

1. 표지

(뒷면) (옆면)

(앞면)

3cm	17RDPP -C1383 26-01	4cm	보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개() 국토교통연구기획사업 최종보고서(건고덕 13p)
			3cm
			0.5cm
			R&D / 17RDPP-C138326-01
			2.5cm
			9cm
			(건고덕31p)
			5cm
			폭우 재해취약지역의 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 기획
			최종보고서
			(0.1cm)
			2019. 01. 11.
			0.15cm
			(건고덕15p)
			주관연구기관 / 한국건설기술연구원 협동연구기관 / (주)지인컨설팅
			(건고덕 15.5p)
			국토교통부
			(전문기관) 국토교통과학기술진흥원
			(건고덕 20p)
3cm	폭우 재해취약지역 의 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 기획	R&D Report	
	최 종 보 고 서		
	(건고덕 14p)		
	2019.1 (건고덕13p)		
	국 토 교 통 과 학 기 술 진 흥 원	(건고덕 25p)	
	국 토 교 통 부		
	(건고덕 17p)		

제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 “폭우 재해취약지역의 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 기획”의 최종보고서로 제출합니다.

2019년 1월 11일

주관연구기관명: 한국건설기술연구원

주관연구책임자: 정승현 수석연구원

참여연구원: 송태협 연구위원

장대희 연구위원

문수영 수석연구원

김한샘 전임연구원

공동연구기관명: (주)지인컨설팅

공동연구책임자: 장은미 대표이사

참여연구원: 박용재 연구소장

보고서 요약서

과제 고유 번호	17RDPP-C138326-01	해당 단계 연구 기간	2017.12.22.~ 2018.10.21.	단계구분	1/1
연구사업명	국토교통연구기획사업				
연구과제명	폭우 재해취약지역의 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 기획				
연구책임자	정승현	총 연구기간 참여연구원 수	총: 7명 내부: 5명 외부: 2명	총 연구비	정부:79,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계:79,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	주관: 한국건설기술연구원 공동: (주)지인컨설팅			참여기업명	
요약				보고서 면수 245	

[연구목표]

- 본 연구는 폭우 재해취약지역의 피해규모를 최소화하기 위한 건축물의 리질리언스 향상 기술을 개발을 목표로 연구과제에 대한 기획을 수행하는 것임
- 본 기획연구를 통해 도출되는 연구과제의 최종 예상 목표는 폭우 재해취약지역의 적용 가능한 건축물 리질리언스 기술 개발임
 - 기획연구를 통해 연구개발과제를 구성함
 - 기술개발 대상 과제의 개발 타당성을 평가하여 추진 전략 수립
 - 기술개발 세부 요소과제를 도출하여 전체 연구개발체계를 구성

[연구수행 내용]

1. 리질리언스 시장 · 기술 · 정책 · 연구동향 분석 및 기술수요조사
2. 리질리언스 핵심기술의 정의 및 목표 설정
3. 연구내용 및 추진전략 도출
4. 세부과제구성 및 연구내용 설정 (1세부: 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증, 2세부: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발)
5. 세부연구개발과제별 예산안 작성 및 적정성 검토
6. 본 과제 수행을 위한 RFP 작성

색인어 (각 5개 이상)	한글	리질리언스	폭우	재해취약지역	건축물 침수	복구
	영어	Resilience	Heavy Rain	Disaster Vulnerability Area	Building Flooding	Flood Recovery

요 약 문

I. 제목

- 폭우 재해취약지역의 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 기획

II. 연구개발과제 개요

1. 연구의 목적

- 본 연구는 폭우 재해취약지역의 피해규모를 최소화하기 위한 건축물의 리질리언스 향상 기술을 개발하기 위한 연구과제에 대한 기획을 수행하는 것임
- 본 기획연구의 최종 목표는 폭우 재해취약지역에 적용가능한 건축물 홍수 리질리언스 기술개발임

2. 연구의 내용

- 폭우 재해에 대한 현황 분석을 통한 문제 도출
 - 건축부문 폭우재해 관련 현황 분석
 - 건축물 홍수 리질리언스 관련 정책 분석
 - 시장 및 산업 동향 분석
 - 국내외 연구동향 및 기술현황 분석
- 폭우 재해에 대응한 건축기술요소를 도출하고 체계화
 - 폭우 재해에 대응한 기존 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 전략 수립
 - 폭우 재해에 대응한 신축 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 전략 수립
 - 건축물의 입지, 향, 배수방식, 지하공간 등 신축 건축물 리질리언스 향상을 위한 설계기술 요소 도출
 - 폭우 재해에 대응한 건축물 리질리언스 기술을 보급 확산하기 위한 연구내용 기획 수행
- 본 과제를 위한 연구개발과제 기획
 - 본 과제 제안서(RFP) 작성

III. 연구개발 수행내용 및 결과

1. 기술의 정의

- 건축물 홍수 리질리언스 향상기술
 - 건축물 홍수 리질리언스 기술은 저항기술(resistance)과 복원기술(recovery)의 두 가지로 구분할 수 있음

- 저항기술은 1차적으로 홍수에 의해 외부로부터의 물의 유입을 차단하는 것으로 dry proofing으로 불리며, 복원기술은 물이 내부로 유입되었을 경우에도 배수이후에 건물을 즉시 활용할 수 있도록 하는 것으로 wet proofing으로 불림
- 복구의 경우 기술적 복구가 아닌 건축물을 기능적으로 복구가 용이하도록 만드는 기술을 의미함
- 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 건축기술
 - 홍수 리질리언트 빌딩은 리질리언스 기술이 적용되어 홍수시에 1차적으로 외부로부터 물을 유입을 차단하고, 예상침수위 이상의 홍수에 의한 침수시에도 배수를 통해 즉시 사용이 가능하도록 설계된 건물을 말함

2. 기술의 배경 및 필요성

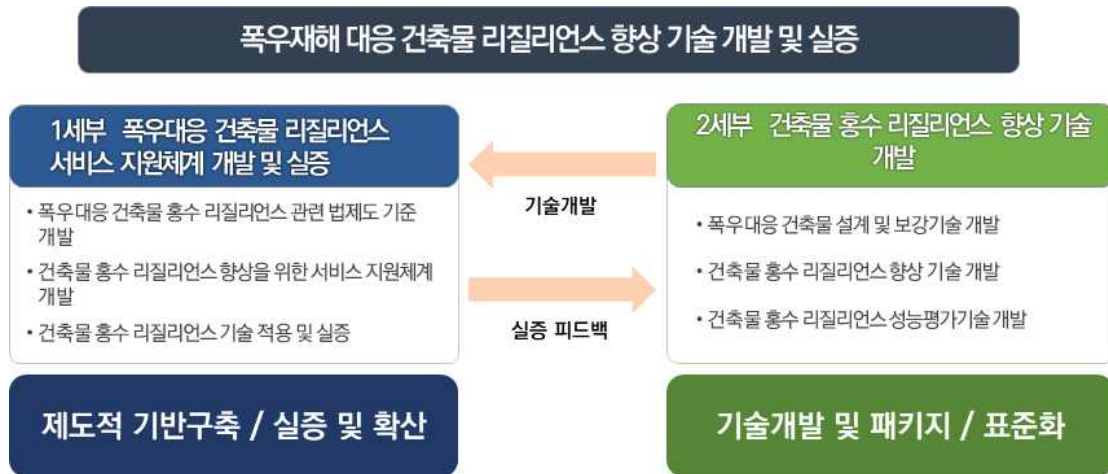
- 기후변화에 따른 폭우 재난 발생빈도 증가와 대형화에 대한 대책 필요
 - 도시화에 따라 기후변화에 따른 폭우 등 풍수해 피해가 대형화되고 발생빈도도 증가하고 있어 대책 수립이 필요
 - 피해액과 함께 복구액의 규모도 증가하고 있어 복구 비용 절감을 위한 기술 개발 필요
 - 리질리언스의 개념상 원래상태로 돌아가고자 하는 능력(탄력성)이 건축과 건설 분야에 적용될 필요가 있음
- 자연 재해 중 폭우 분야의 대응 기술 개발이 시급
 - 호우, 태풍, 대설, 기타 재해 중 호우(폭우)와 태풍(호우를 동반)에 의한 피해가 가장 크게 나타나고 있어 이에 대한 기술 개발 필요
- 노후 도심 주거지역의 재난대응 기술 필요
 - 배수시설 등 인프라가 미흡하고, 노후 건축물이 밀집한 노후 도심, 주거지를 재난/재해로부터 안전한 환경으로 개선하기 위한 도시재생기술 적용 필요
- 폭우시 건축물 단위 대응기술 필요
 - 폭우에 대응한 건축물 단위 설계기준, 시공 및 운영 가이드라인 등 제도적 기반 미흡하여 도시부문에서 진행 중인 재해취약성분석 이후의 건축물 단위의 실질적인 대응기술 개발 필요
- 법제도상 리질리언스 개념 도입 필요
 - 선진국에서는 재해발생 가능성을 전제로 피해를 최소화 또는 재해 후 일상으로 신속하게 돌아가는 ‘리질리언스(복원력)’ 개념을 도입하여 제도개선 및 사업 추진
- 재난재해 및 기후변화, 도심경쟁력 강화 등의 국가정책과 연계
 - 최근 이슈화되고 있는 재난재해, 기후변화 관련 국정과제에서 관련 기술개발을 요구하고 있음 (국정과제 55, 56, 61)

3. 국내외 동향 및 환경분석

- 정책동향
 - 폭우 재해취약성과 관련된 정책연구는 다수 수행되었으나 리질리언스와 같이 재난재해 이후의 복구와 관련된 정책이 상대적으로 미흡한 상황임

- 정책반영을 위한 연구들이 다수 수행되었으나 건축물과 방재분야의 소관 부처가 상이하여 종합적인 대책이 마련되지 못하고 있음
- 리질리언스 개념이 광범위하게 사용되고 있어 홍수와 침수부문에만 특정하여 활용 가능한 정책개발이 필요함
- 건축물 부문, 특히 폭우와 관련한 리질리언스 개념을 정립하고 이를 구현하기 위한 세부기술을 구성하는 방향으로 기획
- 시장여건
 - 기후변화로 인한 재난재해 증가에 의해 방재분야 시장은 지속적으로 성장할 것으로 예상되나 건축물 리질리언스 분야의 경우 국외에 비해 아직 국내 시장 규모가 작음
 - 실증 또는 시범사업을 통해 리질리언스 기술을 적용하고 그 효용을 검증하여 기술 확산을 통한 시장 창출이 필요
 - 국외시장 활성화 정책사례를 벤치마킹하여 사업화 모델을 개발할 필요가 있음
 - 특히 국외에서 진행되는 보험업과의 연계를 통해 금융, 세제 부문으로 사업화 모델을 확장하여 검토할 필요가 있음
- 기술개발현황
 - 건축물 리질리언스 관련 기술이 대부분 외국에서 활발히 개발되고 적용되고 있어, 선진 국외 기술의 도입과 분석이 필수적으로 요구됨
 - 이를 위해서는 국외기관의 연구성과와 기술개발결과를 벤치마킹하여 국내 자체개발 가능성을 검토해야 함
 - 또한 개발된 기술은 방재분야에 적용되어야 하기 때문에 사전 검증이 반드시 필요하며, 이를 위한 실증설비의 구축, 실증 및 검증 방법 등이 개발되어야 함
 - 관련 시장규모가 국외에 비해서 매우 작은 국내 여건을 고려하여 개발기술의 실용화를 위해서는 기술 수요에 기반한 연구개발이 필요함
 - 리질리언트 빌딩 구현을 위해서는 건축물 구조, 재료, 설비 부문의 기술개발이 필요하며, 해당 분야의 지식재산권 확보가 필요함
 - 연구의 경우, 보험과 금융 등 경제분야의 연구주제도 함께 검토할 필요가 있음
- 인프라 활용 여건
 - 국내 정부기관 및 출연연구기관에 일부 폭우와 침수관련 연구시설이 구축되어 있으나 건축물에 대한 부문은 인프라 구축이 되어 있지 않은 실정임
 - 신규실험시설을 구축하기 보다는 기존의 시설을 최대한 활용하고, 필요한 검증시설은 소규모로 검증하거나 리빙랩 개념으로 실증을 추진하는 것이 타당함

4. 연구개발과제 구성 및 추진전략



〈연구개발과제 구성〉

〈연구개발과제 구성 및 내용〉

세부과제	단위과제	과제설명
세부과제1 (폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증)	(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	• 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 적용한 기존 법제도, 기준 개정안 연구 • 재해취약성 분석의 건축물단위 대응 가이드라인 개발 • 기술확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델 개발
	(1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발	• 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술 개발 • 건축물의 폭우대응 성능평가 방법론 개발 • 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 구축 및 지도화 기술 개발 (지역별 건축물 침수 수준 분석지도 구축 및 건축물 단위 취약성 분석 플랫폼 개발) • 홍수 리질리언스 정보를 바탕으로 한 서비스 지원체계 개발
	(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	• 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증 운영 • 폭우재해취약지역 내 건축물 리질리언스 기술 보급 및 실증 • 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발
세부과제2 (건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발)	(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	• 기존 건축물의 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발 • 신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계기법 개발 • 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축 • 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 개발
	(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	• 건축물의 차수성능 향상 기술 개발 • 건축물의 복구성능 향상 기술 개발 • 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 개발
	(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발	• 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 연구 • 기술 표준화 및 인증 평가 모델 개발 • 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안 연구

IV. 연구성과 활용계획

1. 연구성과

- 본 과제의 최종 성과물은 폭우재해취약지역 건축물에 적용가능한 홍수리질리언스 향상기술로 세부 성과는 다음과 같음
 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 향상 관련 법제도 개선(안)
 - 재해취약성 분석 건축물단위 대응 가이드라인
 - 기술확산 보급 사업화 모델
 - 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술
 - 건축물 리질리언스 성능평가 방법론
 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 및 지도화 기술
 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증 운영
 - 건축물 홍수 리질리언스 설계시 적용 가능한 기술제품 목록
 - 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델
 - 기존 건축물 폭우대응 성능향상 보강 기법
 - 신축 건축물 폭우대응 설계 기법
 - 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술목록 DB
 - 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인
 - 건축물 차수성능 향상 기술
 - 건축물 복구성능 향상 기술
 - 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼
 - 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론
 - 기술 표준화 및 인증 평가 모델
 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안

2. 활용방안

- 정책입안자 (정부 및 지자체)
 - 도시기본계획 및 건축계획시 기초조사 수립을 위한 지원
 - 리질리언스 개념을 반영한 법제도 마련
 - 폭우재해취약성 심의·검토를 위한 도구 활용
 - 건축물 특성을 고려한 폭우 재해취약성분석 도구 활용
 - 녹색건축인증 등 성능평가 인증체계 활용
- 건설관련 민간기업 및 건축 설계자 금융·보험회사 데이터 관련 기업
 - 도시 건축계획시 리질리언트 빌딩 등 관련하여 의사결정 지원
 - 도시개발 공간적 특성에 따른 재해위험도 분석 지원
 - 리질리언트 기술 및 제품 개발

- 관련 보험 데이터 등을 활용한 파생상품 개발
- 대학 및 연구기관
 - 리질리언스 연구분석 지원
 - 재해취약지역의 리질리언스 향상 기술 개발
 - 재해취약지역의 리질리언스 관련 강의도구 활용
- 지역 주민, 건물주, 거주자 등
 - 사회복구지원시스템 지원
 - 건축물 단위 대응/복구 가이드라인 지원
 - 커뮤니티 등을 활용한 지원체계 구축 활성화

Executive Summary

I. Title

- Plan of Technical Development of Building Resilience Improvement in Areas that are Vulnerable to Heavy Rainfalls

II. Overview of the Research and Development

1. Research objectives

- This study performs planning on the study task to develop an improvement technology of building resilience to minimize a damage scale in areas that are vulnerable to rainfalls.
- The ultimate goal of this planning study is to develop a flood resilience technology for buildings that can be applicable to vulnerable areas to heavy rainfalls.

2. Research contents

- Problem elicitation through current status analysis of heavy rainfall disasters
 - Analysis on current status in relation to heavy rainfalls in building sectors
 - Analysis on flood resilience related policies for buildings
 - Market and industrial trend analysis
 - Analysis on research trend and technical status in Korea and overseas
- Technical elements of buildings in response to heavy rainfall disasters are derived and systematized.
 - Establishment of strategy to develop improvement technologies on existing building resilience in response to heavy rainfall disasters
 - Establishment of strategy to develop improvement technologies on new building resilience in response to heavy rainfall disasters
 - Derivation of design technical elements to improve building resilience such as building location, aspect, drainage, and underground space etc.
 - Performing planning of research content for spreading and expanding building resilience technology in response to heavy rainfall disasters.
- Planning on research development tasks for the project
 - Creation of request for proposal (RFP) of this project

III. Execution details and results of the research and development

1. Definition of the technology

- Technology to improve flood resilience for buildings
 - The flood resilience technology for buildings can be divided into two: resistance and recovery technologies.

- The resistance technology is to primarily block the water inflow from external flood. It is also called dry proofing. The recovery technology is to make buildings to be utilized after drainage of water even water flows inside the building as soon as possible. It is also called wet proofing.
- The recovery technology means not technical recovery but to make the functional recovery of buildings easier.
- o Resilient building technology
 - The flood resilient building refers to a building that is designed to primarily block the water inflow from the outside during flood as the resilience technology is applied, and then make the building to be used immediately through drainage even after inundation due to flood over the predicted flood level.

2. Technological background and needs

- o A measure against increase in occurrence of heavy rainfall disasters and mega scale of disasters due to climate change is needed.
 - A measure is needed to be established because of large damage scales of storm and flood such as heavy rainfalls due to climate change and urbanization and increase in frequency of disasters.
 - Technical development is needed to reduce a recovery cost as a scale of recovery amount is increased along with the damage amount.
 - The concept of resilience is needed to be applied to architecture and building sectors, which is the ability of a building to spring back into the original state.
- o Technical development is urgently needed to respond to heavy rainfalls among many natural disasters.
 - The damage due to heavy rainfalls (torrential rains) and typhoons (with heavy rainfalls) is the largest among natural disasters due to heavy rainfalls, typhoons, heavy snow, and other disasters. Thus, technical development against heavy rainfalls is needed.
- o Technology in response to disasters in aging urban residential area is needed.
 - The urban regeneration technology is needed to be applied to improve aging urban residential areas where old buildings are concentrated and lack the infrastructure such as drainage facilities into safe environments from disasters and calamities.
- o Coping technology by building level is needed during heavy rainfalls.
 - Practical coping technology is needed to be developed at a building level after the ongoing disaster vulnerability analysis in urban sectors as institutional basis is not enough such as design criteria and construction and operation guidelines by building level in response to heavy rainfalls.
- o The concept of resilience is needed to be adopted in legal system.
 - In advanced nations, the concept of resilience is adopted to improve systems and progress projects to minimize the damage based on possible disasters and return to routine daily living as soon as possible.
- o It is related to national policies such as disaster control, climate change and strengthening of urban competitiveness.
 - Related technical development is demanded in national political agenda in relation to climate change and disaster control, which are recently becoming issues (national political agendas 55, 56, and 61).

3. Domestic and overseas trend and environmental analysis

○ Policy trend

- Although several policy studies have been conducted in relation to vulnerability to heavy rainfall disasters, policies in relation to recovery after disasters such as resilience are not in place sufficiently.
- Several studies have been conducted for policy reflection, but comprehensive measures were not provided as responsible ministries were different in building and disaster control areas.
- Since the concept of resilience is widely used, policies that can be utilized specifically in flood and inundation subjects are needed to be developed.
- Planned in the direction of constructing a detailed technology to establish the resilience concept particularly in relation to heavy rainfalls and implement them in building sectors.

○ Market circumstances

- The disaster prevention market is expected to grow steadily due to the increase in disasters and accidents caused by climate change. However, the market of building resilience sector in Korea is smaller than that of other nations.
- The resilience technology is applied through demonstration or pilot projects to verify the effect and market creation is needed through the technology expansion.
- A commercialization model is needed to be developed by benchmarking promotional policy cases in overseas market.
- In particular, the commercialization model is needed to be expanded into finance and taxation system sectors through the linkage with insurance business, which is currently underway in overseas.

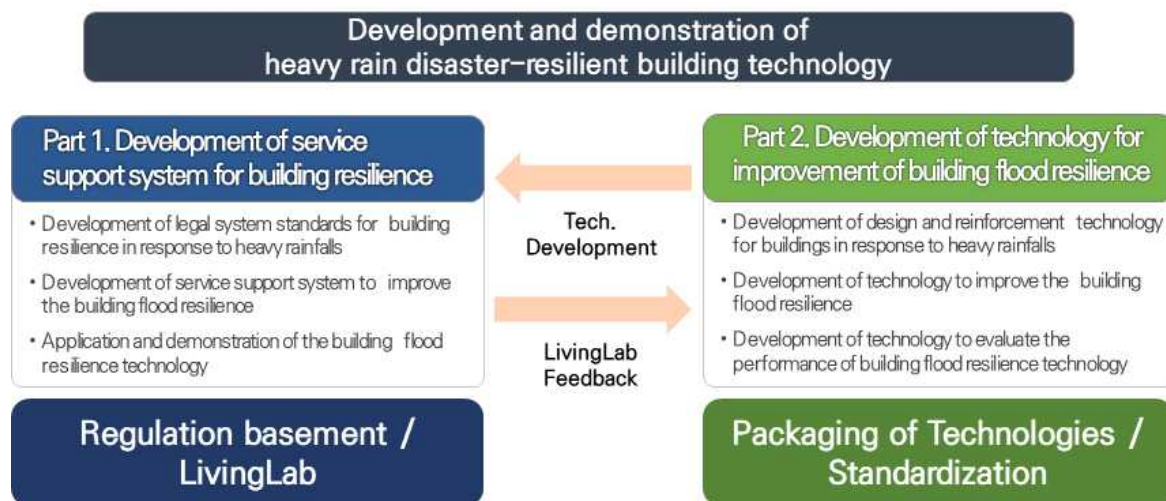
○ Current status of technical development

- Since the building resilience-related technology is developed and applied actively in overseas nations, the adoption and analysis of advanced overseas technology is essentially required.
- To do this, the possibility of localization of the technology is needed to be investigated by benchmarking the research achievements and technical development outcomes of overseas institutions.
- In addition, the developed technology must be verified beforehand as it is applied to the disaster prevention sector. For this, construction, demonstration, and verification methods should be developed.
- Considering the very small market size in Korea compared to that of overseas, research and development based on technical demand is needed to commercialize the developed technology.
- The technologies in building structure, materials, and facility sectors are needed to be developed to implement resilient buildings, and the intellectual property right of the required fields is needed to be secured.
- For research, research topics in economic fields such as insurance and finance are also needed to be studied.

○ Utilization circumstances of infrastructure

- Although some research facilities in relation to heavy rainfalls and inundation are constructed in government agencies and government-funded research institutes, no infrastructure in relation to building sectors are not constructed.
- It is appropriate that rather than constructing a new test facility, existing facilities are utilized as much as possible, and the required verification facilities should be verified at a small scale or using living lab concept to conduct the demonstration.

4. Configuration and Strategy of R&D



Detailed task 1 (Development and demonstration of service support system for building resilience in response to heavy rainfalls)	(1-1) Development of legal system standards for building resilience in response to heavy rainfalls	• Research on existing legal system that applied the technical concept of building flood resilience and standard revision • Development of the countermeasure guideline by building level after analysis of disaster vulnerability • Development of commercialization model such as technical certification to spread and expand the technology
	(1-2) Development of service support system to improve the building flood resilience	• Development of technology for current status analysis on building flood resilience • Development of methodology to evaluate building performance in response to flood • Implementation of database about building flood resilience performance and development of mapping technology • Development of service support system based on flood resilience information
	(1-3) Application and demonstration of the building flood resilience technology	• Application of building flood resilience technology, demonstration and operation • Spreading and demonstration of building resilience technology in flood disaster-vulnerable regions • Development of Korean-type building flood resilience improvement model
Detailed task 2 (Development of technology for improvement of building flood resilience)	(2-1) Development of design and reinforcement technology for buildings in response to heavy rainfalls	• Development of reinforcement techniques to improve performance of existing buildings in response to heavy rainfalls • Development of design techniques to improve performance of new buildings in response to heavy rainfalls • Implementation of database about technology list that is applicable to resilient building designs • Development of new building plan, design, construction, and operation guidelines

	(2-2) Development of technology to improve the building flood resilience	• Development of technologies to improve water-stop performance of buildings • Development of technologies to improve recovery performance of buildings • Packaging building flood resilience improvement technology and development of application manual
	(2-3) Development of technology to evaluate the performance of building flood resilience technology	• Study on methodology of performance evaluation on water-stop, plumbing, structure, and materials to improve building flood resilience • Technical standardization and development of certification evaluation model • Implementation of infrastructure for performance evaluation on building flood resilience and study on utilization measures

IV. Utilization plan of research achievements

- The final outcome of this project is the improvement technology of flood resilience that is applicable to buildings in flood-vulnerable regions. The detailed achievements are as follows:
 - Improvements of legal systems in relation to building flood resilience performance improvements (draft)
 - Countermeasure guideline by building level after analysis of disaster vulnerability
 - Technology expansion and spreading commercialization model
 - Analysis technology of current status of building flood resilience
 - Performance evaluation methodology of building resilience
 - Database of building flood resilience performance and mapping technology
 - Application of building flood resilience technology, demonstration and operation
 - List of technical products that are applicable to the designs of building flood resilience
 - Korean-type building flood resilience improvement model
 - Reinforcement technique of performance improvement of existing buildings in response to heavy rainfalls
 - Design technique of new buildings in response to heavy rainfalls
 - Database about technology list that is applicable to resilient building designs
 - New building plan, design, construction, and operation guidelines
 - Improvement technology of building water-stop performance
 - Improvement technology of building recovery performance
 - Packaging building flood resilience improvement technology and application manual
 - Methodology of performance evaluation on water-stop, plumbing, structure, and materials to improve building flood resilience
 - Technical standardization and certification evaluation model
 - Implementation of infrastructure for performance evaluation on building flood resilience and utilization measures

- Policy makers (Central and local governments)
 - Support to establish foundational survey during urban basic planning and building planning
 - Providing legal systems to reflect the concept of resilience
 - Utilization of tools for deliberation and examination of vulnerability to heavy rainfall disasters
 - Utilization of tools to analyze vulnerability to heavy rainfall disasters considering building characteristics
 - Utilization in certification system of performance assessment such as green building certification
- Construction-related private companies and architectural designers, and financial and insurance company data-related companies
 - Decision making support in relation to resilient buildings during urban construction planning
 - Support of analysis on disaster risk level according to spatial characteristics in urban development
 - Development of resilient technology and products
 - Development of derivative products utilizing related insurance data
- Universities and research institutions
 - Support of research analysis on resilience
 - Development of technologies to improve resilience performance in vulnerable areas to disasters
 - Utilization as lecturing tools in relation to resilience in disaster vulnerable areas
- Local residents, building owners, and residents etc.
 - Support of social recovery support system
 - Support of guidelines of coping and recovery at a building level
 - Promotion of construction of support system utilizing community

목 차

제1장 기술의 정의 및 필요성	1
제1절 기술의 정의 및 분류체계	1
제2절 연구개발의 배경 및 필요성	6
제2장 국내외 동향 및 환경 분석	16
제1절 국내외 정책동향 및 분석	16
제2절 국내외 시장현황 및 전망	41
제3절 국내외 기술동향 및 분석	61
제4절 논문 및 특허 분석	90
제5절 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와의 차별성	105
제6절 연구개발 인프라 분석	113
제7절 종합분석	121
제8절 STEEP 분석	125
제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략	129
제1절 비전 및 목표	129
제2절 연구개발 과제 구성	150
제3절 세부과제별 주요내용 및 추진전략	161
제4절 세부과제 간 연계관계	166
제5절 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	167
제6절 산업생태계 분석	171
제7절 연구과정상 위험요소 및 대응방안	178
제8절 성과활용 및 사업화전략(비즈니스 모델 등)	180
제4장 사전타당성 검토	189
제1절 논리모형(Logic Model, As is/To be Model)	189
제2절 정책적 타당성	190
제3절 기술적 타당성	204
제4절 경제적 타당성	207
제5장 소요예산 산정	220
제1절 연구일정에 따른 인력투입 계획	220
제2절 소요예산 산정	223
제3절 예산적정성 검토	228
제4절 예산대비 양적 성과 제시	229
제6장 과제공모 방안	231
제1절 과제제안 요구서(RFP)	231
제2절 연구단계별 평가기준(안)	239

표 차례

표 1-1. 기술분류체계 검토	3
표 1-2. 기후변화로 인한 현재 100년 빈도강수량의 빈도변화	9
표 1-3. 도시 기후변화 재해취약성 분석 법률 내용	10
표 1-4. 최근 10년간 피해액 및 복구액 현황	12
표 1-5. 최근 10년간 피해액 및 복구액 현황	14
표 1-6. 영국 리질리언스 액션플랜의 제도개선방안	14
표 2-1. 우리나라 재난안전관리체계	17
표 2-2. 사전재해영향성검토 및 평가의 개정	18
표 2-3. 사전재해영향성검토 및 평가의 공통사항 검토 내용	18
표 2-4. 홍수위험구역 및 취약성 분석	19
표 2-5. 재해취약성분석 지표(현재 기후노출 및 도시민감도 분석지표)	19
표 2-6. 재해취약성분석 지표(미래 기후노출 및 도시민감도 분석지표)	21
표 2-7. 재해지도의 종류	21
표 2-8. 방재지구 내 건축제한 사항	22
표 2-9. 수방기준제정대상	23
표 2-10. 지하공간 침수방지를 위한 수방기준 공통적용 사항	24
표 2-11. 부문별 홍수방어기준의 주요내용	26
표 2-12. 우수유출저감시설의 종류	28
표 2-13. 2014년 호우 발생 시설 피해현황	30
표 2-14. 2014년 호우 피해 복구지원비용	30
표 2-15. 2016년 울산시 시설 피해현황	31
표 2-16. 2016년 울산시 피해 복구지원비용	32
표 2-17. 2017년 홍수 피해현황	33
표 2-18. 2017년 홍수 피해 복구지원비용	33
표 2-19. 2017년 부산시 피해복구 계획	34
표 2-20. PPS 25에 의한 홍수위험지역 구분	36
표 2-21. 일본 종합치수대책의 일반적인 내용적 범위	38
표 2-22. 국내외 정책동향 분석결과	40
표 2-23. 지자체 차수설치 관련 규정 보도내용	41
표 2-24. 방재산업 분류 및 사업체수	42
표 2-25. 방재 시공업 매출액 및 비중	43
표 2-26. 지역별/용도별 건축물 현황 변화 비교	44
표 2-27. 주택의 유형 구분	46
표 2-28. 주택의 유형 구분	47
표 2-29. 미국 자연재해 및 긴급대처 서비스 시장규모 및 전망(출처: IBIS World)	57
표 2-30. 자연재해 정책보험 해외사례 (출처: 2017년 풍수해보험 실무편람)	58
표 2-31. 현재 사용 중인 지하구조물 내장 마감 적용 건축자재의 장단점	63
표 2-32. 리질리언스 고려한 건축 내장재의 장단점	64
표 2-33. 침수 대응 건축물 적용 기술 현황	66
표 2-34. The Six Steps to Flood Resilience Check List	69
표 2-35. Aquobex사의 홍수방어제품	73
표 2-36. 도시재난·재해대응 기술수준 및 기술 격차	83

표 2-37. 건축물 홍수 리질리언스 기술 수준 비교	84
표 2-38. 기술수요조사 대상	85
표 2-39. 기술수요조사 결과	86
표 2-40. 중분류 특허검색 키워드 정리	95
표 2-41. 중분류 특허검색결과 정리	96
표 2-42. 리질리언스 특허 유형 분류	100
표 2-43. 국내 리질리언스관련 특허 조사 결과	101
표 2-44. 국내 리질리언스관련 특허 조사 결과	103
표 2-45. 유사과제 분석 주요 키워드 설명	105
표 2-46. 유사과제 중복성 검토표	107
표 2-47. 재난재해관련 국내 연구 인프라	113
표 2-48. 관련 전문가	115
표 2-49. 인프라 활용여건 분석	120
표 2-50. STEEP 키워드 분류	127
표 2-1. 169개 지역별 방재성능목표 설정 기준	130
표 3-2. 연구목표별 주요 성과물 및 성과물 형태	132
표 3-3. 대상범위	133
표 3-4. 우리나라 재난관리 단계의 정의(출처 : 위기관리 표준매뉴얼)	135
표 3-5. 위기 경보 단계(출처 : 풍수해 재난 위기대응 실무매뉴얼, 농림축산식품부)	135
표 3-6. 안전관리계획의 자연재난 관리대책 항목 구성	136
표 3-7. 핵심기술요소 선정 체크리스트	139
표 3-8. R&D 유형 분류	140
표 3-9. 핵심기술요소 후보	140
표 3-10. 핵심기술요소 검토	144
표 3-11. 핵심기술요소 목록	147
표 3-12. 핵심기술에 대한 기술성숙도(TRL) 및 단계별 목록	149
표 3-13. 리질리언스 기술의 활용주체 구분	152
표 3-14. 리질리언스 기술 개발의 필요성 및 니즈 정리	153
표 3-15. 후보과제 유형화	156
표 3-16. 세부과제 구성	157
표 3-17. 세부과제 및 단위과제 도출	159
표 3-18. 단위과제 수행 내용	160
표 3-19. 기술수준분석	160
표 3-20. 1세부과제 주요내용 및 추진전략	161
표 3-21. 1-1세부 과제카드	162
표 3-22. 1-2세부 과제카드	162
표 3-23. 1-3세부 과제카드	162
표 3-24. 2세부과제 주요내용 및 추진전략	163
표 3-25. 2-1세부 과제카드	164
표 3-26. 2-2세부 과제카드	164
표 3-27. 2-3세부 과제카드	164
표 3-28. 연구목표별 주요 성과물 및 성과물 형태	170
표 3-29. 리질리언스 기술의 수요자	173
표 3-30. 리질리언스 기술의 활용주체 구분	174
표 3-31. 2016년 소방산업 세 분야별 매출액	175

표 3-32. 2016년 소방산업 세 분야별 기업별 매출 규모 확인	176
표 3-33. 단계별 위험요소 도출 및 대응방안	179
표 3-34. 수요처별 활용방안	181
표 3-35. 사업화전략 벤치마킹	181
표 3-36. 녹색건축인증(G-SEED) 인증항목(신축주거용)	187
표 4-1. 폭우 리질리언스와 연계된 ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’ 전략 추진과제	191
표 4-2. 폭우 리질리언스와 연계된 ‘골고루 잘사는 균형발전’ 전략 추진과제	192
표 4-3. “안심하고 살 수 있는 안전사회 구현” 과제의 추진과제	194
표 4-4. “쾌적하고 편안한 생활환경 조성” 과제의 추진과제	195
표 4-5. “재난·재해 예방 안전기술 개발” 실천과제의 세부과제	198
표 4-6. “사회이슈 해결형 기술 개발” 실천과제의 세부과제	199
표 4-7. 주택유형별 건물 현황 정보(2016년 기준)	200
표 4-8. 정부의 최근 5년 재난지원금 지출금액	202
표 4-9. 방재산업특수분류체계(안) 및 주요생산품	209
표 4-10. 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 방재업종	210
표 4-11. 종사인원별 건축물 홍수 리질리언스관련 추정되는 방재 업체 수	210
표 4-12. 방재시설 공사업의 재난업종별 업체 수	211
표 4-13. 건축물 홍수 리질리언스와 실제로 관련된 방재 업체 수 추정	212
표 4-14. 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 방재업종의 2013년 매출액 요약	213
표 4-15. 높은 비중을 차지하는 업종의 매출액 통계	213
표 4-16. 방재시설 설계업의 재해평가업종별 매출액	214
표 4-17. 방재시설 공사업의 재난업종별 매출액	214
표 4-18. 실제 건축물 홍수 리질리언스관련 방재업종의 매출액 추정	214
표 4-19. 최근 10년간 자연재난 피해 및 복구비 현황	217
표 4-20. 자연재해에 의한 예상 피해액	218
표 4-21. 건축물 침수피해액	218
표 5-1. 연차별 인력투입 계획 (단위: Man-Month)	220
표 5-2. 1세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 인)	221
표 5-3. 1세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 평균참여율/인)	221
표 5-4. 1세부 연차별 인력투입 계획 (단위: Man-Month)	221
표 5-5. 2세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 인)	222
표 5-6. 2세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 평균참여율/인)	222
표 5-7. 2세부 연차별 인력투입 계획 (단위: Man-Month)	222
표 5-8. 전체 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	223
표 5-9. 1세부 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	224
표 5-10. (1-1) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	224
표 5-11. (1-2) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	225
표 5-12. (1-3) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	225
표 5-13. 2세부 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	226
표 5-14. (2-1) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	226
표 5-15. (2-2) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	227
표 5-16. (2-3) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)	227
표 5-17. 1세부 연구목표별 연차별 양적 성과	229
표 5-18. 1세부 연차별 양적 성과	229
표 5-19. 2세부 연구목표별 연차별 양적 성과	230

표 5-20. 2세부 연차별 양적 성과	230
표 6-1. 평가항목 및 배점	239
표 6-2. 부합성, 중복성, 보안등급 분류 적정성 평가	240
표 6-3. 중간(연차)평가 검토항목 (실적부문)	241
표 6-4. 중간(연차)평가 검토항목 (계획부문)	241
표 6-5. 성과유형별 평가 착안사항	242
표 6-6. 최종평가 검토항목	242

그림 차례

그림 1-1. 건축물 홍수 리질리언스 기술	1
그림 1-2. Flood Resilient House 단면도	2
그림 1-3. 홍수대응용 문	2
그림 1-4. 내부벽체와 재료	2
그림 1-5. 본 연구의 기술 내용	4
그림 1-6. 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	5
그림 1-7. 연도별 자연재해 피해액(1971~2011), 소방방재청(2012)	6
그림 1-8. 2100년 해안침수 가능 지역	7
그림 1-9. 온도에 따른 해수면 상승	7
그림 1-10. 2000-2017년간 주요 홍수피해	8
그림 1-11. 재난으로 인한 경제적 비용 추이(\$십억)	9
그림 1-12. 도시재생 뉴딜사업 시범사업 선정 대상지	11
그림 1-13. 최근 10년간의 재해 피해액과 복구액	12
그림 1-14. 최근 10년간 재해별 인명피해 현황	12
그림 1-15. 경기도 광명시 광명5동 공공임대주택과 마을 복합커뮤니티 조성	13
그림 1-16. 국정과제와의 연계성	15
그림 2-1. 차수판 및 역류방지밸브의 예	27
그림 2-2. 폭우의 피해 유형	29
그림 2-3. 풍수해보험 안내책자	34
그림 2-4. 홍수지침의 시행단계	35
그림 2-5. 영국 홍수지도 작성의 예	36
그림 2-6. FEMA P-312 안내서 표지 및 주요내용	37
그림 2-7. 도쿄도 종합치수대책에서의 목표강우기준	39
그림 2-8. 기상산업 부문 매출액(기상산업실태조사, 2016)	41
그림 2-9. 방재산업 사업체수 구성비	42
그림 2-10. 방재산업별 매출액(2013년)	43
그림 2-11. 국내 건축물 용도별 수량의 변화	44
그림 2-12. 국내 주택 중 주거형태별 30년 경과 주택현황	45
그림 2-13. 주택의 구성비율 변화현황	46
그림 2-14. 최근 10년간 국내 건설수주 및 기성 동향	47
그림 2-15. 연면적 기준 연도별 허가 및 착공현황	48
그림 2-16. 동수 기준 연도별 허가 및 착공현황	48
그림 2-17. 주택자재 시장규모 예측	49
그림 2-18. 국내 노후 주택 현황 및 주택 성능 변화 과정	49
그림 2-19. 공종별 주택(건설)자재 투입시기 및 시장규모	50
그림 2-20. 일본의 주택건설 자재 시장 동향	51
그림 2-21. 미국의 주택자재 구매 방법의 변화	51
그림 2-22. 광의의 리모델링 개념	52
그림 2-23. 리모델링 시장규모 및 전망(단위: 조원)	53
그림 2-24. 국가별 건설시장에서 리모델링이 차지하는 비중	53
그림 2-25. 국내주택시장 전망 소결	54
그림 2-26. 각국의 기후변화 적응시장 성장률(BIS, 2011, 2012, 2013)	55
그림 2-27. 영국 홍수엑스포 대표 참가사 목록	56

그림 2-28. 2017년 10억 달러 이상 규모의 미국 자연재해 지도(출처: 미국 해양대기청(NOAA))	57
그림 2-29. 차수판 설치의 예	61
그림 2-30. 서울시 전통식 차수판 설치 도면	61
그림 2-31. 건축물 지하공산 방수설계 체계도	62
그림 2-32. 항균도료/모르타르 및 이를 이용한 지하층의 시공	63
그림 2-33. 내장재 교체에 의한 건축물의 장수명 구현	65
그림 2-34. 습식지하이중벽과 교체형 건식 지하이중벽	65
그림 2-35 건축물과 도시구조 추출과정	67
그림 2-36. 홍수부문 재해취약성 모델 HOWAD의 프레임워크	67
그림 2-37. EU SMARTeST	68
그림 2-38. FRe Innovation Technologies	68
그림 2-39. 건물로 물이 유입되는 경로	69
그림 2-40. 상중하류 유역별 홍수관리 접근방식	70
그림 2-41. 리질리언스 및 홍수위험 컨설팅 소개자료	71
그림 2-42. 국가홍수포럼의 가이드라인 책자 일부 발췌	72
그림 2-43. Flood Resilient House 조감도(좌)와 단면도(우)	78
그림 2-44. Resilient House 입지	79
그림 2-45. 평면설계	80
그림 2-46. Flood Resilient House 단면도	81
그림 2-47. 이음새부분 상세도	81
그림 2-48. 홍수 대응용 문	82
그림 2-49. Resilient House의 내부벽체와 재료	82
그림 2-50. 도시분야 소분류별 기술발전단계	83
그림 2-51. 기술수요조사서	85
그림 2-52. 리질리언스 관련 논문 분포	91
그림 2-53. 리질리언스 관련 주요 키워드	91
그림 2-54. 리질리언스 관련 연구 분야	91
그림 2-55. 건설분야 내 리질리언스 연구 동향	92
그림 2-56. 건축물 관련 리질리언스 연구 분포	93
그림 2-57. 건축물 리질리언스 관련 주요 키워드	93
그림 2-58. 건축물 관련 리질리언스 연구 분야	93
그림 2-59. 건축물 홍수·침수 리질리언스 연구 분야	94
그림 2-60. 건축물 홍수·침수 리질리언스 주요 키워드	94
그림 2-61. 건축물 중 재해 관련 리질리언스 논문 동향	94
그림 2-62. 건축물 중 재해취약성 관련 리질리언스 논문 동향	94
그림 2-63. 국내 특허 출원·등록 현황	97
그림 2-64. 국내 특허대상별 출원·등록 현황	97
그림 2-65. 해외 특허 출원·등록 현황	98
그림 2-66. 해외 특허대상별 출원·등록 현황	98
그림 2-67. 해외기관별 특허출원 현황	99
그림 2-68. 한국방재학회 관련 위원회 구성	114
그림 2-69. 한국건설기술연구원 실험시설 배치도	116
그림 2-70. 강우발생 모사장치	117
그림 2-71. 한국건설생활환경시험연구원 기후환경실증센터	117
그림 2-72. 대형 기후환경실 시험현장	118

그림 2-73. 중형 기후환경실 현황	118
그림 2-74. 소형 기후환경실 현황	118
그림 2-75. 실규모 건축물 대상 실험설비	119
그림 2-76. 정책반영 방향	121
그림 2-77. SWOT 분석	123
그림 2-78. STEEP분석 세부 목표 설정	128
그림 3-1. 연구개발 목표	129
그림 3-2. 침수시 지역과 건축물 단면	133
그림 3-3. 우리나라 재난 관리 및 대응 단계 구성	136
그림 3-4. 지자체 안전관리계획 일부 발췌(경상남도, 2018)	137
그림 3-5. 재난대응 단계별 리질리언스 기술 적용 개념	139
그림 3-6. 과제도출 과정	150
그림 3-7. 리질리언스 기술활용주체 분석	151
그림 3-8. 연구과제 구성기준 (STEEP 분석결과에 수요자 니즈 반영 세분화)	155
그림 3-9. 세부과제 구성	158
그림 3-10. 세부과제 간 연계	166
그림 3-11. 1세부과제 연차별 기술로드맵	167
그림 3-12. 2세부과제 연차별 기술로드맵	168
그림 3-13. 연구목표별 주요 성과물	169
그림 3-14. 홍수리질리언스 기술의 경쟁력	171
그림 3-15. 서울시 침수방지시설 무상설치 지원 보도자료	177
그림 3-16. 기술요소간 연계 및 연구과정 검토	178
그림 3-17. PFR-d 어플리케이션 시연	182
그림 3-18. 부동산 홍수 리질리언스 조사원 교육 과정의 커리큘럼	183
그림 3-19. 영국 BRE, 리버풀시, 보험업계 연계 비즈니스 모델 사례	184
그림 3-20. 홍수 관련 원스탑 포털사이트(One Stop Shop) 구축 목표 및 계획	185
그림 3-21. 비즈니스 모델 구조(안)	188
그림 4-1. 정부 국정 5개년 계획	190
그림 4-2. 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)	193
그림 4-3. 1차 국토교통과학기술연구개발 기본계획	196
그림 4-4. 재난·재해 예방 안전기술 개발 실천과제	197
그림 5. 사회이슈 해결형 기술 개발 실천과제	198
그림 4-6. 사회이슈 해결형 기술 개발 실천과제 중 안전요소	199
그림 4-7. 핵심기술요소 R&D 유형	204
그림 4-8. 연구개발투자 효율성	207
그림 4-9. 경제적 파급효과 예측 과정	208
그림 4-10. 자연재해 피해 추세	216
그림 4-11. 침수면적 및 수해피해액 변화 추이	216
그림 4-12. 자연재해 피해액 추이	217
그림 4-13. 예방 투자를 통한 재해저감 축적 효과	219

제1장 기술의 정의 및 필요성

제1절 기술의 정의 및 분류체계

1. 기술의 정의

가. 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술

- 건축물 홍수 리질리언스 기술은 저항기술(resistance)과 복원기술(recovery)의 두 가지로 구분할 수 있음
- 저항기술은 1차적으로 홍수에 의해 외부로부터의 물의 유입을 차단하는 것으로 dry proofing으로 불리며, 복원기술은 물이 내부로 유입되었을 경우에도 배수이후에 건물을 즉시 활용할 수 있도록 하는 것으로 wet proofing으로 불림
- 복구의 경우 기술적 복구가 아닌 건축물을 기능적으로 복구가 용이하도록 만드는 기술을 의미함
- 건축물 홍수 리질리언스 기술은 건축물의 벽체, 재료, 배관 및 설비, 배선, 창호 등 전 분야에 적용 가능함



그림 1-1. 건축물 홍수 리질리언스 기술

나. 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 건축기술

- 홍수 리질리언트 빌딩은 리질리언스 기술이 적용되어 홍수시에 1차적으로 외부로부터 물을 유입을 차단하고, 예상침수위 이상의 홍수에 의한 침수시에도 배수를 통해 즉시 사용이 가능하도록 설계된 건물을 말함
- 영국 BRE에서는 홍수 리질리언트 빌딩에 대한 설계기술을 개발하고 실제 주택 모델하우스를 리질리언트 하우스로 구성하였음

Indicative Section

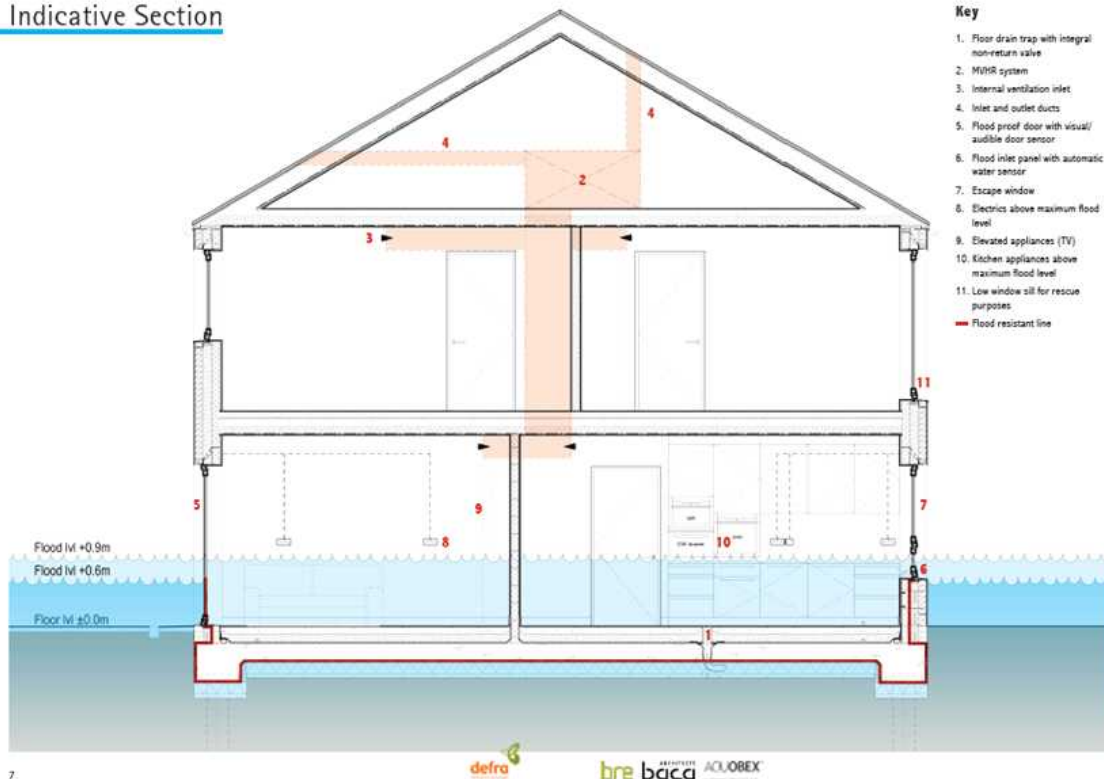


그림 1-2. Flood Resilient House 단면도

자료: BRE, BACA Architects (2014) Flood Resilient Property, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.



그림 1-3. 홍수대응용 문

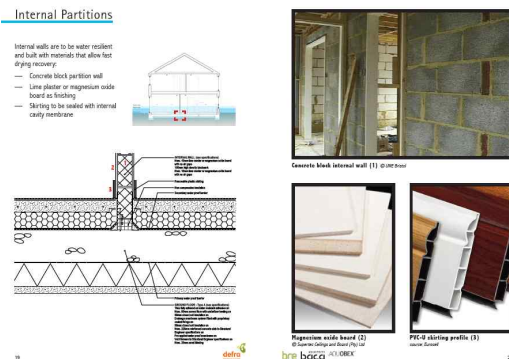


그림 1-4. 내부벽체와 재료

2. 기술분류체계

- 국가과학기술표준분류체계(한국과학기술기획평가원)의 연구분류에 따라서 기술분류체계를 구성하였음
- 대분류는 건축물과 관련된 건설/교통과 폭우에 관련된 지구과학(지구/대기/해양/천문)으로 선정됨
- 중분류로 시설물 설계/해석, 건설시공/재료, 수공시스템 기술, 시설물 안전/유지관리 기술, 건설 환경 설비 기술, 자연재해 분석/예측 기술로 정리됨
- 인공물 분야-대분류(건설/교통) 내의 중분류별 분류체계를 확인하여 관련성 있는 소분류 10가지를 도출하였음

표 1-1. 기술분류체계 검토

대분류	중분류	소분류	분류 설명
건설/교통	시설물 설계/해석기술	EI0307. 건축 (Building facilities and analysis)	건축물 생산을 위한 대지조건, 구조, 형태 등을 설계하고 해석하는 기술
	건설시공/재료	EI0407. 건설마감재료 (Construction finishing materials)	방수, 방음 및 수장 등의 건설시설물의 마감을 위한 재료 및 공법
		EI0402. 건축시공기술 (Building construction technology)	건축공사의 효율성, 안정성, 생산성 등의 향상을 위한 제반 활용기술
	수공시스템 기술	EI0905. 수리구조물 설계 기술 (Hydraulic structure design)	안전하고 경제적이며 인간에게 쾌적한 환경을 제공하는 각종 수리구조물의 설계 기술
	시설물 안전/유지관리 기술	EI1105. 자연재해 저감기술 (Disaster prevention technology)	건축 및 토목 시설물의 재난 위험도를 예측하고 이를 방지하기 위한 구조물 및 비구조물적 기술 등
		EI1103. 시설물 해체/복구기술 (Infra-structure demolition/remodeling)	수명이 끝난 시설물을 최소한의 피해로 해체시키거나, 건축물의 리모델링을 통한 수명 및 사용성을 연장하는 기술
	건설 환경 설비 기술	EI1204. 친환경건축물 설계/시공/관리기술 (Sustainable architecture design/construction management)	토지의 이용, 에너지 및 자원의 절약, 유익한 생태환경 및 쾌적한 실내환경을 구현하고 유지하여 환경부하의 저감과 지구 온난화 방지에 기여할 수 있는 친환경 건축물을 설계, 시공 및 관리하는 기술
지구과학(지구/대기/해양/천문)	자연재해 분석/예측	ND0708. 집중호우재해발생 분석/예측	짧은 시간 동안 좁은 지역에 많은 양의 비가 내림으로써 예상되는 재해에 대한 분석 및 이와 관련한 예측정보를 생산하는 연구
		ND0705. 수재해 발생 분석/예측 (Hydrological disaster analysis/forecast)	홍수, 가뭄 등으로부터 피해를 최소화 하고 수자원을 효율적으로 이용하기 위한 감시관리 및 관련 정보에 대한 예측 정보를 생산하는 분야
		ND0701. 기상재해 분석/예측 (Meteorological disaster analysis/forecast)	이상기상 현상으로 인한 재해로부터 그 피해를 감소시키기 위해 다양한 관측 자료를 이용한 감시 및 분석하는 기술과 관련 예측정보를 제공하는 분야

3. 세부 기술내용



그림 1-5. 본 연구의 기술 내용

가. 주제1. 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증

- 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발
 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 적용한 기존 법제도, 기준 개정안 연구
 - 재해취약성 분석의 건축물단위 대응 가이드라인 개발
 - 기술확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델 개발
- 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발
 - 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술 개발
 - 건축물의 폭우대응 성능평가 방법론 개발
 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 구축 및 지도화 기술 개발
- 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증
 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 리빙랩 운영
 - 폭우재해취약지역 내 건축물 리질리언스 기술 보급 및 실증
 - 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발

나. 주제2. 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

- 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발

- 기존 건축물의 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발
- 신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계기법 개발
- 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축
- 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 개발

- 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

- 건축물의 차수성능 향상 기술 개발
- 건축물의 복구성능 향상 기술 개발
- 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 개발

- 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발

- 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 연구
- 기술 표준화 및 인증 평가 모델 개발
- 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안 연구

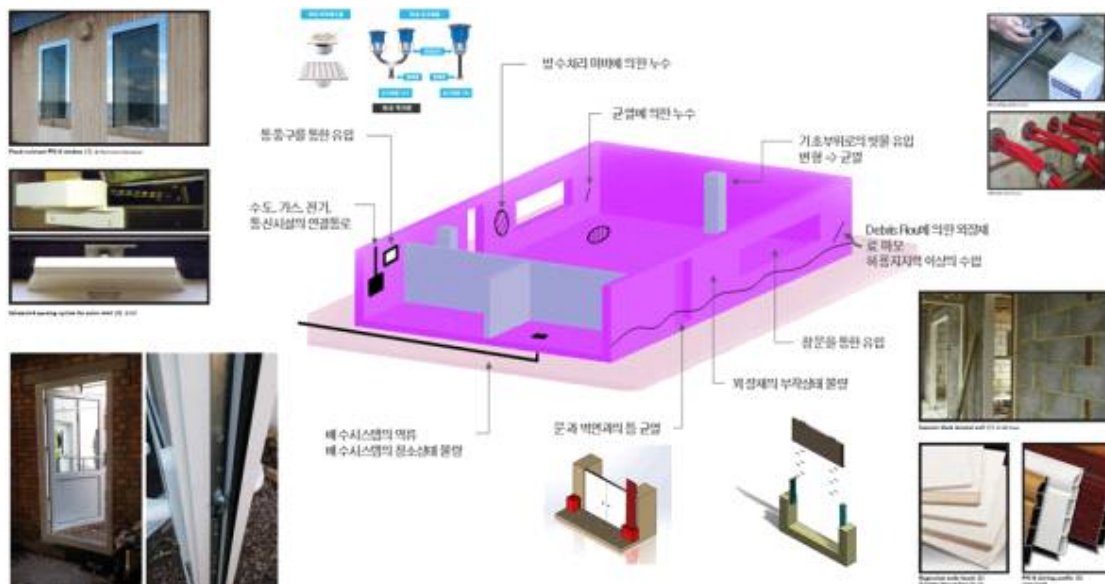


그림 1-6. 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

제2절 연구개발의 배경 및 필요성

1. 연구개발 배경

가. 기후변화로 재난 발생빈도 증가와 대형화

- 최근 10년간(2007~2016) 풍수해에 의한 피해액은 3조6천억원, 침수면적 4만ha, 사망실종 162명, 이재민 19만4천명 발생하였으며, 피해규모가 증가하고 있는 추세 (행정안전부, 2017)
- 연도별 자연재해 피해발생 경향은 점차 증가하는 추세이며 소도시지역의 피해가 큼
 - 우리나라의 1971년과 2011년 사이의 자연재해 피해액을 살펴보면, 재산피해는 약8.6배 증가한 것으로 나타남
 - 2001년에서 2010년에 발생한 풍수해 피해액 중 약 65%인 8조원 가량은 인구5만명 이상의 도시지역에서 발생, 약 5조185억은 인구 5만 미만의 농촌지역에서 발생 (소도시지역 큰 피해)

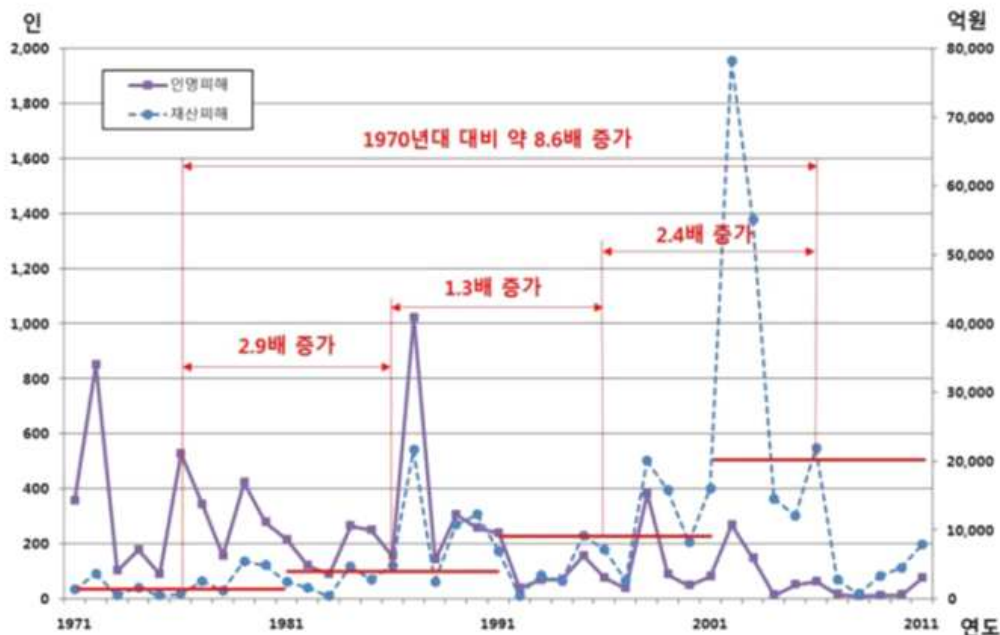


그림 1-7. 연도별 자연재해 피해액(1971~2011), 소방방재청(2012)

나. 기후변화로 해수면 상승에 인근지역의 침수피해 예상

- 국가 해수면 상승 사회·경제적 영향평가 II (한국환경정책·평가연구원, 2012) 보고서에 따르면 기후변화위원회(IPCC) 5차 보고서를 토대로 우리나라 해수면 상승과 그 영향을 분석
- 최악의 해수면 상승인 98cm 예측치를 토대로, 기존 국내 연구 중 가장 유사한 해수면 상승치(1.02m)를 비교해 피해를 산출하였으며, 지구 온난화가 현재의 속도로 진행될 경우 우리나라는 2100년쯤 해수면 상승으로 국토의 3.3%(3,330km²) 정도가 범람하고, 해안가 중심도로 6,456km(전체 도로의 7.1%)가 침수 피해를 볼 것이라는 전망
- 3,330km²는 서울시(605km²) 면적의 5.5배이고, 6,456km는 경부고속도로(438km)의 15배임
- 2100년 해안침수 가능지역 내 국내 거주인구는 약1,440만명이며 특히 공항, 도로, 산업단

지, 원전, 관광 시설 등 주요시설이 밀집해 있어 기후변화에 따른 피해를 줄이기 위한 대책 마련이 필요

서기 2100년, 영광原電·인천공항 물에 잠길 수도

세계 과학자 2500명의
온난화 해수면 영향 조사결과,
한국에 적용...

새만금도 피해 예상

한국, 인구 1440만명 연안 거주
국토 3.3% 해당, 서울의 5.5배
평택·태안·군산 등 피해 예상
도로 약 6400km 물에 잠길 듯

- ◇ 서해안·남해안 집중 피해
- ◇ 전체 도로의 7% 침수 우려



그림 1-8. 2100년 해안침수 가능 지역

출처: http://thestory.chosun.com/site/data/html_dir/2013/10/07/2013100700686.html?Dep0=twitter

- 우리나라 기후변화의 경제학적 분석 연구(2009, 2011)에 따르면, 해수면 1m 상승되면 연안 지역의 약 854제곱미터가 침수되고 피해액은 약60조원으로 추정됨

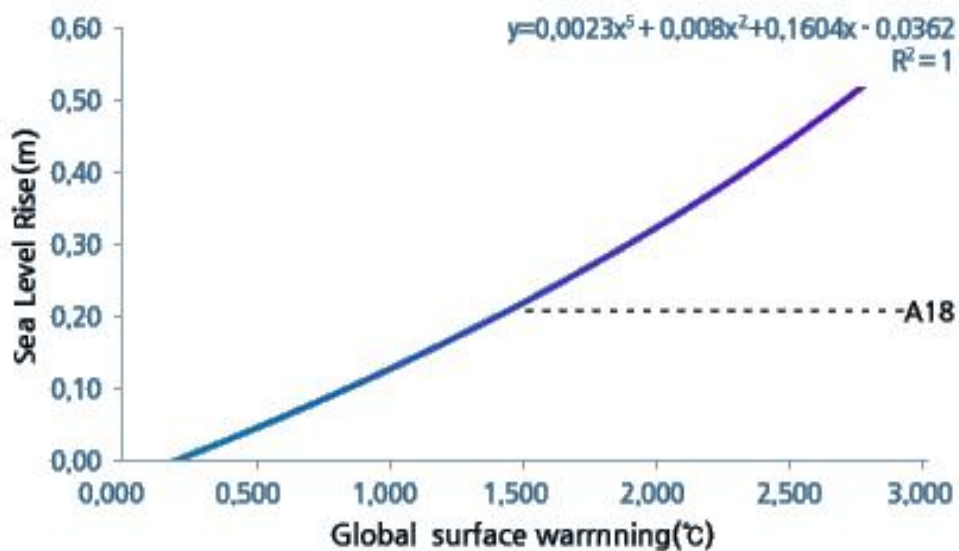


그림 1-9. 온도에 따른 해수면 상승

출처: http://ccas.kei.re.kr/climate_change_adapt/menu4_8_2_tab2.do

표 1-2. 기후변화로 인한 현재 100년 빈도강수량의 빈도변화

관측소 시나리오	평균	서울	강릉	대전	광주	목포	대구	포항
a2 시나리오(년)	58	59	70	63	47	55	72	40

출처: 국토해양부(2010) 기후변화 대응 미래수자원전략 보고서

○ 폭우에 따른 막대한 사회적 직·간접 비용 발생

- 홍수피해는 복구 비용 뿐만 아니라 경제활동 둔화, 실직, 교육, 건강, 에너지 서비스 공급 차질 등 간접비용도 증가하며 한 지역에서 발생한 재난의 영향은 다른 지역으로까지 파급·확대 가능
- 대응책을 사전에 명확하게 수립하지 않은 경우 재정 부담은 더욱 악화
- 피해에 대한 책임소재와 보상범위가 사전에 명시되지 않은 경우 일반적으로 정부가 도의적 차원에서 보상해 주기를 기대
- 대형재난의 경우 신속한 복구를 위해 대규모의 자금을 단기간에 조달해야 하는 유동성 문제도 발생(기획재정부, 2012)

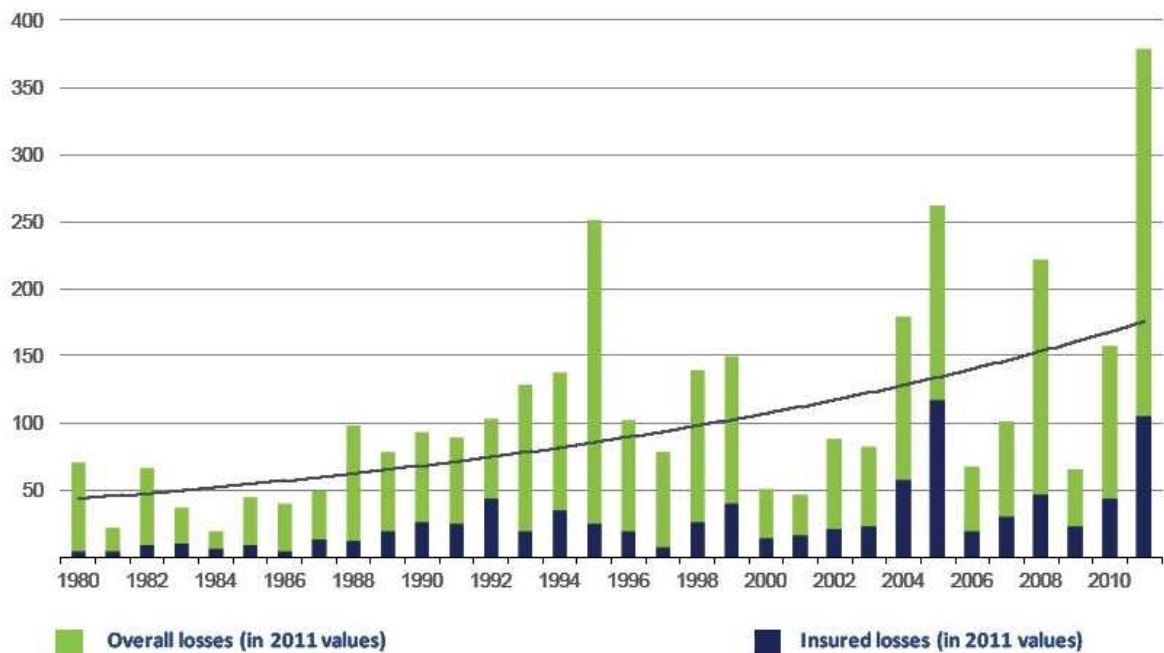


그림 1-11. 재난으로 인한 경제적 비용 추이(\$십억)

출처: WB, Improving The Assessment of Disaster Risks To Stengthen Financial Resilience (2012.6월)

라. 도시 기후변화 재해취약성 분석 반영 의무화

- 2015년 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(제20조, 제27조)을 개정하여 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 수립시 기초조사로 재해취약성 분석 및 반영 의무화
 - 기후변화에 따른 폭우(홍수·산사태), 폭염, 폭설, 강풍, 가뭄, 해수면상승에 대한 취약성 평가를 법정 의무화
 - 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침(국토교통부훈령 제956호)에 방법과 절차를 명시

표 1-3. 도시 기후변화 재해취약성 분석 법률 내용

국토의 계획 및 이용에 관한 법률 (법률 제14567호)

제20조(도시·군기본계획 수립을 위한 기초조사 및 공청회)

① 도시·군기본계획을 수립하거나 변경하는 경우에는 제13조와 제14조를 준용한다. 이 경우 "국토교통부장관, 시·도지사, 시장 또는 군수"는 "특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수"로, "광역도시계획"은 "도시·군기본계획"으로 본다. <개정 2011.4.14., 2013.3.23., 2015.1.6.>

② 시·도지사, 시장 또는 군수는 제1항에 따른 기초조사의 내용에 국토교통부장관이 정하는 바에 따라 실시하는 토지의 토양, 입지, 활용가능성 등 토지의 적성에 대한 평가(이하 "토지적성평가"라 한다)와 **재해 취약성에 관한 분석(이하 "재해취약성분석"이라 한다)을 포함**하여야 한다. <신설 2015.1.6.>

③ 도시·군기본계획 입안일부터 5년 이내에 토지적성평가를 실시한 경우 등 대통령령으로 정하는 경우에는 제2항에 따른 토지적성평가 또는 재해취약성분석을 하지 아니할 수 있다. <신설 2015.1.6.>

마. 상습침수지역 도시재생뉴딜사업 추진

- 상습침수지역이자 무허가 건물 밀집지를 도시재생뉴딜사업 시범사업지로 선정
 - 2017.12. 국토교통부 노후주거지, 상습침수지역 등 포함 도시재생뉴딜사업 시범사업지 68곳 선정
 - 도시재생 뉴딜사업은 총 5가지 유형으로 구분되며 시범사업 68곳은 경제기반형(1곳), 중심시가지형(19곳), 일반근린형(15곳), 주거지지원형(16곳), 우리동네살리기(17곳)으로 구성
- 경기도 광명사 목감천변 지역은 상습침수지역으로 무허가 노후 건물이 밀집한 지역으로 지역정비의 필요성이 제기
 - 국공립 어린이집과 마을 공동텃밭, 주민복합커뮤니티 센터, 공영상가 조성을 통한 도시재생 뉴딜사업 시범사업지로 선정
 - 기존 상습침수지역의 문제 해결을 위한 솔루션 도입 필요



[중앙 선정 (15)/공공기관 제안 (9)]

시·도	대상지역		
부산 (1)	◆ 북 구		
인천 (2)	◆ 부평구	▲ 동 구	
대전 (1)	◆ 대덕구		
세종 (1)	◆ 조치원읍		
경기 (5)	◆ 수원시	◆ 시흥시	◆ 남양주시
	★ 광명시	▲ 안양시	
강원 (1)	◆ 강릉시		
충북 (1)	◆ 청주시		
충남 (1)	◆ 천안시		
전북 (3)	◆ 군산시	◆ 익산시	◆ 정읍시
전남 (2)	◆ 목포시	◆ 순천시	
경북 (3)	◆ 영천시	◆ 포항시	● 영양군
경남 (3)	◆ 사천시	◆ 김해시	■ 통영시



[광역지자체 선정 (44)]

시·도	대상지역		
부산 (3)	● 동 구	★ 사하구	▲ 영도구
대구 (3)	● 동 구	★ 북 구	▲ 서 구
인천 (3)	● 동 구	★ 서 구	▲ 남동구
광주 (3)	● 남 구	★ 광산구	▲ 서 구
대전 (3)	● 중 구	★ 동 구	▲ 유성구
울산 (3)	● 중 구	★ 남 구	▲ 북 구
경기 (3)	● 고양시	★ 안양시	▲ 고양시
강원 (3)	● 춘천시	★ 태백시	▲ 동해시
충북 (3)	● 청주시	★ 충주시	▲ 제천시
충남 (3)	● 천안시	★ 공주시	▲ 보령시
전북 (3)	● 전주시	★ 완주군	▲ 군산시
전남 (3)	● 순천시	★ 목포시	▲ 나주시
경북 (3)	● 상주시	★ 경산시	▲ 영주시
경남 (3)	● 밀양시	★ 거제시	▲ 하동군
제주 (2)		★ 서귀포시	▲ 제주시

(범례1) 선정방식별

■ 중앙 선정 ■ 공공기관 제안 ■ 광역지자체 선정

(범례2) 사업유형별

■ 경제기반형 ◆ 중심시가지형 ● 일반근린형 ★ 주거지지원형 ▲ 우리동네살리기

그림 1-12. 도시재생 뉴딜사업 시범사업 선정 대상지

출처: 국토교통부 보도자료, 2017.12.14. '도시재생 뉴딜 시범사업 대상지 68곳 확정'

2. 연구개발 필요성

가. 기후변화에 따른 폭우 재난 발생빈도 증가와 대형화에 대한 대책 필요

- 도시화에 따라 기후변화에 따른 폭우 등 풍수해 피해가 대형화되고 발생빈도도 증가하고 있어 대책 수립이 필요
 - 기후변화의 문제는 전 지구적인 대응과 지역차원에서의 적응 대책에 필요하며, 증대되는 재난에 대응한 맞춤형 방안 수립 필요
- 피해액과 함께 복구액의 규모도 증가하고 있어 복구비용 절감을 위한 기술 개발 필요
 - 리질리언스의 개념상 원래상태로 돌아가고자 하는 능력(탄력성)이 건축과 건설 분야에 적용될 필요가 있음
- 자연 재해 중 폭우 분야의 대응 기술 개발이 시급
 - 호우, 태풍, 대설, 기타 재해 중 호우(폭우)와 태풍(호우를 동반)에 의한 피해가 가장 크게 나타나고 있어 이에 대한 기술 개발 필요

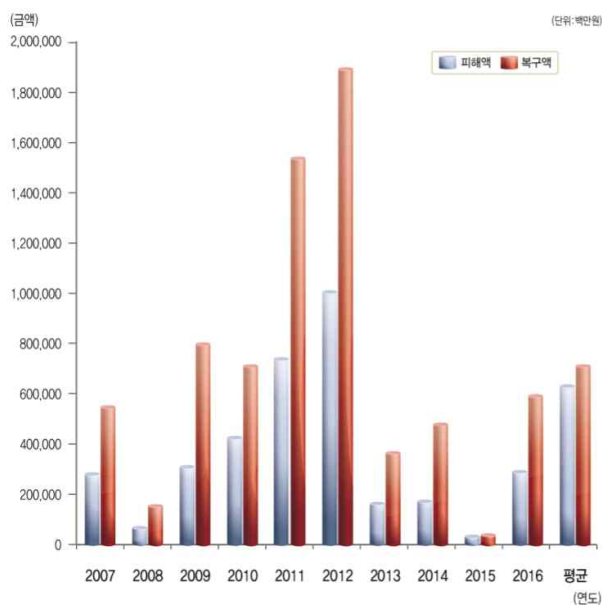


그림 1-13. 최근 10년간의 재해 피해액과 복구액
출처: 2016 재해연보(행정안전부, 2017)

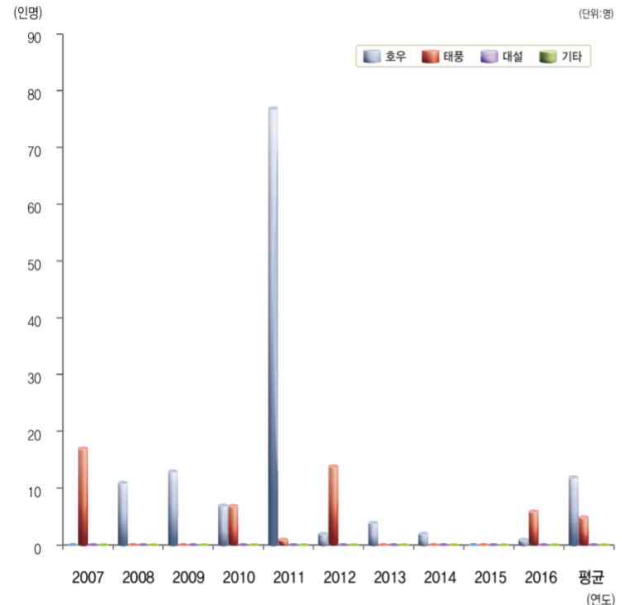


그림 1-14. 최근 10년간 재해별 인명피해 현황
출처: 2016 재해연보(행정안전부, 2017)

표 1-4. 최근 10년간 피해액 및 복구액 현황

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	평균
피해액	280,636	65,405	307,431	422,983	737,636	1,004,667	161,359	169,645	31,281	288,361	630,801
복구액	545,864	151,565	795,652	709,038	1,536,227	1,893,813	362,355	477,847	37,427	590,607	709,888

출처: 2016 재해연보(행정안전부, 2017)

※ 2016년도 환산가격 기준

나. 노후 도심 주거지역의 재난대응 기술 필요

- 배수시설 등 인프라가 미흡하고, 노후 건축물이 밀집한 노후 도심, 주거지를 재난/재해로부터 안전한 환경으로 개선하기 위한 도시재생기술 적용 필요
 - 노후건물과 시설을 개선하기 위해서는 그에 맞는 기술 개발과 적용이 필요
 - 도시재생 뉴딜사업 유형 중 재해취약지역, 상습 침수지역과 같은 유형의 환경개선과 함께 침수시 대응기술 개발도 필요
- 정부의 도시재생 뉴딜사업 적용할 세부 기술개발 필요
 - 도시재생 뉴딜사업은 향후 5년 동안 매년 100여 곳의 노후주거지를 선정하여 주거환경을 개선하는 사업으로 노후주거지 재생에 적용할 기술개발 필요



그림 1-15. 경기도 광명시 광명5동 공공임대주택과 마을 복합커뮤니티 조성
출처: 국토교통부 제공

다. 폭우시 건축물 단위 대응기술 필요

- 폭우에 대응한 건축물 단위 설계기준, 시공 및 운영 가이드라인 등 제도적 기반 미흡하여 도시 부문에서 진행 중인 재해취약성분석 이후의 건축물 단위의 실질적인 대응기술 개발 필요
 - 건축물은 폭우와 같은 재해시 직접적인 피해(침수, 파손, 붕괴 등)가 발생하며, 내부에 거주하는 사람들의 생명과 안전과도 연결되는 중요한 요소임
 - 최근 10년간의 피해액에서도 공공시설과 기타유형을 제외하고 가장 피해가 큰 것은 건물로 나타남
- 국내 건축물 침수방지시설 관련 법제도는 건축물 허가제한, 침수방지시설 설치 의무 또는 권장

정도의 수준

- 개별건축물은 사유재산으로 공공건축물보다 제도화가 더욱 어려우며, 관련 기술의 종류와 특성에 대한 홍보도 미흡

○ 노후주거지에 실제적용이 가능한 건축기술 필요

- 개별건축물 지하주차장을 이용한 대규모 저류시설 조성 과 같은 대응방안이 있으나 공동주택에서는 관리비용 발생, 악취, 벌레꼬임 등 기피시설로 인식하여 실제 적용이 어려움

표 1-5. 최근 10년간 피해액 및 복구액 현황

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	평균
건물	6,586	1,573	2,314	28,102	26,132	30,782	1,633	3,454	249	8,949	19,959
선박	2,910	176	728	2,754	1,671	3,501	121	117	299	1,306	2,470
농경지	12,226	3,936	7,858	8,882	14,307	11,838	6,313	2,868	10	7,146	13,706
공공시설	173,985	53,384	251,228	205,832	638,159	589,718	140,413	134,759	12,892	211,091	438,448
기타	84,926	6,333	45,301	177,412	57,365	368,828	12,877	28,445	17,829	59,867	156,215
계	280,636	65,405	307,431	422,983	737,636	1,004,667	161,359	169,645	31,281	288,361	630,801

출처: 2016 재해연보(행정안전부, 2017)

※ 2016년도 환산가격 기준

라. 법제도상 리질리언스 개념 도입 필요

- 선진국에서는 재해발생 가능성을 전제로 피해를 최소화 또는 재해 후 일상으로 신속하게 돌아가는 ‘리질리언스(복원력)’ 개념을 도입하여 제도개선 및 사업 추진
 - 2016년 영국 환경농무식품부(Defra: Department of Environment, Food, and Rural Affair)에서는 홍수시 건축물의 침수와 대응과 관련된 리질리언스 액션플랜 수립
 - 관련법에서 홍수시 건축물 단위의 대응을 위한 제도개선방안(관련 표준 및 기준을 리질리언스 개념에 부합되도록 변경) 제시

표 1-6. 영국 리질리언스 액션플랜의 제도개선방안

분야	규정	필요성	제안
위험성 평가	BS8533, BS8582	없음	추가적인 전문교육 (홍수복구분야 중심), 추가 가이드라인
감정가 (Surveyors)	None	전부	인증체계 개발 필요 , 교육
설치업체	PAS1188	부분	신규시장에서 비인증 제품의 역할에 대한 고려
건축물 재료 /제품	None	전부	홍수 리질리언스에서 적용가능한 제품인증체계 필요
설계 및 건설	BS85500	부분	설계와 건설에 대한 대폭 개선필요
홍수 저감 기술	PAS1188, FM Globat, BS EN12564	부분	모든 제품 에 대해 기술하지 않음 , 법적 제약사항이 아님
홍수 리질리언스 기술	None	전부	교육 ,기준 , 인증체계 필요
건축물 건조 (drying)	PAS64	없음	관련 업무를 협회에서 관장중
관리 -복구	BS12999	부분	인증과 교육이 개선되어야 함
홍수리질리언스 기술 설치	CIRIA C624, 6 step Guidance	부분	국가기준 , 교육 ,인증 필요

출처: Defra (2016), The property flood resilience action plan

마. 재난재해 및 기후변화, 도심경쟁력 강화 등의 국가정책과 연계

- 최근 이슈화되고 있는 재난재해, 기후변화 관련 국정과제에서 관련 기술개발을 요구하고 있음 (국정과제 55, 56, 61)
- **국정과제 55. 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축(행안부)**
 - (안전위험요소 제거) 지하 안전성 확보 및 (스마트 기상정보) 한국형 날씨예측모델 확립 등에 대한 기술 개발 요구를 통해 국가 차원의 재난 안전관리 방안 수립이 필요함
- **국정과제 56. 통합적 재난관리체제 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화(행안부)**
 - 통합적 재난관리체제 구축을 통해 기후변화 등 재난에 대한 사전예방시스템을 구축하고자 함
 - 해당 기술은 구도심 및 노후지에 발생 가능한 재해를 대비할 수 있음
- **국정과제 61. 신기후체제에 대한 견실한 이행체제 구축(환경부)**
 - 기후변화 리스크를 예측·관리하고 피해를 최소화하여 안전사회 구현
 - 사회 전반의 기후변화 적응 역량 평가 및 점검체계 구축, 종합정보체계 구축 및 위험지도 등의 작성기술을 확보할 수 있음
- **국정과제 79. 도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진(국토부)**
 - 관련 기술들은 도심 경쟁력 강화에 기본 기술이 될 수 있음
 - 도시재생과 연계한 구도심과 노후 주거지 생활여건 개선에 활용 가능하고, 이를 통해 쇠퇴지역의 재해 안전성을 확보할 수 있음



그림 1-16. 국정과제와의 연계성

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

제1절 국내외 정책동향 및 분석

1. 국내 법제도 및 정책동향

가. 현행 법률상의 주요 개념

○ 재난 재해의 정의

- 재난은 '뜻하지 않게 생긴 불행한 변고'라는 의미를 갖지만 「재난 및 안전관리기본법」에서는 재난을 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로 ① 자연현상으로 인하여 발생하는 자연재난, ② 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방 사고, 환경오염사고, 에너지, 통신, 교통, 금융, 의료, 수도 등 국가기반체계에의 마비와 감염병, 가축전염병 확산 등 사회적 재난으로 인한 피해로 정의¹⁾ 됨

○ 안전의 정의

- 안전이라는 용어가 들어간 법률은 약 1300여개 정도이며 그 중 85~90%를 구성하는 행정 법령(시행령과 시행규칙을 포함하여 행정기관이 관여하는 법률)이 안전문제를 규정하고 있음 (한국법제연구원, 2014)

○ 도시방재의 정의

- 도시방재는 도시의 방재능력을 확보하기 위한 일련의 활동, 즉 도시의 물리적·비물리적 구성요소에 대한 방재성능 강화와 이를 구조적 비구조적인 시스템의 운영을 의미함(신진동 외, 2012)
- 도시방재와 직접 관련된 법률로는 「재난 및 안전관리기본법」과 「자연재해대책법」이 있으며, 홍수 및 침수피해를 저감 또는 관리하기 위한 법률과 조직체계는 통합되어 있지 않고 행정안전부, 국토교통부, 환경부 등으로 분리되어 있음
- 도시기반시설과 관련된 법률로는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「하천법」, 「소하천정비법」, 「하수도법」 등이 있으며 이에 따른 각종 계획을 수립하여 시행하고 있음
- 이 외에도 「건축법」, 「초고층 및 지하 연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법」에서는 도시 내 존재하는 공공기관 및 민간의 건축물에 대한 홍수저감 대응 능력을 제공할 수 있다는 측면에서 도시 홍수의 저감과 관련된 법률로 볼 수 있음(전경수 등, 2013)

나. 재난 및 안전관리 체계

- 「재난 및 안전관리기본법」은 재난관리를 재난의 예방·대비·대응 및 복구를 위하여 하는 모든 활동이라고 규정하고, 재난관리체계를 재난의 예방(동법 제4장), 재난의 대비(동법 제5장), 재난의 대응으로서 응급조치(동법 제6장 제1절) 및 긴급구조(동법 제6장 제2절), 재난의 복구(동법 제7장) 등으로 구분

1) 재난 및 안전관리기본법 제3조 정의규정 참조

- 재난의 사전예방단계로 예방 및 대비가 있고, 재난의 사후단계로 재난대응 및 복구가 이에 해당됨

표 2-1. 우리나라 재난안전관리체계

구 분	재 난
대 상	· 사회재난: 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방사고, 환경오염 사고 등 · 자연재난: 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 가뭄, 낙뢰, 지진, 황사, 적조 등
근거법	「재난 및 안전관리 기본법」
수습 체계	· 중앙안전관리위원회 (위원장: 국무총리) - 안전정책조정위원회 (위원장: 행정안전부장관) · 중앙재난안전대책본부 (본부장: 행정안전부장관) - 중앙사고수습본부 (본부장: 주무 부처 장관) - 중앙긴급구조통제단 (단장: 중앙소방본부장) ↓ · 지역안전관리위원회 (위원장: 시도지사, 시·군·구청장) · 지역재난안전대책본부 (본부장: 시도지사, 시·군·구청장) · 지역긴급구조통제단 (단장: 소방본부장, 소방서장)
복구 책임	사회재난
	피해 원인자 (보상 및 배상) · 방재책임자 - 국가시설 : 국가 - 지방시설 : 지방자치단체 - 개인시설 : 개인 * 「재해구호 및 재해복구비용 부담 기준 등에 관한 규정」(대통령령)에 따라 국가 일부 보조 및 지원
대규모 재난 발생시	· 재난사태 선포(「재난 및 안전관리 기본법」 제36조) - 대통령령으로 정하는 재난이 발생하거나 발생할 우려로 인하여 사람의 생명·신체 및 재산에 미치는 중대한 영향 또는 피해를 경감하기 위하여 긴급한 조치가 필요하다고 인정되는 경우 선포 ※ 선포 대상 지역 3개 시도 이상: 선포 → 국무총리 - 선포 대상 지역 2개 시도 이하: 선포 → 중앙재난안전대책본부장 · 특별재난지역 선포(「재난 및 안전관리 기본법」 제59조부터 제60조까지) - 대통령령으로 정하는 재난의 발생으로 인하여 국가의 안녕 및 사회질서의 유지에 중대한 영향을 미치거나 당해 재난으로 인한 피해의 효과적인 수습과 복구를 위하여 특별한 조치가 필요하다고 인정되는 경우 선포 ※ 선포: 대통령

자료: 한국법제연구원, 2014 에서 재정리

다. 재해위험의 예측 및 평가

1) 사전재해영향성(재해영향)검토 및 평가(자연재해대책법 제4조~제6조)

- 자연재해에 영향을 미치는 각종 행정계획 및 개발사업(이하 “개발계획등”이라 한다)으로 인한 재해 유발 요인을 예측·분석하고 이에 대한 대책을 마련하는 것으로 개발계획수립 초기단계에서 재해영향성에 대한 검토를 받는 절차를 거치도록 하여 개발로 인하여 발생할 수 있는 재해를 예방하는 것임
- 검토 대상은 행정계획과 개발사업으로 구분되며 규모에 따라 재해영향성 검토, 소규모 재해영향평가, 재해영향평가로 구분됨 (※ 개정법률 시행시기 : ’18년 10월)
 - (행정계획) 사업계획의 수립·확정 및 지구의 지정(대상계획 : 도시개발구역에 대한 개발계획, 택지개발예정지구의 지정 등)

- (개발사업) 실시계획을 통하여 개발행위에 들어가는 인가·허가·승인(대상사업 : 도시개발사업 실시계획 인가, 공장설립 승인 등)
- (협의규모) 중앙 및 지자체 구분 없이 면적은 5천㎡이상(공장설립 1만㎡이상), 길이 2km이상 (임도의 경우 4km)을 대상으로 협의
- 평가서 내에서는 지형조건 및 주변 환경에 따른 재해위험요인, 주변지역이나 시설에 미치는 재해영향 및 예방에 관한 사항 등을 포함하고 있는지를 검토함

표 2-2. 사전재해영향성검토 및 평가의 개정

구 분	현 행	개정안
행정계획	사전재해영향성검토 (개발면적 5천㎡이상, 2km이상)	재해영향성 검토 (5천㎡이상 2km이상, 입지 적정성 등 검토)
개발사업		소규모 재해영향평가 (5천~5만㎡, 검토항목 및 검토절차 완화)
		재해영향평가 (5만㎡이상, 15km이상 정량적 평가 및 지진위험성 검토 강화)

표 2-3. 사전재해영향성검토 및 평가의 공통사항 검토 내용

행정계획	개발사업
지형조건 및 주변환경에 따른 재해위험요인	지형조건 및 주변환경에 따른 재해위험요인
주변지역이나 시설에 미치는 재해영향 및 예방에 관한 사항을 포함하였는지 검토	주변지역이나 시설에 미치는 재해영향 및 예방에 관한 사항을 포함하였는지 검토
자연재해위험지구 현황조사 및 대상지역과의 관련성	자연재해위험지구 현황조사 및 대상지역과의 관련성
침수재해 발생 가능	침수재해 발생 가능
주변지역의 토지이용, 개발계획 현황조사 및 대상지역과의 관련성	주변지역의 토지이용, 개발계획 현황조사 및 대상지역과의 관련성
-	재해저감을 고려한 토지이용계획이나 시설물의 배치
-	과도한 지형변형으로 인한 재해발생
대상지역내 하천, 소하천의 존재 여부 및 정비계획 수립의 관련성	대상지역내 하천, 소하천의 존재 여부와 정비계획 수립의 관련성
-	대상지역내 우수유출저감대책(저류시설, 침투시설)에 관한 사항
-	대상지역내 토사유출저감시설 설치계획
자연재해저감시설 현황 및 재해예방에 관한 사항	자연재해저감시설 현황 및 재해예방에 관한 사항
대상지역의 입지 적정성 분석	-
-	저감시설의 설치기준, 안정성 및 개발후 관리대책
-	대상지역내 지진재해 발생가능성 및 저감대책
사면 및 지반재해 발생가능성과 저감대책	사면 및 지반재해 발생가능성과 저감대책
-	배수시설의 적정성 및 주변지역 배수체계와의 연계
-	토석 및 유송잡물 방지시설의 설치계획
-	대상지역내 낙뢰방지대책 수립

2) 지구단위 홍수방어관련 홍수위험도 및 취약성 평가

- 「자연재해대책법」 제18조에 따라 상습침수지역이나 홍수피해위험도가 높은 지역, 그 밖의 수해지역의 재해경감을 위하여 개발사업과 재해사업의 계획수립 시 적용할 지구단위홍수방어기준(이하 "기준"이라 한다)을 정하여 홍수피해를 경감시키기 위하여 수립
- 사업지구의 적절한 토지이용계획 및 용도지역배분과 구역별 지구단위 홍수방어기준의 수준 설정을 위하여 홍수위험도 및 취약성 평가를 실시
- 「자연재해대책법」 제4조에 의한 사전재해영향성검토협의 대상인 개발사업 중 면적개념의 사업에 적용하며 1. 자연재해위험지구정비사업 : 「자연재해대책법」 제12조에 의한 자연재해위험지구 중 홍수위험과 관련된 지구의 정비사업 2. 재해위험개선사업 : 「재해위험 개선사업 및 이주대책에 관한 특별법」 제2조에 의한 재해위험개선사업 3. 재해복구사업 : 「자연재해대책법」 제49조에 의한 재해복구사업에 적용함

표 2-4. 홍수위험구역 및 취약성 분석

구분	주요내용
잠재홍수 위험구역 구분	1. 홍수위험구역 구분을 위한 기본 설정은 상위계획인 하천기본계획에서 기 고시된 계획홍수량을 기준으로, 계획홍수량의 50%에 해당하는 수위까지의 구역과 계획홍수량에 해당하는 수위까지의 구역 및 그 외의 구역으로 구분하여, 각각 잠재홍수위험도 높음·보통·낮음의 3단계 구역으로 구분한다. 2. 하천기본계획이 수립되지 않은 사업지구의 경우에는, 잠재홍수위험도 분석을 위하여 홍수량 및 홍수위 분석을 실시한다.
구역별 취약성 분석	1. 구역별 인구, 산업, 주택 및 건축물, 공공시설, 농경지 등의 인문적 특성에 대한 현황 및 장래예측을 조사하여 분석한다. 2. 구역별 지형 및 지세, 토양 및 지질, 식생, 동식물서식처, 기타 자연적 특기사항을 조사하여 분석한다.
침수피해실적 및 초과홍수 분석	1. 초과홍수 발생상황 시나리오 작성을 위해 사업지구 내 과거 침수피해지역의 홍수범람 원인, 침수형태, 침수범위(침수위 또는 침수심), 침수피해빈도, 인명 및 재산 피해규모를 파악하고 기왕최대 홍수조건 등을 고려하여 계획규모 이상의 초과홍수조건 시나리오를 작성하는데 반영한다. 2. 「자연재해대책법」시행령 제18조에 명시된 침수흔적도, 침수예상도, 재해정보지도 등의 재해지도를 최대한 이용하고, 재해지도가 없는 경우 초과홍수량에 대하여 1·2차원 모형 등에 의한 홍수범람해석을 수행하며, 홍수범람해석이 어려운 경우 홍수위와 표고차로 계산되는 하도버퍼링(buffering)을 통하여 침수구역을 산정한다.

현재의 홍수방어시설 현황 및 취약성을 검토하고 비구조적 대응체계능력을 고려하여 사업지구 및 주변지역의 홍수피해 저감능력을 분석한다.

홍수위험도 및 취약성 분석결과를 종합하여 높음·보통·낮음의 3단계의 홍수위험구역을 설정한다.

자료 : 지구단위 홍수방어기준 제6조

3) 재해취약성분석

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제20조제2항 및 제27조제3항에 따라 도시·군기본계획을 수립·변경하거나 도시·군관리계획을 입안하는 경우 도시 기후변화에 따른 재해취약성에 관한 분석(이하 “재해취약성분석”이라 한다)을 의무화(2015.1)하였으며 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침 제정(2016. 5)하였음
- 재해취약성 분석은 현재취약성과 미래취약성으로 구분하여 평가하며 각 기후노출과 도시민감도 평가분석지표를 활용함

표 2-5. 재해취약성분석 지표(현재 기후노출 및 도시민감도 분석지표)

구분			폭우	폭염	폭설	가뭄	강풍	해수면상승
현재 기후노출			- 연평균 80mm/일 이상 강수일수 - 연평균 시간 최대강수량	- 연평균 일최고기온 33℃ 이상 일수 - 연평균 열대야 (일최저기온 25℃ 이상) 일수	- 연평균 최고적설량 - 연평균 적설량 - 연평균 5cm 이상 적설일수	- 연평균 일최고기온 - 연평균 최대무강수지속 일수	- 연평균 일최대풍속 14% 이상 일수 - 연평균 순간풍속 20% 이상 일수	- 연평균 조위상승률 - 연평균 해수온 상승률
현재 도시민감도	잠재취약지역		- 최근10년간 피해지역 - 방재지구 - 자연재해 위험개선지구(침수, 유실, 취약방재, 붕괴) - 산사태취약지역 (산사태위험지역) - 주요 하천변 저지대(계획홍수 위보다 낮은 지역) - 풍수해저감종합 계획(주1)의 위험지구	주거불량지역	- 최근10년간 피해지역 - 급경사지역 - 상습설해지역 - 자연재해 위험개선지구(고립 위험지구)	- 최근10년간 피해지역 - 광역 및 지방상수도 미급수지역 - 상습가뭄 재해지역	- 최근10년간 피해지역 - 해안변 500m 지역 - 풍수해저감 종합계획*의 위험지구(바람재해 위험지구)	- 최근10년간 피해지역 - 해안변 10m (EL) 이하 저지대지역 - 해안위험지구 및 풍수해 저감종합계획*의 해안재해 위험지구 - 연안침식 관리구역
	시민(주2)		집계구 내 65세 이상 노인 및 5세 미만 어린이 인구수	- 집계구내 65세 이상 노인 및 5세 미만 어린이 인구수 - 독거노인수 - 저소득층 인구수	집계구내 65세 이상 노인 및 5세 미만 어린이 인구수	광역 및 지방상수도 미급수인구수	집계구 내 65세 이상 노인 및 5세 미만 어린이 인구수	집계구내 65세 이상 노인 및 5세 미만 어린이 인구수
	도시취약구성요소	도로	- 집계구 내 도로 - 지하도로	집계구 내 도로	- 집계구 내 도로 - 고가도로 및 입체 교차로	-	-	집계구 내 도로
		철도	집계구 내 철도	-	집계구 내 철도	-	-	-
		항만	-	-	-	-	집계구 내 항만	집계구 내 항만
		공항	-	-	집계구 내 공항	-	집계구 내 공항	-
		수도 공급설비	집계구 내 수도공급설비	-	-	-	-	-
		전기 공급설비	집계구 내 전기공급설비	-	-	-	집계구내 전기공급 설비	-
		가스 공급설비	집계구 내 가스공급설비	-	-	-	-	-
		열 공급설비	집계구 내 열공급설비	-	-	-	-	-
		방송 통신시설	-	-	-	-	집계구 내 방송통신 시설	-
	유류저장 및 송유설비		집계구 내 유류 저장 및 송유설비	-	-	-	-	-

	수질오염 방지시설	• 집계구 내 수질 오염방지시설	-	-	-	-	• 집계구 내 수질오염 방지시설
	건축물	• 집계구 내 노후단독 주택 및 반지하주택	• 단독주택 내 지붕(콘크리트, 슬라브, 슬레이트)	• 노후단독 건축물 내 지붕구조(판넬, 슬레이트, 경량철골구조) • 비닐하우스 • 축사	-	• 대형건축물 • 대형광고물	• 집계구 내 단독주택, 반지하주택

* 해수면상승 분석시에는 연안육역의 집계구(1km이내)에 한정하여 분석

* 수도, 전기, 가스, 열 공급설비가 공동구 자료로 구축되어 있는 경우 해당지표를 공동구로 대체가능

주1) 풍수해저감종합계획이 수립되지 않은 지방자치단체는 제외

주2) 시민의 어린이는 6세 미만의 미취학아동을 의미하나, 자료구축을 위해 5세 미만 어린이 인구수 지표로 대응

자료: 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침, 2016

표 2-6. 재해취약성분석 지표(미래 기후노출 및 도시민감도 분석지표)

구분	폭우	폭염	폭설	가뭄	강풍	해수면상승
미래 기후노출	• 연평균 80mm/일 이상 강수일수	• 연평균 일최고기온 33℃ 이상 일수 • 연평균 열대야(일 최저기온 25℃ 이상) 일수	• 연평균 적설량	• 연평균 일최고기온 • 연평균 최대무강수지속 일수	• 연평균 일최대풍속 14% 이상 일수	• 연평균 해수온상승률
미래 도시민감도	• 최근 10년간 시가화지역 • 최근 10년간 인구증가수 • 개발사업진행 · 예정지구					

자료: 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침, 2016

라. 재해위험정보

○ 침수흔적의 기록보존 활용(자연재해대책법 제21조)

- 침수 피해가 발생하였을 때에는 침수, 범람, 그 밖의 피해 흔적(이하 "침수흔적"이라 한다)을 조사하여 침수흔적도를 작성·보존하고 현장에 침수흔적을 표시·관리해
- 작성한 재해지도를 자연재해의 예방·대비·대응·복구 등 전분야 대책에 기초로 활용하고 업무 추진의 효율성을 증진하기 위한 재해지도통합관리연계시스템을 구축·운영하여야 함

표 2-7. 재해지도의 종류

재해지도의 종류	재해지도의 구성내용
침수흔적도	태풍, 호우(豪雨), 해일 등으로 인한 침수흔적을 조사하여 표시한 지도
침수예상도	현 지형을 기준으로 예상 강우 및 태풍, 호우, 해일 등에 의한 침수범위를 예측하여 표시한 지도로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 지도 가. 홍수범람위험도: 홍수에 의한 범람 및 내수배제(內水排除) 불량 등에 의한 침수지역을 예측하여 표시한 지도와 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제7조제1항 및 제5항에 따른 홍수위험지도 나. 해안침수예상도: 태풍, 호우, 해일 등에 의한 해안침수지역을 예측하여 표시한 지도
재해정보지도	침수흔적도와 침수예상도 등을 바탕으로 재해 발생 시 대피 요령, 대피소 및 대피 경로 등의 정보를 표시한 지도로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 지도 가. 피난활용형 재해정보지도: 재해 발생 시 대피 요령, 대피소 및 대피 경로 등 피난에 관한 정보를 지도에 표시한 도면 나. 방재정보형 재해정보지도: 침수예측정보, 침수사실정보 및 병원 위치 등 각종 방재정보가 수록된 생활지도 다. 방재교육형 재해정보지도: 재해유형별 주민 행동 요령 등을 수록하여 교육용으로 제작한 지도

자료: 자연재해대책법 시행령 제18조

마. 재해위험지역의 지정 및 관리

1) 특정관리대상지역(재난 및 안전관리기본법)

- 재난 발생 위험이 높거나 재난예방을 위하여 계속적으로 관리할 필요가 있다고 인정되는 지역

2) 자연재해위험지구(자연재해대책법 제12조~제15조)

- 자연재해위험개선지구는 상습침수지역, 산사태위험지역 등 지형적인 여건 등으로 인하여 재해가 발생할 우려가 있는 지역을 관리하기 위해 지정한 지구를 말함
- 재해위험원인에 따라 침수위험지구, 유실위험지구, 고립위험지구, 취약방재시설지구, 붕괴위험지구, 해일위험지구로 구분함
- 지구 유형별 피해 발생 빈도, 피해 발생 가능성 등을 고려하여 가·나·다 및 라등급으로 구분하며(시행령 제8조) 자연재해위험개선지구로 지정·고시된 지역에서 재해 예방을 위하여 필요하면 건축, 형질 변경 등의 행위를 제한할 수 있음
- 자연재해위험개선지구의 정비사업의 경우 효과성 및 경제성을 분석 평가하여야 함

3) 방재지구(국토의 계획 및 이용에 관한 법률)

- 2013년 방재지구 지정 의무화하여 도시기본계획 수립시 재해취약성 분석, 분석결과 시가지지역의 재해취약지역에 시가지방재지구, 비시가화지역에 대해서는 자연방재지구 지정
- 방재지구는 풍수해, 산사태, 지반의 붕괴, 그 밖의 재해를 예방하기 위하여 지정하며 시행령 제31조에 따라 시가지방재지구, 자연방재지구로 구분되며(법 제37조) 풍수해, 산사태 등의 동일한 재해가 최근 10년 이내 2회 이상 발생하여 인명 피해를 입은 지역으로서 향후 동일한 재해 발생 시 상당한 피해가 우려되는 지역 의무 지정(법 제31조)
- 방재지구 안에서는 풍수해·산사태·지반붕괴·지진 그 밖에 재해예방에 장애가 된다고 인정하여 도시·군계획조례가 정하는 건축물을 건축할 수 없음 단, 지구의 지정목적에 위배되지 않는 범위안에서 도시·군계획조례가 정하는 기준에 적합하다고 인정하는 경우는 예외

표 2-8. 방재지구 내 건축제한 사항

구분	시가지방재지구	자연방재지구
정의	건축물·인구가 밀집되어 있는 지역으로서 시설 개선 등을 통하여 재해 예방이 필요한 지구	토지의 이용도가 낮은 해안변, 하천변, 급경사지 주변 등의 지역으로서 건축제한 등을 통하여 재해예방이 필요한 지구
건축제한 사항	이미 시가화된 주거지역, 상업지역, 공업지역을 대상으로 지정하고 건축제한은 최소화하면서, 재해저감을 위한 필로티 건축, 설계침투량 및 저류용량의 확보, 차수판 설치 등의 대책을 수립하여야 한다.	녹지지역, 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역을 대상으로 지정하고, 재해에 취약한 건축물 용도를 제한하고 건축 및 개발행위를 최소화하며, 구조물적 대책(하수도, 펌프장, 저류지)을 중심으로 수립하여야 한다.

자료: 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제83조

4) 홍수관리구역(하천법)

- 하천의 기능을 보전하고 효용을 증진하며 홍수피해를 줄이기 위하여 하천시설을 설치하고 홍수관리구역을 지정하여 홍수로 인한 피해를 예방하고 하천을 보전
- 홍수관리구역은 하천기본계획 수립된 하천일 경우 계획홍수위 아래에 있는 토지를 말하며, 수

- 립되지 않은 하천의 경우 홍수범람의 우려가 있는 지역으로 일정한 범위 안의 지역으로 지정
- 특히 홍수관리구역 안에서는 '1. 공작물의 신축 또는 개축, 2. 토지의 굴착·성토·절토, 그 밖에 토지의 형질변경, 3. 죽목의 재식'시 허가를 받아야 하며 하천기본계획상 계획홍수위보다 높게 하여야 이를 행할 수 있도록 정함

5) 하수도정비중점관리지역(하수도법)

- 관할 구역의 침수를 예방하기 위하여 종합계획 및 유역하수도정비계획을 바탕으로 관할 구역 안의 유역별로 하수도의 정비에 관한 20년 단위의 기본계획(이하 “하수도정비기본계획”이라 한다)을 수립하도록 명시
- 하수의 범람으로 인하여 침수 피해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역에 대하여는 ‘하수도정비중점관리지역’으로 지정하고 있음

바. 재해 방지를 위한 공간적 기준

1) 풍수해저감종합계획(자연재해대책법 제16조) 및 수방기준(자연재해대책법 제17조)

- 5년마다 시·군 풍수해저감종합계획(이하 “시·군 종합계획”이라 한다)을 수립하며 홍수, 호우 등으로부터 재해를 예방하기 위한 방재정책 등에 적용하기 위하여 처리 가능한 시간당 강우량 및 연속강우량의 목표(이하 “방재성능목표”라 한다)를 지역별로 설정·운용할 수 있도록 방재성능목표 설정 기준을 마련(제16조의4)하고 있음
- 대통령령에 따라 방재시설에 대한 방재성능 평가 및 통합 개선대책을 수립시행하며 미래 기간 별·지역별로 예측되는 기온, 강우량, 풍속 등을 바탕으로 방재기준 가이드라인을 정하고, 재난 관리책임기관의 장에게 이를 적용하도록 권할 수 있음
- 시설물의 수해 내구성을 강화하기 위한 수방기준과 지하 공간의 침수를 방지하기 위한 수방기준을 구분하여 제정운영하며 시설물 및 지하공간은 다음과 같음

표 2-9. 수방기준제정대상

1. 시설물	2. 지하 공간
가. 「소하천정비법」 제2조제3호에 따른 소하천부속물 나. 「하천법」 제2조제3호에 따른 하천시설 다. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 라. 「하수도법」 제2조제3호에 따른 하수도 마. 「농어촌정비법」 제2조제6호에 따른 농업생산기반시설 바. 「사방사업법」 제2조제3호에 따른 사방시설 사. 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 댐 아. 「도로법」 제2조제1호에 따른 도로 자. 「항만법」 제2조제5호에 따른 항만시설	가. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호 및 제9호에 따른 기반시설 및 공동구(共同溝) 나. 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제2조제1호에 따른 시설물 다. 「대도시권 광역교통관리에 관한 특별법」 제2조제2호나목에 따른 광역철도 라. 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물

자료: 자연재해대책법 제17조

- 지하 공간 침수방지를 위한 수방기준은 침수 피해가 우려된다고 인정하는 지역 내에 지하도로, 지하광장, 지하에 설치되는 공동구, 지하도상가, 지하에 설치되는 도시철도 및 철도, 지하에 설치되는 변전소, 바닥이 지표면 아래에 있는 건축물을 설치하는 경우 유형별 침수방지를 위한

계획이나 설계 시 적용할 수 있도록 세부 지침을 마련하고 있음

표 2-10. 지하공간 침수방지를 위한 수방기준 공통적용 사항

구분	주요내용
제7조(출입구 방지턱의 높이)	① 출입구 방지턱의 높이는 지하공간의 침수를 방지하고 침수 속도를 지연시키기 위해서 지하 공간 출입구의 침수높이를 감안하여 설정하여야 한다. ② 출입구 방지턱의 높이 결정시 시설 이용자 및 차량통행 등을 감안하여 침수높이보다 낮게 설치하는 경우 방지턱을 넘어 지하로 유입되는 물을 방지하기 위하여 방수판 등을 설치하거나 비상시 활용할 모래주머니를 준비해 놓음으로써 침수를 지연시키거나 방지하여야 한다.
제8조(환기구 및 채광용 창 위치)	지하 공간과 연결되는 환기장치를 설치하는 경우에는 예상침수높이 보다 높은 지점에 환기구를 설치하여 홍수 시 또는 이에 상응하는 수위발생시 환기구를 통한 물의 유입이 없도록 유의하여야 한다. 다만, 설치공간, 통행자 등을 감안하여 부득이 예상침수높이보다 낮은 지점에 환기구를 설치할 경우 방수판, 차수문 등 유입되는 물을 방지하는 구조물을 설치하여야 한다.
제9조(비상 조명 및 안내표시)	① 지하 공간이 침수되어 전력공급 장치가 작동하지 않는 경우에도 대피에 필요한 비상 조명 및 안내 표시는 대피자가 인지할 수 있도록 하여야 한다. ② 전력공급 장치가 불가피하게 지하에 설치하였을 경우에도 비상 조명 및 안내표시 등은 지상 또는 옥상에 설치된 소형발전기 또는 축전기를 활용할 수 있도록 방안을 강구하여야 한다. 다만, 예비전원을 내장하는 비상조명 및 안내표시는 그러하지 아니한다.
제10조(누전, 감전 및 정전 방지)	지하 공간 침수 시 누전, 감전 및 정전을 방지하기 위하여 다음 각 호의 필요한 조치를 취하여야 한다. 1. 누전 차단장치 설치 및 접지 2. 전기시설(배전반, 콘센트 등 전기시설)의 침수높이 이상에 설치
제11조(방수판, 모래주머니)	① 지하 공간의 침수 방지대책으로 출입구에 방지턱을 설치하여도 지하 침수를 완벽하게 방지하지 못하는 경우 방수판 또는 모래주머니를 설치하여야 한다. ② 방수판은 자동 운행이 가능한 상태가 되도록 설치하여야 하며 자동운행 방수판 설치가 여의치 않는 경우 일반 방수판 또는 모래주머니 등을 활용토록 하고, 모래주머니는 비상시 원활한 활용을 위하여 충분한 양을 출입구 주변에 비축하여야 한다.
제12조(역류방지 밸브 설치)	지하 공간에 설치된 배수구를 통한 물의 역류현상을 방지하기 위하여 역류방지 밸브를 설치하여야 한다.
제13조(배수펌프 및 집수정 설치)	지하 공간 내 유입된 물을 효과적으로 배제하기 위한 배수펌프 및 집수정을 설치하여야 한다. 또한, 집수정내 토사나 불순물 유입이 우려되는 경우 침사지를 설치하고 예비 배수펌프를 1대 이상 추가하여야 한다.
제14조(침수피해 확산의 방지)	침수피해가 확산되는 것을 막기 위하여 지하층 계단통로와 엘리베이터 이동통로, 환기구 등을 차단하기 위한 방안을 강구하여야 한다.
제15조(대피경로 확보)	지하 공간은 외부로의 탈출로가 한정되어 있기 때문에 적절한 조명을 갖춘 대피경로를 다음 각 호와 같이 확보하여야 한다. 1. 지하 공간의 조명과 대피로의 폭 등이 충분히 보장되어야 하고, 대피처는 사전에 숙지가 이루어질 수 있도록 준비하여야 한다. 2. 침수상황 발생 시 즉각적인 경보방송과 함께 대피로에 대한 안내방송이 가능하도록 시설을 설치하여야 한다.
제16조(경보방송)	① 지하 공간 시설물의 관리자는 침수 또는 침수예상 시 적절한 대피가 이루어질 수 있도록 알리기 위한 경보방송 시설을 설치하여야 한다. ② 경보방송 시설이 설치된 사무소는 가능한 한 지상에 위치토록 하고 지하 시설 내 상황을 파악할 수 있도록 CCTV 등을 설치하여야 한다.
제17조(난간설치)	지하 공간에서 이용자의 안전을 확보하기 위하여 계단 및 탑승구, 에스컬레이터 등에 난간을 설치하여야 한다.

구분	주요내용
제18조(지하도 및 지하차도대피용 출입시설)	① 지하도 설계 시에는 홍수 시 빗물이 지하공간으로 유입되는 경우를 감안하여 이용자가 안전하고 신속하게 대피할 수 있도록 지하보도 및 지하출입시설을 설치하여야 한다. ② 대피를 위한 출입시설 설치 시 대피자가 안전하게 대피할 수 있는 행동한계수심을 고려하여야 하며 침수 시 출입문의 개폐가 이루어지도록 개폐방향을 결정하여야 한다.
제19조(지반 부등침하 방지)	① 지하도나 지하차도의 빈번한 이용으로 인한 지반의 부등침하가 일어나 지하수위 유입에 의한 침수피해가 발생하지 않도록 유의하여야 한다. ② 홍수 시 지하수위를 적절히 예측하여 지하수위에 의하여 지하시설 외부의 수압이 증가되어 구조물을 손상시키거나 구조물내로 지하수 유입이 발생하지 않도록 하여야 한다.
제20조(지하변전소 개구부 높이 결정)	① 변전소의 개구부(장비반입구, 외부환기구)는 예상 침수높이 이상의 높이에 설치하여야 한다. 다만 방수판, 방수문 등으로 인하여 예상 침수높이 이상의 높이까지 확실히 폐쇄된 구조로 되어 있는 경우에는 이 범위에 포함되지 않는다. ② 변전소의 경우 전력구를 통해 우수가 유입될 경우 방화문이 위치한 방화벽이 1차 차수벽의 역할을 하게 되므로, 방화문의 여닫이 방향이 변전소 방향인 경우 수압에 의해 파손될 수 있으므로 전력구 방향으로 여는 여닫이 형식을 채택하여야 한다.
제21조(변전소와 전력구의 연결)	① 변전소와 기존 전력구와 연결은 일체식 구조로 하여 연결부를 통한 누수가 발생하지 않도록 하여야 한다. ② 지하변전소에 근무자가 상근하는 경우, 유사시에 대비한 근무자의 안전대피에 관한 시설을 확보하여야 한다.
제22조(침수방지 시설물에 대한 점검 및 확인)	침수에 대비한 안전을 확보하기 위하여 침수방지를 위한 시설물에 대하여 다음 각 호의 사항을 정기적으로 점검 및 보수하여야 한다. 1. 방수문, 차수문 등 빗물유입을 차단하기 위한 시설물의 작동 여부 2. 배수설비 및 내부 수위 탐지 장치의 작동 여부 3. 환기구, 차수벽, 장비반입구 등의 수밀성 여부
제23조(지하공동구 개구부의 위치)	인원의 출입, 장비의 반입을 위한 개구부(출입구, 장비반입구)의 설치위치는 침수위험성 분석결과를 고려하여 선정하고 개구부의 설치 시 예상침수높이 이상의 높이로 하여야 하며, 지반의 밀도가 높고 지하수가 없는 위치에 설치하여야 한다. 다만, 불가피한 경우 지하수 유입을 막기 위한 대책을 수립하여 시공하여야 한다.
제24조(맨홀의 설치)	배수를 위한 집수정 및 배수구, 배수펌프 등을 설치하고 침수가 확산되지 않도록 방수판 또는 방수문 등을 설치하여야 하며, 배수구를 통하여 외부에서 유입되지 않도록 역류방지밸브를 설치하거나 배수구 주변의 구조물 결함부위를 통하여 누수된 물이 시설물 내로 유입되지 않도록 방수 및 지수 공사를 실시하여야 한다.
제25조(저지대내 주택 신축 억제)	저지대내 침수피해가 우려되는 지역 내 주택신축은 가급적 억제하고 신축이 불가피한 경우에는 침수높이 이상의 여유고를 확보하여야 한다. 다만, 이 기준의 적용에 있어서 구체적인 기준은 건축법 등 관련규정을 준용한다.
제26조(바닥이 지표면 아래에 있는 건축물의 출입구 높이 확보)	저지대에 바닥이 지표면 아래에 있는 건축물을 신축하는 경우 출입구 높이는 예상 침수높이 보다 높게 설치하여야 한다.
제27조(지하다층 건물 다단계 배수펌프 설치)	① 지하다층 건물 내 지하에 원활한 배수를 위해 집수정과 배수펌프를 설치하여야 하며, 집수정의 크기는 유입수량과 펌프의 용량을 감안하여 결정하고 침수에 대비하여 배수펌프는 수중형으로 하여야 한다. ② 지하다층건물의 경우 침수 시 펌프의 배제 유효수심을 감안하여 필요시 다단계 배수펌프를 설치하여 침수된 물을 원활하게 배제할 수 있도록 하여야 한다.

2) 지구단위홍수방어기준(자연재해대책법 제18조)

- 지구단위홍수방어기준은 상습침수지역이나 재해위험도가 높은 지역의 홍수피해를 방지하기 위하여 행정안전부장관이 정한 기준을 말하며, 구조적 기준과 비구조적 기준으로 나뉨
- 사업지구의 적절한 토지이용계획 및 용도지역배분과 구역별 지구단위 홍수방어기준의 수준 설정을 위하여 홍수위험도 및 취약성 평가를 실시
- 홍수위험도와 취약성, 치수경제성 등을 고려하여 이 기준에 적용할 방재성능목표 기준강우량(시우량 및 3시간 연속강우량 등)을 설정
- 사업시행자는 사업지구 내의 모든 토지이용, 계획시설물 등에 대하여 개별 시설기준에서 정한 값을 참고하여 방재성능목표 기준강우량(시우량 및 3시간 연속강우량 등)을 만족할 수 있도록 사업계획에 반영하여야함
- 적용대상은 재해사업중 면적개념의 사업으로 자연재해위험지구정비사업, 재해위험개선사업, 재해복구사업이다. 아울러 본 기준에서는 부문별 홍수방어기준을 제시하고 있으며 토지이용, 단지조성, 공원 및 녹지, 건축물의 고려사항을 제시함

표 2-11. 부문별 홍수방어기준의 주요내용

구분	주요내용
토지이용	• 홍수위험구역 '높음' 지역은 원칙적으로 주거, 상업, 공업 등 개발용도 지역 배치 불허 • 운동장, 주차장 홍수에 대한 취약성 낮은 용도만 제한적 부여 • 하천변 등지는 완충지대 두어 방재시설 이외에 개발용도 배치를 배제 • 취락, 기성시가지 등 개발용도의 건축물 및 시설물은 이전하도록 하며 불가피하 경우 홍수방어시설 설치 또는 거실용도의 안전성 확보하기 위한 대지승고 조치 • 취약성에 따라 허용용도, 권장용도, 불허용도, 지정용도 구분하여 운용가능
단지조성	• 자연배수를 원칙으로 하며 불가피한 경우 유수지 확보 • 단지조성 높이: 방재성능목표 기준강우량(시우량 및 3시간 연속강우량 등)에 의한 침수위보다 높게 설정 • 우량임지, 녹지대, 자연적인 배수로, 습지 등 보전을 통해 자연적인 저류 및 침투기능을 수행 • 단지 내 저류 및 침투 시설 등 우수유출저감시설 적극 설치
공원 및 녹지	• 저류시설의 결정 및 구조, 설치 • 1. 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙(국토해양부령 제230호) • 2. 우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리기준(행정안전부고시 제1호) • 3. 저류시설의 설치 및 관리기준(도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 별표6)
건축물	• 건축물의 거실용도의 바닥, 출입구, 창호, 건축설비 등의 하단부는 침수위보다 높게 설치 • 인접도로보다 높게 설치, 예외적으로 홍수방지턱 내지 둑 설치 • 필로티 적용 • 층별 용도배치시 예상 침수위와 건축용도별 취약성 고려 • 전층불허, 전층권장, 저층부·지하층 불허 등으로 세분할 수 있음 • 홍수위험구역 '높음' 지역은 거주 목적의 지하층 설치 불가하며 급경사지 상단부 아래쪽 경사지와 면한 경우 거주용도 제한함, 또한 불투수층의 증가 또는 우수유출에 부정적인 영향을 고려하여 건폐율 강화하여 적용할 수 있음 • 홍수위험구역 구분에 의해 "높음"으로 분류된 지역에서의 건축물의 주요 구조부는 철골·철근콘크리트, 철골 등 침수에 안전한 구조로 건축해 • 건축물의 벽, 슬라브, 출입구 및 창문, 건축시설물의 연결통로, 배수시설의 기타경로 등 우수유입가능경로를 파악하여 홍수 시 피해를 최소화할 수 있도록 조치를 마련해야 함 • 건축물의 전기·통신·연료·냉난방 및 환기·위생·방재설비 등의 설비는 방재성능목표 기준강우량(시우량 및 3시간 연속강우량 등)에 의한 침수위 보다 높게 설치하거나 침수위를 고려한 보호조치를 마련함으로써 홍수 시에도 침수되지 않고 정상적인 기능을 유지할 수 있도록 해야함 • 건축물이 불가피하게 침수예상지역이거나 하수도의 자연배수가 어려운 지역에 위치한 경우에는 역류방지시설 또는 펌프를 설치하여 피해를 방지하도록 함

3) 기타 건축물 인허가 사항

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제37조제1항제5호에 따른 방재지구(이하 "방재지구"라 한다) 및 「자연재해대책법」 제12조제1항에 따른 자연재해위험개선지구 등 상습적으로 침수되거나 침수가 우려되는 지역에 건축하려는 건축물에 대하여 지하층 등 일부 공간을 주거용으로 사용하거나 거실을 설치하는 것이 부적합하다고 인정되는 경우 건축허가하지 않을 수 있음
- 「자연재해대책법」 제12조제1항에 따른 자연재해위험개선지구 중 침수위험지구에 국가·지방자치단체 또는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조제1항에 따른 공공기관이 건축하는 건축물은 침수 방지 및 방수를 위하여 침수방지시설(차수판, 역류방지 밸브) 설치를 의무화함
- 동일 지구 내 연면적 10,000㎡ 이상의 건축물을 건축할시 빗물 등의 유입으로 건축물이 침수되지 아니하도록 해당 건축물의 지하층 및 1층의 출입구(주차장의 출입구를 포함한다)에 차수판(遮水板) 등 해당 건축물의 침수를 방지할 수 있는 설비(이하 "차수설비"라 한다)의 설치하도록 명시하고 있음
- 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법」에 따라 초고층 건축물 등의 설치에 대한 허가·승인·인가·협의·계획수립 등(이하 "허가등"이라 한다)을 하고자 하는 경우에는 허가등을 하기 전에 「재난 및 안전관리 기본법」 제16조에 따른 시·도재난안전대책본부장(이하 "시·도본부장"이라 한다)에게 재난영향성 검토에 관한 사전협의(이하 "사전재난영향성검토협의"라 한다)
- 협의 내용에 지하공간 침수방지계획이 포함되어 있다. 초고층 건축물등의 관리주체는 피난안전구역 설치를 의무화하고 빗물에 의한 침수 방지를 위하여 차수판(遮水板), 집수정(集水井), 역류방지기를 설치하도록 정하고 있음



그림 2-1. 차수판 및 역류방지밸브의 예

4) 우수유출저감대책 및 우수유출저감시설(자연재해대책법 제2조, 제19조)

- 우수(雨水)의 직접적인 유출을 억제하기 위하여 인위적으로 우수를 지하로 스며들게 하거나 지하에 가두어 두는 우수유출저감시설을 법적으로 명시하고 있음
- 우수유출저감시설은 침투시설과 저류시설로 나뉘며 건축물 저류의 경우 저류탱크, 지붕저류, 지붕녹화, 저류형 화단, 물데시스템 등이 있음

표 2-12. 우수유출저감시설의 종류

구분	우수유출저감시설 종류	구분	우수유출저감시설 종류
1. 침투시설	침투통 침투측구 침투트렌치 투수성 포장 투수성 보도블록 등	2. 저류시설	쇄석공극(碎石空隙)저류시설 운동장저류 공원저류 주차장저류 단지내저류 건축물저류 공사장 임시저류지 유지(溜池), 습지 등 자연형 저류시설

자료: 자연재해대책법 시행령 제16조의 3

사. 폭우 피해 유형 분석

- 폭우 발생으로 인한 피해 발생에 대한 조사를 수행하고 이를 정리함
- 서울시 치수관리 정책에 따르면 도심지역의 침수피해 발생 유형으로 다음과 같은 일곱 가지를 제시함
 - 저지대 지하주택 침수
 - 지하시설 침수
 - 도로 침수
 - 하천 범람
 - 산사태 등 급경사지 붕괴 피해
 - 계곡하천 인명피해
 - 태풍 피해
- 건축물 및 주택과 관련된 피해는 저지대 지하주택 침수, 지하시설 침수, 하천 범람, 산사태 등 급경사지 붕괴 피해, 태풍 피해가 있음
 - 지하주택 침수는 지하주택 하수관이 공공하수관 보다 낮게 설치되어 강우 시 역류하거나 저지대로 우수가 집중되면서 노면수가 지하주택 출입구 등으로 유입
 - 지하시설 침수는 도심지역의 지하시설이 저지대 지역에 위치한 경우, 강우가 지하시설 입구로 유입
 - 하천범람은 집중호우로 인하여 일시적으로 하천 설계빈도를 초과한 홍수량이나 우수장애시설로 인한 하천수위의 상승으로 제방을 범람하여 하천변 저지대 지역에 침수가 발생
 - 급경사지 붕괴 피해는 장기간 호우로 지반이 연약해짐에 따라 토석류가 발생하여 산지 하부지역의 건축물에 물리적 피해 발생
- 폭우와 관련된 건축물 단위의 예방이나 복구에서는 저지대 지하주택 침수나 하천범람으로 인한 저지대 주택 침수가 가장 직접적인 피해 유형으로 볼 수 있음
- 2011~15년까지 수행된 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발 사업에서는 폭우의 주된 피해유형으로 침수피해와 산사태 등의 사면재해를 제시함
- 침수 피해 및 사면재해로 인한 직접피해로는 사망·부상, 이재민, 질병 등의 인적피해와 건물의 파손, 건물 내 설비의 파손, 농작물의 피해, 차량 파손 등의 재산피해, 물 공급 중단, 정전, 통신 두절 등의 기반체제 피해가 있음

- 폭우나 홍수, 사면붕괴 등으로 발생하는 건축물의 물리적 파손은 건축물 단위의 대비나 복구보다는 도시계획이나 정비 측면에서 대비 또는 복구를 진행하는 것이 적합함
- 폭우로 인한 피해의 건축물 단위 예방이나 복구의 고려 시 침수 피해를 중심으로 진행하는 것이 적합함

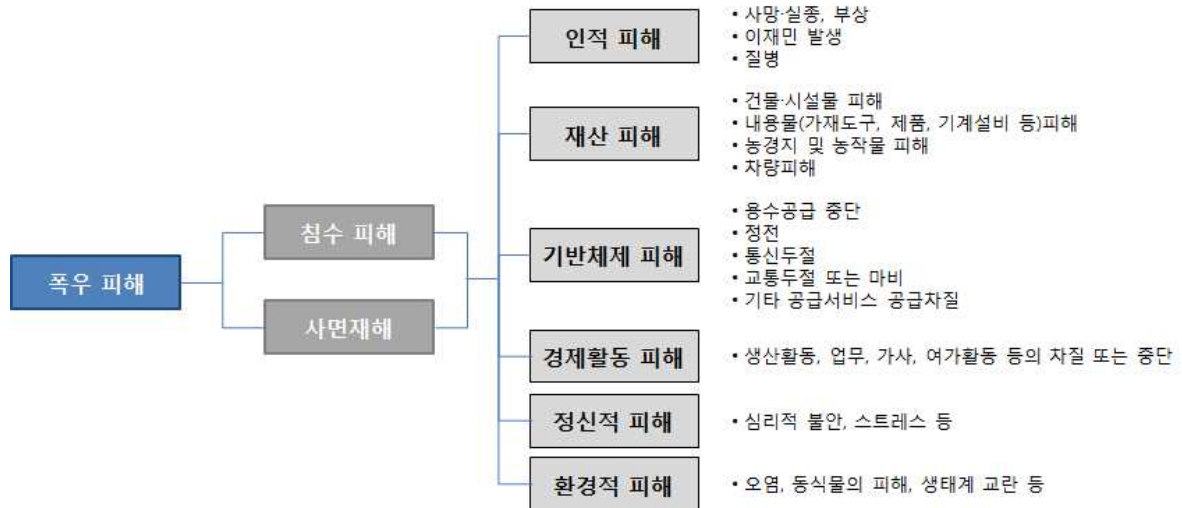


그림 2-2. 폭우의 피해 유형

자료: 국토교통부, 도시 기후변화 폭우 재해 적응 안전도시 기술 개발, 2015

아. 폭우 피해 사례 분석

- 2014년 경남지역, 2016년 울산시, 2017년 충청지역, 2017년 부산을 중심으로 폭우피해 사례 조사
- 2016년 울산시는 태풍 차바의 영향으로 폭우 피해가 발생하였으며, 2014년 경남지역과 2017년 충청지역, 2017년 부산시는 여름철 집중호우로 피해가 발생한 사례임

1) 2014년 경남지역 사례

- 상황 개요
 - 2014년 8월 25일 부산, 울산, 경남 지역에 새벽부터 단시간에 집중호우 발생
 - 창원 248mm, 양산 177mm, 부산 116.5mm로 전체 강수량은 창원이 제일 높으나 시간당 최대 강수량은 부산시 금정구에서 130mm로 제일 높게 측정됨
- 피해 내용
 - 총 7개 시도, 43개 시군구에서 피해 발생
 - 이재민 3,348세대 7,761명 명 발생, 재산 피해 134,158백만원 발생(재해연보, 2014)
 - 전체 피해 중 주택, 학교, 소규모 시설 등 건축물에 대한 피해액은 38,063백만원으로 전체 피해액의 약 28.4%를 차지함

표 2-13. 2014년 호우 발생 시설 피해현황

(단위 : 백만원)

구분			단위	물량	피해액
사유시설	인 명	사 망	인	2	
	주 택	전파 / 반파	동	43	795
		침 수	동	3,283	1,970
	농경지 유실		ha	199	2,730
	농 작 물		ha	1,110	
	기타 사유시설 등				760
	소 계				6,255
공공시설	하 천		개소	147	58,560
	소 하 천		개소	220	10,473
	도로 • 교량		개소	260	17,617
	사방 • 임도		개소	81	6,715
	학 교		개소	23	2,034
	소규모시설 등		개소	803	32,504
	소 계			1,534	127,903
합 계					134,158

○ 피해 원인

- 설계빈도를 초과한 집중호우로 유하시설에 피해가 집중. 부산지역에 200년 빈도에 해당하는 시간당 최대 125mm의 집중호우가 발생.
- 부산 기장군 하천 정비율 27.4%, 소하천 정비율 15.1%로 낮은 정비율을 보임
- 부산, 울산지역이 급경사면에 도시가 형성되어 유속이 빠르고 완경사로 변화되는 구간에 홍수 및 토석류가 집중됨
- 8월 17~21일 사이에 584.5mm의 강우가 발생한 상태에서 8월 25일 집중호우(시우량 101.5mm) 발생으로 도로사면, 하천제방 유실이 발생
- 창원시 하수도 노후화 및 단면부족, 아스팔트, 콘크리트 포장화로 인한 불투수 면적 형성으로 짧은 시간 내 하수도 유입으로 도시침수 발생

○ 피해 복구

- 전체 피해복구지원비용은 444,887백만원
- 전체 복구지원 비용 중 피해가 가장 심한 부산의 비중이 약 74%로 가장 높게 나타남
- 국가 보조금 또한 부산이 가장 높은 224,185백만원으로 전체의 83%로 가장 높음

표 2-14. 2014년 호우 피해 복구지원비용

(단위 : 백만원)

구분	지원복구			자체복구	합 계
	국고	지방비	소계		
부 산	224,185	84,750	308,935	19,893	328,828
울 산	5,235	3,851	9,086	2,382	11,468
충 남				62	62
전 북		19	19		19
전 남		38	38	24,623	24,661
경 북		16	16		16
경 남	40,016	27,510	67,526	12,306	79,832
합 계	269,437	116,183	385,620	59,267	444,887

2) 2016년 울산시 사례

○ 상황 개요

- 2016년 10월 3일~6일 사이에 태풍 차바가 제주도 및 경남지역을 통과하며 피해 발생
- 제주도 서귀포에서 일 강수량 267.7mm 발생. 1시간 최대 강수량은 울산 104.2mm, 서귀포 116.7mm 발생

○ 피해 내용

- 울산시 4개 구, 1개 군에서 피해발생
- 태풍 차바로 인한 울산시의 전체 피해액은 61,250백만원에 이름(재해연보, 2016)
- 전체 피해 중 북구와 울주군에서 전체 피해의 88.7%에 해당하는 54,348백만원의 피해 발생

표 2-15. 2016년 울산시 시설 피해현황

(단위 : 백만원)

구분		단위	물량	피해액
사유시설	인 명	사 망	인	3
		부 상	인	1
	주 택	전파 / 반파	동	20
		침 수	동	1,189
	선 박		척/톤	5
	농경지 유실		ha	454.76
	농 작 물		ha	1,449.38
	기타 사유시설 등			978
	소 계			6,925
공공시설	하 천		개소	133
	소 하 천		개소	81
	도로 • 교량		개소	143
	사방 • 임도		개소	45
	수 도		개소	28
	항 만		개소	2
	어 항		개소	4
	철 도		개소	4
	수 리		개소	181
	소규모 시설 등		개소	39,259
	소 계			54,324
합 계				61,250

○ 피해 원인

- 태풍상륙시간과 만조위 시간대가 겹치면서 높은 파고와 해안지역 내수배제 불량으로 해안지역 피해 발생(울산, 10월 5일, 최대파고 12.5m 발생)
- 울산 북구 신명천, 울주군 보은천 등 정비가 되지 않은 하천의 통수단면 부족으로 제방붕괴•범람 발생에 따른 주택 등 침수발생
- 울주군 점촌교 등 단시간에 집중된 호우로 상류지역에서 발생한 부산물이 하류지역으로 이동 피해 발생

- 일부 급경사 산지지형이 집중호우로 산사태 발생
- 피해 복구
 - 전체 피해복구지원비용은 약 133,655백만원
 - 전체 복구지원 비용 중 피해가 가장 심한 울주군의 비중이 약 54%로 가장 높게 나타남
 - 복구지원비는 가장 피해가 심한 울주군과 복구에서 전체의 90%이상을 배정받음

표 2-16. 2016년 울산시 피해 복구지원비용

(단위 : 백만원)

구분	지원복구			자체복구	합 계
	국고	지방비	소계		
중 구	4,389	2,846	7,235	1,606	8,841
남 구	840	124	964	3,520	4,484
동 구	10	0	10	214	224
북 구	31,512	14,580	46,091	1,462	47,553
울주군	45,958	16,273	62,231	10,322	72,554
합 계	82,708	33,823	116,531	17,124	133,655

3) 2017년 충청지역 사례

- 상황 개요
 - 2017년 7월 14일~16일 사이에 청주시, 괴산군, 천안시를 중심으로 충청지역에 호우 발생
 - 지역별 총 강수량 청주시 229.1mm, 괴산군 219.8mm, 천안시 226.5mm 발생
 - 청주시는 7월 14일~15일에 평균 20mm 미만의 강수량이 발생하였으며, 7월 16일 오전 6시~12시 사이에 202.5mm의 강수량이 집중적으로 발생함괴산군은 7월 15일 6시부터 12시 사이에 173.3mm의 강우가 발생하였으며 지역에 따라 7월 14일 오후에 70mm의 강우가 발생하기도 하면서 지역별로 편차가 발생함
 - 천안시는 16일 5시부터 12시 사이에 강수가 집중되었음. 특히 9시부터 11시 사이에 90mm의 강수가 집중됨(국토교통부, 홍수피해상황조사, 2017)
- 피해 내용
 - 7월 14~16일 사이에 발생한 폭우로 인해 전체 78,354백만원의 피해액이 발생함
 - 주택에서 발생한 피해는 2,523백만원으로 전체 피해의 약 3.2%로 차지하는 비중이 크지 않음
 - 피해를 통해서 상대적으로 하천이나, 산사태 등 공공시설의 피해가 많이 발생함
 - 전체 피해 중 충청지역이 차지하는 비중은 11개 시군구 67,852백만원, 약 98%를 차지함

표 2-17. 2017년 홍수 피해현황

(단위 : 백만원)

구분			단위	물량	피해액
사유시설	인 명	사 망	인	5	
	주 택	전파 / 반파	동	80	1,650
		침 수	동	1,455	873
	농경지 유실		ha	706	10,107
	농 작 물		ha	3,554	
	기타 사유시설 등				2,950
	소 계				15,580
공공시설	하 천		개소	73	13,414
	소 하 천		개소	248	11,985
	도로 • 교량		개소	109	7,165
	산사태		개소	228	13,136
	군시설		개소	12	466
	소규모 시설 등		개소	1,692	16,608
	소 계		개소		62,774
합 계					78,354

○ 피해 원인

- 충청지역 홍수 피해의 주요원인으로는 충청지역 하천이 가장 큰 문제로 나타남
- 하천이외에 배수불량으로 인한 내수침수나 사면붕괴로 인한 산사태나 계곡수 유입으로 인한 침식이 일부 피해 발생의 원인으로 나타남

○ 피해 복구

- 폭우로 인한 전체 복구비용은 257,508백만원으로 나타남
- 이중 충청지역이 차지하는 비용은 11개 시군구 250,611백만원으로 전체 비용의 약 97%에 이름
- 충청지역의 피해 복구 비용 중 주요 6개 시군구가 차지하는 비용은 247,401백만원이며, 이중 특별재난지역으로 선포된 청주시, 괴산군, 천안시가 차지하는 비중은 전체 복구비용의 83.4%를 차지함

표 2-18. 2017년 홍수 피해 복구지원비용

(단위 : 백만원)

구분	시군구	복구비			지자체	복구비	비고
		공공시설	사유시설	소계			
인천	4		22	22	주요 피해 지역	105,107	특별재난지역
세종	1		102	102		35,404	특별재난지역
경기	14	1033	244	1277		10,211	
강원	1		17	17		11,800	
충북	8	161620	13824	175444		10,406	
충남	3	72996	2171	75167		74,473	특별재난지역
전북	3		113	113	32개 시군구		
전남	1		2	2			
경북	3	5301	63	5364		10,107	
합계	38	240950	16558	257508	합 계	257,508	

4) 2017년 부산시 사례

- 2017년 9월 11일~12일에 부산시 영도구를 중심으로 집중홍우 발생
- 일강수량 최고 358.5mm(영도구), 최대 강우량 116mm/h(영도구)
- 재산피해 16억원 발생(공공시설 13억, 사유시설 3억). 주택 3동 전파
- 태종대 유원지 사면 및 옹벽 붕괴 발생,
- 동래구 및 부산진구 배수불량지역 침수 발생
- 중구 주택 3동 붕괴
- 복구에 46억원 계획(부산시, 9.11 호우 재해복구상황 보고, 2017)

표 2-19. 2017년 부산시 피해복구 계획

(단위 : 억원)

구분	계	국고	지방비			국가시설 자력복구
			구군비	시비	소계	
공공시설	34.2	0	12.4	12.3	33.7	0.5
사유시설	12.0	0	12.0	0	12.0	0
합 계	46.2	0	33.4	12.3	45.7	0.5

자. 풍수해보험

- 국민들이 저렴한 보험료로 풍수해 피해를 보상받을 수 있도록 보험료의 절반 이상을 정부가 보조하는 정책보험으로 행정안전부 주관으로 민영보험사에서 판매함
- 보상재난은 태풍/홍수, 호우/강풍, 풍랑/해일, 대설/지진이며 가입대상은 「주택법」제2조의 규정에 의한 주택 중 직접 주거용으로 사용중인 건물(동산포함)과 온실(비닐하우스 포함)임
- 가입자 부담은 8~45% 이며 정부지원은 55~92% 정도임
- 보상기준은 기상청 특보의 발표기준 등이 변경하는 시점에서 풍수해보험(보상하는 손해) 재난 기준도 동일하게 적용됨



그림 2-3. 풍수해보험 안내책자

자료: 행정안전부, 2017

2. 국외 정책동향

가. EU 유럽의 홍수지침(Floods Directive)

- 유럽 선진국에서는 잠재적인 기후변화와 영향을 인지하고 ‘No Regret’을 기본 컨셉으로 하여 최악의 기후변화 시나리오를 고려한 적응정책을 전개하기 시작하고 있으며, 관련 법률과 적응 전략을 수립하고 실시하고 있음(장석원, 2013)
- 「홍수 리스크의 평가와 관리에 관한 유럽 의회·이사회지침(2007/60/EC)」(Floods Directive/홍수지침)의 목적은 홍수가 인간의 건강, 환경, 문화유산 및 경제활동에 가져오는 위험을 저감 하도록 관리하는 것
- EU 가맹국은 의무적으로 동 지침을 자국법에 반영하였으며 특히 ‘사전홍수위험도 평가’ (Preliminary Flood Risk Assessment) 결과를 제출하고, 과거 홍수 기록 등을 토대로 홍수위험을 평가하여 정보에 따라 홍수재해지도(Flood Hazard Map)와 홍수위험지도(Flood Risk Map)를 마련
- 홍수지도에 따라 나라별 홍수위험관리계획을 수립할 것으로 명시하고 있으며 크게 홍수의 방지(prevention), 보호 조치(protection), 준비(preparation) 체계로 구분하고 있음



그림 2-4. 홍수지침의 시행단계

자료: Marc Daniel Heintz, Maria Hagemeyer-Klose, Klaus Wagner, 2012

나. 영국의 홍수 리질리언스

- 영국의 기후변화 위험도 평가에서는 기온상승과 강우패턴 변화로 인한 위험 중 홍수를 가장 높은 순위의 위험으로 분류
- 영국에서 발생하는 홍수의 40% 이상은 하천의 범람이나 해수면 상승이 아닌 지표면 유출과 배수상의 문제로 발생하고 있어 도시화가 가장 큰 요인으로 작용하는 것으로 지목(Stephen, 2012)
- 이에 영국정부에서는 홍수예방을 위한 다양한 정책을 수립하여 추진하고 있는데, 그 정책기조는 홍수예방과 함께 홍수발생을 전제로 한 대응에 초점이 맞춰져 있음
- 잉글랜드에서는 홍수위험관리를 위한 지침으로 PPS 25(Planning Policy Statement 25)를 제정하여 운용하고 있음
- PPS 25는 잉글랜드 내 개별 개발사업과 행위의 기본원칙으로 개발사업에 있어서 홍수시 물의 유입을 원천적으로 방지하는 것(resistance)과 침수 이후의 복원에 중점을 두는 리질리언스의 순차적인 접근을 강조하고 있음

- 또한 홍수위험지역(flood risk zones) 4개로 구분하여 해당 지역에서의 개발사업이 관리 지역 별로 관리하고 있음
- 스코틀랜드에서는 SPP 7(Scotland Planning Policy 7)에서 계획정책에 홍수 발생 가능성을 평가하여 계획에 반영하고 있음
- 계획수립을 위한 기본 정보를 제공하기 위해 토지를 홍수 위험을 세 가지(little or no risk, low to medium risk, medium to high risk)로 구분하고 유형별 계획지침을 제공하고 있다
- 웨일즈에서는 Planning Policy Wales 2002에서 명시한 TAN 15(Technical Advice Note 15)을 통해 홍수와 관련된 개발방식과 기술지침을 제공하고 있으며, 북아일랜드도 잉글랜드와 유사한 명칭의 PPS 15(Planning Policy Statement 15)를 통해 홍수유역에서의 개발을 위한 가이드라인을 제시함. 특히 TAN 15에서는 지역별로 어떤 유형의 개발이 적합한지를 제안한 지도를 제공하고 있음

표 2-20. PPS 25에 의한 홍수위험지역 구분

구분	설명	개발허용 수준
Zone 1 (Low Probability)	하천과 해안지역 모두 매년 홍수발생확률 0.1% 미만 지역	모든 개발용도 허용
Zone 2 (Medium Probability)	하천 0.1~1%, 해안 0.1~0.5%	물에 부합하며, 홍수 취약도가 낮은 용도, 필수 기반시설
Zone 3a (High Probability)	하천 1% 이상, 해안 0.5% 이상	물과 부합하며, 홍수취약도가 낮은 용도 홍수 취약도가 높은 용도는 불허 필수 기반시설은 검증을 거쳐 허가
Zone 3b (Functional Floodplain)	전략홍수위험평가(Strategic Flood Risk Assessment)를 통해 식별된 지역으로 연간침수확률 5% 이상 또는 극한홍수확률 (0.1%)로 설계된 지역	물과 부합하는 용도와 필수적으로 입지되어야 하는 기반시설

자료: U.K. Department for Communities and Local Government (2010) Planning Policy Statement 25: Development and flood risk. London, DCLG.

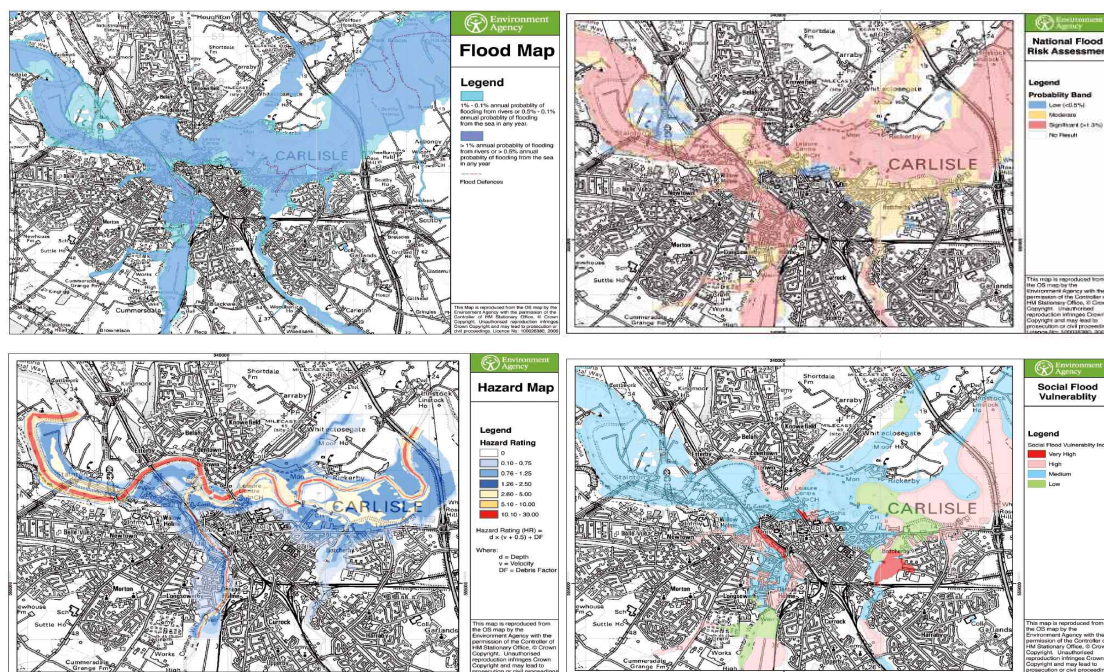


그림 2-5. 영국 홍수지도 작성의 예

자료: UK Environment Agency (2007) *Atlas of Flood Maps* pp.42-51

다. 미국

- 최근 10년간 발생한 허리케인 카트리나 및 샌디와 같은 대형재해를 겪으면서 기후변화로 대형화되는 자연재해에 대해 완벽한 예방은 불가능하다는 것을 깨달은 미국에서는 재해예방뿐만 아니라 재해발생시 피해를 최소화하고, 빠른 복구를 통한 2차 피해를 저감시키는 포괄적인 개념인 리질리언스를 도시방재에 도입하기 시작
- 그 일환으로 2013년에는 리질리언스 및 재건을 위한 특별계획(Special Initiative for Rebuilding and Resiliency)을 발표
- 미국의 리질리언스 강화정책의 특이한 점 중에 하나는 방재관련 전문부서인 '연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency)'이 있지만, 많은 리질리언스 관련 정책을 국토교통부와 유사한 성격의 부서인 '주택도시개발부(House & Urban Development Department)'에서 수행
- 리질리언스 강화정책은 기존의 방재시설물 위주의 재해예방 및 저감의 방재정책과는 다르게 도시의 다양한 시설물 및 건축물뿐만 아니라 시민들과도 밀접한 영향이 있다. 이러한 점을 고려하여 주로 주택도시개발부에서 리질리언스 강화정책을 수행
- 미국 정부에서는 지자체 및 민간단체 위주의 리질리언스 강화정책과 더불어 범부처 차원의 파트너십을 구축하고 기술적으로도 리질리언스 강화정책을 지원하고 있음
- 대표적인 범부처 파트너십 중에 하나는 2009년에 수립된 '지속가능한 지역사회 구축을 위한 파트너십(PSC : Partnership for Sustainable Communities)'이며, 현재 주택도시개발부, 교통부, 환경부, 농무부, 연방재난관리청 등 다양한 부서가 참여하고 있음
- 2013년에는 기후변화 재해대응 리질리언스 강화를 위해 '기후대비 및 리질리언스 대책위원회(Task Force on Climate Preparedness and Resilience)'를 구축하였고 기후변화 대응 리질리언스 분석지원을 위한 '기후 리질리언스 툴킷(Climate Resilience Toolkit)'을 개발하여 보급하고 있음

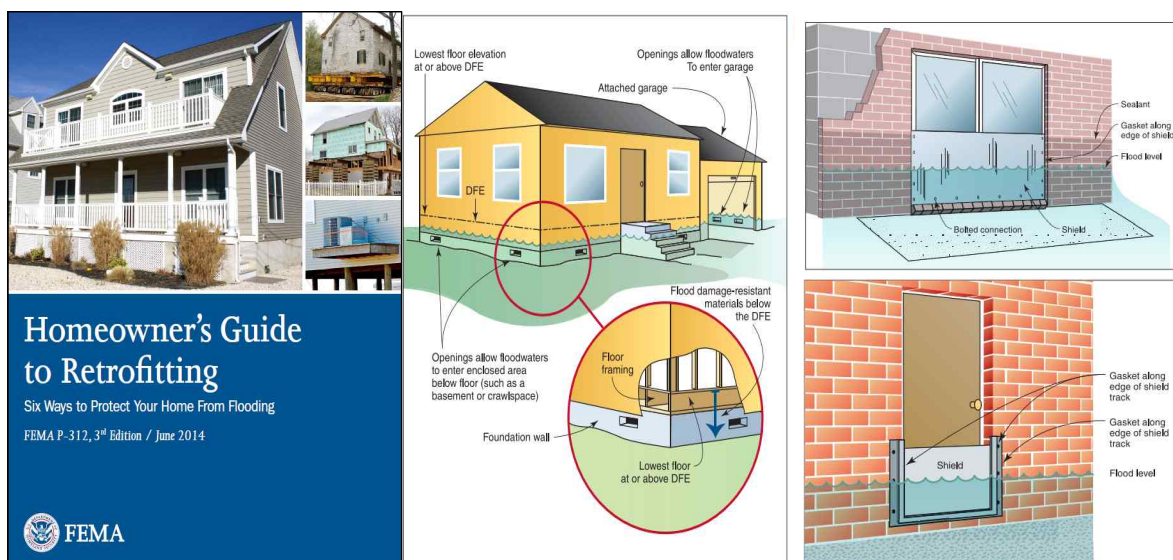


그림 2-6. FEMA P-312 안내서 표지 및 주요내용

자료: FEMA U. S. DEPARTMENT OF HOMELAND(2014) FEMA P-312 : Homeowner's Guide to Retrofitting Six Ways to Protect Your Home From Flooding

- FEMA P-312에서는 홍수취약지역의 건물 개보수 안내서를 제공하고 있으며, 홍수가 자주 일어나는 주택의 개보수 등을 위한 6가지 방법(Elevation, Relocation, Demolition, Wet Floodproofing, Dry Floodproofing, Barrier Systems, Equipment/Utilities)의 가이드라인이다. 본 안내서는 주거건물의 홍수보호를 위한 방법을 담고 있고 국가홍수보험프로그램(National Flood Insurance Program, NFIP)과 연계됨
- 본 안내서에는 우리나라의 극한강우 또는 폭우와 유사한 개념으로 'Flash flood' 를 정의하고 있으며, 6시간미만의 단시간 과도하게 내리는 강수량으로 인한 홍수발생을 말함

라. 일본

- 일본은 도시기반시설 단위에서부터 건축물 단위에 이르기까지 침수방지대책을 세부적으로 정하고 있고 수해, 해일, 고조 등을 방지하기 위한 건축규제 등 비구조적 대책을 주된 내용으로 하고 있으며, 도시계획적 차원에서의 '종합침수대책'과 건축물 단위에서는 「건축기준법」 제39조에 의거하여 지방공공단체는 조례로 재해위험이 현저한 구역에 대해 지정하고 있음
- 재해위험구역 내에서는 재해방지상 필요한 경우 주거용 건축물의 건축이나 그 외 건축물의 건축을 금지하거나 제한하는데, 일반적으로 건축용도 제한(거실용도 또는 주거용 건축물), 거실 바닥높이 제한(침수위 또는 조위 이상에 거실바닥 위치), 건축구조 제한(철근콘크리트조) 등 행위제한 이루어지고 있으며 재해위험구역에 대해서는 일반적으로 지구계획(지구단위계획과 유사), 건축협정 등을 통해 계획 및 규제가 이루어짐(국토교통부, 2015)

표 2-21. 일본 종합침수대책의 일반적인 내용적 범위

사업구분		주요 사업	사업주체
하천개수		하도의 정비(제방, 준설 등) 유수지, 방수로 등의 건설	하천관리자(국가, 도도부현, 시정촌)
유역 대책	보수지역	시가화구역 및 시가화조정구역의 결정 시 배려 우수저류시설 등의 설치 투수성포장, 침투시설 설치 등	유역 자치단체 (도로부현, 시정촌)
	유수지역	시가화구역 및 시가화조정구역의 결정 시 배려 성토역제 등	
	저지지역	하수도 등 내수배제시설 정비 저류시설 설치 내수성 건축 장려	
피해경감대책		침수실적, 예상구역 등 공표 내수성 건축 장려 주민홍보/교육 등	하천관리자, 유역 자치단체

자료: 국토교통부(2015) 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발

- 도쿄의 예로 보면 도쿄도의 종합침수대책은 2007년 8월에 수립한「호우대책 기본방침」이며, 2009년에 7개 중점유역에 대해「유역별 호우대책계획」을 책정하였으며, 중점유역 내에서 재해 위험이 큰 지역을 '중점대책구역'으로 지정하고, 해당 구역에 대해서는 장기적으로(약 30년 후) 75mm/hr 강우에 침수피해가 발생하지 않도록 목표수준을 정하고 있음을 알수 있음
- 목표 수준을 달성하기 위한 종합침수대책에서는 하천, 하수도 위주의 배수시설 대책(하드웨어 대책)에 더하여 저류 및 침투시설, 수해 안전 마을만들기 등(소프트웨어 대책)의 유역대책을 병행하여 종합적으로 접근하고 있다. 또한 침수예상구역도 작성 및 배포, 우수의 일시저류 공간 확대(지하조절지, 학교운동장 저류, 공원 저류 등), 우수의 침투 공간 확대(침투성 노면포장, 침투트렌치, 침투통 등)의 기술들이 포함

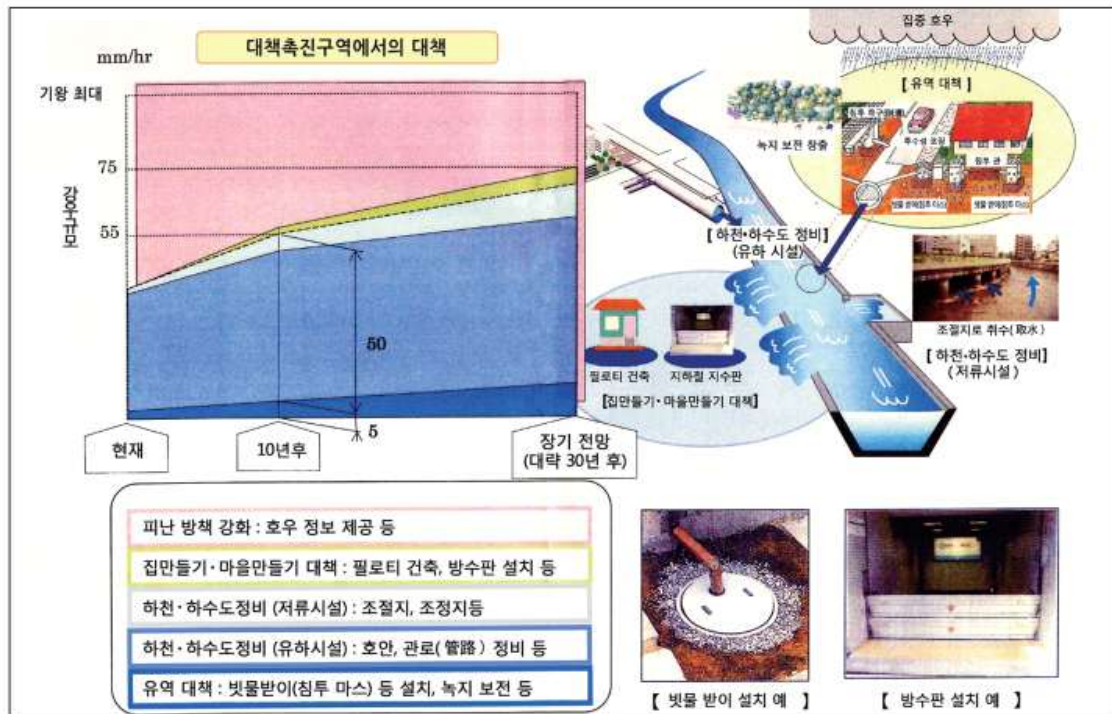


그림 2-7. 도쿄도 종합치수대책에서의 목표강우기준
 자료: 서울연구원(2015) 폭우재해 저감 도시설계기술 개발

3. 정책동향 시사점

- 우리나라는 폭우에 대한 예방과 대응 중심으로 정책 수립하고 있으며 공공기관과 초고층건물에 한정하여 기술을 적용하고 있음
 - 도시 노후주거지 환경 개선을 위해서는 일반 주택에 적용 가능한 기술 개발 필요
- 각국은 정도의 차이는 있으나 홍수 리질리언스 기술을 건축전반 또는 개념적으로 도입하고 있음
 - 특히 영국의 경우 리질리언스 부문을 산업으로까지 확장하고 법제도 전반에 리질리언스 개념을 도입하는 등 적극적 정책을 추진 중임

표 2-22. 국내외 정책동향 분석결과

구분	한국	유럽	영국	미국	일본
주요계획	풍수해저감 종합계획, 지구단위 홍수방어기준	Floods Directive	PPS 25, SPP 7, TAN 15, PPS 15 등	Special Initiative for Rebuilding and Resiliency, PSC, FEMA P-312	종합침수대책
재해위험의 예측 및 평가	재해취약성 평가(폭우), 침수피해실적 및 초과홍수 분석	사전홍수위험도 평가	홍수위험평가(FRA) 잔존홍수위험(Residual Flood Risk)	홍수위험평가, Climate Resilience Toolkit HAZUS	홍수위험평가
재해위험정보	침수흔적도 침수예상도 재해정보지도	Flood Hazard Map, Flood Risk Map	Flood Hazard Map, Flood Risk Map	Flood Hazard map	홍수위험지도
재해위험지역지 정관리	자연재해 위험지구, 방재지구	나라별 상이	홍수구역 (flood zone)	특별홍수재해구역 (SFHA: Special Flood Hazard Area)	도시홍수예상구역, 도시침수예상구역의 지정
재해위험지역의 건축물 관리	일부 건축허가제한, 침수취약지역의 주거용도 제한	나라별 상이	전략홍수위험평가 결과에 따라 계획허가 제한	특별홍수재해지역 내 개발행위 인허가 검토	재해위험구역 내 건축규제
리질리언스 기술	침수방지시설 (차수판, 역류방지밸브)	나라별 상이	Resilient Building 기술	Flood Resilient Construction 기술	배수시설, 저류 및 침투시설, 투수성노면포장, 침투트렌치, 침투통 등
사회보장제도	풍수해보험 (민간)	나라별 상이	영국보험협회 풍수해보험	국가홍수보험제도 (NFIP)	지진보험 위주
리질리언스 개념 반영여부	부분적 반영	부분적 반영	건축물 단위까지 반영	건축물 단위까지 반영	건축물 단위까지 반영
시사점	공공기관, 지하공간, 초고층건물에 한해 적용되고 있음	장기적 관점의 홍수위험관리계획으로 유럽연합 관련국의 방재 연계성 확보	리질리언스 개념을 정책적으로 적극 반영하여 도시/건축물 단위까지 적용하도록 하고 있음	국가차원에서 홍수보험제도를 마련하고 있으며 리질리언트 기술을 개발하여 건축물 단위까지 적용하도록 하고 있음	홍수위험구역의 등급에 따라 건축물 용도 제한하고 있음 풍수해분야 보험 없음

제2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황 및 전망

가. 리질리언스 관련 시장현황

- 기후변화로 인한 집중호수, 내수침수로 차수시설에 대한 수요가 증가하고 있으며, 공공주도로 관련 설비를 지원(서울시, 각 지자체 등)
- 차수판, 차수막 등 민간업체에서 설비를 제작하여 판매 중이나 성능기준과 적용가이드라인 부재하여 현재 설치 기준에 대한 의견 수렴 중
- 지자체별로 지하건축물과 시설물에 대해서 차수판 설치를 의무화하고 있어 관련 기술이 개선되고 설치 가이드라인이 정비될 경우 시장 확대가 예상됨

표 2-23. 지자체 차수설치 관련 규정 보도내용

관련 기관	보 도 내 용	보도일자
서초구청	신축건물 지하 차수판 의무화	2011.08.26
마포구청	지하건축물에 차수판 설치 의무화	2011.10.28
과천시청	신축건물 차수판과 역류방지밸브 설치 의무	2011.12.16
서울메트로	2012 년 40 개소 지하철역에 신형차수판 설치	2011.12.26
동대문구청	건축물 신축시 차수판 설치 의무화	2012.01.12
광진구청	신축 건축물 차수판 설치 의무화	2012.02.02
서울시청	저지대 영세점포 5,400 곳 차수판 설치 지원	2012.02.17

- 홍수 리질리언스 관련 시장은 별도로 구분되어 있어 않아 시장을 기상과 방재부문으로 나누어 살펴볼 수 있음
- 기후변화에 따른 자연 재해로 인명과 재산피해가 해마다 증가함에 따라 기상정보에 대한 중요성이 부각되고 있음

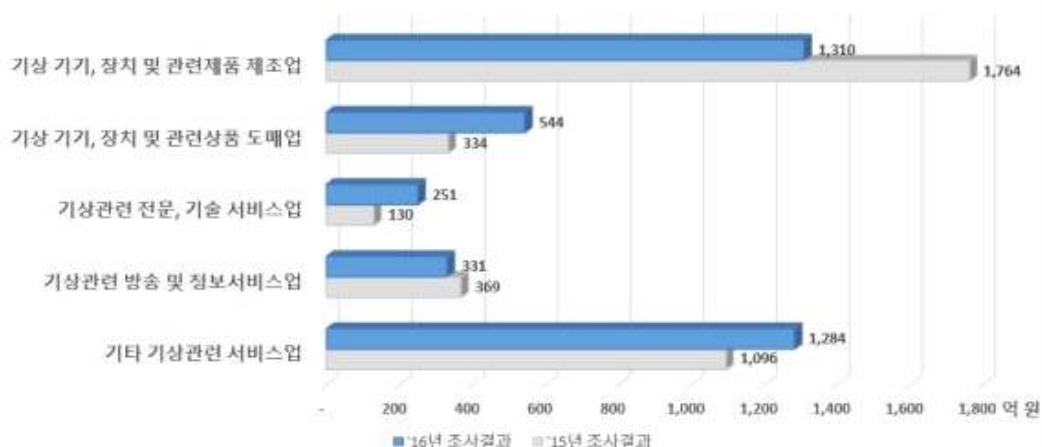


그림 2-8. 기상산업 부문 매출액(기상산업실태조사, 2016)

- 국내 기상산업의 규모는 2016년 매출액 총 3,719억원으로 2015년 조사결과보다 26억원 증가하였음
- 부문별 매출액은 기상기기, 장치 및 관련 제품 제조업이 1,765억원(47.8%), 기상관련 손해보험업 등 기상관련 서비스업 1,096억원(29.7%)로 나타남(기상산업 실태조사, 2016)
- 업종별 매출액은 △기상기기·장치 관련 제품 제조업이 1,310억 원(35.2%), △기상기기·장치 관련 상품 도매업이 544억 원(14.6%), △기술 서비스업이 251억 원(6.8%), △기상 관련 방송 및 정보서비스업이 331억 원(8.9%), △기타 기상 관련 서비스업이 1,284억 원(34.5%)으로 조사됨
- 2014년 한국 방재협회는 자연재해대책법과 재난 및 안전관리기본법을 토대로 방재산업의 범위를 예방·대비·대응·복구와 관련된 모든 산업과 그에 따르는 보조·서비스산업을 방재산업으로 설정
- 방재산업에 해당 기업을 분류한 결과 7,248개의 기업이 있는 것으로 조사됨

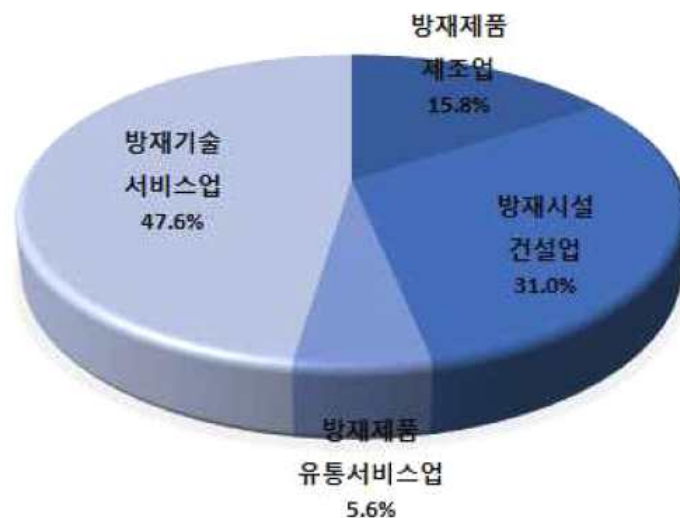


그림 2-9. 방재산업 사업체수 구성비

- 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」에 따르면 597개 사업체를 대상으로 설문조사를 실시하여 434개 업체의 응답을 종합한 결과 2013년 방재산업 매출액은 총 약 14조 2,189억원이며, 이 가운데 방재시설 건설업은 7조 5,949억 원으로 전체의 53.4%를 차지하는 것으로 나타남

표 2-24. 방재산업 분류 및 사업체수

대분류	계	방재제품 제조업	방재시설 건설업	방재제품 유통서비스업	방재기술 서비스업
사업체	7,248	1,143	2,248	404	3,453

자료: 방재협회, 2013년 방재산업 활동조사 및 분석, 2014

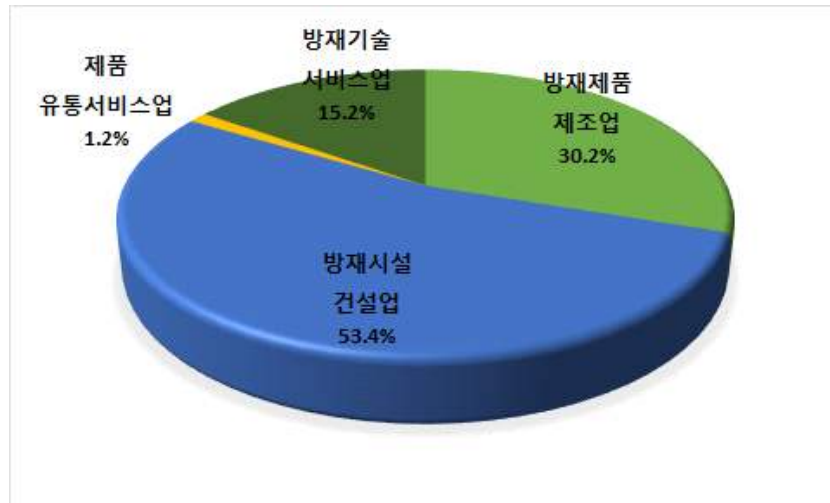


그림 2-10. 방재산업별 매출액(2013년)

- 방재시설 건설업 중 복구·지원을 위한 시공업이 58.3%로 가장 많은 비중을 차지하며, 매출액은 4조4,249.6억 원으로 나타남

표 2-25. 방재 시공업 매출액 및 비중

구분		매출액(백만원)	비중(%)
계		7,594,902	100.0
방재시설 공사업	풍수해 관련 시공업	459,490	6.0
	지진·산사태 관련 시공업	709,980	9.4
	기타 재난 관련 시공업	170,389	2.2
방재시설 관리 시공업	복구·지원 시공업	4,424,959	58.3
	시설물 유지·보수 시공업	1,739,132	22.9
방재용 예·경보 장치 설치 공사업	예·경보장치 설치 공사업	90,954	1.2

- 기후변화는 재해 예방 및 복구 관련 공사 발주 물량을 증가시켜 건설 활동을 촉진하는 방향으로 영향을 미치는 동시에, 관련 자재산업도 활성화시킴
- 리질리언스 기술 시장규모는 방재시설 건설업의 약 5~10% 차지한다고 가정했을 때 연간 약 2천억원에서 5천억원으로 매출액을 유추할 수 있음

나. 리질리언스 기술 적용 대상 국내 건축물 현황

- 2016년 기준 국내 건축물은 호수 기준으로 705만호이며, 주거용 65.1%, 상업용 17.3%, 공업용 4.3%, 교육사회용 2.7%, 기타 10.7%의 점유비율을 나타냄
- 30년 전인 1988년과 비교할 때 동수기준으로 약 100만여동 증가하였으나, 주거용 건축물은 약 38만여 동이 감소하였음. 이는 주거용 건축물의 형태가 단독주택에서 공동 주택으로 전환되었기 때문임

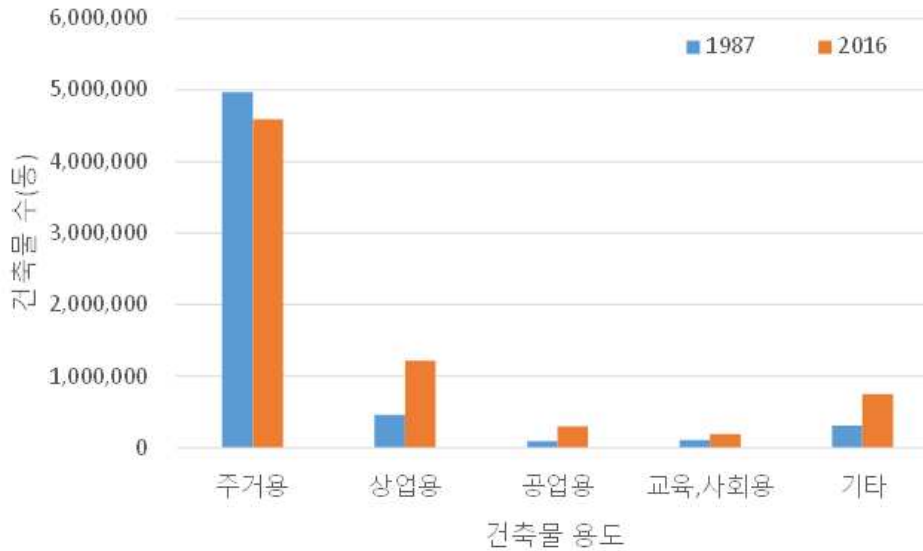


그림 2-11. 국내 건축물 용도별 수량의 변화

자료: 국토교통부, 건축물 현황, 2016

- 최근 10년간 폭우에 의한 침수 피해가 많았던 서울, 부산, 충북 지역의 경우, 주거용을 제외한 건축물의 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 충북지역은 주거용의 경우도 동수 증가가 큰 것으로 나타났다

표 2-26. 지역별/용도별 건축물 현황 변화 비교

지역	년도	주거용	상업용	공업용	교육, 사회용	기타
서울	1987	638,482	93,505	4,249	6,018	2,741
	2016	470,404	127,423	2,856	16,125	4,030
부산	1987	298,598	37,353	13,642	4,416	3,813
	2016	266,283	68,650	14,986	9,164	13,371
충북	1987	233,212	19,571	2,448	6,687	31,203
	2016	240,834	56,977	17,665	10,074	52,455

자료: e-나라지표, www.index.go.kr

- 국내 총 주택의 수는 1,669만호이며 이중 30년 경과 주택의 숫자는 약 17%인 280만호
- 단독주택은 총 397만호이며, 이중 30년이 경과한 주택의 숫자는 191만호에 이르러 전체 호수 중 48%가 30년을 경과한 상태임. 특히, 단독주택은 50년을 경과한 비율이 17.8%에 이르며, 20~60m²의 특정 면적을 해당하는 단독주택은 50% 이상이 50년을 상회하고 있음
- 아파트의 경우 전체 호수의 6%인 591천호가 30년을 경과하였으며, 연립주택은 전체 연립주택 중 33%인 160천호가 30년을 경과하였음



그림 2-12. 국내 주택 중 주거형태별 30년 경과 주택현황
자료: 국토교통부, 건축물 현황, 2016

- 경과년수가 오래된 건축물일수록 폭우 등 재해에 취약한 건축물로 구성되어 있음
- 앞서 분석한 바와같이 단독주택의 50% 정도가 30년이 경과한 건축물로 구조 형태는 조적, 벽돌 등으로 구성되어 있고, 별도의 침수보완 대책이 없이 구축된 상태임
- 특히 1970년~80년대 지어진 단독주택 구조물의 경우 조적조가 대부분을 점유하고 있어 침수에 대한 취약성이 상대적으로 높음. 또한 기초 구조물의 경우도 별도의 매트기초 등이 설계를 통하여 이루어진 것 아니라 시공업자의 경험에 의한 시공이 다수임
- 신도시 및 택지개발 단지의 경우 하수용량을 충분히 설계하여 사전 하수공사를 실시하고 주택이 지어지지만, 구도심지의 경우 밀집된 하수시설을 사용함으로써 폭우시 원활하게 배수가 이루어지지 않는 문제점이 있음

다. 국내 유형별 재고주택 현황

- 주택은 주택법 제2조1항에 따라 단독주택과 공동주택으로 구분하며, 세부 분류는 아래와 같음
- 주택의 지속적인 공급으로 주택수는 지속적으로 늘어나고 있음. 빈집을 제외한 총 주택의 수는 30년전인 85년 6,104천호 정도였으나, 2015년은 이보다 2.5배 증가한 15,298천호로 증가하였음
- 1985년 총 주택 구성 중 단독주택의 비율은 77.3%에 달하였으나 2016년은 22.8%에 불과함. 그러나 단독주택 수량 기준으로는 15% 감소한 752천호 정도에 그치고 있음. 단독주택의 호수 비율이 급격히 감소한 것은 아파트의 증가 때문으로 사료됨

표 2-27. 주택의 유형 구분

지역	년도	설명
단독주택	단독주택	한가구가 생활할 수 있도록 건축된 독립된 주택
	다중주택	· 학생 또는 직장인 등 여러 사람이 장기간 거주할 수 있는 구조로 되어 있는 것 · 독립된 주거의 형태를 갖추지 아니한 것(각 실별로 욕실은 설치할 수 있으나, 취사시설은 설치하지 아니한 것을 말한다. 이하 같다) · 1개 동의 주택으로 쓰이는 바닥면적의 합계가 330제곱미터 이하이고 주택으로 쓰는 층수(지하층은 제외한다)가 3개 층 이하일 것
	다가구주택	· 주택으로 쓰는 층수(지하층은 제외한다)가 3개 층 이하일 것. 다만, 1층의 전부 또는 일부를 필로티 구조로 하여 주차장으로 사용하고 나머지 부분을 주택 외의 용도로 쓰는 경우에는 해당 층을 주택의 층수에서 제외한다. · 1개 동의 주택으로 쓰이는 바닥면적(부설 주차장 면적은 제외한다. 이하 같다)의 합계가 660제곱미터 이하일 것 · 19세대(대지 내 동별 세대수를 합한 세대를 말한다) 이하가 거주할 수 있을 것
공동주택	아파트	· 주택으로 쓰는 층수가 5개 층 이상인 주택
	연립주택	· 주택으로 쓰는 1개 동의 바닥면적(2개 이상의 동을 지하주차장으로 연결하는 경우에는 각각의 동으로 본다) 합계가 660제곱미터를 초과하고, 층수가 4개 층 이하인 주택
	다세대주택	· 주택으로 쓰는 1개 동의 바닥면적 합계가 660제곱미터 이하이고, 층수가 4개 층 이하인 주택(2개 이상의 동을 지하주차장으로 연결하는 경우에는 각각의 동으로 본다)
	기숙사	· 학교 또는 공장 등의 학생 또는 종업원 등을 위하여 쓰는 것으로서 1개 동의 공동취사시설 이용 세대 수가 전체의 50퍼센트 이상인 것(「교육기본법」 제27조제2항에 따른 학생복지주택을 포함한다)

자료: 법제처, www.law.go.kr

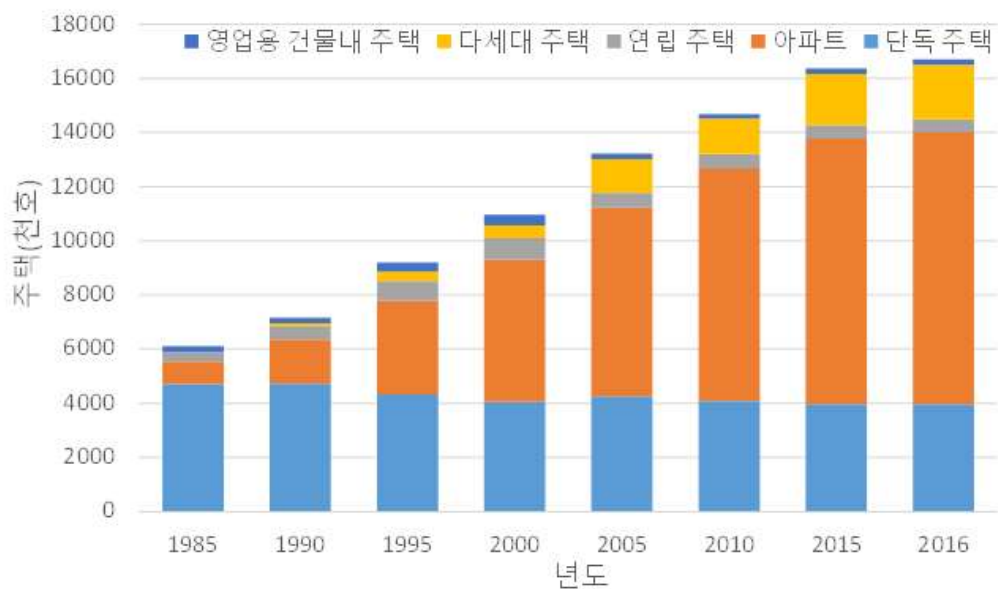


그림 2-13. 주택의 구성비율 변화현황

자료: 국토교통부, 건축물 현황, 2016

- 인구변화와 주거호수의 변화와 비교하면, 1985년은 1호당 약 6.68명이 거주하였으나 2016년은 1호당 2.87명이 거주하는 것으로 나타났음
- 1985년 국내 총 가구수는 6,104천호였으며, 인구는 40,806천명으로 1가구당 거주인원은 6.7명 정도였으나 30년이 경과한 2017년에는 주택호수는 약 3배가 증가한 17,812천호로 증가하였으나 인구수는 약 1.25배 증가한 51,246천호로 호당 거주인원은 2.9명임

- 우리나라 주택 정책은 1988년 200만호 건설을 위한 신도시 정책으로 많은 전환이 이루어짐. 특히, 1, 2기 신도시 건설과, 지방 혁신도시 건설 등이 건설경기를 이끌면서 주택 호수가 급격하게 증가하였음
- 1970년 출산율이 4.53명임에 따라 이들이 성년이 되기까지 부모와 함께 거주한다는 가정을 할 때 1990년까지의 가구당 6~6.5명이 되고, 1980년 출산율이 2.82명임을 고려할 때 2000년 약 4~4.5명의 가구인원이 산출될 수 있음. 참고로 1996년 출산율이 1.574명이고, 2016년 가구당 거주인원은 2.9명임

표 2-28. 주택의 유형 구분

구분	1985년	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2016년
주택호수(천호)	6,104	7,160	9,570	11,472	13,951	15,470	17,812
인구(천명)	40,806	42,869	45,093	47,008	48,185	49,554	51,246
호당 거주인구(명)	6.7	6.0	4.7	4.1	3.5	3.2	2.9

라. 국내 주택 건설 동향

- 국내 건설경기 동향은 당해연도의 건설수주액, 건설기성액 등을 지표로 산출할 수 있으며, 미래의 동향 예측은 건축허가 건수 등을 토대로 산출이 가능함
- 국내 건설수주액은 2007년 100조를 초과한 후 2009년 금융위기로 인하여 2014년까지 100 미만으로 형성되었으나 2015년부터 주택건설의 호황에 힘입어 2016년 148조까지 급격하게 상승하였음
- 동일기간 기성현황을 보면 2013년, 2014년은 수주총액보다 기성총액이 오히려 높게 나타나 100%를 초과하는 것으로 나타났으나, 건설수주가 활발하였던 15년 16년에는 수주액의 80% 전후인 100~120조 대를 형성하였음. 이는 건설경기가 활발하였던 2007년과 유사한 상황임

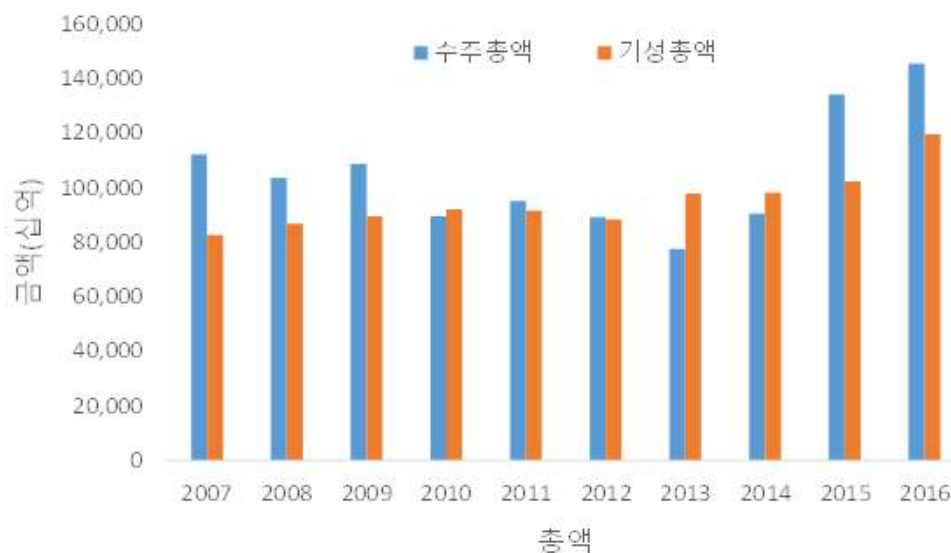


그림 2-14. 최근 10년간 국내 건설수주 및 기성 동향

자료: 통계청, 건설동향, 2018

- 2014년 이후 건축수주 및 기성의 급격한 증가는 주택 건설이 대부분을 점유하고 있음. 건축물 착공 및 허가 현황을 분석한 결과, 허가 후 1~2년 안에 착공으로 연결되는 것으로 나타남
 - 건축물 동수 기준으로 분석하면 허가대 착공 비율은 약 82%정도이며, 면적 기준으로는 73% 정도를 나타내고 있음. 착공비율은 최근 들어 계속 높아지는 것으로 나타났음
 - 허가동당 면적과 착공 동당 면적을 비교한 결과 2010년까지는 허가동당면적이 착공동당면적에 비하여 20% 정도 높게 나타났으나, 주택경기가 활성화된 2012년 이후에는 허가면적과 착공면적의 차이는 5% 이내 정도로 좁혀졌음
 - 이러한 이유는 주택 건설을 위한 택지 확보가 어려워짐에 따라 도심지 밀집지역과 그린벨트 해체에 의한 공공임대주택을 건설하면서 용적율을 높게 가지고 가기 때문인 것으로 판단됨. 즉, 일반 주택은 고층화를 통한 효율 및 이익 극대화, 일반 건축물은 단위면적 증가를 통한 사용성 제고를 목적으로 하였기 때문으로 판단함

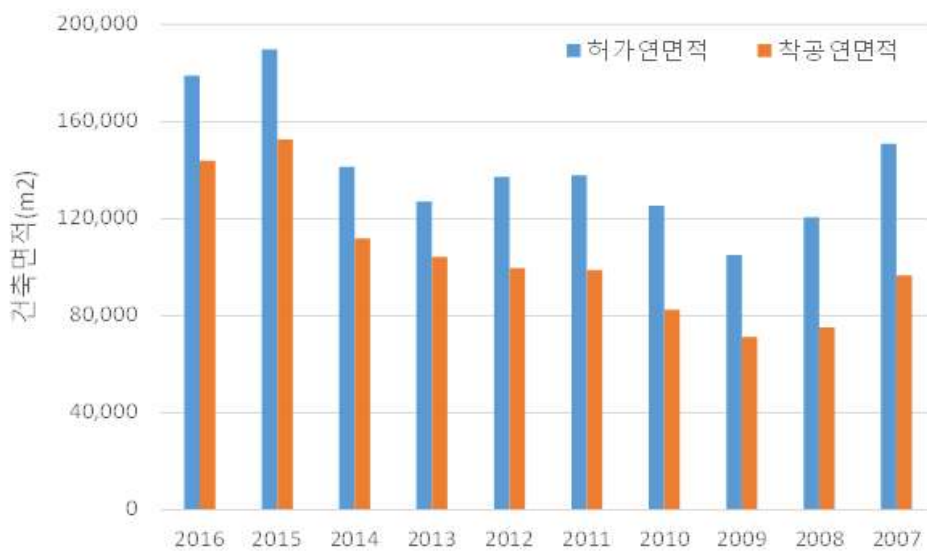


그림 2-15. 연면적 기준 년도별 허가 및 착공현황

자료: 통계청, 건설동향, 2018

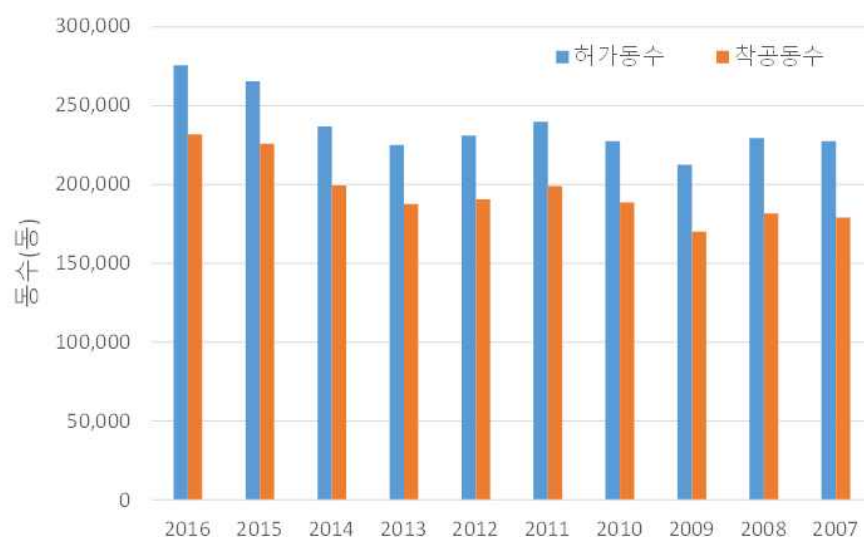


그림 2-16. 동수 기준 년도별 허가 및 착공현황

자료: 통계청, 건설동향, 2018

마. 국내 주택 건설 자재 시장규모 및 수급 동향

- 2016년 국토교통부 주택자재 산업발전 기본계획 수립 보고서에서는 2017년 자재 시장 규모를 8.72조원으로 예측하고 있음
- 시장규모는 자재업체 매출실적을 활용한 추정치와 공사원가 활용 시장규모를 활용하여 예측

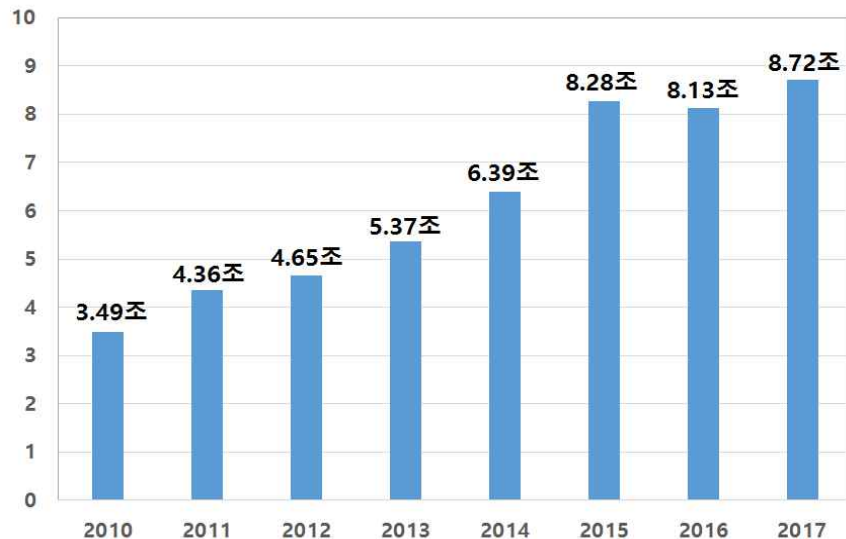
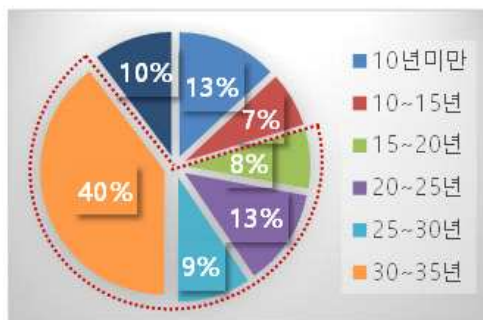


그림 2-17. 주택자재 시장규모 예측

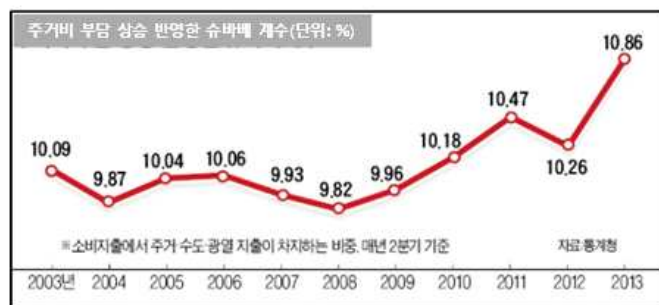
자료: 국토교통부, 주택자재 산업육성 기본계획 수립, 2016

- 주택 건설자재 시장은 신축과 기존 주택 유지관리 수요 등이 고려되어야 함. 특히, 주택 노후화에 따른 유지관리 비용의 증가 및 이에 따른 재건축 전환에 따른 수요 증가 예측



- 주택의 약 70%가 15년 경과 리모델링 또는 재건축을 필요로 함

구분	주택용	
	동수	연면적(m ²)
합계	4,568,851	1,654,169,710
10년미만	550,665	401,803,614
10 ~ 15년 미만	300,616	279,747,069
15 ~ 20년 미만	325,871	248,376,657
20 ~ 25년 미만	510,330	318,925,954
25 ~ 30년 미만	400,634	155,712,519
30 ~ 35년 미만	370,126	80,798,203
35년 이상	1,675,048	137,175,147
기타	435,561	31,630,546



※ 주택비계수: 총소비용에서 주거비가 차지하는 비중

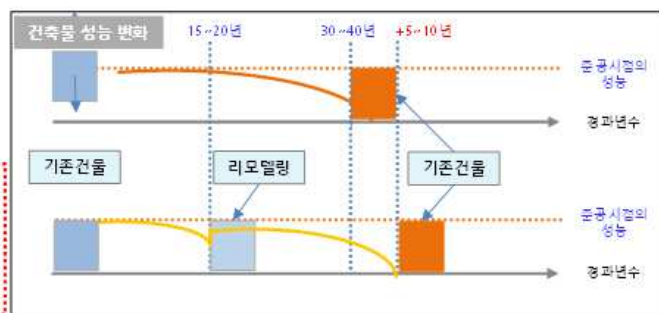


그림 2-18. 국내 노후 주택 현황 및 주택 성능 변화 과정

자료: 국토교통부, 공동주택 리모델링 세대증축 타당성 연구, 2010

- 주택 건설 공정은 기초부와 구조부, 건축부로 구분할 수 있음. 과거의 경우 기초공사를 실시하고, 구조체를 완성한 다음 수장 공사를 실시하였으나, 최근의 주택건설(공동주택)은 구조체와 수장공사가 동시에 이루어지고, 마감 인테리어만 최종적으로 실시
- 국내 공동주택 평균 공정기간이 30개월로 추정하고 있으며, 이를 기준으로 각 자재별 국내 시장규모를 추정하면 다음과 같음

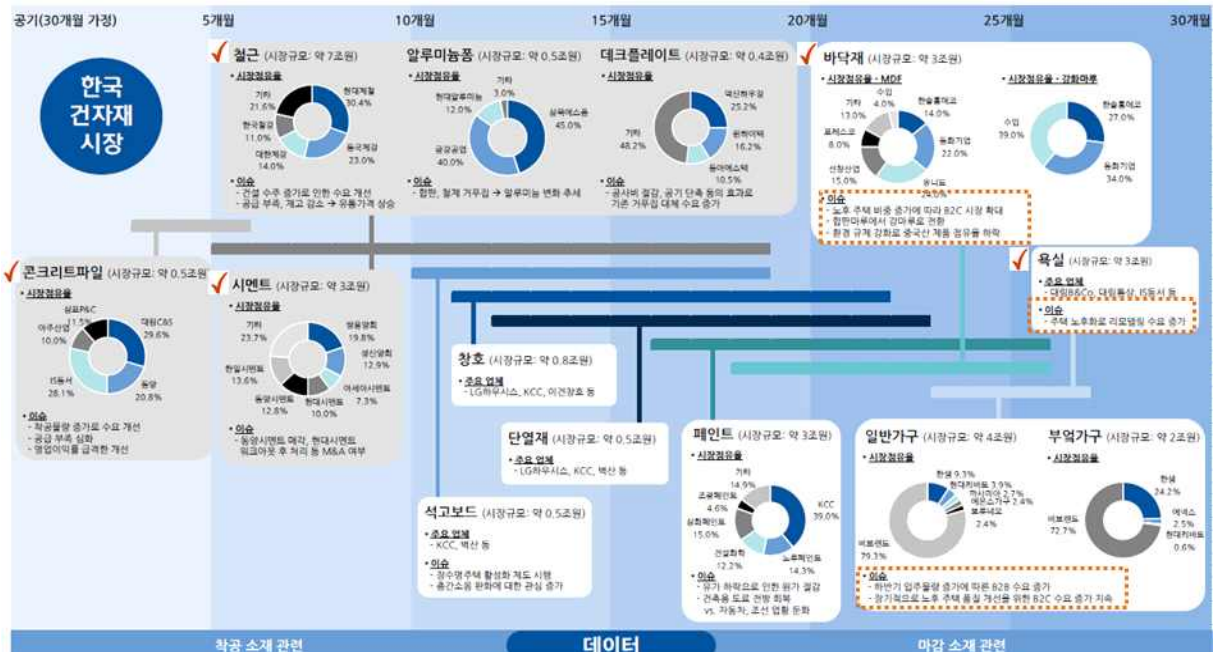


그림 2-19. 공종별 주택(건설)자재 투입시기 및 시장규모

자료: KDB대우증권 리서치 센터

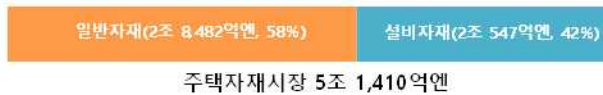
- 주택 리모델링, 특히 침수 등의 자연 재해, 곰팡이 발생 등으로 인하여 주택 리모델링을 할 경우 일반적으로 내장재 위주의 부분 리모델링이 이루어짐
- 부분 리모델링에 사용되는 내장재는 석고보드류, 판재류, 장판류 등이 대부분임. 국내 석고보드 시장은 연간 2억m², 시장규모로는 2.5조원에 달함
- 석고보드는 용도에 따라 일반, 방수, 방화 석고보드 등으로 구분하여 생산하고 있음
- 판재류는 MDF 및 합판류가 다양한 종류로 생산되고 있음. 또한 내수성을 증가시킨 파티클 보드 등은 기존 가구산업 이외에 건축용 판재의 심재 등으로 사용 영역을 확대하고 있음
- 항곰팡이 성능을 가진 도료 등은 지하실, 발코니 등의 습한 부분에 적용하여 습기에 의한 곰팡이 발생을 원천적으로 차단하는 성능을 가지고 있음
- 벽지의 경우 내수성을 향상시켜, 습기가 높은 부분에도 적용 가능하도록 변형한 제품이 출시되고 있음
- 주택 장수명화에 따라 리필 리폼, 리모델링이 수월한 건축물의 구조가 확산됨에 따라 건식 내장 건축자재의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예측
- 다만, 전체적인 신축 건축 수요의 감소에 따라 전체적인 주택건축자재 시장은 감소할 것으로 예측됨. 이에 따라 주택자재 업체는 유지관리 중심의 건축자재 개발 및 생산에 주력할 것으로 예측됨
- 일본의 경우도 신축 주택시장은 감소하지만 리모델링에 의한 건축자재 수요는 지속적으로 증

가하고 있음

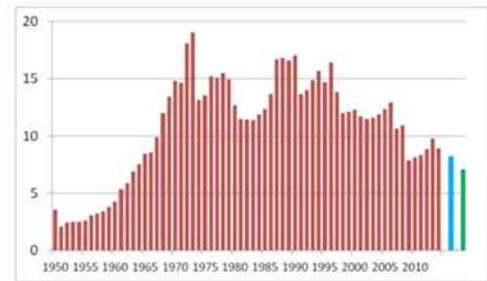
- 특히, 인구 고령화에 따른 배리어 프리 개축 수요의 증가, 장수명에 따른 개축 등으로 연간 주택 자재 시장규모는 약 5조1천억엔 규모를 나타내고 있음

시장규모

- 2014년 기준 약 5억엔
- 일반자재 약 42%, 설비자재 약 58%
- 신축 주택 감소 추세: 2030년까지 70.5만호 감소될 전망



- 개축 시기를 맞이하게 되는 주택이 지속적으로 발생
- 인구 고령화에 따라 배리어 프리 개축 수요 증가



일본 신축주택 착공 추이

※ 자료: 국토교통성, '건축착공통계 연보' KOTRA 자료

시장동향

- 신축시장의 감소로 주택자재 기업은 리폼 시장 개척에 겨냥
- 중노년 세대 대상 제품 및 리폼 시공이 용이한 제품 개발을 강화함
- 리폼 시장 확대를 계기로 새로운 사업 기회를 모색하려는 타업종 기업들 등장
- 인재파견 업무 등이 주축인 리쿠르트 그룹이 주택 리폼 중개사업 부문을 2015년 신규 발족시킨 것이 대표적인 사례
- 리쿠르트가 리폼 상담 점포를 개설, 무료상담을 거쳐 수요자의 요구에 맞는 시공업자를 소개하고 계약 성립 시에 시공업자로부터 수수료를 받는 모델(일종의 DIFM)

그림 2-20. 일본의 주택건설 자재 시장 동향

자료: 국토교통부, 주택자재 산업육성 기본계획 수립, 2016

- 주택 자재의 구매 동향도 크게 변화하고 있음. 과거에는 전문업자에 의한 자재의 선정과 시공이 이루어졌으나 최근에는 사용자가 직접 자재를 선정하고 직접 시공하거나 시공만 위탁하는 형태가 증가



그림 2-21. 미국의 주택자재 구매 방법의 변화

자료: 국토교통부, 주택자재 산업육성 기본계획 수립, 2016

바. 국내 주택 리모델링 시장 현황

- 건축법에서는 리모델링에 대해서“건축물의 노후화를 억제하거나 기능 향상 등을 위하여 대수선하거나 일부 증축하는 행위”로 규정하고 있으며 시장에서는 그림 2.9에 나타난 바와 같이 건축물의 일반적인 보수, 개수, 실내건축을 포함하여 대수선에서 증축까지를 포함하는 광의의 수선작업을 리모델링으로 통용되고 있음

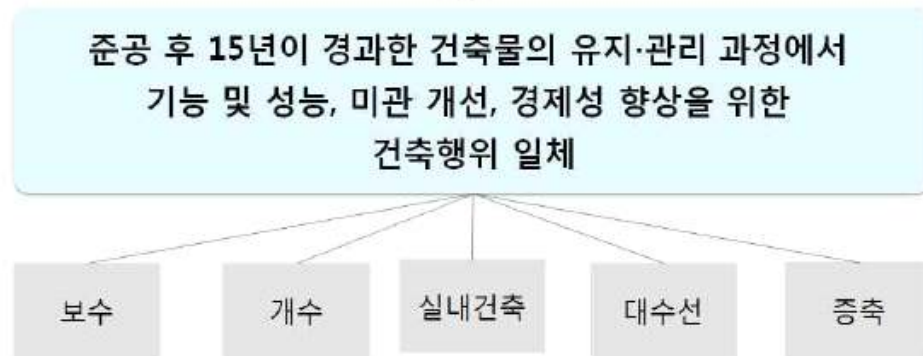


그림 2-22. 광의의 리모델링 개념

자료: 김은희 외, 2015 공공건축물 활용성 제고를 위한 리모델링 정책지원 및 제도개선 연구

- 리모델링에 관련 전반적인 사항은 건축법, 주택법, 녹색건축조성지원법, 국토계획및이용에관한법률, 도시및주거환경정비법, 도시재생활성화및지원에관한특별법, 농어촌마을주거환경개선및리모델링촉진을위한 특별법, 조세특례제한법 등이 있으며 행정절차 및 수립계획, 설계, 시설규모완화 및 특례, 사업추진 및 재정지원, 유지관리 및 성능개선, 감리 등과 관련이 있음
- 리모델링의 범위는 부분적인 리모델링, 증축을 수반하지 않는 전면 리모델링, 증축을 수반한 전면 리모델링으로 구분
 - 부분적인 리모델링 : 내부 인테리어를 교체하는 등 국소범위의 리모델링으로 인테리어 공사와 달리 외벽에 대한 변경이 공사범위에 포함된다. 가장 긴급하고 우선순위가 높은 부분에 공사 예산이 집중되는 경향
 - 증축을 수반하지 않는 전면 리모델링 : 기존 건물의 골조를 제외한 모든 요소를 철거하고 리모델링을 진행
 - 대부분의 경우, 건물 자중이 증가하지 않아 구조보강공사를 시행하지 않으나, 엘리베이터, 계단의 신설 또는 변경, 주요 구조부의 변동이 있을 경우에는 구조진단 및 구조보강 공사가 필요
 - 증축을 수반한 전면 리모델링 : 증축으로 인한 건물의 자중이 증가하고, 기존 구조체에 가해지는 하중이 증가하여 전체적인 구조안전진단 및 구조보강이 필요한 경우로 리모델링 중 가장 난해한 공사로 간주
 - 전면 리모델링의 경우에는 크게 수평확장형, 세대합병형, 세대축조형, 복층형, 교체형으로 대별할 수 있음
 - 표 2-4에서는 국외 주요국가와 국내의 리모델링 부위를 비교하여 정리하였으며, 표 2-5에서는 국내 리모델링의 유형별 적용공법을 정리하여 나타냄
 - 국내 리모델링 시장규모는 연구자별로 일부 차이는 있으나 대체적으로 국내 건설시장의 약 10%내외를 차지하는 것으로 보고

- 그림은 국내 리모델링 시장규모 및 전망으로 90년대부터 리모델링 시장은 점진적으로 증가해 왔으며 2020년까지는 41.5조원에 달할 것으로 전망
- 외국과의 비교를 하면, 선진국의 건설시장에서 리모델링이 차지하는 비중이 30%이상을 차지하는 것과 비교해서는 우리나라는 상대적으로 낮은 비율을 차지함

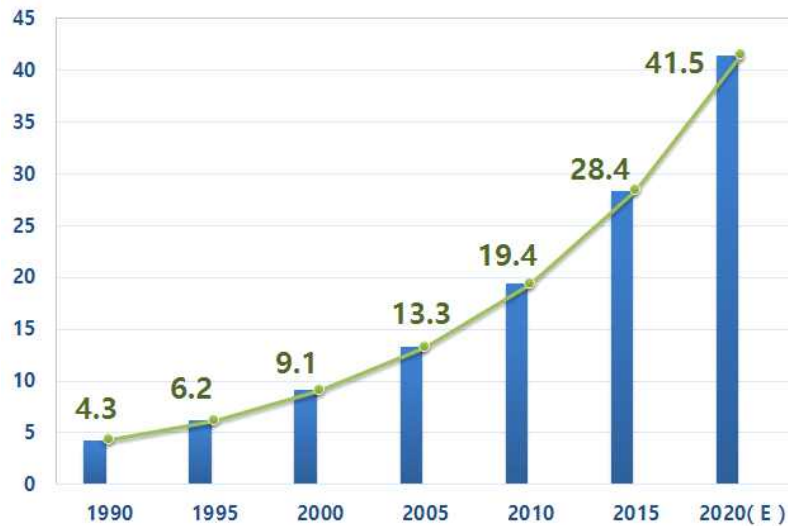


그림 2-23. 리모델링 시장규모 및 전망(단위: 조원)

자료: 건설산업연구원, 동양증권 리서치센터

- 국가의 경제수준과 리모델링의 활성화는 상관관계가 있다고 밝히고 있으며 1인당 국민총생산량(GDP)이 높은 나라일수록 리모델링 시장의 규모가 커지는 경향이 있음.
- 따라서 국내 주택시장에서도 향후의 경제성장 및 성숙도와 더불어 선진국의 주택시장에서의 신축주택의 공급보다는 재고주택의 리모델링을 통한 성능개선의 요구가 증대됨에 따라 리모델링의 시장은 지속적으로 증가될 것으로 예상됨

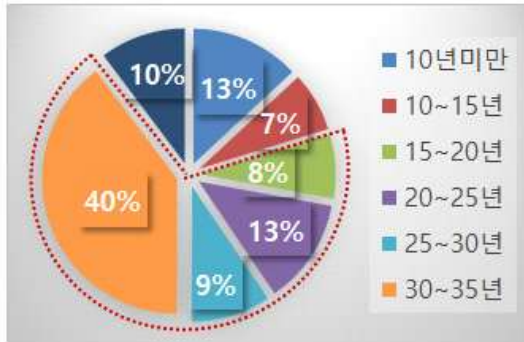


그림 2-24. 국가별 건설시장에서 리모델링이 차지하는 비중

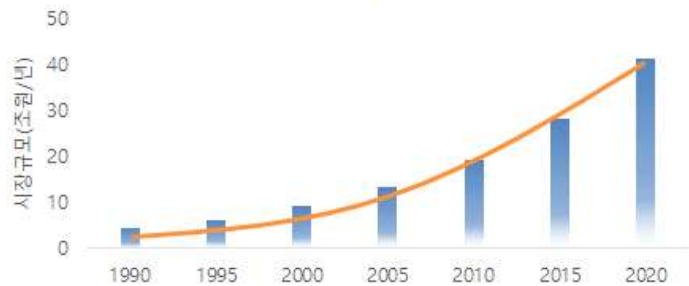
자료: 키움증권 자료(원문: 46th eUROCONSTRUCT Conference)

사. 소결

- 재해에 취약한 2000년대 이전 주택의 비율이 60%를 초과하고 있음
- 국내 리모델링 시장은 2015년 28조원에 이루며, 2020년 40조를 초과하고 있음
- 향후 건설 시장은 신축 보다는 리모델링 시장으로 변화
- 특히 리모델링시 안정적 주거환경 구현을 위한 재해재난 안전 건축물의 구축이 기본으로 적용되는 추세

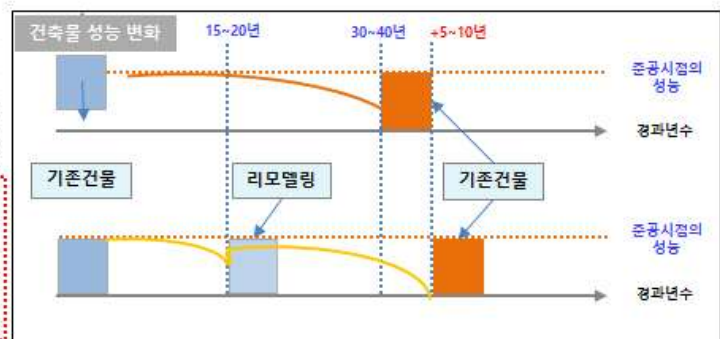


• 국내 리모델링 연간 리모델링 시장 규모



- 주택의 약 70%가 15년 경과 리모델링 또는 재건축을 필요로 함

구분	주거용	
	동수	연면적(m ²)
합계	4,568,851	1,654,169,710
10년미만	550,665	401,803,614
10 ~ 15년 미만	300,616	279,747,069
15 ~ 20년 미만	325,871	248,376,657
20 ~ 25년 미만	510,330	318,925,954
25 ~ 30년 미만	400,634	155,712,519
30 ~ 35년 미만	370,126	80,798,203
35년 이상	1,675,048	137,175,147
기타	435,561	31,630,546



※ 자료: 국토부, 공동주택 리모델링 세대증축 등의 타당성 연구(2010)

✓ **건물의 노후화, 침수 등 방재시설 전무 → 재해취약 시설 다수 상존**

그림 2-25. 국내주택시장 전망 소결

2. 국외 시장현황 및 전망

가. 기후변화 적응산업 관련 동향

- 홍수 리질리언스는 기후변화 적응산업에 해당되기 때문에 이에 대한 시장현황과 동향을 조사하였음
- 영국 기업혁신기술부(BIS: Department of Business, Innovation, and Skills)에서는 기후변화와 관련된 적응과 회복성을 도모하는 서비스 혹은 제품을 제공하는 산업으로 기후변화 적응산업을 정의함
- 미국 환경건설링연구소(EBI: Environmental Business International)에서는 기후변화 적응산업을 기후변화 적응 서비스, 재해 서비스, 기후 적응 장비 및 시스템으로 구분함
- BIS(2013)는 전세계 적응시장이 2010/2011년 매출액 기준으로 전년 대비 3.8% 증가한 974억 달러 규모로 추정되며, 2011/12년 전년 대비 4.4% 증가한 약 1,017억 달러 규모로 추정하며 전체적으로 적응시장이 빠르게 성장하고 있는 것으로 발표함
- EBI(2014)는 세계 기후변화 적응 시장이 2020년까지 60~70억 달러 규모로, UNSDR(2013)은 2050년까지 약 1,000억 달러 규모로 성장할 것으로 전망함

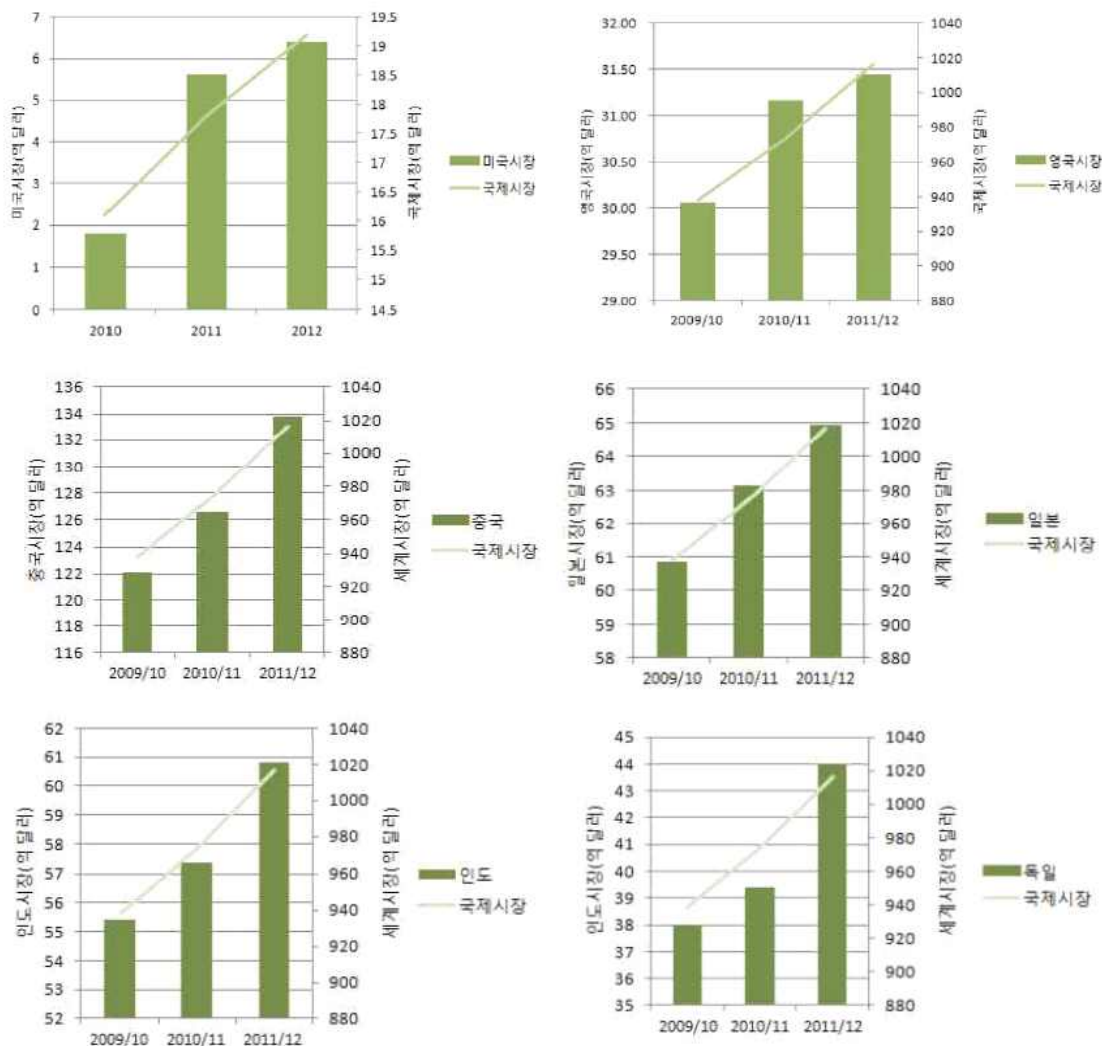


그림 2-26. 각국의 기후변화 적응시장 성장률(BIS, 2011, 2012, 2013)

- BIS(2011, 2012, 2013)에 따르면 2011/12년 기준 미국이 약 22%를 차지하며, 다음으로 중국이 13.2%, 일본 6.4%, 인도 6.0%, 독일 4.3% 순으로 차지함. 북미와 유럽 뿐 아니라 아시아 시장도 빠르게 성장하고 있는 것을 알 수 있음
- 미국의 경우 적극적인 재해 예방 투자를 하고 있음에도 불구하고, 매년 기상재해 피해액이 200억 달러를 상회
- 2007년 유럽에서 겨울 폭풍우 Kyrill로 인해 여러 지역에서 건물 피해가 많이 발생했는데, 지방공사 발주 물량이 뒤를 이음
- 1997년 오데르강 홍수, 2002년 엘베강 홍수 등으로 10억 유로의 피해 복구 관련 건설투자가 상당 기간 계속됨

나. 국외 건축물 홍수 리질리언스 시장

- 국외에서는 건축물 홍수 리질리언스는 특화된 제품과 기술을 전시하는 박람회가 개최될 정도로 특화된 시장으로 인식
- 관련 시장이 활성화되어 있으며 관련협회, 인증기관, 관련 제조업, 홍수 리질리언스 특화 연구기관 등이 조직됨
- 전시회당 100여 곳 이상의 기업, 기관들이 홍수 리질리언스 기술을 전시홍보하고 있음



그림 2-27. 영국 홍수엑스포 대표 참가사 목록

출처: www.thefloodexpo.uk

다. 해외 자연재해 관련 시장 규모 및 현황

- 미국의 경우 자연재해 빈도 증가로 재해·재난 용품 시장 동반 성장 증임
 - 글로벌 시장 조사기관 IBIS World에 의하면, 2017년 기준 미국 자연재해 및 긴급대처 서비스(Natural Disaster & Emergency Relief Services, 2018년 8월 발간) 시장규모는 106억 달러에 달하며 2018년에만 0.2% 성장률을 보일 것으로 전망
 - 재난 용품 수요가 증가하면서 자연재해 관련 사업이 증가하고 일자리가 늘 것으로 예상
 - 미국의 자연재해 및 긴급대처 서비스는 허리케인(49.9%), 폭풍(12.1%), 홍수와 산사태(8.8%), 이외의 산불, 토네이도, 눈보라(5.3%) 등의 자연재해 대처 및 지원 분야에 집중되어 있음. 이외, 이민자들과 난민들을 위한 사회복지 분야는 19.1%를 차지
 - 미국 자연재해 및 긴급대처 서비스 시장은 2018년부터 2023년까지 5년간 종합 3.3% 성장할 것으로 전망(출처 KOTRA, 2018)

표 2-29. 미국 자연재해 및 긴급대처 서비스 시장규모 및 전망(출처: IBIS World)

연도	시장 규모	성장률
2017	10,526.7	9.2
2018	10,550.0	0.2
2019	10,789.2	2.3
2020	10,876.2	0.8
2021	11,034.6	1.5
2022	11,075.9	0.4
2023	11,214.6	1.3



그림 2-28. 2017년 10억 달러 이상 규모의 미국 자연재해 지도(출처: 미국 해양대기청(NOAA))

라. 해외 자연재해 관련 보험시장 현황

- 재해보험 운영체계는 대부분 국가의 통제 또는 참여에 의한 민관합동시스템으로 운영되며 3가지 유형으로 구분됨
 - 첫째, Service Carrier 방식으로 위험인수는 하지 않고 보험모집이나 일부 손해사정역할을 수행
 - 둘째, 기존민영보험사 활용방식으로 일본 지진보험, 프랑스 자연재해보험 및 미국 캘리포니아 주의 지진보험 등이 이에 속함
 - 셋째, 민영보험 풀(Pool)로 인수하는 방식으로 스위스자연재해보험이 여기에 해당
- 외국의 자연재해 보험제도에는 농작물보험, 풍수해보험, 산림보험, 양식재해보험, 가축보험 등이 있지만 주로 농작물보험과 풍수해보험이 대부분을 차지하고 있음
- 현재 전 세계적으로 정부의 역할은 감소하고, 민영보험사의 역할을 극대화하는 방향으로 재해보험시장이 형성되고 있음
- 이는 정부가 시장에 개입할 경우, 위험관리 주체인 국민들의 자발적 재해예방 노력은 감소하고, 사유시설물에 대한 정부보상의 적절성 문제가 제기되는 등의 문제점이 발생하게 되기 때문임
- 대다수의 국가들이 각국의 실정에 맞도록 재해보험제도를 운영하고 있으며, 정부와 민영보험회사와의 역할분담을 통해 위험을 분산하고 있음
 - 자연재해와 같은 거대 리스크는 민영보험사가 모두 떠안을 수 없기 때문에 정부의 역할이 매우 중요한데, 정부의 역할에 따라 보험제도는 매우 다양한 형태를 띠게 됨
- 정부가 모든 위험을 인수하고 보험사가 위탁판매형식을 갖는 체계를 가지고 있는 미국이나 국영재보험사가 위험을 모두 부담하는 체계를 가지고 있는 프랑스 같은 국가들은 역 선택과 보험료가 낮은 반면 보험가입자의 도덕적 해이나 막대한 보조금 지급 등의 문제가 발생할 가능성이 높음(수원시정연구원, 2016)
 - 반면에 임의보험 형태로 민영보험사가 운영하는 경우에 높은 보험료의 문제가 발생
- 자연재해 정책보험 해외사례는 홍수보험(미국), 지진보험(미국, 일본), 자연재난보험(프랑스, 스위스 등) 이 대표적임

표 2-30. 자연재해 정책보험 해외사례 (출처: 2017년 풍수해보험 실무편람)

구분	풍수해보험	미국홍수보험	프랑스 자연재해보험	스위스 자연재해보험	일본
대상 재해	· 태풍, 호우, 홍수, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 지진	· 홍수	· 홍수, 지진 등 자연재해(포괄적 제공)	· 홍수 등 자연재해(포괄적 제공/지진 예외)	· 지진
보험 대상	· 주택, 온실 · (비닐하우스 포함)	· 개인 · 상업용 건물 및 동산	· 개인 · 상업용 건물 및 동산	· 개인 · 상업용 건물 및 동산	· 주택 및 가재도구

구분	풍수해보험	미국홍수보험	프랑스 자연재해보험	스위스 자연재해보험	일본
보험 가입 금액	· 시설별 복구비 기준액의 70%, 80%, 90%	· 개인용건물(최대 25만불) · 상업용건물(최대50 만불) · 동산(최대50만불)	· 개인용건물(최대 25만불) · 동산(최대10만불) · 상업용건물(최대50 만불)동산(최대50 만불)	· 개인 건물/동산 각각 최대 3만스위스프랑(27 0천만원) · 1사고당 5억 스위스프랑까지 총액보상한도제 운영	· 주택(최대5천만엔/ 5.25억원) · 가재도구(최대1천 만엔/1.05억원) 1 사고당 4조5천억엔까지 총보상한도액제 운영
보험 사업 자	· 행정안전부 관장 · 민간보험사 운영	· 연방재난관리청(FE MA) 직영 · 120여개 민간보험사에서 보험판매 손해평가 등 위탁운영 병행	· 민간 보험사	· 공영보험: 주정부 운영 · 민영보험: 민간보험사 · 2/3 건물이 공영보험 가입, 동산은 민영보험만 담보	· 민간 보험사
보험 가입 방식	· 임의가입	· 임의가입(단, 홍수위험지역 주민 등의 경우 토지개발규제 및 보험의무가입)	· 임의 가입(단, 화재보험의 의무부대 특약으로 운영)	· 임의 가입(단, 화재보험의 의무부대 특약으로 운영)	· 임의가입(단, 화재보험의 자동부대 특약으로 운영)
보험료정부지원	· 영업보험료: 55~62% · (국민기초생활수급 자 소유의 주택: 86%)	· 지원 없음	· 지원없음	· 지원없음	· 지원없음
비고	· 손실보전준비금제 도를 통한 정부의 손실 보전	· 국가직영으로 손실보증(국가홍수 보험기금으로 별도 계정 관리) · 홍수보험과 연계하여 홍수터개발 조례, 지역안전도지수(C RS)등을 활용한 홍수예방 정책 시행	· 국영 재보험회사(CCR) 를 통한 국가재보험 제공	· 공영보험: 정부보증 · 민영보험: SIA(보험협회)보험 pool 에 의한 위험분산	· JER (일본지진 재보사 보험회사 공동출자)과 계약 관계를 통한 국가재보험 제공 (특별회계에 의한 기금운영)

- 2018년 4월 기준, 아시아 보험시장은 각국의 경제 성장세에 따라 보험료 규모도 지속적으로 증가하고 있음
- 중국은 수입보험료가 전년 대비 18.2% 증가하여 아시아 전체 보험시장의 성장을 견인하였으며, 인도 역시 17%의 높은 성장률을 기록함
- 베트남은 상반기 기준으로 손생보 모두 두자릿수 성장률을 기록하는 등 2017년 아시아 주요 국가들의 보험시장은 대체적으로 견조한 성장세를 보임
- 아시아에서 지난해 자연재해로 인한 손해액은 최근 10년 평균 손해액을 크게 하회하여 양호한 실적을 시현한 것으로 나타남
- 미국 허리케인 발생 등으로 글로벌 마켓의 하드화 전환에 따라 중국, 인도네시아, 대만, 한국 등 대부분의 국가에서 1.1일 특약갱신 시 요율 인상이 이루어짐(출처: Insurance world No.425, 2018년 4월호, KOREA RE)

- CRED and UNISDR(2015)의 자료에 따르면, 지난 1995년에서 2015년까지 10년간 발생한 기후 관련 자연재해를 추이를 보면 홍수가 전체 56%를 차지 그다음이 극심한 가뭄(25%), 폭풍우(16%) 순으로 나타남
- 한편, Swiss Re(2015)는 최근 10년간 자연재해로 인한 평균 경제적 손실액이 1,800억 달러로 이르고, IPCC(2014)가 기후변화 시나리오를 적용해 재해에 따른 향후 경제적 손실 규모를 추산한 결과 또한 그 손실액이 2,170억 달러까지 늘어나는 것으로 나타나는 등 앞으로 재해 발생에 따른 경제적 손실은 계속해 커질 것이라는 분석
- 보험공급자 측면에서 보험공급의 한계를 줄이기 위해서는 기후변화로 인해 발생할 기후 리스크를 평가하고 분석할 수 있는 모델 개발이 필요하며 특히, 기후변화에 따른 대재해 리스크를 평가해 주요 사업부문의 보험인수 한도액 결정과 출재기준 설정 등에 활용할 수 있는 기반 마련이 요구됨
- 영국에서는 보험협회와 기상청이 공동으로 풍수재리스크의 장래 변화를 예측하는 공동프로젝트를 실시하고 있고, 기후변화 영향 하에서 100년, 200년 재현 기간을 설정해 각각의 손해액과 연간 예상손실액을 분석하고 있음
- 일본 또한 보험회사가 개별적으로 나서 태풍 예측시스템을 개발해 활용하고 있는데, 구체적으로는 과거 태풍 발생데이터를 바탕으로 태풍의 특성을 통계적으로 모델화해 무작위 시뮬레이션을 통해 수백 년, 수천 년분의 가상 태풍이벤트 생성프로그램을 구축하고, 실제 과거 태풍 발생 시 입은 손실액을 대비시켜 향후 거대 태풍 발생 시에 예상되는 손실을 정량적으로 평가하고 있음(남상욱, 2017)

3. 시장현황 및 전망 시사점

- 기후변화로 관련 시장은 지속적으로 성장이 예상됨
 - 잦은 폭우와 그로인한 홍수 발생에 대응하기 위한 관련 산업의 성장이 예상됨
 - 방재산업으로 분류된 서비스업, 제조업, 건설업, 유통서비스업의 성장 예상
- 국외 시장의 경우 기후변화 적응, 회복성 관련 시장에 대한 통계가 구축되어 있으며, 관련 시장이 별도로 구분되며 활성화되어 있음
 - 국내 시장은 공공 중심의 보급사업 중심이나 국외시장은 기업의 자체 연구개발, 인증, 홍보, 보급 등의 시장이 체계적으로 구축되어 있음
- 제조업, 건설업 외 보험업관련 부분도 활성화
 - 잦은 홍수로 인해 자산 보호를 위한 금융 분야의 보험업계 시장 활성화
 - 국내 보험업은 국가주도의 공공보험중심으로 운영되고 있으나 국외의 경우 민간 보험산업이 활성화
 - 국외에서는 보험업 분야에서 적극적으로 재해대응 기술개발 프로젝트를 추진

제3절 국내외 기술동향 및 분석

1. 국내 기술동향 분석

가. 주택 침수 대비 차수판 설치

- 상시적인 주택 침수가 예상되는 지대 및 주택을 대상으로 침수방지 사업을 시행
- 노면수 월류 취약지점 물막이판 설치하는 것으로 주택출입구, 지하계단 입구, 반지하주택
- 배수구, 씽크대, 화장실 등 하수역류 취약주택 옥내역지변에 방지 시설을 설치
- 한편으로 배수불량 지역에 대해서는 수중모터펌프를 지급하여 침수방지대책을 수립함



그림 2-29. 차수판 설치의 예

- 차수판의 재료는 내식성이 강하고 수압에 견딜수 있어야 함. 따라서 일반적으로 두께 1.5mm 이상의 스테인레스판을 이용하여 설치함
- 차수판 이외에 부속설비로 사용하는 측면지주, 중간지주, 거치대, 바닥레일앵글 모두 내식성이 높은 sts304 재질 사용
- 차수판의 조작 방식은 자동감지식, 자동식, 긴급 수동식으로 구분할 수 있음
- 자동감지식은 수류센서에 의하여 방수조절판 작동방식, 자동식을 버튼에 의한 작동, 수동식은 정전 등을 대비하여 수동 레버에 의한 작동을 동시에 할 수 있도록 설계

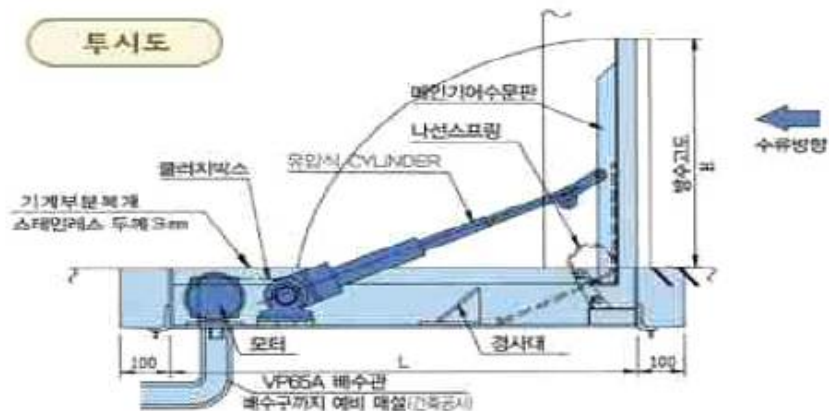


그림 2-30. 서울시 전동식 차수판 설치 도면

자료: 서울시, 저지대 지하주택 침수방지사업 추진계획, 2013

나. 건축물 구조체의 방수 설계

- 건축물 설계 및 시공 단계에서 방수대책을 수립하여 건축물 시공하도록 규정하고 있음. 건축물 구조체의 방수는 광의의 개념으로 구조체의 물에 대한 저항력 및 차수를 실시하는 것으로 침수 후 지속적인 사용과 관련이 있음
- 콘크리트 구조물은 설계에 따라 어느 정도 공극을 가지고 있으며, 침수시나 습기가 높을 경우, 곰팡이 발생 등의 원인이 될 수 있음. 특히, 환기가 원활하지 않은 지하구조물의 경우 수분이 흡수되지 않도록 최초 시공단계부터 구조물의 방수 시공 실시
- 방수 개념은 구조체 전체에 방수재를 포함하여 타설하는 방법과, 구조체 완성 후 표면에 방수 처리하여 수분을 차단하는 방법이 있음

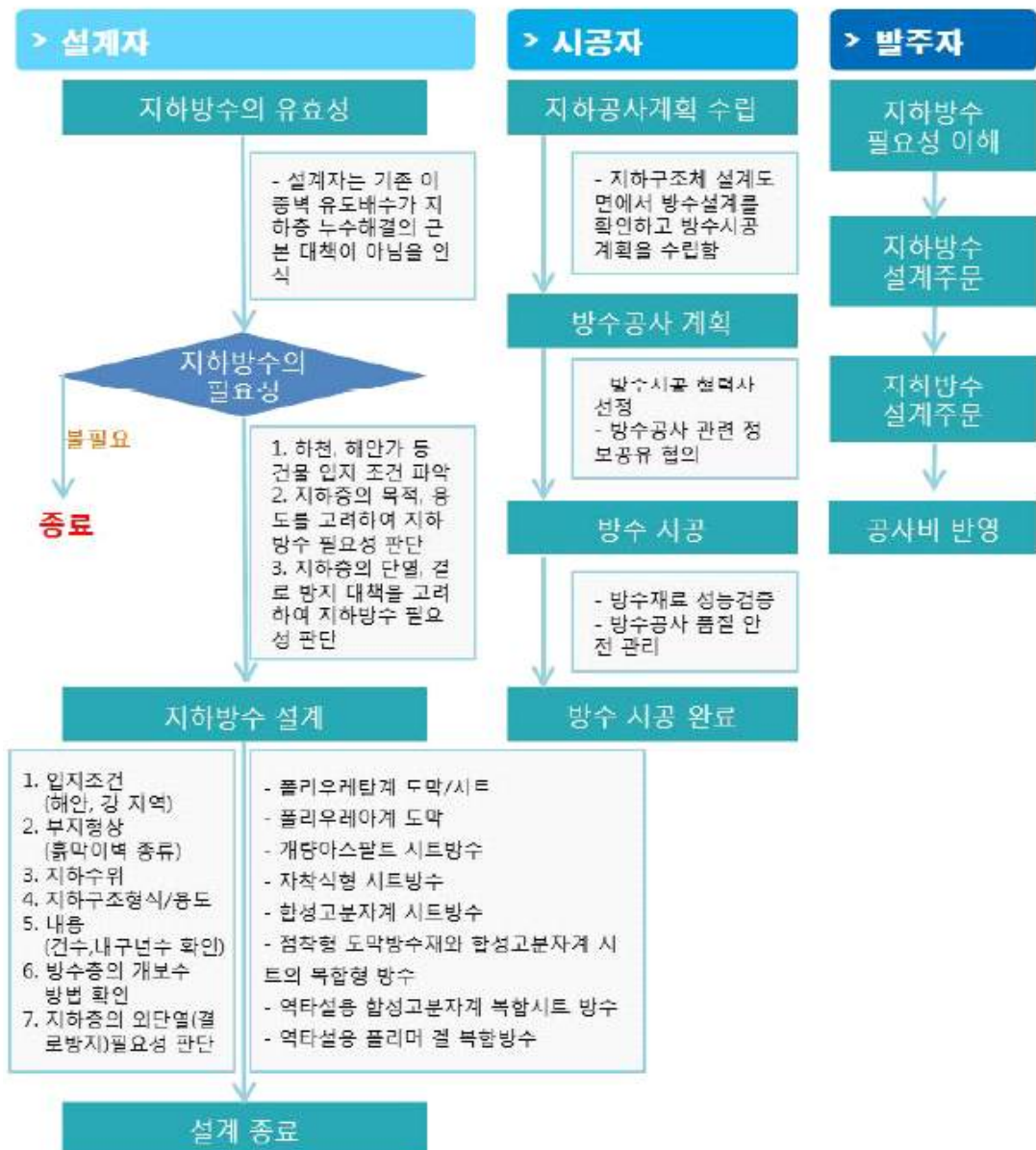


그림 2-31. 건축물 지하공간 방수설계 체계도

자료: 국토교통부, 공동주택 지하구조물 누수 예방을 위한 방수설계 가이드라인, 2016

다. 수장(내장)재료의 내수성 강화

- 건축물 시설물의 구조체에 대부분 별도의 마감을 실시함. 이러한 마감의 방법으로 가장 일반적인 사항은 도장이며, 모르타르 마감, 건식벽체 마감 등이 있음
- 도장이나 모르타르 마감 공법의 경우 구조체와 일체화한 방법이며, 일종의 광의의 방수재료로 구분할 수 있음
- 최근 지하층 습기에 의한 곰팡이 발생을 억제하기 위하여 항균성을 가진 도장 재료 및 모르타르의 사용이 증가하고 있음



그림 2-32. 항균도료/모르타르 및 이를 이용한 지하층의 시공

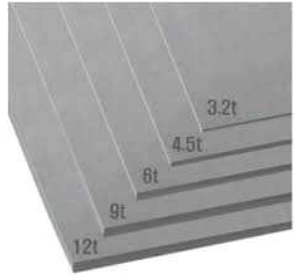
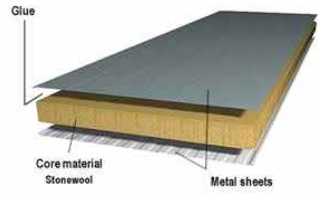
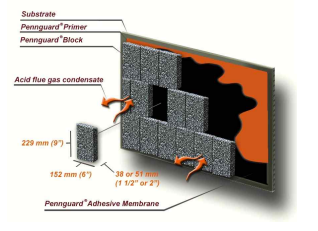
- 일반적으로 사용하는 건식 실내 마감재료는 수분에 대한 저항력이 약하며, 따라서 침수후, 또는 습도가 지속적으로 높을 경우 물리적 성능이 하락하고 곰팡이 발생 비율 높음

표 2-31. 현재 사용 중인 지하구조물 내장 마감 적용 건축자재의 장단점

건축자재		장점	단점
현재 사용 주로 사용중인 건축 내장재	석고보드	- 현장 가공성 우수(손칼 절단 가능) - 내화성 우수 - 경제성 우수	- 내수성 취약 - 실내공기 취약(라돈 발생) - 낮은 굽힘강도
	MDF	- 다양한 형태의 가공 - 높은 휨강성 - 다양한 밀도(중밀도판, 고밀도 판) - 다양한 두께 생산	- 실내공기(포름알데히드) - 내수성 취약 - 상대적 고가
	합판	- 다양한 두께 - 현장 가공 우수 - 저렴한 가격	- 실내공기(포름알데히드) - 내수성 취약

- 도료와 모르타르 마감 이외에 내장재료 가장 많이 사용하는 건축 마감 자재는 석고보드, 합판 등이 있음
- 이러한 건축자재는 내수성이 좋지 않으나 최근 수분이 많은 부위 적용이 가능한 제품이 개발 되고 사용이 증가하고 있음
- 고밀도 무기질 패널, 방수석고보드, 내식성 향상 철판마감재 등 다양한 제품이 적용되고 있음

표 2-32. 리질리언스 고려한 건축 내장재의 장단점

건축자재	장점	단점	제품사진
적용 가능한 건축 내장재료	합성수지계 - 경량성 우수 - 내수성 우수하여 침수 후 재사용	- 난연성 취약 - 화재시 유독가스 발생 - 기온 변화에 따른 변형	
	섬유보강 무기질 보드계 - 높은 휨강성 - 내수성 및 내구성 우수 - 불연성 및 실내공기오염 물질 방사 없음 - 낮은 가격 - 다양한 제품(판재형, 중공형, 블록형 등)	- 현장 가공 상대적으로 어려움(전동 공구 사용) - 석고보드나 MDF와 비교시 못 사용등에서 상대적으로 취약	
	금속계 (샌드위치 패널) - 단열성능 복합적으로 확보 - 현장 시공성 용이	- 부식 발생 - 고가(표면 코팅의 문제 등) - 내부 심재에 따라 실내공기 또는 내화성 문제발생	
	세라믹계 (실리케이트 블록) - 다공성 제품으로 조습성 확보 - 내수성 우수(유리질 결정체) - 현장 가공성 용이	- 500×500mm 이상의 제품 물리적 성능 취약(휨강성 등) - 고가	
	타일류 - 내수성 우수 - 청소 및 유지관리 용이	- 시공비용 상승 - 타일간 메지를 통하여 수분 흡수 - 고가	
	석재류 (인조대리석 포함) - 내수성 우수(장기간 침수시 수분 흡수) - 청소 및 유지관리 용이	- 시공비용 증가 - 고가	

라. 건축물 지하시설 건축재료의 교체용이성

- 구조체 이외의 건축물 구성을 위한 내외장 재료 시공에 있어서 습식공법에서 건식공법 전환을 통한 향후 건축자재의 교체용이성 확보
- 습식구조물을 건식구조물로 전환 할 경우 인필 또는 리필 용이성 등으로 인하여 건축물의 수명 연장이 가능

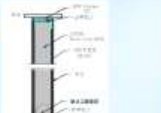
가변성	구조방식	기동식 구조				
	내장벽체	건식벽량 90% 이상				
		부품화				
	화장실 배관	당해층 배관				
	층고	층고 3,100				
	이중시스템	이중바닥				
	화장실, 부엌	이동가능				
	외벽	공업화, 교체가능				
유지 보수 관리 (전용)	설비	공용/전용부 독립성				
	배관수선교체	용이한 설계				
	배관시공	구조체 매설 금지				
	온돌	건식화				
	분할사용가능성	공간계획, 설비계획				
유지 보수 관리 (공용)	공용배관배치	공용입상배관 공용배치				
	점검구	전층 설치, W600 x H1500, 배관간 상호간섭 배제				
	배관구조	조립가능한 배관구조				
	미래수요증가, 분리고려	메인공용 Pipe Shaft 면적 20% 여유 확보				
		메인Shaft 별도 1개이상				

그림 2-33. 내장재 교체에 의한 건축물의 장수명 구현

- 지하시설물 중 이중벽 구조의 경우 기존의 습식 공법에서 건식공법으로 전환하여 부분적인 보수가 용이한 시공이 이루어지고 있음
 - 지하 이중벽의 재료가 기존 습식 벽돌 조적에 의한 시공이 이루어져 왔으나 무기질 패널 구조의 조립식 구조로 전환이 이루어짐
 - 무기질 패널의 흡수율이 6% 미만으로 흡수율이 20% 이상인 조적조에 비하여 내수성이 우수한 특성을 가지고 있음

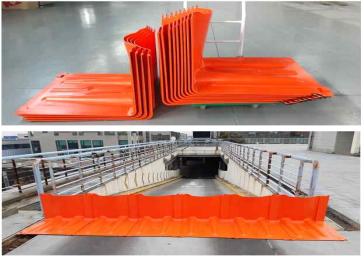


그림 2-34. 습식지하이중벽과 교체형 건식 지하이중벽

마. 소결

- 폭우에 의한 침수대비 차수판의 설치가 증가하고 있음. 지자체 조례로 사용 설치 시방이 규정되어 있고, 부분적 비용 지원
- 차수판의 구성은 센서에 의한 작동, 간접 전동작동, 비상시를 대비한 수동 작동 방식으로 사용. 사용되는 재료는 내식성 재료를 사용.
- 침수 후 건축물의 성능 확보를 위하여 구조체의 방수 또는 발수 처리 기술 적용
- 내수성이 우수한 건식 보드 활용 증가

표 2-33. 침수 대응 건축물 적용 기술 현황

구분	적용 기술	주요 구성	구성
직접 방재	· 차수판	· 침수반응 유입부 자동 차단 · 내식성 재료 사용 · 비철금속 이외에 내구성 향상 수지계 차단재료 개발	
간접 방재	· 유수지 확대	· 폭우대비 비상 저류 시설 · 개방형(망원유수지) 또는 콘크리트 저류시설(목동 유수지)	
시설물 내수성 강화	· 구조체의 방수 및 발수 처리 강화	· 콘크리트 생산 단계 방수재 혼입(영구적 처리) · 구조체 형성 후 표면 발수 처리(한시적 처리)	
	· 내수성 강화 건식 내장재료 활용 증대	· 고밀도 무기질계 지하 이중벽 · 방수 석고보드 활용	

2. 국외 기술현황 및 전망

가. 유럽 현황

- 독일, 네덜란드 등 유럽국가에서는 건축물의 침수예방 및 리질리언스 성능을 강화하기 위해서 사전에 침수위험지역 및 재해취약성 분석을 시행하고 그 결과를 바탕으로 적정 기술을 도입하는 체계를 수립함
- 도시 및 지역 차원에서 홍수위험지역과 침수예상 건축물을 파악하고, 해당 건축물의 침수위를 분석함으로써, 예상침수위에 적절한 기술을 적용할 수 있음
- 기술 적용시에는 EU의 SMARTeST에 의한 기술목록을 활용하여 대안을 수립할 수 있음

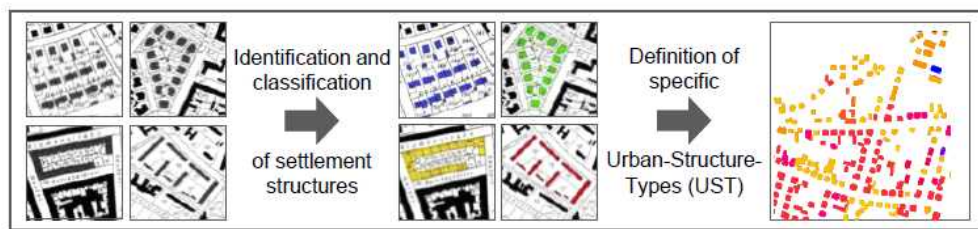


그림 2-35 건축물과 도시구조 추출과정

자료: Naumann et al., 2011

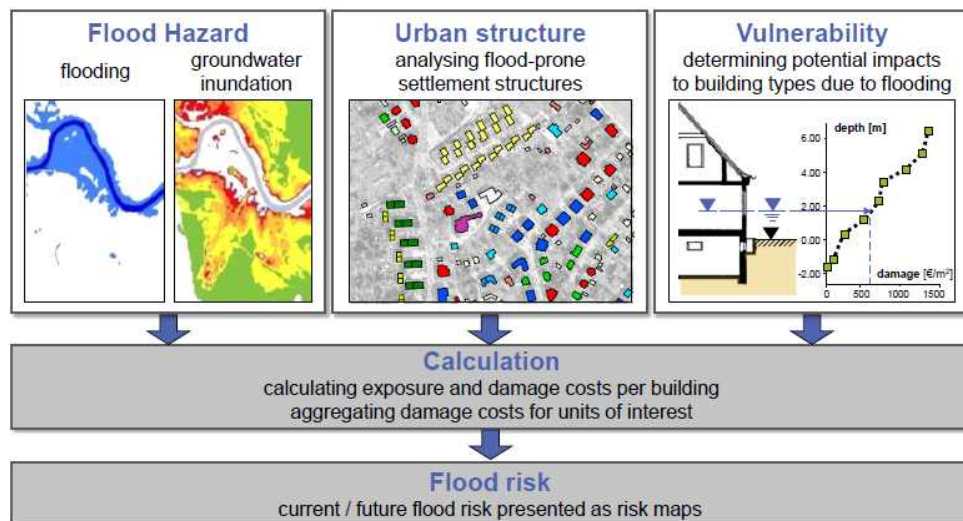


그림 2-36. 홍수부문 재해취약성 모델 HOWAD의 프레임워크

자료: Naumann et al., 2011

- EU지원으로 홍수관련 제조업체, 보험, 엔지니어 등과 파트너십을 체결하여 SMARTeST 기술을 개발하고 실증을 진행 중
- Smarter Resilience, Tools, Technologies and Systems(SMARTeST)는 EU에서 연구비를 지원한 환경기술분야의 FP7 프로그램으로 EU의 7개국이 참여하였음



그림 2-37. EU SMARTeST

- SMARTeST 기술을 기반으로 'Road to Market'을 주제로 리질리언스 기술을 목록화하고 침수취약지역 대상 컨설팅 활용
 - 'Property Flood Resilience'로 불리는 기존 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 및 상용화

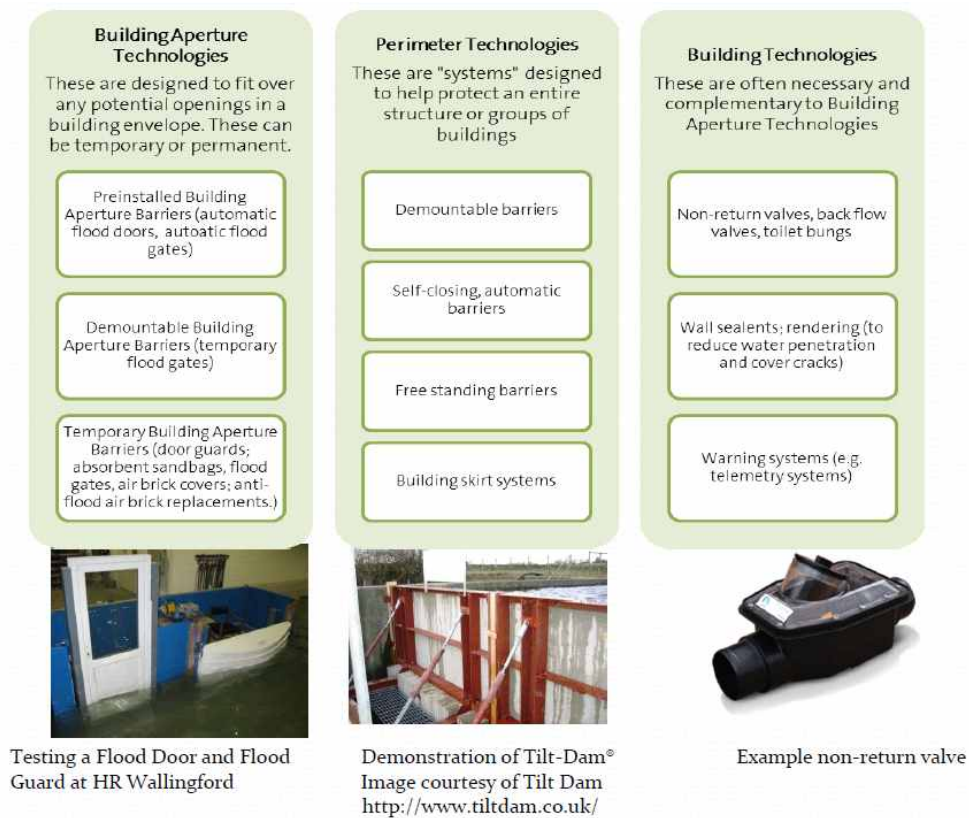


그림 2-38. FR Innovation Technologies

자료: SMARTeST 발표슬라이드 자료(BRE 제공)

- The Six Steps to Flood Resilience는 Six Step은 리질리언스 향상을 위한 6가지 단계에 대한 체크리스트와 점검방법에 대한 것으로 전문가와 지방정부 버전과 개인 건물 소유자를 대상으로 한 버전의 두 가지로 개발되었으며 기본적으로 다음의 단계별 체크리스트에 의하여 진행

표 2-34. The Six Steps to Flood Resilience Check List

단계	체크리스트
Step 1 위험의 이해	홍수발생이력, 홍수발생의 명백한 위험, 홍수시 대처방안에 대해서 인지하고 있는지 여부 등
Step 2 전략 수립	홍수 리질리언스 기술의 설치에 대한 주변인들의 인식
Step 3 자산조사	홍수위험지역 내에 입지하는 건축물에 대한 조사
Step 4 설계와 명세	홍수 대응을 위한 시설설치를 위한 설계와 내역
Step 5 설치	시설 설치 또는 건물 보완
Step 6 운영 및 관리	홍수 이후 유지관리

- 건축물의 홍수성능에 대해서는 구조, 재료, 오염의 영향 등으로 구분하여 세부 내용을 영국의 실정에 맞게 설명하고 있는데, 영국의 실정이라 함은 목구조가 많은 주택, 벽돌의 사용, 바닥 난방이 없는 구조 등으로 인한 설계상의 차이를 의미

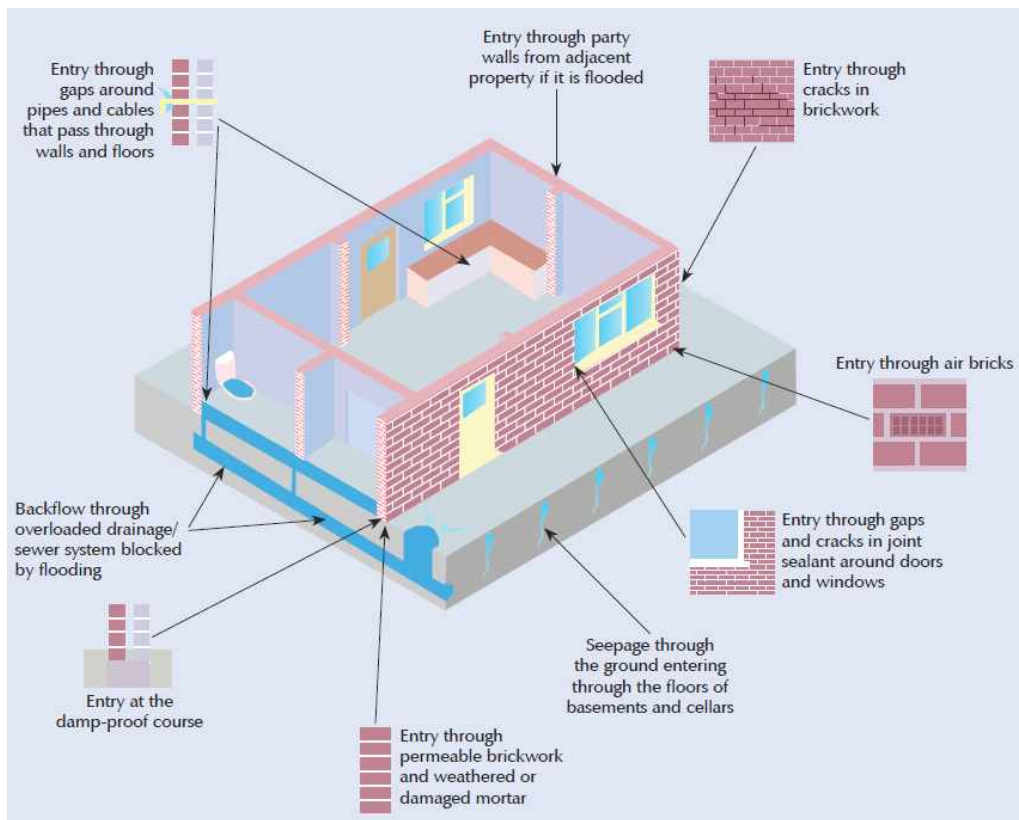


그림 2-39. 건물로 물이 유입되는 경로

자료: Garvin, S. (2012) *Flood-Resilient Building*, Part 1: Legislation, planning, flood-risk assessment and performance of buildings, 978-1-84806-242-9, BRE.

- (The award winning LiFE project)영국 환경식품농무부의 'Making Space for Waterinitiative'의 연구비 지원으로 수행한 과제로 홍수위험지역의 지속가능한 개발을 위한 세 가지 대안적 설계방법론을 제시
- 친수공간을 조성하고자 하는 목적으로 Defra가 지원하는 수상프로젝트로, 홍수위험지역에서 지속가능한 개발을 위한 다음의 3가지 다른 설계방식을 개발하는 데 관련

- living with water: 환경변화에 적응하기 위한 유연한 설계를 포함
- making space for water: 강, 바다 주변을 설계할 때 안전하게 확장
- achieving zero carbon: 조력과 같은 재생에너지원의 활용이 담보
- LiFE의 핵심은 홍수를 완벽히 방재할 수 없으니 물과 함께 생활하는 공간 조성임

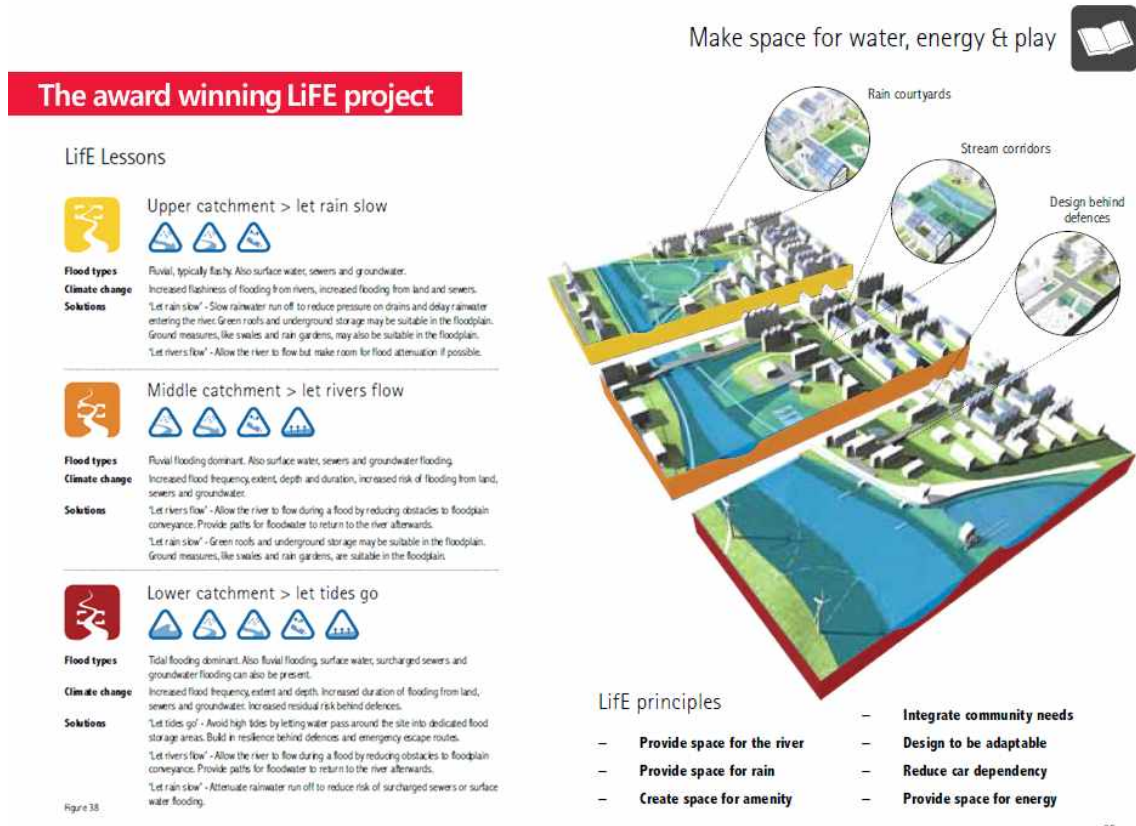


그림 2-40. 상중하류 유역별 홍수관리 접근방식
 자료: Baca Architects and BRE(2009) The LiFE Project, BRE.

나. 국외 홍수 리질리언스 기술사례 조사결과

1) 홍수위험평가 Flood Risk Assessments

- RAB 은 영국 Resilience and Flood Risk 분야 컨설팅 업체로 홍수위험평가, 홍수위험관리, 홍수비상계획, 배수설계 및 비즈니스 컨설팅, 건축물 단위의 리질리언스 및 홍수위험관련 교육 프로그램 운영하고 있음
- 홍수위험평가는 현장방문, 환경청 홍수위험등급, 국가정책프레임워크에 따른 홍수위험평가보고서, 순차시험 및 예외시험 준비, 홍수위험완화조치 데스크 기반 평가로 이루어짐
- 개별 주택 소유주에 대한 설문조사 PLP (Property Level Protection)
 - 건물 내외부의 홍수 방어 구조적 설치 또는 운영과 비구조적 문제 관련 조사
 - 홍수위험, 침수 입항 지점 및 완화 조치, 우선 순위 및 권장사항 안내
 - 환경청 지침에 따라 개별 주택 소유자 보고서 작성
 - ABI 표준 보고서 발생 및 관련 민간 보험 가이드
- 지속가능주택기준 평가 CSH

- 탄소배출을 최소화하기 위한 혁신적 설계 및 자원 재활용 등을 통해 영국 정부가 설정한 ‘지속가능한 주택 기준 (The Code for Sustainable Homes)’임

2) 홍수위험관리 Flood Risk Managements

○ 홍수 자산 관리자 양성 (Flood asset Inspection)

- 영국의 홍수 및 수자원 관리법에 의해 지역 홍수 자산 등록시 필요한 LLFA(Lead Local Flood Authorities) 교육 프로그램을 제공
- 검사관은 지침에 따라 지역 자산을 등록할 수 있고 SuDS 기능을 포함 지역홍수 자산에 CAM 및 절차 등을 배우게 되며 임기는 5년

○ 홍수위험관리 정책 및 지침 (Planning policy and guidance)

- 홍수 관리 제품 제조업체/공급업체, 환경청, DEFRA, 영국보험협회, 영국 보험중개인 협회, 홍수방지협회 및 응급 계획 협회 등 지역 안전관리 및 개발 가이드를 작성하여 제공
- 홍수 및 수자원 관리법 카운슬링
- 홍수 위험관리당국 자산조사 및 홍수 자산등록
- 홍수 저항 및 탄력성 측정, 홍수 방어 제품의 사용, 비용, 장단점 등 관련 지침 마련

3) 재난재해 위기관련 전문가 교육

- 재난 재해 발생시 비상 상황에 대비하기 위해 분야별 전문가 트레이닝 프로그램 마련
- 개별 건축물 소유주에게 홍수 리질리언스 가이드 제공
- Homeowners Guide to Flood Resilience

The image displays the website of RAB Consultants Ltd., a company specializing in resilience and flood risk consultancy. The website is divided into several sections:

- RAB TRAINING COURSES:** Offers a number of training courses aimed at building individual and corporate capability in resilience and flood risk activities. Courses include:
 - FLOOD ASSET VISUAL INSPECTION ACCREDITATION
 - INTRODUCTION TO TACTICAL CO-ORDINATING GROUPS (TCG)
 - REST CENTRE MANAGEMENT
 - INCIDENT LOGGING PRINCIPLES AND PRACTICE
 - TACTICAL INCIDENT MANAGER
 - FLOOD DUTY OFFICER
 - INTRODUCTION TO STRUCTURED EXERCISING
- RESILIENCE:** Focuses on emergency planning, incident management, business continuity, and resilience consultancy. It includes a section on 'An expert resilience and flood risk consultancy committed to providing excellent customer service.' with a polar bear illustration.
- FLOOD RISK:** Includes sections on flood risk management, flood risk assessments, and sustainable drainage design. It also features a 'PROPERTY LEVEL FLOOD PROTECTION SURVEYS' section.

At the bottom, there are logos for various accreditation bodies: Constructionline, FPA, CMAA, and others.

그림 2-41. 리질리언스 및 홍수위험 컨설팅 소개자료

4) 국가홍수포럼 (National Flood Forum <https://nationalfloodforum.org.uk/>)

- 국가홍수포럼은 홍수위험에 처한 개인 또는 공동체 등을 지원하는 단체로 2002년 영국에서 설립됨
- 홍수 발생전, 홍수 발생, 홍수 발생후로 나누어 가이드라인을 제공하고 있음
- 시민들이 안전하게 홍수발생에 대처할 수 있도록 제시 하고 있으며 감전방지나 어린이, 노약자 등 취약자 들의 건강관련 가이드라인도 제시되어 있음

- 리질리언스 홍수제품과 보험을 구분하여 안내하고 있는 것이 특징임



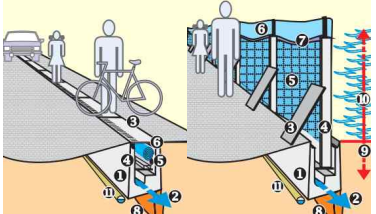
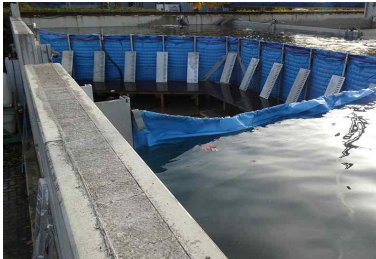
그림 2-42. 국가홍수포럼의 가이드라인 책자 일부 발췌

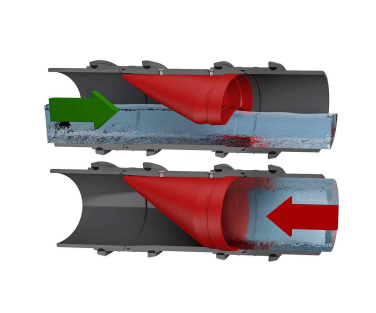
5) 홍수방어제품

- 아쿠오백스는 홍수 리질리언트 솔루션 전문회사로 관련 서비스, 제품생산, 연구 등의 전문분야를 가짐
- 홍수 제품은 저항성을 지닌 제품(resistant flood protection products)과 리질리언트홍수대책(resilient flood solutions)으로 크게 나뉘며 현장테스트와 제품인증을 통해 안전성 및 활용도를 높임
- 주거지용, 상업용, 모바일용으로 제품을 세분화하고 있으며 우리나라와 마찬가지로 홍수방어 개념의 차수판, 차수문, 차수방지벽, 역류방지밸브 등이 있음
- 복구 개념의 제품으로는 단시간 건조되는 자재, 벽돌 등이 있음

표 2-35. Aquobex사의 홍수방어제품

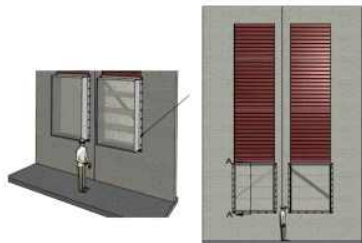
제품	설명	제품사진
Heritage Floodguard	- 홍수위험수준 임계값에 맞춰진 탈착식 홍수방어벽으로 커스터마이징 가능하며 영국 Kitemark 공인된 제품임 - 예시 사이즈 폭 930mm ~ 1240mm, 높이 600mm	
Level Threshold Flood Safety Door	- 홍수위험수준 임계값에 맞춰진 방수문 - 원목, uPVC, 메탈도어 등 적용 가능함	특허출원중
Floodguards	- 탈착식 홍수방어용 가벽 - 영국의 3,000여개 이상의 건물에 설치되어 있음 - 플라스틱 또는 GRP(대형 모델용)은 가볍기 때문에 모든 사용자가 쉽게 사용가능 - 배리어는 600mm 또는 900mm의 표준 높이와 930mm에서 2765mm의 너비로 제공	 
PVCu Flood Safety Door	- 차세대 홍수방지문으로 사람의 개입이 필요치 않음 - 내부로 물이 들어오는 것을 막고 외부 홍수에 따른 수압에도 문이 열릴 수 있도록 설계되어 있음 - BSI Kitemark 공인 제품	
Floodguards Meter Box Cover	- 전기계량기, 케이블 출구 등의 홍수방지상자 - 홍수방어장벽과 동일 개념의 제품	

제품	설명	제품사진
Floodgate	• 네오플렌소재의 홍수방어문으로 680mm 높이에 사용 가능하며, 단일 패널 장벽은 660mm~1700mm 사이의 너비로 사용 가능함 • 최대 3개의 패널을 사용할수 있음	
Floodtite	• 홍수방어문으로 경량구조의 프레임이며 6개의 핸들을 사용하여 사용 가능하며 영구적 방수기능과, 보호기능을 포함하고 있는 제품임 • 600mm 높이, 840mm~1500mm 너비의 패널을 사용	
Aluminium Slot-in Barrier	• 슬롯인배리어는 다양한 모듈로 높이조절이 가능한 홍수방지장치로 출입구, 창문, 보행자 전용 통로 등 적용가능함 • 높이는 2.4m, 너비 6m 이며 도난 방지가능한 프레스 도구가 포함된 제품임	 
Aquaburg	• 배수시스템이 갖춰진 곳에 설치하는 홍수방지벽 • 본 제품은 지역 배수시스템과 연결하고 덮개를 설치, 강도를 높이기 위해 아연 도금하고 강철로 메싱 작업 후 PVC 코팅 직물을 설치, 로프로 연결된 수직 기둥을 세워 세우면 순차적으로 올라가는 제품	 
Aquafragma	• 자동모듈식 홍수방지벽으로 도로 등에서 설치하는 제품	

제품	설명	제품사진
Internal Tanking	건물 내부 우수저장고	
Closed Cell Insulation	- Technitherm®은 BRE 홍수 탄력성 시험을 통과한 홍수방어벽돌 - 홍수가 벽으로 침수할 수 없도록 하고 있으며 우수한 단열기술로 에너지 효율이 높음	
Wall	- 나노셀코팅기법과 같이 방수처리한 홍수방어벽돌 - 친환경 코팅 기법을 사용하여 홍수 발생시 최소한의 수분 손상을 가져옴	
Non-Return Valves	역류방지밸브	
Flusher	역류 방지 밸브 (NRV)와 결합 된 플러셔 (flusher)로 하수구 막힘을 방지하고 FOG (지방, 오일 및 그리스)를 쌓아 올리는 간단한 방수 시스템을 사용	

제품	설명	제품사진
Resilient Flood Proof Kitchens	- 리질리언트 홍수 방수 주방 - 방수제품을 활용한 주방 패키지화 - 디자인 등을 소비자가 직접 선택	
Dragonboard	- 드레곤보드는 건물 내외부 벽, 바닥, 천장, 계단, 창틀, 난간 등 용도로 사용가능한 일정 두께의 보드 - 화강암기반으로 물을 거의 흡수하지 않으며 빠른 시간 내에 건조되는 것이 특징임	
Pumps and Sumps	물 펌프	
Pivot Barrier	- 홍수범람예측지역에 영구적으로 설치하여 사용하는 플래시 차수판 - 저수준 범람이나 공장과 같은 지역에 적합	
Drop-Down Barrier	- 상하차수판으로 폭넓은 주차장 입구에 적합 - 차수판을 사용하지 않을 때는 상단부로 올려 감추어짐	
Swing Gate	50년 설계수명을 지닌 차수판으로 홍수발생시 필요한 위치에 고정할 수 있으며 반영구적으로 설치 가능 - 경량 알루미늄으로 제작되어 가볍고 조작이 쉬움	
Glass Barriers	강화 유리를 이용한 차수장벽으로 눈에 잘 띄지 않는 것이 특징이며 영구적인 방수솔루션임	

제품	설명	제품사진
Accredit Roller Shutter Door	롤러셔터형태의 차수문	
Spring Dam	- 수동회전식 홍수방어시스템으로 휴면상태일때는 도로, 등가물 일부로 형성되어 있다가 홍수발생시 차수장벽으로 변함 - 크기와 무게에 따라 길이가 다르나 일반적으로 3m 정도	
Rapidam	- 독립형 홍수방어장벽으로 철도 및 고속도로 등 중요 인프라에 적용 - 유연한 멤브레인 구조이며, DEFRA 분류에 따라 구성 - 이동가능하며 유닛별로 보관가능 4명의 요원, 40분 이내 설치 가능 - 이 장치는 길이 2m ~ 200m, 높이 0.5m ~ 1.5m의 단일 장치 (스탠드 형 고정 장치) 또는 팁 포워드 (평면 위치 고정 장치) 형식으로 제공 - HR Wallingford UK (2001-2002)의 독립적 인 테스트를 통과 - BSI Kitemark PAS1188 : 2-2003 준수하며 PAS1188 : 4-2009 이관	 
Rapidam Rigid (Aka K-50 Barrier)	- 최대 1100mm높이의 탈부착식 금속 홍수방어장벽임 - 평탄하지 않는 지면에서도 사용가능 - 견고하고 안정된 디자인으로 되어 있으며 별도의 시트 멤브레인이 필요하지 않음 - 타 제품보다 제품 사용 장기간 사용가능	 
Eco-Dam	- 임시적이고 재활용 가능한 홍수 방어 장치로 고강도 PVC 코팅 폴리에스테르로 제조됨 - 수로 및 하천 등의 재건용으로 매우 적합함 - 튜브에 물을 채워 사용하므로 물이 빠지고 나면 자연스럽게 수축됨	

제품	설명	제품사진
ReadyAquawall	우리나라의 옹벽의 개념에 우수의 저장소로 이용할 수 있는 홍수방지벽	
Floodbreak - Louvered Vent Panel	홍수에 취약한 팬설비, 통풍구 및 창 개구부, 지면 위/아래의 방해물 최소화하면서 영구적이고 수동적인 방지 패널임	

다. 홍수 리질리언스 기술적용 사례

- Flood Resilient House로 불리는 실증건물에 대한 설계연구를 통해 관련 건축 가이드라인을 도출
- Resilient House에 적용되는 기술들은 영국 내 노후 건축물을 정비(refurbishing)시 적용 가능한 내용으로 구성하여 컨설팅에 적극 활용 중

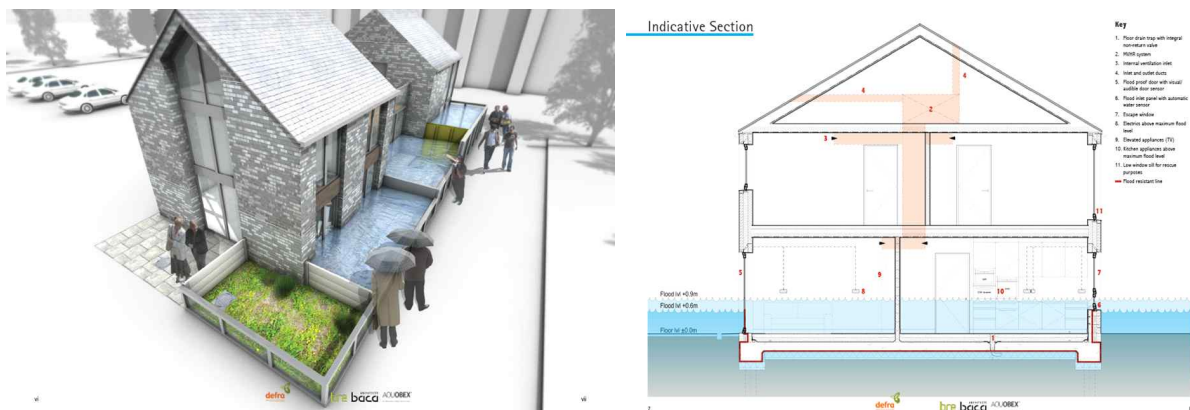


그림 2-43. Flood Resilient House 조감도(좌)와 단면도(우)

자료: Garvin et al, 2014

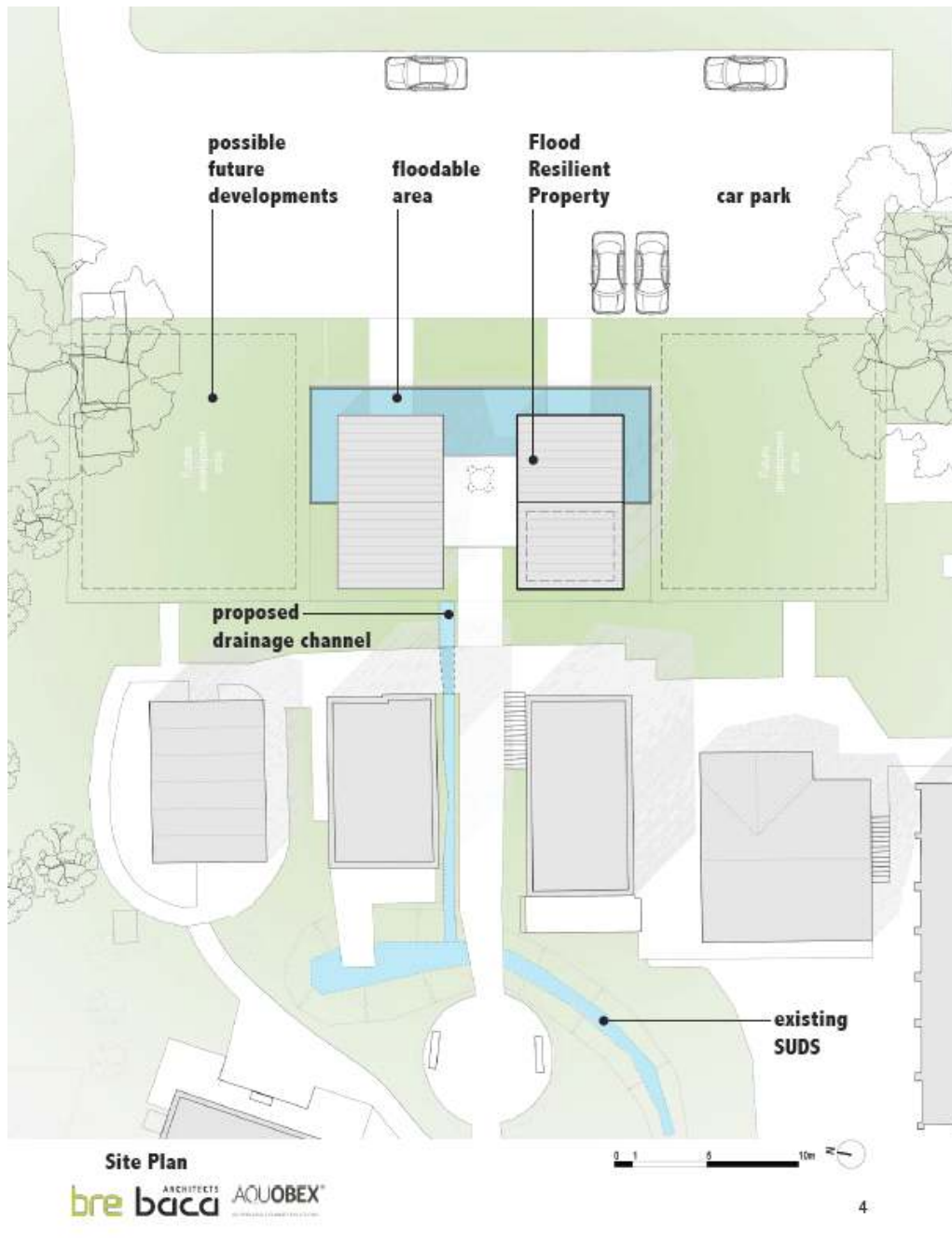


그림 2-44. Resilient House 입지

자료: Garvin, S., Hunter, K., BRE; Barker, R. and Pellizzon, R., BACA Architects; Alexander, J. and George, G. (2014) Flood Resilient Property, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.

○ 평면설계

- 건축되는 주택은 전형적인 3베드 5인 가족을 위한 테라스 하우스 형태이고 부엌, 식당, 거실은 1층부에 화장실과 함께 위치하고 침실은 위층에 설계
- 침수를 가정하고 건축을 한 사례로 1층은 침수시에도 복구가 비교적 쉬운 용도를 배치하고 위층에 수면공간을 설계

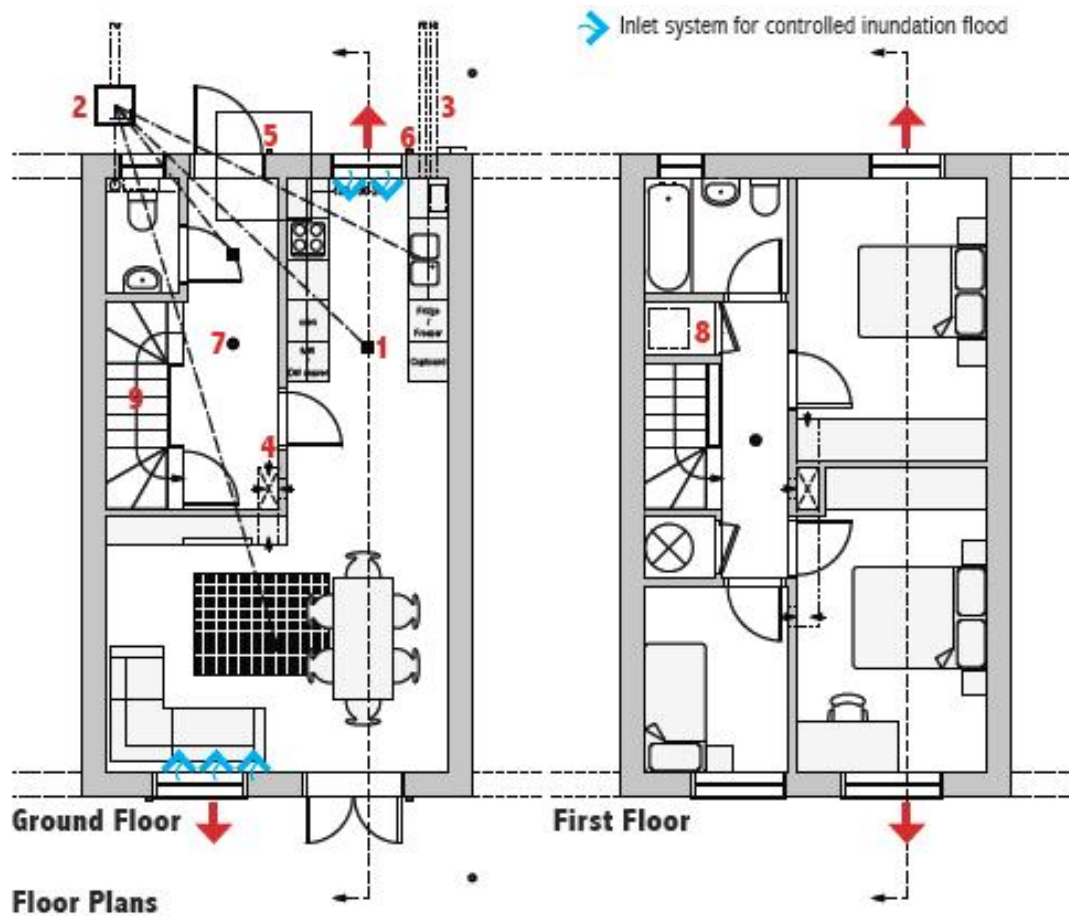


그림 2-45. 평면설계

자료: Garvin, S., Hunter, K., BRE; Barker, R. and Pellizzon, R., BACA Architects; Alexander, J. and George, G. (2014) *Flood Resilient Property*, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.

○ 건축물 단면

- 단면부를 통해 침수위를 기준으로 단계별로 방수처리와 내부로 물이 유입되었을 경우의 대안을 파악할 수 있다.
- (역류를 방지하기 위한 홍수 배관, MVHR 시스템, 내부 환기유입구, 유출입 덕트, 침수 방지 문과 가시/가청 센서, 내부 자동 판넬과 센서, 탈출 창문, 최대 침수위 상단에 전기배선, 전자 제품을 상부에 위치, 부엌 용품도 상부에 위치, 구조 목적은 낮은 창문마감 등을 검토하여 리질리언스 대안을 파악할 수 있다.)

Indicative Section

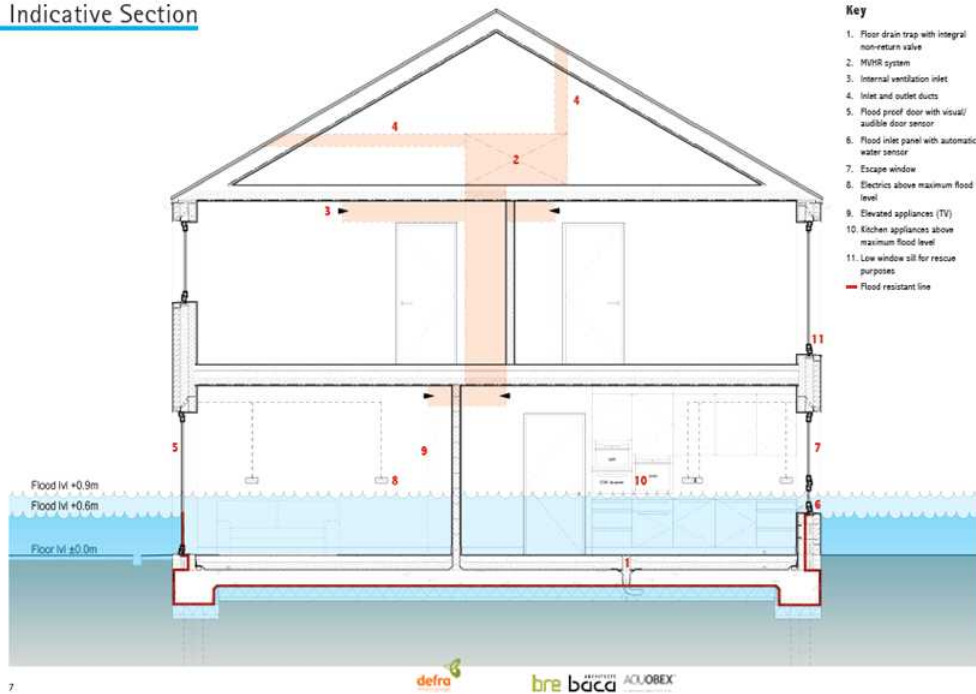


그림 2-46. Flood Resilient House 단면도

자료: Garvin, S., Hunter, K., BRE; Barker, R. and Pellizzon, R., BACA Architects; Alexander, J. and George, G. (2014) *Flood Resilient Property*, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.

- Resilient House의 요소인 기초, 벽체, 이음부 등의 세부 기술에 대해서도 이미 개발하여 적용 중에 있다. 세부 요소기술의 내용에서는 빔과 파일 방식의 기초를 다지는 방식에 대해서 설명하고 구조체간 연결 이음새 처리 방식과 세부형상에 대한 도면과 시공과정을 설명하는 사진 자료 제공

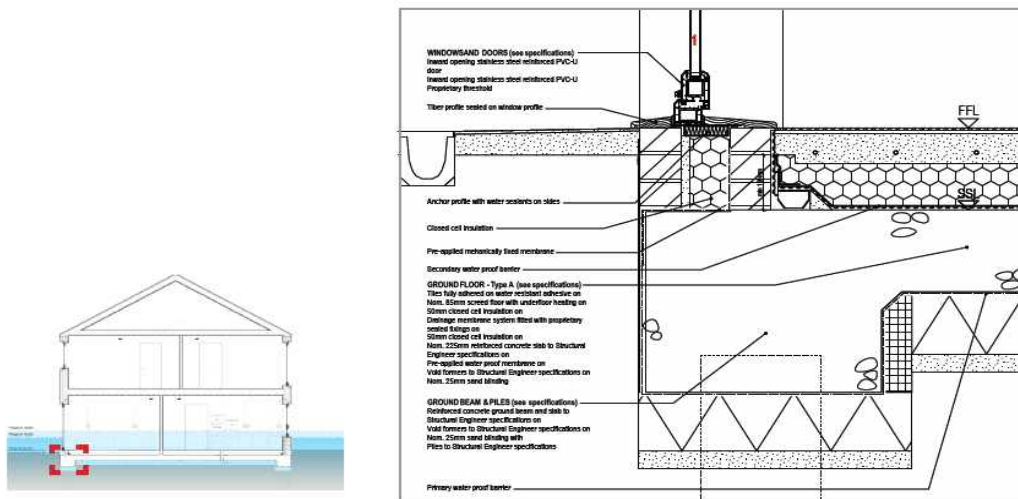


그림 2-47. 이음새부분 상세도

자료: Garvin, S., Hunter, K., BRE; Barker, R. and Pellizzon, R., BACA Architects; Alexander, J. and George, G. (2014) *Flood Resilient Property*, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.

3. 국내외 기술수준 및 기술 격차

가. 전반적 기술격차 비교

- 2015년 국토교통기술수준분석에 따르면 도시 분야 중 소분류 단위인 도시재난·재해 대응에서 미국, 독일의 기술 수준은 성숙기에 위치해 있는 반면, 우리나라는 기술격차가 약 8년 정도 차이가 나는 성장기에 위치함
- 관련 기술동향 분석결과를 토대로 성숙기에 도달한 우수 국외 기술에 대한 벤치마킹을 통한 국내 기술수준 향상이 필요함을 알 수 있음
- 특히 도시 재생기술과 재난 재해 대응 기술을 포함한 수준분석 대상 전 도시기술이 격차를 보이고 있음

표 2-36. 도시재난·재해대응 기술수준 및 기술 격차

구분		한국		일본		미국		중국		독일		프랑스		영국	
		기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차
도시 재난 재해 대응	'13	59.9	8.1	100	0	91.2	1.6	47.1	12.8	91.1	1.6	86.7	2.4	89.3	1.9
	'14	61.9	7.9	100	0	96.4	1.1	42.4	12.3	92	1.9	83.5	2.7	89.3	2.5

자료: 국토교통과학기술진흥원(2015)

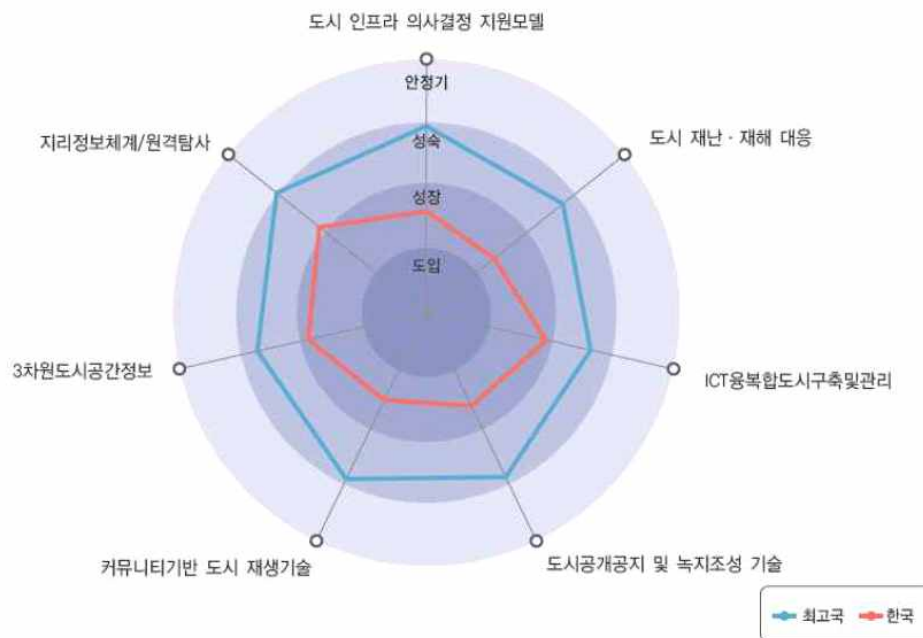


그림 2-50. 도시분야 소분류별 기술발전단계

자료: 국토교통과학기술진흥원, 2015

나. 건축물 홍수 리질리언스 기술개발 현황 비교

- 건축물 홍수 리질리언스와 관련하여 국내외 기술을 비교하여 연구필요분야를 도출
- 기술구분은 선행연구와 기술조사결과를 바탕으로 평가, 차수, 배관, 재료, 배선, 설계로 구분하였음
- 기술구분별 국내기술이 존재하나 기술유형이 다양하지 않으며, 사업화도 미흡한 상황임
- 차수판의 경우, 상용제품으로 판매된 사례보다는 공공에서 일괄 구입하여 보급하는 상황으로 기술수준에 있어서 국외와 차이가 발생됨

표 2-37. 건축물 홍수 리질리언스 기술 수준 비교

기술구분	국내기술	국외기술	개발필요
평가	재해취약성분석 제도가 시행되고 있으나 건축물 대상 취약성 개선 방안과 연계되지 못함	홍시위험지역과 침수예상 건축물을 파악, 침수예상 건축물에 적합한 기술 적용	- 건축물에 대한 취약성분석 필요 - 도시규모의 취약성분석과 평가 결과 이후 건축물단위에서의 대응방안 수립시 활용 필요 (침수위, 예상침수피해규모)
차수	- 금속재질의 무거운 차수판 개발 및 공공보급 중 - 차수문, 차수창호 등 다양한 차수제품에 대한 시장형성이 미흡하고 기술개발 전무	- 차수판, 차수문, 차수창, 전기계량기와 케이블 배관부의 침수방지장치 등 다양한 차수장비를 개발 - 네오플렌과 같은 경량 소재를 사용하여 이동과 설치가 용이 - 건축물 옥외에 구역단위의 홍수방지방벽 가설기술 개발	- 소재의 경량화, 설치용이성이 향상된 차수장비 개발 필요 - 국내에서는 공공에서 보급되고 있어 도시재생사업지구에도 보급 가능한 제품 개발 필요
배관	역류방지용 밸브가 개발되어 활용	- 역류방지밸브 작동방식 다양, 관련 특허보유 - 역류방지밸브를 비롯한 각종 배관인입부분부터 물 유입을 차단할 수 있는 기술 개발	국내 신규건축물 적용 배관기술과 기존건축물 보강을 위한 배관성능 향상 기술 구분하여 개발 필요
구조물	건물의 공원, 주차장 지하 우수저장고 구축	건물 내 우수저장고 구축 기술	건물단위 우수저류 및 활용기술 개발 필요
재료	조습성능 향상을 위한 패널 등이 개발되어 있으나, 벽지를 이용한 실내마감 등 홍수에 대응한 재료기술개발은 미흡	- 방수 처리한 홍수방어벽돌을 개발 - 물을 흡수하지 않고 단시간에 건조되는 내장재	외부 습기 흡수문제보다는 지하층과 침수층의 조습문제해결을 위한 기술 개발 필요
배선 내부집기	내부집기에 대한 별도의 기술 개발 내용이 없음	- 전기합선을 예방하기 위한 콘센트 위치의 변경, 전력차단기 보호캡 등의 제품 개발 - 부엌 내 싱크대, 가구, 내부의 장 등에 대한 침수대응성이 높은 제품과 기술적용	- 침수시 배선에 대한 부분은 고려가 필요함 - 내부집기는 고정된 설비를 중심으로 침수시 대응(피해 축소 및 복구성능 향상) 가능하도록 해야 함
설계	- 홍수에 대응한 개별요소(필로티, 향상에 대한 지침은 존재) - 홍수 리질리언트 빌딩 건축물에 대한 설계기준과 지침 부재 (실내배선, 배관, 바닥높이 등)	폭우(홍수)시 외부로부터 물의 유입을 막을 수 있고 침수이후에도 복구가 용이한 건축물 설계기준 제시	신축건축물에 적용할 수 있는 설계기술과 기존 건축물에 적용 가능한 기술로 구분하여 설계가이드라인 개발 필요

4. 기술수요조사

가. 기술수요조사 대상 선정

- 신규 기술을 발굴하고 최종 연구 성과물에 대한 수요를 파악하기 위해 기술수요조사를 실시하였음
- 기술수요는 예상되는 성과물이 활용될 수 있는 최종 수요처를 공공, 민간산업계(학계/민간/연구계)로 구분하고 총250명 대상자 목록을 선정, 설문을 실시하였으며 이중 완성도 있는 답변서 35개를 중심으로 결과를 도출하였음

표 2-38. 기술수요조사 대상

구분		기술수요조사 대상
공공	지자체	전국 도시, 건축 자연재해(폭우재해) 방재관련 업무 담당 공무원
민간	도시/건축	건설회사, 엔지니어링 업체, 건축사사무소 등
	업체	도시계획, 건축계획, 건축재료, 건축설계, 건축구조 등 방재관련 업체
	대학교	도시계획, 건축계획, 건축재료, 건축설계, 건축구조 등 방재관련 교수
	연구소	방재관련 국책연구원

나. 기술수요조사 대상별 조사방법

- 기술수요조사는 공공과 민간을 대상으로 관련 업무과정에 필요한 기능 및 활용방안, 도입·활용 의사 등에 대한 조사와 실무에 필요한 기술을 발굴하기 위한 조사로 수행함
- 기획연구 세부과제 도출을 위해 설문 대상은 자연재해(폭우재해) 관련 업무를 실제 담당하는 공무원과 기술적 분야의 전문성을 가진 실무자 또는 연구자에게 수요조사를 실시



그림 2-51. 기술수요조사서

○ 조사 및 분석방법

- 기술수요 조사는 2018년 3월 ~ 5월까지 총 3차에 걸쳐 진행되었으며 1차 조사결과 후 미응답자를 대상으로 2차, 3차에 걸쳐 기술수요를 수집하였음

다. 기술수요조사 결과

- 기술수요조사는 3차례에 걸쳐 설문지를 작성하는 방식으로 실시
- 총 32개 기술수요과제를 접수하였으며 기술요소에 대한 설명과 R&D 유형은 다음과 같음

표 2-39. 기술수요조사 결과

번호	과제명	기술요소 설명	R&D유형
1	건축물 침수방지 설계기준 제정	• 국내의 경우, 침수를 고려한 건축물 설계 기준이 미흡한 상태로 미국 ASCE에서와 같이 설계 및 건설, 침수하중 등에 대한 기준 마련이 필요 - 건축물 침수방지 설계기준 제정 - 침수하중 기준 제정	공법기법
2	압출성형시멘트 패널을 활용한 내구성과 재사용이 용이한 건식벽체 시스템 개발	• 기존 건식벽체(석고보드, 시멘트)는 수분 노출시 벽체로서의 역할이 저하(수분 취약, 방법성 및 내구성 저하, 재설치를 위한 새로운 자재 투입 필요)됨 • 홍수 등의 침수로 인해 기존 벽체 손상 미 유실시 복원이 어려운 점을 보완하여 침수시 재시공이 편리하며 빠른 복원이 가능한 고성능 건식 벽체 시스템 - 세대 내외 칸막이벽과 대피공간에 적용 가능한 고성능 건식벽체 시스템 개발 - 내화성, 차음성, 안정성(내진, 방범, 내충격), 내수성이 우수한 고성능 건식벽체 시스템 개발 - 시공성 및 경제성(얇은 벽체두께)을 확보한 건식벽체 시스템 개발	시스템
3	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도(map) 구축	• 도시를 구성하는 대형건축물, 터널, 교량, 지하구조물 등의 폭우, 홍수 등에 대한 위험도를 ICT기술(기상정보, 모니터링 등)을 이용하여 위험도 측정 • 위험도에 따른 시설물별 홍수 대응능력을 지표화하여 각 시설물의 안전점검, 안전진단의 근거로 활용하고 선제적인 예방측면으로 홍수에 대한 대응력 강화 - 기존 시설물의 관리시스템을 활용하기 위하여 폭우 위험지표 표준 플랫폼을 개발하여 도시방재 안전지도 구축에 적용 - 폭우 관측 및 대응에 관련되어 분산된 각 시설물별 데이터들을 연계함으로써 상황정보를 통합하여 분석할 수 있는 시스템 개발 - 국가기반시설, 특정대상시설물을 대상으로 상황정보를 통제하는 상황 관리 시스템 - 센서 및 CCTV의 정보를 통합 연계하여 분석 및 경보함으로써 입체적으로 상황조치 할 수 있는 시스템 구축 - 폭우 등 이상징후의 선제적 감지를 위한 센서 및 지능형 CCTV 장비 개발	SW
4	국내 홍수기반 재난안전 교육훈련 설계방법 및 훈련프로그램 개발	• 홍수기반 재난안전 교육 훈련 설계방법 및 훈련 프로그램 개발 • 훈련계획 및 설계 프레임 적용을 위한 법제도 마련 - 홍수기반 국내외 재난안전 교육훈련설계방법 조사 - 홍수기반 재난안전 교육훈련 커리큘럼 개발 - 홍수기반 재난안전 교육훈련 설계방법 및 훈련프로그램 개발	공법기법

번호	과제명	기술요소 설명	R&D유형
5	염해 피해 우려가 있는 침수 건축물의 염분 제거 공법 개발	• 염해 피해가 예상되는 침수 구조물의 긴급, 저비용, 낮은 염분 침투깊이에 적용 가능한 염분 제거 기술 개발 • 염분 제거제 제조 기술(친환경 등급 부여) 및 활용 기술(표준시방법 등)	공법기법
6	유무기 복합 팽윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	• 기존 수방용 모래주머니의 보관과 이동상의 문제점을 보완하기 위해 복합 팽윤제를 이용하여 다양한 형태와 크기로 제조된 제품을 개발하여 침수 예상지역에 적용 및 확산 • 형상, 크기, 흡수시간 등 사영별 제품 개발	재료자재
7	바텀애쉬를 이용한 투수블럭 및 투수포장체 제조기술 개발	• 화력발전소 부산물인 바텀애쉬를 이용한 보도용 투수블럭 제조기술 개발 • 투수포장 하부구조의 배수성 향상을 위한 바텀애쉬 활용 투수층 적용 시스템 개발	재료자재
8	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	• 영국은 건축관련 법률과 산업기준을 리질리언스 개념에 기반하여 재정비 • 국내 건축관련 법제도를 기후변화 대응과 적응 차원에서 리질리언스 개념을 도입하여 개선하기 위한 방안 마련	공법기법
9	건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어장비·재료 개발	• 다기능 응급차수막 및 배수·펌핑시스템을 이용한 긴급 침수대응시스템 개발 • 건축물 침수방어력 향상을 위한 1·2차 하수역류방지시스템 및 설계·시방정보 개발 • 외부 전기시설 침수방어 유닛 및 외벽 급속방수용 코팅제 개발	시스템
10	BIM 공간정보 및 센서정보 기반 대형·복합 건축공간 홍수대응시스템 개발	• 고도화된 초고층 복합건축물과 지상·지하 대공간의 화재·지진 대응시스템에 비해 도시/건축물 침수 대응시스템 미비 • BIM 공간정보 및 실시간 센서정보 기반의 건축공간 홍수대응 재난관리시스템(위험평가·3D표출·침수시뮬레이터) 개발 • 실시간 홍수정보 계측 및 홍수대응을 위한 지능형 홍수 모니터링 및 통제 시스템(침수센서, CCTV, 배수펌프, 기계식 차수막 등) 개발	SW
11	시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	• 홍수 시나리오 및 Impact Flow 기반 위험단계별 대형·복합 건축공간 재난대응 EAP 개발 • 인구유동량, 동선, 사용자특성, 공간복잡성, 규모 등을 고려한 네트워크 기반 홍수차단지점 및 최적 대피경로 도출 알고리즘 개발	SW
12	강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기경보시스템 개발	• 앙상블·UM 강우예측 기반 지역별 건축물 침수 해저드맵 구축 및 침수 조기경보 시스템 개발	시스템
13	폭우재해피해 저감을 위한 취약성분석 모형 개발	• 건축물의 위치, 외벽면 등 형태, 구조, 지하층 유무, 용도 등이 결합된 데이터베이스와 건축물 위치에 근거한 지리정보체계가 통합적으로 정의된 범용 GIS 모델 개발 • 폭우피해 상황과 지역의 공간특성에 따라 차별화된 취약성 진단을 위한 건축물 대장정보와 지리정보 연계체계 개발	SW
14	폭우재해시 건축물 위험 경보 및 대피안내 시스템 개발	• 지역 내 취약한 건물 군집을 주기적으로 모니터링할 수 있고, 취약한 건축물로부터 안전한 건축물로 이동할 수 있는 최적경로를 분석할 수 있는 체계 개발	SW
15	폭우재해 취약지역 건축물의 재해성능 개선을 위한 가이드라인 개발	• 폭우재해에 취약한 지역 내 건축물의 신축 또는 리모델링시 취약한 특성에 대한 정보를 건축주와 공유하고, 이를 보완 할 수 있는 설계가이드라인 개발 • 홍수에 대한 건축물의 취약성 특성을 고려해 보완해야 할 건축물 유형에 따른 건축자재 선별기준을 마련하고 시공 및 사용방법에 대한 매뉴얼 구축	공법기법

번호	과제명	기술요소 설명	R&D유형
16	구체방수재를 활용한 지하구조물의 차수 및 내구성 향상 기술 개발	구체방수재 함량 및 레미콘 강도 등에 따른 방수성능, 강도, 내구성, 내부식성, 유독성 등의 연관관계를 규명하여 자하 콘크리트 구조물의 침수 대응기술 개발	재료자재
17	침수 지하구조물 포렌식을 위한 시약 및 센서 적용 기술 개발	- 침수 후 예상되는 문제를 사전에 평가하기 위한 방법론 개발 - 내구성 판정을 위한 시약, 센서를 이용한 부위별 성능 평가 방법 및 가이드라인 개발	공법기법
18	다습 구조물 균열 예방을 위한 셀프힐링 보수제 개발	- 콘크리트 균열 복구용 자기치유 보수재료 개발(균열 폭 0.3mm 이내의 균열 치유, 인위적인 진동환경을 제외한 재균열 발생 제로화) - 무기질 재료를 활용한 분체형 보수재료 및 테이프형 보수재료 개발(현장 조건에 따른 시공환경 변경이 가능한 분체형, 테이프형 보수재료의 개발 및 내구성 확보 기술개발)	재료자재
19	침수 주택 주거환경 개선을 위한 습도조절형 조습패널 기술 개발	- 침수 후 상당기간 다습한 환경이 지속되어 주거환경이 악화될 수 있기 때문에 실내 적정 습도를 유지할 수 있는 습도조절형 패널개발 필요 - 침수 구조물의 실내 환경 개선을 위한 세라믹계 조습 패널 기술 개발 - 적정 조습환경 유지를 위한 시공면적 및 부위 도출 및 시공 방법 개발	장비장치
20	지하 이중벽체 구성을 위한 무기질 패널 및 적용 시스템 개발	- 기존 지하 이중벽 구조는 벽돌과 블록으로 구성되어있어 하절기와 침수 후 콘크리트 공극에 수분이 스며들어 습한 환경이 조성 - 기존 대비 시공이 간편하고 교체가 용이한 습도를 낮게 유지하는 지하이중벽 시스템 개발	시스템
21	표면 침투 강화를 통한 콘크리트의 방수 및 오염방지 기술 개발	- 콘크리트의 공극구조는 조습의 효과가 있으나 환기가 어렵고 밀폐된 공간에서는 위대한 환경 조성이 될 수 있음. - 특히, 하절기 습도가 높은 경우, 장마기간, 침수 후 등 콘크리트 공극에 수분이 스며들어 환기가 되지 않을 경우 급속한 곰팡이 서식이 증가함. - 따라서, 습도를 낮게 유지하는 구조물의 표면의 방수 강화와 침수 이후 구조 보강을 위한 기술개발이 필요	공법기법
22	폭우 리질리언스 개념 적용을 위한 침수지역 일반화 연구	- 침수 및 홍수 피해지역에 대한 하천지형학적 접근 연구 - 개별적 홍수피해 상황을 프로파일하여 침수지역에 대한 모형개발 - 하수관거 규모를 고려한 리질리언스 적용 범위 정의	공법기법
23	건축물 외관 특성을 반영한 칼라 조합이 가능한 리질리언트 나노코팅제 개발	- 자연친화적 방수 코딩제로 여러 칼라 적용이 가능한 기술 적용 - 인체무해한 나노코팅제의 개발로 일부 검증된 사례를 건축물에 적용하기 위한 부가기술 개발 - 여러 층의 누적 코팅 효과 검증을 통한 최적 효과 검증	재료자재
24	폭우시 침수취약지역 건축물 대상 리질리언트 기술 실증 적용	- 폭우재해에 대응한 리질리언스 기술의 성과 검증 및 확산보급을 위해서는 개발기술을 침수취약지역 건축물에 적용하여 성능을 검증할 필요가 있음 - 지자체의 차수설비 보급사업과 연계하여 추진하되 공개 성능실험, 기술보완을 통한 성과 확산	시스템
25	기존 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 보강 기술	- 기존 건축물의 홍수 시 대응성능 향상을 위한 구조, 설비, 재료 보강기술 개발 - 홍수 리질리언스 기술을 종합한 패키지형 적용 및 시공공법 개발	시스템
26	신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	- 침수위험지역 내 건축물 신축시 홍수 리질리언스 향상을 위한 계획 및 설계 기술 - 폭우시 대응 기술 적용, 침수 시 복구 기술 적용 - 홍수 리질리언트 빌딩 개발을 위한 요소기술 패키지 기술	시스템

번호	과제명	기술요소 설명	R&D유형
27	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	- 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 건축을 위한 요소기술 도출 - 녹색건축인증의 홍수 리질리언트 빌딩 성능 기준 반영	시스템
28	폭우 재해시 건축물 침수 시뮬레이션 기술	- 폭우시 지역별 침수가능 건축물 분석 - 강우 강도에 따른 건축물 침수위 분석 - 리질리언트 요소 기술 적용에 따른 배수 성능(배수량, 배수시간, 건조기간, 재이용가능 시간 예측) 분석 기술	SW
29	건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	개별 건축물의 리질리언스 향상을 위해서는 현재 상황에 대한 진단이 필요하며, 이를 통해 적정 홍수에 대한 침수위험과 복구성능에 대한 평가가 가능	공법기법
30	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발	- 건축물 리질리언스 개념이 적용된 단위기술들을 홍수취약지역에 보급하여 홍수대응 및 복구 성능을 향상시키기 위해서는 보험, 인증(녹색건축인증) 등의 사업화 모델이 필요함 - 보험DB구축 및 연계, 건축물 홍수 대응 성능평가, 자재 및 공법 표준 마련 등 건축물 리질리언스 확산을 위한 사업화 모델 개발	공법기법
31	침수피해지역의 사회복구지원시스템 개발	- 국외의 경우 침수발생시 건물주/입주자를 대상으로 사회 복지 차원에서의 복구지원 시스템이 활성화 되어있음 - 건축물 또는 지역단위에서의 침수피해발생시 커뮤니티를 중심으로 한 사회복구지원체계 마련 및 시스템 개발	시스템
32	건물의 침수위험의 풍수해 보험 적정비율 산정 및 공공-민간 보험 컨설팅 시스템	- 현재 재난 발생시 지급되는 재난지원금으로는 주택 등을 복구하여 기존 생활을 유지하기 어려운 상태임 - 건축물 단위에서 풍수해보험 보상범위 확대 및 풍수해 보험 국고 보조 비율에 관한 사항 - 장기적으로 풍수해보험 의무화에 관한 사항 또는 자율화를 하는 대신 전국민 가입화를 할 수 있는 방안 등에 관한 사항 등	SW

제4절 논문 및 특허 분석

1. 연구동향

- 도시나 타 분야에서의 리질리언스 관련 연구는 다수 수행되었으나 건축물과 관련된 리질리언스 연구는 많지 않음
- “안병천(2017) 재난안전관리에서의 리질리언스 방법론 적용에 관한 연구”는 재난관리체계 및 국제표준에서 제시한 2차 피해 관련 부분에 대한 문제점을 도출하고, 최종적으로 재난관리체계와 리질리언스 방법론으로부터의 속성을 시간과 비용을 기준으로 문제의 유형에 대해 연구하였음.
- “황철운(2018) 지역사회 자연재난 리질리언스에 관한 연구 : 성북천과 정릉천 사례를 중심으로”는 지역사회 하천의 리질리언스에 미치는 영향요인에 대하여 체계적으로 연구하기 위해 사례연구 방법을 통하여 미시적 분석을 수행하였음. 성북천과 정릉천 사례를 분석하여, 두 하천이 리질리언스를 높이기 위해서 어떤 노력을 했으며 어떤 변화와 개선을 했는지를 분석하여 지역하천의 지속가능성과 삶의 질에 미치는 영향을 연구하였음.
- “표희진(2017) 도시방재디자인의 유형과 리질리언스 특성”은 최근 기후변화와 도시화로 인해 도시방재디자인이 리질리언스개념을 적용하여 적용되고 있는데, 조성된 사례를 중심으로 도시방재디자인의 유형과 리질리언스 특성, 도시방재디자인의 방향을 제언함
- “한우석(2016) 방재분야의 리질리언스 개념 및 미국의 적용동향”은 분야별 리질리언스 특성 분석을 바탕으로 방재 분야에 나타난 리질리언스 개념을 재정립하고, 미국에서 나타난 국가 재난에 대하여 리질리언스를 적용한 사례 등을 제시하였음
- “이윤석(2012) 리질리언스, 새로운 친환경 디자인인가?”는 리질리언스가 갖추어야하는 6가지 디자인 원칙을 제시하면서 친환경 건축 디자인으로서 가능성에 대하여 언급하였음
- “유순영 외 2인(2014) 재난 리스크 관리를 위한 재해 리질리언스의 평가”는 리질리언스 비용지수와 방재력 비용지수를 바탕으로 국내 방재력 평가를 수행하였음. 그 결과 태풍에 대한 방재력 비용지수를 분석하니 전라북도가 가장 우선순위로 나타났음. 방재력 비용지수를 이용하여 재해로 인한 피해액과 복구에 소요되는 비용을 종합적으로 고려하여, 지역 방재력을 빅하고 재해위험지구 관리 단계에서 투자우선순위를 결정하는 의사결정을 지원할 수 있는 지수를 제공하였음
- “신진동 외 2인(2012) 방재력 관점의 법률 분석을 통한 도시방재력 강화방안”은 도시의 물리적·비물리적 구성요소의 계획 및 조성, 관리와 관련되어 방배 및 안전조항을 포함하는 법률분석을 통해 도시의 방재력 강화방안을 제시함
- “국립방재교육연구원 방재연구소(2010) 도시 방재력 진단을 위한 지표 및 체크리스트 개발(발간 등록번호 11-1660080-000063-01)”은 리질리언스 개념을 바탕으로 도시 방재력의 형성 및 강화를 위한 진단 지표 및 체크리스트를 개발하고 활용하는 방안을 연구하였음. 이를 바탕으로 국내외 도시 방재력 진단관련 연구 및 사례를 조사하고, 현행 관련 제도 보완 및 방재계획 수립 등에 활용 가능한 진단 지표 및 체크리스트 활용 방안을 제시하였음
- “국립방재연구원(2012) 지역사회 방재리질리언스 프레임워크 개발”은 방재안전도시에 대한 정의를 규정하고, 방재리질리언스 프레임워크를 제시하기 위한 구성요소 도출 및 제도화와 관련된 방안을 제시하였음

나. 건설분야 내 리질리언스 관련 논문 동향

- 건설분야 내 리질리언스 관련 연구 동향을 살펴보면, 생태학 분야는 1950년대부터 적은 숫자이지만 꾸준히 연구가 진행되었고, 그 외의 분야에서는 1990년대 들어오면서부터 연구가 수행되기 시작하였음
- 2000년도 중반 이후부터 기후변화 등 환경변화가 본격적으로 나타나기 시작하면서 리질리언스와 관련된 연구가 급증하기 시작했으며, 주로 건축물과 관련된 리질리언스는 2010년도를 전후하여 폭발적으로 증가하기 시작하였음
- 건축물 분야 리질리언스 연구와 생태학/토목 분야 리질리언스 연구는 비슷한 경향으로 연구가 진행되는데, 이들을 통합하면 건설분야 전반의 리질리언스 관련 논문과 유사한 발생수를 나타냄
- 건축물 중 홍수·침수와 관련된 리질리언스 연구분야와 건축물의 재해 취약성 관련 리질리언스 연구분야가 가장 적은 비중으로 나타나고 있고, 이 두 분야는 차후 연구 수행이 더 필요한 것으로 판단됨
- 건축물 중 건축물 설계 분야의 리질리언스 관련 연구 역시 매우 미미하게 나타나고 있어 해당 분야에 심도 있는 연구 수행이 필요한 것으로 판단됨

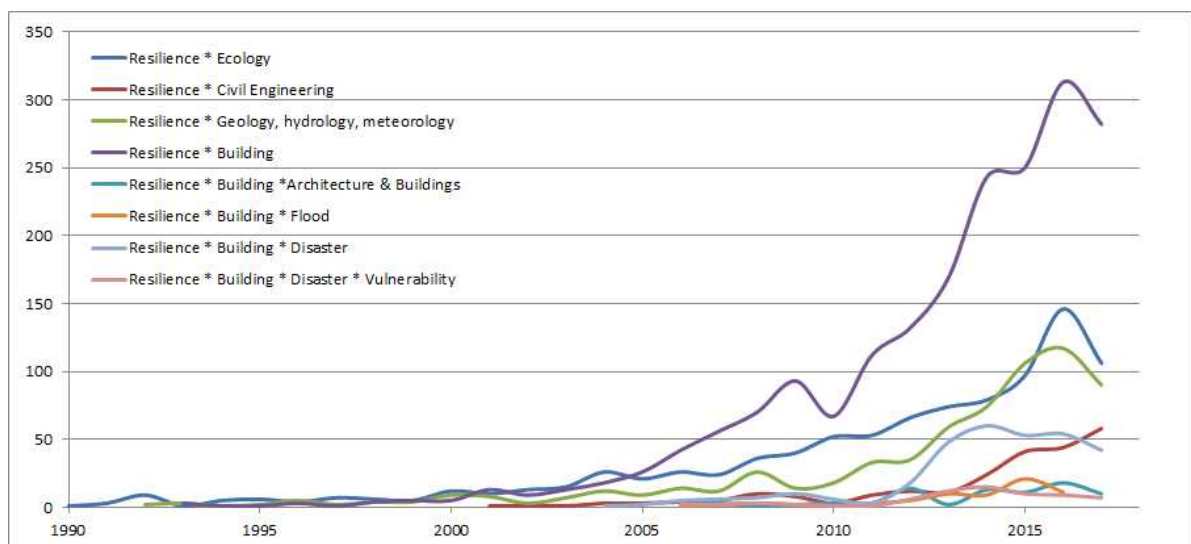


그림 2-55. 건설분야 내 리질리언스 연구 동향

다. 건축물 관련 리질리언스 관련 논문 동향

○ 건축물 관련 리질리언스 논문 동향

- 건축물과 관련된 리질리언스 연구 역시 해외가 대부분을 차지하고 있고, 국내는 매우 미미한 수준으로 연구가 진행되었음을 알 수 있음
- 건축물과 관련된 리질리언스의 경우 기후변화와 더불어 취약성 및 적응성에 대한 키워드가 대두되었음. 이는 사람들이 대부분의 시간을 보내는 건축물에 리질리언스 관련한 아이템을 적용하는 부분에서 사용성과 관련한 부분이 민감하고 첨예하게 대두될 수 있다는 점을 암시하기도 함
- 건축물과 관련된 리질리언스 연구는 주로 엔지니어 관련 응용 분야에서 주로 수행되었고, 의

료와 건강, 질병학 관련한 연구에서도 건축물과 관련된 리질리언스 연구를 수행한 것으로 나타남

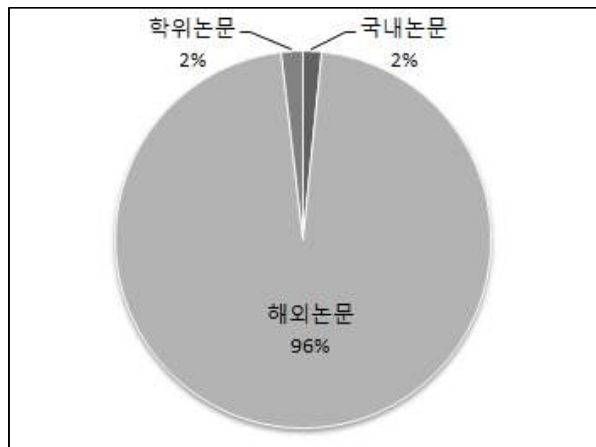


그림 2-56. 건축물 관련 리질리언스 연구 분포



그림 2-57. 건축물 리질리언스 관련 주요 키워드

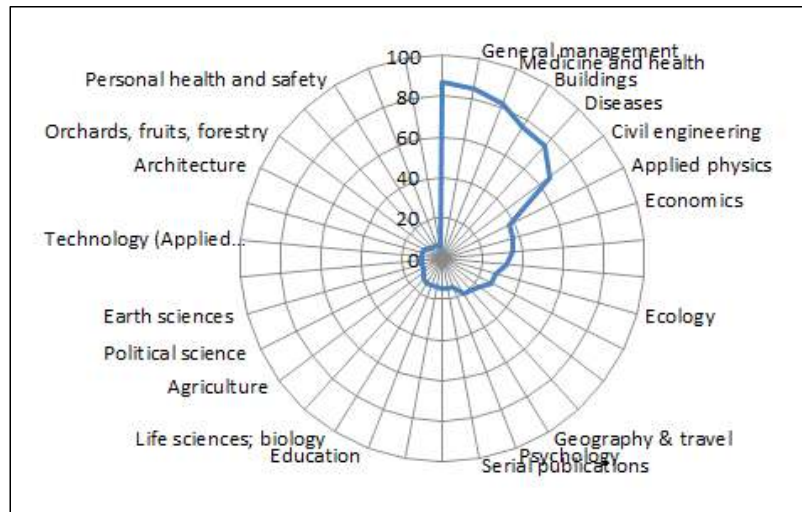


그림 2-58. 건축물 관련 리질리언스 연구 분야

○ 건축물 중 홍수·침수 관련 리질리언스 논문 동향

- 건축물 중 홍수·침수 관련 리질리언스 연구는 주로 엔지니어링 분야를 중심으로 연구가 수행되었고, 기후변화와 더불어 홍수 리질리언스와 지속가능성이 주요 키워드로 검색됨
- 특이한 점은 홍수·침수와 관련하여 경제 분야에서도 해당 분야에 대한 연구를 수행했음을 알 수 있음
- 이는 해외에서 홍수·침수와 관련된 보험금 산정 등 금융 분야와 관련 연구가 다수 이루어진 것과 연관이 높음

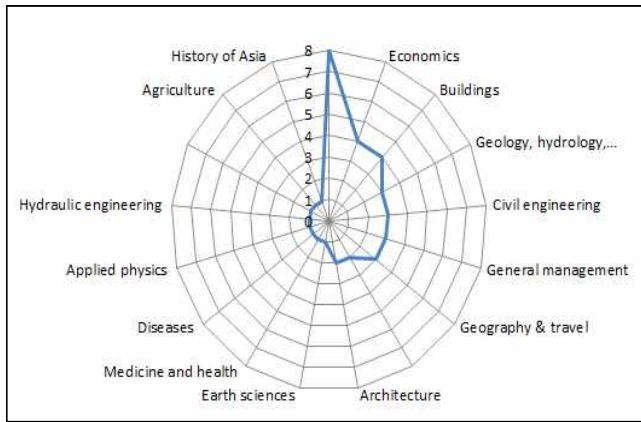


그림 2-59. 건축물 홍수·침수 리질리언스 연구 분야 그림 2-60. 건축물 홍수·침수 리질리언스 주요 키워드

○ 건축물 중 재해/재해취약성 관련 리질리언스 논문 동향

- 건축물 리질리언스 중 홍수·침수를 포함한 재해관련 동향을 살펴보면, 해외에서 대다수의 연구가 수행되었고, 홍수·침수분야의 경제 분야에서도 연구가 수행되었음

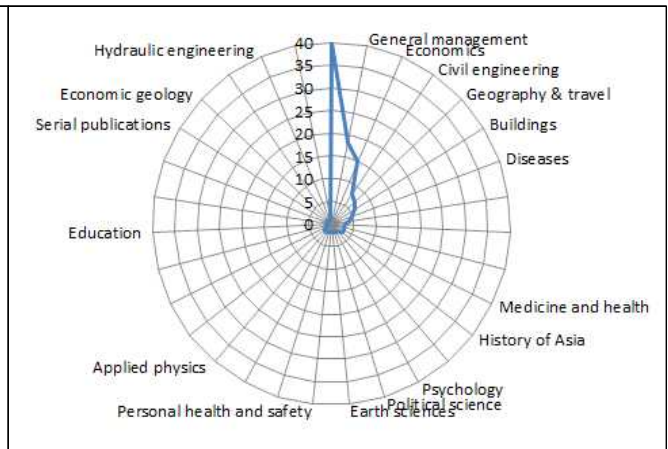
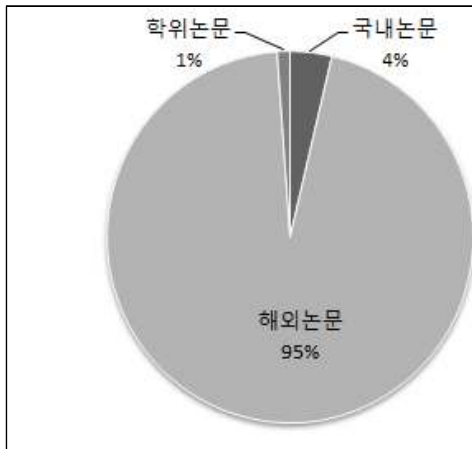


그림 2-61. 건축물 중 재해 관련 리질리언스 논문 동향

- 재해 취약성 관련 리질리언스의 경우 대다수가 해외에서 연구가 수행되었고, 경제분야와 엔지니어 분야에서 활발하게 연구가 수행되었음을 알 수 있었음.

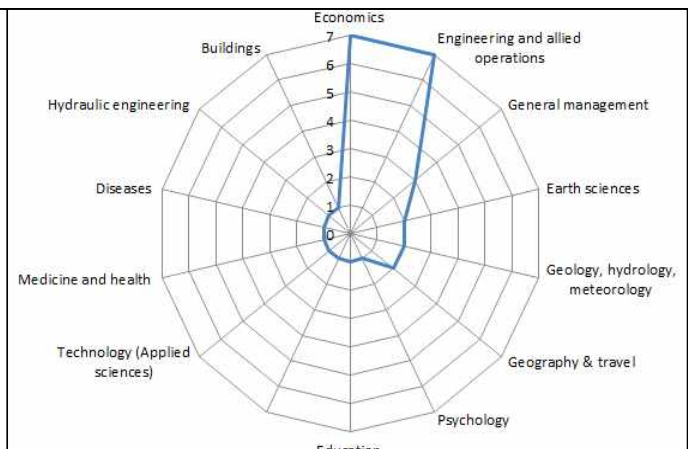
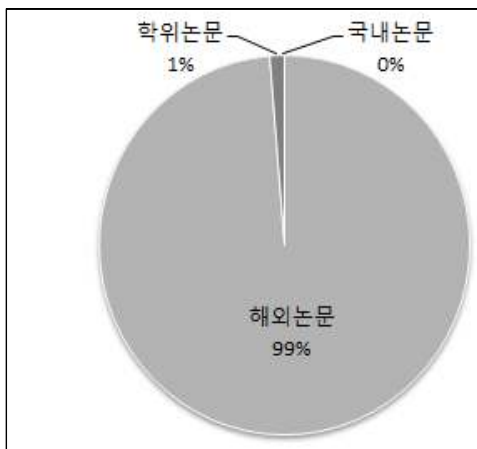


그림 2-62. 건축물 중 재해취약성 관련 리질리언스 논문 동향

3. 특허동향

- 특허 동향 분석에서는 건축물, 침수, 차수, 복구 등의 키워드를 중심으로, 리질리언스와 관련된 특허동향을 살펴보았음
- 특허 동향은 국내특허와 해외특허를 중심으로 진행하였으며, 특허신청유형을 구조물, 재료, 시스템, 기술의 네 가지 유형으로 구분하여 조사를 수행하였음
- 특허 조사는 2000년대 이후 신청·등록된 특허를 우선적으로 조사하여 최근의 특허 경향을 파악하는데 중점을 두고 수행하였음

가. 특허 동향 조사 방법

- 국내 특허 동향 분석을 위해 특허 검색을 위한 여러 키워드를 도출하였으며, 중분류 검색을 위해 다음과 같은 키워드를 도출하였음

표 2-40. 중분류 특허검색 키워드 정리

구분	국문	영문
중분류	• 폭우 건축물 • 홍수 건축물 • 건축물 수해 • 내홍수화 • 풍수해 보험 • 침수 복구 • 건축물 방수 • 건축물 차수 • 건축물 침수 • 건축물 배수	• heavy rain building • flood building • building flood damage • prevention flood, endurant inundation • flood damage insurance • inundation flooding resilience • building waterproofing • building water resistant, barrier • building inundation, flooding • building drainage

- 도출된 특허 검색 키워드를 조합하여 국문 키워드는 국내 특허 조사에 적용하였으며 영문 키워드는 해외 특허조사에 적용하였음
- 특허조사대상은 특허청의 특허정보검색서비스(www.kipris.or.kr)를 이용하였으며, 2000년 이후에 발생한 특허 출원 및 특허 등록에 대한 조사를 수행하였음
- 특허조사결과 국내의 경우 249건의 특허 결과를 도출하였으며, 해외기관에서는 146건의 특허 결과를 도출하였음. 특허 결과는 특허출원을 기준으로 작성된 내용으로 특허 등록을 기준으로 작성 시 검색 건수에 약간의 차이가 있을 수 있음
- 특허분석을 위한 검색결과는 국내 및 국외 모두 제시한 검색건수보다 높게 나타났으며, 제시한 결과는 현재까지 정리된 내용을 바탕으로 작성한 것으로 검색결과에 대한 분석내용은 추가될 예정임
- 특허조사결과는 각 키워드 검색을 통해 나온 결과의 중복 및 리질리언스와 관계가 없는 특허를 필터링한 결과임

표 2-41. 중분류 특허검색결과 정리

검색기간		2000 ~ 2018년	조사대상	특허정보검색서비스(KIPRIS)	
구분		검색 키워드		검색 결과(건수)	
중분류	국내	• 폭우 & 건축물 • 홍수 & 건축물 • 건축물 & 수해 • 내홍수화 • 풍수해 & 보험 • 침수 & 복구 • 건축물 & 방수 • 건축물 & 차수 • 건축물 & 침수 • 건축물 & 배수 • 건축물 & 방수 & 배수 • 건축물 & 방수 & 차수 • 건축물 & 방수 & 차수 & 침수 • 건축물 & 방수 & 침수 • 폭우 & 건축물 & 방수 • 폭우 & 건축물 & 방수 & 차수 • 폭우 & 건축물 & 수해 • 폭우 & 건축물 & 수해 & 침수 & 복구 • 폭우 & 건축물 & 차수 • 폭우 & 건축물 & 침수 • 폭우 & 건축물 & 홍수 • 폭우 & 건축물 & 홍수 & 차수 & 침수 • 폭우 & 건축물 & 홍수 & 침수 & 복구 • 홍수 & 건축물 & 방수 & 차수 • 홍수 & 건축물 & 수해 • 홍수 & 건축물 & 차수 • 홍수 & 건축물 & 침수 & 복구		17	249
	국외	• building & drainage • building & flood & damage • building & inundation or flooding • building & water resistant or barrier • building & waterproofing • flooding & building • flood damage & insurance • heavy rain & building • inundation or flooding & resilience • prevention flood or endurant inundation		9	
				6	
				10	
				19	
				92	
				95	
				31	
				3	
				2	
				7	

나. 국내외 특허 통계

1) 국내 특허 통계

- 국내의 리질리언스 관련 특허출원은 2000년 이후 249건이 진행되었으며 이 중 215건의 출원이 특허등록으로 진행되었음
- 연도별 현황을 보면 2010년을 중심으로 특허 수가 급증되었으며, 2010년 이후부터 2016년까지 매년 20건 이상의 리질리언스 관련 특허출원이 진행되었음
- 일반적으로 특허 등록보다는 특허 출원 건수가 더 많게 나타나면, 2014년과 2017년에만 특허 등록 수가 특허 출원 수보다 높게 나타남

- 특히 2017년의 경우 특허출원은 10건 미만으로 감소하였으나 특허 등록으로 진행된 출원건수가 30건 이상으로 가장 높게 나타남
- 2000~2001년에 특허 등록 건수가 없는 것은 특허출원에서 등록까지 걸리는 소요시간을 감안하였을 때 검색기간의 시작년도인 2000년 이전 특허출원 결과가 반영되지 않았기 때문인 것으로 볼 수 있음

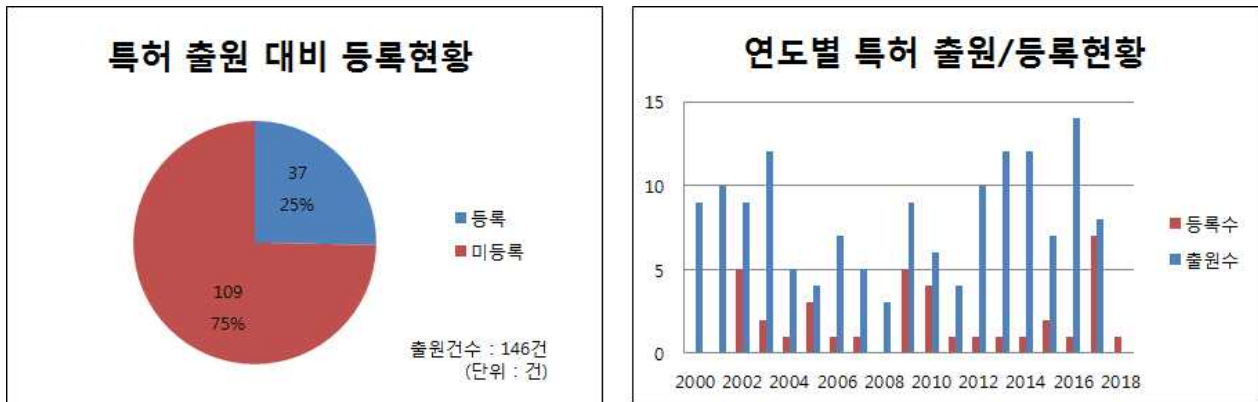


그림 2-63. 국내 특허 출원·등록 현황

- 특허대상의 유형을 구조물, 시스템, 기술, 재료로 구분하였을 때 국내 특허의 분포는 구조물에 대한 특허가 전체의 50%이상을 차지하며 가장 높게 나타났으며, 다음으로 재료에 대한 특허가 높게 나타남
- 구조물을 제외하면 재료, 시스템, 기술이 각각 14~16%대의 특허비율 상으로는 크게 차이가 없는 것으로 나타남
- 특허 출원과 특허 등록의 분포가 동일하게 나타나는 것을 보면 출원에서 등록으로 진행되는 과정에서 진행경향에 차이가 없는 것으로 판단 할 수 있음

국내특허분석 1단계 용어 분석 시사점	리질리언스 분야에서 구조물 분야의 특허가 전체 50% 이상을 차지하며, 재료, 세부 기술에 대한 부분은 상대적으로 낮게 나타나, 재료 개발 및 시스템 부분에 새로운 특허 출원 가능성이 높을 것으로 예상된다.
----------------------	---

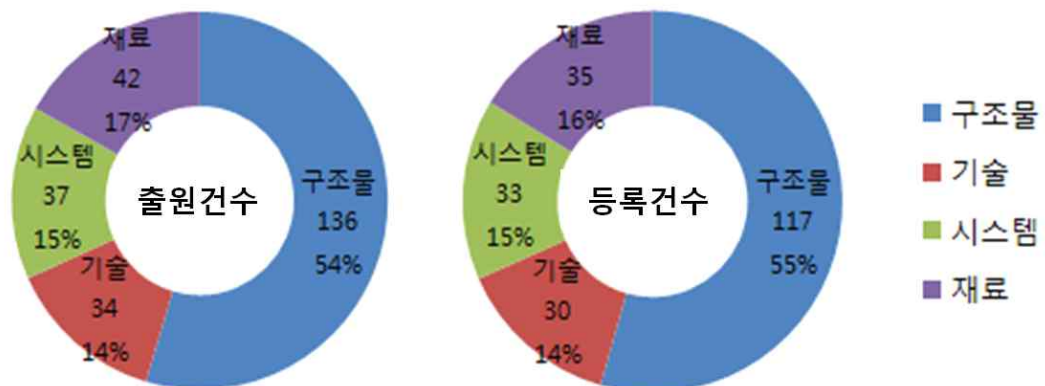


그림 2-64. 국내 특허대상별 출원·등록 현황

2) 국외 특허 통계

- 국외의 리질리언스 관련 특허출원은 2000년 이후 274건이 진행되었으며 이 중 55건의 출원이 특허등록으로 진행되었음
- 국내 특허와는 다르게 특허 등록까지 진행된 사례가 많지 않게 나타남. 이와 관련하여 분석에 사용된 특허자료의 표본이 많지 않아 일반화시켜 결론을 내기는 어려운 측면이 있으나, 출원된 특허가 일정기간이 지나 공개까지는 진행되나 등록까지 진행되는 사례가 많지 않은 것으로 볼 때 국내 특허와는 달리 해외특허의 경우 특허의 등록에 오랜 기간과 절차가 필요한 것으로 짐작할 수 있으며, 이외에도 등록과정에서 유사한 특허의 중복되는 사례가 발견되어 등록이 지연되거나 포기하는 사례가 많은 수도 있을 것으로 유추됨

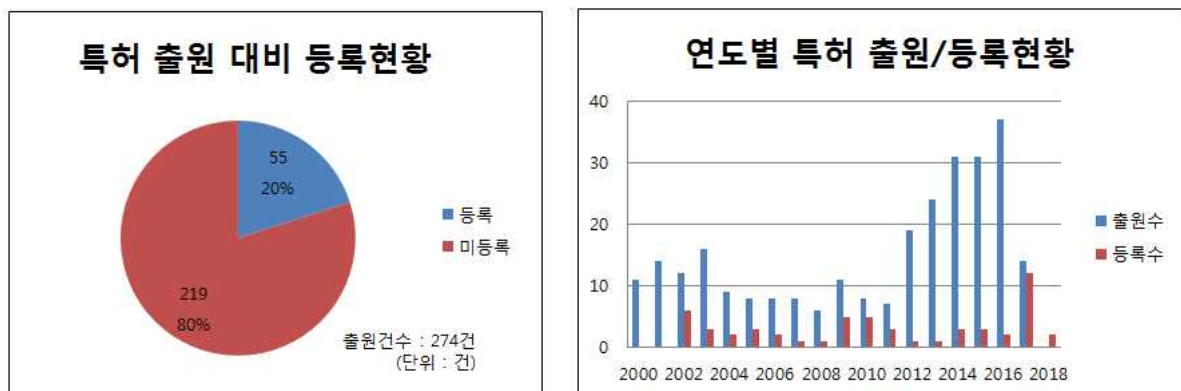


그림 2-65. 국외 특허 출원·등록 현황

- 국외 특허출원은 시스템(88건), 구조물(74건), 기술(64건) 순으로 나타났으며, 상대적으로 시스템에 대한 출원이 많이 나타나면서 구조물에 대한 특허가 많이 나타난 국내 특허와 차이를 보였음
- 특허등록은 구조물(25건), 시스템(22건), 기술(6건) 순으로 나타나면서, 상대적으로 시스템이 출원 수에 비해 특허등록까지 진행되는 사례가 많지 않은 것으로 확인됨
- 재료에 대한 특허 출원이나 등록은 다른 분야에 비해서 상대적으로 적게 나타났으며, 특허의 출원수에 비해 등록 수가 많지는 않지만, 특허출원이 등록으로 진행되는 과정에서 실제로 등록까지 진행되는 분야에 차이가 있는 것으로 나타남

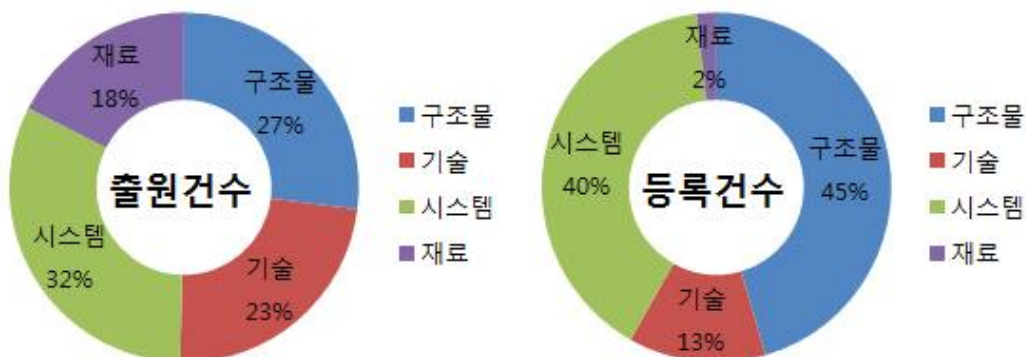


그림 2-66. 국외 특허대상별 출원·등록 현황

- 해외기관별로 출원된 특허를 보면 중국(114건)에서 가장 많은 특허가 출원되었으며, 미국(76건)이 뒤를 따르고 있는 것으로 나타남
- 중국의 특허가 상대적으로 다른 나라나 기관에 비해 많이 나타났으며, 특히 세계지적재산권기구나 유럽특허기구에 비해 그 특허 수가 많은 것으로 볼 때 중국도 리질리언스와 관련하여 많은 연구가 진행되는 것으로 유추 할 수 있음
- 일본은 38건으로 전체 조사결과에서 차지하는 비중이 많지 않은 것으로 나타나, 방재에 대한 관심이 많은 일본도 지속적으로 리질리언스에 대한 연구는 진행되고 있는 것으로 보임
- 특허유형과 관련해서 중국과 미국은 반대의 경향을 보이고 있음. 중국의 경우 기술과 재료와 관련된 경우가 상대적으로 많은 반면 미국은 구조물과 시스템 분야의 특허가 많으며, 기술과 재료관련 특허는 눈에 띄게 적게 나타남
- 재료와 관련된 특허가 상대적으로 적게 나타났으며, 그마저도 중국에서 대부분의 특허가 집중되어 나타는 경향을 보이고 있음

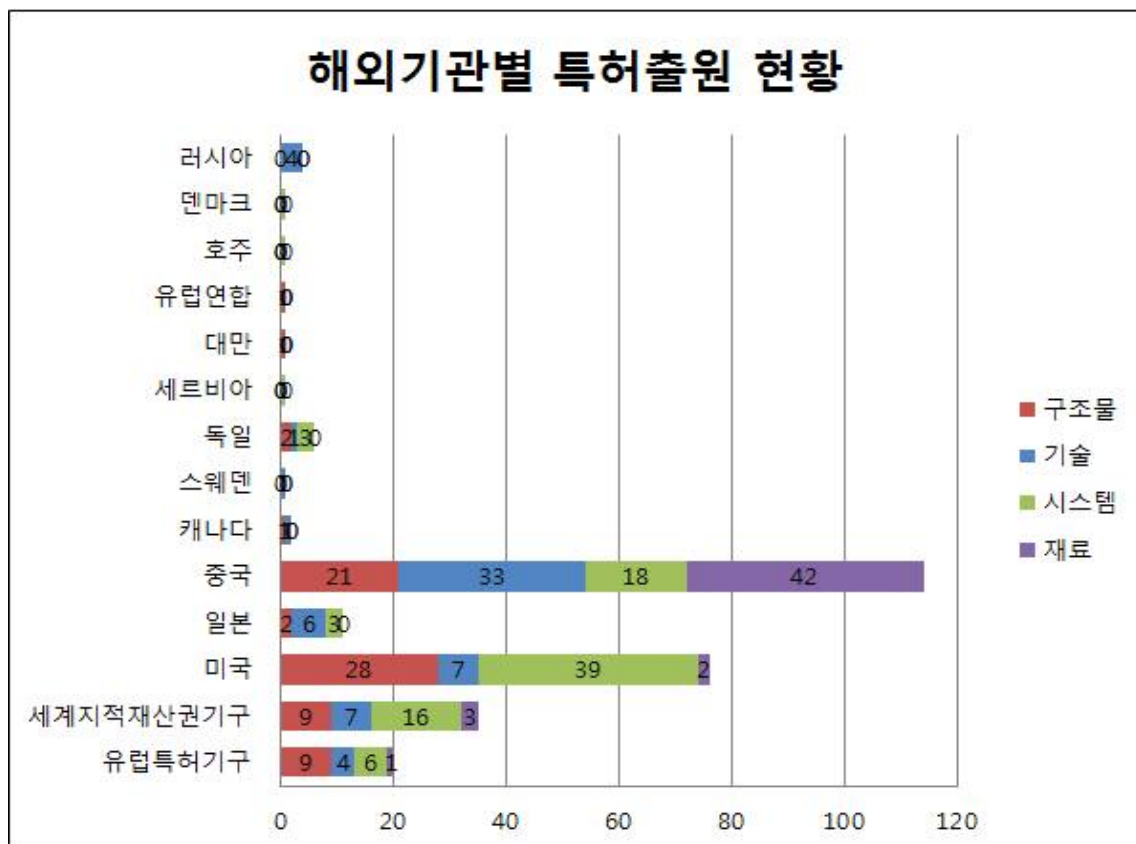


그림 2-67. 해외기관별 특허출원 현황

국외 리질리언스 관련
특허 1단계 분석 시사점

리질리언스 분야에서 중국은 재료 분야에, 미국은 시스템 분야에 많은 특허가 많은 것으로 보임
소프트웨어 부분에 미국의 강세는 공학 소프트웨어의 강세와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있음
시스템 분야는 절대적인 수에서는 한국 33과 미국 39로 큰 차이가 보이지 않는 것으로
판단되므로 더 많은 노력으로 우위를 점할 수 있을 가능성이 보임

다. 국내외 특허 경향 분석

- 국내 249건, 국외 274건의 특허를 대상으로 특허 2000년 이후 발생한 건축물 리질리언스관련 특허의 경향을 분석함
- 국내외 약 500여건의 폭우대상 건축물 리질리언스 특허는 건축물을 대상으로 한 특허와 도시(또는 지역)에 대한 리질리언스관련 특허, S/W 및 H/W와 관련된 시스템에 대한 특허로 구분됨
- 건축물 대상 특허는 건축물의 침수 발생을 가정한 상태에서 리질리언스 유형을 방수, 차수, 누수방지, 침수감지, 복구, 배수로 구분하고, 각 유형에 따라 특허를 분류함.
- 도시(또는 지역)에 대한 특허는 지역단위로 발생하는 침수를 대상으로 지역단위 침수방지, 지역단위 홍수방지를 구분하고, 지역에 쏟아지는 우수에 대한 처리를 포함하여 세 가지 유형으로 특허를 구분함.
- 시스템 특허는 H/W 또는 S/W를 이용한 리질리언스 시스템 구성이나 재해 모델링, 모델 계산 방법 등과 관련 된 특허로 구성됨

표 2-42. 리질리언스 특허 유형 분류

구분	세부분야	내 용
건축물	건축물 방수	방수 재료, 방수제, 방수 설계 등과 관련된 특허
	건축물 차수	차수판, 차수시설 등 건축물의 차수와 관련된 특허
	건축물 배수	건축물 배수, 배관, 배수 시스템 등과 관련된 특허
	건축물 복구	건축물의 침수 발생 이후 복구와 관련된 특허
	건축물 누수방지	배수관 등의 누수 방지와 관련된 특허
	건축물 침수감지	건축물에서 진행 중인 침수의 감지와 관련된 특허
지역(도시)	지역단위 침수방지	지역의 침수방지, 피해 최소화 등과 관련된 특허
	지역단위 홍수방지	저지대 지역, 하천인근 지역에서 발생할 수 있는 홍수와 관련된 특허
	지역단위 우수처리	폭우 발생으로 인한 우수처리에 대한 특허
시스템	시스템	방재 시스템이나 모형, 적응방안 등과 관련된 특허

1) 국내 특허 경향

- 국내 리질리언스관련 특허 조사결과 건축물을 대상으로 한 방수, 차수에 대한 특허가 각각 36%와 27%로 전체의 60%이상을 차지하는 것으로 나타남
- 방수에 대한 건축물 단위 리질리언스 기술 특허는 방수제 및 방수재료, 전기시설 방수에 대한 특허로 구분 구성됨. 방수제와 방수재료를 이용한 특허의 경우 대부분 건축물 시공 기법과 연계되어 특허가 진행되고 있음. 건축물 내부 시설이나 장비의 방수와 관련해서는 전기시설에 대한 방수가 대부분을 차지하고 있음
- 차수에 대한 건축물 단위 리질리언스 기술 특허는 대부분 차수벽이나 차수판 등의 차수시설에 대한 특허로 구성됨. 저지대에 관련하여 환기구나 창문 등에 설치하는 차수판에 대한 특허가

큰 비중을 차지하고 있음

- 차수와 방수 다음으로 큰 비중을 차지하는 배수(10%)의 경우 배수관, 역류방지장치에 대한 특허로 제품의 성능개선에 비중을 두는 경향을 보임
- 복구와 관련된 리질리언스 기술 특허는 결과에서 2건이 나타났으나 내용에 일부 복구에 대한 내용을 포함하고 있을 뿐, 복구가 특허의 주 내용은 아님. 해당 특허는 복구 기능을 가지는 수배전반 관련 특허로 복구보다는 건물의 통합 제어가 핵심 내용으로 구성됨
- 지역(도시) 단위의 특허는 대부분 저류에 대한 특허로 우수 등의 물을 저장하는 기술에 대한 특허가 큰 비중을 차지하고 있음. 저류시설이 홍수나 침수에 대한 저감효과를 가지는 만큼 저류시설에 대한 특허는 리질리언스와 관련해서 앞으로도 지속적으로 제시될 것으로 보임. 조사결과를 보면 저류시설에 대한 특허 이외에도 저류기능을 가지는 블록과 같은 내용의 특허도 일부 나타남
- 조사된 국내 특허기술을 보면 각각의 목적에 대한 개별단위의 특허는 많이 존재하나, 각각의 기술을 조합하여 하나의 시스템으로써 건축물 리질리언스를 대하는 특허는 많지 않은 것으로 파악됨. 각각의 기술을 조합하여 시스템단위의 건축물 리질리언스를 구현하는 것에 대한 고려도 필요할 것으로 판단됨
- 리질리언스와 관련하여 GIS와 연계된 취약지도를 만들거나 피해영역에 대한 정보를 제공하는 S/W 시스템 개발형태의 특허가 일부 나타남

표 2-43. 국내 리질리언스관련 특허 조사 결과

구분	세부분야	건 수	비 율	관련특허 내용
건축물	건축물 방수	89	36%	방수제 및 방수 조성물, 방수 시공 공법, 방수재료, 방수 전기시설 등
	건축물 차수	68	27%	차수문, 차수벽 등의 차수 장치, 저지대, 지하시설의 차수시설
	건축물 배수	25	10%	배수관, 지하수 배수시설, 역류방지 시설 등
	건축물 복구	2	1%	전기시설, 엘리베이터와 같은 피난시설
	건축물 누수방지	4	2%	건축물 누수감지 시설, 건축물 누수보수 방법 등
	건축물 침수감지	3	1%	건축물 내부의 침수 발생 감지 장치
지역(도시)	지역단위 침수방지	20	8%	도로 침수 감시 장치, 저류시설, 저류가 가능한 재료 등
	지역단위 홍수방지	8	3%	홍수 방지 시설, 하천 범람 방지 시설
	지역단위 우수처리	15	6%	빗물 처리 시설, 빗물 저장장치 및 시공법 등
시스템	시스템	15	6%	방재 및 재난관리 시스템, 재해 정보 시스템, 보험요율 산정 시스템 등
합 계		249	100%	

국내특허분석 2단계 용어 분석 시사점	리질리언스 분야에서 건축물 분야는 방수와 차수의 합이 전체 63%로 배수와 복구, 누수 침수감지 등에 비해 높게 나타난다. 배수와 배관 관련 부분, 재료 부분에 대한 특허분야가 상대적으로 적어 투입시 유리한 위치를 점유할 수 있다.
----------------------	---

2) 국외 특허 경향

- 국외 리질리언스관련 특허 조사결과 건축물을 대상으로 한 방수, 차수에 대한 특허가 각각 38%와 40%로 전체의 78%를 차지하는 것으로 나타남. 국내와는 다르게 차수가 차지하는 비중이 방수보다 더 높게 나타남
- 방수에 대한 건축물 단위 리질리언스 기술 특허는 국내 특허와 유사하게 방수제 및 방수재료에 대한 특허가 많은 비중을 차지함. 방수제 및 방수재료 이외에 건축물 건축과정에서 방수를 위한 구조적 기능을 가지도록 하는 시공이나 구조에 대한 특허가 일부 존재함
- 차수에 대한 건축물 단위 리질리언스 기술 특허는 국내와 마찬가지로 대부분 차수벽이나 차수판 등의 차수시설에 대한 특허로 구성됨. 국내와 다른 점은 차수 장비의 소재나 설치방식이 다양하고, 자동화 시스템으로 구성되는 경향을 보임.
- 차수관련 특허와 관련하여 국외에는 건축물 부상과 관련된 특허가 존재함. 건축물 설계 및 시공 시 침수를 예상하여, 침수발생 시 건축물을 물 위에 띄우거나 건축물을 침수높이보다 높게 층을 높이는 방식의 차수관련 특허가 존재함. 미국이나 일본에서 관련 특허가 존재하였으며, 일본의 경우 재해를 대비한 1, 2인용 플로팅 셸터 시장이 존재함
- 복구와 관련된 특허는 직접적인 특허는 없으나, 바닥 코팅, 개구부, 방수재질 외피와 같이 침수의 회복과 관련된 내용을 포함하는 특허가 존재함
- 지역(도시) 단위의 특허는 국내와 마찬가지로 저류에 대한 특허로 우수 등의 물을 저장하는 기술에 대한 특허가 큰 비중을 차지하고 있음. 국내와는 다르게 홍수방지를 위해 하천의 흐름 유도 특허나 하천 범람을 막기 위한 방벽에 대한 특허 등 홍수 자체를 방지하거나 규모를 줄이기 위한 특허가 존재함
- 센서나 신호제어를 활용한 시스템형태의 리질리언스 기술 특허가 특허결과에서 일부 나타남. 국내에서도 일부 유사한 특허가 나타나고 있으나 국외 특허에서 높은 빈도로 나타남
- 시스템에 대한 특허는 국내와 동일하게 리질리언스와 관련하여 GIS와 연계된 취약지도를 만들거나 피해영역에 대한 정보를 제공하는 S/W 시스템 개발형태의 특허가 일부 나타남

국외특허분석 2단계 용어 분석 시사점	리질리언스 분야에서 건축물 분야는 방수와 차수의 합이 전체 78%로 배수와 복구, 누수 침수감지 등에 비해 높게 나타난다. 배수와 배관 관련 부분, 재료 부분에 대한 특허분야가 상대적으로 적어 투입시 유리한 위치를 점유할 수 있다.
----------------------	--

표 2-44. 국내 리질리언스관련 특허 조사 결과

구분	세부분야	건 수	비 율	관련특허 내용
건축물	건축물 방수	104	38%	방수제 및 방수 조성물, 방수 시공법, 방수 건축 자재 등
	건축물 차수	109	40%	차수벽 등의 차수시설, 건축물 부상 시설 등
	건축물 배수	11	4%	배수 시설, 역량방지시설 등
	건축물 복구	2	1%	건축물 회복 시스템(바닥 코팅, 개구부 커버, 방수 재질 외피 등)
	건축물 침수감지	3	1%	건축물 내부 침수 발생 감지시설
지역(도시)	지역단위 침수방지	12	4%	도시기반 침수방지 시스템, 저류시설 등
	지역단위 홍수방지	17	6%	홍수 유도 및 안내 방법, 하천범람방벽 등
	지역단위 우수처리	2	1%	우수 처리 시설
시스템	시스템	14	5%	모델 및 리스크 시스템, 보험 계산 방법 등
합 계		274	100%	

라. 특허분석 소결

- 국내특허의 경우 2000년 이후 발생한 249건의 특허신청 중 215건이 등록되었으며, 2010년 이후 2016년까지 매년 20건 이상의 특허 출원이 진행되었음
- 특허 출원/등록을 수행하는 특허 대상 별 분포를 보면 구조물에 대한 특허가 50%이상을 차지하며, 다음으로 재료에 대한 신청이 높게 분포함
- 구조물에 대한 특허가 대부분이며, 시스템과 재료 세부기술 부분이 상대적으로 부족한 것으로 나타남
 - 구조물을 제외한 재료, 시스템, 기술이 각각 30%이상의 비율로 크게 차이가 없음
- 해외기관별로 특허출원을 보면 중국(114건)이 가장 많은 특허가 출원되었으며, 미국(76건)으로 뒤를 따르고 있음
- 중국의 특허가 상대적으로 다른 나라에 비해 많으며, 일본의 특허수가 38건으로 중국이나 미국에 비해 많지는 않지만 단일국가의 특허로는 세 번째로 높게 나타남
- 중국의 경우 구조물, 기술, 시스템, 재료 분야에서 모두 전체적으로 많은 특허 수가 나타나며 그중에서도 기술과 재료에서 많이 나타나는 반면 미국의 경우 구조물과 시스템에 대한 특허수가 집중되는 경향을 보임
- 국내외 모두 방수 또는 차수와 관련된 특허가 대부분을 차지함. 방수관련 특허는 대부분 방수제 및 방수재료에 대한 특허로 구성되어 있으며, 차수관련 특허는 차수판과 같은 차수시설에 집중되어 있음.
 - 차수와 관련하여 국외에서 건축물 부상과 관련된 특허가 존재하며, 상대적으로 국내보다 국외에서 시스템화되고 자동화된 특허의 빈도가 높게 나타남
 - 차수나 방수시설과는 별개로 침수의 방지나 규모의 최소화를 위해 저류시설과 관련된 특허가 많이 나타남

마. IP 확보 전략

- 특허분석 시사점을 바탕으로 다음의 IP확보 전략을 수립하였음
- 특허 전략은 과제 구성과도 연계하여 개별기술의 통합, 공백특허분야 집중 개발, 정보를 활용한 부가가치 확대의 3가지로 구성됨

1) 전략 1. 시스템 통합 특허 추진

- 차수설비, 제품 등의 개별 요소기술에 대한 특허는 다수 출원, 등록된 상황이나 각 요소기술을 통합하여 운영하는 기술에 대한 특허는 많지 않음
- 특히 단순한 차수제품 하나로 건축물 침수가 완벽히 대응되지 않기 때문에 배관, 재료, 설비 등을 종합한 기술 운용 기법에 대한 특허가 확보될 수 있음
- 그리고 확보된 기술을 바탕으로 실증사업 대상지에 적용이 가능함
- 시스템 통합 IP 확보를 통해 체계적인 사업화 모델을 확보할 수 있음

2) 전략 2. 배수, 배관, 재료분야 특허 확보

- 차수판, 차수문 등 직접적인 차수 기능 제품에 대한 특허는 다수 존재하나 배수, 배관, 재료 분야의 특허는 미흡한 상황으로 확보가 필요함
- 한국 여건에 맞춘 배수, 배관, 재료 분야의 기술을 통합하여 특허 확보가 필요하며,
- 해외 진출을 위한 맞춤형 배수, 배관, 재료 분야 기술 확보가 필요함

3) 전략 3. 건축물 홍수 리질리언스 정보 활용기술 특허 공백

- 건축물 홍수 리질리언스 개념이 국내에 보급 초기로 관련 정보를 구축하고 이를 활용하는 방법에 대한 특허 확보 필요
- 특허 확보를 위해서는 기존의 정보시스템과는 차별화된 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 조사 방법, 성능 개선 방안 제시 로직 등의 기술 적용이 필요

제5절 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와의 차별성

1. 유사과제 분석방법

- 국가과학기술종합정보시스템, 국토교통과학기술진흥원 홈페이지 과제현황 등을 바탕으로 유사과제를 선정하고, 각 과제의 세부내용을 대상재해, 대상물, 개발기술 유형으로 구분
- 대상재해(폭우), 대상물(건축물), 개발기술유형, 재해취약성, 건축물, 리질리언스 개념 유무를 주요 키워드로 적용하여 내용적 유사성과 차별성도 검토하였음
- 국토교통연구개발과제를 비롯하여 행정안전부 소관 연구개발과제 등 총 23개 과제를 선정하였으며 키워드 분석을 통해 차별성 검토를 수행함

표 2-45. 유사과제 분석 주요 키워드 설명

주요키워드	키워드 설명	비고
대상재해	대상재해가 폭우, 홍수, 침수와 관련이 있는지에 대한 검토	
대상물	국토기반시설, 도시공간, 건축물, 하천, 해양 등 연구의 주요 대상이 무엇인가에 대한 검토	
개발기술 유형(SW, 설계기준, 공법, 정책 등)	개발기술의 해당 유형을 분석하여 기입	본 과제 확정과정에서 지속적인 피드백 진행
재해취약성	본 기획의 주요키워드인 폭우 취약지역을 반영하여 취약성 분석 내용을 담고 있는지에 대한 검토	
건축물	대상물 키워드와 유사하나 건축물의 구조, 재료, 설비, 계획기법 등에 대한 내용을 포괄적으로 담고 있는지에 대한 여부를 검토	
리질리언스 개념 유부	일반적인 홍수 방어, 침수 대응외에 복구와 관련된 내용을 담고 있는지에 대한 여부 검토	

2. 유사과제 검토 결과

- 유사과제 검토결과 키워드로 제시한 연구특성 중 3가지 이상 유사한 과제는 “대규모 복합피해 지역에 대한 효율적인 복구방안 연구” 하나로 분석
 - 그러나 산사태가 포함된 내용이며 도시시설물에 한정되어 있음
 - 본 과제의 주요 키워드와 4가지 이상 중복되는 연구과제는 없으며, 본과제는 리질리언스 개념의 적용, 건축물 대상이라는 점에서 유사과제와 차별화됨
- 국토교통연구개발과제, 행정안전부 재난안전기술연구개발사업 외의 과제에 대해서는 다음과 같이 검토하였음
 - “소방방재청(2009)의 통합 내배수 침수방어기술 개발”은 홍수발생시 건축물 침수방어를 위한 홍수차단막 개발 및 적용과 관련하여 연구 수행함. 예방적 차원에서 접근한 내용이나 피해 복구와 관련된 내용은 부재함
 - “미래창조과학부(2017-2020)의 도시사회생태시스템의 리질리언스 향상을 위한 그린인프라

디자인 기법 개발”은 서울시의 홍수와 열섬문제를 중심으로 리질리언스 평가방법을 개발하여 서울시의 사회생태시스템 향상을 위한 그린인프라 디자인 기법을 개발하는 연구를 수행중임. 녹지와 도시시스템 차원의 접근으로 건축물 리질리언스와 차별화 됨

- “교육과학기술부(2012)의 재난 리스크 저감을 위한 수리과학기술연구”는 도시홍수 및 산사태 위험도 평가 기술을 위해 국가기반시설의 리질리언스를 연구하고 재해위험지도를 작성하였음.
- “교육부(2013)의 도시방재력 향상을 위한 시공간 통합모델의 개발”은 도시 방재력 향상을 위한 자연재해 피해저감 방안으로 시스템 다이내믹스와 GIS를 적용하여 통합 시공간예측모델인 도시 리질리언스 모델을 구축하였음. 도시 차원의 선행연구로 적용가능함
- “국립재난안전연구원(2013)의 통합안전관리시스템 기본계획 수립 및 지역안전진단 시스템개발 설계”는 주민참여에 의한 지역 공동체 활성화를 위한 방안으로 지역 안전환경을 분석하고 안전개선 활동을 지원하는 방재리질리언스 프레임워크를 제시하고 지역 안전정보의 통합 운영관리 및 안전진단 시스템 개발 기본설계와 DB 구축을 수행하였음. 도시 차원의 지역안전 개선관련 선행연구로 활용 가능함
- “미래창조과학부(2016)의 미래 사회·환경적 변화에 대응하는 통합적 워터프론트 계획방안”은 기후변화를 고려한 리질리언트 커뮤니티로서 공공을 위한 물 중심의 워터프론트 계획방안을 구축하기 위해서 수변이용계획, 수변공공디자인계획, 물관리분야와 협업을 통해 기후변화 대응 및 건강한 리질리언트 워터프론트 비전을 제시하였음. 재난보다는 물관리차원의 도시조성 연구임

표 2-46. 유사과제 중복성 검토표

발주기관	사업명	과제명	연구기간	총연구비 (정출금) 단위:백만원	주관 기관	과제담 당관	연구내용	기술 구분	중복성 및 차별성 검토					
									대상재해	대상물	개발기술 유형 (S/W, 설계기준, 공법,정책)	재해 취약 성	건축물	리질 리언 스 개념 유무
KAIA	건설기술 연구사업	도시홍수재해 저감 및 관리를 위한 다양한 요소기술 개발	2003.12.30.~ 2008.12.29	-	경기대 (이종태 교수)	국토교 통부	- 도시홍수 재해해석 기술 - 도시홍수 예경보 및 침수예측 기술 - 도시홍수 재해경감 기술 - 도시홍수 방어계획 및 관리기술	-	도시홍수	도시 하천	S/W 기준	x	x	x
KAIA	건설기술 연구사업	재난시나리오 기반 수변구조물 통합안전관리 기술개발 연구단	2013.6.1.~ 2018.5.31.	32,541 (24,321)	K-water (신동훈 박사)	국토교 통부	- 수변구조물 Risk 정보제공을 위한 감시 및 안전도 확보기술 개발 - 다중시나리오 기반재난대응 의사결정 체계(DRIMSS) 구축 - 피해복구를 위한 원스톱 수변구조물 통합관리기술 개발	-	태풍, 호우, 지진	시설물 (교량, 댐&보,하 천제방, 옹벽 및 절토사면	S/W 기준 공법	x	x	x
KAIA	물관리연 구사업	차세대 홍수방어기술 개발	2008.12.19.~ 2013.12.18.	22,847 (19,504)	경북대 (한건연 교수)	국토교 통부	- 홍수조사 선진화 및 모니터링 기술 - 치수능력 증대기술 - 미래 통합 유역홍수 대응기술 - 국가 홍수 관리시스템 개발(AHPS)	-	돌발홍수	하천제방 유역하천 치수시설 물 도시배수 시스템	S/W 설계 정책	○	x	x
KAIA	물관리연 구사업	내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구	2013.06.15.~ 2018.06.14.	(7,190)	서울시립대 (문영일 교수)	국토교 통부	- 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술개발 - 내배수시설 성능개선, 설계 선진화 기술개발 - 내배수시스템 최적 운영 기술개발	-	내수침수 외수범람	배수시설	S/W 설계기준	x	x	x

발주기관	사업명	과제명	연구기간	총연구비 (정출금) 단위:백만원	주관 기관	과제담 당관	연구내용	기술 구분	중복성 및 차별성 검토					
									대상재해	대상물	개발기술 유형 (S/W, 설계기준, 공법,정책)	재해 취약 성	건축물	리질 리언 스 개념 유무
KAIA	물관리연 구사업	국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시, 평가, 예측 기술 개발	2014.07.01.~ 2019.03.31.	(29,000)	한국 수자원 공사 (채효석 박사)	국토교 통부	- SRA(Satellite, Radar, AWS) 및 첨단 모니터링 시스템을 활용한 광역 - 및 국지홍수의 피해 범위와 규모 예측의 정확도를 기존 1Km → 100m 단위로 고도화	기후변화 대응 수재해 예방	수재해 (가뭄,건 천화,홍수)	수공시스 템	S/W	x	x	x
KAIA	물관리연 구사업	기후변화 대비 수자원 적응 기술 개발	2014.09.15.~ 2019.06.14.	(19,700)	세종대 (배덕효 교수)	국토교 통부	극한 가뭄, 홍수기 슈퍼태풍, 거대홍수 등 기후변화 영향을 고려한 안정적 수자원 확보, 물부족시 비상대책 마련, 글로벌 시장 진출을 위한 수문/수자원 정보 제공	기후변화 대응 수재해 예방	극한강우 극한홍수	용수시스 템 유역관리	S/W 기준 정책	○	x	x
KAIA	물관리연 구사업	골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발	2017.04.05 ~ 2021.12.31	(11,477)	건설연 (이동률)	국토교 통부	- 산지/도시/소하천(동네규모) 돌 - 발홍수 발생 3시간 사전 예보, 대하천 및 유역/도시 홍수 발생 6시간 사전예보를 통한 재난 대응 골든타임 확보기술 개발	기후변화 대응 수재해 예방	홍수, 돌발홍수	홍수발생 지 (친수,도심 ,산간)	S/W	○	x	x
국립재난 안전연구 원	재난안전 기술 연구개발 사업	풍수해 직접·간접 피해를 고려한 피해산정 및 예측 기술 개발	2015.05.01.~ 2019.12.31. (5년7개월)	17,392	인하대 (김형수 교수)	행전안 전부 자연재 난대응 과장	- 국가재해정보 기본통계 구축 - 재해통계 기반 피해 예측기술 개발 - 한국형 재난손실손상 추정함수 개발 - 풍수해 피해 예측지도 작성 기술 개발 및 지도 작성 - 피해 예측 정보 평가 기술 개발	자연재해 위험성평 가 및 피해예측 예방기술 개발	풍수해 (호우, 태풍, 바람(강풍 , 풍랑, 대설)	기반시설 지역	S/W 정책	○	x	x

발주기관	사업명	과제명	연구기간	총연구비 (정출금) 단위:백만원	주관 기관	과제담 당관	연구내용	기술 구분	중복성 및 차별성 검토					
									대상재해	대상물	개발기술 유형 (S/W, 설계기준, 공법,정책)	재해 취약 성	건축물	리질 리언 스 개념 유무
국립재난 안전연구 원	재난안전 기술 연구개발 사업	기후변화 적응을 위한 연안도시지역별 복합원인의 홍수 취약성 평가기술개발 및 대응방안 연구	2015.05.01 ~ 2018.12.31	6,338	한서대 (박무종 교수)	행전안 전부 재난영 향 분석과 장	- 기후변화 적응을 위한 연안도시 홍수취약성 평가기술 개발 - 기후변화에 따른 연안도시 홍수피해 대처계획 수립기술 개발 - 기후변화를 고려한 연안도시 지역의 홍수 취약성 평가 기술 개발 - 기후변화에 따른 연안도시 재해예측 및 관리시스템 개발	자연재해 위험성평 가 및 피해예측 예방기술 개발	호우, 태풍, 해수면상 승, 폭풍해일 등	기반시설 지역	S/W	○	x	x
국립재난 안전연구 원	재난안전 기술 연구개발 사업	대규모 복합피해지역에 대한 효율적인 복구방안 연구	2014.05.01 ~ 2019.04.30	2,566	서경대 (안재현 교수)	행전안 전부복 구지원 과장	- 대규모 복합피해지역 지역단위 복구모델 개발 - 대규모 복합피해지역 복구공법 개발	일상생활 복구를 위한 재난복구 기술 개발	산사태, 침수	시설물 도시계획	설계기준 공법 정책	○	x	○
국립재난 안전연구 원	재난안전 기술 연구개발 사업	침수재해 경감 표준 모델 개발 및 관리기술 고도화	2014.05.01 ~ 2017.04.30	1400	경북대 (한건연 교수)	행정안 전부	침수재해 경감 표준모델 개발 및 관리기술 고도화 및 침수예상도 작성을 위한 다차원 표준모델 개발	자연재해 대비대응 역량강화 기술개발	침수	수공시스 템	S/W	x	x	x
국립재난 안전연구 원	재난안전 기술 연구개발 사업	풍수해 위험도가 반영된 개별 보험요율 산정 및 지도개발 / 풍수해 위험도 분석 및 위험지도 작성	2013.05.01 ~ 2018.04.30	2,770	공주대 (정상만 교수)	행정안 전부	- 최소 단위별 재해유형 특성이 반영된 풍수해보험요율 산정 및 풍수해 보험관리지도 작성 - 자연재해 위험성 평가 및 피해예측·예방기술 개발	자연재해 모니터링 예측대응 기술	풍수해	지역	기준 정책	○	x	x

발주기관	사업명	과제명	연구기간	총연구비 (정출금) 단위:백만원	주관 기관	과제담 당관	연구내용	기술 구분	중복성 및 차별성 검토					
									대상재해	대상물	개발기술 유형 (S/W, 설계기준, 공법,정책)	재해 취약 성	건축물	리질 리언 스 개념 유무
국립재난 안전연구 원	재난안전 기술 연구개발 사업	자연재난 위험도평가 및 도시침수 예측기술 개발	2015.01.01 ~ 2018.12.31	5,310	국립재난안 전연구원 (최창원)	행정안전 부	- 주요 자연재난 위험도 평가 체계 확립 - 도시침수 예측기술 개발 - 가뭄 모니터링 체계 기반 구축	문제 해결형 기술개발	도시침수 가뭄	도시 지상-지하	기준 정책 S/W	○	x	x
소방 방재청	자연재해 저감기술 개발사업	내배수 침수 재해저감 기술개발	2006.09.01.~ 2009.04.30	1425	경북대학교 (한건연 교수)	소방방 재청	홍수발생시 건축물 침수 재해 저감을 위해 지자체별 내배수 재해의 실시간 검보정으로 내배수 예측 Prototype 제시 및 운영기술 개발	도시침수 위험성 평가 및 대응 시나리오 구축	홍수 침수	건축물 지하공간	설계기준	○	x	○
한국연구 재단	일반사업	- 도시사회생태시스템의 리질리언스 향상을 위한 그린인프라 디자인 기법 개발	2017.03.01~ 2020.02.29	193.5	고려대학교 (전진형 교수)	과학기술 정보 통신부	- 서울시의 홍수와 열섬문제 중심으로 리질리언스 평가방법을 개발 - 서울시의 사회 생태시스템 향상을 위한 그린인프라 디자인 기법 개발	그린 인프라 디자인	홍수 열섬	도시	설계기준	x	○	x
교육과학 기술부	창의연구 사업	- 재난 리스크 저감을 위한 수리과학기술연구	2012.01.01.~ 2012.12.31	142	국가수리과 학연구소 (유순영 박사)	교육과 학기술 부	- 도시홍수 및 산사태 위험도 평가기술개발 - 재난리스트 모델의 활용방안 연구 - 수리과학기술을 활용한 재해저감연구 홍보	홍수와 산사태 위험 평가	홍수 산사태	도시	설계기준	○	x	○
한국연구 재단	일반사업	도시방재력 향상을 위한 시공간 통합모델의 개발	2013.06.01.~ 2015.05.31	101	부산대학교 (김호영 교수)	교육부	도시 방재력 향상을 통한 자연재해 피해저감방안으로 시스템 다이내믹스와 GIS를 적용하여 시공간예측모델인 도시 레질리언스 모델을 구축함	시스템 다이내믹 스와 시공간예 측모델 구축	자연재해	도시	정책	○	x	○

발주기관	사업명	과제명	연구기간	총연구비 (정출금) 단위:백만원	주관 기관	과제담 당관	연구내용	기술 구분	중복성 및 차별성 검토					
									대상재해	대상물	개발기술 유형 (S/W, 설계기준, 공법,정책)	재해 취약 성	건축물	리질 리언 스 개념 유무
국립재난 안전연구 원	복합사회 적재난대 응기술개 발	통합안전관리시스템 기본계획 수립 및 지역안전진단 시스템 개발 설계	2013.01.01.~ 2013.12.31	115	국립재난안 전연구원 (김현주 박사)	안전행 정부	- 웹기반의 지역 안전정보 통합운영관리 및 안전진단 시스템 개발을 위한 기본계획 수립 - 안전한 지역만들기 포털 프로토타입 개선 및 확장 - 안전정보 통합운영관리 및 안전진단 시스템 개발을 위한 지역단위 안전정보 데이터베이스 구축 - 안전정보 통합운영관리 및 안전진단 시스템의 지역안전진단 시스템 개발 기본구상	안전을 위한 안전정보 통합운영 관리시스 템 개발 및 데이터베 이스 구축	사회적 재해	지역사회 공동체	웹시스템 및 DB	×	×	○
한국연구 재단	일반사업	- 미래 사회·환경적 변화에 대응하는 통합적 워터프론트 계획방안	2016.06.01.~ 2019.05.31	83.18	인천대학교 (이금진 교수)	미래창 조과학 부	- 기후변화를 고려한 리질리언트 커뮤니티로서 공공을 위한 물중심의 워터프론트 계획방안 구축 - 재난보다는 물관리차원의 도시조성 연구임	워터프론 트 구축	-	수변도시 워터프론 트	설계기준	×	×	○
국립방재 교육연구 원 방재연구 소	-	도시 방재력 진단을 위한 지표 및 체크리스트 개발	2010.01.01.~ 2010.12.31	-	방재연구소 (김현주 박사)	소방방 재청	- 리질리언스 개념을 바탕으로 도시 방재력의 형성 및 강화를 위한 진단 지표 및 체크리스트 개발 - 국내외 도시 방재력 진단관련 연구 및 사례조사, 현행 관련 제도 보완 및 방재계획 수립 방안 제시	방재력 진단	재해 전반 풍수해	도시	설계기준 정책	○	×	○

발주기관	사업명	과제명	연구기간	총연구비 (정출금) 단위:백만원	주관 기관	과제담 당관	연구내용	기술 구분	중복성 및 차별성 검토					
									대상재해	대상물	개발기술 유형 (S/W, 설계기준, 공법,정책)	재해 취약 성	건축물	리질 리언 스 개념 유무
국립방재 연구원	-	지역사회 방재리질리언스 프레임워크 개발	2012.01.01.~ 2012.12.31	-	국립방재연 구원 (김현주 박사)	행정안 전부	- 방재안전도시에 대한 정의 규정 - 방재리질리언스 프레임워크 제시를 위한 구성요소 도출 및 제도화 관련 방안 제시 - 방재 개념의 지역(마을)만들기 가이드라인 개념	방재리질 리언스 개념의 지역만들 기	재해 전반 풍수해	도시 커뮤니티	정책	×	×	○
한국수자 원학회	제40호 제3권	건물영향을 고려한 GIS 기반 도시침수해석 모형	2007.03	-	경북대학교 (이창희, 한건연)	소방방 재청	- 도시지역 내 국지성 집중호우로 인해 건물과 공공기반시설의 침수 예측 - 도시 침수지역 내 건물의 영향(침수면적) 모의 산출	도시홍수 로 인한 침수위험 지역 파악	홍수 침수	도시 건축물	모형(S/W)	○	×	○
대한토목 학회	제7호제 6B권	비용편익분석을 이용한 도시건축물의 방어침수위 설정	2007.11	-	서울연구원 (신상영, 이창희, 이양재, 여창건)	소방방 재청	- 도시홍수로 인한 도시 내부 침수시 건축물 침수 방어를 위한 합리적인 침수위 설정기준 수립 - 비용편익분석을 이용하여 건축물 및 시설물 방어 침수위 설정	도시홍수 로 인한 침수시 건축물 침수위 설정기준	홍수 침수	건축물	설계기준	○	×	○

제6절 연구개발 인프라 분석

1. 국내 관련분야 연구기관 및 인력

가. 연구기관 인프라

- 폭우, 건축물, 리질리언스 관련 연구개발 인프라는 아직 선진국에 비해 미흡한 수준이며, 최근의 대형 화재, 재난 등으로 재난분야의 연구개발 인프라 확대 요구는 지속적으로 증대되고 있음
- 공익성을 가진 재난재해부문의 특성으로 인해 공공기관과 정부출연연구기관을 중심으로 국내 인프라가 구축되어 있음

표 2-47. 재난재해관련 국내 연구 인프라

전문기관	연구영역
한국건설기술연구원 (KICT)	- 복합재난대응연구단을 설립하여 재난대응부문 연구 - 수자원하천, 화재안전연구부문의 실험설비를 구축하고 있음
한국과학기술정보연구원 (KISTI)	- 글로벌 재난이슈 발굴 (Horizontal Scanning) - 재난·재해관련 데이터 분석 및 예측 - 재난·재해 대응 의사결정 지원체계 기반 구축
한국환경정책평가연구원 (KEI)	- 미래재난 예측 시나리오 개발 - 미래사회 변화에 기반한 기후환경 변화 전망 - 미래사회의 환경재난 이슈 및 대비 방안
한국수자원공사 (K-Water)	- 미래재난 대비기술(탐자분석·평가)의 현업 적용 - 미래재난 시나리오 기반 물안보 확보(Water Security) * 재난(초대형 태풍·홍수·가뭄·데리) → 물 공급 중단 → 위생(질병)·폭동·대기근(식량)·환경난민
한국과학기술원 (KAIST)	- 사이버스페이스 상의 미래재난 대비방안 - 미래재난 관리 거버넌스 구축 방안 - 미래재난 감시를 위한 빅데이터 활용 방안 - 미래재난에 대비·대응하기 위한 과학기술(사회문화과학 포함) 적용 방안 및 발생 가능 복합 재난 도출
국토연구원 (KRIHS)	- 미래재난 대비 국토 공간 재편성방안 연구 - 메가트렌드를 고려한 국토의 미래 국토안전 전망 - 도시차원의 방재제도 및 정책
국립재난안전연구원 (NDMI)	- 미래재난 관련 연구기능 강화 방안 - 신종 미래 복합재난 대비를 위한 정책개발 - '2030 미래재난 대비 종합계획 추진' 방안 - 재난관련 실험설비를 구축하여 연구개발 수행

나. 연구 인력 및 조직

- 재난재해관련 학술조직으로 한국방재학회가 2000년 한국도시방재학회로 설립되어 방재관련 전문가 단체를 조직하고 있음
- 하위조직으로 전문분과위원회를 구성하고 있으며, 이중 폭우 재해취약성과 건축물 리질리언스 관련 분과는 건축물방재, 기상방재, 시설물방재, 풍수해방재, 하천방재위원회 등이 있음



그림 2-68. 한국방재학회 관련 위원회 구성

출처: 한국방재학회 홈페이지(www.kosham.or.kr)

- 관련 전문가 풀은 한국방재학회 전문가 리스트와 관련 자문회의, 보고서 등의 자료를 통해 구축한 내용임
- 리질리언스의 경우 건축물 리질리언스에 특화된 전문가 보다 대부분 리질리언스 전반에 대한 이론과 개념을 연구하는 수준이며, 건축물의 경우 기존의 건축재료, 구조, 설비 분야의 전문가와 중첩됨

표 2-48. 관련 전문가

연구진	전문성	분야
신진동 시설연구사 (국립재난안전연구원)	- 재난 분야 전문가 - 전통 공간에서의 방재기능에 대한 연구를 수행 - 리질리언스 부문 인벤토리 작성 및 국가 재난방재 계획수립	재난 전분야
이병재 책임연구원 (국토연구원)	- 도시계획 및 방재관련 전문가 - 재해취약성분석, 재해 예방형 도시계획수립 컨설팅 용역 등 재해취약성분석 관련 연구수행 경험 다수 보유	재해취약성 분석
한우석 책임연구원 (국토연구원)	- 폭우 분야 리질리언스 전문가 - 미국 국토안전부와 공동으로 리질리언스 연구 수행 - 국내 리질리언스 부문 국토연구원-KETI 공동연구 수행 책임자	미국 리질리언스
김태현 부연구위원 (한국환경정책평가연구원)	- 도시계획 및 설계 전문가 - 도시계획 및 방재, 리질리언스 관련 연구수행 경험 다수 보유	도시계획 및 방재
강상준 교수 (강릉원주대)	- 리질리언스 개념, 적용방법 - 경기도 광명을 대상으로 침수 유형분석, 리질리언스 적용방안에 대해서 연구	리질리언스 침수
윤동근 교수 (연세대학교)	- 방재분야 전문가 - 재난 재해 리스크 저감형 도시계획 수립 연구 - 방재 시뮬레이션 기법 연구	리스크 저감, 방재전문야
김상철 본부장 (KCL)	- 차수설비 부문 전문가 - 건축물 리질리언스 제품에 대한 인증, 사업화 부문 자문 - 국내 건축물 차수시설 개발 및 적용 현황	건축물 차수설비
홍재주 이사 (맵인어스)	- 방재 리질리언스 분야 연구 다수 수행 - 재해취약성분석 전문가	방재 리질리언스
김승우 대표 (리스크솔루션)	- 위험 예측 기술 - 폭우 재해취약지역 시뮬레이션 부문	건축물 침수위험
김경배 교수 (인하대학교)	- 리질리언스 도시계획 - 기후변화 사회적 취약성 분석	리질리언스 계획
박민규 (중원대학교 교수)	- 방재공학 및 재해영향평가 - 건축사회환경공학 부문에서 리질리언스 자문	건축물 방재
장재훈 주무관 (서울시 시설계획과)	- 서울시 생태환경관리 부문 업무 - 서울시 시설계획 부문	방재시설
이준영 주무관 (고양시 시민안전과)	- 침수우려지역지정관리 - 재난표준매뉴얼 작성 - 재해침수흔적도 작성	지자체 방재정책
송태정 사무관 (행정안전부)	- 정부부처 재난관리계획 - 재난안전 계획 수립	정부의 리질리언스 정책
장대원 수석연구원 (LIG시스템)	- 재난관련 정보시스템 구축 - 재해관련 보험제도 분석	방재 보험
최우일 박사 (LIG시스템)	- 리스크 분석 기술 - HAZUS-MH 모델 관련 분석	HAZUS 모델 관련 분석
오은호 대표 (우노시스템)	- 차수설비 개발 전문가 - 침수분야 방어 복구, 대응 전문가	건축물 침수 대응 기술

2. 시설 및 장비

가. 현황

- 건축물 리질리언스 관련하여 침수관련 실험이 가능한 시설과 장비는 한국건설기술연구원, 국립재난안전연구원, 한국건설생활환경시험연구원 등에 구축되어 있음
- 한국건설기술연구원은 수자원하천연구소에서 운영 중인 하천실험동, 옥외수리시험장 등을 운영하고 있으며 실규모 실험을 진행할 수 있음
- 수자원하천연구소의 실험동은 하천과 방파제, 해안의 모사를 목적으로 구성된 설비로 건축물과 관련된 실험을 위해서는 별도의 실험체 제작을 통한 침수실험구성이 필요함



01 본관1동	02 본관2동	03 건축도시,도로실험동
04 구조실험동	05 국토환경실험동(정보관)	06 IAQ실물실험동
07 바닥충격음시험동	08 제로카본 그라운드 실증주택	09 KICT 복자관
10 환경소재실험동	11 윤하중실험동	12 방파제실험동
13 건설재료실험동	14 음향실험동	15 SOC통합관리센터
16 지반공학실험동	17 하천실험동	18 환경공학빌딩
19 실험대형지반실험동	20 수자원환경연구동	21 고성능콘크리트실험동
22 PM수리실험동	23 첨단도로교통실험동	24 탄소저감형건설재료실증실험동
25 건설산업혁신센터		

그림 2-69. 한국건설기술연구원 실험시설 배치도

출처: 한국건설기술연구원 홈페이지(www.kict.re.kr)

- 국립재난안전연구원은 지하1층에서 지상3층 규모의 실증실험센터를 건립하여 도시홍수 실험동과 지반재난실험동으로 특화하여 운영 중

- 풍수해 실험동은 강우모사장치를 구축하여 강우시의 환경을 구현할 수 있도록 설계되었으며 다양한 크기의 강우발생이 가능함
- 안전체험분야의 실험시설을 별도로 구축하여 체험자들에게 현실감 있는 교육을 제공하고 있음

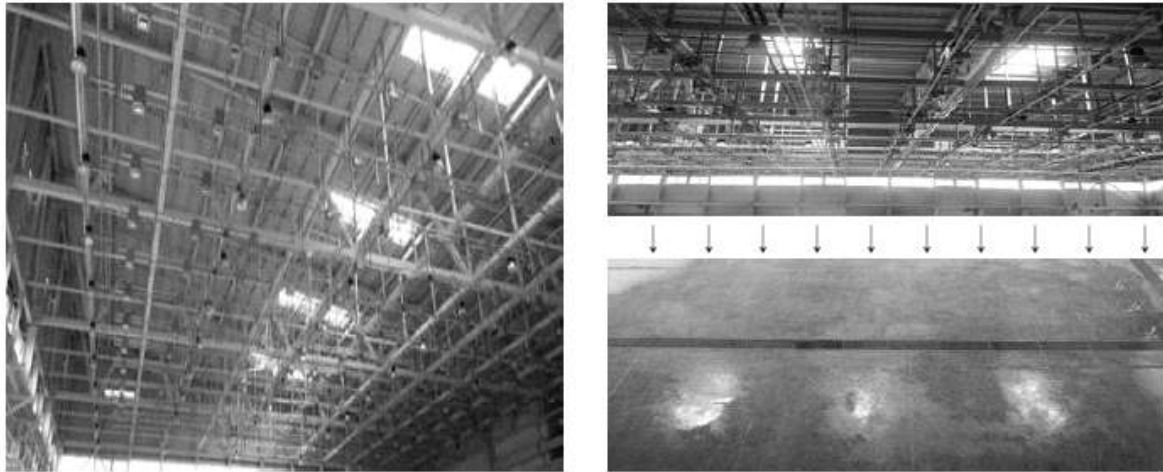


그림 2-70. 강우발생 모사장치

출처: 심기오, 2016, 국립재난안전연구원 실증실험센터 소개, 방재저널, 한국방재협회 18권 3호

- 한국건설생활환경시험연구원은 기후환경실증센터를 보유하고 있으며 기후변화 대응하는 환경 실험을 수행할 수 있는 시설을 갖추고 있음



그림 2-71. 한국건설생활환경시험연구원 기후환경실증센터

출처: 기후환경실증센터 소개자료, 2017

- 대형 기후환경실은 국내외 기후조건을 모사하여 3층 건축물의 실증시험(20(L)x25(W)x20(H)m)이 가능한 규모임
- 중형 기후환경실은 실험실 건축분야, 수송기기, 군수용품, 신재생 에너지 등 다양한 분야 환경시험이 가능한 기후실험실로 10(L)x10(W)x 4.5(H)m 규모로 2개 실로 구성되어 있음



그림 2-72. 대형 기후환경실 시험현장

출처: 인터넷 기사, <http://www.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=4670>



주요사항

- 크기: 10(L)x10(W)x 4.5(H)m
- 온도: -30 ~ +80°C
- 습도: 10 ~ 90%
- 일사: 800 ~ 1,200 0 W/m²
- 조사면적: 2m(L) x 2m(W)
- 강우: 150mm/h, 25mm/h, 40mm/h
- 강설: 50mm/h

주요설비

- 공조: 530CMM, 냉동기 - 140kW, 난방기 - 240kW
- 일사: Metal halide lamp, 800 ~ 1,200 0 W/m²
- 강우: 150, 40, 25 mm/h (module set)
- 강설: 50mm/h (movable snowgun)

관련규격

MIL-STD-810G

활용분야

- 건축자재 / 단위 성능평가
 - 부재 외기환경 성능평가
 - 에너지 하베스팅 자재
- 이종산업분야 환경성능평가
 - 수송기기 성능평가
 - 군수장비 성능평가

그림 2-73. 중형 기후환경실 현황

출처: 기후환경실증센터 소개자료, 2017

- 소형 기후환경실은 한랭, 극한의 환경조건이 모사가 가능한 실험실로 건설분야 및 자재분야, 신재생 에너지, 자동차 산업분야 등 다양한 분야의 환경성능, 내구 신뢰성 평가 등이 가능하며 5(L)x5(W)x 3.5(H)m 규모로 2개의 실로 구성되어 있음



주요사항

- 크기: 5(L)x5(W)x 3.5(H)m
- 온도: -40 ~ +80°C
- 습도: 10 ~ 90%
- 일사: 800 ~ 1,200 0 W/m²
- 조사면적: 1.5m(L) x 1.5m(W)
- 강우: 150mm/h, 25mm/h, 40mm/h
- 강설: 50mm/h

주요설비

- 공조: 350CMM, 냉동기 - 63kW, 난방기 - 113kW
- 일사: Metal halide lamp, 800 ~ 1,200 0 W/m²
- 강우: 150, 40, 25 mm/h module set
- 강설: 50mm/h (movable snowgun)

관련규격

MIL-STD-810G

활용분야

- 건축자재 단위 성능평가
 - 열관류 시험
 - 기밀, 수밀, 축진(내후성) 시험
- 이종산업 제품/기술 자연환경 모사 성능평가
 - 레포츠용품 성능평가
 - 전자기기 환경성능평가

그림 2-74. 소형 기후환경실 현황

출처: 기후환경실증센터 소개자료, 2017

- 차수제품(차수판)을 대상으로 별도의 실험인증을 위한 설비가 구축되어 있으며, KS기준에 의한 성능평가방법이 정립되어 다음과 같은 성능을 확인하게 됨
 - 평가방법 (KS F 2639)
 - 구조 : 수밀성이 확보된 밀폐형 구조. 지정최대수심 300mm 이상
 - 누수성능 : 누수율 40 l/(m·h) 이하
 - 변형 : 시험 전·후 변형 여부
 - 내충격성 : 시험 후 잔류 변형과 손상 여부
- 그러나 건축물 홍수 리질리언스 개별 기술에 대한 평가를 수행하기 위해서는 차수막이나 차수판 중심의 실험시설로 관련시설을 보강하여 차수문, 차수벽, 차수창호, 역류실험 등을 수행할 수 있는 차수 종합시설로 운영할 필요가 있음

나. 국외 실험인프라

- 국외의 경우 실규모 실험이 가능한 설비를 구축하여 창호, 외벽, 배관 등 건축관련 기술에 대한 종합성능을 평가하고 인증할 수 있음
- 파랑생성, 강우모사, 건축물 각 부문별 성능 평가 센서 장착 등을 통해 제품성능과 인증을 위한 업무를 시행하고 있음



실규모 건축물 모형 구축



실규모 주택 모형 구축



역류방지 배관 성능 검증



파랑 생성



분당 6000리터 물 유입



실내외 모두 실험 가능

그림 2-75. 실규모 건축물 대상 실험설비

출처: <https://www.youtube.com/watch?v=SyZa7wNJoLM>

다. 인프라 활용여건 분석

- 홍수관련 실험시설, 차수제품 성능 평가 등을 수행하기 위한 인프라를 신규로 건설하기에는 아직 국내 시장규모가 작고, 국내 관련 제품이 상용화된 사례가 많지 않기 때문에 기존의 인프라를 최대한 활용하는 방안을 마련해야 함
- 강우환경에 대한 모사, 파랑 생성, 수조구축을 통합 수압 실험은 가능한 상황으로 판단되나 각 실험설비들이 분산되어 있다는 단점은 있음
- 따라서 현재의 시장규모를 고려하여 초기에는 분산된 실험설비를 적극 활용하여 시작품 검증을 수행하고, 이후 시장이 성장한 이후에는 민간 부문에서 자발적인 실험설비 구축과 인증 업무 추진 등이 진행되는 방향으로 진행되어야 함
- 기존 구축된 인프라 활용여건을 실험방식, 성능평가 기준, 설비 구축 유무, 보완활동 등을 바탕으로 다음과 같이 분석하였음

표 2-49. 인프라 활용여건 분석

구축 인프라명 (기관)	인프라	활용방안
하천실험동, 옥외수리실험장 (한국건설기술연구원)	하천, 방파제, 해안을 모사하여 실험 가능한 환경 구축	수조구축을 통한 수압, 유속, 파랑 실험 가능 실물 건축물 대상 실험을 위해서는 별도의 실험체 제작이 필요함
도시홍수실험동 (재난안전연구원)	강우모사장치를 구축하여 강우시의 환경을 구현 (재난상황에 특화)	강우 상황에서의 대응기술 중심 실험 가능 실물 건축물 대상 실험을 위해서는 강우환경 실험 내 실험 환경 조성이 필요
차수제품 성능평가 실험시설 (한국건설생활환경시험연구원)	기후변화 변화 대응 규모별(대, 중, 소형) 강우 실험 가능 차수제품 성능을 분석하기 위한 실험설비 구축	강우 상황에서의 대응기술 중심 실험 가능 실물 건축물 대상 실험을 위해서는 강우환경 실험 내 실험 환경 조성이 필요 현재 차수제품 중심의 실험시설을 창, 문, 벽체 등으로 확대할 수 있도록 보강하여 추진 가능

제7절 종합분석

1. 정책반영 방향

- 폭우 재해취약성과 관련된 정책연구는 다수 수행되었으나 리질리언스와 같이 재난재해 이후의 복구와 관련된 정책이 상대적으로 미흡한 상황임
- 정책반영을 위한 연구들이 다수 수행되었으나 건축물과 방재분야의 소관 부처가 상이하여 종합적인 대책이 마련되지 못하고 있음
 - 방재부문에서는 건축물에서의 방재설비에 관한 요건과 기준을 제시하고 있으며, 실제 건축물의 침수방지를 위한 장비와 설비의 규격, 성능 기준 등이 마련되지 못하거나 실제 적용에 한계가 있는 사례가 다수
- 리질리언스 개념이 광범위하게 사용되고 있어 홍수와 침수부문에만 특정하여 활용 가능한 정책개발이 필요함
- 건축물 부문, 특히 폭우와 관련한 리질리언스 개념을 정립하고 이를 구현하기 위한 세부기술을 구성하는 방향으로 기획

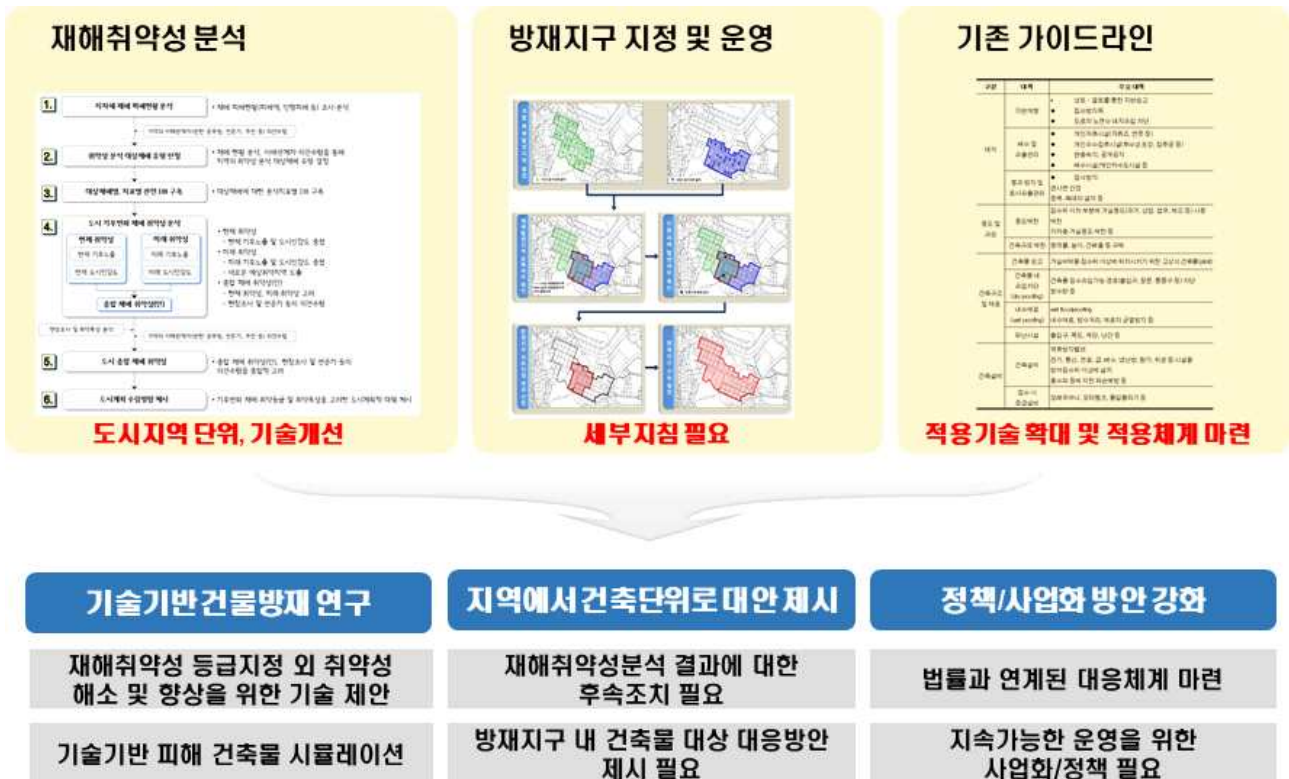


그림 2-76. 정책반영 방향

2. 시장창출 방향

- 기후변화로 인한 재난재해 증가에 의해 방재분야 시장은 지속적으로 성장할 것으로 예상되나 건축물 리질리언스 분야의 경우 국외에 비해 아직 국내 시장 규모가 작음
- 실증 또는 시범사업을 통해 리질리언스 기술을 적용하고 그 효용을 검증하여 기술 확산을 통한 시장 창출이 필요
- 국외시장 활성화 정책사례를 벤치마킹하여 사업화 모델을 개발할 필요가 있음
- 특히 국외에서 진행되는 보험업과의 연계성을 통해 금융, 세제 부문으로 사업화 모델을 확장하여 검토할 필요가 있음

3. 기술개발 방향

- 건축물 리질리언스 관련 기술이 대부분 외국에서 활발히 개발되고 적용되고 있어, 선진 국외기술의 도입과 분석이 필수적으로 요구됨
- 이를 위해서는 국외기관의 연구성과와 기술개발결과를 벤치마킹하여 국내 자체개발 가능성을 검토해야 함
- 또한 개발된 기술은 방재분야에 적용되어야 하기 때문에 사전 검증이 반드시 필요하며, 이를 위한 실증설비의 구축, 실증 및 검증 방법 등이 개발되어야 함
- 관련 시장규모가 국외에 비해서 매우 작은 국내 여건을 고려하여 개발기술의 실용화를 위해서는 기술 수요에 기반한 연구개발이 필요함

4. 지식재산권 확보

- 리질리언트 빌딩 구현을 위해서는 건축물 구조, 재료, 설비 부문의 기술개발이 필요하며, 해당 분야의 지식재산권 확보가 필요함
- 연구의 경우, 보험과 금융 등 경제분야의 연구주제도 함께 검토할 필요가 있음

5. 인프라 활용

- 국내 정부기관 및 출연연구기관에 일부 폭우와 침수관련 연구시설이 구축되어 있으나 건축물에 대한 부문은 인프라 구축이 되어 있지 않은 실정임
- 신규실험시설을 구축하기 보다는 기존의 시설을 최대한 활용하고, 필요한 검증시설은 소규모로 검증하거나 리빙랩 개념으로 실증을 추진하는 것이 타당함

6. SWOT분석

- 국내외 정책동향, 시장현황과 전망, 기술동향, 연구동향 결과를 바탕으로 SWOT분석을 실시함
- 외부환경 분석에서 파악된 기회/위협요인과 내부역량 분석에서 파악된 강점/약점 요인을 연관시켜 본 과제의 기술개발 방향을 설정함

▪ 정책 - 재해취약성분석 관련 정책이 제도화되어 운영 중임 - 기존의 폭우, 홍수 관련 연구들이 선 수 행되었음 ▪ 시장 - 방재부문 시장이 지속적으로 성장하고 있음 ▪ 기술 - 건축재료, 구조, 설비와 관련해서 선진국에 비해 기술수준이 떨어지지 않음 ▪ 연구 - 도시, 건축분야에서 리질리언스 연구가 활발히 진행 중에 있음	S 강점	W 약점	▪ 정책 - 건축물 관련 정책(국토교통부)과 방재정책(행정안전부)을 주관하는 정부부처가 다름 ▪ 시장 - 건축물 리질리언스 관련 시장이 매우 작음 ▪ 기술 - 건축물 리질리언스 향상과 관련하여 국내에서 개발된 기술 사례가 많지 않음 - 국외에 적용되는 기술이 국내여건에 맞지 않아 바로 적용되지 못하는 사례가 발생함 ▪ 연구 - 건축물과 관련한 기술부문의 국내 연구 사례가 매우 한정적임
▪ 정책 - 정부의 안전관련 지원 - 리질리언스 부문 강화와 관련된 공감대 형성 - 도시재생 뉴딜사업의 추진으로 노후주거 지역 중 상습침수지역 환경 개선을 위한 정책 필요 ▪ 시장 - 보험업, 금융 등 고부가가치 산업의 진입시도가 있음 ▪ 기술 - 국외에서 개발된 기술사례의 도입이 가능 ▪ 연구 - 리질리언스 관련 연구에 대한 관심이 증가	O 기회	T 위협	▪ 정책 - 리질리언스 관련 정부의 통합적 대응 미흡 - 리질리언스(대응/복구) 관련 정부의 대응 수준 미흡 ▪ 시장 - 공공재적 성격이 강한 기술로 1차 시장이 제한적 ▪ 기술 - 낮은 국내기술 상황에서 국외 기술의 국내 시장 진출 ▪ 연구 - 공공기술 기반의 연구로 연구개발에 대한 민간의 수요가 높지 않을 수 있음

그림 2-77. SWOT 분석

가. SO 전략

- 정부의 재해취약성분석과 연계하여 도시차원의 재해취약지역 도출 이후 노후주거지의 건축물에 대한 대안을 마련하는 기준과 가이드라인 개발
- 보험업과 연계한 신규 방재시장 창출을 위한 비즈니스 모델 개발
- 국내 기술개발 수준에 대해서 파악하고 국외기술 벤치마킹을 통한 기술향상이 필요

나. ST 전략

- 리질리언스(대응/복구)의 개념을 재해취약성분석 후속 제도와 정책에 반영
- 공공재적 성격의 기술과 연계된 민간 산업시장의 수요(재해보험 등)에 기반하여 목표 시장 발굴
- 기존 공공부문 연구동향을 민간수요 분야로 확대하여 추진할 수 있도록 홍보

다. WO 전략

- 도시재생 뉴딜사업과 연계하여 노후주거지역의 재난대응 정책을 국토교통부에서 주도하여 추진할 수 있는 리질리언스 정책 개발
- 국외 기술사례 조사를 통한 국내 기술개발 필요 분야 도출
- 활성화되고 있는 리질리언스 연구를 건축물 분야에 적용하여 추진(연구대상 내용의 공유와 확산 필요)

라. WT 전략

- 국외 기술을 국내적용이 가능하도록 관련 기준과 가이드라인 수립
- 초기 국외 기술의 국내 도입을 통한 시장 활성화 필요
- 민간수요에 대응가능 하도록 녹색건축인증제도와 연계 필요

제8절 STEEP 분석

1. STEEP 분석

- STEEP 분석은 미래사회에 대한 이해를 높이기 위해 먼저 그것을 둘러싼 사회적·기술적·경제적 영역의 환경 등을 고려하는 것으로, 영향을 미칠 수 있는 거시적 환경요인이 무엇인지를 유기적으로 파악하기 위한 프레임워크임
- STEEP은 사회적(Social), 기술적(Technological), 경제적(Economic), 생태/환경적(Ecological/Environmental), 정치/법률적(Political/Legal) 영역으로 분류해 시사점을 도출
- 각각의 환경적 특성을 정의 및 이해하고, 중요한 동향과 이슈를 상호 연결함으로써 정확하고 객관적인 미래 방향을 예측할 수 있도록 지원
- 본 기획에서는 거시적 환경요인과 정책동향, 시장전망, 기술동향 등의 조사자료를 연계하여 기술개발 우선순위를 도출하는데 STEEP 분석 결과를 활용

2. 시사점 도출

가. 사회적 시사점

- 기후변화로 인해 예측치를 상회하는 폭우피해가 매년 발생함에 따라 자연재해와 국민안전에 대한 사회적 관심이 집중되고 있음
- 과거 방재패러다임은 하드웨어적, 기반시설을 중심으로 이루어졌다면 최근에는 하드웨어 뿐 아니라 소프트웨어적 부분까지 고려하는 방재패러다임으로 개념이 확장되었으며, 국민생활안전과 직결되는 거주공간 등 건축물 단위에서의 리질리언스 향상을 위한 관심이 증대되고 있음
- 선진사례를 보면 공공, 민간 부문에서 리질리언스 향상 관련한 사회구조시스템이 갖춰져 있고 이를 기반으로 기술적, 경제적, 환경적, 법제적으로 연계되어 안정화 단계임
- 폭우 재해위험지역은 주로 배수시설 등 기반시설이 미흡하거나, 노후 건축물이 밀집한 도심 등이었으나 최근에는 예측치를 상회하는 잦은 기습 폭우 등으로 지역 내 위치한 모든 건축물 위험에 노출되어 있다고 볼 수 있고 이와 관련된 연구와 기술 개발이 필요할 것으로 보임

나. 기술적 시사점

- 영국 등 유럽에서는 리질리언스 개념을 반영한 폭우재해 대응 관리를 정부와 민간 기업을 등을 중심으로 기술개발 및 현장 적용을 실시하고 있음
- 리질리언트 빌딩의 개념 및 정의 필요 - 이를 확대하여 사회 전반에 인식 고취 요구됨
- 우리나라는 인프라 위주의 폭우재해 사전 예방, 대응, 대비, 복구 등의 기술을 개발하고 적용하고 있으며, 아직까지 건축물 단위의 기술개발은 미흡한 실정임
- 재난/재해로부터 안전한 환경으로 개선하기 위한 기술 개발과 도입이 필요한 실정임
 - 폭우재해 취약지역, 상습 침수지역, 피해발생 지역 등의 지속적인 관리와 침수시 대응기술 개발 필요

- 재해취약지역 등 폭우재해 위험지역에 대한 분석 평가 고도화 필요
- 도시 폭우재해 안전지역/위험지역의 운영관리 등 모니터링 등을 위해 ICT 등에 기반한 지도 서비스 필요
- 폭우에 대응한 건축물 단위 설계기준, 시공 및 운영 가이드라인, 세부 요소 기술 등 실질적인 대응기술 개발 필요
- 재난안전 교육훈련 설계방법 및 훈련 프로그램 등 개발 필요
- BIM 공간정보 및 센서정보에 기반한 대형복합 건축공간 폭우재해 대응시스템 개발
- 건축물 폭우재해 조기경보시스템 개발 필요

다. 경제적 시사점

- 최근 10년간 풍수해에 의한 피해액은 3조 6천억원, 침수면적 4만ha, 사망실종은 162명 이상, 이재민 19만 4천명 이상 발생하였으며 피해규모는 증가하고 있는 추세로 이에 따른 막대한 사회적 직·간접적 비용이 발생하고 있음
- 폭우피해는 복구비용 뿐 만 아니라 경제활동 둔화, 실직, 교육, 건강, 에너지 서비스 공급 차질 등 간접비용 또한 증가
- 대응책을 사전에 명확하게 수립하지 않은 경우 재정 부담은 더욱 악화됨
- 피해에 대한 책임소재, 보상범위가 사전에 명시되지 않을 경우 일반적으로 정부가 도의적 차원에서 보상해주기를 기대
- 대형재난 발생시 대규모 자금을 단기간에 조달해야하는 등의 문제도 발생됨
- 우리나라는 풍수해 피해를 보상받을 수 있도록 사회보장제도를 마련하고 있으나 농가 등지가 높고 도시지역 및 주거지역은 낮은 추세를 보임
- 시민인식 변화와 사회적 안전 관심 증대로 방재관련 시장 규모 확대 예상되며 리질리언트 기술분야의 시장규모도 확대될 것으로 전망

라. 환경적 시사점

- 우리나라의 건축물 3층 이하, 지하 상가/주택 등이 폭우재해에 노출되어 있음
- 직접적 피해 뿐 아니라 간접적인 환경피해에 대한 관심 증대

마. 정책적 시사점

- 우리나라는 2015년 국계법 개정을 통해 도시군기본계획 및 도시군관리계획 수립시 기초조사로 재해취약성 분석 및 반영을 의무화 함 - 폭우(홍수, 산사태)취약성 평가를 법정 의무화하고 평가 방법과 절차를 명시하고 있음
- 리질리언트 빌딩 기술개발 및 적용 확대를 위한 법제 개선 필요

3. STEEP 키워드 분류

표 2-50. STEEP 키워드 분류

구분	STEEP	Main Issues	기술 Needs	조사방법
1	Environmental	기후변화로 재난 발생빈도 증가 및 대형화되고 있음	재난에 대한 패러다임 전환 필요	연구배경
2	Environmental	대부분의 재난피해는 풍수해에 집중	건축물 단위에서의 침수 발생 대응 필요	연구배경
3	Environmental	예측치를 상회하는 재난(폭우)으로 인한 피해 발생	재난 발생을 전제로 계획 수립 필요	연구배경
4	Social	폭우에 따른 사회적 직간접 비용 발생	공공차원의 대응 대응 방안 마련 필요	연구배경
5	Political	국정과제와 연계 확보	폭우 리질리언스 부문과 관련된 국정과제와의 연계된 연구전략 및 기술 개발 필요	연구배경
6	Political	도시 기후변화 재해취약성 분석 반영 의무화	건축물 단위의 재해취약성 대응 방안 마련 필요	연구배경
7	Political	상습침수지역 도시재생뉴딜사업 추진	도시재생사업지구 건축물 폭우(홍수) 대응 기술 적용 필요	연구배경
8	Political	리질리언스 분야 제도화 미흡 (평가체계)	건축물 단위에서 폭우재해취약지 평가 분석 툴 필요	국내외 정책동향
9	Political	리질리언스 분야 제도화 미흡 (제도/기준)	국내 건축물 침수방지시설 관련 법제도는 건축물 허가제한, 침수방지시설 설치 의무 또는 권장 정도의 수준 -> 법제도적 고도화 필요	국내외 정책동향
10	Political	리질리언스 분야 제도화 미흡 (실행계획)	리질리언스 개념을 반영한 건축물분야의 액션 플랜 필요	국내외 정책동향
11	Social	노후주거지 환경개선 (도시재생)	도시 노후주거지 환경개선을 위한 기술 필요	국내외 정책동향
12	Political	리질리언스 분야 산업활성화	리질리언스를 산업부문에 확장하고 법제도 전반에 리질리언스 도입	국내외 정책동향
13	Economic	향후 수요증가에 대응 필요(국외에 비해 소규모 시장형성)	시장 활성화 및 육성 필요	국내외 시장전망
14	Economic	재난재해에 안전한 건축물 리모델링 시장 활성화 예상	건축단위 재난대응 개보수 기술 개발 필요	국내외 시장전망
15	Economic	민간부문의 재난재해 보험 역할 증대 추세	폭우피해대응과 보험부문 연계 필요	국내외 시장전망
16	Political	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (평가)	취약성분석결과를 바탕으로 건축물 대응방안 수립 필요	국내외 기술동향
17	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (차수)	소재의 경량화, 설치용이성이 향상된 차수장비 개발 필요	국내외 기술동향
18	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (차수)	차수장비의 종류, 설치용도(창, 문) 다양화	국내외 기술동향
19	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (배관)	기존건축물의 침수대응 배관성능 향상 기술 개발 필요	국내외 기술동향
20	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (구조물)	우수저류 및 활용기술 개발 필요	국내외 기술동향
21	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (재료)	내수성 강화 및 수방재료 개발 요구 (조습성능향상)	국내외 기술동향
22	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (배선)	침수시 전기배선, 합선에 대한 고려 필요	국내외 기술동향
23	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (내부집기)	고정된 집기를 중심으로 피해 축소 및 복구성능 향상 기술 필요	국내외 기술동향
24	Technological	폭우재해 리질리언스 향상 기술제품 개발 필요 (설계)	홍수 리질리언스 기술요소를 종합하여 신축과 기존건축물로 구분한 설계 가이드라인 개발 필요	국내외 기술동향
25	Technological	개별 단위 특허가 다수	건축물 홍수 리질리언스 기술을 시스템으로 통합한 특허 추진 필요	논문 및 특허 분석
26	Technological	배수, 배관, 재료 관련 특허 미흡	배수, 배관, 재료 관련 특허 확보	논문 및 특허 분석

구분	STEEP	Main Issues	기술 Needs	조사방법
27	Technological	건축물 홍수 리질리언스 정보 활용기술 특허 공백	정책수립, 보험업 연계 등을 위한 특허 확보	논문 및 특허 분석기
28	Technological	폭우재해 리질리언스 시설 및 장비 확보 필요	건축물 단위 침수대응 성능 실험 인프라 구축 필요	인프라 동향
29	Technological	강우환경에 따른 실험시설 분산, 시장규모 작음	기존 인프라 보강 및 활용방안 마련 필요	인프라 동향

4. 세부 중점 목표 설정

- STEEP 분석을 통한 사회, 기술, 경제, 환경, 정치/법률적 시사점을 바탕으로 이슈트리를 도출하고 각 이슈트리를 분류하여 세부 중점목표를 설정하였음
- 세부 목표는 STEEP 분석 및 분류 키워드를 유형화하여 법제도 정책 기반 구축, 기술 개발 및 기술력 확보, 기술 적용 및 검증, 시장 활성화로 설정하였음

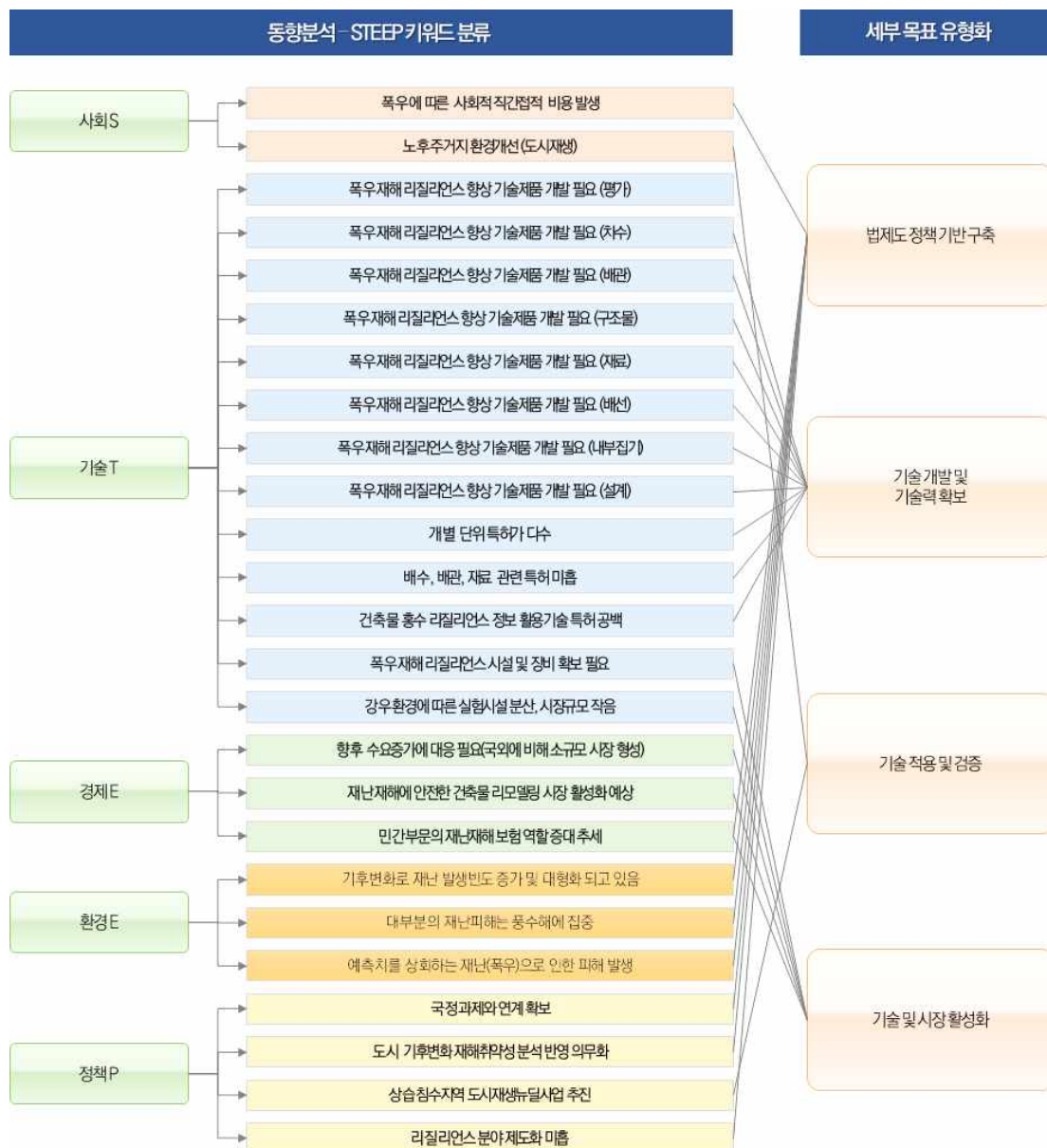


그림 2-78. STEEP분석 세부 목표 설정

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

1. 연구의 비전

- 본 연구는 폭우재해로부터 안전한 도시공간을 조성하기 위하여 폭우 재해취약지역에 위치한 건축물의 홍수 리질리언스를 향상 시킬 수 있는 기술 개발
- 사회적 비용이 소요되는 재난재해에 선제적으로 대응하여 사회복지 관련 경제적 편익향상을 추구

2. 연구목표 설정

가. 전체 연구목표 설정

- 지역별 방재성능목표 이상 달성 가능한 폭우시 건축물 리질리언스 향상 기술 개발
 - 건축물의 리질리언스 향상을 위한 건축물 침수 차단, 신속복구, 설비보강 및 개보수기술, 리질리언트 빌딩 설계/시공 가이드라인, 침수 위험지역의 건축물 관리항목 및 기준 등을 개발함



그림 3-1. 연구개발 목표

[참고] 방재성능목표 설정 및 평가기준

- 「자연재해대책법」제16조의4에 따라 미래기후변화 영향 등을 고려한 지역별 방재성능목표 설정·운영기준을 수립하고 있으며 홍수, 호우 등에 의한 재해를 예방하기 위한 방재정책 등에 적용할 강우량 목표를 제시(행정안전부, 2017.12)
- 69개 기상관측소의 강우관측 결과를 활용하여 기상관측소가 위치한 해당 지역별로 재현기간 30년 빈도 상당의 확률강우량을 산정
- 지역별 방재성능목표 산정시 할증률 적용하여 기후변화 시나리오 분석 결과 미래 강우 증가를 5%를 초과하는 것으로 예측되는 지자체에 관심, 주의지역으로 구분
- 지방자치단체의 장은 해당 도시지역 내에 기 설치된 방재시설에 대해 방재성능목표를 적용하여 홍수처리 능력 등 방재성능 평가
- 평가결과 기존 방재시설의 성능 부족으로 내수침수가 발생하는 것으로 검토되는 지역에 대해 방재정책 수립시 방재성능목표로 적용되며, 택지개발 등 새로운 도시기반 계획수립 시 설계기준에 따라 계획한 방재시설 성능이 방재성능목표에 부합하는지를 평가하고 평가 결과 계획된 방재시설의 성능이 부족할 경우 배수체계 개선방안 마련에 필요한 배수구역내 홍수유출량 산정시 방재성능목표를 적용함

표 2-1. 169개 지역별 방재성능목표 설정 기준

No	지역명	지속시간			비고	No	지역명	지속시간			비고
		1시간	2시간	3시간				1시간	2시간	3시간	
1	서울특별시	100	145	185		28	경기 안산시	90	130	155	
2	부산광역시	105	145	175	관심	29	경기 안성시	85	115	140	
3	부산 기장군	95	135	160	관심	30	경기 안양시	90	130	160	
4	대구광역시	70	90	105	관심	31	경기 양주시	100	145	185	
5	대구 달성군	70	95	110	관심	32	경기 양평군	90	125	150	관심
6	인천광역시	90	130	160		33	경기 여주시	90	120	140	
7	인천 강화군	105	160	205		34	경기 연천군	80	120	150	
8	인천 옹진군	95	145	175		35	경기 오산시	90	125	155	
9	광주광역시	85	115	135	관심	36	경기 용인시	90	120	145	
10	대전광역시	80	120	145	관심	37	경기 의왕시	90	125	155	
11	울산광역시	75	110	135		38	경기 의정부시	100	145	185	
12	울산 울주군	75	110	135		39	경기 이천시	90	115	135	
13	세종특별자치시	80	115	135		40	경기 파주시	100	150	190	
14	경기 가평군	80	110	130		41	경기 평택시	85	120	145	
15	경기 고양시	100	145	185		42	경기 포천시	85	125	155	
16	경기 과천시	95	140	175		43	경기 하남시	100	140	175	
17	경기 광명시	100	140	180		44	경기 화성시	90	125	155	
18	경기 광주시	90	125	150	관심	45	강원 강릉시	70	100	130	
19	경기 구리시	100	145	185		46	강원 고성군	70	100	120	관심
20	경기 군포시	90	125	155		47	강원 동해시	70	105	135	
21	경기 김포시	105	160	200		48	강원 삼척시	70	95	115	
22	경기 남양주시	95	135	170		49	강원 속초시	70	100	120	관심
23	경기 동두천시	95	135	170		50	강원 양구군	70	95	120	
24	경기 부천시	100	140	180		51	강원 양양군	70	100	125	관심
25	경기 성남시	90	130	165		52	강원 영월군	80	110	130	
26	경기 수원시	90	125	155		53	강원 원주시	85	115	145	
27	경기 시흥시	90	130	160		54	강원 인제군	70	95	120	
55	강원 정선군	65	95	120		84	충남 예산군	80	115	135	관심
56	강원 철원군	80	120	150		85	충남 천안시	80	110	135	
57	강원 춘천시	70	100	120		86	충남 청양군	95	125	155	

No	지역명	지속시간			비고	No	지역명	지속시간			비고
		1시간	2시간	3시간				1시간	2시간	3시간	
58	강원 태백시	70	100	120		87	충남 태안군	85	115	140	관심
59	강원 평창군	70	100	125		88	충남 홍성군	90	120	150	
60	강원 홍천군	75	100	125		89	전북 고창군	90	125	140	주의
61	강원 화천군	75	105	125		90	전북 군산시	75	120	145	
62	강원 횡성군	85	110	135		91	전북 김제시	85	115	135	관심
63	충북 괴산군	80	105	125		92	전북 남원시	80	105	125	
64	충북 단양군	70	100	120		93	전북 무주군	75	100	115	관심
65	충북 보은군	90	120	140	관심	94	전북 부안군	85	115	140	관심
66	충북 영동군	65	90	105	관심	95	전북 순창군	85	115	130	관심
67	충북 옥천군	85	115	135	관심	96	전북 완주군	85	110	130	관심
68	충북 음성군	80	110	130		97	전북 익산시	85	120	140	
69	충북 제천시	80	110	135		98	전북 임실군	75	105	125	관심
70	충북 증평군	80	110	135		99	전북 장수군	75	95	110	관심
71	충북 진천군	80	110	135		100	전북 전주시	90	115	135	관심
72	충북 청주시	80	110	135		101	전북 정읍시	90	125	140	주의
73	충북 충주시	80	110	130		102	전북 진안군	75	100	120	관심
74	충남 계룡시	80	120	145	관심	103	전남 강진군	85	115	145	주의
75	충남 공주시	85	120	145		104	전남 고흥군	100	150	180	
76	충남 금산군	75	105	125	관심	105	전남 곡성군	90	125	150	
77	충남 논산시	90	120	140		106	전남 광양시	90	125	160	주의
78	충남 당진시	80	110	130	관심	107	전남 구례군	85	115	135	
79	충남 보령시	100	135	170		108	전남 나주시	80	110	130	주의
80	충남 부여군	95	125	150		109	전남 담양군	85	115	135	관심
81	충남 서산시	80	110	130	관심	110	전남 목포시	65	95	110	주의
82	충남 서천군	80	120	150		111	전남 무안군	65	95	110	주의
83	충남 아산시	80	115	135		112	전남 보성군	95	135	165	주의
113	전남 순천시	95	135	165	관심	142	경북 울진군	60	75	95	
114	전남 신안군	65	95	110	주의	143	경북 의성군	65	80	95	
115	전남 여수시	80	110	140	관심	144	경북 청도군	75	100	120	
116	전남 영광군	80	110	130	주의	145	경북 청송군	65	80	95	
117	전남 영암군	75	105	130	주의	146	경북 칠곡군	65	85	100	관심
118	전남 완도군	90	125	160	관심	147	경북 포항시	70	95	115	
119	전남 장성군	85	120	140	관심	148	경남 거제시	95	130	160	
120	전남 장흥군	90	120	150	주의	149	경남 거창군	75	95	110	관심
121	전남 진도군	80	110	140	관심	150	경남 고성군	90	120	145	관심
122	전남 함평군	75	105	125	주의	151	경남 김해시	95	130	155	
123	전남 해남군	80	110	135	관심	152	경남 남해군	95	140	175	주의
124	전남 화순군	90	125	155	주의	153	경남 밀양시	80	105	130	
125	경북 경산시	65	90	100		154	경남 사천시	85	125	150	주의
126	경북 경주시	70	95	115		155	경남 산청군	85	135	165	주의
127	경북 고령군	80	115	130	관심	156	경남 양산시	80	110	135	
128	경북 구미시	60	75	90	관심	157	경남 의령군	85	120	145	관심
129	경북 군위군	65	85	95	관심	158	경남 진주시	80	120	145	관심
130	경북 김천시	65	85	95	관심	159	경남 창녕군	80	115	135	
131	경북 문경시	65	85	95		160	경남 창원시	95	140	160	
132	경북 봉화군	75	105	130		161	경남 통영시	90	115	135	관심
133	경북 상주시	70	90	105		162	경남 하동군	90	135	165	주의
134	경북 성주군	65	85	100	관심	163	경남 함안군	95	135	160	관심
135	경북 안동시	65	80	90		164	경남 함양군	80	110	135	주의
136	경북 영덕군	65	85	95	관심	165	경남 합천군	80	120	135	관심
137	경북 영양군	65	85	105		166	제주 동부	125	150	180	
138	경북 영주시	70	95	110		167	제주 서부	70	95	110	주의
139	경북 영천시	65	85	95		168	제주 남부 (서귀포시)	90	120	145	주의
140	경북 예천군	65	85	100		169	제주 북부 (제주시)	90	125	155	
141	경북 울릉군	75	90	110	관심						

나. 예상 세부목표 설정

- 예상연구목표별로 주요 연구개발 내용과 성과물을 제시하였음
- 연구의 예상 목표는 폭우재해 대응 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 및 실증이며 세부 연구 목표별 주요 성과물과 형태는 다음과 같음

표 3-2. 연구목표별 주요 성과물 및 성과물 형태

연구목표		주요 성과물(중간 산출물)	성과물 형태
[1세부] 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증	폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	건축물 홍수 리질리언스 성능 향상 관련 법제도 개선(안)	법제도(법률안)
		재해취약성 분석 건축물단위 대응 가이드라인	가이드라인
		기술확산 보급 사업화 모델	사업화 모델
	건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발	건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술	기법
		건축물 리질리언스 성능평가 방법론	기법
		건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 및 지도화 기술	SW
	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증 운영	운영모델
		설계시 적용 가능한 기술제품 목록	실증보고서
		한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델	가이드라인
[2세부] 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	기존 건축물 폭우대응 성능향상 보강 기법	가이드라인
		신축 건축물 폭우대응 설계 기법	설계 기준
		리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술목록 DB	DB
		신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인	가이드라인
	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	건축물 차수성능 향상 기술	제품
		건축물 복구성능 향상 기술	제품
		건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼	공법/기법 매뉴얼
	건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론	공법/기법
		기술 표준화 및 인증 평가 모델	제품/가이드라인
		건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안	인프라

다. 연구기획의 대상범위

- 본 연구의 공간적 대상범위는 건축물과 건축물 인접 공간으로 폭우와 홍수로 인한 건축물에 직접적인 침수피해를 방지할 수 있는 범위로 설정하였음
- 연구기획 대상 건축물은 침수피해에 대비해야하는 주거(단독주택, 다세대다가구), 상업, 업무 용도의 건축물로 한정하며, 도로, 지하철역사 등의 시설은 제외함

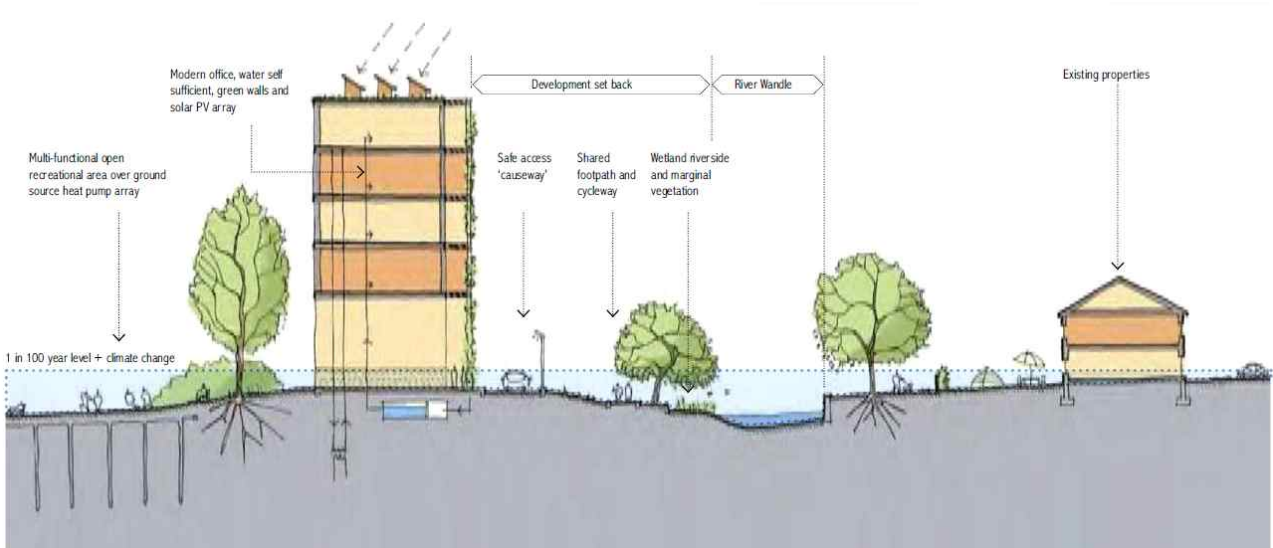


그림 3-2. 침수시 지역과 건축물 단면

출처: The Life Project(2009)

표 3-3. 대상범위

대 상	관련 이미지
단독주택 - 1층부 침수 대응 기술 적용 필요 - 지하층, 또는 반지하층 존재할 경우 이에 대한 대응 기술 필요 - 설계단계에서부터 대응방안 마련 필요	
다세대다가구 주택 - 주로 반지하, 지하층에 대응 방안 마련 필요 - 직접적인 물의 유입구에 대한 대책과 침수시 원활한 배수성능 확보 필요	
상업건물 - 1층과 지하영업공간에 대한 대책 마련 필요 - 신속한 복구를 통한 영업활동 개시 필요 - 상가침수시 임대/임차인간 보상 문제 발생 - 영업용 제품/설비의 침수피해	

3. 성공가능성 검토

가. 연구목표의 명확성

- 본 연구의 목표는 폭우시에 건축물이 침수피해를 받지 않는 기술과 침수되더라도 복구성이 용이한 기술을 개발하는 것으로, 기술의 적용대상이 명확함
- 특히 기존의 침수대응 기술들이 건축물보다 범위가 넓은 지역, 도시를 대상으로 하천정비, 댐과 제방의 설치, 저류조 설치와 같은 규모가 큰 시설 중심으로 개발되어온 것에 비해 본 기술은 건축물에 직접적으로 적용 가능한 요소기술들로 구성되어 기존 기술과 차별화됨

나. 정책과 인프라 관련 과제의 성공과의 관련성

- 건축물의 침수를 대응하고 복원하는 부분은 건축물 이전의 인프라가 감당하지 못할 규모의 폭우가 발생하였을 경우를 가정하기 때문에 오히려 인프라 관련 기술의 성공가능성과는 관련성이 낮음

다. 정책반영 가능성

- 기존의 재해취약성분석 제도가 운영되고 있어 도시차원의 재해취약지역 분석 이후의 해당 지역 건축물에 대한 대안작성은 필수적으로 판단됨
- 리질리언스에 대한 중요성이 갈수록 증대되고 있는 상황에서 정부부처의 정책에 우선반영될 가능성이 높음

라. 요소기술개발 가능성

- 국외연구개발 사례를 검토한 바 기 개발된 사례가 있어 요소기술개발에는 어려움이 없을 것으로 검토됨
- 그러나 국외의 기술이 국내에 그대로 적용되기에는 주택의 형태와 유형, 설비기준 등이 상이할 수 있기 때문에 적용가능성 검토가 선행되어야 함

마. 실증 및 실용화 가능성

- 도시재생 뉴딜정책을 통해 노후주거지가 침수위험지역에 속할 경우 해당 지역 내 건축물 차원의 대안을 마련할 필요가 있음
- 이와 관련하여 실증대상지를 선정하고, 해당 지역의 노후건축물에 기술을 적용하여 보급할 경우 주민들의 실제 이용결과를 바탕으로 실용화 가능성여부를 판단할 수 있음
- 대규모의 실증주택 건설을 선행하는 것이 아니라 기존 주택에 요소기술을 개발하여 적용할 경우 실증과 실용화를 모두 달성할 수 있을 것으로 판단됨

4. 재난대응 단계별 건축물 리질리언스 기술의 적용 방향

가. 우리나라 재난관리 및 대응

1) 행정안전부 재난안전관리본부 재난대응 단계구분

- 재난 및 안전관리 기본법의 제3조(정의)의 3항에서 “재난관리”란 ‘재난의 예방·대비·대응·복구를 위하여 하는 모든 활동을 말한다.’라고 정의하고 있음
- 재난 및 안전관리 기본법의 제34조의5(재난분야 위기관리 매뉴얼 작성 운용)의 1항에서 재난의 효율적 관리를 위해 위기관리 매뉴얼을 작성·운영하도록 하고 있음
- 위기관리 매뉴얼은 위기관리 표준매뉴얼, 위기대응 실무매뉴얼, 현장조치 행동매뉴얼로 구분되며, 각 매뉴얼은 재난의 단계별 대응을 위해 예방, 대비, 대응, 복구의 4단계로 재난대응 단계를 구분함
- 표준매뉴얼은 재해의 주관기관, 위기대응 실무매뉴얼은 각 정부부처 및 공공기관, 현장조치 행동매뉴얼은 각 지자체 및 산하기관에서 작성함

표 3-4. 우리나라 재난관리 단계의 정의(출처 : 위기관리 표준매뉴얼)

단 계	내 용
예 방	위기 요인을 사전에 억제하거나 감소시킴으로써 위기 발생 자체를 억제하거나 방지하기 위한 일련의 활동
대 비	위기상황 하에서 수행해야 할 제반사항을 사전에 계획, 준비, 교육, 훈련함으로써 위기 대응능력을 제고시키고 위기발생 시 즉각적으로 대응할 수 있도록 태세를 강화시켜 나가는 일련의 활동
대 응	위기발생 시 국가의 자원과 역량을 효율적으로 활용하고 신속하게 대처함으로써 피해를 최소화하고 추가적인 위기발생 또는 위기의 확대 가능성을 감소시키는 일련의 활동
복 구	위기로 인해 발생한 피해를 위기 이전의 상태로 회복시키고, 평가 등에 의한 제도개선과 운영체계 보안을 통해 재발을 방지하며 위기관리 능력을 강화시키는 일련의 활동

- 재난 및 안전관리 기본법의 제22조(국가안전관리기본계획의 수립 등), 제24조(시도안전관리계획의 수립), 제25조(시군구안전관리기본계획의 수립)을 통해서 각 행정기관 및 지자체는 안전관리기본계획을 수립하고 진행하도록 하고 있음
- 대응 매뉴얼, 안전관리계획을 통해서 재난관리 단계별 대응을 수행하고 있으며, 특히 재난관리의 대응단계는 징후감지, 초기대응, 비상대응, 수습복구로 세분화하며, 각 단계에 따라 관심, 주의, 경계, 심각의 위기경보단계를 구분하여 적용함
- 위기경보단계는 발생재해마다 정의에 차이가 있으나, 대부분 재난 발생의 가능성 정도(가능, 농후, 확실 등)를 기준으로 정의함
- 위기경보단계는 순차에 관계없이 상황에 따라 전국적 또는 지역적으로 발령이 가능함

표 3-5. 위기 경보 단계(출처 : 풍수해 재난 위기대응 실무매뉴얼, 농림축산식품부)

단 계	내 용
관 심	우리나라에 영향을 끼칠 가능성이 있는 태풍,호우,대설이 발생
주 의	태풍,호우,대설 예비특보 또는 태풍,호우,대설주의보가 발령되고 대규모 재난이 발생할 가능성이 있을 때
경 계	태풍,호우,대설경보가 발령되고 태풍,호우,대설에 의한 대규모 재난이 발생할 가능성이 농후할 때
심 각	태풍,호우,대설경보가 발령되고, 태풍,호우,대설에 의한 대규모 재난이 발생하였거나 발생할 가능성이 확실 할 때



그림 3-3. 우리나라 재난 관리 및 대응 단계 구성

2) 풍수해 재난대응

- 폭우는 재난 및 안전관리 기본법의 제3조(정의)의 1항에서 정의한 자연재난 중 호우, 홍수의 범위에 포함될 수 있음
- 태풍, 호우, 홍수 등의 자연재난을 풍수해로 정의하고 있으며, 풍수해 재난 대응 매뉴얼을 각 기관 및 지자체에서 작성하여 상황발생 시 매뉴얼에 따라 대응을 수행
- 지자체는 매년 안전관리계획에 풍수해 재난에 대한 내용을 포함하여 관리계획을 작성함. 해당 년도에 발생한 재해의 내용을 반영하여 차년도 계획을 작성

표 3-6. 안전관리계획의 자연재난 관리대책 항목 구성

대분류	중분류	세부항목	내 용 설 명
피해현황	재산피해	-	태풍·호우·강풍·풍랑에 대한 연도별 재산 피해현황 통계 정보
	인명피해	-	연도별 인명피해(사망·실종·부상) 통계 정보
원인분석	-	-	재해 발생에 따른 피해발생의 원인 분석 요약
총괄목표	-	-	인명피해·재산피해의 연차별 저감 목표치 설정
재난관리 활동계획	예방단계	-	예방·대비·대응·복구 단계에서 지자체의 재난관리 활동계획
	대비단계	-	
	대응단계	-	
	복구단계	-	
세부추진대책	법·제도개선	추진대책명 및 개요	법·제도 개선을 위한 세부추진 활동명 및 개요내용
		목표	세부추진활동의 연차별 목표
		주요내용	세부추진활동의 주요 내용
		추진일정	분기별 세부추진활동계획 작성
		법령 제·개정내용	세부추진활동에 따른 법령 제·개정 내용 도출
	재정사업	추진대책명 및 개요	재정사업을 위한 세부추진 활동명 및 개요내용
		목표	세부추진활동의 연차별 목표
		주요내용	세부추진활동의 주요 내용
		추진일정	분기별 세부추진활동계획 작성
		소요예산	세부추진활동에 필요한 연차별 소요예산
	기타시책	추진대책명 및 개요	재정사업을 위한 세부추진 활동명 및 개요내용
		목표	세부추진활동의 연차별 목표
		주요내용	세부추진활동의 주요 내용
		추진일정	분기별 세부추진활동계획 작성

II 재난·사고 안전관리 공통대책

3. 재난관리 단계별 주요내용

가. 총괄

단계	주요 업무와 역할
예방 단계	목적 재난 발생 요인 제거 및 재난 발생 가능성 감소 등 일련의 활동 ○ 재난관리 조직 구성 ○ 재난위험요소 정보 관리 ○ 군정·제도 개선, 관련 제능일 정비 ○ 점검 실시 ○ 위기관리 사전 대책(계획) 수립 ○ 교육·홍보
대비 단계	목적 재난 대응을 위해 수습할 재난사태 중 사전 준비 활동 ○ 책정·보 시스템, 재난위험 정보 모니터링 ○ 재난관리 장비, 물자, 시설, 인력 확충 ○ 현장조치 행동 매뉴얼 최신화·관리 지속(육지) ○ 훈련 실시 ○ 기능별 재난대응 활동계획 수립·집행 등
대응 단계	목적 재난 발생 임박 또는 재난 발생 직전의 상황과 단계별 재난을 표상하기 위한 일련의 활동 ○ 상황보고 및 상황전파 ○ 재난관리 계획(재난 시) 군부) 조치 가동 ○ 재난관리 단계별 체계 유지
복구 단계	목적 도로, 주민, 시설물 등 물리적 피해를 재난발생 이전 상태로 정상화 또는 복원시키는 활동 ○ 피해상황 및 사고원인 조사 (※ 필요 시 특별재난지역 지명) 요청 등 ○ 복구계획 수립 및 시설 복구 ○ 피해주민 지원, 구호대책, 보상자 지원 ○ 재발방지 대책 마련 등

- 20 -

2. 자연재난

1. 홍수해

가. 현황

- '12년 태풍(볼라벤·넨디, 선라 등)에 따른 피해 대규모 피해 발생
- 이후 피해는 강도 추세이나 이상기후의 기후 발생 등으로 대규모 피해 발생 가능성 상존

※ '16년 전 치수 물관리본은 20여기치 물관리본보다 0.94% 높아 공복이 시작된 1800년 이래 가장 높음

(단위 : 천 제곱미터, 명)

구분	계	2012	2013	2014	2015	2016
발생건수	2	3	4	3	1	2
재산피해	39,986	196,379	1,383	32,512	70	49,032
인명피해	계	-	-	-	-	-
	사망(명)	-	-	-	-	-
	부상	-	-	-	-	-

나. 원인분석

- 우리도는 최근 5년간(2012~2016) 홍수해로 인한 인명피해는 없으며 재산 피해는 평균 59,966백만원 발생
- 홍수해 피해는 태풍·집중호우 등이 원인으로, 지역적인 편차가 20% 차이를 보임. 사천, 거제 등 해안가 지역을 중심으로 많은 피해 발생
- ※ 출처 : 2017년 위험관리 보고서
- 집중호우는 개발·하천복 복구에 따른 주변 저지대에 위치한 만리하시설 등이 피해에 가장 취약한 것으로 조사
- 태풍경로에 위치한 남해안지역의 하천과 농작물 등의 붕괴 위험성, 향안의 각종 시설의 경우 강력한 바람으로 인한 손상으로 우려

다. 관련 계획 및 규정

- 자연재해대책법 제12조제1항(재해위험개선지구 지명)

- 43 -

- 급경사지 재해예방에 관한 법률 제6조(붕괴위험지역의 지정)
- 저수지·댐의 안전관리 및 재해예방에 관한 법률 제9조(재해위험 저수지·댐의 지정 및 관리)

라. 투자현황

(단위 : 백만원)

사업명	합계	'16 예산	'17 예산	'18 예산	'19 예산	'20 예산
계	873,963	123,317	111,439	130,983	123,544	411,742
재해위험지구 정비사업	483,969	62,945	64,235	99,893	79,333	222,969
급경사지 붕괴위험지구정비사업	265,258	32,131	29,614	14,789	22,030	198,254
재해위험지구 정비사업	43,645	12,768	4,460	7,593	15,000	6,975
홍수예방시설 설치사업	278,175	15,838	13,796	21,297	14,033	14,000
홍수예방시설 지원사업	2,562	486	344	544	544	544

마. 목표

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
발생건수	2	2	2	2	2
재산 피해(백만원)	7,000	6,000	5,000	4,000	3,000
인명피해 (명)	계	-	-	-	-
	사망(명)	-	-	-	-
	부상(명)	-	-	-	-

바. 재난관리 단계별 계획

1) 예방단계

□ 홍수해의 근원적 예방제도 운영

1) 홍수해 예방계획 수립

- 지역별 재해위험요인 분석 및 각종 정비계획을 체계적으로 수립하여 지역주민의 생명과 재산보호
- 재난대응 시설을 방재능력 강화
- 파천, 제방, 배수펌프장, 하수도, 도로배수시설 등 시설물과 설계기준을 상향조절하여 홍수 대응

- 44 -

2) 재정사업

가. 재해예방사업 추진

구분	재난 대응 및 예방	작성 실무자	담당부서	연락처	주요내용
재난 대응	재난 대응	재난 대응	재난 대응	재난 대응	재난 대응

- 재해위험지구, 급경사지, 붕괴위험지역, 재해위험 저수지에 대한 재해 위험요인을 사전에 정비하여 도민위험성 감소 및 재산 보호
- ※ 자연재해대책법 제12조

나. 목표

목표명	'16년 실적	'17년 목표	'18년 목표	추진과제(근거)	추진과제(담당자)
재해예방사업 참여율	58%	64%	68%	재해예방사업 완료 지구수	홍수

다. 주요내용

□ 재해위험지구 정비사업

- ※ 사업기간 : 1997년 ~ 2020년(24년간)
- ※ 사업비 : 16,115억원(국비 50%, 지방비 50%)
- ※ 사업내용 : 정비 236개소(상수 125, 유수 5, 하수 4, 기타 26, 하천 13)
- ※ 연차별 정비계획

구분	계	'16년계획	'17년	'18년계획	'19년계획	비고
사업비(백만원)	236	196	30	37	25	
사업비(백만원)	16,115	12,000	645	390	2,960	
투자율(%)	100	74	4	4	18	

□ 급경사지 붕괴위험지역 정비사업

- ※ 사업기간 : 2012년 ~ 2022년(11년간)
- ※ 사업비 : 3,100억원(국비 50%, 지방비 50%)
- ※ 사업내용 : 붕괴위험급경사지 172개소(C = E급)
- ※ 연차별 정비계획

구분	계	'16년계획	'17년	'18년계획	'19년계획	비고
사업비(백만원)	172	56	38	15	96	
사업비(백만원)	3,300	764	386	146	1,902	
투자율(%)	100	25	9	5	61	

- 42 -

그림 3-4. 지자체 안전관리계획 일부 발췌(경상남도, 2018)

나. 폭우 재난대응 단계별 리질리언스 기술 연계

1) 폭우 재해 대응

○ 폭우의 정의

- 폭우는 '갑자기 세차게 쏟아지는 비'를 의미하며, 폭우에 대한 기준은 명확하게 정의되어 있지 않음
- 폭우의 기준과 관련하여 집중호우 및 지역별 방재성능목표 기준을 참고 할 수 있음
- 집중호우는 짧은 시간동안 좁은 지역에서 많은 양의 비가 내리는 현상으로 한 시간에 30mm 이상의 비가 내리는 경우 집중호우로 정의하고 있음

○ 폭우 재해의 특성

- 폭우는 지진과 같은 다른 재해보다 고빈도로 발생하고 있으며, 고빈도 임에도 불구하고 발생 시 많은 피해를 일으키고 있음
- 발생 시 최소 1시간 이상 지속시간을 가지며, 발생지역이 수용할 수 있는 한계용량을 짧은 시간에 초과하여 발생지역의 저지대 침수를 일으킴
- 하천 범람, 저지대 침수, 하수관 역류 등의 경로를 통해 피해를 일으킴

○ 폭우 재해에 대한 대응

- 저지대 침수 등의 피해를 예방하기 위한 여러 활동(하천 정비, 배수로 및 하수관 정비, 차수막 설치 등)을 진행
- 재해 발생의 대응 보다는 예방 및 대비 단계에 해당하는 활동을 통해 폭우로 인한 피해의 발생을 최소화해 주력
- 폭우 발생에 따른 대응 시에는 예방 및 대비 단계를 통해 마련한 여러 홍수 예방 시설(차수판, 저류 시설)을 운용하여 피해를 최소화하는 활동을 수행

2) 폭우 재난대응 단계별 리질리언스 기술 적용

- 폭우에 대한 재난대응은 예방 및 대비 단계에서 마련한 대비책을 운영하여 피해가 발생하지 않도록 함
- 대응 및 복구 단계는 예방 및 대비 단계의 대비책을 유기적으로 활용하는 것으로 예방 및 대비 단계와 연계되지 않은 대응 및 복구의 진행은 존재하지 않음
- 폭우의 재난대응에 대한 리질리언스 기술의 적용은 예방 및 대비 단계에서 리질리언스 기술을 적용한 대비책을 마련하는 것으로 대응 및 복구에서는 예방 및 대비 단계에서 리질리언스 기술이 적용된 대비책을 적용하는 활동을 수행함

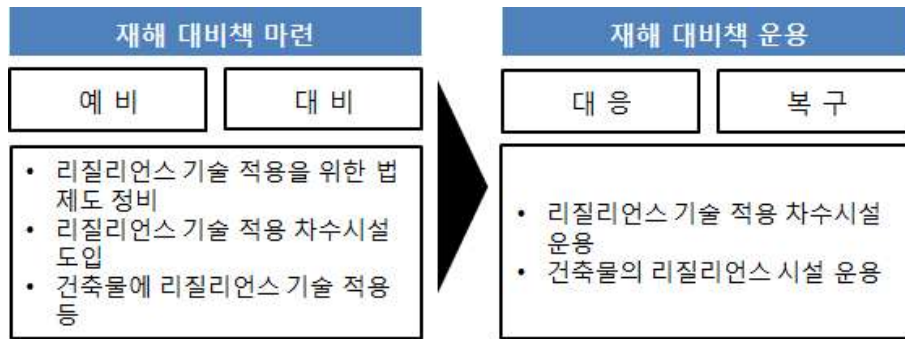


그림 3-5. 재난대응 단계별 리질리언스 기술 적용 개념

- 재난대응의 각 단계가 서로 연결되어 진행되기 때문에 각 단계에 대한 리질리언스 적용 기술을 구분하는 것은 의미가 없으나, 대응 단계와 복구 단계에 해당하는 리질리언스 적용 기술을 구분할 필요는 있음

5. 핵심기술요소(CTE) 검토 및 후보 선정 기준

- 핵심기술요소 CTE는 기술개발 최종 목표의 성공여부를 결정짓는 소재나 부품, 시스템으로 그 자체로 시연이 가능하여 시험평가 항목에 대한 측정이 가능하여야 함
- CTE는 세부과제당 1개 이상 도출될 수 있음
- 국내외 동향분석과 기술수요조사 결과를 토대로 핵심기술요소 후보를 도출하고 각 기술요소 후보에 대한 SWOT 분석, 현재 기술수준 평가, 시장성 분석을 바탕으로 핵심기술요소 선정 체크리스트를 활용하여 통해 최종 후보과제를 선정함
- 최종 추진과제는 기획연구진 및 자문위원진의 검토를 거쳐 최종 추진과제를 확정함

표 3-7. 핵심기술요소 선정 체크리스트

항목번호	체크리스트	비고
1	이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	반드시 충족
2	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한(실패)위험이 예상되는가?	하나 이상 충족
3	해당기술이 새롭거나 독창적인가?	
4	기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?	
5	해당기술이 유사환경에서 실현되도록 개발 또는 재개발되는가?	
6	이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘을 것으로 기대되는가?	

6. 핵심기술요소 후보 목록

- 핵심기술요소 후보과제목록은 기술수요조사를 바탕으로 작성하였으며, 전문가 자문과 평가를 바탕으로 핵심기술요소 선정 체크리스트를 적용하여 핵심기술요소를 선정하게 됨
- 각 기술은 TRL(Technology Readiness Level)과 연계한 분석을 위해 R&D유형을 아래 기준을 바탕으로 구분하였음

표 3-8. R&D 유형 분류

R&D 유형	정의	사례
시스템	다양한 장치와 소프트웨어 등이 결합하여 운영되는 R&D	철도, 공조시스템 등
공법·기법	기존과 차별화되는 제작 및 시공 방법 등을 제시하는 R&D	시공방법, 설계기법 등
재료·자재	기존 원료 및 재료를 대체할 수 있는 R&D	FRP, 강화 콘크리트 등
소프트웨어	특화된 요구를 충족시키는 소프트웨어 R&D	설계 프로그램, D/B등
장비·장치	기존과 달리 대체 또는 개선된 장비/장치 R&D	기계, 부품, 측정 장치 등

- 2018년 4월 17일부터 5차에 걸친 기술수요조사를 바탕으로 총 32개의 기술과제를 접수하였음
- 기술수요조사는 건축재료, 구조, 방수, 재난재해, 홍수, 보험, 안전, 도시, 정보시스템 등 다양한 분야 학계, 산업계, 연구계 전문가를 대상으로 진행되었음
- 또한 기술동향조사를 통해 수집한 국내외 기술현황을 바탕으로 핵심기술후보를 추가하였으며, 여러 기술이 복합적으로 제안된 기술은 분리하여 최종적으로 39개의 기술후보를 선정하였음

표 3-9. 핵심기술요소 후보

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형	조사방법
후보1	건축물 침수방지 설계기준 제정	국내의 경우, 침수를 고려한 건축물 설계 기준이 미흡한 상태로 미국 ASCE에서와 같이 설계 및 건설, 침수하중 등에 대한 기준 마련이 필요	공법기법	수요조사
후보2	압출성형시멘트 패널을 활용한 내구성과 재사용이 용이한 건식벽체 시스템 개발	- 기존 건식벽체(석고보드, 시멘트)는 수분 노출 시 벽체로서의 역할이 저하(수분 취약, 방법성 및 내구성 저하, 재설치를 위한 새로운 자재 투입 필요)됨 - 홍수 등의 침수로 인해 기존 벽체 손상 미 유 실시 복원이 어려운 점을 보완하여 침수시 재시공이 편리하며 빠른 복원이 가능한 고성능 건식 벽체 시스템	시스템	수요조사
후보3	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도(map) 구축	- 도시를 구성하는 대형건축물, 터널, 교량, 지하 구조물 등의 폭우, 홍수 등에 대한 위험도를 ICT기술(기상정보, 모니터링 등)을 이용하여 위험도 측정 - 위험도에 따른 시설물별 홍수 대응능력을 지표화하여 각 시설물의 안전점검, 안전진단의 근거로 활용하고 선제적인 예방측면으로 홍수에 대한 대응력 강화	SW	수요조사

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형	조사방법
후보4	국내 홍수기반 재난안전 교육 훈련 설계방법 및 훈련프로그램 개발	• 홍수기반 재난안전 교육 훈련 설계방법 및 훈련 프로그램 개발 • 훈련계획 및 설계 프레임 적용을 위한 법제도 마련	공법기법	수요조사
후보5	염해 피해 우려가 있는 침수 건축물의 염분 제거 공법 개발	• 염해 피해가 예상되는 침수 구조물의 긴급, 저비용, 낮은 염분 침투깊이에 적용 가능한 염분 제거 기술 개발 • 염분 제거제 제조 기술(친환경 등급 부여) 및 활용 기술(표준시방)	공법기법	수요조사
후보6	유무기 복합 팽윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	• 기존 수방용 모래주머니의 보관과 이동상의 문제점을 보완하기 위해 복합 팽윤제를 이용하여 다양한 형태와 크기로 제조된 제품을 개발하여 침수 예상지역에 적용 및 확산 • 형상, 크기, 흡수시간 등 사영별 제품 개발	재료자재	수요조사
후보7	바텀애쉬를 이용한 투수블럭 및 투수포장체 제조기술 개발	• 화력발전소 부산물인 바텀애쉬를 이용한 보도용 투수블럭 제조기술 개발 • 투수포장 하부구조의 배수성 향상을 위한 바텀애쉬 활용 투수층 적용 시스템 개발	재료자재	수요조사
후보8	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	• 영국은 건축관련 법률과 산업기준을 리질리언스 개념에 기반하여 재정비 • 국내 건축관련 법제도를 기후변화 대응과 적응 차원에서 리질리언스 개념을 도입하여 개선하기 위한 방안 마련	공법기법	수요조사
후보9	건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어장비·재료 개발	• 다기능 응급차수막 및 배수·펌핑시스템을 이용한 긴급 침수대응시스템 개발 • 건축물 침수방어력 향상을 위한 1·2차 하수역류방지시스템 및 설계·시방정보 개발 • 외부 전기시설 침수방어 유닛 및 외벽 급속방수용 코팅제 개발	시스템	수요조사
후보10	BIM 공간정보 및 센서정보 기반 대형·복합 건축공간 홍수대응시스템 개발	• 고도화된 초고층 복합건축물과 지상·지하 대공간의 화재·지진 대응시스템에 비해 도시/건축물 침수 대응시스템 미비 • BIM 공간정보 및 실시간 센서정보 기반의 건축공간 홍수대응 재난관리시스템(위험평가·3D 표출·침수시뮬레이터) 개발 • 실시간 홍수정보 예측 및 홍수대응을 위한 지능형 홍수 모니터링 및 통제 시스템(침수센서, CCTV, 배수펌프, 기계식 차수막 등) 개발	SW	수요조사
후보11	시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	• 홍수 시나리오 및 Impact Flow 기반 위험단계별 대형·복합 건축공간 재난대응 EAP 개발 • 인구유동량, 동선, 사용자특성, 공간복잡성, 규모 등을 고려한 네트워크 기반 홍수차단지점 및 최적 대피경로 도출 알고리즘 개발	SW	수요조사
후보12	강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기경보시스템 개발	• 앙상블·UM 강우예측 기반 지역별 건축물 침수 해저드맵 구축 및 침수 조기경보 시스템 개발	시스템	수요조사
후보13	폭우재해피해 저감을 위한 취약성분석 모형 개발	• 건축물의 위치, 외벽면 등 형태, 구조, 지하층 유무, 용도 등이 결합된 데이터베이스와 건축물 위치에 근거한 지리정보체계가 통합적으로 정의된 범용 GIS 모델 개발 • 폭우피해 상황과 지역의 공간특성에 따라 차별화된 취약성 진단을 위한 건축물 대장정보와 지리정보 연계체계 개발	SW	수요조사

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형	조사방법
후보14	폭우재해시 건축물 위험 정보 및 대피안내 시스템 개발	지역 내 취약한 건물 군집을 주기적으로 모니터링할 수 있고, 취약한 건축물로부터 안전한 건축물로 이동할 수 있는 최적경로를 분석할 수 있는 체계 개발	SW	수요조사
후보15	폭우재해 취약지역 건축물의 재해성능 개선을 위한 가이드라인 개발	- 폭우재해에 취약한 지역 내 건축물의 신축 또는 리모델링시 취약한 특성에 대한 정보를 건축주와 공유하고, 이를 보완 할 수 있는 설계 가이드라인 개발 - 홍수에 대한 건축물의 취약성 특성을 고려해 보완해야 할 건축물 유형에 따른 건축자재 선택기준을 마련하고 시공 및 사용방법에 대한 매뉴얼 구축	공법기법	수요조사
후보16	구체방수재를 활용한 지하구조물의 차수 및 내구성 향상 기술 개발	구체방수재 함량 및 레미콘 강도 등에 따른 방수성능, 강도, 내구성, 내부식성, 유독성 등의 연관관계를 규명하여 자하 콘크리트 구조물의 침수 대응기술 개발	재료자재	수요조사
후보17	침수 지하구조물 포렌식을 위한 시약 및 센서 적용 기술 개발	- 침수 후 예상되는 문제를 사전에 평가하기 위한 방법론 개발 - 내구성 판정을 위한 시약, 센서를 이용한 부위별 성능 평가 방법 및 가이드라인 개발	공법기법	수요조사
후보18	다습 구조물 균열 예방을 위한 셀프힐링 보수제 개발	- 콘크리트 균열 복구용 자기치유 보수재료 개발 (균열 폭 0.3mm 이내의 균열 치유, 인위적인 진동환경을 제외한 재균열 발생 제로화) - 무기질 재료를 활용한 분체형 보수재료 및 테이프형 보수재료 개발(현장 조건에 따른 시공 환경 변경이 가능한 분체형, 테이프형 보수재료의 개발 및 내구성 확보 기술개발)	재료자재	수요조사
후보19	침수 주택 주거환경 개선을 위한 습도조절형 조습패널 기술 개발	- 침수 후 상당기간 다습한 환경이 지속되어 주거환경이 악화될 수 있기 때문에 실내 적정 습도를 유지할 수 있는 습도조절형 패널개발 필요 - 침수 구조물의 실내 환경 개선을 위한 세라믹계 조습 패널 기술 개발 - 적정 조습환경 유지를 위한 시공면적 및 부위도출 및 시공 방법 개발	장비장치	수요조사
후보20	지하 이중벽체 구성을 위한 무기질 패널 및 적용 시스템 개발	- 기존 지하 이중벽 구조는 벽돌과 블록으로 구성되어있어 하절기와 침수 후 콘크리트 공극에 수분이 스며들어 습한 환경이 조성 - 기존 대비 시공이 간편하고 교체가 용이한 습도를 낮게 유지하는 지하이중벽 시스템 개발	시스템	수요조사
후보21	표면 침투 강화를 통한 콘크리트의 방수 및 오염방지 기술 개발	- 콘크리트의 공극구조는 조습의 효과가 있으나 환기가 어렵고 밀폐된 공간에서는 위대한 환경조성이 될 수 있음. - 특히, 하절기 습도가 높은 경우, 장마기간, 침수 후 등 콘크리트 공극에 수분이 스며들어 환기가 되지 않을 경우 급속한 곰팡이 서식이 증가함. - 따라서, 습도를 낮게 유지하는 구조물의 표면의 방수 강화와 침수 이후 구조 보강을 위한 기술개발이 필요	공법기법	수요조사
후보22	폭우 리질리언스 개념 적용을 위한 침수지역 일반화 연구	- 침수 및 홍수 피해지역에 대한 하천지형학적 접근 연구 - 개별적 홍수피해 상황을 프로파일하여 침수지역에 대한 모형개발 - 하수관거 규모를 고려한 리질리언스 적용 범위 정의	공법기법	수요조사

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형	조사방법
후보23	건축물 외관 특성을 반영한 칼라 조합이 가능한 리질리언트 나노코팅제 개발	- 자연친화적 방수 코팅제로 여러 칼라 적용이 가능한 기술 적용 - 인체무해한 나노코팅제의 개발로 일부 검증된 사례를 건축물에 적용하기 위한 부가기술 개발 - 여러 층의 누적 코팅 효과 검증을 통한 최적 효과 검증	재료자재	수요조사
후보24	폭우시 침수취약지역 건축물 대상 리질리언트 기술 실증 적용	- 폭우재해에 대응한 리질리언스 기술의 성과 검증 및 확산보급을 위해서는 개발기술을 침수취약지역 건축물에 적용하여 성능을 검증할 필요가 있음 - 지자체의 차수설비 보급사업과 연계하여 추진 하되 공개 성능실험, 기술보완을 통한 성과 확산	시스템	수요조사
후보25	기존 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 보강 기술	- 기존 건축물의 홍수 시 대응성능 향상을 위한 구조, 설비, 재료 보강기술 개발 - 홍수 리질리언스 기술을 종합한 패키지형 적용 및 시공공법 개발	시스템	수요조사
후보26	신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	- 침수취약지역 내 건축물 신축시 홍수 리질리언스 향상을 위한 계획 및 설계 기술 - 폭우시 대응 기술 적용, 침수 시 복구 기술 적용 - 홍수 리질리언트 빌딩 개발을 위한 요소기술 패키지 기술	시스템	수요조사
후보27	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	- 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 건축을 위한 요소기술 도출 - 녹색건축인증의 홍수 리질리언트 빌딩 성능 기준 반영	시스템	수요조사
후보28	폭우 재해시 건축물 침수 시뮬레이션 기술	- 폭우시 지역별 침수가능 건축물 분석 - 강우 강도에 따른 건축물 침수위 분석 - 리질리언트 요소 기술 적용에 따른 배수 성능(배수량, 배수시간, 건조기간, 재이용가능 시간 예측) 분석 기술	SW	수요조사
후보29	건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	개별 건축물의 리질리언스 향상을 위해서는 현재 상황에 대한 진단이 필요하며, 이를 통해 적정 홍수에 대한 침수위험과 복구성능에 대한 평가가 가능	공법기법	수요조사
후보30	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발	- 건축물 리질리언스 개념이 적용된 단위기술들을 홍수취약지역에 보급하여 홍수대응 및 복구성능을 향상시키기 위해서는 보험, 인증(녹색건축인증) 등의 사업화 모델이 필요함 - 보험DB구축 및 연계, 건축물 홍수 대응 성능평가, 자재 및 공법 표준 마련 등 건축물 리질리언스 확산을 위한 사업화 모델 개발	공법기법	수요조사
후보31	침수피해지역의 사회복구지원 시스템 개발	- 국외의 경우 침수발생시 건물주/임주자를 대상으로 사회 복지 차원에서의 복구지원 시스템이 활성화 되어있음 - 건축물 또는 지역단위에서의 침수피해발생시 커뮤니티를 중심으로 한 사회복구지원체계 마련 및 시스템 개발	시스템	수요조사

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형	조사방법
후보32	건물의 침수위험의 풍수해 보험 적정비율 산정 및 공공-민간 보험 컨설팅 시스템	• 현재 재난 발생시 지급되는 재난지원금으로는 주택 등을 복구하여 기존 생활을 유지하기 어려운 상태임 • 건축물 단위에서 풍수해보험 보상범위 확대 및 풍수해 보험 국고보조 비율에 관한 사항 • 장기적으로 풍수해보험 의무화에 관한 사항 또는 자율화를 하는 대신 전국민 가입화를 할 수 있는 방안 등에 관한 사항 등	SW	수요조사
후보33	침수 차단 지점 및 최적 대피 경로 알고리즘 개발	• 건축물 내 침수방지를 위한 외수 차단 지점 선정 알고리즘 • 건축물 침수 상황에서 재실자들의 최적 대피를 위한 경로 설정 알고리즘 개발	시스템/SW	동향조사
후보34	폭우시 하수역류방지시스템 개발	• 폭우시 외부 우수가 하수관로를 통해 건축물 내부로 역류하지 않기 위한 밸브 등의 역류방지시스템	장비	동향조사
후보35	외부 전기시설 침수방어 및 외벽 금속방수용 코팅제 개발	• 전기합선, 차단, 감전사고를 방지하기 위한 폭우시 긴급 대응을 위한 급속 코팅제 개발 • 상시 전기설비에 대한 침수방어 장비	재료	동향조사
후보36	건축물 유형별 보급형 차수장비(차수판, 차수문, 차수벽 등) 개발	• 폭우시 긴급 설치 가능한 건축물 유형별 적용 가능한 경량형, 보급형 차수장비 개발 • 영구설치형과 긴급대응형으로 구분하여 차수장비 개발	장비	동향조사
후보37	건축물 홍수 리질리언스 대응 장비 성능검증을 위한 인프라 구축	• 개발된 홍수 리질리언스 대응 장비 • 실규모 건축물 형태로 건설하여 창호, 벽체, 배관, 바닥 등에 실험 대상을 설치하여 폭우시를 모사하여 실험이 가능한 인프라	시스템/장비	동향조사
후보38	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 컨설팅	• 건축물 홍수 리질리언스 기술, 제품, 장비를 활용하여 폭우시 건축물이 침수되지 않도록 긴급 대응이 가능하고 침수시에도 복구성능을 확보할 수 있는 방법에 대한 실행 가이드라인 및 컨설팅 제공	시스템	수요조사
후보39	신속 교체형 마감재료, 구조, 설비 시스템 개발	• 침수이후 복구과정에서 활용가능한 신속교체형 마감재료, 공조설비를 이용한 신속환기 신속배수 설비 시스템 개발	시스템	동향조사

7. 핵심기술요소 검토결과

- 체크리스트에서 1번 항목이 필수조건이고, 2~6번 항목에 1개 이상이 해당되면 CTE로 1차 선정함
- 전문가 자문을 바탕으로 체크리스트 적용 결과 총 39개 기술후보 중 24개 과제가 1차로 선정되었음
- 또한 전문가 자문결과를 바탕으로 중복적인 내용으로 제안한 기술 후보들을 통합하고 기술개발 분야에 부합하지 않는 기술요소를 제외하여 최종적으로 19개의 과제가 핵심기술요소로 선정됨

표 3-10. 핵심기술요소 검토

번호	CTE 후보명	체크리스트						CTE 선정 여부	중복 통합
		1	2	3	4	5	6		
후보1	건축물 침수방지 설계기준 제정	√			√			√	A
후보2	압출성형시멘트 패널을 활용한 내구성과 재사용이 용이한 건식벽체 시스템 개발								
후보3	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도(map) 구축	√			√		√	√	
후보4	국내 홍수기반 재난안전 교육훈련 설계방법 및 훈련프로그램 개발	√							
후보5	염해 피해 우려가 있는 침수 건축물의 염분 제거 공법 개발	√	√				√	√	제외
후보6	유무기 복합 팽윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	√	√			√	√	√	
후보7	바텀애쉬를 이용한 투수블럭 및 투수포장체 제조기술 개발	√				√			
후보8	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	√					√	√	
후보9	건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어 장비·재료 개발	√				√	√	√	
후보10	BIM 공간정보 및 센서정보 기반 대형·복합 건축공간 홍수대응시스템 개발	√							
후보11	시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	√					√	√	
후보12	강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기경보시스템 개발	√			√			√	
후보13	폭우재해피해 저감을 위한 취약성분석 모형 개발	√				√	√	√	제외
후보14	폭우재해시 건축물 위험 경보 및 대피안내 시스템 개발						√		
후보15	폭우재해 취약지역 건축물의 재해성능 개선을 위한 가이드라인 개발	√					√	√	A
후보16	구체방수재를 활용한 지하구조물의 차수 및 내구성 향상 기술 개발						√		
후보17	침수 지하구조물 포렌식을 위한 시약 및 센서 적용 기술 개발	√						√	제외
후보18	다습 구조물 균열 예방을 위한 셀프힐링 보수제 개발	√							

번호	CTE 후보명	체크리스트						CTE 선정 여부	중복 통합
		1	2	3	4	5	6		
후보19	침수 주택 주거환경 개선을 위한 습도조절형 조습패널 기술 개발	√							
후보20	지하 이중벽체 구성을 위한 무기질 패널 및 적용 시스템 개발	√							
후보21	표면 침투 강화를 통한 콘크리트의 방수 및 오염방지 기술 개발	√							
후보22	폭우 리질리언스 개념 적용을 위한 침수지역 일반화 연구	√							
후보23	건축물 외관 특성을 반영한 칼라 조합이 가능한 리질리언트 나노코팅제 개발	√							
후보24	폭우시 침수취약지역 건축물 대상 리질리언트 기술 실증 적용	√							
후보25	기존 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 보강 기술	√							
후보26	신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	√				√	√	√	
후보27	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	√					√	√	
후보28	폭우 재해시 건축물 침수 시뮬레이션 기술	√							
후보29	건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	√				√	√	√	
후보30	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발	√				√	√	√	B
후보31	침수피해지역의 사회복구지원시스템 개발	√					√	√	
후보32	건물의 침수위험의 풍수해 보험 적정비율 산정 및 공공-민간 보험 컨설팅 시스템	√					√	√	B
후보33	침수 차단 지점 및 최적 대피 경로 알고리즘 개발	√	√			√		√	
후보34	폭우시 하수역류방지시스템 개발	√				√		√	
후보35	외부 전기시설 침수방어 및 외벽 금속방수용 코팅제 개발	√				√		√	
후보36	건축물 유형별 보급형 차수장비(차수판, 차수문, 차수벽 등) 개발	√				√		√	
후보37	건축물 홍수 리질리언스 대응 장비 성능검증을 위한 인프라 구축	√	√			√		√	
후보38	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 컨설팅	√				√		√	
후보39	신속 교체형 마감재료, 구조, 설비 시스템 개발	√				√		√	

8. 핵심기술요소 선정 결과

- 선정된 핵심기술요소들은 총 14개이며 시스템 5개, 공법기법 5개, 재료자재 1건, 소프트웨어 3건으로 공법과 시스템의 패키지형 기술이 대부분임

표 3-11. 핵심기술요소 목록

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형
1	건축물 침수방지 설계기준 및 가이드라인 개발	• 국내의 경우, 침수를 고려한 건축물 설계 기준이 미흡한 상태로 미국 ASCE에서와 같이 설계 및 건설, 침수하중 등에 대한 기준 마련이 필요 • 폭우재해에 취약한 지역 내 건축물의 신축 또는 리모델링 시 취약한 특성에 대한 정보를 건축주와 공유하고, 이를 보완 할 수 있는 설계가이드라인 개발 • 홍수에 대한 건축물의 취약성 특성을 고려해 보완해야 할 건축물 유형에 따른 건축자재 선별기준을 마련하고 시공 및 사용방법에 대한 매뉴얼 구축	공법기법
2	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도(map) 구축	• 도시를 구성하는 대형건축물, 터널, 교량, 지하구조물 등의 폭우, 홍수 등에 대한 위험도를 ICT기술(기상정보, 모니터링 등)을 이용하여 위험도 측정 • 위험도에 따른 시설물별 홍수 대응능력을 지표화하여 각 시설물의 안전점검, 안전진단의 근거로 활용하고 선제적인 예방측면으로 홍수에 대한 대응력 강화	SW
3	유무기 복합 팽윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	• 기존 수방용 모래주머니의 보관과 이동상의 문제점을 보완하기 위해 복합 팽윤제를 이용하여 다양한 형태와 크기로 제조된 제품을 개발하여 침수 예상지역에 적용 및 확산 • 형상, 크기, 흡수시간 등 사영별 제품 개발	재료자재
4	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	• 영국은 건축관련 법률과 산업기준을 리질리언스 개념에 기반하여 재정비 • 국내 건축관련 법제도를 기후변화 대응과 적응 차원에서 리질리언스 개념을 도입하여 개선하기 위한 방안 마련	공법기법
5	건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어장비·재료 개발	• 다기능 응급차수막 및 배수·펌핑시스템을 이용한 긴급 침수 대응시스템 개발 • 건축물 침수방어력 향상을 위한 1·2차 하수역류방지시스템 및 설계·시방정보 개발 • 외부 전기시설 침수방어 유닛 및 외벽 급속방수용 코팅제 개발	시스템
6	시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	• 홍수 시나리오 및 Impact Flow 기반 위험단계별 대형·복합 건축공간 재난대응 EAP 개발 • 인구유동량, 동선, 사용자특성, 공간복잡성, 규모 등을 고려한 네트워크 기반 홍수차단지점 및 최적 대피경로 도출 알고리즘 개발	SW
7	강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기경보시스템 개발	• 앙상블·UM 강우예측 기반 지역별 건축물 침수 해저드맵 구축 및 침수 조기경보 시스템 개발	시스템

번호	CTE명	기술요소 설명	R&D유형
8	신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	- 침수위험지역 내 건축물 신축시 홍수 리질리언스 향상을 위한 계획 및 설계 기술 - 폭우시 대응 기술 적용, 침수 시 복구 기술 적용 - 홍수 리질리언트 빌딩 개발을 위한 요소기술 패키지 기술	시스템
9	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	- 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 건축을 위한 요소기술 도출 - 녹색건축인증의 홍수 리질리언트 빌딩 성능 기준 반영	시스템
10	건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	개별 건축물의 리질리언스 향상을 위해서는 현재 상황에 대한 진단이 필요하며, 이를 통해 적정 홍수에 대한 침수위험과 복구성능에 대한 평가가 가능	공법기법
11	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 사업화 모델 개발	- 건축물 리질리언스 개념이 적용된 단위기술들을 홍수취약지역에 보급하여 홍수대응 및 복구 성능을 향상시키기 위해서는 보험, 인증(녹색건축인증) 등의 사업화 모델이 필요함 - 보험DB구축 및 연계, 건축물 홍수 대응 성능평가, 자재 및 공법 표준 마련 등 건축물 리질리언스 확산을 위한 사업화 모델 개발 - 건축물 단위 풍수해보험 보상범위, 풍수해 보험 국고보조 비율, 장기적으로 풍수해보험 확대 보급 방안 등	공법기법
12	침수피해지역의 사회복구지원시스템 개발	- 국외의 경우 침수발생시 건물주/입주자를 대상으로 사회 복지 차원에서의 복구지원 시스템이 활성화 되어있음 - 건축물 또는 지역단위에서의 침수피해발생시 커뮤니티를 중심으로 한 사회복구지원체계 마련 및 시스템 개발	시스템
13	침수 차단 지점 및 최적 대피 경로 알고리즘 개발	- 건축물 내 침수방지를 위한 외수 차단 지점 선정 알고리즘 - 건축물 침수 상황에서 재실자들의 최적 대피를 위한 경로 설정 알고리즘 개발	시스템/SW
14	폭우시 하수역류방지시스템 개발	폭우시 외부 우수가 하수관로를 통해 건축물 내부로 역류하지 않기 위한 밸브 등의 역류방지시스템	장비
15	외부 전기시설 침수방어 및 외벽 금속방수용 코팅제 개발	- 전기합선, 차단, 감전사고를 방지하기 위한 폭우시 긴급 대응을 위한 급속 코팅제 개발 - 상시 전기설비에 대한 침수방어 장비	재료
16	건축물 유형별 보급형 차수장비(차수판, 차수문, 차수벽 등) 개발	- 폭우시 긴급 설치 가능한 건축물 유형별 적용 가능한 경량형, 보급형 차수장비 개발 - 영구설치형과 긴급대응형으로 구분하여 차수장비 개발	장비
17	건축물 홍수 리질리언스 대응 장비 성능검증을 위한 인프라 구축	- 개발된 홍수 리질리언스 대응 장비 - 실규모 건축물 형태로 건설하여 창호, 벽체, 배관, 바닥 등에 실험 대상을 설치하여 폭우시를 모사하여 실험이 가능한 인프라	시스템/장비
18	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 컨설팅	건축물 홍수 리질리언스 기술, 제품, 장비를 활용하여 폭우시 건축물이 침수되지 않도록 긴급 대응이 가능하고 침수시에도 복구성능을 확보할 수 있는 방법에 대한 실행 가이드라인 및 컨설팅 제공	시스템
19	신속 교체형 마감재료, 구조, 설비 시스템 개발	침수이후 복구과정에서 활용가능한 신속교체형 마감재료, 공조설비를 이용한 신속한기 신속 배수 설비 시스템 개발	시스템

9. 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

- 기술수요조사서와 전문가 자문 검토 결과를 바탕으로 각 핵심기술요소의 현재 기술성숙도와 단계별 추진 목표를 제시함
- 기술성숙도는 R&D 유형별로 단계별 정의를 차별화하여 적용하였음(국토교통R&D 유형별 TRL 참고)
- 연차별 기술성숙도를 1단계씩 상승시키는 것으로 목표 단계를 설정하였음

표 3-12. 핵심기술에 대한 기술성숙도(TRL) 및 단계별 목록

번호	CTE명	유형	TRL 목표	현재	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
1	건축물 침수방지 설계기준 및 가이드라인 개발	공법기법	7	2	3	4	5	6	7
2	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도 (map) 구축	SW	8	3	4	5	6	7	8
3	유무기 복합 평윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	재료자재	7	2	3	4	5	6	7
4	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	공법기법	6	2	2	3	4	5	6
5	건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어장비·재료 개발	시스템	6	2	2	3	4	5	6
6	시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	SW	6	2	2	3	4	5	6
7	강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기경보시스템 개발	시스템	7	3	3	4	5	6	7
8	신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	시스템	6	2	2	3	4	5	6
9	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	시스템	6	2	2	3	4	5	6
10	건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	공법기법	6	2	2	3	4	5	6
11	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발	공법기법	7	2	3	4	5	6	7
12	침수피해지역의 사회복구지원시스템 개발	시스템	6	2	2	3	4	5	6
13	침수 차단 지점 및 최적 대피 경로 알고리즘 개발	시스템/ SW	7	2	3	4	5	6	7
14	폭우시 하수역류방지시스템 개발	장비	6	2	2	3	4	5	6
15	외부 전기시설 침수방어 및 외벽 금속방수용 코팅제 개발	재료	6	2	2	3	4	5	6
16	건축물 유형별 보급형 차수장비(차수판, 차수문, 차수벽 등) 개발	장비	6	2	2	3	4	5	6
17	건축물 홍수 리질리언스 대응 장비 성능검증을 위한 인프라 구축	시스템/ 장비	6	2	2	3	4	5	6
18	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 컨설팅	시스템	6	2	2	3	4	5	6
19	신속 교체형 마감재료, 구조, 설비 시스템 개발	시스템	8	3	4	5	6	7	8

※ 음영은 R&D 연구기간

제2절 연구개발 과제 구성

1. 과제도출 과정

- 연구개발과제는 동향조사(정책, 기술, 시장)와 논문 및 특허분석(공백 기술 및 연구) 결과, STEEP 분석을 통한 세부 목표를 바탕으로 기술후보군 구성
- 기술활용주체 분석을 통해 수요자별 니즈를 도출하여 기술개발 목표를 설정한 후, 각 목표에 부합하는 세부과제를 구분
- 각 세부과제별 과제를 조합하여 전체 세부과제를 구성하였음

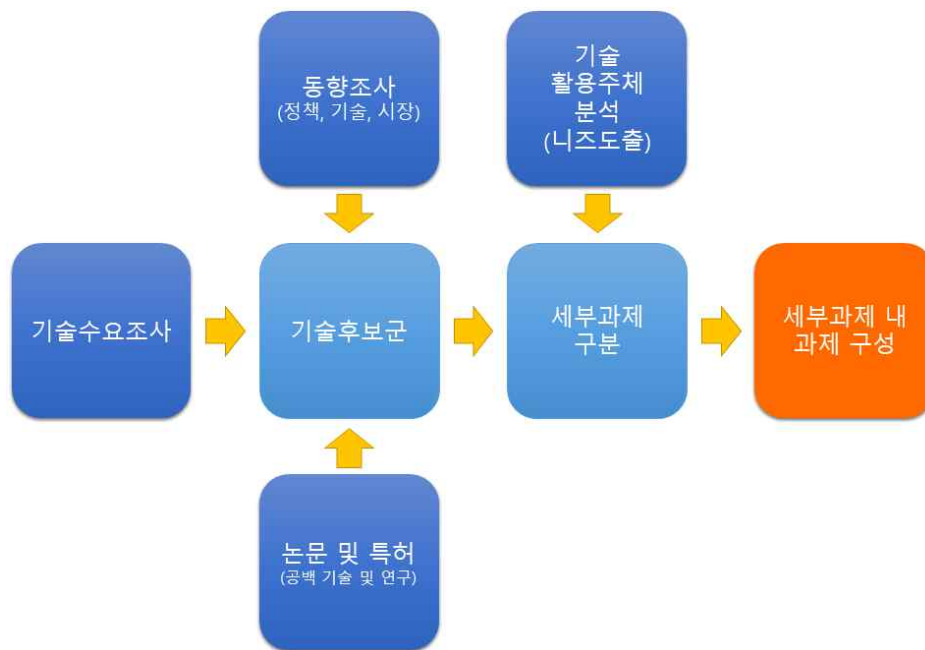


그림 3-6. 과제도출 과정

2. 리질리언스 기술 활용주체 분석

- 리질리언스 기술 개발을 위한 과제 구성을 위해 실제 리질리언스 기술을 활용하는 대상에 대한 정의가 필요함
- 실제 활용주체의 정의를 통해서 각 활용주체에서 필요로 하는 리질리언스 기술이 어떤 것이 있는지를 파악할 필요가 있음



그림 3-7. 리질리언스 기술활용주체 분석

가. 리질리언스 기술 활용주체 정의

- 리질리언스 기술 활용의 주체는 기술을 제공하는 그룹과 기술을 제공받는 그룹, 기술을 활용하는 그룹으로 구분할 수 있음
- 기술을 공급하는 그룹은 리질리언스 기술을 적용한 제품을 생산하거나 리질리언스 기술을 시공하여 건물을 건축하는 그룹으로 리질리언스 기술 시공이나 제품의 생산을 통해서 이익을 창출하는 그룹임
- 리질리언스 기술이 개발되면 실제로 사용하는 그룹은 기술을 공급하는 그룹에서 담당하게 됨
- 기술을 제공받는 그룹은 기술을 공급하는 그룹의 활용주체로부터 리질리언스 기술을 제공받는 그룹으로 리질리언스 기술이 반영된 건축물을 소유하거나 관리하는 주체임
- 기술을 제공받는 그룹은 기술을 리질리언스 기술을 직접 활용하지는 않으며, 제공받은 기술에 대한 대가를 지불함
- 기술 활용 그룹은 개발된 리질리언스 기술을 이용하여 실험을 수행하거나 새로운 기술이나 제품을 개발하는 그룹을 수행
- 보험사의 경우 리질리언스 기술을 활용하지는 않으나, 보험요율 산정 등의 업무에서 리질리언스 적용 등의 항목이 포함될 수 있으므로 활용 그룹으로 포함

표 3-13. 리질리언스 기술의 활용주체 구분

대분류	중분류	세부항목	내 용 설 명
기술을 공급하는 그룹	제품 생산자	제품생산자	방수제, 방수용품, 차수판, 배수관 등 리질리언스 기술을 적용하거나 적용하기 위한 제품의 생산자
	기술 시공자	건축업자	리질리언스 기술이나 제품을 활용하여 건물을 건축하는 주체
		인테리어 사업자	리질리언스 기술이나 제품을 활용하여 건물의 내부 인테리어 작업을 수행하는 주체
		건축설계사	리질리언스를 고려하여 건축물을 설계하는 주체
기술을 제공받는 그룹	도시개발 사업자	LH, SH 등 공공사업자	지역단위 도시개발을 진행하는 개발사업 수행의 주체
	공공기관	지자체 및 공공기관	공공기관 건물의 소유기관
	건물 소유주	주거용 건축물	주거용 주택(단독, 다세대 등)을 소유한 건물 소유주
		상업용 건축물	상업용 건물(상가, 사무실, 창고 등)을 소유한 건물 소유주
	건물 임차인	주거용 임차인	주거용 주택(단독, 다세대, 아파트 등)을 임대하여 점유하고 있는 실거주자
		상가/사무실 등 사업자	상가나 사무실 등을 임대하여 운영하고 있는 사업자
		공장/창고 등 사업자	공장이나 창고 등을 임대하여 운영하고 있는 사업자
기술 활용 그룹	보험사	일반 보험사	일반 건물(주택, 사무실 등)을 대상으로 보험을 운영하는 일반 보험사 * 보험요율의 산정 시 리질리언스 기술의 적용 여부 포함
		재보험사	일반 보험사를 대상으로 재보험을 운영하는 보험사
	연구기관	국가연구기관	개발된 리질리언스 기술이나 제품을 활용하여 실험을 수행하거나 새로운 기술 개발을 수행하는 활용주체
		민간연구소	
		대학	

나. 활용주체별 니즈(Needs) 도출

- 건축물 리질리언스 기술 개발에 대한 필요성이나 니즈는 활용주체별로 차이가 있을 수 있음
- 활용주체별로 리질리언스 기술 개발에 대한 필요성을 정리하고 구체적인 니즈를 도출할 필요가 있음

1) 활용주체별 리질리언스 필요성 및 니즈 도출

- 활용주체별 리질리언스의 필요성은 기술을 공급하는 경우 세부 주체마다 필요성은 차이가 있으나 사실상 기존 시장의 활성화나 신규 시장의 생성으로 연결됨
- 기술을 제공받는 그룹은 리질리언스 기술 개발의 수요 그룹으로 건축물의 침수 대응 및 복구 능력 향상 및 확보에 그 목적이 있음
- 기술 활용 그룹의 보험사나 연구기관의 경우 새로운 기술을 지속적으로 개발하여 사회 발전에 기여하는 한편, 보험사는 리질리언스 기술 개발로 인한 보험사의 손실을 최소화하는데 그 목적이 있음

표 3-14. 리질리언스 기술 개발의 필요성 및 니즈 정리

중분류	세부항목	필요성	기술개발 니즈
제품 생산자	제품 생산자	리질리언스관련 제품 시장의 생성 및 기존 시장의 활성화	• 가격 경쟁력 확보를 위한 낮은 원가 • 가격대비 고품질 확보 • 리질리언스 제품 적용의 간편성
기술 시공자	건축업자	리질리언스 기술 활용 능력 보유를 통한 동종업계 간 경쟁력 확보	• 리질리언스 기술 시공의 간편성 • 리질리언스 기술 또는 제품의 정량적 시공 기준, 가이드라인
	인테리어 사업자		• 리질리언스 기술 시공의 간편성 • 리질리언스 기술 또는 제품의 정량적 시공 기준, 가이드라인
	건축설계사	리질리언스 개념의 이해 및 적용을 통한 건축 설계 능력 향상	• 리질리언스 제품 또는 기술의 규격 표준화가 필요
도시개발 사업자	LH, SH 등 공공사업자	개발 도시의 상향된 침수 대응 및 복구 능력 확보	• 리질리언스 기술 적용 명문화를 위한 법제도적 근거마련
공공기관	지자체 및 공공기관	침수로 인한 행정기능 공백 및 시설 이용 중지기간의 최소화	• 리질리언스 기술 적용 명문화를 위한 법제도적 근거마련 • 침수 시 빠른 배수가 가능해야 함
건물 소유주	주거용 건축물	폭우에 따른 재산피해의 최소화	• 리질리언스 기술 적용 명문화를 위한 법제도적 근거마련 • 리질리언스 적용 비용의 최소화 • 리질리언스 제품 관리의 편리성
	상업용 건축물		• 리질리언스 기술 적용 명문화를 위한 법제도적 근거마련 • 리질리언스 적용 비용의 최소화 • 리질리언스 제품 관리의 편리성
건물 임차인	주거용 임차인		• 리질리언스 적용 비용의 최소화 • 제품의 설치 또는 운용이 간편하고 빠르게 이용할 수 있어야 함 • 제품 설치 또는 기술 적용을 위해 필요한 공간의 최소화
	상가/사무실 등 사업자		• 리질리언스 적용 비용의 최소화 • 제품의 설치 또는 운용이 간편하고 빠르게 이용할 수 있어야 함 • 제품 설치 또는 기술 적용을 위해 필요한 공간의 최소화
	공장/창고 등 사업자		• 리질리언스 적용 비용의 최소화 • 침수 차단 효과가 가장 중요함 • 제품의 설치 또는 운용이 간편하고 빠르게 이용할 수 있어야 함 • 제품 설치 또는 기술 적용을 위해 필요한 공간의 최소화 • 침수 시 빠른 배수가 가능해야 함
보험사	일반 보험사	건축물의 침수 피해 시 보험사의 손실 저감	• 보험요율 산정을 위해 다양한 리질리언스 기술 개발 필요 • 리질리언스 기술에 대한 정확한 기준치 필요
	재보험사		
연구기관	국가연구기관	새로운 기술 개발을 통해 사회 발전에 기여	• 리질리언스 기술 평가를 위한 기준치 설정 필요 • 기술 또는 제품의 규격이나 사양의 표준화 필요
	민간연구소		
	대학		

2) 기술개발을 위한 니즈 정리

○ 법제도 기반

- 리질리언스 기술의 개발과 연계되어 병행되어야 할 요구사항으로 법·제도적 근거의 마련이 필요함
- 건물을 건축하려는 건물 소유주나 개발사업을 주관하는 사업자가 리질리언스 기술을 적용하도록 하기 위해서는 법·제도적으로 강제할 필요가 있음

○ 서비스 지원체계

- 서비스 지원체계는 STEEP 분석에서 추가된 내용으로 기술니즈에 대응하기 위한 별도의 체계 구축이 필요함
- 건축사업자, 시공자, 또는 건물주가 홍수 리질리언스 기술이 보편적으로 사용되기 위해서는 기술적용 필요성에 대한 파악, 필요시 적용가능 기술목록의 확인 등 기술적용을 위한 서비스 지원체계가 필요함
- 서비스 지원체계는 개발기술 적용, 법제도 간의 연결고리로 건축물 홍수 리질리언스 향상기술이 최적화되어 활용 보급되기 위한 역할 필요
- 주로 시스템 구축을 통해 홍수와 침수취약지의 건축물에 대한 분석을 수행

○ 기술 개발 및 패키지화

- 각 주체별 기술 활용과 적용을 위해서는 각 요소기술 개발이 선행되어야 하며, 기술개발 후발 국가로서 국내 미개발 기술의 신규 개발, 기 개발기술의 개량, 적용성 향상 등의 연구가 필요

○ 성능평가 및 인증

- 건축사업자와 같은 시공자가 기술을 적용하거나 제품을 생산하는 생산자가 제품을 생산하기 위해서는 기술이나 제품에 대한 정량적인 성능 수치나 평가 기준의 마련이 필요함
- 또한 기술이나 제품에 대한 규격이나 사양에 대한 표준화가 필요함
- 폭우 대응 및 침수 복구 등을 위한 건축물 단위의 설계 기술 및 가이드라인 필요

○ 실증사업 수행

- 재난과 관련된 기술로 실제 활용도와 성능이 담보되어야 함
- 정부의 도시재생사업 등과 연계하여 실증사업을 추진하여 개발기술의 성능을 검증하고 이를 보급확산하기 위한 기반을 구축할 필요가 있음

○ 사업화 보급확산

- 제품 보급 활성화와 기술개발 확대를 위해서는 시장창출이 필요함
- 표준화에 기반한 제품 및 기술 사양을 공식화하고 이를 정부부처에서 확대하고 해외 수출을 지원할 수 있는 모델 필요

3. 연구과제 구성 기준

- 연구개발과제의 연구목표를 폭우재해 대응 건축물 리질리언스 향상 기술 개발로 설정
- 구분된 세부연구목표 하에 핵심요소기술을 유형화함

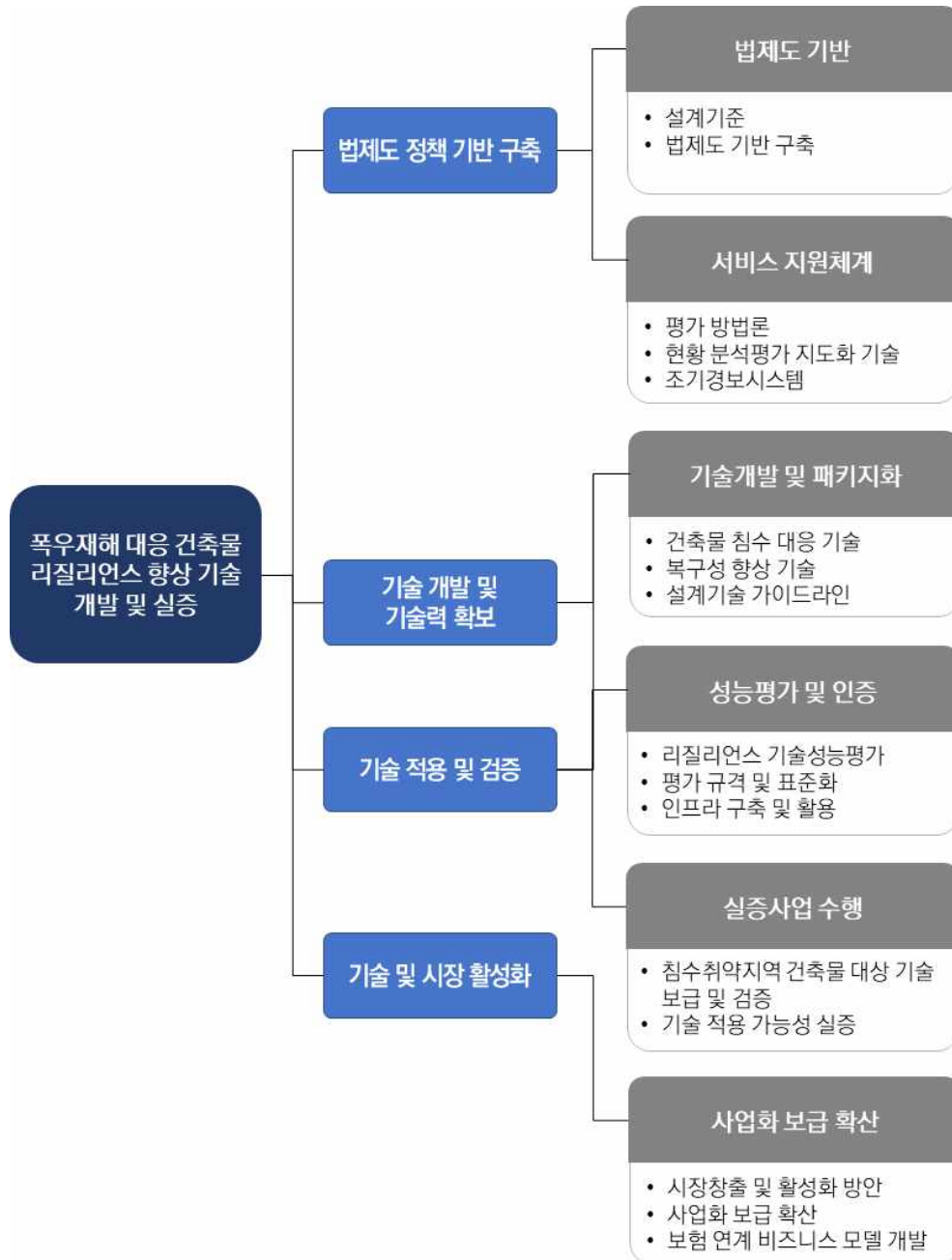


그림 3-8. 연구과제 구성기준 (STEEP 분석결과에 수요자 니즈 반영 세분화)

4. 요소기술 유형화

- 동향조사 및 기술수요조사 결과를 통해 도출된 기술들을 유사한 항목으로 그룹화
- 세부연구목표에 따라 연구진 및 자문위원의 회의를 통해 추가적인 후보과제를 보완
- 각 기술요소를 연구과제 구성기준인 법제도 기반, 서비스 지원체계, 기술개발 및 패키지화, 성능평가 및 인증, 실증사업 수행, 사업화 보급 확산으로 유형화하였음
- 다만 해당 요소기술들은 유형화하여 과제 구성의 근거자료로만 활용

표 3-15. 후보과제 유형화

연구목표	요소기술	세부유형화 기준
법제도 기반	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	법
	침수피해지역의 사회복구지원시스템 개발	제도
서비스 지원체계 /실증사업 수행	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도(map) 구축	서비스
	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 컨설팅	서비스
	강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기경보시스템 개발	제품
	시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	가이드라인
	침수 차단 지점 및 최적 대피 경로 알고리즘 개발	알고리즘
기술개발 및 패키지화	건축물 침수방지 설계기준 및 가이드라인 개발	설계기술
	유무기 복합 팽윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	제품
	건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어장비·재료 개발	제품
	신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	설계기술
	폭우시 하수역류방지시스템 개발	제품
	외부 전기시설 침수방어 및 외벽 금속방수용 코팅제 개발	제품
	건축물 유형별 보급형 차수장비(차수판, 차수문, 차수벽 등) 개발	제품
	신속 교체형 마감재료, 구조, 설비 시스템 개발	시스템
성능 평가 및 인증	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	성능평가
	건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	성능평가
	건축물 홍수 리질리언스 대응 장비 성능검증을 위한 인프라 구축	인프라
사업화 보급확산	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발	사업화모델

5. 세부과제 구성

가. 세부과제 구분 및 도출 논리

- 유형화 결과를 바탕으로 세부과제를 구분하고 동향분석 결과, STEEP 분석 결과를 바탕으로 과제 구성하고 과제간 연관관계를 바탕으로 2개의 세부과제로 구분함
- 연구과제 구성기준의 총 6개 수요니즈를 2개 그룹으로 다음과 같이 구성함
- 1세부는 법제도, 서비스 지원체계, 기술실증, 사업화 보급 모델 개발 등 기술개발성과의 적용과 확산에 중점을 둔과제로 구성함
- 2세부는 실제 기술개발 중심의 과제로 구성하되 기술개발, 패키지화, 성능평가, 인증 내용을 모두 포괄하는 내용으로 구성함

표 3-16. 세부과제 구성

세부과제 구분	STEER 시사점 반영	수요 반영	목표 설정
세부과제1 (폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증)	법제도 정책 기반 구축	법제도기반	- 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념 반영 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용을 위한 법제도 제개정안 작성 및 반영
		서비스 지원체계	- 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 적용을 위한 대상 분석
	기술 적용 및 검증 (실증)	실증사업 수행	- 침수취약지역 대상 기술적용 및 실증
	기술 및 시장 활성화	사업화 보급 확산	- 기술확산 및 보급을 위한 사업화 모델 개발
세부과제2 (건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발)	기술 개발 및 기술력 확보	설계 기준 및 가이드라인	- 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용을 위한 설계 기준, 가이드라인 개발
		기술개발 및 패키지화	- 건축물 요소기술 개발 - 요소기술 패키지화
	기술 적용 및 검증 (평가)	성능평가 및 인증	- 개발기술 및 제품의 성능평가 및 인증체계 구축 - 성능평가를 위한 인프라 구축 및 활용

1) 1세부 (폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증)

- 1세부는 건축물 홍수 리질리언스 기술 개발의 기반을 만드는 과제로 법제도, 건축물 홍수 리질리언스 관련 서비스 지원체계 관련 내용으로 구성함
- 개발된 기술들이 패키지화되어 보급되기 위해서는 서비스 지원체계가 필요하며, 서비스 지원체계 구축과 기술개발을 위한 법제도적 기반을 구축하는 과제임
- 서비스 지원체계는 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 적용 대상 건축물의 선정, 현황분석, 기존건축물의 성능평가 방법론 개발, DB구축 지도화 기술 개발 등을 수행
- 또한 2세부에서 개발된 기술을 단계적으로 실증대상지에 적용하여 연구개발성과를 검증하고

확산보급하기 위한 연구를 수행하여 최종적으로 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델을 개발하게 됨

- 실증은 주민들과 함께 대안에 대한 평가와 개선방안 피드백이 진행되는 리빙랩방식으로 추진함

2) 2세부 (건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발 및 검증)

- 2세부는 폭우시에 건축물이 침수되지 않도록 건축되고 만약 침수가 되더라도 빠른 시간 내에 복구와 재이용이 가능하게 만드는 기술을 개발하는 과제임
- 개별적으로 개발되어오고 있는 각 건축요소별 기술들을 패키지 형태로 종합하여 적용가능성을 향상시키는 연구임
- 개발된 각 요소별 기술들을 적용한 건축물의 설계기준, 설계방법론을 개발하는 과제임
- 기술의 성능평가와 분석기술의 중요성이 높기 때문에 성능인증, 평가에 대한 내용을 연구내용에 포함하였으며, 이를 위한 인프라 구축 내용이 포함됨



그림 3-9. 세부과제 구성

나. 세부과제 도출 및 연구내용

- 세부과제 구분에 따라 동향조사, 기술수요조사에서 추출한 핵심요소기술, STEEP 결과를 바탕으로 각 키워드를 중심으로 유형화하여 최종 후보과제를 도출함
- 최종후보과제는 단일목적으로 구성됨
- 기존 기술수요조사 도출 기술 과제명 재정의 및 수요조사 및 동향조사를 바탕으로 연구내용 재설정

표 3-17. 세부과제 및 단위과제 도출

세부과제 구분	STEPP 시사점 반영	수요 반영	핵심요소기술 과제	단위과제구성
세부과제1 (폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증)	법제도 정책 기반 구축	법제도기반	건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 기준 개발	(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발
		서비스 지원체계	ICT를 활용한 도시 폭우재해 안전지도(map) 구축	(1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발
			건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 컨설팅	
			강우예측 기반 건축물 침수해저드맵 및 조기 경보시스템 개발	
			시나리오 Impact Flow 및 네트워크 기반 대형·복합 건축공간 침수대응 EAP 개발	
			침수 차단 지점 및 최적 대피 경로 알고리즘 개발	
	기술 적용 및 검증 (실증)	실증사업 수행	침수피해지역의 사회복구지원시스템 개발	(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증
	기술 및 시장 활성화	사업화 보급 확산	건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발	
세부과제2 (건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발)	기술 개발 및 기술력 확보	설계 기준 및 가이드라인	건축물 침수방지 설계기준 및 가이드라인 개발	(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발
			신규 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 설계기술	
		기술개발 및 패키지화	유무기 복합 팽윤제를 이용한 물 주입 구조의 친환경 경량 포대 개발	(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발
			건축물 리질리언스 향상 및 실무대응형 긴급 홍수방어장비·재료 개발	
			폭우시 하수역류방지시스템 개발	
			외부 전기시설 침수방어 및 외벽 금속방수용 코팅제 개발	
			건축물 유형별 보급형 차수장비(차수판, 차수문, 차수벽 등) 개발	
			신속 교체형 마감재료, 구조, 설비 시스템 개발	
		기술 적용 및 검증 (평가)	녹색건축인증과 연계한 홍수 리질리언트 빌딩 성능기준 개발	(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발
			건축물의 침수위험 및 복구성(resilience) 평가 기술 및 가이드라인 개발	
			건축물 홍수 리질리언스 대응 장비 성능검증을 위한 인프라 구축	

표 3-18. 단위과제 수행 내용

세부과제	단위과제	과제설명
세부과제1 (폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증)	(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	- 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 적용한 기존 법제도, 기존 개정안 연구 - 재해취약성 분석의 건축물단위 대응 가이드라인 개발 - 기술확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델 개발
	(1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발	- 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술 개발 - 건축물의 폭우대응 성능평가 방법론 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 구축 및 지도화 기술 개발 (지역별 건축물 침수 수준 분석지도 구축 및 건축물 단위 취약성 분석 플랫폼 개발) - 홍수 리질리언스 정보를 바탕으로 한 서비스 지원체계 개발
	(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	- 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증 운영 - 폭우재해취약지역 내 건축물 리질리언스 기술 보급 및 실증 - 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발
세부과제2 (건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발)	(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	- 기존 건축물의 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발 - 신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계기법 개발 - 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축 - 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 개발
	(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	- 건축물의 차수성능 향상 기술 개발 - 건축물의 복구성능 향상 기술 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 개발
	(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발	- 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 연구 - 기술 표준화 및 인증 평가 모델 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안 연구

다. 기술수준 분석

- 구성된 단위과제별 기술수준을 동향조사결과를 바탕으로 분석하였음
- 법제도 기준은 후발주자로 해외 사례 벤치마킹이 필요한 기술의존에 해당되며, 서비스 지원체계와 실증도 시장이 활성화되지 않아 의존상황으로 판단됨

표 3-19. 기술수준분석

세부과제	단위과제	기술수준				비고
		①기술 전무	②기술 의존	③기술 자립	④기술 선도	
세부과제1 (폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증)	(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발		√			제도 미흡
	(1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발		√			지도화기술은 우수하나 적용사례 미흡 실증사례 매우 미흡
	(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	√				실증사례 매우 미흡
세부과제2 (건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발)	(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	√				가이드라인 부재
	(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발		√			기술 다양성 부족
	(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발		√			일부 제품에 대한 성능평가 사례 존재

제3절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 세부과제별 주요내용

가. 1세부: 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증

표 3-20. 1세부과제 주요내용 및 추진전략

과제명	폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증	
연구목표	- 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	
연구필요성	- 매년 예측 불가한 폭우발생에 따라 침수피해가 발생하고 있으나 국내의 경우 리질리언스 개념을 반영한 건축 관련 법률 등이 부족 - 국외의 경우 폭우재해 취약한 지역 내 건축물의 신축 또는 리모델링 시 기후변화에 대한 고려뿐만 아니라 리질리언스 개념을 기반으로 제도를 개정하고 있는 추세임 - 기존의 재난안전정보 시스템은 제공되는 데이터에 한계가 있으므로 폭우와 관련된 시설물의 위험지표에 관한 실시간 모니터링 관리 시스템 필요 - 도시의 재난, 안전관리 측면에서 건축물 리질리언스 안전지도(Map) 및 표준 플랫폼 구축 필요 - 침수발생시 지역 커뮤니티를 중심으로 한 침수피해지 사회복구지원 체계 등이 마련 요구 - 건축물 리질리언스 향상 기술 보급 확산을 위한 모델 개발 및 실증 필요	
기술유형/성과유형	법, 제도, 가이드라인, 알고리즘, 설계기술, 제품, 시스템, 현장적용	
주요 구성기술	(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발 - 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 반영한 법제도 - 성과물: 법제도 및 기준개정안, 재해취약성 분석의 건축물 단위 대응 가이드라인, 기술 확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델	
	(1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발 - 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 - 성과물: 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술, 건축물의 폭우대응 성능평가 방법론, 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 구축 및 지도화 기술(지역별 건축물 침수 수준 분석지도 구축 및 건축물 단위 취약성 분석 플랫폼 개발), 홍수 리질리언스 정보를 바탕으로 한 서비스 지원체계	
	(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증 - 기술정의: 한국형 건축물 홍수 리질리언스 기술을 적용한 실증사업 - 성과물: 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증, 폭우재해취약지역 내 건축물 리질리언스 기술 보급 및 실증, 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발	
기술수준	현재	과제종료시
	- 선진국은 폭우 특성과 침수발생의 지리적 특성에 따라 피해를 세분화 하고 피해에 따른 체계적인 예방, 감시, 피해의 최소화 등과 연계하여 대안을 마련하고 있으며 특히 정책제도에 리질리언스 개념을 반영하여 가이드라인, 설계기법, 지원체계 등을 도출하고 있음 - 우리나라는 건축물 단위에서의 폭우재해 관련 법제도, 기준, 서비스 지원체계 등 미흡한 실정임	- 폭우 리질리언스 향상을 위한 법제도 개선방안 마련 - 정책반영 및 정부부처, 지자체 등에서 내용 활용 - 폭우재해는 건축물의 구조적 특성과 지리적 요소에 많은 영향을 받기 때문에 예방적 차원에서 지리적 여건 분석을 통해 위험성 진단 가능 - 지리정보 만으로도 폭우상황을 가정해 침수의 위험성이 높은 지점을 파악할 수 있고, 취약한 지역에 위치한 건축물의 특성정보와 결합해 피해 규모와 특성을 평상시에 구축해 예방적 차원에서 서비스지원체계로 활용가능
기대효과	• 건축물 단위에서의 리질리언스 개념을 반영한 제도적 기반 마련 • 정부의 예방적 정책수행을 통해 직접적 홍수피해 복구비용 절감 • 홍수 예방을 위한 건축물과 지리정보가 결합된 새로운 정보사업 분야 구축 • 실시간 홍수모니터링 등 통합 플랫폼 개발로 인한 재난발생의 사전예방 및 경보체계 기술확보 • 홍수 관련 빅 데이터 DB의 실무 적용을 통한 데이터의 신뢰도 향상	

표 3-21. 1-1세부 과제카드

세세부과제명	폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발		
연구목표	- 리질리언스 개념을 반영한 폭우 대응 건축물 관련 법제도 기준 개발 - 매년 예측 불가한 폭우발생에 따라 침수피해가 발생하고 있으나 국내의 경우 리질리언스 개념을 반영한 건축 관련 법률 등이 부족 - 국외의 경우 폭우재해 취약한 지역 내 건축물의 신축 또는 리모델링 시 기후변화에 대한 고려 뿐만 아니라 리질리언스 개념을 기반으로 제도를 개정하고 있는 추세임		
기술유형/성과유형	법, 제도, 가이드라인		
주요내용	- 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 반영한 법제도 - 성과물: 법제도 및 기준개정안, 재해취약성 분석의 건축물 단위 대응 가이드라인, 기술 확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델	성과물 예시	
기대효과	- 폭우 리질리언스 향상을 위한 법제도 개선방안 마련 - 정책반영 및 정부부처, 지자체 등에서 내용 활용 - 건축물 단위에서의 리질리언스 개념을 반영한 제도적 기반 마련 - 정부의 예방적 정책수행을 통해 직접적 홍수피해 복구비용 절감 등		

표 3-22. 1-2세부 과제카드

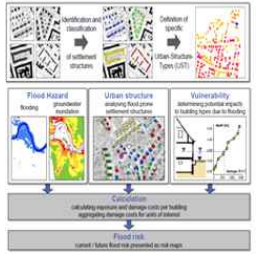
세세부과제명	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발		
연구목표	- 건축물 리질리언스 통합 플랫폼 구축 등 서비스지원체계 마련 - 기존의 재난안전정보 시스템은 제공되는 데이터에 한계가 있으므로 폭우와 관련된 시설물의 위험지표에 관한 실시간 모니터링 관리 시스템 필요 - 도시의 재난, 안전관리 측면에서 건축물 리질리언스 안전지도(Map) 및 표준 플랫폼 구축 - 침수발생시 지역 커뮤니티를 중심으로 한 침수피해지 사회복구지원 체계 등이 마련		
기술유형/성과유형	알고리즘, 설계기술, 제품, 시스템		
주요내용	- 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 - 성과물: 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술, 건축물의 폭우대응 성능평가 방법론, 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 구축 및 지도화 기술(지역별 건축물 침수 수준 분석지도 구축 및 건축물 단위 취약성 분석 플랫폼 개발), 홍수 리질리언스 정보를 바탕으로 한 서비스 지원체계	성과물 예시	
기대효과	- 홍수 예방을 위한 건축물과 지리정보가 결합된 새로운 정보사업 분야 구축 - 실시간 홍수모니터링 등 통합 플랫폼 개발로 인한 재난발생의 사전예방 및 경보체계 기술확보 - 지리정보만으로도 폭우상황을 가정해 침수의 위험성이 높은 지점을 파악할 수 있고, 취약한 지역에 위치한 건축물의 특성정보와 결합해 피해 규모와 특성을 평상시에 구축해 예방적 차원에서 서비스지원체계로 활용가능 등		

표 3-23. 1-3세부 과제카드

세세부과제명	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증		
연구목표	건축물 리질리언스 향상 기술 보급 확산을 위한 모델 개발 및 실증		
기술유형/성과유형	현장적용		
주요내용	- 기술정의: 한국형 건축물 홍수 리질리언스 기술을 적용한 실증사업 - 성과물: 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 테스트베드, 폭우재해취약지역 내 건축물 리질리언스 기술 보급 및 실증, 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발	성과물 예시	
기대효과	- 주민참여형 리빙랩 수준의 실증사업을 통해 리질리언스 기술 국내 적용성 검증 - 국외 선진화된 기술의 국산화 및 독자적 기술력 확보를 통해 기술 경쟁력 확보 - 향후 홍수 리질리언스 분야 세계 기술시장 우위 선점 가능 등		

나. 2세부: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

표 3-24. 2세부과제 주요내용 및 추진전략

과제명	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	
연구목표	- 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발	
연구필요성	- 최근 폭우와 관련된 피해사례가 증가하고 있는 자연재난, 사회재난의 예방 및 피해 저감을 위해 재난에 대응, 관리할 수 있는 시스템 필요 - 폭우재해에 대한 피해가 클 것으로 진단되는 지점을 취약지역으로 지정하고, 취약지역에 입지한 건축물의 특성을 주기적으로 파악해 사전에 피해 예방을 위한 기술 필요하며 특히 복구성을 평가하는 기준이 필요함 - 국외에는 리질리언스 성능 평가 인프라 시설을 갖추고 있으며 건축설계 기술, 기술요소 제품 등을 실제 적용 구현하여 활용성을 검증하고 있음	
기술유형/성과유형	설계기법, 매뉴얼/가이드라인, 기술개발, 성능평가, 인프라	
주요 구성기술	(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발 - 기술정의: 기존/신축 건축물 폭우 대응 성능 향상 설계 기법 및 가이드라인 - 성과물: 기존 건축물의 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발, 신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계기법 개발, 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축, 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 개발 (2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발 - 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 - 성과물: 건축물의 차수성능 향상 기술 개발, 건축물의 복구성능 향상 기술 개발, 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 개발 (2-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발 - 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 검증 평가 기술 - 성과물: 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 연구, 기술 표준화 및 인증 평가 모델 개발, 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안 연구	
기술수준	현재	과제종료시
	- 해외사례를 보면 건축물 단위에서의 폭우 대응 건축물 설계 및 보강 기술등을 보유하고 있으며 기존 건축물, 신규 건축물, 거주자 및 관리자 등 유형을 세분화하여 적용 기술을 제안하고 있음 - 또한 실규모의 건축물 실험 장비 등을 마련하고 기술 또는 제품 인증, 시범 평가 등을 운영하여 기술력을 확보하고 있음	- 개별 건축물의 리질리언스 향상을 위해서는 현재 상황에 대한 진단이 필요하며, 이를 통해 적정 홍수에 대한 복구성능에 대한 평가가 가능 - 녹색건축 인증 등과 연계 또는 유사 수준의 인증체계 구축 - 시범평가 운영을 통해 적정성을 검증하고 적용가능한 수준의 기술 평가 인프라 구축
기대효과	- 국내 환경에 맞는 홍수 방재시스템 개발 및 성능 확보 - 선진국 수준의 홍수 리질리언트 기술 및 인프라 확보 - 녹색건축인증 등의 연계를 통한 리질리언트 빌딩 보급 확산 - 침수지역의 구조적, 비구조적 건축물 피해 대응 및 복구 대책에 활용 - 건축물 단위의 침수지역 대책 매뉴얼 및 교육 자료로 활용 가능 - 폭우 리질리언스 관련 제품 제조 및 현장적용 사업화 가능 - 리질리언트 건축물 설계 지침 또는 가이드라인, 매뉴얼 등에 활용 가능	

표 3-25. 2-1세부 과제카드

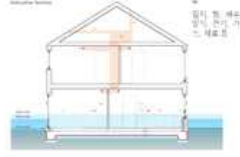
세세부과제명	폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발		
연구목표	- 기존/신축 건축물의 폭우 대응 설계기법 및 보강기술 개발 - 해외사례를 보면 건축물 단위에서의 폭우대응 건축물 설계 및 보강 기술등을 보유하고 있으며 기존 건축물, 신규 건축물, 거주자 및 관리자 등 유형을 세분화하여 적용기술을 제안하고 있음		
기술유형/성과유형	설계기법, 매뉴얼/가이드라인		
주요내용	- 기술정의: 기존/신축 건축물 폭우 대응 성능 향상 설계 기법 및 가이드라인 - 성과물: 기존 건축물의 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발, 신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계기법 개발, 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축, 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 개발	성과물 예시	
기대효과	- 국내 환경에 맞는 홍수 방재시스템 개발 및 성능 확보 - 선진국 수준의 홍수 리질리언트 기술 확보 - 침수지역의 구조적, 비구조적 건축물 피해 대응 및 복구 대책에 활용 - 건축물 단위의 침수지역 대책 매뉴얼 및 교육 자료로 활용 가능 - 리질리언트 건축물 설계 지침 또는 가이드라인, 매뉴얼 등에 활용 가능		

표 3-26. 2-2세부 과제드

세세부과제명	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발		
연구목표	건축물 홍수 리질리언스 향상 요소기술 개발 및 패키지화		
기술유형/성과유형	기술개발		
주요내용	- 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 - 성과물: 건축물의 차수성능 향상 기술 개발, 건축물의 복구성능 향상 기술 개발, 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 개발	성과물 예시	
기대효과	- 선진국 수준의 홍수 리질리언트 기술 및 인프라 확보 - 침수지역의 구조적, 비구조적 건축물 피해 대응 및 복구 대책에 활용 - 건축물 단위의 침수지역 대책 매뉴얼 및 교육 자료로 활용 가능 - 폭우 리질리언스 관련 제품 제조 및 현장적용 사업화 가능 - 리질리언트 건축물 설계 지침 또는 가이드라인, 매뉴얼 등에 활용 가능		

표 3-27. 2-3세부 과카드

세세부과제명	건축물 홍수 리질리언스 기술 성능평가 기술 개발		
연구목표	- 리질리언스 기술 적용 및 검증 평가 기술 개발 - 국외에는 리빙랩 수준의 리질리언스 성능 평가 인프라 시설을 갖추고 있으며 건축설계 기술, 기술요소 제품 등을 실제 적용 구현하여 활용성을 검증하고 있음 - 또한 실규모의 건축물 실험 장비 등을 마련하고 기술 또는 제품 인증, 시범 평가 등을 운영하여 기술력을 확보하고 있음		
기술유형/성과유형	성능평가, 인프라		
주요내용	- 기술정의: 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 검증 평가 기술 - 성과물: 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 연구, 기술 표준화 및 인증 평가 모델 개발, 건축물 홍수 리질리언스 성능평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안 연구	성과물 예시	
기대효과	- 녹색건축인증 등의 연계를 통한 리질리언트 빌딩 보급 확산 - 시범평가 운영을 통해 적정성을 검증하고 적용가능한 수준의 기술 평가 인프라 구축 - 폭우 리질리언스 관련 제품 제조 및 현장적용 사업화 가능 - 리질리언트 건축물 설계 지침 또는 가이드라인, 매뉴얼 등에 활용 가능		

2. 추진전략

가. 연구추진 체계

- 본 기획을 통해 수립하는 “폭우 재해 취약지역의 건축물 리질리언스 향상기술 개발”과제는 2개 세부과제 체계로 1세부가 정책, 제도, 기술 확산을 담당하고 전체 과제를 총괄하는 연구단 형태로 추진하는 것이 타당함
- 아래와 같은 사업관리 체계를 따름
 - (국토교통부) 사업을 총괄하는 주관부처로서 예산 편성 및 상위계획과의 연계성을 검토
 - (국토교통과학기술진흥원) 사업의 성공적인 수행을 위한 총괄 책임 및 권한을 가지며, 사업 및 성과를 관리
 - (주관연구기관-연구단장) 세부과제 책임자 중 1인을 선정하여 연구단의 비전과 목표 달성을 위해 일정 및 진도관리를 수행하고, 과제간 연계·협력을 유도
 - (협동연구기관-세부과제 책임자) 세세부 과제 책임자 중 1인을 선정하여 과제간 시너지를 유도하며, 공동연구 및 위탁연구를 관리함
 - (공동연구기관-세세부과제) 세부과제의 일부를 맡아 직접적인 연구개발을 수행함

나. 세부과제별 추진전략

- 1) 1세부과제 - 총괄과제로 성과를 취합하고, 확산보급을 위한 연구 수행
 - 연구성과를 총괄하여 종합하는 역할 수행
 - 정부부처(국토교통부)와 협의하여 폭우 법제도, 기준 마련
 - 개발기술을 리빙랩방식으로 실제 대상지에 적용하여 실증 수행
 - 사업화 전략을 수립하고 기술 확산을 위한 로드맵 개발
 - 전체 연구성과를 취합하여 한국형 건축물 홍수 리질리언스 모델(한국형 홍수 리질리언트 빌딩) 개발
- 2) 2세부과제 - 리질리언스 기술 적용을 위한 평가기술 및 실증 연구 수행
 - 건축계획 및 설계 분야 실무기관의 참여를 통한 리질리언스 건축설계기법 개발
 - 1세부의 실증사업에 적용할 요소기술개발 및 패키지화
 - 1세부 성과확산과 연계하여 폭우 재해시 대응가능한 건축물에 대한 성능 평가 체계 개발
 - 리질리언스 기술 성능을 평가할 수 있는 인프라 시설 구축 및 활용방안 수립

제4절 세부과제 간 연계관계

1. 세부과제 간 역할 설정

- 1세부과제: 폭우 대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증
 - (1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발
 - (1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스지원체계 개발
 - (1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증
- 2세부: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발
 - (2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발
 - (2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발
 - (2-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 성능 평가 기술 개발

2. 세부과제 간 연계

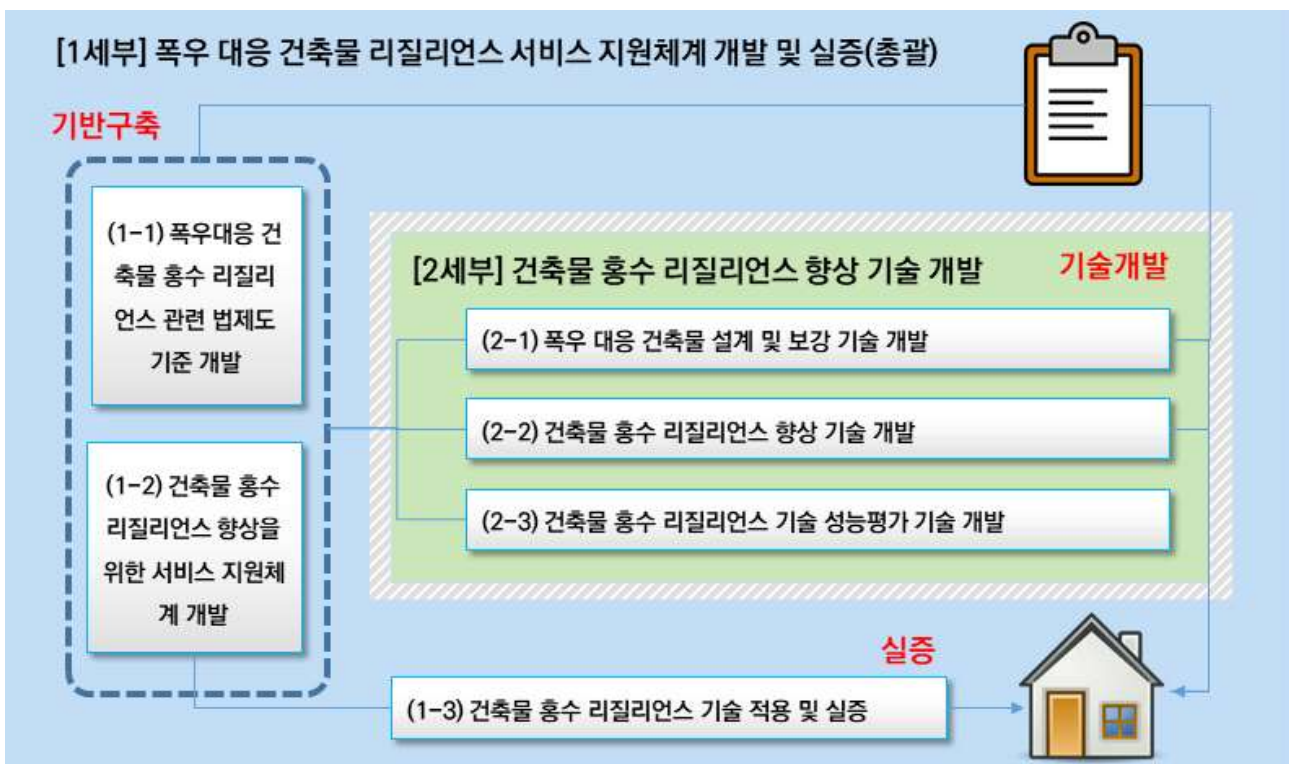


그림 3-10. 세부과제 간 연계

제5절 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 과제별 연차별 기술로드맵

- 1세부과제: 폭우 대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증

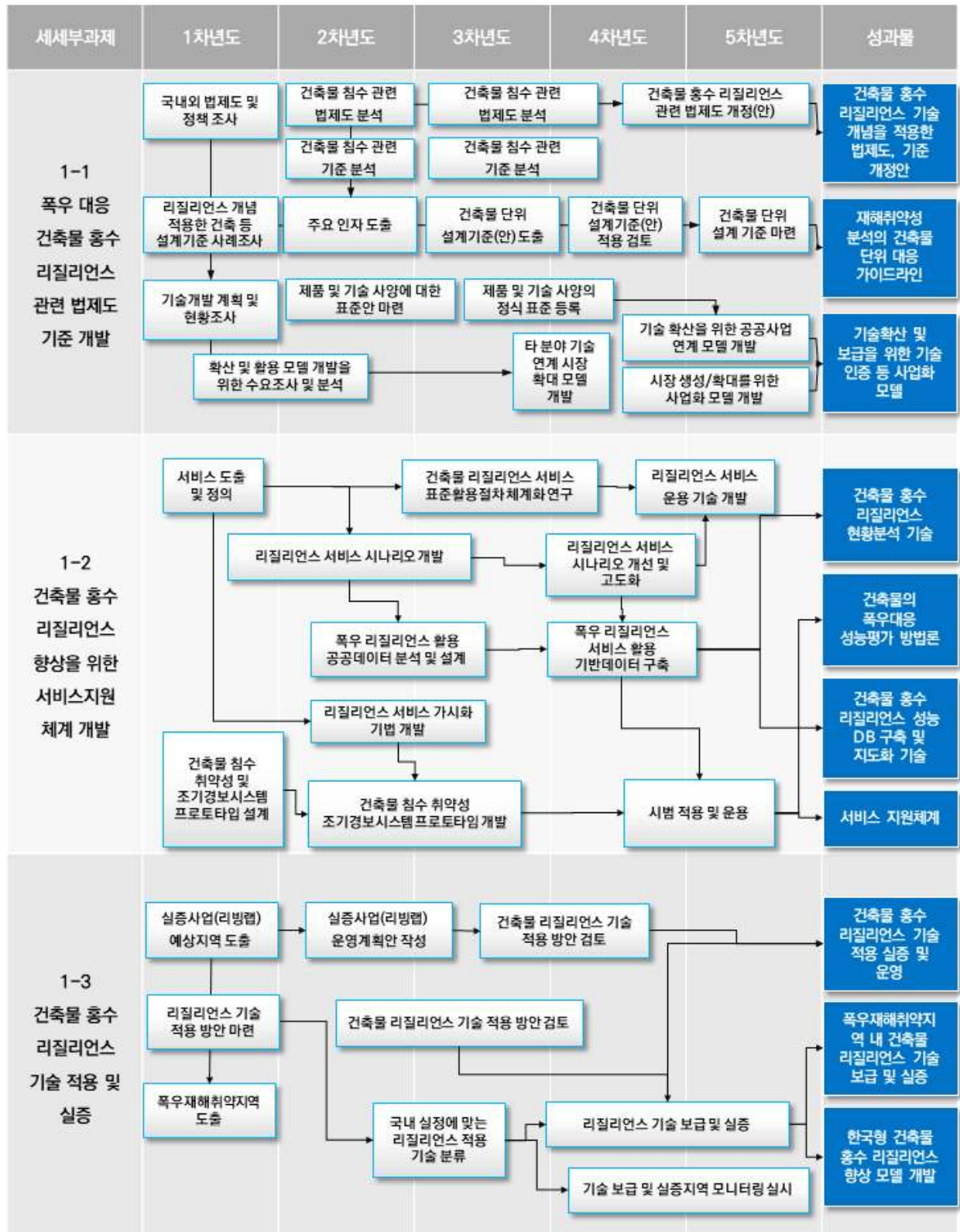


그림 3-11. 1세부과제 연차별 기술로드맵

○ 2세부: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

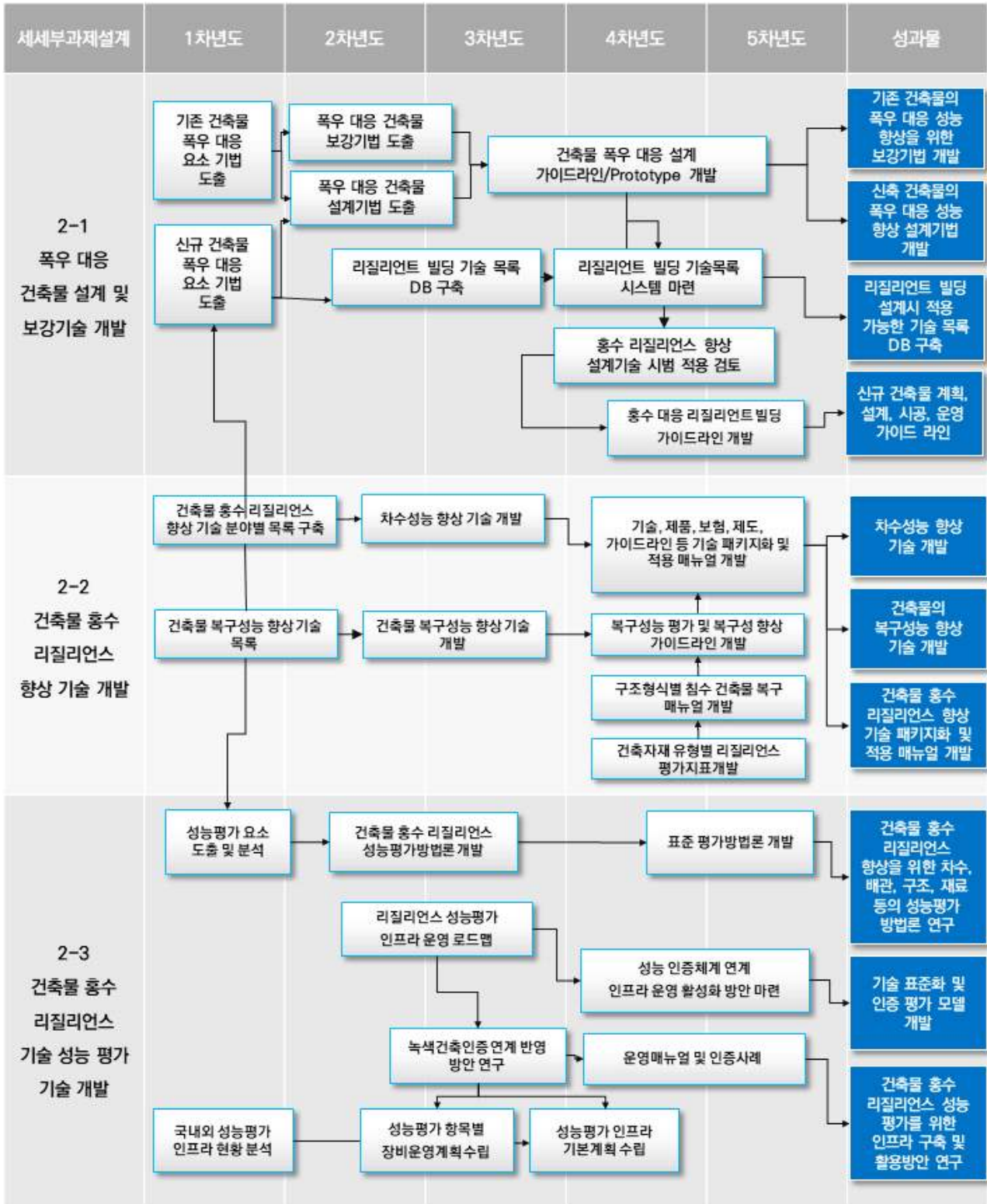


그림 3-12. 2세부과제 연차별 기술로드맵

2. 성과로드맵

가. 연구목표별 주요 성과물 설정

- 연구목표 달성을 위해 필수적으로 달성해야 하는 중간 산출물(output)과 최종적으로 도출하는 성과물(output)을 세부과제별로 선정함
- 성과물은 세부과제별로 제시되며, 각 세부과제별 성과물이 각각 연계되어 최종적인 연구성과를 달성할 수 있음
- 세부 연구목표별 산출물과 세부과제별 성과물은 다음과 같음

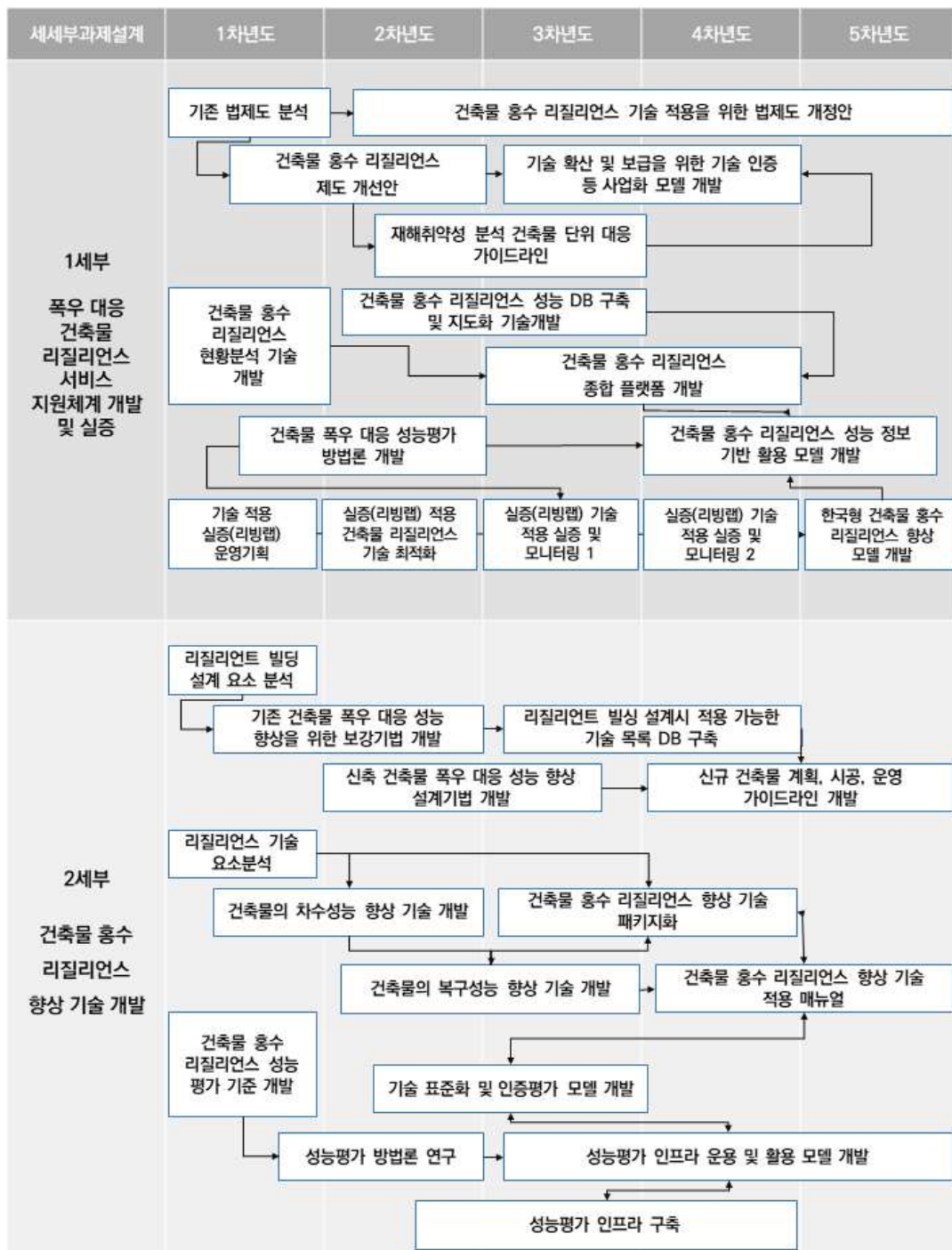


그림 3-13. 연구목표별 주요 성과물

표 3-28. 연구목표별 주요 성과물 및 성과물 형태

연구목표		주요 성과물(중간 산출물)	성과물 형태
[1세부] 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증	폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	건축물 홍수 리질리언스 성능 향상 관련 법제도 개선(안)	법제도(법률안)
		재해취약성 분석 건축물단위 대응 가이드라인	가이드라인
		기술확산 보급 사업화 모델	사업화 모델
	건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발	건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술	기법
		건축물 리질리언스 성능평가 방법론	기법
		건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 및 지도화 기술	SW
	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증 운영	운영모델
		설계시 적용 가능한 기술제품 목록	실증보고서
		한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델	가이드라인
[2세부] 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	기존 건축물 폭우대응 성능향상 보강 기법	가이드라인
		신축 건축물 폭우대응 설계 기법	설계 기준
		리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술목록 DB	DB
		신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인	가이드라인
	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	건축물 차수성능 향상 기술	제품
		건축물 복구성능 향상 기술	제품
		건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼	공법/기법 매뉴얼
	건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발	건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론	공법/기법
		기술 표준화 및 인증 평가 모델	제품/가이드라인
		건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안	인프라

제6절 산업생태계 분석

1. 홍수 리질리언스 분야의 산업적 특성 분석

- 마이클 포터의 기술 및 사업분야 경쟁력 분석틀로 다이아몬드 모형을 건축물 홍수 리질리언스 분야에 적용하면 다음과 같음

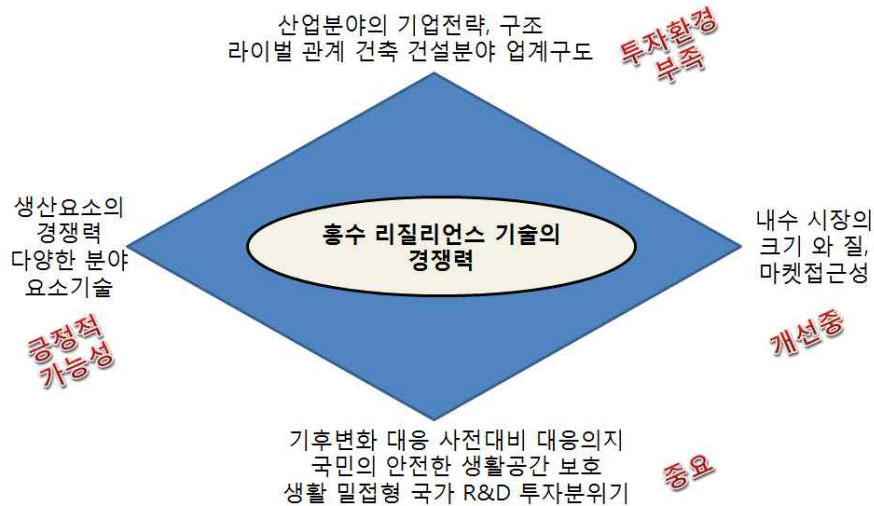


그림 3-14. 홍수리질리언스 기술의 경쟁력

가. 건축 안전분야 산업의 하청구조

- 홍수 리질리언스 기술이 접목되어 산업화가 되기에는 우리나라의 건축 안전 분야의 산업구조가 대기업-중견기업-중소기업 하청구조가 특징
- 중소기업이 세부 요소기술 투자를 해도, 중견기업과 대기업에 이어지는 판로를 개척해야만 하는 한계 존재
- 건축물관련 대기업은 아파트를 중심으로 대단지형 프로젝트를 중심으로 턴키방식을 지향하므로 산업구조 측면에서 활발한 판로가 보장되기 어려움

나. 생산요소적 측면

- 생산요소적 측면에서는 재료 및 관련 분야가 건축물 전체로 봐서는 마이크로한 세부 기술로 분류되거나 인식되고, 여러 과학분야의 응용기술 요소가 관련이 되므로 생산요소 조건은 다원화될 수 있는 요소가 있고, 차별화 가능성 및 구현될 수 있는 기술의 폭이 넓음

다. 시장수요 조건

- 둘째, 시장수요의 조건을 살펴보면, 최근 인테리어 등에 대한 관심의 증가세와 더불어 집과 관련된 대규모 웨어하우스가 만들어지고 있으나 오프라인에서는 지가로 인한 부담으로 큰 규모의 장이 서지 못함
- 반면, 전자상거래 시장에서는 리질리언스 관련 제품들이 판매될 수 있는 장이 마련되고 있음

- 그러나 폭우는 실제로 경험하기 전까지는 대비의 필요성을 느끼기에는 개인 소비자들의 심리적 구매벽이 높을 것으로 판단됨
- 이와는 달리 정책적으로 화재 피해를 최소화하기 위해서 불이 나지 않아도 소화기를 구비하게 의무화 하는 것과 같은 방식으로 리질리언스 기술이 적용된 차수판과 같은 것을 의무화 또는 구매지원금을 내리는 등의 적극적인 지원과 개입은 가능

라. 보험산업 활성화 가능성

- 홍수보험 가입율이 높지 않고, 주택 화재보험의 일부 기능으로 홍수를 대비하는 일반주거지와는 달리 지하창고 등의 재료 및 제품이 폭우로 인한 침수로 피해를 보기도 함
- 그러나 침수로 인한 보험료 지급은 결국 소비자의 부담으로 산정이 되기 때문에 리스크 평가에 폭우 침수 노출 사례를 조사하는 비용보다는 발생시 지불하는 것으로 리스크를 기 산정하므로 그 피해는 결국 피보험자의 몫이 됨
- 피해가 증가하고 수요가 확산 될 것을 대비하여 보험산업 분야의 대응이 필요

마. 정부지원 성격의 과제

- 저지대 지하 건축 불허와 같은 규제요소는 정부에서 피하고자 하는 것이며 또는 저지대 강제이주 정책은 실제로 발생할 확률이 낮은 반면, 저지대 지역의 건물의 침수이후 리질리언스 확보를 위한 투자는 정부지원 성격으로 정책적 실현가능성이 매우 높음
- 따라서 리질리언스 기술의 시장활성화는 정부의 정책적 지원과 맞물려 그 범위가 달라질 수 있음
- 남북한 교류활성화시 건축물 개선작업도 이루어지겠지만 주거공간의 홍수피해 방지를 위한 리질리언스 확보 물자 공여 등도 피해 저감을 위한 노력으로 단시간 내에 대량생산이 요구될 수도 있음

2. 수요자

- 기술 수요자는 건축물 소유자, 이용자, 기술을 보급주체, 연구기관 모두가 될 수 있음
- 과제구성을 위한 수요자별 니즈 파악시 활용한 수요자를 구분하고 보험관련업 전문가를 대상으로 자문을 통해 수요자별 특성을 정리하였음
- 현재 건축물 홍수 리질리언스 관련 기술에 대한 수요는 집중폭우로 인한 재난발생 증가로 점차 증가하고 있으나, 기술보급이 상응하지 않은 상황이며 건물 소유주의 기술 필요성 인식도 낮음
- 그러나 사업자의 경우 사업유형(지류, 직물, 음식물, 서적 등 물에 취약한 제품)에 따라 침수방지 설비 설치와 보험가입에 적극적임

표 3-29. 리질리언스 기술의 수요자

대분류	중분류	세부항목	특성
수요자	도시개발 사업자	LH, SH 등 공공사업자	- 지역단위 도시개발을 진행하는 개발사업 수행의 주체로 침수위험지역 등에 재난대응 기술 적용 필요 - 도시재생사업을 추진함에 있어서 재난발생취약지역에 대한 대응방안으로 기술 보급 수요 존재
	공공기관	지자체 및 공공기관	- 공공기관 건물의 소유기관 - 건축물 홍수 리질리언스의 공공기관 및 지자체 우선적용시 수요대상 - 지자체에서 시행하는 차수장비 보급사업을 위한 제품 선정 필요
	건물 소유주	주거용 건축물	- 주거용 주택(단독, 다세대 등)을 소유한 건물 소유주 - 자가 거주에 비해 임차의 경우 재난 방지 시설 설치에 대해서 소극적임 - 강제적인 방재 시설 또는 설비 설치 의무화 필요
		상업용 건축물	- 상업용 건물(상가, 사무실, 창고 등)을 소유한 건물 - 상업용 건물에 자가영업일 경우 내부 적재 물품(종이, 식물, 음식물 등)에 따라 방재 설비 수요에 차이발생 - 임차중인 소유주의 경우 주거용과 마찬가지로 재난 방지시설 설치에 소극적임
	건물 임차인	주거용 임차인	- 주거용 주택(단독, 다세대, 아파트 등)을 임대하여 점유하고 있는 실거주자 - 임차인이 건물 수리나 개조가 어려운 상황에서 기 설치된 설비와 장비를 그대로 이용
		상가/사무실 등 사업자	- 상가나 사무실 등을 임대하여 운영하고 있는 사업자 - 침수에 취약한 사업유형일 경우 사업자가 방재시설 설치에 적극적
		공장/창고 등 사업자	- 공장이나 창고 등을 임대하여 운영하고 있는 사업자 - 침수에 취약한 사업유형일 경우 사업자가 방재시설 설치에 적극적

3. 공급자

- 앞의 수요자에 대한 분석과 마찬가지로 공급자를 제품생산자와 기술시공자로 구분하여 산업생태계 내에 역할을 정의함
- 공급자 부문의 내용은 현재 차수판을 제작 업체, 건축설계업체 담당자의 자문을 통해 조사하였음
- 홍수리질리언스와 관련 산업생태계 내에서 제품을 생산하는 업체는 극도로 미미한 수준으로 대부분 방수, 방염 분야의 산업에 속함
- 일부 배관과 관련하여 역류방지설비를 제작하는 업체가 있으나, 전문적인 홍수리질리언스 기술 분야가 아닌 건축설비 분야임

표 3-30. 리질리언스 기술의 활용주체 구분

대분류	중분류	세부항목	특성
공급자	제품 생산자	제품생산자	- 방수제, 방수용품, 차수판, 배수관 등 리질리언스 기술을 적용하거나 적용하기 위한 제품의 생산자 - 산업생태계 내에 그 수가 많지 않으며, 대부분 건축설비분야의 배관, 방수, 방염 분야 생산자임 - 차수판과 차수막 등 차수설비를 제작하는 업체의 수는 미미함
	기술 시공자	건축업자	- 리질리언스 기술이나 제품을 활용하여 건물을 건축하는 주체 - 방수 부문의 사업은 진행하나 홍수침수방지와 대응분야 업무는 일반적인 사례가 아님
		인테리어 사업자	- 리질리언스 기술이나 제품을 활용하여 건물의 내부 인테리어 작업을 수행하는 주체 - 침수된 건축물의 복구과정에서 인테리어 작업은 대부분 철거와 재시공임 - 일반적으로 인테리어에 침수대응을 특별히 고려하는 기술은 없음
		건축설계사	- 리질리언스를 고려하여 건축물을 설계하는 주체 - 과거 침수방지를 위한 필로티 구조 등의 건축물을 설계한 사례는 있으나 최근 기반시설의 확충으로 홍수발생을 가정한 설계는 많지 않음

4. 시장구조

가. 시장 구조 분석 방법

- 건축물 홍수 리질리언스와 관련하여 다양한 기술과 제품을 중심으로 시장이 형성될 수 있으나 아직 시장규모가 미미한 상황임
- 현재 시장 구조를 파악하기는 어려우나 건축물 리질리언스 기술과 제품이 활성화 된 이후의 상황을 유사 산업을 통해 추정할 수 있음
- 차수판, 설비, 용품, 시설시공업 등을 예를 들어 시장구조를 예측할 때, 소화기 보급과 동일한 맥락에서 접근할 경우 소방산업 중 소화기 제조시장규모를 통해 시장 추정이 가능

나. 소방산업 시장규모

- 2017년 소방산업통계집에 밝혀진 소화기류 제조업의 매출은 7,469억으로 나타났으며 종사자의 수도 2500명 이상임
- 한 가정 1소화기 또는 1기관 복수의 소화기를 지정하고 있으며, 소화기의 수명은 최장 5년으로 보고 있음에도 상당한 규모의 시장이 존재(소방청 한국소방산업기술원, 2017).
- 소방산업의 진흥에 관한 법률 (2018년 3월 2일, 법률 15418호) 개정 이전에 매년 소방산업기술원에서 소방산업관련 분류별 매출액과 공공기관 예산을 확보해서 정리
- 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률이 제정되고 매년 내용이 확대 보완되었지만, 소화기 소화장비 등에 대한 다양한 산업군의 특성을 분석하고, 산업클러스터를 만들어 시너지 효

과를 내고자 하는 연구도 진행(충청북도, 2017).

표 3-31. 2016년 소방산업 세 분야별 매출액

산업구분	매출액 (억원)		종사자수 (명)	
		구성비(%)		구성비(%)
[전체]	142,133	100.0	157,266	100.0
전문소방시설설계업	1,736	1.2	3,180	2.0
일반소방시설설계업	2,658	1.9	8,921	5.7
전문소방시설공사업	76,966	54.2	92,474	58.8
일반소방시설공사업	2,475	1.7	8,326	5.3
전문소방시설감리업	3,690	2.6	7,213	4.6
일반소방공사감리업	1,103	0.8	2,763	1.8
소방시설관리업	5,200	3.7	6,524	4.1
방염용품제조업	12,023	8.5	9,144	5.8
방염처리업	541	0.4	909	0.6
경보기류제조업	8,677	6.1	5,864	3.7
소화기류제조업	7,469	5.3	2,523	1.6
기계류제조업	10,788	7.6	6,357	4.0
기타소방용품제조업	703	0.5	303	0.2
소방차량제조업	665	0.5	317	0.2
기타소방장비제조업	423	0.3	215	0.1
위험물 저장용품 제조업	1,924	1.4	708	0.5
소방용품도매업	3,456	2.4	956	0.6
소방장비도매업	514	0.4	166	0.1
소방용품소매업	1,123	0.8	404	0.3

소방청, 한국소방산업기술원, 2017, 2017 소방산업통계집

- 위의 보고서에 따르면 소방산업 자체는 화재가 늘 발생하는 것이 아니지만, 예방하고 대비하는 차원에서 필수재로서 소화기를 인지하고 법적인 의무사항과 권고사항을 제시
- 소방산업 전체는 중소기업의 비중이 큰 것이 사실이나, 소화기 분야는 매출 10억에서 50억 규모 사이의 회사가 많아 상대적으로는 설계 및 감리업에 비해 매출규모가 큰 것으로 분석됨

표 3-32. 2016년 소방산업 세 분야별 기업별 매출 규모 확인

산업구분	소방산업 관련 매출액 규모 (%)						소방산업 관련 매출액 총액
	합계	5억 미만	5억~ 10억 미만	10억~ 50억 미만	50억~ 100억 미만	100억 이상	
[전체]	100.0	46.7	18.9	27.9	3.5	3.0	142,133
전문소방시설설계업	100.0	37.4	16.3	39.4	3.5	3.3	1,736
일반소방시설설계업	100.0	74.3	14.9	9.4	1.0	0.5	2,658
전문소방시설공사업	100.0	40.0	21.3	31.9	3.6	3.2	76,966
일반소방시설공사업	100.0	74.3	12.7	11.5	1.4	0.0	2,475
전문소방시설감리업	100.0	22.5	21.6	48.9	3.7	3.3	3,690
일반소방공사감리업	100.0	71.0	19.7	7.8	1.0	0.5	1,103
소방시설관리업	100.0	34.6	31.5	30.5	2.5	0.9	5,200
방염용품제조업	100.0	55.7	11.0	25.6	3.4	4.3	12,023
방염처리업	100.0	77.6	13.7	8.8	0.0	0.0	541
경보기류제조업	100.0	38.1	13.5	35.6	5.7	7.1	8,677
소화기류제조업	100.0	29.5	21.3	35.7	5.6	7.9	7,469
기계류제조업	100.0	22.2	14.8	39.7	14.1	9.1	10,788
기타소방용품제조업	100.0	62.0	22.7	7.9	5.6	1.9	703
소방차량제조업	100.0	43.9	11.4	25.5	7.7	11.5	665
기타소방장비제조업	100.0	56.8	4.5	38.6	0.0	0.0	423
위험물 저장용품 제조업	100.0	29.3	13.4	21.9	20.2	15.2	1,924
소방용품도매업	100.0	54.7	15.1	25.8	3.5	0.9	3,456
소방장비도매업	100.0	54.7	23.8	19.9	0.0	1.7	514
소방용품소매업	100.0	67.7	12.4	18.4	0.7	0.7	1,123

소방청, 한국소방산업기술원, 2017, 2017 소방산업통계집

5. 유통체계

가. 대형 건축물 중심 유통체계

- 현재 건축물 홍수 리질리언스 기술의 유통체계는 대형 건축물과 소규모 주택 중심 건축물로 구분되어 있음
- 대형 건축물의 경우 침수방지설비에 대한 기준이 규정되어 있어 국외기술을 도입하여 적용하고 있음
- 따라서 개별 소매와 도매경로로 침수방지 설비와 장비를 구득하는 것이 일반적이지 않음

나. 지자체의 무상보급 체계

- 전국 대부분의 지자체에서는 침수위험이 높은 건축물의 지하 또는 반 지하에 설치가능한 차수판과 같은 시설을 무상으로 공급하는 정책을 시행중
- 지자체 무상보급체계는 다음과 같은 절차에 의해 진행됨
- 보급제품: 차수문, 차수판, 하수역류방지장치 등 소규모 침수방지 시설
- 대상: 직전년도 침수피해 저지대 및 반지하 등 우기철 침수 취약주택 세대
- 유지관리: 건물소유주가 책임 관리
- 신청방법: 각 동 주민센터에 신청서를 제출
- 선정방법: 각 관할 구청에서 취합 후 예산범위 내에서 설치대상 선정
- 시공방법: 공개입찰을 통해 선정된 시공업체가 개별 주택을 방문하여 순차적으로 시공

2018. 3. 29(목) 조간용

이 보도자료는 2018년 3월 28일 오전 11:15부터 보도할 수 있습니다.

I·SEOUL·U
보도자료

담당부서 : 물순환안전국 하천관리과	하천관리과장 손경철 2133-3860	
	차수계역팀장 박종봉 2133-3862	
사진있음 ☐ 사진없음 ☒ 쪽수 : 7쪽	답답자 구자일 2133-3873	

서울시 집중호우 대비 옥내역류방지시설 등 무상 설치 지원

- 서울시, 물 여름철 물과0면, 역류방지시설 설치 등 금년 6,300여 가구 무상 지원
- '07년부터 저지대 지하주택 침수피해 예방을 위해 총 6만7천여 가구 설치지원
- 연제부터 혹은 연제까지 어디를 통해 신청, 연제부터 설치 지원하는지
- 회원을 원하는 설치 이후 유지관리가 중요하며, 시민 스스로 점검하는 습관 필요

☐ 서울시가 물 여름 저지대 및 지하주택 침수피해 예방을 위해 각 자치구와 함께 총 6,300여 가구에 침수방지시설 설치물 무상 지원한다고 밝혔다.

☐ 적지만 효과가 큰 침수방지시설은 집중호우시 반지하 주택 등 저지대 침수취약 주택의 침수를 막아주는 물막이판, 역류방지시설 등을 말하는 것으로 침수방지 효과가 큰 것으로 확인 되었다.

○ 침수방지시설은 2007년부터 설치를 시작하여, 현재 약 6만 7천여 가구에 설치되어 있다. 올해도 약 6,300가구에 설치된다.

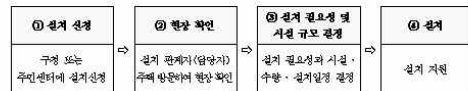
○ 2011년과 2012년의 집중호우는 비슷한 양상을 보였으나 침수가구는 약 19,700세대가 줄어 침수방지시설의 효과는 확인되었다. (20,485세대 → 736세대)

○ 따라서 서울시는 침수방지시설 사용방법 및 관리요령을 배부 완료 ('18.3.6.)하였고, 4월 30일까지 전면조사를 실시, 불량 시설은 전문업체에서 정비할 완료할 예정이다.

○ 전면조사는 자율방재단, 돌봄공무원 등이 방문조사를 실시하며, 관리요령에 대한 집중홍보도 함께 실시한다.

- ☐ 지원대상은 과거 침수피해를 경험했거나, 저지대 및 지하주택 거주자이며, 관할 구청 차수과나 동 주민센터에 신청 건이 접수되면 담당 공무원이 현장을 방문하여 설치 필요성과 시설·물량을 결정 후 무상 설치 공사를 추진한다.

○ 지하주택 침수방지시설 신청·설치 절차



- ☐ 설치 후 유지관리는 주민 스스로 해야 한다. 기존에 설치되어 있는 침수방지시설은 주민이 우기 전에 점검하여 이상이 있는 경우 관할 자치구에 연락하면 조치해 줄 예정이다.
- ☐ 서울특별시 현재현 물순환안전국장은 “저지대 상습 침수피해 주택에 대해, 침수방지시설을 설치하여 지하주택 침수 방지에 만전을 기하고 있으며 물 여름철 재해 예방을 위해 시민들의 적극적인 관심과 협조가 필요하다”고 전했다.

붙임 : 침수방지시설 설치현황 및 사용방법(관리요령 포함)

그림 3-15. 서울시 침수방지시설 무상설치 지원 보도자료

제7절 연구과정상 위험요소 및 대응방안

1. 연구과정 검토

- 연구과정은 법제도 개발, 서비스 지원체계 구축, 폭우대응 및 복원성능향상기술 개발, 성능평가 인프라 구축으로 구분할 수 있음
- 대부분의 연구과제에서 진행되는 법제도, 개별 기술개발 외에 서비스 지원체계 구축, 성능평가 인프라 구축에서 타 연구와 차별성을 보이고 있음
- 서비스 지원체계는 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용과 관련한 기술수요자, 공급자, 기술개발자 등을 위한 가이드라인을 제공하는 역할을 수행함
- 성능평가 인프라는 국내에 소규모로 구축된 바 있는 차수성능 실험 설비를 건축물 단위로까지 확대한 것임
- 별도로 본 과제는 폭우라는 기상문제와 관련된 내용으로 연구기간 내 발생하는 재난의 유형과 규모에 따라서 연구내용에 영향을 미칠 것으로 예상됨

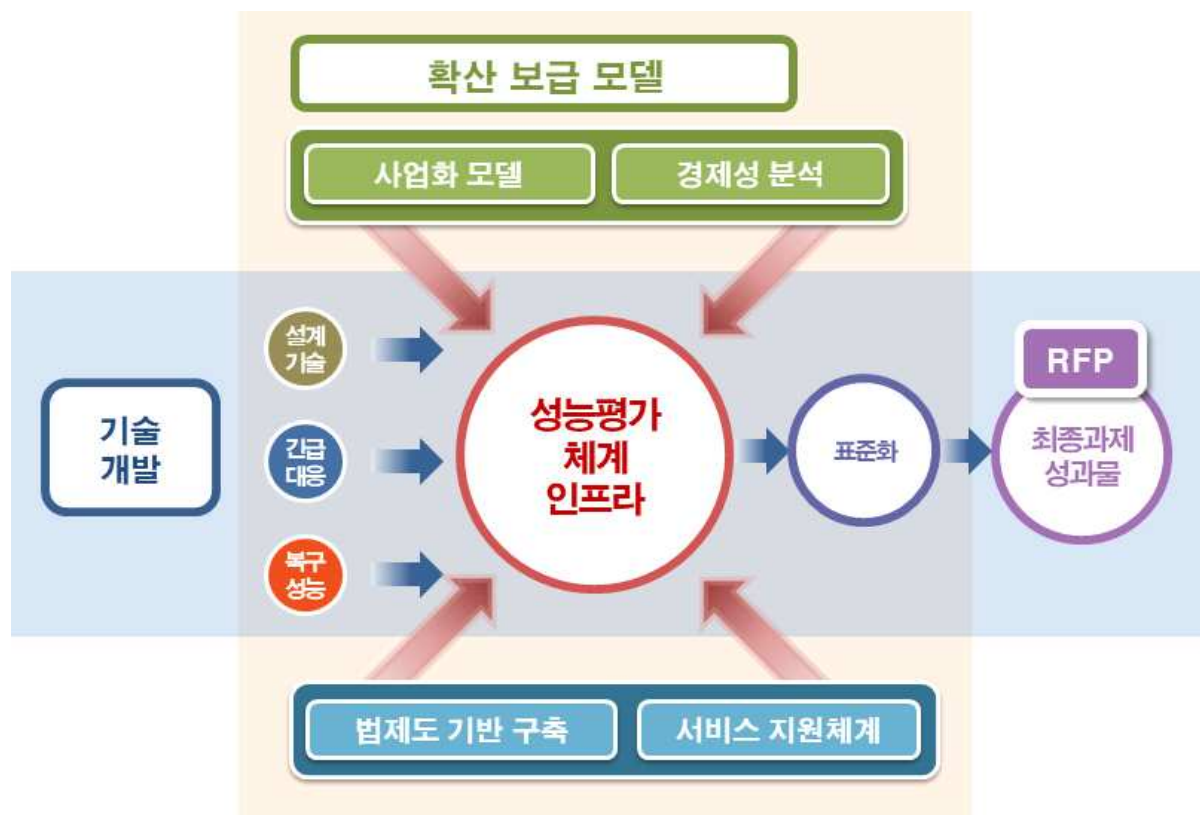


그림 3-16. 기술요소간 연계 및 연구과정 검토

2. 단계별 위험요소 도출 및 대응방안

- 연구단계를 시작(초기), 기술개발, 성능검증, 실증, 사업화/확산으로 구분하고 각 단계별 위험요소를 도출하고 대응방안을 다음과 같이 제시함

표 3-33. 단계별 위험요소 도출 및 대응방안

연구단계	위험요소	대응방안
시작(초기)	실증대상지 선정과 협의 과정의 어려움	- 국가연구개발사업으로 추진사항을 홍보 - 적용기술 및 제품을 성능 모니터링을 조건으로 무상제공 필요
기술개발	- 개발된 기술들의 차별성 제기 - 국외기술 성능 추격	- 기존 우수한 국외 기술이 존재할 경우 이를 벤치마킹하여 국내 여건에 맞는 기술로 개발하고, 일부 기술을 도입하여 최종적으로 기술패키지화 하여 적용 - 실제 건축물 설계시 홍수 리질리언스 기술을 적용하기 위해서는 개별 기술보다는 설계, 시공, 이용, 유지관리 전과정에 대한 가이드라인을 개발하여 보급하는 방향으로 연구내용을 설계 - 국제 건축물 홍수 리질리언스 전시회 참여하여 기술개발 성과 홍보 - 동남아시아 지역 시장 진출 추진
	경제성 문제로 기술개발보다 수입을 통한 대체에 대한 주장 제기	지도화, 건물 유형별 적용 가능 기술 목록 제공 등 기술확산을 위한 서비스를 강화하여 추진
성능검증	인프라 구축 비용 상승 문제	- 기존의 인프라를 적극 활용하는 대응방안 수립 - 성능평가 항목을 축소하되, 최소의 비용으로 가장 많은 평가가 가능한 방안 시행
	- 건축물 홍수 리질리언스라는 기술의 국내 인지도가 낮은 상황에서 개발기술의 성능을 검증하고 분석하기 위한 대규모 인프라 구축은 향후 활용도를 제고할 수 있도록 구축되어야 함 - 실제 기존 국내에 '차수제품의 성능 평가방법'이라는 표준에 의해 건설된 소규모 실험 설비가 존재하나 그 활용도가 1년에 2~3건에 불과하여 활용도 제고의 문제가 심각하게 대두될 수 있음	- 기존 인프라의 경우 차수판과 같은 소형 장비의 누수, 내충격성을 검토하였으나, 본 과제를 통해 구축되는 성능평가 인프라는 국외의 사례를 참고로 실제 건축물의 내외부 환경을 구성하여 건축물의 외벽, 창호, 실내외 배관 등 종합적인 성능평가가 가능한 설비로 구축 - 이를 위해서 과제 구성시 인프라 구축요건에 관련 사례를 포함하여 다목적 홍수 리질리언스 성능실험이 가능한 설비로 구축해야 함을 명시
실증	실증대상지역의 비협조 (재해취약지역 인식)	- 주민 협의체와 함께 공동체 활동을 통해 실증 추진 - 교육, 설명회 개최 등 실증대상지 주민친화 전략 시행
사업화/확산	단기간 시장 규모 확대 어려움	- 실증대상지 적용 기술 선정시 연구개발 특허를 기반으로 개발한 기술 적용 - 참여기업을 통한 기술실시 - 언론 홍보를 통한 시장 확대 추진

제8절 성과활용 및 사업화전략(비즈니스 모델 등)

1. 성과활용방안

○ 1세부과제: 폭우 대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증

- 건축물 리질리언스 향상을 위한 법제도 개발
 - 건축물 단위에서 침수대응 및 복구관련 국내 법률 현황을 검토하고 실질적 적용가능한 수준의 제도 기반을 마련
 - 커뮤니티를 중심으로 한 침수피해지 사회복구지원 시스템 마련
- 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발
 - 건축물의 위치, 외벽면 등 형태, 구조, 지하층 유무, 용도 등이 결합된 데이터베이스와 건축물 위치에 근거한 지리정보체계가 통합적으로 정의된 범용 GIS 모델 서비스를 제공하여 재해취약특성 변화 시뮬레이션 등에 활용
 - 폭우피해 상황과 지역의 공간특성에 따라 차별화된 취약성 진단을 위한 건축물 대장정보와 지리정보 연계체계 개발하여 계획 수립 등 정책적 운영관리 등으로 활용
 - 홍수 리질리언스 정보를 바탕으로 한 서비스 지원체계 개발을 통해 모니터링 시스템으로 활용
- 홍수 리질리언스 향상을 위한 건축설계기술
 - 침수위험지역 내 건축물 신축 또는 리모델링시 홍수 리질리언스 향상을 위한 계획 및 설계 기술 적용 가능한 설계지침, 기준, 가이드라인 마련
 - 폭우시 대응 기술 적용, 침수 시 복구 기술 적용 가능하도록 요소기술 목록 마련 및 표준화
- 건축물 리질리언스 향상기술 보급 확산 모델 개발
 - 보험DB구축 및 연계, 건축물 홍수 대응 및 복구 성능평가, 자재 및 공법 표준 마련 등 건축물 리질리언스 확산 및 사업화 모델 가능
 - 건축물 단위 풍수해보험 보상범위, 풍수해 보험 국고보조 비율, 장기적으로 풍수해보험 확대 보급 방안 등 마련으로 효과적인 정책적 도모
 - 시장창출, 해외진출, 사업화를 위한 기반 마련

○ 2세부과제: 폭우 대응 건축물 리질리언스 성능평가 및 인증체계 구축

- 건축물 리질리언스 성능평가체계 개발
 - 개별 건축물의 리질리언스 향상을 위해서는 현재 상황에 대한 진단이 필요하며, 이를 통해 적정 홍수에 대한 복구성능에 대한 평가가 가능
 - 침수 후 예상되는 문제를 사전에 평가하기 위한 방법론 제공
 - 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 건축을 위한 요소기술 도출
 - 녹색건축인증의 홍수 리질리언트 빌딩 성능 기준 제공
- 건축물 리질리언스 성능평가 인프라 구축

- 표준화에 기반한 건축물 홍수 리질리언스 성능평가 방법론을 구현할 수 있는 실증 실험 설비 구축 적용 가능
 - 시범평가를 통한 활용성 검증 및 확산
- 본 과제 최종 성과물의 수요처는 정책입안자(정부, 지자체), 공공기관, 건설관련 민간기업, 건축설계자 및 건축주, 대학 및 연구기관을 대상으로 구분할 수 있음

표 3-34. 수요처별 활용방안

수요처	활용방안	세부 수요처
정책입안자 (정부 및 지자체)	· 도시기본계획 및 건축계획시 기초조사 수립을 위한 지원 · 리질리언스 개념을 반영한 법제도 마련 · 폭우재해취약성 심의·검토를 위한 도구 활용 · 건축물 특성을 고려한 폭우 재해취약성분석 도구 활용 · 녹색건축인증 등 성능평가 인증체계 활용	국토교통부, 행정안전부, 환경부 등 주요 지자체 도시/건축계획 관련 부서
건설관련 민간기업 및 건축 설계자 금융·보험회사 데이터 관련 기업	· 도시 건축계획시 리질리언트 빌딩 등 관련하여 의사결정 지원 · 도시개발 공간적 특성에 따른 재해위험도 분석 지원 · 리질리언트 기술 및 제품 개발 · 관련 보험 데이터 등을 활용한 파생상품 개발	건설관련 공기업(LH공사, 지자체 도시공사 등) 민간건설회사, 컨설팅 회사 건축설계사무소 재해보험, 부동산 감정평가 데이터 컨설팅, 리스크 평가 등
대학 및 연구기관	· 리질리언스 연구분석 지원 · 재해취약지역의 리질리언스 향상 기술 개발 · 재해취약지역의 리질리언스 관련 강의도구 활용	도시, 방재 등 관련 학과 정부출연 연구기관, 지자체 법인 연구기관
지역 주민, 건물주, 거주자 등	· 사회복구지원시스템 지원 · 건축물 단위 대응/복구 가이드라인 지원 · 커뮤니티 등을 활용한 지원체계 구축 활성화	지역 주민, 건물주, 거주자 등

2. 사업화전략 벤치마킹

가. 벤치마킹 대상

- 사업화전략은 연구개발을 통해 도출되는 성과물을 중심으로 수립하며, 선진 사례를 벤치마킹한 결과를 바탕으로 기본 구조를 제시함
- 최종 사업화 모델은 연구개발성과로 제시되어야 함
- 벤치마킹 대상은 영국으로 녹색건축인증(BREEAM), 정부정책지원, 보험사, 지자체, 주민이 모두 관여하여 건축물 홍수 리질리언스 사업모델을 구성하고 있음

표 3-35. 사업화전략 벤치마킹

사업주체	기관	주요 벤치마킹 내용
정부	■ 영국 혁신청(Innovate UK)	■ 정부의 사업 활성화를 위한 역할
기업체	■ Lexis Nexis	■ 보험 정보 DB구축 등 사업 주체간 관계
보험사	■ Axa	■ 사업화를 통한 수익개선 방식
교육기관	■ BRE Academy	■ 지속가능한 사업모델 구조
컨설팅	■ BRE	■ 컨설팅 대상과 주요 내용 ■ 사업활성화를 위한 지원과제

나. 주요 사업화 내용

1) 홍수 리질리언스 데이터베이스(PFR-d) 구축

- BRE는 영국 혁신청(innovate UK)의 지원을 받아 보험회사인 AXA Insurance, 상업용 데이터베이스 구축 기업 Lexis Nexis, 리버풀 시 등과의 협력을 통해 부동산 홍수 리질리언스 데이터베이스(Property Flood Resilience Database, 이하 PFR-d)를 구축
- PFR-d는 건물단위의 리질리언스 데이터를 수집하여 통합·저장한 데이터베이스로써, 건물의 위치, 건물 외관 사진, 지하지도, 재해 경험 지도, 리질리언스 팩터, 홍수 방재 시설의 설치 유무 등 다양한 리질리언스 관련 데이터가 통합되어 있음
- 영국 건축연구소 BRE가 교육·인증한 PFR-d 조사원들은 PFR-d 내 해당되는 항목에 대해 각 건물의 수치값이나 리질리언스 시설 설치 유무 등을 현장 조사를 통해 입력
- 재해 이력 등 건축물 데이터가 통합되어 리질리언스 대책에 관한 점수가 보여지고 가정의 개선 조치를 취했을 경우의 점수도 함께 제시되는 구조임

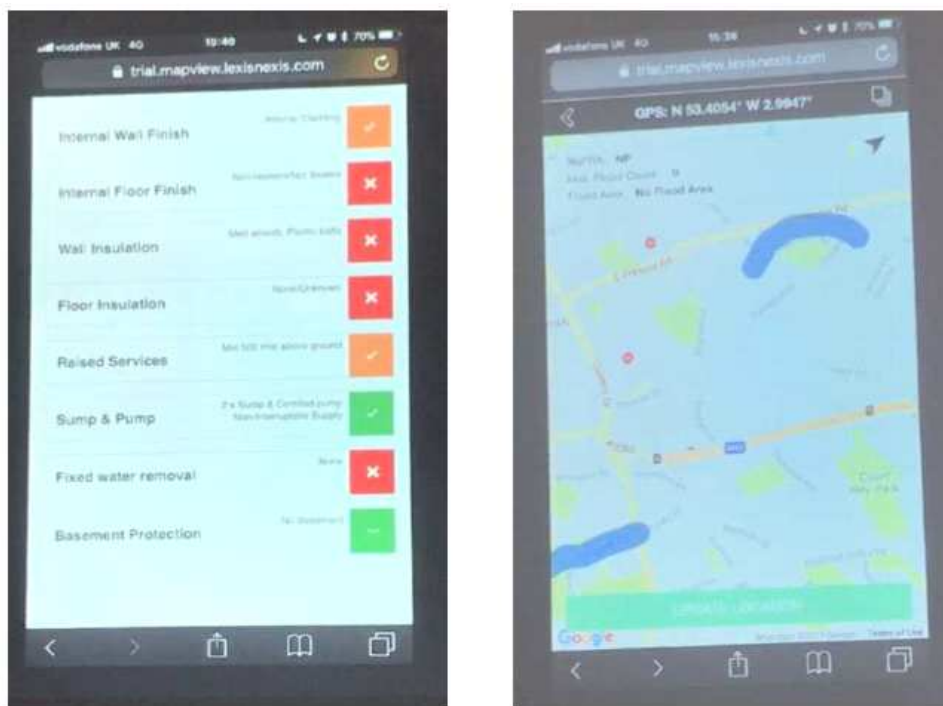


그림 3-17. PFR-d 어플리케이션 시연

자료: McNally and Garvin (2017, September 21), Data-set integration within the PFR-d and Demonstration of the PFR-d 발표자료

- PFR-d의 주요 이용자 및 고객층은 보험업계와 지자체로, 목적에 맞도록 구축 정보의 유형을 달리하여 맞춤형 데이터베이스의 제작이 가능
- 보험업계는 피보험자인 건물주가 건축물의 홍수 위험에 대해 어떤 조치들을 취해 왔는지에 대한 정보를 열람하는 데 PFR-d를 활용할 수 있음
- 또한 각 도시 지자체에서는 해당 행정구역의 부동산 홍수 리질리언스 정보를 구축하여 재난 방재 대책을 수립하고 홍수 위험관리 정책을 마련하는 데 활용함

2) PFR-d 조사원 교육

- PFR-d 구축 과정에서 각 건축물에 직접 방문하여 리질리언스 데이터를 수집하는 현장 조사원의 수요가 발생
- BRE 산하 교육기관인 BRE Academy는 신뢰할만한 조사원을 양성하기 위한 교육 프로그램인 부동산 홍수 리질리언스 조사원 교육 과정(Property Flood Resilience Surveyors training course)을 개설하고, 조사원에 대한 인증제도(BRE Certified Independent Flood Resilience Surveyor)를 운영
- 교육과정은 이틀간에 걸쳐 이루어지는 17개의 모듈로 구성되어 있으며, 교육비용은 1인당 995£(약 150만원)이다. 시험을 통해 70%이상의 점수를 획득한 사람에게 인증된 조사원의 자격을 부여



그림 3-18. 부동산 홍수 리질리언스 조사원 교육 과정의 커리큘럼
 자료: BRE Academy (2017), Training&Events (2018년 1월 17일 검색)

- PFR-d 조사원은 PFR 부문에 관여하는 제조업체 및 설비 업체와는 이해관계가 없는 독립적인 주체로서, 주택 소유자 및 사업자에게 건축물의 리질리언스 대책에 대한 조언을 해주는 컨설턴트로 활동
- 조사원은 건축물 침수 위험의 유형, 홍수 위험의 최대 깊이, 홍수 경험 여부 등을 조사하고 해당 건축물의 홍수 위험을 평가
- 주택 소유자에게는 미래의 홍수 위험으로부터 건축물의 빠른 복구에 가장 효과적인 것으로 간주되는 조치를 제시하고 그에 대한 보고서를 작성
- PFR-d 조사원은 이러한 모든 작업을 수행하고, 조사 완료 후 데이터의 세부 사항을 확인하고 모든 자료를 PFR-d에 업로드하는 역할을 수행함

3) 공공-민간 협력 비즈니스 모델 구축

- 리질리언스 부문에서 공공과의 협력에 대한 수요가 존재하면서 연구기관으로서의 비즈니스 모델 확립에 따른 협력이 가장 기대되는 민간 분야는 보험업계임

- 영국에서는 AXA를 비롯한 영국 보험업 협회 ABI(Association of British Insurers)의 회원 사들이 홍수 보험으로 인해 많은 손실을 입고 있으며, 영국정부와 보험업계는 재보험 시스템인 Flood RE를 구축함으로써 홍수 고위험 지역에서의 리스크를 줄이고자 함
- 미국 연방재난관리청(FEMA) 역시 자체적인 국가홍수보험프로그램(NFIP)을 운영해 왔으나 2005년 허리케인 카트리나의 피해로 해당 프로그램의 부채 규모는 2016년 기준으로 246억 달러, 연간 이자만 4억 달러에 이르는 등 막대한 자금 손실을 유발하고 있음(박정희, 2017).
- 이러한 상황에서 보험업계는 기후 환경 변화로 인해 증가하고 있는 홍수 재해에 대응하여 홍수 보험 시장에 관심을 가져 왔음에도 불구하고, 보상금 지급으로 인한 손실액 부담으로 홍수 보험에 대해 소극적인 태도를 유지해 왔음
- 따라서 보험업계는 홍수 보험의 활성화를 위해 총체적인 홍수 리스크 평가, 각 부동산에 대한 홍수 위험을 반영한 보험료 산정 기법 개발 필요에 동의하고 있음



그림 3-19. 영국 BRE, 리버풀시, 보험업계 연계 비즈니스 모델 사례
 자료: McNally and Garvin (2017, September 21)의 발표자료 재구성

- 영국 BRE-리버풀 시의회-AXA(보험회사)의 협력 비즈니스 모델은 건물 단위의 리질리언스 데이터를 측정·수집하여 데이터베이스화하고 보험업과 연계한 사업화 모델의 대표적인 사례 중의 하나임
- 지금까지 보험회사는 부동산이 위치한 지역의 과거 평균 홍수 피해액을 반영하여 보험료를 산정하는 등 기존의 홍수 경험 데이터에 의존하는 경향이 강했음
- 보험회사가 예측 불가능한 홍수 재해에 대응하기 위해서는 홍수보험요율지도를 업데이트하고 건축물 단위 홍수 리질리언스 대책을 평가하여 보험료를 산출함으로써 건물단위 리스크에 기

반한 보험료 책정이 필요함

- 반면 시 지자체는 관할 구역 내의 시민들이 홍수 피해로부터 신속히 복구될 수 있도록 하고, 개인의 집과 사업장에서 홍수 피해에 대한 적절한 보상을 받을 수 있도록 유도하려는 정책적 목표를 가지고 있음
- 이러한 민간과 공공의 각기 다른 니즈를 민관 협력을 통해 달성하고자 한 프로젝트가 BRE-리버풀 시의회-AXA 협력 비즈니스 모델임
- 리버풀 시의회의 지리 정보 및 시 건축물 대장 정보 제공 등 제도적 지원 하에 부동산 홍수 리질리언스 데이터베이스인 PFR-d가 구축되었고 보험업계는 리버풀 시를 대상으로 건물단위의 홍수 리스크를 분석함으로써 홍수 보험 상품을 개발하는 데 활용함
- 연구 기관인 BRE는 데이터 구축 방안에 대한 제언과 함께 현장 조사원에 대한 교육·인증 제도를 마련함으로써 신뢰할만한 조사원을 양성하고 데이터베이스의 신뢰성을 높임
- 또한 건축물 리질리언스 기술에 관한 액션 플랜을 마련하고 관련 정책을 시 지자체에 제시하는 등의 역할을 수행하고 있다. 시민들은 홍수 보험에 가입함으로써 개인의 자산을 자연재해로부터 보호하고, 피해에 대해 적절한 보상을 받을 수 있게 된다.

4) One-Stop Shop을 통한 정부정책 지원

- 영국 환경농무식품부(Department for Environment Food & Rural Affairs; 이하 DEFRA)는 2016년 부동산 홍수 리질리언스 행동 계획(The Property Flood Resilience Action Plan)을 발표
- 계획의 5가지 주요 내용에는 홍수 재해에 대한 즉시 조치, 소상공인 사업장에서의 리질리언스 조치, 리질리언스 표준·인증, 리질리언스 홍보를 통한 시민 행동 변화, 그리고 원스탑(One-Stop Shop) 포털사이트의 구축이 포함되어 있음

One Stop Shop	
목표	• 회사 홍수에 관한 모든 것을 다루는 전천후 포털 사이트 구축 • 건축물 소유주, 소상공인들이 이용하는 대표적인 국가 포털사이트 구축
참여그룹	• BRE, AXA Insurance, Zurich Insurance • Thomson Reuters, Federation of Small Businesses
단계별 목표	
2017년	국가 수준 웹사이트 구축에 대한 대중의 동의와 인식 제고
1~2차년도	홍수 관련 이해관계자들로부터 대표적인 포털사이트로써의 입지 획득
3~5차년도	홍수 관련 가이드라인을 제공하는 중심적인 웹사이트로서의 지위 유지

그림 3-20. 홍수 관련 원스탑 포털사이트(One Stop Shop) 구축 목표 및 계획

자료: Stephen Garvin(2017), Improving property level flood resilience 발표자료

- 부동산 홍수 리질리언스 행동 계획 중 하나인 원스탑(One-Stop Shop) 포털사이트란, 홍수 재해 피해자, 혹은 홍수 위험에 노출된 시민 등 누구라도 홍수 가이드라인과 재해 대비를 위한 조언 등 관련 정보를 제공받을 수 있는 웹사이트임

- TF팀은 5년간 단계별로 웹사이트를 구축할 예정인 원스탑(One-Stop Shop) 포털사이트는 홍수 재해 피해자들에게 단계적인 정보를 제공
- 홍수 재해 발생 시에는 어떻게 조치하는지, 피해 복구 단계에서는 누구에게 연락을 취해야 하는지 등에 대한 실질적인 홍수 대책에 대한 정보를 제공
- 웹사이트에는 재해 복구에 관한 보험금을 지급 받을 수 있는 보험회사, 복구 관련 설비 회사 등의 연락처가 게재되어 열람 가능하며 유사한 홍수가 발생했을 경우 가장 적합한 피해 복구 전략을 제안하는 기능을 수행
- 원스탑 포털사이트 구축을 위해 보험회사(AXA, Zurich Insurance), 연구기관(BRE), 정보기업(Thomson Reuters), 소상공인 연합 등 다양한 이해 관계자가 협업할 예정임

3. 사업화 전략

가. 녹색건축인증과 연계 방안

- 녹색건축인증(G-SEED)은 2018년 기준으로 총 8개 전문분야와 1개의 혁신적인 설계 분야로 구분되어 있음
- 이중 재난재해와 관련된 부문은 없으며, 주택성능분야에서 일부 감지 및 경보설비를 검토하고 있음
- 국외의 사례의 경우 녹색건축인증에 재난재해에 대한 대응 부분을 추가하여 진행하고 있는바, 건축물의 홍수 리질리언스 적용 성능을 평가하여 인증항목을 추가하는 방안을 검토할 필요가 있음

나. 홍수 리질리언스 데이터베이스 구축을 통한 보험산업 연계

- 국내 홍수 관련 보험은 국가가 주관하고 민영보험사에서 판매하는 풍수해 보험이 있으며, 개별적으로 재산보호를 목적으로 가입하는 화재보험이 존재함
- 국가가 주관하는 풍수해 보험의 경우나 개인이 가입하는 화재보험 모두 재난 발생시 국고나 보험사의 재정 지출이 수반되기 때문에, 건축물 홍수 리질리언스 기술의 적용 수준을 바탕으로 보험료의 차등을 줄 수 있음
- 이는 영국의 보험업이 홍수시 피해보상으로 인한 막대한 재정적 손실로 각 자산을 홍수로 보호하는 기술과 정책을 장려하는 방향으로 전환하는 것과 같은 맥락임

표 3-36. 녹색건축인증(G-SEED) 인증항목(신축주거용)

전문분야	인증 항목	전문분야	인증 항목
1. 토지이용 및 교통	- 기존대지의 생태학적 가치 - 과도한 지하개발 지양 - 토공사 절성토량 최소화 - 일조권 간섭방지 대책의 타당성 - 단지 내 보행자 전용도로 조성 - 외부보행자 전용도로와의 연결 - 대중교통의 근접성 - 자전거주차장 및 자전거도로의 적합성 - 생활편의시설의 접근성	7. 실내환경	- 실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용 - 자연 환기성능 확보 - 단위세대 환기성능 확보 - 자동온도조절장치 설치 수준 - 경량충격음 차단성능 - 중량충격음 차단성능 - 세대 간 경계벽의 차음성능 - 교통소음(도로, 철도)에 대한 실내·외 소음도 - 화장실 급배수 소음
2. 에너지 및 환경오염	- 에너지 성능 - 에너지 모니터링 및 관리지원 장치 - 신·재생에너지 이용 - 저탄소 에너지원 기술의 적용 - 오존층 보호를 위한 특정물질의 사용 금지	8. 주택성능분야	- 내구성 - 가변성 - 단위세대의 사회적 약자배려 - 공용공간의 사회적 약자배려 - 커뮤니티 센터 및 시설공간의 조성수준 - 세대 내 일조 확보율 - 홈네트워크 종합시스템 - 방법안전 콘텐츠 - 감지 및 경보설비 - 제연설비 - 내화성능 - 수평피난거리 - 복도 및 계단 유효너비 - 피난설비 - 수리용이성 전용부분 - 수리용이성 공용부분
3. 재료 및 자원	- 환경성선언 제품(EPD)의 사용 - 저탄소 자재의 사용 - 자원순환 자재의 사용 - 유해물질 저감 자재의 사용 - 녹색건축자재의 적용 비율 - 재활용가능자원의 보관시설 설치		
4. 물순환 관리	- 빗물관리 - 빗물 및 유출지하수 이용 - 절수형 기기 사용 - 물 사용량 모니터링		
5. 유지관리	- 건설현장의 환경관리 계획 - 운영·유지관리 문서 및 매뉴얼 제공 - 사용자 매뉴얼 제공 - 녹색건축인증 관련 정보제공		
6. 생태환경	- 연계된 녹지축 조성 - 자연지반 녹지율 - 생태면적률 - 비오톱 조성	ID 혁신적인 설계	1.토지이용 및 교통 2.에너지 및 환경오염 3.재료 및 자원 4.물순환 관리 5.유지관리 6.생태환경 7.녹색건축전문가 - 혁신적인 녹색건축 계획 및 설계

다. 포털 운영

- 분야별로 정부정책을 홍보하고 대시민 서비스를 제공하기 위한 정부기관에서 운영하는 포털사이트들이 존재
- 기존 연구에서는 시스템 구축을 통한 분석, 시뮬레이션을 담으로 하였으나, 본 과제의 기술은 시장형성과 확대, 기술 보급과 확산이 목표가 되어야 함
- 기존의 소방방재청, 재난안전연구원 등의 종합 재난재해 관련 포털외에 건축물 중심의 포털을 구축하여 특화하는 방향으로 구축 및 운영

라. 전체 비즈니스 모델 구조 및 도출

- 전체 비즈니스 모델은 녹색건축인증, 보험산업연계, 포털을 통한 서비스지원체계 활용, 교육프로그램을 통한 역량 강화 등의 연관관계로 구성

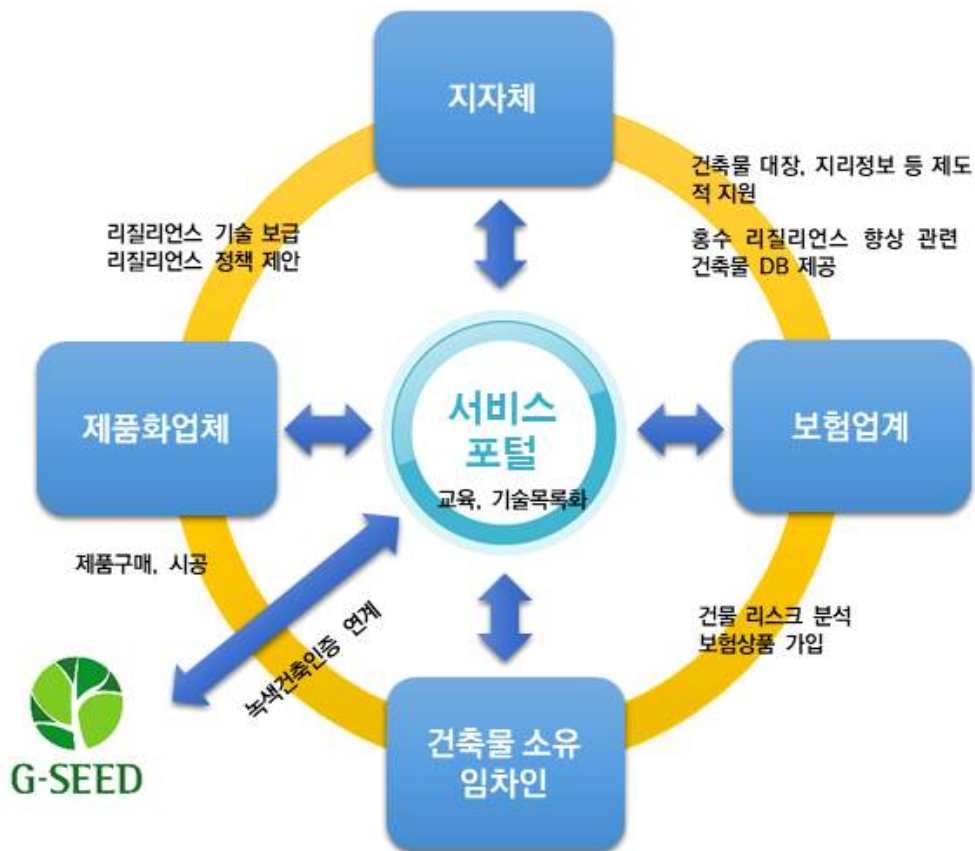
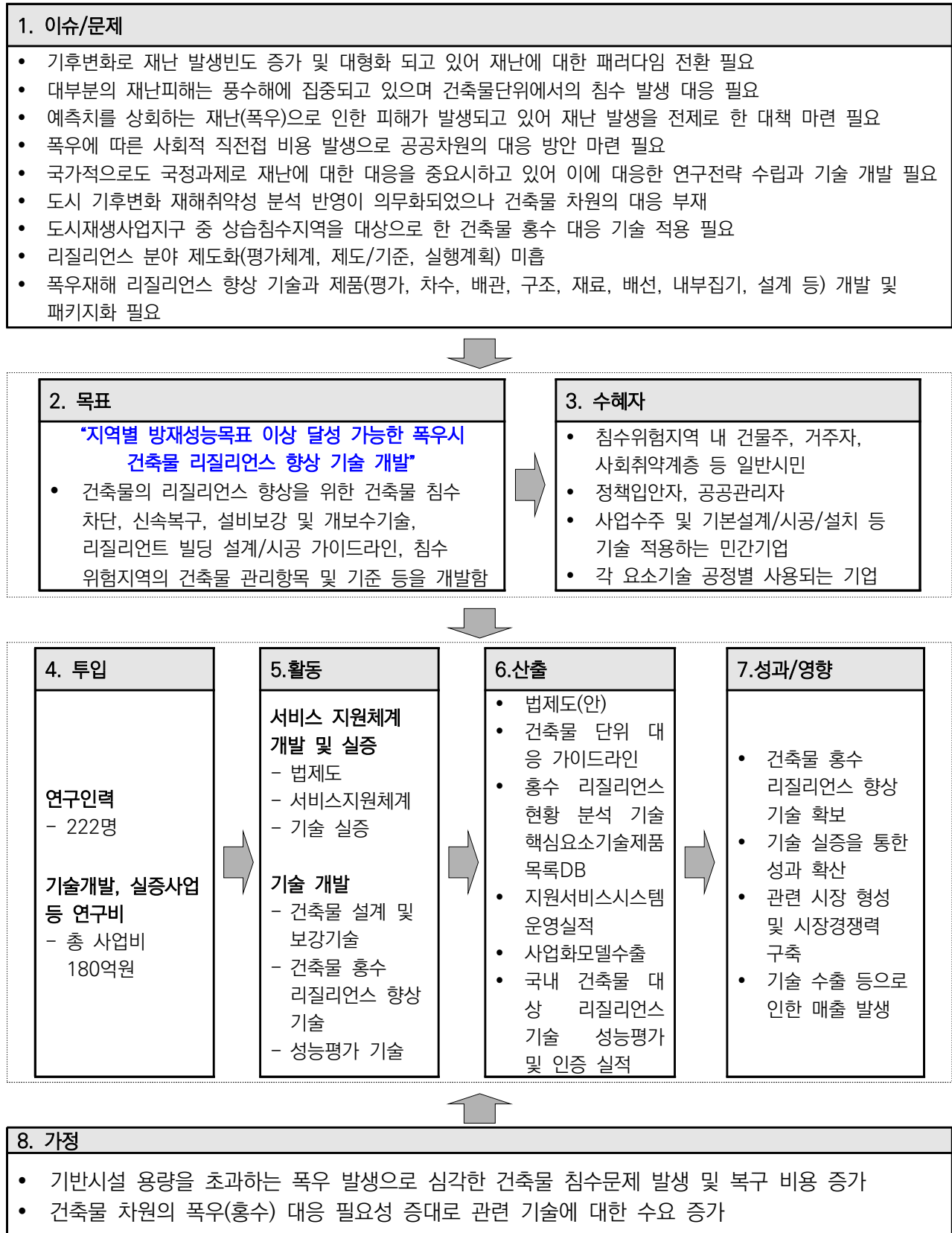


그림 3-21. 비즈니스 모델 구조(안)

제4장 사전타당성 검토

제1절 논리모형 (Logic Model, As is/To be Model)



제2절 정책적 타당성

1. 국가정책과 부합성

- 폭우 재해취약지역의 건축물 리질리언스 기술 개발 사업에 대한 정책적 타당성은 다음의 국가 정책을 위한 계획과의 연관성을 통해서 근거를 제시할 수 있음

가. 국정과제와 연계

- 2017년 정부는 국정 5개년 계획을 통해서 5대 국정목표를 달성하기 위한 20대 전략과 100대 과제를 제시하였음
- 5대 국정목표 중 3번 “내 삶을 책임지는 국가”와 “4번 고르게 발전하는 지역”은 본 연구의 폭우 취약지역 리질리언스와 재난으로부터의 국민안전, 재난 취약지역의 도시재생이라는 측면에서 연계 될 수 있음
- “내 삶을 책임지는 국가”목표 달성을 위한 전략은 국민을 위한 복지, 안전, 공정에 초점을 두고, 32개 국정과제를 운영함
- “고르게 발전하는 국가”목표 달성을 위한 전략은 지자체의 자치분권, 균형발전을 핵심으로 11개 국정과제를 운영함

국가비전	국민의 나라 정의로운 대한민국				
5대국정목표	국민이 주인인 정부	더불어 잘사는 경제	내 삶을 책임지는 국가	고르게 발전하는 지역	평화와 번영의 한반도
20대 국정전략	1. 국민주권의 쏠쏠 민주주의 실현 2. 소통으로 통합하는 광화문 대통령 3. 투명하고 유능한 정부 4. 권력기관의 민주적 개혁	1. 소득 주도 성장을 위한 일자리경제 2. 활력이 넘치는 공정경제 3. 서민과 중산층을 위한 민생경제 4. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명 5. 중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장	1. 모두가 누리는 포용적 복지국가 2. 국가가 책임지는 보육과 교육 3. 국민 안전과 생명을 지키는 안심사회 4. 노동존중·성평등을 포함한 차별 없는 공정사회 5. 자유와 창의를 넘치는 문화국가	1. 풀뿌리 민주주의를 실현하는 자치분권 2. 골고루 잘사는 균형발전 3. 사람이 돌아오는 농산어촌	1. 강한 안보와 책임국방 2. 남북 간 화해협력과 한반도 비핵화 3. 국제협력을 주도하는 당당한 외교
100대 국정과제 (487개 실천과제)	15개 과제 (71개 실천과제)	26개 과제 (129개 실천과제)	32개 과제 (163개 실천과제)	11개 과제 (53개 실천과제)	16개 과제 (71개 실천과제)

그림 4-1. 정부 국정 5개년 계획

- “내 삶을 책임지는 국가”의 목표 달성을 위한 전략 중 ‘3.국민 안전과 생명을 지키는 안심사회’

실현을 위한 전략은 재난 등의 위협으로부터의 안전과 변화하는 자연환경으로부터 국민이 안심하고 살 수 있는 사회 만들기에 핵심을 두고 있음

- '3.국민 안전과 생명을 지키는 안심사회' 전략은 8개 수행과제로 구성되어 있으며, 폭우 취약지역의 리질리언스는 55, 56, 61의 과제와 연계될 수 있음
- '55. 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제구축'과 '56. 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량강화'과제는 안전사고 및 재난으로 국가주도로 국민의 안전을 지키기 위한 체계를 구축하는 내용으로 구성됨
- 55,56의 과제 내용에 폭우 취약지역 리질리언스에 대한 직접적인 언급은 없으나, 국민의 안전과 관련된 정책방향이 재난, 재해에 대한 관리체계 구축을 두고 있는만큼, 폭우 재해에 대한 대응 및 복구에 중점을 둔 폭우 취약지역 리질리언스도 포함 될 수 있음
- '61. 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축'은 변화하고 있는 기후체제에 맞춰 기후변화에 따른 사회전반의 리스크를 예측·관리하기 위한 내용으로 구성됨. 폭우 취약지역 리질리언스는 최근의 폭우 피해 자체가 변화하는 기후환경의 결과로써 발생하는 재해에 대한 내용을 다루기 때문에 61과제가 목표하는 바를 이루기 위한 한 갈래로써 직접적인 관계가 있다고 볼 수 있음

표 4-1. 폭우 리질리언스와 연계된 '국민안전과 생명을 지키는 안심사회' 전략 추진과제

국정과제	55. 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제구축	56. 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량강화	61. 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축
기관	행정안전부	행정안전부	환경부
과제 목표	• 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화 추진	• 국가재난 컨트롤타워 역할 정립과 소방·해경 등 현장대응 역량 강화를 통해 통합적 국가재난관리체계 구축 • 재난에 대한 사전 예·경보 시스템 구축 및 사후 조사·치료강화	• '21년까지 온실가스 배출전망 대비 상당한 수준 감축 실현 • 기후변화 리스크를 예측·관리하고 피해를 최소화하는 안전사회 구현
주요내용	• 헌법 개정 시 국민안전권 명시 • 범정부 교통안전 추진체계 구축, 보행자 우선 및 교통약자 보호, 취약계층 배려 중심의 교통정책 추진 • 승강기·건설·지하안전 등 부문별 위험요소 제거, IoT를 활용한 위험 예측, 감지, 분석, 대응 기술 개발 • 지진 조기경보체계 개선, 내진설계·보강, 활성단층 조사·실시, 지진 대비 교육·훈련 확대 등 '20년까지 선진국 수준 지진 대응체계 마련 • 선제적 화재예방 및 대형화재 대비·대응체계 마련 • '17년부터 전문예보관 양성, 수치예보기술 개발 및 '21년까지 한국형 날씨 예측모델 운영 등을 통해 맞춤형 스마트 기상정보 제공	• 국가위기관리센터 역할 강화, 자치단체·경찰·소방·해경을 유기적으로 연계하여 국가재난관리 역량 강화 • '17년에 소방청 독립 및 소방인력과 장비 확충, 119구급서비스 인프라 확충을 통한 현장중심 육상재난 대비·대응역량 강화 • '17년에 해경청 독립 및 수사정보기능 정상화를 통한 해경의 역할 재정립, 불법 조업 중국어선 근절을 통한 해양영토주권 수호 • 대국민 재난정보 전달체계 전면 개선, '20년까지 재난 안전통신망 구축, 지진해일 분석·예측·정보전달 체계 고도화 • '18년에 독립적인 재난사고 조사위원회 설립, '18년까지 대국민 재난 트라우마 극복 지원을 위한 총괄 지원체계 구축	• 지속가능발전위원회 위상을 강화하여 사회·경제 전반의 지속성 제고 및 기후·대기·에너지정책 통합성 제고 • 배출권거래제 정상화 등 온실가스 배출증가 억제 • 사회전반의 기후변화 적응 역량 평가·점검체계 구축 • 파리후속협상 참여 등 국제사회 역할 강화

- “고르게 발전하는 지역”의 목표 달성을 위한 전략 중 ‘2.골고루 잘사는 균형발전’ 실현을 위한 전략은 상대적으로 낙후되거나 발전이 더딘 지역 또는 도시의 경쟁력을 강화하여 도시 간, 지역 간 경쟁력의 균형을 확보하는데 목적을 두고 있음
- ‘2.골고루 잘사는 균형발전’ 전략은 3개 수행과제로 구성되어 있으며, 폭우 취약지역의 리질리언스는 ‘71. 도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진’의 과제와 연계될 수 있음
- ‘71. 도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진’ 과제는 구도심과 노후 주거지를 중심으로 한 도시재생을 통한 생활 여건 개선에 초점을 두고 있음. 폭우 취약지역 리질리언스는 구도심과 노후 주거지의 폭우재해에 대한 재해 안전성 확보에 일조할 수 있다는 측면에서 추진과제의 목표인 생활여건 개선과 연계될 수 있음

표 4-2. 폭우 리질리언스와 연계된 ‘골고루 잘사는 균형발전’ 전략 추진과제

국정과제	79. 도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진
기관	국토교통부
과제 목표	• 전국적 도시재생뉴딜 사업 추진을 공공중심으로 지원 • 도시재생과 연계하여 저렴한 공공임대주택 공급
주요내용	• 구도심과 노후주거지 등을 포함하여 정비가 시급히 필요한 곳부터 우선적으로 선정하여 지역특성에 맞게 지원 • 지역 중심의 뉴딜사업 추진을 위해 지자체·지역전문가 등 추진주체 역량 강화 지원 • ‘17년까지 도시재생 연계형 공공 임대주택 공급 방안 마련 및 ‘18년부터 본격 공급 • ‘18년부터 공공임대주택 등 소형 주택 에너지성능을 패시브하우스 수준으로 강화

나. 국가과학기술기본법과 제4차 기본계획

- 「국가과학기술기본법」은 제7조(과학기술기본계획)의 1항에서 “정부는 이 법의 목적을 효율적으로 달성하기 위하여 과학기술발전에 관한 중·장기 정책목표와 방향을 설정하고 국가과학기술자문회의법에 따른 국가과학기술자문회의의 심의를 거쳐 확정하여야 한다.”라고 정의하고 있음
- 이에 과학기술정보통신부는 과학기술기본계획을 작성하고 있으며, 2018년에 2018~2022년까지의 제4차 과학기술기본계획을 작성하여 배포하였음
- 「국가과학기술기본법」은 제16조의6(과학기술을 활용한 사회문제의 해결)의 1항에서 “정부는 과학기술을 활용한 삶의 질 향상, 경제적·사회적 현안 및 범지구적 문제 등의 해결을 위하여 필요한 시책을 세우고 추진하여야 한다.”라고 명시함으로써 정부가 과학기술을 활용하여 경제·사회적 현안을 해결하기 위해 적극적인 자세를 취하도록 함
- 제4차 과학기술기본계획은 비전의 실현을 위한 향후 5년의 우리나라 과학기술정책방향으로 과학기술역량 확충, 생태계 조성, 일자리 창출, 행복한 삶 구현에 초점을 맞추고 4대 전략으로 구성함
- 과학기술기본계획의 4대 전략 중 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현은 삶의 질과 관련하여 국민이 체감할 수 있는 실질적인 성과의 창출에 주안점을 두는 한편 질병, 환경, 기후변화, 자원부족 등 인류적 난제해결에 적극적인 입장을 취함으로써 과학기술을 통해 재난, 안전, 환경 등 국민 생활과 밀접한 문제를 해결하고자 함

- 폭우 취약지역 리질리언스의 목적은 이와 같은 과학기술기본계획의 행복한 삶 구현을 위한 추진 과제의 목적과 부합한다고 볼 수 있음



그림 4-2. 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)

- 과학기술기본계획은 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현을 위해 4가지 중점추진과제를 제시하고 있음
- 4가지 중점과제 중 폭우 취약지역 리질리언스와 관련된 중점과제는 ‘안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현’, ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’이 있음
- ‘안심하고 살 수 있는 안전사회 구현’과제는 국민생활의 보호를 위해 스마트한 재난관리체계와 첨단기술 개발 확대를 목표로 하고 있으며, 실현을 위해 4가지 추진과제로 구성됨
- 4가지 추진과제 중 ‘국민 맞춤형 재난안전 교육 및 생활 체감 서비스 확대’와 ‘재난현장 지원·대응을 위한 스마트 재난안전관리 시스템 확보’는 앞에서 제시한 문재인 정부 100대 과제 중 ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’에서 제시한 재난관리체계구축을 위한 과제 구성과 유사한 의미를 가지며, 과학기술기본계획의 내용은 좀 더 과학기술에 비중을 두고 있음

표 4-3. “안심하고 살 수 있는 안전사회 구현” 과제의 추진과제

추진과제	국민 맞춤형 재난안전 교육 및 생활 체감 서비스 확대	재난현장 지원·대응을 위한 스마트 재난안전관리 시스템 확보
과제 목표	- 생활안전 확보를 위한 지역 특성화 재난안전교육시스템 구축 - 국민 안전복지 확대를 위한 안전사고 예방·대비 서비스 개발	- 재난현장 빅데이터를 활용한 문제해결 및 안전서비스 제공 - 인공지능형 로봇·드론 등을 활용한 재난안전사고 대응지원체계 마련 - 재난대응 능력 강화를 위한 실전 중심의 재난안전 훈련 확대 - 대규모 재해로부터 국민을 지키는 안전확보체계 구축
주요내용	- 생애주기별 안전역량 강화를 위한 분야별 안전문화체험 콘텐츠 개발 - 풍수해, 지진 등 대규모 복합재난 발생 시 안전 확보 및 대피를 위한 가상·증강현실을 이용한 교육 시뮬레이터 개발 - 생활안전 체감 서비스 제공을 위한 생활안전 공유·연계할 수 있는 IoT기반의 지능형 플랫폼 개발 - 대규모 건설현장 우회, 복합건물내 대피로 안내 등 안전 및 위험이슈 사전 제공을 위한 재난안전정보 전달 단말 개발	- 현장문제 해결을 위해 민간·공공 재난사고 빅데이터 활용을 통한 위험 전조감지·예측 모니터링 서비스 마련 - 재난안전정보 및 플랫폼 기술을 활용한 재난발생 시 신속한 상황전파를 위한 통합 재난방송시스템 확대 구축 - 재난현장의 효과적인 지휘·통제·관리를 위한 지능형 로봇 및 드론 등 재난안전 핵심 유망 사업 육성 - 대하형 인공지능 재난관리 플랫폼 기술 및 의사결정 지원 서비스 확대 - 통합연계 훈련 강화를 위한 재난유형별, 시기별, 지역별 특성에 맞는 현장 중심의 가상·증강현실 기반의 훈련 프로그램 개발 - 기상, 지변 등으로 인한 자연재해 예측 및 조기경보시스템 구축과 복합재난 예측 및 신속 대응기술 개발 - 노후 및 신설 도시 인프라의 지진 취약성 진단, 내진보강기술 개발 및 예방적 유지관리 시스템 개발 - 지진방재를 위한 활성단층 조사기술 및 평가기술 표준화, 국가활성단층지도 제작, 지진에 의한 산사태·붕괴 위험도 평가기술 개발 - 위치정보, 위성영상, 지능정보기술, 3D 공간정보 등을 융합한 위험대비 통합예측기술 및 상황관리기술과 재난대응 시스템 구축

- ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’과제는 과학기술을 통한 지속가능한 성장을 지향하고, 스마트 시티의 확산을 통해 도시문제를 일정부분 해결하고자 함
- 이를 위해 3개의 추진과제를 구성하고 있으며, 이 중 폭우 취약지역 리질리언스와 관련해서는 ‘기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보’의 과제가 연계될 수 있음
- ‘기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보’과제는 신재생에너지 저장기술, 기후변화 예측 및 대응, 온실가스 감축관리 및 탄소저감 기술 개발에 대한 내용임
- 과제는 기후변화에 따른 예측 및 대응을 위해 분석기술을 개발하고, 기후변화 대응을 위한 관측 및 예보시스템을 구축하는 등 기후변화에 대해 과학기술을 이용한 적극적인 대응을 수행하고자 함
- 폭우 재해지역에 대한 리질리언스를 위해 개발하고자 하는 IT관련 기술이나 시스템은 ‘기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능한 확보’과제의 과학기술을 이용한 신기후체제 대응이라는 목적과 부합될 수 있음

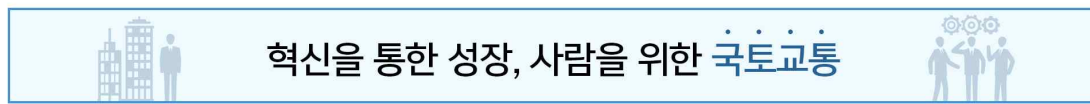
표 4-4. “쾌적하고 편안한 생활환경 조성” 과제의 추진과제

추진과제	기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보
과제 목표	• 신재생에너지 및 에너지 저장기술의 고도화 및 경제성 확보 • 기후변화 예측 및 국가적 대응역량 제고 • 온실가스 감축관리 및 탄소저감·자원화기술 개발 및 상용화
주요내용	• 차세대 태양전지 개발, 풍력 부품·시스템 저가화, 대형·부유식 해상풍력 개발, 바이오매스 자원화, 조력·조류·파력·해수온도차 발전의 실증 등 추진 • 전력저장장치용 차세대 이차전지 개발·저비용화 및 확산 촉진 • 아태지역 맞춤형 기후정보 생산 및 유통·활용체계 구축 • 기후변화에 따른 부문·지역별 영향 분석기술 개발 및 국가적 적응대책 수립 • 기후변화 대응을 위한 해양관측 및 예보시스템 구축 및 수산자원관리 고도화 • 기후변화 적응을 위한 지속가능한 농수산물 생산기반 구축 및 산림분야 적응 기술을 개발하고 안정적인 수자원 확보 및 용수 공급 기술 개발 • 유엔기후변화협약의 기술협력 국가 지정기구 기능 수행을 통한 신기후체제 대응 및 기후변화대응기술의 해외이전·확산 촉진 • 효율적 국가 온실가스 감축 관리체계를 구축하고 이산화탄소 포집·저장 및 탄소자원화 기술 실증을 통한 조기상용화 지원 • 메탄, 아산화질소, 불화가스 저감 등 비이산화탄소계 온실가스 저감기술 개발 • 탄소저감 관련 차세대 사용화 기술 중심의 기후산업육성모델을 발굴·육성하여 관련시장 선점

다. 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획

- 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 「국토교통과학기술 육성법」제4조(종합계획의 수립·시행)의 1항 “국토교통부장관은 10년 단위의 국토교통과학기술 연구개발 종합계획을 5년마다 수립·시행하여야 한다.”에 따라 2018년 수립됨
- 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 국토교통 과학기술에 관한 종합적인 정책방향을 설정하는 최상위 법정 종합계획으로 과학기술기본계획에서 제시된 국가 R&D 정책방향을 반영하고 있음
- 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 국토교통의 미래상을 실현하기 위해 다음과 같은 4가지 목표를 설정
 - 스마트시티, 자율차, 드론, 공간정보 기술 등에 대한 투자확대를 통해 기술선도형 국가로 전환
 - 재난·재해, 교통사고 방지 등 생활안전기술과 온실가스 저감기술 개발을 통한 사회적 비용 감소 실현
 - 융복합 기반 신기술 개발 등을 통한 국토교통 기술의 질적수준 향상
 - 연구관리 프로세스 전반에 대한 개선을 통해 과제참여자의 연구환경 만족도 향상
- 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 4가지 목표를 달성하기 위해 4개 추진전략을 수립하고, 추진전략을 수행하기 위한 12개 실천과제를 구성함

+ 비전



+ 목표



추진전략	실천과제
4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	- 초연결 도시 구현 기술 개발 - 무인이동체 자율주행 기술 개발 - 디지털 기반 국토정보 기술 고도화
기술융합을 통한 새로운 가치창출	- 융합기술을 통한 건설 지능화 실현 - 고부가가치 건설기술 창출 - 기존 수송시스템 혁신기술 도입
사람 중심의 국토교통 기술개발	- 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 - 친환경 생활공간 조성 기술 개발 - 사회이슈 해결형 기술 개발
미래지향적 R&D 시스템 도입	- 국토교통 R&D 관리체계 혁신 - 국토교통 연구개발 기반 강화 - 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화

그림 4-3. 1차 국토교통과학기술연구개발 기본계획

- 전체 12개 실천과제 중 폭우 취약지역 리질리언스와 관련된 과제는 ‘재난·재해 예방 등 안전 기술 개발’, ‘사회이슈 해결형 기술 개발’ 과제가 있음
- ‘재난·재해 예방 등 안전 기술 개발’ 과제는 재난·재해 사전예방 및 신속대응을 통해 국민의 생명과 재산이 보호되는 안전한 생활환경과 안전한 교통환경을 목표로 함
- 과제의 목표 달성을 위해 아래 그림과 같이 실시간 수재해 관리시스템, 예방형 재난대응 시스템, 철도·항공 이용자 보호시스템, 도로교통 이용자 보호시스템을 개발계획임
- 폭우 취약지역 리질리언스와 관련해서는 실시간 수재해 관리시스템의 개발 과제가 연계될 수 있음. 개발을 위한 기술구성 요소로 홍수, 가뭄, 통합관리가 있으며, 홍수방지 시설물의 의미는 폭우 취약지역 리질리언스에서 고려하는 리질리언스 제품개발과 유사함

** 기술전략 트리 **

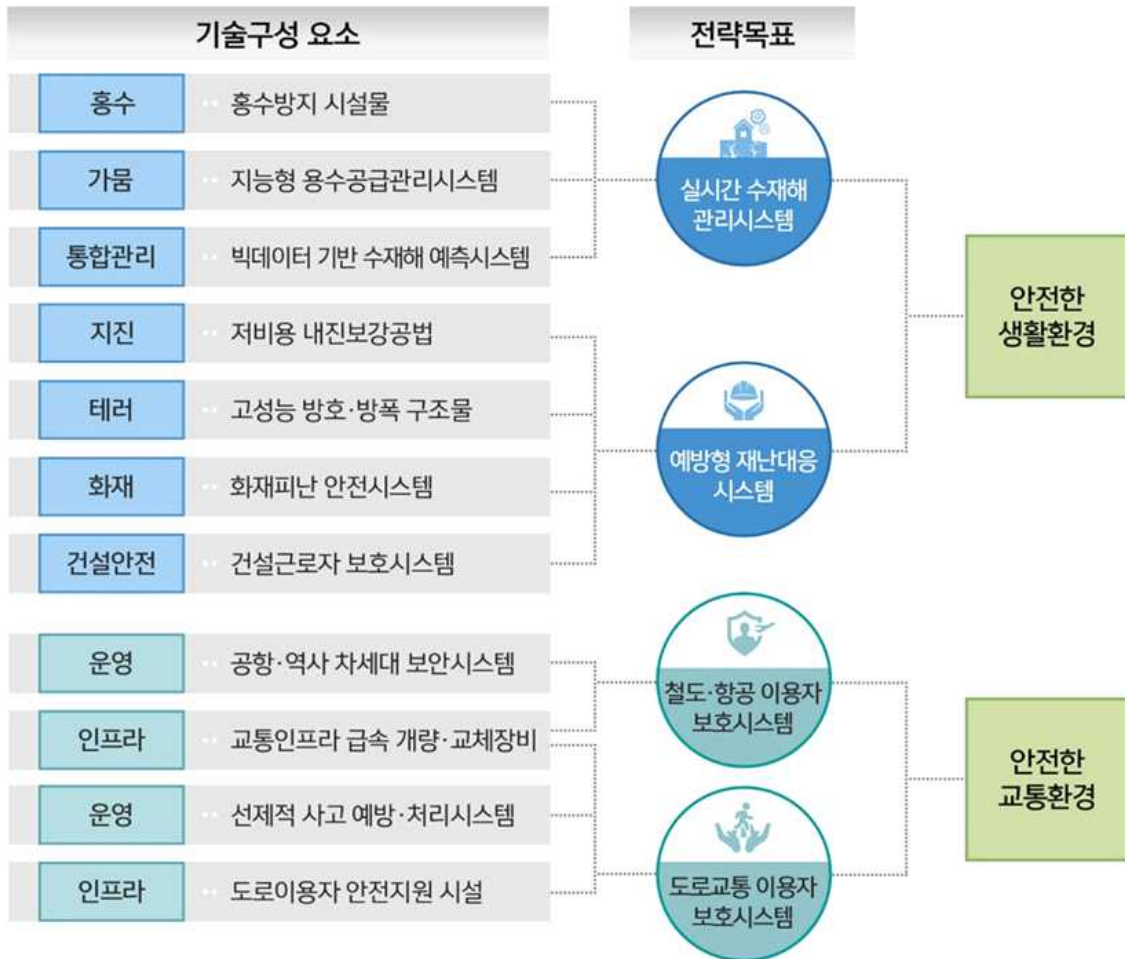


그림 4-4. 재난·재해 예방 안전기술 개발 실천과제

- 실시간 수재해 관리시스템 개발은 수재해 저감을 위한 각종 시설물과 관리기법의 개발, 수자원 정보의 통합관리를 통한 실시간 수재해 예측 및 대응을 목표로 함. 이를 위해 다기능 지하저류지 개발, 노후 수리시설물 보수, 물저장 시스템 개발, 홍수예측 수치모형 등의 개발을 진행하는데 이는 폭우 취약지역 리질리언스에서 목표로 하는 기술과 제품의 개발과 유사함
- 폭우 취약지역 리질리언스와의 차이는 폭우 취약지역 리질리언스의 대상이 건축물을 대상으로 하여 그 규모가 작고, 기술개발의 범위가 구체적이라는 것임

표 4-5. “재난·재해 예방 안전기술 개발” 실천과제의 세부과제

세부과제	실시간 수재해 관리시스템 개발
과제 목표	수재해 저감을 위한 각종 시설물과 지능형 관리기법을 개발하고, 수자원정보를 통합운영·관리하여 실시간 수재해 예측 및 대응
주요내용	- 배수시설로 전환가능한 터널 등 복합기능 구조물, 다기능 대심도 지하저류지 개발 등으로 도시 내 홍수피해 최소화 - 스마트 하천관리 시스템, 노후 수리시설물 보수·보강, 첨단소재 제방, 하천생태 회복·보전기술 등으로 하천지역 건전성 확보 - 미래 물 수급 및 가뭄 예측·전망 기술 개발을 바탕으로 지하수 관정 연계, 인공함양 기술 등 물 저장 시스템 개발 - 수자원 정보의 표준화 및 공동 활용 체계 구축, 청정원수 개발, 지역별 물 상태 평가기술 등으로 균형적인 물 공급 실현 - 센서, 수자원 전용 위성 등을 활용한 인공지능 기반 물 순환 기술 개발로 수재해 예측 정확성을 향상하고, 행정구역별 저지대 침수, 홍수예측 수치모형 등의 개발로 홍수 사전대응을 위한 골든타임 확보 - 수계간 물 이송 등 수계통합관리 기술개발로 지역 간 물 부족 불편 최소화

- ‘사회이슈 해결형 기술개발’과제는 국토교통 서비스 요구사항 및 불편 등에 대한 대응이 실시간으로 이루어지는 문제해결형 복지도시를 목표로 함
- 과제의 목표 달성을 위해 아래 그림과 같이 쾌적·안전 주거환경, 편리한 교통환경, 다양한 사회이슈 해결을 계획하고 있음
- 폭우 취약지역 리질리언스와 관련해서는 쾌적·안전 주거환경의 구축이 연계될 수 있음. 쾌적·안전 주거환경의 구축을 위한 기술 구성요소로 주거불만 해소시스템과 도시 복원력 향상시스템을 들고 있으며, 도시 복원력 향상시스템은 폭우 취약지역 리질리언스에 대한 내용을 포함함

.. 기술전략 트리 ..

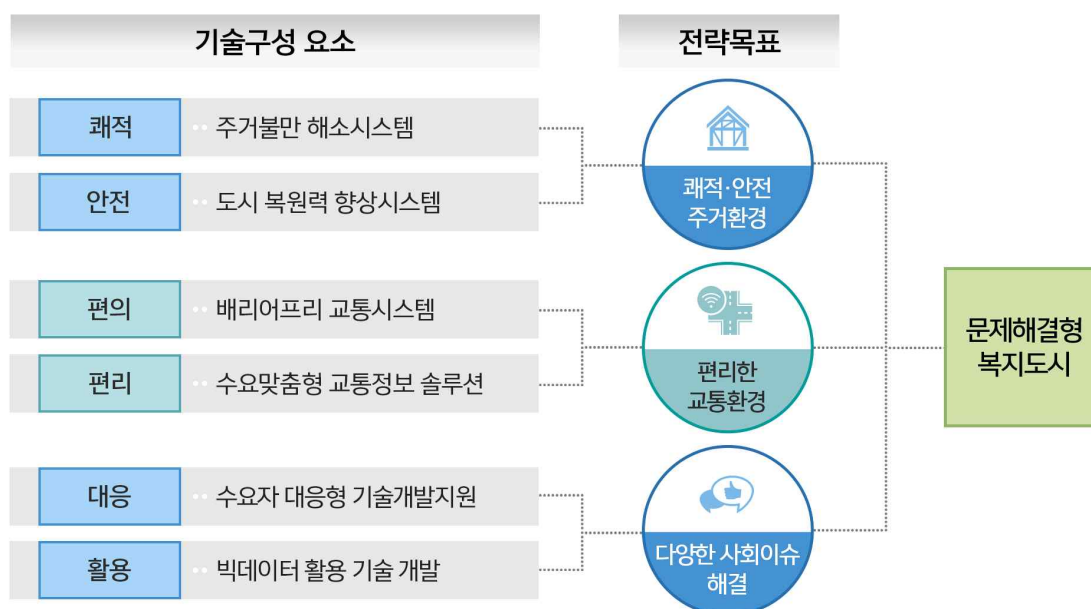


그림 5. 사회이슈 해결형 기술 개발 실천과제

- 쾌적·안전한 주거환경 구축은 주거·도시 분야 현안에 대한 대응 기술 개발을 통해 쾌적하고 안전한 주거복지의 실현을 목표로 함. 이를 위해 주택에 대한 성능복원기술 개발, 노후 도시지역

의 재난을 방지하기 위한 리모델링 기술 개발, 재난재해 지역 지원 기술개발을 수행함

- 쾌적·안전 주거환경 구축의 주요내용은 기본적으로 건축물에 대한 복원기술 향상을 요구하고 있으며, 이는 폭우 취약지역 리질리언스의 복원력의 개념과 동일함.

표 4-6. “사회이슈 해결형 기술 개발” 실천과제의 세부과제

세부과제	쾌적·안전한 주거환경 구축
과제 목표	• 공동주택 성능향상, 도시문제 해결 등 주거·도시 분야 현안 대응형 기술 지속개발로 쾌적하고 안전한 주거복지 실현
주요내용	• 비 이동 바닥구조 보강기술, IoT 센서기반 누수 자동감지 및 성능복원기술 등을 저비용·고성능화하여 범용성과 문제 해결성 향상 • 노후 도시지역 화재·침수·붕괴 방지를 위한 소단위 주택·건물 리모델링 기술 등의 개발 및 실증으로 지속가능한 도시 기능 구현 • 수해, 지진 등 피해 건물의 급속 기능 복원 기술, 양질의 임시주거 시설 설계·시공 기술 등 재난재해 지역 지원기술 개발

안전

▶▶ 소규모 주거지 재생기술, 도시 복원력(Resilience) 향상 기술 등 도시 내 취약지역 완화 기술 개발을 통해 안전한 도시환경 실현

- 노후 도시지역 화재·침수·붕괴 방지를 위한 소단위 주택·건물 리모델링 기술 등의 개발 및 실증으로 지속가능한 도시 기능 구현
- 수해, 지진 등 피해 건물의 급속 기능 복원 기술, 양질의 임시주거시설 설계·시공 기술 등 재난재해 지역 지원기술 개발



※ 출처 : 국토교통 R&D 과제 중간보고서 및 발표자료에서 발췌 및 재구성

※ 출처 : Department for Environment Food & Rural Affairs

그림 4-6. 사회이슈 해결형 기술 개발 실천과제 중 안전요소

2. 연구개발의 시의성 및 필요성

가. 과학기술경쟁력 확보

- 앞에서 기술한 국내 시장현황 및 전망에 따르면 우리나라의 단독주택은 20106년 기준 총 397만호에 이르며, 이 중 30년이 경과한 주택의 숫자는 191만호로 전체의 48%를 차지하고 있음
- 아파트의 경우 전체 호수의 6%인 약 59만호가 건축 후 30년이 지났으며, 연립주택은 전체 주택의 33%인 16만호가 30년을 경과하였음
- 오래된 건축물일수록 폭우 등 재해에 취약하며, 특히 단독주택의 경우 30년이 경과한 건축물은 구조형태가 조적, 벽돌 등으로 구성되어 있고, 별도의 침수보완대책이 구비되어있지 않음
- 유형별 재고주택의 현황은 2016년 기준 전체 16,692천호에 달하며, 이중 아파트가 10,030천호로 가장 높은 비율을 차지하고 있음
- 2000년대에 비해 2016년에는 전체 아파트의 비율이 전체 48%에서 60%로 크게 증가하였으며, 다세대 주택의 수도 약 45만호(4%)에서 약 200만호(12%)로 증가하였음
- 2000년대에 상대적으로 많은 비중을 차지하던 단독 주택이 37%에서 24%로 감소함. 이 기간 동안 전체 건물 수는 10,959천호에서 16,692천호로 약 5,700천호가 증가하였으나, 단독주택의 수는 약 100천호가 감소하였음

표 4-7. 주택유형별 건물 현황 정보(2016년 기준)

구분	2000년		2016년	
	건물 수(천호)	비율(%)	건물 수(천호)	비율(%)
단독 주택	4,069	37	3,967	24
아파트	5,231	48	10,030	60
연립 주택	813	7	492	3
다세대 주택	453	4	2,001	12
영업용 건물 내 주택	393	4	202	1
빈집 수	513	5	1,120	7
합계	10,959	100	16,692	100

- 우리나라의 주택유형별 비율은 앞으로도 아파트와 다세대 주택의 비율이 증가할 것으로 보이며 상대적으로 단독 주택이 차지하는 비율은 지속적으로 감소할 것으로 보임.
- 한편 우리나라의 도시재난·재해대응 기술수준은 국토교통과학기술진흥원(2015)의 발표에 따르면 해외 선진국과 약 8년 정도의 차이가 나는 것으로 나타남. 이는 우리나라의 기술력이 아직 성장기 수준에 있음을 의미하며 선진국과의 격차를 줄이기 위해 지속적으로 기술경쟁력의 확보를 위해 노력해야함
- 건축물 리질리언스와 관련해서는 우리나라 주택유형의 변화를 고려하여 주택유형에 맞게 침수에 대한 대응 및 복구 기술력의 확보에 주력할 필요가 있음

나. 기후변화 피해급증에 따른 문제해결 필요

- 기후변화는 전 지구적으로 일어나고 있으며, 기후변화에 따른 이상고온, 자연재해, 날씨변화는

세계 곳곳에서 발생하고 있음

- 우리나라도 기후변화에 따른 풍수해로 인한 피해가 지속적으로 발생하였음. 우리나라의 최근 10년간(2007~2016) 풍수해로 인한 피해는 약 3조6천억원에 이르며, 침수면적은 4만ha, 사망실종 162명, 이재민 19만 4천명이 발생한 것으로 보고되었음(행정안전부, 2017)
- 국가 해수면 상승 사회·경제적 영향평가 II(한국환경정책·평가연구원, 2012)에서 기후변화위원회 5차 보고서를 토대로 우리나라의 해수면 상승과 그 영향을 분석한 결과에 따르면, 지구 온난화가 현재의 진행될 경우 2100년에는 해수면 상승으로 국토의 3.3%가 범람하고 해안가를 중심으로 6456km가 침수될 것이라고 예측하고 있음
- 기후변화로 인한 폭우 발생의 경향은 과거와 다르게 나타나고 있음. 과거 장마시기를 전후로 여름철에 집중되었던 집중호우는 시기와 상관없이 나타나는 경향을 보이고 있으며, 지역적으로는 좁은 지역에 짧은 시간에 많은 비를 내리는 경향을 보임
- 광화문 및 강남(2011), 울산 집중호우(2016), 청주 및 부산(2017)는 기존 도시기반시설의 방재시설이 설계기준에 맞게 설치되어있었음에도 불구하고 예측치를 넘는 폭우의 발생으로 많은 피해를 발생하였음
- 2016년 재해연보(행정안전부, 2017)에 따르면 최근 10년간 재해발생으로 인해 발생한 피해 및 복구비용은 평균 피해액 6,308억원, 평균 복구액 7,098억원에 이룸
- 10년간 재해발생 피해 중 호우(폭우)로 발생한 피해금액은 평균 1,394억원에 이르는 것으로 보고되었으며, 이는 태풍으로 인한 피해액 1,713억원과 함께 가장 많은 비중을 차지함(2016 재해연보, 2017)
- 기후변화에 따른 폭우 발생의 빈도 증가와 그에 따른 피해 증가는 폭우에 대한 대책 마련의 필요성을 보여줌
- 또한 이전까지와는 다른 경향을 보이는 폭우재해는 기존의 도시나 지역단위에서 이루어지는 치수와는 다른 방식으로 접근이 필요하다고 판단됨
- 최근 발생하는 폭우는 갑작스럽게 발생하여, 단시간에 예상치를 상회하는 수준의 비를 내리고 사라지는 경향을 보이고 있기 때문에 기존 지자체에서 치수계획에 따라 일반적으로 진행하는 치수사업과는 별개로 폭우의 침수대상인 건축물 단위에서 피해를 방지하기 위한 방안의 마련이 필요함
- 따라서 건축물단위의 리질리언스 기술 도입을 통해 폭우재해로 인한 피해를 최소화하기 위한 적극적인 대응을 수행할 필요가 있다고 판단됨

다. 대상의 성격에 따른 적정기술보급의 필요

- 폭우재해에 대한 건축물 리질리언스는 사유재산인 건축물을 기반으로 한 대응을 고려함
- 사유재산인 건축물을 대상으로 하기 때문에 이해관계자 간 입장차이, 사유재산에 대한 공공지원 등과 같은 문제가 발생 할 수 있음
- 건축물은 사유재산이기 때문에 재해에 따른 피해 예방 및 방지, 대응에 대한 수행과 책임은 건물소유주에게 있음.
- 건물소유주는 폭우와 같은 자연재해로부터 건축물이 피해를 입지 않도록 노력해야하며, 피해

가 발생한 경우 복구에 최선을 다해야 할 의무가 있음. 그러나 건축물은 개인재산이기 때문에 법적구속력을 이용하여 강제적으로 폭우 리질리언스 등의 대응 및 복구 기술을 적용하는 것은 어려운 측면이 있음. 강제성이 없기 때문에 건축물 소유주는 소요비용을 고려하였을 때 폭우 리질리언스 기술에 대한 도입이 소극적임

- 「자연재해대책법」과 같이 재해 예방 및 대응을 위해 건축물이 갖추어야 하는 시설에 대해 법으로 강제하는 경우도 있으나 이는 특정 조건이 만족된 경우에 한해서 발생하는 법적 강제력임
- 건축물의 임차인은 폭우 등의 재해 발생 시 직접적인 피해가 가장 많이 발생하는 이해당사자임. 따라서 건축물에 대한 리질리언스 도입에 적극적일 수 있으나, 건축물의 소유주가 아니기 때문에 자체적인 리질리언스 기술 도입은 적극적이지 않음
- 이러한 문제의 해결을 위한 방법으로 정부 또는 지자체에서 리질리언스 기술을 사유재산인 건축물에 제공하는 방법이 있음. 그러나 정부 또는 지자체에서 국민개인의 사유재산 보호를 위해서 리질리언스 기술을 도입하여 제공하는다는 것은 또 다른 문제를 야기할 수 있음. 현실적으로 국가나 정부에서 모든 건축물에 대해 리질리언스 기술 제품을 제공하는 것은 불가능함
- 현실적으로 가장 바람직한 상황은 건물소유주와 임차인이 주도해서 건축물에 대해 최선이 아닌 적절한 리질리언스 기술을 도입하게 하는 것임. 그러나 현재 우리나라는 폭우재해 리질리언스에 대한 시장이 없음
- 따라서 건물소유주나 임차인이 주도해서 폭우재해 리질리언스 기술을 도입할 수 있도록 적절한 리질리언스 기술을 개발하여 시장을 형성하고, 활성화시킬 필요가 있음

3. 정부 지원의 타당성

- 폭우 취약지역 건축물 리질리언스 기술 개발은 사유재산인 건축물에 적용할 수 있는 폭우 리질리언스 기술 개발을 고려함.
- 사유재산인 건축물의 보호를 위해 정부가 기술 개발 등의 지원을 해야 하는지에 대한 문제가 제기될 수 있음
- 정부는 최근 매년 재해피해에 대한 복구비용으로 피해세대에 대해 재난지원금을 지출하고 있음. 최근 5년동안의 정부의 재난지원금 지출비용을 보면 지속적으로 증가하는 경향을 보임. 가장 최근인 2017년에는 917억원에 이르는 금액을 재난지원금으로 지출함

표 4-8 정부의 최근 5년 재난지원금 지출금액

(단위 : 천원)

기간	2013	2014	2015	2016	2017
금액	15,056,441	24,570,500	7,060,518	59,961,163	91,775,250

- 매년 증가추세를 보이는 정부의 재난지원금 지출을 감소하기 위해서는 폭우 건축물 리질리언스와 같이 피해대상의 성능복구능력 향상을 지원할 수 있는 기술의 개발을 통해 전체적인 피해복구 비용을 줄일 필요가 있음
- 폭우 취약지역 건축물 리질리언스가 사유재산의 보호에 대한 성격을 가지긴 하나, 사유재산인

건축물이 재해로 피해를 입음으로써 발생하는 정부의 재난지원금 지출금액의 증가추세로 봤을 때 사유재산을 보호함으로써 불필요한 재난지원금의 지출을 줄이는데 기여할 수 있다는 측면에서 정부의 기술개발 지원은 타당하다고 판단됨

- 건축물에 대한 홍수 방지 기능 등의 도입과 관련하여 건설사나 건축주는 법적 강제성이 없는 소요되는 비용을 고려하였을 때 투자에 소극적일 수밖에 없으며, 사실상 폭우나 홍수로 인한 피해에 대한 직접적인 피해를 받을 경우는 거의 없다고 판단됨
- 또한 자체적으로 폭우 등에 대한 리질리언스 기술을 도입할 수 있는 일반 계층 또한 금전적 부담에 대한 문제가 있을 수 있으나 자체적으로 리질리언스 기술 도입에 문제는 없음
- 그러나 우리가 사회적 약자로 보는 취약계층의 경우 현실적으로 폭우 리질리언스 기술을 자체적으로 도입한다는 것은 사실상 불가능하다고 판단됨
- 문제는 이러한 사회적 약자인 취약계층이 폭우와 같은 재해로부터 가장 많은 피해를 입는 대상일 수 있음. 따라서 이러한 취약계층의 지원을 위해서라도 정부에서 폭우 취약지역 건축물 리질리언스에 대한 기술 개발을 수행하고 이를 지원할 수 있는 법·제도에 대한 정비를 통해 사회적 약자, 공공시설에 대한 리질리언스 확보를 수행할 필요가 있다고 판단됨

제3절 기술적 타당성

- 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용의 기술적 타당성 검토기준은 1. 관련이슈, 2. 기술개발의 성공가능성, 3. 기존기술과의 차별성을 설정하여 불필요하거나 중복되는 연구과제의 내용을 배제하고 기술개발의 체계성 및 구체성을 확보하여 목표 달성의 성공률을 높이하고자 함

1. 관련이슈

- 최근 예측치를 우회하는 자연재해의 빈번한 발생과 대형화로 관련 연구 수요 증가
- 이와 관련한 기술개발의 패러다임도 기존의 도시기반시설 위주에서 국민생활의 공간인 건축물 단위로까지 확대되고 있는 상황
- 리질리언트 빌딩은 리질리언스 개념을 반영한 건축물을 의미하며 최근 국내외적으로 부각되고 있고 국외에는 리질리언스 건축 기술을 반영한 인프라를 구축하고 있음

2. 기술개발 성공가능성

가. 기획과정의 적절성

- 기술수요조사는 건축재료, 구조, 방수, 재난재해, 홍수, 보험, 안전, 도시, 정보시스템 등 다양한 분야 학계, 산업계, 연구계 전문가를 대상으로 진행되었음
- 기술수요조사는 분야별 기획전문위원회 목록을 구성하고 전문가를 대상으로 약 6주간 5차에 걸친 기술수요조사를 바탕으로 총 32개의 기술과제를 접수하였음
- 기술수요조사서는 이번 기획연구의 개요, 사업목표, 대상 기술범위 내의 기술분류체계 등을 전문가에게 제시하고, 관련분야에서 이슈가 되고 있는 부분은 무엇인지, 기술개발 분야 및 필요성, 기술개발 내용 및 규모 등을 조사하였음
- 제안받은 기술후보군은 기술수요조사 결과를 바탕으로 총39개로 재정리되었으며, 기술분야별로 크게 공법기법 26%, 시스템 28%, 소프트웨어 18%, 재료자재 15%, 장비 8% 이며 중복답변이 5%로 조사되었음

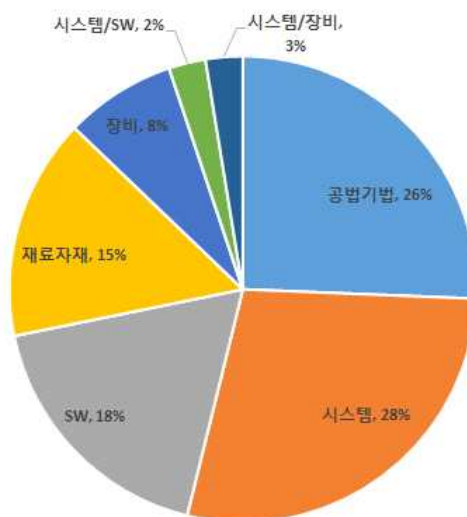


그림 4-7. 핵심기술요소 R&D 유형

- 본 기획연구를 추진함으로써 해결하고자 하는 이슈로는 시간당 30mm 이상의 폭우에 대비한 건축물 리질리언스 향상 기술을 마련하는 것이며 이를 통해 폭우재해로부터 안전한 도시 공간을 조성하는 것임
- 최근 예측치를 우회하는 기습폭우 발생으로 기존 저지대, 노후주거지 뿐만 아니라 저층 건물의 침수가 다수 발생하여 관련 기술 개발 및 적용 수요가 늘어날 것으로 전망됨
- 국민의 삶의 질 향상과 안전에 대한 관심이 높아지면서 방재안전 분야의 우수 기술 확보, 선진 기술의 국내외 수출 등 세계 기술 시장 점유도 점차 늘어날 것으로 예측됨

나. 기술개발 추세분석

- 국내 방재산업 수요의 증가와 기술경쟁력 강화를 위한 관심이 높아짐에 따라 폭우시 대응, 침수시 복구에 관련한 리질리언스 향상 도시/건축 기술개발이 무엇보다 필요한 시점임
- 리질리언스 개념을 반영한 직접적인 기술은 국내에는 아직까지 없으며, 유사 개념으로 건축물 침수 대비 차수판 설치, 구조체 방수 설계 또는 내수성 있는 내장재료가 개발되어 적용되고 있음
- 앞서 국내외 특허동향 분석결과에 따라 리질리언스 관련 특허출원이 증가하고 있고 이중 구조물에 대한 특허가 50%이상을 차지하고 있음, 구조물을 제외한 재료, 시스템, 기술이 각각 30%이상의 유사한 특허동향을 나타내고 있음
- 리질리언스 관련 기술 중 국내외 모두 방수 또는 차수와 관련된 특허가 대부분을 차지하고 있으며 방수부문에서는 대부분 방수제 및 방수재료이며, 차수부문은 차수판과 차수시설에 국한되어 있는 것으로 나타남

다. 기술개발 수준분석

- 국내외 기술격차를 보면 도시 분야 중 소분류 단위인 도시재난·재해 대응에서 미국, 독일의 기술 수준은 성숙기에 위치해 있는 반면, 우리나라는 기술격차가 약 8년 정도 차이가 나는 성장기에 위치하고 있고 특히 도시 재생기술과 재난 재해 대응 기술을 포함한 수준분석 대상 전 도시기술이 격차를 보이고 있는 것으로 나타남
- 국외 리질리언스 기술 수준은 건축물 단위에서의 침수 등으로 인한 부상/손상에 대응, 복구하는 관련 우수 기술들과 제품들을 보유하고 있으며 상대적으로 국내보다 세계 기술시장을 선도하고 있는 것으로 조사되었음
- 또한 기술개발 뿐 아니라 실제 적용 검증을 위한 성능평가 및 인증체계를 구축 운영하고 있으며 리빙랩 수준의 인프라 시설을 갖춘 곳도 있는 것으로 분석되었음
- 따라서 건축물 리질리언스 관련 기술이 대부분 외국에서 활발히 개발되고 적용되고 있어, 선진 국외기술의 도입과 분석이 필수적으로 요구되며 국외기관의 연구 성과와 기술개발결과를 벤치마킹하여 국내 자체개발 가능성 검토 및 기술 기반 확보가 요구됨
- 국내 개발 기술은 방재분야에 적용을 위해 사전 검증이 반드시 필요하며, 실증설비의 구축, 실증 및 검증방법과 인증 체계 등이 개발되어야 하고 정책적 기반을 구축하는 것이 선행되어야 하겠음

- 관련 시장규모가 국외에 비해서 매우 작은 국내 여건을 고려하여 개발기술의 실용화를 위해서는 기술 수요에 기반하여 기술개발이 이루어져야 하겠음

3. 기존 기술과의 차별성

- 예측치를 우회하는 자연재해 발생으로 재해의 양상이나 피해 형태가 종전과는 다른 모습을 나타내고 있어 현 실정에 맞는 리질리언스 기술 개발이 필요할 것으로 보임
- 과거 관련 기술개발은 줄 도시시설물에 국한되어 있고 대규모 복합피해지역 등에 한정되어 있었으나 본 연구의 기획 범위는 건축물을 대상으로 하여 기존 기술개발과의 차별성을 가짐
- 또한 국내외적으로 차수판과 같은 일부 건축물에 적용 가능한 기술들은 개발되어 있는 상태나 그 범위가 한정적이고, 활용도, 실용성, 기술 성능 검증 등의 수준은 국외에 비해 상대적으로 낮은 수준으로 기술 업그레이드 및 다양화, 실용화 등의 측면에서 기존 기술과의 차별성을 가짐

제4절 경제적 타당성

- 경제적 타당성 검토기준은 ① 연구개발 투자의 효율성 ② 경제적 파급효과 ③ 정부지원 필요성으로 설정

1. 연구개발 투자의 효율성

가. 연구 및 사업 인프라 확보

- 본 연구개발의 정부투자는 180억에 해당하며 이를 통해 발생하는 성과물은 건축물의 홍수, 폭우 대응 리질리언스 기술을 연구하고 성능을 검증하는 실험시설이 될 수 있음
- 연구개발 인프라로 기존의 소규모의 차수장비에 대한 검증시설이 존재하나 차수관련 시장이 크지 않고, 관련 기술개발 사례도 많지 않은 관계로 활용도가 낮게 평가됨
- 그러나 본 연구개발투자로 인해 재난재해에 대응한 건축물 차원의 종합 평가 인프라를 확보할 수 있음
- 구축되는 인프라는 현 단계에서는 폭우와 홍수분야에 한정되지만 향후 지진, 산사태, 폭염 등 재난재해 전 분야로 확대 적용할 수 있는 기반을 확보할 수 있음

나. 폭우재해 대응 건축물 리질리언스 기술 시장의 마중물

- 재난재해 분야에서 건축물에 적용되는 기술의 현재 시장규모는 매우 미미한 실정임
- 폭우와 홍수에 대응한 건축물 적용 기술들이 개발되었음에도 불구하고 이에 대한 성능을 검토할 수 있는 기준, 인증제도, 실험설비들이 갖춰지지 않았음
- 이에 법제도 정책의 수립, 기술적용 가이드라인 발간 및 보급, 요소 기술들에 대한 기준을 정립하고 실험인프라를 통해 이를 검증하는데 투자가 필요함
- 국외 동향에서 나타난 바와 같이 실물 규모의 건축물을 대상으로 한 다양한 장비, 설비에 대한 성능평가를 활발히 수행하고 있으며, 관련 시장도 성장세임

다. 즉시 투입 가능한 연구개발 성과물

- 매년 발생하는 풍수해에 대응하여 개발 성과물을 즉시 투입할 수 있음
- 건축물 침수와 같은 재난에 대응하여 개발기술 또는 검증된 제품을 폭우재해 취약지역에 투입하여 실증함으로써 피해 저감 및 복구비용 절감



그림 4-8. 연구개발투자 효율성

2. 경제적 파급효과

- 3장의 산업생태계 분석의 시장분석에서 도출된 예측 결과를 바탕으로 경제적 파급효과를 분석하였음
- 관련 자료로 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」의 조사내용을 활용하였으며, 현재의 규모를 바탕으로 미래의 건축물 홍수 리질리언스 기술 부분의 시장규모, 매출액, 고용자수를 예측함

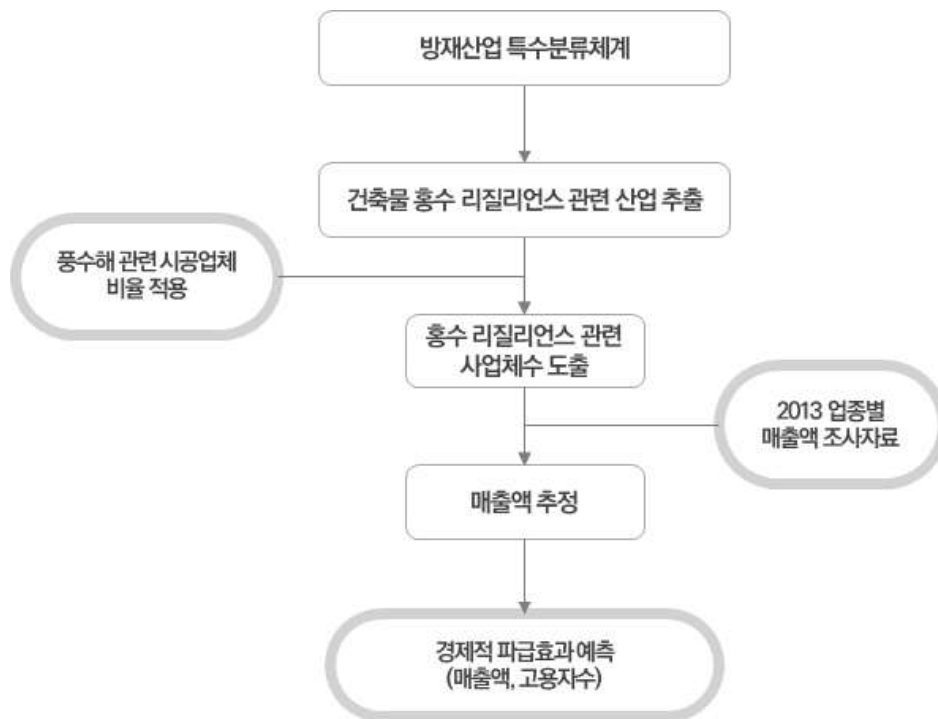


그림 4-9. 경제적 파급효과 예측 과정

가. 건축물 홍수 리질리언스 시장 예측

- 국내의 건축물 홍수 리질리언스의 시장은 아직은 그 규모가 미미하여 리질리언스에 대한 독립적 시장분석은 사실상 불가능함
- 제2장 2절 국내외 시장현황 및 전망에서 언급한 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」의 국내 방재산업 현황을 통해서 건축물 홍수 리질리언스 시장 규모에 대한 간접적 유추가 가능할 것으로 판단됨
- 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」은 방재산업특수분류(안)을 통해 ‘방재제품 제조업’, ‘방재시설 건설업’, ‘방재제품 유통 서비스업’, ‘방재기술 서비스업’의 4개 업종으로 구분하고, 각 업종을 세부업종으로 분류하고 있음

표 4-9. 방재산업특수분류체계(안) 및 주요생산물

대분류	중분류	소분류	주요생산물
방재제품 제조업	섬유방재제품 제조업	방재의복 · 피난장비 제조업	보호의, 방수방한복, 구명자켓 등
		신체보호 · 방재장비 제조업	산업안전 및 환경안전 제품, 마스크 등
		방재용 피난제품 제조업	로프, 비상식수, 비상식품 등
	금속방재제품 제조업	위험물 탱크, 포장용기 제조업	설치용 금속탱크 및 저장용기 등
		금속제 방재기구 제조업	펌프, 방수문, 방재게이트 등
	비금속방재제품 제조업	방재유리제품 제조업	강화도어, 방화문, 유리 코팅 등
		내화요업제품 제조업	보온재, 내화피복재 등
		내화석면제품 제조업	보온 · 단열재, 내화벽돌, 단열벽돌 등
		방재용 플라스틱제품 제조업	안전보호구, 헬멧 등
		수방장비 제조업	블록제조, 투수보도블록 등
	방재관련 전기, 전자, 계측부품 제조업	방재용 기계, 정밀 제조업	제진기(승강식, 로터리식) 등
		방재용 계측부품 제조업	센서, 우량계, 수위계, 유량계 등
		전기관련 방재제품 제조업	변압기, 차단기, 수배전반 등
		피난유도기구 제조업	비상조명 등
	방재 수송장비 제조업	예 · 경보장치 제조업	불꽃 감지기, 전력계, 영유계 등
		방재선박 제조업	구명 보트, 조선처리장 등
방재시설 건설업	방재시설 공사업	풍수해 관련 시공업	소하천정비, 수로, 배관시설, 저류조, 빗물저류시설 등
		지진 · 산사태관련 시공업	옹벽, 앵커, 소면보강, 낙석방지 등
		기타 재난관련 시공업	항만준설, 압축토옹벽 등
	방재시설 관리시공업	복구 · 지원을 위한 시공업	철구조물 해체, 건물 및 구축물 해체 공사업 등
		시설물 유지 · 보수를 위한 시공업	보링그라우팅, 지반조사, 방수공법 등
방재제품 유통 서비스업	방재제품 도매업	방재 용품 도매업	제설제, 틈새투수블록 등
		방재 장비 도매업	전동기, 수중펌프, 면진장치 등
	방재제품 소매업	방재 용품 소매업	완강기 지지대, 송풍기, 환기 팬 등
		방재 장비 소매업	소음 · 진동저감 장비, 제설 장비 등
방재기술 서비스업	방재시설 설계업	전문 방재시설 설계업	수자원시스템개발, 토목설계, 도시계획설계, 홍수방지벽 등
		일반 방재시설 설계업	방재설계용역, 안전진단 등
		사전재해영향성평가 서비스업	관련 서비스업
		소하천정비종합평가 서비스업	관련 서비스업
		풍수해저감종합평가 서비스업	관련 서비스업
		기타 재난평가 서비스업	각종 안전진단, 환경오염물 시설 점검 등
	방재시설 감리업	전문 방재공사 감리업	토목, 토목설계, 건축 종합건설 등
		일반 방재공사 감리업	구조설계, 토목설계 등
	방재 신기술 및 시스템 개발업	방재 IT 기술	경보사이렌, 수자원 방재 솔루션 연구 등
		통신 및 U-City 방재도시 기술	홍수 가뭄피해 최소화 시스템, 파손 · 누수 실시간 모니터링 장비 등
		방재 기술연구 개발업	토목관련 S/W개발, 방재관련 용역 등
		기타 방재 소프트웨어 개발업	재난 통합 통보시스템, 지진해일 감시 시스템 등
	방재관련 보험업	재해 보험 서비스	보험관련 상품

- 방재산업특수분류(안)의 분류 및 주요생산품에 대한 내용을 검토하였을 때 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 업종은 다음과 같음

표 4-10. 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 방재업종

대분류	중분류	소분류
방재제품 제조업	금속방재제품 제조업	금속제 방재기구 제조업
	비금속방재제품 제조업	방재유리제품 제조업
		수방장비 제조업
	방재관련 전기, 전자, 계측부품 제조업	방재용 계측부품 제조업
		전기관련 방재제품 제조업
		피난유도기구 제조업
방재시설 건설업	방재시설 공사업	풍수해 관련 시공업
	방재시설 관리시공업	복구·지원을 위한 시공업
		시설물 유지·보수를 위한 시공업
방재제품 유통 서비스업	방재제품 도매업	방재 용품 도매업
		방재 장비 도매업
방재기술 서비스업	방재시설 설계업	전문 방재시설 설계업
		일반 방재시설 설계업
		풍수해저감종합평가 서비스업
		기타 재난평가 서비스업
	방재 신기술 및 시스템 개발업	방재 IT 기술
		통신 및 U-City 방재도시 기술
		방재 기술연구 개발업
		기타 방재 소프트웨어 개발업
	방재관련 보험업	재해 보험 서비스

- 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」에 따르면 한국방재협회 및 통계청에 방재산업관련 사업체로 등록된 업체는 약 7248개에 이름
- 7248개 업체 중 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 업체는 6096개로 10명 이하의 종사자로 구성된 업체가 전체의 71%를 차지함

표 4-11. 종사인원별 건축물 홍수 리질리언스관련 추정되는 방재 업체 수

업종(소분류)	종사인원 구분(명)							
	1-4	5-9	10-19	20-49	50-99	100-299	300이상	전 체
금속제 방재기구 제조업	1	1	1	1	1			5
방재유리제품 제조업	59	28	24	26	4	3	1	145
수방장비 제조업	152	123	111	37	3			426
방재용 계측부품 제조업	43	27	11	4	2			87
전기관련 방재제품 제조업	53	37	14	21	4	2		131
피난유도기구 제조업		1	1					2

업종(소분류)		종사인원 구분(명)							
		1-4	5-9	10-19	20-49	50-99	100-299	300이상	전 체
풍수해 관련 시공업		67	76	38	33	11	2	1	228
복구 · 지원을 위한 시공업		992	305	153	68	13	9	7	1,547
시설물 유지 · 보수를 위한 시공업		71	53	38	16	1	3		182
방재 용품 도매업		253	40	10	5				308
방재 장비 도매업									
전문 방재시설 설계업		783	453	317	228	62	37	23	1,903
일반 방재시설 설계업									
풍수해저감종합평가 서비스업 (사전재해영향성평가 서비스업, 소하천정비종합평가 서비스업 포함)		149	94	78	78	20	16	4	439
기타 재난평가 서비스업		92	101	66	43	9	4	1	316
방재 IT 기술		1			1	1	1		4
통신 및 U-City 방재도시 기술		44	14	16	13	1	2		90
방재 기술연구 개발업		152	41	19	14	3	2	1	232
기타 방재 소프트웨어 개발업		19	13	4	4	2		1	43
재해 보험 서비스		4	1		2	1			8
전 체	업체수	2,935	1,408	901	594	138	81	39	6,096
	비율	48.1	23.1	14.8	9.7	2.3	1.3	0.6	

- 업종분류 중 건축물 홍수 리질리언스와 관련되어 있음이 명시적으로 들어나는 업종은 풍수해 관련 시공업과 풍수해저감종합평가 서비스업임(풍수해저감종합평가 서비스업은 다른 서비스업도 포함되어 있어 풍수해저감종합평가 서비스업을 구분할 수 없음)
- 풍수해관련 시공업은 지진·산사태관련 시공업, 기타 재난 관련 시공업과 함께 방재시설 공사업의 분류업종의 하위 분류로, 방재시설 공사업 중 풍수해 관련 시공업체가 차지하는 비율은 45%임

표 4-12. 방재시설 공사업의 재난업종별 업체 수

대분류	중분류	소분류	업체 수	비율
방재시설 건설업	방재시설 공사업	풍수해 관련 시공업	228	45%
		지진 · 산사태 관련 시공업	234	46%
		기타 재난 관련 시공업	44	9%
전 체			506	100%

- 위에 도출한 6096개 업체가 모두 건축물 홍수 리질리언스관련 방재 업체라고 볼 수 없으며, 이 중 일부만 실질적으로 관련된 업체일 것으로 판단됨
- 사실상 건축물 홍수 리질리언스관련 업체를 별도로 구분할 수 있는 자료가 없는 관계로 대략적인 계산을 위해 기준으로 방재시설 공사업 중 풍수해관련 시공업체의 비율(45%)를 전체 항

목에 적용

- 업종별 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 업체 중 실제 관련 업체의 비율을 풍수해관련 시공업체의 비율(45%)로 일괄 적용하여 대략적인 실제 관련 업체 수 추정
- 건축물 홍수 리질리언스관련 추정 업종 중에서 실제 관련된 업체 수를 추정하여 계산하면 다음과 같이 약 2,869개의 업체가 관련되어 있을 것으로 추정됨

표 4-13. 건축물 홍수 리질리언스와 실제로 관련된 방재 업체 수 추정

업종(소분류)	실질적 관련 업체수	전체 업체 수
금속제 방재기구 제조업	2	5
방재유리제품 제조업	65	145
수방장비 제조업	192	426
방재용 계측부품 제조업	39	87
전기관련 방재제품 제조업	59	131
피난유도기구 제조업	1	2
풍수해 관련 시공업	228	228
복구·지원을 위한 시공업	696	1,547
시설물 유지·보수를 위한 시공업	82	182
방재 용품 도매업	139	308
방재 장비 도매업		
전문 방재시설 설계업	856	1,903
일반 방재시설 설계업		
풍수해저감종합평가 서비스업 (사전재해영향성평가 서비스업, 소하천정비종합평가 서비스업 포함)	198	439
기타 재난평가 서비스업	142	316
방재 IT 기술	2	4
통신 및 U-City 방재도시 기술	41	90
방재 기술연구 개발업	104	232
기타 방재 소프트웨어 개발업	19	43
재해 보험 서비스	4	8
전 체	2,869	6,096

나. 건축물 홍수 리질리언스 관련 산업 매출액 추정

- 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」은 전체 7248개 방재산업체에 중 약 600여개의 업체를 대상으로 설문조사를 수행하였으며, 이를 근거로 방재업종별 매출액을 추정하였음.
- 전체 방재업종 중 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 방재업종의 2013년 매출액을 보면 다음과 같음.

표 4-14. 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 추정되는 방재업종의 2013년 매출액 요약

대분류	중분류	매출액(백만원)	비율(%)
방재제품 제조업	금속방재제품 제조업	10,150	0.1
	비금속방재제품 제조업	2,731,793	23.9
	방재관련 전기, 전자, 계측부품 제조업	284,300	2.5
방재시설 건설업	방재시설 공사업	459,489	4.0
	방재시설 관리시공업	6,164,091	53.9
방재제품 유통 서비스업	방재제품 도매업	139,728	1.2
방재기술 서비스업	방재시설 설계업	1,317,469	11.5
	방재 신기술 및 시스템 개발업	305,454	2.7
	방재관련 보험업	26,880	0.2
합 계		11,439,354	100

- 2013년 전체 매출액은 약 11.4조원에 이르며, 방재시설 건설업의 방재시설 관리시공업(53.9%)과 방재제품 제조업의 비금속방재제품 제조업(23.9%)이 차지하는 비중이 높게 나타나는 것을 알 수 있음.
- 이외에 방재기술 서비스업의 방재시설 설계업(11.5%)로 높은 비중을 차지함.
- 높은 비중을 차지하는 3개의 업종은 전체 업종의 매출액에서 74%에 달하는 비율을 차지하고 있으며, 상위 3개의 업종에서 매출액이 높은 매출액이 나타나는 것은 해당업종에 종사하는 업체의 수 역시 많기 때문으로 판단됨

표 4-15. 높은 비중을 차지하는 업종의 매출액 통계

대분류	중분류	소분류	매출액(백만원)	비율(%)
방재제품 제조업	비금속방재제품 제조업	수방장비 제조업	2,335,675	27
방재시설 건설업	방재시설 관리시공업	복구 · 지원을 위한 시공업	4,424,959	52
		시설물 유지 · 보수를 위한 시공업	1,739,132	50
합 계			8,499,766	100

- 건축물 홍수 리질리언스와 관련된 업체 수 추정의 경우와 마찬가지로 매출액에 대해서도 11.4조원이 전부 건축물 홍수 리질리언스와 관련된 것이라고 판단 할 수 없음
- 전체 금액 중 실제 건축물 홍수 리질리언스사업과 관련된 매출액을 구분하는 것은 불가하며, 대략적인 추정을 위해 업체 수의 추정에서 수행했던 방식을 적용함
- 매출액의 경우 업체수와는 다르게 방재시설 설계업에서 풍수해저감종합평가 서비스업에 대한 매출액이 명시되어 있으므로, 두 가지 기준이 도출될 수 있음

표 4-16. 방재시설 설계업의 재해평가업종별 매출액

대분류	중분류	소분류	매출액(백만원)	비율
방재기술 서비스업	방재시설 설계업	사전재해영향성평가 서비스업	360,883	47%
		소하천정비종합평가 서비스업	22,349	3%
		풍수해저감종합평가 서비스업	154,664	20%
		기타 재난평가 서비스업	232,842	30%
전 체			770,738	100%

표 4-17. 방재시설 공사업의 재난업종별 매출액

대분류	중분류	소분류	매출액(백만원)	비율
방재시설 건설업	방재시설 공사업	풍수해 관련 시공업	459,490	34%
		지진 · 산사태 관련 시공업	709,980	53%
		기타 재난 관련 시공업	170,389	13%
전 체			1,339,859	100%

- 방재시설 공사업 중 풍수해관련 시공업이 차지하는 비율은 34%이고, 방재시설 설계업에서 풍수해저감종합평가 서비스업이 차지하는 비율은 20%로 두 업종 간 차이가 나타남
- 두 업종을 기준으로 전체 매출액 중 실제 건축물 홍수 리질리언스와 관련된 산업의 매출액을 추정하면 다음과 같음

표 4-18. 실제 건축물 홍수 리질리언스관련 방재업종의 매출액 추정

업종(소분류)	전체 매출액	실제 관련 매출액(20%)	실제 매출액(34%)
금속제 방재기구 제조업	10,150	2,030	3,451
방재유리제품 제조업	396,118	79,224	134,680
수방장비 제조업	2,335,675	467,135	794,130
방재용 계측부품 제조업	124,518	24,904	42,336
전기관련 방재제품 제조업	158,280	31,656	53,815
피난유도기구 제조업	1,502	300	511
풍수해 관련 시공업	459,489	459,489	459,489
복구 · 지원을 위한 시공업	4,424,959	884,992	1,504,486
시설물 유지 · 보수를 위한 시공업	1,739,132	347,826	591,305
방재 용품 도매업	109,358	21,872	37,182
방재 장비 도매업	30,370	6,074	10,326
전문 방재시설 설계업	315,597	63,119	107,303
일반 방재시설 설계업	614,366	122,873	208,884
풍수해저감종합평가 서비스업	154,664	154,664	154,664
기타 재난평가 서비스업	232,842	46,568	79,166

업종(소분류)	전체 매출액	실제 관련 매출액(20%)	실제 매출액(34%)
방재 IT 기술	27,457	5,491	9,335
통신 및 U-City 방재도시 기술	15,300	3,060	5,202
방재 기술연구 개발업	203,214	40,643	69,093
기타 방재 소프트웨어 개발업	59,483	11,897	20,224
재해 보험 서비스	26,880	5,376	9,139
전 체	11,439,354	2,779,193	4,294,721

- 건축물 홍수 리질리언스와 관련 될 것으로 예상되는 업종의 매출액 중 실제 관련된 업종의 매출액의 추정을 위해 풍수해저감종합평가 서비스업의 비율(20%)를 적용하면 약 2.7조원의 매출액이 산출되며, 풍수해관련 시공업의 비율(34%)를 적용하면 4.2조원의 매출액이 산출됨
- 결론적으로 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」의 내용을 따르면 건축물 홍수 리질리언스와 관련된 시장은 약 2870여개 업체에 약 2~4조원 정도의 시장이 조성 될 수 있다고 볼 수 있음
 - 「2013년 방재산업 활동조사 및 분석」의 자료를 근거로 추정된 건축물 홍수 리질리언스 시장의 추정은 표본조사를 통해서 계산된 매출액을 기반으로 작성되었기 때문에 원시자료가 실제와 차이가 있을 수 있음
 - 또한 각 업종에 대해 건축물 홍수 리질리언스 관련 업종의 비율이 구분되지 않아 임의로 설정한 홍수 리질리언스 관련 업종의 비율도 실제와 차이가 있을 수 있음

다. 경제적 파급효과

- 관련 시장규모 파악을 바탕으로 시장확대와 매출, 고용자수를 시뮬레이션하여 파급효과를 분석함
- 2013년 기준 관련 업체의 수 2,869개, 매출규모 2.7조로 연구개발을 통해 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도가 구축되고, 관련 기술과 제품개발이 활성화되는 것을 통해 성장규모를 방재시장의 일반적인 성장예측치보다 높게 설정
- 국내 전체 방재시장은 연간 성장세를 5%(경제성장률의 1.5배)로 설정할 경우, 2025년의 경우 약 5000개 사업체, 매출 4.8조로 예측됨

3. 정부지원 필요성

가. 연구개발을 통한 기후변화 대응 기반 구축

- 국외에 비해 건축물 리질리언스와 관련 기술 기반이 미흡한 상황에서 정부의 연구개발사업 선 투자로 기반 구축이 필요
- 자연재해 피해액은 1970년대 대비 2000년대는 약 7.4배 증가하였으며, 인명피해는 1970년대 대비 2000년대는 약 78%(330명→ 72명) 감소하였으나, 대규모 피해발생시 여전히 많은 인명피해 발생

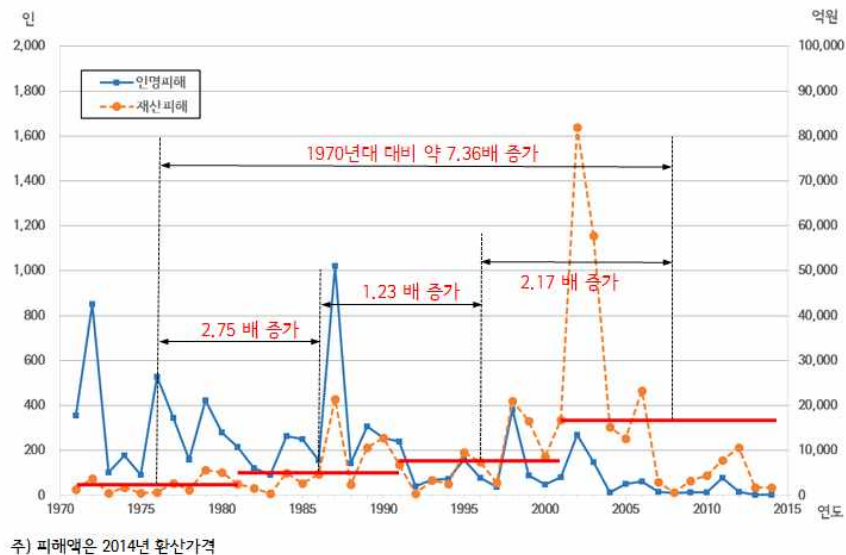


그림 4-10. 자연재해 피해 추세
자료: 소방방재청(2015), 2014 재해연보

- 1982년부터 2014년까지 침수면적과 수해피해액 변화추이를 검토한 결과, 재해 대비 또는 예방사업의 지속적인 추진으로 침수면적 또는 피해 건수는 감소하였으나, 수해 피해액은 토지의 고도이용, 설비의 고도화, 고급화로 인한 시설물 및 건축물의 가치 상승에 따라 지속적으로 증가함

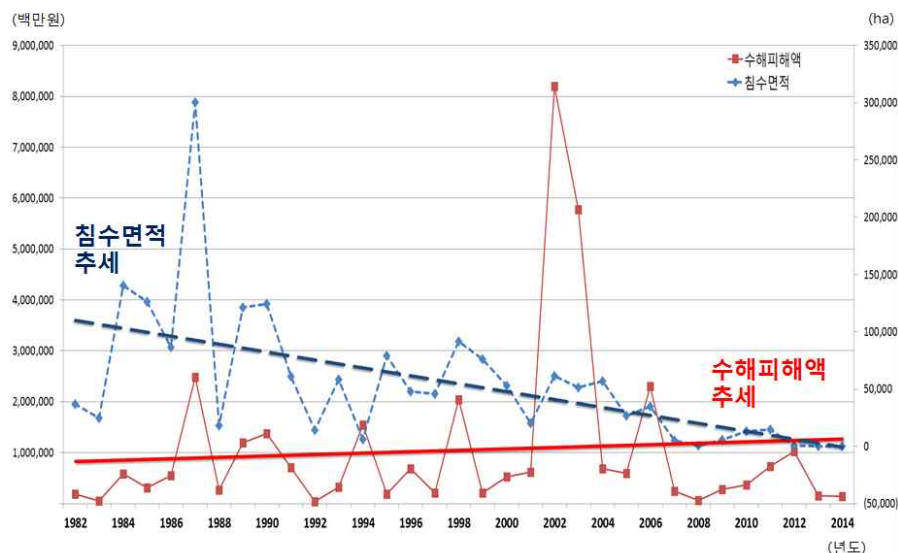


그림 4-11. 침수면적 및 수해피해액 변화 추이

- 2011년에 발간된 IPCC(Inter-governmental Climate Change)의 특별보고서에 따르면, 기후변화로 인해 호우나 가뭄, 국지적 홍수 등이 증가되고 이에 따른 피해도 상승할 것으로 전망되고 있음²⁾
- 앞으로 기후변화로 인해 전세계적으로 자연재해의 발생 빈도와 강도가 증가할 것으로 예상하고 있으며, 이러한 경향은 국내에서도 동일할 것으로 전망됨
- 자연재해로 인한 재산피해액을 과거 10년 단위로 살펴보면, 1960년에 1조 2,060억 원, 1970년에 2조 290억 원, 1980년에 5조 4,480억 원, 1990년에 8조 238억 원으로 지속적인 증가 추세를 보이다가 2000년에 들어서서는 20조 원을 넘어서면서 급격하게 증가함

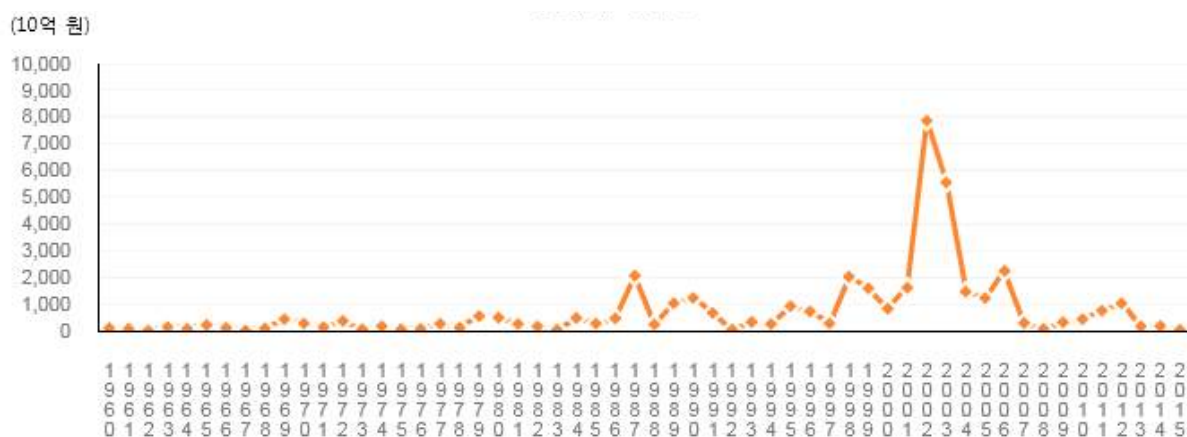


그림 4-12. 자연재해 피해액 추이
출처: 국민안전처(2016), 2015 재해연보

- 1960년~2015년 재해통계 데이터를 기초로 시계열모형을 사용해 2050년의 자연재해 피해액을 추정된 결과, 2050년엔 최소 약 1조 8,000억 원에서 최대 8조 5,000억 원이 될 것으로 예상됨
- 2025년 자연재해로 인한 예상피해액 15,840 ~ 47,710억 원의 10%인 1,584~4,710억 원을 매년 절감 가능

표 4-19. 최근 10년간 자연재난 피해 및 복구비 현황

구 분	재해발생 건수	인명 및 재산피해		복 구 비 (백만 원)
		사망·실종 (인)	재산피해 (백만 원)	
2006	16	63	1,942,984	3,650,889
2007	14	17	251,811	489,796
2008	12	11	63,703	147,621
2009	18	13	298,808	773,534
2010	22	14	426,782	715,405
2011	13	78	794,200	1,654,029
2012	22	16	1,089,210	2,053,176

2) 국가주요지표 자연재해 피해액 해설(http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=4100)

구 분	재해발생 건수	인명 및 재산피해		복 구 비 (백만 원)
		사망·실종 (인)	재산피해 (백만 원)	
2013	28	4	172,137	386,559
2014	23	2	180,019	507,065
2015	18	0	319	381
평 균	18.6	21.8	521,997	1,037,846

표 4-20. 자연재해에 의한 예상 피해액

연도	예상 피해액 금액(억원)
2020	15,330 ~ 37,100
2025	15,840 ~ 47,710
2030	16,360 ~ 56,660
2035	16,900 ~ 64,610
2040	17,460 ~ 71,880
2045	18,030 ~ 78,640
2050	18,630 ~ 85,000

1960~2015년 자연재해 피해액을 기초로 시계열 모형에 의한 추정 값임. R2 값은 0.567

나. 정부의 건축물 차원의 대응대책 마련 필요

- 정부의 건축물 차원 대응 대책을 통해 피해복구비를 절감하기 위한 노력이 필요
 - 매년 발생하는 풍수해로 인해 건축물 침수로 인한 재산피해가 증가하고 있으며, 침수피해시 소유자, 사용자의 1차적인 피해와 복구비용이 투입
 - 피해액 중 시민들의 일상생활과 직접적으로 관련이 높은 주택 침수 대응을 위한 정부차원의 투자가 필수적

표 4-21. 건축물 침수피해액

구 분	침수 건축물 유형	인명 및 재산피해	
		침수물량(동, 개소)	피해액(백만원)
2014년 경남지역	주택	3,326	2,765
	학교	23	2,034
	소규모 시설 등	803	32,504
	소계	4,152	37,303
2016년 울산	주택	1,21	1,073
	소규모 시설 등	39,259	6,552
	소계	39,380	7,625
2017년 충청지역	주택	1,535	2,523
	군시설, 소규모 시설 등	1,704	17,074
	소계	3,239	19,597

○ 재해 저감을 위해서는 건축물 차원의 대응이 효과적

- World Bank에서 2012년 출판한 Cities and Flooding 보고서에 따르면 건축과 도시단위의 대책이 구조적인 방어대책에 비해 장기간에 걸친 재해저감 축적 효과가 높은 것으로 보고되었음
- 즉, 개별 건축물 차원의 대책을 통한 리질리언스 성능 개선은 장기간에 걸쳐 재해위험 분산 선순환 효과가 있음

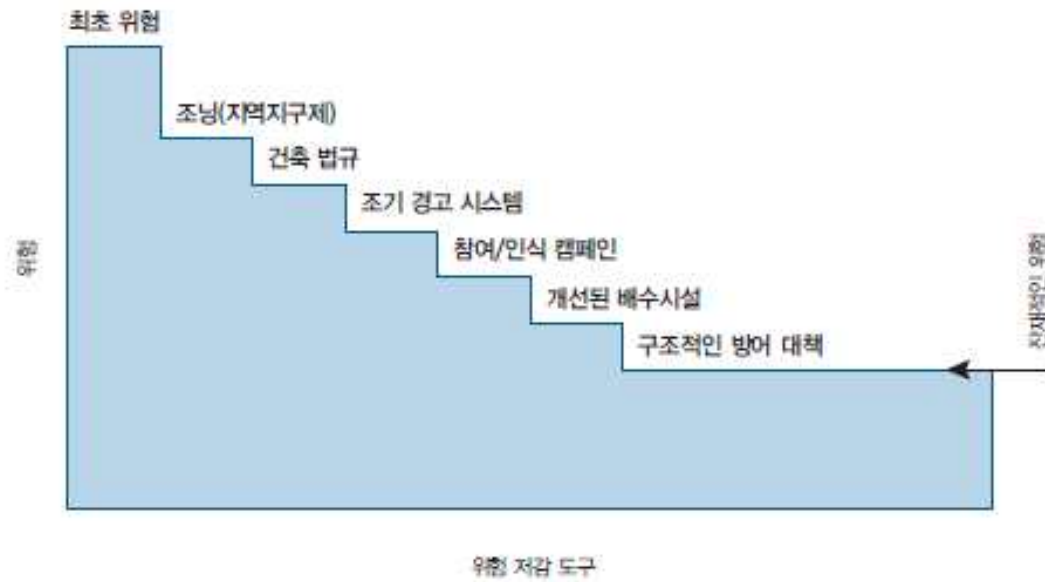


그림 4-13. 예방 투자를 통한 재해저감 축적 효과

출처: World Bank(2012), Cities and Flooding

○ 미국 연방재난관리청(FEMA)과 다중재해 예방위원회(Multihazard Mitigation Council)는 자연재해 예방을 위해 지역사회에 투입한 비용은 그 4배의 손실을 막는 효과가 있다고 추산(FEMA (2007), Multihazard Mitigation Council (2005))

- 건축물 단위에 적용된 홍수리질리언스 기술은 재난 상황 발생시 1차적으로 내부로 유입되는 물을 막아내어 침수피해를 예방할 수 있으며,
- 폭우 강도가 대응기술의 허용기준을 초과하여 건축물 내부가 침수되는 상황에도 침수이후 원활한 배수를 통해 물을 외부로 배출하고 복구가 용이한 환경을 조성
- 이로 인해 침수피해액과 침수 이후의 복구비용 또한 줄일 수 있음

제5장 소요예산 산정

제1절 연구일정에 따른 인력투입 계획

1. 전체 과제 인력 투입 계획

- 소요인력 규모는 세부과제별 연구내용을 근거로 과제 수행에 필요한 연구인력을 기술분야별, 과제내용별 등의 기준에 따라 추정하여 산정하고 소요인력을 취합·분석함
 - 연구기간은 세부과제별 기술로드맵을 기준으로 5년으로 설정함
 - 각 세부과제 기술개발 완료 목표시점까지의 총 소요인력 규모를 산정하고, 각 세부 과제별로 사업초기-중기-후반기의 단계별, 1년 단위의 연차별로 소요인력을 산정하여 안정적인 연구인력 계획을 수립함
 - 참여율은 최소 참여기준 20%, 평균 참여율 50%로 설정하였으며, 참여기간은 연단위로 12개월을 기준으로 5년간의 인력을 추정함
- 연구기간 5년은 3단계로 구분할 수 있음
 - 1단계: 1차년도로 연구기획, 실증준비 및 기획단계에 해당
 - 2단계: 실제 연구성과물을 도출하는 단계로 2차년도와 3차년도에 해당하며, 3차년도 종료시점에는 구체적인 연구성과가 도출되어야 함
 - 3단계: 4차년도에 해당하며 도출된 성과물을 고도화시키고 사업화를 추진함
 - 4단계: 5차년도로 성과확산 및 활용방안 마련임
 - 단계구분은 여건변화 및 연구추진상황을 반영하여 변경될 수 있음
- 세부과제 인력투입(안)을 보면 위 기준에 의거하여 투입인력을 추정한 결과 5년의 연구기간동안 총 1,200인(투입인원수×참여기간×참여율)의 인력이 투입
 - 예상되는 소요예산안을 기반으로 1차 년도는 총 216인으로 투입인력을 추정하였으며, 연구개발 활동이 집중되는 2~3차 년도에 투입되는 인력이 증가하고, 연구를 마무리하는 4~5차 년도에는 감소하도록 계획
 - 각 세세부과제(공동과제)별 연구책임자 1인과 연구진 3~5인이 참여하는 것으로 구성하여 인력을 배정함

표 5-1. 연차별 인력투입 계획 (단위: Man-Month)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1세부	108	126	132	132	114	612
2세부	108	126	126	120	108	588
합계	216	252	258	252	222	1,200

2. 세부과제별 상세 인력 투입 계획

가. 1세부과제: 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증

- 1세부과제는 법제도, 서비스 지원체계, 실증 연구가 수행됨
- 서비스 지원체계는 평가방법론 개발, 시스템 플랫폼 구축이 필요한 내용으로 연구인력 투입이 높은 것으로 계획을 수립
- 실증과제의 경우 실제 하고, 건축설계 기술의 경우 검토해야 할 분야가 다양하고 가이드라인 작업이 수반되기 때문에 연구 인력 투입이 가장 높은 것으로 계획을 수립함

표 5-2. 1세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 인)

과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	5	5	5	5	5	25
(1-2) 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발	5	5	5	5	5	25
(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	5	5	5	5	5	25
합계	15	15	15	15	15	75

표 5-3. 1세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 평균참여율/인)

과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2.25
(1-2) 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5
(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2.25
합계	1	1.5	1.5	1.5	1.5	7

표 5-4. 1세부 연차별 인력투입 계획 (단위: Man-Month)

과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
(1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	15	30	30	30	30	135
(1-2) 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발	30	30	30	30	30	150
(1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	15	30	30	30	30	135
합계	60	90	90	90	90	420

나. 2세부과제: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

- 2세부는 건축물 홍수 리질리언스 기술을 개발하고, 평가체계를 구축하는 내용임
- (2-1)과제는 인건부 중심의 투입이 필요하며, (2-2)는 기술개발을 위한 시작품비, 재료비 등이 투입됨
- (2-3) 과제는 성능평가를 수행하는데 필요한 인프라를 구축 활용하는 내용으로 실제 건축시공, 장비구축 등의 연구활동이 필요하여 타 세세부과제보다 많은 수의 연구진(10~11인)을 배정하였음

표 5-5. 2세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 인)

과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	5	5	5	5	5	25
(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	10	10	10	10	10	50
(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발	7	7	7	7	7	35
합계	22	22	22	22	22	110

표 5-6. 2세부 연차별 인력투입 계획 (단위: 평균참여율/인)

과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2.25
(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5
(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2.25
합계	1	1.5	1.5	1.5	1.5	7

표 5-7. 2세부 연차별 인력투입 계획 (단위: Man-Month)

과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
(2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	15	30	30	30	30	135
(2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	60	60	60	60	60	300
(2-3) 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발	21	42	42	42	42	189
합계	96	132	132	132	132	624

제2절 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

- 세부과제별 최소 연구단위인 세부구성 기술과제를 수행하는데 소요되는 필요비용을 산정함.
이를 토대로 세부과제와 총괄과제의 연구비를 산정하여 총 사업 예산 규모를 산출함
- 인건비 작성: 세부기술의 연구활동별/연차별 투입인원수, 참여기간, 참여율 등 인건비를 산정하며, 투입인원수는 책임연구원급(교수급) 기준으로 산정하고 인건비 단가는 '2018년 학술연구용역인건비 기준단가'의 책임연구원 기준으로 월 6,339천원으로 산정
- 연구시설/장비비: 해당연구에 사용할 수 있는 기기·장비로 본 과제에서는 기술을 개발하기 위한 장비의 견적서를 바탕으로 작성
- 시작품 제작비: 시작품, 시작품의 제작경비로 연구 성과물을 산출하기 위해 소요되는 비용
- 연구재료비: 시약·재료 구입비 및 전산 처리·관리비
- 기타경비 및 간접비는 인건비와 연구장비재료비 합계 20%로 계상
- 과제별 예산은 정부출연금만으로 소요되는 것으로 가정하고 연구성과 달성을 위해 필요한 소요 예산을 작성함
- 연구개발비 총액으로 민간부담이 증가할 경우 정부출연금이 줄어드는 구조가 아닌 민간의 제안내용이 추가로 반영되어야 함
- 인건비와 직접비는 각 세부구성기술과제 단위별 연구내용, 연구 성과물을 기초로 예산을 산출하고, 과제별 최종성과물 도출을 고려하여 예산을 배분함
- 기술개발로드맵을 반영하여 연구비 투입 규모를 결정

2. 전체사업 소요예산

- 전체사업 소요예산은 18,023백만원으로 산정됨
- 1세부과제는 6,769백만원, 2세부과제는 11,253백만원임

표 5-8. 전체 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		494	704	704	704	704	3,309
연구장비 재료비	연구시설/장비비	300	1,050	1,300	1,150	450	4,250
	시작품제작비	100	1,130	1,250	1,150	680	4,310
	연구재료비	-	850	900	900	500	3,150
기타경비 및 간접비		179	747	831	781	467	3,004
합계		1,073	4,480	4,984	4,684	2,800	18,023

3. 세부과제별 소요예산

가. 1세부과제: 폭우 대응 건축물 리질리언스 향상 기술 기반 구축

- 인건비는 인력투입계획에 평균 인건비 책임연구원의 50% 참여율에 해당하는 금액을 반영하여 산정
- 연구시설 장비비와 시작품제작비는 초기 지도화제작, 서비스 지원체계 구축, 실증사업 추진시 리빙랩 구축 비용 등에 필요한 사항을 반영
- 연구과정에서 실험실증을 위한 재료비 구입 수요가 있기 때문에 이를 반영하여 연구재료비 계상
- 실증과정에 투입되는 설비, 장비, 시작품 제작비용 반영

표 5-9. 1세부 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		190	285	285	285	285	1,331
연구장비 재료비	연구시설/장비비	50	150	200	150	150	700
	시작품제작비	-	530	550	550	280	1,910
	연구재료비	-	500	500	500	200	1,700
기타경비 및 간접비		48	293	307	297	183	1,128
합계		288	1,758	1,842	1,782	1,098	6,769

1) (1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발

- (1-1)과제는 법제도 기반을 구축하는 내용으로 주로 인건비 투입 비율이 높음
- 가이드라인 제작 등 시작품제작(용역) 비용을 1.6천만원 계상

표 5-10. (1-1) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		48	95	95	95	95	428
연구장비 재료비	연구시설/장비비	0	0	0	0	0	-
	시작품제작비		30	50	50	30	160
	연구재료비						-
기타경비 및 간접비		9.51	25.02	29.02	29.02	25.02	118
합계		57	150	174	174	150	705

2) (1-2) 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발

- (1-2)과제는 시스템 구축이 주 내용으로 시스템 설계 외에 구축비용의 계상이 필요
- GIS 엔진 구입, 분석 기법 개발을 위한 장비비(SW) 3억, 시작품 제작으로 7억 계상

표 5-11. (1-2) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		95	95	95	95	95	475
연구장비 재료비	연구시설/장비비	50	50	100	50	50	300
	시작품제작비		200	200	200	100	700
	연구재료비						-
기타경비 및 간접비		29.02	69.02	79.02	69.02	49.02	295
합계		174	414	474	414	294	1,770

3) (1-3) 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증

- (1-3)과제는 실증 사업 시행이 주 목적으로 실증사업 비용을 계상하였음
- 실증대상지 규모 200세대 기준 1세대당 1,000만원 투입 기준으로 리빙랩 구축 비용 계상
- 실증사업 추진을 위한 기본적인 연구시설/장비비 4억 계상

표 5-12. (1-3) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		48	95	95	95	95	428
연구장비 재료비	연구시설/장비비		100	100	100	100	400
	시작품제작비		300	300	300	150	1,050
	연구재료비		500	500	500	200	1,700
기타경비 및 간접비		9.51	199.02	199.02	199.02	109.02	716
합계		57	1,194	1,194	1,194	654	4,293

- 연구시설/장비비는 리빙랩의 실증인프라 구축을 위해 필요한 기술최적화 설비, 차수판 등 실증 설비, 시공장비, 수압체크센서 등의 소형 실험 장비, 실증 분석자료의 전송과 취합을 위한 통신서버로 구성되며 총 4억임
- 그리고 각 세대별 차수와 배관관련 차수성능 실증시공, 복구성 향상을 위한 실증시공 부분을 시작품비용으로 총 10억5천만원 계상
- 각 세대별 투입되는 시작품 비용으로 17억 계상되었으며, 세부 내용은 다음과 같음

나. 2세부과제: 폭우 대응 건축물 리질리언스 성능평가 및 인증체계 구축

- 2세부의 경우 인프라와 장비구축 명목으로 80억 배정, 관련 성과물 도출과 관련하여 15억 계상
- 인프라 시설은 부지, 건축비, 장비구축비로 구성되며, 기후환경실증센터 사례의 50% 규모로 가정하여 예산을 배정함
- 성능평가 및 인증과 관련하여 필요한 재료비 충당을 위한 금액 6억 계상

표 5-13. 2세부 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		342	399	399	380	342	1,862
연구장비 재료비	연구시설/장비비	1,000	1,500	2,000	2,000	2,000	8,500
	시작품제작비	200	200	200	200	200	1,000
	연구재료비	100	100	150	150	100	600
기타경비 및 간접비		328	440	550	546	528	2,392
합계		1,970	2,639	3,299	3,276	3,170	14,354

1) (2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발

- (2-1)과제는 건축물 설계기술 개발, 보강기법 개발이 주 목적으로 인건비 및 실험비용 중심으로 연구비 계상
- 리질리언트 빌딩 적용 기술 DB구축 관련된 시작품제작비와 설계기술 실험수행을 위한 연구장비비 계상

표 5-14. (2-1) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		48	95	95	95	95	428
연구장비 재료비	연구시설/장비비	100	200	200	200	100	800
	시작품제작비	100	200	200	200	100	800
	연구재료비						-
기타경비 및 간접비		49.51	99.02	99.02	99.02	59.02	406
합계		297	594	594	594	354	2,433

2) (2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발

- (2-2)과제는 본격적인 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술을 개발하는 과제로, 차수, 배관, 설비, 구조, 재료 등의 다양한 기술을 실험하고 시작품을 제작하게 됨
- 따라서 연구시설/장비비 11.5억, 시작품제작비 10억, 연구재료비 7.5억 계상

표 5-15. (2-2) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		190	190	190	190	190	951
연구장비 재료비	연구시설/장비비	50	300	400	300	100	1,150
	시작품제작비		200	300	300	200	1,000
	연구재료비		150	200	200	200	750
기타경비 및 간접비		48.03	168.03	218.03	198.03	138.03	770
합계		288	1,008	1,308	1,188	828	4,621

3) (2-3) 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발

- (2-3)과제는 건축물 홍수 리질리언스 기술의 성능평가 기술을 개발하는 과제로 평가방법론 개발을 위한 연구재료비, 시작품 제작비, 성능평가 설비를 구축을 위한 연구시설/장비비에 연구비를 투입함
- 연구시설/장비비로 16억을 계상하였으며, 관련 성능평가 인프라 구축을 위한 비용은 기존 시설을 최대한 활용하는 방안으로 하여 6억 계상하였음
- 성능평가와 관련된 연구재료비(연구용 물탱크 등 소요) 소요로 7억 계상

표 5-16. (2-3) 비목별 소요예산 (단위: 백만원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		67	133	133	133	133	599
연구장비 재료비	연구시설/장비비	100	400	500	500	100	1,600
	시작품제작비		200	200	100	100	600
	연구재료비		200	200	200	100	700
기타경비 및 간접비		33.31	186.62	206.62	186.62	86.62	700
합계		200	1,120	1,240	1,120	520	4,199

제3절 예산적정성 검토

1. 연구기간의 적정성

- 5년으로 설정된 연구기간은 본 연구가 실증사업이 포함된 점, 관련시장 형성이 미약한 점, 기후변화와 관련된 재난재해 연구라는 특수성에 따른 장기실증과 검증이 필요한 점이 작용하였음
- 일반적으로 연구단규모의 연구기간은 5년으로 설정하여 연구기획 및 설계단계(1년), 연구시행 및 실증 등 성과도출 시작(2년), 성과물 완성 및 고도화(1년), 성과확산 및 활용방안 연구(1년)으로 구분됨

2. 인력투입의 적정성

- 각 세부과제의 세세부과제(공동연구)는 성능평가 인프라를 구축하는 과제(최대 10인)를 제외하고 최소 평균 5~7인으로 구성되었음
- 또한 참여율을 50%를 최대로 가정하였기에 실제 투입되는 전담수준의 인력은 2~3인으로 산정할 수 있음
- 전체 인력은 1세부보다 2세부가 높게 설계되었는데, 그 이유는 2세부의 경우 기술개발, 성능평가 내용이 포함되었음

3. 예산구성의 적정성

- 인건비는 투입된 인력에 근거하여 산정된 것(참여율 50%, 연구책임자, 참여연구진 2~5인 규모)로 적정한 수준이며,
- 각 세부별 시설/장비비, 시작품, 재료비 등이 근거에 맞게 구축되었음(세부과제 내 예산계상 기준 참고)
- 실증 사업에 20억을 투입한 것은 200세대 기준 세대당 1000만원 투입을 계상한 것으로 세대당 1000만원에는 차수시설, 배수관 설치 공사 등을 모두 포함한 금액으로 적정함
- 성능평가의 경우에도 인프라 구축을 위한 예산투입보다는 기존 연구시설의 활용을 우선적으로 고려하도록 하고, 신규 구축예산을 최소화하였음

제4절 예산대비 양적 성과 제시

1. 1세부 성과

- 1세부는 법제도 기준, 서비스 지원을 위한 시스템 구축, 실증사업 수행 및 사업화 모델 개발 관련 내용으로 법제도개선, SW등록, 현장적용 중심의 양적 성과 도출이 가능
- 총 논문 4건, SCI논문 2건, 정책제안 1건, 정책반영 1건, 가이드라인 1건, SW 2건, 특허 3건, 현장적용 2건, 기술실시 1건의 양적성과를 도출하였음

표 5-17. 1세부 연구목표별 연차별 양적 성과

연구목표		연차	연차별 Task	양적성과
[1세부] 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증	폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발	1차년	건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 적용한 기존 법제도 분석	논문 2건
		2차년	건축물 홍수 리질리언스 제도 개선안	정책제안 2건
		3차년	재해취약성 분석 건축물 단위 대응 가이드라인	가이드라인 1건
		4차년	기술 확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델 개발	논문 2건
		5차년	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용을 위한 법제도 개정안	정책반영 1건
	건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발	1차년	건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술 개발	SCI논문 1건
		2차년	건축물 폭우 대응 성능평가 방법론 개발	SCI논문 1건
		3차년	건축물 홍수 리질리언스 성능 DB구축 및 지도화 기술 개발	SW 1건
		4차년	건축물 홍수 리질리언스 종합 플랫폼 개발	SW 1건
		5차년	건축물 홍수 리질리언스 성능 정보 기반 활용 모델 개발	특허 2건
	건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증	1차년	기술 적용 실증 운영 기획	논문 2건
		2차년	실증 적용 건축물 리질리언스 기술 최적화	특허 1건
		3차년	실증 기술 적용 실증 및 모니터링1	현장적용 1건
		4차년	실증 기술 적용 실증 및 모니터링2	현장적용 1건
		5차년	한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발	기술실시 1건

표 5-18. 1세부 연차별 양적 성과

연구목표	연차	연구비 (백만원)	양적성과
[1세부] 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증	1차년	288	논문 4건, SCI논문 1건
	2차년	1,758	정책제안 2건, SCI논문 1건, 특허 1건
	3차년	1,842	가이드라인 1건, SW 1건, 현장적용 1건
	4차년	1,782	논문 2건, SW 1건, 현장적용 1건
	5차년	1,098	정책반영 1건, 특허 2건, 기술실시 1건

2. 2세부 성과

- 2세부는 설계기술 개발, 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발, 성능평가 기술 개발에 대한 내용으로 가이드라인, 특허, 논문 중심의 양적성과가 달성 가능함
- 총 논문 5건, SCI논문 2건, 가이드라인 1건, 매뉴얼 1건, SW 1건, 특허 6건, 현장적용 2건, 기술실시 1건, 기술료 5천만원 이상 1건의 양적성과를 도출하였음

표 5-19. 2세부 연구목표별 연차별 양적 성과

연구목표		연차	연차별 Task	양적성과
[2세부] 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발	1차년	리질리언트 빌딩 설계 요소 분석	논문 1건
		2차년	기존 건축물 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발	특허 1건
		3차년	신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계 기법 개발	특허 1건
		4차년	리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축	SW 1건
		5차년	신규 건축물 계획, 시공, 운영 가이드라인 개발	가이드라인 1건
	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	1차년	건축물 홍수 리질리언스 기술 요소 분석	논문 2건
		2차년	건축물의 차수성능 향상 기술 개발	특허 1건
		3차년	건축물의 복구성능 향상 기술 개발	특허 1건
		4차년	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화	특허 2건
		5차년	건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 적용 매뉴얼	매뉴얼 1건, 기술실시 1건
	건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발	1차년	건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기준 개발	논문 2건
		2차년	성능평가 방법론 연구	SCI논문 1건
		3차년	기술 표준화 및 인증평가 모델 개발	SCI논문 1건
		4차년	성능평가 인프라 구축	현장적용 1건
		5차년	성능평가 인프라 운용 및 활용 모델 개발	현장적용 1건 기술료 5천만원 이상 1건

표 5-20. 2세부 연차별 양적 성과

연구목표	연차	연구비 (백만원)	양적성과
[2세부] 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발	1차년	785	논문 5건
	2차년	2,722	특허 2건, SCI논문 1건
	3차년	3,142	특허 2건, SCI논문 1건
	4차년	2,902	SW 1건, 특허 2건, 현장적용 1건
	5차년	1,702	가이드라인 1건, 매뉴얼 1건, 현장적용 1건, 기술실시 1, 기술료 5천만원 이상 1건

제6장 과제공모 방안

제1절 과제제안 요구서(RFP)

연구과제명	폭우재해시 건축물 침수대응능력 및 복구성 향상 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 폭우재해로부터 안전한 도시공간을 조성하기 위해서 폭우시 건축물의 침수대응 능력 및 복구성을 향상 시킬 수 있는 기술 개발 - 방재성능목표를 기준으로 지역별 성능기준 이상 폭우시를 대비한 건축물 홍수 리질리언스* 향상 기술 개발 - 건축물 침수대응 및 복구분야 시장 활성화를 위한 법제도 및 지원체계 개발 - 건축물 침수 차단, 신속복구, 설비보강 및 개보수 기술, 홍수 리질리언트 빌딩 설계/시공 가이드라인, 건축물 홍수 대응 및 복구기술 인증평가체계 및 인프라 구축 * 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 : 폭우재해시 건축물이 침수되지 않도록 대응하는 기술과 침수되더라도 복구성이 용이하도록 하는 기술 ○ 대상 건축물은 침수에 대비해야하는 주거(단독주택, 다세대/다가구 주택), 상업/업무용도의 건축물로 한정(도로, 지하철 역사 등의 시설은 제외)
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 기후변화에 따른 폭우 재난 발생빈도가 증가하고 있으며, 도시화에 따라 피해규모도 대형화되고 있어 대책 수립 필요 - 최근 10년간(2007~2016) 풍수해에 의한 피해액은 3조 6천억원, 침수면적 4만ha, 사망 실종 162명, 이재민 19만 4천명 발생하였으며, 피해규모가 증가하고 있는 추세 ※ 출처 : 국민안전처 2017 재해연보 ○ 선진국에서는 재해발생시 신속하게 복원시키는 리질리언스 개념의 정책 및 기술 개발을 활발하게 추진중 - 영국에서는 재해발생 가능성을 전제로 피해를 최소화 또는 재해 후 일상으로 신속하게 돌아가는 리질리언스 개념의 제도개선 및 사업 추진 ※ 홍수 리질리언스 실행계획 수립(영국 환경농식품부, 2016) ○ 도시재생뉴딜사업 추진에 따라 구도심의 노후 주거지에 대한 생활환경 개선 및 재난·재해로부터 안전한 환경 조성 필요 - 폭우 재해시 배수시설 등 인프라가 미흡하고, 노후 건축물이 밀집한 구도심의 피해가 상대적으로 큼 ○ 건축물 단위에서 폭우에 대비한 리질리언스 설계기준, 시공 및 운영 가이드라인 등 제도적 기반 미흡

- 폭우 재해 취약지역에 대한 건축물 리질리언스 설계기준이 미흡하고, 재해발생시 대처 방안이 매뉴얼화되지 못해 피해가 가중됨

□ 기술동향

○ 국내 기술 및 정책동향

- 기후변화로 인한 집중호수, 내수침수로 차수시설에 대한 수요가 증가하고 있으며, 공공 주도로 관련 설비를 지원(서울시, 각 지자체 등)
- 차수판, 차수막 등 민간업체에서 설비를 제작하여 판매 중이나 성능기준과 적용가이드 라인 부재
- 재난재해에 대응하기 위해 방재지구를 신설하고 관련 가이드라인을 배포('14), 도시관 리계획 수립시 재해취약성분석 시행 의무화
- '국토의 계획 및 이용에 관한 법률'에 복원력(resilience)개념을 도입(시행령 개정)

○ 국내 인프라 구축 동향

- 기상환경재현 중심의 인프라가 구축되어 있으며 건축물의 침수와 관련된 인프라는 소규모로 구축되어 운영 중
- 건축물 침수 대응 차수판 제품에 대한 성능을 검증하기 위한 표준이 마련되어있으며, 관련 시설도 구축되어 있으나, 소규모로 차수성능중심으로 구성되어 있어 연간 운영횟수가 4회 이하로 효율이 낮음

○ 국외 기술 및 정책동향

- (미국) 연방재난관리국(FEMA), 우드로윌슨센터 등에서 기후변화 리질리언스 Toolkit을 개발하여 정책수립에 활용
- (호주) 자연재해관련 리질리언스 프로그램을 신설하여 기후변화 리질리언스에 적극 대응
- (일본) 건축기준법상 건축물 재해관련 부문 반영(재해위험구역의 지정 및 세분, 건축규제)
- (유럽) 영국, 네덜란드 등 홍수가 빈번히 발생하는 유럽 저지대 국가에서는 홍수예방, 대응, 복구, 복원 관련 기술과 제품시장 활성화
- (영국) 산업전반에 리질리언스 개념을 도입하여 기존 법제도, 기준 등을 전면 개편하는 실행계획 발표('16.09), 홍수리질리언스 제품에 대한 인증 추진, 보험산업과 연계하여 PFR-d(홍수리질리언스 관련 DB)를 구축하여 사업화에 활용
- (영국) SMARTeST 기술을 기반으로 'Road to Market'을 주제로 리질리언스 기술을 목록화하고 침수취약지역 대상 컨설팅 활용하고 'Property Flood Resilience'로 불리는 기존 건축물 리질리언스 향상 기술 개발 및 상용화

○ 국내외 기술수준 및 연구 인프라 비교

- 일부 요소기술은 개발되어 적용되고 있으나 기술성능에 대한 인증과 표준이 부재
- 홍수예방 외에 대응, 복원, 복구 기술 미흡

구분	국외	국내	비고
요소기술개발	개발 완료	일부 개발	개선 필요
제품개발/상용화	상용화 및 인증	일부 상용화 (차수설비 중심)	창호, 배관, 재료 등으로 확대적용 필요

	정책/인증/표준 화	인증체계 개발	부분적 표준화	인증 및 표준 부재
3. 연구개발내용				
□ 세부과제별 연구내용	□ 세부연구내용 1: 폭우대응 건축물 리질리언스 서비스 지원체계 개발 및 실증			
	○ (1-1) 폭우 대응 건축물 홍수 리질리언스 관련 법제도 기준 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 개념을 적용한 기존 법제도, 기준 개정안 연구 - 재해취약성 분석의 건축물 단위 대응 가이드라인 개발 - 기술 확산 및 보급을 위한 기술 인증 등 사업화 모델 개발 ○ (1-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 서비스 지원체계 개발 연구 - 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술 개발 - 건축물의 폭우대응 성능평가 방법론 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 구축 및 지도화 기술 개발 (건축물의 위치, 외벽 면 등 형태, 구조, 지하층 유무, 용도 등이 결합된 데이터베이스와 건축물 위치에 근거한 지리정보체계가 통합적으로 정의된 범용 GIS모델, 폭우피해 상황과 지역의 공간특성에 따라 차별화된 취약성 진단을 위한 건축물 대장정보와 지리정보 연계 체계 개발) - 홍수 리질리언스 정보를 바탕으로 한 서비스 지원체계 개발 ○ (1-3) 홍수 리질리언스 기술 적용 및 실증 - 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증 운영 - 폭우재해취약지역 내 건축물 리질리언스 기술 보급 및 실증 - 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 개발			
	□ 세부연구내용 2: 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발			
	○ (2-1) 폭우 대응 건축물 설계 및 보강기술 개발 - 기존 건축물의 폭우 대응 성능 향상을 위한 보강기법 개발 - 신축 건축물의 폭우 대응 성능향상 설계 기법 개발 - 리질리언트 빌딩(Resilient Building) 설계시 적용 가능한 기술 목록 DB 구축 - 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 개발 ○ (2-2) 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 개발 - 건축물의 차수성능 향상 기술 개발 - 건축물의 복구성능 향상 기술 개발 - 건축물의 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 개발			

	○ (2-3) 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가 기술 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 연구 - 기술 표준화 및 인증 평가 모델 개발 - 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안 연구
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 모든 세부 연구과제가 사업 진행의 효율성과 완성도를 극대화할 수 있도록 연구 영역을 명확히 구분하고, 중복되지 않도록 관계를 설정하여 추진하되 구분된 연구 영역간의 연계를 통해 최상의 연구결과를 얻을 수 있도록 추진 ○ 핵심기술의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시 - 핵심기술 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심 성과로드맵(TRL 반영)을 제시할 것 - 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과 평가방법을 명시할 것 - 세부 및 연구단 총괄 연구 목표를 정량적으로 제시 * 예: 기존 대비 00% 비용절감, 00% 수준 성능 향상, 00까지 00% 보급 등 ○ 연구내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과 로드맵 및 연차별 성과 평가 지표(안) 제시 * 단계별/연차별 성과 평가 지표(안)안은 향후 단계/중간 평가 시 참고 예정 ○ 기존에 수행되었거나 국외 및 국내에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구계획에 포함시켜 추진 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시 ○ 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 구체적으로 제시 - 연구 성과물을 수요자 중심으로 구분하여 관리할 수 있도록 명시 (정책/민간기업/대국민/학술적 등으로 구분) - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적인 방안을 제시해야 함 - 연구 성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시 - 제시한 성과지표에 도시건축연구사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 가능 * 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 ○ 인프라 구축을 위한 벤치마킹 사례 제시 - 국내 사례가 부족한 건축물 홍수 대응 및 복구성 향상 기술에 대한 성능평가 및 인증을 위한 인프라 구축을 위한 국내외 벤치마킹 사례 및 협력 방안 제시 ○ 인프라 구축 이후 활용, 유지관리방안 제시 - 건축물 홍수 대응 및 복구성 향상 기술에 대한 성능평가 및 인증을 위한 인

	프라 구축 후 연구시설과 장비의 지속활용 및 유지관리 방안을 구체적으로 제시
□ 추진체계	○ 본 과제는 산·학·연 공동연구를 기본원칙으로 하며, 관련 연구진 및 기관으로 연구단 컨소시엄 구성 필요 - 실용화 중심의 연구개발사업으로 민간기관의 실무자들이 적극 참여할 수 있도록 연계성 및 협업체계 확보 필요 - 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술에 대한 이론적 기반을 구축하고 기술 개발, 실험, 실증사업을 추진하기 위해서는 대학과 전문연구기관의 협력이 필수적임 ○ 과제 내 컨소시엄 구성 시 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일 기관이 연구를 수행하여야 하며, 컨소시엄 구성 시 과제수행 역할을 고려하여 구성 * 연구기관 구성 시 합리적으로 구성하고, 연구내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음 ○ 본 과제는 기획이 완료된 과제이므로 현황조사, 사례조사, 문헌조사, 국내외 기술동향조사 등 조사 연구는 2개월 이내로 제한 - 과제특성상 추가 현황조사 등이 필요한 경우에는 신청기관에서 조사내용, 조사기간, 소요예산에 대한 타당한 사유를 연구개발계획서상에 명확히 제시하기 바람
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 건축물 홍수 리질리언스 성능 향상 관련 법제도 개선(안) ○ 재해취약성 분석 건축물단위 대응 가이드라인 ○ 기술확산 보급 사업화 모델 ○ 건축물 홍수 리질리언스 현황 분석 기술 ○ 건축물 리질리언스 성능평가 방법론 ○ 건축물 홍수 리질리언스 성능 DB 및 지도화 기술 ○ 건축물 홍수 리질리언스 기술 적용 실증 운영 ○ 건축물 홍수 리질리언스 설계시 적용 가능한 기술제품 목록 ○ 한국형 건축물 홍수 리질리언스 향상 모델 ○ 기존 건축물 폭우대응 성능향상 보강 기법 ○ 신축 건축물 폭우대응 설계 기법 ○ 리질리언트 빌딩 설계시 적용 가능한 기술목록 DB ○ 신규 건축물 계획, 설계, 시공, 운영 가이드라인 ○ 건축물 차수성능 향상 기술 ○ 건축물 복구성능 향상 기술 ○ 건축물 홍수 리질리언스 향상 기술 패키지화 및 적용 매뉴얼 ○ 건축물 홍수 리질리언스 향상을 위한 차수, 배관, 구조, 재료 등의 성능평가 방법론 ○ 기술 표준화 및 인증 평가 모델

	○ 건축물 홍수 리질리언스 성능 평가를 위한 인프라 구축 및 활용방안
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 정책입안자 (정부 및 지자체) - 도시기본계획 및 건축계획시 기초조사 수립을 위한 지원 - 리질리언스 개념을 반영한 법제도 마련 - 폭우재해취약성 심의·검토를 위한 도구 활용 - 건축물 특성을 고려한 폭우 재해취약성분석 도구 활용 - 녹색건축인증 등 성능평가 인증체계 활용 ○ 건설관련 민간기업 및 건축 설계자 금융·보험회사 데이터 관련 기업 - 도시 건축계획시 리질리언트 빌딩 등 관련하여 의사결정 지원 - 도시개발 공간적 특성에 따른 재해위험도 분석 지원 - 리질리언트 기술 및 제품 개발 - 관련 보험 데이터 등을 활용한 파생상품 개발 ○ 대학 및 연구기관 - 리질리언스 연구분석 지원 - 재해취약지역의 리질리언스 향상 기술 개발 - 재해취약지역의 리질리언스 관련 강의도구 활용 ○ 지역 주민, 건물주, 거주자 등 - 사회복구지원시스템 지원 - 건축물 단위 대응/복구 가이드라인 지원 - 커뮤니티 등을 활용한 지원체계 구축 활성화
□ 기대효과	○ 재난발생 시 피해 예방 및 대응 - 건축물 침수 대응기술 확대로 건물 침수로 인한 재산피해를 줄이고 사전 대응 체계 구축 - 주민들의 안전성 향상 및 재난시 정부의 복구비용 감소 ○ 경제적 효과 - 건축물 단위 홍수 대응 및 복구성능 향상을 위한 설비 시장 확대 - 건축물 단위에서 침수대응 및 복구관련 국내 법률을 제정하여 기술 확산 및 시장창출을 위한 기반으로 활용 - 보험 DB 구축 및 연계 및 해외 홍수취약국가에 건축물 홍수 대응 및 복구성 향상 기술 수출 ○ 기술적 효과 - 성능평가 및 인증체계 개발, 실험 인프라 확보를 통해 표준화에 기반한 건축물 홍수 대응 및 복구성능 개선 기술 보급 확산 - 표준 및 기준이 미흡한 기존 건축물 홍수 대응 및 복구성능 관련 기술들의 개선 효과, 성능 인증 기준 마련을 통한 안전 관련 기술의 신뢰도 개선

	○ 정책적 효과 - 기후변화 관련 대책으로 국외에서 활발히 진행되고 있는 홍수분야 리질리언스 개념을 국내 정책 전분야로 확대시키는 계기 마련 - 홍수 및 침수피해 취약지역에 위치한 건축물에 적용가능한 설계지침으로 활용가능, 건축물 침수방지 및 도시 및 지역재생을 위한 지자체 건축컨설팅 시행
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2020.1 ~ 2024.12(5년) - 1차년도 연구개발기간 : 2020.1~2020.12 - 2차년도~4차년도 연구개발기간 : 매년 1월~12월 ○ 총 정부출연금 : 18,023 백만원 - 1차년도 정부출연금 : 10.73억원 이내 - 2차년도 정부출연금 : 44.80억원 이내 - 3차년도 정부출연금 : 49.84억원 이내 - 4차년도 정부출연금 : 46.84억원 이내 - 5차년도 정부출연금 : 28.00억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	
	○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

	○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시 ※ (예) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시 ○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능 ○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함 ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
--	--

제2절 연구단계별 평가기준(안)

1. 평가항목

- 본 과제에 선정평가를 위한 항목은 크게 ①연구개발 계획의 적정성, ②추진 전략의 우수성, ③연구성과의 실증, ④연구단의 평가로 구분
- 세부 평가 항목은 연구개발의 목표, 연구개발의 내용, 연구수행체계의 적정성 및 전문성 활용계획의 적절성 개발기술의 실용성 및 실증방안 연구단 및 연구책임자의 전문성 연구과제 관리 및 운영 능력으로 구성
- 총점은, 100점임. 단, 총점의 60% 미만인 제안기관은 탈락 처리함

표 6-1. 평가항목 및 배점

구분	평가 항목	세부 평가 항목	배점
연구개발 계획 적정성 (30)	연구개발 목표 (10점)	최종목표 및 연차별 달성목표의 명확성·구체성	5
		성과지표 설정의 명확성 및 적정성 - 연차별 성과목표의 적절성 - 연차별 예상성과의 구체성 및 타당성	5
	연구개발내용 (20점)	RFP와의 적합성	5
		과제목표달성을 위한 세부과제 구성 및 내용의 구체성	5
		연구개발내용의 완성도 및 실현가능성	5
		연차별 연구내용의 차별성 및 창의성	5
	추진전략 우수성 (35)	연구수행체계 적정성 및 전문성 (20점)	연구수행체계 적정성 및 연구진 전문성
연구추진 전략의 구체성 및 타당성			5
연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성			5
연구기간 및 연구개발비 집행계획의 적절성			5
활용 계획의 적정성 (15점)		연구성과 활용계획 - 연구성과 활용방안의 적절성 및 구체성 - 연구성과의 사회 경제적 파급효과	10
		개발기술의 실용성 및 사업성	5
연구성과 실증 (25)	개발기술의 실용성 및 실증방안 (25점)	연구내용 및 연구성과의 실현 가능성	20
		연구성과의 적용 및 활용계획	5
연구단 평가 (10)	연구책임자의 전문성 및 관리능력 (10점)	연구전문성 및 해당분야 실적	5
		연구과제 관리 및 운영 능력	5
소 계			100

- 평가항목과 함께 과제제안요구서(RFP)에 대한 부합성, 중복성, 보안등급 분류의 적정성 평가를 통해 과제 수행 제안기관에 대한 평가를 수행

표 6-2. 부합성, 중복성, 보안등급 분류 적정성 평가

부합성 평가	평가위원 과반수이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락 조치
보안등급 분류 적정성 평가	보안등급 분류의 적정성을 검토하고, 그 결과를 반영하여 보안등급 결정 (*관련 공동규정 제24조 제5항 제2호, 제23조 제2항 제4호)

※ 기준항목 세부평가항목 포함 및 배점 기준이 달라질 수 있음

○ 평가점수의 산정 방법은 아래와 같이 진행할 수 있음

- 평가위원회별 평가위원의 평가점수 중 최고점수와 최저점수를 부여한 각 평가위원 1인의 점수를 제외한 나머지 평가점수의 합을 산술평균하여 평가점수를 산정하는 것을 원칙으로 함
- 가점 및 감점은 평가위원회 평가점수에 부여하여, 종합평가점수로 산정함. 단, 평가위원회 평가점수가 60점 미만인 경우, 가점 및 감점 부여 없이 ‘탈락’ 처리함
- 종합평가점수가 가장 높은 기관을 과제수행기관으로 산정함. 종합평가점수가 동점일 경우, ① 평가위원회 평가점수가 높은 순, ②총 연구개발비에 대한 신청기관의 기업부담금 현금 부담비율이 높은 순으로 선정함

2. 평가점수의 가점 및 감점 기준

- 「국토교통 연구개발사업 관리지침」제 17조(가점 및 감점기준)에 따라 과제 선정평가 시 평가점수의 $\pm 5\%$ 를 넘지 않는 범위 내에서 가점 및 감점을 부여함
- 가점 및 감점은 평가위원회 개최 전까지 제출된 자료를 근거로 평가위원회의 종합평가점수에 합산하되, 60점 미만인 기관에 대하여는 부여하지 않음

3. 평가단계별 검토 필수사항

가. 중간(연차)평가

- 중간(연차)평가 시에는 최종성과물의 완성도를 높이기 위하여 연구단계별 성과물의 유기적 연계와 연구기관들 간의 생산적 협업체계 유지 여부를 중점적으로 평가
- 그리고 매 년차별로 도출되는 성과물의 질적인 성과와 활동도, 성공가능성을 평가
- 각 세부별로 정의된 성과유형에 맞추어 세부 항목을 검토함
- 특히 1세부의 경우 실증 리빙랩이 구축되어야 하기 때문에 리빙랩 구축 수준과 실증 성과에 대한 평가를 시행함

표 6-3. 중간(연차)평가 검토항목 (실적부문)

평가기준	평가항목	평가지표	배점
총실성 (10점)	연구개발 수행과정	• 성과도출을 위한 과제관리 및 예산집행의 적정성	10
효과성 (90점)	연구개발 성과	• 당해연도 핵심연구성과의 질적 달성 정도 * “당해연도 성과점검기준표” 활용 계획 대비 달성 정도 판단	40
		• 당해연도 핵심연구성과의 양적 달성 정도 * “당해연도 성과점검기준표” 활용 계획 대비 달성 정도 판단	15
		• 기존 기술과의 차별성 및 우수성 확보 여부 * 실증사업을 통한 우수성 검증 및 주민참여형 방식의 리빙랩 구축 수준	5
		• 핵심연구성과 설정의 타당성 및 명확성 * 세부과제별 착안사항 및 성과유형에 따른 착안사항 참고	5
		• 연구성과물의 기술적/경제적 우수성 * 세부과제별 착안사항 및 성과유형에 따른 착안사항 참고	5
		• 최종 성과목표 달성을 연구기관들간의 생산적 협업체계 * 성과물간 연계, 기관간 협력내용	10
		• 산업현장 적용, 사업화/실용화, 제도개선 및 정책지원 등 연구성과물의 활용가능성 및 구체성	10
계			100

- 차년도 계획에 대한 검토는 당초 수립된 연구개발목표가 관련환경변화를 고려하여 적정한가 여부(수정 변경될 필요성에 대한 검토여부 포함) 필수
- 계획에 대한 내용은 점수화가 아닌 평가위원별 의견을 제시하고, 해당 의견에 대해서 연구진이 보완하는 방식으로 진행

표 6-4. 중간(연차)평가 검토항목 (계획부문)

항목	검토사항
계획의 적정성 (위원별 의견)	• 최종목표 대비 차년도 추진계획의 적합성
	• 연구개발성과 활용방안(실용화·사업화 등)의 적정성
	• 목표달성을 위한 성과목표/지표의 적정성(성과점검기준표) - 질적성과 목표치/지표/측정방법 - 양적성과 목표치
	• 관련 환경 변화의 반영 여부
	• 연구내용 대비 연구기간, 기관구성, 인력투입 계획 등의 적합성
	• 차년도 신청연구비 및 비목별·기관별 예산 배분의 적정성 - 인건비 - 연구장비/재료비(시작품 제작비), 연구활동비 및 연구과제 추진비 - 위탁연구개발비
	• 실적 평가 결과에 따른 차년도 계획의 수정·보완 의견/대책 등
	• 차년도 주요 변경사항(연구내용, 연구개발비 계상 등)의 적정성

표 6-5. 성과유형별 평가 착안사항

성과유형	착안사항	성과예시
공법/기법	• 기존 공법·기법과의 차별성 및 우수성	시공방법, 설계기법 등
	• 공법·기법의 유형분석 및 해석 방법의 우수성	
	• 중간성과를 바탕으로 한 최종성과물의 활용가능성 (현장적응에 의한 비용절감, 사업화, 실용화, 제도개선, 정책반영 등 성과특성을 고려한 활용가능성)	
재료/자재	• 개발되는 재료·자재의 성능적 우수성	강, 콘크리트 등
	• 환경, 경제성 등 경쟁력 측면에서 개발되는 재료·자재의 대체재로서의 적합성	
	• 중간성과를 바탕으로 한 최종 성과물의 성능을 평가하기 위한 신뢰성 확보 방법의 타당성	
소프트웨어	• 동일 목적을 가진 기존 S/W 대비 모의정확도, 신뢰도, 사용용이성, 현장 적용 용이성, 신속성 등 해당 S/W의 우수성	설계 프로그램, DB 등
	• 연구목표 달성 및 성과 활용을 위하여 필요한 최적 성능 설정 및 성능 구현 여부	
장비/장치	• 장비·장치의 요소기술 및 구조체의 해석/설계 방법의 우수성	기계, 로봇, 부품 등
	• 장비·장치 시제품(프로토타입)의 경제성 및 시공의 용이성	
	• 기존의 장비/장치, 설비, 도구 등을 대체하거나 발전시킬 수 있는 새로운 구조, 작동원리, 알고리즘 등을 적용한 대체물을 제시	
시스템	• 중간성과를 바탕으로 한 최종성과물의 활용가능성 (현장적응에 의한 비용절감, 사업화, 실용화, 제도개선, 정책반영 등 성과특성을 고려한 활용가능성)	공조, 제어 등 시스템
	• 다양한 장치와 소프트웨어 등을 결합하여 일체로 활용하기 위한 통합적 시스템 개념의 명확성, 구체성	
	• 시스템 활용처(현장) 수요의 반영 여부	
정책/제도	• 다양한 요소기술의 집합체로서의 통일된 운영체계의 우수성 및 기능 표출의 구체성, 사용 용이성	법령, 지침, 시공기준 등
	• 기술의 정책 반영, 정책의 기술 반영 등 요구사항 정의의 명확성	
	• 정책/제도 개선(안)의 명확성, 구체성	
	• 중간성과를 바탕으로 한 최종성과물인 정책/제도 개선안의 정책 반영을 위한 추진전략의 구체성 (기관협조, 의견수렴, 공청회 등)	

나. 최종평가

- 최종성과물의 활용성을 극대화하기 위하여 최종성과물 활용처별 필요사항 의견 수렴 여부와 지속적인 유지관리를 위한 전략적 방향 수립이 체계적으로 마련되었는지 중점 평가
- 인프라가 운영 및 유지관리에 대한 명확한 계획수립 여부가, 중장기적인 관점에서 인프라의 활용도 제고를 위한 전략과 구체적인 방안이 제시되었는지를 평가해야 함

표 6-6. 최종평가 검토항목

평가기준	평가항목	평가지표	배점
총실성 (20점)	연구개발 수행관리	• 성과도출을 위한 과제관리 및 예산집행의 적정성	10
	연구개발 수행과정	• RFP 및 연구개발계획서 대비 연구수행 여부	10
효과성 (80점)	연구개발 성과	• 핵심연구성과의 질적 달성 정도 * 전체 연구기간을 대상으로 계획 대비 달성 정도 판단	30
		• 핵심연구성과의 양적 달성 정도 * 전체 연구기간을 대상으로 계획 대비 달성 정도 판단	15
		• 연구종료 이후 연구개발성과의 활용 및 유지관리계획 * 실증대상지 운영 및 연구인프라중장기적 운영관리계획	10
		• 연구성과물의 기술적/경제적 우수성 * 세부과제별 착안사항 및 성과유형에 따른 착안사항 참고	5
		• 산업현장 적용, 사업화/실용화, 제도개선 및 정책지원 등 연구성과물의 활용가능성 및 구체성	20
		계	100

참고문헌

- Baca Architects and BRE (2009) The Life Project, BRE.
- Bonfield, P. (2016), The property flood resilience action plan, Department for Environment Food & Rural Affairs
- BRE, BACA Architects (2014) Flood Resilient Property, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.
- FEMA U. S. DEPARTMENT OF HOMELAND (2014) FEMA P-312 : Homeowner's Guide to Retrofitting Six Ways to Protect Your Home From Flooding
- Garvin, S., Hunter, K., BRE; Barker, R. and Pellizzon, R., BACA Architects; Alexander, J. and George, G. (2014) Flood Resilient Property, BRE, Baca Architect, Aquobex and Defra.
- Marc Daniel Heintz, Maria Hagemeier-Klose, Klaus Wagner, 2012
- Naumann 등 (2011) Flood vulnerability analysis for built-up areas using the damage simulation model HOWAD. 발표 슬라이드, Leibniz-Institute of Ecological Urban and Regional Development, Athen, Greece.
- U.K. Department for Communities and Local Government (2010) Planning Policy Statement 25: Development and flood risk. London, DCLG.
- UK Environment Agency (2007) Atlas of Flood Maps pp.42-51.
- World Bank. 2013. Building Urban Resilience-Principles, Tools, and Practice.
-
- 국토해양부, 2010. 기후변화 대응 미래수자원전략 보고서
- 국토해양부, 2010. 공동주택 리모델링 세대증축 타당성 연구
- 국토교통부, 2015. 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발
- 국토교통부, 2016. 공동주택 지하구조물 누수 예방을 위한 방수설계 가이드라인
- 국토교통부, 2016. 주택자재 산업육성 기본계획 수립
- 국토교통부, 2016. 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침
- 국토교통과학기술진흥원, 2015. 2015년 기술수준평가
- 기상청, 2016. 2015 기상산업실태조사
- 김은희 외, 2015. 공공건축물 활용성 제고를 위한 리모델링 정책지원 및 제도개선 연구
- 남상욱, 2017. 보험업의 기후변화 영향과 적응에 관한 연구
- 신진동 외, 2012. 방재력 관점의 법률 분석을 통한 도시방재력 강화방안, 법제처, www.law.go.kr
- 서울시, 2013. 저지대 지하주택 침수방지사업 추진계획
- 서울연구원, 2015. 폭우재해 저감 도시설계기술 개발

소방방재청, 2012, 2011 재해연보

소방청, 한국소방산업기술원, 2017. 2017 소방산업통계집

수원시정연구원, 2016. 안전한 시민생활을 위한 보험연구

심기오, 2016. 국립재난안전연구원 실증실험센터 소개, 방재저널, 한국방재협회 18권 3호

충청북도, 2017. 충북소방산업클러스터 조성 최종보고서

통계청, 2018. 건설동향

한국법제연구원, 2014. 재난·안전 관련 법제 개선방안 연구

한국과학기술기획평가원, 2017. 국가과학기술표준분류체계

한국건설기술연구원 홈페이지(www.kict.re.kr)

한국건설생활환경시험연구원, 2017. 기후환경실증센터 소개집

한국디자인진흥원, 2013. 서비스디자인을 성공시키는 핵심키워드

대한무역투자진흥공사(KOTRA), 2018. 09 해외시장뉴스

한국방재학회 홈페이지(www.kosham.or.kr)

한국방재협회, 2014. 2013년 방재산업 활동조사 및 분석

한국환경정책평가연구원, 2012. 국가 해수면 상승 사회경제적 영향평가 II

행정안전부, 2017. 2016 재해연보

행정안전부고시 제2017-13호, 사전재해영향성검토협의 실무지침

행정안전부, 2017. 미래 기후변화 영향을 고려한 지역별 방재성능목표 설정·운영 기준

행정안전부, 2017. 2017년 풍수해보험 실무편람

인터넷 기사, 세계최고 수준의 기후환경실증센터 충북진천에 터전 마련,
<http://www.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=4670> (검색일,
 2018.7.25.)

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 안 됩니다.