

지반정보 분석 및 평가를 위한 웹기반 지리공간정보 시스템 개발

이상훈^{1*} · 장용구²

Development of a Web-based Geospatial Information System for Analyzing and Assessing Geotechnical Information

Sang-Hoon LEE^{1*} · Yong-Gu JANG²

요 약

지반정보DB는 NGIS 2단계 기본계획의 하나인 '지하지리정보'구축의 기초자료로써, 건설교통부가 2000년부터 전국토를 대상으로 구축하고 있다. 구축된 지반정보는 지층의 심도, 종류, 색 및 지하수위 등 지하의 상태정보 뿐만 아니라, 표준관입시험, 압축시험 등의 건설공사 설계업무에 적용 가능한 공학정보를 포함하고 있다. 그러나 현재는 시험 결과서만 제공되고 있기 때문에 공학업무의 지반의 해석 및 설계에 활용하기 어려운 실정이다.

본 연구는 지반정보DB의 효과적인 활용지원을 위하여 웹기반의 지리공간정보 시스템을 개발하였다. 먼저, 지반정보DB에서 공간정보, 지층정보 및 공학 시험정보를 실시간으로 불러와 지반단면 모델을 생성하고, 이를 통해 해당 지반의 토공량, 지지력, 침하량을 산정하고, 연약지반, 액상화에 대한 평가를 수행하는 웹 클라이언트를 개발하였다. 본 시스템을 통해 지반정보 DB를 건설공사의 계획 및 설계 등 실무 전반에 적극 활용할 수 있을 것이다.

주요어 : 지반정보 분석/평가, 지하단면모델, 지반정보DB, 웹기반 지리공간정보시스템

ABSTRACT

Geotechnical information database, foundation of underground geographic information system in 2nd NGIS plan, had been developing by Ministry of Construction and Transportation since 2000. This database contains not only soil condition, such as depth, type and color of layer, and ground water level, but also engineering properties used for foundation design and construction, for instance, standard penetration test, compression test. But, it is difficult to apply this database for analyzing and designing geotechnical works, because report document is only offered.

2007년 11월 5일 접수 Received on November 5, 2007 / 2007년 12월 5일 심사완료 Accepted on December 5, 2007

1 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구실 연구원 Researcher, Ubiquitous Land Implementation Division, KICT

2 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구실 선임연구원 Senior Researcher, Ubiquitous Land Implementation Division, KICT

* 연락처 E-mail : shipilot@empal.com

In this paper, we have developed web-based geospatial information system for the effective uses. First, underground cross-section model is generated by location, layer, and engineering properties of geotechnical information database at the realtime process. Second, earth volume, bearing capacity, and settlement is calculated and potentials of soft ground, liquefaction are evaluated through pre-defined empirical formula. This process is operated by web-based client. We wish to strengthen the application capacity through this system in construction planning and design works.

KEYWORDS : *Analysis and Assessment of Geotechnical Information, Underground Cross-Section Model, Geotechnical Information Database, Web-based GIS*

서 론

지반정보DB는 2단계 NGIS 기본계획 중 활용체계의 하나인 '지하지리정보'구축에 있어 기초가 되는 자료로서, 건설교통부에서는 '00년부터 전 국토를 대상으로 지반조사 자료를 DB화하는 사업을 추진하여, 현재 약 6만여 시추공의 자료가 구축되었다(건설교통부, 2006). 구축된 지반정보는 지하의 성층구조, 지하수위, 토사 및 암반의 물리·화학적 특성 등의 정보를 제공하며, 이를 웹을 통해 전자 보고서 형태로 제공하고 있다.

구축된 지반정보DB는 건설공사를 위해 시추한 자료를 DB화 한 것으로 지층의 깊이, 종류, 색 및 지하수위 등의 일반적인 지반정보 뿐만 아니라, 표준관입시험, 전단시험, 삼축압축시험 등의 각종 공학 시험정보를 보유하고 있다. 따라서 이를 활용할 경우, 인근지역 지반의 해석과 지하 구조물 설계에 매우 유용하게 활용될 수 있으리라 기대된다.

본 연구에서는 기 구축된 DB를 활용하여 대상지역 지반의 공학적 평가와 상세설계에 활용할 수 있는 지반정수를 산정하는 웹기반의 지리공간정보 시스템을 개발하였다. 먼저, 지반정보DB의 지형도에서 추출한 수치표고모델과 시추공에서 수집된 각 지층의 깊이를 보간하여 지하단면 모델을 생성하였다. 그리고 구성된 모델을 기초로 토공량, 지반 지지력, 지반 침하량을 계산하고, 해당지반의 연약지반 여부 및 액상화 가능성 평가기능을 구현하였다.

1. 관련 연구

지반조사 및 다양한 해석기법의 발달에 따라 다량의 지반공학 데이터가 생산되면서 기존의 문서형식 관리에는 한계에 다다랐으며, 지반조사 자료도 정보화를 통한 저장 및 공유의 필요성이 제기되었다. 이에 따라 AGS(Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists, 1992)는 Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data를 발표하여 현재 지반조사 자료의 정보화 교환 표준으로 자리 잡았으며, 수많은 시추조사를 수행하는 석유개발회사를 중심으로 PPDM(Public Petroleum Data Model)을 개발하여 활용하고 있다.

이렇게 구축된 지하의 지리공간정보인 지반정보의 응용사례를 보면, Hawke(1991)은 초기적인 형태의 지반정보 DB 및 그 응용프로그램을 개발하였으며, Iwasakie 등(1999)은 일본 관서지역 지반정보 DB를 지형·재해·사고정보와 함께 제공하였다. Adams 등(1993), Toll 등(1995), Davey-Wilson(1998) 등에 의해 여러 데이터베이스가 개발되어 지반조사 자료의 저장·처리 및 활용에 응용되었다.

이후 GIS개념이 도입되면서 여타의 지리공간정보와 함께 통합·관리하여 다양한 분야에 응용하고 있다. Okimura 등(2000)은 도시방재 및 도시개발에 GIS와 지반정보를 이용하였으며, Nishie 등(2000)은 GIS 통합지반정보 관리 시스템을 개발하여 내부의 지질구조를 가시화하고 사면관리에 이용하였다.

국가별로 구축 및 활용사례를 살펴보면, 일본에서는 건설종합센터, 지역지반환경연구소, 오사카 토질실험소 등에서 지반 및 지질조사 정보의 표준화, 주택지의 지반간이진단서 작성, 3차원 지질모델 구축에 의한 지질도 작성 등 지반정보의 활용이 매우 활발하다. 미국에서는 GeoLibrary 시스템 개발을 통해 GIS기반의 지반검색, 매핑, 분석 등의 기능을 일반인이 쉽게 활용할 수 있도록 지원하고 있다. 호주의 경우에는 지반정보DB구축을 통한 지반공학자를 위한 지반해석 지원시스템 지원, 3차원 분석 및 분산컴퓨팅기술기반의 전 세계 자료공유 등을 통해 지반정보 활용을 극대화하고 있다.(한국건설기술연구원, 2004) 그림 1은 웹GIS개념을 도입한 일본 주택지반정보제공시스템(GEODAS)이다. 본 시스템은 인터넷을 통해 지반조사 결과, 보강공법, 지반 간의진단서 작성기능을 제공하고 있다.

국내에서도 한국건설기술연구원(1994)에 의해 지반정보 구축계획 연구를 수행한 이래로 건설교통부(1999~현재), 서울특별시(1997, 2003), 인천 신공항공단(1998), 수원시(2006), 대구시(2006) 등이 보유 지반조사 자료의 DB화를 수행하였다(건설교통부, 2006).

중앙부처 및 지자체를 중심으로 지반정보 DB의 구축이 활발히 진행되면서, 활용 증진을 위하여 GIS가 도입되었고, 현재는 NGIS 2단

계 기본계획 중 ‘지하지리정보’ 구축의 기본 자료로 추진되고 있다. 그러나 국외의 연구와 달리 국내의 지반정보DB는 지반의 해석 및 평가에 유용하게 활용할 수 있는 공학정보를 보유하고 있지만, GIS의 공간정보와 결합하여 해석 및 분석업무에 적용하지는 못하고 있는 실정이다.

2. 지반정보DB 소개

본 연구에서 대상으로 하는 ‘국토지반정보 DB구축사업’은 건설교통부가 주관하여 '00년부터 추진되었다. 사업 초기에는 발주처별로 지반조사 자료가 종이문서로 보관되어 재활용되지 못하고, 망실되는 등 예산낭비를 막기 위하여 시작되었다. 즉 지반조사 문서 전산관리 시스템 도입이 목적이었다. 그러나 단순한 문서 전산화에 머무르지 않고, 시추공의 위치와 연계시켜 GIS를 도입함에 따라 전국의 지도정보를 구축하는 사업으로 확대되었다. 또한, 지반정보와 관련된 지반조사자, 기초설계자, 시공자, 발주처, 시설이용자, 학술연구자들에게 상호 정보공유를 하여 계획 및 기본설계 지원, 지반분석을 통한 조사 및 설계비용 절감 등의 효과를 얻을 수 있게 되었다.

현재 사업은 2000~2006년 동안 DB구축을 수행하여 전국을 대상으로 약 6만 여공의 시

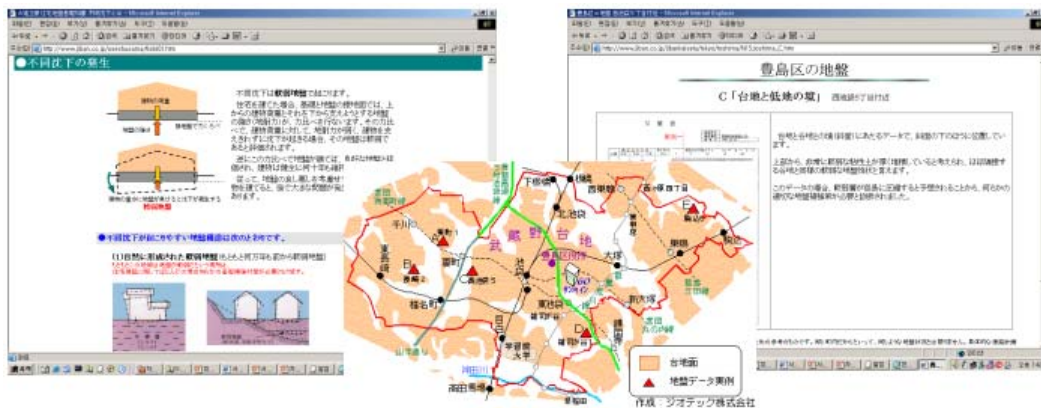


FIGURE 1. 일본 주택지반정보 제공시스템

추정보 및 관련된 지리공간정보 DB를 구축하였다. 2006년까지는 사업이 완료된 지반조사 자료를 대상으로 하여 종이문서를 정보화하였으나, 2007년부터는 신규 발생하는 지반조사 자료를 지반조사자 혹은 시공자가 현장에서 시스템을 통해 입력 자동적으로 DB를 구축토록 시스템을 개발하였다. 또한, 이를 제도적으로 지원하기 위하여 건설교통부 지침으로 “지반조사성과전산화및활용에관한지침”(2007.3.23)을 제정하였다.

지반정보DB는 건설공사 및 자원개발 시 시추조사 성과와 시험성과를 DB화 한 것으로 시추주상도 위치정보 및 건설에 필요한 지형 지물에 대한 정보로 공간정보를 구축하여, 웹 GIS를 통해 인터넷으로 효과적으로 자료를 배포할 수 있도록 구축되었다(http://www.geoinfo.or.kr).

지반정보 분석 및 평가시스템 설계

1. 연구 방법

기 구축된 지반정보DB를 활용하여 특정지역 지반의 분석 및 평가를 수행하기 위하여 업무분석과 건설공사에 주요한 지반정수를 결정하였다. 그리고 분석을 위해 지반정보DB에서 정보를 가져와 단면도형태의 모델을 생성하였다. 모델을 바탕으로 사용자의 부가정보



FIGURE 2. 연구진행 과정

입력에 따라 토공량, 지지력, 침하량, 액상화, 연약지반 평가 등의 기능을 수행하는 분석/평가 시스템을 설계·구현하였다. 그림 2는 연구 진행과정을 나타낸다.

2. 분석평가 대상 및 요구사항 분석

건설공사는 공중에 따라 주로 절토와 성토를 수행하는 토목공사와 구조물을 건설하는 건축공사로 크게 나뉘게 된다.

먼저 사업비에 직접적으로 관련된 지층별 절·성토량과 구조물 설계 시 필수적인 지지력, 지반침하량에 정보를 제공하여 설계정수로서 활용할 수 있도록 선정하였다. 또한 최근 신도시 개발 등에 따라 광역적으로 연약지반 여부 평가에 대한 수요가 증가하였고, 지진이나 도시 밀집지역 재건축 등에 따른 동하중 발생으로 인해 액상화 평가에 대한 요구가 증가하여 연약지반 및 액상화 여부를 평가에 대한 프로세스를 선정하였다. 주요한 시스템 분석대상은 다음 표 1과 같다.

TABLE 1. 주요 분석/평가 대상

구분	주요내용
토공량 산정	- 절/성토구간 및 계획도면 생성 - 지층별 절성토량 산정
지지력 침하량 지반정수 산정	- 시험자료에 따른 지반정수 산정 - 기초 지지층 선정 및 기초형식에 따른 지지력 산정 - 구조물에 따른 침하량 산정
연약지반 액상화 여부 평가	- 지층/시험자료에 따른 연약지반 산정 - 연약지반의 침하량 파악 및 액상화 가능지반 결정

기능 구현을 위하여 본 연구에서는 건설교통부(2002)의 구조물기초설계기준에 따라, 적용식과 적용기준을 표 2~표 6과 같이 제시하였다. 개발 시스템에서는 GUI를 통해 각 기능에 대한 기준 및 세부 설명을 제공하여, 목적

에 따라 사용자가 파라미터를 선정할 수 있도록 하였다.

토공량 산정을 위해서는 사용자가 지도상에 계획 구간 및 계획고를 입력하고, 절성토 구간을 설정하면 이에 따른 지층분류에 따라 토량 환산계수 계산하여, 지층별 토공량을 산정하게 된다. 토공량 산정을 위해 채택한 주요과정과 use-case diagram은 표 2와 그림 3과 같다.

TABLE 2. 토공량 산정 주요과정

기능	연동자료	주요내용
노선종단면도	수치지도 시추주상도	공간DB 속성DB
지반모델 생성	노선종단면도 시추주상도	지반모델 View
절성토 구간설정	지반모델	지반모델 View
토량변화율 (토량 환산계수)	시추주상도 실내시험자료	토성분류에 따른 토량환산 계수 산정
절성토량 계산	지반모델 토량변화율	토공량 계산

<적용식>
 토공량 = 절, 성토부 체적 × 토량환산계수(C, L)
 C = 자연상태밀도/다져진상태밀도
 L = 자연상태밀도/호트러진상태밀도

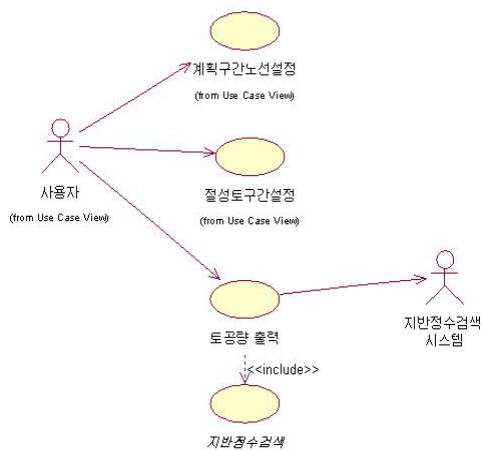


FIGURE 3. 토공량 산정 use-case diagram

구조물 설계 시 주요한 지반정수의 하나인 지지력을 계산하기 위하여 사용자는 구조물 구간정보와 함께 기초의 종류, 위치, 하중에 대한 정보를 입력한다.

본 연구에서는 도로공사의 대표적인 구조물인 교량을 예로 들었으며, 입력된 구간정보와 지반정보DB검색을 통해 지층별 통일분류(USCS), 연경도 등을 이용하여 기초하단부 지반에 유발되는 지지력을 산정하였다. 이때 지층의 종류(풍화암, 연암층) 및 기초(직접/말뚝)에 따라 관련 경험식을 적용하게 된다. 지지력 산정을 위해 채택한 주요과정과 use-case diagram은 표 3과 그림 4와 같다.

TABLE 3. 지지력 산정 주요과정

기능	연동자료	주요내용
기초형식선정		직접/깊은기초선정
기초하중 입력	기초형식	사용자입력
지지력계산	지반모델	토중, 암반분류
	강도정수	점착력, 내부마찰각
	변형계수	탄성계수, 포아송비
	RMR	Bieniaski의 RMR
지지력출력	지지력 계산	토사/암반에 따른 경험식(Terzaghi Hoek-Brown등)

<적용식>

1) 직접기초 : Terzaghi 공식 적용(풍화암층)

$$q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma_1 B N_\gamma$$

q_u : 지반의 극한지지력(tf/m²)

c : 점착력(tf/m²)

q : 기초의 상재하중(tf/m²)

γ : 단위중량(tf/m³)

α, β : 기초의 형상계수

N_c, N_q, N_γ : 지지력 계수

- Bell 공식 적용(연암층)

2) 말뚝기초 : 정역학적 지지력 공식 적용

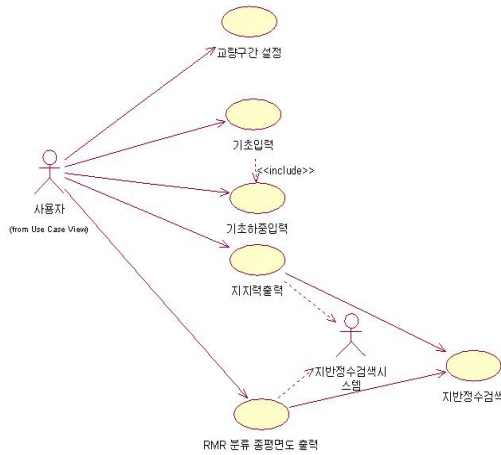


FIGURE 4. 지지력 산정 use-case diagram

지반 침하량 산정은 사용자가 계획구간 및 구조물을 설정한 후에 검토하게 된다. 시간에 따라 구조물 하부 지반에서 발생하는 침하량을 예측하며, 그 결과를 그래프 형태로 제공하게 된다. 이때 1차 암밀침하량과 침하시간, 최종 침하량을 각 경험식에 대입하여 계산하게 된다. 침하량 산정을 위해 채택한 주요과정과 use-case diagram은 표 4와 그림 5와 같다.

TABLE 4. 침하량 산정 주요과정

기능	연동자료	주요내용
지반분류	지반정보DB	정규암밀점도 과암밀점도
암밀 침하량	지반분류 암밀시험자료	지반DB 활용
장기침하량	암밀침하량	시간경과에 따른 총침하량
침하시간	암밀침하량 장기침하량	

<적용식>

정규암밀점도에 대한 1차원 암밀침하량 공식

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0}$$

Sc : 1차원 암밀침하량 Cc : 압축지수

e0 : 초기간극비 H : 점토층의 두께

σ '0 : 원지반의 유효상재하중

Δσ : 유효응력의 증가량

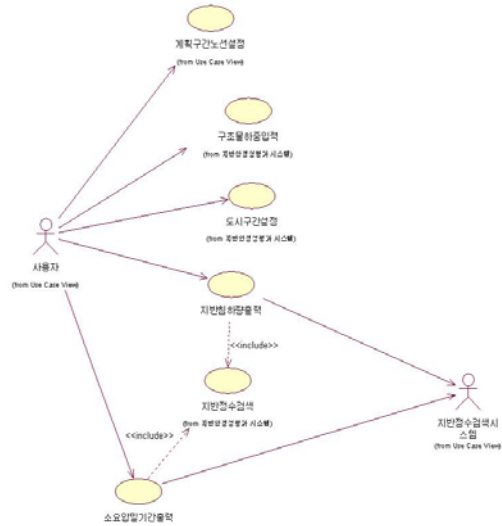


FIGURE 5. 침하량 산정 use-case diagram

연약지반 평가는 사용자가 원하는 지역을 지도상에서 선택함에 따라 지반정보DB로부터 표준관입시험의 N치를 이용하여 일축압축강도 (q_u)를 정의하고, 연약지반의 분포현황을 평면도에 출력한다. 해당지역의 시추공별 토성, 단위중량, 간극비 등의 물리적 특성과 압축강도, 점착력 등 역학적 특성을 출력하도록 하였다. 연약지반 평가를 위해 채택한 주요과정과 use-case diagram은 표 5와 그림 6과 같다.

TABLE 5. 연약지반 평가 주요과정

기능	연동자료	주요내용
연약지반 발생조건	시추주상도 일축압축시험	N치 조건검토 q_u 의 조건검토
연약지반 출력		평면도 출력

<적용 기준>

1) 층두께 : 점토질 10m이상

2) N치 : 점토질 6이하, 사질토 10이하

3) 일축압축강도 : 점토질 $1.0kgf/cm^2$ 이하

4) 극한지지력 : 점토질 $12kgf/cm^2$ 이하, 사질토 $20kgf/cm^2$ 이하

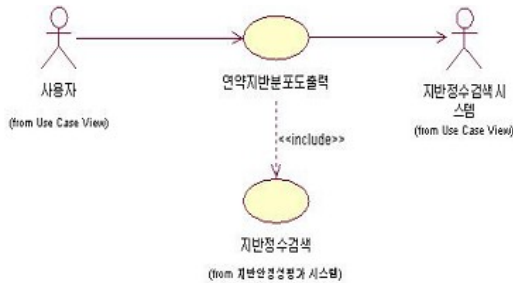


FIGURE 6. 연약지반 평가 use-case diagram

액상화 평가는 사용자의 구간설정에 따라 지반정보DB로부터 지반정수를 계산하여 액상화 가능여부를 평가하게 된다. 지반정수 검색은 입도와 N치 등을 이용하게 된다. 해당 정수를 이용하여 설정된 액상화 발생조건에 대입하여 분포 현황도를 출력하며, 주요과정과 use-case diagram은 표 6과 그림 7과 같다.

TABLE 6. 액상화 평가 주요과정

기능	연동자료	주요내용
액상화 발생조건	시추주상도	N치
	압밀시험	균등계수, 평균입경(D_{50})
	입도시험	입도분포, 포화도
액상화 예측		기준 활용
액상화 지역출력		평면도 출력

<적용기준>

- 1) 포화도:포화도가 100%에 가까울때
- 2) 균등계수(C_u): $C_u < 10$
- 3) 평균입경(D_{50}): $0.075\text{mm} < D_{50} < 2.0\text{mm}$
- 4) 입도분포:실트 및 점토 크기의 입자 함량이 10% 이하
- 5) N치:포화지반의 N치가 작을수록

3. 분석 및 평가시스템 설계

분석·평가시스템은 사용자가 원하는 지역을 선택할 수 있도록 GIS지도모듈과 DEM, 지

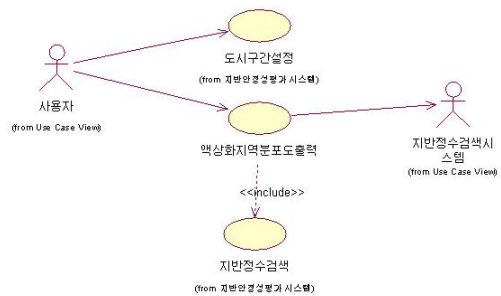


FIGURE 7. 액상화 평가 use-case diagram

층정보 및 각종 속성정보로 구성된 지반모델을 기본으로 하여 대상지역 지반의 분석 및 평가를 수행하도록 구성하였다. 다음 그림 8은 본 시스템을 구성하는 모듈의 구성이다.

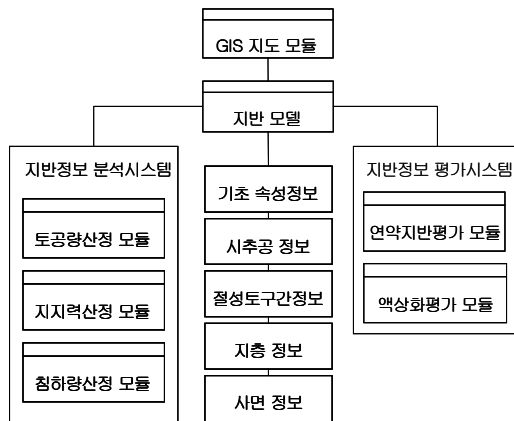


FIGURE 8. 분석/평가 시스템 구성도

시스템의 설계는 객체지향형 개발방법론인 RUP(rational unified process)방법론을 적용하였다. UML(unified modeling language)을 이용하여 각 모듈마다 앞 절의 use-case diagram에 따라 시나리오를 작성하고, 이를 토대로 sequence/activity/class diagram을 작성하여 설계를 수행하였다.

그림 9는 연약지반 평가기능 구현을 위한 sequence diagram으로 각 객체간의 메시지 순서를 시간흐름으로 나타내었다.

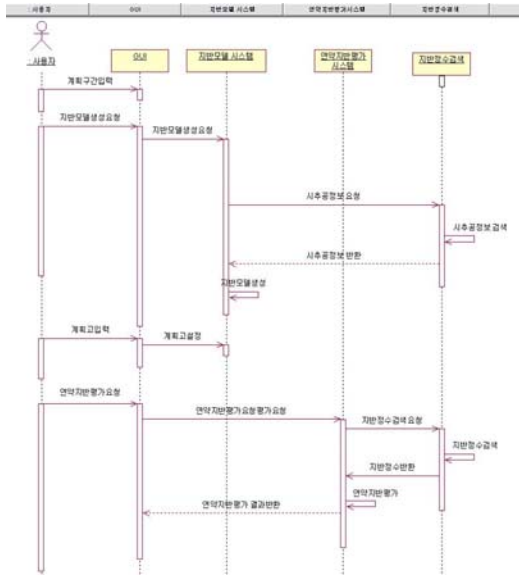


FIGURE 9. 연약지반평가 sequence diagram

그림 10은 침하량 산정을 위한 activity diagram으로 객체의 동작에 따라 발생하는 활동을 순서대로 나타내었다.

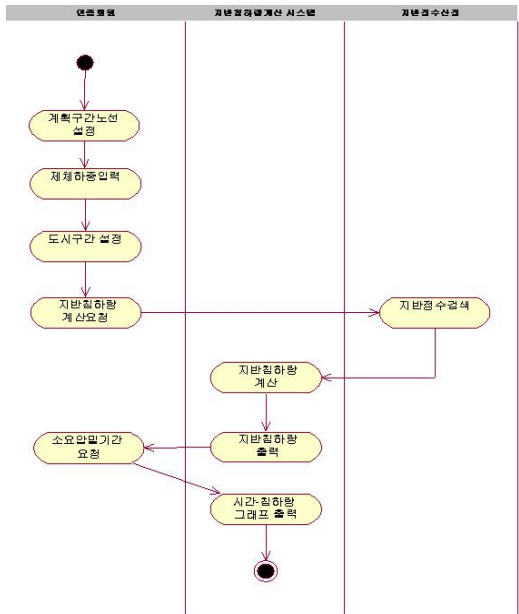


FIGURE 10. 침하량 산정 activity diagram

웹GIS클라이언트는 지반정보DB의 지층 (Layer_Data) 및 시점정보(Sample_Data, Spt_data)에 관한 지반정수를 받아 표현 등의 제어(SichudanDraw 등)가 가능한 지반단면 모델을 생성하게 된다. 그림 11은 지반단면 모델 생성하기 위한 데이터 구조를 속성과 행동으로 나누어 class diagram으로 도시한 것이다.

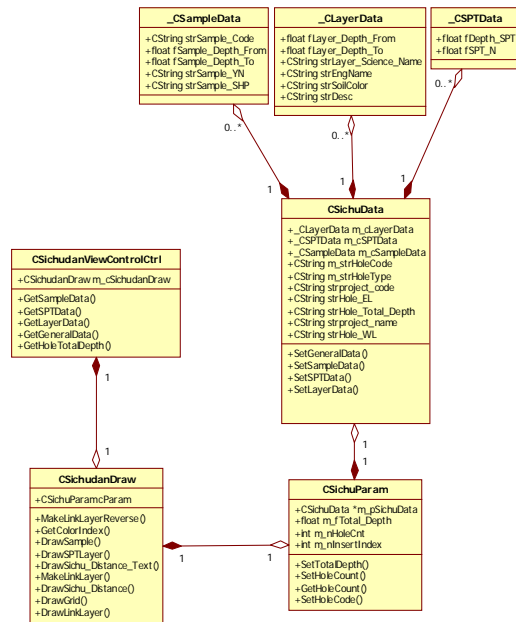


FIGURE 11. 지반모델의 class diagram

지반단면모델의 생성 및 분석/평가 시스템 구현

지반모델 생성과 분석/평가 시스템을 위해 구현한 웹GIS클라이언트는 지반정보DB로부터 실시간으로 공간 및 속성(지반정수)정보를 가져 오게 된다. 클라이언트의 요구에 따라 필요한 정보를 HTTP를 통해 가져오기 위하여 DB서버에 클라이언트와 통신을 전담하는 미들웨어를 개발하였다. 개발 툴로는 Visual C++을 이용하였고, 국내 GIS 지도엔진의 하나인 (주)한국공간정보통신의 IntraMap2D/X엔진을 활용하였다.

본 시스템은 건설교통부의 “2006년 국토지반정보DB구축사업”의 일환으로 개발된 것이다.

1. 지반모델의 생성

지반모델은 사용자가 클라이언트에서 계획 구간을 입력하게 되면, 클라이언트는 DB와 미들웨어를 통해 해당구간의 DEM과 시추공, 시험정보를 가져와 각 객체의 좌표병합을 통해 지반모델을 생성하게 된다. 다음 그림 12는 지반모델의 기능 흐름도이다.

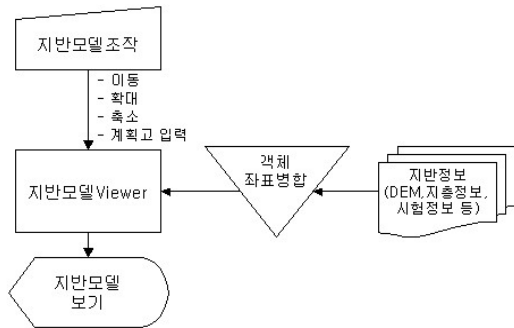


FIGURE 12. 지반모델의 기능 흐름도

그림 13은 지반모델을 생성한 클라이언트 화면으로서 사용자가 설정한 구간에 대해 하단부에 지층단면도 형태로 모델을 생성하였다. 생성한 모델은 독립된 객체로써 사용자가 확대, 축소, 지층색 변경, 계획고 입력 등이 가능하다. 본 지반모델을 기초로 하여 분석/평가를 수행하게 된다.

2. 지반정보 분석 및 평가시스템 구현

생성된 지반모델을 이용하여 해당구간에 계획고를 입력하고 이에 따라 절성도 구간을 선정, 최종적으로 그림 14와 같이 각 지층별 토공량을 계산하였다.

사용자는 해당구간에 구조물의 종류와 기초 형식을 입력하고, 표 4에서 제안된 식에 따라 지반의 시간별 침하량을 산정하였다. 그림 15와 같이 그 결과를 그래프 형태로 나타내었다.

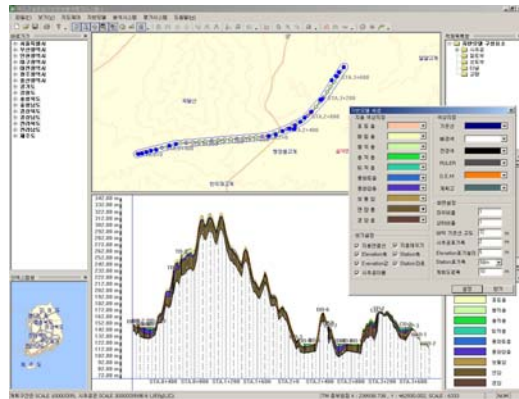


FIGURE 13. 지반모델 생성화면(GIS Client)

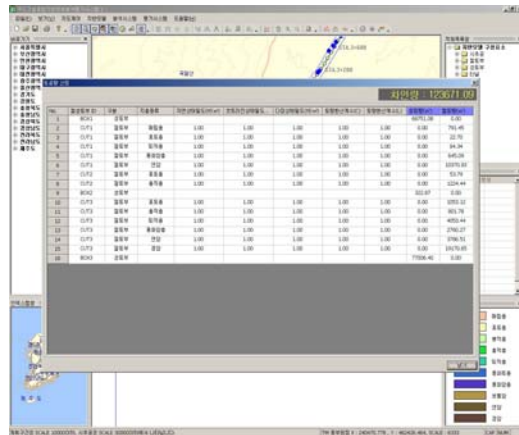


FIGURE 14. 토공량 산정화면(GIS Client)

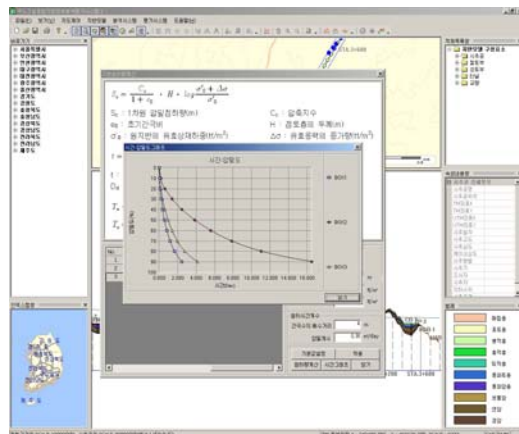


FIGURE 15. 침하량 산정화면(GIS Client)

연약지반 및 액상화 평가기능에서도 지반정보DB로부터 지반정수를 받아 표 6의 기준에 따라 해당지역의 평가를 수행하게 된다. 그 평가결과는 정의된 구간 내에서 정도에 따라 색으로 표현된다. 그림 16은 액상화 평가 결과를 지도상에 표현하는 화면이다.

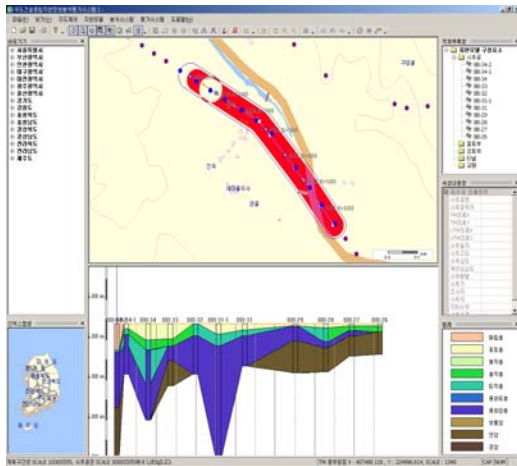


FIGURE 16. 액상화 평가 결과화면(GIS Client)

3. 활용방안

본 연구에서 개발한 지반정보 분석평가 시스템은 기존 시스템이 지반정보DB를 구축하고, 전자 문서형태로 사용자에게 정보를 제공하는 것에서 진보하여, 웹상에서 관련 대상지역 지반을 해석/평가할 수 있게 한다. 이러한 기능을 좀 더 확장할 경우, 본 시스템은 건설공사의 계획 및 설계 등의 업무를 웹상에서 처리할 수 있는 지원도구를 제공하는 GIS기반의 OLAP(OLine Analytical Processing)로서의 역할을 수행할 수 있다. 다음 표 7은 예상되는 본 시스템의 활용분야를 작성한 것이다.

결 론

본 연구는 현재 전국적으로 약 6만 여공 구축되어 있는 지반정보DB를 건설 분야에 적극

TABLE 7. 시스템 예상 활용분야

분야	내용
정책입안/타당성 검토	- 대단위 건설공사의 타당성 검토 및 정책입안에 활용 가능 - 개괄적인 공사비 산정 및 발생 가능한 문제예측
공법선정/사업비산정	- 대상 지반의 지지력, 연약지반/액상화 평가 등을 통해 공법 선정과 이에 따른 기초 공사비를 산정
설계 업무활용	- 대상 지반 해석을 통한 적절한 기초공법 선정하는 등 기본설계 업무에 활용
설계변경 문제검토	- 초기 정확한 대상지반 해석을 통한 설계로, 향후 발생 가능한 설계변경 문제를 미리 검토, 대응가능
지하시설물 유지관리	- 지하에 매설된 시설물의 최적의 매설 위치와 유지관리에 활용 - 지하수위가 높은 지역의 경우 관로의 부식 방지, 터파기 비용 산정 시 활용

적으로 활용하기 위하여, 지반 분석/평가 시스템을 개발하였다. 먼저 지반해석 및 상세설계에 필요한 각종 설계정수와 평가요소들을 도출하고, 각 요소별로 지반정보DB에서 공학 자료를 활용 가능한 알고리즘을 정의하였다. 정의된 알고리즘을 사용자가 편리하게 이용 가능하도록 하기 위하여 웹GIS 클라이언트로 구현하였다.

개발한 웹GIS 클라이언트는 지반정보DB에서 공간정보와 시추 및 공학시험정보를 실시간으로 불러들이고, 정의한 알고리즘에 따라 토공량 산정, 지지력 산정, 침하량산정, 연약지반 평가, 액상화 평가를 수행할 수 있다.

그러나 본 시스템은 2D기반의 GIS를 도입하여 3차원 공간상에서 발생하는 지반공학 업무를 모두 반영하기는 어려웠다. 이는 현재의 지반모델이 단순히 시추공에서 추출된 지층정보로부터 생성된 지층 단면도에 기초하기 때

문이다. 향후 개발방향은 보간기술의 차원을 확장시켜 3차원 지층모델을 생성하고, 그 모델을 바탕으로 실시간 분석 및 평가가 이뤄져야 할 것이다.

본 연구에서 개발된 시스템은 건설공사에 필수적인 지반관련 문제해결을 위하여 웹기반의 지원도구를 제공한다. 이를 통해 SOC공사의 정책입안 및 타당성검토, 공법선정 및 사업비산정, 설계 업무활용, 설계변경 문제검토, 지하시설물유지관리 등에서 효율적으로 적용 가능할 것이다. 또한, 지반정보DB 수요를 건설계획 및 설계 등 실무 전반으로 넓힐 수 있으리라 기대된다. **KAGIS**

참고 문헌

- 건설교통부. 2000. 제2차 국가지리정보체계 기본 계획(안). 12-13쪽.
- 건설교통부. 2002. 구조물 기초설계기준.
- 건설교통부. 2006. 2006년도 국토지반정보 DB구축 사업관리 및 연구.
- 서울특별시. 2003. 서울특별시 지반정보 관리시스템 구축사업.
- 한국건설기술연구원. 1994. 지반조사 데이터베이스 구축계획 연구. 3-47쪽.
- 한국건설기술연구원. 2004. 지반정보DB 활용확산을 위한 기반연구. 건설교통부.
- Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists. 1992. Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data.
- Adams, T. M. 1993. Knowledge representation and processing in relation database. Journal of computing in civil engineering. ASCE. 7(2).
- Davey-Wilson, I. 1998. Assessing geotechnical test results using spreadsheet processing. Advances in Engineering Software. 29(7): 611-617.
- GEODAS - <http://www.jiban.co.jp>
- Hawke, M. 1991. Geotechnical database management system for Boston's central artery/harbor tunnel project, Geotechnical Engineering Congress, ASCE. pp. 99-109.
- Iwasaki, Y. 1999. Digital Mapping of Underground Information. Tsuchi-to-Kiso.
- Nishie, S. et al. 2000. Application of Integrated Geotechnical Information System Based on GIS. Tsuchi-to-Kiso. 28(1):24-27.
- Okimura, T. et al. 2000. Application of Geotechnical Information Database and Geographical Information System, Tsuchi-to-Kiso. 48(1):27-30.
- PPDM - <http://www.ppdm.org>
- Toll, D.G. 1995. The role of knowledge-based system in interpreting geotechnical information. Geotechnics. 45(3):525-531. **KAGIS**