

사면 조사 관리기술에 관한 연구

백 용¹⁾, 권오일²⁾

¹⁾ 한국건설기술연구원 지하구조물연구실 책임연구원

²⁾ 한국건설기술연구원 지하구조물연구실 연구원

1. 서론

최근 기상이변과 더불어 자연재해 발생이 많아지고 있는 실정이며, 이와 더불어 사면붕괴 및 산사태의 발생도 많아지고 있다. 국내 지질의 경우, 풍화에 약한 화강암질 암석이 대부분 존재하고 있고 토층과 암반층의 경계가 명확한 지반특성을 가지고 있어 집중강우에 의한 쏘굴 및 표층유실 발생이 용이하다. 이외에도 과거의 기상상황과 다르게 폭우에 가까운 계절라성 호우로 인하여 사면붕괴가 발생하므로 사면의 유지관리가 종전과는 사뭇 다르게 처리되어야 될 상황이다.

집중호우에 의하여 매년 발생하는 사면 붕괴 및 산사태 발생은 평균 20여건 이상에 달하고 있으며 인명피해 또한 적지 않다. 그러나, 국내 사정상 사면분야에서는 여러 문제점을 가지고 있다. 먼저, 유지관리 측면에서는 기관별 특성에 맞추어 관리를 실시하고 있으며 해당 예산의 차이로 인하여 효율적인 관리가 이루어 지지 않고 있다. 반면, 사면계측분야에서는 급속한 기술개발로 인하여 재해 저감에 경주하고 있는 실정이다. 조사 분야차원에서 살펴보면 사면조사 전문인력의 부족을 들 수 있다. 따라서, 조사 부분의 기술이 대중화되기 보다는 전문화가 되어 유지관리 담당자에게 제대로 전달되지 못하는 경우가 발생하곤 한다. 조사 부분의 기술을 정량화하고 사면의 상태를 점수화 하여 관리한다면 보다 효율적인 유지관리가 되리라 생각된다. 또한, 자료관리의 차원에서 살펴볼 수 있다. 대부분의 사면 조사 자료는 조사자의 의견이나 기관의 성격에 따라 달리 자료를 보관 관리분석하고 있다. 이에 따라, 체계적인 사면유지관리가 이루어지지 않고 있으며 수집된 자료의 분석 및 검토가 상이하여 혼선을 유발하기도 한다. 수집된 사면 자료의 관리를 위한 데이터베이스 시스템의 개발도 필요할 것으로

기술기사

생각된다.

본 연구에서는 기존의 사면유지관리체계의 문제점을 분석하고 해결방안에 대하여 연구를 수행하고 새로운 방안을 제시하고자 한다. 본 연구는 국토해양부 지역지식 혁신사업의 일환으로 수행된 내용의 일부를 발췌한 것이다. 현재 연구가 진행되는 단계이며, 추가적인 연구가 수행됨으로 인하여 새로운 연구결과가 더 많이 도출되리라 생각된다.

2. 연구동향

국내의 경우, 사면 관련 연구는 유지관리분야에서 급속한 기술발전이 이루어지고 있다. 특히, 사면의 붕괴를 사면에 방지하기 위하여 계측분야의 기술 성장은 두드러진 양상이다. 종래의 사면 계측은 수동 및 반자동의 형태이었으며 단순한 지반의 변위를 감지하는 형식을 취하였으나, 최근에는 IT 기술과 관련하여 무선 모뎀 및 휴대폰을 이용한 자료 전송, 광섬유 등의 신소재를 이용한 계측 센서의 개발등이 돋보이는 기술개발이다. 개발된 기술에 대한 현장 적용성 검토도 활발히 이루어지고 있으며 한국건설기술연구원과 한국도로공사와 협력하여 영동고속도로에 시범설치하여 운영중에 있다. 이외에도 실내 실험을 통한 센서개발, 판독기 개발 등의 연구도 학계를 중심으로 수행되고 있다.

사면조사 분야에 대하여 살펴보면, 기존 사면조사는 조사자가 일일이 현장에서 자료를 수집하고 사무실에서 정리하는 이원화 단계로 추진되었다. 그러나, 자료의 송수신 기능을 가지면서 수집자료의 분석기법을 가질수 있는 기법이 국내외에서 개발되고 있다. 사면 조사 장비 개발을 추진하는 연구팀으로는 다양한 기관에서 시도되고 있다. 그 예를 살펴보면, 김기홍 등(Kim et al. 2006)

은 GPS, 네이게이션, 디지털 카메라 기능 등이 접목된 차량 탑재 모바일 맵핑 시스템을 이용한 도로구조물 자료취득 기법에 관한 연구를 수행하였다. 국립방재교육 연구원의 심재현 등(2006)은 디지털카메라 기능이 포함된 상용 PDA와 소형 GPS 수신기를 통합한 실시간 피해조사 시스템을 개발하였다. 국립산림과학원에서는 윤호중(2006) 등은 GIS를 이용한 산사태 위험지 관리 시스템 개발의 일환으로 PDA를 이용한 조사장비를 개발하였다. 황상기 등(2005)은 암질과 토질 판독의 정량화를 위한 조사용 PDA 시스템과 실무자용 지반정보 시스템을 개발하였다. 이탈리아의 G. Gallerini 등(2005)은 산사태의 조사와 모니터링을 위한 기초적인 작업을 수행하는 현장 맵핑 GIS 소프트웨어를 개발하였다.

3. 사면조사장비

본 연구에서 개발하고자 하는 사면조사장비에 대하여 설명하고자 한다. 기본적으로 PDA를 활용하는 것이다. 사면조사 현장의 자료를 PDA기기를 통하여 개발된 프로그램을 이용하여 무선통신 방식으로 송수신하고 자동으로 D/B화 할 수 있도록 하는 것이다. 전체적인 시스템은 크게 Mobile(Client), Web(Client) 그리고 Server 로 구성되어 있으며 각각의 개발환경 및 개발툴을 정리하면 Fig. 1과 같다. 무선통신 방식은 Socket 통신 방식을 이용하여 웹서비스 기법을 통해 PDA와 서버의 연결 확장을 용이하게 하였다. 데이터 전송은 XML 문서 방식을 사용하여 서버로 전송하게 되어 있으며 문서 전송에서의 네트워크 문제를 극복하였다. PDA를 이용한 사면조사 장비용 프로그램의 구조는 Fig. 2와 같으며 일반사용자, 전문사용자, 점검사용자로 구분하여, 사면조사 목적과 용도에 따라 세부항목을 선별하여 설계하였다.

4. 자료 분석

현장에서 PDA로 수집된 자료들은 서버로 연결이 되어 있고 분석작업을 수행하게 된다. 현황조사 자료를 이용하여 사면의 위험도 상태 평가를 수행하고 위험절토사면을 관리한다. 사면조사자료는 통계처리기법 중의 하나인 수량화 기법, 특히 정준상관분석(Canonical Correlation Analysis)기법을 바탕으로 현황조사 자료 D/B자료를 분석하고 조사 항목별 위험도 가중치를 산정하고 안정성 평가를 수행한다.

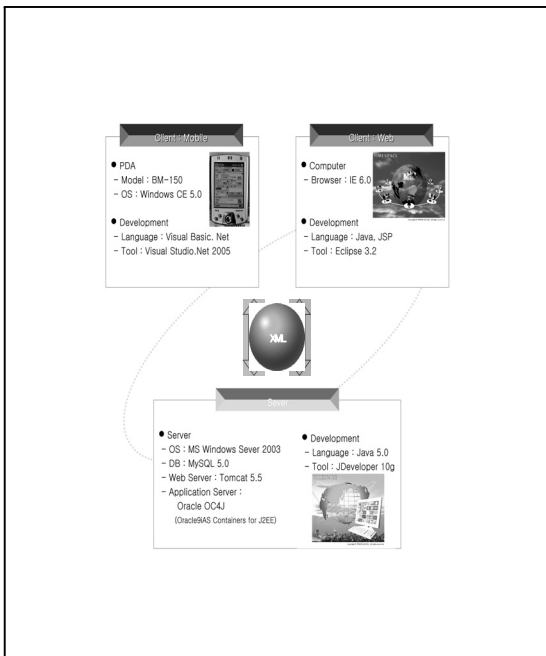


Fig. 1. Systematic diagram of design and development stage of system

시스템 검증과 자료분석은 산지가 많은 강원권 주요 도로망에 대한 현장조사를 통하여 수집된 절토사면 현황 조사 데이터를 근거로 하였다. 정준상관분석에서는 여러 변수들을 두 변수집단인 종속변수집단(기준변수집단)과

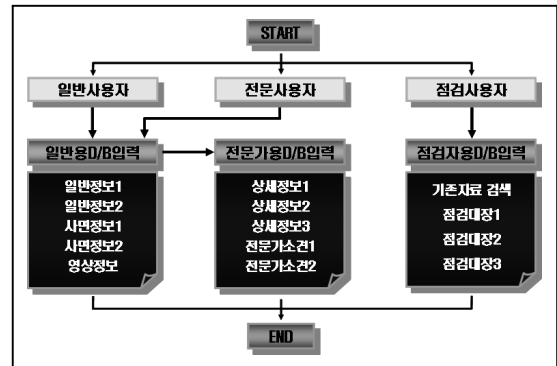


Fig. 2. Structure map of interface program in slope investigation equipment

독립변수집단(설명변수집단)으로 분류한 후, 두 변수집단 사이의 상관구조를 가장 잘 설명할 수 있는 변수들의 선형결합을 도출하였다. 특히, 정준상관분석은 종속변수 집단의 변수들이 서로 상관관계에 있을 때 매우 유용하게 사용될 수 있다. 정준상관분석을 이용한 절토사면의 상태 평가를 위한 수량화 과정을 정리하면 Fig. 3과 같다.

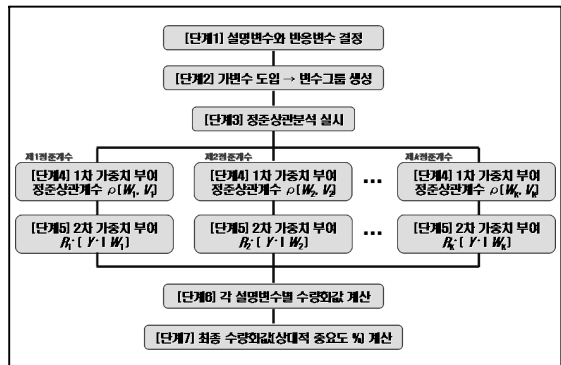


Fig. 3. Flow chart of quantification method using Canonical Correlation Analysis

5. 안정성 평가시스템

수집된 자료를 이용하여 유지관리 운영자가 쉽게 사용할 수 있도록 WEB 기반의 평가 시스템을 개발하였다.

기술기사

본 시스템은 인터넷 익스플로러(IE) 6.0의 환경에서 설계되었으며, Java, JSP 언어를 사용하여 프로그램을 구현하였다. 또한 본 시스템의 D/B는 기존의 D/B를 그대로 활용할 수 있도록 시스템 환경을 구축하였다. 따라서 사용자는 인터넷을 이용하여 본 시스템을 접속할 수 있고, 현장조사를 통하여 자동으로 저장된 절토사면 DB 시스템의 자료를 이용하여 안정성 평가를 수행할 수 있다(Fig 4).

본 시스템의 현황리스트에서는 각 사면에 대한 관리청, 국도, 호선, 행정구역, 조사일자, 전문가용 체크리스트 등록여부, 평가 등에 대한 정보가 표기되어 나타난다. 절토사면의 안정성 평가는 본 시스템 첫 페이지에 나타난 현황리스트의 항목 중 “평가”를 클릭하여 개별 사면에 대한 안정성 평가를 확인 할 수 있다. 사면 안정성 평가는 일반용과 전문가용으로 구별되어 각각의 배점이 나타난다(Fig. 5). 평가표의 항목은 수량화 기법을 통해 선별된 항목들로 모든 사면에 대해 동일하게 적용된다. 평가표의 내용은 일반용 및 전문가용 체크리스트에서 작성된 내용이 자동으로 연계되어 나타나며 이에 대한 점수가 다음 칸에 표시 된다. 또한 사면 안정성 평가는 첫 페이지를 통해 검색된 사면을 클릭하여 일반용 및 전문가용 정보를 확인 한 후에도 수행될 수 있도록 구현하였다.

6. 맺음말

절토사면의 현장조사 자료를 보다 효율적으로 분석하고 사면의 붕괴를 최소화하여 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위한 연구의 일환으로 본 연구가 수행되었다. 기존의 조사자 중심에서 사면을 조사하고 자료 관리하는 것을 관리적 차원의 관점에서 접근하였다. 첨단전자장



Fig. 4. Main screen of estimation system on slope stabilization

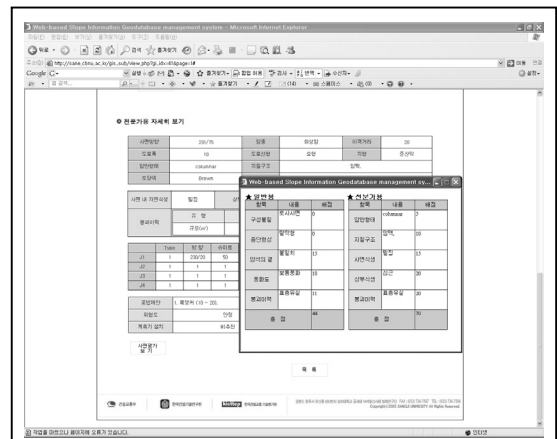


Fig. 5. Result of evaluation and check list of slope

비를 통한 사면조사장비의 개발로 인하여 자료 취득 및 분석 작업의 용이함이 이루어 질 수 있었으며, 정량적인 자료분석이 가능하게 되었다. 또한, 수집된 자료들은 웹기반으로 자료를 송수신 할 수 있도록 구성되었으며 안정성 기법을 통하여 사면의 평가가 체계적으로 이루어지게 되었다. 정성적인 사면의 조사 평가 결과에서 정량적인 평가기법의 일환으로 수량화 기법이 개발되어 평가의 정확도가 높아진 것도 효과적이라 할 수 있다. 아직까지 연구가 진행되는 단계이며, 최종 연구결과가 도출이

되지 않은 상태이지만 지금까지의 연구결과를 정리하여 발표하였다. 다소 부족한 감이 없지 않으나 지면 관계상

연구내용을 모두 수록하지 못하여 아쉬우나, 관련 보고서 및 참고문헌으로 대체함을 양지해 주시기 바랍니다.

[참고문헌]

1. 권오일, 백 용, 구호본, 배규진(2006), 첨단 사면조사 장비 개발을 위한 해외 연구개발 동향에 관한 연구, 한국지반공학회 2006년 사면안정 학술발표회 논문집, 259-266.
2. 권오일, 백 용, 나종화, 한상수(2007), 정준상관분석을 이용한 절토사면 점검결과 항목 수량화, 한국지구시스템공학회 2007 추계학술발표회 논문집, p.540.
3. 백 용, 권오일(2008), Web service 기반의 사면조사자료 처리시스템 개발, 2008 한국지반공학회 사면안정학술발표회 논문집, 235-239.
4. 심재현, 최우정, 정재학, 진경혁(2006), 첨단기술을 이용한 재해 피해조사 방안, 대한토목학회지 제 54권 제5호, 28-33.
5. 윤호중(2006), Landslide Hazard Management System using GIS, 동아시아 산사태 심포지엄 2006 논문집, 99-127.
6. 황상기, 유병옥(2005), 사진을 이용한 대사면의 지질구조 측정, 한국지반환경공학회 2005 기술위원회 워크샵 논문집, 91-99.
7. G. Gallerini et al,(2005), Landslide field mapping with tablet PC: a new integrated approach, Landslides and Avalanches ICFL 2005 Norway.
8. Kim Gi-Hong, Sohn Hong-Gyoo, Song Yeong-Sun(2006), Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, V.21 No.5, 346-356.