

토석류 거동 특성 분석을 위한 실내 모형실험

장형준*, 이효상*, 이호진*, 유국현*, 주재원**

*충북대학교 토목공학부

**서울대학교 환경계획연구소

e-mail: param79@cbnu.ac.kr

A Study on the Characteristic behavior of Debris Flow using Small Scaled Lab-Test

Hyung-Joon Chang*, Hyo-Sang Lee*, Ho-Jin Lee*, Kuk-Hyun Ryou*, Jae-Won Joo**

*School of Civil Engineering, Chung-Buk National University

**Integrated Climate Science Lab, Seoul National University

요약

본 연구는 토석류 피해 저감효과를 분석하기 위하여 실내 모형 실험을 수행하였다. 실내 모형실험은 토사 체적농도 및 수로경사를 고려하여 수행하였으며, 실제 사면의 소단 유·무에 따른 토석류 피해 저감효과를 분석하기 위하여 소단 설치 및 미설치에 대한 경우를 고려하였다. 또한 토석류의 퇴적 특성 중 토석류의 총 이동 거리, 이동비 및 도달거리에 대한 인자를 고려하여 실험 결과의 정도를 높였다. 모형실험은 수로경사 변화에 따른 토석류의 퇴적 특성 분석, 토사 체적농도의 변화에 따른 토석류의 퇴적 특성을 분석하였으며, 사면의 소단 유·무에 따른 퇴적 특성 변화율을 산정하였다. 모형 실험 결과 산지 경사면에 소단이 존재할 경우 토석류의 이동비와 도달거리가 감소하는 경향을 확인하였으며, 이는 위험 사면에 소단을 설치하는 것이 토석류 확산을 제어 하는데, 효과적인 것을 보여주고 있으며, 질량 이동현상과 같은 잠재적인 이동성을 감소시키므로 토석류 발생 위험 하류 지역의 피해를 저감할수 있다는 것을 나타내고 있다. 본 연구의 결과는 토석류 대책구조물 설계에 대한 기초자료로 활용될 것으로 기대되며, 토석류의 퇴적 특성에 대한 정보를 제공할 수 있을것으로 판단된다.

1. 서론

최근 급증하는 이상기후와 기상이변으로 인해 집중호우, 태풍 등으로 인한 극한홍수가 발생하고 있으며, 이로 인해 자연재해가 증가하고 있다. 이러한 자연재해를 예방하기 위하여 수공구조물 설계시 강우-유출모형을 활용하여 안전한 유역관리를 하고 있지만, 산지토사재해에 대해서는 국내 특성에 맞는 현장 자료가 미미한 상황이다(이호진 등, 2015).

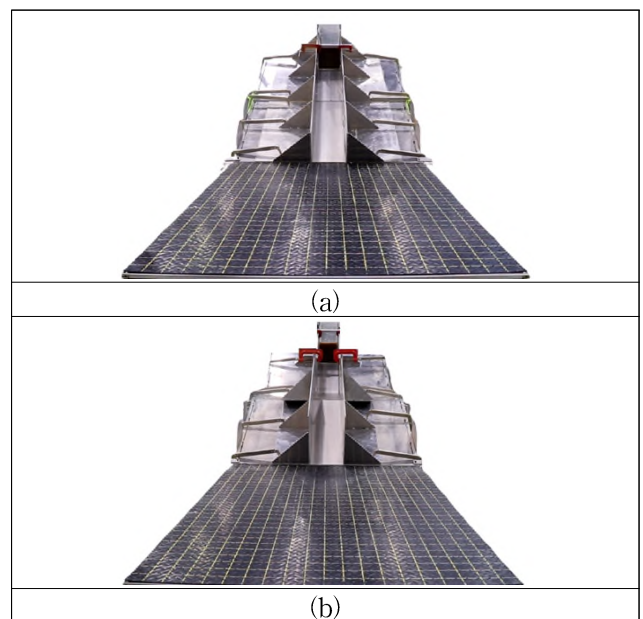
본 연구에서는 산지토사재해에 대한 기초자료 분석을 위하여 수로경사, 토사 체적농도 및 사면의 소단 설치 유·무에 따른 토석류의 퇴적 거동 특성 실내 모형실험을 수행한 후, 이에따른 토석류의 도달거리, 흐름 깊이, 흐름 속도 등에 관한 결과를 산정하였다.

2. 연구방법

2.1 토석류 실험장치

본 연구에서 활용한 토석류 모형실험 장치는 [그림 1]과 같

으며, (a)는 소단을 설치하지 않은 모형실험 장치를 나타내고 있으며, (b)는 소단을 설치한 경우의 모형실험 장치를 나타내고 있다. 실험장치는 길이 1.3~1.9m, 폭 0.15m, 및 높이 0.3m로 구성하였다.



[그림 1] 토석류 모형실험 장치

2.2 토석류 실험 장치 구성 및 실험조건

본 연구에서 토석류 거동 특성 분석을 위하여 모형 실험 장치의 수로경사와 토사 체적농도의 범위를 [표 1]과 같이 구성하였다.

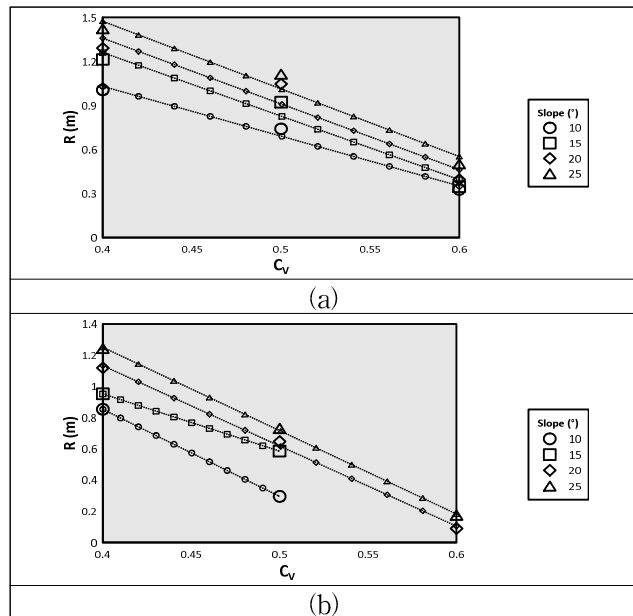
[표 1] 모형 수로 실험을 위한 실험 조건

유형	소단 미설치시 모형 실험				소단 설치시 모형 실험			
	10	15	20	25	10	15	20	25
사면 경사(°)	40	40	40	40	40	40	40	40
토사체적농도(%)	50	50	50	50	50	50	50	50
	60	60	60	60	60	60	60	60

3. 실험결과

3.1 토석류의 도달거리

사면 소단 설치에 따른 도달거리에 대한 결과는 [그림 2]와 같다. 소단을 설치하지 않은 경우, 수로경사가 15~25°인 경우에는 토사체적농도가 증가할 때 도달거리의 감소폭이 유사하게 나타나지만, 수로경사가 10°인 경우에는 도달거리의 감소폭이 비교적 작게 나타나는 경향을 확인하였다. 또한 소단을 설치한 경우 수로경사가 20°, 25°인 경우에 토사 체적농도 증가에 따른 도달거리의 감소폭이 유사하게 나타나고, 수로경사가 15°인 경우에 도달거리의 감소폭이 가장 작게 나타나는 것을 확인하였다.



[그림 2] 소단 유무에 따른 도달거리 실험 결과

3.2 토석류의 이동비

사면 소단 미설치 시 토사 체적농도가 증가함에 따

라 이동비가 증가하는 것을 확인하였으며, 수로경사가 0°인 경우에 이동비 증가율이 비교적 낮게 나타났다. 소단 설치에 따른 수로경사 별 토석류 이동비의 감소율은 토사 체적농도가 0.40, 0.50, 0.60일 때 각각 13.5%, 8.15%, 13.73%로 나타났으며, 토사 체적농도가 0.50일 때 소단 설치에 따른 이동비의 감소율이 가장 낮은 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 수로경사, 토사 체적 농도 및 소단 설치 유·무에 따른 토석류의 퇴적 거동 특성을 분석하기 위하여 실내 모형실험을 수행한 후, 토석류의 도달거리, 흐름 속도, 흐름 깊이 결과를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 수로경사의 변화에 따른 토석류 도달거리의 양상을 분석한 결과, 토사체적농도가 Takahashi (2014)가 언급한 실내 모형실험에서의 최대 토사 체적농도 0.54를 초과하게 되면 도달거리의 증가폭이 크게 감소하였다.
- (2) 수로경사의 변화에 따른 토석류 총 이동거리의 양상을 분석한 결과, 토사체적농도가 0.54를 초과하게 되면 총 이동거리의 증가폭이 눈에 띄게 감소하였다.

본 연구의 결과는 수로경사 및 토사체적농도 변화에 따른 토석류의 퇴적 특성을 파악하는 데 유의한 정보를 제공할 것이며, 토석류 대책구조물의 한 종류인 소단이 토석류의 퇴적 특성에 미치는 영향에 대한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비지원(18CTAP-C141846-01)와 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2019R1A6A3A01096145).

참고문헌

- [1] 이호진, 김성덕, 전계원, 이문세, “소단 위치 변화에 따른 토석류 방재 모델링”, Crisisnomy, 제 11권 9호, pp. 105-118, 2015년.