

충청도 내 일반국도 절토사면의 현황자료와 위험도간의 상관성분석 Correlation Analysis between Inventory data and danger grade of Cut slope in Chungcheongdo

김진환¹⁾, Jinhwan Kim, 이종현¹⁾, Jong-Hyun Rhee, 김승현¹⁾, Seung-Hyun Kim, 이정엽¹⁾, Jung-Yup Lee, 구호본²⁾, Ho-bon Koo

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

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 will draw dangerous cut slope and more important inventory data in Chungcheongdo via correlation analysis.

Key words : Cut slope management system, Inventory data, Correlation analysis

1. 서론

도로절토사면 유지관리시스템(CSMS)의 기본 자료가 되는 전국 국도변 절토사면 현황조사 자료는 크게 대상 절토사면의 위치정보, 절토사면의 간단한 제원, 조사사의 소견 등으로 구성된다. 2002년도에 전국 18개 국도관리사무소에서 처음 자료 수집을 수행하여, 당시 전국의 약 12,650여개의 절토사면 현황조사 자료를 수집하였다(한국건설기술연구원, 2003). 그러나 현재, 신설 국도 공사, 기존 국도의 지방도 이전, 지방도의 국도 승격 등 다양한 도로 여건 변화로 인해 2002년 당시 조사되었던 절토사면의 현황 자료, 특히 절토사면의 개수 등에서 큰 변동이 발생하여 국도변 절토사면을 관리하는데 미흡한 점이 발견되었다.

도로절토사면 유지관리시스템을 운용하는데 기본 자료로 활용되고 있는 절토사면 현황자료의 보완 및 갱신을 위해 2006년부터 한국건설기술연구원과 한국시설안전공단에서는 전국 국도변에 분포하고 있는 절토사면의 현황조사를 계획하였다. 2006년도에는 경기도(의정부), 충청도(보은, 예산), 경상도(영주, 진영) 일부 지역의 절토사면 현황조사를 수행, 완료하였으며, 2007년도에는 충청도(충주), 강원도(강릉, 홍천) 지역 현황조사를 수행하였다. 2008년도에는 전라도(남원), 강원도(정선) 지역을 현재 조사하고 있는 중이다(괄호안의 지역명은 국도관리사무소 명칭을 나타냄).

본 논문에서는 충청도 지역 절토사면 현황조사 자료(보은, 예산, 충주)를 통계처리하여 각 절토사면의 위험도와 현황조사 항목간의 상관관계를 분석하여 절토사면 현황조사 항목들 중에서 절토사면 위험도에 보다 큰 영향을 미치는 항목을 파악해 보고자 한다.

2. 충청도 관내 절토사면 현황조사 자료와 절토사면 위험도간의 상관성 분석

2.1 절토사면 현황조사 항목 및 위험도 평가

절토사면 현황조사를 통해 획득되는 자료는 데이터 자료와 이미지 자료로 구분된다. 데이터자료는 절토사면의 위치정보, 제원, 위험요인, 붕괴이력, 시공현황 등으로 구성되며, 이미지자료는 현장 전경 사진, 절토사면 세부 사진 등으로 구성된다. 절토사면 데이터조사 항목 목록은 표 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, 암중, 토층심도, 암반형태, 불연속면 종류, 시공상태 |
| 조사자 소견 | 위험도, 피해도, 붕괴유형, 위험등급, 위험구간, 필요주공법, 기타사항 |

현황조사 자료와 절토사면 위험도간의 상관성을 분석하기 위해 먼저 절토사면 현황조사 항목을 이용하여 절토사면의 위험도를 평가하였다. 절토사면 위험도 평가는 각각의 조사항목에 배점을 부여하여 합산하는 방식으로 산출하였다. 표 2에서 보는 바와 같이 각 절토사면 현황조사 항목에 대하여 범위를 설정하고 구간마다 최소 5점에서 최대 15점의 배점을 부여, 해당되는 점수를 모두 합산하여 각각의 절토사면 총점을 구하였다. 각 항목에 대한 구간 결정은 보다 많은 논의가 필요할 것으로 판단되나 본 논문에서는 상관성 분석의 편의를 위해 임의로 구간을 나누었다. 각 절토사면의 총점은 절토사면의 위험도를 나타내는데, 이는 절대적인 위험도를 나타내지는 않으며, 총점이 높은 절토사면이 그렇지 않은 절토사면에 비하여 상대적으로 위험하다고 판단할 수 있다.

표 2. 절토사면 현황자료 점수 분포 표(총합 최저 85점, 최고 : 255점)

| No. | 항목 | 구간 범위 | | |
|-----|----------|------------|-------------------|----------|
| | | 0~100 m 미만 | 100 m 이상~200 m 미만 | 200 m 이상 |
| 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 | 철형, 요형 | 파형 |
| 12 | 측면형상 | 직선형 | 요철형 | 탈락형, 돌출형 |
| 13 | 계곡부 | 0 | 1~2 개 | 3 개 이상 |
| 14 | 붕괴유형 | 무 | 표층 | 심층 |
| 15 | 뜬돌 | 무, 소 | 중 | 대 |
| 16 | 낙석 | 무, 소 | 중 | 대 |
| 17 | 토층심도 | 0.5 m 미만 | 0.5 m 이상~1 m 미만 | 1 m 이상 |
| | 배점 | 5 점 | 10 점 | 15 점 |

2006, 2007년 절토사면 현황조사를 통해 수집한 충청도 지역 일반 국도 절토사면의 개수는 총 2,759 개소로 파악되었다(논산국도 및 자연사면 제외). 절토사면 위험도 점수가 가장 높은 사면의 점수는 215점이었으며 가장 낮은 점수는 105점이었다. 충청도 관내 절토사면의 위험도 점수 분포도는 그림 1과 같다.

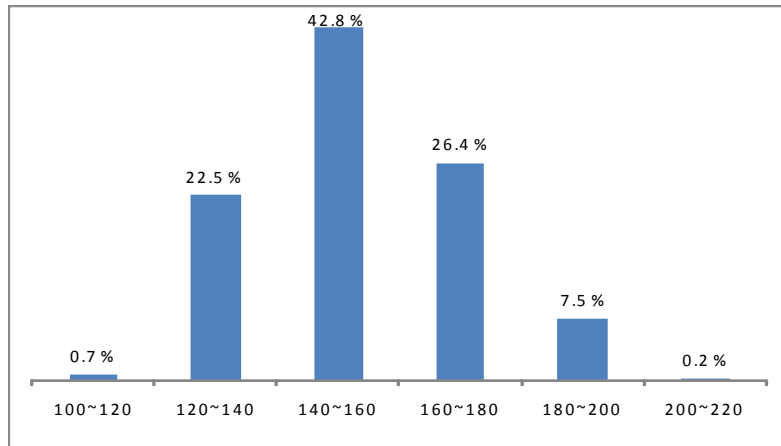


그림 1. 절토사면 위험도 점수 분포 현황

2.2 절토사면 현황조사 항목과 위험도간의 상관성 평가

각 절토사면 현황자료 항목과 총점(위험도 점수)과의 상관관계를 판단하기 위해 통계처리를 실시하였다. SPSS Ver. 15를 사용하여 충청도 관내(논산국도 미포함) 절토사면에 대해 상관관계분석을 하였다(김은정 외, 2003). 상관관계분석에 사용한 절토사면 항목은 절토사면 위험도를 계산하기 위한 항목과 동일하다(표 2 참조). 충청도 관내 절토사면 현황조사 항목과 위험도 점수간의 상관성을 표 3에 나타내었다.

표 3. 절토사면 현황자료 항목과 위험도 점수간의 상관관계(2006, 2007년도 현황조사 자료)

| | 길이 | 높이 | 경사 | 상부 경사 | 이격 거리 | 사면 종류 | 주변 지형 | 지하수 | 풍화도 | 불연속면 방향 | 사면형상 | 측면형상 | 계곡부 | 붕괴유형 | 튼튼 | 낙석 | 토층 심도 | 위험도 점수 |
|---------|--------|-------------|-------|-------------|-------|--------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 길이 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 높이 | .634 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 경사 | .200 | .344 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 상부 경사 | .301 | .408 | .474 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 이격 거리 | -.466 | -.515 | -.339 | -.479 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 사면 종류 | .182 | .043 | -.178 | -.052 | -.039 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 주변 지형 | -.173 | -.068 | .125 | .120 | .158 | -.111 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 지하수 | .053 | .048 | -.043 | -.064 | 0.035 | -0.005 | -.077 | 1 | | | | | | | | | | |
| 풍화도 | -0.030 | -.158 | -.275 | -.121 | .050 | .199 | -.159 | -.043 | 1 | | | | | | | | | |
| 불연속면 방향 | -0.034 | 0.003 | .092 | .048 | .045 | -.169 | .081 | .052 | -.138 | 1 | | | | | | | | |
| 사면형상 | 0.030 | -0.007 | 0.030 | -0.017 | .077 | -.123 | .113 | .040 | -.095 | .090 | 1 | | | | | | | |
| 측면형상 | -.220 | -.141 | .248 | .131 | .140 | -.411 | .239 | -0.012 | -.196 | .184 | .142 | 1 | | | | | | |
| 계곡부 | .636 | .600 | .389 | .574 | -.687 | .160 | -.107 | -0.037 | -0.022 | -.060 | -.062 | -.167 | 1 | | | | | |
| 붕괴 유형 | -.052 | -0.006 | .207 | .077 | .051 | -.161 | .103 | .102 | -.165 | .120 | .087 | .350 | -.054 | 1 | | | | |
| 튼튼 | -0.013 | .071 | .230 | .113 | .048 | -.239 | .134 | .067 | -.190 | .175 | .147 | .423 | -.055 | .350 | 1 | | | |
| 낙석 | -0.012 | .060 | .162 | .061 | .067 | -.197 | .107 | .052 | -.136 | .076 | .103 | .346 | -.061 | .324 | .731 | 1 | | |
| 토층 심도 | .387 | .272 | -.042 | .209 | -.299 | .429 | -.175 | -.067 | .443 | -.123 | -.190 | -.346 | .459 | -.187 | -.229 | -.163 | 1 | |
| 위험도 점수 | .597 | .605 | .510 | .611 | -.329 | .231 | .195 | .073 | 0.009 | .161 | .176 | .156 | .634 | .280 | .348 | .311 | .441 | 1 |

일반적으로 상관계수가 0.40이상 이면 상관관계가 있다고 말할 수 있으며 0.70이상이면 상관관계가 높다고 할 수 있다(김은정 외, 2003). 표 3의 결과를 보면 절토사면 현황자료 항목들 중 위험도 점수와 의 상관성이 높은 항목은 길이, 높이, 경사, 상부경사, 계곡부 항목으로 나타났으며, 가장 상관성이 높은 항목은 계곡부, 상부경사, 높이 순임을 알 수 있다.

2002년도에 최초 절토사면 현황자료를 취득하였을 때, 수행했던 현황조사 자료와 위험도와의 상관성 분석 결과와 이번에 새롭게 수행하여 취득한 현황자료를 이용한 결과와 비교해보았다(김진환 외, 2004). 표 4에서 알 수 있듯이, 2002년도 현황조사 자료와 절토사면 위험도간의 상관성을 분석해보면, 절토사면 위험도 점수와 상관성이 높은 항목은 계곡부, 경사, 주변지형으로 나타났다.

2002년과 2006년에 조사했던 현황조사 항목 간에 차이가 있기는 하지만, 충청도 관내 절토사면 위험도와 상관성이 가장 높은 항목으로는 절토사면 내 분포하고 있는 계곡부의 유무임을 알 수 있다.

표 4. 절토사면 현황자료 항목과 위험도 점수간의 상관관계(2002년도 현황조사 자료)

| | 길이 | 높이 | 경사 | 상부경사 | 이격거리 | 사면종류 | 주변지형 | 불연속면방향 | 사면형상 | 측면형상 | 계곡부 | 붕괴유형 | 위험도점수 |
|--------|--------|--------|-------------|-------|--------|-------|-------------|--------|------|------|-------------|------|-------|
| 길이 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 높이 | .340 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 경사 | -0.041 | .093 | 1 | | | | | | | | | | |
| 상부경사 | -.066 | 0.031 | .278 | 1 | | | | | | | | | |
| 이격거리 | -.057 | -0.042 | 0.016 | 0.023 | 1 | | | | | | | | |
| 사면종류 | .136 | -.079 | -.252 | -.171 | -0.026 | 1 | | | | | | | |
| 주변지형 | -.131 | .064 | .343 | .382 | .148 | -.123 | 1 | | | | | | |
| 불연속면방향 | 0.007 | .052 | .167 | .095 | -0.002 | -.106 | .118 | 1 | | | | | |
| 사면형상 | .147 | .128 | .207 | .137 | .071 | -.059 | .230 | .078 | 1 | | | | |
| 측면형상 | -.104 | 0.044 | .462 | .305 | -0.049 | -.237 | .253 | .114 | .191 | 1 | | | |
| 계곡부 | .211 | .216 | .292 | .240 | .120 | 0.032 | .357 | .110 | .239 | .093 | 1 | | |
| 붕괴유형 | .109 | .113 | .200 | .109 | -.088 | -.068 | -0.045 | .175 | .121 | .283 | .058 | 1 | |
| 위험도점수 | .352 | .398 | .569 | .497 | 0.019 | .080 | .501 | .349 | .482 | .498 | .593 | .437 | 1 |

3. 결 론

지금까지 2006년, 2007년도에 수집된 충청도 관내 절토사면 현황조사 자료의 통계처리를 이용하여 절토사면의 위험도 점수와 절토사면 현황조사 항목간의 상관관계를 살펴보았다. 상관관계 분석결과 충청도 관내 절토사면 위험도 점수에 큰 영향을 미치는 항목으로는 계곡부(유무), 상부경사, 높이 항목임을 알 수 있었다. 각각의 조사 항목이 절토사면의 안정성에 얼마나 영향을 미치는가에 대한 평가는 보다 자세히 연구될 필요가 있다고 판단된다.

전국 18개 국도관리사무소 관내 절토사면 현황조사가 모두 완료될 예정인 2009년도에는 이번에 상관관계분석을 수행하지 않은 국도관리사무소의 절토사면에 대해서도 상관관계 분석 등 다양한 통계처리를 수행하여 우리나라의 지역별 절토사면의 특성을 파악할 수 있을 것으로 판단된다. 각 지역별 절토사면의 위험항목이 도출되면, 절토사면 유지관리시 중점 점검항목 등으로 사용되어 도로 절토사면의 전반적인 관리에 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

1. 김은정, 박양규, 박중재(2003) SPSS 통계분석 10. 21세기사
2. 김진환, 구호본, 박미선, 이정엽, 2004, 절토사면 현황자료 통계처리를 이용한 위험인자 도출, 지질공학회 학술발표회 논문집, pp 160~171.
3. 한국건설기술연구원(2003), 2002년도 도로절개면 유지관리시스템 개발 및 운용, 건설교통부.