도로절개면 투자우선순위 결정기법 개발

Development of Rock Slope Risk Rating System for the Determination of the Priority of Investment

구호본[1], Ho-Bon Koo, 박혁진[1], Hyuck-Jin Park, **민기복***[2], **Ki-Bok Min**, 정의진[2], Ui-Jin Jeong, 김춘식[1], Choon-Sik Kim, 박성욱[2], Sung-Wook Park

[1]한국건설기술연구원 토목연구부 선임연구원, Senior Researcher, Civil Eng. Dept., KICT
[2]한국건설기술연구원 토목연구부 연구원, Researcher, Civil Eng. Dept., KICT

SYNOPSIS : With the limited amount of budget and time, it is required to determine the priority of investment when there are a large number of hazardous slopes. In this paper, the Rock Slope Risk Rating System is developed based on the combination of the hazard of failure and the damage potential. By applying the proposed rating system to 253 rock slopes in Korean National Highway, it was possible to determine the priority of investment on road cut slopes.

KeyWords : Risk Rating System, Rock Slope, Failure Hazard, Damage Potential

1. 서론

현재 전국 국도 12,545km상에 약 10,000여 개소의 절개면이 분포하고 있는 것으로 파악되며, 건설교통부의 1999년 12월 조사자료에 의하면 1235개소의 위험절개면이 분포하며, 1999년까지 2,019억원을 투자하여 968개소의 위험절개면을 정비하였으며, 금년에 728억원을 추가로 투자하여 267개소의 위험절개면을 정비할 계획이다. 이 들 위험절개면은 연차적인 현황조사에 의해 지속적으로 발생될 것이며, 전국에 분포된 위험절개면을 대상으로 한정된 예산과 조사인력으로 절개면 붕괴를 최소화할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 즉, 위험성이 높은 절개면 중 붕괴될 경우 피해정도가 큰 절개면을 우선적으로 선정하여 환경친화성, 시공성, 경제성 등을 고려한 대책방안이 마련되어야 한다.

본 논문은 매년 발생하는 도로절개면 붕괴를 최소화하고 국내 도로절개면의 특성을 고려하여 최소의 경비로 최대의 방재 효과를 거둘 수 있는 도로 절개면 투자우선순위 결정기법 개발을 소개하고자 한다.

현재 홍콩, 일본, 호주, 미국 등 국가별로 각국의 필요성과 지형-지질의 특성에 맞는 사면 위험도 평가법이 제안되어 운용중이며, 국내에서도 사면 위험도 평가법이 제안되어 있다(최경, 1984; 한국건설기술연구원,1998; 유병옥,1997).

본 연구는 1998년도부터 건설교통부에 의해 추진되고 있는 전국 국도의 도로절개면 유지관리시스템(Cut Slope Management System, CSMS)개발의 일환으로써 국가차원의 도로절개면의 유지관리에 필요한 암반 절개면 투자우선순위 결정 기법을 개발하였으며 전국 253개 절개면을 대상으로 현장 적용성을 검토하였다.

2. 투자우선순위의 결정방법

2.1 투자우선순위 결정의 기본 원리

위험절개면 투자우선순위 결정은 절개면의 붕괴 가능요인(hazard)과 붕괴 발생시의 예상피해요인(consequence)을 함께 고려해야 한다(그림 1). 즉, 투자우선순위는 확률로 표현되는 붕괴가능성과 이로

인해 발생하는 비용을 함께 고려하는 위험성(risk)이라는 개념으로 결정될 수 있다. 위험성은 Varnes(1984)와 Einstein(1988)에 의해 개념이 구체화되었는데, 이는 구조물의 설계단계에서 고려될 수 있는 여러 개의 대안 중 최종적인 결정을 내릴 때 각 대안들의 모든 가능성과 소요비용의 상관관계를 비교, 검토하기 위해 제안되었다. 따라서, 위험성은 각 대안의 실패 가능성과 이에 따른 잠재적인 예상 피해를 포함하며, 이러한 개념은 절개면의 붕괴가능성과 이에 따른 예상피해비용을 감안해야하는 투자 우선순위의 결정에도 쉽게 응용될 수 있다.

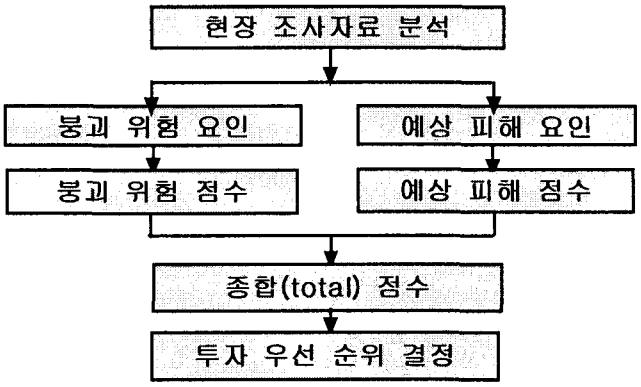

그림 1. 투자우선순위 결정 흐름도

2.2 붕괴 가능성(hazard)의 산정

붕괴 가능성은 신뢰성 이론에 기초한 붕괴 확률(probability of failure)법과 본 연구에서 채택한 절개면 위험도 평가법이 폭 넓게 사용되고 있다.

2.2.1 신뢰성 이론에 기초한 붕괴 확률(probability of failure)

이 방법은 집중 강우나 지진 같은 도로 절개면의 안정성에 영향을 줄 수 있는 외적 요인과 절개면 자체의 특성, 즉 경사각, 강도정수 등과 같은 내적 요인 등을 절개면 붕괴 확률변수(random variable)로 설정해야 하는데, 이 과정에서 이들 영향설정 범위결정의 한계성과 복잡성으로 인하여 수많은 절개면을 대상으로 붕괴 가능성을 산정 하는데 어려움이 따른다.

2.2.2 절개면 위험도 평가법

이 방법은 절개면 안정성에 영향을 미치는 인자들을 설정하고, 각 인자별 절개면 붕괴영향 가중치를 결정하고, 절개면 구성 인자들의 가중치를 합산하여 위험도를 평가하는 기법이다. 즉, 기존의 축적된 자료를 근거로 각 항목별 가중치를 설정함으로 수많은 절개면의 구성인자 조사에 의해서 비교적 간단하게 붕괴가능성(hazard)의 상대적 높낮이를 평가를 할 수 있기 때문에 폭 넓게 사용하고 있다. 그러나 절개면을 구성하는 각 국의 지형, 지질 및 지반 특성에 따라 평가기준을 달리하기 때문에 기 개발된 방법을 적용하는데는 한계가 있다.

3. 암반 절개면 투자우선순위 평가법 개발

3.1 국내외의 절개면 투자우선순위 평가법 개발 현황

홍콩, 일본, 호주, 인도 등 각 나라는 고유의 목적과 각 국의 지형 및 지질 특성에 따라 다양한 투자우선순위 평가법을 개발하여 사용하고 있으며, 우리나라에서도 최경(1986), 한국건설기술연구원(1998), 유병옥(1997)에 의해 평가표가 제안되어 있다. 국내외에서 주로 사용하는 주요 위험도 평가법의 항목 및 배점 비율 등을 살펴보면 표 1과 같다. 표 1에서 볼 수 있듯이 사면의 높이와 용수 유무의 항목은 모든 평가법에서 붕괴위험요인으로 선정되었으며 그밖에 사면의 경사, 암석의 종류, 풍화정도, 집수지형 등이 4차례씩, 그리고 절리방향, 사면형상, 사면보호공이 각각 3차례씩 반복하여 선정되었다. 따라서 이러한 요인들은 사면의 안정성에 영향을 미칠 수 있는 중요한 것으로 위험도 평가 시 반듯이 고려되어야 한다. 국내 유병옥(1997) 등의 평가표는 고속도로 절개면을 유지관리하기 위한 것으로 절개면의 위험도만을 고려하였을 뿐 예상되는 피해비용에 고려가 없어 전국에 분포된 국도 절개면의 투자우선순위 결정에는 부적절한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 절개면의 위험도와 함께 붕괴 발생 시 예상되는 피해비용도 함께 고려하여 새로운 평가법을 제안하였다.

표 1. 주요 절개면 위험도 평가표의 항목 및 배점 비율

항목	RHRS		일본국철		일본 건설성		홍콩		유병옥	
사면높이	81	12.5%	3	18.8%	4	5.9%	15	10%	30	8.6%
사면경사			2	12.5%	5	7.4%	20	13.3%	20	5.7%
절리방향	81	12.5%					5	3.3%	40	11.4%
절리경사									30	8.6%
풍화정도	81	12.5%	4	25%			10	6.7%	20	5.7%
암석종류			2	12.5%	10	14.7%	15	10%	30	8.6%
균열상태					2	2.9%			10	2.9%
단층유무									10	2.9%
암석강도					3	4.4%			10	2.9%
특수지질			2	12.5%					30	8.6%
용수유무	81	12.5%	2	12.5%	2	2.9%	15	10%	10	2.9%
토질조건					8	11.8%			10	2.9%
절리특성	162	25%							20	5.7%
집수지형	81	12.5%	1	6.3%			5	3.3%	10	2.9%
사면형상					2	2.9%	20	13.3%	10	2.9%
상부경사							15	10%	10	2.9%
붕괴이력	81	12.5%							20	5.7%
사면보호공					30	44.1%	30	20%	30	8.6%

3.2 본 연구에서 제안된 암반 절개면 투자우선순위 평가법

본 연구에서는 기존에 제안된 평가표의 항목과 한국건설기술연구원에 의해 조사된 국내 413개 현장의 암반절개면 데이터 베이스를 근거로 새로운 암반절개면 위험도 평가표를 제안하였다. 2장에서 언급된 위험도의 개념에 따라서 위험도 평가법의 항목을 붕괴위험요인과 예상피해요인으로 구분하여 총 22개의 요인을 암반 절개면 위험도 평가 항목으로 선정하였다.

절개면 위험도 평가법 중 붕괴위험요인은 330점을 만점으로 하여 현장조사자료를 토대로 항목을 선정하고 배점을 결정하였으며, 예상 피해요인은 100점을 만점으로 하여 현장 조사와 문헌 자료 조사를 통해 획득하기 용이한 항목들을 중심으로 선정, 배점하였다(표 2).

표 2. 본 연구에서 제안된 암반 절개면 붕괴 위험 평가표

항 목		구 분	배 점
붕괴위험요인	사면높이	0-10 m	0
		11-20 m	5
		21-30 m	15
		30 m 초과	25
	사면경사	1:1.2 이하	0
		1:1.2 - 1:1.0	5
		1:1.0 - 1:0.7	10
		1:0.7 - 1:0.5	20
		1:0.5 - 1:0.3	25
		1:0.3 초과	35
	절리방향	사면방향과의 차이: 30도초과	0
		사면방향과의 차이: 21-30도	15
		사면방향과의 차이: 20도이하	30
	절리경사	절리경사>사면경사	0
		20도 이하	0
		21 - 30	5
		31 - 35	10
		36 - 45	20
		45도 초과	30
	교차선의 방향	사면방향과의 차이: 60도 초과	0
		사면방향과의 차이: 41 - 60도	5
		사면방향과의 차이: 31 - 40도	10
		사면방향과의 차이: 21 - 30도	30
		사면방향과의 차이: 20도 이하	40
	교차선의 경사	교선 경사>사면 경사	0
		20도 이하	0
		21 - 30	5
		31 - 35	10
		36 - 45	20
		45도 초과	30
	절리특성	(절리특성 배점표에 의함, 표3)	65
	용수유무	건조	0
		젖어있음	5
		용수, 절개면의 하부	15
		용수, 절개면의 상부	25
	사면의 형상	양측면을 제외한 계곡부 없음	0
		양측면외에도 계곡부	10
	상부사면 경사	내리막	0
		평탄	3
		20도 이하의 오르막	5
		20도 이상의 오르막	10
	붕괴이력	없다	0
		있다	20
	불연속면의 종류	열리	10
		그 외의 불연속면	0
	붕괴위험요인 배점 총계		**330**

3.3 붕괴위험요인 주요 항목의 배점 결정 기준

절개면의 경사 : 절개면 경사의 배점은 암반절개면의 설계기준을 중심으로 구분하였으며, 지난 2년동안 수행된 국도 절개면에 대한 조사결과(한국건설기술연구원,1999) 절개면의 경사가 급할수록 높은 붕괴확률을 나타내고 있음을 고려하여 경사가 급할수록 높은 배점을 부여하였다. 또한 1 : 1.2 이하의 경사가 낮은 절개면의 경우 상대적 붕괴사례가 적으므로 배점을 0으로 하였다.

불연속면의 경사와 방향 : 불연속면 방향의 경우 평면파괴는 불연속면과 절개면의 방향(dip direction)의

표 3. 절리특성 배점표

항 목	배 점 기 준					
절리간격	구분	> 2 m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	60 - 200 mm	< 60 mm
	배점	5	8	10	15	20
암석강도	구분	> 2500 kg/cm^2	1000 - 2500 kg/cm^2	500 - 1000 kg/cm^2	250 - 500 kg/cm^2	< 250 kg/cm^2
	배점	2	4	7	12	15
절리면 길이	구분	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
	배점	0	1	2	4	6
절리 간극	구분	없음	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm
	배점	0	1	2	4	6
절리 거칠기	구분	매우 거침	거침	약간 거침	매끈	매우 매끈
	배점	0	1	2	4	6
절리 충전물	구분	없음	강한 것< 5mm	강한 것> 5mm	약한 것< 5mm	약한 것> 5mm
	배점	0	1	2	4	6
절리 풍화	구분	신선	약간 풍화	중간 풍화	매우 풍화	완전 풍화
	배점	0	1	2	4	6

차이가 20 ° 이상인 경우 거의 발생하지 않는 것으로 분석되었으며, 이는 Hoek and Bray(1981)의 평면파괴 조건과 거의 일치한다. 그러나 절개면의 굴곡 등의 요인에 의해 평면파괴의 사례가 보고되고있음(황영철, 1999)을 감안하여 20 ~ 30 ° 사이의 구간에도 15점을 배점했다. 절리경사는 암반의 일반적인 내부마찰각을 상회하는 30 ° 이상에서 붕괴가 발생하였다. 그러나 편암이나 셰일 같은 일부 변성암과 퇴적암의 경우는 내부마찰각이 30 ° 이하의 값으로 추정되는 경우도 있으며, 이러한 경우에는 절리의 경사각이 30 ° 이하에서도 붕괴가 발생할 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 21 ~ 30 ° 구간에도 일부 점수를 배점했다.

교차선의 방향과 경사 : 대표적인 암반사면 파괴 가운데 하나인 쐐기파괴에 대한 불안정성을 고려하기 위해 쐐기를 이루는 두 절리의 교차선(intersection)의 방향(trend)과 경사(plunge)에 대해서 고려하였다. 3.3.2절에서 살펴본 바와 같이 평면파괴 조건에서는 불연속면의 방향과 사면방향의 차이가 적을 때는(20 ~ 30°) 파괴가 거의 일어나지 않는 반면 쐐기파괴 조건에서는 교차하는 절리면의 교차선과 사면방향과의 각도차이가 큰 구간(40 - 60 °)에서도 쐐기파괴의 발생이 가능하고, 쐐기파괴의 발생빈도도 평면파괴의 경우보다 큰 것으로 나타났다(한국건설기술연구원, 1999). 따라서 교차선과 사면의 방향차이 값 60 ° 까지도 점수를 배점하였으며 쐐기파괴의 발생확률이 높은 점을 감안하여 총 배점의 값 또한 평면파괴의 배점보다 크게 하였다. 교차선의 경사는 불연속면경사와 유사한 붕괴특성이 관찰되므로 불연속면 경사의 배점과 동일한 점수와 구분을 하였다.

지하수용수 : 절개면내의 지하수는 절개면의 안정성에 결정적인 역할을 한다. 그러나 절개면 내에 지하수위 관측공이 설치되지 않을 경우 지하수위를 간접적으로 추정할 수 있는 방법중의 하나가 절개면상에 나타나는 용수이다. 본 평가표에서는 용수유무와 함께 용수의 위치도 구분하고 배점을 달리했다.

절개면의 형상 : 절개면의 양 측면을 제외한 계곡부가 절개면 내에 존재할 경우 계곡을 따라 토사류 등이 쉽게 퇴적되며 강우시 계곡부를 따라 집수되어 표층유실과 같은 붕괴를 유발시키기 쉽다. 따라서 절개면 내에 존재하는 계곡부 유무를 배점기준으로 삼았다.

상부 자연사면 경사 : 한국건설기술연구원(1999)의 조사에 의하면 상부자연사면경사가 20 ° 이상의 경우에 파괴의 빈도가 높은 것을 확인 할 수 있었으며 따라서 배점의 기준을 상부자연사면 경사 20 ° 로 하였다.

3.4 예상피해요인 항목의 배점 결정 기준

절개면의 붕괴에 따라 예상되는 피해비용은 크게 직접적인 피해와 간접적인 피해로 구분할 수 있다. 직접적인 피해는 절개면의 붕괴에 의해 암편들이 도로로 떨어짐에 따라 발생하는 인명피해나 차량 파손 등을 고려할 수 있다. 반면, 간접적인 피해는 절개면의 붕괴로 인한 도로폐쇄 등에 의해 발생하는 시간 및 금전적 손실 등을 고려할 수 있다. 직접적인 피해를 고려하는 항목으로는 평균 차량위험도(Average Vehicle Risk)와 이격 거리를 사용했으며, 간접적인 피해 항목으로는 교통량과 도로의 폭을 고려했다(표 4).

표 4. 본 연구에서 제안된 암반 절개면 예상피해 평가표

항 목		구 분	배 점
예상피해요인	교통량(대/일)	0 - 5,000	0
		5,001 - 10,000	5
		10,001 - 20,000	10
		20,001 - 30,000	20
		30,000 초과	30
	AVR (평균 차량위험도)	0 - 25	0
		26 - 50	10
		51 - 75	15
		76 - 100	20
		100 초과	30
	도 로 폭	4차선 이상	0
		3차선	10
		2차선 이하	20
	이격거리 (m)	3 m 초과	0
		2 - 3 m	10
		0 - 2 m	20
	예상피해요인 배점 총계		**100**
전체배점 총점			**430**

평균 차량위험도(AVR, Average Vehicle Risk) : 평균 차량위험도는 붕괴가 발생하는 시점에 붕괴절개면내에 차량 한 대가 있을 가능성을 의미한다. 이 방법은 오리건주 고속도로국(Hoek, 1999)에서 처음 제안되었으며, 교통량, 절개면의 길이, 제한속도 등을 이용하여 계산되어진다.

$$AVR = \frac{\text{교통량(대/일)} \times \text{절개면길이}(m)}{\text{제한속도}(m/h) \times 24(\text{시간/일})} \times 100\% \qquad (1)$$

교통량이 매우 많거나 절개면의 길이가 매우 긴 경우, 이 값은 100% 이상의 계산결과를 보일 수 있으며 이는 한 대 이상의 차량이 붕괴가능한 절개면내에 있음을 의미한다.

도로와의 이격 거리 : 이격 거리는 도로가 절개면에 얼마나 가깝게 근접해 있는가를 보여주는 항목이다. 즉, 절개면에서 붕괴가 발생한 경우, 떨어지는 암블럭들이 직접적으로 도로 내로 떨어질 것인지를 판단하는 근거가 된다. 암 블럭의 도로로의 떨어질 가능성은 절개면의 높이와 경사, 절개면의 형태, 암블럭의 크기에 의해서 좌우된다. 그러나, 이들 항목에 영향을 크게 미치는 절개면의 높이와 경사의 경우 이미 반영된 항목으로 점수화의 한계성을 가진다. 따라서 현장에서 쉽게 획득될 수 있으며 붕괴에 의한 파급효과를 손쉽게 예상할 수 있는 이격거리를 직접피해항목으로 포함시켰다.

교통량 : 교통량은 절개면의 붕괴발생으로 인해 도로가 폐쇄되었거나 일부 차선이 통제되었을 경우 도로구간을 이용하는 차량들이 우회하거나 지체로 인해 발생하는 시간 또는 물류비용의 손실을 측정할 수 있는 항목이다. 교통량은 도로교통량통계연보(1998)를 통해 구분하였으며 이를 기준으로 배점하였다.

도로폭 : 도로폭은 절개면 전방에 위치한 도로의 차선수로 표현될 수 있다. 동일 차선인 경우 도로의 폭이 큰 차이가 없으므로 차선 수를 이용하여 구간을 구분하였고 점수화 하였다. 도로 폭은 절개면의 붕괴 시 차량을 우회시킬 수 있는 여유공간의 유무를 판단하기 위해 항목이다.

4. 암반사면 위험도 평가표의 검증

4.1 위험도 평가표에 의한 붕괴위험성 검증

앞서 제안된 절개면 위험도 평가법의 적용성 검증을 위해 국도 주변에 분포하는 절개면 중 한국건설기술연구원에 의해 조사되어진 현장을 선정하여 절개면 위험도 평가법에 의해 점수를 산정해 보았다. 조사 현장을 1회 이상의 붕괴이력이 있는 현장, 평사투영법 등에 의한 안정해석결과 안정한 절개면, 안정해석결과 불안정한 절개면으로 구분하여 그림 2와 같이 표기하였다.

그림 2에서도 확인할 수 있듯이 안정한 절개면의 경우 대부분 100점이하의 점수를 보이고 있다. 반면 붕괴된 절개면과 붕괴 가능한 절개면은 대부분 100점이상의 분포를 보이고 있다.

4.2 예상피해 항목의 적용

앞서 제안된 예상 피해 점수표를 이용하여 예상피해 평가 항목에 대한 자료가 축적되어진 절개면에 대하여 예상피해 점수를 구해 보았다. 총 253개의 절개면에 대해 예상 피해 점수를 계산하였으며 이를 구간별로 도시해 보았다(그림 3). 그림에서 알 수 있듯이 예상점수의 분포 곡선이 정규분포곡선을 보이고 있으며 예상피해점수의 크기로 보아 이를 붕괴위험점수와 합산하여 투자우선순위를 결정할 경우 순위의 변동에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

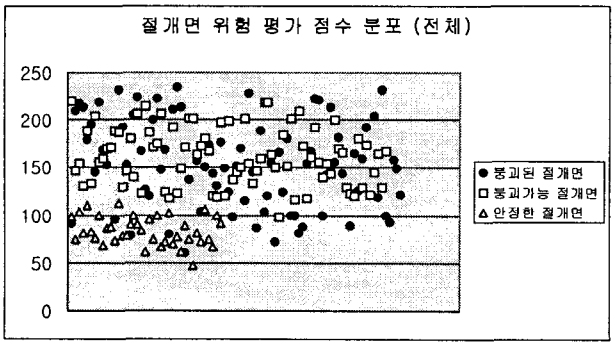

그림 2 조사대상 절개면의 붕괴위험 점수 분포

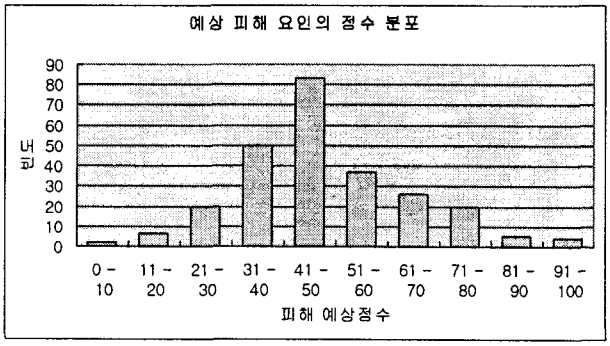

그림 3 예상피해 점수 분포

4.3 암반절개면 위험도 평가법에 의한 투자우선순위 결정

전국의 국도변에 분포하는 총253개의 암반절개면에 대해서 본 연구에서 제안한 위험도 평가법을 적용시켜 투자우선 순위를 결정하였다. 표 4와 같이 위험도 평가표를 이용함으로써 전국에 분포된 수 많은 절개면의 상대적 위험성을 파악할 수 있어 한정된 투자예산으로 투자의 우선순위를 결정할 수 있게 해준다. 또한 비슷한 정도의 붕괴 위험성을 가진 절개면이라 할 지라도 예상피해요인의 정도에 따라서 투자의 우선순위를 달리함으로써 보다 합리적인 예산 투입을 가능하게 해준다.

표 4. 암반 절개면 위험도 평가법에 의한 투자우선순위 결정의 예

투자우선순위	현장명	사면높이		사면경사		절리방향의 차이		절리경사		교차선방향 차이		교차선경사		용수유무		계곡유무		상부사면경사		붕괴이력		불연속면의 종류		절리특성	붕괴요인점수	붕괴우선순위	피해요인점수	평가표총점
		값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점	값	배점					
1	화성00지구	17	5	65	25	4	30	58	30	18	40	57	30	젖음	5	무	0	30	10	유실	20	기타	0	36	231	7	80	311
2	춘천00지구	34	25	50	10	4	30	50	30	23	30	47	30	건조	0	무	0	35	10	무	0	엽리	10	40	215	19	90	305
3	남양주00지구	40	25	57	20	10	30	50	30	1	40	26	5	젖음	5	무	0	30	10	평면	20	엽리	10	37	232	3	70	302
3	홍천00지구	32	25	50	10	15	30	46	30	24	30	39	20	건조	0	유	10	33	10	복합	20	기타	0	37	222	10	80	302
6	안동00지구	23	15	75	35	10	30	40	20	6	40	39	20	젖음	5	유	10	30	10	낙석	20	절리	0	29	234	2	65	299
·	·																											·
·	·																											·
·	·																											·
248	진안00지구	8.7	0	52	10	20	0	66	0	무	0	무	0	건조	0	유	10	24	10	무	0	절리	0	40	70	246	35	105
249	합천00지구	23	15	70	25	5	0	88	0	무	0	무	0	건조	0	무	0	10	5	무	0	기타	0	33	78	233	25	103
250	양양00지구	20	5	64	25	96	0	40	0	무	0	무	0	젖음	5	무	0	22	10	무	0	절리	0	27	72	244	30	102
251	군위00지구	12	5	60	20	16	0	75	0	12	0	75	0	건조	0	무	0	20	5	무	0	절리	0	37	67	248	30	97
252	무주00지구	20	5	52	10	0	0	82	0	81	0	46	0	젖음	5	무	0	20	5	무	0	절리	0	39	64	251	30	94
253	진안00지구	10	0	65	25	50	0	52	0	무	0	무	0	건조	0	무	0	30	10	무	0	절리	0	32	67	249	25	92

5. 결론

투자우선순위의 결정은 절개면의 붕괴 가능성과 예상 피해비용규모를 고려하여 각 절개면에 대해 체계적이고 연차적 대책수립을 가능케 한다. 본 연구에서는 절개면의 붕괴가능성을 예측할 수 있는 붕괴위험요인과 예상피해규모를 추정할 수 있는 예상 피해 요인을 합산한 암반절개면 위험도 평가법에 따라 투자우선순위를 결정하였다. 투자우선순위 평가법은 전국에 분포된 절개면을 대상으로 한정된 국가재원의 효율적 운용을 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구에서 제안된 도로절개면 투자우선순위 결정법은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

1. 본 연구에서 제안된 평가표는 평면파괴에 대한 고려와 더불어 암반절개면에서 빈번한 쐐기파괴의 가능성을 고려하였으며 이로 인해 보다 정확한 절개면 위험성 예측이 가능할 것으로 생각된다.
2. 예상피해요인을 고려한 위험도 평가법을 작성함으로써 붕괴 후 파급효과가 큰 절개면에 대해서 우선적인 투자를 할 수 있는 근거를 마련하였다.
3. 제안된 암반절개면 위험도 평가법을 253개소의 국내 현장에 적용하여 절개면의 붕괴이력과 절개면안정해석에 의한 결과와 비교, 검토하였다.

참고문헌

1. 건설교통부(1998), 97도로교통량 통계연보 제 I 권 전역조사 결과,
2. 유병옥(1997), "암반절취면의 안전성 평가 및 대책에 관한 연구", 공학박사학위논문, 한양대학교 대학원.
3. 최경(1986), 한국 산사태 발생요인과 예지에 관한 연구, 강원대학교 대학원.
4. 한국건설기술연구원(1998), 도로절개면 유지관리시스템 개발 및 운용 I, 건설교통부.
5. 한국건설기술연구원(1999), 도로절개면 유지관리시스템 개발 및 운용 II, 건설교통부.
6. 황영철 외 3인(1999), 암반사면의 평면파괴조건 고찰, 99년도 한국지반공학회 사면안정위원회 학술발표회
7. Einstein, H. H.(1988), "Landslide Risk Evaluation Procedure", Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides. July 10-15 1988, Lausanne, Switzerland, pp. 1075-1090, Balkema.
8. Hoek, E. and Bray, J. W.(1981), Rock Slope Engineering, Institute of Mining and Metallurgy.
9. Hoek, E.(1999), Practical Rock Engineering, http://www.rocscience.com/hoeknote 1998.htm.
10. Varnes, D. J.(1984), Land Hazard Zonation, a Review of Principles and Practice, Natural hazards,