

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

• 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건 을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer 🖃





조경학석사 학위논문

저영향개발 기법이 적용된 도시 오픈스페이스 유지관리 방안 연구

A Study on the Urban Open Space Maintenance and Management with Low Impact Development

2023년 2월

서울대학교 환경대학원 환경조경학과 차 민 영

저영향개발 기법이 적용된 도시 오픈스페이스 유지관리 방안 연구

지도교수 이 유 미

이 논문을 조경학석사 학위논문으로 제출함 2022년 10월

서울대학교 환경대학원 환경조경학과 차 민 영

차민영의 석사 학위논문을 인준함 2022년 12월

위	원 장	(인)
부위	원장	(인)
위	원	(인)

저영향개발 기법이 적용된 도시 오픈스페이스 유지관리 방안 연구

서울대학교 환경대학원 환경조경학과 차 민 영

위 논문은 서울대학교 및 환경대학원 환경조경학과 학위논문 관련 규정에 의거하여 심사위원의 지도과정을 충실히 이수하였음을 확인합니다.

2023년 2월

위 원	. 장	 (서울대학교	. 환경대학원	교수)
부위	원장	 (서울대학교	농업생명과학	대학 3	교수〉
위	원	(서울대학교	환경대학원	교수)

국 문 초 록

기후위기로 인한 도시의 환경 대응 설계가 대두됨에 따라 물 환경과 관련한 저영향개발(Low Impact Development; LID) 기법의 필요성이 높아지고 있다. LID 기법은 빗물 관리 기능과 함께 생태서식처, 도시 열섬현상 저감, 시민들의 커뮤니티 공간으로 역할을 할 수 있어 도시 내 환경대응 공간으로서 긍정적 효과를 가진다. LID가 적용된 도시 오픈스페이스는 관리가 미흡한 경우 물 순환 기능뿐만 아니라 경관 및 공간 이용성이 저하될 수 있어 부정적 의식을 초래할 수 있어 적절한 유지・관리를 필요로 한다. 한편, 현재 한국은 LID의 유지・관리는 한계가 있음에도, 아직 유지・관리를 중점적으로 분석한 LID 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구는 국내 현황을 기반으로 LID를 유지·관리 측면에서 탐구하여, 한국에 적합한 LID 기술요소와 조성 및 관리 방안을 제시하고자한다. 연구는 크게 4가지 분석 단계로, LID 조성단계별 유지·관리 항목분석을 위한 문헌 연구, 실제 한국 도시 내 LID가 적용된 오픈스페이스의 유지·관리 측면 분석을 위한 관찰조사, 설계 및 제도적 개선 필요성과 방안 제시를 위한 국내 LID 유지·관리 현황 인터뷰 분석, 사람들의선호도를 고려한 LID 조성 및 관리방법 분석을 위한 설문 조사를 수행한다.

결과적으로, 한국에 적용이 용이하고 사람들이 선호하는 LID 기술요소의 설계 및 관리 방안과 효과적인 LID 유지·관리를 위한 제도적 방안을 제시하였다. 국내 도시 오픈스페이스에 적합한 LID 기술요소로 식생수로, 침투도랑, 투수성 포장, 식생체류지, 식물재배화분의 조성 및 관리방

법을 제시하였으며, 기술요소별 조성 위치와 시민의식을 고려하여 심미성, 안전성, 편의성에 대해 고려할 사항을 분석하였다. 또한, 효과적인 LID 유지·관리를 위한 사전 계획 수립이 필요하나 관리 기준과 지속적인 유지를 위한 제도가 부재한 실정으로, 제도적 기준 및 지침 마련을 위한 방안, 효과적인 관리방법 및 유지·관리 연구를 위한 전문 인력 참여 방안, 원격 정량적 모니터링 방안을 제안하였다.

본 연구는 다양한 LID 기술요소에 대해 공간 설계적 특성을 고려하여 유지·관리를 중심으로 분석한 연구로, 독립된 LID 시설이 아닌 LID 적용 공간의 지속가능성을 위해 탐구하여 의의가 있다. 연구가 제시한 LID 조성단계별 유지·관리 항목 분석 자료, 국내에 적합한 LID 기술요소별 조성 및 관리방법, 효과적인 유지·관리를 위한 제도적 개선 방향은 국내 LID 프로젝트에서 참고할 수 있다. 본 연구는 향후 한국의 LID 연구 및 개발이 유지·관리 측면에 기반하여 나아갈 방향성을 제시함으로써, 앞으로 지속가능한 LID 적용 오픈스페이스를 위해 참고할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

•••••

주요어 : 저영향개발 기법, 유지, 관리, 기후변화, 물 환경,

지속가능성, 도시 오픈스페이스

학 번 : 2021-24248

목 차

제1	장 서론	
1절.	연구의 배경 및 목적	01
1.	연구의 배경	01
2.	연구의 목적	04
	연구의 범위 및 방법	
	연구의 범위	
2.	연구의 방법	05
3절.	연구 진행절차	07
제2	장 이론적 고찰	
1절.	LID 개요 ·····	08
1.	LID 기술요소	08
2.	LID 적용 가능 공간	13
2절.	LID 연구 동향	15
1.	빗물 관리 기능 연구	15
2.	복합적 기능 연구	16
3절.	LID 유지·관리	17
1.	LID 유지·관리의 중요성	17
2.	국내 LID 유지·관리 연구 현황	20
3.	LID 기술요소별 유지·관리 방안	22
471	연구의 차별성	00

제3장 LID 유지·관리 연구 필요 항목 분석 1절. LID 유지·관리 이론 연구 27 3. 조성 위치별 분석 59 4. LID 유지·관리 연구 필요 항목63 제4장 LID 조성 및 유지·관리 방안 2. 전문가 인터뷰 ------ 70 3. 인터뷰 결과 및 분석 ------ 73 2절. LID 선호도 분석 ······ 90 3. 설문 조사 결과 및 분석 ------- 94

제5장 결론	
--------	--

1절.	연구의	요약	•••	•••••	•••••	••••••	 116
2절.	연구의	의의	및	향후	연구	방향	 118

[참고문헌]	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	120
[부 록]		125
[Abstract]		141
[감사의 글]	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	144

표 목 차

[표 1-1] 도시 내 저영향개발 기법 적용의 효과	03
[표 2-1] 저영향개발 기법 기술요소	09
[표 2-2] 전통적 빗물 관리와 저영향개발 기법의 차이점	13
[표 2-3] 토지이용계획별 저영향개발 기법 적용 시 고려사항	14
[표 2-4] 저영향개발 기법의 물 환경 관리 기능 연구	15
[표 2-5] 저영향개발 기법의 복합적 기능 연구	16
[표 2-6] 저영향개발 기술요소 선정기준	17
[표 2-7] 빗물 관리 시설 유지·관리의 시각적 영향력 ·····	18
[표 2-8] 저영향개발 가이드라인 및 연구 보고서	21
[표 2-9] 국내 LID 가이드라인별 분석 기술요소 ·····	22
[표 2-10] 식생형 시설 유지·관리 방안 ·····	24
[표 2-11] 침투시설 유지·관리 방안 ······	25
[표 2-12] 빗물이용시설 유지·관리 방안 ······	25
[표 3-1] 국내 저영향개발 기법 연구자료 유지·관리 내용 ······	28
[표 3-2] 기초 조사 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목 ············	32
[표 3-3] 부지 선정 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목 ·············	34
[표 3-4] 빗물 관리 목표 설정 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목·	36
[표 3-5] 기술요소 선정 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목	38
[표 3-6] 세부 설계 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목 ······	39
[표 3-7] 시공 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목 ······	41
[표 3-8] 유지·관리 항목 ······	43
[표 3-9] 유지·관리 방법 ······	45
[표 3-10] 유지·관리를 고려한 LID 조성단계별 개선 방향 제안	46
[표 3-11] 국내 저영향개발 기법 적용 대상지	48
[표 3-12] 국내 저영향개발 기법 적용 대상지 특징	49
[표 3-13] 대상지별 분석한 저영향개발 기법 기술요소	51
[표 3-14] 식생수로 분석	53
[표 3-15] 식생수로 관찰조사 이미지	53
[표 3-16] 식생체류지 분석	54
[표 3-17] 식생체류지 관찰조사 이미지 ······	55

[표 3-18] 식물재배화분 분석	55
[표 3-19] 식물재배화분 관찰조사 이미지	56
[표 3-20] 나무여과상자 분석	56
[표 3-21] 나무여과상자 관찰조사 이미지	56
[표 3-22] 침투도랑 분석	57
[표 3-23] 침투도랑 관찰조사 이미지	57
[표 3-24] 투수성 포장 분석	58
[표 3-25] 투수성 포장 관찰조사 이미지	58
[표 3-26] LID 기술요소별 적용 위치 및 형태 ·····	64
[표 3-27] 유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 항목 ···	65
[표 3-28] LID 유지·관리 연구 필요 항목 ·····	67
[표 4-1] 국내 현황 분석 필요 항목	68
[표 4-2] 국내 LID 유지·관리 현황 인터뷰 질문 ·····	72
[표 4-3] 국내에 적용이 용이한 LID 기술요소 ······	74
[표 4-4] 국내에 적용이 용이한 조성 위치	75
[표 4-5] 국내에 적용이 용이하지 않은 LID 기술요소	76
[표 4-6] 국내에 적용이 용이하지 않은 조성 위치	77
[표 4-7] 민간 소유지 LID 적용 확대 방안 ·····	78
[표 4-8] LID 조성에 영향을 주는 항목 ·····	78
[표 4-9] 국내 LID 유지·관리 개선 방향 ······	82
[표 4-10] LID 관리 인력 현황 ·····	83
[표 4-11] LID 유지·관리 전문업체 필요성 ·····	85
[표 4-12] 정량적 모니터링 현황	86
[표 4-13] 경관이 기능 및 유지·관리에 영향을 미치는 경우 ······	87
[표 4-14] 기능이 경관 및 민원에 영향을 미치는 경우	88
[표 4-15] 설문 참여자 일반 사항	92
[표 4-16] LID를 알고 있는 비율 ·····	93
[표 4-17] 식생수로와 침투도랑 토양피복재료	95
[표 4-18] 조성 위치별 식생수로, 침투도랑 적용	95
[표 4-19] 보도 옆 식생수로, 침투도랑 선호도 및 이유	97
[표 4-20] 공원 식생수로, 침투도랑 선호도 및 이유	99
[표 4-21] 주차장 부지 경계 식생수로, 침투도랑 선호도 및 이유	101

[丑	4-22]	식생체류지 유형	104
[丑	4-23]	식생체류지 유형별 선호도	105
[丑	4-24]	식물재배화분 울타리 선호도	108
[丑	4-25]	식물재배화분과 일반 화단 비교	109
[丑	4-26]	보도블록 특성별 선호도	112
[丑	4-27]	투수블록과 잔디블록 비교	113
[丑	4-28]	한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안	114

그림 목차

L그림	I-I] 연구 진행절차 ·······	07
[그림	3-1] 저영향개발 기법 조성단계	30
[그림	3-2] 빗물통	52
[그림	3-3] 침투측구	52
[그림	3-4] 보도	60
[그림	3-5] 식생체류지 1	61
[그림	3-6] 식생체류지 2	61
[그림	3-7] 식생체류지 3	61
[그림	3-8] 식생수로	62
[그림	3-9] 침투도랑	62
[그림	3-10] 투수 콘크리트	63
[그림	3-11] 잔디블록	63
[그림	4-1] 분야별 LID를 알고 있는 비율	94
[그림	4-2] 식생체류지	103
[그림	4-3] 식물재배화분 그림	107
[그림	4-4] 일반 화단 그림	107
[그림	4-5] 투수블록 예시	111
[그림	4-6] 잔디블록 예시	111

제1장 서론

1절. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

기후위기로 인해 도시 내 자연재해 발생빈도가 증가함에 따라, 지속가능한 도시 공간을 위한 환경 대응 계획 및 설계의 중요성이 전 세계적으로 대두되고 있다. 전체적인 도시 공간에 기후변화에 대응하는 지속가능한 개발 적용의 필요성은 G-SEED, LEED, BREEAM, CASBEE 등 친환경 인증 평가들의 변화로살펴볼 수 있다. 초기에는 개별 건축물의 지속가능성에 집중하였으나 점점 도시나 근린단위 환경적 이슈에 대한 중요성이 높아짐에 따라 평가 대상이 세분화되었으며, SITES와 같이 오픈스페이스, 주거단지, 상업 및 업무시설, 교육시설, 도로 및 광장 등 도시 외부공간의 친환경성을 중점적으로 평가하는 인증제도도 등장하였다.(이형숙, 2016) 즉, 기후변화로 인해 도시는 건물 하나를 넘어 도시 전체가 다양한 환경 변화에 대응하며 지속가능할 수 있는 계획 및 설계가 필요해진 실정이다.

도시 내 물 환경에 대해, 한국은 기후 특성상 여름철 강수량이 전국 연 강수량의 절반 이상을 차지하여!) 집중 호우로 인한 도시 내 홍수 발생 위험성이 높아 이에 대한 대응이 필요하다. 최근 서울과 경기에서 시간당 100mm 이상, 하루 300mm 이상 발생한 폭우(정구희, 2022년 8월 10일)로 인한 재해는 과거와 다른 빗물의 양과 발생 시기 및 빈도로 인해 예측이 어려워지고 있으며 현재 도시 내 빗물처리 용량으로는 재해 대응에의 한계가 있음을 보여준다. 이에 대한 해결책으로 하수관거 증설은 도시 내에서 발생하는 빗물의 더 많은 양을 처리할 수 있으나, 하수관거는 빗물을 모아 하천으로 유출하기에 홍수

¹⁾ 기상청 자료(검색일: 2022년 9월 6일)에 따르면, 전국 연강수량은 1306.3mm, 여름철 강수량은 710.9mm이다.

발생 시 하천이 처리할 수 있는 용량을 넘을 가능성이 있다.(고대규, 이원영, 2012) 또한, 과밀하게 개발된 도시는 불투수 면적 비율이 높아 빗물이 자연스럽게 토양으로 침투되기 어려운 환경이라 많은 양의 강우량 발생 시 빗물이한 곳으로 과도하게 모여 침수 문제가 발생하기 쉽다. 특히, 한국은 지형 특성상 산이나 언덕이 많기에 빗물이 모이게 되는 저지대는 처리해야 하는 용량이예상 강우량보다 훨씬 커져 큰 홍수피해가 발생할 가능성이 있다.

이에, 도시계획 시 하수관거 등 빗물처리시설의 증설과 함께, 빗물이 도시 곳곳에서 분산하여 침투될 수 있도록 투수 공간을 조성하는 저영향개발(Low Impact Development, 이하 LID)²⁾ 기법의 적용은 효과적인 물 환경 대응 설계 방안이 될 수 있다. LID는 도시화 이전 자연적인 물 순환 시스템에 가깝도록 환경 부하를 최소로 하여 개발하는 방법으로,(환경부 외, 2013) 주거, 상업, 산업 등 도시 내 불투수면으로 조성될 가능성이 있는 장소를 침투, 여과 등 자연 수문학적 패턴을 고려하여 개발 이전과 비슷한 빗물 투수 기능을 하도록 조성한다.(Washington State University, 2005) 즉, LID는 빗물 체류, 저류, 여과를 위한 분산형 시스템으로서, 빗물이 빠르게 하천으로 이동하지 않고 도시 곳곳에서 체류하며 지하로 여과되어 침투할 수 있도록 한다. 이는 지하수 확보에도 긍정적인 역할을 하며 전체적인 도시 물 순환에 도움을 준다.

LID는 강우 유출량 관리로 도시홍수 발생 가능성을 줄이고 오염물질 유출량을 저감 시키는 빗물 관리 기능뿐만 아니라, 녹지 공간 조성으로 생태서식처의 기능을 하며 도시 열섬 현상을 완화하고 경관을 개선하는 효과가 있다.(환경부 외, 2013) 또한, 도시 내 시민들의 일상적 공간에 조성되어 평상시에는 사람들의 여가 공간으로 활용할 수 있는 장점이 있으며,(고태규, 이원영, 2012) 식생을 활용하는 기술요소가 많기에 단지설계나 조경 분야까지 영향력이 있어

²⁾ 도시화로 인한 문제 해결을 위해 자연에 미치는 영향을 최소로 하여 개발하기 위해서는 그린인 프라(Green Infrastructure) 또는 저영향개발(LID) 기법을 적용할 수 있다. 두 가지 모두 도시 내물 순환을 개선하는 기법으로 활용되고 있으나, 본 연구에서는 환경부에서 발행하는 빗물 유출 개선을 위한 가이드라인에 따라 저영향개발 기법 용어를 사용한다.

도시의 미적 측면 증진 방안으로도 활용할 수 있다.(강정은, 현경학, 박종빈, 2014) 그 예시로, 서울시의 주민참여형 도시재생 사업 중 '빗물관리 시범마을 조성'사업은(김영란, 진정규, 2018) LID 적용 공간이 도시 내 물 순환 관리뿐만 아니라 도시 환경 개선을 위해 활용되었음을 알 수 있다. LID는 도시 내외부공간으로서 [표 1-1]과 같이 환경적 기능과 함께 사회적, 심미적 기능 등다양한 역할을 할 수 있는 기법이기에 LID 적용 장소는 앞으로 더 많아질 것으로 예상한다. 이에 LID 적용 공간이 한국에 원활하게 정착하고 지속가능하도록 도움을 줄 수 있는 연구가 필요하다.

[표 1-1] 도시 내 저영향개발 기법 적용의 효과

저영향개발 적용 시 개선 효과	강우유출량 및 오염물질 유출량 저감	물 환경 개선
	도시 열섬 현상 완화, 대기질 개선, 에너지 절약	환경문제 개선
	미적 측면 개선 및 조성 지역 가치 상승	경관 개선 및 편익
	친수 공간 제공	편익시설로 기능
	생태서식처 제공	생태환경 개선

출처:환경부 외(2013), 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인 내용 정리

한편, LID 적용 공간은 기능 및 경관적으로 우수하게 설계하더라도 적절한 유지·관리가 이루어지지 않는 경우 물 순환 기능의 저하뿐만 아니라 사람들이 직관적으로 인식하게 되는 경관성과 편의성의 저하가 발생할 수 있기에 시민들의 LID에 대한 부정적인 인식을 초래할 수 있다. 이에 LID 적용 공간에 대한 유지·관리가 중요하나, 현재 국내에는 LID 유지·관리를 도시 공간적 측면에서 탐구한 연구는 미비한 실정이다. 따라서, 일반적인 도시 공간 계획 및 설계 시 유지·관리는 시공 이후에 고려하는 것보다 계획 초기 단계부터함께 고민하고 설계해야 효과적으로 관리할 수 있듯, LID 적용 공간 계획 및설계 또한 유지·관리를 중심으로 탐구하는 연구가 필요하다.

또한, 도시 내 LID 적용 장소의 지속적인 유지를 위해서는, LID의 빗물 관리

기능과 경관 유지를 위한 관리뿐만 아니라 사람들이 도시 내 LID 적용에 대해 궁정적으로 받아들일 수 있도록 시민 의견을 반영하여 조성하고 관리하는 것도 중요하다. LID는 지하 매립 하수관거와 달리 지상 공간을 활용하는 빗물관리 시설로 건물 주변, 도로, 광장, 공원 등 시민들의 일상생활에 밀접하게 적용되는 공간이기에 시각적으로 쾌적하고 불편함 없이 조성할 필요성이 있다. 따라서, 시민들의 선호도를 반영하여 LID 적용 공간을 조성하고 사람들이 중요하다고 판단한 항목을 중점적으로 관리하여야 LID에 대해 긍정적 의식을 가질 수 있으며, 도시 내 LID 적용 공간의 지속적인 유지가 이루어질 수 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 국내 현황을 기반으로 LID를 유지·관리 관점에서 탐구하여, 한국에 적합한 LID 기술요소와 조성 및 관리 방안을 제시하고자 한다. 이에 국내 LID 적용 공간의 지속적인 기능 및 경관을 위해 효과적인 유지·관리를 위한 설계적, 제도적 개선 필요성 및 방안을 탐구하고, 국내 현황 및 시민들의 의견을 반영하여 한국의 도시 오픈스페이스에 적합한 LID 조성 방안 및 관리방법을 제안하고자 한다.

국내 LID 적용 공간의 효과적인 유지·관리를 위해서 본 연구가 달성하고자하는 목표는 다음과 같다. 첫째, 한국에 적용이 용이한 LID 기술요소 및 조성위치의 유지·관리 방안, 둘째, LID 적용 공간의 지속적인 관리가 가능하게 할제도적 방안, 셋째, 도시 내 LID가 시민들에게 수용되어 유지되기 위한 기술요소별 공간 설계 및 관리 방안이다.

이를 위해, 본 연구는 크게 두 가지 분석의 틀로 진행한다. 먼저, 국내 LID 연구 및 사례를 유지·관리를 중심으로 분석하여 한국에서 LID 유지·관리 연구가 필요한 부분을 도출한다. 다음으로, 국내 LID 유지·관리 현황 및 LID 기술요소별 시민의식을 조사하여, 한국 도시 내에 적합한 공간 및 기술요소를 분석하고 효과적인 조성 및 관리를 위한 설계적, 제도적 방안을 제시한다.

2절. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구는 국내 현황을 기반으로, 유지·관리를 고려하였을 때 한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안을 제시하고자 한다. 이에 연구의 범위는 국내 LID 선행연구자료, 사례, 그리고 유지·관리 현황을 대상으로 하며, 국내 전문가와시민의 경험 및 의견을 기반으로 분석하고자 한다.

제1장은 도시 물 환경에 있어 LID의 궁정적 영향력을 고찰하고, 한국 도시에 LID 적용 공간의 필요성을 파악한다. 제2장은 LID 연구 동향을 파악하고 LID 유지·관리 중요성을 고찰하여, 국내에 LID를 유지·관리 중심으로 탐구하는 연구의 필요성을 제시한다. 제3장은 국내 LID 가이드라인 및 연구 보고서를 LID 조성단계별로 유지·관리와 연관하여 분석하고, 지속적인 LID 적용 공간을 위해 설계적, 제도적 개선이 필요한 사항을 분석하고자 한다. 또한, 국내 LID 사례에 대해 빗물 관리 기능으로 인한 기술요소별 형태적 특수성과 조성되는 위치적 특징을 고려하며 관찰 조사하여, LID 기술요소별 이용자에게 영향을 줄 수 있는 요소를 분석하고 시민의식 연구가 필요한 사항을 도출하고자 한다. 제4장은 국내 LID 유지·관리 현황을 파악하여 이를 기반으로 국내에 적합한 LID 기술요소 및 조성 위치를 분석하고, 제3장에서 제시한 LID 유지·관리의 개선이 필요한 설계적, 제도적 항목에 대한 구체적인 방향을 제시한다. 또한, LID에 대한 시민들의 선호도 및 의견을 조사 분석하여, 기술요소별 국내에 적합한 조성 및 관리방법을 제시한다.

2. 연구의 방법

연구의 방법은 문헌 연구, LID 사례 답사 및 관찰조사, 전문가 인터뷰, 설문조사를 진행한다. 문헌 연구와 관찰조사로는 LID 조성단계와 기술요소별 특징에 있어 유지·관리와의 연관한 부분을 조사하여, 도시 내 LID 적용 공간이

지속가능하기 위해 설계적, 제도적으로 연구가 필요한 사항 분석한다. 인터뷰와 설문 조사로는 국내 LID 유지·관리 현황과 LID에 대한 시민의식을 조사하여, 지속적인 LID 적용 공간 유지를 위해 한국에 적합한 기술요소 및 조성 위치를 분석하고 효과적인 관리방법을 제시한다.

문헌 연구 방법으로, 첫째, 이론적 고찰을 통해 LID 연구 동향 파악 및 한국의 LID 유지·관리 연구 필요성을 분석한다. 둘째, 국내 LID 선행연구를 유지·관리 측면에서 분석하여 설계적, 제도적으로 연구가 필요한 사항을 탐구한다.

관찰조사 방법으로, LID가 적용된 국내 도시 오픈스페이스 사례를 현장 분석하여, 기술요소별, 조성 위치별로 유지·관리와 공간 이용자에게 영향을 줄수 있는 요소를 도출한다. 분석 대상지는 시민들의 일상생활과 인접한 장소들인 공공청사, 주거단지, 공원, 주차장을 대상으로 하며, 하나 이상의 기술요소가 조성된 사례를 분석한다.

인터뷰 방법으로, LID의 계획, 설계, 시공, 관리에 참여하는 종사자를 대상으로 국내 LID 현황을 파악한다. 인터뷰 대상자는 LID에 대한 기본지식 및 경험이 있는 전문가를 대상으로 진행한다.

설문 조사 방법으로, 도시 내 LID에 대한 시민의식을 조사한다. 이때, LID에 대한 사람들의 인지도가 아직 높지 않기에, LID의 기능적인 부분보다는 사람들이 쉽게 인지할 수 있는 경관 및 공간 경험을 기반으로 질문하고 분석한다. 아직 국내에는 LID 사례가 많지 않아 사람들의 LID에 대한 경험이 적기에, 설문 조사는 LID에 대한 설명과 사진 및 그림 자료로 구성한 설문지를 제작하여 설문 참여자가 본 연구에서 조사하고자 하는 바를 명확하게 이해하고 판단할수 있도록 한다.

3절. 연구 진행절차

	1장: 서론	
연구의 배경	LID 유지·관리 연구 필요성	
연구의 목적	국내 도시 오픈스페이스에 적합한	
선무의 목적	LID 유지·관리 방안 제시	문헌 연구
연구의 범위	국내 LID 가이드라인, 국내 LID 사례,	군인 연구
한기의 함께	국내 유지·관리 실정, LID에 대한 시민의식	
연구의 방법	문헌 연구, 관찰조사, 전문가 인터뷰, 설문 조사	



2장: 이론적 고찰		
LID 개요	LID 기술요소 및 도시 내 적용 가능 공간	
LID 연구 동향	LID의 빗물 관리 기능 및 복합적 기능	
LID 유지·관리	LID 유지·관리 중요성 및 연구 현황,	문헌 연구
	기술요소별 유지・관리 방안	군인 한기
연구의 차별성	한국의 도시 공간 특징 및 시민의식을 고려한	
	LID 기술요소별 유지·관리 방안 연구	



3장: LID 유지·관리 연구 필요 항목 분석		
LID 유지・관리	설계적, 제도적 측면의 개선 필요 사항 분석을 위한	교회 서그
이론 연구	LID 조성단계별 유지·관리 항목 분석	문헌 연구
LID 관찰조사	공간 이용자에게 영향을 줄 수 있는 항목 분석을 위한	현장 분석
LID 선절조사	LID 사례 분석	연경 군격

V

4장: LID 조성 및 유지·관리 방안		
LID 유지・관리	전문가 인터뷰를 통한 국내 LID 현황 분석으로	인터뷰
현황 분석	국내에 적합한 LID 조성 및 유지·관리 방안 제시	인디ㅠ
LID 선호도 분석	LID에 대한 시민들의 의견 분석으로	설문 조사
LID 신호로 군석	국내에서 선호하는 LID 조성 및 관리방법 제시	결단 소사

•	
7	•
	•

5장: 결론	
연구의 요약	
연구 의의 및 향후 연구 방향	

[그림 1-1] 연구 진행절차

제2장 이론적 고찰

1절. LID 개요

1. LID 기술요소

LID는 빗물을 체류, 저류, 여과하여 강우 유출수를 저감하고 수질을 개선하는 시설이다. LID 기술요소는 빗물 관리 기능에 따라 서로 다른 형태적 특징을 가지며, 식생, 모래, 자갈 등 설계에 사용되는 재료도 다르다. 또한, 적용되는 공간의 특성에 따라 빗물을 한곳에서 모아 처리하는 점의 형태, 선형으로 적용되는 형태, 또는 넓은 면적으로 처리하는 형태를 가진다.

LID 기술요소는 기술별 특성에 따라 식생형 시설, 침투시설, 그리고 빗물이용시설로 크게 세 가지로 나누어진다. 식생형 시설은 식생 하부 쇄석층을 통해 강우 유출수를 저류, 침투하며 식생을 통해 비점오염을 저감하는 시설로,동식물 서식공간으로서의 생태적 기능을 할 수 있으며 도시 열섬 현상을 저감한다.(환경부 외, 2016) 식물을 사용하여 도시 경관을 향상할 수 있는 시설이기에 색채,계절 변화 등 심미성을 고려한 식재 조성이 필요하다.(환경부 외, 2018) 침투시설은 빗물을 침투시켜 강우 유출을 저감하고 지하수 충진으로 하천 건천화를 예방하며, 토양을 통한 여과 및 흡착작용으로 비점오염을 저감하는 시설이다.(환경부 외, 2016) 빗물이용시설은 옥상에서 유출되는 빗물을 수집하고 이용하는 시설이다.(환경부 외, 2016)

LID 기술요소별 명칭, 빗물 관리 기능, 조성 가능 위치, 형태적 특징 등은 [표 2-1]과 같다. 해당 기술요소 외에도 여러 기술요소가 있으나, 본 연구는 『저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인』(환경부 외, 2016)에서 제시한 식생형 시설, 침투시설, 빗물이용시설 기술요소를 참고하여 소개한다. 또한, LID 기술요소는 비슷한 기능을 가지더라도 형태적 차이나 적용 위치에 따라 다양한 명칭으로 불리는 경우가 많기에, 명칭 또한 해당 가이드라인을 기준으로 한다.

[표 2-1] 저영향개발 기법 기술요소

기법	명칭	설명
	식생수로 (Bioswale, Vegetated swale)	18년(60-240cm) 사설도 자갈 도둑성의 유공관
	o water	 토양 및 식생을 통한 빗물 침투, 퇴적, 여과 기능 식생이 있는 개수로 형태로 선형으로 적용됨 건축물 인접부, 도로, 주차장 등 다양한 공간에 설치 가능
식생형 시설	식생체류지, 빗물정원 (Bio retention, Rain garden)	• 토양 및 식생을 통한 빗물 침투, 여과 기능 • 다양한 식생 사용으로 경관성과 심미적 효과가 높음 • 공원, 도로, 주차장, 산업단지 등 다양한 공간에 설치 가능 • 비교적 넓은 면적의 부지를 필요로 하여 기존의 녹지 공간을 활용하는 경우가 아니면 사전 계획이 필요
	식생여과대 (Vegetated filter strip)	• 토양 및 식생을 통한 빗물 침투, 여과 기능 • 1~2%의 완만한 사면 형태로 적용하며, 다른 비점오염저감 시설의 전처리 공정으로 사용될 수 있음 • 주택 및 상업지역, 고속도로나 일반도로 인근에 설치 가능

[표 2-1] 저영향개발 기법 기술요소 (계속)

기법	명칭	설명
	식물재배화분 (Planter box)	• 식재 토양층에 빗물을 저류, 침투, 여과하는 기능을 조합 • 통로화단으로도 불리며, 다양한 형태로 적용 가능 • 주거 및 상업지역 보도, 주차장 등 다양하게 적용 가능
식생형 시설	나무여과상자 (Treebox filter)	● 나무가 식재된 토양층의 여과, 침투 기능 교목, 큰 관목을 식재한 박스 형태. 수목여과박스로도 불림 보도, 차도, 주차장 등 불투수면 유출수 유입이 용이하도록 인접해 설치. 설치에 필요로 하는 부지 면적이 적어 도심
	옥상녹화 (Green roof)	아나 도로에 적용하기 용이 - 지정호하유 및 세명류 - 세성포 - 세성자 - 주신도 - 전설보보 - 건설보보 - 건물보다는 신축 건물에서 활용하기 용이

[표 2-1] 저영향개발 기법 기술요소 (계속)

기법	명칭	설명
	침투도랑 (Infiltration	전투도함(서도부)
	ditch)	 자갈 공극이 빗물과 오염물질을 흡착, 침전, 침투하여 처리 자갈 등으로 채워진 폭이 좁은 긴 도랑 형태로, 다양한 모양과 규모로 배수구역 가장자리 및 자투리땅에 설치 가능 주거 지역, 공원 및 녹지, 도로나 주차장 등 불투수면과 인
		접한 녹지에 적용 가능
침투시설	침투트렌치 (Infiltration trench)	• 빗물을 침투집수정에서 유공관으로 유입시킨 후, 쇄석층을 통과하도록 하여 빗물을 지하로 침투시키는 기능
	침투측구 (Infiltration channel)	• 투수성 재료 및 구조로 설치한 측구로, 주변 쇄석층을 통해 지하로 빗물을 침투시키는 기능 • 일반 측구(U형)와 비슷한 구조로, 다양한 공간에 적용 가능
		• 토사 등의 유출이 없는 주거 및 공원 경계부에 적용 가능

[표 2-1] 저영향개발 기법 기술요소 (계속)

기법	명칭	설명
시 집 두 시 설	침투통, 침투빗물받이 (Infiltration chamber, Infiltration ditch culvert)	• 자갈 또는 돌로 채워진 시설로 통 본체와 주변을 쇄석층으로 하여 빗물을 지하로 침투시키는 기능 • 침투통은 주거 지역의 지붕 유출수나 주차장 등 불투수면의 유출수가 유입될 수 있도록 설치 • 침투빗물받이는 도로 L형 측구 빗물받이 대체용으로 공원이나 공공시설에 많이 적용 ***********************************
빗물 이용 시설	빗물통 (Rain barrel)	• 빗물 저류시설로 소규모 강우 유출량을 저감. 집수된 물은 조경용수, 청소용수 등 대체 용수로 활용 가능 • 빗물저금통으로도 불리며, 다양한 크기로 제작 가능 • 단독주택, 공동주택, 산업단지 등 소규모 건물에 적용 가능

2. LID 적용 가능 공간

LID는 [표 2-2]와 같이 전통적인 중앙집중식 빗물 관리와 다른 분산형 빗물 관리 시스템으로 빗물을 발생원에서 처리하기 위해 소규모 침투 및 저류시설을 조성하며, 총 강우 유출량의 감소를 목표로 한다.(LH공사 토지주택연구원, 2016) LID는 도시 내 다양한 규모와 성격의 장소에 적용 가능한 이점이 있다. LID는 도시 내 자투리 공간에 소규모로 조성할 수도 있고, 기술요소 간 연계와 적용 장소 간의 연계를 통해 도시 전체 규모의 물 관리 체계로 작동하도록 조성할 수도 있다.

[표 2-2] 전통적 빗물 관리와 저영향개발 기법의 차이점

구분	전통적 빗물 관리	새로운 빗물 관리(LID)
명칭	중앙집중식 빗물관리	분산형 빗물관리
기본방향	빗물을 빠르게 집수하고 배제	빗물을 발생원에서 머금고 가두기
계획목표	개발 후 첨두유출량 증가의 감소	개발 후 총 유출량 증가의 감소
주요시설	빗물펌프장, 저류지	소규모 침투 및 저류시설
한계	물순환 장애 및 건천화	집중 호우시 효과의 한계

자료: LH공사 토지주택연구원(2016), 비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선정 의사결정지원시스템 개발 p.25 \langle 표 3-2 \rangle

LID는 지하 하수관거와 다르게 시민들의 일상 공간에 인접하게 적용되는 시설로, [표 2-3]과 같이 건물 주변 외부공간과 도로, 녹지 등 도시 내 대부분의 오픈스페이스에 적용이 가능하다. 한편, LID는 적용 장소의 특성을 고려한 적절한 기술요소의 선정과 설계 및 관리가 필요하다. 즉, 건물 규모에 따른 건물 외부공간의 면적, 오픈스페이스의 환경적, 위치적 특성 등에 따라 조성 가능한 위치와 형태가 다르기에 분석이 필요하다. 특히, 기존 도시에 LID를 적용하는 경우, 기술요소 선정 및 설계 시 기존 인프라와 주변 환경에 대한 충분한 고려가 필요하다.

[표 2-3] 토지이용계획별 저영향개발 기법 적용 시 고려사항

적용 장소	저영향개발 기법 적용방안
단독주택	 지붕에서 발생하는 빗물을 빗물통에 저류하며, 이를 넘어 유출되는 빗물의 침투시설 계획이 필요 정원에 식생체류지를 적용하여 생태서식처 및 도시 열섬 저감 역할
공동주택	 최근 건설하는 공동주택은 대부분 지하에 주차장을 조성하고 지상 은 녹지로 조성하여 빗물 관리 용이 지상 공간을 최대한 활용해 단지 내 식생체류지, 침투도랑이나 단지 경계부에 식생수로 등 다양한 기술요소 설치 가능
교육· 공공청사	 학교와 공공청사는 비교적 빗물관리 목표량 달성이 용이 기술요소 설치를 위한 부지확보가 용이하며 교육적 효과가 크므로 적극적인 조성 필요 학교는 운동장 면적이 커 빗물 유출량과 토사가 많아 검토 필요 운동장 측면을 활용한 침투측구, 투수성 포장, 식물재배화분 설치 가능
상업 · 업무시설	 건폐율이 높아 부지 대부분을 건축물이 차지하며, 경계면이 도로와 맞닿아있어 저영향개발 기술요소 적용이 곤란 지붕면적이 크므로 지붕우수에 대한 고려가 필요 상대적으로 지표면 빗물유출량은 적으며 부지가 도로와 접해있기 때문에 지표면 유출 빗물은 도로에서의 처리방안 검토 필요
보도 · 차도 · 주차장	 도로는 불투수율과 유출률이 높고 비점오염도 많아, 초기 우수의 LID로의 유입을 위해 도로면적, 형상, 도로폭의 설계가 중요 도로변 측구에 침투빗물받이 활용 가능 보도 및 녹지대에 식생수로를 적용하여 심미성 향상 및 휴게공간 제공 가능
공원 · 녹지	 빗물유출량과 비점오염 발생이 적어 도시 내에서 저영향개발 기법을 적극적으로 적용할 수 있음 어린이공원, 근린공원 등 녹지면적은 적고 불투수면이 많은 공원에 적용 필요 수목 식재와 연계성 있도록 조성 필요

자료: 환경부 외(2016), 저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인 pp.45-65

2절. LID 연구 동향

1. 빗물 관리 기능 연구

LID의 주요 기능은 강우 유출수 저감과 수질 개선으로, LID의 기능 개선을 위한 연구가 주로 이루어진다. 공간과 연계한 탐구로는, 물 관리 목표량 달성을 위한 설계 방법 연구나 사례를 통한 물 환경 개선 상황 검토 연구가 있다.

[표 2-4] 저영향개발 기법의 물 환경 관리 기능 연구

연구자 (연도)	구분	연구 제목	연구 내용
김정호 외 (2017)	학술지	LID 시설별 장기 우수유출저감 성능 비교 연구	7). Ö
윤의혁 외 (2017)	학술지	LID 실증단지 모니터링시스템 구축 및 저류 효율성 분석	장우 유출수
김희년 (2022)	학위 논문	친수구역의 물순환 회복을 위한 저영향개발 기 법 효과 분석	저감
전제찬 외 (2018)	학술지	국내 비점오염 관련 연구 동향 및 향후 연구방 향 제언	수질 개선
정종석 외 (2018)	학술지	LID 시범단지 설계절차 제시 및 빗물관리용량 산정	
박경재	학위	산업단지형 녹색사회기반시설 및 저영향개발의	
(2021)	논문	계획 및 설계기법 연구	계획 및
이우근	학위	저영향개발기법 기반 물재이용 기술의 건축물	설계
(2020)	논문	및 단지 적용 방안	
진일진	학위	국내 빗물관리 적용사례에 대한 Sponge City 시	
(2022)	논문	스템의 활용방안 연구	
이승재 외 (2020)	학술지	LID 시설 관리를 위한 사물인터넷(IoT) 활용 복합 센싱 적용기술 개발	
이승재 외 (2022)	학술지	식생형 LID 시설의 내부 토양 변화 분석	
Houle, J.		Comparison of Maintenance Cost, Labor	유지 •
J.	학술지	학술지 Demands, and System Performance for LID and	
(2013)		Conventional Stormwater Management	
Via D V		Sponge city practice in China: A review of	
Yin, D. K. (2021)	학술지	construction, assessment, operational and	
		maintenance	

2. 복합적 기능 연구

LID는 빗물 관리 기능뿐만 아니라 도시 내에서 복합적인 기능을 할 수 있다. 이에, 도시 내 LID가 필요한 장소에 원활하게 도입하기 위한 제도 및 경제성과 관련한 연구가 필요하다. 또한, LID는 시민들과 가까이 조성되며 도시 이미지 형성에 영향이 있어, 시민의식 관련 연구도 중요하게 고려되어야 한다.

[표 2-5] 저영향개발 기법의 복합적 기능 연구

연구자 (연도)	구분	연구 제목	연구 내용
강정은 외		도시 물순환 개선을 위한 도시기본계획과 저	
(2014)	학술지	영향 개발(LID) 연계성 분석	
		저영향 개발(LID) 확대 적용을 위한 공간·환	
(2018)	학술지	 경 계획 관련 법·제도 평가 및 개선방향	제도적
이미홍 외	- 4 1	LID관련 지방정부 조례제정 특성 기초연구 -	측면
(2016)	학술지	서울시, 수원시, 남양주시를 중심으로	
윤현주	학위	저영향개발기법을 통한 서울형 빗물관리	
(2015)	논문		
백종석 외	학술지	친환경시범마을의 LID 적용에 따른 물순환 효	
(2018)	ㅋㄹ/1	과 및 비용편익 분석	
연종상 외	학술지	LID 시설의 시공 및 유지관리 비용에 대한 우	
(2015)	탁현기	수유출 저감효과분석	
Chui, T. F.		Assessing cost-effectiveness of specific LID	
M. 외	학술지	practice designs in response to large storm	-1 1 1 -1
(2016)		events	경제성 및
		An integrated framework for the	편익
Koc, K. 외	학술지	comprehensive evaluation of low impact	
(2021)		development strategies	
Li, J. K.		Comprehensive Benefit Evaluation System for	
외	학술지	Low-Impact Development of Urban	
(2017)		Stormwater Management Measures	
Darntham-		Toward sustainable stormwater management:	
rongkul,		Understanding public appreciation and	
W. 외	학술지	recognition of urban Low Impact Development	경관 및
(2021)		(LID) in the San Francisco Bay Area	인식
김영만	학위	시민참여형 도시 물관리 방안 구축을 위한 도	
(2019)	논문	시환경 및 LID에 대한 인식 평가	

3절. LID 유지·관리

1. LID 유지·관리의 중요성

LID는 물 환경 개선을 최우선 목표로 하는 기술로서, 빗물 관리 기능이 효과적으로 구현되도록 자세한 환경적 분석에 기반하여 계획 및 설계를 하는 것이 중요하다.(환경부 외, 2013) 이는 [표 2-6]의 LID 기술요소 선정기준에서도 나타나는데, LID는 일반적인 조경 설계와 유사해 보이나 해설의 세부적인 방안을 보면 설계의 전 과정이 환경적 기능을 중점적으로 고려하여 진행된다는점에 있어 차이가 있다. 즉, 다른 조건보다 빗물 관리 기능을 가장 중점적으로 고려하여 설치 위치를 선정하고 시설의 규모와 형태를 정한다. 따라서, LID는기존 인프라와는 다른 형태를 가지게 되는 경우가 많기에, 이러한 특수성이기존의 도시 이미지에 어떻게 조화될 수 있을지 고려하는, 일반적인 설계와다른 접근 방법이 필요하다.

[표 2-6] 저영향개발 기술요소 선정기준

LID 기술요소 선정기준	해설
부지확보 가능성	저영향개발 설계 시 소요되는 부지의 면적은 기법별로 매우 다르며, 강우유출저감 목표에 따라서도 다르다.
주변 환경과의 조화	심미적 측면과 경관적 조화로움을 고려한다. 투수성 포장, 침투시설 등 기능과 경관 사이의 적절한 조화를 찾아야 한다.
민원 발생의 가능성	오염물질로 인한 악취나 해충발생, 시설 설치로 인한 안 전성 문제 등을 미리 고려해야 한다.
유지·관리 용이성	유지관리가 쉬운 형태로 조성하여 장비 진입, 관리 동선 등에 문제가 없도록 한다.
경제성	설치비용과 유지관리 비용, 강우 유출 저감 효과를 종합 적으로 검토하여야 한다.

자료: 환경부 외(2013), 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인. pp.111-117

[표 2-7] 빗물 관리 시설 유지 · 관리의 시각적 영향력

자연배수시스템 프로젝트 설계를 위한 유지・관리 매뉴얼 유지 • 관리 항목 세부항목 • 식생 관리 잘 된 경우 / 그렇지 않은 경우 • 심미적, 경관적으로 우수한 경우 / 그렇지 않은 경우 • 멀치 조성 유지 및 경계의 깔끔함 / 그렇지 않은 경우 1. 경관 및 식생 • 잡초 비율 적은 경우 / 많은 경우 • 침식된 곳 비율 적은 경우 / 많은 경우

자료: Seattle Public Utilities(2009) 본문 정리

[표 2-7] 빗물 관리 시설 유지 · 관리의 시각적 영향력 (계속)

z	연배수시스템 프로젝트 설계를 위한 유지·관리 매뉴얼
유지・관리 항목	세부항목
2. 시스템 기능	• 식생체류시설과 식생침투시설의 식생 및 토양 관리 • 식생과 침전물 관리가 안 된 경우
3. 하드스케이프	• 배수구 표면 및 월류관의 침전물, 쓰레기 및 식생으로의 덮임 • 관리가 안 된 경우
4. 투수성 포장	• 시간 당 침투율, 수압 높은 물 청소, 표면 쓰레기 및 식생 제거, 바닥 포장 손장 관리
5. 기타 요소	 유입구 막힘, 관수시스템 식생으로 막힘, 투수성 포장 막힘 관리가 안 된 경우
6. 침투 모니터링	• 24시간 이상 물을 보유하고 있는 현상 모니터링 및 개조
7. 안전성 등	 안전성 유출 방지 및 대응 해충 방지

자료: Seattle Public Utilities(2009) 본문 정리

한편, 초기 설치 단계의 계획 및 설계뿐만 아니라 설치 후 유지·관리도 LID 적용 공간의 기능과 경관에 영향이 있으므로 적절한 유지·관리 방안도 고려되어야 한다. [표 2-7]은 시애틀 빗물 관리 시설 사례에서 유지·관리가 기능적, 경관적 측면에 영향을 준 경우를 설계요소별로 분석한 매뉴얼을 정리한 내용이다. 매뉴얼은 적용 사례의 기능 및 경관적으로 우수하거나 미흡한정도를 'Excellent', 'Good', 'Moderate', 'Poor'로 구분하여 제시하며, 그 원인을 유지·관리 측면에서 분석하여 보여줌으로써 LID 유지·관리의 중요성을 시사한다. 즉, LID 유지·관리는 원활한 빗물 관리 기능뿐만 아니라 쾌적한 도시 이미지를 위해 중요하다.

2. 국내 LID 유지·관리 연구 현황

현재 국가 연구기관에서 발행한 LID라는 용어를 사용하여 분석한 연구자료는 [표 2-8]의 가이드라인 및 보고서가 있다. 해당 연구자료들은 LID 계획부터 시공 단계까지의 지침에 대해 제시하고 있으며, 일부 유지·관리와 관련한 내용을 다루고 있다. 또한, 환경부에서 발간한 『비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼』(환경부, 2020)은 관리 시 검토해야 할 사항에 대해 기술요소별로 시설 특징을 고려하여 상세하게 체크리스트로 제시하고 있다.

한편, LID 유지·관리는 시설의 기능 유지를 위한 관리도 중요하지만, 도시 내 오픈스페이스로서 공간적 측면의 관리 방안도 중요하다. 즉, 일반적인 도시 외부공간 관리와 같이, 설치되는 공간의 특징으로 발생하는 관리 필요 항목, 경관, 그리고 사람들의 이용성도 함께 고려되어야 한다. 이에, 국내 LID 유지·관리 연구는 LID 조성단계를 제시한 선행연구와 LID 기술요소별 관리 방안을 제시한 선행연구가 종합된, LID의 기능과 공간 설계적 측면을 함께 고려한 연구가 진행된다면, 국내 도시에 적합한 방안을 도출할 수 있을 것이다.

[표 2-8] 저영향개발 가이드라인 및 연구 보고서

연구 자료	발행 목적
저영향개발 (LID) 기술요소 가이드라인 (환경부 외, 2013)	LID 기술요소를 소개하고, 적용 시 검토해야 하는 제도 및 기술적 사항 제공 목적
비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선정 의사결정지원시스템 개발 (LH공사 토지주택연구원, 2016)	LID의 적용 확대에 대비하여 기법별 설계 및 시 공, 유지관리 지침을 수립하고 현장의 실무자가 최적의 LID 기법을 선정할 수 있도록 의사결정지 원시스템 개발
저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인 (환경부 외, 2016)	행복도시 LID 사례를 기반으로 한 개발 사업에 LID를 적용할 경우 참고할 수 있는 지침으로, 빗물관리 목표량 산정, 토지이용계획별 LID 기법 적용방안, 기술요소별 상세 설계도 제시
LID(Low Impact Development) 조경·경관 가이드라인 (환경부 외, 2018)	LID 계획 시 조경·경관 검토 사항, 기술요소별 특징, 적용사례, 식물 및 기타 설계요소 선정기준 제시
비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼 (환경부, 2020)	비점오염저감시설의 설계 및 유지관리의 효과적 인 수행 및 관리가 이루어지도록 하는 것을 목적 으로 하는 세부적인 기준 제시
저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인 (환경부 외, 2020)	LID 기법의 설계에 따라 현장에서 시공 시 주요 고려사항 및 유의사항 제시
비점오염저감 국고보조사업 추진지침	비점오염저감시설 설치 국고보조사업에 대한 계획 수립, 설치 및 유지관리의 효율적인 추진을 위
(환경부 수생태보전과, 2021) Low impact development technical guidance manual for Puget Sound (Washington State University, 2005)	한 지침 제시 LID 적용에 대해 대상지 선정부터 계획 및 설계, 식재 및 관리 방안을 제시하며, Puget Sound 지역 에서 LID 적용과 강우 유출수 저감에 대해 제시
Green stormwater operations and maintenance manual (Seattle Public Utilities, 2009)	방물 관리 시설의 유지·관리가 기능과 경관 측면에 영향을 준 사례를 설계요소별로 분석하여 제시
Green stormwater infrastructure maintenance manual version 2.0 (Philadelphia water department, 2016)	빗물 그린 인프라에 대한 유지·관리 방안을 기술요소별, 정기 관리, 수시 관리, 표면 관리, 식생관리, 지하 관리, 투수성 포장 관리 등으로 구분하여 제시

3. LID 기술요소별 유지·관리 방안

국내 LID 가이드라인 및 연구 보고서에서 분석한 기술요소는 [표 2-9]와 같다. 기술요소는 특성에 따라 크게 3가지로 구분되는데, 식생을 사용하여 빗물을 저류, 여과, 침투하는 식생형 시설, 침투 기능을 주로 고려하는 침투시설, 우수 수집을 하여 활용하는 빗물이용시설이 있다.

[표 2-9] 국내 LID 가이드라인별 분석 기술요소

LID 기술요소		LID 가이드라인 및 연구 보고서						
		A	В	С	D	Е	F	G
식생형 시설	식생체류지	•	-	•	•	•		
	식생수로		•		•		•	
	나무여과상자		_	•	•			
	식물재배화분	•	● (수목 여과 박스)	•	•	•	•	•
	식생여과대	•	•	•	-	•	-	
	옥상녹화	•	-	•	•	-	•	
침투시설	침투도랑	•	•	•	•	•	•	
	침투트렌치	-	•	•	•	-		
	침투측구	-		•	•	-		
	침투통 /침투빗물받이	•	•	•	•	● (침투 조)	•	•
	침투저류지	-	•	-	-	•	-	
	투수성 포장	•	•	•	•	•	•	
	모래여과장치	•	_	_	_	•	-	
빗물이용 시설	빗물통	•	-	•	•	-	-	_

- A: 『저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인』(환경부 외, 2013)
- B: 『비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선정 의사결정지원시스템 개발: (부록) 비점오염 저감시설 설계 및 시공지침』(LH공사 토지주택연구원, 2016)
- C: 『저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인』(환경부 외, 2016)
- D: 『LID(Low Impact Development) 조경·경관가이드라인』(환경부 외, 2018)
- E: 『비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼』(환경부, 2020)
- F: 『저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인』(환경부 외, 2020)
- G: 『비점오염저감 국고보조사업 추진지침』(환경부 외, 2021)

LID 기술요소별 유지·관리 방안은 각각의 기술요소의 빗물 관리 기능과 형 태적 특징, 설치 위치에 따라 세부 사항이 달라지기는 하나, 시설별로는 비슷한 유지·관리 방안이 요구된다.

첫째, 식생형 시설은 빗물 관리 기능을 가진 시설에 식생이 함께 조성되어 기능뿐만 아니라 경관적인 역할을 할 수 있는 LID 기술요소들로, 공통적으로 유지·관리 방안이 식생 관리에 기반하여 이루어진다. 유지·관리 방안으로, 설치 초기 단계에는 식생의 안정화가 필요하여 강우 유출수가 우회되도록 해야 한다.(환경부, 2020) LID는 빗물이 모이는 시설이기에 침전물 발생 가능성이 높은데, 침전물이 식생을 덮거나 여과 기능을 감소시키기 시작하면 제거해야 한다.(환경부, 2020) 겨울철에는 고사한 식생을 제거하는 관리가 필요하다. (환경부, 2020) 식생형 시설의 기술요소별 세부 관리 방안은 [표 2-10]과 같다.

둘째, 침투시설은 주로 자갈층을 통해 빗물을 지하로 침투시키는 LID 기술 요소로, 공통적으로 투수층의 막힘 해결에 대한 유지·관리 방안이 필요하다. 침투시설은 토양의 공극이 막히지 않도록 시설 내 침전물을 주기적으로 제거하여야 한다.(환경부, 2020) 이를 위해, 침투단면의 투수계수 또는 투수용량 등에 대한 주기적인 검토가 필요하다.(환경부, 2020) 침투시설의 기술요소별 세부 관리 방안은 [표 2-11]과 같다.

셋째, 빗물이용시설은 빗물을 차집하여 조경용수나 청소용수로 활용할 수 있게 모아두는 LID 기술요소들로, 식생형 시설이나 침투시설이 공간적으로 적용되는 것과 달리 빗물이용시설은 시설물로 설치된다. 이에, 침전물 관리와 구조물의 안전성 점검이 필요하다.(환경부 외, 2013) 빗물이용시설의 기술요소별세부 관리 방안은 [표 2-12]와 같다.

식생형시설, 침투시설, 빗물이용시설은 유지·관리 방안에 있어 조금씩 차이가 있으나, 모든 LID 기술요소들은 침전물 및 막힘에 대한 관리가 가장 중요함을 알 수 있다. 이에, LID 관리 시 이를 주로 고려하여야 하며, 계획 및 설계. 시공 단계부터도 이를 고려하여 조성할 수 있도록 고민이 필요하다.

[표 2-10] 식생형 시설 유지 · 관리 방안

기술요소	유지·관리 방안					
	• 토사 등에 인한 막힘 검토 필요					
식생 체류지	쓰레기 제거에 대해 수시 청소					
	• 주기적으로 고사 식물 교체와 토양 및 자갈층 보충					
	• 모든 LID 기술요소와 같이 시설 처리용량 초과에 대비해 인접한 하수관					
	거와 연계 고려					
	• 막힘이 취약하여 토사 유출이 많은 장소는 설치 시 주의해야 함					
	• 제설제 대량 유입에 주의					
	• 주로 잔디가 식재되는 시설로, 제초 및 고사 식재 교체					
식생	• 퇴적된 침전물로 처리용량이 감소하는 경우 제거					
수로	• 수로 내 하부 침식이 발생할 경우 보수가 필요. 반복적인 침식이 발생하					
	면 보강재를 적용					
	• 시설 검토를 통해 배수가 원활하지 않을 경우 시설의 경사도를 조절하거					
	나, 유공관 세척, 토양 개량을 통해 침투율을 회복					
식생 여과대	• 설치에 있어 성토부 등 지반 조건에 제약 있음					
	• 막힘과 제설제 대량 유입에 취약					
	• 식생대 및 자갈층에 퇴적된 협잡물 제거					
1 - 1 - 1	• 단회로 발생으로 인한 세굴 점검					
	• 제초 및 고사 식물 교체					
식물	• 물 빠짐 점검					
재배	• 고사 식물 교체 및 쓰레기 제거 청소					
화분	• 겨울철 동파에 대한 관리					
나무	• 겨울철 동파 및 제설제로 인한 식물 고사 문제 관리					
여과	• 과도한 빗물 유입으로 식생 고사나 뿌리덮개 부패 또는 악취 발생 시 관					
상자	리 필요					
옥상 녹화	• 다른 LID 기술요소보다 토사나 쓰레기 유입이 적어 관리가 비교적 편리					
	• 겨울철 식생 관리와 방수 및 용수시설을 위한 부대비용이 필요					
	• 토양 안정과 식물 성장을 수시 검사					
	• 안전성 고려 중요					
	• 방수 주기점검, 겨울철 팽창으로 인한 파손 우려를 관리					

자료:환경부 외(2013) pp.66-84, 환경부(2020) pp.120-126,129-132,134-143

[표 2-11] 침투시설 유지·관리 방안

기술요소	유지·관리 방안
침투도랑	막힘에 대한 관리가 중요 표면과 전처리 시설에 축적된 협잡물 주기적 제거
침투 트렌치	전처리시설 도입이 필수적이라 이 부분의 관리에 유의공극폐색 관리 필요
침투측구	• 협잡물에 의한 표면층 공극폐색 관리 필요
침투통	표면의 협잡물 제거가 중요 기능을 상실하면 재시공 필요
침투 저류조	 유출구로 시설이 기울어지면 강우 유출수가 한곳으로 모여 전체적인 침투 성능이 저하되며, 모인 곳의 공극이 막히고 물고임 문제가 발생할 수 있어 이에 대한 관리 필요 바닥 및 측면 토양의 침투 속도가 저하되지 않도록 토사 사전 제거 필요
투수성 포장	 공극 폐색을 관리 연간 평균 토사유출량에 따라 3~4회 청소가 필요 동절기 파손 주의. 포장면의 침하 또는 내부 균열 시 재설치 필요
모래여과 장치	 강우량이 많을 시 원활한 배수를 위해 우회수로 반드시 설치 전처리 시설이나 유입부의 협잡물과 침전물 제거가 필요 여과 기능 감소 시 모래층 상부 퇴적물을 제거하거나 상부 여과재를 교환. 배수 시간이 현저하게 길어지면 여재부 전체를 교체

자료:환경부 외(2013) pp.84-99, LH공사토지주택연구원(2016) p.95, 환경부 외(2020) pp.17-18 환경부(2020) pp.95-105,144-146

[표 2-12] 빗물이용시설 유지관리 방안

기술요소	유지·관리 방안	
	• 지속적인 이용을 위해 해충의 번식을 방지할 수 있는 형태로 설계	
빗물통	• 막힘에 대한 점검	
	• 연 1회 이상 침전물 제거와 구조적 안전성 점검	

자료:환경부 외(2013) pp.84-99

4절. 연구의 차별성

본 연구는 LID가 적용된 공간이 도시 내에서 우수한 물 순환 기능과 함께 오픈스페이스로서 경관과 공간 이용 측면에서도 지속가능한 공간이 되기 위한 조성 및 관리 방안을 제시하는 것을 목표로 한다. LID 적용 공간이 도시 내에서 유지되기 위해서는 국내에 적합한 설계 및 관리방법, 이를 지속하기 위한 제도적 지원 방안, 시설에 대한 사회적 수용이 필요하다. 이에, 대부분의 LID 유지·관리 연구가 기술요소의 기술적 측면에 집중하여 빗물 관리 기능 향상을 위해 탐구한 것과 다르게, 본 연구는 LID가 빗물 관리 시설이지만 도시 내시민들과 가까이 조성되는 공간인 것을 고려하여 설계적, 제도적, 사회적 측면의 복합적 기능을 분석하고자 한다. 이에, 본 연구는 LID가 독립적인 기술이 아닌 도시 공간적 영향력이 있는 기술임을 고려하여, LID를 공간적 관점으로 계획, 설계 시공 관리의 도시설계 프로세스를 고려하여 연구하는데 차별성이 있다. 또한, 연구는 LID 적용 공간이 한국에서 지속가능한 것을 목표로 하기에 한국의 도시환경 특성과 시민의식을 고려하여 탐구하고자 하며, 구체적인 방안 제시를 위해 기술요소별로 세세한 분석을 하고자 한다.

제3장의 3.1절은 유지·관리 측면에서 국내 LID 선행연구를 분석하고 개선이 필요한 사항을 분석한다. 현재 국내에는 LID를 유지·관리를 고려하여 탐구한 연구자료가 많지 않기에, 본 연구가 분석한 자료는 추후 LID 유지·관리연구를 위한 기초자료로 활용할 수 있다. 3.2절은 국내 LID 설치 현황을 관찰조사하여 분석에 활용한다. 기존 기술요소별 유지·관리 방법은 기술적 측면을 중점적으로 분석했다면, 본 연구는 실제 사례를 기반으로 한국의 도시 공간 특성을 함께 고려하여 분석하는데 차별성이 있다.

제4장은 제3장의 분석 내용을 기반으로 국내 LID 유지·관리 현황 및 시민들의 의견과 비교 분석하여 국내에 적합한 LID 조성 및 관리 방안을 제시한다. 이는 한국만의 특징을 고려하여 분석한 방안을 제시하는데 의의가 있다.

제3장 LID 유지·관리 연구 필요 항목 분석3)

1절. LID 유지·관리 이론 연구

1. 국내 LID 연구

연구의 첫 단계로써, 현재 국내에서 제시하고 있는 LID 유지·관리 방안을 고찰하고 보완할 점에 대해 분석하여, LID 유지·관리 연구가 필요한 항목을 도출하고자 한다. 한편, 현재 국내에는 LID를 유지·관리 중심으로 기능과 공간적 특징을 함께 분석한 연구자료는 미비하기에, 3.1절은 현재 LID 선행연구에서 유지·관리와 관련한 항목을 도출하고 재정리하여 본 연구를 위한 기초자료를 마련하고 이를 기반으로 분석한다. 이에, 본 연구는 국가 연구기관에서 발행한 LID 가이드라인 및 연구 보고서를 대상으로 분석한다.

분석한 자료는 『저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인』(환경부 외, 2013), 『비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선정 의사결정지원시스템 개발』(LH공사 토지주택연구원, 2016), 『저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인』(환경부외, 2016), 『LID(Low Impact Development) 조경·경관가이드라인』(환경부외, 2018), 『비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼』(환경부, 2020), 『저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인』(환경부 외, 2020), 『비점오염저감 국고보조사업 추진지침』(환경부 수생태보전과, 2021)이다.

³⁾ 제3장에서 LID 유지·관리 방안 제시를 위해 분석한 연구 자료는 다음과 같다.

환경부, 한국환경공단, 『저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인』(세종: 환경부, 2013)

LH공사 토지주택연구원, 『비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선정 의사결정지원시스템 개발 』(세종: 환경부 :, 서울: 한국환경산업기술원, 2016)

환경부, 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사, 한국환경공단, 『저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인』(세종: 환경부: 행정중심복합도시건설청, 2016)

환경부, 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사, 한국환경공단, 『LID(Low Impact Development) 조경·경관가이드라인』(세종: 환경부, 2018)

환경부, 『비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼』(세종: 환경부, 2020)

환경부, 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사, 한국환경공단, 『저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인』(세종: 환경부, 2020)

환경부 수생태보전과, 『비점오염저감 국고보조사업 추진지침』(세종: 환경부, 2021)

[표 3-1]은 국내 연구자료별 유지·관리와 연관한 항목을 정리한 내용이다.

[표 3-1] 국내 저영향개발 기법 연구자료 유지·관리 내용

국내 LID 연구자료	유지·관리와 연관한 내용
저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인 (환경부 외, 2013)	LID 적용 전 기초 조사: 강우량 등 기상자료 및 유역 현황, 과거 침수피해현황, 토질 및 지반조사 (빗물 관리의 정량적 목표는 사업계획 수립 초기 단계 검토) 유지·관리 고려사항: 퇴적, 막힘, 식생고사, 침하, 침수 기술요소별 유지·관리 측면의 장단점, 관리 항목 분석 유지·관리에 소요되는 비용에 대한 사전 검토 필요 인지
비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선정 의사결정지원시스템 개발 (LH공사 토지주택연구원, 2016)	 비점저감시설 제품등록 항목 : 제품 개요 및 효율, 설계 및 시공 고려사항, 유지·관리 비용 및 항목 LID 기술요소 선정 의사결정지원시스템 : 토지이용 및 제약조건 고려, AHP로직을 이용한 시설물별 우선순위 결정,설치 가능 면적 및 비용 정보 제공 (유지·관리 인자 : 관리 빈도, 퇴적제거, 관리 인력) 경제성, 시공성, 유지관리 항목은 개별 기업의 제품등록 정보로 판단하기 어려워 비점오염저감시설의 설치 및 관리운영 매뉴얼(환경부, 2014)에서 제시하는 수치를 표준점수로 환산하여 적용 부록) '비점오염저감시설 설계 및 시공지침'중 유지·관리에 영향이 있는 항목 : 전처리시설 설치, 우회시설 설치, 조경 계획 수립, 부유물질처리방안, 침식방지방안
저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인 (환경부 외, 2016)	 LID 기술요소, 설치 위치, 식재 선정 시 고려사항 도시조성사업 추진단계별 LID 유지·관리와 연관된 항목: 개발기본계획(LID 적용 위치, 주변 토지이용계획 고려). 환경영향평가서(LID 유지관리 여부 확인을 위한 사후환경영향조사의 항목, 시기) 적용방법에 따라 시설 완공 후 기능 및 효과 차이가 크게나타날 수 있어 기본계획 수립 시 시설별 적용 위치선정에 노력을 기울여야 함

[표 3-1] 국내 저영향개발 기법 연구자료 유지·관리 내용 (계속)

국내 LID 연구자료	유지·관리와 연관한 내용
LID(Low Impact Development) 조경·경관가이드라인 (환경부 외, 2018)	 LID 기술요소별, 토지이용유형별 조경경관 지침 식물, 멀칭 등 조경경관에 중요한 설계요소 기준 제시 유지・관리 사항: 일반관리(쓰레기, 침전물 제거, 낙엽 제거) / 전처리 시설관리(유입구 청소, 전처리 시설설치와 교체) / 침식 보수(토양보충 및 기타재료 대체, 필요 시 파종) / 제초(잡초제거) / 예초(잔디예초) / 고사목, 훼손된 식물 제거 및 교체, 전지・전정 / 멀칭(가로수 적용, 나무줄기/관목 하부에 멀치) 제도적인 유지・관리 의무화와 횟수 기술요소별 유지・관리 체크리스트
비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼 (환경부, 2020)	시설 선정 시 고려사항: 지역 환경 고려뿐만 아니라 효과적인 공간배치계획과 기반시설 설계 등도 충분히 고려 필요, 유지관리, 경제성, 심미성에 유리한 토지이용 특성의비구조적 관리 방안 고려 필요 기술요소별 유지·관리 용이성 기술요소별 설치기준 및 유지·관리 항목 제시
저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인 (환경부 외, 2020)	시공 시 유의사항: LID 시설로의 토사 유입 저감방안, 도로경사면 빗물 유입구 처리방안 LID 기술요소별 장단점 중 유지·관리 측면 분석 LID 기술요소별 유지관리 체크리스트
비점오염저감 국고보조사업 추진지침 (환경부 수생태보전과, 2021)	 저감시설 관리운영 기준으로 『비점오염저감시설의 설치 및 관리・운영 매뉴얼』 2020.10 참조 : 관리계획 수립, 막힘 현상 대비 침전물 제거, 식생 관리 유지・관리 계획서 및 결과보고서(저영향개발기법) : 사업비, 시설개요, 운영 및 유지관리 방안, 재해 발생 및 민원발생, 유지・관리 사진대장 기본 및 실시설계 보고서 '모니터링 및 유지・관리계획'

2. LID 조성단계

효과적인 LID 유지·관리를 위해서는 적용하고자 하는 지역의 환경적, 사회적 특성을 고려하여 적합한 기술요소를 선정해야 하며, 사전에 구체적인 관리계획의 수립이 필요하다. 따라서, LID 유지·관리 연구는 LID의 기술적 기능관리 연구만이 아닌 지역의 환경적 조건, 도시 공간 구성 특징, 사회적 요구, 제도적 특성을 고려한 연구가 이루어져야 한다. LID의 유지·관리 용이성은초기 설계 단계부터 시공 이후 관리계획 단계에 이르기까지 LID 설치 전 과정에서 어느 정도로 향후 유지·관리를 고민했는지에 따라 달라지기에, 모든 단계에서의 설계 방향성 수립과 요소 선정은 매우 중요하다. 이에 본 연구는LID 선행연구에서 도출한 유지·관리와 연관한 항목을 LID 조성단계별로 재분류하여 분석한다. 이를 위해, 3.1.2는 LID 적용 공간의 조성단계를 제시하고, 3.1.3은 각각의 단계에서 유지·관리에 영향이 있는 항목을 분석하며, 3.1.4는효과적인 유지·관리를 위해서 조성단계별 개선이 필요한 사항을 탐구한다.



[그림 3-1] 저영향개발 기법 조성단계

본 연구에서 국내 LID 연구자료를 종합 분석한 후 제시하는 도시 내 LID 적용을 위한 조성단계는 [그림 3-1]과 같다. 연구는 LID의 빗물 관리 기능만이아닌 도시 오픈스페이스로서의 사회적, 심미적 기능성을 함께 고려하기 위해, LID 기술의 조성단계가 아닌 LID 적용 공간 설계의 조성단계로 분석한다.

첫째, 도시개발사업을 위한 지역 현황 검토 및 지속가능한 빗물 관리 기능의 유지가 가능하도록 환경적 조건 분석을 위한 기초 조사를 수행한다.

둘째, 부지별 특징을 고려하였을 때 적합한 기술요소 및 설계 방향과 부지별 LID 유지·관리 용이성을 분석한다. 본 연구는 LID의 빗물 관리 기능만이아닌 도시 내 오픈스페이스로서의 복합적 기능이 지속가능하려면 빗물 저감과수질 개선의 정량적 목표 설정 이전에 도시 설계적 접근이 필요하다고 판단하여, 부지별 유지·관리에의 영향성을 선행 단계로 선정하였다.

셋째, 대상지 기초 조사와 선정한 부지의 특성을 고려하여, 환경적 기능 수행을 위한 강우 유출수 저감 및 수질 개선의 정량적 목표를 설정한다.

넷째, LID를 적용할 부지의 특성과 환경적 기능 수행을 위한 정량적인 달성 목표를 고려하여 LID 기술요소를 선정하는 단계이다. 대상지의 지형, 사람들의 이용도, 우수 흐름 등을 고려하여 LID 기술요소 및 부지 내 설치 위치를 선정 하여 지속적인 기능 및 경관 유지가 가능하도록 한다.

다섯째, 기술요소별 세부설계요소 선정 단계로, 환경적 조건, 적용할 부지특성, 식생 적응성, 멀칭과 같은 재료의 유지·관리에의 영향력 등을 고려해야한다. 또한, 기술요소의 형태에 따른 유지·관리 용이성도 고려가 필요하다.

여섯째, 시공 단계로, 현장에 LID를 직접 조성하는 단계이다. 공사 과정에서 발생하는 시설의 기능 저하 가능성을 유의해야 하며, 현장에서 빗물 관리 기 능 유지·관리에 문제가 될 사항에 대한 파악과 개선 방향 제시가 필요하다.

일곱째, 마지막 단계는 관리로, LID의 기능 및 경관이 유지되려면 대상지 특성, 환경적 조건, 기술요소별 특징, 이용자, 예산 등을 고려해 관리방법을 수립하고 이에 대한 지속적인 수행이 필요하다.

3. 조성단계별 분석

(1) 기초 분석 및 계획 단계

■ 기초 조사 단계 유지·관리 측면 분석

LID 유지·관리는 계획 및 설계 단계부터 고려하며 진행해야 이후 관리 필요성을 최소화할 수 있다. [표 3-2]는 기초 조사 단계 시 고려할 항목들이 LID 유지·관리와 어떻게 연관되어 있는지 분석한 내용이다.

[표 3-2] 기초 조사 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목

기초 조사	유지·관리에 영향이 있는 항목
	• 지구지정 및 토지이용계획 수립의 개발기본계획에서는 주변 토지
	이용계획을 고려한 LID 적용을 검토하며, 개발 전 토지이용상황과
	개발 후 변화를 분석하여 부지 내 LID 적용이 용이한 지역 확인
	• 하수처리장과 같이 독립적으로 설치되는 형태가 아닌, 불투수면,
토지이용	강우 유출면과 인접하여 배치해야 해서 초기에 고민 필요
계획 조사	• 고층건물이나 도로 주변은 지반 침하가 안전에 영향을 줄 수 있
	어 침투기술 사용에 신중한 고려 필요
	• 기술요소 선정을 위한 토지이용 및 각종 제약조건 사전 조사. 일
	부 기술요소는 용도지역이나 지목 등에 따라서 설치가 제한될 수
	있기에 관련 법령 및 지침 검토 필요
	• LID 기술요소 용량 및 종류 선정을 위한 유역종합치수계획, 하수
	처리구역 등 빗물 관리 관련 상위계획 조사
대상지	• 정량적 목표 설정 및 저감효과 분석에 활용할 수 있도록 대상지
물 환경	의 강우량, 증발량 등 기상자료, 유역현황, 수리수문자료 등 조사
특성 조사	• 과거 홍수나 태풍으로 인한 침수 피해 현황을 파악하여, 대상지의
	피해 발생 가능성과 역류에 의한 침수위험이 있는지 조사
	• 배수구역의 불투수면적비 조사
대상지	• 유역의 경사 등 지형, 지질현황, 투수계수, 지하수위, 토질특성,
토양 환경	토양 오염도를 조사하여 최적 설치 위치의 선정과 기술요소 선정
특성 조사	및 계획 시 기초자료로 활용
지역사회	• 지역사회의 시장조사 및 선호도 조사
적용성 조사	• 민원이 발생할 수 있는 불쾌감, 경관적 쾌적성 등 고려 필요

자료: 환경부 외(2013), pp.17~24, 58, 환경부 외(2016) pp.21~26, LH공사토지주택연구원(2016) p.62~70, 환경부(2020) pp.28-37, 환경부 수생태보전과(2022) pp.174-178 LID 적용 이전 사업대상지 기초 조사에서 향후 LID의 유지·관리에 영향을 미치는 항목으로는 토지이용계획, 대상지 물 환경 특성, 대상지 토양 환경 특성, 환경적 제약조건, 지역사회 적용성이 있다.

첫째, 토지이용계획은 유지·관리 측면에서 빗물 관리 기능 유지 용이성과 시민들의 이용성에 영향이 있다. 먼저, LID 적용 공간이 지속적인 빗물 관리 기능을 유지하고 관리 필요성이 적게 하려며 초기 단계에서 불투수면과 강우유출면을 조사하여 계획해야 한다. 다음으로, LID를 적용할 부지의 주변 토지이용계획은 빗물 관리 용이성에 영향을 줄 수 있는 환경적 조건 고려사항으로도 중요하지만, 주변 부지 계획에 따라 대상지에는 어떤 활동을 할 수 있는 공간이 필요하고 그 공간의 관리는 어떻게 수행해야 시민들이 만족할지에 대한 고려도 중요하기에 조사가 필요하다. 지반 침하는 시민들의 안전에 큰 영향을 미치며 유지·관리에 있어 악영향을 주기 때문에 사전 조사가 필요하다.

둘째, 지역의 물 환경 특성은 LID의 빗물 관리 기능에 영향이 있어 추후 LID 적용 공간의 관리 용이성과 쾌적성에 영향을 미치기 때문에, 이를 충분히 고려한 후 설계가 이루어져야 한다. 또한, LID는 초기 우수에 대응하는 시설로써 침수 피해가 자주 발생하는 지역은 이에 대비한 큰 용량의 빗물처리 시스템과 연계하여 적용하여야 빗물 관리가 용이하므로, 과거 침수 현황에 대한조사가 필요하다.

셋째, 토양 환경 특성은 식생형 시설의 유지·관리에 있어 특히 중요한데, 토양의 투수 계수는 시설의 물 고임 문제 또는 식생 관리를 위한 관수 빈도에 영향이 있어 이와 관련한 조사가 필요하다.

넷째, 지역사회 적용성은 LID의 관리뿐만 아니라 공간의 유지 그 자체에도 영향이 있다. 이에, LID가 원활히 수용될 수 있도록 사업대상지를 이용하게 될 시민들에게 사전 조사가 필요하다. 심미성, 안전성, 편의성 등 시민들이 LID 적용 공간에 바라는 방향에 대한 조사를 진행하면, 공간 계획뿐만 아니라 적절한 관리 방향에 대해 사전에 파악할 수 있어 관리 효율성을 높일 수 있다.

▮ 부지 선정 단계 유지 • 관리 측면 분석

LID는 건물 주변, 공원, 도로변, 주차장 등 도시 내 다양한 오픈스페이스에 적용될 수 있다. 공간별 유지·관리는 부지에 따라 주로 설치되는 기술요소 종류와 관리 주체가 달라 요구되는 관리 방안 및 용이성이 다르다. 이에, 부지선정 단계부터 유지·관리 측면을 사전에 고려해야 한다. [표 3-3]은 부지별설치 가능한 LID 기술요소와 필요한 유지·관리에 대한 항목이다.

[표 3-3] 부지 선정 단계 중 유지 · 관리에 영향이 있는 항목

부지	도입 가능 LID 기술요소 및 유지·관리에 영향이 있는 항목
단독주택	• 다른 토지이용계획보다 좁은 공간 규모를 가지고 있으므로, 빗물정원
	이나 식생수로를 이용해 빗물 관리뿐만 아니라 조경 공간으로 기능
	하도록 조성 가능하며, 이에 식생형 시설 관리 필요
공동주택	• 다양한 LID 기법 적용이 용이
상업 및	• LID 적용 가능 공간이 극히 제한되며 옥상녹화, 식물재배화단, 나무
장업 및 공업지역	여과상자 등 도입 가능
0 11/17	• 건물 주변 가로경관과 주차장에 도입하는 것이 효과적
공공청사	• 다양한 LID 기법 적용과 지속적인 유지·관리가 용이해 선도적 LID
0000	적용 사례로 활용도가 높음
교육시설	• 운동장에서 토사가 발생할 수 있어 이에 대한 관리 방안 고려 필요
	• 식생형 시설을 도로와 인접하여 설치하는 경우 도로보다 낮게 설치
	하여 강우 유출수가 유입될 수 있도록 함
보도 및	• 쓰레기 유입에 대한 대책이 필요하며, 제설제 등 불투수면에서 발생
차도	하는 오염물질을 여과하기 위한 시설 도입 필요
	• 기존 보도 구간에 투수성 포장, 기존 가로수 및 식재 공간에 나무여
	과상자, 식물재배화분 도입 가능
	• 주차장의 바닥 포장과 차량을 시원하게 유지할 수 있도록 도움을 주
주차장	는 식생형 시설인 식물재배화단, 식생수로, 빗물정원 도입 가능
	• 오염물질에 강하며 겨울을 견딜 수 있는 식생 선정 필요
	• 공원 내 대부분의 장소는 이미 빗물 관리와 생태적, 경관적 기능을
공원	하고 있으나, 기반시설인 주차장, 도로, 건물, 운동장에 대해 LID 적
	용 필요

자료: 환경부 외(2018), pp.64-87

첫째, 단독주택은 빗물 관리 기능과 공간의 심미성 향상 두 가지 장점을 확보하기 위해 식생형 시설이 쓰이는 경우가 있다. 단독주택은 개인이 관리를 수행해야 해서 전문적인 유지·관리가 어려우므로, 물 고임으로 해충 및 악취가 발생하지 않도록 사전에 유지·관리를 고려하여 설계해야 한다.

둘째, 공동주택은 최근 대규모 지하 주차장 설치로 단지의 지상 부분은 사람들이 활용할 수 있는 공간이 되어 다양한 LID 기술요소를 적용할 수 있다. 공동주택은 관리자가 따로 있으나 LID 전문 관리자는 아니므로, 이를 고려하여 관리가 어렵지 않은 기술요소를 선정할 필요가 있다.

셋째, 상업, 공업, 업무시설 등의 민간 소유지는 건물이 차지하는 면적이 커서 LID 적용 가능 공간이 적은 경우가 많다. 또한, 개인이 유지·관리를 담당해야 하기에 특수한 관리 필요성이 적은 기술요소를 선정할 필요가 있다.

넷째, 공공청사는 다양한 LID 기술요소를 적용해볼 수 있고 유지·관리가용이하기 때문에 LID 도입이 효과적이다.

다섯째, 교육시설은 공공청사와 같이 다양한 LID 기술요소를 적용할 수 있으나, 운동장과 같은 대상지의 특수성과 아이들의 안전을 고려하여 기술요소를 선정해야 한다.

여섯째, 보도 및 차도에 설치하는 LID 기법은 불투수면과 인접해 설치하기 때문에 강우 유출수 유입량이 많을 수 있어, 이에 대비한 식생 관리 방안이나 많은 양의 빗물 관리를 위한 주변 하수관거와의 연계가 필요하다.

일곱째, 공원은 다른 부지보다 규모가 크거나 형태가 다양한 LID 기술요소를 적용할 수 있다. 한편, LID 기술요소는 일반적인 조경 및 인프라 공간과는 경관적으로 차이가 있기에, LID 적용 공간의 지속적인 유지를 위해서는 시민들이 시설에 대해 긍정적인 의식을 가질 수 있도록 조성하는 것이 중요하다.

■ 정량적 빗물 관리 목표 설정 단계 유지・관리 측면 분석

LID는 기본적으로 비점오염저감 설치기준인 누적 유출고 5mm 이상의 빗물처리 규모를 확보해야 하나,(환경부 외, 2016) 정량적 빗물 관리 목표량은 부지나 기술요소별 특징에 따라 설정 가능 정도가 다르다. 또한, 빗물 관리 목표량 검토는 발생 가능 문제에 대한 관리 필요 정도를 사전 인지할 수 있기에 중요하다.

[표 3-4] 빗물 관리 목표 설정 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목

빗물관리목표	유지·관리에 영향이 있는 항목
	• 강우 유출량 저감, 수질 개선 등 정량적 목표는 설치 목적과 현
	장 여건에 따라 산정
	• 주거시설, 상업시설 등 민간 소유지는 토지 소유주가 직접 시설
	을 설치하고 관리하여 적절한 목표량 이행을 위한 체계적인 빗
토지이용	물 관리가 어려움
계획별	• 단독주택의 지속적인 빗물 관리 목표량 달성을 위해서는 분양
빗물 관리	시 빗물 관리 목표량과 이행 방안에 대한 설명 충분히 필요
목표	│ ┃● 공공 소유지는 민간 소유지에 비해 빗물 관리 목표량 달성 용이
	│ ● 공원 및 녹지는 빗물 침투, 저류가 다른 토지이용계획보다 용이
	해 높은 목표량 설정 필요
	│ · 도로 등 토지이용계획 특성상 빗물 침투, 저류가 곤란한 위치는
	최소하의 목표량 설정
	• 식생형시설(식생체류지, 식물재배화분, 나무여과상자) : WQv(m3
기술요소별	; 수질처리용량)
수질처리용량	• 식생형 시설(식생여과대, 식생수로) : WQF(m3/h ; 수질처리유량)
기준	• 칩투시설(투수성 포장, 침투저류지, 침투도랑) : WQv(m3 ; 수질
	처리용량)
	• LID의 규모 및 용량은 유역 면적, 체류시간, 여과속도뿐만 아니
빗물 관리	라, 지속적인 관리를 고려한 제거효율, 막힘 주기 등 고려 필요
모의실험	• LID 모의실험은 빗물 관리 목표량을 만족하도록 사전에 검토하
	고 계획을 수정할 수 있게 함
화경영향평가	• LID 기법 적용시 빗물 관리 정량적 목표에 대한 사전 검토 방안
1000001	• 모델 검토를 통한 강우 유출수 저감 목표 달성 제시 필요

자료: 환경부 외(2013) pp.25-30, 환경부 외(2016), pp.21-26,41,45, 환경부(2020) pp.13-14

첫째, LID 적용 공간은 각각의 토지이용계획의 특성에 따라 빗물 관리 목표량 달성이 용이한 정도가 다르다. 따라서 도시 전체적인 빗물 관리 목표량을 우선 설정한 후, 부지별 수용 가능한 관리량을 고려하여 전체 목표량을 분배하여야 한다. 이를 위해 상대적으로 빗물 관리 목표량 달성이 용이한 공원과 공공청사 부지에서 높은 목표량 설정이 필요하며, 공간적 특성상 차도는 최소한의 목표량을 적용하더라도 보도나 주차장에서 투수면 비율을 높일 방안을 고민해볼 수 있다. 또한, 민간의 빗물 관리 목표량을 설정할 수 있게 하려면 친환경인증제도 등 참여를 유도하는 제도적 부분과 연계할 수 있다. 한편, 지속적인 목표 이행을 위해서는 유지·관리 용이성이 적합할지에 대해 함께 고려하여야 설치 이후 적절하게 기능할 수 있다.

둘째, LID 기술요소는 형태와 설치되는 위치에 따라 수질처리용량 기준이다르다. 한편, LID는 초기 우수 처리를 위한 시설로 많은 양의 강우 발생 시처리에 어려움이 있으므로, 기술요소별 처리 가능 용량 이상의 강우 유출수발생에 대한 대응책이 있어야 LID 관리가 용이하다.

셋째, 정량적 목표 달성 여부는 유지·관리 용이성에 직간접적인 영향을 미치므로 사전에 환경적 조건을 반영하여 LID 설계 방안을 적절하게 계획할 필요가 있다. 이를 위해 빗물 관리 모의실험을 수행할 수 있으며, 환경영향평가를 통해 검토하는 방안도 있다.

(2) 설계 및 시공 단계

▮ 기술요소 선정 단계 유지 • 관리 측면 분석

LID 기술요소는 빗물 관리의 기능성뿐만 아니라, 사업대상지의 환경적 조건, 지역사회 수인 가능성 등 사회적 조건, 경제적 조건, 안전성, 경관, 유지·관리용이성까지 다양한 조건을 고려하여 선정한다. 기술요소 선정 시 고려하는 항목은 [표 3-5]와 같다.

[표 3-5] 기술요소 선정 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목

기술요소 선정	유지·관리에 영향이 있는 항목
빗물 관리 기능	• 강우유출수 관리, 수질관리
환경적 조건	• 지역강우 특성, 지역유역 특성, 지역토양 특성, 토지이용 특성
사회적 조건	• 지역사회의 수인 가능성, 민원 예방, 쾌적성
경관성	• 주변 환경과 조화를 이루는 심미성, 식재 수종
안전성	• 대상 부지 및 주변과의 연계성 검토로 인근 지역의 안전성 저해 예방
경제성	• 시공 비용, 기술요소의 기능과 효율성 대비 경제성, 유지· 관리 비용
유지・관리 용이성	• 관리 빈도, 퇴적물 제거, 관리 인력

자료: 환경부 외(2016), pp.32-38, LH공사토지주택연구원(2016) pp.67,70

첫째, LID가 기능적으로 용이하게 역할을 하지 못하는 경우 물 고임, 시설물 외부로 토사 넘침 등 유지·관리에 어려움을 초래하므로, 기술요소 선정 시 빗물 관리 기능과 설치 지역의 환경적 조건을 주요하게 고려해야 한다.

둘째, 적용하려는 공간의 특징을 충분히 고려하지 않고 설치하면 기능적으로 제 역할을 하지 못할 뿐만 아니라 경관적으로 기존 도시 이미지와 어울리지 않을 수 있다. 또한, 심미성과 안전성 문제는 부정적인 의식과 불편함을 초래할 수 있어, 기술요소 선정 시 설치 위치 특징에 대한 충분한 고려가 필요하다.

셋째, 기술요소별 설계 및 시공 비용뿐만 아니라, 유지·관리 비용은 시설의 지속적인 유지에 영향을 준다. 이러한 비용은 관리 빈도, 퇴적물 제거 용이성, 관리 인력의 필요성에 영향을 받기에 되도록 유지·관리가 용이한 기술요소를 선정할 필요가 있다. 또한, 설계 및 시공이 용이하더라도 관리에 어려움이 있으면 LID 적용 공간이 원활하게 유지되기 어렵기에 사전에 중요하게 고려하여야 한다.

▮ 세부 설계 단계 유지 • 관리 측면 분석

[표 3-6] 세부 설계 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목

세부 설계	유지·관리에 영향이 있는 항목
	• 최대한 강우 유출이 발생하는 지점에 가깝게 설치하는 것이 중요
	하여 불투수면에 인접한 토지에 LID 적용 가능 여부 검토
	• 한 개의 시설로 빗물 관리 기능이 충분하지 않은 경우, 여러 시설
설치 위치	을 연결하여 충족하도록 설치 위치선정
	• 설계 유량 이상의 강우 유입에 대비하여 우회시설 설치
	• LID 적용 공간의 점검과 문제 발생 시 재시공을 위해, 향후 유지·
	관리 작업 환경이 용이하도록 동선, 장비 진입, 적치 공간 확보
	• 빗물을 모아두는 형태의 기술요소들은 인근 이용자의 민원이나 안
형태	전성에 대해 검토하여 세부적인 계획 및 설계
3 41	• 막힘, 식생 관리, 구조물에 대해 수시 및 정기점검 및 관리를 위해
	유지·관리가 용이한 형태로 계획해야 함
	• 대상지의 기후 및 환경 조건 고려 필요. 비가 올 때 일시적 침수를
	견디면서도 평소에는 한국 기후특성에 적응할 수 있는 식생 선정.
	한국의 기후는 강수량의 계절적 편차가 커 홍수와 가뭄 발생 가능
식생 선정	성이 있음. 식물의 환경 적응성 및 자생종 선정 고려 필요
4.0.5.0	• LID는 식물이 자라는데 불리한 조건을 가지므로, 반복적인 침수,
	건조함, 오염물질 등 열악한 환경에서 잘 자랄 수 있는 식생 선정
	• 유속, 유량, 유수의 흐름을 고려하여 식재 설치 위치선정
	• 유지·관리 용이성, 비용, 지역사회 수용성을 고려한 식생 선정
	• 지속적인 유지를 위해 교체 재료 확보가 유리한 기술요소 선정
	• 토양피복재료로 우드칩, 우드바크 등 목재 부산물은 다른 재료보다
	분해 시간이 오래 걸려 피복 효과가 큼. 토양수분유지, 잡초억제
	• 멀칭은 사용 용도에 따라 미적인 효과를 위해서는 자갈 등 비유기
재료 선정	질 재료, 토양 개량 목적으로는 우드칩 등 유기질 재료 선정 고려
세 <u>묘</u> 신경	• 너무 작은 입자를 가지거나 가벼운 종류의 멀칭 재료는 비가 올
	때 부유하거나 유출구를 막을 수 있기에 사용 지양
	• 바람이나 비에 의한 토양 침식 예방을 위해서는 자갈 등 비유기질
	멀칭 재료가 효과적
	• 설치비 및 유지·관리 비용을 고려한 여재 종류 선정

자료: 환경부 외(2013) pp.55-61, 환경부 외(2016) pp.33-38, 69, 환경부 외(2018) pp.24, 29-33 환경부(2020) pp.33-34 LID는 일반적인 조경 설계와 같이 세부 설계에 따라 동일한 기술요소라도 유지·관리 용이성이 다르다. [표 3-6]은 세부 설계요소 중 유지·관리에 영향이 있는 항목들이다. 한편, 이를 통해 LID는 일반적인 조경 설계보다 빗물 관리 기능과 연관한 관리 방안을 더 중요하게 고려하고 있음을 확인할 수 있다.

LID는 완공 후 유지·관리를 고려하여 관리가 용이한 최적의 입지를 선택해야 하며,(환경부 외, 2016) 기술요소별 유지·관리에 적절한 형태로 설계해야한다. 또한, 식생과 재료 선정은 향후 시설의 경관성과 지속가능한 유지·관리를 위해 중요한 요소이다.

첫째, LID는 기능적으로 우수하게 유지되어야 설치 목적을 달성할 수 있으므로, 빗물 관리 기능을 충분히 발휘하기 위해 적절한 설치 위치에 적용하는 것이 중요하다. 빗물 관리가 필요한 불투수면에 인접하여 적용해야 하며, 빗물 관리 목표량을 고려하여 필요한 경우 여러 시설을 연결하여 적용할 수도 있다. 한편, LID는 초기 우수 저감 빗물 관리 시설로, 초기 계획한 설계 유량 이상의 강우 유출수에 대비하여 우회시설 적용이 가능한 설치 위치를 선정해야한다. 또한, 관리 시 작업이 편리한 위치에 설치하여야 한다.

둘째, 빗물을 저류하여 일정 기간 모아두는 기술요소들은 그 형태가 민원이나 안전성에 영향을 주지 않기 위해 설계 방안을 충분히 고려해야 LID가 적용된 공간의 지속적인 유지가 가능하다. 또한, 유지·관리를 고려하여 점검 및관리 시 작업이 용이한 형태로 설계해야 한다.

셋째, 식생 선정에 있어 식생이 지속적으로 유지되려면 한국 기후특성의 고려가 중요하다. 한국은 여름철 우기 외에 다른 계절은 강우량이 많지 않은 특성이 있어, 식생형 시설은 평소 한국의 기후에 적합한 식물을 선정해야 1년중 대부분에 관리가 용이하다. 또한, 기술요소의 유지 가능 기간 내에 강우 특성에 변화 가능성이 있다면, 이를 고려한 적절한 식생 선정이 필요하다.

넷째, LID 설계에 사용되는 모든 재료는 교체나 추가 필요성 등 유지·관리를 고려하여 선정하여야 재료 확보가 용이하며, 경제성이 좋은 재료를 선정해

야 한다. 식생형 시설은 토양의 수분 유지와 잡초 발생 억제를 위해 멀칭 적용을 권장하고 있는데,(환경부 외, 2018) 멀칭 선정 시 투수 기능에 부정적 영향이 있는 재료 또는 경관적으로 관리가 어려운 재료는 지양하여야 한다.

■ 시공 단계 유지·관리 측면 분석

LID는 시공 과정에서 시설의 기능에 문제가 발생하지 않도록 진행해야 하며, 조성 이후 원활한 빗물 관리 기능과 시설의 유지·관리를 위해 시공 단계에서 발견한 현장 상황에 따라 필요 시 설계를 변경하여야 한다. 시공 단계에서 고려할 항목은 [표 3-7]과 같다.

첫째, LID의 주요 유지·관리 항목은 막힘 현상을 해결하는 것인데, 이에 시공 시 막힘이 발생하지 않도록 주의하여 조성하여야 한다.

둘째, 시공 시 완공 후 빗물 관리 기능성에 영향을 미치는 설계요소의 관리어려움이 있을 것으로 판단되는 장소는 추후 유지·관리가 용이성을 고려하여설계를 변경하여야 한다. 그 예로 빗물 유입부 거름망의 위치는 시설의 막힘우려를 고려하여 선정하여야 한다.

한편, 공정은 대부분 마지막 단계에서 시공이 진행되나, 시공자는 현장 상황 파악, 설치 및 유지·관리의 용이성, 예산 산정 등에 도움을 줄 수 있기에 설계 초기부터 참여가 필요하다.

[표 3-7] 시공 단계 중 유지·관리에 영향이 있는 항목

시공	유지·관리에 영향이 있는 항목
	• 시공 시 LID, 특히 투수성 포장으로 토사가 유입되는 것에 대한
E 2] 0 0]	사전 방지 필요
토사 유입	• 토사유입 방지시설, 녹지대 낮춤, 포장면 경계를 따라 줄파기 및
	전처리 역할을 위해 자갈 포설 방안
HI OOH	• 빗물 유입부 거름망은 유지·관리가 용이한 곳에 설치 필요
빗물 유입부 거름망	• 공원과 녹지 주변 낙엽이나 나뭇가지로 막힘이 발생할 수 있는
71日 8	위치는 설치 부적합

자료: 환경부 외(2020) pp.13-15

(3) 유지·관리 단계

■ 유지・관리 항목 분석

LID 유지·관리 항목은 쓰레기나 낙엽 제거 등 일반적인 도시 외부공간 관리부터 LID의 빗물 관리 기능에 있어 필수적인 막힘에 대한 관리가 필요하며, 기술요소 특성에 따라 식생, 멀칭, 침식 보수 관리를 해야 한다. LID의 유지관리 항목은 [표 3-8]과 같다.

첫째, 빗물이 이동하거나 침투하는 위치의 쓰레기 및 낙엽 제거가 필요하다. 특히, 쓰레기는 이용도가 높은 곳에 조성된 시설일수록 수시 관리가 필요하다.

둘째, 모든 LID 기술요소는 지하로의 빗물 침투를 목적으로 설치하므로, 조성 후 초기 계획한 빗물 관리 기능을 유지하기 위해 막힘에 대한 관리가 가장 중요하다. 막힘에 대한 점검은 지속적인 모니터링이 이루어진다면 관리가 필요한 시설에 대해 효율적으로 파악할 수 있을 것이다.

셋째, LID는 식생을 활용하는 시설이 많은데, 식생은 경관에 영향력이 크기때문에, 이를 관리하는 것이 또 다른 주요 유지·관리 항목이다. 일반적인 조경 관리를 요구하며, 식물 뿌리로 인한 빗물 침투능력 약화 등 빗물 관리 기능에 영향을 주는 사항에 대한 관리가 중요하다.

넷째, 멀칭은 식생과 같이 사람들이 시각적으로 인지할 수 있는 주요 재료로 경관적으로 쾌적한 관리가 필요하며, 빗물 침투에 영향을 주지 않도록 적절한 재료를 선정하고 막힘이 발생하지 않도록 해야 한다.

다섯째, 빗물로 인한 토양 침식 발생에 대한 관리가 필요하다.

[표 3-8] 유지·관리 항목

항목	내용
일반 관리	모든 LID 기술요소는 쓰레기 제거가 수시로 필요하며, 특히 빗물 유입구와 유출구, 이동을 위한 수로를 관리해야 함 낙엽 제거
막힘	 비가 온 후 침투시설의 배수 기능, 토사 퇴적 문제, 침투층의 막힘 등을 수시로 점검하고 침전물이 시설의 처리용량을 감소시키는 경우 제거하여 효율 유지 공극률이 악화되어 36시간 내에 투수가 되지 않을 경우 토양 개량 필요 모든 부분의 기능 점검 및 관리가 중요하나, 특히 전처리 기능을 갖는 유입부의 협잡물과 침전물의 주기적인 제거 필요 장마 등 우기에는 강우 전에도 점검 필요
식생	 제초, 예초, 전지전정, 고사식물 제거 및 교체, 병충해 관리, 관수 등 주로 겨울철에 제거 관리 설치 초기부터 관리 중요. 식생 안정화 기간에는 강우 유출수 우회 식재 초기 시나 건조한 기간에는 충분한 관수 필수 식생 생장 형태 관찰 관리 필요. 식생 뿌리의 성장 정도와 자라나는 방향은 기술요소 기능에 영향이 있어 점검
멀칭	 매년 점검하여 일정 두께 유지 멀칭 시기는 아무 때나 가능 건조한 여름이나 습한 겨울에는 충분한 멀칭이 효과적
침식보수	• 침식 발생 시 토양 보충

자료: 환경부 외(2013), p.62-64, 환경부 외(2018) 88-90, 환경부 수생태보전과(2022) pp.46-48

■ 유지·관리 방법 분석

LID 유지·관리 방법은 도시 내 인프라 관리와 같이 관리 빈도, 관리 인력, 비용을 고려해야 하며, 모니터링과 계획서를 활용한 체계적인 관리가 필요하다. 또한, 시민들과 가깝게 조성되는 시설로써 민원 고려가 중요하다. LID 유지·관리 방법은 [표 3-9]와 같다.

첫째, LID는 빗물을 관리하는 시설로써 정기점검 이외에 우기 전후, 특히 장마 등 많은 양의 강우가 발생하는 시기에 특별점검이 이루어져야 한다. 주기적인 점검 계획이 필요하며, 이를 위해 환경영향평가를 활용하면 유지·관리에 대해 계획 단계에서 미리 검토해볼 수 있다.

둘째, LID 유지·관리는 공공 소유지는 지자체가, 민간 개발은 토지 소유자가 한다. 한편, 민간 소유지는 지속적인 LID 적용 공간의 유지를 위해 유지·관리를 의무화할 수 있는 제도 마련이 필요하다. 또한, LID에 대한 전문 지식을 가진 사람이 LID 유지·관리 주체가 되어야 효과적인 관리가 될 수 있기에, 제도적 지침 마련과 인력 양성 및 지원이 필요하다.

셋째, LID는 설계 및 시공 비용뿐만 아니라 완공 이후 비용에 대한 계획도 필요하다. 유지·관리 비용으로 초기는 식생 안정화 기간으로 식생 관리비용을 주로 고려해야 하며, 장기적으로는 시설 막힘 관리와 교체 시 발생하는 비용을 고려해야 한다. 또한, 쓰레기와 낙엽 청소를 위한 수시 비용이 있다.

넷째, LID의 효율적인 관리를 위해 모니터링 시스템을 고려할 수 있다.

다섯째, 유지관리계획서와 유지관리 결과보고서의 작성은 해당 적용 공간의 유지·관리 방안 개선에 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 추후 다른 공간에 LID 를 적용할 때도 참고자료가 될 수 있기에 중요하다.

여섯째, LID는 형태적으로 도시 이미지와 조화를 이루고 경관적으로 심미성을 확보하면서도 이용자의 안전성 및 기반시설로서의 편의성이 중요하다.(환경부 외, 2016) 이에, LID는 시민들의 일상 공간에 설치되는 시설로서, 민원이발생하지 않으려면 심미성, 안전성, 편의성에 대한 적절한 관리가 필요하다.

[표 3-9] 유지 • 관리 방법

방법	내용
	• 관리 빈도가 적은 기술요소 선정이 유지·관리에 용이
	• 주기적인 점검 계획 수립으로 침전물 및 협잡물 검토와 식물 관리 필요
	• 강우 전후 특별점검. 장마 등 큰 유출이 발생할 수 있는 시기는 전반적인
관리	시설 점검 필요
빈도	• LID 계획 단계에서 검토하는 환경영향평가서를 활용하여 사후환경영향조
	사 항목에 유지관리 여부 확인을 위한 LID 기법 조사항목 및 시기 작성
	하도록 함
	• 유지·관리인력 투입빈도가 적은 기술요소 선정이 유지·관리에 용이
	• 신도시 사업의 경우 LID 조성 후 지자체로 유지·관리에 대한 이관이 필
	요한데, 유지·관리가 어려우면 지자체 이관이 곤란해질 수 있기에 사전
	에 충분한 검토 후 설치 필요
관리	• 담당 공무원이 LID 시설 검토와 평가를 할 수 있도록 LID 기능, 설계, 운
인력	영 교육
	• 토지 소유자가 LID 시설을 일방적으로 제거하지 않도록 하고 관리 의무
	화를 위한 제도 마련 필요
	• 민간 개발의 경우 지방정부가 보증된 유지·관리기간을 요구하여 식물의
	생육 관리와 모니터링을 하도록 제도 마련 필요
	• 인건비, 경비, 퇴적물처리비, 준설비, 여재교체비, 시설보수비, 전력비, 모
비용	니터링비 등 필요
	• 시설 설치 초기, 중기, 장기 비용 변화에 대한 계획 수립 필요
모니	• 시설의 적정 유지·관리를 위한 IoT 기술 활용
터링	• 빗물 관리 기능에 대한 정량적 효과분석이 가능한 모니터링 계획 수립
11 -2-1	• 유지관리계획서: 총 사업비, 시설 개요 및 시설 현황, 운영 및 유지관리
계획	현황 작성
서	• 유지관리 결과보고서: 재해발생, 민원발생, 유지관리 사진, 사업개요, 유지
	관리 방법, 유지관리비용 산정 작성 쓰레기, 물 고읶 현상
	• 이용도가 높은 곳은 민원 문제의 영향을 덜 받는 기술요소 선정 필요
민원	사람들의 보행이 많은 위치는 LID로 인해 동선이 불편해지지 않도록 적
	용하며, 안전성을 고려해야 함
	이에지, 단단이는 모네에가 함

자료: 환경부 외(2016) pp.21-26, LH공사토지주택연구원(2016) pp.62-79, 환경부 외(2018) pp.88-90, 환경부 수생태보전과(2022) pp.46-48,138-139,151-152,174-178,186-191

4. LID 유지·관리 연구 필요 항목

3.1절은 LID 적용을 위한 계획부터 완공 이후 관리까지 각각의 단계들에서 유지·관리 용이성에 영향을 미치는 항목이 무엇인지 국내 LID 선행연구를 통해 분석하였다. LID의 유지·관리가 용이하려면 모든 단계에서 유지·관리를 고려하여 진행해야 하며, 이를 위한 제도 및 비용 지원, LID 전문가의 참여, 분야별 협업, 시민참여 방안 마련, 효율적인 관리를 위한 계획 사전 수립 및 모니터링 활용 등을 필요로 한다. 이에, 유지·관리 고려 시 LID 조성단계별 개선이 필요한 사항에 대해, 본 연구가 제안하는 개선 방향을 정리하면 [표 3-10]과 같으며, 이에 대한 유지·관리 연구를 진행할 것을 제안한다.

[표 3-10] 유지·관리를 고려한 LID 조성단계별 개선 방향 제안

구분	유지·관리 관련 항목	개선 방향 제안
		• 친환경 인증제도의 단지계획에서 해당 부지 개발로 인
	토지이용계획	한 주변 영향을 고려함 같이, LID도 계획 초기 단계에
	포시의 등세력 조사	서 유지·관리 전문가가 참여하여 설치 이후 주변에 대
기초	3-1	한 환경적 사회적 영향력을 파악하고 설치에 대한 제재
조사		또는 인센티브를 부여할 필요가 있음
	기선기취	• 계획 단계부터 해당 장소를 이용할 시민들의 의견 조사
	지역사회 적용성	를 위한 제도적 방안을 마련하여야 민원 발생 가능성을
	400	사전에 예방할 수 있음
		• LID가 부지별 도입됐을 때 환경적, 기술적 문제와 민원
		문제 사전 파악 필요
부지	LID 도입	• 국내 특성을 고려한 부지별 빗물 관리 기능성과 시민
선정	용이성 파악	수용도 등을 연구하여, LID 도입이 원활하고 지속적으
		로 유지될 수 있는 기술요소 및 설계 방안에 대해 사전
		에 제시해줄 수 있는 자료 마련 필요
기가기	민간의 LID 설치 방안	• 도시의 전체적인 빗물 관리를 위해 민간 소유지도 목표
정량적 목표		량 설정이 필요한데, 이를 위해 친환경 인증제도 등 제
477	르시 ö i	도와 연계하는 방향 필요

[표 3-10] 유지·관리를 고려한 LID 조성단계별 개선 방향 제안 (계속)

구분	유지·관리 관련 항목	개선 방향 제안
기술 요소	시민 선호 기술요소 파악	 민간 소유지에 LID 도입 시 유용한, 손쉽게 유지·관리가 가능한 기술요소를 제시하는 지침 마련 필요 LID 시설의 지속적인 유지 그 자체를 위해, 시민들이선호하는 기술요소와 관리 분야를 미리 파악할 수 있도록, 사람들의 의견을 사전 분석하여 지침 마련 필요
세부	식생	식생 관리는 심미성의 주요 영향 요소인데, 유지·관리 가 용이한 식생 선정을 위해 기후 요소와 같이 국내 특 성상 고려해야 할 사항을 분석하는 연구 필요
설계	설치 위치 및 형태	기술요소별 설치 위치와 형태에 따라 유지관리에 영향이 있는지 파악하는 연구를 진행하여, 기존 기술요소별설계 지침을 유지·관리 용이성을 반영하여 보완 필요
시공	시공과 유지·관리 연관성	시공 도중 또는 완공 이후 시공자가 유지·관리에 영향 이 있다고 판단한 항목에 대한 데이터를 수집 및 분석 하여 향후 프로젝트에서 유의하도록 지침 마련 필요
유지· 관리	항목	 LID 관리의 주요 문제인 막힘 현황 파악을 위한 모니터 링 시스템 개발 필요 식생에 있어 일반적인 조경 관리와 다른 점을 파악하여 적절한 관리 방안 연구 필요 멀청에 대해 LID 기능에의 영향과 경관성을 복합적으로 고려하는 연구 필요
	방법	 프로젝트에서 초기 계획 단계부터 LID 관리 방안 및 비용을 마련할 수 있도록 하는 제도적 지침 고민 필요 빗물 관리 기능성과 함께 심미성, 안전성, 편의성을 함께 고려한 부지별, 기술요소별 관리 방안 연구를 통한세부 지침 마련 필요 효과적인 관리를 위해, LID 전문가 참여를 위한 제도적지침 마련과 인력 양성 및 지원 필요

2절. LID 관찰조사

1. 답사 대상지

LID가 적용된 장소가 시민들이 선호하며 쾌적하게 유지되려면 이용자가 원하는 공간 형태, 기능, 조성 위치와 적절한 관리방법이 필요하다. 이에, 3.2절은 국내 LID 사례 조사를 통해 실제 현장에서 기술요소별 공간 이용자의 경험및 유지·관리 용이성에 영향이 있는 항목을 분석하고자 한다.

[표 3-11]은 답사 대상지로, 본 연구는 LID 적용 공간의 도시 내 오픈스페이스로서의 복합적 기능을 탐구하고자 하므로 시민들의 일상생활과 가까우면서여러 기술요소가 조성되어있는 주거단지, 공공청사, 보도 및 차도, 주차장, 다양한 규모의 공원을 관찰 조사하였다. 답사는 관찰 및 사진 촬영이 용이한 낮시간대에 진행했으며, 맑은 날, 비가 많이 오는 여름 우기, 낙엽이 지는 시기에 방문하여 기술요소별 다양한 조건의 분석을 진행하였다.

[표 3-11] 국내 저영향개발 기법 적용 대상지

분류	답사지					
공공 청사	수원시청	경기도 수원시 팔달구 효원로 241				
	장안구청	경기도 수원시 장안구 송원로 101				
0 1	LH 토지주택연구원	대전광역시 유성구 엑스포로 539번길 99				
주거	수원 영통동	경기도 수원시 영통동 일원				
단지 주변	송산그린시티	경기도 화성시 송산면 일원				
	샘머리물순환테마공원	대전광역시 서구 둔산동 1381				
고이	인계예술공원	경기도 수원시 팔달구 동수원로 335				
공원	반달공원	경기도 수원시 영통구 영통동 1012-4				
	호매실 어울림공원	경기도 수원시 권선구 서수원로 533-40				
주차장	연무대공영주차장	경기도 수원시 팔달구 매향동 3-14				

[표 3-12] 국내 저영향개발 기법 적용 대상지 특징

분류	답사지	특징				
	수원시청	 건물 앞과 주변 오픈스페이스에 다양한 LID 기법이 적용되어 있음 주차장 바닥을 패턴이 있는 투수 콘크리트로 조성 차별화된 경관을 가진 침투도랑이 큰 면적을 차지 				
공공 청사	장안구청	침투도랑, 빗물저류지, 잔디블록, 침투빗물받이 등 다양한 LID 기술요소 조성 LID를 설명하는 팻말이 있음				
	LH 토지주택연구원	두 동의 건물 중 하나의 건물에만 LID 적용 넓은 면적의 식생체류지, 식생수로 등 조성				
주거	수원 영통동	수원 그린빗물인프라 사업의 대상지 중 하나 투수블록으로 된 보도가 주거단지 둘레에 적용됨				
단지 주변	송산그린시티	• 주거단지와 가까운 산책로에 적용된 식생수로, 침투도랑 등이 있으며, 비교적 큰 규모의 저류지가 있음				
	샘머리 물순환테마공원	• 꽤 넓은 면적의 공원으로서, 식생체류지, 식물재배화단 등 LID 기술요소가 비교적 크게 조성되어 있음				
공원	인계예술공원	 경사진 공원의 저지대 부분 경계에 선형의 기술요소가 연속적으로 설치되어 있음 전형적인 형태의 식생체류지 				
	반달공원	 답사 시 공원을 이용하는 시민들이 꽤 있었음 식생수로와 식생체류지가 녹지 공간의 대부분을 차지				
	호매실 어울림공원	• 대규모로 깊게 조성된 저류지 형태의 공간 안에 빗물정 원, 침투도랑 등을 조성				
주차장	연무대 공영주차장	주차장 바닥을 패턴이 있는 투수 콘크리트로 조성 주차장 사이마다 식물재배화분, 빗물정원 등 조성				

[표 3-12]는 답사 대상지별 특징을 정리한 내용이다. 먼저, 공공청사는 건물 주변, 주차장 및 대상지의 경계가 되는 보도까지 LID가 적용되어있으며, 다른 대상지에 비해 여러 가지 종류와 다양한 형태의 LID 기술요소를 관찰할 수 있다. 주거단지 주변은 주로 보도에 투수성 포장을 조성하여 LID를 적용하고 있으며, 인근 녹지 및 산책로에서 보도 경계 부분에 식생수로, 침투도랑과 같은 선형 기술요소가 적용되어있다. 공원은 비교적 넓은 공간을 확보할 수 있어 LID 기술요소들이 크게 조성되어있으며, 이에 다른 장소보다 식생체류지와 같이 비교적 넓은 면적을 차지하는 기술요소 사례를 관찰할 수 있다. 주차장은 주차 공간에 투수 콘크리트가 조성되어있거나 부지 경계부에 소규모로 조성된 식생체류지, 식물재배화분 등의 기술요소를 관찰할 수 있다.

LID 국내 사례분석은 기술요소별, 조성 위치별로 분류하여 진행한다. 3.2.2 는 LID 기술요소별 특징 및 설계요소를 유지·관리 및 공간 이용자의 경험을 고려하여 분석하고자 한다. 분석한 LID 기술요소는 답사를 통해 연구자가 관찰조사가 가능한 기술요소를 대상으로 하여, 지상에서의 관찰이 가능하며 기술요소의 종류를 명확히 파악할 수 있는 시설을 분석하였다. 한편, 답사지별 LID 기술요소의 명칭이 다르게 표현되어있는 경우가 많아, 본 연구는 제2장과 3.1절의 이론 연구를 기반으로 [표 3-13]과 같이 종합하여 분류하였다. 다음으로, 3.2.3은 LID를 오픈스페이스별 특징과 연관하여 분석하고자 한다. 이때, [표 3-12]에서 토지이용계획으로 구분한 공공청사, 주거단지 주변, 공원, 주차장의 구분이 아닌, 오픈스페이스별 사람들의 이용 행태를 고려하여 본 연구에서 재분류 후 분석한다.

[표 3-13] 대상지별 분석한 저영향개발 기법 기술요소

			기술요소										
조 성	답사지	식생형 시설					침투시설				빗물 이용 시설		
위치	H/T/T	식 생 수 로	식생 체류 지	식생 여과 대	식물 재배 화분	나무 여과 상자	옥 상 녹 화	침투 트렌 치	침투	침투추구	침 투 통	투수 성 포장	빗물 통
	LH												
	토지												
공	주택	•	•	_	_	_	_	_	•		_		_
공	연구원												
청	수원										_		
사	시청	_	_	_									
	장안	_		_	_			_			_	•	
	구청												
주	송산												
거	그린	•	•	_	•	-	-	-	-	-	_		-
단	시티												
	수원		_	_			_	_	_	_	_		_
지	영통동												
	샘머리												
	물순환			_		_	_	_			_		
	테마												
	공원												
_	인계												
공	예술	•	•	_	-	-	-	-	-		-	•	-
원	공원												
	반달	•	•	_	_	_	_	_	_	_	_		_
	공원												
	호매실		_						_				
	어울림	_		_	_	_	-	-		-	-	-	-
-	공원												
주	연무대												
차	공영	_	•	_	•	_	-	-	-	-	-	•	-
장	주차장												

2. 기술요소별 분석

(1) LID 기술요소별 분석 개요

본 연구는 답사 대상지에 적용된 LID 기술요소를 종합하여 분석하고자 한다. [표 3-13]에 따라 적용 사례가 많아 국내에 주로 쓰이고 있다고 판단되는 LID 기술요소들을 대상으로 하며, 이에 식생수로, 식생체류지, 식물재배화분, 나무여과상자, 침투도랑, 투수성포장을 분석하고자 한다. 한편, 본 연구는 추후도시 오픈스페이스에서의 LID에 대한 시민들의 공간적 경험을 분석하고자 하기에, 독립적인 외부공간을 경험하는 옥상녹화, [그림 3-2]와 같이 공간보다는시설의 형태가 주 설계요소인 빗물통, [그림 3-3]과 같이 형태적으로 기존 인프라와의 차이를 경험하기 어려운 침투측구는 분석에서 제외하였다.



[그림 3-2] 빗물통 자료: 수원시청 답사 연구자 촬영



[그림 3-3] 침투측구 자료: 인계예술공원 답사 연구자 촬영

관찰조사는 기술요소별 빗물 관리 특징을 고려하여 경관 및 공간 이용에 영향을 미치는 형태, 설치 위치, 재료 및 구성요소에 대해 분석한다. 즉, 빗물 관리 기능의 유지·관리에 영향이 있는 항목과 함께 심미성, 쾌적성, 안전성, 이용도 등 시민의식에 영향을 미치는 항목을 분석한다. 최종적으로, 3.2.4에서 기술요소별 유지·관리와 공간 이용자에게 영향을 줄 수 있어 추가적인 분석이필요하다고 판단한 항목을 제안하고자 한다.

(2) LID 기술요소별 분석

■ 식생수로

[표 3-14] 식생수로 분석

	식생수로 특징 및 관찰 조사			
형태	• 선형으로 조성되는 기술요소			
% দা	• 평평한 형태를 가지며, 관리가 미흡한 경우 움푹 파인 경우를 볼 수 있음			
	• 보도, 주차장, 건물 근처 등 사람들의 이동 경로의 경계부에 선형으로 조			
서구) 이구)	성되어 쉽게 인지할 수 있고 걷는 동안 계속해서 경험하게 되는 시설			
설치 위치	• 물이 모이는 경사면 아래나 대상지의 경계부를 따라 조성			
	• 보도와 주차장 등 불투수면 공간과 녹지 공간의 경계 역할을 함			
재료 및	• 잔디가 식재되어있는 사례가 대부분이며, 관리가 미흡한 경우 식물이 자			
구성요소	라지 못해 맨땅이 드러난 경우를 볼 수 있음			
유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 사항				

- 보행 시 시설이 옆에 있는 경우에 대한 선호도, 보행 시 불편함을 느끼는 요소, 설치
- 일반적인 수로나 하수구와 다른, 잔디가 식재된 수로에 대한 시민의식 조사를 통해 시설의 확대 적용 가능성 탐색

[표 3-15] 식생수로 관찰조사 이미지

위치의 적합성 등 시민들의 의견 조사 필요



■ 식생체류지

본 연구는 기능과 형태는 유사하지만 식생체류지에 비해 다소 작은 빗물정 원(환경부, 2020)도 함께 고려하여 분석한다.

[표 3-16] 식생체류지 분석

	식생체류지 특징 및 관찰 조사
형태	 분석한 기술요소 중 가장 다양한 형태를 관찰할 수 있었으며, 설계에 따라 다양한 경관을 가질 수 있음을 파악 일반적으로 원형에 가까운 형태로 비교적 넓은 면적을 차지하여 조성되나, 연무대공영주차장같이 자투리 공간에 선형이나 정원 형태로 소규모로 조성된 사례도 있음 일반적으로 인계예술공원 사례와 같이 오목한 형태를 가지고 있어 평평하거나 볼록하게 조성되는 조경 식재 공간과의 차이가 있음
설치 위치	 식생체류지는 녹지 공간 안쪽에 조성되어있으며 중간이 오목하게 파여있는 형태를 가지고 있어 시각적으로만 경험할 수 있음 장안구청, LH 토지주택연구원이나 샘머리물순환테마공원 사례는 휴식이나 산책의 공간으로 활용할 수 있게 조성되어있으며, 사람들이 통행하는경로 주변으로 오목하게 파여있는 형태를 띰
재료 및 구성요소	 인계예술공원과 반달공원에서는 동일한 형태의 식생체류지가 다수 조성 되어있어 비교 관찰할 수 있었는데, 다른 기술요소보다 면적이 큰 만큼 식생 등 시설 구성요소의 관리 정도가 경관에 영향을 많이 줌 자갈, 우드칩, 바위 등의 사용으로 일반적인 녹지 공간과 눈에 띄게 다름

유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 사항

- 식생형 시설 중 일반적인 조경 공간과 비교할 때 형태적으로 가장 독특한 특징을 가지 고 있기에 경관적으로 주변과 어울리지 않는 경우가 있어, 식생체류지 적용 공간이 유지되려면 시설에 대한 시민들의 의견 조사 필요
- 어떤 장소에 적용하기 원하며 어떤 형태를 선호하는지 조사 필요
- 넓은 면적에 조성되는 시설로서, 다른 기술요소에 비해 녹지 공간 내 차지하는 비율이 크기 때문에 공간 활용도에 대해서도 고민해보아야 함. 이에, 시민들이 어떤 활동을 할 수 있기를 바라는 지 조사 필요
- 선형보다 원형 형태가 빗물 관리 기능과 유지·관리에 적합한지 조사 필요

[표 3-17] 식생체류지 관찰조사 이미지

식생체류지 관찰조사





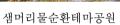


장안구청

LH 토지주택연구원

연무대공영주차장











반달공원

자료: 연구자 촬영

■ 식물재배화분

[표 3-18] 식물재배화분 분석

	식물재배화분 특징 및 관찰 조사
형태	• 다양한 깊이의 파인 형태를 가지며 지면보다 낮은 경우도 있음
설치 위치	• 차도 등 불투수면과 인접하여 조성되어있으며, 화분의 토양으로 빗물이
	유입될 수 있도록 경계부의 연석이 뚫려 있음
재료 및	• 화단의 테두리가 단차가 있게 연석으로 둘러쌓인 경우도 있고 경계가 없
구성요소	는 사례도 있음

유지 · 관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 사항

- 식물재배화분과 일반적인 화단을 대체할 수 있는 위치에 설치되며 가장 주된 차이점은 파인 형태뿐이기에, 형태에 대한 사람들의 의견 조사를 통한 시설 확대 적용의 가능성 탐색 필요
- 관찰 조사에서는 화단과의 경계가 연석으로 이루어진 사례만 볼 수 있었으나, 국내외 가이드라인 사례를 보면 울타리가 적용된 경우도 다수 있음. 이에, 식물재배화분의 구 성요소인 경계울타리가 시민의식에 미치는 영향을 조사하여, 시설 적용 공간을 시민들 이 선호하도록 조성하는 방향에 대한 고민 필요

[표 3-19] 식물재배화분 관찰조사 이미지

식물재배화분 관찰조사







샘머리물순환테마공원



샘머리물순환테마공원

자료: 연구자 촬영

■ 나무여과상자

[표 3-20] 나무여과상자 분석

	나무여과상자 특징 및 관찰 조사
형태	• 보도 옆에 설치된 경우, 일반적인 가로수와 유사한 형태로 조성
	• 일반적으로 가로수가 설치되는 위치에 조성되어 있음
설치 위치	• LH 토지주택연구원 사례와 같이 주변 건물의 옥상 등에서 발생하는 빗물
	이 모이는 관 아래에 조성한 경우도 있음
재료 및	• 빗물의 침투가 가능한 널판으로 덮여 있는 형태
구성요소	·

유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 사항

• 투수성 포장과 같이 기존의 인프라인 일반적인 가로수를 대체할 수 있을 것으로 생각 하여, 설치 시 지하 부분 설계 및 시설의 유지·관리가 용이한지 탐색 필요

[표 3-21] 나무여과상자 관찰조사 이미지

나무여과상자 관찰조사



수원시청



LH 토지주택연구원

▮ 침투도랑

[표 3-22] 침투도랑 분석

	침투도랑 특징 및 관찰 조사					
형태	• 타 침투시설보다 공간적으로 경험할 수 있고 기존 물 관리 인프라와 차					
% পা	별화된 경관을 갖는 시설					
서키 이키	• 서로 다른 공간의 경계가 되는 부분에 설치한 사례가 많음					
설치 위치	• 정자와 벤치 주변 심미성을 위한 요소로 활용되기도 함					
	• 넓고 깊은 형태로 조성하는 경우 큰 돌이나 바위를 사용하였으며, 깊지					
재료 및	않고 선형으로 좁게 적용하는 경우는 자갈을 사용					
구성요소 • 자갈을 사용하여 공원 내 일반적인 경관과 다른 차별화된 이미지						
	• 기술요소 주변으로 식재가 되어있는 경우가 많음					
	으기 교기 및 고가 이용기를 의하 추가 보서 피스 시하					

유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 사항

- 침투도랑은 자갈과 바위가 사용되어 일반적인 조경 공간에 독특한 이미지를 부여하는 기술요소로, 재료에 대한 시민의식을 조사하여 시설 확대 가능성 탐색
- 식생수로와 비슷하나 자갈을 사용하여 유지·관리 용이성에도 차이가 있을 것으로 봄. 한편, 보행로에 조성되는 경우 비슷한 설치 위치를 갖기에, 어떤 기술요소가 더 적절할 지 관리 용이성 및 사람들의 의견에 대한 조사 필요

[표 3-23] 침투도랑 관찰조사 이미지

침투도랑 관찰조사 수원시청 LH 토지주택연구원 호매실 어울림공원 *상그린시티 샘머리물순환테마공원 송산그린시티

▮ 투수성 포장

[표 3-24] 투수성 포장 분석

	투수성 포장 특징 및 관찰 조사
	• 다양한 디자인을 가지며, 외적 이미지로 크게 투수블록, 잔디블록, 투수콘
형태	크리트로 구분할 수 있음
	• 잔디블록은 넓은 간격으로 적용되는 블록으로서, 보행은 불편하나 다른
	투수성 포장에 비해 친환경성을 쉽게 유추할 수 있는 형태
	• 주차장 관찰 조사에서는 투수 콘크리트가 패턴으로 조성되어있으며 일부
	는 비포장면이 함께 적용되어있음
설치 위치	• 모든 답사지에서 관찰할 수 있는 기술요소로 시민들이 쉽게 경험할 수
	있으며, 넓은 면적에 조성되는 기술요소로써 도시 이미지 형성에 영향 큼
-n) == m)	• 블록, 콘크리트별로 특징이 크게 다름
재료 및	• 투수블록과 투수 콘크리트는 일반적인 포장재와 비슷하며, 잔디블록은 식
구성요소	생 관리를 고려해야 할 것으로 보임

유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 사항

- 투수 콘크리트 사이에 다른 특성의 포장재료나 패턴을 적용하면 비가 많이 올 때 압력 차이 등으로 인해 파손이 발생하지는 않을지, 시설 유지에 대한 조사 필요
- 다른 기술요소에 비해 기존 인프라와 유사한 형태, 재료, 설치 위치를 갖기에, 투수성 포장에 대한 시민의식을 조사하여 해당 기술요소의 확대 가능성 탐색 필요

[표 3-25] 투수성 포장 관찰조사 이미지



3. 조성 위치별 분석

(1) LID 조성 위치별 분석 개요

답사에서는 건축물이 조성된 공공부지와 민간 소유지, 도로, 주차장, 공원 및 녹지 등 다양한 토지이용계획에 적용된 LID 시설을 확인할 수 있었다. 한 편, 관찰조사 결과 건축물의 유무나 토지이용계획별 구분은 LID가 적용된 공 간의 유지에 있어 관리 인력, 비용 등 관리방법 용이성에는 중요한 요소로 보 이나, 경관성 및 사람들의 이용 행태에의 영향과는 관련이 적을 것으로 판단 하였다. 이에, 본 연구는 제도적, 기술적으로 개선할 관리 방안에 관하여는 기 존 LID 연구의 토지이용계획 구분을 사용하여 분석하고자 하며, LID 기술요소 가 설치된 장소에 대한 사람들의 의견 조사가 필요한 부분에 관해서는 이용 행태, 경관을 고려하여 보도, 공원, 주차장으로 구분하여 분석하고자 한다. 세 종류로의 구분은 관찰조사를 통해 LID 기술요소가 적용된 공간에 대한 사람들 의 경험이 차도 옆 보도에 조성된 경우, 녹지가 가까이 있고 넓은 면적을 가 진 공원, 정원, 광장에 조성된 경우, 차량이 있는 주차장에 조성된 경우로 나 뉘기에 다음과 같이 분류하였다. 이에, 3.2.3은 LID 적용 공간을 추후 장소를 이용하는 사람들의 관점에서 분석하기 위한 선행연구로, 보도, 공원, 주차장에 적용된 LID에 대해 경관 또는 이용성에 영향이 있는 LID 기술요소별 특징, 유 지 · 관리 측면을 고려하여 탐구한다.

(2) LID 조성 위치별 분석

보도

본 연구에서의 보도는 도시 내 차도와 부지 사이 보행을 위해 조성된 도로 만을 지칭한다. 관찰조사 결과, 보도에서 사람들이 직관적으로 경험할 수 있는 LID 기술요소는 바닥 포장재인 투수성 포장과 보도 옆 조경 요소 역할을 할 수 있는 식물재배화분, 나무여과상자이다. 먼저, 보도는 보행 편의성이 가장중요한데, [그림 3-4]와 같이 투수 블록과 투수 콘크리트에서는 일반적인 바닥

포장과 크게 다른 점을 느끼지 못했다. 이에, 사람들이 보도 포장에 대해 보행 편의성만이 아닌 친환경성에 대한 선호 또한 높다면, 일반적인 포장재료 대신투수성 포장을 확대 적용을 긍정적으로 고민해볼 수 있을 것으로 예상한다. 다음으로, 식물재배화분이나 나무여과상자는 기존의 화단이나 가로수 위치에 조성되는 시설로, 일반적인 조경 공간과 같이 식재 관리가 잘 된다면 심미성이 높아 사람들의 선호도가 높을 것으로 예상한다. 따라서, 각각에 대한 관리의 용이성을 조사할 필요가 있다. 또한, 식물재배화분은 기존 화단보다 깊게파인 형태를 가지므로 이에 대한 사람들의 수용성에 대한 조사가 필요하다.



[그림 3-4] 보도 자료: 수원시청 답사 연구자 촬영

■ 공원

공원에 적용된 LID 기술요소로는 식생체류지, 식생수로, 침투도랑을 주로 관찰할 수 있었으며, 이는 넓은 부지와 녹지 주변에 조성하기 적합한 기술요소들로 볼 수 있다. 먼저, 관찰조사 결과에 따르면, 식생체류지는 다른 기술요소에 비해 가장 다양한 형태를 가지며, 도시 오픈스페이스로서의 공간적 역할을할 수 있는 기술요소이다. 본 연구에서 관찰한 식생체류지는 공간적으로 [그림 3-5]와 같은 시각적으로 감상할 수 있는 역할, [그림 3-6]과 같은 휴식공간으로의 역할, [그림 3-7]과 같은 산책 공간으로의 역할을 하고 있으며, 모두 공원 등 넓은 공간에 적용될 수 있는 형태이다. 답사지에서는 시각적으로 감상

할 수 있는 위치에 조성된 식생체류지가 가장 많았는데, 앞으로는 사람들이 식생체류지에 바라는 공간적 역할을 가진 형태로 조성된다면 도시 내 오픈스 페이스로서의 가치가 높아질 것으로 예상하기에 이에 대한 조사가 필요하다.



[그림 3-5] 식생체류지 1 자료: 인계예술공원 답사 연구자 촬영



[그림 3-6] 식생체류지 2 자료: 장안구청 답사 연구자 촬영



[그림 3-7] 식생체류지 3 자료: LH 토지주택연구원 답사 연구자 촬영

식생체류지가 녹지 공간 내에 넓은 면적으로 조성되어있다면, 식생수로와 침투도랑은 공원 산책로를 따라 선형으로 길게 조성되어있는 기술요소이다. 두 기술요소는 비슷한 위치에 적용할 수 있으나, 경관에 차이가 있으며 관리용이성이 다를 것으로 예상한다. 식생수로는 잔디가 적용되어있어 관리가 미흡하면 맨땅이 드러나거나 침식이 발생할 수 있으나, 침투도랑은 상대적으로환경적 변화에 영향이 적은 자갈로 구성되어 있어 관리가 용이할 것으로 예상한다. 이에, 두 가지 기술요소의 관리 용이성에 대해 분석할 필요가 있다. 또한, 두 기술요소는 표면이 [그림 3-8], [그림 3-9]와 같이 식생 또는 자갈로 덮여 있어 경관에 차이가 있다. 이에, 기술요소들의 적용 위치에 따른 사람들의 선호도를 조사하여 적용 위치별 어떤 기술요소가 적합할지 분석이 필요하다.



[그림 3-8] 식생수로 자료: 인계예술공원 답사 연구자 촬영



[그림 3-9] 침투도랑 자료: 송산그린시티 답사 연구자 촬영

▮ 주차장

주차장은 주차할 수 있는 공간, 자동차가 이동하는 도로, 그리고 주변 자투리 공간으로 이루어진다. 먼저, 주차하는 공간은 투수성 포장을 적용할 수 있다. [그림 3-10]과 같이 투수 콘크리트에 패턴이 적용된 사례를 관찰조사 하였는데, 이로써 바닥 포장도 도시 이미지 심미성에 주요한 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 한편, 단일 포장재료로 된 형태보다 패턴이나 한 공간에 여러종류의 포장재료가 사용된 형태에 시공성 및 유지·관리의 어려움은 없을지 우려되기에 이에 대한 분석이 필요하다.

다음으로, 자동차가 이동하는 도로는 답사에서 관찰할 수 있는 LID 적용 사례 없었으나, [그림 3-11]과 같이 평소 주차장에서 자주 관찰할 수 있는 잔디블록이 적용된 사례를 예시로 들 수 있다. 잔디블록은 식생 관리로 인해 투수블록이나 투수 콘크리트보다 유지·관리에 어려움이 있을 것으로 예상하나 비포장면이 뚫려 있어 상대적으로 투수 기능 및 친환경성이 높을 것으로 보기에, 유지·관리 용이성과 기능에 대한 조사가 필요하다. 또한, 시각적으로도다른 투수성 포장보다 친환경적 특성을 강하게 경험할 수 있기에 이에 대한시민의식 조사가 필요하다.

마지막으로, 주변 자투리 공간에서는 식물재배화분, 소규모 정원 형태의 식생체류지, 식생수로 등을 관찰할 수 있었다. 이러한 기술요소들은 기존 주차장에 적용 시 주차 공간을 재시공해야 하는 투수성 포장과 달리, 자투리 공간을 활용하여 시공 과정에서 주차 공간의 지속적 사용이 가능하고 시공 후 녹지 공간을 제공함으로서 사람들에게 긍정적 의식을 줄 수 있을 것으로 예상한다.



[그림 3-10] 투수 콘크리트 자료: 연무대공영주차장 답사 연구자 촬영



[그림 3-11] 잔디블록 자료: 환경부 외(2020) 저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인 p.91

4. LID 유지·관리 연구 필요 항목

3.2절은 국내 LID 적용 공간 답사 후 기술요소별, 조성 위치별로 관찰 조사하여 추가적인 분석이 필요한 항목을 도출하였다. [표 3-26]은 관찰조사를 통해 LID 기술요소별 적용되어있는 부지와 설치 위치 및 형태에 관해 탐구한 내용이다. 부지는 추후 시민의식 조사를 위해 이용 행태 및 경관을 고려하여 본연구의 분류 방법인 보도, 공원, 주차장으로 정리하였다.

LID는 식생체류지와 같이 동일한 기술요소라도 조성 위치에 따라 서로 다른 형태를 가진 경우가 있으며, 식생수로와 침투도랑의 산책로 옆 조성 사례처럼 서로 다른 기술요소라도 같은 조성 위치에 적용할 수 있는 경우도 있다. 한편, 도시 오픈스페이스에 LID가 적절하게 적용되려면 기술요소별, 조성 위치별 설계적 측면에서의 유지관리 용이성을 조사할 필요가 있으며, 시민의식 연구가 필요한 항목도 있다. 이에, 3.2절을 종합하여 기술요소별 유지·관리 및 공간 이용자에게 영향을 줄 수 있어 추가 분석이 필요한 항목은 [표 3-27]과 같다.

[표 3-26] LID 기술요소별 적용 위치 및 형태

기술요소	부지	설치 위치 및 형태
식생수로	보도	보도 옆을 따라 선형으로 길고 좁게 조성 잔디로 조성된 평평한 표면을 가짐
	공원	• 산책로 옆을 따라 선형으로 길고 좁게 조성
	주차장	주차장 경계부를 따라 선형으로 조성주차 공간 뒤쪽에 설치
식생 체류지	공원	• 시각적으로 볼 수 있는 위치에 조성, 휴식공간으로 조성, 산책할 수 있는 공간으로 조성
AH 11 AH	주차장	• 주차장 자투리 부분에 소규모로 정원 형태로 조성
	보도	• 보도와 차도 사이에 화단으로 조성
식물재배 화분	공원	• 공원 내 쉼터 주변에 화단으로 조성
	주차장	• 주차 공간을 구분짓는 경계에 조성
나무여과 상자	보도	• 가로수 역할로 조성
	보도	• 보도 옆을 따라 선형으로 길고 좁게 조성
침투도랑	공원	 깊게 파인 형태는 넓은 부지가 확보 가능한 곳에 조성 산책로나 조경요소의 경계가 되는 부분을 따라 조성 시 평평한 형태로 좁게 조성
투수성 포장	보도	• 투수블록 또는 잔디블록으로 보도면 전체 조성
	공원	• 투수블록으로 산책로 조성
	주차장	• 주차 공간을 패턴이 있는 투수 콘크리트로 조성

[표 3-27] 유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 항목

기술요소	유지·관리 및 공간 이용자를 위한 추가 분석 필요 항목
식생수로	 보도나 산책로 옆에 선형으로 조성되는 경우가 많아, 보행 시 시설이 옆에 있는 경우에 대한 선호도, 보행 시 불편함을 느끼는 요소, 설치 위치의 적합성 등 시민의식 조사 잔디가 식재된 형태에 대한 시민의식 및 유지·관리 용이성 조사 시민들이 선호하는 기술요소를 설치하기 위해, 조성 가능 위치가 비슷한 침투도랑과의 시민의식 비교 분석
식생 체류지	 일반적인 조경 공간에 대해 경관적으로 가장 독특한 형태를 가지는 기술요소로, 적용 공간이 원활하게 유지되려면 시민의식 조사 넓은 면적에 조성되는 시설이기에 공간 활용도에 대한 고민이 중요 시각적으로 볼 수 있는 공간, 휴식공간, 산책 공간에 대한 선호도 조사 기본 형태인 원형 형태가 유지·관리에 가장 적합한지 조사하여, 다른 형태로의 조성 가능성 탐색
식물재배 화분	 식물재배화분의 파인 형태에 대한 시민의식 조사 울타리의 적용이 시민의식에 미치는 영향 조사 파인 형태 화단의 유지·관리가 용이한지 조사
나무여과 상자	• 설치 시 지하 부분 설계 및 유지·관리가 용이한지 조사
침투도랑	자갈이나 바위를 사용하는 기술요소로, 재료에 대한 시민의식 조사 식생수로와 비교하여 유지·관리 용이성과 사람들의 선호도 조사
투수성 포장	 투수 콘크리트 사이 다른 특성의 포장재료나 패턴을 적용하였을 때유지관리 용이성 조사 잔디블록에 대해 잔디로 인해 유지·관리 어려운 점이 있는지 조사 투수성 포장에 대한 시민의식을 조사하여 적용 확대 가능성 탐색

3절. 소결

제3장은 LID를 유지·관리를 중점적으로 고려하여 분석하고, 이를 바탕으로 추가적인 연구가 필요한 항목을 제시한다. 먼저, 3.1절은 현재 국내에는 유지·관리 중심으로 LID의 기능 및 공간적 특징을 함께 고려하여 탐구한 연구는 찾기 어려워 본 연구를 위한 자료가 미비하기에, 국내 선행연구에서 유지·관리와 관련한 항목을 도출하고 분석 정리하여 본 연구에서 참고할 기초자료로 활용하였다. 이때, 본 연구는 LID 적용 공간이 빗물 관리 기능만이 아닌 도시 내 오픈스페이스로서 원활하게 기능하는 것을 목표로 하기에, LID 시설의 조성단계가 아닌 LID 적용 공간 설계의 조성 단계로 분석하였다. 결과적으로, 3.1.4에서 국내에 적합한 LID 유지·관리 방안 마련을 위한 제도적, 설계적 개선 방향을 제안하였다.

다음으로, 본 연구는 이론 연구뿐만 아니라 실제 현장을 반영하여 분석하기 위해 3.2절은 국내 LID 사례를 답사 분석하였다. 이때, 유지·관리와 공간 이용자의 경험을 고려하여 관찰 조사하였으며, 기술요소별, 조성 위치별로 분류하여 분석하였다. 결과적으로, 3.2.4에서 기술적, 설계적으로 LID 적용 공간의지속적인 유지 및 원활한 관리를 위해 주로 고려해야 할 항목을 분석하고, 이를 바탕으로 시민의식 조사가 필요한 항목을 제시하였다.

제3장의 결과를 종합하여 본 연구가 제시하는 LID 유지·관리 연구가 필요한 항목은 [표 3-28]과 같으며, 이는 설계적 연구, 제도적 연구, 시민의식 연구로 나누어 볼 수 있다. 설계적 연구는 국내 특성을 고려하였을 때 유지·관리가 용이한 LID 기술요소와 세부 설계 방안, 그리고 조성 위치를 분석하고자한다. 제도적 연구는 국내 LID 적용 공간의 효과적인 관리를 위한 관리방법, 관리 인력, 비용과 이에 대한 사전 계획이 가능하도록 하는 제도적 지원 방안을 분석하고자한다. 시민의식 연구는 LID 적용 공간이 도시 내 오픈스페이스로서 긍정적인 역할을 하고 공간 자체가 시민들에게 수용되어 유지되기 위해

LID에 대한 사람들의 선호도를 분석하고자 한다. 따라서, 제3장에서 제시한 항목들에 대해 제4장에서 유지·관리를 중점적으로 고려하였을 때 국내에 적합한 LID 조성 및 관리 방안을 탐구하고자 한다. 이에, 4.1절은 전문가 인터뷰를 통한 현재 국내 유지·관리 현황에 대해 분석하고 4.2절은 LID에 대한 사람들의 선호도를 분석하여, 국내에 적합한 LID 기술요소 및 유지·관리 방안을 제시하고 시민들이 바라는 기술요소 조성 방안에 대해 분석한다.

[표 3-28] LID 유지·관리 연구 필요 항목

	LID 유지·관리 연구 필요 항목
설계적 연구	국내에 적용 및 유지·관리가 용이한 LID 기술요소 연구 • 한국의 기후 조건, 국내 도시 특성, 빗물 관리 기능성, 경관 유지, 관리 용이성 고려 • 국내에 적합한 LID 기술요소, 조성 위치, 세부 설계 방안
제도적 연구	효과적인 유지·관리를 위한 제도적 지원 방안 연구 LID 유지·관리 방안 및 비용 마련을 초기 계획 단계부터 고려할 수 있도록 하는 방안 지역사회에 LID의 원활한 적용을 위해 계획 단계부터의 이용자 의견 조사를 위한 방안 도시 내 각각의 부지별 적정 목표량만을 부담하도록 하여 LID 관리 필요성을 줄이기 위한 민간 소유지 참여 유도 방안 LID 전문가 참여 방안 관리의 효율성을 위한 모니터링 시스템 활용 방안
시민의식 연구	사람들이 선호하는 LID 기술요소 연구 • 기술요소별 재료, 형태, 조성 위치에 대한 선호도 및 의견 고려 • LID 적용 공간이 원활히 유지되기 위한 조성 방안

제4장 LID 조성 및 유지·관리 방안

1절. LID 유지·관리 현황 분석

1. 개요

4.1절은 제3장 소결에서 제시한 LID 유지·관리 연구가 필요한 항목 중 국내 현황을 기반으로 탐구되어야 하는 항목을 분석한다. [표 4-1]은 4.1절에서 분석하고자 하는 내용이다.

[표 4-1] 국내 현황 분석 필요 항목

구분	국내 현황 분석 필요 항목
	• 기술요소 선정 시 기후 조건 고려
설계적	• 국내 도시 특성상 관리가 용이한 조성 위치
연구	• 기술요소별 빗물 관리 기능 및 경관 유지 용이성
	• 기술요소별 유지·관리 용이성에 영향이 있는 세부 설계요소
	• 유지·관리 방법 및 비용
제도적	• 부지별 LID 적용 용이성
연구	• 유지·관리에의 LID 전문 인력 참여
	• 관리를 위한 검토 방법
시민의식 연구	• LID 적용 공간 이용자 의견

국내 현황을 통해 [표 4-1]의 항목에서 최종적으로 분석하고자 하는 내용은 다음과 같다. 첫째, 설계적 연구에서 기후적 조건은 관리가 용이한 식생 선정, 관리 시기와 같은 부분을 계획할 때 중요하며, 이에 현재 LID 조성 시 사전에 설치 지역의 기후특성이 고려되는지 분석한다. 국내 도시 특성은 보도, 공원, 주차장의 조성 형태, 면적, 재료 등 한국만의 특징이 있기에, 이를 고려하여 LID 설치가 적합한 조성 위치에 대해 분석한다. LID에서 기능과 경관은 유지·관리와 연관이 있다. 기능을 강조한 설계는 깊게 판 구조나 식생 선정에

있어 경관에 부정적 영향을 미칠 수 있고 민원 발생 여지가 있다. 반면, 경관을 주로 고려하면 빗물 저류 기능이나 강우 유출수의 이동 경로 등에 영향을 미칠 수 있다. 이에, 현재 LID 유지·관리에 기능과 경관 모두 고려되고 있는지 분석한다. 세부설계요소는 기술요소별 형태나 조성 위치에 따라 유지·관리에의 영향력이 달라지기에, 실제 현장에의 적용 시 적합한 설계 방안을 분석한다. 최종적으로, 설계적 연구는 유지·관리를 고려하였을 때 국내에 적합한 LID 기술요소 및 설계 방안을 제시하고자 한다.

둘째, 제도적 연구에서 유지·관리 방법 및 비용은 사전에 계획되어야 관리가 효과적으로 지속될 수 있기에, 유지·관리 계획 및 수행 현황을 분석한다. 부지별 LID 적용 용이성은 도시 제도적 특성에 따른 LID의 설치 및 유지·관리 용이성을 분석하고자 한다. 이는, LID를 통한 빗물 관리 목표량을 높이기위해 부지별 LID 적용 용이성 분석하여 도시 내 LID 확대 적용 가능성을 탐구한다. LID 전문 인력이 참여는, LID 시설 필요성에 대한 이해가 있어야 효과적인 유지·관리가 이루어질 수 있기에 참여 방안을 분석한다. 관리를 위한 LID시설 검토는, 모니터링 시스템의 활용 등 관리의 효율성을 위한 방법을 제시하기 위해 분석한다. 최종적으로, 제도적 연구는 국내 유지·관리 현황 분석을통해 효과적인 LID 유지·관리를 위해 필요한 제도적 지원 방안을 제시하고자한다.

셋째, LID 적용 공간을 시민들이 원하지 않으면 시설의 유지 자체가 어렵기에, 민원 등 시민들의 LID에 대한 의견 현황을 분석하고자 한다. 최종적으로, 시민의식 연구는 민원이 발생하는 원인을 파악하고, 추후 4.2절에서 추가적인 탐구를 진행하여 시민들이 선호하는 LID 적용 공간이 조성될 수 있도록 방향을 제시하고자 한다.

연구 방법은 유지·관리와 연관하여 국내 LID 현황을 분석하기 위해 LID 전문가 및 실무 경험자를 대상으로 심층 인터뷰를 진행한다. 현재 국내 LID 조성 사례에 대한 유지·관리에 대한 자료 및 관련 연구가 많지 않고 연구자가

직접 LID의 국내 전반적인 유지·관리 현황을 파악하기에는 장기적인 연구가 필요한 한계가 있어, 연구 기간 내 심도 있는 분석을 위해 전문가 인터뷰가 적합하다고 판단하였다. 또한, 연구원 이외의 LID 실무 경험자는 LID 외 분야를 겸한 전문가가 많기에, 설문 조사보다는 연구자가 질문을 참여자의 이해도를 고려하여 질문을 쉽게 설명하고 유동적으로 변경할 수 있는 인터뷰 방식이 적절하다고 판단하였다. 인터뷰 질문지는 〈부록 1〉과 같다.

최종적으로, 4.1절은 인터뷰를 통해 국내 LID 현황 파악 후 설계적, 제도적, 시민의식 측면에서 분석하여, 유지·관리를 고려하였을 때 한국에 적합한 LID 기술요소를 도출하고 효율적인 유지·관리를 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 전문가 인터뷰

(1) 인터뷰 참여자

본 연구는 국내 LID 조성 현황에 대한 유지·관리 분석을 위해 전문가를 대상으로 심층 인터뷰를 수행한다. 인터뷰는 LID에 대한 전문 지식 및 실무 경험이 있는 관련 연구원 2명(이하 응답자 A1, A2), 공공기관 근무자 5명(이하응답자 B1, B2, B3, B4, B5), 설계 및 시공 민간 기업 종사자 3명(이하응답자 C1, C2, C3)이 참여하였다. 인터뷰는 대면 또는 비대면 화상회의로 진행하였으며, 실시간 참여가 어려운 경우 서면으로 전달받았다. 인터뷰는 2022년 11월 9일부터 11월 18일까지 진행했으며, 시간은 약 30분에서 1시간 이내로 수행했다. 인터뷰 참여자 소속과 경력, 인터뷰 참여 일자는 〈부록 2〉와 같다.

(2) 인터뷰 질문

인터뷰는 참여자가 LID 전문 지식 및 실무 경험에 기반하여 국내 현황에 대해 답할 수 있도록 진행한다. 이에, 연구자의 주관이 최대한 개입되지 않고 객관적으로 전달되도록 LID의 기본적인 내용으로 이루어진 간단한 문장으로 질

문을 구성하였다. 인터뷰 질문은 [표 4-2]와 같이 크게 4가지로 구분되며, 유지·관리와 연관하여 분석한다. 질문은 [표 4-1]에서 분석하고자 하는 항목을 기반으로 구성했으며, 탐구하고자 하는 내용을 반영한 참고 키워드를 제시함으로써 질문의 방향성을 알려주었다.

[표 4-2] 국내 LID 유지·관리 현황 인터뷰 질문

구분	질문
기술요소 유지관리 용이성	국내에서 주로 설치되는/선호하는 LID 기술요소와 그 이유 • 참고: 한국 기후 특성, 기술력, 규모, 시공 용이, 심미성, 비용
	국내에서 주로 설치되는 LID 기술요소의 유지관리 용이성 • 참고: 경관에의 영향, 관리방법의 어려움, 관리 빈도, 유지관리 비용
	국내에서 주로 사용하지 않는 LID 기술요소와 그 이유 • 참고: 한국 기후 특성, 기술력, 규모, 시공 용이, 심미성, 비용, 유지관리 어려움
조성 위치 유지관리 용이성	국내 현황 및 조성 위치에 따른 유지관리 용이성과 어려운 점 • 참고: 국내도시계획, 관리방법, 관리 주체 선정, 관리 빈도, 모니터링, 비용 • 민간 소유지, 공공 소유지, 보도, 차도, 주차장, 공원 및 녹지
기능성과 경관성 상관관계	경관 우선 고려가 기능 및 유지관리에 영향을 준 경우 • 예시: 경관을 고려한 조성 위치의 부적절함, 심미성을 고려한 형태의 시공과 유지관리 어려움, 지속적인 기능 유지를 위한 관리 비용 및 빈도
	기능 우선 고려가 경관 및 민원에 영향을 준 경우 • 예시: 기술요소 디자인 수용성, 식생형 기술 바닥 파임 문제, 해충 발생
국내 유지관리 현황	유지관리 및 검토 수행 주체 • 참고: 현재 관리 주체 효과성, 민간 또는 공공, LID 전문가 참여 여부, LID 전문가가 아닌 업체의 유지관리 한계점
	유지관리를 위한 LID 검토 방법 및 빈도의 효과성 및 개선 필요성 • 참고: 정기점검 빈도, 우기 이후 검토, 정량적 모니터링, 육안 검토하는 방법

첫 번째는 LID 기술요소별 분석을 위한 질문으로, 국내에서 주로 설치되고 선호하는 기술요소, 유지·관리 용이성, 그리고 사용하지 않는 기술요소를 인터뷰한다. 두 번째는 국내 LID 설치와 관리 경험을 바탕으로 한 조성 위치에따른 유지·관리 용이성 분석을 위해 질문한다. 조성 위치는 주거단지나 상업및 업무용지의 민간 소유지, 교육 및 공공청사 용지의 공공 소유지, 보·차도및 주차장 용지, 공원 및 녹지로 구분하여 분석하며, 해당 분류는 답사를 통한 공간별 특징 분석과 LH공사 토지주택연구원(2016)의 의사결정시스템의 토지이용구분을 참고하였다. 세 번째는 LID의 유지·관리와 관련이 있는 기능성과 경관성에 대한 연관성 분석을 위한 질문으로, 기능과 경관이 서로 어떻게 영향을 미치는지, LID의 경관적 측면은 어떻게 고려되고 있는지 인터뷰한다. 마지막은 국내 저영향개발 기법 유지·관리 방법의 현황에 관한 질문으로, 국내 LID 관리 담당 주체와 시설 검토 방법 및 빈도를 분석한다.

인터뷰는 4가지 질문의 큰 틀 안에서 대상자의 전문 분야를 반영해 질문 이해도를 고려하여 내용과 순서를 유동적으로 조정하였다. 이에, LID 유지·관리를 직접 담당하지 않는 참여자에게는 유지·관리에 대한 간접적인 경험에 기반하여 답할 수 있도록 질문하였다. 예를 들어, 시공 전문 기업 인터뷰 참여자에게는 LID 유지·관리에 대한 직접적인 질문보다는 시공에의 어려움과 일반 공사와의 다른 점, 비용 및 하자 발생 가능성에 대해 질문하였으며, 결과적으로, LID에 대한 사람들의 인식과 시공 과정 및 공사 이후에 대한 설명을 들을수 있었다. 한편, 응답자가 질문 의도를 파악하지 못한 경우 [표 4-2]에 제시한 참고 키워드로 추가적인 설명을 함으로써 질문의 방향을 이해할 수 있도록하였으며, 준비한 질문에 대한 답변 외 LID 유지·관리와 관련한 추가적인 답변도 분석에 반영하였다. 인터뷰 참여자의 연구에 대한 이해와 답변 준비를 위해 사전에 이메일로 연구를 요약하여 설명하고 질문지와 인터뷰 동의서를 전달하였다. 질문지는 〈부록 1〉과 같다.

3. 인터뷰 결과 및 분석

- (1) 국내 LID 기술요소 적용성
- 국내에 적용이 용이한 LID 기술요소 및 조성 위치

4.1.3은 인터뷰를 통해 조사한 유지·관리와 연관한 국내 LID 현황을 분석하여, 한국에 적합한 LID 조성 및 관리를 위해 참고할 항목과 보완이 필요한 항목을 제시한다. 이에, 4.1.3.1은 국내에 적용이 용이한 LID 기술요소, 4.1.3.2는 효과적인 유지·관리를 위한 방안, 4.1.3.3은 시민의식 연구가 필요한 항목에 대해 분석한다.

인터뷰 참여자가 제시한, 유지·관리를 고려하였을 때 국내에 적용이 용이 한 LID 기술요소는 [표 4-3]과 같으며, 주로 쓰이는 이유와 유지·관리 용이성 을 분석하였다. 분석 결과, 국내에 LID 적용이 용이한 기술요소는 투수성 포 장, 식생수로, 침투도랑이 있다. 이 중, 투수성 포장은 기존 바닥 포장 인프라 를 대체할 수 있는 시설로, 조성 공간 확보가 쉽고 형태적으로 기존 인프라와 크게 다르지 않아 시민들이 쉽게 수용할 수 있다. 한편, 투수성 포장은 자연형 시설이 아니기에 LID의 물 순환 외 부가적 환경 개선 기능인 생태서식처, 도 시 열섬현상 감소에는 긍정적인 영향력이 적다. 이에, 본 연구는 투수성 포장 중 식생이 적용된 잔디블록의 활용도를 높일 연구를 제안한다. 응답자 A2에 따르면, 잔디블록은 식생을 잔디로만 유지하지 않아도 미관상 문제가 되지 않 으며 잡초가 자라도 사람들이 밟게 되는 바닥 포장이기에 식생 높이가 낮은 상태가 유지되기에 식생 관리가 크게 필요하지 않아 유지 · 관리가 용이하다고 한다. 그러나, 잔디블록은 일반적인 바닥 포장과는 다른 외형을 갖기에 심미성 및 이용도에 관하 시민의식 조사가 필요하다. 한편, 응답자 Al과 A2에 따르 면, 투수성 포장은 공극의 막힘으로 인해 투수 성능이 감소할 수 있기에 고압 세척 등 공극 유지를 위한 주기적인 관리가 필요하다. 따라서 관리가 쉽지만 은 않으나, 응답자 A2는 바닥 포장이 5년마다 재시공하는 경우가 많기에 일정 기간마다 교체하는 방법이 유지관리 방안이 될 수 있다고 제시하였다.

[표 4-3] 국내에 적용이 용이한 LID 기술요소

12.4				
기술요소		적용 및 유지·관리가 용이한 이유		
	계획 용이성	• 정량적인 기술요소로, 대량 생산이 가능하고 단위면적에 따라 성능을 명확하게 파악할 수 있어 빗물 관리 목표 달성 용이 (응답자 A2)		
트스서	설계, 시공 용이성	 바닥 포장으로써 기존 인프라에 적용 가능 (응답자 A1, A2, C3) 구조와 설계가 간단하며, 설치 또한 간단 (응답자 B4, C3) 		
투수성 포장	유지· 관리 용이성	 일반적인 도로 유지·관리 방안과 같아 관리가 비교적 어렵지 않음 (응답자 B1, B3) 유지관리 문제 발생 시 블록만 재시공하면 되기에, 다른 기술요소들보다 LID 유지관리 용이 (응답자 A2) 		
	비용	 설치 비용이 기존 바닥 포장 인프라 예산으로 이미 확보되어있는 경우가 많아 조성 용이 (응답자 A2) 비용이 상대적으로 저렴 (응답자 C3) 		
식생수로	설계, 시공 용이성	 구조와 설계가 간단하며 LID 이전에도 활용하였음 (응답자 B4) 도로의 측면 공간을 활용할 수 있는 긴 형태를 가지고 있어 적용이 용이 (응답자 B5) 		
	유지 · 관리 용이성	• 관리가 비교적 어렵지 않음 (응답자 B3)		
침투도랑	설계 용이성	• 도로의 측면 공간을 활용할 수 있는 긴 형태를 가지고 있 어 적용이 용이 (응답자 B5)		

도시 총 빗물 관리 목표량 달성하기 위해서는, 목표량의 분배를 위해 도시 내 여러 부지에의 LID 적용이 필요하다. 이를 위해, [표 4-4]와 같이 다수의 응답자가 LID 적용이 용이하다고 제시한 공공 소유지에서 먼저 높은 목표량 설정이 필요하다. 한편, 응답자 B2에 따르면, 공원은 다른 장소보다 불투수면이 적어 LID 설치로 얻는 효과가 상대적으로 미미하며 이용객 중심의 계획을 우선시하기에 빗물 관리 기능이 주가 되는 LID를 비선호하기도 한다. 그러나, 기존의 공원 관리 방법과 LID 관리 방법은 비교적 크게 다르지 않기에 유지·관리가 용이할 것으로 예상하며, 식생체류지, 식물재배화분, 침투도랑, 빗물통

은 조경 및 시설물로써 다양한 경관을 제공하는 부가적 가치도 있기에 공원 내 LID 적용을 긍정적으로 고찰해볼 필요가 있다.

조성 위치별 민원을 고려하면, 산업단지 등 시민들의 일상과 떨어진 위치에 설치되는 경우가 민원 발생이 적다고 한다. 이에, 도시 빗물 관리 계획 수립시 공공 소유지, 시민들의 일상 공간이 아닌 민간 소유지, 시민들의 일상과 가까운 민간 소유지 순서로 목표량을 분배하기를 제안한다.

[표 4-4] 국내에 적용이 용이한 조성 위치

조성 위치	적용 및 유지·관리가 용이한 이유
공공	• 설계 및 유지·관리가 상대적으로 용이한 부지로(응답자 A1, A2,
소유지	B1, B4, B5, C3), 보도, 공원, 주차장 모두 공공 소유지에 해당
산업단지	• 민원이 적어 유지·관리가 용이 (응답자 B3)

■ 국내에 적용이 용이하지 않은 LID 기술요소 및 조성 위치

응답자 Al과 Bl에 따르면, 국내에는 대부분의 기술요소가 조성되고 있으며, LID는 시공이 어렵거나 공정 기술이 과도한 시설이 아니기에 전반적으로 설치가 용이한 기술이다. 그러나, 기술요소마다 관리 방법의 차이, 비용, 민원 등으로 시설의 유지·관리 용이성이 다를 것으로 예상한다. 이에, 본 연구는 국내에 적용이 용이하지 않은 LID 기술요소를 분석하며, 결과는 [표 4-5]와 같다.

식생형 시설은 빗물을 관리하는 LID 특성상 조성되는 공간의 환경적 조건을 고려한 세심한 설계와 관리가 필요하기에 기존 인프라를 대체하기가 쉽지 않다. 그러나 조경 공간으로의 역할과 도시 내 빗물 관리를 동시에 할 수 있는 기술로써 단점을 보완하여 적용을 확대할 가치가 있다. 특히, 식물재배화분은 기존 화단 대신 적용할 수 있는 기술로, 다양한 형태로 조성 가능하여 경관다양성을 증진할 수 있기에 도시 내 적용 가치가 높아 연구가 필요하다. 또한, 인터뷰 참여자의 식생체류지 유지·관리 용이성에 대한 언급은 없었으나 국내에 주로 설치되는 기술요소라 제시하고 있기에 식생체류지에 대한 연구도 필요로 한다.

[표 4-5] 국내에 적용이 용이하지 않은 LID 기술요소

기술요소		적용 및 유지·관리가 용이하지 않은 이유	
	계획	• 명확한 성능 규정이 어려워 제품등록이 용이하지 않기	에
	용이성	확대 적용이 어려움 (응답자 A2)	
		• 물이 흐르는 속도에 영향을 받아 시설 설계 시 형태,	길
	2J →1)	이, 경사 등에 대한 심도 있는 고려 필요 (응답자 A2)	
	설계, 시공	• 인공적인 구조물을 설치하는 방법을 가진 기술요소보	.다
	용이성	자연적인 기법을 가진 기술요소가 유지・관리에 용이하	나,
	0 1 0	인공적인 기법에 비해 요구되는 부지 면적이 커서 이	에
식생형		대한 우선적인 고려 필요 (응답자 Al)	
시설		• 기존의 화단 부지에 적용할 수 있으나, 시민의식과 관	:리
		방법 문제에 대한 고민이 필요 (응답자 A2)	
	0 =1	• 식생 고사로 인해 비식생형 시설보다 유지·관리가 어	렵
	유지· 관리	다고 인식 (응답자 C2)	
	용이성	• 물이 고여 진흙으로 된 경관에 대한 시민들의 거부감 ((%
	0 10	답자 A2)	
		• 물이 고이게 되면 겨울에 식생이 동사할 수 있는 문제 ((
		답자 A2)	
	계획	• 강우 유출 저감보다는 수질 개선에 효과가 있어 주요	기
식생	용이성	술요소로 선정되지 않음 (응답자 B4)	
여과대	설계 용이성	• 넓은 설치 부지 면적을 필요로 함 (응답자 B5)	
		• 유지·관리가 어려움 (응답자 B1, B2)	
ઢો ⊑ ⊸ો હો	유지・	• 경사지에서 시설로의 빗물 유입이 어려움 (응답자 C1)	
식물재배 화분	관리	• 관리를 위한 시설 접근성은 양호하나, 잦은 쓰레기 투기	와
커닌	용이성	낙엽 청소가 필요하며 수목이 안정화되기 전 고사 현	상
		발생 가능 (응답자 Bl)	
	설계,	• 기존 인프라를 대체하게 되는 시설로, 많은 공사를 필요	.로
	시공 용이성	하여 구시가지에는 적용이 어려움 (응답자 A2)	
침투시설		• 투수 기능에 대한 유지·관리 방안 필요 (응답자 Al)	
81/12	유지· 관리 8 이성	• 지하에 매설되는 형태를 가진 기술요소는 지상에 노출	·되
		는 형태보다 유지·관리 필요성을 인식하기 어려움 (응	·답
	용이성	자 A1)	
빗물통	계획	• 한국 특성상 물 가격이 저렴하기에, 시설에서 집수한 물	을
人 三 0	용이성	쓸 일이 딱히 없어 시민들에게 필요도가 낮음 (응답자 B	34)

다음은 국내에 적용이 용이하지 않은 조성 위치로, 인터뷰 참여자는 [표 4-6]과 같이 제시하였다. 민간 소유지는 개인의 필요성에 따라 LID를 설치를 선택하므로 LID를 적용하기가 쉽지 않으나, 도시 전체의 빗물 관리 목표량을 효과적으로 수행하기 위해서는 민간 소유지에도 LID가 적용될 수 있도록 방안마련이 필요하다. 이에, 인터뷰 참여자들의 민간 소유지의 LID 적용에 대한 의견 및 민간 참여 유도 방안에 대한 제안은 [표 4-7]과 같다.

본 연구는 인센티브 방법을 제안하며, 이에 친환경인증제도에서 LID로 인증제도 획득을 위한 높은 점수를 받도록 하는 등 제도적으로 확대 적용할 수 있는 방안을 제시한다. 그 방법으로, LID의 복합적 기능을 고려하여 인증제도에서 물 관리 항목뿐만 아니라 생태적 공간, 도시 열섬현상 감축 공간, 시민들의 커뮤니티 공간 등의 항목에서 중복하여 점수를 받을 수 있도록 고안한다. 또한, 친환경 인증제도를 획득한 건물 및 외부공간에 LID를 적용한 경우, 유지·관리에 필요한 비용 지원이나 LID 전문가와의 상담 기회 제공하는 등 LID를 조성한 공간에 대한 지속적인 관리 지원을 위한 제도적 지원 방안을 수립할수 있다. 민간 소유지의 LID 조성을 확대하려면, LID 설치로 얻게 되는 경관적효과나 편익이 커질 수 있도록 기술요소를 개발하는 방법도 있다. 따라서, 우선 사람들이 기술요소별 원하는 설계 방향은 무엇인지 파악이 필요하며, 추후 4.2절에서 이를 탐구하고자 한다.

[표 4-6] 국내에 적용이 용이하지 않은 LID 기술요소

조성 위치	적용 및 유지·관리가 용이하지 않은 이유
	• 민간은 빗물 관리에 대한 설치 의지가 높지 않아 적용이 어려움
민간	(응답자 A1, A2, B5, C3)
소유지	• 주거 또는 상업시설 입구 주변의 보도는 시설 설치로 인한 불편함
	에 대한 민원이 발생하기도 함 (응답자 Cl)

[표 4-7] 민간 소유지 LID 적용 확대 방안

응답자		민간 소유지 LID 적용 확대 방안
Al	제도적 지침	현재는 민간 소유 부지와 건축물에 LID 적용을 강제할 수 있는 제도가 부재하여 민간의 LID 설치 참여에는 한계가 있음 민간에 LID 도입을 위해 연계할 수 있는 기존 제도는 녹색건축인증제도, 생태면적률, 지구단위계획
	제도적 지원	• 인센티브 방법 필요
A2	제도적 지원	• 인센티브제를 운영하여 세금 절감, 시설 설치비 지원으로 설치 유도
	제도적 지침	• 빗물 관리에 대한 패널티를 부여하는 우수유출세 시행으로 LID 설치를 유도하는 해외 사례가 있음
B4	제도적 지원	• 인센티브 방법 필요
	홍보, 교육	• LID의 필요성에 대한 사람들의 근본적인 인식을 전환하는 홍 보, 캠페인, 교육
C1	제도적 지침	• 신도시 등 부지의 최초 계획 시 적용하는 방안
C2	설계, 개발	• 주민 편의시설과의 조합하거나 도로 시설물로 설계하여 시민 들이 LID를 환경 시설로 선호할 수 있도록 조성
	홍보, 교육	• 지자체와 주민이 먼저 필요성을 인식하여 자발적으로 설치할 수 있도록 교육 및 홍보
C3	제도적 지침	• 강제성 있는 제도적 방안

4.1.3.1에서 제시한 적용이 용이한 기술요소 및 조성 위치는 추후 시민의식 조사를 진행하여, 시민들이 선호하는 방향으로 조성하여 LID를 확대 적용할 수 있는 방안을 고려하고자 한다. 또한, 적용이 용이하지 않아도 기능적, 경관 적으로 중요하게 역할을 할 수 있을 것이라 분석한 기술요소 및 조성 위치는, 개선 가능한 방향을 모색하고 이에 대한 시민의식을 조사하여 도시 내 적용 확대 가능성을 탐구하고자 한다.

(2) 효과적인 LID 유지·관리를 위한 방안

■ LID 조성에 영향을 주는 항목

본 연구는 LID 조성 시 영향을 주는 항목을 4.1.3.1에서 분석한 토대로 비용, 설계 및 시공 용이성, 관리 용이성, 경관 및 심미성, 기후적 특성으로 제시한다. 경관 및 심미성은 4.1.3.1에서 유지·관리 용이성과 연관되는 항목이나시민의식을 주로 고려하는 요소로써 따로 분류하며, 기후적 특성은 설계와 관리에 복합적으로 영향이 있어 추가적으로 제시한다.

한편, 응답자 A1은 LID 기술요소 선정에 영향을 주는 항목은 비용, 설계 및 시공의 용이성, 유지·관리이며 기후적 특성은 주로 고려되지 않는다고 제시하며, 다른 응답자들도 LID 조성 시 주로 고려되는 요소로 기후적 특성에 대해 주요하게 언급하지 않았다. 그러나, 다수의 응답자가 식생 고사 원인 등 유지·관리 어려움은 한국 기후 특성과 연관되어 있음을 제시한다. 이에, 본 연구는 기후적 특성이 LID의 기능뿐만 아니라 유지·관리에도 주된 영향을 미친다고 판단하여 LID 조성 시 주요하게 고려할 것을 제안한다. LID는 최근 기후변화로 인해 과거와 차이가 크게 발생하고 있는 강우 현상을 관리하는 기술이기에, 현재의 기후뿐만 아니라 미래 기후변화시나리오의 반영이 필요하다. 또한, 사계절이나 여름철 우기 등 한국의 전반적인 기후 외에도, 각각의 프로젝트가 적용되는 지역의 기후적 특성을 사전에 고려하여야 한다.

경관 및 심미성은 LID 기술요소 선정에 있어 주로 고려되는 요소로 언급되지는 않았으나, 응답자들은 LID가 지상에 노출되는 시설로써 도시 경관에 영향력이 있으며 시민들이 LID 설치로 체감하는 개선요소는 환경적 기능이 아닌 경관이라고 보고 있기에, LID 조성에 있어 중요하다. 최종적으로, LID 조성에 주로 영향을 주는 항목과 주로 고려되지는 않으나 영향을 줄 수 있는 항목에 대해 정리한 내용은 [표 4-8]과 같다.

[표 4-8] LID 조성에 영향을 주는 항목

구분	LID 조성에 영향을 주는 항목	
주로 고려하는 요소	비용	LID 설치 시 소요 비용은 적은 편은 아님 (응답자 B1) 기술요소마다 관리 주기 및 비용이 모두 다름 (응답자 A2)
	설계 및 시공 용이성	 설치 시 요구되는 부지 면적이 크거나 설치 비용이 과다한 기술요소는 도시에서 선호되지 않음 (응답자 A1) 설계가 복잡하지 않은 기술요소 선정 (응답자 B5) 도로는 선형의 시설을 선정(응답자 B5)하는 등 부지 특성에 따라 기술요소 및 세부 설계안 선정 설계자는 부지 소요가 적은 기술요소를 선호하는 경향이 있어 자연형 기술요소보다는 지하 침투시설, 투수블록 등인공적인 기술요소를 선택하는 경우가 많음. 한편, 이러한 기술요소들은 철저한 유지·관리가 이루어지지 않으면 제대로 기능하기 어려운 단점이 있음 (응답자 A1)
	관리 용이성	 관리가 어려울 것으로 판단되는 경우 설계된 기술요소를 제외하거나 다른 기술요소로 조성 (응답자 B3) 설치 이후 발생하는 민원 (응답자 C1)
주로 고려하지 않는 요소	경관 및 심미성	LID 기술요소 선정에 고려되는 요소라고 언급되지 않음 LID는 주로 도로나 공원에 식생을 함께 식재하는 시설이 기에 유지·관리를 잘하면 도시 경관의 심미성을 증진하여 긍정적 영향을 줄 것으로 봄 (응답자 Bl)
	기후적 특성	 LID 기술요소 선정에 주로 고려되지 않음 한국의 남부 지역은 겨울에 크게 추워지지 않아 식생 유지가 용이한 편이나, 중부 지역은 기온이 크게 떨어지는 경우 관리가 어려움 (응답자 A2) 한국의 기후 특성을 고려한 시공성과 유지 용이성을 향상하는 기술이 개발되고 있음 (응답자 C2)

■ 국내 LID 유지·관리 현황

국내 LID 적용 공간의 효과적인 유지·관리가 이루어지려면 [표 4-9]와 같은 개선이 필요하다. 이는 [표 4-7]의 민간 소유지에의 LID 적용 확대를 위한 방안과 같이 국내 LID 적용 확대를 위한 목표를 가지며, 인터뷰 참여자들은 제도적 지침 마련과 지원 방안의 필요성을 제기한다. 제도적 개선이 필요한 주된 이유는, 효과적인 LID 유지·관리가 이루어지려면 관리 주기 및 예산에 대해 사전에 계획을 수립할 수 있어야 하는데 현재 한국에는 이에 대한 기준이 마련되어 있지 않은 한계가 있기 때문이다. 이로 인해 유지·관리를 위한예산 수립이 어려워 비용을 지원받기 어려운 문제도 발생한다. 또한, 지속적인관리가 이루어지려면 시설 자체의 유지, 뚜렷한 관리 주체, 효과가 있는 관리방법, 관리에 대한 검토가 필요하나, LID 유지·관리에 대한 지침 및 강제성 있는 제도가 마련되어 있지 않아 어려운 실정이다.

이에, 본 연구는 LID 유지·관리 개선을 위한 방안으로 관리의 전문성을 높이기 위한 전문 인력의 참여를 제안한다. 또한, 관리 인력이 부족한 상황에의 대응 방법이자 현장에 직접 방문하지 않아도 효과적으로 관리 필요성을 판단할 수 있는 원격 정량적 모니터링을 제안한다. 모니터링을 통해 수집한 데이터는 관리 주기 및 비용을 사전에 계획할 수 있도록 지침을 만드는 연구에 활용할 수 있다. 다음은 두 가지 방안에 대한 구체적인 제안이다.

[표 4-9] 국내 LID 유지·관리 개선 방향

항목 	효과적인 LID 유지·관리를 위한 개선 방향
사전 유지·관리 계획 수립	 현재 국내에는 LID 유지·관리를 위한 기준이 마련되어 있지 않기에, 기술요소별 유지·관리를 위한 주기 및 기준 마련이 필요하며, 이를 기반으로 유지·관리 비용 제시 필요 (응답자 Al) 기술요소별 관리 주기 및 비용에 대한 제시가 필요. 비용은 인건비, 하자보수 등. 현재는 예산에 대한 근거가 없어 예산 계획 수립이 어려움 (응답자 A2) 파일럿 프로젝트로 검증 후 정기점검 및 관리 빈도 등 유지·관리를 중심으로 하는 매뉴얼 발행 필요 (응답자 B4)
지속적인 관리	 충분한 유지·관리 예산을 위한 지원 필요. 식생 고사로 인한 관리는 보증 기간 동안 하자 처리로 해결하고 있으나, 하자 보증 기간 만료 이후에는 식재를 위한 예산 필요 (응답자 B1) 시설 유지 기간 규정 필요 (응답자 A2) 유지관리가 적절한지 확인하고 점검할 수 있는 체계 부족 (응답자 B5) LID는 전문적인 관리가 필요한 시설이기에, 사업 준공 후 관리 부서로 이관 시 명확한 시설 관리 인수인계 필요 (응답자 B2, B3) 식생형 시설 관리를 위한 관수 시스템 등, 식생이 적용된 LID 시설의 원활한 관리를 위한 일반적인 조경 공간과 다른 방안 마련필요 (응답자 C1)

■ 전문 관리 인력 참여 방안

국내 현황 분석 결과, 현재 유지·관리 및 검토 주체 선정을 위한 방안은 정해져 있지 않으며, 이에 프로젝트 상황에 따라 관리 주체를 선정하여 진행하고 있다. 또한, 유지·관리를 수행하는 LID 전문 인력은 딱히 없는 실정으로 일반적인 조경업체에서 관리하는 경우가 많다. [표 4-10]은 인터뷰 참여자들이 제시한 유지·관리 인력 현황이다.

[표 4-10] LID 관리 인력 현황

관리 담당	유지·관리 인력 현황	
지자체	 지자체에서 설치한 시설은 지자체가 담당하여 점검 및 유지·관리 (응답자 A1, A2, B5) 도로, 공원, 공공청사의 각각의 담당 부서에서 관리 중. 부서 간 협의가 되지 않은 기술요소는 설치 부서인 물 환경 관련 부서에서 관리 담당 (응답자 B1, B2) 	
민간	• 민간 시설은 민간에서 유지·관리 (응답자 B1, B5)	
일반 기업	 LID 전문가가 아닌 업체에 발주 계약하여 유지관리. 관리 방법은 감독관이 직접 지시하므로 LID 전문가가 아닌 업체에서 관리해도 큰 어려움은 없음. 조경에 관리 필요도가 높아 일반 조경업체에서 관리. 방법 및 관리 시기 감독은 지자체에서 담당 사전 유지관리 교육을 한다면 일반 유지관리 업체에서 하여도 문제 없을 것 (응답자 C3) 	
LID 전문가	LID 연구자와 기업체가 관리에 참여하지는 않으며 A/S나 체크리스 트 제공 정도로만 참여 (응답자 A2) 관리 단계에 전문가가 참여하는 사례는 거의 없음 (응답자 B5, C3)	

본 연구는 효과적인 LID 유지·관리를 위해, 기술요소 또는 조성 위치별 관리 담당 주체 지정을 위한 LID 총괄 전문가 참여와 유지·관리 전문업체 참여를 위한 제도적 방안을 제시한다.

첫째, 기술요소 또는 조성 위치별 관리 주체 지정을 위한 전문가 참여 방안 이다. 응답자 A1에 따르면, LID 조성 과정은 건축, 조경, 토목, 환경 등의 공종 이 복합적으로 혼재되어있는 경우가 많아 정확한 유지·관리 주체를 정하기 모호한 경우가 있다. 한편, 이러한 특징은 LID는 다양한 분야가 함께하는 만큼 유지·관리 인력을 나누어 수행할 수 있는 장점이 될 수 있다. 이는 LID 유 지·관리 인력을 분야별로 분산함으로써, 응답자 B5가 제시한 LID 점검 인력 이 부족한 국내 현황의 문제점을 해결할 수 있기도 하다. 그러나, 관리 인력으 로의 여러 분야의 참여는 관리 책임 주체가 불명확할 수 있기에, 본 연구는 LID 기술요소별 조성 위치에 따른 관리 주체를 LID 설계 초기 단계에 사전에 분류하는 방안을 제안한다. 이때, 시설의 지상 공간, 지하 매설물, 식생, 미관 유지를 위한 쓰레기 관리 등 기술요소별 세부 설계요소에 대해 관리 항목을 상세하게 사전 정리하도록 하며, 사전에 건축, 도시, 조경, 토목, 환경 분야별 가장 잘 담당할 수 있는 항목에 관리 주체를 구분하여 유지 · 관리를 수행한 다. 즉, 사전에 각각에 분야에 LID 유지·관리 부서를 수립하면 서로 다른 프 로젝트라도 용이하게 관리 인력을 배치할 수 있을 것이며, 현재로서는 다양한 프로젝트가 있는 공공 소유지를 대상으로 적용할 수 있다. 이때, 전체적인 관 리의 전문성을 유지하고 사전 계획을 통해 명확한 관리 항목 분류 및 관리 인 력 배치를 수행할, LID 설계 및 관리에 대한 충분한 지식을 가진 LID 총괄 프 로젝트 전문가를 필요로 한다.

[표 4-11] LID 유지·관리 전문업체 필요성

응답자	LID 유지관리 전문업체 필요성		
	• LID에 대한 강제성 있는 유지·관리 기준이 마련되어 있지 않기에, 유		
A1	지관리를 전담하는 업체가 정해져 있지 않음		
	• 적절한 유지·관리를 위한 기준 마련 및 전문업체가 필요한 실정		
A2	• 기간 내 정해진 횟수대로 유지·관리 서비스를 해주는 방식의 구독서		
	비스 방안 제안		

둘째, LID 유지·관리 전문업체를 위한 제도적 방안이다. 응답자 A1와 A2는 [표 4-11]과 같이 LID 유지·관리를 전문으로 하는 업체의 필요성을 제기하고 구독서비스와 같은 방식을 제안하였다. 이러한 업체는 LID가 적용된 민간 소 유지에서도 관리할 수 있기에 유용하다. 또한, LID에 대한 전문 지식을 가지고 관리함으로써 기술요소의 일반적인 형태에서 벗어난 경우에도 유연하게 대처 하여 관리할 수 있을 것으로 본다. 이에 본 연구는 LID 유지·관리를 전문하 는 업체 수립을 위한 제도적 방안을 제안한다. 직접적인 방안으로는 LID 유 지 · 관리 업체 창업 시 교육 및 비용을 지원하는 방법을 제안한다. 이는 초기 비용이 발생할 수 있으나, 추후 업체에서 LID 유지·관리를 하였을 때 기술요 소 및 설계 방법에 보완이 필요한 점이나 기술요소별 기능 유지 기간 및 관리 빈도 등의 정보를 연구기관에 공유할 수 있도록 하여 LID 유지·관리 연구를 위한 데이터 수집에 도움이 될 수 있다. 최종적으로는 한국 내 LID 적용 공간 이 원활하게 기능하고 재시공 필요성을 줄일 수 있기에 가치가 있다. 간접적 인 방안으로는 친환경 인증제도 LEED에서 프로젝트 과정에 LEED 전문가가 참여 시 점수를 부여하듯, LID 유지·관리 전문업체의 참여를 계획한 프로젝 트에 대해 인센티브를 부여하는 제도를 마련함으로써 LID 프로젝트 내 전문 인력의 수요를 높이는 방법을 제안한다.

■ 모니터링 방안

인터뷰 전문가의 현재 수행되고 있는 관리를 위한 검토 방법에 대한 공통적 인 답변으로는, LID 유지·관리는 육안 검토로 이루어지며 계절별 정기점검이 나 우기 전후 막힘 점검 시 문제를 발견하면 관리를 수행하며, 정량적 모니터 링은 [표 4-12]와 같이 연구나 초기 단계에서 수행한다고 한다. 한편, 현재 국 내 LID 유지·관리는 인력 및 예산에 한계가 있는데, 앞으로 LID 적용 공간이 늘어나게 되면 유지·관리를 위한 인력 및 예산 확보를 더 많이 필요로 하게 되어 관리가 더욱 어려워질 수 있다. 이에, 본 연구는 관리의 효율성을 위해 육안 검토 대신 센서 등을 이용한 정량적 모니터링 방안을 활용하여 LID 시설 의 물 고임 현상 발생. 월류관 막힘 등 시설관리가 필요한 시기를 워격으로 파악하는 방안을 제안한다. 또한, LID 기술요소별 처리 가능 용량 이상 발생에 대응하여 설치한 우회시설에서 발생하는 문제에 대한 모니터링도 함께 이루어 져야 많은 양의 강우 발생 시 연계 시스템이 효과적으로 대응할 수 있을 것이 다. 모니터링은 초기 개발 비용이 발생할 수는 있지만, 개발 이후에는 관리 인 력과 비용을 효과적으로 줄일 수 있을 것이다. 응답자 B4는 LID는 아직 설치 사례가 많지 않아 데이터가 부족하여 관리 빈도 수립이 어려워 파일럿 스터디 를 통한 정기점검 빈도를 연구의 필요성을 제기한다. 이에, 현재 조성된 LID 사례를 대상으로 한 정량적 모니터링을 시작하여 LID의 적용 공간별 빗물 관 리 기능성에 대한 지속적인 데이터를 수집한다면 향후 LID 연구와 개발에 활 용 가치가 높을 것이다.

[표 4-12] 정량적 모니터링 현황

정량적 모니터링 현황

- 유지관리와 관련된 정량적 모니터링은 거의 수행되지 않음 (응답자 Al, B3)
- 연구 목적의 모니터링 수행 (응답자 A1, B1)
- 조성 기관에서 시설 이관 전까지 매월 점검 및 우기 시 우수유입과 관련된 모니터링 수행 및 데이터 수집 (응답자 B2)

(3) 시민의식 연구 필요 항목

LID에서 기능과 경관은 서로 연관되어 있으며 두 가지 모두 유지·관리에 영향을 받는데, 기능을 우선 고려하는 경우 경관 및 민원에 영향이 있거나 경관을 우선 고려하는 경우 기능 및 유지·관리에 영향이 있어 상반되는 결과를 가질 때가 있다. 이러한 LID의 기능과 경관의 연관성에 관한 국내 사례 현황 분석은 [표 4-13], [표 4-14]와 같다.

[표 4-13] 경관이 기능 및 유지·관리에 영향을 미치는 경우

구분	경관이 기능 및 유지·관리에 영향을 미치는 경우	
민원으로 인한 설치·유지 어려움	 일반적인 식물재배화분은 빗물 유입구가 연석 밖으로 부착되어 있어 파손되는 경우가 많고 이로 인해 민원이 발생하여 시설을 없앤 경우가 있음. 매입형으로 개선하는 방향 고려 필요 (응답자 Cl) LID 설치로 인해 기존 보도가 협소해졌다는 민원 발생. 공원이나 주차장 등 넓은 공간은 문제가 없으나 도로와 같이 좁은 공간은 체감상 불편함으로 인해 민원 발생 (응답자 Bl) 투수성 포장은 보도의 투수 기능 회복을 위해 조성하는데, 변경 필요성에 대한 인식이 부족하여 바닥 포장의 재시공 자체를 불필요하고 부정적으로 보기도 함 (응답자 Cl) 	
경관 및 선호도 우선시	 시민들은 우수한 빗물 관리 기능을 가진 기술요소보다 심미적으로 뛰어나고 쾌적한 경관을 가진 기술요소 선호 (응답자 B2) 식생수로는 비가 오지 않을 때 건천 상태로 있는데, 시민들이 경관 상 평소에도 물이 흐를 것을 요구하기도 함 (응답자 B2) 식생수로와 식물재배화분은 오목한 형태를 가지면 진흙 경관이 되기 쉬워 평평한 형태에 가깝게 설계하는 경우도 있는데, 이는 강우 유출수 저감 기능이 감소하게 함 (응답자 A2) 자갈 마감보다 식생 마감을 경관상 선호 (응답자 B3, B4) 투수 콘크리트의 패턴은 심미성을 증진하며, 유지·관리에는 크게 문제가 되지 않으나 공정상 추가적인 예산이 필요 (응답자 A2, C1) 	
경관 위주 설계	경관을 과하게 반영하여 설계하면 시공이 어려워짐 (응답자 C2) 발주처는 지하에 매설되어 보이지 않는 시설에 많은 투자를 하고 싶어 하지 않기에 기능보다 경관 선호 (응답자 C3)	

[표 4-14] 기능이 경관 및 민원에 영향을 미치는 경우

 구분	기능이 경관 및 민원에 영향을 미치는 경우		
기능 및 형태적 특징으로 발생한 문제	기능이 성판 및 민원에 영향을 미지는 경우 • 빗물을 모으는 기능을 가진 LID 기술요소는 오목한 형태의 기술요소는 물이 고여 진흙 경관이 될 수 있어 이에 대한 시민들의 거부 감이 있으며 쓰레기가 모이는 문제도 있음 (응답자 A2) • 식생형 시설은 오목한 형태로 조성되어 안전성 우려에 대한 민원이 발생하기도 하며 난간 설치를 요구하기도 함 (응답자 A2, B1) • 틈새블록에의 구두 굽 빠짐 문제 민원 (응답자 A2, B5) • 특수한 환경에서 살아남을 수 있는 식생을 선정하다 보니 심미성에 대한 고려가 적음 (응답자 A2) • 해충에 대한 민원 발생 (응답자 B1, B2, B4, C3) • 시공 시 지하 매설물 설치가 어려운 현장 상황 등 발생 시 계획 변경 (응답자 C1)		
기능 관리가 경관에 영향	• LID 빗물 관리 기능이 유지되려면 배수, 물의 흐름, 물을 모으는 것이 원활하게 이루어져야 하며 이는 쓰레기와 낙엽 청소가 중요한데, 이는 경관에도 영향 (응답자 B4)		
설치 위치 우선시	 산업단지 특성상 도로의 기능이 중요하기에, LID 유지·관리로 인해 도로의 본 기능에 문제가 발생하지 않도록 도로 측구가 아닌보도와 녹지 사이에 LID 적용 (응답자 B3) 도로는 문제가 없게끔 하는 것을 최우선으로 고려하기에, 낙엽과관리 빈도가 적은 기술요소 및 형태 적용 필요 (응답자 B4) 		

먼저, 경관이 기능 및 유지·관리에 영향을 미치는 경우는 민원으로 인한 LID 설치 및 공간 유지의 어려움, 경관 및 선호도를 기능보다 우선하여 적용한 경우, 실제 현장에서의 경관 위주 설계 선호 사례이다. LID에서 경관을 고려하면 기능을 우선한 경우보다는 비교적 빗물 관리 성능이 미흡하겠지만, LID에 대한 부정적인 인식이 조성되면 시설 유지 자체가 어려워질 수 있기에 아직 국내 LID 사례가 많지 않은 만큼 초기 단계에서는 경관과 선호도를 주로고려하여 긍정적인 의식을 갖도록 조성할 필요가 있다. 이는 응답자 A1에 따르면, LID가 갖는 주요 기능은 강우 유출량 저감이나 온도 저감 등이나 시민

들의 일상 공간에 도입되는 시설설치로 사람들이 체감할 수 있는 개선요소는 경관이기에 이를 우선적으로 고려하는 것이 중요하다고 한다. 그 방안으로, 응답자 Al은 시민의 동선이 많은 곳은 경관 위주의 시설, 시민의 동선이 많지 않은 곳은 기능 위주의 시설을 배치하는 방안을 제시하기도 하였다.

다음으로, 기능이 경관 및 민원에 영향을 미치는 경우는 LID의 빗물 관리 기능 및 시설의 형태적 특징으로 인해 문제가 발생한 경우, 빗물 관리 기능을 위한 관리가 경관에도 영향을 미친 경우, 설치하는 부지의 특성을 고려한 LID 조성 방안이 경관에 영향을 준 경우이다. 본 연구는 LID 적용 공간이 물 순환기능뿐만 아니라 오픈스페이스로서 시민들이 선호하고 이용률이 높으며 경관적 기능을 하도록 방향을 제시하고자 한다. 따라서, 민원 문제를 통해 경관 및 공간 이용성에 영향을 미칠 수 있다고 파악한 설계요소들에 대해, 추후 4.2절에서 시민의식 조사를 하여 기술요소별 세부 설계 방향성을 제시하고자 한다.

이에, 본 연구에서 제시하는 기술요소별 시민의식 조사가 필요한 사항은 다음과 같다. 첫째, 투수성 포장에의 패턴, 잔디 사용 등 심미적 요소 적용은 유지·관리에 크게 영향을 미치지 않는다. 따라서, 적용 공간 확보와 유지·관리는 용이한 기술이기에, 사람들의 선호도 조사로 시설의 적용 확대 방안을 고민해 볼 필요가 있다. 둘째, 현재는 투수성 포장 말고는 식생체류지, 침투도랑등 시각적으로 바라볼 수 있는 조형물 형태의 LID 기술요소들이 많은데, 사람들이 LID 기술요소를 공간적으로 활용할 수 있도록 도시 내 자투리땅에 정원이나 휴식 공간으로 조성하는 방안을 고려해볼 수 있다. 셋째, 경관성이 높은시설은 주로 식생형 시설이지만, 비가 오면 질척거리는 문제나 식생 고사 등으로 인해 오히려 경관과 이용성에 악영향을 미치는 경우가 있다. 따라서, 자간을 이용한 시설이나 투수성 포장 등 식생을 사용하지 않는 시설에 대해서도경관 개선을 위해 도시 내 어떤 공간에 적용될 수 있을지 고민해볼 필요가 있다. 넷째, 오목한 형태의 식생형 시설은 안전성에 대한 우려가 있는데, 경관적, 형태적 보완을 통해 사람들의 불안감을 해소할 수 있을지 고려해볼 수 있다.

2절. LID 선호도 분석

1. 개요

LID 유지·관리에 있어 기술요소별, 조성 위치별 적절한 관리 방안 연구도 중요하지만, 그 전에 LID 적용 공간이 다른 시설로 대체되지 않고 지속적으로 유지될 수 있도록 시민들의 LID 조성에 대한 긍정적인 의식이 필요하다. 이에, 4.2절은 4.1절에서 국내에 적용이 용이하다고 파악한 기술요소 및 조성 위치와, 적용이 용이하지 않아도 도시 내 기능적, 경관적으로 중요한 역할을 할 수 있다고 분석한 기술요소 및 조성 위치에 대해 사람들의 선호도 및 의견을 탐구하고자 한다.

LID에 대한 시민의식을 분석하고자 하는 기술요소 및 조성 위치는 4.1.3.1의 국내의 LID 기술요소 적용 용이성 분석에 따라 투수성 포장, 식생체류지, 식생수로, 침투도랑, 식물재배화분이며, 조성 위치는 공공 소유지인 보도, 공원, 주차장이다. 이때, 침투시설은 침투도랑 외에 다른 기술요소들은 기존 인프라와형태적으로 크게 다르지 않거나 공간적인 경험이 어려워 제외하며, 빗물 이용시설인 빗물통은 설치된 공간적 특징보다 시설물 자체의 디자인에 따라 사람들의 선호가 달라지기에 제외한다. 또한, 도시 빗물 관리 목표량 달성을 위해서는 민간 소유지의 LID 확대 방안도 필요하나, 한국은 아직 LID 적용 초기단계로 LID 적용과 관련한 강제성 있는 제도적 지침이 없어 민간 소유지에의조성이 어려운 실정을 반영하여, 공공이 주도하여 설치하고 관리할 수 있는 공간을 대상으로 분석한다. 이때, 공공청사는 보도, 공원, 주차장의 이용 행태가 복합적으로 발생하는 공간이기에 따로 분류하지 않는다.

연구는 3.2절의 관찰조사와 4.1절의 민원 사례를 통해, LID가 적용된 공간적 측면에서 시민의식에 직접적으로 영향을 미치는 특징은 심미성, 안전성, 공간 이용의 편의성이라고 판단하였다. 심미성은 경관적 선호를 고려하며, 안전성은 LID가 기존 조경 공간이나 인프라와 다른 형태적 특성으로 인해 사람들이 위

험하다고 생각하는 측면을 고려하고, 마지막으로 공간 이용의 편의성은 LID가 적용된 공간을 이용하면서 느낄 수 있는 불편함을 고려한다. 이에, 세 가지 특성을 고려하여 기술요소별, 조성 위치별 사람들의 선호도와 의견을 조사하고 자 한다.

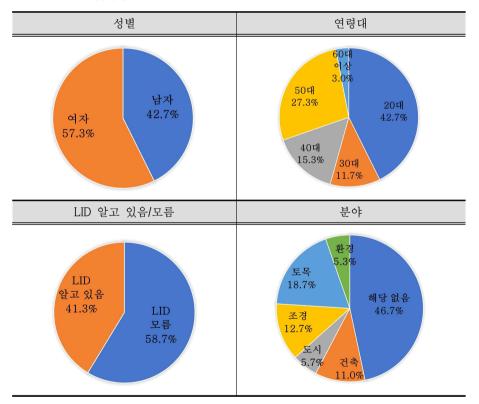
연구 방법으로 시민의식 조사를 위해 설문 조사를 수행한다. 설문 조사는 LID의 기능에 대해 분석하는 게 아닌 공간을 이용하는 경험과 경관 측면의 분석을 질문하므로, LID 관련 전문 지식 여부와 상관없이 누구나 설문에 참여할수 있도록 구성한다. 한편, LID는 일상생활에서 쉽게 경험하기 어려운 형태의 기술요소들도 있고 일반적인 조경 공간이라고 판단하여 LID임을 인식하지 못하는 경우도 많다. 또한, 답사 결과, 한 장소에서 본 연구가 분석하고자 하는 기술요소별 다양한 형태 및 조성 위치를 경험할 수 있는 장소는 찾기 어려워현장 설문 조사에는 한계가 있다. 이에, 설문 조사는 온라인 설문지로 진행하며, 설문 참여자의 충분한 이해를 돕기 위해 사전에 LID 기술요소별 형태적, 공간적 특성을 간단히 소개하고 사진과 그림을 함께 첨부하여 설문 항목을 구성한다. 또한, 비대면 설문 조사로써, 참여자가 질문 의도를 쉽게 파악할 수 있도록 전문 용어는 최대한 배제하여 구성한다. 이때, 질문별 명확한 이해도를고려하기 위해 본 설문 조사 이전 LID에 대한 전문 지식을 가지고 있지 않은사람 10명을 대상으로 파일럿 스터디를 진행하였으며, 이를 기반으로 최종 설문지를 구성하였다. 설문지는 〈부록 3〉과 같다.

최종적으로, 4.2절은 LID 설치 초기 단계인 한국에서 원활한 정착이 가능하 도록 시민들의 선호도 분석을 통한 조성 및 관리 방안을 제시한다.

2. 설문 조사 참여자

본 연구는 총 300명의 설문 참여자의 의견을 종합하여 분석한다. 설문 조사는 2022년 11월 25일부터 11월 27일까지 진행했으며, 온라인 플랫폼을 활용하여 진행하였다. 설문 참여자의 일반 사항은 [표 4-15]와 같다. 구체적인 설문참여자 수는 다음과 같다. 첫째, 성별은 남자 128명, 여자 172명이 참여하였다. 둘째, 연령대별 분류로는 20대 128명, 30대 35명, 40대 46명, 50대 82명, 60대이상 9명이 참여하였다. 셋째, LID에 대해 알고 있는 사람 124명(41.3%), 모르는 사람 176명(58.7%)이 참여하였다. 넷째, LID와 연관한 분야 전문가는 건축33명, 도시 17명, 조경 38명, 토목 56명, 환경 16명이 참여하였으며, 해당 없음은 140명이다.

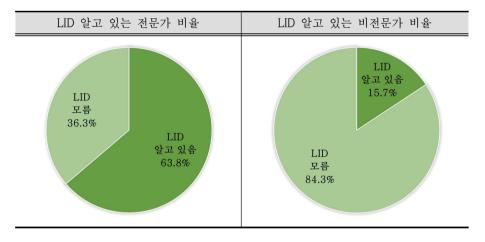
[표 4-15] 설문 참여자 일반 사항

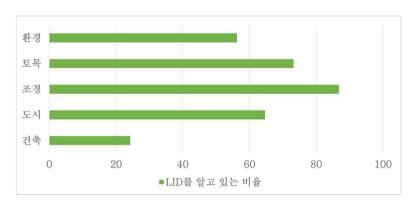


설문 조사 참여자 중 LID와 연관한 분야인 건축, 도시, 조경, 토목, 환경 분야의 전문가가 있으나, 본 연구의 설문 항목은 해당 분야들의 전문 지식과 연관한 항목을 질문하는 것이 아닌, 일반적인 도시 내 오픈스페이스에 대한 경관적 선호도 및 공간 이용 경험을 바탕으로 하는 시민의식에 대한 조사이므로 통합하여 분석을 진행하였다. 다만, 전문성과 관련한 항목은 응답자를 분류하여 분석을 진행하였다. 또한, LID의 기본적인 지식이 영향을 미칠 것으로 판단하는 질문 항목에 대해서는 LID에 대해 이미 알고 있는 응답자와 그렇지 않은 응답자로 구분하여 분석하였다.

설문 조사 참여자에 따르면, LID에 대해 들어본 적 있는 전문가와 비전문가의 비율은 [표 4-16]과 같다. 건축, 도시, 조경, 토목, 환경 분야와 관련 없는 비전문가 중 LID를 들어본 적 없는 비율은 낮은 편으로, 본 연구를 통해 시민들의 일상 공간에 가깝게 설치되는 소규모 빗물 관리 시설인 LID에 대해 인식하게 되는 계기가 될 수 있을 것이라 예상한다. 또한, 분야별 LID에 대해 들어본 적 있는 비율은 [그림 4-1]과 같다. 이를 통해, LID가 도시 외부공간에 조성되는 시설로써 다양한 분야의 협업이 이루어지고 있는 기술요소임을 확인할수 있었다.

[표 4-16] LID를 알고 있는 비율





[그림 4-1] 분야별 LID를 알고 있는 비율

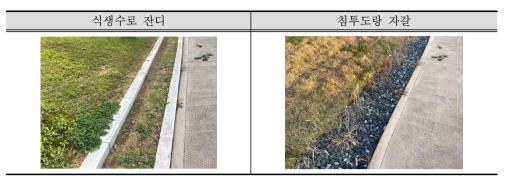
3. 설문 조사 결과 및 분석

(1) 식생수로와 침투도랑 분석

▮ 개요 및 질문

식생수로와 침투도랑은 바닥에 선형으로 적용하는 LID 기술요소이다. 두 가지 기술요소는 보도나 경계부를 따라 조성할 수 있는 시설로, 보도 옆, 공원, 주차장 경계부에 일반적인 측구를 대신하여 적용할 수 있다. 식생수로와 침투도랑은 좁은 공간에 설치할 수 있어 현재 국내에서도 LID 시설로 주로 설치되고 있다. 한편, 식생수로와 침투도랑은 적용 가능한 위치나 시각적 형태가 비슷하나, [표 4-17]과 같이 토양 피복 재료에 차이가 있다. 따라서, 재료의 차이와 설치 위치에 따라 심미성, 안전성, 불편함에 대한 선호도 및 의견이 다를 것으로 가정하고 설문 조사를 진행한다. 질문은 조성 위치별 선호하는 표면 재료와 그 이유 '미적으로 선호', '안전해보임', '걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음'에 대한 선택지를 구성하였으며, 선호하지 않는 재료와 그 이유 '미적으로 선호하지 않음', '얼전해보이지 않음', '걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 않음'에 대해서도 질문하였다. 이때, 기술요소가 조성되는 위치에 대한 이해를 돕기 위해 [표 4-18]의 그림을 함께 제시하였다.

[표 4-17] 식생수로와 침투도랑 토양피복재료



자료: 연구자 촬영

[표 4-18] 조성 위치별 식생수로, 침투도랑 적용

	식생수로 적용	침투도랑 적용
보도 옆		
공원 산책로		
주차장 부지 경계		

자료: 연구자 제작

■ 보도 옆 조성에 대한 분석

식생수로와 침투도랑 분석 시, 잔디와 자갈 마감에 대해 비가 올 때를 고려하여 판단하면 LID에 대한 기본지식 유무가 선택에 영향을 미칠 것으로 예상하여 응답자를 분류하여 분석하였다.

본 연구가 예상하는 보도 옆 두 기술요소에 대한 선호도에 영향을 주게 될 사항은 다음과 같다. 식생수로는 잔디를 사용하므로 보도 옆 녹지와 경관적으로 자연스럽게 이어질 수 있으나, 녹지와의 경계 부분에 단차가 있어 사람들이 식생수로를 밟을 수 있어 잔디의 유지·관리에 어려움이 있을 것이라 본다. 침투도랑의 경우 자갈이 보도로 넘어옴에 대한 관리가 필요하나, 보도와 잔디 사이 경계가 되어 녹지 공간 유지·관리에 도움이 될 것이라 예상한다.한편, 보도 옆에 기술요소를 적용하는 경우는 공원이나 주차장보다 상대적으로 좁은 보행 공간 옆에 적용되기 때문에 참여자들이 이러한 특성을 고려하여 판단할 것이라 예상하였다.

조사 결과, 보도 옆 식생수로와 침투도랑 조성에 대한 선호도 및 의견은 [표 4-19]와 같다. 선호도는 LID 기본지식 유무에 상관없이 비슷한 비율을 가진다. 따라서, 설문 참여자 개개인의 선호도 차이라고 판단하며, 적용 시 중점적으로 관리해야 하는 항목에 대해 두 가지 기술요소 모두 분석한다. 먼저, 식생수로를 선호하는 응답 비율은 보행 편의성이 가장 높으며, 상대적으로 안전성은적은 비율을 차지했다. 반면, 침투도랑의 경우 심미성이 가장 높은 비율을 차지했다. 기타 의견으로는, 침투도랑은 빗물 침투 기능이 더 뛰어날 것으로 예상하여 LID로써 긍정적으로 바라보나, 자갈 관리의 어려움과 보도로 나왔을때의 위험성을 언급했다. 반면, 식생수로는 강우 시 빗물 침투 기능이 자갈보다 떨어질 것 같다고 보며, 진흙 문제를 제기했다.

[표 4-19] 보도 옆 식생수로, 침투도랑 선호도 및 이유

LID	를 알고 있는 응답자	LID를 모르는 응답자		
침투도랑 44.4% 식생수로 55.6%		침투도랑 49.4%		
	식생수	로 선호		
식생수로 선호 이유	1. 심미성 (46.4%) 2. 보행 편의성 (39.1%) 3. 안전성 (13.0%) 기타) 빗물 관리 기능.	식생수로 선호 이유	1. 보행 편의성 (39.3%) 2. 심미성, 안전성 (29.2%) 기타) 호우 시 식물 뿌리가 표면 지탱. 보도로 나오는 자갈 관리 빈도.	
침투도랑 선호하지 않는 이유	1. 보행 편의성 (40.6%) 2. 심미성 (30.4%) 3. 안전성 (21.7%) 기타) 빗물 관리 기능. 자갈 관리. 자갈의 위험성.	침투도랑 선호하지 않는 이유	2. 안전성 (36.0%)	
	침투도	랑 선호		
침투도랑 선호 이유	1. 심미성 (40.0%) 2. 보행 편의성 (32.7%) 3. 안전성 (18.2%) 기타) 유지관리. 빗물 관리 기능.	침투도랑 선호 이유	1. 심미성 (39.1%) 2. 보행 편의성 (26.4%) 3. 안전성 (19.5%) 기타) 강우 시 질척거림, 흙탕물 양호. 빗물 관리 기능. 상대적으로 자연친화적.	
식생수로 선호하지 않는 이유	1. 심미성 (32.7%) 2. 보행 편의성 (30.9%) 3. 안전성 (18.2%) 기타) 유지관리. 빗물 관리 기능. 해충	식생수로 선호하지 않는 이유	1. 보행 편의성 (39.1%) 2. 심미성 (25.3%) 3. 안전성 (10.3%) 기타) 강우 시 질척거림과 흙탕물. 빗물 침투 능력. 강우 시 웅덩이 발생 가능. 유지관리 어려움	

■ 공원 조성에 대한 분석

공원에 두 가지 기술요소를 적용하는 경우에 대한 분석이다. 공원은 보도나 주차장과 달리 차량의 통행이 없는 지역으로서, 앞서 보도에서 제기된 자갈에 대한 위험성이 상대적으로 적을 것으로 예상한다. 한편, 자갈은 잔디보다 인공 적으로 보이는 요소기에, 도시 내 자연적 공간에 가까운 공원에서는 이러한 특성이 선호도에 영향을 미칠 것으로 판단하였다.

조사 결과는 [표 4-20]과 같다. 공원도 보도 옆과 같이 두 가지 기술요소의 선호도에 크게 차이가 없었으며, 응답자의 LID 기본지식 유무의 영향도 없었다. 공원은 식생수로와 침투도랑 선호 이유로 심미성이 가장 높은 비율을 차지하였다. 특징적인 점으로는, 침투도랑을 선호하는 기타 의견은 침투도랑이 보행로와 공원 내 녹지 공간을 명확한 경계가 된다는 이유로 선정하였는데 이는 공원에서 잔디를 보호하고자 할 때 펜스를 설치하지 않고도 침투도랑이 경계를 인지할 수 있도록 하는 설계요소로 역할을 할 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 사람들의 잔디 유입을 강제성이 있지 않게 차단할 수 있기에 녹지 보호를 위한 관리 용이성에 기여할 수 있다. 이는 LID가 빗물 관리 기능뿐만 아니라조성 공간의 설계요소로 역할을 할 수 있음을 보여준다. 두 번째로는 보행 편의성을 중요하게 보는 비율이 높았다.

[표 4-20] 공원 식생수로, 침투도랑 선호도 및 이유

LID를 알고 있는 응답자

침투도랑 45.2% 44.8%		침투도당 48.9% 51.1%		
		로 선호	1 1 1 1 (55 00)	
식생수로	1. 심미성 (61.8%) 2. 보행 편의성 (22.1%) 3. 안전성 (13.2%)	식생수로	1. 심미성 (55.6%) 2. 보행 편의성 (22.2%) 3. 안전성 (20.0%)	
선호 이유	기타) 환경적 기능. 유지관리	선호 이유	기타) 호우 시 식물 뿌리가 표면 지탱. 보도로 나오는 자갈 관리 빈도.	
침투도랑 선호하지 않는 이유	1. 보행 편의성 (39.7%) 2. 심미성 (38.2%) 3. 안전성 (17.6%) 기타) 빗물 관리 기능. 유지관리. 공원인데 녹지 면적 감소	침투도랑 선호하지 않는 이유	1. 심미성 (46.7%) 2. 보행 편의성 (26.7%) 3. 안전성 (25.6%) 기타) 잔디와의 심리적 경계	
	침투도	랑 선호		
침투도랑 선호 이유	1. 심미성 (42.9%) 2. 안전성 (26.8%) 3. 보행 편의성 (12.5%) 기타) 보행로와 녹지 경계 구분 명확. 유지관리. 빗물 관리 기능.	침투도랑 선호 이유	1. 심미성 (53.5%) 2. 보행 편의성 (20.9%) 3. 안전성 (14.4%) 기타) 보행로와 녹지 경계 구분 명확. 유지관리. 경관 다양성. 빗물 관리 기능.	
식생수로 선호하지 않는 이유	1. 심미성 (39.3%) 2. 보행 편의성 (17.9%) 3. 안전성 (16.1%) 기타) 보행로와 녹지 경계 구분 명확. 유지관리. 빗물 관리 기능.	식생수로 선호하지 않는 이유	1. 심미성 (43.0%) 2. 보행 편의성 (24.4%) 3. 안전성 (20.9%) 기타) 보행로와 녹지 경계 구분 명확. 유지관리. 강우 시 질척거림, 흙탕물 빗물 관리 기능.	

LID를 모르는 응답자

■ 주차장 부지 경계 조성에 대한 분석

주차장은 도시 내 대표적인 불투수면으로 조성되는 오픈스페이스 중 하나인데, 사람이 오랜 시간 이용하는 공간이 아니기에 공간 활용도를 위해 도시 내주요 빗물 관리 공간으로서 역할을 할 수 있도록 조성할 필요가 있다. 본 연구가 예상하는 주차장의 두 기술요소에 대한 선호도에 영향을 주게 될 사항은다음과 같다. 주차장의 보행뿐만 아니라 차량의 안전성에 대한 고려가 필요하다는 공간적 특징은 기술요소 선호도 선정 시 주요 영향을 미칠 것으로 예상한다. 한편, 두 가지 기술요소 모두 차량과 근접하게 설치하면 문제가 발생할수 있다. 식생수로는 오염물질 유입 문제로 유지·관리가 어려울 것으로 보며, 침투도랑은 자갈이 주차 공간으로 빠져나갈 시 위험성 문제가 발생할 수 있을 것으로 예상하기에, 참여자들이 이러한 점을 고려하여 판단할 것이라 본다.

조사 결과는 [표 4-21]과 같다. 주차장은 보도 옆이나 공원에 비해 안전성에 대한 관리가 주요하게 이루어져야 한다. 한편, 자갈이 주차 공간에 나올 때의 위험성을 고려하여 식생수로의 선정 비율이 높을 것으로 예상하였으나, 안전성을 이유로 자갈을 선호하는 비율이 높게 나왔다. 그러나 식생수로 선호 응답자가 안전성을 약 60%의 이유로 선정한 것으로 보아 주차장에서 침투도랑조성 시 안전성에 대한 고려가 중요함은 확인할 수 있다. 기타 의견을 보면, 주차 시 잔디보다는 자갈 면이 경계를 명확하게 구분해주기 때문에 도움이 된다고 하였다. 반면, 잔디의 경우 비가 오면 진흙이 발생하는 문제가 있어 타이어에도 영향이 있을 것으로 응답하였다. 또한, 기타 의견으로 차량의 매연이나배기열에 대한 답변이 많았는데, 잔디의 생육에 부정적 영향을 미칠 것으로 판단하여 자갈을 선택하였다. 이에, 추후 주차장에 LID 적용 시 침투도랑이나식생수로가 아니더라도 잔디와 자갈 마감은 이에 유의하여 LID를 설치하는 방향을 고려할 수 있다.

[표 4-21] 주차장 부지 경계 식생수로, 침투도랑 선호도 및 이유

LID를 알고 있는 응답자		LID를 모르는 응답자		
	침투도망 51.6% 48.4%	시부도당 58.5% 4생수로 41.5%		
	식생수	로 선호		
식생수로 선호 이유	 심미성 (48.3%) 안전성 (35.0%) 보행 편의성 (8.3%) 기타) 환경적 기능. 경계 명확 	식생수로 선호 이유	1. 안전성 (60.3%) 2. 심미성 (27.4%) 3. 보행 편의성 (9.6%) 기타) 자갈이 주차장으로 나오면 소음, 타이어 문제. 트렁크 이용 시 자갈 불편.	
침투도랑 선호하지 않는 이유	 안전성 (41.7%) 심미성 (36.7%) 보행 편의성 (13.3%) 기타) 경계 불명확. 유지관리 	침투도랑 선호하지 않는 이유	1. 안전성 (56.2%) 2. 심미성 (21.9%) 3. 보행 편의성 (20.5%)	
	침투도	랑 선호		
침투도랑 선호 이유	1. 안전성 (50.0%) 2. 심미성 (29.7%) 3. 보행 편의성 (6.3%) 기타) 유지관리. 경계 명확. 화재에 강함	침투도랑 선호 이유	1. 안전성 (37.9%) 2. 심미성 (31.1%) 3. 보행 편의성 (15.5%) 기타) 매연 영향 덜 받음 주차 시 경계 명확.	
식생수로 선호하지 않는 이유	1. 안전성 (34.4%) 2. 심미성 (28.1%) 3. 보행 편의성 (14.1%) 기타) 경계 불명확. 매연, 배기열 등 잔디 훼손 유지관리	식생수로 선호하지 않는 이유	1. 안전성 (32.0%) 2. 심미성 (27.2%) 3. 보행 편의성 (19.4%) 기타) 유지관리. 주차 시 경계 명확. 매연에 의한 잔디 훼손 강우 시 질척거림과 타이어 흙	

■ 종합 분석

식생수로와 침투도랑은 공간별, LID 기본지식 유무에 따른 선호도의 차이가거의 없다. 보도 옆에 적용하는 경우, 식생수로는 빗물이 많이 모이는 지역은 진흙으로 인해 보행 편의성이 떨어질 수 있어 적용에 유의해야 한다. 침투도 랑은 식생수로에 비해 안전성에 대한 관리에 집중하여야 하는데, 이에 사람의통행량이 많은 보도에의 적용은 관리에 대해 충분한 고려 후 결정하여야 한다. 공원에 적용하는 경우는 심미성과 보행 편의성에 대한 관리가 중요한데, 수로 및 도랑의 적용은 토사나 낙엽으로 인해 막힘이 발생할 수 있어 보행 시경관과 이용성에 영향을 줄 수 있기에 계절별, 강우 시기별 관리가 중요하다.침투도랑은 산책로와 녹지 경계선으로 역할을 할 수 있다는 시민들의 의견이 있어 기술요소의 역할 확대 가능성을 보여준다. 주차장의 경우, 설치할 때 차량의 통행보다는 사람들이 주로 보행하는 부분 근처에 설치해야 기술요소의유지·관리를 최소화할 수 있다. 식생수로는 잔디가 고사하지 않도록 관리하여야 기술요소의 해당 위치 적용에 대해 긍정적인 의식을 가질 수 있다. 침투도랑은 공원 분석과 유사하게 주차 시 경계선의 역할을 할 수 있다고 보는 의견이 있어, LID의 복합적 기능의 확장 가능성을 볼 수 있다.

두 가지 기술요소 모두 유지·관리를 우려하는 의견도 있었으나, 오픈스페이스별 특징에 따라 기술요소의 설치가 공간에 도움이 되는 역할을 한다고 바라보는 시각도 다수 있기에 LID 적용 공간에 대한 긍정적인 의식을 확인할 수 있었다. 특히, 침투도랑의 경우 공원에서 녹지 경계의 역할과 심미적 역할을할 수 있으며, 주차장에서는 주차 시 경계를 사람들에게 명확하게 알려주는 기능을 할 수 있다고 보았다. 따라서 기술요소 설치 시 이러한 부가적인 효과의 가능성을 고려해야 하며, 침투도랑과 같이 기존 조경 공간이나 인프라와다른 형태를 가진 기술요소라도 빗물 관리 기능만이 아닌 오픈스페이스별 적합한 기능을 가질 수 있도록 조성할 필요가 있다.

(2) 식생체류지 분석

▮ 개요 및 질문

식생체류지는 관찰조사에서 가장 다양한 형태를 볼 수 있었던 LID 기술요소로, 시설 자체로 경관적 역할을 수행할 수 있는 형태를 가진 경우가 많았다. 식생체류지의 일반적인 형태는 [그림 4-2]와 같이 원형의 오목하게 파인 형태로 빗물 저류 기능상 이와 같은 형태를 가진다. 한편, 이러한 형태는 기존의 공원이나 조경 공간에서 쉽게 볼 수 없는 특징을 가지고 있어 시설 조성 필요성에 대한 의문이 발생할 수 있으며, 유지·관리가 원활히 되지 않으면 경관적으로 문제가 발생하면 시설 자체 유지에 대한 문제가 제기될 수 있다.



[그림 4-2] 식생체류지 자료: 인계예술공원 답사 연구자 촬영

이에, 본 연구는 제3장의 관찰조사를 통해 도출한 LID 조성 위치별 분석에서 식생체류지가 공원 내에서 빗물 관리 기능 외 시각적 요소, 휴식 공간, 산책 공간으로 기능할 수 있다는 것에 기반하여, 시민들이 식생체류지 적용 공간에 원하는 역할에 대해 선호도를 조사하고자 한다. 세 가지 공간 유형은 [표 4-22]와 같다. 첫째, 일반적으로 시각적으로만 볼 수 있는 유형으로, 식생체류지는 일반적으로 이 유형이 많다. 해당 유형은 공원 내 녹지에 조성되어 있는 사례로 자주 볼 수 있다. 한편, 대부분 [그림 4-2]와 같은 형태를 가지는데, 이

는 일반적인 조경 공간과 달리 오목하고 자갈과 돌로 둘러싸여 있어 현재 도시 이미지와 어우러지는지 고민이 필요하다. 둘째, 식생체류지와 유사한 빗물정원은 오목하게 파인 형태가 아닌 전체적인 공간이 주변 지대보다 낮게 조성하여 정원으로 조성하고 사람들이 휴식을 취할 수 있도록 한 형태가 있다. 관찰조사 시 이러한 유형은 수변 정원 공간, 멀칭으로 둘러싸인 공간 등으로 조성되어있다. 셋째, 식생체류지의 규모를 크게 조성하여 오목한 형태 주변으로 산책할 수 있게 조성한 형태가 있다. 해당 유형은 산책로 옆이 깊게 파인 형태를 가지며, 파인 공간에 식생이 조성되어있다.

[표 4-22] 식생체류지 유형

구분	식생체류지 유형
시각적 요소 유형	
휴식 유형	
산책 유형	

■ 분석

식생체류지 분석은 LID가 도시 내에서 장소로서 역할을 하도록 형성하는 방안 연구로서, 도시 환경을 조성하는 분야인 건축, 도시, 조경, 토목, 환경 분야의 의견을 나누어 분석하였다. [표 4-23]은 그 결과로, 모든 분야에서 휴식 또는 산책을 할 수 있는 공간을 선호한다. 이는, 식생체류지가 일반적인 조경 공간과 차별화된 경관을 가짐에도 불구하고, 모든 분야에서 공간적으로 이용가능한 가치가 있다고 판단한 것으로 볼 수 있다. 이에, 현재 식생체류지가 시각적으로만 볼 수 있도록 조성된 경우가 많지만, 앞으로는 시민들이 공간을 이용할 수 있도록 조성하는 방향으로 적용한다면 기술요소에 대한 이용도 및 공정적 의식이 높아질 것으로 본다. 한편, 현재의 오목한 형태가 아닌 디자인은지금의 유지・관리 방안과 다른 방법으로 이루어져야 할 수도 있기에, 추후식생체류지 유형별 유지・관리 방법 연구가 필요하다.

[표 4-23] 식생체류지 유형별 선호도

구분	해당 없음	건축	도시
유형별 선호도	시각적 10.7% 휴식 46.4% 산책 42.9%	지각적 12.1% 산책 12.1% 63.6%	지각적 11.8% 휴식 47.1% 산제 41.2%
구분	조경	토목	환경
유형별 선호도	지각적 13.2% 휴식 50.0% 산체 36.8%	지가적 19.6% 휴식 48.2% 산책 32.1%	휴식 25.0% 산책 75.0%

(3) 식물재배화분 분석

▮ 개요 및 질문

4.1절의 인터뷰에 따르면, 식물재배화분은 파인 형태로 인해 시민들의 민원이 발생하였던 기술요소이다. 한편, LID 기술요소 중 파인 형태를 가진 식생체류지나 침투도랑은 민원이 발생하였다는 언급이 없었다. 또한, 4.2.3.2의 식생체류지에 대한 시민의식 조사에서 사람들은 시각적으로만 볼 수 있게 멀리 떨어진 조성 방안보다 휴식이나 산책 등 공간적으로 경험할 수 있는 조성 방안을 선호하는 경우가 많았다. 이에, 본 연구는 식물재배화분에 대한 사람들의 우려는 파인 형태로 인해서만 발생하는 것이 아니며 주변 환경의 영향이 있다고 판단한다. 즉, 경관을 감상하는 등 보행과 함께 다른 행태가 발생하는 곳에 조성되는 식생체류지나 침투도랑과 달리, 식물재배화분은 보행을 주 행태로하며 시민들의 통행량이 많은 곳에 조성되어 영향이 있을 것으로 예상한다.

이에, 본 연구는 사람들이 식물재배화분과 일반 화단을 비교 분석하여 안전 성만이 아닌 심미성, 보행 편의성에 대해서도 시설에 대한 부정적 의식이 있 는지 조사하고자 한다. 또한, 민원이 발생했던 식물재배화분의 파인 형태로 인 한 안전성 우려에 대해, 현재의 형태에서 일부 요소에 대한 보완이 이루어지 면 기술요소가 수용될 수 있을지 조사하고자 한다.

설문 조사 질문은 첫째, 보도 옆에 식물재배화분 설치 시 주로 고려했으면 하는 사항에 대한 조사로, 심미성, 안전성, 보도 이용 편의성에 대한 선호도를 조사한다. 둘째, 식물재배화분에 울타리 설치를 원하는지, 원한다면 어떤 높이를 선호하는지 조사하여, 울타리가 파인 형태에 대한 부정적 인식에 대응할수 있는 설계적 방안이 될지 조사한다. 셋째, 일반 화단과 비교하여 식물재배화분에 대한 심미성, 안전성, 보행 편의성 의견을 조사하여, 식물재배화분의도시 내 적용 가능성을 탐색하고 보완할 점을 분석한다. 본 연구는 식물재배화분과 일반적인 화단의 비교를 위해 동일한 조건에서 시설을 비교할 수 있도록 [그림 4-3], [그림 4-4]와 같이 그림을 제작하여 설문 조사에 활용하였다.



[그림 4-3] 식물재배화분 그림 자료: 연구자 제작



[그림 4-4] 일반 화단 그림 자료: 연구자 제작

▮ 분석

먼저, [그림 4-3]과 같이 낮게 파인 형태적 특징이 있는 LID 기술요소인 식물재배화분을 설치할 때 시민들이 주로 어떤 사항을 고려하기를 바라는지 선호도를 조사하였다. 그 결과, 화분의 식물 조성에 대한 심미성은 18.3%, 보행시 화단이 위험요소가 되지 않도록 안전하게 설치해야 하는 안전성은 37.3%, 보행을 가로막거나 보도 폭이 좁아지지 않도록 설계 및 유지·관리하는 보도이용 편의성은 42.3%의 선호도를 보였다. 이는, 식물재배화분은 식생형 시설이지만 식생 관리보다 보행에의 편의성, 안전성 등 사람들의 이용성에 대한 고려가 주로 이루어져야 함을 제시한다. 한편, 식물재배화분의 안전성을 보완하기위해 설치되는 사례가 많은 울타리에 대한 선호도 조사 결과는 [표 4-24]와 같다. 울타리에 대해, 보행 편의성을 주로 고려하는 응답자는 발 높이, 없어도 됨, 무릎 높이 순, 심미성 응답자는 없어도 됨, 발 높이, 무릎 높이 순, 안전성 응답자는 발 높이, 무릎 높이, 없어도 됨 순으로 선호했다. 이로써, 안전성을 보완해줄 높은 울타리를 선호하는 응답자가 많지 않은 것으로 보아 안전성 우려에 대한 정도가 높지 않다고 판단하여, 식물재배화분에 울타리를 조성하는 정도로 도시 내 수용될 수 있을 것으로 예상하였다.

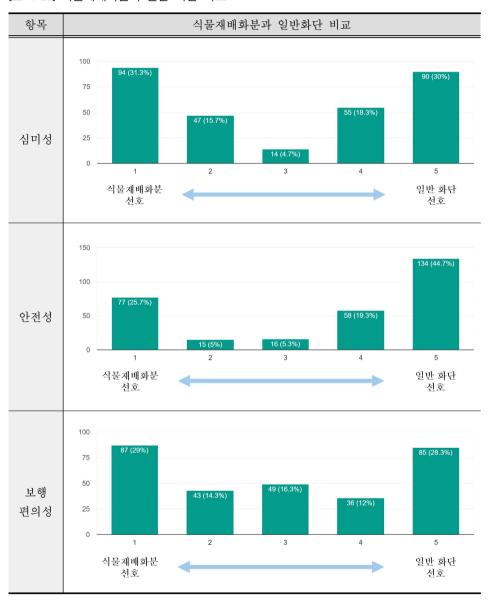
[표 4-24] 식물재배화분 울타리 선호도

응답자	보행 편의성 중요시	심미성 중요시	안전성 중요시
울타리 선호도	무료 높이 21.3% 없어도 됨 29.1% 발 높이 49.6%	무를 높이 11.0% 없어도됨 47.3% 41.8%	무릎 높이 35.4% 발 높이 48.7%

그러나, [그림 4-3]의 식물재배화분과 [그림 4-4]의 일반적인 형태의 화단을 함께 비교하였을 때는 사람들의 의식이 크게 변화했다. 앞서 식물재배화분만 평가할 때에는 안전성을 우려하는 비율이 다른 항목보다 크게 높지 않았으나, 기존의 화단과 비교했을 때는 [표 4-25] 결과와 같이 안전성에 대한 우려가다른 항목들의 결과에 비해 높은 비율을 차지함을 확인할 수 있다. 주관식 답변도 함께 확인한 결과 심미성은 개인의 선호도에 따라 다르며 보행 편의성은 화단의 선호도에 크게 영향을 미치지 않았다. 그러나, 안전성에 대해서는 대부분의 응답자가 크게 우려했으며 개선을 원하거나 시설 자체를 부정적으로 바라보는 답변이 많았다. 즉, 도시 내에서 식물재배화분을 경험하게 될 때 현재일반적인 화단 형태에 익숙해져 있어 이와 비교하게 되기에, 시설 자체에서느끼는 안전성 우려보다 실제로 경험할 때 더 큰 우려가 발생하게 됨을 알 수 있다. 또한, 다른 기술요소에 비해 일반적인 조경 공간 중 비슷한 형태가 있기에 이와 같은 비교와 부정적 의식이 발생하였다고 본다. 이에, 신도시와 같이 새로 조성되는 단지에 초기 단계부터 조성된다면 시설에 대한 사람들의 부정적 의식이 비교적 낮아질 것으로 예상한다.

이에, 식물재배화분은 일반 화단과 적게 비교되도록 다양한 형태의 개발을 필요로 하며, 이때 시민의식 고려가 필수적으로 고려되어야 한다. 한편, 현재 는 국내 LID 설치 초기 단계이기에, 보도 주변보다는 보행로가 없는 부지 경 계부에 적용하여 시민의식 영향이 적은 위치에서, 4.1절 인터뷰에서 제시한 식물재배화분에 대한 또 다른 우려 사항인 빗물 관리 성능을 고려한 관리 및 형태 보완 연구를 먼저 진행할 것을 제안한다.

[표 4-25] 식물재배화분과 일반 화단 비교



(4) 투수성 포장 분석

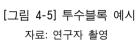
▮ 개요 및 질문

투수성 포장은 기존 바닥 포장 인프라를 대체하여 사용할 수 있어 적용이용이하며 형태 또한 일반적인 보도블록과 크게 다르지 않아 민원 발생의 우려가 적은 기술요소이다. 한편, 투수블록과 투수 콘크리트는 공극 폐색에 대한관리가 어려워 투수 능력의 지속적인 유지는 어렵다. 이에, 본 연구는 일반적인 투수블록보다 잔디블록과 같이 틈새가 큰 블록이 막힘에 대한관리 필요성이 적을 것으로 예상한다. 잔디블록은 4.1절의 인터뷰에 따르면 다른 식생형시설에 비해 식생 관리가 필요하지 않아 유지·관리가 용이한 기술요소이기도하다. 4.1절에서 분석하였듯 잔디블록은 투수블록이나 투수 콘크리트에 비해열섬 현상 저감, 생태적 기능 등 더 친환경적인 기술요소로 볼 수 있다. 또한,외적으로도 식생이 적용되어있어, 사람들이 일반적인 투수포장에서 친환경성을 쉽게 인지하기 어려운 것과 달리 잔디블록은 친환경적이라고 인지할 수 있는 가능성이 높다. 이에, 본 연구는 투수블록과 비교 분석하여 잔디블록의 적용 가능성을 탐구하고, 시민의식을 조사하여 도시 내 적용 확대 가능성을 탐구해보고자 한다.

설문 조사 질문은, 첫째, 사람들이 보도블록에서 중요하게 생각하는 특징을 분석한다. 분석 항목은 '심미성', '걸을 때 편한 정도', '친환경적 특성'이다. 둘째, 투수블록과 잔디블록을 비교하여 어떤 바닥이 항목별로 더 우수하다고 생각하는지 분석한다. 셋째, 공원과 주차장에 대해 투수블록과 잔디블록 중 어떤 바닥을 선호하는지 조사하며 그 이유를 분석한다. 한편, 식물재 배화분과 같이 잔디블록도 기존 인프라의 형태와 다른 기술요소로서, LID 설치 초기 단계인 국내에 원활한 적용을 위해서는 보행이 주가 되지 않는 주차장이나 느린 보행이 일어나는 공원부터 점진적인 적용이 필요하다고 판단해보행이 주가 되는 보도는 제외하였다. 설문 조사는 투수블록과 잔디블록에 대한 이해를 돕기 위해 [그림 4-5], [그림 4-6]을 제시하였다.











[그림 4-6] 잔디블록 예시 자료: 환경부 외(2020) 저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인 p.91

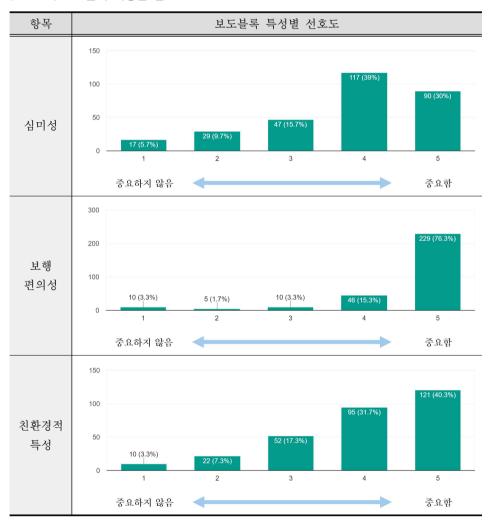
■ 분석

[표 4-26]의 보도블록 특성별 선호도 결과에 따르면, 사람들은 바닥 포장재에 대해 보행 편의성을 가장 중요하게 생각한다. 한편, 보도블록의 심미성과 친환경성의 중요도도 높게 평가하였는데, 그중 친환경성에 대해 보통 이상의 중요도를 선택한 비율이 약 72%로 사람들이 바닥 포장재에 친환경성에 대한 요구가 높음을 알 수 있다. 본 연구는 사람들이 잔디블록이 일반적인 투수블록에 비해 경관적으로 친환경적이라 인지하기 쉬울 것이라 예상하기에 두 가지를 비교한 분석을 진행하였다. 분석 결과는 [표 4-27]과 같으며, 심미성과보행 편의성은 투수블록이 높고 친환경성은 잔디블록이 더 우수하다고 판단하고 있다. 한편, 잔디블록은 일반적인 형태의 보도블록에 비해 친환경성을 제외한 심미성, 보행 편의성이 미흡함으로, 이를 보완할 수 있는 제품의 연구 개발이 필요하다.

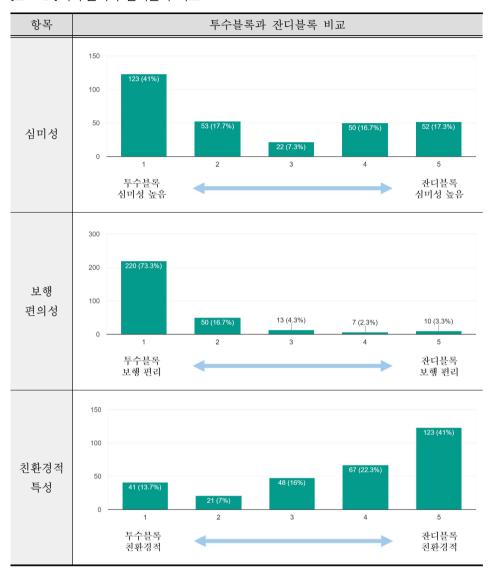
조성 위치에 따른 분석 결과로는, 공원과 주차장 모두 투수블록에 대한 선호가 약 75% 차지하였다. 투수블록을 선호하고 잔디블록을 선호하지 않는 이유는, 공원에서는 보행 편의성에 대한 비율이 89%로 가장 높았으며 주차장에서는 운전 편의성이 50% 이상으로 가장 높고 다음으로 보행 편의성이 30% 이상으로 높았다. 두 장소 모두 보도블록의 본 기능인 편의성에 대한 선호가 높은 결과로, 공원과 주차장에서 주로 이동하는데 이용하는 공간에는 비교적 보행 편의성이 떨어지는 잔디블록의 적용이 어려움을 보여준다. 한편, 잔디블록

을 선호하는 약 25%의 응답자의 경우 공원과 주차장 모두 60% 이상이 친환경성을 주요 선호 이유로 선택하여, 보도블록의 친환경성을 주요하게 생각하는 비율도 꽤 있음을 파악할 수 있다. 이에, 보행 및 운전할 때의 편의성을 보완할 수 있는 잔디블록 형태를 적용한다면, 공원과 주차장 모두 도시 내 친환경적 기능 및 경관을 가진 장소이면서 시민들이 긍정적으로 의식할 수 있는 공간이 될 것이다.

[표 4-26] 보도블록 특성별 선호도



[표 4-27] 투수블록과 잔디블록 비교



3절. 소결

제4장은 한국에 적합한 LID 조성 및 유지·관리 방안 연구를 위해, 국내 LID 유지·관리 현황 분석과 도시 내 LID 적용에 대한 시민의식을 분석한다. 먼저, 4.1절은 국내 LID 유지·관리 현황 분석을 위해 전문가 인터뷰를 수행하고 효과적인 유지·관리를 위해 설계적, 제도적 방안 및 개선 방향을 분석하였다. 결과적으로, 국내에 적용이 용이한 LID 기술요소 및 조성 위치를 도출하였고, 효과적인 LID 유지·관리를 위해 국내에 필요한 제도적 방안을 제시하였다. 다음으로 4.2절은 설계적, 제도적으로 국내에 적용이 용이한 기술요소와 조성 위치에 대한 시민들의 선호도 분석을 위해 설문 조사를 하였다. 결과적으로, 기술요소별 사람들이 선호하는 세부 설계 및 조성 위치를 분석하였고, 관리 시 주로 고려할 항목을 제시하였다.

제4장의 결과를 종합하여 본 연구가 제시하는 한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안은 [표 4-28]과 같다.

[표 4-28] 한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안

한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안 • 국내에 적용이 용이한 기술요소 및 조성 위치 : 투수성 포장, 식 생수로, 침투도랑 / 보도, 공원, 주차장 등 공공 소유지와 시민들 의 일상 공간이 아닌 산업단지 등 • 적용이 용이하지 않지만 기능적, 경관적으로 역할 가능한 기술 요소 : 식물재배화분 • 관찰조사 결과 도시 오픈스페이스로서 다양한 역할을 할 수 있 국내에 적용 용이한 기에 적용 필요한 기술요소 : 식생체류지 LID 기술요소 민간 소유지 LID 적용 확대 방안 • 친환경 인증제도와 연계한 인센티브 방법 제안 : 물 순환, 생태 적 공간, 도시 열섬현상 감축 공간, 시민들의 커뮤니티 공간 항 목에서 중복 가능한 점수 획득 방안 제안 • LID 유지·관리에 필요한 비용 지원, LID 전문가 상담 제공 LID의 경관적 효과나 편익이 커지도록 기술요소 개발

[표 4-28] 한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안 (계속)

한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방안					
LID 조성에 영향을 주는 항목					
	• 주로 고려 : 비용, 설계 및 시공 용이성, 관리 용이성				
	• 주로 고려하지 않으나 중요 : 경관 및 심미성, 기후적 특성				
	국내 LID 유지·관리 현황				
	• 효과적인 LID 유지·관리를 위해서는 사전 계획 수립 필요				
	• 관리방법, 관리 주기, 예산, 관리 주체 등에 대한 기준이 마련되				
국내 LID	어 있지 않아 사전 계획 및 지원을 받기 어려움				
유지·관리	지속적인 유지·관리를 위한 강제성 있는 제도가 부재한 한계				
제도적 방안	전문 인력 참여 방안				
	• LID 관리 항목 분석 및 관리 인력 구분을 위한 LID 전문가 참여				
	LID 유지·관리 전문업체 수립을 위한 제도적 창업 지원 방안과				
	인센티브를 통한 전문 인력 수요 증진 방안				
	원격 정략적 모니터링				
	• 효율적인 관리와 LID 유지·관리 연구를 위한 데이터 수집				
	식생수로, 침투도랑				
	• 보도 옆 고려할 점 : 식생수로 보행 편의성, 침투도랑 심미성				
	• 공원 고려할 점 : 둘 다 심미성, 침투도랑의 녹지 경계 역할				
	• 주차장 고려할 점 : 둘 다 안전성, 침투도랑의 주차 경계 역할				
	식생체류지				
	• 시민들이 선호하는 식생체류지는 휴식 공간, 산책 공간 형태				
LID	식물재배화분				
기술요소별	• 일반 화단과 형태를 비교하게 되어, 다른 오목한 기술요소에 비				
선호도	해 안전성 우려가 큼				
	• 울타리 조성만이 아닌, 일반 화단과 적게 비교되기 위한 다양한				
	형태 개발 필요				
	• 시민의식 영향이 적은, 보행로가 없는 부지 경계부에 적용				
	투수성 포장				
	• 시민들의 보도블록에 대한 친환경성 수요가 높음				
	• 잔디블록의 친환경적 가치가 높으므로, 보행 편의성 개선 연구				
	및 개발 필요				

제5장 결론

1절. 연구의 요약

본 연구는 LID를 유지·관리를 중심으로 탐구하여 한국에 적합한 LID 조성 방안 및 유지·관리 방법을 제시하였다. 연구는 크게 4가지 분석 단계로, LID 조성단계별 유지·관리 항목 분석을 위한 문헌 연구, 실제 국내 도시 내 LID 적용 공간의 유지·관리 측면 분석을 위한 관찰조사, 설계 및 제도적 개선 방안 탐구를 위한 국내 LID 유지·관리 현황 분석 인터뷰, 사람들의 선호도를 고려한 LID 조성 및 관리방법 탐구를 위한 설문 조사로 이루어진다. 최종적으로, 본 연구는 국내 현황을 기반으로 유지·관리를 고려한 분석을 통해, 국내에 적용이 용이하고 사람들이 선호하는 LID 기술요소의 설계 및 관리 방안과효과적인 LID 유지·관리를 위한 제도적 방안을 제시하였다.

본 연구에서 분석한, 국내 도시 오픈스페이스에 적합한 LID 기술요소들의설계 및 관리 방안은 다음과 같다. 첫째, 식생수로와 침투도랑은 선형으로 좁게 설치되는 기술요소로서, 경계부에 조성 공간을 쉽게 확보할 수 있으며 유지·관리가 비교적 어렵지 않은 기술요소들이다. 식생수로는 진흙 상태에 대한 관리가 중요하며, 침투도랑은 자갈의 안전성을 고려한 관리가 필요하다. 시민들은 침투도랑이 공원 내 녹지 공간과 산책로의 경계 역할이나 주차장의 주차 공간 경계로서 역할을 할 수 있다고 보아 긍정적인 의식을 갖는데, 이는 LID가 빗물 관리 기능뿐만 아니라 조성하는 공간의 설계요소로 확장된 역할을할 수 있음을 보여준다. 둘째, 식생체류지는 관찰조사 결과 다양한 기능의 오픈스페이스로 조성 가능한 기술요소로서 확대 적용할 가치가 있다. 시민들과 전문가들은 휴식과 산책 기능 등 공간을 적극적으로 이용하는 식생체류지 설계 방향을 선호하기에, 이를 반영한 조성 방향이 필요하다. 셋째, 식물재배화분은 유지·관리가 어려웠던 사례가 있고 파인 형태적 특징으로 인해 부정적

의식이 있으나, 기존 화단 대신 적용 가능하고 경관을 개선하는 기술요소로서 가치가 있다. 이에 일반 화단과 비교가 덜 될 차별화된 형태의 개발이 필요하며, 유지·관리를 위해 사전에 시민의식 분석과 빗물 관리 성능 검토가 이루 어져야 한다. 넷째, 투수성 포장은 기존 바닥 포장을 대체할 수 있는 기술요소로 적용할 공간과 비용이 마련되어 있는 경우가 많아 설치가 용이하다. 이 중잔디블록은 막힘과 식생에 대한 관리가 용이하며 생태서식처, 도시 열섬 저감의 부가적 기능이 있고 시민들이 보도블록에 기대하는 심미성, 친환경성이 높기에 확대 적용 가치가 있는데, 이에 보행 편의성을 위한 개선이 필요하다.

효과적인 LID 유지·관리가 이루어지려면 사전 계획 수립이 필요하나 현재 는 관리 주기, 예산, 관리 주체 등에 대한 기준이 마련되어 있지 않으며 지속 적인 유지·관리를 위한 강제성 있는 제도가 부재한 실정이다. 이에 LID 유 지·관리에 전문 인력 참여 방안을 제안한다. 공공 소유지 대상으로는, LID 총 괄 전문가가 유지·관리에 참여하여 사전에 관리 필요 항목을 분석하고 그에 따른 관리 인력의 배치를 담당함으로써 관리방법과 주체를 명확하게 제시할 것을 제안한다. 민간 소유지에 적용 가능한 방안으로는 LID 유지·관리 전문 업체가 그 역할을 할 수 있다. 현재는 전문업체가 부재하기에, 업체 수립을 위 한 제도적 창업 지원, 프로젝트에 관리 전문가 참여 시 인센티브를 주어 전문 인력의 수요를 증진하는 것 등을 고려할 수 있다. 다음으로, 한국에 적합한 유 지·관리 기준을 마련하기 위해 LID 원격 정량적 모니터링을 제안한다. 이는 효율적인 관리뿐만 아니라 데이터 수집이 가능하게 하여 기준 마련 연구를 위 해 활용할 수 있다. 제도적 지원을 받는 전문업체도 이와 같은 시스템을 활용 하도록 권장한다면, 방대한 유지·관리 데이터 수집이 가능할 것이다. 한편, LID를 통한 도시 총 빗물 관리 목표량을 달성을 위해서는 민간 소유지의 적용 확대도 필요하다. 이에 친환경 인증제도와 연계하여, LID 조성 공간이 물 순 환, 생태적 공간, 도시 열섬현상 감축, 시민들의 커뮤니티 장소로써 인증 점수 의 중복적인 획득이 가능하도록 하는 인센티브 방법을 제안한다.

2절. 연구의 의의 및 향후 연구 방향

본 연구는 다양한 LID 기술요소에 대해 공간 설계적 특성을 고려하여 유 지·관리를 중심으로 분석한 연구로, 독립된 LID 시설이 아닌 LID 적용 공간 의 지속가능성을 위해 탐구하였다. 또한, 한국에 적합한 LID 조성 및 관리 방 안 탐구를 위해 국내 LID 가이드라인, 실제 설치 사례, 유지·관리 현황, 시민 의식을 조사하는 등 한국의 실정을 고려한 연구로, 국내 LID 프로젝트 진행 시 참고자료로 활용할 수 있다는 의의가 있다. 참고할 수 있는 부분은 다음과 같다. 첫째, 연구 기초자료 마련을 위해 LID 조성단계별 유지·관리에 영향이 있는 항목을 분석한 결과와 최종적으로 제시한 기술요소별 조성 및 관리방법 은, 유지·관리와 시민 선호도를 고려한 LID 조성 방안으로 국내 LID 프로젝 트 수행 시 계획부터 관리 단계까지 전반적으로 참고할 수 있다. 둘째, 기술요 소별 관리 현황 분석 결과는, 향후 LID 설계 시 유지·관리에서 문제가 발생 할 수 있는 부분을 사전에 검토할 수 있도록 하는 참고자료로 활용될 수 있 다. 또한, 현재 실정상 LID 유지·관리는 예산이나 인력에 한계가 있는 경우가 많아 관리를 자주 수행하기 어렵기에, 본 연구에서 제시한 기술요소별 유지・ 관리 시 심미성, 안전성, 불편함 등 어떤 부분에 집중하여 관리가 이루어져야 할지 분석한 자료는 효율적인 관리를 위한 사전 계획 수립에 유용하게 활용될 수 있다. 셋째, 본 연구가 제시하는 제도적 지침과 전문 인력 참여 방안, 모니 터링 방안은 국내 LID 적용 확대 방안으로 활용될 수 있다. 또한, 유지·관리 연구를 위한 기초 데이터 수집에 도움이 되는 방안들로, 효과적인 LID 관리를 위한 사전 계획 기준을 마련하는 연구에 참고할 수 있다.

한편, 본 연구는 국내 현황 분석을 기반으로 개선 방안을 탐구하는 연구로 서, 제시한 각각의 조성 및 관리 방안에 대해 구체적인 검증 및 분석을 진행 하지 못한 한계가 있다. 그러나, 본 연구는 LID 유지·관리 연구가 나아가야 할 방향을 제시한 기초가 되는 연구로써, 향후 연구 및 개발이 필요한 항목을 기술요소별, 조성단계별, 그리고 제도적으로 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

이에, LID가 적용된 도시 오픈스페이스가 원활하게 유지될 수 있도록, 향후 본 연구에서 제시한 제도적 방안에 기초하여 LID 유지·관리 가이드라인 수립과 기존 제도와의 연계를 위한 구체적인 방안 마련을 목표로 하는 연구가 필요하다. 또한, LID가 도시 내 시민들의 일상 공간에 원활하게 수용될 수 있도록, 새로운 LID 기술요소 개발 시 본 연구와 같은 시민들의 선호도 및 의견조사 연구를 수행할 것을 제안한다. 본 연구는 향후 한국의 LID 연구 및 개발이 유지·관리 측면에 기반하여 나아갈 방향성을 제시함으로써, 앞으로 지속가능한 LID 적용 오픈스페이스를 위해 참고할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 국내 문헌

(1) 단행본

- 최종수, 강두기, 이정민, 최지용, 남장우, 강명수, 이은엽, 권혁, 정종석, 현경학 (2022). 『빗물 관리와 도시 물 순환』. 서울: 커뮤니케이션북스
- 홍윤순 (2010). 『녹색문화도시, 프라이부르크 읽기』. 파주: 나무도시

(2) 학술지 논문

- 강정은, 현경학, 박종빈 (2014). "도시 물순환 개선을 위한 도시기본계획과 저영향개발(LID) 연계성 분석". 『대한토목학회논문집』, 34(5): 1625-1638.
- 고태규, 이원영 (2012). "저지대 홍수피해 저감을 위한 도시계획기법 연구". 『서울도시연구』, 13(4): 287-300.
- 김정호, 주진걸 (2017). "LID 시설별 장기 우수유출저감 성능 비교 연구". 『한국방재학회논문집』, 17(5): 337-344.
- 백종석, 이상진, 신현석, 김형산 (2018), "친환경시범마을의 LID 적용에 따른 물순환 효과 및 비용편익 분석".『한국물환경학회지』, 34(1): 57-66.
- 손철희, 백종인, 반영운 (2018). "저영향 개발(LID) 확대 적용을 위한 공간・환경 계획 관련 법・제도 평가 및 개선방향".『지역연구』, 34(4): 49-60.
- 신현석, 박종빈, 이재혁 (2016). "그린인프라와 저영향개발 기술의 검증 및 인 증 기법 개발". 『응용생태공학회』, 3(2), 92-99
- 신현준, 장철기 (2020). "지구단위계획 및 주상복합대지에서의 LID 기법 적용:

행정중심복합도시 1-5생활권 적용 사례를 중심으로".『한국방재학회논문집』, 20(4): 273-280.

- 연종상, 김상단, 최현일, 신현석, 김응석 (2015). "LID 시설의 시공 및 유지관리 비용에 대한 우수유출 저감효과분석".『한국방재학회논문집』.15(4): 281-287.
- 윤의혁, 박정규, 신현석, 이재혁 (2017). "LID 실증단지 모니터링시스템 구축 및 저류 효율성 분석".『한국방재학회논문집』, 17(5): 345-353.
- 이미홍, 한양희, 현경학, 임석화 (2016). "LID관련 지방정부 조례제정 특성 기초연구 -서울시, 수원시, 남양주시를 중심으로". 『환경영향평가』, 25(1): 25-40.
- 이승재, 윤여진 (2022). "식생형 LID 시설의 내부 토양 변화 분석". 『한국습 지학회지』, 24(3): 204-212.
- 이승재, 전민수, 이정민, 김이형. (2020). "LID 시설 관리를 위한 사물인터넷 (IoT) 활용 복합 센싱 적용기술 개발 ",『한국습지학회지』, 22(4): 312-320.
- 이형숙 (2016). "미국 외부공간 친환경 인증(SITES) 사례분석을 통한 친환경 조성기법 및 평가체계 연구". 『한국조경학회지』, 44(3): 56-64.
- 전제찬, 정제호, 김용석, 김이형 (2018). "국내 비점오염 관련 연구 동향 및 향후 연구 방향 제언".『한국습지학회지』, 20(1): 80-93.
- 정종석, 김경진 (2018). "LID 시범단지 설계절차 제시 및 빗물관리용량 산정
 ". 『한국토지주택공사 토지주택연구원』, 9(3): 19-27.

(3) 학위논문

- 김영만(2019). 시민참여형 도시 물관리 방안 구축을 위한 도시환경 및 LID에 대한 인식 평가. 공주, 공주대학교 대학원 박사학위논문
- 김희년(2022). 친수구역의 물순환 회복을 위한 저영향개발 기법 효과 분석. 서울, 한양대학교 도시대학원 박사학위논문

- 박경재(2021). 산업단지형 녹색사회기반시설 및 저영향개발의 계획 및 설계기 법 연구. 부산대학교 대학원 박사학위논문
- 윤현주(2015). 저영향개발기법을 통한 서울형 빗물관리 LID(Low Impact Development)기법의 적용과 현황분석. 서울, 서울시립대학교 석사학위논문
- 이우근(2020). 저영향개발기법 기반 물재이용 기술의 건축물 및 단지 적용 방안. 서울, 성균관대학교 일반대학원 석사학위논문
- 진일진(2022). 국내 빗물관리 적용사례에 대한 Sponge City 시스템의 활용방안 연구. 충남. 상명대학교 일반대학원 박사학위논문

(4) 보고서

- 김영란, 진정규(2018년 8월). 서울시 물순환정책 진단과 개선방안
- 송인주, 김상균, 윤초롱(2022년 8월). 도시계획 관점에서 서울시 그린인프라 특성과 구축 전략
- 수원시정연구원(2020년 7월). 레인시티 효과성 분석
- 환경부(2020년 10월). 비점오염저감시설의 설치 및 관리 운영 매뉴얼
- 환경부 수생태보전과(2021년 2월). 비점오염저감 국고보조사업 추진지침
- 환경부, 한국환경공단(2013년 4월). 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인
- 환경부, 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사, 한국환경공단(2016년 12월). 저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인
- 환경부, 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사, 한국환경공단(2018년 12월). LID(Low Impact Development) 조경·경관가이드라인
- 환경부, 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사, 한국환경공단(2020년 11월). 저영향개발(LID)기법 시공 가이드라인
- LH공사 토지주택연구원(2016년 3월). 비점저감시설 설계기법 및 최적기법 선 정 의사결정지원시스템 개발

(5) 기타

1) 인터넷 웹사이트

기상청, "한국 기후특성", https://www.weather.go.kr/w/obs-climate/climate/korea-climate/korea-char.do (검색일: 2022년 9월 6일)

2) 기사

• 정구희, "장마철 내릴 비, 하루만에 쏟아졌다... 대치역 사거리 침수", 『SBS 뉴스』, (2022년 8월 9일 입력, 2022년 8월 10일 수정) https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1006852891&plink=ORI&cooper=NAVER#openPrintPopup (검색일: 2022년 10월 4일)

2. 국외 문헌

(1) 학술지 논문

- Breed, C. A., S. S. Cilliers and R. C. Fisher (2015). "Role of Landscape
 Designers in Promoting a Balanced Approach to Green
 Infrastructure ." Journal of Urban Planning and Development
 141(3).
- Chui, T. F. M., X. Liu and W. T. Zhan (2016). "Assessing cost-effectiveness
 of specific LID practice designs in response to large storm
 events." Journal of Hydrology 533: 353-364.
- Darnthamrongkul, W. and L. A. Mozingo (2021). "Toward sustainable stormwater management: Understanding public appreciation and recognition of urban Low Impact Development (LID) in the San Francisco Bay Area." Journal of Environmental Management 300.
- Hansen, R., A. S. Olafsson, A. P. N. van der Jagt, E. Rall and S. Pauleit
 (2019). "Planning multifunctional green infrastructure for compact

- cities: What is the state of practice?" *Ecological Indicators* 96: 99–110.
- Houle, J. J., R. M. Roseen, T. P. Ballestero, T. A. Puls and J. Sherrard (2013).
 "Comparison of Maintenance Cost, Labor Demands, and System
 Performance for LID and Conventional Stormwater Management."

 Journal of Environmental Engineering 139(7): 932-938.
- Koc, K., O. Ekmekcioglu and M. Ozger (2021). "An integrated framework for the comprehensive evaluation of low impact development strategies." *Journal of Environmental Management* 294.
- Li, J. K., C. N. Deng, Y. Li, Y. J. Li and J. X. Song (2017). "Comprehensive Benefit Evaluation System for Low-Impact Development of Urban Stormwater Management Measures." Water Resources Management 31(15): 4745-4758.
- Yin, D. K., Y. Chen, H. F. Jia, Q. Wang, Z. X. Chen, C. Q. Xu, Q. Li, W. L. Wang, Y. Yang, G. T. Fu and A. S. Chen (2021). "Sponge city practice in China: A review of construction, assessment, operational and maintenance." *Journal of Cleaner Production* 280.

(2) 보고서

- Philadelphia water department(2016. 09). Green stormwater infrastructure maintenance manual version 2.0
- Seattle public utilities(2009. 08). Green stormwater operations and maintenance manual
- Washington State University(2005. 01). Low impact development technical guidance manual for Puget Sound

부 록

1. 인터뷰 질문지

저영향개발 기법의 기능 및 경관 측면의 유지관리 방안에 관한 인터뷰

본 인터뷰는 학생 의 "지속가능하고 쾌전하 도시 공가을 위하 저영향개발 기번의 기능 및 경

의 "지속가능하고 쾌적한 도시 공간을 위한 저영향개발 기법의 기능 및 경관 측면의 유지관리 방안 연구"석사학위논문을 위해 진행합니다. 본 인터뷰는 저영향개발 기법의 유지관리 측면에 영향을 주는 요소 분석을 위해, 국내 유지관리 현황 및 국내에 적합한 저영향개발 기법 유지관리 방안을 파악하고자 합니다.

귀하의 모든 인터뷰 내용은 본 연구 외 다른 목적으로 사용되지 않을 것을 약속드립니다. 인터뷰 및 연구 내용에 대한 문의 사항이 있는 경우 아래의 연락처로 연락주시기 바랍니다.

본 인터뷰에 참여해주셔서 감사합니다.

- 연구자:
- 소속:
- 연락처:

2022년 11월 일

인터뷰 동의 서명: (인)

0. 인터뷰 면접자의 일반 사항

- 1) 귀하의 직책은 어떻게 되십니까?
- 2) 귀하의 현업 경력 기간은 어떻게 되십니까?

1. 저영향개발 기법의 유지관리 용이성 - 기술요소

- * 기술요소 참고
- 식생형 시설: 식생수로, 식생여과대, 식생체류지, 나무여과상자, 식물재배화분, 옥상녹화
- 침투시설: 침투트렌치, 침투도랑, 침투측구, 침투통/침투빗물받이, 투수성 포장
- 빗물이용시설: 빗물통
- 1) 국내에서 주로 설치되는/선호하는 LID 기술요소는 무엇입니까? 그 이유는 무엇입니까? (참고: 한국 기후 특성, 기술력, 규모, 시공 용이, 심미성, 비용)
- 2) 국내에서 주로 설치되는 LID 기술요소의 유지관리는 용이합니까? 그 이유는 무엇입니까? (참고: 경관에의 영향, 관리방법의 어려움, 관리 빈도, 유지관리 비용)
- 3) 국내에서 주로 사용하지 않는 LID 기술요소와 그 이유는 무엇입니까?

2. 저영향개발 기법의 유지관리 용이성 - 조성 위치

국내 현황 및 조성 위치에 따른 LID 유지관리의 용이성과 어려운 점은 무엇입니까?

(참고: 국내도시계획, 관리 방법, 관리 주체 선정, 관리 빈도, 모니터링, 비용)

- 1) 민간 소유지 단독주택, 공동주택, 상업 및 업무시설 용지
- 2) 공공 소유지 교육 및 공공청사 용지
- 3) 보도, 차도, 주차장 용지
- 4) 공원 및 녹지 용지

3. 저영향개발 기법의 기능성과 경관성 상관관계

- 1) 경관 우선 고려가 기능 및 유지관리에 영향을 준 경우가 있습니까? (예시: 경관을 고려한 조성 위치의 부적절함, 심미성을 고려한 형태의 시공과 유지관리 어려움, 지속적인 기능 유지를 위한 관리 비용 및 빈도)
- 2) 기능 우선 고려가 경관 및 민원에 영향을 준 경우가 있습니까? (예시: 기술요소 디자인 수용성, 식생형 기술 바닥 파임 문제, 해충 발생)

4. 국내 저영향개발 기법 유지관리 현황

- 1) 유지관리 및 검토 주체는 주로 누가 수행합니까? (참고: 현재 관리 주체는 효과적인지, 민간 또는 공공에서 하는지, LID 전문가가 참여 하는지, LID 전문가가 아닌 업체의 유지관리 한계점이 있는지)
- 2) 유지관리를 위한 LID 검토 방법 및 빈도는 효과적입니까? 개선 필요성이 있습니까? (참고: 정기점검 빈도, 우기 이후 검토, 정량적 모니터링, 육안으로 검토하는 방법)
 - 본 인터뷰에 참여해주셔서 감사합니다. -

2. 인터뷰 참여자

인터뷰는 LID 관련 전문 지식 및 프로젝트 경험이 있는 전문가를 대상으로 진행하였다. 인터뷰는 LID 관련 공공기관, 연구소, 기업에 문의하여 본 연구 참여 의사가 있는 전문가를 대상으로만 수행하였으며, 모든 인터뷰 내용은 소 속 기관의 공식적인 답변이 아닌 LID 관련 전문 지식을 가진 개인적인 의견임 을 밝히고 인터뷰에 참여했다. 응답자 기본사항은 표와 같다.

저영향개발 기법 유지관리 측면 인터뷰 참여 전문가					
응답자	소속	경력	인터뷰 일자	구분	
Al	LH 토지주택연구원	27년 중 비점오염20년, LID 15년	2022. 11. 10	연구원	
A2	한국그린인프라저영향개발센터 (국토부, 환경부 연구 경력)	LID 8~9년 2022. 11. 18			
B1	수원시청 수질환경과	10년 중 LID 1년	2022. 11. 11		
B2	한국수자원공사	16년 중 LID 5년	2022. 11. 14		
В3	한국수자원공사	17년 중 LID 4년	2022. 11. 14	공공	
B4	한국수자원공사	20년 중 LID 4년	2022. 11. 15		
B5	한국환경공단 통합물관리처 비점 시설검사부	비점오염, LID 10~15년	서면 2022. 11. 15		
C1	우방산업 토목공사팀	25년 중 LID 1년6개월	2022. 11. 09		
C2	한국기후기술주식회사 & 녹색기후학교	7년	2022. 11. 10	민간	
C3	한국그린인프라연구소	29년	서면 2022. 11. 14		

3. 설문지

저영향개발 기법이 적용된 도시 오픈스페이스 유지관리 방안 연구 설문 조사

안녕하세요.

본 설문 조사는 "저영향개발 기법이 적용된 도시 오픈스페이스 유지관리 방안 연구"를 주제로 석사 학위논문을 위해 수행합니다. 설문 조사는 도시에서 빗물을 관리할 수 있는 시설인 저영향개발(LID) 기법이 더 좋은 도시 내 공간이되기 위해 시설에 대한 의견을 듣고자 하여 진행합니다.

설문 참여에는 10분 이내의 시간이 소요됩니다. 귀하의 응답은 익명으로 처리되어 비밀로 보호되며. 모든 답변은 본 연구 외 다른 목적으로 사용되지 않을 것을 약속드립니다. 설문 조사 및 연구 내용에 대한 문의 사항이 있는 경우 아래의 연락처로 연락주시기 바랍니다.

설문 조사에 참여해주셔서 감사합니다.

- 연구자:
- 소속:
- 연락처:

0. 설문 참여자의 일반 사항

- 1) 귀하의 연령대는 어떻게 되십니까?
 - 0~10대 20대 30대 40대 50대 60대
- 2) 현재 종사하시거나 공부하신 전문 분야는 어떻게 되십니까?
 - 해당 없음 건축 도시 조경 토목 환경
- 3) 빗물관리시설 저영향개발(LID) 기법에 대해 들어보신 적이 있습니까?

○예 ○아니오

1. 식생수로/침투도랑

식생수로/침투도랑에 대한 설문은 도로나 경계부 옆에 선형으로 좁고 길게 설치되는 시설에 대한 질문입니다.

해당 시설은 '보도 옆', '공원', '주차장 부지 경계'에 설치될 수 있어, 장소에 따라 질 문합니다.

또한, 표면이 잔디 또는 자갈로 조성될 수 있어, 재료에 따라 질문합니다.



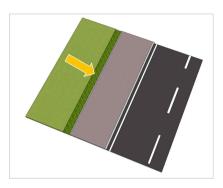




자갈

1. 식생수로/침투도랑 (보도)

1) 보도 옆에 설치된다면 어떤 형태를 선호하십니까?



○ 잔디로 되어있는 표면 ○ 자갈로 되어있는 표면



- 보도 옆에 잔디로 된 표면을 선호하는 응답자에 대한 질문입니다.
- 2-1) 잔디로 된 표면을 선호하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
- 미적으로 선호

- 안전해보임
- 걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음 기타_____
- 2-2) 자갈로 된 표면을 선호하지 않는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호하지 않음 안전하지 않아 보임
 - 걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 같음 기타_____
- 보도 옆에 자갈로 된 표면을 선호하는 응답자에 대한 질문입니다.
- 2-1) 자갈로 된 표면을 선호하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호

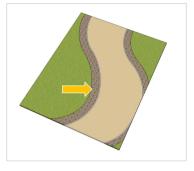
- 안전해보임
- 걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음 기타____
- 2-2) 잔디로 된 표면을 선호하지 않는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호하지 않음
- 안전하지 않아 보임
- 걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 같음 기타_____

1. 식생수로/침투도랑 (공원)

3) 공원에 설치된다면 어떤 형태를 선호하십니까?



○ 잔디로 되어있는 표면



- 공원에 잔디로 된 표면을 선호하는 응답자에 대한 질문입니다.
- 4-1) 잔디로 된 표면을 선호하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호

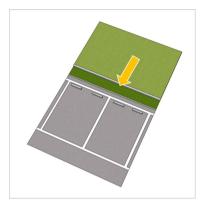
- 안전해보임
- 걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음 기타_____
- 4-2) 자갈로 된 표면을 선호하지 않는 가장 큰 이유는 무엇입니까?

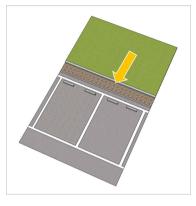
 - 미적으로 선호하지 않음 안전하지 않아 보임
 - 걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 같음 기타_____
- 공원에 자갈로 된 표면을 선호하는 응답자에 대한 질문입니다.
- 4-1) 자갈로 된 표면을 선호하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
- 미적으로 선호

- 안전해보임
- 걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음 기타_____
- 4-2) 잔디로 된 표면을 선호하지 않는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호하지 않음
- 안전하지 않아 보임
- 걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 같음 기타_____

1. 식생수로/침투도랑 (주차장)

5) 주차장 부지 경계 부분에 설치된다면 어떤 형태를 선호하십니까?





○ 잔디로 되어있는 표면 ○ 자갈로 되어있는 표면

- 주차장 부지 경계 부분에 잔디로 된 표면을 선호하는 응답자에 대한 질문입니다.
- 6-1) 잔디로 된 표면을 선호하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호

- 안전해보임
- 걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음 기타____
- 6-2) 자갈로 된 표면을 선호하지 않는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호하지 않음
 - 안전하지 않아 보임
 - 걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 같음 기타
- 주차장 부지 경계 부분에 자갈로 된 표면을 선호하는 응답자에 대한 질문입니다.
- 6-1) 자갈로 된 표면을 선호하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호

- 안전해보임
- 걸을 때 옆에 있어도 불편하지 않음 기타_____
- 6-2) 잔디로 된 표면을 선호하지 않는 가장 큰 이유는 무엇입니까?
 - 미적으로 선호하지 않음
- 안전하지 않아 보임
- 걸을 때 옆에 있으면 불편할 것 같음 기타_

2. 식생체류지

오목하게 파인 정원 같은 시설에 대한 질문입니다.

시설은 빗물을 모으기 위해 오목하게 파여있으며, 바닥에 자갈, 나무 조각 등의 재료가 깔려있고 식물이 그 사이에서 자라는 형태입니다.

1) 공원 내 동일한 기능을 하는 오목한 시설이라면 어떤 활동을 할 수 있는 공간을 선호하십니까?





○ 시설 안에서 휴식할 수 있는 곳





○ 시각적으로만 볼 수 있게 되어 있는 곳





○ 시설 가까이 산책할 수 있는 곳

3. 식물재배화분

보도보다 낮게 파여있는 식물재배화분에 대한 질문입니다.

보도 옆에 평평하거나 볼록한 일반적인 화단과 달리, 식물재배화분은 파인 형태의 화단입니다.

식물재배화분 VS 일반적인 화단에 대해 심미성, 안전성, 보행 편의성에 대해 질문합니다.

1) 보도 옆에 도로보다 낮게 파인 형태의 화단 조성 시 어떤 것을 주로 고려하여 설치했으면 좋겠습니까?



- 심미성: 화단의 식물을 아름답게 조성
- 안전성: 걸을 때 화단이 위험하지 않게 설치
- 보도 이용 편의성: 보행을 가로막거나 보도 폭이 감소하지 않게 설치
- 기타 _____
- 2) 보도 옆에 도로보다 낮게 파인 형태의 화단을 조성한다면, 화단 주변에 울타리 설치가 필요하다고 생각하십니까?
- 울타리 필요 없음
- 발 높이의 울타리
- 무릎 높이의 울타리

3. 식물재배화분

일반적인 화단보다 파인 형태를 가진 식물재배화분에 대한 의견 조사입니다. 일반적인 화단과 비교해 식물재배화분의 심미성, 안전성, 보행 편의성을 조사합니다.



A 화단 (파인 형태)



B 화단 (평평하거나 볼록한 형태)

3-1) 미적으로 어떤 화단을 더 선호합니까?

심미적으로 A화단 선호 ① ② ③ ④ ⑤ 심미적으로 B화단 선호 3-2) 심미적 선호 또는 보통(차이 없음)을 선택한 이유는 무엇입니까?

4-1) 보행 시 어떤 화단이 더 안전하다고 생각하십니까?

보행 시 A화단이 더 안전 ① ② ③ ④ ⑤ 보행 시 B화단이 더 안전 4-2) 안전성 선호 또는 보통(차이 없음)을 선택한 이유는 무엇입니까?

5-1) 보행 시 어떤 화단이 더 편하다고 생각하십니까? (보행을 가로막는 정도, 보도 폭이 좁아지는 정도)

A화단이 보행 편의성 높음 ① ② ③ ④ ⑤ B화단이 보행 편의성 높음 5-2) 보행 편의성 선호 또는 보통(차이 없음)을 이유는 무엇입니까?

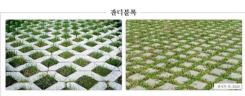
4. 투수성 포장

투수성 포장은 빗물이 땅으로 흡수될 수 있는 보도블록으로, 그 중 투수블록과 잔디 블록에 대해 조사합니다.

먼저, 보도블록의 심미성, 걸을 때 편한 정도, 친환경성의 중요성에 대해 질문합니다. 다음으로, 투수블록과 잔디블록에 대해 공원, 주차장에 적용될 때 선호도를 조사합니다.

- 1) 보도블록에서 '심미성'이 얼마나 중요합니까? 심미성이 중요하지 않음 ① ② ③ ④ ⑤ 심미성이 중요함
- 2) 보도블록에서 '걸을 때 편한 정도'가 얼마나 중요합니까? 보행 편의성 중요하지 않음 ① ② ③ ④ ⑤ 보행 편의성 중요함
- 3) 보도블록에서 '친환경적 특성'이 얼마나 중요합니까? 친환경적 특성 중요하지 않음 ① ② ③ ④ ⑤ 친환경적 특성 중요함
- 투수블록과 잔디블록에 대한 선호도를 조사합니다.





4) 평소에 '투수블록'과 '잔디블록' 중 어느 것이 더 시각적으로 뛰어나다고 생각하십니까?

투수블록 심미성 높음 ① ② ③ ④ ⑤ 잔디블록 심미성 높음

5) 평소에 '투수블록'과 '잔디블록' 중 어느 것이 더 보행에 편리하다고 생각하십니까?

투수블록이 보행에 편리 ① ② ③ ④ ⑤ 잔디블록이 보행에 편리

6) 평소에 '투수블록'과 '잔디블록' 중 어느 것이 더 친환경적이라고 생각하십니까?

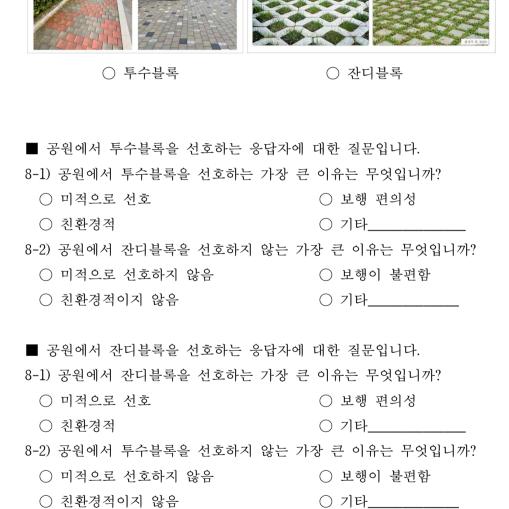
투수블록이 더 친환경적 ① ② ③ ④ ⑤ 잔디블록이 더 친환경적

4. 투수성 포장 (공원)

다음은 공원 바닥에 투수블록과 잔디블록을 조성할 때 선호도 조사입니다.

7) 공원에서 평소 어떤 형태의 바닥을 선호하십니까?

투수블록



4. 투수성 포장 (주차장)

투수분론

다음은 주차장 바닥에 투수블록과 잔디블록을 조성할 때 선호도 조사입니다.

7) 주차장에서 평소 어떤 형태의 바닥을 선호하십니까?



Abstract

A Study on the Urban Open Space Maintenance and Management with Low Impact Development

CHA Minyoung

Department of Landscape Architecture

Graduate School of Environmental Studies

Seoul National University

As urban environmental response design emerges due to the climate crisis, the need for Low Impact Development(LID) techniques related to the water environment is increasing. Along with the rainwater management function, the LID technique can serve as an ecological habitat, urban heat island phenomenon reduction, and a community space for citizens, which has a positive effect as an environmental response space in the city. Urban open space with LID requires proper maintenance and management as it can lead to negative consciousness

as it can degrade not only the water circulation function but also landscape and the use of the space. Although maintenance and management of LID needs to be supplemented in Korea, LID research that focuses on maintenance and management is still insufficient.

Therefore, this study aims to conduct a study on LID in terms of maintenance and management based on the current situation in Korea and present appropriate LID technology elements, design, management methods for Korea. The study consists of four major stages of analysis; a literature study to analyze maintenance and management elements at each part of LID plan, a field analysis of the maintenance and management aspects of open space with LID in cities of Korea, interview analysis on the status of LID maintenance and in Korea for suggesting design and management institutional improvement measures, a survey for the analysis of LID design and management methods considering people's preferences.

As a result, the study presents the design and management plan of LID technology elements suitable for Korea and preferred by people and institutional measures for effective LID maintenance and management. The study presents the design and management methods of Bioswale, Infiltration ditch, Bio retention, Planter box, and Porous pavement as LID technology elements suitable for open spaces in cities of Korea, and analyzes the main considerations in aesthetics, safety, and convenience in consideration of the location of each technology element install and people's preferences and opinions. In addition, it is necessary to establish a preliminary plan for effective LID maintenance

and management, but there are no management standards and the

absence of a mandatory system, the study proposes measures to

prepare institutional standards and guidelines, participation

professionals for maintenance and management, and monitoring method.

The study analyzes on maintenance and management considering

spatial design characteristics of various LID technology elements, and is

meaningful in exploring for the sustainability of LID-applied spaces

rather than independent LID facilities. The analysis of maintenance and

management elements for each part of LID plan suggested by the

study, the design and management methods for each LID technology

element suitable for Korea. and the direction of institutional

improvement for effective maintenance and management can be

referred to the LID Project of Korea. This study is expected to be used

as basic data for sustainable open spaces with LID by suggesting the

direction of future LID research and development in Korea based on

maintenance and management.

keywords

: LID, Maintenance, Management, Climate Change,

Water Environment, Sustainability, Urban Open Space

Student Number : 2021-24248

- 143 -

감사의 글

"이 논문은 건축공간연구원의 2022 AURI 석·박사과정 연구지원 프로그램의 지원을 받아 수행된 연구임."