

CCD카메라와 수위계를 조합한 철도교량

실시간 홍수위 감시시스템 개발

Development of Realtime Flood Monitoring System composed of CCD Camera and Water Level Gauge

박영곤* 윤희택** 김선종*** 신민호**** 정승용*****

Park, Young Kon · Yoon, Hee Taek · Kim, Seon Jong · Shin, Min Ho · Jung, Seung Yong

Abstract

In these days, as it frequently happens that water level in the river exceeds the design floods due to irregular heavy rainfall, so it is required, first of all, to manage with railroad bridge safely. Because train control criterion under heavy rainfall is still not prepared and automatic flood monitoring system for railroad bridges is not used, worry over invisible economic loss due to train passage delay is in existence. Therefore, it is important to secure the safety and detect the risk like turnover or failure of railroad bridges through systematic disaster prevention system. And the transition from conventional monitoring method to realtime monitoring method supported by sensors and communication system with high technology is rapidly needed. This research is on developing the realtime flood monitoring system which prevents railroad disasters in advance by detecting continuously the water level of railroad bridge through CCD camera and water level gauge.

1. 서 론

하천에 설치된 철도교량의 교각, 교대 주변이나 하천에 연한 노반구조물은 매년 집중호우 등에 의해 토사가 세굴되거나 구조물이 침식되어 교량 또는 노반구조물의 안전에 큰 영향을 미치고 있다. 또한 근래 우리나라 강우의 형태가 불규칙한 집중호우의 형태로 변해 국부적으로 하천의 유량과 유속을 급속히 증가시켜 설계 홍수량을 초과하는 경우가 자주 발생하고 있어 이러한 교량 홍수위를 상시 감시하는 문제, 교각 또는 교대부분의 세굴로 인해 해당부위를 보수하는 문제 그리고

* 한국철도기술연구원 · 선임연구원
** 한국철도기술연구원 · 선임연구원
*** 한국철도기술연구원 · 연구원
**** 한국철도기술연구원 · 수석연구원
***** 지구환경전문가그룹 · 대표이사

이와 같은 구조물의 안전 확보 및 열차의 탈선방지를 위해 사전에 위험도를 검지하는 문제에 대한 기술의 중요성이 대두되고 있다.

현재 철도교량의 홍수위는 인력에 의해 감시되고 판단되며, 대부분의 정보가 유선전화로 통보되어 신속, 정확성이 뒤떨어지는 한계가 있고, 홍수시 철도교량에서의 열차안전운행을 위한 운전규제기준 또한 미흡한 실정으로 유사시 우회로 부재에 따른 열차운행 지체 등 눈에 보이지 않는 큰 경제적 손실이 우려된다. 이에 최근에 개발된 각종 센서링 기술과 통신시스템을 활용하여 재난정보의 상시성과 신속성을 확보하고, 기존의 인력위주 감시에서 첨단장비를 활용한 24시간 감시체계로의 전환이 절실히 요구되고 시점이다. 따라서 실시간으로 철도교량의 수위를 측정하여 강우에 의한 재해를 미연에 방지할 수 있는 철도교량 홍수위 감시시스템 개발 내용을 소개하고자 한다.

2. 철도교량 홍수위 감시시스템의 개발

2.1 현장 시스템 구성

현장 시스템은 크게 CCTV시스템, 센서 및 전력공급장치로 구분되며 각각의 장비들은 적용목적에 부합되도록 전체 시스템을 구성하였다. 원격에서 현장의 센서 및 기기들을 통제 및 관리할 수 있도록 설계하였고, 현장의 특성상 전력공급이 어려운 지역일 경우에는 태양전지 모듈과 배터리로 전력공급토록 하였다. 그림 1은 전체적인 현장 시스템의 구성도이다.



그림 1. 현장 시스템 구성도

2.2 현장 제어용 프로그램(ELSYS V2.0)

현장 제어용 프로그램인 ELSYS는 데이터 로거의 제어 및 실시간 자동화계측 프로그램으로 9종류의 데이터 로거를 지원하며 RS-232C, 전화모뎀, TCP/IP등의 다양한 통신방식을 지원한다. 또한 시각별 또는 시간 간격별 계측을 지원하며, 각종 센서 및 프로그램의 실행 데이터의 주요 변화를 실시간으로 보여주고, 계측 데이터의 실시간 확인과 계측장비와의 통신상태 등을 실시간으로 확인할 수 있다.

2.3 중앙 제어프로그램 및 데이터베이스의 설계

기존의 현장 계측 시스템은 측정된 데이터를 파일 또는 문서에 보관하였다. 이는 데이터의 재사용을 불가능하게 하는 중요한 요인이 된다. 즉, 관리되지 않는 분산된 데이터는 분실의 위험이 크고 검색이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 계측 데이터베이스를 구축하였다.

계측데이터의 데이터베이스화를 구축함으로써 실시간 접근이 가능하고 궁극적으로 컴퓨터에 의한 계측 데이터 분석이 가능해짐으로써 사용자는 계측 데이터의 단순한 검색뿐만 아니라 분석된 데이터를 실시간으로 볼 수 있게 된다.

도표 1. 분석시스템 개요

| 프로그램 목록 | 설 명 |
|-----------|----------------------------------|
| IT 서버 | 계측데이터 수집 현장상태 이상유무 판단 |
| 분석 모듈 | 현장계측 데이터 분석 경고시스템(SMS,E-Mail) |
| 데이터베이스 서버 | 계측 데이터베이스 구축 안정적 백업시스템 |
| 웹 서버 | 웹페이지와 DB연결 계측데이터 실시간 관람 |

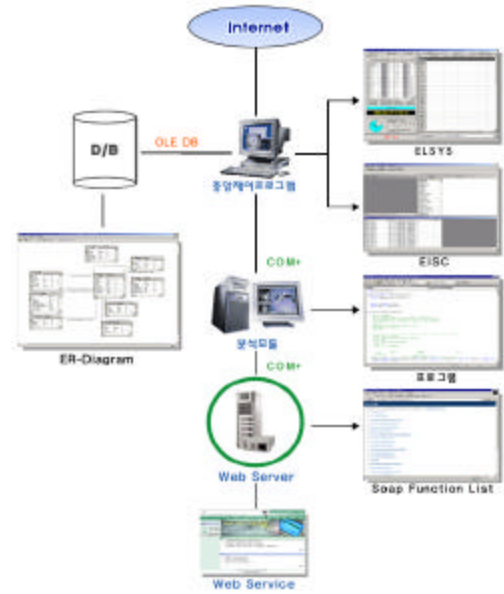


그림 2. DB 및 분석시스템의 구성도

일반적으로 계측값은 물리량의 표현이며 이를 분석식에 의해 가공하지 않으면, 표면적인 이해로 멈추게 된다. 따라서 본 연구에서는 같은 물리량에 대해서 다양한 분석 식들을 적용시켰고 분석결과를 최종 사용자에게 실시간으로 전달함으로써 단순한 계측결과의 서비스뿐만 아니라 사용자가 수행하기 힘든 계측분석을 빠르고 정확하게 서비스할 수 있도록 하였다(도표 1).

중양제어프로그램은 IT 서버를 중심으로 운영되며 현장의 정보를 수집할 수 있는 환경을 설정하고, 자료의 수집을 제어하여 데이터베이스를 효율적으로 관리하는 중앙통제 기능을 담당한다. 이 때 데이터베이스에 자료화된 정보들은 분석모듈에 의해 실시간으로 분석되어지고 만약, 설정된 한계값을 초과할 경우 조기경보시스템을 통하여 이메일이나 문자메세지로 관리자 및 사용자에게 경고를 보낸다(그림 2).

2.4 조기 경보기능 설계

본 연구에서 구축한 조기경보 기능은 단계적인 경로에 의해 현장과 관리자 및 열차 운전자에게로 수위에 따른 열차의 위험유무를 통보하게 설계하였다.

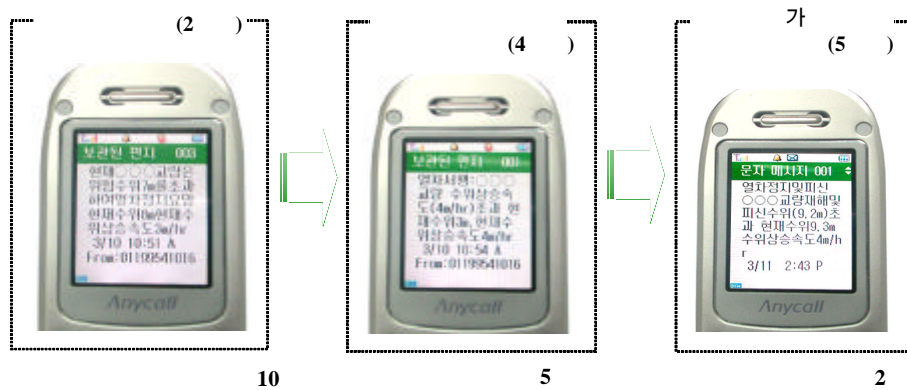


그림 3. 조기경보를 위한 SMS 서비스

중앙제어 프로그램의 분석에 의해 수위가 위험수위에 다다랐을 경우 일차적으로 이러한 정보는 문자메시지를 통한 조기경보 즉, SMS 서비스(그림 3 참조)와 이메일서비스 등을 구동시켜 열차운전자, 보선사무소 및 중앙관리센터로 교량의 위험정도를 전달하게 된다. 이를 수신한 관리자는 즉시 현장에 설치된 카메라 정보 등을 시각적으로 확인할 수 있으며 수위 및 교량의 상태에 따라 열차의 운전을 규제할 수 있게 한다. 이후에는 수집된 데이터를 바탕으로 웹 서비스를 통하여 현장에 대한 자세한 분석과 경우에 따른 교량의 위험수위를 예측하여 서비스함으로써 차후에 강우시 교량의 상태를 확인할 수 있게 하였다.

이러한 순차적인 경보 송신 경로를 통해 다양한 메시지를 전달함은 혹시 발생할 수 있을 정보의 수신 실패로 인한 재해를 미연에 방지하는데 보다 효과적일 것으로 판단된다.

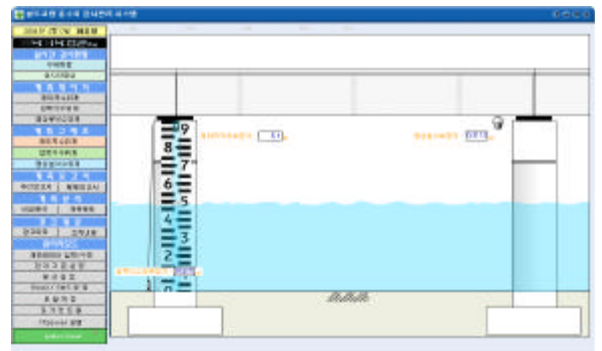


그림 4. 웹을 통한 실시간 계측 서비스

2.5 인터넷을 통한 웹서비스

SMS서비스나 이메일 서비스가 일시적인데 비해 웹서비스는 그림 4와 같이 컴퓨터가 인터넷망에 접속되어 있다면 웹서비스에서는 철도교량 홍수위 감시시스템을 사용하여 항상 현 상태를 확인할 수 있고, 이미 시간이 지난 데이터도 모두 데이터베이스화하여 저장하고 있기 때문에 통계자료로도 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 현재의 수위가 아닌 수위의 증가량 또는 감소량을 자세히 파악할 수 있게 된다. 또한 웹서비스에서는 현장에 대한 정보나 자료의 교환도 가능하며 자문의견코너를 두어 관련 전문가들과의 정보교류도 가능할 것으로 판단된다.

3. 요약 및 결론

본 연구를 통하여 철도교량에서의 열차운행 안정성 확보를 위해 홍수위 자동화 계측 시스템에 필요한 요소들 즉, 자동화된 데이터 로거, 경제적이며 안정적인 데이터 송수신장치, 체계적인 데이터베이스 구축, 조기경보 시스템 장치 등의 하드웨어와 소프트웨어를 설계를 바탕으로 한 철도교량홍수위 감시 시스템을 개발하였고, 시험운행을 통하여 현장 적용성을 확보하였다. 더 나아가 인터넷을 통한 Web서비스 및 조기경보시스템 구축을 통한 재해의 신속한 대처로 현장조건에 따른 차별화 된 관리도 가능할 것으로 판단된다.

홍수시 열차의 교량 통과에 대한 제어문제는 통상 인력으로 감시할 수 있는 여건을 벗어나 있

기 때문에 상시 감시체계로의 전환이 요구되어 왔고, 이의 부재는 안전운행에 대한 위협뿐만이 아니라 눈에 보이지 않는 막대한 경제적 손실을 발생해 왔다. 이에 개발된 철도교량 홍수위 감시 시스템은 위험상황 발생시 신속하고 정확한 경고 발령을 내릴 수 있어 재해의 사전예방에 크게 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국가교통핵심기술개발사업의 일환으로 건교부의 연구지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 건설교통부 (2000), “철도시설의 안정성 강화기술 개발”, 건설교통 기술혁신 5개년사업 제1차년도 연구보고서.
2. 건설교통부 (2004), “첨단 철도기상재해 감시 및 운행제어장치 개발”, 국가교통핵심기술개발사업 제1차년도 연구보고서(안).
3. 철도청 (1996), “종합 안전진단기법 및 방재시스템에 관한 연구”, 한국철도기술연구원 연구보고서.
4. Baeza, C. and Corominas, J. (1996), “Assessment of shallow landslide susceptibility by means of statistical techniques”, *Proceedings of the seventh international symposium on landslides*, pp.147-152.