

GIS와 Logistic 회귀모형을 이용한 접도사면 재해위험도 작성 Making a Hazard Map of Road Slope Using a GIS and Logistic Regression Model

강인준* · 광영주** · 강호윤*** · 장용구****

Kang, In Joon · Kwak, Young Joo · Kang, Ho Yun · Jang, Yong Gu

要 旨

최근, 사면붕괴는 산악지역에 접해있는 국도변에서 자연재해로 발생하고 있다. 산악지역의 급속한 도로개설, 확장 등 경제개발로 인하여 사면붕괴와 관련된 사고로 직결된다. 따라서, 국도 안전관리와 국도 기능을 유지하기 위하여 모든 사면의 정기점검은 필수적인 사항이다. 본 연구에서는 도로사면을 평가, 분석하기 이전에 사면붕괴 위험요소를 지리정보(GIS) 데이터베이스로 구축하는 것을 우선시 하고 있다. 따라서, 국도 접도사면의 지리정보(GIS) 정보가 수록되어진 사면대장(SMIS) 작성의 표준안을 제안하였다. 그 다음 연구단계로 로지스틱 회귀모형 적용함으로써 접도사면의 위험성을 사전 평가 할 수 있는 모델을 제시하였다.

핵심용어 : 사면붕괴인자, 사면대장, Logistic 회귀모델, 재해위험도

Abstract

Recently, slope failures are happen to natural disastrous when they occur in mountainous areas adjoining highways in Korea. The accidents associated with slope failures have increased due to rapid urbanization of mountainous areas. Therefore, Regular maintenance is essential for all slope and needs maintenance of road safety as well as road function. In this study, we take priority of making a database of risk factor of the failure of a slope before assesment and analysis. The purpose of this paper is to recommend a standard of Slope Management Information Sheet(SMIS) like as Hazard Map. The next research, we suggest to pre-estimated model of a road slope using Logistic Regression Model.

Keywords : Risk factor, Slope Management Information Sheet(SMIS), Logistic Regression, Hazard Map

1. 서 론

우리나라는 뚜렷한 동고서저의 지형으로 국토면적의 약 70%가 산악지형으로 이루어져 있으며 다양한 지질학적 특성을 나타내고 있다. 문명의 발달과 산업의 고도화 그리고 인구증가로 효율적인 국토 개발이 요구되면서 산지를 절취한 도로개설 및 주택지 조성 개발 공사로 대규모 절토사면이 증대되고 있는 실정이다. 건설교통부(2005)에 따르면 특히, 연평균 강우량의 2/3정도가 하절기에 집중되는 기후특성 때문에 절토사면의 붕괴가 자주 발생하여 해마다 인명 및 재산손실 뿐만 아니라 사회 경제적 파급 효과에 커다란 영향을 미치고 있다고 한다.

최근 10년간의 자연재해의 현황을 보면 전체 사망자

1,279명 중 산사태 등 급경사지의 붕괴로 약 22%에 달하는 280명 사망하였으며 2002년 8월에 발생한 태풍 ‘루사’로 인하여 국도 사면 붕괴에 따른 사망자가 발생하였다.

선진국의 경우를 보면 홍콩 GEO(2003)의 경우 정부 차원에서 LPM(Landslip Preventive Measures) 프로그램을 운영하고 있으며 이는 장기적이고 체계적인 계획을 가지고 진행하는 것으로 사면의 조사, 시공, 설계, 유지관리를 아우르는 것으로 약 6만 여개의 사면정보를 데이터베이스화 하여 관리하고 있으며 특히 지리정보(Geographic Information System)를 활용하여 홍콩전지역의 지형데이터를 3차원 모델링을 기반으로 1970년부터 현재에 이르기까지 약 30여 년 동안의 매년도별 사면

2006년 2월 27일 접수, 2006년 3월 20일 채택

* 주저자, 정희원, 부산대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (ijkang@pusan.ac.kr)

** 교신저자, 정희원, 부산대학교 토목공학과 박사수료, 공학석사 (maestro99@pusan.ac.kr)

*** 정희원, 도립지창전문대학 토목공학과 겸임교수, 박사수료 (happy76@pusan.ac.kr)

**** 정희원, 한국건설기술연구원 GIS/LBS연구센터 선임연구원, 공학박사 (wkddydm@kict.re.kr)

및 옹벽 현황이 평면상에 항공사진측량 및 수치도면 형태로 데이터베이스화 되어있으며 사면붕괴에 있어서 가장 중요한 호우인자는 계측기를 통해 실시간으로 통제실에 전달되며 실시간으로 주민들에게 사면붕괴위험 예측 정보를 전달함으로써 인명 및 재산피해를 최소화 할 수 있었다.

일본의 경우 방재과학기술연구소(NIED)에서 산사태, 홍수, 지진, 호우, 강풍 등에 의한 자연재해의 원인 규명 및 피해를 최소화하기 위한 연구를 실시하고 있으며 일본토목연구소(2004)의 산사태 도로분야는 특히, 호우에 의한 산사태, 도로 지형분포도 작성 및 간행, 토사재해 위험성 평가와 피해영역 예측연구를 집중적으로 수행하고 있다. 세부 연구 분야에서 Okimura, T.(1984)는 강우에 따른 도로사면 붕괴를 위험정도에 따라 도로피해평가와 붕괴위험평가로 구분하여 정량적 종합평가방안을 제시하였다.

우리나라 건설교통부(2005)의 경우, 산지를 절취한 도로개설이 대부분이며 이로 인한 절취사면은 계속적으로 증가할 것이라고 예상하고 있다. 또한 기후특성상 강우량이 여름에만 집중되고 있어 사면붕괴로 인한 재해가 매년 발생하고 있는 실정이나 이에 따른 사면에 대한 위험도 등급 마련으로 인한 관리는 이루어지지 않고 있는 실정으로 도로 접도구역과 관련하여 붕괴 발생을 미연에 방지하고 도로 피해를 최소화하는 기술을 개발할 필요성이 증대되고 있다. 광영주(2005)는 접도사면 유지관리에 따른 GIS기법을 적용하여 외적안정성 평가기준으로부터 붕괴사면 예측구간과 속성정보를 이용자에게 제공하고 자 하였고 이진덕과 이호찬(2005)은 디지털영상을 이용하여 도로사면의 3차원변형을 효율적으로 측정하고자 하였다. 홍원표(2004)는 사면위험성 평가법을 경우 국내 외 여러 기관에서 제안된 방법으로 사면높이, 사면경사각, 상재하중, 토질조건, 암반조건, 강우량, 강우강도 등을 선정하였다. 사면뿐만 아니라 유환희(2005)는 자연재해나 인위적 재난으로 대형피해가 확산될 수 있는 도심지의 재해 취약지구를 재해종합위험도를 작성함으로써 도시계획 및 피해 예측에 따라 평가하였다.

따라서 본 연구에서는 사면에 정확한 위치와 경사, 그리고 높이, 향, 등의 사면의 물리적인 특성을 파악하기 위해 정밀기준점 GPS 측량과 Total Station 이용한 노선측량을 실시하여 X, Y, H 3차원좌표 데이터를 획득함으로써 지리정보(GIS)기반을 구축하였다. 이를 사면관리대장(Slope Management Information Sheet)으로 표준화하고자 국토지리정보원에서 제작하는 1:5,000수치지형도를 기본지도로 하여 사면안정평가를 위한 사면정보의 코드를 정의하였다. 또한, 사면 정보자료로 활용될 수 있도록

기존의 붕괴된 사면의 요인별 사례를 수집하여 Logistic 회귀모형을 제시하였다. 수집된 자료와 통계분석의 결과를 실질적인 연구모델지역에 지리정보(GIS)기법을 활용하여 적용함으로써 통계확률로서 검증하여 사면평가의 신뢰성을 확보하고 사면재해위험도 제작을 위한 기반을 마련하였다.

2. 접도사면의 설계/시공/유지관리

2.1 사면설계

사면은 크게 인공사면과 자연사면으로 분류되며 인공사면의 경우 정해진 성토재료로 축조함으로써 재료의 구분이 명확하고 그 공학적 성질을 잘 밝혀질 수가 있으나 자연사면의 경우 인위적으로 자연을 훼손하여 만든 것으로 흙과 암석이 불규칙하게 뒤섞인 불균질한 지층을 이루기도 하며, 때로는 암석이 풍화되어 있거나 단층 절리 등이 잘 발달되어 있어서 상당히 복잡하다. 따라서 사면의 설계는 토질공학적인 접근 뿐 만 아니라 지질학, 지형학, 암반공학적인 접근이 복합적으로 이루어져야 한다. 사면설계를 위해서는 과업 지역의 예비조사, 현장조사, 실내실험, 자료정리를 통하여 현재의 상태를 파악한 후 사면 해석 결과 사면의 불안정성이 판단되면 사면 내·외부의 간극수압 저하, 사면의 활동력 감소, 활동면의 저항력 증대, 사면활동방지 구조물을 설치하여 대책을 세워 불안정한 원인을 제거하는 것이 사면설계의 일반이라 할 수 있다.

2.2 시공

사면의 시공방법은 안전율이 감소되는 것을 방지하는 안전율 감소방지법과 안전율을 증가시키는 방법이 있으며, 전자의 경우 사면활동을 발생시키는 직접적인 요인으로부터 사면을 보호하는 소극적 대책방법이며, 후자는 사면활동의 잠재적 취약성을 개선하려는 적극적인 대책 방법이라 할 수 있다.

시공 방법중 안전율 감소 방지법의 종류로는 식생공법, 토목섬유를 이용한 침식 방지공법, 구조물을 이용한 표

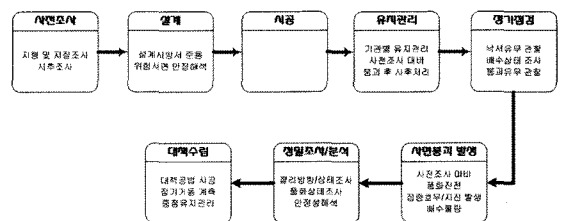


그림 1. 사면의 설계/시공/유지관리 흐름도(이승호, 2005)

면보호공법, 표층안정공법, 배수공법 등이 있으며 안전율을 증가하는 방법으로는 역지말뚝공법, 앵커공법, 쏘일네일링공법, 옹벽공법, 절토공법 등이 있다.

시공 중 붕괴가 우려되거나 위험 절리 발견 시 사면의 안전성을 재검토하며, 사면의 안정성을 해석함에 있어서 고려하지 못한 요인들이 있을 수 있으므로 사면에 대한 지속적인 계측관리를 수행하여 안전성을 확보해야 한다.

2.3 설계 및 시공기준

절개사면의 설계는 일반적으로 우선 안전성이 유지되도록 사면 경사를 결정하고, 표면 및 지하수의 배수공법을 선정하며, 장기적인 안정성 확보를 위한 보강 및 보호공법을 결정한다.

이러한 사면안정성 확보를 위한 설계기준은 다양한 인자에 의하여 영향을 받기 때문에 사면 시공에 대한 많은 정보를 수집하여 지역별, 암종별 혹은 지반상태별 기준을 마련하는 것이 필요하다.

2.4 유지관리

최근 사면붕괴에 따른 손실 증대로 국내에서도 절토사면의 체계적인 관리를 위한 시스템이 구축되어 운영되고 있다. 절토사면의 유지관리는 국도의 경우는 최근 한국건설기술연구원에서 CSMS 시스템을 구축하여 운영 중에 있으며 체계적인 사면조사를 하고 있다. 고속도로의 경우 한국도로공사에서 유지관리시스템을 개발 중에 있거나 일부 운영 중에 있다.

그 외 지방도 등의 경우는 체계적인 유지관리가 이루어지지 않고 있는 실정이며 붕괴발생시 사후 관리측면에서 보수가 진행되고 있는 실정이다.

그러나, 전국도의 산지분포비율이 우리와 비슷한 일본의 경우는 절개사면에 대한 종합적인 시스템을 구축하여 절토사면을 그림 2와 같이 계획단계부터 체계적으로 유지관리를 하고 있다.

3. 확률론적 사면붕괴

3.1 사면 조사점검 자료

재해를 대비한 예방 조사는 사면의 지형과 지질 상태, 현존하는 대책공의 효과, 재해 이력 등을 전문가들이 체크하는 상세 조사이다. 절토사면의 안정성이나 붕괴여부, 붕괴시기, 붕괴규모, 피해정도 등을 예측하기란 매우 어렵기 때문에 상기의 불확정요소를 보완하고, 절토사면붕괴를 미연에 방지하여 피해를 최소화하기 위해 정기적인 안전점검을 실시해야 한다(地盤工學會, 2003). 폭우, 태풍, 지진 등의 긴급상황 또는 시설물의 이상발생시 경험과 기술을 갖춘 자가 시설물의 손상이나 결함을 조기에 발견하고 시설물의 기능적 상태를 판단하며 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하여야 한다.

표 1과 같이 전국에 분포되어 조사되어진 해석 입력자료를 기초 자료로 수집하여 통계를 이용한 붕괴발생 빈도로 예측하여 사면점검의 효율성을 향상시켰다.



그림 2. 일본의 절개사면 관리시스템 흐름도(이승호, 2005)

표 1. 해석 입력자료

(한국건설기술연구원, 2005)

사면높이 (m)	사면 경사	사면 방향	지하수	계곡부 유/무	상부사면 경사	암종	암석명	토질 (흙사면만)	풍화도	붕괴 이력	불연속면 종류
22	62	330	건조	무	38	심성/반심성암	호상 편마암	점토	신선(F~SW)	유	층리
20	78	258	젖음(하)	무	40	화산암	편마암	점성토	약간풍화(SW~MW)	낙석	층리
25	52	280	젖음(중,상)	무	28	쇄설성 퇴적암	편마암	사질토	보통풍화(MW~HW)	무	엽리
20	46	288	흐름(하)	무	5	비쇄설성 퇴적암	화강암	화강암 풍화토	심한풍화(HW~CW)		암맥
27	62	180	흐름(중,상)	유	36	엽리상 변성암	호상 편마암	붕적토	완전풍화(CW~RS)		단층
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴

3.2 회귀분석

회귀분석은 반응변수와 설명변수간의 관계를 나타내고자 할 때 가장 널리 사용되는 보편적인 통계적 방법 중 하나이다. 반응변수가 두 개 또는 그 이상의 몇 개 범주에 대한 반응값을 나타내는 범주형인 경우, 로지스틱회귀모형이 적용된다. 로지스틱회귀는 지난 10여 년간 여러 분야에서 표준적인 통계적 방법 중 하나가 되었다. 로지스틱회귀는 통상 반응변수의 값이 이원(binary)일 때 설명변수가 반응변수에 미치는 효과를 분석하기 위해 사용되며 분석 목적이나 일반적인 절차는 보통회귀와 유사하다. 좀더 일반적으로 반응변수가 두 개보다 많은 여러 개 범주를 갖는 다범주 반응 자료에 대해서도 확장 할 수 있다. 일반화선형모형은 보통회귀모형이나 분산분석모형뿐만 아니라 범주형 반응변수에 대한 로지스틱회귀모형을 모두 포함하는 매우 일반적인 모형을 일컫는다(정광모, 2002).

4. 사면붕괴 예측모델

4.1 연구 모델

연구 지역은 산악지역의 굽은 고개도로로서 양산단층대가 형성되어진 1.8km 구간의 낙석위험지역을 선정하

였다. 우선, 수치지도 제작을 위하여 국토지리정보원에서 발행하는 밀양시 1:5,000 수치지도를 활용하여 측량 기준점을 선정하였다. 국도를 따라 형성되어있는 절토사면의 정확한 시·중점을 결정하기 위하여 절대 좌표의 X, Y, H 좌표를 필수조건으로 하였다. 이를 위해 Sokkia GSR2600 GPS 측량을 시행하여 밀양시 중심지역의 2등 기준점과 3등기준점 성과를 골격으로 삼각측량을 실시하였다. 그림 3은 연구지역으로 국도 24호선 밀양-창녕 21.4km ~ 23.2km(우측)구간의 사면 11개소를 대상으로 노선측량을 완료하였다. 노선측량을 위한 기준점 좌표를 매설하고 Total-Station을 이용한 측량을 실시하여 대상 모델 11개소의 정확한 사면경계 및 시설물을 3차원으로 관측하였다. 또한, 표 2와 같이 현장조사항목에 근거하여 표 1에서 요구하는 해석 입력 자료의 지리정보(GIS)자료를 수집 하였다.

4.2 지상기준점 결정

항목별 데이터 취득을 위하여 1:5,000 수치지형도를 기반으로 한 사면대상의 수치갱신을 위하여 가장 중요하고 우선시 되어야 하는 지상기준점을 결정하였다.

그림 4는 GPS 위성관측 후 받은 데이터를 삼각망을

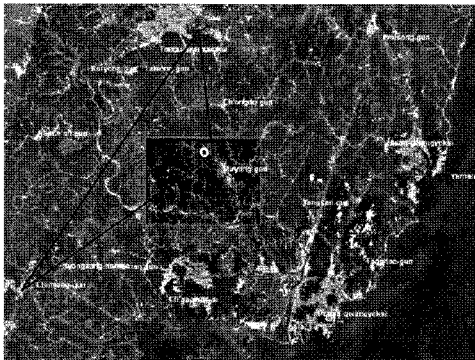


그림 3. 연구모델 지역

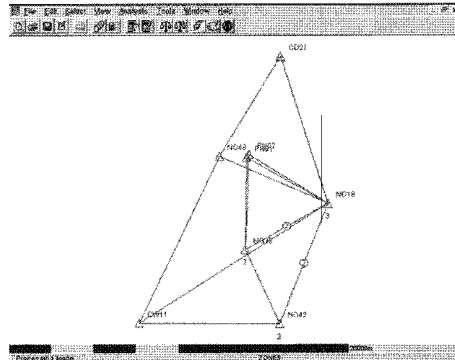


그림 4. 후처리 삼각망도

표 2. 절토사면 현장조사 항목 및 내용

항 목	내 용
현황	도로위치 : 노선, 방향, 차선수, 도로폭, 이격거리
지형	주변지형 특성 : 연장, 높이, 경사/경사방향, 종횡단형상, 상부자연사면 특성
지질	암종, 풍화정도, 암색 및 풍화암색 토질 및 지반조건, 토층 심도
불연속면 특성	불연속면 : 방향, 연장, 간격, 틈, 충전물, 거칠기
수리조건	절토사면의 누수 상태 집수 지형 존재 여부
붕괴이력	붕괴 유형, 붕괴 위치, 붕괴 규모 : 폭, 길이, 깊이, 높이
시공현황	시공된 공법의 종류 시공 위치, 상태 : 노후, 파손여부

구축하여 좀 더 정밀하게 데이터의 오차를 줄여 보정하는 위한 후처리 삼각망도이다.

후처리 결과에 따른 기준점 좌표결과를 표 4에서 제시하였다.

4.3 사면대장 작성

평가분석을 위한 프로세서 데이터 형성 시 축척과 파일포맷이 상이하여 이를 활용하기 위해서는 문제점이 수반되며 현재 사면관리 시스템에 반영할 수도 없는 무의미한 자료로서 도로건설 당시 준공심사 후 그 가치를 잃어버리는 등 국가예산의 낭비를 초래하는 실정이다. 따라서 이를 해결하기 위한 가장 우수한 방법으로서 사면관리대장을 작성하게 되었다.

사면관리의 특성을 부각시키고 기관별 업무와 직접 연결될 수 있도록 1:5,000 수치지형도 기반의 사면대장을 제작하였다.

평가분석을 위한 항목별 데이터 취득을 통일성 있게

효율적인 프로세스를 표준화하기 위하여 사면대장 작성안을 제시하였다. 국토지리정보원의 표준지형코드를 준수하고 추가되는 항목에 대하여 일관성과 중복성을 검토하여 UFID(단일식별자)를 부여하였다.

표 5에서 규정한 코드규정을 준수하여 국도24호선 밀양-창녕 21.4km ~ 23.2km(우측)구간을 수치지도로 제작하여 그림 5.의 위치도, 종단면도, 횡단면도, 범례가 포함되어 있는 사면대장을 완성하였다.

4.4 Logistic 회귀 적합도

사면붕괴 발생여부에 영향을 미치는 입력변수의 영향을 모형화하기 위해 이분형 로지스틱회귀분석을 실시하였다. 총 10개의 입력변수가 사용되었다. 분석에 사용된 자료는 표 2의 예시와 같이 사면파괴가 발생한 장소를 기준으로 총 422개소의 샘플링으로 조사된 변수를 이용하여 적합한 최적의 회귀분석을 시행하였다. 회귀분석의 결과는 표 4와 같으며 이 결과는 모든 가능한 회귀의 결

표 3. 이분형 로지스틱 회귀분석 결과

Parameter	DF	Estimate	S.E.	Wald Chi-Square	Pr>Chi-Square
Intercept	1	3.9291	2.1197	3.4361	0.0638
사면길이	1	0.0166	0.00543	9.3741	0.0022
사면경사	1	-0.0551	0.0243	5.1535	0.0232
사면방향	1	-0.00005	0.00242	0.0004	0.9841
지하수	1	0.2452	0.2296	1.1411	0.2854
상부사면 경사	1	0.0149	0.0131	1.2911	0.2558
풍화도	1	-0.0985	0.2683	0.1348	0.7135
불연속면 종류	1	0.0445	0.1484	0.0901	0.7641

표 4. GPS를 이용한 기준 좌표 결과

Point	좌 표	X	Y	H
	PN01		226713.076m	170013.341m
PN02		226897.594m	170132.895m	86.691m

Spectrum® Survey 3.41 KOR

프로젝트 : C:\GPS_PROCESS\PNU_ROAD.spr
 좌표 시스템 : 동부원점 [Transverse Mercator] 데이텀 : KOREAN
 지오이드 모델 : World Grid 96 단위 : Meters
 내보내기 날짜 : 2005/12/30 13:08:19 (지역) 시간 존 : GMT+9.00h

과를 바탕으로, 전문가의 조언 그리고 전진선택법과 후진 제거법, 단계적 선택법을 통한 변수선택 순서 등을 고려하여 최종적으로 선택된 최적모형이다. 이 모형에서 사면안정성 평가자료의 기하학적, 지반공학적 항목 중 총 7개의 입력변수가 선택, 포함되었다.

위의 결과로부터 적합된 로지스틱 회귀모형은 식 (1)과 같이 표현된다. 사면붕괴가 일어날 확률의 추정치를 p 라고 하면,

$$\log\ddot{y}(p) = 3.9291 + 0.0166 \cdot \text{사면길이} - 0.0551 \cdot \text{사면경사} - 0.00005 \cdot \text{사면방향} + 0.2452 \cdot \text{지하수} + 0.0149 \cdot \text{상부사면 경사} - 0.0985 \cdot \text{풍화도} + 0.0445 \cdot \text{불연속면종류} \quad (1)$$

회귀모형으로부터 산정되어진 붕괴모델의 수식을 연구 지역의 실제 11개 사면에 적용하여 검토해 보았다. 현장 조사에서 취득할 수 있는 입력값을 사면대장의 지리정보(GIS)기반의 데이터를 활용함으로써 정확한 절대좌표를 기준으로 사면안정성 평가자료 항목을 추출할 수 있었다.

그 결과 표 6과 같이 분석입력 자료를 붕괴모델 함수에 적용함으로써 확률방정식을 고려하였다.

식 (1)은 다시 식 (2) 확률방정식으로 표현 될 수 있다.

$$p = 1/[1 + \exp\{-\logit(p)\}] \quad (2)$$

그 결과 모델사면 통계 붕괴 확률을 정리하면 표 7에서 같이 붕괴순위를 결정할 수 있다.

표 5. 사면대장 추가코드(UFID)

Layer	지형 지물명	CO	구조
AZ072	절토사면 (상단)	적 3	선
AZ073	절토사면 (하단)	적 3	선
AZ074	불연속면 (암반)	갈 3	선
AZ075	소단	황 3	선
AE341	배수로	청 2	선
ZC006	사면주기	먹 3	점

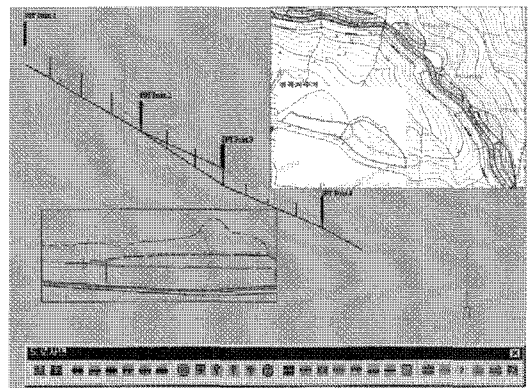


그림 5. 3차원 사면대장(SMIS)

표 6. 모델에 적용된 회귀분석 입력값

Parameter	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11
Intercept	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291	3.9291
사면길이	80.2	59.7	148	128.7	87	133.4	152.3	105.3	120	113.3	140
사면경사	41	58	47	44	41	42	42	58	53	63	68
사면방향	120	120	220	190	190	180	180	200	220	220	220
지하수	건조	건조	젖음(하)	흐름(하)	건조	젖음(중)	건조	젖음(하)	젖음(중)	흐름(중)	흐름(하)
상부사면 경사	54	34	28	41	30	32	23	53	42	62	42
풍화도	신선	신선	약간풍화	약간풍화	보통풍화	보통풍화	약간풍화	보통풍화	보통풍화	심한풍화	심한풍화
불연속면 종류	층리	층리	단층	층리	엽리	토사	층리	단층	파쇄대	파쇄대	파쇄대

표 7. 모델사면 통계분석 결과

PSMIS	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11
붕괴확률	0.9819	0.9180	0.9882	0.9899	0.9702	0.9913	0.9897	0.9743	0.9863	0.9853	0.9807
붕괴순위	7	11	4	2	10	1	3	9	5	6	8
비 고	암반	암반	암반	암반	혼합	토사	암반	암반	암반	암반	혼합

4.5 비교 고찰

사면대장의 필요성은 많이 제기되고 있으나 도로시공, 사면 관리, 사면 조사 등의 과정에서 기술자의 편의성과 시간·비용의 효율성만을 고려하여 수년간 과거 자료가 관리되고 있지 않은 실정이다. 이러한 점을 사면대장으로 해결 할 수 있도록 도로사면 3차원 정보 뿐 만 아니라 위험정보를 한계평형해석 인자와 위험성평가 인자로 분류하여 관리될 수 있도록 초안을 제시하도록 하였다. 도로시공성 평가와 준공검사때 납품파일의 한 목록으로 규정하여야 할 필요성도 있다고 판단된다.

로지스틱 회귀분석의 가장 큰 장점은 주어진 입력변수 값에 대해 사면붕괴가 일어날 확률을 직접 수치로 추정할 수 있다는 점이다. 이러한 장점으로 모형에 포함된 입력변수의 효과를 통해 특정한 변수의 효과를 산출해 내어 붕괴확률을 등급화 하여 관리 할 수 있도록 제시하였다. 하지만 조사 시 분석, 입력 자료가 잘못 표기 될 경우 동일한 조건에서 모형변수의 민감도에 의해 전혀 다른 붕괴 결과치가 예측 될 수 있으므로 입력자료 조사, 관리는 전문성이 요구된다.

4. 결 론

지리정보(GIS)기법과 로지스틱 회귀모형을 적용한 사면 재해위험도에 대한 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 사면의 정확한 형상 및 위치 파악을 위해 정밀 GPS 측량으로 기준점을 신속하게 결정하였고 토탈스테이션 측량으로 노선측량을 실시함으로써 수치지도 갱신의 불일치문제를 개선하였으며 사면 DB를 구축, 활용하기 위한 3차원 데이터를 구축하였다.

둘째, 도로시설물 중 가장 위험에 노출되어있는 점도사면의 효율적인 유지관리를 위해 사면관리대장을 작성하였다. 사면관리 지리정보(GIS)데이터베이스 시스템이 효율적으로 이용자가 쉽게 접근할 수 있는 자료가 되도록 현재 실무설계도면의 상대좌표 등 문제점을 보완하였다.

셋째, 사면파괴가 발생된 위험요소를 초기모델 입력값으로 1차모형식을 도출하여 연구모델지역의 현재 위험상태를 평가하고 연구지역의 데이터를 이용한 회귀분석에 활용하였으며 회귀모형을 시스템과 연결시켜 사면안정성 평가의 붕괴확률을 향상하도록 하였다.

향후 절토사면에 대한 공간 DB를 구축하고 정보를 공유하며 체계적인 시스템 관리가 수반되어져 차별화 되고 전문화 된 관리대장으로서 역할을 하기 위하여 모델지역을 확장한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 건설기술기반구축사업(05기반구축 A 07) 연구비 지원으로 이루어졌으며 본 연구를 가능케 한 건설교통부에 감사드립니다.

참고문헌

1. 강인준, 장용구, 박영주, 2006, "지상 LIDAR를 활용한 점도사면 위험평가에 따른 GIS관리", 지형공간정보, 대한토목학회, Vol. 26, No. 1D, pp.168-176.
2. 박영주, 장용구, 강인준, 2005, "사면재해 평가의 3차 원 스캐닝 기법적용", 지형공간정보, 한국지형공간정보학회, 제 13권, 2호, pp. 45-50.
3. 건설교통부, 2005, "GIS를 이용한 도로 점도사면 재해 위험도 작성 연구보고서, 중간보고서", pp. 15-23
4. 송문섭, 조신섭, 1998, "윈도우용 SAS를 이용한 통계자료 분석", 자유아카데미, pp. 325-327.
5. 유환희, 김성삼, 박기연, 최우석, 2005, "지형공간정보체계에 의한 도시지역 재해위험도 평가", 지형공간정보, 한국지형공간정보학회, 제 13권, 3호, pp. 41-52.
6. 이승호, 2005, "사면안정의 현재와 미래", 지반공학회, Vol. 21, No. 12, pp. 10-14.
7. 이진덕, 이호찬, 2005, "스틸비디오 영상과 자유망 광속조정을 이용한 사면의 변형측량", 지형공간정보, 한국지형공간정보학회, 제 13권, 13호, pp. 3-10.
8. 정광모, 최용석, 2002, 로지스틱회귀와 응용, 부산대학교, pp. 33-48.
9. 한국건설기술연구원, 2005, "2004년 도로절토사면 유지관리 시스템 개발 및 운용", 연구보고서, 건설교통부.
10. 홍원표, 송영석, 임석규, 2005, "인공신경망 모델을 이용한 절개사면의 안정성 평가", 지형공간정보, 대한토목학회, Vol. 25, No. 4C, pp. 275-283.
11. Okimura, T.(1984), "A slope stability method for predicting rapid mass movements on granite mountain slopes", Natural Disaster Science, 5-1, pp. 13-30.
12. Geotechnical Engineering Office(GEO), 2003, "GUIDE TO SLOPE MAINTENACE", GEGUIDE 5, The Government of the Hong Kong Spacial Administrative Region.
13. 土木研究所, 2004, "GIS 活用を 道路斜面のリスク平價", 共同研究報告書, 日本 獨立行政法人 土木研究所, pp. 18-20.
14. 地盤工學會, 2003, "豪雨時の斜面崩壊のメカニズムおよび危険度 豫測", 研究報告書, 日本地盤工學會.