기술기사

시설물 안전관리 자동화 모니터링 시스템의 운영사례

Operating Practices of Monitoring System for Facility Safety Management

김 현 기[1)*] 정 재 현[2)*]

Kim, Hyun Ki Jung, Jae Hyun

1. 서 론

최근 건설된 국가 주요시설물은 유지관리용 안전관리 모니터링 시스템을 구축하고 활용하는 사례가 증가되고 있다. 시설물 안전관리 모니터링 시스템이 흙 구조물, 수리구조물, 철도 구조물, 도로 구조물 등에서 활용 사례가 증가됨에 따라 계측설계, 기준치 설정, 측정 및 원격 수집, 데이터베이스 저장, 표출, 분석, 경보 및 전파 등의 세부 요소기술 등이 유지관리 시스템에 적용될 수 있도록 체계화 및 구체화 필요성이 현장 실무에서 대두되고 있다.

과거 계측을 기반으로 한 자동화 계측 시스템은 독립 시스템으로써 유용하게 활용 되었지만, 시설물 규모가 큰 경우 안전관리 모니터링 시스템은 전체 관리 플랫폼 중 일부이기 때문에, 세부 시스템은 통합 플랫폼에 원활하게 통합될 수 있도록 계측기술 이외에 다양한 요소기술을 필요로 한다. 예를 들어 자체 보안 규정 준수, 서버 관련 프로그램의 오픈 소스 사용 의무화(윈도우 운영체제 사용불가), 유사 시스템 간 데이터 교환 상호 인터페이스, 데이터베이스 서버의 공유, 스카다 시스템의 접근 보안 프로토콜 등 플랫폼 통합에 필요한 요소기술은 다양하다. 즉 현대의 안전관리 모니터링 시스템은 모니터링 기술 하나만으로 현업에 활용 될 수 있도록 시스템을 구축하기가 어렵다는 의미이다.

시설물 안전관리 모니터링 관제사는 구조물 안전에 대하여 비전문가인 경우가 많다. 예로 전산, 행정, 전기 등 다양한 전공자가 야간 관제사로서 역할을 할 수 있기 때문에 기준치 초과 시 경보뿐만 아니라 대응 및 조치 방안까지 함께 제시하여야 한다. 경보가 발생되어도 이에 대한 대응조치가 마련되어 있지 않으면 관제사는 후속조치를 할 수 없어 모니터링의 효용성에 대한 의문을 제시하는 경우가 있다. 일부 관리주체는 안전관리 모니터링 시스템이 위기관리매뉴얼에 연계 되어 작동되기를 원하는 경우도 있다.

국가 주요시설물의 관리주체는 센서 기반 자동화 계측 시스템을 도입하고 있으나, 시공시 설치되었던 센서를 유지관리 센서로 전환하는 경우가 많고 계측 시스템의 유지보수 관련 지식 부족 및 예산상의 문제로 지속운영이 제대로 이루어지지 않는 경우도 있다. 반면 정상 운영되는 센서의 경우에도 측정 데이터 축척에 집중되고, 데이터 분석 및 평가가 지체되어 구조물 내부 위험에 대한 경고를 관리주체의 의사결정자에게 전달 및 인지하는데 시간이 소요된다. 재해에 특화된 안전관리 모니터링 시스템은 재해(풍수해, 지진) 위협에 대하여 긴급하게 시설물 이상여부를 판단하고 대응해야 하는 상황에 자동화 계측 및 경보시스템이 시설물에 구축되어 운영되고 있으나, 임진강 사고와 같이 경고 및 상황전파가 적절하게 작동하지 못하는 경우가 발생하기도 한다.

1) 한국철도기술연구원 선임연구원

2) 지구환경전문가그룹 이사

* E-mail : cagito@ege.co.kr

2. 시설물 안전관리 모니터링 시스템 운영 사례

2.1 경보 상황전파시스템

센서 모니터링을 활용한 시설물 안전·위험 자동화 상황전파 시스템을 구축하기 위하여, 상황전파 미디어 및 중계기 표준화 기술 검토, 데이터베이스 설계, 센서 기반 정보공유 서비스 설계, 시스템의 안전관리 의사결정 프로세스 설계를 수행함으로 "센서 측정후 5분이내 경보발생/전파"를 설계 사양으로 2010년에 구축 후 약 4년간 자체 운영하였다.

현재 소방방재청, 국토교통부 등에서 운영하고 있는 재난/재해 관련 상황보고·전파 시스템은 센서 계측데이터에 기반 한 경보가 이를 활용 하고자 하는 다른 방재 모니터링 시스템에 어플리케이션 프로토콜이 서로 호환되질 않아 자동화된 경보전파체계를 이루지 못하고 있으며, 전화, 팩스, e-mail 등 인력 중심으로 경보 전파가 이루어지고 있거나, 호환 가능한 계측데이터 획득을 위한 계측 장비 및 시스템을 중복 설치하고 있다.

상황전파 표준 프로토콜은 OASIS의 CAP(Common Alerting Protocol)을 기반 국제적으로 표준화된 규약이다. 국제 표준을 도입한 이유는 글로벌 시대로 접어들면서 표준 도입·적용의 필요성이 더욱 요구되고 있으며, WTO/TBT(세계무역기구/무역상기술장벽협정) 협정 등 국제적 기준과 절차를 살펴보면 새로운 기술 규정을 도입할 때 관련 국제표준이 존재하는 경우에는 국제 표준을 사용하도록 권고하고 있으며, 이는 국가 표준과 국제 표준의 일치·조화를 통해 국가 간 표준의 차이로 인한 불필요한 무역 장벽을 해소/방지를 목적으로 하고 있다. CAP은 댐, 지진, 폭염, 화재, 홍수, 위험 물질, 허리케인, 사면활동, 복합 위험, 핵, 테러, 폭풍우, 토네이도 등과 같은 재해에 관련되어 지역별 실시간 재해 정보 및 날씨 정보 등의 정보를 공유하기 위해 미국의 국토안보부(Department of Homeland Security), 기상청(National Weather Service) 및 주단위의 경보 시스템에서 적용하여 활용하고 있다.

Fig. 1과 같이 시스템의 현장 적용성을 검토하기 위하여 2010년 이후로 40개 이상의 시스템(약 1500개 정도의 센서 규모)로 시험운영 및 현장 적용 하였다. 다양한 관리주체의 관리 플랫폼과 연계하기 위해서는 데이터베이스 및 프로토콜 호환성 문제가 발생 되었으나, 하드웨어 및 소프트웨어 보완으로 해결할 수 있었다. 최근에는 일본 니가타

Fig. 1 국가 주요시설물 안전관리 네트워크 상황전파 시스템

Fig. 2 시설물 유지관리 모니터링 시스템(예>방조제)

지역의 눈사태 모니터링 시스템과 연계되어 국내외로 활용하고 있다.

2.2 유지관리용 안전관리 모니터링 시스템

2010년 이후로 40개 이상의 시설물 유지관리용 안전관리 모니터링을 운영하였다. Fig. 2는 방조제의 관제실 사진을 예로 제시한 것이며 박스 부분이 시설물 유지관리 모니터링 시스템 화면이다. 화면에서 알 수 있는 바와 같이 시설물의 안전관리 모니터링은 수십 개의 시스템중 하나이다. 안전관리 이외에도 환경, 관문, 도로, 보안 등의 여러 모니터링 시스템이 관제실에서 동시에 운용된다. 따라서 안전관리 모니터링 시스템이 통합 관제에 적용되기 위해서는 도입 서버, 운영체제, 방화벽, 네트워크 체계의 특별시방을 설계시부터 고려하여야 한다. 이제는 장비실에 모니터링 서버만 설치하면 구동 될 수 있는 상황이 아니다.

2.3 스마트폰을 이용한 모니터링

Fig. 3과 같이 스마트폰을 이용한 모니터링 시스템을 운영하였다. 장점은 SMS에 비해 관련 정보가 상세하고 이벤

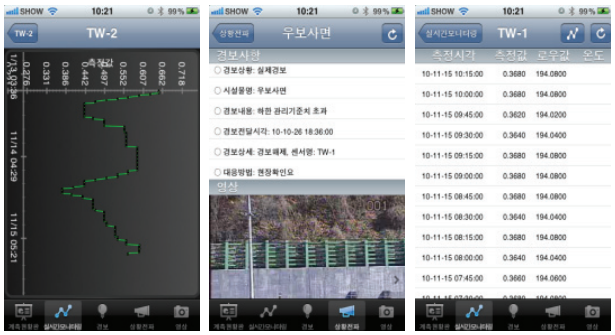

Fig. 3 스마트폰을 이용한 모니터링

트 기반으로 경보상황 실시간 관리자 인지가 가능하고 관련자에게 경보 전파 포워딩이 가능하여 상황전파 확산 속도가 빠르다. 스마트폰을 이용한 모니터링 시스템 구축시 핵심 고려사항은 보안이다. 일반적으로 모니터링 서버는 보안 구역 안 또는 장비실에 위치하기 때문에 외부 인터넷 통신이 원칙적으로 차단되거나 허용 되더라도 매우 제한적이다. 스마트폰을 이용한 모니터링 서버 접근은 보안에 취약 해질 수 있기 때문에 반드시 자체 검증 및 외부 보안 검증 과정을 거쳐야 한다. 이때 보안에 관련된 많은 요소기술이 필요로 한다. 이는 모니터링 시스템을 구성하는 것보다 더 많은 비용과 노력이 필요로 할 수도 있다.

3. 결 론

다양한 유지관리용 안전관리 자동화 모니터링 시스템을 현업 관리주체 운영 플랫폼에 구축하였다. 구축 결과 다음과 같은 사항 들이 도출 되었으며, 해결 과정도 함께 기술하였다.

(1) 일부 계측시스템은 통신비용 및 데이터 과다 축척의 이유로 15분~1일 간격의 계측빈도로 데이터를 수집하고 있어 실시간 측정과 상황전파가 지연되는 경우가 발생하였다. 이를 해결하기 위해서 데이터로거에서 이상신호 인지시 서버로 CallBack 하여 측정자료를 즉시 송신 할 수 있도록 개선하였다. 따라서 상황전파 시스템에 사용되는 데이터로거는 CallBack를 지원하는 데이터로거를 사용함이 적절하다.

(2) 개발 시스템은 철도공사, 수자원공사, 농촌공사등의 모니터링 시스템과 통합하였으나 경보 발생시 상황전파 프로토콜이 관리주체마다 상이하였다. 이를 해결하기 위하여 국제표준인 CAP 프로토콜을 관리주체의 상황전파 프로토콜과 호환 될 수 있도록 프로그램 모듈을 개발하여 적용하였다.

(3) 스마트폰을 이용한 모니터링 시스템은 시설물의 측정데이터, 영상, 경보이력, 상황전파, 관련자에게 신속한 포워딩 등의 기능을 활용할 수 있어 현장 중심 업무가 가능하였다.

(4) 공사 및 공단 등 관리주체을 대상으로 스마트폰을 이용한 모니터링 시스템을 구축할 경우 자체 및 외부 보안 인증을 요구함으로 예산과 관련 요소기술 및 장비를 시스템 설계에 반영하여야 한다.

참고문헌

1. 박동조, “비상재난시 위성망 활용 방안 연구”, 한국과학기술원. 1995. 9.
2. 김지선, “일본의 방재통신 대책”, 한국전자통신연구소.
3. 오광석, 허종성, 김성희. (한국전산원), “정보기술을 활용한 종합방재관리시스템 구축에 관한 연구”.
4. 송유지, 양지호, 김지선, 이준원, “일본의 지진대비 통신망체제의 구축방향”, 주간기술동향 95-32.
5. 砂防 정보통신기술연구회, 2000, 산사태발생 감지와 감시시스템의 현재와 미래, 토목시공, 41권 8호, pp.33-41 (일본어).
6. Brand, EW., Premchitt, J. and Phillipson, H.B., 1984, Relationship between Rainfall and Landslide in Hong Kong. Proc. of the 4th International Symp. on Landslide, Toronto, pp.377-384.
7. Clark, A.R., Moore, R. & Palmer, J.S., 1996, Slope monitoring and early warning system; Application to coastal landslide on the south and east coast of England, UK. Proc. of the 7th International Symp. on Landslide, Norway, pp.1531-1538.
8. 고속철도시설과, “철도재해업무처리규정”, 코레일, 2003.12.
9. 건설교통부, “도로 업무 편람”, 건설교통부, 2001.
10. 건설교통부, “2004년도 방재집행계획”, 건설교통부, 2003.11.
11. 수자원국, “수해관련 업무처리 매뉴얼”, 건설교통부, 2003.11.
12. 건설교통부, “건설교통 재난 재해 대책편람”, 건설교통부, 2003. 12.
13. 국토정보지리원, 측량및 GIS 연구개발 사업 중장기 계획, 2005.3.
14. Daratech, GIS Market & Opportumitie, 2000.
15. 홈페이지, “http://ndms.nema.go.kr”, 국제재난관리정보시스템.

담당 편집위원: 김현기
(한국철도기술연구원)
hkkim@krri.re.kr