지구단위계획 및 주상복합대지에서의 LID 기법 적용: 행정중심복합도시 1-5생활권 적용 사례를 중심으로

Application of LID to the District Unit Plan and Mixed-Use Buildings: Focusing on the Case of the 1-5 Living Area in MAC

신현준* · 장철기**

Shin, Hyunjun*, and Chang, Chul-Ki**

Abstract

The purpose of this study is to introduce the procedure to apply LID (Low Impact Development) in developing the master plan for the mixed-use residential buildings to be built at three blocks (H5, H6, H9) in the 1-5 Living Area in the Multifunctional Administrative City. The legal background of the district unit plan was revised by adding new clauses for the definition of LID and rainwater circulation system where LID is applied. Based on the revised district unit plan regulations, several LID technologies which were appropriate for each block were selected, and they were reflected in the master plan and design guideline as a part of the rainwater circulation system. After the design guideline was developed in detail, a company that will develop the design and build was selected through a design competition. As of 2020, these mixed-use residential buildings are under construction. Once they are built and used by occupants, they will enable researchers to empirically evaluate the benefits of LID by showing how rainwater circulates and how LID works in the building and area.

Key words : Low Impact Development, District Unit Plan, Mixed-use Building, Water Circulation, Case Study

요 지

본 연구에서는 행정중심복합도시 1-5 생활권의 주상복합대지에 지어질 주상복합 건물들을 계획함에 있어 저영향개발 기법을 적용하기 위한 일련의 과정과 결과를 제시하였다. 지구단위계획시행지침에 LID 용어 정의, LID 기법 적용을 통한 빗물순환체계 등을 신설, 개정하여 법적 근거를 마련 한 후, 이를 바탕으로 용지별 시행지침에서 LID 기법과 관련된 항목을 도출하고 해당 항목에 대한 LID 기법 적용방안 등 빗물순환체계를 확립하는 LID 전략을 제시한 후, 설계공모지침에 LID 기법을 반영하여 LID 기법을 반영한 주상복합단지 설계가 이루어지도록 하였다. 향후 본 사례를 통해 건설될 주상복합단지가 준공되고, 운영단계에 들어서게 되면, 해당 용지와 건물에서의 물순환 분석 및 평가를 통하여 LID 기법의 적용을 통한 기대효과를 실증적으로 검증할 기회를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 저영향개발, 지구단위계획, 주상복합건물, 물순환체계, 사례연구

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

개발연대 경제성장과정에서의 급속한 산업화, 도시화와 성장위주의 개발정책의 영향으로 무분별한 난개발로 인해 녹지면적 감소, 불투수면적 증가, 친수공간 감소, 빗물 지하

침투량 감소 및 지표면에서의 빗물 유출량의 증가 등 자연적 물순환 생태계가 왜곡되게 되었다. 이러한 자연적 물순환의 왜곡은 빗물의 토양침투 감소로 인한 유출량의 증가로 도시 지역의 침수피해, 하천의 건천화, 도시 내 수질오염의 악화, 도시침수, 토양환경 및 도시의 사막화 초래, 생물서식 기반의 파괴, 하천수질의 악화, 도시열섬화 현상 등 많은 도시 환경

*정회원, 한남대학교 건축학과 부교수(E-mail: hjshin0809@gmail.com)

Member, Associate Professor, Department of Architecture, Hannam University

**교신저자, 정회원, 한남대학교 토목건축공학부 부교수(Tel: +82-42-629-7379, Fax: +82-42-629-7552, E-mail: ckchang@hnu.kr)

Corresponding Author, Member, Associate Professor, Department of Architectural & Civil Engineering, Hannam University

문제를 야기하는 원인이 되었다(Kim and Kim, 2012; ME, 2013a; Suh and Lee, 2013).

이에 훼손된 도시환경을 회복하여 쾌적한 도시환경 조성을 위한 도시물순환 체계에 대한 필요성을 인식하여, 건전한 물순환 체계를 확보하기 위한 방법의 일환으로 개발 시 수문학적 특성을 도시화 이전과 유사하게 보존하는 방법인 저영향개발(Low Impact Development, LID)이 대두 되었다(NIER and ME, 2010).

그간 빗물관리 기법 관련 연구들은 단편적인 시설설치를 통한 빗물유출을 억제하거나, 개별 건축물에 대한 빗물이용 목적의 연구가 주로 진행되었으며(Kim and Kim, 2012), LID에 대한 관심 증대와 어울려 LID와 관련한 국내 연구들이 증가하고 있으나, 주로 LID 기술 요소에 대한 단편적인 연구들이 주를 이루며(Sim, 2013) 자연적인 빗물순환체계를 중심으로 직접적으로 공간에 적용할 수 있는 방법을 제시한 연구는 미미하다(Kim and Kim, 2012). 아울러 관련 규정들도 빗물 관련 시설, 하수도 처리 시설 등 구체적인 시설에 한정되어 있어 도시계획 단계에서의 LID 기법 적용을 위한 관련조례 등 제도적 장치가 미비한 실정이다(Kim and Kim, 2012; ME 2013b; Sim, 2013).

이에 본 연구에서는 행정중심복합도시내 주상복합용지를 대상으로 LID 기법을 적용함에 있어 지구단위계획 시행지침의 개정과 함께 기본 계획 단계에서의 LID적용 절차 및 결과를 제시하고자 한다. 본 사례를 통해 제시되는 관련 지침 개정 및 절차는 향후 도시조성 사업에 LID 기법을 적용 하고자 하는 사업에 도움이 될 것으로 판단된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 행정중심복합도시 1-5생활권의 주상복합용지(H5, H6, H9)에 LID 기법을 적용하기 위해 지구단위계획 시행지침의 개정을 통해 법적 근거를 마련한 후, 해당

용지 특성에 적합한 LID 기법 도출 및 해당 항목에 대한 LID 기법 적용방안 등 빗물순환체계를 확립하는 LID 전략을 제시한 후, 이를 설계공모지침에 반영하여 설계공모를 실시함으로써 LID 기법이 반영된 주상복합단지 설계가 이루어지도록 하였다.

2. LID의 정의 및 적용현황

2.1 LID의 정의

1990년대 미국에서 개발지역의 건전한 물순환 체계를 구축하기 위한 시도로 시작된 LID는 국내의 기관별로 다양하게 정의하고 있다. LID의 도입과 적용이 선행되었던 외국의 사례를 보면, “도시화로 인해 변화되는 수문특성 때문에 발생하는 문제점들에 대해 지역 내의 수문학적 기능을 도시화 이전의 수문특성과 같게 보존하는 계획과 설계의 접근 방법”(U.S. EPA, 2007), “다양한 전략설정과 더불어 빗물 유출 발생 단계에서 고려할 수 있도록 토지이용계획에 기술 요소들을 포함시킴으로써 강우유출수를 분산식으로 관리하는 접근방법”(U.S. Department of HUD, 2003) 등으로 정의되고 있다.

국내 관련 주요 기관에서는 “개발 이전 수문학적 체계의 유지와 향상을 위한 광범위한 토지 계획 및 공학적 설계를 고려하는 방식이며, 발생원에서 가까운 곳에서 우수를 관리함으로써 지표유출과 오염부하를 줄이기 위해 설계된 일련의 시설들과 그 관리방법”(Choi et al., 2010), “홍수 및 수질오염 저감을 위한 우수의 침투, 저류, 물순환 체계를 고려한 토지이용 계획기법”(MOLIT, 2013), “자연의 물순환에 미치는 영향을 최소화 하여 개발하는 것”(ME, 2013b) 등으로 정의하고 있다.

국내의 관련기관의 정의를 종합하면 LID는 개발로 인해 변화되는 도시의 물순환 상태를 자연친화적인 기법을 활용하여 도시화이전, 즉 자연 상태에 가까운 물순환체계를 유지할 수 있도록 하는 접근방법으로 정의할 수 있다. 빗물펌프장, 저류지 등을 통하여 빗물을 빠르게 집수하고 배수하는 기존의 중앙집중식 빗물관리 방식과 달리 LID는 소규모 침투시설 및 저류시설을 활용하여 빗물을 발생원에서 머금고 가두는 것을 기본방향으로 하여 녹지 확보 및 자연적 물순환체계를 가지도록 하는 차이점이 있다(ME 2013b; Suh and Lee, 2013). 국내에서는 전통적인 중앙집중식 빗물관리와 대비되는 분산형 빗물관리로서, 빗물관리, 물순환관리, 저영향개발 및 그린인프라(Green Infrastructure, GI) 등 다양한 명칭이 사용되고 있다.

2.2 LID 요소기술

LID 요소기술은 일반적으로 침투, 여과, 저류, 이용 등 해당 요소기술의 기능을 바탕으로 분류되고 있다. 기본적으로 국내 비점오염원에 대해서는 환경부의 분류(저류시설,

Fig. 1. Research Process

인공습지, 침투시설, 식생형 시설)를 따라 분류 및 설치 기준이 적용되고 있으나, LID 요소기술은 매우 다양하여, 유사한 기술요소에 대해서도 정부부처, 연구기관, 연구자에 따라 다양한 명칭과 분류방식으로 분류되고 있다. 일례로 환경부(ME, 2013b)는 저류시설, 인공습지, 침투시설, 식생형 시설로 구분하나, 저류형, 침투형, 식생형으로 구분(Sim, 2013), 침투기술, 여과기술, 저류기술, 복합기술로 분류(Suh and Lee, 2013)한 경우가 있으며, 또한 저류형, 침투형, 이용형으로 구분(LHI, 2012)하거나 혹은 침투시설, 여과시설, 저류시설로 분류(Choi et al., 2017)하고 있다. 이러하듯 LID 요소기술에 대해 명칭과 분류방식이 다양한 이유는 해당 기술요소의 대표적인 기능을 연구자와 실무자들의 인식의 차이에 의해 다양한 명칭으로 나타나게 된 것으로 사료되며, 아울러 해당 요소기술들은 하나의 특정 기능뿐만 아니라 여러 가지 기능들을 복합적으로 수행하게 되기에 연구자와 실무자들의 분류체계가 다르게 나타날 수밖에 없을 것으로 판단된다.

대표적인 LID 기술요소에는 투수성포장, 투수블럭, 침투도랑, 침투트렌치, 침투관, 침투정, 나무여과상자, 식생수로, 빗물정원, 식생여과대, 식생체류지, 습지연못, 빗물통, 옥상녹화, 저류조, 저류지, 인공습지 등이 있다(LHI, 2012; ME, 2013b; MOLIT, 2013; Sim, 2013; Suh and Lee, 2013; Choi et al., 2017). 이들 LID 요소기술들은 빗물을 일시 저류 후 지하로 스며들게 하는 침투기능, 강우유출수 내 오염물질을 제거하는 여과기능, 빗물을 일정시간 가두어 둔 후 일정시간이 지난 후 방류 혹은 특정용도에 재활용하는 저류 및 이용 기능 등의 기능 혹은 이들 기능을 복합적으로 수행한다.

2.3 국내 도입 및 적용현황

국내에서 LID 기법은 주로 비점오염 관리 방안으로 인식되어 있었으나, 최근 정책 기조의 변화와 함께 지속가능한 물순환체계를 구축하기 위하여 정부는 일련의 관련법 및 지침 수립을 통하여 LID 기법의 적용을 확대되고 있다. 국토해양부의 에너지 절약형 신도시 조성방안(2010)을 통해 LID의 정책적 개념 도입을 시작으로 정부 관련부처 합동 제2차 비점오염관리 종합대책(2012)을 통해 비점오염 저감을 위해 LID 기법을 적용한 사업 추진을 고려하게 되었고, 이후 관련부처와 관련연구기관을 통하여 LID 기법의 적용을 위한 지침들(건강한 물순환 체계구축을 위한 저영향 개발 기술요소 가이드라인(2013), 환경영향평가서 저영향개발(LID) 기법 적용 매뉴얼(2013), 환경영향평가서 작성 등에 관한 규정(2014), 행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침(2015)) 등이 개발되었다(Suh and Lee, 2013).

1990년대 후반부터 일부 공동주택(분당 공동주택단지, 용인 신갈 공동주택단지, 광진구 스타시티 주상복합단지 등)에 빗물 재이용 시설이 적용된 사례가 있으나(Suh and Lee, 2013), 빗물관리의 기능이 공간계획과 연계되지 못한

면이 있다. 단지·도시개발 사업의 사례로는 국내 최초 빗물관리 시스템 및 LID 기법을 도입한 아산탕정신도시, 수변공간 특성을 활용한 LID 기법을 도입한 새만금개발사업, 기존의 녹지 공간을 연계하여 물순환 체계를 구축하는 에코델타시티, 주요 간선도로와 인도, 공원 등에 다양한 LID 요소기술을 적용한 전주서곡지구 개발사업 등이 있으며, 그 외 광교신도시, 평택고덕신도시, 행정중심복합도시 6생활권 등에 LID 기법이 적용되었거나 적용중에 있다.

3. LID 기법 적용

3.1 사업개요 및 주변 환경

본 사업은 행정중심복합도시 1-5생활권의 주상복합용지에 주상복합건물을 조성함에 있어, 해당 용지에 최고 품질의 건축기본계획안을 제시한 공모단위별 응모자에게 해당 주상복합 용지를 공급하고, 설계특화지침에 친환경과 LID 기법 적용을 반영하여 행정중심복합도시 내 생태건축의 모범단지를 조성하는 것을 목적으로 하였다. 대상 지구는 세종특별자치시 행정중심복합도시 건설사업 부지 내 1-5생활권에 위치한 주상복합용지(H5, H6, H9)로서, 각 사업의 개요는 Table 1과 같다.

Table 1. Project Description

	H5	H6	H9
Area (m ²)	23,724	17,157	25,107
No. of households	646	468	628
Heights (m)	35story (154 m)	42story (152 m)	42story (154 m)
Building coverage (%)	48.60	49.09	40.40
/ Floor area ratio (%)	/370	/400	/400
Non-residential area (%)	10~15%		

LID 기법을 적용하기 위해서는 먼저 대상지역의 기상환경, 수문학 기능, 지형, 토양, 식생 등에 대한 분석이 필요하다. 해당 지역인 행정중심복합도시의 자연환경은 선행 관련보고서(Choi et al., 2017)를 참고하였는데, 이 보고서에 의하면, 해당지역의 기온은 연평균 기온 13.1 °C(월별 평균최고: 29.8 °C(8월), 평균 최저: -5.2 °C(1월))이며, 연간 강수량은 최근 10년 평균 1,530.3 mm로서, 여름(72.1%)에 집중되고, 계절별로 차이가 크게 나타나고 있다. 연평균 천기일수는 맑음 93일, 강수 115일, 결빙 108일, 안개 20일 등이다. 해당 지역에 인접한 하천의 각 수질항목별 농도는 평균 DO는 10.3 mg/L, 평균pH는 8.0, 평균 BOD는 2.3 mg/L, 부유물질(SS)은 평균 8.0 mg/L이며, 하천수질환경기준은 II 등급이다. 토질은 표토 및 매립층, 퇴적층, 풍화토층, 풍 화암층, 연암층의 순으로 구성되어 있다.

3.2 LID 기법 적용

3.2.1 LID 요소기술 선정

LID기법 적용의 대전제는 해당 용지의 자연적인 조건에 대응하는 LID 기법을 선택·적용한다는 것이다. 즉, 해당 용지의 기존 자연환경을 거스르기 보다는 조화를 이루어 개발이전과 개발이후의 물순환 변화를 최소화하는 것을 원칙으로 한다(Clean Water Services, 2009). 따라서 LID 요소기술은 대지 및 주변의 환경을 고려하여 적용여부를 판단하게 된다. 또한, 발생지점에서 분산식으로 관리가 가능하고, 각각의 LID 시설의 기능 발현뿐만 아니라 각 시설별 연계성을 통해 효과를 극대화 할 수 있도록 계획되어야 한다(Choi et al., 2017).

LID 요소기술의 기능별로 적합한 대지조건들이 있다. 예를 들어 집수시설은 경사가 급할수록, 토양성분이 사질양토이며 깊을수록, 서식처와의 거리는 멀수록 적용이 적합하다. 침투시설은 경사가 완만할수록, 표토는 유기질 조립토가 적합하며, 사계절 평균 지하수위는 깊을수록, 교통량은 적을수록 적용이 유리하다. 여과시설은 지하수위 깊고, 자연습지와 가까울수록, 반면 저류시설은 토양의 배수능력이 불량할수록, 지하수위가 깊을수록, 하천으로부터의 거리가 가까울수록, 경사가 완만할수록 유리하다(Kim and Kim, 2012). 이와 같이 집수, 침투, 여과, 저류 등 빗물순환체계 요소별로 입지에 따라 설치의 적합성 및 기능발현의 유불리를 달리하게 된다. LID 요소 기술의 적합한 선택을 위해 Clean Water

Services (2009)가 제시한 LID 요소기술과 대지조건과의 상관관계는 Table 2와 같다.

LID 요소기술의 설치위치에 대하여 살펴보면, 투수성포장은 교통량이 적은 도로 또는 주차장 등에 설치하며, 투수블럭은 12 m 미만의 도로, 보도, 주차장, 광장, 산책로, 자전거도로 등 모든 포장지역에, 침투도랑은 도로 및 주차장의 강우유출수 처리에, 수목여과박스는 도로변 및 주차장 주변 지역에 적용 가능하며, 지붕의 낙수흡통 인근에 설치해 지붕 유출수 처리에 적용 가능하다(ME, 2013b).

LID 시설은 배수지역으로부터의 유출을 관리하기 위해 개별적으로 사용되어지기도 하지만, LID의 철학을 효과적으로 반영하기 위해서는 여러 가지 LID 관련 시설들이 연속적으로 설치되고 통합적·유기적으로 기능을 하여야 하고, 용지 혹은 현장 여건과 더불어 빗물 관리 목적도 같이 고려되어 최종적으로 선정한다.

본 용지에 계획대상인 주상복합단지 등의 공동주거단지는 계획단계에서 LID 기법의 반영이 타시설물보다 상대적으로 용이하고, 효용성면에서도 우수하다(LHI, 2012). Suh and Lee (2013)의 연구결과에 의하면, 본 지구 및 용지와 같은 고밀도 공동주택용지에는 빗물저장탱크, 빗물정원, 식생수로, 투수성포장 등의 적용효용성이 높으며, 습지연못, 옥상녹화, 나무여과상자 등도 적용성이 높은 것으로 나타났다. 또한 LH (2017)의 연구보고서에 따르면, 주택용지 중 특히 공동주택용지에는 물이용시설(저류조)과 더불어 옥상녹화, 식생체류지/빗물정원, 식생수로, 투수성포장, 침투층

Table 2. LID Selection for Site Condition

	Green roof	Porous pavement	Flow-through planter	Infiltration planter / Rain garden	Vegetated filter strip	Swale
Reduce imperviousness	O	O				
Infiltrate		O		O	O	O
Detention / flow control		O		O		
Provide Habitat			O	O	O	O
Near Vegetated Corridor			O	O	O	O
Private property	O	O	O	O	O	O
Private street		O	O	O	O	O
Public Street			O		O	O
On or next to building	O		O			
Parking lot		O	O	O	O	O
Landscaped area			O	O	O	O
Steep slope	O		O			
Soils with low infiltration rate	O	O	O		O	O
High GW table	O		O		O	O
Contaminated soils	O		O			

Source: Clean Water Services, 2009

구, 침투빗물받이 등이 적용효용성이 있는 것으로 나타났다. 또한 LID 요소기술에 대해 해당 LID 요소기술 설치로 인한 프로젝트 추가비용 발생정도를 기준으로 한 비용측면, 집중적인 유지관리 노력 필요 여부 및 연간 유지관리 횟수를 기준으로 한 유지관리 수준, 동절기 조건 하에 해당 요소기술의 기능의 발현정도를 기준으로 한 동절기 기능 수준 등에 대해 비교 분석 결과(DPLU, 2008)에 따르면, 빗물정원, 옥상정원, 투수성 포장, 식생도랑, 생태식생수로, 침투트랜치 등이 본 지구 및 용지에 적용 가능한 LID 기술 요소로 분석되었다.

3.2.2 지구단위계획시행지침 반영

본 사업과 같이 도시 지역 내에서 이루어지는 대부분의 개발 사업에 대해서는 토지 이용의 합리화, 기능 증진, 미관 개선 등을 위해 지구단위계획을 수립하여야 한다. 지구단위계획은 일종의 도시·군 관리계획으로서, 해당 개발사업 지구에 대해 수립하는 계획이며, 토지이용계획과 입체적 시설인 건축물에 대한 계획 간의 조화를 목적으로 하고 있다(Choi et al., 2017).

전술한바와 같이 현재 LID 기법은 현행 법정절차에 반영되어 있지 않고 있기에 LID 기법의 반영을 위해서는 지구단

위계획시행지침에 관련 내용이 반영되어야 한다. 이에 1-5 생활권의 주상복합용지(H5, H6, H9)의 지구단위계획시행지침 총론 용어의 정의 부분에 “저영향 개발(Low Impact Development, LID)”을 정의하는 조항을 추가하였다. 또한, 「지구단위계획 수립지침」(MOLIT, 2017)의 내용 중 친환경적 계획 수립의 필요성이 언급된 제2장 3절이 LID와 관련성이 있으므로, 본 사업을 위한 지구단위계획시행지침 해당 부분에 단지 내 빗물순환체계를 확립하는 LID 적용 전략과 LID 기법, 위치, 적용방법 등(Fig. 2 ~ Fig. 5 참조)과 관련한 사항을 시행지침에 신설 혹은 개정하여 반영하였다.

3.2.3 LID 특화 계획을 위한 설계공모지침 수립

지구단위계획시행지침에 LID 관련 사항을 반영한 후, 이에 따라 옥상 녹화 및 빗물활용, 벽면 녹화, 투수성 바닥재 사용 및 빗물흡통, 식생화단, 우수저류조로 연결되는 LID 기법 적용을 통한 빗물순환체계를 확립하는 LID 전략을 계획하였다. 즉, 상가 및 복리시설과 주거동의 지붕빗물흡통을 통해 빗물은 식생화단으로 연결되고, 식생화단에서 빗물을 여과 후 트랜치를 통해 저류연못으로 연결되며, 저류연못의 우수가 넘칠 경우 지하에 위치한 우수저류조를 통해 침수하며, 우수저류조의 물이 넘칠 경우 하수 또는 우수관로

Fig. 2. H5 Block LID Circulation System

Fig. 3. H5 Block LID Flow

Fig. 4. Single Step LID Planter Detail

Fig. 5. Retention Pond Detail

시스템을 통해 유출 될 수 있도록 하였다. 또한 투수성 바닥과 바닥의 구배를 통하여 빗물이 자연스레 저류연못으로 흘러 들어가도록 하는 물순환체계를 수립 한 후 이를 설계공모지침서에 반영하였다.

본 용지에 주상복합단지를 계획함에 있어 층별, 입면, 수직적 매스, 인동간격, 배치 등의 주거특화.요소 외 지정된 지역에 빗물 유출수를 관리하고 불투수에 의한 영향을 최소화 할 수 있도록 각 대지에서의 LID 요소를 적용함에 있어 설계 방안 및 시공성이 반영된 배치와 제안을 가능하게 하였다. 또한 BIPV 및 신재생에너지의 적극적인 사용을 고려한 계획, 상층부(옥상포함)와 저층부의 녹화 시설에 대한 공간 계획·관리·운영 등의 구체적 방안(지속가능성 확보를 위한 계획 제안), 유리온실, 옥상정원, Wind Garden, 출입구부분 공용공간, 공용테라스 부분 등 친환경 요소들이 계획에 반영될 수 있도록 하였다. 아울러 상업공간에도 상가 동 지붕면적의 50% 이상을 옥상녹화로 계획하였다.

LID 관련 특화계획을 구체적으로 실현하기 위해, 각 블록(H5, H6, H9)별로 친환경 개발을 적극 수용하는 LID 및 친환경 계획을 원칙으로 하여, 세부적으로 주동 상층부에 Sky Atrium(유리온실)과 옥상정원을, 주동 중층부에는 관목의 식생이 가능한 오픈형의 Wind Garden(스카이라운지)을, 주동 하층부 및 지상에는 투수포장재를 사용한 데크와 저류연못을 조성하였다. 그리고 저층부의 친환경계획을 위해 필로티 및 보행자 동선을 고려하여 LID를 포함한 종합적인 공간계획을 하여 단지 전체에 대해 LID 실현을 목표로 계획하는 전략을 수립하였다.

H5 블록에는 1층에 Strip+Main Street형 Mall 을 배치하고, 상업의 활성화를 위해 1층부에 상업용 주차장을 배치하였고, 주거부 메인 출입광장은 2층에 배치하고, 2개 층의 필로티를 통해 보행자 및 광장으로서의 시선 확보하는 동시에 LID 기법을 적용하여 녹화를 계획하였다. 또한, 주거부의 중간층에는 Wind Garden을 설치함으로써 외부의 바람과 식생을 모두 즐길 수 있으며, 최상층부에는 4개 층 높이의 Green Atrium을 설치하여 건물내부에 식생을 유지할 수 있도록 하여 상징성을 가짐과 동시에 4계절 향시 수목을 볼 수 있는 온실을 형성하였다. H6블록에 대해서는 상업시설과 주거데크의 녹화계획 관련하여 Green Roof와 Agricultural Field를 설치하였고, 옥상 정원을 적극 활용하여, 옥상에 Sky Atrium 및 Roof Garden을 설치하였다. H9 블록에는 상업시설은 2-3층에, 상업주차는 1층에 배치하고, 상업시설의 Atrium을 통해 나무와 꽃 등이 자연을 사계절 만끽 할 수 있도록 하였다. 중층부의 테라스하우스의 수목을 통해 주거자뿐 아니라, 전체 단지의 자연의 조화의 상징과 부합할 수 있도록 하였다.

3.2.4 설계 공모 및 선정 결과

LID 관련 사항 신설 및 개정이 반영된 지구단위계획시행지

침과 총괄건축가의 LID 적용 전략을 바탕으로 운영위원회의 여러 차례 논의를 거쳐 설계공모지침 완성하고 이를 바탕으로 해당 용지별 설계공모를 실시하였다. 이후 설계공모지침 설명회, 신청등록, 질의 접수 및 답변, 응모작품 접수 등의 단계를 거쳐 응모된 설계안을 설계공모지침 및 법규 준수 여부를 검토한 기술심사와 본심사로 구분하여 평가하여 최종안을 선정하였다(Figs. 6~8; DA Architects, 2018; Heerim Architects & Planners, 2018; Usun, 2018).

Fig. 6. H9 Block Water Circulation

Fig. 7. H6 Block (region 4) LID Plan

Fig. 8. H6 Block (region 4) Section - Bio Retention Pond

각 블록(H5, H6, H9)에 대해 최종적으로 선정된 설계안들은 설계지침에 명시한 바와 같이 옥상정원 및 빗물통 등의 건축형 LID, 투수성포장콘크리트를 이용한 도로형 LID, 생태저류지, 식생화단, 식생수로 등 십여 가지의 LID 요소기술을 반영하였다. LID가 보다 효과적으로 반영될 수 있도록 실무위원회의 협의를 통하여 선정안에 대한 세부사항을 조율하여 최종설계안을 완성하였다.

LID 시설 설치로 인한 강우유출량 저감율은 본 대지가 있는 세종시는 초기강우 30 mL/일을 기준으로 블록별로 각 93.4% (H5), 97.5% (H6), 93.4% (H9)로 제시되었는데 (Table 3), 추후 준공 후 사용단계에서 실증적인 검증이 가능할 것으로 판단된다.

Table 3. Rainwater Outflow Reduction

Block		Amount of need to be treated (ton)	LID Capacity (ton)	Amount of storm runoff (ton)	Rainwater outflow reduction*
H5	Area 1	93.8	105.4		93.4
	Area 2	92.6	84.7	7.9	
	Area 3	67.6	94.5		
	Area 4	32.0	81.9		
	Area 5	79.6	70.0	9.6	
	Area 6	77.9	59.3	18.6	
	Area 7	100.9	141.8		
	Total	544.4	637.6	36.1	
H6	Area 1	62.04	51.79	10.28	97.5%
	Area 2	65.14	114.75	0	
	Area 3	42.96	69.08	0	
	Area 4	74.43	135.62	0	
	Area 5	67.34	79.53	0	
	Area 6	48.48	76.05	0	
	Area 7	46.64	89.71	0	
	Total	407.03	616.52	10.25	
H9	Area 1	88.7	100.3	0	93.4%
	Area 2	133.7	156.0	0	
	Area 3	83.5	86.9	(3.3)	
	Area 4	70.2	87.3	0	
	Area 5	58.9	26.7	32.1	
	Area 6	132.9	122.2	10.7	
	Total	567.9	579.4	39.5	

* Based on 30mm rainwater per day

4. 결 론

본 연구에서는 실제로 건설될 주상복합단지 설계와 시공

을 통해 LID 기법이 반영되도록 하는 일련의 과정을 행정중심복합도시 1-5생활권의 주상복합대지의 적용을 중심으로 적용 절차와 결과를 제시하였다. 특히, 현재 LID 기법은 법정절차에 반영되어 있는 것이 아니기에 LID 기법이 반영되기 위해서는 법정계획인 지구단위계획시행지침에 LID 용어 정의, LID 기법 적용을 통한 빗물순환체계 등을 신설, 개정하여 법적 근거를 마련 한 후, 이를 바탕으로 용지별 시행지침에서 LID 기법과 관련된 항목을 도출하고 해당 항목에 대한 LID 기법 적용방안 등 빗물순환체계를 확립하는 LID 전략을 제시한 후, 설계공모지침에 LID 기법을 반영하여 LID기법을 반영한 주상복합단지 설계가 이루어지도록 하였다.

LID 기법은 도시 홍수조절, 도시 수자원확보 등의 수자원 편익, 도시비점오염조절, 도시하천 및 해양오염 조절 등의 환경적 편익, 기후변화 적응, 녹색 공간 확보 및 지역 환경 개선 등의 사회적 편익 등 다양한 효과를 기대할 수 있다. 향후 본 사례를 통해 건설될 주상복합단지가 향후 준공되고, 운영단계에 들어서게 되면, 해당 용지와 건물에서의 물순환 분석 및 평가를 통하여 이러한 LID 기법의 적용을 통한 기대효과를 실증적으로 검증할 기회를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Choi, H.S., Kim, D.H., and Cho, S.Y. (2010). *Application and effects of low impact development in urban regeneration of waterfront areas*. Korea Environment Institute.
- Choi, J.S., Kang, M.S., Yoon, E.J., Lee, J.M., and Lim, S.H. (2017). *A study on introduction plan of low impact development techniques in multifunctional administrative city (MAC) (1)*. Land and Housing Institute, Korea Land & Housing Corporation.
- Clean Water Services. (2009). *Low impact development approaches handbook*.
- DA Architects. (2018). *Construction drawings for H5 block 1-5 living area MAC*.
- Department of Planning and Land Use (DPLU). (2008). *Low impact development manual for Michigan*.
- Heerim Architects & Planners. (2018). *Construction drawings for H9 block 1-5 living area MAC*.
- Kim, H.M., and Kim, K.G. (2012). A study on location selection for rainwater circulation system elements at a city level. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 40, No. 3, pp. 1-11.
- Korea Land & Housing Corporation (LH). (2017). *Administrative report on the design competition for mixed-use*

- building at 1-5 living area in multifunctional administrative city.
- Land and Housing Institute (LHI). (2012). *Development of the LID rainwater management facility construction explanation book and monitoring*. Korea Land & Housing Corporation (LH).
- Ministry of Environment (ME). (2013a). *Low impact development guideline*.
- Ministry of Environment (ME). (2013b). *Low impact development manual for environmental effect evaluation*.
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MOLIT). (2013). *Guideline for waterfront area development*.
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MOLIT). (2017). *Guideline for district unit planning*.
- National Institute of Environmental Research (NIER) and Ministry of Environment (ME). (2010). *Guideline for managing non-point source of pollution for Total Maximum Daily Load (TMDL) in development project*.
- Sim, J.Y. (2013). A study on the application of LID to open space in city. *Proceedings of 2013 Autumn Conference*, Korean Institute of Landscape Architecture Conference, pp. 46-50.
- Suh, J.H., and Lee, I.K. (2013). The water circulation improvement of apartment complex by applying LID technologies: Focused on the application of infiltration facilities. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 41, No. 5, pp. 68-77.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2007). *Reducing stormwater costs through low impact development (LID) strategies and practices*. EPA 841-F-07-006.
- U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD). (2003). *The practice of low impact development*.
- Usun. (2018). *Construction drawings for H6 block 1-5 living area MAC*.

Received	May 4, 2020
Revised	May 4, 2020
Accepted	May 15, 2020