

집중호우에 의한 도로시설물 피해 원인 및 대책

Cause and Measure of Road Structures for Localized Torrential Downpour

이용수 * · 최창호 ** · 정하익 *** · 권기환 ****

Lee, Yongsoon · Choi, Changho · Chung, Ha-ik · Kwon, Ki Hwan

Abstract

This paper describes the cause and measure of road structures failures in Kangwon area for year 2006 rain fall. Localized rainfall due to abnormal climate generates rock or dirt flows in upper stream and leads, the road structure failure located on mountains terrane. Main cause of such failures erosion, debris-flow, insufficient supply of culvert drainage system in ravine areas. It is needed to enhance the design methodology of road-drainage system and the remediation technology of rock and dirt flows

key words : Road Structure, Flood, Culvert, Debris-Flow

이 논문은 2006년 집중호우로 인하여 발생한 강원지역의 도로시설물 피해 원인 및 대책에 대하여 기술하였다. 최근 집중호우로 인하여 산악지형에 위치한 도로는 계곡하천의 급류와 계곡 상류지역에서 발생한 토석류 등에 의하여 유실 및 붕괴가 발생하고 있다. 피해의 주요 원인은 계곡부의 산지하천의 급류에 의한 만곡부 및 수충부의 침식과 토석류 및 부유목 등에 의한 횡단배수암거의 통수능 부족 등이다. 따라서, 산악지형의 도로시설물에 대하여 주요 원인에 대하여 도로 배수시설물의 확대 및 토석류 대책 등이 필요하다.

1. 서 론

2006년 7월 전국적으로 집중호우가 발생하여 많은 피해가 발생하였고, 이러한 집중호우로 인하여 전국적으로 약 2조원의 공공시설 재산피해와 62명의 인명피해가 발생하였다. 이번 집중호우는 지역적으로 매우 편중되게 발생하였는데, 강원도 인제와 평창에 집중되었다. 특히, 산지지역에 집중호우가 발생하면서 큰 규모의 토석류나 부유목이 발생하여 피해의 규모를 증가시켰고, 산지하천에서 매우 빠르게 발생하는 돌발홍수로 인하여 시설물의 피해가 증가 한 것으로 나타났다.

2. 도로시설물의 피해 원인 및 양상

2.1 하천에 인접한 도로 피해 양상 및 원인

하천과 산지계곡부에 인접한 도로의 피해는 산지하천의 급류에 의하여 하천의 만곡부와 수충부 등의 유속증가로 주변 지반 침식으로 발생한다. 또한, 하천범람으로 인한 하천제방 상부에 위치한 도로 하부층을 포함한 포장체에 피해가 발생하였다.

하천에 인접한 도로의 피해원인은 첫째, 하천의 형태에 따라 도로의 급한 곡선 형태의 기하구조를 가지고 있으며, 이 부분에 유속이 집중되어 도로하부지반의 침식을 가속화되었다. 둘째, 집중호우로 하천의 수위가 급

** * 정희원·한국건설기술연구원·선임연구원·공학박사·E-mail: ysllee@kict.re.kr

** 정희원·한국건설기술연구원·선임연구원·공학박사

*** 정희원·한국건설기술연구원·수석연구원·공학박사

**** 정희원·소방방재청 방재관리본부·토목사무관

상승하면서 도로를 완전 침수되어 도로를 구성하는 지반이 포화되고, 지반이 약화됨에 따라, 이 부분의 유속이 증가 집중되어 침식이 가중되어 도로가 유실되었다. 셋째, 하천에 인접한 도로에서 수충부와 만곡부에 설치되어 있는 옹벽 등의 구조물 하부에 유속 증가로 인하여 세굴 또는 침식이 발생 구조물의 기능을 상실하였다.



그림 1 하천인접 도로의 피해

2.2 토석류 등에 의한 도로 피해 양상 및 원인

토석류에 의한 도로피해는 계곡부의 상류지역에서 발생한 부유목 및 토석류 등이 유출수와 함께 발생하여 도로의 횡단배수시설의 유입부를 막거나 빠른 유속 등으로 도로시설물의 주변을 침식시켜 피해를 발생하게 된다. 토석류의 발생영역은 계곡부를 형성하고 있는 암반 위에 큰 암괴를 가진 봉적층이 존재하고, 계곡부에는 수목이 밀집되어 있는 경우이다. 발생한 토석류 및 부유목 등이 하천의 급류와 함께 하류측으로 이동하면서 하천을 횡단하는 횡단시설물 또는 하천 만곡부 및 수충부에 충격 하중을 주면서 도로의 시설물을 파손하게 된다.

토석류 등은 발생지역의 지형적 특성, 기후 특성, 식생 특성 등 다양한 조건에 따라 각기 다른 양상을 보인다. 일반적으로 토사나 토석류의 발생은 집중호우로 인한 원지반의 침식으로 인하여 발생되며, 유목의 발생은 피해지역 상류의 산사태 및 산불로 인하여 뽑혀진 나무와 벌목 후에 방치된 나무의 유입이 큰 원인이다.

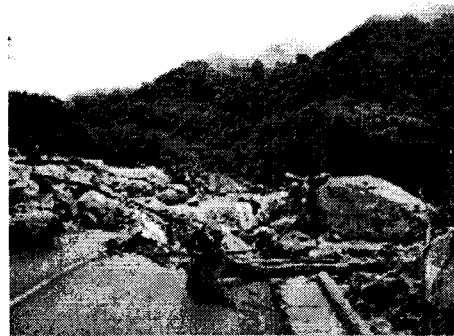
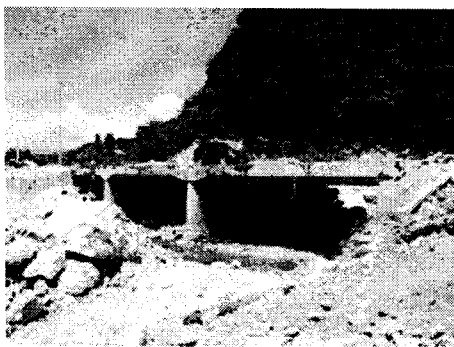


그림 2. 토석류 등에 의한 도로 및 교량 유실

2.3 횡단시설물 용량부족에 의한 도로피해 양상 및 원인

계곡 상류지역에서 발생한 부유목 및 토석류 등이 도로로 유입되어 피해가 발생하였다. 주로 계곡부를 통과하는 도로는 횡단 배수관이 설치되어 있으나 부유목 및 토석류 등의 이물질이 도로횡단 배수구조물내에 퇴적되어 그 기능이 상실된다. 집중호우시 우수의 흐름에 의하여 토사, 토석, 유목 등이 원지반으로 부터 분리되어 이동하게 되며, 이러한 흐름에 의해 이동된 유목 및 토석류는 계곡 하부의 배수시설물에 퇴적된다. 퇴적된 유목 및 토석류는 배수시설물의 통수능력을 저하시킴으로써 설계 통수능력을 잃게 된다.

주요원인은 계곡부에 위치한 도로의 경우, 횡단배수시설이 계곡부에서 발생한 토석류 등을 처리하기에는 용량이 부족한 점 그리고 횡단배수시설의 위치 및 선정이 잘못되어 횡단배수시설의 유입부가 막혀 횡단배수시설의 주변 및 도로 주변을 유실시킨다.

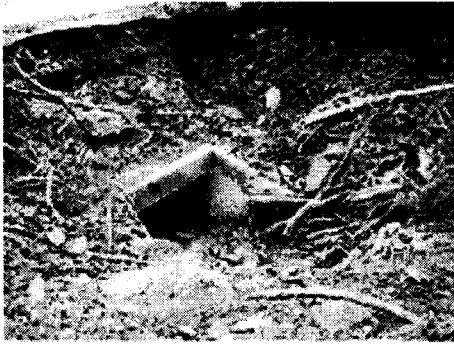


그림 3. 횡단배수관의 퇴적물

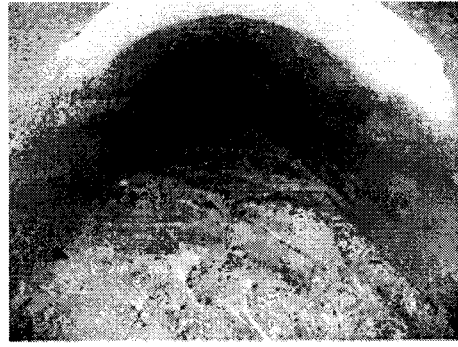


그림 4. 횡단배수암거의 토석유 유입

2.4 도로하부지반 약화에 의한 도로피해 원인 및 대책

도로하부지반의 약화에 따른 피해는 노면수가 포장체 하부지층으로 유입되어 마치 비탈면 붕괴와 같은 형상으로 붕괴된다. 이는 도로 측면을 따라 흐르는 물이 아스팔트 포장과 콘크리트 포장의 균열부로 유입되어 하부의 쇄석층을 침식시켜, 포장하부층을 파손시키는 유형으로, 최종적으로 도로면을 유실시키고 하부에 기반암이 노출되는 피해가 발생하였다. 도로 기하구조상 집수 구간의 인근 비탈면 유실부에서 흘러 내려온 유출수와 토석류 등이 성토 비탈면 상부 도로에 집적되고, 노면수가 성토 비탈면쪽으로 유입되면서 성토 비탈면이 유실되는 피해가 발생하였다. 또한, 암반위에 성토를 실시한 경우, 편절편성 구간에서 집중호우시 계곡부 및 노면수가 성토비탈면으로 유입되어 암반하부 또는 지반하부로 유입되어 발생하게 된다. 도로하부지반 약화에 의한 피해 양상의 원인은 도로하부 지하배수시설의 기능이 미비하거나 그 기능을 상실한 경우이다. 그리고 암반층에 성토 등을 통한 도로를 건설한 경우로 서로 다른 층 사이로 도로와 암반의 지층이 분리되기 때문이다.



그림 5. 우수 유입에 의한 도로하부 침식

3. 도로시설물의 피해 대책

집중호우에 의한 도로시설물의 피해는 주로 지형적으로 하천 인접지역 및 저지대에 위치한 도로, 비탈면 계곡부에 위치한 국도 및 지방도 등에서 많은 피해를 발생시키고 있다. 이를 최소화하기 위한 대책으로는 1) 저지대에 위치한 도로는 도로 계획시 과거의 주변지역 침수여부, 하천의 위치 등을 고려하여 신설 및 확장시 도로선형 및 도로 계획고에 반영, 2) 하천주변의 도로 또는 하천을 통과하는 도로는 하천의 형상, 하천의 계획홍수위 등을 고려하여 호안의 침식 및 세굴 방지방안을 수립 3), 소하천을 횡단하는 도로의 경우 기존하천의 용량과 하천 폭 등을 고려한 횡단 배수구조물을 설치 4) 토석류 및 유목 등에 의한 대책은 산악지의 신설도로 또는 개량도로는 가급적 도로의 선형계획을 변경하거나 교량 등으로 변경하거나 토석류 차단시설을 설치하는 것이 바람직하다.

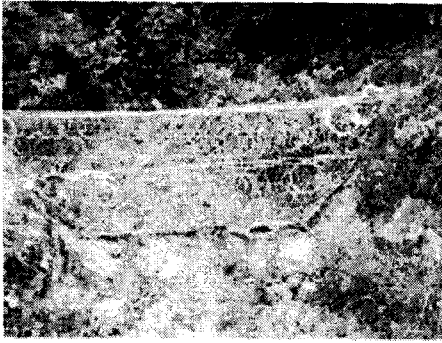


그림 6. 토석류 및 부유물 등의 차단 시설

4. 결 론

2006년 집중호우에 의한 도로시설물의 피해 원인 및 대책을 살펴보았다. 주요 원인은 계곡부의 산지하천의 급류에 의한 만곡부 및 수충부의 침식, 토석류 및 부유물, 횡단배수암거의 통수능 부족 등으로 나타났다. 이에 대한 대책은 도로의 선형 변경, 횡단배수시설물의 통수능 확보, 교량화 등이며 특히, 토석류에 대한 대책은 사방시설 등과 같은 원천적 방지 시설과 도로인접지역에 토석류 등의 차단 시설물의 설치가 바람직하다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원(2006). 2006년 7월 태풍 및 집중호우 피해 조사, 연구보고서, 건설교통부
2. 이용수(2006). 2006년 7월 집중호우 피해 원인 및 대책 심포지움
3. 유병욱, 송평현, 정찬규(2006), "2006 강원 인제, 양양, 평창지역 토석류 발생 사례 분석," 2006 한국지반공학회 가을학술발표회 논문집, 한국지반공학회, pp.615-625.
4. 박종호, 장범수(2006), "집중호우에 의한 성토사면 붕괴사례," 2006 한국지반공학회 가을학술발표회 논문집, 한국지반공학회, pp.626-631.
5. 한국건설기술연구원(2003), 도로배수시설 설계 및 유지관리 지침 연구, 연구보고서.