원통형 구조물 주변 토석류 거동 수치모의

Numerical simulation of debris flow behavior around cylindrical structures

김병주*, 백중철**

Byung Joo Kim, Joong Cheol Paik

요　　지

최근 이상기후로 인하여 우리나라 산림에 태풍 및 국지성 호우가 빈번히 발생하고 있다. 이로 인해 사면재해가 많이 발생하고 있으며 그 중 호우로 인한 많은 양의 물과 함께 토석 및 부유물이 중력에 의해 경사면을 따라 흐름 형태를 보이는 토석류 재해는 속도가 매우 빠르고 파괴적이며 그 결과는 비참하기까지 하다. 더구나 인구밀도가 낮은 산지 계곡부 뿐만 아니라 도시지역에서도 토석류 재해가 빈번히 발생하며 국내 및 해외에서도 토석류에 의한 피해사례는 자주 볼 수 있다. 이러한 토석류 재해의 피해를 줄이고자 토석류의 유동성을 저감시키기 위한 대책구조물의 시공이 많이 이루어지고 있으며 최근에는 투과형 구조물 중 하나인 원통형 기둥구조물을 그룹 형태로의 시공하는 경우가 늘어나고 있다. 토석류와 대책구조물 간의 상호작용은 월류(overflow), 쳐오름(run-up), 역류(backwater) 등의 복잡한 흐름 거동을 보인다. 하지만 원통형 대책구조물에 대한 연구가 많이 이루어져 있지 않고 대규모 실험 또한 비용이 많이 소요되고 실행하기도 어렵다.

이 연구는 오픈소스 소프트웨어인 OpenFOAM을 사용하여 원통형 대책구조물의 설치 조건에 따라 토석류 흐름에 미치는 영향을 분석하였다. 짧은 시간 내에 흐름이 발생하고 비뉴튼 유체 특성을 갖는 토석류의 유효전단응력이 난류전단응력에 비해 상당히 크므로 난류의 영향은 무시하였다. 계산된 수치모의의 결과를 같은 규모로 시행한 실험결과와 비교분석 및 검증하였다. 공학학적 문제에 적용 가능하도록 비교적 낮은 해상도의 계산 격자를 사용했지만 실험에서 보여지는 토석류의 흐름거동을 양호하게 재현했으며 원통형 대책구조물의 배치조건에 따라 토석류 선단부 유속의 감소 정도 및 시간에 따른 흐름깊이 변화를 분석할 수 있었다. 이 연구는 다양한 조건을 가지는 토석류 흐름을 해석하는데 유용하게 활용할 수 있으며, 추후 복잡한 실제지형 조건을 고려하는 연구를 통하여 적용성을 확보하고자 한다.

핵심용어 : 토석류, 대책구조물, 수치모의, 비뉴튼 유체, 흐름거동

감사의 글

본 연구는 국토교통부 (국토교통과학기술진흥원)의 국토교통지역혁신기술개발사업(22RITD-C158636-03)의 지원을 받아 수행되었습니다.

* 정회원・강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 박사과정・E-mail : kbt61002@gwnu.ac.kr

** 정회원・강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 교수・E-mail : paik@gwnu.ac.kr