

강원산간지형에 적합한 사방댐 모델결정을 위한 기초적 연구

A basic study for Decision of Debris Barrier Model it is suitable to Mountains among the Kangwon

황석민* · 이승호** · 문정식*** · 김유태****

Hwang, Suk Min · Lee, Seung Ho · Moon, Jung Shik · Kim, Jong In

Abstract

Our country occurs yearly damage, because of every year in the summer season characteristic localized torrential downpour. Therefore, we will research damage instance and natural calamity reduction effective plan through research against a landslide relation Debris Barrier, And the Debris Barrier decide suitability of Mountains among the Kangwon.

key words : damage instance, reduction effective plan, Debris Barrier

1. 개요

현재 우리나라는 해마다 수해로 인해 도로가 폐쇄되거나 주거지가 훼손되는 사례가 반복되고 있으며 금년에도 예외 없이 장마철 집중호우로 인한 인명 및 재산상의 피해가 다수 발생하였다. 특히 금년도에 발생한 수해에서 가장 주목할 점은 그 발생 원인이 도로변에 인접한 절개지 붕괴에 의한 것뿐만 아니라 도로에서 일정거리 떨어진 상부 자연사면에서 산사태로 발생한 토석류가 계곡을 따라 흘러 내려와 도로의 운행 및 안정성에 큰 피해를 발생시켰다는 점이다.

해외 선진국에서는 이에 대한 대책으로 사방댐이나 링네트 공법 등 다양한 예방책을 자체 개발해 피해를 줄이고 있지만 국내에선 아직까지 이에 대한 대책을 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서, 현재 자연재해에 따른 피해사례를 조사하고 산사태 관련 사방댐 분야에 대한 연구를 통해 자연 재해 저감 효과를 증대시키고, 종류와 위치 조건 등을 고려한 강원산간지형에 적합한 사방댐 모델을 결정하기 위해 기초적 연구를 실시하였다.

2. 토석류 붕괴 형태 및 피해현황 조사

2.1 토석류 붕괴 형태

토석류는 비교적 강한 암반면 위에 얇은 토층이 형성되어 있으며 토층은 주로 큰 암괴가 혼합된 붕적층이 주를 형성하고 있다. 또한 전면부에 큰 구성물들이 집적해 있어 그 규모를 예측하기가 어려운 상태이나 발생 규모에 따라 붕괴가 발생한 연장에 있어서 큰 차이를 보이며 집중호우 등에 의해 산사태가 일어남으로서 토석이 물과 함께 하류로 빠르게 흘러내려 발생하는 현상을 말한다.

2.2 피해사례

금년 집중호우로 인해 발생한 산사태의 양상을 조사한 결과 강원지역의 피해가 가장 크게 나타났으며, 실

* 비회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 석사과정 · E-mail : hsm609@paran.com
** 정회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 교수 · 공학박사 · E-mail : shlee@sangji.ac.kr
*** 정회원 · 비회원 · 원주지방국토관리청 · 도로시설국장 · E-mail: ic18@moct.go.kr
**** 비회원 · 원주지방국토관리청 건설관리실 실장 · E-mail : yutae@moct.go.kr

계로 한국도로공사 도로교통기술원의 영동선 비탈면 수해 조사 결과에 따르면 금번 집중호우로 절개지 붕괴는 62곳, 토석류 발생은 22곳이 발생하였는데, 붕괴량에 있어서 절개지는 4,365m³, 토석류는 84,990m³로 나타났다. 즉, 토석류의 경우 붕괴발생 횟수는 절개지에 비해 적었지만 붕괴량에 있어서는 무려 20배나 더 많이 발생하여 금번 피해를 야기시킨 실제적인 원인이 되었던 것으로 나타났다.

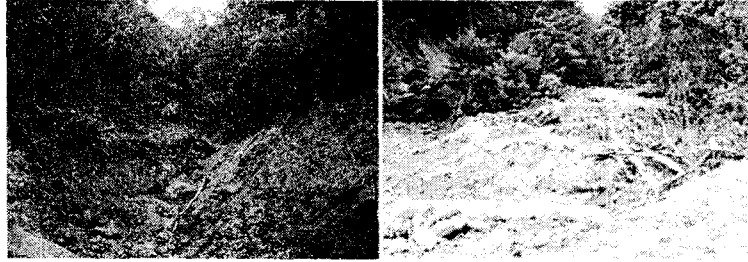


사진 1. 집중호우로 인한 평창휴게소(강릉방향)의 토석류 피해 현장

또한, 아래의 표 1은 영동고속도로의 피해 사례를 나타낸 것으로 집중호우로 인한 산사태의 피해양상을 정량적으로 보여주고 있다.

표 1. 영동 고속도로 피해 사례

(일시 : 2006. 7. 16 ~ 7. 17 / 도로교통기술원)

구분	개소	붕괴규모(평균)			예측붕괴량 (평균)	예측붕괴량 (누적)
		연장	길이	깊이		
원호파괴	12	11(m)	13(m)	1.3(m)	172(m ³)	2,067(m ³)
표층붕괴	62	14(m)	12(m)	0.4(m)	70(m ³)	4,365(m ³)
암반붕괴	2	13(m)	16(m)	1.0(m)	253(m ³)	505(m ³)
토석류	22	8(m)	162(m)	2.0(m)	3,863(m ³)	84,990(m ³)

따라서, 자연재해로 인한 산사태 발생을 효과적으로 차단하고 향후 자연재해 발생이 예상되는 지역의 적극적인 대처 방안으로 사방댐을 제시하고자 한다.

3. 사방댐의 특성 및 활용방안

3.1 사방댐의 특성

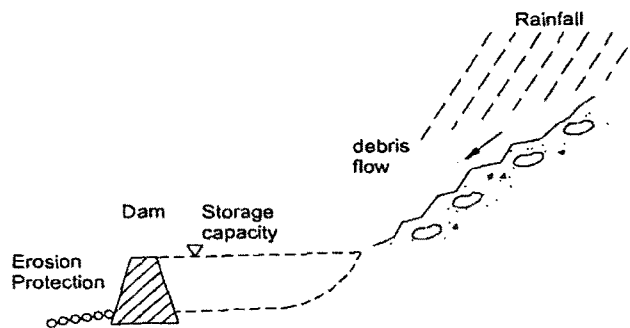


그림 1. 토석류 방지를 위한 사방댐 도해

사방댐은 상류유역의 산지가 불안정하여 호우시마다 풍화토층의 침식붕괴와 산사태 등의 발생으로 토사, 석력이 유하퇴적(流下堆積)함으로써 하류의 진, 담, 가옥, 타 산업시설 등에 피해가 있거나 예상되는 곳에 설치되며 계곡 폭이 넓고 경사가 완만하여 저사(貯砂) 효과가 큰 장소에 주로 설치되는 중구조의 구조물이다.

사방댐의 설치는 상류산지에 설치하게 되므로 과거 차량 진입도로가 잘 되어 있지 않아 현지 재료를 이용

한 흙댐이나 돌댐을 시공하였지만 최근에는 콘크리트 사방댐이 편의성과 경제성에 있어서 더 우수한 점이 있어 많이 시공되어지고 있다. 하지만 콘크리트 사방댐은 계곡부의 흐름을 차단함으로써 친환경적이지 못한 점과 수중 콘크리트 타설 등 시공 품질의 의문이 발생하므로, 갈수기 때 철재조립 틸새로 배수가 가능하여 수질악화를 억제하고 주변 지하수위의 변경을 초래하지 않는 철강재틀 사방댐이 더 유용하게 활용되고 있다.

3.2 사방댐의 위치별 활용방안

우리나라의 강우량은 세계 평균인 860mm에 비해서는 높은 편이지만 여름철 우기를 제외하고는 충분한 수분공급이 되지 않아 물 부족 현상이 나타나고 있다. 이에 따라 우리나라에서는 1907년부터 산지 사방사업을 실시하고 있으며 그 후에는 침식문제를 고려하여 야계사방사업을 실시함으로써 유실토사를 막고 유수를 안전하게 배출하므로 하류의 피해를 예방함은 물론 국토의 효율적인 관리에 있어서도 그 기여도가 크다고 할 수 있다.

하지만 최근 몇 년간 지역성 집중호우로 인해 매년 수천억에 이르는 재해가 발생하고 있어 토석류의 유입으로 발생하는 자연재해의 예방책이 크게 부각되고 있으며, 그 방안으로 제시된 사방댐의 활용이 필요한 실정이다. 따라서, 지역적 기후특성과 위치별 조건에 맞는 사방댐의 설립이 필요로 하게 되었고, 효과적인 사방댐의 시공을 위한 조사가 필요로 하게 되었다.

표 2. 사방댐설립에 따른 조사항목 및 분석방법

조사항목	분석방법
① 설치목적	① 원수의 활용시 집수 유역면적을 기준으로 한 댐의 종류 및 규모
② 댐 유역면적	② 산림 상태에 따른 설치 목적과 댐의 종류 및 규모
③ 설치지점의 지반상태	③ 평균 사방댐의 모형과 예상효과
④ 설치 전 야계상태	④ 친환경성을 고려한 사방댐의 종류 및 규모
⑤ 상류 산림상태	⑤ 집중호우 발생 시 유입되는 토사량을 고려한 댐의 규모
⑥ 댐의 종류 및 크기 등	

3.3 사방댐 종류별 특징

현재 우리나라의 사방댐은 콘크리트 사방댐이 70% 정도를 차지하고 있으며, 돌 사방댐이 25%, 흙 사방댐 및 철강재틀 사방댐은 미비한 실정이다.

위에서 살펴 본 사방댐에 종류 및 특성을 고려하여, 친환경적 구조와 수원의 활용, 자연재해 발생 시 피해 규모 억제 등을 위한 사방댐의 종류 결정을 위한 많은 조사와 연구가 필요로 하게 되었다.

1) 흙 사방댐 및 돌 사방댐

과거 사방댐의 설치는 상류산지에 설치하게 되므로 차량 진입도로가 잘 되어 있지 않아 현지 재료를 이용한 흙댐이나 돌댐을 시공하는 사례가 많았으며, 설계 및 시공자의 취향과 지역적인 관계로 인해 설치되어 왔다. 하지만 보다 환경에 조화되기 위해서는 흙댐이 바람직하나 넓은 시공면적을 차지하고 성토 내심 벽축석 잔디입히기 등의 다양한 시공 상의 단계가 필요로 한다는 점에서 흙댐을 기피하는 이유가 되었다. 이러한 점을 해결해 나가기 위해서 흙댐 시공의 간편 기술과 장점에 대한 분석도 깊이 이루어져야 하겠다.

2) 콘크리트 사방댐

우리나라 대부분의 사방댐은 콘크리트 사방댐으로 시공되어져 있다. 산림에서 발원하는 수원을 활용하는 측면과 견고함 등의 장점을 가지고 있으나 하류측 세굴에 의한 하자와 부분적인 보수 확대 축소가 어려운 점, 상하류 생태계 차단에 따른 비친환경성 등으로 수원의 활용측면이 아닌 향후 계곡부의 자연재해로 인한 산사태 발생 시 토석류의 효과적인 차단 효과에는 미흡한 실정이다.

3) 철강재틀 사방댐

수원의 활용이 적은 곳과 계곡부가 존재하는 산지에 대해 자연재해 발생 시 지하수위의 변경을 초래하지 않고 토석류의 유입을 차단하는 효과를 가져다 주는 방식이며 하천 굴착을 통해 현장에서 볼트를 체결함

으로 시공상의 편리함을 가지고 있다. 콘크리트 사방댐과 마찬가지로 부분적인 보수, 확대, 축소가 어려운 단점이 있으나 보다 친환경적이고 토석류의 효과적인 방지를 유도할 수 있는 형태의 사방댐이다.

4) 링네트 토석류 방호책

유연성의 원리를 이용하여 토석류의 동적(動的)·정적(靜的) 하중을 효과적으로 흡수할 수 있고, 특히 토석류의 전면부에 위치하는 2m 이상의 거력(巨礫)까지도 안전하게 저지시킬 수 있다. 또한 물과 부유물을 분리할 수 있는 필터링 구조로 이루어져 있으며 경량의 자재를 사용하므로 시공여건이 열악한 지역에서도 운반 및 설치가 용이하여 협곡의 수로(水路)에 대한 최적의 방호대책이다.

4. 결론

본 연구는 최근발생되고 있는 토석류 피해의 재해 방지를 위한 강원산간지형에 적합한 사방댐 모델결정을 위해 연구하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 과거사방댐의 활용은 산림에서 발원하는 수원을 활용하는 목적과 재해방지의 목적을 가지고 있으나 최근 몇 년간 집중호우로 인한 산사태 발생으로 인명피해 및 재산피해가 급증하는 추세이므로 토석류 방지를 주 목적으로 한 연구가 필요한 시점이다.
- 2) 철강재 사방댐은 현장볼트체결 방식으로 조립되며 아연도금, 도장등과 같은 방식처리보호 및 현장에서 인력에 의해 간단하게 조립이 가능하며 갈수기때 철재조립 틈새로 배수되어 수질 및 생태계 차단이 없는 장점이 있다. 하지만 철골구조물에 따른 주변경관 훼손 및 부분적 보수, 확대, 축소가 어려워 자연친화적인 재료의 사용과 유지관리에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.
- 3) 최근 두각되어지는 링네트 방호책은 공장제작 기성품을 조립하므로 시공성이 편리하며, 경량의 자재를 사용하여 강원산간지형처럼 시공여건이 열악한 지역에서도 운반 및 설치가 용이하다. 또한 토석류의 충격과 같은 동적하중을 막아내는데 이상적인 유연성을 가지고 있어 콘크리트 사방댐과 같은 기존의 강성체 구조물에 대한 진정한 대안이 될 수 있을 것으로 예상된다.
- 4) 링네트 방호책에 관한 재료의 다양성을 연구하여 해외기술의 의존도를 줄여 한국형 링네트 방호책을 개발, 국내 기술발전을 도모하고 강원산간지형에 적합한 사방댐의 모델결정을 위한 지속적인 연구가 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 방재연구단 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 이승호 외2명 (2000), 강원지역 도로절개사면의 파괴유형분석 및 대책에 관한 연구(1), 대한토목학회 2000년 학술발표회, 167
2. 이승호 외 3명(2001.5), 강원도 동부 산악지형 사면붕괴 형태 분석, 대한토목학회 2001년 학술발표회 논문집
3. 이승호 외 3명(2000.11), 강원도 산악지형 도로사면 붕괴특성 및 유지관리, 한국지반공학회 사면안정 학술발표회(사면안정 조사 및 대책)
4. 이승호 외2명 (2000), 강원지역 도로절개사면의 파괴유형분석 및 대책에 관한 연구(1), 대한토목학회 2000년 학술발표회, 167
5. 백용 (2005), 집중호우시 사면 붕괴의 특성 및 토층 심도와 지하수변동에 따른 사면 안정성 해석 대한지질공학회 지질공학, 제15권 제1호 통권제43호, 57-66
6. 유병욱 외3명 (2006), 2006 고속도로변 토석류 피해발생 및 대책, 한국지반환경공학회 2006년 학술발표회, 119