

기존 도로사면 유지관리 최적화를 위한 계층분석 의사결정 평가모델 개발



신 창 건 한국시설안전기술공단 기술개발실 기초지반팀장
성 현 중 한국시설안전기술공단 기술개발실 기초지반팀원
이 승 서울시립대학교 토목공학과 교수

1. 서론

최근까지 조사된 절토사면의 현황은 고속국도의 경우 약 3,000개소, 일반국도는 약 20,000여개소, 지방도는 약 4,000개소로 조사되었으나 향후, 도로신설, 편입, 확장, 주택 150만호 건설 및 단지개발 등의 원인에 의해 증가될 추세이다. 이러한 상황에 최근의 기상이변 및 집중강우에 따른 사면붕괴 및 토사유출에 따른 2차적 피해등 재해규모의 대형화와 인구밀집에 따른 피해규모의 증가를 사전적 예방차원에서 관리하고 조절할 수 있는 시스템의 반영은 절실한 것이며, 일부 진행중이기도 한다. 현재 각 관리주체별로 절토사면에 대한 유지관리를 시행하고 있으나 평가항목 및 평가모델이 다양하고 접근방법이 상호보완적이지 못하므로 보편성 및 객관성이 부족한 실정이다. 따라서, 기존 절토사면 평가기법에 대한 분석을 통하여 합리적인 모델개발을 위한 접근을 시도하고 붕괴사례 분석을 통하여 붕괴 주요원인 및 인자를 발굴하고 계층분석기법

(AHP)을 이용하여 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치를 산출하고 그 결과를 토대로 사면붕괴를 사전에 예측하고 방지대책을 체계적으로 수행하기 위해서 기존 도로사면의 유지관리 최적화를 위한 계층분석 의사결정 평가모델을 개발하고자한다.

본 연구는 AHP(Analytic Hierarchy Process)에 대한 이론적 고찰과 기존 절토사면 평가기법에 대한 국내·외 10여개 기관의 평가기법 분석 및 도로절토사면 붕괴사례 분석을 통한 붕괴 주요인자 발굴 등을 실시하고, 기존 도로사면의 평가모델 개발을 위하여 계층분석 방법을 활용하였다. 이를 위하여 도로 절토사면 유지관리 시스템 개발 및 운용연구(건교부, 1998~2006)에서 조사된 다양한 사면붕괴 사례에 대해서 분석을 실시하였고, 전문가 설문조사(쌍대비교)를 통한 사면붕괴 인자에 대한 평가항목별 가중치 산출 및 사면 평가표 작성이 필요하다. 먼저, 가중치 산출을 위한 전문가 설문조사는 사면유지관리 종사자들 전문가 그룹으로 설정하여 이들 중 60명 내외로 임의 추

출하고 우편조사를 실시하여 반영하였으며, 평가표를 작성하기 위한 각각의 평가항목에 대한 등급은 기존 사면조사시 적용되고 있는 각종 지침서(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 한국시설안전기술공단, 2003) 및 도로 절토사면 유지관리 시스템 개발 및 운용연구(건교부, 1998~2006), 강릉시 지방도 위험사면평가 시범사업보고서(국립방재연구소, 2004)등을 분석하고, 각각의 조건별로 수치해석 등을 통하여 적용하였다. 또한, AHP 모형 분석은 기존에 개발된 프로그램을 이용하여 실시하였다.

2. AHP 개요

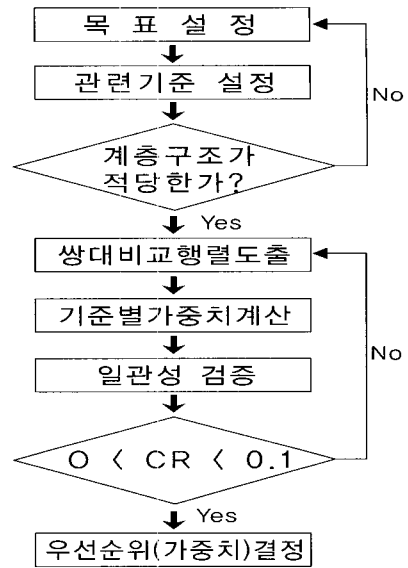
2.1 기본개념

AHP는 계층분석방법 또는 계층분석과정 이라고 하며, Tomas .L. Saaty(조근태의 2인, 2005, 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정)에 의해 1960년대에 처음으로 개발된 기법으로 복수의 판단기준을 토대로 하여 몇 개의 안중에서 최선의 안을 선택하는 의사결정기법이다. AHP는 각 기준에 관련된 대안들의 선호도 뿐만 아니라, 전체적인 목표에의 기여도 관점에서 각 기준들의 상대적 중요도에 관한 의사결정자의 판단에 기초하여 결정하며, 이 판단은 의사결정자의 지식과 경험, 객관적 자료 등에 근거하여 내릴 수 있다. AHP는 복잡한 문제들을 분석하기 위한 복잡한 과정이 아니며, 오히려 복잡한 문제를 단순한 과정으로 분석할 수 있게 하여 준다.

2.2 분석과정

본 연구에 적용된 AHP기법의 분석과정은 그림 1과 같으며, 그림 1을 간략하게 설명하면, 우선 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치를 평가하기 위해서 목표를 설정하고, 목표를 결정하기 위해 몇가지 평가기준을 선정한 다음 각 평가기준별로 계층구조를 형성하여 쌍대비교행렬을 계산하고 각각의 기준에 대한 우선순위를 결정하고자 한다. 또한, 표 1은 쌍대비교행렬을 계산하기 위해 사용되는 중요

도의 척도를 나타낸 것이다.



(그림 1) AHP 분석과정

(표 1) 쌍대비교시 중요도의 척도

중요도	정의	설명
1	비슷함	어떤 기준에 대하여 두 활동이 비슷한 공헌도를 가진다고 판단됨
3	약간 중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동 보다 약간 선호됨
5	중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 강하게 선호됨
7	매우 중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동 보다 매우 강하게 선호됨
9	극히 중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 극히 선호됨
2,4,6,8	위 값들의 중간값	경험과 판단에 의하여 비교값이 위 값들의 중간 값에 해당한다고 판단될 경우 사용함

3. AHP를 활용한 사면붕괴 주요원인에 대한 우선순위 도출

3.1 사면분류

사면붕괴 주요원인에 대한 우선순위 평가를 위해 절토사면 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침을 기준으로 사

면을 크게 토사사면, 혼합사면, 암반사면으로 분류하였으며, 사면분류기준은 다음과 같다.

(표 2) 사면분류기준(건설교통부(2003), 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-절토사면))

구분	토층심도율
토사사면	>0.4
혼합사면	0.2~0.4
암반사면	0.2<

3.2 기존 절토사면 붕괴사례 분석

기존 도로 절토사면의 다양한 붕괴사례 중 대표적인 기존 도로절토사면 붕괴사례에 대하여 분석한 결과를 표 3과 같이 정리 하였으며, AHP 기법을 이용한 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치 분석을 위해 표 3을 근거로 하여 사면붕괴 주요원인에 대한 우선순위 평가항목 및 계층구조를 작성하였다.

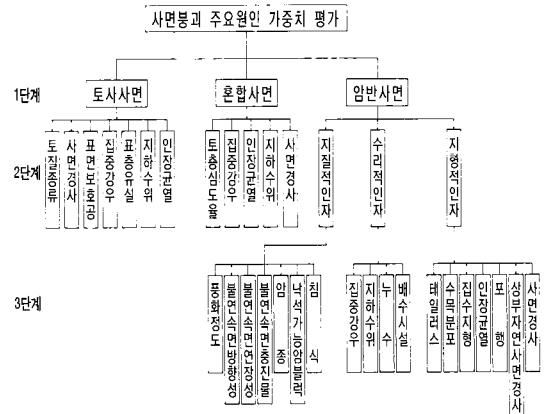
(표 3) 사면 종류별 붕괴사례 분석

구분	사면 종류	사면규모			붕괴형태	주요원인
		높이 (m)	연장 (m)	경사(상부) (°)		
사례1	토사사면	15	110	48(22)	표층유실	배수불량
사례2	암반사면	23	127	60~75(30)	평면파괴	위험방향 엽리발달, 심한풍화, 블록이완
사례3	암반사면	20	78	55(10~15)	표층붕괴	집중강우, 우수침투, 썩기파괴
사례4	혼합사면	23	55	40~60(20)	원호파괴	집중강우, 인장균열
사례5	암반사면	35	95	65(40)	대규모 낙석	이완암블록 및 전석분포, 인장균열, 절리이완, 침식, 수매의 압력관입
사례6	암반사면	40	94	50~70(25)	썩기파괴	불리한 절리방향, 절리이완
사례7	토사사면	25	135	30~50(30)	표층붕괴	집중강우
사례8	암반사면	30	110	47(43)	표층붕괴 낙석	집중강우, 심한풍화, 불리한 절리방향, 절리이완, 풍동 및 이완암블록 분포
사례9	암반사면	52~120	100	52(60~76)	대규모 낙석	심한풍화, 불연속면발달, 암탈락, 계곡부 발달, 집중강우
사례10	토사사면	15	35	35~80(25)	표층붕괴	집중강우, 지반포화, 포행, 지표수 유입, 유동성이 큰 토질 분포

구분	사면 종류	사면규모			붕괴형태	주요원인
		높이 (m)	연장 (m)	경사(상부) (°)		
사례11	암반사면 혼합사면	13	111	72(40)	표층붕괴 낙석	집중강우, 풍동 및 이완암 블록 분포, 계곡부 발달
사례12	암반사면	24	140	31~35(19)	표층붕괴	인장균열, 심한풍화, 지반포화, 포행
사례13	암반사면	34	80	40~63	썩기파괴 표층붕괴	집중강우, 단층파쇄대발달, 우수침투, 조밀한 엽리발달
사례14	혼합사면	30	80	50~67(35)	원호파괴 표층유실	인장균열, 지하수 누수, 위험블록
사례15	토사사면	11	80	45(0~5)	표층유실	집중강우, 인장균열, 지표수 유입

3.3 AHP 계층구조 설정

AHP의 문제해결 접근방식을 단계별로 제시하고 이러한 방법론을 국내·외 10여개 기관의 평가기법 분석 및 2002년~2006년 사이에 건교부 도로절토사면 유지관리 시스템(CSMS)개발 목적으로 실시된 현장조사 자료 중 도로절토사면의 다양한 붕괴사례에 적용해 각 단계별 평가요소들간의 우선순위 결정문제를 체계적으로 해결해 나가고자 한다. 본 계층구조는 여러 전문가분들의 다양한 지식과 경험을 바탕으로 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치를 선정해 주게 한다. 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치 선정시 고려되는 여러 요소들이 있지만 그림 2와 같은 요소들을 고려하여 단계별로 분석하였다.



(그림 2) 사면붕괴 주요원인 가중치 선정 계층구조

3.4 전문가 설문조사

설문조사 응답자가 본 연구를 위한 설문내용에 대한 이해가 부족하거나 혹은 직접적인 이해 관계자일 경우에 객관적인 결과 도출이 어렵기 때문에 설문 응답자는 연구원(관련기관), 공무원(국도유지관리 유경험자), 엔지니어(기술사회회원), 건교부 사면안전진단 자문위원 중 사면유지관리 종사자를 전문가 그룹으로 설정하여 이들 중 60명 내외로 임의 추출하여 방문, 메일 및 우편조사 방식으로 설문조사를 실시하였다.

3.5 평가항목별 가중치 분석

가중치 분석을 위한 설문조사는 2007년 5월~7월 사이에 실시하였으며, 직접방문 및 설문지상에 충분한 설명을 하여 내용이 충실한 60부를 분석대상으로 삼았다.

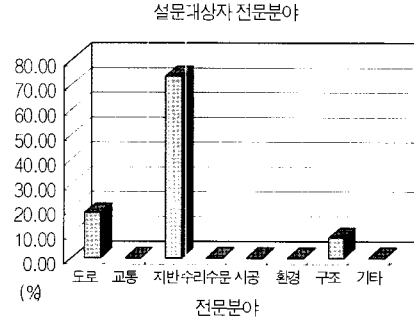
설문 대상자의 분포 및 경력분포는 표 4~5와 같으며, 설문 대상자별 전문분야는 78.26%가 지반을 전문분야로 하고 있으며, 도로, 구조 등의 순서를 나타내고, 경력은 56.52%가 10년 이상의 경력을 지니고 있는 것으로 나타났다.

[표 4] 설문 대상자 분포

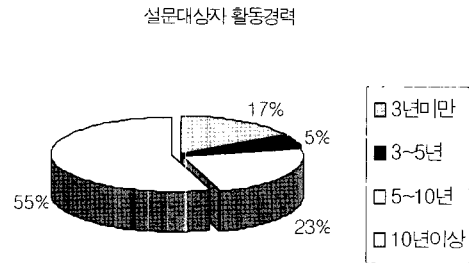
분야	설문자수	비율
도로	11	18.33
교통	-	-
지반	44	73.33
수리수문	-	-
시공	-	-
환경	-	-
구조	5	8.33
기타	-	-
계	60명	100%

[표 5] 설문 대상자 경력 분포

활동경력(해당분야)	설문자수	비율
3년미만	10	16.67
3~5년	3	5.00
5~10년	14	23.33
10년이상	33	55.00
계	60명	100%

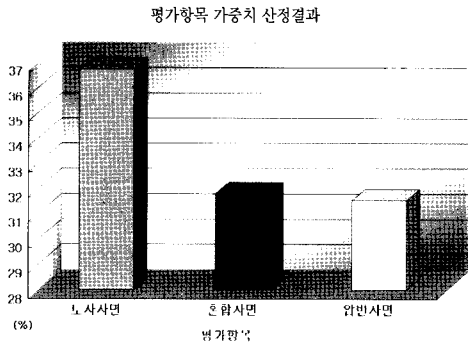


<그림 3> 설문 대상자 분포도

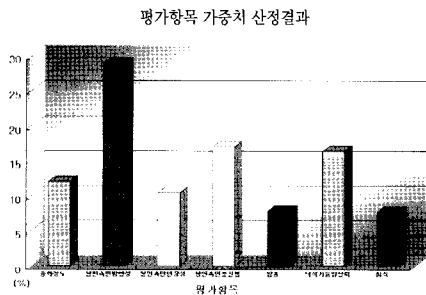


<그림 4> 설문 대상자 경력 분포도

사면붕괴 주요원인에 대한 가중치 분석은 설문 응답자 60명 전체에 대한 설문결과를 반영하였다. 하지만, Saaty(조근태외 2인, 강현수, 2005, 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정)는 경험적으로 비일관성 비율값(CR)이 10~20%보다 크면 일관성이 없다고 보아 판단을 다시 하여 행렬을 재구성 해야 된다고 주장하였다. 따라서, 본 연구에서는 사면붕괴 원인별로 위험수준을 평가하기 위한 평가모형 작성시는 대체적으로 비일관성 비율값(CR) 10~20%를 만족하는 지반전문가60인의 평가의견이 반영 되었다. 본 연구에서는 사면 종류별 사면붕괴 주요 원인에 대해 각각 쌍대비교행렬에 의해 상대적 가중치를 분석하였다. 사면붕괴 주요원인에 대한 평가항목별 가중치 분석 결과는 다음과 같다.

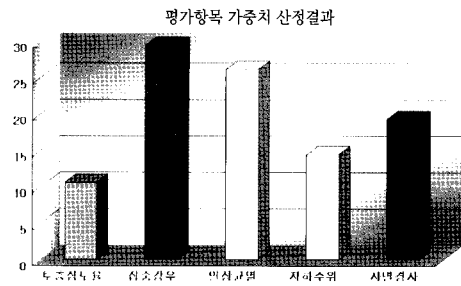


〈그림 5〉 1단계 평가항목에 대한 가중치

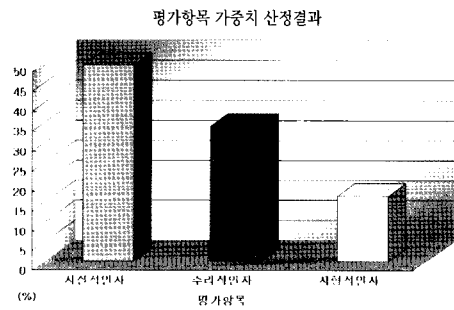


〈그림 6〉 토사사면에 대한 가중치

그림 5에서 1단계 평가항목에 대하여 토사사면 37%, 혼합사면 32%, 암반사면 32%로 사면붕괴 주요원인 가중치 평가에서 가장 중요하게 고려되는 항목은 토사사면인 것으로 나타났다. 그러나 1단계로 분류한 토사, 혼합, 암반사면은 각각의 재료특성별 붕괴양상이 상이하고 거동 또한 차이가 있으므로 서로 비교하는 것은 타당치 않은 것으로 판단되어 토사, 혼합, 암반사면으로 분류된 각각의 사면별로 가중치를 반영하였다. 또한, 그림 6에서 토사사면의 붕괴원인을 나타내는 항목중에는 집중강우의 가중치가 28%로 가장 높게 나타났고, 인장균열, 사면경사, 지하수위, 토질종류, 표층유실/표면보호공 적용여부 등의 순으로 나타났다.



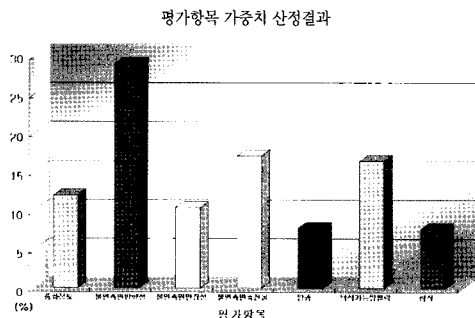
〈그림 7〉 혼합사면에 대한 가중치



〈그림 8〉 암반사면에 대한 가중치

그림 7에서 혼합사면의 붕괴원인을 나타내는 항목중에서는 집중강우의 가중치가 29%로 가장 높게 나타났으며, 인장균열, 사면경사, 지하수위, 토중심도율 등의 순으로 중요도를 나타냈다.

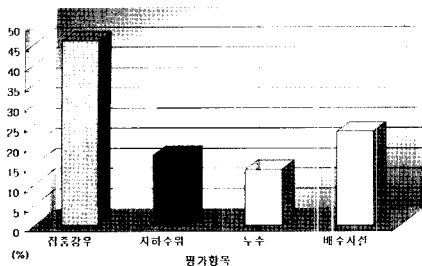
또한, 그림 8에서 암반사면의 붕괴원인을 나타내는 항목중에서는 지질적 인자의 가중치가 49%로 가장 높게 나타났으며, 수리적 인자는 34%, 지형적 인자는 17%의 가중치를 나타냈다.



〈그림 9〉 지질적인자에 대한 가중치



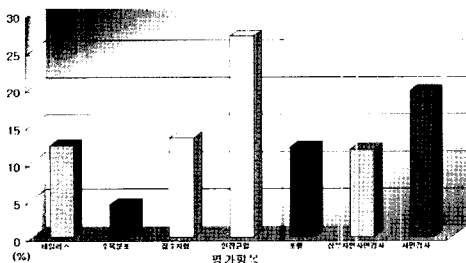
평가항목 가중치 산정결과



〈그림 10〉 수리적인자에 대한 가중치

그림 9에서 암반사면의 붕괴원인을 나타내는 지질적인 자 항목 중에는 불연속면 방향성의 가중치가 29%로 가장 높게 나타났고, 불연속면 충진물, 낙석가능암블럭, 풍화 정도, 불연속면 연장성, 암중/침식 등의 순으로 나타났으며, 그림 10에서 수리적인자 항목 중에는 집중강우의 가중치가 46%로 가장 높게 나타났으며, 배수시설, 지하시위, 누수 등의 순으로 중요도를 나타냈다.

평가항목 가중치 산정결과



〈그림 11〉 지형적인자에 대한 가중치

그림 11에서 암반사면의 붕괴원인을 나타내는 지형적인 자 항목 중에는 인장균열의 가중치가 27%로 가장 높게 나타났으며, 사면경사, 집수지형, 포행/테일러스/상부자연 사면경사, 수목분포 등의 순으로 중요도를 나타냈다.

상기와 같은 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치 분석결과를 표로 정리하면 표 6과 같으며, 전체적으로 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치 분석에서 가장 중요하게 고려되는 항목은 토사사면인 것으로 나타났다. 그러나 1단계로 분류한 토사, 혼합, 암반사면은 각각의 재료특성별 붕괴 양상이 상이하고, 거동 또한 차이가 있으므로 서로 비교하

는 것은 타당치 않은 것으로 판단되어, 토사, 혼합, 암반사면으로 분류된 각각의 사면별로 가중치를 반영하였다. 한편, 각각의 사면 종류별 하위평가항목 중 집중강우, 불연속면의 방향성, 인장균열 항목이 상대적으로 높은 가중치를 나타내고 있다.

〔표 6〕 전체 가중치 분석결과

기준	붕괴원인에 대한 평가항목					
	1단계 평가항목	2단계 평가항목	3단계 평가항목	가중치 비율(%)	합계 (%)	
목표	토사 사면	토질종류	-	9	100	
		사면경사		15		
		표면보호층 적용여부		6		
		집중강우		28		
		표층유실		6		
		지하시위		14		
		인장균열		21		
	혼합 사면	토층심도율	-	11	100	
		집중강우		29		
		인장균열		26		
		지하시위		15		
		사면경사		19		
	암반 사면	지질적 인자	풍화정도	12	100	49
			불연속면의 방향성	29		
불연속면의 연장성			10			
불연속면(틈새) 충진물			17			
암중			8			
낙석가능 암블럭			16			
침식			8			
수리적인자		집중강우	46	100	34	100
		지하시위	17			
		누수	14			
지형적 인자		배수시설	23	100	17	
		테일러스	12			
		수목분포	4			
	집수지형	13				
	인장균열	27				
	포행	12				
상부자연사면경사	상부자연사면경사	12	-	-	-	
	사면경사	20				

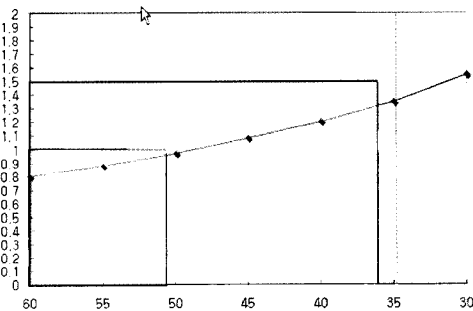
4. AHP를 활용한 기존 도로사면 유지관리 최적화를 위한 평가모델 작성

사면붕괴를 사전에 예측하고 사면붕괴 방지대책을 체계적으로 수립하기 위해서 우선, 사면붕괴 주요원인에 대한 가중치를 산정하였으며, 각각의 사면붕괴 원인별로 위험수준을 평가하기 위한 평가표를 작성하였다.

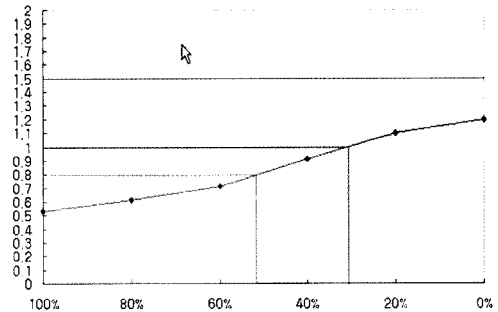
평가표를 작성하기 위한 각각의 평가항목에 대한 등급은 다양한 사면붕괴 현장자료, 기존 사면조사시 적용되고 있는 각종 지침서(건교부, 2003, 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-절토사면) 및 도로 절토사면 유지관리 시스템 개발 및 운용연구(건교부, 1998~2006), 강릉시 지방도 위험사면평가 시범사업보고서(국립방재연구소, 2004) 등을 분석하고, 각각의 경우에 대하여 수치해석등을 통하여 적용하였으며, 배점은 가중치를 등급에 따라 등분하여 적용하였다. 사면 종류별 평가표는 다음과 같다.

4.1 수치해석 결과를 반영한 평가모델 항목의 평가등급 산정

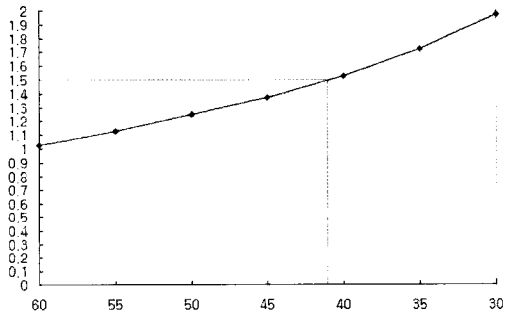
기존 도로사면 유지관리 최적화를 위한 평가모델 항목 중 평가등급을 산정하기 위해서 사면경사, 지하수위, 불연속면의 방향성은 수치해석을 실시하여 각각의 항목에 대한 현장 조건과 안전율의 상관관계를 분석하여 평가등급을 산정하였다.



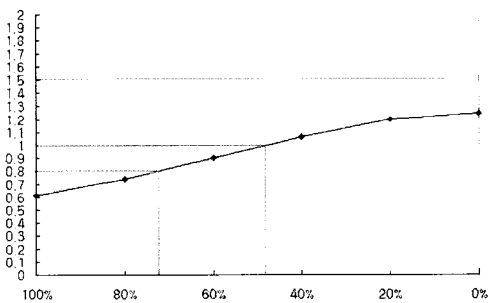
(그림 12) 사면경사 - 안전율관계(토사사면)



(그림 13) 함수율 - 안전율관계(토사사면)

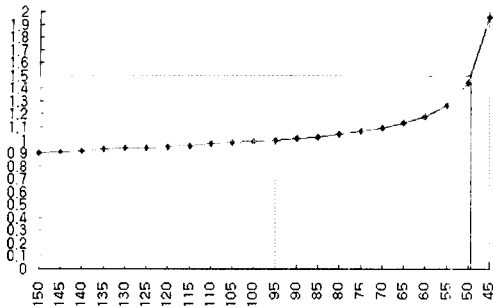


(그림 14) 사면경사 - 안전율관계(혼합사면)

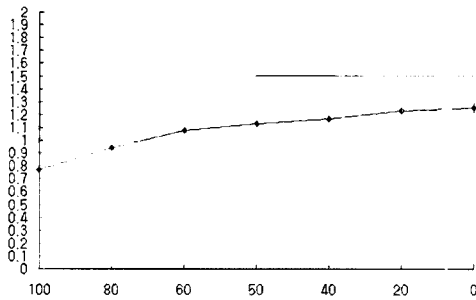


(그림 15) 함수율 - 안전율관계(혼합사면)

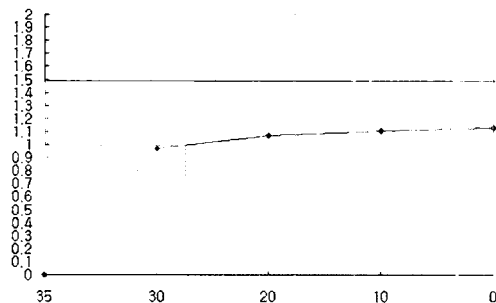
그림 12~15에서 처럼 토사사면 및 혼합사면의 경우 사면경사 및 함수율의 각각의 조건에 따른 사면의 안전율에 대한 수치해석 결과를 분석하여 안전율(Fs) 1.0을 기준으로 사면경사와 지하수위에 대한 평가등급을 산정하였다.



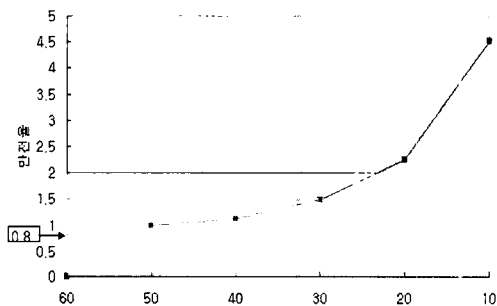
(그림 16) 사면경사 - 안전율관계(암반사면)



(그림 17) 함수율 - 안전율관계(암반사면)



(그림 18) 상부자연사면경사 - 안전율관계(암반사면)



(그림 19) 불연속면경사 - 안전율관계(암반사면)

그림 16~19에서 처럼 암반사면의 경우 사면경사, 함수율, 상부자연사면경사 및 불연속면 경사의 각각의 조건에 따른 사면의 안전율에 대한 수치해석 결과를 분석하여 안전율(Fs) 1.0을 기준으로 사면경사, 지하수위, 상부자연사면경사 및 불연속면 방향에 대한 평가등급을 산정하였다.

(표 7) 토사사면 평가표

항 목	가중치	구 분	배 점	
토사사면	토질종류	9	점토	0
		점성토	2.25	
		사질토	4.50	
		회강암풍화토	6.75	
		붕석토	9.00	
	사면경사	15	30° 미만	0
		30° 이상~32° 미만	3.75	
		32° 이상~49° 미만	7.50	
		49° 이상~60° 미만	11.25	
		60° 이상	15.00	
	표면보호공 적용여부	6	숏크리트 및 석장공	0
		식생양호	1.50	
		식생보통	3.00	
		식생불량	4.50	
	집중강우	28	식생없음	6.00
		0mm/day	0	
		0mm/day초과~50mm/day미만	7.00	
		50mm/day이상~100mm/day미만	14.00	
		100mm/day이상~150mm/day미만	21.00	
	표층유실	6	150mm/day이상	28.00
양호		0		
보통		3.00		
지하수위	14	불량	6.00	
	완전건조(함수율0%)	0		
	함수율0%이상~31%미만	3.50		
	함수율31%이상~52%미만	7.00		
	함수율52%이상~100%미만	10.50		
인장균열	21	완전포화(함수율100%)	14.00	
	없음	0		
	1mm미만	5.25		
	1mm이상~5mm미만	10.50		
	5mm이상~50mm미만	15.75		
		50mm이상	21.00	

(표 8) 혼합사면 평가표

항 목	가중치	구 분	배 점	
혼합사면	토층심도율	11	0.5m미만	0
			0.5m이상~1.0m미만	3.67
			1.0m이상~2.0m미만	7.34
			2.0m이상	11.00
	집중강우	29	0mm/day	0
			0mm/day이상~50mm/day미만	7.25
			50mm/day이상~100mm/day미만	14.50
			100mm/day이상~150mm/day미만	21.75
			150mm/day이상	29.00
	인장균열	26	없음	0
			1mm미만	6.50
			1mm이상~5mm미만	13.00
			5mm이상~50mm미만	19.50
			50mm이상	26.00
	지하수위	15	완전건조(함수율0%)	0
			함수율0%이상~48%미만	3.75
			함수율48%이상~72%미만	7.50
			함수율72%이상~100%미만	11.25
			완전포화(함수율100%)	15.00
사면경사	19	30° 미만	0	
		30° 이상~41° 미만	6.33	
		41° 이상~60° 미만	12.66	
		60° 이상	19.00	

(표 9) 암반사면(지질적인자) 평가표

항 목	가중치	구 분	배 점	
암반사면 (지질적 인자)	풍화정도	12	신선	0
			약한풍화	3.00
			보통풍화	6.00
			심한풍화	9.00
			완전풍화	12.00
	불연속면의 방향성	29	23° 미만	0
			23° 이상~30° 미만	7.25
			30° 이상~50° 미만	14.50
			50° 이상~52° 미만	21.75
			52° 이상	29.00
	불연속면의 연장성	10	<1.0m	0
			1~3m	2.50
			3~10m	5.00
			10~20m	7.50
			≥20m	10.00

암반사면 (지질적 인자)	불연속면 (틈새)충진물	17	없음	0	
			단단한충진물(<5m)	4.25	
			단단한충진물(≥5m)	8.50	
			연약한충진물(<5m)	12.75	
				연약한충진물(≥5m)	17.00
	암종	8	극경암	0	
			경암	2.00	
			보통암	4.00	
			풍화암	8.00	
	낙석가능 암블럭	16	양호	0	
			보통	8.00	
			불량	16.00	
침식	8	소규모침식(우류침식)	0		
		대규모세굴(우벌)	8.00		

(표 10) 암반사면(수리적인자) 평가표

항 목	가중치	구 분	배 점	
암반사면 (지질적 인자)	집중강우	46	0mm/day	0
			0mm/day초과~50mm/day미만	11.50
			50mm/day이상~100mm/day미만	23.00
			100mm/day이상~150mm/day미만	34.50
			150mm/day이상	46.00
	지하수위	17	완전건조(함수율0%)	0
			함수율0%이상~70%미만	4.25
			함수율70%이상~99%미만	8.50
			함수율99%이상~100%미만	12.75
			완전포화(함수율100%)	17.00
	누수	14	완전건조(completely dry)	0
			습함(damp)	3.50
			젖어있음(wet)	7.00
			떨어짐(dropping)	10.50
			흐름(flowing)	14.00
	배수시설	23	양호	0
			보통	11.50
			불량	23.00



[표 11] 암반사면(지형적인지) 평가표

항 목	가중치	구 분	배 점
암반사면 (지형적 인지)	테일러스	양호	0
		보통	6.00
		불량	12.00
	수목분포	대	0
		중	2.00
		소	4.00
	집수지형	계곡부 없음	0
		계곡부 있음	13.00
	인장균열	없음	0
		1mm미만	6.75
		1mm이상~5mm미만	13.50
		5mm이상~50mm미만	20.25
	포행	양호	0
		보통	6.00
		불량	12.00
		역구배(<math><0^\circ</math>)	0
	상부자연 사면경사	수평($=0^\circ$)	2.40
		0° 이상~ 28° 미만	4.80
		28° 이상~ 32° 미만	7.20
		32° 이상~ 35° 미만	9.60
		35° 이상	12.00
	사면경사	45° 미만	0
		45° 이상~ 49° 미만	6.66
		49° 이상~ 95° 미만	13.32
95° 이상		20.00	

5. 결론 및 추후 연구계획

본 연구는 현재 운용중인 도로사면 중 도로위험사면의 개량 및 유지관리 차원에서 사면붕괴를 사전에 예측하고 방지대책을 체계적으로 수행하기 위해서 기존 도로사면 유지관리 최적화를 위한 계층분석 의사결정 평가모델을 개발하고자 한다. 이에 본 연구에서는 사면붕괴 주요원인에 대한 우선순위를 결정하는데 있어서 실무자의 판단이나 비과학적인 평가기법을 이용한 기존의 의사결정방식을 개선하여 계층분석방법(AHP)을 이용하여 사면붕괴 주

요원인에 우선순위를 도출하고 그 결과를 토대로 기존 평가자료 및 수치해석 등을 통하여 도로사면에 대한 평가모델을 작성하였다. 추후 평가모델의 적용성을 검토하기 위해서 기존의 사면 현황조사 항목에 의한 사면붕괴 위험등급을 산정한 방법과 본 연구에서 개발한 AHP 평가모델에 실제 운용중인 도로 절토사면의 현장에 대해 조사한 결과를 적용해서 사면붕괴 위험등급을 산정한 방법을 비교·분석하여 검증을 통한 신뢰성을 확보하고자 한다.

또한, 각 사면별 평가항목을 단순화하여 신속하게 현장 조사 결과를 반영할 수 있는 모델을 제시코자 한다.

참고문헌

- 건설교통부(1998~2006), 도로절토사면 유지관리시스템 개발 및 운용연구.
- 조근태, 조용곤, 강현수(2005), 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정, 동헌출판사, pp.3~31.
- 박 현, 고길곤, 송지영, 신경식(2000), 예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구, 한국개발연구원, pp.8~79.
- 한국시설안전기술공단(2004), 절토사면 유지관리 매뉴얼, pp.185~273.
- 한국시설안전기술공단(2005), 시설물별 태풍을 대비한 사전 및 사후 점검요령, pp.29~40, 82~94.
- 건설교통부(2003), 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 - 절토사면, pp.41~76.
- 국립방재연구소(2004), 강릉시 지방도 위험사면평가 시범사업 보고서, pp.1~16, 53~171.
- 박은규(2005), AHP 기법을 이용한 도로유지보수 우선순위 평가모형 개발, 목원대학교 대학원 박사학위 논문.
- 양인태, 천기선, 이상윤, 김태환(2005), GIS와 AHP에 의한 산사태 취약지에서의 유발인자 영향, 대한토목학회 학술대회논문.
- 양인태, 김동문, 유영걸(2001), 도로의 최적노선 결정을 위한 GIS와 AHP의 적용연구, 대한토목학회 학술대회논문.
- 박민호, 이수범(2005), 지방도 위험도로 선정기준에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 제25권 제2D호, pp.247~255.
- 한국시설안전기술공단(2007.12), 사면붕괴 위험수준 결정기법 개발 연구(II)안, pp.43~208.
- 소방방재청(2007.5), 사면붕괴 예측 및 대응기술개발.
- 신장건, 이소영, 이송(2008.2), 암중별 특성이 고려된 국내 절취사면의 유지관리 방안에 관한 연구, 한국지반공학회 논문집.