

제 출 문

국토해양부장관 (한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 "내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구 기획" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2013. 2. 19.

주관연구기관명:	서울시립대학교 산학협력단		
주관연구책임자:	서울시립대학교	교수	문영일
연구원:	서울시립대학교	교수	김대홍
	서울시립대학교	박사과정	문장원
	서울시립대학교	박사과정	손찬영
	서울시립대학교	석사과정	강원삼
기술위원:	고려대학교	교수	김중훈
	금오공과대학교	교수	이재준
	명지대학교	교수	윤병만
	한국건설기술연구원	연구위원	윤광석
	한국건설기술연구원	수석연구원	이동섭
	한국과학기술원	연구원	윤선권
	전북과학대학교	교수	주진걸
	선문대학교	교수	김응석

보고서 요약서

과제고유번호	2012-연구 기획-N02	해 당 단 계 연 구 기 간	2012.4.14. ~2012.10.15.	단 계 구 분	1/1
연 구 사 업 명		건설기술혁신사업			
연 구 과 제 명		내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구			
연 구 책 임 자	문영일	해당단계 참 여 연구원수	총 : 5명 내부 : 5명 외부 : 명	해당단계 연 구 비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 5명 내부 : 5명 외부 : 명	총연구비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	서울시립대학교 토목공학과		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요 약			보고서면수	133	
◦ 본 연구는 홍수재해로부터 안전한 도시 구축을 비전으로 하여 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 수행에 대한 국가연구 개발 사업을 도출하기 위한 연구과제 기획임 ◦ 본 기획연구에서는 다음의 3가지 연구기획 중점 분야를 설정하였음 - 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 - 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 - 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술 ◦ 연구과제 기획을 위해 기술수요조사 및 전문가 평가를 수행하였으며, 유관 분야의 전문가 및 연구결과 수요자를 대상으로 의견을 수렴함 ◦ 연구결과 중점분야 3개 세부과제에 대해 총 8개의 세세부 연구 과제를 도출하였음					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	내·외수 침수, 침수예측, 홍수위험, 내배수통합시스템			
	영 어	Inland and River Flood, Flood Forecasting, Flood Risk, Integrated Storm Drainage System			

목 차

요 약 문	I
제 1장 기술의 정의 및 필요성	1
제 1절 기술의 정의	1
1. 기술의 정의	1
2. 세부과제별 기술정의	2
제 2절 기술의 필요성	3
제 2장 국내외 동향 및 환경 분석	4
제 1절 국내외 정책동향	4
1. 국내 내배수 관련 법/조직 현황	4
2. 국외 법·제도 현황	7
3. 내배수 관련 법령의 주요내용	9
4. 각 세부분야별 국내외 정책동향	15
5. 내배수 관련 국가 R&D 동향 및 투자현황	16
제 2절 국내외 시장현황 및 전망	20
1. 국내외 시장현황	20
2. 국내외 시장전망	21
제 3절 기술동향분석	22
1. 국내외 기술동향	22
2. 특허동향분석	27
3. 논문동향분석	38
4. 기술경쟁력 분석	42
제 4절 연구개발 인프라 분석	48
1. 국내외 주요 관련 기관/업체	48
2. 관련 국내외 전문가	49
3. 관련분야 국내연구 인프라 및 기술 수준	50
4. 국내외 최고 기술보유 업체/(연구)기관 현황	50
제 5절 정책/시장/인프라 등의 현황 분석에 기반한 SWOT 분석	51
1. 현황 분석	51
2. SWOT 분석	51
제 6절 종합분석	54
1. 국내외 정책 및 시장분석	54
2. 기술개발 동향 및 인프라 분석	54

제 3장 연구개발과제 구성 및 추진전략	56
제 1절 비전 및 목표	56
1. 비전	56
2. 전략목표	56
제 2절 기술개발에 따른 미래상	57
1. 현황 및 미래상	57
2. 기술개발 전략 및 효과	60
제 3절 연구개발과제 구성	62
제 4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략	63
1. 1세부과제 개요	63
2. 2세부과제 개요	77
3. 3세부과제 개요	89
4. 세부과제별 최종 성과물과 활용방안	98
제 5절 세부과제 간 연계관계	99
1. 세부과제 간 연계내용	99
2. 연구개발과제 TRM	100
3. 1세부 과제와 2세부 과제의 연계성	100
4. 1세부 과제와 3세부 과제의 연계성	101
5. 2세부 과제와 3세부 과제의 연계성	101
제 6절 연구추진체계 제안	102
 제 4장 사전타당성 검토	 104
제 1절 정책적 타당성	104
제 2절 기술적 타당성	106
제 3절 경제적 타당성	108
제 4절 기술개발 필요성	110
제 5절 정부지원 타당성	111
제 6절 종합평가 및 결론	113
 제 5장 인력투입계획 및 소요예산 산정	 114
제 1절 연구일정에 따른 인력투입계획	114
제 2절 소요예산 산정	114
1. 전체사업 소요예산	114
2. 세부과제별 소요예산	115
3. 상세연구비 산정	115
 제 6장 과제 제안요구서	 117
제 1절 과제 제안요구서(RFP)	117
1. 연구단 RFP	117
2. 세부과제 RFP	124
제 2절 평가기준 설정	134

요 약 문

I. 과제명

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구

1. 기획연구의 배경

- 최근 국지성 강우 등으로 인하여 빈번히 발생하는 홍수피해는 내수 배재불량이 대부분이며, 국내의 경우 최근 10년간 내수배재불량으로 인한 홍수피해는 총 홍수 피해액의 50%이상을 차지하여 이에 대한 대응책 마련이 시급함
- 현재, 국토해양부, 환경부, 소방방재청 등 관련 정부부처에서 내수침수 저감을 위한 연구를 수행하여 다양한 구조적 내수침수 저감 대책을 수립·발표하고 있으나, 내수의 상황만을 고려하여 홍수를 배제 시키는 방식은 복잡 다양한 도시홍수 배제에는 한계가 있음
- 기 구축·개발된 홍수 예·경보시스템은 국가하천 유역을 중심으로 구축되어 실제 홍수피해가 집중되는 도시유역에서의 적용성 및 실효성이 떨어지는 실정임
- 국내의 경우 내배수 침수재해 저감을 위한 정책 개발 및 내수침수 표출 기술, 홍수위험지도 작성 등의 연구가 지속적으로 수행되고 있으나, 내외수를 연계한 내수침수 저감을 위한 연구는 진행되어 있지 않음
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구를 통한 미래 발생 가능한 도시 홍수 및 내수침수 피해에 능동적으로 대처하고, 도시 홍수재해 예방을 위한 선도적 위치의 기술 개발로 국민의 생명과 재산피해를 최소화 할 수 있음

2. 연구과제 비전 및 목표

가. 비전

- 홍수재해로부터 안전한 도시 구축

나. 전략목표

- 5개년간 연구를 통하여 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구 수행
- 4차년도 이후인 2016년부터 내외수를 연계한 내배수 시스템 최적운영시스템 실용화
- 2020년까지 최적운영시스템의 현장 적용으로 2020년 이후 내수침수 피해의 50%이상 절감을 목표
- 2020년 이후 10년간 내수침수로 인한 피해액 5조원 절감을 목표(연간 홍수 피해액 2.5조원의 20% 절감)

II. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

가. 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구 기술

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 연구 기술은 매년 발생하고 있는 홍수 피해 중 점차 횡수와 비중이 증가하고 있는 도시유역의 내수침수피해 저감을 위한 전략과제인 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 개발, 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 개발, 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술로 구분되며 내수침수로 인하여 발생하는 인명 및 재산피해를 최소화하고, “홍수재해로 부터 안전한 도시 구축”을 비전으로 하는 기술을 확보하는 것을 의미함

나. 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술

- 위험도 기반 외수위 불확실성 정량화 기술과 내외수 연계 침수예측을 통한 홍수 위험지역 산정 기술
- 분류와 지류하천을 연계하여 침수예측을 실시하고, 합류부 배수위 영향 분석 및 홍수위험분석을 통한 홍수 예·경보 활용 기술
- 도시하천의 내외수 연계 침수해석 모형구축으로 보다 신뢰성 있는 내수침수 위험지역기법을 개발하고, 홍수위험 및 침수예측 기술의 시범지역 적용으로 기술의 실용화 가능성 확보하는 기술

다. 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술

- 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입 기준을 개발하고, 내배수시설 설치에 따른 수리학적 침수위험 저감 효과 분석기법 및 내배수시설 최적 조합을 통한 내수배제능력 평가기법 기술
- 외수위 변화를 고려한 내배수시설 시스템 설계 기법과 외수위 조건 및 분류 흐름을 고려한 내배수시설 배수능력 평가기법을 개발하고, 빗물펌프장 성능 평가 기법과 유입·유출부 및 흡수조 개선 기술, 유출부 주변 제방 및 부속시설 안정성 향상 기술
- 도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조 개선 기술을 개발하고, 우수관거 시스템 저류능력 평가 기술 및 우수관거 연계 저류 시스템 설계 기술

라. 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술

- 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술은 외수위의 변화를 고려한 수문, 빗물 펌프장, 우수관거, 우수지 등 내수배제 및 침수저감 시설의 효과적인 운영을

통하여 내수침수 위험을 최소화하는 기술을 의미함

- 내외수 수위차를 고려한 빗물펌프장과 내배수시설의 최적운영과 지류하천 수문의 최적 운영 시스템을 구축하는 기술임
- 내외수 조건에 따른 내배수 시설의 최적운영기술과 내배수 시스템의 연계 운영에 따른 내배수 시스템을 최적화하는 기술
- 최적운영 시스템은 현재 실무에서 사용되고 있는 빗물펌프장 등 내배수시설의 운영시스템에 직접 적용하여 운영할 수 있는 로직, 운영시스템 및 기존 시스템과 본 연구를 통하여 개발된 시스템의 연계운영까지를 포함함

2. 기술의 필요성

- 최근 기후변화로 인한 도시유역의 집중호우 발생빈도가 높아지면서 홍수범람과 내수침수로 인한 인명과 재산상의 손실이 반복되고 있어, 내수 침수피해 저감을 위한 도시 내배수시스템의 선진화 개발의 필요성 증대
- 복잡 다양한 도시하천의 내배수 시스템의 통합 관리와 실무적용을 위하여 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템의 개발이 필요
- 특히, 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반시설에 대한 피해를 급증시키고 있기 때문에 이를 효과적으로 방어할 수 있는 구조·비구조적 내외수 홍수방어 대책의 수립이 시급함
- 그러나 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 구축과 관련한 연구는 전무한 실정이며, 내외수의 연계를 고려한 운영 없이는 효과적인 도시 침수 피해 저감은 어려워 요소기술 개발을 통한 항구적 대응책 마련 필요

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국외 기술동향 및 환경 분석

- 미국과 EU, 일본 등 선진국의 전통적인 홍수방어 전략은 우리나라와 마찬가지로 하천, 하수도 등 개별적인 구조적 대책이 주류를 이루고 있으나, 지난 2000년대 이후 유역차원의 홍수대책과 지속가능개발이 강조되면서 비구조적 홍수방어 및 내외수 연계 홍수방어 개념이 도입되고 있음
- 미국의 경우 국가홍수보험제도(NFIP), 스마트성장(Smart Growth) 등의 정책 하에서 침수위험이 있는 개발지역에 대하여 Clustering Development, Low-Impact Development, Smart Design 등 소규모 도시 차원의 내배수 시스템을 연계한 홍수방어개념이 도입되어 운용되고 있음
- 일본의 도시 설계 강우는 도시하천의 치수기준에 따라 설정(일본 건설성, 1997)되며, 하수도, 빗물펌프장, 조정지 등의 시설물에 대한 설계 강우 기준은 우수가

방류되는 도시하천의 치수기준과 일치됨. 일본 하천의 설계홍수의 재현기간은 하천의 중요도에 따라 차등(A급~E급, 도시하천의 경우 C급)적으로 설정

- 유럽공동체는 국가를 통과하는 하천에 대하여 유역 전체에 대하여 통합적인 예측이 가능한 유럽 홍수 조기경보 시스템(European Flood Early Warning System)을 개발하여 사용하고 있음
- 영국기상청(UKMO: UK Meteorological Office)은 세계항공 기상센터의 임무를 수행하는 한편, 전지구예측 모델을 집중 개발하여 소규모 유역에 대한 기후변화 예측 상세화 자료를 제공하고 있음
- 덴마크 DHI (Danish Hydraulic Institute)에서는 상용 홍수 및 내수범람 모형으로 MIKE시리즈와 MOUSE를 개발하여 세계 여러 나라에서 사용 중임
- 네덜란드의 Delft Hydraulics에서는 레이더 자료구축, 유역 및 하천 홍수추적, 범람해석, EAP 구축 등에 의한 내배수 재해를 포함한 통합홍수관리시스템을 구축하여 운영

2. 국내 기술동향 및 환경 분석

- 국토연구원의 도시방재정책연구센터에서는 “도시 기후변화 폭우재해 적응 안전 도시 기술 개발” 연구과제(2011~2015예정)를 통하여 기후변화 적응 안전도시 시스템 구축을 위한 초대형 폭우재해에 대한 도시의 위험 분산 및 근본적인 재해위험 감소를 위해 연구 중이나, 본 과제는 도시계획 차원에서 변화하는 기후변화에 따른 극한강우에 대비하는 도시설계에 관한 기술개발과제 수행 중
- 국토해양부 (2008)는 “치수평가 시스템 구축 연구”에서, 기존의 선과 점 개념의 1차원적인 치수 대책을 지양하고 면과 양 개념의 2차원적 치수 대책의 수립을 위한 치수 대책의 평가 시스템 구축을 위한 구체적인 기준을 제시
- 국토해양부(2008)는 “도시침수피해 방지를 위한 효율적 실행방안 연구”에서 침수피해가 큰 도시하천을 대상으로 침수피해를 방지 할 수 있는 실행방안 제시에 관한 연구를 수행
- 소방방재청(2009)에서는 “기후변화로 인한 도시홍수 피해실태 분석 및 새로운 방재 패러다임 방향 설정을 위한 연구용역”, 2010년 “기후변화를 고려한 도시방재성능 목표 설정 방안 연구용역”을 시행하여 도시지역의 효율적인 방재정책을 수립하기 위한 도시방재성능목표를 설정하였음. 전국에서 169개 지자체별로 기후변화에 따른 강우 증가율, 유역변화, 방재시설물 설치 정도, 지자체의 재정력지수 등을 감안하여 결정된 단기 및 중·장기계획별 1시간, 2시간 및 3시간별 목표강우량을 결정하였음
- 국립방재연구소(2009)는“도시방재 기준 및 체계정립을 위한 기초연구”에서 도시방재의 개념을 정립하고, 국내외 도시방재체계를 검토하여 도시방재 기반구축, 도시안전 성능평가, 지역 방재력 평가, 방재형 도시 기준개발의 연구과제 기획을 수행

- 방재성능의 증대를 위하여 국내의 경우 빗물유출 저감시설과 관련된 많은 연구가 수행되어 왔으며 대표적인 연구로 국립방재연구소(2003~2004)의 “대표시험유역과 저류, 침투시설운영을 통한 재해저감기법 개선”, 서울시정개발연구원(2004)의 “서울시 침수피해 저감을 위한 우수저류시설 적용 방안” 연구 등이 있음. 국립방재연구소의 경우 전국 침투통 시범시설에 대한 계측을 수행하고 침수효과를 정량화하고 전국시범사업별 유지관리현황 조사를 통한 대책 마련 연구를 수행하였으며, 서울시정개발연구원의 경우 우수저류시설의 경제적 효과를 파악하고 우수저류시설 적용방안 및 관련법 개정(안)을 제시

IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1. 연구개발과제의 구성

연구단	세부과제	단위과제명
내외수 연계 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구단	1세부 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	1-1 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발
		1-2 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발
		1-3 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
	2세부 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	2-1 침수위험지역 특성에 따른 홍수 방어 능력 평가 기법 개발
		2-2 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발
		2-3 우수관거 연계 저류시스템 설계 및 저류능력 평가 기술 개발
	3세부 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	3-1 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술
		3-2 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발

2. 세부과제별 최종성과물

세부과제	최종성과물
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	○ 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 기술 개발 - 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 분석 가이드라인 작성 - 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 가이드라인 - 내외수 연계 침수예측 관리 매뉴얼 ○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 - 도시하천 내외수 연계 침수해석 모형 - 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 매뉴얼 ○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 - 내외수 연계 홍수위 예측 및 예·경보 운영 매뉴얼 - 내외수 연계 홍수예측 침수관리 S/W 및 운영 매뉴얼 - 시범지역 내수침수위험도 작성
내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	○ 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 - 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 및 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램 - 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼 ○ 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 - 빗물펌프장 성능 평가 및 고효율 소형화 설계 가이드라인 - 외수위 고려 내배수시설 배수능력 평가 및 통합 설계 가이드라인 ○ 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 - 우수관거 저류능력 평가 가이드라인 - 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인 - 우수관거 설계 가이드라인(보완)
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	○ 내외수 연계 내배수시설 운영 기반기술 - 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 가이드라인 - 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 가이드라인 - 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템

3. 소요연구비

가. 전체사업 소요예산

(단위: 억원)

과제 번호	세부과제	정부	민간	계
1	내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술개발	26.0	-	26.0
2	내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	24.0	-	24.0
3	내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	25.0	-	25.0
계		75.0	-	75.0

나. 세부과제별 소요예산

(단위: 억원)

세부 과제	세세부 과제	정부지원금						민간
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
1세부	1-1	1.0	2.1	1.9	1.6	1.4	8.0	-
	1-2	0.9	2.2	2.1	1.8	1.5	8.5	-
	1-3	1.2	2.0	2.0	1.8	2.5	9.5	-
2세부	2-1	0.9	1.6	1.7	1.7	1.6	7.5	-
	2-2	1.1	1.7	2.1	1.8	1.4	8.1	-
	2-3	1.2	1.9	2.0	1.7	1.6	8.4	-
3세부	3-1	1.8	2.8	3.0	2.5	2.4	12.5	-
	3-2	1.9	2.7	3.0	2.5	2.4	12.5	-
계		10.0	17.0	17.8	15.4	14.8	75.0	-

V. 사전타당성 검토

1. 기대효과

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 선진국에서도 미개척 분야이나, 다양한 연구를 통해 실제 활용 가능한 원천기술과 기초자료 등을 확보하여, 관련 기술의 선점으로 도시 침수방어에 대한 국제경쟁력이 제고될 것으로 기대됨
- 적극적인 침수대책으로 국민의 불안 해소 및 삶의 질을 향상을 기대할 수 있으며, 국가 경제발전 및 성장촉진에 기여하고 국가신뢰도 향상 및 재해에 강한 국토 기반 인프라 조성으로 국민에게 쾌적한 삶을 제공 할 수 있을 것으로 기대됨
- 내외수를 통합 고려한 도시 내배수시스템 최적운영 시스템 및 운영가이드라인을 실무에 보급함으로써 보다 체계적인 내배수 홍수방재 정책안이 수립되어 추진 될 것으로 기대됨
- 내배수 홍수방재 시설물의 능력을 종합적으로 활용할 수 있으며 이에 대응한 방재기준을 재평가할 수 있는 기회를 제공할 것으로 판단되어, 내수침수 관리에 대한 효과적인 기술적 방안을 제시할 것으로 기대됨
- 내외수 연계 도시 내배수 시스템 최적운영 기법은 내수침수방어를 위한 치수대책사업에서 발생할 수 있는 비효율성 및 중복적용의 문제를 미연에 검토함으로써 국가예산의 사회, 경제적인 소모를 줄이고, 실제 사업시행에 있어 시행착오를 줄임으로서 원활한 내수배제를 가능케 하는 방법으로 적극적인 활용효과가 있을 것으로 기대됨
- 연구 개발 결과가 실무에 적용된다면, 내수침수 경감으로 연간 홍수 피해액의 20% 이상을 절감할 수 있을 것으로 기대되며, 이는 도시지역의 연간 홍수 피해액이 약 2.5조원인 점을 감안한다면, 2020년 이후 10년간의 홍수 피해액 및 복구비 절감액이 약 5조원에 달할 것으로 예상됨
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 내수 침수로 인한 피해를 줄이는 가장 중요한 기술 중에 하나가 될 것으로 사료되며, 향후 개발되는 기술이 실용화 된다면, 동남아시아 등 홍수피해가 빈번한 저개발 국가들의 시장 확보뿐만 아니라, 내수침수가 발생하는 선진국에도 기술이전이 가능할 것으로 판단됨

2. 활용방안

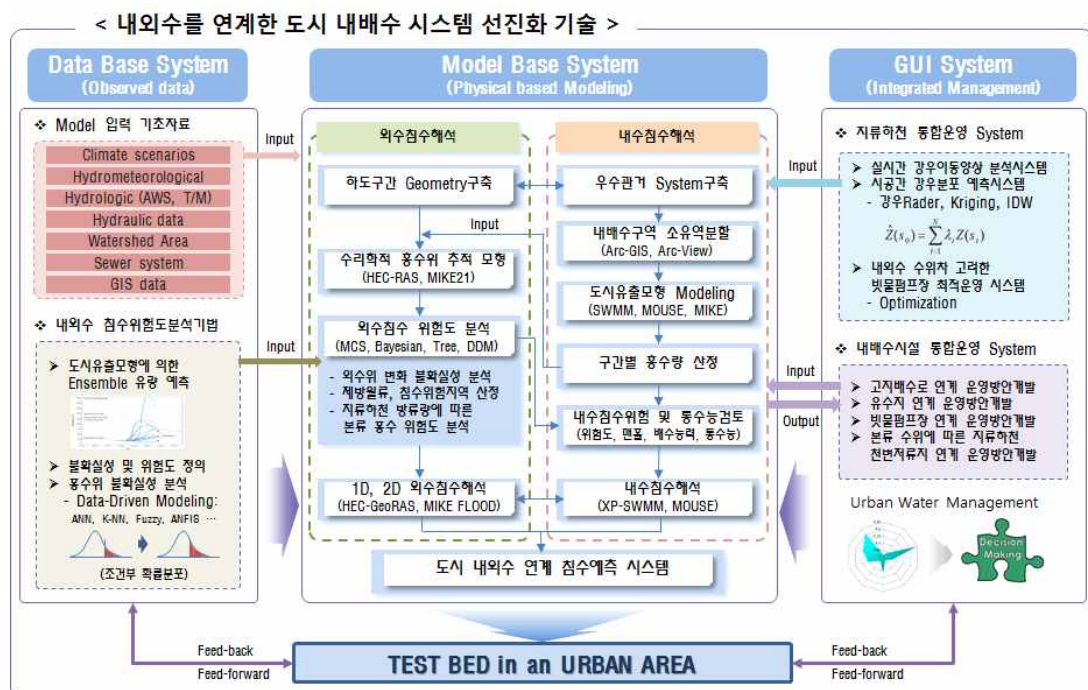
- 기후변화에 능동적으로 대처 할 수 있는 위험도기반 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 및 홍수범람도 작성 기술의 활용 및 내외수를 연계한 체계적인 하천관리와 신속 정확한 홍수위 예측으로 도시하천유역의 집중호우 및 국지성 강우에 대처하는데 활용
- 도시 내 주요 내배수 연계시설의 DB구축을 통한 하천구간별 모니터링과 GIS자료를 활용한 홍수 예·경보 및 하천 관리에 활용
- 내외수를 연계한 우수관망 시스템 기반기술 적용으로 저류 용량을 확보하며, 침수 빈발 지역 지하 대형 저류 시스템과 연계하여 침수예방에 적극 활용
- 빗물펌프장 성능 평가를 통한 펌프장 개선 사업 우선순위 도출에 활용하며, 고효율 시설 활용을 통한 국가 예산 절감 및 예산 집행 효율 제고
- 내외수를 연계하여 도시유역에 설치된 빗물펌프장 및 지류하천 하류의 수문에 개발된 최적운영시스템을 설치하여 시설의 효과적인 운영 가능
- 연구개발결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공기관, 학계 및 산업계에서 홍수위 예측을 통한 내배수시설 운영에 활용
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구결과의 현장적용과 관리 운영 기술에 대한 노하우를 국내외 산·학·민·관·연 기관에 전수하여 활용토록 하며, 내외수 불확실성 분석 및 침수해석 기술 연구를 통하여 개발된 내외수 연계 통합침수해석 프로그램을 국내·외 사용자들에게 전수하여 활용토록 함

제 1장 기술의 정의 및 필요성

제 1절 기술의 정의

1. 기술의 정의

- 본 연구에서 기획·개발하고자 하는 핵심과제는 “내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구”임
- 내외수 연계 기술이란 국가 수자원장기종합계획과 관련하여 국가·지방하천에 대해 4대강 수준의 홍수방어능력을 확보할 수 있도록 하되, 특별히 인구와 재산이 밀집해 있는 도시지역의 배수시설과 연계한 종합대책 마련과 관련한 기술임
- 도시 내배수 시스템 선진화 기술이란 도시홍수에 대비하여 하천과 도시 배수시설을 연계한 통합 침수방지 시스템 구축을 통한 내수배제 성능을 향상시키는 기술임
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 매년 발생하고 있는 홍수 피해 중 점차 횡수와 비중이 증가하고 있는 도시유역의 내수침수피해 저감을 위한 전략과제인 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 개발, 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 개발, 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술 개발로 구분되며 내수침수로 인하여 발생하는 인명 및 재산피해를 최소화하고, “홍수재해로부터 안전한 도시 구축”을 비전으로 선진화기술을 확보하는 것을 의미함
- 본 연구에서 최종적으로 기획·개발하고자 하는 “내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구”의 종합 개념도는 다음과 같음



2. 세부과제별 기술정의

가. 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술

- 위험도 기반 외수위 불확실성 정량화 기술과 내외수 연계 침수예측을 통한 홍수 위험지역 산정 기술
- 도시하천유역의 중·소규모 하천의 본류와 지류하천을 연계하여 침수예측을 실시하고, 합류부 배수위 영향 분석 및 홍수위험분석을 통한 홍수 예·경보 활용에 필요한 기술
- 도시하천의 내외수 연계 침수해석 모형구축으로 보다 신뢰성 있는 내수침수 위험지역기법을 개발하고, 홍수위험 및 침수예측 기술의 시범지역 적용으로 기술의 실용화 가능성을 확보하고자 하는 기술

나. 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술

- 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입 기준을 개발하고, 내배수시설 설치에 따른 수리학적 침수위험 저감 효과 분석기법 및 내배수시설 최적 조합을 통한 내수배제능력 평가기법 기술
- 외수위 변화를 고려한 내배수시설 시스템 설계 기법과 외수위 조건 및 본류 흐름을 고려한 내배수시설 배수능력 평가기법을 개발하고, 빗물펌프장 성능 평가 기법과 유입·유출부 및 흡수조 개선 기술, 유출부 주변 제방 및 부속시설 안정성 향상 기술
- 도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조개선 기술을 개발하고, 우수관거 시스템 저류능력 평가 기술 및 우수관거 연계 저류 시스템 설계 기술

다. 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술

- 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술은 외수위의 변화를 고려한 수문, 빗물펌프장, 우수관거, 유수지 등 내수배제 및 침수저감 시설의 효과적인 운영을 통하여 내수침수 위험을 최소화하는 기술을 의미함
- 내외수 수위차를 고려한 빗물펌프장과 내배수시설의 최적운영과 지류하천 수문의 최적 운영 시스템을 구축하는 기술임
- 내외수 조건에 따른 내배수 시설의 최적운영기술과 내배수 시스템의 연계 운영에 따른 내배수 시스템을 최적화하는 기술
- 최적운영 시스템은 현재 실무에서 사용되고 있는 빗물펌프장 등 내배수시설의 운영시스템에 직접 적용하여 운영할 수 있는 로직, 운영시스템 및 기존 시스템과 본 연구를 통하여 개발된 시스템의 연계운영까지를 포함함

제 2절 기술의 필요성

- 최근 안전한 국토와 생활을 바라는 국민의 요구가 더욱 커지고 있으며, 자연재해에 대한 국민의 관심도 커지고 있음
- 도시화에 따른 인구집중으로 저지대지역이 방재의 고려 없이 시가지로 개발되어 재해위험지역에 인구와 재산이 밀집되므로, 매년 반복되고 있는 도시유역의 침수피해로 인한 우리나라 피해액은 2000년 이후 연평균 2조원을 넘어서고 있으며, 인명피해 또한 급증하고 있음
- 2010년, 2011년의 홍수로 인한 서울 침수 이후, 서울시는 내수침수 저감을 위하여 연간 5,000억 원씩 10년간 투자할 것으로 발표하였으며, 소방방재청은 도시방재성능 목표강우량을 지자체별로 공시하는 등 내수침수로 인한 피해저감을 위한 지속적인 투자가 계속되고 있음
- 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반시설에 대한 피해를 급증시키고 있기 때문에, 이를 효과적으로 방어할 수 있는 구조적, 비구조적 내배수 홍수방어 대책의 수립이 시급한 실정임
- 도시유역에서의 침수피해 원인은 내수배제 불량에 따른 내수침수가 대부분을 차지하고 있으며, 내배수시설의 성능 개선 및 다변화 요소기술이 필수적이며, 이를 위하여 배수유역의 특성에 따른 유역 침수 위험성을 판단하여 최적의 도시 내수 침수 방어를 위한 시설 계획규모를 결정할 필요성이 있음
- 현재 기존 관계부처의 대책들은 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로 하는 구조적인 대책에 머물러 있으며, 유하시설 위주의 대책은 하류에서의 더 큰 홍수를 발생시킬 위험이 있음
- 기존 우수관거 시설물의 전체적인 확장은 막대한 예산과 시간을 필요로 할 뿐만 아니라 지구 온난화로 인한 이상기후 및 국지성 집중호우에 완벽하게 대응하기 곤란하므로 구조적인 대책과 더불어 집중호우에 대비할 수 있도록 각 시설물의 기능 및 경제성을 최대로 하며 방재성능을 향상시킬 수 있는 비구조적인 대책이 동시에 수립되어야 하며, 유하시설 뿐만 아니라 유역 내 우수지 등을 활용한 면 중심의 대책이 수립되어야 함
- 제내지에서의 방류량이 외수의 수위 변화와 밀접한 연관이 있으며, 반대로 외수의 수위가 내수의 배출가능 여부에 직접적인 영향을 미치기 때문에 효율적인 내수 침수 방어를 위해서는 내외수를 연계한 운영 기술개발이 필수적임
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 구축과 관련된 연구는 전무한 실정이며, 내외수의 연계를 고려한 운영 없이는 효과적인 침수 저감은 어려움
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 매우 중요하고 시기적으로도 적절하며 향후 반복되는 도시 내 침수피해에 대한 항구적인 대책 방향을 제시할 수 있음

제 2장 국내외 동향 및 환경 분석

제 1절 국내외 정책동향

1. 국내 내배수 관련 법/조직 현황

- 국토해양부는 최상위 계획인 수자원장기종합계획, 지하수의 개발·이용·보전 관리에 관한 국가 최상위 계획인 지하수관리 기본계획, 수도정비에 관한 종합적인 기본 계획인 수도정비기본계획을 수립
- 수자원장기종합계획은 20년 단위로 수립되는 수자원의 안정적 확보와 하천의 효율적인 이용·개발·보전을 위한 국가수준의 계획으로, 하위계획인 유역종합치수 계획, 하천기본계획, 댐건설장기계획 등의 수립 방향과 전략을 제시함
- 환경부는 상하수도 사업 및 수질관리 업무를 담당하고 있으며, 지방사무소로 유역 및 지방 환경청을 두고 있음
- 산하기관으로 환경시설 설치 및 지원, 측정망 관리 사업을 수행하는 환경관리공단이 있으며, 수질 및 수생태계 보전과 관련하여 환경정책 최상위 계획인 국가환경 종합계획, 수질 및 수환경 분야의 대권역 수질 및 수생태계 보전계획, 국가하수도정책 분야의 국가하수도종합계획을 수립함
- 행정안전부는 풍수해 등 재난업무를 전담하는 소방방재청을 통해 지방자치단체에서 관할하고 있는 소하천에 대한 관리 및 홍수대책 업무를 수행

관련기관	내배수 관련 주요 업무
국토해양부	- 수자원장기계획 및 권역별 계획의 수립/조정 - 수자원정보화에 관한 사항 - 수자원의 조사/분석 및 통계의 유지/관리에 관한 사항 - 하천시설물의 유지/관리에 관한 사항 - 하천유량조사 계획 수립 및 운영 등
지방국토관리청	- 하천의 유지/관리 및 이에 따른 행정처분 - 하천공사의 측량/조사/설계 및 시행 등
소방방재청	- 국가방재시스템 및 범정부적 수해방지대책의 추진사항 관리 - 소하천 정비 종합계획의 수립/추진 및 소하천 정비 제도의 운영/지도 - 저수지/댐의 정보체계 구축 - 풍수해 피해예측 시스템의 구축/운영 - 수방기준의 마련/운영 및 지하공간 침수방지 대책의 수립/총괄 등
4대강 홍수통제소	- 하천홍수의 통제 및 관리 - 수문조사 및 관측 - 홍수 및 갈수의 예보/경보 및 전달과 댐의 조작/관리

관련기관	내배수 관련 주요 업무
	- 홍수예보/경보시설공사의 조사/측량/설계/시행 및 운영관리 - 수문자료의 분석 및 관리 - 하천유량관리 시스템의 구축 및 운영 - 수자원 정보의 수집/관리 및 배포 등
기상청	- 기상재해 자료의 종합 분석 - 중/단기예보 관련 자료의 유지/관리 - 기상관측자료의 표준화와 품질관리에 관한 사항 - 지상/자동기상/고층(항공기 포함)/황사/적설/농업/계절 등 기상관측망 구성/운영/관리 - 기상관측자료(유관기관이 보유한 자료 포함) 및 기후자료 관리에 관한 사항 등

가. 국토해양부

- 국토해양부의 수자원장기종합계획 수립 사업을 지난 1965년 수자원종합개발 10개년 계획이 수립된 이후 2011년 수자원장기종합계획이 수립되기까지 총 6차례 수립·시행하였고 1965년에 수립된 수자원개발 10개년계획은 다목적 댐 개발이라는 기조로 수립되었으며, 1980년에 수립된 계획은 댐 개발 및 치수사업을 중심으로 계획
- 1990년에 수립된 계획에서는 수자원 개발 및 관리, 1996년은 환경친화적 수자원 개발 및 관리를, 2001년 건전한 물 활용과 안전하고 친근한 물 환경 조성, 2011년 수자원장기종합계획은 녹색국토를 위한 물 강국 실현을 비전으로 법정계획으로 수립. 이와 같이 수자원장기종합계획은 각 시대의 사회, 경제적 상황과 수자원 환경변화에 따라 수립
- 최근 들어 이상홍수나 가뭄과 같은 물 관련 재해의 발생빈도가 점차 증가하고 있으며 국가 발전으로 인한 물수량이 증가하여 물 부족 상황에 대한 우려가 사회전반에 인식되어 있는 상황으로 현재의 시점에서 새로운 수자원여건에 합리적으로 대처하고 사회적인 합의를 도출할 수 있는 수자원정책 수립 체계를 제시
- 탄력적인 물 관리의 방향을 제시함으로써 수자원계획 전반의 근본적인 철학적 토대를 마련하기 위해 수자원장기종합계획(보완)을 수립

나. 소방방재청

- 소방방재청 산하 국립방재교육연구원 내 방재연구소가 주요한 연구 개발 사업을 수행하는 기관으로 내배수와 관련된 업무를 진행하고 있음
 - 방재연구소는 재난(자연재난, 인적재난)에 관한 방재정책 연구, 재난의 예방, 응급대책, 복구 등에 관한 방재기술 개발 및 보급, 재난관련 자료의 수집 및 조사연구, 방재 시정책 관련제도의 검토 및 개선, 국내·외 재난 및 안전 관련 연

구기관, 유관기관, 단체간의 정보교환 및 교류협력, 그리고 재난관리체계 등의 평가 참여 및 안전에 관한 기술개발 사업을 수행

- 자연재난(풍수해)관련으로 홍수방재와 하천방재에 대해 연구하고 지진 및 산사태와 관련해서 가뭄방재, 지반재해, 지진방재에 대해 연구를 수행하고 있으며 인적재난에 대한 연구도 수행
 - 시설물 및 국토기반체계관련해서 시설물 방재와 국토기반체계 연구를 통한 국토방재계획 및 기반시설 방재계획을 수립. 사회적 방재와 관련해서 구조적·비구조적 대책에 관한 연구를 수행
- 재난방재업무 중 재해영향평가를 실시하고 있으며 재해가 발생하였을 경우 재해 원인분석 조사단을 조직하여 재해 원인을 조사하고 대처방안을 수립하는 역할

다. 기상연구소

- 기상연구소는 대기과학을 종합적으로 연구하는 국가 연구기관으로서 대기, 기후, 해양기상 및 지진 특성을 조사·분석하고, 예보기법을 개발하여 기상업무 발전에 기여할 목적으로 1978년에 설립되었고, 기후특성을 조사·분석하고, 예보기법을 연구·개발하여 기상업무발전과 산업발달에 기여하는데 있음
 - 기상연구소는 자연재해의 90% 이상을 차지하고 있는 기상재해의 예방과 피해의 경감을 통해 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있도록 예보정확도 향상을 위한 신기상 기술의 개발과 국제공동연구를 추진

라. 한국수자원공사

- 공기업인 한국수자원공사(Korea Water Resources Corporation)는 수자원을 종합적으로 개발, 관리하여 생활용수와 공업용수 등의 공급을 원활하게하고 수질을 개선과 침수 및 범람을 예방함으로써 국민 생활의 향상과 공공복리의 증진에 이바지함을 목적
- 한국수자원공사는 창립 이래 하천의 이·치수계획 수립을 위하여 수문을 포함한 하천의 유역조사와 합천댐, 홍천댐, 낙동강 하구둑 등 우리나라의 대규모 수자원 프로젝트의 기초조사, 사업의 규모 및 경제성 검토를 실시한 타당성 조사와 사업시행을 위한 기본 및 실시설계를 수행
 - 급증하는 용수수요에 대처하고 국토 전반에 걸쳐 각종 용수의 안정적 공급을 위한 대체 수자원 개발의 일환으로 해안도서지방의 지하수를 개발코자 지하수 부존량 조사를 실시
- 수자원의 효율적 관리를 위한 용수 이용 현황조사를 실시, 수자원 종합 전문기관으로서 조사, 설계 시공 및 운영관리까지 담당

마. 한국농촌공사

- 수리시험장에서는 댐, 방조제, 배수갑문, 방파제 등 수자원개발, 국가주요시설, 간척 및 해안개발과 관련된 각종 수리시설에 대한 수치해석 및 각종 수리모형 실험을 시행하며, 직·간접적인 침수 및 범람 피해 예방을 위한 농촌공간의 안전관리를 위한 방재기술을 개발

바. 국토연구원

- 국토의 지속가능한 성장과 국토의 환경계획을 선도하기 위하여 국토환경, 수자원, 산림, 녹지, 하천, 해안 등의 환경과 생태계를 중시하는 국토의 계획적 관리를 연구하고 있으며, 기후변화에 적응할 수 있는 수자원관리, 방재국토 등의 연구를 수행
- 4대강 살리기를 위한 기반시설의 투자 이후에 국가와 해당 지방자치단체간의 긴밀한 협력 하에 수변공간의 실천적 활용계획의 수립, 지역경제 활성화에 필요한 하천주변공간의 활용계획, 본류로 유입되는 지류의 합리적 토지이용, 상·하류 지자체간의 협력을 위한 통합적 실천방안을 수립

사. 국립방재연구원

- 재난 및 안전관리 R&D를 총괄하는 컨트롤 타워로서 기후변화에 대비한 선제적 대응 기술을 연구하고 정부의 재난 및 안전관리 정책 개발을 지원함
- 풍수해분야 도시방재계획 및 관리를 위한 제도개선과 도시계획 수립시 풍수해 저감을 위한 매뉴얼을 개발하였으며, 강우 및 지반 침투특성을 고려한 급경사지 위험도 평가모델을 개발

2. 국외 법·제도 현황

가. 미국

- 미국의 재해관리는 Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act(42 U.S.C. 5121)에 근거, 1979년 3월 31일 설립된(Executive Order 12127호)연방정부의 독립기구인 연방 재해관리청(Federal Emergency Management Agency: FEMA)의 주도로 이루어짐
- “연방 법규집(Code of Federal Regulations: CFR):재해관리 및 보조”는 대통령의 재해선포(Presidential Declaration), 연방정부의 원조제도 및 홍수보험제도에 대해 규정하고 있으며, FEMA의 업무사항 및 모든 보고는 대통령에게 직접 보고되며 대통령의 재해선포가 있으면, 연방정부차원에서 보조가 시작됨
- FEMA는 재해로 인한 국민의 생명과 재산의 보호를 주 임무로 하고 있으며, 이를 위해 연방정부의 피해지역에 대한 직접적인 재정적 보조와 기술지원, 사전방재를 위한 재정지원, 재해에 대항할 수 있는 지역사회의 건설(Project-impact)을

위한 지원, 홍수보험제도 등을 실시함

- 홍수보험제도의 목적은 홍수터 개발을 억제하고 토지이용을 적절하게 하도록 조절하여 홍수재해손실을 경감하려는 것임
- 구조물적 대책과 함께 비구조물적 대책의 적극 추진
- 도시 내배수조절지구의 지정으로 광역적인 도시홍수관리 수행
 - 여러 도시의 지방정부로 나뉘어 관리되는 배수구역을 하나의 홍수조절지구로 지정하여 인접 지방정부간 연계성을 강화하고, 공동으로 종합적, 효율적인 홍수정책 수립

나. 일본

- 일본의 홍수관리는 하천정비기본방침에 따라 정해진 기본홍수량을 댐과 하도에 배분시키고, 이를 토대로 하천을 정비하는 계획차원의 홍수관리와 홍수가 발생했을 때의 홍수관리 업무로 구분됨
 - 하천 관련법규로는 하천법, 재해대책기본법, 특정도시하천침수피해대책법, 사방법, 호우지대대책특별조치법, 수방법 등이 있고, 이들 법률들은 대개 국토교통성이 관장하며, 치수와 방재를 일원화하여 규정하고 있음
- 일본의 하천 관련법 체계는 크게 세 단계 과정을 거쳐 오늘날에 이르고 있으며, 첫 번째는 1896년 당시 빈번한 수해를 방지하기 위한 치수중심의 근대적 하천관리제도 확립기이며, 두 번째는 고도성장에 따른 각종 용수수요에 대처하기 위하여 이수개념을 강화한 1964년의 하천법이 개정시기이고, 세 번째는 하천환경개념을 도입한 1997년 하천법 개정 시기라 할 수 있음
- 2003년에는 [특정도시하천 침수대책법(2003년 법률 제77호)]을 제정·공포하여 도시홍수문제해결을 적극적으로 추진함
 - 이 법률은 도시부를 흐르는 하천 유역에 있어서 홍수피해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역 및 하도 등의 정비에 의한 침수피해방지가 시가화 진전에 의해 곤란한 지역에 대해서 특정도시하천 및 특정도시하천유역을 지정하여 홍수로 인한 침수피해대책에 관한 종합적인 대책을 추진
 - 유역수해대책계획의 수립, 하천관리자에 의한 우수저류침투시설의 정비 및 그 외의 조치를 정하게 함으로서 특정 도시하천유역에 있어서의 침수피해방지를 위한 대책을 추진
- 치수대책을 유역단위로 계획·시행하고 있으며, 중앙 및 지방정부간 협력체계가 잘 갖추어져 있으며, 도시특성을 고려한 다양한 치수대책을 계획·시행함
 - 하천 및 하수도 대책, 유역 대책 등으로 구분하여 다양한 구조물적 치수대책을 종합적으로 시행하고 있음
 - 침수예상구역 및 Hazard map을 작성·활용하도록 하여 주민의 안전한 대피를 확보하도록 하고 있음

다. 유럽

- 유럽에서 홍수에 대응하기 위해 가장 적극적인 국가는 Rhine강 하류저지대에 위치한 네덜란드라고 말할 수 있으며, 특히 1993년과 1995년 Rhine강과 Meuse강에서 발생한 홍수를 계기로 독일, 프랑스, 네덜란드 등이 수립한 INTERREG II-C 의제가 주된 동기이고 이를 바탕으로 1997년 12월에 수립된 IRMA, 즉 INTERREG Rhine-Meuse Activities가 주된 활동임
- 이 홍수 프로그램은 극한홍수로 인한 피해를 크게 세 가지 문제로 분류하여 수립한 계획이며 홍수피해유형은 홍수위험에 대한 인식 부족으로 인한 인명피해, 건물과 사회기반시설 등의 직접 피해와 생산량 저하로 인한 간접피해 등 경제 손실, 그리고 홍수기 발생한 오염수로 인한 생태 피해임
- IRMA의 주된 목표는 홍수피해 방지이지만, 홍수와 연계된 수자원 관리와 토지 등 공간이용 계획도 포함되어 있으며, 이는 홍수 피해저감 및 관리에 필수적인 통합 프로그램임
- 주요 추진 전략은 수자원 관리, 공간이용 계획, 경제 발전, 그리고 자원 보호 및 농산물 생산을 종합한 통합관리 프로그램임. 특히, 중상류 유역 홍수의 지체와 저류, 침투 공간 확대를 위한 홍수터 관리, 그리고 극한홍수위를 유지하기 위한 하천 공간의 확대, 주민들에 대한 홍수 인식의 확대에 주안을 두고 있음

3. 내배수 관련 법령의 주요내용

가. 하천법 및 하천법시행령

- 하천법은 하천수로 인한 피해를 예방하고 하천사용의 이익을 증진시키기 위하여 하천의 지정, 관리, 사용 및 보전과 비용에 관한 사항을 정함으로써 하천관리의 적정을 기하고 공공복리의 증진에 기여하려는 목적으로 제정
- 하천법의 시초는 1927. 1. 22. 제정된 “조선하천령”이라 할 수 있는데 이 조선하천령은 하천의 용어정의를 비롯한 하천관리, 하천의 사용 및 하천인근에 관한 제한, 하천에 관한 비용 및 하천에서 발생하는 수입, 감독, 보상 및 재정, 벌칙 등을 구성
- 1961년 하천법이 처음 제정되어 1963년 1차 개정이 이루어지는 시기까지를 하천법의 도입기이며 또한 이시기는 하천구역을 결정한 관계도면을 정비하고, 건설부가 신설되는 등 정부조직개편에 따른 개정사항을 정리하였던 하천법의 발아기라 할 수 있음
- 전문개정이 이루어졌던 제2차, 제3차 개정 시기는 종전의 치수중심으로 규제되어 있는 하천법을 이수법규로 전환하여 하천관리방식의 근대화를

도모하였고, 제3차 개정을 통하여 시행상 미비점을 보완하기도 하는 등 하천법의 정비기라 할 수 있음

- 1980년대에 이루어졌던 제4차, 제5차의 법 개정 시기는 기존 및 신규로 지정된 하천구역에 대하여 손실보상을 할 수 있는 근거규정을 마련했던 시기로서, 국민의 재산권을 보장하는 하천관리의 성숙기라고 할 수 있음
- 하천구역 등에 대한 손실보상과 관련하여서는 2002년 제8차 개정에서도 이루어 졌으며, 제외지에 대하여 소급보상의 대상이 되는 시점을 종전 1971년 개정 법률의 시행시점에서 1961년 제정된 법률의 시행으로 확대
- 2000년대에 이루어졌던 하천법의 개정 중 제7차, 제9차 개정은 수해 방지대책의 일환으로서 정비
 - 제7차 개정은 1999년에 수립되었던 수해방지대책을 기초로 하천 유역 종합 치수 비상대처 계획을 수립하도록 하는 규정을 도입
 - 제9차 개정은 2003년도에 수립되었던 수해방지대책계획을 중심으로 하천부속물의 비상대처계획의 수립 및 하천범람상황조사 등을 실시할 수 있는 근거를 마련
- 2004년 7월 개정에서는 범정부적 수해방지대책의 일환으로 하천구역의 지정범위를 확대하고, 하천부속물의 비상대처계획의 수립 및 하천범람 상황조사의 근거를 마련하는 등 홍수피해의 예방 및 재발방지를 위한 제도적 방안을 마련하는 한편, 현행제도의 운영과정에서 나타난 일부 미비점을 개선·보완함
 - 하천제방이 없는 구간에서 홍수발생시 홍수량 소통에 필요한 토지의 구역을 하천구역으로 지정할 수 있도록 함으로써 하천 상황에 따른 효율적인 치수를 도모함
 - 이상홍수의 발생으로 인한 하천부속물의 붕괴위험에 대처하기 위하여 댐 등 대통령령이 정하는 하천부속물의 설치자에 대하여 비상대처 계획을 수립하도록 함
 - 하천범람상황을 체계적으로 조사하기 위한 근거를 마련하고, 도시계획 등 각종 계획을 수립하는 때에는 하천범람상황조사의 결과를 검토·반영 하도록 함으로써 하천범람으로 인한 피해의 재발을 방지할 수 있는 기반을 조성할 수 있도록 함
 - 유수소통에 지장을 주는 하천구역내의 불법 점용물 등에 대하여 수해방지 등을 위하여 긴급한 조치가 필요한 경우에는 행정대집행법에 의한 절차에

- 의하지 아니하고 즉시 그 점용물 제거 등의 조치를 할 수 있도록 함
- 2005년 7월 개정에서는 하천의 자연친화적인 정비·보전을 목적규정에 명시하고, 하천관리에 관한 중요사항을 관장하는 하천관리위원회의 심의 사항에 하천의 자연친화적 정비·보전에 관한 사항을 추가함
 - 2009년 4월 개정에서는 하천관리청은 홍수로 인한 재해의 발생을 방지하거나 줄이기 위하여 긴급한 조치가 필요한 때에는 그 수계에 관한 하천의 상황을 종합적으로 고려하여 댐 등의 설치자에게 필요한 조치를 명할 수 있도록 함
 - 홍수의 예보, 홍수 대피, 수해방지대책의 수립 등을 위하여 배우 지역의 홍수 피해상황에 대하여 조사를 실시하고 홍수피해의 위험도를 예측하는 홍수 위험지도를 작성하고, 중앙행정기관 또는 지방자치단체의 장은 도시·군 계획 등 각종 계획을 수립하는 경우 홍수피해상황조사의 결과를 검토하여 계획에 반영하여야 하며, 이는 상위 조직에서 하위 조직에게 위탁할 수 있음
 - 2012년 4월 개정에서는 국가하천의 일부 시설 및 구간의 유지·보수를 국토해양부장관이 직접 수행하도록 하고, 직접 수행하는 경우 미리 해당 시·도지사의 의견을 듣도록 하며, 관련 기관 또는 단체에 해당 업무를 위탁할 수 있도록 함으로써 국가하천의 효율적이고 체계적인 관리·보존을 도모함
 - 수자원장기종합계획, 하천유역종합치수계획, 하천정비기본계획, 하천부속물의 비상대처계획 및 하천정비시행계획은 2008년 하천법 개정 부칙에 따라 제23조의 개정규정에 따른 수자원장기종합계획, 제24조의 개정규정에 따른 유역종합치수계획, 제25조의 개정규정에 따른 하천기본계획, 제26조의 개정규정에 따른 하천시설의 비상대처계획 및 제27조의 개정규정에 따른 하천공사시행계획에 관련 법조항이 있음
 - 수자원장기종합계획을 제외하고 치수와 관련하여 수립되는 대표적인 계획으로는 하천유역종합치수계획과 하천정비기본계획이 있음

나. 자연재해대책법

- 자연재해대책법은 태풍, 홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산과 주요 기간시설을 보호하기 위하여 자연재해의 예방·복구 및 그 밖의 대책에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 함
- 홍수·호우 등으로 인한 재해를 예방하기 위하여 지역별로 방재성능목표를 설정하여 운용하도록 하고, 자연재해를 근원적으로 예방·대응·복구하기 위하여 일정한 재해발생지역에 대하여 중앙재난안전 대책본부의 본부장이 지구단위중

합복구계획을 수립함

- 자연재해대책법이 개정(법률 제11345호, 2012. 2. 22. 공포, 2012. 8. 23. 시행)됨에 따라 지역별 방재성능목표의 공표 방법 및 방재성능 평가 대상, 지구단위종합복구계획의 수립 대상 지역 및 소방방재청장이 직접 시행할 수 있는 지구단위종합복구사업의 대상 등 법률에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정하고, 세부적인 복구비 선지급 비율 등의 고시 주체를 변경하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하려는 한편, 어려운 용어를 쉬운 용어로 바꾸고, 길고 복잡한 문장을 간결하게 하는 등 국민이 법 문장을 이해하기 쉽게 정비함
- 자연재해대책법에서 풍수해의 예방 및 저감을 위하여 5년마다 풍수해저감 종합계획과, 정비 방향의 지침이 될 자연재해위험지구 정비계획을 수립하게 되어있음
 - 풍수해저감 종합계획은 풍수해를 저감시키는 목적을 가진 중장기적인 지역방재정책을 수립·시행하는 계획으로서 지역주민들이 풍수해로부터의 안전한 생활을 영위할 수 있도록 풍수해 위험을 극소화하여 안전한 지역사회를 구축하는데 그 목적이 있음
 - 자연재해위험지구에 대하여 정기점검 및 수시점검을 실시하여야 하며, 정기점검은 풍수해에 의한 재해발생이 우려되는 재해위험지구에서 매년 3월~5월 사이 월1회 이상, 수시점검은 여름철 풍수해 등 재해대책 기간 중 재난관리책임기관의 장이 필요하다고 인정할 때 실시함

다. 수자원장기종합계획(치수)

- 치수와 관련된 모든 계획은 수자원장기종합계획에 그 기반을 두고 있으며, 그 범위내에서 수립되어야 함
- 수자원장기종합계획에서 치수종합계획을 수립하는 것은 국가 치수계획의 근간이 되므로 과거 및 현재의 홍수피해와 대책, 미래에 대한 여건변화, 미래에 대한 홍수 피해저감 대책 등을 모두 포함
- 최근 수자원장기 종합계획(2011~2020년)의 치수분야에서는 기후변화에 안전한 국토기반 구축을 비전으로 도시침수방지시스템 강화를 추진함
- 최근 홍수피해 규모가 증가하는 중랑천 등 7개 주요 지천(왕숙천, 중랑천, 탄천, 안양천, 금호강, 갑천, 지식천)에 대해 홍수예보시스템을 운영 중에 있으며, 유역의 2/3가 북한에 위치한 임진강 유역에는 강우레이더를 이용하여 홍수예보를 실시중임
- 도시화로 인한 불투수면적의 증가, 하수도 등의 내수 배제시설 용량 부족, 지하철 및 지하상가 등 지하공간 피해 증가 등 도시홍수의 특성을 고려한 도시지역 홍수관리대책을 추진 중임

라. 유역종합치수계획

- 유역종합치수계획은 최근 빈발하는 이상홍수에 대응할 수 있도록 과거 제방축조 위주의 치수대책 한계를 극복하여, 홍수조절목적이 포함된 댐 및 유역의 저류기능을 확대하고 상, 하류 수방시설 간 최적연계 운영을 도모하여 유역의 홍수 저감 능력을 극대화하는 계획
- 기존 하천중심의 일차원적 치수대책에서 벗어나 유역이 지니고 있는 치수적 잠재기능을 최대한 살릴 수 있는 이차원적 치수대책으로, 구조물적 치수대책과 비구조물적 치수대책을 모두 포함하는 계획
- 지난 2002년 8월의 집중호우와 태풍 루사는 269명에 달하는 인명손실과 6조원의 재산피해를 발생, 2003년 태풍 매미는 130명의 인명손실과 4조 8천억원의 재산피해를 기록하였고. 이러한 집중호우와 태풍에 의한 재산피해는 우리나라 연간 자연재해의 95%이상을 차지하고 있음
- 과거 치수대책이 유역에서 발생하는 홍수량을 하천을 이용한 직접적인 배수방식으로 하도정비 및 제방축조 위주로 진행되어, 홍수시 하천에 과도한 부담을 안겨 주고 있으며 매년 계속되는 이상강우현상과 설계빈도를 초과한 호우를 감당하기에 어려움
- 하천정비기본계획을 보완할 수 있는 종합치수계획의 필요성은 이미 1999년 8월 국무회의시 “항구적이고도 종합적인 수해대책을 강구하라”는 대통령의 지침과 그 후속 조치로 이루어진 수해방지대책 기획단의 “수해방지 종합대책 백서”에서 잘 나타나 있으며 건교부에서는 그 후속조치로서 하천법에 유역별 종합치수계획수립을 위한 법적 근거를 마련하고 2001년 종합치수계획수립지침서를 작성하여 시행중임
- 1990년 12월 수자원장기종합계획(1991~2001)을 수립하여 하천 유역 개발 및 관리의 기본방향이 제시되었고 1996년에 보완된 수자원장기종합계획(1991~2001)을 통하여 다목적댐 홍수조절능력을 2011년까지 18억 m^3 에서 31억 m^3 으로 높이는 홍수조절계획과 본류와 지류를 일괄하는 치수사업을 확대하여 2007년까지 하천개수 100% 달성을 목표로 계획을 추진하였고, 2011년 수자원장기계획(2011~2020)에서는 국가 및 중소하천의 홍수방어능력을 강화하기 위한 홍수안전도 취약지역의 개선, 지역맞춤형 홍수방어능력의 확보, 도시침수방지시스템 강화로 추진 목표와 전략을 세움

마. 우수유출 저감시설 종류·구조·설치 및 유지관리 기준

- 침투시설 및 저류시설의 종류에 대해 ‘자연재해대책법’에서는 아래와 같은 종류를 제안하고 있으며, 기타 동등한 성능을 발휘할 수 있는 시설 또한 설치 가능함

구분	종 류							
저류시설	쇄석공극 저류시설	운동장 저류	공원 저류	주차장 저류	단지 내 저류	건축물 저류	공사장 임시 저류지	유지·습지 등 자연형 저류 시설
침투시설	침투통	침투 측구	침투 트렌치	투수성 포장	투수성 보도 블럭			
기타시설	물대 시스템	지붕 녹화						

- 침투형 저류시설은 우수유출저감시설을 신·증설하기 어려운 경우에는 기존의 저지대나 공공시설 등과 같이 현재 지형여건을 이용하여 폭우시 단기간의 저류 기능을 확보 할 수 있도록 우수유출저감시설로 활용하는 방법임. 소방방재청은 침투형 저류시설의 저류한계수심을 최소 10cm에서 최대 30cm까지 제안함
- 저류시설 모니터링시스템(TM/TC) 설치시 하천의 수위(외수)와 저류지 시설(내수)간의 저류시점과 방류시점에 대해 연계성을 갖추도록 하고 있음
- 침투시설만으로 소정의 홍수유출 효과를 얻을 수 없는 경우 저류시설과의 겸용을 고려함

바. 자연재해위험지구 관리지침

- 자연재해위험지구 관리지침은 자연재해대책법 규정에 의하여 자연재해위험지구 지정 및 정비계획 수립 등에 대한 세부운영 기준을 정하는데 목적이 있음
- 자연재해위험지구란 태풍·홍수·호우·폭풍·해일·폭설 등에 의한 현상으로부터 안전하지 못하여 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 지역과 자연 재해 저감시설을 포함한 주변지역으로서 지정된 지구를 말함
- 자연재해위험지구 중 침수위험지구는 하천의 외수범람, 내수배제 불량으로 인한 침수가 발생하여 인명 및 재산피해를 유발하였거나 침수피해가 예상되는 지역임
- 침수위험지구에는 하천의 제방축조 및 정비, 저류지, 우수지, 배수로 및 배수 펌프장 등 우수유출 저감시설의 시설·확장 등 정비사업과 방조제·방파제 등 주변지역의 침수방지시설 정비 사업을 할 수 있음

4. 각 세부분야별 국내외 정책동향

과제구분	국내외 정책동향 및 분석
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	○ 미국 - 국제적으로는 1980년대 이후 그동안 자연현상에 기인하여 천재로만 인식하던 홍수재해가 전 세계적으로 대형화됨에 따라 대책마련을 위해 1989년 제44차 국제연합 총회의 결의를 통해 “국제자연재해경감 10개년 사업(IDNDR: International Decade for Natural Disaster Reduction, 1990~1999)”을 추진 - IDNDR의 후속사업으로 21세기에는 “자연재해경감을 위한 국제적 경감 전략(ISDR: International Strategy for Disaster Reduction, 2000~2009)”을 추진 - 1979년에 FEMA(Federal Emergency Management Agency)를 대통령 직속으로 설립하여 홍수재해관리 업무를 총괄. 특히 홍수재해를 방지하기 위해서 연간 30억 달러 이상의 예산을 사용 - 지질조사국과 육군공병단에서는 Levee safety inspection programs (USGS) 등의 사업을 통해서 제방 데이터베이스 구축 및 홍수방어력 증대에 대한 정책 추진 ○ 일본 - 일본정부는 최근 10년 동안 매년 1조 엔 안팎의 치수 특별 회계를 꾸준히 편성하여 만일의 도시홍수에 대비하고 있음 - 「위터 플랜 2000」 책정 이후 사회·경제 상황 변화, 가속화, 1990년대 이후 갈수 현상을 시작으로 물 고갈 문제의 빈발 등의 문제에 직면하여 「새로운 전국 국토 종합개발계획」과 조화될 수 있는 「새로운 전국 종합 수자원계획(위터 플랜 21)」을 2005년 3월 책정 발표 - '10년부터 자국 물산업의 강점(ODA, 기술력, 지자체 운영능력 등)을 활용한 범정부차원의 해외진출 활성화 지원정책 추진 * 경제 산업성은 '09.10월부터 '물 비즈니스 해외진출 연구회'를 운영하여 '10.4월 '물 산업 해외진출 활성화 방안' 발표, 2025년 세계 물시장의 6%(1.8조 엔) 점유 목표 ○ 중국 - 수자원계획관련 11차 5개년 계획(2006~2010년)에서는 2010년까지 상수보급률 95%, 하수처리율 70%, 하수관거 보급률 90% 달성을 목표로 약 1조 5천억 위안을 투자 - 자국 물 산업 보호를 위하여 상하수도 사업에 대한 외국인 투자 자본 참여 제한(50% 이하) ○ 한국 - 수자원장기종합계획(2011-2020)에서 기후변화에 안전한 국토기반 구축을

과제구분	국내외 정책동향 및 분석
	위한 전략 마련하여 4대강 본류와의 국가 및 중소하천의 홍수방어능력의 강화 - 예방투자로 홍수안전도 취약지역의 개선 - 지역 맞춤형 홍수방어능력의 확보 - 도시침수 방지시스템 강화
내외수 연계 내배수시설 의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	○ 일본 - 도시 내수침수 방지를 위한 지하방수로/저류조 등 지하공간 이용 우수유출 저감 시설 적극 활용 ○ 미국 - 연방정부 차원에서 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) 산하 NWS(National Weather Service)가 전국단위 홍수 인프라 구축과 관련한 기상예보 및 수문자료 제공 업무수행
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	○ 일본 - 국토교통성이 안전·안심할 수 있는 풍요로운 사회 만들기의 정책방향으로 재해 위험 증가에 대비한 방재·감제 대책을 강화하며 하천유지용수 확보를 위해 구조 및 비구조적 기술개발 추진 - 전국에 레이더 우량계를 활용한 단시간 강우예측모형을 개발하여 현업에 사용하고 있으며 공간단위 동적 홍수범람을 시험적용 - 기상청에서는 VSRF(Very Short-Range Rainfall Forecast)모형을 개발하여 실무에 활용 - 홍수예보시스템은 레이더 강우예측과 연계하여 동적 하천범람을 추진 ○ 미국 - 도시에서의 대규모 수해피해를 방지하기 위해서 대심도 터널을 이용한 우수유출 저감시설로 적극 활용하고 있음

5. 내배수 관련 국가 R&D 동향 및 투자현황

가. 정부의 지원정책 현황

- 최근 증가하는 내수침수 피해로 인하여 관계 부처에서의 다양한 구조적인 내수 침수 저감 대책이 수립·발표되고 있음
- 서울시는 관내 100여개소의 빗물펌프장을 기존 5~10년 빈도에서 20~30년 빈도로 증설하는 사업을 단계적으로 시행중임
- 2010년과 2011년의 홍수로 인한 서울 침수 이후, 서울시는 내수침수 저감을 위하여 연간 5,000억 원씩 10년간 투자하여 우수관거 통수능을 확보할 계획을 발표 함
- 하수관거의 주무부처인 환경부와 한국상하수도 협회는 2011년 4월 하수도 시설 기준을 개정하여, 기존 5~10년 빈도로 설계되는 우수관거를 10~30년 빈도로

설계하도록 규정을 상향 조정함

- 소방방재청은 2012년 2월 자연재해대책법을 개정하여, 전국 시·군에 대한 10년 단위의 지역별 방재성능목표를 설정·공표하고 운용하며, 5년마다 타당성을 검토하도록 지정하였음
- 자연재해로 인한 피해액은 연평균 2조원(2000년 이후)을 넘어서고 있으나 현재 방재와 관련된 R&D 예산은 전체 R&D 예산의 1% 수준에 불과한 실정임
- 국토해양부, 소방방재청, 환경부, 기상청 등 홍수 피해와 관련한 주요 정부 부처와 각 지방자치단체는 내수침수 저감을 위하여 지속적인 투자를 하고 있으나, 대부분의 투자는 내배수시설의 구조적인 성능향상에 집중되고 있으며, 비구조적인 성능향상을 위한 투자는 매우 미흡한 실정이며, 내수침수 저감시설의 효과적인 운영을 위한 내외수 연계 최적운영시스템의 개발과 관련된 연구 및 투자는 전무한 실정임

나. 연구개발사업 투자현황

- 최근 5년간 물 관리 연구분야 투자예산은 538억원 수준 ('11년 예산 120억원)

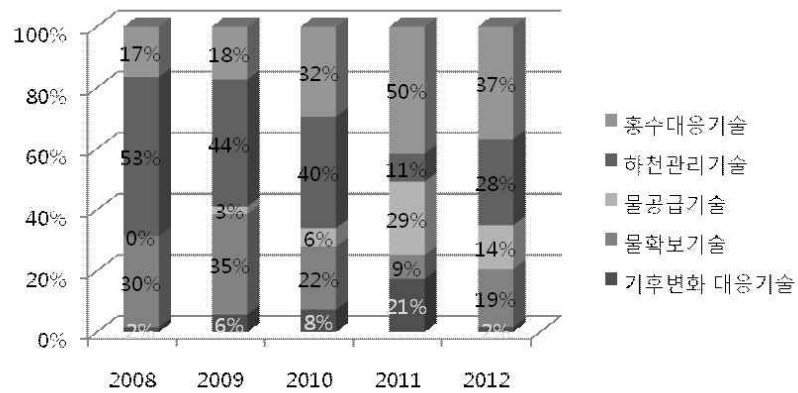
<연도별 예산투자 추이>

(단위: 억원, %)

구분		'07	'08	'09	'10	'11	계
국토해양 R&D	예산	4,294	4,730	5,613	5,750	6,160	26,547
	증가율	42%	10%	19%	2%	7%	-
건설교통 R&D	예산	3,277	3,459	3,924	4,092	4,310	19,062
	증가율	44%	6%	13%	4%	5%	-
건설기술혁신사업	예산	641	727	727	727	730	3,552
	증가율	-	13%	-	-	-	-
SOC연구	예산	449	503	453	439	430	2,274
	증가율	-	12%	△10%	△3%	△2%	-
물 관리연구	예산	70	101	91	156	120	538
	증가율	-	12%	△10%	72%	△23%	-
도로분야	예산	122	123	183	131	180	739
	증가율	-	1%	49%	△28%	37%	-

* 건설기술혁신사업은 「국토해양 R&D 발전전략」('10.10)에 따라 SOC연구, 물 관리로 분리, 도로분야는 교통-물류연구로 통합됨

- '11년 R&D 예산은 기초단계 17.4%, 응용단계 0%, 개발단계 82.6%에 사용



- 물 관리 분야를 기후변화 대응기술, 물 확보기술, 물 공급기술, 하천관리기술, 홍수대응 기술로 나누었을 때 타 기술에 비하여 홍수대응기술과 하천관리기술에 대한 투자가 지속적으로 이루어져야할 필요성이 있는 것으로 판단

다. 국토해양부 R&D 사업 투자현황

- 과거 건설교통 부문 투자 실적은 '11년까지 총 2,162개 과제에 2조 5,348억원 지원하였으며, 건설기술 혁신 사업으로 '12년 757억원(사업단 2개, 연구단 13개, 일반과제 6개) 편성됨
- 건설기술 혁신 사업으로 투자실적 및 계획이 '10년부터 점차 증액되고 있으며, 그 중 환경친화적 수자원시스템은 '10년 대비 '14년엔 2배 이상 증액됨

<국토해양부 R&D 연차별 투자실적 및 계획>

(단위: 억원)

구분	'09까지	'10	'11	'12	'13	'14	'15
건설기술 혁신	4,357	727	730	757	891	840	850
미래형 도로	-	131	186	124	230	82	98
차세대교량	-	150	183	139	125	102	89
환경친화적 수자원시스템	-	162	120	194	229	314	272
재해·안전 대응	-	23	5	0	22	41	66
첨단재료	-	81	85	65	61	46	56
프로세스 혁신	-	180	151	235	224	255	269

* 출처: 2012년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획

라. 소방방재청 R&D 사업 투자현황

- 최근 5년간 소방방재청 R&D 사업은 매년 규모가 커지고 있음. R&D예산으로

책정된 금액이 2008년 약 107억원 규모에서 2012년에는 약 263억 원으로 5년간 약 245.5% 증가한 것으로 나타남

- 최근 5년간 소방방재청 R&D 사업은 인적재난안전기술개발사업, 자연재해 저감 기술 개발사업, 차세대핵심소방 안전기술개발사업, 재난안전기술개발기반구축사업, 지진 및 지진해일 피해저감 기술개발사업, 특수재난현장 긴급대응 기술개발사업, 백두산 화산 대응 기술개발사업 등에 총 835.4억여원이 투입됨
 - 자연재해저감 기술개발에는 총 R&D 사업의 32.6%에 해당하는 272.3억여 원이 투입됨
 - 내배수 침수 저감을 위한 과제는 9.6%인 26억여원에 불과한 실정

마. 최근 4년간 전국 하천 피해액과 정부지원 예산 현황

- 최근 4년간 하천피해액과 정비사업에 대한 정부지원예산을 추계하여 대비해보면, 전체 피해액 중 98%의 피해가 몰려있는 도시 지방하천과 소하천에는 전체 예산의 30% (4조원)를 지원한 반면, 불과 1.44%의 피해를 입은 국가하천에는 70%에 해당하는 10조원 정도를 지원한 것으로 나타남
- 주요한 피해는 도시유역을 포함하고 있는 지방하천 및 소하천에서 났는데 정비사업은 국가하천위주로 진행이 되고 있음을 알 수 있음

<최근 4년간 전국 하천 피해액과 지원 예산 현황>

(단위: 억원)

단위사업	구분	2008	2009	2010	2011	2012	합계
국가하천	피해액	0	9.6	0	44.8	-	54.4 (1.44%)
	정부지원	-	11,810.0	35,940.0	37,470.0	13,389.3	98609.3 (68.83%)
지방하천	피해액	52.7	496.7	322.6	1,165.4	-	2037.4 (54.11%)
	정부지원	-	10,730.0	8,433.7	7,520.0	965.1	36334.5 (25.36%)
소하천	피해액	91.2	431.1	272.9	878.1	-	1673.3 (44.44%)
	정부지원	-	1,909.0	2,071.7	2,071.7	2,268.6	8320.9 (5.81%)
합 계	피해액	143.9	937.4	595.5	2,088.2	-	3765.1 (100%)
	정부지원	-	24,449.0	46,445.4	47,061.7	25,308.7	143,264.7 (100%)

* 출처: 국토해양부 및 소방방재청 제출 자료를 바탕으로 국회 예산정책처에서 작성된 자료

제 2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내외 시장현황

- 2010년과 2011년의 홍수로 인한 서울 침수 이후, 서울시는 내수침수 저감을 위하여 연간 5,000억 원씩 10년간 투자할 것으로 발표하였으며, 소방방재청은 도시방재성능 목표강우량을 지자체별로 공시하는 등 내수 침수로 인한 피해저감을 위한 지속적인 투자가 계속되고 있음
- 매년 반복되는 자연재해로 인한 피해액은 연평균 2조원(2000년 이후)을 넘어서고 있으며, 인명피해 또한 급증하는 상황에서 반복되는 도시내 침수피해에 대한 항구적인 대책이 시급함

과제구분	국내외 시장현황
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	○ 미국과 EU, 일본 등 선진국의 전통적인 홍수방어 전략은 우리나라와 마찬가지로 하천, 하수도 등 개별적인 구조적 대책이 주류를 이루고 있으나, 지난 2000년대 이후 유역차원의 홍수대책과 지속가능개발이 강조되면서 비구조적 홍수방어 및 내외수 연계 홍수방어 개념이 도입되고 있음 ○ 국토해양부에서 2008년부터 2013년까지 첨단 하천예보기술개발 및 유역차원의 홍수방어 및 관리기술 개발을 목표로 추진하고 있는 R&D사업으로 내수침수를 고려한 홍수예보 기술과 비구조적 도시 홍수대책 대응능력 제고 및 평가기술을 연구 개발 중에 있음 ○ 과거 외수위주의 정책수립으로 외수에 대한 범람지도 및 침수예측 지도는 추진되고 있으나, 내수침수에 대한 재해지도는 추진되고 있지 않음
내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	○ 국토해양부와 행정안전부는 “수해방지대책백서(2003)”에 의거하여 하천변 저류 공간 확보방안을 계획하고 있으나, 하천변 저류공간을 선정하고 홍수에 대한 영향을 평가하기 위한 기반기술에 대한 투자는 미흡
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	○ 우리나라 실시간 홍수 예·경보 시스템의 개발 및 도시지역 내배수 위험도 예측모형 개발 등 치수 분야의 기술수준은 선진국 수준의 75.6%로 자체 기술개발능력을 가지고 있으나 통합적으로 운영·관리 할 수 있는 통합 과정이 취약함 ○ EU 국가 중 네덜란드 Delft Hydraulics Laboratory 에서는 하천을 포함한 유역의 홍수추적, 내배수 관리 등을 통한 통합홍수 관리시스템을 구축하여 운영하고 있음

2. 국내외 시장전망

- 국내 수도권지역 2년 연속 대규모 홍수피해 발생(2010년, 2011년)으로 도시하천 유역의 국지성 집중호우와 기후변화로 인한 침수피해 방지의 중요성에 대한 인식이 증대 되고 있는 실정
- 기후변화로 인한 물문제의 불확실성이 증가하여 물에 대한 대응방향이 안보의 개념으로 확대되어, 빗물펌프장과 우수/하수관거 설계기준 강화 사업 추진 등 대규모 도시홍수 배제 기반시설 교체 투자로의 시장 확대 예상됨
- 2009년 기준 국가하천 정비사업에 투자되는 예산은 연간 1조 5천억원 규모로 인구와 재산이 밀집해 있는 도시하천분야의 침수피해 저감을 위한 정부와 지자체를 중심으로 지속적인 투자가 확대될 것으로 전망됨
 - 기후변화로 인한 수자원의 중요성에 대한 인식 증대 및 4대강 사업추진 등으로 인한 수자원 모니터링의 확대가 예상됨
 - 4대강 살리기 사업이후 하천에서의 운영 및 유지관리를 위해서 지속적인 예산 투입이 전망됨
- 최근 10년간 연평균 재해피해액은 2조 2천억원 규모로 기후변화로 인해 피해규모는 점차적으로 확대되고 이에 따라 하천 홍수피해와 관련된 시장규모도 지속적으로 확대될 전망됨
 - 홍수피해가 과거에는 농경지 피해가 중심이었으나 최근에는 홍수피해 잠재능이 높은 도시지역의 내수 침수와 하천변 사회기반시설 침수를 중심으로 홍수 피해가 급격히 증가하는 양상으로 바뀌게 되었으며, 최근 도시하천에서 인명과 재산, 특히 공공시설 피해가 급격히 증가하고 있음(건설교통부 수자원장기종합계획 : 치수종합계획, 2001)
 - 최근 발생하는 도시유역의 홍수피해는 대부분이 내수에 의한 침수피해로 밝혀지고 있으며, 2001년 7월 홍수와 최근의 2010년 9월 21일 서울 광화문 등에 발생한 집중호우로 인한 침수피해의 상당 부분이 내수배제의 불량에 기인하였음
- 국외에서는 대도시가 발달된 미국, 영국, EU, 일본 등을 중심으로 도시홍수에 대한 지속적인 투자가 되고 있으며, 특히 최근 미국의 기상청(National Weather Service)에서는 WFO(Weather Forecast Offices), RFC(River Forecast Centers)와 공동으로 차세대 통합 홍수관리를 목적으로 선진개념의 웹기반 하천예보 및 수문예측을 위한 시스템을 개발하는 등 도시홍수 피해 예방을 위한 투자가 활발해짐
- 도시내의 우수관거 및 빗물펌프장 등 내배수시설과 도시를 관통하는 하천수위를 연계하여 통합적으로 최적 운영하는 기술은 현재 선진 각국에서도 연구가 부진한 기술 분야로 향후 도시 내수침수로 인한 피해를 줄이는 가장 중요한 기술 중의 하나가 될 것이며, 기술이 실용화되면 동남아시아 등 홍수피해가 많은 저개발 국가들뿐만 아니라, 내수침수가 발생하는 선진국에도 기술이전을 통하여 해외 시장진출이 가능할 것으로 판단됨

제 3절 기술동향분석

1. 국내외 기술동향

가. 국외 기술동향

- 미국과 EU, 일본 등 선진국의 전통적인 홍수방어 전략은 우리나라와 마찬가지로 하천, 하수도 등 개별적인 구조적 대책이 주류를 이루고 있으나, 지난 2000년대 이후 유역차원의 홍수대책과 지속가능개발이 강조되면서 비구조적 홍수방어 및 내외수 연계 홍수방어 개념이 도입되고 있음
- 미국의 경우 주 별로 수문학적 특성, 여건 등이 매우 다르기 때문에 전국에 해당하는 설계빈도 규정을 존재하지 않음. 시설물별 방재 설계빈도 기준은 미국 육군 공병단에서 제시하고 있음
- 미국에서는 홍수와 관련된 많은 연구들과 더불어 실질적인 평가도 진행되고 있으며, 미국 해양대기관리처(NOAA)에서 시행하고 있는 Community Vulnerability Assessment Tool 프로그램을 이용하여 지역별 재해 위험성과 취약성을 시범적으로 평가하고 있음
- 미국·일본과 일본은 지하공간을 이용한 우수유출 및 초기 오염된 우수를 저감
- 미국(인공위성을 이용한 증발산량, 가뭄 등 예측에 활용), 일본(원격탐사와 레이더를 홍수 예측에 활용), 독일(전 지구를 격자로 구분, 물 부족량 추정기술 확보) 등 IT를 이용한 수문환경 변동 감시 기술 개발 선점
- 일본의 도시 설계 강우는 도시하천의 치수기준에 따라 설정(일본 건설성, 1997)되며, 하수도, 빗물펌프장, 조정지 등의 시설물에 대한 설계 강우 기준은 우수가 방류되는 도시하천의 치수기준과 일치됨. 일본 하천의 설계홍수의 재현기간은 하천의 중요도에 따라 차등(A급~E급, 도시하천의 경우 C급)적으로 설정
- 일본의 국토성 국토기술정책 종합연구소(National Institute for Land and Infrastructure Management; NILIM)에서 개발한 홍수취약성 지수(Flood Vulnerability Index, FVI)를 개발하여 다양한 목적으로 사용되고 있음
- 유럽공동체는 국가를 통과하는 하천에 대하여 유역 전체에 대하여 통합적인 예측이 가능한 유럽 홍수 조기경보 시스템(European Flood Early Warning System)을 개발하여 사용하고 있음
- 유럽에서는 EU국가를 중심으로 CADAM사업 및 IMPACT 사업 등을 통해서 극한홍수기법을 공동 연구함
- 유럽은 연구개발은 공동투자로서 유럽중기예보센터(ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)를 운영하여 중·장기 예보 서비스의 생산과 그 기술의 공동개발을 수행
- 유럽(EU)은 댐 및 제방붕괴에 따른 홍수와 해석과 이에 대한 피해경감 대책

수립을 위해서 CADAM(Concerted Action on Dam Break Modeling) 프로그램을 1994년부터 1999년까지 수행하여 홍수관련 연구개발 수준을 한 단계 끌어올렸으며, 이에 대한 구체적인 실행방안으로 RESCDAM (Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis) 프로그램을 1999~2001년에 수행

- EU는 물 산업 관련 융·복합 프로젝트로 물 관리 정보기술(IT)의 개발이 주된 과제인 아쿠아 네트워크(@qua network)프로젝트 추진
- 프랑스는 물 관련 다국적기업 중 하나인 Veolia를 통해 수자원 확보 및 관리 등 R&D 프로그램을 집중 운영 중임
- 덴마크 DHI에서는 상용 홍수 및 내수범람 모형으로 Mike 시리즈와 MOUSE 를 개발하여 세계 여러 나라에서 사용 중
- 네덜란드는 2008년부터 RWS와 정보기술(IT)회사, 엔지니어링 회사 등 9개 기관 기업과 함께 “홍수 통제 프로그램(Flood Control 2015”를 준비하여 정교한 감지기를 제방에 설치하고 이를 네트워크화하여 도시홍수에 대비하고 있음
- 네덜란드의 Delft Hydraulics에서는 레이더 자료구축, 유역 및 하천 홍수추적, 범람해석, EAP 구축 등에 의한 내배수 재해를 포함한 통합홍수관리시스템을 구축하여 운영
- 네덜란드는 토지이용과 치수대책으로 저류지를 적극 설치하고 도시계획이나 지역개발시 수해에 대한 위험성 평가를 사전에 실시하는 등 재해발생 이전에 방재대책을 세우고 있음
- 영국기상청(UKMO: UK Meteorological Office)은 세계항공 기상센터의 임무를 수행하는 한편, 전지구예측 모델을 집중 개발
- 영국의 도시방재성능은 Planning Policy Statement(PPS) 25의 개발과 홍수위험에 기반을 두고 있음(British Government, 2006). 지구온난화, 해수면 상승, 기상이변 등의 기후변화를 고려하여 연간 침수율에 따라 4가지로 지역을 구분하고 있음. 또한 영국표준기관(British Standards Institute)은 제 분야에서 자체 기준을 수립하여 시행해왔으나, 유럽공동체가 발족한 이후 유럽공동 기준(Europaischen Mornen)을 적용

나. 국내 기술동향

- 국토연구원의 도시방재정책연구센터에서는 “도시 기후변화 폭우재해 적응 안전 도시 기술 개발” 연구과제(2011~2015예정)를 통하여 기후변화 적응 안전도시 시스템 구축을 위한 초대형 폭우재해에 대한 도시의 위험 분산 및 근본적인 재해위험 감소를 위해 연구 중이나, 본 과제는 도시계획 차원에서 변화하는 기후변화에 따른 극한강우에 대비하는 도시설계에 관한 기술개발과제 수행 중
- 국토해양부 (2008)는 “치수평가 시스템 구축 연구”에서, 기존의 선과 점 개념의

1차원적인 치수 대책을 지양하고 면과 양 개념의 2차원적 치수 대책의 수립을 위한 치수 대책의 평가 시스템 구축을 위한 구체적인 기준을 제시

- 국토해양부(2008)는 “도시침수피해 방지를 위한 효율적 실행방안 연구”에서 침수피해가 큰 도시하천을 대상으로 침수피해를 방지 할 수 있는 실행방안 제시에 관한 연구를 수행
- 소방방재청(2009)은 “효과적인 지역방재를 위한 도시계획수립 기법개발과 지침에 관한 연구”를 통하여 국내 도시계획 내 방재계획 현황을 조사, 분석하여 문제점을 구체적으로 도출하고, 지역의 방재성능을 종합적이고 체계적으로 평가하기 위한 정책의 기본방향을 설정
- 소방방재청에서는 2009년 “기후변화로 인한 도시홍수 피해실태 분석 및 새로운 방재 패러다임 방향 설정을 위한 연구용역”, 2010년 “기후변화를 고려한 도시방재성능 목표 설정 방안 연구용역”의 연구 용역을 시행하여 도시지역의 효율적인 방재정책을 수립하기 위한 도시방재성능목표를 설정하였음. 전국 169개 지자체별로 기후변화에 따른 강우 증가율, 유역변화, 방재시설물 설치 정도, 지자체의 재정력지수 등을 감안하여 결정된 단기 및 중·장기계획별 1시간, 2시간 및 3시간별 목표강우량을 결정하였음
- 방재성능의 증대를 위하여 국내의 경우 빗물유출 저감시설과 관련된 많은 연구가 수행되어 왔으며 대표적인 연구로 국립방재연구소(2003~2004)의 “대표시험유역과 저류, 침투시설운동을 통한 재해저감기법 개선”, 서울시정개발연구원(2004)의 “서울시 침수피해 저감을 위한 우수저류시설 적용 방안” 연구 등이 있음. 국립방재연구소의 경우 전국 침투통 시험시설에 대한 계측을 수행하고 치수효과를 정량화하고 전국시험사업별 유지관리현황 조사를 통한 대책 마련 연구를 수행하였으며, 서울시정개발연구원의 경우 우수저류시설의 경제적 효과를 파악하고 우수저류시설 적용방안 및 관련법 개정(안)을 제시
- 국립방재연구소(2009)는“도시방재 기준 및 체계정립을 위한 기초연구”에서 도시방재의 개념을 정립하고, 국내외 도시방재체계를 검토하여 도시방재 기반구축, 도시안전 성능평가, 지역 방재력 평가, 방재형 도시 기준개발의 연구과제 기획을 수행
- 홍수피해지역 지도화와 관련하여 피해조사 및 복구체계 개선에 관한 연구(국립방재연구소), 헬기·무인헬기·위성을 이용한 재해조사 시범 실시(국립방재연구소), 수해흔적조사(행정자치부, 국토해양부) 등이 진행된 바 있으나, 현재까지는 실시 조사에 기초한 연구들이었고, 다양한 요소들을 통합적으로 고려한 위험도 평가와 이와 연계된 의사결정지원을 위한 지속적 연구가 필요함
- 2003년부터 2008년까지 도시홍수재해관리기술 연구단에서 「도시홍수방어계획 및 관리 기술」의 개발을 목적으로 연구를 수행해왔으며 그 성과의 일환으로 도시홍수방어를 위한 FFC (Flood Free City) Model을 개발한 바 있음. 이 중

FFC6 프로그램의 경우 본 연구진에 의하여 개발된 프로그램으로 빗물펌프장으로 유입되는 유입량을 예측하여 펌프를 조기 가동하는 프로그램으로 현재 서울시의 일부 빗물펌프장에 실제 설치 운영 되고 있음. 그러나 FFC 6 프로그램은 내수의 효율적인 배제를 주목적으로 하고 있으며, 내외수의 연계운영은 고려하고 있지 않음

- 2010년과 2011년의 홍수로 인한 서울 침수 이후, 서울시는 내수침수 저감을 위하여 연간 5,000억 원씩 10년간 투자할 것으로 발표하였으며, 소방방재청은 도시방재성능 목표강우량을 지자체별로 공시하는 등 관계부처에서 내수침수 저감을 위한 지속적인 투자가 이루어지고 있음
- 국내의 경우 홍수 피해저감을 위한 실시간 홍수예보기술 개발, 유역 단위 홍수 대응기술 개발, 국가/지자체 홍수통합관리시스템 기술 구축 연구 진행 중
- 4대강 살리기 사업 등 대규모 국책사업에 따른 하천환경 변화에 대응하기 위한 IT/GIS 등 첨단기술 기반 하천운영 관리 기술 연구 수행중이며, 내배수시설의 성능 향상을 위한 기술 개발은 꾸준히 연구되고 있으나, 내외수연계 최적운영시스템의 개발 기술은 미흡

<도시 내배수 관련 기술수준 분석>

주요 기술명	세계 최고 수준 국가 및 기관 명	국내 기술수준	
		수준 (%)	경쟁력 평가
레이더 및 위성정보의 홍수예보 활용기술	캐나다 McGill 대학 미국 NCA 일본 하천정보센터	70%	Favorable
공간 홍수예보를 위한 동적 하천범람예측 기술	네덜란드 미국 NWS	80%	Favorable
연속유출예측 시스템의 개발	미국 NWS	80%	Dominant
내수침수를 고려한 홍수예보기술	네덜란드	80%	Favorable
돌발홍수 해석 및 예보기술	미국 NWS	70%	Favorable
하천 갈수예보 기술	미국 NWS	80%	Dominant
도시지역 홍수위험도 경감기술	일본 경도대학	60%	Strong
지구온난화에 대비한 수공구조물 인증 및 초과홍수 대응기술	미국 NWS UN UNSECO	40%	Favorable
구조적/비구조적 통합홍수관리기술	일본 PWRI	50%	Dominant
제방 및 댐 붕괴에 대비한 Flood Informatics 체계 구축	미국 FEMA EU EFFS	50%	Strong
유역 토사재해 예측 및 경감 기술	미국 USGS 일본 하천정보센터	50%	Dominant

※ 홍수재해방지기술개발사업, 과학기술부산하 한국과학기술기획평가원, 2004

<내배수 관련 주요기술의 국·내외 수준 비교>

구 분	한국	미국	일본	유럽
국내 도시지역의 특성을 고려한 유출계수 산정	외국 조사 자료를 검증 없이 적용하고 있음	NRCS(자연자원보존국) 등에서 1960년대부터 지속적인 연구를 통해 기준으로 개발되어 활용	미국의 관련 자료를 연구를 통해 일본 지형 및 토양특성에 맞도록 변형하여 활용	대부분의 국가에서 전국지역의 토양특성별 기초자료를 확보하여 공개하고, 최근에는 GIS와 연계한 정밀자료로 재정비함
도시형 강우유출 모형	외국에서 개발된 모형을 단순적용하고 있음	I L L U D A S , SWMM 등의 모형의 1970~80년대에 개발하고, 이를 GIS 및 위성자료와 연계하여 활용	미국 등의 모형을 일본 특성에 맞게 활용하는 동시에 GIS 등과 연계하여 활용	EU 각국별로 자체 모형을 개발하여 사용하거나 대표적인 모형을 활용
배수 펌프장 운영 및 제어기술	전국 각지에 농경지 배수개선사업, 수해복구사업 등을 통해 지속적으로 설치되고 있으나 운영방식 및 설계기준 등이 미확립	하천 연변 저지대는 토지이용도를 극히 제한하여 우리나라의 개념에서의 빗물펌프장은 설치하지 않고 있음	빗물펌프장 설치를 극도로 제한하고 있으며, 설치시 배수문과 펌프제어에 대해 다양한 기술개발을 통해 운영에 만전을 기함	우리나라 형태의 빗물펌프장을 설치하지 않음
범람 및 침수예측 모형	개별적인 연구에서 일부 사용한 경험은 있으나 별도의 기준이 미확립	인공위성 및 GIS 등을 이용한 하천 범람 및 도시침수 모형을 개발하여 사전 예측 및 시설개보수 우선순위 설정에 활용	자치단체별로 대표적인 모형을 적용, 지역별 침수위험도를 파악, 사전대피 및 시민의 위험도 인지 유도를 위해 활용	GIS 등과 연계한 범람확산모형 등을 개발하여 활용
하천범람 모의 및 지도 작성기술	초기 시작단계이며 정부사업으로 시행 중	FEMA 주도로 홍수위험지도 작성하고 홍수보험제도 도입	홍수범람지도 작성 및 대피로 홍보	
홍수방어 시설 평가기술	수공구조물의 연계 운영 및 홍수터관리에 대한 관심 증대		하천유역 종합치수 대책 수립 중	
홍수 위험도 탐지 및 경감 시스템 구축	전국적인 위험 정보망 및 경감대책 수립이 미흡함	위성영상 및 SAR 등을 이용한 위험도 탐지, 경감대책 수립	위험정보에 관한 전국적인 네트워크를 구성하여 일반 국민에게 제공함	위험지구 예·경보 체계를 구축하여 국민의 생명과 재산을 보호하고 있음

2. 특허동향분석

- 본 분석에서는 연구성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 선택된 기술 분야를 특허분석대상으로 하였으며, WINTELIPS DB 기반의 2012년 04월까지 출원공개된 한국, 일본, 유럽 및 미국 공개특허와 ~2012년 04월까지 출원등록된 미국등록특허를 분석 대상으로 함

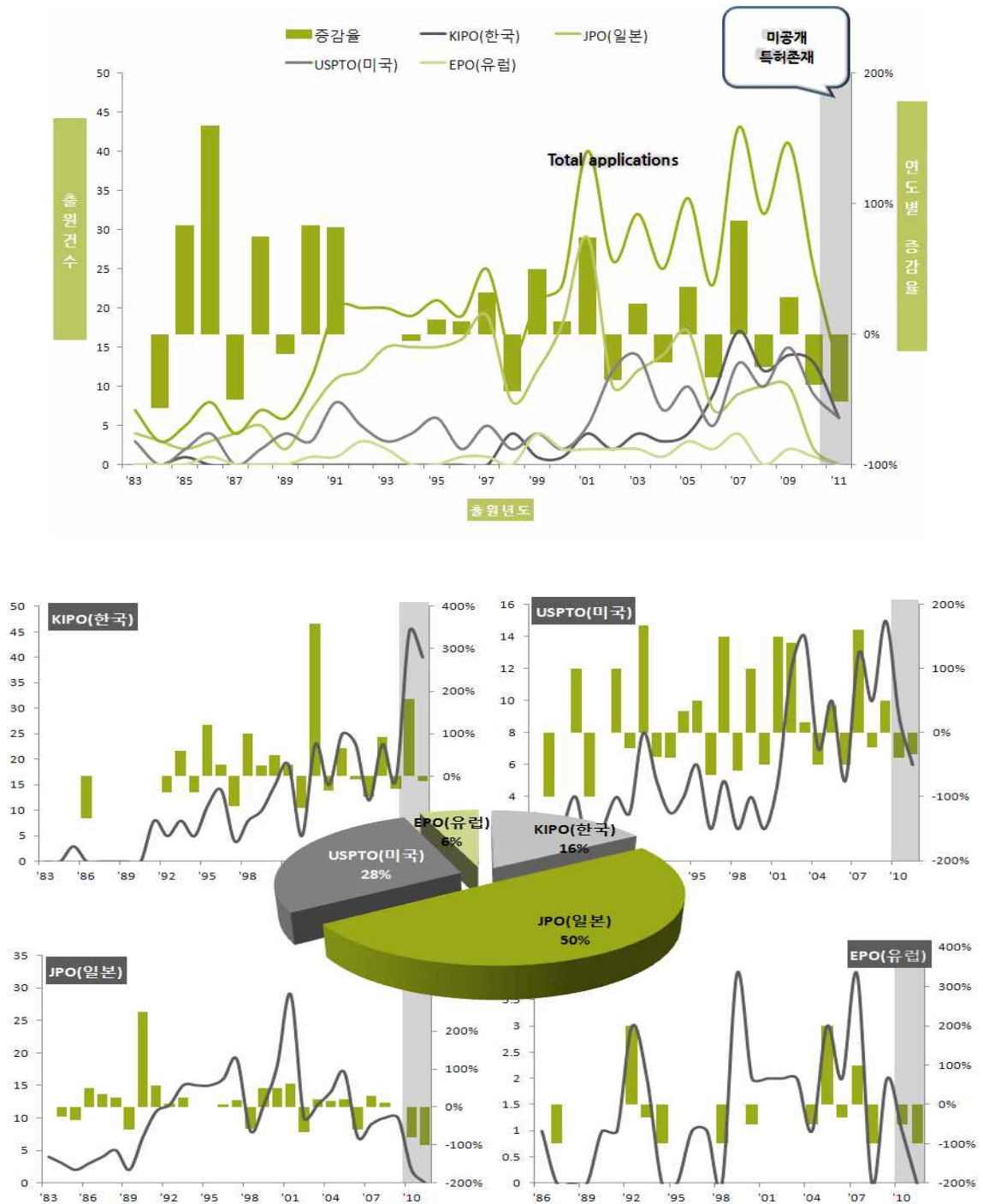
<분석대상 기술분류기준>

대분류	중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
내배수 연계 통합시스템	홍수위험분석	첨단 계측장비, 모니터링	- 첨단 계측장비, 하천 모니터링 기술
		홍수 위험도 분석 기술	- 위험도 분석기술, 제방여유고 평가기술, 불확실성분석기술
	침수예측	레이더 강우 예측	- 강우레이더, 강우공간분포, 강우 이동양상, 초단시간강우예측 기술
		내수 및 외수 침수해석 모형	- 도시유출모형, 홍수위해석모형, 유출량, 유역응답 기술
		홍수범람도 작성 및 해석	- 내수침수, 외수침수, 침수위험지역, GIS, 홍수범람도 작성, 홍수위 해석, 하천범람해석 등
	연계운영 통합시스템	수문 및 빗물펌프장 운영	- 수문 운영, 빗물펌프장 운영 시스템 관련 기술
		지류하천, 천변저류지 운영	- 지류하천 연계운영, 천변저류지 운영 기술
		내배수 통합시스템	- 내배수 운영, 통합관리 시스템
	내배수시설	하수관망, 비상 저류지 시설	- 고지배수로, 우수지, 하수관망, 비상 저류지
		내배수시설 및 빗물펌프장	- 도시홍수방어, 홍수방어 인프라, 빗물펌프장 설계, 빗물펌프장 시설용량

가. 국가별 Landscape

(1) 주요시장국 기술개발 활동현황

가) 주요시장국 연도별 특허동향



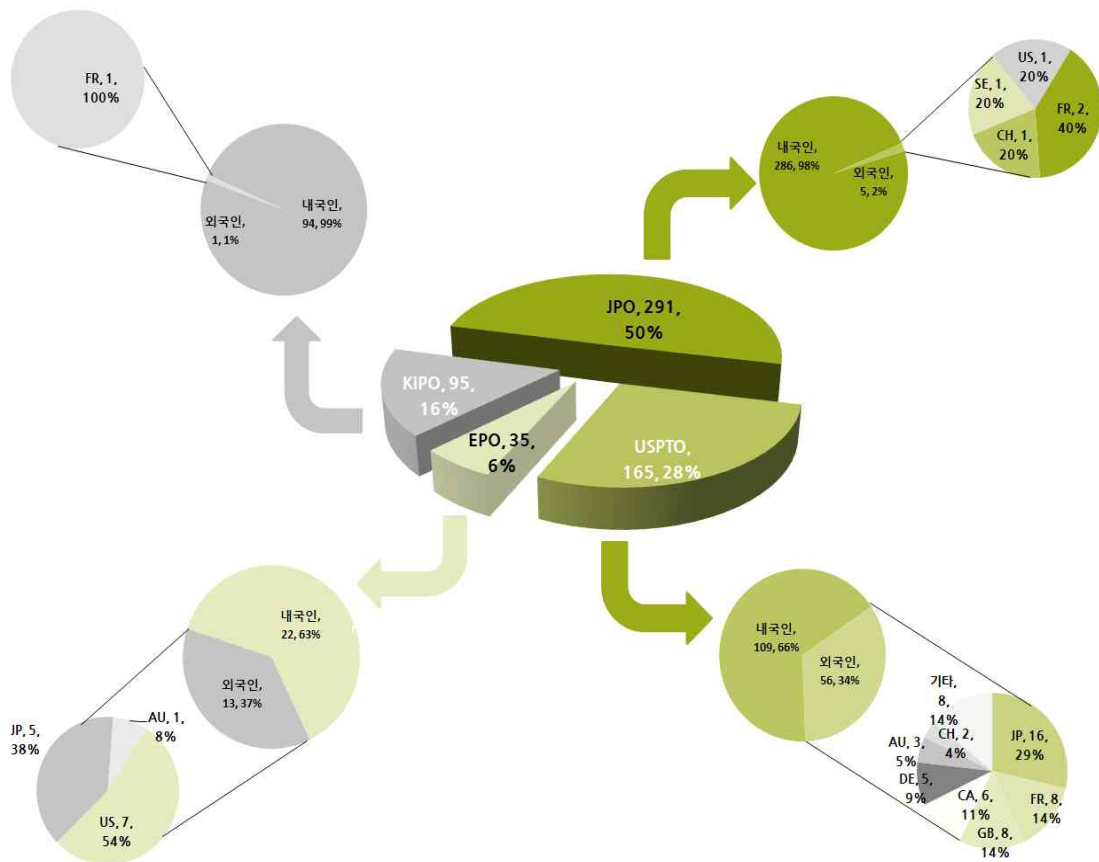
<전체 연도별 동향>

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 거기적인 관점에서 분석 초기구간인 1980년대 초반부터 지

속적으로 증가세에 있다가, 2007년을 최고점으로 최근 유효기간인 2010년에는 감소세를 보이고 있는 것으로 나타남

- 1990년대 후반과 2000년대 중반 세계적인 경제위기로 출원이 다소 감소하였으나, 경제가 회복되면서 출원은 꾸준히 증가하였으며, 최근 특허의 감소세는 2008년경에 발발한 국제 금융위기가 주요한 원인으로 추측됨
- 1980년대 후반 도시유역에 대한 관심이 높아지면서 이후 관련 기술의 연구개발이 활발해지면서 출원이 증가하였고, 국내에서는 1990년대 후반부터 연구개발이 활발해지는 흐름에 따라 출원동향의 흐름에 영향을 미친 것으로 보임
- 연도별 동향그래프에서 2010년 이후 출원이 감소하고 있는 것은 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상, 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않아 특허분석 데이터 상에 포함되지 않았을 수 있음을 유의해야 함

나) 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황

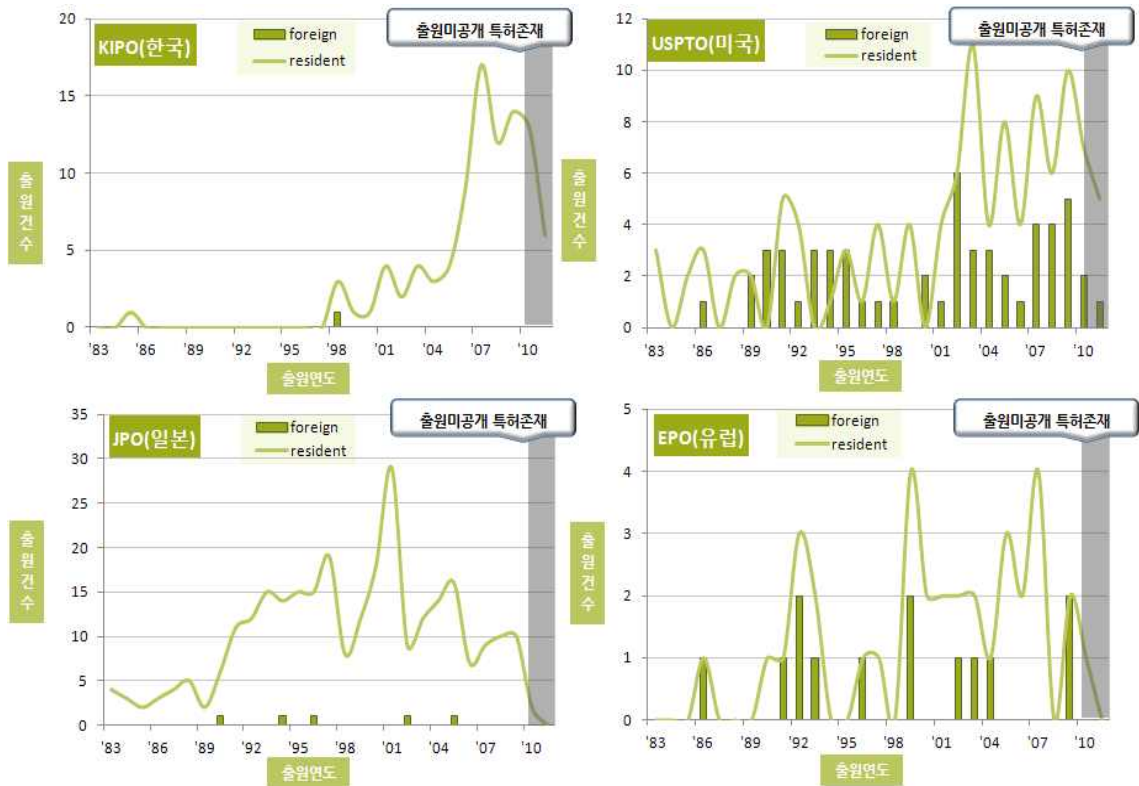


<주요시장국 내·외국인 특허출원 현황>

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구분야의 국가별/출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 일본에서의 출원이 전체 분석대상 국가 출원규모의 절반을 차지하는 것으로 나타났으며, 미국이 28%, 한국과 유럽이 각각 16%,

6%씩을 차지하고 있는 것으로 나타남

- 주목할 만 한 점은 미국국적 출원인은 자국에서의 출원이 66%를 차지하고, 유럽에서도 출원 활동이 가장 활발한 최상위 외국국적 출원인인 것으로 조사되어 전체적으로 일본과 미국을 중심으로 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- 한국 국적의 해외 출원은 없는 것으로 조사되어, 관련 기술분야의 해외 시장 선점을 위해 기술개발 후, 해외 출원 활동이 활발히 이루어져야 할 것으로 판단됨

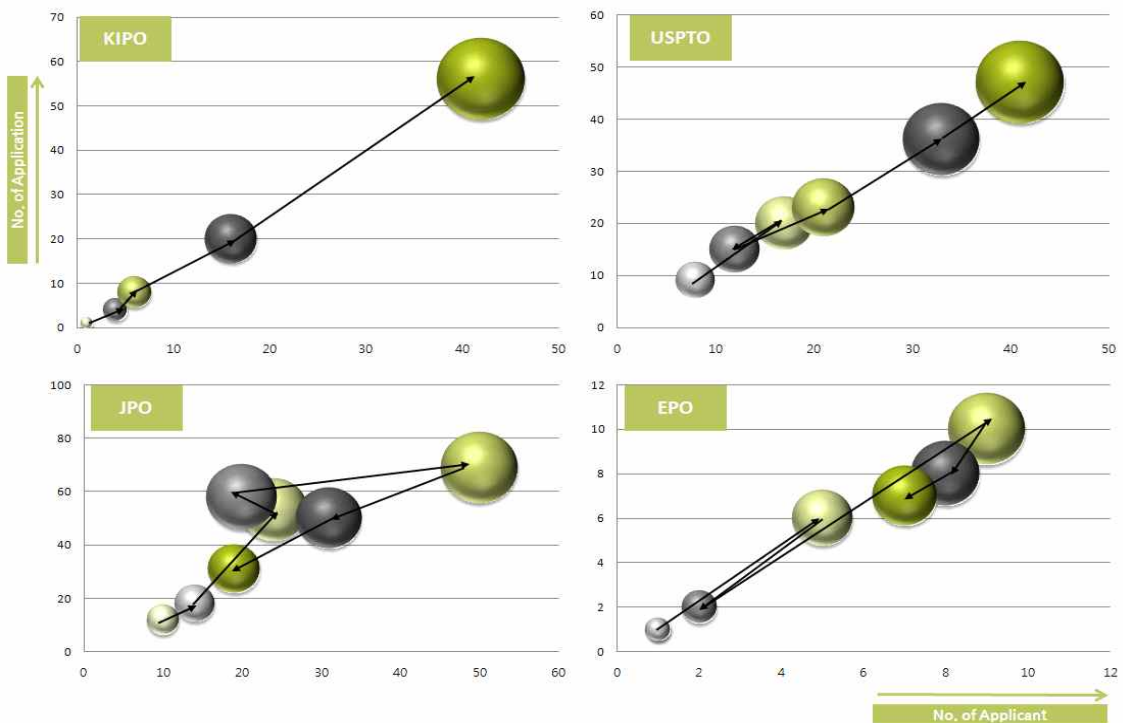
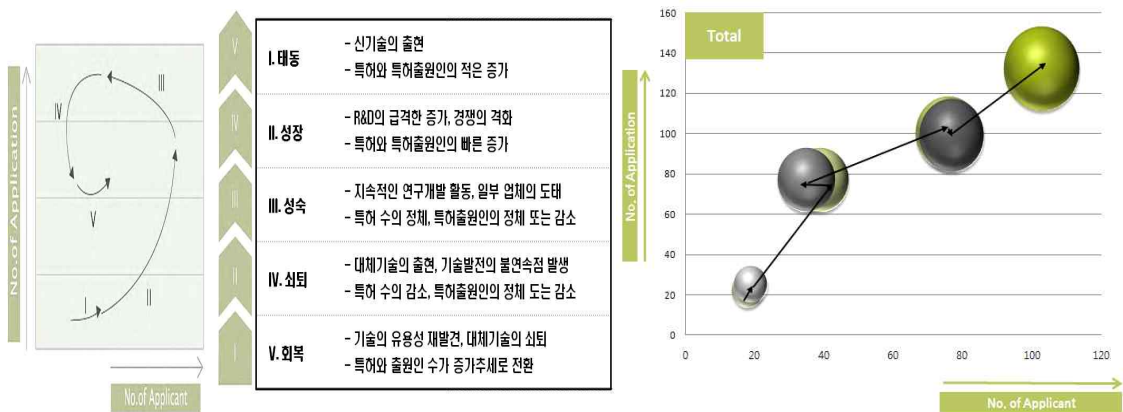


<연도별 주요시장국 내·외국인 특허출원현황>

- 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 일본과 한국은 내국인의 점유율이 각각 99%, 98%이며 미국 및 유럽은 내국인의 점유율이 각각 66%, 63%로서 외국인 보다 내국인에 의한 자국내 특허활동이 활발한 것으로 나타남
- 특히 한국과 일본 국적 출원인의 내국인 점유율이 높은 이유는 한국 국적 및 일본 국적의 출원인들이 내국 위주의 특허활동을 하고 있는 동시에, 타 주요시장국에서 한국과 일본 시장에 진출하는 비율이 높지 않기 때문인 것으로 판단되며, 이를 볼 때, 해외 국적의 출원인들이 한국 및 일본의 시장성을 미국 및 유럽에 비하여 상대적으로 더 낮은 것으로 판단하여 한국 및 일본 시장에 적극적으로 진입하지 않고 있기 때문인 것으로 볼 수 있음
- 미국에서는 일본 국적의 출원인들이 점유율 29%의 외국인 점유율을 기록하여, 가장 활발한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 프랑스와 영국 국적의

출원인들은 각각 14%로 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남. 한편, 미국의 연도별 출원동향을 보면, 2001년 이후 외국인의 출원이 급증한 것으로 나타난 점이 주목할 만하며, 이는 외국인 중 가장 많은 점유율을 나타낸 일본 등이 내국에서 연구 개발된 기술을 바탕으로 미국 시장에 활발히 진출했기 때문으로 분석할 수 있음

(2) 기술시장 성장단계 파악



- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구분야의 전체 및 해당 국가의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 출원 중 최근의 출원동향을 6개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타

내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1983년~1986년), 2구간(1987년~1990년), 3구간(1991년~1994년), 4구간(1995년~1998년), 5구간(1999년~2002년), 6구간(2003년~2006년), 7구간(2007년~2010년)으로 나누었음

- [Total] 포트폴리오로 나타낸 전체특허의 기술 위치는 1구간(1983년~1986년)부터 7구간(2007년~2010년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 대체적으로 증가하고 있어, 기술성장단계의 기술분야인 것으로 분석되었으며 5구간(1999년~2002년)부터 7구간(2007년~2010년)까지 출원 건수 및 출원인 수가 크게 증가하고 있어 이 시기에 급격한 기술 개발이 이루어진 것으로 분석됨.
- [KPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 1구간(1983년~1986년)부터 7구간(2007년~2010년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 기술성장 단계에 있음. 또한 6구간(2003년~2006년)부터 7구간(2007년~2010년)까지 출원 건수 및 출원인 수가 크게 증가하고 있어 국내에서는 최근에 접어들어 급격한 관련 기술 개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 분석 초기구간이후 지속적으로 출원건수와 출원인수가 증가하는 양상을 보이고 있어, 기술성장단계로 분석됨. 또한 한국과 마찬가지로 5구간(1999년~2002년)부터 7구간(2007년~2010년)까지 출원건수와 출원인수가 증가하는 양상을 보여 최근에 접어들어 관련기술의 개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 1구간(1989년~1992년)부터 5구간(1999년~2002년)까지 출원건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 발전기의 단계에 있으며, 6구간(2003년~2006년)부터 7구간(2007년~2010년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 줄어드는 양상을 보임. 특히 5구간(1999년~2002년)에서 출원인 수가 크게 증가하고 있어 이 시기에 후발주자로 다양한 출원인들이 기술 개발을 시도한 것으로 분석되며, 6구간(2003년~2006년)부터 7구간(2007년~2010년)까지 출원건수와 출원인 수가 크게 감소하여 해당 구간의 기술개발 빈도가 크게 줄어든 것으로 분석됨
- [EPO] 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 기술위치는 1구간(1989년~1992년)부터 5구간(1999년~2002년)까지 출원건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 발전기의 단계에 있으나, 7구간(2007년~2010년)까지 출원건수와 출원인수가 점차 감소하는 양상을 보여 해당 구간의 기술개발 빈도가 크게 줄어든 것으로 분석됨

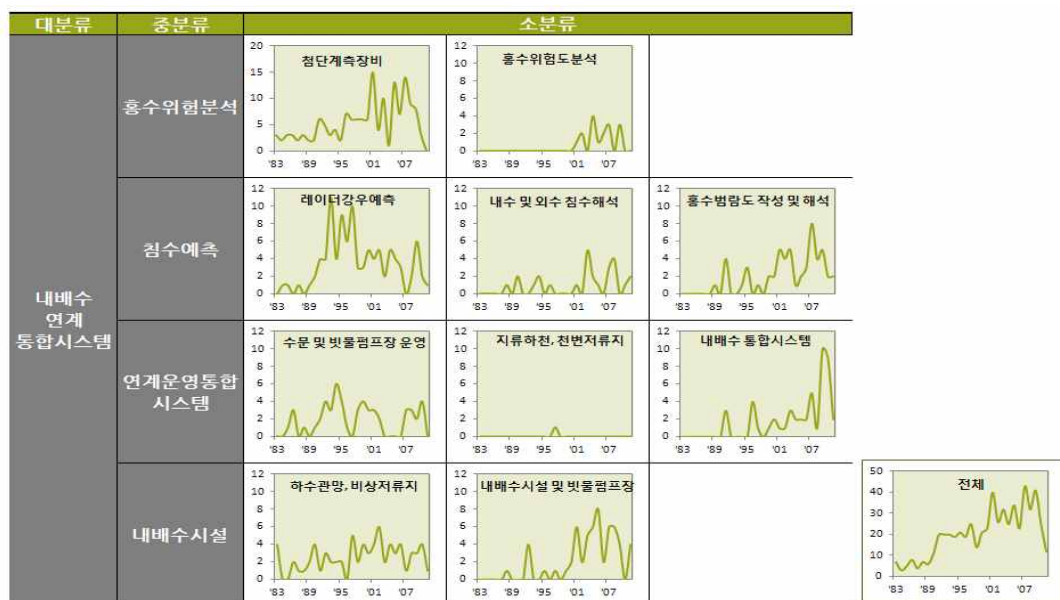
나. 경쟁자 Landscape

출원인 / 분석항목		주요 IP시장국 (건수 %)					주력기술분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국종합	
		KR	US	JP	EP		
Toshiba Corp	일본	0	0	48 (100%)	0	일본	침수예측
Hitachi Ltd	일본	0	7 (17%)	33 (81%)	1 (2%)	일본, 미국	연계운영 통합시스템
Nippon Telegraph And Telephone	일본	0	1 (4%)	26 (96%)	0	일본	침수예측
Mitsubishi Electric Corp	일본	0	0	8 (100%)	0	일본	침수예측
한국수자원공사	한국	7 (100%)	0	0	0	한국	홍수위험분석
Asia Kosoku Kk	일본	0	0	6 (100%)	0	일본	침수예측
Centre National De La Recherche Scientifique (Cnrs)	프랑스	0	2 (40%)	1 (20%)	2 (40%)	유럽, 미국	침수예측
Ebara Corporation	일본	0	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	일본, 미국	내배수시설
Mitsubishi Denki Bill Techno Service Kk	일본	0	0	5 (100%)	0	일본	홍수위험분석
Contech Stormwater Solutions Inc.	미국	0	3 (75%)	0	1 (25%)	미국	연계운영 통합시스템
Schlumberger Technology Corporation	미국	0	4 (100%)	0	0	미국	홍수위험분석
Sekisui Chem Co Ltd	일본	0	0	4 (100%)	0	일본	내배수시설
Sumitomo Electric Ind Ltd	일본	0	0	4 (100%)	0	일본	홍수위험분석

<경쟁자 Landscape>

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 과제의 주요출원인을 추출한 결과, 일본의 Toshiba corp가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본은 Hitachi ltd, 일본의 Nippon Telegraph and Telephone이 관련 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 특히 주요출원인 13개 중 대다수의 출원인이 일본 국적을 가지고 있어 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구분야에서 일본 국적의 출원인이 두각을 나타내는 것으로 분석됨
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 중 침수예측과 관련한 분야는 Toshiba corp, Nippon Telegraph and Telephone, Mitsubishi Electric 과 같은 일본 주요출원인들이 연구를 주도하고 있는 것으로 분석되었으며, 홍수위험분석 분야에서는 국내 출원인인 한국수자원공사에서 연구개발을 활발히 하고 있는 것으로 분석됨
- 주요출원인의 대다수가 자국내 출원을 활발히 진행하고 있으며, 국내 출원인인 한국수자원공사를 제외한 주요출원인들의 한국에 진출하는 비율이 전무한 것으로 나타나, 한국시장의 경쟁력을 낮은 것으로 판단하고 있는 것으로 분석됨

다. 세부기술별 출원증가율 분석

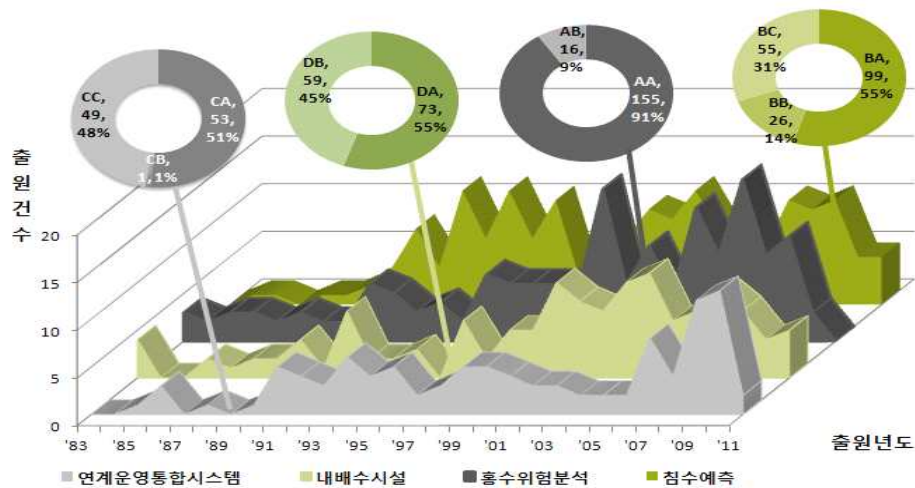
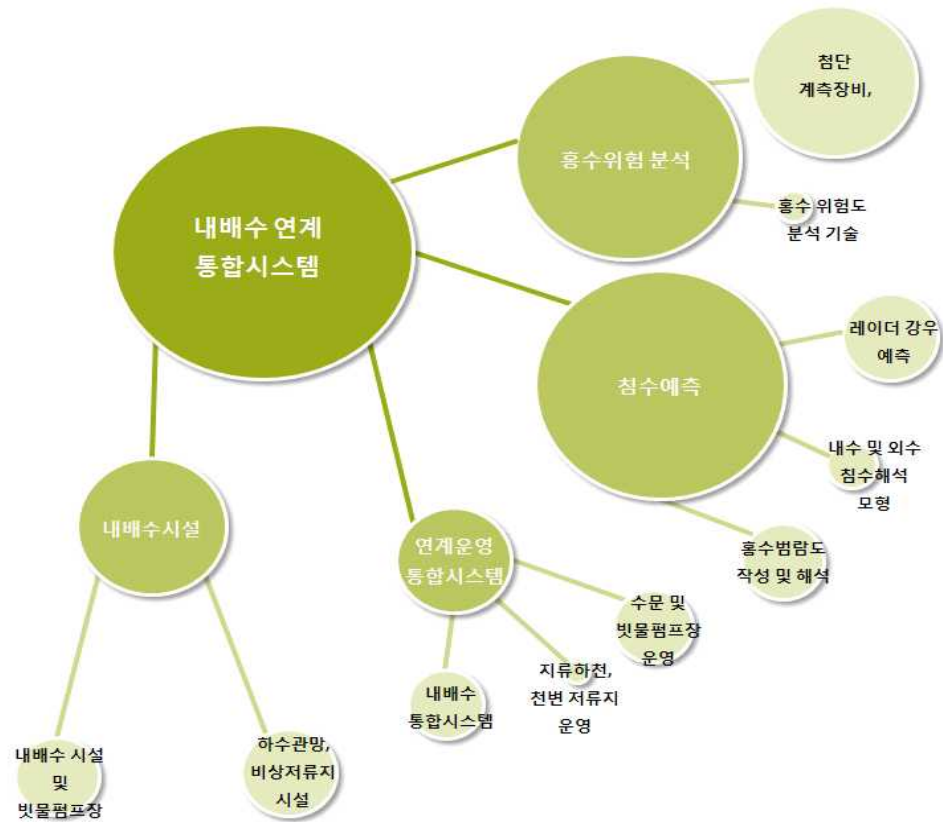


<세부기술별 추세선 분석>

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 과제 분야의 소분류별 추세 분석에 따르면, 본 기술분야는 최근 전체적으로 증가세를 보이고 있으며, 분석 초기구간에 비해 크게 성장한 것으로 나타남
- 홍수위험분석 분야는 각 소분류에서 2000년대 중반에 관련 특허가 다수 출원된 것으로 나타났으며, 홍수위험도 분석 분야의 특허보다 첨단계측장비 관련 특허가 꾸준히 출원된 것을 분석됨. 침수예측 분야 중 레이더 강우예측 분야는 1990년대 초중반에 상대적으로 많은 특허를 출원한 것으로 나타났으며, 내수 및 외수 침수해석 기술 및 홍수범람도 작성 및 해석과 관련한 기술은 2000년대 초반 이후에 출원이 증가한 것으로 분석되었음. 다만, 관련기술의 출원이 최근 감소하고 있는 추세로, 향후 추이를 지켜볼 필요가 있음
- 연계운영 통합시스템 분야에서 본 세부기술 특허활동 추이는 내배수 통합시스템과 관련한 출원은 꾸준히 증가하고 있으나, 지류하천 및 천변저류지 운영과 관련한 기술은 출원이 거의 없는 것으로 나타났으며, 내배수시설과 관련한 분야의 특허출원은 꾸준히 이루어지고 있으며, 특히 내배수시설 및 빗물펌프장과 관련한 특허의 출원이 최근 증가하고 전체기술 동향과 유사한 패턴을 보이고 있는 것으로 나타남

(1) 세부기술별 점유율 분석

- 아래의 그래프에서는 세부기술별로 연도 구간별 특허기술의 출원 경향을 알 수 있음
- 첫 번째 그림은 출원 건수를 통한 절대치를 나타내며, 두 번째 그림은 세부기술에 대한 연도별 상대비교를 보여주고 있음



1)

<구간별 세부기술별 점유율>

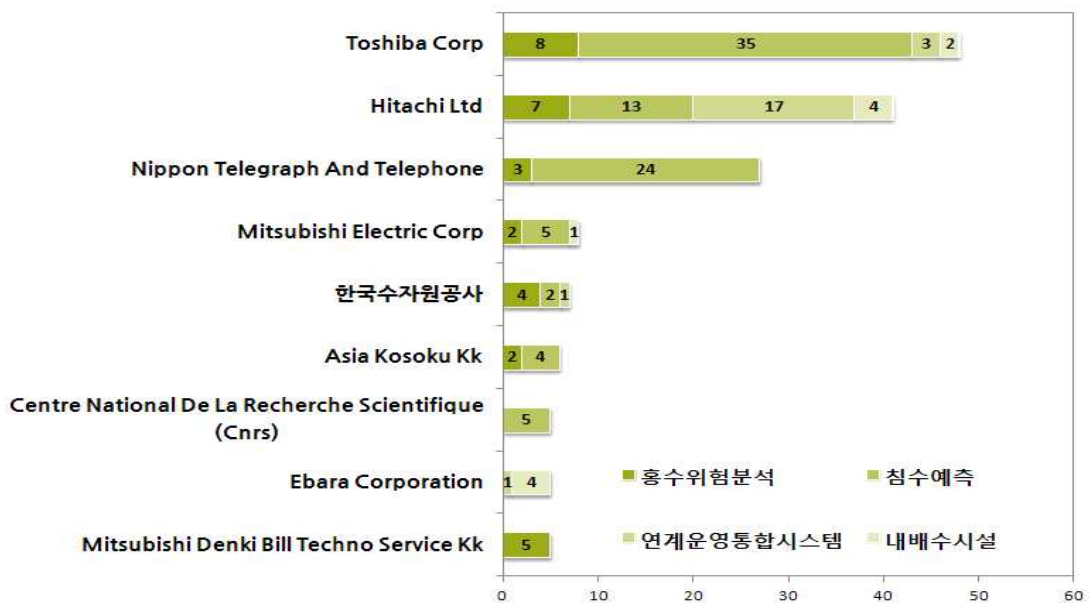
- 연도 구간별 최근 특허출원이 급증한 기술분야는 홍수위험분석과 연계운영통합시스템 기술인 것으로 나타남
- 홍수위험분석 분야에서는 첨단 계측장비, 모니터링 기술이 출원의 대부분을 차지하고 있으며, 침수예측 분야에서는 레이더 강우예측 기술, 연계운영통합시스템

1) AA: 첨단 계측장비, 모니터링 AB: 홍수 위험도 분석 기술
 BA: 레이더 강우 예측 BB: 내수 및 외수 침수해석 모형 BC: 홍수범람도 작성 및 해석
 CA: 수문 및 빗물펌프장 운영 CB: 지류하천, 천변저류지 운영 CC: 내배수 통합시스템
 DA: 하수관망, 비상 저류지 시설 DB: 내배수시설 및 빗물펌프장

분야에서는 수문 및 빗물펌프장 운영 기술과 내배수 통합시스템 기술, 내배수시설 분야에서는 하수관망, 비상 저류지 시설 관련 기술이 대다수를 차지하고 있는 것으로 분석됨

라. 세부기술별 주요출원인 기술 개발 동향분석

- 각각의 기술을 중분류로 할 때 해당 중분류별로 주요출원인이 다르며, 이들이 집중하고 있는 특허기술에 대해서 심층적으로 살펴보고자 함
- 전체기술의 주요 출원인으로는 Toshiba corp(JP)가 나타났으며, 침수예측과 관련한 기술을 가장 많이 출원중인 것으로 분석됨
- Hitachi Ltd(JP)는 침수예측과 연계운영통합시스템에서 대다수의 특허를 출원중이며, Nippon Telegraph and Telephone(JP)는 침수예측 기술에서 다수의 특허를 출원중인 것으로 분석됨
- 국내 출원인인 한국수자원공사는 다양한 특허를 출원중이며 특히 홍수위험분석과 관련한 특허가 4건으로 다른 기술에 비해 많음



<주요 출원인 동향>

마. 세부기술별 주요출원인 포트폴리오

- Toshiba corp는 일본 기업체로서, 관련 기술개발이 꾸준히 이루어지고 있으나, 내배수시설과 관련한 출원이 적고, 침수예측과 관련한 기술의 출원이 많음
- 요소 기술²⁾로서는 레이더 강우 예측과 관련한 기술분야에 기술력이 집중되어

2) AA: 첨단 계측장비, 모니터링
BA: 레이더 강우 예측
CA: 수문 및 빗물펌프장 운영

AB: 홍수 위험도 분석 기술

BB: 내수 및 외수 침수해석 모형

CB: 지류하천, 천변저류지 운영

BC: 홍수범람도 작성 및 해석

CC: 내배수 통합시스템

있는 것으로 나타남

- Hitachi Ltd는 일본 기업체로, 1990년대 중반에 연구개발이 집중된 이후 전체적으로 출원이 감소함. 요소기술로서는 수문 및 빗물펌프장 운영 기술분야에 기술력이 집중되어 있는 것으로 나타남

출원인	Toshiba corp	Hitachi Ltd
특징	- 출원이 꾸준함 - 침수예측 분야 : 레이더 강우 예측 강세	- 1990년대 중반이후 출원 급감 - 연계운영 통합시스템 분야 및 침수예측 출원이 많음
출원동향		
특허포트폴리오 (요소기술)		

- Nippon Telegraph And Telephone은 일본의 전신 전화회사로서, 침수예측을 통한 경보시스템 등과 관련한 특허 출원이 많으며, 1990년대 출원이 가장 활발한 것으로 나타남
- Mitsubishi Electric Corp는 레이더 강우 예측을 통한 침수예측 분야의 특허출원이 가장 많은 것으로 나타남

DA: 하수관망, 비상 저류지 시설

DB: 내배수시설 및 빗물펌프장

출원인	Nippon Telegraph And Telephone	Mitsubishi Electric Corp
특징	- 침수예측을 통한 정보시스템과 관련한 특허출원이 많음	- 침수예측 분야 : 레이더를 이용한 강우예측 강세
출원동향		
특허포트폴리오 (요소기술)		

3. 논문동향분석

가. 분야별 논문동향 조사

- 많은 논문이 최근 발생한 내수 침수에 대한 피해 분석과 대책 방안에 대한 내용이었으며, 위험지역 산정을 위한 연구도 활발한 것으로 조사됨
- 내수 침수 저감을 위한 배수 시스템의 효율을 개선과 최적 관망 설계와 기존 관망의 효율을 증가시키기 위한 논문도 다수 검색되었음
- 대부분 홍수 피해, 내수 침수피해 저감, 기후변화 영향 분석 등의 내용으로 내외수 연계한 연구에 대한 논문은 조사되지 않았음

분야구분	논문명	저자	발표국
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	홍수피해 분석을 위한 홍수범람도 구축	유명수, 이동훈	한국 (2010)
	내외수 침수해석을 위한 홍수해석 기법 확립	한건연, 조완희 김영주, 류종현	한국 (2009)
	홍수범람모의를 위한 자유 소프트웨어 활용	유순영, 안현욱	한국 (2011)
	도시 저지대 내수침수재해 저감을 위한 대응 방안 연구	김억기, 김문모 안원식	한국 (2011)
	기후변화가 도시 유역의 내수침수에 미치는 영향 분석	김재표, 배덕효, 이상훈	한국 (2011)
	기후변화에 따른 강우변화가 도시유출에 미치는 영향 분석	이승재 등	한국 (2009)

분야구분	논문명	저자	발표국
	GIS기반 하천수위변화에 따른 침수위험지역 분류	김영훈	한국 (2012)
	SWMM 모의이력 DB 기반의 도시침수 위험지역 분석모델	김기욱, 김상단 김창수	한국 (2012)
	한강대교 지점에서의 비매개변수적 홍수빈도해석	오택석, 윤선권 오근택, 문영일	한국 (2008)
	9.21 국지성 집중호우에 의한 도심 홍수피해 원인분석 및 대응방안	문영일, 윤선권	한국 (2010)
	도시홍수 피해저감 및 응급대책안 수립	윤선권, 문영일	한국 (2009)
	내수침수를 제어하기 위한 도시지역 배수구역 내 저류지 위치 비교 연구	김영규, 권기원 최익훈, 고광백	한국 (2009)
	Ubiquitous 기술과 GIS를 이용한 도시배수관망 유속측정 시스템 개발	최창원 등	한국 (2010)
	Fuzzy C-Means(FCM)를 이용한 도시구역 침수위험도 산정	이정호, 이원우 김중훈, 전환돈	한국 (2011)
	다기준의사 결정기법을 이용한 도시 내수침수 위험도 평가 기법	송양호, 이정호	한국 (2012)
	MonteCarlo simulation of flood frequency curves from rainfall	A Rahmanet al.	영국 (2002)
	An integrated modeling approach to predict flooding on urban basin	Kumar et al.	호주 (2007)
	A simple 2D inundation model for incorporating flood damage in urban drainage planning	Pathirana, A. et al	(2008)
	A GIS-based Model for Urban Flood inundation	Chen, J. et al	(2009)
내외수 연계 내배수 시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	도시하천의 범람해석에 관한 연구	이도훈, 박기범 이효진	한국 (2010)
	내배수시스템 실시간 운영 모형을 이용한 빗물펌프장 운영기법 개발	이양재	한국 (2007)
	장애물이 없는 평탄지형 제내지에서의 범람홍수와 선단 전파거리 실험식 산정	윤광석, 이정규	한국 (2007)
	홍수재해대응시스템 구축을 위한 절차 및 고려사항	이을래, 이승윤 황의호, 이광만	한국 (2010)
	대규모 도시구역의 홍수예보를 위한 수리, 수문 모형의 연계	윤성심, 최철관 배덕효	한국 (2008)
	기후변화를 고려한 도시배수시스템의 방재대책 수립 방안	강나래, 김수전 이창원, 김형수	한국 (2011)
	빗물펌프장 운영시스템 개선 및 적용과 경제효과분석	주진걸 등	한국 (2010)
	이상홍수를 고려한 퍼지 저수지 운영 모형 개발	최창원, 권용익 이재웅	한국 (2010)

분야구분	논문명	저자	발표국
	대규모 도시구역의 홍수예보를 위한 수리, 수문 모형의 연계	윤성심, 최철관 배덕호	한국 (2008)
	ILLUDAS 모형을 이용한 도시구역의 유출해석	박경원, 황의호 이을래, 채효석	한국 (2011)
	도시구역 특성별 우수관망 최적화에 따른 유출 변화 분석	이정호, 송양호 류승호	한국 (2011)
	빗물펌프장 내수위 저감효과 모델링	윤관선, 정재성 김길우	한국 (2011)
	내수침수 저감을 위한 우수관망 최적설계모형의 개발	이정호, 류승호 송양호	한국 (2010)
	내배수시스템 실시간 운영모형을 이용한 배수 펌프장 운영기법 개발	이정호, 이양재 전환돈, 김중훈	한국 (2007)
	도시구역 내배수시설 유지관리 시스템	이정호, 주진걸 김응석	한국 (2008)
	우수관거 흐름 제어를 위한 관망 설계에 관한 연구	김중훈 등	한국 (2009)
	침투유출량 저감을 위한 도시구역 경계 및 우수관망 최적 설계	이정호, 전환돈 김중훈	한국 (2011)
	A Benders decomposition model for sewer rehabilitation planning for infiltration and inflow planning	deMonsabert	(1997)
	Urban stormwater drainage management: The development of a multicriteria decision aid approach for best management practices	Martin, C., Ruperd, Y. and Legret, M	(2007)
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	Bayesian Markov Chain Monte Carlo 기법을 통한 NWS-PC강우-유출 모형 매개변수의 최적화 및 불확실성 분석	권현한, 문영일 김병식, 윤석영	한국 (2008)
	강우 이동방향을 고려한 유출 특성	박재현	한국 (2009)
	도시구역 경계 설정 및 최적 내배수시스템 설계 모형	류관형, 이정호 김중훈, 박정훈	한국 (2008)
	수문학적 홍수저감효과 기반의 천변저류지 최적위치 선정을 위한 의사결정모형의 개발	안태진	한국 (2008)
	다목적 최적화 기법의 적용을 통한 천변저류지 최적 조합 결정방법의 제안	김민석	한국 (2009)
	천변저류지 홍수조절 효과의 불확실성 분석	전경수, 김원 윤병만	한국 (2011)
	빗물펌프장 운영시스템 개선 및 적용과 경제효과분석	주진걸 유도근 양재모 정동휘 김중훈	한국 (2010)
	도시침수방지를 위한 저류지 모형 확립	박재홍, 한건연	한국 (2006)

분야구분	논문명	저자	발표국
	천변저류지 수문운영에 따른 홍수저감효과 분석	박정후, 박정훈 류관형, 김중훈	한국 (2011)
	XP-SWMM 모형을 적용한 도시지역의 침수해석	이종형, 연기석	한국 (2008)
	격자기반 도시유역 분포형 유출모형의 개발	유희상, 김문모 안원식	한국 (2010)
	Fuzzy C-Means(FCM)를 이용한 도시유역 침수위험도 산정	이정호, 이원우 김중훈, 전환돈	한국 (2011)
	레이더 강우자료에 의한 홍수 예보 시스템 연구	김원일, 오경두 안원식, 전병호	한국 (2008)
	기상레이더 자료를 이용한 단시간 강우예측모형 개발	김광섭, 김종필	한국 (2008)
	도시유출모형을 이용한 도시유역의 유출분석	안상진, 김진국	한국 (1999)
	강우이동 특성과 준분포 모형을 이용한 홍수량 산정	김연수 등	한국 (2010)
	도시침수 피해방지를 위한 도시 내배수 통합관리시스템의 필요성	박정훈, 유도근, 김중훈	한국 (2010)
	도시침수피해 저감을 위한 내배수시설 동적운영시스템 개발	박무중	한국 (2010)
	Modelling of Rainfall Induced Infiltration into Separate Sewerage	Belhadj, N., Joannis, C., et al.	프랑스 (1995)
	Real-time quantitative precipitation estimation using radar reflectivity over the Korean Peninsula	Lee C.H., et al.	(2008)

나. 조사된 주요논문의 연구내용에 대한 분석

세부과제	분석내용
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	○ SWMM 모의이력 DB 기반의 도시침수 위험지역 분석모델 - 침수위험정보를 동적으로 공간DB에 구축하고, GIS기반의 시스템에 표출하기 위한 모델 개발 - 향후 도시지역의 홍수와 관련한 위험지역 파악 및 경감대책 수립을 위한 정보제공에 활용 기대 ○ 다기준 의사결정 기법을 이용한 도시 내수침수 위험도 평가기법 - 엔트로피 기법과 다기준 의사결정 기법인 프로메티를 이용하여 도시 유역의 내수침수 위험도를 평가 ○ 기후변화가 도시 유역의 내수침수에 미치는 영향 분석 - 기후변화를 고려하여 도시지역의 침수피해를 막을 수 있는 구조적, 비구조적 대책 마련을 위한 영향평가가 시급 - 향후 기수변화가 도시유역의 배수관망시설에 영향을 미칠 것으로 평가됨

내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	○ 우수관거 흐름 제어를 위한 관망 설계에 관한 연구 - 관망 구성에 따른 관거내 흐름의 중첩효과를 제어함으로써 우수관망에서의 내수침수 위험도 저감 ○ 도시구역 내배수시설 유지관리 시스템 - 기존 유지관리 시스템은 유량 및 수질 조사를 중심으로 자료의 데이터베이스 구축 등의 제한된 기능만을 수행 - 개발된 시스템을 통해 내배수시설의 설계분석 및 평가, 관거의 이상 유무 및 노후도 예측, 현장 요구상황을 고려한 컨설팅 및 시스템 최적화 등으로 종합적 내배수시설 관리를 가능 ○ 이상홍수를 고려한 퍼지 저수지 운영 모형 개발 - 저수지의 특성과 유입유량의 특성을 고려한 퍼지변수를 이용하여 이상홍수발생시 저수지 안전도향상을 위한 저수지 최적 퍼지 연예운영 기법 개발 - 퍼지 최적저수지 운영모형을 통해 PMF에 해당하는 이상홍수뿐만 아니라 일반홍수 발생 시 댐의 안전성을 높이고 하류의 홍수피해를 최소화한 저수지 운영이 가능
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	○ 도시침수 피해방지를 위한 도시 내배수 통합관리 시스템의 필요성 - 상습수해지구의 피해원인 중 내수침수가 전체의 73%를 차지 - 도시구역의 빗물펌프장의 효과적인 펌프 운영방안 및 내배수 시스템의 통합적인 운영방안이 필요한 시기임을 강조 ○ 도시침수피해 저감을 위한 내배수시설 동적운영시스템 개발 - 실시간 수문자료를 활용한 내배수시스템 동적운영기술 개발 - 내배수시스템 동적운영에 기반한 의사결정지원 시스템 개발 - GUI기반 내배수시설 동적운영시스템 구축 ○ 격자기반 도시구역 분포형 유출모형의 개발 - 극심한 기후변화와 그에 따른 기상이변으로 국지적 집중호우나 이상호우로 인한 피해의 급증 및 반복으로 물리적 거동에 기초한 강우-유출 현상에 관한 정교한 해석이 필요

4. 기술경쟁력 분석

- 최근 기후변화에 의한 집중호우의 발생빈도가 높아지면서 도시지역의 홍수범람으로 인한 인명피해와 재산상의 손실이 반복되고 있어 내수 침수피해 저감을 위한 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 개발에 필요성이 증대되고 시장규모가 급격히 증대되어 경쟁력 확보 가능
- 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영 시스템개발을 위한 내외수 수위차를 고려한 지류하천 수문 및 빗물펌프장 최적 운영방안 개발, 외수위 변화에 따른

내배수시설 및 지류하천 수문 최적운영모형 개발, 본류 수위에 따른 지류하천 연계 운영기술 개발과 내외수 연계 홍수 저감 방안을 개발하여 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영 시스템을 구축하고 경제성을 고려한 내배수 시설물의 효과적인 운영을 통하여 침수피해를 최소화함

- 유비쿼터스 관련 기술개발이 활발히 이루어지고 있는 국내현실에서 내배수시설 최적운영시스템 관련 기술을 지능형 CCTV, RFID (Radio Frequency Identification), USN (Ubiquitous Sensor Network), IT기술과 연동시켜 신성장 동력기술로 확장 가능
- 각 분야별로 전문인력은 확보하고 있는 것으로 파악되나, 지속전인 예산투자를 통한 연구 및 기준 등이 확립되어 있지 않고, 특히 내외수 연계를 통한 침수저감 기술은 전무한 실정이나, 각 분야의 융·복합에 의한 새로운 시장 창출 및 새로운 기술 개발 가능
- 국가 R&D 사업 중 건설교통 기술분야 투자는 국토해양부를 비롯한 교육인적자원부, 교육과학기술부, 산업자원부 등 여러 부처에서 추진하고 있어 도시 수방 방재와 관련한 사업이 타기관 사업과의 긴밀한 연계추진이 필요하고, 국가차원의 통합적인 대응이 필요함
- 내외수를 연계한 도시 내배수시스템 연구는 선진국에서도 미개척 분야이나, 다양한 연구를 통해 실제 활용 가능한 원천기술과 기초자료 등을 확보하고 있음. 또한 국내에서 기술이 개발된다면 관련 기술의 선점으로 도시 방재에 대한 국제경쟁력 제고될 것임

가. 세부기술의 국외와 국내 기술경쟁력 현황과 수준

분야구분	세부기술명	기술수준	개발국
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	ILLUDAS를 이용한 관로시스템 해석 기술	중	한국
	2차원 지표류 계산모형을 연계한 침수해석 모형	중	한국
	HEC-GeoRAS를 통한 배수특성분석 기술	중	한국
	HEC-RAS를 이용한 침수범람 모의 기술	상	미국
	분석모형의 패키지 및 상용화	중	한국
	수자원지리정보시스템(HyGIS)	상	한국
	GIS 기반의 수자원 모델링 시스템(HyGIS-Model)	상	한국
	내·외수 연계 모형	하	한국
	FLUMEN을 이용한 홍수범람해석 모형	하	한국
	1D and 2D Integrated Modeling	상	일본
	내수침수 취약성 분석 기술	하	한국
	외수침수 취약성 분석 기술	중	한국
	MCS에 의한 강우-수위 모의발생 기술	상	한국

분야구분	세부기술명	기술수준	개발국
	다중선형회귀 홍수예측 모형	상	한국
	통수능 부족관거 판단 기술	중	한국
	통합홍수 관리 기술	중	일본
	설계홍수량 산정 및 적용시스템(DB)	하	영국
	홍수예경보체계 기술	중	한국
내외수 연계 내배수 시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	유속계측 센서 개발	상	한국
	홍수조절 기술	중	한국
	댐운영 및 관리기술	상	미국
	유량측정 기술	상	한국
	통합 수자원관리 기술	상	유럽
	통합홍수 관리 기술	중	일본
	도시홍수방어시스템	중	한국
	저수지 모의 운영 기술	상	한국
	도시배수관망 유속측정 시스템	상	한국
내외수 연계 내배수 시설 최적운영 기술	ILLUDAS모형	상	미국
	BRRL모형	상	미국
	하도 및 관거의 유출해석 기술(PCSWMM 모형)	상	미국
	펌프장 운영 시스템	상	한국
	최적배수시스템	중	미국
	SWMM과 Visual Basic을 연계한 실시간 운영모형	상	한국
	FLUMEN 수치모형	상	미국
	SYNOPSIS모형	중	미국
	ILLUDAS모형	상	미국
	RRL 법	중	미국
	CDMA무선통신기술에 기반한 도시배수시스템	중	한국
	최적화 기법이 적용된 수문운영 기술	중	한국

주) 본 내용에서 정의된 기술수준 및 전문인력 보유(%), 인프라 구축(%) 정도에 대한 내용은 해당 과업의 전문가의 자문·설문을 통해 분석된 결과임

나. 선진국 대비 국내 기술수준

(1) 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술

기 술 명	전문인력 보유정도 (%)	인프라 구축정도 (%)	현재 기술수준			과제 완료시 국내 기술수준		
			기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비고	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비고
ILLUDAS를 이용한 관로시스템 해석 기술	50	65	80	4	성숙 단계	90	3	완성 단계
2차원 지표류 계산모형을 연계한 침수해석 모형	60	30	40	5	개발 단계	62	3	성숙 단계
SIR알고리즘 기술	62	60	50	5	개발 단계	75	3	성숙 단계
HEC-GeoRAS를 통한 배수특성분석 기술	71	67	70	4	개발 단계	83	2	성숙 단계
HEC-RAS를 이용한 침수범람 모의 기술	70	72	80	4	성숙 단계	90	2	완성 단계
Gerris를 이용한 홍수범람 모의 기술	35	40	30	5	도입 단계	50	3	개발 단계
Arc Hydro	15	70	80	7	성숙 단계	92	3	완성 단계
분석모형의 패키지 및 상용화	70	65	65	4	개발 단계	80	3	성숙 단계
수자원지리정보시스템	10	60	80	8	성숙 단계	92	5	완성 단계
GIS 기반의 수자원 모델링 시스템(HyGIS-Model)	10	60	80	8	성숙 단계	92	5	완성 단계
내·외수 연계 모형	40	50	45	7	도입 단계	65	5	개발 단계
FLUMEN을 이용한 홍수범람해석 모형	30	35	50	6	도입 단계	70	4	개발 단계
1D and 2D Integrated Modeling	40	60	60	4	개발 단계	73	2	성숙 단계
내수침수 취약성 분석 기술	30	45	50	5	개발 단계	70	3	성숙 단계
외수침수 취약성 분석 기술	50	57	75	4	성숙 단계	87	2	완성 단계
MCS에 의한 강우-수위 모의발생 기술	35	35	60	5	개발 단계	75	3	성숙 단계
다중선형회귀 홍수예측 모형	20	50	65	4	개발 단계	78	3	성숙 단계
통수능 부족판거 판단 기술	60	70	60	5	도입 단계	80	3	성숙 단계

기 술 명	전문인력 보유정도 (%)	인프라 구축정도 (%)	현재 기술수준			과제 완료시 국내 기술수준		
			기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비고	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비고
통합홍수 관리 기술	40	65	50	6	도입 단계	70	4	개발 단계
유효우량 산정 기술	25	75	70	8	개발 단계	95	3	완성 단계
설계홍수량 산정 및 적용시스템(DB)	20	40	60	15	도입 단계	80	5	성숙 단계
홍수예경보체계 기술	15	35	50	5	도입 단계	70	3	개발 단계

주) 본 내용에서 정의된 기술수준 및 전문인력 보유(%), 인프라 구축(%) 정도에 대한 내용은 해당 과업의 전문가의 자문·설문을 통해 분석된 결과임

(2) 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술

기술명	전문 인력 보유 정도 (%)	인프라 구축 정도 (%)	현재 기술수준			과제 완료시 국내 기술수준		
			기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비고	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비고
도시배수관망 유속측정 시스템	60	70	70	3	도입 단계	80	1	성숙 단계
홍수범람시스템 (FLAS)	40	50	80	5	성숙 단계	90	3	완성 단계
홍수조절 기술	50	50	60	3	성숙 단계	85	0	완성 및 적용 단계
도시홍수방어시스 템	20	40	60	15	개발 단계	80	5	성숙 단계
저수지 모의 운영 기술	25	50	70	10	개발 단계	80	5	성숙 단계
최적화 기법이 적용된 수문운영 기술	10	60	80	8	개발 단계	95	3	완성 단계

주) 본 내용에서 정의된 기술수준 및 전문인력 보유(%), 인프라 구축(%) 정도에 대한 내용은 해당 과업의 전문가의 자문·설문을 통해 분석된 결과임

(3) 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술

기술명	전문인력 보유 정도 (%)	인프라 구축 정도 (%)	현재 기술수준			과제 완료시 국내 기술수준		
			기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비 고	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	비 고
하도 및 관거의 유출해석 기술 (PCSWMM 모형)	15	40	65	10	도입 단계	85	5	성숙 단계
펌프장 운영 시스템	70	60	80	3	성숙 단계	95	0	완성 및 적용 단계
이산분리형 동적계획법 (DDDP)	25	60	70	8	개발 단계	95	3	완성 단계
최소비용 배수시스템	55	50	65	5	도입 단계	90	1	성숙 단계
CDMA무선통신 기술에 기반한 도시배수시스템	30	40	70	10	도입 단계	85	3	성숙 단계

주) 본 내용에서 정의된 기술수준 및 전문인력 보유(%), 인프라 구축(%) 정도에 대한 내용은 해당 과업의 전문가의 자문·설문을 통해 분석된 결과임

제 4절 연구개발 인프라 분석

1. 국내외 주요 관련 기관/업체

분야	기관/업체	유형	기술 인프라 및 기반현황	수준 (국외 대비%)
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	도시홍수재해 관리 기술연구 사업단	사업단	홍수재해 해석기술 및 경감기술, 홍수 예·경보 및 침수예측기술, 홍수방어계획 및 관리기술	88
	국립방재연구소	정부기관	설계강우량 프로그램(FARD2006)	75
	서울시립대학교	공립대학교	외수위 불확실성 및 위험도분석 기술	80
	유량조사사업단	정부출연연구소	유량측정 기술	80
	경북대학교	국립대학교	차세대 홍수방어기술 개발	65
	한강홍수통제소	건교부산하기관	내·외수 하천범람 해석	73
	한양대학교	사립대학교	홍수범람모의를 위한 내외수 연계모형 개발	70
	한국수자원공사	공공기관	하천자동유량측정기술	85
	인하대학교	사립대학교	이상홍수 위험도 평가기술	80
내외수 연계 내배수 시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	소방방재청	공공기관	내배수 침수재해 저감기술	67
	아주대학교	사립대학교	도시배수관망 유속측정 시스템	75
	국토해양부	공공기관	도시배수시설 설계 선진화 기술	60
	한국건설기술연구원	정부출연연구소	하천시설물 유지관리 기술	75
	Hydrovision	민간업체	유속계측 센서 개발	80
	서울시립대학교	공립대학교	도시하천 인프라 관리 기술	80
	K-water	정부투자기관	댐운영 및 관리 기술	85
	한국수자원공사	공공기관	수문관측 기술	85
	한경대학교	사립대학교	홍수조절 기술	75
내외수 연계 내배수 시설 최적운영 기술	유량조사사업단	정부출연연구소	유량측정 기술	80
	국토해양부	정부출연연구소	수자원 관리 기법	75
	한국토지개발공사	공공기관	우수유출량 산정 기법	75
	한국수문학회	기관	홍수추적방법	80
	고려대학교	사립대학교	내수처리 시스템 분석 및 설계 기법	75
	서울대학교	국립대학	하천수리해석 및 모델링 시스템 기술	85
	(주)웹솔루스	민간업체	범용 하천해석 소프트웨어 홍수 예·경보 시스템	70

주) 본 내용에서 정의된 국내외 주요 관련 기관/업체의 기술 수준 및 전문인력 보유(%), 인프라 구축(%) 정도에
대한 내용은 해당 과업의 전문가의 자문·설문을 통해 분석된 결과임

2. 관련 국내외 전문가

분야	전문가명	소속기관	연구 및 기술분야	국적
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	이종태	경기대학교	홍수재해해석기술, 홍수예경보 및 침수예측기술, 홍수재해경감기술, 홍수방어계획 및 관리기술	한국
	문영일	서울시립대학교	외수위 변화 불확실성 및 내수침수 위험도분석 기술 도시 하천 관리 기술	한국
	한건연	경북대학교	실시간 범람위험도 예측 기술	한국
	조용식	국립기상연구소	홍수범람모의를 위한 내외수 연계모형 개발	한국
	권현한	전북대학교	도시하천 홍수위험도 분석 기술	한국
	김남일	(주)웹솔루스	범용 하천해석 소프트웨어 홍수예경보 시스템 침수범람 예측 시스템	한국
	최승용	국립방재연구원	실시간 수위 예측을 통한 다중선형회귀 모형 기술	한국
	Le Coz	Cemagref	영상처리에 의한 유속장 계측 기술 초음파 실시간 유속 모니터링 기술	프랑스
	Maidment	University of Texas Austin	Arc Hydro	미국
내외수 연계 내배수 시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	한건연	경북대학교	홍수방어기술 개발	한국
	이동률	한국건설기술 연구원	통합수자원관리기술	한국
	윤광석	한국건설기술 연구원	도시 하천제방의 붕괴양상 및 위험도 해석	한국
	Takeuchi	ICHRAM	도시하천 통합홍수관리기술	일본
	안태진	한경대학교	홍수조절기술	한국
	Samuels	Walling-ford	통합홍수 인프라 관리기술	영국
내외수 연계 내배수 시설 최적운영 기술	정관수	충남대학교	하도 및 유사거동해석기술	한국
	심 호	감사원	펌프장 운영 시스템	한국
	김중훈	고려대학교	내수처리 시스템 분석 및 설계 기법	한국
	McCuen	University of Maryland	도시 수문량 분석 기술	미국
	류관형	고려대학교	최적배수시스템	한국
	박정후	고려대학교	최적화 기법이 적용된 수문운영 기술	한국
	Takeuchi	ICHRAM	통합홍수관리기술	일본

3. 관련분야 국내연구 인프라 및 기술 수준

세부과제	현재 기술수준				기술개발 완료시 기술수준			
	기술수준		선진국 대비 기술격차(년)	비고	기술수준		선진국 대비 기술격차(년)	비고
	국내 (%)	선진국 (%)			국내 (%)	선진국 (%)		
내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	70	80	5	도입 단계	85	85	0	경쟁 단계
내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	70	85	10	도입 단계	85	90	5	경쟁 단계
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	65	80	15	도입 단계	80	85	5	경쟁 단계

주) 본 내용에서 정의된 현재 기술수준 대비 기술개발 완료시 기술 수준에 대한 내용은 해당 과업의 전문가의 자문·설문을 통해 분석된 결과임

4. 국내외 최고 기술보유 업체/(연구)기관 현황

세부과제	업체/기관명	보유 기술 또는 특허	국적
내·외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	경기대학교	홍수 재해 및 예·경보, 예측, 경감, 방어, 관리 기술	한국
	한강홍수통제소	내·외수를 연계한 하천범람 해석 기술	한국
	서울시립대학교	외수위 변화 불확실성 및 내수침수 위험도분석 기술	한국
	경북대학교	차세대 홍수방어기술 개발 실시간 범람위험도 예측 기술	한국
	한양대학교	홍수범람모의 내외수 연계모형 기술	한국
	Cemagraf	홍수예보 및 홍수지도 작성 기술	프랑스
	FEMA	Flood Hazard Map 작성 기술	미국
내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	경기대학교	도시홍수방어시스템	한국
	한국수자원공사	유량측정 기술	한국
	한국건설기술연구원	하천시설물 유지관리 기술	한국
	Hydrovision	유속계측 센서 개발	독일
	RDInstruments	초음파 유속, 유량 계측 기술	미국
	Sontek	초음파 유속, 유량 계측 기술	미국
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	ICHRAM	통합홍수관리기술	일본
	아주대학교	SWMM과 Visual Basic을 연계한 실시간 운영모형	한국
	고려대학교	내수처리 시스템 분석 및 설계 기법	한국
	Illinois State	ILLUDAS모형	미국
	UNESCO	통합홍수관리기술	EU
	HR Wallingford	지속가능한 홍수관리기술	영국

제 5절 정책/시장/인프라 등의 현황 분석에 기반한 SWOT 분석

1. 현황 분석

- 도시하천 외수범람, 내수침수, 내배수 시설용량에 대한 연구는 주로 단일 구조물의 설계기준과 개별 시설물의 홍수방어 계획 개념만으로 접근하고 있어 내외수의 복합적인 거동 특성을 정확하게 반영 못함
- 도시유출에 대한 실측부분은 개별적인 연구용역에 따라 국부적으로 단기 실측만이 이루어져 연구를 통한 설계기준이나 모형개발 용도로는 활용할 수 없는 상황
- 대부분의 도시는 지속적인 토지이용도의 극대화를 위해 저지대를 무분별하게 개발하였으며, 내수의 신속한 배제를 목적으로 수많은 빗물펌프장을 건설하였으나 펌프의 관리, 운영 등 내배수 최적운영방안 필요 상황
- 도시유역의 폭우피해, 도시하천범람 피해, 내배수 불량에 의한 백워터 피해, 빗물 펌프장과 저류지의 시설용량 미흡에 따른 홍수피해 등 재해분야의 기초적인 기반 기술과 원천기술은 기본적으로 확보된 것으로 판단이 되나, 이를 결집하고 통합화 하는 기술에 대한 연구는 미흡한 실정임
- 현재 국내의 도시홍수 재해관리의 기초여건은 갖추어진 것으로 판단되며, 내외수 침수 해석에 필요한 요소기술을 확보하고 내배수를 연계한 기반기술 개발 및 상용화 연구 사업에 적절한 연구개발이 이루어질 경우 세계적인 기술 개발 가능

2. SWOT 분석

- 강점(Strengths)
 - 세계적 수준의 도시 내배수 시설이 이미 구축되어 있으며 국지 관측망이 확보되어 있음
 - 홍수재해 요소에 대한 연구가 적절히 이루어져 기반기술에 대한 보유정도가 적정 수준에 이르렀음
 - 홍수재해 관련 고급 연구 인력 및 정부출연 연구소의 역할이 증대되고 있으며, 도시홍수 관련 연구가 활발히 수행되고 있는 추세임
 - 국내 IT 산업 발전으로 다양한 정보의 공유가 가능하고, 각 정보를 신속하게 전파 할 수 있는 전달 체계가 잡혀있음
 - 정부의 R&D 분야 투자 확대에 의한 사회적 분위기가 조성되고 있음
 - 도시 내배수관련 홍수방어 계획에 따라 지자체별로 점차적으로 시설투자가 증대되고 있으며, 이를 연계하여 운용할 수 있는 기반여건이 조성됨
- 약점(Weaknesses)
 - 기존 연구과제 및 관계부처의 대책들은 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로 하는 구조적인 대책에 머물러 있음
 - 도시 내배수 시스템은 외수의 상황을 고려하지 않고 내수의 상황만을 고려하여 신속하게 배제시키는 것을 목적으로 함

- 학계에서 연구한 도시홍수재해 사전 대응 기술과 사후 처리 기술이 재해발생 현장에 적용된 사례가 부족하고, 적용이 미비하므로 재해 후 복구비용이 재해 사전 예방비용보다 예산이 훨씬 큰 상황임
- 도시 내배수 관련 오프라인상의 수치예보시설과 이론은 수준급이나 최적화 시스템 운용 등의 내배수 통합 소프트웨어 설계 분야가 열세임
- IT 기술 기반 우수관거의 첨단 계측기술의 도입과 도시하천의 하도관망 DB 구축은 막대한 초기 투자비용 및 유지관리 비용이 들 것으로 예상
- 현재 정부나 지자체의 내수배제 관리와 외수에 대한 관리는 서로 구분되어 이루어지고 있으며, 이를 통합하고 연계운영·관리에 대한 기술개발이 미흡한 실정
- 국가 주도의 관련 학계들이 연계된 대형 연구개발 투자가 미흡하며, 학제간 연계되는 부분에 대한 체계적인 연구가 미흡한 실정임

○ 기회(Opportunity)

- 최근 들어 자연재해발생으로 인한 피해가 대형화되고, 그 빈도 역시 예측하기가 점점 어려워지는 실정임
- 홍수재해로 인한 피해의 대형화로 국민적 관심이 증가하고, 정부차원의 해결책을 성토하는 분위기가 조성되고 있음
- 내수배제 불량에 따른 내수침수가 대부분을 차지하고 있으나 기존 시설의 노후화 및 배수유역 특성을 고려하지 못하는 운영 등의 문제 발생
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 구축과 관련한 연구는 전무
- 선진국 수준의 국가적 기상기술 개발 계획을 수립 중에 있음
- 국내 잠재적 시장이 확대되고 관련 산업 수요가 증가하는 추세이며, IT산업의 발달로 최신의 기술을 수용할 수 있는 기술적 유연성을 보유하고 있음
- 국내의 경우 내배수 침수재해 저감을 위한 정책 개발 및 내수침수 표출 기술, 홍수 위험지도 작성 등의 연구가 지속적으로 수행되고 있으나, 내외수를 연계한 내수 침수 저감을 위한 연구는 진행되어 있지 않음

○ 위협(Threats)

- 인터넷의 발달로 선진국과의 직접적인 경쟁이 불가피하게 되었음
- 방재선진국에서 홍수재해예방에 대한 첨단기술 이전을 기피하고 있음
- 고도의 도시화로 인구와 재물이 한 곳에 모이고 예측이 불가능할 정도로 기상의 변동성이 커짐에 따라 잠재적 홍수 피해 규모의 급증이 염려되는 상황임
- 국내에서 홍수재해방지사업 등은 전통적으로 공공서비스 영역에 머물러 관련 사업자 및 일반 국민에게 있어 수출 산업으로써의 인식이 부족함
- 기후 변화 및 온난화로 인해 슈퍼태풍의 발생이나 국지성 집중호우, 기상이변 등의 발생 빈도가 커지고 있음

외부요인 내부요인	O(기회)	T(위협)
S(강점)	SO 전략 추진방향	ST 전략 추진방향
	▷ 적은 비용을 투입하고도 미래 산업 분야로 도약 ▷ 내수침수발생이 잦은 동남아시아 국가에 대한 기술 수출이 가능 ▷ 도시하천의 수문 시스템 특성에 맞는 내배수 연계 신기술의 개발 ▷ 다학제적 협력연구강화 기반 마련 ▷ 기술의 실용화를 위한 시범유역 적용	▷ 도시홍수 분야 전문인력 확보로 첨단기술 개발 ▷ 도시 내배수 연계 분야 요소기술 기반으로 기상 및 기후변화에 대처 ▷ 지속발전 가능한 도시하천유역의 새로운 형태의 침수예방 시스템 구축 ▷ 도시 홍수재해 저감기술의 확보
W(약점)	WO 전략 추진방향	WT 전략 추진방향
	▷ 도시홍수 내배수 시스템의 설계 분야 개발로 동남아시아 시장 개척 ▷ 도시 내배수 최적운영 시스템 체계 구축으로 타 인프라 산업 발전의 기초 마련 ▷ 국가 주도의 내배수 관련 연구개발 투자로 국내 잠재적 시장의 확대 및 관련 산업 수요 증가 ▷ 도시 내배수 관련 지능화, 자동화 기술을 통한 산업수요 충족	▷ 도시침수 방어 능력 증진관련 선진국과의 협력체계 구축으로 기술 이전 ▷ 도시홍수 관련 정책의 방향 설정으로 인한 연구개발에 투자 ▷ 내외수 연계 도시 침수 예측시스템의 설계 분야 개발로 고부가가치의 창출 ▷ 내배수 시설 연계 관련 체계적인 다학제간 연구 통해 효율성 증대 ▷ 국가의 연구개발 투자로 인해 기술의 수출 산업화 용이



사업 전략

- ✓ 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영시스템의 개발로 현장에서 홍수 피해 저감을 위하여 실제 사용할 수 있는 기술 및 시스템 개발
- ✓ 도시 침수예측 및 내배수 시스템에 관한 국내 기술의 취약성을 극복하고 내수침수 피해방지를 위한 구조적/비구조적 방법의 연계방안을 검토하여 세계적인 수준의 기술을 유도하고 관련분야 선도적 위치의 기술 주도를 위한 연구과제 추진
- ✓ 기술개발 결과는 실용화 및 실수요기관에 이관을 목표로 하며, 전국적으로 기술 이전 및 보급이 확대될 수 있도록 유도
- ✓ 관련 자원의 효율적 활용을 위한 산학연 및 학제간 연구협력 체계 구축과 연구개발 수행이 가능한 연구 인프라 구축 및 고급인력 양성

제 6절 종합분석

1. 국내외 정책 및 시장분석

- 최근 도시하천유역의 국지성 집중호우와 기후변화로 인한 침수피해 방지의 중요성에 대한 인식이 증대 되고 있는 실정이며, 빗물펌프장과 우수관거 설계기준 강화 사업 추진 등 대규모 도시홍수 배제 기반시설 교체 투자로의 시장 확대 예상
- 2009년 기준 국가하천정비사업에 투자되는 예산은 연간 1조 5천억원 규모로 인구와 재산이 밀집해 있는 도시하천분야의 침수피해 저감을 위한 정부와 지자체를 중심으로 지속적인 투자가 확대될 것으로 전망
- 도시하천분야의 내외수 연계의 기술 융·복합에 의한 시장규모는 수십억 수준의 규모이나 하천관련 여건 변화로 인해 향후 5년 이내에 수백억 규모의 시장으로 확대될 것으로 전망
- 최근 10년간 연평균 재해피해액은 2조 2천억원 규모로 기후변화로 인해 피해규모는 점차적으로 확대되고 이에 따라 하천 홍수피해와 관련된 시장규모도 지속적으로 확대될 전망
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 최적운영 기술은 내수침수로 인한 피해를 줄이는 가장 중요한 기술 중의 하나이며, 현재 선진 각국에서도 개발하지 못한 기술분야로, 향후 개발되는 기술이 실용화되면 동남아시아 등 홍수피해가 많은 저개발 국가들뿐만 아니라, 내수침수가 발생하는 선진국에도 기술이전을 통하여 해외시장진출이 가능할 것으로 판단됨

2. 기술개발 동향 및 인프라 분석

- 최근 들어 정부는 과학기술혁신을 통한 국가경쟁력 제고를 위해 국가 R&D 예산을 지속적으로 확대하는 추세
- 최근 기후변화로 증가될 홍수량에 안전하도록 2020년까지 4대강을 비롯한 도시하천유역을 포함하는 국가·지방하천에 대해 4대강 수준의 홍수 방어능력 확보, 도시침수방지 시스템 강화 및 종합대책 마련, 홍수위험지도 제작 및 침단 홍수 예·경보 시스템 구축 등을 추진
- 최근 약 10년간 도시 침수 저감을 위한 내배수 시스템에 대한 연구개발 투자가 확대 되고 있으며, 도시홍수 분야에서 다양한 연구개발사업의 추진으로 인적, 제도적, 기술적 역량 축적
- 국내에서는 하천정비기본계획, 내배수처리계획, 각종 수해복구사업계획, 중·대규모 다목적댐 건설사업계획, 유역종합치수계획 수립 등과 같은 하천 및 유역 관련 대형 사업의 지속적 추진
- 국제적으로는 전 지구적 기후변화에 대비한 도시하천 유역의 침수 피해 저감을

위한 투자와 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 기후변화가 국가 안보에 영향을 미칠 것을 미리 예상하고 전 국토 및 국지적 규모의 기후변화의 영향을 통합적으로 관리하기 위한 미래지향적 물 관리와 침수피해방지 계획 시행

- 내외수 연계 도시 침수해석 모형 및 최적화 기술은 선진국에서도 미개척 분야에 해당하며 도시하천구역의 첨단 내배수 시스템 해석 기술과의 접목은 새로운 시장분야로의 확장 및 국내외 도시침수 저감을 위한 충분한 기반 기술 확보 가능
- 기존 연구개발사업을 통해서 도시침수 방지를 위한 기술을 도입하여 활용·보급하고 있으나 내외수 침수해석을 통합한 새로운 형태의 시스템의 개발과 관련된 구체적인 기술은 확보되지 못하고 있는 상황이며, 이를 도시하천 시험구역에 현장 적용을 위한 해결과제가 아직 남아 있는 실정임
- 도시하천 구역의 다양한 침수피해 저감 및 내배수 시스템 해석을 위한 세부기술은 다수 개발되어 있으나, 이를 실무에 적용하기 위한 기술의 완성 필요

제 3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제 1절 비전 및 목표

1. 비전

- 홍수재해로부터 안전한 도시 구축

2. 전략목표

- 내외수를 연계한 도시 홍수위험, 내배수시설 성능개선 및 설계 선진화 연구 수행
- 4차년도 이후인 2016년부터 내외수를 연계 내배수 시스템 최적운영 기술 실용화
- 2020년까지 최적운영시스템의 현장 적용으로 2020년 이후 내수침수 면적의 50% 이상 절감을 목표
- 2020년 이후 10년간 내수침수로 인한 피해액 5조원 절감을 목표(연간 홍수 피해액 2.5조원의 20% 절감)



<내외수 연계 시스템 개발을 위한 비전 및 전략목표>

제 2절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구의 적용 전 현재의 모습 (As Is)과 적용 후 미래상(To Be)을 비교하면 다음과 같음

현재(As Is)	내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구의 적용 후(To Be)
재래식 모니터링 기술을 이용한 수집된 정보의 혼재, 개별 관리	도시하천유역의 유량측정 및 우수관거 첨단 기술을 이용한 실시간 정보제공 및 모니터링 관리, 표준화 시스템 운용
선진 외국의 사례 검토 없이 국내 실무 적용 및 설계기준 방영	국내 도시하천 유역의 수문 특성에 적합한 설계 수문량 및 설계기준 적용 기법 도입, 내외수 우수배제시스템의 최적운용을 통한 수공구조물 설계의 안정성 제고
도시유출 해석 모형의 복잡성 및 실시간 홍수예측 및 예보의 어려움	도시유출 해석모형의 통합 및 사용자 편의의 내외수를 연계한 도시유출해석 모형의 개발을 통한 신속 정확한 실시간 홍수예측 및 내외수 침수예보 모형구축
내외수 연계 통합시스템의 부재 및 구조적 홍수방어에 매진	지류와 본류, 내배수시설을 연계한 내외수 침수 해석모형구축 및 비구조적 홍수방어기법개발과 가이드라인 제시
도시 수문 관측 모니터링 시스템 및 내외수를 연계한 통합모형의 부재	신뢰성 있는 도시 수문 관측 지속적인 모니터링 시스템을 도입하고 내외수를 연계한 통합 도시 유출 모형 개발
내외수를 연계한 침수예측 및 침수 위험도 불확실도 분석 기술의 부재	GIS기반 내외수 연계 침수예측 기술을 개발하고 추계학적 홍수위험도 분석 기술을 통한 침수위험도 및 불확실도 분석모형 개발
내외수를 연계한 내배수시설 최적운영 관리기술 및 가이드라인의 미흡	강우의 공간분포와 내외수 수위차를 고려한 내배수시설 연계운영 및 지류하천 수문 최적운영 관리기술 개발 및 가이드라인 제시
내외수 연계 구조적/비구조적 홍수저감 방안의 부재 및 정책의 미흡	본류하천 수위의 영향을 고려한 빗물펌프장 및 내배수시설 연계운영 방안 개발 및 홍수방어 능력 제고, 구조적/비구조적 도시홍수방어를 위한 정책 연계 방안 마련

가. 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 개발

- 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술의 적용 전 현재의 모습(As Is)과 적용 후 미래상(To Be)을 비교하면 다음과 같음

현재(As Is)	내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 적용 후(To Be)
도시하천 내외수 연계 조사기술의 부재 및 재래식 계측기기의 사용, 하도·관망 통합시스템의 부재	첨단 기술을 이용한 도시하천 내외수 연계 조사기술 개발 및 우수관거 계측, 모니터링 장치의 활용, GIS를 이용한 하도·관망 연계 기술의 개발
도시하천 침수영향 및 불확실성 정량화 기술의 기초단계, 내외수 연계 침수해석 기술의 부재	도시하천 외수위 위험도 분석기술 및 불확실성 정량화기술의 적용. 내외수 연계 침수해석 모형을 통한 내수침수 위험도 기술의 시스템 탑재
내외수 연계 침수해석 모형의 부재 및 도시하천의 홍수범람 모의의 복잡성 및 불확실성	내외수 연계 침수해석 모형의 개발 및 신뢰성 증대, 사용자 편의의 실용화 기술 개발. 시나리오 별 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 기술 및 홍수범람도 작성 기법의 반영
분류와 지류하천을 연계한 침수예측 모형구축의 초기단계, 복잡 다양한 우수배제 네트워크를 반영한 홍수 예·경보 시스템 부재	지류하천 방류량에 따른 합류부 홍수위험 분석 모형의 구축, 추계학적 홍수위험도 분석 기법을 이용한 분류하천 DDM구축 및 양상불 유입량 예측을 통한 분류하천 홍수 예·경보 시스템 구축

나. 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술

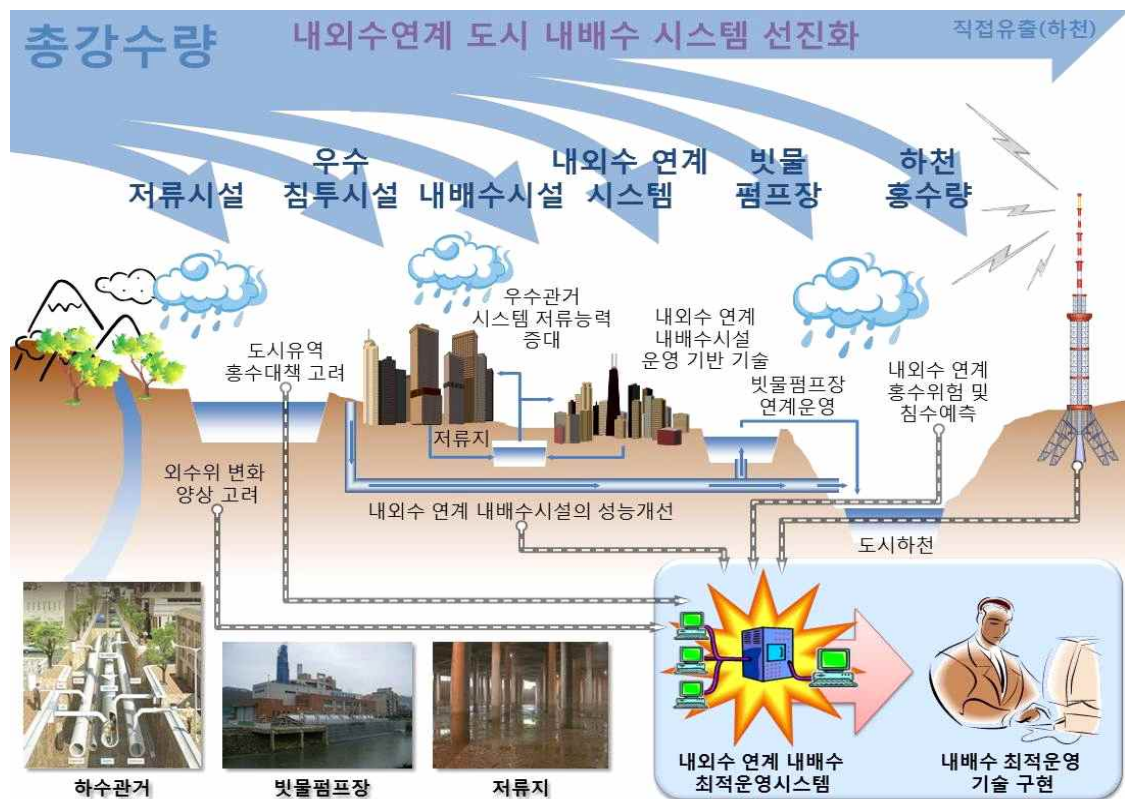
- 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술의 적용 전 현재의 모습(As Is)과 적용 후 미래상(To Be)을 비교하면 다음과 같음

현재(As Is)	내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 적용 후(To Be)
침수위험지역 특성을 고려한 내배수시설 도입기준 및 내배수시설 능력 평가기법 부재	침수위험지역 특성을 고려한 내배수시설 도입과 능력 평가를 통한 내수침수방지 효과 극대화
토지이용 고도화 등으로 인한 빗물펌프장 신설 어려움, 기존 빗물펌프장 가동에 의한 홍수 방어 한계 도달	고효율 소형화를 통한 빗물펌프장 신설 가능, 기존 빗물펌프장 효율 개선 및 성능 평가를 통한 홍수 방어 능력 확보
우수관망 저류 용량 부족으로 인하여 시가지 침수 빈발	우수관망을 기반으로 비상저류지 시스템을 적용하여 침수 빈발 지역 지하를 대형 저류 시스템으로 활용

다. 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술

- 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술의 적용 전 현재의 모습(As Is)과 적용 후 미래상(To Be)을 비교하면 다음과 같음

현재(As Is)	내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 적용 후(To Be)
도시하천 내외수 연계 운영기술의 부재 및 강우의 공간분포 및 이동양상 고려 기술의 부재	첨단 기술을 이용한 도시하천 내외수 연계 운영 기술 및 강우의 실시간 이동양상 분석 및 공간 분포 정량화 기술 개발 및 적용으로 유역단위의 침수저감대책 수립
내외수 연계운영기술 부재로 내외수를 별도로 구분하여 침수 저감시설이 운영	외수위의 변화양상 및 내외수간의 수위차를 고려한 내배수시설의 운영으로 효과적인 내수배제 가능
홍수방어 전략이 하천, 하수도 등 개별적인 구조적 대책이 주류	유역차원의 홍수대책이 고려되고, 비구조적 홍수 방어 및 내외수를 연계한 홍수방어 계획이 수립 되어 침수저감시설의 효율적인 운영이 가능
내수침수 저감 대책이 유하시설의 용량증설 및 통수능 확보 등의 구조적인 대책에 집중	홍수 저감을 위한 구조적 대책과 비구조적인 대책의 병행으로 효율적인 침수저감대책 수립

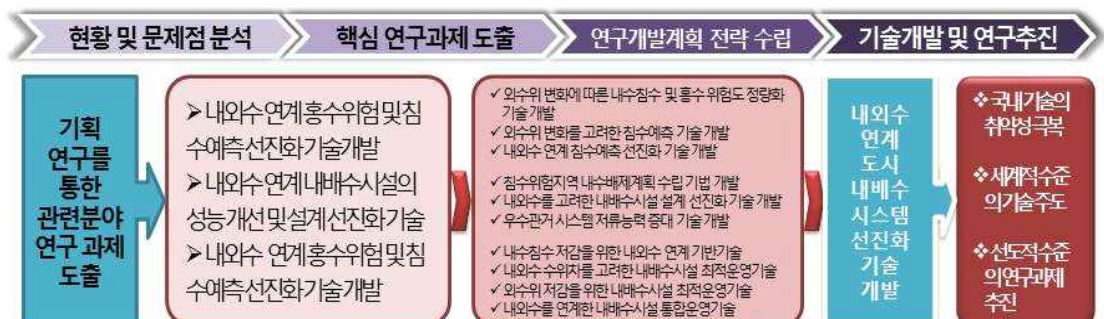


<기술개발 후의 미래상 개념도>

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술개발 전략

- 기존의 내수배제 시스템을 개선하고 내외수 최적 연계 운영방안을 도출함으로써 매년 반복적으로 발생하는 도시침수피해 경감 기술을 개발함
- 연구 추진을 위하여 내배수 관련 선진 외국 기관과의 공동연구 수행 및 협력 체계를 구축(기술적 근거 확보 또는 자문 등 상호 인증체계구축)하고, 국가 주요기관 및 관련 지방자치단체, 관련업체, 연구기관 등과의 긴밀한 협력체계를 구축하고 전문가의 의견수렴 및 참여를 유도함
- 도시 침수예측 및 내배수 시스템에 관한 국내 기술의 취약성을 극복하고 내수침수 피해방지를 위한 내외수 연계방안을 검토하여 세계적 수준의 기술을 유도하고 관련분야 선도적 위치의 기술 주도를 위한 연구과제 추진
- 도시 내배수 분야의 비구조적 홍수방어기술수준을 향상시키고, 내외수 홍수방어 기술의 연계대응 기술을 개발하며, 궁극적으로 현장에서 홍수 피해저감을 위한 내배수시설의 성능 극대화기술 개발 및 내배수 최적운영시스템을 개발함
- 도시 침수예측 및 내배수 시스템에 관한 기술개발 동향조사 및 환경여건분석, 기술개발전략 수립, 연구개발과제 도출, 연구범위 설정, 타당성 조사 등을 통하여 국가 연구 개발 사업으로서 당위성을 확보할 수 있는 연구 수행
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구의 실용화를 목표로 기술개발을 추진하고, 관련분야의 기초 및 원천기술의 개발을 병행하여 진행시키며, 세부과제별 핵심기술(지하수 함양 저류시설 등) 및 관련 부처와의 연계성을 극대화 할 수 있는 방향으로 연구 추진
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구단 전체가 공유하는 공동 시범유역을 선정하여 각 세부과제별 연구를 추진하여 개발단계에서부터 효율적으로 연계될 수 있도록 추진하고 실수요기관에 기술 이관시 적용이 용이토록 추진
- 사업성과의 실용화를 효율적으로 추진하기 위하여 정부부처, 홍수방재 관련 연구소(한국건설기술연구원, 국립방재연구원, 국토개발연구원, 기상연구소, 서울연구원, 서울시 도시홍수연구소 등), 대학 및 산업계의 협동체제를 구축하고 내배수 홍수저감 관련분야의 전문 인력양성 및 산업육성과 연계 추진



나. 기술개발 효과

- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 선진국에서도 미개발 분야로, 국내에서 기술이 개발된다면, 관련 기술의 선점으로 도시 내수침수 저감분야에 대한 국제경쟁력이 제고될 것임
- 도시하천의 침수피해 및 자연재해로부터 안전한 사회구현을 위한 내배수시설의 성능향상 기술은 이상기후로 발생빈도 및 강도가 증가하고 있는 극치사상에 대한 구조적 비구조적 대책 수립을 위한 토대마련 효과가 있을 것으로 기대됨
- 내외수를 통합 고려한 도시 내배수시스템 최적운영 시스템 및 운영가이드라인을 실무에 보급함으로써 보다 체계적인 내배수 홍수방어 정책안이 수립되어 추진될 것으로 기대됨
- 내배수 홍수방재 시설물의 능력을 종합적으로 활용할 수 있으며 이에 대응한 방재기준을 재평가할 수 있는 기회를 제공할 것으로 판단되어, 내수침수 관리에 대한 효과적인 기술적 방안을 제시효과 기대됨
- 내수침수를 저감하기 위한 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 최적운영 기법은 내수침수방어를 위한 치수대책사업에서 발생할 수 있는 비효율성 및 중복의 문제를 미연에 검토함으로써 사회, 경제적인 소모를 줄이고 사업시행에서 시행착오를 줄임으로서 원활한 내수배제를 가능케 하는 방법으로서 적극적인 활용 효과가 기대됨
- 연구 개발 결과의 실무 적용으로, 내수침수 경감으로 연간 홍수 피해액의 20% 이상을 절감할 수 있을 것이며, 이는 2020년 이후 10년간 피해액 절감액이 약 5조원에 달할 것으로 예상됨(연간 홍수 피해액 2.5조원의 20% 절감)
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 최적운영 기술은 내수침수로 인한 피해를 줄이는 가장 중요한 기술 중의 하나이며, 현재 선진 각국에서도 개발하지 못한 기술분야로, 향후 개발되는 기술이 실용화되면 동남아시아 등 홍수 피해가 많은 저개발 국가들뿐만 아니라, 내수침수가 발생하는 선진국에도 기술이전을 통하여 해외진출이 가능함
- 내외수를 고려한 내배수시설의 최적운영 기술 확보 및 홍수 대응방안의 추가 확보로 국토이용의 효율성을 증대할 수 있으며, 적극적인 침수대책으로 국민 불안 해소 및 시민의 삶의 질을 향상할 수 있으며, 국가 경제발전 및 성장촉진에 기여하고 국가의 신인도 향상 및 재해에 강한 국토의 건설로 국민의 쾌적한 삶의 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대됨
- 내외수 통합 내수침수 방어체계 개발은 국내 독자적 자체기술 확보 관점에서 외국기술에 종속되지 않고 국내 실정에 적합한 기술을 개발할 수 있는 토대를 제공하며, 장기적인 관점에서 기술 수입대체 효과 및 해외 시장으로의 기술이전 효과가 있을 수 있음

제 3절 연구개발과제 구성

연구단	세부과제	단위과제명
내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구단	1세부 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술	1-1 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발
		1-2 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발
		1-3 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
	2세부 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	2-1 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발
		2-2 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발
		2-3 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발
	3세부 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	3-1 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술 개발
		3-2 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발

제 4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부과제 개요

가. 연구개발 목표 및 내용

세부과제 기술의 정의	내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술
연구개발목표	○ 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발 ○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 ○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
주요 연구내용 및 범위	○ 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발 - 추계학적 모의발생 기법에 의한 강우-수위 모의발생 및 위험도 분석 기술을 개발하고, 위험도 기반 제방 여유고 평가 기법 개발 및 외수위 변화 불확실성 정량화 기술을 개발함. 또한 외수위 변화에 따른 내수 침수 위험도분석 기술을 개발 ○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 - 탐구적 데이터 마이닝 기법을 이용한 분류하천 DDM (Data Driven Modeling) 구축. 지류하천 방류량에 따른 합류부 배수위 영향과 홍수 위험을 분석하고, 양상불 유입량 예측을 통한 분류하천의 홍수 예·경보 시스템을 구축 ○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 - 도시하천의 내외수 연계 침수해석 모형을 구축하고 도시하천의 내외수 연계 홍수범람도 작성 기술을 개발함. 또한 시나리오기반 내외수위 연계 홍수 위험지역 산정기술을 개발하여 시험지역에 적용하여 보다 효과적인 기술을 개발
주요성과물	○ 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 기술 개발 - 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 분석 매뉴얼 개발 - 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 매뉴얼 - 내외수 연계 침수예측 S/W 및 관리 매뉴얼 ○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 - 도시하천 내외수연계 침수해석 모형 - 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 S/W ○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 - 내외수 연계 홍수위 예측 및 예·경보 운영 매뉴얼 - 내외수 연계 홍수예측 침수관리 S/W 및 매뉴얼 - 시범지역 내수침수위험도 ○ 현장적용 3건, 지적재산권 3건, 학술논문 30편
기대효과	① 기술적 기대효과 - 내외수 연계 첨단 계측 모니터링 기술 개발을 통한 하천관리 기술의

	과학화 도모 - 외수위 변화 불확실성 정량화 및 침수위험도 분석 기술개발을 통한 내수침수 위험도 분석 기술 확보 - 내외수 연계 침수예측 프로그램 개발을 통한 침수위험지역 산정기술의 신뢰성 확보 - 유역의 분류와 지류하천별 네트워크 구축을 통한 홍수 예·경보 기술 적용으로 홍수피해 경감 ② 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술을 통한 국내 기술의 브랜드화 및 해외로 기술 수출·이전에 따른 경제적 효과 - 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 내수침수 피해액 및 복구비용의 절감 기대
--	---

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

(1) 연구개발의 필요성

- 최근에는 안전한 국토와 생활을 바라는 국민의 요구가 더욱 커지고 있으며, 자연재해에 대한 국민의 관심도 커지고 있음
- 매년 반복되고 있는 도심지역 침수피해로 인하여 수많은 재산적, 인적 손실을 가져다주고 있으며, 이는 매 10년 단위로 3.2배씩 증가하여 최근 10년간 연평균 홍수 피해액은 약 1조 7천억원에 달하는 실정임
- 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반 시설에 대한 피해를 급증 시키고 있기 때문에 이를 효과적으로 방어할 수 있는 홍수방어 대책의 수립이 필요함
- 이러한, 도시유역에서의 침수피해 원인은 내수배제 불량에 따른 내수침수가 대부분을 차지하고 있으며, 내배수시설의 성능 개선 및 다변화 요소기술이 필수적임. 이를 위하여 배수유역의 특성에 따른 유역 침수 위험성을 판단하여 내외수를 연계한 최적의 홍수위험 및 침수예측 기술을 개발할 필요성이 있음
- 현재 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 구축과 관련한 연구는 전무한 실정이며, 효과적인 도시 내수침수 저감을 위하여 내외수를 연계한 홍수방어 개념의 정립 및 통합 시스템의 개발이 필요함
- 도시 내배수 시설물의 최적 설계 및 운영관리를 통한 홍수 피해액 및 유지관리 비용을 절감할 필요성이 있음
- 국내실정에 맞는 도시하천 침수해석 모형을 개발하고 홍수위 예측의 불확실성을 정량화하여 내외수를 연계한 위험도 분석관련 기술의 개발이 필요함
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 매우 중요하고 시기적으로도 적절하며 향후 반복되는 도시내 침수피해에 대한 항구적인 대책 방향을 제시할 수 있음

(2) 정부지원의 필요성

- 최근 빈번히 발생하고 있는 도심의 침수피해에 대한 국민의 관심도가 커지고 있으며, 안전한 국토와 생활을 영위를 바라는 국민의 요구가 더욱 커지고 있음
- 내수침수에 대한 방재능력의 향상은 시대적인 요구로서 경제가 발전함에 따라 이러한 요구는 더욱 증가될 것으로 전망되며 이에 따른 방재시설의 성능향상을 위한 노력은 계속적으로 이루어져야 함
- 2010년과 2011년의 홍수로 인한 서울 침수 이후, 서울시는 내수침수 저감을 위하여 연간 5,000억 원씩 10년간 투자할 것으로 발표하였으며, 소방방재청은 도시방재성능 목표강우량을 지자체별로 공시하는 등 내수침수로 인한 피해저감을 위한 지속적인 투자가 계속되고 있음. 그러나 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 구축과 관련된 연구는 전무한 실정이며, 내외수의 연계를 고려한 운영 없이는 효과적인 침수저감은 어려움
- 현재 정부에서 지원하고 있는 재해 저감과 관련된 R&D 예산은 전체 R&D 예산의 1% 수준에 불과한 실정임. 또한 반복되는 침수피해에 대한 항구적인 대책을 마련할 필요성이 있으며 관련 기술의 선점으로 도시 방재에 대한 국제 경쟁력을 높일 수 있음
- 내외수 연계 침수예측 및 위험도분석정량화, 홍수 위험지역 산정을 통한 홍수 예·경보 시스템의 원활한 관리·운영을 도모하고, 내외수 모니터링 기술의 현장적용을 통한 도시홍수의 직·간접적 피해를 최소화함
- 내외수를 연계한 내배수 시스템 선진화 및 우수관거의 첨단 홍수예측기술과 호수범람도의 작성은 도시하천의 내배수 시설물 계획의 막대한 초기 투자비용 및 유지관리 비용이 들 것으로 예상되어 이에 대한 정부지원 필요
- 내수침수관련 도시홍수 배제 시설물관리는 정부나 지자체에서 책임을 지고 있기 때문에 정부의 투자를 통한 지침 마련 등의 연구개발 필요성이 있음
- 현재 정부나 지자체의 내수배제 관리와 외수에 대한 관리는 서로 구분되어 이루어지고 있으며, 이를 통합하고 연계운영·관리에 대한 기술개발이 미흡한 실정이어서 정부차원의 지원·개발이 필요한 실정임
- 내외수를 연계한 침수예측 기술의 개발과 통합 내배수시스템 기술의 개발은 미래 도시유역의 집중호우와 국지성 강우로 인한 직간접적 피해를 최소화 하고 수해로부터 국민의 재산과 생명을 보호하기 위한 정부의 방재 우선사업으로 사료됨

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 기존 연구과제는 우수관망, 배수문, 우수지, 빗물펌프장 등으로 구성되어 우수관망 해석을 통한 침수해석만을 수행하였으나, 보다 현실적인 내수침수해석을 위하여 내배수시설 및 내외수를 연계한 침수해석을 수행하여야 함

- 기존 연구과제 및 관계부처의 대책들을 살펴보면 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로 하는 구조적인 대책에 머물러 있거나, 내수의 상황만을 고려하여 신속하게 배제 시키는 것을 목적으로 하나, 본 연구에서는 내외수를 연계하여 예측 및 최적운영 할 수 있는 시스템 개발 제공
- 본 연구과제에서는 여러 가지 도시홍수 모형에 대한 분석 필요기반 자료(하수도망, 지형자료 등)에 대한 검토를 위해 각종 시스템(UIS, 하천관리시스템 등) 연계 방안을 검토하여 효율적인 내배수 연계 시스템을 구축
- 본 연구과제에서는 내배수 시스템 구성요소 간의 연계 및 관리운영을 포함한 침수해석 및 재해저감 기술 개발에 대한 내용을 포함하고 있음
- 본 연구과제 중에서 첨단 내배수 통합 계측 장비의 활용, 레이더 강우를 이용한 강우의 이동양상 및 공간분포를 고려한 내배수 홍수 예·경보 시스템을 개발 적용하여 실용화의 내용을 포함하고 있음
- 본 연구과제 중에서 “도시홍수배해관리기술”에서 기 개발된 도시하천 홍수해석 모형인 FFC모형을 본 과업의 Test Bed 지역에 시범·적용하여 모형의 국내 적용 및 활용도를 향상시킴
- 본 연구과제에서는 “차세대 홍수방어기술”에서 개발되어 제시되는 일부 자료 및 시스템이 본 과제의 내배수 연계 실용화를 위하여 응용되어 현장에 적용 될 수 있도록 함
- 본 연구과제에서는 “내배수 홍수방재 시설물의 성능평가 및 최적 운영기술”에서 개발되어 제시되는 일부 기법 및 기술을 본 과제의 내수침수 예측 및 예·경보 시스템에 탑재하여 활용 될 수 있도록 함

<기존 연구와의 중복성 및 연계방안>

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관, 주관부처 (연구기간)	차별성	연계방안
내외수 연계 홍수위험 및 침수 예측 선진화 기술	정량화 기술 개발	대 학 과 연 계 한 하천관리 연구용역	(1,2단계 연구용역) ○ 서울시관내 주요 하천(10개)의 유량 측정 및 지속적인 하천모니터링 ○ 홍수시 고수위 Rating-Curve 개발 ○ 도시 유출 모형의 매개변수 최적화 ○ 도시하천을 연계한 유역별 홍수량 및 홍수위 추정 ○ 제방취약성 및 내수침수영향 분석	서울시립 대학교, 서울시 (1999-2012)	침 단 모 니 터 링 장비 및 하도관 망 계측장비를 사용하여 시범 유역의 지속적인 수문Data 수집과 DB구축 내외수를 연계한 침수해석 및 위험도 분석수행 차별 분류와 지류하천을 연계한 홍수위험분석 및 홍수예경보시스템 구축 차별	“대학과 연계한 하천관리 연구용역”에서 구축된 서울시 관내 도 시하천의 최적화 유량측정 및 관련 기술을 최대한 활용·도입하여 연계방안 모색 수년간의 하천관리 노하우와 홍수시 응급대책안 마련, 홍수피해 저감방안, 홍수예경보 시스템구축 등의 내용을 적극 활용하여 연계방안 모색
	외수위 변화 를 고려 한 침수 예측 기술 개발	도시홍수 재해관리 기술 연구	(1-1 세부과제) ○ 유출해석 기술 및 하천설계 기술 ○ 배수계통 설계 기술 ○ 중형단 및 복개 구조물 설계기술 ○ 도시하천의 생태 수리해석 및 복원 기술 ○ 시험유역의 구축 및 운영	경기대학교, 건설교통기술 평가연구원 (2004-2008)	“도시홍수배해 관리기술”은 우수관망 해석을 통한 침수해석만을 수행하였으나, 보다 현실적인 내수침수 해석을 위하여 내배수시설 및 내외수를 연계한 침수해석을 수행함	“도시홍수배해 관리기술”에서 개발된 도시하천 홍수해석모형인 FFC모형을 본 과업의 Test Bed 지역에 시범적용하여 모형의 국내 적용 및 활용도를 향상 시킴
	내외수 연계 침수 예측 선진화 기술 개발	차 세 대 홍수방어 기술개발	(2-4 세부과제) ○ 도시환경 변화에 따른 배수 시스템의 홍수대응 기술 ○ 도시 배수시스템 통수능력 평가 및 증대 방안 ○ 도시홍수재해 저감을 위한 우수관망 시스템 최적 설계 기술	경북대학교, 건설교통기술 평가연구원 (2008-2013)	내배수 시스템 구성요소 간의 연계 및 관리운영을 포함한 침수해석 및 재해저감 기술 개발에 대한 내용 포함	“차세대 홍수방어기술”의 2-4세 부과제 에서 개발되어 제시되는 일부 자료 및 시스템이 본 과제의 내배수 연계 실용화를 위하여 응용되어 현장에 적용 될 수 있도록 함

<기존 연구와의 중복성 및 연계방안>

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관, 주관부처 (연구기간)	차별성	연계방안
내외수 연계 홍수위험 및 침수 예측 선진화 기술	○ 외수위 변화에 따른 내수 침수 위험도 및 홍수위험도 정량화 기술 개발 ○ 외수위 변화를 고려한 침수 예측 기술 개발 ○ 내외수 연계 침수 예측 선진화 기술 개발	도시물순환 해석 모형의 개발 및 적용	○ 도시지역 물순환 해석모형의 기본구성 및 모형개발 ○ 도시지역 물순환 해석모형의 전후처리 시스템 개발 및 사용자 지침서 개발 상용화 ○ 신도시 개발지역에 대한 개발된 모형의 적용	한국건설기술연구원 (2007-2011)	개발지역과 신도시 지역에 국한되어 적용될 수 있는 도시물수지 분석과 관련한 연구임. 본 연구개발 분야는 도시홍수와 관련이 있으며 침수예측 모형개발을 통한 홍수 위험 분석에 활용될 수 있음	도시 개발에 따른 물순환해석의 필요시기 개발 및 상용화된 CAT모형을 시험유역에 적용하여 도시 물수지 분석을 연계하여 진행할 수 있도록 함
		도시홍수 위험성 평가 및 통합관리 방안 개발	○ 도시홍수 관리를 위한 국내외 사례조사 및 시사점 도출 ○ 도시홍수 위험성, 취약성, 노출성 평가 방안에 대한 조사연구 ○ 기후변화에 따른 도시홍수의 영향성 조사 및 연구 ○ 도시홍수통합관리를 위한 위험관리 기법 제시 ○ 도시홍수통합위험관리시스템 구축 방안 제시	자연재해저감기술개발 사업단, 소방방재청 (2010-2011)	내외수를 통합하여 연계한 내배수시설의 홍수위험 분석과 침수예측을 실시 도시홍수 위험성 분석에 대한 불확실성 분석과 정량적인 값으로 표현	기후변화에 따른 도시홍수의 영향 분석내용과 도시홍수통합관리를 위한 위험관리 기법과 도시홍수통합위험관리 시스템의 연계활용
		내배수 홍수방재 시설물의 성능평가 및 최적 운영기술 개발	(2차년도 연구과제) ○ 저류시설 설치 위치 및 용량 최적화 기술개발 ○ 침수심-침수면적-피해액 상관성 분석 기술 개발 ○ 내수침수예측 및 예·경보 기법 개발 ○ 불확실성을 고려한 내수침수 시나리오 구축 및 시뮬레이션	고려대학교, 소방방재청 (2011-2014)	첨단 내배수 통합 계측 장비의 활용, 내배수 연계 홍수 예·경보 시스템을 개발 적용하여 실용화의 내용 포함	“내배수 홍수방재 시설물의 성능평가 및 최적 운영 기술”에서 개발되어 제시되는 일부 기법 및 기술을 본 과제의 내수침수 예측 및 예·경보 시스템에 탑재하여 활용될 수 있도록 함

라. 연구개발 주요내용

(1) 1-1 공동과제 : 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발

1-1 공동과제명		외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발
연구목표		○ 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 기술 개발
연구 내용	1차년도	○ 외수위 변화 불확실성 정량화 기술 개발 (추계학적 모의발생, Bayesian MCMC, 제방여유고 평가 기술)
	2차년도	○ 내수침수위험도 정량화 기술 개발 (내수침수 위험도 분석, 내수배제 시스템, 위험도 정량화 기술)
	3차년도	○ 내외수 연계 홍수 위험도 정량화 기술 개발 (내수침수 위험도 분석, 내외수 연계모형 구축)
	4차년도	○ 내외수 연계 홍수위험도 정량화 기술 적용 (개발기술의 현장적용 및 검증, 홍수 위험도 분석)
	5차년도	○ 내외수 연계 홍수위험도 정량화 기술 실용화 (내외수 연계 위험 평가/관리 가이드라인, 분석 모형 매뉴얼 작성)
기대효과		① 기술적 기대효과 - 외수위 변화 불확실성 정량화 및 침수위험도 분석 기술개발을 통한 내수침수 위험도 분석 기술 확보 - 내외수 연계 하천관리 기술의 과학화 도모 및 내배수관련 치수능력 증대에 기여 ② 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 계측과 관련한 국내 기술의 브랜드화 및 해외 기술 수출·이전에 따른 경제적 효과 - 하천관련 정부 예산의 절감 및 하천 모니터링 계측관련 비용과 유지 보수 비용의 절감 기대
주요성과물		○ 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 기술 개발 - 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 분석과 제방 여유고 평가 기술 가이드라인, 매뉴얼 개발 - 현장적용 : 1건 - 지적재산권 : 1건 - 학술논문 : 10편
활용방안		○ 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 기술 연구결과의 프로그램 및 노하우의 국내외 산·학·연 기관에 전수하여 활용 ○ 체계적인 하천관리 및 신속 정확한 홍수위 예측으로 도시하천유역의 집중호우 및 국지성 강우에 대처하는데 활용

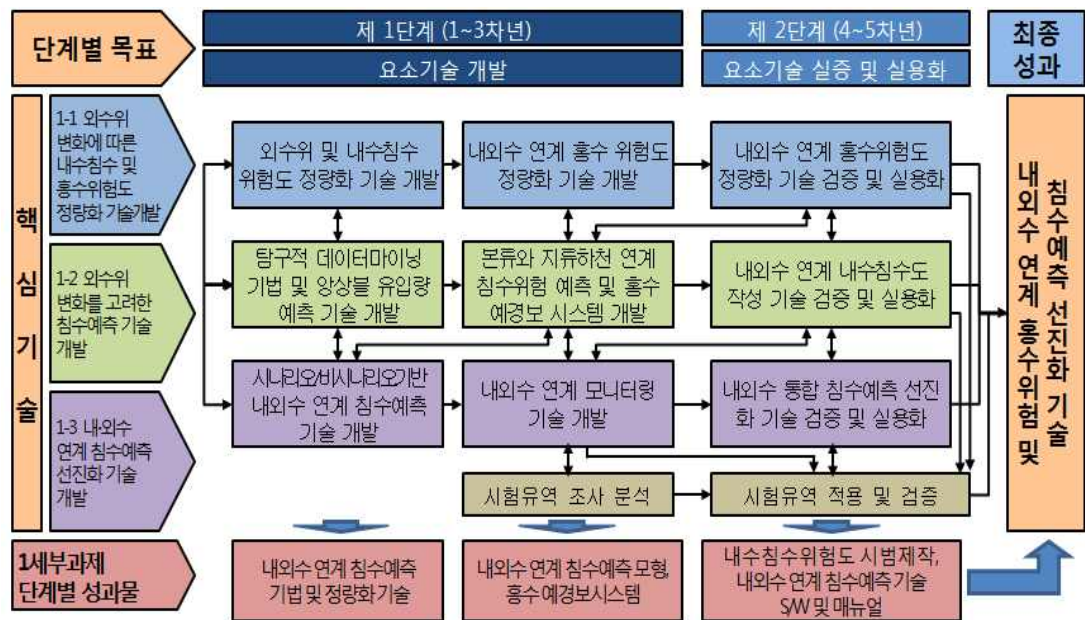
(2) 1-2 공동과제 : 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발

1-2 공동과제명		외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발
연구목표		○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발
연구 내용	1차년도	○ 최적 탐구적 데이터 마이닝 기법을 이용한 홍수위 예측 (ANN, Bayesian MCMC, DDM, 등의 기법 연구, 홍수위 예측)
	2차년도	○ 지류하천 방류량 및 양상블 유입량 예측 기술 개발 (지류하천 방류량 예측, 양상블 유입량 예측 기술)
	3차년도	○ 합류부 배수위 영향 평가 및 침수위험 예측 기술 개발 (분류하천과 지류하천 합류부 배수위 영향 평가, 침수예측 기술)
	4차년도	○ 분류와 지류하천연계 홍수 예·경보 시스템 개발 (분류하천의 침수영향 분석, 홍수위험 분석, 홍수 예·경보 S/W개발)
	5차년도	○ 내외수 연계 내수침수도 작성 기술 개발 (개발 기술의 실용화, 관리 매뉴얼작성)
기대효과		① 기술적 기대효과 - 유역의 분류와 지류하천별 네트워크 구축을 통한 홍수 예·경보 기술 적용으로 홍수피해 경감 - 도시하천유역의 DDM구축과 양상블 유입량 예측을 통한 신속·정확한 홍수예보 기대 ② 사회·경제적 기대효과 - 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 내수침수 피해액 및 복구비용의 절감 기대 - 신속·정확한 홍수위 예측을 통한 홍수 예·경보 적용으로 국민의 생명과 재산을 보호하고 피해를 최소화 할 수 있음
주요성과물		○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 선진화 기술 개발 - 외수위 변화를 고려한 침수관리 및 홍수예경보 SW, 매뉴얼 개발 - 현장적용 : 1건 - 지적재산권 : 2건 - 학술논문 : 10편
활용방안		○ 분류와 지류하천 연계 침수예측 기술의 선진화 도모에 활용 ○ 탐구적 데이터 마이닝 기술을 적용한 홍수위예측으로 도시하천유역의 신속 정확한 홍수 예·경보에 활용

(3) 1-3 공동과제 : 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발

1-3 공동과제명		내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
연구목표		○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
연구 내용	1차년도	○ 비시나리오기반 내외수 연계 침수 예측 기술 개발 (수문분석·모의발생 시나리오에 따른 도시하천 침수 예측 기술)
	2차년도	○ 시나리오기반 내외수 연계 침수 예측 기술 개발 (기후변화 시나리오에 따른 도시하천 침수 예측 기술)
	3차년도	○ 내외수 연계 시험유역 선정 및 모니터링 기술 개발 (시범하천 조사 지정 및 모니터링 기술, 내외수 연계 현장적용 분석기술)
	4차년도	○ 시험유역 침수예측 평가 기술 적용 (관리 매뉴얼작성, 내외수 연계 침수예측 S/W개발)
	5차년도	○ 내외수 통합 침수예측 선진화 기술 검증 및 실용화 (시험유역 기술 검증, 개발 기술의 실용화, 관리 매뉴얼작성)
기대효과		① 기술적 기대효과 - 외수위 변화 불확실성 정량화 및 침수위험도 분석 기술개발을 통한 내수침수 위험도 분석 기술 확보 - 내외수 연계 하천관리 기술의 과학화 도모 및 내배수관련 치수능력 증대에 기여 - 내외수 연계 침단 계측 모니터링 기술 개발을 통한 하천관리 기술의 과학화 도모 ② 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 위험도 분석 및 홍수범람도 작성 기술의 해외 기술 수출·이전에 따른 경제적 효과 - 홍수위험지도 작성으로 통한 국민의 생명과 재산 보호 및 신속정확한 대피로 인명 및 재산상의 피해를 줄일 수 있음 - 내외수 연계 계측과 관련한 국내 기술의 브랜드화 및 해외 기술 수출·이전에 따른 경제적 효과 - 하천관련 정부 예산의 절감 및 하천 모니터링 계측관련 비용과 유지보수 비용의 절감 기대
주요성과물		○ 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진 기술의 시험지역 적용 - 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 S/W 및 매뉴얼 개발 - 시범지역 내수침수위험도 - 현장적용 : 1건 - 지적재산권 : 1건 - 학술논문 : 10편
활용방안		○ 도시하천 내외수 연계 침수해석 모형 개발을 통한 국내외 산·학·연 기관에 전수 활용 ○ 기후변화에 능동적으로 대처 할 수 있는 위험도기반 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 및 홍수범람도 작성 기술의 활용 ○ 내외수 연계 침단 계측 기술 연구결과의 현장적용과 관리 운영에 대한 노하우의 국내외 산·학·연 기관에 전수하여 활용

마. 연구개발과제 TRM



- 본 세부과제에서는 도시하천의 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측을 위하여 첨단기술을 이용한 도시하천의 내외수 연계 계측 및 모니터링 기술을 개발하고 위험도 기반 외수위 변화의 불확실성을 분석하여 외수위 변화에 따른 내수침수 위험도 분석기술을 개발함. 또한 도시하천의 내외수 연계 침수해석모형을 구축 및 개발하여 침수예측을 통한 시나리오별 홍수위험 지역을 산정하며, 추계학적 모의발생 기법과 탐구적 데이터마이닝 기법, 양상불 유입량 예측 기법을 통한 지류와 분류 하천의 홍수위를 추정하여 도시하천 유역의 홍수 예·경보 시스템 구축을 위한 기초 자료로 활용하고자 함.
- 연구의 초기단계에서는 국내·외에서 사용되는 도시하천 외수위 변화 불확실성 정량화 기술 및 내수 침수해석 기술의 동향을 분석하여 내수침수위험도 분석의 적용가능성을 진단하고, 통합 내배수 시스템 기술과 연계하여 우리나라 실정에 맞는 내외수 연계 침수해석 기술 개발의 방법론 정립 및 요소기술 개발의 방향성을 제시함
- 요소기술 개발 단계에서는 국내·외 외수위 변화 불확실성 정량화 기술 및 위험도 분석 기술을 분석하여 외수위 변화에 따른 내수침수 위험도 분석 요소기술과 외수변화에 따른 불확실성 정량화 및 침수위험도 분석 요소기술을 개발하여 제시함
- 또한, 도시하천 내·외수 연계 침수해석 모형 구축 기술 개발을 통하여 시험유역 검증을 실시하고 도시하천의 내외수 연계 홍수범람도 작성에 관한 요소 기술을 개발함
- 추계학적 모의발생 기법을 통한 외수위 영향 분석 및 ANN, Bayesian MCMC 등의 탐구적 데이터 마이닝 기법을 이용한 분류하천 DDM (Data Driven

Modeling) 구축을 통하여 지류하천 방류량에 따른 합류부 배수위 영향과 홍수 위험분석 요소 기술 개발 및 양상불 유입량 예측을 통한 본류하천 홍수 예·경보 시스템 구축 요소기술을 개발함

- 요소기술 실증 및 실용화 단계에서는 시범유역을 대상으로 개발요소 기술의 적용을 통한 검증을 실시함. 또한, 도시하천 하도·관망 연계 외수위 위험도 분석기술과 관리를 위한 가이드라인 및 매뉴얼을 작성하고, 외수위 변화 불확실성 정량화 및 침수위험도 분석 기술의 실증 및 실용화를 위하여 관련 매뉴얼과 S/W를 개발함
- 내외수 연계 침수예측 및 홍수 위험지역 산정기술과 홍수범람도 작성 기술의 실용화를 통한 국내외 관련기관 및 산·학·연 기관에 기술 전수하여 활용토록 하며, 본류하천과 지류하천을 연계한 침수예측 선진화 기술의 실용화를 위하여 기존 개발 프로그램과의 연계운영 및 보안을 통한 차별화된 통합 시스템 및 운영지침 개발

바. 최종성과물 및 성과지표

(1) 최종성과물

연구내용	최종성과물
○ 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발	- 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 분석과 제방여유고 평가 기술 가이드라인, 매뉴얼 개발
○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발	- 외수위 변화를 고려한 침수관리 및 홍수 예·경보 SW, 매뉴얼 개발
○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발	- 시범지역 내수침수위험도 작성 - 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 S/W 및 매뉴얼 개발

(2) 성과지표

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
내외수 연계 홍수위협 및 침수예측 선진화 기술	논문	학술지 게재 논문건수 (국내/국외)	게재 건수	건	23	기초기술로 기술의 학술적 가치 인정 필요
		SCI급 학술지 게재논문 건수	게재 건수	건	9	
	특허	특허출원 건수 (국내/국외)	출원 건수	건	2	실용적, 기술적 독창성 평가
		특허등록 건수 (국내/국외)	등록 건수	건	1	
	프로그램	프로그램 등록	등록 건수	건	3	개발된 S/W 독창성
	기술 선진화	선진국 대비 기술 수준 향상	전문가 평가	%	90	기술발전 기여도 평가
	분야별 인력양성	인력양성 실적	석박사 학위 취득 인수	명	10	기술인력 양성 기여도
		기술인력 연수지원	기술교육 참가 건수	건	3	연구진의 기술향상
	기술거래	사업화 성공도	기술 실시계약 액수	%	70	현업 적용을 위한 사업화
		산학연간 기술 지원 건수	기술적용 지원 건수	건	3	기술보급 기여도
		기술공개 및 제출 이전 건수	개발 기술의 무상보급	건	3	기술저변확대
	산업발전 효과	민간투자 유인효과	기업출자금 유치 건수	건	3	민간기업의 참여 유도
	기술보급	기술교육 및 보급 건수	기술교육, 보급 행사 개최 건수	건	3	기술보급 및 저변확대
	연구성과 확산	연구성과 홍보 건수	전문지, 주요 언론 홍보건수	건	5	연구성과 확산 및 홍보

사. 성과물 검증방안

세부 과제	단위과제명		성과검증지표	성과물 검증방안	
				측정방법	검증방법
1	1-1	외수위 변화에 따른 내수침수 위험도 및 홍수위험 도 정량화 기술 개발	외수위 불확실성 및 침수위험도 분 석 기술 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - S/W 등록 및 활용도 - 인력양성 여부	논문게제 D/B구축 S/W등록 인력양성
			최 종 연 구 성 과 의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
			내외수연계 침수 예측 S/W 및 관 리 매뉴얼 제시	- 국내외 기술 자료집 발간 건수 - 내외수연계 침수예측 S/W개발 - 내외수연계 침수예측 매뉴얼 제시	자료집 S/W개발 매뉴얼
	1-2	외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발	도시하천 내외수 연계 침수해석 모 형 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - S/W 등록 및 활용도 - 관련분야 인력양성 여부	논문게제 D/B구축 S/W등록 인력양성
			최 종 연 구 성 과 의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
			내외수 연계 홍수 위험 지역 산정 S/W개발	- 국내외 기술 자료집 발간 건수 - 홍수 위험지역 산정 가이드라인 작성 - 내외수 침수위험지역 관리 매 뉴얼 제시	자료집 가이드라인 매뉴얼
	1-3	내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발	본류·지류 홍수위 예측 및 예·경보 운영 기술 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - S/W 등록 및 활용도 - 관련분야 인력양성 여부	논문게제 D/B구축 S/W등록 인력양성
			최 종 연 구 성 과 의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
			홍수예측 및 침수 관리 S/W 및 매뉴 얼 제시	- 국내외 기술 자료집 발간 건수 - 침수예측 및 관리 가이드라인 작성 - 침단 모니터링 매뉴얼 제시	자료집 가이드라인 매뉴얼

아. 기술수요처 및 사업화 방안

공동과제		최종성과물	기술수요처	실용화 방안
1	1-1	○ 외수위 불확실성 분석 및 내수침수, 홍수위험도 분석 가이드라인 제시 ○ 외수위 변화에 따른 제방여유고 평가 기술 매뉴얼 개발	불확실성 분석 및 위험도 분석관련 기업 및 기술자 집단	-가이드라인 -위험도분석 및 침수예측 매뉴얼
	1-2	○ 외수위 변화를 고려한 홍수 예측 및 예·경보 운영 매뉴얼 개발 ○ 외수위 변화를 고려한 홍수예측 침수관리 S/W 및 매뉴얼 개발	하천 운영 및 관리를 위한 정부 및 지방자치단체 지류하천 연계 침수예측을 위한 기업, 전문가 집단	-내외수연계 홍수예경보 매뉴얼 -본류/지류 침수관리 매뉴얼 및 S/W
	1-3	○ 시범지역 내수침수위험도 작성 ○ 도시하천 내외수연계 침수해석 모형 개발 ○ 내외수 연계 홍수 위험 지역 산정 S/W 개발	침수예측 및 홍수위험분석관련 정부, 지방자치단체 및 관련 기술자집단	-내외수연계 침수해석 프로그램 -S/W 및 관리 매뉴얼

2. 세부과제 개요

가. 연구개발 목표 및 내용

세부과제 기술의 정의	내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술
연구개발목표	○ 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 ○ 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 ○ 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발
주요 연구내용 및 범위	○ 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 - 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입 기준을 개발하고, 내배수시설 설치에 따른 수리학적 침수위험 저감효과 분석기법 및 내배수시설 최적 조합을 통한 내수배제능력 평가기법 개발 ○ 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 - 외수위 변화를 고려한 내배수시설 시스템 설계기법과 외수위 조건 및 본류 흐름을 고려한 내배수시설 배수능력 평가기법을 개발하고, 빗물펌프장 성능 평가기법과 유입·유출부 및 흡수조 개선 기술, 유출부 주변 제방 및 부속시설 안정성 향상 기술을 개발 ○ 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 - 도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조개선 기술을 개발하고, 우수관거 시스템 저류능력 평가 기술 및 우수관거 연계 저류 시스템 설계 기술을 개발 ○ 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술을 시범 지역에 적용하여 개발된 기술을 보완
주요성과물	○ 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 - 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 및 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램, 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼 ○ 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 - 빗물펌프장 성능 평가 및 고효율 소형화 설계 가이드라인, 외수위 고려 내배수시설 배수능력 평가 및 통합 설계 가이드라인 ○ 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 - 우수관거 저류능력 평가 가이드라인, 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인, 우수관거 설계 가이드라인(보완) ○ 현장적용 2건, 지적재산권 13건, 학술논문 24편
기대효과	① 기술적 기대효과 - 내배수시설을 연계한 본류 치수 효과 및 내수침수방지 효과 극대화 - 빗물펌프장 내수 배제 능력 증대, 내수배제시설 효율 증대 및 시설물 이용 내수침수 방어 능력 극대화, 우수관거를 이용한 치수 능력 확보 ② 사회·경제적 기대효과 - 내배수시설 설계 기술의 국내 브랜드화 및 해외 수출 - 기존 시스템 활용 및 시설 운영 최적화를 통한 국가 예산 절감

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

(1) 연구개발의 필요성

- 국내 물 관리 집행기관인 지방자치단체에서 운영하는 내배수시설(빗물펌프장, 고지배수로 등)은 독립적으로 배수가 이루어져 이에 의한 영향으로 분류 하도의 홍수 통수능 감소 우려가 있어 외수위 조건 및 분류흐름을 고려한 저감 방안 개발이 필요하며 기존 내배수시설의 설계가 내수위 및 제내지에 위치한 침수방어구역을 중심으로 이루어져 외수위 변화를 고려한 내배수시설 통합 설계 기법 개발이 필요
- 최근 기후 및 토지이용 등 주변 상황의 변화로 인하여 내수 침수 피해 지역이 확대되고 있어 이러한 환경 변화를 반영하여 침수위험지역 특성을 평가하기 위해서는 지형학적, 수문학적, 수리학적 인자에 기초한 침수위험지역 특성인자를 개발하고 이를 반영한 내수 침수에 의한 홍수 방어 능력 평가기법 개발이 필요
- 네덜란드의 경우에도 이러한 기후 변화 및 사회 발전 상황을 고려하여 도시계획이나 지역개발 시 수해에 대한 위험성 평가를 사전에 실시하는 등 재해발생 이전에 대책을 수립
- 이상 기후로 집중호우가 빈발함에 따라 기존 방식에 따라 설계되어 설치된 내배수시설의 능력이 점차 부족해지고 있으며, 지역별 침수 특성이 변화함에 따라 기존 내배수시설의 설계수문량 산정기법을 개선하고 이를 통한 침수저감효과 분석 기술 개발이 필요
- 국내의 경우 국립방재연구소 및 서울시정개발연구원을 중심으로 빗물유출저감 시설과 관련된 연구는 활발히 이루어지 있으나 빗물펌프장으로 대표되는 내배수시설의 설계 선진화를 위한 연구는 현재까지 매우 부족한 상태
- 4대강 살리기 사업 등 대규모 국책사업에 따른 하천환경 변화에 대응하기 위하여 내배수시설의 성능 향상을 위한 기술 개발이 시도되고 있으나 설계 및 구조 개선 측면에서의 가시적이고 종합적인 성과는 부족
- 내배수시설 중 중요도가 높은 빗물펌프장 성능 향상과 관련하여 흡수조 형태 개선을 통한 펌프장 토출 능력을 개선하며 현재 운영 또는 계획되고 있는 빗물펌프장의 성능 평가를 통한 능력 향상 필요성도 상존
- 도심 유역의 저류 능력 확장을 위하여 도시 우수관거를 연계하여 우수관거를 저류시스템으로 활용하거나 우수관거 내에 비상저류시설이나 공간을 확보하고 이에 대한 설계 및 운영 기술을 개발하는 것이 필요
- 우수관거를 통한 내수배제 효율 향상을 위하여 우수관거 형상 검토를 통한 관거 통수능 향상 기술 개발이 필요

(2) 정부지원의 필요성

- 하도 중심의 침수 대책에 대한 기술 개발은 정부 지원을 통하여 급격히 진행되어 상대적으로 홍수피해가 점차 감소하고 있으나, 최근 강우 강도의 증가로 인하여 내수 침수가 빈발하고 있으며, 2010년과 2011년 서울시 침수 피해 등 재산 및 인명피해가 급증하고 있어 도시 내 침수 피해 방지를 위한 기반 시설에 대한 기술 개발이 시급
- 지자체에서 운영하는 빗물펌프장 등 내배수시설은 각 지자체별로 독립적으로 운영되고 있어 이를 뒷받침할 수 있는 기술개발을 위한 재정적 지원이 상대적으로 미비, 내수 침수 방지를 위하여 유역 차원의 대책 수립도 필요하나 시설물 강화를 통한 내수 침수 방어 능력 확보 기술 개발이 필요
- 일본의 경우 지방자치단체가 우선적인 권한과 책임을 가지고 있으며, 중앙 정부는 포괄적인 지원 업무를 담당, 국내의 경우에도 내배수시설의 계획, 설치, 운영과 관련하여 국토해양부, 행정안전부, 환경부가 업무를 수행하고 있으며, 실제 시설 운영을 담당하고 있는 지자체 지원 측면에서 각 상위 기관의 협조를 통한 정부차원의 내배수시설 선진화 기술 개발이 필요
- 국가차원에서 기술 개발을 통하여 각 지자체에 기술을 보급하며, 신규 개발 기술에 대한 국가의 지원을 통하여 각 지자체 실정에 맞게 선택적으로 적용함으로써 내수 침수 방지 효과를 극대화 하는 것이 가능

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 하천설계기준에 의하면 내배수시설의 설계 빈도는 2~50년이며, 빗물펌프장, 배수로, 우수지 및 저류지와 같은 주요 시설은 20년 이상으로 하도록 되어있으나 최근 도심 지역에서 내수 침수가 빈발하여 설계 빈도 개선 필요성이 지속적으로 제기되고 있어 이에 대한 심도 있는 연구가 필요하며 본 연구과제에서는 내배수시설의 설계 빈도 개선에 대한 내용을 포함
- 본 연구과제에서는 내외수 연계를 통하여 본류 유황을 고려한 내배수시설의 설계빈도와 설계홍수량 산정방안 개선과 관련한 내용을 포함
- 도시지역 배수구역에 대한 설계홍수량은 유역의 크기에 따라 국내외에서 개발된 모형을 이용하여 산정하도록 되어있으며, 합리식 또는 수정합리식, MOUSE-KOREA, SWMM 및 FFC2Q 모형 등을 이용하여 산정하도록 권고, 본 연구과제에서는 내배수시설에 대한 기존 산정방법 및 모형의 정확도 및 산정방안의 적절성을 검토하여 설계홍수량 산정방법을 개선하고자 하며, “도시홍수재해관리기술”의 FFC2Q모형의 국내 적용성 및 활용도 향상을 위하여 테스트 베드 적용을 통한 성과 연계를 고려
- 기존 연구과제에서는 저류지 등 개별 내배수시설의 성능 향상과 관련한 연구를

수행하였으나, 기존 및 신규 내배수시설의 홍수방어능력을 평가하여 내수 침수 위험 지역의 특성을 고려한 최적 설치(도입)과 관련한 연구는 부재하며 이에 대한 연구가 필요

- 빗물펌프장의 경우 하천설계기준, 하수도시설기준 등에 설계 지침이 마련되어 있으나 내외수 변화 상황에 대한 고려 없이 빗물펌프장 시설 중심의 지침으로 제안되어있으며, 더불어 빗물펌프장 시설 성능 향상과 관련한 국내 연구는 아직 부재하며 본 연구과제에서는 구조 개선을 통한 효율 향상과 관련한 내용을 포함

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
내 외 수 연계 내 배 수 시 설의 성 능 개선 및 설계 선 진 화 기술	침수위험지 역 내수배제 계획 수립 기법 개발	도시홍 수재해 관리기 술연구	(1-1 세부과제) 도시하천 유역의 유출·수질 해석 기술(도시홍수 유 출, 수질해석과 배 수계통 설계(관망) 기술을 개발하여 도시유역 유출·수 질 해석 모형인 FFC2Q모형 개발)	경기대학교 (2003-2008)	“도시홍수재해관 리기술”은 우수 관망 해석을 통 한 침수해석만을 수행하였으나, 보다 현실적인 내수침수해석을 위하여 내배수시 설및 내외수를 연계한 침수해석 을 수행함	“도시홍수재해해 관 리 기 술”에 서 개발된 도시 유역 유출·수질 해석해석모형인 FFC2Q모형을 본 과업의 Test Bed 지역에 시 범적용하여 모형 의 국내 적용 및 활용도를 향상

라. 연구개발 주요내용

(1) 2-1 공동과제 : 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발

2-1-1 공동과제명		침수위험지역 특성에 따른 홍수 방어 능력 평가 기법 개발
연구목표		○ 침수위험지역 특성에 따른 홍수 방어 능력 평가 기법
연구 내용	1차년도	○ 국내 내수 침수 발생 현황 분석
	2차년도	○ 내수 침수위험지역별 특성 분류기준(지형학적, 수문학적, 수 리학적 기준) 개발(침수위험지역 특성인자 개발)
	3차년도	○ 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입(설치) 기준 개 발(침수위험지역 특성인자 반영)
	4차년도	○ 최적 조합을 통한 내배수시설 홍수 방어 능력 평가 기법 개 발(침수위험지역 특성 인자 고려) ○ 침수위험지역 특성에 따른 홍수 방어 능력 평가 기법 실용 화(최적 조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 가이드라인·프로 그램 및 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼(I))
	5차년도	

기대효과	① 기술적 기대효과 - 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼 보급을 통한 국가 내수침수방지 및 내수배제 설계 능력을 향상시키며, 최적 시설 조합을 통한 내수 침수 위험 최소화 ② 사회·경제적 기대효과 - 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 프로그램 보급 - 침수위험지역 특성을 반영한 시설 배치 및 내수배제시설 최적 조합 적용으로 비용 대비 사회·경제적 편익 증가
주요성과물	○ 최적조합을 통한 홍수방어능력 평가 가이드라인 및 프로그램 ○ 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼(I) ○ 지적재산권 2건, 학술논문 4편
활용방안	○ 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공기관, 학계 및 산업계에서 침수위험지역 내수배제계획 수립을 위하여 활용 ○ 내배수시설의 침수 위험 저감 효과를 정량적으로 평가하고, 최적 시설 조합을 통한 시설 투자 효과 극대화

2-1-2 공동과제명		내외수 연계 내배수시설 설계수문량 산정 및 침수저감효과 분석 기술 개발
연구목표		○ 내외수 연계에 의한 내배수시설 설계수문량 산정 및 침수저감효과 분석 기술
연구 내용	1차년도	
	2차년도	○ 내외수연계 내배수시설 설계빈도 추정기법 개발 (기후 변화 및 지역별 침수 피해 특성 반영)
	3차년도	○ 내외수연계 내배수시설 설계홍수량 추정기법 개발 (기후 변화 및 지역별 침수 피해 특성 반영)
	4차년도	○ 내배수시설 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 기법 개발 ○ 내외수연계에 의한 내배수시설 설계수문량 산정 및 침수저감효과 분석 기술 실용화(내외수연계 수리학적 침수위험 저감효과 분석 프로그램 개발 및 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼(II))
	5차년도	
기대효과		① 기술적 기대효과 - 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼 보급을 통한 국가 내수침수방지 및 내수배제 설계 능력을 향상시키며, 설계수문량 산정 고도화를 통한 내배수시설 홍수 방어 능력 향상

	② 사회·경제적 기대효과 - 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램 보급 - 설계빈도 및 설계홍수량 산정 고도화를 통한 치수안전도 증 가
주요성과물	○ 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램 ○ 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼(Ⅱ) ○ 지적재산권 2건, 학술논문 4편
활용방안	○ 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공기관, 학계 및 산업계에서 침수위험지역 내수배제계획 수립을 위하여 활용 ○ 내배수시설의 침수 위험 저감 효과를 정량적으로 평가하고, 최적 시설 조합을 통한 시설 투자 효과 극대화

(2) 2-2 공동과제 : 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발

2-2 공동과제명		내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발
연구목표		○ 내외수를 고려한 내배수시설 설계 선진화 기술
연구 내용	1차년도	○ 내배수시설(고지배수로, 배수문, 배수통문·통관, 빗물펌프장) 현황 및 성능 분석, 내배수시설 설계 기법 분석
	2차년도	○ 외수위 조건 및 분류 흐름을 고려한 내배수시설(배수문, 배수통문·통관, 고지배수로) 배수능력 및 빗물펌프장 성능 평가 기법 개발
	3차년도	○ 고효율 빗물펌프장 설계를 위한 빗물펌프장 내부구조 검토(유입·유출부 및 흡수조 형상 등), 유출부 주변 제방 및 부속시설 안정성 검토), 외수위 변화 고려 내배수시설 시스템 통합 설계 기법 개발
	4차년도	○ 빗물펌프장 내부 구조개선(고효율, 소형화), 유출부 주변 안정성 향상 기술 개발 ○ 내외수를 고려한 내배수시설 설계 선진화 기술 실용화(내배수시설 배수능력 및 빗물펌프장 성능 평가 가이드라인, 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 가이드라인, 외수위 고려 내배수시설 통합 설계 가이드라인)
	5차년도	
기대효과		① 기술적 기대효과 - 내수배제시설의 홍수 방어 배제 능력을 증대시키고, 고효율 소형화 빗물펌프장 개발로 인한 토지이용 제약 감소와 내배수시설 통합 시스템 설계로 내수침수 방지 효과를 극대화

	② 사회·경제적 기대효과 - 고효율 빗물펌프장 설계 기술의 국내 브랜드화 및 국외 수출 - 현행 내수배제시설 성능 평가를 통한 내수배제시설 개선 사업 우선순위 설정 가능
주요성과물	○ 내배수시설 배수능력 및 빗물펌프장 성능 평가 가이드라인 ○ 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 가이드라인 ○ 외수위 고려 내배수시설 통합 설계 가이드라인 ○ 현장적용 2건, 지적재산권 4건, 학술논문 8편
활용방안	○ 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공기관, 학계 및 산업계에서 내수배제시설 설계 및 운영에 활용 ○ 내수배제시설 성능 평가를 통한 내수배제시설 개선 사업 우선순위 도출에 활용하며, 고효율 통합 시설 활용을 통한 국가 예산 절감 및 예산 집행 효율 제고

(3) 2-3 공동과제 : 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발

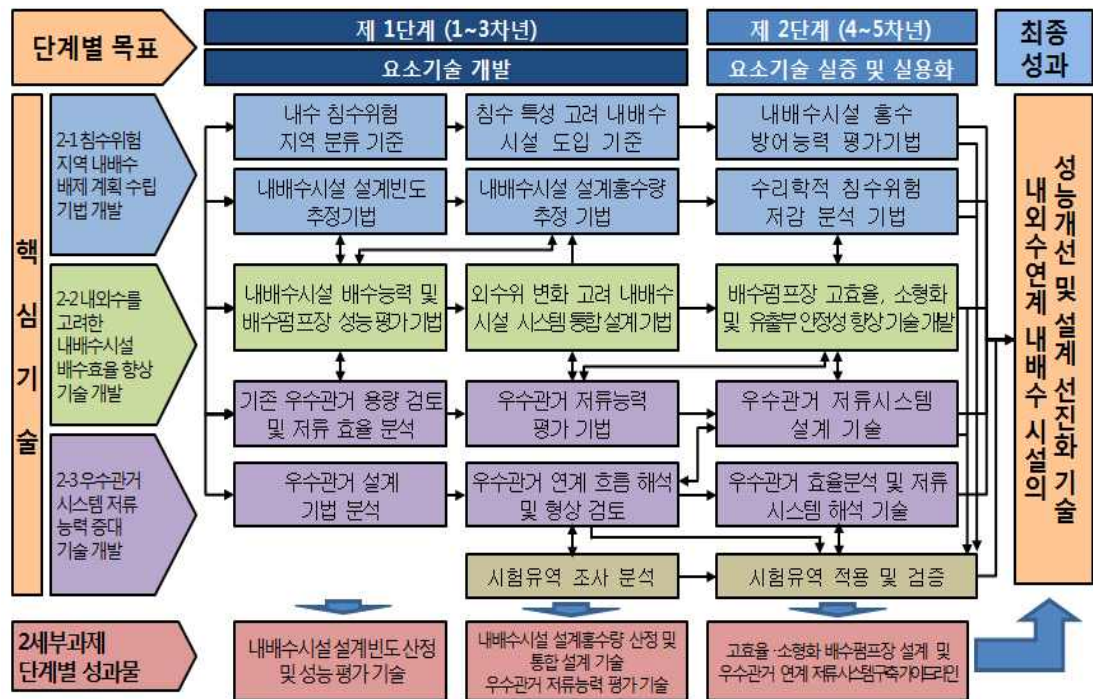
2-3-1 공동과제명		우수관거 연계 저류시스템 설계 및 저류능력 평가 기술 개발
연구목표		○ 우수관거 연계 저류시스템 설계 및 저류능력 평가 기술
연구 내용	1차년도	○ 우수관거 현황 분석 및 용량 검토(시범지역 대상), 우수관거 설계 기술 분석(우수관거 시설 현황 및 관망 저류 가능 용량 분석, 우수관거 설계 기법 및 연계 시스템 운영 기법 분석)
	2차년도	○ 기존 우수관거 용량 검토 및 저류 효율 분석(우수관거 저류 가능 용량 및 효율 분석)
	3차년도	○ 우수관거 저류능력 평가 기술 개발, 우수관거 연계 저류 시스템 형식 검토
	4차년도	○ 우수관거 연계 저류 시스템 설계 기술 개발 및 실용화(우수관거 연계 저류시스템 설계 가이드라인) ○ 저류능력 평가 기술 실용화(우수관거 저류능력 평가 가이드라인)
	5차년도	○ 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 시범지역 적용
기대효과		① 기술적 기대효과 - 우수관거를 이용한 치수 능력 확보 - 우수관거 연계를 통한 저류능력 확장으로 내수 침수 지연 기대 - 우수관거 연계 저류시스템 구축을 통한 내수침수 방어 능력 극대화

	② 사회·경제적 기대효과 - 우수관거 연계 저류시스템의 국내 브랜드화 및 국외 수출 - 기존 우수관거 시스템을 활용한 내수 침수 방지 기술 개발로 국가 예산 절감
주요성과물	○ 우수관거 저류능력 평가 및 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인 ○ 지적재산권 3건, 학술논문 4편
활용방안	○ 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공기관, 학계 및 산업계에서 우수관거 연계 저류 시스템 구축 및 운영에 활용 ○ 우수관거 시스템 기반으로 저류 용량을 확보하여 침수 빈발 지역 지하를 대형 저류 시스템으로 활용

2-3-2 공동과제명		도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조개선 기술 개발
연구목표		○ 도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조개선 기술
연구 내용	1차년도	○ 국내 우수관거 현황 및 수리적 성능 분석(우수관거 시설 현황 및 시설의 수리적 특성 분석)(시범지역 대상)
	2차년도	○ 우수관거 설계기법 분석(우수관망 시스템 해석 기법, 유입·유출부 및 연결부 수리학적 설계 기법 분석)
	3차년도	○ 우수관거 연계에 따른 관거내 흐름 변화 해석, 우수관거 통수능 향상 및 배제 효율 향상을 위한 우수관거 구조개선 및 형상 검토
	4차년도	○ 구조 개선에 의한 우수관거 저류 효율 및 수리적 효율 분석 및 저류 능력을 고려한 시스템 해석 기술 개발 ○ 도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조 개선 기술 실용화(우수관거 구조 개선 기술 반영 설계 가이드라인)
	5차년도	
기대효과		① 기술적 기대효과 - 우수관거를 이용한 치수 능력 확보 - 우수관거 구조 개선에 의한 저류능력 향상 및 통수능력 향상으로 내수 침수 지연 기대 ② 사회·경제적 기대효과 - 우수관거 구조 개선 기술의 국내 브랜드화 및 국외 수출 - 기존 시스템을 활용한 내수 침수 방지 기술 개발로 국가 예산 절감
주요성과물		○ 우수관거 설계 가이드라인(보완) ○ 지적재산권 2건, 학술논문 4편

활용방안	○ 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공기관, 학계 및 산업계에서 우수관거 연계 저류 시스템 구축에 따른 시설 구조 개선에 활용 ○ 우수관거 시스템 기반으로 저류 및 통수 능력을 개선하여 침수 빈발 지역의 홍수 방어 능력을 극대화
------	--

마. 연구개발과제 TRM



- 본 세부과제에서는 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화를 위하여 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입기준 및 내배수시설 최적 조합을 통한 내수배제능력 평가기법 개발을 통하여 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법을 개발하고 외수위 변화를 고려한 내배수시설 시스템 설계 기법과 배수능력 평가기법을 개발고 고효율 빗물펌프장을 실용화하여 내배수시설 설계 기술을 선진화하며, 우수관거 구조를 개선하고 우수관거 연계 저류시스템 설계 기술을 개발하여 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술을 개발하고 도심지 내수 침수 방어 능력 극대화를 도모
- 연구의 초기단계에서는 국내 내수 침수 발생 현황 및 내배수시설 성능과 설계 기법을 분석하며 국내 우수관거 현황 및 수리적 성능을 분석하고, 내외수 연계와 형상 및 구조에 대한 수리학적 개선을 통하여 내배수시설의 성능을 향상시켜 이에 따른 설계 및 평가 가이드라인을 작성하고 실용화 단계에서 보완
- 요소기술 개발단계에서는 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입기준과 내외수연계 내배수시설 설계홍수량 추정기법, 외수위 변화를 고려한 내배수시설 시스템

템 통합설계기법을 개발하고 우수관거 연계 저류시스템 형식 및 우수관거 구조 형상을 검토하여 제시

- 요소기술 실증 및 실용화 단계에서는 최적조합을 통한 내배수시설 홍수 방어 능력 평가기법과 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 기법, 고효율 빗물펌프장 설계기술, 우수관거 연계 저류시스템 설계 기술 및 해석 기술을 개발하여 계획·설계·평가 및 구축 가이드라인을 작성

바. 최종성과물 및 성과지표

(1) 최종성과물

연구내용	최종성과물
침수위험지역 내수배제 계획 수립 기법 개발	- 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 및 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램 - 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼
내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발	- 빗물펌프장 성능 평가 및 고효율 소형화 설계 가이드라인 - 외수위 고려 내배수시설 배수능력 평가 및 통합 설계 가이드라인
우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발	- 우수관거 저류능력 평가 가이드라인 - 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인 - 우수관거 설계 가이드라인(보완)

(2) 성과지표

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	내수배제 계획 수립 기법	침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼	매뉴얼 개발	건	1	기술 보급 및 연구성과 확산
	내배수시설 성능 향상 설계 기법	내배수시설 배수능력 평가 및 통합 설계 가이드라인	가이드라인 개발	건	1	기술 보급 및 연구성과 확산
	우수관거 저류능력 증대	저류능력 평가 매뉴얼 및 저류 시스템 설계 가이드라인	매뉴얼 및 가이드라인 개발	건	2	기술 보급 및 연구성과 확산
	논문	학술지 게재 논문건수 (국내/국외)	게재 건수	건	20	기초기술로 기술의 학술적 가치 인정
		SCI급 학술지 게재논문 건수	게재 건수	건	6	
	특허	특허출원 건수 (국내/국외)	출원 건수	건	5	실용적·기술적 독창성 평가
		특허등록 건수 (국내/국외)	등록 건수	건	4	
	프로그램	프로그램 등록	등록 건수	건	3	개발된 SW 독창성
	기술 선진화	선진국 대비 기술 수준 향상	전문가 평가	%	80	기술발전 기여도 평가
	기술거래	사업화 성공도	기술 실시계약 액수	%	60	현업 적용을 위한 사업화

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
		산학연간 기술 지원 건수	기술적용 지원 건수	건	6	기술보급 기여도
		기술공개 및 제출 이전 건수	개발 기술의 무상보급	건	5	기술저변확대
	산업발전 효과	민간투자 유인효과	기업출자금 유치 건수	건	3	민간기업의 참여 유도
	기술보급	기술교육 및 보급 건수	기술교육, 보급 행사 개최 건수	건	6	기술보급 및 저변확대
	연구성과 확산	연구성과 홍보 건수	전문지, 주요 언론 홍보건수	건	6	연구성과 확산 및 홍보

사. 성과물 검증방안

세 부 과 제	단위과제명		성과검증지표	성과물 검증방안	
				측정방법	검증방법
2	2-1	침수위험 지역 내수배제 계획 수립 기법 개발	내배수시설 도입 기준 및 내수배제 능력 평가기법	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - S/W 등록 및 활용도	논문게제 D/B구축 S/W등록
			최종연구성과의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
			수리학적 침수위험 저감 분석 프로그램 개발, 내수배제 계획수립 매뉴얼	- 국내외 기술자료집 발간 건수 - 내수배제 계획수립 매뉴얼 작성 - 수리학적 침수위험 저감 분석 프로그램 매뉴얼 제시	자료집 매뉴얼
	2-2	내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발	내배수시설 통합 설계 기술 및 고효율 빗물펌프장 설계 기술	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - 특허 등록 및 활용도	논문게제 D/B구축 특허등록
			최종연구성과의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
			내배수시설 평가·통합 설계 가이드라인 및 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 가이드라인 제시	- 국내외 기술자료집 발간 건수 - 내배수시설 평가·통합 설계 가이드라인 제시 - 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 가이드라인 제시	자료집 S/W개발 매뉴얼
	2-3	우수관거 시스템	우수관거 연계 저류시스템 설계 기술 및 구조개	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - 특허 등록 및 활용도	논문게제 D/B구축 특허등록

세 부 과 제	단위과제명		성과검증지표	성과물 검증방안	
				측정 방법	검증 방법
			선 기술		
		저류능력 증대 기 술 개발	최종연구성과의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
			우수관거 저류능 력 평가 및 우수 관거 연계 저류 시스템 설계 가 이드라인 제시	- 국내외 기술자료집 발간 건수 - 우수관거 저류능력 평가 가이 드라인 작성 - 우수관거 연계 저류시스템 설 계 가이드라인 제시	자료집 가이드라인 매뉴얼

아. 기술수요처 및 사업화 방안

공동과제	최종성과물	기술수요처	실용화 방안
2	2-1 -최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 및 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램 -침수위험지역 내수배제 계획 수 립 매뉴얼	정부 및 지방자치단체의 도시하천 및 내배수시설 관리자	-SW 자료 -매뉴얼 및 가이드라인
	2-2 -빗물펌프장 성능 평가 및 고효율 소 형화 설계 가이드라인 -외수위 고려 내배수시설 배수능력 평 가 및 통합 설계 가이드라인	정부 및 지방자치단체의 도시하천 및 내배수시설 관리자	-가이드라인
	2-3 -우수관거 저류능력 평가 가이드라 인 -우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인 -우수관거 설계 가이드라인(보완)	정부 및 지방자치단체의 도시하천 및 내배수시설 관리자	-가이드라인

3. 세부과제 개요

가. 연구개발 목표 및 내용

세부과제 기술의 정의	내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술
연구개발목표	○ 내수침수 저감을 위한 내외수 연계 기반기술 ○ 내외수 수위차를 고려한 내배수시설 최적운영기술 ○ 외수위 저감을 위한 내배수시설 최적운영기술 ○ 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영기술
주요 연구내용 및 범위	○ 내수침수 저감을 위한 내외수 연계 기반기술 - 기존 외수운영 현황 조사 - 상류지역 수문특성에 따른 내배수시스템 운영반영기술 - 내외수 연계운영에 따른 내수침수 위험 저감 정량화 기술 - 각 내배수시설의 운영에 필요한 외수위 변화 최적 예측기간 결정 기술 - 초단기 및 단기 외수위 변화 예측기술 ○ 내외수 수위차를 고려한 내배수시설 최적운영기술 - 외수위 변화를 고려한 빗물펌프장 최적운영 기술 - 외수위 변화를 고려한 지류하천 수문(배수문, 배수통관) 최적운영 기술 - 외수위 변화를 고려한 저류지 최적운영 기술 ○ 외수위 저감을 위한 내배수시설 최적운영기술 - 시나리오별 유출유량 변화에 따른 하천수위 변화 분석기술 - 빗물펌프장, 수문 및 저류시설 운영에 따른 분류수위 변화 분석 기술 - 외수위 저감을 위한 빗물펌프장, 수문 및 저류시설 최적 운영 기술 ○ 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영기술 - 빗물펌프장, 수문 및 저류시설 연계운영에 따른 내수침수위험 저감 정량화 기술 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 프로토타입 개발 - 기존 내외수 관리 시스템과의 연계방안 구축 - lab test를 통한 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 적용 및 효과 분석 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영시스템 적용기술 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템의 현장 적용시 문제점 확인 (lab test 수행) - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개선 및 보완 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 활용기술 개발 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 운영 매뉴얼 작성
주요성과물	○ 내외수 연계 내배수시설 운영 기반기술 - 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 자료집 - 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 자료집 - 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼 - 현장적용 : 1건 - 지적재산권 : 2건

	- 학술논문 : 7편 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 - 현장적용 : 2건 - 지적재산권 : 3건 - 학술논문 : 13편
기대효과	① 기술적 기대효과 - 내배수시설의 연계 및 최적운영을 통한 내수침수 지연 및 치수능력 확보로 내수침수 저감능력의 비약적 증가 및 내수침수 방어 능력 극대화 - 내외수 연계운영에 따른 본류 수위 상승 억제로 하류 홍수부담 경감 ② 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 침수저감관련 세계선도 기술 확보 및 국내 브랜드화를 통한 국외 수출 - 기존 내배수 시스템을 활용한 내수침수 저감기술의 개발로 예산 중복투자 방지 및 국가 예산 절감

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

(1) 연구개발의 필요성

- 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반시설에 대한 피해를 급증시키고 있기 때문에, 이를 효과적으로 방어할 수 있는 구조적, 비구조적 내배수 홍수방어 대책의 수립이 시급한 실정임.
- 기존 관계부처의 대책들은 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로 하는 구조적인 대책에 머물러 있음.
- 그러나 기존 우수관거 시설물의 전체적인 확장은 막대한 예산과 시간을 필요로 할 뿐만 아니라 지구 온난화로 인한 이상기후 및 국지성 집중호우에 완벽하게 대응하기 곤란함.
- 또한 유하시설 위주의 대책은 하류에서의 더 큰 홍수를 발생시킬 위험이 있음.
- 따라서 구조적인 대책과 더불어 집중호우에 대비할 수 있도록 각 시설물의 기능 및 경제성을 최대로 하며 방재성능을 향상시킬 수 있는 비구조적인 대책이 동시에 수립되어야 하며, 유하시설 뿐만 아니라 유역 내 우수지 등을 활용한 면 중심의 대책이 수립되어야 함.
- 기존 대책의 또 다른 문제는 현재의 대책 및 연구들은 내외수를 별도로 구분하여 운영하고 있다는데 있음.
- 제내지에서의 방류량이 외수의 수위 변화와 밀접한 연관이 있으며, 반대로 외수의 수위가 내수의 배출가능 여부에 직접적인 영향을 미치기 때문에 효율적인 내수침수 방어를 위해서는 내외수를 연계한 운영이 필수적임.

(2) 정부지원의 필요성

- 본 연구개발사업은 여타의 기반기술 개발 중에서도 특히 공공성이 강한 국책사업의 성격을 가지며, 도시의 재해에 대한 방어능력을 향상시키기 위한 연구로 연구성과가 각종 관련시설기준으로 활용될 수 있음.
- 내수침수재해 관련 기술은 공공성이 매우 강하므로 정부, 지방자치단체의 공공기관이 일차적인 사용자가 될 것임.
- 이를 통하여 내수침수에 의한 직접적인 피해와 복구비용의 감소가 예상됨.
- 2020년까지 최적운영시스템의 현장 적용으로 2020년 이후 내수침수 피해의 50% 이상 절감할 수 있을 것으로 기대되며, 이는 연간 약 5,000억원에 달할 것임.
- 내외수를 고려한 내배수시설의 최적운영 기술 확보 및 홍수 대응방안의 추가 확보로 국토이용의 효율성을 증대시킬 수 있음.
- 적극적인 침수대책으로 국민 불안 해소 및 시민의 삶의 질을 향상할 수 있으며, 국가 경제발전 및 성장촉진에 기여하고 국가의 신인도 향상 및 재해에 강한 국토의 건설로 국민의 쾌적한 삶의 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대됨.
- 첨단 내수침수 방어체계 개발은 국내 독자적 자체기술 확보 관점에서 외국기술에 종속되지 않고 국내 실정에 적합한 기술을 개발할 수 있는 토대를 제공하며, 장기적인 관점에서 기술 수입대체 효과가 있을 수 있음

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 최근 증가하는 내수침수 피해로 인하여 국토해양부, 환경부, 소방방재청 등 자연재해 관련 정부부처에서 내수침수 저감을 위한 연구를 수행하고 있으며, 다양한 구조적인 내수침수 저감 대책이 수립·발표되고 있음
- 기존 관계부처의 대책들은 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로 하는 구조적인 대책에 머물러 있거나, 내수의 상황만을 고려하여 신속하게 배제를 목적으로 하고 있음
- 그러나 구조적인 대책만으로는 지구 온난화로 인한 이상기후 및 국지성 집중호우에 완벽하게 대응하기 곤란하며, 유하시설 위주의 대책은 하류에서 우수의 집중으로 더 큰 홍수 피해를 발생시킬 위험이 있음
- 따라서 구조적인 대책과 더불어 집중호우에 대비할 수 있도록 각 시설물의 기능 및 경제성을 최대로 하며 방재성능을 향상시킬 수 있는 비구조적인 대책이 동시에 수립되어야 하며, 유하시설 뿐만 아니라 유역 내 우수지 등을 활용한 면중심의 대책이 수립되어야 함
- 또한 기존 대책의 문제는 현재의 대책 및 연구들은 내외수를 별도로 구분하여 운영하고 있다는데 있음
- 제내지에서의 방류량이 외수의 수위 변화와 밀접한 연관이 있으며, 반대로 외수의

수위가 내수의 배출가능 여부에 직접적인 영향을 미치기 때문에 효율적인 내수 침수 방어를 위해서는 내외수를 연계한 운영이 필수적임

- 대부분의 도시유역 배수분구 내배수시스템은 우수관망, 배수문, 유수지, 빗물 펌프장 등으로 구성되어 있으나, 선행연구들의 경우 우수관망 해석을 통한 침수 해석만을 수행. 보다 현실적인 내수침수해석을 위해서는 실제와 같은 저류시설, 빗물펌프장 및 유수지의 운영과 더불어 외수위의 상황에 따른 내배수시스템의 영향을 고려해야 함
- 국내의 경우 내배수 침수재해 저감을 위한 정책 개발 및 내수침수 표출 기술, 홍수위험지도 작성 등의 연구가 지속적으로 수행되고 있으나, 내외수를 연계한 내수침수 저감을 위한 연구는 진행되어 있지 않음
- 특히, 내배수시스템 구성요소 간의 연계 및 운영을 포함한 침수 해석 및 재해저감 기술 개발에 대한 연구는 극소수의 연구자에 의하여 수행

<기존 연구와의 중복성 및 연계방안>

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
내 외 수 연계 내 배 수 시설 최 적 운 영 기술	○ 내 외 수 연계 내배 수시설 운 영 기반기 술	도 시 홍 수 재 해 관 리 기 술 연구	(4-2 세부과제) ○ 강우량계, EPA SWMM 모형 및 빗물펌프장의 연계 를 통하여 우수 유 입량을 예측하여 펌프를 운영할 수 있는 빗물펌프장 최 적 운 영 시 스템 (FFC 6) 개발	고려대학교 (2003-2008) 국토해양부	내수의 유출량 을 예측하여 펌 프를 운영하는 연구임. 기존 과제는 외수위 의 변화를 고려 하지 않은 펌프 장 운영시스템 임. 본 과제는 내외수위의 변 화를 모두 고려 하여 내배수시 설을 운영하는 시스템을 개발 계획임	기존 연구에서 개발된 내수 유 입량을 고려한 빗물펌프장 운 영시스템의 운 영패턴 및 시스 템 프레임 활용 가능. 기존 펌프 장 운영시스템 과의 연계기술 활용을 고려
	○ 내 외 수 연계 내배 수시설 최 적운영 시 스템 개발	기 후 변 화를 고 려한 도 시 방재 성 능 목 표 설정 방안	○기후변화대응 지 역별 도시방재성능 목표 및 기준 설정 ○기후변화 대응형 도시방재를 위한 계획 가이드라인 개발	환경대학교 (2010) 소방방재청	기존 과제는 도 시지역의 효율 적인 방재정책 을 수립하기 위 한 도시방재성 능목표를 설정 하는 연구임. 지자체별 기후 변화에 따른 장 단기 지속시간 별 목표강우량 을 결정. 본 과 제는 방재기준 설정이 아닌 내 배수시설 운영 시스템의 개발 이 목표임	기후변화에 따 른 도시방재성 능 목표 및 기 준을 본 과제에 서 개발될 최적 운 영 시 스템 의 운영목표 강수 량으로 활용방 안 검토

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
		지 자 체 별 실시 간 내배 수 재 해 예 측 기 술 개발	○GIS를 이용하여 지자체별 실시간 내배수재해 예측 기법의 개발	경북대학교 (2008~2009) 소방방재청	본 과제는 내외 수의 수위 및 변화량을 고려 한 내배수시설 의 최적운영시 스템의 개발을 목표로 하고 있 음.	내 배 수 시 설 의 최 적 운 영 시 스템 에 기 존 과 제 에 서 개 발 된 GIS 및 칼만필터를 이용한 실시간 내배수재해예측 기법의 적용 기 술 등의 활용여 부 검토

- 종합해보면, 내배수 재해관련 국내의 연구는 매우 미흡한 실정임에 비해 미국 및 일본 등 선진국은 다양한 연구를 통해 실제 활용 가능한 원천기술과 기초자료 등을 확보하고 있음
- 각 분야별로 전문인력은 확보하고 있는 것으로 파악되나, 지속적인 예산투자를 통한 연구 및 기준 등이 확립되어 있지 않고, 특히 내외수 연계를 통한 침수저감 기술은 전무한 실정임

라. 연구개발 주요내용

(1) 3-1 공동과제 : 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술

3-1 공동과제명		내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술	
연구목표		○ 내외수를 연계한 내배수시설 운영을 위한 기반기술 확보 ○ 도시유역 특성에 따른 내배수시스템 운영 반영 기술 (기존 외수운영 현황 및 내배수시스템 운영 현황 조사, 외수 수문 특성에 따른 내수영향 인자 조사 및 내배수시스템 운영 반영여부 분석, 도시유역 특성, 유역구성 요소 등에 따른 재해발생요인 분석, 도시특성에 따른 군집화 기준제시)	
연구 내용	1차년도	○ 내외수 연계운영 활용 기술 (내외수 연계운영에 따른 내수침수 저감 정량화 기술, 유출량 변화에 따른 하천수위 변화 분석 기술)	
	2차년도	○ 내외수 연계운영 효과 정량화 기술 (내배수시설 연계운영의 침수위험 저감 정량화 기술, 내배수 시설 운영에 따른 분류수위 변화분석 기술)	
	3차년도	○ 내외수 연계 예측 기술 (초단기 및 단기 외수위 변화 예측기술, 내수배제시설 운영을 위한 외수위 변화 최적 예측기간 결정 기술)	
	4차년도	○ 내외수 연계 내배수시설 운영 기술 (내외수 연계 내배수시설 운영 방안 및 내배수시설 최적 운	
	5차년도		

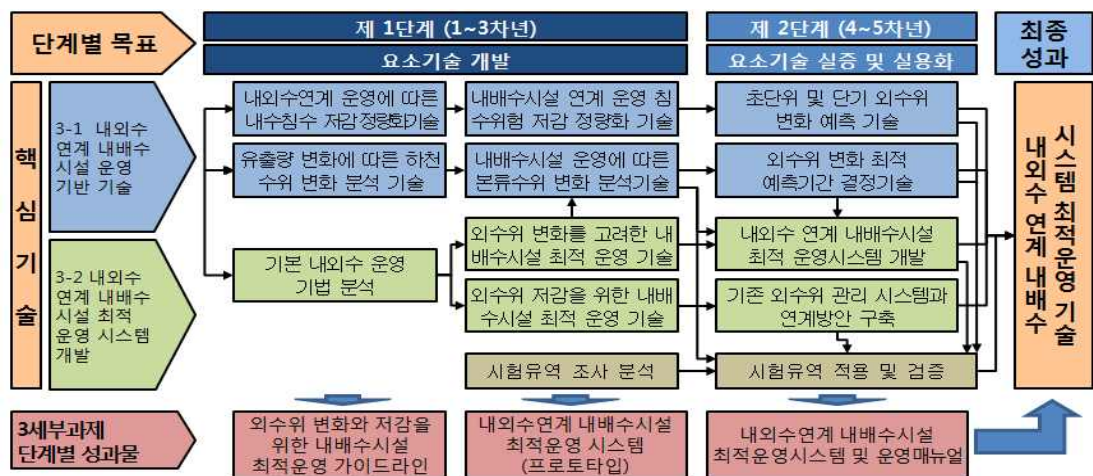
		영시스템 활용기술, 시스템 적용에 따른 침수피해 저감효과 분석기술)
기대효과		① 기술적 기대효과 - 내배수시설 운영에 따른 외수위 변화 및 하류 위험성 증가율 예측 - 외수위 변화에 따른 내수침수 위험성 변화 분석 - 내외수 연계한 효과적인 내배수시스템 운영을 위한 기반기술 구축 ② 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 침수저감관련 세계 선도기술 확보 및 국내 브랜드화를 통한 국외 수출 - 내외수위 상황별 종합적 위험도 분석을 통한 효과적인 예·경보가능
주요성과물		○ 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 자료집 ○ 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 자료집 ○ 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼 ○ 현장적용 1건, 지적재산권 2건, 학술논문 7편
활용방안		○ 내외수 연계 내배수시설 최적 운영시스템 개발을 위한 기반 기술로 활용 ○ 내외수위 상황별 종합적 위험도 분석을 통한 예·경보시스템 구축에 활용

(2) 3-2 공동과제 : 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발

3-2 공동과제명		내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발
연구목표		○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발
연구 내용	1차년도	○ 내외수 연계 내배수시설 운영을 위한 요소기술 개발 (기존 내외수 운영기법 분석, 가용한 정보와 기법들의 평가, 내외수 연계운영 콘텐츠 구성)
	2차년도	○ 내외수 연계 내배수시설 최적 운영기술 (외수위 변화를 고려한 내배수시설 최적 운영 기술, 외수위 저감을 위한 내배수시설 최적 운영기술)
	3차년도	○ 외수위변화를 고려한 내배수시설 최적운영 시스템 개발 (외수위 변화를 고려한 내배수시설 최적 운영 시스템, 외수위 저감을 위한 내배수시설 최적 운영 시스템)
	4차년도	○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 (내외수 연계 내배수시설 최적 운영시스템 개발, 기존 내외수 관리 시스템과의 연계방안 구축, lab test를 통한 내외수 연계 내배수시설 최적운영시스템 적용 및 효과 분석)
	5차년도	○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 적용 기술 (내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개선 및 보완, 내외수 연계 내배수시설 최적 운영시스템 운영 매뉴얼 작성)

기대효과	① 기술적 기대효과 - 내배수시설의 연계 및 최적운영을 통한 내수침수 지연 및 치수능력 확보로 내수침수저감능력의 비약적 증가 및 내수침수 방어 능력 극대화 - 내외수 연계운영에 따른 본류 수위 상승 억제로 하류 홍수부담 경감 ② 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 침수저감관련 세계선도 기술 확보 및 국내 브랜드화를 통한 국외 수출 - 기존 내배수 시스템을 활용한 내수침수 저감기술의 개발로 예산 중복투자 방지 및 국가 예산 절감
주요성과물	○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템(빗물펌프장 등 내배수시설 운영 및 연계프로그램) ○ 현장적용 2건, 지적재산권 3건, 학술논문 13편
활용방안	○ 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자의 대상 지역 내에서 내외수 연계 내배수시설 최적 연계 운영 시행 ○ 내배수시설 개선 사업 우선순위 도출에 활용하며, 고효율 운영 활용을 통한 국가 예산 절감 및 예산 집행 효율 제고

마. 연구개발과제 TRM



바. 최종성과물 및 성과지표

(1) 최종성과물

연구내용	최종성과물
내외수 연계 내배수시설 운영 기반기술	○ 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 매뉴얼 ○ 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 매뉴얼 ○ 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼
내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발	○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템

(2) 성과지표

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	논문	학술지 게재 논문건수 (국내/국외)	게재 건수	건	41	기초기술로 기술의 학술적 가치 인정 필요
		SCI급 학술지 게재논문 건수	게재 건수	건	6	
	특허	특허출원 건수 (국내/국외)	출원 건수	건	1	실용적, 기술적 독창성 평가
		특허등록 건수 (국내/국외)	등록 건수	건	0	
	프로그램	프로그램 등록	등록 건수	건	4	개발된 S/W 독창성
	기술 선진화	선진국 대비 기술 수준 향상	전문가 평가	%	95	기술발전 기여도 평가
	분야별 인력양성	인력양성 실적	석박사 학위 취득 인수	명	30	기술인력 양성 기여도
		기술인력 연수지원	기술교육 참가 건수	건	0	연구진의 기술향상
	기술거래	사업화 성공도	기술 실시계약 액수	%	70	현업 적용을 위한 사업화
		산학연간 기술 지원 건수	기술적용 지원 건수	건	3	기술보급 기여도
		기술공개 및 제출 이전 건수	개발 기술의 무상보급	건	3	기술저변확대
	산업발전 효과	민간투자 유인효과	기업출자금 유치 건수	건	0	민간기업의 참여 유도
	기술보급	기술교육 및 보급 건수	기술교육, 보급 행사 개최 건수	건	4	기술보급 및 저변확대
	연구성과 확산	연구성과 홍보 건수	전문지, 주요 언론 홍보건수	건	4	연구성과 확산 및 홍보

사. 성과물 검증방안

세부과제	단위과제명		성과검증지표	성과물 검증방안	
				측정방법	검증방법
3	3-1	내외수 연계	내외수 연계 내배수시설 운영 기반 시스템 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - S/W 등록 및 활용도 - 인력양성 여부	논문게제 D/B구축 S/W등록 인력양성
		연계	최종연구성과의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
		내배수시설 운영 기반기술	최적운영 시스템 S/W 및 관리 매뉴얼 제시	- 국내외 기술자료집 발간 건수 - 최적운영 시스템 S/W개발 - 내외수연계 최적운영 시스템 매뉴얼 제시	자료집 S/W개발 매뉴얼
	3-2	내외수 연계	내외수 연계 내배수시설 최적 운영 시스템 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범유역 설치 운영 건수 - S/W 등록 및 활용도 - 관련분야 인력양성 여부	논문게제 D/B구축 S/W등록 인력양성
		내배수시설	최종연구성과의 표준화, 기준화, 실용화	- 연구기관 세미나 건수 - 국내외 학술대회 참여 건수 - 연구성과의 홍보(워크샵 등) - 특허출원 및 기술이전 건수	세미나 워크샵 특허출원 기술이전
		최적운영 시스템 개발	외수위 고려한 내배수시설 최적운영시스템 S/W개발 및 관리 매뉴얼 제시	- 국내외 기술자료집 발간 건수 - 외수위 고려한 내배수시설 최적운영시스템 S/W 개발 - 외수위 고려한 내배수시설 최적운영시스템 운영 매뉴얼 제시	자료집 매뉴얼

아. 기술수요처 및 사업화 방안

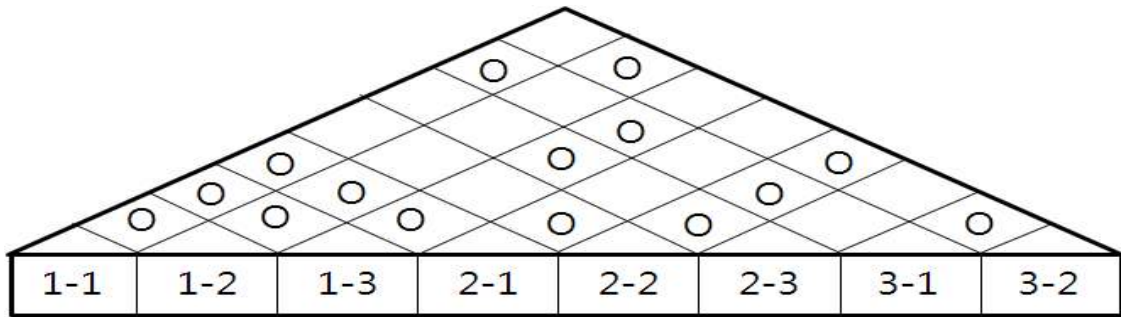
공동과제	최종성과물	기술수요처	실용화 방안
3	3-1 ○ 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 매뉴얼 ○ 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 매뉴얼 ○ 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼	- 도시하천 관리를 위한 정부 및 지방자치단체 - 침수예측 및 홍수위험분석관련 정부, 지방자치단체 및 관련 기술자집단	-가이드라인 -내외수 연계 침수 해석 모형 -S/W 및 관리 매뉴얼 -위험도분석 및 침수예측 매뉴얼
	3-2 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템	하천 운영 및 관리를 위한 정부 및 지방자치단체 지류하천 연계 침수예측을 위한 기업, 전문가 집단	-시범유역운영자료 -분류/지류 침수관리 매뉴얼 및 S/W

4. 세부과제별 최종 성과물과 활용방안

세부 과제	최종성과물	활용방안
1세부	◦ 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수 위험도 정량화 분석 매뉴얼 ◦ 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 매뉴얼 ◦ 내외수 연계 침수예측 S/W 및 관리 매뉴얼 ◦ 도시하천 내외수연계 침수해석 모형 ◦ 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 S/W ◦ 내외수 연계 홍수위 예측 및 예·경보 운영 매뉴얼 ◦ 내외수 연계 홍수예측 침수관리 S/W 및 매뉴얼 ◦ 시범지역 내수침수위험도	- 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 기술 연구결과의 프로그램 및 노하우의 국내외 산·학·연 기관에 전수하여 활용 - 체계적인 하천관리 및 신속 정확한 홍수위 예측으로 도시하천유역의 집중호우 및 국지성 강우에 대처하는데 활용
2세부	◦ 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 가이드라인 및 프로그램 ◦ 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼 ◦ 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램 ◦ 내배수시설 배수능력 및 빗물펌프장 성능 평가 가이드라인 ◦ 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 가이드라인 ◦ 외수위 고려 내배수시설 통합 설계 가이드라인 ◦ 우수관거 저류능력 평가 가이드라인 ◦ 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인 ◦ 우수관거 설계 가이드라인(보완)	- 연구결과의 최종 수요자인 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자, 공공 기관, 학계 및 산업계에서 침수위험지역 내수배제 계획 수립을 위하여 활용 - 내배수시설의 침수 위험 저감 효과를 정량적으로 평가하고, 최적 시설 조합을 통한 시설 투자 효과 극대화
3세부	◦ 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 매뉴얼 ◦ 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 매뉴얼 ◦ 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼 ◦ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 ◦ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템	- 내외수 연계 내배수시설 최적 운영시스템 개발을 위한 기반기술로 활용 - 내외수위 상황별 종합적 위험도 분석을 통한 예·경보시스템 구축에 활용

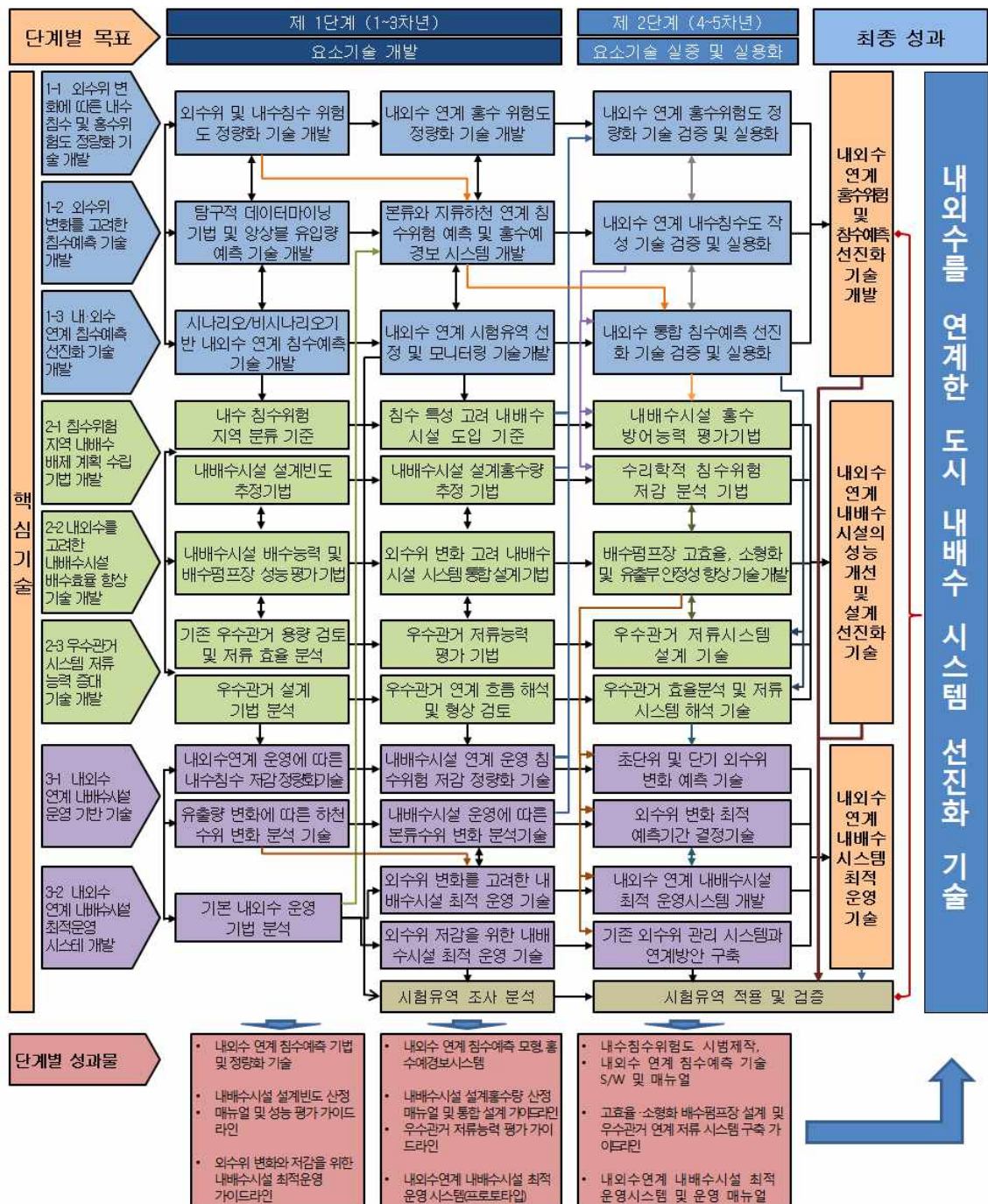
제 5절 세부과제 간 연계관계

1. 세부과제 간 연계내용



연계 과제명	연계 내용
(1-1) 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발 (1-2) 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 (1-3) 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발	◦내외수 연계한 수문량 예측기술의 적용 및 실측값을 반영한 모형의 최적화와 위험도 분석을 통한 침수 예측 기술 개발
(1-1) 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발 (2-1) 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 (3-1) 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술 개발	◦외수위 변화에 따른 홍수 위험도 정량화 기술과 침수예측 입력 자료로 활용하여 기술연계 및 내배수시설 최적운영 방안 연계
(1-2) 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 (1-3) 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 (2-1) 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발	◦내외수를 연계하여 침수 예측한 결과를 침수위험지역에 따른 홍수 방어 능력 평가에 연계하여 활용
(1-2) 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 (3-2) 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발	◦외수위 변화 침수예측 기술을 내배수 최적운영 시스템의 입력 자료로 연계 활용
(1-3) 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 (2-1) 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발	◦내배수시설 중 빗물펌프장의 최적 운영 기술을 홍수방어 능력 기술에 접목하여 연계시킴
(1-3) 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 (2-3) 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 (3-1) 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술 개발	◦내외수 연계한 침수예측 기술을 개발하여 우수관거 및 저류시설 운영과 내배수 시설연계 운영기술에 적용시킴
(2-1) 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 (2-2) 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발	◦내외수 연계 첨단 예측 기술의 시범유역 적용을 통한 내배수시설과 하수관망 설계기술 개발을 위한 모니터링으로 연계
(2-2) 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 (2-3) 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 (3-1) 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술 개발	◦홍수위험지역 산정 기술과 저류 하천 저류지 최적운영 기술을 적용하여 빗물펌프장의 홍수방어 능력 확보기술에 연계하여 적용
(2-2) 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 (3-1) 내외수 연계 내배수시설 운영 기반 기술 개발 (3-2) 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발	◦빗물펌프장과 하수관망, 저류지를 연계한 설계기술 도출 및 최적운영 시스템 개발

2. 연구개발과제 TRM



3. 1세부 과제와 2세부 과제의 연계성

- 내외수 통합 침수예측 선진화 기술의 시범유역 적용을 통한 내배수시설 홍수방어 능력 평가 기법 개발로 연계
- 내외수 연계 침수위험지역 산정 기술과 외수위변화를 고려한 침수예측 선진화 기술을 개발하여 내외수를 고려한 내배수시설 설계 선진화 기술에 연계하여 적용
- 도시하천 내수침수 모형개발과 내외수 연계 침수해석 모형 구축 시 빗물펌프장

우수관거 시스템 저류능력 평가 기법과 연계하여 모형적용 및 검증

- 시험지역 침수예측 평가 기술적용 및 시험지역 내외수 통합평가 기술적용의 연구결과를 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 시범지역 적용에 연계하여 활용

4. 1세부 과제와 3세부 과제의 연계성

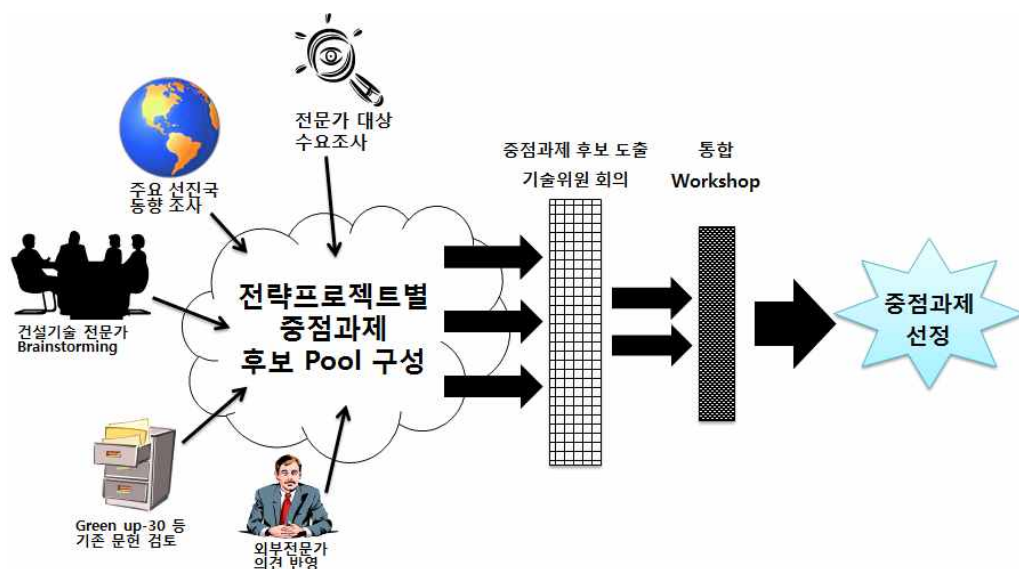
- 강우의 이동양상 및 공간분포 특성을 고려한 내외수 수위차 분석과 내배수시설 연계운영에 따른 내수침수 저감 정량화 기술과 연계
- 내외수를 연계하여 침수예측한 결과를 내배수시설 최적운영의 입력자료로 연계하여 활용하며 통합시스템의 침수예측능력 평가에 활용
- 최적 탐구적 데이터 마이닝 기법을 이용한 홍수위 예측 결과와 지류하천 방류량에 따른 양상불 수위예측 결과를 초단기 및 단기 외수위 변화 예측 기술과 연계하여 내외수 연계 내배수 시설운영 시스템 활용 기술개발에 활용
- 시험지역 침수예측 평가 기술적용 및 시험지역 내외수 통합평가 기술적용의 연구결과를 내외수연계 내배수시설 최적운영 시스템 적용 및 효과 분석 기술에 연계하여 활용

5. 2세부 과제와 3세부 과제의 연계성

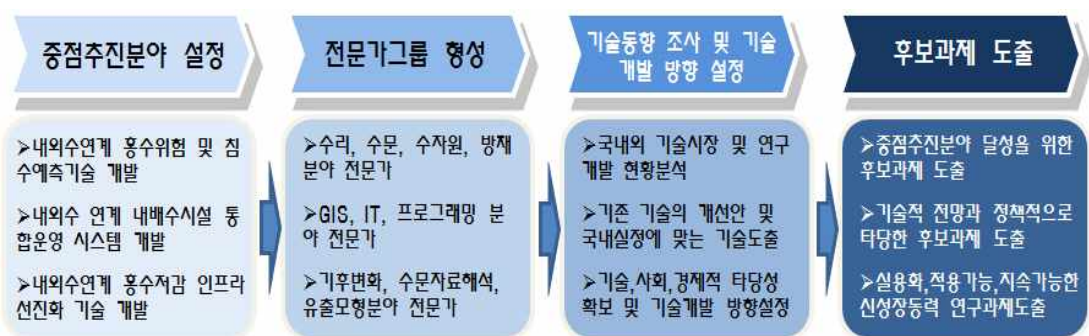
- 내배수시설 통합 설계 기술을 홍수방어 능력 기술에 접목하여 연계
- 내배수시설 설치에 따른 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 기법 및 최적 조합을 통한 내수배제능력 평가기법을 개발하여 내외수연계 내배수시설 운영시스템 활용기술에 접목하여 활용
- 우수관거 연계에 따른 관거내 흐름 변화 해석 및 구조 개선 연구결과를 활용하여 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템개발에 활용
- 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 시범지역 적용기술을 내외수연계 내배수시설 최적운영 시스템 적용 및 효과 분석 기술에 연계하여 활용

제 6절 연구추진체계 제안

- 국토해양부 주관하에 교육과학기술부, 행정자치부 등 관련부처가 협력하는 “내외수 연계 도시 내배수 시스템 선진화 연구단” 또는 “내외수 연계 도시 내배수 시스템 선진화 사업단”의 형태로 국책연구 개발사업으로 운영
- 본 기획연구의 3개 세부과제를 중심으로 실무와 정부 정책에 대한 이해를 충분히 하여 연구경험을 축적하고 있는 연구주관자를 선정하여 추진토록 함
- 기술개발 결과의 실수요기관 관계자를 계획단계·수행단계·평가단계 등 제반 과정에 참여할 수 있도록 하여 연구개발 결과의 활용성을 향상시키고 정부정책 반영을 유도하는 등 연구 성과의 실용화를 최우선으로 하는 사업을 추진
- 연구 및 연구관리 능력이 뛰어난 전문가를 연구단장으로 선정하며, R&D, 시험 평가, 실용화 성과 등에 대한 전주기적 관리를 통한 연구사업의 책임과 자율성을 부여하는 책임운영제로 종합적인 운영·관리를 도모
- 연구결과의 평가는 최소 연 1회의 자체평가와 연 1회의 외부평가를 통해서 수행하며, 정량적 평가와 정성적 평가를 각 항목에 대한 가중치에 의해서 수행함
- 도시하천의 내외수를 연계한 내배수 시스템의 선진화를 위한 국내·외 관련 전문가를 중심으로 기 추진 및 개발 중인 첨단 기술과의 융·복합이 가능한 연구진으로 구성하며 연구단계별 필요에 따라 연구기관 간의 유사분야 전문가 그룹을 통합·연계하여 연구 수행
- 기존 국내·외 연구 성과 및 각종 시스템(UIS, 하천관리시스템 등)을 최대한 활용하고, 단기간 내에 선진 기술과의 격차를 줄일 수 있는 기술로 발전시키며, 나아가 국내 기술의 해외 이전 및 요소기술의 수출 등 내배수 분야 관련 기술을 선도할 수 있는 연구개발과 연구 환경 지원



- 연구개발 분야별 최고의 전문가 집단을 중심으로 자문 및 평가진을 구성하고 연구개발 결과의 수요자를 중심으로 정기적인 세미나 및 워크샵, 자문 및 평가위원회를 운영하여 일관성 있는 연구진행 및 성과달성을 위한 전문가 및 수요자 중심의 자문단을 구성함
- 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구의 후보과제 도출을 위하여 중점추진 분야를 설정하며, 중점 추진 분야별 해당 전문가 그룹을 형성함
- 도시홍수 원인 및 대처방안에 대한 세부적인 접근을 위한 기초 및 사전조사를 충분히 실시하여 현실적인 내배수 연계 시스템을 도출 유도
- 국내외 기술시장 및 연구개발 현황분석을 위한 기술동향 조사를 실시하고 기술의 개선안 및 국내 실정에 맞는 기술을 도출함
- 기술개발 방향을 설정을 위하여 기술적, 사회적, 경제적 타당성을 확보할 필요성이 있으며, 이후에 중점 추진분야 달성을 위한 기술적 전망과 정책적으로 타당한 분야로 선별하여 실용화, 적용가능, 지속가능한 연구 후보과제 도출
- SWOT 분석을 통한 SO/WO/ST/WT 전략을 도출하고 전략계획에 따른 핵심요소 기술 및 연구과제 우선순위 도출 유도
- 도출된 소요기술 및 연구 과제를 대상으로 중요도와 시급성을 분석하여 우선순위를 설정함
- 대상 기술의 실현 가능성을 분석하고, 이를 달성하기 위한 체계적인 연구개발 절차를 정립함
- 연구 목표 달성을 위한 원천기술 확보 및 개발과 응용기술 개발 및 적용 과정을 분석하고 이를 달성하기 위한 연구전략 및 연차별 요소기술 개발의 우선순위를 도출함



제 4장 사전타당성 검토

제 1절 정책적 타당성

과제구분	정책적 타당성
1세부과제	○ 국토의 효율적인 개발, 이용, 관리 업무를 수행하는 국토해양부의 “쾌적한 도시공간 창조 및 주민주거안정 도모”의 비전과 부합하는 도시 내배수 시스템 선진화 실천 수단으로서 의의가 있음 ○ 국토해양부의 수자원장기종합계획의 치수분야 계획 중 2020년까지 4대강 외 국가·지방하천에 대해 4대강 수준의 홍수방어능력 확보에 대한 내용과 관련하여, 도시 지역의 침수방지 시스템 강화 및 종합대책 마련 등의 요소기술 개발의 내용이 정책적으로 타당성이 있음 ○ 국토해양부의 수자원장기종합계획의 치수분야 계획 중 하천과 도시 배수시설을 연계한 치수대책 마련의 정책 사업과의 연관성이 있음 으며, 도시홍수에 대비하여 하천과 도시 배수 시설을 종합적으로 연계한 도시하천 유역종합치수대책 추진 정책과 연관성이 있음 ○ 내배수 관련 지자체 홍수위험지도 제작과 첨단 홍수예경보 체계구축과 관련하여 도시지역의 내배수 관련 장기적인 치수정책과의 개연성이 다분한 사업임 ○ 도시하천의 외수위 불확실성 분석 및 침수예측을 위한 요소기술의 개발로 정부 주도의 지자체 도입 가능한 도시지역 홍수피해 저감을 위한 제도개선과 대응책마련을 위한 정책수립에 활용가치가 있는 사업으로 정책적 타당성이 있음 ○ 내외수를 연계한 홍수위험 및 침수예측을 위하여 정부의 도시 내배수 관리 정책을 기술적으로 지원하기 위한 공공기술 개발 성격의 사업으로 정책적인 타당성이 있음
2세부과제	○ 유역종합치수계획은 유역의 저류기능을 확대하고 유역 치수시설간 최적연계 운영을 도모하여 홍수 저감 능력을 극대화하는 계획으로 이를 고려한 유역 차원에서의 내수배제계획 수립 기법의 개선과 내외수를 고려한 내배수시설 설계 선진화가 필요 ○ 최근 주요 내수침수대책으로 각 지자체에서 빗물펌프장 증설을 추진하고 있으나, 내외수위에 연계에 대한 고려가 부족하여 빗물펌프장 방류로 인하여 본류 하도 수위 증가와 이로 인한 제방 월류 및 범람에 대한 우려가 증가, 이에 따른 내배수시설 통합 설계 필요 ○ 2011년 동두천 신천 일대는 상류에서 발생한 집중호우로 인하여 범람위기를 겪었으나 빗물펌프장에 대한 지속적인 투자로 인하여 범람 및 내수 침수위기를 극복, 그러나 시설 용량이 부족하여 일부 지역에서는 침수가 발생

과제구분	정책적 타당성
2세부과제	○ 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 기술이 확립되면 한정된 예산으로 토출 효율이 증가된 다수의 빗물펌프장 건설이 가능하게 되어 해당 도심의 내수 침수 방지 및 홍수 방어 능력을 비약적으로 향상시키는 것이 가능 ○ 토지이용이 고도화된 대도시 도심의 경우에는 빗물펌프장 증설이 어느 정도 한계에 도달한 것이 현 상황으로 전체 침수 방어 구역에 설치된 우수관거 저류 능력을 향상시키는 경우 도심 전체의 저류능력을 확장하는 것이 가능 ○ 특히 2011년 발생한 서울시 도심 침수 피해는 서울시 주요 지천으로 발생한 내수를 빨리 배제시키는 것도 중요한 해결책이지만 주변 지역의 우수관거를 저류시스템으로 활용했을 경우 대피 시간 확보 및 피해 지역 축소에 기여할 수 있을 것으로 추정
3세부과제	○ 재해의 빈도가 기후변화라는 기상학적 변화에 따라 재해 발생 빈도가 늘어나는 추세이며 재해 발생 강도 또한 증대됨으로서 피해가 비례하여 증가되는 추세임 ○ 국내의 경우 매년 반복되는 자연재해로 인한 피해액은 연평균 2조원(2000년 이후)을 넘어서고 있으며, 인명피해 또한 급증하고 있음 ○ 이에 안전한 국토와 생활을 바라는 국민의 요구가 커지고 있으며, 자연재해에 대한 국민의 관심도 커지고 있으며, 집중호우 및 태풍 등으로 인한 홍수 발생을 대비하고 그 피해를 최소화하기 위한 연구 개발에 대한 관심 또한 커질 것으로 판단됨 ○ 내수침수에 대한 방재능력의 향상은 시대적인 요구로서 경제가 발전함에 따라 이러한 요구는 더욱 증가될 것으로 전망되며 이에 따른 방재시설의 성능향상을 위한 노력은 계속적으로 이루어져야 함 ○ 정부는 2011년 7월 우면산 산사태, 광화문 침수 피해 등 도시 유역에서의 홍수로 인한 재난피해를 계기로, 기후변화에 대응하여 재난관리 체계를 근본적으로 개선하기 위하여, 5대 기본전략, 9개 분야에서 163개 세부개선과제를 수립한바 있음 ○ 2010년과 2011년의 홍수로 인한 서울 침수 이후, 서울시는 내수침수 저감을 위하여 연간 5,000억 원씩 10년간 투자할 것으로 발표하였으며, 소방방재청은 도시방재성능 목표강우량을 지자체별로 공시하는 등 내수침수로 인한 피해저감을 위한 지속적인 투자가 계속되고 있음 ○ 다양한 분야에서 도시지역에서의 내수침수 저감을 위한 정책적 지원이 이루어지고 있으며, 내외수를 연계한 도시 내배수시스템 선진화 연구는 상위 정책에 잘 부합한다고 할 수 있음

과제구분	정책적 타당성
3세부과제	○ 다양한 내수침수저감을 위한 대책 및 연구들이 있으나, 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구 구축과 관련된 연구는 전무한 실정이며, 내외수의 연계를 고려한 운영 없이는 효과적인 침수저감은 어려움. 따라서 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 매우 중요하며 시의 적절한 연구임

제 2절 기술적 타당성

과제구분	기술적 타당성
1세부과제	○ 국토해양부의 수자원장기종합계획의 치수분야 계획 중 도시홍수에 대비하여 하천과 도시 배수 시설을 종합적으로 연계한 도시하천 내배수 위험도 분석 및 침수예측에 관한 치수대책 추진을 위하여 기술 개발이 필요함 ○ 기존 국내 도시유역의 내배수시설 및 하천관리를 위하여 재래식 위험도 분석 방법을 사용하고 있어 정확도가 부족하며, 의사결정시 많은 시간이 소요되고 신뢰성의 문제를 내포하고 있는 등 제약 사항이 많아 첨단기술을 활용한 내외수 연계 하도·관망 모니터링과 내외수를 연계한 침수예측 기술이 필요함 ○ 도시하천 유역을 대상으로 내배수 연계 침수예측을 위한 종합 Test Bed 운영으로 유역 및 관로·하천 모니터링 기술 필요 ○ 빠른 속도록 발전하고 있는 첨단 기술을 효과적으로 도시하천 내배수 시스템에 적용하기 위해 향후에 예측되는 기술적 수요에 대응하기 위한 기반기술의 개발이 필요 ○ 외수위에 대한 내수침수 영향 및 내배수 시스템 구성요소 간의 연계 운영을 포함한 침수해석 및 위험도 분석기술 개발이 필요 ○ 세계적으로 도시하천의 내외 연계 홍수위험 및 침수예측 기술의 선도적인 위치를 확보할 수 있음
2세부과제	○ 지자체에서 운영하는 빗물펌프장은 독립적으로 배수가 이루어져 배수 시점이 중첩되어 분류 하도 수위가 높아져 하도 자체의 범람 위험성이 커질 가능성이 있으며, 이를 방지하기 위하여 내배수 시설의 배수를 고려한 하도 홍수위 예측 기술을 개발하는 것은 적절한 것으로 판단 ○ 최근 내수 침수 피해를 방지하기 위한 빗물펌프장의 중요성은 계속 커지고 있으며, 따로 빗물펌프장의 효율을 증가시키기 위한 기술 개발 필요성은 계속 증가 ○ 우수관거의 저류 용량 부족으로 맨홀 등으로 도심지 역류가 발생하여 이로 인한 침수 피해가 발생하는 경우가 많으며 이를

과제구분	기술적 타당성
	방지하기 위하여 우수관거를 저류 시스템으로 활용하는 것은 기술적으로 적절한 것으로 판단
3세부과제	○ 최근 도시지역에서 빈번하게 발생하는 침수피해는 기후변화로 인하여 내배수시설의 설계빈도를 초과하는 국지성 호우의 발발로 인한 내수배제 불량인 경우가 대부분을 차지하고 있음 ○ 현재 내배수시설의 효율을 극대화하고 침수피해를 저감하기 위해서는 복잡 다양한 도시 내배수시스템을 외수의 상황과 통합적으로 바라보고 대책을 수립할 필요가 있음 ○ 내수배제시설 운영과 관리에 관한 기본 방향을 수립하고, 내배수 시설의 최적운영 및 우수지 관리에 관한 기술이 요구됨 ○ 내배수 시스템의 통합 관리를 위하여 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템이 필요하며, 이의 실무적용을 위하여 매뉴얼 제작이 필요함 ○ 현재 재해·재난과 관련된 기술 선진국 기술격차는 약 8.4년(교과부, 2010년 기술수준평가 보고서, 2011. 2)으로 분석되고 있으며, 그 중 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 선진국에서도 미개척 분야로 국내에서 기술이 개발된다면, 관련 기술의 선점으로 도시 내수침수 저감분야에 대한 국제경쟁력이 제고 될 것임 ○ 자연재해로부터 안전한 사회구현을 위한 내배수시설의 성능향상 기술은 이상기후로 발생빈도 및 강도가 증가하고 있는 극치사상에 대한 구조적 비구조적 대책 수립을 위한 토대가 될 수 있음 ○ 내외수를 통합 고려한 도시 내배수시스템 최적운영 시스템 및 운영가이드라인을 실무에 보급함으로써 보다 체계적인 내배수 홍수방재 정책안이 수립되어 추진될 것으로 기대됨 ○ 내배수 홍수방재 시설물의 능력을 종합적으로 활용할 수 있으며 이에 대응한 방재기준을 재평가할 수 있는 기회를 제공할 것으로 판단되어, 내수침수 관리에 대한 효과적인 기술적 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대됨

제 3절 경제적 타당성

과제구분	경제적 타당성
1세부과제	○ 최근 국지성 강우 등으로 인하여 빈번히 발생하는 홍수피해는 내수 배재불량이 대부분이며, 국내의 경우 최근 10년간 내수배재불량으로 인한 홍수피해는 총 홍수 피해액의 50%이상을 차지하여 이에 대한 대응책 마련이 시급함 ○ 현재 기 구축·개발된 홍수 예·경보시스템은 4대강 등 국가하천 유역을 중심으로 구축되어 실제 홍수피해가 집중되는 도시유역에서의 실효성이 떨어지는 실정임 ○ 본 연구 사업은 사회 공공성이 강한 정부의 사업으로 도시 내수침수관리에 필요한 기술력을 제고하고, 인구와 재산이 밀집해 있는 도심지에서 생활하는 국민의 안녕과 생명을 보호하고 삶의 질을 향상 시키는 경제적인 효과를 창출할 수 있음 ○ 본 연구 사업을 통하여 개발된 내외수 연계 홍수위험 및 침수 예측에 관한 기술을 동남아시아 및 개발도상국에 기술을 전파하여 경제적 효과와 부가가치를 창출할 수 있음 ○ 외수위 불확실성 정량화 및 침수예측 선진화 기술을 통한 도시 하천 유역의 홍수피해를 저감시키고 구조적 대응책 마련을 위한 인프라 시설물계획에 필요한 소요경비를 절감할 수 있음 ○ 미래 발생 가능한 도시 홍수 및 내수침수 피해에 능동적으로 대처할 수 있으며, 과학적인 대응책 마련으로 인한 국민의 생명과 재산피해를 최소화 할 수 있음
2세부과제	○ 외수위를 연계하여 내배수시설을 통합 설계하는 경우 기존 시설의 성능을 종합적으로 고려하여 방류 용량을 결정하는 것이 가능하므로, 기존 시설 활용의 경제적 효과가 증가 ○ 빗물펌프장의 고효율 소형화를 추진할 경우 한정된 예산으로 다수의 빗물펌프장 건설이 가능하게 되므로 예산 집행의 효율성을 상당히 증가시키는 것이 가능 ○ 기존 도심지에서 설치된 우수관거를 활용하여 저류시스템을 확립할 경우 예산 투입 대비 저류 용량 확보가 전면적인 신규 시스템을 도입하는 경우에 비하여 매우 용이 ○ 빗물펌프장, 저류지, 고지배수로 및 수문 통합 설계 가이드라인 개발을 통해, 도시 지역 내배수시설의 효율적 설계·시공·운영에 기여하여 침수저감 및 재산 피해의 경감 가능

과제구분	경제적 타당성																																
3세부과제	○ 기후변화로 인하여 홍수로 인한 인적/물적 피해의 증가는 전 세계적인 문제가 되고 있으며, 각 국가 및 지자체에서는 홍수피해의 저감을 위한 노력을 기울이고 있음 ○ 홍수 피해저감을 위한 사전 투자는 7배의 사후 복구비를 저감할 수 있다는 연구결과가 나오고 있으며, 홍수 피해저감을 위한 공공투자의 증가는 필수적임 ○ 내수침수를 저감하기 위한 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 최적운영 기법은 내수침수방어를 위한 치수대책사업에서 발생할 수 있는 비효율성 및 중복의 문제를 미연에 검토함으로써 사회, 경제적인 소모를 줄이고 사업시행에서 시행착오를 줄임으로서 원활한 내수배제를 가능케 하는 방법으로서 적극적인 활용이 기대됨 ○ 본 연구로 개발된 결과를 실무에 적용한다면, 내수침수 경감으로 연간 홍수 피해액의 20% 이상을 절감할 수 있을 것이며, 이는 2020년 이후 10년간 내수침수로 인한 피해액 5조원 절감목표(연간 홍수 피해액 2.5조원의 20% 절감)																																
	2020년 이후 10년간 내수침수피해 절감 목표치 ■ 연간 내수 침수피해 누가금액(조원) ■ 연간 내수침수피해 저감 누가금액(조원) <table><thead><tr><th>연도</th><th>연간 내수 침수피해 누가금액(조원)</th><th>연간 내수침수피해 저감 누가금액(조원)</th></tr></thead><tbody><tr><td>2021년</td><td>2.5</td><td>0.5</td></tr><tr><td>2022년</td><td>5</td><td>1</td></tr><tr><td>2023년</td><td>7.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>2024년</td><td>10</td><td>2</td></tr><tr><td>2025년</td><td>12.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>2026년</td><td>15</td><td>3</td></tr><tr><td>2027년</td><td>17.5</td><td>3.5</td></tr><tr><td>2028년</td><td>20</td><td>4</td></tr><tr><td>2029년</td><td>22.5</td><td>4.5</td></tr><tr><td>2030년</td><td>25</td><td>5</td></tr></tbody></table>	연도	연간 내수 침수피해 누가금액(조원)	연간 내수침수피해 저감 누가금액(조원)	2021년	2.5	0.5	2022년	5	1	2023년	7.5	1.5	2024년	10	2	2025년	12.5	2.5	2026년	15	3	2027년	17.5	3.5	2028년	20	4	2029년	22.5	4.5	2030년	25
연도	연간 내수 침수피해 누가금액(조원)	연간 내수침수피해 저감 누가금액(조원)																															
2021년	2.5	0.5																															
2022년	5	1																															
2023년	7.5	1.5																															
2024년	10	2																															
2025년	12.5	2.5																															
2026년	15	3																															
2027년	17.5	3.5																															
2028년	20	4																															
2029년	22.5	4.5																															
2030년	25	5																															

제 4절 기술개발 필요성

과제구분	기술개발 필요성
1세부과제	○ 최근 증가하고 있는 내수침수 피해로 인하여 정부 관련 부처에서는 내수침수 저감을 위한 연구개발을 수행하고 있으나, 기존 대책들은 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로하는 구조적인 대책에 머물러 있거나 내수의 상황만을 고려하여 신속하게 배제시키는 것을 목적으로 하고 있음 ○ 그러나 구조적인 대책만으로는 국지성 집중호우에 완벽하게 대응하기 어려우며, 유하시설 위주의 대책은 하류에서 우수의 집중으로 더 큰 홍수피해를 발생시킬 위험이 있음 ○ 따라서, 집중호우에 대비할 수 있도록 구조적인 대책과 더불어 각 시설물의 기능 및 경제성을 최대화 하여 치수능력을 극대화시킬 수 있는 비구조적인 대책 기술이 뒷받침 될 필요성이 있음 ○ 내외수를 연계한 홍수위험 및 침수예측 기술은 내수 침수로 인한 피해를 줄이는 가장 중요한 기술 중에 하나이며, 현재 선진각국에서도 개발하지 못한 기술 분야로, 향후 개발되는 기술이 실용화 되면 동남아시아 등 홍수피해가 많은 저개발 국가들뿐만 아니라, 내수침수가 발생하는 선진국에도 기술이전이 가능할 것으로 판단
2세부과제	○ 기존 빗물펌프장의 경우 독립적으로 배수가 이루어져 이에 의한 영향으로 본류 하도의 홍수 통수능 감소 우려가 있으며, 빗물펌프장 운영이 내수위를 중심으로 이루어져 외수위를 고려한 빗물펌프장 등 내배수시설 설계 선진화기법 개발이 필요 ○ 빗물펌프장 성능 향상을 위하여 흡수조 및 유출부 형태 개선을 통한 펌프장 토출 능력을 개선하며 현재 운영 또는 계획되고 있는 빗물펌프장의 성능 평가를 통한 능력 향상 필요성도 상존 ○ 도심 지역의 저류 능력 확장을 위하여 우수관거를 연계하여 저류능력을 확보하고 이에 대한 설계 및 평가 기술을 개발하는 것이 필요
3세부과제	○ 홍수피해와 관련이 있는 정부부처에서 많은 예산을 들여 침수 피해 저감을 위한 노력을 하고 있음 ○ 그러나 내배수시설의 최적운영이나 내외수의 연계운영을 통한 침수방어능력의 향상을 고려하지 않고 있음 ○ 이러한 연구 개발 및 시설 투자는 침수에 대한 항구적인 대책이 될 수 없으며, 홍수방어 구조물의 효율적인 운영에 도움이 되지 않음 ○ 일본은 방재예산의 대부분을 재해예방에 쓰고 있으나, 국내의

과제구분	기술개발 필요성
	경우 대부분의 방재예산이 재해 이후의 복구비로 사용되고 있음 ○ 이는 소 잃고 외양간 고치는 격으로 시민의 고통뿐만 아니라, 예산의 낭비가 초래되고 있음 ○ 이에 내외수를 연계한 도시 내배수시스템 연구 수행을 통하여 예산의 낭비를 막고, 내배수시설물의 효과적인 운영을 통하여 침수피해를 최소화 하는 것이 필요함

제 5절 정부지원 타당성

과제구분	정부지원 타당성
1세부과제	○ 안전한 국토와 생활을 바라는 국민적 기대 요구가 커지고 있는 실정이며, 집중호우와 태풍 등 자연재해에 대한 국민의 관심도 커지고 있어 이에 대비하고 그 피해를 최소화하기 위한 연구 개발에 대한 국민의 관심 또한 커질 것으로 판단됨 ○ 도시 내 집중호우와 같은 극치 수문사상의 빈번한 발생으로 인한 피해는 도시의 인프라 성능과 연결 지을 수 있는 부분으로, 도심의 인프라 성능 개선을 위한 도시 침수피해 최소화를 위한 정부지원이 타당함 ○ 국토해양부 주도하에 기존 도시 내배수 시스템의 구조적 문제점을 개선하고 집중호우에 대비할 수 있도록 도시내 유하시설 뿐만 아니라 유역 우수지 등을 활용한 면 중심의 기술대책 수립 연구의 타당성이 있음 ○ 국토해양부 R&D 사업을 통하여 기 개발된 도시 내배수 시스템과 관련한 기술과 연계하여 기술을 개발한다면 세계적 수준의 기술로 발전을 유도할 수 있으며, 도시 내배수 분야의 선도적 위치에서 기술 선점과 국제적 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 판단됨
2세부과제	○ 지자체에서 운영하는 빗물펌프장 등 내배수시설은 각 지자체별로 독립적으로 운영되고 있어 이를 뒷받침할 수 있는 기술개발을 위한 재정적 지원이 상대적으로 미비, 내수 침수 방지를 위하여 유역 차원의 대책 수립도 필요하나 정부차원에서 시설물 강화를 통한 정부차원에서의 내수 침수 방어 능력 확보 기술 개발하는 것이 적절 ○ 국가차원에서 기술 개발을 통하여 각 지자체에 기술을 보급하며, 신규 개발 기술에 대한 국가의 지원을 통하여 각 지자체 실정에 맞게 선택적으로 적용함으로써 내수 침수 방지 효과를 극대화 하는 것이 가능하므로 이에 대해 정부가 지원하는 것이 타당

과제구분	정부지원 타당성
3세부과제	○ 도시 내수 침수·재난과 관련된 기술 선진국 기술격차는 약 8.4년 (교과부, ‘10년 기술수준평가 보고서, ‘11. 2)으로 분석되고 있음 ○ 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 연구는 선진국에서도 미개척 분야로, 국내에서 기술이 개발된다면, 관련 기술의 선점으로 도시 방재에 대한 국제경쟁력 제고될 것임 ○ 또한 내수침수재해의 피해는 저소득층 거주지에 주로 발생하나, 관련기술의 개발로 국토의 균형발전 및 삶의 질 향상이 가능하며, 국가에 의하여 재해로부터 안전하게 보호받고 있다는 믿음 및 신뢰의 향상을 꾀할 수 있음

제 6절 종합평가 및 결론

- 최근 증가하는 내수침수 피해로 인하여 국토해양부, 환경부, 소방방재청 등 자연재해 및 도시홍수 관련 정부부처에서 내수침수 저감을 위한 연구를 수행하고 있으며, 다양한 구조적 내수침수 저감 대책이 수립·발표되고 있음
- 기존 관계부처의 대책들은 유하시설의 용량 증설 및 통수능 확보를 초점으로 하는 구조적인 대책에 머물러 있거나, 내수의 상황만을 고려하여 신속하게 배제 시키는 것을 목적으로 하고 있음
- 구조적인 대책만으로는 지구 온난화로 인한 이상기후 및 국지성 집중호우에 완벽하게 대응하기 어려우며, 유하시설 위주의 대책은 하류에서 우수의 집중으로 더 큰 홍수 피해를 발생시킬 위험이 있음
- 구조적인 대책과 더불어 집중호우에 대비할 수 있도록 각 시설물의 기능 및 경제성을 최대화 하며 방재성능을 향상시킬 수 있는 비구조적인 대책이 동시에 수립되어야 하며, 유하시설 뿐만 아니라 유역 내 유수지 등을 활용한 면 중심의 대책이 수립되어야 함
- 기존 대책의 문제는 현재의 대책 및 연구들은 내외수를 별도로 구분하여 운영하고 있다는 데 있음
- 제내지에서의 방류량이 외수의 수위 변화와 밀접한 연관이 있으며, 반대로 외수의 수위가 내수의 배출가능 여부에 직접적인 영향을 미치기 때문에 효율적인 내수 침수 방어를 위해서는 내외수를 연계한 운영이 필수적임
- 대부분의 도시유역 배수분구 내배수시스템은 우수관망, 배수문, 유수지, 빗물펌프장 등으로 구성되어 있으나, 선행연구들의 경우 우수관망 해석을 통한 침수해석만을 수행. 보다 현실적인 내수침수해석을 위해서는 실제와 같은 저류시설, 빗물펌프장 및 유수지의 운영과 더불어 외수위의 상황에 따른 내배수시스템의 영향을 고려해야 함
- 국내의 경우 내배수 침수재해 저감을 위한 정책 개발 및 내수침수 표출 기술, 홍수위험지도 작성 등의 연구가 지속적으로 수행되고 있으나, 내외수를 연계한 내수침수 저감을 위한 연구는 진행되어 있지 않음
- 특히, 내배수시스템 구성요소 간의 연계 및 운영을 포함한 침수 해석 및 재해저감 기술 개발에 대한 연구는 극소수의 연구자에 의하여 수행
- 종합해보면, 내배수 재해관련 국내의 연구는 매우 미흡한 실정임에 비해 미국 및 일본 등 선진국은 다양한 연구를 통해 실제 활용 가능한 원천기술과 기초자료 등을 확보하고 있음
- 국내에 도시홍수 관련 전문인력은 확보하고 있는 것으로 파악되나, 지속적인 예산투자를 통한 연구 및 기준 등이 확립되어 있지 않고, 특히 내외수 연계를 통한 침수저감 기술은 전무한 실정이므로 이에 대한 연구개발 투자가 타당함

제 5장 인력투입계획 및 소요예산 산정

제 1절 연구일정에 따른 인력투입계획

(단위: 명)

세부 과제	세세부 과제	인력투입계획					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1세부	1-1	5	8	7	6	6	32
	1-2	4	8	9	7	6	34
	1-3	5	8	9	7	12	41
2세부	2-1	4	7	9	6	5	31
	2-2	4	7	8	7	6	32
	2-3	5	8	9	8	7	37
3세부	3-1	7	11	14	11	9	52
	3-2	7	11	12	11	10	51
계		41	68	77	63	61	310

제 2절 소요예산 산정

1. 전체사업 소요예산

(단위: 억원)

과제 번호	세부과제	정부	민간	계
1	내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술개발	26.0	-	26.0
2	내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술	24.0	-	24.0
3	내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술	25.0	-	25.0
계		75.0	-	75.0

2. 세부과제별 소요예산

(단위: 억원)

세부 과제	세세부 과제	정부지원금						민간
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
1세부	1-1	1.0	2.1	1.9	1.6	1.4	8.0	-
	1-2	0.9	2.2	2.1	1.8	1.5	8.5	-
	1-3	1.2	2.0	2.0	1.8	2.5	9.5	-
2세부	2-1	0.9	1.6	1.7	1.7	1.6	7.5	-
	2-2	1.1	1.7	2.1	1.8	1.4	8.1	-
	2-3	1.2	1.9	2.0	1.7	1.6	8.4	-
3세부	3-1	1.8	2.8	3.0	2.5	2.4	12.5	-
	3-2	1.9	2.7	3.0	2.5	2.4	12.5	-
계		10.0	17.0	17.8	15.4	14.8	75.0	-

3. 상세연구비 산정

가. 1세부과제

(단위: 만원)

예산 항목	세부 항목	예산내역(원연)												비율 (%)
		단가 (년 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		소계	
			인 원 (명)	참여율 (%)	인 원 (명)	참여율 (%)	인 원 (명)	참여율 (%)	인 원 (명)	참여율 (%)	인 원 (명)	참여율 (%)		
인 건 비	책임급	456	3	28%	3	30%	3	29%	3	28%	3	40%	2,120	8%
	선임급	360	3	39%	5	48%	4	38%	3	48%	4	42%	2,956	11%
	원급	240	4	52%	7	52%	6	48%	6	56%	6	41%	3,461	13%
	보조원	192	4	56%	9	64%	12	56%	8	66%	11	51%	4,917	19%
소 계		1,734		3,254		2,925		2,722		2,820		13,454	52%	
직접비		850		1,996		2,075		1,612		1,680		8,213	32%	
간접비		517		1,050		1,000		867		900		4,333	17%	
합 계		4,000		5,400		6,000		5,200		5,400		26,000	100%	

나. 2세부과제

(단위: 만원)

예산 항목	세부 항목	예산내역(원연)												비율 (%)
		단가 (년 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		소계	
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인 건 비	책임급	456	3	28%	3	26%	3	32%	3	30%	3	30%	1,997	8%
	선임급	360	3	42%	5	42%	4	38%	3	43%	3	46%	2,718	11%
	원급	240	3	52%	6	51%	8	52%	6	54%	4	54%	3,403	14%
	보조원	192	4	62%	8	59%	11	52%	9	63%	8	65%	4,568	19%
소 계		1,687		2,752		3,082		2,741		2,424		12,686	53%	
직접비		979		1,581		1,752		1,592		1,409		7,314	30%	
간접비		533		867		967		867		767		4,000	17%	
합 계		3,200		5,200		5,800		5,200		4,600		24,000	100%	

다. 3세부과제

(단위: 만원)

예산 항목	세부 항목	예산내역(원연)												비율 (%)
		단가 (년 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		소계	
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인 건 비	책임급	456	3	32%	3	30%	3	30%	3	30%	3	36%	2,161	9%
	선임급	360	3	46%	4	45%	4	46%	4	36%	3	45%	2,812	11%
	원급	240	3	56%	6	54%	7	52%	6	50%	4	54%	3,293	13%
	보조원	192	5	64%	9	62%	12	60%	9	60%	9	63%	5,194	21%
소 계		1,952		2,907		3,329		2,686		2,586		13,459	54%	
직접비		1,131		1,676		1,671		1,481		1,415		7,374	29%	
간접비		617		917		1,000		833		800		4,167	17%	
합 계		3,700		5,500		6,000		5,000		4,800		25,000	100%	

제 6장 과제 제안요구서

제 1절 과제 제안요구서(RFP)

1. 연구단 RFP

연구과제명	내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구
1. 연구개발 목표	○ 홍수재해로부터 안전한 도시 구축을 비전으로 하여 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구 수행을 위한 내외수 연계 홍수 위험 및 침수예측 기술과 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템을 개발하고, 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술의 요소기술을 개발하여 실용화
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 최근 재해로 부터 안전한 지속가능한 복지국가 구현과 국민의 삶의 질 추구에 따른 정책적 요구가 점점 커지고 있는 실정이며, 인구와 재산이 밀집해 있는 도심지에서의 내수침수에 대한 국민의 관심도 커지고 있음 ○ 매년 반복되고 있는 도심지역 침수피해로 인하여 수많은 재산적, 인적 손실을 가져다주고 있으며, 이는 매 10년 단위로 3.2배씩 증가하여 최근 10년간 연평균 홍수 피해액은 약 1조 7천억원에 달하는 실정임 ○ 복잡 다양한 도시하천의 내배수 시스템의 통합 관리와 실무적용을 위하여 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템의 개발이 필요 ○ 기존 대책의 또 다른 문제는 현재의 대책 및 연구들은 내외수를 별도로 구분하여 운영하고 있다는데 있음 ○ 제내지에서의 방류량이 외수의 수위 변화와 밀접한 연관이 있으며, 반대로 외수의 수위가 내수의 배출가능 여부에 직접적인 영향을 미치기 때문에 효율적인 내수침수 방어를 위해서는 내외수를 연계한 운영이 필수적임 ○ 내배수시설은 독립적으로 설계가 이루어져 시스템적 접근에 의한 내수배제계획 수립이 필요하며, 이를 뒷받침하기 위하여 최근 기후변화를 반영한 내수배제시설 설계빈도 및 설계홍수량 추정기법과 내수배제시설의 침수 저감 효과를 분석하고 최적 조합을 통하여 내수배제능력을 평가할 수 있는 기법 개발이 필요 ○ 특히, 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반 시설에 대한 피해를 급증 시키고 있기 때문에 이를 효과적으로 방어할 수 있는 홍수방어 대책의 수립 필요 ○ 이러한, 도시유역에서의 침수피해 원인은 내수배제 불량에 따른 내수침수가 대부분을 차지하고 있으며, 내배수시설의 성능 개선 및

	다변화 요소기술이 필수적임. 이를 위하여 배수유역의 특성에 따른 유역 침수 위험성을 판단하여 내외수를 연계한 최적의 내배수 시스템 기술 개발이 필요함 ○ 현재, 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구 구축과 관련한 연구는 전무한 실정이며, 내외수의 연계를 고려한 운영 없이는 효과적인 도시 침수 피해 저감은 어려워 요소기술 개발을 통한 항구적 대응책 마련이 필요함
□ 기술동향	○ 미국과 일본, EU 등 선진국의 전통적인 홍수방어 전략은 우리나라와 마찬가지로 하천, 하수도 등 개별적인 구조적 대책이 주류를 이루고 있으나, 지난 2000년대 이후 지속가능개발이 강조되면서 비구조적 홍수방어 및 내수 침수를 고려한 도시지역의 다양한 홍수방어 개념이 도입되고 있음 ○ 미국의 경우 국가홍수보험제도(NFIP), 스마트성장(Smart Growth) 등의 정책 하에서 침수위험이 있는 개발지역에 대하여 Clustering Development, Low-Impact Development, Smart Design 등 소규모 도시 차원의 내배수 시스템을 연계한 홍수방어개념이 도입되어 운용되고 있음 ○ 미국의 FEMA는 정보화 수준의 궁극적 목표를 e-FEMA로 설정하고 연방간의 정보화 구축망을 체계화할 뿐만 아니라 GIS(Geographic Information System) 및 RS(Remote Sensing)를 기반으로 홍수재해지도 및 홍수보험연구 등을 지속적으로 추진 ○ 미국의 NWS에서는 LFWS(Local Flood Warning System)을 개발하여 현업에 운영하고 있으며, 미국 국립기상청에서는 ESP(Ensemble Streamflow Prediction)을 개발하여 현재 하천예보 시스템(NWSRFS)에서 활용 ○ 일본은 정부투자 연구기관인 PWRI(Public Works Research Institute)와 CERI (Civil Engineering Research Institute)을 포함하여 홍수재해에 대한 연구투자가 우리나라의 121배(2000년도 기준)에 이르는 연구비를 투자하여 연구하고 있으며, ○ 도시하천 유역종합치수대책을 도입하면서, 일본토목연구소를 중심으로 내배수 유출저감을 위한 구체적인 「요소 및 통합기술 개발」 연구를 시행, 이 기술은 실제 도시 홍수 설계시 적용함 ○ EU 국가 중 네덜란드 Delft Hydraulics Laboratory에서는 하천을 포함한 유역의 홍수추적, 내배수 관리 등을 통한 통합홍수관리시스템을 구축하여 운영하고 있음 ○ EU(유럽연합)의 연구개발은 공동투자로서 유럽중기예보센터(ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)를 운영하여 중·장기 예보 서비스의 생산과 그 기술의 공동개발을 수행

- 네덜란드의 Delft Hydraulics에서는 레이더 자료구축, 유역 및 하천 홍수추적, 범람해석, EAP 구축 등에 의한 내배수 재해를 포함한 통합홍수관리시스템을 구축하여 운영
- 국내의 경우 구조적 홍수방어기술은 상당한 수준에 도달해 있으나 비구조적인 대응기술은 많은 향상이 요망되고, 구조적/비구조적 연계대응 기술은 미흡한 실정임
- 최근 내수 침수 피해를 방지하기 위한 내배수시설의 중요성은 계속 커지고 있으며, 이에 따라 내배수시설의 효율 및 능력을 증대시키기 위한 기술 개발 필요에 대한 수요가 급격히 증가
- 우수관거 저류 용량 부족으로 맨홀 등으로 도심지 역류가 발생하여 이로 인한 침수 피해가 발생하는 경우가 많아, 이를 방지하기 위하여 우수관거를 저류 시스템으로 활용하고자 하는 기술 개발 수요가 발생하고 있으나 이에 대한 기술 개발은 매우 부진한 상태
- 국토해양부(2008)는 “도시침수피해 방지를 위한 효율적 실행방안 연구”에서 침수피해가 큰 도시하천을 대상으로 침수피해를 방지 할 수 있는 실행방안 제시에 관한 연구를 수행
- 하수관거의 주무부처인 환경부와 한국상하수도 협회는 2011년 4월 하수도 시설기준을 개정하여, 기존 5~10년 빈도로 설계되는 우수관거를 10~30년 빈도로 설계하도록 규정을 상향 조정함
- 주요 선진국을 비롯한 국내연구의 경우 내수침수저감을 위한 다양한 시스템이 구축되어 있으나, 내외수를 연계한 최적운영시스템은 현재 개발 및 운영되고 있지 않은 것으로 나타남

3. 연구개발 내용

□ 연구내용

- 내외수를 연계한 침수예측 기술의 개발을 위해 외수위 변화에 따른 내수침수 위험도 산정기법과 외수위 변화의 불확실성을 고려한 침수위험지역 산정 기법을 개발함. 또한 지류하천 방류량에 따른 본류의 홍수 위험도를 산정하는 방법을 모색
- 내외수를 연계한 내배수시설의 최적운영시스템을 개발하기 위해 강우의 공간분포와 내외수 수위차를 고려한 지류하천 수문 및 빗물펌프장 최적의 운영방안을 개발하고, 외수위의 변화에 따른 고지배수로, 유수지, 빗물펌프장, 지류하천 수문의 최적운영과 본류 수위에 따른 지류하천과 천변저류지를 운영하는 기술을 개발
- 세부과제별 주요 연구내용
 - 1세부과제: 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술
 - 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발
 - 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발
 - 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
 - 2세부과제: 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술
 - 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발

• 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 • 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 - 3세부과제: 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 기술 • 내외수 연계 내배수시설 운영 기반기술 • 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영기술	
4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 - 1단계(1-3차년도, 36개월) : 핵심요소기술 개발 • 기존에 국내외에서 개발된 개별기술을 분석하여 발전시키고 표준화시킴 • 국내외 연구개발 사례 및 분석기술, 각종 설계지침 및 기준 분석 • S/W 개발을 통한 요소설계기술 개발 • 시범 도시하천 및 시범유역을 운영하여 현장의 모니터링 및 자료 D/B구축 - 2단계(4-5차년도, 24개월) : 실증연구 및 실용화 • 개발된 요소기술의 현장적용을 통한 적용성 검증 • S/W 활용을 위한 매뉴얼 작성 • 개발된 기술의 실용화 및 기술이전 추진 ○ 도시홍수/침수 관련 정부 및 연구소/기관, 지자체 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 - 시범 도시하천 유역을 대상으로 기술의 실용화 검증 추진(시설물의 연계를 위해 가급적 동일 지역 내에 선정) - 산학연 전문가가 연구에 직접 참여하여, 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 ○ 관련분야 전문가 자문 - 국내외 전문가 자문단(한국, 일본, 미국, 유럽 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
☐ 추진체계	○ 국내 산학연의 긴밀한 협조를 통해 첨단기술의 융·복합 및 실용화 달성 ○ 내배수 관리 및 첨단기술 활용은 전 세계적으로 관심을 가지는 분야이므로 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류를 추진함 ○ 최종 수요자(정부, 지방자치단체, 민간) 요구 분석 및 산업계를 중심으로 실용화 달성
5. 최종 성과물	
☐ 주요 최종 성과물	○ 1세부과제: 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 - 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 분석 매뉴얼 - 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 매뉴얼 - 내외수 연계 침수예측 S/W 및 관리 매뉴얼 - 도시하천 내외수연계 침수해석 모형 - 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 S/W - 내외수 연계 홍수위 예측 및 예·경보 운영 매뉴얼 - 내외수 연계 홍수예측 침수관리 S/W 및 매뉴얼 - 시범지역 내수침수위험도

- 2세부과제: 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술
 - 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 가이드라인 및 프로그램
 - 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼
 - 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램
 - 내배수시설 배수능력 및 빗물펌프장 성능 평가 가이드라인
 - 고효율 소형화 빗물펌프장 설계 가이드라인
 - 외수위 고려 내배수시설 통합 설계 가이드라인
 - 우수관거 저류능력 평가 가이드라인
 - 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인
 - 우수관거 설계 가이드라인(보완)
- 3세부과제: 내외수 연계 내배수 시스템 최적운영 기술
 - 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 매뉴얼
 - 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 매뉴얼
 - 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼
 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼
 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템

6. 기대효과 및 파급효과

- 적극적인 침수대책으로 국민 불안 해소 및 시민의 삶의 질 향상을 도모 할 수 있으며, 국가 경제발전 및 성장촉진에 기여하고 국가의 신인도 향상 및 재해에 강한 국토의 건설로 국민의 쾌적한 삶의 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대됨
- 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구는 선진국에서도 미개척 분야이나, 다양한 연구를 통해 실제 활용 가능한 원천기술과 기초자료 등을 확보하고 있으며, 관련 기술의 선점으로 도시 침수방어에 대한 국제경쟁력 제고될 것으로 기대됨
- 내외수를 통합 고려한 도시 내배수시스템 최적운영 시스템 및 운영가이드라인을 실무에 보급함으로써 보다 체계적인 내배수 홍수방재 정책안이 수립되어 추진될 것으로 기대됨
- 내배수 홍수방재 시설물의 능력을 종합적으로 활용할 수 있으며 이에 대응한 방재기준을 재평가할 수 있는 기회를 제공할 것으로 판단되어, 내수침수 관리에 대한 효과적인 기술적 방안을 제시효과 기대됨
- 내수침수를 저감하기 위한 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 최적운영 기법은 내수침수방어를 위한 치수대책사업에서 발생할 수 있는 비효율성 및 중복의 문제를 미연에 검토함으로써 사회, 경제적인 소모를 줄이고 사업시행에서 시행착오를 줄임으로서 원활한 내수배제를 가능케 하는 방법으로서 적극적인 활용효과 기대됨
- 연구 개발 결과의 실무 적용으로, 내수침수 경감으로 연간 홍수 피해액의 20% 이상을 절감할 수 있을 것이며, 이는 2020년 이후 10년간 내수침수 피해액 절감액이 약 5조원에 달할 것으로 예상됨 (연간 홍수 피해액 2.5조원의 20% 절감)
- 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구는 내수 침수로 인한 피해를 줄이는 가장 중요한 기술 중에 하나이며, 향후 개발되는

	기술이 실용화 되면 동남아시아 등 홍수피해가 많은 저개발 국가들 뿐만 아니라, 내수침수가 발생하는 선진국에도 기술이전이 가능할 것으로 판단
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구기간 : 5년 ○ 총 정부출연금 : 75억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조성 가능
8. 기 타	○ 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속 지원 여부 결정 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 구 사유과 근거를 명확히 제시 ○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야함 - 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시 - 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함 ○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장 제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함 ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지

않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, [http:// mdgate.ntis.go.kr](http://mdgate.ntis.go.kr)의 유사과제목록 참조

- 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

○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설”우선 활용

2. 세부과제 RFP

연구과제명	내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술개발
1. 연구개발 목표	○ 위험도 기반 외수위 불확실성을 정량화 기술과 내외수 연계 침수예측을 통한 홍수 위험지역 산정 기술을 개발함 ○ 본류와 지류하천을 연계하여 침수예측을 실시하고, 합류부 배수위 영향 분석 및 홍수위험분석을 통한 홍수 예·경보 활용 기술을 개발함 ○ 도시하천의 내외수 연계 침수해석 모형구축으로 침수 위험지역 산정 기술을 개발하여 홍수위험 및 침수예측 선진 기술의 시범지역 적용하여 실용화 검증 및 활용 가능성 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	☐ 연구개발의 필요성 ○ 최근에는 안전한 국토와 생활을 바라는 국민의 요구가 더욱 커지고 있으며, 도시 내수침수에 대한 국민의 관심도 커지고 있음 ○ 매년 반복되고 있는 도심지역 침수피해로 인하여 수많은 재산적, 인적 손실을 가져다주고 있으며, 이는 매 10년 단위로 3.2배씩 증가하여 최근 10년간 연평균 홍수 피해액은 약 1조 7천억원에 달하는 실정임 ○ 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반 시설에 대한 피해를 급증 시키고 있기 때문에 이를 효과적으로 방어할 수 있는 홍수방어 대책의 수립 필요 ○ 이러한, 도시유역에서의 침수피해 원인은 내수배제 불량에 따른 내수침수가 대부분을 차지하고 있으며, 내배수시설의 성능 개선 및 다변화 요소기술이 필수적임. 이를 위하여 배수유역의 특성에 따른 유역 침수 위험성을 판단하여 내외수를 연계한 최적의 홍수위험 및 침수예측 기술 개발 필요 ○ 현재 내외수를 연계한 도시 내배수 시스템 선진화 기술 구축과 관련한 연구는 전무한 실정이며, 효과적인 도시 내수침수저감을 위하여 내외수를 연계한 홍수방어 개념의 정립 및 통합 시스템의 개발이 필요함 ○ 도시 내배수 시설물의 최적 설계 및 운영관리를 통한 홍수 피해액 및 유지관리 비용 절감 필요 ○ 국내실정에 맞는 도시하천 침수해석 모형을 개발하고 홍수위 예측의 불확실성을 정량화하여 내외수를 연계한 위험도 분석관련 기술의 개발이 필요 ○ 따라서 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 연구는 매우 중요하고 시기적으로도 적절하며 향후 반복되는 도시내 침수피해에 대한 항구적인 대책 방향을 제시할 수 있음

□ 기술동향

- 미국의 FEMA는 정보화 수준의 궁극적 목표를 e-FEMA로 설정하고 연방간의 정보화 구축망을 체계화할 뿐만 아니라 GIS(Geographic Information System) 및 RS(Remote Sensing)를 기반으로 홍수재해지도 및 홍수보험연구 등을 지속적으로 추진
- 또한, 미국의 NWS에서는 LFWS(Local Flood Warning System)을 개발하여 현업에 운영하고 있으며, 미국 국립기상청에서는 ESP(Ensemble Streamflow Prediction)을 개발하여 현재 하천예보시스템(NWSRFS)에서 활용
- 일본은 정부투자 연구기관인 PWRI(Public Works Research Institute)와 CERI (Civil Engineering Research Institute)을 포함하여 홍수재해에 대한 연구투자가 우리나라의 121배(2000년도 기준)에 이르는 연구비를 투자하여 연구하고 있으며,
- 도시하천 유역종합치수대책을 도입하면서, 일본토목연구소를 중심으로 내배수 유출저감을 위한 구체적인 「요소 및 통합기술 개발」 연구를 시행, 이 기술은 실제 도시 홍수 설계시 적용함
- EU(유럽연합)의 연구개발은 공동투자로서 유럽중기예보센터(ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)를 운영하여 중·장기 예보 서비스의 생산과 그 기술의 공동개발을 수행
- 네덜란드의 Delft Hydraulics에서는 레이더 자료구축, 유역 및 하천 홍수추적, 범람해석, EAP 구축 등에 의한 내배수 재해를 포함한 통합홍수관리시스템을 구축하여 운영

3. 연구개발 내용

□ 연구내용

- 외수위 변화에 따른 내수침수 및 홍수 위험도 정량화 기술 개발
 - 추계학적 모의발생 기법에 의한 강우-수위 모의발생 및 위험도 분석 기술을 개발하고, 위험도 기반 제방 여유고 평가 기법 개발 및 외수위 변화 불확실성 분석 및 위험도 정량화 기술을 개발함. 또한 내외수위 연계 위험도 분석 모형을 구축하고 개발기술의 현장적용 및 검증을 실시하고 실용화 기술 개발
- 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발
 - 최적 탐구적 데이터 마이닝 기법을 이용한 홍수위 예측, 지류하천 방류량 및 양상불 유입량 예측 기술을 개발하고 합류부 배수위 영향 평가 및 침수위험 예측 기술을 개발함. 또한 본류와 지류하천연계 홍수 예·경보 시스템개발과 내외수 연계 내수침수도 작성 기술을 포함함
- 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발
 - 시나리오/비시나리오기반 내외수 연계 침수 예측 기술을 개발을 위하여 수문분석 모의발생 기법 적용 및 기후변화 시나리오 분석을 실시, 내외수 연계 시험유역 선정 및 모니터링 기술을 개발하고 시험유역에 대하여 침수예측 평가 기술을 적용함, 개발된 내외수 통합 침수예측 선진화 기술을 검증하고 실용화함

4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 - 1단계(1-3차년도, 36개월) : 핵심요소기술 개발 • 기존에 국내외에서 개발된 개별기술을 분석하여 발전시키고 표준화시킴 • 국내외 연구개발 사례 및 분석기술, 각종 설계지침 및 기준 분석 • S/W 개발을 통한 요소설계기술 개발 • 시범 도시하천 및 시범유역을 운영하여 현장의 모니터링 및 자료 D/B구축 - 2단계(4-5차년도, 24개월) : 실증연구 및 실용화 • 개발된 요소기술의 현장적용을 통한 적용성 검증 • S/W활용을 위한 매뉴얼 작성 • 개발된 기술의 실용화 및 기술이전 추진 ○ 정부 및 연구소/기관, 지자체 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 - 시범 도시하천 유역을 대상으로 기술의 실용화 검증 추진 - 산학연 전문가가 연구에 직접 참여하여, 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 ○ 관련분야 전문가 자문 - 국내외 전문가 자문단(한국, 일본, 미국, 유럽 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구 개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
☐ 추진체계	○ 산학연 공동연구를 통한 첨단기술의 융·복합 실현 ○ 최종 수요자(정부, 지방자치단체, 민간) 요구 분석 및 산업계를 중심으로 실용화 달성
5. 최종 성과물	
☐ 주요 최종 성과물	○ 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 기술 개발 - 외수위 변화에 따른 내수침수위험도 및 홍수위험도 정량화 분석 매뉴얼, 지침 개발 - 외수위 불확실성 분석 및 침수위험도 분석 매뉴얼 - 내외수 연계 침수예측 S/W 및 관리 매뉴얼 ○ 외수위 변화를 고려한 침수예측 기술 개발 - 도시하천 내외수연계 침수해석 모형 - 내외수 연계 홍수 위험지역 산정 S/W ○ 내외수 연계 침수예측 선진화 기술 개발 - 내외수 연계 홍수위 예측 및 예·경보 운영 매뉴얼 - 내외수 연계 홍수예측 침수관리 S/W 및 매뉴얼 - 시범지역 내수침수위험도 ○ 현장적용 5건, 지적재산권 7건, 학술논문 28편
6. 기대효과 및 파급효과	
	○ 기술적 기대효과 - 내외수 연계 침단 계측 모니터링 기술 개발을 통한 하천관리 기술의 과학화 도모

- 외수위 변화 불확실성 정량화 및 침수위험도 분석 기술개발을 통한 내수침수 위험도 분석 기술 확보 - 내외수 연계 침수예측 프로그램 개발을 통한 침수위험지역 산정기술의 신뢰성 확보 - 유역의 분류와 지류하천별 네트워크 구축을 통한 홍수 예·경보 기술 적용으로 홍수피해 경감 ○ 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술을 통한 국내 기술의 브랜드화 및 해외로 기술 수출·이전에 따른 경제적 효과 - 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 내수침수 피해액 및 복구비용의 절감 기대

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 5년 ○ 총 정부출연금 : 33.5억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조성 가능
--

8. 기 타

○ 본 과제는 실용화 및 현장적용 수행이 가능해야하며, 시범 도시하천유역에 기술적용을 통한 정량적인 모니터링 결과가 도출되어야 함 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 과제제안요구서(RFP) 및 상세기획 연구보고서를 참조하여 작성 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 ○ 기업참여시 기업부담금은 “건설교통기술개발사업운영규정”에 따르며 추가 부담 가능

연구과제명	내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술
1. 연구개발 목표	○ 홍수재해로부터 안전한 도시 건설을 위한 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술 확보를 위하여 다음의 요소기술을 개발하고 실용화

2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 내배수시설은 독립적으로 설계가 이루어져 시스템적 접근에 의한 내수배제계획 수립이 필요하며, 이를 뒷받침하기 위하여 최근 기후변화를 반영한 내수배제시설 설계빈도 및 설계홍수량 추정기법과 내수배제시설의 침수 저감 효과를 분석하고 최적 조합을 통하여 내수배제능력을 평가할 수 있는 기법 개발이 필요 ○ 빗물펌프장 구조 개선을 통하여 토출 능력을 개선하며 현재 운영 또는 계획 되고 있는 빗물펌프장의 성능 평가를 통한 능력 향상이 필요하며, 4대강 살리기 사업 등 하천 환경 변화에 따른 외수위 조건 및 분류 흐름 조건 변화를 반영한 내배수시설 설계 및 배수능력 평가기법 개발이 필요 ○ 도심 지역의 저류 능력 확장을 위하여 도시 우수관거를 연계하여 우수관거 내 저류 공간을 확보하고 이를 저류시스템으로 활용하기 위한 설계 및 시스템 구축 기술 개발이 필요
☐ 기술동향	○ 기존 내배수시스템의 치수방어능력이 점차 한계에 도달하고 있으며, 이에 따른 기존 내수배제시스템의 효율 개선과 내수배제능력 향상을 위한 기존 시스템의 종합적 검토에 대한 필요성이 점차 증가하고 있어, 이를 뒷받침하기 위한 내수배제계획 수립 기법 선진화를 위한 기술적 수요가 하천 및 내배수시스템 설계자 중심으로 지속적으로 증가 ○ 최근 내수 침수 피해를 방지하기 위한 내배수시설의 중요성은 계속 커지고 있으며, 이에 따라 내배수시설의 효율 및 능력을 증대시키기 위한 기술 개발 필요에 대한 수요가 급격히 증가 ○ 우수관거 저류 용량 부족으로 맨홀 등으로 도심지 역류가 발생하여 이로 인한 침수 피해가 발생하는 경우가 많아, 이를 방지하기 위하여 우수관거를 저류 시스템으로 활용하고자 하는 기술 개발 수요가 발생하고 있으나 이에 대한 기술 개발은 매우 부진한 상태
3. 연구개발 내용	
☐ 연구내용	○ 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 - 침수위험지역 특성에 따른 내배수시설 도입 기준을 개발하고, 내배수시설 설치에 따른 수리학적 침수위험 저감 효과 분석기법 및 내배수시설 최적 조합을 통한 내수배제능력 평가기법 개발 ○ 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 - 외수위 변화를 고려한 내배수시설 시스템 설계 기법과 외수위 조건 및 분류 흐름을 고려한 내배수시설 배수능력 평가기법을 개발하고, 빗물펌프장 성능 평가 기법과 유입·유출부 및 흡수조 개선 기술, 유출부 주변 제방 및 부속시설 안정성 향상 기술을 개발 ○ 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 - 도시하천 설계빈도 상향에 따른 우수관거 구조 개선 기술을 개발하고, 우수관

거 시스템 저류능력 평가 기술 및 우수관거 연계 저류 시스템 설계 기술을 개발 ○ 내외수 연계 내배수시설의 성능 개선 및 설계 선진화 기술을 시범 지역에 적용하여 개발된 기술을 보완	
4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략 및 체계	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 - 1단계(1~3차년도, 36개월): 요소기술 개발 • 국내외에서 개발된 개별 요소기술을 분석하여 요소기술 개발방향을 정립하고 실증 연구 및 실용화를 위한 기반 수립 • 관련 국내외 설계 및 평가 지침, 가이드라인, 기준 분석 • 프로그램 개발, 수리실험 및 수치해석을 통한 요소기술 개발 • 시범사업 추진 및 시범 시스템 구축 운영을 통한 실용화 자료 수집 및 분석 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 요소기술 실증 및 실용화 • 프로그램 매뉴얼 및 가이드라인 작성 • 개발 기술의 실용화 및 기술이전 추진 • 시범시공 및 시범 시스템 운영을 통한 신규 개발 요소기술의 적용성 검증 및 보완 ○ 중앙 및 지방 정부의 내배수시설 관리자 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 시범 사업 및 시범 시스템 구축을 중심으로 기술 실용화 추진 - 산학연 전문가의 연구 참여를 통해 연구성과의 원활한 현장 적용 및 이전을 추진 - 시설 운영자의 현장 요구 사항을 연구 개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 국내외 전문가 자문단 운영 및 내·외부 전문가 의견 수렴
5. 최종 성과물	
☐ 주요 최종 성과물	○ 침수위험지역 내수배제계획 수립 기법 개발 - 최적조합을 통한 홍수 방어 능력 평가 및 수리학적 침수위험 저감 효과 분석 프로그램, 침수위험지역 내수배제 계획 수립 매뉴얼 ○ 내외수연계 내배수시설 배수효율 향상 기술 개발 - 빗물펌프장 성능 평가 및 고효율 소형화 설계 가이드라인, 외수위 고려 내배수시설 배수능력 평가 및 통합 설계 가이드라인 ○ 우수관거 시스템 저류능력 증대 기술 개발 - 우수관거 저류능력 평가 가이드라인, 우수관거 연계 저류 시스템 설계 가이드라인, 우수관거 설계 가이드라인(보완) ○ 현장적용 2건, 지적재산권 13권, 학술논문 24편
6. 기대효과 및 파급효과	
○ 기술적 기대효과 - 내배수시설을 연계한 본류 치수 효과 및 내수침수방지 효과 극대화 - 빗물펌프장 내수 배제 능력 증대, 내수배제시설 효율 증대 및 시설물 이용 내수침수 방어 능력 극대화, 우수관거를 이용한 치수 능력 확보	

○ 사회·경제적 기대효과 - 내배수시설 설계 기술의 국내 브랜드화 및 국외 수출 - 기존 시스템 활용 및 시설 운영 최적화를 통한 국가 예산 절감	
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구기간 : 5년 ○ 총 정부출연금 : 20.1억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조성 가능
8. 기 타	○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 빗물펌프장 고도화기술 연구에 있어서 최근 연구를 선도하고 있는 일본 토목연구소(PWRI)와 국제 협력 수행(공동연구 또는 전문가 자문)

연구과제명	내외수 연계 내배수시설 최적운영 기술
1. 연구개발 목표	○ 내수침수 저감을 위한 내외수 연계 기반기술 ○ 내외수 수위차를 고려한 내배수시설 최적운영기술 ○ 외수위 저감을 위한 내배수시설 최적운영기술 ○ 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영기술 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영시스템 적용기술
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	☐ 연구개발의 필요성 ○ 도시유역에서 발생하는 홍수는 인명 및 재산뿐만 아니라 사회기반 시설에 대한 피해를 급증시키고 있기 때문에, 이를 효과적으로 방어할 수 있는 구조적, 비구조적 내배수 홍수방어 대책의 수립이 시급한 실정임 ○ 그러나 기존 유하시설 위주의 대책은 하류에서의 더 큰 홍수를 발생시킬 위험이 있음 ○ 따라서 구조적인 대책과 더불어 집중호우에 대비할 수 있도록 각 시설물의 기능 및 경제성을 최대로 하며 방재성능을 향상시킬 수 있는 비구조적인 대책이 동시에 수립되어야 함. ○ 기존 대책의 또 다른 문제는 현재의 대책 및 연구들은 내외수를 별도로 구분하여 운영하고 있다는데 있음 ○ 제내지에서의 방류량이 외수의 수위 변화와 밀접한 연관이 있음

	며, 반대로 외수의 수위가 내수의 배출가능 여부에 직접적인 영향을 미치기 때문에 효율적인 내수침수 방어를 위해서는 내외수를 연계한 운영이 필수적임
☐ 기술동향	○ 미국과 EU, 일본 등 선진국의 전통적인 홍수방어 전략은 우리나라와 마찬가지로 하천, 하수도 등 개별적인 구조적 대책이 주류를 이루고 있으나, 지난 2000년대 이후 유역차원의 홍수대책과 지속가능개발이 강조되면서 비구조적 홍수방어 및 내외수 연계 홍수방어 개념이 도입되고 있음 ○ 국토해양부(2008)는 “도시침수피해 방지를 위한 효율적 실행방안 연구”에서 침수피해가 큰 도시하천을 대상으로 침수피해를 방지할 수 있는 실행방안 제시에 관한 연구를 수행 ○ 주요 선진국을 비롯한 국내연구의 경우 내수침수저감을 위한 다양한 시스템이 구축되어 있으나, 내외수를 연계한 최적운영시스템은 현재 개발 및 운영되고 있지 않은 것으로 나타남
3. 연구개발 내용	
☐ 연구내용	○ 내수침수 저감을 위한 내외수 연계 기반기술 - 기존 외수운영 현황 조사 - 상류지역 수문특성에 따른 내배수시스템 운영반영기술 - 내외수 연계운영에 따른 내수침수 위험 저감 정량화 기술 - 각 내배수시설의 운영에 필요한 외수위 변화 최적 예측기간 결정기술 - 초단기 및 단기 외수위 변화 예측기술 ○ 내외수 수위차를 고려한 내배수시설 최적운영기술 - 외수위 변화를 고려한 빗물펌프장 최적운영 기술 - 외수위 변화를 고려한 지류하천 수문(배수문, 배수통관) 최적운영 기술 - 외수위 변화를 고려한 저류지 최적운영 기술 ○ 외수위 저감을 위한 내배수시설 최적운영기술 - 시나리오별 유출유량 변화에 따른 하천수위 변화 분석기술 - 빗물펌프장, 수문 및 저류시설 운영에 따른 본류수위 변화 분석기술 - 외수위 저감을 위한 빗물펌프장, 수문 및 저류시설 최적 운영기술 ○ 내외수를 연계한 내배수시설 최적운영기술 - 빗물펌프장, 수문 및 저류시설 연계운영에 따른 내수침수위험 저감 정량화 기술 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 프로토타입 개발 - 기존 내외수 관리 시스템과의 연계방안 구축 - lab test를 통한 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 적용 및 효과 분석 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영시스템 적용기술 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템의 현장 적용 및 문제점 확인 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개선 및 보완 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 활용기술 개발 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 운영 매뉴얼 작성

4. 연구개발 추진방법	
☐ 추진전략	○ 실용화를 목표로 성과중심의 기술개발 추진 - 실용화에 필수적인 기초 및 원천기술개발을 병행 추진하되, 그동안의 기술개발 결과의 활용방안 강구 ○ 시범유역을 선정하여 사업을 추진하고, 기술개발결과는 실수요기관에 이관하여 전국규모의 사업으로 확대 유도(단계별, 수계별 사업 확장) ○ 분야별 세부핵심기술의 연계성을 극대화하여 궁극적 목표 달성 ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 - 1단계(1-3차년도, 36개월) : 핵심요소기술 개발 • 기존에 국내외에서 개발된 개별기술을 분석·발전시키고 표준화. • 국내외 연구개발 사례 및 분석기술, 각종 설계지침 및 기준 분석 • S/W 개발을 위한 요소설계기술 개발 - 2단계(4-5차년도, 24개월) : 실증연구 및 실용화 • 개발된 요소기술의 현장적용을 통한 적용성 검증 • S/W활용을 위한 매뉴얼 작성 • 개발된 기술의 실용화 및 기술이전 추진 ○ 정부 및 연구소/기관, 지자체 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 - 시범유역을 대상으로 기술의 실용화 검증 추진 - 산학연 전문가가 연구에 직접 참여하여, 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 ○ 관련분야 전문가 자문 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 과업 종료 후 사업성과의 실용화를 효율적으로 추진하기 위하여 정부, 홍수재해연구기관, 대학의 연구소 및 연구실, 산업계의 협동체제를 구축 ○ 관련분야의 인력양성 및 산업육성과 연계하여 극대화
☐ 추진체계	○ 산학연 공동연구를 통한 첨단기술의 융·복합 실현 ○ 최종 수요자(정부, 지방자치단체, 민간) 요구 분석 및 산업계를 중심으로 실용화 달성
5. 최종 성과물	
☐ 주요 최종 성과물	○ 내외수 연계 내배수시설 운영 기반기술 - 내수 운영에 따른 외수위 변화 예측 가이드라인 - 외수 운영에 따른 내수침수 위험 예측 가이드라인 - 내외수 연계 최적운영시스템 활용 매뉴얼 ○ 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템 개발 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 매뉴얼 - 내외수 연계 내배수시설 최적운영 시스템

6. 기대효과 및 파급효과	○ 기술적 기대효과 - 내배수시설의 연계 및 최적운동을 통한 내수침수 지연 및 치수능력 확보로 내수침수저감능력의 비약적 증가 및 내수침수 방어 능력 극대화 - 내외수 연계운영에 따른 본류 수위 상승 억제로 하류 홍수부담 경감 ○ 사회·경제적 기대효과 - 내외수 연계 침수저감관련 세계선도 기술 확보 및 국내 브랜드화를 통한 국외 수출 - 기존 내배수 시스템을 활용한 내수침수 저감기술의 개발로 예산 중복투자 방지 및 국가 예산 절감
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구기간 : 5년 ○ 총 정부출연금 : 25억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조성 가능
8. 기 타	○ 본 과제는 실용화 및 현장적용 수행이 가능해야하며, 시범 도시하천유역에 기술적용을 통한 정량적인 모니터링 결과가 도출되어야 함 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 과제제안요구서(RFP) 및 상세 기획 연구보고서를 참조하여 작성 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위내에서 편성 ○ 기업참여시 기업부담금은 “건설교통기술개발사업운영규정”에 따르며 추가 부담 가능

제 2절 평가기준 설정

평가 기준	세 부 항 목	배점
연구개발 목표 (20점)	○ 최종목표 및 연차별 달성 목표의 명확성- 타당성	10
	○ 연차별 성과지표의 목표 적정성	5
	○ RFP 연구목표와의 부합성	5
연구개발 내용 (20점)	○ 연구개발 내용의 목표실현 가능성	15
	○ 연구개발 내용의 독창성 및 차별성	5
추진전략 및 계획 (25점)	○ 시범유역 확보의 가능성 및 구체성	15
	○ 연구추진 전략 및 체계의 적정성 (관련 전문기관이 각 세부별로 참여하는지 평가) (실용화를 위한 연구추진 체계의 적정성)	5
	○ 연구기간 및 연구개발비의 적절성	5
국제공동연구 (5점)	○ 국제공동연구 또는 국외 전문가 활용계획의 적정성	5
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성 가능성 (25점)	○ 연구성과물의 활용계획 및 방안의 구체성	15
	○ 연구성과물의 기대효과 (정책적, 사회적, 경제적 파급효과)	10
연구진 구성의 전문성 (5점)	○ 연구진의 전문성 및 구성의 적정성	5

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.