

국내 일반철도 강우방재시스템 현황 및 적용사례

A Case Study of Application of Preventing disaster system for Conventional Railroad in Domestic

이진욱* · 박창우**

Lee, Jin Wook · Park, Chang Woo

Abstract

Recently, rainfall induced hazard has been increased gradually, for example, typhoon Rusa in 2002 and Maemi in 2003. In addition, localized heavy rainfall has been also caused tremendous damage to railroad systems. Measured data from the Meteorological Administration sometimes, However, are not in accordance with those of rain gauges in local area, because of its good distance. This study develop automatic alarming software to estimate and prevent these kind of rainfall induced hazards in railroad system with online transportation.

Key words : Railroad system, auto alarming software, online transportation

1. 서론

최근의 강우로 인한 재해는 그 규모나 빈도수가 증가하고 있는 추세이다. 이는 태풍으로 인하여 발생되거나, 국지성 호우로 인한 재해가 대부분이다. 이러한 이유로 사회간접자본 중 가장 중요한 국가 기간망의 중추신경인 철도수송시설에 대한 방재 관리는 적극적으로 접근해야 할 것이며 보다 체계적인 시스템의 도입이 필요한 실정이다. 그러나 현재 국내는 철도의 외적성장에 비해서 방재시스템이 보조를 맞추지 못하는 것 또한 사실이다. 또한 현재 철도시설물 상당부분이 사용 년 수 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. 따라서 방재시스템의 각종 운영체계등을 국내 실정에 맞게 현실화하여 재해에 노출된 많은 지역에 공급을 함으로서, 해마다 반복되는 재해·재난으로 인한 경제적 손실을 축소하고, 더 나아가 향후 다양한 자연재해로부터 도로, 철도 등의 수송시설과 교량, 댐, 군사설비 등과 같은 사회간접자본을 가장 안전하게 유지 관리할 수 있는 종합 방재시스템 구축의 토대가 요구되므로, 현재 국내 일반철도 강우방재시스템의 현황과 적용사례를 고찰하여 올바른 철도방재시스템의 초석이 되고자 한다.

2. 국내 일반철도 강우방재시스템

2.1 강우자동경보시스템

강우자동경보시스템은 2004년 11월에 구축 완료된 시스템으로서 한국철도공사 각 지사, 시설관리분소, 역사 등에 설치된 207개의 강우량계로부터 측정된 우량 데이터를 데이터로거를 통하여 중앙 데이터베이스 서버로 전송하여 분석하고, FLASH UI, 웹페이지, 실시간경보, 휴대폰 SMS 문자서비스, 전광판 등을 통하여 최종 사용자에게 전달된다. 강우량계는 평균 직선거리 10km로 설치하였으며, 이는 국지성 집중호우의 영향권이 약 10km로서, 일본에서의 강우량계 설치간격과 동일하며 강우자동경보시스템의 적용 및 강우량 D/B구축

* 정희원 · 한국철도기술연구원 궤도노반연구팀 · 선임 · E-Mail: jinugi@krii.re.kr

** 정희원 · 한국철도기술연구원 궤도노반연구팀 · 주임 · E-Mail: cwpark1@krii.re.kr

에 전혀 문제가 없다. 강우자동경보시스템의 웹서비스는 컴퓨터가 인터넷망에 접속되어 있다면 언제 어디서든지 강우자동경보시스템을 사용하여 전체 선로에 설치되어 있는 207개소에 대한 현재 강우상황을 파악할 수 있다. 파악 가능한 강우의 종류는 1분 강우량, 15분 강우량, 1시간 강우량, 누적강우량, 24시간 강우량이 있으며 현재의 강우상황뿐만 아니라 과거 일정시간 또는 기간 동안의 강우 데이터를 검색해 볼 수 있게 되어 있다. 또한 강우량이 일정치 이상이 발생하게 되면 일정치 이상이 발생한 계측지점에 적절한 열차운전규제기준에 따라 열차의 안전운행을 도모할 수 있다. 화면상에는 열차중지, 열차서행, 주의운행이 적용되는 개소를 한 눈에 알아볼 수 있도록 되어 있으며, 강우가 검지된 개소의 강우량에 대한 정렬기능을 통해 일정기간 동안의 지역적 강우특성을 파악할 수 있다. 또한 지역을 담당하는 담당자에게 SMS문자서비스와 이메일을 통해 상황을 전달함으로써 즉각 확인 및 조치가 가능하도록 되어 있다.

2.2 철도교량 홍수위 및 세굴감지 시스템

철도 시설물 관리에 있어서 홍수나 세굴과 같이 열차 운행에 피해가 예상되는 경우에는 열차의 안전운전을 확보하기 위하여 적절한 감시관리 시스템을 이용한 사전 예방이 중요하다. 이에 대해 철도교량 홍수위 및 세굴감지 시스템이 최근 3년간의 연구끝에 개발되어 강원도 정선선의 가평천교와 영동선의 석포역과 동점역 사이의 양지천교에 철도교량 홍수위 감시관리 및 세굴감지 시스템을 시범설치하여 운영 중에 있다. 이 시스템은 수위계, 세굴계, 경사계 및 CCTV로 구성되어 있으며 강우에 의한 교량 데이터를 실시간 계속이 가능하여 인터넷을 통한 웹서비스를 제공하므로써 담당자가 어디서든 해당 교량의 상황을 파악할 수 있도록 되어 있다.

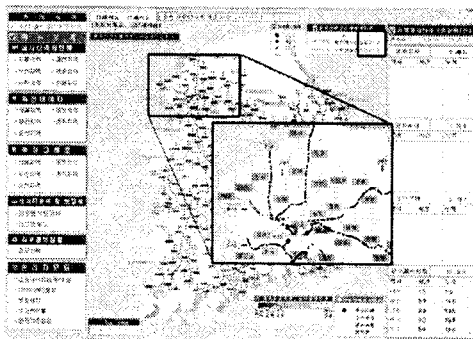


그림 1. 강우자동경보시스템(WEB)

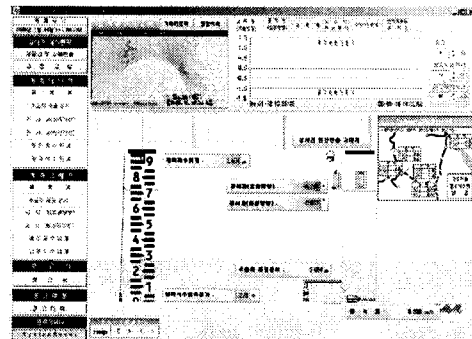


그림 2. 수위 및 세굴감시시스템(WEB)

3. 방재시스템 적용사례

3.1 강우자동경보시스템 적용사례

한국철도공사에서 과거 수년간 태풍 및 국지성 호우에 의해 받은 재해이력과 강우정보를 비교 분석하여 강우시 열차운전규제기준(안)을 제안하였다. 국내의 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.

재해가 발생한 대상개소는 전국 노선에 걸쳐 약 4년간 170여개소를 추출하였으며, 재해발생개소의 강우정보에 대해서는 한국철도공사 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 2005년부터 현재까지 시범운영 중에 있다. 제시한 열차운전규제기준(안)은 과거의 재해이력 데이터를 기초로 만들어졌으나, 강우D/B의 데이터 양이 많지 않을뿐만 아니라 정확성이 미흡하여 현장에 바로 적용하기에는 다소 무리가 있다. 따라서 최소 3년에서 5년간의 시범운영을 통하여 재해발생시의 강우량과 재해정도를 비교분석하여 열차운전규제기준의 수정, 보완

이 필요하다. 강우자동경보시스템 구축후 큰 태풍이나 집중호우로 인한 철도의 큰 피해는 없었으나 매년 발생하는 호우로 인해 철도재해가 다수 발생을 하였다. 발생재해에 대한 열차안전규제기준(안)의 정확성 확보를 위하여 재해발생시의 운전규제 발령상황을 조사하였다. 표.1과 그림 3~6은 2005년 9월에 발생한 태풍 나비로 인한 동해남부선서에 발생한 산사태와 노반유실시의 열차안전규제 발령상황을 나타내고 있다. 표와 그림에서 알 수 있듯이 재해발생을 전후하여 열차정지가 발령되었다. 2006년 태풍 에우리안에 의한 철도재해 발생시에도 열차안전규제가 발령되었다.

표 1. 동해남부선 열차운행중단

<p>① 재해구간 : 남창역~덕하역(부산기점 59.3km 지점) ② 재해내용 : 산사태 발생으로 인한 토사 철로유입 ③ 피해상황 : 화물열차 2량 탈선, 5개 열차 운행중단 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</p>	<p>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</p>
--	--

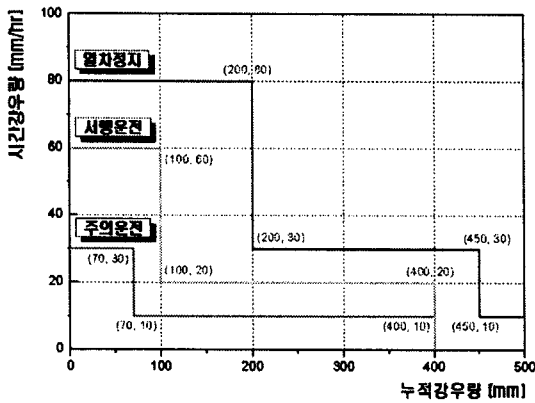


그림 3. 열차안전규제 기준

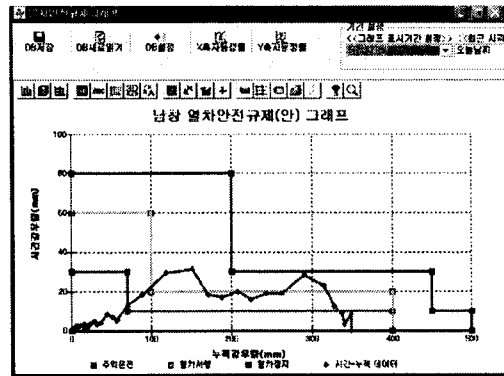


그림 4. 열차안전규제 그래프(남창역)

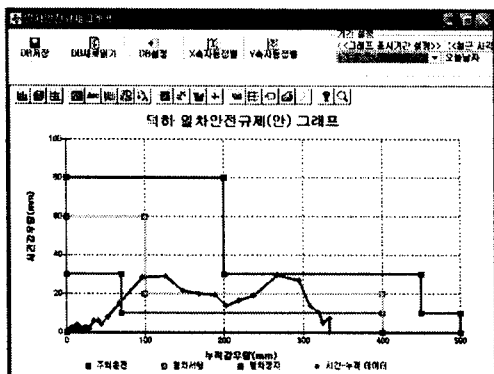


그림 5. 열차안전규제 그래프(덕하역)

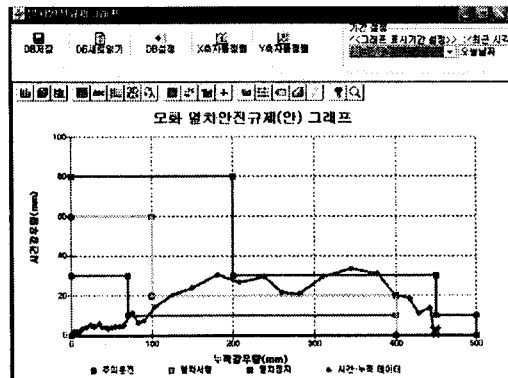


그림 6. 열차안전규제 그래프(모화역)

3.2 홍수위 및 세굴감지 시스템 적용사례

철도 교량감시 시스템의 현장적용성 및 신뢰성 확보를 위하여 강원도 정선선의 가평천교와 경상북도 영동선의 양지천교에 설치·운영하였으며 시스템 세부 사양은 표 2와 그림 7과 같다. 현재 설치된 시스템은 원활하게 운영 중에 있으며 연구를 통하여 그 신뢰성을 입증하였다. 또한 보다 안정적인 유지관리를 위하여 개선 및 시스템 업그레이드를 위하여 지속적인 연구가 진행 중이다.

표 2. 교량에 설치된 센서종류

내용	가평천교	양지천교
수위 및 세굴센서	압력식 수위센서 음파식 세굴센서	압력식 수위센서 초음파 세굴센서
유속계와 경사계	유속계, 경사계	경사계
레이저 수위 계측 시스템	레이저계측센서 1식	NA
육안 감시시스템	CCTV, 목자판	

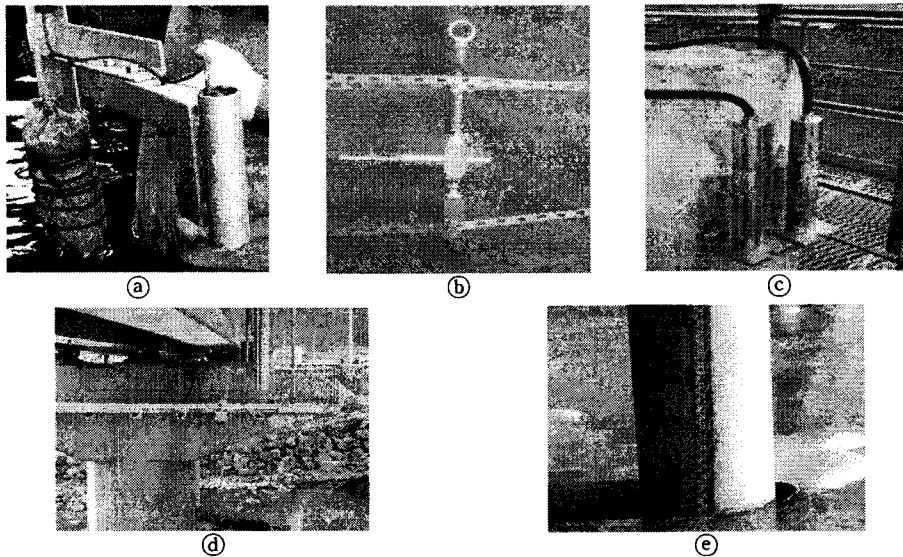


그림 7. 설치센서 전경(㉑수위 및 세굴센서, ㉒유속계, ㉓경사계, ㉔CCTV, ㉕목자판)

현재 강우경보자동시스템의 경우 적용이후 국지성 강우나 태풍으로 인한 폭우 시 그 기능을 적극적으로 활용하고 있으며 이를 토대로 전 철도선로에 도입하고자 하며, 아울러 교량홍수위 및 세굴시스템의 경우 설치된 위치에서 그 역할을 충분히 수행하고 있다. 또한 위험요소가 내포된 지역에 적극 활용하고자 현재 검토 중에 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 국내 철도선로의 적용하고 있는 강우경보자동시스템과 교량홍수위 및 세굴감지 시스템 등 대표적인 국내 첨단 방재관리 시스템을 정리하였다. 강우방재시스템을 구축함으로써 다음과 같은 기대성과를 얻을 수 있다.

1. 강우자동경보시스템의 주요기능은 전 선로에 걸쳐 설치되어 있는 207개의 강우량계를 통하여 측정되는 강우데이터를 실시간으로 확보하고 데이터를 분석함으로써 적절한 열차운전규제를 실시하는 것이다. 본 시

시스템이 구축됨으로써 인력 의존적인 현행의 재해 운용체계를 개선하여 현업의 업무 효율화를 기할 수 있고, 향후 추진중인 철도 강우방재시스템의 밑거름이 될 수 있다.

2. 정선선 가평천교에서 시스템을 운영하며 추가로 영동선 양지천교에 시스템을 설치하여 운영함으로써 철도교량 홍수위 감시 및 세굴검지 프로토 타입 시스템의 신뢰성을 입증하였으며, 철도교량 홍수위감시 및 세굴 계측정보 전송방안을 제시하였다. 이는 충분한 검증을 통과하였으며, 도입이 되면 운행 중인 열차에 조기 경보를 발생시켜 재산 및 인명피해를 최소화 할 수 있을 것이다.
3. 앞에서 설명한 강우자동경보시스템은 현재 구축완료되어 현장에서 활용되고 있으며, 교량홍수위 및 세굴 검지시스템은 개발완료되어, 현재 실용화를 위하여 한국철도공사와 협의중에 있어 조만간 현장 설치가 가능할 것으로 판단된다.
4. 현재 철도시설물의 안정성을 확보하고 재해발생을 최소화하기 위해 본 연구에서 제시한 시스템을 비롯, 기타 기업 및 연구소 등에서도 이와 유사한 목적의 방재 시스템을 구축하고자 하는 노력이 꾸준히 진행되고 있다. 재해방지 및 조기 복구 지원서비스를 위해서는 신뢰성 있는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 향후 종합 방재 시스템이 구축되면 철도시설물은 보다 안정적으로 유지 관리될 것이다.

참고문헌

1. 오광석, 허종성, 김성희(2000), 정보기술을 활용한 종합방재관리시스템 구축에 관한 연구, 한국전산원
2. 윤수호 외 6명 (1999), 지반조사 자료의 D/B구축과 시스템 운영에 관한 연구, 한국건설기술연구원
3. 철도청(1996). “종합 안전진단기법 및 방재시스템에 관한 연구” 한국철도기술연구원 연구보고서
4. 철도청(2004). “철도강우방재시스템 구축방안 및 강우자동경보시스템 구축” 한국철도기술연구원 연구보고서