

해외출장복명서

(이탈리아 살레르노)

2015. 5. 30 - 6. 5

김종원, 이상은

제1장 해외출장 개요

1. 배경 및 목적

- 국토교통진흥원 R&D 사업의 일환으로, 이탈리아 살레르노 지역 도심지 토사 재해 복구현황 및 위험도 평가기술 정보 수집

2. 출장자

- 김종원: 국토관리·도시연구본부 국가도시방재연구센터 센터장
- 이상은: 국토관리·도시연구본부 책임연구원

3. 출장일정, 지역 및 면담자

- 출장기간 : 2015. 5. 30(토) ~ 2015. 6. 5(금) (5박 7일)
- 출장지역: 이탈리아 (살레르노 대학 Geotechnical Engineering Laboratory, 사르노, 노체라 인페리오레)
- 면담자: Leonardo Cascini 교수, Michele Calvello 교수, Settimio Ferlisi 교수

○ 주요일정

일자	출발지	도착지	방문기관	업무수행내용	대표 면담자
5.30 (토)	한국 인천공항	이탈리아 로마공항	이동		
5.31 (일)	로마	살레르노	이동		
6.01 (월)	살레르노	살레르노	살레르노 대학	Geotechnical Engineering Laboratory와의 업무협의 개최	Cascini 교수 외 2인
6.02 (화)	살레르노	살레르노	아말피 협곡	토사재해 진행지역 현장 답사	개별 방문
6.03 (수)	살레르노	살레르노	사르노, 노체라 인페리오레	토사재해 피해지역 현장 답사	Calvello 교수 외 1인
6.04 (목)	살레르노	로마	이동		
6.05 (금)	이탈리아 로마공항	한국 인천공항	이동		

- 2 -

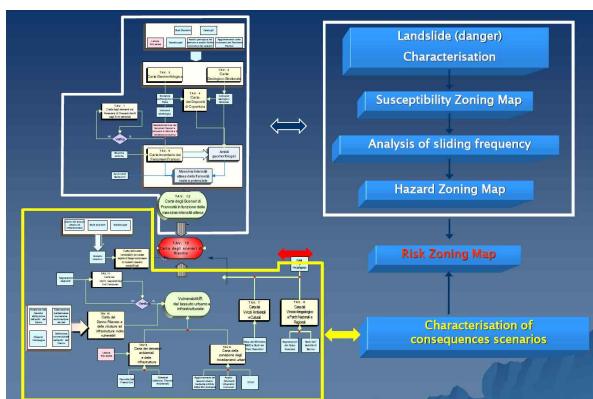
제2장 해외출장 주요조사 내용

1. 살레르노 대학의 위험도 평가 기술 조사

☐ 중규모 축적의 토사재해 위험도 평가

○ 전체 평가절차는 아래 그림과 같이 구성됨

- 토사재해의 발생가능성과 세기를 분석한 뒤 재해특성 지도 (hazard zoning map)를 개발한 뒤 도심지 공간의 피해민감성 (characterisation of consequence scenarios)과 비교해 위험도 구역도 (risk zoning map)을 구축함



[그림] 토사재해 위험도 평가의 전체 절차

- 3 -

○ 토사재해 특성화 기준

- 최대 속도를 기준으로 한 NBRA (2001)과 Cruden과 Varnes (1996)의 유사량의 세기등급을 적용함

Class	Description	Probable Destructive Significance	Typical velocity (m/s)	Velocity (m/s)
H	7 Extremely rapid	Catastrophe of major violence; buildings destroyed by impact of displaced material; many deaths; escape unlikely.	5 m/s	5
	6 Very rapid	Some lives lost; velocity too much to permit to the persons to escape.	3 m/min	$5 \cdot 10^{-2}$
	5 Rapid	Escape evacuation possible; structures, possessions, and equipment destroyed.	1.8 m/hr	$5 \cdot 10^{-4}$
M	4 Moderate	Some temporary or little damageable structures can be temporarily maintained.	13 m/month	$5 \cdot 10^{-6}$
	3 Slow	Remedial construction can be undertaken during movement; intensive structures can be maintained with frequent maintenance work if total movement is not large during a particular acceleration phase.	1.6 m/year	$5 \cdot 10^{-8}$
	2 Very slow	Some permanent structures can not be damaged from the movement.	16 mm/year	$5 \cdot 10^{-10}$
L	1 Extremely slow	Imperceptible without monitoring instruments; construction possible with precaution.	<16 mm/year	$<5 \cdot 10^{-12}$

[그림] 토사재해 특성화를 위한 세기등급표

○ 도심지 피해민감성 등급기준

- 건축물의 종류에 따른 피해민감성을 평가하였으며, 그 결과 4단계의 등급기준을 사용하고 있음

ADOPTED VULNERABILITY CLASSES			
I	Building typology	Observed Damages	VULNERABILITY
HIGH	All	Not considered	HIGH
MEDIUM	Strategical building	Not considered	HIGH
	Common building	YES	
	Common building	NOT	MEDIUM
LOW	Strategical building	Not considered	MODERATE
	Common building	YES	
	Common building	NOT	LOW

[그림] 건축물 피해민감성의 등급기준

- 4 -

○ 위험도 판정기준

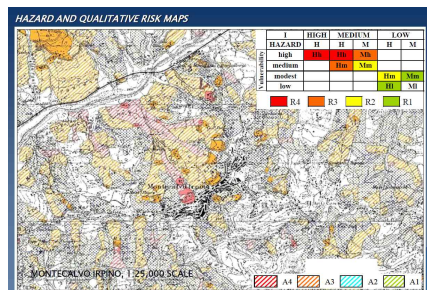
- 재해특성과 취약성의 조합에 근거해 위험도를 정성적으로 부여
- Red zone: 희생자나 재산파괴 우려가 매우 높은 고위험지역을 의미
- Orange zone: 희생자와 재산 피해가 가능한 위험지역을 의미
- Yellow zone: 재산 피해가 가능한 지역을 의미
- green zone: 제한적인 수준의 재산 피해가 발생할 수 있는 지역을 의미

	I		HIGH		MEDIUM		LOW	
	HAZARD		H	H	M	M	H	M
VULNERABILITY	high		Hh	Hh	Mh			
	medium			Hm	Mm			
	modest						Hm	Mm
	Low						Hi	Ml

ATTENTION AND RISK LEVELS			
RISK		ATTENTION	
Victims and properties destruction	R4	Very High	A4
Victims possible and high damages to properties	R3	High	A3
Damages to properties	R2	Medium	A2
Limited damages to properties	R1	Low	A1

[그림] 위험도 등급화 기준

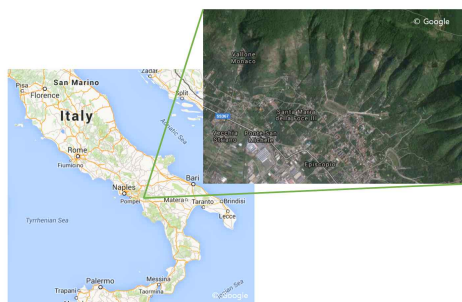
- 위험도 평가 결과 예시



- 해당 방법은 현재 코문에게 제공해 토지이용 계획 작성시 참고자료로 활용

2. 살레르노주 토사재해 피해 지역 현장 답사

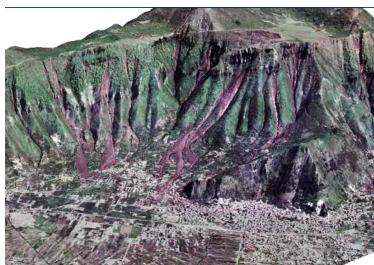
□ 콤파니아지역 살레르노주 사르노



[그림] 노체라 인페르노 토사재해 발생 지점

- 6 -

- 위치: 피조 디알바노 (PIZZO D' ALVANO) E 14.6342° , N 40.8341°
- 토사재해 개요
 - 발생연도: 1998년
 - 피해규모: 159명의 사망자, 5백만 유로의 재산피해, 이주 및 토지이용 제한
 - 토사재해 유형
 - 이송방식: flows · 이송물질: debris · 발생특성: 초기발생
 - 토사재해 발생유발인자: 강우에 의해 유발된 국지형 산사태
 - 도심지 입구에서 관측된 이송속도: 10-15 m/s
 - 토사발생량: 2,000,000 m³ (총 체적), 0.5 ~ 5.0 (붕괴깊이)
- 토사재해 발생 이후 관리대책
 - 모니터링: 강우 등급을 기준으로 한 조기경보 시스템 설치
 - 사면안정화 공사, 토석류 이송 채널 설치, 사방댐 설치, 침사지 설치 등
 - 토지이용과 관련된 규제 실시
- 현장 사진



[그림] 토사재해 피해지역 전경 (1998.5.7)

- 7 -

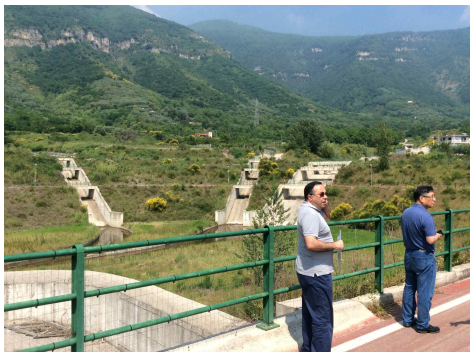


[그림] 토사재해 피해지역 전경 (1998.5.7.)



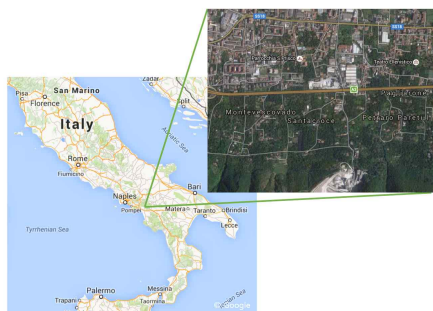
[그림] 토사재해 피해지역 복구 현황 (2015.6.3.)

- 8 -



[그림] 설치된 침사지 (2015.6.3)

□ 콤파니아지역 살레르노주 노체라 인페르노



[그림] 노체라 인페르노 토사재해 발생 지점

- 9 -

- 위치: 몬테 알비노 (Monte Albino) E 14° 38'30.23“, N 40° 43'39.32 “
- 토사재해 개요
 - 발생연도: 2005년
 - 피해규모: 3명의 사상자, 90만 유로의 재산피해, 이주 및 토지이용 제한
 - 토사재해 유형
 - 이송방식: flows · 이송물질: debris · 발생특성: 초기발생
 - 토사재해 발생유발인자: 강우에 의해 유발된 급경사지의 집중형 토사유동
 - 도심지 입구에서 관측된 이송속도: 10-15 m/s
 - 토사발생량: 35,000 m³ (총 체적), 0.5 ~ 4.0 (붕괴깊이)
- 토사재해 발생 이후 관리대책
 - 모니터링: 강우 등급을 기준으로 한 조기경보 시스템 설치
 - 사면안정화 공사 실시
 - 토지이용과 관련된 규제 실시
- 현장 사진



[그림] 토사재해 발생 직후 전경 (2005.3.4)

- 10 -



[그림] 토사재해 피해가옥 방문 (2015.6.3)



[그림] 토사재해 피해가옥 방문 (2015.6.3)

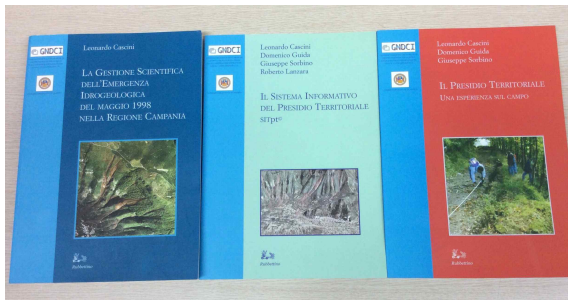
- 11 -

3. 공동연구 의사 타진 결과

- 살레르노 대학의 선도기술과 노하우에 기초해 Cascini 교수 (학과장), Calvello 교수, Ferlisi 교수는 ‘도심지 토사재해 예측평가 및 통합관리기술 개발 연구단’ 과 다양한 방식으로 협력기로 함
- 국제 워크샵 초청, 연구원 기술연수, 기관협정, 자원원고 청탁 등의 협력 방식 모두 협력 의사가 확인되었으며, 연구단 3차년도 협약 체결 결과에 맞춰 국토연구원에서 협력 방식을 결정해 재논의하기로 함
- 특히, 연구단 내 국토연구원이 담당하고 있는 위험도 평가 기술, 도시계획적 대책, 법제도적 기반 조성 등에 대해서는 연구자들의 비공식적인 정보교류를 통해서도 지속적으로 기술자문을 제공하기로 함

4. 정보 및 데이터 수집 결과

- 이탈리아 토사재해 피해기록 및 위험도 평가 보고서 3부

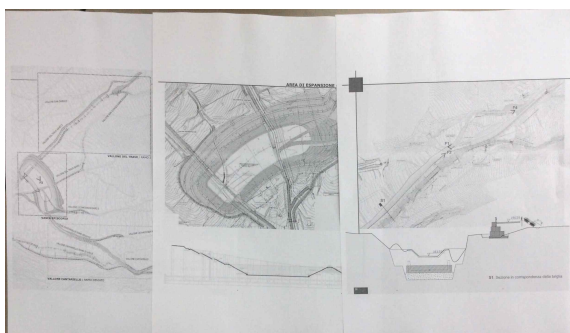


- 12 -

- 토사재해 위험도 관리를 위한 교육 자료



- 침사지, 사방댐, 토사이송채널 등 방제시설물 설계 도면



- 13 -

○ 논문 및 기술보고서 수집 결과

- Cascini L (2005) Risk assessment of fast landslide – from theory to practice, Proc. of the International Workshop “Occurrence and Mechanisms of Flow-like Landslides in Natural Slopes and Earthfills”, Sorrento, May 14-16, pp.61-75
- Cascini L (2004) The flowslides of May 1998 in the Campania Region, Italy, Rivista Italiana Di Geotecnica, pp.11-44
- Fell R, Corominas J, Bonnard C, Cascini L, Leroi E, Savage WZ (2008) Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, Engineering Geology 102: 99-111
- Linnerooth-Bayer J, Scolobig A, Ferlisi S, Cascini L, Thompson M (2015) Expert engagement in participatory processes: translating stakeholder discourses into policy options, Natural Hazards (in print)
- Calvillo M, d’Orsi RN, Piciullo L, Paes N, Magalhaes M, Lacerda WA (2014) The Rio de Janeiro early warning system for rainfall-induced landslides: Analysis of performance for the years 2010–2013, International Journal of Disaster Risk Reduction 12: 3-15
- Corominas J, Mavrouli O (eds) (2010) Deliverable 2.1. Overview of Landslide Hazard and Risk Assessment Practices, SafeLand, 7th Framework Programme