개발도상국 CSMS 해외지원 진출 사례

글. 김승현_인프라안전연구본부 수석연구원

개발도상국 산사태 재난 관리 취약성

자연재해재난은 지진, 쓰나미, 화산, 싱크홀, 태풍, 홍수, 하안·해안 침식, 폭염, 야생산불, 심지어 운석 충돌까지 무척 다양하다. 이러한 자연재해재난은 인류의 삶을 피폐화시키고 인적·사회적 피해를 유발한다. 특히 산사태는 발생 빈도가 잦고 인간 삶의 공간에 직접적인 피해를 유발하므로 체계적이고 과학적인 관리가 매우 중요한 분야이다.

최근 급격한 기후변화, 개발에 따른 환경 훼손 등의 영향으로, 개발도상국을 포함하여 선진국 역시 산사태 재해재난은 반복적으로 경험할 수밖에 없는 재해 중의 하나이다. 선진국과 마찬가지로 베트남, 네팔, 아프가니스탄, 필리핀 등 개발도상국은 산사태와 비탈면 관리의 중요성을 무엇보다 중요한 국가 정책으로 인지하고 있으나, 재난 위험에 대한 국민 인식 부족, 재난 관련 자료 부족, 전문 기술 인력이나 조직의 부족, 체계적인 시스템의 부재, 유관 기관 정보 공유 부족, 복구 체계 구축의 미비함 등으로 사회재난, 인공재난 등이 연속적 또는 동시적으로 발생하는 복합재난(Hybrid Disaster)으로 확대되는 사례가 허다하다.

한국건설기술연구원은 개발도상국의 산사태 피해를 사전에 예방하기 위한 기술지원 일환으로, 2014년부터 산사태 피해가 잦은 베트남을 대상으로 체계적인 산사태 관리가 이루어지도록 도로비탈면유지관리시스템(Cut Slope Management System, CSMS)을 활용한 기술 지원과 더불어 베트남 국가기관과의 공동연구를 진행해 오고 있다.

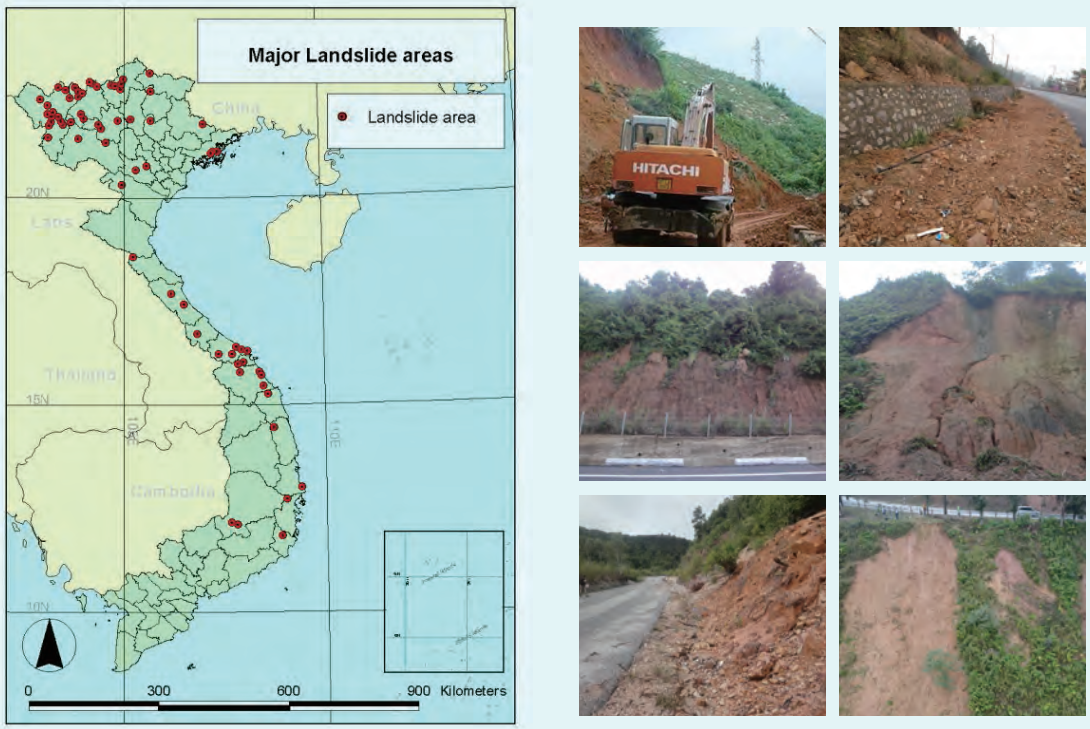
도로비탈면유지관리시스템

우리나라도 산사태로 많은 피해를 겪었다. 1963년 거제시 장승포 산사태, 1999년 9월 부산시 황령산 산사태, 2002년 태풍 루사로 인한 강릉시 왕산면 산사태, 2011년 서울 우면산 산사태 및 춘천 펜션 산사태 등 집중호우로 인한 산사태로 많은 인명피해가 발생했다. 불과 2000년대 이전만 해도 제대로 된 관리시스템이 구축되지 못하여 기록되지 않은 많은 낙석 피해와 산사태가 있었고, 장마철이 되면 홍수나 산사태는 하나의 일상생활처럼 여기던 시절도 있었다. 과거의 산사태 관리는 '붕괴 발생 후 복구'라는 상황에서만 다루어졌었다. 그렇기 때문에 예상치 못한 천문학적 예산의 소요, 전문가 검토가 충분히 이루어지지 못한 무분별한 복구 공법 적용 등으로 산사태 관리에 대한 정부 정책의 신뢰성이 높지 않았다.

1997년 한국건설기술연구원은 도로비탈면의 체계적인 유지관리 필요성을 국가에 인식시킴으로써 위험비탈면을 사전에 파악하고 전문가에 의한 면밀한 현장조사와 안정성 해석을 통해 효율적이고 체계적인 대책공법을 선정하는 과학적 기술 지원 체계인 도로비탈면유지관리시스템을 개발하였다. CSMS 업무를 통해 일반국도 30,685개소 비탈면의 데이터베이스를 구축·관리하고 있으며, 위험 비탈면 7,241개소에 대한 전문가 정밀조사를 통해 효율적인 대책공법이 적용될 수 있도록 함으로써 국가 예산 절감에 기여하였다.

또한, 위험 비탈면 모니터링을 위한 상시계측시스템을 운영하고 있으며, 방대한 비탈면 자료를 스마트폰 애플리케이션을 통해 야외에서 확인할 수 있는 클라우드 환경을 구축하였고, 드론을 이용한 광역적 비탈면 관리 등 다양한 첨단 기술을 접목해 산사태 재해재난이 발생하지 않도록 선제적 예방 시스템을 운영해 오고 있다. CSMS 운영 이후, 일반국도 대형 산사태 및 도로비탈면 붕괴 발생 빈도는 2007년 이후 매년 10건 이하로 급격히 감소하였고, 국도 비탈면 붕괴로 인한 사망사고는 한 건도 발생하지 않는 등 CSMS의 가시적 운영 효과는 탁월하다고 할 수 있다.

[그림 1] 베트남의 산사태 주요 발생지 및 붕괴 비탈면



베트남의 특성 및 산사태 관리 수준

베트남은 개발도상국의 선두주자로서 타고난 근면성, 높은 교육열, 스마트한 국민의식을 바탕으로 눈부신 경제 발전을 이룩해 오고 있다. 그러나 SOC 인프라의 지속적인 확충에도 불구하고 태풍, 홍수, 지반침하, 해안침식 등 자연재해에 대한 대응은 매우 부족하며, 특히 산사태에 의한 피해 급증으로 국가 차원의 관리가 절실한 상황이다.

베트남은 몬순 기후 및 열대 기후의 영향으로 지역적인 기후 편차가 매우 심하며, 복잡한 지형과 지질로 인하여 지역마다 자연재해 피해 양상이 조금씩 다르다. 하노이와 호찌민은 두꺼운 퇴적층으로 이루어져 있는 바 연약지반에 대한 문제를 가지고 있다. 또한, 베트남의 동부 해안 지역은 해안침식이나 홍수로 인한 자연재해에 취약성이 상존해 있으며, 베트남 중부 산악지대와 북동부, 북서부 산악지대 등 높은 고산지대는 산사태에 매우 민감하다. 베트남 내 산사태 발생지는 주로 하노이 북부인 사파-라오카이 지방과 중부지방인 휴-다낭 지역에 집중되어 있다.

한국건설기술연구원은 베트남 교통연구원(Institute for Transport, Science & Technology, ITST)과 산사태 공동 대응 체계 마련을 위한 MOU를 2014년에 체결하였다. 베트남은 산사태 관리를 위한 별도의 정부 기관이 존재하지 않으며, 교통부 산하의 도로관리 기관에서 지역적으로 산사태를 관리

하고 있어서 제대로 된 관리는 거의 이루어지지 못하는 게 현실이었다. 또한 ITST는 일본의 지원을 통해 '도로 산사태 평가 및 경고시스템 기술개발 연구'를 공동으로 수행하고 있어 산사태 관리를 위한 전체적인 구성 및 개념 등에 대한 이해도는 가지고 있지만, 산사태 관리를 직접 수행한 경험이 적어서 구체적인 실현 방안에 대해서는 산사태 전문가가 거의 전무한 상황이라고 할 수 있었다.

베트남이 산사태 관리를 위해 요구하는 것들은 산사태를 포함하여 자연재해를 예방하기 위한 법적 문서 체계, 조직 구성, 운영을 위한 국가 차원의 관리 기관, 산사태 위험지도 및 산사태 방어전략 계획 수립, 산사태 방어 및 관리를 위한 방법, 규제 및 기준 마련, 산사태 예방을 위해 필요한 소프트웨어 등이었다. 이러한 요구사항은 다른 개발도상국의 기타 재해재난 관리에의 그것과 크게 다르지 않을 것이라고 생각된다.

CSMS의 베트남 지원 사례

CSMS에서는 베트남 도로비탈면의 체계적인 관리를 위하여, ①베트남 산사태 관리 수준 파악, ②산사태 방재기술의 현지화 방안 연구, ③산사태 관리 체계 완성 및 고도화 등 3단계 전략을 마련하였다.

베트남의 산사태 관리 수준 파악과 체계적인 데이터베이스 구축 방안을 지원하기 위하여 베트남 중부지역 다낭시 인근 Hoang Sa Coastal Road와 퀑남 지역 Ho Chi Minh Road 시범구간에 대한 기초조사를 직접 수행하고, 비탈면 코드 부여, 비탈면 재원, 위험요소 특성, 조사자 소견 등 세부항목별 기재방법을 전파하였다. 그리고 현지 특성을 고려한 조사우선순위를 개발하여 위험 정도를 체계적으로 분류하는 방법을 활용하여 보다 과학적인 도로비탈면 관리가 가능하도록 토대를 마련하였다. 베트남은 금번 공동연구 결과를 바탕으로 베트남에서 산사태가 자주 발생하는 지역으로 시범조사를 확대 실시할 예정이며, 이를 통해 전국 단위로 비탈면 데이터베이스 구축 사업을 진행할 예정이다.

2017년 7~10월 사이 수차례의 태풍과 집중호우로 인하여 베트남 중북부 지방, 특히 사파-라오카이 지역에 도로비탈면 붕괴가 일어나 재산 및 인명피해가 발생하였으며 그 피해가 매우 심각했다. 사파-라오카이 지역은 아시아의 알프스라 부르는 전 세계적인 유명 트레킹 관광명소이며, 인도차이나 반도에서 제일 높은 산인 판시팡이 위치하고 있어 관광객의 발걸음이 끊이질 않는다. 하지만 사파-라오카이를 잇는 국도는 현재 1개 노선밖에 존재하지 않기 때문에 해당 노선에 위치한 도로비탈면의 붕괴는 재산 및 인명피해는 물론 주된 수입원인 관광산업에 직접적인 피해를 유발하게 된다. CSMS팀은 사파-라오카이 간 국도 4호선의 12km 구간 내 집중호우로 인한 붕괴비탈면 현장 11개소에 대하여 별도의 코드를 부여하고, ITST측 연구진과 공동팀을 꾸려 현장 정밀조사를 실시하였다. CSMS팀에서 사용 중인 정밀조사 sheet의 세부항목에 대한 설명과 이론을 ITST 측에 전달함과 동시에, 조사장비의 사용 방법, 드론 운영 등 주요 세부자료를 취득함에 있어 필요한 현장 교육을 직접 시연하여 전파하였다.

2018년~2019년에는 베트남 북부지방 붕괴비탈면과 위험비탈면의 공동 조사를 더욱 확대할 예정에 있으며, 이를 통해 궁극적으로 베트남의 지반특성과 경제력을 종합적으로 고려하여 베트남 현지 특성에 가장 적합한 공법을 개발하고자 준비 중에 있다. 또한 체계적인 비탈면 관리시스템의 구축을 통해 베트남의 산사태 지원을 위한 실질적인 예산 확보를 공동목표로 지속적인 협력을 진행할 예정이다.

참고자료

- 한국건설기술연구원 (2014), 도로비탈면유지관리시스템 도입을 통한 재난관리, 2014 주요사업(글로벌) 보고서, 206p
- Nam, T. N., (1995) The geology of Vietnam: A brief summary and problems, Geosci. Repts. Shizuoka Univ., 22, 1-10
- ITST (2018) Slope Failure Survey using Cut Slope Management System, 2017 도로비탈면유지관리시스템 위탁보고서, 92p