

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 개발 기획”과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2014. 6. 25.

한국건설기술연구원
원 장 우 효 섭

연구책임자 : 김 원 연구위원
연구원 : 이두한 연구위원
연구원 : 강준구 연구위원
연구원 : 장일한 수석연구원
연구원 : 김형준 전임연구원

요약문

I. 과제명

- 신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 개발 기획

1. 기획연구의 배경

- 기후변화로 인하여 계획홍수량을 초과하는 이상홍수가 빈발하고 있으며 집중강우 발생 횟수의 증가로 인한 홍수로 인해 하천변 침수피해가 증가하고 인명 및 재산피해 급증, 태풍 및 호우로 인한 재산피해 증가하고 있음
- 제방을 축조하여 홍수피해를 저감시키는 노력은 지속적으로 수행되었으나, 축조재료인 흙의 성질을 개선하기 위한 노력은 매우 미흡하며, 신소재를 이용하여 제방의 세굴이나 붕괴를 방지할 수 있는 기술은 개발되지 못한 상황
- 기존 호안은 호안 자체의 유실, 배면 토사의 흡출 등으로 인해 제방의 안전성을 완벽하게 보호하지는 못하는 실정, 콘크리트, 철근 등 자연친화적인지 않은 재료의 사용으로 인해 하천의 자연성 회복에 걸림돌로 작용
- 홍수에 의해 쉽게 무너지는 흙제방의 단점을 해결하고, 기존 콘크리트 호안의 비환경성을 해결할 수 있는 친환경 신소재를 의한 제방보강기술 개발 필요

1. 연구과제의 비전 및 목표

가. 비전

- 홍수에 강하고 자연친화적인 하천제방 구축

나. 전략목표

- 바이오 신소재를 활용한 제방내구성 향상기술 및 제방축조 기법 개발
- CO₂ 배출량 5kg/m²이하의 바이오 신소재를 활용하여 허용유속 5m/s 이상, 허용소류력 30~40kg/m²을 구현할 수 있는 친환경 제방축조 및 보수보강 기술 개발
- 4차년도인 2018년부터 하천환경과 유사한 실규모 실험을 통하여 신소재 활용기술 적용성 및 실용성 검증

- 2020년까지 신소재를 활용한 제방 축조 및 보강기술 현장 적용을 통하여 제방 피해 복구비용 50% 절감 목표
- 2020년 이후 제방붕괴로 인하여 발생하는 홍수피해 50% 저감 목표

II. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

가. 바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발

- 기존 기술의 단점으로 지적되고 있는 산분해 및 환경교란 문제로부터 자유로운 친환경 흙 보강 신재료의 개발
- 제방의 특성상 높은 수압과 유속 조건에서도 유실되지 않고 강도와 내구성을 유지할 수 있는 지반 보강 신재료 개발
- 제방 및 호안 보강/보호 효과가 있으면서 식생과의 상호작용으로 인해 제방 표면의 식생을 조기에 활착시키고 성장을 촉진할 수 있는 신소재와 그 활용 기술 개발
- 제방 표면토의 침식제어 및 보호를 위한 투수율 저감 기법이 필요함. 녹생토 기법 등 기존의 식생 기법은 그 영향깊이가 얕아서 한계점이 있음. 친환경적으로 제방 표면 보호를 할 수 있는 기술
- 특히 식용이 가능한 안전한 토양 박테리아와 그 부산물을 이용한 투수율 저감 및 침식 억제 기술

나. 친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발

- 하천의 환경과 어울리며 기존 생태계에 영향을 미치지 않는 바이오 신소재를 이용하여 피복을 보강하여 기존 침식대응을 위하여 활용되고 있는 호안을 대체 하고 제방의 내구성을 향상시킬 수 있는 기법 개발
- 하천의 생태적 기능을 회복하기 위하여 신소재 적용구간의 최대화하기 위하여 하천제방 내구성을 극대화할 수 있는 제방보강 공법 개발
- 설계홍수량을 상회하는 홍수가 발생하는 경우에도 제방이 붕괴되지 않도록 내구성을 향상시키는 기술
- 재료적인 측면에서 변화하는 환경 및 생태적 요구를 반영하여 하천환경 및 생태를 고려한 제방축조에 대한 새로운 지침수립

다. 신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술

- 국내의 하천분야에서 다양한 신공법 및 신기술에 대한 성능 우수성, 현장 적용성 검증기법 개발
- 개발된 공법을 실무에 적용하기 위해서는 설계, 시공, 유지관리의 표준
- 현장 적용에 따른 문제점을 파악하고 개선하기 위해서는 시험시공에 의해 설계, 시공, 유지관리의 전과정을 시험수행하고 피드백을 통해서 현장 적용성 향상 연구

2. 기술의 필요성

- 4대강살리기 사업 이후 하천에 대한 국민적 관심이 높아지고 있으나 제방 사면 등의 유실로 인한 문제가 지속적으로 발생하고 있음
- 하천의 환경 및 생태적인 기능에 대한 사회적 요구가 높아지고 있으므로 신소재를 이용하여 제방의 안정성을 향상시키고 하천의 생태적 기능을 복원하는 노력 필요
- 신소재를 이용한 제방성능 개선 기술은 국내에서 최초로 시도하는 연구개발사업이며, 개발성과의 적용성을 검증하기 위하여 현장 적용이 필요한 연구이므로 사기업이 단독적으로 연구개발 역량을 투입하기는 어려운 분야임
- 친환경 재료를 이용한 제방 침식 저항 및 식생 증진 기술 개발은 향후 국내 뿐만 아니라 해외 건설 시장 진출을 위한 기술기반 확보 필요

III. 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국내 기술동향 및 환경 분석

- 재료 자체에 대한 논문 또는 재료와 흙을 혼합한 경우에 대한 사전타당성 검토 측면의 연구들이 주를 이루고 있음
- 실대형 규모의 현장 적용 사례는 보고 되어 있지 않아, 본 연구 추진 시 세계 최초로 바이오폐리의 현장 적용 사례가 될 것으로 기대됨
- 제방 내침식성에 대한 연구는 유수의 소류력으로부터 제방피복을 보호하는 보호공의 내구성 향상 또는 정량적 검증에 대한 연구가 주로 수행되고 있으며, 기존 활용되고 있는 재료에 대한 정량적 설계기법 개발에 대한 연구가 주를 이루고 있음
- 국내에서는 제방보호공의 안정성 검증을 위한 표준적인 시험 절차는 없으며 연

구자에 따라 다양한 방법을 제시하고 있어 안정성 검증 방법의 표준화에 의한 평가기법의 신뢰성 확보가 필요함

- 하천제방의 경우 지속적인 예산투자에도 불구하고 반복적인 피해가 발생하고 있으므로, 내구성과 친환경성을 동시에 만족시킬 수 있는 제방 축조 및 유지관리 기술 개발이 시급함
- 국외 건설시장 진출을 위해서는 고부가가치를 창출할 수 있는 원천기술의 개발이 필요하고, 세계적으로 환경 및 생태에 관한 관심도가 높아지고 있으므로 하천제방의 내구성을 향상시킴과 동시에 하천의 환경성 및 생태성을 증진할 수 있는 기술개발을 수행한다면, 관련 분야 선도기술로 자리매김할 수 있을 것으로 예측됨

2 국외 기술동향 및 환경 분석

- 특허동향조사 결과 세계적으로 현재까지는 제방 재료 및 시공방법 기술분야의 세부기술 중 기존 제방 시공방법(BB) 기술분야에 기술개발의 집중이 이루어지고 있으며, 나머지 세부기술 분야들은 격차가 큰 것으로 나타나, 시장 전체를 보았을 때 친환경 기술인 바이오 폴리머(AA), 친환경 소재(AB) 및 신소재를 이용한 시공방법(BA) 기술분야는 향후 친환경 기술에 대한 수요가 증가할 것을 감안할 때, 이 분야에 대한 연구 활동이 증가할 것으로 예상되나, 아직까지는 기존 시공방법(BB) 기술에 비해 공백 기술 영역으로 분석됨
- 국내연구와 마찬가지로, 국외의 제방 침식 대응연구는 보호공에 대한 연구가 주를 이루고 있으나, 생태적 기능을 동시에 만족할 수 있는 공법에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 것으로 판단됨
- 블록형 호안에 대해서는 항력 실험을 통해 안정성을 검토할 수 있으나, 세굴에 의한 안정성 시험 및 블록형이 아닌 표면 처리에 의한 보호공의 경우에는 미국에서는 ASTM(미국재료시험협회) 시험 기준에 의한 실규모 실험에 표준적인 방법이므로 이에 의한 기술 검증이 필요함

IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1. 연구개발과제의 구성

연구단	세부과제	단위과제
신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 개발	1세부 바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발	- 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발
		- 식생 생장 촉진 신재료 개발
		- 급속고결 흙 보강 기술 개발
		- 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발
	2세부 친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	- 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발
		- 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발
		- 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발
		- 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
	3세부 신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술	- 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용
		- 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용
		- 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가

2 세부과제별 최종성과물

세부과제	최종성과물
<p style="text-align: center;">1세부</p> <p style="text-align: center;">바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물에 녹지 않는 친환경 흡 보강 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 포화 상태 전단강도 50 kPa 이상, 수성신재료 - 흡 혼합물 개발 및 불투수/차폐 지반보강 기술·공법 ○ 식생 성장 촉진 200% 이상 향상 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 ○ 12시간 내 급속고결(목표강도 80%) 흡 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 초기 안정성 확보, 응급복구를 위한 급속고결 기술 ○ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 제방 표면토 내의 자생 박테리아를 직접 이용한 중장기적 성능 보강/유지 기술 - 현장발생토 80% 이상 활용하는 제방 구축 기술
<p style="text-align: center;">2세부</p> <p style="text-align: center;">친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 ○ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인 ○ 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인 ○ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 하천제방 설계 개발
<p style="text-align: center;">3세부</p> <p style="text-align: center;">신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 ○ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과 ○ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가 <ul style="list-style-type: none"> - 공법별 적용 모형 및 적용 지침

3. 소요연구비

가. 전체사업 소요예산

(단위 : 천원)

세부과제	단위과제명	정부	민간	합계
1세부	바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발	4,050,000	-	4,050,000
2세부	친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	3,450,000	-	3,450,000
3세부	신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술	2,500,000	-	2,500,000

나. 세부과제별 소요예산

(단위 : 천원)

세부과제	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계	
총괄	1,100,000	1,950,000	2,600,000	2,400,000	1,950,000	10,000,000	
1 세 부	1세세부	150,000	250,000	250,000	200,000	150,000	1,000,000
	2세세부	150,000	250,000	250,000	150,000	150,000	950,000
	3세세부	200,000	250,000	250,000	250,000	200,000	1,150,000
	4세세부	250,000	250,000	300,000	150,000	-	950,000
	계	750,000	1,000,000	1,050,000	750,000	500,000	4,050,000
2 세 부	1세세부	150,000	250,000	250,000	250,000	250,000	1,150,000
	2세세부	200,000	250,000	250,000	200,000	250,000	1,150,000
	3세세부	-	150,000	250,000	200,000	150,000	750,000
	4세세부	-	100,000	100,000	100,000	100,000	400,000
	계	350,000	750,000	850,000	750,000	750,000	3,450,000
3 세 부	1세세부	-	200,000	200,000	200,000	200,000	800,000
	2세세부	-	-	200,000	200,000	200,000	600,000
	3세세부	-	-	300,000	500,000	300,000	1,100,000
	계	0	200,000	700,000	900,000	700,000	2,500,000

V. 사전타당성 검토

- 현재 제방 구축 기술은 재료적 처리 없이 현장 흙을 일정 경사구배로 성토하는데 국한되고 있다. 이로 인해 많은 부지가 소요되고 제방 자체의 안정성이 저하되는 문제가 있음
- 현재 하천에 대한 접근성 및 활용성 증진에 대한 요구가 증가하고 있으며, 하천 친수시설에 대한 수요가 높아지고 있는 상황에서 기존 기술을 대체하여 친환경성 및 생태성을 증진시킬 수 있는 바이오소재를 이용한 하천시설구축기술 개발 필요
- 연구 지원을 통해 개발될 친환경 신소재 재료는 국내 시장 뿐만 아니라 해외 시장으로의 진출이 가능하기 때문에 친환경 건설 분야에 대한 국가 브랜드 이미지 제고에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨
- 제방 구축뿐만 아니라 친환경 바이오 계열 신소재의 개발을 통해 다양한 형태로 해외 건설 시장에 진출하여 막대한 이익을 창출할 수 있을 것으로 평가됨. 특히 연간 4억 달러에 이를 것으로 기대되는 동남아 물관리 사업에 참여 시 1% 기술 진출로도 400만 달러 경제적 성과 기대
- 바이오 신소재는 미생물 균주와 그 관련 부산물 모두를 지적재산권화 할 수 있는 기술로써 도용이 어려운 고부가가치 상품이 될 가능성이 높음. 신소재 개발을 통한 기술이전, 로열티 등으로 많은 경제적 이익 창출이 가능함.
- 바이오 신재료를 이용한 건설 기술 선점을 통해 재료-지반 융합 연구에 대한 국내·외 기술 우선 순위 선점과 후속 연구의 활발한 추진 기대.
- 국토교통부의 수자원분야 예산 중 상당부분이 제방유지관리 및 신설에 투입되고 있으며, 매년 반복되는 홍수피해복구비를 절감시키기 위하여 기존 제방을 유지관리하고 보수·보강하여 성능을 향상시키는 기술을 개발하여 적용함으로써 국가건설예산 절감 가능
- 하천에 활용되고 있는 각종 독성재료를 대체할 수 있는 재료를 활용하여 하천 시설을 구축함으로써 제방의 환경성 및 친환경성을 증진시킴으로써 녹조, 환경오염에 대한 자정능력 증대로 피해복구비용 절감
- 하천제방 보수보강을 위하여 신소재를 적용하는 첫 연구로서 관련 연구분야를 개척하고 선도함으로써, 신수종 연구를 통한 하천시설 관리기술 향상

목 차

요약문	I
제 1장 서론	1
제 1절 과제의의 목적	1
제 2절 과제의 필요성	2
제 2장 국내외 동향 및 환경 분석	5
제 1절 국내 정책동향	5
1. 국내 법 현황	5
2. 국외 법 현황	10
3. 제방관련 국가연구개발사업 동향 및 투자현황	12
제 2절 국내외 시장현황 및 전망	16
1. 국내 시장현황 및 전망	16
2. 국외 시장현황 및 전망	19
제 3절 기술동향분석	22
1. 제방붕괴 사례 분석	22
2. 국내외 기술동향	25
3. 특허동향	33
4. 논문동향분석	43
제 4절 연구개발 인프라 분석	50
1. 국내외 주요 관련 기관/업체	50
2. 관련 국내외 전문가	53
3. 관련분야 국내연구 인프라 및 기술 수준	53
4. 국내외 최고 기술보유 업체/(연구)기관 현황	4
5. 제방관련 기술수준 분석	57
제 5절 동향분석을 통한 시사점 제시	59
1. 국내외 정책 및 시장분석을 통한 시사점	59
2. 기술개발 동향 및 인프라 분석을 통한 시사점	59
3. 정책/시장/인프라 등의 현황 분석에 기반한 SWOT 분석	6
4. 기존 기술과의 차별성을 고려한 성능목표	62
5. 기술개발 방향 설정	67

제 3장 연구개발과제 구성 및 추진전략	86
제 1절 비전 및 목표	68
1. 비전	68
2. 전략목표	68
3. 단계별 목표	70
제 2절 기술개발에 따른 미래상	71
1. 현황 및 미래상	71
2. 기술개발 전략 및 효과	72
제 3절 연구개발 후보과제 도출	74
1. 기술수요 조사	74
2. 연구개발 후보과제 도출	78
3. 후보과제 우선순위 평가	105
4. 대상 후보과제 경제적 타당성 분석	111
제 4절 연구개발과제 구성	113
제 5절 세부과제별 주요내용 및 추진전략	114
1. 1세부과제	114
2. 2세부과제	122
3. 3세부과제	130
4. 연구과제 전체 TRM	137
제 6절 성과의 활용방안	138
제 7절 세부과제 간 연계관계	139
제 8절 연구추진체계 제안	141
제 4장 사전타당성 검토	143
제 1절 정책적 타당성 검토	143
제 2절 기술적 타당성 검토	144
제 3절 경제적 타당성 검토	145
제 4절 기술개발 필요성	146
제 5절 정부지원 타당성	147
제 5장 인력투입계획 및 소요예산 산정	148
제 1절 연구일정에 따른 인력투입 계획	148
제 2절 세부과제별 소요예산	149
제 3절 상세연구비 산정	150

제 6장 과제 제안요구서	18
제 1절 연구단 RFP	158
제 2절 세부과제 RFP	163
제 3절 세세부과제 RFP	175
제 4절 평가기준 설정	205
참고문헌	206

제 1장 서론

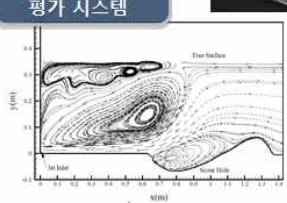
제 1절 과제의의 목적

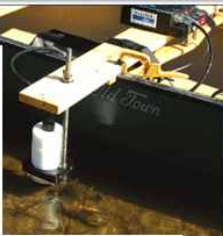
○ 홍수에 의해 쉽게 무너지는 흙제방의 단점을 해결하고, 기존 콘크리트 호안의 비환경성을 해결할 수 있는 친환경 신소재에 의한 제방보강기술 개발을 위한 연구 기획

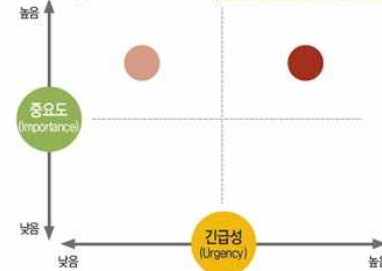
- 살아있는 미생물 또는 박테리아와 같은 바이오기반의 재료를 이용하여 기존의 제방축조 및 보호재료인 흙, 시멘트 모르타르의 기능을 대체할 수 있는 신재료 개발
- 제방 붕괴, 월류 등으로 인해 발생하는 홍수피해의 근원적 방지를 위해 신소재를 활용한 제방 보강 기술 개발
- 기존 콘크리트, 사석, 철망 등 자연과 어울리지 제방 호안 재료를 대체할 수 있는 친환경 신소재를 활용한 호안 기술 개발
- 홍수시 빠른 유속으로 인한 세굴, 월류시 제방 유실 등을 방지할 수 있는 신소재 활용 기술 개발
- 평상시 저수하안 등의 세굴을 방지하면서도 식생 등의 활착이 가능한 신소재 기술 개발 등을 위해 필요한 구체적인 추진 전략 수립, 수요조사, 연구성과 달성 방안 및 추진계획 등을 수립하기 위한 기획

현장 평가 및 선제대응 결정

탄성파 기반 침식량 평가 시스템









신소재 맞춤형 제방 축조 공법


현장 신소재 시공 공법 예시



성능 검증 및 유지관리



(녹생토 시공 사례)



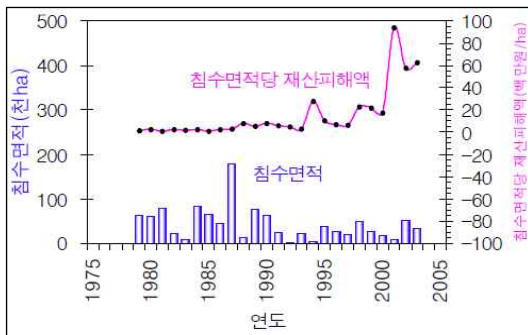
(시공 후 붕괴원 사례)

유지관리 중요성 예시

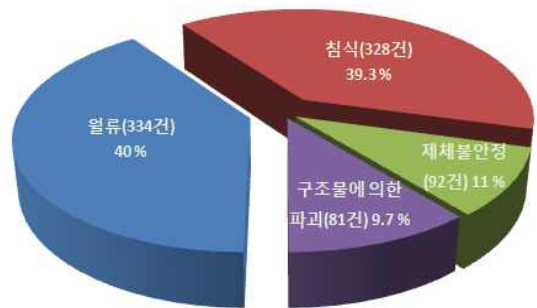
<신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 축조 기술 개발 기획>

과제의 필요성

- 기후변화로 인하여 계획홍수량을 초과하는 이상홍수가 빈발하고 있으며 시간당 50 mm를 초과하는 집중강우 발생 횟수의 증가로 인한 홍수로 인해 하천변 침수피해가 증가하고 인명 및 재산피해 급증, 태풍 및 호우로 인한 연평균 1조 8천억원의 재산피해 발생
- 1987년부터 2006년까지 발생한 홍수피해 중 제방피해사례를 조사·분석한 결과, 총 835건의 제방피해가 발생하였으며 제방에 피해를 발생시키는 원인별 분석에 의하면 월류(40%), 침식(39.3%), 제체 불안정(11%), 구조물(9.7%)로 나타남
→ 제방 붕괴를 방지할 수 있는 신기술 개발 시급



<연간 홍수피해액>



<제방붕괴원인 통계>

- 홍수피해로부터 제내지를 보호하는 가장 중요한 수단인 제방은 2010년말 현재 31,229km(국가, 지방하천) 축조되어 있으나, 제방 안정성을 향상 시킬 수 있는 근본적인 대안이 마련되지 않아 제방붕괴로 인한 홍수피해가 지속적으로 발생
- 2006년 안양천 제방이 붕괴되어 주택, 상가, 공장 등 700여곳 침수, 1,000명의 이재민과 26.5억원의 재산피해 발생
- 2012년 태풍 산바로 인하여 270 mm의 강우가 발생하여 감천과 양곡천 합류부 제방 50 m 유실, 160가구 주택, 600가구 공동주택, 40 ha 농경지 등 침수 370명 이재민 발생
- 2009년부터 2012년까지 하천제방이 붕괴한 곳은 484개소이며 제방복구를 위하여 400억원 이상의 예산이 소요됨

<과거 제방붕괴 피해 현황 및 복구비(2009~2012년)>

년도	개소수	구간(m)	복구비(천원)
2009	181	1,990,450	17,937,919
2010	235	48,597	17,717,717
2011	54	5,559	3,252,303
2012	14	1,809	1,842,385



안양천 제방 유실



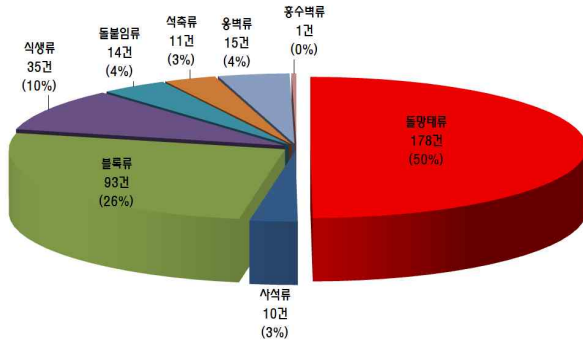
제방붕괴에 의한 침수



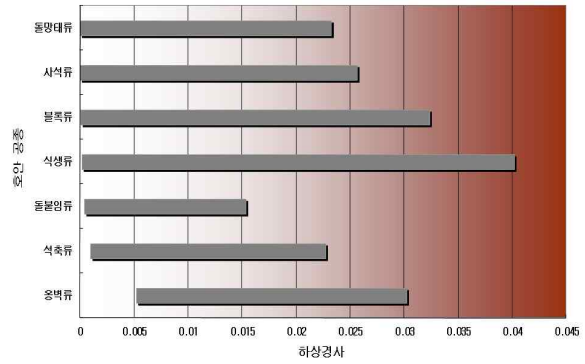
제방도로 유실

<홍수시 유실된 제방>

- 제방을 축조하여 홍수피해를 저감시키는 노력은 지속적으로 수행되었으나, 축조 재료인 흙의 성질을 개선하기 위한 노력은 매우 미흡하며, 신소재를 이용하여 제방의 세굴이나 붕괴를 방지할 수 있는 기술은 개발되지 못한 상황
- 4대강살리기 사업 이후 하천에 대한 국민적 관심이 높아지고 있으나 제방 사면 등의 유실로 인한 문제가 지속적으로 발생하고 있으며, 하천의 환경 및 생태적인 기능에 대한 사회적 요구가 높아지고 있으므로 신소재를 이용하여 제방의 안정성을 향상시키고 하천의 생태적 기능을 복원하는 노력 필요
- 하천의 흐름에 의해 발생하는 제방의 침식으로 발생하는 붕괴를 방지하기 위하여 제방의 앞비탈에 호안을 설치하고 있으며, 호안의 재료로는 주로 사석, 돌망태 및 시멘트 블록 등이 활용되고 있음
- 국내 국가하천 및 지방하천에 설치된 호안 설계자료(2002~2005) 440건 검토결과, 돌망태류(50%)와 콘크리트 블록류(26%)가 약 80%를 차지하고 있어 친환경적인 측면에 한계가 있음
- 기존 호안은 호안 자체의 유실, 배면 토사의 흡출 등으로 인해 제방의 안전성을 완벽하게 보호하지는 못하는 실정, 콘크리트, 철근 등 자연친화적인지 않은 재료의 사용으로 인해 하천의 자연성 회복에 걸림돌로 작용



<호안공 설치분포>



<호안공종별 하상경사 분포>

- 친환경 재료를 이용한 제방 침식 저항 및 식생 증진 기술 개발은 향후 국내 뿐만 아니라 해외 건설 시장 진출에 있어 매우 유용
- 하천제방의 안정성을 향상시킴으로써 국민의 생명과 재산을 보호하며 공공시설 물로서 하천환경과 생태에 영향을 미치는 제방축조재료 성능개선에 대한 노력은 사적 영역에서 이루어질 수 있는 것이 아닌 공공 영역의 몫
- 특히, 기후변화에 따른 홍수량의 증가로 하천에서 발생하는 유수에 의한 외력은 증가하고 있으므로 이와 관련된 시설기준을 개선하고 정부정책으로 도입하기 위해서는 정부 지원 필요
- 신소재를 이용한 제방성능 개선 기술은 국내에서 최초로 시도하는 연구개발사업이며, 개발성과의 적용성을 검증하기 위하여 현장 적용이 필요한 연구이므로 사기업이 단독적으로 연구개발 역량을 투입하기는 어려운 분야임
- 신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 기술을 현장적용하기 위해서는 국토교통부와 지방 자치단체의 협조가 필요하므로 안전하고 효과적인 현장적용 구간을 선정하기 위하여 정부 차원의 지원 필요

제 2장 국내외 동향 및 환경 분석

제 1절 국내 정책동향

1. 국내 법 현황

가. 하천법 및 시행령

- 하천법(법제처, 2014)은 하천사용의 이익을 증진하고 하천을 자연친화적으로 정비·보전하며 하천의 유수(流水)로 인한 피해를 예방하기 위하여 하천의 지정·관리·사용 및 보전 등에 관한 사항을 규정함으로써 하천을 적정하게 관리하고 공공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 함
- 하천법에서 “하천”이라 함은 지표면에 내린 빗물 등이 모여 흐르는 물길로서 공공의 이해에 밀접한 관계가 있어 국가하천 또는 지방하천으로 지정된 것을 말하며, 하천구역과 하천시설 포함
- “하천시설”이라 함은 하천의 기능을 보전하고 효용을 증진하며 홍수피해를 줄이기 위하여 설치하는 제방·호안(護岸)·수제(水制) 등 물길의 안정을 위한 시설
- 하천공사와 하천의 유지·보수는 이 법에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 하천관리청이 시행, 국가하천의 유지·보수는 홍수로 인한 재해의 방지와 수자원의 효율적인 운영을 위하여 국토교통부장관이 고시하는 국가하천의 시설 및 구간을 제외하고 시·도지사가 시행
- 하천법에 따라 하천관리청은 매년 5월 말까지 1. 제방·호안(湖岸) 등의 유지 상태, 2. 제방에 딸린 수문 등 공작물의 정비상태에 대한 점검을 실시하고 필요한 조치를 하여야 함

나. 소하천정비법 및 시행령

- 소하천정비법(법제처, 2013)은 소하천(小河川)의 정비·이용·관리 및 보전에 관한 사항을 규정함으로써 재해를 예방하고 생활환경을 개선하는 데에 이바지
- 소하천의 관리청은 매년 4월 30일까지 1. 제방·호안(護岸) 등의 유지 상태, 2. 제방에 설치된 수문 등 인공구조물의 관리 상태 점검을 실시하고, 그 점검 결과에 따라 필요한 조치하고 매년 6월 30일까지 점검 사항과 조치 결과를 안전행정부령으로 정하는 바에 따라 소방방재청장에게 제출하여야 함
- 제21조(소하천 재해경감 등을 위한 연구개발사업의 육성) 소방방재청장, 시·도

지사 및 관리청은 법 제26조의3제2항에 따라 재해경감을 위한 소하천구역, 소하천부속물 및 소하천 주변시설·연계시설의 유지·관리 또는 정비 방안에 관하여 연구 및 개발을 수행하는 자에게 연구비 등을 지원할 수 있음

다. 시설물의 안전관리에 관한 특별법 및 시행령

- 시설물의 안전관리에 관한 특별법(법제처, 2014)은 시설물의 안전점검과 적절한 유지관리를 통하여 재해와 재난을 예방하고 시설물의 효용을 증진시킴으로써 공중(公衆)의 안전을 확보하고 나아가 국민의 복리증진에 기여함 목적
- 시설물의 안전관리에 관한 특별법에서 "시설물"이란 건설공사를 통하여 만들어진 구조물과 그 부대시설로서 1종 시설물 및 2종 시설물을 말함, "1종 시설물"이란 교량·터널·항만·댐·건축물 등 공중의 이용편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나 구조상 유지관리에 고도의 기술이 필요하다고 인정하여 대통령령으로 정하는 시설물로서 하천제방은 1종 시설물에 해당함
- 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의하여 하천제방은 안전점검 및 정밀안전진단, 안전조치 등을 시행해야 하며 시설물의 안전 및 유지관리, 그와 관련된 기술의 연구·개발·보급 등의 업무를 한국시설안전공단에서 담당함

라. 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 및 시행령

- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(법제처, 2014)은 국토의 이용·개발과 보전을 위한 계획의 수립 및 집행 등에 필요한 사항을 정하여 공공복리를 증진시키고 국민의 삶의 질을 향상시키는 것을 목적으로 함
- 하천제방은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에서 정의하는 하천·유수지(遊水池)·방화설비 등 방재시설로서 "기반시설"에 해당함
- 하천은 자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역으로서 자연환경보전지역에 해당
- 하천은 용도지구 구분으로서 방재지구에 해당하며, 시가지방재지구는 건축물·인구가 밀집되어 있는 지역으로서 시설 개선 등을 통하여 재해 예방이 필요한 지구이며, 자연방재지구는 토지의 이용도가 낮은 해안변, 하천변, 급경사지 주변 등의 지역으로서 건축 제한 등을 통하여 재해 예방이 필요한 지구임

마. 자연재해대책법 및 시행령

- 자연재해대책법(법제처, 2014)은 태풍, 홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터

국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산과 주요 기간시설(基幹施設)을 보호하기 위하여 자연재해의 예방·복구 및 그 밖의 대책에 관하여 필요한 사항을 규정함

- 자연재해대책법(법제처, 2014)에서 "수방기준"(水防基準)이란 풍수해로부터 시설물의 수해 내구성(耐久性)을 강화하고 지하 공간의 침수를 방지하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장 또는 소방방재청장이 정하는 기준
- 자연재해대책법(법제처, 2014)에서 "방재기술"이란 자연재해의 예방·대비·대응·복구 및 기후변화에 신속하고 효율적인 대처를 통하여 인명과 재산 피해를 최소화시킬 수 있는 자연재해에 대한 예측·규명·저감·정보화 및 방재 관련 제품생산·제도·정책 등에 관한 모든 기술
- 자연재해대책법(법제처, 2014)에서 "방재산업"이란 방재시설의 설계·시공·제작·관리, 방재제품의 생산·유통, 이와 관련된 서비스의 제공, 그 밖에 자연재해의 예방·대비·대응·복구 및 기후변화 적응과 관련된 산업
- 소하천 부속물 중 제방은 제14조의3(방재시설에 대한 방재성능 평가 등) ① 법제16조의3제1항에서 "대통령령으로 정하는 방재시설"에 해당함
- 하천시설 중 제방과 소하천 부속물 중 제방은 수해내구성 강화를 위하여 수방기준을 제정하여야 하는 시설물

바. 하천설계기준

- 하천설계기준(한국수자원학회, 2009)은 1980년 제정되어 국내 하천관련 기술지침서로 사용되고 있으며, 1998년, 2000년, 2002년, 2005년 및 2009년 개정 등을 통하여 기존 기술의 미비한 점을 보완하여 자연친화적인 설계기준으로 변모하고 있음
- 하천설계기준에서 정의하는 제방의 재료는 일반적으로 흙이며, 재료의 취득성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 선정하도록 하고 있으며 다음과 같은 특성을 지녀야 함
 - ① 재료의 확보가 용이
 - ② 노화현상이 일어나지 않을 것
 - ③ 부등침하가 일어나기 쉽지만 연속된 구조물이기 때문에 복구가 용이
 - ④ 기초지반과 융합이 잘 됨
 - ⑤ 장래에 확장이 용이
 - ⑥ 경제성

- 일반 도로와 달리 흙의 전단강도 측면 뿐 만 아니라, 침투방지를 위하여 투수특성을 충분히 고려한 재료를 활용하여야 하며, 제방 재료의 투수성은 투수계수 k 가 10^{-3} cm/s 이하가 되도록 권장
- 하상재료를 제체재료로 활용하는 것은 원칙적으로 금지, 부득이한 경우 하상재료 채취에 따른 하상변동, 평형하상경사 변화, 하천 생태계 영향 등 고려, 제방 강화공법 또는 하상토 안정처리공법 등을 선정하여 제방안정에 대한 신뢰성 향상 필요
- 제방설계는 하도와 제내지 상황, 사회 경제적 여건, 하천환경, 축제재료 및 원지반 상태 등을 종합적으로 고려하여 제방단면을 결정한 후 결정된 단면에 대해 안정계산을 실시하여 최종단면 결정
- 안정성이 확보되지 못한 경우, 제방 단면의 제원을 수정하여 필요한 안정성이 확보될 수 있도록 하여야 하며 수리학적 및 토질공학적 안정성 검토를 통하여 제방의 침식, 제체의 침투 및 활동에 대한 제방강화 형태 선정
- 제방의 비탈경사는 1V:3H 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 하며, 제방의 지반, 토질조건, 홍수지속시간 등을 고려한 안정성을 반드시 검토하여야 함
- 제방의 파괴는 월류, 세굴, 누수, 비탈면활동, 침하 등에 의하여 발생할 수 있으며, 제방 설계시 반드시 누수, 비탈면활동 및 침하에 대한 안정성 검토를 수행하여야 하며, 제방의 침식을 방지하는 호안은 별도의 장을 두어 세부적인 설계 기준을 제시하고 있음

사. 하천 유지·보수 매뉴얼

- 하천 유지·보수 매뉴얼(국토해양부, 2012)은 하천제방을 관리하는 국토교통부의 실무자의 업무수행을 위하여 제작된 지침서로서, 현장에서 구체적인 실무요령 제시
- 제방기능저하는 강우 및 홍수 시 제체의 습윤건조, 침투수압, 유로형성 등의 반복으로 비탈면 표면식생의 박리 및 탈락, 강도저하, 투수계수 증대, 함몰 등의 결과로 제방비탈면 손상 및 붕괴 발생
- 일반적인 제방은 월류, 제체침하, 활동, 누수, 세굴 및 침식, 제체의 훼손, 수목의 식당 등을 점검하도록 규정하였으며, 특수제방의 경우, 침하, 기울어짐 및 전도, 기초부 세굴, 구조물 파손 등을 종합적으로 감시하도록 함
- 시설 제방은 대부분 과거 피해 상황에 따라 보축, 확폭 등 보수·보강공사가 되풀이 된 결과이므로, 제방 현 단면을 유지하는 것이 보수·보강의 기본

- 홍수, 고조 등의 자연현상은 갑자기 발생할 수 있으므로 수위변화 등 외력에 대한 안전 확보가 필요하여 치수능력이 유지되어야 함
- 제방은 신설 및 기설제방의 보축, 과거 누수, 파이핑, 히빙, 침하, 활동 등의 발생구간, 구조물 인접제방 등 취약지점을 고려하여 유지·보수 수행
- 제방손상은 제방붕괴의 직접적인 원인이 되기 때문에 체계적인 점검계획을 세우고 주기적으로 점검 실시하여 보수·보강조치 수행
- 제방의 점검시 다음과 같은 지역이 누수가 발생하기 쉬우므로 일상감시 및 탐문조사를 실시하여 적절한 공법에 의해 방지대책 실시
 - ① 제방이 항상 습한 곳
 - ② 제방의 원지반이 투수층인 곳
 - ③ 제체토질이 불균일하고 불량한 곳
 - ④ 제체가 건조 또는 지진 등에 의해 균열이 있는 곳
 - ⑤ 제체가 다른 곳보다 단면이 작은 곳
 - ⑥ 고수부지부의 표토가 유실된 곳
 - ⑦ 제내지 비탈기슭 부근에서 골재채취 등 굴착을 실시한 곳
 - ⑧ 저수로가 제방에 접근해 있는 곳
 - ⑨ 제내지 지반이 하상보다 낮고 습한 곳
 - ⑩ 제방축조위치가 과거 하도 또는 붕괴 장소였던 곳
 - ⑪ 배수문, 배수관 등 제방횡단시설이 가까이 있는 곳
 - ⑫ 수목(교목)의 뿌리에 의한 제체파괴가 발생한 곳
 - ⑬ 두더지, 들쥐 등의 혈거 동물이 서식하고 있는 곳
- 제체의 세굴 상황을 점검시 다음과 같은 사항을 고려함
 - ① 최근의 골재채취 등의 하상굴착이 있는 부분은 하안이나 제방비탈면에 대한 영향을 고려
 - ② 하안의 침식이나 하상의 국부세굴 등을 점검하여 제체 세굴 가능성을 예견
 - ③ 제방과 교량, 낙차공, 수문 등의 각종 하천구조물의 접속부는 그 기능 및 재료가 상이하여 홍수에 취약하므로 구조물 상·하류의 와류 등에 의한 세굴 여부 점검
 - ④ 과거의 하천 유로 변경사항, 과거피해자료, 탐문조사 등을 통하여 기초누수에 대한 취약지점 파악

2. 국외 법 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 적합하게 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 하천

관리제도 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 경제손실, 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. 제방관련 국가연구개발사업 동향 및 투자현황

가. 정부의 지원정책 현황

- 국토교통부 수자원국 주요정책방향은 홍수, 가뭄 등 기후변화 대응능력 강화를 위하여, 홍수에 안전하고 맑은 물과 수려한 경관 및 생태계가 살아 숨 쉬는 건강한 하천 조성 추진
- 국가 및 지방하천을 치수·이수·환경·문화 등을 종합적으로 고려한 하천정비 사업을 시행하고 이를 위하여 지속적으로 국가재정 투입 및 지원
- 현재 시행하고 있는 주요 하천정비사업으로는 국가하천을 정비하는 '국가하천 정비사업', 국가하천 본류와 주요 지방하천을 일괄하여 정비하는 '수계치수사업', 지방하천을 종합적으로 정비하는 '지방하천정비사업', 32개 댐 직하류 구간을 정비하는 '댐직하류하천정비사업'과 '치수연구개발'사업 등이 있음
- 국가하천에 대해서도 제방축조 후 장기간이 경과되어 제방 및 수문 등 시설물이 노후 되었거나 과거 하상토사용 또는 충분한 제방단면 미확보 등으로 안전성이 미흡한 취약제방의 보수·보강과 동시에 이수·치수·환경·문화·친수 등 하천의 생태적 기능을 고려한 복합적·종합적인 하천정비사업도 지속적인 추진
- 지자체의 예산부족으로 하천정비율(제방정비완료구간 57.6%)이 저조한 지방하천을 지속적으로 정비하고, 수해상습지역개선·하도준설, 생태계보전사업 등에 지원하고 있으나 지자체의 재정상태, 하천기본계획 수립 및 제방축조 미흡 등을 감안할 때 지속적인 지원
- 지속적인 재정투입과 노력으로 홍수피해는 점차 감소하는 추세이나 아직도 취약한 부분이 많은 실정이고 기후변화에 선제적 대응 및 홍수로부터 국민의 생명과 재산을 보호하며 경쟁력 있고 품격 있는 친환경 국토를 조성하기 위하여 지속적으로 예방적 투자와 관리가 필요

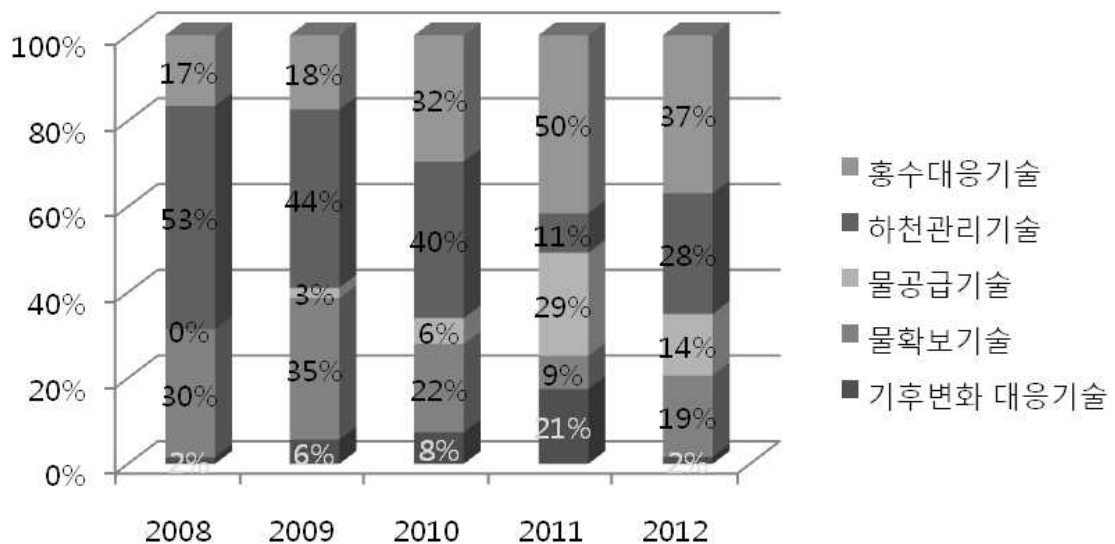
나. 연구개발사업 투자현황

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

<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%	-



다. 국토교통부 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

라. 최근 4년간 전국 하천 피해액과 정부지원 예산 현황

- 최근 4년간 하천피해액과 정비사업에 대한 정부지원예산을 추계하여 대비해 보면, 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)

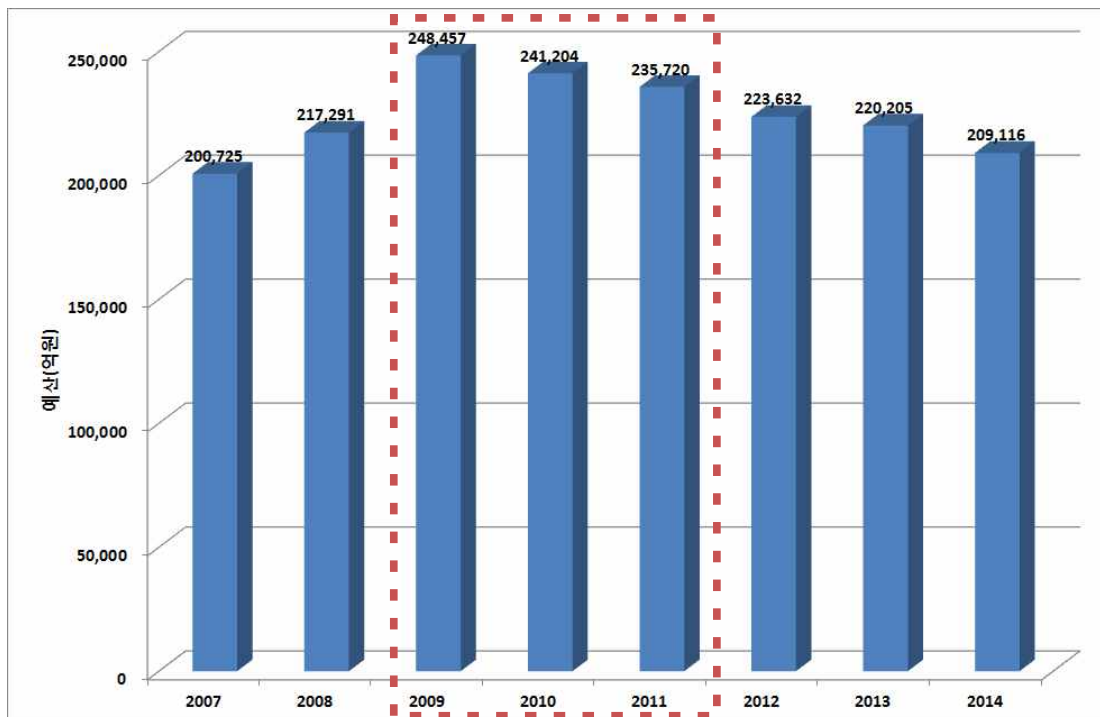
단위사업	구분	2008	2009	2010	2011	2012	합계
국가하천	피해액	0	96	0	44.8	-	54.4 (1.44%)
	정부지원	-	11,810.0	35,940.0	37,470.0	13,389.3	98,609.3 (68.83%)
지방하천	피해액	527	496.7	322.6	1,165.4	-	2,037.4 (54.11%)
	정부지원	-	10,730.0	8,433.7	7,520.0	965.1	36,334.5 (25.36%)
소하천	피해액	91.2	431.1	272.9	878.1	-	1,673.3 (44.44%)
	정부지원	-	1,909.0	2,071.7	2,071.7	2,268.6	8,320.9 (5.81%)
합 계	피해액	143.9	937.4	595.5	2,088.2	-	3,765.1 (100%)
	정부지원	-	24,449.0	46,445.4	47,061.7	25,308.7	143,264.7 (100%)

제 2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황 및 전망

- 국내 건설사업 담당하는 국토교통부의 예산은 매년 20조원 이상이 편성되고 있으며, 4대강 살리기 사업이 계획 및 실시된 기간인 2009년부터 2011년까지 3개년 동안의 예산은 평균 24조원이 집행되었음(국토해양부, 2012;국토교통부, 2013; 국토교통부, 2014)

4대강살리기 사업 계획 및 실시기간(평균 24조원)

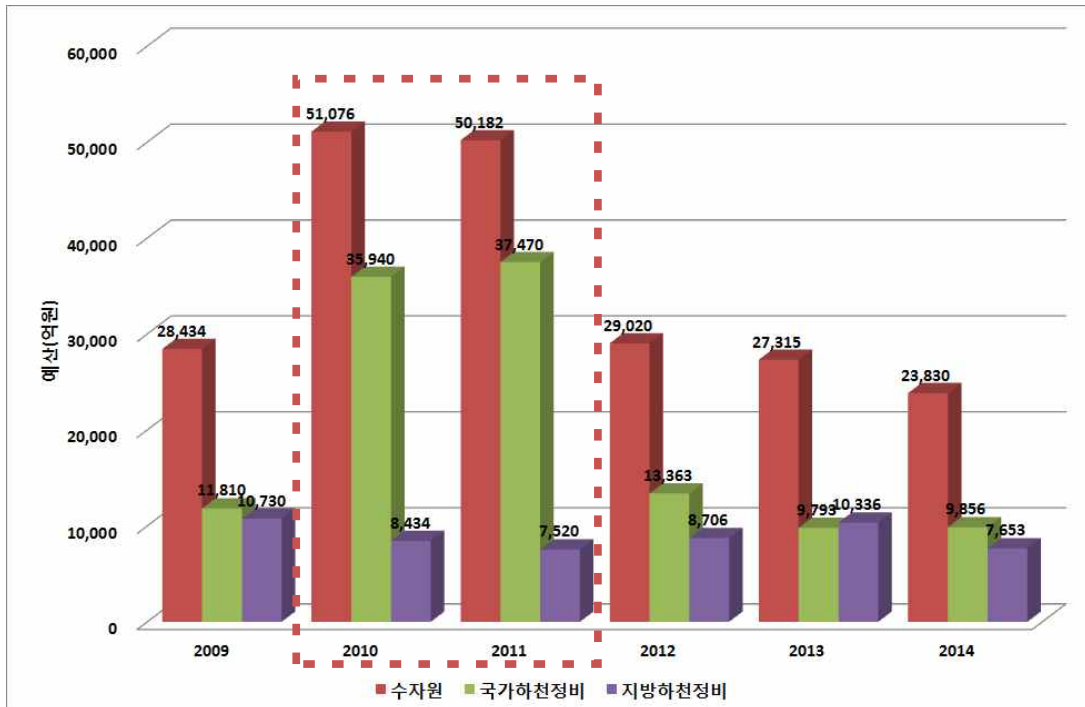


<국토교통예산 현황>

- 국토교통부의 예산 중, 수자원 분야의 예산은 2014년 2조3830억원이며, 4대강 사업이 실시된 2010년과 2011년 연간 5조원이 넘는 예산이 집행되었음
- 수자원 분야의 예산은 ①지류하천 정비, 중소댐 건설 및 기존댐 안전도 제고, 상수도 확충, 지하수자원 확보 등 인프라 확충을 통해 기후변화 대응능력 제고, ②이용 수요가 높거나 복개·훼손된 하천은 국민들의 생태휴식공간으로 조성하고 강 주변지역의 체계적 관리·개발 유도에 활용되고 있음
- 국가 및 지방하천 정비에 투자되는 비용은 수자원 분야 예산의 80%에 해당하

며, 하천정비사업, 하천유지보수, 댐직하류 정비 등에 활용되고 있음

- 이외에도 댐건설 및 치수능력 증대를 위하여 4천억원 이상의 예산이 매년 집행되고 있음

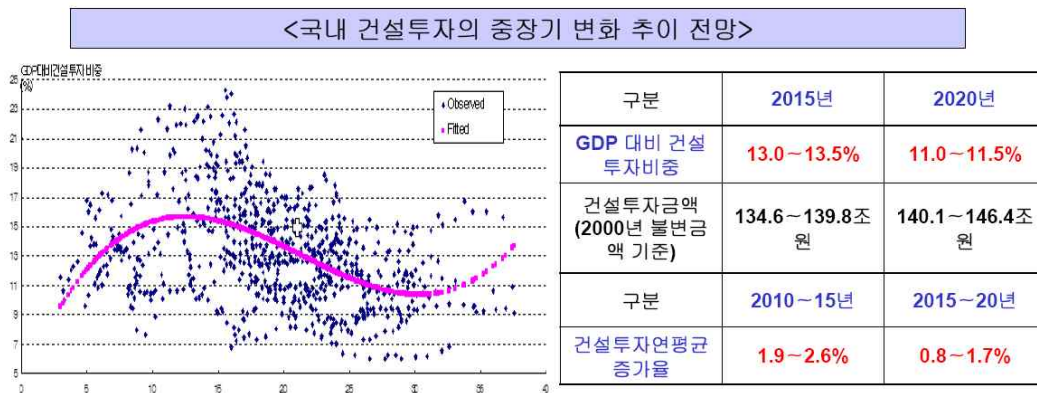


<국토교통예산 중 수자원분야 예산 현황>

- 과거 치수기능 중심의 하천정비로 생태·수질·친수 등 하천의 다른 기능에 대한 고려가 상대적으로 미흡
 - 직강화 하천의 홍수 가중 우려에 대한 지속적인 문제 제기와 복개로 인한 수질악화 등 환경기능의 복원에 대한 자각이 확산
 - 소득수준 향상을 바탕으로 친수기능에 대한 국민 관심과 요구 급증
- 경제발전 및 삶의 질 향상으로 하천을 다양한 문화·생태·레저공간으로 활용하고자 하는 국민 요구가 급증
 - 과거 하천부지의 무리한 개발과 주차장의 설치, 비닐하우스 등 부적절한 하천이용에 대한 개선 요구 증가
 - 한편, 문화, 역사, 레저, 경관 등 다양한 하천 기능에 대한 관심과 수요 증대로 다양한 하천기능을 고려한 복합정비 필요

구 분	일반회계				
	국가하천정비지원			지방하천정비지원	
	국가하천 정비	치수 연구개발	댐직하류 하천정비	수계치수	지방하천 정비
대 상	국가하천 분류 중 4대강살리기 사업을 제외 한 하천	하천법상 각종 계획수립 및 연구· 기초조사	수공관리 다목적댐과 용수전용댐 직하류(국가· 지방하천)	국가하천 분류에 직접 유입되는 주요 지천 (지방하천)	지방하천중 수해상습 국가·지방 하천 하도준설
사업량	하천정비 2,570km	1식	하천정비 82km	하천정비 2,963km	하천정비 11,302km
사업비 (억원)			1,800	57,417	
■ '11(까지)	(34,910)	(2,168)	(900)	(54,474)	(45,817)
■ '12예산	4,030	373	200	1,000	7,706
■ 장 래		-	700	1,943	-
사업기간	계 속	계 속	'07~'15	'89~'13	계 속
사업주체	국 가	국 가	국가	국 가	지자체
재 원	전액국고	전액국고	국 고 60% 수 공 40%	전액국고	국 고 60% 지방비 40%

- 국내 건설시장은 2015년 13% 소폭 초과, 2020년 11% 소폭 초과 전망됨
- 2015년 이후 빠른 속도로 기술 성숙기에 진입, 2020년 이후에는 선진국형 건설 시장으로 변모할 것으로 기대됨(한국건설산업연구원, 2009)
- 선진국형 변화된 건설시장은 도심재생, 재개발/재건축, 리모델링 및 SOC 시설 유지보수 등이 증가할 것으로 예상됨



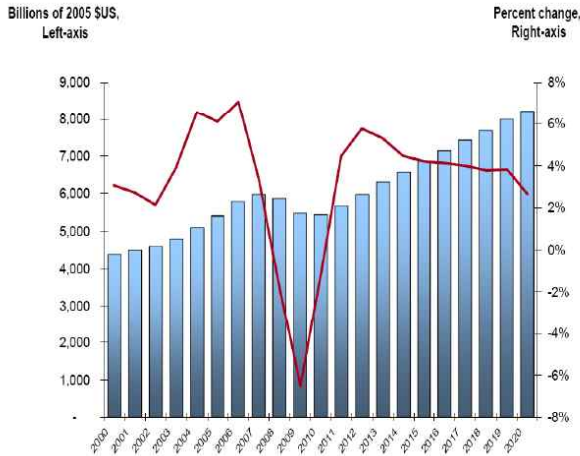
<국내 건설투자 변화 전망>

- 현 정부는 창조경제에 발맞추어 건설의 전 분야에 걸쳐 IT기술을 폭 넓게 접목하고, 신규 국내 프로젝트로는 국토개발, 안전/방재 등 삶의 질 개선을 위한 프로젝트로 제한하고 있음
 - ① 건설 프로젝트의 경우 전통적 토건사업에서 융복합 사업으로 진화
 - ② 국내시장 중심에서 벗어나 해외 시장 진출 확대를 유도
 - ③ 지금까지 Hard(시공) 중심으로 발전해 상대적으로 취약한 건설업의 Soft(ENG, 건설관리, IT 등) 부분을 강화
 - ④ 경제 민주화에 발맞추어 적정가격 확보 및 중소/약자 중심의 거래관계 개선에 중점을 둔 건설계약제도로 개선하고자 하는 방향을 제시
- 국내 건설시장의 현황을 분석한 결과, 성장위주의 건설기술에서 도심재생, 기존 SOC 시설의 유지보수, 친환경/생태 시설의 보완 등에 대한 시장으로 변모할 것으로 판단됨
- 국토교통 예산 중 연간 2조원 이상의 금액이 수자원 분야에 투자되고 있으며 이중 상당 부분이 하천제방의 신설 및 유지보수에 투입되고 있음
- 선진국형 건설시장으로 변화할 것으로 예상되는 국내시장에 적정기술을 적용하기 위해서는 하천제방에 대한 친환경/생태 기술이 개발되어야 하며, 기존 제방의 유지보수 및 보강을 통한 하천제방 관련 예산 절감이 필요할 것으로 예측됨
- 국가정책방향인 창조경제 실현을 위하여 건설분야 전반에 걸친 융복합 연구 수행을 통한 기술개발을 수행하고 연구결과를 중소기업 이전을 이루어 상대적으로 취약한 국내건설분야의 원천기술 확보가 필요함

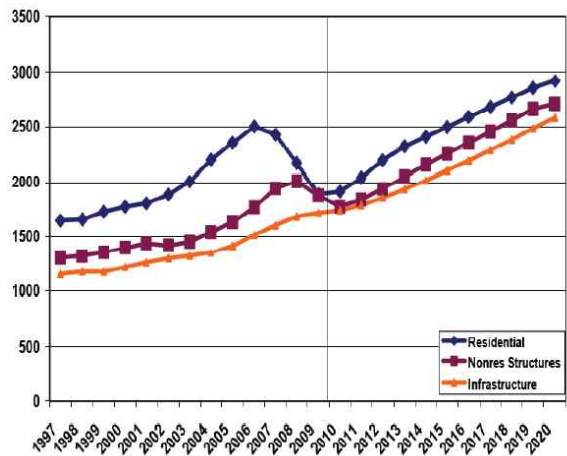
2. 국외 시장현황 및 전망

- 세계 경제는 아시아를 중심으로 한 빠른 성장과 미국과 유럽의 느린 경제성장으로 이분화되며, 유럽위기 등에도 불구하고 세계경기 회복은 지속될 전망
- 아시아 국가들이(특히, 중국과 인도) 세계 경제성장의 중요한 역할을 할 전망
- 세계 건설시장은 2008부터 2010년까지 3년 동안 침체를 겪었으나 2011년부터 회복되고 있음(GS건설경제연구소, 2011)
- 주거용 시설 건설시장은 국제경제의 영향을 받아 감소하다 다시 재증가하는 경향을 나타내지만, 인프라시설의 건설시장은 국제경제변화에 영향을 받지 않고 꾸준히 증가하는 추세

세계 건설시장 전망



부문별 건설시장 전망



<세계건설경기 전망>

해외건설 활성화 대책 ('10.1)

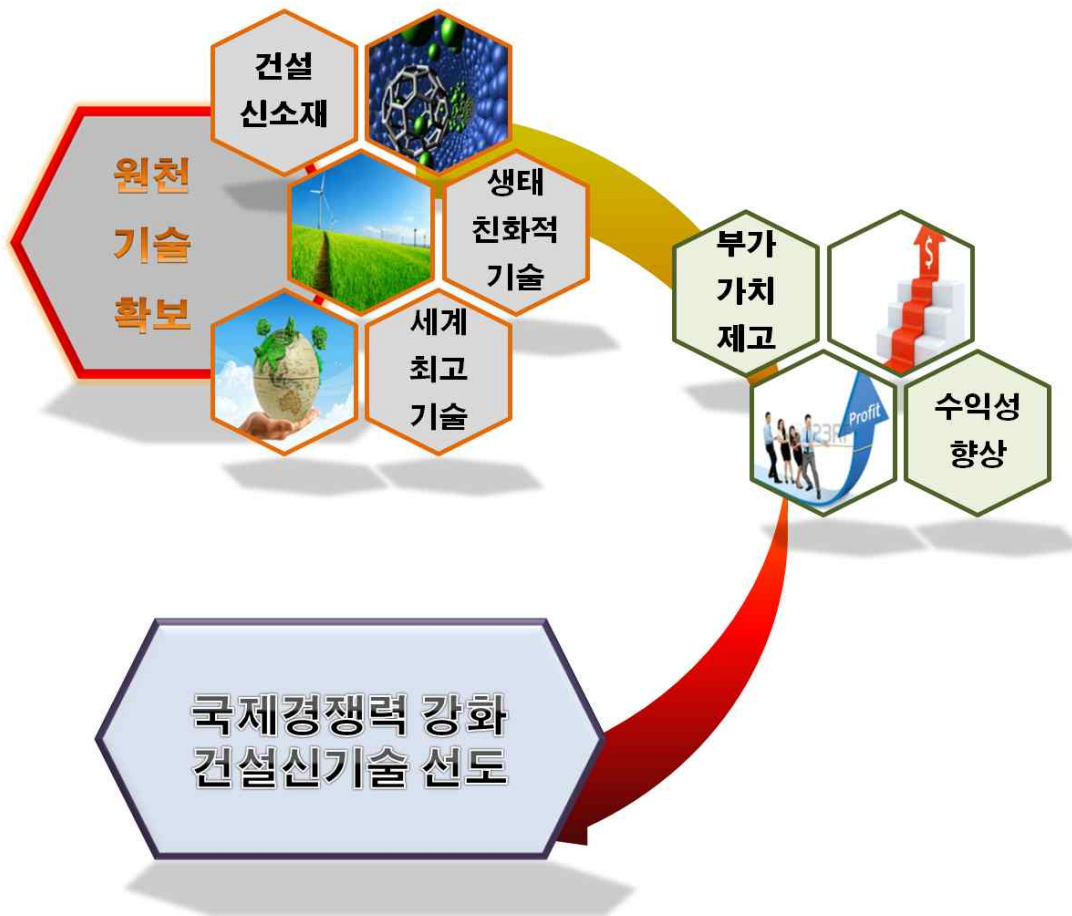
비전	세계 10대 해외건설 강국 진입	● 투자개발형 사업 확대	- 해외도시개발 참여 및 ITS, GIS 등 첨단기술 연계 수출
목표	2012년까지 수주액 700억불 및 시장점유율 5% 달성	- 해외철도건설 사업 적극 진출	- 투자개발형 사업추진 관련 해외건설추진법 개정('10.12월)
목표 수주액 (억불)	491 ('09) 600 ('10) 650 ('11) 700 ('12)	● 패키지형 전략 활용	- 대규모 프로젝트 수주를 위해 정부 주도로 중동, 아프리카 국가와 선제적·포괄적 패키지 사업추진
신시장/신상품 개발	수주지원 역량강화	- 경제사업개발계획 수립시 정부간 협의채널 통해 수요발급	- 정상회담시 대규모 프로젝트 수주와 연계한 합의안 도출도모
- 투자 개발형사업 확대	- 정부 수주지원 역량결집	● 금융지원 강화	- '12년까지 2조원 규모 글로벌인프라펀드 조성
- 패키지형 전략 활용	- 전문인력 집중육성	- 해외건설분야 금융지원 규모 확대 및 초대형 프로젝트 지원방안 마련(수은)	- 사업 초기부터 진행단계별 금융수요(대출·보증·출자 및 EDCF와의 협조용자 등)에 적합한 금융패키지 지원활성화
- 신시장 개척활동 강화	- 금융지원 강화		
- 전략적 R&D 추진	- 국외 인적 네트워크 강화		
국산 기자재 활용률 제고			

<국토교통부 해외건설 활성화 대책>

- 해외건설산업이 지속 성장의 중요한 동력으로 자리잡고 있으므로 세계시장 변화에 대응하여 수주 확대를 위한 국가적 역량 집중 계획
- 해외건설시장 상황과 국내 건설시장의 한계 인식에 따라 최근 정부는 해외건설에 대한 광범위한 지원책을 제시하였으며, 해외건설에 대한 금융 등 다양한 지원은 앞으로도 확대될 전망
- 한국 건설기술 해외진출을 위하여 다음과 같은 과제가 해결되어야 함
 - 수익성 위주의 수주 : 기자재 및 재료 구입을 위하여 많은 비용을 국외 기자재 및 재료를 활용하고 있으므로, 이를 절약할 수 있는

기술 필요

- 부가가치 제고 : 국내 건설기술 중 비교우위의 기술을 적극 활용하여 부가가치 창출
- 원천기술 확보 ; 국내 건설기술은 시공 및 관리 능력은 세계적 수준이지만, 사업의 기획, 기본설계와 기본 기술력 부족, 기술적 능력 확보를 통하여 경쟁력 강화 필요
- 국외 건설시장 전망을 분석한 결과, 경기회복에 따라서 지속적으로 건설시장 규모는 증가할 것으로 예측되며, 특히 SOC 분야의 경우 경제상황과 상관없이 안정적인 성장이 예상되고 있으므로 이에 대한 대비가 필요함
- 수자원 분야의 건설시장은 공공적인 특성이 강하고 국제경제 상황에 영향없이 지속적인 성장이 예상되고 있으나, 국제경쟁력을 갖춘 고수익을 창출할 수 있으며 부가가치를 향상시킬 수 있는 원천기술의 확보가 미흡한 것으로 판단됨



제 3절 기술동향분석

1. 제방붕괴 사례 분석

- 국내 하천제방의 내구성 향상 연구과제 도출을 위하여 1990년부터 최근까지 발생한 하천제방 붕괴사례를 조사하고 피해원인 분석
- 1990년 9월 한강 유역 일산제 붕괴
 - 중부지역에 발생한 집중호우로 행주대교 하류 1 km 지점 일산제 334 m 붕괴
 - 제방 안쪽 논의 5 cm 정도 구멍에서 물이 분출되는 것이 최초 목격된 이후, 2 시간 후 물구멍 1 m로 확대
 - 평사시 유수에 노출되지 않던 쥐구멍을 통하여 홍수피해 발생 시작
- 1999년 임진강 유역 제방 붕괴
 - 경기도 북부, 강원도 지역의 집중호우로 인해 임진강 유역 홍수위 상승
 - 계획홍수량을 상회하는 홍수발생으로 제방월류 발생, 와수천 신술교 주변 제방 150 m 유실
- 2000년 낙동강 유역 제방 붕괴
 - 8월 중부지방에서 시작되어 남부지방으로 이어진 지속적인 강우로 인하여 낙동강 유역 제방 다수 붕괴 발생
 - 황강 가현제, 신반천 광암제와 여배제, 남강 신소제와 백산제, 낙동강 부곡제, 봉산제 및 다산제, 화포천 제방 등이 붕괴되었으며, 붕괴 원인으로는 빗물펌프장 주변 하천시설물 접합부 제방 유실, 파이프 및 제체 슬라이딩으로 판별됨
- 2002년 태풍 루사에 의한 김천지역 제방 붕괴
 - 2002년 태풍 루사에 의하여 경상북도 김천시, 구미시 일원의 제방 4개소 붕괴
 - 주요 붕괴원인은 콘크리트 옹벽 제방과 흙 제방 연결부의 침식, 수충부에서 발생한 침식인 것으로 판단됨
- 2003년 태풍 매미에 의한 낙동강 유역 제방 붕괴
 - 2003년 태풍 매미에 의하여 경상남북도 하천의 다수 제방 붕괴 발생
 - 주요 붕괴원인은 콘크리트 옹벽 제방과 흙 제방 연결부의 침식, 수충부에서 발생한 침식인 것으로 판단됨
- 2011년 낙동강 상주보 하류제방 유실
 - 4대강 살리시 사업 중, 신규조성한 상주보 하류 제방 일부 유실
 - 사면보강이 완료되지 않은 상태에서 홍수기에 접어들어 유수에 의한 제방 유실 발생



<1990년 일산제 붕괴>



<2002년 김천 직지사천 제방 붕괴>



<2003년 낙동강 미천제 붕괴>



<2011년 낙동강 상주보 하루 재방 유실>



<1974년 多摩川 제방붕괴시 주택피해>

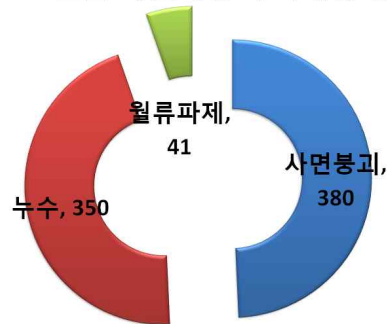


<1976년 長良川 제방붕괴>



<1986년 小具川 제방붕괴>

일본 하천제방의 피해형태



<본 제방 붕괴조사 분석 결과>



<2005년 허리케인 카트리나에 의한 제방 붕괴>



<2008년 홍수시 붕괴된 미시시피강 제방>

- 일본에서도 하천제방 붕괴에 의한 홍수가 다수 발생하였으며, 1986년부터 1991년까지 일본 하천제방의 피해원인에 대한 조사결과 대부분은 사면붕괴 및 누수로 나타남
 - 1974년 多摩川 제방붕괴, 1976년 長良川 제방붕괴, 1981년과 1986년의 小具川 제방붕괴 발생
 - 1986년부터 1991년까지 조사결과, 총 771건의 제방붕괴가 일본내에서 발생
 - 제방붕괴 원인 분석결과, 사면붕괴 49.3%, 누수 45.4%로 나타남
- 미국에서는 2005년 허리케인 카트리나(Katrina)에 의해 뉴올리언스시 인근 제방 다수 붕괴, 2008년 중부에 내린 폭우로 인하여 미시시피강 범람으로 중부지방의 제방 다수 붕괴
 - 2005년 8월 29일 허리케인 카트리나의 영향으로 Industrial Canal 제방 일부 붕괴, 0.9~3.0 m의 범람홍수 발생, 해수면보다 높은 Lake Ponchatrain의 영향으로 뉴올리언스시내 침수, 8월 30일 다른 운하인 London Avenue Canal의 제방 붕괴, 9월 4일 17th Street Canal 제방 붕괴, 최대 80일간 뉴올리언스시 침수
 - 2008년 6월 미중부 폭우로 인하여 미시시피강 제방 붕괴 다수 발생, 붕괴 및 월류에 의한 홍수 58개 지점 발생, 6억 USD 이상의 재산 피해 발생
- 국내외적으로 홍수에 의한 제방붕괴 반복적으로 발생, 제방 붕괴시 홍수피해 규모 증가로 제방에 대한 근본적인 대책 마련 시급
- 제방붕괴 원인을 조사한 국내외 자료를 분석한 결과, 사면 침식에 의한 제방붕괴가 가장 많이 발생하고 있으며, 국내에서는 월류에 의한 붕괴, 일본에서는 누수에 의한 제방피해가 높게 나타남, 미국의 경우 제방붕괴 원인에 대한 조사결과가 없으나, 과거 제방붕괴 사례를 살펴보면 사면침식이 제방붕괴의 주요원인으로 판단됨

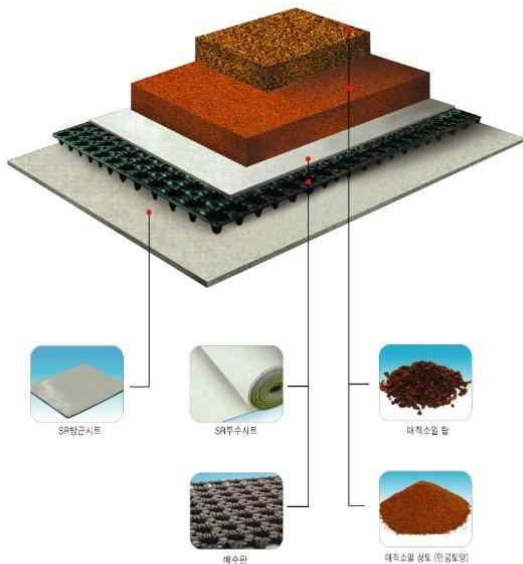
2. 국내외 기술동향

가. 건설분야 신소재 기술

- 신소재란 기존에 적용된 사례가 없는 원료를 다양하게 변화시켜 종래에 없던 새로운 성능, 용도를 가지게된 재료를 통칭함. 건설·토목 분야에서는 시대적 패러다임 변화로 인해 기존 재료들의 한계를 극복할 수 있는 신소재에 대한 수요 증가
- 기존 건설 분야에서는 주로 시멘트, 아크릴/물유리계 약액, 지반섬유(Geotextile) 등이 다양한 분야에 사용되고 있으나, 최근 친환경 기술의 중요성이 부각되면서 새로운 건설재료에 대한 수요로 인해 국내·외에서 다양한 기술들이 제시되고 있음

(1) 녹화용 인공토양

- 식물의 성장 촉진을 위해서는 공학적 관점에서 지반의 지지력을 확보함은 물론, 식물 뿌리가 잘 성장할 수 있는 공극률 및 흡습성 유지필요, 이를 위해 국내·외에서 녹화용 인공토양 개발 연구가 활발히 진행



(저관리) 경량형	혼합형	(관리)중량형
1. 토양층(배양층) 2. 습기유지층 3. 배수관(빗물저장층) 4. 보호직물층 5. 탐시트 방수층 6. 기초관넬 7. 단열층 8. 콘크리트 바닥	1. 토양층(배양층) 2. 습기유지층 3. 배수관(빗물저장층) 4. 40mm 자중보호층 5. 보호직물층 6. 탐시트 방수층 7. 기초관넬 8. 단열층 9. 콘크리트 바닥	1. 토양층(배양층) 2. 습기유지층 3. 배수관(빗물저장층) 4. 보호직물층 5. 40mm 자중보호층 6. 배수용 성형단열판 7. 탐시트 방수층 8. 기초관넬 9. 단열층 10. 콘크리트 바닥

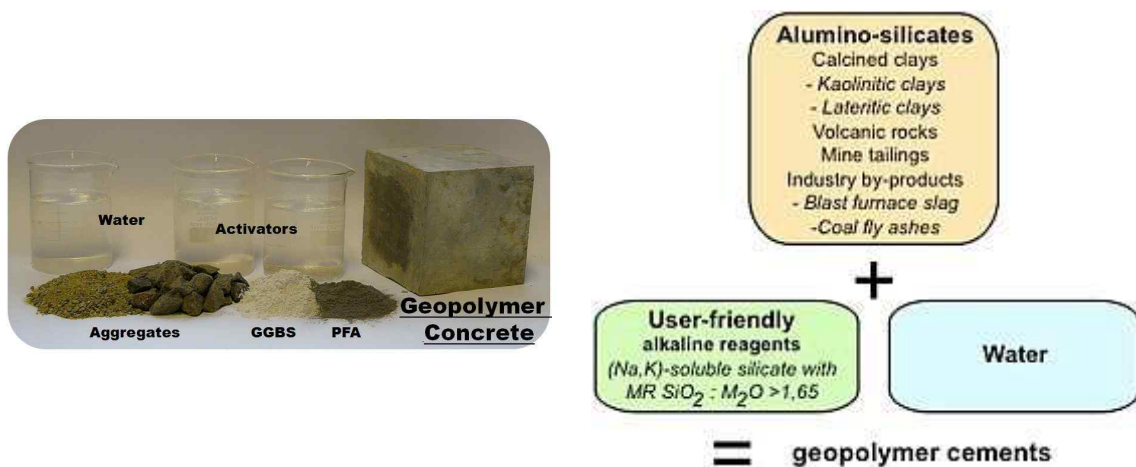
<녹화용 인공토양 기술>

- 하지만 녹화용 인공토양은 흙의 성질을 개량하기 보다는 구조적 설계 및 통기·통습능 향상을 위해 배수관 또는 직물층 등을 내부에 삽입하는 것에 국한

되고 있어, 지반 개량을 위해 신소재를 직접 적용했다고 보기 어려운 한계가 있으며, 시공이 매우 복잡하여 고가인 문제 있음

(2) 지오폐리머(Geopolymer)를 이용한 토양처리

- 산업화로 인해 철강, 화력발전소 등에서 저회(Bottom ash), 비회(fly ash) 등 다양한 산업부산물 발생, 기존에는 폐기물로 처리하여 전량 매립하였으나, 고로슬래그, Fly ash등이 포졸란 반응을 일으킴을 확인하여, 이를 이용하여 건설재료화 하는 연구들이 선진국들을 중심으로 진행 중
- 즉, 포졸란반응이란 고로슬래그, 플라이애쉬에 다량으로 포함된 유리질실리카(SiO_2) 또는 알루미나실리케이트($\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$)가 고 pH 상태에서 Ca^{2+} 이온과 결합하여 C-S-H crystal을 형성하는 반응으로써, 보통 시멘트 혼합물의 강도를 증진시키기 위해 적용되었다가, 최근에는 물유리 또는 알칼리활성화된 흙을 이용하여 직접 지오폐리머화(Geopolymerization)을 유도하는 연구가 진행 중



<Geopolymer 기술의 주요 구성 및 작용 원리>





- 하지만 지오폐리머 기술은 고평 조건에서만 반응하기 때문에, 지오폐리머 기술을 지반 개량에 적용할 시 높아지는 pH로 인해 흙 광물이 용해(dissolution)되는 문제와 더불어 식생 생장에 부정적인 요소로 작용

나. 지반개량기술

- 무너지지 않은 제방 구축을 위해서는 지반개량이 필수적, 기존 건설 분야에서의 주로 적용되어온 지반개량 기술들은 다음과 같음
 - 치환공법 : 지반의 일부/전부 제거한 후 양질의 토사로 치환, 비교적 단기간 내에 지반 개량

- 다짐공법 : 지중에 모래/쇄석의 다짐말뚝 이용 탈수 촉진, 진동기나 중량의 추 낙하시켜 다짐 효과
- 탈수공법 : 연약한 점성토 지반 중의 간극수를 탈수재 또는 발열재 이용 탈수 및 개량공법
- 고결공법 : 시멘트나 약액의 주입에 의해 지반의 불투수화 혹은 강도 증가
- 섬유 및 매트 : 섬유 및 매트 등을 이용하여 지반의 침하 및 활동에 저항



기존 지반개량공법

주요 기술	적용 지반	개요	한계 및 문제점	시공전경
치환 공법	점성토 유기질토	지반의 일부 또는 전부를 제거한 후 양질의 토사로 치환하여 비교적 단기간 내에 지반을 개량하는 공법	<ul style="list-style-type: none"> -양질의 토사 다량 필요 -근접 시공 등에서는 측방유동에 의한 시설물의 피해 발생 -굴착토 처리 문제 	
다짐 공법	사질토 점성토 유기질토	지중에 모래 또는 쇄석의 다짐말뚝을 만들어 탈수를 촉진하거나 진동기나 중량의 추를 낙하시켜 다짐 효과를 얻는 공법	<ul style="list-style-type: none"> -소음 문제 -타입 시 지반의 변위 및 융기 발생 -진동으로 감쇠가 큼 -비산먼지 발생 	
탈수 공법	사질토 점성토 유기질토	연약한 점성토 지반 중의 간극수를 탈수재 또는 발열하는 재(材)를 써서 탈수하여 강도 증가를 도모하는 개량공법	<ul style="list-style-type: none"> -타입 시 지반 교란 -굴착토 처리 문제 -수평력 작용 시 말뚝 파괴되고 배수 기능 저하 -장비중량이 커서 매우 연약한 지반에서는 시공이 어려움 	
고결 공법	사질토 점성토	시멘트나 약액의 주입에 의해 지반의 불투수화 혹은 강도 증가를 도모하는 개량공법	<ul style="list-style-type: none"> -화학적 재료의 이용으로 지반 오염 및 환경 생태계 교란 -고압분사로 지반융기와 변위 발생 -굴착토 처리 문제 	
섬유 및 매트	사질토 점성토 유기질토	섬유 및 매트 등을 이용하여 지반의 침하 및 활동에 저항하는 공법	<ul style="list-style-type: none"> -성토하중에 의해 국부적인 지반침하나 소성유동 발생가능 -접합부 시공구간은 인장력 발휘 시 취약부로 작용 -인공재료로 인한 지반 오염 	

다. 제방 침식 저항성 기술

- 하천의 유수에 의한 제방침식 안정성은 하도의 형상, 제방사면의 상황, 제방 인근의 홍수류의 흐름조건, 제방 본체를 보호하는 구조물의 종류 및 제방 토질 조건에 영향을 받음
- 제방을 유수에 의한 침식으로부터 보호하기 위해서는 호안공을 설치하며, 호안공으로는 사석, 블록, 돌망태 및 식생매트리스 등의 재료가 주로 활용되며 고강도의 내침식성을 요구하는 구간에서는 콘크리트 구조물을 이용하기도 함
- 홍수시 유수와 접하는 제방 고수부와 상시 유수와 인접하는 저수로의 호안 설계내구성은 서로 다르게 규정되며 재료 및 설치 위치에 따른 허용 유속 및 소류력은 다음의 표와 같음

	구분	목재 호안	석재 호안	망태 호안
고수 호안	시공 전경			
	허용 소류력	20~50 kg/m ²	30~60 kg/m ²	30~50 kg/m ²
	허용 유속	4.0~6.0 m/s	6.0~8.0 m/s	5.0~6.0 m/s

	구분	연결블록 호안	방틀 호안
저수 호안	시공 전경		
	허용 소류력	30~60 kg/m ²	60~200 kg/m ²
	허용 유속	7.0~8.0 m/s	5.0~8.0 m/s

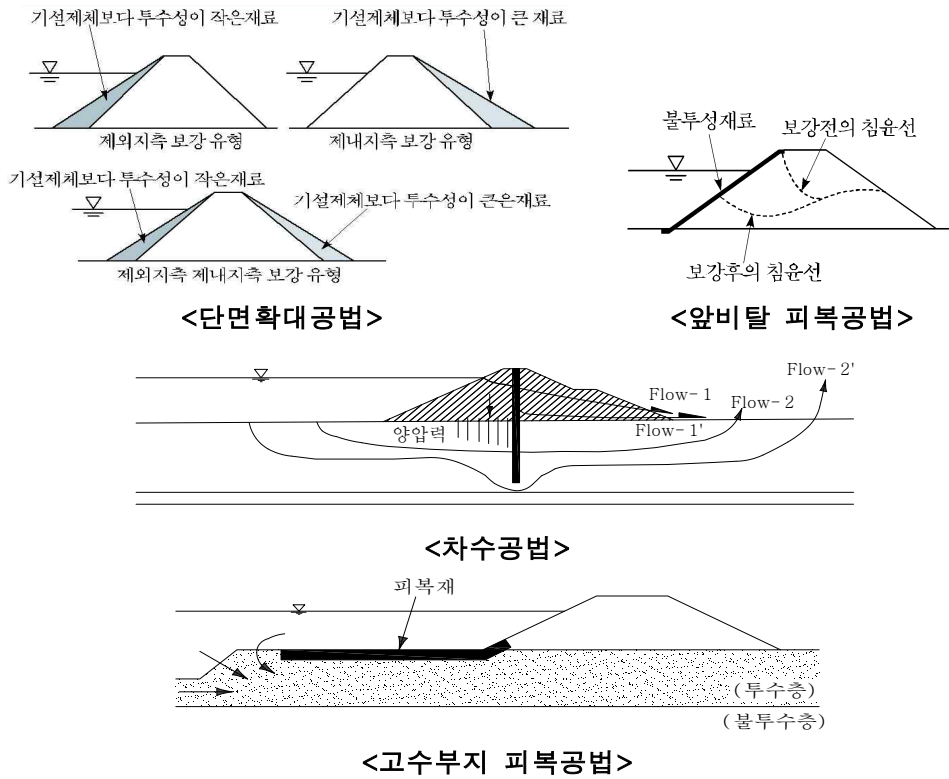
라. 제방보강기법 조사 및 분석

- 제방은 하천시설로서 유지관리 및 보수보강은 국토교통부에서 수립한 하천 유지·보수 매뉴얼(국토교통부, 2012)에 수록된 절차에 의하여 수행
- 하천의 제방은 기능에 따라서, 하도의 양안에 축조된 일반적인 형태의 본제, 본제가 파괴되었을 때를 대비하여 설치한 부제, 특정한 지역을 보호하기 위하여 주변을 둘러싼 윤중제, 하천의 합류점, 분류점, 하구 등에 흐름 방향 조정 및 퇴사를 억제하기 위하여 설치하는 도류제 등이 있음
- 제방기능저하는 강우 및 홍수 시 제체의 습윤건조, 침투수압, 유로형성 등의 반복으로 비탈면 표면식생의 박리 및 탈락, 강도저하, 투수계수 증대, 함몰 등의 결과를 초래하여 비탈면 손상 및 붕괴를 유발함
- 비탈면 손상은 제체표면에서 제체내로의 우수 및 하천수의 침투 유발, 제체 내 포화영역의 상승속도 및 높이 증가, 전단저항력 저하 등을 발생시켜 비탈면 붕괴위험도를 증가시킴

발생 위치	홍수기 전	홍수기 중	홍수기 후
제외 비탈면	<ul style="list-style-type: none"> ○ 잔디파손, 바퀴패임 ○ 비탈면 균열 ○ 언덕길/계단 설치부의 세굴 및 침식 ○ 두더지, 들쥐 등의 서식구멍 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈면 침식 및 균열 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈면의 침식 및 균열 ○ 비탈면 융기 ○ 호안/제방 경계면의 손상 및 복토 유실
독마루	<ul style="list-style-type: none"> ○ 균열 ○ 국부적 저면부 존재 ○ 독마루 포장단부 손상 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 균열 ○ 물웅덩이 ○ 독마루 포장단부 손상 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 균열 ○ 물웅덩이 ○ 독마루 포장단부 손상
제내 비탈면	<ul style="list-style-type: none"> ○ 잔디손상, 바퀴패임 ○ 비탈면 균열 ○ 소단파손 및 저면부 존재 ○ 언덕길/계단설치부 세굴 및 침식 ○ 두더지, 들쥐 등의 서식구멍 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈면 손상 및 균열 ○ 소단 부근 누수 ○ 비탈면/소단의 진흙당화 ○ 소단 내 물웅덩이 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈면 손상 및 균열 ○ 소단 부근 누수 ○ 비탈면/소단의 진흙당화 ○ 소단 내 물웅덩이 발생
제내 비탈기슭	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표층부근의 고탍수비화 ○ 국부적 저면부 존재 ○ 용수 발생 ○ 두더지, 들쥐 등의 서식구멍 ○ 비탈기슭보호공 파손 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈끝 손상 ○ 비탈끝 부근 누수 및 분사 ○ 비탈끝의 진흙당화 ○ 비탈기슭보호공의 변형, 침하 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈끝 손상 ○ 비탈끝 부근 누수 및 분사 ○ 비탈끝의 진흙당화 ○ 용수의 유무 ○ 비탈기슭보호공(허리쌓기)의 변형, 침하
측구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측구의 변형 및 침하 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측구의 이음새에서의 누수 및 분사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측구의 이음새에서의 누수 및 분사
제내지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표층부근의 습윤상태 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈끝 부근의 분사 ○ 지반의 융기 및 함몰 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비탈끝 부근의 분사 ○ 지반의 융기 및 함몰 ○ 벼베기 후 논의 분사
구조물 주변	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설물/제방 단차 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 접합부의 누수 및 분사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 접합부의 누수 및 분사



- 독마루는 요철이 발생하면 물이 고이게 되어 제체가 약화될 뿐만 아니라 비탈면 붕괴의 원인이 되므로 3%~6%(콘크리트 포장은 2%정도)의 횡단경사를 두어야 하며, 표면 마무리는 현장여건을 고려하여 토사, 잡석, 순환골재, 보조기층재 등으로 부설
- 비탈면은 누수, 세굴, 변형, 활동, 침하 등이 발생하지 않도록 관리하여, 일반적으로 강우와 유수 등에 의한 제방붕괴와 세굴에 대해서 안전하도록 잔디(떼)에 의해 피복시공하며, 제체균열이 심한 곳은 그 장소를 파헤쳐 석회 또는 시멘트를 혼합하여 충분한 다짐 되메우기 실시
- 누수에 대한 보강은 크게 제체와 기초지반에 대한 보강공법으로 구분되며, 제체의 경우 단면확대공법, 앞비탈 피복공법 등이, 기초지반의 경우 차수공법, 고수부지 피복공법 등을 적용



- 측구는 평상시 배수기능을 원활히 하고, 뒷비탈기슭보호, 제방 경계선 기능 등을 할 수 있도록 관리, 측구 보수는 노후·파손된 시설의 수리, 블록단차보수를 위한 기초 재시공, 주기적 순찰을 통한 잡초 제거, 통수단면적 확대를 위한 집수정 개수 조정 등 실시
- 월류제는 표면덧기공의 안정성과 유수지 내 비탈기슭의 세굴에 유의하고, 유수를 유도하기 위해 설치하는 도류제는 체체의 손상과 세굴에 주의하며, 분류제는 제방의 양측으로부터 유수의 작용을 받으므로 각각의 고유기능이 보전되도록 관리
- 국내 하천제방의 보수보강시에는 피해 발생원인 및 발생위치에 따른 조치와 관리에 대한 규정은 수립되어있으나, 보수보강시 적용하여야 하는 공법과 재료 등에 대한 규정은 미흡
- 피해가 발생한 제방은 외력에 대한 안정성을 확보하기 위하여 석재 및 블록 호안을 이용한 보강 또는 독성소재인 시멘트계통의 재료를 통한 체체보강을 실시하고 있는 것으로 판단됨
- 하천제방이 기능을 상실하거나 피해가 발생한 경우에는 치수적 관점에서 체체의 안정성을 향상시키는 것을 우선으로 하며, 하천환경 및 생태에 미치는 영향을 고려하지 않고 있음

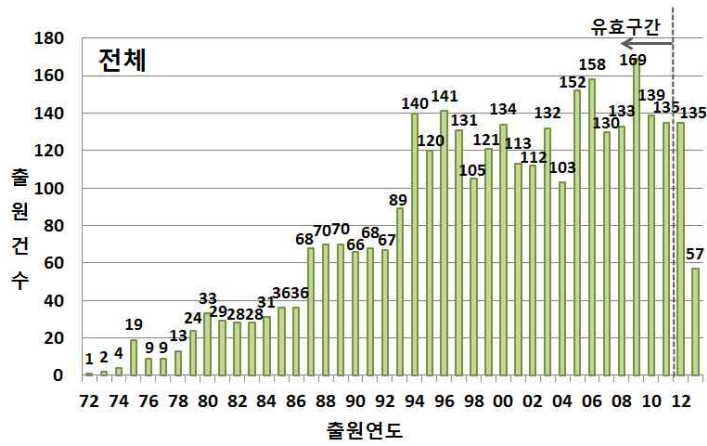
다. 제방관련 기술의 장단점 및 경제성 비교

공종	장점	단점	단가 (원/m ²)
목재계 호안	<ul style="list-style-type: none"> 경관 및 미관이 수려함, 식물활착 증대 및 유실방지 다양한 생물 서식공간 확보 식물뿌리와 매트가 결합하여 토양의 유출 및 침식 방지 운반 및 설치 시공이 간편함 녹화율 뛰어나고, 다양한 종 배합으로 다양한 경관 연출 	<ul style="list-style-type: none"> 유속이 빠른 구간은 적용이 어려움 일정 시점까지 관수가 필요 식생 활착전에는 유실의 우려가 있으므로 설치시기 조정 필요 수충부 적용불가 	18,000 ~ 40,000
석계 호안	<ul style="list-style-type: none"> 가격 저렴, 시공 간편, 공기 절감 효과 있음 고중량으로서 유속이나 유량에 대해 안정성이 뛰어나 공장 생산제품으로 균일한 품질로 다양한 모양과 크기가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 인터록킹 방식으로 호안간 연결고리가 없으므로 결속력이 다소 약함. 곡선부 시공시 정밀함이 요구됨 식생면적 이외의 부분의 생태단절현상 	40,000 ~ 70,000
망태계 호안	<ul style="list-style-type: none"> 시공 후 견고성이 뛰어나 유속이나 유량에 대해 안정성 뛰어나 균일한 품질로 다양한 모양과 크기가 있음 경관성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 고중량으로서 현장내에서의 운반 및 안전에 주의 곡선부 시공시 정밀함이 요구됨 식생면적 이외의 부분의 생태단절현상 	38,000 ~ 40,000
연결블록 호안	<ul style="list-style-type: none"> 시공 후 견고성 뛰어나 블록에 형성된 각을 이용한 곡면 시공 용이함 식생에 의한 환경복원성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 고중량으로서 현장내에서의 운반 및 안전에 주의 장비에 의존하여 시공하여야 한다. 	130,000 ~ 190,000
방틀계 호안	<ul style="list-style-type: none"> 일체형 구조로 토목적 안정성 우수 견고하고 시공성 양호 천수 공간 조성 및 도시 하천경관 창출 어소의 기능과 수질 자연정화 기능 경관성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 고비용 호안공 건천 및 간헐천은 적용불가 평수위의 변동이 심한 곳은 공법도입이 곤란 목재는 시공중 물리적 파손에 유의 	290,000 ~ 460,000

3. 특허동향

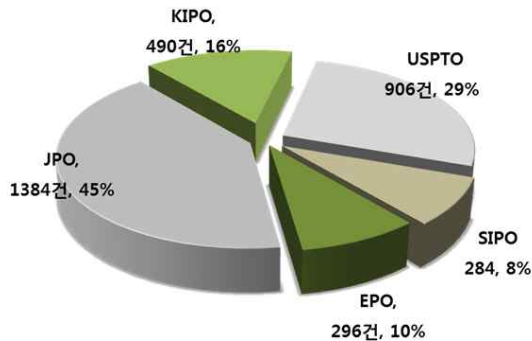
가. 국가별 전체 특허 동향

- 제방 재료 및 시공방법 기술에 대한 전체 특허동향을 살펴보면, 전반적으로 최근까지 꾸준히 증가 추세를 보이고 있으며, 특히 1980년대 후반들어 1차적으로 크게 급증하였고, 다음으로 1993년 이후부터 다시 2차적으로 급격하게 특허활동이 증가하는 것으로 나타나, 이상 기온 현상 등 기상이변으로 인한 환경 재해가 범국가적 이슈로 대두되면서 국가 기관 산업인 제방축조산업 분야에 대한 연구개발 투자가 지속적으로 확대되고 있음



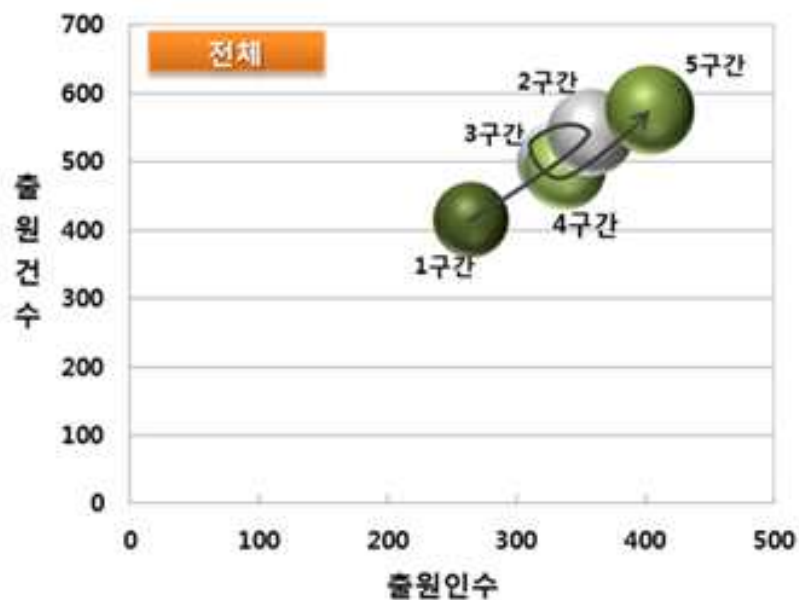
<년도별 제방 재료 및 시공방법 특허건수>

- 제방 재료 및 시공방법 기술에 대한 주요시장국의 특허 출원 점유율을 조사한 결과, 일본[JPO]이 주요시장국 중 가장 높은 특허 출원 점유율(1384건, 45%)을 보이고 있는 것으로 나타나, 제방 재료 및 시공방법 기술분야에서 기술개발이 가장 활발하며, 이 분야의 기술을 선도하는 것으로 보이며, 이어서 미국[USPTO]이 출원 점유율 29%(906건)를 보이고 있어, 일본에 이어 제방 재료 및 시공방법 기술분야에서 강세를 보이고 있음



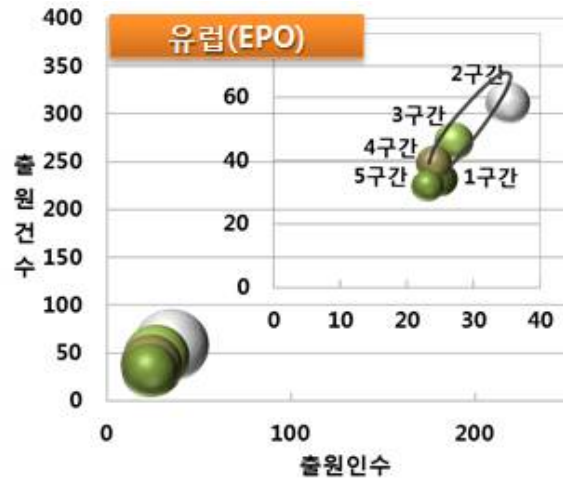
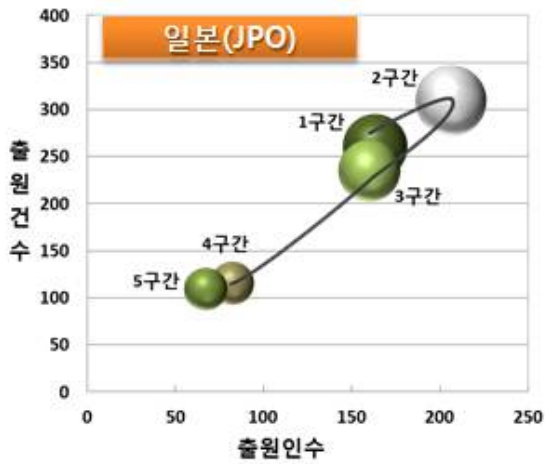
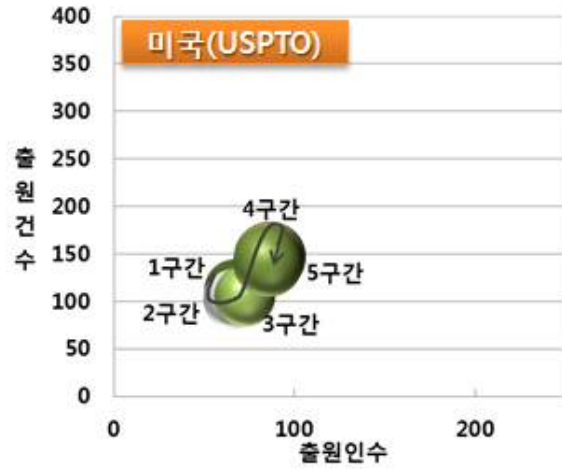
<국가별 제방 재료 및 시공방법 특허건수>

- 제방 재료 및 시공방법 기술 분야의 기술시장 성장단계를 살펴보면, 1구간(1992년~1995년)부터 2구간(1996년~1999년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있으며, 이 시기에 기술 개발이 활발하게 이루어진 것으로 분석됨
- 3구간(2000년~2003년)부터 4구간(2004년~2007년)까지는 출원건수 및 출원인수가 감소하는 쇠퇴기의 양상을 보이나, 이는 앞에서 분석된 내용과 연관지어볼 때, 제방 재료 및 시공방법 기술 관련 분야에 대하여 이 구간에서 특허 점유율이 가장 높은 일본의 특허 동향과 유사한 양상을 보이고 있음을 알 수 있으며, 일본에서는 2000년 이전에 이미 이 분야에 대한 연구 개발이 왕성하게 이루어져 기술적으로 성숙한 단계에 접어들었으며, 비록 2000년 이전보다는 상대적으로 출원 건수가 줄어 다소 소강상태이기는 하나, 다른 경쟁국에 비해 여전히 높은 특허 출원 비중을 유지하고 있어 실제적인 쇠퇴기라기보다는 잠시 개발이 주춤하고 있는 모습으로 보임
- 비교적 최근인 5구간(2008년~2011년)에서는 출원건수 및 출원인수가 다시 증가하고 있어 회복기의 양상을 보이고 있으며, 이는 이 구간에서 중국이 후발주자로서 제방 재료 및 시공방법 기술분야에 대한 연구 개발이 탄력을 받아 가파른 상승세에 있고, 한국, 미국, 일본 등 주요 시장국에서도 꾸준히 안정적으로 일정 수준 이상의 특허 활동이 이루어지고 있기 때문인 것으로 보임



<제방 재료 및 시공방법 기술 분야의 기술시장 성장단계>

- [KIPO] 한국특허의 기술위치는 1구간(1992년~1995년)부터 4구간(2004년~2007년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있으나, 비교적 최근인 5구간(2008년~2011년)에서는 출원 건수 및 출원인 수가 다소 감소한 것으로 확인되어(쇠퇴기) 최근 기술 개발이 다소 주춤한 것으로 분석됨
- [USPTO] 미국특허의 경우, 1구간(1992년~1995년) 부터 2구간(1996년~1999년)까지 출원건수와 출원인의 수가 다소 감소하여 심하지는 않으나 쇠퇴기의 양상을 보이며, 3구간(2000년~2003년)부터 4구간(2004년~2007년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 양상을 보이고 있음. 다만, 5구간(2008년~2011년)에서는 출원 건수 및 출원인 수가 다시 감소한 것으로 확인되어(쇠퇴기) 최근 들어 기술 개발이 다시 정체 상태에 있는 것으로 보임
- [JPO] 일본특허의 기술위치는 1구간(1992년~1995년)부터 2구간(1996년~1999년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있으나, 3구간(2000년~2003년)부터 5구간(2008년~2011년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 줄어드는 쇠퇴기 양상을 보이고 있어, 일본에서는 이미 2000년 이전까지 제방 재료 및 시공방법 기술분야에 대한 연구개발이 충분히 이루어져, 2000년 이후부터는 이 분야에 대한 연구 관심이 감소하기 시작하였고, 시장진입자도 함께 줄어드는 것으로 보임
- [EPO] 유럽특허의 기술위치는 1구간(1992년~1995년)부터 2구간(1996년~1999년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있으나, 3구간(2000년~2003년)부터 5구간(2008년~2011년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 줄어드는 쇠퇴기 양상을 보이고 있어, 일본과 유사한 기술 성장단계를 보이고 있으나, 전반적으로 이 분야에 대한 연구개발 활동 및 시장진입자가 적은 것으로 조사됨
- [SIPO] 중국특허의 기술위치는 상대적으로 늦은 시점인 2구간(1996년~1999년)부터 태동하여 5구간(2008년~2011년)까지 출원건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있으며, 기술개발의 역사가 짧은 후발주자인 점과 중국 내 수만으로도 대규모 수요가 예상되는 점에서 한 동안은 제방 재료 및 시공방법 기술분야에 대한 연구개발의 성장기가 지속될 것으로 전망됨

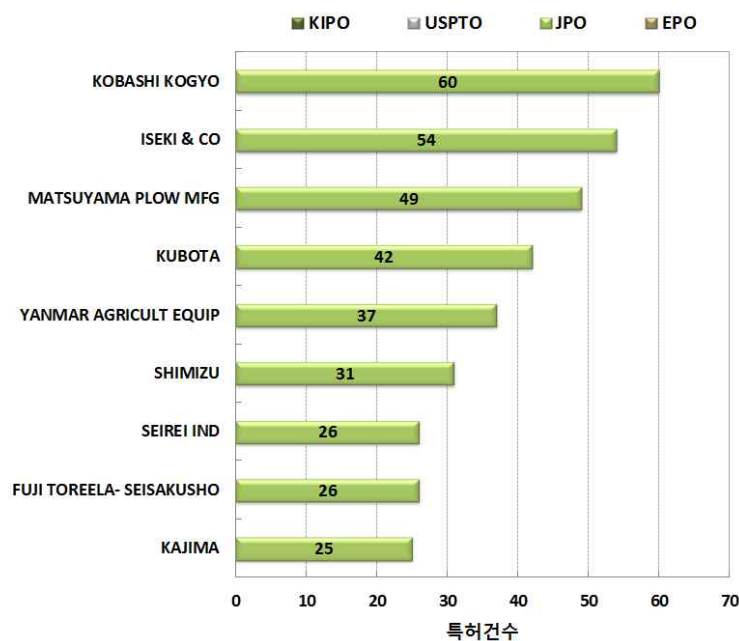


구간 범위	연도범위
1 구간	1992 ~ 1995
2 구간	1996 ~ 1999
3 구간	2000 ~ 2003
4 구간	2004 ~ 2007
5 구간	2008 ~ 2011

<국가별 제방 재료 및 시공방법 기술 분야의 기술시장 성장단계>

나. 주요 경쟁사의 특허 현황

- 전반적으로 제방 재료 및 시공방법 기술분야에서는 일본 기업들이 초강세를 보이며 상위에 다수 랭크되어 있는 것으로 확인되었으며, 이 분야에서는 주요 기업들이 대체적으로 자국에서만 특허를 확보하는데 중점을 둔 것으로 나타나 자국의 제방 시공 시장에 한정된 기술개발이 이루어진 것으로 분석됨
- 또한, 제방 재료 및 시공방법 기술분야 중에서도 주요 경쟁사의 주력 연구개발 분야는 아직까지는 기존의 제방용 소재(시멘트, 콘크리트 등) 또는 기존의 공법을 이용하는 제방 시공방법 기술분야인 것으로 조사되어, 현재로서는 바이오 폴리머 등 친환경 소재를 이용하는 제방 기술분야의 연구개발 활동이 저조한 것으로 분석됨
- 주요 경쟁사 중, 1위에 랭크된 KOBASHI KOGYO CO LTD는 총 60건의 특허 출원을 보유하고 있어 제방 재료 및 시공방법 기술분야에서 가장 연구개발이 활발한 것으로 나타났으며, 최근 5년간 특허출원 증가율 또한 62%로 최근까지도 꾸준히 이 분야에 대한 연구개발이 이루어지고 있는 것으로 확인됨
- 그 뒤를 이어 2위에 랭크된 ISEKI & CO LTD는 총 54건의 특허 출원을 보유하고 있어 제방 재료 및 시공방법 기술분야에서 연구개발이 활발한 것으로 나타났으나, 최근 5년간 특허출원 증가율이 -38%로 나타나 최근들어 이 기술분야에 대한 연구개발 투자가 줄어든 것으로 분석됨

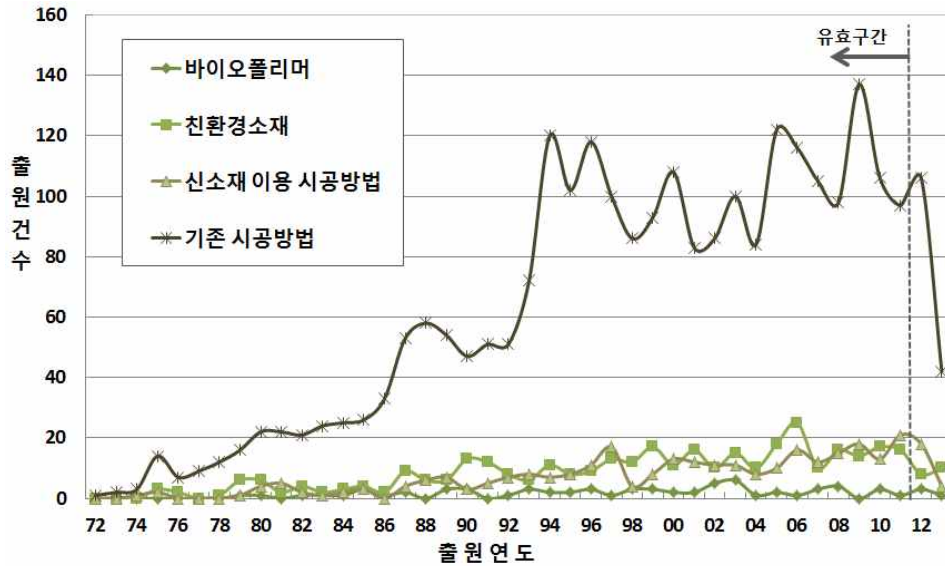


<주요 경쟁사 특허 출원 점유율 분석>

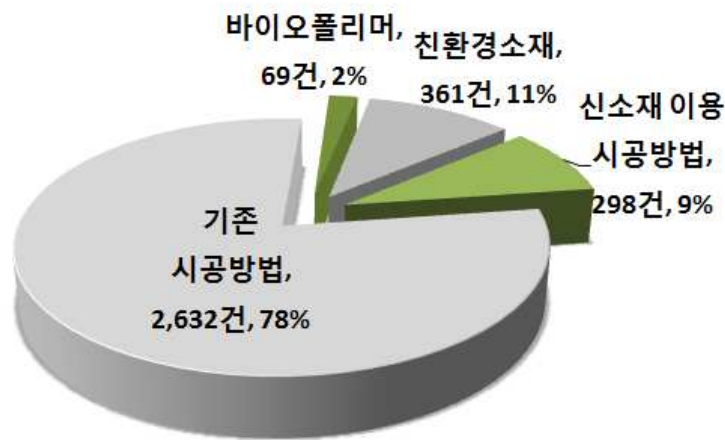
- KOBASHI KOGYO CO LTD, SEKI & CO LTD 등 일본의 주요 메이저 경쟁사들은 자국에서만 특허를 확보하는데 중점을 둔 것으로 나타나 자국의 제방 시공 시장을 타겟팅한 것으로 분석됨

다. 세부기술별 특허 동향

- 연도별 세부기술 동향에서는 친환경 신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 축조 기술의 세부기술인 바이오폴리머(AA), 친환경 소재(AB), 신소재 이용 시공방법(BA), 기존 제방 시공방법(BB)에 대해 연도별 특허 출원동향을 파악하고, 상기 각각의 세부기술 분류에 대한 특허 출원 점유율을 분석하였음
- 연도별 특허 출원동향을 확인한 결과, 세부기술 중 바이오폴리머(AA) 제방 재료 기술은 1980년대부터 특허 출원 활동이 포착되기는 하나, 그 정도가 미미하며 현재까지도 바이오폴리머(AA) 분야에 대한 연구개발은 활성화가 되지 않은 것으로 분석됨
- 세부기술 중 바이오 폴리머를 제외한 친환경 소재(AB) 제방 재료 기술의 경우, 바이오 폴리머 보다 먼저 연구개발 시도가 이루어진 것으로 보이며(1970년대 초반 이후부터), 1980년대 중반 이후부터 각종 환경 문제가 이슈화되고, 환경 규제 정책이 점점 도입되면서 특허 출원 활동이 점진적으로 증가하는 추세를 보이고 있음
- 세부기술 중 신소재 이용 시공방법(BA) 기술은 1980년대 중반 이후부터 특허 출원 활동이 점진적으로 증가하는 것으로 나타나, 신소재 중 바이오 폴리머 보다 점유율이 높은 친환경 소재(AB) 제방 재료 기술과 유사한 특허 출원 동향을 보이고 있음
- 기존 제방 시공방법(BB) 기술의 경우, 1970년대 중반 이후부터 특허활동이 증가하기 시작하였으며, 특히 1990년대 초반 이후부터는 급격히 증가하여 현재까지도 가장 특허 출원 활동이 왕성한 것으로 분석됨
- 세부기술별 특허 출원 점유율을 살펴본 결과, 기존 제방 시공방법(BB) 기술분야가 78%로 압도적으로 높은 특허 출원 비중을 차지하고 있는 것으로 조사되었으며(2,632 건), 그 다음으로 점유율이 높은 세부기술은 친환경 소재(AB, 11%, 361 건), 신소재 이용 시공방법(BA, 9%, 298건) 순으로 나타났음. 세부기술 중 바이오 폴리머(AA) 기술분야는 현재까지는 출원 점유율이 2%(69건)로 가장 낮은 것으로 확인됨



<연도별 세부기술 특허출원 분석>

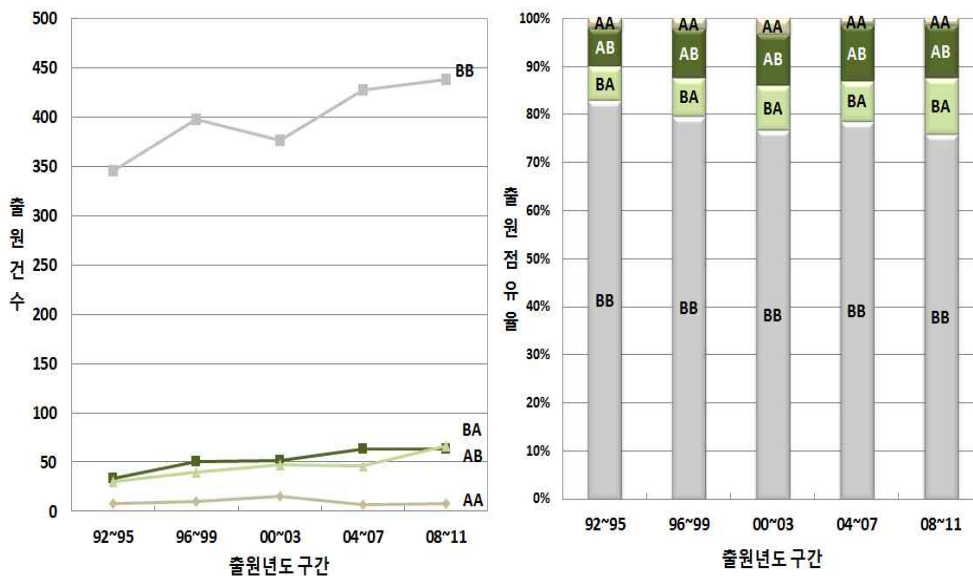


<세부기술 특허출원 점유율 분석>

- 세부기술 중 바이오 폴리머(AA) 제방소재 기술분야의 경우, 2000년 ~ 2003년 구간에서 미세한 출원 활동 상승이 있으나, 전반적으로 구간별 출원건수의 절대치의 변동이 크지 않고, 최근 연도 구간에서는 소폭 하락한 것으로 나타났으며, 이러한 출원건수 절대치 변동과 비슷한 양상으로 구간별 점유율 변동 추이를 보이고 있음
- 세부기술 중 친환경 소재(AB) 제방소재 기술분야의 경우, 구간별로 특허 활동이 일부 정체된 구간도 있긴 하나, 전체적으로 점진적으로 출원건수의 절대치가 상승하는 것으로 나타났으며, 이와 함께 구간별 점유율도 점차적으로 확대되고 있는 변동 추이를 보이고 있음
- 세부기술 중 신소재를 이용한 시공방법(BA) 기술분야의 경우, 일부 구간(2004년

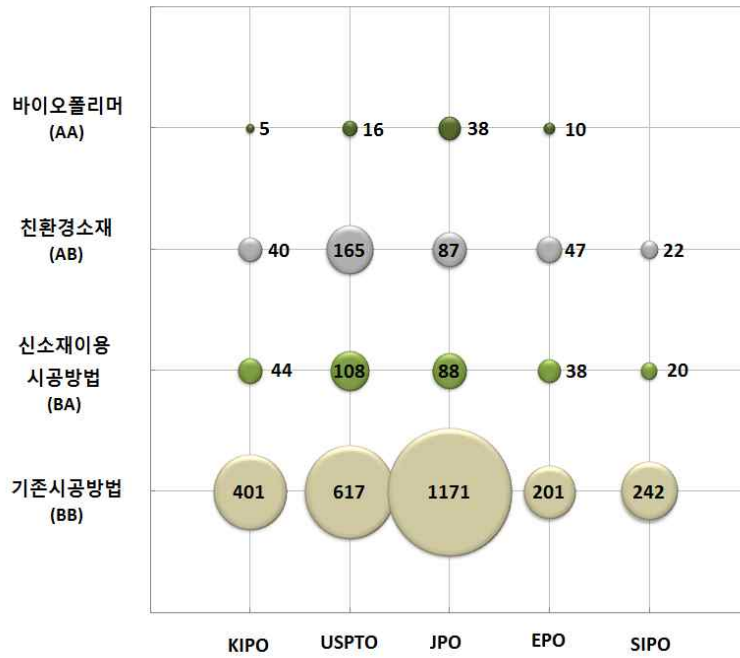
~ 2007년)에서 특허 활동이 다소 주춤한 경우도 있으나, 역시 전체적으로 보았을 때 점진적으로 출원건수의 절대치가 상승하는 것으로 나타났으며, 또한 구간별 점유율도 점차적으로 증가하고 있어 최근 연도 구간에서는 특허 출원 점유율이 두 번째로 높은 것으로 확인됨

- 세부기술 중 마지막인 기존 제방 시공방법(BB) 기술분야는 일부 구간(2000년 ~ 2003년)에서 특허 활동이 다른 연도 구간에 비해 다소 감소하였으나, 전체적으로 보았을 때 세부기술 중 가장 높은 출원건수 절대치의 상승률을 보이며 증가 추이를 보이고 있음. 하지만, 기존 제방 시공방법(BB) 기술분야는 출원의 절대치가 증가 추세에 있음에도, 다른 세부기술 분야인 친환경 소재(AB), 신소재를 이용한 시공방법(BA) 기술분야의 출원 비중도 증가 추세에 있어, 점차적으로 특허 출원 점유율은 낮아지고 있으며, 친환경 소재(신소재)에 대한 수요가 증가하고 있는 현 실정을 고려할 때 앞으로도 이러한 추이는 계속될 것으로 예상됨



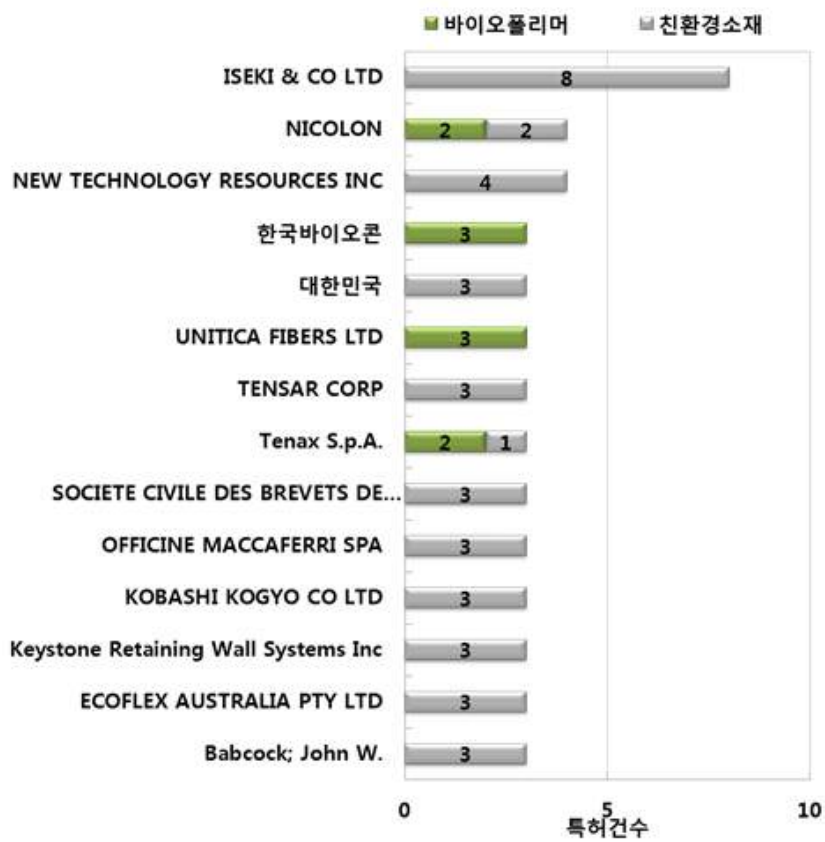
<세부기술 유효 특허출원 점유율 분석>

- 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 모두 현재까지는 제방 재료 및 시공방법 기술분야의 세부기술 중 기존 제방 시공방법(BB) 기술분야에 기술개발의 집중이 이루어지고 있으며, 나머지 세부기술 분야들은 격차가 큰 것으로 나타나, 시장 전체를 보았을 때 친환경 기술인 바이오 폴리머(AA), 친환경 소재(AB) 및 신소재를 이용한 시공방법(BA) 기술분야는 향후 친환경 기술에 대한 수요가 증가할 것을 감안할 때, 이 분야에 대한 연구 활동이 증가할 것으로 예상되나, 아직까지는 기존 시공방법(BB) 기술에 비해 공백 기술 영역으로 분석됨



<국가별 세부기술 유효 특허출원 분석>

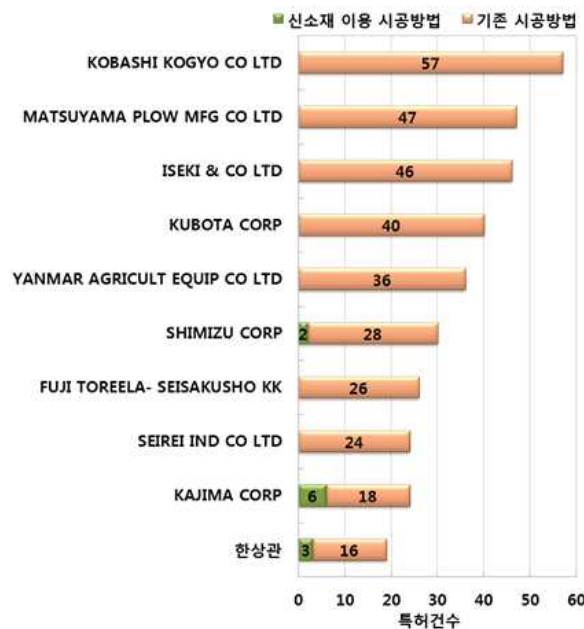
제방 재료



<주요경제사별 세부기술 유효 특허출원 분석(바이오폴리머, 친환경소재)>

- 중분류 별 주요출원인의 특허집중도를 살펴보면, 제방재료(A) 기술분야에서는 ISEKI 사가 가장 많은 특허 출원건수를 보유하고 있으며, 세부기술 분류 상으로 친환경 소재(AB) 기술분야에 연구개발의 역점을 두고 있는 것으로 나타났으며, 2위사인 NICOLON 사의 경우 바이오 폴리머(AA) 기술분야와 친환경 소재(AB) 기술 분야에 고르게 연구개발을 집중하고 있는 것으로 파악됨
- 한국의 경우는 한국바이오콘이 바이오 폴리머(AA) 기술분야에 기술개발 관심을 보이고 있으며, 대한민국 정부에서는 친환경 소재(AB) 기술분야에 기술개발의 역점을 두고 있는 것으로 조사됨
- 다음으로, 제방 제품/시공(B) 기술분야에서는 전체 주요출원인 리스트에서 1위에 랭크된 KOBASH 사가 가장 많은 특허 출원건수를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 세부기술 분류 상으로 기존 시공방법(BB) 기술분야에 연구개발을 집중하고 있는 것으로 확인됨
- 세부기술 중 신소재를 이용한 시공방법(BA) 기술 분야에서 상대적으로 가장 많은 기술개발 투자를 하고 있는 기업은 앞서서도 확인한 바와 같이 KAJIMA 사인 것으로 나타남
- 한국의 경우, 제방 제품/시공(B) 기술분야에서 유일하게 순위권 안에 든 한상관 ((주)명성테크) 씨는 기존 시공방법(BB) 기술분야에 연구 개발을 집중하면서, 신소재를 이용한 시공방법(BA)에 대한 기술 개발도 일부 병행하는 것으로 분석됨

제방 제품/시공



<주요경제사별 세부기술 유효 특허출원 분석(제방 시공방법)>

4. 논문동향분석

가. 국내 주요 논문

- 미생물 기반 바이오기술에 관한 흙 처리 연구는 해외와 마찬가지로 주로 탄산칼슘 계열 고결(Microbial Induced Calcite Precipitation)에 의존하고 있어, 그 적용 영이 사질토로 국한되고, 수중 특히 약산성 조건에 매우 취약한 단점이 있어 제방 등에 적용하기 어려운 한계가 있음.
- 하천제방을 내구성 향상기술은 호안을 이용한 침식 및 세굴방지에 대한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있으며, 친환경 신소재를 이용한 연구는 매우 미흡한 상황임
- 제방 보호공의 평가 검증은 환경성에 대한 검토는 거의 없으며, 안정성 검토의 경우에도 일부 실규모 실험 사례를 제외하면 유속분포 및 조도계수 연구가 주로 수행되어 공법 및 제품의 안정성 평가에는 한계가 있음

분야구분	제목	저자	학술지
제방보강을 위한 신소재 개발	인공지반 녹화용 신소재 인공토양 개발	허근영, 심경구	한국원예학회논문집 (2001, 제10권 3호)
	현장기술 소개 : 신소재를 이용한 터널보강 그라우팅공법	최용기, 박종호	한국지반공학회논문집 (2003, 제19권 10호)
	Compressive Strength and Construction Characteristics of Environmentally Friendly Soil Concrete Pavement Using Red Mud Admixture	홍종현	Journal of the Environmental Sciences international (2012, 제21권 9호)
	고랭지 밭 토양유실 방지를 위한 폴리머 소재(폴리아크릴아마이드 및 바이오폴리머)의 현장적용성 평가: 작물재배실험	최용범 등	대한환경공학회지 (2010, 제32권 11호)
	미생물에 의해 생성된 광물질이 고결모래의 강도에 미치는 영향	박성식, 김화중, 이준철	한국지반공학회논문집 (2011, 제27권 5호)
	해수와 미생물이 흙의 액소성한계에 미치는 영향	박성식, 농편편, 정승원	한국지반공학회논문집 (2012, 제28권 10호)
	친환경 바이오그라우팅을 이용한 모래지반 개량 공법	김대현, 사공명, 박경호	한국철도학회논문집 (2013, 제16권 6호)

분야구분	제목	저자	학술지
신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	치수 안전성과 환경성을 고려한 새로운 식생호안 공법의 적용 및 평가	이동섭 등	한국수자원학회논문집 (2007, 제40권 2호)
	전과정 평가에 의한 하천 호안 공법의 환경성 평가에 관한 연구	김국일, 안원식	한국수자원학회논문집 (2007, 제40권 6호)
	자연 친화적 하천정비를 위한 호안평가기법의 개발 및 적용	김윤환 등	한국수자원학회논문집 (2007, 제40권 12호)
	호안용 매트리스내 채움재의 한계_허용 전단응력에 관한 연구	배상수 등	한국수자원학회논문집 (2008, 제41권 2호)
	계층분석과정을 이용한 최적 호안공법 선정	이재문, 이상일	한국수자원학회논문집 (2008, 제41권 6호)
	근모량에 따른 식생호안의 침식특성 분석	최홍식, 이용희	한국수자원학회논문집 (2011, 제44권 6호)
	점착성 제방사면의 구간별 소류력 산정식 제안 및 적용	한만신, 최계운	한국수자원학회논문집 (2012, 제45권 6호)
	개수로 측벽 세로돌출줄눈의 흐름저항	박상덕 등	한국수자원학회논문집 (2013, 제46권 9호)
	저수호안에 작용하는 외력에 의한 안정성분석	김철 등	한국방재학회논문집 (2008, 제8권 5호)
	석축호안 보호공의 적정성 평가에 대한 연구	박무종 등	한국방재학회논문집 (2008, 제8권 5호)
	홍수시 도시하천의 호안 안정성 분석에 관한 연구	김철, 박남희	한국방재학회논문집 (2010, 제10권 6호)
	계층분석과정을 이용한 설계호안 평가	정장면, 김철	한국방재학회논문집 (2011, 제11권 3호)
	하천횡단구조물 연결호안 설계기법 개발	배덕원 등	한국방재학회논문집 (2011, 제11권 6호)
	상·하류 수위차를 고려한 보 주변 연결호안 길이 산정	정석일 등	한국방재학회논문집 (2012, 제12권 3호)
	지반보강에 따른 경사호안의 안정해석에 관한 연구	안종필, 박주원	대한토목학회논문집 (1999, 제19권 III-4호)
무독성 호안블록의 수리학적 안정성에 관한 실험적 연구	김상우 등	대한토목학회논문집 (2013, 제33권 3호)	

분야구분	제목	저자	학술지
신소재 제방 기술 평가 및 검증	토양 손실 평가에 의한 식생매트의 허용 소류력 결정	이두한 등	한국산학기술학회논문 집 (2013, 제14권 11호)
	식생매트 허용 소류력 평가를 위한 실규모 실험 연구	이두한 등	한국산학기술학회논문 집 (2012, 제13권 12호)
	고수호안 식생매트공법의 수리적 안정성에 관한 연구	한은진 등	한국습지학회지 (2010, 제12권 2호)
	호안 Mattress/Filter에 의한 소류력 저감	서영민 등	한국환경과학회지 (2006, 제15권 1호)
	식생수로와 비식생수로에서의 조도특성 및 유속분포	송재우 등	대한토목학회논문집 (2004, 제24권 6B호)
	생물재료를 이용한 저수호안의 세굴 저항성 평가	우효섭 등	대한토목학회지 (1999, 제47권 11호)
	하상보호용 매트리스의 수리학적 특성연구	배상수 등	한국수자원학회논문집 (2002, 제35권 1호)
	호안용 돌망태 매트리스의 수리학적 특성연구	배상수 등	한국농공학회 논문집 (2002, 제44권 2호)

- 특허와 마찬가지로 주로 재료 자체에 대한 논문 또는 재료와 흙을 혼합한 경우
에 대한 사전타당성 검토 측면의 연구들이 주를 이루고 있음
- 실험대형 규모의 현장 적용 사례는 보고 되어 있지 않아, 본 연구 추진 시 세계
최초로 바이오폴리머의 현장 적용 사례가 될 것으로 기대됨
- 제방 내침식성에 대한 연구는 유수의 소류력으로부터 제방피복을 보호하는 보
호공의 내구성 향상 또는 정량적 검증에 대한 연구가 주로 수행되고 있으며, 기
존 활용되고 있는 재료에 대한 정량적 설계기법 개발에 대한 연구가 주를 이루
고 있음
- 국내에서는 제방보호공의 안정성 검증을 위한 표준적인 시험 절차는 없으며 연
구자에 따라 다양한 방법을 제시하고 있어 안정성 검증 방법의 표준화에 의한
평가기법의 신뢰성 확보가 필요함

나. 국외 주요 논문

- 지반·건설 분야에서의 신소재 관련 개발 및 응용 분야가 상대적으로 미미한 수준으로 융복합 연구 활성화를 통한 신소재 개발 연구 필요
- 친환경 지반 보강/개량을 위한 연구의 일환으로 해외에서는 2000년대 초부터 미생물 기반 탄산칼슘(Calcite)를 이용한 사질토 고결에 관한 연구들이 수행되어 오고 있으며, 낮은 내구성 문제로 인해 최근에는 탄산칼슘 외에도 미생물 기반 다당류의 일종인 바이오폴리머(biopolymer)에 대한 관심도 증대되고 있는 실정이다. 중요한 사실은 국외와 국내 간 기술격차가 매우 미미하여 집중 연구 개발을 통해 세계 선도 기술 선점 가능성이 높다는 것임.
- 하천제방을 내구성 향상기술은 호안을 이용한 침식 및 세굴방지에 대한 연구는 기존 재료인 사석, 블록 및 돌망태 등에 대한 연구가 가장 많이 이루어진 것으로 판단됨
- 2000년대 이후 환경적이 이슈의 대두로 생태기능을 갖는 ecological revetment에 대한 연구가 이루어지기 시작하고 있으나, 소재측면에서 기존의 연구와 뚜렷한 차별성을 보이기 어려운 것으로 보임
- 제방의 환경성 평가 연구 사례는 거의 없으며 안정성 평가의 경우에는 실규모 실험에 의해 소류력을 평가하는 연구와 블록형 호안의 모형실험에 의한 항력 분석 연구 등이 주로 수행되었음

분야구분	제목	저자	학술지
제방보강을 위한 신소재 개발	Geopolymerization reaction to consolidate incoherent pozzolanic soil	Verdolotti, et al.	Journal of Materials Science (2008, Vol. 43, No. 3)
	Strength development in clay-fly ash geopolymer	Sukmak et al.	Construction and Building Materials (2008, Vol. 43, No. 3)
	Applicability of Enzymatic Calcium Carbonate Precipitation as a Soil-Strengthening Technique	Neupane et al.	Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering (2008, Vol. 43, No. 3)

분야구분	제목	저자	학술지
제방보강을 위한 신소재 개발	Use of Rice Husk In Road Construction	Patil	Civil and Environmental Research (2008, Vol. 43, No. 3)
	Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells	Kuo et al.	Construction and Building Materials (2008, Vol. 43, No. 3)
	Bio-medicated soil improvement	DeJong et al.	Ecological Engineering (2010, Vol. 36, No. 2)
	Microbial carbonate precipitation as a soil improvement technique	Whiffin et al.	Geomicrobiology Journal (2007, Vol. 24, No. 5)
	Biopolymer additives to reduce erosion-induced soil losses during irrigation	Orts et al.	Industrial Crops and Products (2000, Vol. 11, No. 1)
	Strengthening of Korean residual soil with beta-1,3/1,6-glucan biopolymer	Chang and Cho	Construction and Building Materials (2012, Vol. 30)
신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	Experimental studies on the ripped-rock revetment embankment in permafrost regions of the Qinghai-Tibet railroad	Yu et al.	Cold Regions Science and Technology (2006, Vol. 45, No. 1)
	Ecology typed bank revetment and the application prospects	Hu Haihong	GX WATER RESOURCES & HYDROPOWER ENGINEERING (1999, Vol. 4)
	Assessment and prioritization of eco-revetment projects in urban rivers	Shi et al.	River Research and Applications (2009, Vol. 25, No. 8)
	Experimental research on soil erosion of turf slope reinforced by 3D vegetation net	Zhong et al.	Journal of Hehai University (Natural Sciences) (2007, Vol. 35)

분야구분	제목	저자	학술지
신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	Test of earth slope revetments permitting flow of water at large specific discharges	Grinchuk et al.	Hydrotechnical Construction (1997, Vol. 11, No. 4)
	Design of Alternative Revetments	Bretele et al.	Coastal Engineering (1998, Vol. 26)
	Geotextile bag revetments for large rivers in Bangladesh	Oberhagemann and Hossain	Geotextiles and Geomembranes (2011, Vol. 29, No. 4)
	Seepage Effects in Some Riprap Revetments	Hagerty and Parola	Journal of Hydraulic Engineering (2001, Vol. 127, No. 7)
	A Preliminary Study of Ecological Embankment Construction for Urban River Restoration	Wang and Luo	Journal of Fudan University(Natural Science) (2006)
신소재 제방 기술 평가 및 검증	International Practices and Guidance: Natural-Fiber Rolled Erosion Control Products	Bhatia et al.	International Conference on Scour and Erosion (2010)
	A technical and economic evaluation of geosynthetic rolled erosion control products in highway drainage channels	Bhatia et al.	Geosynthetics International (2002, Vol. 9, No. 2)
	Shasta College erosion control blanket study, research quantifies erosion from slopes	McCullah et al.	Land and Water (2000, Vol 44, No. 5)
	Evaluation of different erosion control covers in the revegetation of slope areas	Casas et al.	Proceedings of 33rd Annual Conference, International Erosion Control (2002)

분야구분	제목	저자	학술지
신소재 제방 기술 평가 및 검증	A comparative study of RECPs: lab testing and field performance	Smith et al.	GeoFrontiers 2005 (2005)
	Hydrodynamic forces acting on a submerged obstruction in steady free surface flows	Mirei et al.	Journal of hydraulic engineering(Japan) (2004, Vol. 48)
	Two-dimensional shallow water analysis over large roughness elements and its application	Tatsuhiko et al.	Proceedings of JSCE (2001)
	Hydrodynamic force exerting on a square pillar in steady free surface shear flows	Juichiro et al.	Journal of hydraulic engineering(Japan) (2002, Vol. 46)

- 국내연구와 마찬가지로, 국외의 제방 침식 대응연구는 보호공에 대한 연구가 주를 이루고 있으나, 생태적 기능을 동시에 만족할 수 있는 공법에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 것으로 판단됨
- 블록형 호안에 대해서는 항력 실험을 통해 안정성을 검토할 수 있으나, 세굴에 의한 안정성 시험 및 블록형이 아닌 표면 처리에 의한 보호공의 경우에는 미국에서는 ASTM(미국재료시험협회) 시험 기준에 의한 실규모 실험에 표준적인 방법이므로 이에 의한 기술 검증이 필요함

제 4절 연구개발 인프라 분석

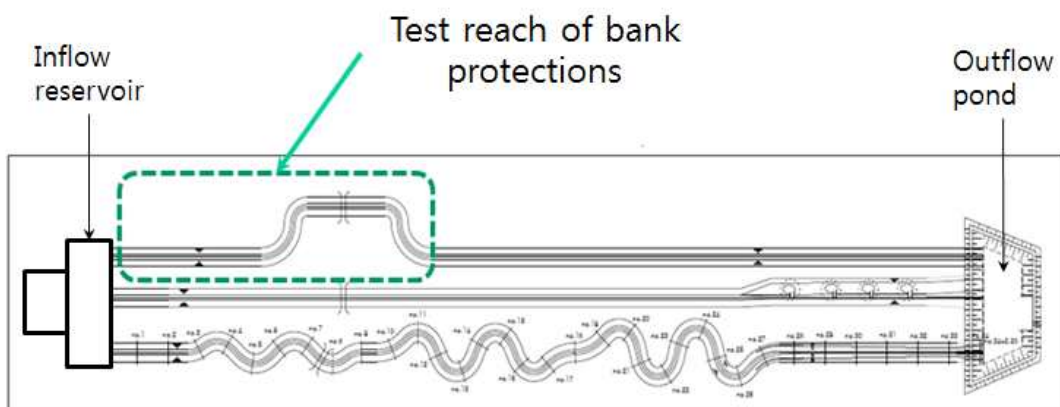
1. 국내의 주요 관련 기관/업체

가. 국내 주요 기관

- 국내에서는 실규모 실험에 의해 제방의 재료의 침식 저항성을 평가할 수 있는 기관은 한국건설기술연구원의 안동하천실험센터가 유일
- 안동하천실험센터는 경상북도 안동의 낙동강변에 위치하고 있으며 초당 최대 10톤의 유량을 유하할 수 있으며 이 때 최대 유속 약 5 m/sec의 발생이 가능, 실험수로의 총연장은 594 m인데 제방 재료 시험은 상류 급경사부(1/80) 100m 구간에서 수행



<한국건설기술연구원의 안동하천실험센터>



<안동하천실험센터의 실험 수로>



<식생매트 실규모 시험(안동 하천실험센터)>

- 국내 일부 기업 지반신소재 관련 지오향이버공법, 섬유보강토공법, 녹생토 기술 등 친환경 소재 기술 보유

<국내 지반신소재 기술>

기관/업체명	주요 기술
일송환경복원(주)	지오향이버공법(Geo Fiber System) 보유. 지오향이버 기초공, 연속 장섬유보강토공, 녹화공 등 3개의 공종이 복합된 공법으로 새로운 비탈면 녹화기술이 요구되는 이 시대에 부응하는 친환경적인 공법임
그린코리아	녹생토 관련 시공 기술 경험 보유. 부착철망을 설치하고 양카핀 등으로 고정시킨후 그 위에 보비력, 보습력, 통기성이 강한 복합유기물로 구성된 녹생토를 양잔디와 초목분류를 혼합하여 살포함으로써 범면유실 및 낙석방지를 겸한 이상적인 식생기반을 조성함과 아울러 식물의 조기정착과 녹화를 유도하여 훼손된 경관을 자연상태로 재생시키는 공법
(주)유비이엔씨	비점오염원 관리 및 친환경 저류지/저류조 관련 기술 보유. 친환경 지반 처리에 대한 사업 영역을 확대하고 있음.
Cypher Environmental	Earthzyme이라는 지반안정제 제품을 단독으로 개발하여, 흙 포장 등에 폭 넓게 사용하고 있음.
National Lime Association	Lime(석회)의 사용을 촉진하기 위해 조성된 미국의 영리단체. 석회를 적극적으로 이용하여 지반 개량 및 안정화 등에 적용하기 위한 다양한 사업 영역 개발 및 컨설팅을 주도 하고 있음.

나. 국외 주요 기관

- 미국에서는 주정부 등 정부기관이 시행하는 제방 공사의 경우에는 사용하는 재료에 대해서 지방서에 ASTM 규정에 의한 시험성적을 제출하도록 하고 있으며 이에 따라 제방 재료 제조사의 의뢰로 미국 내 대학 및 전문기관에서 시험을 수행하고 있으며 주요 주행 기관은 다음과 같음
- 또한 미국 내 식생매트 제조사 협회인 ECTC에서도 실규모 실험관련 다양한 정보를 제공하고 있음
 - ① 미국 콜로라도 주립대학
 - ② 미국 유타 주립대학
 - ③ TRI/Environmental Inc.
 - ④ ECTC(Erosion Control Technology Council)



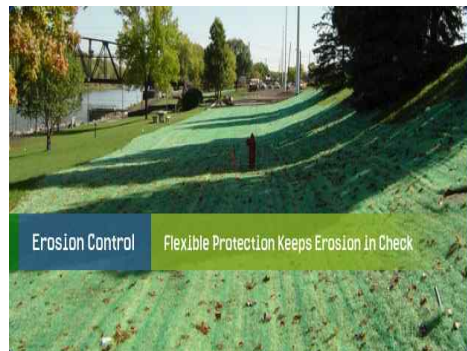
<콜로라도 주립대학 수리실험실>



<유타 주립대학 수리실험실>



<TRI/Environmental Inc.의 사면보강 기술>



<ECTC의 사면보강 기술>

식생매트 실규모 시험(안동 하천실험센터)

- 국외의 경우에도 지반·건설 분야 신소재를 직접적으로 연구·개발하는 기관/업체의 현황이 매우 부족하다. 이는 현재까지 관련 시장 수요가 적기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 반대로 그만큼 새로운 시장이 창출될 수 있는 가능성이 높음 의미

2. 관련 국내외 전문가

- 미국에서는 실규모 제방 표면 실험을 가장 활발하게 진행하고 있는 콜로라도 대학이 대표
- 지반신소재의 국내·외 전문가의 경우 주로 재료를 이용한 지반 개량 및 지반 처리에 국한되어 있음
- 직접적으로 재료를 발굴 개발하는 연구는 아직 미미한 수준임
- 따라서 국내에서 세계를 선도할 수 있는 연구를 추진할 수 있는 적기로 판단됨

<제방신소재 국내외 전문가>

성 합	소 속	전문분야
Joseph Davidovits	Geopolymer Institute	Geopolymer 및 기타 무기질 결합재를 이용한 건설 재료 개발
J. Carlos Santamarina	Georgia Institute of Technology	미생물 및 미생물 부산물을 이용한 지반 처리 및 화학적 개량 분야 연구 다양
천병식	한양대학교	다양한 재료 및 폐기물 재활용을 이용한 지반 개량 기술 연구 추진
Fusao Oka	Kyoto Universtiy	DCM(Deep cement mixing)등 연약지반 개량에 대한 다양한 연구 경험 보유
조계춘	한국과학기술원	시멘트, 무기질, 바이오폴리머 등 다양한 재료를 이용한 지반 처리 및 개량에 대한 연구 추진

3. 관련분야 국내연구 인프라 및 기술 수준

- 제방 표면 재료 시험을 위한 국내 유일의 인프라는 한국건설기술연구원 안동하천시험센터이며, 시험센터 내에는 제방 재료 시험을 위한 시험수로 구성되어 있음
- 인프라 수준은 세계 최고 수준인 미국 콜로라도 대학의 수로가 최대 유속 10m/sec이 발생하므로 다소 떨어지나, 콜로라도 대학의 수로가 급경사 수로로 측정의 불확실성이 높으므로 이를 고려하면 80% 수준으로 평가할 수 있음
- 국내에서 건설분야 신소재 개발을 위한 인프라는 매우 미미
- 국내에서 수행되고 있는 각종 연구들도 결국 외국에서 선행된 연구 결과물들 또는 상용제품을 도입하여 국내 지반 및 토질 조건에 적용하는 것에 제한되고 있음

- 따라서 국내 독자적으로 건설용 신소재 개발을 위한 인프라 구축 및 연구개발의 추진이 필요

4. 국내외 최고 기술보유 업체/(연구)기관 현황

가. 지반신소재 관련 기관

- 신소재 관련 기술은 주로 해외 거대 다국적 기업들이 독점적인 특허권한을 소유하고 있는 상황임
- 따라서 새로운 재료 개발을 통해서 기술적 차별성을 확보할 필요가 있음

<제방신소재 기술보유 국내외 기업>

기관/업체명	주요 기술
Dupont (미국)	미국의 화학회사로써 다양한 화학기반, 바이오기반 신재료 개발을 선도적으로 추진하고 있으며, 21세기 초반부터 바이오관련 기술의 대량 생산을 위한 맞춤형 연구를 진행하고, 이 밖에 바이오매스, 바이오플라스틱 등 다양한 신제품을 개발하고 있음.
Cargill (미국)	원래는 곡물과 사료를 취급하는 다국적 기업으로 최근에는 1차 생 산품인 농산물을 가공하여 바이오재료화 하는 기술 개발에 대한 투자를 증대함으로써 다양한 종류의 상용 바이오폴리머/바이오필름 제품을 생산하고 있음.
(주)글루칸	국내의 바이오폴리머 생산 업체로써, 베타글루칸 계열의 바이오폴 리머를 단독으로 생산하여 유제품, 화장품 첨가제 등으로 공급하고 있음.
한화케미칼	석유화학제품을 주로 생산해온 기업으로써 최근에는 태양광, 바이오 의약품, 나노소재 등 다양한 신사업을 추진하고 있어 현재 국내 에서는 가장 큰 탄소나노튜브 생산 공정을 갖추고 있음.

나. 미국 콜로라도 대학 실규모 제방 실험

- 2005년 허리케인 카타리나가 강타한 시기에 제방 월류로 인한 파괴로 상당한 피해가 발생함(뉴올리언즈)
- 미공병단 뉴올리언즈 지부의 지원하에 월류시 제방 사면 보호공의 안정성 실험을 실규모로 수행 중에 있음
- 이를 위해서 실규모 실험용 수로(CSU Wave Overtopping Simulator)를 개발하였음(최대 용량 370 l/s per m)
- HPTRM(high performance turf reinforcement mats)에 대한 연구가 진행 중임

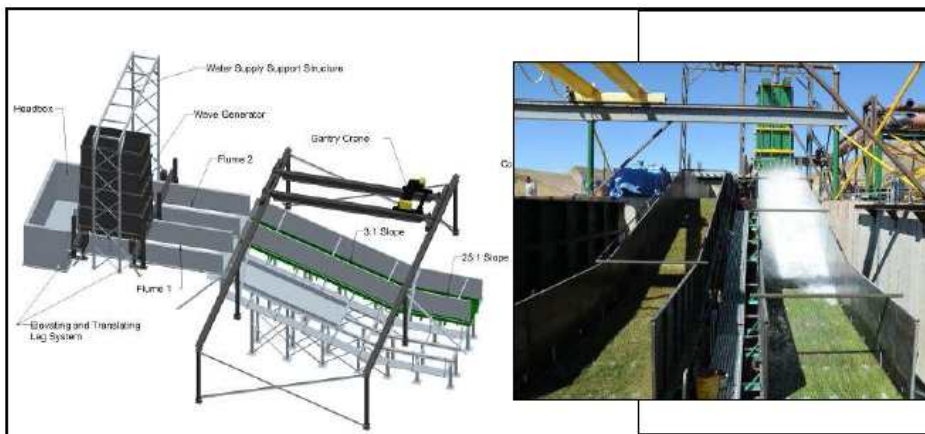
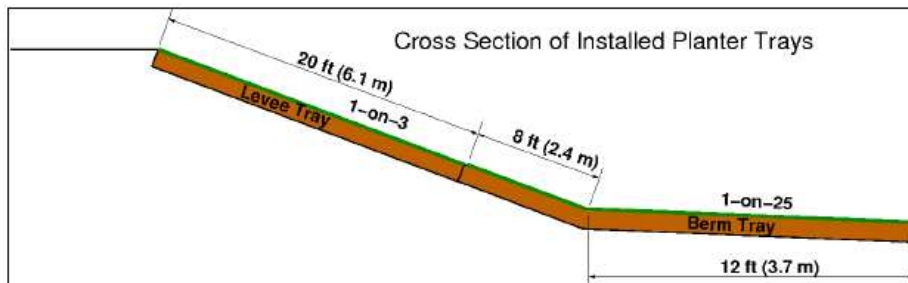


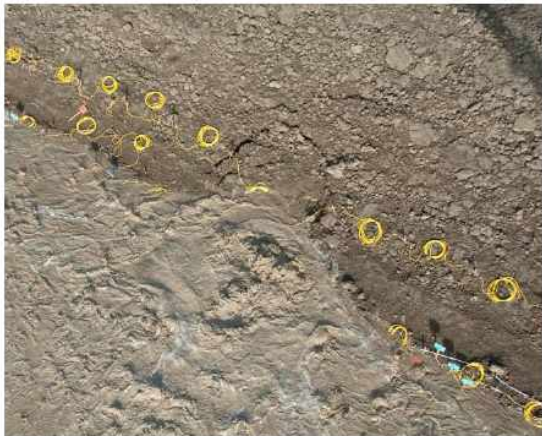
Figure 1. Schematic and photograph of the CSU Wave Overtopping Test Facility.



<미국 콜로라도 대학 실규모 실험>

다. 네덜란드 델프트 연구소 실규모 파이핑 실험

- 네덜란드는 국토의 2/3가 해수면 아래에 위치하여 5년에 한번씩 전국토 제방의 안정성을 평가하고 있음
- 네덜란드에서는 Bligh와 Sellmeijer 공식을 이용하여 seepage와 piping을 평가하고 있으나, 현장 제방관리자들의 공식의 한계를 제기하여 관련 연구를 수행함
 - ※‘Strength and Loading of Flood Defense Structures(SBW)’라는 대규모 연구 프로그램의 일환으로 실험 수행
- 실시된 실험의 목적은 파이핑에 의한 제방파괴 과정을 모니터링하여 새로운 파이핑 평가 모형 제시임



<네덜란드 델프트 연구소의 실규모 파이핑 실험>

5. 제방관련 기술수준 분석

- 국내외 제방관련 기술에 대하여 논문, 특허동향, 전문가 및 인프라 구축현황을 조사한 결과를 분석하여 국내 기술수준을 분석함

분야구분	세부기술명	기술수준	개발국가
제방보강을 위한 신소재 개발	지반 개량 및 심층 혼합 기술	상	일본
	화학적 반응을 이용한 지오폐리머 기술	하	EU
	지반 개량을 위한 신소재 개발 기술	하	일본/미국
	미생물 활성을 이용한 지반 개량 기술	중	미국
	바이오폴리머를 이용한 지반 개량 기술	상	한국
	현장발생토 분류 및 건설 재이용 기술	중	중국
	신재료를 이용한 제방 및 토목 구조물 구축 기술	중	일본
신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	제방침식방지를 위한 사석호안공 설계기술	중	미국
	제방침식방지를 위한 블록호안공 설계기술	중	미국
	치수 안전성과 환경성을 고려한 식생호안 기술	중	한국
	지형특성을 고려한 호안설계 기술	상	한국
	무독성 호안의 수리학적 안정성	중	한국
	사석호안의 침투성능 평가 기술	상	미국
	도시하천의 생태호안 조성기술	상	중국
	대하천에 적용가능한 지오백 보호공 기술	중	방글라데시
식생네트를 이용한 하천제방사면 보호기술	상	중국	

분야구분	세부기술명	기술수준	개발국가
신소재 제방 기술 평가 및 검증	제방 공법 파이핑 대응능력 평가 기술	하	네덜란드
	제방 공법 침식 저항성 평가 기술	중	미국
	식생 제방 침식 저항성 평가 기술	하	미국
	제방 블록 침식 저항성 평가 기술	하	일본

제 5절 동향분석을 통한 시사점 제시

1. 국내외 정책 및 시장분석을 통한 시사점

- 하천제방은 안전관리를 수행함을 법으로 규정한 시설로서 유지관리 및 신설에 국가 예산이 연간 2조원 이상 투입되고 있는 중요 하천시설물
- 국토교통부의 연구예산 투자현황 변화에 의하면 환경친화적인 수자원시스템에 대한 국내 수요가 증가할 것으로 기대되며, 이에 따라서 하천제방분야의 친환경 신기술 개발이 진행되어야 할 것으로 판단됨
- 특히, 하천제방의 경우 지속적인 예산투자에도 불구하고 반복적인 피해가 발생하고 있으므로, 내구성과 친환경성을 동시에 만족시킬 수 있는 제방 축조 및 유지관리 기술 개발이 시급함
- 국외 건설시장은 SOC 분야의 경우 경기변화에 민감하게 건설시장 변화가 발생하지 않고 꾸준히 수요가 증가하고 있으므로 수자원분야의 기술개발은 국외건설 시장 진출을 위한 기반기술 개발이 긍정적으로 판단됨
- 국외 건설시장 진출을 위해서는 고부가가치를 창출할 수 있는 원천기술의 개발이 필요하고, 세계적으로 환경 및 생태에 관한 관심도가 높아지고 있으므로 하천제방의 내구성을 향상시킴과 동시에 하천의 환경성 및 생태성을 증진할 수 있는 기술개발을 수행한다면, 관련 분야 선도기술로 자리매김할 수 있을 것으로 예측됨

2. 기술개발 동향 및 인프라 분석을 통한 시사점

- 친환경 신소재에 대한 기술 수준 및 인프라 동향 분석 결과 재료 자체에 대한 원천 기술 및 핵심 생산 설비에 대한 연구개발은 성숙기에 접어들었으나 대규모 상용화 및 현장 적용에 대한 연구 및 사례는 보고되어 있지 않아, 지금이 바이오 신소재를 이용한 친환경 건설 기술 개발의 최적기로 판단됨.
- 미국, 일본, 네덜란드 등의 선진국에서는 기후변화에 의한 극한 홍수에 대비한 제방기술개발을 지속적으로 추진하고 있으며, 극한 홍수에 대비한 기술검증을 위해 실규모 실험시설에 의한 기술검증을 수행하고 있음
- 국내에서는 안동하천실험센터 등의 실규모 홍수 재현이 가능한 실규모 실험시설이 있으므로 이를 활용한 기술검증 수행이 필요함

3. 정책/시장/인프라 등의 현황 분석에 기반한 SWOT 분석

가. 강점(Strengths)

- 국내의 기개발되어 축적된 우수한 바이오 기술을 접목하여 조기에 연구개발 목표 달성 가능
- 국제수준의 기연구성과 활용을 통하여 연구개발 성과물의 해외 선점 가능성이 높음
- 신개발 기술을 적용하여 성능을 검증할 수 있는 대규모 수리실험시설 구축 및 수리실험 전문가 집단 풍부
- 하천제방 내침식성 향상기술에 대한 꾸준한 연구를 통하여 다양한 연구 지식 및 경험 축적

나. 약점(Weaknesses)

- 하천에 대한 수리실험에 대한 연구는 다수 수행되었으며, 하천복원을 위한 다양한 친환경재료를 활용한 제방보호공법에 대한 연구는 다수 이루어졌으나 하천에 시공되어 있는 사례는 매우 적음
- 친환경 재료를 이용한 자연형 하천공법은 내구성이 기존의 공법보다 낮아 홍수가 피해가 다수 발생
- 하천제방은 홍수로부터 인명 및 재산을 보호하는 구조물로서 설계 및 시공에 대하여 기술적으로 면밀히 검증된 기술 요구

다. 기회(Opportunity)

- 하천에 대한 국민의 인식이 변화하여 친수공간에 대한 요구가 증가하고 있으므로, 사회적 요구에 부응할 수 있는 신소재 활용기술 개발 필요
- 하천복원사업이 다수 수행되어 이에 대한 좋은 평가를 받고 있으며, 이에 대한 새로운 기술의 개발 및 국내 원천기술에 대한 요구 증가
- 국내 하천분야 연구개발은 홍수피해 저감을 통한 사회현안 해소와 하천의 자연성 회복을 통한 건강한 국토건설을 주요현안으로 하고 있으므로 두 목적을 동시에 달성할 수 있는 기술의 개발 필요

라. 위협(Threats)

- 기후변화로 계획빈도 홍수량이 변화하고 있으므로 하천에서 발생하는 설계외력 산정 어려움
- 그동안 수행된 하천관련 사업으로 인해 하천시설물에 대한 새로운 기술이 기존 하천환경을 저해하는 기술로 인식될 수 있음

외부요인 내부요인	O(기회)	T(위협)
S(강점)	SO 전략 추진방향	ST 전략 추진방향
	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 국내의 우수한 바이오 기술을 접목하여 조기에 연구개발 목표 달성 가능 ▷ 해외와의 작은 기술 격차로 인해 연구개발 성과물의 해외 선점 가능성이 높음 ▷ 국내 실규모 시험 인프라를 활용한 실규모 검증 평가 기술 수요 대응 ▷ 하천분야 실무자 그룹을 활용하여 신기술 수요에 대처하는 실무 적용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 대량 생산 및 미생물 배양 조건의 국산화 및 차별화를 통한 생산 원가 절감과 경제성 확보 ▷ 식생과 접목한 신소재 개발을 통해 환경친화적 기술이라는 이미지 구축 ▷ 기술평가기법의 표준화로 기술 검증 신뢰성 확보 ▷ 하천분야 실무 그룹을 활용한 시험시공 추진 및 기술 검증
W(약점)	WO 전략 추진방향	WT 전략 추진방향
	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 독자 균주의 개발을 통한 국내와 동남아시아, 개발도상국 시장 개척 가능 ▷ 미생물 기반 다당류 신소재 분야의 세계 선도적 입지 구축을 통한 관련 연구 및 산업 분야의 주도권 확보 가능 ▷ 실규모 실험 전문가 그룹의 연구 참여 및 네트워크 구축 ▷ 환경/생태 분야의 연구 참여 및 긴밀한 연구 네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 신소재 및 관련 공법 개발에 초점을 맞춰 조속한 실용화 및 기술이전 추진 ▷ 제방 뿐만 아니라 기타 친환경 지반 처리 및 녹화 분야의 파급 모색 ▷ 제방 이외의 다양한 하천시설물 적용 검토 ▷ 치수 안정성 성능을 극대화하여 적용 분야 확대



사업 전략	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 신소재 개발을 통해 신소재 자체를 상품화 할 수 있음. ✓ 신소재 별 처리 방법을 특성화된 공법으로 발전시켜 공법과 장비 확산 ✓ 기술개발 결과 중소기업 이전 활성화를 통하여 하천관련 기술 확산 ✓ 신소재 활용 내구성과 친환경성 동시 만족하는 하천조성기술 선도 ✓ 국가 주요 하천 제방 현장에 대한 적용 및 검증 후 활발한 해외 진출 추진
------------------	---

4. 기존 기술과의 차별성을 고려한 성능목표

가. 제방구성 재료의 환경성

(1) 재료별 환경성 비교

가) 시멘트콘트리트

- 콘크리트는 시멘트, 골재, 물을 혼합하여 만든 경화물로 구조적 성능이 뛰어나기 때문에 블록 형태로 제작되어 수충부 및 도심 제방의 구조재로 널리 사용됨
- 콘크리트의 원재료인 석회 및 골재의 채취, 가공, 운반과정에서 다량의 환경부담이 발생하며 블록 제작 및 현장 시공에서도 다량의 CO₂가 배출됨
- 공극이 거의 없는 구조로 되어 있어 동식물의 서식이나 생장이 제한되거나 불가능한 경우가 많아 생태적으로도 불리함

나) 석재

- 석재는 자연에서 풍부하게 얻을 수 있는 재료이지만 채취, 가공 및 운반과정에서 많은 노력과 비용이 필요함
- 자연에서 얻어지는 식물 부산물, 목재, 석재는 매우 친환경적인 재료이나, 재료의 가공 및 운반과정에서 들어가는 에너지가 클 수 있어 이로 인한 환경훼손 및 피해는 재료자체가 주는 친환경성보다 더욱 큰 손해를 볼 수 있음

다) 합성수지

- 합성수지는 석탄, 석유, 천연가스 등의 원료를 인공적으로 합성시켜 얻어진 고분자 물질로 제방 침식 방지용 매트 및 네트, 합성수지 목재, 식생 보호용 제품 등에 널리 이용됨
- 합성수지는 고도의 화합물의 형태로 변환되는 생산과정을 거치게 되므로 다량의 환경부담을 유발
- 식물이나 동물과 같이 쉽게 썩지 않기 때문에 환경오염의 주범이 되고 있으며 특히 열가소성수지는 분해 과정중 환경적으로 위해한 성분을 방출하고, 불이 붙으면 다이옥신과 같은 독성 물질을 방출하기도 함

라) 목재

- 목재는 구조적 성능에 비해 가벼우며, 가공 및 시공이 용이하고, 자연에서 얻어지는 재료로서 당대에 재생산이 가능한 친환경적인 소재로서 현장에서 쉽게 구할 수 있어 생태복원재료로 널리 이용됨
- 그러나 하천에 사용되는 목재는 방부처리가 필수이며 방부처리에 사용되는 방부제인 CCA(Chromated copperarsenic), ACA(Ammoniacal copper arsenate), ACC(acid copper chromate) 등은 평상시에는 목재에 침투되어 화학적으로 안정

된 결합을 하고 있으나 태우거나 처리과정에서 독성이 높고, 유전적 문제를 야기시킬 수 있는 구리 및 비소의 산화물이 발생하여 사람들에게 피해를 주거나 대기, 물, 토양을 오염시킬 수 있음

마) 식물 부산물 재료

- 식물로부터 얻어지는 재료로는 분쇄한 짚, 매트, 톨 등이 사용되고 있으며, 비탈면이나 하천호안의 침식을 방지하고 식생을 도입하기 위해 사용되는 자연적인 재료로서 여기에 토양이나 유기물이 더해져서 식물의 생장에 도움을 줌
- 화학섬유를 사용하지 않기 때문에 수생식물이 활착하고 시간이 경과되면 저절로 분해되는 친자연적인 생태복원재료임

(2) 공법별 환경성 비교

- 일본의 연구 사례에 의하면 하천정비에서 콘크리트 사용으로 발생하는 CO2 배출량은 전체의 약 73%를 차지함(하천의 제방 및 사면을 보호하는 제조 및 설치 기술, 신기술 평가신청서)
- 제방 6,400m² 시공시 콘크리트 호안의 경우 총 306톤의 CO2가 방출되며, 매트, 나무말뚝 잔디 공사를 결합한 자연형 공법의 경우 총 46톤의 CO2만 방출되어 콘크리트 공법에 비해 CO2 배출량이 1/7로 감축됨
- 식생이 무성할 경우에는 추가로 15톤의 CO2 배출량 감소가 발생함
- 바이오폴리머 공법을 이용할 경우 호안공 및 식생공이 불필요하므로 기존 자연형 공법에 16톤의 CO2 추가 감축이 가능함

<공법별 CO2 배출량 비교(제방 6,400m² 적용시, 단위 : 톤)>

	콘크리트 제방	자연형 제방	바이오폴리머 제방
시공시 CO2 배출량	306.1	46.0	30.0
식생에 의한 CO2 흡수량	-	15	15

나. 제방구성 재료의 내구성

(1) 기존 재료별 내구성 비교

가) 식생호안

- 제방의 사면에 식생이 활착되어 있는 제방축조재료의 침식을 방지하는 호안
- 식생호안의 허용유속은 2 m/s 이하, 허용소류력은 2 kg/m²이하

나) 사석호안

- 일정 크기 이상의 사석을 채취하여 제방사면에 설치하여 가격이 저렴하고 공기 절감효과가 우수함
- 재료간의 맞물림(interlocking)효과에 의하여 안정성이 유지됨으로 결속력이 약함
- 사석호안의 허용유속은 5 m/s 이하, 허용소류력은 30~60 kg/m²이하

다) 돌망태 호안

- 석재호안이 단체(single unit)거동함으로 안정성이 취약하므로 방틀을 이용하여 군체(group) 거동할 수 있도록 개선한 호안
- 고중량으로 유속 및 유량에 대하여 안정성이 우수
- 돌망태호안의 허용유속은 6 m/s 이하, 허용소류력은 30~60 kg/m²이하

라) 콘크리트블록

- 시멘트를 이용하여 균일한 블록을 제방사면에 설치하여 유수에 의한 침식 방지
- 블록재료간의 맞물림에 의하여 안정성을 유지하는 조립형과 블록을 철선으로 연결하여 안정성을 강화한 결속형이 있음
- 콘크리트블록의 허용유속은 6~8 m/s, 허용소류력은 30~60 kg/m²이하

마) 목재생태호안

- 목재생태호안은 경관 및 미관이 수려하고 식생활착·증대가 용이하여 자연형 호안공법에 활용됨
- 목재생태호안의 허용유속은 4 m/s 이하, 허용소류력은 20~50 kg/m²이하

바) 식생매트

- 식물의 활착 및 생장이 용이하고 환경적 영향이 적어 하천복원에 많이 활용
- 다양한 친환경재료를 여러겹 중첩하여 식생활착에 의한 제방의 안정성 향상 도모, 식생매트를 다른 재료와 혼용하는 경우 고성능의 안정성 가능
- 식생매트의 허용유속은 1.5~10 m/s 이하, 허용소류력은 15~80 kg/m²이하

사) 신소재를 이용한 제방

- 본 연구에서 개발한 바이오폴리머 등의 친환경재료를 이용하여 제방재료의 내구성을 향상시키는 기술

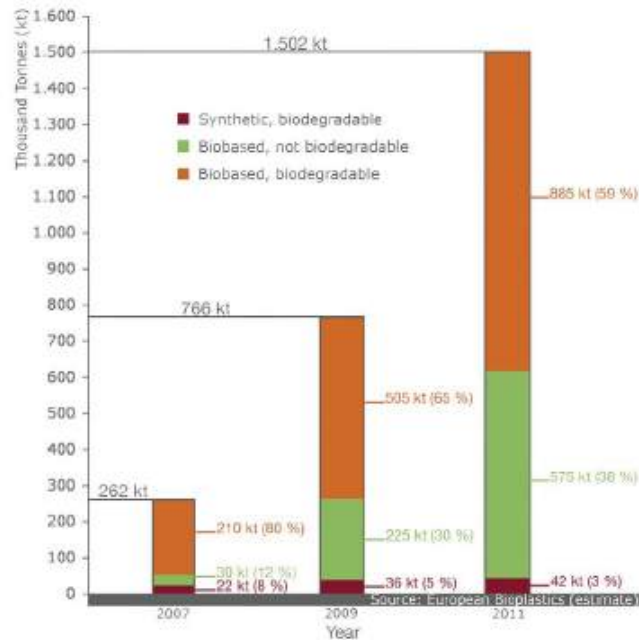
- 신소재를 이용한 제방축조 기술은 친환경기법으로서 식생호안보다 강도가 높으며 사석호안과 비슷한 내구성을 구현할 수 있도록 목표
- 신소재를 이용한 무너지지 않는 제방의 목표 허용유속은 5 m/s 이하, 허용소류력은 30~40 kg/m²이하

다. 친환경 신소재의 경제성

(1) 국제 바이오플리머 시장 현황 및 전망

가) 국제 바이오플리머 시장의 성장 (2000~2010)

- 지난 10년 간 국제 바이오플리머 시장은 친환경 소재에 대한 시장 수요 증대로 인해 비약적으로 발전함.



<국제 바이오플리머 생산 현황 (Plastics Additives & Compounding 2008)>

- 그 과정에서 국제 바이오플리머 가격은 2011년 기준으로 2001년 가격대비 80% 이상 저감됨(JEC Group 2008).
- 이에 바이오플리머를 대량으로 활용할 수 있는 기술 분야에 대한 연구와 기술 개발 필요성이 대두됨.

나) 국제 바이오플리머 시장의 전망 (~ 2020)

- 순수 바이오플리머의 생산량은 2011년 기준으로 420 k·ton에서 2016년에는 1,350 k·ton 으로 연평균 22% 씩 증가할 것으로 예상됨(BCC Research 2013).
- 보통 바이오플리머 생산량이 6배 증가하면 가격은 1/5로 줄어드는 경향이 있다.

이를 기준으로 2016년에는 현재(2014년) 기준 대비 바이오폴리머 가격은 50% 절감될 것으로 예상된다.

- 대표적인 바이오폴리머 종류인 젤란검(Gellan gum)의 경우 제조사에 따라 약간 차이가 있지만 통상 40~60 USD/kg의 가격으로 거래되고 있다. 향후 가격은 바이오폴리머 시장 전망을 토대로 예측해보면 30 USD/kg 선으로 감소할 수 있을 것으로 전망됨.
- 또한 하천·제방 분야로의 적용을 위한 국내 자체 생산 시에는 해외 수송/물류 및 로열티 비용의 추가적인 절감이 예상되어 결국 10 USD/kg의 가격 수준을 형성할 수 있을 것으로 전망됨.

다) 친환경 신소재를 적용한 제방 조성의 경제성 전망

- 현재 제방 및 비탈면 녹화를 위한 친환경 공법의 시공비용은 1 m² 당 200,000 원 ~ 300,000원 선에서 책정되고 있다. 이중 재료 가격은 50,000원 정도 수준인 것으로 판단됨.
- 현재 기술 및 가격 수준으로 바이오폴리머를 지반 처리에 적용하기 위해서는 약 180,000 원/m² 이 소요되는 것으로 판단됨 (흙 중량대비 1%, 10 cm 피복 조성 시)
- 하지만 국제 바이오폴리머 시장의 현황 및 전망을 토대로 2016년에는 2014년 수준보다 가격이 1/2 수준으로 떨어지고, 하천·제방 대규모 적용을 위한 국내 대량 생산 시 추가로 50%의 가격 인하가 예상된다. 이를 토대로 친환경 신소재를 적용한 제방 조성 기술의 실제 현장 적용 시에는 바이오폴리머 재료 비용은 45,000 원/m² 수준으로 현재의 기술과 비교할 때 충분히 경제성이 확보되는 것으로 전망됨.

5. 기술개발 방향 설정

가. 친환경 신소재 지반보강 재료 관련

- 친환경 신소재를 이용한 지반 개량, 보강, 처리 관련 토목 분야 전반. 특히, 생태계, 수질 품질 관리·유지가 중요한 친환경 건설 분야에 폭 넓게 적용
- 미생물 균주와 그 부산물(바이오폴리머)의 패키지를 통한 건설재료 상용화와 국내·외 시장 진출
- 제방뿐만 아니라, 친수/수변 공간, 호안, 성토 및 절토 비탈면의 보강과 녹화 분야에 적용 가능.

나. 신소재 활용 제방 내구성 향상 기술 관련

- 친환경 신소재를 활용하여 제방피해 주요원인인 침식, 월류에 의한 피해를 방지하여 내구성 향상
- 친환경 신소재를 이용하여 기타 부속시설이 없이 체체구성재료인 흙의 내구성을 향상시킴으로써 침식피해로부터 제방을 보호하기 기술 적용
- 신소재 활용기술 기반 제방시설 부속시설 개발하여 제품화 실시, 중소기업 기술이전을 통한 건설기술 선진화 및 국내외 시장 개척 기반 수립

다. 친환경 신소재 기술 내구성 및 생태성 평가 기술 관련

- 제방 표면 구성 재료 측면에서 일반 흙제방, 식생 제방, 콘크리트 호안 블록 제방, 친환경 호안 블록 제방, 식생 매트 제방, 목재 제방, 복합 재료 제방, 신소재 제방 등의 평가에 활용
- 유수에 의한 작용력 측면에서는 단면 평균 소류력으로 최대 1,000 N/m²까지 적용가능하며 평균 유속으로 7 m/sec까지 적용 가능한 실규모 평가 기술
- 제방 식생 활착에 따른 평가는 국내 고유 초본류 식생의 활착에 의한 강도를 평가할 수 있음



제 3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

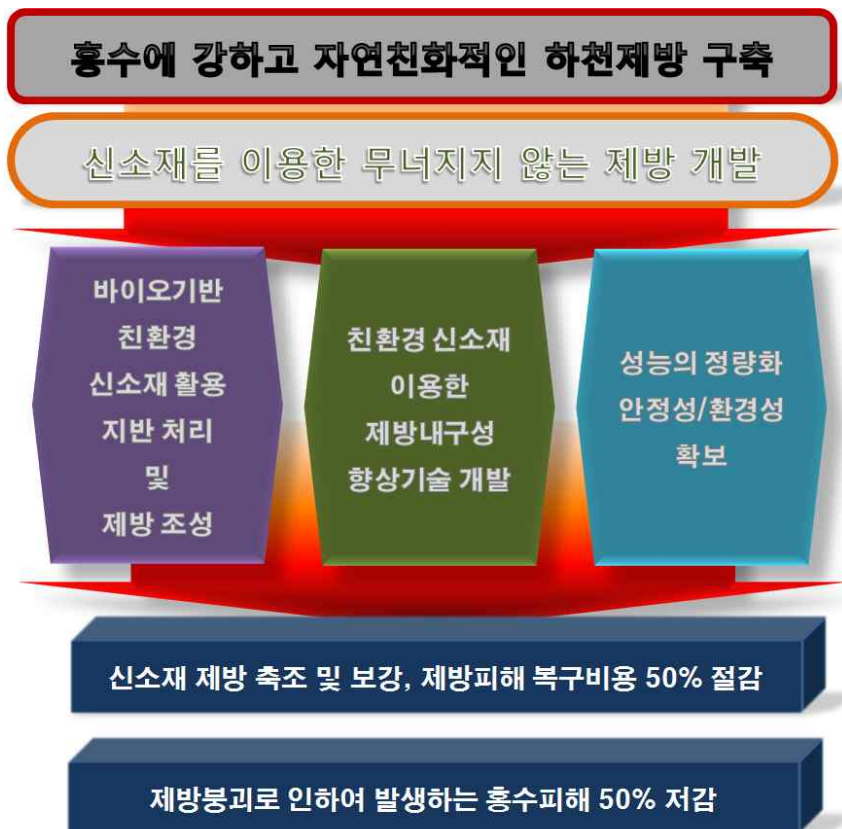
제 1절 비전 및 목표




1. 비전

- 홍수에 강하고 자연친화적인 하천제방 구축

2. 전략목표

- 바이오 신소재를 활용한 제방내구성 향상기술 및 제방축조 기법 개발
- CO₂ 배출량 5kg/m²이하의 바이오 신소재를 활용하여 허용유속 5m/s 이상, 허용소류력 30~40kg/m²을 구현할 수 있는 친환경 제방축조 및 보수보강 기술 개발
- 4차년도인 2018년부터 하천환경과 유사한 실규모 실험을 통하여 신소재 활용기술 적용성 및 실용성 검증
- 2020년까지 신소재를 활용한 제방 축조 및 보강기술 현장 적용을 통하여 제방 피해 복구비용 50% 절감 목표
- 2020년 이후 제방붕괴로 인하여 발생하는 홍수피해 50% 저감 목표



계열		고분자 사슬	젤화(Gelation)		아미노산
대표종		·베타글루칸 ·알파글루칸 ·커들란	·아가검 ·젤란검	·잔탄검	·카세인 ·키토산
특징		·포도당(C ₆ H ₁₂ O ₆)이 서로 중합 (polymerized) 된 형태의 고분자 (10,000Da 이상) 고강도 사슬 형성 ·표면의 전하(-) 특성으로 사슬 간 또는 흡입자와 수소결합 통해 결합체 형성	·열적 활성화 통한 및 젤화 ·고온 : 저점성 → 저온: 젤화	·상온 상태에서 화학적 젤화 발생 (고pH 액성 → 저pH 젤화)	·아미노기(N-)로 인해 전기적 결합특성 강화 ·중금속 등 양이온 흡착 특성 강함 (Chitosan) ·소수성으로 인해 강한 방수성 (Casein)
거동특성	압축강도	건조	5 MPa	6~11 MPa	3~4 MPa
	포화		-	500 kPa	-
	수침내구성		약함	우수	약함
	식생성장		우수	보통	-
	현장작업성		우수	열/화학처리 필요	보통
적용가능분야		·사면처리 피복, 녹생토(seed spray) ·침식억제, 비산먼지방지, 제방녹화 ·유동성 뒷채움재, 성토재 	·고강도 지반고화 ·차수/차폐 기능 (고온주입 → 급속냉각) ·수중(포화) 상태 침식억제, 제방축조 	·오염 토양 처리 ·현탁 슬러리(오수) 급속 응집 및 침전 	

3. 단계별 목표

	1단계	2단계	최종성과물
<p>바이오기반 친환경 신소재 활용 지반 처리 및 제방 조성</p>	<ul style="list-style-type: none"> 소수성 확보 위한 열화학처리 방법 흙-식생-신소재 혼합 조건 성능 열·화학적 처리를 이용한 급속 고결 재료 및 처리기술 흙 속에서의 배양을 통한 고결효과 평가 및 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> 수중 조건에서 최적화된 흙-신소재 혼배합 조건 도출 현장 시험 시공 및 식생 장기 모니터링 현장 시험 시공 및 기술 보완·완성 시멘트 대비 20% 저렴한 바이오신소재 흙 처리 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 전단강도 50 kPa 확보 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 식생 200% 이상 성장 촉진 신재료 급속고결(12시간 내 목표 강도 80% 달성) 흙 보강 기술 박테리아 주입 제방 자가고결 기술 (현장발생토 80% 활용)
<p>친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> 신소재살포 내침식성 향상, 허용유속 5m/s 이상 확보 제방침식 방지 위한 신재료 호안공 제내지사면 피복 보강을 통한 제방 내구성 향상 신소재 활용 제방보강기법 적용구간 선정기법 	<ul style="list-style-type: none"> 긴급피해 복구를 위한 10시간 이내 강도 구현 신소재 살포기술 개발 신재료 호안공 현장적용을 통한 제방침식 방지기술 제방 월류붕괴 방지 위한 신소재 활용 가이드라인 신소재 활용 하천제방 설계지침 	<ul style="list-style-type: none"> 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 월류가 되도 붕괴하지 않는 제방 신소재를 이용한 제방축조기술 향상 허용유속 5m/s, 허용소류력 40kg/m² 구현
<p>성능의 정량화로 안정성/환경성 확보</p>	<ul style="list-style-type: none"> 식생활착 전 침식 저항성 평가 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 신소재 제방 공법 침식 저항 성능 제시 공법별 환경성 및 LCA 평가 시험구간 모니터링 및 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가

제 2절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

As-Is	To-Be
<p>인공/화학적 처리를 이용한 지반 개량 및 처리</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지반의 강도 및 내구성 증진을 위해 주로 시멘트 또는 화학제품(우레탄 등)을 이용한 지반 처리 위주 - 인공/화학적 처리로 인해 흙은 물론 주변 환경 및 생태계 교란 문제 대두 - 최근 미생물/바이오 기술을 접목한 연구들이 시도되고 있으나, 아직 상용화 단계에 도달하지 못함. 	<p>바이오기반 친환경 신소재 활용한 지반 처리 및 제방 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 친환경 바이오기반 신소재 개발 및 대규모 상용화를 위한 토대 확보 - 친환경 신소재의 개발로 생태계 순화형 친환경 건설 기술 패러다임 마련 - 강도(300% 이상 증진), 내구성(200% 이상 증진)뿐만 아니라 식생 성장(200% 이상) 촉진, 미생물 자체 이용 저비용고효율(현장발생토 80% 활용, 시멘트 처리 대비 비용 20% 절감) 유지관리 및 응급복구 체계 완성
<p>사석 및 블록 보호공을 이용한 하천제방 내침식성 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하천제방의 내구성 확보를 위하여 세굴방지 예상구간 사석 및 시멘트 블록을 활용한 호안 설치 - 사석의 채취를 위하여 산간지역 자연 훼손 - 독성소재인 시멘트 재료를 이용한 블록적용을 환경오염 위험성 존재. - 보호공 설치에도 불구하고 매년 반복적인 제방침식피해 발생 	<p>친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제방보호공 설치를 위한 사석 대체기술 확보를 통한 자연보호 및 대체 자원 확보 - 하천시설 구축재료의 독성소재 배제를 통한 CO2 배출량 90% 저감, 하천친환경성 증진 - 신소재를 활용한 기술 개발시 정량적 설계기법 및 설계기준 수립, 하천제방 내구성 향상, 제방붕괴 50% 저감
<p>경험적 방법에 의한 안정성/환경성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제방 기술의 객관적 평가 및 검증 체계 전무 - 경험적 방법에 의한 제방 침식저항성 평가 - 제방 공법의 환경성 평가 체계 부재 - 식생 활착의 효과 평가 불가 - 제방 공법의 정량적 안정성 제시 불가 	<p>성능의 정량화로 안정성/환경성 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 체계적인 실규모 시험 및 평가 기법을 제시하고 이에 따라 시험, 측정, 평가를 객관적으로 정량적으로 수행하는 평가 기술 및 체계 제시 - 제방 공법 별 환경성 및 경제성을 체계적으로 평가할 수 있는 기법 및 체계 제시 - 식생 활착 전후의 침식저항성을 정량적으로 평가하여 제시 - 공법별 성능의 정량화로 제방의 환경성/안정성 확보

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술개발 전략

- 제방성토재료인 흙의 성능을 보완하여 물리적 내구성을 강화하고 하천의 환경을 보존하고 기존 생태계를 보호할 수 있는 신소재를 개발하고 활용하여 제방의 안정성을 향상시킴으로써 홍수에 강하고 생태적 기능이 우수한 하천제방축조 및 보수·보강 신기술 개발
- 연구 추진을 위하여 지반 및 신소재 분야 국내외 전문가, 하천시설물 관련 실험 전문가 및 설계 실무자, 하천생태 전문가 등으로 공동연구 수행 및 협력체계를 구축(기술적 근거 확보 또는 자문 등 상호 인증체계구축)하고, 국가 주요기관 및 관련 지방자치단체, 관련업계, 연구기관 등과의 긴밀한 협력체계를 구축하고 전문가의 의견수렴 및 참여를 유도함
- 하천제방 신설, 유지 및 보수·보강에 관한 기존 기술의 취약성을 극복하고 신소재 기술의 적용성을 실험적 방법을 통하여 검증하여 세계적 수준의 기술을 유도하고 관련분야 선도적 위치의 기술 주도를 위한 연구과제 추진
- 지반분야 신소재 및 하천분야 기술개발 동향조사 및 환경여건분석, 기술개발전략 수립, 연구개발과제 도출, 연구범위 설정, 타당성 조사 등을 통하여 국가 연구 개발 사업으로서 당위성을 확보할 수 있는 연구 수행
- 신소재를 적용하여 하천제방의 내구성과 친환경성을 동시에 만족하는 기술 연구의 실용화를 목표로 기술개발을 추진하고, 관련분야의 기초 및 원천기술의 개발을 병행하여 진행시키며, 세부과제별 핵심기술 및 관련 부처와의 연계성을 극대화 할 수 있는 방향으로 연구 추진
- 사업성과의 실용화를 효율적으로 추진하기 위하여 정부부처, 재료 및 건설, 방재관련 정부출연연구기관(한국건설기술연구원, 국립방재연구원, 국토개발연구원, 재료연구소 등), 대학 및 산업계의 협동체제를 구축하고 관련분야의 전문 인력 양성 및 산업육성과 연계 추진



나. 기술개발 효과

- 신소재를 이용하여 제방구성재료인 흙의 성질을 개선하여 내구성과 친환경성을 동시에 만족하는 하천시설 기술 연구는 선진국에서도 미개척 분야로, 국내에서 기술이 개발된다면, 관련 기술의 선점으로 국제경쟁력이 제고될 것임
- 지반성능 개선 신재료는 독성소재를 배제하고 흙의 강성을 증진시키는 기술로서, 다양한 조건에 대한 적용성 검증을 통하여 활용영역을 확장함으로써 다양한 건설분야에서 기존 기술을 대체할 수 있는 기반재료로 활용될 것으로 기대됨
- 신소재를 이용하여 제방축조 및 유지 보수·보강하는 기술은 반복적으로 발생하는 제방 침식 및 붕괴를 방지하기 위하여 제방축조재료의 성능을 개선하는 기로서, 하천제방 관련 신수종 연구분야 창출 기대됨
- 하천시설 내구성 및 생태성 평가기술의 개발은 신소재를 이용한 제방축조기술에 대한 기준을 수립함으로써 하천시설 설계 및 시공 기술을 향상시킴과 동시에 관련분야 국제경쟁력 향상 기대됨
- 연구 개발 결과의 실무 적용으로, 반복적으로 발생하는 홍수에 의한 제방침식을 50% 이상을 절감할 수 있을 것이며, 이는 2020년 이후 10년간 제방붕괴에 의한 홍수피해액을 50% 절감할 것으로 기대됨
- 하천시설에 지반분야 신소재를 적용하여 내구성과 친환경성을 동시에 만족하는 기술개발은 국내외적으로 최초로 시도되는 연구로, 향후 개발되는 기술이 실용화되면 동남아시아 등 홍수피해가 많은 저개발 국가들뿐만 아니라, 선진국에도 기술이전을 통하여 해외진출이 가능함
- 신소재를 이용한 제방 축조기술은 홍수피해로부터 인명 및 재산을 보호하는 하천제방의 축조재료 내구성을 증진시킴과 동시에 친환경성을 향상시키는 기술로서, 국민의 불안해소시키고 삶의 질을 향상시킬 수 있으며, 국가 경제발전 및 성장촉진에 기여하고 국가의 신인도 향상을 통하여 홍수에 강하고 쾌적한 삶의 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대됨
- 신소재를 이용한 제방 축조기술 개발은 국내 독자적 자체기술 확보 토대를 제공하며, 장기적인 관점에서 기술 수입대체 효과 및 해외 시장으로의 기술이전 효과가 있을 수 있음

제 3절 연구개발 후보과제 도출

1. 기술수요 조사

- 바이오 신소재를 이용하여 하천제방의 내구성을 향상시키는 연구과제를 구성하기 위하여 산/학/연에 종사하는 지반, 하천, 생태 및 신소재 전문가로 구성된 기획위원회와 자문위원들의 회의 수행
- 기획위원회는 지반신소재, 제방 내구성 분야, 하천생태분야 및 연구기획 분야 4 분야로 구성하였으며, 각 분야에서 연구를 활발히 수행하고 있는 대학의 연구자와 하천제방을 설계 및 시공하는 업체의 전문가를 고르게 참여할 수 있도록 구성하고, 연구기획을 위하여 기획전문가를 본 기획위원으로 초빙



- 기획위원 이외에도 하천제방분야 신수종 연구를 위하여 다수의 실무자를 자문위원으로 초빙하였으며, 정부의 국가연구개발과제 방향을 연구기획에 반영하기 위하여 관련 업무를 수행하고 있는 전문가를 초빙하여 초청강연을 수행함

성 명	소 속	분 야
정운익	레인보우스케이프	제방시공 전문가
권덕순	(주)이산	제방설계 전문가
이석진	(주)롯데건설	제방시공 전문가
방승희	동부엔지니어링	제방설계 전문가
최선희	연구개발성과실용화진흥원	연구관리

- 자문회의는 2회 실시하였으며, 과제기획과 신소재 국외 연구동향 조사를 위하여 2인의 서면자문을 수행하였으며 중요 내용은 다음과 같음
- 1차 기획위원 회의 주요 의견
 - 제방보강 차원은 넘어 새로운 개념의 제방이 나올 수 있는 연구방향 검토
 - 제방 측면 외에 공법상의 기술개발도 고려할 필요가 있음(제방 붕괴 원인은 사실상 내부 토양이도에 기인)
 - Core 부분 처리/제체 하부의 처리 등을 포함 하는 등의 과제가 필요하다고 생각됨
 - 세부과제 “설계”부분을 포함하여 ①기존제방 보강설계, ②신제방 설계 등의 결과가 나올 수 있게 함
 - 제품/시공 분야에서 “차단공법” 또는 “혼합공법” 포함 필요
 - 대상 제방 유형에 따른 고려 필요, 하천(대·중·소), 저수지, 호수, 단단면, 복단면, 급류, 하구 등
- 2차 기획위원 회의 주요 의견
 - 저수 호안의 안정성 확보와 고수 호안의 생태적 식생호안 보완이 필요
 - 수생식물의 활착시기를 고려해 시공해야하므로 기존의 식생 매트 공법으로 식생을 보완해 홍수지에 대비하는 것이 옳다고 보임
 - 제방에 수생식물의 식재 후 관개 및 시비를 적정하게 공급해 빠른 복원이 필요할 것으로 보임.
 - 3세부과제의 경우, 시험 시공은 공동으로 한 개의 하천에 적응하는 실험

과제로 운용하는 것이 차후 효과 검증에 효율적인 것으로 판단됨. (현장 시험과 구면 필요)

- 1세부와 2세부 과제 명을 소재와 제품/시공 측면에서 재고려해서 명명하는 것이 더 명확하게 인식될 것으로 판단됨
- 블록형태 개발시 침투에 안정성이 확보가 더 된다고 하지만 신규제방 건설시 양질의 토사를 이용하게 되어 있는바 제체누수 및 지반 누수에 대비한 유로 배수 등은 불필요할 것으로 판단됨. 단, 낙동강처럼 모래제방, 일부 안전성 확보가 안되는 기존 제방에 대해 은체저널과 같은 안정성을 확보하는게 더 실효성이 있을 것으로 판단됨.
- 호안에 대한 접근보다 차수벽에 이용하는 것도 좋을 것으로 판단됨(급속 고결 흙 보강 기술)
- 파이핑 현상 등 타 제방붕괴원인에 대한 고려가 필요해 보임.
- 바이오 폴리머 적용 블록의 시공 대상을 구분(하천 인접부와 제체 상부 구분)하여 기존 재료(호안 블록)와 같이 적용하는 방안이 좀더 효율적임
- 바이오 폴리머를 제체 내부에 포함시켜서 제체의 안정성을 확보하는 방안. 기존 시공재료(토사+사석)의 강도 증진 효과에 대해 검증 연구 추가요. (제방 자체의 강도 증진)
- 식생이 활착하기 위해서는 바이오 폴리머 블록 형태의 보호공으로는 힘들므로 식생 활착 방안에 대한 연구 필요.
- 이론적 배경·검증도 중요하지만 현장 적용성(테스트 베드)이 무엇보다 중요함. 1세부·2세부 현장 시험시공 비용을 좀더 중있게 다루어 주었으면 함.

○ 연구기획 분야 기획위원 의견 수렴 결과

- 기획연구의 개요와 연구목표는 기술적 성능목표가 하위기능에 대한 수치화된 목표를 제시하게 되어, 통합적 성과목표 및 성능목표가 제시되지 않고 있음
- 기술개발동향의 컨텐츠는 충분하지만, '무너지지 않는 제방'을 중심으로 스토리텔링을 보완할 필요 있음, 스토리텔링이 되기 위해서는 Top-down 방식의 접근 필요, 무너지지 않는 제방을 위해 미충족 수요(unmet needs)를 먼저 정의하고 각 needs 연구개발 동향을 제시하면 더 좋을 것

○ 신소재 분야 국외전문가 의견 수렴 결과

- 본 과제는 기존의 연구개발과제와는 달리, 핵심시공 재료가 biopolymer를 대상으로 하는 것이어서, 관련 전문기관 및 인력의 참여나 자문이 필수적인 것으로 예상되는 바 연구 개발 실시 전에 관련 네트워크를 구축하는 것이 필요하다고 보며, 연구개발 실시 초기부터 참여를 유도하는 것이 다양한 biopolymer들의 특성과 생산에 관한 정보 및 기술을 파악하는데 크게 도움이 될 것으로 판단됨
 - 세계적으로도 현재까지 수행된 biopolymer 활용 기술개발과제들이 산발적이고 단순적용에 그쳐 그 성과가 제대로 활용되지 못한 면이 있다. 하지만, 본 연구과제는 기존 수행된 과제들과는 달리 다양한 분야의 참여연구기관 및 인력, biopolymer를 이용한 다양한 흡 제방구축 및 식생촉진과 같은 효과적인 생태계 복원을 개념을 포함하는 광범위하고 체계적인 접근과 활용으로 구성되어 있는 바, 기대되는 성과가 어느 때보다 클 것으로 예상
 - 바이오폴리머 생산기술의 개선 및 최적화를 성공적으로 이루어 낼 경우 하천·제방 분야로의 적용을 위한 국내 자체 생산 시에는 해외 수송/물류 및 로열티 비용의 추가적인 절감이 예상됨으로 목표수준인 10 USD/kg의 가격 수준을 형성할 수 있을 것으로 전망됨
 - 기획 단계 이후 세부과제 진행시 현장설계·시공자의 의견을 계속적으로 들어주시면 좋은 세부적인 아이디어가 나올 것임.
- 미래창조과학부 국가연구개발사업 방향 의견 수렴 결과
- 국내 연구개발사업의 패러다임이 변화하고 있으며, 창조형, 개방형, 글로벌, 융합형 및 지재권 경쟁형 연구개발 사업 등에 대한 고려가 필요함
 - 수자원분야의 경우 수요자를 하천 및 수자원 관리 주무기관이 지자체 및 국토교통부로 생각하여야 할 것 같으며, 공공기술 특성에 맞는 연구목표 및 성과지표 설정이 중요할 것으로 보임
- 기획위원회 및 자문회의 개최를 통하여 수집된 결과
- 국내 연구개발사업의 패러다임이 변화하고 있으며, 창조형, 개방형, 글로벌, 융합형 및 지재권 경쟁형 연구개발 사업 등에 대한 고려가 필요함
 - 수자원분야의 경우 수요자를 하천 및 수자원 관리 주무기관이 지자체 및 국토교통부로 생각하여야 할 것 같으며, 공공기술 특성에 맞는 연구목표 및 성과지표 설정이 중요할 것으로 보임

2. 연구개발 후보과제 도출

- 기술동향조사와 수요조사를 통하여 지반신소재 분야, 신소재 활용 내구성 향상 기술 분야 및 신소재 기반 기술 검증 및 평가 분야의 후보과제 도출
- 친환경 신소재 지반보강 재료 관련 연구개발 후보과제
 - 지오폴리머(Geopolymer)를 이용한 소일크리트 기술 개발
 - 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발
 - 탄소나노재료를 이용한 제체 코어(Core) 조성 기술 개발
 - 식생 성장 촉진 신재료 개발
 - 탄성과 탐사를 이용한 제방 유지관리 시스템 구축
 - 국내 토양생태계 적응형 미생물 균주 발굴 및 개발
 - MICP(Microbial Induced Calcite Precipitation)을 이용한 바이오제방 구축 기술
 - 급속고결 흙 보강 기술 개발
- 신소재 활용 내구성 향상기술 분야 연구개발 후보과제
 - 현장토를 이용한 친환경 바이오 제방 구축 기술
 - 신소재를 이용한 피복층 내구성 향상기술 개발
 - 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발
 - 화분형 신소재 식생호안블록 개발
 - 제방 침투과괴 보수·보강을 위한 신소재 그라우팅 공법 개발
 - 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발
 - 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
 - 신소재 혼합토 틀을 이용한 식생매트 개발
- 소재 기반 기술 검증 및 평가 분야 연구개발 후보과제
 - 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용
 - 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용
 - 신소재 제방 식생활착 기법 개발 및 평가
 - 신소재를 이용한 차수벽 개발 및 평가
 - 신소재 제방 공법 파이핑 대응 능력 평가 기술 개발 및 적용
 - 신소재 자가고결 평가 기술 개발 및 적용
 - 신소재 제방 내구성 평가 기술 개발 및 적용
 - 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가

후보과제 명칭	지오폴리머(Geopolymer)를 이용한 소일크리트 기술 개발
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 알칼리활성화 및 포졸란 반응을 이용한 제방구축 기술 개발 ◎ 현장발생토를 이용한 안전한 제방 구축
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 알칼리활성화 및 포졸란 반응을 이용한 제방구축 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 분야 등에서 플라애쉬, 고로슬래그 등 산업부산물의 포졸란 반응을 이용한 신재료 개발 활발 ◎ 현장발생토를 이용한 안전한 제방 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 현장발생토 활용에 대한 필요성은 높이 제시되고 있으나, 관련 기술 개발이 미미함
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 알칼리활성화 및 포졸란 반응을 이용한 제방구축 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 이미 활발히 이용한 알칼리 활성화 기술을 토대로 국내 제방 특성에 맞는 토질을 대상으로 기술 확장 ◎ 현장발생토를 이용한 안전한 제방 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 현장발생토 적산 기술을 활용하여 제방 설계에 반영
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 알칼리활성화 및 포졸란 반응을 이용한 제방구축 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현장발생토를 그대로 이용하고 가격 경쟁력이 높은 산업부산물을 활용함으로써 경제적인 제방 시공 가능 ◎ 현장발생토를 이용한 안전한 제방 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 건설 폐기물 저감에 획기적으로 기여할 수 있음
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방은 국민의 안전과 수자원 관리·보호의 공공재 성격이 강하기 때문에 정부 지원이 타당함
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 연구개발 사례를 분석한 후 국내 토양 특성에 맞게 특성화하여 기술 확보 추진함
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 4년 - 총 연구비(정부출연금): 8억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 지오폴리머(Geopolymer) 제방 조성 기술 - 신규 제방 조성에 적극 활용하여 현장발생토 저감
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	물에 녹지 않는 친환경 흡 보강 신재료 개발
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 소수성(hydrophobic) 특성을 지닌 친환경 흡 보강 재료 개발 ◎ 물속에서 분리되지 않고 형태/점성을 유지할 수 있는 신재료 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 소수성(hydrophobic) 특성을 지닌 친환경 흡 보강 재료 <ul style="list-style-type: none"> - 방수우레탄 계열 또는 물유리 등에 의존하고 있으나 유실 가능성이 높아 완벽한 차폐가 이루어지지 못함 ◎ 물속에서 분리되지 않고 형태/점성을 유지할 수 있는 신재료 <ul style="list-style-type: none"> - 계면활성제 등을 이용한 재료 등이 제시되고 있으나, 대부분 시멘트 계열에 의존하고 있음.
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 소수성(hydrophobic) 특성을 지닌 친환경 흡 보강 재료 <ul style="list-style-type: none"> - 재료는 차별화할 수 있으나, 기존 기술에서 활용하는 공법은 충분히 활용할 수 있음
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 소수성(hydrophobic) 특성을 지닌 친환경 흡 보강 재료 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 및 호안 토양의 물에 대한 침식 저항성을 획기적으로 증진시킬 기술 개발이 필요 ◎ 물속에서 분리되지 않고 형태/점성을 유지할 수 있는 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 인공 구조물 주변에서 발생하는 각종 세굴 문제를 획기적으로 저감시킬 기술 개발 필요
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 토양의 침식 문제는 이제 국가 환경 관리 중점 패러다임으로 채택됨. 따라서 정부 지원이 타당함
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오-지반-수문 관련 융합연구를 통해 연구의 성공률을 증진시켜 기술 확보 가능성을 높임
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 10억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 소수성(hydrophobic) 친환경 신재료 - 일정 유속에서 견딜 수 있는 고점성수중불분리 재료 - 소수성신재료-흡 혼합물에 대한 최적 혼합 조건 및 성능평가표 - 소수성신재료와 흡을 혼합하기 위한 특수 공법
기술유형	기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	탄소나노재료를 이용한 제체 코어(Core) 조성 기술 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 탄소나노재료를 이용한 고강도 제체 코어(core) 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 탄소나노재료를 이용한 건설재료화 - 국내의 탄소나노재료 개발 기술은 이미 세계적 수준 - 건설 분야에서의 적용은 관련 연구 부재로 인해 미미함 - 해외에서는 탄소나노재료를 이용한 다양한 건설/건축 자재 등이 개발되고 있음.
기존기술 활용방안	◎ 탄소나노재료를 이용한 건설재료화 - 기존 콘크리트 등에서 적용된 탄소나노재료의 물성과 처리 기술 관련 정보를 이용
기술개발 필요성	◎ 탄소나노재료를 이용한 건설재료화 - 탄소나노재료는 강도/강성이 우수하고, 내구성이 매우 우수하기 때문에 제방의 장기적 안전성에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방은 국민의 안전과 수자원 관리·보호의 공공재 성격이 강하기 때문에 정부 지원이 타당함
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 제방 코어를 조성할 수 있는 기술 특성화 추진
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 13 억 원
최종성과물 및 활용방안	- 탄소나노튜브를 이용한 흙 혼합 및 제체 조성 기술 - 신규 제방 조성에 적극 활용하여 내구성 증진
기술유형	기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	식생 성장 촉진 신재료 개발
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 하천·제방의 지협적 생태계 특성을 고려한 최적 식생 도출 ◎ 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지협적 생태계 특성을 고려한 최적 식생 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 환경에 대한 중요성이 부각되면서 지역적 식생을 고려한 녹화 기술이 제시되고 있음 ◎ 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 대부분의 녹화 기술은 초기 안정화 부족으로 인해 유실되는 사례가 대다수 임
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지협적 생태계 특성을 고려한 최적 식생 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 각 수계 및 지형 조건별 최적 식생에 관한 자료를 적극 활용하게 실내 실험에 활용 ◎ 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 기술의 문제점을 분석하여 차별화 전략에 반영
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지협적 생태계 특성을 고려한 최적 식생 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 녹화 식생의 자생력 및 생태계 교란 최소화를 위해서 반드시 지협적 조건에 대한 고려가 필요함 ◎ 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 유지관리 및 보호를 위해 매우 중요한 식생의 조기 안정화 관련 획기적 기술이 제시되어야 함
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방은 국민의 안전과 수자원 관리·보호의 공공재 성격이 강하기 때문에 정부 지원이 타당함
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오-식생-제방-지반 분야 전문가간 융합연구를 통해 기술 확보 추진
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 10억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 하천의 지협적 기후·지리·생태계 조건별 최적 식생군 도출 - 각 최적 식생별 최적의 성장 및 안정화 촉진 친환경 신재료 - 신재료-흙-식생 혼합 조건별 최적 조합 도출 - 신재료-흙-식생 일체화된 제방표면보호 매트 시제품
기술유형	기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	탄성과 탐사를 이용한 제방 유지관리 시스템 구축
연구개발목표 및 내용	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 국내외에서 탄성파를 이용한 모니터링 기술은 다수 개발 - 토양 침식 분야에 대한 기술 개발은 아직 미미한 수준. 특히 현장 적용형 시스템 개발은 아직 보고되지 않음
기존기술 활용방안	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 탄성파 센서 및 해석 알고리즘 적극 활용
기술개발 필요성	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 육안으로 모니터링하기 어려운 수중 지반에 대한 모니터링이 매우 필요함. 제방의 실시간 유지관리 기술 확보
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방은 국민의 안전과 수자원 관리·보호의 공공재 성격이 강하기 때문에 정부 지원이 타당함
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 현장 적용 가능성이 높은 탄성파 모니터링의 시제품 시스템 개발
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 12 억 원
최종성과물 및 활용방안	- 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 하천 시험장에 시험 적용을 하여 시스템의 완성도 증진
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(○), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	국내 토양생태계 적응형 미생물 균주 발굴 및 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 국산 미생물 균주 발굴 및 부산물 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 자연 미생물 및 부산물 개발 기술 - 토양 미생물은 자칫 생태계 교란 가능성이 높기 때문에 사전에 다양한 안전성 검토가 이루어져야 함. - 일본에서는 자연 흙을 채취하여 관련 미생물을 확보하는 기술 개발이 활발히 진행되고 있음
기존기술 활용방안	◎ 자연 미생물 및 부산물 개발 기술 - 해외 미생물 발굴 기술을 활용하여 국산 미생물 발굴 추진
기술개발 필요성	◎ 자연 미생물 및 부산물 개발 기술 - 미생물 관련 원천기술 확보의 의미가 큼
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 미생물 관련 연구는 국민의 안전과 위생과 직결되는 사안이므로 정부 지원이 타당함
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 국내 특성에 맞는 미생물 균주 발굴 및 관련 부산물 생산 기술 개발
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 15 억 원
최종성과물 및 활용방안	- 국산 미생물 - 국산 미생물의 부산물 - 제방 유지보수에 시험 적용
기술유형	기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	MICP (Microbial Induced Calcite Precipitation)을 이용한 바이오제방 구축 기술
연구개발목표 및 내용	◎ 미생물을 이용한 제방 자체 고화 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 미생물 이용 탄산칼슘 고결 기술 - 미국 유럽 등에서 다양한 형태로 개발되고 있음 - 사질토 지반에 대한 시험시공 사례도 보고되고 있음
기존기술 활용방안	◎ 미생물 이용 탄산칼슘 고결 기술 - 탄산칼슘 회수율을 높이기 위해 기존 선행 연구들을 적극 활용할 수 있음
기술개발 필요성	◎ 미생물 이용 탄산칼슘 고결 기술 - 저비용 고효율 기술로 기대됨
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 미생물 관련 연구는 국민의 안전과 위생과 직결되는 사안이므로 정부 지원이 타당함
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 국내 특성에 탄산칼슘 고결 기술 개발
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 13 억 원
최종성과물 및 활용방안	- 국산 미생물 - 탄산칼슘 고결 체체 또는 지반 - 제방 유지보수에 시험 적용
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	급속고결 흠 보강 기술 개발
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 시공 초기 안정성 확보 또는 응급복구를 위한 급속고결 기술 개발 ◎ 가열-냉각 또는 산-염기 처리를 통해 급속고결 되는 흠 보강 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 응급복구를 위한 급속고결 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 화학, 생명공학 분야에서 다양한 급속 고결 기술 제시 ◎ 급속고결 되는 흠 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 흠 보강 기술은 주로 에폭시 계열의 화학제품 적용에 국한
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 응급복구를 위한 급속고결 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 Self-healing 기술의 적용 방법 활용 ◎ 급속고결 되는 흠 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 기술의 현장 적용 방법 활용
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 응급복구를 위한 급속고결 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 초기 붕괴 시 추가 붕괴를 막기 위한 핵심 기술 개발 ◎ 급속고결 되는 흠 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 친환경 급속 고결 기술의 부재로 개발 필요성 높음
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방은 국민의 안전과 수자원 관리·보호의 공공재 성격이 강하기 때문에 정부 지원이 타당함
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오-식생-제방-지반 분야 전문가간 융합연구를 통해 기술 확보 추진
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 12억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 12시간 이내에 목표수준(강도) 80% 도달 급속 흠 보강 재료 급속고결 흠 보강 공법 및 장비 - 급속고결 바이오신소재 전용 장비에 대한 사업화
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	현장토를 이용한 친환경 바이오 제방 구축 기술
연구개발목표 및 내용	◎ 하상준설토에 신소재를 혼합하여 제방축조재료로 활용할 수 있는 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 제체재료로서 하상토는 원칙적으로 사용을 금함 ◎ 부득이하게 하상토를 활용하는 경우 하상토 안정공법을 적용
기존기술 활용방안	◎ 하상토 안정공법 관련 기술 활용 - 토양재료 혼합비에 따른 하상재료 특성 개선 기술, 신소재 혼합 연구에 반영
기술개발 필요성	◎ 기준설된 하상토를 활용한 제방축조재료 확보 - 하상준설토를 그대로 이용하고 가격 경쟁력이 높은 산업부 산물을 활용함으로써 경제적인 제방 시공 가능
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방 건설 단가 저감을 위한 정부주도 신기술 채택 필요
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 국내 토양 특성에 맞게 특성화하여 기술 확보 추진함
과제규모	- 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 7억 원
최종성과물 및 활용방안	- 신소재를 활용한 하상토 안정처리 공법
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재를 이용한 피복층 내구성 향상기술 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 신소재와 제방축조재료 혼합액 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 하천제방의 피복을 보강하여 침식붕괴를 대비하는 기술은 석재, 콘크리트 블록, 식생매트 및 콘크리트 피복 등의 호안공 기술 의존 ◎ 산지 및 절개 사면을 보강하는 슛크리트 기법은 하천분야 미 적용
기존기술 활용방안	◎ 절개사면 보강을 위한 슛크리트 기법 - 시멘트 소재를 살포하여 절개사면을 보강하는 기술 - 신소재를 살포하여 제방표면을 보호하는 공법 개발 위해 관련 기술 활용
기술개발 필요성	◎ 생태기능이 보전된 하천내구성 향상기술 개발 필요 - 하천생태 및 환경에 대한 사회적 관심이 높아지고 있으므로, 생태를 보호하고 내구성을 동시에 증진시키는 기술 개발 필요
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 국토교통부 수자원분야 주요정책적 방향에 적합한 과제
기술확보전략	- 관련 시공기술 및 기기 제작 기술 보유 업체 연계, 신소재 살포 기술 조기 확보
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 10억 원
최종성과물 및 활용방안	- 신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 - 홍수시 제방침식 응급복구 기술
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 사석보호공을 대체하는 신소재 호안공 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 하천제방 표면을 보호하는 보호공은 사석, 블록, 돌망태 활용 ◎ 국내 호안의 75% 이상은 시멘트콘크리트 블록, 돌망태 호안
기존기술 활용방안	◎ 블록보호공 제작 기법 - 신소재 고결화 기법 개발, 기존 시멘트 재료 대체
기술개발 필요성	◎ 하천시설의 독성소재 활용 최소화 - 하천유수와 접촉하는 부분에 독성소재를 최소화하는 하천환경 보호 기술 개발 필요
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 국토교통부 수자원분야 주요정책적 방향에 적합한 과제
기술확보전략	- 관련 시공기술 및 기기 제작 기술 보유 업체 연계, 신소재 경화를 통한 블록제작 기술 확보 및 제품화
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 10억 원
최종성과물 및 활용방안	- 하천제방 보호공 제작을 위한 신소재 고결기술 - 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	화분형 신소재 식생호안블록 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 화분형태의 호안블록 제작을 통한 하천제방 식생 조기활착 및 조경공사 개선 기법 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 호안블록 중 일부 화분형태로 제작 ◎ 하천공원 조성시 화분형 호안재료 활용
기존기술 활용방안	◎ 블록보호공 제작 기법 - 신소재 고결화 기법 개발, 기존 시멘트 재료 대체
기술개발 필요성	◎ 하천공원 조성을 위한 신소재 제품 개발 - 하천공원의 조경조성을 통한 친미성 확보
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 국토교통부 수자원분야 주요정책적 방향에 적합한 과제
기술확보전략	- 관련 시공기술 및 기기 제작 기술 보유 업체 연계
과제규모	- 연구기간: 2년 - 총 연구비(정부출연금): 3억 원
최종성과물 및 활용방안	- 신소재 활용 화분형 호안 제작 및 하천공원 조성 기술
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	제방 침투파괴 보수·보강을 위한 신소재 그라우팅 공법 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 신소재를 이용하여 제방심벽 보강을 위한 그라우팅 공법 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 제방의 심벽은 투수계수가 낮은 점토질 재료 활용 ◎ 연약지반 보강을 위한 그라우팅 기술, 하천제방 미적용
기존기술 활용방안	◎ 연약지반 보강을 위한 그라우팅 기술 - 기존 그라우팅 기술 활용, 신소재 보강재료 그라우팅 기술 조기 개발
기술개발 필요성	◎ 하천제방 침투파괴 대책 수립 - 제방침투 및 파이핑 대책으로
정부지원 타당성	- 하천제방의 보수보강은 국토교통부 주관 업무 분야
기술확보전략	- 지반보강 시공기술 보유 업체 연계 기술 확보 추진
과제규모	- 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 7억 원
최종성과물 및 활용방안	- 제방 침투파괴 대비 보수·보강을 위한 신소재 그라우팅 기술
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 홍수피해를 증가시키는 제방붕괴를 방지하여 인명 및 재산을 보호할 수 있는 제방내구성 향상기술 개발 ◎ 계획빈도를 상회하는 홍수발생시 월류로부터 제방을 보호하여 홍수피해를 저감시키는 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 월류보호공 제작 및 설치 기술 ◎ 유럽 일부 국가 제방고를 일시적으로 상승시키는 보조시설물 활용 제방월류 방지
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 월류방지 보호공 설계 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 보호공의 무게와 내구성 관계 분석을 통한 설계공식 활용 제품 제원 조기 확정
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 도시유역 홍수피해 확산 방지를 위한 제방보호 <ul style="list-style-type: none"> - 제방붕괴시 홍수피해 급증, 인명 및 재산피해 저감을 위한 도시유역에 적합한 대응기법 개발 필요
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 홍수로부터 제내지를 보호하는 하천시설은 제방임 - 홍수로부터 인명 및 재산을 보호하는 공공시설 관련 기술은 정부의 고유 영역임
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해 저감기술로서 활용되고 있는 월류대응제방 기술 연계
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 10억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신규제방 축조 및 기존제방 보강시 신소재를 활용한 기술을 적용하여 친환경제방을 축조하는 기술 개발 ◎ 제방피복강화, 보호공 및 월류방지공 적용구간 선정 기술 및 신소재 활용 설계기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지반 신소재를 이용한 하천제방 보수·보강 및 시설에 대한 연구 사례 없음
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신수종 연구 분야로 기존 설계기법 및 국내외 관련 기준 참조
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 생태성을 고려한 하천시설 설계기준 수립 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 시공기법에 대한 설계기준으로는 신소재를 이용한 공법 적용 한계
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 하천시설 설계기준 수립은 국토교통부 업무 - 국가건설기준 수립에 관한 연구를 위해서는 관련 유관기관 협조 필요
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 시공 및 설계분야 전문가, 설계기준 수립 주체인 공무원과 협의를 통한 신규 설계지침 수립 및 제도화 추진
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 4년 - 총 연구비(정부출연금): 5억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 하천제방 설계 개발
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 혼합토 들을 이용한 식생매트 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 하천제방 제체 특성과 동일한 소재를 활용한 식생매트 개발을 통하여 식생 조기확착 유도 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 하천식생 성장으로 제방침식방지 식생매트리스 개발 및 적용 활발 ◎ 생태보전 및 환경보호를 위하여 식생매트리스 대한 요구 증가
기존기술 활용방안	◎ 식생매트리스 제작 및 적용 기술 - 기존 식생매트리스 기술 중 개선 요망 부속물 친환경 소재 대체
기술개발 필요성	◎ 생태성을 고려한 하천시설 시공기술 기능 향상 - 기존 활용되고 있는 기술의 성능 개선을 통하여 적용 영역 확장
정부지원 타당성	- 하천제방 시설 및 식생 관리에 관한 주체는 국토교통부 - 개발기술의 하천구역 적용을 위해서는 관련 유관기관 협조 필요
기술확보전략	- 관련 시공기술 및 기기 제작 기술 보유 업체 연계
과제규모	- 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 6억 원
최종성과물 및 활용방안	- 신소재 식생매트 제작 및 시공 기술
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	탄성과 탐사를 이용한 제방 유지관리 시스템 구축
연구개발목표 및 내용	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 국내외에서 탄성파를 이용한 모니터링 기술은 다수 개발 - 토양 침식 분야에 대한 기술 개발은 아직 미미한 수준. 특히 현장 적용형 시스템 개발은 아직 보고되지 않음
기존기술 활용방안	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 탄성파 센서 및 해석 알고리즘 적극 활용
기술개발 필요성	◎ 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 육안으로 모니터링하기 어려운 수중 지반에 대한 모니터링이 매우 필요함. 제방의 실시간 유지관리 기술 확보
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 제방은 국민의 안전과 수자원 관리·보호의 공공재 성격이 강하기 때문에 정부 지원이 타당함
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 현장 적용 가능성이 높은 탄성파 모니터링의 시제품 시스템 개발
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 12 억 원
최종성과물 및 활용방안	- 탄성과 탐사를 이용한 토양 침식 모니터링 기술 - 하천 시험장에 시험 적용을 하여 시스템의 완성도 증진
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	국내 토양생태계 적응형 미생물 균주 발굴 및 개발
연구개발목표 및 내용	◎ 국산 미생물 균주 발굴 및 부산물 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 자연 미생물 및 부산물 개발 기술 - 토양 미생물은 자칫 생태계 교란 가능성이 높기 때문에 사전에 다양한 안전성 검토가 이루어져야 함. - 일본에서는 자연 흙을 채취하여 관련 미생물을 확보하는 기술 개발이 활발히 진행되고 있음
기존기술 활용방안	◎ 자연 미생물 및 부산물 개발 기술 - 해외 미생물 발굴 기술을 활용하여 국산 미생물 발굴 추진
기술개발 필요성	◎ 자연 미생물 및 부산물 개발 기술 - 미생물 관련 원천기술 확보의 의미가 큼
정부지원 타당성	- 제방관련 연구 개발은 정부 주도로 밖에 진행할 수 없음. - 미생물 관련 연구는 국민의 안전과 위생과 직결되는 사안이므로 정부 지원이 타당함
기술확보전략	- 해외 연구개발 사례를 분석한 후 국내 특성에 맞는 미생물 균주 발굴 및 관련 부산물 생산 기술 개발
과제규모	- 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 15 억 원
최종성과물 및 활용방안	- 국산 미생물 - 국산 미생물의 부산물 - 제방 유지보수에 시험 적용
기술유형	기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 실규모 시험에 의한 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 ◎ 실규모 홍수 시험에 의해 개발된 공법의 침식 저항성을 정량적으로 평가하여 제시(허용 소류력 및 허용 유속)
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 국내 실규모 시험 기초 연구 수준 ◎ 제방 및 저수 호안 재료의 시험/평가에 대한 시장 요구 높음
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 국내 실규모 시험 인프라 및 전문가 활용 가능 ◎ 국외 전문가를 활용한 기술 개발 가능
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 국내에서 침식 저항성을 정량적으로 평가하는 기술 기준 미비 ◎ 제방의 안정도를 평가하고 안정을 확보할 수 있는 기술
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 국내에서 민간 주도 투자가 없음 - 시험 인프라 구축에 막대한 비용이 발생
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 시험 자료 및 평가 결과를 활용하여 최대 소류력 평가 범위 확대
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 4년 - 총 연구비(정부출연금): 12억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 - 침식저항성 평가기법의 기술 표준화
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 제방의 환경성 및 LCA 평가 기법 개발 ◎ 개발된 신공법 제방의 환경성 및 LCA 평가
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 토목 구조물 및 하천환경 신공법에 대한 환경성 및 LCA 평가가 광범위하게 이루어지고 있음 ◎ 환경성 평가에 대한 다양한 기법이 소개되어 적용되고 있음
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 기존 하천환경 관련 신공법의 환경성 및 LCA 평가 사례 분석 ◎ 국외 제방 LCA 평가 사례 분석
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 기술의 현장 적용 및 사업화를 위해서는 환경성 및 LCA 평가가 필수적임 ◎ 국제적인 환경규제추세에 맞춘 공법의 환경성 제고 필수
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임 - 환경적 측면의 편익 평가는 하천사업의 평가에도 활용 가능
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 신공법에 대한 환경성 및 LCA 평가를 참고하여 정부 기준 수준의 평가 기법 개발
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 6억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 제방의 환경성 및 LCA 평가 기법 및 적용 결과 - 신소재 제방 공법의 환경 성능 제시로 기술적용에 활용
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 제방 식생활착 기법 개발 및 평가
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재 특성에 따른 식생 활착율 평가 ◎ 식생활착 촉진을 위한 시공기법 개발
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 조경 및 원예 분야에서 관련 기술 개발 진행 중 ◎ 하천환경 관련 제품의 경우 초기 식생 활착율이 낮은 편임
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 식생활착을 위한 물공급 시스템 기술 활용 ◎ 식생 종 및 식생 부착형 제품 참고
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 제방 및 고수부지 보호공의 경우 시공초기 식생활착 불량으로 홍수시 피해 발생 ◎ 다양한 식생 피복 기법이 제시되고 있으나 초기 식생활착율은 저조한 상태임
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임 - 관급 제품의 평가 기준에 식생활착율이 고려되지 않으므로 민간 투자가 활발하지 않음
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 조경 및 원예 분야 기술을 도입하여 신소재 제품과 결합
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 8억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 활용한 식생 부착형 제품 - 신소재 제품 별 식생 활착율 평가
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재를 이용한 차수벽 개발 및 평가
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재를 활용한 차수벽 제품 개발 ◎ 개발된 제품의 차수 성능 평가
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 쉬트파일 및 점토성 제품이 차수벽으로 주로 사용됨 ◎ 기존 제품 외의 환경성을 고려한 제품 개발 미진
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 기존의 쉬트파일 및 점토성 제품의 특성 조사/분석 ◎ 차수 성능 향상 기술 사례 조사/분석
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 친환경적인 차수제품이 없는 상황으로 기술개발 수요가 있음 ◎ 신소재의 물성을 고려할 때 차수벽으로 활용 가능성이 높음
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임 - 제방 차수 제품의 친환경성이 현재 기술 평가에서 주요 성능이 아니므로 민간 투자 저조
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 차수 제품 생산 업체 및 시공 업체의 전문가를 활용하여 현장 맞춤형 제품 개발 추진
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 4년 - 총 연구비(정부출연금): 12억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 활용한 친환경/저비용 차수벽 - 차수벽 성능 평가 결과
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 제방 공법 파이핑 대응 능력 평가 기술 개발 및 적용
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 제방 파이핑 대응 능력 평가 인프라 및 기술 개발 ◎ 신소재 제방의 파이핑 대응 능력 평가
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 네덜란드 등에서는 제방의 파이핑 메커니즘 분석 및 대응 기술 개발을 위한 실규모 실험연구가 수행됨 ◎ 국내에서도 제방 접합부 등의 파이핑 취약부 보강을 위한 연구 수행
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 네덜란드 등의 실규모 실험 사례에 의한 인프라 구축 ◎ 파이핑 현장 실험 결과 활용한 기술 개발 계획 수립
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 제방 붕괴의 대표적 원인 중 하나로 신소재를 활용한 새로운 대응 기술 개발 필요 ◎ 기존 제방의 안정도 평가를 위해서도 파이핑 능력 평가 기술 필요
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임 - 특히, 파이핑은 제방 붕괴의 주 원인 중 하나로 정부 차원의 대응 기술 확보 필요
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 실규모 실험/평가 사례에 의한 기술개발 추진
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 5년 - 총 연구비(정부출연금): 15억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 실규모 파이핑 대응 능력 평가 기법 - 신소재별 파이핑 대응 능력 평가 결과
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(○), S/W(), 기준·지침(), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 자가고결 평가 기술 개발 및 적용
연구개발목표 및 내용	◎ 신소재를 활용한 자가고결 기술의 침식 저항성 및 내구성 평가
기술개발 및 산업/시장 동향	◎ 국내 실규모 실험 기초 연구 수준 ◎ 제방 및 저수 호안 재료의 시험/평가에 대한 시장 요구 높음
기존기술 활용방안	◎ 실규모 실험에 의한 침식 저항성 평가 기법 적용 가능
기술개발 필요성	◎ 자갈고결에 의한 호안 기초부 형성 기술을 현장에 적용하기 위해서는 침식 저항성 평가 필수 ◎ 강도 및 내구성의 안정성 확보 필수
정부지원 타당성	- 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임
기술확보전략	- 침식 저항성 평가 기법을 활용하여 자가 고결 기술 평가 기술 확보
과제규모	- 연구기간: 2년 - 총 연구비(정부출연금): 2억 원
최종성과물 및 활용방안	- 자가 고결 기술 평가 기법 - 개발된 기법을 이용한 신소재 자가 고결 기술 성능 제시
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 제방 내구성 평가 기술 개발 및 적용
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 제방 안정성 확보를 위한 신소재 제방의 내구성 평가 기술 개발 ◎ 개발된 평가 기술에 의한 신소재 제방의 내구성 성능 평가
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 산업용 재료의 내구성 평가를 위한 열가열 방식에 의한 내구성 평가 기법이 활용되고 있음 ◎ 목재 및 철재 제품의 경우에는 하천에 적용시 내구성이 문제가 되고 있으나 정확한 성능 평가는 이루어지지 않고 있음
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 산업용 재료의 내구성 평가 기법 활용 ◎ 물과 접촉하는 제방의 특성을 반영한 기술 개발 필요
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 콘크리트 등의 기존의 제품은 현장 적용에 의해 내구성 특성이 알려진 상태임 ◎ 신소재 제방 기술은 생물학적 처리기법으로 내구성에 대한 검증이 필수임
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임 - 제방 내구성은 제방의 안정성 확보를 위한 필수 성능으로 정부 지원에 의한 기술 개발 및 평가 필수
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 산업용 자재의 내구성 평가 기법을 참고하여 하천 제방의 환경 특성을 고려한 평가 기술 개발
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 6억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 신소재 제방 내구성 평가 기법 - 평가기법에 의한 신소재 제방의 내구성 성능 제시
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

후보과제 명칭	신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가
연구개발목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재 제방 공법의 현장적용 및 사업화를 위한 표준화 ◎ 신소재 제방 공법의 시험 시공, 모니터링 평가
기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 하천관련 공법의 경우 최근 신기술 지정 등을 위해서 계획/설계/시공의 표준화가 이루어지고 있음 ◎ 하천관련 공법의 경우에도 시공 및 유지관리의 표준화가 활발하게 이루어지고 있음
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 하천관련 신공법 개발 및 현장적용 사례를 참고하여 수행 ◎ 설계사/시공사/하천관리자의 참여를 통해 현장 적용성 향상 가능
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 현장 적용 및 사업화를 위해서는 계획/설계/시공/유지관리 기법의 표준화가 필수적임 ◎ 제방의 안정성 및 환경성의 종합평가를 위해서는 실제 하천현장의 시험 시공에 의한 평가가 필수적임
정부지원 타당성	<ul style="list-style-type: none"> - 제방 관련 기술은 최종 수요처가 하천관리자로 정부 지원이 필수적임 - 기술표준화를 통한 우수 기술의 보급을 위해 정부 지원 필요
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> - 설계사/시공사/하천관리자 등의 전문가 그룹의 수요 및 전문성을 반영하여 기술표준화 추진
과제규모	<ul style="list-style-type: none"> - 연구기간: 3년 - 총 연구비(정부출연금): 16억 원
최종성과물 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 공법별 적용 모형 및 적용 지침 - 기술 사업화 및 현장적용에 활용
기술유형	기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
성과유형	시제품(), S/W(), 기준·지침(○), 정책제안()

3. 후보과제 우선순위 평가

○ 친환경 신소재 지반보강 재료 연구개발 후보과제 우선순위 평가

후보과제 명칭	선정기준					총점	순위
	정책적 타당성	기술적 우수성	달성 가능성	경제성	차별성		
지오폴리머(Geopolymer)를 이용한 소일크리트 기술 개발	15	17	20	18	15	85	6
물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발	20	20	18	19	20	97	1
탄소나노재료를 이용한 제체 코어(Core) 조성 기술 개발	15	16	18	14	15	78	8
식생 성장 촉진 신재료 개발	20	20	18	17	20	95	2
탄성과 탐사를 이용한 제방 유지관리 시스템 구축	15	16	17	18	16	82	7
국내 토양생태계 적응형 미생물 균주 발굴 및 개발	19	19	18	18	17	91	4
MICP (Microbial Induced Calcite Precipitation)을 이용한 바이오제방 구축 기술	18	20	18	19	14	89	5
급속고결 흙 보강 기술 개발	20	20	18	17	19	94	3

후보과제 명칭	평가 의견	순위
지오폴리머(Geopolymer)를 이용한 소일크리트 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 지오폴리머 기술은 기존 연구 수행 결과 지반 분야로의 적용 가능성이 희박한 것으로 판단됨 - 특히 알칼리계열의 재료는 수생태계 교란 위험이 높음 	6
물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오퉴크놀로지를 이용한 흙 보강 재료는 신규성이 높은 것으로 판단됨 - 연구의 성공보다 실패 가능성이 높아 보여 체계적인 추진이 요구됨 	1
탄소나노재료를 이용한 제체 코어(Core) 조성 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 탄소나노재료는 고비용이기 때문에 현장에서 다량으로 활용되기 어려울것으로 판단됨 - 특히 침투에 대한 저항이 낮을 것으로 판단됨 	8
식생 성장 촉진 신재료 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 식생 문제는 제방 분야에서 매우 중요. - 단기 식생 증진과 안정화가 가능하다면 과제 추진이 충분히 타당함 	2
탄성과 탐사를 이용한 제방 유지관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 탄성과 탐사는 그 실효성에 많은 의문이 있음. - 특히 제방은 매우 규모가 크기 때문에 국부적 탐사 위주인 탄성과 탐사의 적용 방안이 우려됨 	7
국내 토양생태계 적응형 미생물 균주 발굴 및 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 미생물 개발은 매우 중요함. MICP 분야와의 접목을 시도할 필요가 있음. 	4
MICP (Microbial Induced Calcite Precipitation)을 이용한 바이오제방 구축 기술	<ul style="list-style-type: none"> - MICP는 여러 한계가 있음. 이를 탈피한 다당류 계열의 미생물 배양으로 차별화하는 것이 좋을 것으로 판단됨. - 6번째 후보과제와의 통합 진행을 추진하길 권함 	5
급속고결 흙 보강 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 급속 고결 기술은 제방 뿐만 아니라 다양한 분야로의 파급이 기대됨 - 우수한 연구 추진을 기대함 	3

○ 신소재 활용 내구성 향상기술 분야 연구개발 후보과제

후보과제 명칭	선정기준					총점	순위
	정책적 타당성	기술적 우수성	달성 가능성	경제성	차별성		
현장토를 이용한 친환경 바이오 제방 구축 기술	15	16	17	18	15	81	6
신소재를 이용한 피복층 내구성 향상기술 개발	20	18	18	17	19	92	1
신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발	18	18	18	16	16	86	4
화분형 신소재 식생호안블록 개발	15	15	18	16	15	79	7
제방 침투과괴 보수·보강을 위한 신소재 그라우팅 공법 개발	18	18	16	15	18	85	5
월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발	17	17	19	20	15	88	3
신소재를 이용한 제방축조 기술 향상기법 개발	19	19	18	17	17	90	2
신소재 혼합토 틀을 이용한 식생매트 개발	17	18	16	15	13	79	7

후보과제 명칭	평가 의견	순위
현장토를 이용한 친환경 바이오 제방 구축 기술	- 현재 하천설계기준에 의하면 하상토를 활용하는 것은 원칙적으로 금지하고 있으므로, 제도적인 변경 우선되어야 함	6
신소재를 이용한 피복층 내구성 향상기술 개발	- 제방피해 원인 중 침식에 의한 피해가 가장 높게 나타남으로 이에 대한 대응방안 수립 필요	1
신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발	- 수충부, 만곡부 및 하천 상류부는 침식피해가 빈번히 발생하고 유수에 의한 외력이 크므로 관련 연구 필요	4
화분형 신소재 식생호안블록 개발	- 신소재 피복 연구 및 보호공 연구에 포함하는 것이 타당함	7
제방 침투과피 보수·보강을 위한 신소재 그라우팅 공법 개발	- 제방의 침투 및 파이프에 의한 붕괴 대응책 필요	5
월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발	- 제방피해 원인 중 월류붕괴가 다수를 차지하고, 제내지의 홍수피해 저감을 위해서는 관련 연구 개발 필요	3
신소재를 이용한 제방축조 기술 향상기법 개발	- 신재료를 이용하여 개발한 제방기술을 적용하기 위해서는 관련 설계기준 수립 연구단계에서 추진 필요	2
신소재 혼합토 틀을 이용한 식생매트 개발	- 신소재 피복 연구 및 보호공 연구에 포함하는 것이 타당함	7

○ 소재 기반 기술 검증 및 평가 분야 연구개발 후보과제

후보과제 명칭	선정기준					총점	순위
	정책적 타당성	기술적 우수성	달성 가능성	경제성	차별성		
신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용	20	19	20	20	19	98	1
신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용	20	15	20	20	15	90	3
신소재 제방 식생활착 기법 개발 및 평가	19	18	18	18	12	85	5
신소재를 이용한 차수벽 개발 및 평가	18	15	10	13	18	74	8
신소재 제방 공법 파이핑 대응 능력 평가 기술 개발 및 적용	18	18	13	15	18	82	6
신소재 자가고결 평가 기술 개발 및 적용	14	15	18	15	15	77	7
신소재 제방 내구성 평가 기술 개발 및 적용	19	19	15	18	18	89	4
신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가	19	17	20	20	17	93	2

후보과제 명칭	평가 의견	순위
신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 제방의 필수적 성능으로 평가 기술 확보 및 성능 확인이 필수적임 - 국내 인프라가 일부 구축된 상태로 실현 가능성이 높음 	1
신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 신소재이므로 환경성 및 경제성 평가가 필수적임 - 타공법의 사례를 참고하여 추진하면 성공 가능성이 높음 	3
신소재 제방 식생활착 기법 개발 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 필요성은 있으나 식생활착 기법은 1세부 과제와 다소 중복됨 - 시험 시공 등에 포함하여 추진 검토 	5
신소재를 이용한 차수벽 개발 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 필요성은 있으나 기술개발 및 평가에 상당한 애로가 있을 것으로 판단됨 - 제방 차수 성능 평가를 위한 인프라 구축이 요구됨 	8
신소재 제방 공법 파이핑 대응 능력 평가 기술 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 필요성은 높으나 실현 가능성이 크지 않음 - 실규모 파이핑 실험의 경우 외국 사례도 많지 않으며 주로 기초 연구 수행 수준이며 인프라 구축에 상당한 비용이 소요됨 	6
신소재 자가고결 평가 기술 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 자가고결만을 별도 평가할 필요는 없음 - 침식 저항성 평가 및 시험시공으로 충분히 성능 검증 가능 	7
신소재 제방 내구성 평가 기술 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 필요성은 높으나 실제 하천환경에서 내구성 평가를 위해서는 수년의 기간이 필요함 - 기본 물성치 성능과 시험시공을 통해 검증하는 것이 타당 	4
신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가	<ul style="list-style-type: none"> - 기술적용 및 사업화를 위해 필수적임 - 실무 전문가를 활용하면 성공가능성이 높음 	2

4. 대상 후보과제 경제적 타당성 분석

○ 친환경 신소재 지반보강 재료 관련 연구개발 후보과제

대상 후보과제	경제적 타당성
물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오폴리머 관련 기술은 지속적으로 발전하여 관련 가격 등이 획기적으로 저감되고 있음. - Xanthan gum의 경우 최근 30년 동안 상용화를 거쳐 가격이 1/10 수준으로 저감됨. - 특히, 식품용(food grade)가 아닌 건설용(engineering grade) 생산 시 40%이상의 즉시 절감 효과가 있음. - 연구 개발 기간 동안 현재 가격 수준에서 50% 이상 절감하여 경제성을 충분히 확보할 수 있음
식생 성장 촉진 신재료 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 녹생토 등 관련 녹화 기술은 초기 안정화 비율이 10% 미만으로 대부분 유실 등을 통해 엄청난 경제적 손실을 초래하고 있음. - 신소재 사용으로 초기 유실을 20% 미만으로 유지하고, 식생 성장을 200% 촉진하여 조기 활착 유도 가능. - 단기 식생 증진과 안정화 기술은 충분히 경제적 타당성이 있는 것으로 평가됨
급속고결 흙 보강 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경 급속 흙 보강 기술은 이전에 개발된 사례가 없는 기술로 특히 바이오부산물을 이용한 처리는 국내는 물론 해외 시장으로의 진출도 기대됨 - 특히 수변 공간 개발에 대한 수요가 높은 베트남, 태국 등 동남아시아 시장에 대한 진출을 모색할 수 있을 것으로 판단됨. - 건설재료화를 통해 경제적 이익 창출이 높은 기술로, 연구개발 지원이 시급히 필요함
박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오관련 미생물 연구는 초기 투자비용이 높지만, 연구 성공 이후에는 고부가가치를 창출하는 창조경제의 핵심 분야임. - 폐기물 처리로 비용 부담이 높았던 현장발생토를 최대 80% 까지 활용하여 비용 절감 효과 40%를 달성하고자 함. - 관련 연구 지원을 통해 균주의 국산화 및 상품화를 통해 다양한 건설 분야로의 확산이 기대됨

○ 신소재 활용 내구성 향상기술 분야 연구개발 후보과제

대상 후보과제	경제적 타당성
신소재를 이용한 피복층 내구성 향상기술 개발	- 제방 침식피해는 매년 홍수시 반복적으로 발생하며, 이에 대한 예산도 매년 소요되므로 침식에 대한 내구성 향상으로 유지관리 비용 절감 기대
신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발	- 신소재를 이용한 신기술 지침화로 제방공사 건설비용 절감
월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발	- 제방의 월류 붕괴 발생시 홍수피해는 다른 홍수피해보다 그 규모가 크므로 제방붕괴를 방지하는 기술 개발은 홍수피해를 저감시킴
신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발	- 하천 환경성 확보를 통하여 자정능력 향상, 하천수 오염 방지 및 복구 예산 절감과 동시에 하천상류지역 제방도로 침식으로 인한 유실 방지

○ 소재 기반 기술 검증 및 평가 분야 연구개발 후보과제

대상 후보과제	경제적 타당성
신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용	- 침식 저항성 성능이 높은 제방을 적용하면 제방의 유지관리 및 피해액 절감 가능 - 제방 공사비를 고려하면 최소한의 실규모 시험에 의한 성능 제시로 수km에 설치되는 제방의 안정성 확보
신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용	- 환경성이 높은 제방 설치로 환경편익 발생이 가능하며 이를 정량적으로 제시 가능 - LCA 평가를 통한 경제성 제시 및 탄소 저감 성능 제시로 추가적인 경제적 편익 발생 가능
신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가	- 공법의 활발한 적용을 통한 사업화 확대 및 우수 기술 적용에 의한 피해액 절감을 위해 공법 표준화는 필수적임 - 시험시공을 통해 공법 시공 비용의 절감 방안 도출 가능

제 4절 연구개발과제 구성

- 신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 과제는 제방 축조재료인 흙의 성질을 개선하는 신소재 개발, 신소재를 이용하여 제방의 내구성 및 내침식성을 향상시키는 제품개발 및 시공과 개발제품을 실험검증하는 분야로 구성
- 1세부 연구과제 신소재 재료개발, 2세부 연구는 제방 내구성 향상 제품개발 및 시공, 3세부 연구는 개발기술의 평가 및 검증으로 구성
- 제방을 위한 신소재 재료는 하천유수에 적합하고 환경 및 생태를 고려하여 개발하며 개발된 재료를 이용하여 제품을 개발하고 시공하여 개선이 필요한 성능 개발을 지속적으로 수행하여 최종적으로 제방의 내구성을 향상시킬 수 있도록 연구과제를 구성함
- 연구과제의 구성은 3개세부에 11개 세세부로 구성되며, 신소재 재료를 연구하는 1세부 연구과제는 4개 세세부 연구과제, 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술을 연구하는 2세부 연구과제는 4개 연구과제, 개발기술을 평가하는 3세부 연구과제는 3개 세세부과제로 구성함



<신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 개발 연구과제 구성>

제 5절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부과제

세부과제 기술의 정의	바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발
연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 ◎ 식생 성장 촉진 신재료 개발 ◎ 급속고결 흙 보강 기술 개발 ◎ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발
주요 연구내용 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 물속에서 분리되지 않고 형태 및 점성을 유지할 수 있는 신재료 개발 ◎ 식생 성장 촉진 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 ◎ 급속고결 흙 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 초기 안정성 확보 또는 응급복구를 위한 급속고결 기술 개발 ◎ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 유지관리를 위해 박테리아를 직접 주입하여 장기적 안정성을 확보하는 지반 보강·개량 기술 개발
주요성과물	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 포화 상태 전단강도 50 kPa 이상, 수성신재료 - 흙 혼합물 개발 및 불투수/차폐 지반보강 기술·공법 ◎ 식생 성장 촉진 200% 이상 향상 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 ◎ 12시간 내 급속고결(목표강도 80%) 흙 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 초기 안정성 확보, 응급복구를 위한 급속고결 기술 ◎ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 제방 표면토 내의 자생 박테리아를 직접 이용한 중장기적 성능 보강/유지 기술 - 현장발생토 80% 이상 활용하는 제방 구축 기술
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ① 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 건설분야 친환경 신소재 재료 기술 확보 ② 사회·경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 다양한 해외 수요에 부합할 수 있을 것으로 기대됨 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출

가. 1-1 세세부과제 : 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발

공동과제명		물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발
연구목표		소수성(hydrophobic) 특성을 지닌 친환경 흙 보강 재료 개발 물속에서 분리되지 않고 형태/점성을 유지할 수 있는 신재료 개발 수성신재료 - 흙 혼합물 개발 및 이를 이용한 불투수/차폐 지반보강 기술·공법 개발
연구 내용	1차년도	바이오 재료 조사 및 후보 물질 도출
	2차년도	소수성 극대화를 위한 열화학적 처리 방법 개발
	3차년도	공학적 성능 평가 및 실험용 세굴시험을 통한 거동 평가
	4차년도	수중 조건에서 최적화된 흙-신소재 혼배합 조건 도출
	5차년도	기술 구현을 위한 현장 적용 프로세스 제시 및 시험시공
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 수중 조건에서 유실되지 않은 고성능 신소재 관련기술 우위 확보 - 건설분야 신소재 재료 기술 확보 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시공 및 유지관리 비용 저감을 통한 공기 단축 및 경제성 확보 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출 - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 해외 기술 의존도를 줄일 수 있을 것으로 기대
주요성과물		소수성(hydrophobic) 친환경 신재료 일정 유속에서 견딜 수 있는 고점성수중불분리 재료 (50 kPa 이상) 소수성신재료-흙 혼합물에 대한 최적 혼합 조건 및 성능평가표 소수성신재료와 흙을 혼합하기 위한 특수 공법 <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 10편 - 지적재산권: 3건 - 현장적용: 2건
활용방안		신소재 자체에 대한 지식재산권 확보 및 사업화 현장 시공법 및 제품(2세부) 등에 바로 적용
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화() 기술성숙도 TRL(4), 실험실 환경에서 구성 시스템의 성능평가 및 신뢰성 시험 단계

나. 1-2 세세부과제 : 식생 성장 촉진 신재료 개발

공동과제명		식생 성장 촉진 신재료 개발
연구목표		하천·제방의 지협적 생태계 특성을 고려한 최적 식생 도출 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 신재료-흙-식생 일체화된 제방 표면 보호 기술 개발
연구 내용	1차년도	최적 식생과 성장 촉진 신소재 도출
	2차년도	흙-식생-신소재 혼합 조건의 성능 평가
	3차년도	흙-식생-신소재 혼합재료의 국화 및 현장 공법 제시
	4차년도	시제품 개발 및 현장 시험 적용
	5차년도	현장 시험 시공 및 식생 장기 모니터링. 기술 검증 및 보완
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 강도/내구성 확보는 물론 식생성장까지 촉진시킬 수 있는 고성능 신소재 관련 기술 확보 - 건설분야 친환경 신소재 재료 기술 확보 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 녹생토, 녹화 기술의 문제점(낮은 생존율) 개선 - 재료의 상품화 및 해외 수출을 통한 이익 창출 - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 다양한 해외 수요에 부합할 수 있을 것으로 기대됨
주요성과물		국내 하천의 지협적 기후·지리·생태계 조건별 최적 식생군 도출 최적 식생별 최적의 성장 및 안정화 200% 이상 촉진 친환경 신재료 신재료-흙-식생 혼합 조건별 최적 조합 도출 붙임강도 20 kPa 이상 신재료-흙-식생 일체화된 제방표면보호 매트 시제품 <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 12편 - 지적재산권: 4건 - 현장적용: 3건
활용방안		신소재 자체에 대한 지식재산권 확보 및 사업화 기타 녹화 관련 분야에 파급 현장 시공법 및 제품(2세부) 등에 바로 적용
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화() 기술성숙도 TRL(7) 시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제환경 사용가능성 증명

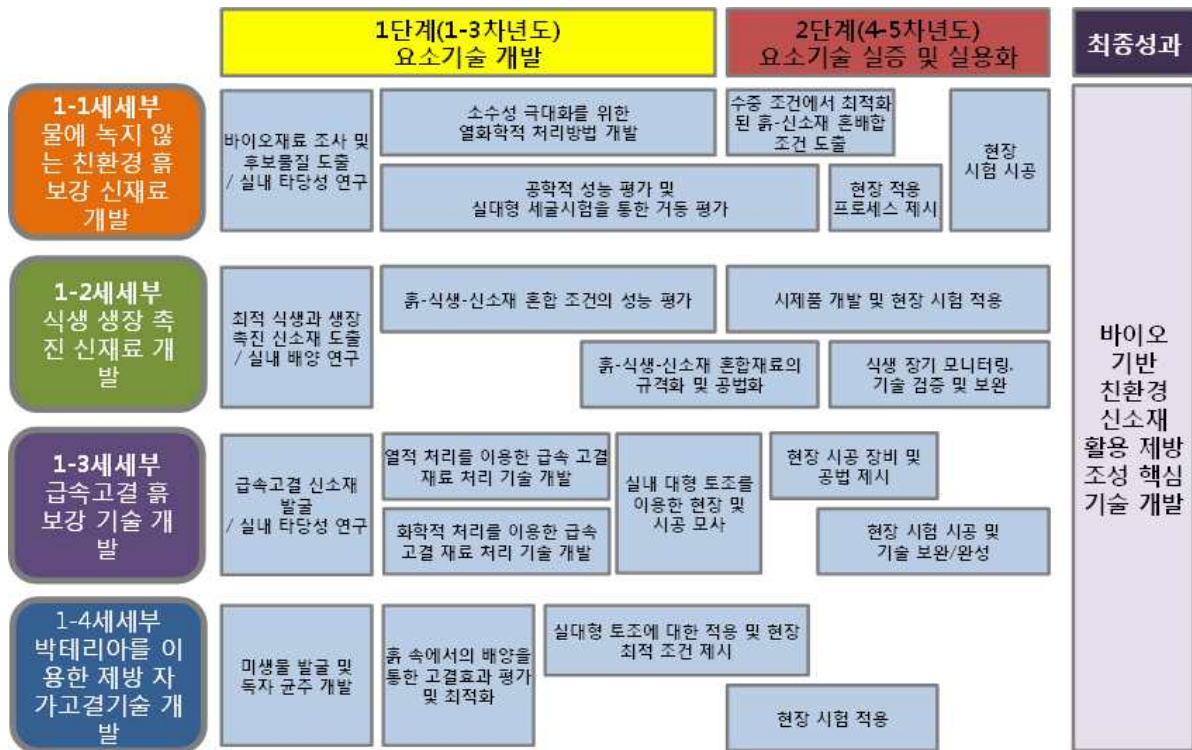
다. 1-3 세세부과제 : 급속고결 흙 보강 기술 개발

공동과제명		급속고결 흙 보강 기술 개발
연구목표		시공 초기 안정성 확보 또는 응급복구를 위한 급속고결 기술 개발 가열-냉각 또는 산-염기 처리를 통해 급속고결 되는 흙 보강 기술 개발 급속고결 방식을 위한 현장 공법 개발
연구 내용	1차년도	급속고결 신소재 발굴
	2차년도	열·화학적 처리를 이용한 급속 고결 재료 및 처리기술 개발
	3차년도	실내 실대형 토조를 이용한 현장 및 시공 모사
	4차년도	현장 시공 장비 및 공법 제시
	5차년도	현장 시험 시공 및 기술 보완·완성
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 친환경 급속고결 및 안정화 관련기술 우위 확보 - 건설분야 신소재 재료 기술 확보 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시공 및 유지관리 비용 저감을 통한 공기 단축 및 경제성 확보 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출 - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 해외 기술 의존도를 줄일 수 있을 것으로 기대
주요성과물		12시간 이내에 목표수준(강도) 80% 도달 급속 흙 보강 재료 급속고결 흙 보강 공법 및 장비 <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 12편 - 지적재산권: 2건 - 현장적용: 2건
활용방안		신소재 자체에 대한 지식재산권 확보 및 사업화 급속고결 바이오신소재 전용 장비에 대한 사업화 현장 시공법 및 제품(2세부) 등에 바로 적용
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(○), 응용(), 실용화(), 사업화()
		기술성숙도 TRL(7) 시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제환경 사용가능성 증명

라. 1-4 세세부과제 : 박테리아를 이용한 제방 자가고결 기술 개발

공동과제명		박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발
연구목표		<p>현장토 활용 제방 구축을 위한 ‘처리-시공 일원화(All in site)’ 공법 개발</p> <p>제방 유지관리를 위해 박테리아를 직접 주입하여 장기적 안정성을 확보하는 지반 보강·개량 기술 개발</p> <p>하천 제방 표면토 내의 자생 박테리아를 직접 이용한 중장기적 성능 보강/유지 기술 개발</p>
연구 내용	1차년도	미생물 발굴 및 독자 균주 개발
	2차년도	흙 속에서의 배양을 통한 고결효과 평가 및 최적화
	3차년도	실대형 토조에 대한 적용 및 검증 현장 최적 조건 제시
	4차년도	현장 시험 적용
	5차년도	-
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 원천 독자적인 균주를 이용한 지반 자가치유 및 개량 기술 확보 - 독자 균주 및 관련 부산물 확보를 통한 다양한 기술적 파급 기대 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 균주와 관련 부산물의 직접적인 해외 수출 기대 - 바이오신소재의 경제성 향상과 시공 가격 절감을 통한 기술 확산 용이
주요성과물		<p>현장토를 80% 이상 이용한 ‘All in site’ 제방 구축 매뉴얼(안)</p> <p>국내 하천의 흙 조건별 최적 박테리아 종</p> <p>박테리아 및 배양액 주입을 통한 지반 고결 가이드라인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 11편 - 지적재산권: 2건 - 현장적용: 1건
활용방안		<p>신소재 자체에 대한 지식재산권 확보 및 사업화</p> <p>균주와 배양조건에 대한 지식재산권 확보 및 파생 로열티 창출</p> <p>현장 시공법 및 제품(2세부) 등에 바로 적용</p>
기술 유형 및 기술성숙도		<p>기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()</p> <p>기술성숙도 TRL(6)</p> <p>유사환경에서 시스템 프로토타입 모델의 신뢰성 및 안전성 평가</p>

마. 1세부과제 TRM



바. 최종성과물 및 성과지표

(1) 최종성과물

연구내용	최종성과물
물에 녹지 않는 친환경 흡보강 신재료 개발	소수성(hydrophobic) 친환경 신재료 일정 유속에서 견딜 수 있는 고점성수중불분리 재료 소수성신재료-흡 혼합물에 대한 최적 혼합 조건 및 성능평가표 소수성신재료와 흡을 혼합하기 위한 특수 공법
식생 성장 촉진 신재료 개발	국내 하천의 지형적 기후·지리·생태계 조건별 최적 식생군 도출 각 최적 식생별 최적의 성장 및 안정화 촉진 친환경 신재료 신재료-흡-식생 혼합 조건별 최적 조합 도출 신재료-흡-식생 일체화된 제방표면보호 매트 시제품
급속고결 흡보강 기술 개발	12시간 이내에 목표수준(강도) 80% 도달 급속 흡보강 재료 급속고결 흡보강 공법 및 장비
박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발	현장토를 이용한 'All in site' 제방 구축 매뉴얼(안) 국내 하천의 흡 조건별 최적 박테리아 종 박테리아 및 배양액 주입을 통한 지반 고결 가이드라인

(2) 성과지표

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	1단계 목표치	2단계 목표치	최종 목표치	목표치 설정근거
바이오 기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발	논문	학술지 게재 논문건수 (국내/국외)	게재 건수	건	10	15	25	기초기술로 기술의 학술적 가치 인정 필요
		SCI급 학술지 게재논문 건수	게재 건수	건	10	10	20	
	특허	특허출원 건수 (국내/국외)	출원 건수	건	4	7	11	실용적, 기술적 독창성 평가
		특허등록 건수 (국내/국외)	등록 건수	건	2	6	8	
	프로그램	프로그램 등록	등록 건수	건	-	-	-	개발된 S/W 독창성
	기술 선진화	선진국 대비 기술 수준 향상	전문가 평가	%	80	100	100	기술발전 기여도 평가
	분야별 인력양성	인력양성 실적	석박사 학위 취득 인수	명	4	4	8	기술인력 양성 기여도
		기술인력 연수지원	기술교육 참가 건수	건	4	6	10	연구진의 기술향상
	기술거래	사업화 성공도	기술 실시계약 액수	%	10	20	20	현업 적용을 위한 사업화
			산학연간 기술 지원 건수	기술적용 지원 건수	건	-	-	-
		기술공개 및 제출 이전 건수	개발 기술의 무상보급	건	1	3	4	기술저변확대
	산업발전 효과	민간투자 유인효과	기업출자 금 유치 건수	건	0	2	2	민간기업의 참여 유도
	기술보급	기술교육 및 보급 건수	기술교육, 보급 행사 개최 건수	건	1	3	4	기술보급 및 저변확대
	연구성과 확산	연구성과 홍보 건수	전문지, 주요 언론 홍보건수	건	4	6	10	연구성과 확산 및 홍보

(3) 성과지표 검증방안

연구내용	성과검증지표	성과물 검증 방안	
		측정방법	검증방법
물에 녹지 않는 친환경 흡보강 신재료 개발	소수성 친환경 신재료	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 특허등록 건수	논문게제 특허등록
	50 kPa 이상 고점성수중불분리 재료	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 특허등록 건수 - 연구성과 홍보	논문게제 특허등록 언론홍보 건수
	소수성 신재료-흡 혼합물 최적혼합법	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 특허 등록 건수	논문게제 보고서 특허등록
	소수성 신재료용 현장 특수 공법	- 시범적용 건수	보고서
식생 성장 촉진 신재료 개발	국내 하천의 지협적 조건별 최적 식생군 도출	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 연구성과 홍보	논문게제 언론홍보 건수
	식생성장 및 안정화 200% 이상 촉진 친환경 신재료	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 특허 등록 건수	논문게제 보고서 특허등록
	불임강도 20 kPa 이상 신재료-흡-식생 일체화 시제품	- 시제품 제작 - 시범적용 건수 - 특허등록 건수	제작 매뉴얼(기법) 보고서 특허등록
급속고결 흡보강 기술 개발	12시간 이내에 목표수준(강도) 80% 도달 급속 흡보강 재료	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시제품 제작 - 연구성과 홍보 - 특허등록 건수	논문게제 제작 매뉴얼 언론홍보 건수 특허등록
	급속고결 흡보강 공법 및 장비	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시제품 제작 - 연구성과 홍보 - 특허등록 건수	논문게제 제작 매뉴얼 언론홍보 건수 특허등록
박테리아를 이용한 제방자가 고결(Self-Healing) 기술 개발	현장토를 이용한 'All in site' 제방 구축 매뉴얼(안)	- 시제품 제작 - 연구성과 홍보	제작 매뉴얼 언론홍보 건수
	국내 하천의 흡 조건별 최적 박테리아 종	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 연구성과 홍보 - 특허등록 건수	논문게제 언론홍보 건수 특허등록
	박테리아 및 배양액 주입을 통한 지반 고결 가이드라인	- 시범적용 건수 - 연구성과 홍보 - 특허등록 건수	보고서 언론홍보 건수 특허등록

2. 세부과제

<p>세부과제 기술의 정의</p>	<p>친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발</p>
<p>연구개발목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 ◎ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 ◎ 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 ◎ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
<p>주요 연구내용 및 범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 유속이 작은 하류구간에 적용 가능한 허용유속 3m/s 이상 구현 신소재활용 제방피복 보강기술 개발 ◎ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수시 유속이 강한 하천 중·상류지역의 하천제방 침식 및 세굴 방지 위한 허용유속 5m/s 이상 보호공 제작 기술 개발 ◎ 계획홍수량 200% 홍수 발생시 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해를 증가시키는 제방붕괴를 방지하여 인명 및 재산을 보호할 수 있는 제방내구성 향상기술 개발 ◎ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방피복강화, 보호공 및 월류방지공 적용구간 선정 기술 및 신소재 활용 설계기술 개발
<p>주요성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 ◎ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인 ◎ 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인 ◎ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 하천제방 설계 개발
<p>기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ① 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수시 빈번하게 발생하는 제방세굴을 조기에 복구하여 홍수피해 저감기술 개발 - 독성소재를 신소재 활용을 통하여 하천의 환경오염 저감 ② 사회·경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해 저감을 통한 인명 및 재산피해 저감 - 신소재 재료를 활용한 친환경 원천기술 개발을 통하여 해외 건설시장 개척 - 제방붕괴 위험성 저감을 통한 홍수복구비용 저감

가. 2-1 세세부과제 : 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발

공동과제명		신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발
연구목표		유속이 작은 하류구간에 적용가능한 신소재활용 제방피복 보강기술 개발 신소재와 제방축조재료 혼합액 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발 독성소재를 배제한 식생매트리스 개발
연구 내용	1차년도	신소재 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발
	2차년도	신소재 혼합액 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발
	3차년도	식생피복을 통한 제방내구성 향상을 위한 신소재 활용기술 개발
	4차년도	홍수시 긴급피해 복구를 위한 신소재혼합액 살포기술 개발
	5차년도	무독성 소재를 배제한 식생매트리스 개발
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제방축조재료인 흙의 성능을 개선하는 신소재재료를 활용하여 내구성을 향상시킴과 동시에 친환경성 증진 - 홍수시 빈번하게 발생하는 제방세굴을 조기에 복구하여 홍수피해 저감기술 개발 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제방피복 보강을 위하여 활용되는 호안공설치 저감으로 제방축조를 위한 비용 저감 - 홍수피해 저감을 통한 인명 및 재산피해 저감 - 신소재 재료를 활용한 친환경 원천기술 개발을 통하여 해외건설시장 개척
주요성과물		신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 제방피복성능 개선을 위한 신소재살포 설비 홍수시 제방침식 응급복구 기술 무독성 식생매트리스 제작기술 <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 10편 - 지적재산권: 5건 - 현장적용: 3건
활용방안		환경친화적 재료를 활용하여 제방의 피복을 강화함으로써 환경보전이 필요한 인구밀집지역 인근의 하천복원 활용 살포를 통한 피복성능 강화기술 홍수시 활용 홍수피해복구
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
		기술성숙도 TRL(7) 시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명

나. 2-2 세세부과제 : 신소재를 이용한 친환경 호안공 개발

공동과제명		신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발
연구목표		홍수시 유속이 강한 하천 중·상류지역의 하천제방 침식 및 세굴 방지를 위한 신소재기반 보호공 제작 기술 개발 사석보호공을 대체하는 신소재 호안공 개발 시멘트소재를 활용하지 않는 블록보호공 개발
연구 내용	1차년도	보호공 개발을 위한 신소재 고결기술 개발
	2차년도	제방침식 방지를 위한 사석형 신재료 호안공 개발
	3차년도	제방침식 방지를 위한 블록형 신재료 호안공 개발
	4차년도	신재료 호안공을 이용한 제방침식 방지기술 개발
	5차년도	신재료 호안공 현장적용을 통한 제방침식 방지기술 검증
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 골재를 활용한 사석호안공 대체기술 개발을 통하여 골재채취를 통한 자연훼손 경감 - 독성소재인 시멘트재료를 대체하는 신소재 블록재료 활용을 통하여 하천의 환경오염 저감 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 골재채취로 인해 발생하는 자연훼손방지를 통한 자연복구비용 저감 - 하천의 자연성 회복을 통한 건전성 향상을 통하여 환경복구비용 저감 - 하천 중·상류부 내구성 향상을 통하여 반복적으로 소요되는 제방복구비용 저감
주요성과물		하천제방 보호공 제작을 위한 신소재 고결기술 신소재를 이용한 사석형 제방보호공 신소재를 이용한 블록형 제방보호공 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인 <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 8편 - 지적재산권: 3건 - 현장적용: 3건
활용방안		자연채취재료 및 독성재료 대체기술 개발을 통한 원천기술 확보 자연친화적이며 내구성 높은 보호공 제작기술 개발을 통한 하천 중·상류부 제방 내구성 향상
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(), 실용화(○), 사업화()
		기술성숙도 TRL(8) 시스템 완제품의 제한 된 실제 환경에서 사용 가능성 증명

다. 2-3 세세부과제 : 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술

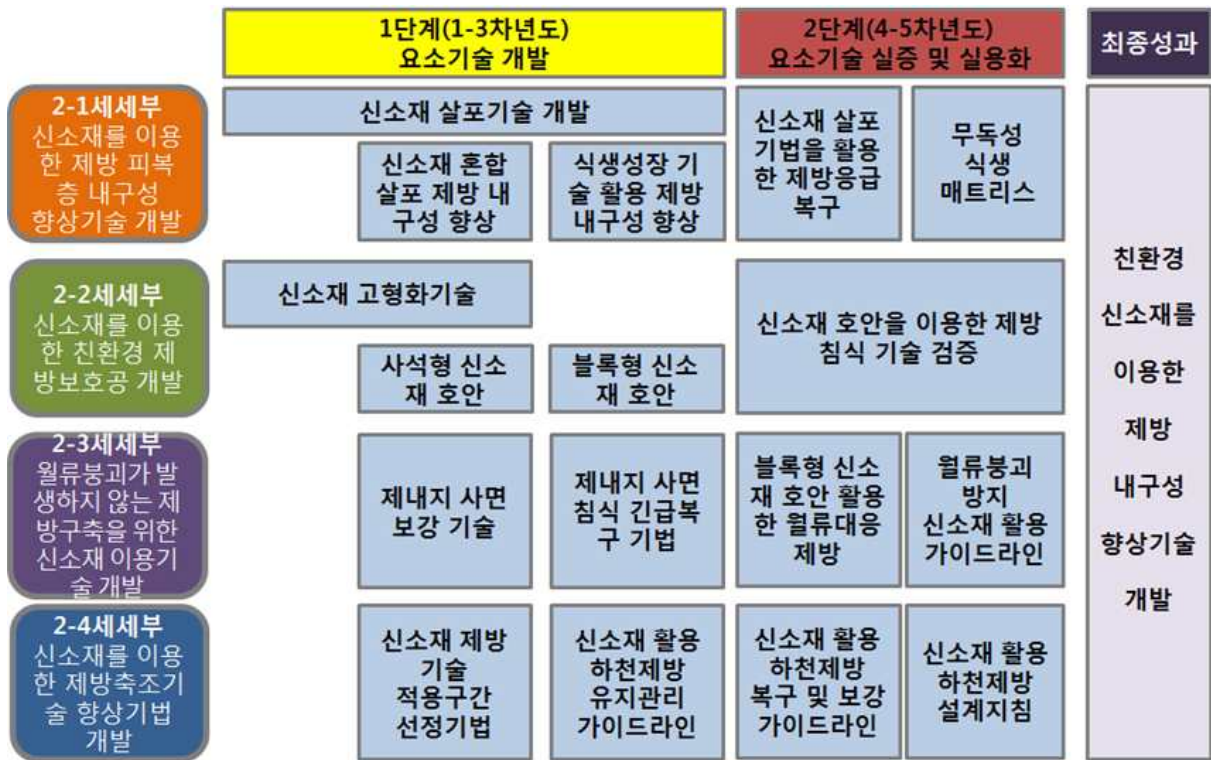
개발

공동과제명		월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발
연구목표		홍수피해를 증가시키는 제방붕괴를 방지하여 인명 및 재산을 보호할 수 있는 제방내구성 향상기술 개발 계획빈도를 상회하는 홍수발생시 월류로부터 제방을 보호하여 홍수피해를 저감시키는 기술 개발
연구 내용	1차년도	-
	2차년도	제내지사면 피복 보강을 통한 제방내구성 향상기술 개발
	3차년도	홍수시 월류로 인한 제방세굴 긴급복구를 통한 홍수피해 저감기술 개발
	4차년도	블록형 신소재 호안공을 활용한 월류대응제방 축조기술 개발
	5차년도	제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인 구축
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해 주요원인이 제방붕괴를 방지할 수 있는 친환경 원천 기술 개발 - 신소재를 활용한 제방내구성 향상을 통한 하천설계기술 선진화 - 홍수방어를 위한 신소재 활용기술 개발 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제방붕괴 위험성 저감을 통한 홍수복구비용 저감 - 제내지의 인명 및 재산 홍수피해위험성 저감을 통한 경제적 효과 증진 - 신소재 활용 홍수피해 저감관련 원천기술 확보를 통한 건설분야 신시장 개척
주요성과물		<p>블록형 신소재 호안공을 활용한 월류대응제방 축조기술 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 6편 - 지적재산권: 4건 - 현장적용: 2건
활용방안		홍수피해 저감기술로서 신소재 호안기술 적용을 통한 새로운 홍수방어체계 구축
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
		기술성숙도 TRL(6) 유사환경에서 시스템 프로토타입 모델의 신뢰성 및 안전성 평가

라. 2-4 세세부과제 : 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발

공동과제명		신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
연구목표		신규제방 축조 및 기존제방 보강시 신소재를 활용한 기술을 적용하여 친환경제방을 축조하는 기술 개발 제방피복강화, 보호공 및 월류방지공 적용구간 선정 기술 및 신소재 활용 설계기술 개발
연구 내용	1차년도	-
	2차년도	신소재 활용 제방보강기법 적용구간 선정기법 개발
	3차년도	신소재 활용 하천제방 유지관리 가이드라인 개발
	4차년도	신소재 활용 하천제방 복구 및 보강 가이드라인 개발
	5차년도	신소재 활용 하천제방 설계지침 개발
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 제방내구성 향상기술의 활용성 증진을 통하여 개발기술의 현장적용성 향상 - 신소재 활용 제방축조 및 유지관리 기술 활용절차 정립을 통하여 신소재 활용 하천제방분야 기술 선도 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 활용한 제방보강 기술 정립을 통하여 새로운 건설시장 개척 - 관련 설계기술 선도를 통하여 시장선점을 통한 해외건설시장 확보
주요성과물		<p>신소재 활용 하천제방 유지관리 가이드라인 신소재 활용 하천제방 복구 및 보강 가이드라인 신소재 활용 하천제방 설계 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문: 3편 - 지적재산권: 2건 - 현장적용: 4건
활용방안		신소재를 활용한 제방설계기술 제안 및 하천설계기술 반영 추진 하천제방 유지관리기술의 친환경성 증진
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
		기술성숙도 TRL(7) 시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명

마. 2세부과제 TRM



바. 최종성과물 및 성과지표

(1) 최종성과물

연구내용	최종성과물
신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발	- 신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 - 제방피복성능 개선을 위한 신소재살포 설비 - 홍수시 제방침식 응급복구 기술 - 무독성 식생매트리스 제작기술
신소재를 이용한 친환경 제방 보호공 개발	- 하천제방 보호공 제작을 위한 신소재 고결기술 - 신소재를 이용한 사석형 제방보호공 - 신소재를 이용한 블록형 제방보호공 - 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인
월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발	- 블록형 신소재 호안공을 활용한 월류대응제방 축조 기술 - 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인
신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발	- 신소재 활용 하천제방 유지관리 가이드라인 - 신소재 활용 하천제방 복구 및 보강 가이드라인 - 신소재 활용 하천제방 설계 개발

(2) 성과지표

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	1단계 목표치	2단계 목표치	최종 목표치	목표치 설정근거
친환경 신소재를 이용한 제방 내구성 향상기술 개발	논문	학술지 게재 논문건수 (국내/국외)	게재 건수	건	5	10	15	기초기술로 기술의 학술적 가치 인정 필요
		SCI급 학술지 게재논문 건수	게재 건수	건	4	8	12	
	특허	특허출원 건수 (국내/국외)	출원 건수	건	4	12	16	실용적, 기술적 독창성 평가
		특허등록 건수 (국내/국외)	등록 건수	건	2	10	12	
	프로그램	프로그램 등록	등록 건수	건			-	개발된 S/W 독창성
	기술 선진화	선진국 대비 기술 수준 향상	전문가 평가	%	80	100	100	기술발전 기여도 평가
	분야별 인력양성	인력양성 실적	석박사 학위 취득 인수	명	4	4	8	기술인력 양성 기여도
		기술인력 연수지원	기술교육 참가 건수	건	2	2	4	연구진의 기술향상
	기술거래	사업화 성공도	기술 실시계약 액수	%	10	50	50	현업 적용을 위한 사업화
		산학연간 기술 지원 건수	기술적용 지원 건수	건	-	-	-	기술보급 기여도
		기술공개 및 제출 이전 건수	개발 기술의 무상보급	건	0	4	4	기술저변확 대
	산업발전 효과	민간투자 유인효과	기업출자 금 유치 건수	건	0	3	3	민간기업의 참여 유도
	기술보급	기술교육 및 보급 건수	기술교육, 보급 행사 개최 건수	건	0	2	2	기술보급 및 저변확대
	연구성과 확산	연구성과 홍보 건수	전문지, 주요 언론 홍보건수	건	4	6	10	연구성과 확산 및 홍보

(3) 성과지표 검증방안

연구내용	성과검증지표	성과물 검증 방안	
		측정방법	검증방법
신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발	신소재 살포 제방 내구성 향상 기법 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 특허등록 건수	논문게제 보고서 특허등록
	신소재 살포를 통한 제방긴급복구	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 연구성과 홍보	논문게제 보고서 언론홍보 건수
	무독성 신소재 활용 식생매트리스 개발	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 특허 등록 건수 - 사업화 실적	논문게제 보고서 특허등록 기술이전
신소재를 이용한 친환경 제방 보호공 개발	신소재 고결기술 이용 보호공 제작 기법	- 특허등록 건수 - 시제품 제작 - 현장 적용 건수	특허등록 제작기법 자료집 보고서
	신소재 활용 사석형/블록형 호안공	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 특허등록 건수 - 사업화 실적	논문게제 특허등록 기술이전
	제방침식 방지 위한 신소재 호안공 설계가이드 라인	- 시범적용 건수 - 연구성과 홍보	보고서 언론홍보 건수
월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발	제방세굴 긴급복구를 통한 홍수피해 저감기술	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 연구성과 홍보	논문게제 보고서 언론홍보 건수
	제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인	- 시범적용 건수 - 사업화 실적	보고서 기술이전
신소재를 이용한 제방축조기술 향상 기법 개발	신소재 활용 하천 제방 유지관리 가이드라인	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 시범적용 건수 - 특허등록 건수	논문게제 보고서 특허등록
	신소재 활용 하천 제방 복구 및 보강 가이드라인	- 특허등록 건수 - 시제품 제작 - 현장 적용 건수	특허등록 제작기법 자료집 보고서
	신소재 활용 하천 제방 설계	- 시범적용 건수 - 사업화 실적	보고서 기술이전

3. 3세부과제

세부과제 기술의 정의	신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술
연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 (최대 유속 4m/sec, 최대 소류력 80N/m² 평가 기술 개발) ◎ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 ◎ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가
주요 연구내용 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 실규모 시험에 의한 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 - 실규모 홍수 시험에 의해 개발된 공법의 침식 저항성을 정량적으로 평가하여 제시(허용 소류력 및 허용 유속) - 식생 활착 전후 상태의 침식 저항성 평가 ◎ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 개발 - 제방 LCA 평가 기법 개발 - 개발된 신공법 제방의 환경성 및 LCA 평가 ◎ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 제방 공법의 현장적용 및 사업화를 위한 표준화 - 신소재 제방 공법의 시험 시공, 모니터링 평가
주요성과물	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 ◎ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과 ◎ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가 <ul style="list-style-type: none"> - 공법별 적용 모형 및 적용 지침
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ① 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 적용 공법의 환경성 평가를 통해 기술의 환경성 제고 - 제방공법 및 여타 하천공법의 기술개발을 촉진하는 파급효과가 기대되며 타 기술 개발의 기술개발 및 검증 모델로 활용 가능 ② 사회·경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 정량적 성능이 검증된 제방 공법의 적용으로 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 피해액 및 복구비용의 절감 기대

가. 3-1 세부과제 : 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용

공동과제명		신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용
연구목표		실규모 시험에 의한 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 실규모 홍수 실험에 의해 개발된 공법의 침식 저항성을 정량적으로 평가하여 제시((최대 유속 4m/sec, 최대 소류력 80N/m ²) 식생 활착 전후 상태의 침식 저항성 평가
연구 내용	1차년도	-
	2차년도	식생활착 전 침식 저항성 평가 기술 개발
	3차년도	식생활착 및 블록형 제품의 침식 저항성 평가 기술 개발
	4차년도	신소재 제방 공법 침식 저항 성능 제시
	5차년도	신소재 제방 공법 침식 저항 성능 제시
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 제방공법의 성능이 정량화되어 제시되므로 기존 제방 공법 및 기존 하천공법의 성능 정량화를 촉진하는 파급효과가 기대됨 - 실규모 시험 및 평가 체계를 구축하여 개발된 공법의 성능 검증과 함께 기존 제방 기술 및 신공법의 평가 기술로 제안하여 제도화 가능 - 제방공법 및 여타 하천공법의 기술개발을 촉진하는 파급효과가 기대되며 타 기술 개발의 기술개발 및 검증 모델로 활용 가능 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정량적 성능이 검증된 제방 공법의 적용으로 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 피해액 및 복구비용의 절감 기대
주요성과물		<p>제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 블록형 하천재료의 안정성 평가 기법 공법별 치수 안정성 성능 및 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학술논문 : 10편 - 지침개발 : 3건 - 기술표준 : 1건
활용방안		신소재 제방 공법의 성능 제시로 기술적용에 활용 침식저항성 평가기법의 기술 표준화
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
		기술성숙도 TRL(7) 시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명

나. 3-2 세부과제 : 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용

공동과제명		신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용
연구목표		제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 개발 제방 LCA 평가 기법 개발 개발된 신공법 제방의 환경성 및 LCA 평가
연구 내용	1차년도	-
	2차년도	-
	3차년도	환경성 및 LCA 평가 기법 개발 및 표준화
	4차년도	공법별 환경성 및 LCA 평가
	5차년도	공법별 환경성 및 LCA 평가
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제방 공법의 식생활착 평가를 통해 친환경 하천기술 개발 및 적용 - 하천 적용 공법의 환경성 평가를 통해 기술의 환경성 제고 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생태/환경적으로 안정적인 공법 적용으로 공법 적용에 의한 환경 편익 증진 - LCA 평가를 통해 경제적인 제방관리 체계 구축
주요성과물		제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 및 적용 결과 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과 - 학술논문: 8편 - 지침개발: 2건
활용방안		신소재 제방 공법의 환경 성능 제시로 기술적용에 활용
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
		기술성숙도 TRL(7) 시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명

다. 3-3 세부과제 : 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가

공동과제명		신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가
연구목표		신소재 제방 공법의 현장적용 및 사업화를 위한 표준화 신소재 제방 공법의 시험 시공, 모니터링 평가
연구 내용	1차년도	-
	2차년도	-
	3차년도	시험 시공 구간 선정 및 기본계획
	4차년도	공법별 기술 표준화/실시설계/시험시공
	5차년도	시험구간 모니터링 및 평가
기대효과		<p>① 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 설계/시공/유지관리 시험 수행을 통해 문제점을 개선하여 기술의 적용성 극대화 - 현장 적용 피드백에 의한 보완기술 개발 <p>② 경제적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현장 적용을 고려한 기술보완을 통해서 경제적인 공법 개발 - 실제적인 적용 현장 제공으로 기술의 파급효과 극대화
주요성과물		<p>공법별 적용 모형 및 적용 지침</p> <p>시험 시공에 의한 실물 테스트베드</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지침개발: 3건 - 기술적용: 2건
활용방안		기술 사업화 및 현장적용에 활용
기술 유형 및 기술성숙도		기초·원천(), 응용(○), 실용화(), 사업화()
		<p>기술성숙도 TRL(7)</p> <p>시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명</p>

라. 3세부과제 TRM



마. 최종성과물 및 성과지표

(1) 최종성과물

연구내용	최종성과물
신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용	제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 블록형 하천재료의 안정성 평가 기법 공법별 치수 안정성 성능 및 특성
신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용	제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 및 적용 결과 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과
신소재 제방 공법 표준화/시험 시공/평가	공법별 적용 모형 및 적용 지침 시험 시공에 의한 실물 테스트베드

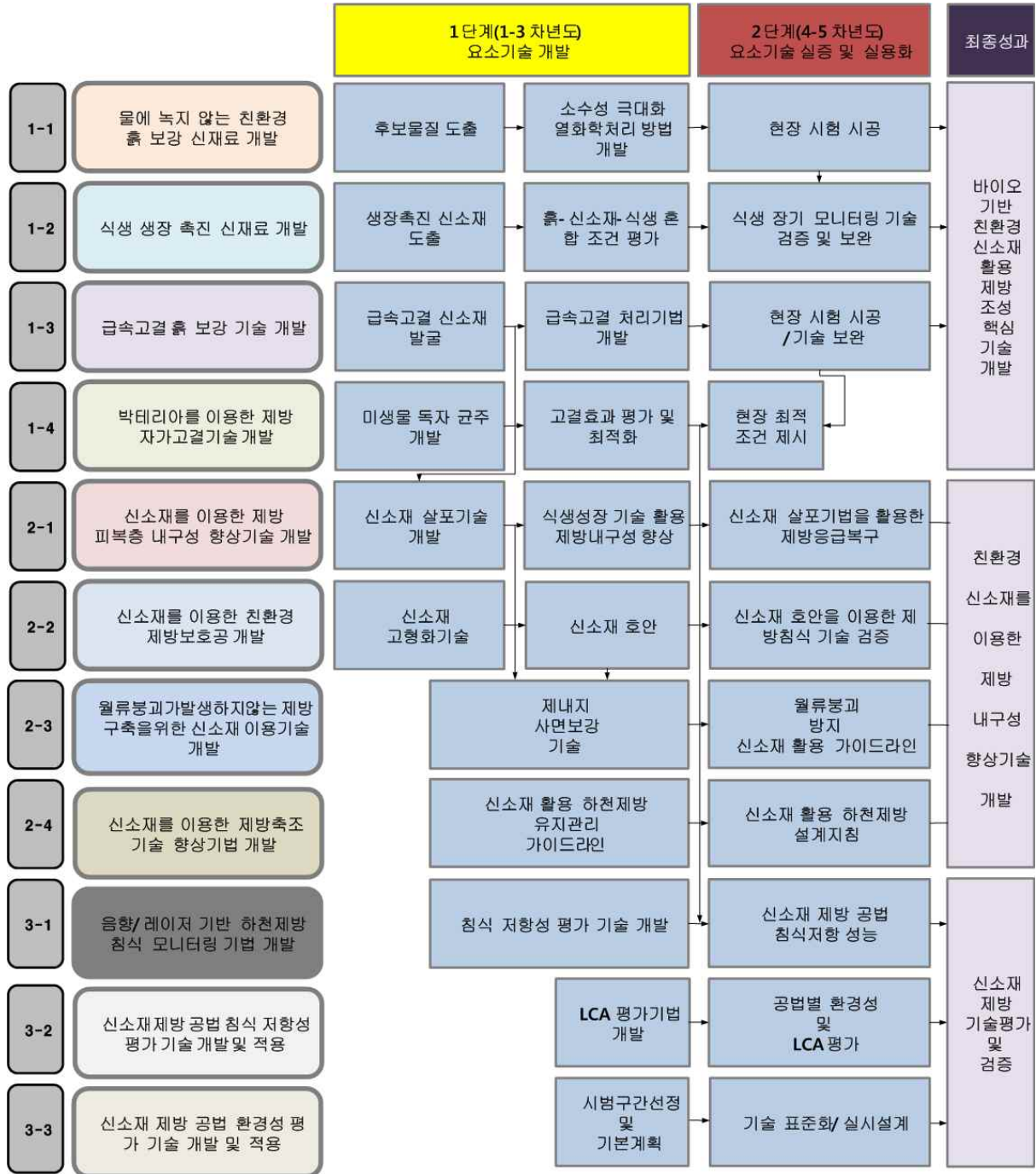
(2) 성과지표

세부과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	1단계 목표치	2단계 목표치	최종 목표치	목표치 설정근거
신소재 활용 친환경/ 생태성 평가 기술	논문	학술지 게재 논문건수 (국내/국외)	게재 건수	건	7	7	14	기초기술로 기술의 학술적 가치 인정 필요
		SCI급 학술지 게재논문 건수	게재 건수	건	2	5	7	
	특허	특허출원 건수 (국내/국외)	출원 건수	건	2	4	6	실용적, 기술적 독창성 평가
		특허등록 건수 (국내/국외)	등록 건수	건	1	2	3	
	프로그램	프로그램 등록	등록 건수	건	-	-	-	개발된 S/W 독창성
	기술 선진화	선진국 대비 기술 수준 향상	전문가 평가	%	80	100	100	기술발전 기여도 평가
	분야별 인력양성	인력양성 실적	석박사 학위 취득 인수	명	3	3	6	기술인력 양성 기여도
		기술인력 연수지원	기술교육 참가 건수	건	0	3	3	연구진의 기술향상
	기술거래	사업화 성공도	기술 실시계약 액수	%	10	20	20	현업 적용을 위한 사업화
		산학연간 기술 지원 건수	기술적용 지원 건수	건	-	-	-	기술보급 기여도
		기술공개 및 제출 이전 건수	개발 기술의 무상보급	건	2	5	7	기술저변확 대
	산업발전 효과	민간투자 유인효과	기업출자 금 유치 건수	건	-	-	-	민간기업의 참여 유도
	기술보급	기술교육 및 보급 건수	기술교육, 보급 행사 개최 건수	건	1	2	3	기술보급 및 저변확대
	연구성과 확산	연구성과 홍보 건수	전문지, 주요 언론 홍보건수	건	1	1	2	연구성과 확산 및 홍보

(3) 성과지표 검증방안

연구내용	성과검증지표	성과물 검증 방안	
		측정방법	검증방법
신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용	제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 평가기법개발 - 지침개발	논문게재 보고서 지침서
	블록형 하천재료 의 안정성 평가 기 법	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 평가기법개발 - 지침개발	논문게재 보고서 지침서
	공법별 치수 안정 성 성능 및 특성	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 실험결과의 적용성 - 지침반영 여부	논문게재 보고서 지침서
신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개 발 및 적용	제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기 법 및 적용 결과	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 적용결과의 우수성	논문게재 보고서
	제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과	- 논문 및 학술지 게재 건수 - 적용결과의 우수성	논문게재 보고서
신소재 제방 공법 표준화/ 시험시공/평가	공법별 적용 모형 및 적용 지침	- 지침개발 - 기술보급	지침서 기술보급건수
	시험 시공에 의한 실물 테스트베드	- 시험 시공 건수 - 기술 적용 건수	보고서 기술적용증빙

4. 연구과제 전체 TRM



제 6절 성과의 활용방안

세부과제	목표성과물	기술수요처	실용화방안
바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발	국내외 학술논문	학교, 연구소, 기업체 등	<ul style="list-style-type: none"> 분야별 전문가 (학계, 기업체 및 유관기관) 참여 및 협력을 통한 실용성 확보 하천제방 유사지형 적용을 통한 실용성 검증
	특허출원/등록	기업체, 연구소 등	
	기술이전 및 사업화	기업체	
	지반신소재 신기술	기업체 및 연구소	
친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발	국내외 학술논문	학교, 연구소, 기업체 등	<ul style="list-style-type: none"> 개발성과 실규모 실험시설, 하천 시범구간 적용을 통한 실용성 검증 유관기관 협조 및 실무자 자문을 통한 실용성 확보
	특허출원/등록	기업체, 연구소 등	
	신소재 호안공	기업체	
	신소재 제방 설계기술	기업체, 유관기관 등	
신소재 활용 친환경/생태 성 평가 기술	국내외 학술논문	학교, 연구소, 기업체 등	<ul style="list-style-type: none"> 유관기관 협조를 통한 하천시범구간 적용, 실용성 검증 설계실무자 자문 및 유관기관 협조를 통한 필요 기술 보급
	특허출원/등록	기업체, 연구소 등	
	신소재 제방 공법 환경성 평가 기술	기업체, 유관기관 등	
	신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가	기업체, 유관기관 등	

제 7절 세부과제 간 연계관계

가. 1세부과제와 2세부과제의 연계관계

- 1세부에서 개발되는 핵심 원천 신소재 기술은 2세부의 제방 내구성 향상 기술에 다양한 형태로 적용되어 제방의 실제 시공 및 시제품 개발에 적극 사용될 수 있음.
- 특히 친환경 바이오신소재, 급속고결 재료와 기술은 제방 조성에 직접 활용될 수 있으며, 녹화 및 식생 증진 기술은 2세부에서 추진하는 호안 블록/매트 등의 형태에 적극 활용될 수 있음.
- 2세부에서 개발하는 신소재 활용 하천제방 내구성 향상 기술을 통하여 신소재의 필요 강도 및 성능 기준 제시, 1세부 연구에 반영하여 제방분야 지반신소재 성능 향상을 위한 결과 연계
- 2세부과제의 기술을 현장적용하여 문제점을 파악하고 소재의 취약점을 모니터링하여 1세부 연구방향 수정 및 보완에 적극 활용

나. 1세부과제와 3세부과제의 연계관계

- 3세부에서의 평가 결과는 1세부로 feedback되어 검증·보완을 위한 토대 자료로 활용할 수 있음. 1세부에서 개발한 신소재를 이용한 시험체를 제작한 후 다양하게 평가하여 그 기능을 검증할 수 있음
- 현장 시험시공 또는 테스트베드 적용 전 1세부와 3세부가 같이 실험 시험을 통해 사전 안전성 및 기능을 평가한 후 최적화된 형태로 현장에 적용해야함.
- 1세부과제의 물에 녹지 않은 친환경 흙 보강 신재료 개발, 식생 성장 촉진 신재료 개발, 급속고결 흙 보강 기술 개발, 박테리아를 이용한 제방 자갈고결기술 개발 등의 통해 개발된 소재의 침식 저항성을 3세부과제에서 침식 저항성 평가 수행
- 1세부과제의 물에 녹지 않은 친환경 흙 보강 신재료 개발, 식생 성장 촉진 신재료 개발, 급속고결 흙 보강 기술 개발, 박테리아를 이용한 제방 자갈고결기술 개발 등의 통해 개발된 소재의 환경성을 3세부과제에서 평가하여 제시
- 1세부과제의 물에 녹지 않은 친환경 흙 보강 신재료 개발, 식생 성장 촉진 신재료 개발, 급속고결 흙 보강 기술 개발, 박테리아를 이용한 제방 자갈고결기술 개발 등의 통해 개발된 소재의 활용기술을 3세부과제의 기술표준화에서 표준 계획/설계/시공/유지관리 기법으로 제시

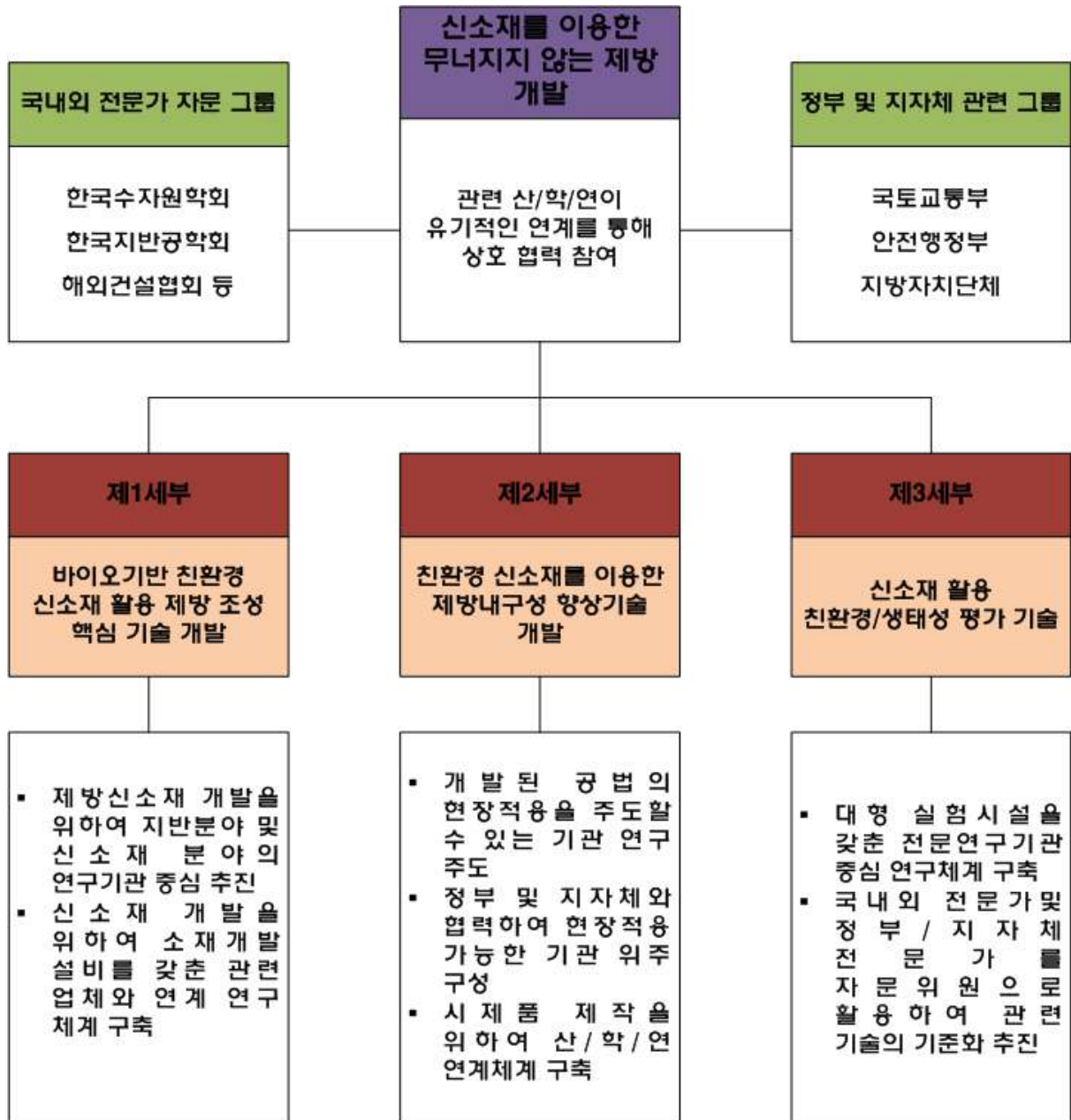
- 1세부과제의 물에 녹지 않은 친환경 흡 보강 신재료 개발, 식생 성장 촉진 신재료 개발, 급속고결 흡 보강 기술 개발, 박테리아를 이용한 제방 자갈고결기술 개발 등의 통해 개발된 소재의 활용기술을 3세부과제의 시험시공을 통해서 종합적 기술 평가 제시

다. 2세부과제와 3세부과제의 연계관계

- 2세부의 하천내구성 향상 기법 및 제품에 대한 내구성 및 환경성 기준 수립을 위하여 3세부의 연구결과 적극 반영
- 2세부과제의 신소재를 이용한 제방 피복 층 내구성 향상 기술, 신소재를 이용한 친환경 제방보호공, 월류붕괴가 발생하지 않는 제방 구축, 신소재를 이용한 제방축조기술 향상 등에서 개발된 제품의 침식 저항성을 3세부과제에서 침식 저항성 평가 수행
- 2세부과제의 신소재를 이용한 제방 피복 층 내구성 향상 기술, 신소재를 이용한 친환경 제방보호공, 월류붕괴가 발생하지 않는 제방 구축, 신소재를 이용한 제방축조기술 향상 등에서 개발된 제품의 환경성을 3세부과제에서 평가하여 제시
- 2세부과제의 신소재를 이용한 제방 피복 층 내구성 향상 기술, 신소재를 이용한 친환경 제방보호공, 월류붕괴가 발생하지 않는 제방 구축, 신소재를 이용한 제방축조기술 향상 등에서 개발된 제품의 활용기술을 3세부과제의 기술표준화에 서 표준 계획/설계/시공/유지관리 기법으로 제시
- 2세부과제의 신소재를 이용한 제방 피복 층 내구성 향상 기술, 신소재를 이용한 친환경 제방보호공, 월류붕괴가 발생하지 않는 제방 구축, 신소재를 이용한 제방축조기술 향상 등에서 개발된 제품의 활용기술을 3세부과제의 시험시공을 통해서 종합적 기술 평가 제시

제 8절 연구추진체계 제안

- 국토교통부 주관하에 미래창조과학부, 안전행정부 등 관련부처가 협력하는 연구단 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, 시험평가, 실용화 성과 등에 대한 전주기적 관리를 통한 연구사업의 책임과 자율성을 부여하는 책임운영체로 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
- 기존 국내·외 연구 성과 및 각종 실험시설을 최대한 활용하고, 단기간 내에 선진 기술과의 격차를 줄일 수 있는 기술로 발전시키며, 나아가 국내 기술의 해외 이전 및 요소기술의 수출 등 하천제방 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 평가 위원회를 운영하여 일관성 있는 연구진행 및 성과달성을 위한 전문가 및 수요자 중심의 자문단을 구성함
- 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
- 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 검토

과제구분	정책적 타당성
1세부과제	<p>◎ 국가 전략적 중요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 환경부는 지난 2012년 “표토의 침식현황 조사에 관한 고시”를 제정·공포하여 오염원 관리에서 자원으로의 토양 관리로의 패러다임이 확장되어 하천 제방과 수변 공간에서의 토양 유실 방지 관련 기술 개발을 위한 정책적 토대가 마련됨. <p>◎ 상위 계획과의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 창조경제 실현계획 전략 추진과제 ‘미래 유망 신산업 발굴·육성을 통한 신시장 개척’과 관련하여 건설-지반공학-수리/수문-바이오 간 융·복합 연구를 통해 세계 친환경 건설 시장 및 물 관리 시장을 선점할 수 있는 핵심 원천 기술 개발의 필요성이 높아짐. <p>◎ 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국정과제 ‘국가 과학기술 혁신역량 강화’, 경제혁신 3개년 계획 ‘중견기업 R&D에 대한 지원 강화’ 관련하여 중견·중소기업의 기술력 향상 및 R&D 투자 확대 유도를 위하여 실대형 현장 시험 적용 등을 통한 개발기술 실용화를 위하여 반드시 필요함
2세부과제	<p>◎ 국가 전략적 중요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국토교통부의 수자원분야 정책방향은 “홍수, 가뭄 등 기후변화 대응능력 강화를 통하여 하천정비 및 기존 시설물 안전도 증대를 통한 홍수 안전도 제고”이므로, 기존 하천에 설치되어 있는 제방의 안전도를 향상시킬 수 있는 본 연구는 현 정부의 정책을 뒷받침할 수 있음 <p>◎ 상위 계획과의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ “미래 국가발전 동력으로 강을 활용, 지역발전의 신중심축 조성”은 하천의 친수성을 강화하여 관광·레저·주거 등의 복합기능을 갖추고 수변공간의 쾌적성을 향상시키는 수자원 분야의 국가정책 및 계획과 본 연구목적 부합함 <p>◎ 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방은 홍수위험으로부터 제내지를 보호하는 주요 시설로서 안정성에 대한 검증을 충분히 수행한 후 적용하여야 하며, 설치 후 내구년한에 대한 검증이 충분히 이루어져야 하므로 단기간내에 연구성과를 적용하기 어려운 점이 있으나, 지속적인 모니터링을 통하여 향후 연구와 연계 필요
3세부과제	<p>◎ 국가 전략적 중요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 건설분야의 연구개발 및 기술교육을 위하여 국토교통부는 하천수리실험시설에 대하여 분산공유형 실험시설을 기획하고 있으며, 이에 따라서 하천시설의 성능에 대한 검증 및 실험기법에 대한 기술선진화 및 표준화가 필요함 <p>◎ 상위 계획과의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국토교통부는 건설분야의 안전·품질 및 공사비와 직결되는 설계기준을 향상시키고, 신기술 및 신공법을 적기에 반영하여 설계기술을 향상시키기 위하여 국가건설기준센터를 설립하여 운영하고 있으므로, 시설물 설계기준에 반영될 최신 하천시설 검증기법 필요 <p>◎ 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 최대유속 및 최대소류력을 확보하기 위한 인프라 시설이 추가로 필요하며 이는 분산공유형 실험시설을 통해 확보토록 추진

제 2절 기술적 타당성 검토

과제구분	기술적 타당성
1세부과제	<p>◎ 기존 연구개발과의 중복성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경, 특히 바이오 신소재를 이용한 건설기술 개발은 국내는 물론 해외에서도 초기 단계에 있는 연구 주제로서, 국내와 해외 기술간 격차가 매우 작은 분야임. 집중적인 연구를 통해 단시일내에 세계 선도 기술을 선점할 가능성이 높아 연구의 진행이 반드시 필요함 <p>◎ 기술개발 계획의 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라의 경우 우수한 바이오·생명 연구 인프라를 갖추고 있음에도 불구하고 바이오·생명 분야 시장이 생각보다 작아 기술적 파급효과가 상대적으로 낮은 한계가 있음. 건설-바이오 간 융·복합을 통해서 우수한 바이오 기술을 상용화할 수 있는 가능성이 매우 높음. <p>◎ 기술 수준 및 개발 성공 가능성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 바이오 산업 기술은 세계 선도 수준에 있기 때문에 융복합 연구를 통한 신소재 개발 및 활용 연구의 성공 가능성은 세계 선진국들과 견주어도 뒤지지 않아 계획 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단됨.
2세부과제	<p>◎ 기존 연구개발과의 중복성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방의 내구성 및 내침식성 향상에 관한 기존 국내외 연구는 호안공 개선 및 생태적 재료 활용을 주로 다루고 있으며, 내구성과 친환경성을 향상시키기 위하여 바이오 기반 신소재를 활용하는 연구는 본 연구가 최초임 <p>◎ 기술개발 계획의 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제방은 하천분야와 지반공학 분야를 동시에 고려해야 하는 하천시설로서 기존의 연구분야를 아우르는 융복합연구를 추진여 지반공학분야 신기술을 적극 수용하여 최신기술을 하천분야에 적용함으로써 시설물 성능개선 기술을 확보함으로써 관련 분야 선도 가능 <p>◎ 기술 수준 및 개발 성공 가능성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경 지반신소재를 활용한 연구는 기존 기술보다 생태적 기능이 뛰어나며, 이를 활용하여 제방사면을 보호하는 활용기술은 기존 연구성과와 연계되어 성공 가능성이 매우 높음
3세부과제	<p>◎ 기존 연구개발과의 중복성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구에서 개발하는 신소재를 이용한 제방내구성 향상연구는 기존에 수행되지 않은 분야로써, 성능검증과 실용성 등의 검증을 위한 구체적인 기준이 미흡하므로 연구단계에서 검증에 관련한 연구를 동시 수행하여 연구종료시 실용적으로 활용되기 위하여 성능검증에 관한 연구 타당 <p>◎ 기술개발 계획의 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 하천분야의 공법의 안정성을 실규모 실험을 통해 정량적으로 제시하여 개발된 공법의 적용성을 크게 향상시킬 수 있으며, 현장 적용 및 유지관리를 위한 시험시공 및 LCA 분석을 통해 개발된 기술의 확산 가능 <p>◎ 기술 수준 및 개발 성공 가능성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 실규모 실험 인프라 및 연구경험을 확보하여 기술수준은 높은 편이며 시험시공 및 지침개발 관련하여 실무 전문인력을 활용하면 성공 가능성이 높음

제 3절 경제적 타당성 검토

과제구분	경제적 타당성
1세부과제	<p>◎ 경제성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 구축뿐만 아니라 친환경 바이오 계열 신소재의 개발을 통해 다양한 형태로 해외 건설 시장에 진출하여 막대한 이익을 창출할 수 있을 것으로 평가됨. 특히 연간 4억 달러에 이를 것으로 기대되는 동남아 물관리 사업에 참여 시 1% 기술 진출로도 400만 달러 경제적 성과 기대 <p>◎ 경제·사회적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 바이오 신소재는 미생물 균주와 그 관련 부산물 모두를 지적재산권화 할 수 있는 기술로써 도용이 어려운 고부가가치 상품이 될 가능성이 높음. 신소재 개발을 통한 기술이전, 로열티 등으로 많은 경제적 이익 창출이 가능함. <p>◎ 과학기술적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 바이오 신재료를 이용한 건설 기술 선점을 통해 재료-지반 융합 연구에 대한 국내·외 기술 우선 순위 선점과 후속 연구의 활발한 추진 기대.
2세부과제	<p>◎ 경제성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국토교통부의 수자원분야 예산 중 상당부분이 제방유지관리 및 신설에 투입되고 있으며, 매년 반복되는 홍수피해복구비를 절감시키기 위하여 기존 제방을 유지관리하고 보수·보강하여 성능을 향상시키는 기술을 개발하여 적용함으로써 국가건설예산 절감 가능 <p>◎ 경제·사회적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 하천에 활용되고 있는 각종 독성재료를 대체할 수 있는 재료를 활용하여 하천시설을 구축함으로써 제방의 환경성 및 친환경성을 증진시킴으로써 녹조, 환경오염에 대한 자정능력 증대로 피해복구비용 절감 <p>◎ 과학기술적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방 보수보강을 위하여 신소재를 적용하는 첫 연구로서 관련 연구분야를 개척하고 선도함으로써, 신수종 연구를 통한 하천시설 관리 기술 향상
3세부과제	<p>◎ 경제성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 반복적으로 발생하는 제방침식 및 붕괴, 호안 이탈 등에 의한 하천제방시설 피해는 설계 및 시공단계에서 명확한 물리적 기준이 미흡하고, 시설에 대한 검증이 정량적으로 수행되지 못하여 발생 <p>◎ 경제·사회적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소요외력을 정량적으로 산정하고 구형 강도 및 내구성, 내구연한에 대한 정량적인 목표를 제시함으로써 하천제방에 투입되는 시공 및 복구비용 절감 <p>◎ 과학기술적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제방보호공에 대한 실규모 성능 시험 기술을 확보하면 호안, 고수부지 공법, 친환경 하천 공법, 하상보호공법 등으로 응용할 수 있어 하천공법 전분야에 대한 파급효과 발생

제 4절 기술개발 필요성

과제구분	기술개발 필요성
1세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 제방 구축 기술은 재료적 처리 없이 현장 흙을 일정 경사구배로 성토하는데 국한되고 있다. 이로 인해 많은 부지가 소요되고 제방 자체의 안정성이 저하되는 문제가 있음. ○ 친환경 신소재를 이용한 제방 구축 기술은 제방의 강도와 안전성 향상뿐만 아니라 단면형상을 최적화시킬 수 있어 제방 구축과 관련한 각종 토지 수용 문제와 민원을 저감시킬 수 있을 것으로 기대됨. ○ 친환경 신소재는 제방 조성 뿐만 아니라 비탈면, 성토, 도로, 기초 등 다양한 현장에 적용할 수 있어, 새로운 건설 재료로써의 신시장을 개척할 수 있을 것으로 기대됨.
2세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 하천에 대한 접근성 및 활용성 증진에 대한 요구가 증가하고 있으며, 하천친수시설에 대한 수요가 높아지고 있는 상황에서 기존 기술을 대체하여 친환경성 및 생태성을 증진시킬 수 있는 바이오소재를 이용한 하천시설구축기술 개발 필요 ○ 하천의 생태적 기능 회복을 위하여 다수의 연구개발과제 성과가 하천복원에 적용되었으나, 아직까지 독성소재를 활용하거나 개발된 성과의 구현 강도가 낮아 활용성이 낮으므로, 친환경성과 내구성을 동시에 만족시킬 수 있는 연구개발 필요
3세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방은 홍수로 인하여 매년 반복되는 피해를 입고 있으므로 설계, 유지관리를 위한 성능기준 및 시험법에 대한 기준수립이 필요하며, 이에 따른 정량적이고 선진화된 검증기술이 필요

제 5절 정부지원 타당성

과제구분	정부지원 타당성
1세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 차원의 순수 건설 재료 확보의 의미가 높음. 현재까지 건설·토목 분야에서 보편적으로 사용된 재료, 특히 지반 보강 및 개량 재료는 전량 해외에서 개발된 재료들임. 연구 지원을 통해 개발될 친환경 신소재 재료는 국내 시장 뿐만 아니라 해외 시장으로의 진출이 가능하기 때문에 친환경 건설 분야에 대한 국가 브랜드 이미지 제고에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨. ○ 최근 우리나라 컨소시엄이 수주한 6조2000억원 규모의 태국 정부 통합물 관리사업은 임시 저류지, 방수로 구축 등이 핵심이며 안전한 제방 및 수문체계 구축 등이 핵심 사업이다. 태국에서의 경험을 토대로 우기와 건기의 구분이 뚜렷한 동남아시아 국가의 물관리사업에 적극적으로 참여하기 위해서는 수주경쟁국과의 기술적 우위가 있어야함. 이를 위해 신소재 재료를 이용한 차별화 전략이 매우 효과적일 것으로 판단됨. 따라서 정부 지원이 꼭 필요함.
2세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방은 홍수로부터 인명과 재산을 보호하는 공공시설로써, 관리기관인 국토교통부 및 지방자치단체에서 관리기술에 대한 고도화 및 선진화에 대한 연구 지원 필요 ○ 제방에 관한 신기술을 개발하여 적용성을 검증하기 위해서는 하천의 일부구간을 시험구간으로 선정하고 일정기간 관찰을 통하여 요구성능을 설정할 필요가 있으므로, 관리기관과의 긴밀한 협조가 요구됨 ○ 하천제방을 신설 및 유지하는 기관은 국토교통부이므로, 하천시설에 투입되는 예산을 절감하고 건설분야 기술 선도를 위해서는 정부의 지원이 필요
3세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공공시설인 하천제방에 대한 요구성능의 기준 및 점검기법은 국가건설기준에 해당하는 부분으로써, 건설분야 국가기준수립 기관인 국토교통부의 협의와 협조, 지원이 필요함

제 5장 인력투입계획 및 소요예산 산정

제 1절 연구일정에 따른 인력투입 계획

세부과제		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
총괄		22	42	61	61	54	250
1세부	1세세부	4	5	6	6	5	26
	2세세부	3	5	6	7	6	27
	3세세부	4	7	8	8	7	34
	4세세부	3	4	4	4	—	15
	계	14	21	24	25	18	112
2세부	1세세부	5	5	6	6	5	27
	2세세부	3	4	4	4	5	20
	3세세부	—	4	6	3	3	16
	4세세부	—	3	3	3	3	12
	계	8	16	19	16	16	75
3세부	1세세부	—	5	5	7	7	24
	2세세부	—	—	8	8	8	24
	3세세부	—	—	5	5	5	15
	계	—	5	18	20	20	63

제 2절 세부과제별 소요예산

(단위 : 천원)

세부과제		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
총괄		1,100,000	1,950,000	2,600,000	2,400,000	1,950,000	10,000,000
1세부	1세세부	150,000	250,000	250,000	200,000	150,000	1,000,000
	2세세부	150,000	250,000	250,000	150,000	150,000	950,000
	3세세부	200,000	250,000	250,000	250,000	200,000	1,150,000
	4세세부	250,000	250,000	300,000	150,000	-	950,000
	계	750,000	1,000,000	1,050,000	750,000	500,000	4,050,000
2세부	1세세부	150,000	250,000	250,000	250,000	250,000	1,150,000
	2세세부	200,000	250,000	250,000	200,000	250,000	1,150,000
	3세세부	-	150,000	250,000	200,000	150,000	750,000
	4세세부	-	100,000	100,000	100,000	100,000	400,000
	계	350,000	750,000	850,000	750,000	750,000	3,450,000
3세부	1세세부	-	200,000	200,000	200,000	200,000	800,000
	2세세부	-	-	200,000	200,000	200,000	600,000
	3세세부	-	-	300,000	500,000	300,000	1,100,000
	계	0	200,000	700,000	900,000	700,000	2,500,000

제 3절 상세연구비 산정

가. 과제전체

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	6	30%	9	30%	12	30%	12	30%	11	30%	864,572	9%
	선임급	3,600	7	30%	9	30%	12	30%	12	30%	11	30%	695,520	7%
	원급	2,400	5	50%	13	50%	19	50%	18	50%	15	50%	984,960	10%
	보조원	1,920	4	50%	11	50%	18	50%	19	50%	17	50%	767,232	8%
소 계			307,296		597,888		853,056		824,832		729,222		3,312,288	33%
직접비	연구장비재료비		307,296		307,296		307,296		307,296		307,296		3,312,288	9%
	기타경비		212,524		387,509		482,375		387,779		408,214		1,878,400	19%
	간접비		183,331		323,486		412,616		345,816		298,146		1,563,395	16%
합 계			1,100,000		1,950,000		2,600,000		2,400,000		1,950,000		10,000,000	100%

나. 1세부과제

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	4	30%	4	30%	4	30%	4	30%	3	30%	311,900	8%
	선임급	3,600	4	30%	4	30%	4	30%	4	30%	3	30%	246,240	6%
	원급	2,400	4	50%	8	50%	8	50%	9	50%	6	50%	504,000	12%
	보조원	1,920	2	50%	5	50%	8	50%	8	50%	6	50%	334,080	8%
소 계			198,144		290,304		324,864		339,264		243,654		1,396,224	34%
직접비	연구장비재료비		297,049		377,787		382,645		198,265		126,946		1,382,693	34%
	기타경비		127,307		161,909		163,991		84,971		54,406		592,583	15%
간접비			125,000		166,670		175,000		125,000		83,330		675,000	17%
합 계			750,000		1,000,000		1,050,000		750,000		500,000		4,050,000	100%

(1) 1-1세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	311,900	8%
	선임급	3,600	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	246,240	6%
	원급	2,400	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	2	50%	504,000	13%
	보조원	1,920		50%	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	334,080	8%
소계				43,776		69,696		81,216		81,216		81,216	357,120	36%
직접비	연구장비재료비			56,507		96,463		88,399		59,349		32,399	333,116	33%
	기타경비			24,217		41,341		37,885		25,435		13,885	142,764	14%
간접비				25,500		42,500		42,500		34,000		22,500	170,000	17%
합계				150,000		250,000		250,000		200,000		150,000	1,000,000	100%

(2) 1-2세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	311,900	9%
	선임급	3,600	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	246,240	7%
	원급	2,400	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	2	50%	504,000	14%
	보조원	1,920		50%	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	334,080	8%
소계				43,776		69,696		81,216		81,216		81,216	357,120	38%
직접비	연구장비재료비			56,507		96,463		88,399		30,299		32,399	304,066	32%
	기타경비			24,217		41,341		37,885		12,985		13,885	130,314	14%
간접비				25,500		42,500		42,500		25,500		22,500	161,500	17%
합계				150,000		250,000		250,000		150,000		150,000	950,000	100%

(3) 1-3세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	311,900	7%
	선임급	3,600	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	246,240	6%
	원급	2,400	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	2	50%	504,000	11%
	보조원	1,920	1	50%	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	334,080	8%
소 계				55,296		69,696		81,216		81,216		81,216	368,640	32%
직접비	연구장비재료비			77,493		96,463		88,399		88,399		62,149	412,902	36%
	기타경비			33,211		41,341		37,885		37,885		26,635	176,958	15%
간접비				34,000		42,500		42,500		42,500		30,000	195,500	17%
합 계				200,000		250,000		250,000		250,000		200,000	1,150,000	100%

(4) 1-4세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	0	30%	311,900	7%
	선임급	3,600	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	0	30%	246,240	5%
	원급	2,400	1	50%	2	50%	2	50%	3	50%	0	50%	504,000	12%
	보조원	1,920	1	50%	2	50%	2	50%	2	50%	0	50%	334,080	8%
소 계				55,296		81,216		81,216		95,616		-	313,344	33%
직접비	연구장비재료비			106,543		88,399		117,449		20,219		-	332,609	35%
	기타경비			45,661		37,885		50,335		8,665		-	142,547	15%
간접비				42,500		42,500		51,000		25,500		-	161,500	17%
합 계				250,000		250,000		300,000		150,000		-	950,000	100%

다. 2세부과제

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	2	30%	4	30%	4	30%	4	30%	4	30%	295,488	9%
	선임급	3,600	3	30%	4	30%	4	30%	4	30%	4	30%	246,240	7%
	원급	2,400	1	50%	4	50%	7	50%	4	50%	4	50%	288,000	8%
	보조원	1,920	2	50%	4	50%	4	50%	4	50%	4	50%	207,360	6%
소 계			109,152		221,184		264,384		221,184		221,184		1,037,088	30%
직접비	연구장비재료비		97,300		205,000		220,000		195,000		150,000		867,300	9%
	기타경비		85,217		199,000		224,000		209,000		260,000		977,217	28%
간접비			58,331		124,816		141,616		124,816		118,816		568,395	16%
합 계			350,000		750,000		850,000		750,000		750,000		3,450,000	100%

(1) 2-1세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	82,080	8%
	선임급	3,600	2	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	77,760	7%
	원급	2,400	1	50%	1	50%	3	50%	1	50%	1	50%	100,800	9%
	보조원	1,920	1	50%	2	50%	1	50%	3	50%	1	50%	92,160	8%
소 계			68,256		66,816		84,096		78,336		55,296		352,800	33%
직접비	연구장비재료비		51,300		65,000		70,000		60,000		40,000		352,800	8%
	기타경비		45,217		55,000		60,000		50,000		55,000		265,217	24%
간접비			32,955		37,308		42,804		37,611		30,059		180,737	17%
합 계			197,728		224,124		256,900		225,947		180,355		1,085,054	100%

(2) 2-2세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	82,080	9%
	선임급	3,600	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	64,800	7%
	원급	2,400		50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	57,600	6%
	보조원	1,920	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	57,600	6%
소 계				40,896		55,296		55,296		55,296		55,296	262,080	28%
직접비	연구장비재료비			46,000		60,000		65,000		55,000		40,000	352,800	9%
	기타경비			40,000		50,000		55,000		49,000		55,000	249,000	27%
간접비				25,376		33,005		35,045		31,805		30,059	155,290	17%
합 계				152,272		198,301		210,341		191,101		180,355	932,370	100%

(3) 2-3세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	-	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	65,664	9%
	선임급	3,600	-	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	51,840	7%
	원급	2,400	-	50%	1	50%	2	50%	1	50%	1	50%	72,000	9%
	보조원	1,920	-	50%	1	50%	2	50%	-	50%	-	50%	34,560	5%
소 계				-		55,296		81,216		43,776		43,776	224,064	29%
직접비	연구장비재료비			-		60,000		65,000		55,000		40,000	352,800	9%
	기타경비			-		44,000		49,000		40,000		60,000	193,000	25%
간접비				-		31,803		39,027		27,700		28,755	127,285	17%
합 계				-		191,099		234,243		166,476		172,531	764,349	100%

(4) 2-4세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560	-	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	65,664	10%
	선임급	3,600	-	30%	1	30%	1	30%	1	30%	1	30%	51,840	8%
	원급	2,400	-	50%	1	50%	1	50%	1	50%	-	50%	43,200	7%
	보조원	1,920	-	50%	-	50%	-	50%	-	50%	-	50%	-	0%
소 계			-		43,776		43,776		43,776		29,376		160,704	25%
직접비	연구장비재료비		-		20,000		20,000		25,000		30,000		352,800	10%
	기타경비		-		50,000		60,000		70,000		90,000		270,000	43%
간접비			-		22,700		24,740		27,700		29,942		105,082	17%
합 계			-		136,476		148,516		166,476		179,318		630,786	100%

라. 3세부과제

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560			1	50%	4	35%	4	35%	4	35%	257,184	10%
	선임급	3,600			1	50%	4	35%	4	35%	4	35%	203,040	8%
	원급	2,400			1	50%	4	50%	5	42%	5	42%	192,960	8%
	보조원	1,920			2	50%	6	50%	7	41%	7	41%	225,792	9%
소 계					86,400		263,808		264,384		264,384		878,976	35%
직접비	연구장비재료비				55,000		245,808		445,808		245,808		992,424	40%
	기타경비				26,600		94,384		93,808		93,808		308,600	12%
간접비					32,000		96,000		96,000		96,000		320,000	13%
합 계					200,000		700,000		900,000		700,000		2,500,000	100%

(1) 3-1세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560			1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	109,440	14%
	선임급	3,600			1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	86,400	11%
	원급	2,400			1	50%	1	50%	2	30%	2	30%	63,360	8%
	보조원	1,920			2	50%	2	50%	3	30%	3	30%	87,552	11%
소계					86,400		86,400		86,976		86,976		346,752	43%
직접비	연구장비재료비				55,000		55,000		55,000		55,000		220,000	28%
	기타경비				26,600		26,600		26,024		26,024		105,248	13%
간접비					32,000		32,000		32,000		32,000		128,000	16%
합계					200,000		200,000		200,000		200,000		800,000	100%

(2) 3-2세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560					2	30%	2	30%	2	30%	98,496	16%
	선임급	3,600					2	30%	2	30%	2	30%	77,760	13%
	원급	2,400					2	50%	2	50%	2	50%	86,400	14%
	보조원	1,920					2	50%	2	50%	2	50%	69,120	12%
소계							110,592		110,592		110,592		331,776	55%
직접비	연구장비재료비						30,808		30,808		30,808		92,424	15%
	기타경비						26,600		26,600		26,600		79,800	13%
간접비							32,000		32,000		32,000		96,000	16%
합계							200,000		200,000		200,000		600,000	100%

(3) 3-3세세부

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예산내역											비율 (%)	
		단가 (월 급여)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			소계
			인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)	인원 (명)	참여율 (%)		
인건비	책임급	4,560					1	30%	1	30%	1	30%	49,248	4%
	선임급	3,600					1	30%	1	30%	1	30%	38,880	4%
	원급	2,400					1	50%	1	50%	1	50%	43,200	4%
	보조원	1,920					2	50%	2	50%	2	50%	69,120	6%
소 계							66,816		66,816		66,816		200,448	18%
직접비	연구장비재료비						160,000		360,000		160,000		680,000	62%
	기타경비						41,184		41,184		41,184		123,552	11%
간접비							32,000		32,000		32,000		96,000	9%
합 계							300,000		500,000		300,000		1,100,000	100%

제 6장 과제 제안요구서

제 1절 연구단 RFP

1. 과제명	신소재를 이용한 무너지지 않는 제방 개발 (변경안 - 신소재를 이용한 제방보강기술 개발)
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바이오기반 친환경 신소재 활용 기술 개발 ○ 친환경 신소재를 이용한 내구성 및 안정성 향상기술 개발 ○ 신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1987년부터 2006년까지 발생한 홍수피해 중 제방피해사례를 조사·분석한 결과, 총 835건의 제방피해가 발생하였으며 제방에 피해를 발생시키는 원인별 분석에 의하면 월류(40%), 침식(39.3%), 제체 불안정(11%), 구조물(9.7%)로 나타남 ○ 홍수피해로부터 제내지를 보호하는 가장 중요한 수단인 제방은 2010년말 현재 31,229km(국가, 지방하천) 축조되어 있으나, 제방 안정성을 향상시킬 수 있는 근본적인 대안이 마련되지 않아 제방붕괴로 인한 홍수피해가 지속적으로 발생 ○ 제방을 축조하여 홍수피해를 저감시키는 노력은 지속적으로 수행되었으나, 축조재료인 흙의 성질을 개선하기 위한 노력은 매우 미흡하며, 신소재를 이용하여 제방의 세굴이나 붕괴를 방지할 수 있는 기술은 개발되지 못한 상황 ○ 하천의 흐름에 의해 발생하는 제방의 침식으로 발생하는 붕괴를 방지하기 위하여 제방의 앞비탈에 호안을 설치하고 있으며, 호안의 재료로는 주로 사석, 돌망태 및 시멘트 블록 등이 활용되고 있음 ○ 국내 국가하천 및 지방하천에 설치된 호안 설계자료(2002~2005) 440건 검토결과, 돌망태류(50%)와 콘크리트 블록류(26%)가 약 80%를 차지하고 있어 친환경적인 측면에 한계가 있음 ○ 친환경 재료를 이용한 제방 침식 저항 및 식생 증진 기술 개발은 향후 국내 뿐만 아니라 해외 건설 시장 진출에 있어 매우 유용
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수자원 분야의 예산은 ①지류하천 정비, 중소댐 건설 및 기존댐 안전도 제고, 상수도 확충, 지하수자원 확보 등 인프라 확충을 통해 기후변화 대응 능력 제고, ②이용 수요가 높거나 복개·훼손된 하천은 국민들의 생태휴식

	<p>공간으로 조성하고 강 주변지역의 체계적 관리·개발 유도에 활용되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 및 지방하천 정비에 투자되는 비용은 수자원 분야 예산의 80%에 해당하며, 하천정비사업, 하천유지보수, 댐직하류 정비 등에 활용되고 있음 ○ 기존 건설 분야에서는 주로 시멘트, 아크릴/물유리계 약액, 지반섬유(Geotextile) 등이 다양한 분야에 사용되고 있으나, 최근 친환경 기술의 중요성이 부각되면서 새로운 건설재료에 대한 수요로 인해 국내·외에서 다양한 기술들이 제시되고 있음 ○ 제방 재료 및 시공방법 기술에 대한 전체 특허동향을 살펴보면, 이상 기온 현상 등 기상이변으로 인한 환경 재해가 범국가적 이슈로 대두되면서 국가 기관 산업인 제방축조산업 분야에 대한 연구개발 투자가 지속적으로 확대되고 있음 ○ 제방에 대한 연구는 전통적인 공법을 활용한 연구에 대한 지식 및 경험이 충분히 축적되었으나, 친환경신소재를 이용한 연구는 초기단계로서 사회적 요구에 의하여 점차 활기를 띄고 있음
<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 - 식생 성장 촉진 신재료 개발 - 급속고결 흙 보강 기술 개발 - 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 ○ 친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 - 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 - 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 - 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 ○ 신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 - 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 - 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~3차년도, 36개월): 핵심요소 기술 개발 : 제방관련 신소재의 원천기술 확보 : 신소재를 이용한 공법의 기초기술 확보 : 신기술 적용 및 검증을 위한 물리적 기준 수립 및 검증기술 확보

	<ul style="list-style-type: none"> - 2단계(4~5차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 : 신소재 활용 기술의 사업화 : 실규모 및 현장 적용을 통한 개발기술의 실용화 : 기술이전 실시 및 실용화 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 기술 개발 및 지침화를 위한 관계기관 협조 <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 시범구간 선정, 신기술 현장적용 추진 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 산/학/연의 긴밀한 협조를 통해 첨단기술의 융·복합 및 실용화 달성 ○ 하천제방은 국토교통부 수자원분야 예산이 집중투자되고 국민의 안전과 연결되는 공공재이므로, 국토교통부와 긴밀한 협조를 통하여 연구방향 및 내용 조정, 실용화 및 설계지침화 적극 추진
<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 수성신재료 - 흙 혼합물 개발 및 불투수/차폐 지반보강 기술·공법 ○ 식생 생장 촉진 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천·제방 최적 식생의 생장 및 안정화 촉진 신재료 ○ 급속고결 흙 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 초기 안정성 확보, 응급복구를 위한 급속고결 기술 ○ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 제방 표면토 내의 자생 박테리아를 직접 이용한 중장기적 성능 보강/유지 기술 ○ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과 ○ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가 <ul style="list-style-type: none"> - 공법별 적용 모형 및 적용 지침 ○ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 ○ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인 ○ 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인 ○ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 하천제방 설계 개발
<p style="text-align: center;">11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 건설분야 친환경 신소재 재료 기술 확보 - 홍수시 빈번하게 발생하는 제방세굴을 조기에 복구하여 홍수피해 저감기술 개발 - 독성소재를 신소재 활용을 통하여 하천의 환경오염 저감 - 하천 적용 공법의 환경성 평가를 통해 기술의 환경성 제고 - 제방공법 및 여타 하천공법의 기술개발을 촉진하는 파급효과가 기대되며 타 기술 개발의 기술개발 및 검증 모델로 활용 가능 ○ 사회·경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 다양한 해외 수요에 부합할 수 있을 것으로 기대됨 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출 - 홍수피해 저감을 통한 인명 및 재산피해 저감 - 신소재 재료를 활용한 친환경 원천기술 개발을 통하여 해외건설시장 개척 - 제방붕괴 위험성 저감을 통한 홍수복구비용 저감 - 정량적 성능이 검증된 제방 공법의 적용으로 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 피해액 및 복구비용의 절감 기대
<p style="text-align: center;">12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간 : 5년 ○ 총 정부출연금 : 110억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업분담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업

	<p>운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능</p> <p>※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능</p>
13. 기타	

제 2절 세부과제 RFP

1. 과제명	바이오기반 친환경 신소재 활용 제방 조성 핵심 기술 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 ○ 식생 성장 촉진 신재료 개발 ○ 급속고결 흙 보강 기술 개발 ○ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 기술의 단점으로 지적되고 있는 산분해 및 환경교란 문제로부터 자유로운 친환경 흙 보강 신재료의 개발이 필요함. 특히 제방의 특성상 높은 수압과 유속 조건에서도 유실되지 않고 강도와 내구성을 유지할 수 있는 지반 보강 신재료 개발이 필요함. ○ 제방 및 호안 보강/보호 효과가 있으면서 식생과의 상호작용으로 인해 제방 표면의 식생을 조기에 활착시키고 성장을 촉진할 수 있는 신소재와 그 활용 기술 개발이 시급히 필요함. ○ 기존의 시멘트 혼합 또는 약액주입 방법의 경우 화학반응을 통해 지반을 보강시키기 때문에 초기 안정성이 저하되는 문제가 있음. 또한 미생물을 이용한 흙 고결은 탄산칼슘(CaCO_3) 형성을 통해 지반을 고결시키나, 강도증진 효율이 낮고, 일반 화학제품 보다 시간과 비용이 많이 소요되는 단점이 있음. ○ 제방 표면토의 침식제어 및 보호를 위한 투수율 저감 기법이 필요함. 녹생토 기법 등 기존의 식생 기법은 그 영향깊이가 얕아서 한계점이 있음. 친환경적으로 제방 표면 보호를 할 수 있는 기술이 필요함. ○ 특히 식용이 가능한 안전한 토양 박테리아와 그 부산물을 이용한 투수율 저감 및 침식 억제 기술 개발이 필요함.
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내의 차수 및 지수공법은 주입공법에 크게 의존하고 있고 현재까지의 지하철 및 공구 건설현장에 다양한 형태의 주입공법이 쓰여 왔음. 하지만 주입공법에 쓰이는 지수 재료의 경우 물유리, 시멘트, 우레탄 계열 등에서 벗어나지 않고 있어 새로운 재료에 대한 연구가 필요함 ○ 국내뿐만 아니라 해외에서도 환경친화적 건설에 대한 수요가 지속적으로 제기되고 있으며, 특히 하천 인공 구조물인 제방의 녹화 기술에 대한 수요는 앞으로도 꾸준히 성장할 것으로 예측됨. 따라서 관련 기술의 개발 및 선점이 매우 중요할 것으로 판단됨.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 시멘트 혼합 또는 약액주입 방법의 경우 화학반응을 통해 지반을 보강시키기 때문에 초기 안정성이 저하되는 문제가 있음. 또한 미생물을 이용한 흙 고결은 탄산칼슘(CaCO_3) 형성을 통해 지반을 고결시키나, 강도 증진 효율이 낮고, 일반 화학제품 보다 시간과 비용이 많이 소요되는 단점이 있음. ○ 최근 국내외에서 미생물을 이용한 지반 고결 관련 연구들이 다양한 형태로 진행되고 있음. 가장 보편적인 방법은 수산화칼슘 또는 암모니아/요소를 기반으로 하여 미생물을 활성화시켜 탄산칼슘(CaCO_3)를 생성하는 MICP (Microbial Induced Calcite Precipitation)가 있다. ○ 하지만 기존 MICP 기술은 시간과 비용이 많이 소요될 뿐만 아니라, 생성 과정에서 다량의 암모니아를 발생시켜 환경 오염의 우려가 있으며, 나아가 약산성 조건에서도 쉽게 탄산칼슘이 용해되어 오늘날 보편화된 산성비 조건에 매우 취약한 단점이 있다.
<p>5. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 물속에서 분리되지 않고 형태 및 점성을 유지할 수 있는 신재료 개발 ○ 식생 성장 촉진 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 ○ 급속고결 흙 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 초기 안정성 확보 또는 응급복구를 위한 급속고결 기술 개발 ○ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 유지관리를 위해 박테리아를 직접 주입하여 장기적 안정성을 확보하는 지반 보강·개량 기술 개발
<p>6. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 : 기존 재료의 현황 및 문제점 분석과 대응기술 수요 파악 : 최적 식생종, 신소재 개발 : 실내연구를 통한 신소재 개발 및 성능 평가 : 건설재료화를 위한 규격화 및 지식재산권 확보 : 급속고결 재료 발굴 : 제방 적용을 위한 급속고결 공법 개발 : 신균주 발굴 및 다당류 합성

	<ul style="list-style-type: none"> : 흙 속에서의 부산물 합성 조건 재현 및 성능 평가 (비과괴 물리탐사 기술 활용) - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 : 실험용 규모 및 현장 시험 적용을 통한 신소재 성능 검증 및 평가 : 신소재의 현장 작업성 향상을 위해 2세부와의 연계를 통한 성능 보완 및 시공/가공법 공동 개발 : 현장 시험 적용을 통한 제방 보강/보호 성능 및 식생 활착 성능 검증 및 평가 : 특히, 식생 생장의 경우 장기(2년 이상) 모니터링이 필요함. : 기술이전 실시 및 실용화 : 파일럿 시제품 개발 및 실험실 시험 검증 : 공법 완성 및 지식재산권 확보 : 기술이전 실시 및 실용화 - 3단계(5차년도, 12개월): 현장 테스트베드 적용 : 실제 제방 현장에 대한 현장 적용 및 검증. 기술의 최종 완성 : 실제 제방 현장에 대한 현장 적용 및 검증. 기술의 최종 완성 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 개발을 위한 지반-바이오-수리/수문 분야와의 유기적인 협조 체계 구축. - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 신소재 개발에 있어 바이오(생명공학) 분야 전문 기관 또는 기업을 공동연구자로 참여 ○ 관련분야 전문가 자문 - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>7. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 신소재 개발 ○ 지반-재료-바이오 분야 간 융·복합 연구를 통한 진행 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점

<p>8. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 포화 상태 전단강도 50 kPa 이상, 수성신재료 - 흙 혼합물 개발 및 불투수/차폐 지반보강 기술·공법 ○ 식생 성장 촉진 200% 이상 향상 신재료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 ○ 12시간 내 급속고결(목표강도 80%) 흙 보강 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 초기 안정성 확보, 응급복구를 위한 급속고결 기술 ○ 박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 제방 표면토 내의 자생 박테리아를 직접 이용한 중장기적 성능 보강/유지 기술 - 현장발생토 80% 이상 활용하는 제방 구축 기술
<p>9. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 건설분야 친환경 신소재 재료 기술 확보 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 다양한 해외 수요에 부합할 수 있을 것으로 기대됨 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출
<p>10. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5년 ○ 총 정부출연금: 40.5 억원 이내
<p>11. 기타</p>	

1. 과제명	친환경 신소재를 이용한 제방내구성 향상기술 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 ○ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 ○ 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 ○ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천의 환경과 어울리며 기존 생태계에 영향을 미치지 않는 바이오 신소재를 이용하여 피복을 보강하여 기존 침식대응을 위하여 활용되고 있는 호안을 대체하고 제방의 내구성을 향상시킬 수 있는 기법 개발 필요 ○ 하천 중상류 구간의 경우, 고유속의 홍수로부터 제방을 보호하기 위하여 콘크리트 피복을 통한 제방보강을 실시하거나 돌망태, 콘크리트 블록을 이용하는 경우가 다수 있으나, 반복적인 피해가 발생하거나 환경적인 문제를 다수 내포하고 있음 ○ 하천의 생태적 기능을 회복하기 위하여 신소재 적용구간의 최대화하기 위하여 하천제방 내구성을 극대화할 수 있는 제방보강 공법 개발 필요 ○ 하천제방은 빈도해석 및 계획에 따른 계획홍수량으로부터 제내지를 보호하기 위하여 설계되므로, 일정한 규모 이상의 홍수가 발생하는 경우에는 제방둑마루를 월류하여 홍수가 제내지로 전파됨 ○ 제방의 축조재료는 흙으로서 월류가 발생하는 경우 체체파괴가 발생할 수 있는 확률이 매우 높으며, 하천제방이 붕괴되면 홍수파가 제내지로 급격히 전파되어 홍수로 인한 인명 및 재산피해를 가중시키게 되므로, 설계홍수량을 상회하는 홍수가 발생하는 경우에도 제방이 붕괴되지 않도록 내구성을 향상시키는 기술이 필요함 ○ 하천제방을 설계함에 있어 활용되고 있는 설계지침인 하천설계기준·해설은 제방축조를 위하여 요구되는 물리적 특성을 제시하고 있으나, 재료적인 측면에서 변화하는 환경 및 생태적 요구를 반영하지 못하고 있으므로 하천환경 및 생태를 고려한 제방축조에 대한 새로운 지침수립 필요
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서는 하천복원을 위하여 다수의 친환경 생태호안을 개발하여 적용하고 있으나, 홍수시 내구성을 확보하지 못하여 반복적인 피해가 발생하여 친환경성과 내구성을 동시에 만족하는 기술이 적용되지 못하고 있음 ○ 다양한 재료를 활용하여 생태호안을 개발하고 있으나, 하천환경에서 적합한 검증은 수행하지 않아 생태적 영향 및 물리적 내구성에 대한 검증이 미흡한 상황

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 돌망태 및 사석호안의 경우, 주재료인 석재를 인근의 산에서 채취하여 활용하므로 환경적인 문제가 발생하게되며 자원이 순환이 이루어지지 않고 있으나 대체재원에 대한 연구 미흡 ○ 각종 친환경 공법을 이용하여 고유속구간의 제방을 보호하기 위해서는 기존의 독성소재를 이용한 공법을 병행적용하여야 하므로 이에 대한 개선 필요 ○ 월류대응을 위한 월류보호공은 기존의 콘크리트 블록 보호공을 제내지 사면제 적용하는 것으로 기존의 연구와 뚜렷한 차별성을 보이지 못함 ○ 제방고를 일시적으로 상승시켜 월류에 대응한 월류대응시설물은 국외에서 일부 적용되고 있으나, 기후변화에 대응하는 근본적인 대책이 될 수 없음 ○ 국토교통부 예산 중 20조원 이상이 수자원분야, 이중 31,00 km가 넘는 하천제방의 보수·보강 및 신설에 투입되고 있음 ○ 2009년부터 2012년까지 홍수에 의한 제방붕괴는 484개소 발생하였으며, 이에 대한 복구비는 400억원 이상이 소요됨 ○ 제방의 보강·보수에 대한 특별한 공법이 개발되어 적용되지 않고 있으나, 반복적인 피해를 해결하기 위한 사회적 요구는 점차 증가하고 있음
<p>5. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 유속이 작은 하류구간에 적용 가능한 허용유속 3m/s 이상 구현 신소재활용 제방피복 보강기술 개발 ○ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수시 유속이 강한 하천 중·상류지역의 하천제방 침식 및 세굴 방지 위한 허용유속 5m/s 이상 보호공 제작 기술 개발 ○ 계획홍수량 200% 홍수 발생시 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해를 증가시키는 제방붕괴를 방지하여 인명 및 재산을 보호할 수 있는 제방내구성 향상기술 개발 ○ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방피복강화, 보호공 및 월류방지공 적용구간 선정 기술 및 신소재 활용 설계기술 개발
<p>6. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 : 제방 피복층 보강을 위한 신소재 재료 살포기술 개발 : 다양한 현장 여건을 고려한 신소재 살포기술 기술 확보

	<ul style="list-style-type: none"> : 신소재 살포기술에 대한 지적재산권 확보 : 고유속 구간 제방보강을 위한 신소재 부속재료(호안) 개발 : 신소재 호안개발을 위한 산업체 공동연구 추진 : 바이오 신소재의 강도 구현을 통한 신제품 개발 : 2-1, 2-2의 기술개발을 적용한 제내지 제방사면 내구성 향상기술 개발 : 제내지 제방사면 침식발생시 적용할 긴급복구기술 개발 : 연구단 과제의 성과를 정량화하여 지침화할 수 있는 기준 마련 : 제방신축 설계, 기존제방 보강, 긴급복구 등으로 구분하여 제방관련 가이드라인 지침수립을 위한 기술요소 선별 - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 : 신소재 살포를 통한 제방내구성 향상 및 홍수기 응급복수 공법 제시 : 현장 적용을 위한 공법 검증 : 기술이전 실시 및 실용화 : 제방보강제품을 적용한 고유속 구간 하천제방 안정성 검증 : 현장 적용을 위한 공법 검증 : 기술이전 실시 및 실용화 : 월류대응제방의 축조 설계기준 수립 : 제방월류 방지를 위한 기술적용 가이드라인 구축 : 신소재를 활용한 제방 복구 및 보강 가이드라인 구축 : 신소재 활용 하천제방 설계지침 구축 및 지침 반영 ○ 유관기관 협조를 통한 가이드라인 설계기준화 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 살포기술 개발을 위한 중소기업 적극 참여 유도 <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 시범구간 선정, 신기술 현장적용 추진 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
7. 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 제방내구성 확보기술 개발

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점 ○ 2-1, 2-2 연구 개발성과 적용, 실험형 및 현장 적용을 통한 적용성 검증 추진 ○ 관계 기관과 협조하여 개발기술을 검증할 수 있는 현장적용 적극 추진 ○ 1세부, 2세부, 3세부 등에서 개발된 연구성과를 종합하여 신소재를 이용한 제방축조가 가능하도록 실무단계의 가이드라인 및 설계기준 수립 ○ 제방관리기관이 국토교통부와 실무자 집단과 협조하여 개발기술을 적용하여 제방의 안정성을 극대화
8. 최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 살포를 통한 제방피복 내구성 향상기술 ○ 신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인 ○ 월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인 ○ 신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 하천제방 설계 개발
9. 기대 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수시 빈번하게 발생하는 제방세굴을 조기에 복구하여 홍수피해 저감기술 개발 - 독성소재를 신소재 활용을 통하여 하천의 환경오염 저감 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해 저감을 통한 인명 및 재산피해 저감 - 신소재 재료를 활용한 친환경 원천기술 개발을 통하여 해외건설시장 개척 - 제방붕괴 위험성 저감을 통한 홍수복구비용 저감
10. 연구개발 기간 및 소요예산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5년 ○ 총 정부출연금: 34.5 억원 이내
11. 기타	

1. 과제명	신소재 활용 친환경/생태성 평가 기술
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 (최대 유속 4m/sec, 최대 소류력 80N/m² 평가 기술 개발) ○ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 ○ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천공사에는 전통적인 호안블록, 친환경 호안 블록, 식생매트, 친수 포장 재료 등의 다양한 공법 및 재료가 적용되고 있으나, 이러한 재료들에 대한 인장 강도 등의 기본적인 물성치만 제시되고 있으면 치수 안정성과 직접적인 관련이 있는 허용소류력 또는 허용유속이 제시되는 경우는 거의 없음 ○ 신소재 제방은 재료의 환경적, 생태적 특성이 충분히 알려지지 않은 재료를 이용하므로 환경에 미치는 악영향을 최소화하기 위한 환경성 평가가 필수적임 ○ 제방 식생의 활착 정도는 제방의 안정성 및 환경성에 큰 영향을 미치므로 활착에 대한 평가도 필수적임 ○ 제방의 환경성에 대한 평가는 국내에서 수행된 사례가 거의 없으므로 표준 기법을 개발하여 이를 개발된 공법에 적용할 필요가 있음 ○ 국내의 하천분야에서 다양한 신공법 및 신기술이 개발되고 있으나 성능이 우수함에도 현장 적용성이 검증되지 않거나 설계상의 어려움, 또는 유지관리 상의 문제 등으로 현장 적용이 제한적인 기술이 대다수임 ○ 개발된 공법을 실무에 적용하기 위해서는 설계, 시공, 유지관리의 표준화가 필수적임 ○ 현장 적용에 따른 문제점을 파악하고 개선하기 위해서는 시험시공에 의해 설계, 시공, 유지관리의 전과정을 시험수행하고 피드백을 통해서 현장 적용성의 향상이 필수적임
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지방청의 공사시방서에서는 식생매트는 ‘유속, 소류력의 크기에 적정할 재료를 선정하도록’하고 있으나 구체적인 성능확인을 위한 방법은 제시되지 않고 있음 ○ 국내에서도 신공법의 안정성 검증을 위해서 실규모 시험에 의한 성능 검

	<p>증을 추진하는 사례가 있으나 현재는 극히 일부 제품에 대한 연구 목적의 시험이 수행되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 일반적인 지반의 생태적 특성(화학적 특성, 미생물 활성도, 미생물량, 다양성)은 다양하게 실무에서 검토되고 있으나 하천 제방에 대한 적용은 미진함 ○ 식생활착 평가는 원예 및 농업 분야에서 다양하게 수행되고 있으나 하천 및 하천공법에 대한 적용 사례는 거의 없음 ○ 신기술 신청 등에서 공법의 환경성과 경제성을 입증하기 위하여 다양한 환경성 평가 및 경제성 평가가 이루어지고 있으나 하천공법에서는 객관적인 평가가 거의 이루어지지 않고 있음 ○ 하천 제방은 관리주체가 중앙정부 또는 지방정부이며 설계 및 시공은 민간업체에서 이루어지는 공공사업으로 새로운 공법이 적용되기 위해서는 하천관리 주체 및 설계/시공 업체의 요구를 충족시켜야 함 ○ 하천분야에서의 신공법은 현장 적용을 위해서 하천관리청 또는 설계/시공 업체에서의 기술표준 요구에 대한 대응이 증가하고 있음
<p>5. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 실규모 시험에 의한 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 - 실규모 홍수 실험에 의해 개발된 공법의 침식 저항성을 정량적으로 평가하여 제시(허용 소류력 및 허용 유속) - 식생 활착 전후 상태의 침식 저항성 평가 ○ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 개발 - 제방 LCA 평가 기법 개발 - 개발된 신공법 제방의 환경성 및 LCA 평가 ○ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 제방 공법의 현장적용 및 사업화를 위한 표준화 - 신소재 제방 공법의 시험 시공, 모니터링 평가
<p>6. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 : 식생활착 전후, 블록 제품 등에 대한 시험기법 개발 및 표준화 : 실규모 실험 및 실내 실험에 의한 기존 제품의 데이터 축적 : 제방의 환경성 및 LCA 평가 기법 개발 및 표준화

	<ul style="list-style-type: none"> : 하천 식생활작 시험 기법 개발 : 시험 시공 구간 검토 및 선정 : 기본 계획 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 : 실험대형 규모 및 현장 시험 적용을 통한 신소재/신공법 성능 검증 및 평가 : 공법별 파괴메커니즘 및 보완기술 제안 : 개발된 신공법에 대한 환경성 및 LCA 평가 : 공법별 기술 표준화 : 시험구간 실시설계/시험시공/모니터링 <ul style="list-style-type: none"> ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>7. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실험대형 시험 및 평가 체계 구축 ○ 기존 제품 검증을 통한 데이터 축적 ○ 시험 기법의 신뢰성 확보를 위한 시험 기법의 표준화 ○ 분야별 전문가(식생, 환경, 독성, 미생물 등) 협력 체계 구축 ○ 현장 조사 및 시험에 의한 평가기법 개발 ○ 개발된 공법의 시험 시공과 연계한 모니터링 수행 ○ 하천관리청과 연계하여 시험구간 선정 ○ 하천관리청/설계사/시공사 등의 전문가 활용
<p>8. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 ○ 신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과 ○ 신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가 <ul style="list-style-type: none"> - 공법별 적용 모형 및 적용 지침
<p>9. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 하천 적용 공법의 환경성 평가를 통해 기술의 환경성 제고

	<ul style="list-style-type: none"> - 제방공법 및 여타 하천공법의 기술개발을 촉진하는 파급효과가 기대되며 타 기술 개발의 기술개발 및 검증 모델로 활용 가능 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 정량적 성능이 검증된 제방 공법의 적용으로 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 피해액 및 복구비용의 절감 기대
10. 연구개발 기간 및 소요예산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 4년 ○ 총 정부출연금: 25 억원 이내
11. 기타	

제 3절 세세부과제 RFP

1. 과제명	물에 녹지 않는 친환경 흙 보강 신재료 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물에 대한 소수성(hydrophobic) 특성을 지닌 친환경 흙 보강 재료 개발 ○ 물속에서 분리되지 않고 형태 및 점성을 유지할 수 있는 신재료 개발 ○ 소수성신재료 - 흙 혼합물 개발 및 이를 이용한 불투수/차폐 지반보강 기술·공법 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 및 호안 구축 시 물에 대한 내구성 확보를 위한 지반 개량 기술은 토양 침식 억제와 제방의 안정성 측면에서 매우 중요한 요소임. ○ 기존 기술에서는 흙 공극 내 탄산칼슘(CaCO_3) 고결을 시도하나, 낮은 pH 조건에 취약하고, 부수적으로 암모니아(NH_4^+)가 생성되는 부작용이 있음. 또한 소수성 계면활성제는 환경적 위험성을 지니고 있어, 물과 인접한 제방 및 하천구조물에 적용하기에 적합하지 않음. ○ 따라서 기존 기술의 단점으로 지적되고 있는 산분해 및 환경교란 문제로 부터 자유로운 친환경 흙 보강 신재료의 개발이 필요함. 특히 제방의 특성 상 높은 수압과 유속 조건에서도 유실되지 않고 강도와 내구성을 유지할 수 있는 지반 보강 신재료 개발이 필요함.
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내의 차수 및 지수공법은 주입공법에 크게 의존하고 있고 현재까지의 지하철 및 공구 건설현장에 다양한 형태의 주입공법이 쓰여 왔음. 하지만 주입공법에 쓰이는 지수 재료의 경우 물유리, 시멘트, 우레탄 계열 등에서 벗어나지 않고 있어 새로운 재료에 대한 연구가 필요함 ○ 물유리계열의 지수재는 용탈현상과 유실가능성이 있어 수중 조건에서의 충분한 내구성을 확보하고 있지 못하며, 환경오염 가능성이 있으나 취급이 용이하고 비교적 낮은 가격으로 가장 일반적으로 사용되고 있음 ○ 국내 친환경 지수재는 우레탄계열을 중심으로만 연구되고 있으나 우레탄 계열의 지수재는 지반조건과 온도에 영향을 크게 받으며, 비교적 가격이 높다는 단점을 가지고 있음. ○ 지수공법은 주로 압력을 이용하여 지수재를 주입하는 주입공법을 사용하고 있음. 가장 기본적인 LW공법의 환경오염 가능성과 장기간 경과시 내구성이 저하되는 단점을 극복하기 위해 SGR공법, JSP공법, FRP보강 그라우팅 공법, CIP공법 등 다양한 공법이 이미 개발됨

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대부분의 공법들이 수압과 유속이 높은 조건에서는 그 효과가 저하된다는 단점을 가지고 있으며 시간에 따라 차수·보강 효과가 떨어지기 때문에 영구적으로 긴 공기가 필요한 경우 사용하기 어려움
<p>5. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바이오 재료 조사 및 후보 물질 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오 신소재 또는 미생물 기반 부산물 등 다양하게 접근. 기존 연구와의 중복성 회피 ○ 소수성 극대화를 위한 열·화학적 처리 방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 산업기 처리, 또는 열적처리를 통한 전단강성 변화 유도 ○ 후보 물질 - 흡 혼합 및 성능 평가 (공학적 거동 특성 평가) ○ 실대형 세굴시험을 이용한 수중 상태 저항 평가 및 최적 신소재 도출 ○ 수중 조건에서 최상의 저항력 및 내구성을 갖는 흡 - 신소재 혼/배합 조건 도출 ○ 기술 구현 및 현장 적용을 위한 시공 프로세스 제시
<p>6. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 기존 재료의 현황 및 문제점 분석과 대응기술 수요 파악 : 실내연구를 통한 신소재 개발 및 성능 평가 : 건설재료화를 위한 규격화 및 지식재산권 확보 - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 <ul style="list-style-type: none"> : 실대형 규모 및 현장 시험 적용을 통한 신소재 성능 검증 및 평가 : 신소재의 현장 작업성 향상을 위해 2세부와의 연계를 통한 성능 보완 및 시공/가공법 공동 개발 : 기술이전 실시 및 실용화 - 3단계(5차년도, 12개월): 현장 테스트베드 적용 <ul style="list-style-type: none"> : 실제 제방 현장에 대한 현장 적용 및 검증. 기술의 최종 완성 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 개발을 위한 지반-바이오-수리/수문 분야와의 유기적인 협조 체계 구축. <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 신소재 개발에 있어 바이오(생명공학) 분야 전문 기관 또는 기업을 공동연구자로 참여 ○ 관련분야 전문가 자문

	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제아의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
7. 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 신소재 개발 ○ 지반-재료-바이오 분야 간 융·복합 연구를 통한 진행 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점
8. 최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소수성(hydrophobic) 친환경 신재료 ○ 일정 유속에서 견딜 수 있는 고점성수중불분리 재료 ○ 소수성신재료-흙 혼합물에 대한 최적 혼합 조건 및 성능평가표 ○ 소수성신재료와 흙을 혼합하기 위한 특수 공법
9. 기대 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 수중 조건에서 유실되지 않은 고성능 신소재 관련기술 우위 확보 - 건설분야 신소재 재료 기술 확보 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 및 유지관리 비용 저감을 통한 공기 단축 및 경제성 확보 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출 - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 해외 기술 의존도를 줄일 수 있을 것으로 기대
10. 연구개발 기간 및 소요예산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5년 ○ 총 정부출연금: 10 억원 이내
11. 기타	

1. 과제명	식생 성장 촉진 신재료 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천·제방의 지협적 생태계 특성을 고려한 최적 식생 도출 ○ 하천·제방 최적 식생의 성장 및 안정화 촉진 신재료 개발 ○ 신재료-흙-식생 일체화된 제방 표면 보호 기술 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 및 호안의 안정성 향상을 위해 표면 식생 활착이 매우 중요하나, 종래 기술은 조기 활착 및 생존율이 저하되는 문제점이 있다. 이는 제방 보강 기술과 식생 조성 기술이 서로 대치되는 성격이 있기 때문이다. ○ 제방 보강을 위해 기존 기술에서는 주로 시멘트 계열 표면보호(shotcrete) 방법이 사용되고 있으나, 이 과정에서 유발되는 고폼 조건은 식생의 성장을 저하시키는 요인으로 작용하게 되어, 대부분의 녹생토 시공이 제대로 이루어지지 않는 문제가 있음. ○ 이에 제방 보강/보호와 식생 조성을 동시에 만족시킬 수 있는 신소재의 개발이 필요하며, pH 및 환경교란 영향이 적은 생체기반 재료를 활용하는 제방 보강/보호가 하나의 대안이 될 것으로 판단된다. ○ 따라서 제방 및 호안 보강/보호 효과가 있으면서 식생과의 상호작용으로 인해 제방 표면의 식생을 조기에 활착시키고 성장을 촉진할 수 있는 신소재와 그 활용 기술 개발이 시급히 필요함.
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식물의 성장 촉진을 위해서는 공학적 관점에서 지반의 지지력을 확보함은 물론, 식물 뿌리가 잘 성장할 수 있는 공극률 및 흡습성 유지필요, 이를 위해 국내·외에서 녹화용 인공토양 개발 연구가 활발히 진행 ○ 하지만 녹화용 인공토양은 흙의 성질을 개량하기 보다는 구조적 설계 및 통기·통습능 향상을 위해 배수관 또는 직물층 등을 내부에 삽입하는 것에 국한되고 있어, 지반 개량을 위해 신소재를 직접 적용했다고 보기 어려운 한계가 있으며, 시공이 매우 복잡하여 고가인 문제 있음. ○ 또한 기존 제방 보강/보호 재료와 조화를 이루지 못한채 녹화층은 단순한 표면처리 공법에 국한되어 있어, 이를 극복할 기술 개발이 필요함. ○ 국내뿐만 아니라 해외에서도 환경친화적 건설에 대한 수요가 지속적으로 제기되고 있으며, 특히 하천 인공 구조물인 제방의 녹화 기술에 대한 수요는 앞으로도 꾸준히 성장할 것으로 예측됨. 따라서 관련 기술의 개발 및 선점이 매우 중요할 것으로 판단됨.

<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최적 식생 및 관련 신소재 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 하천 녹화 대표 식생종과 바이오 신소재 간 상호작용 분석을 위한 실험 연구 수행 ○ 흙-식생-신소재 혼합 조건의 성능 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 공학적 성능 평가, 식생 성장 및 환경영향 평가 동시 수행 ○ 흙-식생-신소재 혼합재료의 규격화 및 현장 적용을 위한 공법 제시 ○ 규격화된 시제품 형태(매트 또는 블록 등) 제시 및 타당성 검토 ○ 현장 시험 시공 및 식생 성장 장기 모니터링
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 최적 식생종, 신소재 개발 : 실내연구를 통한 성능 평가(강도, 내침식성, 인공배양 등)와 최적 조건 도출 : 건설재료화를 위한 규격화 및 지식재산권 확보 - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 장기검증 <ul style="list-style-type: none"> : 현장 시험 적용을 통한 제방 보강/보호 성능 및 식생 활착 성능 검증 및 평가 : 특히, 식생 생장의 경우 장기(2년 이상) 모니터링이 필요함. : 기술이전 실시 및 실용화 - 3단계(5차년도, 12개월): 현장 테스트베드 적용 <ul style="list-style-type: none"> : 실제 제방 현장에 대한 현장 적용 및 검증. 기술의 최종 완성 ○ 산/학/연 공동 체계와 식생 촉진 신소재 개발을 위한 지반-바이오-환경-식물학 분야와의 유기적인 협조 체계 구축. <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 신소재 개발에 있어 바이오(생명공학) 분야 전문 기관 또는 기업을 공동연구자로 참여 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함

<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 신소재 개발 ○ 지반-재료-바이오 분야 간 융·복합 연구를 통한 진행 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점
<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 하천의 지협적 기후·지리·생태계 조건별 최적 식생군 도출 ○ 각 최적 식생별 최적의 생장 및 안정화 촉진 친환경 신재료 ○ 신재료-흙-식생 혼합 조건별 최적 조합 도출 ○ 신재료-흙-식생 일체화된 제방표면보호 매트 시제품
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 강도/내구성 확보는 물론 식생생장까지 촉진시킬 수 있는 고성능 신소재 관련 기술 확보 - 건설분야 친환경 신소재 재료 기술 확보 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 녹생토, 녹화 기술의 문제점(낮은 생존율) 획기적으로 개선 - 재료의 상품화 및 해외 수출을 통한 이익 창출 - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 다양한 해외 수요에 부합할 수 있을 것으로 기대됨
<p>12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5년 ○ 총 정부출연금: 9억5천만원 이내
<p>13. 기타</p>	

1. 과제명	급속고결 흙 보강 기술 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시공 초기 안정성 확보 또는 응급복구를 위한 급속고결 기술 개발 ○ 가열-냉각 또는 산-염기 처리를 통해 급속고결 되는 흙 보강 기술 개발 ○ 급속고결 방식을 위한 현장 공법 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 보강 재료는 화학반응(시멘트 수화, 에폭시-아민 반응 등)으로 인해 목표수준 발현에 상당한 시간이 소요됨. 이로 인해 시공 초기 또는 응급유지보수 시 안정성이 저하되는 문제가 있음. ○ 기존의 시멘트 혼합 또는 약액주입 방법의 경우 화학반응을 통해 지반을 보강시키기 때문에 초기 안정성이 저하되는 문제가 있음. 또한 미생물을 이용한 흙 고결은 탄산칼슘(CaCO_3) 형성을 통해 지반을 고결시키나, 강도증진 효율이 낮고, 일반 화학제품 보다 시간과 비용이 많이 소요되는 단점이 있음. ○ 따라서 초기 급속 고결이 가능한 신소재 활용 기술과 현장 적용 공법의 개발이 필요함. 급속고결의 방안으로 가열 후 냉각 방식, 또는 산-염기 반응 등이 있을 수 있음.
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 지반 보강 재료는 화학반응(시멘트 수화, 에폭시-아민 반응 등)으로 인해 목표수준 발현에 상당한 시간이 소요됨. ○ 기존의 시멘트 혼합 또는 약액주입 방법의 경우 화학반응을 통해 지반을 보강시키기 때문에 초기 안정성이 저하되는 문제가 있음. 또한 미생물을 이용한 흙 고결은 탄산칼슘(CaCO_3) 형성을 통해 지반을 고결시키나, 강도증진 효율이 낮고, 일반 화학제품 보다 시간과 비용이 많이 소요되는 단점이 있음. ○ 고결 시간을 단축시키기 위한 재료 개발은 우레탄계열을 중심으로만 연구되고 있으나 우레탄계열은 지반조건과 온도에 영향을 크게 받으며, 비교적 가격이 높다는 단점을 가지고 있음. ○ 나아가 대부분의 공법들이 수압과 유속이 높은 조건에서는 그 효과가 저하된다는 단점을 가지고 있으며 시간에 따라 차수·보강 효과가 떨어지기 때문에 영구적으로 긴 공기가 필요한 경우 사용하기 어려움

<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 급속고결 거동을 갖는 신소재 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - 재료 조사 및 지반공학적 적용 타당성(강도 거동, 경제성 등) 검토 ○ 화학적 처리를 이용한 급속고결 재료 및 처리기술 개발 ○ 열적 처리를 이용한 급속고결 재료 및 처리기술 개발 ○ 실내 실험을 통한 현장 적용 가능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 대형 토조를 이용한 인공지반 모사 및 파일럿 시제품 제작 - 공법 도출 및 파일럿 시제품을 이용한 현장 시공 모사. 검증 및 평가 ○ 현장 시공 장비 및 공법 제시 ○ 현장 시험 시공 및 기술 완성
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 급속고결 재료 발굴 : 제방 적용을 위한 급속고결 공법 개발 : 건설재료화를 위한 규격화 및 지식재산권 확보 - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 <ul style="list-style-type: none"> : 파일럿 시제품 개발 및 실험 검증 : 공법 완성 및 지식재산권 확보 : 기술이전 실시 및 실용화 - 3단계(5차년도, 12개월): 현장 시험시공 적용 <ul style="list-style-type: none"> : 실제 제방 현장에 대한 현장 적용 및 검증. 기술의 최종 완성 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 개발을 위한 지반-바이오-수리/수문 분야와의 유기적인 협조 체계 구축. <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 신소재 개발에 있어 바이오(생명공학) 분야 전문 기관 또는 기업을 공동연구자로 참여 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함

<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 신소재 개발 ○ 지반-재료-바이오 분야 간 융·복합 연구를 통한 진행 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점
<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 12시간 이내에 목표수준(강도) 80% 도달 급속 흡 보강 재료 ○ 급속고결 흡 보강 공법 및 장비
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오기술을 이용한 친환경 신소재의 개발을 통해 국내·외 선도 기술 선점 - 친환경 급속고결 및 안정화 관련기술 우위 확보 - 건설분야 신소재 재료 기술 확보 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 및 유지관리 비용 저감을 통한 공기 단축 및 경제성 확보 - 재료의 상품화를 통한 이익 창출 - 개발되는 재료 및 시스템은 다양한 건설 수요에 맞춰 변형되어 적용될 수 있으며, 특히 해외 기술 의존도를 줄일 수 있을 것으로 기대
<p>12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5 년 ○ 총 정부출연금: 11억5천만원 이내
<p>13. 기타</p>	

1. 과제명	박테리아를 이용한 제방 자가고결(Self-Healing) 기술 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장토 활용 제방 구축을 위한 ‘처리-시공 일원화(All in site)’ 공법 개발 ○ 제방 유지관리를 위해 박테리아를 직접 주입하여 장기적 안정성을 확보하는 지반 보강·개량 기술 개발 ○ 하천 제방 표면토 내의 자생 박테리아를 직접 이용한 중장기적 성능 보강/유지 기술 개발

<p>3. 연구개발 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 표면토의 침식제어 및 보호를 위한 투수율 저감 기법이 필요함. 녹생 토 기법 등 기존의 식생 기법은 그 영향깊이가 얕아서 한계점이 있음. 친환경적으로 제방 표면 보호를 할 수 있는 기술이 필요함. ○ 특히 식용이 가능한 안전한 토양 박테리아와 그 부산물을 이용한 투수율 저감 및 침식 억제 기술 개발이 필요함. ○ 본 연구는 고분자 다당류(polysaccharide)를 생산하는 미생물을 직접 발굴하여, 국내 하천 환경에서 서식할 수 있는 배양액을 개발하고, 그 발현 성능을 검토할 것임. 고분자 다당류의 경우 생분해 위험성이 낮으며 상당 기간 그 효과가 지속될 것으로 기대됨
<p>4. 기술개발 및 산업/시장 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 국내외에서 미생물을 이용한 지반 고결 관련 연구들이 다양한 형태로 진행되고 있음. 가장 보편적인 방법은 수산화칼슘 또는 암모니아/요소를 기반으로 하여 미생물을 활성화시켜 탄산칼슘(CaCO₃)를 생성하는 MICP (Microbial Induced Calcite Precipitation)가 있다. ○ 하지만 기존 MICP 기술은 시간과 비용이 많이 소요될 뿐만 아니라, 생성 과정에서 다량의 암모니아를 발생시켜 환경 오염의 우려가 있으며, 나아가 약산성 조건에서도 쉽게 탄산칼슘이 용해되어 오늘날 보편화된 산성비 조건에 매우 취약한 단점이 있다. ○ 무엇보다 탄산칼슘 계열의 미생물 고결은 공극이 큰 사질토에서 밖에 적용되지 않은 단점이 있어, 일반적인 지반공학현장에서 그 적용이 제한되는 단점이 있다, ○ 따라서 내구성 높은 미생물 부산물에 대한 연구의 일환으로 다당류 계열의 바이오폴리머를 생산하는 미생물과 이를 이용한 지반공학적 적용에 대한 연구가 최근 시도되고 있다.
<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미생물 발굴 및 유전적 변형을 통한 균주 차별화 (특히 침해소지 없애기) ○ 배양 조건 및 다당류 생성 활성화 조건 도출 ○ 흡 속 주입 및 배양을 통한 시간에 따른 부산물 생성 및 고결효과 평가 ○ 실대형 토조에 대한 적용 및 검증 (건조 및 포화 조건에 대해 검토) ○ 현장 적용을 위한 최적 조건 도출 및 공법 제시 ○ 현장 시험 적용
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~2차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발

	<ul style="list-style-type: none"> : 신균주 발굴 및 다당류 합성 : 흙 속에서의 부산물 합성 조건 재현 및 성능 평가 (비과괴 물리탐사 기술 활용) : 균주 및 배양 기술 관련 지식재산권 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 2단계(3~4차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 : 실험대형 규모 및 현장 시험 적용을 통한 성능 검증 및 평가 : 현장 적용을 위한 공법 제시 : 기술이전 실시 및 실용화 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 개발을 위한 지반-바이오-수리/수문 분야와의 유기적인 협조 체계 구축. <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 신소재 개발에 있어 바이오(생명공학) 분야 전문 기관 또는 기업을 공동연구자로 참여 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 신소재 개발 ○ 지반-재료-바이오 분야 간 융·복합 연구를 통한 진행 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점
<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장토를 이용한 'All in site' 제방 구축 매뉴얼(안) ○ 국내 하천의 흙 조건별 최적 박테리아 종 ○ 박테리아 및 배양액 주입을 통한 지반 고결 가이드라인
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 원천 독자적인 균주를 이용한 지반 자가치유 및 개량 기술 확보 - 독자 균주 및 관련 부산물 확보를 통한 다양한 기술적 파급 기대

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 균주와 관련 부산물의 직접적인 해외 수출 기대 - 바이오신소재의 경제성 향상과 시공 가격 절감을 통한 기술 확산 용이
12. 연구개발 기간 및 소요예산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 4년 ○ 총 정부출연금: 9억5천만원 이내
13. 기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 토양 미생물을 이용한 친환경 제방 구축 기술 완성 - 타 토양 침식 억제 및 친환경 지반 개량 분야에 대한 기술적 파급 확산 - 장비 및 공법의 실용화 및 기술 이전을 통해 중소기업의 신성장 동력 마련 및 해외 시장 진출 지원 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 시공 및 유지보수 비용 저감을 통한 공기 단축 및 경제성 확보 - 독자 균주 확보를 통한 상품화 및 해외수출 기대와 관련 이익 창출

1. 과제명	신소재를 이용한 제방 피복층 내구성 향상기술 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유속이 작은 하류구간에 적용가능한 신소재활용 제방피복 보강기술 개발 ○ 신소재와 제방축조재료 혼합액 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발 ○ 독성소재를 배제한 식생매트리스 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 피해 원인 중 다수를 차지하는 침식 및 세굴을 방지하기 위하여 제방사면과 유수가 접하는 피복층을 보강하는 연구 필요 ○ 제방침식대응기법을 활용되고 있는 기존 사석, 블록 및 돌망태 호안공의 경우 환경적인 문제를 다수 발생시키므로 하천 환경 및 생태를 고려하여 친환경성 및 생태적 기능이 우수한 새로운 재료를 활용한 피복층 보호공법의 개발 필요 ○ 하천의 환경과 어울리며 기존 생태계에 영향을 미치지 않는 바이오 신소재를 이용하여 피복을 보강하여 기존 침식대응을 위하여 활용되고 있는 호안을 대체하고 제방의 내구성을 향상시킬 수 있는 기법 개발 필요
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서는 하천복원을 위하여 다수의 친환경 생태호안을 개발하여 적용하고 있으나, 홍수시 내구성을 확보하지 못하여 반복적인 피해가 발생하여 친환경성과 내구성을 동시에 만족하는 기술이 적용되지 못하고 있음 ○ 다양한 재료를 활용하여 생태호안을 개발하고 있으나, 하천환경에서 적합한 검증을 수행하지 않아 생태적 영향 및 물리적 내구성에 대한 검증이 미흡한 상황 ○ 제방축조재료인 흙의 내구성의 문제로 하천의 유속이 낮은 하류구간에서도 홍수로부터 제방을 보호하기 위하여 호안을 설치하고 있음 ○ 식생활착에 의한 제방내구성 증가에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있으나, 제방시공시기와 식생활착을 위한 소요시간, 홍수기 등의 문제로 인하여 식생에 의한 제방보강이 어려운 상황

<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발 ○ 신소재 혼합액 살포를 통한 제방내침식성 향상기술 개발 ○ 식생피복을 통한 제방내구성 향상을 위한 신소재 활용기술 개발 ○ 홍수시 긴급피해 복구를 위한 신소재혼합액 살포기술 개발 ○ 무독성 소재를 배제한 식생매트리스 개발
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~3차년도, 36개월): 핵심요소 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 제방 피복층 보강을 위한 신소재 재료 살포기술 개발 : 다양한 현장 여건을 고려한 신소재 살포기술 기술 확보 : 신소재 살포기술에 대한 지적재산권 확보 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 <ul style="list-style-type: none"> : 신소재 살포를 통한 제방내구성 향상 및 홍수기 응급복수 공법 제시 : 현장 적용을 위한 공법 검증 : 기술이전 실시 및 실용화 ○ 산/학/연 공동 체계와 신소재 살포기술 개발을 위한 중소기업 적극 참여 유도 <ul style="list-style-type: none"> - 참여기업의 적극적 참여를 통한 시험시공 현장 확대 모색 - 시범구간 선정, 신기술 현장적용 추진 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 제방내구성 확보기술 개발 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점

<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 살포를 통한 제방피목 내구성 향상기술 ○ 제방피복성능 개선을 위한 신소재살포 설비 ○ 홍수시 제방침식 응급복구 기술 ○ 무독성 식생매트리스 제작기술
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 제방축조재료인 흙의 성능을 개선하는 신소재재료를 활용하여 내구성을 향상시킴과 동시에 친환경성 증진 - 홍수시 빈번하게 발생하는 제방세굴을 조기에 복구하여 홍수피해 저감기술 개발 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 제방피복 보강을 위하여 활용되는 호안공설치 저감으로 제방축조를 위한 비용 저감 - 홍수피해 저감을 통한 인명 및 재산피해 저감 - 신소재 재료를 활용한 친환경 원천기술 개발을 통하여 해외건설시장 개척
<p>12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5년 ○ 총 정부출연금: 11억5천만원 이내
<p>13. 기타</p>	

1. 과제명	신소재를 이용한 친환경 제방보호공 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홍수시 유속이 강한 하천 중·상류지역의 하천제방 침식 및 세굴 방지를 위한 신소재기반 보호공 제작 기술 개발 ○ 사석보호공을 대체하는 신소재 호안공 개발 ○ 시멘트소재를 활용하지 않는 블록보호공 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하상경사가 급한 하천의 중·상류 지역은 홍수시 제방의 침식피해가 주로 발생하는 구간으로써, 높은 유속 및 소류력에 대한 안정성을 확보할 수 있는 기술의 적용이 필요함 ○ 신소재를 이용하여 제방의 피복층 내구성을 향상시키더라도 물리적인 한계로 인하여 추가적인 공법의 적용한 구간에 제방의 안정성을 확보할 수 있는 공법으로써 신소재를 이용한 호안의 개발이 필요함 ○ 하천 중상류 구간의 경우, 고유속의 홍수로부터 제방을 보호하기 위하여 콘크리트 피복을 통한 제방보강을 실시하거나 돌망태, 콘크리트 블록을 이용하는 경우가 다수 있으나, 반복적인 피해가 발생하거나 환경적인 문제를 다수 내포하고 있음 ○ 하천의 생태적 기능을 회복하기 위하여 신소재 적용구간의 최대화하기 위하여 하천제방 내구성을 극대화할 수 있는 제방보강 공법 개발 필요
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 하천 중·상류부에서는 홍수시 반복적인 제방피해가 발생하여 독성소재인 시멘트콘크리트를 이용한 공법이 주로 적용되고 있음 ○ 고유속에 대응하기 위하여 콘크리트 블록, 돌망태 등이 주로 활용되고 있으며, 유속이 강한 일부 구간의 경우 제방의 안정성을 극대화하기 위하여 시멘트콘크리트를 이용하여 제방을 피복함 ○ 돌망태 및 사석호안의 경우, 주재료인 석재를 인근의 산에서 채취하여 활용하므로 환경적인 문제가 발생하게되며 자원이 순환이 이루어지지 않고 있으나 대체재원에 대한 연구 미흡 ○ 각종 친환경 공법을 이용하여 고유속구간의 제방을 보호하기 위해서는 기존의 독성소재를 이용한 공법을 병행적용하여야 하므로 이에 대한 개선 필요

<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보호공 개발을 위한 신소재 고결기술 개발 ○ 제방침식 방지를 위한 사석형 신재료 호안공 개발 ○ 제방침식 방지를 위한 블록형 신재료 호안공 개발 ○ 신재료 호안공을 이용한 제방침식 방지기술 개발 ○ 신재료 호안공 현장적용을 통한 제방침식 방지기술 검증
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(1~3차년도, 36개월): 핵심요소 기술 개발 : 고유속 구간 제방보강을 위한 신소재 부착재료(호안) 개발 : 신소재 호안개발을 위한 산업체 공동연구 추진 : 바이오 신소재의 강도 구현을 통한 신제품 개발 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 실증연구 및 실용화 <ul style="list-style-type: none"> : 제방보강제품을 적용한 고유속 구간 하천제방 안정성 검증 : 현장 적용을 위한 공법 검증 : 기술이전 실시 및 실용화 ○ 산/학/연 공동 구축을 통한 제품실용화 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 실용화 제품 개발을 위한 산업체연계 연구 적극 추진 - 시범구간 선정, 신기술 현장적용 추진 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산/학/연 공동연구를 통한 첨단 융·복합 기술 기반 제방내구성 확보기술 개발 ○ 최종 현장 적용성을 고려한 현실적인 연구 수행 및 최종 실용화 달성에 중점

<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방 보호공 제작을 위한 신소재 고결기술 ○ 신소재를 이용한 사석형 제방보호공 ○ 신소재를 이용한 블록형 제방보호공 ○ 신재료를 이용한 제방보호공 설계가이드 라인
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 골재를 활용한 사석호안공 대체기술 개발을 통하여 골재채취를 통한 자연훼손 경감 - 독성소재인 시멘트재료를 대체하는 신소재 블록재료 활용을 통하여 하천의 환경오염 저감 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 골재채취로 인해 발생하는 자연훼손방지를 통한 자연복구비용 저감 - 하천의 자연성 회복을 통한 건전성 향상을 통하여 환경복구비용 저감 - 하천 중·상류부 내구성 향상을 통하여 반복적으로 소요되는 제방 복구비용 저감
<p>12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 5년 ○ 총 정부출연금: 11억5천만원 이내
<p>13. 기타</p>	

1. 과제명	월류붕괴가 발생하지 않는 제방구축을 위한 신소재 이용기술 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홍수피해를 증가시키는 제방붕괴를 방지하여 인명 및 재산을 보호할 수 있는 제방내구성 향상기술 개발 ○ 계획빈도를 상회하는 홍수발생시 월류로부터 제방을 보호하여 홍수피해를 저감시키는 기술 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방은 빈도해석 및 계획에 따른 계획홍수량으로부터 제내지를 보호하기 위하여 설계되므로, 일정한 규모 이상의 홍수가 발생하는 경우에는 제방둑마루를 월류하여 홍수가 제내지로 전파됨 ○ 제방의 축조재료는 흙으로서 월류가 발생하는 경우 체체파괴가 발생할 수 있는 확률이 매우 높으며, 하천제방이 붕괴되면 홍수파가 제내지로 급격히 전파되어 홍수로 인한 인명 및 재산피해를 가중시키게 되므로, 설계홍수량을 상회하는 홍수가 발생하는 경우에도 제방이 붕괴되지 않도록 내구성을 향상시키는 기술이 필요함 ○ 월류대응제방에 관한 연구는 그 사례가 매우 적으며, 콘크리트 블록에 의하여 내구성을 향상시키는 것을 목적으로 하고 있으므로 활용되고 있는 소재가 하천환경 및 생태를 교란시킬 수 있음 ○ 신소재를 이용하여 제방의 내구성을 증진시킴과 동시에 육상서식 동물 및 도시지역 환경을 향상시키는 기술개발 필요
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내의 하천제방 월류에 대한 연구는 슈퍼제방을 통한 제내지 증고, 콘크리트 블록을 이용한 제내지 제방사면 보호 등이 이루어 졌음 ○ 제내지 증고를 위해서는 증고를 위한 토양재료 충분히 확보되어야 하며, 제방축조를 위한 공사비 또한 급격히 증가하므로 슈퍼제방 설치에 경제적인 부담이 따름 ○ 월류대응을 위한 월류보호공은 기존의 콘크리트 블록 보호공을 제내지 사면제 적용하는 것으로 기존의 연구와 뚜렷한 차별성을 보이지 못함 ○ 제방고를 일시적으로 상승시켜 월류에 대응한 월류대응시설물은 국외에서 일부 적용되고 있으나, 기후변화에 대응하는 근본적인 대책이 될 수 없음

<p>5. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제내지사면 피복 보강을 통한 제방내구성 향상기술 개발 ○ 홍수시 월류로 인한 제방세굴 긴급복구를 통한 홍수피해 저감기술 개발 ○ 블록형 신소재 호안공을 활용한 월류대응제방 축조기술 개발 ○ 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인 구축
<p>6. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(2~3차년도, 24개월): 핵심요소 기술 개발 : 2-1, 2-2의 기술개발을 적용한 제내지 제방사면 내구성 향상기술 개발 : 제내지 제방사면 침식발생시 적용할 긴급복구기술 개발 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 설계기법 및 가이드라인 구축 : 월류대응제방의 축조 설계기준 수립 : 제방월류 방지를 위한 기술적용 가이드라인 구축 ○ 유관기관 협조를 통한 가이드라인 설계기준화 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 이용한 월류대응제방의 설계기준 수립 및 채택 추진 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 전문가 자문단(시공, 설계 및 관리기관) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>7. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2-1, 2-2 연구 개발성과 적용, 실험형 및 현장 적용을 통한 적용성 검증 추진 ○ 관계 기관과 협조하여 개발기술을 검증할 수 있는 현장적용 적극 추진
<p>8. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블록형 신소재 호안공을 활용한 월류대응제방 축조기술 ○ 제방의 월류붕괴 방지를 위한 신소재 기술 활용 가이드라인

<p>9. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해 주요원인이 제방붕괴를 방지할 수 있는 친환경 원천기술 개발 - 신소재를 활용한 제방내구성 향상을 통한 하천설계기술 선진화 - 홍수방어를 위한 신소재 활용기술 개발 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 제방붕괴 위험성 저감을 통한 홍수복구비용 저감 - 제내지의 인명 및 재산 홍수피해위험성 저감을 통한 경제적 효과 증진 - 신소재 활용 홍수피해 저감관련 원천기술 확보를 통한 건설분야 신시장 개척
<p>10. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 4년 ○ 총 정부출연금: 7억5천만원 이내
<p>11. 기타</p>	

1. 과제명	신소재를 이용한 제방축조기술 향상기법 개발
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신규제방 축조 및 기존제방 보강시 신소재를 활용한 기술을 적용하여 친환경제방을 축조하는 기술 개발 ○ 제방피복강화, 보호공 및 월류방지공 적용구간 선정 기술 및 신소재 활용 설계기술 개발
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천제방을 설계함에 있어 활용되고 있는 설계지침인 하천설계기준·해설은 제방축조를 위하여 요구되는 물리적 특성을 제시하고 있으나, 재료적인 측면에서 변화하는 환경 및 생태적 요구를 반영하지 못하고 있으므로 하천환경 및 생태를 고려한 제방축조에 대한 새로운 지침수립 필요 ○ 제방부속재료에 대한 설계기준이 미흡하여 다수의 친환경/생태재료를 이용한 연구가 수행되었으나 현장적용시 안정성 및 환경성을 충분히 확보하지 못하므로 이에 대한 기준수립 필요
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국토교통부 예산 중 20조원 이상이 수자원분야, 이중 31,00 km가 넘는 하천제방의 보수·보강 및 신설에 투입되고 있음 ○ 2009년부터 2012년까지 홍수에 의한 제방붕괴는 484개소 발생하였으며, 이에 대한 복구비는 400억원 이상이 소요됨 ○ 제방의 보강·보수에 대한 특별한 공법이 개발되어 적용되지 않고 있으나, 반복적인 피해를 해결하기 위한 사회적 요구는 점차 증가하고 있음
5. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 활용 제방보강기법 적용구간 선정기법 개발 ○ 신소재 활용 하천제방 유지관리 가이드라인 개발 ○ 신소재 활용 하천제방 복구 및 보강 가이드라인 개발 ○ 신소재 활용 하천제방 설계지침 개발
6. 연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(2~3차년도, 24개월): 핵심요소 선정 : 연구단 과제의 성과를 정량화하여 지침화할 수 있는 기준 마련 : 제방신축 설계, 기존제방 보강, 긴급복구 등으로 구분하여 제방관련 가이드라인 지침수립을 위한 기술요소 선별 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 설계기법 및 가이드라인 구축 : 신소재를 활용한 제방 복구 및 보강 가이드라인 구축

	<ul style="list-style-type: none"> : 신소재 활용 하천제방 설계지침 구축 및 지침 반영 ○ 유관기관 협조를 통한 가이드라인 설계기준화 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 이용한 하천제방 설계기준 수립 및 채택 추진 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 전문가 자문단(시공, 설계 및 관리기관) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
7. 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1세부, 2세부, 3세부 등에서 개발된 연구성과를 종합하여 신소재를 이용한 제방축조가 가능하도록 실무단계의 가이드라인 및 설계기준 수립 ○ 제방관리기관이 국토교통부와 실무자 집단과 협조하여 개발기술을 적용하여 제방의 안정성을 극대화
8. 최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 활용 하천제방 유지관리 가이드라인 ○ 신소재 활용 하천제방 복구 및 보강 가이드라인 ○ 신소재 활용 하천제방 설계 개발
9. 기대 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재 활용 제방내구성 향상기술의 활용성 증진을 통하여 개발기술의 현장적용성 향상 - 신소재 활용 제방축조 및 유지관리 기술 활용절차 정립을 통하여 신소재 활용 하천제방분야 기술 선도 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 신소재를 활용한 제방보강 기술 정립을 통하여 새로운 건설시장 개척 - 관련 설계기술 선도를 통하여 시장선점을 통한 해외건설시장 확보
10. 연구개발 기간 및 소요예산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 4년 ○ 총 정부출연금: 4억원 이내
11. 기타	

1. 과제명	신소재 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 및 적용
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실규모 시험에 의한 제방 공법 침식 저항성 평가 기술 개발 ○ 실규모 홍수 실험에 의해 개발된 공법의 침식 저항성을 정량적으로 평가하여 제시(허용 소류력 및 허용 유속) ○ 식생 활착 전후 상태의 침식 저항성 평가
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천공사에는 전통적인 호안블록, 친환경 호안 블록, 식생매트, 친수 포장 재료 등의 다양한 공법 및 재료가 적용되고 있으나, 이러한 재료들에 대한 인장 강도 등의 기본적인 물성치만 제시되고 있으면 치수 안정성과 직접적인 관련이 있는 허용소류력 또는 허용유속이 제시되는 경우는 거의 없음 ○ 하천 유실 피해는 보호공의 형상 및 재료특성, 유수, 하상재료, 식생 등의 복잡한 상호 작용으로 발생하므로 현재의 기술 수준으로는 실규모 실험에 의해서만 객관적 성능 평가 및 검증이 가능함 ○ 개발된 제방공법의 성능을 정량적으로 평가하기 위한 기술개발이 시급하며, 현장 적용 이후 안정성을 보장하기 위해서는 실규모 성능 검증이 필수적임
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지방청의 공사시방서에서는 식생매트는 ‘유속, 소류력의 크기에 적정할 재료를 선정하도록’하고 있으나 구체적인 성능확인을 위한 방법은 제시되지 않고 있음 ○ 제품 납품자가 제품의 허용 소류력 또는 허용 유속을 제시하는 경우가 있으나 이는 실검증을 통한 평가가 아니고 국외의 유사한 시험 결과를 인용하여 제시하거나 이론적인 계산에 의한 것으로 신뢰성이 매우 낮음 ○ 미국에서는 허용소류력 및 허용유속 평가를 위한 시험기준으로 ASTM D 6040(ASTM)이 제시되어 있으며, 실제 미국에서 사용되는 호안용 식생매트는 ASTM 기준에 의한 실규모 실험을 수행하고 그 결과를 해당 제품 제품설명서에 허용소류력과 허용유속으로 제시하고 있음 ○ 국내에서도 신공법의 안정성 검증을 위해서 실규모 시험에 의한 성능 검

	<p>증을 추진하는 사례가 있으나 현재는 극히 일부 제품에 대한 연구 목적의 시험이 수행되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 신제품 개발 및 시장 개척을 위해서 성능 검증의 요구는 향후 지속적으로 증가할 것으로 예측됨
<p>7. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식생활착 전 침식 저항성 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 식생이 없는 상태의 침식 저항성을 토양유실평가 등에 의해 평가 - 허용 유속 및 허용 소류력 평가 기법 개발 - 실규모 실험에 의한 기법 개발 및 표준화 ○ 식생활착 후 침식 저항성 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 식생활착 상태의 시험 기법 개발 - 식생활착 상태의 침식 저항성 평가 기법 개발 - 실규모 실험에 의한 기법 개발 및 표준화 ○ 블록 제품 침식 저항성 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 블록 제품의 항력 및 양력 평가 기법 개발 - 모형 실험 및 실규모 실험에 의한 기법 개발 및 표준화 ○ 개발된 신소재 제방 공법의 성능 검증 및 평가
<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(2~3차년도, 24개월): 실규모 평가 기법 개발 및 표준화 : 식생활착 전후, 블록 제품 등에 대한 시험기법 개발 및 표준화 : 실규모 실험 및 실내 실험에 의한 기존 제품의 데이터 축적 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 신소재 제방 공법의 성능 검증 및 평가 : 실대형 규모 및 현장 시험 적용을 통한 신소재/신공법 성능 검증 및 평가 : 공법별 파괴메커니즘 및 보완기술 제안 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제아의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함

9. 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실규모 시험 및 평가 체계 구축 ○ 기존 제품 검증을 통한 데이터 축적 ○ 시험 기법의 신뢰성 확보를 위한 시험 기법의 표준화
10. 최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방 보호 공법의 침식 저항성 평가 기법 ○ 블록형 하천재료의 안정성 평가 기법 ○ 공법별 치수 안정성 성능 및 특성
11. 기대 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 제방공법의 성능이 정량화되어 제시되므로 기존 제방 공법 및 기존 하천공법의 성능 정량화를 촉진하는 파급효과가 기대됨 - 실규모 시험 및 평가 체계를 구축하여 개발된 공법의 성능 검증과 함께 기존 제방 기술 및 신공법의 평가 기술로 제안하여 제도화 가능 - 제방공법 및 여타 하천공법의 기술개발을 촉진하는 파급효과가 기대되며 타 기술 개발의 기술개발 및 검증 모델로 활용 가능 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 정량적 성능이 검증된 제방 공법의 적용으로 연간 1조 3천억 규모의 하천관련 정부 예산의 절감 및 피해액 및 복구비용의 절감 기대
12. 연구개발 기간 및 소요예산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 4년 ○ 총 정부출연금: 8억원 이내
13. 기타	

1. 과제명	신소재 제방 공법 환경성 평가 기술 개발 및 적용
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 개발 ○ 제방 LCA 평가 기법 개발 ○ 개발된 신공법 제방의 환경성 및 LCA 평가
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방은 재료의 환경적, 생태적 특성이 충분히 알려지지 않은 재료를 이용하므로 환경에 미치는 악영향을 최소화하기 위한 환경성 평가가 필수적임 ○ 제방 식생의 활착 정도는 제방의 안정성 및 환경성에 큰 영향을 미치므로 활착에 대한 평가도 필수적임 ○ 제방의 환경성에 대한 평가는 국내에서 수행된 사례가 거의 없으므로 표준 기법을 개발하여 이를 개발된 공법에 적용할 필요가 있음
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반적인 지반의 생태적 특성(화학적 특성, 미생물 활성도, 미생물량, 다양성)은 다양하게 실무에서 검토되고 있으나 하천 제방에 대한 적용은 미진함 ○ 식생활착 평가는 원예 및 농업 분야에서 다양하게 수행되고 있으나 하천 및 하천공법에 대한 적용 사례는 거의 없음 ○ 신기술 신청 등에서 공법의 환경성과 경제성을 입증하기 위하여 다양한 환경성 평가 및 경제성 평가가 이루어지고 있으나 하천공법에서는 객관적인 평가가 거의 이루어지지 않고 있음 ○ 새로운 공법의 지재권 확보 및 시장 진출을 위해서는 환경성 및 경제성 평가에 대한 요구가 증가할 것으로 예측됨
7. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 개발 ○ 제방 LCA 평가 기법 개발 ○ 공법별 식생종에 대한 식생활착 정도 평가 ○ 공법의 생태적 특성 평가(화학적 특성, 미생물활성도, 미생물량, 다양성) ○ 공법의 환경적 특성 평가(오염 내성 및 정화능 평가) ○ 공법별 LCA 평가

<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(3차년도, 12개월): 환경성 및 LCA 평가 기법 개발 및 표준화 <ul style="list-style-type: none"> : 제방의 환경성 및 LCA 평가 기법 개발 및 표준화 : 하천 식생활착 시험 기법 개발 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 공법별 환경성 및 LCA 평가 <ul style="list-style-type: none"> : 개발된 신공법에 대한 환경성 및 LCA 평가 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전문가 자문단(한국, 미국, 일본 등) 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분야별 전문가(식생, 환경, 독성, 미생물 등) 협력 체계 구축 ○ 현장 조사 및 시험에 의한 평가기법 개발 ○ 개발된 공법의 시험 시공과 연계한 모니터링 수행
<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제방의 환경성 및 식생 활착 평가 기법 및 적용 결과 ○ 제방 LCA 평가 기법 개발 및 적용 결과
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 제방 공법의 식생활착 평가를 통해 친환경 하천기술 개발 및 적용 - 하천 적용 공법의 환경성 평가를 통해 기술의 환경성 제고 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 생태/환경적으로 안정적인 공법 적용으로 공법 적용에 의한 환경 편익 증진 - LCA 평가를 통해 경제적인 제방관리 체계 구축
<p>12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 3년 ○ 총 정부출연금: 6억원 이내
<p>13. 기타</p>	

1. 과제명	신소재 제방 공법 표준화/시험시공/평가
2. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법의 현장적용 및 사업화를 위한 표준화 ○ 신소재 제방 공법의 시험 시공, 모니터링 평가
3. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내의 하천분야에서 다양한 신공법 및 신기술이 개발되고 있으나 성능이 우수함에도 현장 적용성이 검증되지 않거나 설계상의 어려움, 또는 유지관리 상의 문제 등으로 현장 적용이 제한적인 기술이 대다수임 ○ 개발된 공법을 실무에 적용하기 위해서는 설계, 시공, 유지관리의 표준화가 필수적임 ○ 현장 적용에 따른 문제점을 파악하고 개선하기 위해서는 시험시공에 의해 설계, 시공, 유지관리의 전과정을 시험수행하고 피드백을 통해서 현장 적용성의 향상이 필수적임
4. 기술개발 및 산업/시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천 제방은 관리주체가 중앙정부 또는 지방정부이며 설계 및 시공은 민간업체에서 이루어지는 공공사업으로 새로운 공법이 적용되기 위해서는 하천관리 주체 및 설계/시공 업체의 요구를 충족시켜야 함 ○ 하천분야에서의 신공법은 현장 적용을 위해서 하천관리청 또는 설계/시공 업체에서의 기술표준 요구에 대한 대응이 증가하고 있음
7. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신소재 제방 공법의 현장적용 및 사업화를 위한 표준화 <ul style="list-style-type: none"> - 공법별 적용 표준 모형 개발 - 공법별 설계, 시공, 유지관리 지침 개발 ○ 신소재 제방 공법의 시험 시공, 모니터링 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 시험구간 검토 및 선정 - 기본계획 및 실시 설계 - 시험 시공 - 유지관리 및 모니터링

<p>8. 연구개발 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획수립 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(3차년도, 12개월): 시험 시공 구간 선정 및 기본계획 : 시험 시공 구간 검토 및 선정 : 기본 계획 수립 - 2단계(4~5차년도, 24개월): 기술표준화/시험시공/모니터링 : 공법별 기술 표준화 : 시험구간 실시설계/시험시공/모니터링 ○ 관련분야 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 전문가 자문단 운영 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행 및 현재 수행중인 유사 과제아의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 내용에 포함
<p>9. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천관리청과 연계하여 시험구간 선정 ○ 하천관리청/설계사/시공사 등의 전문가 활용
<p>10. 최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공법별 적용 모형 및 적용 지침 ○ 시험 시공에 의한 실물 테스트베드
<p>11. 기대 및 파급효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 설계/시공/유지관리 시험 수행을 통해 문제점을 개선하여 기술의 적용성 극대화 - 현장 적용 피드백에 의한 보완기술 개발 ○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 현장 적용을 고려한 기술보완을 통해서 경제적인 공법 개발 - 실제적인 적용 현장 제공으로 기술의 파급효과 극대화
<p>12. 연구개발 기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 3년 ○ 총 정부출연금: 11억원 이내
<p>13. 기타</p>	

제 4절 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
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성 가능성 (25점)	○ 연구성과물의 활용계획 및 방안의 구체성	15
	○ 연구성과물의 기대효과 (정책적, 사회적, 경제적 파급효과)	10
연구진 구성의 전문성 (10점)	○ 연구진의 전문성 및 구성의 적정성	10

참 고 문 헌

- 국토교통부(2013) 2013회계연도 예산 개요
- 국토교통부(2014) 2014회계연도 예산 개요
- 국토해양부(2012) 2012회계연도 예산 개요
- 국토해양부(2012) 하천 유지·보수 매뉴얼
- 김국일, 안원식 (2007) “전과정 평가에 의한 하천 호안 공법의 환경성 평가에 관한 연구.” 한국수자원학회, Vol.40, No.6, pp.485-494.
- 김상우, 구영민, 김영도, 박재현 (2013) “무독성 호안블록의 수리학적 안정성에 관한 실험적 연구.” 대한토목학회, Vol.33, No.3, pp.987-995.
- 김윤환, 박남희, 진영훈, 김철 (2007) “자연 친화적 하천정비를 위한 호안평가기법의 개발 및 적용.” 한국수자원학회, Vol.40, No.12, pp.1007-1014.
- 김철, 박남희 (2010) “홍수시 도시하천의 호안 안정성 분석에 관한 연구.” 한국방재학회, Vol.10, No.6, pp.139-145.
- 김철, 박남희, 김대영, 김윤환 (2008) “저수호안에 작용하는 외력에 의한 안정성분석.” 한국방재학회, Vol.8, No.5, pp.147-153.
- 박무중, 최성욱, 백천우 (2008) “석축호안 보호공의 적정성 평가에 대한 연구.” 한국방재학회, Vol.8, No.5, pp.111-117.
- 배덕원, 김형준, 윤광석 (2011) “하천횡단구조물 연결호안 설계기법 개발.” 한국방재학회, Vol.11, No.6, pp.293-299.
- 배상수 (2002) “하상보호용 매트리스의 수리학적 특성연구.” 한국수자원학회 Vol.35, No.1, pp.77-90.
- 배상수 (2002) “호안용 돌망태 매트리스의 수리학적 특성연구.” 한국농공학회, Vol.44, No.2, pp.81-98.
- 배상수, 이승윤, 지홍기 (2008) “호안용 매트리스내 채움재의 한계_허용 전단응력에 관한 연구.” 한국수자원학회, Vol.41, No.2, pp.137-147.
- 법제처(2013) 소하천정비법
- 법제처(2013) 하천법 시행령
- 법제처(2014) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률
- 법제처(2014) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령
- 법제처(2014) 소하천정비법 시행령
- 법제처(2014) 시설물의 안전관리에 관한 특별법

법제처(2014) 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령

법제처(2014) 자연재해대책법

법제처(2014) 자연재해대책법 시행령

법제처(2014) 하천법

서영민, 이승윤, 허창환, 지흥기 (2006) “호안 Mattress/Filter에 의한 소류력 저감.” 한국환경과학회, Vol.15, No.1, pp.33-43.

송재우, 박성식 (2004) “식생수로와 비식생수로에서의 조도특성 및 유속분포.” 대한토목학회, Vol.24, No.6B, pp.545-552.

신승욱, 박상덕, 지민규, 남아름, 우태영 (2013) “개수로 측벽 세로돌출줄눈의 흐름 저항.” 한국수자원학회, Vol.46, No.9, pp.947-956.

안종필, 박주원 (1999) “지반보강에 따른 경사호안의 안정해석에 관한 연구.” 대한토목학회, Vol.19, No.III-4, pp.753-765.

우효섭, 이진원, 이두한, 박재로 (1999) “생물재료를 이용한 저수호안의 세굴 저항성 평가.” 대한토목학회, Vol.47, No.11, pp.71-80.

이동섭, 안홍규, 우효섭, 권보이 (2007) “치수 안전성과 환경성을 고려한 새로운 식생호안 공법의 적용 및 평가.” 한국수자원학회, Vol.40, No.2, pp.125-134.

이두한, 김동희, 김명환, 이동섭 (2012) “식생매트 허용 소류력 평가를 위한 실험 모 실험 연구.” 한국산학기술학회, Vol.13, No.12, pp.6151-6158.

이두한, 이동섭, 김명환 (2013) “토양 손실 평가에 의한 식생매트의 허용 소류력 결정.” 한국산학기술학회, Vol.14, No.11, pp.5956-5963.

이재문, 이상일 (2008) “계층분석과정을 이용한 최적 호안공법 선정.” 한국수자원학회, Vol.41, No.6, pp.619-628.

정석일, 김수영, 윤광석, 이승오 (2012) “상·하류 수위차를 고려한 보 주변 연결 호안 길이 산정.” 한국방재학회, Vol.12, No.3, pp.239-246.

정장면, 김철 (2011) “계층분석과정을 이용한 설계호안 평가.” 한국방재학회, Vol.11, No.3, pp.201-208.

최흥식, 이용희 (2011) “근모양에 따른 식생호안의 침식특성 분석.” 한국수자원학회, Vol.44, No.6, pp.487-495.

한국건설산업연구원(2009) 향후 국내외 건설시장 전망

한국수자원학회(2009) 하천설계기준·해설

한만신, 최계운 (2012) “점착성 제방사면의 구간별 소류력 산정식 제안 및 적용.” 한국수자원학회, Vol.45, No.6, pp.583-596.

- 한은진, 황수덕, 김영도, 박재현, 김철 (2010) “고수호안 식생매트공법의 수리적 안정성에 관한 연구.” 한국습지학회, Vol.12, No.2. pp.75-89.
- BCC Research (2013) Biodegradable Polymers
- Bhatia, S.K., Rao, G.V. and Smith, J.L. (2010) “International Practices and Guidance: Natural-Fiber Rolled Erosion Control Products.” International Conference on Scour and Erosion. pp.231-240.
- Bhatia, S.K., Smith, J.L., Lake, D. and Walowsky, D. (2002) “A technical and economic evaluation of geosynthetic rolled erosion control products in highway drainage channels.” Geosynthetics International, Vol.9, No.2, pp.125-148.
- Bretele, M.K., Pilarczyk, K.W. and Stoutjesdijk, T. (1998) “Design of Alternative Revetments.” Coastal Engineering, Vol.26
- Casas (2002) “Evaluation of different erosion control covers in the revegetation of slope areas.” Proceedings of 33rd Annual Conference, International Erosion Control.
- Chang, I. and Cho, G.C. (2012) “Strengthening of Korean residual soil with beta-1,3/1,6-glucan biopolymer.” Construction and Building Materials, Vol.30, pp.30-35.
- DeJong, J.T., Mortensen, B.M., Martinez, B.C. and Nelson, D.C. (2010) “Bio-medicated soil improvement.” Ecological Engineering, Vol.36, No.2, pp.197-210.
- Elsevier (2008) “Biopolymers present new market opportunities for additives in packaging” Plastics Additives & Compounding
- Grinchuk, A.S., Pravdivets, Yu.P. and Shekhtman, N.V. (1997) “Test of earth slope revetments permitting flow of water at large specific discharges.” Hydrotechnical Construction, Vol.11, No.4, pp.22-26.
- GS건설경제연구소(2011) 글로벌 해외건설 동향과 정부 역할
- Hagerty, D.J. and Parola, A.C. (2001) “Seepage Effects in Some Riprap Revetments.” Journal of Hydraulic Engineering, Vol.127, No.7, pp.556-566.
- Haihong, H. (1999) “Ecology typed bank revetment and the application prospects.” GX WATEER RESOURCES & HYDROPOWER ENGINEERING, Vol.4.
- JEC Group (2008) “Biopolymers: market potential and challenging research”, JEC

- Juichiro (2002) "Hydrodynamic force exerting on a square pillar in steady free surface shear flows." *Journal of hydraulic engineering(Japan)*, Vol.46.
- Kuo, W.T., Wang, H.Y., Shu, C.Y. and Su, D.S. (2008) "Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells." *Construction and Building Materials*, Vol.43, No.3, pp.128-133.
- McCullah (2000) "Shasta College erosion control blanket study." research quantifies erosion from slopes, *Land and Water*, Vol.44, No.5.
- Mirei (2004) "Hydrodynamic forces acting on a submerged obstruction in steady free surface flows." *Journal of hydraulic engineering(Japan)*, Vol.48.
- Neupane, D. Yasuhara, H., Kinoshita, N. and Unno, T. (2008) "Applicability of Enzymatic Calcium Carbonate Precipitation as a Soil-Strengthening Technique." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol.43, No.3, pp.2201-2211.
- Oberhagemann, K. and Hossain, Md.M. (2011) "Geotextile bag revetments for large rivers in Bangladesh." *Geotextiles and Geomembranes*, Vol.29, No.4, pp.402-414.
- Orts, W.J., Sojka, R.E. and Glenn, G.M. (2000) "Biopolymer additives to reduce erosion-induced soil losses during irrigation." *Industrial Crops and Products*, Vol.11, No.1, pp.19-29.
- Patil, A.H. (2008) "Use of Rice Husk In Road Construction." *Civil and Environmental Research*, Vol.43, No.3
- Shi, R.H., Xu, S.G. and Li, X.G. (2009) "Assessment and prioritization of eco-revetment projects in urban rivers." *River Research and Applications*, Vol.25, No.8, pp.946-961.
- Smith (2005) "A comparative study of RECPs: lab testing and field performance." *GeoFrontiers 2005*.
- Sukmak, P., Horpibulsuk, S. and Shen, S.L. (2008) "Strength development in clay-fly ash geopolymer." *Construction and Building Materials*, Vol.43, No.3, pp.599-574.
- Tatsuhiko (2001) "Two-dimensional shallow water analysis over large roughness elements and its application." *Proceedings of JSCE*.

- Verdolotti, L., Iannace, S., Lavorgna, M. and Lamanna, R. (2008) "Geopolymerization reaction to consolidate incoherent pozzolanic soil." *Journal of Materials Science*, Vol.43, No.3, pp.865–873.
- Wang, X.J. and Luo, J.R. (2006) "A Preliminary Study of Ecological Embankment Construction for Urban River Restoration." *Journal of Fudan University(Natural Science)*.
- Whiffin, V.S., van Paassen, L.A. and Harkes, M.P. (2007) "Microbial carbonate precipitation as a soil improvement technique." *Geomicrobiology Journal*, Vol.24, No.5, pp.417–423.
- Yu, W.B., Lai, Y.M., Sun, Z.Z., Jin, H.J. and Zhang, X.F. (2006) "Experimental studies on the ripped–rock revetment embankment in permafrost regions of the Qinghai–Tibet railroad." *Cold Regions Science and Technology*, Vol.45, No.1, pp.1–7.
- Zhong, C., Zhang, W. and Wang, S. (2007) "Experimental research on soil erosion of turf slope reinforced by 3D vegetation net." *Journal of Hehai University(Natural Sciences)*, Vol.35.