

# 기존철도에 있어서의 기상 방재시스템 현황(II)

이진욱\*, 최찬용\*

## 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.

특히, 최근 두 차례의 태풍, 즉 '02년의 태풍 루사, '03년의 태풍 매미는 호우와 강풍을 동반하여 막대한 재해를 발생시켰고, 지구온난화 등으로 인한 장마철 국지성 호우는 해마다 철도수송을 지연시킴으로써 막대한 영업 손실을 초래하고 있으므로, 이와 같은 태풍과 국지성 강우 재해로부터 철도시설물을 안전하게 보호하고 사전에 예방할 수 있는 시스템화된 방재운영체계의 구축이 절실히 요구된다. 최근 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수는 1904년부터 2003년까지 총 310개로서 연평균 약 3.1개이며, 철

도피해는 대부분 수해로 나타나고 있고 대표적인 수해사례로는 노반유실, 사면붕괴, 교량붕괴 등을 들 수 있다. 이와 같은 강우재해에 의한 피해를 최소화하기 위한 가장 기본적인 대책으로 강우시 실시간 데이터 확보와 강우 정보의 DB구축이 우선적으로 요구되고 있으며, 특히 우회로가 없는 철도의 경우 재해발생을 사전에 감지하여 열차의 운전규제를 발령하는 것이 무엇보다 중요하다.

최근 국가와 국가, 대륙과 대륙이 연결되는 철도 네트워크의 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.

이에 지난호에 이어 현재 철도공사에서 계획하고 있는 강우 방재시스템 구축방안과 현재 방재시스템으로 운용중인 철도 강우 자동경보 시스템을 소개하고자 한다.

\* 한국철도기술연구원 선임연구원(jinugi@krri.re.kr)

\*2 한국철도기술연구원 선임연구원

## 2. 철도 강우 방재시스템 구축방안

철도 강우 방재시스템은 강우로 인한 철도 재해를 사전에 예방하고, 피해를 획기적으로 감소하기 위한 것으로서 강우 자동경보시스템, 교량 홍수위 감시시스템, 교량 세굴 계측시스템, 낙석 검지시스템, 재해 우려 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 재해 감시시스템 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 재해발생시 발생할 수 있는 인적, 물적 피해의 크기 등을 감안하여 각 시스템을 우선순위에 따라 구축하는 방안을 수립하였다. 그림 1은 향후 철도 강우 방재시스템 구축순서를 나타내고 있다. 1단계인 강우자동경보시스템은 현재 구축

되어 철도공사에서 운영중에 있으며 2단계인 교량 홍수위 자동감시시스템은 전회에서 소개한 바와 같이 2개소에 시범운영 중에 있으나, 선로 전구간 설치 는 좀더 시간이 필요할 것으로 판단된다.

## 3. 철도 강우 자동경보 시스템 구성

2004년도에 구축된 철도 강우자동경보시스템은 그림 2의 시스템 개념도에 나타난 바와 같이 역사를 중심으로 설치된 강우량계로부터 측정된 우량 데이터를 데이터로거를 통하여 중앙 데이터베이스 서버로 전송하여 분석하고, Flash UI, 웹페이지, 실시간 경보, 휴대폰 SMS 문자서비스, 전광판 등을 통하여 최종 사용자에게 전달된다.

강우량계 설치개소간 직선거리는 10km를 기준으로 하여 역사에 설치하는 것을 기준으로 되어 있다. 이는 요즘 호우의 특성으로 나타나는 국지성 호우의 반경이 최소 10km이상이므로 강우량계를 직

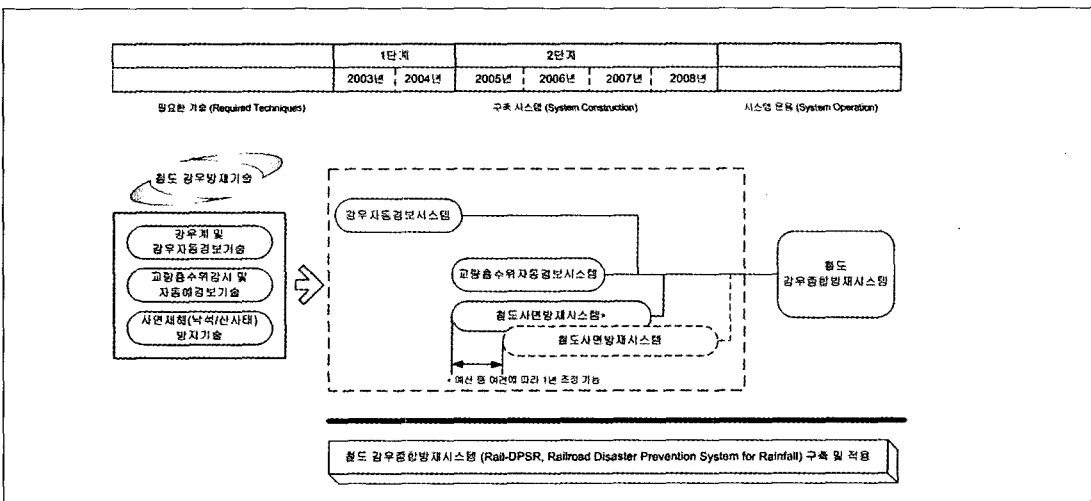


그림 1. 향후 철도 강우 방재시스템 구축순서

## 기존철도에 있어서의 기상 방재시스템 현황(II)

선거리 10km설치시 국내에서 발생하는 국지성 호우의 영향을 반영하는 강우량 D/B가 가능하기 때문이다. 일본 JR동일본의 경우도 강우량계 설치거리가 10km를 기준으로 최고 15km로 설치되어 있다. 영업거리를 기준으로 설치할 경우 선로선형으로 인해 강우량계의 설치거리가 너무 가까워져 강우량계를 과다설치하는 경우가 발생을 하게 된다. 또한 최근 5년간의 재해우려개소와 수해다발지역을 검토한 결과, 재해우려개소 90개소중 영업거리로 검토시 강우량계 설치위차와의 거리가 5km이내인 경우가 76%였으며 직선거리로 검토시 5km이내인 경우가 90% 이상으로, 직선거리 10km 기준을 적용하여 강우량계를 설치하더라도 국지성 집중호우에 대한 강우자동경보시스템 적용에는 전혀 문제가 없을 뿐만 아니라 강우량 D/B에도 전혀 문제가 없다. 또한 수해다발지역에 대한 강우량계 설치개소와의 거리를 비교분석해 본 결과, 재해우려개소 및 수해다발지역 검토결과와 같은 결과를 나타내고 있다.

중앙제어 프로그램은 IT 서버를 중심으로 운영되

며 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 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 열차운전 규제기준

한국철도공사에서 과거 수년간 태풍 및 국지성 호우에 의해 받은 재해이력과 강우정보를 비교 분석한 결과를 통하여 강우시 열차운전 규제기준으로 제안

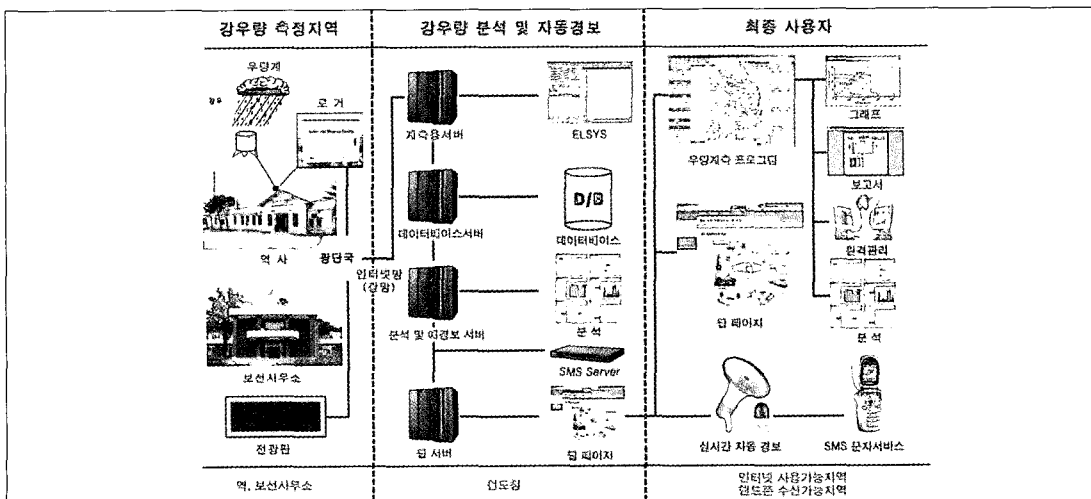


그림 2. 시스템 개념도

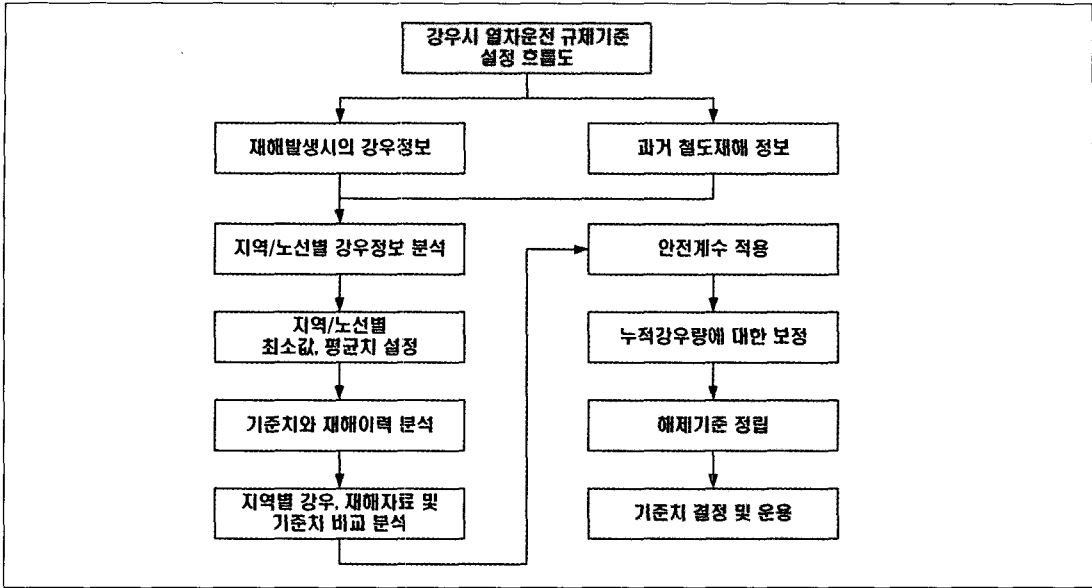


그림 3. 강우정보 및 재해이력을 이용한 강우시 열차운전 규제기준 흐름도

되어 있다. 국내외 기관에서 활용하고 있는 다양한 강우기준치를 분석함과 동시에 강우시 열차운전 규제기준을 설정 및 운용함에 있어 간편성, 용이성, 정보 전달성 등을 검토하여 1차적으로 시간강우량과 누적강우량을 활용한 기법으로 기준이 설정되어 있다. 그림 3은 시간강우량과 누적강우량을 활용한 기법으로 기준치를 설정하기 위한 진행과정을 제시한 것이다. 재해가 발생한 대상개소는 전국 노선에 걸쳐 약 4년간 170여개소가 추출되었으며, 재해발생 개소의 강우정보에 대해서는 철도공사 재해대장 자료를 참조함과 동시에 기상청 관측데이터를 입수하여 보간법을 활용하여 전국 노선에 대한 강우량을 산정하였다. 또한 이번에 구축한 강우 자동경보 시스템 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 시범운영 중에 있다.

그림 4는 제안된 기준으로서 향후 철도자체의 강우자동경보시스템에 의해 축적된 강우 데이터와 지역특성 및 재해특성을 통하여 지속적으로 분석하여 보완함으로써 보다 정확하고 효율적인 열차운전규제 기준 제시가 가능할 것으로 판단된다.

강우시 열차운전 규제기준의 해제방안은 크게 두 가지로 나눌수 있다. 첫 번째는 인력의존적인 운행재개방법과 강우 자동 경보시스템에 의한 해제방안이다. 그림 5는 강우에 의해 운전규제가 발령되고 해제되기까지 일련의 과정을 순서도로 표현한 것이다.

## 5. 열차운전 규제기준 적용사례

앞에서 서술하였듯이 한국철도공사에서는 2004년 구축완료된 철도강우자동경보시스템을 운영 중

## 기존철도에 있어서의 기상 방재시스템 현황(II)

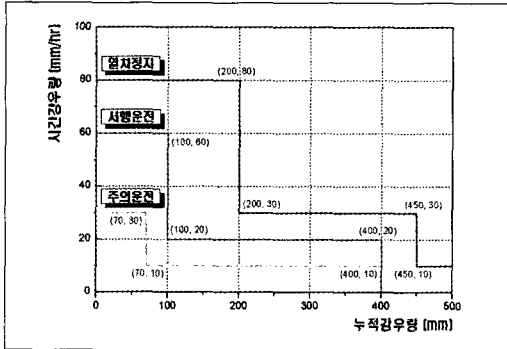


그림 4. 강우시 열차안전규제 기준

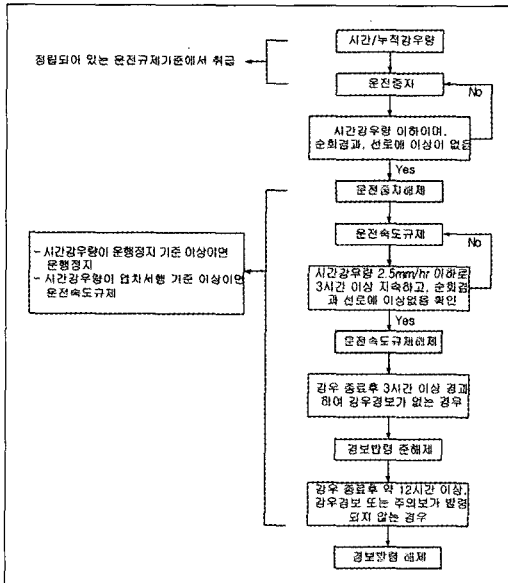


그림 5. 운전 규제기준 발령 및 해제기준

에 있다. 시범운영중이던 지난 2005년도에 발생한 대표적 재해발생현황과 재해발생시 열차안전규제 발령상황을 조사하였다.

### 5.1 동해남부선 열차 운행중단

- 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 강우 자동경보 시스템 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 열차 운행중단

- 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: 강우 자동경보 시스템 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

현재 운행중인 KTX 고속철도에서의 방재시스템은 기상검지장치와 안전설비로 이루어져 있다. 기상 검지장치로는 풍량, 풍속 검지장치, 강우량 검지장

치, 적설 검지장치가 설치되어 있으며 안전설비로는 차축과열검지장치, 지장물 검지장치, 끌림검지장치, 안전스위치, 열차접근 확인장치, 터널경보장치, 레일온도 검지장치, 분기기 히터장치 등이 있다. 그러나 기존선에서의 방재시스템은 지난호에서 소개한 철도교량 홍수위 및 세굴검지 시스템과 이번에 소개한 철도 강우 자동경보 시스템이 IT기반의 방재시스템이 시초로서 최근 IT기반의 방재시스템 구축이 서서히 진행되고 있으나 아직까지는 요구되는 방재시스템에 비하여 상당히 미비하다고 할 수 있다.

최근 속도향상을 위한 연구개발과 선형개량 등을 통하여 기존선의 속도는 차츰 증가하고 있는 추세이다. 이러한 상황속에서 인력위주의 방재를 탈피하여 IT기반의 방재시스템을 통한 사전에 재해를 감지하고 그에 대한 조치를 취함으로써 피해를 최소화 하는 사전방재 시스템이 필요하며, 특히 국내의 경우 IT기반 시설이 잘 갖추어져 있어 이를 활용한 방재시스템 구축이 충분히 가능하다. 따라서 현재 운영 중인 강우자동경보시스템을 기반으로 하여 교량홍

수위 감시 및 세굴 감시시스템의 적용확대, 낙석검지 시스템, 재해우려 토공 시설물에 대한 상시계측 시스템을 순차적으로 구축함으로써 강우에 대한 재해를 최소화 하고 열차의 안전운행을 확보할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 철도청(2004) "철도강우방재시스템 구축방안 및 강우자동경보시스템 구축", 한국철도기술연구원 연구보고서
2. 철도청(2004) "철도절개면 안정성 평가 및 대책방안 연구" 한국철도기술연구원 연구보고서
3. 건설교통부(2005) "첨단 철도기상재해 감시 및 운행제어 장치 개발" 연구보고서
4. 건설교통부(2003) "철도시설의 안정성 강화기술 개발", 건설교통 기술혁신 5개년사업 연구보고서
5. 철도청(1996) "종합 안전진단기법 및 방재시스템에 관한 연구", 한국철도기술연구원 연구보고서

