

Web GIS를 이용한 철도 지반정보 관리프로그램의 개발

Development of the Railroad Geotechnical Information Management System using Web GIS

황선근* 이성혁** 김현기*** 김정무****
Hwang, Seon-Keun Lee, Seong-Hyeok Kim, Hyun-Ki Kim, Jung-Moo

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop railroad geotechnical management system using Web GIS and the DB used in system included railroad informations and digital maps. Digital maps are primarily based on a topographical map(NGIS, 1:5000) and by adding digital maps(KRRI, 1:5000) and their spatial database system to NGI code layer, the management system was developed. The system was connected to geotechnical database already developed. The system was able to separate three parts which were layer choice, geotechnical information view and geotechnical analysis and it was possible to save geotechnical and spatial informations using ZEUS DB simultaneously. ZEUS/X was used for usefulness of GIS operation and by offering GUI, user interface for facility was achieved. Geotechnical and spatial informations in this system will provide basic data for plans, design and construction of railway lines in practical use.

1. 서론

철도라는 사회간접자본은 국가 운영 및 사회적 기반 조성을 위해 생성된 국가와 국민의 재산이므로 이를 안전하게 보호하고 유지·관리하여야 하며, 이러한 철도시설물의 합리적이고 체계적인 유지·관리를 위해서는 현대의 정보기술의 발전을 도구로 하여 철도관련 정보를 효율적으로 관리할 필요가 있다. 이를 위해 철도청에서는 1997년부터 '통합시설 관리시스템 마스터플랜'을 수립하여 시설관련 정보 및 각종 통계자료의 공유, 관련 시스템의 연계 및 통합 시설관리를 추진하는 등 철도시스템 선진화를 위한 기본자료의 축적에 적극 힘쓰고 있다.

하지만, 아직까지 신설노선 계획·설계, 선형개량, 영업선의 유지관리·보수 및 철도시설물의 안전진단시 동일개소에 대한 중복적인 지질·지반조사가 실시되고 있어, 인력·시간소모에 의한 업무 비효율화를 초래하고 있으며, 중복적인 투자가 뒤따라 예산운용에 애로가 발생하게 된다. 본 연구에서는 이러한 손실을 최소화하기 위해서 철도청의 신설노선, 개량, 역사 등의 계획시 기본정보를 확보하여 현실성있는 계획이 될 수 있도록 적절한 방안을 모색하고, 민원 예상지역의 대책수립 시 의사결정을 지원할 수 있는 지식기반체계를 구축함과 동시에 유지보수를 위한 보수·보강 등 대책의 수립에 있어서도 적극적으로 활용할 수 있는 철도지반의 물리·역학적 특성, 철도연변진동 및 현장도면 등을 포함하는 종합적인 철도지반정보관리시스템을 구축하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 철도선진화를 위한 체계적인 기본자료를 제공하고자 각종 지반조사 결과

-
- * 한국철도기술연구원 궤도토목연구본부 책임연구원, 정회원
 - ** 한국철도기술연구원 궤도토목연구본부 선임연구원, 정회원
 - *** 한국철도기술연구원 궤도토목연구본부 주임연구원, 정회원
 - **** 한국철도기술연구원 궤도토목연구본부 연구원, 정회원

를 효율적으로 관리하여 향후 계획, 설계, 시공 및 민원에 대한 기초자료로 이용할 수 있는 철도 지반정보관리프로그램을 개발하였다.

구축된 철도 지반정보 관리프로그램은 필요한 지반정보를 검색, 출력, 분석할 수 있도록 개발되었다. 관리프로그램의 설계는 요구 분석, 시스템 설계, 시스템 구현 등의 과정에서 사용되는 모델링 언어인 UML을 사용하였고, 수치지도는 건설교통부의 국토건설종합지반정보 DB시스템에서 사용되고 있는 지형도를 기반으로 본원에서 구축한 철도건설용 수치지도에 입력된 철도 및 철도역사에 대한 정보(신민호 외, 1999)를 추가하여 공간정보 시스템을 구축하였다. 지반정보는 철도 지반정보 표준화자료(황선근 외, 2003)를 기반으로 하였다.

공간정보와 지반정보는 ZEUS DB를 사용하여 동시에 저장하고 ZEUS/X를 이용하여 GIS 연산을 쉽게 할 수 있도록 하였으며, GUI 환경을 이용하여 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 구축된 지반정보와 공간정보는 관리프로그램을 통해 철도노선의 계획, 설계, 시공에 대한 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

2. 공간 데이터 베이스

2.1 설계 및 구축방법

본 연구에서는 인터넷 활용을 위해 공간정보와 지반(속성)정보를 데이터베이스에 접목하여 이용자 측면에서 적극적인 활용도를 갖도록 하였다. 기본적으로 공간 데이터베이스는 두 가지 형(Phase, 위치와 속성)의 자료를 포함해야 하며, 위치·속성 자료는 각기 다른 자료구조를 갖게 되므로 이를 동시에 처리하기 위한 통합시스템이 요구되어, 공간정보와 지반정보를 효율적으로 처리하게 위한 GIS용 공간 데이터베이스 관리시스템으로 ZEUS를 사용하였으며, 이를 통해 GIS기술과 DB기술을 통합한 공간 DBMS로 공간정보와 속성정보를 단일 데이터베이스 상에서 관리할 수 있다. 공간데이터베이스 구축은 철도 전노선을 대상으로 하였고 건설교통부의 국토건설종합지반정보 1:5000 수치지도를 기반으로 하여 본원에서 구축한 1:5000 철도건설용 수치지도에 입력된 철도 및 철도역사에 대한 정보를 추가하여 공간정보 시스템을 완성하였다. 구축된 자료의 종류와 레이어는 NGIS 표준에 의해 분류되었으며 표 1에 나타내었다.

표 1. 철도 관련 레이어

Layer 명	Type 속성			NGIS Layer와 비교	
	기존	현작업	최종	기존 Layer	설 명
101	Line	Line	Line	1111,1112	보통, 특수철도
201,202,205,206,207	Line	Polygon	Polygon	2111,2114	하천,호수,저수지
203	Line	Line	Line	2251	잔교(콘크리트교)
307	Line	Polygon	Polygon	3341,3342	콘크리트교,강교
901,902,903,904,905,906,907	Text	Point	Point	9111,9121,9122,9131,9141-9147,9211-9217,9221-9226	주기
401	Line	Polygon	Polygon	4111,4112,4113,4114,4115,4116	건물 (주택,아파트 등)
804	Line	Polygon	Polygon	8112	특별시·도 경계

2.2 구축 내역

본 연구에서는 전체 철도노선(그림 1) 중 시범구축 지역으로 조치원을 선정하여 공간정보에 철도지반정보 표준화 자료를 기반으로 하는 지반정보를 연결하여 시스템을 구축하였다. 철도지반정보 표준화 자료는 기본정보(그림 2), 진동정보(그림 3), 현장도면정보(그림 4)의 세가지 항목으로 분류하였다. 공간정보는 철도의 노선과 지역명, 도로를 표기하였으며 각각의 정보는 지반정보와 서로 연결되어 있어 해당 정보를 볼 수 있도록 하였다. 공간정보 수치지도의 레이어를 공간정보

데이터베이스에 저장하는 방법은 다음과 같다. 시범구축 지역의 수치지도 레이어 중, 철도선로 레이어를 선으로, 철도역 위치를 점으로, 철도역 이름 문자를 추출한다. 이렇게 추출한 철도정보 레이어를 셰이프(.shp)파일 형식으로 변환하여 기존의 수치지도와 레이어를 병합한다. 병합 후 레이어를 DBMS인 ZEUS/X에 공간데이터베이스로 변환한다.

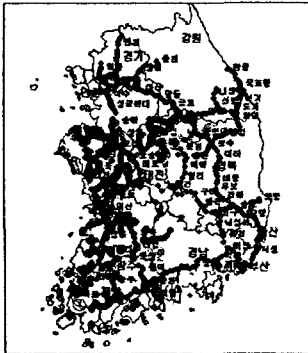


그림 1. 철도노선 구간 전체

▶ 관수해 시험

한국철도기술연구원

프로젝트(Project) : KTR

도구 : 플랫폼 : 기간 : null

단/색상 : 단선 2선 3선 4선

단/색상 : 복선 1차선

도/색상(역역기) : : : : : : : 선로 노선 역

국명(Name) : KTR

수정자도출명

차기도출명 : 수치지도(TM) :

차기도출명	BA-1115-1-1		BA-116-7-5		BA-1118-5-1		
	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	
철도노선(선로)길이	173	15.67	13.47	12.81	8.42	9.94	
철도노선(역역기)길이	15.95	14.78	12.99	11.9	8.26	9.02	
철도노선(역역기)면적	8.95	8.79	8.4	8.96	8.39	8.7	
철도노선(역역기)중점면적	2.95	1.99	1.36	3.81	0.15	0.22	
역역기(No.1) 중점	중점면적	23	8.27	5.99	4.94	1.93	1.05
	중점면적	11.35	10.29	7.07	5.95	2.99	4.97
	중점면적(%)	22.04	22.43	18.03	18.23	8.29	4.98
철도노선(No.2) 중점	평균						

그림 2. 기본정보 표준화자료 화면 출력예

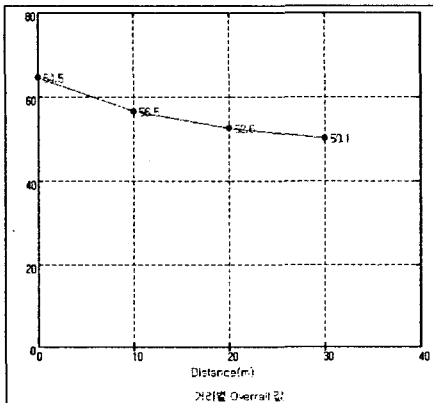


그림 3. 진동정보 결과 출력예

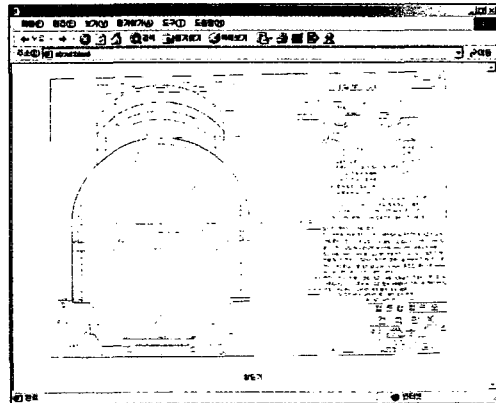


그림 4. 현장도면 자료 화면 출력예

레이어의 편집공정은 첫째, 레이어 추출 및 분류를 통해 해당 레이어 코드를 추출하여 코드별로 자료를 분류/저장하도록 한다. 둘째, 좌표변환을 통해 동부원점인 좌표계를 중부원점으로 변환한다. 셋째, 코드변환은 NGIS 레이어 코드를 철도지반정보시스템에 적합한 레이어 코드로 변환 설정한다. 이때 웹 상에서의 응답 속도를 감안하여 설정한다. 넷째, 선 편집은 미달된 것은 연장하고, 넘친 것은 절사하여 정위치 편집이 되도록 한다. 다섯째, 폴리곤(Polygon) 생성으로 선 편집이 끝난 후 폴리곤을 생성한다. 여섯째, 문자 편집으로 문자의 공백을 삭제하고 레벨별로 화면상에 불필요한 문자를 제거한다. 마지막으로 gdf, geo형식의 철도 수치지도를 셰이프파일 형태로 변환한다. 위의 순서에 따라 수치지도의 편집이 끝나면 산출물로 셰이프 파일을 얻게 된다. 셰이프 파일은 철도지반정보 DB시스템에서 사용하고 있는 공간정보 DBMS인 ZEUS/X에 SHP2ZEUS라는 유틸리티를 통해 객체형태로 변환이 되어 저장된다. 이렇게 DB화된 공간정보들은 Web-GIS 시스템을 실행하였을 때 지도화면을 통해 철도, 철도역, 도로 등의 해당 정보를 표시하게 된다.

3. Web GIS 관리 프로그램

3.1 프로그램 구조

Web GIS 관리 프로그램은 UML 설계에 따라 진행되었다. Use Case Diagram과 Sequence

Diagram을 이용하여 기본적인 골격을 구성하고, Use Case Description으로 세부적인 사항을 작성하였다. 그림5와 6은 본 연구에 이용된 Use Case Diagram과 포인터 선택의 Use Case Description의 예이다.

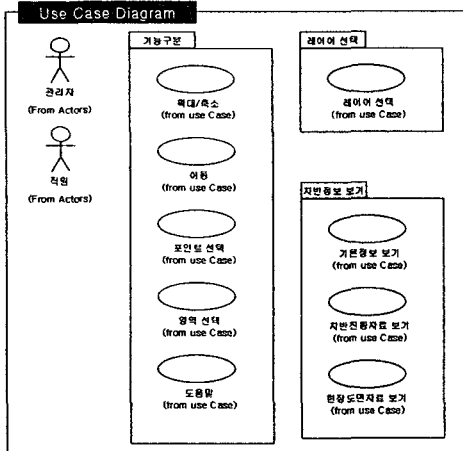


그림 5. Use Case Diagram

지반정보관리시스템	
Use Case Name	포인터 선택
Unique use case ID	UC-2020
Primary Actor(s)	정보 관리 시스템
Secondary Actor(s)	User
Assumption	User는 관리자 및 직원을 포함한다. User는 지도상에 레이어를 선택하여 정보를 받은 것으로 간주한다.
Preconditions	User는 지반정보 보기 메뉴의 내용을 보기 위해서 보고 싶은 장소를 선택하여 한다 따라서 선택하고자 하는 레이어가 화면상에 보여 있다
Main Flow of events	-User(Actor)는 먼저 선택 버튼 위에 마우스를 클릭하면 나타나는 레이어 중에서 한가지를 선택한다 -User(Actor)는 지도 위에 나타나는 레이어 중 에서 보고 싶은 지역을 클릭(5개까지) Ctrl을 누른 상태로 원하는 지역을 마우스로 클릭한다
Alternative Flow of Event	None
Exceptional Flow of Event	지반정보보기 메뉴의 내용에 따라 선택을 한 계층 혹은 최대 5개까지 선택하여한다. 그리고 각 레이어에 아이클 선택시 각 레이어에 있는 1개 혹은 5개까지를 선택한다. 만약 그렇지 않을 경우 허용하는 범위 이상의 아이클의 선택은 무시한다. 그리고 허용한 아이클의 정보를 지반정보보기 메뉴의 서브메뉴에서 상세대로 보여준다.
Post Condition	지도위에 보이는 레이어를 중에서 선택 하고자 하는 레이어의 아이클이 각 레이어의 최대 선택 갯 수 이하만이 허용된 상태이다
Notes	가능하면 메뉴의 서브메뉴인 선택 메뉴를 위해서 먼저 지도 위에 나타난 레이어를 중 어떤 것을 볼지, 또한 어떤 지점에 대해서 볼 것인지를 결정 하는 것이다 이는 지반정보보기의 정보를 보기 위해서는 반드시 선택되어야 한다

그림 6. Use Case Description

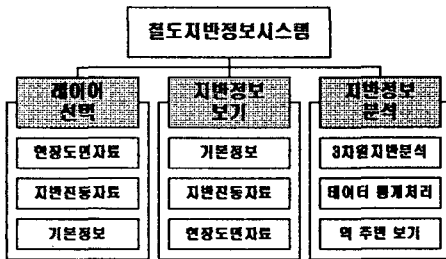


그림 7. 전체 프로그램의 구조

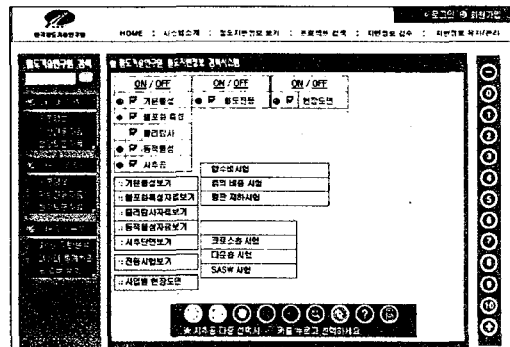


그림 8. 전체 메뉴

본 관리프로그램은 그림 7과 같이 레이어선택, 지반정보보기, 지반정보분석의 3가지 주메뉴와 기능 메뉴로 구성되어 있다. 주메뉴의 경우 레이어를 선택할 수 있는 기능과 선택된 레이어의 정보를 보는 기능, 그리고 해당지역의 지반정보를 통계적 방법을 이용해 분석하는 기능을 갖고 있다. 주메뉴는 여러 하위메뉴로 다시 구분되며 하위메뉴가 있을 경우 주메뉴에 마우스 커서를 가져가면 하위메뉴가 나타난다. 기능 메뉴는 확대, 축소, 지반정보선택과 거리·면적의 계산을 할 수 있게 한다. 그림 8은 세가지 주메뉴와 하위메뉴, 기능메뉴를 나타낸다.

결과적으로 지반정보와 공간정보의 결합결과를 합리적으로 볼 수 있는 기능을 제공함과 동시에 두 정보간의 올바른 결합을 검증할 수 있는 작업을 동시에 수행 할 수 있도록 Web GIS 관리 프로그램이 개발되었다.

3.2 프로그램 기능

본 연구에서 개발된 철도지반정보 관리 프로그램의 작업은 레이어선택 후 지반정보 보기의 순

으로 이루어진다. 먼저 레이어 선택 메뉴에서 작업할 레이어를 선택하고, 기능 메뉴에서 보고서 하는 지반정보를 선택한 후 지반정보 보기를 클릭하면 화면에 도시된다. 그림 9와 10은 기본정보의 동적물성 레이어 선택 후 지반정보 보기에서 공진주시험과 크로스홀 시험을 선택한 결과이다. 이러한 결과는 인쇄옵션을 통해 프린터로 출력이 가능하다. 한편, 그림 11과 12는 기능 메뉴를 사용하여 거리·면적 계산을 한 예이다.

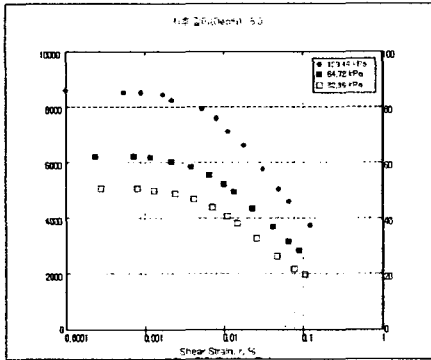


그림 9. 공진주 시험 결과 출력화면

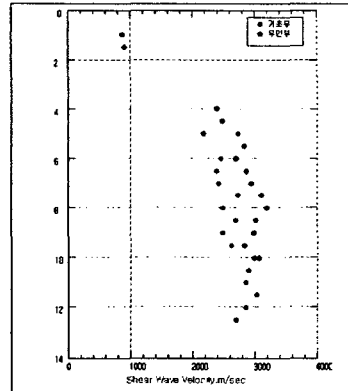


그림 10. 크로스홀 시험 결과 출력화면

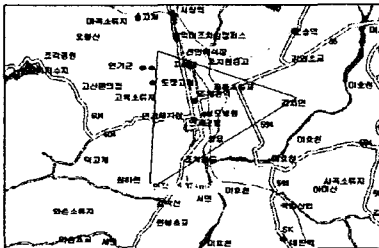


그림 11. 면적계산의 예

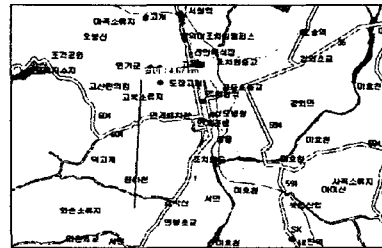


그림 12. 거리 계산의 예

4. 결론

본 연구에서 철도 전철노선에 대해 1:5000의 수치지도를 공간데이터베이스로 구축하였다. 그리고 이러한 공간데이터베이스를 지반정보와 연결하고 공간연산을 수행할 수 있는 웹기반의 철도지반정보관리프로그램을 개발하였다. 이러한 관리프로그램은 철도노선의 계획, 설계, 시공에 대해 기초자료로서 필요하다.

본 연구에서 개발한 철도지반정보관리프로그램은 웹의 GUI환경으로 구성되어 있으며, 주메뉴와 하위메뉴 및 아이콘으로 구성되어 있다. 주메뉴는 레이어 선택, 지반정보보기, 지반정보 검색으로 구성되어 있다. 철도지반정보의 효율적 관리를 위한 철도지반정보 관리프로그램을 구축함으로써 향후 계획, 설계, 시공에 대해 기초자료로 활용할 수 있게 하였다. 즉, 철도지반정보를 체계적이고 합리적으로 관리하여, 계획 수립 및 효율적 예산 배정의 기초 연구 자료로 제공하고, 보다 확장된 철도 지반정보의 데이터베이스 시스템 구축에 활용될 수 있다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, “철도시스템 선진화 기술연구(시스템 성능향상 핵심기술)”, 2003.
2. BOOCH, JACOBSON, RUMBAUGH, “The Unified Modeling Language Users Guide”, Addison-Wesley, 1999.