

# 압전센서를 이용한 고강도 콘크리트 양생의 상시 모니터링

## Real-time Curing Monitoring of High Strength-Concrete using Piezoelectric Sensors

김 동 진\*    장 하 주\*\*    김 주 원\*\*\*    김 태 헌\*\*\*\*    박 승 희\*\*\*\*\*  
Kim, Dong-Jin    Jang, Ha-Joo    Kim, Joo-Won    Kim, Tae-Hun    Park, Seunghee

---

### ABSTRACT

Recently, it is a trend to construct high rise buildings or wide-span bridges by using High Strength Concrete (HSC). But the HSC is going to be susceptible to brittle fractures if it has not taken enough curing process. Therefore, this study proposes a real-time online monitoring technology using piezoelectric sensors for more reliable and economical monitoring of the curing process of the HSC.

### 요 약

본 연구는 최근 국내 초고층 건물이나 초장대 교량에 쓰이는 고강도 콘크리트의 강도 발현을 임피던스 계측을 통해 발현된 강도를 모니터링 하는 시스템을 개발하고 무선 센서를 이용하여 현장에서 실시간으로 측정할 수 있는 시스템을 개발하는데 그 목적을 두었다.

---

### 1. 서 론

최근 국내외적으로 초고층 빌딩과 초장대 교량의 건설이 활발하다. 이에 따라 고강도 콘크리트의 사용이 급격히 증가하고 있으나 충분한 강도가 발현되지 않은 고강도 콘크리트는 취성 파괴가 일어날 우려가 있으므로[1] 고강도 콘크리트의 강도 발현 모니터링이 중요하다.

### 2. 임피던스 측정을 통한 양생 강도 측정

구조물의 공진주파수는 손상이나 강성 변화 등에 따라 달라지며 콘크리트 양생 시 양생 시간에 따른 콘크리트의 강성 변화로 인하여 공진주파수가 이동하게 된다. 압전 센서를 통해 간접적으로 구조물의 임피던스를 측정함으로써 공진주파수의 위치변화를 파악할 수 있다.

### 3. 유/무선 임피던스 계측을 통한 강도 발현 모니터링

\*학생회원, 성균관대학교 u-City공학과 석사과정

\*\*학생회원, 성균관대학교 u-City공학과 석사과정

\*\*\*학생회원, 성균관대학교 u-City공학과 석사과정

\*\*\*\*학생회원, 성균관대학교 u-City공학과 석사과정

\*\*\*\*\*정회원, 성균관대학교 사회환경시스템공학과 조교수

### 3.1 실험 장비

유선 임피던스는 National Instruments사의 PXI-1042Q Set(그림1)를 사용하여 측정하였고, 무선 임피던스 측정은 KETI의 무선 임피던스 센서 노드(그림2)와 RF Receiver(그림3)를 사용하였다.

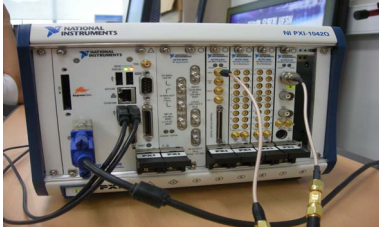


그림1. NI PXI-1042Q

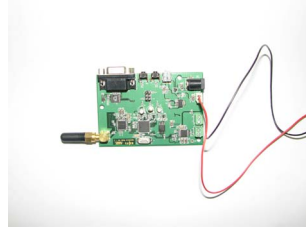


그림2. Impedance Sensor Node



그림3. RF Receiver

### 3.2 유/무선 임피던스 측정 결과

그림 4, 5, 6은 강도가 급격히 올라가는 양생 3일째, 5일째, 7일째 강도[2]의 30MPa, 60MPa, 100MPa 실험체의 임피던스 측정값이다. 실험체의 양생이 진행될수록 강성은 커지므로 공진주파수의 위치는 오른쪽으로 변화하였다. 또한 유/무선의 Frequency Shift값이 동일하므로 무선 센서노드의 사용이 가능함을 알 수 있다.

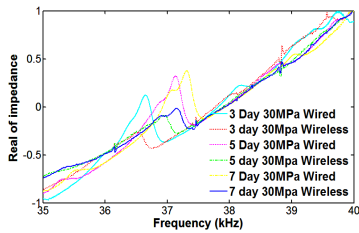


그림4. 30MPa 실험 결과

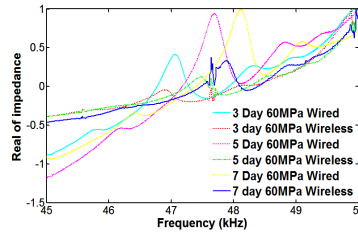


그림5. 60MPa 실험 결과

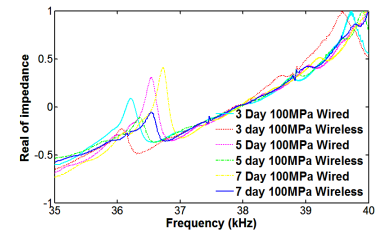


그림6. 100MPa 실험 결과

## 4. 결론

본 연구를 통하여 케이블 연결이 어려운 지점이나 접근하기 어려운 지점에서의 양생 강도 모니터링이 손쉽게 가능하여 건축 시간을 단축시키고 타설 현장에서의 콘크리트 붕괴를 막을 수 있다. 또한 양생 모니터링에 사용한 압전 센서를 통해 건축 후 건전성 모니터링에 적용하는 방향으로 연구를 계속해 나갈 예정이다.

### 감사의 글

이 논문은 국토해양부의 u-City 석박사 과정 지원사업과 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. V. G. M. ANNAMDAS, and P. RIZZO, "Monitoring concrete by means of embedded sensors and electromechanical impedance technique", Submitted to Proceedings of SPIE conference on smart structures and materials, San Diego, CA, USA, March 7-11
2. Marzouk, H. and Hussein, A. (1991) "Experimental investigation on the behavior of high-strength concrete slabs", ACI Structural Journal, 88(6), pp. 701-713