

현  
장  
개

## 영락교회

계축시스템

### 공사개요

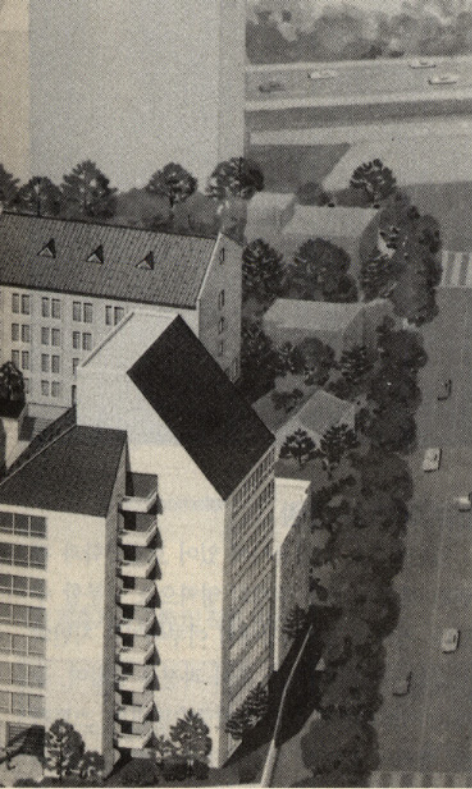
- 위치 : 서울시 중구 저동 1가 61-10번지
- 공사기간 : 94. 4. 4-96. 11. 30
- 대지면적 : 9,711.8m<sup>2</sup>
- 건축면적 : 2,285.0m<sup>2</sup>
- 연면적 : 28,242.1m<sup>2</sup>
- 공사규모 : 지하5층, 지상8층
- 시행처 : 영락교회50주년 기념사업회
- 설계 및 감리 : 정주건축 종합건축사무소

**영**락교회 50주년 기념관 신축공사는 한국 기독교 역사의 중요한 역할을 담당하고 있는 영락교회에서 창립 50주년을 기념하기 위하여 영락교회 유지재단이 발주한 건축공사이다. 현장에 인접하여 영락교회 본전, 중부경찰서, 평화방송국, 고가도로 등 기존 건축물이 둘러싸여 있으며, 지하심도가 24.0m가 넘는 도심지 대규모 굴착공사로 주요공법은 엄지말뚝+토류판 흠막이 벽과 E/A구조로 설계되어 있다.

### 현장자체 계축시스템 운영

#### 개요

지하구조물 시공을 위한 터파기 공사의 설계 단계에서는 현장 사전조사 및 현장조사를 통하여 가설구조물에 작용하는 토압, 수압의 외력이나 지반, 토류벽의 변형량, Boiling, Heaving 등 터파기 공사의 안전성 검토가 이루어지고 있다.



반적인 기초자료를 구하기 힘들다는 점들이 현장에서 직접 계측관리를 계획하고 시행하는 것을 어렵게 하고 있다.

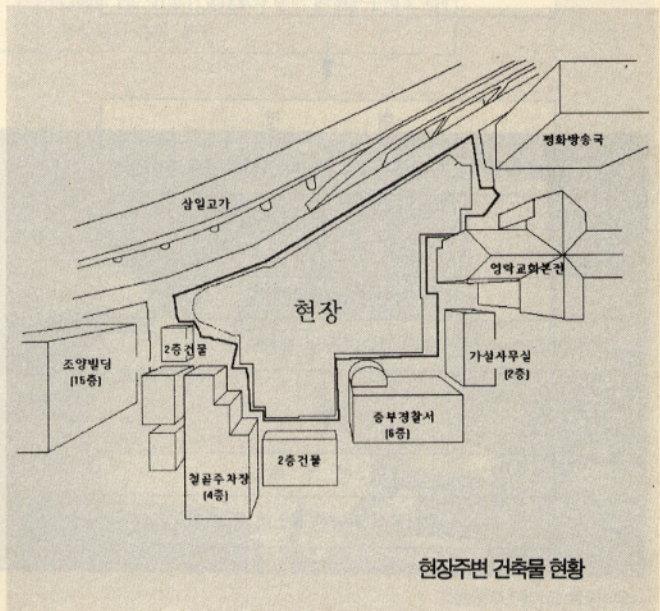
### 현장자체 계측시스템 도입경위

계측관리는 토공업체 또는 원도급자가 계측 전문업체에 하도급을 주는 것이 일반적이다. 하도급 발주의 경우 현장에서는 제출된 결과보고서만 검토하면 되는 이점이 있지만, 필요시 신속한 계측데이터 분석 및 관리가 안되며, 통상 저가계약, 계측관리업체의 영세성 및 비전문성이 형식적인 계측관리를 하는 요인으로 되고 있다.

하지만 당현장의 경우, 대도시 대심도 건축 현장으로 현장과 접해있는 영락교회 본전은 6.25전쟁중에 신도들에 의해 지어져 상당히 노후되어 있으며 그후 수차례 증축이 되어 공사착공전에도 곳곳에 균열이 가 있어 공사중 부동침하의 우려가 높으며, 그외에도 진동 및 소음에 민감한 평화방송국, 중부경찰서, 주차장 그리고 현재 전면적인 보수작업이 진행중인 3.1고가

그러나 이 결과들은 모두 이론식에 의한 추정일 뿐, 실제 시공에는 설계에 반영된 설계치의 과소나 시공상의 오차에 의해 구조물에 과다한 외력이나 변형이 발생하는 경우가 빈번히 발생하여 안정성 및 경제성에 큰 영향을 미친다. 따라서 최근에는 토질조사의 결과치와 설계치를 실제 시공상의 오차없는 수행을 위한 수단으로 현장계측의 필요성을 인식, 현장에 도입하고 있는 추세이다.

하지만 현장에서 직접 계측관리를 입안하고 시행한다는 것은 여러가지 문제점을 안게 된다. 현장계측이 충분한 효과를 발휘하기 위해서는 광범위한 분야 즉, 대상이 되는 구조들의 설계 및 시공 등에 관계되는 지식과 함께 계측기의 구조, 센서의 특성과 전기 및 기계에 대한 지식, 데이터 처리에 관한 지식 등이 필요하다. 하지만 현장 여건상 충분한 시간을 할애할 수 없다는 점과 경제성 검토 및 계측기 운용에 대한 전

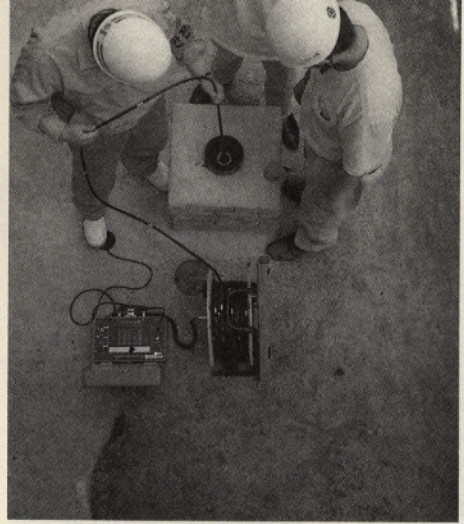
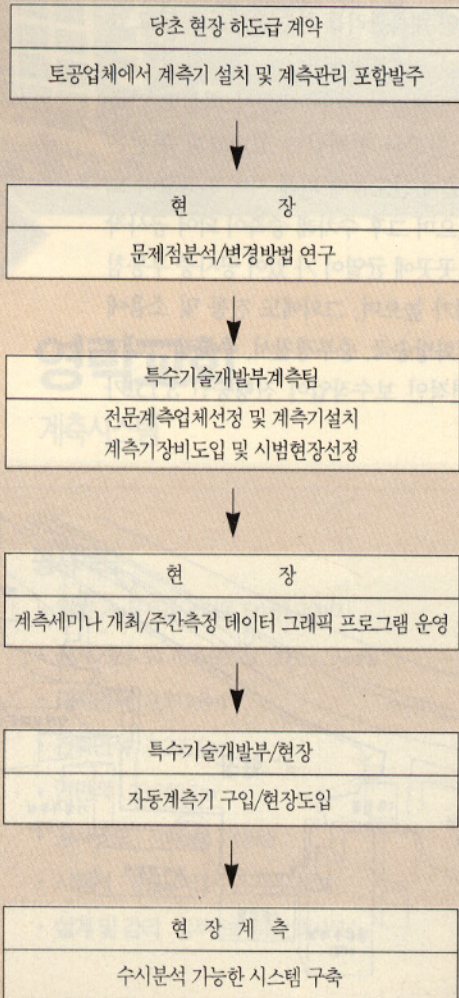


현장주변 건축물 현황

등이 당현장과 접하고 있어 공사초기부터 수시로 자체분석 가능한 발전된 계측시스템이 필요했다.

때마침 그시점, 특수기술개발부에서 계측기 도입 검토 및 시행을 결정함에 따라 현장자체 계측관리 시스템을 현장에 적용하게 되었다.

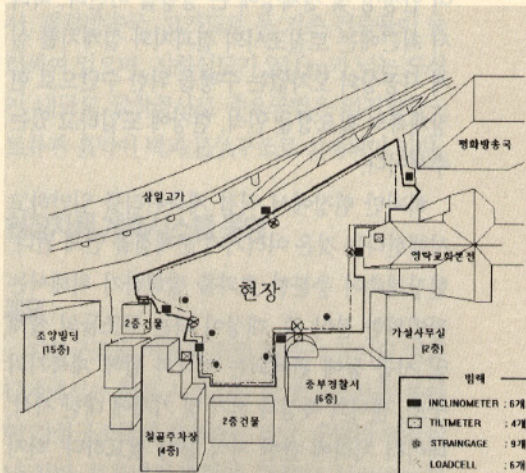
### 현장자체 계측시스템 운영절차



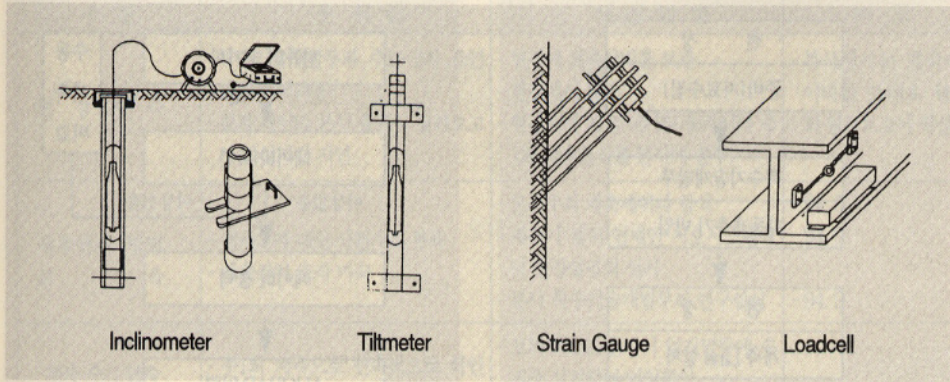
### 현장 계측기 설치 현황

일반적으로 건설공사에 있어 토질공학과 관련된 계측은 크게 두개의 영역으로 구분할 수 있다. 첫째는 설계과정에서 이루어지는 지반의 성질을 규명하기 위한 조사 과정을 말하며, 둘째는 시공과정의 토류벽 지중수평변위, 스트러트, 앵커의 응력 및 인접구조물의 변위 등을 측정하는 것을 말하는데 통상적으로 계측이라 함은 후자를 말한다. 이에 근거하여 당 현장에는 지하경사계 (Inclinometer), 건물경사계 (Tiltmeter), Load Cell, Strain Gauge 등 4종류의 계측기가 설치되어있다.

#### (1) 현장 계측기 설치도



## (2) 계측기 설치 상세도



## (3) 계측기의 종류 및 작용 원리

종 류	개 소	설 치 장 소	작 동 원 리
지하경사계 (Inclinometer)	6	흙막이 벽	- 굴착 깊이에 따라 지반의 심도별 수평 변위량의 위치와 방향등을 계측
건물경사계 (Tiltmeter)	4	인접건물 외벽	- 굴토작업시 주변 구조물에 설치하여 측정 지점의 경사도를 측정
Strain Gauge	9	스트러트	- 스트러트에 설치하여 굴토작업 또는 주변작업시 구조물의 변형 측정
Load Cell	6	E/A	- 토류벽의 하중을 측정하여 시공 설계 조사와 안전도 예측
자동계측	1	사무실/현장	- Load Cell/Strain Gauge의 변위상태를 수시로 사무실에서 측정, 분석

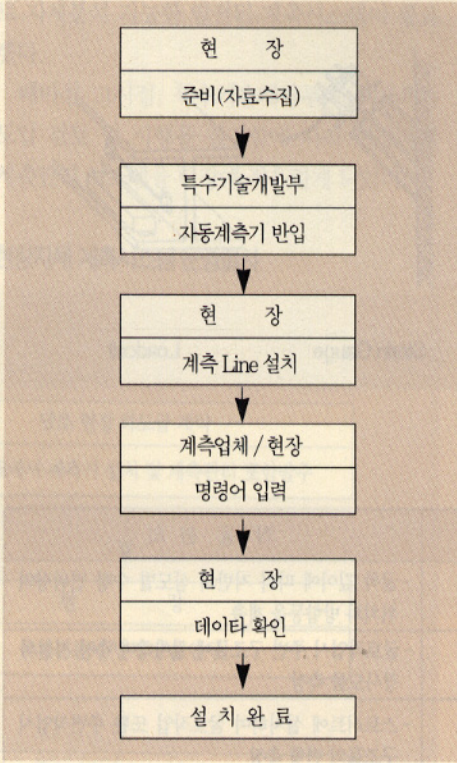
## 자동 계측 장치 도입

계측 시스템은 센서의 계측결과를 컴퓨터로 처리하여 정보를 구하는 일련의 과정에서 사용되는 하드웨어와 정보를 운용하는 인력조직으로 구성된다. 당 현장은 당초 지시계를 사용하여 사람이 직접 전기량을 읽는 수동식 계측 방법을 택하였다. 그러나 계측지점이 늘어나고 계측지점이 분산되어 계측관리에 상당한 시간이 투입되었다. 따라서 계측에서 정보화에 이르는 일련의 과정에서 사용되는 모든 계기를 완전하게 연결, 자동적으로 측정할 수 있는 계측 방법을 택하게 되었다.

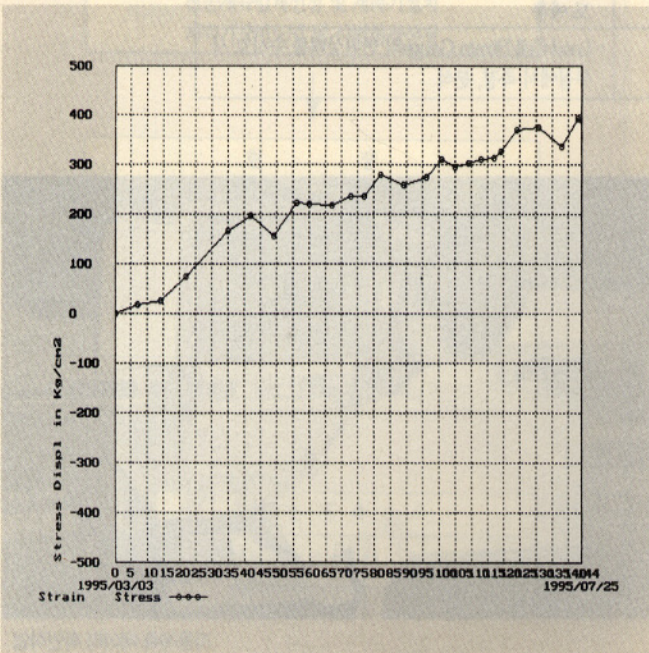
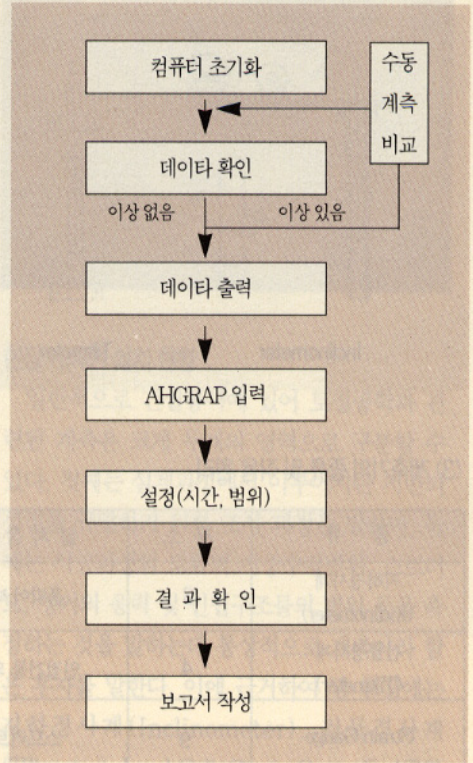


자동계측 데이터 확인작업

## 자동계측장치 설치과정



## 자동 계측기 운용절차



## 수행상 문제점 및 개선방향

당초 예상과는 달리 현장계측 및 결과 데이터 분석에 상당한 시간이 소요되었다. 시범현장이라는 면에서 전직원이 공감은 했지만, 주2회 측정 및 발파직업전후, 강우전후, 중량물 적재시 등 여러가지 요인들에 대한 검토와 검증이 뒤따라야 했으므로 총 25개소나 되는 계측장치를 현장에서 관리한다는 것이 거의 불가능하였다. 그래서 그 보완책으로 Strain Gauge & Load Cell에 대한 자동계측장치 도입을 본사 특기부와 검토, 현장에 적용하게 되었다. <표 참조>

## 현장계측 데이터 분석에

### 월별 변위량 분석

- 영락교회 본전측 지하경사계(Inclinometer)

(표) 수행상 문제점 및 개선방향

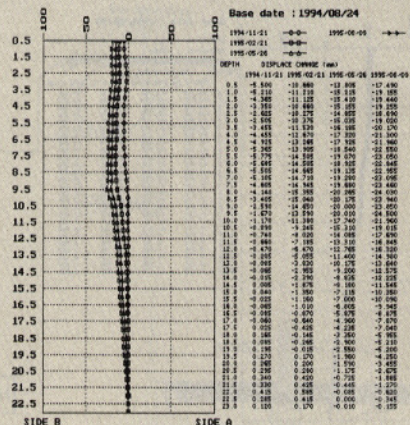
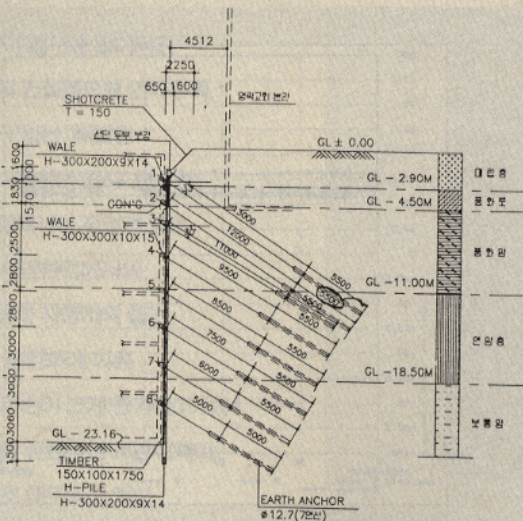
구분	문제점	개선방향	비고
현장계측	-특수기술개발부와 주1~2회 조인 -터계측 어려움 -결과 데이터 분사 출력시 월간보고서 작성기간 지연	-현장에 계측장비를 보관 -현장에서 계측 -현장에서 계측 데이터 출력시켜 주 1회 계측결과를 분사에 송부	-본사에서는 계측데이터를 토대로 월1회 월간보고서 작성
계측관리 방법 교 육	-계측기에 대한 사전지식 부족 -계측장치 조작 미숙	-본사주최 계측세미나 참석 -계측기 설치 업체인 지오시스템에서 현장설명회 실시 -본사 특수기술개발부와 연구실시	-94.5 -94.9 -94.9
계측 주기 단축 (주3회)	-주1회 계측으로 연속적으로 확인 미비 -집중적인 굴착부위 별도관리 필요	-보완적으로 흙막이 임지말쪽에 수직추 설치하여 일일확인 -주2회 계측하고 별도관리를 요하는 부위는 일일계측 및 데이터 분석	
자동 계측 장치 도 입	-주 2~3회 계측에 따른 직원들의 시간손실이 큼	-일부 계측기에 자동계측장치 도입	-Strain Gauge -Load Cell

설치시부터 굴착완료시까지 변위량 분석

-일일, 주간, 월간 변위량 분석을 통하여 발파  
작업, 띠장설치 등의 자료로 활용함. (그림 1  
참조)

굴착깊이에 따른 최대변위량 추이분석

-토질의 종류, 띠장설치, E/A 인장시기, 시공  
방법 등에 변위량이 다양하게 변화  
-현재까지의 최대변위량의 추이분석을 통하여



(그림 1) 월별 변위량분석

차후 변위량을 예상하고 시공방법 결정에 분석 자료로 활용 (그림 2 참조)

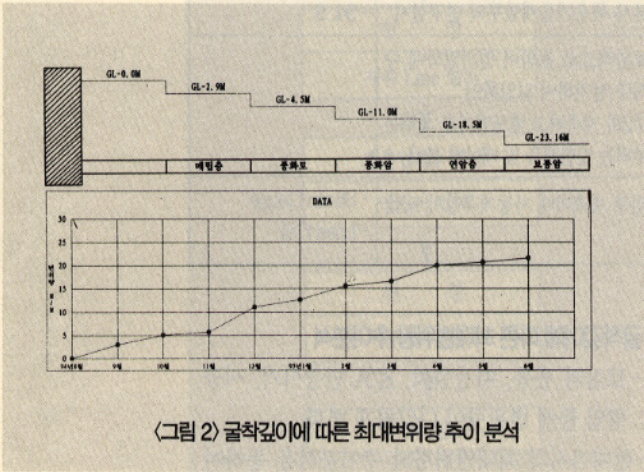
### 우수전후 계측결과 분석 예

- 우수전후 변위량을 분석하여 인접도로의 대형차량 통제, 중량물 적재유무, 시공방법 결정 등의 자료로 활용함 (그림 3 참조)

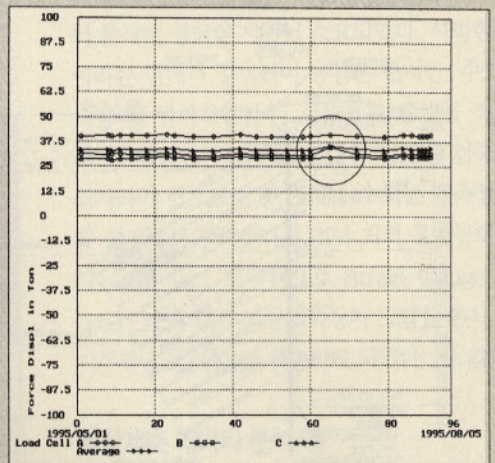
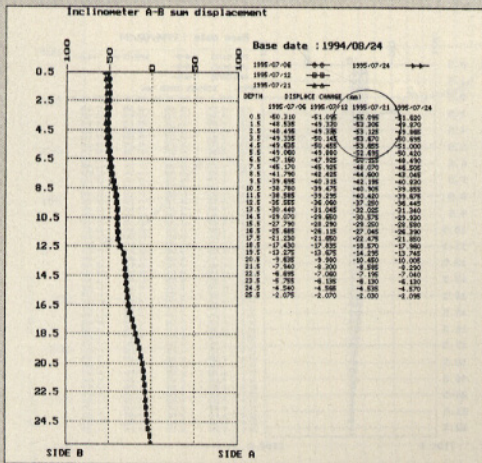
### 향후과제

앞에서와 같은 여러가지 계측결과를 토대로 현장관리를 해 왔으나, 아직까지 부족한 점이 많으며 다소간의 검정 및 보완을 통하여 향후과제를 풀어 나가고자 한다. 첫째, 토질조건에 따른 한계 변위량 관리의 체계화가 필요하며 둘째, 띠장 해체시 계측 데이터 변화량을 이용하여 띠장 해체 가능 여부를 판정하는 자료로 활용할 수 있어야 하겠으며 셋째, 자동계측 프로그램 운영 및 데이터 분석에 대한 전반적인 연구가 필요하다.

추가적으로 E/A 천공시 지하경사계 지중 설치 위치를 확인시키지 않아 계측기 경사관을 파손시키는 등의 관리적 문제점을 보완하여 타 현장에서 우리 현장과 같은 방식을 적용할 때 똑같은 실수를 하지 않도록 계측기 설치, 운용, 분석 등 전반적인 사항을 상세히 기록, 유지하고자 한다. 또한 올바른 계측관리는 안전사고 방지 및 품질향상과도 직결된다는 생각으로 현장 관리에 임하고 있다. S



(그림 2) 굴착깊이에 따른 최대변위량 추이 분석



(그림 3) 우수전후 계측결과 분석 예