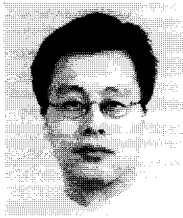
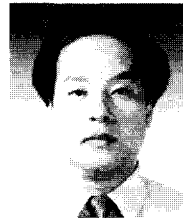


철도강우자동경보시스템에 의한 운전규제 적용사례



이진욱 | 한국철도기술연구원 선임연구원



이성혁 | 한국철도기술연구원 책임연구원



김현기 | 한국철도기술연구원 선임연구원



최찬용 | 한국철도기술연구원 선임연구원

1. 들어가며

사회간접 자본은 일부 기관에 소속되어 특정 목적과 이익을 위해 점유하고 있는 시설물이 아니라 국가 운영 및 사회적 기반 조성을 위해 생성된 국민의 재산으로 이를 안전하게 보호하고 유지 관리할 의무와 책임은 국가에게 있으며, 특히 사회간접자본 중 가장 중요한 국가 기간망의 중추신경인 철도수송시설에 대한 방재 관리는 범국가적 차원에서 미래지향적, 연차적으로 수행되어야 한다.

수송산업의 근간을 이루는 철도산업은 최근 국가와 국가, 대륙과 대륙이 연결되는 철도네트워크의 세계화가 진행중이고, 300km/h 이상의 KTX 고속열차가 운행되고 있는 등 기존의 물류 및 여객 수송에

있어 혁신적인 변화가 예고되고 있다. 또한 기존선의 경쟁력 확보를 위해 기존선 고속화를 위한 기술개발이 이루어지고 있지만 철도의 고속화, 대량 수송화에 비해 철도재해에 대한 방재대책은 국가적인 차원에서 체계적인 연구 및 지원이 진행되지 못하고 있는 실정이다.

현재 철도시설물 상당부분이 사용연수 경과로 인한 노후화 그리고 건설 당시와는 다른 환경(설계조건 등을 포함) 등으로 안전성 및 신뢰성에 문제를 줄 수 있어 사고 및 재해 발생 가능성이 상존하고 있음에도 불구하고 재해에 대한 방재시스템은 초기진입 단계에 있다고 할 수 있다. 현재 철도공사에서 계획하고 있는 강우방재시스템 구축방안(2004년 한국철도기술연구원 용역결과)과 2004년에 구축되어 현재 시범운용중

인 철도강우자동경보시스템의 열차운전규제 적용사례를 보고하고자 한다.

2. 철도 강우방재시스템 구축방안

철도강우방재시스템은 강우로 인한 철도 재해를 사전에 예방하고, 피해를 획기적으로 감소하기 위한 것으로서 강우 자동경보시스템, 교량 홍수위 감시시스템, 교량 세굴 계측시스템, 낙석 검지시스템, 재해우려 토공 시설물에 대한 상시 계측시스템 등의 세부 시스템들로 구성되어 있다. 각 시스템은 구조물과 사면, 낙석 등에 대한 사전조사를 거쳐 우선순위에 따라 보수보강을 시행하고 보수보강 보다는 재해감시시스템 구축이 경제적으로 유리한 지점에 대해서는 시스템 구축을 동시에 시행하는 것이 현재 상황에서는 가장 효과적이라 할 수 있다. 하지만 시스템 구축에 필요한 예산과 인력문제 등으로 인해 재해종류별 재해빈도 및 재

해발생시 발생할 수 있는 인적, 물적 피해의 크기 등을 감안하여 각 시스템을 우선순위에 따라 구축하는 방안을 수립하였다. 그림 1은 향후 철도강우방재시스템 구축순서를 나타내고 있다. 제안된 구성 방안을 토대로 철도 강우방재의 큰 과제인 교량홍수위와 사면의 재해 위험에 대해 각각 철도교량 홍수위 자동경보시스템 구축 그리고 철도 절개면 방재시스템 구축에 관한 연차별 도입계획과 그 우선순위에 대해 서술하였다.

3. 철도 강우자동경보시스템 구성

2004년도에 구축된 철도 강우자동경보시스템은 그림 2의 시스템 개념도에 나타난 바와 같이 철도공사 지역본부, 시설관리사무소, 시설관리분소, 역사 등에 설치된 강우량계로부터 측정된 우량 데이터를 데이터로거를 통하여 중앙 데이터베이스 서버로 전송하여 분석하고, Flash UI, 웹페이지, 실시간경보, 휴

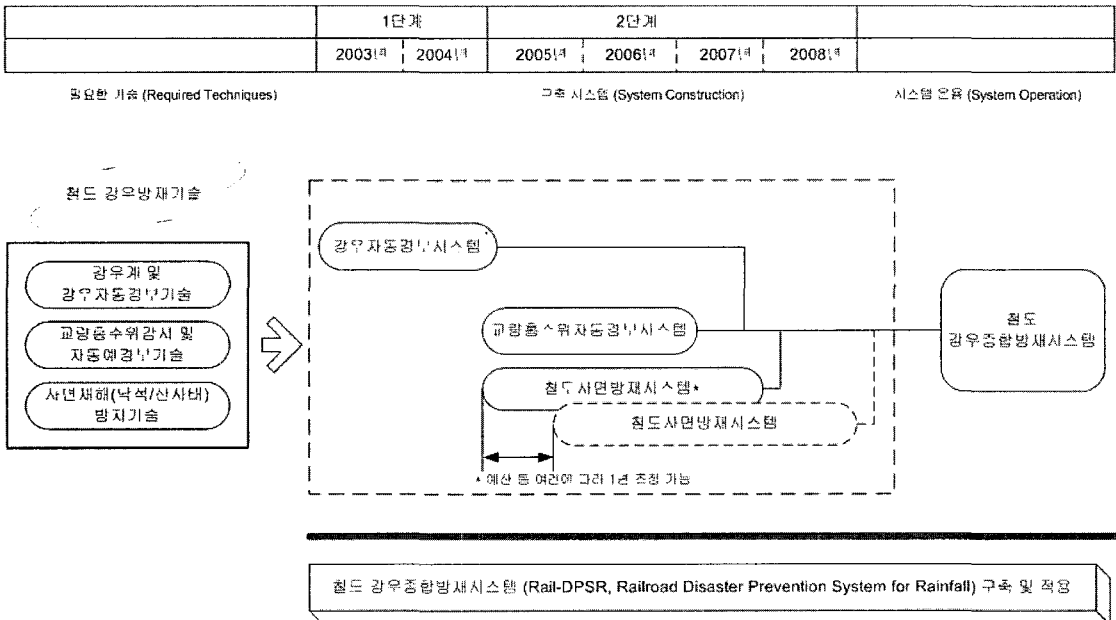


그림 1. 향후 철도 강우방재시스템 구축순서

대폰 SMS 문자서비스, 전광판 등을 통하여 최종 사용자에게 전달된다.

그림 3은 데이터 베이스 및 분석시스템의 구성도를 나타낸 것으로 중앙제어프로그램과 데이터베이스로 대별하여 구성하였다.

중앙제어프로그램은 IT 서버를 중심으로 운영되며 현장의 정보를 수집할 수 있는 환경을 설정하며 자료의 수집을 제어하여 데이터베이스를 효율적으로 관리하는 중앙통제 기능을 담당한다. 이 때 데이터베이스에 자료화 된 정보들은 분석모듈에 의해 실시간으로

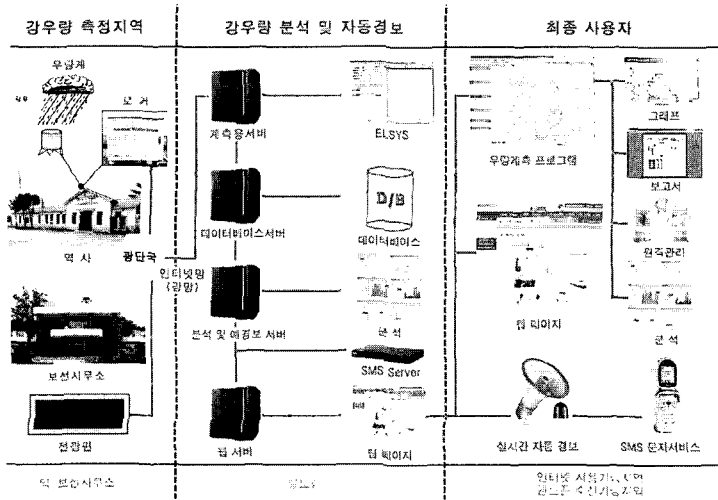


그림 2. 시스템 개념도

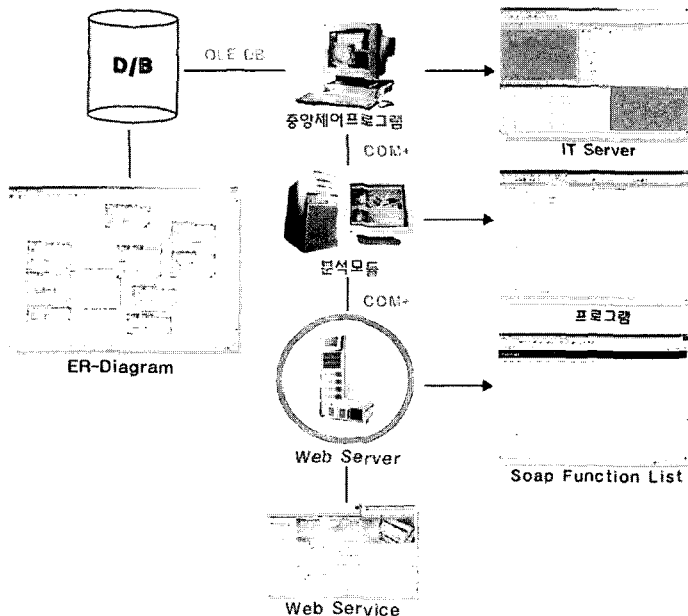


그림 3. 데이터베이스 및 분석시스템 구성도

분석되고 만약 설정된 한계값을 초과할 경우 경보시스템 즉, 메일서버 또는 SMS 서버를 통제하여 E-Mail이나 문자 메시지로 관리자 및 사용자에게 경고를 전달한다.

일련의 과정을 거친 모든 데이터는 웹서버를 통하여 관리자 및 사용자에게 실시간으로 제공할 수 있으며 동시에 데이터베이스에 자료화되어 필요에 의해 자료의 재사용을 가능하게 한다.

4. 강우시 열차운전규제기준

한국철도공사에서 과거 수년간 태풍 및 국지성 호우에 의해 받은 재해이력과 강우정보를 비교 분석하여 강우시 열차운전규제기준으로 제안하였다. 국내외 기관에서 활용하고 있는 다양한 강우기준치를 분석함과 동시에 강우시 열차운전규제기준 설정 및 운용함에 있어 간편성, 용이성, 정보 전달성 등을 검토하여 1차적으로 시간강우량과 누적강우량을 활용한 기법으로 기준을 설정하였다.

그림 4는 시간강우량과 누적강우량을 활용한 기법으로 기준치를 설정하기 위한 진행과정을 제시한 것이다. 재해가 발생한 대상개소는 전국 노선에 걸쳐 약 4년간 170여개소를 추출하였으며, 재해발생개소의 강우정보에 대해서는 철도공사 재해대장 자료를 참조함과 동시에 기상청 관측데이터를 입수하여 보간법을 활용하여 전국 노선에 대한 강우량을 산정하였다. 또한 이번에 구축한 강우자동경보시스템 D/B를 통하여 2004년 한 해 동안의 강우데이터 및 1995년부터 1999년까지의 기상청 강우자료를 비교분석하여 보다 신뢰도 높은 시간강우량과 누적강우량에 의한 열차운전규제기준(안)을 작성하여 2005년 현재 시범운영중에 있다. 그림 5는 제안된 기준으로서 향후 철도 자체의 강우자동경보시스템에 의해 축적된 강우 데이터와 지역특성 및 재해특성을 통하여 지속적으로 분

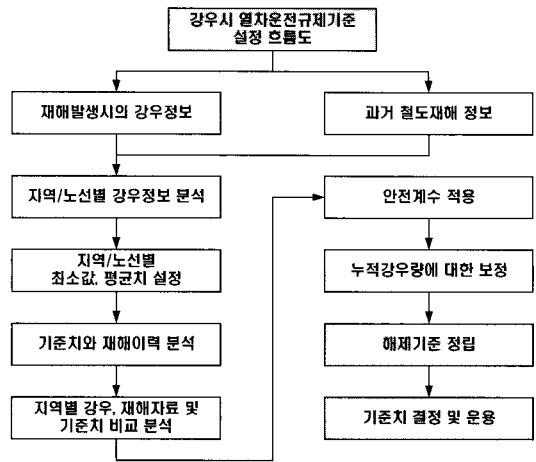


그림 4. 강우정보 및 재해이력을 이용한 강우시 열차운전규제기준 흐름도

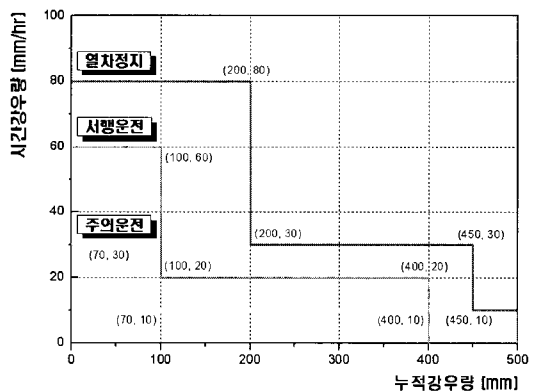


그림 5. 강우시 열차운전규제 기준

석하여 보완함으로써 보다 정확하고 효율적인 열차운전규제 기준 제시가 가능할 것으로 판단된다.

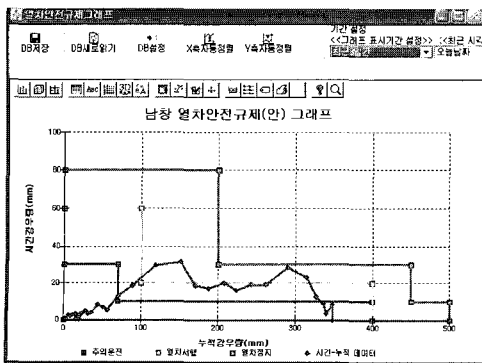
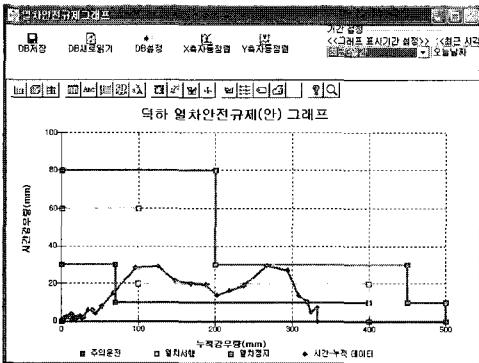
5. 열차운전규제기준 적용사례

앞에서 서술했듯이 철도공사에서는 2004년 구축 완료된 철도강우자동경보시스템을 시범운영중에 있다. 이번 2005년도에는 큰 태풍이나 집중호우가 예년에 비해 없어 재해가 많이 발생하지 않았지만, 작은 재

하는 여러건 발생하였다. 이에 대표적 재해발생현황과 재해발생시 열차운전규제 발령상황을 조사하였다.

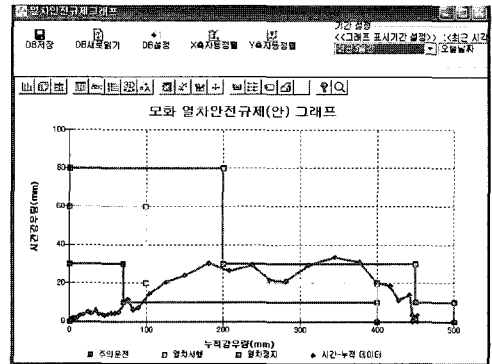
5.1 동해남부선 열차운행중단

- ① 재해구간 : 남창역~덕하역
(부산기점 59.3km 지점)
- ② 재해내용 : 산사태 발생으로 인한 토사 철로유입
- ③ 피해상황 : 화물열차 2량 탈선, 5개 열차 운행 중단
- ④ 재해일시 : 2005년 9월 6일 19시경
- ⑤ 강우자동경보시스템 경고내용(SMS문자통보)
 - 덕하역 : 열차서행 발령(2005.9.6. 19:01) 시간강우량 28mm, 누적강우량 293.5mm
 - 남창역 : 열차서행 발령(2005.9.6. 19:16) 시간강우량 21mm, 누적강우량 317mm
- ⑥ 덕하역과 남창역의 열차안전규제 그래프



5.2 동해남부선 열차운행중단

- ① 재해구간 : 호계역~효문역
(부산기점 80.9km 지점)
- ② 재해내용 : 철로 7m 유실
- ③ 피해상황 : 30여분간 운행중단
- ④ 재해일시 : 2005년 9월 6일 18시 40분경
- ⑤ 강우자동경보시스템 경고내용
 - 호계역 : 강우자동경보시스템 미설치구간
 - 효문역 : 데이터 전송불량으로 미계측
 - 모화역(호계역 인근역)
 열차정지 발령(2005.9.6. 18:12)-SMS문자통보 시간강우량 35mm, 누적강우량 351mm
- ⑥ 모화역 열차안전규제 그래프



6. 맺으며

강우 자동경보시스템, 교량 홍수위 감시시스템, 교량 세굴 계측시스템, 낙석 감지시스템, 재해유려 토공 시설물에 대한 상시 계측시스템 등의 세부 시스템들로 구성되어 있는 철도강우방재시스템중 철도강우 자동경보시스템은 가장 기본적 시스템으로서 현재 구축이 완료되어 시범운영중에 있다. 철도강우방재시스템의 열차운전규제기준은 과거 데이터를 바탕으로 제시되어 전술한바와 같이 2005년도 재해발생시 열차

운전규제기준을 발령되므로써 열차의 안전운행을 위한 열차운전규제기준(안)의 적용성을 보여주었다. 하지만 재해가 발생하지 않은 지역에 대한 열차운전규제의 발령횟수가 많은 문제점이 있었다. 이는 시범적용중인 열차운전규제기준이 과거 5년간이란 짧은 기간동안의 강우데이터를 바탕으로 구축되었을뿐만 아니라 사용한 강우데이터가 선로 연변이 데이터가 아닌 기상청 데이터를 활용하므로써 데이터의 신뢰성에 문제가 있으며, 또한 지역적 강우특성과 지형특성을 고려하지 않고 일괄적용하므로써 발생한 것이라 판단된다. 따라서 열차운전규제 기준을 실제 적용하기 위해서는 최소한 3년에서 5년간의 시범운영을 통해 그

신뢰성을 확보한 후 적용하는 것이 바람직하며, 더 나아가서는 강우특성과 지형특성을 고려하여 지역별 또는 선로별 운전규제기준을 적용하여야 한다. 일본의 경우는 세계 2차 대전 이전부터 강우에 대한 열차운전규제기준을 작성하여 현재까지 계속 수정 보완하여 그 신뢰성을 높이고 있다.

향후 교량홍수위 감시시스템, 교량세굴 계측시스템, 낙석검지 시스템, 재해우려 토공 시설물에 대한 상시계측시스템을 순차적으로 구축하므로써 강우에 대한 재해를 최소화 하고 열차의 안전운행을 확보할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 岡村 甫 (1988), 土木計測 新體系 土木工學 13卷.
2. 建部恒彦 (1977), 鐵道防災施工法(上) 山海堂.
3. 建部恒彦, 鐵道防災施工法, 山海堂, pp. 6-7, pp. 89-107.
4. 鷺見俊一郎, 山陰本線の防災管理, 鐵道土木, 28-9.
5. 龜田弘行 外 3人, 土木構造物の診斷, 山海堂, pp. 46-57, pp. 266-274.
6. 吉川惠也 外 1人, 鐵道における防災對策, 土木學會誌, pp. 82-85.
7. 오광석, 허종성, 김성희, 정보기술을 활용한 종합방재관리시스템 구축에 관한 연구, 한국전산원
8. 윤수호 외 6인 (1999), 지반조사 자료의 D/B구축과 시스템 운영에 관한 연구, 한국건설기술연구원