

# 시공 중 구조안전 헬스모니터링 시스템

## Structural Health Monitoring System for Management of Structural Safety during Construction



김 지 영\*  
Kim, Ji-Young



백 기 현\*\*  
Baek, Ki-Hyun

### 1. 개요

도심지 공사장의 경우 공사 부지가 협소하여 기존 건축물과 인접하여 굴착 및 지하공사를 수행하여야 한다. 이러한 인접건물은 굴착공사 등으로 인해 구조적인 손상을 받을 수 있으므로 공사계획 및 흙막이 등 가설 구조설계에 대한 설계를 철저히 하여 인접구조물의 막아야 한다.

현재 굴착공사와 같은 토공사 진행 시 의무적으로 계측관리를 수행하고 있으며 계측된 데이터를 근거로 흙막이 등 가설구조와 인접건물의 구조적 안정성을 관리하고 있다. 그러나 기존의 토공사 계측관리 방식은 현장계측 후 1주 또는 정기적인 기간 동안의 계측데이터를 분석하여 진행된 경과를 보고하는 절차로 이루어진다.

그러나 이러한 방식은 문제가 발생할 경우 사후 보고 및 원인규명을 위해서만 사용될 수 있으며, 실제 문제를 사전에 차단하는 효과를 발휘하기 어렵다. 따라서 (주)대우건설 기술연구원에서는 시공 중 “구조안전 계측관리 MASTER 시스템”을 개발하여 실시간 계측데이터를 바탕으로 시공 중 인접구조물에서 발생할 수 있는 구조적 손상을 사전에 예방할 수 있도록 하였다. 특히, 문화재 등 특수시설물이 인접한 공사장에서 큰 효과를 기대할 수 있다.

### 2. 시스템의 구성 및 운영

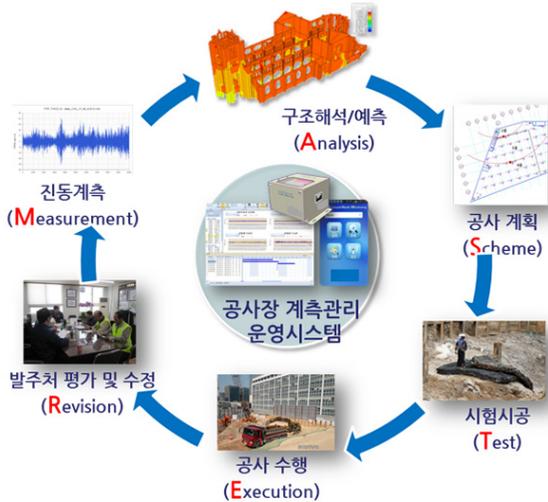
“구조안전 계측관리 MASTER 시스템”은 <그림 1>과 같이 안전관리 PDCA 기법을 응용하여 “거동예측 → 공사계획 → 시험시공 → 본공사 → 계측관리결과분석 → 공사계획수정”의 과정으로 구조안전관리를 수행하는 시스템이다. 이러한 과정을 통해 인접구조물의 구조안전을 최대도로 확보할 수 있으며, 발주처 등 공사관계자 및 감독관과 정량적인 데이터를 바탕으로

\* 정희원·(주)대우건설 기술연구원 방재연구팀, 책임연구원, 공학박사

Email: jiyoung.kim@daewooenc.com

\*\* (주)대우건설 기술연구원 방재연구팀, 수석연구원, 공학박사

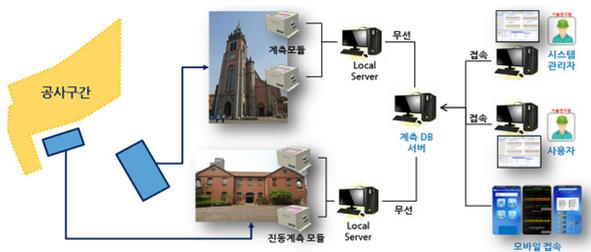
한 합리적 협의를 통해 공사를 진행함으로써 원활한 공사진행에 도움을 준다. 또한 현장에서 공사진행 중 인접구조물의 상황을 실시간으로 파악함으로써 막대한 불안감을 없애고 계획에 입각한 공사를 수행할 수 있다.



<그림 1> (주)대우건설 시공 중 구조안전 계측관리 MASTER 시스템

### 2.1 계측시스템

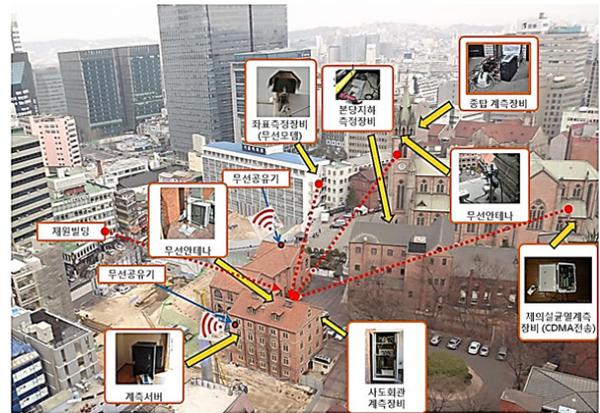
본 시스템의 구성은 인접건물 또는 지반변위 등을 계측할 수 있는 계측모듈과 구역별로 계측데이터를 1차 수집하는 로컬서버 및 전체 데이터를 수집 분석하는 계측 DB서버, 그리고 사용자가 모바일 또는 개인 PC로 현재 상황을 조회할 수 있는 관리 서버로 구성된다.



<그림 2> 계측관리 MASTER 시스템 구성

통합계측관리를 위해서는 계측센서 및 데이터로거에 대한 표준화가 필요하며, 설치가 용이하도록

모듈화하는 것이 필요하다. 따라서 계측관리 MASTER 시스템에서는 사용되는 센서와 데이터로거를 가능한 한 모듈화하였다. 그리고 시공 현장의 특성상 모든 시스템을 유선으로 연결하는 것은 불가능하다. 따라서 <그림 3>과 같이 유선랜, 무선랜, 무선모뎀, 상용 통신망을 이용해 데이터를 전송할 수 있도록 현장네트워크를 구축하여 실시간에 가깝게 계측데이터를 조회할 수 있도록 하였다.



<그림 3> 현장계측 네트워크 구축

### 2.2 계측관리 운영 프로그램

계측된 데이터는 계측DB에서 분석되고 그 결과를 PC 및 모바일로 조회할 수 있도록 PC용 프로그램과 모바일앱(안드로이드)을 개발하였다. PC용 프로그램 및 모바일앱에서 전송된 데이터를 즉시 그래프로 조회할 수 있으며, 관리한계 초과 시 경고화면 및 음성정보가 화면 및 스피커를 통해 출력되도록 하였다. 모바일에는 문자정보를 전송하여 경고상황을 전달받고, 그 내용을 모바일 앱을 통해 확인하도록 하였다.

그리고 시공 중 구조안전을 효과적으로 관리하기 위해서는 관계자간의 공사진행정보를 공유하는 것이 필요하다. 따라서 PC용 프로그램에는 공사정보를 입력할 수 있도록 하여 공사진행과 계측기록이 연동되어 검색될 수 있도록 하였다.

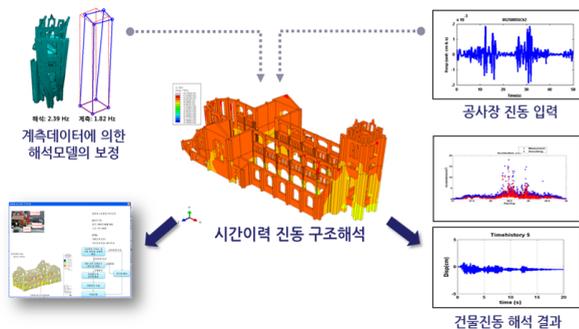


〈그림 4〉 계측관리 운영 프로그램

### 2.3 관리한계 및 대응시나리오 제공

구조안전 계측관리에는 데이터의 수집→현재상태의 분석→대응방안 수립의 과정이 필요하다. 공사 현장에 데이터를 분석하고 대응방안을 수립할 수 있는 전문가가 항상 상주하는 것이 아니므로 긴급상황에 대비한 컨틴전시 플랜을 미리 수립하고 운영프로그램을 통해 제공되는 것이 필요하다.

일반적인 구조물의 경우에는 법규와 통용되는 시방 및 구조설계자료를 이용해 계측데이터 관리한계를 수립하고 결과에 따른 긴급대응방을 수립할 수 있다. 그러나 특수시설물(문화재 등)은 〈그림 5〉와 같이 별도의 구조해석 등을 통해 거동을 검토하고 그 결과를 바탕으로 대응시나리오를 구축하는 것이 요구된다. 계측관리 MASTER 시스템에서는 초고층, 대공간, 문화재 등에 대한 해석절차를 수립하고 이를 이용해 대응방안을 수립하는 절차를 마련하였다.

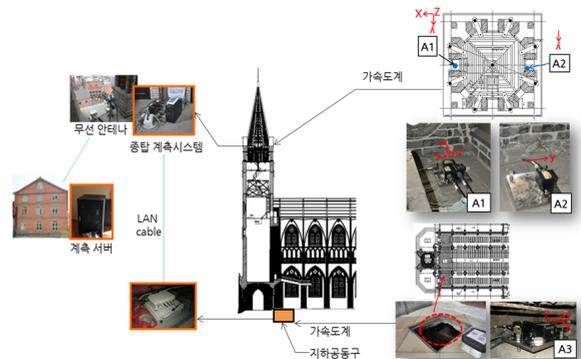


〈그림 5〉 계측관리 대응방안수립 절차

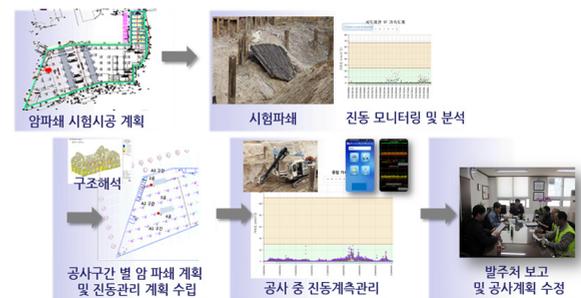
### 3. 시스템 적용사례

개발된 계측관리 MASTER 시스템은 현장진동계측관리, 인접구조물 구조안전 관리에 활용되고 있다. 특히, 종교시설(명동성당)에 인접한 공사장에서 사용되어 시공 중 해당 시설물의 사전보호에 활용되었다(그림 6).

명동성당에 대한 계측시스템을 구축하고 데이터를 실시간에 가깝게 취득한 뒤 이를 관리용 PC 및 모바일에서 관계자가 조회할 수 있도록 하였다. 〈그림 7〉의 진동 계측관리 사례와 같이 시공전 구조물 거동을 예측하고, 시험시공 후 본시공을 실시하고 이후 계측관리를 통해 피드백하는 과정으로 계측관리를 수행하였다. 계측과 현장업무를 연계한 시스템 운영을 수행함으로써 현장에서 수행하는 인접건물 구조안전관리에 개발시스템이 효과적으로 사용될 수 있었다.



〈그림 6〉 개발 시스템 종교시설 적용사례



〈그림 7〉 안전관리 PDCA에 따른 계측관리

#### 4. 맺음말

현재 중대건설현장 사고 및 이에 따른 재해발생이 최근 증가하고 있는 상황이다. 따라서 현장은 시공물을 완성하는 최일선에 있는 조직이면서 동시에 중대사고 예방에 앞장서야 하는 조직이다. 현장 구조안전 확보를 위해서는 사전보호 계측관리가 요구되며 이를 위해 (주)대우건설에서는 시공 중 “구조안전 계측관리 MASTER 시스템”을 개발하였다. 구조안전 관리는 계측관리와 현장관리가 유기적으로 연동되어야 한다. 계측을 통한 구조안전의 정확한 판단과 상황별 현장 대응방안에 따라 조직적으로 사고예방이 가능할 수 있다. 개발 시스템은 계측 및 현장공사의 수행을 보다 체계적으로 할 수 있도록 만드는 도구로서 더욱 적극적으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.