

집중호우로 인한 강원지역 피해현황 및 특성에 관한 연구

A study on Damages and Characteristic caused by Rainfall in Kangwon Provincial

백두현* · 이승호** · 정춘교*** · 황영철****

Baek, Du Hyun · Lee, Seung Ho · Jung, Chun Gyo · Hwang, Young Cheol

Abstract

The rainy season started in July, 2006 and the rainfall occurred much damage from July 26 to 28 for three days. Injae and Yangyang which many damage generated by rainfall was made applicable to research. Research of a study has grasped the damage aspect and present condition of Kangwondo. The cause of damage and the measure were concluded in consideration of the collapse characteristic.

Keywords: rainfall, Kangwondo, damage aspect

1. 서론

우리나라에서 발생하는 산사태 중 대부분은 산사면의 모양이 풍화되어 암편이 흘러내리는 토석류로서 소규모 산사태 발생형태를 보이며 주로 6월에서 8월의 집중호우 기간과 해빙기 기간에 많이 발생한다. 최근에는 지구의 온난화 등으로 인하여 우리나라의 기후도 점차 건기와 우기가 명확히 구분되어 가고 있고 여름철에는 매년 기록적인 강우가 내리고 있다. 국내의 경우, 경사지 붕괴는 장마전선과 태풍이 발생하는 시기에 집중적으로 발생하게 되며 이로 인하여 발생하는 재산 및 인명피해는 적지 않다.

표1. 집중호우에 의한 피해결과

| 구분 | 2006년 집중호우(7.7~7.29, 23일간) |
|--------|----------------------------------|
| 누적 강우량 | 홍천 1,208, 제천 1,024, 서울 990mm |
| 인명 피해 | 63명(산사태 20, 하천 및 계곡급류30, 기타 13명) |
| 이재민 발생 | 9,340명(강원 5,000, 경기 1,500 등) |
| 재산 피해 | 시설피해 : 1조 9,228억원(잠정) |

표2 집중호우에 의한 피해(1916~2005)

| 순위 | 년도 | 사망·실종 | 재산 피해 | 주요 재난 |
|----|------|-------|--------|------------------------------|
| 1 | 2002 | 270 | 66,331 | 태풍 루사(55,838) |
| 2 | 2003 | 148 | 46,777 | 태풍 매미(44,807) |
| 4 | 1998 | 384 | 17,014 | 집중호우(13,413) 태풍 야니(2,955) |
| 10 | 1995 | 158 | 7,775 | 집중호우(5,900) |

태풍발생이 적었던 해('77, '83, '95, '98, '00)의 경우, 태풍피해보다는 집중호우로 인한 피해가 많았으며 특히 올해 강원도 일부지역을 강습한 집중호우로 인하여 경사지와 관련된 붕괴가 발생하였다.

본 연구는 지난 7월 집중호우로 인해 강원도 일부 지역의 경사지에서 발생한 붕괴와 도로 절토사면 붕괴 현장에 대한 수해 조사를 실시한 결과이다.

* 비회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 석사과정 · E-mail : gens21@paran.com
 ** 정회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 · 교수 · E-mail : shlee@sangji.ac.kr
 *** 비회원 · 충청남도유지건설사무소 · 보수과장 · E-mail : jck7343@moct.go.kr
 **** 정회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 · 교수 · E-mail : ychwang@sangji.ac.kr

2. 절토 사면 피해 유형별 피해

2.1 낙석

피해 지역은 암석면이 풍화되거나 절리면 사이에 수분이 침투되어 암석이 부분적으로 탈락하는 현상으로 절토사면 상에서 낙석이 발생하였으나, 설치된 낙석방호시설에 의해 도로에 큰 피해는 발생하지 않았다.

2.2 표층 유실

집중호우로 인해 느슨한 지반과 단단한 지반의 경계면을 따라 지하수가 흐르고 지반이 전단강도를 상실하여 붕괴가 발생한 것으로 판단되며 붕괴규모는 일반적으로 깊이가 50cm~1m 이내의 천층 깊이에서 발생되었고 피해규모는 가장 작게 나타났다.

2.3 원호파괴

자연사면 또는 절토사면이 동결 융해 작용 및 풍화로 인해 풍화심도가 깊어지게 되고 강우에 인한 자중의 증가 및 전단강도의 상실로 인해 붕괴가 발생한 것으로 이번 장마철에는 원호파괴로 인하여 표면 토층이 유실되어 도로가 차단되는 피해가 발생하였다.

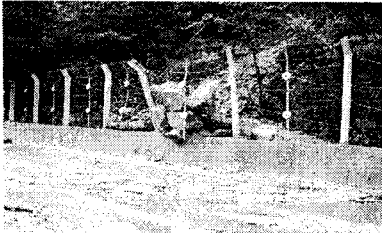


그림 1. 낙석에 의한 피해 사례



그림 2. 표면유실의 붕괴사례

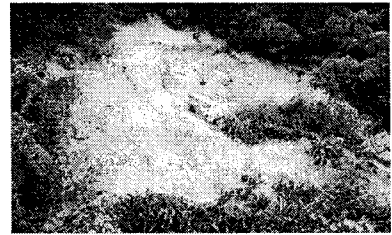


그림 3. 원호파괴 유형의 붕괴사례

3. 성토 사면 피해 유형별 피해원인

3.1 편절편성구간

암반위에 성토를 실시한 편절편성구간에서 집중강우시 계곡부 및 노면수가 성토비탈면으로 유입되어 암반면 위로 지하수가 흘러 토사가 유실되고 상부 토층이 유실되면서 붕괴가 발생하는 유형이다. 인제 양양 지역에 발생한 편절편성구간은 암반면 위에 시공된 석축이나 옹벽구조물이 토사층의 유실로 인해 붕괴가 발생한 것으로 판단된다.

3.2 성토구간

이번 태풍 및 장마로 인한 붕괴는 인접부의 절토비탈면의 붕괴토사가 유로를 차단하여 도로성토부를 유실시켜 피해를 준 것으로 판단된다.



그림 4. 편절편성 구간의 성토비탈면 유실 사례

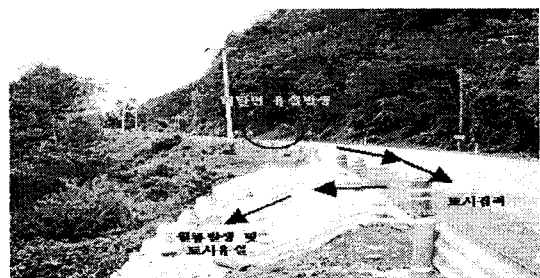


그림 5. 노면수의 도로유입으로 인한 피해사례

4. 하천인접구간

4.1 수충부의 유실

피해지역의 수충부에는 옹벽 등의 보호시설은 설치되어 있었으나, 집중호우를 견디지 못하고 유실되어 붕괴를 가중 시킨 것으로 판단된다.

4.2 유송잡물에 의한 피해

유피해지역은 도로 양측으로 계곡부와 사면이 있는 전형적인 산악지 도로였으며 우측 계곡부에서 쏟아진 유송잡물에 의해 횡배수관이 배수기능을 막힘에 따라 유수가 노면으로 침출되고 수압이 증가하여 도로가 유실된 것으로 판단된다.

4.3 하폭축소 구간 피해

피해 구간의 하도는 국립공원의 자연석들에 의한 급축소 구간으로서 단면수축에 의해 수위가 상승하고 유속이 증가 되어 강한 와류 및 수류력이 발생하고, 높은 유속으로 인해 하안의 호안이 붕괴되고 사면이 침식되면서 도로가 유실된 것으로 추정된다. 국도44호선은 하천내에 암반돌출로 인한 하도 급 축소부 좌안에 위치하고 있어 피해가 많이 발생한 것으로 판단된다.

4.4 형하공간 부족으로 인한 피해

피해 조사 지역은 장평 2교로, 이 지역은 차량의 원활한 진입을 위해 교량양측의 진입부에 하폭을 줄여 진입부를 설치하였고, 교량의 지간 역시 좁아서(12.5m), 통수단면이 축소되어 수위상승 및 유속증가를 야기한 것으로 판단된다. 또한 형하고 역시 낮은 것으로 판단되며, 수위상승으로 인해 유송잡물이 교각 및 교량난간에 적체되어 국도상으로 월류가 발생하였고, 이로 인해 석축시공구간이 세굴되어 도로가 유실된 것으로 판단된다.



그림 6. 하천 수충부에서의 도로유실 사례



그림 7. 유송잡물에 의한 배수기능 저하에 따른 도로유실 사례

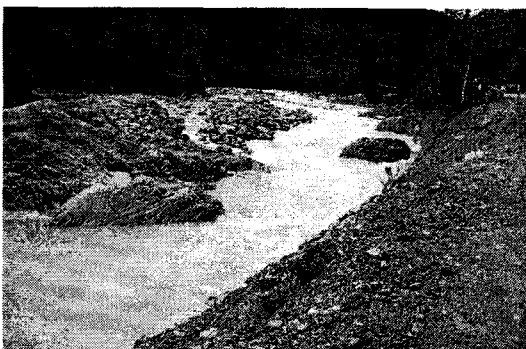


그림 8. 국도44호선 양양~오색리 피해 현황



그림 9. 교량 진입부로 인해 축소된 통수단면

5. 토석류에 의한 피해

피해조사 지역은 계곡부를 형성하고 암반면 위에 큰 암괴를 가진 봉적층이 존재하였으며 계곡부에는 수목이 밀집되어 있다. 따라서 강우로 인해 상부로 부터의 유송잡물(토사, 암석, 초목류 등)에 의해 도로하부형 배수관의 기능이 마비되고 집중된 강우가 도로 상부로 월류하여 비탈면 반대편의 도로 성토부를 침식시켜 도로 파손 및 일부 유실을 초래한 것으로 판단된다. 또한 계곡부에서 쏟아진 나무와 토석류에 의해 배수기능을 상실시키고 도로를 완전 유실시킨 것으로 판단된다.

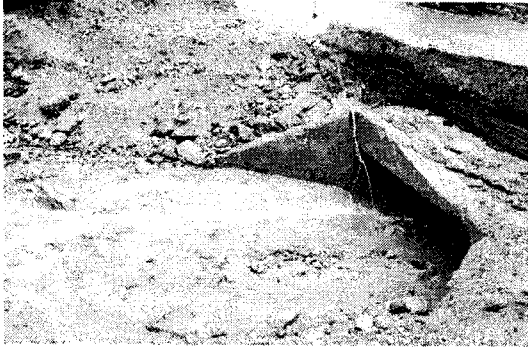


그림 10. 토사에 의한 배수구 막힘



그림 11. 토석류에 의한 도로 파손 및 침하 사례

6. 결 론

본 연구에서는 2006년 7월 26일에서 28일 3일간의 집중호우로 인하여 많은 피해가 발생한 강원도 인제, 양양지역을 답사하면서 피해양상 및 현황을 파악하였으며 다음과 같은 결론을 제시하고자 한다.

- (1) 사면붕괴는 주로 소규모 토사 유출이기 때문에 큰 인명피해는 발생하지 않았으나, 계곡부에서 발생한 대규모 토석류 유출로 인하여 많은 도로유실이 발생한 것으로 사료된다.
- (2) 매년 이러한 재해를 되풀이 하지 않기 위하여 무분별한 외국 식생을 이용한 녹화공의 적용을 지양하고 국내 지역 특성에 맞는 품종을 개발, 개량하여 현장에 적용하는 것이 필요할 것으로 사료된다.
- (3) 또한, 계곡부가 형성되는 지점에는 사방댐 등의 토석류 운동에너지를 저하 시킬 수 있는 토목 구조물의 시공이 필요할 것으로 사료된다.
- (4) 피해저감을 위한 혁신적인 산사태 예·경보 시스템의 개발과 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 지역특성화사업(강원권역) 낙석 및 산사태 방지를 위한 차세대 신기술 개발의 연구 일환과 낙석 방지 및 사면보강 연구회의 일환으로 수행되었으며 건설교통부 및 낙석 및 산사태 방제연구단 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 이승호 외2명 (2000), 강원지역 도로절개사면의 파괴유형분석 및 대책에 관한 연구(1), 대한토목학회 2000년 학술발표회, 167
2. 이승호 외1명 (2004), 집중호우시 군사시설물이 설치된 사면의 안정성평가에 관한 연구, 한국지반환경공학회 논문집 제5권 제4호, 47-56쪽
3. 백용 (2005), 집중호우시 사면 붕괴의 특성 및 토층 심도와 지하수변동에 따른 사면 안정성 해석 대한지질공학회 지질공학, 제15권 제1호 통권제43호, 57-66
4. 한국지반공학회 (1997), 사면안정, 구미서관 윤원태 (2001), 1998년 여름철 한반도 집중호우 특성 분석 한국기상학회지, 제37권 제2호, 181-194