

강원지방 낙석 및 산사태 방지 대책을 위한 연구

A Study on Rockfall and Landslide Prevention Countermeasure in Kangwon Provincial

김식영* · 이승호** · 황영철*** · 이종인****

Kim, Sik Young · Lee, Seung Ho · Hwang, Young Cheol · Lee, Jong In

Abstract

In our country it develop damage reduction and prediction technology for prevention the danger of the rockfall and landslide which is repeated yearly. And it constructs integrated and efficient the misfortune management system it will be able to manage. So We will accomplish aims that is the rockfall and landslide damage occurrence reduction.

key words : Rockfall, Landslide, Prevention, Prediction technique

1. 개요

우리나라는 국토의 대부분은 산악지형으로 이루어져 있어 산업 및 도시의 발달에 따른 새로운 택지조성, 도로개설 및 산업기지 건설, 대규모 주택단지 개발 등으로 자연사면을 변형시키는 규모나 빈도가 증가하고 있으며, 이에 따라 필연적으로 절·성토 사면 등이 형성되어 사면 붕괴 및 암괴의 낙반이 발생되고 있으며 겨울철에는 자주 발생하는 산불로 인한 지반강도 저하와 여름철 집중호우로 인한 산지의 간극수압 증가와 지반 유효응력 감소로 산사태가 자주 발생하고 있다.

따라서 본 연구에서는 재해·재난 예측 및 관리 분야 기술로써, 우리나라에서 매년 반복되는 낙석 및 산사태 위험을 사전에 인지하고 대처할 수 있는 통합적이고 효율적인 사면연구 전문센터를 운영함으로써 낙석 및 산사태 발생을 최대한 억제하고 발생빈도 및 피해를 점차적으로 감소시키는 재난관리체제를 구축하기 위해 수행되었다.

2. 낙석 및 산사태 현황

우리나라의 지형적·산업적 특성과 더불어 매년 반복되는 여름철 국지성 집중호우로 인해 발생하는 낙석 및 산사태 위험은 최근 들어 더욱 증가되고 있어, 국민의 재산 및 인명을 보호하기 위해 낙석 및 산사태지역에 대한 올바른 이해와 이에 대한 적절한 대책이 필요한 실정이다. 따라서 강원도 지역에 대한 낙석 및 산사태 위험지역을 사전에 인지하고 대처할 수 있는 구체적인 장치 및 보강대책 방안의 마련이 시급하다.

지금까지의 연구는 주로 유지관리시스템과 같은 시스템 개발에 관한 연구가 이루어졌으며, 실제 연구 성과가 현장에 보편적으로 적용되는 사례는 적다. 유지관리시스템은 말 그대로 현황 파악을 하여 정보화하고 위험상황 알림과 같은 기능을 수행하는 것이지 실제 낙석 및 산사태를 억제하는 적극적인 실용화 기술 개발과는 거리가 있다. 그렇기 때문에 비용대비 실적이 저조하여 매년 같은 피해가 되풀이 되고 있다(표 1 참조). 매년 같은 지역에서 낙석 및 산사태 재해가 재발하는 것은 기존의 연구 성과가 미약해서가 아닌 지속적인 관리 및 발생역지 기술개발에 대한 연구가 충분히 뒷받침 되지 못하고 있기 때문이다.

* 비회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 · 석사과정 · E-mail : ksy520@paran.com
** 정회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 · 교수 · E-mail : shlee@sangji.ac.kr
*** 정회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 · 교수 · E-mail : ychwang@sangji.ac.kr
**** 비회원 · 원주지방국토관리청 · 건설관리과장 · E-mail : leji@moct.go.kr

표 1. 최근의 자연재해로 인한 낙석 및 산사태 피해액(소방방재청 통계자료)

년도	낙석 및 산사태로 인한 피해액	총 재해 피해액에 대한 비율	비고
1999	약 3천 2백억원	26.2%	
2000	약 8백억원	12.6%	
2001	약 3천 6백억원	29.0%	
2002	약 1조 3천억원	20.7%	
평균	약 5천 1백억원	약 22%	

최근 국내에서는 다각적으로 위험 인공·자연사면에 대한 대책공법의 개발 및 시스템 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 또한 이러한 현실과 더불어 관련 정부기관에서도 위험사면에 대한 기술 개발과 유지관리에 대한 관심이 더해지고 있다. 하지만 국내 방재 기술력의 한계와 사회전반적인 인식 부족으로 인해 전문적인 기술력 개발과 이를 위한 교육이 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

낙석 및 산사태와 같은 자연재해 방지 및 피해저감을 위하여 여러 기관에서 수행 중에 있으나 전국에 확대 적용에서 많은 비용 소요와 적용지역의 한계성을 가지고 있으며 낙석 및 산사태를 적극적으로 억제하는 보강 또는 보수개념의 기술개발 측면은 미흡한 실정이다.

자연재해방지기술개발사업 1,2단계 연구에서는 산사태, 홍수, 해수침투 및 지질환경재해의 평가·예측을 위한 연구기술 개발 및 현장적용, 산사태 관련 DB 구축, 각 지질재해 분야별 발생인자 분석 및 정량적 지질재해 발생확률 산정기법 등을 연구하고 있으며, 한국건설기술연구원, 한국도로공사, 철도기술연구원, 임업연구원에서 국내 국도, 고속도로, 철도변 절개사면, 임도의 안정성 평가 및 보강 설계 작업을 각각 담당하고 있어 관리체계가 다원화되어 효율적인 종합·유지 관리가 어렵다.

또한 방재연구소는 국내 산사태 및 절취사면 재해에 관련해 방재행정 측면의 업무 수행하며 산사태 재해 관련한 기초연구는 소규모로 수행하고 있으며, 사면붕괴와 관련된 연구는 단발적으로 한국지질자원연구원, 임업연구원에서 연구 중에 있다. 인공절취 사면에 대한 연구는 국내에서 유일하게 한국건설기술연구원과 한국시설안전기술공단에서 공동으로 수행하고 있으며 1997년부터 지금까지 연간 300~500개의 절취현장을 정밀지질조사, 안정성해석, 대책공법 제시, 소요예산 산정의 연구를 수행하고 조사우선순위기법, 투자우선순위기법, 대책공법 전문가시스템 개발에 집중적인 연구를 수행하고 있다.

3. 낙석 및 산사태 방지 방안

최근 국내에서는 다각적으로 위험 인공·자연사면에 대한 대책공법의 개발 및 시스템 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 또한 이러한 현실과 더불어 관련 정부기관에서도 위험사면에 대한 기술 개발과 유지관리에 대한 관심이 더해지고 있다. 하지만 국내 방재 기술력의 한계와 사회전반적인 인식 부족으로 인해 전문적인 기술력 개발과 이를 위한 교육이 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서 첨단기술의 개발과 함께 기존 기술력의 효율성을 증대시킬 수 있는 효율적이고 통합적인 운영 관리와 함께 지속적인 교육을 통해 방재참여의식을 고찰시킬 수 있는 체계가 필요하다. 이를 위하여 일반 및 위험사면에 대한 각각의 정보를 종합적으로 수집·관리하여 공공기관 및 관련기관에 대해 상시적으로 상황과 정보를 제공하고, 또한 위험지역에 거주하는 주민들의 자발적인 방재참여 교육과 위험징후 신고를 유도할 수 있도록 교육을 실시하고 지속적인 현장조사와 기술개발을 통해 전문적인 인력 양성과 매년 재해발생 빈도를 현저하게 감소시킬 수 있는 사면전문교육연구센터를 건립하고자 한다. 낙석 및 산사태 전문교육센터에서는 본 연구 시작부터 종료 후에도 연구 성과에서 얻어진 기술력 및 노하우를 바탕으로 지속적인 유지관리 및 기술개발을 통하여 국내외 사면전문가들에게 정기적으로 교육을 실시하고, 방재기술력 수출과 그로인한 수익을 창출하여 재정자립을 확고히 해야 한다. 이러한 연구가 성공적으로 진행되었을 때 방재기술의 해외 의존도에서 벗어나 순수 국내 기술을 기반으로 한 방재기술 수출국으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

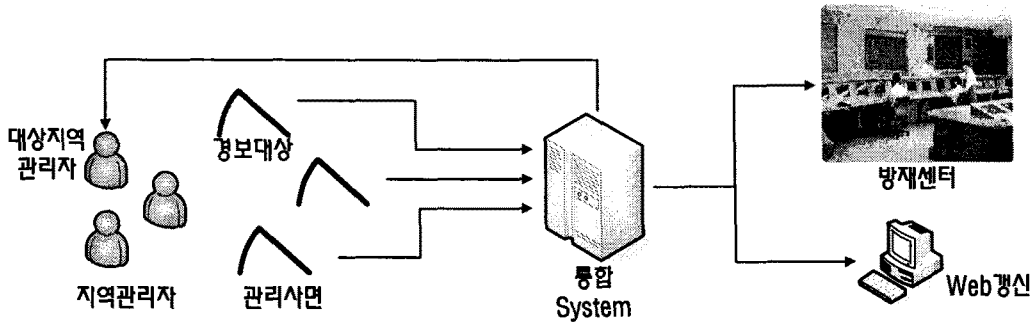


그림 1. 재해·재난 통합 관리시스템 경보체계

4. 연구개발 계획 및 활용

WEB기반 지능형 재해·재난 통합 관리시스템은 붕괴상황예측 및 현 상태의 도로 이용자에게 실시간으로 정보를 제공할 수 있는 시스템과 감지장치 및 계측기로부터 현장 Data실시간 수집과 분석, 이를 이용한 위험지역의 안정화 대책방안 선정 자동화 시스템을 구축함은 물론 기상청의 강우정보와 현장 강우측정 정보를 이용한 실시간 안정성 분석과 이에 따른 예·경보 시스템 등으로 구성될 것이다. 또한 신설된 사면에 대한 현장 조사 자료와 정기점검에 의한 조사 자료를 현장에서 즉시 전달받아 위험등급 평가에서 안정해석을 통한 대책방안 선정 및 정보제공에 이르기까지 모든 공정을 자동화 할 것이다.

건설공사 중 비교적 높은 비중을 차지하는 사면공사비 절감을 위하여 강우를 고려한 사면 설계와 표준화 되지 못한 낙석에너지 평가방법, 설치기준의 변화에 따라 다양한 형태의 낙석방지울타리 설치, 변화되는 시설기준을 만족시키기 위한 경제적 방안 필요성 등 낙석 방호시설 관련 업계의 의견을 수렴한 낙석방호시설 성능평가 시험시설 구축 및 시험방안 수립도 핵심기술의 기반기술에 포함되어 있다.

광역적인 산사태 위험 평가를 위해 주기적 인공위성 영상처리 기술개발과 이를 이용한 인공위성 영상과 산사태의 상관관계를 분석하여 최종적으로 광대역 산사태 예경보시스템을 구축하여 WEB기반 재해·재난 통합 관리시스템과 연계되어 운영될 것이다.

향후 본 연구에서 개발된 공법 및 기술 적용을 통해 위험지역의 안정화가 진행된 이후에도 기존의 낙석·산사태 위험지역에서 지진으로 인한 낙석 및 산사태가 재발할 수 있으므로 재발과 피해를 저감시킬 수 있는 첨단기술개발과 항구적인 재난관리체제를 구축하고자한다.

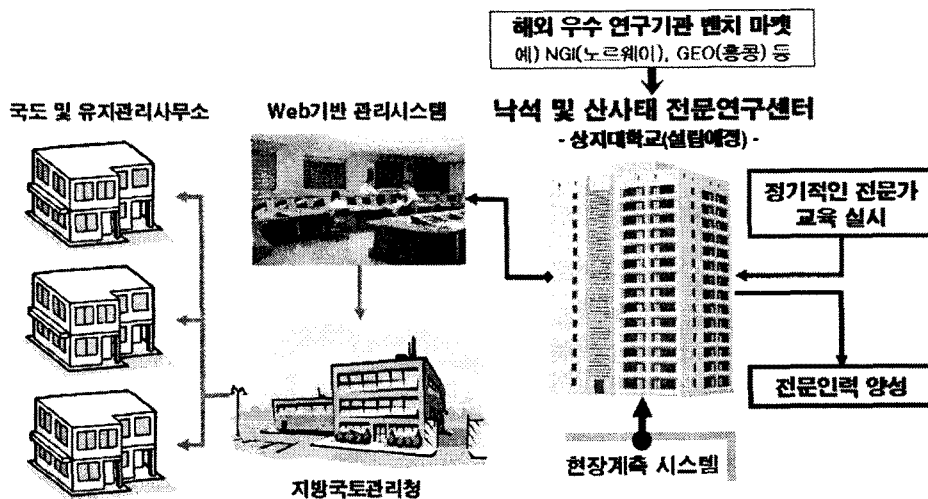


그림 2. 지능형 재해·재난 통합 관리시스템 개발 및 구축 개요

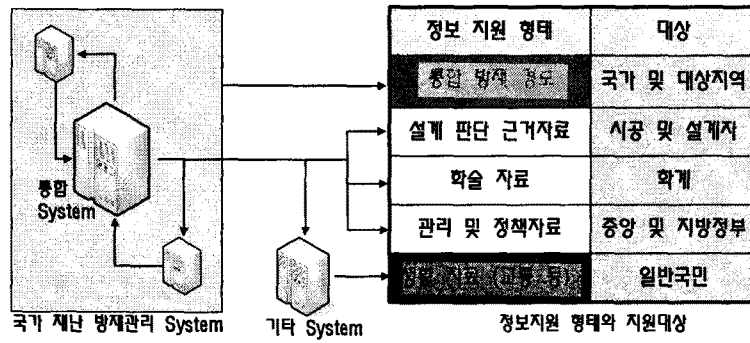


그림 3. 지능형 재해·재난 통합 관리시스템 활용 개념

본 연구의 결과물은 국가적 차원의 재해예방 정책 결정 자료로 활용되어 우선투자 대상 선정에 가장 정확하고 기본이 되는 자료제시와 위험 사면 관리 기준 도출에 의한 경제적 유지 관리가 가능할 것으로 판단된다. 또한 사면연구센터의 설립을 통해 첨단기술의 개발과 함께 기존 기술력의 효율성을 증대시킬 수 있는 효율적이고 통합적인 운영 관리를 실시하고, 교육시스템의 구축을 통한 지속적인 사면방재 교육을 실시하여 전문 인력 양성 및 방재참여의식을 고찰시킬 수 있는 체계를 구축할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 낙석 및 산사태 방지를 위한 체계적인 재난관리체계를 구축하기 위하여 수행중에 있으며, 연구수행에 따라 다음과 같은 기대효과를 볼 수 있을 것이라 판단된다.

- (1) 낙석 및 산사태 방지를 위한 차세대 전략기술 개발 연구는 자연재해로 인한 물류비용 소모 최소화로 유통 및 전반적인 제조업들의 생산 활성화를 도모하며, 유비쿼터스 기반의 첨단 시스템을 이용한 유지관리로 IT산업의 다방면화를 유도 할 것이다.
- (2) 연구를 통해 개발된 시스템과 국가 재난방재 관리 시스템과 연계하여 정보의 공유를 통한 통합적 재난 관리 체제 운영가능하며, 재해 교육전문기관에 의하여 양성된 전문가들에 의한 국토 전체의 낙석 및 산사태 위험도 평가 및 관리 체제 구축이 가능하다.
- (3) 전자기술 및 계측기술의 발달로 지반의 거동을 예측할 수 있는 첨단장비들이 점차 개발될 것이며, 이러한 기술들과 연계하여 더욱 향상된 낙석 및 산사태 관리체제의 구축이 가능할 것으로 기대된다. 더욱이 낙석과 산사태로 인하여 매년 반복적으로 발생하는 재해는 과학적이고 체계적인 낙석과 산사태 유지관리로 인하여 매년 약 5% 정도의 재해 발생 저감을 목표로 수행될 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 지역특성화사업(강원권역) 낙석 및 산사태 방지를 위한 차세대 신기술 개발의 연구 일환과 낙석 방지 및 사면보강 연구회의 일환으로 수행되었으며 건설교통부 및 낙석 및 산사태 방재연구단 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 이승호(2002), 강원도 산악도로 절개사면의 파괴특성 분류에 관한 연구, 한국지반공학회 사면안정 학술발표회(사면안정 조사 및 대책)
2. 이승호 외 3명(2001.5), 강원도 동부 산악지형 사면붕괴 형태 분석, 대한토목학회 2001년 학술발표회 논문집
3. 황영철(2001. 9), 고속도로 절토사면 관리를 위한 데이터베이스 프로그램 개발, 한국암반공학회
4. 이승호 외 3명(2000.11), 강원도 산악지형 도로사면 붕괴특성 및 유지관리, 한국지반공학회 사면안정 학술발표회(사면안정 조사 및 대책)
5. 이사로, 1999, GIS를 이용한 산사태 취약성 분석 기법 개발 및 적용 연구, 연세대학교 박사학위 논문