

지반 분야에서의 시설물 안전위험 자동화 상황전파 시스템 개발

Development of Infrastructure automatic alert populating system in Geotechnical Monitoring field

정재현¹⁾, Jung, Jea Hyen, 김용수²⁾, Kim, Yong Su, 한상재³⁾, Han, Sang Jea

¹⁾ 정회원, (주)지구환경전문가그룹 기술연구소 부장. Email: cagito@nate.com

²⁾ 정회원, 한국시설안전공 기술개발실 기초지반팀, 과장, Email: yskim@kistec.or.kr

³⁾ 정회원, (주)지구환경전문가그룹 기술연구소 소장. Email: hansj@ege.co.kr

Abstract : Gathering information and systemization of infrastructure disaster management is to reduce uncertainties in making decisions and maximize the number of alternations for reasonable decision making. The key object is the progress report & propagation automation system based on sensors, which is major for providing objective data to realize and support decision makings and delivering decision to a certain area, department, manager and other people rapidly. Collecting, reviewing and database of existing progress report & propagation manual in order to achieve networking of safety management on major social infrastructure of the nation, materialization of field-oriented intelligent business process by developing mobile safety management command transmission device and integrating it into facility safety management network.

요지 : 얼마전 판교 근교에 위치한 흙막이 가시설 공사에서 가시설 구조물이 붕괴하여 인적 물적 피해가 발생한 사례가 있다. 그러한 사례가 발생되었음에도 불구하고 현재 흙막이 가시설 구조물 붕괴를 미연에 감지하고 조기 대응하는 방식을 자동화 시스템으로 도입 할 것에 대하여 시공사에서 미온적인 태도를 보이고 있다. 이와 같은 대표적인 이유는 제한된 예산과 계측의 불신임이 가장 큰 이유로 알려져 있다. 비록 지반 시설물에 대하여 현재 센서기반 자동화 계측 시스템을 일부 도입하고 있으나, 현재 운영되고 있는 대부분의 시스템은 계측데이터를 분석하고 시설물 내부 위험을 평가하여 관리주체에 보고 하는데는 상당한 시간이 소요되고, 긴급하게 시설물 이상여부를 보고해야 하는 상황에 자동화 계측시스템이 경고 전파를 적절하게 발휘하지 못하는 경우가 비번하게 발생한다.

따라서, 본 논문에서는 기존 지반관련 자동화 계측의 경고전파체계에 관한 문제점을 살펴봄으로써, 보다 적절한 경고전파 시스템을 제안하며, 제한된 시스템은 국부 단일 계측 설비에 적용 가능할 뿐만 아니라, 지반구조물 안전관리에 활용·연계 될 수 있도록 표준 프로토콜 및 네트워크도 제안하고자 한다.

Keywords : Alarm, Measurement, CAP, Automatic Alert Populating System

1. 서론

재해로부터의 안전에 대한 국민의 요구가 증대되고 있는 오늘날 시설물 안전관리기술 개발의 필요성과 중요성은 더욱 높아지고 있다. 현재 국토해양부에서는 건설교통재난·재해대책편람을 발간하여 국가 주요 시설물에 대한 재난 대응지침을 수립한바 있으나 지령 및 상황전파를 전화나 팩스 등을 이용하고 있어 업무 전달 속도가 현저히 느리고 인력중심의 안전관리 업무처리로 인해 상황발생 시 신속한 대응이 저하 될 수 있다.

또한 최근 토목공사 및 유지관리 부문에서도 IT기술의 발전으로 자동화 계측 시스템을 도입하고 있으나, 운영되고 있는 대부분의 시스템은 계측 현장에서 자동으로 데이터를 수집하고 로컬 컴퓨터에 저장만 하는 실정으로 계측데이터를 분석하고 시설물 안정성 평가하여 관리주체에 보고하는 업무는 인력에 의존하게 할 수 밖에 없다. 따라서 긴급하게 시설물 이상여부를 보고해야 하는 경우에는 상당한 지체시간이 발생되며, 자동화 계측시스템의 실시간 계측 및 경보발생능력을 적절하게 활용하지 못하게 된다.

2. 시설물 안전·위험 자동화 상황전파 시스템 개발

2.1 국내 상황전파 실적 조사

현재 국내 시설물 안전관리 상황보고·전파 기술은 시설물에 발생하는 정보를 수집하는 계측 장비 및 시스템과 발생 정보를 각 현장 및 담당자, 부처에 전파하는 시스템으로 구분 지을 수 있다.

현재 국내의 시설물 안전·위험 상황전파체계를 수립하는데 있어 노출된 문제점은

- ① 토목 및 건축시설물에 적합하고 경제성 및 효율성을 고려한 다중 공용망 접근 장비가 국내에는 제품화 되고 있지 않는 상황.
- ② 국가주요시설물의 방재정보 시스템 내에서의 상황보고·전파 시스템은 각 관리주체별로 독자적인 시설물 DB를 구축하여 운영하고 있으며, 이에 따라 각 시설물에 관한 정보의 중앙 집중화에 막대한 노력이 필요.
- ③ 국가 주요 시설물의 재난 대응 전달 방법은 현재 유선, FAX로 이루어져 있어 상황 보고 및 대응 지침 전달의 지체 발생
- ④ 국가 재난 관리 시스템에서는 인터넷을 이용한 재난 상황보고 및 대응 지침 전달이 이루어지고 있으나 재해 현장 발생지역에서는 유선 보고에 의존.
- ⑤ 국토해양부에서는 재난·재해 대응 업무 시나리오를 발표한 바 있으나, 이는 네트워크 및 IT 기술 등의 첨단기술과 융합되지 않아 재난 업무에 효율적인 활용 및 적용이 미흡
- ⑥ 국가 재난 관리 시스템에서는 인터넷을 이용한 재난 상황보고 및 대응 지침 전달 및 신속한 대응 지침 하달 체계를 구축하였으나, 시설물의 특성 및 재난 유형을 고려한 맞춤형 대응 메시지 수립에는 미흡한 실정.
- ⑦ 선진국의 예방을 우선시하는 정책보다는 사후관리를 우선시하는 정책으로 안전관리의 기본이 되는 모니터링 분야의 활용이 미흡한 실정.
- ⑧ 시설물 유지관리, 피해유발 자연재해 및 인위 재난 관련 법령이 13개 부처별로 70여개에 이르고 있어 법률 상호간의 연계가 현실적으로 불가능하며, 피해발생시 부처 간 업무 협조체제의 긴밀성 또한 어려워 상황 발생 시 신속한 대응이 곤란한 상황

현재 국내에서는 도로, 하천, 댐 등 국가 1, 2 종 시설물의 정보공유 시스템을 일부 구축하여 활용하고 있으나, 시설물 및 시스템을 운영하고 있는 업무 주체가 달라 타 분야에서의 시설물 안전관리부분에서의 정보 활용은 매우 저조한 상태이다. 특히 정보공유시스템은 점검보고서, 손상사진 및 도면과 같은 방재 담당자 관련 업무에서만 국한되어 활용되고 있으며, 발생한 자료의 표준화 및 통합화는 현재 미흡한 실정이다.

시설물 안전관리 분야에서 선진 기술을 보유하고 있는 일본, 미국 등에서는 국가차원에서 시설물의 안전관리를 수행함으로써, 정부 주도의 네트워크 및 정보 교환 표준 체계를 마련하고 있어 체계화된 시설물정보를 활용할 수 있다. 따라서 국내에서 시설물 안전관리분야에 현실적으로 활용될 수 있는 상황전파시스템을 구현하기 위해서는 계측 데이터의 저장, 정보공유 체계, 상황전파 프로토콜, 실시간 시설물 안정성 분석 및 평가기술의 표준화뿐만 아니라, 각각의 관리주체 정보공유 시스템을 잘 활용하고 각 부처 간 상호 협력체제를 고려한 시스템 설계를 수행해야 할 것으로 보인다.

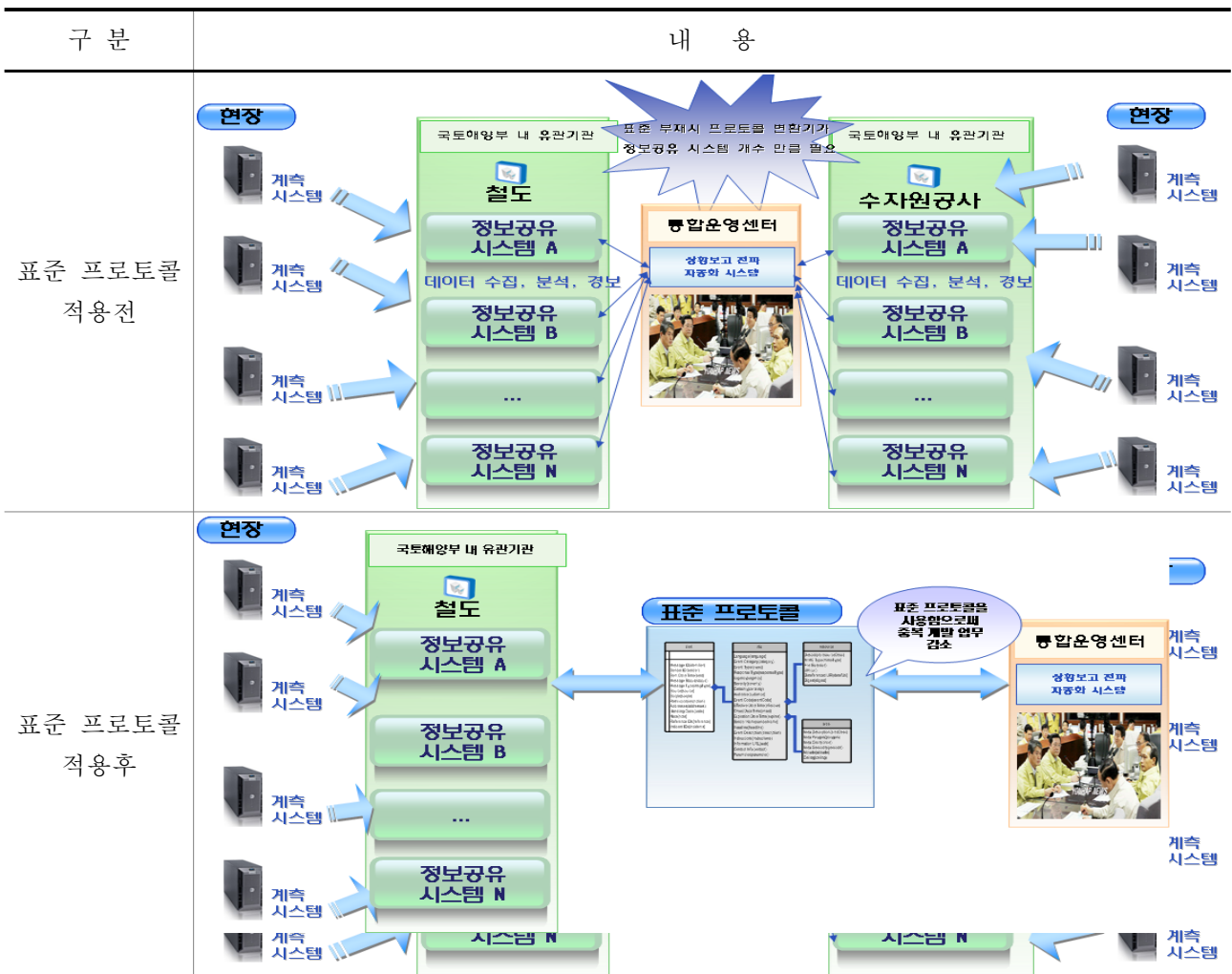
2.2 시스템 설계 및 구축

센서 모니터링을 활용한 시설물 안전·위험 자동화 상황전파 시스템을 개발하기 위하여, 상황전파 미디어 및 중계기 표준화 기술 검토, 데이터베이스 설계, 센서 기반 정보공유 서비스 설계, 시스템의 안전관리 의사결정 프로세스 설계를 수행함으로 “센서 측정후 5분 이내 경보발생/전파”를 기본 설계 사양으로 설정하였다.

① 안전관리 상황전파 프로토콜의 표준화

표-1과 같이 표준 프로토콜이 도입되기 전에는 통합운영센터에서는 각각의 관리주체별로 계측 정보 공유시스템에 프로토콜 변환기가 필요로 하여 통합화 하는데 상당한 노력이 필요로 한다. 반면 표준 프로토콜이 도입될 경우 프로토콜 변환기의 중복 개발이 해소되어 관리주체간, 통합운영센터 - 관리주체간의 표준화된 프로토콜을 활용할 수 있어, 분산된 정보를 통합하고 공유하는데 용이한 시스템으로 활용 될 수 있다.

표 1 표준 상황전파 프로토콜 활용방안



현재 소방방재청, 국토해양부등에서 운영하고 있는 재난/재해 관련 상황보고·전파 시스템은 센서 계측데이터에 기반 한 경보가 이를 활용 하고자 하는 다른 방재 모니터링 시스템에 어플리케이션 프로토콜이 서로 호환되지 않아 자동화된 경보전파체계를 이루지 못하고 있으며, 전화, 팩스, e-mail등 인력

중심으로 경보 전파가 이루어지고 있거나, 호환 가능한 계측데이터 획득을 위한 계측 장비 및 시스템을 중복 설치하고 있다.

본 연구에서 제안한 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.[재난관리표준학회 1회 학술세미나]. 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.

② 데이터베이스 설계 및 구축

데이터베이스설계는 일반적으로 요구사항 수집, 분석, 개념적설계, 논리적 설계, 물리적 설계의 순서로 진행된다. 그림 1는 데이터베이스 설계 후 구현성과물중 하나인 ER-Diagram을 도시한 것으로써 국제 시설물 경보전파 프로토콜인 CAP을 지원하며 국내 주요 시설물을 대상으로 전국 규모의 상황 전파 시스템에 기반 데이터베이스로 활용할 목적으로 설계/구현되었다.

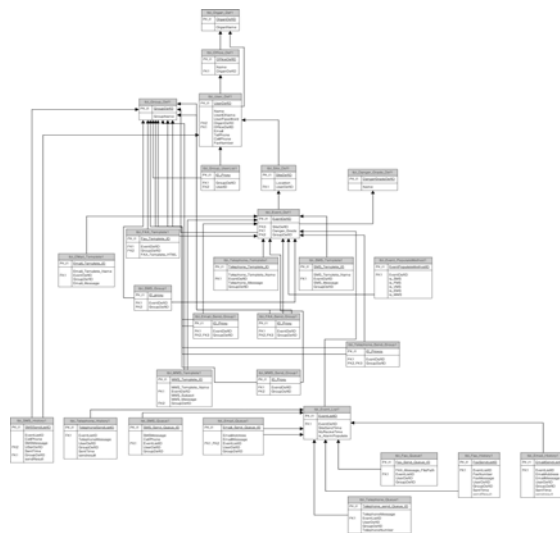


그림 1 상황전파 데이터베이스 ER-Diagram

③ 프로그램 설계 및 구축

상황보고/전파 자동화 프로그램은 다중의 경보 표출 방법을 지원하는 국제표준 경보 프로토콜 (CAP : Common Alerting Protocol)기반 경보전파중계시스템에 관한 것으로, 그림 2와 같이 계측기를 통해 수집된 데이터를 수집 및 저장하고, 저장된 데이터를 다양한 장치에 연결된 경보 장치에 표출하며, 네트워크를 통해 수집된 데이터를 다른 위치의 경보 장치(시스템)에 중계 및 전파할 수 있는 다중의 경보 표출 방법을 지원하는 CAP기반 경보 프로그램이다.

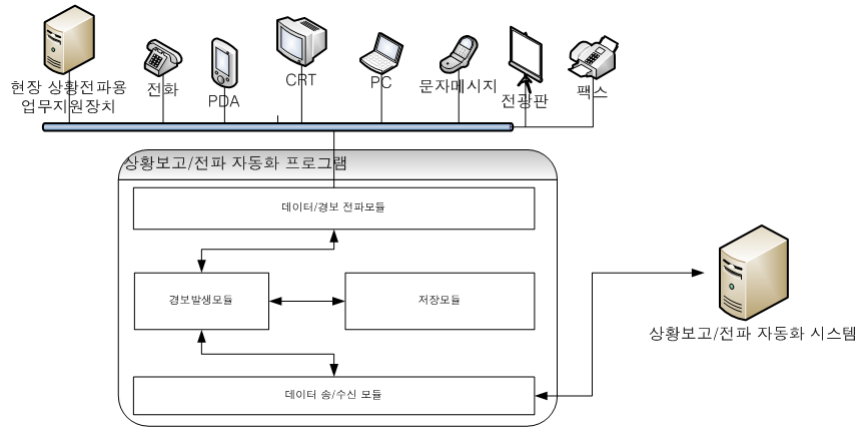


그림 2 상황보고·전파 자동화 프로그램

표 2와 같이 상황전파 시스템(APS)은 APB(Alert Populating Database), APP(Alert Populating Program), APW(Alert Populating WebService)등 3개의 핵심 프로그램을 포함한 시스템으로써 전기, 전자, 토목, 환경 등을 포함하는 각종 계측 분야에 설치된 계측기 및 센서로부터의 경보 및 계측데이터를 상황전파 시나리오에 따라 VMS(Voice mail service), 단문문자메시지(SMS), FMS(Facsimile mail service), 멀티문자메시지(MMS), 전자우편(E-Mail), 전광판을 포함한 다수의 경보전달수단으로 전환하여 RS-232C, LAN 등의 유선통신 및 무선랜, 블루투스, CDMA 모뎀, 테트라 모뎀, RF 등의 무선통신을 통하여 복수의 경보전파수신장치 또는 국제표준프로토콜(CAP) 기반의 경보전파용 수신장치로 전파하는 역할을 수행하게 된다.

표 2 상황전파 프로그램의 구성

프로그램명	설명	비고
APB	<ul style="list-style-type: none"> Alert Populating Database 상황보고·전파자동화데이터베이스 	MSSQL2.5K
APP	<ul style="list-style-type: none"> Alert Populating Program 상황보고·전파자동화프로그램 미들웨어(서버 및 상황전파장치) 프로그램 (분산 에이전트 수행 가능) 	VS.NET2005 C# C/S Type
APW	<ul style="list-style-type: none"> Alert Populating WebService 상황보고·전파자동화웹서비스(웹페이지포함) 최종 사용자 및 관리자용 웹 서비스 프로그램 	Internet Explorer NoActiveX

APS(Alert Populating System) = APB+APP+APW

3. 시스템 시험운영

본 시스템의 현장 적용성을 검토하기 위하여 2009년에 15개의 주요시설물에 약 1500개 정도의 센서 규모로 시험운영 하였다.

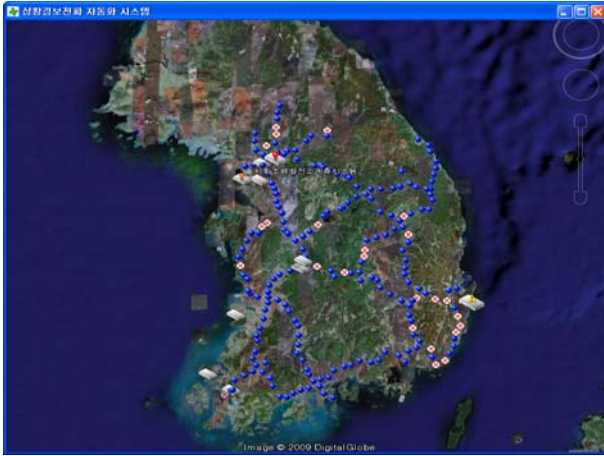


그림 3 상황전파 자동화 시스템 운영 화면



그림 4 3D-GIS 기반 상황 전파 시스템

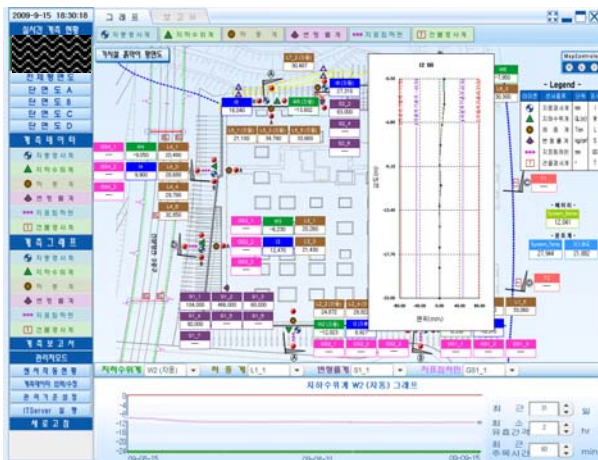


그림 5 가시선 계측 상황전파 시스템



그림 6 연약지반 체체 성토 상황전파 시스템

시험운영 결과는 다음과 같다.

- ① 현재 대부분의 계측시스템은 15분~1일 간격의 계측빈도를 채택하고 있어 시스템 최고 목표인 “센서 측정후 5분 이내 경보발생/전파”에는 달성하지 못하였으나 향후 현장 자동화 계측시스템의 계측빈도를 5분 이내로 줄일 경우 5분 이내 상황전파는 충분히 가능할 것으로 판단되었다.
- ② 개발 시스템에서는 철도공사, 수자원공사, 농촌공사등의 계측 시스템을 표준 프로토콜로 연계함으로써 본 연구에서 제안하였던 상황전파 표준 프로토콜인 CAP을 도입/활용 가능하였다.
- ③ 그림 4과 같이 센서 및 계측기의 위치와 경보상태를 3D 및 색상으로 표출함으로써 GUI가 직관적이며, 기존 테이블 기반 표출 시스템보다 가독성이 향상 되었다.
- ④ 그림 5와 같이 가시선 계측 부분에 현업 운영 결과, 센서 측정부터 경보 전파까지 모든 과정이 자동으로 이루어져 앞으로 시공 리스크가 높은 가시선 계측 분야에 널리 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.
- ⑤ 그림 6과 같이 연약지반에 시공하는 저수지 체체 성토시 계측 경보를 감안하여 성토 속도를 최적으로 하여 성토관리가 가능하기 때문에 안전하고 신속한 성토 관리를 실현 할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 “국가주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축”의 연구지원비에 의해 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

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 & Opportunitie, 2000
15. 홈페이지, “<http://ndms.nema.go.kr>”, 국제재난관리정보시스템