

토석류 차단시설의 도로적용 설계 방안

Applicable Road Design Method of Debris-Flow Control Structure

이용수¹⁾, Yong Soo Lee, 김진환²⁾, Jinhwan Kim, 유 준³⁾, Jun Yu, 정하익¹⁾, Ha-Ik Chung

¹⁾ 한국건설기술연구원, 책임연구원, Research Fellow, Geotechnical Engineering Division, KICT

²⁾ 한국건설기술연구원, 연구원, Researcher, Geotechnical Engineering Division, KICT

³⁾ 한국건설기술연구원, 선임연구원, Senior Researcher, Geotechnical Engineering Division, KICT

SYNOPSIS : Localized rainfall due to abnormal climate has caused extensive damages killing several tens to hundreds of people for yearly basis. The typhoon 'Lusa' of year 2002 has resulted 5,400 billion won of property damage and the damages for roads were approximated to be 2,860 billion won at 12,377 locations holding 53% damage of total. The recent typhoon, 'Aewinia' of year 2006 caused the 1,400 billion-won property damage including sweeping and flooding of 127 roads and 65 rivers, respectively. There are needs to minimize the damages for important structures for repeated heavy rainfalls every year and, especially, because debris flow might be a main cause of road damage, the design criteria and guideline for roads are required to be improved. Therefore, this paper presented design method of debris-flow control structure for road protection.

Key words : debris flow, debris flow control structure, debris flow design, road drainage

1. 서론

이상기후에 의하여 집중호우가 빈번하게 발생하여 수천억원의 재산피해가 발생하고 있다. 2002년 태풍 '루사'로 인하여 재산피해가 약 5조 4,000억원 발생하였고, 도로 및 철도 등 주요시설물 피해는 12,377개소에서 약 2조 8,600억원으로 약 전체 피해액의 53%에 달했다. 최근 2006년 7월 태풍 '에위니아'로 인한 재산 피해는 약 1조 4,000억원으로, 도로 127개소, 하천 65개소 등의 주요 시설물이 유실 또는 침수 피해를 입었다. 이러한 집중호우에 의한 도로 피해 주요 원인은 산지 계곡부에서 발생한 토석류 및 부유목이 도로로 유입되어 도로의 피해를 가중시켰다. 따라서 도로피해를 근본적으로 예방하기 위하여 토석류 차단시설의 도로적용 방안이 필요하다.

2. 토석류 차단시설의 도로적용 방안

2.1 기본설계 계획

토석류 차단시설 설계는 토석류 발생이 예측되는 지역의 피해를 저감시키기 위한 필요한 기능과 안전성을 가지게 한다. 토석류 차단시설의 주변 지형 및 지질 특성을 고려하여 토석류 대책시설의 배치 및 설계를 실시한다. 토석류 발생의 시간적 변화를 고려하여 현장 조사와 관련 문헌 등에 수집 분석하여 그 특성에 맞는 기능을 발휘하도록 한다. 그림 1은 토석류 차단시설의 설치 절차를 나타내고 있다.

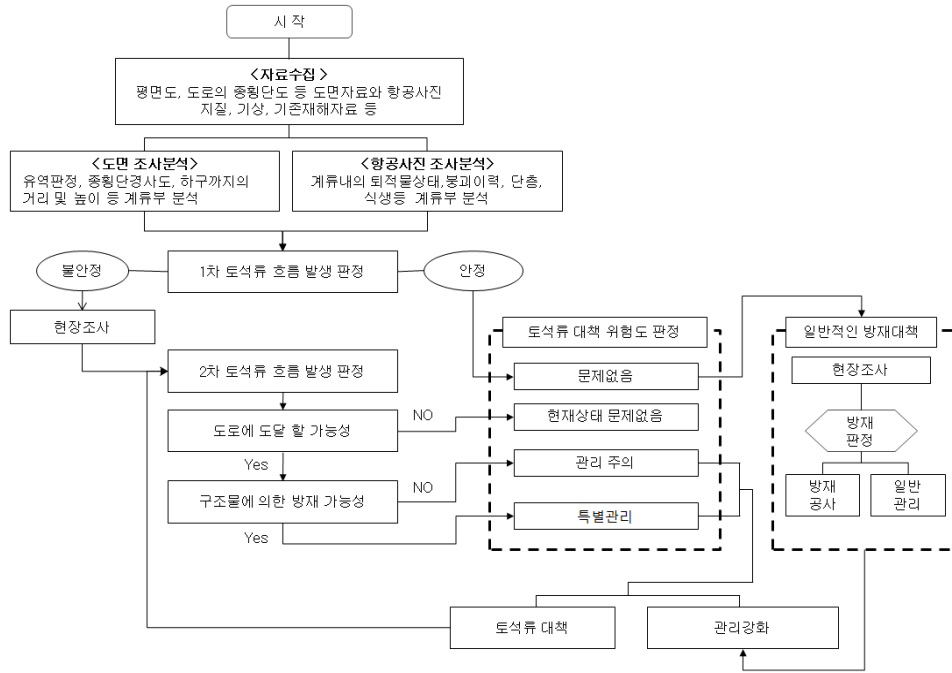


그림 1. 토석류 차단시설의 도로적용 절차

토석류 차단시설물을 도로에 설치하기 전에 다음과 같은 절차를 통하여 설치 유무를 결정한다.

- 도면과 항공사진을 이용하여 토석류 발생 판정을 실시한다. 이때 평면도, 도로의 종횡단면도, 지질 자료 등을 이용한다. 또한, 토석류 위험지역에 대한 판정은 산림청의 산사태 위험지관리시스템을 이용할 수 있다.
- 토석류 발생에 대하여 안정시에는 문제없는 것으로 판정하며, 불안정한 경우, 현장조사 등을 통하여 2차 판정을 실시한다.
- 토석류 발생에 대한 2차 판정시 토석류가 도로에 도달가능성과 구조물에 미치는 영향을 파악한다.
- 도로에 미치는 영향 정도에 따라 토석류 차단시설의 설치, 도로주변의 관리 등을 고려한다.

2.2 도로적용 토석류 차단시설 형식

토석류 차단시설은 투과형, 불투과형, 부분투과형으로 구분하며, 도로주변의 여건을 고려하여 각각의 기능에 적합하게 설계를 한다. 아래 그림은 토석류 차단시설의 형식이다.



(a) 투과형 차단시설 (b) 불투과형 차단시설 (c) 연성형 차단시설 (d) 슬릿형 차단시설

그림 2. 도로인접 토석류 차단시설 형식 종류

2.3 도로적용 토석류 차단시설 계획

각종 수리, 수문량, 지형, 하도, 하천 생태와 주변 환경 등의 변화를 고려하여 계획하여야 한다. 차단 시설은 수문, 수리, 지형 등과 같은 현재의 지형과 하도 특성과 더불어 장래에 발생할 토사량 및 하도 변화를 예측하여 안전한 구조물로 계획하여야 한다.

2.4 토석류 차단시설 규모와 배치

토석류 차단시설의 규모와 배치는 기본계획단계에서 설치 계획을 수립하며, 현장의 지형·지질 등의 조건을 고려하여 결정한다. 토석류 차단시설의 설계단계에서 현장조건을 고려하여 규모와 배치를 수정·보완 할 경우, 기본계획단계의 토석류 차단시설 배치 계획을 재검토한다. 토석류 차단시설의 위치는 지형·지질 등을 고려하여 적절한 곳에 선정하고, 부득이 만곡부를 선정할 경우, 토석류 차단시설의 상·하류의 흐름을 고려하여 검토한다.

3. 토석류 차단시설 설계

3.1 토석류 차단시설 설계 절차

토석류 차단시설물의 설계는 기본계획단계, 수리설계단계, 구조안정설계(본체,기초, 폭)단계 등 크게 3단계로 한다.

- 기본계획단계

토석류에 의한 피해규모 및 지형·지질 등을 고려하여 토석류 대책 기본계획과 토석류 차단시설물 설치계획을 수립한다. 토석류 차단시설은 기본계획단계를 근간으로 필요한 기능과 안정성을 가지도록 설계한다.

- 수리설계단계

토석류 차단시설의 형식을 결정하고, 토석류 예측량을 고려하여 설계유출량을 결정한다. 설계유출량을 결정할 때 토석류의 유체 흐름에 의한 월류부를 고려한다.

- 구조안정설계

토석류 유체력과 부유물에 의한 충격력 등을 고려하여 안전, 전도 등을 고려하여 기초설계와 본체 설계를 한다.

토석류 차단시설 설계 절차는 다음과 같다.

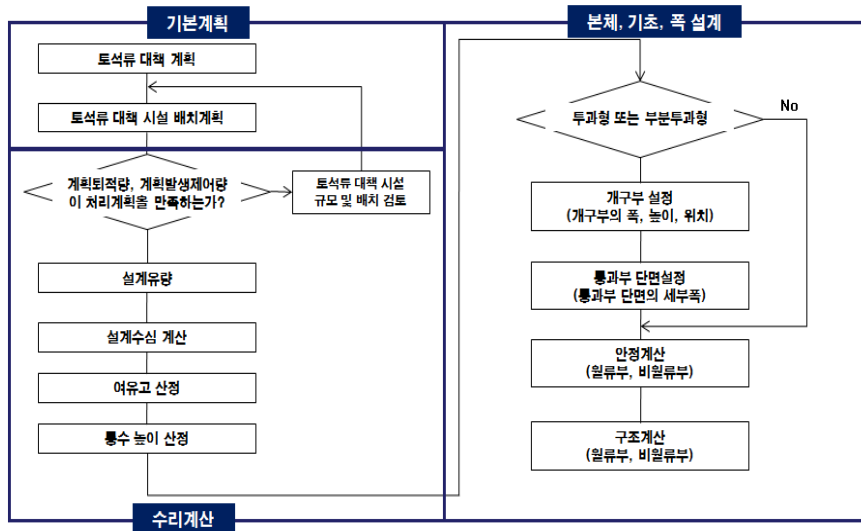


그림 3. 토석류 차단시설 설계 절차

3.2 토석류 차단시설 설계 순서

토석류 차단시설은 설치 위치의 지형, 지질을 파악하고, 목적에 대한 적합성과 설치장소의 자연 친화성, 경제성, 안전성 등을 고려하여 형식을 결정한다. 설계 순서는 형식결정, 물넘이와 본체, 기초 등의 순서로 설계한다.(하천설계기준, 2005). 물넘이, 본체 및 기초를 설계한다. 물넘이는 차단시설의 하류 하

상 세굴을 방지하고, 기초의 안정 및 양안 붕괴가 되지 않도록 하며, 낙하 월류수와 부유사의 충돌 및 양압력에 안전하여야 한다.

3.3 토석류 발생시의 설계외력의 설계

토석류의 설계외력 설정에 필요한 토석류 피크유량, 토석류의 유속과 수심, 토석류의 단위체적중량, 토석류 유체력은 토석류차단시설이 없는 상태에서 결정한다.

(1) 토석재료의 충격력

토석재료의 충돌에 의해 제방체가 받는 충격력은 본체 재료의 종류와 그 특성에 따라 변화한다. 기초가 본체 재료의 종류와 그 특성에 따라 설계외력으로서의 토석재료의 충격력을 설정한다.

(2) 부유목의 충격력

부유목의 충격력은 본체 재료의 종류와 그 특성에 의해 변화한다. 본체 재료의 종류와 그 특성에 따라, 설계외력으로 부유목의 충격력을 설정한다. 토석류 구간에 있어서, 부유목 차단공 등이 콘크리트 일 때, 수부 등의 구조와 부재의 안정성을 검토할 때 사용하는 부유목의 충돌에 의해 본체가 받는 충격력 산정시에는 골재의 충돌에 의한 충격력을 준용한다.

4. 결 론

최근 집중호우에 의하여 나무류, 토석류 등이 하류로 유하하여 암거, 관로 등의 도로배수시설의 물흐름을 막아 도로가 유실되고 있는 현상이 많고, 산지 계곡부에 위치한 배수시설이 유송잡물에 의해 피해가 발생되는데 이를 최소화하기 위한 토석류 차단시설 도로적용 방안을 제안하였다. 토석류에 의한 도로 피해를 최소화하기 위해서는 토석류, 나무류 등의 차단을 위하여 산림청의 사방댐으로 근본적인 대책을 수립하여야 한다. 도로에서는 도로주변과 지역적 특성을 고려하여 토석류 차단시설을 설치할 수 있다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 한국건설기술연구원(2009), 이상기후에 대비한 시설기준 강화 연구(4차년도)-토석류 대비 도로시설물 설계기준 개선 연구보고서-
2. 한국수자원학회(2005), 하천설계기준
3. 국토해양부(2007), 수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼
4. AASHTO(1999), Highway Drainage Guidelines
5. FHWA(1971), Debris Control Structures, Hydraulic Engineering Circular No. 9,
6. 日本道路協會(1999), のり面工・斜面安定工指針
7. 日本道路協會(1987), 道路土工 排水工指針
8. 土質工學會(1985), 土砂災害の予知と對策
9. 吉田俊二郎(1997), 土石流對策について
10. 國土技術政策總合研究所(2007), 土石流・流木對策設計技術指針解説