

# 건축공사 흠막이 계측관리를 위한 유비쿼터스 시스템 구축 방안에 관한 연구

## A study on the Planning of Ubiquitous System for Instrumentation management of Retaining wall in Building Construction

○ 이 응 균\*      조 호 규\*\*      김 광 희\*\*\*      강 경 인\*\*\*\*  
Lee, Ung-Kyun      Jo, Ho-Kyoo      Kim, Gwang-Hee      Kang, Kyung-In

### Abstract

The ubiquitous computing environment is widely expanded in almost all industries such as transportation, physical distribution, manufacturing, communication, tourist industry, financial business, and so on. But the construction industry is not well applied yet. Thus this study investigate the ubiquitous computing environment and propose a way for applying this technology to the construction industry. To achieve this aim, this study consider about a instrumentation management of retaining wall system in earthmoving operations, and suggest the ubiquitous system configuration to measure the variance of retaining wall. Through this system, the efficiency of the instrumentation management of retaining wall will be improved.

키 워 드 : 유비쿼터스, 계측관리, 흠막이, 건설산업

Keywords : Ubiquitous, Instrumentation management, Retaining wall, Construction industry

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

유비쿼터스 환경의 구축은 정부의 'u-korea' 정책과 맞물려 급속하게 발전하고 있다. 유비쿼터스 시스템은 교통 및 물류시스템, 위치추적 서비스(Location Based Service) 등의 광범위한 활용분야에서부터 타이어 압력 모니터링 시스템(Tire Pressure Monitoring system), 스마트 디스플레이 등 미세한 분야에 까지 활용되고 있으며 임베디드 시스템, RFID(Radio Frequency Identification) 태그, 초소형 정밀기계(멤스), 그리고 센서와 칩·배지 등의 전자적인 요소들을 통해 구현되고 있다(주상돈, 2003). 이러한 상황과 맞물려 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 건축/엔지니어링/건설 산업 등에도 높게 요구되고 있다(David, 2003). 그렇지만 이러한 정책적 지원 및 기술의 발전, 사회적 요구에도 불구하고, 건설 산업에서 첨단 IT의 적용은 더딘 행보를 보이고 있는 것이 사실이다(IT in Construction, 2004).

한편 건축공사의 규모가 점차 확대되면서 건축물의 지하공간을 구축하기 위한 지하공사 또한 점차 대형화, 심층화되어 가고 있다. 특히 도심지에서는 높은 지가와 주차공간의 확보,

대지 활용의 극대화를 위해 대지 경계선에 매우 근접하여 굴착이 이루어지고 있다(김재엽 외 2인, 2002) 이러한 지하공사는 철저한 공사계획과 관리가 요구되는 공종이며<sup>1)</sup>, 특히 흠막이 공사는 거의 모든 현장에서 필수적으로 수반되는 주요 공종이라 할 수 있다(김민석 외 4인, 2001). 이러한 흠막이 공사의 안전을 위해 산업안전보건법 시행규칙 120조의 4항에서는 깊이 10.5미터 이상의 굴착에 해당되는 공사에 대해서는 유해·위험방지 계획서를 작성하도록 하고 있으며, 내용 중 붕괴사고예방을 위한 제출 사항으로서 계측계획을 요구하고 있다.

그러나 계측계획에 대한 현장계측방법은 대부분이 고비용 등의 문제로 인하여 수동계측에 의존하고 있으며, 계측 결과의 해석에 따른 보고서의 지연 및 계측 데이터 위주의 보고서 구성은 건축 시공자로 하여금 즉각적인 대처를 어렵게 하고 형식적인 검토로 이어지게 하고 있다(김민석 외 4인, 2001).

따라서 본 연구에서는 흠막이 계측관리의 효율성 향상을 위해 흠막이 계측, 안정성 확인 및 예측, 데이터베이스 구축, 인터넷을 통한 자료공유 등이 실시간으로 통합 운영될 수 있는 유비쿼터스 시스템에 대해 제안하고 그 활용에 따른 효과 등을 파악하도록 한다. 이를 통해 흠막이 공사 및 굴착공사 시 발생하는 안전사고의 위험을 줄이고 굴착 공사 및 흠막이 공사의 효율성 증대에 기여하고자 한다.

\* 고려대학교 건축공학과 석사과정, 정회원

\*\* (주)현대건설, 기술연구소 책임연구원

\*\*\* 고려대학교 공학기술연구소 선임연구원, 정회원

\*\*\*\* 고려대학교 건축공학과 교수, 정회원

1) 김재엽 외 2인, 2003

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 첨단 IT 기술의 적용이 미진한 건설업에 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 통한 건축 흠막이 공사 계측관리 시스템의 제안을 그 목적으로 하고 있다. 따라서 본 연구는 흠막이 계측관리 관련 문헌들을 분석하여 계측관리의 필요성 및 중요성, 수동계측의 문제점 등을 파악하고, 이를 해결하기 위한 시스템의 구성안을 도출하도록 한다. 이를 위해 유비쿼터스 시스템의 전반적인 발전 형태 및 개요 등을 살펴보고 흠막이 계측관리에 대한 시스템을 제안한다. 제안된 시스템을 바탕으로 적용 예상효과 등을 기술하도록 한다.

## 2. 유비쿼터스

### 2.1 유비쿼터스 개요

유비쿼터스(Ubiquitous)<sup>2)</sup>란 사용자가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 정보통신 환경을 일컫는 말로써 실시간 정보 통신환경에 대한 포괄적 의미의 용어이다. 마크 와이저(Mark Weiser)는 1991년 저널 'Scientific American'에 'The Computer of 21st Century'의 논문을 발표하면서 '유비쿼터스 컴퓨팅'이라는 용어를 처음으로 사용하였으며 그 이후 빠르게 확산되고 있다.

유비쿼터스화가 이루어지면 가정·자동차는 물론, 심지어 산 꼭대기에서도 정보기술을 활용할 수 있고, 네트워크에 연결되는 컴퓨터 사용자의 수도 늘어나 정보기술산업의 규모와 범위도 그만큼 커지게 된다. 그러나 유비쿼터스 네트워크가 이루어지기 위해서는 광대역통신과 컨버전스 기술의 일반화, 정보기술 기기의 저가격화 등 정보기술의 고도화가 전제되어야 한다. 이러한 제약들로 인해 현재 일반화되어 있지 않지만, 휴대성과 편의성뿐 아니라 시간과 장소에 구애받지 않고도 네트워크에 접속할 수 있는 장점들 때문에 세계적인 개발 경쟁이 일고 있다(주상돈, 2003).

이러한 유비쿼터스는 단순히 상거래 뿐만 아니라 일반적인 기업경영, 공급망관리, 고객관계관리, 자산관리, 현장인력관리, 지식관리, 유통관리, 안전관리 등 거의 모든 비즈니스 활동에 혁신적으로 적용될 수 있어 이와 관련된 기술과 상품이 미래 IT 시장을 주도 할 것이다(RFID, 2004).

## 3. 건축공사 흠막이 계측관리

### 3.1 흠막이 계측의 필요성

한국지반공학회(1997)에 따르면 "굴착공사는 안정된 상태의 지반을 불안정시키는 굴착이라는 행위와 불안정화를 억제시키는 흠막이라는 행위로 나눌 수 있으며 주변지반에 전혀 영향을 끼치지 않는 상태에서의 굴착공사는 불가능하다"고 제시하고 있다. 또한 박철립(1987)은 "흠막이는 시공성의 확

2) 물이나 공기처럼 시공을 초월해 '언제 어디에나 존재한다'는 뜻의 라틴어(語)

보와 더불어 안전한 공사 환경을 위한 것"이라 제시하고 있다. 이는 지하 공사를 위해서는 흠막이는 필수적임을 나타내고 있으며 특히 요즘의 깊은 굴착을 통한 대규모의 지하공사에 있어서 그 중요성이 더욱 증대된다고 할 수 있다.

또한 오정환(2004)은 "지반 굴착을 실시하는 과정에 있어 지반의 평형상태가 흐트러지며, 이 평형상태를 유지하기 위해 흠막이가 이루어지고 동시에 굴착에 따른 흠막이 구조물 자체뿐만 아니라 인접구조물의 안정성 확보를 위한 정확한 해석과 합리적인 설계가 필요하다"고 제시하고 있으며 김민석(2001)은 "흠막이 공사의 안전관리 및 민원대처, 향후 경제적인 설계를 위한 데이터베이스의 구축을 위해 계측관리는 필요하며 계측은 돌이킬 수 없는 대형사고를 예방하는 데에 있어 중요한 수단이 된다"고 제시하고 있다.

따라서 흠막이 벽 설계와 시공단계에서 너무나 불확실한 사항이 많이 있으므로 안전한 시공을 위해서 시공도중 벽체 구조, 배면지반, 주변 구조물 등에 각종 계측기기를 설치하여 굴착공사에 따른 영향을 관찰하여 설계단계에서 불확실하였던 점과 예측하지 못하였던 점을 파악하고 필요한 조치를 강구해야 할 것이다<sup>3)</sup>.

### 3.2 흠막이 안전사고의 원인

흠막이의 붕괴 등으로 인한 안전사고는 크게 다음의 세가지 원인으로 나뉘볼 수 있다.

- 1) 현장 관리자의 인식 문제; 대부분의 건축현장은 흠막이를 단순히 가설물이라 하여 소홀히 생각하고 지반조사를 성급히 하고, 또한 경비를 줄이기 위하여 제대로 시행하는 경우가 적기 때문에 이로 인하여 크고 작은 사고가 자주 일어나는 실정이다(박철립, 1987).
- 2) 굴착에 따른 지반거동; 지반거동은 토류벽 변위에 따른 주변지반의 움직임(침하), 굴착저면의 heaving과 boiling, 토류벽 틈사이의 토사유출에 따른 문제점 등이다(한국지반공학회, 1997).
- 3) 불확실성으로 인한 정확한 예측 불가능; 실제 흠막이구조물은 흠-구조물의 상호작용, 배면지반의 초기응력 상태 및 그 밖의 역학적으로 규명하지 못한 불확실한 요인들이 존재하기 때문에 실제 현장조건과 비슷한 지반상태를 반영하여 굴착단계별 흠막이벽 거동을 정량적으로 파악할 수 있는 방법은 상당히 제한되어 있다(오정환, 2004).

### 3.3 수동 계측의 단점

김민석 외 4인(2001)의 연구에 따르면 수동계측을 실시하는 현장 계측결과 전달은 대략 1주일 정도 소요되는 것으로 파악되었다. 이는 자동계측을 통한 것보다 시간의 지연이 크며 이 경우 즉각적인 대응에 문제점이 있을 것으로 파악된다. 한편 계측보고서의 파악에 어려움이 있음을 나타내고 있는 데 그 이유로는 종합적인 도표 등으로 작성되지 않아 해석에 어려움이 있음을 가장 큰 원인으로 꼽고 있다.

따라서 현장 계측의 효율성을 높이기 위해서는 즉각적인

3) 한국지반공학회의 '굴착 및 흠막이 공법' 내용 재구성. 1997

대응이 가능한 시스템의 구축이 필수적이라 할 수 있으며 비전문가도 확인할 수 있는 디스플레이의 구성도 뒤따라야 할 것이다.

### 3.4 유비쿼터스 시스템 구성

본 연구에서 제시하는 시스템은 다음과 같은 구성을 가진다. 우선 계속관리를 위한 위치 및 장소를 선정하고 이를 위해 현장 조건 및 측정항목 등을 결정한다. 그 후 계속 센서 및 데이터로거 설치를 설치하여 계측을 위한 기본 시스템의 구성을 마친다. 설치된 데이터로거 등을 통해 계측된 수치는 현장 사무실의 RF 모뎀을 통해 현장의 퍼스널컴퓨터로 옮겨지고 컴퓨터 내의 계속관리 소프트웨어에 의해 데이터베이스를 구축하고 동시에 화면에 그래프로 디스플레이한다. 동시에 인터넷을 통해 전문가 집단이 언제든지 확인할 수 있는 자료를 제공하고 전문가 판단에 의한 안전성과 계속 안전 예측 프로그램에 의해 흠막이 변위를 진단한다. 계측된 수치가 위험정도에 도달되었다고 컴퓨터에 의한 판단 또는 전문가에 의한 판단이 이루어질 경우 즉시 현장에 있는 관리자를 비롯 전체 관리자에게 셀룰러폰, PCS폰, 또는 PDA등으로 메시지가 전송되며 현장에는 경고음이 발생하도록 한다.

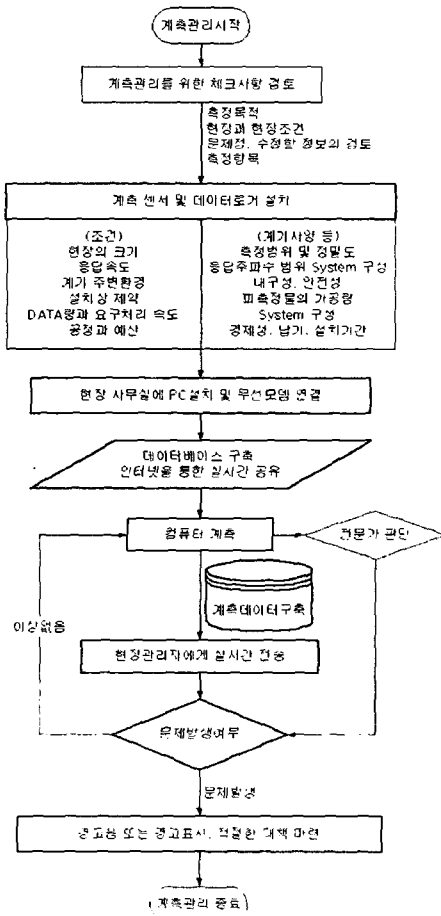


그림 1. 계속관리 시스템의 흐름도

- 1) 계속 센서: 센서는 현장의 흠막이에 설치되며 적용상의 이점 및 비용 등을 파악하여 결정하도록 한다.
- 2) 데이터로거: 데이터로거는 센서와 유선으로 연결되어 현장의 흠막이에 직접 부착되고 현장에서는 로거에 부착된 디스플레이 화면을 통해 측정되는 상황을 직접 확인할 수 있다. 또한 무선 RF 모뎀을 통해 최대 300m 거리까지 떨어져 있는 현장 사무실에 측정된 데이터를 전송한다.

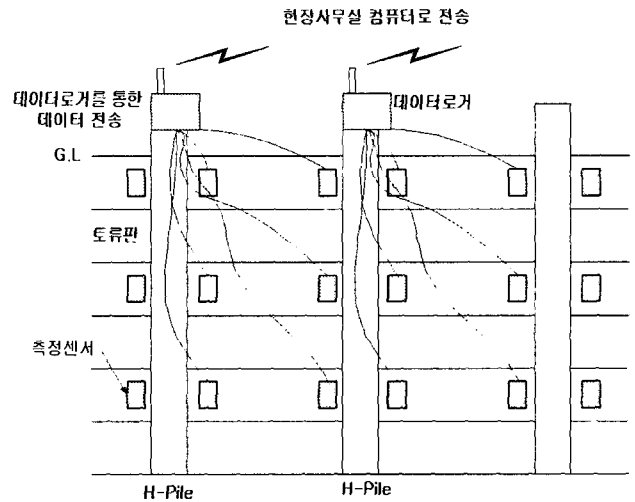


그림 2. 측정기계 설치 개념도

- 3) 전송된 데이터는 RS-232C 케이블 또는 USB 케이블을 통해 현장사무실의 컴퓨터로 전송되며, 데이터베이스를 구축한다. 개발되는 프로그램을 통해 인터넷으로 전문가와 실시간 공유하며, 현장에 있는 직원들에게 실시간으로 전송된다.
- 4) 측정되는 데이터를 통해 흠막이의 안전성 여부를 진단하고 그에 따라 위험이 닦쳤을 때, 경고음 또는 메시지를 발송하며, 적절한 대응방안을 통해 불안정한 위치를 보정한다.
- 5) 연속 측정을 통해 (3)과 (4)의 과정을 반복하며 굴착공사 완료 시 까지 안전성을 검토하게 된다.

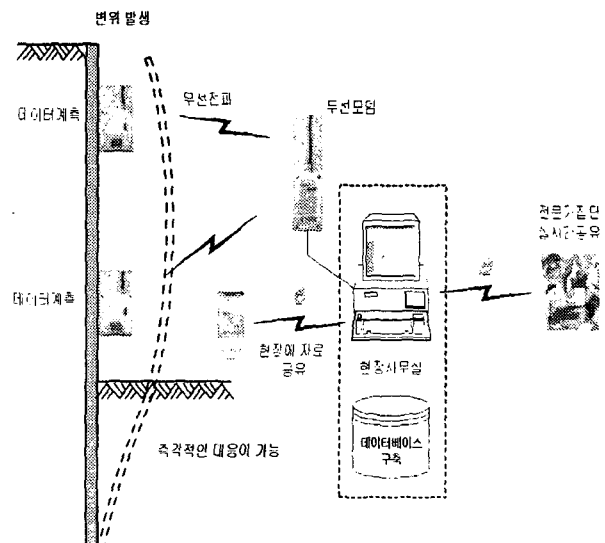


그림 3. 계속관리 시스템의 구성

#### 4. 적용방안 및 기대효과

본 연구에서 제시하는 시스템은 유비쿼터스 환경의 측정, 예측, 대응 등이 이루어지므로 다음과 같은 효과를 보일 것으로 기대된다.

- 1) 안전성 확보 ; 안전은 모든 공사에 있어서 가장 중요한 고려 사항이라 할 수 있다. 본 시스템은 계측된 정보를 통해 사고 발생시기를 사전에 예측하고 관리하여 안전사고의 위험을 줄일 수 있을 것이다.
- 2) 공사비 절감효과 ; 본 시스템을 통해 누적된 데이터 베이스는 과다설계로 인하여 공사비가 필요 이상으로 소요되는 경우를 줄여줄 수 있을 것으로 판단되며, 이미 과다 설계된 사항에 대해서도 현장에 맞게 재조정할 수 있는 근거를 제공할 것으로 판단된다.
- 3) 민원관계 개선의 효과 ; 최신의 시스템을 적용한 계측관리는 그 관리를 호보함으로써 굴착공사에 대해 대중에게 안심을 시킬 수 있으며 사업승인도 신속히 처리될 수 있다. 따라서 사업승인 지연으로부터 초래되는 공사비 지출을 방지할 수 있는 이점도 생각할 수 있다.
- 4) 법적 방어 자료를 제공 ; 공사현장이 근접구조물에 영향을 줄 수가 있을 때에는 실시간 계측을 통해 수집된 현장 계측 자료로 근접구조물의 영향이 해당공사로 인하여 발생한 것 인지를 판명할 수 있을 것이다.
- 5) 시공후의 유지관리 ; 흠막이가 구조체의 일부인 경우 본 시스템은 시공 완료 후에도 체계적인 유지관리의 수단으로 사용될 수 있을 것이다.
- 6) 현장조건에 맞도록 공정조정이 가능 ; 설계단계에서 고려된 사항들은 불확실한 요소가 많아 공기의 지연을 유발할 수 있는 바, 본 시스템은 즉각적인 대응으로 인해 시공 도중 발생하는 의외의 요소에 대해 최소한의 기간으로 대응할 수 있으며, 이를 통해 공사 계획의 조정이 가능할 것이다.

#### 5. 결 론

본 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 통한 건축 흠막이 공사 계측관리 시스템을 제안하였다. 본 연구에서 제안하는 시스템은 센서를 통해 흠막이 변위를 측정하고, 그 데이터를 무선 전송을 통해 현장으로 실시간 전송한다. 전송된 데이터를 통해 흠막이의 안전성 여부를 판단하고 예측하여 즉시 대응할 수 있는 프로세스를 지닌다.

본 시스템을 적용함으로써 안전성 확보, 공사비 절감, 민원 관계 개선, 법적 방어 자료의 구축, 시공 완료후의 유지관리 양호, 현장 상황에 맞는 공정 조절 등의 효과가 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 시스템은 개념적인 사항으로서 향후 지속적인 연구를 통해 본 시스템의 실용화 가능성에 힘써야 할 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 김민석 외 4인, 지하토공사에 있어서의 건축공사 계측관리의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계) 17(10), 129-135, 2001
2. 김민석, 건축공사 계측관리의 개선방안에 관한 연구-도심지 지하공사를 중심으로-, 고려대학교 석사학위논문, 2000
3. 김재엽, 박우열, 강경인, 건축공사 흠막이벽체 공법의 선정을 위한 신경망시스템 개발 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), 18(10), 69-76, 2002
4. 김재엽, 서장우, 강경인, 신경망을 이용한 흠막이 지보공공법 선정모델 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), 19(5), 121-128, 2003
5. 오정환 외 3인, 지반굴착 흠막이공의 정보화시공 종합관리 시스템, 한국지반공학회 논문집 18(2), 51-64, 2002
6. 이근호 외 3인 공역, 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 RFID Handbook, (주) 영진닷컴, 2004
7. 추상돈, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 및 시장 동향, 정보처리학회지 10(4), 5-10, 2003
8. (사)한국지반공학회, 굴착 및 흠막이 공법, 구미서관, 1997.
9. (재)한국건설안전기술원, 지하굴착공사 안전관리 편람, 건설교통부, 1996
10. Mark Weiser, The Computer for the 21st Century, Scientific American, 265(3), 66-75, 1991. 9.
11. Ming Sun, Rob Howard, Understanding IT in Construction, Spon Press, 2004.