

웹 기반의 표준화된 시설물 안전관리 통합시스템 개발 세계적인 기술수준의 IT와 통신기술을 활용한 “시설물 안전관리 System-of- System” 개발 현황



김 훈
한국시설안전공단
시설물네트워크 연구단 단장
(khun@kistec.or.kr)

우리나라는 1970년대 이후에 축조된 SOC 시설물들이 부재의 내구연한이 도래됨에 따른 노후화와 더불어 점차로 고도화, 복잡화, 밀집화, 지중화 됨에 따른 안전과 유지 관리에 관심을 가져야 하는 시대이다.

미국토목학회 보고서(ASCE : Report Card for America's Infrastructure 2005 Grade)에 의하면 SOS 시설물인 교량, 댐 등 노후화 정도가 심한 D급 시설물 보수·보강에 약 2,400조원이 소요되는 것으로 조사되었으며, 5년마다 조사되고 있는 시설물의 노후화 정도는 점점 악화되고 있는 것으로 나타나고 있다.

이러한 시설물에 대한 안전과 유지관리를 위해 미국, EU, 일본 등에서는 시설물에 계측기를 설치하여 거동분석의 Smart Health Monitoring에 많은 관심을 가지고 있으며, EU에서는 2년마다 이와 관련된 학술대회를 개

최하고 있다. 각각의 SOC 시설물에 계측에 의한 Monitoring 시스템을 설치한 예는 많이 있지만, 여러 모니터링 시스템을 그것도 교량, 터널, 사면 등 여러 종류의 구조물을 포함하여 하나의 통합시스템으로 묶는 예는 세계 어느 나라에도 없는 실정이다.

주목해야 할 것은, 세상을 바꾸는 융합기술인 정보기술(IT), 바이오기술(BI), 나노기술(NI) 및 정보통신은 시설물의 안전관리와 유지관리에 접목되어 블루오션인 기존 기술과 다른 신기술인 와해성 기술(Disruptive Technology)이 발전될 전망으로, 계측분야는 무선계측, 광섬유계측, GPS계측 등이다.

현재, 한국시설안전공단에서 수행하고 있는 “국가 주요 시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발” 과제는

웹 기반의 표준화된 시설물 안전관리 통합시스템 개발
 세계적인 기술수준의 IT와 통신기술을 활용한 "시설물 안전관리 System-of-System" 개발 현황

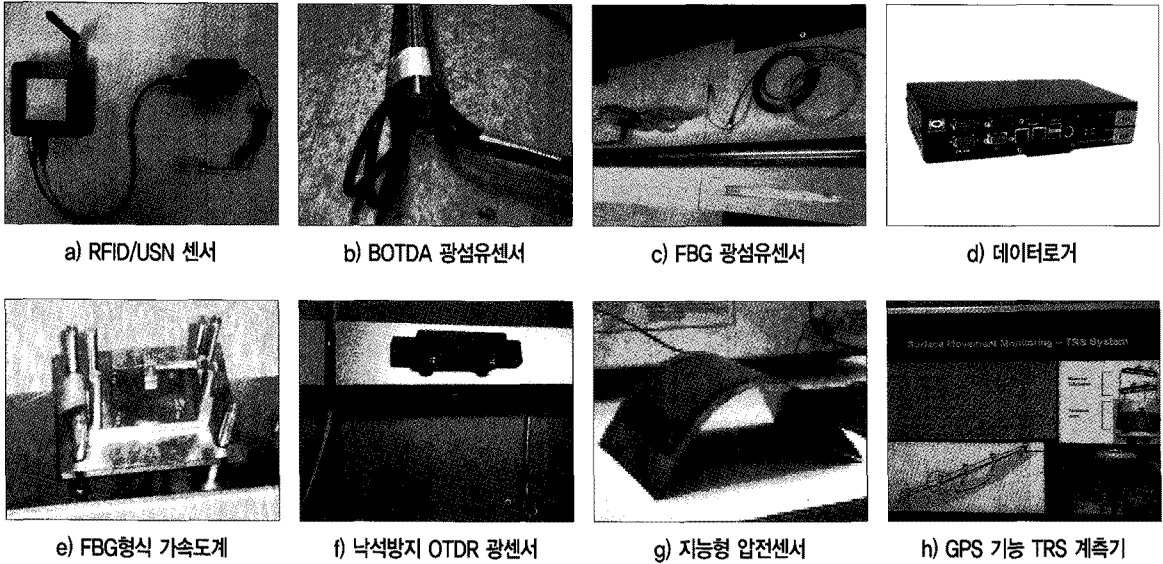


그림 1. 개발한 첨단계측기

- 광섬유센서 등 첨단계측기 개발과 통합관리
- 안전관리시스템 시범구축(교량, 터널, 사면, 지하철, 제방 등 30개소)
- 조기경보·신속대응 자동화 시스템 개발
- 네트워크 통합운영시스템 구축 등에 대해 연구하는 것이다.

광섬유센서 등 첨단계측기 개발과 통합관리

현재까지 사용되어 오던 센서들은 전기식, 전자식이 주종으로, 가벼운 충격에도 고장이 나며, 수명이 짧아 이를 대체하는 방안으로 광섬유센서(FBG, BOTDA), 지능형 센서(RFID/USN, PZT센서) 등 첨단계측기를 개발하여 사용하고 있으며, FBG 광섬유센서에 위치파악 시스템(GPS)을 탑재하여 시설물의 전체적인 움직임을 실시간으로 파악할 수 있도록 하였고, 시설물의 현장상황을 CCTV를 이용한 영상장비에 의해 대용량의 영상정보를 실시간 전송하고, 자동판독하는 기술을 활용하여 안전성 여부를 확인할 수 있도록 개발하였다.

현재 지진재해대책법 제6조에 주요 시설물의 지진가속

도 계측 등에 근거하여 통합관리가 이루어지고 있으며, 이의 형태는 계측기+VPN, 계측기+행망, 계측기+PC+VPN, 계측기+PC+행망, 통합모니터링+VPN, 통합모니터링+행망 등 다양한 형태로 단기간내에 운영체제의 표준화에 따르는 형태로 변천될 것이다.

현재, 한국시설안전공단 네트워크 연구의 통합관리시스템(안)은 다양한 시설물에 대한 통합감시를 통한 실시간 감시체계 구축, 예/경보 시스템과 연동을 통한 사전인지와 조기대응시스템 구축, 재난과 재해 발생 후 사후관리의 문제점 해결, 시설물 안전관리의 일원화, 시설물 관

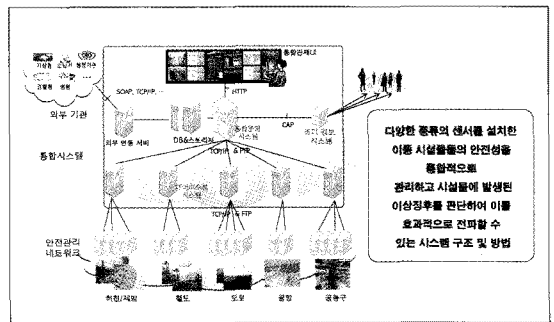


그림 2. 다양한 시설물의 네트워크 구조 및 방법

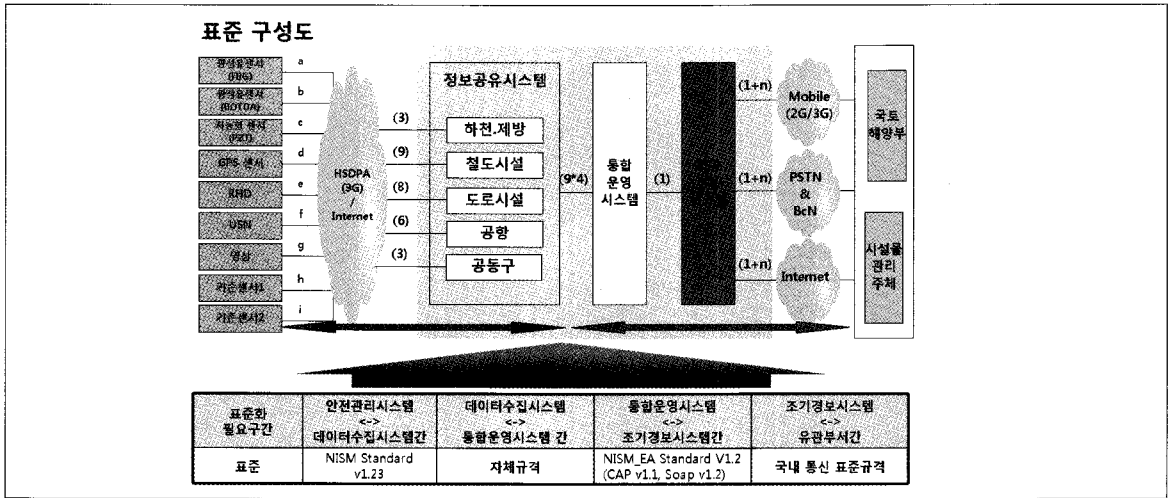


그림 3. 네트워크 통합운영시스템

연 정보 연동 및 관련기관간의 정보공유가 이루어 질 수 있는 시스템을 구축하고 있다.

상기와 같은 계측기 개발과 통합관리는 기존기술과 비교하여 안전성이 높으며 많은 정보의 고속전달이 가능하여 시설물 안전관리에 더욱 적합한 것으로 평가 될 것으로 기대된다. 또한 센서 뿐만이 아니라 계측자료를 저장/분석하는 광섬유센서 데이터 로거, RFID/USN센서, 이미지 센싱 등의 무선과 영상기술 등의 국산화 기술이 활용될 전망으로, 외국 기술에 의존하던 계측과 통합시스템 산업의 활성화에 기여할 것으로 판단된다.

네트워크 통합운영시스템 구축

전국에 흩어져있는 교량, 터널, 사면, 지하철, 제방 및 공항시설물 30개소의 현장 센서로 실시간 계측자료, 영상자료 등은 한국시설안전공단에서 설치된 통합운영 상황실로 전송되고 있다.

설치된 통합운영시스템은 운용 계층 형태로 H/W는 단 위시설물 D/B, 분석시스템, 통합관제를 위해 서버군의 역할과 사양을 규정하였고, 네트워크 장비 및 보안서비스 구성은 외부의 D/B 수신, 내부망 운영 및 각 서버군의 보안등을 고려하고 구축하였으며, 통합운영시스템의 S/W 는 서버군 역할별 S/W 및 모듈 설계와 통합관제 및 보안

에 따른 UI 및 모듈 설계를 고려하여 구축하였다.

통합운영시스템 구성은 다양한 종류의 센서를 설치한 이종시설물들의 안전성을 통합적으로 관리하고 시설물에서 발생한 이상징후를 판단하여 이를 효과적으로 전파할 수 있는 시스템 구조 및 방법을 정립하였으며, 대량의 동적/정적 계측데이터를 효과적으로 수집하고 처리하는 방법을 정립하였다.

향후에 지속적으로 연구되어야 할 내용은 통합운영시스템을 데이터 수집시스템, 통합운영시스템, 조기경보시스템 및 유관기관과의 네트워킹을 어떻게 하는 것이 효율성과 보안성이 고려되어 선택되어 질 것이다.

시설물 안전성평가 시스템 구축

기존에 많이 사용되고 있는 전기식, 전자식 센서를 포함하여, 광섬유센서, 지능형센서, GPS, RFID/USN, CCTV 등을 현장에 설치하여 실시간으로 삼교대교, 횡성 도로사면, 일로-임성리 철도사면, 낙동강 제방, 안진터널 등 20여개 시설물의 상시안전관리 시스템을 구축완료 하였으며, 2011년 상반기 이전에 30개 시설물에 시범구축을 완료할 예정이며, 구축 완료된 시설물로부터 실시간 계측자료를 받고 있으며, 이들 자료는 안전성평가시스템에 의해 분석되어 상황판단 물엔진과 조기경보 시스템과

웹 기반의 표준화된 시설물 안전관리 통합시스템 개발
 세계적인 기술수준의 IT와 통신기술을 활용한 "시설물 안전관리 System-of-System" 개발 현황

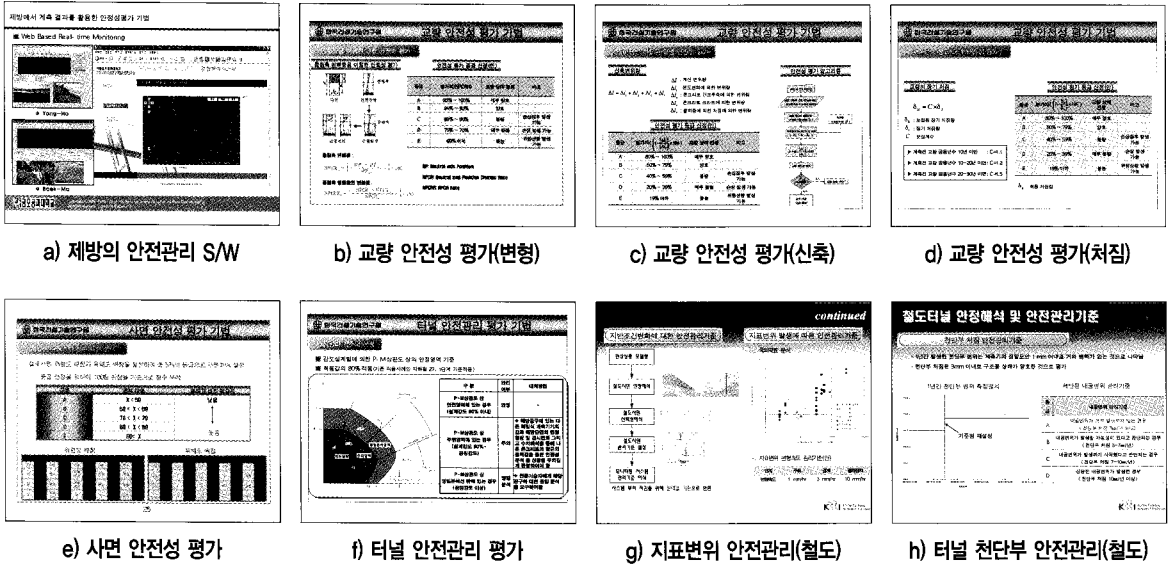


그림 4. 시설물별(제방, 교량, 사면, 터널 등) 안전성평가 시스템

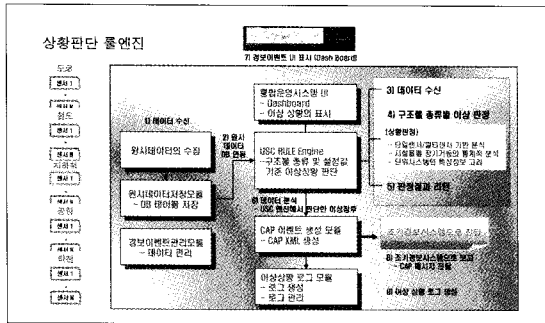


그림 5. 상황판단 플랜진

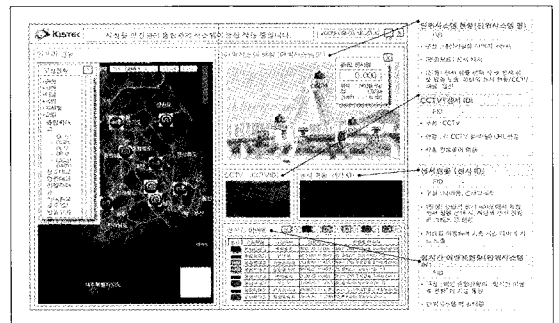


그림 6. 단위시스템과 연동되는 종합상황실 UI 표준모델

연동하는 Process 형태를 갖추고 있다.

안전성평가 시스템에 의한 자료분석 방안으로는 기존의 관리기준치를 적용하는 방안, 시설물별로 변형-응력을 해석하는 상용 Program 및 확률론적 통계기법 방안 등 시설물 특성을 고려한 적정한 안전성평가기법을 개발하고 있는 것으로, 이는 세계적으로 볼 때 최초로 시도되고 있는 것이다.

향후, 시설물 안전성평가 기법의 S/W개발은 안전과 유지관리시 시설물 변형에 대한 이해와 정립을 통해 개발되어야 할 분야로 결국 세계적인 기술력의 경쟁력은 이 분야의 연구 R&D 투자와 상기 시스템의 효용성에 의해 결정될 것으로 판단된다.

종합상황실 (상황감시 UI 표준화)

Testbed 구축된 30개소 현장의 시설물에서 지진, 붕괴 징후, 변형 등 계측기가 설치된 부위에서 이상징후가 발생 할 경우에는 계측자료의 변화값 및 영상정보를 통해 현지의 상황을 실시간으로 보면서 판단할 수 있다.

단위시스템 또는 개별시설물에서 계측되고 있는 자료로부터 안전성평가시스템의 상황판단 플랜진에서 이상 징후시에는 종합상황실의 상황보고·전파 자동화시스템을 이용하여 MMS(Multimedia Messaging System), VMS(Voice Message Service), EMS(Express Mail Service), FMS(Fax Message Service), SMS(Short

Message Service) 등의 매체로 5분 이내에 관련 담당자에게 상황보고를 완료하게 되며, 중앙부처와 시설물 관리주체 간의 표준화된 정보공유에 의해 신속대응하게 대응하므로 국민의 인명과 재산적 손실을 예방할 수 있도록 개발하고 있다.

기대효과

현재 시설물 계측관리시스템은 서해대교 등 11개소의 특수교량시스템, 서울특별시 건설안전본부의 한강상의 6개 교량, 고속도로 32개소, 일반도로 21개소, 일반국도 절토사면 100여개소, 수자원공사 등의 댐관리시스템 및 고속철도 등에 적용되고 있으며, 이는 점차로 확대되고 있는 전망이다. 그러나, 이들 시스템이 갖고 있는 공통점은 시스템 구축을 위해 유사한 시설물의 안전관리 및 유지관리 항목 계측을 위해 사양이 다른 장비들을 도입하고 있고, 범용화/표준화 계측모델이 정립되지 않아 D/B자료를 시설물별로 분석하여 안정성평가와 판단을 하는 S/W 분석기술 적용하고 있어 효용성이 적다는 것이다.

“시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템

개발” 연구단 과제에 대해 선진국에서 많은 관심을 갖고 네트워크 연구단과 기술교류를 맺고있다.

미국의 센트럴플로리다 주립대학교, LA 남가주대, 러시아 모스크바대학의 바우만 공대, 홍콩의 홍콩대학교, 캐나다의 ISIS 등으로 미국, 유럽, 일본과의 기술수준을 비교하여 보면 세계적 수준에 도달하고 있는 것으로 판단된다.

향후, 유비쿼터스 기반의 u- Safe KOREA, u-City 및 시설물 통합모니터링의 시대로 가고 있는 것이다. 이와 관련된 기술은 급격하게 발전하고 있다. 현재와 같은 정부부처별, 관리주체 위주의 “따로국밥” 형태의 Monitoring 사업은 조직과 인력, 예산운영 및 유지관리에 있어서 매우 적절하지 못하다.

더욱이 재난과 재해가 발생할 경우 종합적인 대처가 이루어지지 않아 엄청난 인명손실과 재난피해를 가져올 수 있다. 계측의 표준화와 통합운영의 표준화는 빠를수록 좋다.

이 과제의 연구결과는 시설물의 계측과 IT와 통신을 활용한 통합운영시스템 구축의 표준화에 많은 기여를 할 것으로 판단되며, 통합운영시스템 개발에 대한 지속적인 관심과 투자만이 이 분야의 발전을 도모할 수 있다.

