

2012
- 연구
기획
-L01

도시방재형
토사재해
회피기술
및
통합관리시스템
개발

2012

국토해양부
한국건설교통기술평가원

건설교통연구기획사업 연구기획보고서

R&D /
2012-연구기획-L01

도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발 최종보고서

2012 . 10. 31.

주관연구기관 / 상지대학교
협동연구기관 / 한국건설기술연구원
한국시설안전공단

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

한국건설교통평가원장 귀하

이 보고서를 "도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리 시스템 개발 기획 연구" 과제의 보고서로 제출합니다.

2012. 10. 31.

주관연구기관명 : 상지대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 이 승 호

연 구 원 : 황 영 철

연 구 원 : 정 지 수

연 구 원 : 안 재 욱

연 구 원 : 신 윤 국

연 구 원 : 김 지 혜

연 구 원 : 이 재 호

협동연구기관명 : 한국건설기술연구원

협동연구책임자 : 백 용

연 구 원 : 김 진 환

연 구 원 : 권 오 일

협동연구기관명 : 한국시설안전공단

협동연구책임자 : 장 범 수

연 구 원 : 김 용 수

연 구 원 : 이 종 건

연 구 원 : 최 상 호

보고서 요약서

과제고유번호	2012-연구 기획-L01	해 당 단 계 연 구 기 간	2012.04.12 ~ 2012.10.31	단 계 구 분	(1단계)/ (1단계)
연 구 사 업 명		건설교통연구기획사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명	도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발 기획			
	세부과제명				
연구책임자	이 승 호	해당단계 참 여 연구원수	총 : 14명 내부 : 8명 외부 : 6명	해당단계 연 구 비	정부: 70,000천원 기업 : 천원 계 : 천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 14명 내부 : 8명 외부 : 6명	총연구비	정부: 70,000천원 기업 : 천원 계 : 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	상지대학교 산학협력단		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	215
☐ 기술의 정의 ○ 도심지 토사재해를 최소화하기 위한 “도시개발기법”, 토사 방어 및 흐름 제어 공법“, ”신개념 경고시스템“ 개발 및 합리적 의사결정을 위한 통합관리시스템 및 정책지원체계 개발 ☐ 비전 및 목표 ○ 도심지 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현 -도심지 특성을 고려한 토사재해 회피 및 관리시스템 개발 기술 -도심지 토사재해 발생 시 인명피해를 최소화하고 도시 기능을 신속하게 복구하기 위한 기술 -선진국형 토사재해 방지를 위한 행정 지원체계 개발 ☐ 연구과제 구성					

도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발	도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축 기술	도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발
		도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발
		도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측 모델 개발
		도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립
	도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술	도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술
		도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술 개발
		도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술 개발
	토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발
		토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무 절차서 작성 연구
		토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구
		토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	도시부, 토사재해, 예방, 통합관리, 정책
	영 어	Urban, Landslide disaster, Prevention Measures, Integrated Management, Policy

요 약 문

I. 제 목

도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발 기획

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라의 경우 국토의 2/3이상이 산지로 이루어져 여름철 장마, 태풍, 집중호우 시 사면파괴, 산사태, 토석류에 의한 토사유출로 인명과 재산피해가 자주 발생하였다. 대부분의 산사태는 소규모이거나 천천히 발생하지만 때로는 빠른 속도로 대규모로 발생한다. 양상은 다르지만 우리사회에 심각한 피해를 유발하며 특히, 도심지에서 그 영향은 더 심각할 수 있다. 도심지 인구밀도가 높은 우리나라는 토사재해 발생 시 그 피해규모가 다른 외국과 달리 크게 발생되고 있다. 2011년 7월 서울 강남구의 침수와 우면산 산사태 피해의 1차적 원인은 기후변화와 영향에 따른 대형화 된 폭우이지만, 도심지 특성을 고려하지 않은 도시 관리시스템 및 설계가 피해를 가중시켰다.

인구와 기반시설이 밀집된 대도시 지역에서의 재해는 막대한 인명 및 재산피해 뿐만 아니라 도시기능의 마비까지 우려되므로 체계적이면서 적극적인 재해저감 방안 마련이 시급하다.

따라서, 도시 경관을 고려한 토사재해 회피 및 복구 기술, 신개념 경보시스템을 개발하고 이를 합리적으로 적용할 수 있도록 통합관리시스템을 개발, 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 정책의 개발이 필요하다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 건설교통연구기획사업 도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발 기획 연구로써 도심지 특성을 고려한 토사재해 회피 및 관리시스템을 도출하고 도심지 토사재해 발생 시 인명피해를 최소화하고 도시 기능을 신속하게 복구하기 위한 기술 도출, 선진국형 토사재해 방지를 위한 행정지원체계 도출하고자 한다.

도심지 토사재해 방지업무에 적용할 수 있는 기술개발을 추진하고, 관련부처 및 지자체에서 기수행된 성과를 분석하여 중복성을 피하고 전문성 및 완성도 강화, 핵심기술 위주의 개발 전략 수립과 철저한 실험검증 전략, 기술사업화 추진을 통한 실용화 효율 극대화 전략, 산학연 연계 및 확보기술 실용화 조직을 구성하여 최종목표를 도출하고자 한다.

IV. 연구개발 결과

1. 비전설정

- 도심지 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현

2. 핵심기술 도출

- 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술
 - 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발
 - 도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발
 - 도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발
 - 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축방안 수립
- 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술
 - 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술
 - 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술
 - 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술
- 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발
 - 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발
 - 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구
 - 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구
 - 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구

V. 연구개발결과의 활용계획

○ 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술

도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템			
구 분	목표성과물	기술수요처	실용화 활용방안
도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발	토사재해 피해조사, 일상, 정기, 특별점검, 구조적 대안 설정기준 정립 및 유지관리방안 표준화 프로세스 정립	정부기관, 지방자치단체	유지관리 통합관리시스템을 실용화 가능한 수준으로 검증을 거쳐 국가 주요시설관리 및 지방자치단체의 토사재해위험지역 및 도시방재시설 유지관리 통합관리시스템 구축에 활용
	토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안	정부기관, 지방자치단체	
	3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도 작성	정부기관, 지방자치단체	
	3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리 시스템 구축	정부기관, 지방자치단체	
도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발 기술	지형공간, 지질, 기후 및 식생환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표기반 인벤토리 구축	정부기관, 지방자치단체	도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터 개발 기술을 특허 및 신기술 지정을 통하여 지적재산권을 확보하고 민간기업에 기술이전을 통하여 관련시장 진출 및 부가가치 창출
	토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델	건설사	
	토석류 실험을 통한 토사재해 발달경로, 거리 및 규모 예측 모델	건설사	
도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발	토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수모델	정부기관, 지방자치단체	토사재해 인명 및 구조물 취약성 예측 모델 개발을 통하여 국가 또는 지방자치단체의 토사재해 통합관리시스템 구축에 활용
	경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술	정부기관, 지방자치단체	
토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립	무선통신을 이용한 계측시스템	정부기관, 지방자치단체	무선통신을 이용한 계측 시스템을 개발하여 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축에 활용
	토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축	정부기관, 지방자치단체	

○ 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술

도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발			
구 분	목표성과물	기술수요처	실용화 활용방안
도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	도심지 시설물 토사재해 취약성 평가	정부기관, 지방자치단체	도심지 재해 위험지구 개발제한을 위한 선정 및 관리 기술을 현장적용성 평가를 통하여 실용화 가능한 기술 수준으로 검증을 거쳐 국가 주요 시설의 관리 또는 지방자치단체의 도시 개발 정책 수립에 활용
	도심지 개발에 따른 토사재해 취약성 평가	정부기관, 지방자치단체	
도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술	토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발	건설사, 사방업체	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술을 특허 및 신기술 지정을 통하여 지적재산권을 확보하고 민간기업에 기술 이전을 통하여 관련 시장 진출 및 부가가치 창출
	토사재해 대응 배수시설 개발	건설사, 사방업체	
	토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발	건설사	
	유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발	건설사, 사방업체	
도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	지반특성별 강우 반응 특성 평가	정부기관, 지방자치단체	국가 주요시설의 관리 또는 지방자치단체의 도시 개발 정책 수립에 활용
	토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 개발	정부기관, 지방자치단체	
	첨단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발	정부기관, 지방자치단체	
	다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템 개발	정부기관, 지방자치단체	

○ 토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발

토사재해방지 행정 및 정책지원 체계 개발			
구 분	목표성과물	기술수요처	실용화 활용방안
도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼	정부기관, 지방자치단체	토사재해 발생시 유관 기관간의 신속한 위기 대응 대처 및 현장에 적용되는 실무교육 자료로 활용
토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구	토사재해 유형별 예방기준	정부기관, 지방자치단체	개발된 토사재해 유형별 예방기준과 토사재해 방지를 위한 표준업무 처리절차서를 통하여 국가 또는 지방자치단체의 토사재해 관리시스템이 활용될 수 있는 기틀 마련
	토사재해 방지를 위한 표준업무처리절차서	정부기관, 지방자치단체	
토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구	토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무매뉴얼	정부기관, 지방자치단체	개발된 실무매뉴얼을 통하여 국가 또는 지방 자치단체의 도심지를 고려한 도시개발 정책 에 활용
	도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 실무매뉴얼	정부기관, 지방자치단체	
토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석연구	정부기관, 지방자치단체	국가 또는 지방자치단체의 도심지를 고려한 도시 개발 정책 및 실무자료 활용
	관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안 작성	정부기관, 지방자치단체	

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성

- 1절. 기술의 정의 및 필요성
 - 1. 기술의 정의 및 필요성
 - 2. 세부과제별 기술정의
- 2절. 기술분류 및 내용
 - 1. 기술분류
 - 2. 기술내용

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

- 1절. 국내외 정책동향
 - 1. 국내 정책동향
 - 2. 해외 정책동향
- 2절. 국내외 시장현황 및 전망
 - 1. 국내 시장현황
 - 2. 해외 시장현황
- 3절. 기술동향분석
 - 1. 기술분류 및 정의
 - 2. 특허동향분석
 - 3. 논문동향분석
- 4절. 인터뷰 조사
 - 1. 인터뷰 조사
 - 2. 인터뷰 조사 결과
- 5절. 연구개발 인프라 분석
 - 1. 연구 인력 인프라
 - 2. 연구 기자재 인프라
- 6절. 종합분석
 - 1. 국내외 정책 및 시장분석
 - 2. 기술개발 동향 및 인프라 분석

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

- 1절. 비전 및 목표
- 2절. 기술개발에 따른 미래상
 - 1. 현황 및 미래상
 - 2. 기술개발 전략 및 효과
- 3절. 연구개발과제 구성
 - 1. 기술수요조사
 - 2. 기술수요조사 결과

3. 1세부 : 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축
4. 2세부 : 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술
5. 3세부 : 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발
- 4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략
 1. 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축(1세부)
 2. 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술(2세부)
 3. 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발(3세부)
- 5절. 세부과제 간 연계관계
- 6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵
 1. 1세부 : 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축
 2. 2세부 : 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술
 3. 3세부 : 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발
- 7절. 성과의 활용방안
 1. 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축
 2. 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술
 3. 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발
- 8절. 연구수행체계 제안
 1. 연구수행체계
 2. 추진전략

4장. 사전타당성 검토

- 1절. 정책적 타당성
 1. 정부지원의 타당성
 2. 상위계획과의 부합성
- 2절. 기술적 타당성
 1. 기술개발 계획의 적절성
 2. 기존사업과의 중복성
- 3절. 경제적 타당성
 1. 경제적 및 사회적 파급효과
- 4절. 기술개발 필요성
 1. 국내외 기술개발 및 현황
 2. 관련 기술 개발 필요성
- 5절. 정부지원 타당성
- 6절. 종합평가 및 결론
 1. 종합평가 및 결론

5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정

- 1절. 연구일정에 따른 인력투입계획
 1. 전체사업 인력투입계획
 2. 세부과제별 인력투입
- 2절. 소요예산 산정
 1. 예산 산정방법

2. 전체사업 소요예산
3. 세부과제별 소요예산

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

1. 연구단
2. [1세부과제 : 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술]
3. [2세부과제 : 도심지 재해경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술]
4. [3세부과제 : 토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발]

2절. 평가기준 설정

1. 평가 전략
2. 가점 및 감점 기준

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

제 1 절 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

기술의 개념	도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발기술
기술의 범위	도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술 토사재해방지 행정 및 정책지원 체계 개발

- 홍수, 침하, 산사태 및 토석류 등 자연재해 발생 빈도 증가와 이에 따른 도심지(도시지역¹⁾) 피해 규모의 증가에 따라 시민의 안전이 위협받고 있음. 수동적 대응자세에서 벗어나 적극적이고 선제적인 대안 마련을 위한 기술이 시급한 상황임.
- 다양한 자연재해중 산지가 많은 우리나라는 산사태 및 토석류 발생 빈도가 높아지고 있으며, 또한 지속적인 도시화·산업화로 인하여 주거지 및 산업단지가 급경사지에 인접하게 되어 토사재해에 의한 도심지 피해는 지속적으로 증가하고 있음. 도심지 인구 밀도가 높은 우리나라는 토사재해 발생 시 그 피해 규모가 다른 외국과 달리 크게 발생되고 있어 국내 여건에 적합한 대응기술 개발이 필수적임.
- 기존 산사태 및 토석류 대책은 산간 계곡 및 산지 인접부를 중심으로 마련되어 왔으나 본 연구는 토석류 유발지점과 도심지를 유기적으로 고려하여 도시 개발 계획, 토사 재해 방어공법, 강우 특성 및 하도 유량, 수질 성분을 고려한 신개념 경고시스템을 개발하고 이를 합리적으로 적용할 수 있도록 통합관리시스템을 개발하고 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 정책을 개발하는 것임.

1) 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 그 지역에 대하여 체계적인 개발/정비/관리/보전 등이 필요한 지역으로 행정구역을 기준으로 우리나라에 “읍”이상

■ “도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발기술”의 정의

도심지 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현을 위한 “도시개발기법”, “토사방어 및 흐름 제어공법”, “신개념 경고시스템” 개발 및 도심지 토사재해 예측, 유지관리 및 대응 체계의 합리적 의사결정을 위한 통합관리시스템 및 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 정책지원체계 개발

나. 기술의 필요성

(1) 기후변화 및 토사재해

○ 우리나라 기후변화 현황과 전망²⁾

- 지난 100년간(1912~2008년) 우리나라 6대 도시 평균기온은 1.7℃ 상승하였고, 2100년 평균기온은 4℃ 상승이 전망됨.
- 지난 100년간 우리나라 6대 도시 강수량은 19% 증가하였고, 2100년에 강수량은 17% 증가가 전망됨.
- 최근 43년간(1964~2006년) 한반도 연안 해수면은 약 8cm 상승하였고, 2100년에 해수면은 20.9cm 상승이 전망됨.

○ 우리나라에서 발생하는 산사태는 집중호우 기간에 해당하는 6월에서 8월 사이에 집중되며, 강우에 의한 많은 양의 지표수와 함께 유실된 토사 및 암석이 토석류 형태로 계곡지형을 따라서 주거지로 이동하여 재산 및 인명 피해를 유발함.

○ 2011년 7월 27일 새벽 춘천시에서 발생한 산사태와 다음 날 아침 우면산 일대에서 산사태와 토석류로 각각 13명의 대학생과 16명의 시민이 아까운 목숨을 잃었음. 비슷한 시기 경남 밀양 양지마을 산사태와 김해 농공단지 절개면 붕괴, 전북 군산시 대명터널 입구 토사 피해 등 전국적으로 토사피해 발생함. 2010년 중국 간쑤성 조우취현의 대규모 산사태로 1200여명이 사망하고 500여명의 매몰과 30명 사망 발생함. 이와 같이 산사태에 의한 피해가 전 세계 어느 곳이든 도사리고 있음. 인구가 집중된 도시 지역에서의 급경사지 자연재해 관리 및 대응책 마련이 절실해지는 상황임.

○ 우리나라 대표적 자연재해인 산사태는 1980년대 연간 231ha 발생하던 것이 2000년대 들어 713ha로 약 3.1배 정도 증가하였는데, 이는 시간당 50mm 이상의 폭우가 1980년대 10.6회에서 2000년대 14.4회로 증가한 것과 무관하지 않음. 이러한 기상

2) 지방자치단체의 방재도시조성계획에 대한 법제 연구, 한국법제연구원, 2011.12

이변과 산지훼손으로 위험지역이 증가한 것도 주요 원인으로 고려됨. 2011년도 이상기후로 인한 피해액은 약 3.4조원으로 추정되었으며, 2012년에도 자연재해가 빈번할 것으로 예상되고 있음(삼성경제연구소 박준 수석연구원).

○ “소방방재청 국가재난정보센터”에 따르면 매년 전국적으로 공공시설의 피해가 지속적으로 발생하는 것으로 보고됨.

○ 우리나라에서는 매년 호우, 태풍, 대설 등 자연재난으로 인하여 많은 피해가 발생되고 있으며 연평균('02-'11)인명피해는 68명, 재산피해는 1조 6,582억원에 달함.

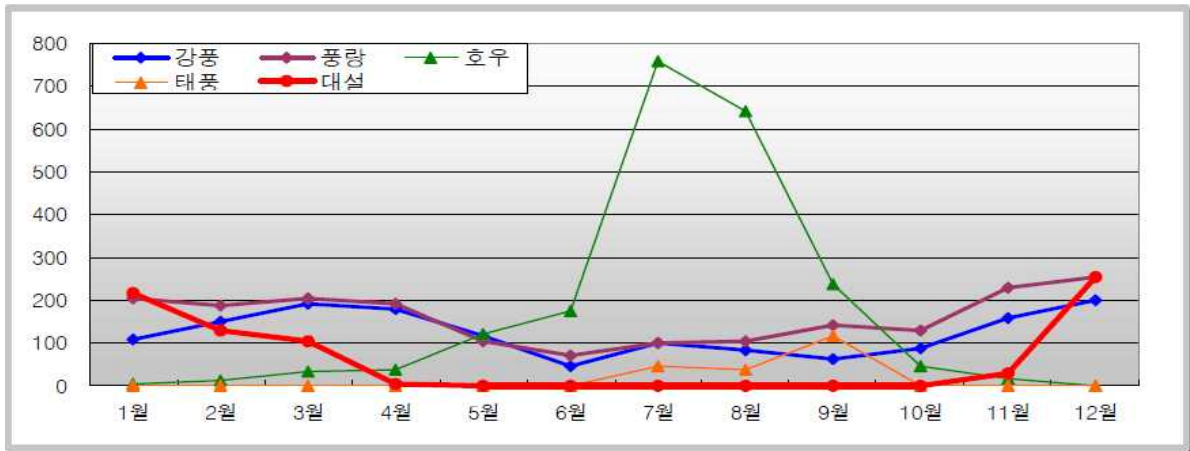


통계표명 : 자연재난 발생현황

[단위 : 명, 억원]

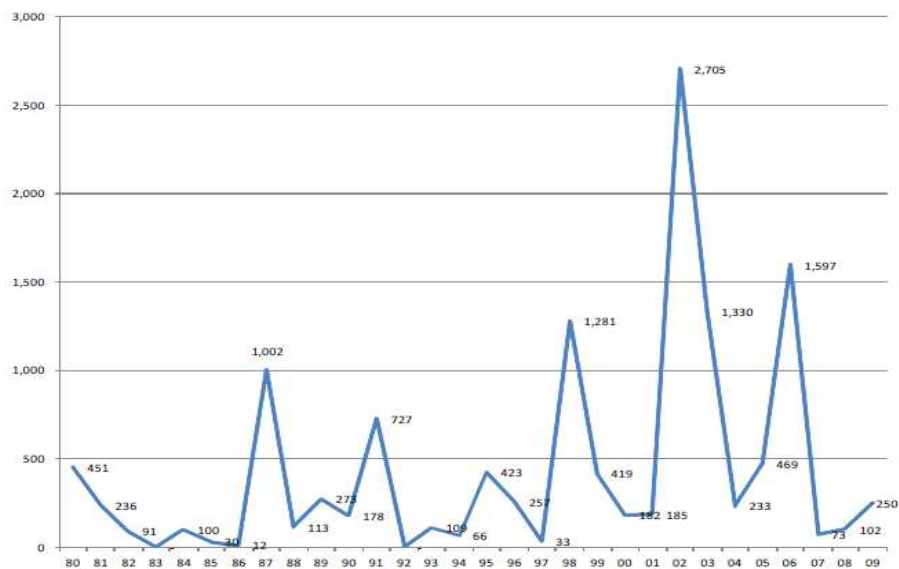
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
인명피해	270	148	14	52	63	17	11	13	14	78
재산피해	61,153	44,082	12,304	10,498	19,430	2,518	637	2,988	4,268	7,942

[그림] 자연재난 발생현황(소방방재청, 재해연보)



[그림] 최근 5년('06 ~'10년)간 기상특보 발표현황
(기상청, 산사태 예방 대응 현장매뉴얼, 2012.4)

- 「산림보호법」 제45조의7(산사태의 발생 우려지역에 대한 조사), 제45조의8(산사태 취약지역의 지정 및 해제), 제45조의9(산사태 취약지역 지정위원회)에 근거하여 산사태 취약지역의 실태조사 및 지정, 관리가 시행 중임.
- 산림청에서 실시한 기초조사 결과에 따라 매 5년마다 산사태 피해 우려가 있는 지역 조사를 실시함.
- 10년 단위의 연평균 산사태 발생 추이를 보면, 1980년대 231ha → 1990년대 349ha → 2000년대 713ha로 2000년대에 들어 발생면적이 급격히 증가하는 실정임.

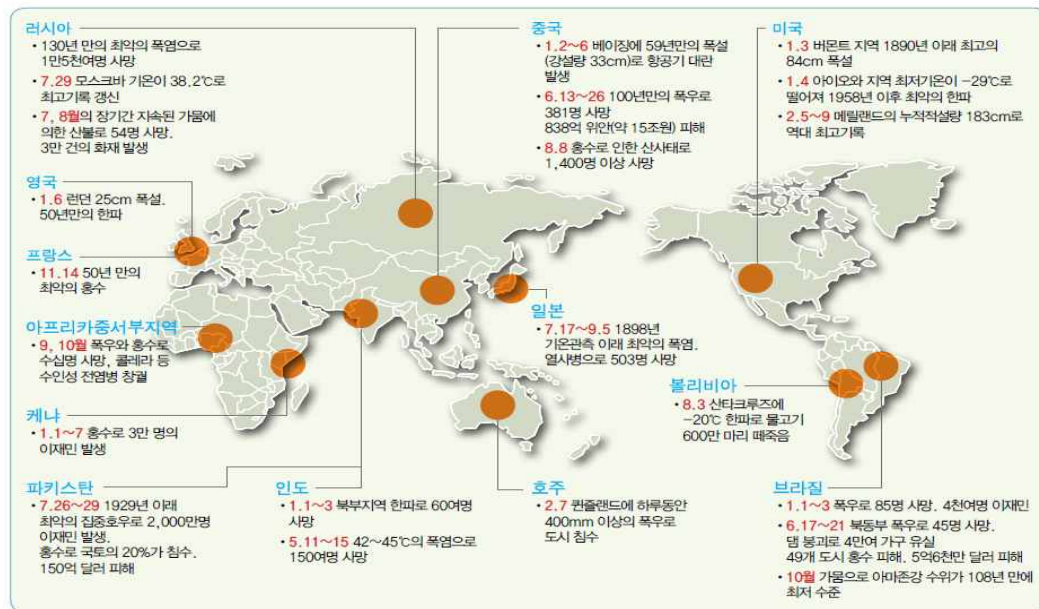


[그림] 1980년 이후의 산사태 발생 면적 (산림청, 2012.4)

- 지구 온난화로 인한 이상기후로 세계 각 나라에서 자연재해로 인해 도심지 등 주거지에서의 막대한 인명과 재산의 피해 발생이 급증하는 추세로 정부의 종합적 평가 및 대응이 필요³⁾

※ 미국의 허리케인 피해규모 40조원('11년), 태국 홍수 피해규모 52조원('11년)

특히, 산사태 등의 자연재난 위험도는 동경이 세계 1위이며, 서울의 경우 세계 14위로 보고됨 (국립방재연구원 김현주, 2011)



[그림] 2010년 전세계 이상기후 발생 분포도 (2010년 12월 13일 기준)

- 기후변화의 급속한 진전으로 자연재해는 증가 추세이고, 불확실성이 커서 언제, 어디서 재해가 발생할 것인지 예측하기 어려워지고 있음.
- 과거 홍수·가뭄에 의한 재해중심에서 폭염·폭설·해수면 상승 등 재해유형이 다양화되고 있음.
- 국지적, 소규모 피해에서 피해면적이 확대되고 피해규모 역시 대형화 되고 있음.
- 기후변화 재해는 발생 시점에 대한 예측이 어렵고, 재해발생 장소에 대한 불확실성이 증대하고 있음.
- 최근 도시화와 산업화로 인한 난개발로 주거지 및 산업단지가 산지 및 급경사지 인근에 위치하는 경우가 증가하고 있어서 토사재해로 인한 재해 위험도가 높아짐에도 불구하고 제도적으로 위험지구에 대한 개발을 제한하기 위한 기초 자료로써의 연구가 미흡함.

3) 2010

특별보고서(녹색성장위원회 등, 2010. 12)

- 국내 적용되고 있는 토사재해 대책시설은 외국 기술 또는 몇몇 대책시설을 보편적으로 적용하는 경우가 많아서 국내 토사재해 발생 특성 및 유형에 적합한 맞춤형 대책공법의 개발이 필요하며, 도심지 피해를 저감하기 위해서는 흐름을 제어할 수 있는 배수 시스템 및 방어 시스템의 개발이 필요함.
- 토사재해는 초기 발생 후 피해지역까지 사태물질이 이동하는데 매우 짧은 시간이 소요되는 특징이 있으므로 인근지역의 기상자료나 기존의 산사태 감지 계측센서로는 피해저감을 위한 경고시스템 운용에 어려움이 있음.
- 토사재해의 이동경로에 지표수 및 사태물질의 이동 및 물질 특성을 감지하는 기법의 개발이 필요하며, 강우 특성에 따른 토사재해 대비 경고 기준을 수립하는 연구가 요구됨.

(2) 도심지 토사재해

- 2011년 7월 말 서울을 중심으로 중부지방에 3일간 약 500mm의 국지성 폭우로 인한 산사태로 수많은 인명피해 및 재산피해가 발생하였음.
- 2011년 서울지역의 경우 강수일수가 1908년 이후 역대 1위를 기록하였으며, 기상청은 06월 01일부터 08월 16일까지 날씨를 집계한 결과 77일 중 48일(62.3%)이 비가 내렸으며 또한 과거 104년 만에 가장 잦은 여름 동안 비가 서울은 강우일수 역대 1위, 강우량에서도 역대 2위의 기록을 세움.
- 서울의 내린 비의 양은 총 1,901.9mm가 내렸으며, 이는 1908년부터 2010년까지 같은 기간에 내린 평균강우량 941mm의 2배를 웃돌고, 최근 30년 평균강우량 990.3mm 보다 1.92배 많은 기록임.
- 토사재해 발생의 주요 원인으로는 지진에 의한 지반의 대규모 거동에 의하여 발생하는 것이 가장 높으나 최근들어 지진과 연계되지 않은 산사태 즉, 강우에 의한 산사태 발생 빈도가 증가하고 있는 추세임.
- 비탈면상의 물질을 이동시키는 가장 중요한 요인은 강우로 인한 유수와 중력으로, 강우는 산사태 발생에 중요한 원인이 됨.

[표] 2011년 순위 및 지역별 강우량(2011년 06월 01일 ~ 08월 16일)

순위	지역	강우량(mm)	평균	배율(배)
1	강 화	1,933.8	921.9	2.10
2	서 울	1,901.9	990.3	1.92
3	원 주	1,827.9	918.9	1.99
4	춘 천	1,823.7	918.3	1.99
5	수 원	1,773.7	887.7	2.00
6	제 천	1,765.5	969.5	1.82
7	인 제	1,604.9	808.7	1.98
8	인 천	1,598.0	812.1	1.97
9	서 산	1,513.3	822.7	1.84
10	천 안	1,508.6	790.2	1.91

[표] 역대 강우량 일수(06월 01일 ~ 08월 16일)

순위	1	2	3	4	5
년도	2011	1961	1948	1934	1990
강우일수(일)	48	47	46	46	45

*서울 지역기준, 1908년 이후 역대 1위

[표] 서울지역 역대 강우량 순위(06월 01일 ~ 08월 16일)

순위	1	2	3	4	5
년도	1998	2011	1940	1990	2008
강우량(mm)	2,042	1,901.9	1,699.6	1,503.3	1,497.6

*19908년 이후 역대 2위

[표] 전국 평균 역대 강우량 순위(06월 01일 ~ 08월 16일)

순위	1	2	3	4	5
년도	1998	2011	2003	2006	1987
강우량(mm)	1,324	1.307.4	1,234.3	1,134.3	1,106.9

*1973년 이후(39년 동안 역대 2위)

○ 산사태의 1차적 원인은 기후변화 영향에 따른 대형화 된 폭우이지만, 도심지 특성을 고려하지 않은 도시 관리 시스템 및 설계가 피해를 가중시킴.

- 인구와 기반시설이 밀집된 대도시 지역에서의 재해는 막대한 인명 및 재산피해 뿐만

아니라 도시기능의 마비까지 우려되므로 체계적이면서 적극적인 재해저감방안 마련이 시급함.

- 특히, 지역특성을 고려한 구체적인 방침과 실효성 제고를 위해서는 다양한 추진방안 마련과 함께 기존 도시계획, 풍수해저감종합계획 등 상위 관련정책과의 긴밀한 연계 및 정합성 유지가 관건임.

○ 대부분의 산사태는 소규모이거나 천천히 발생하지만 때로는 빠른 속도로 대규모로 발생함. 양상은 다르지만 우리사회에 심각한 피해를 유발하며 특히, 도심지에서는 그 영향은 더 심각할 수 있음.

- 도심지 인구 밀도가 높은 우리나라는 토사재해 발생 시 그 피해 규모가 다른 외국과 달리 크게 발생되고 있음.

국 내



우면산 산사태 현장



우면산 산사태 현장



우면산 산사태 현장



우면산 산사태 현장



우면산 산사태 현장



춘천 산사태 현장

국 외



엘살바도르 산사태 현장

[그림] 도심지 토사재해 발생 및 피해 사진

- 도시 기능을 신속하게 회복하기 위해서는 조사·점검·평가·대책의 유기적 의사결정과 유관기관과의 재해복구자원 등 투입 자원의 긴급복구시스템 등을 포함하는 체계적인 긴급 대응 및 복구사업의 관리가 요구됨.
- 도심지역에서 발생하는 토사재해 발생 위험 지역은 높은 인위적 개발 시설물과 부지조성 비율이 매우 높고, 토사재해 발생 시 산지 저변부에 인프라 및 인명 피해 우려가 매우 높음. 높은 인구 밀집도에 따른 전방위적인 토사재해 조사 및 대책 수립이 마련되어야 하나 제한적 예산내에서 시뮬레이션에 기반한 경제적, 효율적 산사태 대응체계 수립에 대한 연구가 필요함.

(3) 도시방재 체계 및 정책

- 우리나라의 도시방재 체계를 살펴보면, 재난 및 안전관리 기본법에서, 국가 안전관리 기본계획, 시·도 안전관리 계획, 시·군·구 안전관리 계획을 수립하여 운영하고 있음. 자연재해대책법에서 풍수해저감 종합계획, 공간별 부처계획, 자연재해위험지구정비 계획을 수립하여 운영하고 있고 국토기본법에서, 수해, 풍해 그 밖의 재해의 방재에 관한 사항, 방재 및 안전에 관한 사항, 재해의 방지와 시설물의 안전관리에 관한 사항을 포함하여 운영하고 있음. 또한, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에서 방재 지구를 지정하거나, 방재사전심의제도를 시행하고 있음. 그러나 대부분이 풍수해에 관련된 사항으로써 도심지 홍수 등에 집중된 경향을 보이며, 각 위험요소별(특히, 토사 비탈면)로 위험 대책을 마련하지 않아 자연재난이 발생할 경우 신속한 대응을 통해 2차 피해의 최소화가 어려운 실정임.
- 「국토기본법」 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 「재난 및 안전관리 기본법」 「자연재해대책법」 「급경사지 재해 예방에 관한 법률」 등 개별법에 산발적으로 운영, 체계적 연계 부족, 특히 소규모 개발에 대한 대책이 미흡한 실정이다. 각종 도시계획 위원회 등에 수해방지종합대책의 일환으로 치수방재분야 전문가 위원 의무화를 지시하였으나 실제 참여 사례는 미비함.
- 유사한 기후변화를 직면하고 있는 일본, 대만 등 동북아시아의 국가들도 급성장하는 IT, ICT 기술 등을 융합하여 재난⁴⁾의 전조현상을 사전에 감지하고, 국가 조직체계의 특성을 반영한 위기관리매뉴얼 등을 사전에 마련하여 재해·재난을 최소화하기 위한

4) (災難, Disaster) : 국민의 생명, 신체, 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로써, 태풍, 홍수, 호우 등 자연현상으로 발생하는 피해와 화재, 붕괴 등 사고로 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해(이상 재난및안전관리기본법). 재난의 개념은 시대에 따라 유동적으로 생각되는 상대적인 개념.

각종 사업을 추진 중5).

- 한국 지식경제부에서는 2015년 이후 우리나라를 10대 선진국(G10)으로 이끌 ‘미래 국가유망기술’을 선정함(2005, 국가과학기술위원회).



[그림] 미래 국가유망기술 21(2005, 국가과학기술위원회)

- 미국 공학한림원에서는 전세계 공학기술자를 대상으로 “공학적으로 도전해야 할 과제”에 대한 설문조사를 실시한 결과6), 총 14개 분야의 공학기술이 선정되었으며, 이 중에서 『국가적으로 중요한 도시 기반시설물의 복구 및 개량 분야』가 선정.



[그림] 공학적 도전과제 (미국 공학한림원, 2009)

5) 10주년 기념 국제세미나 (국립방재연구소, 2007)

6) <http://www.engineeringchallenges.org/>

- 현 정부의 재난관리 국정방향(공약사항)을 살펴보면, 범정부적, 국가전체를 포괄하는 통합적 재해·재난 대응체계 구축을 목표로 사후 복구가 아닌 사전예측기반의 재해·재난 대응체계의 구축을 시도 중임.
- IT 첨단 기술을 활용한 재해·재난 상황에 대한 향상된 모니터링 및 관리와 신속하고 정확한 상황전파 체계의 수립⁷⁾ 요구가 증가하고 있음.
- 재난관리 단계는 예방, 대비, 대응 및 복구의 단계로 구분하며 일반적인 사고가 발생할 경우, 해당 주무기관의 대응역량이 충분하지 못할 경우 재난으로 발전하므로 재난을 효과적이고 효율적으로 대응하기 위해서는 유관기관의 지원이 필수적으로 요구됨.
- 선진국형 토사재해 방지를 위한 행정지원체계의 정립이 요구됨.

2. 세부과제별 기술정의

- 도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발은 “도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축 기술”, “도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술”, “토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술”의 총 세 개의 세부 과제로 구성되며 각 세부과제별 기술 정의는 다음과 같다.

가. 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술

- 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템과 토사재해 발생시 토사재해의 경로, 거리 및 규모 등을 예측할 수 있는 3D 시뮬레이터를 개발하고 토사재해 발생 예상지역내 인명 및 구조물의 특성을 고려한 토사재해 취약성 지수 모델과 무선통신을 이용한 계측시스템을 적용하여 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축하는 기술임.

(1) 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발

- 토사재해 피해 조사, 일상, 정기, 특별 점검, 구조적 대안 설정 기준 정립 및 유지관리방안 표준화 및 프로세스를 정립하고 적합한 현황 조사·점검·대책 평가에 대하여 구체적인 연구를 실시하기 위하여 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방 시설 통합

7) IT 한국패러다임 변화연구 (한국정보화진흥원, 2009.12)

관리 방안을 수립함. 또한 3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도를 작성하고 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심지 토사재해 통합관리시스템을 구축.

(2) 도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터 개발

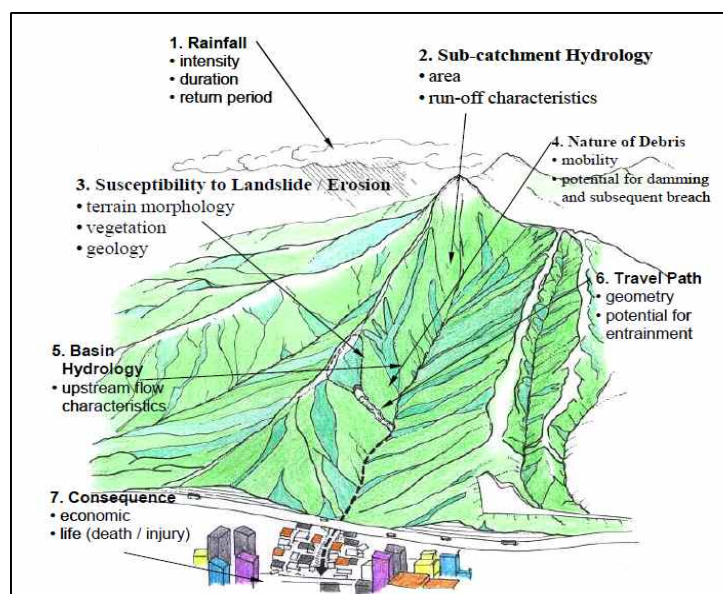
- 지형공간, 지질, 기후 및 식생 환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표기반 인벤토리 구축 및 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델을 개발하고, 토석류 실험을 통한 토사재해 발달 경로, 거리 및 규모 예측모델을 개발하여, 토사재해 발생시 토사재해의 경로, 규모 등을 예측하여 통합관리시스템과의 연계될 기술.

(3) 도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측 모델 개발 기술

- 토사재해 발생 예상지역내 인명 및 구조물의 특성을 고려한 토사재해 취약성 지수 모델 개발. 토사재해 예측 시뮬레이션 기반 시나리오를 설정하고 경제성 고려하여 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술을 통합관리시스템과 연계.

(4) 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축방안 수립

- 무선통신을 이용한 계측시스템을 적용하여 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축.
- 기존시스템을 최대한 연계·활용하여 도심지 특성을 고려한 토사재해 통합상황실 구축.
- 통신사와 연계하여 시범 연구대상지역의 반경 4km 이내 경고시스템(warning system) 구축.



[그림] 도심지 주변 토석류에 영향을 미치는 주요 인자(Nettleton)

나. 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술

- 도심지 주요 시설물의 토사재해에 대한 저항성, 시설물 개발에 따른 토사 재해 피해 가능성을 평가하여 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술을 구축하고 토사재해 특성, 지형 특성 등과 도시구조의 경관을 고려한 토사재해 대책시설 및 친환경 복구기술을 개발하는 연구임. 또한, 도시환경에 적합하고 단기간에 발생하는 토사재해를 사전에 감지, 경고하기 위한 것으로 실시간 계곡부 유량 변화 측정, 토사 유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지 등 소규모 간편 측정 장비를 개발하여 토사재해를 사전에 감지, 예측하기 위해 개발하는 연구임.

(1) 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술

- 우리나라는 도시인구 밀도가 매우 높으며 인구 밀도 증가도 지속적으로 진행되고 있음. 도시인구 증가는 꾸준한 도시 확장을 요구하게 되며 토사재해 위험가능 지역에 대한 무분별한 개발을 불러올 수 있음.
- 본 기술은 도심지 주요 시설물의 토사재해에 대한 저항성, 시설물 개발에 따른 토사재해 피해 가능성을 평가하여 재해 위험지구 선정 지침 수립 등을 포함한 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술 분야의 연구임.

(2) 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술

- 국내 주요 산사태 및 토석류 방재를 위한 대책공법은 주로 산간 계곡부에 위치하는 사방댐 형태가 주를 이루고 있음. 기존 사방댐은 그 형식 및 구성이 전형적으로 이루어져 있어 보다 현장에 적합하게 개발될 필요가 있으며 특히 도심지 주변 산간의 경우, 도심지 경관을 고려한 방재를 중점적으로 고려할 수 있도록 개발될 필요가 있음.
- 또한, 토사재해가 발생되면 가장 먼저 훼손되는 시설중 하나인 도심지 주변 배수시설은 훼손과 동시에 2차 피해 발생의 원인이 되어 피해를 가중시킴.
- 본 기술 개발 분야는 토사재해 특성, 지형 특성 등과 도시구조의 경관을 고려한 토사재해 대책시설 및 친환경 복구기술을 개발하고, 특히 토사재해에 의한 막힘 방지가 가능한 배수시설, 산지와 하부 주거지의 유수 흐름을 통합하여 제어할 수 있는 배수 시스템 등을 개발하는 연구임.

(3) 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술

- 기존 비탈면, 산사태 붕괴를 사전에 감지하기 위한 시스템은 계측시스템의 설치가 번거롭고 구성이 복잡한 단점이 있음. 또한, 사전 경고를 위해서는 장기간의 지반거동 자료를 수집하고 분석하는 작업이 필요함.
- 기존 방식은 이벤트 시간이 매우 짧은 토사재해에는 적합하지 않음. 짧은 시간에 일어나는 토사재해 발생을 사전에 감지하고 경고하기 위해서는 신개념의 경고 시스템 구축이 필요함.
- 본 기술 개발 분야는 도시환경에 적합하고 단기간에 발생하는 토사재해를 사전에 감지, 경고하기 위한 것으로 실시간 계곡부 유량 변화 측정, 토사 유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지 등 소규모 간편 측정 장비를 개발하여 토사재해를 사전에 감지, 예측하기 위해 개발하는 연구임.
- 기존 계측장비를 활용하여 도심지 토사재해 발생 감지에 최적화하고 강우량, 토질, 식생 등 다양한 데이터의 통합 분석을 통한 주민대피 경고 발령 및 가변형 토사재해 대책시설의 가동 기준 수립.

다. 토사재해방지 행정 및 정책지원 체계 개발 기술

- 도심지 토사재해 발생에 따른 신속한 대응을 위한 표준 및 실무메뉴얼을 개발하고 토사재해 유형별 예방기준 및 토사재해 방지를 위한 관련기관의 업무효율을 증진을 위한 표준업무처리절차서를 개발하는 연구임. 또한, 토사재해 유형별 긴급복구 자원의 최적 활용, 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치를 위한 실무메뉴얼을 수립하고 재해발생 가능지역 내외에 존재하는 다양한 관리기관 간 조정 및 협조체계 구축 방안을 도출하며 재해저감 및 피해 최소화를 위한 규제, 법령, 정비, 관련기준 개선안을 도출하는 연구임.

(1) 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무메뉴얼 개발

- 도심지 토사재해 발생에 따른 신속한 대응을 위한 정확한 재난상황 전달 및 관리 체계를 수립하는 등 유관기관의 협조체계를 효율적으로 운영하기 위한 표준 및 실무메뉴얼을 개발하는 연구임.

(2) 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구

- 토사재해 유형별 예방기준 및 토사재해 방지를 위한 관련기관의 업무효율을 증진하고 신속한 대응을 위한 표준업무처리절차서를 개발하는 연구임.

(3) 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구

- 토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적 활용, 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치를 위한 실무매뉴얼을 수립하고 재해발생 가능지역 내외에 존재하는 다양한 관리기관 간 조정 및 협조체계 구축 방안을 도출하는 연구임.

(4) 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구

- 토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대를 분석하고 관련 부처별 법·제도적 이해관계 상충분야에 대한 개선방안 등 재해저감 및 피해 최소화를 위한 규제, 법령, 정비, 관련기준 개선안을 도출하는 연구임.

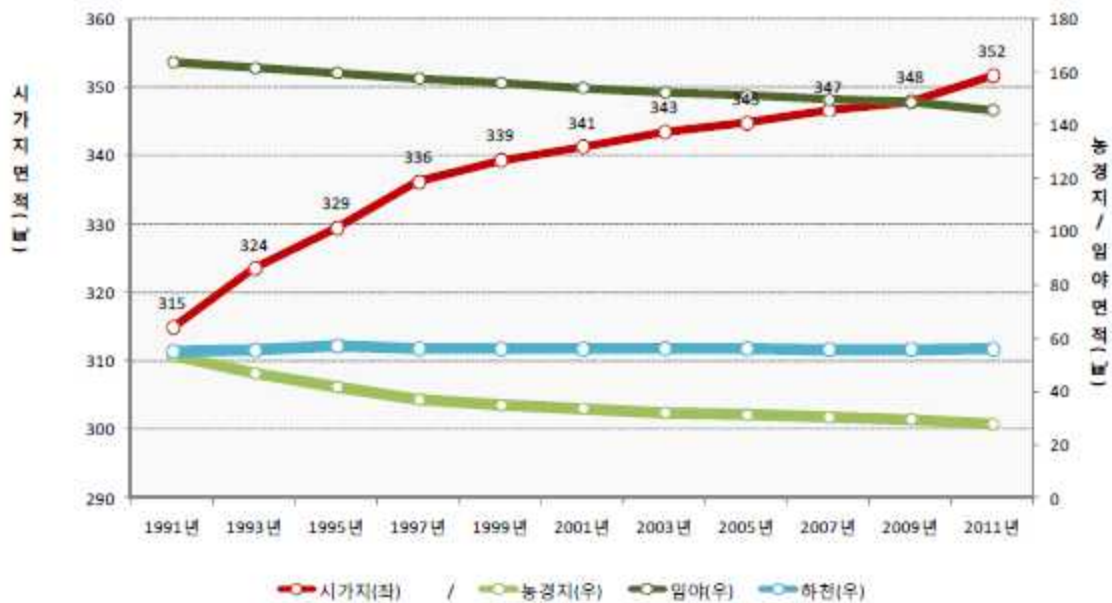


[그림] 통합관리시스템의 구성도

3. 각부처별 자연재해 대응역활

- 연평균 기온의 지속적인 증가, 연강수량, 연강우강도의 증가와 편차의 확대 등 이상 기후로 인한 자연환경 변화
- 특히 시가지 면적의 증가와 농경지 및 임야 등 녹지면적의 감소로 인해 도시공간은 거대화를 지속하고 있는 실정
- 이러한 녹지 및 오픈스페이스 면적의 급격한 감소와 주택지 및 교통 시설지의 지속적인 증가로 인해 불투수 면적이 증가

- 이러한 시가화 지역의 불투수율 증가는 집중 강우 등으로 인한 자연재해를 증가시킬 수 있으며 이에 대한 대책 및 정비가 요구됨



[그림] 연도별 시가지·농경·임야면적 변화(국토해양정책동향, 2009)

국토해양부는 이러한 기존 도시의 정비와 신규 도시의 건설에 앞서서 자연재해로 인한 영향을 최소화 하기 위한 사전/사후 정비를 담당

- 산사태 발생 메커니즘과 사방시설 건설 등은 산림청에서 담당하고 있으나,
 - 실제 산사태를 발생시킬 수 있는 우수 등이 산지에서 하류로 이동되는 과정에서 하수시설과의 접합부의 병목이 발생하고 있는 실정이며,
 - 이러한 미관리구역에 대해서는 국토해양부에서 처리 용량 이상의 신규 시설 확충 등의 역할이 필요함
- 급경사지, 비탈면 등에서 발생하는 낙석, 붕괴 등의 억제를 위하여 소방방재청에서는 “급경사지 관리에 관한 법률”을 제정하여 운영 중이나,
 - 급경사지는 경사 34도 이상이고, 높이 5미터 이상 그리고 연장 20미터 이상(또는 경사 34도 이상이고 높이 50미터 이상)으로써 관리대상의 사각지대가 존재하는 실정임
 - 하지만 관리대상이 아닌 비탈면에서 붕괴가 발생하였을 경우는 붕괴징후를 사전에 인지하지 못하여 그에 대한 대책이 수립되어 있지 않기 때문에 피해가 더 클 수 있

으며, 각각의 비탈면에 대한 구분이 명확하지 않아 대규모의 비탈면을 하나의 비탈면으로 간주하는 맹점이 존재함

- 반면, 국토해양부에서는 도로, 철도 등의 비탈면 재해를 미연에 방지하고자 10여년 이상 유지관리 프로그램을 운영 중에 있으며,
- 이로 인해 태풍, 집중강우 등의 경우에 있어서 피해 발생 빈도가 현격히 감소하는 실적을 보임

○ 국토해양부에서는 도심지 굴착공사 시에 발생하는 토사 붕괴 등을 방지하고자 공사 중 안전점검을 제도화 하여 운영 중이며,

- 설계 단계에서 취약 공종(터파기, 흙막이 등)에 대한 사전 안전성 검토를 강화하고
- 관계 법령에 의해 건설자재의 품질 확보 및 안전관리자 배치 강화, 공사 중 안전관리계획을 사전에 수립하여 재난 발생을 최소화 하고 있음

○ 또한, 국토해양부에서는 도심지 배수용량을 확대하기 위하여,

- 지역별 시가지 토지이용 및 건축에 대한 유출관리 및 개발관리를 담당
- 저류시설 등 방재시설에 대한 기준 강화 및 설치 의무화에 따라 실제적인 건설 및 정비를 담당하고 있음

○ 국토해양부에서는 태풍, 홍수, 호우 등과 같은 풍수해의 예방 및 저감을 위하여 풍수해저감 종합대책을 마련

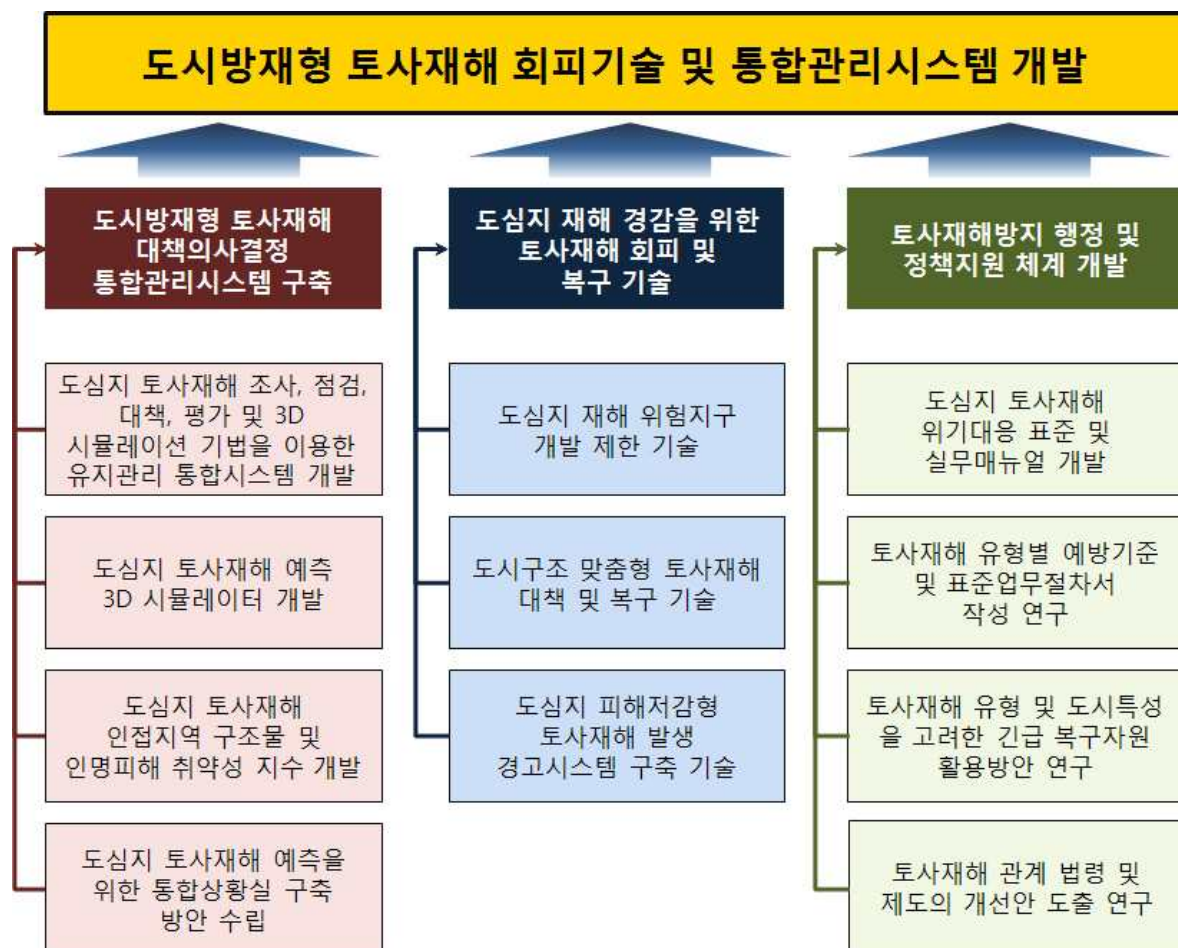
- 피해 발생 원인, 재해위험도, 재해저감 대책과 관련된 사항을 하천재해, 내수재해, 사면재해, 토사재해, 해안재해, 바람재해, 기타재해 등으로 구분하고 종합적으로 조사, 분석하여 중장기 계획을 수립 운영
- 특히, 「자연재해대책법」에 따라 소방방재청의 승인을 받은 풍수해저감종합계획은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따라 광역도시계획, 도시·군기본계획, 도시·군관리계획 수립시 반영토록 하여 토지이용계획과 연계성을 확보

따라서, 국토해양부에서는 재해 저감 및 회피 기술과 관련된 원천 및 응용 기술을 조기에 확보하고, 이를 행정안전부, 산림청, 지자체 등으로 확대, 확산하여 종합적인 도시기능을 유지할 수 있는 기술제공자의 역할을 담당하는 것이 효율적

제 2 절 기술분류 및 내용

1. 기술분류

- 본 연구는 토사재해 재해에 의한 도심지 방재를 위하여 도시 계획, 설계, 운영, 대책공법, 배수시스템, 예경보 시스템, 관련 법규, 제도, 기준 등을 개발하는 연구로 기술 개발의 위계, 연관성, 파급효과 등을 고려하여 분류하면 다음과 같다.



2. 기술내용

○ 각 기술의 주요 개발 내용은 아래 표와 같다.

중분류	소분류	주요 개발 기술 분야 내용
도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술	도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발	○ 토사재해 피해 조사, 일상, 정기, 특별 점검, 구조적 대안 설정 기준 정립 및 유지관리 방안 표준화 및 프로세스 정립 ○ 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안 수립 ○ 3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해 위험지도 작성 ○ 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리시스템 구축
	도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발	○ 지형공간, 지질, 기후 및 식생 환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표기반 인벤토리 구축 ○ 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 개발 ○ 토석류 실험을 통한 토사재해 발달 경로, 거리 및 규모 예측모델 개발
	도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발	○ 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수 모델 개발 ○ 토사재해 예측 시뮬레이션 기반 시나리오 설정 ○ 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술
	도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립	○ 무선통신을 이용한 계측시스템 적용 ○ 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축
도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술	도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	○ 도심지 시설물 토사재해 취약성 평가 ○ 도심지 개발에 따른 토사재해 취약성 평가
	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술	○ 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발 ○ 토사재해 대응 배수시설 개발 ○ 토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발 ○ 유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발

	도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	○지반특성별 강우 반응 특성 평가 ○토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고시스템 개발 ○침단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발 ○다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템 개발
토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발	○도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼
	토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구	○토사재해 유형별 예방기준 ○토사재해 방지를 위한 표준업무절차서
	토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구	○토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무매뉴얼 ○도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 실무매뉴얼
	토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	○토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석연구 ○관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안

제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석

제 1 절 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

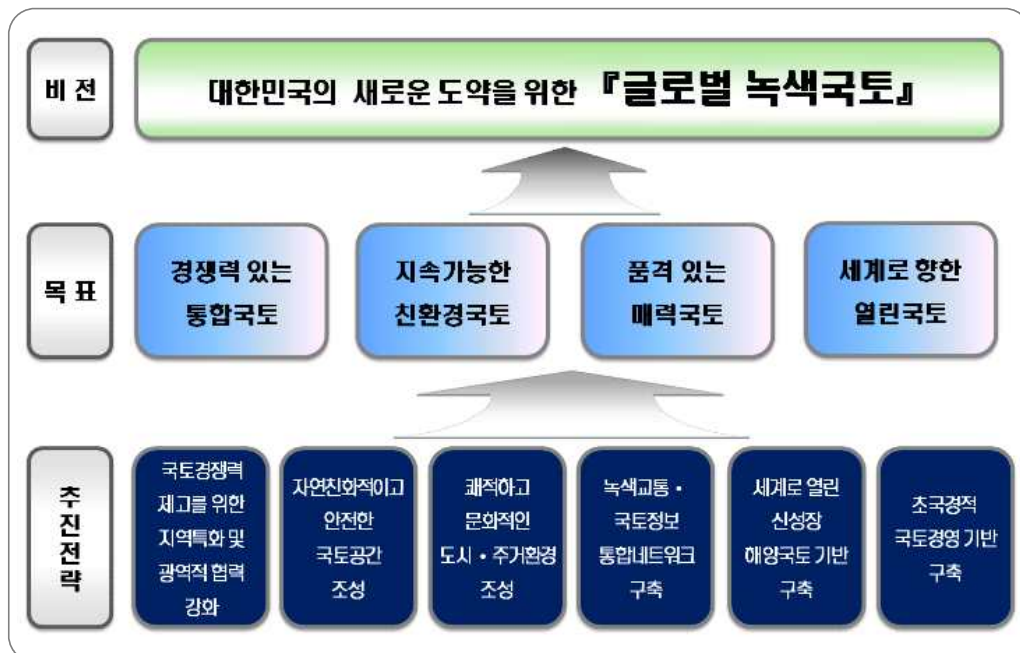
가. 국토해양부

(1) 제4차 국토종합계획 수정계획('11년~'16년)

○ 추진배경

- 국토기본법 제10조, 제19조 국토해양부 장관은 국토종합계획을 수립, 폐지, 그 밖의 방제에 관한 사항을 포함하여 장기적인 정책방향을 수립하고, 사회적·경제적 여건변화를 고려하여 5년마다 국토종합계획을 전반적으로 재검토, 필요할 경우 이를 정비하도록 고시되어 있음.
- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제3조 국토는 자연환경의 보전과 자원의 효율적 활용을 통하여 환경적으로 건전하고 지속가능한 발전을 이루기 위하여 기후변화에 대한 대응 및 풍수해 저감을 통한 국민의 생명과 재산의 보호를 위해 이용되고 관리함.

○ 비전 및 중점 추진전략



○ 세부 추진과제 : 토사재해 관련

세부 추진과제	추진 내용
기후변화에 강한 방재국토 조성	- 기후영향에 따른 대해 관리체계 강화 - 기후변화 적응을 위한 통합도시계획지침 마련 및 입지와 토지이용을 고려한 기후적응도시모델 개발 - 기후변화 대응 구조물적 대책의 설계기준 강화 및 유연한 설계 기반 구축
선제적 방재능력 강화를 위한 방재도시계획 수립	- 재해 위험도 분석을 통한 방재도시계획 체계 확립 - 통합방재시스템 구축 통합방재시스템 구축 모형 - 재해 발생 시 신속하게 대처할 수 있는 선제적 첨단방재 역량 확보 - 유형별·부처별로 분산·다기능화 된 재해 관리를 통합적·포괄적 재해관리 체계로 전환
사람중심의 안심국토 조성	- 주민의 안전한 대피 확보를 위한 사전대응체계 구축 (재해위험지도 주민대피지도 등 재해지도 작성) - 도시형 재난에 대한 예방체계 강화 - 안전·안심 교통체계 구축 - 시설물의 재해 예방능력과 복구능력 강화 - 재해 약자를 배려한 안전한 생활공간 창출

○ 추진실적 : 국토해양부 주요업무보고('12년)

- 기후변화 대비 도심지 도로 배수설계기준을 제정('12.12)
- 돌발상황(사고, 공사), 기상악화(안개, 결빙), 재난·재해(터널화재, 사면붕괴) 등 위험 요소의 실시간 감시·경고 시스템 개발·설치.
- 도시계획시설(하천, 도로, 철도 등) 방재기준을 정비하고 입지·구조 및 설치에 따른 재해피해 예방.
- 도시방재 DB 구축, 재해에 안전한 도시계획 및 설계기법 개발, 재해예측시스템

개발 등으로 도시의 기후변화 적응 능력 제고.

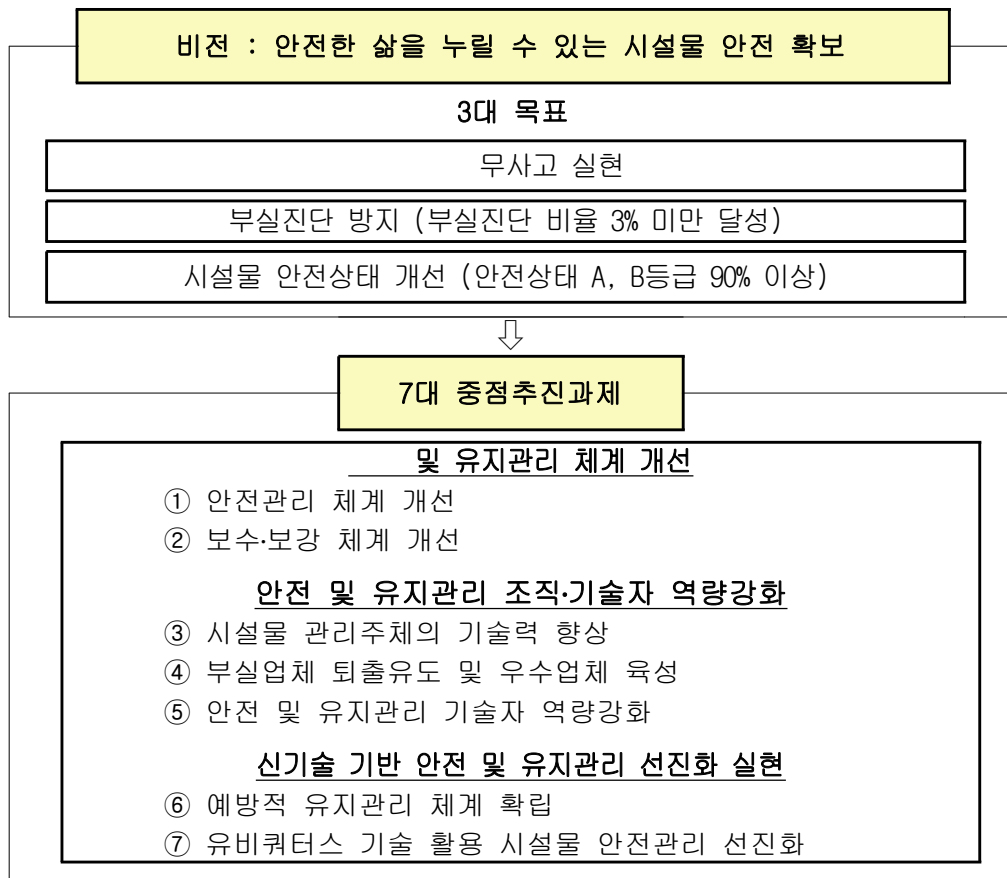
- 응벽, 상가 등 생활기반시설의 부실징후를 시민이 신고하면, 즉각 출동하여 무상 점검하는 기동안전점검반(Quick Safety Service) 운영.
- 도로안전 및 환경 개선, 병목개선 등 투자의 질적 향상을 도모하고 운영·보수 등 경직성 경비는 최소수준만 반영.
- 방호울타리, 낙석·산사태 위험지구 정비, 교차로 개선 및 오르막차로 설치, ITS 구축 등에 대한 투자 강화.
- 해안방제 비용 선지급 제도 도입과 보상절차 업무 매뉴얼 개발.

(2) 제2차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획('08년~'12년)

○ 추진배경

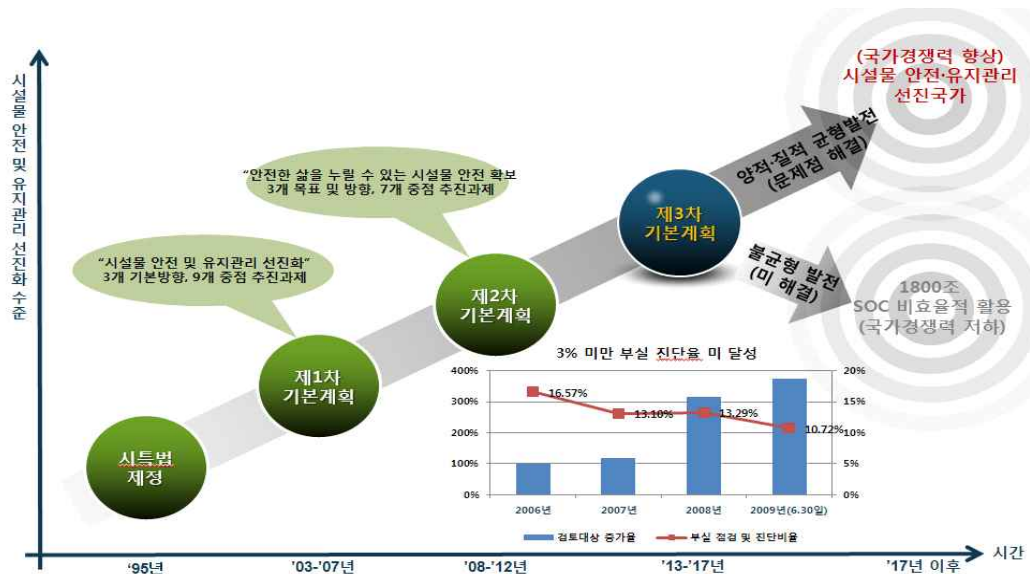
- 국토해양부 장관은 매 5년마다 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획을 수립·시행.

○ 비전 및 중점추진과제



○ 추진실적

- 제2차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획('08년~'12년)을 수립하여 시행 중이며, 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획('13년~'17년)을 수립하기 위한 연구용역('11.6~'12.12)을 시행 중.



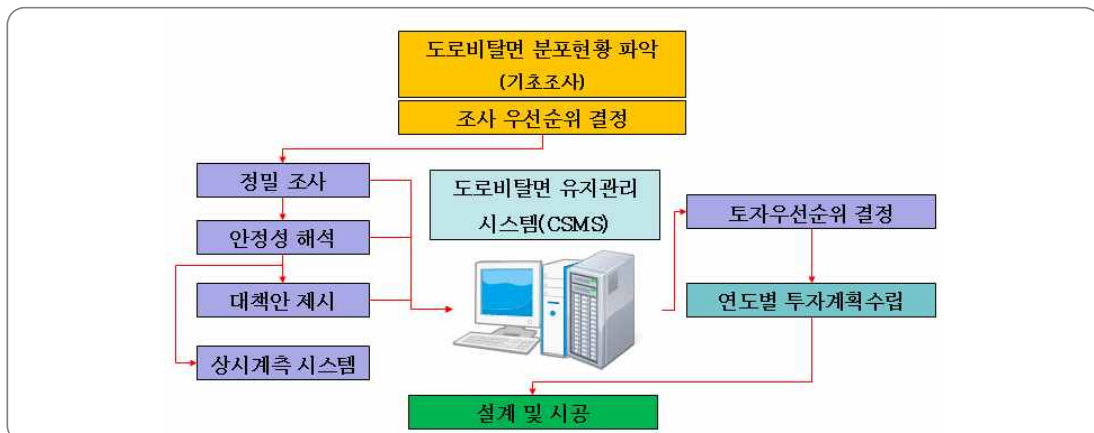
(3) 국토해양부 토사재해 관련 조직 및 업무

○ 건설안전과

- 시설물의 안전관리에 관한 특별법령(한국시설안전공단 관리), 재난(위기)관리 업무
- 통합재난관리시스템 운영, 국토해양 안전관리기본(집행)계획 수립, 재난대응종합훈련 및 위기대응 통합연습 시행, 재난관리 및 위기징후 평가, 각종 안전사고관련 단기대책 추진, 국토해양 부문 안전관리종합대책 수립 및 추진.

○ 도로운영과

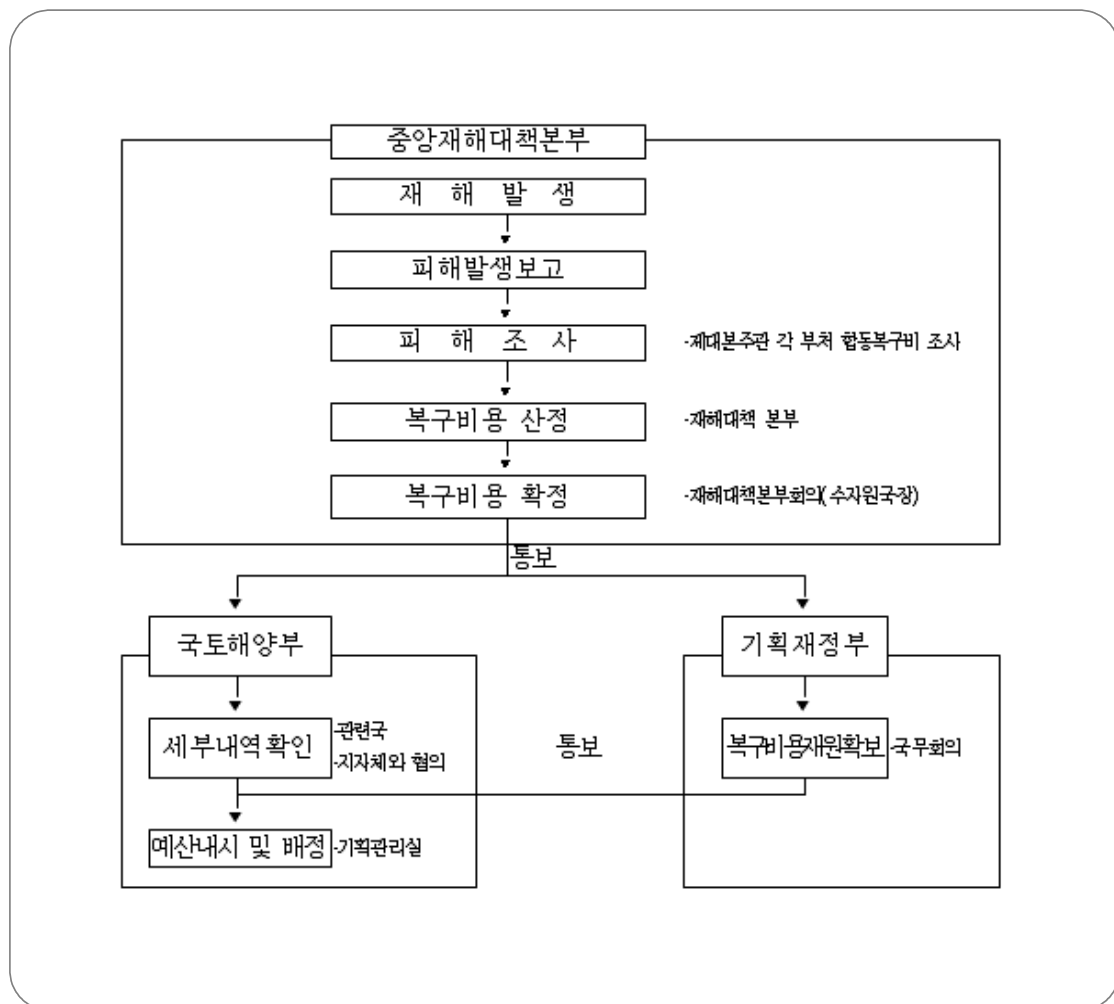
- 업무 흐름



- 도로비탈면 유지관리시스템 운영 업무(CSMS)
- 한국시설안전공단, 한국건설기술원 위탁 수행
- 도로비탈면 유지관리 실무매뉴얼(2011) 발간
- 도로비탈면 배수시설 유지관리 매뉴얼(2012) 발간 예정

○ 첨단도로환경과

- 도로수해대책(재해대책비) 업무 주관
- 관련법령 : 재난및안전관리기본법 제20조, 제61조, 제66조 관련 「재난구호및복구비용 부담기준등에관한규정 제2조(대통령령 제18480호.2004)」
- 예산 : 특별회계-도로계정, 도로운영-재해대책비-시설비 (1700-1737-420)
- 지원형태 : 국도(국고 100%, 단 시관내 국도는 제외)
- 사업개요



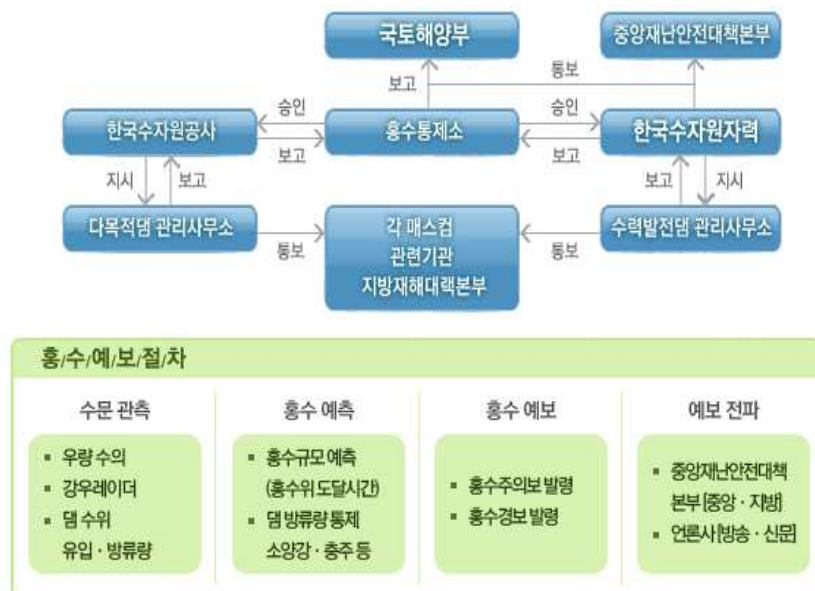
○ 하천운영과

- 하천정비사업 및 예산지원
- 관련법령 : 하천법 제27조(하천관리청의 하천공사 및 유지·보수)
- 예산지원체계

❶ 치수 및 하천정비 예산지원 체계

구 분	일반회계				
	국가하천정비지원			지방하천정비지원	
	국가하천정비	치수연구개발	담적직하류 하천정비	수계치수	지방하천정비
대 상	국가하천분류 중 4대강살리기사업을 제외한 하천	하천법상각종 계획수립 및 연구·기초조사	수공관리다목적댐과용수전용담적하류(국가·지방하천)	국가하천분류에 직접유입되는 주요지천(지방하천)	지방하천중수해상습국가·지방하천하도준설
사업량	하천정비 2,570km	1식	하천정비 82km	하천정비 2,963km	하천정비 11,302km
사업비 (억원)					
▪'10(까지)	(31,410)	(1,748)	(700)	(52,974)	6,119
▪'11예산	3,500	420	200	1,500	6,020
▪장래		-	900	2,943	
사업기간	계 속	계 속	'07~'15	'89~'13	계 속
사업주체	국 가	국 가	국 가	국 가	지자체
재 원	전액국고	전액국고	국 고 60% 수 공 40%	전액국고	국 고 60% 지방비 40%

- 홍수예보체계 구축 : 홍수예보 조직 및 절차



나. 행정안전부

(1) 국가안전관리기본계획('10년~'14년)

○ 추진배경

- 헌법 제34조 제6항, 재난 및 안전관리기본법 제 22조 및 시행령 2제 26조에 의거 중앙안전관리위원회(위원장 : 국무총리, 간사 : 행정안전부장관)에서 5년마다 중점 추진 과제 및 지침 제공.

○ 비전 및 추진전략

비 전

OECD 수준의 안전 선진국 실현

목 표

- ① 선진 안전문화 정착
- ② 안전한 국민생활환경 보장
- ③ 재해로부터 기업안전 확보
- ④ 안정적 국가기반체계 유지
- ⑤ 효율적인 재난관리체계 운영

추진전략

- ① 국민의 안전의식 제고
- ② 안전 디자인 개념의 전 영역 확산
- ③ 예방중심의 국가 재난안전관리정책 추진
- ④ 자치단체중심의 자율적 안전관리 체계 마련
- ⑤ 기업의 안전관리 참여와 활동영역 확대
- ⑥ 능동적인 국가기반체계 관리
- ⑦ 신속 정확한 재난상황보고 체계 정립
- ⑧ 즉각 대응 및 긴급복구체계 확립

○ 세부 추진과제

세부 추진과제	추진 내용
재난 및 안전관리 기반 확충	- 재난·안전 분야 기술개발 추진체계 확립 - 재난관리 전략기술 중점개발 - 재난·안전관리기술 선진화를 위한 인프라 구축 - 재난안전관리 기준 개발 (국가위기관리기본 지침 및 매뉴얼과 연계추진)
종합적인 안전사고 예방 대책 추진	- 각 부처별 및 지자체별로 산재되어 있는 안전정책을 체계적으로 정비 - 실용적 차원에서 종합적이고 안전사고예방을 위한 과제 발굴 및 수정보완
안전도시 사업 추진	- 성공적인 안전도시 추진을 위한 정부 및 지자체 참여 유도 - 지역별 안전지수 측정을 통한 안전수준 향상 - 안전도시 구성요소(프로그램, 운영시스템) 기반 마련
국가기반시설 보호와 안정적 관리	- 국가기반시설의 합리적 지정 및 관리방안 마련 - 위기 유형별 핵심보존가치 연구성과를 반영 및 국가기반 시설 체계적 관리 - 국가기반체계 관리정책 환류기능 강화 (대규모 재난 발생시 중앙재난조사평가협의회를 활용하여 대응과정 등을 분석 및 평가를 실시하고 개선방안 제시) - 재난관리 역량강화를 위한 교육 및 훈련 실시 - 위기관리 매뉴얼의 지속적인 정비 및 효율적인 대응체계 구축
통합적·포괄적 상황관리 체계 구축	- 재난 및 안전관리 상황 및 보고체계 개편 (현재 통합재난관리를 위해 행정안전부와 소방방재청 상황실 통합추진을 2010년 2월 완료함) - 자치단체 포괄적 위기관리 대비 체계 쇄신 - 미래지향의 상황대응 능력 배양 (각종 매뉴얼 보강) - 재난관리를 위한 통신시스템 구축
재난 대응 및 복구의 실효성 확보	- 즉각적이고 체계적인 대응체계 확립 (위기대응 실무매뉴얼 고도화, 물적·인적자원 긴급투입체계 구축) - 신속하고 효과적인 복구체계 확립 (재난발생시 인접 및 유관기관의 지원 체계 마련, 사유재산 피해시 재난지원금 즉시 지급) - 긴급구조표준시스템 인프라 구축
기후변화대비 재난안전 강화	- 과학적이고 종합적인 기후변화 위험평가체계 구축 - 통합적 재난안전관리시스템 고도화 및 운영 - 자연 친화적 방재기반 구축 및 방재기준 재설정 - 재난안전 국제협력 강화

○ 추진실적 : 행정안전부 주요업무보고('12년)

- 재난 대응역량 대폭 강화 및 비상대비태세 확립
- 기후변화에 효율적으로 대처하기 위해 미래대비 새로운 방재기준 마련.
- ※방재시설(배수펌프장·우수저류시설 등) 설치기준을 확률빈도에서 강우강도로 전환, 중장기 기후변화(30년 단위)에 대비하기 위한 「방재기준 가이드라인」 마련('11.12월)
- 재난관리를 사후복구 중심에서 사전예방 중심으로 전환.
- ※재해예방사업 투자 확대 : '07년 3,405억원 → '11년 9,929억원
- ‘국립방재연구원’ 확대·개편('11.10월) 등 소정부적 재난안전 R&D 연계체계 마련.
- ‘국립방재연구원’ 2012년도 소방방재연구개발사업의 선정결과 발표.

대분류	소분류
인적재난안전기술개발	안전기준 체계화 및 관리시스템 개발
자연재해저감 기술개발사업	도시 기후·환경변화 적응을 위한 내풍 방재기술 개발
	기후변화를 고려한 시설별 방재기준 가이드라인 개발
	스마트폰 기반 실시간 침수안전경로 안내시스템 개발
	재난기술·정보 공유를 위한 글로벌 체계 구축
	방재개념을 고려한 사회분야별 기술정책 프레임워크 개발
	3차원 BIM 기술을 활용한 수방시설의 능동형 재난관리 체계 구축
	집중호우를 고려한 급경사지 재해위험도 정밀평가 기법 및 지방재해위험지도 개발
	지역특성을 고려한 재해영향분석기법 고도화
	급경사지 주민대피 예측관리시스템 구축 및 예측 시방서 개발
	재난현장 지휘체계 구축 및 유관기관간 협력강화 프로그램 개발
재난안전기술개발 기반구축사업	재난 및 안전관리 기술개발 제2차 종합 계획 수립
	재난현장 긴급대응 기술 개발 기획 연구
	선진재난관리체계 사례연구를 통한 한국형 재난관리체계 선진화 방안 기획 연구
	클러스트 기반의 통합방재지원 관리체계 구축 방안
지진 및 지진해일 피해저감 기술개발사업	지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지방자료 통합 관리와 활용체계 개발
	지진 시 사면붕괴 등 지반피해 예측기술 개발

- 새로운 방재기준에 따른 방재시설 개선·정비.
- 구조·구급, 의료·방역, 질서유지 등 재난대응에 필수적인 업무에 대해 자치단체 내
유관기관의 상호협력계획 수립(6월).
- 자치단체 재난대비활동지침 통보('11.12월).

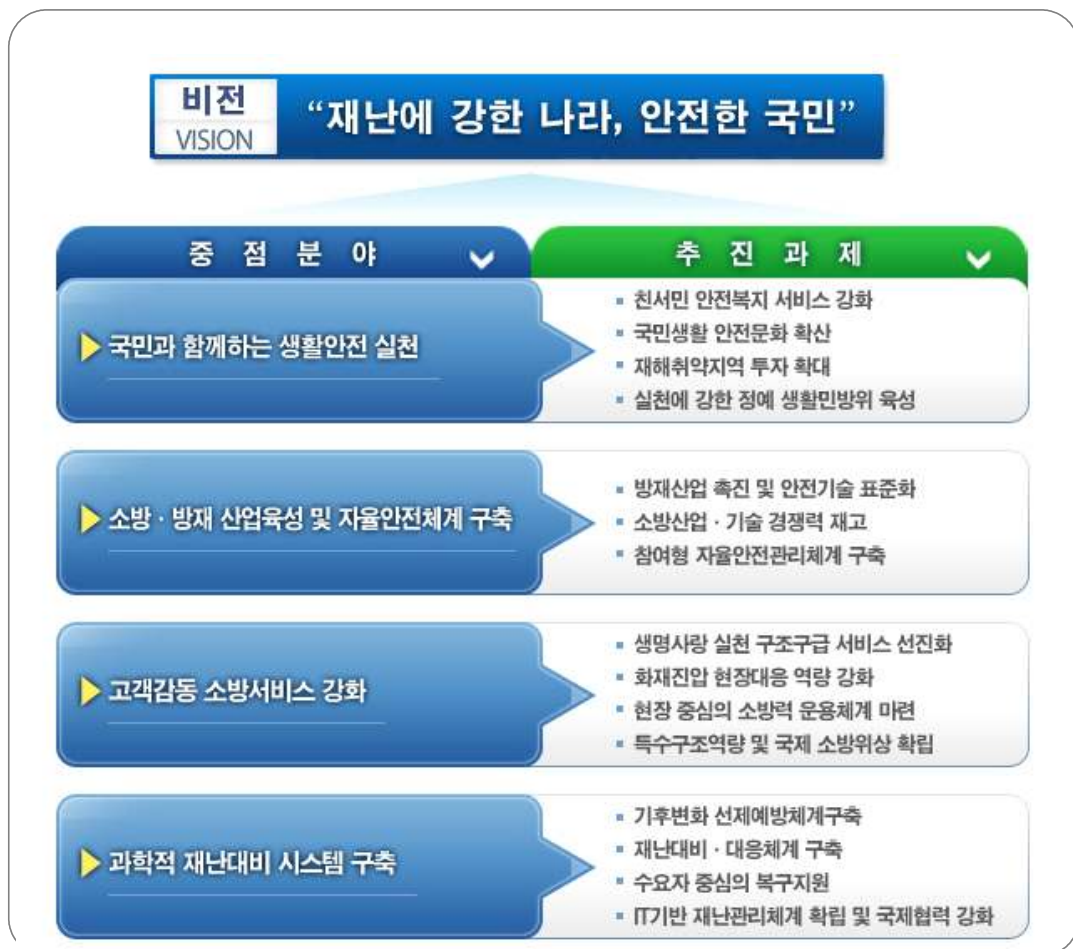
다. 소방방재청

(1) 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획('08년~'12년)

○ 추진배경

- 재난 및 안전관리기본법 시행령 제77조에 근거하여 5년마다 관계 중앙행정기관의
안전기술개발계획을 종합하여 범정부 법정계획인 안전기술개발종합계획을 수립
이를 관보에 고시함.

○ 비전 및 중점분야



○ 세부 추진과제

세부 추진과제	추진 내용
재해취약지역 투자확대	- 상습 재해발생지역 개선사업 추진 : 568개소 10,768억원 - 서민밀집 위험지역 정비 : 99개소 800억원(신규) - 급경사지 붕괴위험지역 정비 : 44개소 340억원(신규)
방재산업 촉진 및 안전기준 표준화	- 자연재해저감신기술 개발 및 실용화 촉진 - 적용 법령에 따라 달리 규정된 안전관리 및 시설기준의 표준화 추진(재난 및 안전관리 기본법 개정 추진) - ISO 재난관리 국제표준의 국내 적용·확산방안 마련
기후변화 선제예방체계 구축	- 방재기준 가이드라인('11.12월 확정)을 방재시설 설계기준에 반영 추진 - 복합재해(강우+강풍, 강설+강풍 등)에 대한 예측모델 추가 개발('12년~'16년) - 지역특성을 고려한 방재성능목표 설정·공표 및 본격 시행 - 지하공간 침수방지를 위해 수방기준 적용대상 확대 - 재난장후 정보수집·분석, 위험등급 결정 및 안전조치 강화 - 풍수해 저감 실효성 확보를 위해 도시계획 수립·변경 시 풍수해저감종합계획 반영 의무화(국토의 계획 및 이용에 관한 법률 개정 협의)
재난대비·대응체계 강화	- 현장 중심의 재난대비체계 구축 - 신속한 응급복구를 위해 민간단체 인력·장비 응원요청 법적 근거 마련(「재난 및 안전관리 기본법」 개정 추진)
수요자 중심의 복구지원	- 국고지원 기준을 자치단체 '재정규모'에서 재정능력 반영 법정지표인 '재정력지수'로 개선 - 도로·하천 등 관리 주체별 복구에서 지구단위 종합복구체제로 개선 - 소규모·자력 복구사업은 실시간 공정관리를 통해 사업지연 사전방지 - 자치단체 재해복구사업 추진실태 평가기준 마련

○ 추진업무 :

- 국가재난관리정보시스템 : 국가안전관리정보시스템 구축 기본계획 확정('96.2), 국무총리실 주관 16개 부처 합동으로 기본계획 수립에 의해 예방·대비·대응·복구 등 재난관리 단계별 업무를 지원하는 전국단위 종합정보시스템으로 풍수해, 지진 등 재난 유형별 업무지원시스템과 기상청, 홍수통제소 등 유관기관의 재난정보를 연계·활용하는 재난정보 공동활용시스템, 재난현장을 지원하는 119 소방현장대응시스템 등이 구축되어 운영 중.
- 재난대응 안전한국훈련 : 재난 및 안전관리 기본법 제73조 및 동법 시행령 제82조에 따라 대규모 풍수해, 화재·폭발 등 실제 재난상황에 직접 적용할 수 있는 실용훈

련을 실시함으로써 재난대응 역량 강화.

- 자연재난 예·경보 시스템 : 재난 및 안전관리기본법 제38조제2항의 규정에 의거 공중파방송을 통하여 재난에 관한 예·경보, 통지 및 응급조치사항 등 재난정보를 신속하게 전달.
- 특별재난지역선포 : 기본법 제 59조 내지 제 61조에 따라 중앙재난안전대책 본부장은 특별한 조치가 필요한때 중앙위원회(위원장 : 국무총리) 심의를 거쳐 대통령에게 선포건의 대통령은 당해지역을 특별재난지역으로 선포할 수 있으며, 특별재난지역의 지원은 『재난구호 및 재난복구비용부담기준 등에 관한 규정』에 따라 국고추가지원.
- 자연재난조사 및 복구계획 수립 지침(2011) : 재난 및 안전관리기본법 제20조, 제 61조, 제66조 및 자연재해대책법령 제46조 등과 관련하여 재난복구비용 및 피해 조사와 복구 계획수립 요령 등을 정함.
- 자연재해위험지구 관리지침(2010) : 자연재해대책법 제12조, 제13조와 관련하여 자연재해위험지구의 지정, 정비계획수립, 타당성 평가, 투자 우선순위 결정, 정비사업 등의 관리지침을 정함.
- 급경사지 재해위험도 평가기준(2011): 급경사지 재해예방법에 따른 급경사지 재해 위험도 평가기준은 사면 형상, 피해 예상도 등만을 평가항목으로 지정하고 있어 토석류 발생 위험 등에 대한 평가 기준이 미흡하다는 지적에 따라 토석류 발생 위험을 추가한 ‘급경사지 재해위험도 평가기준’ 개정안이 2011년도 11월 개정.

(2) 소방방재청 토사재해 관련 주요 조직 및 소관 법령

조직	소관 법령
예방안전국	- 민방위기본법 - 재난 및 안전관리기본법 - 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법
방재관리국	- 급경사지 재해예방에 관한 법률 - 자연재해대책법 - 재해구호법 - 재해위험 개선사업 및 이주대책에 관한 특별법 - 지진재해대책법 - 저수지·댐 안전관리 및 재해예방에 관한 법률

라. 산림청

(1) 산림보호 및 치산복원

○ 추진배경

- 훼손된 산림을 복원, 복구하기 위해서 사방사업, 수해예방 및 복구, 임도 설치 및 유지 관리, 산림복원 등의 사업을 수행하며 이를 통하여 훼손되기 이전의 구조와 기능에 가깝게 생태적으로 회복시키고 경관유지와 붕괴, 침식, 토사유출 등을 사전에 예방.

○ 비전 및 중점분야



○ 토사재해 관련 세부 추진과제

세부 추진과제	추진 내용
산림재해 대응 체계 확립	- 산사태방지대책 현실화 - 토석류 위험지도 제작 및 보급 - 사방사업을 도시생활권 지역에 집중

○ 주요 소관법령

주요 소관법령	목적
사방사업법	국토의 황폐화를 방지하고 국토를 보전하기 위하여 사방사업을 효율적으로 시행함으로써 공공이익의 증진과 산업발전에 이바지함
산지관리법	산지의 합리적인 보전과 이용을 통하여 임업의 발전과 산림의 다양한 공익기능의 증진을 도모함으로써 국민경제의 건전한 발전과 국토환경보전에 이바지함
산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률	산림자원의 조성과 관리를 통하여 산림의 다양한 기능을 발휘하게 하고, 산림의 지속가능한 보전과 이용을 도모함으로써 국토의 보전, 국가경제의 발전 및 국민의 삶의 질 향상에 이바지함

마. 지자체

- 지자체별 토사재해에 대응하기 위한 전담부서가 그 동안은 마련되어 있지 않았으며 각종 토사재해 대응 마련을 위한 의사결정 체계와 선제적 대응을 위한 기준 정립이 미흡한 실정임. 또한 절개사면 관리와 배수체계 등 설계 적정성 및 유지보수 관리체계가 매우 미흡하고 산사태와 토석류 등의 토사재해 발생에 대비한 응급조치 매뉴얼조차 마련되어 있지 않은 상태임.
- 지자체의 경우 소방방재청의 급경사지 위험지역 정보와 산림청의 산사태 위험지 정보에 대한 인식 부족과 대응 및 관련 부서관 협조체계가 마련되어 있지 않으며, 특히, SOC 시설이 위치한 지역 전역에 대하여 유관기관과 유기적 연계를 통한 통합적 산사태방지 대책 수립 및 시공 대책이 마련되어야하나, 관련기관과 분절적 업무 영역과 통합적 권한 부재에 따른 국가 주요 SOC 시설이 산사태 위험에 직면함.

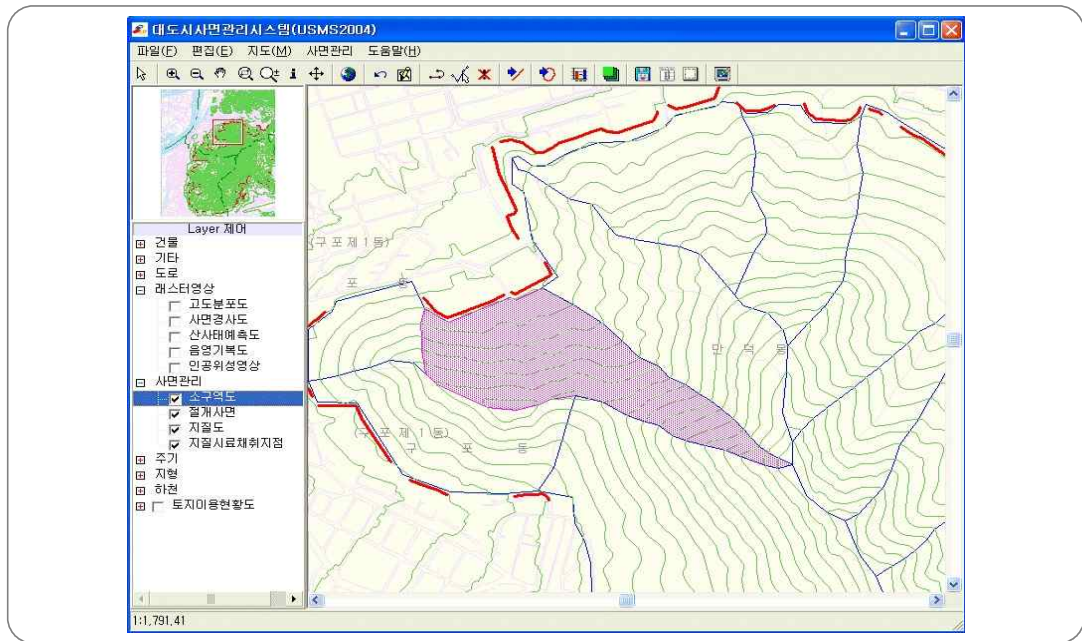
(1) 서울특별시

- 서울시정개발연구원
 - 서울시 주요 시책과제를 체계적 전문적으로 조사·분석하여 당면과제에 대한 연구 및 학술활동을 통해 시정발전에 기여.
 - 우면산 산사태 등으로 인해 도시방재 대책의 일환으로 사면관리시스템 준비 중.
- 서울종합방재센터
 - 119종합상황실, 재난상황실, 민방위 경보통제소, 재해대책본부상황실을 한 장소에 집중
 - 중앙시스템으로 통합관리, 재난 및 재해 신고접수 및 관제 위주 업무를 수행하며, 산사태 등 자연재난을 대응한 행동요령 보급.

(2) 부산광역시

○ 대도시 사면 통합관리시스템

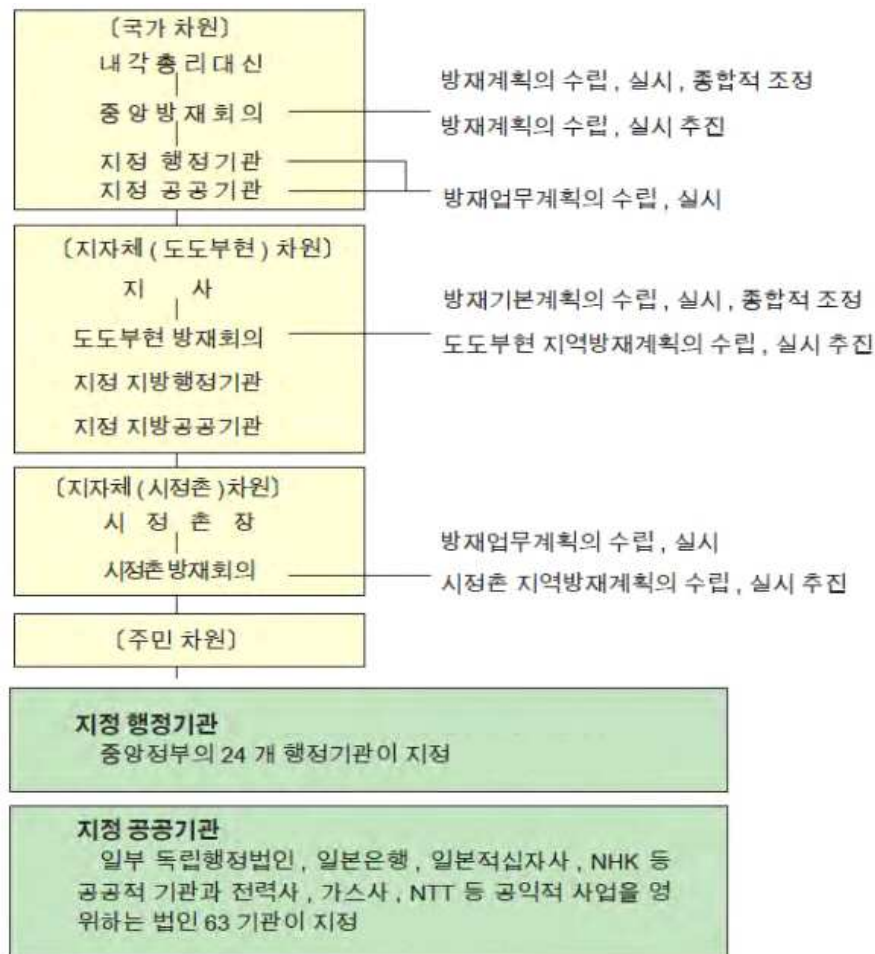
- “대도시 사면 통합관리시스템 구축”은 사면을 효율적으로 관리함으로써 최근 부산 지역에서 발생한 산사태와 대규모 사면붕괴 등과 같은 사면재해를 미연에 방지하고 그 피해를 줄이는 목적으로 한국지질자원연구원에서 개발함.
- 조사기법, 자연사면 및 인공사면의 안정성 평가기법, 산사태 발생 가능성을 제시하고, 이를 종합한 통합관리시스템을 보유.



2. 국외 정책동향

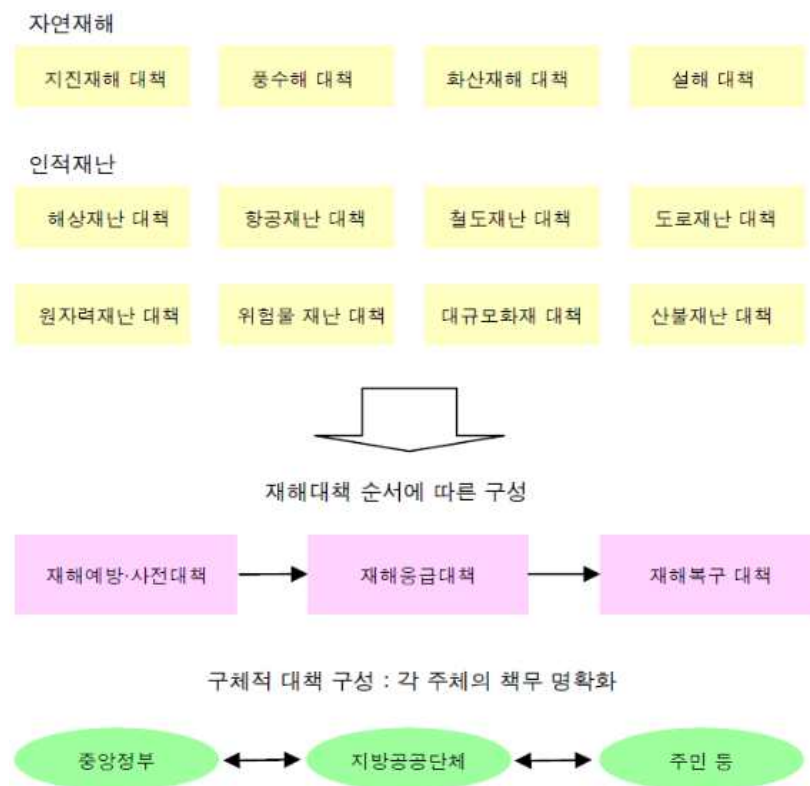
가. 일본

- 일본은 지진 및 화산활동이 활발한 환태평양 변동대에 위치하여 지리적, 지형적, 기상적인 제반조건으로 인해 자연재해에 매우 취약한 국가 중에 하나임. 이러한 자연적인 특성상 일본에서는 해마다 자연재해로 인해 많은 인명과 재산피해가 발생하고 있어 대규모 자연재해나 사고의 경험을 바탕으로 체계적인 방재체계를 구축있음. 일본의 종합방재체계를 구성하는 기본법은 1961년에 제정된 “재해대책기본법”으로써 방재 책임을 명확하게 하고 방재 관련조직, 방재계획, 재해예방, 재해응급대책, 재해복구, 재정금융조치, 재해긴급 사태에 관한 내용을 규정하는 것임. 일본의 방재체계는 재해 예방, 응급대책, 복구 등 재해의 모든 국면에 따라 중앙정부와 지방공공단체 등의 권한과 책임이 명확히 정해져 있으며, 관과 민의 관련 주체가 연계하여 대책을 강구하는 구조를 이루고 있음.



[그림] 일본의 방재체계 개요

- 일본의 방재기본계획은 “재해대책기본법”에 의거하여 중앙방재회의가 작성하며, 일본의 재해대책의 근간을 이루는 방재분야의 최상위 계획이다. 방재기본계획에 의거 하여 지정된 행정기구 및 공공기관이 작성하는 계획은 “방재업무계획”이며, 지자체(도·부·현 및 시·정·촌)의 방재회의가 해당 지역의 실정에 맞도록 작성하는 계획이 “지역 방재계획”이다. 방재기본계획은 방재체계 확립, 방재사업 촉진, 재해복구의 신속·적절화, 방재 관련 과학기술 연구추진 등 방재에 관한 종합적이고 장기적인 계획을 지정함. 일본은 1995년 한신·이와이 대지진의 교훈을 바탕으로 중앙정부와 지방공공단체 그리고 공공 기관 등이 수행하는 책무를 명확히 정하며 재해의 종류에 따라 예방, 응급, 복구 등 각 단계별로 강구해야 할 대책을 쉽게 참조할 수 있도록 함.



[그림] 일본 방재기본계획 체계

- 일본의 경우 급경사지 사면에 대한 대책과 완경사지 사면을 구분하여 국토관리 운영체계를 수행하고 있고 완경사 사면에 대한 대책으로 토사 재해 방지 대책 기본 지침을 설정하고 2001년부터 시행.
- 일본의 종합홍수해대책은 홍수해 피해를 줄이기 위해 하천과 댐 및 하수도 정비와 같은 건축구조 측면의 대책과 재해위험지도 작성 및 재해정보 제공 등의 대책을 일원적으로 추진하는 것을 목표로 한다. 홍수나 토사재해에 대한 제도적 대책으로는 2005년 침수예상 구역이나 토사재해 경계구역에서의 경계 피난체계 정비를 추진함.

또한 지역주민에게 재해위험지도를 고지하고 고령자 거주시설 등 재해가 발생할 경우 지원을 필요로 하는 시설 등에 대한 정보 전달방법을 시·정·촌 지역의 방재계획으로 규정하고 있다. 또한 수해방지특별법에 의거하여 368개의 홍수예보 하천, 1,488개의 홍수수위 관리하천을 각각 지정하고 2010년 2월 기준으로 그 중 1,768개 하천의 침수예상 구역을 지정하여 공식 발표하고 있다. 해당구역을 포함하는 1,137개 시·정·촌에는 홍수재해위험 지도를 작성 및 보급하여 자연재해 피해를 줄이기 위해 노력하고 있음.

- 일본의 실무적인 재해대응 업무를 실질적으로 수행하는 정부부처는 국토교통성에서 대부분을 관할하고 있다. 이를 살펴보면 국토교통성 산하의 물관리·국토보전국은 자원부서, 하수도부서, 사방부서 등 3개의 부서를 두고 있으며, 이 중 물관리·국토보전국의 주요 업무는 하천, 댐, 해안, 방재, 환경, 이용, 국제, 기술·정보, 수자원, 하수도, 사방 등과 관련된 전반적인 정책을 관할. 이와 같이 물관리·국토보전국에서 재해와 관련한 대부분의 주요 정책을 주관하여 원활히 추진하기 위하여 각 정책별로 기본적인 관련 법령, 지침, 매뉴얼 및 가이드라인 등을 다음과 같음.

[표] 일본의 재해방지대책

주요 정책	관련 법령
하천	- 하천법 - 하천법의 일부를 개정 한 법률
사방	- 사방법 - 산사태등 방지법 - 급경사지 붕괴에 의한 재해 방지에 관한 법률 - 토사재해 경계구역 등에 따른 토사재해 방지대책의 추진에 관한 법률 - 토사재해 경계구역 등에 따른 토사재해 방지대책의 추진에 관한 법률 시행령 - 태풍에 의한 토사재해에 대한 경계피난체제의 강화에 대한 사항 · 토사재해에 관한 정보전달에 대한 사항 · 토사재해에 관한 정보전달체제의 재검토에 대한 사항 · 토사재해 경계정보의 운용추진에 대한 사항 - 토사재해방지법 - 급경사지 붕괴에 따른 재해의 방지에 관한 법률
방재	- 수방법 - 공공토목시설재해복구사업비국고부담법 - 특정도시하천침수피해대책법 - 도·도·부·현에 대한 재해복구지원

[표] 일본의 재해방지대책 관련지침, 매뉴얼, 가이드라인

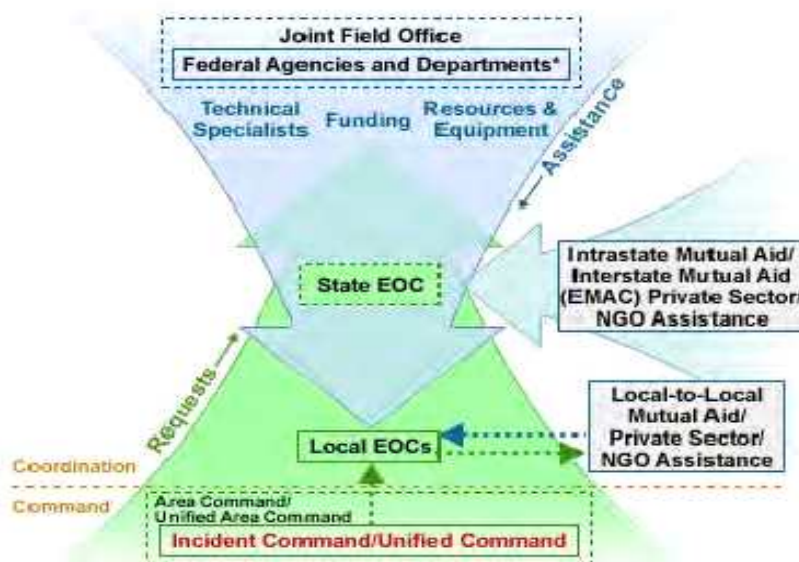
주요 정책	관련 지침, 매뉴얼, 가이드라인 등
하천	- 하천사방기술기준 - 위험수위의 설정요령 - 중소하천의 특별경계수위의 설정요령 - 하천구조물의 내진성능조사지침 - 하천제방설계지침의 개정 - 댐·시설기술기준(안)의 개정에 대한 사항 - 하류하천토사환원매뉴얼(안) - 하천수질조사요령(안) - 수문관측업무의 적절한 실시 등에 대한 사항 - 제방 등 하천관리시설 및 하도의 점검요령안에 대한 사항
사방	- 사방사업의 비용편익분석 매뉴얼(안) - 토사재해 대책사업의 비용편익분석 매뉴얼(안) - 산사태 대책사업의 비용편익분석 매뉴얼(안) - 급경사지 붕괴 대책사업의 비용편익분석 매뉴얼(안) - 사방관련사업에 따른 경관형성 가이드라인 - 도·도·부·현과 기상청이 공동으로 토사재해 경계정보를 작성·발표하기 위한 안내 - 토사재해 위험도 작성을 위한 지침과 해설(안) - 사방기본계획 제정지침(토석류·유목대책편) 해설 - 토사재해경계피난 가이드라인 - 토사재해경계피난 사례집 - 산사태방지기술지침 및 산사태방지기술지침 해설 - 기존 사방시설을 활용한 소수력발전 가이드라인(안)
방재	- 침수산정 구역도 자료전자화 가이드라인 - 침수산정 구역도 자료전자화용 Tool - 침수산정 구역도 자료전자화용 Tool 운용 매뉴얼 - 침수산정 구역도 작성 매뉴얼 - 홍수 위험도 작성을 위한 침수산정 구역도자료 이용 가이드

- 여기서 토사재해와 관련하여 업무를 담당하고 있는 “사방부서”이며, 주요 정책에 따라 토사재해와 관련한 산사태, 토석류, 유송잡물 등의 재해예방을 위한 업무를 적극 추진 중에 있다. 또한 지역적으로 눈사태에 대한 대책도 수립하여 시행 중.
- 이를 통해 대규모 토사유출 등의 재해가 발생되었을 경우 신속하게 주민의 피난을 도모하기 위하여 경계피난체제 지원 등의 업무도 함께 수행.

- 국토교통성에서는 토사재해의 방지와 피해의 경감을 목적으로 1984년부터 매년 6월을 “토사재해방지 월간”으로 정해 토사재해 방지를 위해서 전국 규모의 방재훈련이나 전국 모임 등의 다양한 행사를 실시하여 국민의 안전을 확보할 수 있도록 노력.

나. 미국

- 미국은 19세기부터 대규모 재해발생 시 필요에 의해 정책이나 법안을 개선해오다가 1950년까지 의회를 통과한 128개의 재해관련 법령을 하나로 모아 연방재해법(Federal Disaster Act)를 제정. 연방재해법은 최상위의 재해관리법령으로 간주되어 재해 관리에 있어서 연방정부의 참여를 법적 차원으로 유도. 이후 1970년에 재해구호법 (Disaster Relief Act)이 통과되면서 재해예방 정책의 제도화와 재해에 대한 통합적 접근에 초점이 맞추어졌고 1979년 당시 민방위, 자연재해, 인적재해 예방, 구조, 복구 등의 책임이 분산된 6개 기관의 권한과 인원을 통합하여 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)이 창설되었다. 그 후 1988년 제정된 스태포드 재난구호 및 비상지원법(Stafford Disaster Relief and Emergency Act)에 따라 재해 대응의 일차적인 책임을 지방으로 규정하고 지역의 대응능력을 넘어서는 재해가 발생할 경우, 재해선포를 통해 상위단위로 지원요청을 하도록 하였으며, 대통령에게 대규모 자연재해 발생과 같은 비상시 연방정부 차원의 대응을 할 수 있는 권한을 부여. 재해관리 대응역량과 필수 지원요소 등은 위기관리 기능별로 규정된다. 따라서 미국은 연방의 지원과 지역의 협조 요청 및 민간부문과 민간단체의 지원을 포함한 하향식, 상향식, 수평적인 세 방향의 대응체계를 갖추고 있음.



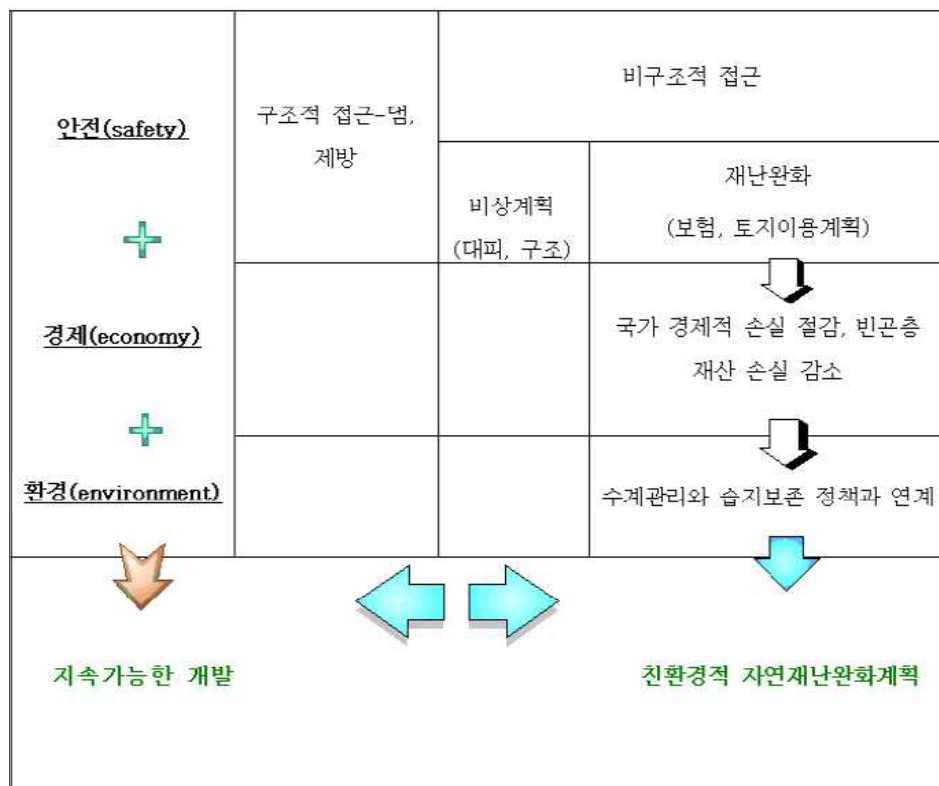
[그림] 미국의 연방, 주, 지방 간 재해대응 체계

- 여기서, 미국의 재해관리 업무체계는 연방정부 차원에서 기본적인 계획과 부문별 역할을 조정하고 재원을 배분하는 역할을 하되, 주정부 및 지방정부는 비정부부문과 민간부문과의 협력을 강화하는 재해관리체계 구축.
- 국가 기본지침은 허리케인 카트리나의 대응 실패를 계기로 재해대비 시스템을 재정비 하여 국가 차원에서의 재해대비 프레임워크인 국가대비지침(National Preparedness Guideline, NPG)을 수립. 국가대비지침은 지역사회와 민간부문 그리고 모든 단계의 정부가 재해에 효과적으로 대응하기 위해 총괄적으로 갖춰야 할 목표역량 리스트(Target Capability List, TCL)를 명시있음. 이 목표역량에서 규정하는 항목은 공통 영역을 포함하여 사전예방과 보호, 복구 및 대응으로 나뉘며 각 분류항목별로 세부항목으로 구분하고 있다. 여기서 국가기본지침에 포함된 환경과 관련된 내용은 보호 영역의 주요 시설보호, 복구영역의 라이프라인 복구 및 구조물 피해평가, 대응 영역의 환경 보건 및 현장사고 관리로 볼 수 있음.
- 미국은 2007년에 발표한 국토안보에 대한 국가적 전략(National Strategy for Homeland Security)과 2009년 발표한 재해대응계획 수립지침(Comprehensive Preparedness Guideline 101, CPG 101)에 의거해 재해관리의 각 단계별 세부항목을 정하고 있음.

[표] 미국의 재해관리 단계

분류	세부항목
경감 (Mitigation)	- 자연재해가 발생한다는 전제하에 피해를 줄일 수 있는 방법에 초점을 맞추어 재해관리 전략을 결정하는 단계 - 인명과 재산을 보호하며 재해대응과 복구에 드는 비용 감축
예방 (Prevention)	- 인적 재해로부터 위험을 줄이기 위한 활동 - 인적 재해의 발생가능성을 미리 차단
대비 (Preparedness)	- 대응단계에서 수행하는 활동을 위해 이를 직접적으로 준비하는 활동 - 재해준비국(National Preparedness Directorate): 대비 전담부서
대응 (Response)	- 재해가 일어난 직후, 생명과 재산을 보호하고 환경과 주요한 국가기반시설의 손실을 줄이기 위한 일련의 활동
복구 (Recovery)	- 재해로부터 영향을 받은 지역을 복구하는데 드는 단·장기적 노력

- 앞서 설명한 바와 같이 미국 정부의 재해대응 체계의 핵심이 되는 자연재해완화정책은 토지이용계획 및 관리에 관한 구체적인 효과성으로써 각각의 토지이용수단에 대한 효과성에 두고 있음. 이를 살펴보면 미국 정부는 전통적으로 자연재해로 인한 피해를 저감하기 위하여 1950~1970년대에는 “공학적 또는 기술적 접근(Engineering/geotechnical approach)”과 같은 구조적 접근방법을 시설물에 대한 안전정책에 활용하였으나, 1970년대 들면서 인근 거주민들의 경제적 피해를 예방하기 위한 “행태적 접근(Behavioral approach)”인 간접적 보상과 같은 피해이후의 피해복구와 같은 정책을 취해왔음. 하지만 이와 같은 접근방식은 많은 한계를 가지고 있음. 즉 공학 내지 기술적 접근이나 행태적 접근 방식은 생태적 자연을 인간생활에 적합하도록 개발함에 따라 재해의 위험성을 오히려 증가시키고 있다는 문제를 가지고 있다. 이를 보완하기 위하여 1990년대 들면서 구조적 접근방법과 행태적 접근방법을 대폭 개선하여 비구조적이며 통합적인 자연재해완화 접근방법을 통해 국토개발 및 도시계획 등의 정책에 통합하여 반영해 오고 있음. 따라서 중앙정부뿐 아니라 지방정부에게도 지속적 개발을 고려한 친환경적 자연재난완화계획(Natural Hazard Mitigation Planning)을 수립하여 적극 활용하도록 하고 있음.



[그림] 재해완화의 효용성 도식

1950-	구조적 접근방법(공학적, 기술적 접근): 댐, 제방, 단기적 안전정책
1970-	행태적 접근방법(홍수보험을 통한 인센티브 전략)
1990-	비구조적이며 통합적인 자연재해완화 접근방법 (도시계획에의 통합, 수계 및 습지정책과의 통합)

[그림] 미국의 자연재해대처 정책의 흐름

- 자연재해에 대한 대책으로서의 토지이용계획은 잠재적으로 많은 장점을 가지고 있음. 첫째, 토지이용계획은 장기간의 피해와 인명손실을 줄이는데 대단히 효과적이다. 둘째, 타 대책보다 장기간 상당한 비용절감을 할 수 있다. 셋째, 자연환경의 가치를 보존하는데 기여함. 넷째, 보다 지속가능하고 친환경적인 주거개발이 이루어질 수 있음. 최근에 재해완화와 토지이용계획을 연관시키는 일련의 노력이 시도되고 있는데, 이러한 노력은 지속가능한 개발의 차원에서, 재해완화를 위한 지방정부의 노력에서, 그리고 연방정부의 역할 등이 중요함.
- 특히, 집중호우 등에 의한 산사태, 토석류, 사면붕괴 등과 같은 토사재해와 관련한 정책적 방향은 미지질조사소(U.S. Geological Survey, USGS)에서 국가 차원의 정책 기조에 반영하기 위하여 산사태 재해 프로그램과 국가 산사태 피해저감 프로그램(NLHMS)를 수행하여 자연사면과 절취사면의 안정성과 재해저감과 관련한 정책에 적극 반영하고 있음. 정부부처뿐만 아니라 정부유관기관의 홈페이지를 통해 이들 재해에 대한 최신정보와 예방대책, 피난체계 등에 대한 폭넓은 정보를 실시간으로 제공하고 있음.

[표] 자연재해완화수단을 위한 토지이용계획

계획	의미	기능
지역지구제 (Zoning)	대부분의 도시는 토지이용의 배분과 건물 입지 등을 규제하는 zoning을 사용	위험한 홍수범람원지역에의 새로운 건물이나 개발을 금지할 수 있음
획지분할기준 (Subdivision Standard)	대부분의 도시는 모든 토지구획을 정리하는 조례를 가지고 있음	어떤 위험한 지역에서의 새로운 개발 입지를 규제할 수 있음
환경영향평가 (Environmental Impact Statement)	개발행위에 대한 환경영향을 예측하고 그러한 영향을 저감할 수 있는 방안을 강구	자연재해를 완화하기 위해 개별 개발행위의 강도를 변화시키는데 효과적일 수 있음
위험지역 건물의 해체 및 재건축 (Hazardous building Abatement Ordinance)	위험한 건물들을 해체하고 재건축할 수 있도록 하고 있음	위험한 지역에 있는 현 건물을 재해에 견딜 수 있는 건물로 대체할 수 있게 함
건축규제 (Building Codes)	지자체내 모든 건물들의 유지, 입지, 건설, 설계들을 규제함으로써 공공복지를 보호함	새로이 건설되는 건물들이 재해에 견딜 수 있는 다른 형태의 건물양식을 가능토록 함
토지 등의 재산권 매수 (Property Acquisition)	자연재해 위험지역을 정부가 사들이는 방법임	정부가 토지를 매수함으로써 그러한 위험한 지역의 개발을 제한할 수 있음
기반시설 입지 및 설계의 제한 (Infrastructure Location and Design Standards)	위험한 지역으로부터 기반시설을 제한하는 수단으로 사적 개발행위를 제한할 수 있음	위험한 지역에서의 개발을 원천적으로 막는 효과를 가지고 있음

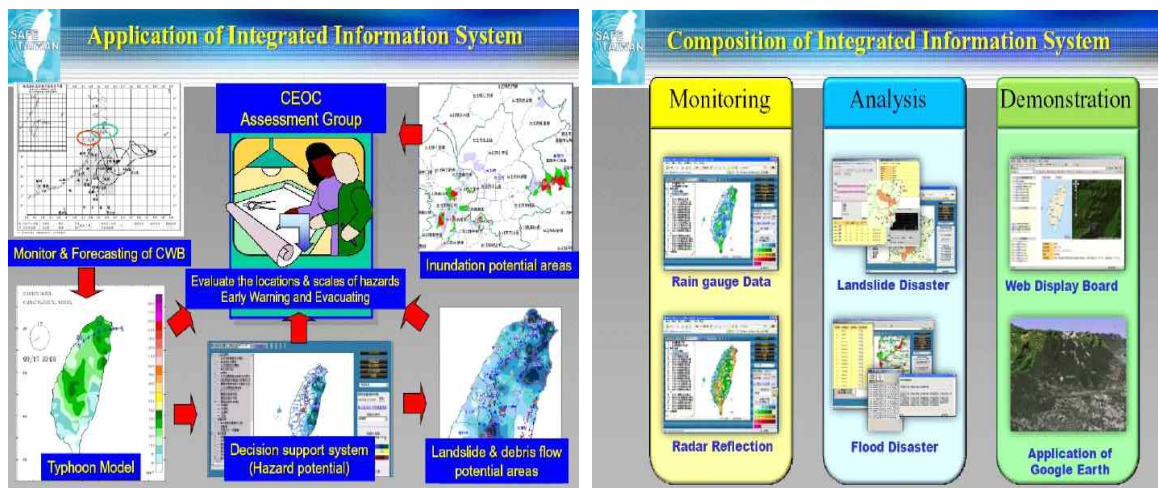
- 또한, 미국 지질조사소를 중심으로 미국내 일부 대학과 공동연구를 수행하고 있으며 미국에서는 안정계수를 표시한 디지털 맵(digital map)을 작성. 이 기법은 방대한 자료를 이용하여 지반상태 및 산사태 가능성, 산사태 발생 예상분포도의 모델링이 가능하며, 특히 지진 발생시 산사태 위험지역에 대한 지도 제작뿐만 아니라 정보체계도 가능.
- 미국 연방재해관리청(FEMA)에 따르면 1990년부터 1999년 사이에 총 460개의 재난(disaster)이 대통령에 의해 선포되었으며, 254억 달러 이상이 재해구제비로 사용. 이 비용은 1980년부터 1989년 사이의 39억 달러에 비하면 여섯 배 이상 증가된 것으로 자연재난에 대한 피해 규모가 미국 중앙정부 차원에서 중요한 이슈가 됨.
- 이와 같이 1950년대 이전에는 연방정부가 지방정부나 주정부에 직접적으로 자연재해에 관한 연방보조금을 지급하지 않았으나 1950년에 처음으로 재해구제법(Disaster Relief Act)의 통과는 현재의 재해 보조정책의 기초가 되었다. 그 후 1953년, 1970년,

1974년에 일련의 새로운 법이 개정이 있었고, 1988년에 로버트 스탬포드 재해보조법이 통과됨. 이 법에서는 재해완화(hazard mitigation)라는 정책을 강조하였으며, 이 후 미국의 자연재해완화 정책은 이 법에서 시작되었다. 현재 주정부가 연방정부로부터 보조금을 받기 위해서는 재해완화계획을 의무적으로 수립해야 하고, 특히 대통령이 재해를 선포하기 6개월 전 재해완화계획을 수립해 놓아야 함.

- 1993년 11월 미국 연방관리청은 완화 관리부(mitigation directorate)를 설치하여 미국 정부의 재해정책 접근방향에 근본적인 변화를 가짐. 2000년에 들어 로버트 스탬포드 재해보조법을 개정하여 재해완화법(Disaster Mitigation Act of 2000, Public Law 106-390)을 선포하여 자연재해완화정책을 강화하여 사전 완화계획수립 (Pre-disaster Mitigation Planning)의 중요성을 강조.
- 미국의 재해관리 체계의 특징 중 하나는 재해경감과 재해예방을 나누어 규정짓는 것. 홍수보호 프로그램이나 홍수위험지도의 제작 등은 대표적인 경감활동의 사례라고 할 수 있음. 예방은 재해가 발생하기 이전에 행해지는 행동으로써, 자연재해의 경우 예방보다는 경감단계가 주가 된다는 것임.

다. 대만

- 대만은 지질과 기후조건이 우리나라와 매우 비슷하고 산사태 발생양상도 흡사함. 특히, 대만은 하절기 태풍에 의해 강력한 집중강우가 내리는 시기에 다수의 토석류 산사태가 발생하므로 우리나라의 실정과 유사하다. 대만에서는 5개(지진, 산사태, 태풍, 홍수, 토석류)의 주요 자연재해를 규정하고 각 부처별 협력을 통해 피해를 최소화하려고 노력 중.



[그림] 리양 춘 첸, 대만 방재과학기술연구소

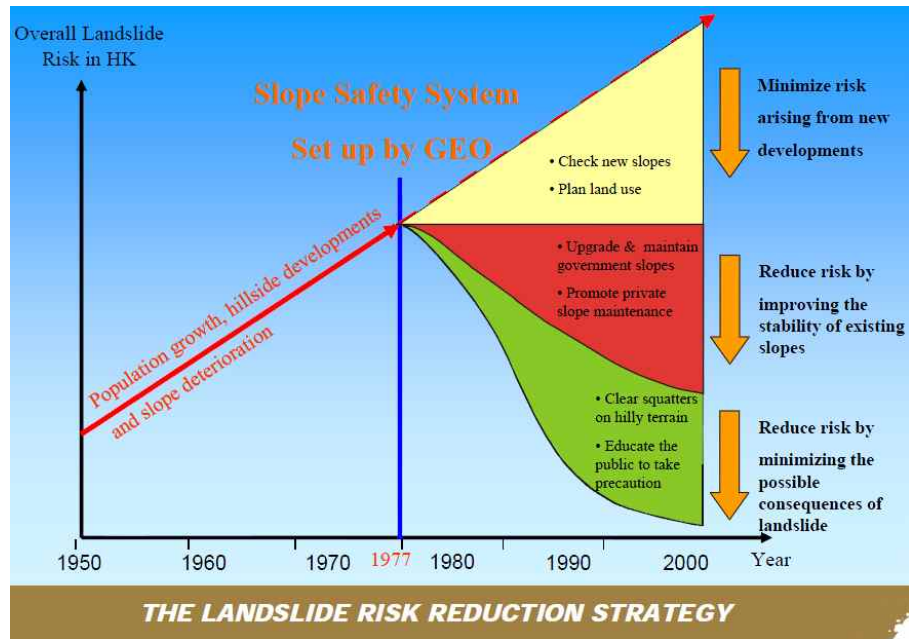
- 토사 재해를 위해 대만에서 추진하고 있는 정책은 지속적인 관측과 사방댐, 식생 등에 의한 적극적인 예방대책임. 인공위성과 무인관측기기를 사용하여 주기적으로 유역단위의 촬영을 실시하여 그 정보를 분석하여, 토사 재해 위험 요인을 파악하고 있으며, 특히, 피해 후 재발 방지를 위해 관측자료가 유용하게 활용되고 있음. 또한, 피해가 발생한 지역 및 피해 위험 지역에는 지속적인 투자를 통해 사면보호공 및 사방댐 등 토석류방지시설을 설치하고 있는 중.
- 대만은 정부의 주도로 1983년부터 1997년까지 4년 간격으로 3단계에 걸친 재해저감 프로그램을 수행하였고, 1999년부터 2007년까지 2단계에 걸쳐 재해저감국가과학기술 프로그램(NAPHM)을 실시하여 대만전역에서 발생하는 산사태 및 지진 등의 재해를 저감하기 위한 체계적인 연구개발 프로그램이 진행중.
- 특히, 2003년 7월에는 대만 정부주도의 국가재해저감 과학기술센터(NCDR, National Science and Technology Center for Disaster Reduction)를 개설하고 대만 전역에 대한 각종 지질재해에 대한 연구와 대책을 수립하고 있다. 그리고, 국가재해저감과학기술센터(NCDR)와 수토보호국(SWCB) 주관으로 산사태 재해저감을 위해 전국을 485개 토석류하천의 권역으로 구분하고 위험등급을 부여하여 관리하고 있음.
- 위험성 평가를 위해 전국을 대상으로 산사태 DB구축과 산사태 발생가능성 평가 시스템을 완성하였으며, 고위험 산사태 지역중 13개소를 대상으로 토석류 산사태 모니터링 스테이션 및 시스템을 구축하여 실시간으로 산사태 발생을 관찰. 또한 이동식 산사태 모니터링 스테이션을 개발하여 13개지역외 고위험 산사태 지역에 대한 모니터링을 실시하고 있음.

라. 홍콩

- 홍콩자치정부(The Government of the Hong Kong Special Administrative Region)의 토목공정서(Civil Engineering and Development Department, CEDD)는 홍콩 전역의 사회간접시설(Infrastructure)의 개발과 유지관리를 총괄하는 부처로써 주요 업무는 다음과 같다.
 - 사회간접시설의 개발 및 공급(Provision of land and infrastructure)
 - 항공 및 항만개발 지원(Port and marine services)
 - 지반기술 지원(Geotechnical services)
 - 환경 및 지속적인 유지관리기술 지원(Environment and sustainability services)
- 여기서, 인공사면 및 자연사면을 대상으로 하는 사면재해의 경우 토목공정처(Geotechnical Engineering Office, GEO)에서 홍콩 전역에 분포하는 사면의 설계, 시공,

유지관리 등의 업무를 담당하고 있다. 이를 위해 CEDD에서는 GEO가 홍콩 전역의 지형과 지반 특성을 충분히 반영한 “Guide to Slope Maintenance”를 제작하여 사면 유지관리에 적극 활용하고 있다.

- GEO는 GEO 부서장을 중심으로 하여 11개의 division으로 운영되고 있으며, GEO의 가장 중요한 사면과 관련된 업무는 11개의 division 중 Island Division, Mainland East Division, Mainland West Division에서 우선적으로 업무를 수행 중. 이를 위해 GEO는 홍콩자치정부의 안정성 기준에 준하여 사면 설계, 시공 및 유지관리를 엄격하게 따름.
- 실질적으로 구역별 division은 현장조사, 사면붕괴 예방 및 저감, 대심도 굴착, 터널 시공, 기반시설 건설 등의 업무를 추진함에 있어 지반 및 지질조건을 고려한 설계와 시공이 이루어질 수 있도록 정보를 제공. 특히, 사면과 관련된 재해가 발생되었을 경우에는 사면 업무를 관할하는 담당 division에서 사면재해의 원인분석 및 피해 복구를 지원함으로써 향후 장기적인 대상 사면의 안정성을 확보할 수 있도록 행정적·기술적 지원을 하고 있음.
- GEO에서는 산사태를 포함하는 사면재해 위험성을 저감시키기 위하여 최우선적으로 폭넓은 위험관리체계를 통해 새로이 개발되는 사면에 대한 잠재적인 사면재해 위험성을 사전에 분석함으로써 이를 고려한 사면의 설계 및 시공이 될 수 있도록 지반 정보를 제공.
- CEDD 산하의 GEO에서는 산사태 방지대책(Landslip Preventive Measures Programme, LPMP)과 산사태 방지 및 저감 프로그램(Implementation of Landslip Prevention and Mitigation Programme, LPMitP) 등의 프로그램을 통해 사면의 유지관리 및 사면의 위험성, 사면 정보 등을 제공하고 있다. GEO에서 실질적으로 재해에 적극 대처하기 위하여 LPMitP 프로그램을 통한 주요 업무는 아래와 같음.
 - 산사태 및 사면 위험관리(Natural terrain landslide risk management)
 - 산사태 및 사면 현황조사(Landslide investigation)
 - 기준 및 지반공학 시험(Standards and Testing)
 - 응급기술 지원(Emergency services)
 - 산사태 및 사면붕괴 경보시스템 운영(Landslip warning system)
 - 공공교육 및 지역사회 기술자문 지원(Public education and community advisory services)
 - 사면정보시스템 운영(Slope information system)
 - 홍콩 전역의 지질조사 및 정보제공(Hong Kong geological survey)
 - 기술자문 및 지반조사 업무지원(Advisory and ground investigation services)



[그림] 사면붕괴 등의 재해 저감을 위한 계층분석

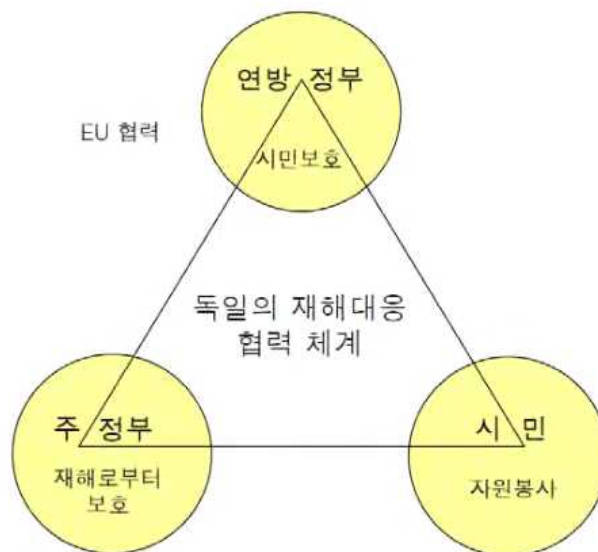
- 이러한 정부차원에서의 노력은 사면의 재해로 인한 국민의 인명과 재산상의 손실 저감뿐 아니라 홍콩이라는 한정된 영역 내에서 빈번한 도시개발로 인한 지반 안정성 확보를 통해 사면의 안정성 평가 및 보강을 위한 기법의 국가적인 표준화 기술을 제시. 이를 통해 홍콩 전역을 16개 지구로 구분하여 효율적인 비탈면의 관리를 위해 절토사면(C), 성토사면(F), 옹벽구조물(R) 등에 일련번호를 부여하여 체계적인 사면관리가 이루어지고 있다. 특히, 높이 3m 이상의 절토사면, 성토사면, 자연사면 및 옹벽구조물 등에 대해 사면재해가 발생할 수 있는 모든 사면과 구조물에 대해서는 지속적인 관리가 이루어지고 있는 실정.

마. 독일

- 연방제 국가인 독일의 재해관리 및 대응체계는 “시민보호(Zivilschutz, Civil Protection)”를 책임지는 연방정부와 “재해로부터 보호(Katastrophenschutz, Disaster Protection)”를 책임지는 각 주정부 간의 협력체제로 구성. 독일의 경우, 2002년 8월 엘베 강과 도나우 강의 대규모 홍수사태를 계기로 기존의 이원적 위기관리 및 예방 시스템의 한계가 체험하였다. 이에 국가 재해관리의 중요성이 대두됨에 따라 연방정부의 재해 대응력을 높이는 방향으로 재해 대응 체계의 개선.
- 2002년 독일 내무부 장관회의에서 연방정부와 주정부는 “독일 시민 보호를 위한 새로운 전략(Neue Strategie zum Schutz der Bevölkerung in Deutschland)”을 채택. 이 전략은 국가적인 사건, 특히 주 경계를 넘어선 위기상황에 대해 연방정부와 주정부가 공

동으로 책임지는 것을 목표로 함. 여기서 주정부는 연방정부의 국가적 위기상황 대비 시스템의 정립을 환영하면서 연방정부가 국방 차원의 시민보호 권한뿐 아니라 여러 주에 걸친 지역에 위험을 초래하는 자연재해, 인적재해, 테러공격의 경우 주정부가 시민을 보호할 수 있도록 지원할 수 있는 법적 권한을 지녀야 한다고 요구.

- 이에 “연방 시민보호 및 재해지원법(Gesetz über den Zivilschutz und die Katastrophenhilfe des Bundes, ZSKG)”이 2009년 1월에 입법되어 같은 해 발효. 독일의 재해 대응체계는 전체적으로 주정부가 자연재해, 산업재해, 전염병, 국제적인 테러 위협과 같은 위기관리를 일상적으로 책임지나 대규모 또는 국가적으로 중요한 영향을 미치는 재해의 경우에는 연방정부가 조연 및 정부와 자원 제공 등 다양한 방식으로 지원하여 협력하는 구조를 가진다.



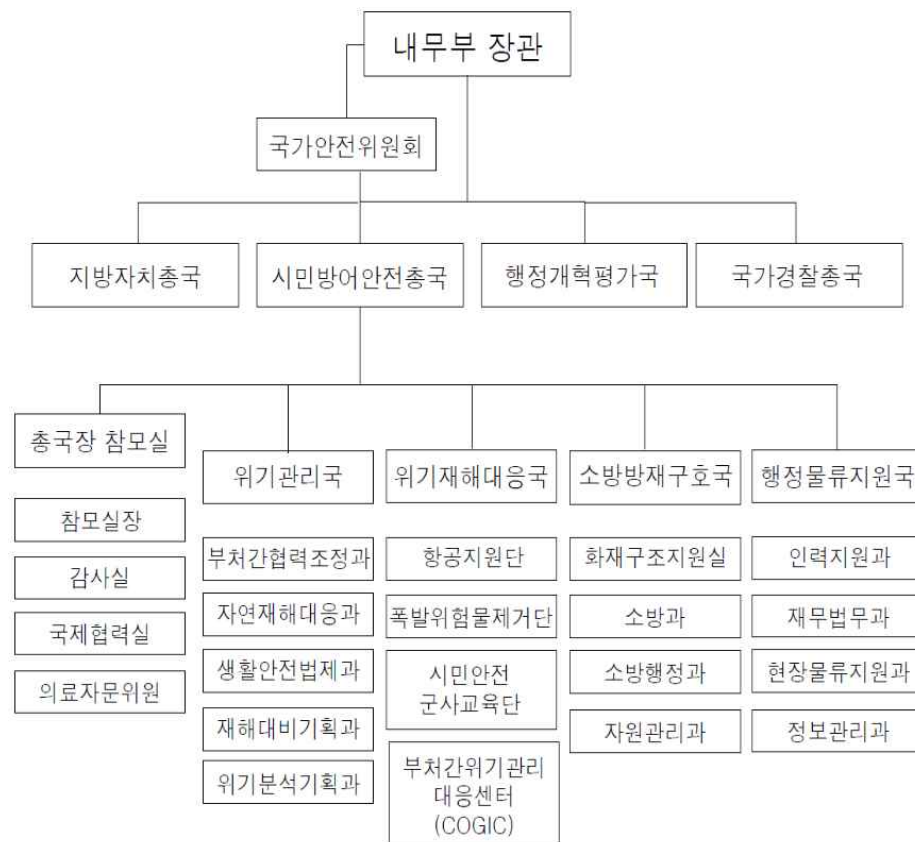
[그림] 독일의 재해대응 협력체계

- 각 주정부는 여러 위기관리 지휘 통제체계를 표준화한 기본 권고안을 따름. 또한 독일의 재해 예방과 관리의 다른 축은 시민 자원봉사자들로 이들은 연방, 주, 지방정부와 자원 소방대 및 구조기관과 긴밀한 협력을 하고 있음.

바. 프랑스

- 대통령제와 내각책임제를 겸하고 있는 프랑스의 경우, 기본적인 재해관리의 총체적인 주체는 행정부 수반인 수상이다. 프랑스 내무부는 중앙부처뿐 아니라 국가 전체적으로 “시민방어안전총국(Direction de la Défense et de la Sécurité Civile, DDSC)”을 중심으로 국가의 위기관리와 자연재해 등에 관한 총괄 조정 및 대응업무를 담당. 프랑스는 미국의 9.11 사건을 계기로 1987년에 만들어진 비상계획체계를 개편하여

재해 및 안전관리에 관한 새로운 개념과 원칙을 규정한 후 이를 기반으로 재난안전법의 전면 개편을 단행. 2004년 "시민안전 현재화에 관한 법률"을 제정 및 공포하고 3개 주요 비상대비계획에 관한 시행령을 지정하였다. 과거 80여 개의 국가위기 재난 안전관리 및 비상대비계획에 관한 법령 및 이행계획이 1개 국가비상계획으로 통합되었고, 모든 위기관리 행정체계는 내무부의 시민방어안전총국 중심으로 운영.



[그림] 프랑스 시민방어안전총국 구성 체계도

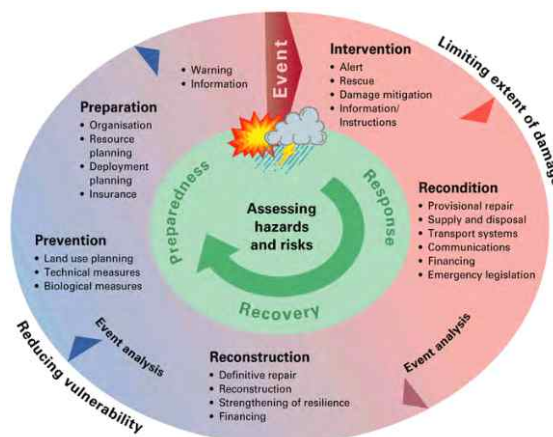
- 시민방어안전총국의 위기관리부국은 준비단계, 대응단계, 경험재활용단계의 위기 대응 3단계 대처방식으로 국가위기관리를 실시한다. 이 중 자연재해대응과 홍수위험, 기상이변, 산림화재, 화학유해물질에 의한 재앙, 기반시설의 안전관리 등의 분야에서 자연재해와 산업재해 분야에 대한 위기분석 및 위기관리 임무를 수행한다. 재해대비기획과는 시민 안전 대응계획을 수립하여 기초단위 수준에서의 인명구조 계획과 풍토병 전염방지계획 등을 수행하며, 주민 안전을 위한 경보 발령과 관련 교육 및 홍보를 담당. 위기분석 기획과는 국가위기 및 시민안전 관련 발생사례에 대한 분석과 경험에 의한 교훈의 확산 및 재교육을 담당하는 부서로, 각 도 단위 중심으로 시민보호에 관한 기초자료의 수집과 정리 및 각 도청 단위에서의 시민안전과 보호에 관한 연결망 관리도 담당하고 있음.

사. 캐나다

- 캐나다는 지질조사소(GSC)에서 산사태 연구를 국가지질재해 프로그램의 일부로서 수행하고 있다. 지질재해에 관련된 모든 현상을 연구하며 캐나다의 지리적 위치로 인해 강우에 의한 산사태 뿐만 아니라, 고위도 지방에서의 눈사태에 대한 연구를 동시에 수행. 산사태 발생예측 연구에서는 정량적 산사태 예측을 위한 산사태 발생 모델을 개발하고, 지질공학, 원격탐사, GIS, 통계학을 종합하여 확률론적 산사태 가능성을 연구하며, 이를 통해 시·공간적 산사태 발생확률을 예측하고 있음.

아. 스위스

- 스위스는 여러 자연재해에 대해 단일하게 적용되는 법체계를 갖추고 있지는 않음. 또한 연방정부가 자연재해 예방을 포괄적으로 다룰 수 있게 하는 법적 근거도 존재하지 않으며, 관련 임무와 재해로부터의 보호 의무 및 보호 범위가 여러 전문기관에 나뉘어져 있는 구조를 갖고 있다. 스위스의 자연재해 대응은 “통합적인 리스크관리”를 기본 틀로 하여 연방회의가 연방, 주, 지방정부 차원에서 포괄적이고 단일한 자연재해 접근을 위해 자연재해 관련 정보와 경험을 교류하는 “국가자연재해플랫폼(PLANAT)”을 운영.



[그림] 스위스의 자연재해 통합관리 개념도

- 통합적인 리스크관리란 모든 유형의 자연재해 점검조치를 고려하며 예방과 대처 및 복구를 위한 조치가 동등하게 적용되는 리스크 관리를 의미. 자연재해를 예방하고 자연재해로 발생한 피해를 임시로 수습하고 최종적으로 복구하는 일련의 조치를 대등하게 고려하여 개별 또는 통합상태로 실행하는 과정에서 리스크 저감효과를 유도하는 것. PLANAT는 자연재해 예방능력을 향상시키기 위한 포괄적인 상호연계 전략을 개발하였는데, 그 목표는 사람과 자연, 그리고 자원을 보호하는 것으로 정의.

[표] 스위스의 자연재해 대응전략 구성

	세부항목
1단계 (2000~2003)	- 자연재해 예방 향상을 위한 포괄적이고 상호연계적인 전략 개발
2단계 (2004)	- 현재 상황을 분석하고 필요한 조치를 포함한 행동계획 제안
3단계 (2005~2008)	- 행동계획 실행 · 자연재해를 위한 위기정책 개발 · 모든 행위자의 리스크 인식 및 책임감 증진 · 관련 기록의 지속적이고 체계적인 평가
4단계 (2009~2011)	- 행동계획 실행 · 통합적 리스크관리 · 원칙 및 수단의 조정 및 추가 · 전략적 수준의 실행력 평가 · 국제적 역량 증진

제 2 절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

- 최근 10년간의 자연재난피해에 대한 복구비 규모를 살펴보면, 연평균 3.1조원이 지원되어 피해규모 대비 1.5배가 소요되었으며 특히, 2002년도와 2003년도 복구액은 각각 9.05조원, 6.74조원으로 10년간 복구액의 51%를 차지하고 있어, 대형재난의 영향이 피해액과 마찬가지로 복구비 지원에서도 큰 것을 알 수 있음.



[그림] 산사태 피해 및 복구비 현황(중앙안전재난대책본부 피해복구계획서)

[표] 산사태 피해현황(중앙안전재난대책본부 피해복구계획서)

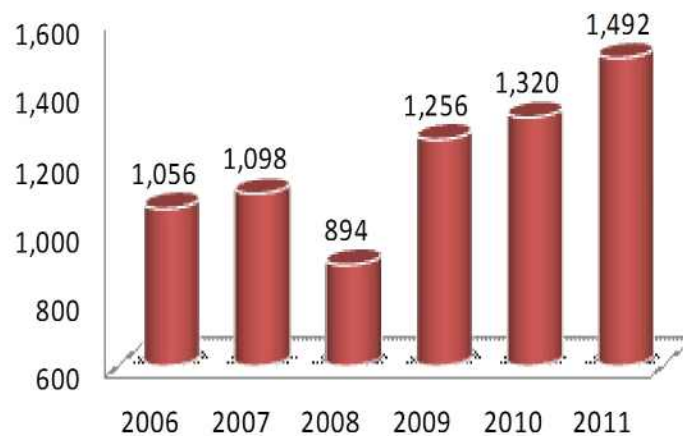
통계표명 : 산사태 피해현황

[단위 : 항목별도표시]

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
산림분야 총 복구비(백만원)		227,902	99,195	117,353	319,212	20,436	19,342	69,594	49,585	157,961
피해현황	산사태(ha)	1,330	233	469	1,597	73	102	250	206	824
	계류(km)	82	15	121	84	3	4	6	11	13
	임도(km)	362	76	75	227	45	18	39	44	43
	인명피해[사망](명)	10	-	9	9	-	-	5	1	43

○ 선진국과 비교하여 자연재난 관련 연구개발에의 투자가 IT 및 BT에 비해 낮은 수준으로, 국내 R&D 예산 중 자연/인위재해 관련 방재 연구에 대한 2011년 투자계획은 1,492억원으로 '10년 1,320억원(결산기준) 대비 13%(172억원)가 증가하였으나, 정부 R&D 예산(14.9조원)에서 차지하는 비중은 1%수준으로 미약한 실정이다. '06년 소방방재청 개청 이후 재난·안전분야 R&D 투자예산은 점증하고 있으나(연 9%), 투자 절대 규모가 작을 뿐만 아니라 국가 전체 R&D 투자예산 증가추이(10.3%, '08~'11)에도 못 미치고 있음.

(단위: 억 원)



※ '11년 시행계획부터 농촌진흥청이 관계부처로 참여하여 예산증가 폭 확대

[그림] 재난안전 기술개발에 대한 정부의 R&D투자집행 추이

○ 전반적으로 재난유형 중 자연재난에 정부 R&D의 60.3%(796억원), 사회적재난에 18.9%(250억원), 인적재난(소방포함)에 18.7%(247억원) 투자되었으며 2011년도 재반 관련 부처별 R&D 투자비중은 국토해양부가 346억원(전체의 25.7%)으로 투자규모가 가장 크고, 기상청(337억원), 소방방재청(238억원) 등의 순으로 투자되었다. 상위 3개 부처의 투자비중이 63.9%를 차지, 그 외 부처의 투자규모는 대부분 낮은 수준이었으나 R&D 투자액의 부처 편중 현상은 감소 추세('09년 85.8%, '10년 81%)로 나타났다. 한편, 자연재난 대응시스템 분야 연구개발사업은 하고 있다(과학기술 및 연구개발사업 동향브리프 2011-12호).

[표] 부처별 R&D투자현황('10~'11)

(단위 : 백만원)

투자순위별 부처	'10 실적	'11 실적	증 감	
			금액	비율(%)
국토해양부	33,970	34,588	618	1.8
기상청	29,878	33,665	3,787	12.7
소방방재청	20,559	23,832	3,273	15.9
농촌진흥청	16,343	22,752	6,409	39.2
농림수산식품부	8,052	11,752	3,700	46.0
지식경제부	7,845	5,905	-1,940	-24.7
보건복지부	5,788	4,320	-1,468	-25.4
교육과학기술부	3,880	3,492	-388	-10.0
식품의약품안전청	2,800	2,800	0	0.0
산림청	1,580	1,707	127	8.0
중소기업청	700	3,884	3,184	454.9
행정안전부	500	451	-49	-9.8
환경부	59	100	41	69.5
계	131,954	149,248	17,294	-

※ 민간R&D 및 비R&D예산을 제외한 부처별 기술개발관련 정부R&D 투자비임

[표] 자연재난 예방·대응 시스템 분야 R&D 현황('07-'11)

부처명	사업명	대과제명	세부과제명	사업기간
소방방재청	국가자연재난 상황관리	방재자원관리 및 최적운영시스템 기술개발	방재자원관리 및 최적운영시스템 기술개발	2007- 2008
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	기후변화 및 사회구조 변화에 따른 재난발생 매커니즘규명 및 방재대책	2007
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	산지유역 토사유출 저감기술 개발	2007
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	원격탐사자료를 활용한 태풍재해 응용 D/B 구축	2007
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	재난피해조사 자동화 기술 개발	2007
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	지진피해 취약도함수 국산화 연구	2007
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	통합형 우수유출저감시설 설치기준 개발	2007
소방방재청	방재기술 연구개발	방재연구소 주요사업	u-safe Korea 시스템 개발	2007
중소기업청	신학연 공동기술개발	지진 및 풍수재해 체험 설비 시스템 개발	지진 및 풍수재해 체험 설비시스템 개발	2007- 2008
중소기업청	신학연 공동기술개발	USN기반의 자연재해 저감을 위한 모니터링 시스템 개발	USN기반의 자연재해 저감을 위한 모니터링 시스템 개발	2007- 2008
해양수산부	해양환경 안전기술개발	유류오염환경재해 평가기술개발	유류오염환경재해 평가기술개발	2008- 2011

2. 국외 시장현황

- 미국의 경우 FEMA(Federal Emergency Management Agency)를 대통령 직속으로 설립하여 재해관리 업무를 총괄하고 특히 홍수재해를 방지하기 위해서 연간 30억 달러 이상의 예산을 사용함. 미국지질조사소(USGS)은 총 13.6 억 달러(2004년)의 예산을 투입하여 재해지도 작성, 원격감지, 지질재해 위험평가 등을 집중적으로 수행하고 수문 자료를 통합 관리.
- 미국의 토사재해 관리는 미국지질조사소 (United States Geological Survey, USGS)를 중심으로 미국내 일부 대학과 공동연구 과제로 수행되고 있음. 토사재해 관리의 목적은 미국 영토보전과 미국 국민의 인명과 재산을 보호하고 산사태 유발 요인을 규명하여 산사태 발생 예측 및 대책수립을 위한 것으로 1990년부터 현재까지 수행되고 있으며, 2000년의 경우 산사태 재해에만 26억 달러의 예산을 투자하고 있음.
- 일본의 경우 우리나라 방재관련 연구비의 약 7배('10)에 이르는 약 1조 1천억원의 막대한 연구비를 투자하여 다학제간(이학, 공학, 사회학)으로 개발 추진하였다. 1963년 일본 과학기술처 산하에 설립된 일본방재과학기술연구소(NEID)는 총 96억 엔('06)의 예산을 투입하여 지진재해 정보 네트워크 구축/운영, 산사태/태풍 등 실시간 자연재난 모니터링 및 예측시스템 개발, 실험형 자연재난 실험연구 등을 수행.
- 홍콩은 자치정부 내 토목공정서 토력공정처 (Civil Engineering Department : CED)에서 주관하며 토사재해 방지대책(Landslip Preventive Measures : LPM)프로그램을 운영하고 있음. LPM 프로그램의 목적은 사면붕괴에 의한 인명과 재산상의 손실을 저감함과 동시에 한정된 영역에서 도시개발 극대화를 위한 지반 안정성 확보, 사면 안정성 평가 및 보강을 위한 방법 표준화임.
- LPM 프로그램의 연구기간은 1995년부터 2010년까지이며 총 24조원의 예산을 투자함. 세부연구내용으로는 홍콩 전역 사면분포 현황 및 사면 정밀조사실시, 산사태 위험등급도 작성, 주요 사면에 대한 산사태 상시감지 및 사후관리 뿐만 아니라 분기별 사면조사 보고서 작성 및 데이터 베이스(Data Base : DB)구축 등.

제 3 절 기술동향분석

1. 기술분류 및 정의

가. 국내기술개발 현황

[표] 국내 기관별 연구개발 현황

기 관	주요 연구개발
국토해양부	-건설교통 재난·안전정보 지원체계 개발연구 -산사태 및 토사재해 발생 유형별 피해저감 전략 수립연구 -산지하천도로 호우피해방지를 위한 수충부 및 토사재해 방재 설계 선진화 기술개발
행정안전부	-재난대응 역량강화를 위한 교육훈련방안 연구 -재난유형별 통합관리체계 연구 -재난 및 안전관리 체계 개편 방안 -재난 홍보시스템 강화방안
교육과학기술부	-국가방재기상체계 최적화방안에 관한 연구
환경부	-환경보건 비상대응 마련을 위한 연구
보건복지부	-재난관리체계 개선 및 대응매뉴얼
지식경제부	-지식경제분야 재난·안전관리 효율화 방안 연구
소방방재청	-국가재난관리 중장기 전략계획 연구 -재난전조정보 수집분석 의사결정체계 구축 및 발전방안 -재난 안전관리 전문 인력 양성 기획연구 -재해사전 예방 강화 및 투자확대방안
산림청	-사방시설이 재해저감 효과 및 주변 환경에 미치는 영향에 대한 연구 -산사태 발생원인 및 예방대책
국립산림 과학원	-GIS를 이용한 산사태 위험지도 작성 일부 수행 -산사태 재해의 예지 및 예방과 산림훼손지의 자연친화적 복구·녹화기술 개발 관련 연구수행
국립방재연구원	-재난관리계획 선진화를 위한 선진국 방재계획제도 연구 -급경사지 인명피해 저감을 위한 광역예·경보시스템 구축 기획 연구 -산지환경 급변지역 토사유출모니터링 및 저감방안 연구 -우리나라 국가재난대응체계(NRF)의 기반 구축방향 -사면붕괴 감지 및 관측에 관한 연구
한국지질자원연구원	-산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술 개발 -산사태 방생예측 및 위험도산정(QRA) 기술 -토석류 산사태 모니터링 기술 개발 -도시사면 관리시스템 개발 -유연성의 원리를 이용한 피해저감공법 적용
한국행정연구원	-국가적 차원에서의 종합안전상황정보시스템 구축 및 운영방안 연구 -국가재난안전관리 정책패러다임에 대한 연구
한국건설 기술연구원	-일반국도의 보강대상 사면에 대한 투자우선 순위를 결정하여 국도유지사무소에 정보제공
시정개발연구원	-기상이변에 대한 서울시 취약지역 대응방안 -서울시의 새로운 재난관리체계 구축
자연재해사업단	-기후변화에 따른 자연재난 환경변화 예측 및 방재기준에 미치는 영향 -재난관리 표준연구개발

나. 국외기술개발 현황

[표] 국가별 연구개발 현황

국가명	기관명	총기간	사업명 또는 주요내용
미국	미국 지질조사소 (USGS)	1990~ 현재	- 재해정보 네트워크 구축(DIN)프로그램 • 지질재해 정보 네트워크 구축 • 지질재해 조기경보 체제 구축 - 산사태 재해(LHA) 프로그램 • 산사태 재해 평가연구 • 신시간 산사태 모니터링 연구 • 산사태 예측 기법 및 예측체제 확립 • 미국 전역의 산사태 재해 대응체제 구축 연구 - 산사태 피해저감 공법 연구 • 실물모형실험을 통한 다양한 방호시스템 효능 검증 • 토석류 산사태 방지를 위한 최적의 시스템 개발 및 적용 • 토사 재해 위험평가기술의 현황파악 및 방호시스템 개발 (미국해양대기 관리처(NOAA)와 공동수행)
캐나다	캐나다 지질조사소 (GSC)	1994~ 현재	- 지질재해 및 지질환경(GHEG) 프로그램 • 자연재해 종합 프로그램 • 주요산맥 지질재해 연구 • 캐나다 동부 산사태 연구 • 산사태 발생 예측 연구 • 영구동토재해연구
대만	과학 기술센터 (NCDR)	2003~ 현재	• 재해저감프로그램을 수행 • 재해저감 국가과학기술프로그램(NAPHM)을 실시 • 토석류 산사태 모니터링 스테이션 및 시스템 구축
홍콩	홍콩 자치정부 (CED/GEO)	1995~ 2010	- 산사태 방지대책(LPM) 프로그램 • 홍콩 전역 사면분포 현황·조사 • 산사태 위험등급도 작성 • 주요산면에 대한 산사태 상시 감시 및 사후 관리 • 분기별 사면조사 보고서 작성 및 DB 구축
일본	방재과학기술연구소 (NIED)	1963~ 현재	• 종합방재 관련 연구 • 방재기반 과학기술연구 • 설해방재 관련연구 • 방재연구정보센터
	교토대 방재연구소 (DPRI)	1951~ 현재	• 종합방재연구 • 지반재해연구 • 수재해연구
호주	호주 지질조사소	1997~ 현재	- 도시지역 자연재해 취약성평가 과제(NGVUC) • 도시주변 산사태 위험도 평가 연구

	(AGSO)		• 호주 전역 산사태 DB 구축 연구
스위스	연방연구소 (WSL-SLF)	2005~ 현재	- 유연성 방호시스템의 수치해석 연구 • 유연성 방호시스템과 산사태의 상호작용 연구 • 토사 재해 방호시스템을 위한 수치해석 프로그램 개발

다. 관련부처별 기술개발 현황

(1) 국토해양부

- 산사태 및 토석류 발생 유형별 피해저감 전략 수립연구
 - 국토 산사태 및 토석류 발생 유형과 특성을 분석하여 유형별 기준 및 대책제시
 - 기후변화에 의한 산사태 및 토석류 방재분야의 정책 수립을 위한 기반구축으로 기후 변화 대응을 선도함.
 - 산사태 및 토석류 재해 영향 평가를 위한 DB 및 시스템 구축을 통하여 국가 주요 방재시스템과 연계 활용 한 피해 경감 대책.
- 산지하천도로 호우피해방지를 위한 수충부 및 토석류 방재설계 선진화 기술개발
 - 산지도로는 집중호우에 의해 산사태나 토사재해가 발생하여 도로 배수체계가 파괴되는 등 인명과 재산피해가 매년 발생함.
 - 재해 사전방지 개념의 도입으로 유지관리 성능 확보 및 복구에 소요되는 비용, 시간을 절감 .
- 건설교통 재난·안전정보 지원체계 개발연구
 - 도로, 하천, 철도, 지하철, 항공 등 건설교통 분야의 재난 및 안전정보 제공을 위한 정보지원체계 개발 연구.
 - 대국민 서비스를 위한 건설교통관련 재난 속보 및 대응방법 정보를 신속하게 제공.

(2) 행정안전부

- 재난 및 안전관리 체계 개편 방안 연구
 - 중앙 및 지방자치단체 등 재난관리책임기관간의 재난·안전관리체계 진단과 선진 외국사례 분석을 통해 재난·안전관리체계 개선방향을 제시함으로써 재난 발생시 체계 적으로 대응 및 복구활동 수행.

- 중앙행정기관간 재난·안전관리 관련 기능 분담과 효과적인 재난 및 안전관리 체계 개편 방향을 제시함으로써 재난 발생시 중앙행정기관간의 업무 중복 및 혼선 방지.
- 재난·안전관리 관련 법령 분석을 통해 『재난 및 안전관리기본법』에 대한 보완방향을 제시함으로써 중앙행정기관간 법령에 의해 체계적으로 재난·안전관리 업무를 수행 .

○ 재난대응 매뉴얼 작성 및 운영지침 연구

- 재난관리 책임기관의 재난대응 능력을 제고하기 위하여 재난대응 매뉴얼을 효율적이고 체계적으로 운용하기 위한 기본방향 제시.

○ 건설교통 재난·안전정보 지원체계 개발연구

- 도로, 하천, 철도, 지하철, 항공 등 건설교통 분야의 재난 및 안전정보 제공을 위한 정보지원체계 개발 연구.
- 대국민 서비스를 위한 건설교통관련 재난 속보 및 대응방법 정보를 신속하게 제공.

(3) 소방방재청

○ 국가재난관리 중장기 전략계획 연구

- 국내외 재난관리 동향 및 행정 진단을 통해 문제점 및 개선점을 도출하고 이에 따른 중장기 전략을 수립, 선진형 재난관리시스템을 구축하여 재난관리 업무능력 향상.

○ 재해 사전예방 강화 및 투자확대방안

- 국가 방재정책을 사전예방 중심으로 전환하고, 재해예방사업의 투자확대 및 효율적 예산 집행을 통해 재해에 따른 피해규모를 최소화할 수 있는 국가차원의 대책을 수립.
- 재해 사전예방 정책의 선진화를 통해 국가재난관리역량을 업그레이드하고 전략적 사전예방사업을 추진함으로써 자연재해에 의한 피해규모를 획기적으로 저감시킬 수 있음.

○ 재난 안전관리 전문 인력 양성 기획연구

- 재난안전 관리 선진화를 위해 전문인력 양성 및 활용방안을 도출하고 이와 관련된 법령 및 제도의 정비 안을 제안.

(4) 산림청

○ 산사태 발생원인 및 예방대책

- 강우패턴과 태풍발생 추세 등 기상학적 분석 및 유형별 산사태발생원인의 체계적, 과학적인 규명으로 합리적인 산사태 예방대책 수립.

- 산사태 예방 및 복구를 위한 법적, 제도적 현황과 문제점 및 개선방향 제시.

○ 산사태 예방·대응 현장매뉴얼

- 산사태 예방단계 및 산사태가 우려되거나 발생될 때 유관기관의 임무·역할과 협조 사항을 규정하여 체계적, 신속한 대응 및 상황관리가 이루어져 산사태로 인한 피해를 최소화하는데 목적이 있음.

○ 사방시설물이 재해저감효과 및 주변 환경에 미치는 영향에 대한 연구

- 사방시설물의 재해저감 기능 및 효과, 그리고 사방시설이 주변 환경에 미치는 영향에 대한 객관적 기준 정립.
- 사방시설물 설치를 위한 타당성 평가방안 및 유지관리, 점검 및 진단관리 방안 마련.

(5) 한국지질자원연구원

○ 산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술 개발

- 산사태 발생위치 규명, 산사태 규모예측, 사태물질의 이동경로, 확산범위의 산정, 확산범위 내에 위치하는 인문사회 환경조건 등의 자료를 분석하고 저감대책을 제시.
- 산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술 개발연구를 통하여 산사태 DB 프로그램 개발 및 구축, 산사태 예측도 작성용 프로그램개발을 수행.
- 광역적 산사태 재해를 확률론적으로 평가하여 산사태 발생위험 등급도 작성 연구에 대한 기술개발 중.

(6) 국립방재연구원

○ 급경사지 인명피해 저감을 위한 광역예·경보시스템 구축 기획연구

- 국내 표준강우량 산정을 통한 사면붕괴 감지 및 관측.
- 강우자료를 활용한 한계선 및 경보 표준선, 대피표준선 설정.
- 강우자료 수집 및 적용, 한계선 설정 등에 관한 연구를 지속적으로 수행하여 급경사지 재해로 발생하는 인명 및 재산피해를 최소화 하기 위한 예·경보시스템 구축.

○ 산지환경 급변지역 토사유출모니터링 및 저감방안 연구

- 기존 설치운영 중인 산불피해지역의 모니터링과 건설활동지역 등 산지환경 급변지역의 토사유출 모니터링 시설 설치 및 운영.
- 토양침식 모형의 매개변수 검정을 위한 기초자료의 지속적인 관리.
- 국내에 적용 가능한 산지지역에서의 토사유출 저감기술 개발.

- 우리나라 국가재난대응체계(NRF)의 기반 구축방향
 - 재난관리 선진국과 같이 행정안전부, 소방방재청 등을 포함한 각 단위의 정부조직과 민간조직에게 재난대응에 관한 역할을 세밀하게 배정, 수행하게 함으로써 한국형 국가 재난대응체계를 제안.
 - 국가 전체적으로 체계적이고 신속적인 틀을 구축하여 재난대응능력 향상에 기여.
- 재난관리계획 선진화를 위한 선진국 방재계획제도 연구
 - 일본의 방재조직 및 재난대응체계 분석.
 - 재난관리 선진화에 필요한 자료를 구축하여 방재시책에 활용.

(7) 임업연구원

- 장마철 산사태 위험을 피하는 방법과 국내 산사태 위험지도 개발성공으로,
 - 시범지구 운영.
 - 2002년부터 전국적으로 확대 실시.

라. 시계열별 기술발전

[표] 시계열별 기술개발 현황

년도	국내	국외
1990		- 미국
2002	• GIS를 이용한 산사태 위험지도 작성 - 국립산림과학원 • 도시지역 사면관리 시스템 연구 - 한국지질자원연구원	• 지질재해 정보 네트워크 구축, 조기경보 체제 구축 • 산사태 예측기법 및 예측체제 확립 • 산사태 피해저감 공법 연구 - 실물모형 실험을 통한 다양한 방호시스템의 효능 검증, 토사재해 위험평가기술의 현황과 약 및 방호시스템 개발
2003	• 국가방재기상체계 최적화 방안 연구 - 과학기술부	
2006	• 국가재난관리 중장기 전략연구 - 소방방재청 • 산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술개발 - 한국지질자원연구원 • 사면붕괴 감지 및 관측에 관한연구 - 국립방재연구원	- 캐나다 • 지질재해 및 지질환경 프로그램을 통한 자연재해 종합 프로그램, 주조산맥 지질 연구, 산사태 발생 예측 등 연구
2007	• 산지하천도로 호우피해방지를 위한 수충부 및 토석류 방재설계 선진화 기술개발 - 한국건설교통기	- 홍콩 • 홍콩전역 사면분포 현황조사 • 산사태 위험등급도 작성

	• 술평가원 • 통합적 재난관리체계 구축 방안연구 - 행정자치부	- 일본 • 방재기반 과학기술 연구 • 종합방재 연구 • 지반재해 연구
2008	• 토석류 발생 특성과 피해규모 예측기법 개발 - 산림청 • 환경보건 비상대응 마련 - 환경부 • 산지환경 급변지역 토사유출모니터링 및 저감방안 연구 - 소방방재청	- 대만 • 재해저감 국가과학 기술 프로그램 실시 • 토석류 산사태 모니터링 스테이션 시스템 구축
2009	• 우리나라 국가재난대응체계(NRF)의 기반 구축방향 - 국립방재연구원	- 호주 • 도시지역 자연재해 취약성 평가 • 도시주변 산사태 위험도 평가 • 호주전역 산사태 DB 구축
2011	• 급경사지 붕괴경보 및 대피기준 설정 - 국립방재연구원 • 기상이변에 대한 서울시 취약지역 대응 방안 - 시정개발연구원	- 스위스 • 유연성 방호시스템과 산사태의 상호작용 연구
2012	• 통합재난관리체계 확립을 위한 중앙-지방간 업무 재설계 - 한국지방행정연구원 • 산사태 예방 대응 현장 매뉴얼 - 산림청	

○ 산사태 및 토석류등 다양한 자연재해로 인하여 발생하는 재산 및 인명피해를 줄이기 위하여 국내·외 여러기관에서 오래전부터 토사재해 대응기술을 개발하고 있음. 산지가 많은 우리나라는 산사태 및 토석류 발생빈도가 높아지고 있기 때문에 토사재해에 대한 대응기술 개발이 필수적임.

○ 토사재해 대응기술은 산사태 위험지도 작성과 사면관리 시스템의 연구가 이루어졌으며, 산사태 위험도 산정 시스템 및 피해저감기술 개발, 사면붕괴 감지 및 관측에 관한 연구를 시작으로 피해규모 예측 및 재난 관리 체계를 구축함.

○ 더 나아가, 급경사지 붕괴 경보 및 대피기준의 설정과 통합재난 관리체계 확립을 위한 방안을 제시 함. 그러나 재난 관리 선진국에 비해 우리나라의 기술개발은 미흡한 수준이며 몇몇 토사재해 대책시설은 외국기술을 보편적으로 적용하는 경우가 많음.

- 지속적인 도시와 · 산업화로 인하여 주거지 및 산업단지가 급경사지에 인접하게 되어 인구밀도가 높은 우리나라는 토사재해 발생 시 피해규모가 크게 발생되고 있어 국내 여건에 맞는 적합한 대응기술 개발이 요구됨.

마. 국내외 현황진단

- 소방방재청은 국가재난 관리 정보시스템을 구축하여 각종 재난에 대한 위험요소에 대하여 사전예방, 상황발생 시 신속한 대응, 피해복구 그리고 사후 분석 및 평가업무를 지원하는 것을 주목적으로 하고 있으나 산사태 위험성 분석에 필요한 기술적 정보나 자료제공은 다루지 않음.
- 한국지질자원연구원은 자연재해방재기술개발사업을 통하여 확률론적 산사태 예측기술과 산사태 예측도 작성기술 개발에 주력하고 있으며, GIS/RS 기법을 이용하여 산사태 발생위치를 탐지해 낼 수 있는 기술을 개발하고 있음.
- 한국건설기술연구원, 한국도로공사, 철도기술연구원, 임업연구원에서 국내 국도, 고속도로, 철도변 절개사면, 임도의 안정성 평가 및 보강 설계 작업을 각각 담당하고 있으나 관리체계의 효율적인 종합 · 유지관리가 어려움.
- 사면붕괴는 강우와 같은 외적인 조건 이외에도 지반특성과 지질특성에 따라 크게 영향을 받기 때문에 한국지질자원연구원은 “산사태발생 확률 예측시스템”을 개발하고 국내지질특성을 고려하여 산사태 예측모델을 개발하고 이를 이용하여 국내 주요지역을 대상으로 정량화 된 “산사태 발생가능성도”를 작성한 바 있음.
- 일본의 방재체계는 재해 예방, 응급대책, 복구 등 재해의 모든 국면에 따라 중앙정부와 지방공공단체 등의 권한과 책임이 명확히 정해져 있으며, 관과 민의 주체가 연계하여 대책을 강구하는 구조를 이루고 있음.
- 정부에서 주도하는 산사태와 도로사면 붕괴의 일환으로 일본 독립행정법인 토목연구소에서 민간기업과 연계하여 도로사면에 광섬유 센서를 설치하여 재해를 대비하는 연구를 수행. 도로사면의 붕괴를 효과적으로 감지하기 위해서 센서의 구조나 설

치법의 개발, 관리기준치, 감시계측시스템 운용방법의 구축 등에 대한 연구개발 실시.

- 홍콩 전역의 사면분포 현황 및 사면 정밀조사실시, 산사태 위험등급도 작성, 주요사면에 대한 산사태 상시감시 및 사후관리 뿐만 아니라 분기별 사면조사 보고서 작성 및 데이터 베이스 구축. 사면 계측분야의 연구는 자동계측시스템을 개발하여 운영 중이며, 사면의 원격 감시를 위한 자동계측시스템은 보통 전도형(tipping bucket type) 자동우량계를 기본으로 하여 진동현식 간극수압계(vibration wire piezometer) 또는 지중 경사계(in-place inclinometer) 등으로 구성되어 있음. 이들 센서는 하나의 데이터 로거(data logger)에 연결되어 자동계측 시스템에서 데이터를 회수하고 계측기를 원격 제어하며, 조기경보시스템의 운영에도 이용됨.
- 미국지질지사소에서는 활화산의 원격감시를 위해 개발한 실시간 자료수집 및 전송 시스템을 응용하여 대규모로 붕괴될 조짐이 있는 산사태의 활동상태를 계속 감시하기 위한 실시간 산사태 감시 시스템 개발
- 유럽에서는 산사태 발생에 대한 공간적이고 시간적인 자료를 데이터베이스로 구축하고 이를 이용하여 산사태 방지대책을 수립. 특히, 사면의 특성, 암석학 또는 지형학적인 요소 등과 같은 Factor Map과 강우강도와 같은 산사태 유발요소 등 다양한 산사태 자료의 조합으로 향후 산사태 발생 가능성의 신뢰성 평가를 통해 예측하는 시스템 개발에 연구가 활발히 진행.
- 홍콩은 좁은 면적에 절토사면이 집중해 있기 때문에 현지 지형, 지질 및 기후 여건상 빈번한 절토사면 붕괴로 막대한 피해가 빈번히 발생하므로 GEO(Geotechnical Engineering Office)를 중심으로 막대한 예산을 투자하여 사면의 안정성 평가, 안정화 공법 등의 관련기술을 체계적으로 발전·확립시키고 있음.

바. 문제점 제시

- 기존의 기술개발은 산간계곡 및 산지 인접부를 중심으로 마련되어 왔으나 토석류 유발지점과 도심지를 유기적으로 고려하여 도시개발계획, 토사재해 방어공법, 강우 특성등을 고려한 신개념 경고시스템 개발과 이를 합리적으로 적용할 수 있는 통합 관리 시스템 개발 필요.
- 국내의 토사재해 대책시설은 외국 기술 또는 몇몇 대책시설을 보편적으로 적용하는 경우가 많아서 국내 토사재해 발생 특성 및 유형에 적합한 맞춤형 대책공법이 필요.
- 도시기능을 신속히 회복하기 위한 체계적인 긴급 대응 및 복구사업의 관리가 요구.
- 도심지 홍수에 대한 내용이 많음. 그러나 각 위험요소별로 위험 대책을 마련하지 않아 자연재난이 발생할 경우 신속한 대응을 통해 2차 피해의 최소화가 어려운 실정임.
- 관련 부처마다의 관리체계 다원화로 인하여 효율적인 종합·유지관리가 어려움.

2. 특허동향분석

- 본 연구에서는 도시 방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리 시스템 기술에 관하여 인명 재산적 피해가 막대한 재난을 미연에 방지 및 사후에 극복하는 기술에 관한 것으로서, 특히 최근 우리나라의 이상기후로 인해 늘어난 강우량에 대한 도심에서의 대비책이 요구되고 있으나 정작 토석류 등에 관한 대책이 미미한 실정이기에 특허동향 분석을 통하여 국내기술력을 발굴할 필요성이 대두됨에 따라 특허분석을 실시함.
- 이를 통하여 국제 특허현황 및 국가별 기술경쟁력 등의 분석을 실시하고, 최근 부상기술 등을 도출하여, 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 함으로써, 중복연구를 방지하고, 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 특허정보를 제공하기 위함(특허청, 건설교통기술기획 사업 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 개발 과제, 특허기술동향조사 보고서).

가. 분석 범위

- 본 분석에서는 2012년 5월까지 출원공개 된 한국, 일본, 유럽 및 미국 공개특허와 ~ 2012년 5월까지 출원등록 된 미국등록특허를 분석 대상으로 함.

(1) 분석대상 특허 검색 DB 및 검색범위 한정

(가) 분석대상 특허

<표 01> 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	Thomsonin novation	~ 현재(검색일)	특허공개 및 등록 전체문서
	일본	Thomsonin novation		특허공개 및 등록 전체문서
	미국	Thomsonin novation		특허공개, 특허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
	유럽	Thomsonin novation		EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

※ 분석구간: 한국, 미국, 일본, 유럽 - 1990~2010(출원년도 기준)

(2) 분석대상 기술 및 검색식 도출

(가) 기술분류체계

- 본 분석에서는 과제의 RFP 제안서를 기초로 도시 방재형 토사재해에 관련된 기술들에 있어서 심층분석(정성분석)시의 기술 분야를 동일하게 적용함.

<표 02> 분석대상 기술분류

대분류	중분류	소분류
도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 개발 기획	도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술 개발	도시재해 경감을 위한 토석류 회피 기술
		도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술
	도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합 관리 시스템 구축	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템

(나) 기술분류기준

- 기술분류기준은 위에 작성된 기술분류체계의 가장 하위분류인 소분류의 기술범위를 한정함.

<표 03> 분석대상 기술분류기준

대분류	중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 개발 기획	도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술 개발	도시재해 경감을 위한 토석류 회피 기술	일반 야산 등이 아닌 도심에 위치한 토사재해 중에서도 토석류 회피 구조물에 관한 기술(구조물적 접근)
		도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술	일반 야산 등이 아닌 도심에 위치한 토석류로 인한 재해시 사방시설과 같은 구조적 대책 이외의 인명피해 억제와 신속한 복구를 목적으로 하는 비구조적인 대책(방법론적 접근)
	도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합 관리 시스템 구축	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템	토석류에 관한 사전 조사·점검·평가·대책의 유기적 의사결정 및 사전 감시시스템 및 토석류 사후 관리 및 예방시스템(시스템적 접근)

(다) 핵심키워드 도출

- 담당PD실에서 제공한 최초 도시형 토사재해 관련 기술분야의 기술분류 및 핵심키워드를 바탕으로 특허분석을 위한 1차 키워드를 도출하였으며, 추가적으로 해당 PD실 및 Working Group의 WG장 및 기술 자문위원들과의 기술미팅을 거쳐 2차 키워드를 도출하였음.

(라) 검색식 도출 과정

- 본 보고서에 사용된 검색식은 상기 방법을 통해 도출된 핵심키워드를 바탕으로 해당 기술분류를 포함할 수 있는 검색식을 작성하였으며, 담당PD의 검토를 반영하여 최종 검색식을 완성함.

(마) 검색식

- 기술분류체계에 따른 최종 검색식은 <표 4>와 같음.

<표 04> 기술분류체계에 따른 최종 검색식

대분류	중분류	소분류	검색식					
				KR	US	JP	EP	합계
도시 방재형 토사재해 회피 기술 및 통합 관리 시스템 개발 기획	도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술 개발	도시재해 경감을 위한 토석류 회피 기술	TAB=((city* or urban* or metropolis* or town* or megalopolis*) and (avalanche or land or earth or debris or mud or rock or retaining) and (flow or slid* or barrier or dam or wall)) AND AIOE=(e02*);	42	163	382	64	651
		도시 환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술	TAB=((city* or urban* or metropolis* or town* or megalopolis*) and (avalanche or land or earth or debris or mud or rock or retaining) and (flow or slid* or barrier or dam or wall));	23	80	28	6	137
	도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합 관리 시스템 구축	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템	TAB=((city* or urban* or metropolis* or town* or megalopolis*) and (earth or debris or mud or rock or retaining) and (flow or slid*) and (monitor* or alarm* or warn* or alert*));	42	111	11	54	218

(3) 유효특허 선별 기준 및 결과

(가) 유효특허 선별 기준

- 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 기술 Raw Data(표 5 참조)에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용함.
- RFP기술 내용을 바탕으로 도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술과 도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합 관리 시스템 구축으로 전체 2개 중분류로 나누었으며, 그중에서 도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술에서는 피해 발생 전의 피해예방기술과 피해 발생 후 복구 및 인명구출 등 사후적 수단의 기술 분류로 이원화하였음.

<표 05> 분석대상 기술분류

대분류	중분류	소분류	노이즈제거 및 유효특허추출기준
도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 개발 기획	도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술 개발	도시재해 경감을 위한 토석류 회피 기술	토석류 재해를 예방하기 위한 구조물에 관한 기술을 중심으로 유효특허로 선정함
		도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술	복구에 관련된 기술 및 인명구조방법 기타 방법론적 기술들을 유효특허로 선정하였으며, 특히 토석류 사후 피해에 대한 기술을 중점으로 유효특허로 추출함
	도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합 관리 시스템 구축	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템	토석류에 대한 사전감시 시스템 및 사전·사후 관리시스템에 관한 기술을 유효로 선정함

(가) 유효특허 선별 결과

<표 06> 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 기술의 유효특허 선별결과

소분류	유효데이터 건수				
	한국	미국	일본	유럽	계
도시재해 경감을 위한 토석류 회피 기술(AAA)	32	22	266	11	331
도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술(AAB)	2	14	14	1	31
도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템(ABA)	23	17	148	6	194

(4) 분석 방법

- 본 분석에서는 이동통신 기술분야의 특허기술 Landscape, 핵심기술 분석으로 나누어 분석함.

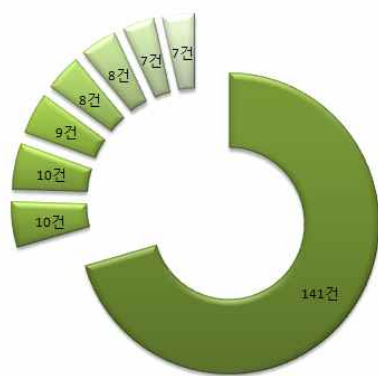
(가) 특허기술 Landscape

- 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국, 미국, 일본 및 유럽에서의 주요시장국 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계 분석을 통한 국가간 기술경쟁력 현황 분석 등을 통해 국가별 Landscape를 분석함.
- 또한, 상위 Top10의 다출원인 도출을 통하여 주요 경쟁자 현황 및 IP로 본 주요 시장을 분석하고, 주요 경쟁자들의 시장확보력 및 기술력, 주력기술분야에 대한 파악을 통하여 경쟁자 Landscape를 분석함.

(나) 세부기술 분석

- 핵심기술 분석에서는 세부기술별로 구간별 특허출원 동향, 주요시장국별 세부기술 동향, 다출원인의 특허동향 등을 분석하고, 이를 분석한 의미가 시장·환경 분석결과를 반영할 수 있도록 하여, 시장·환경과 특허와의 관계를 분석함.
- 또한, 출원증가율 분석, 유효특허를 구간별로 나누어 세부기술의 구간별 점유증가율 분석, 주요출원인의 구간별 점유증가율 및 구간별 외국인 출원증가율, 결론에서 요소기술 현황표를 제시하여 정량적인 특허현황을 한눈에 알아볼 수 있도록 정리함.

- Main IP 분류(1차)- 중분류/소분류



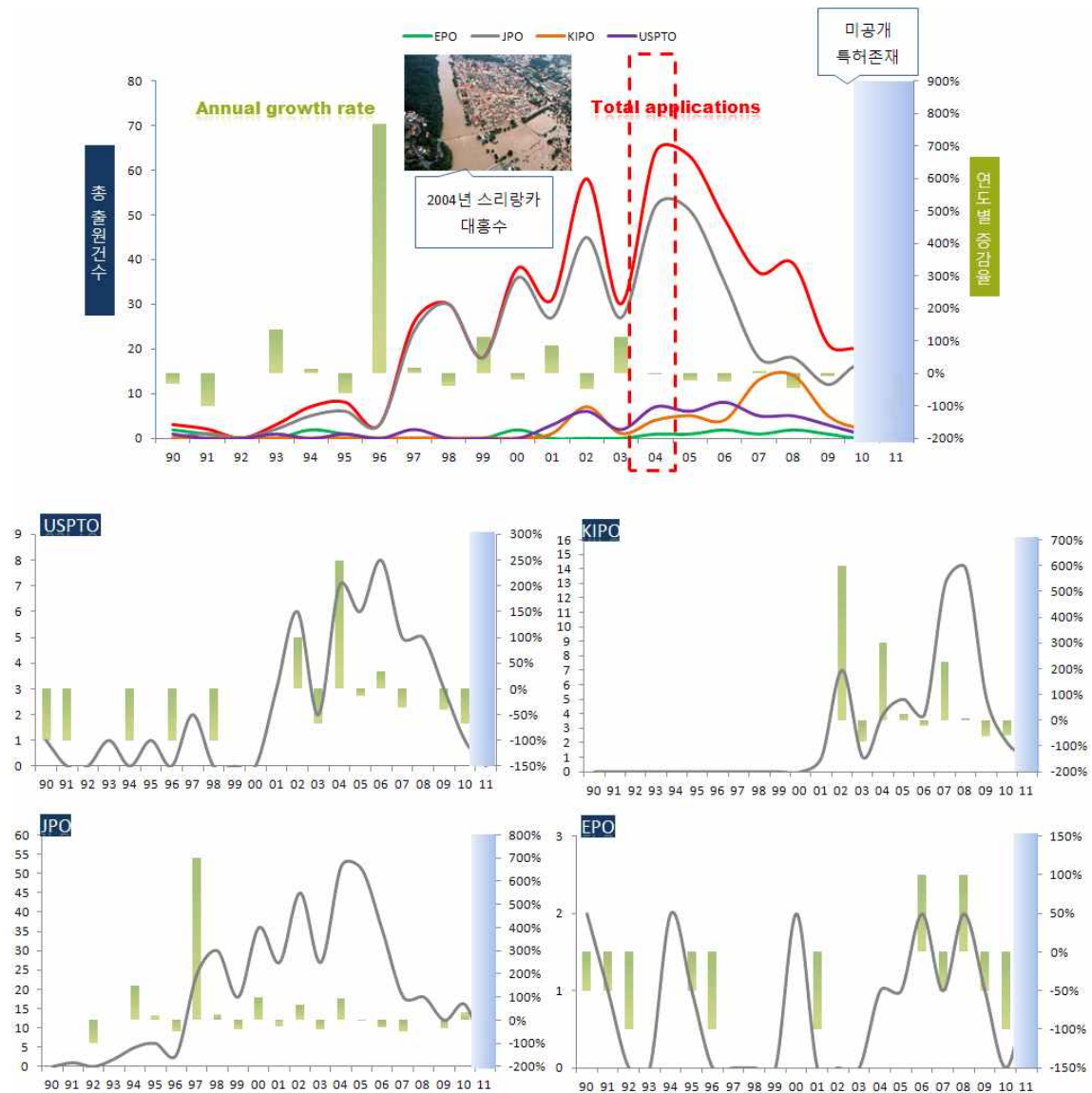
Main IPC	IPC 설명	건수
E02D	기초, 굴착, 축제	134
G08B	신호 또는 호출시스템	10
G01B	길이, 두께 또는 유사한 직선치 측정	10
G01S	무선에 의한 방위결정	9
G01D	특정변량을 위해 특별히 적용되지 않는 측정	8
E02B	수공	7
G01C	거리, 수평, 방위의 측정	7
기타		

- 본 과제에서 기초, 굴착, 축제 등과 관련된 IPC인 E02D* 가 압도적으로 검색되어 토석류 재해 방지 회피기술, 즉 구조물에 관한 특허가 다수인 것으로 분석되었음.

나. 국가별 Landscape

(1) 주요시장국 기술개발 활동현황

(가) 주요시장국 연도별 특허동향

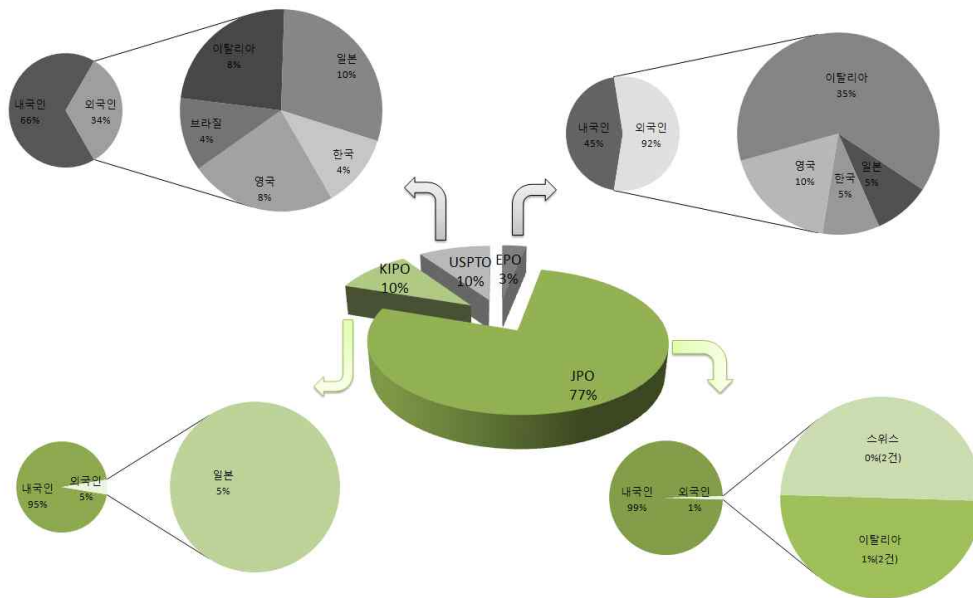


<그림 01> 전체 연도별 동향

- 도시형 토사재해 관련기술 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1990년도부터 1996년까지는 특허출원건수의 증가가 더디다 1996년 이후부터 1998년도까지 급증하였으며, 특히 1996년도에 접어들어 전체건수가 급증하는 등 연도별 증감율이 최고치를 기록하고 있는 것으로 보임.

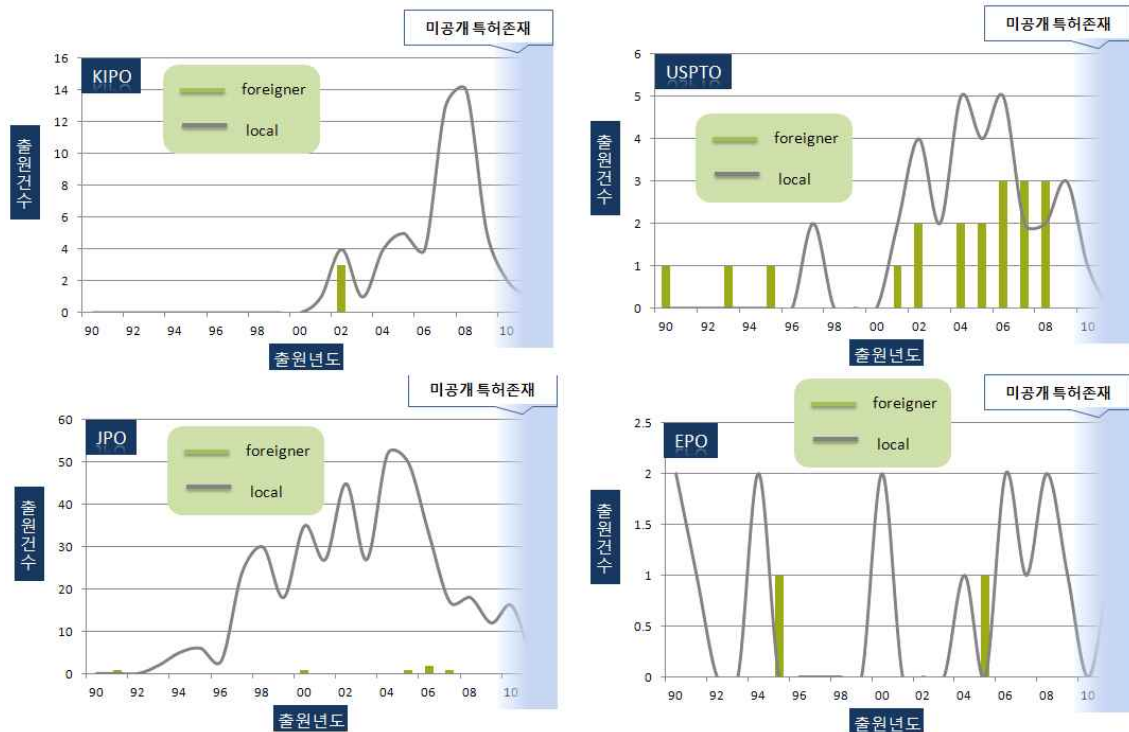
- 이는 2004년에 쓰나미 이후 최악의 자연재해로 꼽히는 스리랑카 홍수 사태와 같은 자연재해가 발생되어 60만명 이상의 이재민이 발생하고 4만 채 이상의 가옥이 토사재해 등으로 파괴되었기 때문에 각국에서 토사재해와 관련된 기술 개발에 노력을 기울인 것으로 분석됨.
- 1996년도 이후 2005년도까지는 증감을 반복하고 있으나 전체적으로 볼 때 출원건수는 증가하고 있는 추세로 나타나며 2005년을 정점으로 하여 2005년 이후에는 전체적으로 출원건수가 감소하는 추세를 보임.
- 한국의 경우에는 2008년도를 정점으로 현재 출원건수가 감소하는 추세인 것으로 나타나며, 이는 유럽, 미국도 마찬가지로 최근 들어서 출원건수가 둔화되고 있는 것으로 분석되었음.
- 각 국가별 연도별 동향을 살펴보면, 미국의 경우에는 1990년대에는 소폭의 증감을 보이다 2000년대 들어 출원건수가 급증하고 있는 것으로 나타나며, 특히 2004년도에 증감율이 최대치를 기록하고 있음.
- 한국의 경우 2000년도까지는 출원건수가 전무하다시피 하다 2000년도에 들어서 출원건이 급증하였으며, 특히 2007년도에 접어들면서 도시화에 따른 난개발 등으로 인한 토사재해 피해가 속출하면서 도심형 토사재해에 대한 대책이 시급한 화두로 등장하면서 도심형 토사재해에 관한 특허출원이 증가한 것으로 분석됨.
- 그러나, 한국은 2008년도를 정점으로 하여 최근에는 출원건수가 대폭 감소하고 있는 것으로 분석되었음.
- 일본의 경우 1996년도에 접어들어 출원건이 폭발적으로 급증하였으며, 1996년도 이후로도 계속하여 증감변동을 하다가 2005년을 정점으로 최근까지 다소 감소하는 추세를 보이나, 최근에는 다시 출원건이 증가하고 있는 것으로 나타남.
- 유럽의 경우 전체적인 출원건수가 타 국가들에 비하여 미미한 수준이며, 1990년대부터 현재에 이르기 까지 증감을 반복하고 있는 것으로 보이고, 특히 2006년과 2008년에 증감율이 플러스를 기록하였지만 최근에는 마이너스 증감율을 보임.

(나) 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황



<그림 02> 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

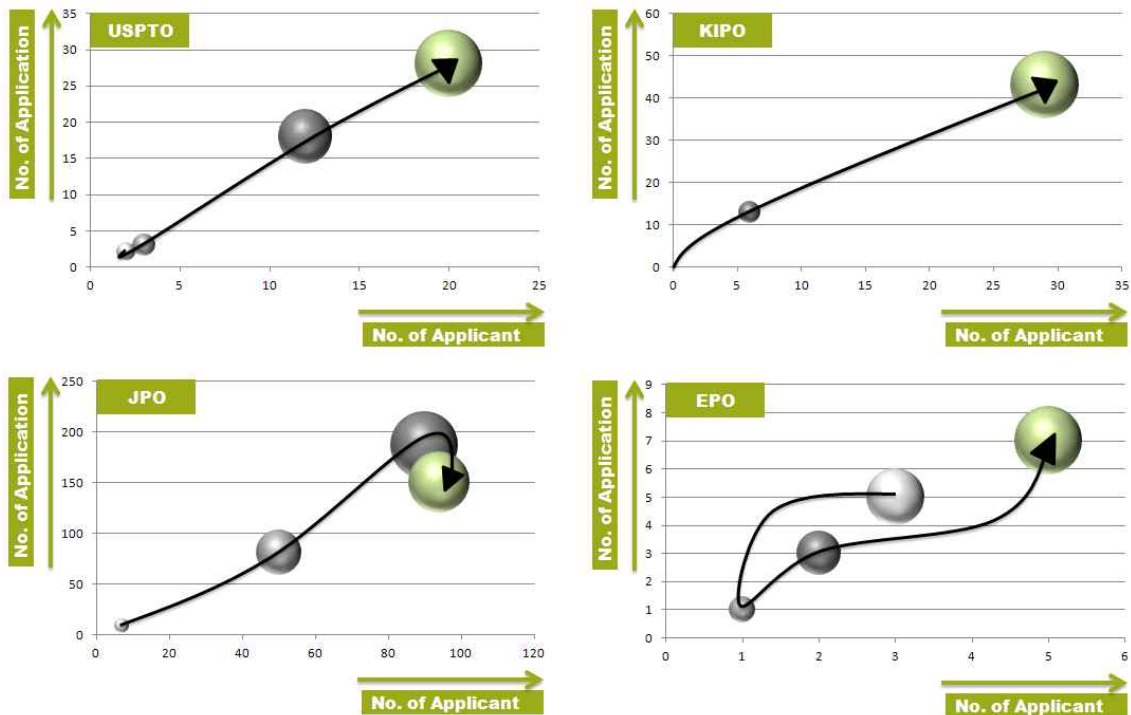
- 도심형 토사재해 관련기술 분야의 국가별/출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 일본이 전체의 77%를 차지하여 이 기술분야에서 압도적인 특허출원을 진행한 것으로 나타나며, 특히 일본의 경우 내국인의 출원비율이 지배적인 것으로 나타남.
- 한국의 경우 미국과 동일한 비율로 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 한국에서 외국인 출원은 대부분 일본인에 의하여 이루어지고 있는 것으로 나타남.
- 유럽의 경우 자국인 출원비율보다 외국인에 의한 출원비율이 더 많은 것으로 나타났으며, 그 중에서도 이탈리아인에 의한 출원이 지배적인 것으로 나타남.
- 미국의 경우 내국인 출원이 외국인 보다 다수였으며, 외국인 가운데에서는 일본인, 이탈리아인, 영국인 순으로 다수의 출원이 이루어지는 것으로 나타남.



<그림 03> 연도별 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

- 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 한국의 경우 외국인의 출원은 2002년도에 조금 이루어졌으며 대부분 내국인에 의한 출원이었고 특히 2006년부터 2008년에 이르는 동안 출원건이 급증하고 있음.
- 미국의 경우 전체적으로 볼 때 1990년부터 2008년까지 외국인에 의한 출원은 지속적으로 이루어지고 있는 것으로 보이며, 내국인의 출원은 2000년대에 접어들어 증가하기 시작하였음.
- 일본의 경우 외국인의 출원은 내국인 출원건수에 비하여 매우 미약하게 존재하며, 특히 내국인의 출원은 2004년에 최고치를 기록하고 있음.
- 유럽의 경우 내국인의 출원은 출원이 간헐적으로 증감하고 있으며 그 수도 미약한 것으로 나타나고 있음.
- 다만, 연도별 동향그래프에서 2010년 이후 출원이 감소하고 있는 것은 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상, 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않아 특허분석 데이터 상에 포함되지 않을 수 있음을 유의해야 함.

(2)기술시장 성장단계 파악



<그림 04> 한국/미국/일본/유럽 : '90-'94, '95-'99, '00-'04, '05-'10

- 본 그래프는 전 세계 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 도심형 토사재해 관련 기술분야를 전체 4구간, 즉 제1구간(1990년-1994년), 제2구간(1995년-1999년), 제3구간(2000년-2004년), 제4구간(2005년-2010년)으로 나누어 출원 건수와 출원인 수의 상관관계를 분석하였음.
- [KIPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 제1구간(1990년-1994년) 및 제2구간(1995년-1999년)에서는 출원건수가 존재하지 않다가, 제3구간(2000년-2004년)과 제4구간(2005년-2010년) 사이에 출원건수 및 출원인수가 동시에 증가하고 있는 발전기에

있는 것으로 나타남.

- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 제1구간(1990년-1994년), 제2구간(1995년-1999년), 제3구간(2000년-2004년), 제4구간(2005년-2010년)에 이르기까지 지속적으로 출원건수 및 출원인수가 동시에 증가하고 있는 것으로 나타나고 있어 한국과 마찬가지로 발전기에 있는 것으로 나타남.
- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 제1구간(1990년-1994년), 제2구간(1995년-1999년), 제3구간(2000년-2004년)까지는 출원건수 및 출원인수가 동시에 증가하는 발전기에 있었으나, 비교적 최근들어서 제4구간(2005년-2010년)으로 이어지는 구간에서 출원인수는 소폭 증가하였으나 출원건수는 다소 감소하는 정체기에 있는 것으로 나타남.
- [EPO] 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 기술위치는 제1구간(1990년-1994년)과 제2구간(1995년-1999년)사이에서는 출원건수 및 출원인수가 동시에 감소하는 쇠퇴기에 있다가 제3구간(2000년-2004년)으로 넘어오면서 오히려 출원건수 및 출원인수가 동시에 증가하는 발전기에 있으며, 특히 제4구간(2005년-2010년)으로 넘어오면서 발전기의 추세는 더욱 강화되고 있는 것으로 나타나고 있음.
- 종합하면, 일본을 제외한 미국, 한국, 유럽의 경우에는 최근 들어 도시방재형 토사재해 관련 기술분야에 관심이 급증하고 있는 것으로 분석될 수 있음.

다. 경쟁자 Landscape

출원인	분석항목	출원인 국적	주요 IP상장국(건수,%)				주요기술분야
			유럽 EP	일본 JP	한국 KR	미국 US	
KUBOTA CORP		일본	0 0%	18 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO		일본	0 0%	13 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO		일본	0 0%	11 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
JAPAN RADIO CO LTD		일본	0 0%	10 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
SEKISUI PLASTICS CO LTD		일본	0 0%	9 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
NEC CORP		미국	0 0%	4 50%	0 0%	4 50%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
KOREA INST CONSTR TECHNOLOGY		한국	0 0%	0 0%	7 100%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
SEKISUI PLASTICS CO LTD		일본	0 0%	10 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
MATSUKI Y		일본	0 0%	6 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
ZH SABO FRONTIER SEIBI SUISHIN KIKO		일본	0 0%	6 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
CHUDEN GIJUTSU CONSULTANT KK		일본	0 0%	5 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
DENKI KAGAKU KOGYO KK		일본	0 0%	5 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
OHBA YASHI GUMI KK		일본	0 0%	5 100%	0 0%	0 0%	도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD		한국	1 20%	0 0%	2 40%	2 40%	도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술
TOSHIBA KK		일본	0 0%	5 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
UNIV YAMAGUCHI		일본	0 0%	5 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
YOKOGAWA DENSHI KIKI KK		일본	0 0%	5 100%	0 0%	0 0%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
DAIICHI KOSHUHA KOGYO KK		일본	0 0%	4 100%	0 0%	0 0%	도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술
GMV AEROSPACE & DEFENCE SA		유럽	2 50%	0 0%	0 0%	2 50%	도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템
KAWASAKI STEEL CORP		일본	0 0%	4 100%	0 0%	0 0%	도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술

<표 07> 경쟁자 Landscape

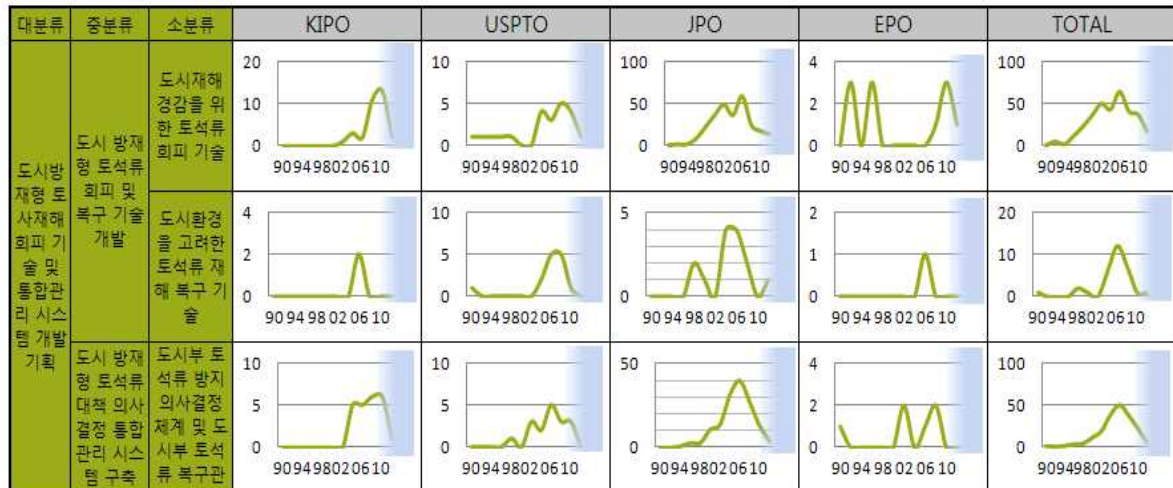
* 해당 출원인의 출원수 중 주요 출원국가의 출원비중 중 10% 이상인 국가(대분류 대상 상위 20개 출원인)

- 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 기술에 관한 특허동향에 있어서 주요출원인 TOP20를 살펴본 결과 대다수의 출원인이 일본 국적을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 특히 KUBOTA, DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO, ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO가 랭킹 1,2,3 위를 차지하는 것으로 타나났음.
- 일본의 기술력이 지배적으로 다수 포진되어 있으며, 그 중 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술, 즉 재해 방지 시설에 관련된 구조물에 관한 특허와, 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템, 즉 토석류 재해 예방을 위한 모니터링 기술과 재해 후 복구 및 관리 시스템에 관한 기술이 주류를 이루는 것으로 나타남.
- 주목할 것은 한국의 경우 삼성전기가 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구기술, 즉 비구조물에 의한 토석류 재해 사전 예방 또는 사후 재해시 인명 구출 등에 관한 특허출원으로 랭킹 20위권에 진입해 있다는 사실이며, 이는 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 기술에 관한 기술 선진국들의 동향과 차이 나는 부분임.

라. 특허동향으로 본 세부기술

(1) 세부기술별 출원증가율 및 점유율 분석

(가) 세부기술별 추세선을 통한 출원증가율 분석

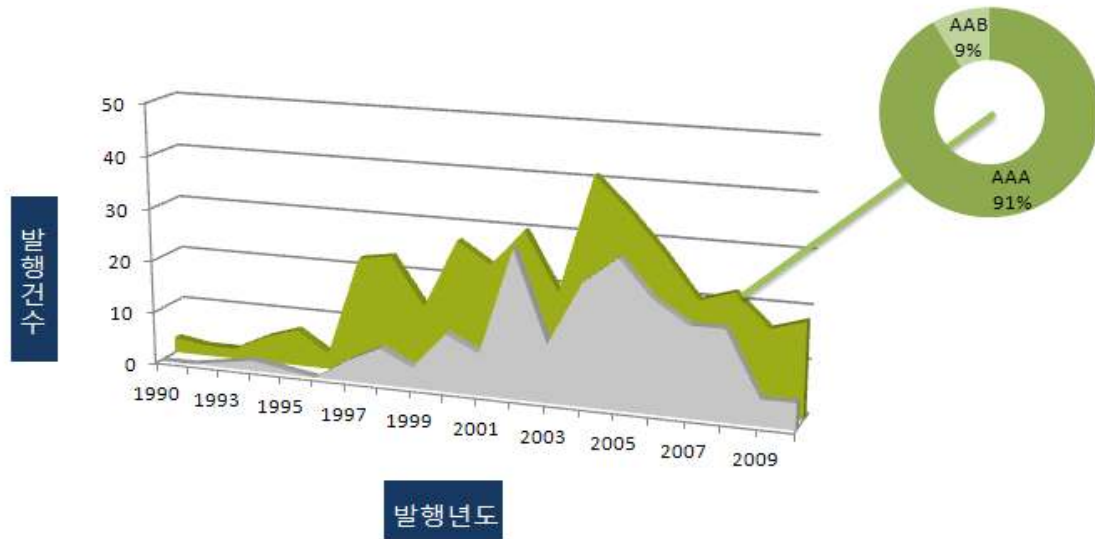


<그림 04> 세부기술별 추세선 분석

- 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 기술분야의 소분별/국가별 추세 분석에 따르면, 본 기술 분야는 최근 전체적으로 감소세에 있으나, 전체적으로 분석 초기구간에 비하여 최근 들어 특허건수가 증가된 것으로 나타남.
- 특히, 한국의 경우 도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술개발 분야에서도 도시 재해 경감을 위한 토석류 회피기술분야에서 최근 들어 출원이 급증한 것을 알 수 있어, 최근 국내에서 토석류 재해에 관심이 집중되고 있는 것으로 나타났음.
- 일본의 경우 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술 및 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구기술에 있어서 2006년 무렵에 가장 왕성한 특허활동이 이루어졌음을 알 수 있으며, 최근에는 다소 감소추세에 있음.
- 전체적으로 볼 때, 도시 재해경감을 위한 토석류 회피기술, 즉 토석류재해를 방지하는 시설구조물 기술이 최근까지 우세한 것으로 평가됨.

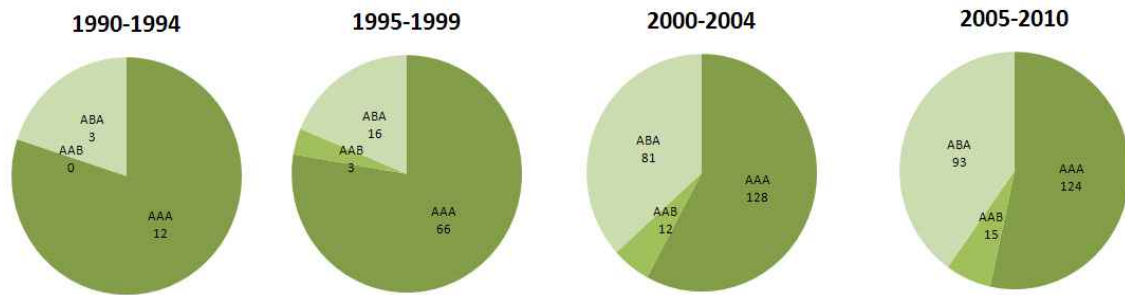
(나) 세부기술별 점유율 분석

- 아래의 그래프에서는 세부기술별로 연도 구간별 특허기술의 출원 경향을 알 수가 있다. 왼쪽의 그래프는 출원건수를 통한 절대치를 나타내며, 오른쪽 그래프는 세부기술에 대한 연도구간별 상대비교를 보여주고 있음



■ 도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합 관리 시스템 구축 ■ 도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술 개발

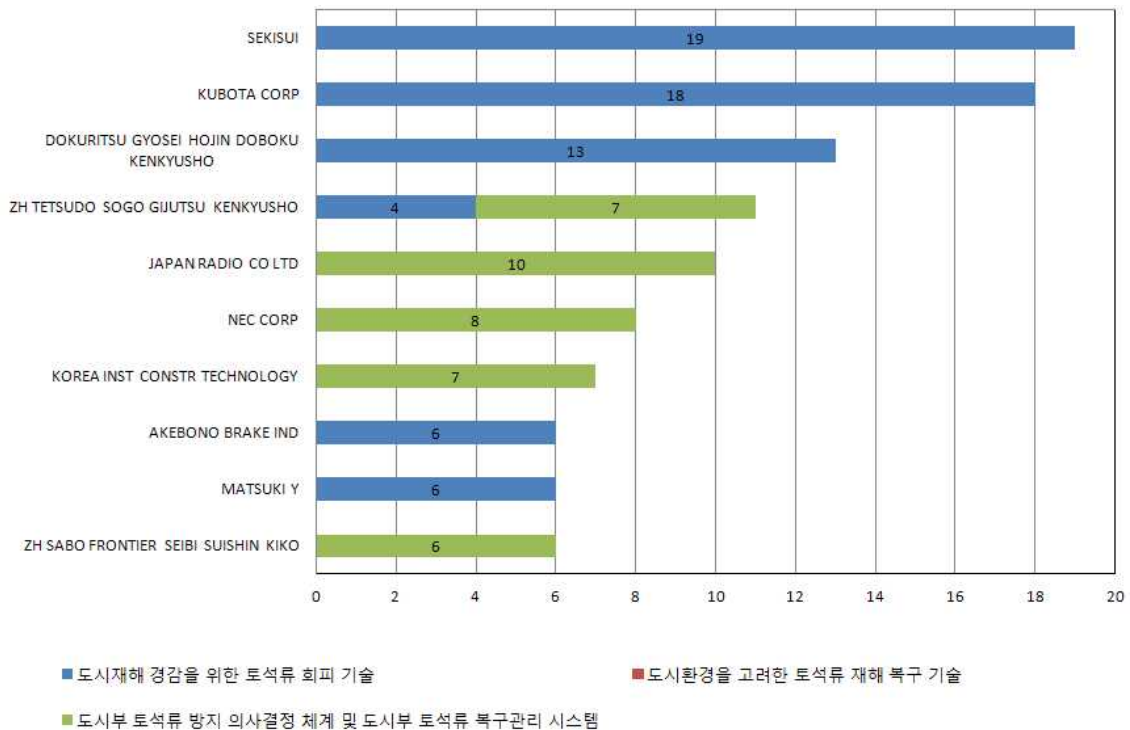
- 중분류를 기준으로 크게 도시방재형 토석류 회피 및 복구 기술개발과 도시 방재형 토석류 대책 의사결정 통합관리 시스템 구축으로 나뉘는데, 그 중에서도 도시 방재형 토석류 회피 및 복구 기술은 도시방재형 토석류 대책 의사결정 통합관리 시스템의 동향보다 전반적으로 왕성한 특허활동이 이루어진 기술분야로 평가됨.
- 특히, 도시방재형 토석류 회피 및 복구 기술은 2003년까지 증감을 반복하다 2005년도에 최고치를 보이며 2005년 이후 점차 감소하는 추세를 보였으며, 소분류로는 도시 재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)이 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구기술(AAB)보다 압도적으로 많은 출원이 이루어진 것으로 나타났다.



○ 특히, 1990년부터 최근인 2010년까지 4구간으로 나누어 각 기술들의 동향을 살펴본 결과, 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구기술(AAB)은 소폭의 증가추세를 보인 반면, 도시 재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)은 2000년도를 기준으로 출원건수가 약 2배 증가한 것으로 나타나 최근 토석류 재해와 관련하여 도시 재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 연구개발이 집중되고 있는 것으로 판단됨.

(2) 세부기술별 주요출원인 기술 개발 동향분석

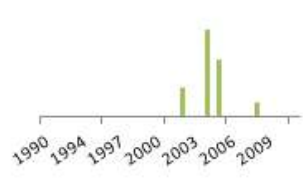
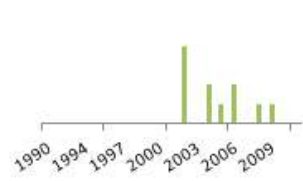
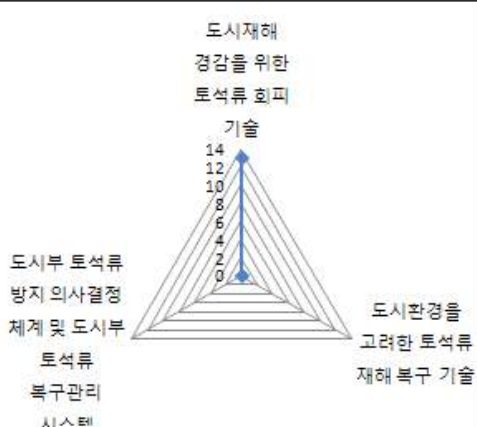
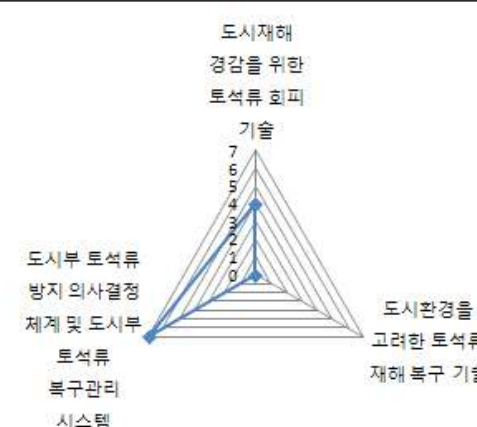
- 각각의 기술을 소분류로 할 때 해당 소분류별로 주요출원인이 다르며, 이들이 집중하고 있는 특허기술에 대해서 심층적으로 살펴보고자 한다. 아래의 예에서도 볼 수 있듯이 각각의 세부기술에는 해당하는 주요출원인이 다르게 나타난다. 또한 이들이 집중하고 있는 기술분야도 다양함을 알 수 있음



- 세부기술별 주요출원인 중 상위 10개 출원인을 분석한 결과 일본의 SEKISUI, KUBOTA, DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO, ZH TETSUGO SOGO GUUTSU KENKUSHO, JAPAN RADIO, NEC, KOREA INST CONSTR TECHNOLOGY, AKEBONO BRAKE, MATSUKI, 등이 꼽혔으며, 그 중에서도 가장 출원건이 많았던 출원인은 SEKISUI로 나타남.
- 특히 상위 출원인 톱3가 모두 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)분야에 올인하고 있는 것으로 나타난 점이 주목할 만함.
- 그 밖에 JAPAN RADIO, NEC, KOREA INST CONSTR TECHNOLOGY등은 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)에 집중하고 있는 것으로 나타났으며, 상위 출원인 톱10은 도시환경을 고려한 토석류 재해복구 기술에는 관심이 없는 것으로 나타났음.

(3) 세부기술별 주요출원인 포트폴리오

- DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO社は 일본 기업으로 도시 재해 경감을 위한 토석류 회피기술에 집중하고 있는 것으로 나타나며, 2000년대 중반에 왕성한 특허활동을 하였으며, 최근에는 다소 출원이 줄었음.

제조사	DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO	ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO
특징	 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술에 집중	 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템에 집중
출원동향		
특허포트폴리오 (요소기술)		

- ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO社は 일본 기업으로 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템에 기술력을 집중하고 있으며, 비교적 최근들어서인 2003년부터 출원을 하고 있으며, 최근까지 다소 주춤하나 계속적인 출원을 진행하고 있음.
- KUBOTA社は 일본기업으로 2000에 출원을 가장많이 하였으며, 주된 분야는 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술인 것으로 보이며, SEKISUI社は 일본기업으로 2000년대 중반에 출원이 집중되었으며 주된 관심분야는 도시재해 경감을 위한 토석류 회피 기술인 것으로 나타남.

(4) 시장별 세부기술 시장점유율 분석(CR4)

- 기술독점 현황분석을 위한 지수 중 하나인 집중률 지수(CRn)을 통해 상위 출원인 4개사의 시장점유율을 살펴봄.
- 이 분석 보고서에서는 특허점유율을 통해 주요 출원인의 특허점유율로써 집중률 지수를 산정하였음.

(가) 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
SEKISUI	19	32%		1
KUBOTA	18	30%		2
DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO	13	22%		3
ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO	4	7%	91%	4
JAPAN RADIO	0	0%		5
NEC	0	0%		6
KOREA INST CONSTR TEHCNOLOGY	0	0%		7
AKEBONO BRAKE	6	10%		8
합계	60	100%	CR4=91	

- SEKISUI社, KUBOTA社가 각각 최상위 출원인의 32%, 30%의 점유율을 차지한 것으로 나타났으며, CR4=91로 나타나 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)분야에서는 SEKISUI社, KUBOTA社에 의한 기술개발 독과점이 이루어지고 있는 것으로 판단됨.

(나) 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구기술부기술

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
MAOKA SEKKEI	5	29%		1
ASKILDSEN A	2	12%		2
BEACH ME	2	12%		3
DONNANGELO	2	12%	65%	4
FUTAMURA	2	12%		5
OSAKA	2	12%		6
AT&T	1	6%		7
PADEN	1	6%		8
합계	17	0%	CR4=65	

○ 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구기술(AAB)에 있어서 상위8개 출원인을 분석한 결과, MAOKA SEKKEI社가 그들 중 점유율29%로 선두였고, 그 뒤로 ASKILDSEN社, BEACH ME社, DONNANGELO社 등이 있었으며, 최상위4개사의 점유율 즉, CR4=65로 나타남.

(다) 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술

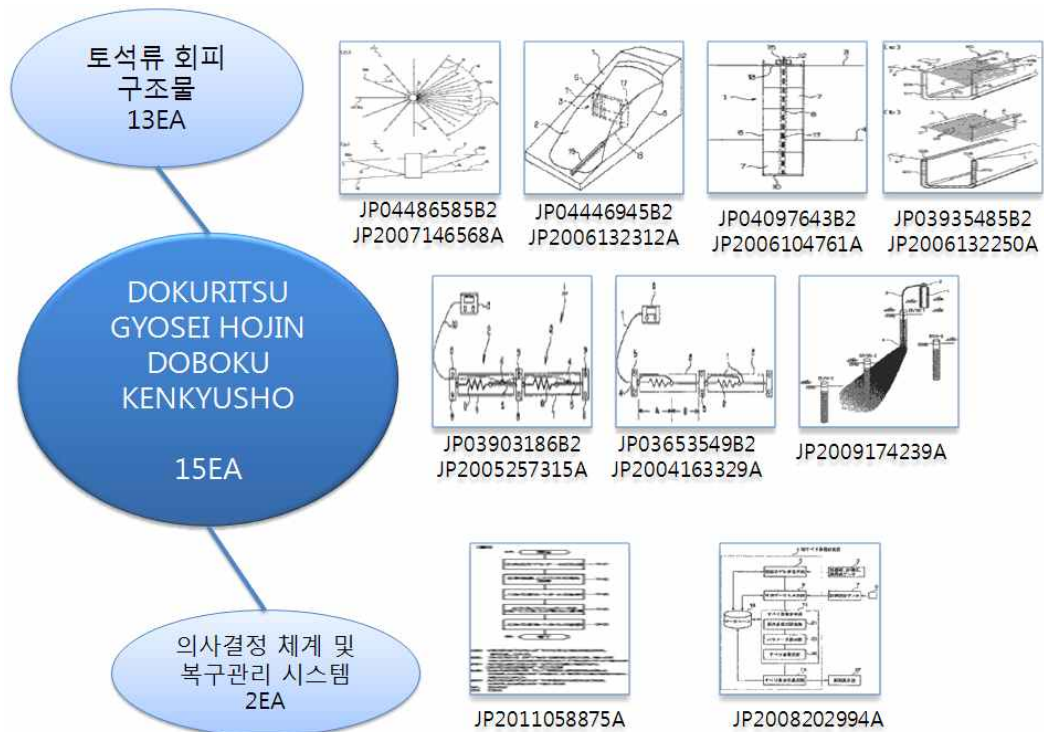
출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
JAPAN RADIO	10	20%		1
NEC	8	16%		2
KOREA INST CONSTR TEHCNOLOGY	7	14%		3
ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO	7	14%	64%	4
ZH SABO FRONTEER	6	12%		5
TOSHIBA	5	10%		6
SNUDEN GIJUISU	4	8%		7
GMV	4	8%		8
합계	51	100%	CR4=64	

- 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)분야에서의 상위 출원인은 JAPAN RADIO社, NEC社가 각각 그들 중 20%, 16%의 점유율을 나타냈고, CR4=64로 나타났음.
- 세부기술별 기술독점 현황을 분석한 결과 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술분야를 제외한 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구기술분야 및 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술분야는 특정 소수기업에 의한 기술개발 독과점에 진입하지 아니한 것으로 나타남.

마. 주요 출원인별 IP History 분석

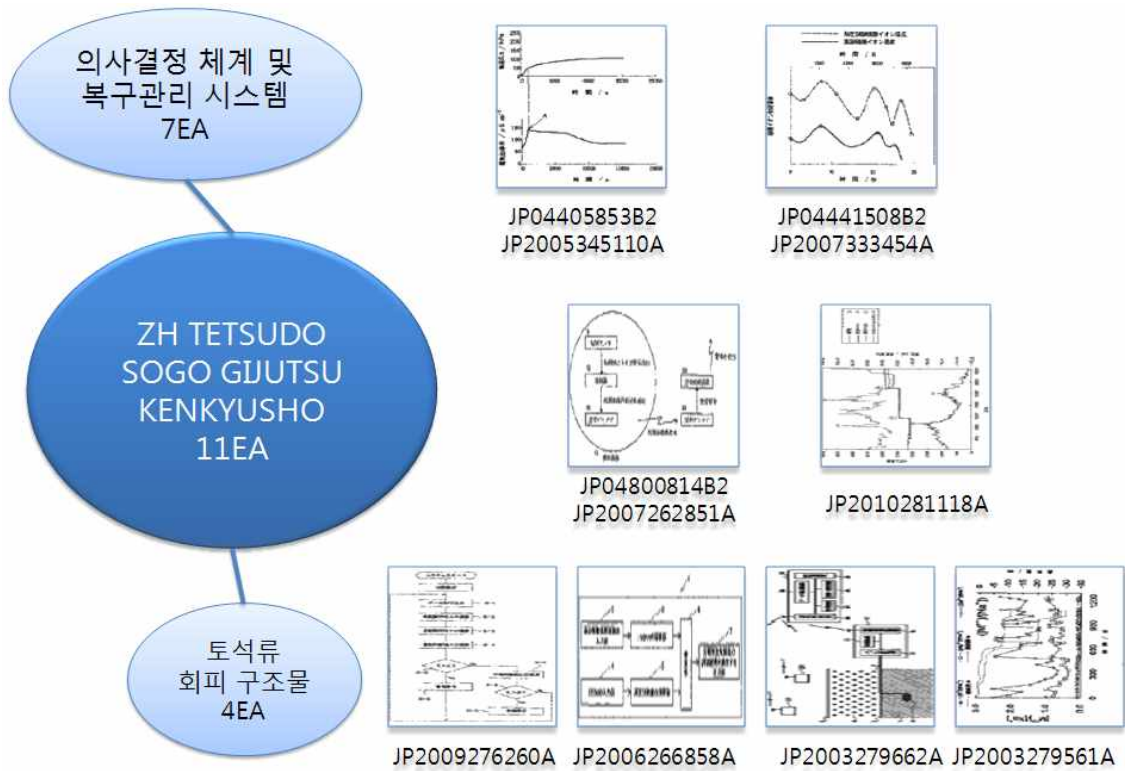
(1) Key Player의 IP History

(가) DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO



○부상하고 있는 KEY PLAYER인 DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO社は 주로 토석류 회피구조물 즉, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 다수의 출원을 한 것으로 나타나며, 2000년 이후인 최근에는 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)분야에도 기술력을 전향하고 있는 것으로 나타남.

(나) ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO

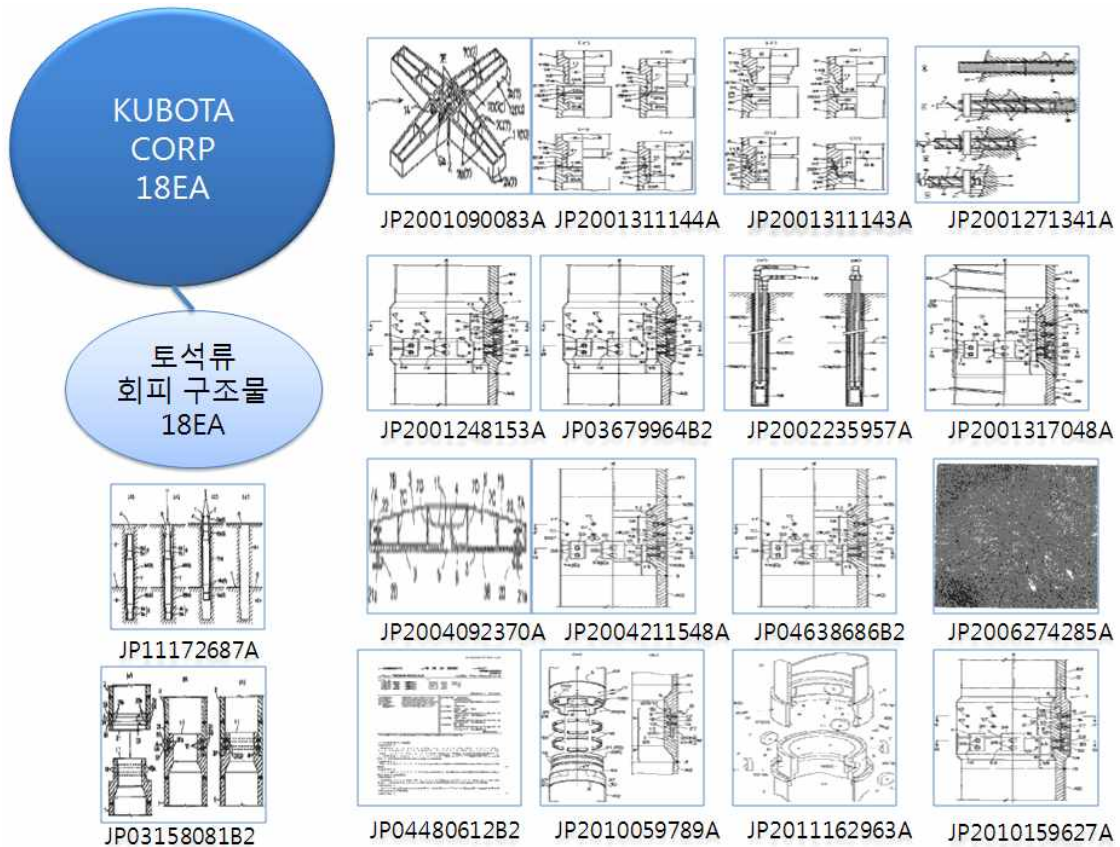


- 부상하고 있는 KEY PLAYER인 ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO社 역시 주로 토석류 회피구조물 즉, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 다수의 출원을 한 것으로 나타나며, 2000년 이후인 최근에는 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)분야에도 기술력을 전향하고 있는 것으로 나타남.



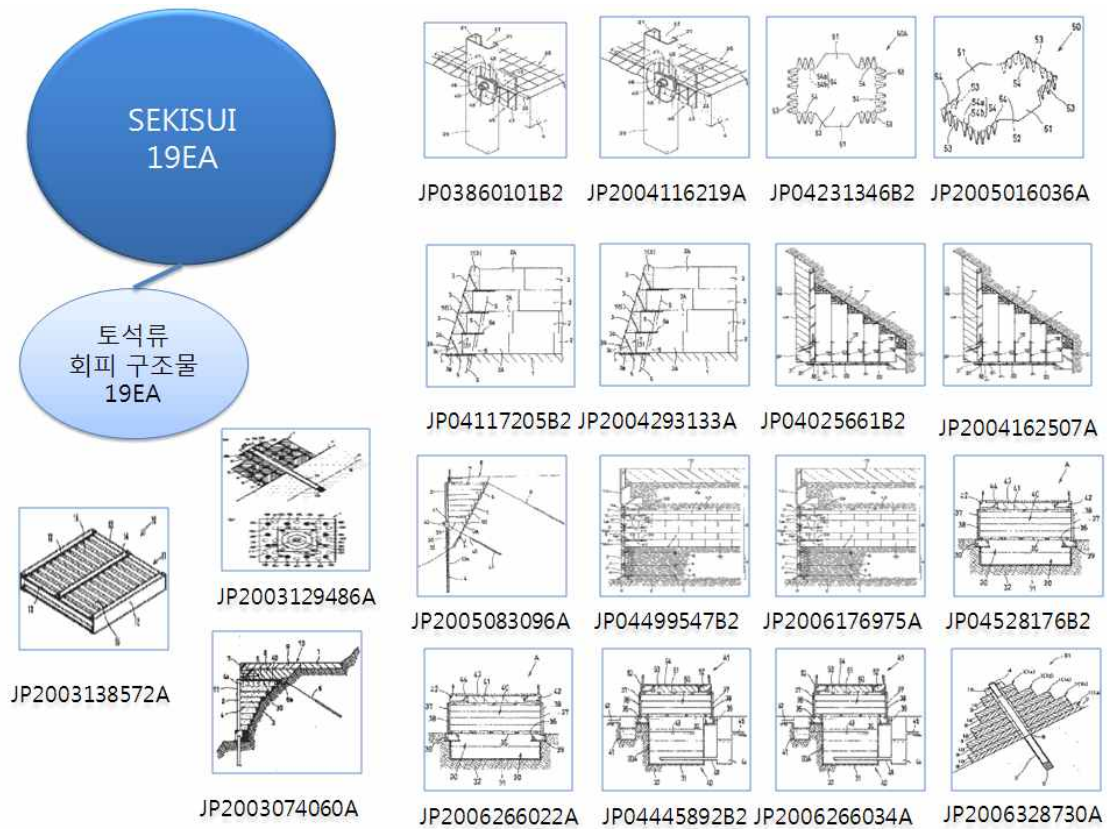
- KEY PLAYER인 DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO社, ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO社는 과거에는 주로 토석류 회피구조물 즉, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 다수의 출원을 한 것으로 나타나며, 2000년 이후인 최근에는 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)분야에도 기술력을 전향하고 있는 것으로 나타남.

(다) KUBOTA CORP

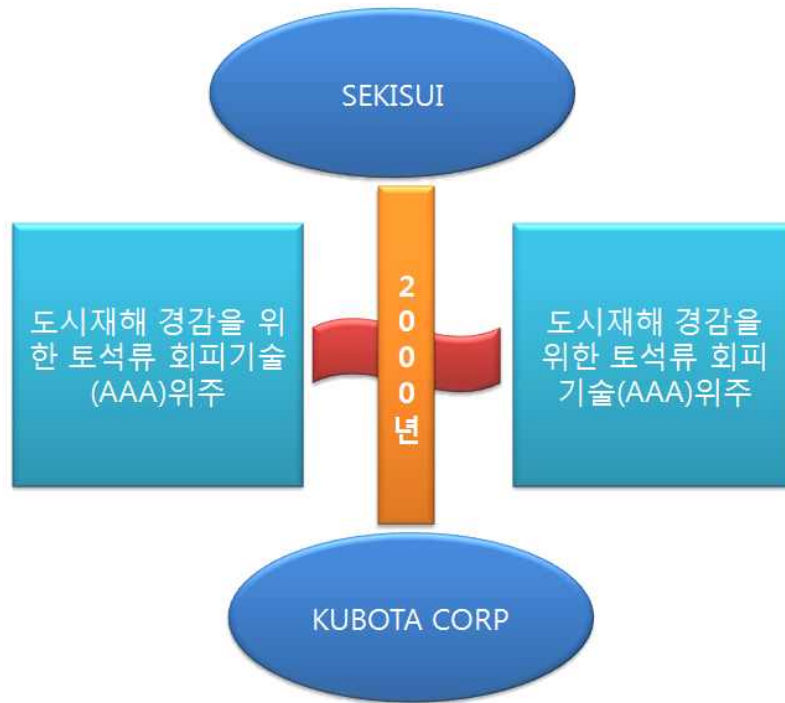


- SEKISUI社は 과거부터 현재까지 지속적으로 주로 토석류 회피구조물 즉, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 집중하고 있는 것으로 나타나는 바, 이는 KEY PLAYER의 토석류 재해에 관한 기술적 포커스는 아직까지는 토석류 회피구조물에 있는 것으로 판단됨.

(라) SEKISUI



- 본 과제외의 최다 출원인인 SEKISUI社는 과거부터 현재까지 지속적으로 주로 토석류 회피구조물 즉, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 집중하고 있는 것으로 나타나는 바, 이는 KEY PLAYER의 토석류 재해에 관한 기술적 포커스는 아직까지는 토석류 회피구조물에 있는 것으로 판단됨.



- 한편, 본 과제의 최대 출원인인 SEKISUI社를 비롯한 KUBOTA社 는 2000년을 전후로 꾸준히 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술에 매진하고 있어 기술개발의 다양화를 꾀하지 않는 것으로 나타남.

바. 세부기술(소분류) 현황분석결과

(1) 특허기술 Landscape 현황 정리표

대분류	중분류	소분류	IP시장성 (구간별 외국인 출원 증가율)	출원증가율 및 점유율	상위출원인 동향	시사점
A	AA	AAA	신흥시장국에서 외국인의 출원증가율이 높으므로 주요시장국에서 신흥시장국으로 진출의지가 높아지고 있는 것으로 보임	출원증가율이 증가하고 있으며, 점유율 변화도 정체 또는 다소 증가상태임	1출원인:KUBOTA 2출원인:DOKURITSU GYOSEI HOJIN D O B O K U KENKYUSHO 3출원인:SEKISUI 제1,2,3출원인 최근 점유증가율이 상승함	주요출원인이 시장을 독과점하여 주도하는 가운데 신흥시장국에 대한 외국인 출원 보다는 자국 출원이 큰 비중을 차지하고 있어 자국 기술력 보강 노력에 힘쓰고 있는 것으로 평가됨
		AAB	주요시장국에 대한 외국인의 출원증가율이 높아 시장에 대한 진출의지가 높은 것으로 볼 수 있음	출원증가율이 정체되고 있으며, 점유율도 감소되고 있음	1출원인:삼성전자 2출원인:MAOKA SEKKEI 3출원인:BEACH MAOKA만 최근 점유증가율이 상승함	최근 국내 주요출원인에 의해 기술개발이 활발히 이루어지고 있으며, 해외진출을 모색하고 있음
	AB	ABA	자국 위주의 특허활동이 우세한 점으로 비추어 해외시장 진출의지는 낮은 것으로 평가됨	출원증가율은 정체되고 있으며, 점유율이 다소 증가하고 있어 관심이 높아지는 기술로 판단	1출원인:JAPAN RADIO 2출원인:NEC 3출원인:Z H TETSUDO SOGO G I J U T S U KENKYUSHO 3출원인:KOREA INST JAPAN RADIO소폭 점유율 증가	점유율이 낮은 가운데, TOP PLAYER관심이 점차 확대되고 있는 분위기 속에서 관심 기술로 주목받고 있고 있기 때문에 서둘러 해외시장 선점을 위한 적극적 권리와 연구개발 투자가 필요함

사. 기술 개발분야의 R&D현황분석

(2) R&D 현황정리표

핵심기술 1		
기술개발 goal	최근 국내에서 발생하였던 우면산 사태와 같이 도심의 특성상 도심에서 발생할 수 있는 토석류 재해에 대한 사전 예방이 필수적 과제이며 이를 달성하기 위한 제반적인 정보시스템, 배수시스템, 차단시설 등에 관한 연구가 수행되어야 함	
국내 / 외 경쟁력	국내현황	삼성전자 KR 663,530
	국외현황	SEKISUI JP2006328730A
대응방향	○ 토석류에 관한 사전 감시시스템은 그 자체만의 선행 특허가 많지 않고, 그 대상 분야 영역 또한 넓지 않다고 사료되므로 실제 기술 구현 및 국산화 과정 등에서 개량 특허가 유도 및 확보될 가능성이 충분하다고 사료됨 ○ 그러나, 일본의 KEY PLAYER들인 DOKURITSU GYOSEI HOJIN DOBOKU KENKYUSHO社나 ZH TETSUDO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO社가 최근 토석류에 관한 사전 감시시스템에 관심을 갖는 만큼 이들의 장벽/기술경쟁력 분석을 통해 세부기술별 특허적 접근이 필요할 것으로 판단됨	

아. 특허기술 Landscape 종합 검토의견

- 도시 방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리 시스템 기술에서 점유율이 높은 분야는 KEY PLAYER가 집중하고 있는 분야인 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)이었으며, 주요국인 일본에서의 자국내 기술개발이 이루어져 신흥 시장국으로의 파급은 더딘 것으로 나타남
- 현재까지 주된 기술개발 트렌드는 크게 KEY PLAYER가 집중하고 있는 분야인 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)과 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)로 집약될 수 있었으며, 특히 최근에 들어서 KEY PLAYER중에서는 후자, 즉 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술(ABA)로 기술개발 방향을 선회하는 기업도 있었던 점은 국내의 기술개발 방향성에 영향을 줄 수 있는 부분이라 사료됨
- 특히, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술(AAA)에 있어서는 일본의 주요 PLAYER들에 의한 특허장벽이 높을 것으로 판단됨

3. 논문동향분석

- 본 연구에서는 “토사재해 방지 조사 및 예방 체계”, “토사재해 사후 관리 및 기술지원 체계” 관련한 논문동향을 Land Mark를 이용하여 분석하였음.
- 논문동향을 분석하기 위한 기술·지역·정책 분야로 구분하여 선정하고 연구목적에 맞는 검색어 조합을 통해 결과를 도출하였음.



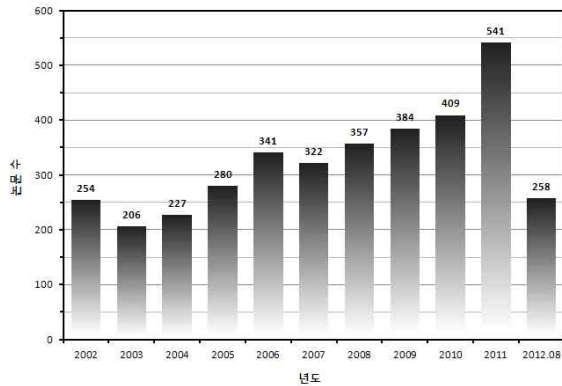
[그림] 분야별 검색어 조합

가. Disaster or Landslide or Debris flow & City 결과 (2012년 8월 기준)

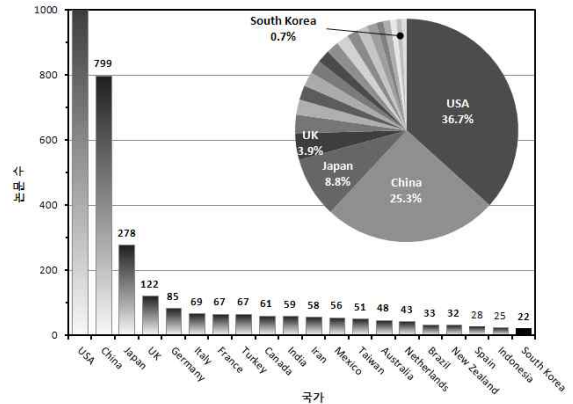
(1) 연도, 국가별 논문동향

(가) 연도, 국가별 논문빈도

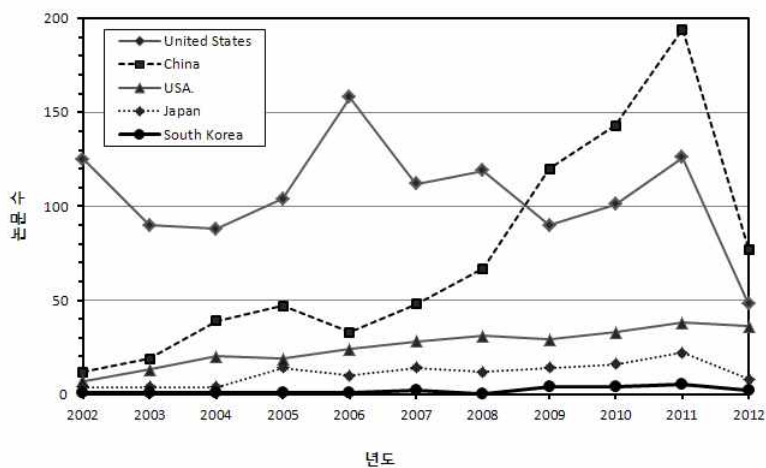
- 도시내에서 발생할 수 있는 재해, 산사태, 토석류를 대상으로 논문을 검색한 결과 2002년부터 2012년까지 논문의 빈도수가 증가. 특히 최근 들어서도 논문의 빈도수가 급증하고 있는 추세이며, 2011년 541건으로 최고치를 기록.
- 국가별 논문은 빈도수 상위 20개 국가를 추출하여 동향을 살펴보면 미국이 1,062건으로 조사된 논문의 36.7%, 중국이 799건으로 논문의 25.3%를 차지. 그 외 일본이 278건, 영국이 122건으로 그 뒤를 따랐으며, 한국은 22건으로 상대적으로 저조하게 연구논문 동향이 분석.



[그림] 연도별 논문빈도



[그림] 국가별 논문빈도

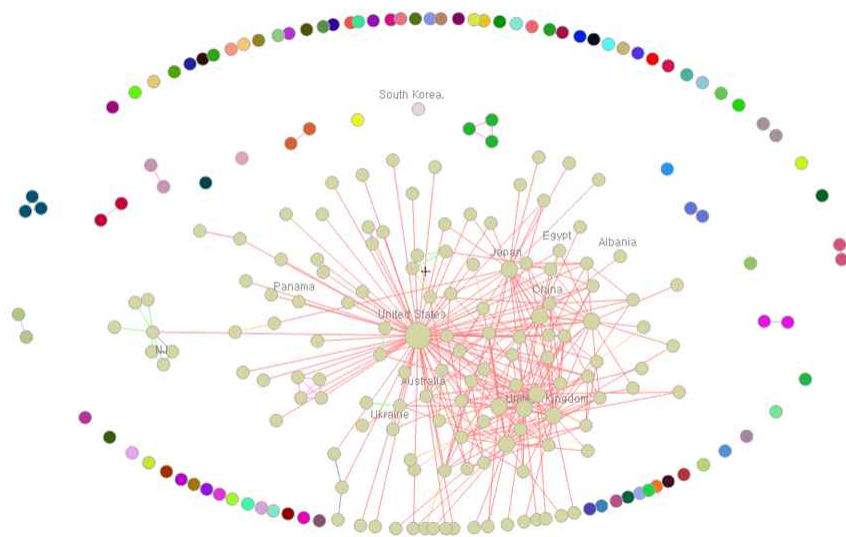


[그림] 연도별 국가 논문빈도

○ 연도별 국가 논문 현황을 나타낸 그래프 논문 빈도수 상위 4개 국가와 한국의 논문 현황을 나타냄. 그림을 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 미국은 2006년 이후 논문 빈도가 점차 감소하는 추세에 있으며, 중국은 2006년 이후 논문의 빈도가 점차 증가. 한국은 2005년 1건, 2007년 5건 이후로 매년 1~5건을 기록.

(나) 국가별 공동 연구

○ 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있음. 그 밖에 중국, 일본, 영국, 프랑스, 덴마크, 캐나다, 독일, 터키 등이 주변국가와 활발한 교류가 이루어지며, 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났음. 반면에 한국은 미국, 일본과 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 타 국가와의 공동연구 및 연관도가 낮은 것으로 나타났음.

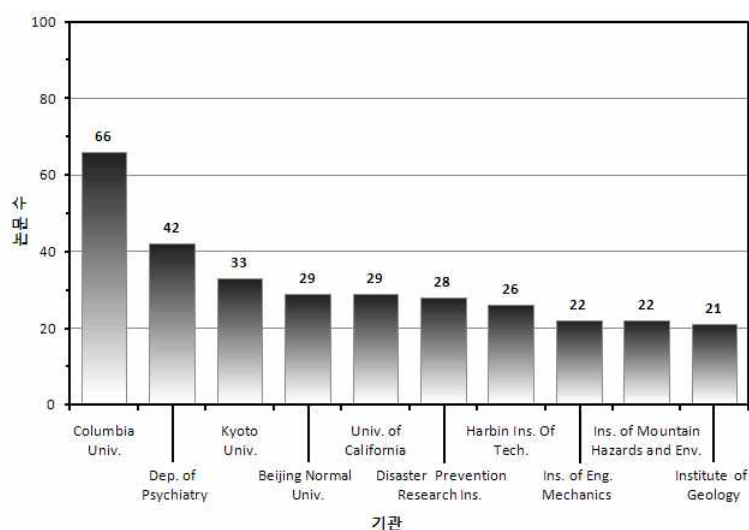


[그림] 국가별 공동 연구 및 연관성

(2) 기관별 논문 동향(2012년 5월 기준)

(가) 기관별 논문 빈도

○ 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 Columbia University, University of California에서 높은 논문 빈도수를 나타내고 있으며, 일본의 Kyoto University는 3위의 높은 논문 빈도수를 보이고 있음. 그 밖에 중국은 Beijing Normal University, Harbin Institute of Technology, Institute of Geology가 논문건수 중위를 차지하고 있음.



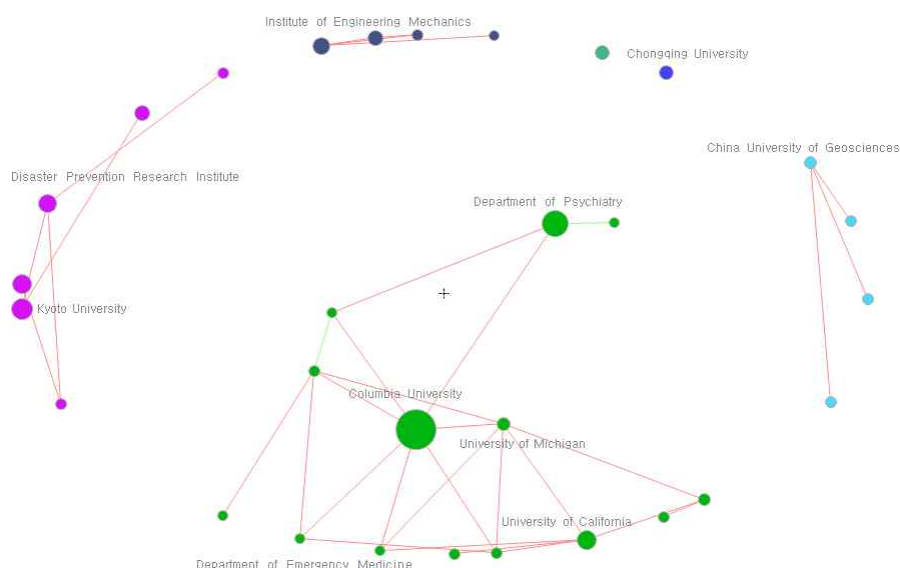
[그림] 기관별 논문빈도

[년도, 기관별 논문 건수]

기 관	년도별 논문수											합계
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Columbia University	5	5	8	6	10	7	6	0	4	14	1	66
Department of Psychiatry	8	4	1	3	15	1	3	1	0	6	0	42
Kyoto University	0	5	1	2	2	2	4	4	8	1	4	33
Beijing Normal University	0	1	3	2	0	2	8	2	4	4	3	29
University of California	1	2	0	4	5	4	6	2	1	1	3	29
Disaster Prevention Research Ins.	0	1	0	2	2	7	4	3	3	0	6	28
Harbin Ins. of Technology	0	1	2	0	0	4	0	8	1	7	3	26
Ins. of Engineering Mechanics	1	3	2	2	4	2	2	1	3	1	1	22
Ins. of Mountain Hazards and Environment	0	0	0	0	0	1	0	6	3	4	8	22
Ins. of Geology	2	0	1	2	0	4	2	3	1	5	1	21

(나) 기관별 공동 연구

- 기관별 공동 연구는 논문 빈도수 상위 30개 기관을 바탕으로 분석하였으며, 미국은 Columbia University, University of California를 중심으로 국내 기관 및 대학과의 공동연구를 수행하며 연관성이 있는 것으로 나타났음. 중국은 Institute of Geology, Harbin Institute of Technology, Beijing Normal University 등이 공동연구를 하며 연관성을 가지는 것으로 나타났고, 국내 기관과의 연관성은 확인되지 않았음.



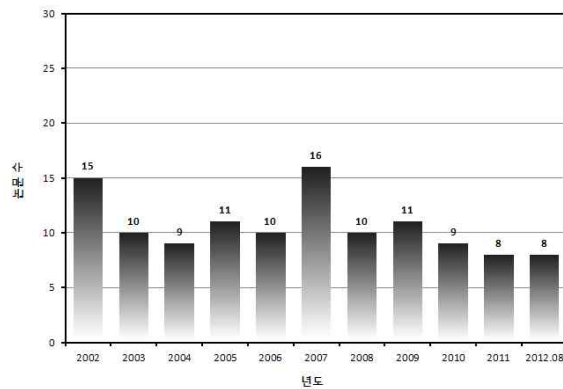
[그림] 기관별 공동 연구 및 연관성

나. Disaster or Landslide or Debris flow & City & Policy 결과 (2012년 8월 기준)

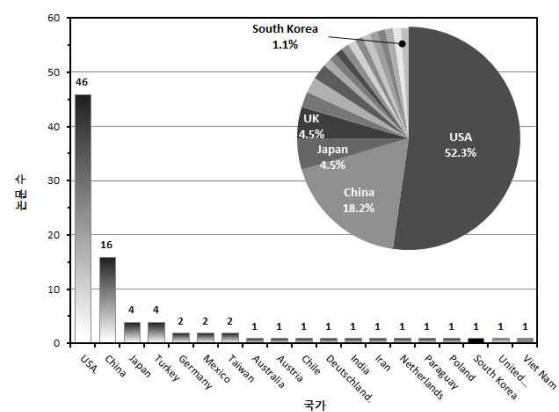
(1) 연도, 국가별 논문동향

(가) 연도, 국가별 논문빈도

- 도시내에서 발생할 수 있는 재해, 산사태, 토석류 정책에 대한 논문을 2002년부터 2012년까지 논문을 검색하였으며, 전반적으로 10건 저조한 논문빈도로 조사. 2002년 15건, 2007년 16건으로 평년과 비교해서 논문의 빈도수가 다소 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 2007년 이후 현재까지 꾸준히 감소하는 경향을 나타내는 것으로 확인되었음.

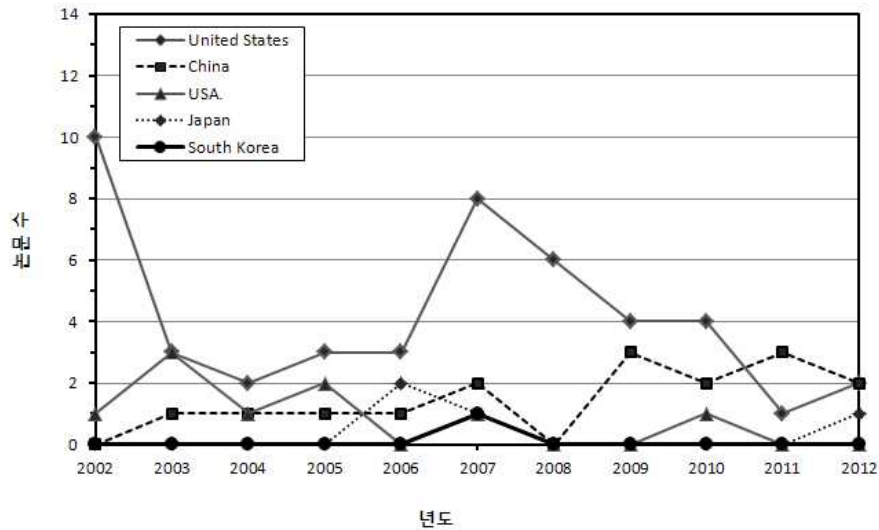


[그림] 연도별 논문빈도



[그림] 국가별 논문빈도

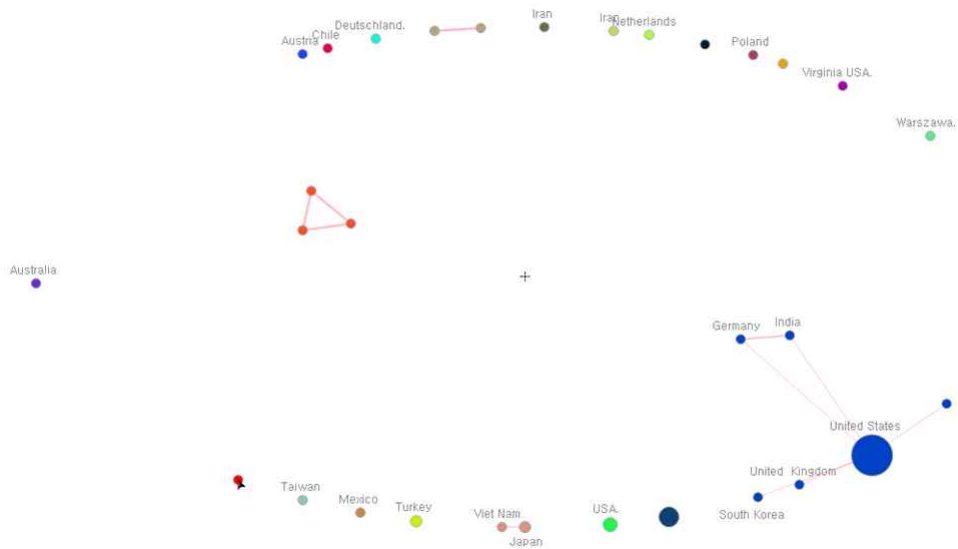
- 국가별 논문 빈도 상위 20개 국가를 추출하여 동향을 살펴보면 미국이 46건으로 조사된 논문의 52.3%를 차지하고 있으며, 중국이 16건으로 18.2% 큰 차이를 보이고 있다. 그 외 일본 4건, 터키 4건으로 나타났으며, 한국은 1건으로 18위에 해당하는 것으로 확인되었음.
- 연도별 국가 논문 빈도로 부터 논문 빈도수 상위 4개 국가와 한국의 논문 현황을 나타냄. 그림을 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 국가는 미국으로 나타났으며, 2007년 이후로 감소하는 추세를 보이고 있다.



[그림] 연도별 국가 논문빈도

(나) 국가별 공동 연구

○ 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국, 중국, 영국, 일본을 중심으로 주변 국가와 공동연구가 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 한국의 경우 미국과의 연관성을 나타내고 있으나, 주변 국가들에 비해 아직 미흡한 것으로 나타났다.



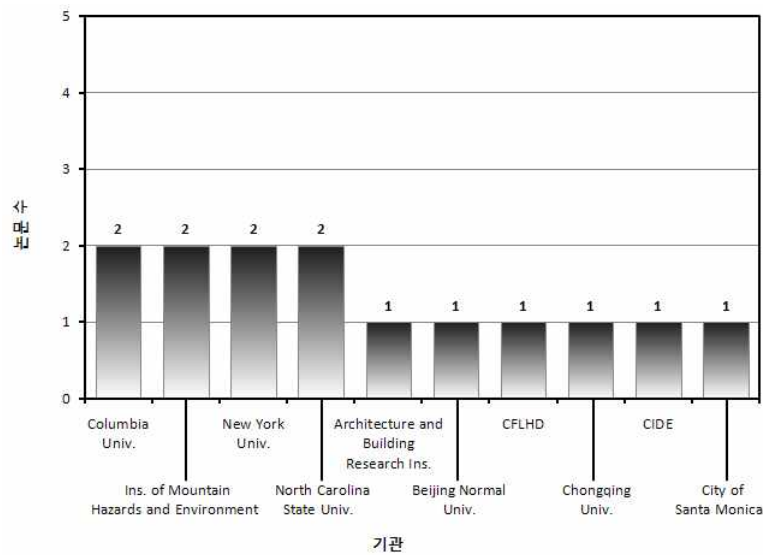
[그림] 국가별 공동 연구 및 연관성

(2) 기관별 논문 동향(2012년 5월 기준)

(가) 기관별 논문 빈도

○ 논문 빈도 상위 10개 기관을 살펴보면 전반적으로 연구논문의 빈도수는 높지 않은 것으로 나타나며, 미국은 Columbia University, NewYork University, North

Corolina state University에서 논문 수는 적지만 꾸준한 연구가 진행되는 것으로 판단. 중국은 Beijing Normal University, Chongqing University가 아시아권 국가로는 유일하게 관련 연구가 진행되는 것으로 판단됨.



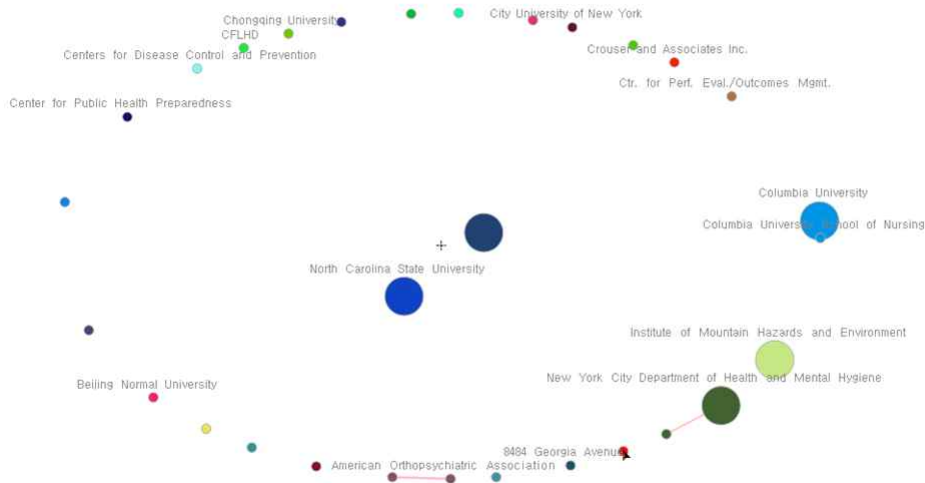
[그림] 기관별 논문빈도

[년도, 기관별 논문 건수]

기 관	년도별 논문수											합계
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Columbia Univ.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Ins. of Mountain Hazards and Env.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
NewYork Univ.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
North Carolina State Univ.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Architecture and Building Research Ins.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Beijing Normal Univ.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
CFLHD	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Chongqing Univ.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CIDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
City of Santa Monica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

(나) 기관별 공동 연구

○ 기관별 공동 연구는 논문 빈도수 상위 30개 기관을 바탕으로 분석하였으며, 전체적으로 공동연구는 미흡한 것으로 나타났으며, 재해정책에 관련된 연구는 국가별 정책이 상이하기 때문에 독립적으로 연구가 진행되는 것으로 판단됨.



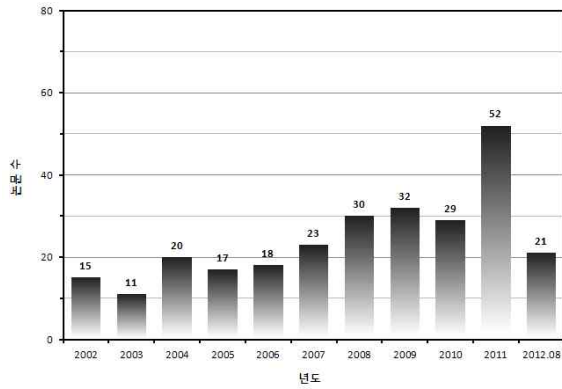
[그림] 기관별 공동 연구 및 연관성

다. Disaster or Landslide or Debris flow & City & Administration 결과 (2012년 8월 기준)

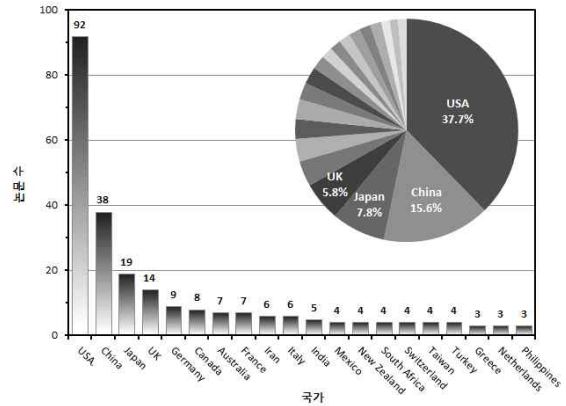
(1) 연도, 국가별 논문동향

(가) 연도, 국가별 논문빈도

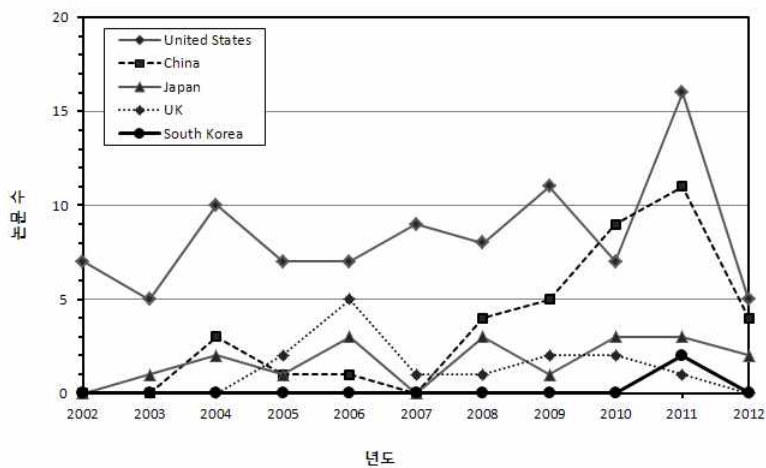
- 도시내에서 발생할 수 있는 재해, 산사태, 토석류 행정에 대한 논문을 검색한 결과 2002년부터 2012년까지 검색 하였으며, 2002년 이후 논문의 빈도수가 잠시 증가하였다. 이상기후에 대한 인식이 증가하면서 2011년 46건으로 최고치를 기록하였는 것으로 나타났다.
- 국가별 논문 빈도 상위 20개 국가를 추출하여 동향을 살펴보면 미국이 96건으로 조사된 논문의 37.7%를 차지하고 있으며, 중국이 38건으로 조사된 논문의 15.6% 차지함. 그 외 일본 19건, 영국 14건으로 나타났으며, 한국은 상위 20개 국가에서 확인이 불가능하였음.



[그림] 연도별 논문빈도



[그림] 국가별 논문빈도

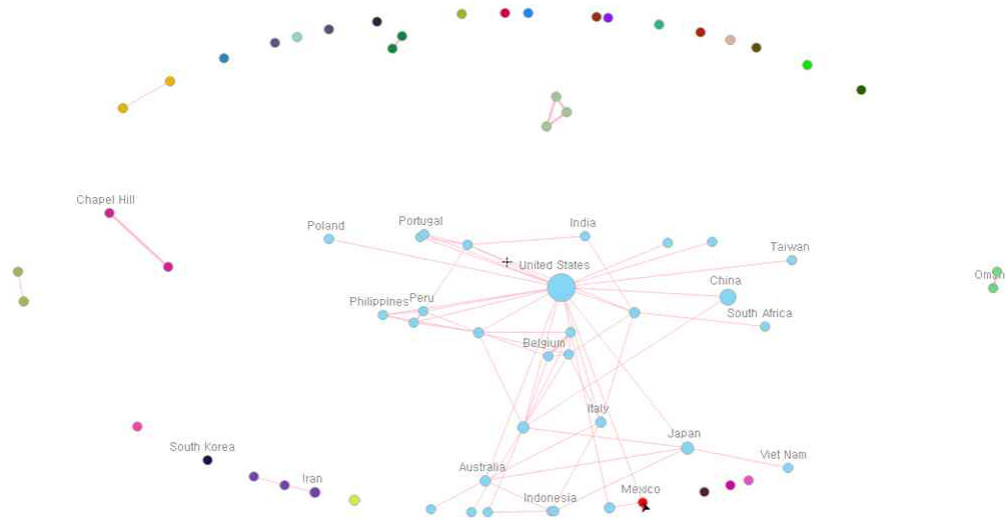


[그림] 연도별 국가 논문빈도

- 연도별 국가 논문 빈도 그래프는 논문 빈도수 상위 4개 국가와 한국의 논문 현황을 나타내었음. 그림을 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 미국의 경우 2002년 이후 논문의 빈도수가 지속적으로 증가하였다. 또한 중국, 일본, 영국은 2002년부터 꾸준히 논문 수가 증가하는 것으로 나타났다.

(나) 국가별 공동 연구

- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국은 재해행정 분야에서 활발한 연구활동을 보여주고 있음. 특히, 일본, 중국 등과의 공동연구를 수행하고 있음을 분석할 수 있으며 반면에 한국은 다른 국가들과의 공동연구가 부진하므로 주요 선도국인 미국, 중국, 일본 등과의 전략적인 연계가 필요함.

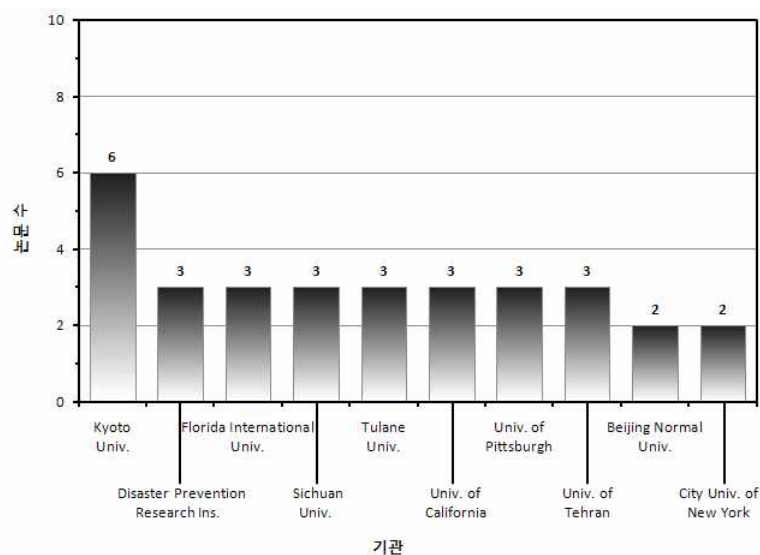


[그림] 국가별 공동 연구 및 연관성

(2) 기관별 논문 동향(2012년 8월 기준)

(가) 기관별 논문 빈도

○ 논문 빈도 상위 10개 기관을 살펴보면 미국이 University of Florida, University of Washington 에서 논문의 높은 빈도수를 나타내고 있으나, Lund University, CNR-IRPI, Chengdu University of Technology 등 논문건수 상위를 차지하는 대부분의 기관이 유럽, 중국 등에 속해 있음.



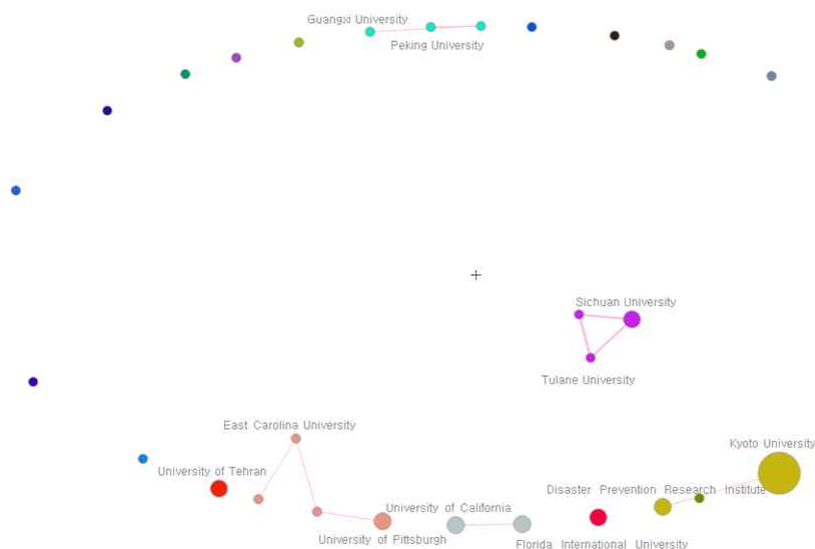
[그림] 기관별 논문빈도

[년도, 기관별 논문 건수]

기 관	년도별 논문수											합계
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Kyoto University	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	1	6
Disaster Prevention Research Ins.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3
Florida International University	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
Sichuan University	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
Tulane University	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
University of California	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
University of Pittsburgh	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3
University of Tehran	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
Beijing Normal University	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
City University of New York	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2

(나) 기관별 공동 연구

○ 기관별 공동 연구는 논문 빈도수 상위 30개 기관을 바탕으로 분석하였으며, 미국의 University of Florida, University of Washington은 독립적으로 연구를 수행하였으며, University of Minnesota와 Pacific Southwest Station, University of Cincinnati와 ERT Associates 등이 공동연구를 하며 연관성을 가지는 것으로 나타났으며, 그 밖에 유럽, 일본 등은 국내 기관과 연관성을 가지는 기관은 나타나지 않는 것으로 분석.



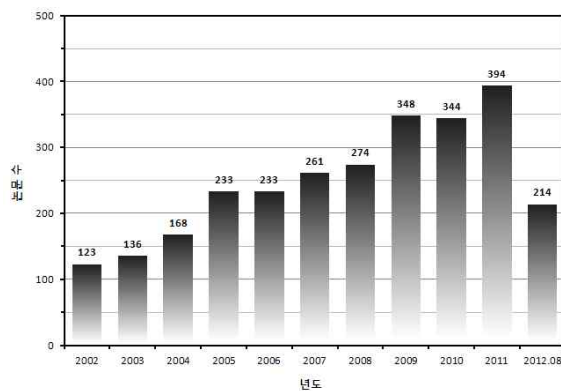
[그림] 기관별 공동 연구 및 연관성

라. Disaster or Landslide or Debris flow & Urban 결과 (2012년 8월 기준)

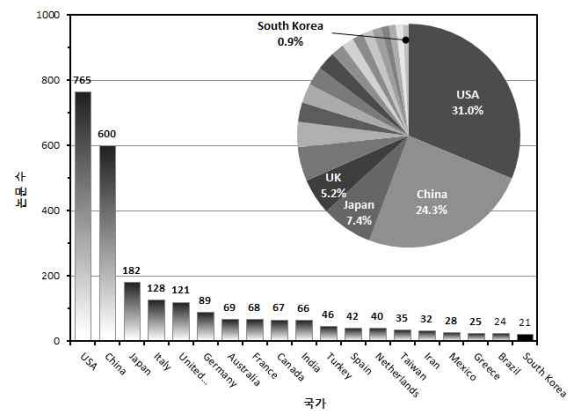
(1) 연도, 국가별 논문동향

(가) 연도, 국가별 논문빈도

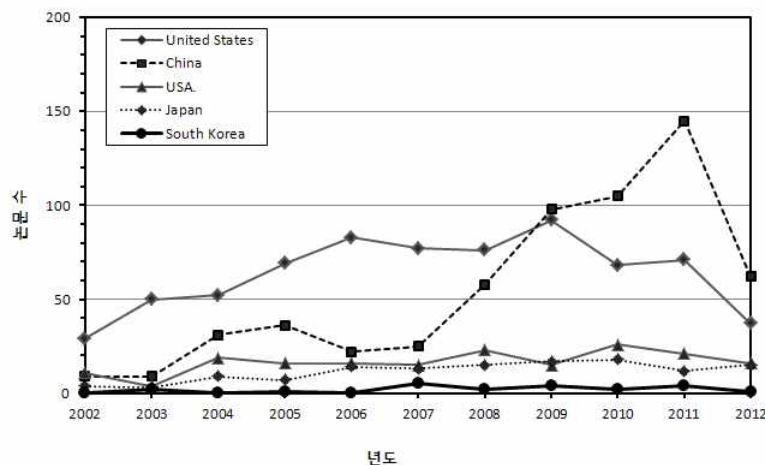
- 도시내에서 발생할 수 있는 재해, 산사태, 토석류를 대상으로 논문을 검색한 결과 2002년부터 2012년까지 논문의 빈도수가 증가하였으며, 2011년 394건으로 최고치를 기록하고 있음.
- 국가별 논문은 빈도수 상위 20개 국가를 추출하여 동향을 살펴보면 미국이 765건으로 조사된 논문의 31.7%를 차지하고 있으며, 중국은 600건으로 조사된 논문의 24.3%로 나타났음. 그 외 일본 182건, 이탈리아 121건으로 그 뒤를 따랐으며, 한국은 25건으로 연구논문 빈도가 매우 저조한 것으로 분석됨.



[그림] 연도별 논문빈도



[그림] 국가별 논문빈도

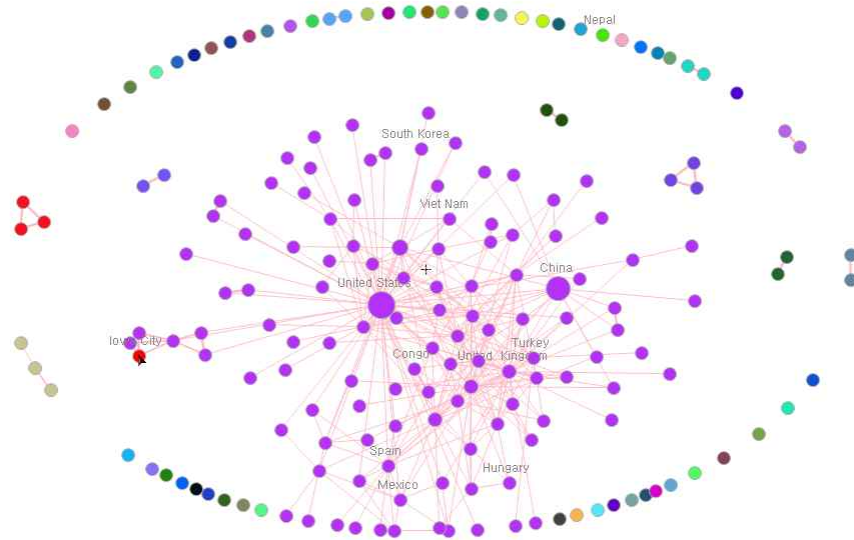


[그림] 연도별 국가 논문빈도

- 연도별 국가 논문 현황을 나타낸 그래프로 논문 빈도수 상위 4개 국가와 한국의 논문 현황을 나타냄. 그림을 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 미국은 2002년 이후 타 국가에 비해 연구가 활발히 진행되었으며 2009년 이후 논문의 빈도수가 점차 감소하는 것으로 나타남. 반면, 중국이 2002년 이후 논문의 빈도수가 증가하며 2011년 142건으로 가장 많은 논문건수를 나타내고 있다. 한국은 2005년 1건, 2007년 5건 이후로 매년 1~5건에 그치고 있음.

(나) 국가별 공동 연구

- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있으며, 그 밖에 중국, 영국, 일본, 호주, 프랑스, 캐나다, 독일, 터키 등이 주변국가와 활발한 교류가 이루어지며, 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났음. 반면에 한국은 미국, 일본과 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 타 국가와의 공동연구 및 연관도가 낮은 것으로 나타났음.

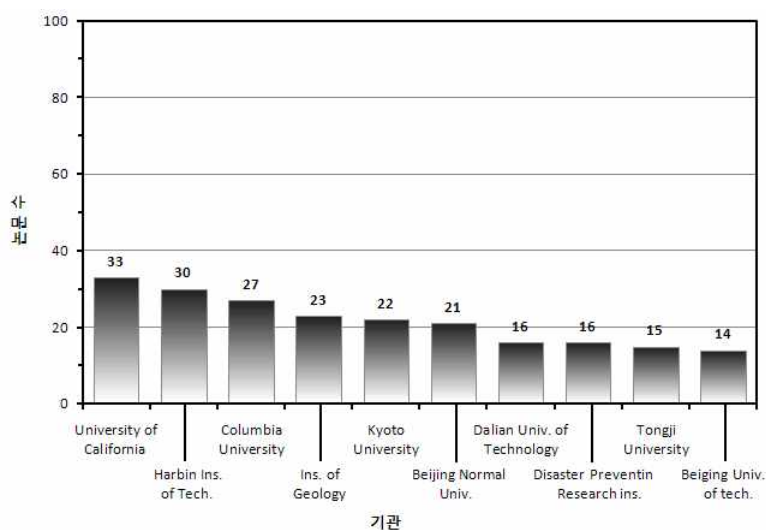


[그림] 국가별 공동 연구 및 연관성

(2) 기관별 논문 동향(2012년 5월 기준)

(가) 기관별 논문 빈도

○ 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국이 University of California, Columbia University에서 논문의 높은 빈도수를 나타내고 있으나, Harbin Institute of Technology, Beijing Normal University, Dalian University of Technology 등 논문건수 상위를 차지하는 대부분의 기관이 중국에 속해 있다. 그 밖에 일본 Kyoto University가 5위의 논문 빈도수를 보이고 있음.



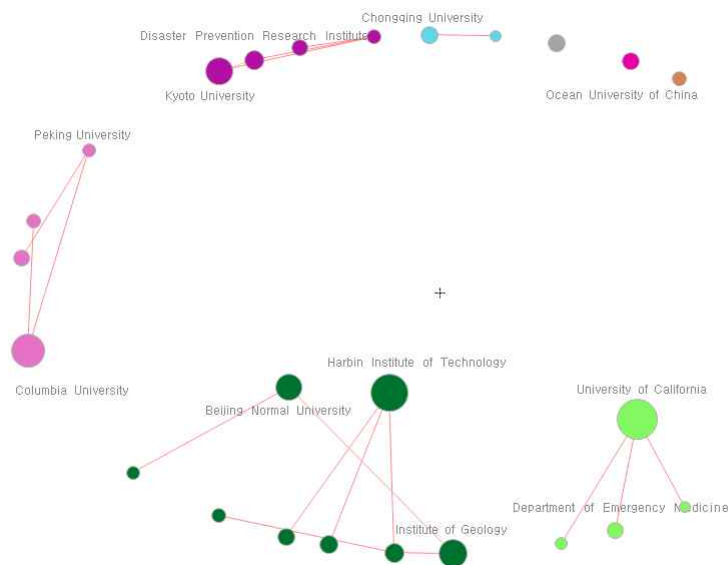
[그림] 기관별 논문빈도

[년도, 기관별 논문 건수]

기 관	년도별 논문수											합계
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
University of California	0	2	1	6	6	6	5	4	1	0	2	33
Harbin Institute of Technology	0	0	1	0	0	2	1	9	1	13	3	30
Columbia University	2	1	3	3	2	3	4	2	4	2	1	27
Institute of Geology	2	0	3	3	2	1	3	4	2	3	0	23
Kyoto University	0	1	1	2	0	4	2	4	6	0	2	22
Beijing Normal University	0	2	2	3	0	0	5	2	2	3	2	21
Dalian University of Technology	0	0	0	1	1	3	2	3	4	1	1	16
Disaster Prevention Research Institute	0	1	0	1	1	3	4	1	2	1	2	16
Tongji University	1	0	1	2	0	1	4	3	1	2	0	15
Beijing University of Technology	0	0	1	0	0	1	2	1	1	4	4	14

(나) 기관별 공동 연구

○ 기관별 공동 연구는 논문 빈도수 상위 30개 기관을 바탕으로 분석하였으며, 미국은 University of California, Columbia University를 중심으로 공동연구를 수행하며 연관성이 있는 것으로 나타났음. 중국은 Institute of Geology, Harbin Institute of Technology, Dalian University of Technology, Beijing Normal University 등이 공동연구를 하며 연관성을 가지는 것으로 나타났고, 그 밖에 일본은 University of Washington, Kobe University, Kyoto University 등과 연관성을 가지는 것으로 분석.



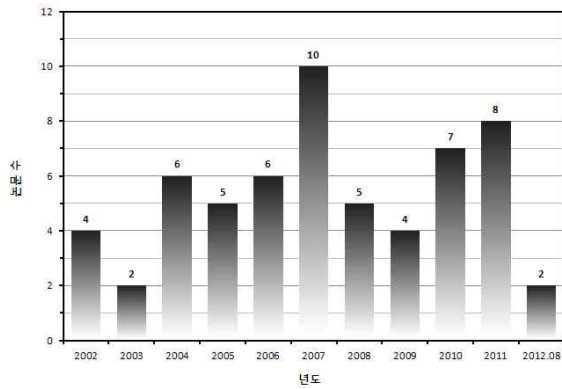
[그림] 기관별 공동 연구 및 연관성

마. Disaster or Landslide or Debris flow & Urban & Policy 결과 (2012년 8월 기준)

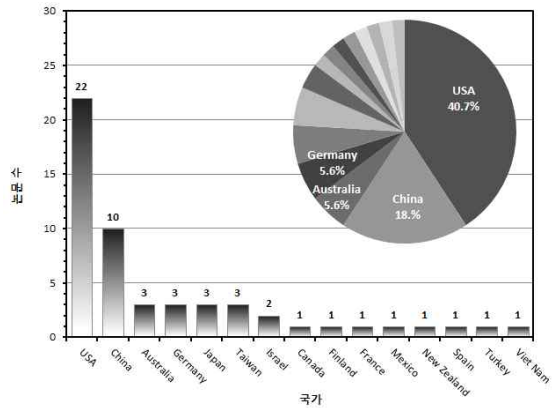
(1) 연도, 국가별 논문동향

(가) 연도, 국가별 논문빈도

○ 기술분야 검색어와 Urban & Policy로 논문을 검색한 결과 2004년부터 2012년까지의 논문이 검색 되었으며, 2004년 이후 논문의 빈도수가 증가하였으나, 2008년 이후 논문의 증가율은 낮은 것으로 나타났다. 2010년 39건으로 최고치를 기록했으나 2011년 32건으로 감소한 것을 확인.

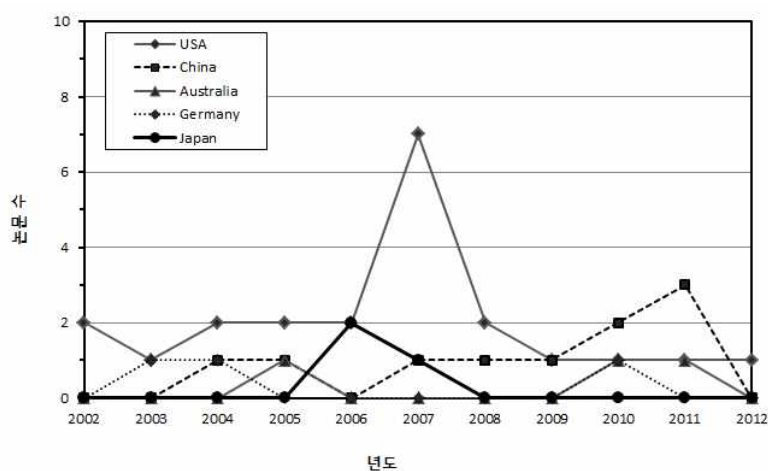


[그림] 연도별 논문빈도



[그림] 국가별 논문빈도

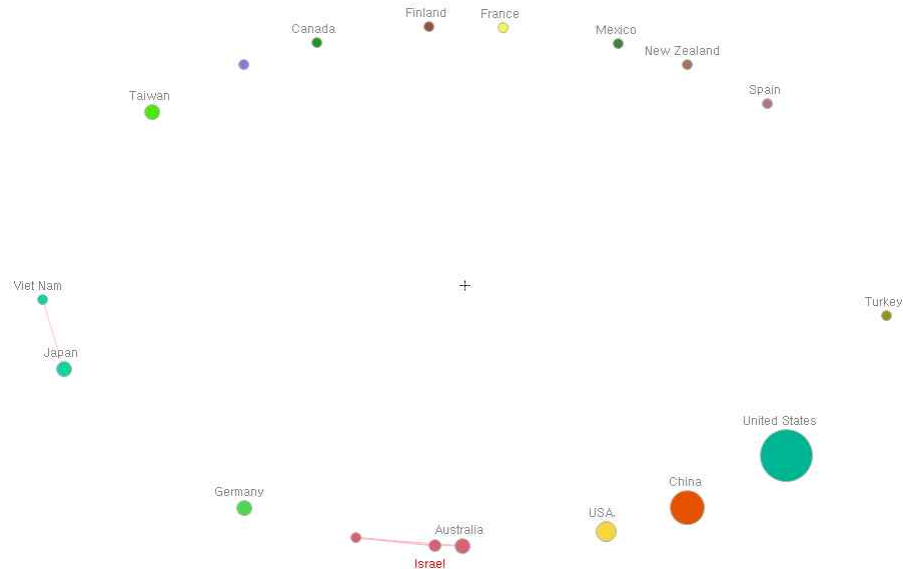
- 국가별 논문은 빈도수 상위 20개 국가를 추출하여 동향을 살펴보면 이탈리아가 59건으로 조사된 논문의 17%에 차지하고 있으며, 중국이 52건으로 근소한 차이를 보이고 있다. 그 외 미국이 49건, 영국이 24건으로 나타났다. 한국은 상위 20개 국가에서 확인 불가.
- 연도별 국가 논문 현황을 나타낸 그래프로 논문 빈도수 상위 5개 국가의 논문 현황을 나타냄. 그림을 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 이탈리아의 경우 2006년 논문의 빈도수가 가장 높았으나, 2007년 이후로 감소하는 추세를 보이고 있다. 또한 중국, 미국, 이탈리아는 2008년 논문의 빈도수가 높게 나타났으나 이후 감소하는 추세를 보이고 있으며, 영국, 홍콩은 2008년 이후 증가하는 추세.



[그림] 연도별 국가 논문빈도

(나) 국가별 공동 연구

○ 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국, 이탈리아, 중국, 영국, 일본을 중심으로 주변 국가와 공동연구가 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타남. 한국의 경우 미국과의 연관성을 나타내고 있으나, 주변 국가들에 비해 아직 미흡한 것으로 나타남.

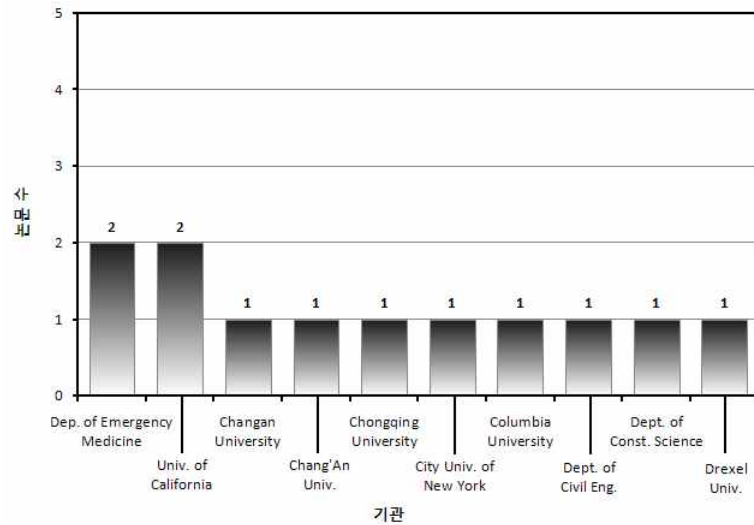


[그림] 국가별 공동 연구 및 연관성

(2) 기관별 논문 동향(2012년 5월 기준)

(가) 기관별 논문 빈도

○ 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 연구논문의 빈도수는 높지 않은 것으로 나타나며, 이탈리아에 있는 CNR-IRPI, Dipartimento Interateneo di Fisica 등 타 기관에 비해 높은 빈도수를 나타내고 있음. 그 밖에 중국(Institute of Geology, Chengdu University of Technology 등), 미국(Arizona State University, University of Massachusetts), 호주(University of Wollongong), 프랑스(BRGM), 영국(British Geological Survey) 등이 상위 빈도수를 보이고 있음.



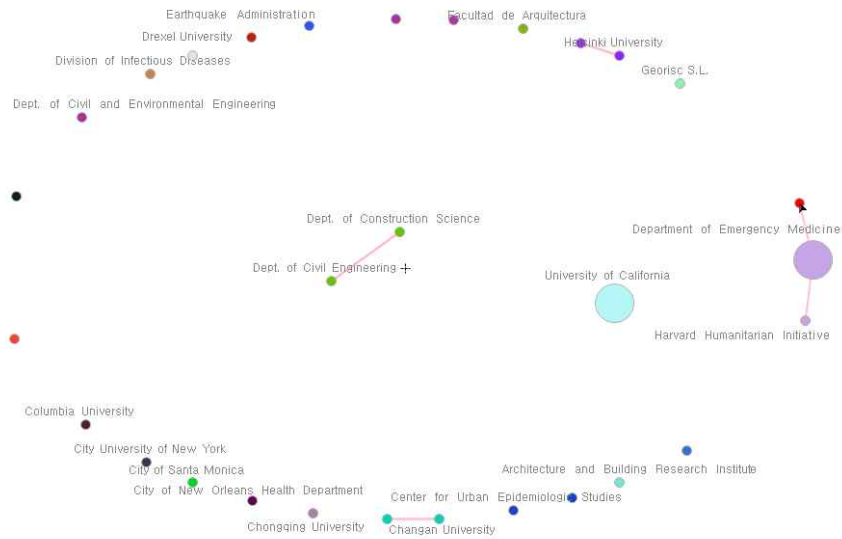
[그림] 기관별 논문빈도

[년도, 기관별 논문 건수]

기 관	년도별 논문수											합계
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Dep. of Emergency Medicine	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
University of California	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Changan University	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Chang'An University	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Chongqing University	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
City University of New York	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Columbia University	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dept. of Civil Engineering	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Dept. of Const. Science	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Drexel University	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

(나) 기관별 공동 연구

- 기관별 공동 연구는 논문 빈도수 상위 30개 기관을 바탕으로 분석하였으며, 이탈리아의 기관이 공동연구를 하며 주변 기관과의 많은 연관성을 가지고 있는 것으로 나타남. 이탈리아 피렌체, 파도바, 페라라 대학이 공동연구를 하며 연관성을 가지며, Dipartimento Interateneo di Fisica, CNR-IRPI, CNR-ISSIA도 연관성을 가지는 것으로 나타남.



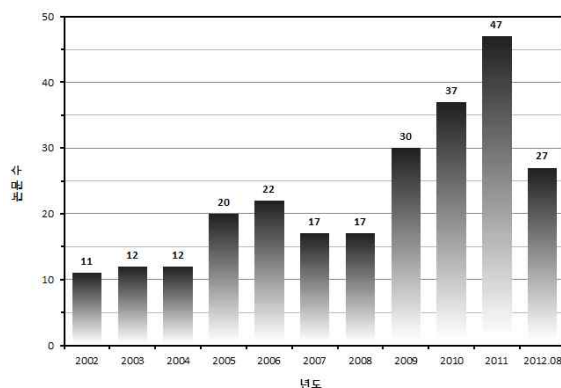
[그림] 기관별 공동 연구 및 연관성

바. Disaster or Landslide or Debris flow & Urban & Administration 결과 (2012년 8월 기준)

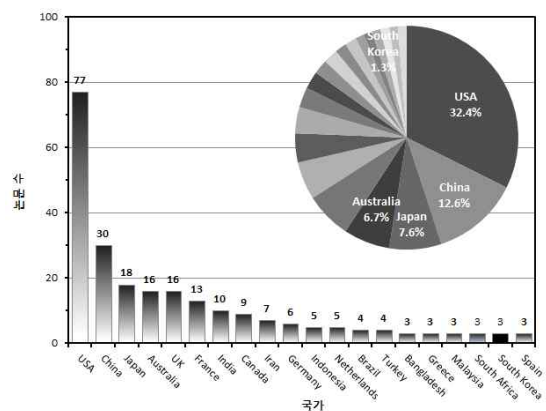
(1) 연도, 국가별 논문동향

(가) 연도, 국가별 논문빈도

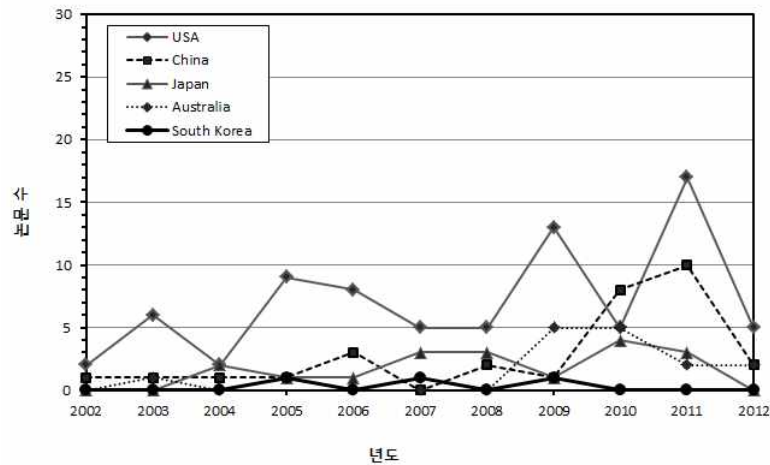
- 기술분야 검색어와 Urban & Administration으로 논문을 검색한 결과 2002년부터 2012년까지의 논문이 검색 되었으며, 2002년 이후 논문의 빈도수가 점차 증가하는 경향이다. 최근 들어서 논문의 빈도수는 증가하고 있는 추세이며, 2011년 47건으로 최고치를 기록.
- 국가별 논문은 빈도수 상위 20개 국가를 추출하여 동향을 살펴보면 미국이 77건으로 조사된 논문의 32.4%를 차지하고 있으며, 중국이 30건으로 2배 넘는 많은 차이를 보이고 있음. 그 외 일본 18건, 호주 16건으로 나타났음. 한국은 4건으로 1.3%에 해당하며, 검색된 국가 중 19위에 해당함.



[그림] 연도별 논문빈도



[그림] 국가별 논문빈도

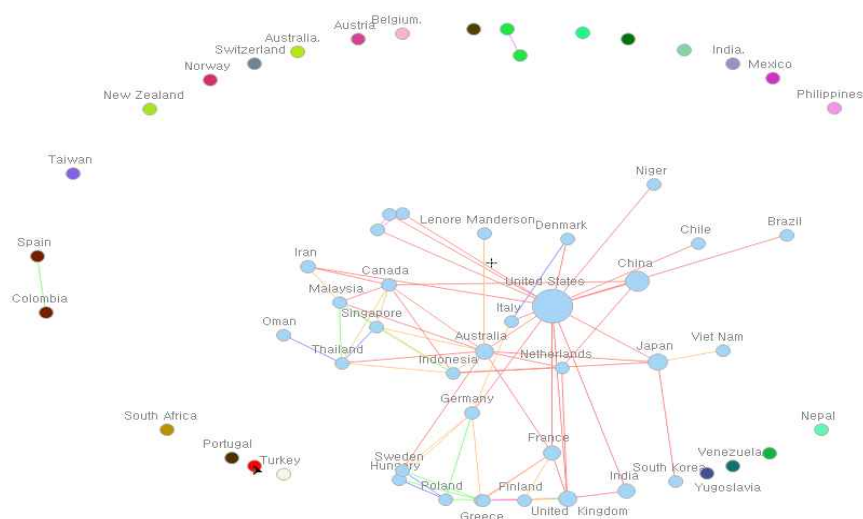


[그림] 연도별 국가 논문빈도

- 연도별 국가 논문 현황을 나타낸 그래프로 논문 빈도수 상위 5개 국가의 논문 현황을 나타냄. 그림을 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 미국의 경우 2002년 이후 논문의 빈도수의 변화가 심하지만 꾸준히 증가하는 경향을 나타나고 있으며, 중국, 일본, 호주는 꾸준한 논문의 빈도수의 증가를 나타냄.

(나) 국가별 공동 연구

- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국은 urban & administration분야에서 활발한 연구활동을 보여주고 있으며 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있다. 특히, 일본, 중국, 호주등과의 공동연구를 수행하고 있음을 분석할 수 있으며 반면에 한국은 다른 국가들과의 공동연구가 부진한 것으로 나타났음.

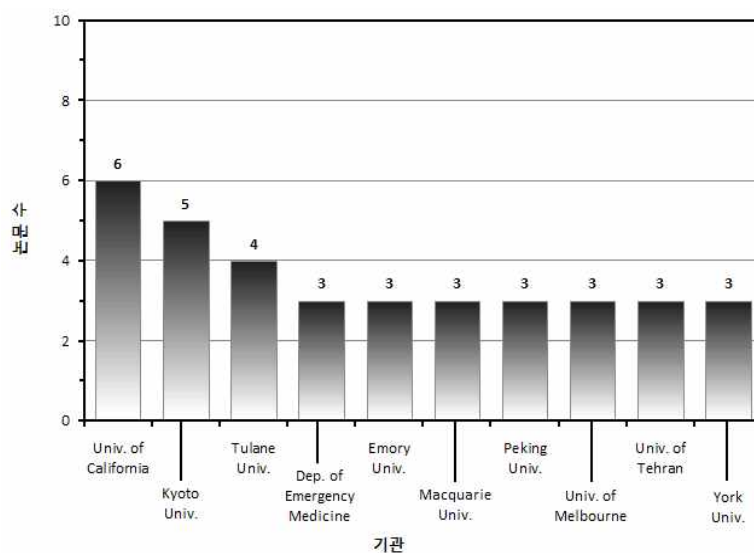


[그림] 국가별 공동 연구 및 연관성

(2) 기관별 논문 동향(2012년 8월 기준)

(가) 기관별 논문 빈도

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 University of California, Columbia University에서 논문의 높은 빈도수를 나타내고 있으나, Lund University, CNR-IRPI, Chengdu University of Technology 등 논문건수 상위를 차지하는 대부분의 기관이 유럽, 중국 등에 속해 있음.



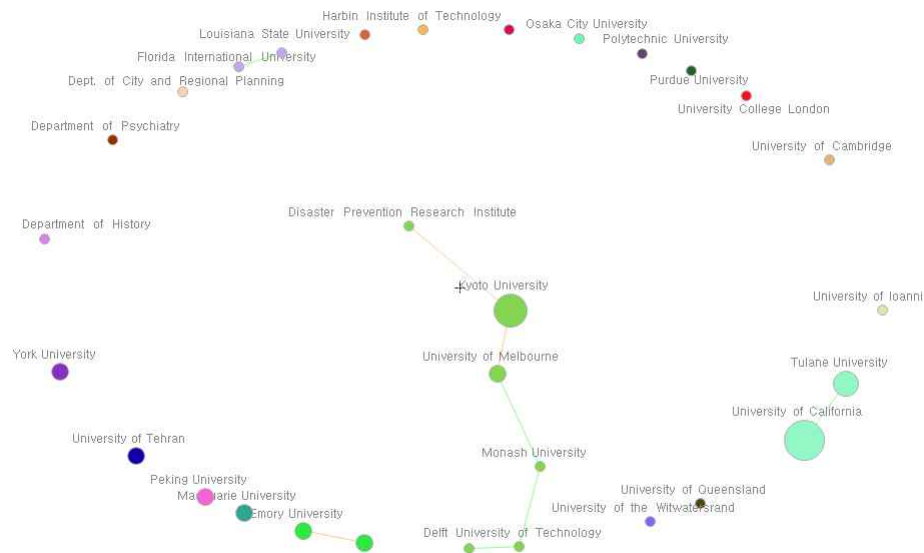
[그림] 기관별 논문빈도

[년도, 기관별 논문 건수]

기 관	년도별 논문수											합계
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
University of California	0	1	0	1	0	0	1	2	0	0	1	6
Kyoto University	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	5
Tulane University	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
Dep. of Emergency Medicine	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Emory University	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Macquarie University	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3
Peking University	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
University of Melbourne	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
University of Tehran	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
York University	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3

(나) 기관별 공동 연구

- 기관별 공동 연구는 논문 빈도수 상위 30개 기관을 바탕으로 분석하였으며, 미국의 University of California는 Tulane University과 공동연구를 수행하였으며, Kyoto University, University of Melbourne, Macquarie University등이 공동연구를 하며 연관성을 가지는 것으로 나타났음, 그 밖에 유럽, 일본 등은 국내 기관과 연관성을 가지는 기관은 나타나지 않는 것으로 분석됨.



[그림] 기관별 공동 연구 및 연관성

제 4 절 인터뷰 조사

1. 인터뷰 조사

- 3세부 과제는 토사재해에 대한 행정 및 정책에 대한 연구로서 연구 성과물의 수혜자(또는 사용자)로 예상되는 비탈면 관리주체 소속 전문가를 대상으로 관련 기술분야 인터뷰 조사 수행하였음.

가. 인터뷰 대상 관리주체 선정

- 인터뷰 대상 관리주체 선정은 지난해(2011) 토사재해로 큰 피해를 입었던 서울시와 춘천시 그리고 국제안전도시로 선정 또는 준비중인 5개 도시를 포함하여 총 7개 비탈면 관리 주체를 인터뷰 대상으로 선정하였음.

[인터뷰 대상 관리주체]

구분	기관명	부서명	담당자	국제안전도시
1	서울시청	공원녹지국 산지방재과	정중곤	-
2	춘천시청	건설국 방재과	김득정	-
3	천안시청	건설도시국 재난안전과	윤철순	선정 (2009)
4	원주시청	안전도시과	오하용	선정 (2009)
5	부산시청	푸른산림과	이기환	준비중
6	과천시청	산업경제과 산림관리팀	김동호	준비중
7	강북구청	푸른도시과 자연생태팀	유대희	준비중

나. 인터뷰 방법 및 범위

- 사전에 인터뷰 대상 관리주체에 업무협조 공문과 과제요약서를 발송한 후, 업무담당자와 연락을 통해 방문/면담방식으로 비탈면 관리 주체 전문가와 인터뷰를 수행하였음.
- 조사 범위는 제도, 행정, 예산, 유관기관 협조, 교육·훈련 등의 5개 분야로 구분하여 의견을 수렴하였고, 5개 분야 외에 자율적인 의견을 포함하여 정리하였음.


“시설안전 유지관리 정책지원기관”
한국시설안전공단


수신자 부산광역시청(재난안전담당관)
(경유)
제목 국가 R&D 수행을 위한 업무협조 요청

1. 귀 시의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 우리 공단에서는 국토해양부 소관 연구개발사업의 일환으로 “토사재해 방지 행정 및 정책지원 체계 개발” 기획연구 과제를 수행하고 있습니다.

3. 상기 과제와 관련하여, 재난 및 안전관리 담당자의 의견수렴을 통해 내실 있는 연구를 추진하기 위해서 면담을 요청하오니 협조하여 주시기를 부탁드립니다.

- 아 래 -

가. 목 적 : 토사재해의 사전예방과 신속대응을 위한 행정 및 정책 개선에 대한 의견수렴
나. 방문일시 : 2012.08.07(화) 14:00
다. 방 문 자 : 김용수 책임연구원, 최상호 연구원

붙임 : 기획과제 설명서 1부, 문.


한국시설안전공단이서장

대리	이종근	직장안전연구소장	연락처 02-557-0077
협조자			정명수
참사번호			

시행 기술본부-5745 (2012.02.30) 결승

우 411-758 경기 고양시 일산서구 대화동 2311 / http://www.kistec.or.kr
 전화 031-910-4292 / 팩스 031-910-4181 / @kistec.or.kr / 공개

건설교통연구기획사업
토사재해 방지 행정 및 정책지원 체계 개발

- 사업 개요
- 「토사재해 방지 행정 및 정책지원 체계 개발」 기술은 도시의 기능을 유지할 수 있도록 보호활동 강화를 도모하고,
 - 재해 발생 시, 최적의 대응을 지원할 수 있도록 도시별 특성을 고려한 행정지원체계를 구축하는 기술
 - 비구조적 대책(Neo-Structural Solution)¹⁾으로써 “토사재해 방지 조사 및 예방 체계” 및 “토사재해 사후 관리 및 기술지원 체계”를 구축하는 추진방향 및 전략을 마련하는 기술로써,
 - 궁극적으로 구조적 대책(Structural Solution)²⁾이 효율적·능동적으로 시행될 수 있도록 기반을 구축하는 기술
- 연구기획의 대상
- 공간적 범위
 - “국토의계획및이용에관한법률” 제6조(국토의 용도 구분 제1항)의 도시지역³⁾
 - 총 84개 도시 중 서울특별시 및 6개 광역자치단체를 기획연구의 대상 도시지역으로 선정
 - 기술적 범위
 - 태풍, 홍수, 호우, 대설, 지진 등의 자연현상으로 인해 산지 및 비탈면에서 토사유출로 인해 발생하는 토석류, 산사태 및 비탈면 붕괴 등 산지, 비탈면 붕괴위험을 가중시키는 산물, 연약지반 침하 및 건설공사로 인한 지반구조물 붕괴, 싱크홀 등은 대상에서 제외

1) 빗물과제 또는 사회공학적 개입으로 보완
 2) 침하와 붕괴는 공학적 개입으로 보완
 3) 인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 그 지역에 대하여 체계적인 계획/방안(관리)이 필요한 지역

[그림] 업무협조 공문과 과제요약서

2. 인터뷰 조사 결과

가. 제도분야

- 도시특성에 부합하는 “위험지구 선정 평가기준”의 마련 필요
 - 일반산지에 대한 위험지구 선정 평가기준을 도시지역에 적용하는 것은 현실적이지 않음.
- 관리주체별(도로, 주택, 산림) 예방·복구사업의 목표 차이가 있어, 이로 인한 예산규모와 업무혼란 등을 명확히 할 수 있는 법적 근거가 요구됨
 - 사후복구를 최우선으로 처리하지만, 관리주체가 이원화되어 있어 업무의 중복 또는 공백이 발생함.
 - 또한, 효율적인 예방 및 복구사업을 위한 주관부서의 선정기준(피해규모, 발생위치 등)이 모호함.
- 선진국의 산사태 방호기술을 적극적으로 도입할 수 있도록 시행기관의 제한규정이 완화되어야 함.
 - 산사태 예방·복구사업은 사방사업법 제22조, 제26조에 의해 산림조합 또는 산림조합중앙회가 예방·복구사업을 수행할 수 있는 시행기관으로 제한되어 사방기술에 대한 기술발전이 미흡한 실정임.

- 예방사업에 대한 예산과 책임을 명확히 할 수 있는 법적 개선이 필요함.
 - 사망사업법 제5조에 의하면 사망사업은 국가사업으로 고시되어 있지만 정부의 한정된 예산과 모호한 법적해석으로 인해 지자체의 부담증가.
 - 책임은 사망사업법 제15조에 의해 시행주체가 가지게 되며 예산이 수반되지 않는 책임으로 인해 적극적인 예방사업을 도모 어려움.
- 예방복구사업을 위해 토지수용 및 관련자의 동의로 인해 발생하는 행정적 지연을 방지하기 위해 법적 강제성이 필요함.

나. 행정 분야

- 도시특성(생활수준, 도시계획 등)에 부합하는 산사태 대비 표준행동매뉴얼이 필요함
 - 산림청에서 제공한 “산사태 예방대응 현장 매뉴얼”과 최근에 발간한 “2012년 산사태 예방 종합 대책”이 실무에 적용되고 있지만 도시특성에 부합하는 관련 매뉴얼은 미흡함.
- 신속하고 최적의 복구에 필요한 인력운영, 장비조합 등에 대한 통합 복구매뉴얼이 필요함.
 - 주택지 또는 도로에 인접하여 발생하는 산사태는 관리주체가 이원화되어 있어, 사전예방 및 신속한 복구사업을 효과적으로 수행하는데 어려움이 있음.
- 시설물의 위험등급과 강수량(또는 강우강도)에 따라 예보·경보수준이 다른 평가기준이 마련되어야 함.
 - 현재 예보·경보시스템은 실시간 영상정보와 강우량기록으로 모든 시설물에 동일한 위험기준으로 주민통보와 대책 수립하고 있음.

다. 예산 분야

- 도시특성에 부합하는 예산기준이 필요함.
 - 일반산지에 대한 예산기준을 도시지역에 적용하는 것은 비현실적이기 때문에 사업목표에 충실한 예산 집행 어려움이 있음.
- 토사재해를 복구하는데 있어 관련부서의 근본적인 복구사업의 목표가 다르기 때문에 추가 예산기준의 개선이 필요함.

라. 유관기관 협조 분야

- 신뢰할 수 있는 수준의 D/B 구축과 법적 구속력이 없는 상태에서 실무자들이 유관

기관의 자료를 적극적으로 활용하는 것은 기대하기 어려움.

- 산림청에서 운영중인 “산사태 정보시스템”을 위험지구 선정하는데 참고하는 수준에서 활용하고 있음.

○ 유관기관의 자료를 충분히 활용하여 신속한 예방 및 효율적인 대책 관리를 위한 종합적인 평가기준 및 시스템이 필요함.

- 국토해양부의 “국가공간정보센터”와 지질자원연구소의 “지질정보시스템” 그리고 기상청의 “기상정보” 등을 유기적으로 자료를 공유하고 있으나 종합적인 평가기준 및 시스템이 부족함.

마. 교육·훈련 분야

○ 산림청 주관의 교육훈련 프로그램이 강화되어 산사태 예방·복구대책에 관련한 세미나와 교육은 충분함.

○ 재난관련 교육 및 훈련 프로그램이 부족한 실정이기 때문에 재난·재해 관련 담당자의 전문성 및 업무효율을 증가 시킬 수 있는 교육·훈련 방안의 개발이 필요함.

바. 기타 분야

○ 토석류, 산사태 등 재난발생 위험인자를 다양하게 측정할 수 있는 계측기를 이용한 예보·경보시스템의 구축이 필요함.

- 강우에 의한 예·경보시스템은 산사태 발생가능성을 예측하는데 한계가 있기 때문에 신뢰성이 높은 대책 수립이 필요함.

○ 새로운 통합시스템을 도입하기 위해서 전문인력 확보, 담당자의 기술향상과 예산확보 등이 선행되어야 함.

○ 지지체 및 관리주체별로 자료 호환이 가능하도록 가이드라인의 설정이 필요함.

제 5 절 연구개발 인프라 분석

1. 연구 인력 인프라

- 현재 본 연구 사업과 관련해서 국내에는 많은 전문가가 존재하고 있음. 학계, 연구소, 산업계 등에서 토석류와 관련된 연구를 꾸준히 진행하고 있으며 대책공법 개발에 관한 연구는 산업계에서 진행되고 있음. 그러나 토석류 발생 지점에 따른 관리 기관의 상이에 따라, 연구 인력이 나뉘어 있는 문제점이 있어 이를 통합할 수 있는 방안이 필요하며 본 연구를 통해 학계간, 관리기관간 통합 시너지 효과를 도출하는데 단초가 될 수 있을 것으로 기대됨.
- 본 연구의 특성상 학계, 산업계, 대학의 유기적인 공동 연구가 필요하며 또한 도시 계획, 행정, 지반분야, 수리분야 등 다양한 학제간의 협동이 이루어져야 함.

<관련 연구소 현황>

연구기관	연구기관 기술 수준
한국건설기술 연구원	• 산사태 및 토석류 충격 특성 평가 • 배수시스템 특성 평가 • 사면 붕괴 감지 및 예경보 기술 보유
한국지질자원 연구원	• 산사태 및 토석류 재해 위험도 제작 • 산사태 사전 예경보 시스템 개발
한국철도기술 연구원	• 철도 선로변 사면 관리 시스템 개발 • 선로변 낙석 방호 공법
도로교통연구원	• 고속도로변 토석류 재해 예측 기법 • 고속도로변 토석류 재해 대응 기술
국립산림과학원	• 산림재해 예지, 모니터링 평가 및 사전 대응기술 • 예방시설, 재해방지형 산림조성 및 경계피난 기술

<관련 기업 현황>

업체명	업체별 능력
(주)대홍이엔지	• 철강재 사방시설 개발 • 사방시설 성능 고도화 기술
지오브로그코리아	• 유연성 토석류 방호 시설 개발 • 지표면 보강, 침식 방지 기술 • 낙석 방호기술
넥스지오	• IT 및 신소재를 이용한 데이터 정보화 관련 기술 • 재해 위험도 작성 기술

<관련 대학 현황>

대학	기술 수준
상지대학교	• 낙석 및 산사태 방재 연구단 • 차세대 낙석방지울타리 개발 • 이동형 사면안정성 평가 기술
강릉원주대학교	• 수충부 및 토석류 방재 연구단 • 토석류 흐름 규명을 위한 배수특성 평가
강원대학교	• 토석류 발생부 조사 기법

2. 연구 기자재 인프라

가. 한국건설기술연구원의 하천 수리 실험동에서는 다양한 유수 흐름 특성을 모사할 수 있으나 토석류 흐름 특성을 정확히 모사하기 위한 장치는 부족한 실정임.

[표] 한국건설기술연구원의 주요 연구 기자재

주요시설	기자재
- 하천 수리 실험동 - 토석류 모형 실험	- 실물 수리 실험 장치 - PIV 촬영 장비 - 정밀 토압계 - 데이터 로거 - 절토사면 데이터베이스 시스템



[그림] 한국건설기술연구원 실규모 하천실험 전경

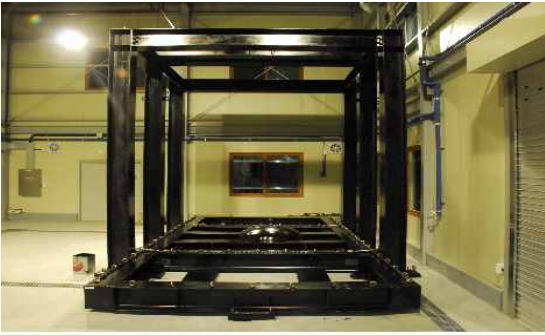
나. 한국건설기술연구원에서는 전국 국도변에 산재하는 절토사면에 대하여 “도로절토사면 유지관리시스템 개발 및 운용”을 연구 함. 이 연구를 통해 체계적으로 구축된 데이터베이스 시스템은 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 전국의 위험 도로절토사면의 위치정보와 속성정보를 파악할 수 있으나 최근 IT기술을 접목시킨 상시계측 시스템에 대한 첨단기술개발에 대한 연구 부족.



[그림] 도로절토사면 유지관리시스템 및 계측기 설치 모식도

다. 상지대학교 토석류 모형실험 장비는 다양한 지반 특성을 고려한 모형실험을 수행할 수 있음. 다만 국내의 경우, 미국, 일본과 같이 대규모 토석류 모형실험 장치는 부족함.

[표] 상지대학교의 주요 연구 기자재

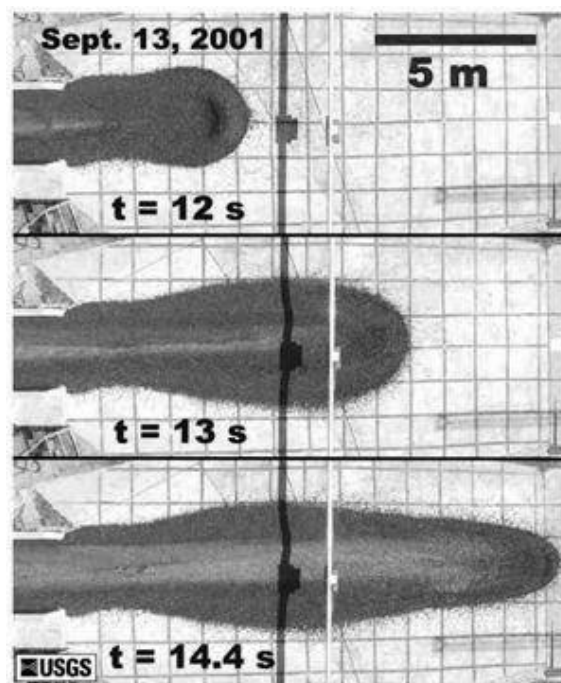
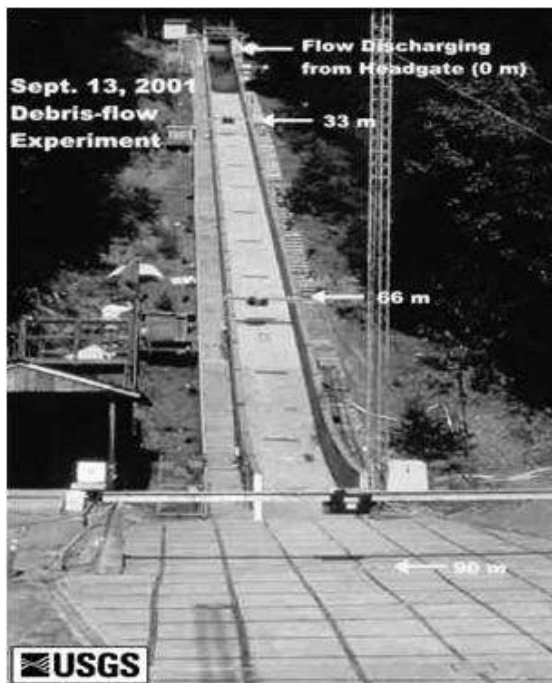
주요시설	기자재
- 토석류 모형실험 장치 - 인공강우 재현 장치 - 모형토조 모형 실험 장치 - 낙석방지망 실내·외 시험기 - 사면 조사 차량	- 데이터 로거 - 정밀 토압계 및 로드셀 - 강우량 조절 장치
	
모형토조 모형 실험 장치	토석류 모형 실험장치
	
낙석방지망 실외 시험장치	낙성방지망 실내 시험장치
   	
사면 조사 차량	

[그림] 상지대학교 연구 기자재

라. 미국지질조사국(USGS, U.S Geological Survey)에서 초음파 수위센서를 포함하는
첨단장치를 이용하여 지속적으로 다양한 성질의 토석류의 운동 및 퇴적 특성을 분석.

[표] 미국지질조사국의 주요 연구 기자재

주요시설	기자재
- 대규모 토석류 물리 모형실험 장치	- 수로폭 2m, 높이 1.2m의 사각형 수로 - 경사부 길이 82m - 수로경사 31°



[그림] USGS 대규모 토석류 물리 모형실험 장치

마. 일본의 방재과학기술연구소에서는 유하 퇴적지역의 재해범위를 예측할 수 있는 대형 강우실험시설로 유동화실험을 실시하여 얇은 토층의 산사태 발생 시간 및 영향 범위와 위험도를 예측하는 기술을 연구.

[표] 일본 방재과학기술연구소의 주요 연구 기자재

주요시설	기자재
- 대형 강우실험 장비	- 수로폭 3m, 높이 1.5m의 사각형 수로 - 경사부 길이 23m - 강우실험시설(강우강도15~200mm/hr) - 강우범위(44m×72m)



대형강우실험시설



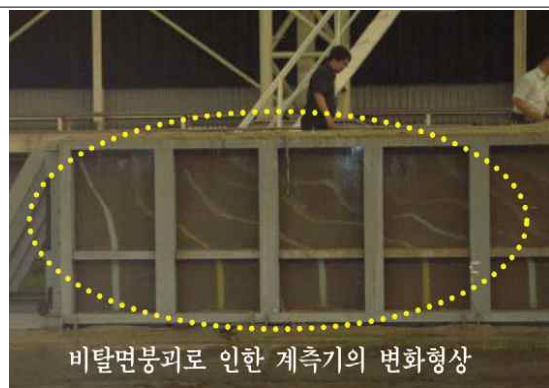
계측기 설치



강우재현 현황



임실제어실 및 실험제어장비



비탈면붕괴로 인한 계측기의 변화형상
비탈면 붕괴 시 내부거동 변화



비탈면 붕괴직후 육안관찰 진경

제 6 절 종합분석

1. 국내외 정책 및 시장분석

- 기후변화로 재해가 다양·대형·복합화 되고 있으며, 도시·고층·지중화로 재해위험 공간 및 요소가 증가함에 따라 국가정책도 이에 발맞춘 가시적 성과 창출을 위해 추진 전략이 세부적으로 강화되고 있는 현실임.
- “국토종합계획”, “국가안전관리기본계획”, “재난 및 안전관리대책” 등 국가재해관련 정책이 풍수해, 지진, 산불, 화재 등의 재해에 대응하기 위해 지속적으로 수립되고 추진되고 있으며, 각 부처의 특성에 맞는 관리체계를 지속적으로 개발 중임.
- 국내 정책이 주로 시설물 등 인공 비탈면 관련 재해방지를 위한 기술개발 위주로 정책이 뒷받침되어 왔으며, 자연비탈면의 산사태 및 토석류 등에 관련한 정책지원 및 조사, 지원 체계는 상대적으로 미비한 것으로 사료됨.
- 국내 정책분석 결과, 토사재해에 대한 예방, 조사, 복원, 사후관리, 지원, 예산, 인력 등 재해가 발생하기 이전부터 발생 후 복구 및 유지관리까지 종합적이고 체계적인 관리 체계가 제도적으로 구축되지 않은 것으로 판단됨.
- 국내 시장현황을 분석해 본 결과, 재난 관련 연구개발에 투자가 IT 및 BT에 비해 낮은 수준이며, 소방방재청의 개청 이후로 재난·안전분야 R&D 투자 예산은 점차 증가하고 있으나 국내 R&D 예산 중 자연/인위재해 관련 방재 연구에 대한 투자계획은 2011년에 전체 예산에서 차지하는 비중이 1%수준으로 미약한 수준으로 사료됨.

2. 기술개발 동향 및 인프라 분석

가. 기술개발 동향결과

- 국내 기관별로 각 부처에 특성에 맞는 다양한 연구개발을 실행하고 있다. 국가 기반시설에 대한 재난을 예방, 보고, 전파, 대응, 분석, 지원하는 ‘종합상황관리시스템’이 운영중에 있으며, 소방방재청 재난상황실에서는 국가재난관리시스템, 지진재해대응시스템, 자동우량경보시스템, 재해 상황 분석판단시스템, 실시간강우관측시스템이 사용되고

있으나 토석류와 같은 토사재해에 대한 전반적인 관리를 위한 기능을 제공하고 있지 못하고 있다고 판단됨.

- 또한, 각 관리기관에서 개발한 시스템들은 서로 다른 OS시스템을 탑재하므로 호환성이 어렵고 상호 데이터 공유 및 향후 업그레이드가 거의 불가능함.
- 따라서, 부처별 정보공유 및 지속적인 IT기술의 업그레이드가 가능한 시스템 구축이 절실히 요구됨(미국, 일본, 홍콩 등 세계적인 추세임).

나. 기술개발 동향 시사점

- 도시경관을 고려한 토사재해 회피 및 복구기술, 신개념 경보 시스템을 개발하고 이를 합리적으로 적용할 수 있도록 통합관리 시스템을 개발, 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 정책의 개발이 필요
- 도심지 인구밀도가 높은 우리나라에서는 토사재해에 의한 피해규모가 다른 외국에 비해 크게 발생되므로 국내 여건에 맞는 기술개발이 필수.
- 시뮬레이션에 기반한 경제적, 효율적 산사태 대응체계 수립에 대한 연구가 필요함.
- 최근 토사재해가 많이 발생하기 때문에 도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리 시스템 개발을 통해 토사재해가 많이 발생하는 동남아시아국가에 기술이전을 실시할 가능성이 크며 시장규모가 매우 큰 중국의 경우 첨단기법을 이용한 체계적 유지관리가 이루어지고 있지 않기 때문에 높은 시장성이 있을 것으로 판단됨.

다. 특허동향 분석결과

- 도시 방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리 시스템 기술의 세부 기술에 관한 다수의 특허가 존재하고 있기는 하나, 기술력 상위 클래스는 대부분 일본 자국내 기술인 것으로 나타나 기술 범주 및 세부 기술에 대한 폭넓고 광범위한 영역의 특허군을 형성하고 있지는 않은 것으로 나타남.
- 또한, 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술과 도시환경을 고려한 토석류 재해 복구 기술, 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술분야

중에서 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술에 관한 기술은 일본의 KEY PLAYER들이 기술력을 독과점하고 있고 다수의 특허가 아직 존속기간이 만료되지 아니한 상태이므로 도시재해 경감을 위한 토석류 회피기술의 국산화를 위하여는 다수의 특허장벽을 극복해야 할 것으로 사료됨.

- 특히, 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술은 최근 일본내에서도 KEY PLAYER들에 의해 조명받고 있는 기술분야이며 이 분야에서 원천 특허의 포지션을 살펴볼 때, 도시부 토석류 방지 의사결정 체계 및 도시부 토석류 복구관리 시스템기술은 완숙한 수준에 도달하지 아니한 기술로 평가되므로 이 기술 분야에 대한 국산화를 서둘러 원천특허 확보를 위한 전략적 접근이 필요할 것으로 판단됨.

라. 논문동향 분석결과

- 도시내에서 발생할 수 있는 재해, 산사태 토석류를 대상으로 논문을 검색한 결과 2002년부터 2012년 까지 논문의 빈도수가 증가하였다. 특히 최근 들어 논문의 빈도수가 급증하고 있는 추세이며, 검색 키워드 ‘Disaster or Landslide or Debris & City’은 논문 빈도수 최고치를 기록함.
- 국가별 논문의 빈도수를 살펴보면 미국이 2064건으로 조사된 논문의 약 35%, 중국이 1493건으로 논문의 약 25%를 차지하고 있다. 그 외 일본이 504건, 영국이 274건으로 그 뒤를 따랐으며, 한국은 47건으로 상대적으로 저조한 연구논문 동향이 분석됨.
- 검색 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있으며, 그 밖에 중국, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다, 독일, 터키 등이 주변국가와 활발한 교류가 이루어지며, 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 반면 한국은 미국, 일본과 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 타 국가와의 공동연구 및 연관도는 상당히 낮은 것으로 나타남.

제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제 1 절 비전 및 목표

비 전	도심지 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현
전략목표	▪ 도심지 특성을 고려한 토사재해 회피 및 관리시스템 기술 개발 ▪ 도심지 토사재해 발생 시 인명피해를 최소화하고 도시 기능을 신속하게 복구하기 위한 기술 개발 ▪ 선진국형 토사재해 방지를 위한 행정 지원체계 개발

도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발

도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술				도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술			토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발			
도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 시스템 개발	도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발	도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발	도심지 토사재해 예측을 위한 통합 상황실 구축 방안 수립	도심지 재해 위험지구 개발 제한기술	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술	도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고 시스템 구축 기술	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무 매뉴얼 개발	토사재해 유형별 예방기준 및 표준 업무절차서 작성 연구	토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구 자원 활용 방안 연구	토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구

제 2 절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

○ 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축(1세부)

AS-IS	TO-BE
- 도시의 확장으로 산지 개발이 증가하면서 도심지 재해발생의 위험성이 매우 높아지고 있는 상황 - 최근 국내에서도 국지성 집중호우의 발생 빈도가 증가하고 있으며, 도심지 토사재해 발생으로 인하여 인명 및 재산상의 피해가 크게 발생 - 유관기관의 서로 다른 관리시스템으로 인해 부처간 협력이 어렵고 데이터 호환이 어려운 문제점이 있으며, 관련 조직간 유기적 협조체제가 구축되어 있지 않아 복구에 장시간 소요 - 도심지 자연재해는 원천적으로 제어할 수 없는 상황	- 도시방재형 토사재해 통합관리시스템을 통하여 도심지 재해발생의 위험성을 감소시키고 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현 - 토사재해 발생지역에 대한 데이터베이스 구축을 통해 유사 재해를 사전에 예방할 수 있는 순환적 관리체계 구축 - 통합관리시스템 개발을 통하여 토사재해를 3차원으로 예측하고 실시간 예측이 가능한 통합상황실 구축을 통한 도심지내의 구조물 및 인명피해를 최소화 - 유관기관의 관리시스템 통합으로 데이터호환이 가능하고 유기적 협조체제 구축으로 즉각 대응 및 긴급복구체계 확립

○ 도시방재형 토사재해 회피 및 복구기술 개발(2세부)

AS-IS	TO-BE
- 기후변화 및 이상기후로 인한 자연재로 인해 도심지 등 주거지의 인명과 재산 피해 발생이 급증 - 인구가 집중된 도심지의 자연재해관리 및 대응책 마련 미흡 - 도로, 산지 등 도시 이외에서 발생하는 일반적인 토사재해 메커니즘을 토대로 도시 내 토사재해 저감대책을 수립 - 도시별 토사재해 예방·보호 활동을 위한 예산이 미반영 - 도시 내 토사재해 조사 및 예방을 위한 전담조직 및 인력 미확보	- 글로벌 기후변화 및 이상기후에 대처 가능한 도시 방재기술 분야 중 도심지 토사재해 회피체제 구축 - 특히 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술, 도심지 토사재해 유형에 적합한 대책시설 개발 및 도심지 주민대피를 위한 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술 등이 개발되어 실용화 되면 국가적 차원 및 지방자치단체 차원의 체계적인 도시 방재 계획 수립과 안전한 도시환경 조성 - 도시 특성을 반영한 토사재해 사전예방 대책을 수립하여 운영 - 도시별 토사재해 보호활동을 위한 예산이 배정되어 있으며, 전담조직 및 인력이 상시 예방활동을 추진 - 도시별 토사재해 위험지도가 구축되었으며, 정기적으로 위험요인 발굴조사가 시행

○ 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발(3세부)

AS-IS	TO-BE
- 토사재해로 인한 도시 위기관리표준 매뉴얼 및 실무매뉴얼이 부재 또는 미흡 - 도심지에서 토사재해가 발생할 경우 복구 및 기술지원 체계가 미흡하여 최적 대응이 어려움 - 토사재해 위기대응매뉴얼이 부재 또는 미흡 - 관련 조직간 유기적 협조체제가 구축되어 있지 않아 복구에 장기간 소요 - 도시 특성을 반영한 전문가 기술지원이 원활하지 않아 초동조치가 어려움	- 토사재해 방지를 위한 보호활동별 표준업무절차서⁸⁾가 구비됨 - 토사재해 발생을 가정하여 국민행동매뉴얼에 따른 정기적인 교육 및 훈련이 시행 - 토사재해 긴급 및 항구 복구를 위한 예산 지원체계가 마련되어 최적의 대응 관리가 추진 - 토사재해 특성별 전문가 기술지원체계가 구축되고 유관기관간 공조체제가 유지되어 최적 대응이 가능 - 재해유형별 최적대응 및 신속복구를 위한 교육 및 훈련 프로그램을 운영하여 전문가 인력양성 실시

2. 기술개발 전략 및 효과

○ 미래 도심지 토사재해 방지업무에 적용할 수 있는 기술개발 추진

- 기후변화를 고려하여 미래 도시에서 요구하는 시급성과 중요도를 고려하여 현재의 애로사항 극복 과제를 우선 추진 과제로 선정
- 실제 도시운영주체의 담당조직(또는 담당자)의 요구를 만족시킬 수 있는 기술적 수준을 설정하여 추진
- 각 요소기술의 연구성과는 법령, 기준, 지침, 요령, 매뉴얼 등 실제 성과품으로써 현업에 즉시 적용 가능하도록 기술개발을 추진

○ 관련부처 및 지자체에서 기 수행된 성과를 분석하여 중복성을 피하고 전문성 및 완성도를 강화

- 각 과제별 최적의 컨소시엄 및 인력구성방안 마련을 위해 필요 연구역량 분석, 전문가 자문 등을 실시
- 산학연 협동연구, 국제공동연구등 역량강화 및 결집방안 마련
- 기 수행(또는 완료) 중인 국토해양 R&D 수행 주체와 연계를 통해 기술교류 및 협력

8)

(SOP, Standard Operating Procedure)

체계 구축을 추진하고, 특히, 지방자치단체, 행정안전부, 소방방재청, 기상청, 산림청 등 관련 부처에서 시행하는 연구과제의 성과를 적극 도입

○ 핵심기술 위주의 개발 전략 수립

- 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통한 기술연계 시너지 극대화
- 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립

○ 철저한 실험검증 전략

- 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립
- 개발 기법의 적용결과를 이용한 최적 설계 및 시공기법의 유기적인 연계 전략 수립

○ 기술사업화 추진을 통한 실용화 효율 극대화 전략

- 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립

○ 산학연 연계 및 확보기술 실용화 조직 구성

- 정부, 정부출연연구원, 대학, 시공사, 소재업체, 제품생산업체 등과 유기적인 협력 체계를 구축

제 3 절 연구개발과제 구성

1. 기술수요조사

가. 개요

- 기술수요조사는 토사재해관련 업무 실무자로부터 애로기술과 수요기술을 직접적으로 획득함으로써 실무에 즉시 적용 할 수 있도록 진행하였음.
- 기술수요조사 수행결과 요약은 아래 표의 양식을 활용하여 정리할 수 있으며, 표에 기입된 내용을 각각 설명하는 방식으로 기술할 수 있음
 - 기술수요조사 수행에 대한 내용은 조사기간, 조사대상, 응답자 수 및 회수율, 조사 방법 등을 기술할 수 있으며, 그 밖에 추가적인 사항을 기술함

<기술수요조사의 개요>

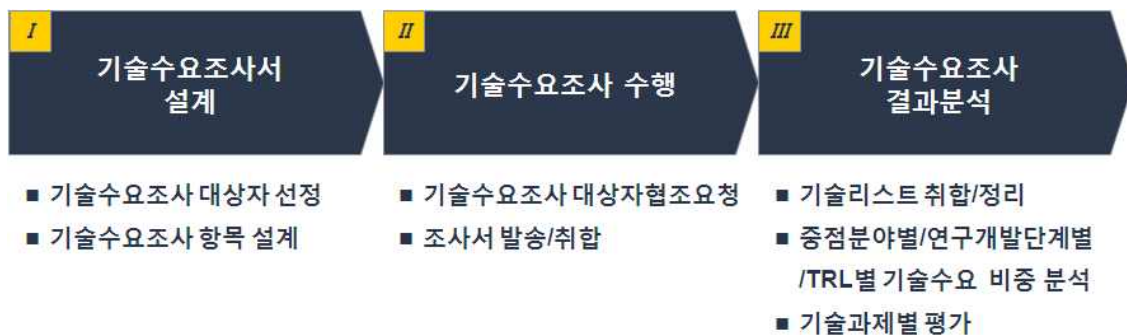
구분	내 용
조사기간	2012. 07. 27 ~ 2012. 09. 06
조사대상	전문기획위원 및 관련 전문가
응답자수	18명
조사방법	자문회의 및 이메일을 통한 설문조사
조사항목	과제명, 연구개발내용, 국내외 관련동향, 소요예산(기간) 등

나. 목적

- 본 과제에서 추구하는 기술수요조사의 목적을 서술하며, 아래 제시된 일반적 기술수요조사의 목적을 활용, 변경하여 작성함
 - 기술수요조사의 목적은 미래에 국가 및 기업에서 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부과제 또는 요소기술 수준에서 도출하는 것임
 - 기술수요조사는 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발과제간 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 기획연구의 사전조사에 해당함

다. 절차

- 아래 제시된 기술수요조사 절차를 본 연구에 적합하게 수정하고 블록 다이어그램으로 도식화하여 표현함



<기술수요조사 절차>

라. 기술수요조사 결과 분류

- 회신된 기술수요조사서를 취합하여 수요조사 항목별로 분류함
 - 중점추진분야별, 기술분류체계별, 연구수행기관별, 기술개발단계별, TRL 단계별로 수요조사 결과를 분류하여 정량적으로 살펴봄
 - 통계 분포를 통해 시사점이 있을 경우 이를 서술함
- 전체 기술수요조사 결과를 연구진들에 의한 검토를 통해 중복되거나 통합, 분리가 가능한 기술을 정리함
- 전체 기술수요조사 결과에 대한 중복성 검토와 통합 및 분리 작업이 완료되면, 최종적으로 수요조사결과에 대한 분류 작업을 실시하고 통계 작업을 완료함
 - 최종적인 기술수요조사 결과 리스트는 다음과 같은 양식을 통해서 일목요연하게 정리하여 제시할 수 있음

마. 결과의 활용

- 기술수요조사를 수행함으로써 토사재해 관련 업무담당자의 의견을 수렴할 수 있었으며, 자체 조사한 국내외 논문 및 정책동향 조사결과 등과 함께 종합분석 함으로써 보다 정확한 미래 수요기술을 도출 할 수 있음
- 이렇게 도출된 수요기술은 향후 진행될 중점추진분야 선정 및 수행과제 선정에 활용될 수 있으며, 중점분야별 유망기술 발굴을 위한 기술 Pool로 활용할 수 있음
 - 기술 분류 체계 보완에 활용
 - 향후 중점추진분야 선정 및 수행과제 선정에 활용
 - 중점분야별 유망기술 발굴을 위한 기술 Pool로 활용

2. 기술수요조사 결과

	제안기술명
1	- 도시생활권 급경사지 재해발생 이력 및 재해 유형 분석 - 도시생활권 급경사지 재해발생 유형별 재해복구 사례 분석 - 토석류 방지대책공의 성능평가
2	- 도심지 재해 위험지구 지정 기법 개발 - 토석류 발생 및 근접 감지와 방출량 예측을 위한 통합 모니터링 기법 개발 - 영상레이더(real aperture radar) 시스템을 이용한 토사재해 거동 감지 기술 개발 - 토석류 이동경로 및 확산범위 예측을 위한 3차원 시뮬레이션 기술 개발 - 유하경로 및 지표수 특성을 이용한 토석류 감지 기법 개발

	- 재해 위험지구 도시개발 계획 수립 기법 개발 - 사방댐의 정량적 설계 및 안정성평가 기술 개발 - 도시생활권 중심형 급경사지 상시경보 기술 개발 - 도시생활권 중심형 토사재해 발생억제 기술 개발 - 재해 위험지구 도시개발 계획 수립 기법 개발
3	- 도심지 토사재해 위험지역 산정 시스템 개발 - 토석류 흐름 제어 배수 시스템 개발 - 강우 침투 및 유출 특성을 고려한 토석류 발생 경고시스템 구축 - 우리나라 여건에 적합한 토석류발생 경보시스템 개발 - 강우특성을 고려한 도심 인접 산지의 토석류 발생 위험지 예측기술 및 위험예·경보시스템 개발 - 도시 경관을 고려한 산지인접 건축구조물 방어시스템 개발 - 토석류 발생 예측 시스템 개발 기술 - 클라우드 컴퓨터 기반 동시다발 토석류 재해 대응시스템 개발
4	- 한국형 지질 및 지형에 적합한 토석류 방지 친환경 사방댐 개발 - 토석류의 수계, 이용형태 등에 따른 유형별 공법개발 - 토석류 유형별 맞춤형 방어 공법 개발 - 소규모의 토사침식으로부터 대규모의 토사재해(토석류)로의 운동학적 발달 해석 및 모니터링 센서 개발
5	- 지구단위개발, 산지전용 등에 대한 개발계획 기술 - 토석류 피해위험구역 내 건축물 시설 제한 및 보강 기술 - 집중호우로 인해 포화되는 도심지 얇은 토사층 급경사지의 토사재해 방지 기술 - 도시생활권 피해지의 경관, 생태, 이용 측면의 복구·복원 기술
6	- 입상체-유체결합모델에 의한 토석류 충격력 산정기법 개발 - 유역특성과 강우특성을 고려한 토석류 규모 산정 방법
7	- 도심지 산사태재해 회피 및 복구를 위한 “도시사방 배수체계” 정립 - 토석류 사전주의보 및 경보 발령을 위한 강우기준 개발 - 강우 특성에 따른 토석류 대비 경고 기준 수립

가. 기술분류 및 추출

연구과제 기획위원(분야별 전문가)를 통하여 조사기술의 분석을 실시하였으며 조사기술별 grouping 및 leveling 작업을 수행하였다.

○ 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리 시스템 구축

- 도심지 토사재해 위험지역 산정 시스템 개발
- 도심지 재해 위험지구 지정 기법 개발
- 토석류 흐름 제어 배수 시스템 개발
- 토석류 발생 및 근접 감지와 방출량 예측을 위한 통합 모니터링 기법 개발

- 영상레이더(real aperture radar)시스템을 이용한 토사재해 거동 감지 기술 개발
- 강우 침투 및 유출 특성을 고려한 토석류 발생 경고 시스템 구축
- 우리나라 여건에 적합한 토석류 발생 정보 시스템 개발
- 토석류 이동경로 및 확산범위 예측을 위한 3차원 시뮬레이션 기술 개발
- 유하경로 및 지표수 특성을 이용한 토석류 감지 기법 개발
- 강우특성을 고려한 도심 인접 산지의 토석류 발생 위험지 예측기술 및 위험 예·경보 시스템 개발

○ 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술

- 도시생활권 급경사지 재해발생 이력 및 재해 유형 분석
- 지구단위개발, 산지전용 등에 대한 개발계획 기술
- 토석류 피해위험구역 내 건축물 시설 제한 및 보강기술
- 재해 위험지구 도시개발 계획 수립 기법 개발
- 토석류 방지대책공의 성능평가
- 도시생활권 중심형 토사재해 발생억제 기술 개발
- 한국형 지질 및 지형에 적합한 토석류 방지 친환경 사방댐 개발
- 집중호우로 인해 포화되는 도심지 얇은 토사층 급경사지의 토사재해 방지 기술
- 토석류의 수계, 이용형태 등에 따른 유형별 공법개발
- 도시생활권 피해지의 경관, 생태, 이용 측면의 복구, 복원 기술
- 토석류 유형별 맞춤형 방어 공법 개발
- 도시 경관을 고려한 산지인접 건축구조물 방어시스템 개발
- 사방댐의 정량적 설계 및 안정성 평가 기술 개발
- 소규모의 토사침식으로부터 대규모인 토사재해(토석류)로의 운동학적 발달 해석 및 모니터링 센서 개발
- 도시생활권 중심형 급경사지 상지경보 기술 개발
- 토석류 발생 예측 시스템 개발 기술
- 입상체-유체결합모델에 의한 토석류 충격력 산정기법 개발
- 클라우드 컴퓨터 기반 동시다발 토석류 재해 대응시스템 개발

○ 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술

- 재해 위험지구 도시개발 계획 수립 기법 개발

- 도시생활권 급경사지 재해발생 유형별 재해복구 사례분석
- 유역특성과 강우특성을 고려한 토석류 규모 산정 방법
- 도심지 산사태재해 회피 및 복구를 위한 “도시사방 배수체계” 정립
- 토석류 사전주의보 및 경보 발령을 위한 강우기준 개발
- 강우특성에 따른 토석류 대비 경고 기준 수립

3. 1세부 : 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축

구분		과제명	목표성과물
연구단 총괄		도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발	
1세부 과제		도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축	
	1-1	도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발	- 토사재해 피해조사, 일상, 정기, 특별점검, 구조적 대안 설정기준 정립 및 유지관리방안 표준화 프로세스 정립 - 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안 3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리시스템 구축
	1-2	도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발	- 지형공간, 지질, 기후 및 식생 환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표 기반 인벤토리 구축 - 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 - 토석류 실험을 통한 토사재해 발달경로, 거리 및 규모 예측 모델
	1-3	도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발	- 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수 모델 - 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술
	1-4	도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립	- 무선통신을 이용한 계측시스템 적용 - 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축

4. 2세부 : 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술

구분		과제명	목표성과물
연구단 총괄		도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발	
2세부 과제		도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술	
	2-1	도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	▪ 도심지 시설물 토사재해 취약성 평가 ▪ 도심지개발에 따른 토사재해 취약성 평가
	2-2	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술	▪ 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발 ▪ 토사재해 대응 배수시설 개발 ▪ 토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발 ▪ 유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발
	2-3	도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	▪ 지반특성별 강우 반응 특성 평가 ▪ 토사 유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 개발 ▪ 첨단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발 ▪ 다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감시 시스템 개발

5. 3세부 : 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발

구분		과제명	목표성과물
연구단 총괄		도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발	
3세부 과제		토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발	
	3-1	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발	▪ 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼
	3-2	토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무 절차서 작성 연구	▪ 토사재해 유형별 예방기준 ▪ 토사재해 방지를 위한 표준업무 절차서
	3-3	토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구	▪ 토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무매뉴얼 ▪ 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 실무매뉴얼 개발
	3-4	토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	▪ 토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석연구 ▪ 관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안 작성

제 4 절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축(1세부)

세부과제의 목표	도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 분야로서 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발, 도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발, 도심지 토사재해 인접 지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측 모델 개발, 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립
구성기술	- 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안 수립 - 도심지 토사재해 위험지역 및 도시방재시설에 3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도 작성 - 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반 통합관리시스템 - 도심지 토사재해 위험지역 및 도시방재시설에 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심지 토사재해 통합관리시스템 - 지형공간, 지질, 기후 및 식생환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표 기반 인벤토리 - 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 - 토석류 실험을 통한 토사재해 발달 경로, 거리 및 규모 예측모델 - 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수 모델 - 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술 - 무선통신을 이용한 계측시스템
추진전략	- 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통한 기술연계 시너지 극대화 - 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립 - 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립 - 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립
성과물	- 토사재해 피해조사, 일상, 정기, 특별점검, 구조적 대안 설정기준 정립 및 유지관리방안 표준화 프로세스 정립 - 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안

	▪ 3D 시뮬레이션 기법을 활용한 도심지 재해 위험지도 ▪ 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심지 토사재해 통합관리시스템 ▪ 지형공간, 지질, 기후 및 식생환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표 기반 인벤토리 구축 ▪ 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 ▪ 토석류 실험을 통한 토사재해 발달경로, 거리 및 규모 예측 모델 ▪ 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수 모델 ▪ 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술 ▪ 무선통신을 이용한 계측시스템 ▪ 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축
--	---

가. 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발

- (1) 토사재해 피해 조사, 일상, 정기, 특별 점검, 구조적 대안 설정 기준 정립 및 유지관리방안 표준화 및 프로세스 정립
- (2) 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안 수립
- (3) 3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도 작성
- (4) 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리시스템 구축

나. 도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발

- (1) 지형공간, 지질, 기후 및 식생 환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표기반(Georeference) 인벤토리 구축
- (2) 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 개발
- (3) 토석류 실험을 통한 토사재해 발달 경로, 거리 및 규모 예측모델 개발

다. 도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발

- (1) 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수 모델 개발

- (2) 토사재해 예측 시뮬레이션 기반 시나리오 설정
- (3) 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술

라. 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립

- (1) 무선통신을 이용한 계측시스템 적용
- (2) 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축

마. 연구개발의 필요성

- 2011년 7월 27일 새벽 춘천시에서 발생한 산사태와 다음 날 아침 우면산 일대에서 산사태와 토석류로 각각 13명의 대학생과 16명의 시민이 아까운 목숨을 잃었음. 비슷한 시기 경남 밀양 양지마을 산사태와 김해 농공단지 절개면 붕괴, 전북 군산시 대명터널 입구 토사 피해 등 전국적으로 토사피해 발생. 2010년 중국 간쑤성 조우취현의 대규모 산사태로 1200여명이 사망하고 500여명의 매몰과 30명 사망 발생. 이와 같이 산사태에 의한 피해가 전 세계 어느 곳이든 도사리고 있음.
- 우리나라 대표적 자연재해인 산사태는 1980년대 연간 231ha 발생하던 것이 2000년대 들어 713ha로 약 3.1배 정도 증가하였는데, 이는 시간당 50mm 이상의 폭우가 1980년대 10.6회에서 2000년대 14.4회로 증가한 것과 무관하지 않음. 이러한 기상이변과 산지 훼손으로 위험지역이 증가한 것도 주요 원인으로 고려됨. 2011년도 이상기후로 인한 피해액은 약 3.4조원으로 추정되었으며, 2012년에도 자연재해가 빈번할 것으로 예상되고 있음(삼성경제연구소 박준 수석연구원).
- 도시 기능을 신속하게 회복하기 위해서는 조사·점검·평가·대책의 유기적 의사결정과 유관기관과의 재해복구자원 등 투입 자원의 긴급복구시스템 등을 포함하는 체계적인 긴급 대응 및 복구사업의 관리가 요구됨.
- 도심지역에서 발생하는 토사재해 발생 위험 지역은 높은 인위적 개발 시설물과 부지 조성 비율이 매우 높고, 토사재해 발생시 산지 저변부에 인프라 및 인명 피해우려가 매우 높음. 높은 인구 밀집도에 따른 전방위적인 토사재해 조사 및 대책 수립이 마련되어야 하나 제한적 예산내에서 시뮬레이션에 기반한 경제적, 효율적 산사태 대응 체계 수립에 대한 연구가 필요함.

2. 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발(2세부)

세부과제의 목표	■ 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 분야로서 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술 개발, 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술 개발, 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술 개발
구성기술	■ 산간 인접지역 도심지 최적 배수 시스템 ■ 지반 조건별 강우 반응 특성 평가 기술 ■ 도시 특성을 고려한 토사재해 위험지구 지정 기법 ■ 토사재해 막힘 방지를 위한 저마찰 배수시설 ■ 토사재해 재해를 고려한 친환경 도시개발 최적 모델 ■ 토사재해 이동경로 제어를 위해 도시경관을 고려한 가변식 배수시설 ■ 지반 및 지형 특성을 고려한 토사재해 발생 경고 강우기준 ■ 사면형 토사재해 방어 공법 및 산지 인접 건축구조물 보호 완충장치 ■ 도심지 토사재해 재해 정보화 DB 시스템 ■ 계곡부 유량변화 및 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 자동화 분석 및 감지 장치
추진전략	■ 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통한 기술연계 시너지 극대화 ■ 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립 ■ 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립 ■ 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립
성과물	■ 도심지 시설물 토사재해 취약성 평가 ■ 도심지개발에 따른 토사재해 취약성 평가 ■ 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발 ■ 토사재해 대응 배수시설 개발 ■ 토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발 ■ 유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발 ■ 지반특성별 강우 반응 특성 평가 ■ 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 ■ 첨단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발 ■ 다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템

가. 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술

- (1) 도심지 시설물 토사재해 취약성 평가
- (2) 도심지개발에 따른 토사재해 취약성 평가

나. 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술

- (1) 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발
- (2) 토사재해 대응 배수시설 개발
- (3) 토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발
- (4) 유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발

다. 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술

- (1) 지반특성별 강우 반응 특성 평가
- (2) 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 개발
- (3) 첨단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발
- (4) 다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템 개발

라. 연구개발의 필요성

- 지구 온난화로 인한 이상기후로 세계 각 나라에서 자연재해로 인해 도심지 등 주거지에서의 막대한 인명과 재산의 피해 발생이 급증하는 추세임.
 - ※ 미국의 허리케인 피해규모 40조원('11년), 태국 홍수 피해규모 52조원('11년)
- 특히, 2011년 서울시 우면산 산사태로 인하여 16명이 사망하고 3명이 실종되는 재해가 발생함에 따라, 국내에서도 인구가 집중된 도시 지역에서의 급경사지 자연재해 관리 및 대응책 마련이 절실해지는 상황임.
- 우리나라에서 발생하는 산사태는 집중호우 기간에 해당하는 6월에서 8월 사이에 집중되며, 강우에 의한 많은 양의 지표수와 함께 유실된 토사 및 암석이 토석류 형태로 계곡지형을 따라서 주거지로 이동하여 재산 및 인명 피해를 유발함.
- 최근 도시화와 산업화로 인한 난개발로 주거지 및 산업단지가 산지 및 급경사지 인근에 위치하는 경우가 증가하고 있어서 토사재해로 인한 재해 위험도가 높아짐에도 불구하고

제도적으로 위험지구에 대한 개발을 제한하기 위한 기초 자료로써의 연구가 미흡함.

- 국내 적용되고 있는 토사재해 대책시설은 외국 기술 또는 몇몇 대책시설을 보편적으로 적용하는 경우가 많아서 국내 토사재해 발생 특성 및 유형에 적합한 맞춤형 대책공법의 개발이 필요하며, 도심지 피해를 저감하기 위해서는 흐름을 제어할 수 있는 배수 시스템 및 방어 시스템의 개발이 필요함.
- 토사재해는 초기 발생 후 피해지역까지 사태물질이 이동하는데 매우 짧은 시간이 소요되는 특징이 있으므로 인근지역의 기상자료나 기존의 산사태 감지 계측센서로는 피해저감을 위한 경고시스템 운용에 어려움이 있음.
- 토사재해의 이동경로에 지표수 및 사태물질의 이동 및 물질 특성을 감지하는 기법의 개발이 필요하며, 강우 특성에 따른 토사재해 대비 경고 기준을 수립하는 연구가 요구됨.

3. 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발(3세부)

세부과제의 목표	토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발분야로써 도심지 토사재해 최소화를 위한 행정지원체계 구축
추진전략	- 각 요소기술의 연구 성과는 법령, 기준, 지침, 요령, 매뉴얼 등 실제 성과품으로써 현업에 즉시 적용 가능하도록 추진 - 관련부처 및 지자체에서 기 - 수행된 성과를 분석하여 중복성을 피하고 전문성 및 완성도를 강화
성과물	- 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 - 토사재해 유형별 예방기준 - 토사재해 방지를 위한 표준업무 절차서 - 재해정보수요에 대한 도심지 재해관리체계 데이터베이스 구축 방안 - 토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무매뉴얼 - 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 매뉴얼 - 재해발생 가능지역 내외에 존재하는 다양한 관리기관간 조정 및 협조체계 구축 - 토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석 - 관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안 - 재해저감 및 피해 최소화를 위한 규제, 법령, 장비, 관련기준 개선안

가. 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발

(1) 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼

나. 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구

(1) 토사재해 유형별 예방기준

(2) 토사재해 방지를 위한 표준업무 절차서

다. 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구

- (1) 토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무메뉴얼
- (2) 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 실무메뉴얼 개발

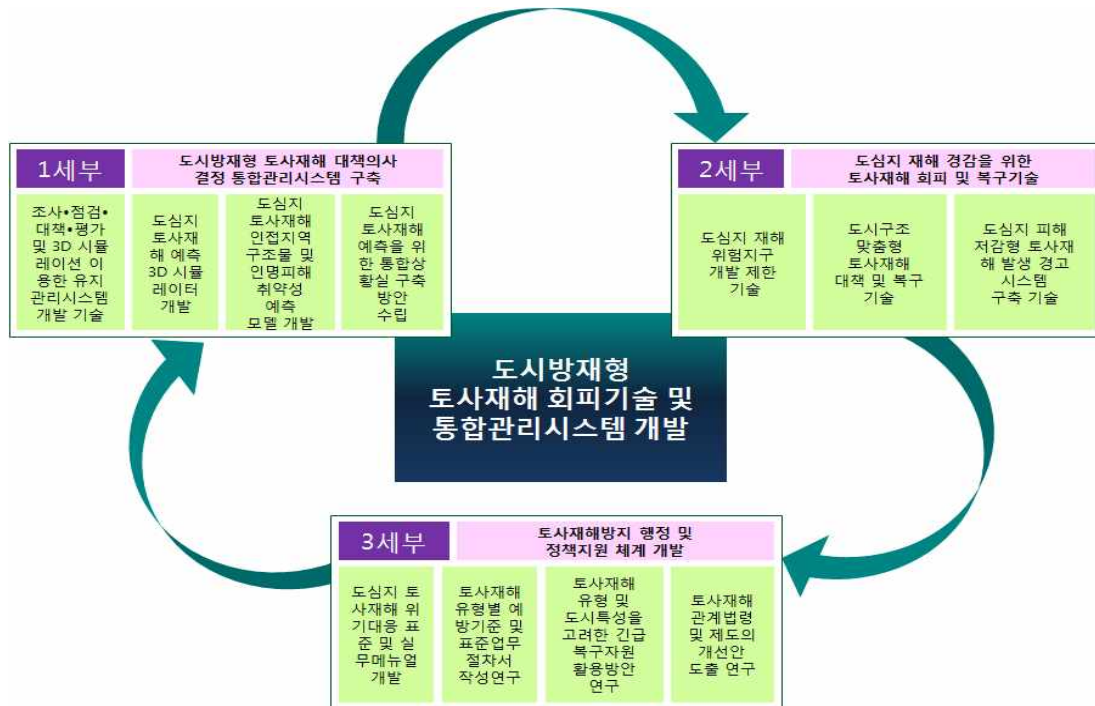
라. 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구

- (1) 토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석연구
- (2) 관련부처별 별·제도적 이해관계 상충분야 개선안 작성

마. 연구개발의 필요성

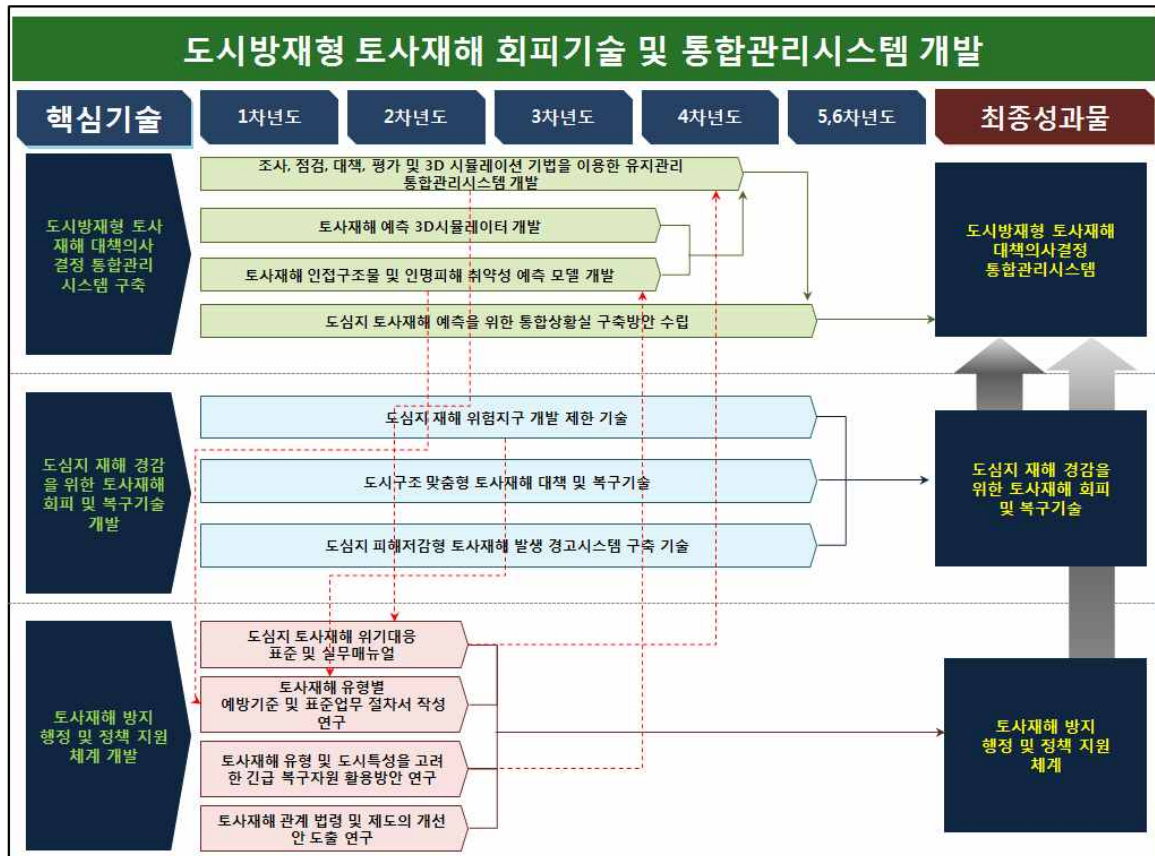
- 국가과학기술위원회에서는 재난·재해 과학기술 지원 특별위원회를 구성('11.06.02) 하고, 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계 구축을 추진함.
- 재난관리 단계는 예방, 대비, 대응 및 복구의 단계로 구분하며 일반적인 사고가 발생할 경우, 해당 주무기관의 대응역량이 충분하지 못할 경우 재난으로 발전하므로 재난을 효과적이고 효율적으로 대응하기 위해서는 유관기관의 지원이 필수적으로 요구됨.
- 선진국형 토사재해 방지를 위한 행정지원체계의 정립이 요구됨.
- 2011년 7월 26일~28일, 서울 강남구의 침수와 우면산 산사태 피해의 1차적 원인은 기후변화 영향에 따른 대형화 된 폭우이지만, 도심지 특성을 고려하지 않은 도시관리 시스템 및 설계가 피해를 가중시킴
 - 인구와 기반시설이 밀집된 대도시 지역에서의 재해는 막대한 인명 및 재산피해 뿐만 아니라 도시기능의 마비까지 우려되므로 체계적이면서 적극적인 재해저감방안 마련이 시급함
 - 특히, 지역특성을 고려한 구체적인 방침과 실효성 제고를 위해서는 다양한 추진방안 마련과 함께 기존 도시계획, 풍수해저감종합계획 등 상위 관련정책과의 긴밀한 연계 및 정합성 유지가 관건임
- 「토사재해 방지 행정 및 정책지원 체계 개발」 기획연구를 실시하여 국내 재해예방 정책 및 선진국의 사례에 대한 체계적 분석을 통해 국내 정책을 대대적으로 혁신하고 선진화할 수 있는 연구과제 도출이 요구됨.
 - 이러한 재해 사전예방 정책의 선진화 노력을 통해 국가 재난관리 역량을 업그레이드하고 전략적 사전예방사업을 추진함으로써 국내의 자연재해에 의한 피해 규모를 획기적으로 저감시키기 위한 연구가 필요함.

제 5 절 세부과제 간 연계관계

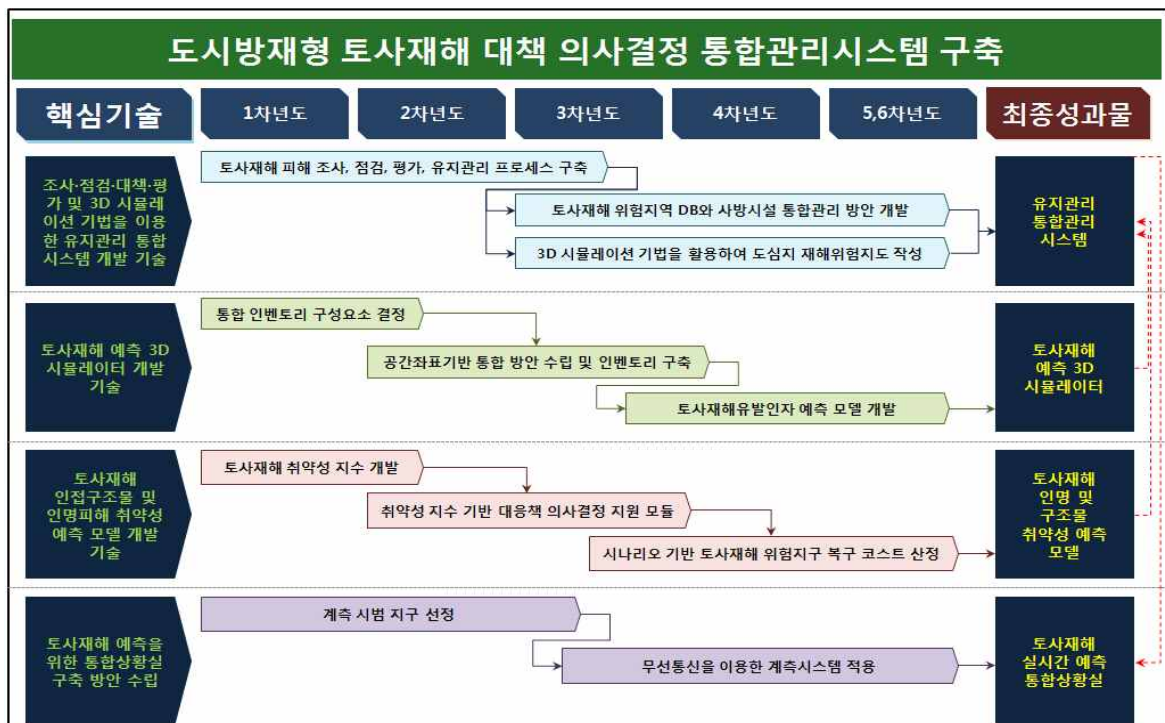


- 본 과제는 도심지 재해 경감을 위한 도심지 특성을 고려한 토사재해 회피 및 복구 기술을 개발(도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술, 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술, 도심지 피해 저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축)하여 도심지 토사재해 발생 시 인명피해를 최소화하고 도시 기능을 신속하게 복구하기 위한 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템을 구축(조사·점검·대책·평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템, 토사재해 예측 3D시뮬레이터 구축, 토사재해 인접구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 기술, 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축)하는데 있음. 구축된 시스템은 현장에서 효과적으로 활용할 수 있도록 선진국형 토사재해방지 행정 및 정책지원체계를 개발(도심지 토사재해 위기 대응 표준 및 실무매뉴얼, 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성연구, 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구, 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구)함. 이로써, 도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발 연구는 세세부과제간에 연계성을 확보할 수 있으며 연구결과를 효과적으로 활용할 수 있음. 또한, 유사연구 수행기관 간의 협력 네트워크를 구성하여 보다 기능 고도화 된 성과를 도출할 수 있는 C&C(Connect & Development) 과제 수행의 효율성 제고.

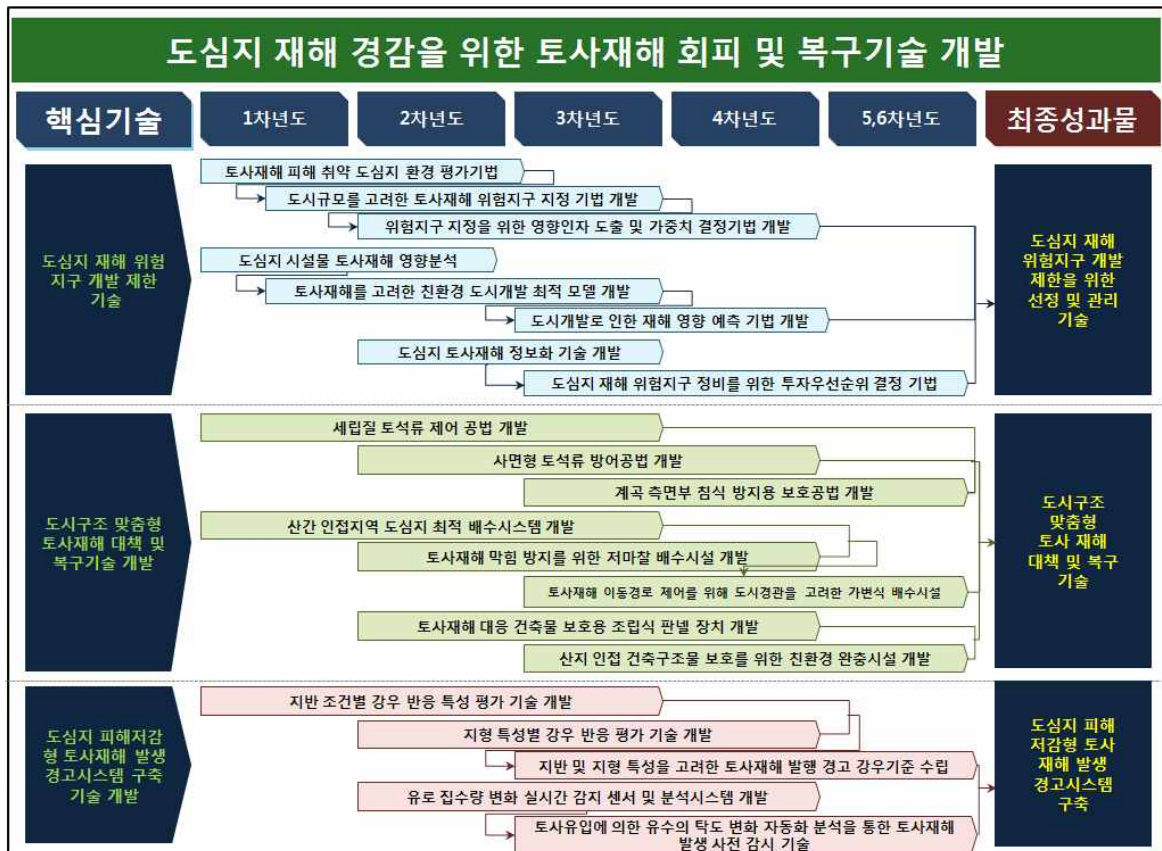
제 6 절 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵



1. 1세부 : 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축



2. 2세부 : 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발



3. 3세부 : 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발



제 7 절 성과의 활용방안

1. 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축

도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템			
구 분	목표성과물	기술수요처	실용화 활용방안
도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발	토사재해 피해조사, 일상, 정기, 특별점검, 구조적 대안 설정기준 정립 및 유지관리방안 표준화 프로세스 정립	정부기관, 지방자치단체	유지관리 통합관리시스템을 실용화 가능한 수준으로 검증 거쳐 국가 주요시설관리 및 지방자치단체의 토사재해위험 지역 및 도시방재시설 유지관리 통합관리시스템 구축에 활용
	토사재해 위험지역 데이터베이스와 사망시설 통합관리 방안	정부기관, 지방자치단체	
	3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도 작성	정부기관, 지방자치단체	
	3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리 시스템 구축	정부기관, 지방자치단체	
도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발 기술	지형공간, 지질, 기후 및 식생환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표기반 인벤토리 구축	정부기관, 지방자치단체	도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터 개발 기술을 특허 및 신기술 지정을 통하여 지적재산권을 확보하고 민간기업에 기술이전을 통하여 관련시장 진출 및 부가가치 창출
	토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델	건설사	
	토석류 실험을 통한 토사재해 발달경로, 거리 및 규모 예측 모델	건설사	
도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발	토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수모델	정부기관, 지방자치단체	토사재해 인명 및 구조물 취약성 예측 모델 개발을 통하여 국가 또는 지방자치단체의 토사재해 통합관리시스템 구축에 활용
	경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술	정부기관, 지방자치단체	
토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립	무선통신을 이용한 계측시스템	정부기관, 지방자치단체	무선통신을 이용한 계측 시스템을 개발하여 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축에 활용
	토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축	정부기관, 지방자치단체	

2. 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발

도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발			
구 분	목표성과물	기술수요처	실용화 활용방안
도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	도심지 시설물 토사재해 취약성 평가	정부기관, 지방자치단체	도심지 재해 위험지구 개발제한을 위한 선정 및 관리 기술을 현장적용성 평가를 통하여 실용화 가능한 기술 수준으로 검증을 거쳐 국가 주요 시설의 관리 또는 지방자치단체의 도시 개발 정책 수립에 활용
	도심지 개발에 따른 토사재해 취약성 평가	정부기관, 지방자치단체	
도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술	토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발	건설사, 사방업체	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술을 특허 및 신기술 지정을 통하여 지적재산권을 확보하고 민간기업에 기술 이전을 통하여 관련 시장 진출 및 부가가치 창출
	토사재해 대응 배수시설 개발	건설사, 사방업체	
	토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발	건설사	
	유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발	건설사, 사방업체	
도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	지반특성별 강우 반응 특성 평가	정부기관, 지방자치단체	국가 주요시설의 관리 또는 지방자치단체의 도시 개발 정책 수립에 활용
	토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 개발	정부기관, 지방자치단체	
	침단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발	정부기관, 지방자치단체	
	다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템 개발	정부기관, 지방자치단체	

3. 토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발

토사재해방지 행정 및 정책지원 체계 개발			
구 분	목표성과물	기술수요처	실용화 활용방안
도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼	정부기관, 지방자치단체	토사재해 발생시 유관 기관간의 신속한 위기 대응 대처 및 현장에 적용되는 실무교육 자료로 활용
토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구	토사재해 유형별 예방기준	정부기관, 지방자치단체	개발된 토사재해 유형별 예방기준과 토사재해 방지를 위한 표준업무 처리절차서를 통하여 국가 또는 지방자치단체의 토사재해 관리시스템이 활용될 수 있는 기틀 마련
	토사재해 방지를 위한 표준업무처리절차서	정부기관, 지방자치단체	
토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구	토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무매뉴얼	정부기관, 지방자치단체	개발된 실무매뉴얼을 통하여 국가 또는 지방 자치단체의 도심지를 고려한 도시개발 정책 에 활용
	도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 실무매뉴얼	정부기관, 지방자치단체	
토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석연구	정부기관, 지방자치단체	국가 또는 지방자치단체의 도심지를 고려한 도시 개발 정책 및 실무자료 활용
	관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안 작성	정부기관, 지방자치단체	

제 8 절 연구수행체계 제안

1. 연구수행체계

- 정부, 정부출연연구원, 대학, 시공사, 소재업체, 제품생산업체 등 유기적인 산학연 협력 체계 구축 및 개발기술 실용화를 위한 조직 구성이 필요함.
- 특히 도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발분야는 실험장비를 구축하고 연구에 반영할 수 있는 정부출연연구기관과 기업도 참여하여 실증적 연구결과를 낼 수 있도록 추진체계를 구성하여야 함.
- 또한 실용화 측면, 국외 기술 수출 등의 실현을 위하여 국외의 도시방재형 토사재해 유경험 인적네트워크의 구성이 필요함.
- 재난관리 단계는 예방, 대비, 대응 및 복구의 단계로 구분하며 일반적인 사고가 발생할 경우, 해당 주무기관의 대응역량이 충분하지 못할 경우 재난으로 발전하므로 재난을 효율적으로 대응하기 위해서는 유관기관의 지원이 필요함.
- 인구와 인프라가 밀집해 있는 도심의 특성상 산악지역의 토사재해와 다른 형태의 접근이 필요하며, 인명피해를 저감하기 위한 도시형 피해저감형 대책 및 방재에 대한 연구가 필요하고, 도시의 기능을 신속하게 회복하기 위해서는 조사·점검·평가·대책의 유기적 의사결정과 유관기관과의 재해복구자원 등 투입 자원의 긴급복구시스템, 선진국형 행정지원이 필요하며 중앙부처 및 지자체 공무원(정책전문가)등의 구성이 필요함.

전문가 활용	
구분	소속
국내	국토해양부 행정안전부(소방방재청) 지방자치단체 관련 공무원
국외	미국 센트럴 플로리다대학교 윤해범 교수 일본 독립행정법인 토목연구소 Toshiya Takeshi 일본 방재과학기술연구소 Naoki Sakai

2. 추진전략

구 분	추진전략
국내외 법, 제도적 요인	▪ 해당사항 없음
재원 조달 가능성	▪ 국가 R&D 연구비 및 기업부담금
사업의 장기화/연장 요인	▪ 핵심기술 위주의 개발 전략 수립을 통하여 기존 관련기술과의 연계 시너지 극대화 전략 수립 ▪ 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립
기술의 부정적 요인	▪ 실용화를 위한 현장적용 및 철저한 기술 검증 전략 수립 ▪ 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립
권리 확보 계획	▪ 국내외 특허 동향 분석, 기존 유사특허 문제점 분석, 현장 적용 중심의 아이디어 도출, 외부 니즈 반영, IT 등 기타 분야와의 융합 등을 종합적으로 고려하여 지적재산권 확보 전략 수립 및 추진
기타	▪ 연차별 가시적 성과 도출 관리, 관련 기술시장을 대상으로 하는 기술 홍보, 민간기업을 대상으로 하는 기술 전파교육 실시, 연차별 현장적용 추진, 적극적인 기술이전 추진 등과 같은 기술 확산 전략을 수립 ▪ 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립 ▪ 각 요소기술의 연구 성과는 법령, 기준, 지침, 요령, 매뉴얼 등 실제 성과품으로써 현업에 즉시 적용 가능하도록 추진 ▪ 관련부처 및 지자체에서 기 수행된 성과를 분석하여 중복성을 피하고 전문성 및 완성도를 강화

제 4 장 사전타당성 검토

제 1 절 정책적 타당성

대분류	중분류	소분류	세분류
정책적 타당성	정부지원의 타당성	정부지원의 타당성	정부지원의 타당성
	상위계획과의 부합성	정책적 일관성	상위유관계획과의 부합성

1. 정부지원의 타당성

가. 정부지원의 타당성

(1) 정부지원의 타당성

- 급변하는 기후변화로 인해 정비되지 않은 급경사 비탈면의 토사재해 발생율은 급증할 것으로 예상됨.
- 국가과학기술위원회(2012.3)에서는 재난안전, 삶의 질 향상, 지역 R&D 활성화 등 시급한 국가적 현안에 대한 과학기술 차원의 해결 방안 모색 중임.
- 특히, 국가과학기술위원회에서는 재난·재해 과학기술 지원 특별위원회를 구성('11.06.02)하고, 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계 구축을 추진하는 등 시급한 기술개발 및 현장적용이 시급한 실정임.
- 국토해양부, 행정안전부(소방방재청), 산림청 등에서는 종합적·과학적인 토사재해 예방대책 수립을 위해 중앙정부가 주도하는 종합관리·정보시스템 구축 및 운용주체 설립을 요구하였으나, 광역적이고 전역적인 정책만으로는 빈번히 발생하는 국지성 호우로 인한 도심지 내에서 발생할 수 있는 토사재해를 예방하는데 한계가 있음.

- 도시 방재형 토사재해 대책 수립에 이르기까지 위험지역 예측, 조사, 점검, 대책, 평가 등 체계적인 업무체계 수립이 필요하며, 이러한 일련의 업무에 배수관로 체계 평가 및 대책 수립, 토사재해 유형별 맞춤형 사방시설 설계 및 시공, 유관기관간 표준화된 위험지역 및 우선순위 설정, 토사피해 지역 및 복구 금액 범위 추정, 사방시설의 적지적소 배치, 신속한 피해 복구 방안 수립, 지속적 사방시설 관리체계 구축 등에 대한 다양한 의사결정 사안이 존재함.
- 연구개발을 통해 도심지 특성을 고려한 토사재해 회피 및 관리를 위한 기술, 도심지 토사재해 발생 시 인명피해를 최소화하고 도시 기능을 신속하게 복구하기 위한 기술, 선진국형 토사재해 방지를 위한 행정 지원체계를 수행함으로써 정부의 정책 달성에 기여함.
- 도심지역에서 발생하는 토사재해 발생 위험 지역은 높은 인위적 개발 시설물과 부지 조성 비율이 매우 높고, 토사재해 발생 시 산지 저변부에 인프라 및 인명 피해 우려가 매우 높다. 높은 인구 밀집도에 따른 전방위적인 토사재해 조사 및 대책 수립이 마련되어야 함.
- 토사재해 방지를 위한 R&D는 공공기술 위주의 기초·응용 연구로써 목적, 수요자, 주체 등의 측면에서 국토해양부의 적극적인 투자 확대를 통해 민간의 기술 활용을 도모하도록 주도할 필요성이 큼.

2. 상위계획과의 부합성

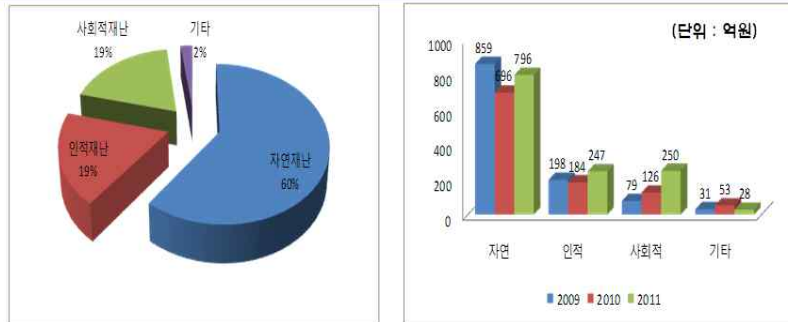
가. 정책적 일관성

(1) 상위유관계획과의 부합성

- 국토해양부 R&D 투자현황을 기준으로 재난·재해 분야의 예산 투자 비율이 점차 증가하고 있는 실정이며, 이는 급증하는 재난 피해액 감소를 목표로 하는 국가 정책에 부합하는 과제임.

○ 재난 유형별 정부 R&D 투자비율

- 자연재난 : 60.3% (796억원)
- 사회적 재난 : 18.9% (250억원)
- 인적재난 (소방포함) : 18.7% (247억원)
- ▶ 최근 구제역 등 중증 질병관련 사업 투자액의 증가에 따른 사회적 재난 투자액 증가 (2010년 대비 98.4% 증액)

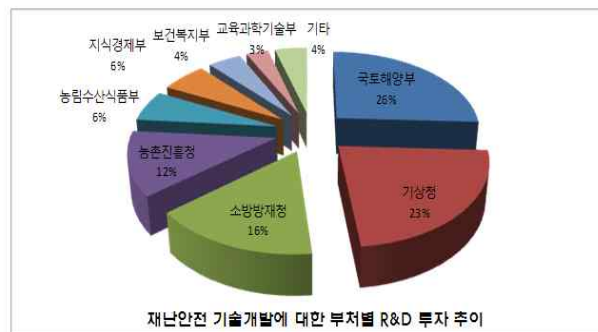


재난 유형별 R&D 투자비율 및 추이

○ 2011년도 부처별 R&D 투자비중

- 국토해양부 : 346억원 (26%)
- 기상청 : 337억원 (23%)
- 소방방재청 : 238억원 (16%)

▶ 상위 3개부처의 투자비중이 63.9% 차지



재난안전 기술개발에 대한 부처별 R&D 투자 추이

○ 특히, 첨단 기술 융합을 통한 실용화·사업화 과제가 주를 이루던 지난 연구투자 방향과 달리, 현재는 기초·응용 연구예산 투자 확대가 시도됨.

○ 따라서, 이러한 토사재해방지를 위한 통합관리시스템, 회피기술, 행정 및 정책적 개선 연구를 수행하는 것은 국정방향 및 국토해양부 R&D 추진방향과 부합됨.

제 2 절 기술적 타당성

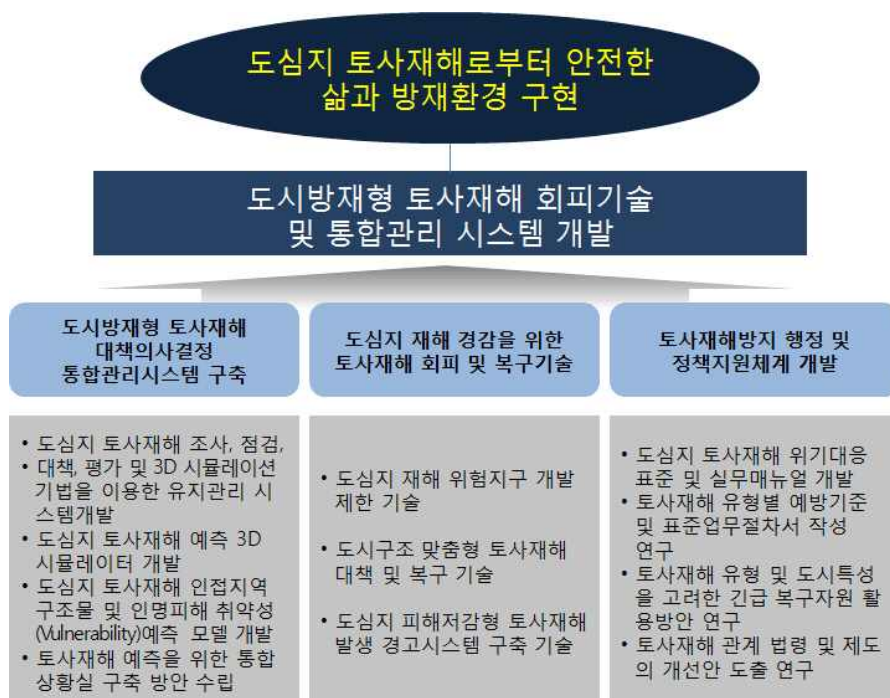
대분류	중분류	소분류	세분류
기술적 타당성	기술개발 계획의 적절성	사업목표와 내용의 구체성	사업목표의 구체성
			사업내용의 적절성
	기존사업과의 중복성	기존사업과의 중복성 검토	기존사업과의 중복성 검토

1. 기술개발 계획의 적절성

가. 사업목표와 내용의 구체성

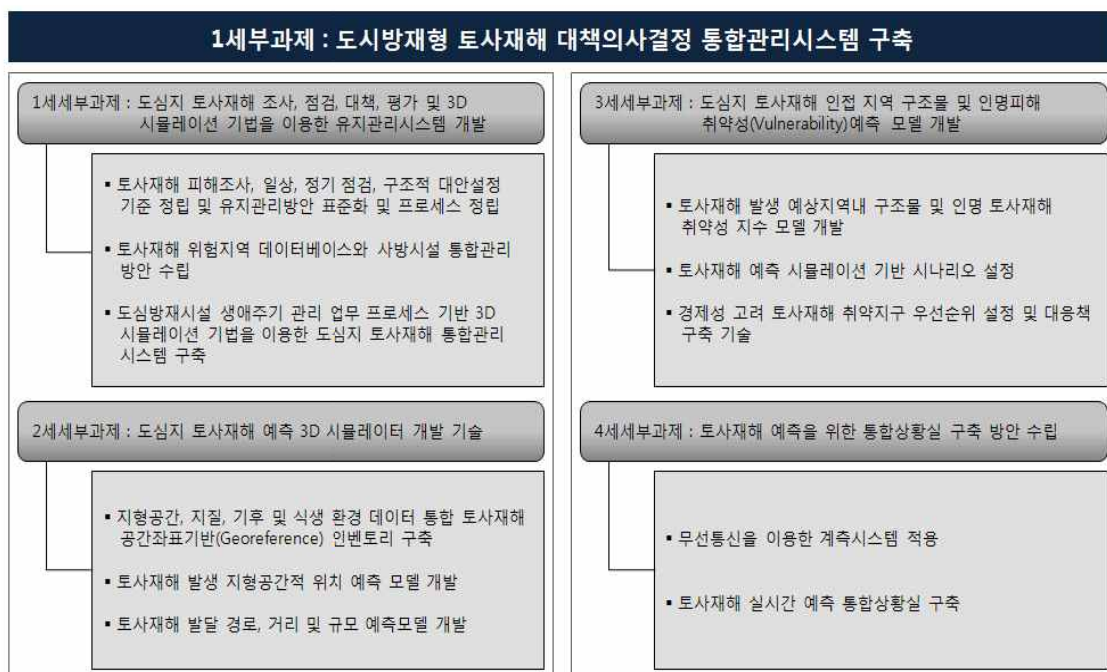
(1) 사업목표의 구체성

- 본 연구의 비전은 “도시지역 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현”이며, 이를 달성하기 위한 목표는 “도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발”으로 구체적으로 제시함.
- 목표를 3개의 세부목표로 세분화하고 각각의 세부목표를 달성하기 위하여 세부과제를 구체적으로 제시함.



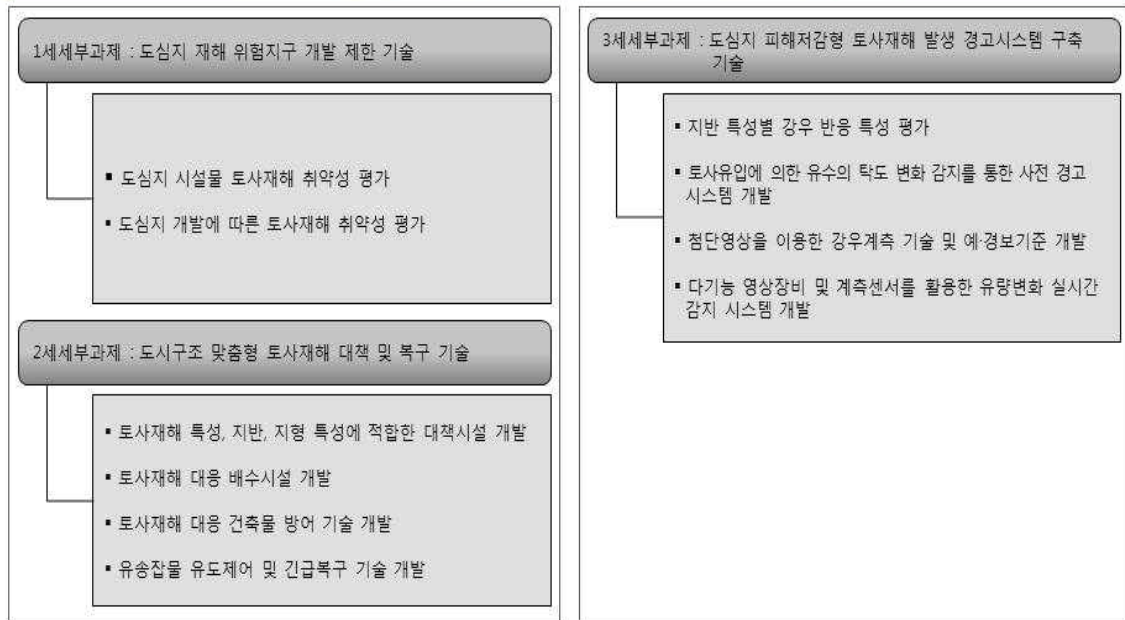
(1) 사업내용의 적절성

- (가) 1세부과제는 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축으로 이를 달성하기 위해 4개의 세세부과제로 구성함.
- (나) 2세부과제는 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발로 이를 달성하기 위해 3개의 세세부과제로 구성함.
- (다) 3세부과제는 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발로 이를 달성하기 위해 4개의 세세부과제로 구성함.
- (라) 각 세부과제는 세부과제를 구성하는 기술을 명확히 제시하고 각 구성기술별 내용을 구체적으로 기술함.



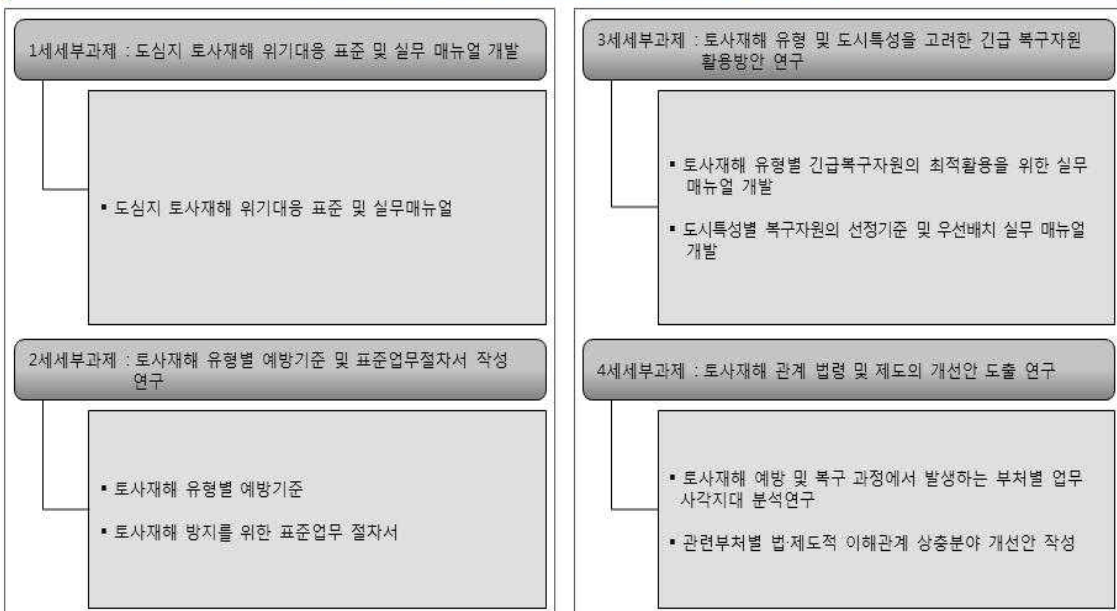
1세부과제 세세부과제 및 구성기술

2세부과제 : 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술



2세부과제 세세부과제 및 구성기술

3세부과제 : 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발



3세부과제 세세부과제 및 구성기술

2. 기존사업과의 중복성

가. 기존사업과의 중복성 검토

(1) 기존 사업과의 중복성 검토 절차 및 내용의 적절성

유사 과제명	발주처	수행 기관	내용 및 주요기술	구분		활용 및 차별화 방안
산지하천도로 호우피해 방지를 위한 수충부 및 토석류 방재 설계 선진화 기술개발	한 국 건 설 교 통 기 술 평 가 원	강릉원주대 학교	토석류 발생 시 충격력 특성 평가를 위한 모형 실험 토석류 구성 입자 크기, 재료별 다양한 충격력 특성 평가	중복 없음 연계 가능	○	토석류 모형 실험 결과 및 구성 입자별 충격력 특성 평가 연구결과는 도심지를 고려하지 않아 중복성이 없으나 토사재해 관련 자료로써 일부 활용 가능
산사태 및 토석류 발생 유형별 피해 저감 전략 수립 연구	한 국 건 설 교 통 기 술 평 가 원	한국건설기술연구원	국내 산사태 및 토석류 발생 유형 분류 산사태 및 토석류 유형별 피해 저감 방안 검토	중복 없음 연계 가능	○	산사태 및 토석류 발생 유형별 피해저감 전략 수립 연구결과는 기초적인 토사재해 자료로의 일부 활용 가능
급경사지 주민 대피 체계관리시스템 구축 및 계측 시방서 개발 연구	소 방 방 재 청	금오공과대 학교	지자체 급경사지 통합관리시스템 구축 및 기후변화 대응을 위한 급경사지 유지 관리 시설기준 연구 등	중복 없음 연계 가능	○	통합관리시스템 및 유지관리 시설 기준 연구와는 차별화하여 도심지 특성을 고려한 토사재해 분야에 연구
고속도로 구간 인공비탈면의 구배 결정 기준 확립 및 유지관리시스템 구축을 위한 연구	국 토 해 양 부	한국도로공사	암석 특성에 따른 인공비탈면 구배 결정 기준 및 녹화방법 연구	중복 없음 연계 가능	○	유지관리시스템 구축 연구결과는 도심지를 고려하지 않아 중복성이 없으나 통합관리시스템 구축에 관련 자료로써 일부 활용 가능
유역 토사 발생량 측정, 산상지 형성 매카니즘, 홍수터 조사에 의한 침수 가능지 예측, 토석류 및 사태물질 이동 연구		한국자연연구원 자연재해 사업단	산지재해방재 관련 R&D 확대 중	중복 없음 연계 가능	○	토석류 및 사태물질 이동 연구부분의 자료를 토사재해 관련 자료로써 일부 활용 가능
유목 및 토석류 제어 기술 개발	산림청	강원대학교	토석류 제어기술 설치 구간 선정, 모형수로 제작하여 수리실험 적용기준(안) 및 유목 및 토석류 제어기술의	중복 없음 연계 가능	○	모형 수로 실험을 통한 토석류 제어기술에 대한 연구 및 설계·시공표준 매뉴얼(안)은 토사재해 발생 예상지역내 구조물 취약성 조사에 일부 활용 가능

			설계·시공표준 매뉴얼(안)작성	고도화		
				중복됨		
통합방재기 술정보시스 템 개발	교 육 과 학 기 술 부	한국지질자 원연구원	지도 자료 및 지질 재해 평가 예측에 필수적인 기본 공 간DB 구축 인터넷을 이용하여 구축된 공간DB를 검색 및 출력할 수 있는 정보시스템을 설계 및 개발	중복 없음	○	구축된 기본 공간 DB를 토사 재해 위험지도 작성에 일부 활 용 가능
				연계 가능		
				고도화		
				중복됨		
산사태 위 험도 산정 시스템 및 피해저감기 술 개발	교 육 과 학 기 술 부	한국지질자 원연구원	기 확보된 산사태 예측 기술을 바탕 으로 산사태 피해 저감을 위한 위험 도 산정기술 개발 산사태 관련 전 과 정을 하나의 시스 템으로 분석할 수 있는 QRA 통합 전 문가 시스템 개발	중복 없음	○	위험도 산정기술은 토사재해 관련 자료로 일부 활용 가능하 며 QRA통합 전문가 시스템 개발은 통합관리시스템 구축에 일부 활용 가능
				연계 가능		
				고도화		
				중복됨		
산 사 태 피 해 규 모 정 량 화 및 최 적 피 해 저 감 기술 개발	소 방 방 재 청	한국지질자 원연구원	현장 조사를 통한 전국 산사태 DB구축 수도권/강원권/충청권 주요지역 산사태 예 측지도 작성 및 실내 모형실험을 통한 국내 산사태 특성을 고려한 방재공법 최적 배치 기준 정립	중복 없음	○	현장조사를 통한 전국 산사태 DB구축은 통합관리시스템 구 축에 일부 활용 가능
				연계 가능		
				고도화		
				중복됨		
산사태 예 측 및 방지 기술 연구	교 육 과 학 기 술 부	한국자원연 구소	경기도 일대 산사 태 유형 분류, 지 질, 지형 및 토질 특성과 산사태 취 약성 관련 해석 산사태 발생 가능 성의 정량적 평가 에 의한 예측기술 개발	중복 없음	○	산사태 취약성 관련 해석을 토 사재해 관련 일부 자료로 활용 가능
				연계 가능		
				고도화		
				중복됨		
산사태 발 생 예측 및 피해저감방 안 연구	한 국 건 설 교 통 기 술 평 가 원	강원대학교	산사태 유발인자 추출/분석 방법 개발 및 경중을 적용 방법 연구 산사태 유발인자 이상변화 추적기술 개발 산사태 발생잠재가 능성 평가기법 개발	중복 없음	○	산사태 발생 예측 및 피해저감 방안 연구는 토사재해 관련 일 부 자료로 활용 가능
				연계 가능		
				고도화		
				중복됨		
낙석 및 산 사태 방지를	한 국 건 설 교 통	상지대학교	강원지역의 재해저감 위한 통합사면관리	중복 없음	○	통합사면관리 기술을 통합관리 시스템 구축의 일부 자료로 활

위한 차세대 신기술 개발 연구	기 술 평 가 원		기술 개발 및 낙석 및 산사태 방재 전 문가 양성			용 가능하며, 실내 시험을 통 한 사면 설계 기준은 토사재해 관련 자료로 일부 활용 가능
			위성 및 측량을 통 하여 취득한 자료를 DB화 할 수 있는 기반 설계	연계 가능		
			소형 및 중대형 모형 토조 제작하여 실내 시험을 통하여 강우 침투로 인한 사면 붕괴시 지하수위의 변화를 분석하여 사 면설계 기준 제시 등	고도화		
				중복됨		

제 3 절 경제적 타당성

대분류	중분류	소분류	세분류
경제적 타당성	경제적 및 사회적 파급효과	경제적 파급효과	
		사회적 파급효과	

1. 경제적 및 사회적 파급효과

- 국내 산사태 방재 분야의 시스템 관련 연구는 주로 외국의 시스템을 도입하여 인용하는 수준이며 장치 또한 외국제품을 그대로 구입하여 사용하는 것이 대부분이나 본 연구를 통해 도심지 특성에 맞는 토사재해 회피기술 및 시스템이 개발되어 관련 산업에 파급 효과가 클 것으로 기대.
- 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상시켜 선진국 대열에 도달하는 기반을 마련할 것으로 사료.
- 도심지 특성을 고려한 토사재해 발생 피해 예측분석 및 사전예방관리 중심의 선진국형 안전관리체계 구축으로 범정부적 시너지 효과 창출이 가능하다. 안전 유지 관리 계층의 표준화가 가능하며, 인적 및 물적 피해를 최소화할 수 있다. 현장조사 점검기법 및 조사장비와 같은 하드웨어 분야에 있어서는 미국이나 일본과 같은 선진국의 기술수준이 우리나라의 기술수준을 상회하는 것은 사실이나, 첨단 IT기술을 접목한 계측, 감지, 분석, 상황전파 등의 통합방재 시스템 분야에서는 우리나라가 오히려 선진국을 추월하고 있다고 볼 수 있으므로 신진 외국의 국내도입 기술에 국내 첨단 IT기술을 접목하여 안전관리 기술 분야에 적용함으로써 선진국에 비해 기술적 우위를 점할 수 있을 것으로 예상.

- 도심지 재해 예방 및 피해 저감을 통하여 약 50%의 국가예산 절감, 도심지 토사재해 사전 방지를 통한 재난복구 비용의 절감, 대응체계의 신속·정확·표준화를 통한 토사재해 대응 비용의 절감의 효과를 기대.
- 자연재해 대책공법 관련 업계의 공법 개발 및 적용 시장 확대, 기후변화에 의한 산사태 및 토석류 방재분야의 정책 수립을 위한 기반 구축을 기후 변화 대응을 선도.

제 4 절 기술개발 필요성

1. 국내외 기술개발 및 현황

기간	연구내용	연구결과	수행기관
2008-2011	수충부 및 토석류 방재기술 연구단(토석류 대책구조물 설계 및 실험)	국토해양부 도로설계편람 토공 배수편 토석류 대책구조물 설 계 반영	한국건설기술 연구원
1996-2002	산사태 예측 및 방지기술 연구	산사태 예측기술 개발 및 예측 도 작성	한국지질자원 연구원
2003-2006	산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술 개발	사태물질 확산범위 예측기술 및 산사태 피해위험도 산정기술	한국지질자원 연구원
2006-2009	산사태재해 예측 및 피해저감 기술 개발	서울/경기, 강원, 충청지역 주요 도시 산사태예측지도 작성 및 토석류산사태 모니터링시스템 개발	한국지질자원 연구원
2000-2003	산지개발에 따른 산사태 발생특성 및 산지도사재해 예지시스템 개발	인공사면의 안정공법의 설계와 기존 인공사면 안정화를 위한 보강공법에 대한 기준모델을 제시	국립산림 과학원
2000	사면붕괴 방지대책 제도화를 위한 기본방안 연구	사면붕괴 방지를 위한 대책의 제도화 기본 절차 및 방안 연 구	국립방재 연구소
2004	사면붕괴 감지 및 관측에 관한 연구	사면붕괴 관측시스템 및 적정 시스템 마련을 위한 기초연구	국립방재 연구소

국가명	기관명	기간	사업명 또는 주요내용
미국	미국지질조사소(USGS)	1990-현재	- 재해정보 네트워크 구축(DIN) 프로그램 · 지질재해 조기경보 체제 구축 - 실시간 산사태 모니터링, 예측기법 및 체제 확립 연구 - 산사태 피해저감공법 연구 · 실물모형실험을 통한 다양한 방호시스템 효능 검증 · 토석류 산사태 방지를 위한 최적의 시스템 개발 및 적용 · 토석류 위험평가기술의 현황과악 및 방호시스템 개발
홍콩	홍콩자치정부(CED/GEO)	1995-2010	- 산사태 위험등급도 작성 - 산사태 상시 감시 및 사후 관리
일본	방재과학기술연구소(NIED)	1963-현재	- 종합방재 관련연구 - 방재기반 과학기술연구
	교토대 방재연구소(DPRI)	1951-현재	- 종합방재 및 지반재해연구
호주	호주지질조사소(AGSO)	1997-현재	- 도시지역 산사태 위험도 평가 연구
스위스	스위스연방연구소(WSL-SLF)	2005-현재	- 유연성 방호시스템과 산사태의 상호작용 연구 - 토석류 방호시스템을 위한 수치해석 프로그램 개발

- 국토의 70%가 산지로 구성되어 있는 우리나라는 지형특성상 육로 교통망, 대규모 주택단지, 산업단지 등 건설시 많은 인공절개지가 생성되고, 최근 기후변화에 따른 환경변화로 사면 붕괴로 인한 인명 및 재산상의 피해가 빈번하게 발생함.
- 이에 국내외적으로 체계적인 사면유지관리에 대한 연구가 일본, 미국, 대만 및 캐나다 등 방재 선진국과 국내에서 그간 수행되었다. 국내의 경우 도로의 중요도에 따라 고속국도와 일반국도로 구분하여 각각 고속국도는 한국도로공사가 ‘사면유지관리시스템’을 구축하여 2009년 기준 6,286개 사면에 대한 체계적인 점검 및 보수보강작업에 활용함.
- 일반국도는 한국건설기술연구원에서 네비게이션 기반 ‘도로절토사면 유지관리시스템 개발 및 운용 (Cut Slope Management System, CSMS)’ 구축하여 전국 국도변에 산재하는 28,707개의 절토사면을 5개 위험등급으로 구분하여 조사와 대응마련에 활용하고 있다. 또한 상시계측시스템을 구축하여 도로절토사면 위험징후시 낙석신호등과 연계하여 조기경보 교통차단 시스템을 가동함.

- 두 시스템 비교시 고속국도 시스템은 붕괴이력 - 발생시점, 붕괴규모, 대책수립방안 등 - 기록만을 관리하며, 지반공학적 정보와의 연계성이 매우 미흡하여 절토사면의 붕괴 특성을 이해하는 데는 한계가 있는 반면에 CSMS의 경우 현황조사에 근거한 안정성 해석을 수행하여 최적 대책공법을 결정하고 있음.
- 철도의 경우 ‘선로연변 절토사면 유지관리시스템’을 구축하여 재해 우려 개소에 대한 방호 설비 구축을 위한 우선순위 선정 등 체계적 계획수립, 예산배정, 낙석 및 산사태 위험지역 사전 인지 및 사업입지 적정성 평가 등 종합방재시스템의 기본 데이터베이스로 활용됨.
- 국토해양부 소관 국가기반시설에 대한 재난을 예방·보고·전파·대응·분석·지원하는 ‘종합상황관리시스템’이 운영중에 있으며, 소방방재청 재난상황실에서는 국가재난 관리시스템, 지진재해대응시스템, 자동우량경보시스템, 재해상황분석판단시스템, 실시간강우관측시스템이 사용되고 있으나 산사태, 토석류와 같은 토사재해에 대한 전반적 관리를 위한 기능을 제공하고 있지 못함.
- 산림청은 1988년 국립산림과학원이 실증적으로 입증한 연속강우량과 산사태간 관련성을 기반으로 산사태예보제의 기준을 정립하였으며, 2005년 GIS 기반 산사태 위험지관리시스템을 구축하여 산사태위험지 판정결과, 산사태위험 예보(주의, 경보) 발령, 산림재해와 관련한 대장정보(산림유역, 사방댐, 사방시설, 산사태 발생지, 임도시설, 사방지지정, 산사태위험지구) 관리 등의 기능을 제공함.
- 그러나 최근 우면산 산사태를 계기로 본 시스템 유관기관간 예보발령시 혼선, 사후처리 미흡, 위험지등급별 안전대책방안 미흡, 최근 기상 및 임상 조건을 반영하지 못하는 점 등 다수 허점이 발견되었다. 특히, 지자체 관점에서 산사태 이동경로 및 피해범위 확산 등에 대한 의사결정 정보제공에 한계가 있어 사방댐과 같은 토석류 방지시설의 규모와 설치장소를 결정하거나 경계피난 지역 설정에 활용되지 못하고 있음. 또한 사방시설의 지속적인 조사, 점검, 대책 및 평가 등의 유지관리체계와 연계되어 있지 않음.
- 일본의 경우 토사재해 발생의 중요성을 인지하여 2001년에 산사태 방지법과 급경사지 붕괴로 인한 재해방지법을 통합하여 토사재해 방지 대책법을 제정하였으며, 미국의 경우 2000년에 국가산사태재해 저감전략을 수립하여 예측기술 개발, 산사태재해

도 작성, 실시간 경보시스템 구축, 위험도 평가 및 자료 배포·확산 시스템 구축 등에 관한 연구를 수행하고 있음.

- 대만의 경우 2003년 정부주도의 자연재해 경감을 위한 국가과학 기술프로그램(NCDR)을 개설하고 산사태 재해저감을 위해 전국을 485개 토석류 하천별 권역을 나누어 산사태 취약성 평가보다 한층 더욱 개발된 위험성평가 기술을 개발하고 있다. 캐나다는 1994년부터 지질조사소(GSC)를 중심으로 산사태뿐만 아니라 고위도 지방에서의 눈사태에 대한 연구를 동시에 수행하고 있음. 미국, 영국, 프랑스 등 외국유수 연구기관과 컨소시엄 구성을 통해 산사태 재해영향평가 공동연구를 수행하고 있음.
- 홍콩의 경우 1972년 절개지 붕괴에 따른 산사태로 138명 사망하고 1976년 18명이 같은 지역에서 사망하는 등 반복적인 산사태로 대대적인 정부조직을 개편하여 산사태에 대응에 대한 강력한 권한과 책임을 가지고 통합적이고 신속한 대처가 가능토록 산사태관리청(GEO)를 구성하였다. 이탈리아의 경우 수상직속으로 재해대책본부를 두고 수상이 부처 간 이견을 직접 조율토록 하였음.
- 홍콩과 이탈리아의 경우 산사태 시뮬레이션 프로그램을 통해 산사태의 특징을 사전에 예측하고 방재시설 설계에 사용하고 있으며, 국가적인 산사태 통합시스템과 운영조직이 갖춰져 있고 이에 대한 제도가 마련되어 있음.
- 항구 대책수립을 위한 피해원인분석에 필요한 피해당시의 피해흔적, 피해규모, 피해형태 등에 대한 체계적인 조사가 이루어지지 못하고 부처별 혹은 지자체별로 조사가 수행됨으로써 종합적인 대책수립이 어려움.
- 1995년 5월 19일 “중앙재해대책본부 중앙합동조사단 운영규정” 제8조의 2에 설치근거를 마련하여 중앙조사위원 60명 임명하여 운영하여 왔으나, 재해발생시 위원들의 사정에 의한 즉각적인 현장투입 인력확보에 어려움 발생.
- 그러나, 사후분석 및 평가를 통한 합리적인 복구대책 및 관리방안의 부재로 인하여 재해경감대책의 수립에 적용되지 못하고 있는 실정임.

2. 관련 기술 개발 필요성

- 2011년 7월 27일 새벽 춘천시에서 발생한 산사태와 다음 날 아침 우면산 일대에서 산사태와 토석류로 각각 13명의 대학생과 16명의 시민이 아까운 목숨을 잃었다. 비슷한 시기 경남 밀양 양지마을 산사태와 김해 농공단지 절개면 붕괴, 전북 군산시 대명터널 입구 토사 피해 등 전국적으로 토사피해 발생. 2010년 중국 간쑤성 조우취현의 대규모 산사태로 1200여명이 사망하고 500여명이 실종되었다. 2010년 9월 멕시코와 콜롬비아에서의 산사태로 500여명의 매몰과 30명 사망 발생. 이와 같이 산사태에 의한 피해가 전 세계 어느 곳이든 도사리고 있음.
- 우리나라 대표적 자연재해인 산사태는 1980년대 연간 231ha 발생하던 것이 2000년대 들어 713ha로 약 3.1배 정도 증가하였는데, 이는 시간당 50mm이상의 폭우가 1980년대 10.6회에서 2000년대 14.4회로 증가한 것과 무관하지 않다. 이러한 기상이변과 산지 훼손으로 위험지역이 증가한 것도 주요 원인으로 고려된다. 2011년도 이상기후로 인한 피해액은 약 3.4조원으로 추정되었으며, 2012년에도 자연재해가 빈번할 것으로 예상됨(삼성경제연구소 박준 수석연구원).
- 도심지역에서 발생하는 토사재해 발생 위험 지역은 높은 인위적 개발 시설물과 부지 조성 비율이 매우 높고, 토사재해 발생시 산지 저변부에 인프라 및 인명 피해우려가 매우 높다. 높은 인구 밀집도에 따른 전방위적인 토사재해 조사 및 대책수립이 마련되어야 하나 제한적 예산내에서 시뮬레이션에 기반한 경제적, 효율적 산사태 대응체계 수립에 대한 연구가 필요함.
- 인구가 집중화된 서울 우면산의 산사태 및 토석류와 같은 도심부의 자연사면 관리에 허점이 많음.
- 특히, 도심지역에서 토석류와 같은 토사재해가 발생되면 대규모의 재산 및 인명피해를 유발하나 국내는 도심지역의 토사재해 관리에 대한 연구가 미흡함.
- 인구와 인프라가 밀집해 있는 도심의 특성상 산악지역의 토사 재해와 다른 형태의 접근이 필요하며, 인명피해를 저감하기 위한 도시형 피해저감형 대책 및 방재에 대한 연구가 필요함.

- 도심의 특성을 고려한 사방시설과 같은 구조적 대책뿐 만아니라 인명피해 억제와 신속한 복구를 목적으로 하는 비구조적인 대안이 우선적임.
- 도시 기능을 신속하게 회복하기 위해서는 조사·점검·평가·대책의 유기적 의사결정과 유관기관과의 재해복구자원 등 투입 자원의 긴급복구시스템, 선진국형 행정지원 등을 포함하는 체계적인 긴급 대응 및 복구사업의 관리가 요구됨.
- 선진국형 토사재해 방지를 위한 행정지원체계의 정립이 요구됨.
- 도시 방재형 토사재해 대책 수립에 이르기까지 위험지역 예측, 조사, 점검, 대책, 평가 등 체계적인 업무체계 수립이 필요하며, 이러한 일련의 업무에 배수관로 체계 평가 및 대책 수립, 토사재해 유형별 맞춤형 사방시설 설계 및 시공, 유관기관간 표준화된 위험지역 및 우선순위 설정, 토사피해 지역 및 복구 금액 범위추정, 사방시설의 적지적소 배치, 신속한 피해 복구 방안 수립, 지속적 사방시설 관리체계 구축 등에 대한 다양한 의사결정 사안이 존재함.
- 재난관리 단계는 예방, 대비, 대응 및 복구의 단계로 구분하며 일반적인 사고가 발생할 경우, 해당 주무기관의 대응역량이 충분하지 못할 경우 재난으로 발전하므로 재난을 효과적이고 효율적으로 대응하기 위해서는 유관기관의 지원이 필수적으로 요구됨.
- 이에, 기술개발 동향 및 환경분석, 기술개발전략 수립, 연구개발과제 도출, 연구범위 설정, 타당성 조사 등을 통하여 국가 연구개발사업으로서 당위성을 확보할 수 있도록 기획연구 수행 필요함.
- 인구와 인프라가 밀집해 있는 도심의 특성상 산악지역의 토사 재해와 다른 형태의 접근이 필요하며, 인명피해를 저감하기 위한 도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템에 대한 연구가 필요함.

제 5 절 정부지원 타당성

- 급변하는 기후변화로 인해 정비되지 않은 급경사 비탈면의 토사재해 발생율은 급증할 것으로 예상되며, 국가과학기술위원회(2012.3)에서는 재난안전, 삶의 질 향상, 지역 R&D 활성화 등 시급한 국가적 현안에 대한 과학기술 차원의 해결 방안 모색. 특히, 국가 과학기술위원회에서는 재난·재해 과학기술 지원 특별위원회를 구성('11.06.02) 하고, 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계 구축을 추진하는 등 시급한 기술개발 및 현장적용이 시급한 실정임.
- 국토해양부 R&D 투자현황을 기준으로 재난·재해 분야의 예산 투자 비율이 점차 증가하고 있는 실정이며, 이는 급증하는 재난 피해액 감소를 목표로 하는 국가 정책에 부합하는 과제임. 특히, 첨단 기술 융합을 통한 실용화·사업화 과제가 주를 이루던 지난 연구투자 방향과 달리, 현재는 기초·응용 연구예산 투자 확대가 시도됨. 따라서, 이러한 토사재해 방지를 위한 행정 및 정책적 체계 개선 연구를 수행하는 것은 국정 방향 및 국토해양부 R&D 추진방향과 부합됨.
- 도심지의 특성이 고려된 토사재해 관련 회피 및 복구 기술 개발과 통합관리시스템을 구축하고 실용화하기 위한 행정 및 정책지원체계를 마련하여 도심지에 발생하는 토사 재해를 통합관리시스템을 활용하여 예방하고 토사재해 발생시 유관기관과의 협력을 통한 신속한 도시기능복구 등의 효과를 볼 수 있는 연구임.
- 토사재해 방지를 위한 R&D는 공공기술 위주의 기초·응용 연구로써 목적, 수요자, 주체 등의 측면에서 국토해양부의 적극적인 투자 확대를 통해 민간의 기술활용을 도모하도록 주도할 필요성이 큼.

제 6 절 종합평가 및 결론

1. 종합평가 및 결론

- 도심지역에서 발생하는 토사재해 발생 위험 지역은 높은 인위적 개발 시설물과 부지조성 비율이 매우 높고, 토사재해 발생 시 산지 저면부에 인프라 및 인명피해 우려가 매우 높음.
- 인구와 인프라가 밀집해 있는 도심의 특성상 산악지역의 토사재해와 다른 형태의 접근이 필요하며, 인명피해를 저감하기 위한 도시형 피해저감 대책 및 방재에 대한 연구가 필요함
- 토사재해 방지를 위한 R&D는 공공기술 위주의 기초·응용 연구로써 목적, 수요자, 주체 등의 측면에서 국토해양부의 적극적인 투자 확대를 통해 민간의 기술 활용을 도모하도록 주도할 필요성이 큼.
- 국토해양부 R&D 투자현황을 기준으로 재난·재해 분야의 예산 투자비율이 점차 증가하고 있는 실정임. 이는 재난 피해액의 약 50%의 감소효과를 가져올 것으로 판단되며, 급증하는 재난 피해액의 감소를 목표로 하는 국가정책에 부합하는 과제임.
- “도심지 토사재해로부터 안전한 삶과 방재환경 구현”의 비전을 달성하기 위한 목표 “도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리 시스템 개발”은 3개의 목표로 세분화하여 각각의 세부목표를 달성하기 위하여 세부과제를 구체적으로 제시함.
- 세부과제를 구성하는 기술을 명확히 제시하였으며 각 구성기술별 내용 및 주요 기술은 기존의 수행기관에서 진행한 사업과 중복성 검토를 진행하여 연구내용의 차별성을 확인함.
- 도심지 특성에 맞는 토사재해 회피기술 및 시스템에 국내 첨단 IT 기술을 접목하여 안전관리 기술 분야에 적용함으로써 관련응용 기술을 선진국 수준으로 향상시켜 선진국 대열에 도달하며 기술적으로 우위를 점할 수 있을 것으로 예상됨.

- 도심지의 특성이 고려된 토사재해 관련 회피 및 복구 기술 개발과 통합관리시스템을 구축하고 실용화하기 위한 행정 및 정책지원체계를 마련하여 도심지에 발생하는 토사재해를 통합관리시스템을 활용하여 예방하고 토사재해 발생시 유관기관과의 협력을 통한 신속한 도시기능복구 등의 효과를 볼 수 있는 연구임.
- 따라서, 이러한 토사재해방지를 위한 통합관리시스템, 회피기술, 행정 및 정책적 개선 연구를 수행하는 것은 국정방향 및 국토해양부 R&D 추진방향과 부합됨.

제 5 장 인력투입계획 및 소요예산 산정

제 1 절 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

연구단소요인력

(단위 : 명)

세부과제		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	합계
연구단 총괄								
1세부	1세세부	12	12	12	12	12	12	72
	2세세부	14	14	14	14	14	14	84
	3세세부	11	11	11	11	11	11	66
	4세세부	15	15	15	15	15	15	90
	계	52	52	52	52	52	52	312
2세부	1세세부	16	16	16	16	16	16	96
	2세세부	22	22	22	22	22	22	132
	3세세부	18	18	18	18	18	18	108
	계	56	56	56	56	56	56	336
3세부	1세세부	9	16	-	-	-	-	25
	2세세부	9	14	-	-	-	-	23
	3세세부	11	16	-	-	-	-	27
	4세세부	10	10	-	-	-	-	20
	계	39	56	-	-	-	-	95

2. 세부과제별 인력투입

가. 1세부과제

(1) 1세부과제 인력투입

[단위 : 명]

일반과제		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	합 계
도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리 시스템 구축	도심지 토사재해 조사,점검,대책,평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발	12	12	12	12	12	12	72
	도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발 기술	14	14	14	14	14	14	84
	도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발 기술	11	11	11	11	11	11	66
	도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축방안 수립	15	15	15	15	15	15	90
	소계	52	52	52	52	52	52	312

(2) 연구원 직급별 연구투입 인력

[단위 : 명]

일반과제		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	합계
도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리 시스템 구축	책임연구원	9	9	9	9	9	9	54
	연구원	13	13	13	13	13	13	78
	연구보조원	16	16	16	16	16	16	96
	보조원	14	14	14	14	14	14	84
	소계	52	52	52	52	52	52	312

(3) 세부과제별 인력투입

[단위 : 명]

일반과제			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	합 계
도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리 시스템 구축	도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합 시스템 개발 기술	책임연구원	2	2	2	2	2	2	12
		연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구보조원	4	4	4	4	4	4	24
		보조원	3	3	3	3	3	3	18
		소계	12	12	12	12	12	12	72
	도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터 개발 기술	책임연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구보조원	4	4	4	4	4	4	24
		보조원	4	4	4	4	4	4	24
		소계	14	14	14	14	14	14	84
	도심지 토사재해 인접구조물 및 인명피해 취약성 예측 모델 개발 기술	책임연구원	1	1	1	1	1	1	6
		연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구보조원	4	4	4	4	4	4	24
		보조원	3	3	3	3	3	3	18
		소계	11	11	11	11	11	11	66
	도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축방안 수립	책임연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구원	4	4	4	4	4	4	24
		연구보조원	4	4	4	4	4	4	24
		보조원	4	4	4	4	4	4	24
		소계	15	15	15	15	15	15	90
합계			52	52	52	52	52	52	312

나. 2세부과제

(1) 2세부과제 인력투입

[단위 : 명]

일반과제		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	합계
도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술	도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	16	16	16	16	16	16	96
	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술	22	22	22	22	22	22	132
	도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	18	18	18	18	18	18	108
	소계	56	56	56	56	56	56	336

(2) 연구원 직급별 연구투입 인력

[단위 : 명]

일반과제		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	합계
도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술	책임연구원	12	12	12	12	12	12	72
	연구원	14	14	14	14	14	14	84
	연구보조원	17	17	17	17	17	17	102
	보조원	13	13	13	13	13	13	78
	소계	56	56	56	56	56	56	336

(3) 세부과제별 인력투입

[단위 : 명]

일반과제			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	합 계
도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술	도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	책임연구원	4	4	4	4	4	4	24
		연구원	4	4	4	4	4	4	24
		연구보조원	5	5	5	5	5	5	30
		보조원	3	3	3	3	3	3	18
		소계	16	16	16	16	16	16	96
	도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술	책임연구원	5	5	5	5	5	5	30
		연구원	7	7	7	7	7	7	42
		연구보조원	6	6	6	6	6	6	36
		보조원	4	4	4	4	4	4	24
		소계	22	22	22	22	22	22	132
	도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	책임연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구원	3	3	3	3	3	3	18
		연구보조원	6	6	6	6	6	6	36
		보조원	6	6	6	6	6	6	36
		소계	18	18	18	18	18	18	108
합계			56	56	56	56	56	56	336

다. 3세부과제

(1) 3세부과제 인력투입

[단위 : 명]

일반과제		1차년도	2차년도	합계
토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발	9	16	25
	토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구	9	14	23
	토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구	11	16	27
	토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	10	10	20
	소계	39	56	95

(2) 연구원 직급별 연구투입 인력

[단위 : 명]

일반과제		1차년도	2차년도	합계
토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술	책임연구원	8	8	16
	연구원	14	21	35
	연구보조원	13	19	32
	보조원	4	8	12
	소계	39	56	95

(3) 세부과제별 인력투입

[단위 : 명]

일반과제			1차년도	2차년도	합계
도심지 토사재해 최소화를 위한 행정지원체 계 구축 연구	도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발	책임연구원	2	2	4
		연구원	3	6	9
		연구보조원	3	6	9
		보조원	1	2	3
		소계	9	16	25
	토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구	책임연구원	2	2	4
		연구원	3	5	8
		연구보조원	3	5	8
		보조원	1	2	3
		소계	9	14	23
	토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구	책임연구원	2	2	4
		연구원	4	6	10
		연구보조원	4	6	10
		보조원	1	2	3
		소계	11	16	27
	토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	책임연구원	2	2	4
		연구원	4	4	8
		연구보조원	3	2	5
		보조원	1	2	3
		소계	10	10	20
합계			39	56	95

제 2 절 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

- 세부과제별 기획위원회를 구성하였으며, 기획위원회에 의한 상향식(Bottom up) 방법으로 예산 산출하였음
- 최소 연구단위인 세부기술과제를 수행하는데 소요되는 적정비용을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 연구비를 산정하여 총 소요예산 규모를 확정함
 - 정책연구 성격인 점을 고려하여 민간부담금은 없는 것으로 가정
- 항목별 예산산정을 위하여 ‘국토해양부소관 연구개발사업 운영규정’에 포함되어 있는 ‘별표 2 연구개발비 비목별 계상기준’을 작성기준으로 활용
 - 인건비는 ‘2011년 학술연구용역 인건비기준단가’를 기준으로 작성

[표 104] 인건비 산출근거

구분	인건비 기준단가 (참여율 50%) (원/월)	적용단가 (참여율 100% 유지)	
		원/월	원/년
책임연구원	2,803,744	7,943,941	95,327,292
연구원	2,149,872	6,091,304	73,095,648
연구보조원	1,437,119	4,071,837	48,862,044
보조원	1,077,876	3,053,982	36,647,784

- 원가계산에 의한 예정가격 작성 준칙 제24조제2항 및 별표5 관련 학술연구용역 인건비 기준단가 적용
- 기준단가는 1개월을 22일로하여 용역 참여율 50%로 산정한 것이며, 용역참여율을 달리하는 경우에는 기준단가를 증감시킬 수 있음
- ※ 적용단가 산출근거(회계예규 2200.04-105-8, ‘03.12.26)
 - 기준단가×(참여율 100%)×(17/12) (년급여 12, 상여금 4, 퇴직급여충당금 1)

2. 전체사업 소요예산

[단위 : 천원]

일반과제	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	소계
연구단 총괄	110,000	240,000	250,000	250,000	250,000	250,000	1,350,000
도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축	1,260,000	2,840,000	4,045,000	2,675,000	1,850,000	1,850,000	14,520,000
도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구 기술	630,000	1,420,000	2,205,000	1,465,000	800,000	800,000	7,320,000
토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술	610,000	1,200,000	0	0	0	0	1,810,000
합 계	2,610,000	5,700,000	6,500,000	4,390,000	2,900,000	2,900,000	25,000,000

3. 세부과제별 소요예산

가. 연구단 총괄

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	300,000
직접비	연구장비·재료비	5,000	20,000	20,000	20,000	20,000	10,000	95,000
	연구활동비	18,000	100,000	110,000	110,000	110,000	120,000	568,000
	연구과제추진비	5,000	12,000	10,000	10,000	10,000	10,000	57,000
	연구수당	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	60,000
	소계	38,000	142,000	150,000	150,000	150,000	150,000	780,000
	간접비	22,000	48,000	50,000	50,000	50,000	50,000	270,000
연구사업비총액		110,000	240,000	250,000	250,000	250,000	250,000	1,350,000

나. 1세부 과제

(1) 1세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	110,000	230,000	190,000	190,000	110,000	110,000	940,000
직접비	연구장비·재료비 (시스템구축비)	20,000	100,000	280,000	120,000	85,000	85,000	690,000
	연구활동비	40,000	65,000	110,000	70,000	70,000	70,000	425,000
	연구과제추진비	7,600	11,400	27,200	8,000	7,000	7,000	68,200
	연구수당	24,000	48,000	40,000	40,000	24,000	24,000	200,000
	소계	91,600	224,400	457,200	238,000	186,000	186,000	1,383,200
	간접비	50,400	113,600	161,800	107,000	74,000	74,000	580,800
연구사업비총액		252,000	568,000	809,000	535,000	370,000	370,000	2,904,000

(2) 2세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	140,000	230,000	310,000	230,000	150,000	150,000	1,210,000
직접비	연구장비·재료비	30,000	150,000	300,000	150,000	150,000	100,000	880,000
	연구활동비	65,000	130,000	160,000	110,000	130,000	110,000	705,000
	연구과제추진비	7,000	54,800	39,600	39,600	28,000	98,000	267,000
	연구수당	30,000	48,000	64,000	48,000	32,000	32,000	254,000
	소계	132,000	382,800	563,600	347,600	340,000	340,000	2,106,000
간접비		68,000	153,200	218,400	144,400	10,000	10,000	604,000
연구사업비총액		340,000	766,000	1,092,000	722,000	500,000	500,000	3,920,000

(3) 3세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	110,000	190,000	230,000	190,000	110,000	110,000	940,000
직접비	연구장비·재료비	15,000	100,000	250,000	100,000	50,000	50,000	565,000
	연구활동비	50,000	110,000	110,000	90,000	100,000	100,000	560,000
	연구과제추진비	2,600	14,400	9,200	8,000	12,000	12,000	58,200
	연구수당	24,000	40,000	48,000	40,000	24,000	24,000	200,000
	소계	91,600	264,400	417,200	238,000	186,000	186,000	1,383,200
간접비		50,400	113,600	161,800	107,000	74,000	74,000	580,800
연구사업비총액		252,000	568,000	809,000	535,000	370,000	370,000	2,904,000

(4) 4세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	190,000	270,000	390,000	270,000	230,000	230,000	1,580,000
직접비	연구장비·재료비 (상황실 구축)	30,000	250,000	400,000	250,000	100,000	100,000	1,130,000
	연구활동비	60,000	110,000	130,000	90,000	70,000	70,000	530,000
	연구과제추진비	2,800	64,400	68,000	40,400	40,000	40,000	255,600
	연구수당	40,000	56,000	80,000	56,000	48,000	48,000	328,000
	소계	132,800	480,400	678,000	436,400	258,000	258,000	2,243,600
간접비		83,200	187,600	267,000	176,600	122,000	122,000	958,400
연구사업비총액		416,000	938,000	1,335,000	883,000	610,000	610,000	4,792,000

※ 도심지 토사재해 예측 통합상황실 구축을 위해 기존시스템을 최대한 연계·활용할 예정이다.

다. 2세부 과제

(1) 1세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	70,000	170,000	170,000	170,000	100,000	100,000	780,000
직접비	연구장비·재료비	15,000	60,000	170,000	65,000	20,000	20,000	350,000
	연구활동비	40,000	50,000	110,000	50,000	32,000	32,000	314,000
	연구과제추진비	5,000	6,000	9,600	9,000	7,200	7,200	44,000
	연구수당	14,000	34,000	34,000	34,000	20,000	20,000	156,000
	소계	74,000	150,000	323,600	158,000	79,200	79,200	864,000
간접비		36,000	80,000	123,400	82,000	44,800	44,800	411,000
연구사업비총액		180,000	400,000	617,000	410,000	224,000	224,000	2,055,000

(2) 2세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	118,000	220,800	276,000	220,800	110,400	110,400	1,056,400
직접비	연구장비·재료비	20,000	100,000	250,000	100,000	50,000	40,000	560,000
	연구활동비	20,000	60,000	80,000	75,000	50,000	55,000	340,000
	연구과제추진비	2,400	7,040	8,400	5,640	10,720	15,720	49,920
	연구수당	23,600	44,160	55,200	44,160	22,080	22,080	211,280
	소계	66,000	211,200	393,600	224,800	132,800	132,800	1,161,200
간접비		46,000	108,000	167,400	111,400	60,800	60,800	554,400
연구사업비총액		230,000	540,000	837,000	557,000	304,000	304,000	2,772,000

(3) 3세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	120,000	192,000	240,000	192,000	96,000	96,000	936,000
직접비	연구장비·재료비	10,000	85,000	220,000	100,000	50,000	45,000	510,000
	연구활동비	20,000	65,000	85,000	60,000	50,000	50,000	330,000
	연구과제추진비	2,000	3,600	7,800	8,000	2,400	7,400	31,200
	연구수당	24,000	38,400	48,000	38,400	19,200	19,200	187,200
	소계	56,000	192,000	360,800	206,400	121,600	121,600	1,058,400
간접비		44,000	96,000	150,200	99,600	54,400	54,400	498,600
연구사업비총액		220,000	480,000	751,000	498,000	272,000	272,000	2,493,000

라. 3세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	366,000	720,000					1,086,000
직접비	연구장비·재료비							0
	연구활동비	103,700	204,000					307,700
	연구과제추진비							0
	연구수당	61,000	120,000					181,000
	소계	164,700	324,000					488,700
간접비		79,300	156,000					235,300
연구사업비총액		610,000	1,200,000					1,810,000

(1) 1세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	95,160	187,200					282,360
직접비	연구장비·재료비							0
	연구활동비	26,962	53,040					80,002
	연구과제추진비							0
	연구수당	15,860	31,200					47,060
	소계	42,822	84,240					127,062
간접비		20,618	40,560					61,178
연구사업비총액		158,600	312,000					470,600

(2) 2세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	87,840	172,800					260,640
직접비	연구장비·재료비							0
	연구활동비	24,888	48,960					73,848
	연구과제추진비							0
	연구수당	14,640	28,800					43,440
	소계	39,528	77,760					117,288
간접비		19,032	37,440					56,472
연구사업비총액		146,400	288,000					434,400

(3) 3세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	102,480	201,600					304,080
직접비	연구장비·재료비							0
	연구활동비	29,036	57,120					86,156
	연구과제추진비							0
	연구수당	17,080	33,600					50,680
	소계	46,116	90,720					136,836
간접비		22,204	43,680					65,884
연구사업비총액		170,800	336,000					506,800

(4) 4세세부 과제

[단위 : 천원]

항목	비목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	합계
인건비	인건비	80,520	158,400					238,920
직접비	연구장비·재료비							0
	연구활동비	22,814	44,880					67,694
	연구과제추진비							0
	연구수당	13,420	26,400					39,820
	소계	36,234	71,280					107,514
간접비		17,446	34,320					51,766
연구사업비총액		134,200	264,000					398,200

제 6 장 과제 제안요구서

제 1 절 과제 제안요구서(RFP)

1. 연구단

과제명	도시방재형 토사재해 회피기술 및 통합관리시스템 개발 기획
1. 연구개발 목표	도시경관을 고려한 토사재해 회피 및 복구 기술, 신개념 경보시스템을 개발하고 이를 합리적으로 적용할 수 있도록 통합관리시스템을 개발, 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 정책의 개발을 목표로 하고 있다.
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	☐ 연구개발의 필요성 - 지구 온난화로 인한 이상기후로 세계 각 나라에서 자연재해로 인해 도심지 등 주거지에서의 막대한 인명과 재산의 피해 발생이 급증하는 추세임 ※ 미국의 허리케인 피해규모 40조원('11년), 태국 홍수 피해규모 52조원('11년) - 특히, 2011년 서울시 우면산 산사태로 인하여 16명이 사망하고 3명이 실종되는 재해가 발생함에 따라, 국내에서도 인구가 집중된 도시 지역에서의 급경사지 자연재해 관리 및 대응책 마련이 절실해지는 상황임 - 우리나라에서 발생하는 산사태는 집중호우 기간에 해당하는 6월에서 8월 사이에 집중되며, 강우에 의한 많은 양의 지표수와 함께 유실된 토사 및 암석이 토석류 형태로 계곡지형을 따라서 주거지로 이동하여 재산 및 인명 피해를 유발함 - 최근 도시화와 산업화로 인한 난개발로 주거지 및 산업단지가 산지 및 급경사지 인근에 위치하는 경우가 증가하고 있어서 토사재해로 인한 재해 위험도가 높아짐에도 불구하고 제도적으로 위험지구에 대한 개발을 제한하기 위한 기초 자료로써의 연구가 미흡함 - 국내 적용되고 있는 토사재해 대책시설은 외국 기술 또는 몇몇 대책시설을 보편적으로 적용하는 경우가 많아서 국내 토사재해 발생 특성 및 유형에 적합한 맞춤형 대책공법의 개발이 필요하며, 도심지 피해를 저감하기 위해서는 흐름을 제어할 수 있는 배수 시스템 및 방어 시스템의 개발이 필요함 - 토사재해중 하나인 토석류는 초기 발생 후 피해지역까지 사태물질이 이동하는데 매우 짧은 시간이 소요되는 특징이 있으므로 인근지역의 기상자료나 기존의 산사태 감지 계측센서로는 피해저감을 위한 경고시스템 운용에 어려움이 있음 - 토석류의 이동경로에 지표수 및 사태물질의 이동 및 물질 특성을 감지하는 기법의 개발이 필요하며, 강우 특성에 따른 토사재해 대비 경고 기준을 수립하는 연구가 요구됨

□ 기술동향

(1) 국내기술동향

- 국토해양부
 - 건설교통 재난·안전정보 지원체계 개발연구
 - 산사태 및 토사재해 발생 유형별 피해저감 전략 수립연구
 - 산지하천도로 호우피해방지를 위한 수충부 및 토사재해 방재설계 선진화 기술개발
- 행정안전부
 - 재난대응 역량강화를 위한 교육훈련방안 연구
 - 재난유형별 통합관리체계 연구
 - 재난 및 안전관리 체계 개편 방안
 - 재난 홍보시스템 강화방안
- 소방방재청
 - 국가재난관리 중장기 전략계획 연구
 - 재난전조정보 수집분석 의사결정체계 구축 및 발전방안
 - 재난 안전관리 전문 인력 양성 기획연구
 - 재해사전 예방 강화 및 투자확대방안
- 국립방재연구원
 - 재난관리계획 선진화를 위한 선진국 방재계획제도 연구
 - 급경사지 인명피해 저감을 위한 광역 예·경보시스템 구축 기획연구
 - 산지환경 급변지역 토사유출모니터링 및 저감방안 연구
 - 우리나라 국가재난대응체계(NRF)의 기반 구축방향
 - 사면붕괴 감지 및 관측에 관한 연구
- 한국지질자원연구원
 - 산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술 개발
 - 산사태 방생예측 및 위험도산정(QRA) 기술
 - 토석류 산사태 모니터링 기술 개발
 - 도시사면 관리시스템 개발
 - 유연성의 원리를 이용한 피해저감공법 적용

(2) 국외기술동향

- 미국은 USGS(미국지질조사소)를 중심으로 재해정보 네트워크 구축 프로그램 개발, 실시간 산사태 모니터링 및 예측 체제 확립 연구, 산사태 피해저감 공법 연구 등이 다양하게 진행되고 있음
- 도시국가 형태이면서 토석류 등이 빈번하게 발생하는 홍콩의 경우 도시 전체의 산사태 위험등급지도를 작성하고 산사태 상시 감시 및 재해 발생지에 대한 사후 관리가 제도화 되어 있음
- 일본의 경우 국가 연구기관 및 대학 연구소 등에서 1950년대부터 종합 방재 및 지반재해 관련 연구가 활발히 진행되고 있음
- 스위스 등 유럽에서는 토석류 방호시설 개발 및 성능평가 표준화 분야의 기술 수준이 비교적 높음

3 연구개발내용

1세부과제 : 도시방재형 토사재해 대책의사결정 통합관리시스템 구축

○ 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리통합시스템 개발 - 토사재해 피해조사, 일상, 정기점검, 구조적 대안설정 기준정립 및 유지관리 방안 표준화 및 프로세스 정립 - 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안 수립 - 3D 시뮬레이션 기법을 활용한 도심지 재해위험지도 작성 - 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리시스템 구축 ○ 도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터 개발 기술 - 지형공간, 지질, 기후 및 식생 환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표 기반 인벤토리 구축 - 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 개발 - 토사재해 발달 경로, 거리 및 규모 예측모델 개발 ○ 도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발 - 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성지수 모델 개발 - 토사재해 예측 시뮬레이션 기반 시나리오 설정 - 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책구축 기술 ○ 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립 - 무선통신을 이용한 계측시스템 적용 - 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축

2세부과제 : 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술

○ 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술 - 도심지 시설물 토사재해 취약성 평가 - 도심지 개발에 따른 토사재해 취약성 평가 ○ 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술 - 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발 - 토사재해 대응 배수시설 개발 - 토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발 - 유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발 ○ 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술 - 지반특성별 강우 반응 특성 평가 - 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 개발 - 첨단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발 - 다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템 개발

3세부과제 : 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발

○ 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무 매뉴얼 개발 - 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 ○ 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구 - 토사재해 유형별 예방기준 - 토사재해 방지를 위한 표준업무 절차서 ○ 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구

- 토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무메뉴얼 개발 - 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 실무메뉴얼 개발 ○ 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구 - 토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석 연구 - 관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안 작성	
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 핵심기술 위주의 개발 전략 수립 - 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통한 기술연계 시너지 극대화 - 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립 ○ 철저한 실험검증 전략 - 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립 - 개발 기법의 적용결과를 이용한 최적 설계 및 시공기법의 유기적인 연계 전략 수립 ○ 기술사업화 추진을 통한 실용화 효율 극대화 전략 - 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립
□ 추진체계	○ 산학연 연계 및 확보기술 실용화 조직 구성 - 정부, 정부출연연구원, 대학, 시공사, 소재업체, 제품생산업체 등과 유기적인 협력 체계를 구축
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술 - 국내 도심지 토사재해 대응 방안 - 도심지 토사재해 사방구조물 유지관리시스템 - 도심지 토사재해 피해 범위 및 심도 시뮬레이션 기술 - 도심지 토사재해 회피 및 복구 유관기관간 의사결정 통합체계 - 도심지 토사재해 대응수립을 위한 시뮬레이션 기반 과학적 의사결정 체계 - 도심지 토사재해 대응 사방구조물 유지관리 시스템 - 토사재해 취약지구의 기반시설 설계 기준 마련, 도시 및 방재계획 수립 - 중앙정부 및 지자체 방재예산의 비용효율적 활용 근거 - 도심지 토사재해 대응 체계의 신속·정확·표준화를 통한 토사재해 대응 비용의 절감 - 도심지 토사재해 사전 방지를 통한 재난 복구 비용의 절감 - 재해복구사업의 항구적, 예방적, 친환경적 토사재해 대응체계 구축 - 우리나라 독자적인 토사재해 지능적 의사결정체계 구축을 통한 재난대응 기술의 선진화 및 제3세계 국가 재난 대비에 대한 인도적 기술지원 - 효율적 토사재해복구 추진으로 국토해양부의 SOC 복구 및 유지관리 비용 절감과 체계적 SOC 시설물 관리와 연계 방안 ○ 도심지 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 - 도심지 재해 위험지구 선정 기법 - 재해 위험지구 도시개발 계획 수립 기법

- 재해 위험지구 도시 운영 방안 - 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 - 토사재해 대응 배수시설 - 토사재해 대응 건축물 방어 기술 - 도시구조 맞춤형 토사재해 응급 및 항구복구 기술 - 지반특성별 강우 반응 특성 평가 - 계곡부 유량 및 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고 시스템 ○ 토사재해방지 행정 및 정책지원체계 개발 기술 - 재해저감 및 피해 최소화를 위한 규제, 법령, 정비, 관련기준 및 제도화 - 재해관리능력의 평가체계 : 재해관리조직, 비상활동계획, 자원관리, 커뮤니케이션과 PR 예방 - 재해유발요인의 사전제거를 위한 위험요인과 지역의 조사 근거 및 투자 우선순위 결정방안 - 재해영향의 감소를 위한 강제 규제방안 - 기상정보 및 재해 취약요인에 대한 분석 및 평가 체계 등 - 재해발생에 대비를 어떻게 할 것인지에 대한 계획수립과정 개선(재해발생 후에 효과적으로 대응할 수 있도록 사전에 대응활동을 위한 운용계획의 구성하고 유지하는 등 운영적인 준비 장치) - 재난대응정책을 집행하는 과정에서 활용되는 자원 확보 계획 - 재해발생 가능지역 내외에 존재하는 다양한 관리기관간 조정 및 협조체계 구축 - 재해발생 시 정보 및 전파 체계 구축 방안 - 예방 및 대비 활동단계와 밀접하게 연관되어 재해유형에 관계없이 총체적 관리 체계 - 방재관계 각종 제도와 대응조직 역할 및 체계 정비 방안 - 관계기관 간 대응 협정 체결 방안 - 재해 관리 및 해석 기술 : Risk Finance 등을 포함하는 Risk Management에 의한 피해 경감 대책 - 피해지역 원상복구를 위한 원조 및 지원활동으로써의 배분정책 - 복구절차 간소화 및 긴급 자원투입 방안 - 재해 정보수요에 대한 도심지 재해관리체계 데이터베이스 구축 방안 - 재해경험을 바탕으로 토지이용계획, 건축규제, 시가화예정지 선정, 도시기반 시설 정비계획, 인구배치계획, 교통망 정비계획 등 재정비	
6. 연구기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2013년 ~ 2018년 (6년) ○ 연구비 예산 : 1,350,000천원	
7. 기 타	
○ 본 과제는 실용화 과제로서 현장적용 수행이 가능해야하며 도심지 토사 재해로부터 피해를 최소화할 수 있는 결과를 도출할 수 있어야 함 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는	

경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 과제제안요구서(RFP) 및 상세기획 연구보고서를 참조하여 작성 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 ○ 기업 참여시 기업부담금은 “건설교통기술개발사업운영규정”에 따르되 추가 부담 가능

2. [1세부과제 : 도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술]

과제명	도시방재형 토사재해 대책 의사결정 통합관리시스템 구축 기술
1. 연구개발 목표	○ 도시별 토사재해 보호활동을 위한 예산이 배정되어 있으며, 전담조직 및 인력이 상시 예방활동을 추진, 도시별 토사재해 위험지도가 구축되며, 정기적으로 위험요인 발굴조사가 시행됨 ○ 토사재해 방지를 위한 보호활동별 표준업무절차서가 구비되고, 토사재해 발생을 가정하여 국민행동매뉴얼에 따른 정기적인 교육 및 훈련을 시행
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 지구 온난화로 인한 이상기후로 세계 각 나라에서 자연재해로 인해 도심지 등 주거지에서의 막대한 인명과 재산의 피해 발생이 급증하는 추세임 ※ 미국의 허리케인 피해규모 40조원('11년), 태국 홍수 피해규모 52조원('11년) ○ 특히, 2011년 서울시 우면산 산사태로 인하여 16명이 사망하고 3명이 실종되는 재해가 발생함에 따라, 국내에서도 인구가 집중된 도시 지역에서의 급경사지 자연재해 관리 및 대응책 마련이 절실해지는 상황임 ○ 우리나라에서 발생하는 산사태는 집중호우 기간에 해당하는 6월에서 8월 사이에 집중되며, 강우에 의한 많은 양의 지표수와 함께 유실된 토사 및 암석이 토석류 형태로 계곡지형을 따라서 주거지로 이동하여 재산 및 인명피해를 유발함 ○ 최근 도시화와 산업화로 인한 난개발로 주거지 및 산업단지가 산지 및 급경사지 인근에 위치하는 경우가 증가하고 있어서 토석류 재해로 인한 재해위험도가 높아짐에도 불구하고 제도적으로 위험지구에 대한 개발을 제한하기 위한 기초 자료로써의 연구가 미흡함 ○ 국내 적용되고 있는 토석류 대책시설은 외국 기술 또는 몇몇 대책시설을 보편적으로 적용하는 경우가 많아서 국내 토석류 발생 특성 및 유형에 적합한 맞춤형 대책공법의 개발이 필요하며, 도심지 피해를 저감하기 위해서는 흐름을 제어할 수 있는 배수 시스템 및 방어 시스템의 개발이 필요함 ○ 토석류는 초기 발생 후 피해지역까지 사태물질이 이동하는데 매우 짧은 시간이 소요되는 특징이 있으므로 인근지역의 기상자료나 기존의 산사태 감지 계측센서로는 피해저감을 위한 경고시스템 운용에 어려움이 있음 ○ 토석류의 이동경로에 지표수 및 사태물질의 이동 및 물질 특성을 감지 하는

기법의 개발이 필요하며, 강우 특성에 따른 토석류 대비 경고 기준을 수립하는 연구가 요구됨	
□ 기술동향	○ 국내기술동향 - 돌발상황(사고, 공사), 기상악화(안개, 결빙), 재난·재해(터널화재, 사면붕괴) 등 위험 요소의 실시간 감시·경고 시스템 개발·설치 - 도시방재 DB 구축, 재해에 안전한 도시계획 및 설계기법 개발, 재해예측시스템 개발 등으로 도시의 기후변화 적응 능력제고 - 통합재난관리시스템 운영, 국토해양 안전관리기본(집행)계획 수립, 재난대응종합훈련 및 위기대응 통합연습 시행, 재난관리 및 위기징후 평가, 각종 안전사고관련 단기대책추진, 국토해양 부문 안전관리종합대책 수립, 추진 - 재난징후 정보수집·분석, 위험등급 결정 및 안전조치 강화 - 예방·대비·대응·복구 등 재난관리 단계별 업무를 지원하는 전국단위 종합정보시스템으로 풍수해, 지진 등 재난 유형별 업무지원시스템과 기상청, 홍수통제소 등 유관기관의 재난정보를 연계·활용하는 재난 정보 공동활용시스템, 재난현장을 지원하는 119 소방현장대응시스템 구축 ○ 국외기술동향 - 미국은 USGS(미국지질조사소)를 중심으로 재해정보 네트워크 구축 프로그램 개발, 실시간 산사태 모니터링 및 예측 체제 확립 연구, 산사태 피해저감 공법 연구 등이 다양하게 진행되고 있음 - 또한, 미국 지질조사소를 중심으로 미국내 일부 대학과 공동연구를 수행하고 있으며 안정계수를 표시한 디지털 맵(digital map)을 작성 - 대만에서는 무인관측기기를 사용하여 주기적으로 유역단위의 촬영을 실시하여 그 정보를 분석하여, 토사 재해 위험 요인을 파악하고 있으며, 특히, 피해 후 재발 방지를 위해 관측자료가 유용하게 활용되고 있다. 또한, 피해가 발생한 지역 및 피해 위험 지역에는 지속적인 투자를 통해 사면보호공 및 사방댐등 토석류방지시설을 설치
3 연구개발내용	
1세세부과제 : 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발	
○ 토사재해 피해 조사, 일상, 정기, 특별 점검, 구조적 대안 설정 기준 정립 및 유지관리방안 표준화 및 프로세스 정립 ○ 토사재해 위험지역 데이터베이스와 사방시설 통합관리 방안 수립 ○ 3D 시뮬레이션 기법을 활용한 도심지 재해위험지도 작성 ○ 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 도심방재시설 생애주기 관리 업무 프로세스 기반의 도심지 토사재해 통합관리시스템 구축	
2세세부과제 : 도심지 토사재해 예측 3D시뮬레이터 개발	
○ 지형공간, 지질, 기후 및 식생 환경 데이터 통합 토사재해 공간좌표기반(Georeference)인벤토리 구축 ○ 토사재해 발생 지형공간적 위치 예측 모델 개발	

○ 토석류 실험을 통한 토사재해 발달 경로, 거리 및 규모 예측모델 개발	
3세세부과제 : 도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측모델 개발	
○ 토사재해 발생 예상지역내 구조물 및 인명 토사재해 취약성 지수 모델 개발 ○ 토사재해 예측 시뮬레이션 기반 시나리오 설정 ○ 경제성 고려 토사재해 취약지구 우선순위 설정 및 대응책 구축 기술	
4세세부과제 : 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축방안 수립	
○ 무선통신을 이용한 계측시스템 적용 ○ 토사재해 실시간 예측 통합상황실 구축	
4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략	○ 핵심기술 위주의 개발 전략 수립 - 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통한 기술연계 시너지 극대화 - 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립 ○ 철저한 실험검증 전략 - 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립 - 시범지구를 선정 운영을 통하여 개발된 예측 모델에 대한 실증검증을 실시하고 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 토사재해 예측 및 위험지도 작성 등 3D 시뮬레이션 기법의 활용에 관한 연구 진행 - 개발 기법의 적용결과를 이용한 최적 설계 및 시공기법의 유기적인 연계 전략 수립 ○ 기술사업화 추진을 통한 실용화 효율 극대화 전략 - 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립
☐ 추진체계	○ 산학연 연계 및 확보기술 실용화 조직 구성 - 정부, 정부출연연구원, 대학, 시공사, 소재업체, 제품생산업체 등과 유기적인 협력 체계를 구축
5. 최종성과물	
☐ 주요 최종성과물	○ 도심지 토사재해 조사, 점검, 대책, 평가 및 3D 시뮬레이션 기법을 이용한 유지관리 통합시스템 개발 - 토사재해피해 조사, 점검, 평가, 유지관리 프로세스 구축 - 토사재해 위험지역 DB와 사방시설 통합관리 방안 개발 - 3D 시뮬레이션 기법을 활용하여 도심지 재해위험지도 작성 ○ 도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터 개발 기술 - 통합 인벤토리 구성요소 결정 - 공간좌표기반 통합 방안 수립 및 인벤토리 구축 - 토사재해 유발인자 예측 모델 개발 ○ 도심지 토사재해 인접지역 구조물 및 인명피해 취약성 예측 모델 개발 - 토사재해 취약성 지수 개발

- 취약성 지수 기반 대응책 의사결정 지원 모듈 - 시나리오 기반 토사재해 위험지구 복구 코스트 산정 ○ 도심지 토사재해 예측을 위한 통합상황실 구축 방안 수립 - 계측 시범 지구 선정 - 무선통신을 이용한 계측시스템 적용	
6. 연구기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2013 ~ 2018 (총 6년) ○ 연구비 예산 : 14,520,000천원	
7. 기 타	
○ 본 과제는 실용화 과제로서 현장적용 수행이 가능해야하며 도심지 토사재해로부터 피해를 최소화할 수 있는 결과를 도출할 수 있어야 함 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 과제제안요구서(RFP) 및 상세기획연구보고서를 참조하여 작성 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 ○ 기업 참여시 기업부담금은 “건설교통기술개발사업운영규정”에 따르되 추가 부담 가능	

3. [2세부과제 : 도심지 재해경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술]

세부 과제명	도심지 재해경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술
1. 연구개발 목표	
○ 글로벌 기후변화 및 이상기후에 대처 가능한 도시 방재기술 분야 중 도심지 재해 위험지구 개발 제한, 도심지 토사재해 유형에 적합한 대책시설 개발 및 도심지 주민 대피를 위한 경고시스템 구축 기술 개발을 포함하는 도시 재해 경감을 위한 토사재해 회피 및 복구기술 개발을 목표로 함	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 지구 온난화로 인한 이상기후로 세계 각 나라에서 자연재해로 인해 도심지 등 주거지에서의 막대한 인명과 재산의 피해 발생이 급증하는 추세임 ※ 미국의 허리케인 피해규모 40조원('11년), 태국 홍수 피해규모 52조원 ('11년) ○ 특히, 2011년 서울시 우면산 산사태로 인하여 16명이 사망하고 3명이 실종되는 재해가 발생함에 따라, 국내에서도 인구가 집중된 도시 지역에서의 급경사지 자연재해 관리 및 대응책 마련이 절실해지는 상황임 ○ 우리나라에서 발생하는 산사태는 집중호우 기간에 해당하는 6월에서 8월

사이에 집중되며, 강우에 의한 많은 양의 지표수와 함께 유실된 토사 및 암석이 토석류 형태로 계곡지형을 따라서 주거지로 이동하여 재산 및 인명 피해를 유발함

- 최근 도시화와 산업화로 인한 난개발로 주거지 및 산업단지가 산지 및 급경사지 인근에 위치하는 경우가 증가하고 있어서 토사재해로 인한 재해 위험도가 높아짐에도 불구하고 제도적으로 위험지구에 대한 개발을 제한하기 위한 기초 자료로써의 연구가 미흡함
- 국내 적용되고 있는 토사재해 대책시설은 외국 기술 또는 몇몇 대책시설을 보편적으로 적용하는 경우가 많아서 국내 토사재해 발생 특성 및 유형에 적합한 맞춤형 대책공법의 개발이 필요하며, 도심지 피해를 저감하기 위해서는 흐름을 제어할 수 있는 배수 시스템 및 방어 시스템의 개발이 필요함
- 토사재해중 하나인 토석류는 초기 발생 후 피해지역까지 사태물질이 이동하는데 매우 짧은 시간이 소요되는 특징이 있으므로 인근지역의 기상자료나 기존의 산사태 감지 계측센서로는 피해저감을 위한 경고시스템 운용에 어려움이 있음
- 토석류의 이동경로에 지표수 및 사태물질의 이동 및 물질 특성을 감지하는 기법의 개발이 필요하며, 강우 특성에 따른 토사재해 대비 경고 기준을 수립하는 연구가 요구됨

□ 기술동향

- 국내기술동향
 - 수충부 및 토석류 방재기술 연구를 통하여 국토해양부 도로설계편람의 토공배수편에 토석류 대책구조물 설계에 관한 내용을 반영
 - 산사태 예측 및 방지기술 분야에 있어서 예측지도를 작성하고 사태 물질의 확산범위를 예측하여 피해위험도를 산정하는 기술의 개발이 이루어졌으며, 특정 지역을 시범지구로 선정하여 적용한 사례가 있음
 - 산지개발에 따른 산사태 발생 특성 및 산지 토사재해 예지시스템 개발 분야에 있어서 인공사면의 안정공법 설계와 기존 인공사면 안정화를 위한 보강공법에 대한 기준모델을 제시하는 연구가 수행됨
 - 국립방재연구원에서는 사면부오기 방지를 위한 대책의 제도화 기본 절차 및 방안 연구와 사면붕괴 관측시스템 및 적정시스템 마련을 위한 기초연구를 수행함
- 국외기술동향
 - 미국은 USGS(미국지질조사소)를 중심으로 재해정보 네트워크 구축 프로그램 개발, 실시간 산사태 모니터링 및 예측 체제 확립 연구, 산사태 피해저감 공법 연구 등이 다양하게 진행되고 있음
 - 도시국가 형태이면서 토석류 등이 빈번하게 발생하는 홍콩의 경우 도시 전체의 산사태 위험등급지도를 작성하고 산사태 상시 감시 및 재해 발생지에 대한 사후 관리가 제도화 되어 있음
 - 일본의 경우 국가 연구기관 및 대학 연구소 등에서 1950년대부터 종합방재 및 지반재해 관련 연구가 활발히 진행되고 있음
 - 스위스 등 유럽에서는 토석류 방호시설 개발 및 성능평가 표준화 분야의 기술 수준이 비교적 높음

3. 연구개발내용	
1세세부과제 : 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술	
○ 도심지 시설물 토사재해 취약성 평가 ○ 도심지 개발에 따른 토사재해 취약성 평가	
2세세부과제 : 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구 기술	
○ 토사재해 특성, 지반, 지형 특성에 적합한 대책시설 개발 ○ 토사재해 대응 배수시설 개발 ○ 토사재해 대응 건축물 방어 기술 개발 ○ 유송잡물 유도제어 및 긴급복구 기술 개발	
3세세부과제 : 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축 기술	
○ 지반특성별 강우 반응 특성 평가 ○ 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 감지를 통한 사전 경고시스템 개발 ○ 첨단영상을 이용한 강우계측 기술 및 예·경보기준 개발 ○ 다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 유량변화 실시간 감지 시스템 개발	
4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략	○ 핵심기술 위주의 개발 전략 수립 - 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통한 기술연계 시너지 극대화 - 국가연구개발사업에서 개발된 기존 기술과 접목하는 전략 수립 ○ 철저한 실험검증 전략 - 현장적용 및 실용화를 위해 철저한 검증 및 테스트 베드 구축을 위한 전략 수립 - 개발 기법의 적용결과를 이용한 최적 설계 및 시공기법의 유기적인 연계 전략 수립 ○ 기술사업화 추진을 통한 실용화 효율 극대화 전략 - 기술사업화 추진을 위한 실시기업 연계 및 실시기업의 기술개발 참여도 확대전략 수립
☐ 추진체계	○ 산학연 연계 및 확보기술 실용화 조직 구성 - 정부, 정부출연연구원, 대학, 시공사, 소재업체, 제품생산업체 등과 유기적인 협력 체계를 구축
5. 최종성과물	
☐ 주요 최종성과물	○ 도심지 재해 위험지구 개발 제한 기술 - 토사재해 취약 도심지 환경 평가 인자 도출 - 토사재해 취약 도심지 환경 평가 기법 - 도시 규모를 고려한 토사재해 위험지구 지정 기법 - 위험지구 지정을 위한 영향 인자 도출

- 위험지구 지정을 위한 영향 인자 가중치 결정 - 도심지 시설물 토사재해 영향 분석 - 토사재해를 고려한 친환경 도시개발 최적 모델 - 도시 개발로 인한 재해 영향 예측 기법 - 도심지 토사재해 정보화 DB 시스템 - 도심지 재해 위험지구 지정 기준 - 도심지 재해 위험지구 투자우선순위 평가 기준 ○ 도시구조 맞춤형 토사재해 대책 및 복구기술 - 세립질 토사재해 속도 제어 공법 - 사면형 토석류 방어 공법 - 계곡 측면부 침식방지용 보호공법 - 산간 인접지역 도심지 최적 배수 시스템 - 토석류 막힘 방지를 위한 저마찰 배수시설 - 토사재해 이동경로 제어를 위한 가변식 배수시설 - 배수시설 및 흐름제어 긴급복구장비 - 토사재해 대응 건축물 보호용 조립식 판넬 장치 시제품 - 산지 인접 건축구조물 보호 완충장치 시제품 ○ 도심지 피해저감형 토사재해 발생 경고시스템 구축기술 개발 - 지반 조건별 강우 반응 특성 평가 기술 - 지형 특성별 강우 반응 특성 평가 기술 - 지반 및 지형 특성을 고려한 토사재해 발생 경고 강우기준 - 다기능 영상장비 및 계측센서를 활용한 계곡부 유량 및 토사유입에 의한 유수의 탁도 변화 자동화 분석 및 감지 장치 - 유량 및 수질변화 자동화 분석 시스템 - 피해규모 및 재해유형별 복구지원시스템 - 첨단영상을 이용한 강우 예측 기술 - 피해규모 및 재해유형별 복구지원시스템	
6. 연구기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2013~ 2018 (6년) ○ 연구비 예산 : 7,320,000천원	
7. 기 타	
○ 본 과제는 실용화 과제로서 현장적용 수행이 가능해야하며 도심지 토사재해로부터 피해를 최소화할 수 있는 결과를 도출할 수 있어야 함 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 과제제안요구서(RFP) 및 상세기획연구보고서를 참조하여 작성 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 ○ 기업 참여시 기업부담금은 “건설교통기술개발사업운영규정”에 따르되 추가 부담 가능	

4. [3세부과제 : 토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발]

과제명	토사재해 방지 행정 및 정책지원체계 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 도시의 기능을 유지할 수 있도록 보호활동 강화를 도모하고 재해 발생 시 최적의 대응을 지원할 수 있도록 도시 특성을 고려한 행정지원체계를 구축하는 기술 개발을 목표로 함.
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 기후변화의 급속한 진전으로 자연재해는 증가 추세이고, 불확실성이 커서 언제, 어디서 재해가 발생할 것인지 예측하기 어려워지고 있음. ○ “소방방재청 국가재난정보센터”에 따르면 매년 전국적으로 공공시설의 피해가 지속적으로 발생하는 것으로 보고됨. - 2001년부터 2008년까지 기상재해에 따른 우리나라의 연평균 재산피해액은 약 2조 3천억원으로 1990년대(약 7천억원)에 비해 3배 이상 증가됨. ○ 2011년 7월 26일~28일, 서울 강남구의 침수와 우면산 산사태 피해의 1차적 원인은 기후변화 영향에 따른 대형화 된 폭우이지만, 도심지 특성을 고려하지 않은 도시관리 시스템 및 설계가 피해를 가중시킴. - 인구와 기반시설이 밀집된 대도시 지역에서의 재해는 막대한 인명 및 재산 피해뿐만 아니라 도시기능의 마비까지 우려되므로 체계적이면서 적극적인 재해저감방안 마련이 시급함. - 지역특성을 고려한 구체적인 방침과 실효성 제고를 위해서는 다양한 추진 방안 마련과 함께 기존 도시계획, 풍수해저감종합계획 등 상위 관련 정책과의 긴밀한 연계 및 정합성 유지가 관건임. ○ 「토사재해 방지 행정 및 정책지원 체계 개발」 기획연구를 실시하여 국내 재해 예방정책 및 선진국의 사례에 대한 체계적 분석을 통해 국내 정책을 대대적으로 혁신하고 선진화할 수 있는 연구과제 도출이 요구되며 이러한 재해 사전예방 정책의 선진화 노력을 통해 국가 재난관리 역량을 한 단계 업그레이드하고 전략적 사전예방사업을 추진함으로써 국내의 자연재해에 의한 피해규모를 획기적으로 저감시키기 위한 연구가 필요함.
☐ 기술동향	(1) 국내기술동향 ○ 정부의 재난관리 국정방향(공약사항)을 살펴보면, 범정부적, 국가전체를 포괄하는 통합적 재해·재난 대응체계 구축을 목표로 사후 복구가 아닌 사전예측기반의 재해·재난 대응체계의 구축을 시도 중 ○ 행정안전부는 재난 및 안전관리 기반 확충을 목표로 국가위기관리기본 지침 및 매뉴얼과 연계하여 재난안전관리 기준 개발을 진행 중 ○ 소방방재청은 적용 법령에 따라 달리 규정된 안전관리 및 시설기준의 표준화를추진하고 방재기준 가이드라인을 방재시설 설계기준에 반영하여

추진할 계획임. ○ 산림청은 산사태 예방·대응 현장매뉴얼을 작성하여 산사태 예방단계 및 산사태가 우려되거나 발생될 때 체계적, 신속한 대응 및 상황관리가 이루어져 산사태로 인한 피해를 최소화 전략을 수립 함. (2)국외기술동향 ○ 유사한 기후변화를 직면하고 있는 일본, 대만 등 동북아시아의 국가들도 급성장하는 IT, ICT 기술 등을 융합하여 재난의 전조현상을 사전에 감지하고, 국가 조직체계의 특성을 반영한 위기관리매뉴얼 등을 사전에 마련하여 재해·재난을 최소화하기 위한 각종 사업을 추진 중 ○ 미국 정부의 자연재해완화 정책이 시행되면서 주정부가 연방정부로부터 보조금을 받기 위해서는 재해완화계획을 의무적으로 수립해야 하고, 특히 대통령이 재해를 선포하기 6개월 전 재해완화계획을 수립해야 함. ○ 독일은 대규모 또는 국가적으로 중요한 영향을 미치는 재해의 경우에는 연방정부가 조언 및 정부와 자원 제공 등 다양한 방식으로 지원하여 협력하는 구조 가지고 있음. ○ 프랑스는 모든 위기관리 행정체계는 내무부의 시민방어안전총국 중심으로 운영함.	
3. 연구개발내용	
○ 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 개발 ○ 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무 절차서 작성 연구 ○ 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용연구 ○ 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구	
4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략	○ 본 과제는 기초·응용 연구 분야를 수행하도록 하며, 각 과제별 핵심기술 위주의 개발전략을 수립하고, 단기간에 기존 기술(또는 제도)과의 융합이 가능 하도록 내·외부의 각종 지원체계를 별도로 마련하여 시행 ○ 연구책임자는 연구개발 기간 동안 목표 기술에 도달하기 위하여 단계별 목표화 도출계획을 명확히 수립하여 진도관리를 실시 ○ 기존에 제정되어 운용 중인 관련 제도와의 부합성을 최우선으로 하며, 연구 성과물의 수혜자를 반드시 연구진에 포함하여 실질적으로 연구성과물이 실용화 될 수 있는 전략을 마련 ○ 개발된 연구성과물은 실제 도시 관리자를 대상으로 철저한 실험검증을 실시하여 연구개발과 함께 실무적용성을 확보할 수 있는 시행전략을 수립 ○ 기술 선진국과의 국제공동연구 또는 기술교류를 통해 선진기법이 반영된 성과물 도출전략을 수립
☐ 추진체계	○ 산학연 공동연구 추진체계 및 학제간 연구진 구성이 기본이며, 법/제도 개선과 연구 성과물의 표준화 및 실용화 등을 위한 학제간 융합된 조직 체계 및 인력투입 방안 제시

○ 국토해양부, 행정안전부 등 관계 부처 및 도시관리주체와의 협조체계 구축을 통한 의견수렴 및 구체적 실용화 추진방향 수립 - 협의체 구성, 기술교류 양해각서 체결, 포럼 운영 등 각종 전문위원회와 자문위원 그리고 공청회 등의 의견수렴이 반드시 필요한 연구과제임. ○ 실제 기술선진국에서 수행 중인 제도, 기술 등의 경우에는 정교한 벤치마킹을 통해 무분별한 기술도입이 이루어지지 않도록 국제협력체계를 구축	
5. 최종성과물	
☐ 주요 최종성과물	○ 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무 매뉴얼 개발 - 도심지 토사재해 위기대응 표준 및 실무매뉴얼 ○ 토사재해 유형별 예방기준 및 표준업무절차서 작성 연구 - 토사재해 유형별 예방기준 - 토사재해 방지를 위한 표준업무절차서 - 재해 정보수요에 대한 도심지 재해관리체계 데이터베이스 구축 방안 ○ 토사재해 유형 및 도시특성을 고려한 긴급 복구자원 활용방안 연구 - 토사재해 유형별 긴급복구자원의 최적활용을 위한 실무매뉴얼 - 도시특성별 복구자원의 선정기준 및 우선배치 매뉴얼 - 재해발생 가능지역 내외에 존재하는 다양한 관리기관간 조정 및 협조체계 구축 ○ 토사재해 관계 법령 및 제도의 개선안 도출 연구 - 토사재해 예방 및 복구 과정에서 발생하는 부처별 업무 사각지대 분석연구 - 관련부처별 법·제도적 이해관계 상충분야 개선안 - 재해저감 및 피해 최소화를 위한 규제, 법령, 정비, 관련기준 개선안
6. 연구기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2013 ~2014 (2년) ○ 추정 총연구비 : 1,810,000천원	
7. 기 타	
○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 과제제안요구서(RFP) 및 상세기획연구보고서를 참조하여 작성 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 - 단, 연차별 정부출연금은 정부예산사정 및 연구단 운영계획에 따라 변경 가능 ○ 기업 참여시 기업부담금은“건설교통기술개발사업운영규정”에 따르되 추가 부담 가능	

제 2 절 평가기준 설정

1. 평가 전략

[총점은 100점이며, 총점의 60% 미만일 경우에는 탈락 처리]

기준항목		세부항목
연구개발목표 (15점)		- 최종목표 및 연차별 달성목표의 명확성·타당성(5점) - 성과목표·지표설정의 명확성 및 적절성(10점)
연구개발내용 (25점)		- 연구단과제 연구 목표와의 부합성(5점) - 세부과제 연구개발내용과의 상호연계성(5점) - 연구개발내용의 실현 가능성(10점) - 연구개발내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획 (20점)		- 연구추진전략·체계의 구체성 및 타당성(5점) - 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점) - 연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점) - 전문가활용계획의 적절성 및 타당성(5점)
연구성과물 활용 계획의 구체성 및 달성가능성 (20점)		- 연구성과물 활용방안의 구체성 및 적절성(10점) - 연구성과물의 실용화(법·제도화, 사업화 등) 가능성(5점) - 연구성과물의 기대성과(정책적, 사회·경제적과급효과등)(5점)
연구진 구성의 전문성 (20점)		- 연구책임자 전문성 및 해당분야 실적(15점) - 연구진 전문성 및 구성의 적절성(5점)
기타	부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락조치
	중복성평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

○ 연구개발 목표

- 기술개발 최종목표에 부합하도록 각 과제의 구성과 연차별 목표 및 최종목표를 설정하여 제시
- 연구과제별 목표 및 활용방안은 최대한 정량적으로 설정하며 국토해양부 소관 연구개발사업 관련규정에서 제시하고 있는 성과지표에 부합하도록 명확하게 설정하고 이에 대한 평가지표 및 척도를 제시

○ 연구개발 내용

- 기술개발 최종목표의 실현을 위해 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요함.

- 기획과제에서 제시한 연구목표 및 기술 개발 요청 사항에 대하여 제안과제가 적정하게 제시되었는지, 상향된 목표를 제시하였는지 평가
- 최종 목표 달성을 위한 각 과제간 연계가 이루어졌는가 및 과제간 개발 사항이 중복되지 않고 차별되는가의 적정성 평가

○ 추진전략 및 계획

- 지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제 성격에 따른 성과물을 얻을 수 있는 기관 및 연구진인가
- 기술 개발의 성공적 수행을 위한 산, 학, 연의 기관이 적정하게 구성되었는가. 또한 상호 연계되었는가
- 과제의 단계별 추진 사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안이 수립되었는가
- 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비가 적정하게 편성되었는가

○ 연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성 가능성

- 연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 방안이 성과지표의 구체적 항목으로 제시되었는가
- 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술인가
- 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적으로 제시되었는가

○ 연구진 구성의 전문성

- 연구책임자는 과제 내의 세부과제 및 세세부과제 간에 유기적인 결합이 원활하게 추진되도록 할 필요가 있음
- 연구책임자는 각 과제의 연구기관과의 협조체제구축은 물론 과제내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 함
- 참여연구진은 해당분야의 전문성을 확보하고 있는가. 또한, 관련분야의 국가연구개발사업을 수행한 경험이 풍부한 책임자로 구성하였는가

2. 가점 및 감점 기준

가. 연구수행에 따른 가점

○ 적용대상

- 기업이 주관연구기관으로 신청한 경우 다음과 같이 가점을 부여하되, 주관연구기관이 과제에 참여한 기업 중에서 기업부담금을 가장 많이 부담하는 경우에 한함(연구개발비 출연기준 준수 시)

연구수행 형태	가점
대기업이 주관기관인 경우	중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1 중소기업이 참여하는 경우 : 2
기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우	2
중소기업이 주관연구기관인 경우	2

나. 총연구개발비에 대한 연구신청기관의 연구개발비 부담비율에 따른 가점

○ 총연구개발비에 대한 연구신청기관이 부담하는 연구개발비의 비율에 따라 신청기관 별로 가점 부여

- 총연구개발비에 대한 연구신청기관이 부담하는 연구개발비의 비율에 따라 신청기관 별로 가점 부여 (단, 경쟁응모인 경우에 한함)

… 신청기관 중 연구개발비 부담비율이 가장 높은 기관: 1.0점

… 그 외 기관은 최대 연구개발비 부담비율을 기준으로 연구개발비 부담비율에 따른 가점 부여

$$\cdot \text{부여가점} = 1.0 \times \frac{\text{해당 기관 연구개발비 부담비율}}{\text{신청기관 중 최대 연구개발비 부담비율}}$$

다. 연구과제 최종평가결과에 따른 가점 및 감점

○ 종전에 수행한 연구개발과제의 최종평가결과에 따라 다음의 기준을 적용하여 가감점 부여 (기타 정하지 않은 사항은 “국토해양부소관연구개발사업운영규정” 및 “국토해양기술 연구개발사업 관리지침”에 따름)

- 연구개발과제의 최종평가 결과, 최우수등급(상대평가지 최상위 10%, 절대평가지 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 2점 가점

- 연구개발과제의 최종평가결과 최하위등급(상대평가지 최하위 10%, 절대평가지 만점의 60% 미만)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종 평가 후(연구개발참여제한에 해당되는 경우에는 참여제한 기간 만료 후) 2년간 2점 감점
- 연구개발과제의 최종평가결과 하위등급(상대평가지 최하위 20%, 절대평가지 만점의 70% 미만)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정 평가점수의 1점 감점

라. 추적평가결과에 따른 가점

- 종전에 수행한 연구개발과제의 추적평가결과에 따라 다음의 기준을 적용 하여 가점 부여
 - 추적평가 결과 만점의 90% 이상인 연구개발과제의 주관연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 : 추적평가 후 3년간 가점 2점
 - 추적평가 결과 만점의 80% 이상 90% 미만인 연구개발과제의 주관연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 : 추적평가 후 3년간 가점 1점

마. 기타

- 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 가점 1점
- 최근 3년 이내에 우수 논문(임팩트팩터 15이상)실적이 있는 연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 가점 1점
- 연구개발과제 선정 후 협약포기경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 3년간 3점 감점
- 연구개발과제의 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 5년간 3점 감점
- 기술 혹은 연구개발 아이템 제안자의 제안의견이 채택된 경우, 1년 내에 해당 연구자가 연구책임자로 신규과제 신청 시 가점 2점
- 최근 2년 이내에 국토해양부장관으로부터 녹색인증 및 확인을 받은 실적이 있는 연구자 및 연구기관이 관련녹색기술로 신규과제 신청 시 가점 1점
- 최근 3년 이내에 보안과제를 수행한 실적이 있는 연구자가 신규과제 연구책임자로 신청 시 가점 1점
- 최근 3년 이내에 조기성공 실적이 있는 연구자가 신규과제 연구책임자로 신청 시 가점 0.5점

참고 문헌

1. 부처별 녹색성장 주간 정책·홍보 동향, 녹색 성장 위원회
2. 국토해양부 2010 업무보고
3. 2010년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획, 국토해양부, 한국건설교통기술평가원, 한국해양과학기술진흥원
4. 국토해양 R&D 발전전략(2011)
5. 이승호(2009), 낙석 및 산사태 방지를 위한 차세대 신기술개발, 상지대학교
6. 한국지반공학회(2011), 우면산 산사태 원인조사 및 복구대책 수립 용역보고서
7. 백용(2005), 급변하는 국가 R/D 사업에 대응하기 위한 지반공학 관련 연구기관 정보 네트워크 구축 조사연구, 한국건설기술연구원
8. Takahisa MIZUYAMA(2008), Structural Countermeasures for Debris Flow Disasters
9. Cees J. van Westen, Enrique Castellanos, Sekhar L.Kuriakose(2008), Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview
10. J.Travelletti, J.-P.Malet(2012), Characterization of the 3D geometry of flow-like landslides: A methodology based on the integration of heterogeneous multi-source data
11. Shou-Hao Chiang, Kang-Tsung Chang, Alessandro C. Mondini, Bor-Wen Tsai, Chen-Yu Chen(2012), Simulation of event-based landslides and debris flows at watershed level
12. Hsu-Yang Kung, Chi-Hua Chen, Hao-Hsiang Ku(2012), Designing intelligent disaster prediction models and system for debris-flow disasters in Taiwan
13. Shiuan Wan, Tsu Chiang Lei(2009), A knowledge-based decision support system to analyze the debris-flow problems at Chen-Yu-Lan River, Taiwan
14. Marco Uzielli, Farrokh Nadim, Suzanne Lacasse, Amir M.Kaynia(2006), A conceptual framework for quantitative estimation of physical vulnerability to landslides
15. Paul M. Santi, Nathan C.Soule, Rebecca J.Brock(2006), EVALUATION OF DEBRIS FLOW REMOVAL PROTOCOL, MITIGATION METHODS, AND DEVELOPMENT OF A FIELD DATA SHEET
16. Jan Blahut, Cees J.van Westen, Simone Sterlacchini(2010), Analysis of landslide inventories for accurate prediction of debris-flow source areas

17. 한국과학기술기획평가원(2007), 건설교통기술 동향조사
18. 국토해양부, <http://www.mltm.go.kr/>
19. 한국건설교통기술평가원, <http://www.kicttep.re.kr/>
20. 2010년도 연구개발활동 조사보고서, 국가과학기술위원회
21. FOCUS 2011.09_77호, 국가과학위원회
22. 과학기술 및 연구개발사업 동향브리프 2011-12호
23. 2011년도 정부R&D예산 편성지원에 관한 연구, KISTEP
24. 2009년도 주요국의 정부 연구개발 투자동향 분석에 관한 연구. 안승구(2009), KISTEP
25. Science, Engineering and Technology Indicators 2009
26. BIS(Department for Business Innovation & Skills) 2010
27. 2010년도 연구개발활동 조사보고서, 국가과학기술위원회
28. 특허청, 건설교통기술기획 사업 도시방재형 토사재해 회피 기술 및 통합관리 시스템 개발 과제, 특허기술동향조사 보고서