17CCTI
-B0638
66-06

물관리연구사업 6차년도 최종보고서

2017

국토교통과학기술진흥원

국토교통부

물관리연구사업 6차년도 최종보고서

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )

물관리연구사업 제6차년도 최종보고서

R&D /
17CCTI-B063866-06

물관리연구사업 6차년도 최종보고서

2017. 12. 07.

주관연구기관 / 부산대학교 산학협력단
협동연구기관 / 한국건설기술연구원
한국토지주택공사

국토교통부

(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

국가기록원 발간번호
11-1613000-002206-01

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 물관리연구사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘건전한 도시물순환인프라의 저영향개발(LID) 및 구축・운영 기술’(연구개발 기간 : 2012. 11. 28. ~ 2018. 02. 28.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2018. 05. 21.

주관연구기관명 : 부산대학교 산학협력단 (대표자) 윤석영 (인)

협동연구기관명 : 한국건설기술연구원 (대표자) 한승헌 (인)

협동연구기관명 : 한국토지주택공사 (대표자) 박상우 (인)

주관연구기관책임자: 부산대학교 신현석

협동연구기관책임자: 한국건설기술연구원 김이호

한국토지주택공사 정종석

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>17CCTI-B06386
6-06</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td>2011. 11. 28 ~
2017. 02. 28</td><td>단계구분</td><td>6/6</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td>세부사업명</td><td colspan="4">물관리연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">건전한 도시물순환인프라의 저영향개발(LID) 및 구축・운영 기술</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발
한국형 LID 기반 물순환 그린인프라 구축기술개발
LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">신현석</td><td>해당단계
참여
연구원 수</td><td>총: 119 명
내부: 119 명
외부: 0 명</td><td>해당단계
연구개발비</td><td>정부:1,981,000천원
기업:781,700천원
정부 외: 천원
계:2,762,700천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여
연구원 수</td><td>총: 1067 명
내부: 1067 명
외부: 0 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:18,507,000천원
기업:7,201,275천원
정부 외: 천원
계:25,708,275천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">(주관) 부산대학교 산학협력단
(협동) 한국건설기술연구원
(협동) 한국토지주택공사
(공동) 한국수자원공사
(공동) 아주대학교
(공동) 한서대학교
(공동) ㈜웸스
(공동) 데이터피씨에스
(공동) 서영엔지니어링
(공동) 공주대학교
(공동) 태영건설
(공동) 아이비엠
(공동) 한국환경정책・평가연구원
(공동) 충북대학교</td><td colspan="2">참여기업명
㈜동명, ㈜에스코RTS, ㈜신강하이텍, ㈜CSE, ㈜레드그린,GL ENC, 제영 ENG, 한길토건, ㈜어스그린코리아, ㈜대일텍, ㈜동인, ㈜일신네이쳐, ㈜노아솔루션, 그룹 한 어소시에이트, 도담 ENC, 방재안전기술원, 에코스타, 데이터피씨에스, ㈜웸스, 유비이엔씨, 아이오티솔루션, ㈜태영, LID 솔루션, 뉴보텍, 에레드, 중앙아스콘, SBB, 롯데건설, 케이씨리버텍, ㈜한국휴로드, SCE네스트, 워터매니지먼트, 평화엔지니어링, 이메트릭스, 비포엔지니어링, ㈜청호환경개발. ㈜능전조경건설, ㈜데코페이브, ㈜현진기업, ㈜케이시티이엔씨, 넥서스환경디자인연구원, ㈜이디씨라이프</td></tr>
<tr><td rowspan="9">위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명</td><td colspan="2">연구책임자</td></tr>
<tr><td colspan="3">㈜웸스 (1~2차년도)</td><td colspan="2">강두기</td></tr>
<tr><td colspan="3">롯데건설 (3~5차년도)</td><td colspan="2">문정수</td></tr>
<tr><td colspan="3">헥코리아 (3~6차년도)</td><td colspan="2">박종표</td></tr>
<tr><td colspan="3">공주대학교 (1~2차년도)</td><td colspan="2">김이형</td></tr>
<tr><td colspan="3">유비이엔씨 (1~2차년도)</td><td colspan="2">김회진</td></tr>
<tr><td colspan="3">그룹한어소시에이트 (3~4차년도)</td><td colspan="2">윤희재</td></tr>
<tr><td colspan="3">충북대학교 (3~4차년도)</td><td colspan="2">반영운</td></tr>
<tr><td colspan="3">우리강산시스템 (5~6차년도)</td><td colspan="2">조성환</td></tr>
<tr><td colspan="3">요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)</td><td colspan="2">보고서 면수</td></tr>
</table>

국문 요약문

연구의 목적 및 내용	**(1세부) 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발** ○ 효율적인 LID 요소기술의 적용을 위한 요소기술 검증 기법 개발 및 표준화 방안을 개발하고, 도시 특성에 따른 효과 분석을 목적으로 물순환 도시 조성을 위한 국가 GI & LID 검증 실험단지 구축 및 해석기술을 개발함 - 국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발 - 강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 - LID적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개 - 친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 - LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 - LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 - 실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 **(2세부) 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발** ○ 핵심 LID 요소기술의 선진화를 목적으로 기후변화에 대응하고 재해에 강건한 생태 도시 조성을 위한 공간시설, 공공문화체육시설, 교통시설을 대상으로 LID 기반의 친환경 물순환 그린 인프라 구축기술을 개발함 - 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 - 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발 - 한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 **(3세부) LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발** ○ 개발된 LID 요소기술에 대한 표준화 방안을 물순환 도시의 토지이용계획 및 설계단계에서부터 적용 가능한 통합 계획·설계기법을 구상하고 적용 방안을 마련하여 최적의 LID 기반 물순환 도시의 통합 계획·설계기법 구축과 적용기술을 개발하고자 함 - LID기반 물순환 도시 통합모델 및 적용기술 개발 - LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 - LID 시범적용 단지 계획 및 설계 - LID기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 - LID기반 물순환 신도시 적용 및 운영기술개발 - 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 - LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 - 도시유형별 LID기술 적용 설계기법 개발

연구개발성과	효율적인 LID 요소기술의 적용을 위한 요소기술 검증기법 개발 및 표준화 방안을 개발하고, 도시 특성에 따른 효과 분석을 목적으로 물순환 도시조성을 위한 국가 GI & LID 검증 실험단지 구축 및 해석기술을 개발함 핵심 LID 요소기술의 선진화를 목적으로 기후변화에 대응하고 재해에 강건한 생태도시 조성을 위한 공간시설, 공공문화체육시설, 교통시설을 대상으로 LID 기반의 친환경 물순환 그린 인프라 구축기술을 개발하고, 지하수 연계 저류활용 시스템을 개발함 개발된 LID 요소기술에 대한 표준화 방안을 물순환 도시의 토지이용계획 및 설계 단계에서부터 적용 가능한 통합 계획·설계기법을 구상하고 적용방안을 마련하여 최적의 LID 기반 물순환 도시의 통합 계획·설계기법 구축과 적용기술을 개발하고자 함 **(1세부) 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발** - LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영 - LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화 - WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형 개발 - GI&LID 정보관리시스템 포털 - 한국형 저영향개발 수변·친수 도시 계획 및 설계 가이드라인 - 한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템 개발 - 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 - 실증단지 시공백서 및 운영방안 매뉴얼 개발 - 실증실험단지 LID 모니터링 시스템 통합 및 안정화 **(2세부) 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발** - 한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼 - 침투·저류형 입체보도 및 측구시스템 기술 - 한국형 LID도로교통시설의 설계시공유지관리 매뉴얼 - LID기반 투수성도로 포장구조체 개발 - LID기반 투수성도로 길어깨 개발 **(3세부) LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발** - 도시재생형 LID 시범단지 조성 - LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 - LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 - LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 - LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발 - 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 - LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 - LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	도시홍수조절에 따른 홍수 및 강우유출수 관리능력 달성, 침투/여과/저류 기능을 기본 메케니즘으로 하는 LID 기술의 보급으로 인한 도시 수자원 확보를 통한 도시 하천 건천화 저감 및 가용 수자원의 확보, 도시 비점오염원 부하량의 저감을 통한 방류수역의 수질개선 기대 도시 열섬현상 저감을 통한 전력 수요량 절감, 녹색공간 확보 및 지역환경개선을 통한 지역주민의 삶의 질 향상, 경관적 가치 창출을 통한 파생적 경제적 효과 달성, 녹색일자리 창출 및 경제 활성화 및 건설 및 건축 비용절감을 통한 개발의 지속가능성 담보 ○ LID기반 공간시설 및 공공·문화체육시설의 단위시설 개발, 저류 침투형 물순환 보도포장기술의 LID 입체보도 시스템에서의 최적화설계시공 기술개발을 통한 도시물순환 기능 개선 ○ 도시 지표유출 및 침수재해 저감과 부정적 환경영향을 저감하고 물순환 기능을 회복, 도심지 열환경을 개선 ○ 공간시설 및 공공·문화체육시설분야 LID기반 신수종 시설 및 개술개발에 따른 일자리창출, 건설-도시-환경 연계 융합산업 발전에 기여 ○ LID기반 도시건설계획의 일환으로 LID기반 요소기술의 개발을 포함하여 친환경 생태도시 건설을 위한 기초 기술을 확보할 수 있음 ○ LID기반 도로교통 단위시설 개발, 융합형 도로교통LID시설 시스템에서의 최적화설계시공 기술개발을 통한 도시물순환 기능 개선 ○ 도시 지표유출 및 침수재해 저감과 부정적 환경영향을 저감하고 물순환 기능을 회복, 도심지 열환경을 개선 ○ 도시도로교통분야 LID기반 신수종 시설 및 개술개발에 따른 일자리창출, 건설-교통-환경 연계 융합산업 발전에 기여 ○ 단순한 포장기술, 건설공법 개념에서 탈피하여 LID기반 도시건설계획의 일환으로 투수성·보수성 포장기술의 개발을 포함하여 친환경 생태도시 건설을 위한 기초 기술을 확보할 수 있음				
핵심어 (5개 이내)	저영향개발	그린인프라	물순환	도시개발	수자원관리

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	(Division 1) Development of GI&LID verification center and analytical technology ○ To develop the verification methods of element technology and standardization plan for efficient application of LID. ○ To develop the national GI & LID verification center and analytical technology for water circulation city development for the purpose of analyzing effects dependant on the city characteristics. - Development of verification and evaluation technology for national GI & LID element technology efficiency - Development of LID storage utilization system related with rainfall runoff and groundwater - Development of Korean LID-analysis model based on LID application design standard and WWHM-SWMM - Construction of hydrophilic zone LID platform and development of optimal design technology - Development of monitoring technology of LID water circulation - Application of optimal technology and construction of integrated operation plan for LID verification center - Development and construction of integrated monitoring system (Division 2) Development of construction technology of water cycle green infra based on korean LID ○ To respond to climate change with the aim of advancing LID element technology ○ To develop the water cycle green infra based on LID - Development of GI & LID system for public facilities - Development of water cycle technology based on Korean LID - Development of integrated LID system of reservoir and park facilities (Division 3) Development of plan/design integrated model and operation technology for LID-based new / regeneration city ○ To develop the plan/design integrated model applicable from the land use planning for the developed LID element technology ○ To apply the technology of optimal LID based water cycle city - Development of water cycle city integrated model and technology based on LID - Development of water cycle operation technology based on LID - Planning and Design of LID pilot region - Development of plan evaluation technology based on LID - Development of operation technology and LID-BIM application for water circulation city - Development of design technology applying LID dependant on city type

Results	(Division 1) Development of GI&LID verification center and analytical technology - Construction and operation of LID efficiency verification pilot facility - Development and standardization of LID element technology efficiency verification method - Development o Korean LID analyzing model based on WWHM-SWMM - GI & LID information management system portal - Planning & design guideline of Korean LID hydrophilic city - Development of integrated planning and design system - Development of monitoring operation technology of water cycle - Development of operational plan manual for verification facility - Integration and stabilization of verification center LID monitoring system (Division 2) Development of construction technology of water cycle green infra based on korean LID - Korean LID element technology comprehensive manual - Penetration and storage type block and sidewall system technology - Design and construction management manual of Korean LID road traffic facility - Development of LID-based pavement structure (Division 3) Development of plan/design integrated model and operation technology for LID-based new / regeneration city - Construction of urban regeneration type LID pilot center - Development of plan evaluation system based on LID - Development of water cycle operation and application technology based on LID - LID-BIN application and Development of operation technology for water cycle city - Development of multivariate impact evaluation method based on LID

Expected Contribution	○ To diffuse the LID technology to manage the flood and runoff, infiltration / filtration / storage function as basic mechanism ○ To improve the water quality by reduction and securement of water resources and non-point pollution load ○ To reduce the electron power demand and to secure green place through urban heat island reduction ○ To create green jobs and economic sustainability through construction costs reduction - Development of space unit facility based on LID, improvement of urban water cycle function through LID optimization design technology in LID stereoscopic sidewalk system of reservoir infiltration water cycle - Reduction of urban floods runoff and negative environmental impacts, restoration of water cycle function and improvement of urban heat environment - Job creation through LID-based new facilities and technological development and contribution of construction-city-environment convergence industry - Secure of basic technology for construction of eco-friendly city based on LID - Improvement of city water cycle function by optimizing design construction in LID-based converged road traffic LID system

Keywords	Low Impact Development	Green Infrastructure	Water Cycle	Urban Development	Water Resources

세부 성과

세부과제	세세부	과제명	대표 연구 성과
국가 GI & LID 검증 실험단지 구축 및 해석기술 개발			
1세부과제	1-1	GI&LID 요소기술 효율성 실험검증 및 평가기술 개발	• LID 요소기술 효율성 검증 표준화 D/B • LID 성능평가 모의 모형 개발 • LID 요소기술별 검증기술 및 검증결과서 • GI & LID 검증시설 설계 및 모니터링 • GI & LID 기반기술 통합 D/B 구축
	1-1-1	LID 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형 개발	• WWHM-SWMM기반 한국형 LID 해석모형 (K-LIDM) 개발 • GI&LID 정보관리시스템-포털 개발
	1-2	친수구역 LID 물순환 플랫폼 구축 및 최적설계기술	• 한국형 저영향개발 수변·친수 도시 계획 및 설계 가이드라인: 그린수변도시계획·설계 • 한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템
	1-3	LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축	• LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 • LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW/SW 구축 • 실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축 • 자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축 • 실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼 • 실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템 • LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼
LID 기반 물순환 그린 인프라 구축기술 개발			
2세부과제	2-1	공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발	• 한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼 / 침투저류형 입체보도 및 측구시스템 기술
	2-2	한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술개발	• 한국형 LID 도로교통시설 매뉴얼 • LID기반 투수성도로 포장구조체 • LID기반 투수성도로 길어깨
LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획 & 설계 통합모델 및 적용·운영기술 개발			
3세부과제	3-1	LID 기반 물순환 도시 통합모델 및 적용기술 개발	• LID 시범단지 조성 • LID 시범적용단지 효과 검증 및 비교군 분석 • LID 시공·관리 매뉴얼 • LID 도시 및 사업인증 방안
	3-1-1	LID 기반 계획 평가 및 수립 지원 시스템 고도화	• LID 지표 분석을 활용한 알고리즘 고도화 • LID 지표 보완방안 모색 및 시스템 적용
	3-2	LID 기반 도시계획 평가 및 수립 지원 체계 개발	• 도시군·기본계획 및 도시군·관리계획 수립지침 개정(안) • LID기반 도시계획 수립 및 평가지원 매뉴얼

연구단 단위 과제별 수행기간

과제번호	기관	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년
1-1	부산대학교	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
1-1-1	롯데건설			◄----------	----------	----------	----------►
1-1-2	헥코리아			◄----------	----------	----------	----------►
1-2	K-Water	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
1-3	아주대학교	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
1-4	㈜웸스			◄----------	----------	----------	----------►
1-5	DataPCS				◄----------	----------	----------►
2-1	건설기술연구원	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
2-2	서영		◄----------	----------	----------	----------	----------►
2-3	공주대학교			◄----------	----------	----------	----------►
3-1	LHI	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
3-1-1	유비이엔씨	◄----------	----------►				
3-1-2	그룹한어소시에이트			◄----------	----------►		
3-1-3	우리강산시스템					◄----------	----------►
3-2	태영건설	◄----------	----------	----------►			
3-3	아이비엠	◄----------	----------►				
3-4	KEI	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
3-5	충북대학교			◄----------	----------	----------	----------►

1세부 과제	국가 GI & LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

[연구 목표]

○ GI&LID 요소기술 효율성 실험검증 및 평가기술 개발[1-1]
- LID 요소기술 효율성 실험검증 시설
- LID 요소기술 효율성 검증 표준화 D/B
- LID 성능평가 모의 모형
- LID 요소기술별 검증기술 및 검증결과서
- LID 검증 실험 장비 및 시설 개발
- 하천/시설물 연계 물순환 최적관리기술 개발
- LID 기반 수자원 최적 배분 및 이용 가이드라인
- GI & LID 검증시설 설계 및 모니터링
- GI & LID 기반기술 통합 D/B 구축

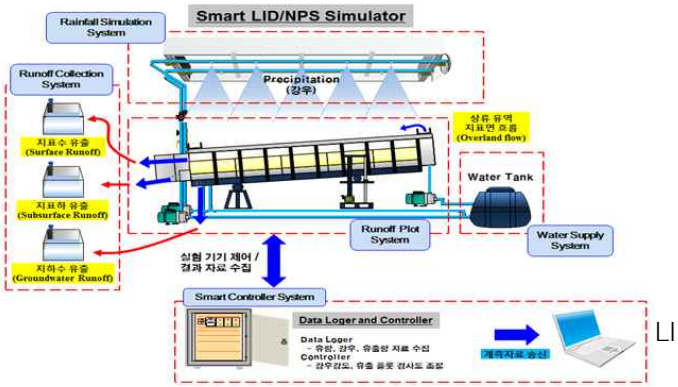
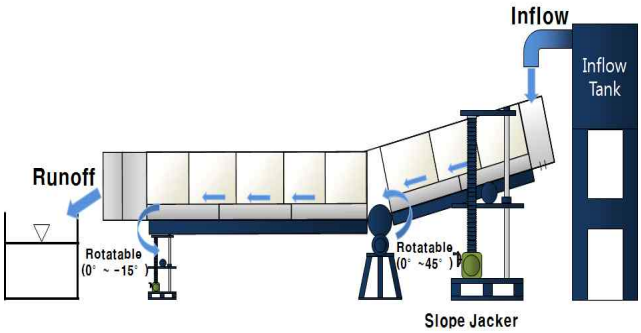
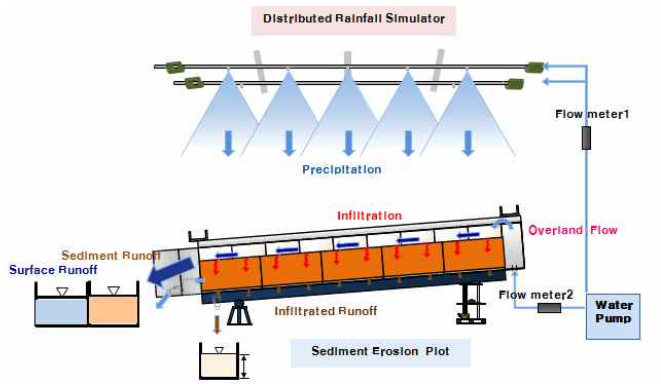
○ 친수구역 LID 물순환 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 개발[1-2]
- 수변형 친수도시 플랫폼 구축 마스터플랜, 지침서, 설계 및 유지관리 기술 개발
- 국가 GI & LID 검증단지 구축 및 운영
- 최적 친수구역 적합형 요소기술 선정 및 설계
- LID 시범단지 적용 방안 마련 및 실용 효과 분석
- 도시유형별 적용가능 요소기술 선정 및 매뉴얼
- 친수단지형 LID 기반 최적설계모듈 개발

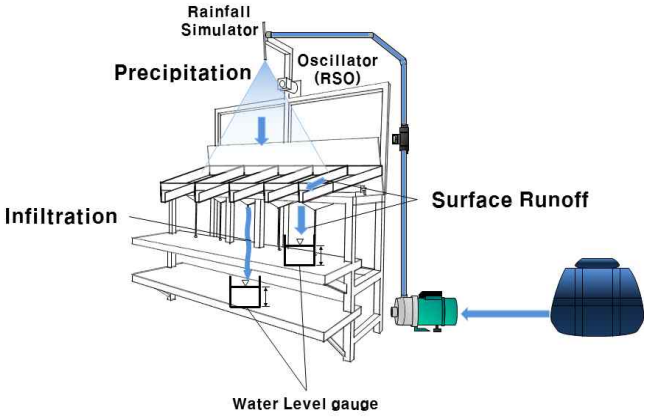
○ LID 물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발[1-3]
- LID 물순환 도시 운영에 요구되는 모니터링 항목 도출 및 오염 부하량 삭감 분석
- 실시간 LID 물순환 모니터링 자료 전송 기술
- LID 물순환 도시 운영기술 개발 및 운영효율화 방안 마련
- 도시홍수 및 물순환 관리를 위한 LID 시설 실시간 운영 기술 개발
- LID 기법 적용 대상지역의 지속적인 운영 및 모니터링 DB 구축

[목표 및 내용]

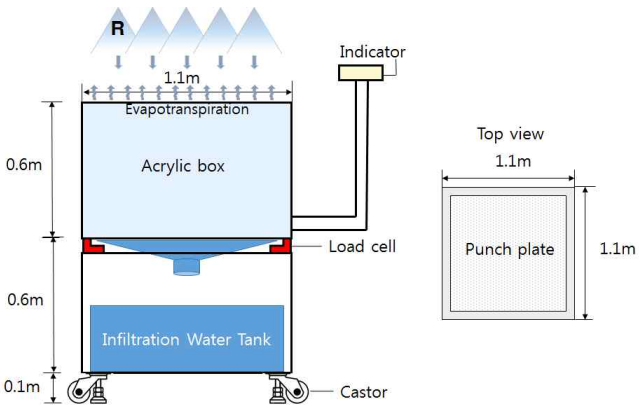


[저영향개발 실내검증실험시설 개발 목록]

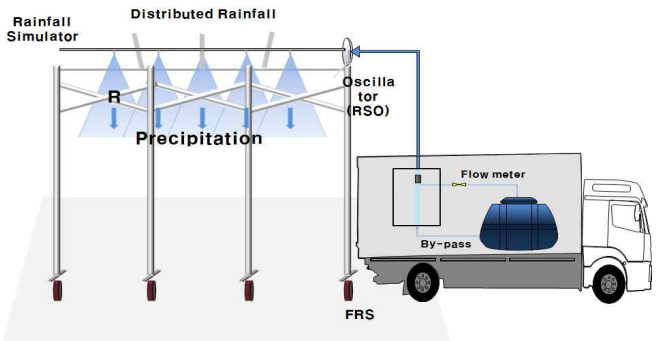
구 분		검증시설·장비
GI & LID 실내실험동	LID 물순환효율 검증시험장비	 LID/W 물순환 효율성 검증기기
		 LID/W 수리적 효율성 검증시험기기
		 LID/W 중형 유출모사기



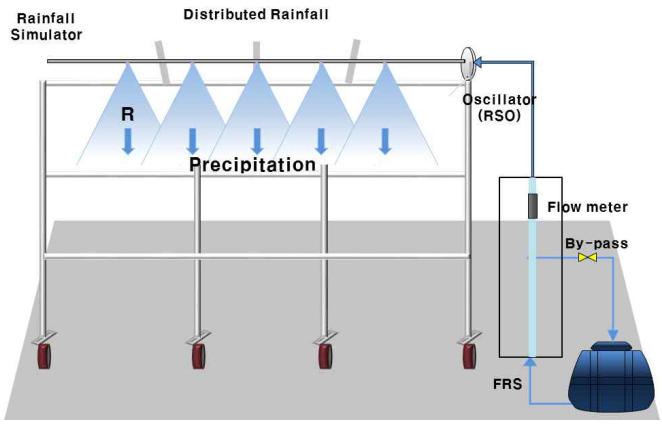
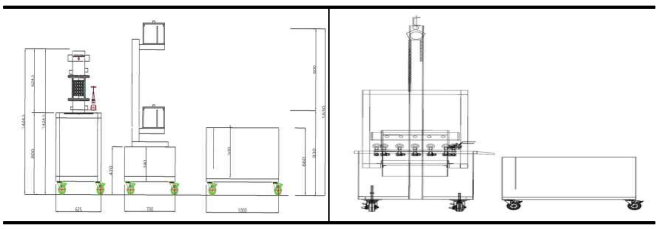
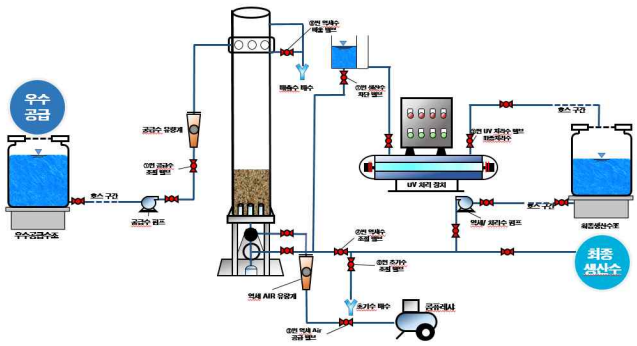
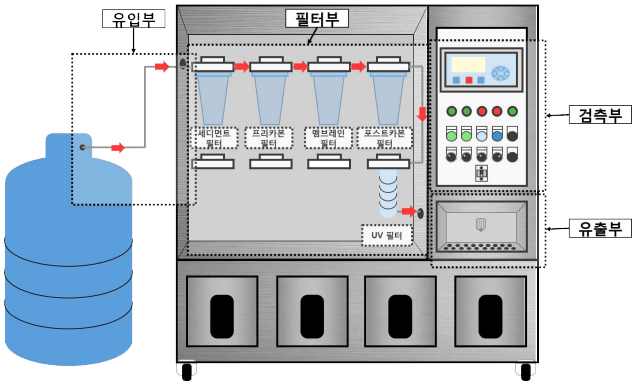
LID/W 소형 다목적 강우유출모사기

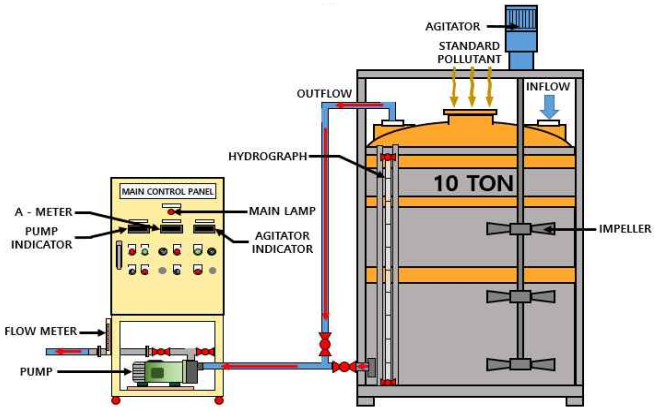


LID/W 옥상녹화 시험장치

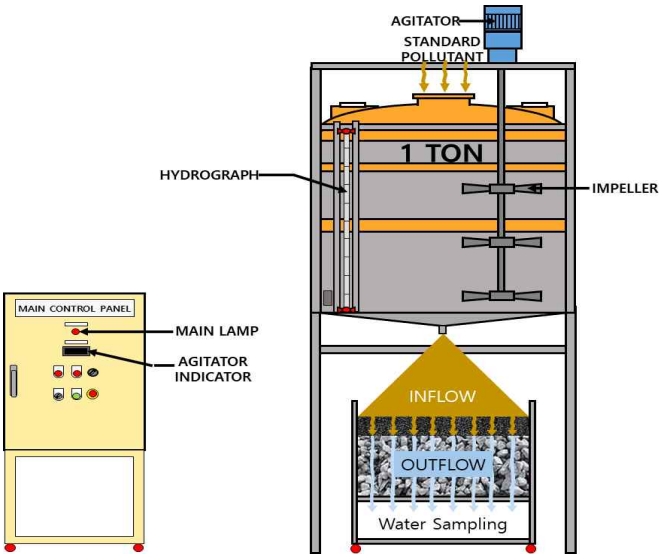


LID/W 차량형 현장 모니터링 시스템

		 LID/W 이동형 강우모사기
	LID 구조적안정성 검증시험장비	 LID/S 포장지반 투수지속성 시험기기
	LID 수환경성능 검증시험장비	 LID/E NPS 비점오염처리장치 효율성 검증장치  LID/E NPS 우수정화효율 검증장치



LID/E NPS 대형 오염수 자동혼합 및 공급장치

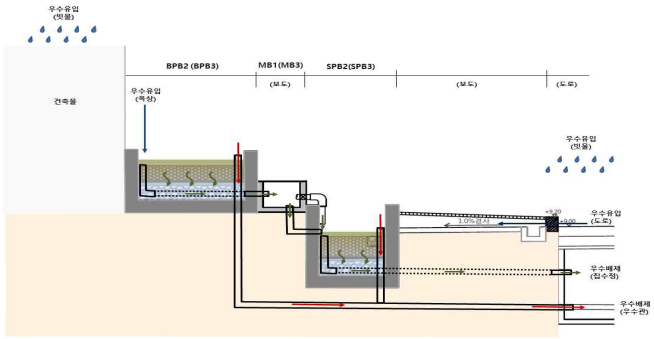
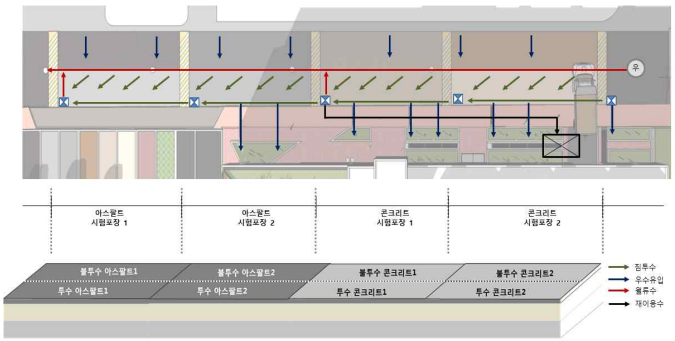
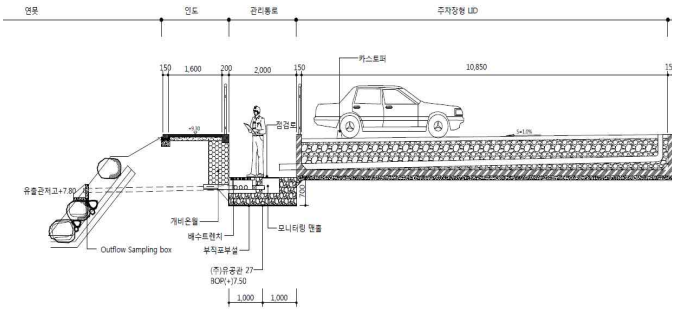


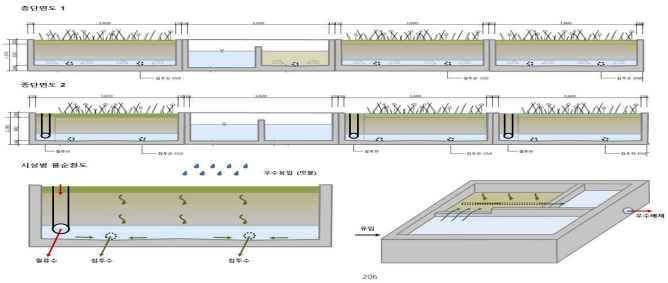
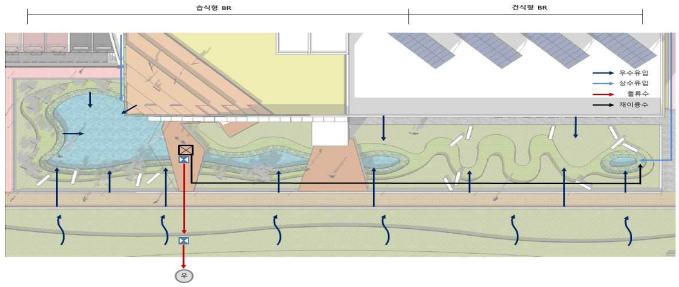
LID/NPS - 중형 오염수 자동 혼합 및 공급장치



LID/E 물-에너지 저장장치

[저영향개발 실외검증실험시설 개발 목록]

구 분		검증시설·장비
GI & LID 실외실험동	건축형 LID 구역	· 옥상녹화 LID실증시스템 · 건축형LID 시스템 1_건물옥상-화분 연계형 GI 시스템 · 건축형LID 시스템 2_건물옥상-화분-도로 연계형 GI 시스템 · 건축형LID 시스템 3_건물옥상-화분-도로 연계형 GI 시스템 · 건축형LID 시스템 4_건물옥상-빗물통-침투트렌치-화분-도로 연계형 GI 시스템 · 건축형LID 시스템 5_건물 레인체인-화분-도로 연계형 GI 시스템 
	도로형 LID 구역	· 도로형 LID 시스템 1_투수콘크리트 포장도로 시스템 · 도로형 LID 시스템 2_투수아스팔트 포장도로 시스템 
	주차장형 LID 구역	· 주차장형 LID 시스템 1_투수아스팔트 포장 주차장 시스템 · 주차장형 LID 시스템 2_투수콘크리트포장 주차장 시스템 · 주차장형 LID 시스템 3_투수블럭포장 주차장 시스템 · 주차장형 LID 시스템 4_빗물저류형 주차장 시스템 · 주차장LID-모니터링 점검로 

	빗물정원형 LID 구역	· 빗물정원형 LID 시스템 · 레인가든형 빗물저류시스템 
	생태공원형 LID 구역	· 생태저류지 LID 시스템 · 생태공원형 빗물저류 시스템 

1세부 과제	국가 GI & LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

[연구 목표]

○ LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축[1-5]

- LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계
- LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW/SW 구축
- 실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축
- 자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축
- 실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼
- 실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템
- 실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화
- LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼

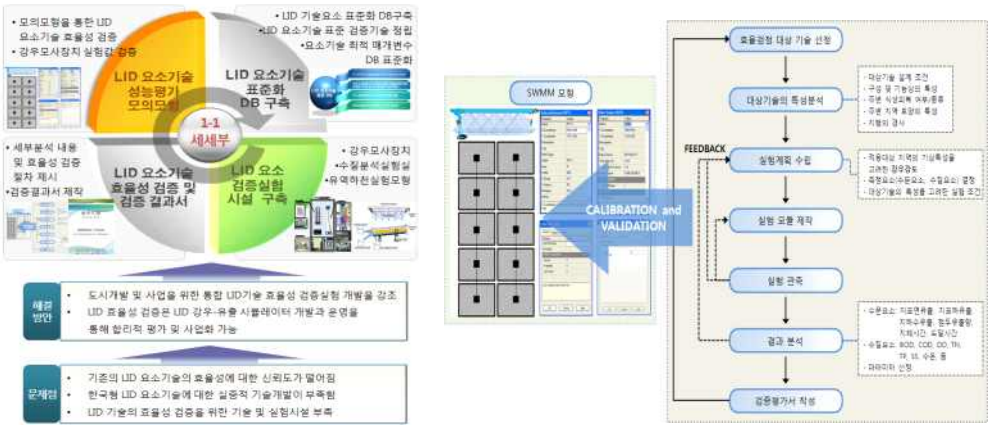
[목표 및 내용]

□ (1-1] GI & LID 요소기술 효율성 실험검증 및 평가기술 개발

○ LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화

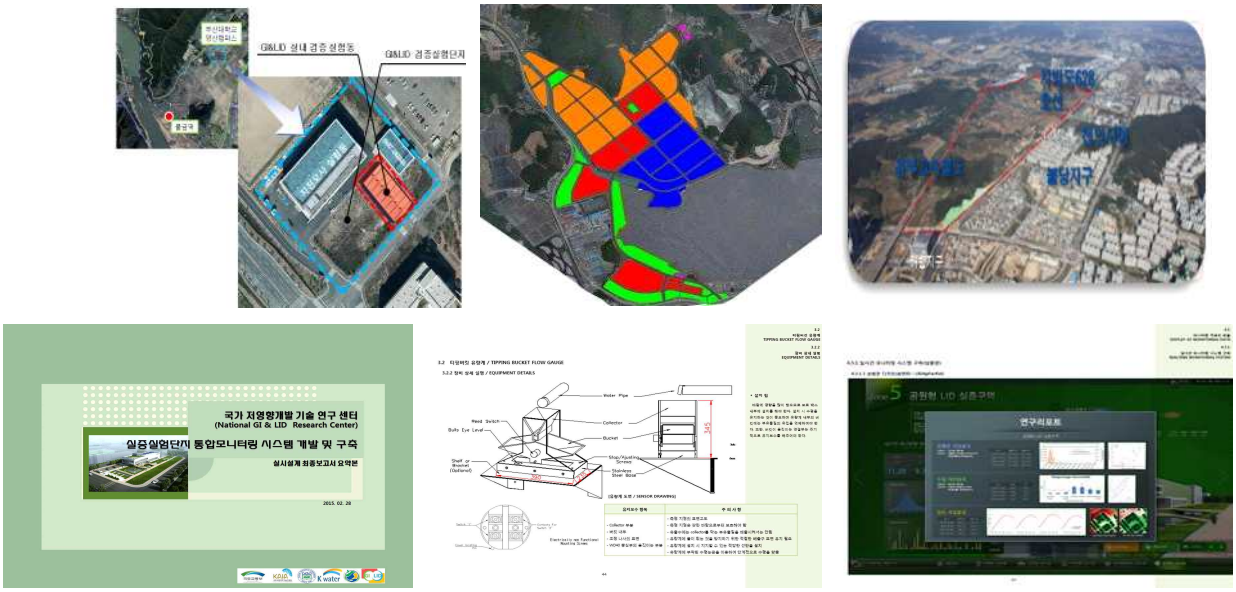
- LID 요소기술 효율성 검증은 실내 실증 실험동 및 실외 실증단지에서의 유출수 및 비점오염원 부하량 저감효과를 정량화하는데 목적이 있음.
- 우선, GI & LID 검증단지에서의 효율 검증 절차는 대상기술의 선정, 특성분석, 검증 실험계획 수립 및 실험 모듈 제작, 실험 관측, 결과 분석, 검증 평가서 작성의 순서로 구현되며, 이는 효과 분석 모듈로 기존의 모형 및 본 연구단에서 개발 계획인 설계모듈 및 통합관리 모형을 통하여 구획단위, 유역단위에서의 효과를 정량화 과정을 통하여 표준화를 구현할 계획임.

○ LID 요소기술의 효율성 검증 및 표준화 연구 수행체계는 아래와 같음.



○ LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영

○ LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 대상지 타당성 조사 및 선정조건은 1) 다양한 강우조건하에서의 실험 검증이 가능한 부지; 2) 신도시/재개발도시/친수도시 특성을 충분히 고려 또는 반영 가능한 공공부지; 3) 주변의 실험검증을 위한 연구인프라 구축 등의 요건을 만족할 수 있는 대상지를 1차적으로 선정하여 1차년도에 최적지를 선정 후 기본설계를 진행할 계획.



<LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 관련 그림/사진>

□ LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축 (1-5 세부: 4~6차년도)

○ LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 (4차년도)

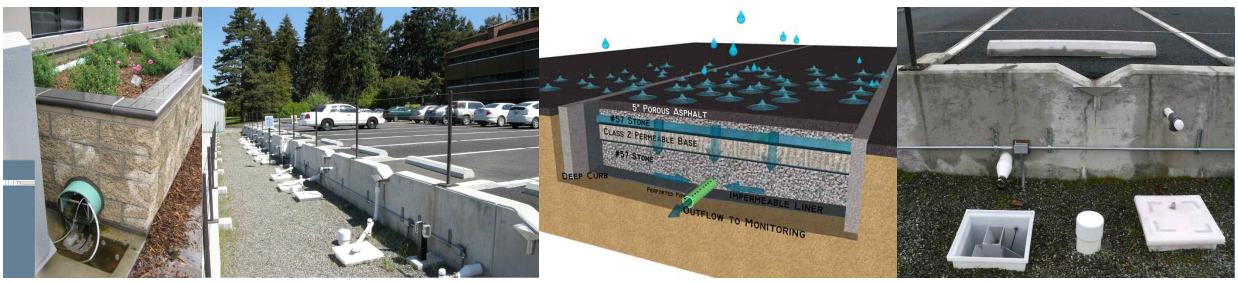
- 각 LID 실증구역의 특성에 맞는 모니터링 시스템 HW, SW 설계
- 실증실험단지에 적용될 모니터링 장비 검토 및 분석
- LID 시설에서의 모니터링 HW 장비 설치에 필요한 설계도면 및 체크리스트 제시
- LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 D/B 설계 및 통합 모니터링실 상황판 설계
- LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축에 관한 실직적인 가이드라인 제시
- 통합 모니터링 시스템 실시설계 최종보고서 작성

○ LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축 (4차년도)

- 각 LID 실증구역 별 모니터링 시스템 HW 구축
- 기타 LID 시설 모니터링 시스템 HW 구축(강우기상, CCTV)

○ LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 SW 구축 (4차년도)

- LID 실증단지 통합 모니터링 자료관리 D/B 구축
- LID 실증단지 통합 모니터링 웹 시스템
- LID 실증단지 통합 모니터링 상황표출, 홍보시스템



<LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축 관련 그림/사진>

○ 실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축 (5차년도)
- 실증실험단지 LID시설의 수질 모니터링을 위한 시스템 구축
- 후처리 항목 모니터링을 위한 수질실험 장비 구축
- 실증실험단지 지하수(수위, 전기전도도) 모니터링을 위한 시스템 구축

○ 자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축 (5차년도)

○ 실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼 (5차년도)



<실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축 관련 그림/사진>

○ 실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템 (6차년도)
- 지하수 우수저류시설 수위 모니터링 시스템 구축
- 주차장형, 빗물정원형 LID 시설 우수저류시설 수위 모니터링 시스템 구축
- 우수저류시설 수위 모니터링 실시간 웹 표출 시스템 연계

○ 실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화 (6차년도)
- 건축형, 도로형, 생태공원형 LID 시설 초음파유량계 검보정
- 주차장형, 빗물정원형 LID 시설 티핑버킷유량계 검보정
- 실증단지 유량 모니터링 자료 보정 알고리즘 개발

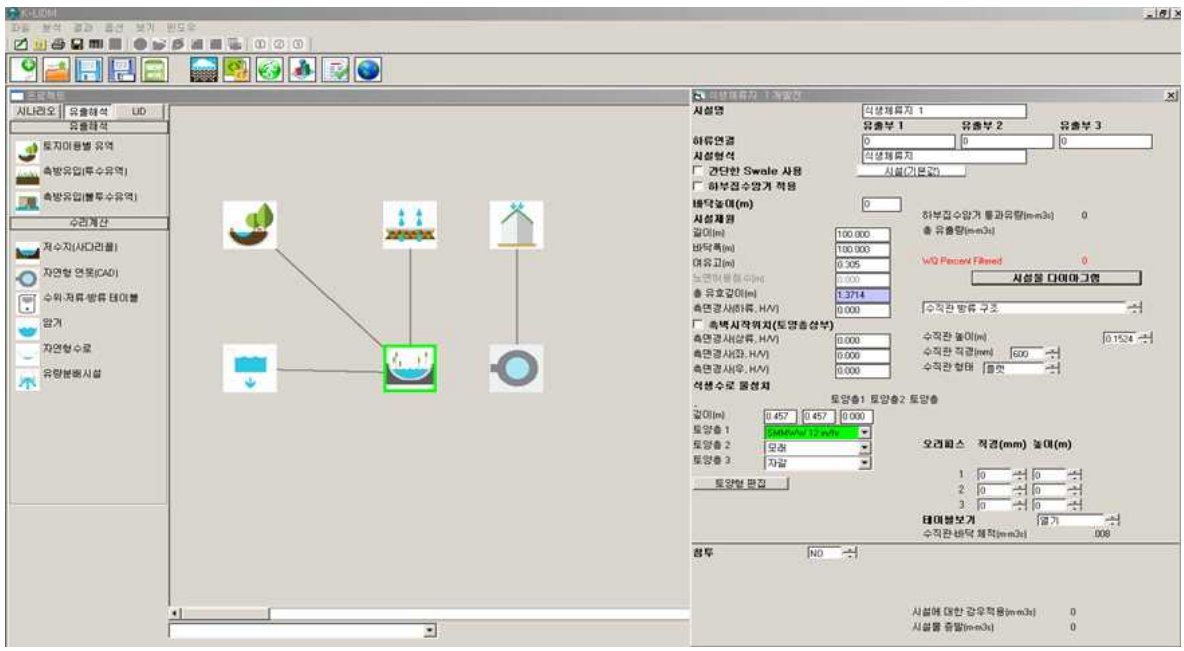
○ LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼 (6차년도)
- 기존 LID 시설관련 매뉴얼 및 가이드라인 현장 적용성 검토 및 개선
- LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼 작성

1세부과제	대표 연구 성과

□ (1-1-1] LID 설계기준 및 WWHM-SWMM기반 한국형 LID 해석모형 개발

○ WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형 개발(K-LIDM)

- K-LIDM은 HSPF를 기반으로 홍수유출모의 및 유역유출연속모의를 수행할 수 있으며 LID 기법 도입에 따른 유출저감효과, 물순환개선효과, 수질개선 효과를 엄밀하게 해석할 수 있는 소프트웨어임
- 모형은 투수유역, 불투수유역의 유역유출계산을 수행하며 하도, 암거, 저수지, 유량분배시설등에 대한 수리구조물 영향을 분석할 수 있음
- 모형에 탑재된 LID 시설 계산로직은 총 10개로 구성: 투수성포장, 식생체류지, 옥상녹화, 빗물집수통, 식생여과대, 수목여과박스, 침투저류지, 침투트렌치, 식생수로, 모래여과
- 모형은 SWMM 연계모듈을 통해 SWMM의 유역유출 계산로직과 연계계산이 가능하며 SWMM을 이용하여 우수관로 내부 유량의 동역학파 추적 계산이 가능함
- 모형의 입력자료는 강우, 증발량 등이 있으며 장기유출해석을 위한 자료는 국내 기상관측소 10개 지점에 대한 1시간 간격 강우, 일단위 증발량 데이터베이스와 5분단위 확률강우량 자료를 모형에 내장하고 있음
- 모형의 출력자료는 초과확률, 빈도해석, 유출수문곡선, 지하수함양, 수질계산결과를 그래프, 표, 통계값 형태로 제공함
- 기 미국에서 개발되어 LID 효과분석에 활용되고 있는 SWMM5 대비 본 연구에서 개발된 K-LIDM의 차별화 사항:
  ① LID 시설의 기하학적구조와 다층 구조의 내부 토양층을 반영할 수 있음
  ② LID 시설의 방류구조물의 수리계산 가능(수직관, 오리피스 등): SWMM 불가능
  ③ SWMM5의 모의가능 LID 시설은 7종, K-LIDM은 10종
  ④ 장기유출계산의 성능 우수: 기반모형 HSPF

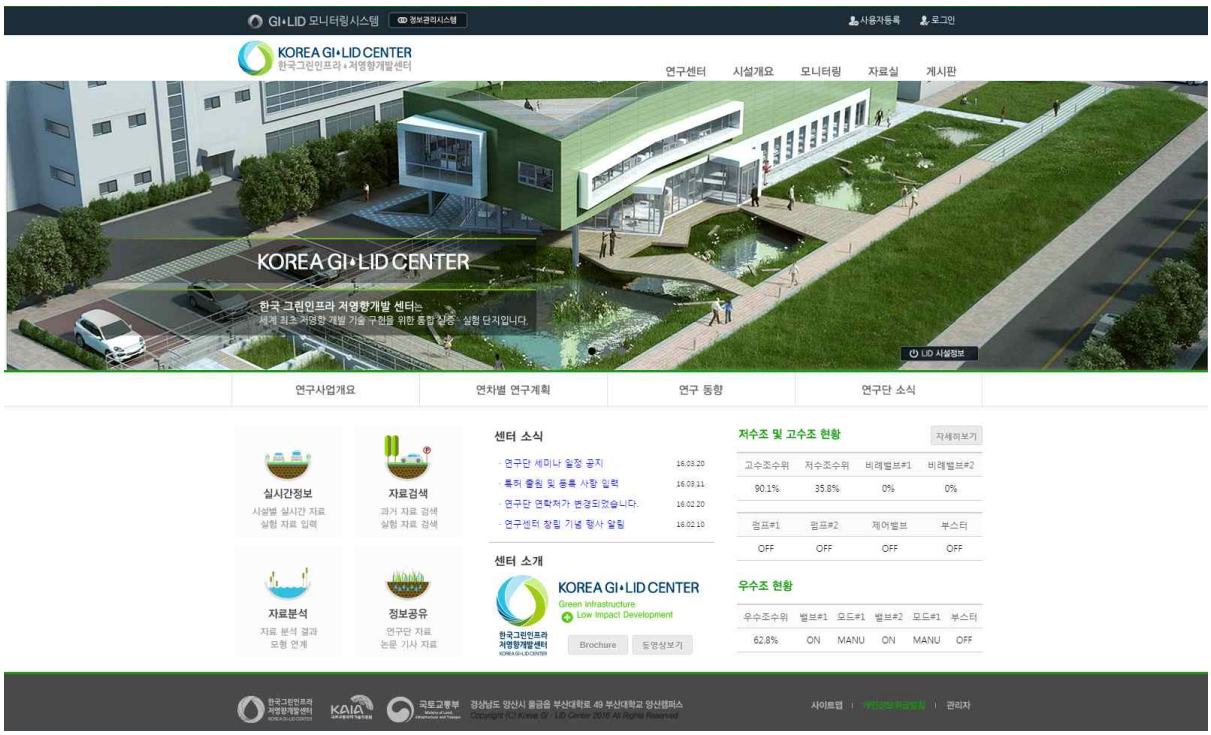


<K-LIDM 사용자 인터페이스>

1세부과제	대표 연구 성과

□ (1-1-1] LID 설계기준 및 WWHM-SWMM기반 한국형 LID 해석모형 개발

- GI&LID 정보관리시스템-포털
- GI&LID 정보관리시스템은 연구단에서 개발한 LID 기술정보 및 각종 LID 정보를 일반인, 기술자, 연구자 등에게 제공하여 LID 관련기술의 저변확대를 도모하고자 개발함
- 정보포털의 컨텐츠는 GI&LID 저영향개발센터, 요소기술, 설계/모형, 실증기술, 제도/정책, LID 제품 등록/조회, LID 교육으로 구성되어 있음
- GI&LID 저영향개발센터: GI&LID 저영향개발센터의 현황 및 주요 실험시설에 대한 전문적인 기술정보를 제공하여 연구성과의 확산 도모
- LID 요소기술: LID 일반 요소기술에 대한 소개, 연구단에서 개발한 한국형 LID 요소기술 정보 공개 및 종합 매뉴얼을 제공
- 설계/모형 컨텐츠: 저영향개발 계획·설계 모형에 관한 정보를 제공하고 소프트웨어를 다운로드 받을 수 있음
- 실증기술: LID 시범단지 시공관련 자료 및 한국 그린인프라 저영향개발 센터 운영 매뉴얼, 모니터링 운영 매뉴얼 등을 제공
- 제도/정책: 도시 물순환 회복을 위한 법률, 정책제도에 관한 정보 제시
- LID 제품 등록, 조회: 개별 기술요소별로 분류된 LID 시설물 정보를 등록, 조회할 수 있음
- 시스템 내부에 교육컨텐츠를 탑재하여 일반인, 전문가 그룹에 오프라인 LID 교육정보를 제공하고 향후 온라인 교육자료를 제공하고자 함



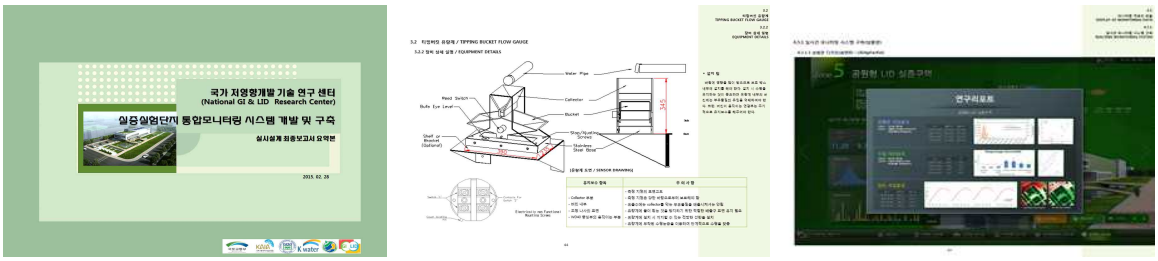
<GI&LID 정보관리시스템>

1세부과제	대표 연구 성과

○ LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축 (1-3세세부: 4~6차년도)

○ LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 (4차년도)

- LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축에 관한 실질적인 가이드라인 작성
- LID 시설 모니터링을 위한 HW, SW 설계지침



<LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 보고서>

○ LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축 (4차년도)

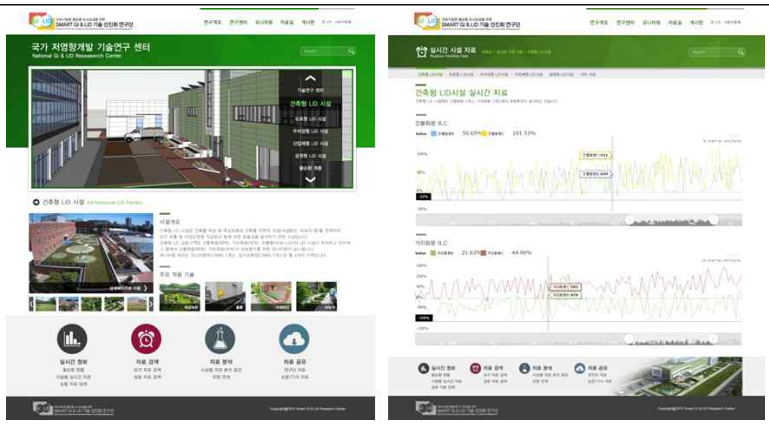
- 소유역에서의 소(小)유량과 수질에 대한 실시간 모니터링 시스템 구축
- 배출관의 직경은 D150으로 소형관 개수로 조건에서 유량-수질 모니터링을 하는 기술
- 실시간 수질센서를 설치하기 위한 공간 확보 및 최적의 모니터링 방안 마련
- 유량-수질 모니터링 자료를 안정적으로 DB서버에 송신할 모니터링 시스템



<LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축>

○ LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 SW 구축 (4차년도)

- 연구결과 분석자료, 유출량 저감효과, 수질 개선효과, 온도 저감효과 등을 표출할 수 있는 웹 시스템
- LID 실증단지 각 시설별 모니터링 자료에 대한 체계적인 D/B 관리
- LID 기술에 대하여 홍보 및 교육활동이 가능한 통합 모니터링 상황판 및 홍보시스템



<통합 모니터링 웹 시스템>

○ 실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축 (5차년도)

- LID 시설에서의 성능평가를 위하여 해당 시설의 유입 전후의 수질을 측정한 자료 필요
- 수질자료는 센서 방식의 실시간 수질항목과 수질실험에 의해 값이 도출되는 후처리 수질항목으로 분류
- 실증실험단지 내 LID시설의 성능평가를 위하여 유입 전후의 지점을 선정하여 센서 방식의 실시간 수질 모니터링 시스템을 설치하여 자료 도출
- 실증실험단지의 LID 시설에 적합한 후처리 모니터링 장비 선정
- 실증실험단지 준공에 따른 단지 주변의 지하수위(전기전도도 포함) 변화에 대한 실시간 모니터링 자료 관리



<실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축>

○ 자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축 (5차년도)

- 현재 운영되고 있는 CCTV 모니터링 시스템에 추가하여 LID 시설을 세부적으로 모니터링하기 위한 추가지점 선정 및 CCTV 모니터링 시스템 설치



<자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축>

○ 실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼 (5차년도)

- LID 시설에서 측정된 모니터링 자료의 안정적 수집·관리 방안

- 각 실증구역별 모니터링 장비에 대한 유지관리 방안
- 모니터링 보조장비(연결관, 샘플링박스 등)에 대한 사용방법 및 유지관리에 관한 가이드



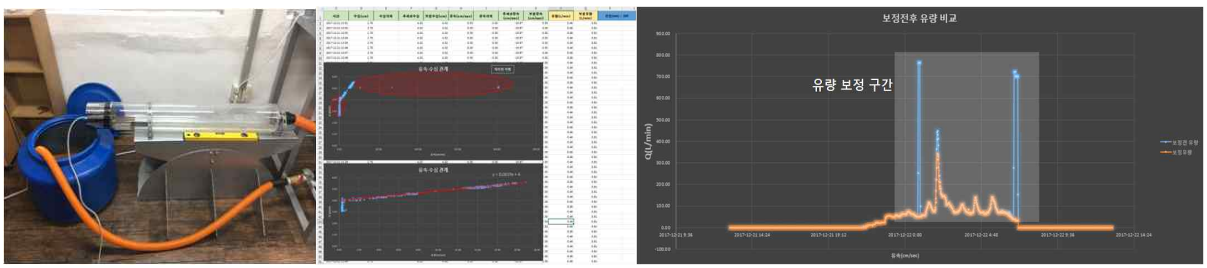
<통합 모니터링 시스템 유지관리 지침>

○ 실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템 (6차년도)
- 우수저류시설의 성능평가를 위한 수위 모니터링 자료 확보
- 확보된 자료 기반의 실시간 웹 표출 시스템 연계



<실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템 구축>

○ 실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화 (6차년도)
- 실증단지내 유량 모니터링 시스템에서 계측되는 유량 자료의 신뢰성 확보



<실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화>

○ LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼 (6차년도)
- 수환경 모니터링 매뉴얼 추가 작성 필요
- 현장 적용성 검토를 통한 기존 매뉴얼 및 가이드라인 개선

- 모니터링 시설 및 자료 위주의 운영 및 유지관리 통합(최종) 매뉴얼 작성



<LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼>

1세부과제	정량적 연구성과 및 기대효과

□ 최종성과물 정량적 연구성과(성과수량으로 표기)

세세부	SCI	일반 학술지	학술발표	특허등록	특허출원	소프트웨어	시제품 제작	기타
1-1	7	17	47	15	15			포럼1건
1-1-1	5		14			6	2	기술문서 12건
1-2		5	26					
1-3	1	2						기술문서 2건
1-4			3	8	1			기술문서 1건
1-5				10	8	5	15	기술문서 5건
합계	13	24	90	33	9	11	17	-

□ 기대효과 및 활용방안

세세부	최종 성과물	기대효과 및 활용방안
1-1	LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영	• 한국형 LID 시설물 운영·관리 방안 제시로 국내실정에 맞는 종합적인 시설물 운영·관리 방안으로 활용 가능
	LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화	• 도시개발 및 재생 초기단계에서부터 LID 적용을 위한 의사결정지원시스템의 개발 • 국내실정에 맞는 종합적인 LID 시설물 운영·관리 방안으로 활용 가능
1-1-1	WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형 (K-LIDM)	• 한국형 LID 해석모형(K-LIDM)개발을 통한 LID 시설 설계의 과소-과대-착오 설계최소화: 합리적 설계 지원 • 국내 LID 해석소프트웨어 개발로 국외 상용프로그램 수입대체, 해외 수출가능
	GI&LID 정보관리시스템 -포털	• GI&LID 관련 일반정보, 전문가 정보 제공을 통한 LID 기술의 저변확대 기여 • LID 교육컨텐츠 제공
1-2	한국형 저영향개발 수변·친수 도시 계획 및	• LID 요소기술의 직접적인 효과 검증 및 최적 설계방안 수립 가능

	설계 가이드라인: 그린수변도시계획·설계	• 도시개발사업화 전략 수립을 통한 산업의 활성화 및 중·소규모 기업의 육성과 동반성장
	한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템	• 기술 선점을 통한 설계기술 확보 및 물순환 수변·친수 도시조성 실적용(기본·실시설계)
1-3	모니터링 시스템 통합운영 및 유지관리 표준화 가이드라인 작성	• LID 시설물 적용 단계에 따라 구체적인 관리항목을 제시함으로써 기 설치된 시설물외에도 향후 설치될 LID 시설물 유지·관리에도 효과적인 관리 지표로 활용 • 사용자의 편의성 및 효율성을 위해 제시되었으며 LID 관련 실무자, 시설물 이용자 등 다양한 관리주체 및 시설에서 모니터링과 유지관리 시에 적용가능한 간편요약서로 활용
1-4	LID 실증실험단지 통합운영방안 구축 및 시공백서 작성	• 실증실험단지의 실시설계도면 등과 같은 시공에 관한 전반적인 자료수록 및 각 요소기술별 장치의 효율적인 운영 및 유지관리를 위한 방안을 구축하여 실증단지 운영 및 관리에 대한 계획 수립
1-5	LID 실증단지 통합모니터링 시스템 실시설계	• LID 실증단지 통합모니터링 시스템 개발 및 구축에 관한 실질적인 가이드라인을 마련함으로써 LID 시설 모니터링을 위한 HW, SW 설계지침으로 활용 가능
	LID 실증단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축	• LID 실증단지 구역별 LID 시설 검증을 위한 모니터링 시스템 하드웨어 구축하여 LID 시설에 대한 신뢰성 있는 모니터링 자료 확보가 가능함
	LID 실증단지 통합모니터링 시스템 SW 구축	• LID 실증단지에서의 모든 자료를 통합으로 관리하고 통합모니터링 상황판과 홍보시스템으로 표출함으로써 LID 기술을 전문가와 비전문가에게 홍보 및 기술교육이 가능한 공간 활용이 가능함
	실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축	• 실증실험단지 LID 시설에 대한 강우기상, 유량 모니터링 시스템에서 추가된 수환경 모니터링 시스템을 구축하여 다양한 항목의 수집된 자료를 기반으로 LID 시설의 유지·관리 측면과 LID 기법 적용효과 분석이 가능하고 추후 도시 단위의 LID 기술 적용시 LID 시설 설치 전후 자료로 활용이 가능함
	자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축	• 자료분석 시스템은 LID 시설에서 수집된 모니터링 자료들을 분석하여 LID 시설의 정량적 성능평가가 가능하도록 함 • 영상수집 시스템은 영상관리 Tool을 이용하여 수집된 영상을 효율적인 관리가 가능하도록 하며 LID 시설의 실험 과정을 시설별, 일자별, 실험별로 수집하므로써 실험 과정에서 발생할 수 있는 오류를 확인하고 오류과정에서 발생된 모니터링 자료를 보정할 수 있음
	실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼	• 실증실험단지 구역별 설치된 모니터링 장비 상세, 모니터링 장비 사용법 및 유지관리 방안, LID 시설에서 측정된 모니터링 자료의 안정적 수집·관리 방안(센서, 데이터로거, 통신모듈, 실증실험동 모니터링실 연계) 등을 내포한 매뉴얼로서 LID 모니터링 시설에서의 유지관리에 대한 가이드라인 제시
	실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템	• 우수저류시설 모니터링 시스템 구축으로 LID 관련 우수저류시설의 자료를 정립하고 단지 전체의 물수지 분석에 필요한 자료를 제공하여 LID 실증단지 전체의 효율

		성 평가에 도움을 줄 것으로 판단
	실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화	• 유량 모니터링 시스템 검보정 작업과 유량 보정 알고리즘으로 정확한 유량 자료 제공에 도움을 줄 것으로 판단
	LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼	• 실증실험단지 구역별 설치된 모니터링 장비 상세, 모니터링 장비 사용법 및 유지관리 방안, LID 시설에서 측정된 모니터링 자료의 안정적 수집·관리 방안(센서, 데이터로거, 통신모듈, 실증실험동 모니터링실 연계) 등을 내포한 매뉴얼로서 LID 모니터링 시설에서의 유지관리에 대한 가이드라인 제시

2세부 과제	한국형 LID기반 친환경 물순환 그린인프라구축 기술 개발

[연구 개요]

○ 공간시설 및 공공·문화체육시설의 GI & LID 시스템 개발 [2-1]

- LID기반 융복합 그린인프라 시스템 적용 방안 수립
- 침투 저류형 입체 보도시스템의 현장 적용 평가 및 기술 개선
- LID 요소기술인 빗물정원, 투수블록, 수직침투관, 침투화분 빗물저류조 등에 대한 가이드라인 개발
- 한국형 LID 요소기술 설계·시공·유지관리 종합매뉴얼 구축

○ 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술개발 [2-2]

- 저영향개발 기법을 접목하여 국내의 도심지 도로교통시설에서 요구되는 내구성능 강화 포장구조 기술 제안
- 단위 LID시설 기반 도로교통시설 포장구조체·도로기하구조 개선기술 개발
- 개발 기술의 지반공학적 및 수리환경적 안정성 확보, 실험적 성능 검증과 평가
- LID 기반 포장형 도로교통시설에 대한 설계·시공·유지관리 표준절차(안) 종합구축

[목표 및 내용]

2세부과제 협동기관 - 한국건설기술연구원

최종목표 **한국형 LID 기반 물순환 그린인프라 구축 기술 개발**

핵심 LID 요소기술의 선진화를 목적으로 기후변화에 대응하고 재해에 강건한 생태 도시 조성을 위한 공간시설, 공공문화체육시설, 교통시설을 대상으로 LID 기반의 친환경 물순환 그린 인프라 구축기술 개발

기술 A (KICT)	기술 B (서영 ENG)	기술 C (공주대학교)
공간시설 및 공공문화 체육시설의 GI & LID 시스템 개발	한국형 LID 기반 도로교통시설 물순환 기술 개발	한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발
▪ LID기반 융복합 그린인프라 시스템 적용 방안 수립 ▪ 저류 침투형 입체보도 시스템의 성능평가 및 검증 ▪ 침투 저류형 입체 보도시스템의 현장 적용 평가 및 기술 개선 ▪ 침투 저류형 입체 보도시스템의 성능향상 ▪ 한국형 LID 요소기술 종합매뉴얼 개발	▪ LID기반 도로교통시설 요소기술 고안, 시스템 적용안 수립 ▪ LID기반 도로교통시설 요소 기술 개발 ▪ 도로교통 LID시설의 최적설계 기법(안) 적용성 평가·구축 ▪ LID기반 도로교통시설 Prototype 시공·물순환 효과 검증 ▪ LID기반 도로교통시설의 설계·시공·유지관리 매뉴얼 작성	▪ 국내 강우사상에 대응 가능한 한국형 빗물정원 기술 개발 ▪ 국내 강우사상에 대응 가능한 한국형 침투화분 기술 개발 ▪ 한국형 LID 시설 매뉴얼 개발 및 설계기법 제시 ▪ 실증실험단지 시범적용 및 실시설계서 개발

2세부 과제	대표 연구 성과

□ [2-1] 공간시설 및 공공·문화체육시설의 GI & LID 시스템 개발

○ 한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼

- 한국형 LID기반 요소기술 개념 정립
- LID 요소기술인 빗물정원, 투수블록, 수직침투관, 침투화분 빗물저류조 등에 대한 가이드라인 제작
- 표준화된 매뉴얼로서 기술의 개요, 성능, 설계, 시공, 유지관리, 사례 등 자세하고 다양한 정보 제공
- 침투저류형 입체보도 시스템 가이드라인, 물순환형 투수성 도로 및 포장기술 가이드라인, 빗물정원 기술 가이드라인 등 세부 매뉴얼 통합
- LID 적용의 의사결정자 및 시민에게 GI&LID 개념과 LID 기술, LId 적용 절차 등의 이해를 돕기 위하여 간략히 저술한 가이드북 제작
- 그린인프라 포켓북 (Green Infra Pocket Book)
- LID기반 기술요소들의 계획・조사・설계・시공・유지관리 적용단계별 매뉴얼 표준 구축
- 한국형 저영향개발기술 종합 매뉴얼 : 그린도시인프라

○ 침투저류형 입체보도 및 측구시스템 기술

- 경사형 유입부와 토사관리부를 통한 토사유입방지 기술 개발
- 유형 측구를 이중으로 설치하여 하부에 일시 저류공간을 마련하는 이중관로형 측구침투시설 개발
- 무동력 형태의 중력가변트랩 방식의 기능회복 기술 개발 제시
- LID 입체보도 시스템의 빗물관리 용량 및 성능평가
- 투수성 포장 시험구간에 대한 투수블록 표면의 투수능 실험
- 투수성 포장 시험구간의 구간별 빗물관리 용량 산정
- 회복 기술 개발 제시화



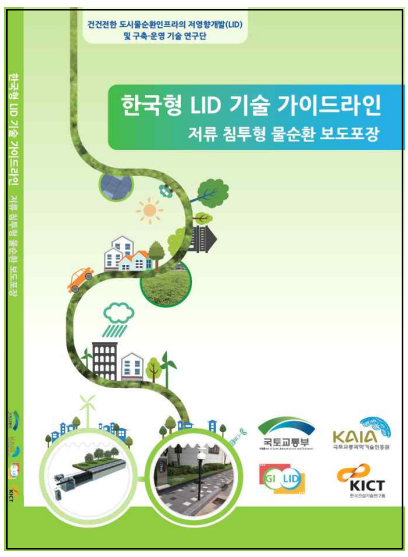
<한국형 저영향개발 기술 종합 매뉴얼 : 그린도시인프라>



<저류 침투형 물순환 보도포장 LID 입체보도 시스템 개념도>



<저류 침투형 물순환 보도포장 기술 구성 요소>



<저류 침투형 물순환 보도포장기술 가이드라인>

2세부 과제	정량적 연구성과 및 기대효과

□ 최종성과물 정량적 연구성과(성과수량으로 표기)

세세부	SCI	일반 학술지	학술발표	특허등록	특허출원	소프트웨어	시제품 제작	기타
2-1		15	48	8	13		1	
2-2		7	10	4	3		1	현장시험 1
합계		22	58	12	16		2	-

□ 기대효과 및 활용방안

세세부	최종 성과물	기대효과 및 활용방안
2-1	한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼	•한국형 LID기반 기술요소들의 계획·조사·설계·시공·유지관리 적용단계별 매뉴얼 표준 구축하여 관련분야 전문가, 의사결정자들의 가이드라인으로 활용
	침투저류형 입체보도 및 측구시스템 기술	•투수성 블록, 빗물 저류조, 초기 빗물 처리장치, 띠녹지 경계판, 수직침투관 등의 연계를 통하여 보도 공간을 입체적으로 활용하여 빗물을 관리하는 시설로 보도면에서의 빗물을 저류, 침투, 처리, 이용 확대에 기여
2-2	한국형 LID 도로교통시설 매뉴얼	•지역적 현장 특성이 반영된 LID 도로교통 인프라 구축을 위하여, 시설 설계 · 시공에서 요구되는 공학적 기초도구와 절차 가이드라인으로 활용 가능
	LID기반 투수성도로 포장구조체	•기존 배수성·투수성 포장대비 개선한 포장구조체 제공으로 포장 지지력 및 내구성능, 도로평탄성 확보에 기여
	LID기반 투수성도로 길어깨	•기존 불투수내지 배수성 포장구조에서 도로내구성능 및 빗물유출저감 LID 성능강화 동시 확보, 비용 절감 •단계적-부분적 도로기하구조 개선을 통한 LID시설화 예산 절감 및 효율적인 운용

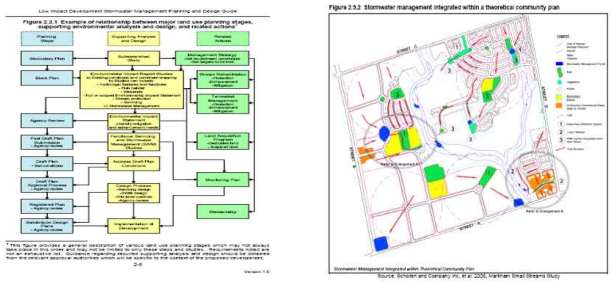
3세부과제	대표 연구 성과

□ LID 기반 물순환 도시 조성 안내서 (3-1 세세부) LHI

○ 도시유형별, 토지이용별 적정한 LID 적용을 위한 도시 계획·설계 안내서

○ 본 연구기간동안 차년도별 일련의 연구내용을 종합적으로 정리한 LID기법 적용 도시 구축사례 및 연구사례와 계획에서 관리까지의 프로세스 상에서 LID기법의 적용방안에 대하여 정리한 것으로 본 연구의 최종성과물로 설정함.

○ LID 기반 물순환 도시 조성시 계획자, 개발자 및 이용자 등이 도시유형별, 토지이용별 적정한 LID 적용을 위하여 참조할 수 있는 계획·설계 통합모델, 도시 설계 매뉴얼을 포함한 안내서 개발



<LID 기반 물순환 도시 조성 안내서>

□ LID 기반 물순환 신도시 적용 기술 (3-2 세세부) 태영건설

○ 신도시 규모 LID & GI 시설 적용에 따른 효과 예측 및 운영을 위한 통합프로그램 치 유지관리기술

○ 국내 신도시에 도입된 LID 시설의 적용 및 운영 기술을 개발하여 LID 기술 도입에 따른 수문, 도시환경 등 효과검증 및 최적 유지관리를 할 수 있는 기술에 대한 요구 반영

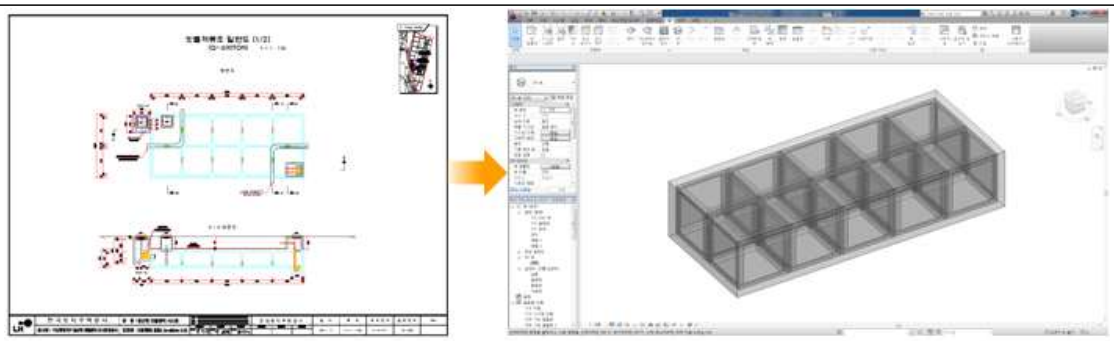
○ 국내 신도시에 적합한 LID 적용에 따른 도시 수문 및 환경개선 효과 예측 및 유지관리를 위한 운영 시스템 확보

□ 도시물순환 인프라의 BIM기반 설계 기법 개발 (3-1-1 위탁) 유비이엔씨

○ LID 개념이 도입된 도시물순환 인프라의 설계를 BIM기반으로 수행할 수 있는 설계기법 개발

○ IT 기반의 3차원 BIM 설계 기법을 도입하여 정보화 기반의 설계기술 확보

○ 다양한 정보를 담고 있는 BIM 모델을 활용하여 계획, 설계, 유지관리 등의 단계에서 지속적으로 활용하여 비용 절감 도모



<BIM기반 설계 기법>

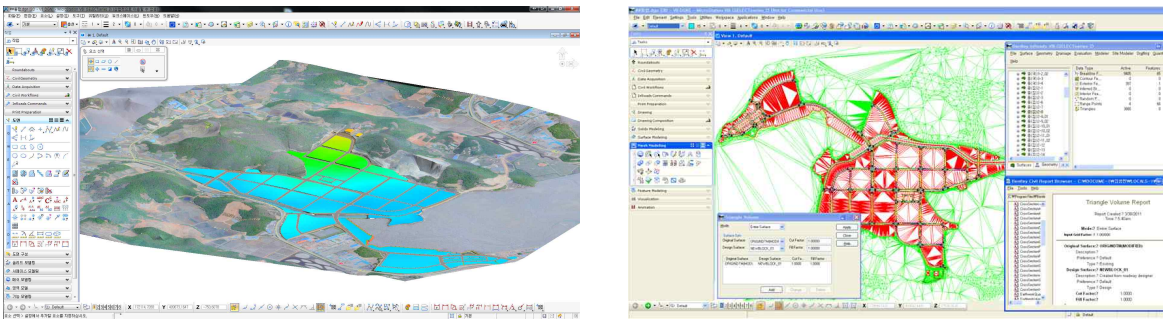
□ BIM기반 도시물순환 인프라 의사결정지원시스템 개발 (3-3 세세부) 아이디엠이엔씨

○ LI LID기반 물순환 도시의 계획, 설계, 운영에 활용 가능한 BIM 소프트웨어 기반의 의사결정지원시스템 개발

○ BIM 기술을 계획 및 설계에 활용하기 위해 의사결정지원시스템 개발을 연구 성과로 설정

○ LID기반 물순환 인프라에 대해 개발된 BIM 라이브러리와 BIM 설계 기법을 활용하여 LID 물순환 도시의 효율적 계획 및 최적화 설계, 나아가 시공 후의 운영 및 유지관리에도 활용할 수 있도록 함

○ 이를 통해, 최신 IT 기술을 활용하여 계획 및 설계 단계에 시각적인 측면의 신속한 의사결정을 지원하는 기술을 확립하고, 완공 후 운영 및 유지관리 단계에도 활용하여 경제적 편익을 향상시키도록 함



<BIM기반 도시물순환 인프라 의사결정지원시스템>

□ LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발(3-4 세세부) KEI

○ LID/GI를 적용의 환경·사회·경제 등에 대한 다변영향을 평가하기 위한 사용자 중심의 도구

○ 정량적/정성적 지표의 적용을 통하여 실제 해당 부지에 손쉽게 모의적용할 수 있도록 하기 위해 1·2차년도 연구결과를 기반으로 한 웹기반 도구를 작성하도록 설정하였음

○ LID/GI 기술을 적용하고 사업화를 진행하는데 있어 타당성을 손쉽게 평가하고 부가적인 효과의 파악을 가능하게 하여 기술적용의 수준을 결정하는데 있어 효과성을 증대

○ LID/GI와 국제적으로 논의가 활성화되고 있는 생태계서비스를 연계하여 다변영향평

가도구를 개발하고, 이를 세종시를 대상으로 하여 그 활용성 등을 검토하고, LID 기반 도시계획 의사결정지원시스템에 연계 및 기후변화 적응효과 분석 방법 등을 마련



<LID/GI 다변영향평가 도구 모의 적용 절차>

□ LID 시범적용단지 계획 및 설계 (3-1 세세부) LHI

○ 목적: 공공부지 LID 재생 모델

- 물순환 기능 향상을 위한 LID 재생 설계 기술 개발
- 기존 공간(도시) 등의 LID 적용 방안 제시
- 저에너지, 저비용의 구조적/비구조적 LID 요소기술 적용 방안 제시
- 연구 및 교육·홍보 시설 구축
- LID 시범단지 운영관리 방안 마련

○ 구성: LID 적용 전·후 비교 및 적용·비적용 대조

- 연구동 : LID 시설 적용
- 행정동 : LID 시설 비적용

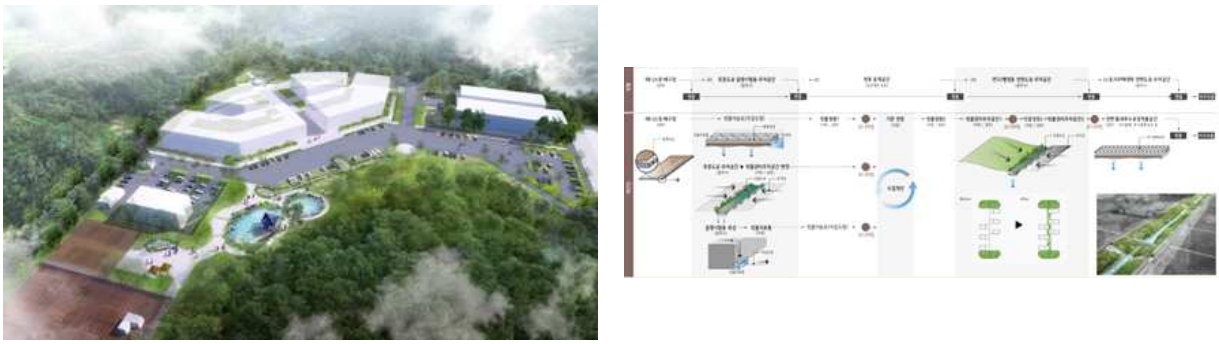
○ 전체강우의 78.4% 빗물 유출 저감

○ 전체 강우량의 54.9% 강우 유출 억제

○ 연구모니터링 시설을 통한 장기 데이터 확보

○ 홍보부스를 설치하여 방문객 등에 물순환 회복 홍보

○ LID 시설을 생태학습장 등으로 활용하여 일반인 등의 GI 및 LID 지식 고양



<LID 시범적용단지 조감도>

□ 도시재생형 LID 시범단지 조성 (3-1 세세부) LHI

○ LID 국내확산을 위한 교육&홍보 견학단지 조성

- (적용지역) LH토지주택연구원 부지 내
- (규　　모) LID 적용 대상 면적 42,170㎡
- (구축시설) 공원형: 식생도랑, 빗물정원, 투수포장, 저류시설
  건축형: 빗물정원, 인공습지, 투수포장, 저류시설
  복합형: 빗물정원, 저상녹지, 투수블록
- (효　　과) 시범단지에서의 LID 효과 체험 및 현장 기술 피드백을 통한 중앙정부, 지자체 공무원과 각 공공기관 및 민간 시공·설계사 등을 대상으로 하는 교육프로그램 개발 통한 전문가 양성 및 홍보



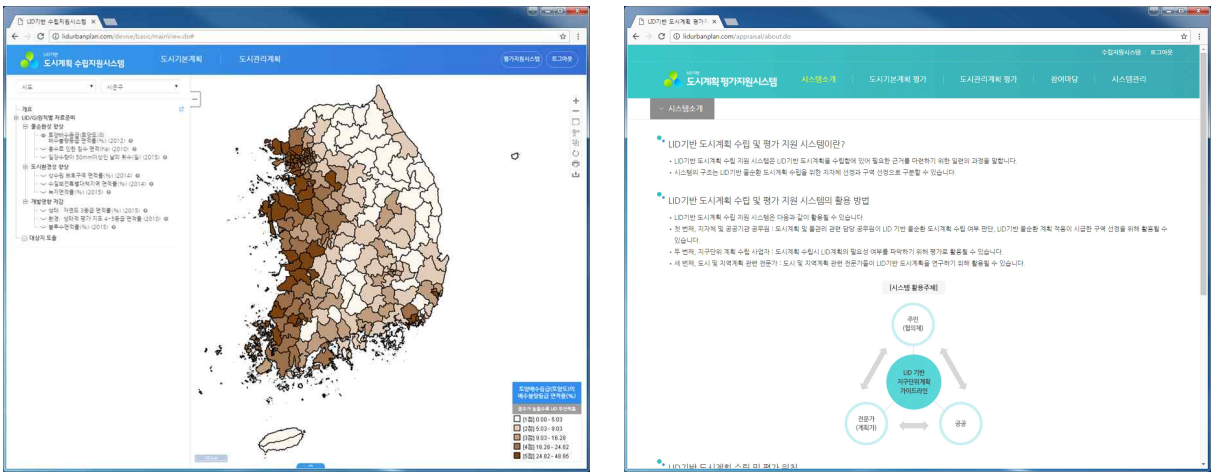
<LID 시범단지 조감도 및 LID시설 조성 현황>

□ LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 위탁) 우리강산시스템

○ LID기반 도시계획 및 지구단위계획을 수립하기 위한 지표와 공간정보를 분석하여 평가지표 제시

○ LID의 도입이 필요한 도시(지자체) 및 지구단위 대상지 도출

○ 웹 기반의 LID기반 도시계획 의사결정지원시스템 개발

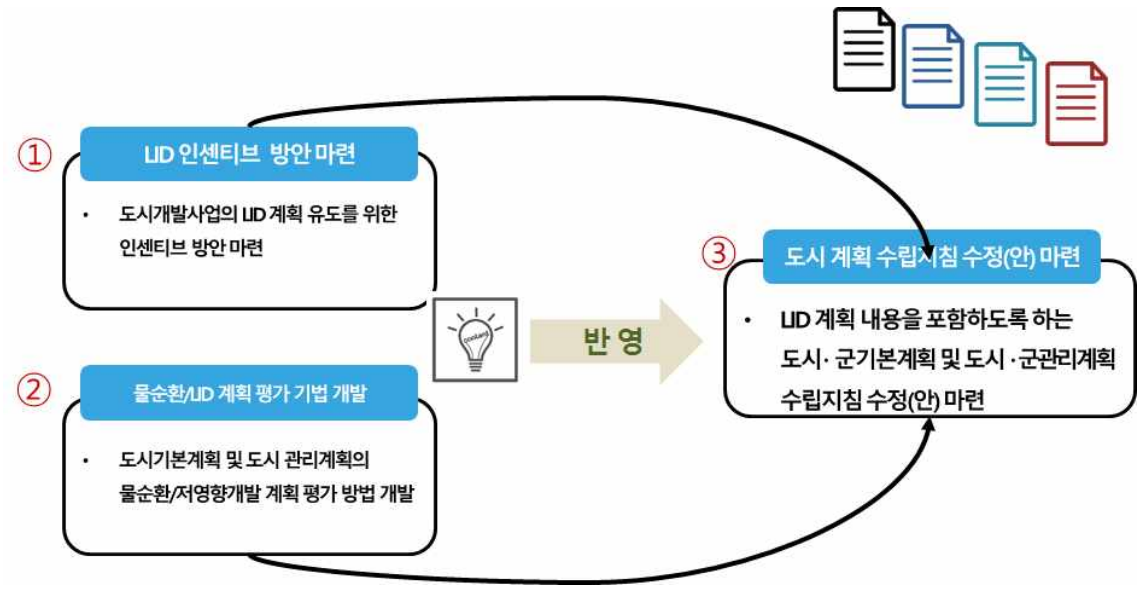


<LID기반 도시계획 의사결정지원시스템>

□ LID 기반 도시계획 수립 및 평가지원 체계 개발(3-1-3 위탁 3~4차년도, 3-5세세부 5~6차년도) 충북대학교

○ 기존 도시계획 수립체계를 개선하여 LID 기반의 도시계획을 수립할 수 있도록 수립 및 평가 지원 체계 개발

○ LID 기반 도시기본·관리계획 수립 및 평가지원 매뉴얼, 표준 LID 기반 지구단위계획 지침 및 도시계획법률 개정(안) 제안



<LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계(안)>

3세부과제	정량적 연구성과 및 기대효과

□ 최종성과물 정량적 연구성과

세세부	SCI	일반 학술지	학술발표	특허등록	특허출원	소프트웨어	기타
3-1	2	12	56	3	2	2	40
3-1-1							
3-1-2							
3-1-3						2	
3-2		2	6				1
3-3			3				
3-4		4	12			2	1
3-1-3, 3-5		2	3				
합계	2	20	80	3	2	6	42

□ 기대효과 및 활용방안

세세부	최종 성과물	기대효과 및 활용방안
3-1 LHI	LID 기반 물순환 도시 조성 안내서	- LID 시범단지 설계를 통한 저비용 적용 방법으로 유출량 감소 및 탄소발생 저감효과 극대화 - LID 도입을 위한 적정 식생 구축방안 등 국내 실정에 맞는 도시유형별 및 토지이용별 LID 기법 적용 방안 제시 - 개발기술 수준 설정근거 제시
	LID 시범적용단지 계획 및 설계	- 공공부지를 대상으로 한 재생 GI&LID 도시 설계 및 기술 적용방안 제시 - 도시개발사업 내 GI&LID 기법 도입시 저비용, 저에너지의 기술 도입 방안 제시 및 교육 - 국외 GI&LID 기술 평가를 위하여 구축된 센터 또는 시범단지와 동등한 수준으로 향상 - Retrofit 단지를 위한 LID 설계 프로세스별 구체적인 실시방안의 제시 필요 및 그에 따른 개선된 LID 계획 설계의 적용
	LID 물순환 그린인프라 단지 재생	- LID 시범단지는 도시지역에서 LID 도입을 위한 융·복합적인 LID 적용 모델 제시 - LID 시범단지의 조성은 LID 효과 체험 및 현장 기술 피드백을 받을 수 있는 교육의 장으로서 교육프로그램 개발을 통한 전문가 양성 및 홍보에 활용
3-1-1 유비이엔씨	도시물순환 인프라의 BIM기반 설계 기법 개발	- LID 개념이 도입된 도시물순환 인프라의 설계를 위한 BIM기반의 설계기법 개발

		- IT 기반의 3차원 BIM 설계 기법 도입을 통한 정보화 기반의 LID 설계기술 확보
3-1-3 우리강산시스템	LID 기반 계획 평가 및 수립지원 시스템 개발	- 공간계획 및 정책결정 과정에서 상충되는 여러 목표 간의 갈등을 최소화하고, LID적용에 있어 객관적인 의사결정을 수행할 수 있도록 근거자료 제공 - 국토공간계획 및 정책의 수립-평가 과정에서 의사결정에 필요한 정보 지원
3-2 태영건설	LID 기반 물순환 신도시 적용 기술	- 국내 신도시에 적합한 LID 도입을 위한 도시 수문 및 환경개선 효과 예측 및 유지관리를 위한 운영시스템 확보
3-3 아이디엠이엔씨	BIM기반 도시물순환 인프라 의사결정지원시스템 개발	- BIM 설계 기법을 활용하여 LID 물순환 도시의 효율적 계획 및 최적화 설계 - LID 도입 후 운영 및 유지관리에 활용
3-4 세세부	LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발	- 타 세부의 요소기술 개발과 더불어 지구단위계획 측면에서 이를 종합할 수 있는 다변영향평가도구의 적용을 통하여 환경편익을 추정하고 환경·사회적 타당성을 확보하는데 활용 - LID/GI를 적용하는 개발사업자, 도시계획 컨설팅 등에 활용
3-1-3, 3-5 충북대	LID 기반 도시계획 수립 및 평가지원 체계 개발	- 전 국토의 계획적인 LID 기반 도시계획 수립이 가능한 관리기술 제공 - 도시 내 강우 유출수의 자원화 및 우수, 지하수, 상하수, 하천수 등을 연계하는 물 순환 건전화 및 최적관리 체계 구축을 위한 기반 조성 가능

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1
2. 국내외 기술 개발 현황 ····· 48
3. 연구 수행 내용 및 성과 ····· 61
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 101
5. 연구개발성과의 활용 계획 ····· 110
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 133
7. 연구개발성과의 보안등급 ····· 139
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황 ····· 142
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ····· 143
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적 ····· 144
11. 기타 사항 ····· 162
12. 참고 문헌 ····· 163

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

○ 국내 수자원 현황 및 물관리 여건의 변화

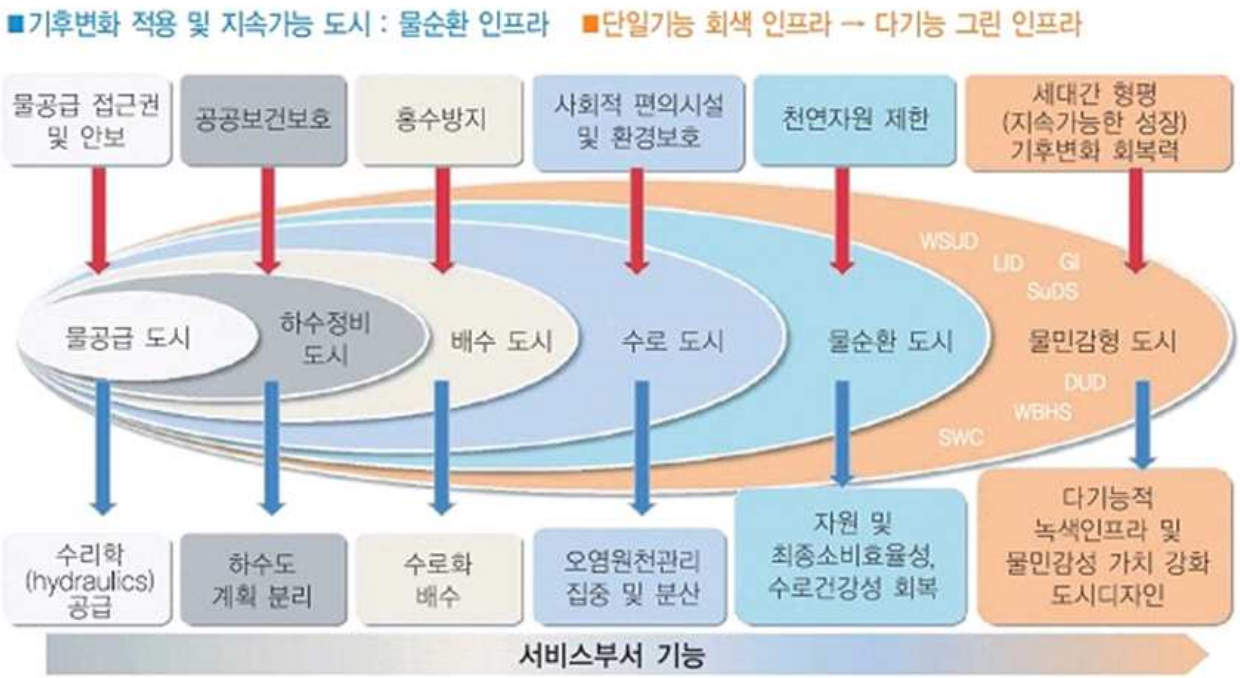
- 지속적인 기후변화와 도시화로 인하여 강우량 및 강우강도는 약 20% 증가하고, 강우일수는 14% 감소하며 도시기온이 최대 3℃ 까지 증가 등의 문제가 현실임.
- 이로 인하여 도시 물순환 체계파괴, 그로인한 도시 물관리 여건과 환경이 악화되고 있음. 특히 불수면적의 증가로 인한 도시홍수 및 침수의 증가, 잦은 도시 고온현상, 그리고 도시하천의 건천화로 인한 수질의 악화를 야기시켜 오고 있음.
- 따라서 기존의 하천중심의 관리차원을 넘어선 도시단지 및 유역차원의 수자원 확보 및 재해경감 기술의 새로운 패러다임이 필요한 시점이며 도시의 수문학적 물순환 회복을 통한 안전한 도시, 깨끗한 도시 및 건전한 도시를 구축하기 위한 기존의 집중형을 넘어 분산형 유역수자원관리기술 개발이 요망됨.



<저영향개발 기술의 필요성>

○ 지속가능 녹색도시를 위한 물관리 파라다임 변화

- 최근 세계적인 국토, 도시 및 환경 관리의 목표는 지속가능성(Sustainable)과 녹색화(Greening)에 있음
- 물공급, 배후 및 하수정비에서 물순환과 물민감 도시로 물관리 패러다임 변화
- 이를 위해 저영향개발(LID, Low Impact Development) 및 그린인프라(GI, Green Infrastructure) 기반의 분산식 빗물관리의 도입이 필요함.



<물관리 패러다임의 변화>

○ 최근 심화되는 기후변화와 도시화로 인하여 도시홍수 피해최소화, 대체수자원 확보 및 도시 수환경 개선하고 지속가능한 물순환도시 조성을 위한 저영향개발(LID) 기법의 확산이 필요함

○ 이에 따라 본 연구단은 도시홍수저감, 빗물관리 등 도시 물순환 건전성 회복을 위한 저영향개발(LID) 요소기술 실증 및 도시적용기술 개발을 목표로 함

○ 저영향개발 실증실험동 및 실증단지 구축 및 LID 기법/인프라의 효율성 평가

○ 한국형 저비용, 고효율 융합형 LID 요소기술 개발

○ LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영기술기술 개발



<연구단 최종목표>

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

효율적인 LID 요소기술의 적용을 위한 요소기술 검증 기법 개발 및 표준화 방안을 개발하고, 도시 특성에 따른 효과 분석을 목적으로 물순환 도시 조성을 위한 국가 GI & LID 검증 실험단지 구축 및 해석기술을 개발함



<1세부 단위과제별 연구개발 목표>

(가) 국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)

(1-1세세부: 1~6차년도)

○ LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영

○ 한국 저영향개발 기술검증실험장비 및 기법 매뉴얼 개발

○ 한국 저영향개발 실외실증실험단지 검증평가 및 운영 매뉴얼 개발

○ LID 요소기술의 실험 및 계측방법의 개선을 위한 민감도 분석

○ 저영향 개발 기법 기반 우수 활용 시스템 구축 기술 개발

○ 한국 그린인프라 저영향개발 교육 프로그램 개발

○ 한국 그린인프라 저영향개발 정보포털 개발



<1-1세세부 연구목표>

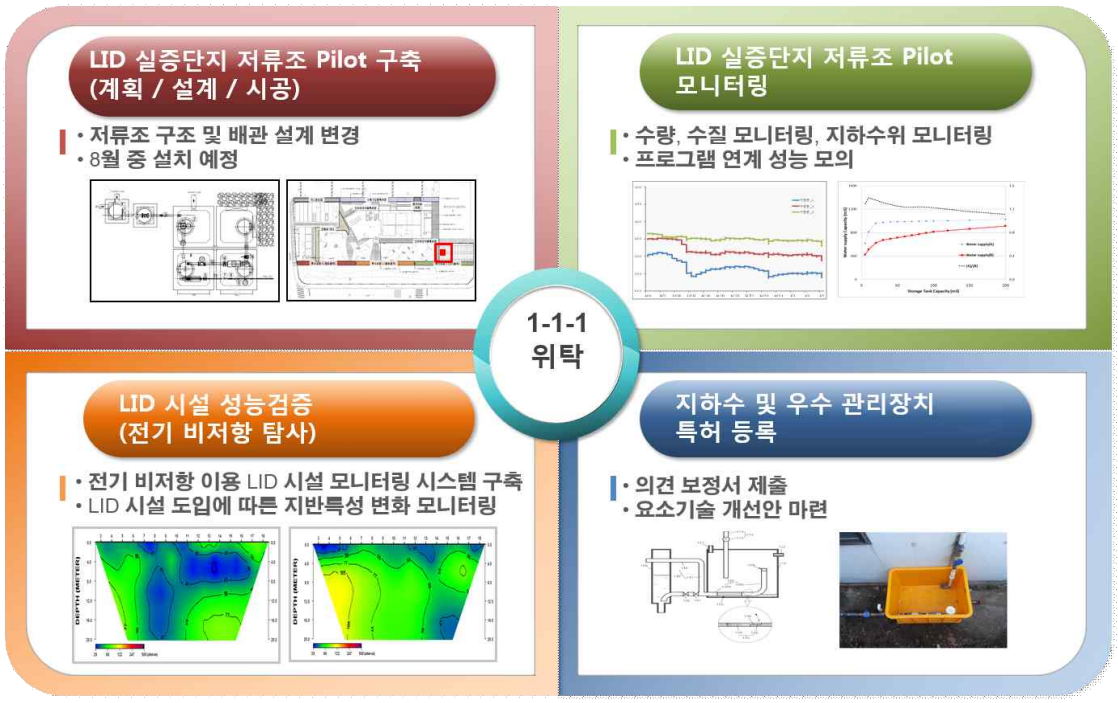
(나) 강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1 위탁)

(2-2세세부: 1~2차년도, 1-1-1 위탁: 3~5차년도)

○ LID 실증단지 Pilot 설치/운영

○ LID 시설 성능검증 기법개발

○ 지하수 및 빗물활용 장치 개발



<1-1-1 위탁 연구목표>

(다) LID적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2 위탁)

(1-1-2 위탁: 3~6차년도)

○ LID 기법의 국내적용을 위한 성능목표 개발 및 설계기준 제시

○ 한국형 LID 모형개발: WWHM-SWMM기반 한국형 LID-해석모형 개발(K-LIDM)

○ LID 정보관리시스템 구축

○ 기후변화 대응 실증 LID-최적 운영시스템 개발



<1-1-2 위탁 연구목표>

(라) 친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술(1-2세세부)

(1-2세세부: 1~6차년도)

○ 친수구역 물순환 LID 계획 기술지침 제작

○ 요소기술 및 물순환 최적설계 시범단지 적용

○ 친수구역 LID 통합설계모듈 매뉴얼 및 제도화 방안 수립



<1-2 세세부 연구목표>

(마) LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 (1-3세세부)

(1-3세세부: 1~5차년도)

○ LID 모니터링 요소선정 가이드라인

○ LID 수리 · 수문 모델링 가이드라인

○ LID수리 · 수문 모니터링 가이드라인



<1-3 세세부 연구목표>

(바) LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4세세부)

(1-1-3 위탁: 1~2차년도, 1-4세세부: 3~4차년도)

○ LID 실증단지 통합운영방안 매뉴얼 작성

○ 실증단지 시공백서 작성

○ LID 실험검증 기술개발

○ 실증실험단지 최적기술 적용방안



<1-4 세세부 연구목표>

(사) 실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5세세부)

(1-5세세부: 4~6차년도)

○ 실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축

○ 자료분석 및 모형연계 시스템 및 영상수집 시스템 구축

○ 실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화

○ ID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼



<1-5 세세부 연구목표>

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

(가) 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발

(2-1세세부: 1~6차년도)

○ LID기반 융복합 그린인프라 시스템 적용 방안 수립

○ 저류 침투형 입체보도 시스템의 성능평가 및 검증

○ 침투 저류형 입체 보도시스템의 현장 적용 평가 및 기술 개선

○ 침투 저류형 입체 보도시스템의 성능향상

○ 한국형 LID 요소기술 종합매뉴얼 개발



<2-2 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발>

(나) 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발

(2-2세세부: 2~6차년도)

○ LID기반 도로교통시설 요소기술 고안 및 시스템 적용방안 수립

○ LID기반 도로교통시설 요소기술 개발

○ 도로교통 LID 시설의 최적설계 기법방안 적용성 평가 및 구축

○ LID기반 도로교통시설의 Prototype 시험시공, 물순환 효과 검증

○ LID기반 도로교통시설의 설계 · 시공 · 유지관리 매뉴얼 작성



<2-2 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 구성>

(다) 한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 (2-1-1 위탁: 1~2차년도, 2-3세세부, 3~5차년도)

○ Pilot plant 및 Test-bed 운영을 통한 도심지 녹지 및 공원 시설에 적용 가능한 빗물정원 기술 개발

○ Pilot plant 및 실험을 통한 침투화분 기술의 요소기술 설계기법 개발

○ LID 기술의 적용되는 적정 식생군 도출 (내염성, 환경성 및 성장 평가)

○ 한국형 빗물정원 및 침투화분 기술의 설계 · 시공 · 유지관리 매뉴얼 작성



<2-2 한국형 생태저류 및 공원시설의 융합형 LID 시스템 개발>

(3) 3세부과제 : LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발

(가) LID기반 물순환 도시 통합모델 및 적용기술 개발 (3-1세세부, 1~6차년도) LHI



<3-1 LID 기반 물순환 도시 통합모델 및 적용기술 개발>

○ LH 내부 TFT를 구성하여 LID 시범단지 조성

○ LID 도입 전 · 후의 모니터링 및 모델링을 통하여 LID에 대한 정량적인 효과를 제시

○ LID 실증 및 비교군의 모델링을 통해 LID 효과 분석

○ LID 도입을 위한 시공관리 매뉴얼 제시

○

(나) LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 위탁, 1~2차년도) 유비이엔씨

○ LID 기반 물순환 국가산업단지 연구대상유역 조사 및 유형 조사

○ LID 기법 적용을 위한 물순환 기존도시 및 국가산업단지 계획 및 설계 기법 개발

○ 토지이용특성을 고려한 LID/GI 시설의 저비용 적용방안 제시

○

(다) LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 위탁, 3~4차년도) 그룹한어소시에이트

○ LID 도시 설계 사례 분석 및 설계기법 도출

○ LID 도시설계를 위한 도시유형 분류

○ LID 시범적용단지 계획 및 설계

(라) LID기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 위탁, 5~6차년도) 우리강산시스템

○ LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발

○ LID 기반 계획 평가 및 수립 지원 시스템 고도화

○ (3차년도) LID기반 신도시 도시수문 해석 모듈 및 환경개선 효과 해석 알고리즘

○

(마) LID기반 물순환 신도시 적용 및 운영기술개발 (3-2세세부, 1~3차년도) 태영건설

○ LID 기반 물순환 신도시 적용 기술

(바) 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발(3-3세세부, 1~2차년도) 아이비엠

○ 기술 동향 및 BIM 라이브러리 연구사례조사

○ GIS/BIM 적용 사례 조사

○ LID 시설물의 BIM 라이브러리 구축

○ LID-BIM 라이브러리 활용기법 개발

(사) LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발(3-4세세부, 1~5차년도) KEI



<3-4 LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발>

○ LID/GI 다변영향평가기법의 구조

○ LID/GI 적용 다변영향평가기법 통합 프레임워크 개발

○ 다변영향평가 기법 내 평가지표 및 방법 개발

○ 엑셀기반 LID/GI 다변영향평가도구 개발

○ 다변영향평가 도구 사용 가이드라인 및 해설서 마련

(아) 도시유형별 LID기술 적용 설계기법 개발 (3-1-3 위탁 3~4차년도, 3-5세세부, 5~6차년도) 충북대학교



<3-5 도시유형별 LID 기술 적용 설계기법 개발>

○ LID 관련 법·제도 표준조례(안) 조문화

○ 도시유형별 LID기술 적용 지구단위계획 수립기법 개발

○ LID기반 도시계획 평가 및 수립 지원 체계 개발

○ LID기반 도시기본계획, 관리계획 수립 및 평가 지원 체계 개발

○ 도시계획관련법률 개정안

2. 연구개발의 필요성



<기후변화 및 도시회의 영향>



<지속가능 녹색물순환 도시를 위한 LID기술 개발>

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

(가) 국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)

○ 급속한 산업화와 도시화로 인한 수질문제와 도시의 불투수층에 인한 문제가 제기되면서 세계의 많은 도시들은 수질을 보존하고 홍수로부터 도시를 보호하기 위해 효율적인 지속 가능한 물순환 체계의 필요성을 언급하기 시작함

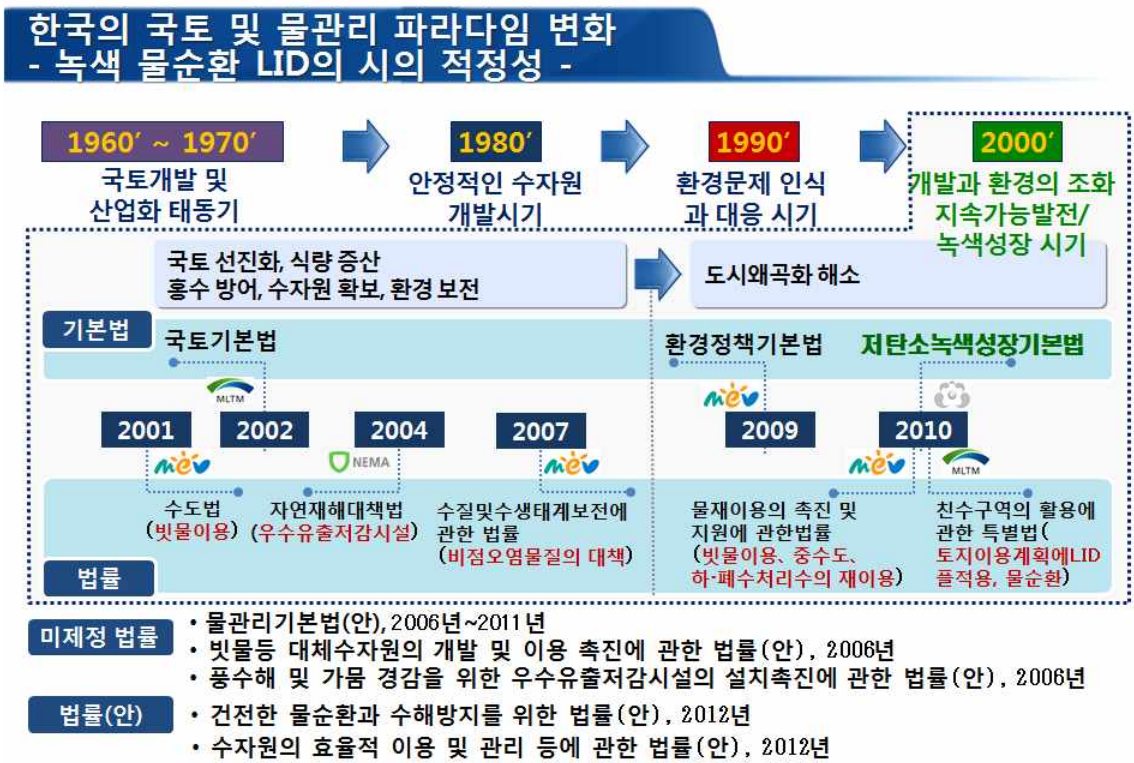
○ 산업화로 인한 수질악화와 비점오염피해 그리고 도시화에 따른 토지이용의 패턴의 변화로 인하여 불투수층이 증가하여 홍수 피해, 지하수 고갈 및 그에 따른 지반 침하현상, 하천의 건천화 등의 여러 문제는 더욱 심해지고 있기 때문임

○ 이와 같은 문제를 해결하기 위한 대안으로 미국에서는 처음으로 저영향개발(LID : Low Impact Development)이라는 새로운 도시 계획 기법을 제안함

○ LID 기술은 개발 이전 상태와 크게 다르지 않게 수문학적 저류기능이 복원되도록 소규모의 자연적인 저류, 체류, 방지, 처리 기술을 적용하는 것임

○ LID의 목적은 강우의 근원지에 유출을 지연시키고 비점오염으로부터 수질을 보호하는 설계기술의 요소들을 정확하게 관측하여 개발 전에 그 지역이 가지고 있던 수리수문학적 기능과 수질을 최대한 유사하게 하는 것임

○ LID의 필요성은 소규모 분산형으로 다양한 도시구성요소에 유연하게 적용이 가능하고 도시화나 기후변화 등 변화하는 환경에 홍수량 부담을 감소시켜 홍수를 효율적으로 예방하고, 수질오염 저감 효과의 유무를 확인하여 쾌적한 주거환경 조성과 본연의 자연 상태를 훼손하지 않는 개발을 하는 것임



<한국 국토 및 물관리 패러다임의 변천사 (개발과 환경의 조화 시대)>

(나) 강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1 위탁)

○ LID 기술 중 빗물이용 수자원 확보 기술에 대한 수요가 증가하고 있으나 적정기술 및 사례가 미흡한 상황이다. 관련 연구로 2001년부터 2011년까지 한국건설기술연구원에서 우수저류 및 활용 시스템 개발과 적용 연구 (교육과학기술부)가 진행되어 지표 유출 빗물의 저류 및 활용을 위한 설계 모형 개발 및 현장 적용이 수행되었다. 이외에도 지붕면을 집수면으로 하는 빗물이용시설에 대한 연구 및 적용사례가 다수 있으며 국내 50여개 지자체에 빗물이용에 관한 조례가 제정되어 있는 상태이다. 그러나 우리나라의 경우 여름철에 집중되는 강우 특성과 양질의 빗물을 얻기 위한 지붕 집수면의 활용으로 빗물이용시설에서 수량확보에 한계가 있으며, 강우유출수 활용에 있어서 수량적 한계 극복을 위해 포장면 및 녹지에서 유출되는 강우 유출수를 활용하고자 하는 시도가 있으나 초기 단계이다. 따라서 빗물이용, 지하수 활용, 유출저감 및 비점오염 저감 등을 고려한 다목적 저류 활용기술의 개발이 시급한 상태이며, 물관리 문제의 해결을 위해 다양한 환경에 적합한 LID 시설이 필요하지만, 지하수위를 고려한 LID 기술이 부재한 상태이다. 결론적으로 LID 기술 중 빗물이용 수자원 확보 기술에 대한 수요가 증가하고 있으나 적정기술 및 사례가 미흡한 상황이다. 따라서 빗물이용, 지하수 활용, 유출저감 및 비점오염 저감 등을 고려한 다목적 저류 활용기술의 개발이 시급히 요구되고 있다.

(다) LID적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2 위탁)

○ 최근 각종 연구보고서, 기후변화 관련 논문, 기상청 발표에 따르면 한반도의 기후변화는 급격히 진행되고 있으며, 각종 기상이변이 속출하고 있음

○ 2015년 겨울, 미국 텍사스주의 경우 기상이변으로 겨울철 때 아닌 토네이도와 홍수가 발생하였으며, 뉴욕은 12월 하순 10℃가 넘는 기온을 기록하면서 따뜻한 크리스마스를 맞이함. 뿐만 아니라, 영국의 겨울철 홍수와 이탈리아의 가뭄은 겨울철 유례 없는 기상이변 사례가 되고 있음

○ 우리나라의 경우, 2015년 유례없는 중부지방 가뭄으로 강원도와 경기 일부지역에서는 생활용수 부족과 과수 작물 피해를 주었음

○ 기후변화에 따른 홍수피해 증가, 물순환계의 훼손 문제는 사회, 경제적 문제가 지속적으로 발생시키고 있음

○ 우리나라에서는 이러한 기후변화 문제에 따른 홍수, 물순환 문제에 대응하기 위해 각종 기반시설 사업 실시(에코델타시티, 평택고덕 신도시 개발 등)에 있어 LID 시설을 적극 도입하고 있음

○ LID 시설의 계획, 설계를 위한 LID 시설 효과 검증 및 설계용량 분석을 위해서는 LID-해석모형의 적용이 반드시 필요하나 현재 국내에서 개발된 모형은 없으며 외국모형에 의존하고 있는 실정임

○ 외국모형의 경우 국내에서 적용성이 검증되어 있지 않아 국내 여건 반영이 어렵고, 모형 파라미터 적용의 한계가 있음

○ 이에 반해, 미국의 경우 University of Wisconsin 대학의 RECARGA와 같은 LID 요소기술 적용모형의 개발과 EPA의 SWMM-LID 및 SUSTAIN등의 통합 LID 해석 모형시스템 개발이 활발히 이루어지고 있음

→ 국내여건에 맞는 한국형 LID-해석모형 개발을 통하여 LID 시설 효과 검증 및 설계용량 분석을 체계적으로 수립할 수 있게 하는 기반기술 개발 반드시 필요

○ LID 시설에 대한 최적화된 운영 방안을 모색하기 위해 기상레이더를 이용한 고품질의 강우자료를 활용할 수 있으며, 이를 위해 실시간으로 산정 및 예측되는 기상 레이더 강우 자료를 LID 성능평가 모형의 입력 자료로 적용할 수 있음

→ 국지성 호우와 같은 기상 악조건에서도 LID 성능을 유지할 수 있는 사전대응시스템 필요

(라) 친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술(1-2세세부)

○ 관련지침(친수구역 조성지침 등)에 의거 친수구역에 LID 적용은 필수이나 구체적인 적용기준, 방법등은 제시되어 있지 않은 실정임

○ 국내 LID적용 도시설계는 현재 시작단계로 요소기술 효과검증 및 전용 설계모듈의 부재로 도시유출모형을 활용한 간접적인 LID 효과분석 등을 통해 설계

○ 친수구역 특성 미반영(내륙도시 기준), 요소기술 효율성 평가 및 검증 자료 절대 부족, 요소기술의 최적배치 불가, 요소기술 간접적용으로 효과모의(강우-유출·비점오염저감) 정확도 저하, 사업비 및 경제성 분석능력 부재 등 → 국내 도시 개발시 부분적인 물순환 기술이 적용되고 있으나, 비점오염저감을 목적으로 설치되는 시설이 주를 이루며, 도시계획단계에서 운영에 이르는 체계적인 LID 기술 적용 방안 및 운영 기술이 없는 실정임

○ 도시내 침수 및 환경을 감안한 최적 LID설계로 도시방재기능 강화(유출저감, 수질개선)로 친수구역의 친환경적 조성 이미지 고취

(마) LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 (1-3세세부)

○ 환경오염의 대상이 수질, 대기, 토양으로 나누어지고 대상 환경의 실존을 위한 오염원 절감 및 처리 시스템의 연구 또한 활발하다. 이에 앞서 환경 시스템이 어떻게 악화되고 있고 그 정도가 얼마나 심각한 것인지, 또 환경오염처리공정의 가동상태가 얼마나 양호하게 작동하며 시간에 따른 오염 정도의 변화추이나 오염상태의 심각성은 어느 정도인지를 정확히 그리고 실시간대로 측정해 내고 모니터링 할 수 있는 체계적 시스템의 구축이 선행되어야 할 과제이며 궁극적인 환경 시스템의 보존에 필수적 요소임을 부인할 수 없다.

○ 공공수역의 수질개선을 위해 하폐수처리장 등 환경기초시설의 건설과 하수관거의 확충으로 점오염원을 관리하였으나 상대적으로 관리되니 못한 비점오염원으로 인한 비점오염물질의 수질오염기여도가 점차 증가하게 되었다. 따라서 비점오염원 관리에 대한 중요성이 점차 대

두되고 있으며, 다양한 기술과 제도가 마련되고 있다. 그러나 강우시 발생하는 비점오염물질 유출에 대한 모니터링 과제 수행은 많은 인력이 요구되며 안전사고에 대한 위험이 있어 정치식, 간이식 센서를 이용하여 COD, TN, TP, 탁도, 유량을 측정하기도 한다. 이미 4대강 특별법 제정으로 대상 수역의 목표 수질을 달성하기 위해 오염총량관리제도가 도입되었고 수질의 자동측량을 위해 단위유역의 유입지점과 유출지점에 자동수질측정소를 설치·운영하도록 되어있다. 그러나 수계는 행정구역에 따라, 다양한 오염원에 영향을 받기 때문에 수질측정망을 통해 생산된 자료는 유역내 다양한 비점오염물질 저감시설에서 저감한 오염물질로 총량 및 수질오염 기여도를 분석하기 힘들 뿐만 아니라 다양한 LID(Low Impact Development)시설을 이용한 첨두유량 조절의 효과를 평가하기 어렵다.

○ 자동모니터링시스템 구축을 통한 유역관리는 다양한 비점오염처리시설을 상시 감시하는 자동측정소를 통해 유역내 수계에 관한 정보(수문, 수질)를 연동하여 대상 유역의 수질예측, 수해에 대한 의사결정 지원을 위한 종합적인 수질, 수문 평가시스템을 구축할 수 있다. 또한 대상 수역의 수질환경기준의 달성 또는 수질개선 여부와 단위유역의 빗물 또는 지하수의 물순환에 대한 기본 연구자료로 활용될 수 있다. 비점오염 모니터링은 수질감시를 통한 오염도 파악, 비점오염시설에서의 부하삭감량 추정 등 유역 및 단지내 수질관리대안 수립을 위한 유역환경정보를 축적하여 종합적인 의사결정을 지원하는 시스템의 구축에 활용될 것이다.

(바) LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4세세부)

○ 국내에서는 LID 시설의 계획 및 유지관리를 위한 연구가 부족함

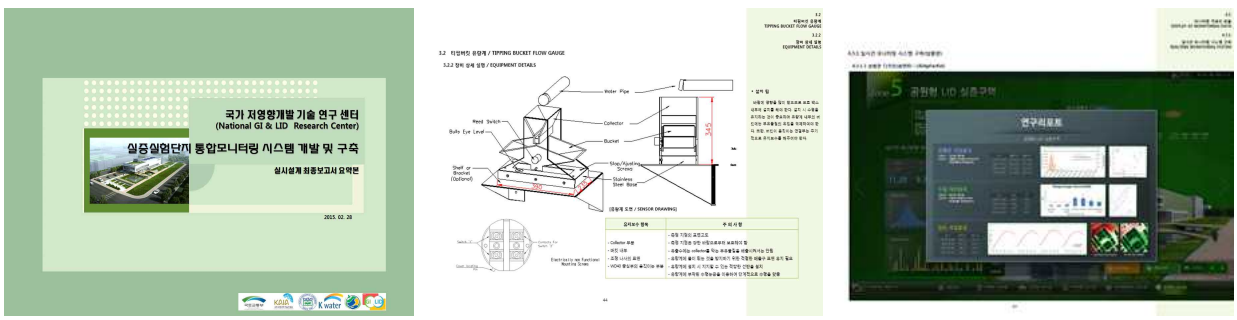
○ 최초로 구축되는 실증실험단지의 운영 및 관리를 위한 통합적인 시스템이 필요함

○ LID 사업시 발생할 수 있는 시행오차를 줄이기 위한 효율적인 LID 기법 적용을 위한 가이드라인이 부족함

(사) 실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5세세부)

○ LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축에 관한 실질적인 가이드라인 필요

○ LID 시설 모니터링을 위한 HW, SW 설계지침 필요



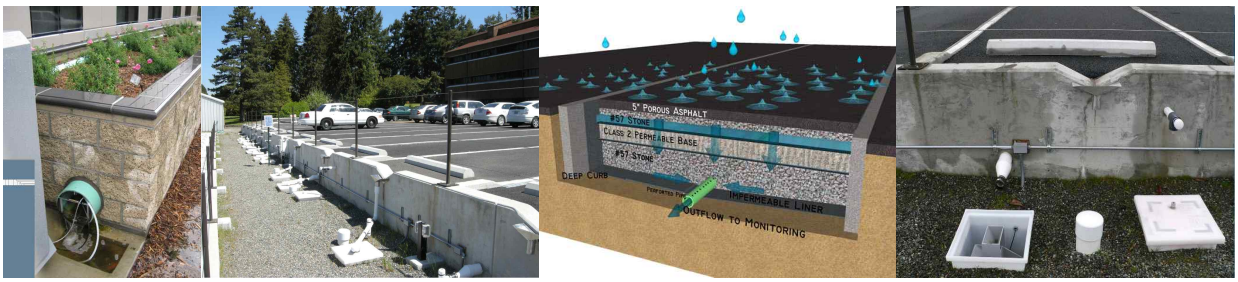
<LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 관련 그림/사진>

○ 소유역에서의 소(小)유량과 수질에 대한 실시간 모니터링 시스템 구축 필요

○ 배출관의 직경은 D150으로 소형관 개수로 조건에서 유량-수질 모니터링을 하는 기술 필요

○ 실시간 수질센서를 설치하기 위한 공간 확보 및 최적의 모니터링 방안 마련

○ 유량-수질 모니터링 자료를 안정적으로 DB서버에 송신할 모니터링 시스템 필요



<LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축 관련 그림/사진>

○ 연구결과 분석자료, 유출량 저감효과, 수질 개선효과, 온도 저감효과 등을 표출할 수 있는 웹 시스템 필요

○ LID 실증단지 각 시설별 모니터링 자료에 대한 체계적인 D/B 관리 필요

○ LID 기술에 대하여 홍보 및 교육활동이 가능한 통합 모니터링 상황판 및 홍보시스템 구축



<LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 SW 구축 관련 그림/사진>

○ LID 시설에서의 성능평가를 위하여 해당 시설의 유입 전후의 수질을 측정한 자료가 필요

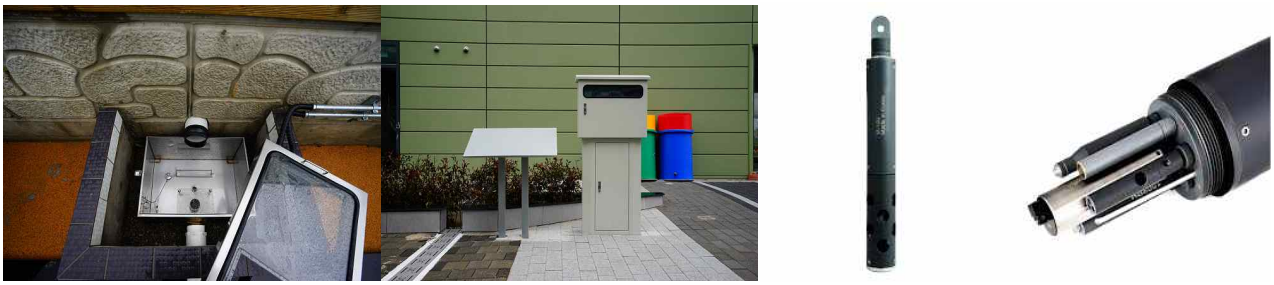
○ 수질자료는 센서 방식의 실시간 수질항목과 수질실험에 의해 값이 도출되는 후처리 수질항목 분류

○ 실증실험단지 내 LID시설의 성능평가를 위하여 유입 전후의 지점을 선정하여 센서 방식의 실시간 수질 모니터링 시스템을 설치하여 자료 도출

○ 후처리 수질항목은 상기 지점에 자동채수기를 설치하여 시료채취 후 수질실험(TMS 장비포함)에 의해 자료 도출

○ 실증실험단지의 LID 시설에 적합한 후처리 모니터링 장비 선정 필요

○ 실증실험단지 준공에 따른 단지 주변의 지하수위(전기전도도 포함) 변화에 대한 실시간 모니터링 자료 필요



<실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축 관련 그림/사진>

○ 현재 운영되고 있는 CCTV 모니터링 시스템에 추가하여 LID 시설을 세부적으로 모니터링하기 위한 추가지점 선정 및 CCTV 모니터링 시스템 설치 필요

○ LID 시설 실험영상을 효율적으로 관리하기 위하여 시설별, 일자별, 실험별 검색이 가능한 영상관리 Tool 개발 필요



<자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축 관련 그림/사진>

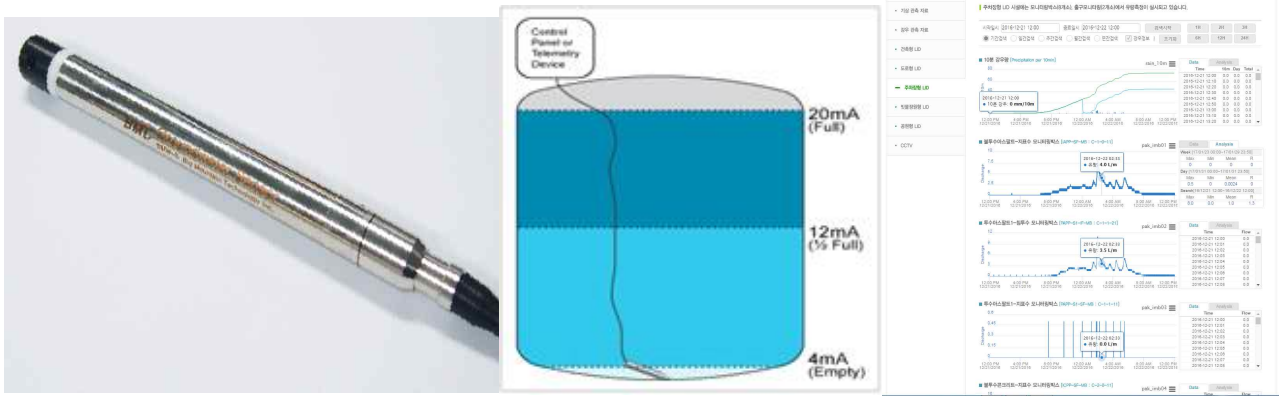
○ LID 시설에서 측정된 모니터링 자료의 안정적 수집 · 관리 방안 필요

○ 각 실증구역별 모니터링 장비에 대한 유지관리 방안 필요

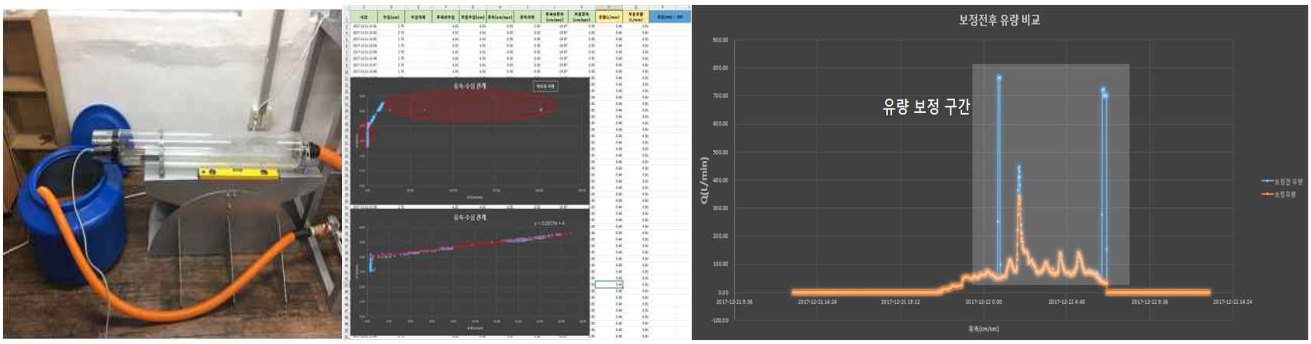
○ 모니터링 보조장비(연결관, 샘플링박스 등)에 대한 사용방법 및 유지관리에 관한 가이드 필요

○ 우수저류시설의 성능평가를 위한 수위 모니터링 자료 확보

○ 확보된 자료 기반의 실시간 웹 표출 시스템 연계



<실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템 구축 관련 그림/사진>



<실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화 관련 그림/사진>

○ 실증단지내 유량 모니터링 시스템에서 계측되는 유량 자료의 신뢰성 확보

○ 수환경 모니터링 매뉴얼 추가 작성 필요

○ 현장 적용성 검토를 통한 기존 매뉴얼 및 가이드라인 개선 필요

○ 모니터링 시설 및 자료 위주의 운영 및 유지관리 통합(최종) 매뉴얼 작성 필요

○ 모니터링으로 수집된 자료들의 검·보정을 위하여 모수·비모수적 통계 기법을 활용, 수집된 데이터의 신뢰성을 높이도록 함 (별첨 2-4, 2-2장 참고)

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

(가) 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발(2-1세세부)

○ 도시화 및 산업화에 따른 불투수면적의 증가와 기후변화에 따른 강우특성의 변화로 국지적 침수 및 홍수발생 빈도가 증가하고 하천의 건천화가 발생하는 등 도시의 물관리 여건이 점차 어려워지고 있음

○ 기존 하천중심의 관리차원을 넘어선 도시단지 및 유역차원의 수자원 확보 및 재해경감 기술의 새로운 패러다임이 필요한 시점

○ 따라서 본 연구에서는 핵심 LID 요소기술의 선진화를 목적으로 기후변화에 대응하고 재해에 강건한 생태도시조성을 위한 공간시설, 공공문화체육시설, 교통시설을 대상으로 LID기반의 친환경 물순환 그린 인프라 구축기술을 개발하고자 함

(나) 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발(2-2세세부)

○ 도심지 강우유출량과 수질을 동시에 고려한 LID 기법을 기반으로 하는 도로교통시설은 대표적인 도시인프라 LID 기술임

○ 투수성 포장 기술은 일반 포장기술에 비하여 빗물이 도로하부로 침투하고 큰 공극률을 가지므로 상대적으로 지지력이나 내구성이 취약할 우려가 있음. 그러므로 요구되는 기준에 적합한 강도 및 변형 저항성능 확보가 필요함.

○ 투수성 도로 포장의 계획과 건설에 있어서 기본적인 도로의 기능을 확보할 수 있는 투수성 포장구조, 재료 및 설계시공 절차를 개선할 필요가 있음. 그러므로 국내 도심지 도로교통환경을 고려한 LID기반 도로교통시설에 대한 설계, 시공, 유지관리 체계를 취합하고 표준화하여 제시함.

(다) 한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 (2-1-1 위탁: 1~2차년도, 2-3세세부, 3~5차년도) 공주대학교

○ 포장면의 증대로 인하여 토지이용에 내리는 빗물은 증발하거나, 지표면으로 흐르기 때문에 지하로 침투되는 양이 매우 적음. 즉, 우수가 침투되지 않아 지하에 저류되는 우수가 많지 않기에 물순환에 의한 우수의 활용이 제대로 이루어지지 않는 것으로 나타남. 또한, 도시의 다양한 토지이용은 강우시 다량의 토사 및 중금속과 같은 비점오염물질을 유발하여 인근 수계의 수생태계를 파괴하고 있음

○ 도시에서 발생하는 비점오염물질 유출 및 물순환 왜곡 등의 문제점을 해결하기 위하여 여러 분야에서 다양한 연구가 시도되고 있으며, 조경공간을 활용하여 자연적으로 물의 저류를 가능케 하는 자연적 물 순환 시스템을 위한 LID 기술 개발이 시도되고 있음.

○ 안정적 수문변화 및 물순환을 유도하여 생태적 여건을 유지하며 연중 안정적인 수량 확보와 침수 피해방지를 위한 국내 빗물관리 시스템을 개발하기 위해 Vegetated Retention

Garden(VRG) 및 Infiltration Planter Design(IPD) 기술을 개발하고자 함. 이러한 LID 기술은 도시 내 모든 토지이용이 가지고 있는 조경공간을 활용하여 녹색공간을 확대하는 기술로 생태벨트 조성, 생태계 보전, 복원 및 확대에 기여할 자연적 물순환 관리 기술임.

(3) 3세부과제 : LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발

○ 기후변화와 도시화에 따른 재해 및 수자원 등의 도시 물문제 심화

○ 지속적인 기후변화와 도시화로 인하여 강우량 및 강우강도는 약 20% 증가하고, 강우일수는 14% 감소하며 도시기온이 최대 3℃ 까지 증가 등의 문제가 현ㅋㅋㅋㅋ실임.

○ 이로 인하여 도시 물순환 체계파괴, 그로인한 도시 물관리 여건과 환경이 악화되고 있음. 특히 불수면적의 증가로 인한 도시홍수 및 침수의 증가, 잦은 도시 고온현상, 그리고 도시하천의 건천화로 인한 수질의 악화를 야기시켜 오고 있음.

○ 따라서 기존의 하천중심의 관리차원을 넘어선 도시단지 및 유역차원의 수자원 확보 및 재해경감 기술의 새로운 패러다임이 필요한 시점이며 도시의 수문학적 물순환 회복을 통한 안전한 도시, 깨끗한 도시 및 건전한 도시를 구축하기 위한 기존의 집중형을 넘어 분산형 유역수자원관리기술 개발이 요망됨.

(가) LID기반 물순환 도시 통합모델 및 적용기술 개발 (3-1세세부, 1~6차년도) LHI

○ 산업화와 도시화에 의한 불투수 면적의 증가는 물 순환 환경을 훼손하고, 지표면을 통한 강우 유출수의 증가로 인하여 도시지역의 홍수 및 침수피해를 야기. 이러한 도시지역의 물 순환 체계를 개선하기 위하여 저류, 침투, 여과, 증발산 등의 자연상태의 물 순환 기능을 구현하는 LID 기법이 주목받고 있으며, 도입 필요성 대두되고 있음.

○ 국내 도시개발의 주요 방향은 신도시 개발 위주에서 기존도시 재생으로 변화하고 있지만, LID 기법들은 대부분 신도시 위주로 되어있음.

○ LID 계획, 설계, 시공 및 관리 단계별 정교화를 통한 온전한 LID 적용에 대한 요구 증대로 인해 LID 실증 성과분석과 시공 분석 등을 통한 시공 및 관리 단계 LID 지침 등의 도출 필요함.

○ 빗물 유출 저감량 85%이상의 LID 그린인프라 단지 재생을 위한 융복합적 빗물관리 LID 단지 조성기술 개발로 설계, 시공 및 관리 지침 도출과 모니터링 시스템 구축하여 LID 확대적용을 위한 교육 및 홍보장소로 활용하고자 함.

(나) LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 위탁, 1~2차년도) 유비이엔씨

○ LID 기술적용을 위한 물순환 도시 및 산업단지 도시계획 기법개발을 위해, 기존도시 및 산업단지에서 도출하여, LID기술 적용방안을 제시하고 함.

(다) LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 위탁, 3~4차년도) 그룹한어소시에이트

○ Retrofit 대상지 물순환 개선을 위한 LID설계 프로세스 개선을 위해, LID 설계 프로세스별 개선점 검토와 GIS를 이용한 대상지 특성 분석 및 LID 시설 적용 방안 마련하고자 함.

○ 구조적/비구조적 LID 기술의 최적 적용 및 연계 방안 마련하고 LID 시범단지 운영관리의

개선점을 도출하여, Retrofit LID 설계프로세스를 이용한 LID 시범구역 상세 설계를 하고자 함.

(라) LID기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 위탁, 5~6차년도) 우리강산시스템

○ 도시기본계획 및 지구단위계획 수립지원 시스템에 도시계획에 이용되는 지표 데이터와 공간정보를 활용한 도시기본계획 수립대상 지자체 도출 알고리즘 제시하고, 지구단위계획 평가결과의 정량적 및 정성적 평가를 실시하고자 함.

(마) LID기반 물순환 신도시 적용 및 운영기술개발 (3-2세세부, 1~3차년도) 태영건설

○ 단위시설별 성능확인이 가능한 모니터링 데이터 확보 수준에서 벗어나, LID 시설의 적용효과를 신도시나 단지규모에서 확인 가능한 DB 확보하고자 함.

○ 신도시 LID 시설 운영에 필요한 유지관리 프로그램의 보정을 위한 실측 데이터로 활용하며, 보정된 프로그램은 신도시에서 적용가능한 모형형태로 개발하고자 함.

(바) 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발(3-3세세부, 1~2차년도) 아이비엠

○ 개별 LID 시설물에 대한 BIM을 수행하여 3차원 모델 구축하고, LID 물순환 도시 통합 모델에 적용되는 LID 시설에 대한 3차원 BIM 라이브러리 구축하고자 함.

(사) LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발(3-4세세부, 1~5차년도) KEI

○ 지구단위계획 측면에서 이를 종합할 수 있는 다변영향평가도구의 적용을 통하여 환경편익을 추정하고 환경사회적 타당성을 확보하는데 활용하고자 함.

○ 다변영향평가도구의 경우 개발 사업의 대상지역 분석, LID/GI 적용 토지이용계획도 구성, 개발 후 토지피복 변화 분석, 구조적 LID 적용 분석에 따라 다변영향효과 파악이 필요함.

○ LID/GI 다변영향평가 도구의 모의적용, LID/GI 적용 다변영향 편익의 세분화, LID/GI 적용 토지이용계획 및 지구단위계획의 다변영향평가 도구 적용을 통한 도구 검증 및 일반화, LID/GI 적용 토지이용계획의 기후변화 적응 효과 분석 방법마련 및 검증하고자 함.

(아) LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3 위탁 3~4차년도, 3-5세세부, 5~6차년도) 충북대학교

○ 기존의 도시기본계획 및 도시관리계획에는 LID의 개념이 미흡함으로 기존의 도시계획 수립체계를 개선하여 LID기반 도시계획을 수립할 수 있도록 하는 수립 및 평가 지원 체계를 개발이 필요함.

○ 모의적용을 통한 LID기반 지구단위계획 평가 및 수립 지원 체계의 정성적 평가하고, 도시계획 수립 원칙 도출 및 상위계획별(국토종합계획 및 도종합계획) LID기반 물순환계획 방향성 제시하고자 함.

3. 연구개발 범위

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

1세부과제의 단위과제별 수행기간은 다음과 같다.

[1세부 단위과제별 수행기간]

과제번호	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년
1-1	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
1-1-1			◄----------	----------	----------	----------►
1-1-2			◄----------	----------	----------	----------►
1-2	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
1-3	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
1-4			◄----------	----------	----------	----------►
1-5				◄----------	----------	----------►

(가) 국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)

국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-1세세부의 연차별 연구개발 범위]

과제명	연차	연구개발 범위
국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발 (1-1세세부)	1차년	○ GI&LID 요소기술 동향 및 사례조사 분석 - 국내외 GI&LID 연구조사 및 DB 구축 - 국내외 연구동향 분석 ○ GI & LID 검증실험동 기본 계획 - 검증실험단지 대상지 타당성 조사 및 선정 - 검증실험단지 기본설계보고서 작성
	2차년	○ LID 정보시스템 기본 플랫폼 개발 - 웹기반 LID D/B 정보 포털 시스템 구축 ○ 실증실험동 및 시설 설계 및 구축 - 실증실험동 실시설계 및 실험동 구축 준비 - 실증실험동 및 단지 LID 설계 검토 ○ LID 기술 효율성 검증 실험장비 설계 - LID-수리수문효율성검증기기, LID-오염저감효율성검증기기, LID-기술 검증용 소형-다중 강우-유출모사기, 다목적 개수로형 LID-실증 실험기기, LID 기법 검증용 이동-조립형 현장 강우모사기 특허출원 및 설계 - LID-수리수문효율성검증기기, LID-오염저감효율성검증기기, LID-기술 검증용 소형-다중 강우-유출모사기, 다목적 개수로형 LID-실증 실험기기, LID 기법 검증용 이동-조립형 현장 강우모사기 제작 및 실험 매뉴얼 작성

	3차년	○ 웹기반 정보시스템 구축 및 활용 －LID 기법 모니터링 관리, LID 기술요소 통합 D/B, 국내외 연구동향 자료 구축 등을 통한 활용도 높은 D/B 시스템 구축 ○ 국가 GI&LID 검증 실증시설 실시설계 및 실험동 구축 －실증실험동 및 시설 구축 －LID 실외 실증단지 구축 ○ LID 기술 효율성 검증 실험장비 설계 －LID 이동형 강우모사기, LID 실증단지 건축형 플랜트 박스 모형, LID 실증단지 도로형 LID 시설 모형, LID 실증단지 주차장형 LID 시설 모형 개발, LID 투수포장 침투성 측정 장비 개발, LID 투수포장 클로깅 측정 장비 개발 ○ LID 교육 Program 및 교육교재(안)제안 －국내 실정을 고려한 LID 교육교재(안)을 제시하기 위해 국내·외 LID 교육사례를 분석하였으며, LID 교육 Program(안)을 제시하기 위해 국내 토목관련 교육사례를 분석하여 세부적인 교육 Progrma (안)을 제안
	4차년	○ 실증실험동 및 시설 구축 －실증실험동 및 실험단지로 구성되며 실증실험동은 연구동과 실험동으로 구분되고 실험단지는 건축물형, 도로형, 주차장형, 식생기반형, 공원형 등으로 구성됨 ○ LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화 －실스케일의 LID형 조합시설 (침투+저류) 설치후 수리 및 침투특성을 분석을 위한 기기로 강우모의장치와 조립하여 강우, 유출, 침투 동시에 모의가 가능한 LID 지표유출 수리적 효율성 검증기기 설계 및 제작함 ○ 웹기반 한국 그린인프라-저영향개발 정보시스템 구축 및 운영 －LID 정보통합시스템 및 모니터링시스템 구축 및 운영 ○ 불확실성을 고려한 LID요소기술별 평가 표준 시험(실험)방법(안) －SWMM 모형에 적용 가능한 LID 요소기술별 매개변수의 민감도 분석
	5차년	○ LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영 －LID 요소기술 효율성 검증 실증실험동 운영 및 활용방안 도출 －저영향 개발 기법 기반 우수 활용 시스템 구축 기술 개발 －저영향 개발 기법 기반 신재생 에너지 생산 및 저장 시스템 구축 기술 개발 ○ LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화 －내외 실험시설을 이용한 LID 효율성 검증 실험기법 개발(건축형, 주차장형, 도로형, 생태공원, 빗물정원, 실내 검증기기) ○ LID요소기술의 실험 및 계측방법 개선을 위한 불확실성 분석 －LID 요소기술별 매개변수 민감도 분석 결과를 이용한 불확실성 분석 －LID 요소기술별 매개변수에서 발생 가능한 불확실성을 정량적으로 제시
	6차년	○ LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영

		– 실험시설 및 센터 운영 – 실시간 모니터링을 통한 물순환 효과 분석 자료 수집 ○ LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화 – 실내 검증기기 검증평가 메뉴얼 작성 – 실외실증단지 검증평가 및 운영 매뉴얼 작성 ○ 실험 및 계측방법 개선을 위한 불확실성 유발 인자의 기여도 분석 – 불확실성 분석 및 기여도 분석을 통한 우선적 주요 매개변수 선정

(나) 강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1 위탁)

강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발(1-1-1 위탁) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1세부 위탁과제의 연차별 연구개발 범위]

과제명	연차	연구개발 범위
강우 유출수 및 지하수위 연계 LID 저류활용 시스템 개발(1-1-1 위탁)	1차년	○ 선행기술조사 및 특허동향 분석 ○ LID 성능모의 소프트웨어 개발 – 빗물•지하수 연계 저류조 용량산정 프로그램 개발 (C-2013-010834)
	2차년	○ 시스템 개념 정립 및 요소기술 개발 – 지하수위 연계 LID 저류활용 모형제작 및 성능실험 ○ LID 성능모의 소프트웨어 개선 – 빗물•지하수 통합 활용 모의 프로그램 개발(C-2014-011001)
	3차년	○ LID 실증단지 Pilot 운영 준비 – 지하수위 모니터링 설비 구축, 지하수위 및 수질 분석 – 10㎥ 규모 저류조 Pilot 설계자료 구축 ○ 요소기술 특허개발 – 강우 유출수 및 지하수 관리 시스템 특허 등록(제 10-1433076) – 지하수 및 우수관리 장치 모형제작 및 성능 평가 실험
	4차년	○ LID 실험단지 Pilot 구축 – LID 실증단지 Pilot 설치 및 시운전 ○ 전기비저항을 이용한 LID 성능검증 기법 개발 테스트베드 구축 – LID 실증단지 내 전기비저항 모니터링 장비 설치 ○ 요소기술 특허개발 – 지하수 및 우수관리 장치 특허 등록
	5차년	○ LID 실증단지 Pilot 운영 및 성능검증 – LID 저류활용 시스템 용수활용 효율 평가 ○ LID 실증단지 지하수위 및 수질 모니터링 – 실시간 지하수위 변화 모니터링 – 지하수 및 저류조 수질분석 ○ 전기비저항을 이용한 LID 시설 성능검증 기법 개발 – LID 시설 적용 지역의 지반환경 변화 모니터링

(다) LID적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2 위탁)

LID적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발(1-1-2 위탁) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1세부 위탁 과제의 연차별 연구개발 범위]

과제명	연차	연구개발 범위
LID 설계기준 및 WWHM-SWMM 기한 한국형 LID 해석모형 개발 (1세부 위탁)	3차년	○ LID 기반 물순환 해석모형 적용을 위한 설계기준 정립 - 선행연구 문헌조사를 통한 LID 개별 기술별, 기법별 성능효율에 대한 연구결과 분석 - 국내 실정에 맞는 LID 설계기준 설정을 위한 단기유출, 장기유출 관점에서의 설계기준 제시 ○ LID-해석 시범모형 개발(α 버전) 개발 - WWHM모형, SWMM 모형 상세 모듈 분석 - 한국형 LID 모형 개발을 요구 분석 - 한국형 LID 모형 상세설계(소프트웨어 아키텍처 설계, 인터페이스설계, 자료저장소 설계, 모듈설계, 사용자 인터페이스 설계) - 한국형 LID 모형(α 버전) 개발
	4차년	○ 한국형 LID-해석모형 성능확보를 위한 파라메타제시/최적설계인자 제시 - 문헌 조사 및 실험결과(실증단지)를 기초로한 LID 물순환 해석모형의 파라메타정리 및 제안 - MATLAB-HPSF, PEST-HSPF를 이용하여 최적 파라메터 산정 및 비교 - 최적화 알고리즘을 통한 LID 시설 최적용량 및 최적배치 방안 제시 ○ WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발(K-LIDM) - 국외에서 개발된 LID 분석가능 모형의 현황, 상세기능, 계산방법 등에 대한 조사 및 상세분석을 수행하고 벤치마킹을 통한 연구활용, LID 계산로직 분석을 통해 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 - K-LIDM 주요핵심기능정의, MAP 연동모듈 및 SWMM 연동 개발(시제품) 탑재 - WWHM의 LID 계산코드에 대한 상세 분석(.net) 및 개발 - K-LIDM UI 디자인, US-SI 단위계 스위치 코드개발 - K-LIDM 모형 오류 점검 테스팅 및 기술매뉴얼, User Manual 작성 ○ LID 정보관리시스템 베타버전 개발 - 정보관리시스템 개발을 위한 관련 시스템 조사(비점정보관리시스템 등) - 요소기술 DB: 요소기술 분류 및 소개, 요소기술가이드라인 및 연구단 개발요소기술 DB구축 - LID 모형: EPA LID모형 및 연구단 개발 모형 소개 및 다운로드 제공 - LID 정보DB: 법규지침, 기술보고서, 요소기술, 연구논문, 교육자료 DB제공

		- LID 제품 등록 조회: 요소기술별 12개 항목에 대한 제품등록 - 국가저영향 개발 실증단지 정보 DB제공 - LID 관련 웹사이트 DB 제공 ○ 기후변화 대응 실증 LID-최적 운영시스템 설계 - 기상레이더 기반 강우 산정 시스템 개발 - 기계학습 모델을 이용한 기상레이더 기반 강우 예측 시스템 개발 - LID 시설 제어 시스템 개발을 위한 선행 연구 및 관련 자료 조사 - LID 시설 제어 방안 개발 및 최적 제어 알고리즘 구축 - 기상 예측, 최적 제어 알고리즘, 제어 효율성 평가과정을 통합 및 자동화하기 위한 LID최적운영시스템 구축 방법론 제시
	5차년	○ K-LIDM을 활용한 LID 시설물 최적설계 가이드라인 제시 - 국외의 사례로만 의존하고 있는 LID의 파라메타 정보를 K-LIDM을 활용하여 국내적용 - LID의 각각의 구성요소에 대해 Global Sensitivity Analysis를 적용하여, LID 설치 시 주의 해야 할 파라메타에 대해 제시 - LID 토양, 배치, 크기를 등을 고려하여 Multi objective 알고리즘을 적용하여 유역적 측면의 최적 토양, 배치 크기를 산정 ○ 개발모형의 고도화 및 평가, 보급(상용화 기반 마련) - K-LIDM 계산 로직 개선: Recharge 계산기능추가, LID F-table계산 오류 수정, 최적 시설물 제원 자동탐색기능 탑재 - 사용자편의 환경개선: 전, 후처리 기능 개선, 요소별 메뉴아이콘 수정, 이미지 기능 추가, 단위선택(SI, US) 및 한글/영문 옵션 기능 - 단위 LID 시설 및 실증단지 LID 시설 적용 및 평가: 상세적용 내용은 Tutorial 참조 - K-LIDM 소프트웨어 등록 ○ GI&LID 정보관리시스템 개발 - 정보관리시스템 개발을 위한 관련시스템 조사, 연구단 LID 관련 정보 검토 및 분류 DB화 - GI&LID 관련 정보는 LID 정보 DB(기술보고서, 법규 및 지침), 요소기술 자료, LID 모형, 실증단지, 관련사이트 등 항목별로 분류하여 시스템에 탑재 - 정보관리시스템 개발 및 운영관리 매뉴얼 작성 - http://lidinfo.hecsystem.com/ 에서 GI&LID 정보관리시스템 접속가능/소프트웨어등록 완료 ○ 기후변화대응 실증 LID-최적 운영시스템 개발 - 기상 레이더 기반 강우 예측 정보 제공 시스템 구축 및 개선 - 통계 분석을 통한 기상 레이더 기반 강우 정보 타당성 검증 - LID 직렬 조합 운영 시스템 로직 설계 - SWMM 모델을 이용한 LID 직렬 조합 모델 구축 및 효율 평가
	6차년	○ WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형(K-LIDM)의 수질계산 로직 개발 및 탑재 - 현재 개발되어 있는 K-LIDM모형에 가장 적합한 LID 수질계산 방법 선정 및 모형 탑재 - WWHM, SWMM(EPASWMM, PCSWMM, XPSWMM 등), WASP모

		델, BMP SELECT 모델의 수질계산의 UI 검토 - K-LIDM 수질계산 컴포넌트 탑재 계획 및 GUI 구성 - K-LIDM 내 수질계산 모듈 탑재 및 검증 ○ 수질계산 로직의 파라메터 최적화 및 실증단지 모니터링 결과와 비교검증 - K-LIDM 수질계산 결과의 신뢰도 향상을 위한 파라메터 최적화방법 검토 - K-LIDM 수질계산 매개변수 제시 ○ 모형 세미나(교육) 개최 및 공개판 소프트웨어(Shareware) 보급 ○ GI&LID 정보관리시스템 고도화 - GI&LID 정보관리시스템의 LID 정보DB(법규지침, 연구보고서, 논문정보) 업그레이드 - LID 모형정보에 한국형 LID모형, 웹기반모형, 다변영향평가도구 등 연구단에서 개발된 소프트웨어 탑재 - 정보관리 시스템 내 교육 플랫폼 구축 및 탑재

(라) 친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술(1-2세세부)

친수구역 LID 물순환 플랫폼 구축 및 최적설계기술(1-2세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-2세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
친수구역 LID 물순환 플랫폼 구축 및 최적설계기술 (1-2세세부)	1차년	○ GI&LID 검증단지 구축 및 운영 - 검증실험단지 기본설계 ○ 친수단지형 LID 기반 최적설계모듈 개발 - 최적설계모듈 구성안 개발
	2차년	○ LID 실외 실증단지 실시설계 - 도로, 주차장형 단지 실시설계 - 친수구역형 단지 실시설계 - 실증단지 통합 연계 실시설계 ○ LID 기반 최적설계모듈 개발 - LID 설계 프로그램 개발 ○ 친수도시 LID 의식수준 설문조사 - 친수도시 LID 의식 설문조사 보고서 - 에코델타시티 LID-설계자문 및 적용방안 보고서 ○ 에코델타시티 LID기법 설계 및 적용 방안 - LID 기술 교류 포럼 및 심포지움 ○ 전문가 심포지움 기획 구성 및 학술교류 - LID 학술발표
	3차년	○ 친수 LID 실증단지 구축에 따른 요소기술의 타당성·적합성 검토 분석 - 실외형 효율성 검증실험단지 구축 ○ LID기술 현장적용·평가 및 모니터링 계획 수립 - LID 기술의 에코델타시티 현장 적용 및 분석 ○ 통합 LID 설계 최적화 모듈 개발 - 통합 LID 설계 최적화 모듈의 프로토타입
	4차년	○ LID 실험·실증단지의 운영 방안 마련 - LID 실험·실증단지의 운영 방안에 관한 가이드라인 작성 ○ LID 기술의 현장 적용 및 평가 - LID 기술의 송산그린시티 적용 및 결과 분석 ○ LID 통합 설계 모듈의 개발 - LID 효과분석 모듈 및 경제성 분석 모듈 개발
	5차년	○ 친수구역 도시유형별 LID 요소기술 선정 및 적용방안 마련 - 친수구역형 요소기술 선정 및 적용 가이드라인 초안 제시 ○ 친수도시 조성에 대한 LID 기술의 적용 및 평가 - LID 기술의 송산그린시티 동측지구 적용 및 분석 ○ 친수단지형 LID 기반 최적설계모듈 개발 - 통합 GUI 표출시스템 개발 및 안정화
	6차년	○ 친수구역 물순환 LID 계획 기술지침 제작 - 친수·수변도시 물순환 계획설계 기술지침 제작 ○ 요소기술 및 물순환 최적설계 시범단지 적용 - 친환경시범마을 LID 기술의 현장 적용 - 물순환 지표 적용 및 평가 ○ 친수구역 LID 통합설계모듈 매뉴얼 및 제도화 방안 수립 - 저영향개발기술 적정성 통합모듈 개발 및 제도화 방안 수립

(마) LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 (1-3세세부)

LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발(1-3 세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-3세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발 (1-3세부)	1차년	○ LID 시설의 도시홍수 및 물순환 관리 적용사례 조사 - LID 단지의 모니터링 사례 분석 및 우수사례 도출 - 수질오염 및 도시홍수 모니터링의 사례 수집 및 분석 - 연구기반 구축(문헌연구), 사례분석을 통한 연구기본 틀 마련 - 국내외 LID기술 적용 및 물순환 도시의 방문을 통한 자료수집
	2차년	○ 친환경 도시의 모니터링 기법 최적화 - 실증단지 모니터링 시스템 설계 도면 작성 - 모니터링 시스템 HW, SW 설계 보고서 작성 - 실증단지 LID 모니터링 기기 설치 여건 조사 보고서 작성 - 실증단지 조성예정부지에 대한 사전조사를 위해 유역의 특성 및 관망현황 파악 - 다양한 강우사상시 발생되는 강우유출수의 수질조사 실시
	3차년	○ LID 적용 시설 및 지역 별 최적관리기법 적용 및 평가 - LID시설의 효과검증을 위한 모니터링 요소선정 가이드라인 작성 - LID시설 규모별, 특성별 Site 구분 및 각 Site에 필요한 모니터링 요소 선정 - 각 Site별 SWOT 분석을 통한 강점과 약점 도출 - 각 Site별 설치 가능한 LID 시설 및 특징 정리
	4차년	○ 최적관리기법을 통한 요소기술의 통합운영 및 유지관리 기술 개발, 표준화 기술제시 - LID 요소기술 및 단지규모의 객관적인 성능평가에 필요한 방법론 설정 - 계측된 데이터들의 수집과 통계적 분석 및 검증 방법 제시 - 차 확립 - 국제 기관의 표준 가이드라인을 기반으로 국내 LID 시설을 우한 표준적인 자료처리 방안 제시 - LID 시설물로부터 계측되는 수리 수문 자료를 표준화된 형태로 축척하기 위한 가이드라인 제시
	5차년	○ 모니터링 시스템 통합운영 및 유지관리 표준화 가이드라인 작성 - 다양한 통계값 산정 및 통계적 처리 기법을 사용한 표현 방안 분석 - LID 요소 기술 및 단지의 모니터링 자료 수집 - 국내 수문자료 처리에 관한 규정 조사 및 분석 - 실증실험단지에 설치된 LID 시설물과 전국에 기 설치된 LID 시설물 현황 조사 분석 및 실제 방문 - 일정시간이 경과한 LID 시설물의 관리실태 및 문제점 파악 - LID 시설물에 대한 이해도 및 실제 적용 환경에 대해 파악하기 위해 LID 관련 실무자, 시설물 이용자 등 포괄적인 범위에서 설문조사 실시 및 결과 분석

(바)LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4세세부)

LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축(1-4세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-4 세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축(1-4 세세부)	1차년	○ GI&LID 실외검증단지 LID 요소기술 배치를 위한 섹션별 유출양상 분석 - 실외검증단지를 적용성에 따라 6개 섹션으로 구분하여 각각 적용에 따른 유출량을 분석 ○ GI&LID 실외검증단지 저류지 설치를 위한 용량결정 - 실외검증단지내 저류지 설치를 목적으로 Retention, Detention, Extended Detention 세 가지 타입에 대한 적정용량을 검토 ○ 단계별 요소기술 배치안 작성 - 각 섹션별로 기능에 대한 고찰 및 LID 실험센터 구축사례를 바탕으로 적용 요소기술을 선정하고 배치안을 결정
	2차년	○ 실증실험동 및 시설 설계 및 구축 - 실증실협동 실시설계 보고서 - LID 실증단지 SWMM구축 보고서
	3차년	○ LID 실증실험단지 통합운영방안 구축 및 시공백서 작성 - 실증단지 모형시스템 구축 - 실증단지 시공백서 제작 - 차량탑재형 이동식 강우모사기 제작 ○ 실증실험단지 시설 조건에 적합한 모니터링 시스템 HW SW 설계 - 실증실험단지 LID시설 조건에 적합한 유량, 수질 모니터링 시스템 설계 ○ 실증실험단지 최적기술 적용방안 - 실증단지 시공 및 시설별 관리요소 개발
	4차년	○ 실증단지 시공백서 제작 및 운영 매뉴얼 기본안 작성 - 요소기술별 시공도면, 실증실험 운영방안, 유지 - 관리 방안 및 개선개획 수록 ○ LID 기술 효율성 검증기기 개발 및 LID 장치 개발 - LID 기술의 정량적 평가를 위한 검증기기 개발 ○ 통합 운영 및 관리 시스템 구축 - 실증단지 통합 모형시스템 구축 ○ 실증실험단지 최적기술적용방안 - 산업체 기술 적용성 검증 및 산업체기술 백서 제작

(사) 실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5세세부)

LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축(1-5세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-5세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축 (1-5세부)	4차년	○ 각 LID 실증구역의 특성에 맞는 모니터링 시스템 HW, SW 설계 ○ 실증실험단지에 적용될 모니터링 장비 검토 및 분석 ○ LID 시설에서의 모니터링 HW 장비 설치시 설계도면 및 체크리스트 제시 ○ LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 D/B 설계 및 통합 모니터링실 상황판 설계 ○ LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축에 관한 실직적인 가이드라인 제시 ○ 통합 모니터링 시스템 실시설계 최종보고서 작성 ○ 건축형 LID 시설 모니터링 시스템 HW 구축 ○ 도로형 LID 시설 모니터링 시스템 HW 구축 ○ 주차장 & 빗물정원형 LID 시설 모니터링 시스템 HW 구축 ○ 생태공원형 LID 시설 모니터링 시스템 HW 구축 ○ 기타 LID 시설 모니터링 시스템 HW 구축 ○ LID 실증단지 통합 모니터링 자료관리 D/B 구축 ○ LID 실증단지 통합 모니터링 웹 시스템 ○ LID 실증단지 통합 모니터링 상황표출, 홍보시스템
	5차년	○ 실증실험단지 LID시설의 수질 모니터링을 위한 시스템 구축 ○ 후처리 항목 모니터링을 위한 수질실험 장비 구축 ○ 실증실험단지 지하수(수위, 전기전도도) 모니터링을 위한 시스템 구축 ○ 자료분석 시스템 및 영상수집 시스템 구축 ○ 실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼
	6차년	○ 지하수 우수저류시설 수위 모니터링 시스템 구축 ○ 주차장형, 빗물정원형 LID 시설 우수저류시설 수위 모니터링 시스템 구축 ○ 우수저류시설 수위 모니터링 실시간 웹 표출 시스템 연계 ○ 건축형, 도로형, 생태공원형 LID 시설 초음파유량계 검보정 ○ 주차장형, 빗물정원형 LID 시설 티핑버킷유량계 검보정 ○ 실증단지 유량 모니터링 자료 보정 알고리즘 개발 ○ 기존 LID 시설관련 매뉴얼 및 가이드라인 현장 적용성 검토 및 개선 ○ LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼 작성

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

○ 2세부과제의 단위과제별 수행기간은 다음과 같다.

[2세부 단위과제별 수행기간]

과제번호	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년
2-1	◄----------	----------	----------	----------	----------	----------►
2-2		◄----------	----------	----------	----------	----------►
2-3			◄----------	----------	----------►	

(가) 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발(2-1세세부)

공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발(2-1세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-1세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 (2-1세세부)	1차년	○ GI/LID 요소기술 분석 - 국내외 GI/LID 기술동향 및 사례조사 - GI/LID 요소기술 및 시스템 분석 ○ LID 기반 융복합 그린인프라 시스템 적용방안 수립 - 한국형 LID 요소기술 성능향상 방안 도출 - 요소기술의 시범설치 추진
	2차년도	○ 저류 침투형 입체보도 시스템의 성능평가 방안 마련 - 시스템 시작품 제작 및 시범시공의 모니터링 방안 마련 ○ 연계된 요소기술의 성능향상 방안 도출 - Lab 규모의 성능실험 시설 마련 ○ 공간에 따른 요소기술 적용 설계안 마련 - 그린로드, 녹색건축물, 방재공원조성을 위한 설계안 도출
	3차년	○ 침투 저류형 입체 보도 시스템 적용성 검증 - Lab 규모의 성능시험 및 개선방안 도출 - 시스템 시범시공의 모니터링 및 개선방안 도출 ○ 한국형 LID 요소기술 가이드라인 작성 - 건축단지형 요소기술 지침 및 매뉴얼 개발 - 실증실험단지 시범적용 실시 설계안 도출
	4차년	○ 침투 저류형 입체 보도 시스템의 현장적용 평가 및 기술 개선 - T2P 시스템 (Treatment- Train-Package System) 적용성 평가 - T2P 시스템 수문모니터링 - 수직침투관의 침투능 비교실험 - 토양침투로 인한 오염물질 저감 및 토양오염여부 실험 ○ 한국형 LID 요소기술 세부가이드라인 작성

		- 보도 및 녹지형 요소기술 지침 및 매뉴얼 개발 - 시범단지 도면작성
	5차년	○ 침투저류형 입체보도 및 측구시스템 성능향상 - 측구형 침투 시스템 개선 방안 마련 - 투수성 포장에 대한 기능회복 기술 개발 - 침투저류형 입체보도시스템 성능향상 ○ 한국형 LID 요소기술 종합 가이드라인 개발 - 한국형 LID 기술 종합 가이드라인 구축 - 정책 제안 및 개정
	6차년	○ 투수성 포장 시설 구간에 대한 강우유출 저감 및 기능회복 현장 적용 효과 분석 ○ 한국형 LID 요소기술 종합매뉴얼 및 포켓형 가이드북 보완 및 최종본 개발 - 토지이용별 LID 요소기술 가이드라인 - Retrofit LID 가이드라인

(나) 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발(2-2세세부)

한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발(2-2세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-2세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술개발 (2-2세세부) *2차년도: 2-3	2차년	○ LID기반 도로교통시설 DB 구축을 위한 컨텐츠 연구 - LID 기술별 적용 위치별 분류 - 도로 및 교통시설의 핵심요소별 평가항목 설정 - 기존 도로 및 교통시설의 LID 시설별 제반사항 조사 및 개선사항 도출 ○ LID기반 도로교통시설 요소기술 고안 및 시스템 적용방안 수립 - 한국형 LID기반 도로교통시설 요소기술 및 시스템 개념 정립 - 기존 및 신설 LID기반 도로교통시설의 연계 방안 분석 - 포장형 LID시설의 수리적 침투설계와 수문학적 최적설계기법의 고안 및 체계정립 ○ LID기반 도로교통시설 성능평가 검증 및 모형화 방안 설정 - LID 도로교통시설 포장재료의 성능 평가방법 설정 - 실내외 시험 방법과 LID 시설에 대한 성능평가 및 검증장비 구축 계획
	3차년	○ LID기반 도로교통시설 요소기술 개발 - 공학적 성능을 고려한 투수성 포장 구조체 개발 - 강도, 변형성, 탈리 특성을 고려한 내구성 평가 - 침투, 투수 및 배수 성능의 지속성 향상 방안 설정 - LID기반 투수성 포장 구조체 성능평가 방안 설정 및 적용성 검토

		○ 도로교통 LID 시설의 최적설계 기법 방안 수립 및 적용성 평가 – 투수성 포장 구조체 설계법 및 성능평가 기법안 도출 – 투수성 포장체 기설의 공학적 침투 및 배수 특성 평가 – 포장 구조체–하부 지중 내의 침투거동 해석기법 제시
	4차년	○ LID기반 도로교통시설 시제품 개발 및 시험시공 – 투수 및 배수 성능의 지속성을 개선한 LID기반 도로교통시설의 실험제품 개발 – 개선된 투수성 포장구조체의 실증단지 시험 시공 – 연구단 내 축소모형실험과 연계 및 장비 활용 – 투수성 포장 배합설계 및 성능평가 기법 설정 ○ 도로교통 LID 시설의 최적설계 기법 구축 – 도로교통 LID 기술의 다목적 최적화 설계 체계 설정 – 수리 수문학적 최적설계 기법의 시범현장 적용 및 평가
	5차년	○ LID기반 도로교통시설 표준 설계시스템 및 설계 · 시공 · 유지관리 매뉴얼 작성 – 실험, 모니터링을 통한 개발된 도로교통 LID 시설의 물순환 고도화 효과 검증, 개선, 사업화 방안 설정 – LID기반 도로교통시설의 적용단계별(계획, 조사, 설계, 시공, 유지관리) 설계표준안 도출 – 최적화 및 LID 기반 도로교통시설의 설계절차 수립 – 도로교통 LID 시설의 설계 · 시공 · 유지관리 매뉴얼 작성
	6차년	○ 불투수성 도로의 LID화를 위한 시설 개선방법과 투수성 도로 설계 매뉴얼 개선 – 기존 불투수성 도로의 LID화를 위한 시설 개선 방법 제시 – 투수성 도로 및 포장 설계 매뉴얼 개선

(다) 한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 (2-1-1 위탁: 1~2차년도, 2-3세세부, 3~5차년도)

[2-3세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 (2-3세세부)	1차년	○ 한국형 빗물정원 기술 아이디어 도출
	2차년도	○ 빗물정원 기술 시작품 제작 ○ 시작품 및 실험실 실험 통한 빗물정원 기술 개발 ○ 빗물정원 기술 설계 인자 도출 ○ 한국형 침투화분 기술 아이디어 도출
	3차년	○ Vegetated Retention Garden(VRG) 개발을 위한 빗물정원 Test-bed 구축 및 운영 - 모니터링을 통한 빗물정원 시설 적용 전후의 수리·수문 변화 분석 - 빗물정원 Test-bed 저감효율 산정 - Test-bed의 식재된 식생의 종류에 따른 성장률 및 피복도 분석 ○ Infiltration Planter Design (IPD) 개발을 위한 빗물정원 Pilot plant 구축 - 모니터링을 통해 물수지 산정 - 모니터링을 통한 오염물질별 EMC 및 저감효율 산정 - 유입 TSS mass flux 및 Water flux 분석 - 누적 유입 TSS mass flux 및 Water Flux 분석
	4차년	○ 한국형 빗물정원 기술 개발 - Test-bed 운영 결과를 활용한 빗물정원 기술개선 방안 - Test-bed 운영 결과 활용한 빗물정원 기술 매뉴얼 개발 - 부산 실증단지 적용 ○ 한국형 침투화분 기술 개발 - Lap 규모의 실험을 통한 설계인자 및 침투화분 기술 개선방안 도출
	5차년	○ 빗물정원 기술 실제규모 적용 및 모니터링 수행 ○ 침투화분 시작품 운영결과를 활용한 매뉴얼 개발

(3) 3세부과제 : LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

3세부 과제의 단위과제별 수행기관은 다음과 같다.

[3세부 단위과제별 수행기간]

과제번호	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년
3-1	←――――――――――――――――――――――――――――→					
3-1-1	←――――――――→					
3-1-2			←――――――――→			
3-1-3					←――――――――→	
3-2	←――――――――――――→					
3-3	←――――――――→					
3-4	←――――――――――――――――――――→					
3-5			←――――――――――――――――→			

(가) LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세세부, 1~6차년도)

LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술개발(3-1세부) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-1세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세부)	1차년	○ LID 기반의 물순환도시 개념에 바탕을 둔 계획·설계기법과 모델 도출 기술개발 현황 조사 및 로드맵작성 - 자료조사 및 기존문헌연구 - 설계기법과 모델 도출 기술개발 현황조사 - 연구대상유역 적용을 위한 연차별 세부 기술 추진 로드맵 작성 ○ 토지특성을 고려한 LID 및 그린인프라 시설의 저비용 적용 문헌조사 - 국내 녹색성장 3대 전략 및 10대 정책방향, 국내 연구인프라 수준 및 소요 분석, 모델개발 계획, 실용화 방안을 복합 검토
	2차년	○ 현행 법·제도 조사 - LID 기반 물순환 도시 계획과 관련한 국토교통부 중심의 현행 법/제도 조사
	3차년	○ 도시유형별 LID기술 적용 설계지침서 - LID기반의 설계 단계 도시설계기법 개발 - 도시유형별 설계요소 도출 및 사례 분석 - 도시유형별 LID 기술 적용 설계 지침서 개발 ○ LID 저비용 적용방법 및 경제성 분석 - LID 적용에 따른 토지이용특성별 환경변화 분석

		- Excel 기반 모형화 가능한 항목 선정 및 분류화 - 물순환 및 유출저감 등 LID 기술적용 효과분석 ○ 연구 시범단지 적용 안(식생, 저류형 및 침투형 시설) - 식생 · 저류형시설 실제 규모 적용 모니터링계획 - 실제 규모 시설 점검 및 유지관리 방안 도출 - 시범단지 유역 단위 LID 및 빗물관리시설 최적관리방안 도출
	4차년	○ LID 확대 적용을 위한 지자체 유형별 조례가이드라인(안) - LID 적용 관련 영향인자 도출 - 유형별 조례가이드라인 개발 ○ LID 기반 도시를 위한 공종 융합 LID 가이드라인 개발 - LID시범단지 조성과정에서 토목, 조경 등 공종 융합 LID 가이드라인 개발 - LID 공종 융합 설계를 위한 비용 분석 프로그램 보완 및 사용가이드라인 ○ LID 적용성 향상을 위한 도로·토양·식생 통합가이드라인 개발 - 도로 LID 적용 가이드라인을 위한 영향 분석 - 토양 영향 분석을 통한 LID 적용 가이드라인 - 식생기반형 LID시설의 식재계획·설계 가이드라인
	5차년	○ LID기반 유지 · 관리를 위한 정책제언 가이드라인 - LID기반 유지 · 관리를 위한 NGO 사례도출 및 세분화 - LID기반 NGO 역할 및 활용방안을 위한 정책제언 개발 ○ LID기반 도시를 위한 공종별 융합 설계지침서 - LID 조성과정에서 발생하는 공종 융합 가이드라인 보완 및 개선 - LID 공종 융합 설계를 위한 경제성 분석 프로그램 보완 및 개선 ○ LID기반 기술 적용을 위한 식생 통합 매뉴얼 - LID기반 조경설계 · 시공 · 유지관리 지침서 및 매뉴얼 작성 ○ LID 시범적용단지 시공 및 모니터링 - LID 시범적용단지 시공 전 · 후 모니터링 - LID 시범단지 상세설계 기반3차원 객체 라이브러리 구축 및 LID시범단지 3차원 정보모델링 제시 - LID 시범단지 1차 시공
	6차년	○ LID 물순환 그린인프라 단지 재생 - 효율적인 공사를 위해 정기적인 공정회의 등 업무조정회의 개최 - 공사 참여기술진은 LID 전문지식 및 실무경험이 풍부한 시공팀으로 구성 - LH 내부 TFTeam을 구성하여 운영 ○ LID 물순환 그린인프라 재생 단지 모니터링 및 LID 시공 · 관리 매뉴얼

		- 강우기상, 유출유량 모니터링 실시간 관측자료 수집 - 수질 분석을 위한 채수 및 수질 분석 자료 수집 - 실무자를 통해 설계 및 시공상의 쟁점사항 파악 - 현장조사, 실무자 인터뷰, 실험결과 등을 종합하여 시공, 유지관리 매뉴얼 개발 - LID 실증 및 비교군 성과 분석과 운영관리 개선 방안 도출 ○ LID 도시인증 및 사업인증 방안 제시 - 국내 · 외 선진 사례 조사 및 분석 - LID 도시 및 사업인증을 위한 평가방법 및 평가주체, 평가대상 등 분석 - LID 도시 및 사업인증 체계 구축 및 인증방안 제시

(나) LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발(3-1-1 위탁, 1~2차년도)

LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발(3-1-1 위탁) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-1-1세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 위탁)	1차년	○ LID 기반 물순환 국가산업단지 연구대상유역 조사 및 유형 조사 - 토지이용별 기초자료 수집(유출특성 등) - 연구대상유역 선정을 위한 국내외 현황조사
	2차년	○ LID 기법 적용을 위한 물순환 기존도시 및 국가산업단지 계획 및 설계 기법 개발 - 도시유형별, 토지이용별 계획 및 설계 단계 조사 및 분석 - 기후변화에 따른 도시 환경변화 시나리오 분석 - 계획 및 설계 단계별 LID 적용방안 및 검증기법(시뮬레이터) 개발 ○ 토지이용특성을 고려한 LID/GI 시설의 저비용 적용방안 제시 - LID 기반의 도시공간 녹색화를 위한 물순환 구성요소 분석 - 도출된 구성요소를 활용한 공간별 구조모델 도출 - LID 적용을 위한 토지특성별 환경변화 분석(도로, 식생, 토양), 개선방안 및 지표 도출

(다) LID 시범적용 단지 계획 및 설계(3-1-2 위탁, 3~4차년도)

LID 시범적용 단지 계획 및 설계(3-1-2 위탁) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-1-2세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 위탁)	3차년	○ LID 시범적용단지 계획 및 실시설계 - 시범단지 적용을 위한 기본계획, 설계 - 시범단지 적용을 위한 대상지 선정 및 LHI 협업 조직 구성 - 시범단지 관리, 홍보 방안 도출 - 시범단지 LID 요소기술의 적정 연계 방안 적용 - 시범단지 LID 시설의 운영 방안
	4차년	○ LID 시범적용단지 계획 및 실시설계 - Retrofit 대상지 물순환 개선을 위한 LID설계 프로세스 개선 - LID 설계 프로세스별 개선점 검토 - GIS를 이용한 대상지 특성 분석 및 LID 시설 적용 방안 마련 - 구조적/비구조적 LID 기술의 최적 적용 및 연계 방안 마련 - LID 시범단지 운영관리의 개선점 도출 - 개선된 Retrofit LID 설계프로세스를 이용한 LID 시범구역 상세 설계

(라) LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발(3-1-3 위탁, 5~6차년도)

LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발(3-1-3 위탁) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-1-3세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 위탁)	5차년	○ LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 - LID기반 계획평가 및 계획 수립 알고리즘 및 시스템 개발 - 개발시스템 시범 적용 평가 및 개선방안 마련
	6차년	○ LID 기반 계획 평가 및 수립 지원 시스템 고도화 - LID 지표 분석을 활용한 알고리즘 고도화 - LID 지표 보완방안 모색 및 시스템 적용

(마) LID기반 물순환 적용 및 운영기술개발(3-2 세세부, 1~3차년도)

LID기반 물순환 적용 및 운영기술개발(3-2 세세부) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-2세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발 (3-2 세부)	1차년	○ 도시규모 LID 및 그린인프라 시설 운영 방법 조사 - LID 기반 물순환 도시 운영 현황 조사 - LID 기반 물순환 신도시의 기술 로드맵 작성 - 연구대상지와 대조군 현황 조사
	2차년	○ LID기반 물순환 도시 통합 운영 프로그램 개발 및 운영 구축 - 연구대상지 내 모니터링시스템 구축 - 도시수문개선 모듈 및 도시환경개선 해석 알고리즘 개발 - 운영 및 유지관리 모듈 설계 ○ LID시설 설치 전 DB 구축 및 LID 효과 분석 기법 개발 - LID 설치전 DB 구축 - 도시수문, 수질, 토양 · 지하수 - LID 기반 신도시의 도시수문 해석 알고리즘 개발 - LID 기반 신도시의 도시환경 개선 효과 분석 방법론 구축
	3차년	○ 유지관리기법개발 - 유지관리기법 시스템 구축을 위한 알고리즘 구현 - 유지관리 기법 시스템(안) 구축 - 계측장치에 대한 실시간 모니터링 - 계측된 데이터에 대한 다양한 분석 기능 등 ○ 연구대상지 모니터링 DB 구축 - 함안지역 LID 운영시 모니터링(4개월) 수행 - LID 시설의 적용효과를 신도시나 단지규모에서 확인가능한 DB 확보 - 함안지역 인공강우 실험 실시

(바) 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발(3-3 세세부, 1~2차년도)

물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발(3-3 세세부) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-3세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 (3-3 세부)	1차년	○ 물순환 도시조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영기술 개발 사례조사 - 물순환 도시조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영기술 기존 연국 검토 및 문헌 조사 - LID 물순환 도시 통합 모델에 적용되는 LID 시설에 대한 3차원 BIM 라이브러리 구축방안 검토
	2차년	○ LID 시설물의 BIM 라이브러리 구축 ○ LID- BIM 라이브러리 활용기법 개발

(사) LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발(3-4 세세부, 1~5차년도)

LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발(3-4 세세부) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-4세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 (3-4 세부)	1차년	○ LID/GI 기법별 다영향/효과 파악 및 평가에 관한 선행연구 분석 - LID/GI 기법별 영향/효과 파악 및 연계성 분석 - LID/GI 기법별 사회적, 환경적, 경제적, 기후변화 측면의 영향/효과 평가에 대한 국내외 선행연구 검토 및 분석
	2차년	○ LID/GI 적용 다변영향평가기법 통합 프레임워크 개발 - 1차년도 다변영향평가 연계성 분석 결과 구조를 기반으로 한 LID/GI 기법별 세부영향 평가를 위한 프레임워크 개발 ○ 다변영향평가 기법내 평가지표 및 방법 개발 - 단계적 효과를 고려한 환경적, 사회적, 경제적 효과를 평가할 수 있는 정성적/정량적 지표의 개발 및 타당성 검증
	3차년	○ LID/GI 다변영향평가 데모 도구 개발 - 엑셀 기반 LID/GI 다변영향평가 데모 도구 개발 - LID/GI 다변영향평가 도구 적용을 위한 사전평가 및 인증제도 틀 마련
	4차년	○ 엑셀기반 LID/GI 다변영향평가도구 개발 - VBA 기법 활용 엑셀 기반 LID/GI 다변영향평가도구 개

[3-4세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

		발 - 국토환경성평가지도, 토양배수등급도를 활용한 비구조적 기법의 평가(4단계 등급 구분) - 구조적 LID 달성정도를 비점오염원(T-N, T-P, BOD), 침투량, 표면유출량 등으로 평가 ○ 다변영향평가 도구 사용 가이드라인 및 해설서 마련 - 엑셀기반 LID/GI 다변영향평가도구 개발에 따른 도구사용 방법 제시 - 커뮤니티 편익 등에 대한 근거 구축 및 편익 간 연계정도 도출
	5차년	○ 다변영향평가도구 적용에 대한 사례조사 분석 ○ LID/GI 기후변화 적응 효과 분석 방법 마련 및 검증

(아) LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발(3-1-3 위탁 3~4차년도, 3-5세세부 5~6차년도)

LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발(3-1-3 위탁 3~4차년도, 3-5세세부) 과제의 연차별 연구개발범위는 다음과 표와 같다.

[3-1-3, 3-5 세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

세세부 과제명	연차	연구개발 범위
LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3, 3-5 세부)	3차년	○ LID 관련 법·제도 표준조례(안) 조문화 - 국내외 사례 분석 : 지방정부 주도의 국내외 우수 지자체 법령 비교 분석 - 2차년도 결과를 바탕으로 키워드 빗물, 물의 재이용, 물순환, 저영향개발을 포함한 조례 현황 분석 - 선도적으로 정책을 추진 중인 지자체 간 비교·분석을 통한 표준 조례(안) 도출 - LID 관련 지방정부 법제도 현황 결과를 바탕으로 향후 개선방향 도출
	4차년	○ 도시유형별 LID기술 적용 지구단위계획 수립기법 개발 - 지구단위계획 수립지침에 근거한 도시 유형별 LID 지구단위계획 수립기법 개발 - LID의 도시계획 및 설계의 적용을 위한 제도 개선(안) 마련 - 도시유형별 LID 적용 개선방안 연구
	5차년	○ LID기반 도시계획 평가 및 수립 지원 체계 개발 - LID기반 도시계획 수립기법 및 지원 매뉴얼개발 - 물순환 및 물관리 정책과의 협의를 통한 정책추진 방안 마련
	6차년	○ LID기반 도시기본계획, 관리계획 수립 및 평가 지원 체계 개발

[3-1-3, 3-5 세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

		－LID기반 도시계획 수립 및 평가지원 매뉴얼 －도시군관리계획 지침 수정 ○ 도시계획관련법률 개정안 －LID 기반 도시계획법률 중요 구성요소 개발 －LID 기반 지구단위계획 지침 개정안 마련 및 모의적용 －LID 기반 도시계획법률 개정안 마련 및 연계검토

제2장. 국내외 기술 개발 현황

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

(가) 국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내의 경우 조사대상 학회에 게재된 논문 총 33편중 홍수저감 및 빗물이용 연구가 40.6%, 비점오염원 저감연구가 50.0%, 저탄소 관련 연구는 9.0%로 국내에서의 연구는 홍수 등 우수유출관리와 비점오염원 저감 연구에 집중. ○ 통합적인 유역관리를 위한 LID 기술 분야가 포괄된 통합적인 연구가 부재한 실정. ○ 아직 국내에서는 LID 관련 전문 BMP 요소기술의 사업성 있는 기술개발은 초기단계이며 또한 소기업 중심의 사업화로 인하여 기술의 집중력 및 시공성, 그리고 효율성은 현저히 낮은 수준임.	○ 조사대상 학회에 게재된 논문 총 69편중 홍수저감 및 빗물이용 연구가 37.7%, 비점오염원 저감연구가 46.4%, 저탄소 관련 연구는 15.9%로 국외 연구 또한 마찬가지로 홍수 등 우수유출관리와 비점오염원 저감 연구에 집중. ○ GI(Green Infrastructure) 분야 즉, LID 기술들이 탄소저감효과에 미치는 영향 평가와 관련된 연구는 15.9%로 비교적 다양한 연구가 진행됨. ○ 선진국의 경우 도시계획 및 시설 설치시 LID 기술 적용을 녹색건설과 산업의 일환으로 적극적인 적용 및 시공이 실현되고 있음. ○ 미국의 경우 (USGS, EPA 및 LA, New York 등) LID 기술/시공/유지관리 분야의 표준화된 메뉴얼을 지역특성에 적합하게 지원하고 있으며 장려하고 있음. ○ 또한 University of Wisconsin 대학의 RECARGA와 같은 LID 요소기술 적용모형의 개발과 EPA 의 SWMM/LID 및 SUSTAIN 등의 통합LID해석모형시스템 개발이 활발하게 이루어지고 있음. ○ 설계 및 시공 분야의 LID모형화 기술은 도시, 건설 및 환경 산업의 획기적인 개선 및 해외진출을 위한 녹색기술로서 다양한 시장개발의 여건조성을 위한 기초연구로 인식되고 있음. ○ LID 기술의 유출 및 비점오염 저감 등의 효율성 검증기술은 개발단계에 있음. 특히, 미국의 샌디에고 대학 및 플로리다 주립대, 웨싱톤 대학과 캘리포니아 리버사이드 수자원국 등에서는 실증형 강우-유출 시뮬레이터를 통한 효율성 검증을 수행하고 사업화 하고 있으며, TEST-BED 실험을 통한 다양한 연구가 진행 중에 있음.

(나) 강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1 위탁)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내의 빗물 저류조 기술은 저류조의 재질, 구조적 특성, 시공 및 운영 편의성을 중심으로 개발되고 있으며, 계절적 강우특성 및 저류조 용량의 한계를 극복하기 위한 기술개발 사례는 없음.	○ 빗물이나 지하수를 단순히 저류하는 것이 아니라 연계하여 활용할 수 있는 기술분야에 대한 연구는 아직 사례가 없음.

(다) LID적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2 위탁)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ SWMM-GE, LIDMOD2, CAT, SWAT-SWMM 연계모형 등 있으나 국외 개발 소프트웨어를 주로 활용	○ 미국 EPA에서는 LID 해석모형을 스프레드시트형, 단순형, 복합형의 3가지의 카테고리로 분류하 ○ 스프레드시트형 모델(Spreadsheet Model)은 단순환 알고리즘을 엘섹과 접목시켜 간략하게 계산할 수 있도록 개발된 모델 ○ 단순형모델(Simple Model)은 소규모 유역에 GI 및 LID 기법을 적용하는 경우의 효과를 분석하는 모형 ○ 복합형 모델(Complex Model)은 복잡한 수리수문학적 해석을 통해 LID 기법 적요에 따른 유역 유출량의 변화를 상세하게 해석할 수 있는 모형

(라) 친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술(1-2세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내에서의 LID 기술을 반영한 도시설계는 현재 적용단계에 있으나 효과검증 및 전용 설계모듈의 부재로 도시유출모형을 활용한 간접적인 LID 효과분석을 통해 설계에 반영 ○ 도시 개발시 부분적인 물순환 기술이 적용되고 있으나 주로 비점오염저감을 목적으로 설치되는 시설이 주를 이루고 있으며, 체계적인 LID 기술 적용 방안 및 운영기술이 없음	○ 미국: 지역의 현장상황을 반영한 LID 설계 가이드라인이 존재하며, 설계자를 위한 교육 및 유지관리방안이 마련되어 있음

(마) LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 (1-3세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내에서는 '90년대까지 사용되어 왔던 UV-COD 등 간이용 온라인 측정장치의 측정자료 신뢰도가 낮아 시장에서 이미 퇴출되었으며, 연료전지를 이용한 BOD 자동측정기가 개발되었으나, 하천과 같은 저농도에서는 5일간 배양하는 공정시험법 BOD5에 비해 정확도가 미흡하여 사용할 수없는 실정이다. ○ 새로운 수질측정센서를 개발하려는 기초연구는 수행되고 있으나 상용화에는 많은 난관이 존재한다. 최근 나노튜브를 이용한 최첨단 환경측정센서가 국내 연구진에 의해 연구개발 중이지만 실용화에만 향후 10년 정도 걸릴 것으로 예상된다. 새로운 센서가 개발되더라도 기존의 측정방법보다 우월한 민감도를 가지고 있어야 하며, 현장에서 충분히 검증된 후 공정시험법으로 채택되어야만 환경측정에 사용될 수 있다. 센서의 경우에는 오손(fouling)의 문제 때문에 연속측정에 적용하는데 한계가 나타나며	○ 수질 자동측정은 이미 공정관리나 하·폐수처리장 방류수 감시, 하천, 호수, 해양의 수질감시에 널리 사용되어 왔다. 수십 년의 역사와 경험을 가진 선진 외국의 계측기 업체에서는 50여종의 다양한 항목을 측정할 수 있는 개별 장비들을 생산하고 있다. 수질자동측정장치 시장은 주로 공정관리(process control)용 온라인 수질자동측정장치 시장이며, 환경모니터링용 장비는 공정용 장비보다 판매 대수가 적은 관계로 상대적으로 시장의 규모가 작다. 온라인 수질 자동측정 장치를 생산하고 있는 대표적인 외국 업체로는 Hach, Applicon, Isco, Zwellweger Analitics, Ionics, Skalar, Chemtronics, Hydro -Environment, Dr Lange, Bran Luebbe, Shimadzu, Yanaco, Kimoto Electric, Kyoto Electronics, GLI, Greenspan, DKK, Waltron, Siemens Environmental Systems, Endress Hauser, Seres 등 20여 개 사가 있다. 2000년대 후반에 화학 및 환경분야의 많은 장비제조사들이 Danaher Group과 Teledyne에 합병됨에 따라 거대한 장비제조사 그룹들이 탄생했으며 막강한 글로벌 경쟁력을 확보하게 되었다.

(바) LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 현재 국내에는 실외 LID시설 검증을 위한 실험장치가 전무한 실정이며 이에 대한 연구가 미흡함 ○ 현재 국내 LID시설에 대한 정량적 평가와 검증이 이루어지지 않고 있음 ○ 국내에서는 LID 시설의 계획 및 유지관리를 위한 연구가 부족함	○ LID 기술은 최근 새롭게 개발되는 단지에 적용이 활발하게 시도되고 있으나 도입된 시설의 효율을 검증하기 위한 모니터링 자료가 부족함

(사) 실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 2001년부터 10년간 수행된 '수자원의 지속적 확보기술개발 사업' 에서 유비쿼터스 수문수리 모니터링 시스템 등 하천 관련 실시간 모니터링 기술 개발 연구가 진행되어 하천 모니터링 관련 기술이 개발 ○ 현재 진행 중인 '첨단기술 기반 하천운영 및 관리 선진화 연구' 에서 기존 타 연구개발사업에서 개발된 모니터링 시스템을 적용한 하천관리정보화 방안 연구가 진행되어 하천에 대한 수문 모니터링 기술이 개발됨 ○ 2011년부터 환경부에서 시행한 차세대 에코이노베이션 사업의 비점오염원 관리기술 연구단에서는 유역으로부터 발생하는 비점오염물질 관리 및 수계의 오염을 저감하기 위하여 기존 비점오염과 관련된 DB와 통합 시스템을 구축하고 유역유출 모형을 개발하여 효율적인 비점오염원 관리가 이루어질 수 있도록 하는 것을 목표로 연구 수행함 ○ 비점오염원 관리기술 연구단에서 수행 중인 연구는 비점오염원에 의한 수질 분석, 저감, 관리에 중점을 두어 연구를 수행하였고, 수질 모니터링에 중점을 둔 모니터링 시스템 구축하였음	○ 미국의 강우유출수 관리는 1975년 하수의 월류에 의한 수질오염 방지와 강우유출수 억제라는 두 가지 목적으로 대규모 지하저류조 계획이 시행됨 ○ 1984년 이후 대부분의 강우유출수 관리는 주로 도시화로 인해 증가된 첨두유량의 조절에 집중되고 있으며 강우유출수를 조절하기 위한 호우관리기법 중 침투기법을 가장 먼저 고려하고 있음 ○ 1999년 미국 위스콘신주 크로스 플레인스에서는 인근에 위치한 두 유역을 LID 설치 유역과 LID 미설치 유역으로 분류하여 강우유출량과 수질을 모니터링 실시함 ○ 2005년 캘리포니아주 퍼시비카에서는 식생수로, 식물저류지, 투수성 포장, 강우유출 저장탱크, Level spreader 등의 LID시설을 설치하여 강우량, 유출량, TKN, NH4-N, NOx-N, TN, TP, TSS 항목 모니터링 수행하였다. 2005년 미국 매사추세츠주 입스위치강 유역에서 단지에 12개의 레인가든과 투수성 포장 등 LID 시설을 설치하여 설치 전후의 유량변화와 수질변화를 모니터링 실시함 ○ 2008년 오하이오주에서는 LID의 수리학적 특성을 파악하기 위하여 침투도랑, 투수성포장, 레인가든 등을 설치하여 지표수 유출량, 투수층 유출량, 토양수분량 등을 모니터링 실시함 ○ 현재 미국의 EPA에서 국가정책상으로 도시화에 따른 수문학적 영역의 변화로 인해 야기되는 문제점들에 대해 지역 내의 자연적 시설과 수문학적 기능을 보존하는 계획과 설계의 통합적인 접근 방법으로써 미국 내 많은 자치 도시의 개발법령 및 미국 EPA의 수질관리 법령을 통하여 성공적으로 LID가 수행되어지고 있음 ○ 일본 동경만에서는 1972년부터 현재까

	지 연안의 지자체가 납, 카드뮴 등의 인간의 건강보호에 관한 환경기준항목 및 COD, DO 등의 생활환경보전에 관한 환경기준항목에 대하여 모니터링을 실시함 ○ 2002년에는 표층에서 저층까지 수질을 연속으로 관측하는 장치를 설치하여 상시모니터링을 실시함 ○ 일본 아사하야만에서는 큐슈농정국 이사하야만간척사업소에서 공사중 및 공사완료 후의 보전목표를 지키고, 환경보전을 위하여 모니터링 실시함

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

(가) 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발(2-1세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 우리나라에서는 LID 기반의 도시조성에 대한 필요성이 증가하고 있으나 이를 실현하기 위한 구체적인 계획 기법 및 기술들이 정립되어 있지 않은 상황임 ○ 침투 및 저류 기능 기반의 LID 시설은 빗물관리 측면에서 대부분 지하 침투 및 저류 공간에 의존하고 있으나, 일정 수준 이상의 강우 사상에 의해 하부 쇄석층의 저류 기능이 최대치에 도달할 경우 연속 강우에 대응할 수 없음 ○ LID 기술에 대하여 비점오염저감시설, 빗물이용시설 등 부분적인 기술에 대한 가이드라인은 존재하지만 기존 문헌들을 정리한 수준	○ 국외의 경우 미국, 독일, 일본 및 호주 등 선진국을 중심으로 물 순환 도시 조성 기술 개발에 접근하는 방식은 일부 다르나 공통적으로 녹지를 보전하고 발생한 강우 유출수를 발생원에서 관리하여 개발이전의 수문학적 특성을 유지하거나 회복시키는 LID (Low Impact Development) 기반의 물관리 정책을 추진하고 있음 ○ 미국의 경우 LID 매뉴얼 제작 , 2000년 Prince George's County에서 작성, 이후 정부차원에서 작성 (2003, 2007) ○ 독일의 경우 건물을 대상으로 한 의무사항, 권장사항, 인센티브(빗물이용), 독일표준공업규격(DIN1989) 시설의 구체적 사항 명시

(나) 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발(2-2세세부)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 환경부에서 발행한 <비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼>에서는 LID기반 도로교통시설을 비점오염원 저감시설의 침투시설 중 하나로 선정하고 환경적·수리학적 측면에서 설치 및 관리, 운영 방법 제시 ○ 국토교통부 <도로설계편람>에서는 배수성 포장 및 투수성 포장의 설계 및 재료 기준을 개략적으로 제시하고 있음 ○ 투수성 도로포장의 계획과 건설에 있어 기본적인 도로의 기능 확보와 강우유출저감 기능을 종합적으로 고려할 수 있도록 투수성 포장구조, 재료 및 설계시공 절차를 개선할 필요가 있음	○ 국외에서는 1970년대부터 투수성 포장이 적용되어 왔음. 초기 투수성 포장은 보도용이었으나, 이후 주차장, 통행량이 적은 도로 등에 확대 적용되어지다가 1990년 후반에 이르러 차도 투수성 포장 연구가 본격적으로 시작함. ○ 일본은 “투수성포장가이드북”에서 노상의 침투상태, 도로의 이용 조건 등을 고려하여 도로에서 7가지의 빗물 처리 방법을 제시하고, 각 재료의 품질 기준을 제시하고 있음. ○ 미국은 환경보호국에서 투수성 포장의 표준단면과 각 층의 골재 기준과 다짐 방법 등을 제시하고 있음. 또한 Texas A&M은 투수성 포장 재료별 강우 유출 및 오염물질 유출 저감 효과를 장기적으로 관찰할 수 있는 test bed를 구축하여 다양한 연구를 수행하고 있음.

(다) 한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 (2-1-1 위탁: 1~2차년도, 2-3세세부, 3~5차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내에서는 LID 기술의 필요성은 증가되고 있으나, 기술 개발에 한계점이 있음. ○ 빗물정원 및 침투화분 기술 뿐만 아니라 LID 기술의 저감기작은 침강지의 침전, 여재의 여과 기작 연구에 대해서만 진행함 ○ LID 기술은 침전지, 여재 등의 물리화학적 기작도 중요하나, 식생과 미생물 등의 생태학적 설계인자도 중요함	○ 국외의 경우 강우유출수 관리를 위해 위어를 가지는 식물체류 시스템, 저류부, 토양부와 식물을 포함한 여과 시스템과 같은 기술이 개발되고 있음

(3) 3세부과제 : LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발

(가) LID기반 물순환 도시 통합모델 및 적용기술 개발 (3-1세세부, 1~6차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내의 경우 조사대상 학회에 게재된 논문 총 33편중 홍수저감 및 빗물이용 연구가 40.6%, 비점오염원 저감연구가 50.0%, 저탄소 관련 연구는 9.0%로 국내에서의 연구는 홍수 등 우수유출관리와 비점오염원 저감 연구에 집중 ○ 국내외 연구목적별 연구동향 분석 결과, 녹색도시 조성을 위한 물순환 목적의 기반연구는 주로 LID 각각의 요소기술을 중심으로 연구가 진행. 이들 요소기술에 대한 홍수, 물순환, 오염원 저감 효과에 대한 분석 위주의 연구가 진행 ○ 통합적인 유역관리를 위한 LID 기술 분야가 포괄된 통합적인 연구가 부재한 실정.	○ 국외의 경우 조사대상 학회에 게재된 논문 총 69편중 홍수저감 및 빗물이용 연구가 37.7%, 비점오염원 저감연구가 46.4%, 저탄소 관련 연구는 15.9%로 국외 연구 또한 마찬가지로 홍수 등 우수유출관리와 비점오염원 저감 연구에 집중 ○ GI(Green Infrastucture) 분야 즉, LID 기술들이 탄소저감효과에 미치는 영향 평가와 관련된 연구는 15.9%로 비교적 다양한 연구가 진행되고 있음 ○ ID는 분산형 빗물순환 뿐만 아니라 친환경성, 지속가능성, 통합관리, 다기능성, 비용· 에너지 ·생태 효율성을 달성하고자 하는 방법으로 1990년대 초반 미국을 중심으로 시작. 지속가능한 개발(sustainable development), 스마트 성장(smart growth)을 지향하는 도시개발의 목표를 실현시킬 수 있는 주요 계획기법으로 활발하게 활용. 영국의 SUDS(Sustainable Urban Drainage System), 호주의 WSUD(Water Sensitive Urban Design) 및 뉴질랜드의 LIUDD(Low impact urban design and development) 등이 LID와 유사한 도시 빗물관리 개념. 이들 모두 분산형의 자연친화적 빗물관리를 위하여 도시계획(urban planning), 도시개발(urban development) 및 도시설계(urban design) 등과 연계하여 보다 안전하고 친환경적으로 도시를 조성 중에 있음

(나) LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 위탁, 1~2차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 유역단위 신도시 연구대상유역 선정 – 아산탕정 · 아산탕정 신도시 개발유역 장재천 모니터링 대상지점 선정 및 일부구간 유량 모니터링 수행 ○ 유역단위 기존도시 연구대상유역 선정 – 아산배방 · 아산배방지구 유역 모니터링 지점선정 – 매곡천 및 장재천 하류 일부구간 ○ 국내의 산업단지의 경우에는 생산을 위한 기반시설에 대하여 친환경기법을 적용하고 있으며, 녹지율을 최소화 하는 등 LID 기법을 통한 빗물관리는 거의 없는 실정임	○ 국외의 경우에는 친환경 산업단지를 조성하기 위한 다양한 정책을 제시하고 있고, 녹지율을 최대한 확보할 수 있도록 계획, 설계함

(다) LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 위탁, 3~4차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내에서는 LID 관련 전문 BMP 요소기술의 사업성 있는 기술개발은 초기 단계이며 또한 소기업 중심의 사업화로 인하여 기술의 집중력 및 시공성, 그리고 효율성은 현저히 낮은 수준임 ○ 국내에서는 효율성 검증실험 기술 개발은 전무한 상황임 ○ 한국 지형 및 기상, 그리고 기술수준에 적합한 검증기술의 개발은 LID-BMP 요소기술의 신뢰성 및 사업성 확보, LID 모형의 최적 매개변수의 산정 등에 직접적으로 연계되고 파급될 수 있는 요소기술임	○ 선진국의 경우 도시계획 및 시설 설치시 LID 기술 적용을 녹색건설과 산업의 일환으로 적극적인 적용 및 시공이 실현되고 있음. ○ 이는 실제로 미국의 경우 (USGS, EPA 및 지자체 LA, New York 등) LID 기술/시공/유지관리 분야의 표준화된 메뉴얼을 지역특성에 적합하게 지원하고 있으며 장려하고 있음. ○ 또한 미국 University of Wisconsin 대학의 RECARGA와 같은 LID 요소기술 적용모형의 개발과 EPA 의 SWMM/LID 및 SUSTAIN 등의 통합LID해석모형시스템 개발이 활발하게 이루어지고 있음. ○ 이에 따른 설계 및 시공 분야의 LID모형화 기술은 도시, 건설 및 환경 산업의 획기적인 개선 및 해외진출을 위한 녹색기술로서 다양한 시장개발의 여건조성을 위한 기초연구로 인식되고 있음.

(라) LID기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 위탁, 5~6차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내 웹기반 공간분석 시스템은 환경영향평가시스템, 토지적성평가시스템, 교통영향평가시스템, 국토계획평가시스템, 국가환경지도 등이 있으며, 각 시스템은 활용 목저에 따라 평가 지표를 선정하고 평가하여 의사결정에 활용하고 있음	○ 미국의 경우 유역관리모델링시스템(WMMS), L-THIA/LID을 활용하여 물환경 분야에 대해 평가하고 이를 통해 관리하고 있음 ○ 또한 National Stormwater Calculator 시스템을 활용하여 우수관리를 하고 있음

(마) LID기반 물순환 신도시 적용 및 운영기술개발 (3-2세세부, 1~3차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 새만금지역은 개발계획단계에서 빗물 및 비점오염원 관리를 위하여 LID를 도입하는 것을 골자로 한 마스터플랜을 수립하고 토지이용계획별 실시설계단계에서 구체화하도록 계획 ○ 특히, 패시브하우스에서 빗물활용을 도입, 자연친화형 저류지, 우수침투 시설 등 계획 도입 ○ 경기도 수원 광교신도시는 실시설계시 비점오염원 저감시설로써 LID시설을 도입하였으며, 자연형 침투시설과 호수를 이용한 빗물관리계획을 수립. 다만, 계획수립단계에서 반영이 되지 않아 LID의 기본방향과는 차이가 발생.	○ LID기반 도시 조성 사례로 덕 크로싱(Duck Crossing) 등 미국 5개 지역과 도시, 프라이부르크 보봉지구 등 독일 4개 지역과 도시, 요코하마 등 일본 3개 도시, 호주의 Perth, 싱가포르 Marina bay, 스톡홀름(스웨덴), 런던(영국) 등 16개 사례지역을 조사함. ○ 도입초기 대부분 LID 기법은 수질개선을 위한 비점오염원 저감시설로 BMP(최적관리기법)으로 적용되고 있었으며, 침투+저류 형태의 조합으로 구성되는 사례가 다수이며, 최근 기후변화대비 빗물수량관리로 초점이 확대되고 있음. ○ 특히 보봉지구(독일)는 LID를 기반으로 도시를 계획하였으며, 강우유출량의 75%를 저감시켰다고 보고됨 ○ 유럽, 호주 등은 생물저류, 침투시설 중심이며 일본은 저류지 위주로 설치 사례 다수임

(바) 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발(3-3세세부, 1~2차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내에서는 LID 관련 전문 BMP 요소기술의 사업성 있는 기술개발은 초기 단계이며 또한 소기업 중심의 사업화로 인하여 기술의 집중력 및 시공성, 그리고 효율성은 현저히 낮은 수준임. ○ 국내에서는 효율성 검증실험 기술 개발은 전무한 상황임. 한국 지형 및 기상, 그리고 기술수준에 적합한 검증기술의 개발은 LID-BMP 요소기술의 신뢰성 및 사업성 확보, LID 모형의 최적 매개변수의 산정 등에 직접적으로 연계되고 파급될 수 있는 요소기술임.	○ 미국, 일본 및 EU 국가들은 기후변화 및 각종 개발로 인해 훼손된 생태계와 왜곡된 물순환 시스템을 복원하기 위하여 LID 기술을 개발 적용 중에 있음. ○ 미국을 비롯한 선진국에서는 도시지역내 불투수면 증대로 인한 환경수리학적 변화를 최소화하기 위해 생태저류지, 침투도랑, 인공습지 등의 시설을 적용하는 것으로 조사되었음. ○ 강우유출 저감 및 비점오염 저감을 목적으로 하는 LID-BMP 기술들은 적용과정에서 다음과 같은 문제점을 가지고 있으며 효율성 증대 및 사업성 확보를 위하여 이러한 문제점들이 해결될 수 있는 방향으로 개발이 요구됨. 특히 친수구역의 물리적, 지형적 그리고 기상적 요인을 고려한 적정 LID-BMP 기술의 선정이 중요. ○ 현재 국외의 LID 기술의 유출 및 비점오염 저감 등의 효율성 검증기술은 개발단계에 있음. 특히, 미국의 샌디에고 대학 및 플로리다 주립대, 웨싱톤 대학과 캘리포니아 리버사이드 수자원국 등에서는 실증형 강우-유출 시뮬레이터를 통한 효율성 검증을 수행하고 사업화 하고 있으며, TEST-BED 실험을 통한 다양한 연구가 진행 중에 있음.

(사) LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발(3-4세세부, 1~5차년도)

국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 현재 국내에서 진행된 LID/GI의 영향에 관한 연구들은 대다수 직접적 효과에 해당하는 수량(홍수) 조절 및 비점오염 저감에 따른 수질 개선 효과에 초점을 맞추고 있음 ○ 이러한 두 가지 영향은 실험 또는 모델링을 통한 정량적 분석이 가능하기 때문에 LID/GI 기법의 타당성 검증이 유용하다는 장점이 존재하며, 이에 다양한 연구가 진행되고 있음 ○ 이 외에 열섬저감, 대기질 개선 및 탄소저장 효과 등 LID/GI의 다변영향과 관련해서 LID/GI라는 용어를 직접적으로 사용하지는 않으나, LID/GI의 기법에 해당하는 옥상녹화, 벽면녹화, 저류지 등의 효과를 실험 및 관측을 통해 제시하고 있음	○ LID/GI기법과 관련해 미국에서는 EPA(Environmental Protection Agency)를 중심으로 LID/GI의 수량(홍수) 조절뿐만 아니라 수자원 함양을 비롯하여 환경, 경제, 사회적 효과 등 다양한 측면에서 발생하는 영향들에 대한 연구가 이루어지고 있음 ○ 특히 CNT(Center for Neighborhood Technology)는 LID/GI의 기법별 영향을 검토하여, 이를 통합적으로 활용하기 위해 가치화하는 방법에 대한 연구가 수행되고 있음 ○ 더불어 캐나다, 유럽연합, 영국 등 LID/GI에 선진적인 국가에서는 LID/GI의 개별 기법들의 적용사례를 통해 구체적인 정량적 효과를 제시하고, 이를 토대로 다변영향을 통합적으로 검토하기 위한 연구들이 진행 중에 있음

(아) LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3 위탁 3~4차년도, 3-5세세부, 5~6차년도)

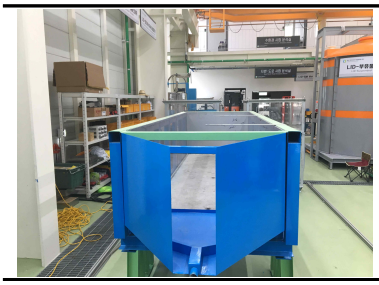
국내 기술 개발 현황	국외 기술 개발 현황
○ 국내 빗물을 포함한 물재이용 관련 조례는 구체적인 시설(빗물관련시설, 중수도, 하수재처리수 등)에 국한되어 있어 토지이용 및 공간을 포함하는 저영향개발 개념을 포함할 수 없는 상황임 ○ 또한, 수도법을 주관하는 부서가 '물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률' 을 운영함에 따라 빗물을 절약할 수 있는 유인 제공 및 수도 · 하수도 요금과의 연계 방안 제시가 빈번하여 정책효과가 효율적이지 못함 ○ 일부 지자체의 경우 상위 모법 없이 LID를 도입한 선진적인 조례를 시행하였으나 상위 모법이 없을 경우 조례를 지속적으로 안정성 있게 실행하는데 법리적 문제 등이 제기될 수 있음	○ 독일의 각 주마다 자체적인 물관리법과 하수도법, 건설시행 규정 등을 가지고 있으며, 함부르크 물관리법의 경우 일정 조건을 충족하는 경우에는 관청의 특별한 허락 없이 주거 단지 내 빗물을 침투 시킬 수 있도록 규정함 ○ 영국은 장기 물관리 전략인 Future Water(DEFRP 2008)을 통해 하천과 저수지 등 수자원에 대해서는 지속가능한 통합관리체계를 갖추고, 물을 사용하고 오염•관리하는 도시와 농촌에서는 지속가능한 배수체계(SUDS)를 구축하겠다는 원칙을 제시함 ○ 일본은 기후특성상 치수와 관련한 침투시설에 관한 법률 제정이 활발하며, 도시 하천유역의 종합치수 대책으로 건전한 물순

	환 체계 확보를 위해 우수저류침투시설의 기능이 강화된 특정도시하천침수피해대책법(2003) 등을 시행하고 있음

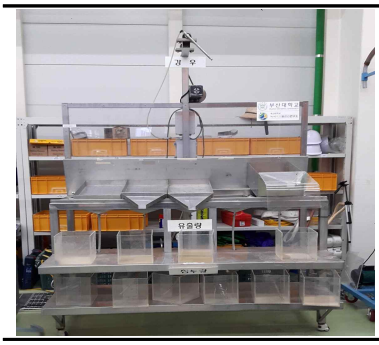
제3장. 연구 수행 내용 및 성과

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

<table>
<tr><th>세부연구목표</th><th>연구 수행 내용</th><th>최종 연구 성과</th></tr>
<tr><td>국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발 (1-1)</td><td>○ LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영</td><td>○ LID 물순환 효율성 검증기기-LID 요소기술의 효율성 검증을 위하여 유역 특성을 고려한 수문순환 요소별 수문량 관측
○ LID-지표유출 수리적 효율성 검증기기-유역단위 및 LID 요소기술의 융·복합적인 기법 검증 기기 개발 (별첨 4-2, 4-3 참고)
○ LID 실외형 강우모사기-이동에 용이하도록 설계함으로써 실내외 실험이 가능하며, 특히 무강우시에도 지속적인 실외실험
○ LID 기술 검증용 소형-다중 강우-유출 모사기-소형 강우모의장치를 이용하여 간단한 실험을 통해 요소기술의 수문요소를 도출
 
<한국 그린인프라&저영향개발 센터>
 
<LID 물순환 효율성 분석 기기>
 
 
<LID/W 수리적효율성 검증시험기기></td></tr>
</table>




<LID/W 중형유출모사기>




<LID/W 소형 다목적 강우유출모사기>



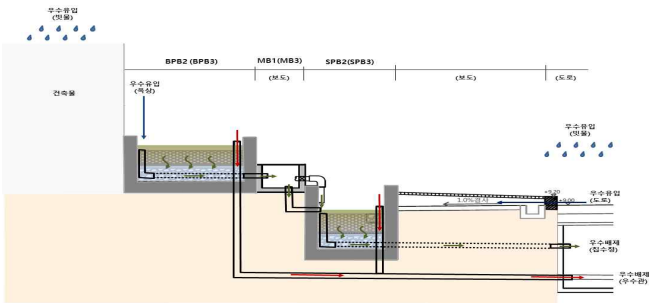

<LID/W 옥상녹화 시험장치>



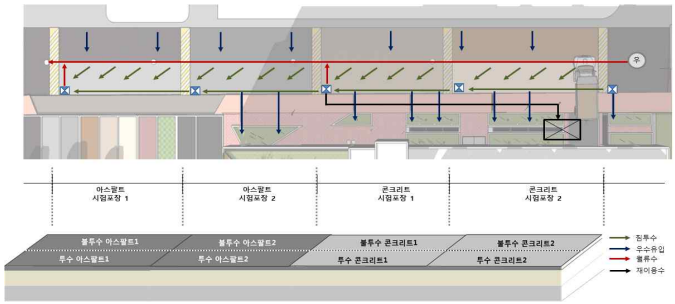
<LID/W 차량형 현장 모니터링 시스템>



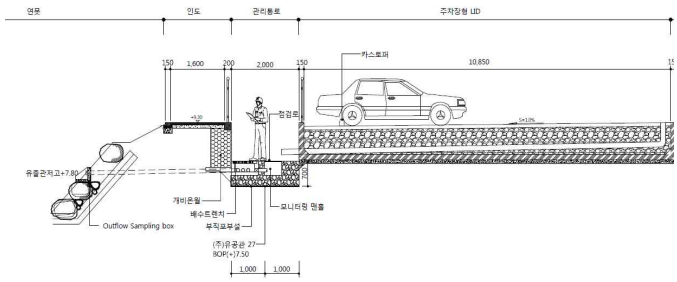
<LID/W 이동형 강우모사기>



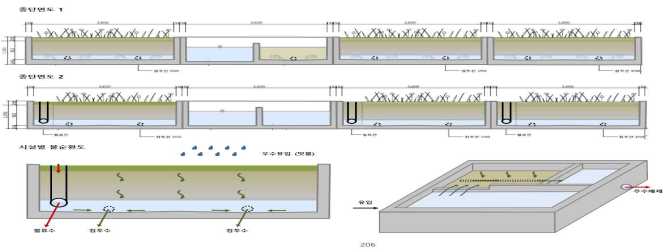
<건축형 LID 효율성 검증 시스템 개발>



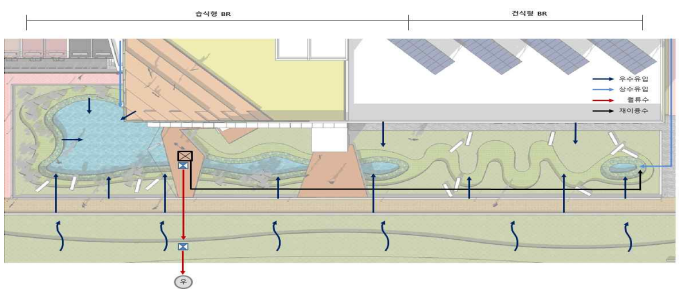
<도로형 LID 효율성 검증 시스템 개발>



<주차장형 LID 효율성 검증 시스템 개발>



<빗물정원형 LID 효율성 검증 시스템 개발>



<생태공원형 LID 효율성 검증 시스템 개발>

○ 검·보정 데이터 분석을 통한 LID 요소기술의 물순환 효율성 성능평가 기준을 제시

- 물순환 안정성 성능평가

■ 시설 – 물순환 효율성 검증기준

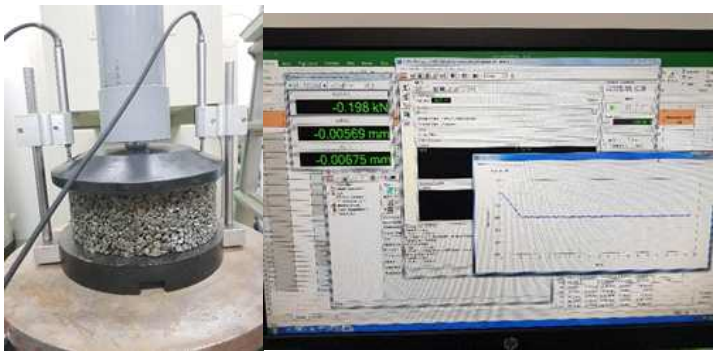
검증 항목 \ 시험 기준	검증 절차	기준치	인증 여부 (필수: ◎, 선택: ○)
표면 침투율	ASTM C 1701	≥ 0.01	◎
지체시간 증가율	강우-유출 직접 시험법	20분 이상	○
유출량 저감율		60%	◎
첨두유출 저감율		50%	○
평균 유출계수		0.5이하	○

<물순환 평가 장비를 활용한 물순환 효율성 성능평가 기준제시>

○ LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화

○ LID 효율성 검증 기기 실험 매뉴얼
– 표준화된 실험기법을 개발하고, 이를 통한 구체적인 각 LID 효율성 검증평가 기기별 시험 프로세스 개발
– 표준화된 검증기법 개발을 통한 기술에 대한 성능 신뢰성을 향상시킴으로서 산업화 촉진효과가 높아질 것으로 판단됨.

○ LID 효율성 검증 실험 DB 구축
– 검증실험 결과 자료를 구축하여 GI&LID 관련 연구자료로 활용
–



<투수성 아스팔트 재료의 영구변형률 시험 세팅 및 결과 모니터링>

○ 폐색을 고려한 대단면 투수블록 시스템 비선형 투수특성 시험장비.

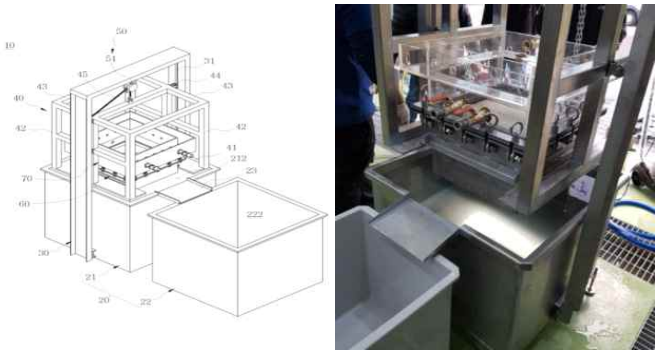
○ 정수위 시험과 변수위 시험을 통한 투수계수의 측정이 가능한 폐색을 고려한 대단면 투수블록 시스템 비선형 투수특성을 평가할 수 있음.

○ 협잡물이 공극에 침투하여 폐색되는 환경이 모사되도록 시험장비를 구현하여 실제 보도 투수블록 및 대단면 투수포장 시료의 투수특성 평가 가능.

○ 압력센서를 이용해 실시간 수두 모니터링을 하여 투수

계수의 시간이력 측정이 가능함.

○ 향후 일정시간이 경과한 후의 투수계수를 정확하게 파악하여 관리할 수 있음



<폐색을 고려한 대단면 투수블록 시스템 비선형 투수특성 시험장비>

○ 검·보정 데이터 분석을 통한 LID 요소기술의 구조적 안정성 성능평가 기준을 제시

- 구조적 안정성 성능평가

■ 요소 - 구조적 안정성 – 투수성 아스팔트 검증기준

시험 기준 검증 항목	검증 절차	기준치	인증 여부 (필수: ◎, 선택: ○)
간접인장강도	2011 도로포장통합지침(국토교통부,2011)부록Ⅱ-8		◎
수분저항성 강도비	KS F2398	≥0.85	
마샬안정도	KS F2337	설계값 이상	
칸타브로 손실률	KS F2492	≤20%(20℃), ≤30%(-20℃)	
흐름손실률	KS F2489	≤0.3%	
간접인장 회복탄성계수	NCHRP 1-28A		○
등적안정도	KS F2374	≥3000회/mm	
동탄성계수	KS F2485	설계값 이상	
변형강도	2011 도로포장통합지침(국토교통부,2011)부록Ⅱ-4		
영구변형률	EN12697-25		
잔류인장강도	2011 도로포장통합지침(국토교통부,2011)부록Ⅱ-7		

■ 요소 - 구조적 안정성 – 투수성 콘크리트 검증기준

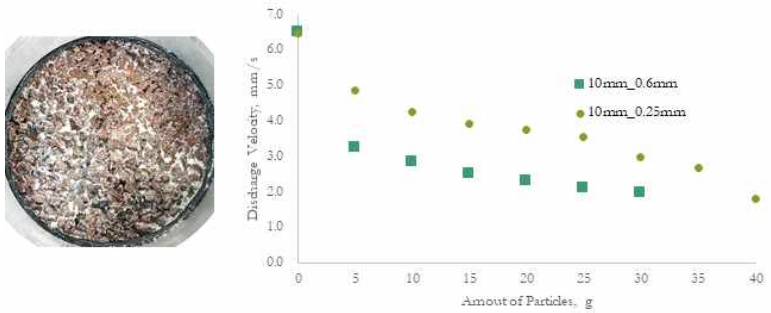
시험 기준 검증 항목	검증 절차	기준치	인증 여부 (필수: ◎, 선택: ○)
칸타브로 손실률	KS F2492	≤20%	◎
휨강도	KS F2408	≥4.5Mpa	
(정)탄성계수	KS F2438	설계값 이상	
압축강도	KS F2405	≥18Mpa	○
쪼갬인장강도	KS F2423	설계값 이상	

■ 요소 - 구조적 안정성 – 투수성 블록 검증기준

시험 기준 검증 항목	검증 절차	기준치	인증 여부 (필수: ◎, 선택: ○)
압축강도	KS F2405	≥ 18 Mpa	○
칸타브로 손실률	KS F2492	≤ 20%	○
휨강도	KS F4419	≥ 4.5 Mpa	◎
(정)탄성계수	KS F2438	설계값 이상	○

<구조적 안정성 성능평가 기준제시>

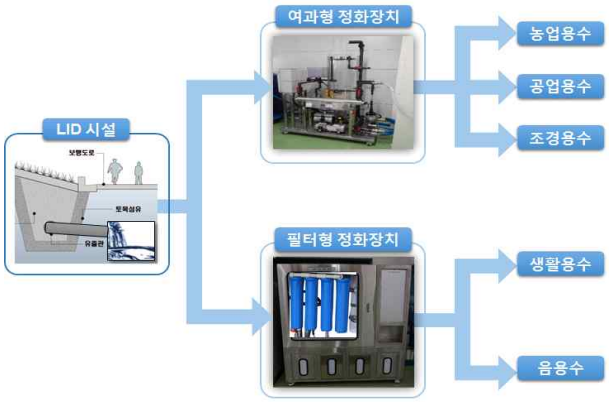
○ 폐색을 고려한 투수성 포장 시스템 비선형 투수특성 시험장비를 이용한 도로노면 퇴적물에 의한 투수성 포장 공극막힘 변화 분석



<도로노면 퇴적물에 의한 투수성 포장 공극막힘 변화 분석의 예>

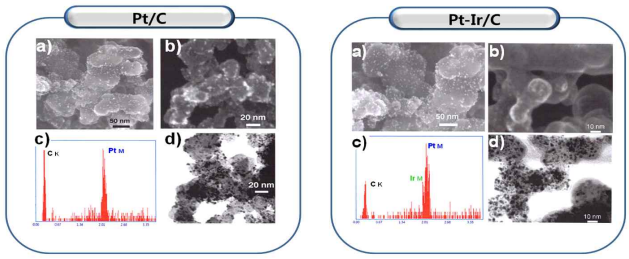
○ 폐색을 고려한 투수성 포장의 배수성능 평가 장비를 사용하여 도로 퇴적물에 의한 공극막힘을 모의하고 이에 의한 투수성능 변화를 분석함.

○ 저영향 개발 기법 기반 우수활용	○ LID 시설 기반 우수정화 시스템구축(별첨보고서) －LID 시설을 통해 침투 및 저류된 우수의 재이용을 위

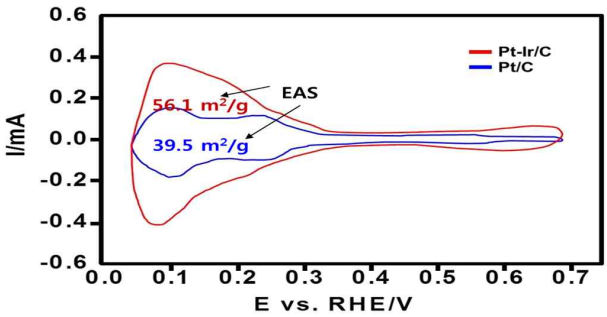
	시스템 구축기술 개발	해 용수 목적에 따라 농업용수, 조경용수, 공업용수로의 활용 시, 정화단계와 음용수 및 생활용수로의 시용시의 정화단계를 구분한 2가지 type의 우수정화 장치를 개발함  <용수 목적에 따른 우수정화 시스템> ○ 500W급 수소연료전지 기반 에너지 생산 시스템 개발(별첨보고서) - 수소가스를 동력원으로 지속적인 에너지 생산이 가능한 장치 구축 - 양극의 산소공급 효율을 증대시키기위해 Active Type의 산소공급 방식 설계 - Mea stack의 효율성 극대화하기 위해 MEA 유효면적을 20㎠로 설계  <연료전지 기반 에너지 생산 저장 시스템> ○ 연료전지 전극 촉매 개발연구(학술발표 2건) - 연료전지 음극촉매의 수소해리·흡착에 관한 연구를 수행하였고, Pt-Ir 이중메탈 전극 촉매를 합성하여 PEMFC음극의 수소 산화 방응(HOR)향상을 유도함. - Pt/Ir이중촉매 및 순수 Pt의 TEM 분석을 나타낸 것

으로 Pt-Ir 촉매가 골고루 분포되어 탄소 지지체에 적재됨.

- Pt-Ir/C와 Pt/C의 Cell-Test를 나타낸 것으로 Pt-Ir 합금의 전기 화학적 활성 표면적($56.1 m^2/g$)으로 Pt 전기 화학적 활성 표면적($39.5 m^2/g$)보다 증가함에 따라 수소산화를 위한 전기화학적 공간을 제공하여 향상된 성능이 나타남



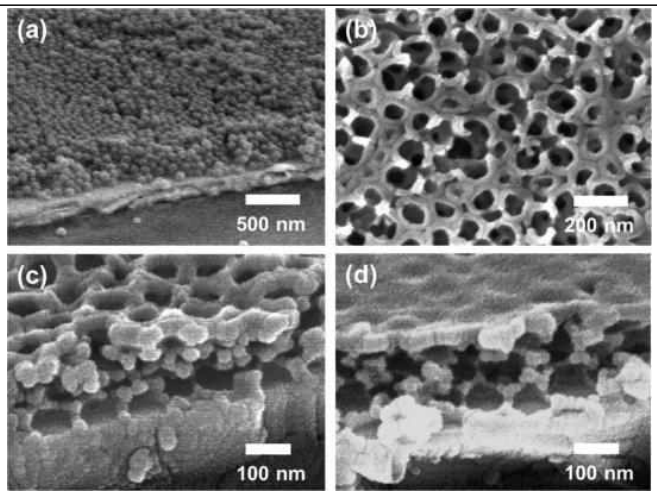
<Pt-Ir/C와 Pt/C의 TEM사진 및 EDS분석>



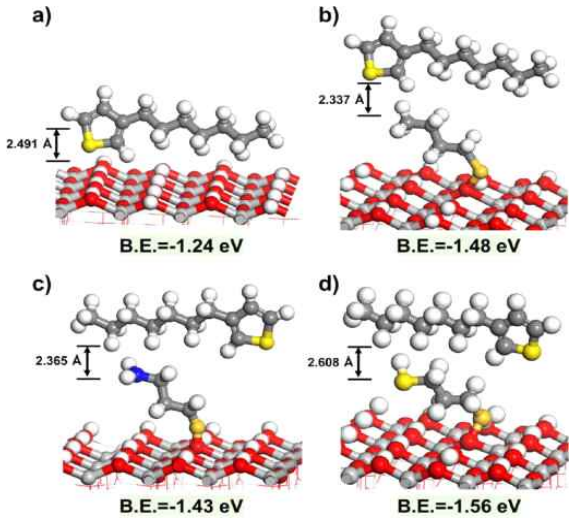
<Pt/C와 Pt-Ir/C의 단전극 테스트>

○ 태양전지 광촉매 TiO2 소재개발(SCI 논문 1건)

- 기존에 사용되는 TiO2에서 P3HT를 차단층으로 얇은 두께로 층을 제조함
- SEM 분석결과 TiO2-10 구조가 자가 조립방법으로 골고루 배열되어, Cell 분석결과 기존의 촉매보다 훨씬 높은 효율을 가지는 것으로 나타남
- 또한 TIO2와 P3HT의 양자역학적 흡착거동을 분석하였고, Si- (CH2)3-SH- modified TiO2 에서 P3HT가 쉽게 코팅되는 것을 확인



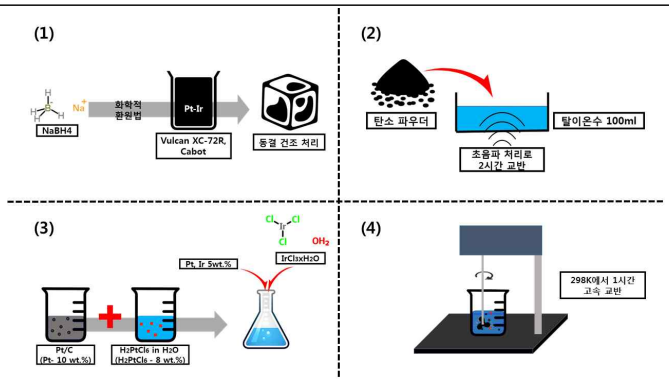
<광촉매의 SEM분석>



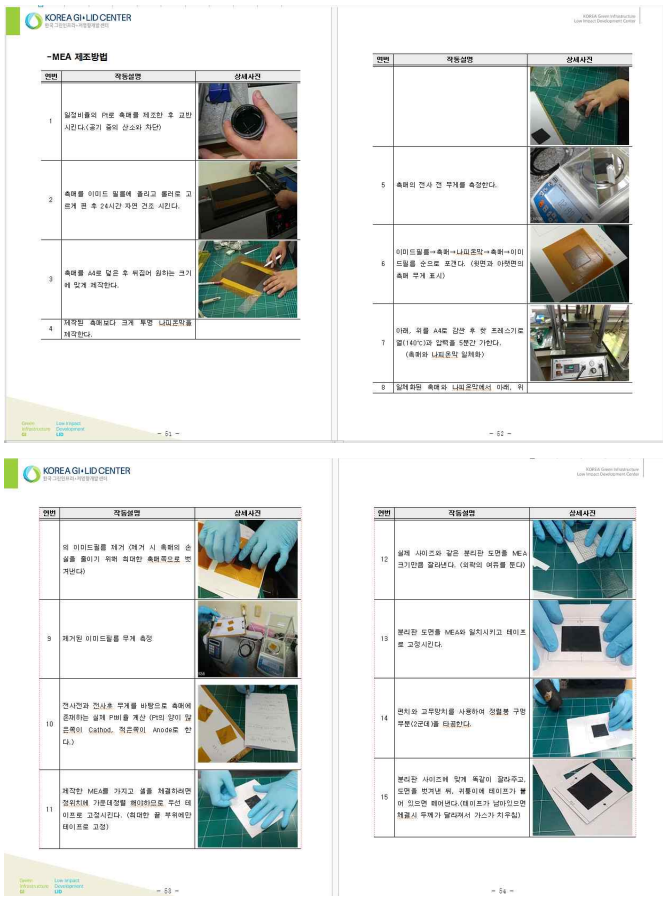
<촉매의 양자역학적 거동 분석>

○ Bench 규모의 연료전지 셀 제작-[저영향 개발 실내 검증 실험 시설 매뉴얼]

- 백금 이리듐 합금촉매의 제조방법에 대한 매뉴얼 화를 수행하였고 셀제작 및 체결에 대한 전체과정을 매뉴얼화 함.
- (1) 수소화 붕소 나트륨(NaBH4)를 화학적 환원법을 사용하여 탄소 지지체상(Vulcan XC-72R, Cabot)에 결합된 Pt-Ir 나노입자를 동결 건조과정에 따라 부하
- (2) 초음파 처리를 통해 탈이온수 100mL에 탄소 파우더를 2시간동안 교반
- (3) Pt/C를 제조하기 위해 Pt의 양을 10%로 제어하여 교반된 탄소 수용액에 염화 백금산 수용액(8wt.% H2PtCl6 in H2O)을 첨가한 후 Pt-Ir/C를 제조하기 위해 촉매로써 Pt와 Ir을 각각 5wt.%와 함께 이리듐 클로라이드 수화물(IrCl3 · xH2O)을 첨가
- (4) 298K에서 1시간 동안 혼합물을 고속 교반



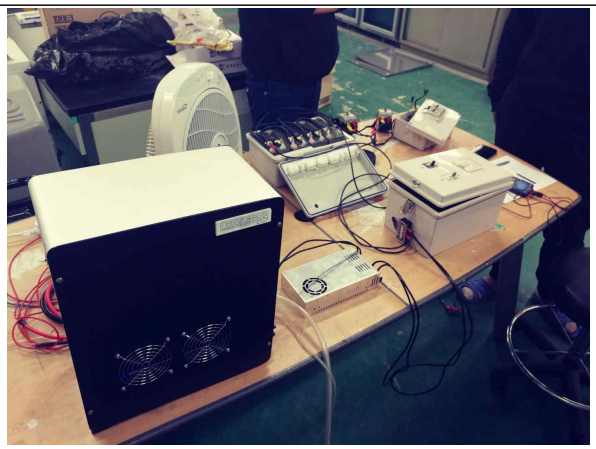
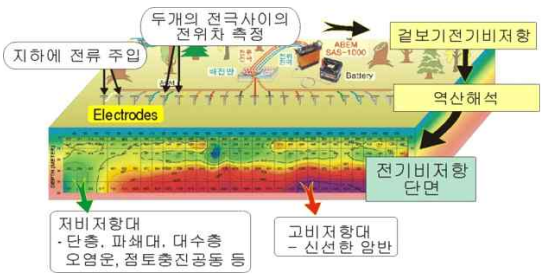
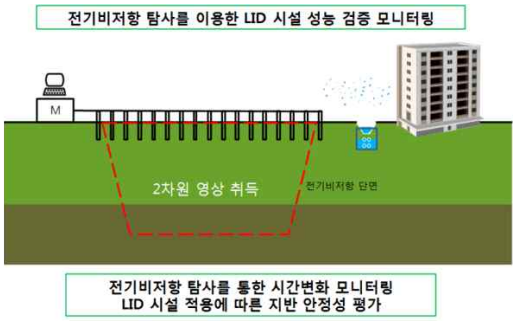
Pt-Ir 촉매 제조



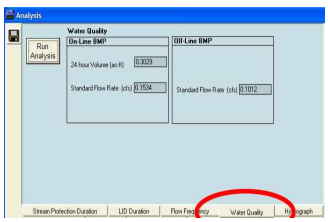
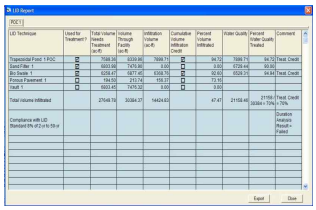
촉매 제조 매뉴얼

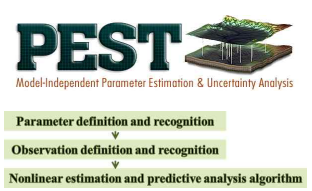
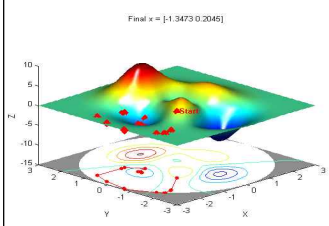
○ 에너지 생산&저장 연속공정 성능평가

- 연료전지 기반 에너지 생산&저장 시스템 연속공정 평가를 수행하였고, 1kW급 보트 모터에 시운전을 수행함
- 생산&저장 공정간 에너시 손실율은 약 10%로 전압 변환간의 손실이 발생하였으며 이에대한 후속연구가 필요함

<table>
<tr><td></td><td></td><td> 
에너지 생산&저장 시스템
 
에너지 생산&저장 연속공정 평가</td></tr>
<tr><td rowspan="2">강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1)</td><td>○ LID 실증단지 Pilot 설치 및 운영</td><td>○ 지하수위 연계 LID 저류조 Pilot 설치
○ 지하수위 연계 LID 저류활용 시스템 현장적용운영에 따른 성능 검증
○ Pilot 운영 및 성능 확인
  </td></tr>
<tr><td>○ 전기비저항 측정법을 이용한 LID 시설 성능 검증 모니터링 기법 개발</td><td>○ 전기비저항 탐사를 이용한 시간변화 모니터링
○ LID 시설 적용에 따른 지반 안정성 평가
  </td></tr>
<tr><td>LID 적용 설계기준 및</td><td>○ WWHM-SWMM 기반 한국형 LID</td><td>○ 한국형 LID 해석모형(K-LIDM) 수질계산 로직 개발을 위한 해외 모형조사</td></tr>
</table>

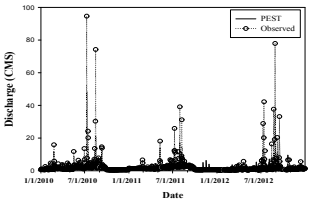
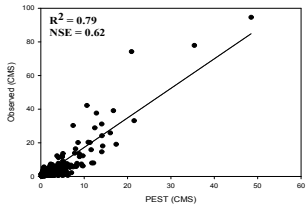
<table>
<tr>
<td rowspan="2">WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2)</td>
<td>해석모형(K-LIDM)의 수질계산 로직 개발 및 탑재</td>
<td>○ WWHM, SWMM(EPASWMM, PCSWMM, XPSWMM 등), WASP모델, BMP SELECT 모델의 수질로직 조사
○ WWHM 모형에 탑재되어 있는 LID 수질계산 로직 분석
○ WWHM의 경우 워싱턴 주에서 실측된 개별 LID 시설에 대한 수질처리비율을 이용하여 LID시설 설치전, 후의 수질을 계산 할 수 있음
○ Ecology's water quality treatment standard에서 제시하고있는 LID 시설 설치후 목표수질 달성유무를 판단 하도록 개발됨
○ 다만, 수질저감비율은 명시되어 있으나 수질저감계산 항목에 대한 내용은 불명확함

<table>
<tr><th>WWHM의 수질계산 항목 입력</th><th>WWHM LID 결과중 수질 레포팅</th></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>
[출처: WWHM User Manual, 2016]</td>
</tr>
<tr>
<td>○ 수질계산 로직의 파라메터 제시 및 실증단지 모니터링 결과와 비교 검증</td>
<td>○ K-LIDM 수질계산 결과의 신뢰도 향상을 위한 파라메터 최적화방법 검토
○ 기존 도시수문모형으로 상용화된 SWMM, STORM, SUSTAIN 등에 탑재된 최적화 모듈 검토
○ 수질계산 로직의 파라메터 최적화를 위한 Model-Independent Parameter Optimizer(PEST) 프로그램, Simplex 방법, Global 최적화 기법(Pattern Search) 검토 및 매개변수별 민감도 분석

<table>
<tr><th>PEST (http://www.pesthomepage.org/Home.php)</th><th>Pattern Search 방법의 최적해 탐색</th></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
</table>
○ K-LIDM 수질계산 매개변수 제시
○ 기 측정된 LID 시설의 수질관측 자료 및 실증단지 모</td>
</tr>
</table>

니터링 결과 검토

○ 최적화 기법을 활용한 K-LIDM 수질계산 검, 보정 및 매개변수 제시

모형검증 및 보정의 예(시계열 그래프)	모형검증 및 보정의 예(R^2)
	

○ 수질계산 최적화 파라메터 제시

○ 수질항목별 최적화 파라메터 제시 및 K-LIDM 모형 탑재

SWMM의 수질모의 추정 매개변수

Class	Parameter	BOD		COD		TN		TP		Reference
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	
Pollutant information	Rain concentration (mg/L)	0.5	26	2	44	0.1	3	0.005	0.3	James et al. (2005)
	Groundwater concentration (mg/L)	0	26	0	44	0	3	0	0.3	Arbitrary
	Decay coefficient (1/day)	0	10	0	10	0	10	0	10	
	Initial buildup (kg/ha)	0	3.452	0	9.288	0	14.158	0	0.912	National Institute of Environmental Research (2006) and Choi (2004)
Buildup equation	Maximum buildup (kg/ha)	0.056	3.452	0.153	9.288	0.132	14.158	0.009	0.912	
	Buildup rate constant (kg/ha)	0.0019	0.115	0.0051	0.310	0.0044	0.472	0.0003	0.03	
	Time exponent	0.01	10	0.01	10	0.01	10	0.01	10	Arbitrary
Washoff equation	Washoff coefficient	0	10	0	10	0	10	0	10	
	Washoff exponent	0	10	0	10	0	10	0	10	

[출처: 강태욱, 이상호(2014), 유역유출 및 수질모의에 관한 SWMM의 자동 보정 모듈 개발, 한국수자원학회 Vol47, No4]

○ 정보관리시스템 고도화 및 웹기반 LID 모형 개발

○ GI&LID 정보관리시스템 고도화

○ GI&LID 정보관리시스템의 LID 정보DB(법규지침, 연구보고서, 논문 정보) 업그레이드

○ LID 모형정보에 한국형 LID모형, 웹기반모형, 다변영향평가도구 등 연구단에서 개발된 소프트웨어 탑재

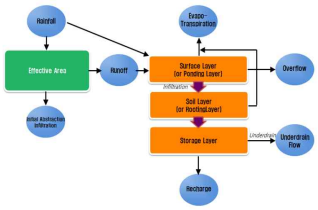
○ 정보관리 시스템 내 교육 플랫폼 구축 및 탑재

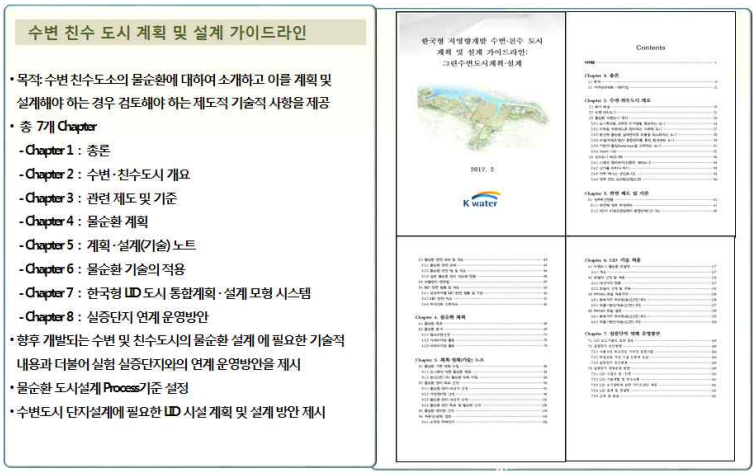
○ 시스템 사용자 요구를 바탕으로 한 정보관리시스템 유지보수

○ 웹기반 LID 모형 탑재

○ K-LIDM 계산로직에 기초한 웹기반 LID 모형 개발(JAVA)

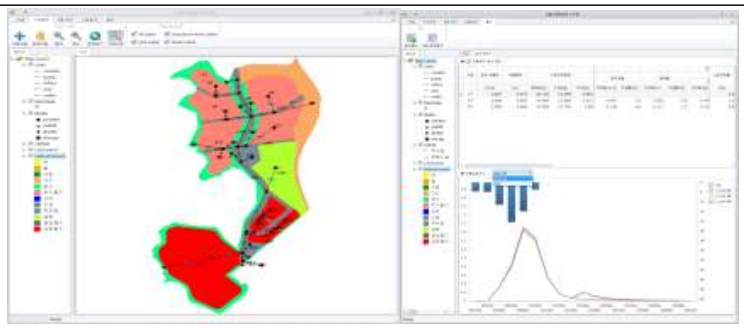
○ 웹기반 LID 해석모형은 사용자의 요구를 고려하여 단일 LID 시설에 대한 간편 계산로직 추가 개발 – 필요시 실증단지 모형개발 예정

<table>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td>웹기반 LID 해석모형(단일 LID시설)로직</td><td>웹기반 LID 해석모형 UI</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 (1-2)</td><td>○ 친수구역 물순환 LID 계획 기술지침 제작
○ LID 통합설계모듈 개발 및 매뉴얼 작성
○ 저영향개발기술 제도화 방안 수립</td><td>○ 한국형 저영향개발 수변·친수 도시 계획 및 설계 가이드라인
- 기존의 지구단위 계획에 덧붙여 수변지역 도시 특성에 맞는 LID 기술 적용방안을 제시함으로써, 기존 방식에 의한 공정 과정을 유지하며 수변·친수 도시 계획이 가능하도록 제시 (별첨 2-3)
- GI&LID 실험실증단지 공동운영방안 제시
- 실증단지 기술을 연계한 도시설계방안 제시
- 수변·친수 도시설계에 필요한 제도적 기술적 사항 제시

<수변·친수도시 계획 및 설계 가이드라인>

○ 한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템 개발
- 토지이용계획에 따른 LID의 설계 및 적용효과 분석을 편리하고 효율적으로 수행하기 위한 GIS기반의 계획 모형 개발
- LID 기술의 효율적이고 경제적인 규모 및 배치 계획 설계안 수립시에 적용 가능하도록 개발
- 개발사업의 지구단위계획시 LID 기술의 정량적인 물순환 효과 및 경제성 분석을 개략적으로 수행하여 제공 가능</td></tr>
</table>

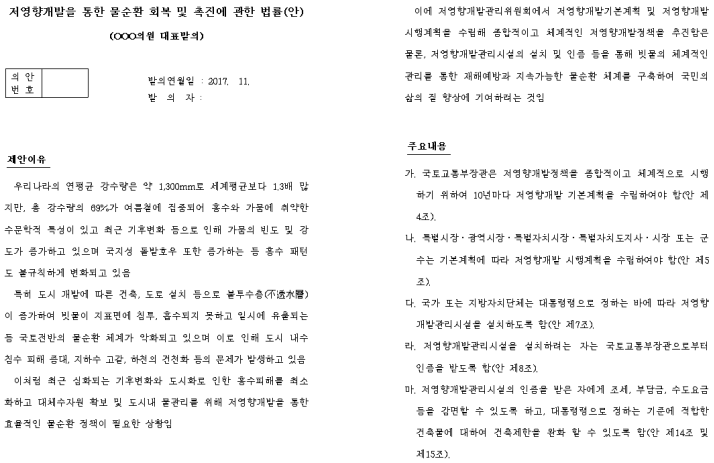


<통합계획·설계 모형 시스템>

○ 한국 건전한 물순환 회복 및 저영향개발 확산·촉진 법률(안)

– 그린인프라(GI) 저영향개발(LID)의 산업 활성화를 위한 법제도 제안

– 저영향개발 계획 수립 외 법률(안) 마련



저영향개발을 통한 물순환 회복 및 촉진에 관한 법률(안)

(○○○의원 대표발의)

의 안 번 호	

발의연월일 : 2017. 11.
발 의 자 :

제안이유

우리나라의 연평균 강수량은 약 1,300mm로 세계평균보다 1.3배 많지만, 총 강수량의 69%가 여름철에 집중되어 홍수와 가뭄에 취약한 수문학적 특성이 있고 최근 기후변화 등으로 인해 가뭄의 빈도 및 강도가 증가하고 있으며 국지성 돌발호우 또한 증가하는 등 홍수 패턴도 불규칙하게 변화되고 있음

특히 도시 개발에 따른 건축, 도로 설치 등으로 불투수층(不透水層)이 증가하여 빗물이 지표면에 침투, 흡수되지 못하고 일시에 유출되는 등 국토전반의 물순환 체계가 악화되고 있으며 이로 인해 도시 내수침수 피해 증대, 지하수 고갈, 하천의 건천화 등의 문제가 발생하고 있음

이처럼 최근 심화되는 기후변화와 도시화로 인한 홍수피해를 최소화하고 대체수자원 확보 및 도시내 물관리를 위해 저영향개발을 통한 효율적인 물순환 정책이 필요한 상황임

이에 저영향개발관리위원회에서 저영향개발기본계획 및 저영향개발 시행계획을 수립해 종합적이고 체계적인 저영향개발정책을 추진함은 물론, 저영향개발관리시설의 설치 및 인증 등을 통해 빗물의 체계적인 관리를 통한 재해예방과 지속가능한 물순환 체계를 구축하여 국민의 삶의 질 향상에 기여하려는 것임

주요내용

가. 국토교통부장관은 저영향개발정책을 종합적이고 체계적으로 시행하기 위하여 10년마다 저영향개발 기본계획을 수립하여야 함(안 제4조).

나. 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수는 기본계획에 따라 저영향개발 시행계획을 수립하여야 함(안 제5조).

다. 국가 또는 지방자치단체는 대통령령으로 정하는 바에 따라 저영향개발관리시설을 설치하도록 함(안 제7조).

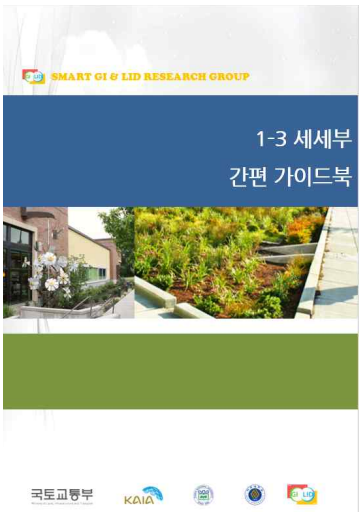
라. 저영향개발관리시설을 설치하려는 자는 국토교통부장관으로부터 인증을 받도록 함(안 제8조).

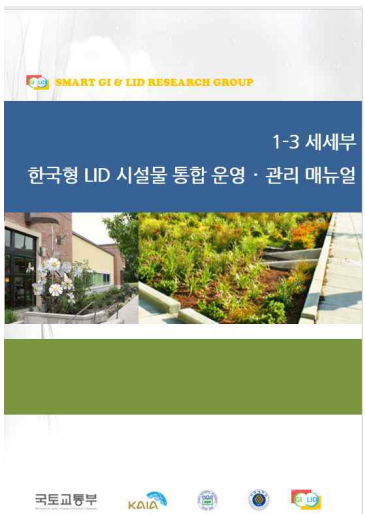
마. 저영향개발관리시설의 인증을 받은 자에게 조세, 부담금, 수도요금 등을 감면할 수 있도록 하고, 대통령령으로 정하는 기준에 적합한 건축물에 대하여 건축제한을 완화 할 수 있도록 함(안 제14조 및 제15조).

<저영향개발 촉진 법률(안)>

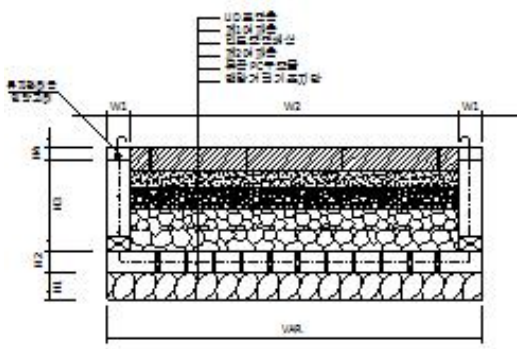
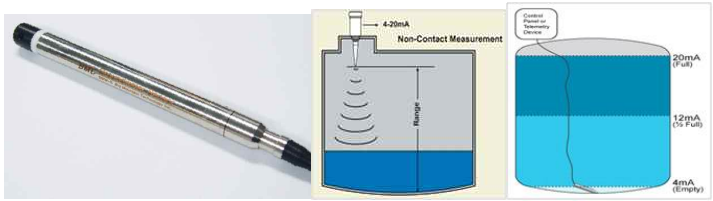
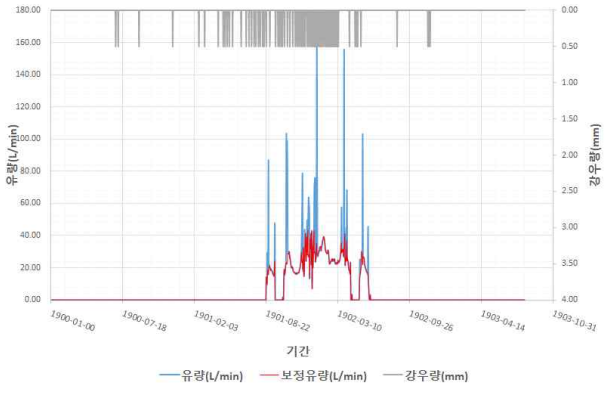
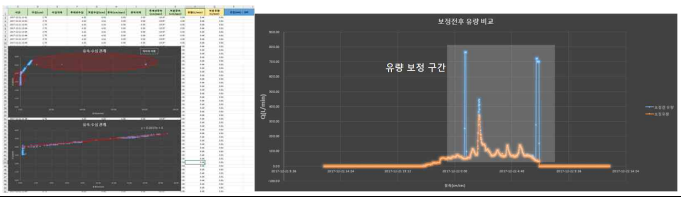
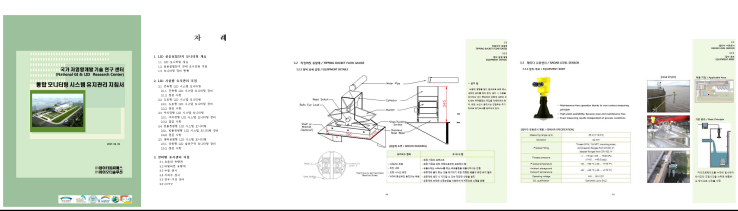
– 각 관계 부처(국토부, 환경부, 행정안전부 등)와의 의견교류를 통하여 “저영향개발을 통한 물순환 회복촉진법” 검토하고, 각 부처의 의견을 반영하여 법제화

– 환경부·국토부의 의견 교류를 통하여 현재 저 “영향개발기본계획의 수립”, “인센티브 제도”, “인증운영위원회 구성” 등 에 대한 부처간의 의견 교환 진행중에 있음

<table>
<tr><td></td><td></td><td>저영향개발을 통한 물순환 회복촉진법 검토의견(국토교통부)
<table>
<tr><th>제정안</th><th>관계부처 검토의견</th><th>국토부(수자원정책국) 검토안(18.3월)</th></tr>
<tr><td>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.
1. “저영향개발”이란 개발에 의해 물순환과 물환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 자연 상태와 유사한 수문특성이 구현될 수 있도록 유출발생지에서부터 저류, 침투, 여과, 증발산 등을 통해 유출량을 관리하는 시설 및 설계 방법을 말한다.
2. “저영향개발관리시설”이란 물순환과 물환경의 효율적 관리를 위하여 설치하는 다음 각 목의 시설을 말한다.
다. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제13호에 따른 비점오염저감시설</td><td><환경부(수생태보전과, 수도정책과)>
○ 입법철회가 바람직
-물환경보전법, 수도법, 하수도법과 내용상 중복 및 상충
<환경부(수생태보전과, 수도정책과)>
○ 비점오염저감시설 등 물순환체계 관련
-물순환체계 확립은 물환경과 직접적인 관련이 있어 물환경보전법에서 물순환 관련 제도를 시행 중이거나 개선·보완 중에 있음
-제정안의 기본이념도 대부분 물환경과 직접적 관련성이 높고, 물환경보전법에서 비점오염원 설치신고제도를 통해 저영향개발기법을 적용하여 오염물질을 저감하고 있으며, 국회에 계류중인 물환경보전법 개정안('17.10.27, 정부)은 불투수면적율, 물순환율에 대한 중장기 목표를 설정·관리하고, 비점오염저감시설의 성능검사제도 등을</td><td>○ 불수용
- 「저영향개발을 통한 물순환 회복 및 촉진에 관한 법률안(이하 “제정안”이라 함)」과 물환경보전법 등 타 법률은 입법취지, 규정의 범위에 차이가 있어 제정안 유지 필요
○ 불수용
-“제정안”은 각 부처 소관의 법령에서 저영향개발 기법·시설의 일부에 대해 개별적·산발적으로 규정해 놓은 것을 체계적이고 종합적인 저영향개발 정책 수립, 관련시설 구축·관리, 관련기술 연구개발·보급을 위한 통합적 규정의 필요성에 근거하여 마련된 것으로, 「물환경보전법」과 “제정안”은 입법목적, 규정의 범위 등에 차이가 있음
-「물환경보전법」이 수질오염 예방 및 공공수역의 물환경(수질 및 수생태계) 관리·보전을 목적으로 하고 있음에 비해, “제정안”은 이 외에도 저영향개발을 통한 물순환체계 회복·촉진으로 홍수·가뭄 등 수재해 경감 지원, 수자원의 확보 및 효율적 이용 등 보다 광범위하고 적극적인 물 문제 해결에 목적을 두고 있음.</td></tr>
</table>
- 1 -</td></tr>
<tr><td rowspan="3">LID 물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발 (1-3)</td><td>○ LID 모니터링 요소선정 가이드라인
○ 수정수정</td><td>○ LID 시설물의 관리 단계를 구체화시켜 유지·관리 단계 세분화
○ 기타 지역에 설치된 LID 시설물에 대한 조사를 통하여, 일정시간이 경과한 시설물의 관리실태 파악 및 개선점 도출
○ LID 시설물 특성에 맞는 운영지침 도출
○ 한국형 LID 시설물 운영·관리 방안을 내용으로 한 매뉴얼 작성</td></tr>
<tr><td>○ LID 수리 · 수문 모델링 가이드라인</td><td>○ 실증실험단지 운영기간 동안 계측될 수리·수문 데이터 저장 및 표출 방안 제시
○ 통계학적 방법을 활용한 실측 데이터 처리방안 연구
○ 계측된 데이터를 효과적으로 활용하기 위한 데이터 관리 방안 수립</td></tr>
<tr><td>○ LID수리·수문 모니터링 가이드라인</td><td>○ 실증실험단지 LID시설물 운영 · 관리 컨텐츠(Checklist, 유지 · 보수 물품 항목 등) 개발 및 자료분석 Tool 제공
○ 통계학적 자료처리 방안을 통합모니터링 시스템에 도입
○ 간편가이드북, Checklist 등의 컨텐츠를 통합모니터링 시스템에 도입하여 사용자의 편의성 및 활용성 증대
 


</td></tr>
<tr><td>LID</td><td>○ LID 실증단지 통합</td><td>○ 실증실험단지의 적용 요소기술별 자료수록 및 각 요</td></tr>
</table>

실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4) *1-2차년도: (1-1-1)	운영방안 매뉴얼 작성	소기술별 장치의 효율적인 운영 및 유지관리를 위한 방안을 구축
	○ 실증단지 시공백서 작성	○ 각 요소기술별 운영방안, 유지관리방안 및 개선계획 제시 ○ 실증단지 실시설계 시공도면, LID 요소기술별 시공도면, 실증실험 운영방안, 실내실험동 유지관리방안, 야외 실증단지 유지관리방안 등을 수록 ○ 실증단지내 요소기술의 효율적 운영 가능
	○ LID 실험검증 기술 개발	○ 차량탑재-이동형 GI&LID 물순환 검증시스템 개발 - 강우강도와 토양의 특성에 따른 지표면 및 지표하 유출을 정량화하기 위한 이동식 강우모사기 장치로 오실레이터를 통해 동일한 강우분포를 유도하여 표준화되고 정량화된 지표면 및 지표하 유출을 통한 물과 토사 유출량 예측 및 검증하기 위한 이동식 강우모사기 제작  ○ LID-NPS 효율성 검증 모의시스템 개발 - LID 요소기술에 대한 정량적 오염저감 효율 평가를 위한 시스템 설계 및 개발 - 기존 우수 및 하수처리공법과 연계된 LID 효율성 평가 시스템 개발  ○ 도로교통형 LID형 투수포장셀 현장적용 기술 개발 - 강우유출수 및 비점오염저감, 시공 및 유지관리가 용이한 LID-투수성 포장 셀 개발

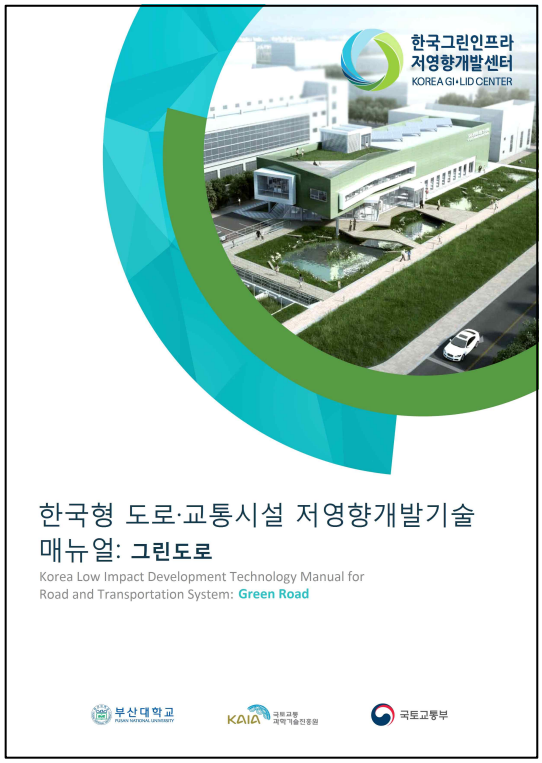
<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td></td><td>- LID 시설간 연계성 및 국내여건에 맞는 투수성 포장 셀 개발
  </td></tr>
<tr><td>○ 실증실험단지 최적 기술 적용방안</td><td>○ 실증실험단지의 모형시스템 모듈, 모니터링모듈, 실험검증모듈 등을 종합한 통합적인 실증실험단지 통합관리시스템 기본설계 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="3">실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5)</td><td>○ 우수저류시설 모니터링 시스템 구축</td><td>○ 지하수 우수저류시설 수위 모니터링 시스템 구축
○ 주차장형, 빗물정원형 LID 시설 우수저류시설 수위 모니터링 시스템 구축
○ 우수저류시설 수위 모니터링 실시간 웹 표출 시스템 개발
  </td></tr>
<tr><td>○ 모니터링 자료의 정확성 재고</td><td>○ 건축형, 도로형, 공원형 LID 시설 초음파유량계 검보정
○ 주차장형, 빗물정원형 LID 시설 티핑버킷유량계 검보정
○ 실증단지 유량 모니터링 자료 보정 알고리즘 개발
 
  </td></tr>
<tr><td>○ 유지관리 매뉴얼 현장적용</td><td>○ 수질센서 유지관리 매뉴얼 추가 작성
○ 물수지 분석을 통한 단지 효율성 분석
○ 유지관리 매뉴얼의 현장 적용성 검토 및 개선
  </td></tr>
</table>

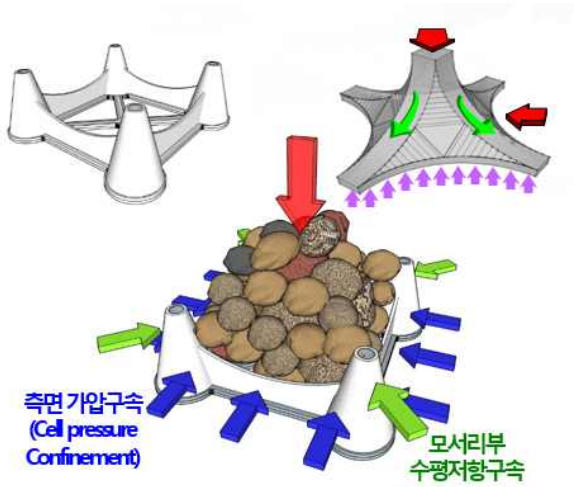
(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

<table>
<tr><th>세부연구목표</th><th>연구 수행 내용</th><th>최종 연구 성과</th></tr>
<tr><td rowspan="2">공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 (2-1)</td><td>○ 침투저류형 입체보도 및 측구시스템 기술</td><td>○ 경사형 유입부와 토사관리부를 통한 토사유입방지 기술 개발
○ 유형 측구를 이중으로 설치하여 하부에 일시 저류공간을 마련하는 이중관로형 측구침투시설 개발
○ 무동력 형태의 중력가변트랩 방식의 기능
○ 무동력 형태의 중력가변트랩 방식의 기능회복 기술 개발 제시
○ LID 입체보도 시스템의 빗물관리 용량 및 성능평가
○ 투수성 포장 시험구간에 대한 투수블록 표면의 투수능 실험
○ 투수성 포장 시험구간의 구간별 빗물관리 용량 산정
○ 회복 기술 개발 제시
 

<저류 침투형 물순환 보도포장 개념도>
○ 2시간지속강우20-70mm 발생시강우무유출평가
○ 오목 및 볼록녹지 적용형 수직·수평 침투형 띠녹지의 유출저감 10-30mm, 오염물질저감70%이상</td></tr>
<tr><td>○ 한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼</td><td>○ GI/LID 요소기술 및 연계기술에 대한 종합매뉴얼 및 가이드라인 구축
○ 표준화된 매뉴얼로서 기술의 개요, 성능, 설계, 시공, 유지관리, 사례 등 자세하고 다양한 정보 제공
○ 침투저류형 입체보도 시스템 가이드라인, 물순환형 투수성 도로 및 포장기술 가이드라인, 빗물정원 기술 가이드라인 등 세부 매뉴얼 통합
○ LID 적용의 의사결정자 및 시민에게 GI & LID 개념과 LID 기술, LID 적용 절차 등의 이해를 돕기 위하여 간략히 저술한 포켓형 가이드북 제작</td></tr>
</table>

		○ LID 시설의 경제적 · 환경적 · 사회적 평가 및 활용 방안 마련 ○ 녹색건축 인증 기준 개정 (2016년 9월 1일): 국토교통부 고시 제2016-341호, 환경부 고시 제2016-110호 ○ 녹색건축 인증 기준 해설서 작성 및 배포 (2016년 9월 1일): 신축 주거용 · 비주거용 건축물 등 ○ 빗물관리 산출서 엑셀 tool 제공  <한국형 저영향개발 기술 종합 매뉴얼 : 그린도시인프라>
한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발 (2-2)	○ 한국형 LID 기반 도로교통시설 매뉴얼	○ 고밀도로 개발된 한국의 도시 상황과 함께, 경사지가 많은 도시지형의 특성을 고려한 위치에너지 활용 방안 등, 한국형 LID기반 기술 개념 정립 및 기술 개발 - 모래 여과층을 적용한 도심지 비점오염의 정화효율 (국내외논문 KLIDPT-2-2014-3) - MOHS 알고리즘을 이용한 LID기반 도로교통시설의 도심지 최적 위치 및 규모 제시(국내외논문 KLIDPT-2-2017-6) - 까움구조유닛 조립식 저류조(특허출원 KLIDPGA-2-2016-1) - 지하수위 변화에 따른 지하공간 구조물의 안정성 평가 방법 제시 ○ LID 도로교통시설 포장구조 재료 성능 평가방법 설정 - X-ray를 이용한 투수성 콘크리트 포장의 공극률 분석 ○ 투수성 시멘트 · 아스팔트 콘크리트 배합설계안 설정 및 관련 실내외실험 수행 ○ 기존 국내외 불투수성 · 투수성 도로 포장 설계법, 설계인자 자료를 바탕으로 투수성 도로 포장 설계법 개

		선안 도출 – FLAC을 이용한 지하수위 변화에 따른 지하 구조물의 안정성 검토(국내외논문 KLIDPT-2-2016-2) ○ LID기반 도로교통시설의 계획 · 조사 · 설계 · 시공 · 유지관리 적용단계별 매뉴얼 표준 구축 – 한국형 도로 · 교통시설 저영향개발 기술 매뉴얼 : 그린도로 (기술매뉴얼 K-LIDTM-GR)  <한국형 도로 · 교통시설 저영향개발 기술 매뉴얼 : 그린도로>
	○ 투수포장 구조체 기술	○ LID기반 도로교통시설 포장구조 요소기술 고안 – 단위블록을 이용한 LID 구조물 (특허등록) – 침투여과형 차량 정차대 (특허등록) ○ 공학적 성능을 고려한 투수성 포장구조체 제안 설정 – 지오그리드로 보강된 투수성 연성포장 기층의 층두께 비교 (국내외논문) – 보강그리드 구조 (특허등록)



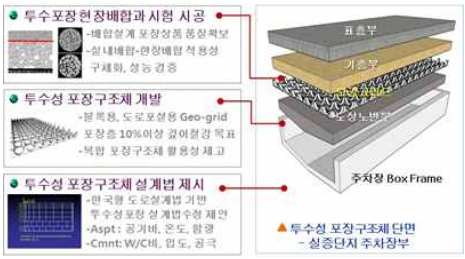
<래티스패널 역학적 보강매커니즘>

○ 투수성 콘크리트표층, 투수성 기층 및 보조기층 보강그리드 고안, 재료 및 실험제품 제작 및 성능 평가
- 투수 (보조)기층 보강그리드 (시제품 KLIDTP-2-2015-1)
- 투수성 포장체 적용 후 쇄석 보조기층 지오그리드 보강효과 확인 (국내외논문 KLIDPT-2-2015-7)
- 투수성 블록 포장의 받침안정층 유실 억제 효과 확인 (국내외논문 KLIDPT-2-2017-5)

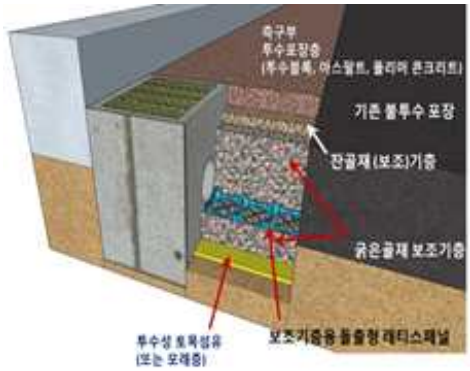
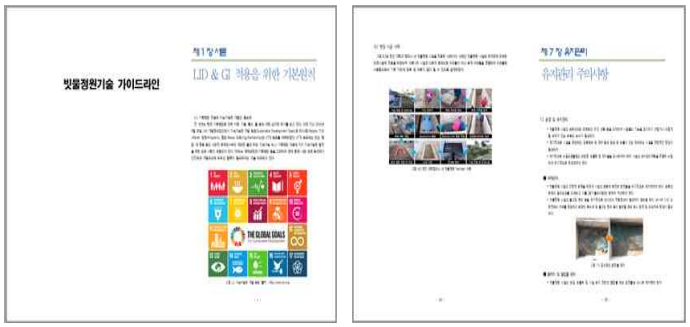
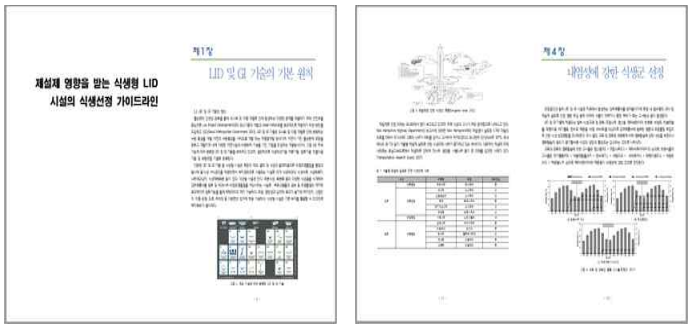


<투수기층보강 래티스패널 시제품>

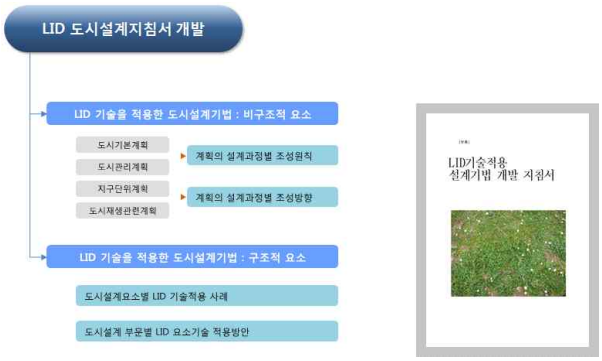
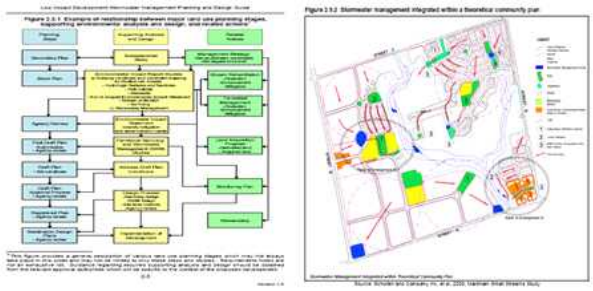
○ LID기반 도로교통시설 보강그리드 제품개선, 수정제작
○ 보강그리드 강화 투수성 포장구조체 실증단지 및 시범사업 시공 (KLIDTB-2-2016-1)
- 시범사업 : 서울시 송파구 빗물확충사업, GI&LID 센터(부산대 양산캠퍼스), LH연구원 LID시범단지
○ 보강그리드 강화 투수성 포장구조체 지지성능 현장시험 수행
- 투수성 포장구조체 실내외 정적·동적평판재하 지지력시험
- 기존 보강그리드 미적용 투수 기층 대비 지지력 30% 이상 증가

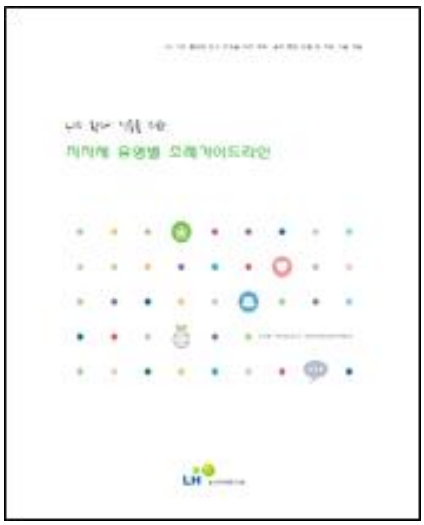
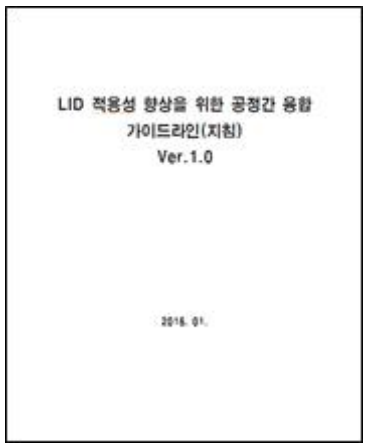
<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td> 
<포장구조체 지지성능 검증>
○ 투수 기층 · 보조기층 보강그리드 표준설계도면, 시방서 작성
– 투수 및 보조투수기층에 래티스패널을 이용한 투수성 포장 구조체
 

<투수성 포장구조체 공법 개요도></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>○ 투수성 길어깨 기술</td>
<td>○ LID기반 투수성 길어깨 도로교통시설 개념 설정
○ 투수성 길어깨시설 포장구조 구성재료, 공법 방안 도출
– 저류셀을 이용한 투수포장 및 물순환 시스템(특허출원 KLIDPGA-2-2015-8)
– 끼움구조유닛 조립식 저류조(특허출원 KLIDPGA-2-2016-1)
○ 기존 도로부 불투수성 포장 · 측구 · 경계석 · 우수배수체계 연계안 설정
○ 투수성 길어깨 구조체 축소모형 실증실험제품 시공
– 빗물침투형 길어깨 LID 포장 구조 (특허출원 KLIDPGA-2-2016-2)</td>
</tr>
</table>

		 <개선된 LID기반 투수성 길어깨> ○ 투수성 길어깨 축소모형 빗물강우 모의 및 표면유출 현장시험 수행 ○ 투수성 길어깨 설계도면 및 시공 시방서(안) 작성 –빗물침투저류형 길어깨–도로 LID 포장기술
한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발(2-3)	○ 빗물정원 기술 가이드라인	○ 빗물정원 기술의 계획 · 조사 · 설계 · 시공 · 유지관리 적용단계별 매뉴얼 구축 
	○ 식생형 LID 시설의 식생 선정 매뉴얼 작성	○ LID 기술의 주요 구성성분, 물순환 효과 및 오염물질 저감 능력, LID 시설 내 식생 선정 시 고려사항 등의 매뉴얼 구축 ○ 제설제로 인한 식생의 영향 평가 

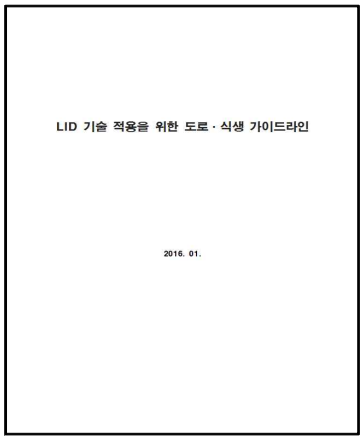
(3) 3세부과제 : LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

세부연구목표	연구수행내용	최종연구성과
LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세부)	○ 국내 LID기법 적용을 위한 도시 유형별 적용방안	○ LID 기술적용 설계기법 개발 지침서 – 도시유형별 설계요소 도출 및 사례 분석 – 도시유형별 LID 기술 적용 설계 지침서 개발  ○ LID 기반 물순환 도시 조성 안내서 – 목적: 도시유형별 적정한 LID 적용을 위한 도시 계획, 설계 안내서 – LID 기반 시범단지 조성을 통해 LID 물순환 도시 조성 시 계획가, 개발자 및 이용자 등이 도시 유형별 LID 적용을 위하여 참조할 수 있는 계획, 설계 통합모델, 도시 설계 매뉴얼을 포함한 안내서 개발 
	○ LID 저비용 적용방법 및 경제성 분석	○ LID시설 비용분석 기초프로그램 – LID 시설 비용분석 시뮬레이션 실행

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td></td><td> 
</td></tr>
<tr><td>○ LID 확대 적용을 위한 지자체 유형별 조례 가이드라인(안)
○ LID기반 도시를 위한 공종 융합 LID 가이드라인 개발
○ LID 확대 적용을 위한 현안 문제 해소 가이드라인(안)</td><td>○ LID 확대 적용을 위한 지자체 유형별 조례가이드라인(안)
– LID 확대 적용을 위하여 지역 여건을 고려한 우선 적용지역 제시
– 지자체 유형별 조례 제정 시 가이드라인으로서 활용
 
○ LID 기반 도시를 위한 공종 융합 LID 가이드라인 개발
– LID 적용 시 설계단계에서 발생할 수 있는 공종별 문제에 대한 해결방안을 제시할 수 있어 실무자들이 유용하게 활용 가능
 
</td></tr>
</table>

○ LID 적용성 향상을 위한 도로·토양·식생 통합 가이드라인 개발

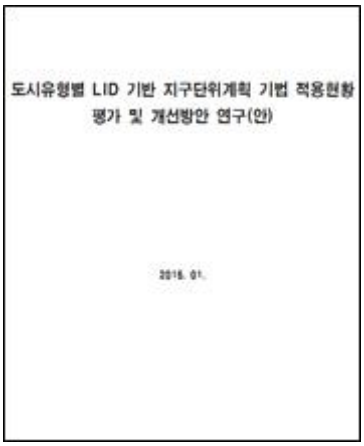
- 각종 현안문제에 대한 우려를 해소할 수 있는 연구결과를 토대로 가이드라인 제시를 통한 LID 적용성 제고


LID 기술 적용을 위한 도로·식생 가이드라인

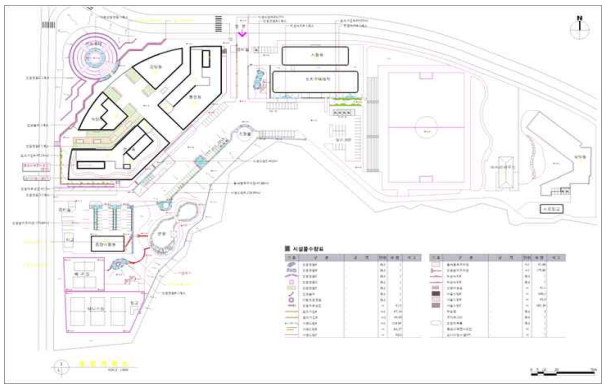
2016. 01.

○ 도시유형별 LID기술 적용 지구단위계획 수립기법 개발

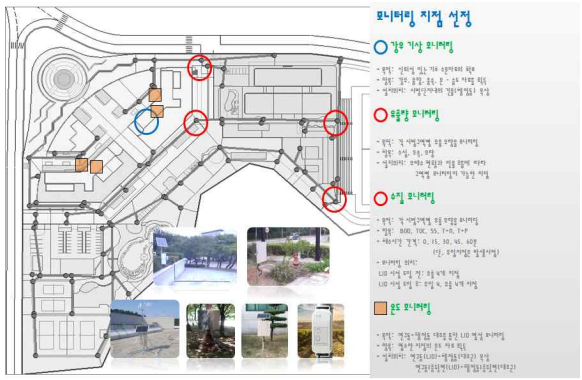
- LID 기반 지구단위계획 수립을 위한 가이드라인 제시
- LID 기반 지구단위계획 수립 기법 시범 적용을 통하여 LID 기반 지구단위계획 수립 시 절차에 대한 실무자들의 이해를 도울 수 있을 것으로 판단
- LID 기반 지구단위계획 수립 기법을 기반으로 LID 기반 지구단위계획 수립 및 정책 시행을 장려할 수 있는 지방자치단체 수준의 조례 및 지침 제시


도시유형별 LID 기반 지구단위계획 기법 적용현황 평가 및 개선방안 연구(안)

2015. 01.

	○ LID 물순환 그린인프라 단지 재생	○ LID 시범적용단지 계획 및 설계(3~4차년도) – 공공부지 LID 재생 모델 제시로 도시재생을 위한 설계기술 및 기존 공간(도시) 적용방안 제시 – 저에너지, 저비용의 구조적/비구조적 LID 요소기술 적용 방안 제시 – LID 시설 설치로 설치 전에 비해 집수구역에서 약 70% 저감 – LID 시설을 물순환, 생태학습장 등으로 활용하여 일반인 등의 GI 및 LID 지식 고양 – 시범단지 조성을 위하여 시공, 포장, 건설관리, 조경 등 다양한 분야 전문가로 TFT를 구성하여 다학제적 적용 과정을 거침   ○ LID 시범적용단지 모니터링 – LID 시범단지 내 모니터링 시스템을 구축하여 데이터 수집 및 분석을 통한 LID 효과 검증 – 유출량 및 강우–기상, 온도 모니터링 운영 – 유출량 및 수질, 온도 데이터 수집 – 현장조사를 통한 시범단지 우수관망도 현행화 – LID 설치 전후 시범단지 토지이용특성 반영 구역별 유출량 분석 – LID 도입에 따른 온도저감 분석(2–4℃ 저감) – 모니터링 데이터 검정 및 모델링에 반영(LID 각 시설별 집수면적당 체적과 효율성 분석) – 후속 실증 국책과제 추진 및 LH 자체 과제를 통한 지속 운영 ○ LID 시범적용단지 경제성 분석 – 도시재생을 위한 LID 적용시 개별 시설 및 시공 특성에 따른 설치비용 추정 가능 – 기존부지 25mm 강우관리 목표시 설치 대상유

역 단위면적당 약 17천원, LID 시설 단위면적당 약 210천원 소요 추정. 즉, 계획단계 적용시 상기 비용 절감 가능

- 

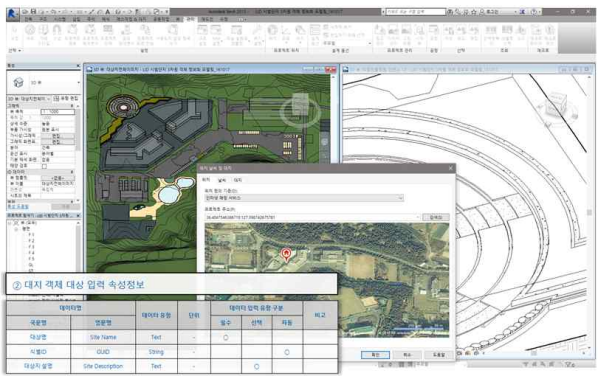
○ LID 시범단지 3차원 정보 모델링

– Retrofit 단지를 위한 LID 설계 프로세스별 구체화

– 개선된 Retrofit LID 단지 계획 설계

–





○ 도시재생형 LID 시범단지 조성(5~6차년도)

– LID 국내확산을 위한 교육&홍보 견학단지 조성

– (적용지역) LH토지주택연구우너 부지 내

– (규모) LID 적용 대상 면적 42,170㎡

– (구축시설)

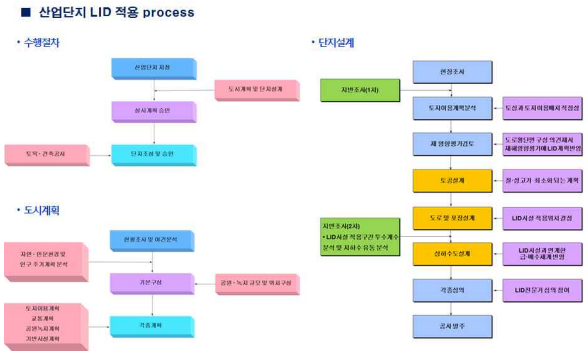
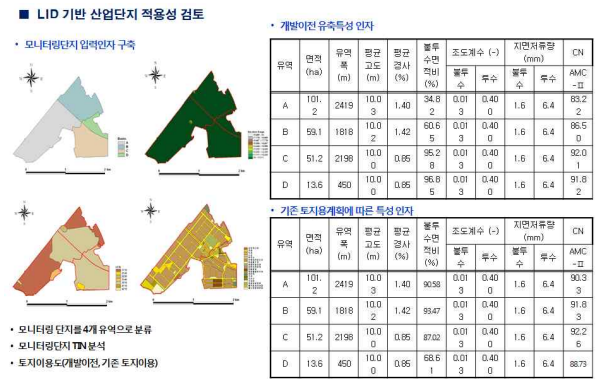
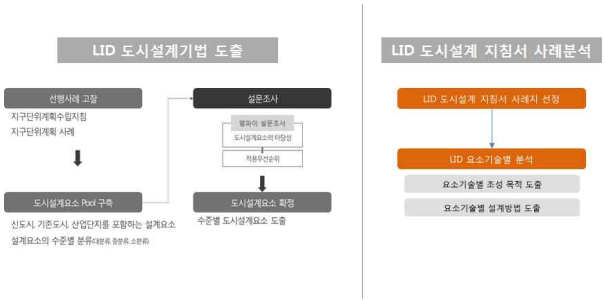
– 공원형: 식생도랑, 빗물정원, 투수포장, 저류시설

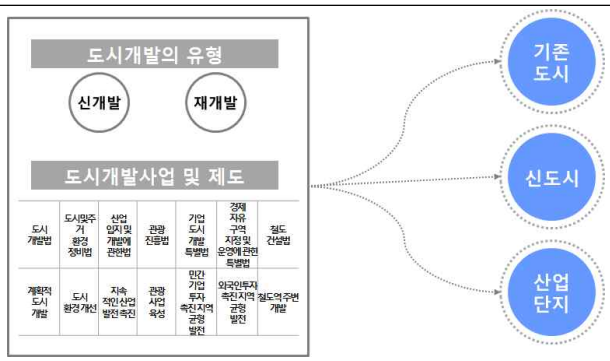
– 건축형: 식생도랑, 빗물정원, 투수포장, 저류시설

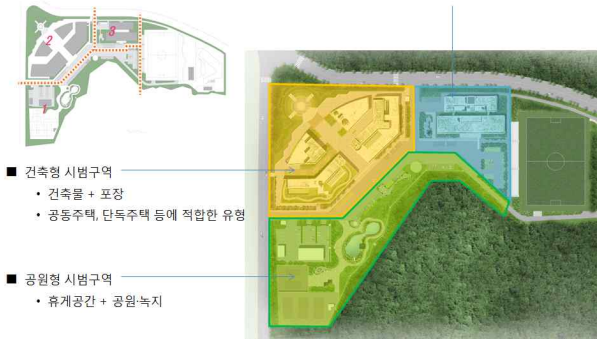
– 복합형: 빗물정원, 저상녹지, 투수블록

– (효과) 시범단지에서의 LID 효과 체험 및 현장 기술 피드백을 통한 중앙정부, 지자체 공무원과

		각 공공기관 및 민간 시공·설계사를 대상으로 하는 교육프로그램 개발 통한 전문가 양성 및 홍보  ○ LID 도시인증 및 사업인증 방안 – LID 도시인증 및 사업인증 관련 개념설정 및 해외(일본) 유사제도 사례분석 – 건축물/단위사업, 도시/유역에 대한 LID 인증제도 도입방향 제시 - LID 교육인증 관련 사례분석 및 교육(일반교육, 전문교육) 방향 제시
LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 세부)	○ LID 기반 물순환 국가산업단지 연구대상유역 조사 및 유형 조사 ○ LID 기법 적용을 위한 물순환 기존도시 및 국가산업단지 계획 및 설계 기법 개발 ○ 토지이용특성을 고려한 LID/GI 시설의 저비용 적용방안 제시	○ LID 기반 물순환 국가산업단지 연구대상유역 조사 및 유형 조사 – 토지이용별 기초자료 수집(유출특성 등)  구분 / 구성비(%) 계 100 주택건설용지 16.6 상업용지 5.5 업무시설용지 8.8 공공시설용지 소계 69.1 공공시설용지 도로 24 공공시설용지 주차장 2.6 공공시설용지 공원 19.1 공공시설용지 녹지 4.8 공공시설용지 학교 1.9 공공시설용지 기타 16.7 – 연구대상유역 선정을 위한 국내외 현황조사  ○ 산업단지 LID 적용 프로세스 개발 – 도시유형별, 토지이용별 계획 및 설계 단계 조사

		및 분석 – 기후변화에 따른 도시 환경변화 시나리오 분석 – 계획 및 설계 단계별 LID 적용방안 및 검증기법(시뮬레이터) 개발  – LID 기반의 도시공간 녹색화를 위한 물순환 구성요소 분석 – 도출된 구성요소를 활용한 공간별 구조모델 도출 – LID 적용을 위한 토지특성별 환경변화 분석(도로, 식생, 토양), 개선방안 및 지표 도출 
LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 세부)	○ LID 시범적용단지 계획 및 설계	○ LID 도시 설계 사례 분석 및 설계기법 도출  ○ LID 도시설계를 위한 도시유형 분류

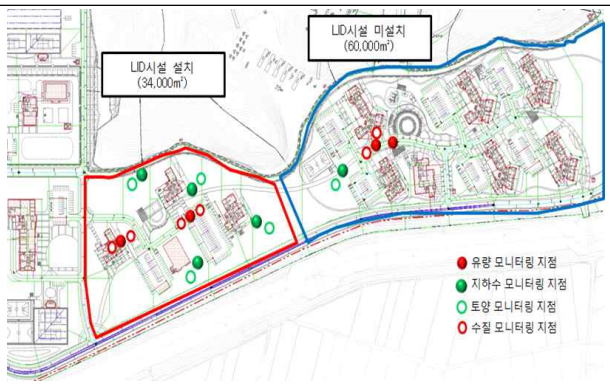
<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>


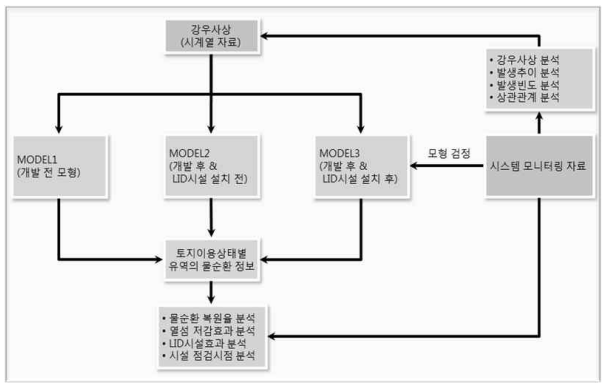
○ LID 시범적용단지 계획 및 설계
– 목적: 공공부지 LID 재생 모델
– 물순환 기능 향상을 위한 LID 재생 설계 기술 개발
– 기존 공간(도시) 등의 LID 적용 방안 제시
– 전체강우의 78.4% 빗물 유출 저감
– 전체 강우량의 54.9% 강우 유출 억제


</td>
</tr>
<tr>
<td>LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 세부)</td>
<td>○ LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발</td>
<td>
○ LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발
– LID기반 계획평가 및 계획 수립 알고리즘 및 시스템 개발
– 개발시스템 시범 적용 평가 및 개선방안 마련
– LID 도입을 위한 도시·군기본 및 관계획 지구단위계획을 수립함에 있어 기초자료 제시

</td>
</tr>
</table>

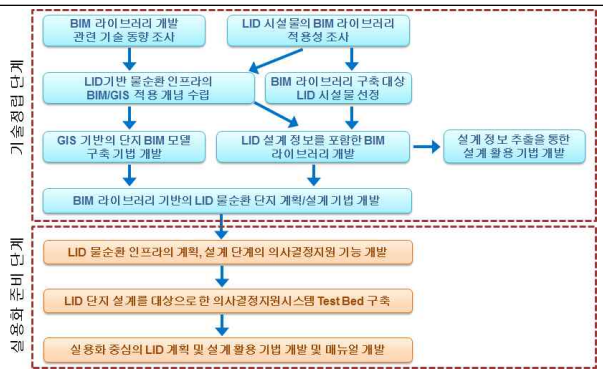
		지표 도시재생 과정에서 LID가 필요한 지표 구분 / 범적 / 지표 / 도시재생유무 / 지표선정근거 / 지표설명 / LID적용 도출여부 도시 기본계획 (지자체 도별) 지구 단위계획 (지구 단위 도별) 홍수 안전성 향상 도시 환경성 향상 개발 영향 저감 신규구축 도시개발 ○ LID 기반 계획 평가 및 수립 지원 시스템 고도화 – LID 지표 분석을 활용한 알고리즘 고도화 – LID 지표 보완방안 모색 및 시스템 적용 – 모든 종류의 지표에 대하여 의사결정에 사용 할 수 있는 근거 자료를 분석하여 의사결정을 지원 – 지표 간 발생하는 왜곡은 규정 혹은 도시계획 기준을 따라 구축하는 방법으로 접근 – 근거가 되는 자료의 최신성을 확보하여 분석의 신뢰성을 유지 LID기반 도시계획 의사결정 지원 시스템 활용 계획(안) 작성 자체 평가 계획(안) 재작성 외부평가 제출 민간/공공 LID기반 지구단위계획 수립지침 계획(안) Web 기반 시스템 평가자료 수집 평가자료 입력 계획의 평가 데이터 출력 민간/공공 평가 데이터 참고 계획의 수정 및 보완 관련 자료 제출 LID계획 평가단 평가 팀 구성 평가 실시 평가결과 자문 평가보고서 작성 지자체장 계획 및 평가 보고서 검토 계획승인여부 결정
LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발 (3-2 세부)	○ LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발	○ LID 기반 물순환 신도시 적용 기술 – 신도시 규모 LID & GI 시설 적용에 따른 효과 예측, 운영을 위한 통합프로그램 및 유지관리 기술 – 국내 신도시에 적합한 LID 적용에 따른 도시수문 및 환경 개선효과 예측 및 유지관리를 위한 운영 시스템 확보 – (1차년도) 국내·외 LID 기반 물순환 도시 현황 및 연구대상지 선정의 적정성

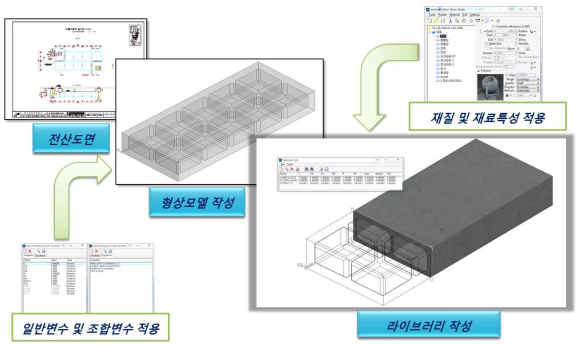
<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>


– (2차년도) LID기반 신도시 도시수문 해석 알고리즘 및 환경개선 효과 해석 방법론


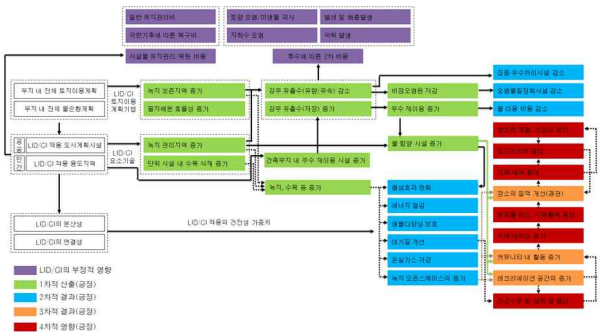
– (3차년도) LID기반 신도시 도시수문 해석 모듈 및 환경개선 효과 해석 알고리즘

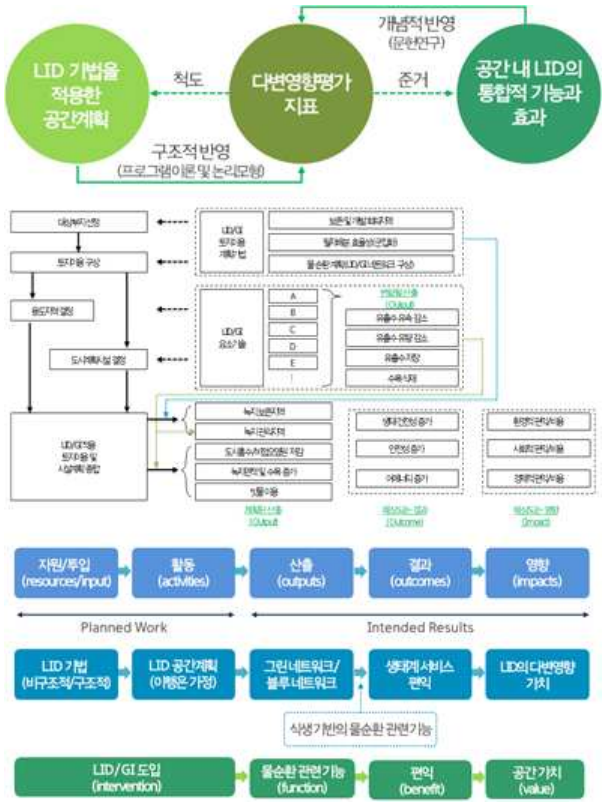

</td>
</tr>
<tr>
<td>물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 (3-3 세부)</td>
<td>○ 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발</td>
<td>○ 기술 동향 및 BIM 라이브러리 연구사례조사
– LID 시설 에 대한 BIM 라이브러리 제작방안 수립
○ GIS/BIM 적용 사례 조사
– 수자원 및 단지 설계 프로젝트 중심의 GIS/BIM 적용사례 분석을 통해 BIM 적용 방안 수립</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td> 

○ LID 시설물의 BIM 라이브러리 구축
– 라이브러리화할 대상LID시설물 선정
– LID시설물 특성에 따른 개발방법 선정
– 변수 기반의 3D객체 라이브러리 개발
– 시설물 특성을 고려한 변수기반 LID시설라이브러리 개발
 

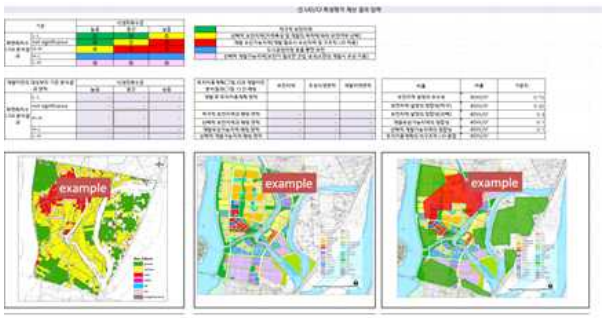
○ LID-BIM 라이브러리 활용기법 개발
– 작성된 라이브러리를 단지모델에 적용 라이브러리의 적정성 확인
– 적용된 라이브러리를 활용(수량산출, 도면추출 등)방안 개발
– Test-bed로 단지에 적용 활용 방안 개발
–
 
</td>
</tr>
<tr>
<td>LID 기반 물순환 도시 다변영향평가</td>
<td>○ LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발</td>
<td>○ LID/GI 다변영향평가기법의 구조
– Laforrezz et al.(2013)이 제안하고 있는 LID/GI 틀을 기본구조로 하되 지역적 수준</td>
</tr>
</table>

기법 개발 (3-4 세부)		(Local Lavel)으로 한정  ○ LID/GI 적용 다변영향평가기법 통합 프레임워크 개발 – 다변영향지표의 구조설정을 위해 자원/투입, 활동, 산출, 결과, 영향으로 구성되는 프로그램 이론 및 이를 시각적으로 표현하는 논리모형을 활용 – 다변영향은 계획의 대상이 되는 도시 혹은 단지 내 공간요소에 LID/GI를 적용하여 나타날 수 있는 다차원적이고 종합적인 영향으로 정의되며, 환경적 영향과 사회적 영향, 경제적 영향으로 분류 – LID/GI 다변영향의 개념적 정의 및 범위, 기능의 발현 메커니즘에 기초하여, 식생기반의 생태계 환경 보전 및 조성을 공간계획에 대한 개입(intervention)으로 봄. LID/GI 도입을 통하여 나타나는 생태계 환경 보전 및 조성이 물순환 기능으로 연계되어 생태계 서비스 관련 기능과 편익, 결과를 산출 ○ 다변영향평가 기법 내 평가지표 및 방법 개발 – 단계적 효과를 고려한 환경적, 사회적, 경제적 효과를 평가할 수 있는 정성적/정량적 지표의 개발 및 타당성 검증

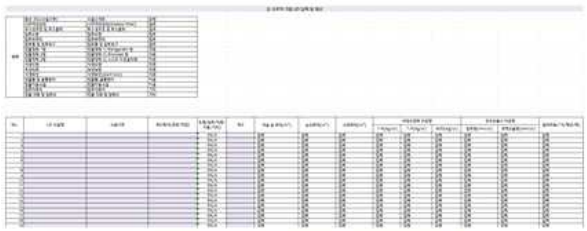


○ 엑셀기반 LID/GI 다변영향평가도구 개발

- 2차년도에 개발된 LID/GI 다변영향평가 통합지표를 개선 및 보완
- 기존 선행연구 기반의 원단위 추정 보완(생태계서비스 항목 및 환경편익 원단위 추정 항목)
- 2차년도의 개발설계서를 바탕으로 엑셀기반의 LID/GI 다변영향평가 도구를 개발(데모)



<데모도구 내 비구조적 기법의 입력 창>



<데모도구 내 구조적 기법의 입력 창>



○ 다변영향평가 도구 사용 가이드라인 및 해설서 마련

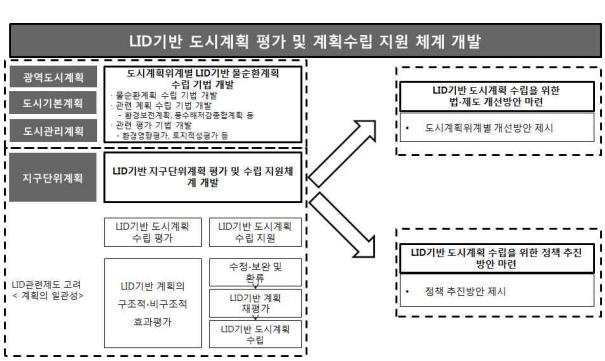
- 엑셀기반 LID/GI 다변영향평가도구 개발에 따른 도구사용 방법 제시
- 커뮤니티 편익 등에 대한 근거 구축 및 편익 간 연계정도 도출





○ LID/GI 다변영향평가 도구

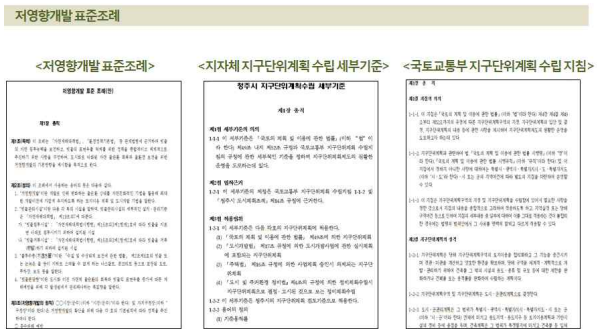
- (필요성) 기존의 LID/GI 적용에 따른 효과는 기술적 효과(비점오염원 저감 및 강우유출수 저감)에 한정되고 있어 사회환경적 편익으로 연계되지 못함. 토지이용계획에 해당되는 비구조적 기법을 포함한 통합적인 편익 추정 방법과 도구가 필요
- (경과) 1~3차년도에 개발된 지표 및 가중치, DB 등을 반영하여 엑셀 자동화 과정 적용한 LID/GI 다변영향평가도구를 개발
- 1차년도:다변영향 및 효과에 관한 선행연구 분석
- 2차년도:다변영향 추정을 위한 틀 및 지표 개발
- 3차년도:데모도구 및 가중치 조사, 기초 DB 구축
- 4차년도:S/W 개발 및 활용 가이드라인 마련

		– 5차년도:S/W 보완, DB 보완 등을 거친 ver2.0 도출 – 
LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3, 3-5 세부)		○ LID 관련 법·제도 표준조례(안) 조문화 – 국내외 사례 분석 : 지방정부 주도의 국내외 우수 지자체 법령 비교 분석 – 2차년도 결과를 바탕으로 키워드 빗물, 물의 재이용, 물순환, 저영향개발을 포함한 조례 현황 분석 – 선도적으로 정책을 추진 중인 지자체 간 비교·분석을 통한 표준 조례(안) 도출 – LID 관련 지방정부 법제도 현황 결과를 바탕으로 향후 개선방향 도출 ○ 도시유형별 LID기술 적용 지구단위계획 수립기법 개발  – 지구단위계획 수립지침에 근거한 도시 유형별

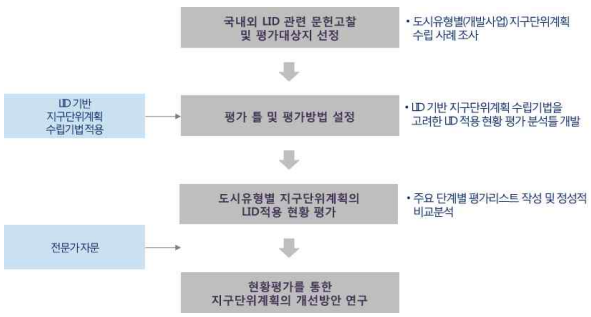
LID 지구단위계획 수립기법 개발



- LID의 도시계획 및 설계의 적용을 위한 제도 개선(안) 마련



- 도시유형별 LID 적용 개선방안 연구



○ LID기반 도시계획 평가 및 수립 지원 체계 개발

- LID기반 도시계획 수립기법 및 지원 매뉴얼개발

LID기반 도시기본계획 수립 기법

수립기법	원칙		
	물순환성 향상	도시 환경성 향상	개발영향 저감
지역의 특성과 현황	•강수량 •수자원의 용량 •침수지역	•하천수질 •수질관리지역	•생태자연도 •환경생태도
LID기반 도시기본계획 수립 지자체 선정	•토양배수등급(토양도)의 배수불량등급 면적률(%) •홍수로 인한 침수면적	•상수원 보호구역 면적률(%) •녹지면적률(%)	•생태·자연도 3등급 면적률(%) •불투수면적률(%)
계획의 목표와 지표 설정	•저류공간의 용량 •불투수면적률 •하천수질 등		
공간구조 설정	•중심지체계 설정: 복합적·집약적 공간구조 •방전축 및 보전축 설정 •물순환축을 고려한 대중교통망 구축		
부문별 계획	•침투 및 저류시설 설치 •옥상 및 벽면녹화 설치	•수변공간 인접 배치	•비오톱(Biotope) 조성 •녹지 연결성 확보

LID기반 도시관리계획 수립 기법

수립기법	원칙		
	물순환성향상	도시환경성 향상	개발영향저감
기초조사	•자연환경(지형,지세,표고,경사,저지대,토양 등) •저류공간(하천,호수 등) •기상 및 강수(강수량,기온 등)		
LID기반 지구단위계획 수립 구역 선정	•토양배수등급(토양도의 배수불량등급 면적률(%) •10m이하 저지대지역	•상수원보호구역 •수질보전특별대책지역 •경관지구	•시가화·건조지역 •생태·자연도 3등급지역
용도지역·지구·구역	•보전지역 우선 설정 •완충공간 확보 •방재 및 보전지구 우선 설정		
기반시설계획	•생활권내 광장 및 공원 조성 •녹지시설 분산형 네트워크화		
환경성 검토	•물순환면적률등을 활용한 물순환성검토	•불필요한 도로 확장 계획 여부 검토	•보전가치가 있는 지역의 훼손여부 검토

- 물순환 및 물관리 정책과의 협의를 통한 정책추진 방안 마련

LID 기반 도시계획 수립을 위한 정책 추진방향

사례	시사점	추진방향
• Long Point Region Conservation Authority (LPRCA) Low Impact Development(LID) Demonstration Project • City Hall Low Impact Development (LID) Retrofit Demonstration Project • Seattle Public Utilities – Rainwise project • Urban Stormwater Quality Planning Guidelines development 2010 • Water strategies for Swedish sustainable urban planning development 2010 • A Low Impact Development Demonstration Project: Falls Hill and Poplar Heights Project • Statewide LID Training Program • Field operations manual for assessing the hydrologic permanence and ecological condition of headwater streams • Hydrological Simulation Program FORTRAN (HSPF)	본격적인 정책 시행에 앞서 소규모 사업시행을 통해 긍정적인 효과와 문제점 확인	지역지원 확산 물순환타운 조성사업
	통합형 그린인프라 연구 수행	국가지원 확산 그린인프라 구축 및 지원
	물관리 연구결과를 확장할수 있는 R&D 사업 필요	연구결과의 확장 물순환 및 저영향개발 R&D 추진

○ LID기반 도시기본계획, 관리계획 수립 및 평가지원 체계 개발
- LID기반 도시계획 수립 및 평가지원 매뉴얼
- 도시군관리계획 지침 수정

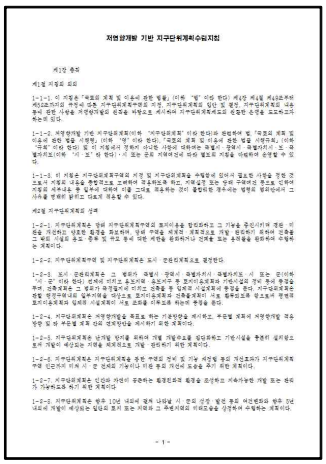
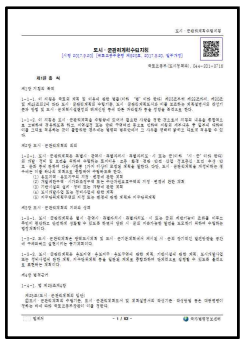
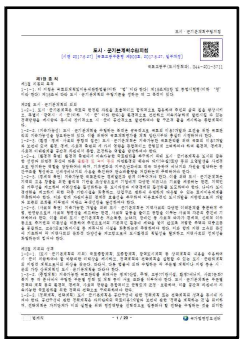
○ 도시계획관련법률 개정안
- LID 기반 도시계획법률 중요 구성요소 개발
- LID 기반 지구단위계획 지침 개정안 마련 및 모의적용

○ 도시계획의 각 부문/계획별 32개 LID시설의 적용방안 제안

[표 1-19] 부분별 계획에 따라 검토·적용 가능한 구조적 LID기법

구분	LID 기술 / 설계요소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
교통시설계획	차도	■	■							■				
	식생녹지대			■	■	■								■
	교통섬									■				
	보도	■	■	■		■	■	■		■		■		■
	자전거도로	■	■	■	■					■				
	버스정류장								■		■			
	자전거보관소								■		■			
	주차장	■	■		■		■	■		■	■			■
건축물계획	지붕 및 옥상				■		■		■		■	■		■
	입구(담장 및 대문)									■				
	대지 내 공지			■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
경관계획	건물디자인								■					
	보행로		■							■				■
	가로시설물			■	■			■		■		■		
	구릉지			■										
	하천변						■						■	
	정정호수													
환경관리계획	저수지										■	■		
	호수												■	
	마을연못			■			■	■			■	■	■	
	구릉지			■										
	습지						■	■					■	
	야생동물서식처							■						
공원녹지계획	보행자 도로	■	■	■		■		■		■		■		
	자전거 도로	■	■	■	■					■				
	가로수(변)	■		■				■		■				
	벤치(변)			■				■		■		■		
	운동시설		■							■			■	■
	유희시설		■							■			■	
	광장		■								■		■	
	가로화분대									■				
	나무잔디 꽃 지피식물	■								■				

A:나무여과장치, B:투수성 포장 및 투수블록, C:침투도랑, D:침투트렌치, E: 침투통 및 측구, F:빗물정원, G:식생도랑, H:옥상녹화, I:식생체류지, J:빗물통 및 홈통붙이, K:빗물 이용시설, L:침투에세이, M:설계목적 침투조

		– LID 도시계획시설 지정, 운영의 한계와 추후 연구방안 제시  – LID 기반 도시계획법률 개정안 마련 및 연계검토   ○ 저영향개발 적용 도시계획 및 지구단위계획 수립지침 개선 – LID 관련 국외 인센티브 사례 분석을 통한 국내 인센티브 적용방안 마련 – 개발 인센티브(포틀랜드): 소유주에게 1ft² 당 5달러 상환 – 우수 요금 할인(필라델피아): 그린인프라 설치 면적의 80%까지 빗물요금의 할인 혜택 제공 – 환급 및 설치자금(메릴랜드, 미국): 유출억제 량에 따라 환급 및 주거시설 $2,500, 상업시설 $10,000의 설치비용 조달 ○ 3세부 연구의 우수성과 차별성 – 개별기술 위주 개발이 아닌 적용과정, 계획, 설계, 시공 및 도시계획, 지구단위계획, 다변영향평가와 경제성 분석 및 시범단지 조성 후 유출저감, 개별 시설별 집수면적에 따른 효율 등 LID 적용에 대한 비구조적 분야 연구의 우수성과 더불어 LID 확대 적용을 위한 실제적 가능성 제시에서 우수성을 가진다고 보임

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

성과목표	목표항목	비중 (%)	최고 수준 성능 수준	연구개발 전 국내수준 성능수준 전	후	개발 목표 달성도 (%) 1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	평가방법
국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발 (1-1)	LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영	70	미국/ 기술 선도	기술 의존	기술 자립	10	30	50	70	90	100	운영 매뉴얼 평가
	LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화	30	미국/ 기술 선도	기술 의존	기술 자립	10	30	50	70	90	100	검증기기 활용성 평가
강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1)	강우 유출수 및 지하수위 연계 LID 저류활용 시스템 개발	80	- 기술 선도	기술 의존	기술 선도	15	30	50	70	100	-	실증시설 운영을 통한 성능검증
	전기비저항 측정을 이용한 LID 시설 성능검증 기법	20	- 기술 선도	기술 의존	기술 선도	-	-	-	40	100	-	활용성 평가
LID 적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2)	WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형 개발	50	미국/ EPA 기술 선도	기술 의존	기술 자립	-	-	20	50	80	100	SCI 급 논문 투고 및 전문가 검증
	GI&LID 정보관리시스템 포털	50	미국/ WERF 기술 선도	기술 의존	기술 자립	-	-	-	20	70	100	활용성 평가
친수구역	수변·친수도	50	미국/	기술의	기술자	-	20	40	60	80	100	가이드라인

LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 (1-2)	시 계획 및 설계 가이드라인		기술 선도	존	립							제시
	한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템	50	미국/ 기술 선도	전무	기술자립	-	20	40	60	80	100	GIS 기반의 모형시스템 완성도
LID 물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발 (1-3)	LID 유지관리 가이드북 작성	50	미국/ 기술 선도	기술의 존	기술자립	20	40	60	80	100	-	가이드라인 제시
	한국형 LID 시설물 통합 운영•관리 매뉴얼	50	미국/ 기술 선도	전무	기술자립	20	40	60	80	100	-	기술문서작성
LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4) *1-2차년도: (1-1-1)	실증단지 시공백서 작성	60	미국/ 기술 선도	전무	기술 자립	10	30	70	100	-	-	활용성 평가
	LID 실험검증 기술개발	40	미국/ 기술 선도	기술의 존	기술 자립	-	-	50	100	-	-	특허등록 및 활용성평가
실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5)	LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 실시설계	10	미국/ RCFC	기술 의존	기술 자립	-	-	-	100			기술문서 작성
	LID 실증실험단지 시설 모니터링 시스템 HW 구축	15	미국/ RCFC	기술 의존	기술 자립	-	-	-	70	15	15	시제품 제작 특허 출원
	LID 실증실험단지 통합 모니터링 시스템 SW 구축	15	미국/ RCFC	기술 전무	기술 자립	-	-	-	60	20	20	전산 시제품 구축
	실증구역별 수환경 모니터링 시스템 구축	10	미국/ RCFC	기술 의존	기술 자립	-	-	-		80	20	시제품 제작
	자료분석 시스템 및 영상수집	10	미국/ RCFC	기술 전무	기술 자립	-	-	-	-	80	20	시제품 제작

	시스템 구축											
	실증실험단지 모니터링 시설 유지관리 매뉴얼	10	미국/RCFC	기술 의존	기술 자립	-	-	-	-	80	20	기술문서 작성
	실증단지 저류형 LID 시설 모니터링 시스템	10	미국/RCFC	기술 의존	기술 자립	-	-	-	-	-	100	시제품 제작
	실증단지 통합 모니터링 시설 검보정 및 안정화	10	미국/RCFC	기술 전무	기술 자립	-	-	-	-	-	100	SW 등록
	LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼	10	미국/RCFC	기술 의존	기술 자립	-	-	-	-	-	100	기술문서 작성

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

성과목표	목표항목	비중 (%)	최고 수준	연구개발 전 국내수준		개발 목표 달성도 (%)						평가방법
			성능 수준	성능수준		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	
				전	후							
공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 (2-1)	침투저류형 입체보도 및 측구시스템 기술	50	일본 기술 자립	기술 전무	기술 자립	10	15	50	70	90	100	강우 저류, 침투 시험 결과
	한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼	50	미국/EPA 기술 선도	기술 의존	기술 자립	10	25	45	65	90	100	전문가 검증
한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발 (2-2)	한국형 LID 도로교통시설 매뉴얼	50	미국/EPA 기술 선도	기술 의존	기술 자립	-	25	50	70	90	100	전문가 검증
	투수성포장 구조체 기술	35	미국 기술 자립	기술 전무	기술 자립	-	20	50	70	100		지지력 평가 결과
	투수성 길어깨 기술	15	일본 기술 자립	기술 전무	기술 자립	-	-	-	30	70	100	강우 침투 시험 결과
한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발(2-3)	침투화분 및 빗물정원 기술 개발 및 설계 · 조성	50	미국/EPA 기술 선도	기술 의존	기술 자립	10	20	50	80	100	-	전문가 검증
	매뉴얼 개발 (빗물정원 및 식생선정)	50	미국/EPA 기술 선도	기술 의존	기술 자립	10	20	30	60	100	*	전문가 검증

(3) 3세부과제 : LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

성과목표	목표항목	비중 (%)	최고 수준	연구개발 전 국내수준		개발 목표 달성도 (%)						평가방법
			성능 수준	성능수준		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	
				전	후							
LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세부)	LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발	100	미국 기술 선도	전무	기술 자립	5	10	30	50	80	100	LID 계획 · 설계 가이드라인 및 지침서 등 도출 LID시설의 경제성평가 시스템을 통한 평가 모니터링을 통한LID 도입 전 · 후의 효과평가 SWMM모델링을 통한 모니터링 자료 검증 LID 시범단지 조성 및 활용
LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 세부)	LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발	100	미국 기술 선도	전무	기술 선도	50	100					LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 제안
LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 세부)	LID 시범적용단지 계획 및 설계	100	미국 기술 선도	기술 의존	기술 자립			50	100			LID 시범적용단지 설계도 작성
LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 세부)	LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발	100	미국 기술 선도	전무	기술 자립					50	100	LID 기반 도시계획 의사결정지원시스템
LID 기반	LID 기반	100	미국	기술	기술	30	70	100	-	-	-	인공강우

물순환 적용 및 운영기술 개발 (3-2 세부)	물순환 적용 및 운영기술 개발		기술 선도	의존	선도							모의를 통한 LID 시설 효과검증
물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 (3-3 세부)	물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발	100	미국 기술 선도	전무	기술 선도	30	100	-	-	-	-	BIM을 통하여 LID 시설물 물량 검토 수행 및 개발모듈의 정확성을 검증
LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 (3-4 세부)	LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발	100	전무	전무	기술 자립	20	40	60	90	100	-	생태계 서비스 DB 보완 및 LID 시설물에 대한 비용 추정 또한 LHI의 경험적 사례 통해 보완
LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3, 3-5 세부)	LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발	100	미국 등 기술 선도	기술 의존	기술 자립	-	-	5	30	70	100	법 · 제도화 개선 방안 및 정책 추진 방안 마련 제시

2. 관련 분야 기여도

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

성과목표 (세세부제목)	최종 개발기술 목표 (최종성능 목표)	연구개발 후 관련분야 기여도
국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발 (1-1)	LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영	기술 자립
	LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화	기술 자립
	우수활용 자립형 에너지 생산&저장 시스템	기술 선도
강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1)	강우 유출수 및 지하수위 연계 LID 저류활용 시스템 개발	기술 선도
	전기비저항 측정을 이용한 LID 시설 성능검증 기법	기술 선도
LID 적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2)	WWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형 개발	기술 자립
	GI&LID 정보관리시스템 포털	기술 선도
친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 (1-2)	수변·친수도시 계획 및 설계 가이드라인	기술 자립
	한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템	기술 선도
LID 물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발 (1-3)	LID 모니터링 요소선정 가이드라인	기술 자립
	LID 수리 · 수문 모델링 가이드라인	기술 자립
	LID수리■수문 모니터링 가이드라인	기술 자립
LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4) *1-2차년도: (1-1-1)	실증단지 시공백서 작성	기술 자립
	LID 실험검증 기술개발	기술 자립
실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5)	LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축	기술 자립

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

성과목표 (세세부제목)	최종 개발기술 목표 (최종성능 목표)	연구개발 후 관련분야 기여도
공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 (2-1)	침투저류형 입체보도 및 측구시스템 기술	기술 자립
	한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼	기술 자립
한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발 (2-2)	한국형 LID 도로교통시설 매뉴얼	기술 자립
	투수성포장 구조체 기술	기술 자립
	투수성 길어깨 기술	기술 자립
한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발(2-3)	매뉴얼 개발 (빗물정원 및 식생선정)	기술 자립

(3) 3세부과제 : LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

성과목표 (세세부제목)	최종 개발기술 목표 (최종성능 목표)	연구개발 후 관련분야 기여도
LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세부)	LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발	기술자립
LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 세부)	LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발	기술자립
LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 세부)	LID 시범적용단지 계획 및 설계	기술자립
LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 세부)	LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발	기술선도
LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발 (3-2 세부)	LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발	기술선도
물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 (3-3 세부)	물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발	기술선도
LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 (3-4 세부)	LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발	기술자립
LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3, 3-5 세부)	LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발	기술자립

제5장. 연구개발성과의 활용계획

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

세세부과제	개발기술	창의성·혁신성	연간 경제성				연간 안전성			
			측정지표	기존치 [a]	기대치 [b]	기존대비율 [|a-b|/a*100]	측정지표	기존치 [c]	기대치 [d]	기존대비율 [|c-d|/c*100]
국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발 (1-1)	LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영	- 검증 실험동 대상지 타당성 조사 및 기본, 실시설계 실시 및 시공완료 - 다양한 GI&LID 기술 및 시스템에 대한 검·인증 및 평가가 가능한 시스템은 세계최초임. - 건축물형, 도로형, 주차장형, 빗물정원형, 생태공원형 등 다양한 GI&LID 기술에 대한 계획, 시공, 운영까지 전 과정에 대한 평가가 가능함.	연구 및 검증 실적	1	3	200%	유출량 저감 효율	20%	80%	300%
	LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화	- 신뢰성 있는 데이터 수집이 가능한 GI&LID 요소기술의 물순환 효율성을 종합적으로 시험/분석할 수 있는 기기 및 분석장비를 구축 - LID 지표유출 수리적 효율성 검증기기, LID 물순환 효율성 검증기기, LID 소형 다목적 강우-유출 모사기, LID 이동형 강우모사기 등을 개발 및 제작 - 표준화된 실험기법을 개발하고, 이를 통한 구체적인 각 LID 효율성 검증평가 기기	LID 효율성 평가	20%	50%	150%	LID 효율성 평가	20%	50%	150%

		별 시험 프로세스 개발								
강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류 활용 시스템 개발 (1-1-1)	강우 유출수 및 지하수위 연계 LID 저류활용 시스템	• 빗물과 지하수를 연계활용 할 수 있는 저류조 시스템 • 지하수의 유입은 가능하고 유출은 방지하는 일방향 밸브 시스템 구축	LID 실증단지 Pilot 운영경과	-	-	-	LID 실증단지 Pilot 운영경과	-	-	-
	전기비저항 측정을 이용한 LID 시설 성능검증 기법	• 전기비저항 측정을 이용하여 LID 기술 적용 지역의 지반환경변화 모니터링 가능	해당 없음	-	-	-	해당 없음	-	-	-
LID 적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2)	SWWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형	- LID기법의 유입-저류-방류-침투 기작을 상세히 해석하여 LID 상세설계 가능 - 홍수유출 및 장기유출모의 가능 - SWMM 연계해석 가능	LID 해석결과의 정확성	50%	80%	60%	모형 결과 정확도 향상	50%	80%	60%
	GI&LID 정보관리 시스템 포털	- 연구단 개발기술을 포함한 LID 기술 정보를 종합적으로 제공하여 GI&LID 저변확대 - 국내 LID기술 정보 공유의 창구역할 수행 - 수요자형 맞춤형 LID 교육	해당 없음	-	-	-	해당 없음	-	-	-
친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 (1-2)	한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템	- 토지이용계획에 따른 LID의 효과 분석 및 GIS 기반의 계획 설계 가능 - 개발사업의 지구단위 계획시 LID 기술의 정량적인 물순환 효과 및 경제성 분석 가능	경제적인 LID 기술 배치	50%	70%	40%	효율적인 LID 기술 배치	50%	70%	40%
LID	LID	국내에 LID	해당	-	-	-	해당	-	-	-

물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발 (1-3)	물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발	모니터링의 요소 선정에 관한 내용 전무 LID의 수리수문학적 모니터링을 위한 구체적 가이드라인을 제시	없음				없음			
LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4) *1-2차년도: (1-1-1)	실증단지 시공백서 작성	- 각 요소기술별 운영방안, 유지관리방안 및 개선계획 제시 - 실증단지 실시설계 시공도면, LID 요소기술별 시공	해당사항없음	-	-	-	-	-	-	-
	LID 실험검증 기술개발	- 차량탑재-이동형 GI&LID 물순환 검증시스템 개발 - LID-NPS 효율성 검증 모의시스템 개발 - 도로교통형 LID형 투수포장셀 현장적용 기술 개발	LID 효율성 평가	20%	50%	1.5	LID 효율성 평가	20%	50%	1.5
실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5)	LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축	- LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 HW, SW 시스템 구축	수리·수문 모니터링 정확성	30%	80%	2.7	수리·수문 모니터링 정확성	30%	80%	2.7

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

세세부 과제	개발기술	창의성·혁신성	연간 경제성				연간 안전성			
			측정 지표	기존치 [a]	기대치 [b]	기존 대비율 [|a-b| /a*100]	측정 지표	기존치 [c]	기대치 [d]	기존 대비율 [|c-d| /c*100]
2-1	침투형 입체보도 및 측구시스템 기술	- 보도면을 입체적으로 활용하여 빗물의 저류 및 침투기능을 강화함으로써 빗물관리 용량을 향상	-	-	-	-	-	-	-	-
	한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼	- GI/LID 요소기술 및 연계기술에 대한 종합매뉴얼 및 가이드라인 구축	-	-	-	-	-	-	-	-
2-2	한국형 LID 도로교통시설 매뉴얼	- LID기반 도로교통시설의 도로교통기능 확보와 동시에 도심지 물환경 개선 확보방안 동시 제시	-	-	-	-	-	-	-	-
	투수성포장 구조체 기술	- 상부 교통하중에 대한 투수 기층 및 투수 보조기층의 지지력 증가	유지관리비 (원/m2)	23,078	9,258	60% 절감	지반반력계수 (kg/cm3)	14.29	18.37	29% 상승
	투수성 길어깨 기술	- 기존 도로의 포장층을 교체하지 않으면서 LID 기능 부여	공사비 (원/m*) (*폭4m도로)	120,796 (배수성 포장)	99,964	17% 절감	-	-	-	-
2-3	매뉴얼	- 빗물정원 기술에 대한 가이드라인 구축 - 식생형 LID 시설의 식생 선정 가이드라인 구축	-	-	-	-	-	-	-	-

(3) 3세부과제: LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

세세부 과제	개발기술	창의성·혁신성	연간 경제성				연간 안전성			
			측정 지표	기존치 [a]	기대치 [b]	기존 대비율 [|a-b| /a*100]	측정 지표	기존치 [c]	기대치 [d]	기존 대비율 [|c-d| / c *100]
3-1	- LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발	- LID 도입을 위한 계획, 설계, 시공 및 유지관리를 위한 지침 및 가이드라인 매뉴얼 제시 - LID 시설 경제성 프로그램 개발 - 기 개발지역에서의 LID 시범단지 조성 - LID 도입 전·후 모니터링 및 효과검증	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-
3-1-1	- LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발	- LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-
3-1-2	- LID 시범적용 단지 계획 및 설계	- 기개발지에서의 LID 도입을 위한 물순환 재생단지 설계 - 강우 유출저감 목표량 제시	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-
3-1-3	- LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발	- LID 기반 도시계획 의사결정지원 시스템 - LID 관련 지표 선정 및 평가	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-
3-2	- LID 기반 물순환 적용	- LID 효과검증을 위한 모니터링 체계 구축	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-

	및 운영기술 개발									
3-3	- 물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술	- BIM을 통하여 LID 시설물 물량 검토	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-
3-4	- LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법	- LID 도입에 따른 단계적인 효과를 고려한 환경적, 사회적, 경제적 효과를 평가 할 수 있는 정성적/정량적 지표 개발	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-
3-5	- LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계	- 국내 LID 도입확대를 위한 기준 정립 - LID를 도입한 도시기본 및 관리계획 수립지침 개정(안) 제시 - LID를 도입한 지구단위계획 수립 지침 개정(안) 제시	해당사항 없음	-	-	-	-	-	-	-

나. 연구개발성과의 활용계획

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

(가) 국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)

세세부 기관	1-1 세세부 부산대학교	요소기술명	한국 그린인프라 저영향개발 센터 구축 및 운영

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계			R&D 종료시점	
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	부산대학교	현장적용/1회	종료후 2년	실증단지 실험 및 컨설팅
Ⅲ	실용화 추진 단계	부산대학교	기술이전/1개	종료후 3년	연구개발결과 기술이전
Ⅳ	시장 수용 단계	기술이전업체	LID 설계 컨설팅	종료후 5년	시장수용 사업화

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
운영지침	신규	- 센터를 포함한 유관기관에서 기술의 검인증 및 LID 관련 교육 수행 등 사업화로 진행 - 분기별 1회의 정기 교육 프로그램 개설을 통한 LID 기술의 대중화

세세부 기관	1-1 세세부 부산대학교	요소기술명	실내외 검증기기 검증평가 및 운영 메뉴얼 작성

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계			R&D 종료시점	
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	부산대학교	현장적용/1회	종료후 2년	실증단지 실험 및 컨설팅
Ⅲ	실용화 추진 단계	부산대학교	기술이전/1개	종료후 3년	연구개발결과 기술이전
Ⅳ	시장 수용 단계	기술이전업체	LID 설계 컨설팅	종료후 5년	시장수용 사업화

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

세세부 기관	1세부 위탁 롯데건설	요소기술명	강우 유출수 및 지하수위 연계 LID 저류활용 시스템 개발

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계			R&D 종료시점	
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	부산대학교	현장적용/1회	종료후 2년	실증단지 실험 및 컨설팅
Ⅲ	실용화 추진 단계	부산대학교	기술이전/1개	종료후 3년	연구개발결과 기술이전
Ⅳ	시장 수용 단계	기술이전업체	LID 설계 컨설팅	종료후 5년	시장수용 사업화

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

세세부 기관	1 세부 위탁 헥코리아	요소기술명	WWHM-SWMM기반 한국형 LID 해석모형 (K-LIDM)

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계			R&D 종료시점	
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	부산대학교	현장적용/1회	종료후 2년	실증단지 실험 및 컨설팅
Ⅲ	실용화 추진 단계	부산대학교	기술이전/1개	종료후 3년	연구개발결과 기술이전
Ⅳ	시장 수용 단계	기술이전업체	LID 설계 컨설팅	종료후 5년	시장수용 사업화

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

세세부 기관	1세부 위탁 헥코리아	요소기술명	GI&LID 정보관리시스템 포털

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계			R&D 종료시점	
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	부산대학교	교육훈련 / 3회이상	종료후 2년	LID 일반/전문가교육
Ⅲ	실용화 추진 단계	부산대학교	기술이전/1개	종료후 3년	LID 교육컨텐츠 제공
Ⅳ	시장 수용 단계	기술이전업체	LID 정보 및 교육컨텐츠 교육 10건 이상	종료후 5년	LID 교육컨텐츠 제공

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
운영지침	신규	- 모니터링통합시스템 및 저영향개발 포털 등을 보다 효율적으로 활용이 가능하도록 다양한 의견(ex.실시간 커뮤니케이션 시스템)을 수렴 및 부산대학교 산하기관인 녹색국토물관리 연구소를 통하여 운영시스템을 구축
운영지침	신규	- 한국 그린인프라 저영향개발 정보포털의 커뮤니티 컨텐츠의 질의응답(Q/A) 게시판을 통해 피드백 시스템을 구현 - 웹페이지를 통해 교육신청서를 작성할수 있도록 하였으며 교육이수 현황을 웹페이지에서 확인 가능

(라) 친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술(1-2세세부)

세세부 기관	1-2 세세부 K-water	요소기술명	한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	K-water	시스템 검증 및 보완/2회	~종료후 2년	에코델타시티, 송산그린시티 현장에 시험적용
Ⅲ	실용화 추진 단계	K-water	단지사업에 활용 가능하도록 규정보안	~종료후 4년	현업에서 사업 계획시 적용 방안 수립
Ⅳ	시장 수용 단계	K-water	현장적용 1회	~종료후 5년	현업 단지개발 현장에 적용

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
친수구역 조성 지침	개선	친수구역조성사업시 본 연구결과의 시스템을 활용하여 분석할 수 있도록 친수구역 조성 지침의 개정 요청

(마) LID 물순환 기술의 모니터링 운영 기술 개발 (1-3세세부)

구분	1-3 세세부 아주대학교	요소기술명	한국형 LID 시설물 통합 운영관리 매뉴얼

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	아주대학교	가이드라인/매뉴얼 수정·보완	~종료후 2년	가이드라인/매뉴얼 수정·보완
Ⅲ	실용화 추진 단계	아주대학교	학회, 포럼 등 관련 기술 발표	~종료후 2년	수자원학회, 토목학회 등 학술대회 및 포럼
Ⅳ	시장 수용 단계	아주대학교	가이드라인/매뉴얼 적용	~종료후 4년	국토교통부, 서울시 등 LID/GI 가이드라인/매뉴얼 반영

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (2)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-3 세세부 아주대학교	요소기술명	간편 가이드북 및 LID 시설물 유지관리 점검표

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	아주대학교	가이드라인/매뉴얼 수정·보완	~종료후 2년	가이드라인/매뉴얼 수정·보완
Ⅲ	실용화 추진 단계	아주대학교	학회, 포럼 등 관련 기술 발표	~종료후 2년	수자원학회, 토목학회 등 학술대회 및 포럼
Ⅳ	시장 수용 단계	아주대학교	가이드라인/매뉴얼 적용	~종료후 4년	국토교통부, 서울시 등 LID/GI 가이드라인/매뉴얼 반영

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (2)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

(바)LID 실증실험단지 최적기술 적용 및 통합운영방안 구축 (1-4세세부)

세세부 기관	1-4 세세부 웸스	요소기술명	실증단지 시공백서 작성

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D 종료시점	-
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	국토부 및 관련 공공기관 및 건설업체	유사관리계획에 활용	~ 종료후 2년	LID 실증단지 시공 및 관리방안 제시
Ⅲ	실용화 추진 단계	국토부 및 관련 공공기관 및 건설업체	유사관리계획에 활용	종료후 3년 ~ 종료후 4년	현업에서 사용할 수 있도록 LID 설계 방향 제시
Ⅳ	시장 수용 단계	국토부 및 관련 공공기관 및 건설업체	기술실시계약/1회 사업화·제품화/1개	~종료후 5년	연구개발결과 기술이전 지자체 및 공공기관 사업 입찰 추진

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

세세부 기관	1-4 세세부 웹스	요소기술명	LID 실험검증 기술개발

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D 종료시점	-
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	국토부 및 관련 공공기관 및 건설업체	현장평가/3회	~종료후 2년	부산대학교 실증센터, 서울시 시험시공 현장에 대한 모니터링
Ⅲ	실용화 추진 단계	국토부 및 관련 공공기관 및 건설업체	기술실시계약/2회	~종료후 3년	연구개발결과 기술이전 지자체 및 공공기관 사업 입찰 추진
Ⅳ	시장 수용 단계	국토부 및 관련 공공기관 및 건설업체	현장적용 1회 이상	~종료후 3년	지자체 및 공공기관 발주 공사

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

(사) 실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5세세부)

세세부 기관	1-5 세세부 데이타피씨에스	요소기술명	C-SEM(시스템 구축 기술)

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계 □ 준비 ■ 진행중 □ 완료	기술 검증·보완 단계 □ 준비 □ 진행중 ■ 완료	기술 검증·보완 단계 □ 준비 □ 진행중 □ 완료	기술 검증·보완 단계 □ 준비 □ 진행중 □ 완료	기술 검증·보완 단계 □ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) ■ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 ■ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 ■ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	국토부 및 관련 공공기관	매년 우기 때마다 지속적인 시스템 검증/ 5~6회	~ 종료후 2년	모니터링 시스템 장비 검증
Ⅲ	실용화 추진 단계	국내 외 건설업체	유사관리계획에 활용	종료후 2년 ~ 종료후 5년	현업에서 사용할 수 있도록 LID 시설 모니터링을 통하여 시설의 성능평가 및 LID 설계 방향 제시
Ⅳ	시장 수용 단계				

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
LID 모니터링 시스템 구축	개선	- LID 실증단지에서의 시설별 모니터링 자료는 실증단지 물수지 분석에 활용하며 이를 기반으로 실증단지 전체의 LID 효율성을 평가하는 지표로 활용할 수 있음 - 이를 위하여 향후 몇 년간 저영향개발(LID)에 대한 지속적인 모니터링과 연구가 필요함 - 지속적인 LID 모니터링을 수행함으로써 모니터링 장비에 대한 유지관리 기법을 축적해 가며 자료에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있는 방안을 마련할 예정임

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

(가) 공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발(2-1세세부)

세세부 기관	2-1 세세부 한국건설기술연구원	요소기술명	저류침투형 입체보도시스템

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	■ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	㈜어스그린코리아, ㈜대일텍	현장평가/2회	~종료후 2년	부산대학교 실증센터, 서울시 시험시공 현장에 대한 모니터링
Ⅲ	실용화 추진 단계	㈜어스그린코리아, ㈜대일텍	기술실시계약/1회 사업화·제품화/1개	~종료후 2년	연구개발결과 기술이전 지자체 및 공공기관 사업 입찰 추진
Ⅳ	시장 수용 단계	㈜어스그린코리아, ㈜대일텍	현장적용 1회 이상	~종료후 3년	지자체 및 공공기관 발주공사

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

(나) 한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발(2-2세세부)

세세부 기관	2-2 세세부 서영엔지니어링(	요소기술명	투수성포장 구조체

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	■ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계				
Ⅱ	기술 검증·보완 단계				
Ⅲ	실용화 추진 단계	㈜제영이엔씨	기술실시계약 / 1회 사업화 · 제품화 / 1개	종료 후 1년	연구개발결과 기술이전 지자체 도로사업 입찰 추진
Ⅳ	시장 수용 단계	㈜제영이엔씨 ㈜에스비비	현장적용 / 10회	종료 후 5년	지자체/LH공사/민간주택 공사 사업참여, 수주매출

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
중앙 및 지자체, 공공기관 법제, 국가설계기준, 시방서, 지침	개선	- 중앙정부 및 지자체 조례/규칙, 공공기관 투수성 도로설계 시방서 및 설계 시공 지침의 구체화 및 표준화 - 투수성 도로 포장 구성 재료의 수급, 품질개선 방안 설정에 기여 - 투수성 포장 구조체 기술을 포함한 투수성 포장 전체 설계 기준 홍보

세세부 기관	2-2 세세부 서영엔지니어링	요소기술명	투수성 길어깨

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생	□ 초기발생 ■ 지속발생

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계				
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	㈜제영이엔씨	현장시험시공 / 2회	종료 후 1년	지자체, 민간 테스트베드, 시범사업 시험 및 성능 검증
Ⅲ	실용화 추진 단계	㈜제영이엔씨 ㈜에스비비	기술실시계약 / 1회 사업화 · 제품화 / 1개	종료 후 2년	연구개발결과 기술이전 지자체 도로사업 입찰 추진
Ⅳ	시장 수용 단계	㈜제영이엔씨 ㈜에스비비	현장적용 / 10회	종료 후 5년	지자체/LH공사/민간주택 공사 사업참여, 수주매출

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
중앙 및 지자체, 공공기관 법제, 시방서, 지침	개선	- 중앙정부 및 지자체, 공공기관 투수성 도로설계 시방서 및 설계시공 지침의 개선, 포장형 도로교통 LID 시설 시공 기술의 다변화 필요 - 투수성 도로 포장 구성 재료의 수급, 품질개선 방안 설정에 기여

(3) 3세부과제: LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

구분	3-1 세세부 토지주택연구원	요소기술명	LID 시범적용단지 시공 및 모니터링

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	*토지주택연구원*	-	*R&D종료시점*	*R&D 기간 내 완료*
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	*토지주택연구원*	*현장적용 및 모니터링*	*R&D종료시점*	*LID 도입 전·후 지속적인 모니터링을 통한 LID에 대한 정량적 효과 검증*
Ⅲ	실용화 추진 단계	*토지주택연구원*	*LID 전문가 인증 프로그램*	*~종료 후 지속적인 활용*	*LID 인식증진 및 전문가 양성을 위한 교육 및 인증 프로그램 제시*
Ⅳ	시장 수용 단계	-	-	-	-

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
LID 도시 및 지구단위계획 수립지침	개선	- 도시 및 지구단위계획 수립지침을 개선하여 LID 도입의 필요성과 일관성 있는 기준 제시 - 개발된 지침서를 바탕으로 교육프로그램의 개발과 전문가 양성을 통해 LID에 대한 사회적 인식 제고

구분	3세부 위탁 우리강산시스템	요소기술명	LID 기반 도시계획 의사결정지원시스템

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	■ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중	□ 준비 ■ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	*R&D종료시점*	*R&D 기간 내 완료*
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	*토지주택연구원*	*LID 관련 지표 분석 및 시스템 유지관리*	*~종료 후 계속*	*LID 관련 지표의 분석 및 시스템 유지관리*
Ⅲ	실용화 추진 단계	*LID 관련부처 및 공공기관, 전문가*	*LID 도입에 따른 의사결정 지원 시 활용*	*~종료 후 계속*	*현업에 LID가 도입될 수 있도록 객관적인 근거자료 제시*
Ⅳ	시장 수용 단계	-	-	-	-

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
지침	개선	- LID를 반영한 지구단위 및 도시계획 수립 시 본 시스템 활용 명시

구분	3-2 세세부 충북대학교	요소기술명	LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원체계 개발

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	*R&D종료시점*	*R&D 기간 내 완료*
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	*국토교통부, 토지주택연구원*	*LID 지구단위계획수립지침 개정 LID 도시계획수립지침 개정*	*~종료 2년*	*LID 지구단위 및 도시계획 수립지침 개정 할 수 있도록 지원*
Ⅲ	실용화 추진 단계	-	-	-	-
Ⅳ	시장 수용 단계	-	-	-	-

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
지침	개선	- 실제 LID를 도시계획 또는 지구단위계획에 도입할 수 있도록 지속적으로 국토교통부에 요청

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

성과목표 (세세부제목)	해외 과학기술				해외 과학기술 정보내용
	과학기술명	국가	기관	기술개발년도	
국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)	STORM WATER RESEARCH CENTER	미국	COLORADO 주립대	2013	○ 최적 도시우수관리 및 비점/LID 요소기술 개발.
	LAND AND EROSION CONTROL LAB.	미국	SANDIAGO 주립대	2008	○ 침식 및 유출 LID 효율성 검증 실험실 운영 및 사업화.
	STORM WATER MANAGEMENT ACADEMY	미국	FLORIDA 주립대학	2010	○ 강우-우출 모사기를 활용한 LID 효율성 검증 기술 개발. LID 요소기술 TEST-BED 실험 및 모형화 기술 보유
	LID RESEARCH CENTER	미국	OKLAHOMA 주립대	2009	○ LID-BMP 요소기술 개발 및 모형화 기술. 토목,도시 및 농학 등 다학제간 연구센터 운영. 침식 및 유출 LID 효율성 검증 실험실 운영 및 사업화.
	LID RESEARCH TECHNICAL WORKSHOP	미국	WASHINGTON 주립대	2014	○ LID 요소기술 개발 및 도시계획 기술. LID 제도 지침 개발 관련 연구.
	LID-MARC	미국	NORTH CALORINA 주립대	2008	○ 미국 중동부의 세 개대학 연합 LID 기술 개발 연구 사업단. LID-BMP 요소기술 개발 및 모형화 기술 연구.
	EXCELLENCE FOR ECOHYDROLOGY CENTER	호주	WESTERN AUSTRALIA 대학	2006	○ 호주 서부의 WUDS 기술을 활용한 도시 및 농업용 수자원 확보 기술 연구
강우 유출수	일본우수	일본	우수침	2016	일본 빗물 관리는 방재 관리를 주요 목표로 하기 때문에 용수활용 효율에 민감하지 않으며, 지하

및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1 위탁)	침투저류 기술협회		투저류 기술협회		수를 연계 활용하는 저류조 기술에 대한 연구는 진행되고 있지 않음.
LID 설계기준 및 WWHM-SWMM기반 한국형 LID 해석모형개발 (1-1-2)	SWMM	미국	US-EPA	1971	○ LID 계산로직 분석: ○ 도시유역 내에서 강우사상으로 인해 발생하는 유출량과 오염물질에 대한 지표면 및 지하 흐름, 배수관망에서의 유출량추적, 저류량 산정, 오염물질의 처리와 비용계산 등을 모의할 수 있는 종합적인 모형으로 ○ 최근 개발된 SWMM5.0은 저영향개발 기법의 수문영향분석이 가능하도록 기능을 추가하여 개발
	WWHM	미국	Clear Creek Solutions.	2001	○ LID 해석기작 및 적용방법 전문가활용: ○ HSPF를 해석엔진으로 투수면, 불투수면의 장기 유출해석이 가능한 모형 ○ 다양한 하천 수리시설에 대한 수리수문학적 하도추적을 수행할 수 있음 ○ LID 시설 모델링은 투수성포장, 옥상녹화, 식생체류지, 모래여과상자, 빗물정원 등 대부분의 LID 시설의 적용이 가능 ○ 국내적용불가능
	HSPF	미국	US-EPA	1979	○ 유역유출 계산방법 검토: ○ LID기법의 최적의 조합을 평가하기 위한 모형으로 Acr-GIS에서 구동 ○ SUSTAIN은 LID 기법 미적용시 유출량과 비점오염원 발생량 및 LID 기법 적용시 유출 및 수질저감 효과를 분석 할 수 있음 ○ 대상지역의 유출량과 수질을 적절하게 만족시키기 위한 비용대비 최적의 LID 기법의 형태 및 크기에 대한 정보를 제공
친수구역 LID 물순환 플랫폼 구축 및 최적설계기술 (1-2)	물순환 기본법	일본	-	2014	○ 수자원 행정을 일원화하기 위하여 물순환정책본부를 설치하고 5년마다 물순환기본계획 수립
	빗물 이용의 추진에 관한 법률	일본	-	2014	○ 수자원의 순환의 적정화를 위하여 빗물 이용의 추진에 관한 국가 등의 책무, 기본방침 등을 정함
	TARP	미국	뉴저지	2003	○ 우수관리 기술 인증에 관한 일관된 기준 및 검증 방법 제시
	Low Impact Development Center	미국	Maryland 주	1998	○ 저영향개발에 종사하는 개인과 조직에게 정보를 제공하고 개선기술의 개별 또는 시스템적 설계기법 제공
LID 물순환 기술의	APP 4002	독일	ME	1994	○ EUROMAR-MERMAID 프로젝트 수행과정에서 개발되었으며 APP 4002는 질산염, 인산염, 암

모니터링 운영 기술 개발 (1-3)	수중형 영양염류 측정기				모니아를 측정하는 장비가 개발
	Nutrient Monitor NAS-2E 수중형 영양염류 측정기	영국	W.S. Ocean Systems	1999	○ 시린지 펌프와 로터리 멀티 밸브를 사용하고, 질산염, 규산염, 인산염을 측정
	SUAVE(System Used to Assess Vented Emissions)	미국	태평양 해양환경 연구소(PMEL)	1998	○ 7500m 수심에서도 철, 망간, H2S 등 여러 가지 항목을 습식으로 측정 ○ SUAVE는 ALVIN, SHINKAI 6500 등 잠수정이나 ROPOS, ATV 등의 ROV에 탑재되어 사용

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

성과목표 (세세부제목)	해외 과학기술				해외 과학기술 정보내용
	과학기술명	국가	기관	기술 개발 년도	
공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 (2-1)	LID Design strategies	미국	EPA	1999	○ LID 기술요소들의 설계기법 소개
	LID a Design Manual for Urban Areas	미국	UACDC	2010	○ 도시지역에 적용가능한 종합적인 LID 기술요소 매뉴얼
한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발 (2-2)	Guide for Design of Pavement Structures 1993	미국	AASHTO	1993	○ 각 층 재료의 강도를 고려한 아스팔트 및 콘크리트 포장 두께 산정 방법과 각 인자 소개
	MEPDG	미국	TRB	2004	○ 경험적-역학적 도로 설계법
	SWMM	미국	EPA	2010	○ LID 기술에 대한 모의가 가능한 강우 유출 및 수질 모의 모형
한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발(2-3)	Guidelines for the Selection of Snow and Ice Control Materials to Mitigate Environmental Impacts	미국	TRB	2007	○ 도로에 사용되는 제설제가 식생에 미치는 영향

(3) 3세부과제: LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

성과목표 (세세부제목)	해외 과학기술				해외 과학기술 정보내용
	과학기술명	국가	기관	기술개발년도	
LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세부)	LID 요소기술 분류	미국	The Low Impact Development Center	2010	○ 비구조적 · 구조적 LID 요소기술 분류
	LID Design strategies	미국	EPA	2010	○ 도시화 이전의 수문특성과 유사하게 보존하는 계획 및 설계 기법
	LID Training Program	미국	워싱턴	2017	○ LID 교육 프로그램 및 인증방법 소개
LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 세부)	LID 산업단지 조성	캐나다	EIP	-	○ 산업의 다양화를 모색하기 위한 지역적 요구와 시민들의 토지 개발반대 입장을 수용하기 위해 개발된 단지로서 환경친화적이고 지속가능한 생태산업단지(EIP) 조성
LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 세부)	LID Design	뉴질랜드	Auckland Regional Council	2009	○ 기존 개발방식과 LID를 도입한 개발방식을 제시하여 LID를 도입한 개발방식이 기존개발 방식보다 빗물유출이 저감되는지 비교
	LID Design	미국	UNH stormwtaer Center	2011	○ LID 설계는 지역의 광대한 고지대 모래질 토양을 고려하여 지붕면 침투트렌치, 투수성 포장 포함한 침투와 여과시스템을 활용한 설계가 제안됨
LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 세부)	WMMS	미국	LA county	2012	○ 유역관리 모델링 시스템
	L-THIA/LID	미국	Perdue University	2013	○ 불투수 표면 절감/개발된 토지 이용 비율, 침투성 토양 보존, 수문학적 기능/민감한 토양 보존, 변동에 의한 토양 변화 최소화 등을 분석
	National Stormwater Calculator	미국	EPA	2018	○ 국가 빗물 계산 프로그램은 위치, 토양 타입, 토양배수, 지형, 강우량, 증발량, 온도변화, 토지피복 등의 지표를 이용하여 평가

LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발 (3-2 세부)	BSD(Best Site Design)	미국	위코미코 카운티	2011	○ LID 기법을 적용하여 잔디 조성 면적, 도로 배치 등을 설계
물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 (3-3 세부)	BIM Guide Series	미국	GSA	-	○ 시설물의 전 생애주기 동안 생성되는 정보를 디지털 데이터 형태로 구축하여 이를 활용한 통합 관리 프로세스로 제시
LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 (3-4 세부)	LID/GI 관련 다변영향 이론 및 사례 분석	미국	미국조경건축가협회	-	○ LID/GI 적용에 따른 영향 분석
LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3, 3-5 세부)	Clean Water Act	미국	-	1972	○ 각 지역의 수자원 오염도에 따른 수질 관리 규정
	Water Act 2007	호주	-	2007	○ 분지 국가와 공동으로 연방의 국가 이익과 수자원 관리 위해 수립
	LID LID Ordinance	미국	LA	2011	○ LA의 Standard Urban Stormwater Mitigation Plan(SUSMP)의 세부 사항을 규정한 조례로, 주로 용어정의, 개발 계획 및 건설 활동 등에 관한 빗물 오염 제어 방법, LID 계획 검토 비용(Check Fees) 등에 대한 내용을 다룸

제7장. 연구개발성과의 보안등급

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

성과목표 (세세부)	최종 개발기술 목표 (최종성능 목표)	연구개발성과의 보안등급
국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발 (1-1)	LID 요소기술 효율성 검증 실험시설 구축 및 운영	중
	LID 요소기술 효율성 검증기법 개발 및 표준화	중
강우 유출수 및 지하수위 연계 LID저류활용 시스템 개발 (1-1-1)	LID 실증단지 소규모 파일럿 운영결과 보고서	중
	전기비저항 측정을 이용한 LID 시설 검증기법 평가보고서	중
LID 적용 설계기준 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발 (1-1-2)	SWWHM-SWMM 기반 한국형 LID 해석모형	중
	GI&LID 정보관리시스템-포털	중
친수구역 LID 플랫폼 구축 및 최적 설계기술 (1-2)	한국형 LID 도시 통합계획·설계 모형 시스템	중
LID 물순환 기술의 모니터링 시스템 구축 및 운영 기술 개발 (1-3)	LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 실시설계 보고서	중
	통합 모니터링 자료분석 웹 시스템	상
실증실험단지 통합모니터링 연계시스템 개발 및 구축 (1-5)	LID 실증단지 통합 모니터링 시스템 개발 및 구축	중

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

성과목표 (세세부제목)	최종 개발기술 목표 (최종성능 목표)	연구개발성과의 보안등급
공공시설 및 공공문화체육시설의 GI&LID 시스템 개발 (2-1)	한국형 LID 요소기술 종합 매뉴얼	중
	침투형 입체보도 및 측구시스템 기술	중
한국형 LID기반 도로교통시설 물순환 기술 개발 (2-2)	한국형 LID 도로교통시설 매뉴얼	중
	투수포장 구조체 기술	중
	투수성 길어깨 기술	중
한국형 생태저류 및 공원 시설의 융합형 LID 시스템 개발 (2-3)	한국형 빗물정원 기술 가이드라인	중
	제설제 영향을 받는 식생형 LID 시설의 식생선정 가이드라인	중

(3) 3세부과제: LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

성과목표 (세세부제목)	최종 개발기술 목표 (최종성능 목표)	연구개발성과의 보안등급
LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발 (3-1 세부)	LID기반 물순환 도시 통합 모델 및 적용기술 개발	중
LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발 (3-1-1 세부)	LID 기반 물순환 산업단지 운영기술 개발	중
LID 시범적용 단지 계획 및 설계 (3-1-2 세부)	LID 시범적용단지 계획 및 설계	중
LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발 (3-1-3 세부)	LID 기반 계획 평가 및 계획 수립 지원 시스템 개발	중
LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발 (3-2 세부)	LID 기반 물순환 적용 및 운영기술 개발	중
물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발 (3-3 세부)	물순환 도시 조성을 위한 LID-BIM 적용 및 운영 기술 개발	중
LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발 (3-4 세부)	LID 기반 물순환 도시 다변영향평가 기법 개발	중
LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발 (3-1-3, 3-5 세부)	LID 기반 도시계획 수립 및 평가 지원 체계 개발	중

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
전라안전	다항목수질측정 및 냉장이동형 채수기	68-2970-003	1	2014-12-19	39,720,500원	063-287-9122	한국 그린인프라-저영향개발센터 지상 1층 101	NFEC-2014-12-194370
남성산업기계	저영향개발실험용 오버헤드 크레인(호이스트)	백상, BSC-10, 10톤, 8m	1	2015-10-19	32,753,500원	051-328-9711	한국 그린인프라-저영향개발센터 지상 1층 101	NFEC-2015-10-205684
(주)유니온하이텍	LID 실험장비용 수리 및 수환경 계측장비 및 시스템	모델명없음	1	2016-02-11	137,971,400 원	051-717-3691	한국 그린인프라-저영향개발센터 지상 1층 101	NFEC-2016-02-207799
케이에스티	LID-지표유출 수리적 효율성 검증기기	모델명 없음	1	2016-02-12	83,338,610원	051-319-1040	한국 그린인프라-저영향개발센터 지상 1층 101	NFEC-2016-02-207877
엠티에스코리아(주)	LID 시설 요소재료 구조적 안정성 시험장비	MTS 370.10	1	2016-11-11	158,397,610원	031-728-1600	한국 그린인프라-저영향개발센터 지상 1층 101	NFEC-2016-11-213044
케이에스티	LID/W-물순환 효율성 검증기기	모델명 없음	1	2012-08-24	12,365,000원	051-319-1040	한국 그린인프라-저영향개발센터 지상 1층 101	NFEC-2017-03-236650
㈜데이타피씨에스	유기탄소분석장비	TOC-L	1	2016.06.23	40,700,000	02-3462-3143	부산대학교 양산캠퍼스 LID 실증센터	NFEC-2017-04-237256
㈜데이타피씨에스	고속액체크로마토그래피	Aglient-1220	1	2016.06.23	42,064,000	02-3462-3143	부산대학교 양산캠퍼스 LID 실증센터	NFEC-2017-04-237257

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

○ 해당사항 없음

(3) 3세부과제: LID 기반의 물순환 도시조성을 위한 계획·설계 통합모델 및 적용·운영기술개발

○ 해당사항 없음

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

국가 GI&LID 요소기술 효율성 검증 및 평가 기술 개발(1-1세세부)
- 부산대학교 주관의 연구-실험실 안전 교육을 실시-수료하였음
- 수질 분석을 위한 약품 사용시 위험 상황을 대비하여 응급세척 장치 설치

친수구역 LID 물순환 플랫폼 구축 및 최적설계기술(1-2세세부)
- 대한산업안전협회에서 주관하는 2017년 3, 4분기 근로자 정기안전보건교육(사무직)을 참여연구진 전원 16시간(8시간*2분기) 수료하였음

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

(1) 1세부과제 : 국가 GI&LID 실증단지 구축 및 해석 기술 개발

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	LID 적용면적별 우수유출 저감효과 분석	선문대학교	1-1	한국방재학회	-	2014.04	단독	비SCI
2	논문	SWMM 모형을 이용한 LID 요소기술의 공간적 분포에 따른 우수유출특성 분석	선문대학교	1-1	한국산학기술학회	-	2014.04	단독	비SCI
3	논문	Monitoring Guideline Based on Low Impact Development	아주대학교	1-3	URBAN-WATER	1.794	2014.05	단독	SCI
4	논문	LID 요소기술 효율성 검증을 위한 강우-유출 모의장치 개발 및 검증실험에 관한 연구	부산대학교	1-1	한국수자원학회	-	2014.06	단독	비SCI
5	논문	침투트렌치 시설의 유출저감 효과 분석	선문대학교	1-1	대한민한국산학기술학회국	-	2014.09	단독	비SCI
6	논문	도시 물순환 개선을 위한 도시기본 계획과 저영향개발(LID) 연계성 분석	부산대학교	1-1	대한토목학회	-	2014.10	단독	비SCI
7	논문	식생수로의 유수 이송 기능을 고려한 우수 관거의 계획	K-water연구원	1-2	한국방재학회	-	2015.02	단독	비SCI
8	논문	Numerical Analysis of Infiltration into Pervious Concrete-Base Systems	부산대학교	1-1	Int. J. of GEOMATE	-	2015.03	단독	비SCI
9	논문	빗물이용시설의 효율적인 활용을 위한	K-water연구원	1-2	한국방재학회	-	2015.04	단독	비SCI

		설계 방안과 효과 분석에 관한 연구							
10	논문	Prediction of Effluent Concentration in a Wastewater Treatment Plant using Machine Learning Models	GIST	1-1	Journal of Environmental Sciences	2.208	2015.04	단독	SCI
11	논문	LID 효율성 검증기기를 이용한 투수성 블록의 수문순환 효율성 검증에 관한 연구	부산대학교	1-1	대한수자원학회	-	2015.05	단독	비SCI
12	논문	LID 시설의 시공 및 유지관리 비용에 대한 우수유출 저감효과분석	선문대학교	1-1	한국방재학회	-	2015.08	단독	비SCI
13	논문	Optimizing Low Impact Development (LID) for Stormwater Runoff Treatment in Urban Area, Korea: Experimental and Modeling Approach	UNIST	1-1	Water Research	5.991	2015.08	단독	SCI
14	논문	불포화 특성을 고려한 투수성 포장 시스템의 침투성 수치해석	부산대학교	1-1	Journal of the Korea Society of Disaster	-	2015.11	단독	비SCI
15	논문	침투실험을 통한 투수성 포장재의 흙-수분특성곡선 역해석	부산대학교	1-1	한국방재학회	-	2015.12	단독	비SCI
16	논문	식물성 바이오매스 재의 압축성 및 열전도 특성	부산대학교	1-1	한국방재학회	-	2015.12	단독	비SCI
17	논문	양적.질적 혼합형 데이터에 대한 군집분석	호서대학교	1-3	Journal of the Korean Data	-	2015.12	단독	비SCI

		알고리즘 비교 및 사례분석			Analysis Society				
18	논문	SWMM을 이용한 자연형 비점오염 저감시설의 모의 방법	K-water연구원	1-2	한국방재학회	-	2016.04	단독	비SCI
19	논문	LDAPS 예측 강우를 활용한 한탄강홍수조절댐 홍수 유입량 예측	아주대학교	1-3	한국수자원학회	-	2016.04	단독	비SCI
20	논문	그린인프라 및 저영향개발 기술의 검증 및 인증기법 개발	부산대학교	1-1	Ecology and Resilient Infrastructure	-	2016.06	단독	비SCI
21	논문	저영향개발기술 국내도입을 위한 한국 그린인프라·저영향개발 센터 설립	부산대학교	1-1	한국방재학회	-	2016.08	단독	비SCI
22	논문	Induced Infiltration of Hole-Transporting Polymer into Photocatalyst for Staunch Polymer-Metal Oxide Hybrid Solar Cells	부산대학교	1-1	ACS Applied Materials &Interfaces	7.504	2016.09	단독	SCI
23	논문	Numerical simulation of separation process for enhancing fine particle removal in tertiary sedimentation tank mounting adjustable baffle	GIST	1-1	Chemical Engineering Science	2.895	2016.09	단독	SCI
24	논문	줄눈 채움재 크기에 따른 투수 블록 포장의 표면 침투율	부산대학교	1-1	한국방재학회	-	2017.02	단독	비SCI
25	논문	도심수로내 조류발생 예측을 위한 CE-QUAL-W2 모델의 적용	K-water연구원	1-2	한국방재학회	-	2017.02	단독	비SCI

26	논문	Small strain stiffness of unsaturated sands containing a polyacrylamide solution	부산대학교	1-1	MATERIALS	2.654	2017.04	단독	SCI
27	논문	Developing a Hydrologic Assessment Tool for Designing Bioretention in a watershed	UNIST	1-1	Environmental modelling & Software	4.404	2017.04	단독	SCI
28	논문	Effects of fine particles on thermal conductivity of mixed silica sands	부산대학교	1-1	APPLIED SCIENCES-BASEL	1.679	2017.06	단독	SCI
29	논문	Assessing the efficiency of aggregate low impact development (LID) at a small urbanized sub-catchment under different storm scenarios	GIST	1-1	Desalination & water treatment	1.631	2017.08	단독	SCI
30		LID 실증단지 모니터링 시스템 구축 및 저류 효율성 분석	부산대학교	1-1	한국방재학회	-	2017.10	단독	비SCI
31		우수유출 저감을 위한 투수성 포장의 설치 면적에 관한 연구	부산대학교	1-1	한국산학기술학회	-	2017.11	단독	비SCI
32		도시 유역의 우수관망 통수능 개선을 위한 LID 기술 적용 연구	K-water연구원	1-2	한국물환경학회	-	2017.11	단독	비SCI
33		Planter Box 물수지 분석을 위한 검증기기 개발	부산대학교	1-1	한국방재학회	-	2017.12	단독	비SCI
34		인공신경망 모형을 이용한 도달시간의	부산대학교	1-1	한국수자원학회	-	2018.01	단독	비SCI

		신뢰성 평가-온천천 유역을 대상으로-							
35		New water flow module for the Storm Water Management Model simulations of Low Impact Development designs	GIST	1-1	Journal of Hydrology	3.483	게제예정	단독	SCI

지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	출원			등 록		
		출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호
1	LID 요소기술 물순환 효율성능 검증실험방법(Verification Method for Hydrologic Effectiveness Performance of Low Impact Development)	부산대학교 산학협력단 (주)웸스	2013.06	10-2013-0072644	부산대학교 산학협력단, 웸스	2014.01	10-1354449-0000
2	LID 기술 검증용 소형-다중 강우-유출 모사기 (Small Multiset Rainfall-Runoff Simulator for LID Technology Experiment)	부산대학교 산학협력단 (주)웸스	2013.06	10-2013-0072649	부산대학교 산학협력단, 웸스	2014.01	10-1354452-0000
3	LID 기법적용 선진모래여과장치 (Low Impact Development Based Advanced Sand Filter)	부산대학교 산학협력단 (주)웸스	2013.06	10-2013-0072647	부산대학교 산학협력단, 웸스	2014.01	10-1349613-0000
4	투수포장 셀	부산대학교 산학협력단	2014.03	10-2014-0032832	부산대학교 산학협력단	2016.08	10-1647774-0000
5	LID 기법 검증용 이동-조립형 현장 강우 모사기	부산대학교 산학협력단	2014.05	10-2014-0053633			
6	다목적 개수로형 LID 실험장치	부산대학교 산학협력단	2014.05	10-2014-0064913			
7	물순환 모의를 위한 LID-수리수문 효율성 검증기기	부산대학교 산학협력단	2014.05	10-2014-0066415	부산대학교 산학협력단	2016.06	10-1653757-0000
8	다기능형 투수포장 시설의	부산대학교 산학협력단	2014.10	10-2014-0147325	부산대학교 산학협력단	2016.08	10-1647771-0000

	저영향개발(LID) 효율성 검증 시스템						
9	건축물형 적용 저영향개발(LID) 물순환 및 효율성 검증 시스템	부산대학교 산학협력단	2014.10	10-2014-0147324			
10	습식 및 건식 혼합형 저영향개발(LID) 물순환 및 효율성 검증 시스템	부산대학교 산학협력단	2014.10	10-2014-0147327			
11	지하수 및 우수 관리장치	롯데건설 주식회사	2015.01	10-2015-0002747	롯데건설 주식회사	2015.11	10-1566948-0000
12	LID 기법 검증용 이동식 현장 강우 모사기	(주)웸스	2015.03	10-2015-0029790			
13	복합단면 유공관	부산대학교 산학협력단	2015.09	10-2015-0124293			
14	투수포장 시스템의 침투 및 증발 특성 평가장비	부산대학교 산학협력단	2015.09	10-2015-0124295			
15	스마트 적응형 다목적 광폭 개수로 실험장치	부산대학교 산학협력단	2015.12	10-2015-0170452			
16	투수성 포장-지반 시스템의 폐색 및 오염물질 여과성능 시험장치	부산대학교 산학협력단	2016.01	10-2016-0005512			
17	단위블록 LID 시설의 효율적 모니터링을 위한 다목적 연결장치	㈜데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2016.02	10-2016-0015787	(주)데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2017.06	10-1748197-0000
18	건물화분 LID시설 유량 모니터링을 위한 우수홈통 모니터링 장치	㈜데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2016.02	10-2016-0015782			
19	단위블록 LID시설 성능평가용 계측 샘플링 박스	㈜데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2016.02	10-2016-0015557			
20	건물화분 LID시설 맞춤형 샘플링박스	㈜데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2016.02	10-2016-0015553	(주)데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2017.06	10-1748199-0000
21	도로형 LID 시설 수질 및 유량 모니터링을 위한 샘플링 박스	㈜데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교	2017.02	10-2017-0018872			

		산학협력단					
22	단위블록 LID 시설 성능평가용 유량-수질 모니터링 시스템	(주)데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2017.02	10-2017-0018877			
23	LID 시설 검증용 자동기상관측시스템의 설치장치	(주)데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2017.02	10-2017-0018869			
24	LID 실증단지의 유량 검증 장치	(주)데이타피씨에스 (주)아이오티솔루션 부산대학교 산학협력단	2017.02	10-2017-0018867			
25	폐색을 고려한 대단면 투수블록 시스템 비선형 투수특성 시험장비	부산대학교 산학협력단	2017.08	10-2017-0101807			
26	강우유출수 및 지하수 관리시스템	롯데건설(주)	2013.12	10-2013-0151065	롯데건설(주)	2014.08	10-1433076-0000
27	지하수 및 우수 관리장치	롯데건설(주)	2015.01.08	제 10-2015-0002747 호	롯데건설(주)	2015.11.02	제10-1566948호
28	G · L-HVS	(주)웸스	2016.01	40-2016-0000625			

저작권(프로그램 등록)

번호	저작권 종류	저작권명	소속기관명	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
1	프로그램	엘아이디정보관리시스템(LID&GI 정보관리시스템)	부산대학교 산학협력단	부산대학교 산학협력단	2016.01	C-2016-005293	
2	프로그램	에스케이컨버트 (SK convert)	부산대학교 산학협력단	부산대학교 산학협력단	2016.02	C-2016-005294	
3	프로그램	한국형물순환엘아이디해석모형 (KLIDM Version 1.0)	부산대학교 산학협력단	부산대학교 산학협력단	2016.02	C-2016-005292	
4	프로그램	건축형 LID시설 미소유량 산정 프로그램	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스			
5	프로그램	도로형 LID시설 다지점 유량 산정 프로그램	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스			
6	프로그램	주차장형 LID시설 지표층, 중간층, 침투층 유량 산정 프로그램	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스			
7	프로그램	단위블록 LID시설 미소유량 산정 프로그램	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스			
8	프로그램	한국형엘아이디해석모형:	부산대학교	부산대학교	2017.01	C-2017-0	

		케이엘아이디엠(K-LID M Version 2.0)	산학협력단, 헥코리아	산학협력단, 헥코리아		02141	
9	프로그램	엘아이디지아이정보관리시스템(LID&GI정보관리시스템)	부산대학교 산학협력단, 헥코리아	부산대학교 산학협력단, 헥코리아	2017.01	C-2017-002142	
10	프로그램	최적 저영향개발 계획 산출 프로그램	부산대학교 산학협력단, 헥코리아	부산대학교 산학협력단, 헥코리아	2017.06	C-2017-00245-2	
11	프로그램	초음파유량계, 티핑버킷유량계 유량 보정 프로그램	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스	2017		
12	프로그램	빗물 지하수연계 저류조 용량산정 프로그램	롯데건설(주)	롯데건설(주)	2013.05.24	C-2013-010834	롯데건설(주)
13	프로그램	빗물 지하수 통합활용 모의 프로그램	롯데건설(주)	롯데건설(주)	2014.05.15	C-2014-011001	롯데건설(주)

시제품 제작

번호	보고서 명	소속 기관명	제작일	설치장소
1	LID 실험장비용 수리 및 수환경 계측 장비 및 시스템	부산대학교	2016.2	부산대학교 양산캠퍼스
2	LID/E NPS 대형 오염수 자동혼합 및 공급장치	부산대학교	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
3	LID/W 옥상녹화 시험장치	부산대학교	2016.11	부산대학교 양산캠퍼스
4	LID/W 수리적효율성 검증시험기기	부산대학교	2016.02	부산대학교 양산캠퍼스
5	LID/S 투수성 포장 요소재료 시험장치	부산대학교	2016.11	부산대학교 양산캠퍼스
6	LID 역세척 효율성 검증 기기	부산대학교	2016.02	부산대학교 양산캠퍼스
7	건축형 LID 시설 유량 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2015.12	부산대학교 양산캠퍼스
8	도로형 LID 시설 유량 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2015.12	부산대학교 양산캠퍼스
9	주차장형 LID 시설 유량 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2015.12	부산대학교 양산캠퍼스
10	빗물정원형 LID 시설 유량 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2015.12	부산대학교 양산캠퍼스
11	생태공원형 LID 시설 수위 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2015.12	부산대학교 양산캠퍼스
12	통합 모니터링 웹 시스템	㈜데이타피씨에스	2015.12	부산대학교 양산캠퍼스
13	LID 실증단지 지하수 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
14	건물화분 LID 시설 수질 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
15	거리화분 LID 시설 수질 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
16	집수관측정 LID 시설 수질 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
17	단위블록 LID 시설 수질 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스

18	LID 실증단지 CCTV 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
19	LID 실증단지 모니터링 시스템 유량 검증기기	㈜데이타피씨에스	2016.12	부산대학교 양산캠퍼스
20	LID 실증단지 저류조 수위 모니터링 시스템	㈜데이타피씨에스	2017.10	부산대학교 양산캠퍼스
21	LID 실증단지 저류조 Pilot	롯데건설(주)	2015.09	부산대학교 양산캠퍼스
22	전기비저항 측정을 이용한 LID 시설 성능검증 장치	롯데건설(주)	2015.09	부산대학교 양산캠퍼스

기술보고서

번호	보고서 명	소속 기관명	저자명	발간일	등록번호
1	통합 모니터링 시스템 실시설계 보고서	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스	2015.10	
2	통합 모니터링 시스템 실시설계 도면	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스	2015.10	
3	통합 모니터링 시스템 유지관리 지침	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스	2016.12	
4	통합 모니터링 시스템 시공백서	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스	2016.12	
5	LID 모니터링 시설 운영 및 유지관리 통합 매뉴얼	㈜데이타피씨에스	㈜데이타피씨에스	2018.01	
6	LID 실증단지 소규모 Pilot 운영결과 보고서	롯데건설(주)	롯데건설(주)	2017.02	
7	전기비저항 측정을 이용한 LID 시설 검증기법 평가보고서	롯데건설(주)	롯데건설(주)	2017.02	

(2) 2세부과제: 한국형 LID기반 물순환 그린인프라 구축기술 개발

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	Policy and trend of rainwater management in Korea	KICT	2-1	Journal of Hydrological System	3.053	2013.01	단독	SCI
2	논문	저영향 개발을 위한 요소기술의 특성 및 성능향상 방안	KICT	2-1	한국수자원학회	-	2013.07	단독	비SCI
3	논문	녹색건축 인증기준의 개정방향-물순환 관리 분야-	KICT	2-1	그린빌딩	-	2013.09	단독	비SCI
4	논문	X-ray Image Analysis of Porosity of Pervious Concretes	부산대학교		Int. J. of GEOMATE	1.009	2014.03	단독	SCI
5	논문	A smart system combining rainwater and treated sewage for use in sports complexes in Korea	KICT	2-1	Eco-materials processing & design	-	2014.10	단독	비SCI
6	논문	분산형 빗물저류조용 모래 여과층을 적용한 도심지 비점오염원의 TSS와 COD 정화효율에 대한 실험적 연구		2-2	대한토목학회	-	2014.10	단독	비SCI
7	논문	우리나라 물순환 관리 정책 현황 및 한국형 저영향개발 기술 개발의 필요성	KICT	2-1	한국수자원학회	-	2014.12	단독	비SCI
8	논문	저영향 개발기법의 침투도랑과 나무여과상자	공주대학교	2-3	한국물환경학회	-	2015.01	단독	비SCI

		적용 후 수문학적 효과 평가							
9	논문	지오그리드로 보강된 투수성 연성포장 보조기층제 영구변형을 고려한 층두께 산정 비교 연구		2-2	한국도로학회	-	2015.02	단독	비SCI
10	논문	Laboratory study on the clogging potential of a hybrid best management practice	공주대학교	2-3	Desalination and Water Treatment	1.272	2015.03	단독	SCI
11	논문	Evaluation of a Hybrid Constructed Wetland System for Treating Urban Stormwater Runoff	공주대학교	2-3	Desalination and Water Treatment	1.272	2015.03	단독	SCI
12	논문	Development of Treatment-Train-Package Novel System for the Road Runoff Controlling in Urban Area	KICT	2-1	International Journal of Control and Automation	1.219	2015.10	단독	SCI
13	논문	The Application Evaluation of Autodesk Storm and Sanitary Analysis for the Low Impact Development Design in the Park Area	KICT	2-1	International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering	-	2015.10	단독	비SCI
14	논문	투수성 포장체 쇄석 보조기층 지오그리드 보강효과 확인에 대한 연구		2-2	한국복합신소재구조학회	-	2015.12	단독	비SCI
15	논문	침투여과시설의 강우계급에 따른 유량 및	공주대학교	2-3	한국물환경학회지	-	2016.01	단독	비SCI

		비점오염물질 저감 효과 분석							
16	논문	지표면 유출 특성을 반영한 지하수위 변화가 지하차도 구조물 안정성에 미치는 영향		2-2	한국터널지하공간학회	-	2016.02	단독	비SCI
17	논문	서울시 저영향개발(LID) 시범 시설에 대한 편익 특성 연구	KICT	2-1	대한환경공학회	-	2016.03	단독	비SCI
18	논문	비용 효율적 강우유출수 처리를 위한 LID 시설의 여재 평가	공주대학교	2-3	한국습지학회	-	2016.05	단독	비SCI
19	논문	LID시설에 적용된 식물의 염분 저항성 및 효과 평가	공주대학교	2-3	한국습지학회	-	2016.05	단독	비SCI
20	논문	저영향개발과 그린 해법으로 지속가능한 도시 창출	KICT	2-1	응용생태공학회	-	2016.06	단독	비SCI
21	논문	한국의 저영향개발과 그린인프라: 현황과 발전 방향	KICT	2-1	응용생태공학회	-	2016.06	단독	비SCI
22	논문	A Field Study to Evaluate Runoff Quantity from Blue Roof and Green Blue Roof in an Urban Area	KICT	2-1	International Journal of Control and Automation	1.687	2016.07	단독	SCI
23	논문	Application of Benefit Assessment to Infiltration Storage Tank and Permeable Pavement Demonstrated in Seoul Metropolitan	KICT	2-1	International Journal of Hybrid Information Technology	-	2016.07	단독	비SCI
24	논문	CFD를 이용한 Hybrid 인공습지의 초기침강지 저류판 구조	공주대학교	2-3	한국습지학회	-	2016.08	단독	비SCI

		모의							
25	논문	보도 공간을 활용한 저영향개발 기법 테스트베드의 특성 및 유출저감 효율 분석 : 투수블록, 수직침투관, 빗물저류조를 대상으로	?	?	한국수처리학회지	-	2017.02	단독	비SCI
26	논문	Retrofitting the Low Impact Development Practices into Developed Urban areas Including Barriers and Potential Solution	KICT	2-1	Open Geosciences	1.095	2017.05	단독	SCI
27	논문	Application of Green Blue Roof to Mitigate Heat Island Phenomena and Resilient to Climate Change in Urban Areas, A case study from Seoul, Korea	KICT	2-1	Journal of Water and Land Development	-	2017.06	단독	비SCI
28	논문	Green stormwater infrastructure with LOW IMPACT DEVELOPMENT Concept: A REVIEW OF CURRENT RESEARCH	KICT	2-1	Desalination and water treatment	1.631	2017.10	단독	SCI
29	논문	투수블럭포장의 받침 안정층 세굴 특성에 관한 연구		2-2	한국방재학회	-	2017.11	단독	비SCI
30	논문	다목적 화음탐색법(MOHS)를 이용한 LID 시설 최적설계		2-2	한국방재학회	-	2017.12	단독	비SCI

지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	출원			등 록		
		출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호
1	도로와 보도 연계형 빗물관리 시스템	한국건설기술연구원	2013.08	10-2013-0098948	한국건설기술연구원	2015.01	10-1485001-0000
2	건축물의 옥상 빗물을 다목적으로 활용하는 장치	공주대학교 산학협력단	2013.08	10-2013-0097311	공주대학교 산학협력단	2014.05	10-1396573-0000
3	단위블럭을 이용한 LID 구조물	서영엔지니어링	2013.10	10-2013-0126119	서영엔지니어링	2016.01	10-1589968-0000
4	강우유출수 및 지하수 관리 시스템	롯데건설	2013.12	10-2013-0151065	롯데건설	2014.08	10-1433076-0000
5	깔때기형 빗물 활용 장치	공주대학교 산학협력단	2014.02	10-2014-0024601	공주대학교 산학협력단	2017.01	10-1701372-0000
6	침투여과형 차량 정차대	서영엔지니어링	2014.06	10-2014-0064228	서영엔지니어링	2016.06	10-1632660-0000
7	녹지 부상형 초기빗물관리 시스템 및 그 방법	한국건설기술연구원	2014.06	10-2014-0073129	한국건설기술연구원 대일텍	2015.04	10-1511768-0000
8	고흡수성 수지를 이용한 기능성 보도블록 줄눈제 및 그의 제조 방법	한국건설기술연구원	2014.06	10-2017-0073224			
9	토사유입방지가 가능한 침투형 유형 측구 구조체	한국건설기술연구원	2014.06	10-2014-0073133			
10	블록간 틈새 조정 가능하고 결합력을 향상시킨 보도 구조체	한국건설기술연구원	2014.06	10-2014-0073225			
11	녹지 및 도로 유출수 분리 여과 기능을 갖는 빗물 저류 시스템 및 저류 방법	한국건설기술연구원	2014.06	10-2014-0073125	한국건설기술연구원	2015.04	10-1511366-0000
12	부상형 녹지 구조체를 갖는 지표 유출 빗물 집수 시스템 및 빗물 관리 방법	한국건설기술연구원	2014.06	10-2014-0073130	한국건설기술원구원	2015.03	10-1503523-0000
13	투수성 보도블럭	한국건설기술연구원 대일텍	2014.10	10-2014-0142503			
14	보강그리드 구조	서영엔지니어링	2015.02	10-2015-0016079	서영엔지니어링	2017.01	10-1698758-0000
15	주열식로드를 이용한 침투여과형 차량 정차대	서영엔지니어링	2015.02	10-2015-0016080			
16	측구의 이물질 유입 방지 수단을 구비한 구조체	한국건설기술연구원 어스그린코리아	2015.02	10-2015-0068380	한국건설기술연구원;어스그린코리아(주)	2016.08	10-1649506-0000
17	투수성 블록포장의 줄눈재 포설 장치	한국건설기술원구원 대일텍	2015.05	10-2015-0068381	한국건설기술연구원;(주)대일텍	2016.08	10-1649507-0000
18	관로 삽입형 침투 및 집수 유도 유닛을 이용한 빗물 활용	한국건설기술연구원 어스그린코	2015.05	10-2015-0068366	한국건설기술연구원;어스그린코리	2016.09	10-1656036-0000

	시스템	리아			아(주)		
19	저류셀을 이용한 투수포장 및 물순환 시스템	서영엔지니어링	2015.06	10-2015-0086403			
20	끼움구조유닛 조립식 저류조	서영엔지니어링	2016.01	10-2016-0006926			
21	경사부재와 침투관을 이용한 침투형 측구 조립체	한국건설기술연구원	2016.02	10-2016-0017868	한국건설기술연구원	2017.03	10-2016-0017868
22	다목적 침투형 경계석 및 그의 시공 방법	한국건설기술연구원	2016.02	10-2016-0059847			
23	빗물 침투저류형 길어깨 LID 포장구조	서영엔지니어링	2016.08	10-2016-0102791			

저작권(프로그램 등록)

번호	저작권 종류	저작권명	소속기관명	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
01	프로그램	빗물 지하수 통합 활용 모의 프로그램	롯데건설	롯데건설	2013	C-2014-011001	

(3) 3세부과제 : LID 기반 신도시·재생도시 조성을 위한 계획·설계 통합 모델 및 적용·운영 기술 개발

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	도시물순환 개선을 위한 도시기본계획과 저영향개발(LID) 연계성 분석	LHI	3-1	대한토목학회	-	2014.06	단독	비SCI
2	논문	LID 기법의 개념과 의의	LHI	3-1	국토도시계획학회	-	2014.06	단독	비SCI
3	논문	LID 기법과 관련한 정책 및 제도	LHI	3-1	국토도시계획학회	-	2014.06	단독	비SCI
4	논문	LID기법 적용 사례 및 시사점	LHI	3-1	국토도시계획학회	-	2014.06	단독	비SCI
5	논문	비도시화 토지의 지속가능한 토지이용을 위한 그린인프라 적용기법 : 에코델타시티 사례를 중심으로		3-2	대한환경공학회	-	2014.06	단독	비SCI
6	논문	LID 적용 지역 토양 · 지하수 환경 영향 평가 방법론 제안 연구		3-2	한국지반환경공학회	-	2014.07	단독	비SCI
7	논문	식생기반형 LID 시설의 식재식물 선정을 위한 내침수성 비교	LHI	3-1	환경영향평가	-	2014.12	단독	비SCI
8	논문	레인가든의 침투성능 및 유출저감효과 평가		3-2	한국습지학회지	-	2015.02	단독	비SCI
9	논문	그린인프라 적용 신도시 개발 토지이용의 적정성 평가 : 아산 신도시를 대상으로		3-3	국토계획	-	2015.02	단독	비SCI
10	논문	LID 침투도랑 설치에 따른 도로 구조 안정성의 유한요소 해석	LHI	3-1	대한상하수도학회지	-	2015.04	단독	비SCI
11	논문	Characterization of bitumen fracture using tensile tests	LHI	3-1	Construction & Building Materials	3.169	2015.04	단독	SCI

		incorporated with viscoelastic cohesive zone model							
12	논문	LID 관련 지방정부 조례제정 특성 기초연구 : 서울시, 수원시, 남양주시를 중심으로	LHI	3-1	한국환경영향평가학회지	-	2016.02	단독	비SCI
13	논문	구조적 LID 기술의 지구단위계획 도시설계요소 적용가능성 평가	반영운, 백종인, 한경민, 손철희	?	국토계획학회지	-	2016.02	단독	비SCI
14	논문	도시 고온현상에서의 토지피복 유형과 체감온도 간 관계분석	김동현, 송슬기	3-2	국토계획학회지	-	2016.02	단독	비SCI
15	논문	겨울철 염화칼슘 처리에 따른 가로변 3가지 상록 관목류의 생육 및 생리반응	LHI	3-1	한국조경학회지	-	2016.04	단독	비SCI
16	논문	폭염으로 인한 건강피해와 사회 · 경제적 요인 간 관계분석	김태호, 백종인, 반영운	3-3	한국위기관리논집	-	2016.05	단독	비SCI
17	논문	홍수 발생 전후 피해원인 및 결과에 영향을 미치는 도시 사회 · 경제적 요인 분석	윤중석, 김유미, 임광현, 백종인, 반영운	3-3	한국위기관리논집	-	2016.07	단독	비SCI
18	논문	도로변 LID 시설인 침투도랑에 적합한 식물 선정에 관한 연구	LHI	3-1	한국환경복원기술학회지	-	2016.10	단독	비SCI
19	논문	Development and application of low impact development(LID)-bades district unit planning model	손철희, 현경학, 김동현, 백종인, 반영운	3-1 3-2 3-3	sustainability	1.789	2017.01	단독	SCI
20	논문	침투도랑 인접도로 하부구조의 함수비 측정 및	LHI	3-1	한국도로학회	-	2017.02	단독	비SCI

		공용성 분석							
21	논문	그린인프라의 커뮤니티 편익에 대한 사례연구	김동현, 송슬기	3-2	국토계획학회	-	2017.02	단독	비SCI
22	논문	BIM 기반 LID 시설 물 자동 검토 모듈 개발	LHI	3-1	한국환경영향평가학회	-	2017.09	단독	비SCI

지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	출원			등 록		
		출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호
1	물순환 기능을 포함한 비관리형 빗물통 시스템	한국토지주택공사	2014.02	10-2014-0014090	한국토지주택공사	2015.01	10-1489201-0000
2	빗물이 순환되는 식생플랜터 시스템	한국토지주택공사	2015.01	10-2015-0014178	한국토지주택공사	2015.12	10-1577378-0000
3	빗물저류침투형	한국토지주택공사	2016.02	10-2016-0024157	한국토지주택공사	2017.04	10-1726175-0000

저작권(프로그램 등록)

번호	저작권 종류	저작권명	소속기관명	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
1		저영향개발기법 다변영향평가 도구 구축 기반 데이터베이스	한국환경정책·평가연구원	한국환경정책·평가연구원	2015.01	C-2015-001607	
2		저영향개발(LID)시설 비용분석 기초프로그램	한국토지주택공사	한국토지주택공사	2015.02	C-2015-003738	
3		저영향개발기법 다변영향평가도구	한국환경정책·평가연구원	한국환경정책·평가연구원	2015.11	C-2015-027935	
4		LID 다변영향평가도구(ver2.0)	한국환경정책·평가연구원	한국환경정책·평가연구원	2017.01	C-2017-001879	
5		BIM 기반 LID 시설물 물량 자동검토 모듈	한국토지주택공사 토지주택연구원	한국토지주택공사 토지주택연구원	2017.01	C-2017-001488	
6		LID기반 도시계획 의사결정지원시스템	토지주택연구원, ㈜우리강산시스템	토지주택연구원, ㈜우리강산시스템	2017.01	C-2017-002588	

제11장. 기타 사항

제12장. 참고 문헌

Design Handbook for Low Impact Development Best Management Practices. Riverside County Flood Control and Water Conservation District. 2011

Urban Stormwater BMP Performance Monitoring. Geosyntec Consultants and Wright Water Engineers, Inc. 2009

강원대학교 양승업, 한국환경법학회 학술지 미국에서의 수질환경규제에 관한 고찰, 2007.

국립환경과학원 환경기반연구부 상하수도연구과, 강우에 의한 하수월류수 영향평가 및 관리대책 연구, 2012.

산업연구원, 신에너지 시대를 여는 수소산업의 성장가능성과 발전과제, 2016

서울특별시, 물순환 효과분석 및 인프라구축기술 개발연구 용역 최종보고서, 2015.

수자원학회, 수자원학회 논문집 물과미래 VOL. 39 NO. 1 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 2006

수자원학회, 수자원학회 논문집 물과미래 Vol. 50 No 6. 첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화연구단을 성공적으로 마치려면, 2017

수소 프론티어 연구단, 충남 신재생에너지 산업화 발전계획과 수소경제사회 구현 전략 수립 연구용역, 2016

전북발전연구원, 2004 해외출장보고서, 2004.

한국방재학회, 한국방재학회지 Vol.13 No.4. 비점오염원 관리기술 연구단, 2013

한국환경산업기술원, 차세대에코이노베이션 기술개발사업 2단계 기획연구 보고서, 2015

해양경찰청 분석과, 2005년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회 일본 해양오염 관리 기관인 해상보안청, 2005.

- 건설교통부(2006.12). 도시홍수 재해해석 기술 별책 제1권, 경기대학교
- 과학기술부(2004.04). 수자원의 지속적 확보기술 개발 - 수문계측 및 모니터링 기술개발
- 교육과학기술부(2010). 웹기반 홍수정보시스템 프로토타입 개발
- 국토해양부훈령 제757호. 친수구역 조성 지침
- 국토해양부(2001). 기후변화대응 물관리기술 기획연구
- 국토해양부(2001). 하천 제방관련 선진기술 개발
- 국토해양부(2005). GIS기술을 활용한 효율적 하천치수 사업 관리기법 개발연구
- 국토해양부(2008). 도시 홍수 재해관리 기술
- 국토해양부(2011). 자연과 함께하는 하천복원 기술개발(ECORIVER21)
- 국토해양부(2011). 차세대 홍수방어 기술개발
- 국토해양부(2010). 노면 오염수 저감시설 설치기준
- 서울시(2009). 빗물 가두고 머금기 가이드라인
- 서울시정연(2007). 빗물관리시설 설치 및 관리 매뉴얼
- 소방방재청(2008). 우수유출 저감시설의 종류, 구조, 설치 및 유지관리기준
- 운영기준(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률). 비점오염저감시설의 설치기준 및 관리
- 환경관리공단(2007). 비점오염저감시설 설계지침
- 환경관리공단(2009). 도시지역 비점오염원 제로화사업 타당성조사 보고서
- 환경부(2003). 비점오염관리를 위한 강우유출수 관리 매뉴얼
- 환경부(2009). 비점오염저감시설의 설치 및 관리 운영 매뉴얼
- 환경부(2009). LID 기법을 활용한 자연형 비점오염원 관리방안
- 환경부(2010). 수질오염총량관리를 위한 개발사업 비점오염원 최적관리지침
- 박봉진 등(2008). “댐 하류하천의 사주와 식생 면적 변화에 관한 연구”, 한국수자원학회 논문집, 제41권, 12호, pp. 1163-1172
- 장은경 등(2011). 배사구 유입부 흐름 및 하상변동 수치모의를 위한 매개변수 검정 및 민감도 분석에 관한 연구, 한국환경과학회지, 제20권, 제9호, pp. 1151~1163

- 장창래 등(2006). 사행하천에서 사주의 이동특성에 관한 수치실험, 대한토목학회 논문집, 제26권, 제2B호, pp.209~216
- 지운 등(2008). 낙동강 하류의 유사특성과 낙동강 하구둑 준설효과에 관한 수치모의연구, 대한토목학회 논문집, 28(4B), pp. 405-411
- 지운 등(2009). 홍수 조절댐에서의 배사관 설치에 따른 상류 하천의 하상변동에 과한 수치모의 연구, 한국수자원학회 논문집, 42(4), pp. 319-329
- 지운 등(2010). 낙동강하구둑 상류 접근수로에서의 유사량 공식 및 유사 이송형태에 따른 하상변동 수치모의에 관한 연구, 한국수자원학회논문집, 제43권, 제6호, pp. 543-557
- 지운 등(2011). 하구둑에서의 하폭축소 방법을 이용한 퇴사저감 효과 분석, 한국수자원학회 논문집, 제44권, 제1호, pp. 31~40
- 최중대 등(1995). 토지이용이 농업 소유역의 수질에 미치는 영향, 한국수자원학회지, 32(4), pp. 501-510
- 최중대 등(2003). 침사구를 이용한 고랭지 유사방지대책, 2003년 한국 농공학회학술발표회논문집, pp. 571-574
- Agassi, M., Shainberg, I., Morin, J.(1981). Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on the infiltration rate and crust formation, Soil Science Society of America Journal 45, pp. 848-851
- A.H. Elliott and S.A. Trowsdale(2007). A review of models for low impact urban stormwater drainage, Environmental Modeling and Software, Vol.22, pp.394～405
- Bales J., Betson R.P.(1981). The curve number as a hydrologic index, In: Singh VP (ed) Rainfall runoff relationship, Water Resources, Littleton, pp. 371-86
- Bengtsson, L., Grahn, L., & Olsson, J.(2005). Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden, Nordic Hydrology, Vol.36, No.3, pp. 259-268
- Begueria, S., López-Moreno, J.I., Gómez-Villar, A., Rubio,V., Lana-Renault, N., García-Ruiz, J.M.(2006). Fluvial adjustments to soil erosion and plant cover changes in the Central Spanish Pyrenees. Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography 88 A, pp. 177-186
- Bergkamp, G.(1998). A hierarchical view of the interactions of runoff and infiltration with vegetation and microtopography in semiarid shrublands, Catena 33, pp. 201-220
- Bochet, E., Poesen, J., Rubio, J.L.(2006). Runoff and soil loss under individual plants of a semi-arid Mediterranean shrubland: influence of plant morphology and rainfall intensity, Earth Surface Processes and Landforms 31, pp. 536-549
- Brakensiek, D.L., H.B. Osborn, and WJ. Rawls.(1979). Field manual for research in agricultural hydrology, USDA-SEA Agr.Handb, No. 224, pp. 548
- Brezonik P.L., Bierman V.J., Alexander R., Anderson J., Barko J., Dortch M., Hatch L., Hitchcock G.L., Keeney D., Mulla D., Smith V., Walker C., Whitledge T., Wiseman W.J. (1999). Effects of reducing nutrient loads to surface waters within the Mississippi River Basin and theGulf ofMexico: topic 4 report for the integrated assessment on hypoxia in the Gulf ofMexico, In: NOAA Coastal Ocean Program. Decision Analysis Series, no 18, National Oceanic and Atmospheric Admnistration Coastal Ocean Office, Silver Spring, pp. 113
- Burch, G.J., Bath, R.K., Moore, I.D., O'Loughlin, J.M.(1987). Comparative hydrological behaviour of forested and cleared catchments in southeastern Australia. Journal of Hydrology 90, pp. 19-42
- Calvo-Cases, A., Boix-Fayos, B., Imeson, A.C.(2003). Runoff generation, sediment movement and soil water behaviour on calcareous (limestone) slopes of some Mediterranean environments in southeast Spain, Geomorphology 50, pp. 269-291
- Casermeiro, M.A., Molina, J.A., de la Cruz Caravaca, M.T., Hernando Costa, J., Hernando Massanet, M.I., Moreno, P.S.(2004). Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. Catena 57, pp. 91-107
- Cao, Z., and Pender, G.(2004). "Numerical modelling of alluvial rivers subject to interactive sediment

mining and feeding.", Advances in Water Resources, 27, pp. 533-546
- Ceballos, A., Schnabel, S.(1998). Hydrological behaviour of a small catchment in the dehesa landus e system (Extremadura SW Spain). Journal of Hydrology 210, pp. 146-160
- Chen, Fl.Yl., Ikeda, S.(1997). Horizontal Separation Flows in Shallow Open Channels with Spur Dike s, Journal of Hydrasci, Hydraulic Eng., 15(2), pp. 15-30
- Connolly, R. D., Schirmer, J. and Dunn, P.(1998). 'A daily rainfall disaggregation model', Agricultural and Forest Meteorology, 92, pp. 105-117
- C K Mutchler and L F Hermsmeier(1965). A Review of Rainfall Simulators., Transactions of America n Society of Agricultural Engineers, vol 8, pp. 68
- D A Robison and C P Phillips(2001). Crust Development in Relation to Vegetation and Agricultural Practice on Erosion Susceptible, Dispersive Clay Soils from Central and Southern Italy, Soil and Till age Research, Vol.60, pp. 1
- Davis A.P., M. Shokouhian, H. Sharma, C. Minami, and D. Winogradoff(2003). Water quality improve ment through bioretention: Lead, copper, and zinc removal, Water Environment Research, Vol.75, p p. 73-82
- Davis A.P., M. Shokouhian, H. Sharma, C. Minami, and D. Winogradoff(2001). Laboratory study of b iological retention for urban stormwater management, Water Environment Research, Vol.73, pp. 5-14
- DeBano, L.F.(1975). Infiltration, evaporation and water movement as related to water repellency. In: B.A. Steward (Editor) SSSA Special Publ. Series No. 7 Soil Sci. Soc. Amer, pp. 155-164
- Dey, A.K., Tsujimoto, T., and Kitamura, T(2007). Experimental Investigations on Different Modes of Headcut Migration, Journal of Hydraulic Research, Vol.45, No.3, pp. 333-346
- Dietz, M. E. and Clausen, J. C.(2006). Saturation to improve pollutant retention in a rain garden, E nvironmental Science& Technology, Vol.40, No.4, pp. 1335-1340
- Dietz, M. E. and Clausen, J. C.(2005). A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatmen t. Water, Air and Soil Pollution. Vol.167, No.1-4, pp. 123-138
- Dunne, T., Black, R.D.(1970). An experimental investigation of runoff production in permeable soils, Water Resources Research 6, pp. 478-490
- Ettema. Rl, Muste, M.(2004). Scale Effects in Flume Experiments on Flow Around a Spur Dice in F latbed Channel, Jounal of Hydraulic Eng., 130(7), pp. 635-646
- Frasier, G.W., R.H. Hart, and G.E. Schuman.(1996). Impact of grazing intensity on infiltration/runoff c haracteristics of a shortgrass prairie. In: Neil E. West (Editor) Proc. 5th International Rangeland Con gress Vol.1, Soc. Range Manage. Denver, Colo, pp. 159-160
- Frenette, R., and Prestov, L.(2005). Flow and Erosive Stresses at the Base of a Headcut Flow and Bed Pressure within Headcut Scour Holes due to Plane Reattached Jets (2006) Journal of Hydrauli c Engineering, pp. 139-141
- Freebairn, D. M. and Wockner, G. H.(1986). 'A study of soil erosion on vertisols of the eastern Dar ling Downs, Queensland. I. Effect of surface conditions on soil movement within contour bays', Aust ralian Journal of Soil Research, 24, pp. 135-158
- Garcìa-Ruiz, J.M., Arnàez, J., Beguerìa, S., Seeger, M., Martì-Bono, C., Regüès, D., Lana-Renault, N., White, S.(2005). Runoff generation in an intensively disturbed, abandoned farmland catchment, C entral Spanish Pyrenees, Catena 59, pp. 79-92
- Guebert, M.D., Gardner, T.W.(2001). Macropore flow on a reclaimed surface mine: infiltration and hill slope hydrology, Geomorphology 39, pp. 151-169
- Gurtz, J., Baltensweiler, A., Lang, H.(1999). Spatially distributed hydrotopebased modelling of evapotr anspiration and runoff in mountainous basins, Hydrological Processes 13, pp. 2751-2768
- Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E., Li, Y.(2005). Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review, Progress in Physical Geography 29, pp. 189-217

- Harden, C.P.(1993). Land use, soil erosion, and reservoir sedimentation in an Andean drainage basi n in Ecuador, Mountain Research and Development 13, pp. 177-184
- Harden, C.P.(1996). Interrelationship between land abandonment and land degradation: a case from the Ecuadorian Andes, Mountain Research and Development 16, pp. 274-280
- Harden, C.P.(2001). Soil erosion and sustainable mountain development. Experiments, observations, and recommendations from the Ecuadorian Andes. Mountain Research and Development 21, pp. 77 -83
- Hawkins R.H.(1981). Interpretation of source-area variability in rainfall-unoff relationships, In: Singh V P (ed) Rainfall runoff relationship, Water Resources, Littleton, pp. 303-24
- Hjelmfelt A.T., Kramer L.A., Burwell R.E.(1982). Curve numbers as random variables, In: Proceeding s of the international symposium on rainfall-unoff modeling, Water Resources, Littleton, pp. 365-73
- Horton, R.E.(1933). The role of infiltration in the hydrological cycle, American Geophysical Union Tra nsactions 14, pp. 446-460
- Hungerbuhler, D., Steinmann, M.,Winkler,W., Seward, D., Eguez, D., Eguez, A., Peterson,D.E.,Helg, U., Hammer, C.(2002). Neogene stratigraphy and Andean geodynamics of southern Ecuador, Earth-Science Reviews 57, pp. 75-124
- Hunt, W. F., Jarrett, A. R., Smith, J. T., & Sharkey, L. J.(2006). Evaluating bioretention hydrology a nd nutrient removal at three field sites in North Carolina, Journal of Irrigation and Drainage Enginee ring, Vol.132, No.6, pp. 600-608
- I. D. Moore, M. C. Hirschi and B. J. Barfield(1987). Transactions of American Society of Agricultural Engineers, Kentucky Rainfall Simulator, Vol.27, pp. 1085
- Janeau, J.L., Bricquet, J.P., Planchon, O., Valentin, C.(2003). Soil crusting and infiltration on steep sl opes in Northern Thailand, European Journal of Soil Science 54, pp. 543-553
- Jang, C-L, and Shimizu, Y.(2005). "Numerical simulations of the behavior of alternate bars with diff erent bank strengths." Journal of Hydraulic Research, IAHR, Vol.43, No.6, pp. 595-611
- Jang, C-L, and Shimizu, Y. (2007). "Vegetation effects on the morphological behavior of alluvial ch annels", Journal of Hydraulic Research, IAHR, Vol.45, No.6, pp. 763-772
- Jokisch, B.D., Lair, B.M.(2002). One last stand? Forests and change on Ecuador's eastern Cordiller a, Geographical Review 92, pp. 235-256
- Julien, P.Y.(2002). River Mechanics, Cambridge University Press, Cambridge UK, pp. 121-133
- Ji-Hong Jeon, Kyoung Jae Lim, Donghyuk Choi, Tae-Dong Ki(2010). Modeling the Effects of Low I mpact Development on Runoff and Pollutant Loads from an Apartment Complex, Environmental En gineering Research, Vol.15, No.3, pp. 162-172
- Kang, J., Yeo, H., Kim, S., and Ji, U.(2011). Experimental Investigation on the Local Scour Charact eristics Around Groynes using a Hydraulic Model, Water and Environment Journal, Vol. 25, pp. 181 -191
- Kondolf, G.M.(1994). "Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining." Landscape and Urban Plamming 28, pp. 225-243
- Kim, H., Seagren, E. A., & Davis, A. P.(2003). Engineered bioretention for removal of nitrate from st ormwater runoff, Water Environment Research, Vol.75, No.4, pp. 355-367
- Kim, H., E.A. Seagren, and A.P. Davis(2003). Engineered bioretention for removal of nitrate from sto rmwater runoff, Water Environment Research, Vol.75, pp. 355-367
- Lado, M., Ben-Hur, M.(2004). Soil mineralogy effects on seal formation, runoff and soil loss, Applied Clay Science 24, pp. 209-224
- Lee, H.-Y., and Hwang, S.-T.(1994). "Migration of backward-facing step." J. Hydr. Engrg., ASCE, 1 20(6), pp. 693-705
- Littleboy,M., Silburn, D. M., Freebairn, D. M.,Woodru€, D. R., Hammer, G. L. and Leslie, J. K.(199

2). 'The impact of soil erosion on sustainability of production in cropping systems. I. Development a nd validation of a simulation model', Australian Journal of Soil Research, 30, pp. 757-774
- Loch, R. J.(2000). 'Using rainfall simulation to guide planning and management of rehabilitated area s: Part I. Experimental methods and results from a study at the NorthParkes Mine, Australia', Land Degradation & Development, 11, pp. 221-240
- Loch, R. J. and Orange, D. N.(1997). 'Changes in some properties of topsoil at Tarong Coal±Mean du Mine coalmine with time since rehabilitation', Australian Journal of Soil Research, 35, pp. 777-78 4
- Lopez-Moreno, J.I., Begueria, S., Garcia-Ruiz, J.M.(2006). Trends in high flows in the central Spani sh Pyrenees: response to climatic factors or to land-use change? Hydrological Sciences Journal 51, pp. 1039-1050
- L D Meyer and D L McCune.(1958). Rainfall Simulator for Runoff Plots.. Agricultural Engineering, V ol.39, pp. 644
- McIvor, J. G., Williams, J. and Gardener, C. J.(1995). 'Pasture management in-uences runo€ and soil movement in the semi-arid tropics', Australian Journal of Experimental Agriculture, 35, pp. 55-6 5
- Michiue, MI, Hinokidani, O.(1992). Calculation of 2D Bed Evolution Around Spur-Dike, Ann, Jounal o f Hydraulic Eng. JSCE 36, pp. 61-66
- Mills,W.L., Thomas, A.W., Langdale, G.W.(1992). Seasonal and crop effects on soil loss and rainfall retention probabilities: an example from the Southern Piedmont, Soil Technology 5, pp. 67-79
- Monterusso, M. A., Rowe, D. B., & Rugh, C. L.(2005). Establishment and persistence of Sedum sp p. and native taxa for green roof applications, Horticultural Science, Vol.40, No.2, pp. 391-396
- M. C. Hirschi, J. K. Mitchell, D. R. Feezor and B. J. Lesikar.(1990). Micro computer controlled Labo ratory Rainfall Simulator.. Transactions of American Society of Agricultural Engineers, Vol.33, pp. 19 50
- Nahar, N., Govindaraju, R.S., Corradini, C., Morbidelli, R.(2004). Role of runon for describing field-sc ale infiltration and overland flow over spatially variable soils, Journal of Hydrology 286, pp. 36-51
- Norton L.D.(2006). A linear variable intensity rainfall simulator for erosion studies, In: Wanielista M, Smoot J (eds) Proc. of 2nd bieannial stormwater management research symp., May 4-, 2006, Univ. of Central Florida, Orlando, pp. 93-103
- Omotoso, O., McCarty, D.K., Hillier, S., Kleeberg, R.(2006). Some successful approaches to quantitat ive mineral analysis as revealed by the 3rd Reynolds Cup Contest, Clays and Clay Minerals 54, p p. 748-760
- Onstad, C. A. and Foster, G. R.(1975). 'Erosion modeling on a watershed', Transactions ASAE, 18, pp. 288-292
- Ouillon, S., Dartus, D.(1997). Three-dimensional Computation of Flow Around Groyne, Jounal of Hy draulic Eng., 123(11), pp. 962-970
- Papanicolaou A.N., Abaci O.(2008). Upland erosion modeling in a semi-humid environment via the water erosion prediction project model, J of Irrigation and Drainage Engineering, Ms. No. IRENG-07 -5256R1, pp. 127
- Pilgrim, D. H. and I. Cordery(1993). Flood runoff. In: D. R. Maidment (Editor) Handbook of hydrolog y. McGraw-Hill, Inc. New York, N.Y. pp. 9.1-9-41
- Poesen, J., Ingelmo-Sanchez, F., Mücher, H.(1990). The hydrological response of soil surfaces to r ainfall as affected by cover and position of rock fragments in the top layer, Earth Surface Processe s and Landforms 15, pp. 653-671
- Poesen, J., Govers, G., Paulissen, E., Vandaele, K.(1995). A geomorphological evaluation of erosion risk at Sagalassos, Acta Archaeological Lovaniensia Monographiae 7, pp. 341-356

- Rallison R.E.(1980). Origin and evolution of the SCS runoff equation, In: Proceedings of symposium on watershed management. ASCE, New York, pp. 912-24
- Rallison R.E., Miller N.(1981). Past, present, and future SCS runoff procedure, In: Singh VP (ed) Ra infall runoff relationship, Water Resources, Littleton, pp. 353-64
- Rawls W.J., Onstad C.A.(1978). Residue and tillage effects on SCS runoff curve number, In: Americ an society of agricultural engineers for winter meeting. Chicago, 18-0 December 1978, pp. 18
- R B Bryan.(1974). A Simulated Rainfall Test for Prediction of Soil Erodibility.. Z Geomorphology, NF, Vol.21, pp. 138
- RSC Advances, Enhanced H2 dissociative phenomena of Pt-Ir electrocatalysts for PEMFCs: an inte grated experimental and theoretical study, 2015
- R Singh, N Panigrahy and G Philip(1996). Modified Rainfall Simulator Infiltrometer for Infiltration, Run off and Erosion Studies, Agricultural Water Management, vol 41, pp. 167
- Savage, S.M.(1975). Occurrences and nature of fire-induced soil water repellency, In: B.A.Steward(E ditor) SSSA Special Publ, Series No. 7 Soil Sci. Soc. Amer, pp. 164-169
- Sean J., Bennett, Carlos V. Alonso(2006). Turbulent Flow and Bed Pressure sithin Headcut Scour H oles due to Plane Reattached Jets, Journal of Hydraulic Research, Vol.44, No.4, pp. 510-521
- Środoń, J., Drits, V.A., McCarty, D.K., Hsieh, J.C.C., Eberl, D.D.(2001). Quantitative XRD analysis of clay-rich rocks from random preparations, Clays and Clay Minerals 49, pp. 514-528
- Stein, O.R., Julien, P.Y.(1993). Criterion Delineating the Mode of Headcut Migration, Journal of Hydr aulic Engineering, Vol.119, No.1, pp. 37-50
- Stein, O.R., Alonso, C.V., Julien, P.Y.(1993). Mechanics of Jet Scour Downstream of a Headcut, Jo urnal of Hydraulic Research, Vol.31, No.6, pp. 723-738
- Stephenson, D. and Meadows, M. E.(1986). 'Kinematic hydrology and modeling', Advances in Water Science, 26, pp. 250
- Thurow, T.L.(2000). Hydrologic effects on rangeland degradation and restoration processes, In: Arnal ds, O., Archer, S. (Eds.), Rangeland Desertification, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 53-66
- Uijttewaal, W.S.J.(2005). Effects of Groyne Layout on the Flow in Groyne Fields: Laboratory Experi ments, Jounal of Hydraulic Eng, 131(9), pp. 782-791
- Vanacker, V., Govers, G., Barros, S., Poesen, J., Deckers, J.(2003). The effect of short-term socio-economic and demographic changes on landuse dynamics and its corresponding geomorphic respo nse with relation to water erosion in a tropical mountainous catchment, Ecuador. Landscape Ecolog y 18, pp. 1-15
- Vanacker, V., Vanderschaeghe, M., Govers, G.,Willems, E., Poesen, J., Deckers, J., De Bievre, B.(2 003). Linking hydrological, infinite slope stability and land use change models through GIS for asses sing the impact of deforestation on landslide susceptibility in High Andean watersheds, Geomorphol ogy 52, pp. 299-315
- Vanacker, V., Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Dercon, G., Deckers, S.(2005). River channel resp onse to short-term human-induced change in connectivity in Andean ecosystems, Geomorphology 7 2, pp. 340-353
- VanWoert, N. D., Rowe, D. B., Andresen, J. A., Rugh, C. L., Fernandez, R. T., & Xiao, L.(2005). G reen roof stormwater retention: Effects of roof surface, slope, and media depth, Journal of Environ mental Quality, Vol.34, pp. 1036-1044
- Viviroli, D.,Weingartner, R.(2004). The hydrological significance of mountains: from regional to global scale, Hydrology and Earth System Sciences 8, pp. 1016-1029
- Viviroli, D., Weingartner, R., Messerli, B.(2003). Assessing the hydrological significance of world's mo untains, Mountain Research and Development 23, pp. 32-40

- Weingartner, R., Barben, M., Spreafico, M.(2003). Floods in mountain areas an overview based on examples from Switzerland, Journal of Hydrology282, pp. 10-24
- Whipkey, R.Z.(1965). Subsurface stormflow from forested slopes, Bulletin of the International Associa tion of Scientific Hydrology 10, pp. 74-95
- Wilcox, B.P., Wood, M.K., Thomble, J.M.(1988). Factors influencing infiltrability of semi arid mountain slopes, Journal of Range Management 41, pp. 197-206