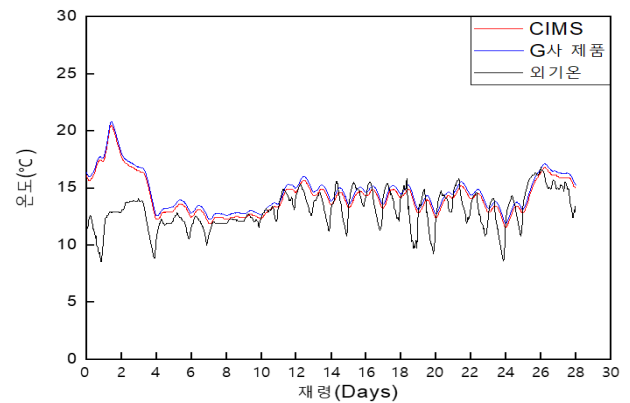


그림 2. 재령 0~28일 압축강도

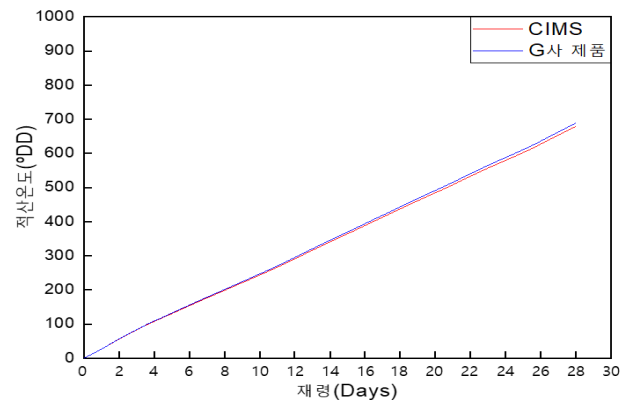


그림 3. 재령 0~28일 적산온도

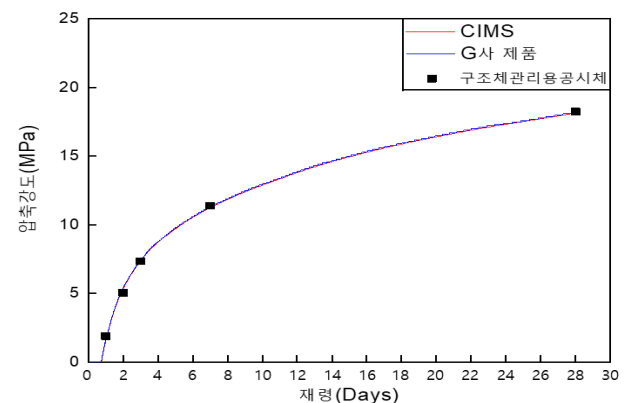


그림 4. 재령 0~28일 압축강도