

# 연약지반 계측관리를 위한 지능형 데이터베이스 시스템 개발

Development of Intelligent Database system  
for softground instrumentation management

우 철 응\* · 장 병 옥 (서울대)  
Woo, Chull Woong · Chang, Pyoung Wuck

## Abstract

For many soft ground embankment projects, instrumentation programs for stability and settlement management is being essential. This usually leads to generate large volume of data, which can be used for further research. Database technique is most effective method for data management. Data produced by soft ground embankment instrumentation can not be used by itself but must be reproduced using geotechnical analysis technique. In this study, a intelligent database system for softground called IDSIM was developed to examine applicability intelligent database. The IDSIM analysis instrumentation data automatically and present results by Web/DB interface successfully.

## 1. 서론

토질공학의 여러 문제에 있어서 예측과 실제와의 차이는 피할 수 없으며 일찍이 Terzaghi (1967)가 제안하였던 바와 같이 이런 문제를 예측하기 위해서는 관측적 절차(Observational procedure)가 필요하다. 이에 따라 근래 현장계측은 연약지반 성토에서는 없어서는 안될 기술로 인식되고 있다. 모든 형태의 현장계측은 많은 계측 데이터를 생산하며 이들 데이터는 상호 연관 관계를 갖고며 해석된다. 이렇게 생산된 계측데이터는 자체로는 해당 공사에 필요한 정보를 제공하나 넓게는 지반의 거동에 대한 정보를 지반공학자에게 제공하므로써 지반에 대한 이해를 높이고 보다 신뢰성있게 지반의 거동을 예측할 수 있게 한다. 따라서, 계측데이터는 상당한 공익성을 가지고 있으며 지속적으로 축적되어야 할 것이다.

Database 기술은 이러한 요구에 적합한 도구이며 최근 이를 이용하여 지반정보를 축적하거나 해석하려는 시도(Duncan and Knight, 1990)가 증가되고 있으며 몇몇 Database 시스템<sup>1)</sup>은 상용으로 제안되어 있기도 하나 이들 Database 시스템은 주로 추상도 정보나 토질시험 데이터의 처리에 데이터베이스를 이용하고 있는 수준에 머

---

1) Source : Tim Spink(1998)

물려 있다.

연약지반의 계측데이터는 여러 종류의 데이터를 관련시켜 분석하거나 이론적 거동과 비교는 등의 토질공학적인 지식이 반영되어 비로소 의미있는 해석이 가능하다. 즉, 계측데이터의 상호관계 및 계측결과와 지반조건과의 연관성이 충분히 반영될 때 비로소 계측결과는 그 가치를 발휘하게 된다. 지능형 데이터베이스<sup>2)</sup>는 데이터를 저장할 공간을 제공할 뿐만아니라 데이터로부터 정보를 추출하고 공학적 판단을 정보화 할 수 있는 수단을 제공하는 데이터베이스로서 계측데이터의 저장 및 해석에 유용한 도구라고 생각된다. 본 연구에서는 연약지반 계측관리에 지능형 Database 기술을 적용한 시스템(Intelligent Database System for Softground Instrumentation Management, IDSIM)을 개발하여 지반공학분야의 지능형 데이터베이스의 응용가능성을 검토하였다.

## 2. 연약지반 계측관리 데이터베이스 시스템 개발

지반공학 문제에 DBMS를 적용함으로써 얻을 수 있는 장점으로서는 자료의 무결성과 통합성의 확보, 프로젝트 관계자들 사이의 공유, 다른 프로그램으로의 쉬운 자료 변환 등이 있다. 이러한 장점을 극대화 시키기 위해서는 데이터의 표준화 및 효율적인 데이터베이스 Skima의 개발이 요구된다. 본 연구의 데이터베이스 시스템 개발 환경은 표 1과 같다.

Table 1 Database development Environment

Database Type	DBMS	OS	Web Server
Relational Database	Oracle 7	Windows NT	IIS 4.0

### 2.1 데이터표준화 및 Relational Skima 개발

연약지반 계측관리 데이터베이스를 개발하기 위하여 Ladd 등(1994)에 의한 현장 계측사례 등의 외국의 계측사례 및 서해안 고속도로 건설공사 등의 국내 계측사례는 대부분 Fig. 1과 같은 단면을 표준으로하며 측정되는 물리량 및 그 특성은 Table 2와 같다.

Fig. 1의 표준 설치단면 및 Table 2의 측정치에 대한 정의로부터 IDSIM의 데이터베이스 Table을 구성하였다. IDSIM의 Table은 Fig. 2와 같이 크게 특성 Table과 Data Table로 구분되며 개발된 데이터베이스 Table 및 관계는 Fig. 3과 같다.

2) Parsaye et al, 1989

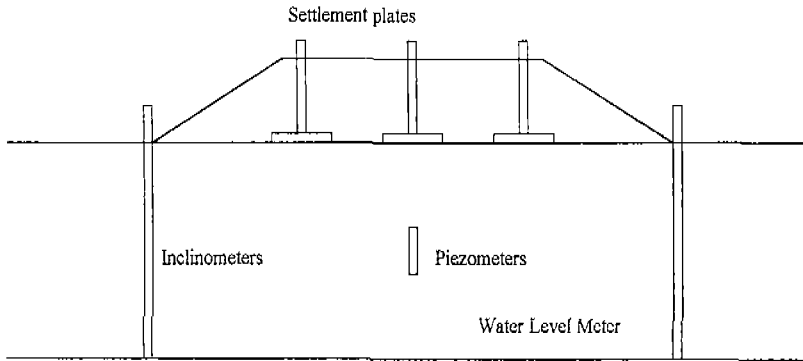


Fig. 1 Standard layout of instrumentation for soft ground

Table 2 Physical properties and their characteristics of field measured data on softground

Physical Property	Instrument	Unit	Remark
Settlement	Settlement plate	L(cm)	
	Multi Layer Settlement gauge	L(cm)	depth dependent
Porepressure	Piezometer	M/L <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	depth dependent
	Water Level Meter	L(cm)	
Horizontal Displacement	Inclinometer	L(mm)	

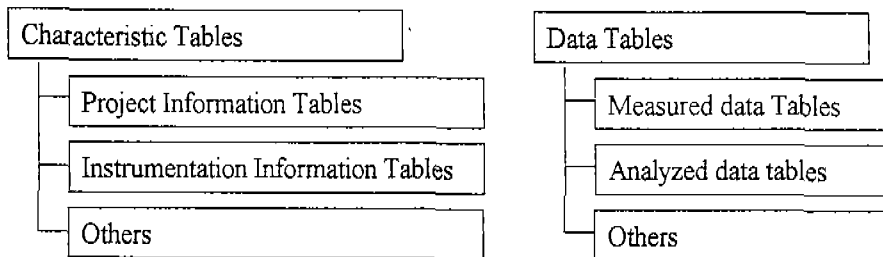


Fig. 2 Database Table Structure

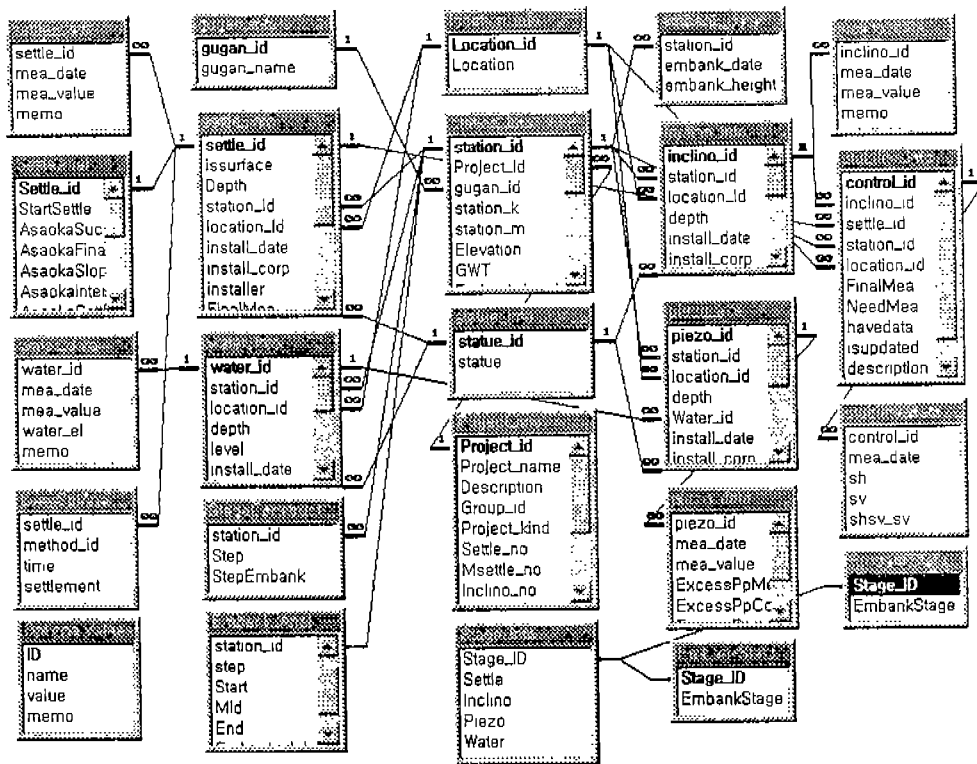


Fig. 3 Database Tables and Skimas

## 2.2 지능형 Database 개발

연약지반의 계측데이터는 침하관리 및 안정관리를 위해서 자료정리가 필요하며 이에는 지반공학적 기초지식이 반영되어야 한다. IDSIM은 Database 내에 이러한 연산시스템을 구현하므로써 지능형 Database System으로 구성하였다.

IDSIM의 데이터 연산 시스템은 Fig. 4와 같이 구성하였으며 크게 계측정보 종합 시스템과 데이터 해석 시스템으로 구성하였고 각각의 시스템은 Database Procedure를 이용한 Package 형식으로 개발하였다. 계측정보 종합시스템은 계측기 설치정보, 계측현황 등의 정보를 계측데이터나 특성데이터로부터 자동으로 추출하여 각각의 Character table에 Update 한다. 계측데이터 분석 시스템은 계측데이터를 침하안정 관리에 적합한 형태로 변환하고 이를 이용하여 장기침하량, 간극수압 및 안정성을 분석한다.

Fig. 5는 IDSIM의 측정정보 통합시스템의 간단한 예로서 침하데이터가 입력됨과 동시에 최종계측일 등의 정보가 자동으로 갱신되어 데이터 통합성을 확보해 주고 있음을 알 수 있다.

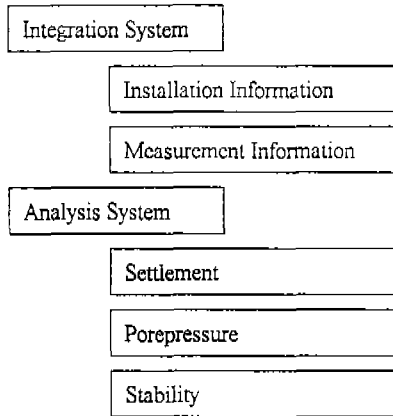


Fig. 4 Data Integrity Management System

```

Oracle SQL-Plus
SQL> select mea_date, mea_value from settle_data where id = 99;

  MEA_DATE      MEA_VALUE
-----
99/03/01              3.2
99/03/02              3.7
99/03/12              5.7
99/03/22              8.1

SQL> select final_measure, datacount from settle_info where settle_id = 99;

  FINAL_MEASURE  DATACOUNT
-----
99/03/22              4

SQL> insert into settle_data(id, mea_date, mea_value)
  2 values(99, '99/4/1', 10.3);

1 개의 행이 작성되었습니다.

SQL> select final_measure, datacount from settle_info where settle_id = 99;

  FINAL_MEASURE  DATACOUNT
-----
99/04/01              5

SQL> |
  
```

Fig. 5 Example of Data Integrity Measurement System

### 2.3 Database User Interface 개발

Database에 자료를 저장하거나 추출할 때 SQL(Structured Query Language)문이 이용된다. SQL 문은 관계 연산(relational calculus)이라 불리는 logic에 기초한다. 이를 위해서는 SQL 문법뿐만 아니라 Database의 Skima에 대한 이해가 필요하기 때문에 User Interface를 제공하지 않는 Database System은 사용성 한계가 있다. IDSIM은 Database User interface로 Web(World Wide Web)/Database 연동 기술

을 적용하였다. Web/Db 연동기술의 장점은 다음과 같다.

- SQL을 통한 유연한 질의가 가능
- 사용자의 시스템에 독립적인 Interface를 제공
- 실시간 데이터 공유
- 사용자 소프트웨어 요구 최소화

IDSIM의 Web interface는 Active Server Page 기술을 근간으로 개발하였으며 Java Script 및 DHTML 기술을 일부 인터페이스에 사용하였다.

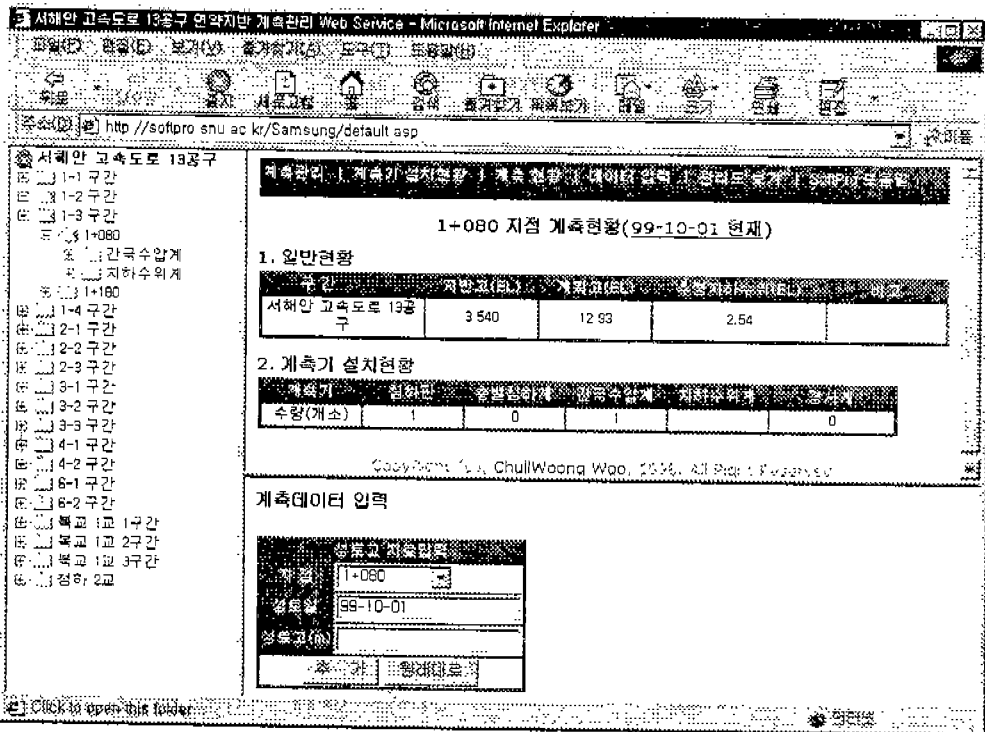


Fig. 6 IDSIM Sample Application

#### 2.4 적용사례

IDSIM의 데이터베이스 시스템 및 Web/Db 사용자 Interface를 기完工된 연락지반 성토공사인 서해안 고속도로 서천-군산간 건설공사 12공구의 계속데이터를 적용하여 그 적용성을 평가하고자 하였다.

이 시스템은 http://softpro.snu.ac.kr로 구현되었다<sup>3)</sup>. Fig. 6은 IDSIM 의 계속 현

황정보 및 데이터 입력 인터페이스를 보여주고 있다. 실제 연약지반 성토 계측결과에 적용한 결과, 사용자의 데이터 입력으로부터 연약지반의 침하 및 안정분석을 적절하게 수행되는 것이 확인되었다.

### 3. 결 론

연약지반 계측관리를 위한 지능형 데이터베이스를 개발하고 이를 Web/Db 연동 시스템으로 구현한 IDSIM을 개발하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 연약지반 계측의 구성 요소를 정의하고 이를 기초로 연약지반 계측관리 Database Skima를 개발하였다.
- 나. 연약지반의 계측데이터 해석을 가능하게 하는 지능형 데이터베이스를 개발하였다.
- 다. IDSIM의 사용자 Interface로 Web/Db 연동 기술을 적용하여 시스템의 실제 문제에 대한 적용성을 향상시키고자 하였다.
- 라. 지반공학의 실제 문제에 대하여 지능형 데이터베이스 기술의 적용가능성을 확인할 수 있었으며 앞으로 데이터베이스 기술의 적극적으로 활용이 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. Lee Fook-Hoe, Tan Thiam-Soon & Karunaratne G. P., 1990, Geotechnical Data Management System, J. of Computing in Civil Engineering, Vol. 4, No. 3, pp. 239-254
- Terzaghi, K., and Peck, R.B., 1967, "Soil Mechanics in engineering practice", John Wiley & Sons,