

절토사면 현황자료를 이용한 충청도 관내 위험절토사면 분포 연구 Study on Dangerous Cut-slopes Distribution Using Inventory Data in Chungcheongdo

김진환¹⁾, Jin-Hwan Kim, 구호본²⁾, Ho-Bon Koo, 이종현¹⁾, Jong-Hyun Rhee, 윤천주³⁾, Chun-Joo Yun

¹⁾ 한국건설기술연구원 지반방재·환경연구실 연구원, Researcher, Geotechnical Disaster and Environment Research Div., Korea Institute of Construction Technology

²⁾ 한국건설기술연구원 지반방재·환경연구실 책임연구원, Researcher Fellow, Geotechnical Disaster and Environment Research Div., Korea Institute of Construction Technology

³⁾ 한국건설기술연구원 도로연구실 연구원, Researcher, Highway Research Div., Korea Institute of Construction Technology

SYNOPSIS : KICT has been carrying out inventory research on the cut slopes of national roads. Inventory research results are basic data used in cut slope management system. Inventory data are classified by general status, cut slope characteristics and inspector opinion. Cut slope inventory data are utilized to figure out dangerous slopes and decide survey ranking of detailed safety diagnostication.

This paper drew the distribution of dangerous cut slopes using inventory data in Chungcheongdo, then verified an efficiency on distribution of dangerous cut slopes by comparing occurrence frequency of real collapsed cut slopes.

Key words : Cut slope management system, inventory data, dangerous cut slopes distribution

1. 서론

절토사면 유지관리시스템의 기본 자료가 되는 절토사면 현황조사 자료는 2002년도에 전국 18개 국도 유지건설사무소에서 처음 수행하여, 전국에 약 12,650여개의 절토사면 현황조사 자료를 수집하였다(한국건설기술연구원, 2003). 그러나 신설노선 공사, 국도의 지방도 이전, 지방도의 국도 승격 등 도로 여건 변화로 인해 2002년 당시 조사되었던 절토사면의 현황 자료, 특히 절토사면의 개수 등에서 큰 변동이 발생하여 국도변 절토사면 유지관리를 하는데 미흡한 점이 발견되었다.

도로절토사면 유지관리시스템을 운용하는데 기본 자료로 활용되고 있는 절토사면 현황자료의 보완 및 갱신을 위해 2006년부터 2009년까지 3년에 걸쳐 전국 국도변에 분포하고 있는 절토사면의 현황조사 수행을 계획하였고, 2006년도에 충청도, 강원도, 경상도 일부 지역의 절토사면 현황조사를 수행, 완료하였다. 2007년도 현재에는 강원도 지역 현황조사를 수행 중에 있다.

본 논문에서는 현황조사 자료 활용의 다양한 방향을 모색해보기 위해 2006년 수집한 절토사면 현황조사 자료 중, 충청도 지역(충청북도와 충청남도 일부)의 절토사면 특성을 파악하고 이를 통해 지역별 위험 절토사면 분포도를 작성하였다. 그리고 작성된 위험절토사면 분포도의 타당성 여부를 검토하기 위해 충청도 관내 붕괴절토사면 보고 사례를 수집하여 작성된 분포도와 비교해 봄으로써 추후 위험도 작성에 필요한 절토사면 현황조사 자료의 내용에 대하여도 개선 방향을 모색해 보고자 한다.

2. 위험 절토사면 분포도 작성




2.1 절토사면 현황조사 항목

절토사면 현황조사를 통해 획득되는 자료는 데이터 자료와 이미지 자료로 구분된다. 데이터자료는 절토사면의 위치정보, 제원, 위험요인, 붕괴이력, 시공현황 등으로 구성되며, 이미지자료는 현장 전경, 절토사면 특징 등으로 구성된다. 절토사면 데이터조사 항목 목록은 표 1과 같으며, 현황자료 체크리스트와 현황 조사에 수집된 관련 사진들의 예는 그림 1과 같다.

표 1. 절토사면 현황조사 항목

일반현황	거리표, 위경도, 차선, 조사일자, 조사자
절토사면 특성	길이, 높이, 경사, 상부경사, 이격거리, 소단분포, 종류, 주변지형, 지하수, 누수위치, 풍화도, 불연속면방향성, 사면형상, 측면형상, 계곡부, 붕괴이력, 뜬돌 및 낙석 분포, 암종, 토층심도, 암반형태, 불연속면 종류, 시공상태
조사자 소견	위험도, 피해도, 붕괴유형, 위험등급, 위험구간, 필요주공법, 기타사항




충주국도	5 호선	06DC05U07500	단양군 단양읍 삼곡리		
일반현황	거리표	(영주 → 단양)방향 (2)km (800)m (상)행			
	위경도	N:K 36 °(57) (16.1) E:K 128 °(20) (16.4)			
	차선	양복 (2) 차선 + ()			
	조사일자	2006 년 11 월 7 일			
조사자	김진환	조사기관	KICT		
절토사면 특성	길이	150 m	최대높이	20 m	
	경사	61° (1:0.6)	상부경사	34°	
	이격거리	평균 1.5 m	소단	0 개소	
	종류	■질암 □중립 단층식 암석면	주변지형	■산악 □중산악 □평지	
	지하수	□C.dry □drip □flowing	누수위치	□상 □중 □하	
	풍화도	□F □CS □M □H □C □R	불연속면 방향성	■평직 □평행 □수직	
	사면형상	■직벽 □경사	측면형상	■직벽 □경사 □곡면	
	계곡부	0 개소	붕괴이력	□단층 □불연속면 □타원	
	뜬돌	□대 □중 □소	낙석	□대 □중 □소	
	암종	석회암	토층심도	0.5 m	
	암반형태	□massive □tabular □columnar □irregular □block □crushed	불연속면	■절리 □층리 □단층 □불연속면 □타원	
	시공현황 (상태)	■사면지반(양호) □사면지반(양호) □사면지반(양호) □사면지반(양호) □사면지반(양호)			
	조사자 소견	위험도	■상 □중 □하	피해도	■상 □중 □하
붕괴 유형		□선층 □포층 □무	위험등급	□L □M □H □C □D	
위험구간 (붕괴유형)		■상 □중 □하 / □상 □중 □하 / □상 □중 □하 / □상 □중 □하 / □상 □중 □하	주요 위험요소	{ 낙석 }	
필요 주공법			주지	□대형 □중형 □소형	
기타					

시점부 측면

종점부 측면

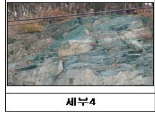


암

세부1

세부2

세부3

세부4

세부5

세부6

그림 1. 절토사면 현황조사 슈트 및 사진자료

절토사면 현황조사를 통해 수집한 충청도 지역 일반 국도변 절토사면의 개수는 2,507개소로 파악되었다(자연사면 제외). 절토사면 현황조사를 수행한 충주, 보은, 예산국도유지건설사무소 관내 국도의 연장은 약 1,400 km로 보고되고 있어 1 km 당 약 1.8 개의 절토사면이 분포하고 있다.

2.2 충청도 관내 절토사면 위험성 평가

충청도 관내 위험 절토사면 분포도를 작성하기 위해 조사된 절토사면의 위험성 여부를 판단하였다. 절토사면 위험성 평가는 두가지 방법으로 수행하였다. 첫 번째 방법은 절토사면 현황조사 항목 각각에 대하여 배점을 부여한 뒤, 각 점수를 모두 합하여 총점을 구하여 위험성을 평가하였으며, 두 번째 방법은 절토사면 현황조사 항목 중 절토사면 안정성에 영향을 크게 미치는 세가지 항목을 추출하여 평가하였다.

먼저 조사된 절토사면의 위험성을 평가하기 위해 절토사면 현황 조사 항목의 측정 값에 대하여 구간 별로 배점을 선정하고 각 항목에 해당하는 배점을 합하여 점수를 계산, 충청도 관내 조사 절토사면 각각에 대하여 점수를 부여하였다(표 2). 각 점수는 절토사면의 절대적인 위험성을 나타내지는 않으며 다만, 고득점 절토사면이 저득점 절토사면에 비하여 상대적으로 위험한 상태에 있을 수 있음을 나타낸다.

점수 구간은 최소 합계 점수인 80점 이상에서 110점 미만, 110점 이상에서 140점 미만, 140점 이상에서 170점 미만, 170점 이상에서 200점 미만, 200점 이상에서 240점 이하까지 총 5단계로 구분하였다.

표 2. 절토사면 현황자료 점수 분포 표

No.	항목	범위		
1	길이	0~100 m 미만	100 m 이상~200 m 미만	200 m 이상
2	높이	15 m 미만	15 m 이상~30 m 미만	30 m 이상
3	경사	45° 미만	45° 이상~60° 미만	60° 이상
4	상부경사	10° 미만	10°~30°	30° 이상
5	이격거리	5 m 이상	2 m 이상~5 m 미만	2 m 미만
6	사면종류	암반	토사	혼합
7	주변지형	평지, 구릉	준산악	산악
8	지하수	건조, 습함	떨어짐, 젖음	흐름
9	풍화도	신선, 약간	보통, 심한	완전, 잔류
10	불연속면 방향성	후방	평행	일치
11	사면형상	직선	절형, 요형	과형
12	측면형상	직선형	요철형	탈락형, 돌출형
13	계곡부	0	1~2 개	3 개 이상
14	붕괴유형	무	표층	심층
15	튼돌 및 낙석분포	무, 소	중	대
16	토층심도	0.5 m 미만	0.5 m 이상~1 m 미만	1 m 이상
	배점	5 점	10 점	15 점

절토사면 위험성 평가의 두 번째 방법으로는 절토사면 위험등급을 이용하여 수행하였다. 2003년도에 한국건설기술연구원에서는 과거 수집된 절토사면 현황조사 자료를 이용하여 국도변에 분포하고 있는 많은 양의 절토사면의 체계적인 관리를 위해 마스터플랜을 작성한 바 있다(한국건설기술연구원 2004). 마스터플랜 작성 과정에서 절토사면 현황자료 항목 중 절토사면 안정성에 영향을 줄 수 있는 세가지 항목을 추출하였다.

절토사면 안정성에 영향을 끼칠 수 있는 위험요소 항목으로 절토사면 구성암반의 풍화상태, 절토사면 지하수 상태, 절토사면에 관찰되는 불연속면 상태를 선정하였고 이들에 대하여 각각 표 3과 같이 분류하여 체크하였다.

표 3. 절토사면 위험등급 분류

위험 요소 항목	위험도
	위험도감소 <-----> 위험도증가
풍화도	신선 - 약간풍화 - 보통풍화 - 심한풍화 - 완전풍화 - 풍화잔류토
지하수상태	건조 - 습함 - 젖음 - 떨어짐 - 흐름
불연속면 방향성	(확인불가) 후방 - 평행 - 일치
절토사면 위험등급 분류	A(상대 양호), B(상대 양호), C(위험요소 1개), D(위험요소 2개), E(위험요소 3개)

2.3 충청도 관내 위험절토사면 분포도 작성

조사 항목 배점표와 위험등급 평가 자료를 이용하여 산출한 절토사면의 위험도 점수 및 등급을 이용하여 위험절토사면 분포도를 작성하였다. 조사 항목 점수를 이용할 경우, 점수 구간을 다섯 구간으로 나누었으며 위험등급을 이용할 경우에도 A, B, C, D, E 등급의 다섯 구간으로 나누어 구분한 뒤, 절토사면 조사 당시 획득한 위치정보(위경도 좌표)를 이용하여 지도에 표시하였다(그림 2).

두가지 방법으로 작성된 위험도에 표기된 위험 절토사면 분포 현황을 살펴보면, 분포 지역은 주로 단양군 일대와 영동군, 보은군 주변으로 분포하고 있음을 알 수 있다. 위험도의 활용은 다양하게 이용될 수 있겠으나 넓은 지역을 보다 효율적으로 관리, 점검하는 기초 자료로 활용하는데 가장 큰 의의가 있을 수 있다.

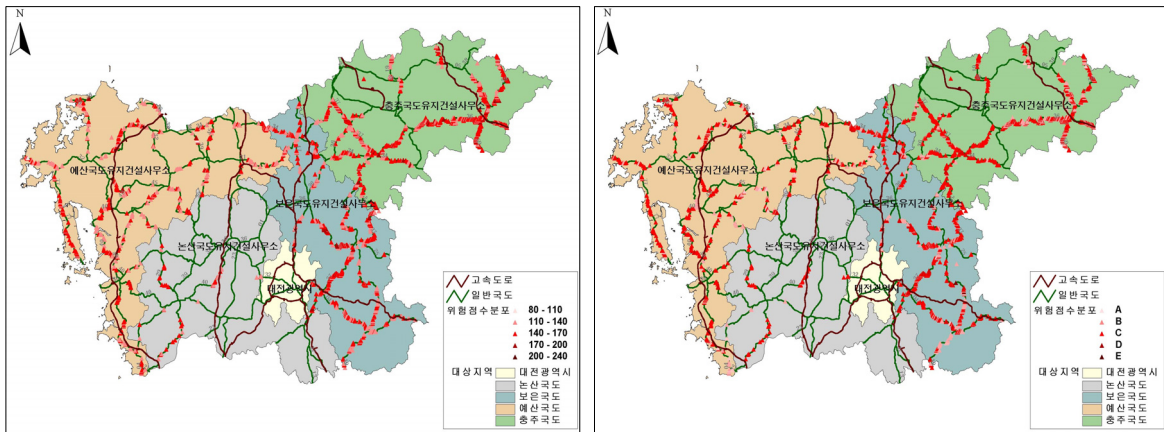


그림 2. 충청도 관내 위험절토사면 분포도(좌 : 현황조사자료 점수표 사용, 우 : 위험등급 사용)

3. 결 론

한국건설기술연구원에서는 도로절토사면유지관리시스템 운영업무를 수행하면서 충청도 관내 절토사면 현황조사 자료 갱신을 위해 현황조사를 수행하였다. 절토사면 현황조사를 통해 약 2,500여개의 절토사면에 대한 자료를 수집하였고 조사 자료의 효율적인 관리 및 활용을 위해 위험절토사면 분포도를 작성하였다.

위험 절토사면 분포도는 조사상목 배점표와 절토사면 위험 등급을 이용하여 작성하였다. 두가지 방법으로 작성된 분포도의 경우 모두 비슷한 지역을 위험 절토사면 분포지역으로 지시하고 있어 비교적 타당성 있는 자료로 판단된다.

특히, 비전문가에 의한 절토사면 현황조사시 위험등급 항목(풍화도, 암석의 결, 지하수 상태)만의 파악을 통해 절토사면의 위험성을 평가할 수 있어 효율적인 조사 방법이라고 볼 수 있다.

추후 전국적으로 절토사면 현황조사 자료가 갱신되어 전국 국도변 절토사면 개소수 및 특성이 파악되면 위험 절토사면 분포도가 전국적으로 확대하여 작성할 수 있을 것으로 판단되며 절토사면 및 도로의 효율적인 관리의 기본 자료로 활용될 수 있을 것이다.

4. 참고문헌

1. 김진환, 구호본, 박미선, 이정엽, 2004, 절토사면 현황자료 통계처리를 이용한 위험인자 도출, 지질공학회 학술발표회 논문집, pp 160~171.
2. 한국건설기술연구원, 2003, 2002년도 도로절토절개면 유지관리시스템 개발 및 운용, 건설교통부, pp 11~38.
3. 한국건설기술연구원, 2004, 2003년도 도로절토절토사면 유지관리시스템 개발 및 운용, 건설교통부, pp 26~37.