

고속선로상 긴급상황지원을 위한 GIS기반 정보제공시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Information System based on the GIS for Emergency
Management on the High-Speed Line

왕종배*, 홍선호*, 박옥정*, 김명배**
J.B.Wang S.H.Hong O.J Park M.B. Kim

Abstract

In this paper various information D/B on track and facilities, electric/communication equipment and safety equipment required to support the emergencies related to high-speed railway was implemented, the practical local information in the proximity of high-speed line was identified by drawing the roads accessible to the track on the numerical map, and the development and the application of the information providing system based on GIS for the purpose of emergency response and its support, which can be helpful to request the external organizations such as local authorities, police offices and fire brigades for the emergencies, was proceed.

1. 서론

고속철도 운행안전관리는 승객의 안전뿐 아니라 국가적 재난 방지를 위해서라도 매우 중요하며 신중하게 다루어져야 할 부분이다. 특히 고속철도는 기존 철도와는 달리 노선의 대부분이 교량(27%)과 터널(46%)로 구성되어 있으며, 고가구조의 보호된 선로특성으로 인하여 만일 고속선로 상에서 긴급상황 발생시 현장 접근과 구조가 어려운 상황이다. 이에 따라 현장상황의 신속한 파악과 효과적인 구조투입을 위해서는 주변의 상황과 접근방법에 대한 사전분석, 동원 가능한 각종 시설 및 협력기관 인력투입을 위한 사전준비가 필수적이다.

프랑스의 경우 고속철도노선에서 사고장애 발생시 신속한 구난을 목적으로 TGV 고속노선 출입지점에 대한 접근경로를 작성하여 이를 긴급구난 유관기관에 배포하고 있으며, 또한 고속철도 노선진입이 가능한 주요 연계도로의 도로표지판 아래 인덱스 표기를 병기하여 고속철도 노선으로의 진입가능 도로임을 알려주고 있다.

* 한국철도기술연구원, 안전시스템연구팀장 031-461-0234(교262), jbwang@krii.re.kr
* 한국철도기술연구원, 안전시스템연구팀 선임연구원 031-461-0234(교264), shhong@krii.re.kr
* 한국철도기술연구원, 시험시설건설팀장 031-461-0234(교242), ojpark@krii.re.kr
** 명지전문대학, 토목과 조교수, 017-269-2976, kimmb@mail.mjc.ac.kr

본 연구에서는 고속철도 응급상황지원을 위해 기본적인 궤도 및 시설정보, 전기/통신설비 및 안전설비 등에 관한 각종 정보를 D/B 로 구축하고, 아울러 수치지도상에서 접근 가능한 도로를 추출하여 고속선로 주변의 실제 지역정보를 파악할 수 있도록 하였으며, 또한 관공서, 경찰서, 소방서(119) 등 외부기관의 신속한 지원, 협력을 요청할 수 있는 긴급상황 대응체계 및 이의 지원을 위한 GIS 기반의 정보제공시스템의 개발과 활용방안에 관한 연구를 수행하였다.

2. 고속철도 운행안전 지원설비 구축 현황

고속철도 운행안전관리는 승객의 안전뿐만 아니라 재난 방지를 위해서라도 매우 중요하게 다루어져야 할 부분이다. 안전계획 수립시 사고예방의 가장 핵심적인 사항은 위험원인 파악과 그에 대한 대처가능 방법을 연관시켜 분석하여 가장 효율적인 사고예방대책을 수립하는 것이다. 따라서 고속철도 운영시스템의 위험요인을 파악하기 위해 국내외의 각종 안전대책의 확인과 사고/장애 예방 및 대응체계 분석을 통해 국내에서 고려되어야 할 사항을 추출하는 것이 필요하다

<표 1> 경부고속철도에 배치되는 안전설비 현황

설비명	설치 목적 및 특징	운용절차	설치기준
차측과열 검지장치	차측베어링 과열로 인한 차측 소손방지 · 단순경보 : 70~90℃, 위험경보 : 90℃이상 · 검수경보 : 양차측온도차 · 기타 : 열차속도, 진행방향, 차측수량	위험경보→열차, CTC경보송출,감속 또는 비상정지 판정 단순/검수경보→CTC 통보, 사령자 통제	평균 30km
지장물 검지장치	낙석, 토사붕괴, 고가차도의 차량추락 등 지장물의 철도변 침입 검지 · 방호벽과과침입검지→열차정지	1개단선→CTC전송/주의운전 유도 2개단선→인접구간운행열차정지신호전송, 정지후 기관사 확인	상선,하선 도로
플림 검지장치	차체하부 부속품 파손이나 이탈로 인한 선로상 시설물 파손 방지	검지작동→해당열차 정지코드 전송, 열차정지후 기관사 확인	기지→본선 기존선→고속선 진입소
강풍검지 장치	선로변 풍속검지, 강풍시 열차운행속도규제. · 풍속 25m/s이상 운행정지	검지→CTC전송 →운행 판정	강풍/강우 동시 시설
강우검지 장치	집중호우 발생 또는 연속되는 강우로 지반이 침하나 노반의 붕괴사고 방지 · 강우량 60mm/h, 250mm/day이상운행정지		
강설 검지장치	선로변 적설량 측정, 폭설이 발생시 운전속도 규제		대구이북
열차접근 확인장치	선로 횡단 필요시 지정개소에서 전방궤도회로상의 열차점유 유무를 검지 20초간 점등 · 적색:열차접근,횡단불가, · 녹색:1명씩횡단	스위치작동→현장제어반PLC→기계실의 I/O장치→신호기점등	장대교량 분기기설치
터널 경보장치	열차접근시 터널내 작업자 대피유도 · 진입전 경보음 송출, 경보등 점광 · 열차속도 170km/h제한(사령실 승인)	궤도회로검지→주제어장치→모뎀→현장 제어반→경보	모든 터널
분기기 히팅장치	동절기 분기부 적설 및 결빙으로 인한 선로 전환기 전환불능 방지 · 외부신호로 히팅전원공급/차단	온도센서: 자동조작 운전취급: 원격조작 현장제어: 수동취급	제어반 제어함
레일 온도검지 장치	레일온도 상승으로 인한 레일장출 위험 사전검지, 열차탈선 예방 Central System -보수사령실, 역운전취급실	온도검지 → 현장 제어함 → 중계함 → Central System 서행, 운행중지 판정	

현재 고속철도건설공단에서 제시하는 바에 따르면 노반구성은 대부분이 교량(27%)과 터널(46%)로 고강도 콘크리트의 사용과 내진설계가 적용되어 있으며, 또한 안정적인 전기공급을 위해 전선, 변압기 등 모든 전기설비의 2중 설치와, ATC/전력원격제어설비(SCADA)가 채용되고 있다. 또한 운행구간에서의 예상치 못한 기계적 또는 물리적인 위험과 이상기후 및 자연재해로 인한 위험요소를 사전에 검지하여 열차의 운행안전을 확보하고 시설물을 보호하기 위해 프랑스 TGV운행구간에 적용되어지는 첨단 감시 및 제어 시스템을 채택하고 있다.<표 1>참조)

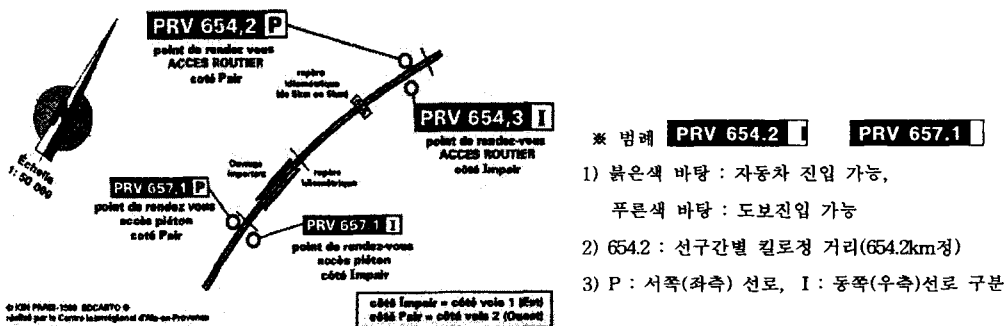
3. 고속선로상 사고장애 발생 긴급상황지원 대책

프랑스 안전시스템의 장점은 개인의 역할과 책임을 강조하고, 상세한 기술지침(규정)을 구비하며, 피드백을 통한 재발방지활동에 있다. 여기서는 SNCF에서 시행중인 TGV 운행구간에서의 사고/장애 발생시 외부 구조 인력 및 장비의 현장접근 지원 대응체계의 특징을 살펴보기로 한다.

1) 사건현장으로의 접근로 파악과 인덱스 자료의 관계기관 배부

만일 사고가 발생한 경우 해당 구역의 관계업무 종사자가 아니면 응급서비스 및 복구투입인력이 사건 발생 현장으로 접근하는 것은 쉽지 않다. 따라서 투입 가능한 접근로를 사전에 파악하여 이를 복구팀과 응급서비스 인원들에게도 알리는 것이 중요하다. 프랑스에서는 이러한 접근로를 지역철차에 의한 목록체제로 작성되어 있으며, 복구팀 및 응급서비스 인원과 시 당국에게 배부된다.

또한 고속철도 노선에서 사고장애 발생시 신속한 구난을 목적으로 TGV 고속노선 출입지점에 대한 접근로를 도로지도와 연계하여 작성하여 이를 긴급구난 유관기관에 배포하고, 또한 고속철도 노선진입이 가능한 주요 연계도로의 도로표지판에 아래 인덱스 표기를 병기하여 고속철도 노선으로의 진입가능 도로임을 알려주고 있다. 고속철도 노선의 접근로를 알려주는 분류기호(Index) 체계는 선구간별 킬로정 기준 위치의 파악과 고속노선 좌측, 우측 접근의 구별, 자동차 또는 도보 접근 구분이 가능하도록 하는 특징을 가지고 있다.



<그림 1> 프랑스 재난관리를 위한 철도 접근로 인덱스 체계

2) 사고현장의 열차소통 가능성 우선 판단과 시나리오 사전 준비

복선궤도구간에서 사고가 발생할 경우 단선으로 소통 가능한지 여부의 판단은 매우 중요한 요소이며 우선적으로 결정되어야 한다. 이때 발생 가능한 시나리오를 사전에 준비하도록 하고 있다.

또한 철도사고 예방을 위한 시설(양방향 노선, 반대방향 주행을 위한 영구 설비, 반대방향 건널목 주행을 위한 영구 설비)이 사고다발지역에 적용된다. 만약 불통 상황의 경우, PC TO가 설비 운용 시나리오의 적용 가능성을 판단하여 CTC등 관계 기관에 통보한다.

3) 외부관련기관 연계 지원 요청과 S/W 개발

SNCF 관할 구간에서 사고가 발생한 경우 해당 지방청이 대표하는 책임자를 임명하고 외부관련 기관과 연계하도록 조치하고 있다. 사고상황에 따라 사상사고가 발생한 경우 사령책임 하에 지방 및 SNCF 의사를 요청하며, 사망 혹은 중상, 자연사, 자살이 수반된 인적사고, 도주 위법행위가 있는 건널목 사고, 악의적 행동과 범죄시도 또는 범죄, 여객열차 운행 노선의 주요 선로 상에서 24 시간 이내 예정된 완전한 운행 차단작업, 건널목에서 특히 공공도로의 폐쇄, 열차운행 중 혼란을 초래할 수 있는 사건(시위)이 발생한 경우에는 현병대나 경찰서에 지원을 요청하고 있다. 또한 몇몇 PC TO는 노선명과 사고 지점의 위치 지정으로 진입로, 경보발령 긴급서비스 기관, 경찰, 시당국 전화번호를 조회할 수 있는 S/W를 개발하여 활용하고 있다.

4. 고속철도 운행안전과 관련된 정보관리를 위한 대상 항목 선정 및 시스템 구축

국내 고속철도 신선구간은 고속철도건설공단에서 제시하는 바와 같이 다양한 측면에서의 안전 확보를 위한 체계가 수립되어 현장에서 적용되어지고 있다. 단, 우리보다 먼저 고속철도의 운행과 안전시스템을 적용한 프랑스의 사고/장애에 대비책을 참고해 볼 때 만일의 긴급상황 발생시 현장상황의 신속한 파악과 효과적 투입을 위한 주변상황과 접근법에 대한 분석과 동원가능시설 및 협력기관파악 등의 준비와 각종 관련자료가 연계된 정보제공시스템의 개발과 활용이 필요하다.

고속철도 운행안전과 관련된 정보제공시스템의 정보통합기능은 수치지도, 고속철도 안전 시설물 통계정보를 D/B로 구축할 경우 이를 체계적으로 관리할 수 있으며, 개별적인 정보를 이용하는 것보다 효율적이고 운영 면에서도 경제적이다. 즉 입체적으로 복잡하게 구축되어 있는 각종 시설물에 대한 도형 정보와 거리, 보수사항, 관리 주체 등 속성 정보의 통합관리가 필요하다.

수치지도로부터 추출가능한 속성정보는 각종 레이어를 기초로 하고 있다. 도로의 경우 고속국도, 일반국도, 지방도 및 시군도 등과 같은 도로의 종류와 도로명 및 도로번호를 정보화하였으며, 철도명칭을 획득하였다. 시설물/건물의 경우 학교, 병원, 경찰서 및 관공서 등으로 세분화된 종류와 명칭의 획득이 가능하며, 기타 주기 등을 도형정보와 연계하였다.

고속철도의 최종적인 안전관리시스템을 구축하기 위해서는 각종 시설물에 대한 재원과 관리주체 및 관리 방법, 시공기관 및 방법, 시공연도, 제작기관, 정기점검 등의 자료가 추가 또는 연계되

어야 할 것이다. 특히 시점에서의 노선 거리에 의한 위치보다는 이를 좌표화하여 지형 자료와 연계함으로써 정확성과 신뢰성을 확보하는 방안이 적극 검토되어야 할 것으로 판단된다.

<표 2> 시스템에 적용된 수치지도 레이어

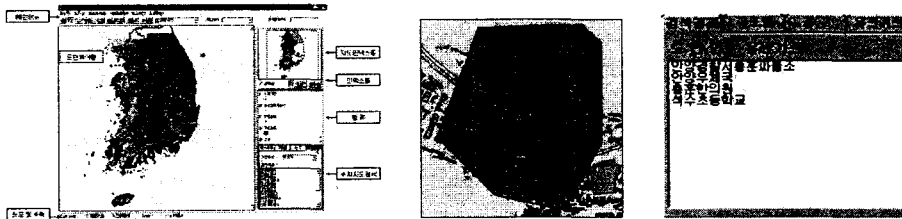
축척 : 1/5,000			
대분류	중분류	소분류	내용
철도	선로	실폭 도로	미분류 보통철도 특수철도 터널안철도 건설중철도 지하철(지하부) 지하철(지상부) 삭도
		도면제작용선로(철도)	미분류 복선철도 정거장
	철도 시설	철교	미분류 철교 고가부
		편의시설 및 기타	미분류 플랫폼 플랫폼의지붕 지하철환기통 지하철역출입구

1/5,000 수치지도상에 표현되는 지형지물은 고속철도 정보제공시스템 구축을 위해 모두 관련되는 요소이지만, 데이터 활용 측면에서는 모든 내용이 필요한 것은 아니다. 예를 들어 <표 2>의 철도관련 분류에서 미분류/복선철도/정거장 등은 현재 단계의 시스템 구축과 상관관계가 작다고 할 수 있다. 반면 기존 철도 노선과 철도 시설물 및 이와 관련된 주기 등은 필수적인 항목이다. 등고선은 전반적 지형 판단을 위해 요구되는 자료로 1/5,000수치지도에서는 5m간격으로 표현되어 있으나 검색시 화면처리 성능을 향상하기 위해 100m간격으로 보간처리 하는 것이 효율적인 것으로 판단되었다. 건물 및 시설물 중에서는 관공서, 병원 학교 등과 같이 사고 발생시 동원할 수 있는 국가시설, 응급시설 및 피난시설과 같은 자료가 적용될 수 있다. 고속철도 정보제공시스템에 구축되어지는 도형정보와 용도는 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 시스템 구축대상 도형정보와 용도

도형정보	용도
선로자료	기존 철도망 현황과 고속철도와의 병가 및 분기지점 분석 및 위치 입력
도로자료	긴급 상황 발생시 접근성 분석을 위한 국도/시군도 등 관련 도로 레이어 추출
건물/시설물	긴급 상황 발생시 활용가능한 관공서, 학교, 병원 건물위치, 종류, 현황 등을 파악
하천자료	교량구간 하천상의 교각 현황 등의 분석
지류자료	고속철도 주변 현황과 도로와의 연계성을 위한 보조적인 역할
지형자료	고속철도 주변의 지형 현황과 고도 등을 파악하기 위해 보조적으로 활용
행정경계	고속철도 관련 각종 시설물과 부속물, 도로 등의 관리 주체와 각종 정보 연계

따라서 이상과 같은 내용을 종합해 보면 1/5,000 수치지도에는 상당량의 정보가 있으나, 본 시스템 구축과 관련해서는 중분류 개념의 자료가 요구되며, 특히 도로와 철도 등에 대해서는 실폭으로 표현된 자료보다는 중심선 자료만이 요구된다. 즉, 지도로서의 표현 방법보다는 이를 지형 데이터로서 활용할 수 있는 방법이 필요하며 이를 위해서는 앞서 언급한 바와 같이 수치지도 데이터 중에서 필요 자료만을 선택하고 필요한 경우 재 가공하는 과정이 요구된다.



<그림 2> 개발된 GIS 기반의 고속철도 정보제공시스템

본 연구에서 개발된 GIS 기반의 정보제공시스템은 사용자 및 운영환경의 다양성을 고려하여 범용 Tool을 이용하였다. 개발 Tools로는 VisualBasic 6.0과 도형정보와 속성 정보의 연계를 위해 ESRI의 MapObjects2.0을 활용하였다. 도형정보는 Cad및 Geomenia를 이용하여 구축하였으며, 속성정보는 MSAccess을 이용하여 구축하였다. 운영시스템은 NT Server 4.0을 이용하여 Windows 환경에서 구동이 가능하도록 하였다. 정보제공 시스템에서 개발된 주요내용은 다음과 같다.

- GIS기능을 활용한 신속한 수치지도 뷰어 기능(도면 확대, 이동, 축소 등)
- 도면 축척에 따른 화면제어 기능, (환산)키로정에 의한 위치검색 기능
- 사용자가 입력한 영역 (박스, 원, 폴리곤)에 따른 선택 및 검색기능
- 안전시설물 및 구조물, 유관기관 관련 속성 검색, 수정 등 기능

5. 시스템 활용 및 개선 방안

개발된 GIS 기반의 정보제공시스템은 1단계 공사가 진행중인 현재 시점에서 입수 가능한 정보를 대상으로 구축되었으며, 실제 운영단계에서는 추가적인 자료의 보완과 본 시스템으로의 보안성을 만족하여야 한다. 현재 개발된 시스템을 향후 개선하기 위해 고려할 사항은 다음과 같다.

- 1단계 완공 후 준공도 갱신과 현장 확인으로 접근로의 정확한 연계 파악과 수치지도개선
- 안전관리에 필요한 최적 구역 및 공간정보 활용범위 선정과 수치지도 갱신 등 최적화 필요
- 수치지도 갱신주기사이의 지리정보 또는 변경사항 확인을 위한 위성영상자료 활용
- 역구내 세부선로, 차량기지 세부선로, 기지(보수기지, 정비기지) 세부선로 등을 본선과 연계
- 신선-기존선 교차구간 좌표 추출을 위한, 기존선 연계 구간의 준공도 입수 및 추가 입력

또한 국가재난관리 차원에서 고속철도 노선별 선로 출입지점에 대한 키로정 기준의 표준분류, 즉 색인 체계를 시급히 마련하여, 고속철도 노선으로 진입이 가능한 해당 연계도로 또는 교차도로에 대한 표지판 정비를 국가적 차원에서 추진해야 할 것으로 판단된다.

6. 결론

본 연구에서는 고속철도 긴급상황지원을 위해 궤도/전기/통신/안전설비 등에 관한 각종 설비자료의 D/B구축과, 수치지도상에서 고속선과 교차 또는 인접한 도로를 추출하여 고속선로 주변의 실제 지역정보를 파악할 수 있도록 하였으며, 또한 관공서·경찰서·소방서 등 외부기관의 신속한 지원·협력을 요청할 수 있는 긴급상황 대응체계 및 이의 지원을 위한 GIS 기반의 정보관리시스템의 개발과 활용 방안에 관한 연구를 수행하였다.

참고문헌

1. 고속철도건설기획단, “고속철도 업무자료”, 건설교통부, 2001. 2
2. 건설교통부 국립지리원, “수치지도 관리 및 개선을 위한 연구”, 1997
3. 한국고속철도건설공단, “고속철도 핸드북”, 1993. 2
4. TGV 운영정보시리즈 “고속철도안전관리”, 철도청/철도공무원교육원 1998. 10
5. 日本 國土地理院, “Japan GIS/Mapping Sciences Resource Guide”, 1997

감사의 글

본 연구는 2001년 철도청 연구과제인 “고속철도운영안전관리방안” 과제의 일환으로 수행되었습니다. 협조해주신 관계기관 여러분께 깊은 감사를 드립니다.