

# 동절기 단열 유·무 거푸집을 설치한 슬래브 콘크리트에서 등가재령 기반의 무선센서 네트워크를 이용한 강도 모니터링

A strength monitoring with wireless sensor network based on equivalent age method depending on the usage of the insulated formwork during the winter period

이 영 준\*    이 혁 주\*\*    현 승 용\*\*    서 항 구\*\*\*    이 상 운\*\*\*    한 민 철\*\*\*\*  
 Lee, Young-Jun    Lee, Hyuk-Ju    Hyeon, Seung-Yong    Seo, Hang-Goo    Lee, Sang-Woon    Han, Min-Cheol

## Abstract

In this research, the feasibility of wireless sensor for compressive strength evaluation was checked by applying on the actual apartment construction site with insulation formwork during winter period. As a result, there was no significant problem on monitoring the compressive strength of the concrete with the sensor. Thus it is considered that the suggested method can be an efficient method for the quality control at the construction site.

키 워 드 : 단열거푸집, 무선센서, 등가재령, 겉보기 활성화에너지  
 keywords : insulation form, wireless sensor network, equivalent age, apparent activation energy

## 1. 서 론

4차 산업으로 주목받는 IOT기술의 발달로 건설산업에서도 최근에 이와 같은 기술이 도입되고 있다. 일례로 콘크리트의 압축강도를 추정하는 무선센서 네트워크 기술이 외국에서 개발되어 국내에 소개되고 있다.

이러한 무선센서 네트워크는 실시간으로 온도 및 압축강도가 추정되어 구조체를 실시간으로 모니터링하여 품질관리 할 수 있는 방법이지만, 국내적용 사례를 찾기는 힘든 실정이다.

그럼으로 본 연구에서는 국내 E건설회사 단열 유무 거푸집을 설치한 아파트현장에 무선센서 네트워크 기술을 적용하여 콘크리트의 품질관리에 있어 가능성을 검토하고자 한다.

## 2. 연구계획 및 방법

본 연구의 실험 계획은 표 1과 같다. 먼저 레미콘의 규격은 25-27-150을 사용하였으며, 결합재 구성은 OPC 100%를 사용하였다. 무선센서의 설치위치는 단열비단열 거푸집을 설치한 곳에 5개소씩 설치하였으며 수화결과 기타 강도증진에 있어 최불리조건인 위치에 무선센서를 설치하였다. 측정사항으로 경화콘크리트에서 재령 0~28일 온도 및 압축강도를 측정하도록 하였다. 이때 캐나다 Giatec사의 SmartRock2™ 제품을 사용하였다.

표 1. 실험계획

실험요인	실험수준	
레미콘 규격	1	· 25-27-150
결합재 구성(%)		· OPC 100
양생온도		· 외기온도
거푸집 종류	2	· 단열거푸집 · 비단열거푸집
무선센서 설치위치	10	· 5개소 (단열거푸집) · 5개소 (비단열거푸집)
경화콘크리트	2	· 재령 0~28일 온도 · 재령 0~28일 압축강도

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(ljy8931@naver.com)  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

### 3. 결과 및 분석

#### 3.1 온도 및 강도발현 특성

그림 1, 2 및 3, 4는 단열 유무 거푸집이 설치된 슬래브 콘크리트에 무선센서 네트워크를 이용해 재령 0~28일 온도 및 압축강도를 거푸집 종류별로 나타낸 그래프이며, 그림 5 및 6은 무선센서에 측정된 적산온도 및 압축강도를 상호 비교하여 나타낸 그래프이다. 이때 단열거푸집에서 사용된 갈탄난로의 양은 비단열거푸집의 1/2로 줄여서 사용하였다. 그림에도 불구하고 초기 온도는 단열거푸집을 사용한 영역에서 더 높은 온도를 기록하였고, 그로인해 초기 적산온도 및 압축강도에서 단열거푸집을 사용한 경우 우수한 결과 값을 나타내었다. 이는 단열거푸집의 우수한 단열 성능에 기인하여 비단열거푸집보다 타설후 열관리에 있어 보다 효과적임에 기인한 결과로 판단된다.

#### 3.2 설계기준강도 확보 여부

본 연구에서 구조물의 설계기준강도는 27MPa로 설계되었으며, 호칭강도 역시 27MPa의 레미콘을 사용하였다. 그 결과 관리재령 28일 경과 후 단열 유무 거푸집을 설치한 슬래브 콘크리트에서 무선센서와 슈미트해머를 이용해 측정된 압축강도에서 안전율은 낮지만 설계기준강도 27MPa 이상의 강도를 확보하였다.

### 4. 결 론

본 연구는 등가재령 기반의 무선센서 네트워크를 동절기 단열 유무 거푸집을 설치하는 국내 실무 현장에 적용하여 사용성을 검토하였다.

그 결과, 무선센서를 사용하여 구조체의 실시간 온도 및 압축강도가 문제없이 모니터링 되었으며, 실무 현장에서 콘크리트 구조체의 품질관리를 실시함에 있어 효과적인 방법이라 판단된다.

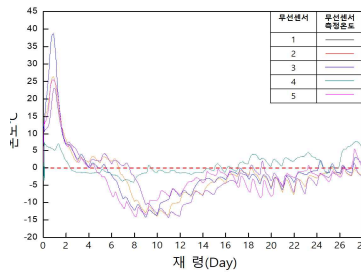


그림 1. 무선센서로 측정된 단열거푸집을 설치한 슬래브콘크리트 내부온도

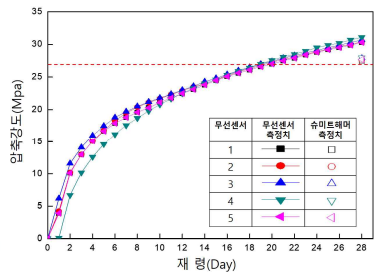


그림 2. 단열거푸집을 사용한 슬래브콘크리트의 압축강도

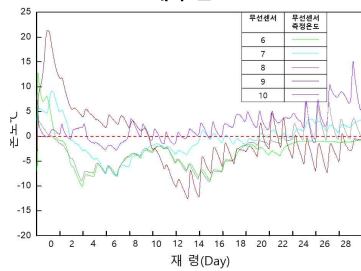


그림 3. 무선센서로 측정된 비단열거푸집을 설치한 슬래브콘크리트 내부온도

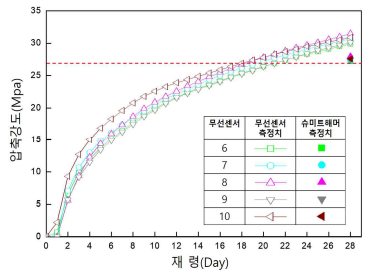


그림 4. 비단열거푸집을 사용한 슬래브콘크리트의 압축강도

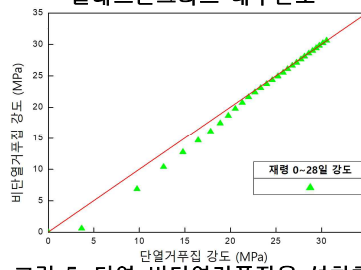


그림 5. 단열·비단열거푸집을 설치한 슬래브콘크리트의 적산온도

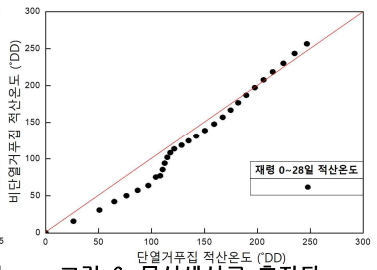


그림 6. 무선센서로 측정된 단열·비단열거푸집을 설치한 슬래브콘크리트의 압축강도

### Acknowledgement

본 논문은 2017년도 (주)퍼스트초이스의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호 : 201701690001

### 참 고 문 헌

1. 한민철, 등가재령 방법에 의한 혼화재 치환 고강도 시멘트 모르타르의 자기수축 해석에 관한 연구, 한국건축사공학회 논문집, 제14권 제1호 pp.110~117, 2014.2