

공동주택단지의 생태면적률 계획을 위한 LIM 활용방법

- 지형 및 포장재 모델링을 중심으로 -

김복영* · 손용훈** · 이순지*

*서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학 · **서울대학교 환경대학원

LIM Implementation Method for Planning Biotope Area Ratio in Apartment Complex - Focused on Terrain and Pavement Modeling -

Kim, Bok-Young* · Son, Yong-Hoon** · Lee, Soon-Ji*

*Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Graduate School of
Environmental Studies, Seoul National University

**Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

ABSTRACT

The Biotope Area Ratio (BAR) is a quantitative pre-planning index for sustainable development and an integrated indicator for the balanced development of buildings and outdoor spaces. However, it has been pointed out that there are problems in operations management: errors in area calculation, insufficiency in the underground soil condition and depth, reduction in biotope area after construction, and functional failure as a pre-planning index. To address these problems, this study proposes implementing LIM. Since the weights of the BAR are mainly decided by the underground soil condition and depth with land cover types, the study focused on the terrain and pavements. The model should conform to BIM guidelines and standards provided by government agencies and professional organizations. Thus, the scope and Level Of Detail (LOD) of the model were defined, and the method to build a model with BIM software was developed. An apartment complex on sloping ground was selected as a case study, a 3D terrain modeled, paving libraries created with property information on the BAR, and a LIM model completed for the site. Then the BAR was calculated and construction documents were created with the BAR table and pavement details. As results of the study, it was found that the application of the criteria on the BAR and calculation became accurate, and the efficiency of design tasks was improved by LIM. It also enabled the performance of evidence-based design on the terrain and underground structures. To adopt LIM, it is necessary to create and distribute LIM library manuals or templates, and build library content that comply with KBIMS standards. The government policy must also have practitioners submit BIM models in the certification system. Since it is expected that the criteria on planting types in the BAR will be expanded, further research is needed to build and utilize the information model for planting materials.

Key Words: Landscape Information Modeling, BIM, LOD, Library

Corresponding author: Yong-Hoon Son, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Seoul 08826, Korea, Tel.: +82-2-880-8107, Fax: +82-2-874-7181, E-mail: sonyh@snu.ac.kr

국문초록

생태면적률은 친환경적 공간 개발을 위한 정량적 사전 계획지표이자 건축물과 외부공간의 균형 있는 개발을 유도하는 통합적 지표이다. 그러나 제도 적용상 면적 산정의 오류, 하부 지반과 토심 확보 기준의 미달, 시공 후 실제 생태면적의 감소, 사전 계획지표로서의 기능 저하 등의 문제점들이 지적되어 왔다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 LIM 활용을 제안하였다. 생태면적률의 가중치는 주로 하부 지반과 토심, 피복 유형에 의해 결정되므로 지형과 포장재를 중심으로 연구를 진행하였다. 모델은 정부기관 및 관련 전문단체에서 제시한 BIM 기준과 가이드라인, 지침서를 참고하여 여기에 부합되도록 모델의 작성 범위와 상세 수준을 의미하는 LOD(Level Of Detail)를 설정하고, BIM 저작도구를 선정하여 조경정보모델을 구축하는 방법을 제시하였다. 사례 대상지로는 경사지에 위치한 공동주택단지를 선정하여 3차원적 지형을 모델링하고, 생태면적률과 관련된 속성정보를 포함한 포장재 라이브러리를 제작하였으며, 이들을 토대로 부지의 조경정보모델을 완성하였다. 그리고 구축된 모델을 활용하여 생태면적률을 산정하고, 계획도와 산정표, 포장 상세도 등 관련 도면을 출력하였다. LIM을 활용함으로써 생태면적률의 기준 적용과 면적 산정이 정확해지고 설계업무의 효율성을 도모할 수 있었으며, 지형과 지하구조물의 관계 등 입체적 형태에 대한 객관적 검토가 가능해짐을 알 수 있었다. LIM 도입을 위해 라이브러리 매뉴얼 또는 템플릿을 작성, 배포하거나 KBIMS 기준에 부합하는 라이브러리 구축에 힘써야 하며, 인증제도에서 BIM 모델을 제출하도록 하는 제도적 전환이 필요하다. 앞으로 생태면적률에 식재 유형별 기준이 도입되어 확대 적용될 것으로 예상되므로 식재 정보 모델 구축과 활용에 대한 후속 연구가 요구된다.

주제어 : 조경정보모델링, 건축정보모델링, 상세수준, 라이브러리

1. 서론

1. 연구배경 및 목적

생태면적률(Biotope Area Ratio: BAR)은 전체 개발면적 중에서 생태적 기능 및 자연순환 기능이 있는 토양면적이 차지하는 비율을 의미하는 것으로(Ministry of Environment, 2016), 환경친화적 공간 개발을 위한 정량적 계획지표로서 제안되었다. 주택성능등급 표시제도와 친환경건축물 인증제도의인 G-SEED에서 생태면적률이 평가기준으로 활용됨으로써 건축물에 초점이 맞추어 있던 그간의 건설산업에서 외부공간 조경의 중요성이 더 강조되게 되었다. Jang *et al.*(2010)은 생태면적률이 기존 지표들과 달리 건축과 조경을 동시에 고려할 수 있는 통합적 지표이자 건축물 및 외부공간에서 생태적 기능 확보를 위한 유용한 수단이 된다고 하였다. 특히 건설교통부에서 주택성능등급 표시 제도를 시행한 이래 지정기관으로부터 주택성능에 대한 등급을 인정받아 입주자 모집 공고 안에 표시하도록 함으로써 생태면적률은 공동주택단지의 외부공간에서 생태적 기능을 평가하는 필수적 계획지표로서 활용되고 있다.

그러나 이러한 긍정적 평가와 함께 제도 적용상 여러 문제점들이 거론되어 왔다. 시행 초기부터 면적 산정을 위한 공간유형 기준의 모호함, 면적 산정 기준 및 적용의 불확실성과 함께 산정자의 의도적 수치 조작 등이 이루어질 수 있음이 지적되었다. 또한 공법과 설계 변경, 사후 관리 미흡 등에 의해 인증 시

제출된 생태면적률이 실제로 시공후에는 감소되는 상황이나, 피복유형을 중심으로 생태면적률이 산정됨으로써 녹지 용량(Volume)이 지표상에 반영되지 못하는 문제점도 지적되었다(Jang and Kim, 2008; Jang *et al.*, 2010; Jang *et al.*, 2012).

시행 초기에 드러난 이러한 문제점들의 개선책이 논의되면서 인공지반의 토심 기준을 조정하거나 투수계수에 대한 기준을 추가하였고, 서울시에서는 2016년부터 녹지 용량을 반영하기 위해 식재 유형의 면적 산정 기준을 도입하였다. 하지만 아직까지 인증기관에 제출하는 도면과 산정 자료들이 2차원적 수준에 머물고 있기 때문에 인공지반의 토심 확보나 공간유형별 적용 기준 등의 확인이 어려워 의도적 또는 비의도적인 면적 산정의 오류가 생길 수 있다. 또한 주로 계획안이 확정된 후 도면을 통해 생태면적률을 산정하게 되므로 설계자적 측면에서는 계획단계에서 실질적인 생태면적을 확보하기 위해 노력하기보다 승인단계에서 면적률을 높이기 위해 옥상녹화나 벽면녹화 등의 면적 확보에 치중하게 된다. 이에 따라 제도운영자적 측면에서는 면적 산정의 확인과 시공 전후에 대한 관리 감독이 어렵게 되어 궁극적으로 생태면적률이 사전계획지표로서 활용되지 못하고 있는 실정이다. 그 외에도 생태면적률의 기준이 주로 토심에 집중되어 새로 개발된 자재와 공법을 수용하지 못한 채 설계자의 창의성을 저해하고 있고, 설계 진행 시 관련 정부 조직, 건축분야와 조경 전문가들 간의 원활한 네트워크가 제대로 이루어지지 않는다는 문제점도 거론되었다(Ji, 2017).

이에 대한 해결책으로 본 연구에서는 3차원적 조경정보모델링인 LIM(Landscape Information Modeling) 활용방법을 제안하였다. LIM은 BIM(Building Information Modeling)의 개념이 건축물 외에도 도로 및 기반시설 등 다양한 건설사업에 적용되고 있는 상황에서 조경분야에 파생된 설계 개념이자 방법이다(Kim and Son, 2014). LIM 설계방법을 활용하면 설계자적 측면에서는 계획안과 도서 작성의 정확성을 확보하면서 설계업무의 효율성을 높일 수 있고, 제도운영자적 측면에서는 생태면적률 인증 시 투명성과 검증 가능성을 확보함으로써 생태면적률 제도운영에서 제기되는 여러 문제점들을 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

본 논문에서는 생태면적률의 제도적용상의 문제점과 LIM 도입 필요성을 논하고, 특히 도시 주거공간의 대표적 유형이자 생태면적률이 가장 활발하게 적용되고 있는 공동주택단지를 사례로 조경정보모델링을 작성해보고, 이를 활용하는 방법을 고찰하였다. 정부 및 관련기관에서 여러 정책을 펴면서 건설분야에서의 BIM 활용이 고무되고 있는 현실에서 공동주택단지 외와 같이 건축 및 토목분야와의 협력이 필수적인 프로젝트에서 LIM 도입 가능성을 검토해 보는 것은 의미 있는 일이다.

2. 연구방법

연구의 흐름은 생태면적률 제도 및 적용상의 문제점과 LIM 도입에 대한 이론적 고찰, 조경정보모델링 구축 방향의 설정, 사례 대상지의 선정과 적용, 그리고 이에 대한 평가로 진행되었다. 첫째, 이론적 고찰에서는 정부와 지방자치단체에서 배포한 생태면적률 적용 및 운영지침, 관련 연구들을 살펴봄으로써 개념 및 제도, 그리고 제도적용상 드러나는 문제점들을 조사하였다. 또한, LIM을 활용하여 이러한 문제점들을 해결할 수 있음을 확인하였다. 둘째, 생태면적률 적용과 관련하여 지형과 기반구조 및 포장재를 중심으로 조경정보모델링을 구축하는 방법을 구상하였다. 이를 위해 건축분야 BIM 적용가이드(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2010), EX-BIM 가이드라인(Korea Expressway Corporation and Korea Institute of Building Information Modeling, 2016), BIM 설계도서 작성지침(Architecture Institute of Korea, 2016), KBIMS 라이브러리 제작기준(BuildingSMART Korea, 2016)¹⁾ 등 각종 가이드라인과 기준, 지침서를 참고하여 모델링 시 준수해야 하는 기본적인 지침과 가이드라인을 살펴보았다. 또한 지형과 포장재를 모델링할 때 활용 가능한 BIM 저작도구와 모델링 방법을 관련 도서 및 정보지, 소프트웨어 공급업체의 매뉴얼, 온라인 학습자료를 통해 살펴보고, 조경정보모델링의 구축 방법을 모색하였다. 이를 통해 BIM 저작도구를 선정하고 모델링의 범위와 상세수준을 결정하는 등 구체적인 모델링 작성 방법을 구상하였다. 셋째, 사례적용 단계로서 공동주택단지 중에서 사례로 적합한

대상지를 선정하고, 구상한 모델링 방법을 대상지에 적용하였다. 이 과정에서 3차원적 지형 모델을 작성하고, 생태면적률 관련 속성정보를 포함한 공간유형별 포장재를 라이브러리로 제작하였으며, 이를 토대로 부지 전반에 대한 조경정보모델링을 구축하였다. 이어서 구축한 모델을 활용하여 생태면적률을 산정하고, 생태면적률 계획도와 산정표, 포장 상세도 등 관련 도서를 출력하였다. 넷째, 적용된 모델링 방법을 평가하는 단계로서 LIM 도입 효과와 앞으로의 활성화 방안을 논하였다.

II. 생태면적률 제도 및 적용상의 문제점

1. 생태면적률 개념 및 관련 제도

생태면적률은 급속한 도시화와 인구증가로 콘크리트 구조물과 인공지반이 증가하여 도시지역의 자연 생태적 기능이 훼손되고 있는 상황에서 부정적인 기후변화에 대응하여 도시의 생태적 건전성을 향상시키고 쾌적한 생활환경을 조성하기 위해 도입되었다. 생태면적률은 처음 한국건설기술연구원에서 생태지반지표로 제안되었고, 이후 관련 제도를 통해 공간계획단계에서 도시공간의 생태적 건전성을 정량적으로 제어할 수 있는 환경계획지표의 하나로 발전되었다.

제도시행 과정을 살펴보면 2004년 서울시에서 공공건물 건립에 생태면적률 기준을 적용하기 시작한 이래 건설교통부와 환경부에서 공동으로 법제화를 추진하여 2006년부터 주택성능등급 표시제도의 환경관련 등급 중 조경(외부환경) 부문에서 정량적 지표로 생태면적률을 활용하고 있다. 2010년부터는 친환경건축물 인증제도, 현 G-SEED에서 생태환경분야의 평가기준으로 생태면적률이 활용되고 있는데, 제도 시행의 일관성을 위해 주택성능등급 표시제도의 생태면적률 평가기준을 준용하고 있다. 또한 생태환경 평가점수에서 높은 배점을 할당받고 있으므로 등급평가에서 중요한 기준으로 적용되고 있다.

생태면적률 산정은 우선 개발 대상지를 자연지반 녹지와 인공화지역으로 나누고, 인공화지역을 다시 피복유형과 토심에 의한 공간유형으로 구분하며, 이 유형별 면적에 상이한 가중치를 곱하여 공간유형별 생태면적을 구한다. 두 가지 이상의 공간유형을 복합적으로 시공한 경우에는 각 공간유형별 가중치를 곱한 수치를 적용하게 된다. 이렇게 구해진 인공화지역의 공간유형별 생태면적과 자연지반 녹지의 면적을 합산하고, 이를 전체 대상지 면적으로 나누어 생태면적률을 산출한다(Table 1 참조). 2016년 서울시에서 배포한 생태면적률 운영지침(Seoul Metropolitan Government, 2016)을 살펴보면 공간유형을 피복유형과 식재 유형으로 나누어 산정함으로써 식재의 규모와 수량에 따른 생태적 가치를 추가하고 있다. 그러나 공간유형을 구분하고, 이에 따른 가중치를 고려하여 산정하는 방식은 기본적으로 동

Table 1. Space types and weights of biotope area ratio

Space type		Weight	Description
Natural ground green area		1.0	Green area on undamaged natural ground
Water space	Water permeable	1.0	Water space with continuity to natural ground and groundwater recharge function
	Water impermeable	0.7	Water space without groundwater recharge function
Artificial ground green area	90cm≤soil depth	0.7	Green area on artificial ground with more than 90cm of soil depth
	40cm≤soil depth<90cm	0.6	Green area on artificial ground with more than 40cm and less than 90cm of soil depth
	10cm≤soil depth<40cm	0.5	Green area on artificial ground with more than 10cm and less than 40cm of soil depth
Rooftop greening	30cm≤soil depth	0.7	Rooftop greening with more than 30cm of soil depth
	20cm≤soil depth<30cm	0.6	Rooftop greening with more than 20cm and less than 30cm of soil depth
	10cm≤soil depth<20cm	0.5	Rooftop greening with more than 10cm and less than 20cm of soil depth
Wall greening		0.4	Greenery on walls or retaining walls. Up to 10m of height for climbing type
Partial pavement		0.5	Paving area through which air and water are permeated Continuity to natural ground with more than 50% of planting area
Permeable pavement on entire surface	Permeability Class I	0.4	Paving area with more than 1mm/sec of permeability coefficient
	Permeability Grade II	0.3	Paving area with more than 0.5mm/sec of permeability coefficient
Pavement with cracked surface		0.2	Paving area where air and water are permeated through cracked surface Filling with more than 10mm of fine aggregate
Linked area to rainwater storage & infiltration facilities		0.2	Paving area linked to rainwater infiltration or storage facilities for groundwater recharge
Pavement area		0.0	Paving area without permeability. No plants

$$\text{Biotope area ratio} = \frac{\text{Natural circulation function area}}{\text{Total area}} = \frac{\sum(\text{Area by space type} \times \text{Weight})}{\text{Total area}} \times 100\%$$

Source: Ministry of Environment, 2016: 8-9

일하다²⁾.

2. 제도적용상의 한계와 개선방향

1) 기존 방식의 한계

(1) 제도적 측면

생태면적률은 도시환경의 생태적 건전성에 대한 정량적 환경계획지표로서 의미가 크지만, 제도 시행 이후 여러 가지 문제점들이 지적되어 왔다. 제도 시행 초기 연구에서 Jang and Kim(2008)은 제도시행 주체인 서울시와 중앙정부의 운영지침에서 공간유형 분류에 차이가 있고, 투수성 포장재 등 명확한 매뉴얼 보급이 이루어지지 않아 면적 산정에 혼선과 오류가 생겼다고 하였다. 또한 성능등급평가에서 인정기관에 설계도서와 자체평가서를 제출하면서 면적의 수치가 조작되기도 하며, 이와 함께 생태면적률이 가져야 할 사전계획지표로서의 기능이 축소된다고 지적하였다. 생태기능 향상을 위해 기존 계획안 변경이 가능한 시기에 등급을 산정하는 것이 아니라, 확정도면으로 산정하기 때문에 임시방편적으로 벽면녹화나 옥상녹화 등에서 면적을 확보하여 등급을 높이려고 한다는 것이다. 그 결과, 생태면적률이 본연의 취지인 순방향으로의 유도기능을 발

휘하지 못하고 있음이 지적되었다. Jang *et al.*(2010)은 생태면적률 관련 인증도면과 시공 후 현장의 비교 평가를 통해 관련 제도 개선방안을 도출하는 연구를 하였다. 이 연구에서는 틈새 투수포장의 공법 변경, 사업승인도면에서 표현되지 못하는 미미한 설계변경, 벽면녹화 공간유형의 완성도 미흡, 저류조와 연계되어야 할 수공간의 관리 미흡 등의 문제점을 지적하였다.

관련제도 시행 이후 최근에는 생태면적률이 설계자의 창의성을 저해하지 않는 통합형 계획지표로서 작동하는데에 한계가 있다는 논의가 있었다(Ji, 2017). 기존의 한정된 공법을 기준으로 토심 확보에 초점이 맞추어져 있기 때문에 경량형 토양 등 새로 개발된 자재 및 공법을 수용하지 못하고, 도리어 그 개발을 저해하고 있다는 것이다. 이와 함께 근본적으로는 생태면적률 기준 적용에 따른 인센티브 등 정부 조직과의 네트워크가 제대로 이루어지지 않고 있으며, 건축설계가 진행될 때부터 조경 기술가들도 함께 설계에 참여해야 하는데 이러한 분야 간 연계도 이루어지지 않는다는 문제점도 제기되었다. 이에 대한 개선책들이 논의되면서 현재 일부 사항들은 이미 제도에 반영되어 시행되고 있다. 공간유형별 가중치를 조정하고, 포장재의 투수계수를 반영하는 등 공간유형 기준을 보완하였고, 적용 공법의 타당성 판단에 도움이 되는 구적도 및 단면상세도, 산정표를 제출하도록 하여 면적 산정 과정에서 발생하는 오류나 의

도적인 조작을 최소화하도록 하였다.

(2) 생태면적률 산정 및 도면작성 측면

지속적으로 개선책들이 마련되어 왔지만 아직까지 2차원적 도면에 의존한 면적 산정 방식, 그리고 설계안과 공간유형을 결정짓는 포장재들의 속성정보가 연동되지 않고 별도로 운용되는 설계 방식에 의해 발생하는 문제점들은 여전히 남아 있다. 즉, 일반적으로 생태면적률을 위한 구적과 가중치 계산은 2차원적 CAD 도면과 Excel 등 스프레드시트를 통해 이루어지며, 이 결과물을 도면화하고, 산정표로 작성하는 수작업은 별도로 수행된다. 이로 인해 설계자적 측면에서는 3차원적 구조인 지반의 토심 확보 여부나 피복유형별 적용 기준의 확인이 어렵기 때문에 정확성이 떨어지고, 설계안이 변경될 때마다 매년 생태면적률을 재계산해야 하므로 면적 산정에서 오류를 범할 가능성이 커진다. 이러한 과정에서 정량화된 생태면적률 산정을 근거로 생태기능을 향상시키기 위해 보다 나은 설계안을 모색하려는 설계자의 의도가 저하될 수 있다. 제도운영자적 측면에서는 인증기관에 제출된 도면과 자료들이 2차원적 수준에 머물러 서로 연동되지 않으므로 인증단계에서 지반구조와 공간유형별 분류에 따른 면적 산정의 객관성과 투명성을 확보하기 어렵고, 사후 시공 전후의 변경에 대한 관리 감독에 어려움이 따른다. 이로 인해 궁극적으로 생태적 건전성을 도모하는 정량적 사전계획지표로서 생태면적률이 작동하는 데에 어려움이 따른다.

2) 3D 기반의 설계업무 개선방향

생태면적률 제도적용상에서 드러나는 문제점들은 3차원적 정보모델을 작성하고, 이 모델에 구축된 정보를 활용함으로써 해결할 수 있다. 이와 유사하게 생태면적률에 관한 정보를 구축하고, 이를 효과적으로 계획에 활용하고자 제안하는 선행연구가 있었다. Lee *et al.*(2011)은 GIS를 활용하여 생태면적률 산정 모델을 개발함으로써 데이터 구축과 유지관리의 효율성 및 정확성을 확보하고자 하였다. 개발된 모델에서는 택지개발 사업의 블록을 단위로 하여 도형자료를 구축하고, 여기에 블록별 코드와 건폐율, 생태면적률 가중치의 속성정보를 구축하여 결합하였다. 이렇듯 도형자료와 속성정보의 결합을 통해 생태면적률 산정도서를 작성함으로써 자료 검수와 블록별 개별 관리를 용이하게 하고, 공간유형의 가중치 비율과 같은 수치 변동에 탄력적으로 대응이 가능해졌다. 다만 평면적 토지이용 계획과 제도운영자적 관점에 초점이 맞춰져 연구가 진행되었으므로 보다 상세한 3차원적 설계를 통해 생태면적률에 접근해야 하는 조경설계가들의 관점을 반영하여 생태면적률과 관련된 정보를 구축하고, 활용하는 방안을 모색할 필요가 있다.

식재를 제외한 피복유형에 대한 생태면적률은 주로 하부 지반과 포장재의 구별로 가중치가 부여되고 면적이 산정된다. 따

라서 지반구조와 포장재 계획 등 조경설계가들이 설계안을 작성하는 과정에서 실시간으로 생태면적률이 산정되고, 이를 감안하면서 설계안을 발전시켜 나갈 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 지형과 지하구조물, 포장재의 단면과 재료를 정보화하여 3차원적 조경정보모델을 구축하고, 이를 토대로 객관적이고 투명하게 생태면적률을 산정하는 방식이 필요하다.

III. 생태면적률 계획을 위한 LIM 구축 방향

1. 설계 단계별 LOD 수준 결정

정부기관 및 관련 단체에서 배포한 BIM 적용지침 및 가이드 라인을 살펴보면 일관성 있는 BIM 성과물 작성을 위해 기획, 계획설계, 중간설계, 실시설계의 단계별 모델 상세 수준과 활용 방법을 설정해 두었다. 이렇듯 단계별 프로세스에 의해 결정되는 모델의 형상 및 정보의 상세도를 LOD(Level of Detail 또는 Level of Development)라고 하는데, 본 연구의 사례 모델링 진행을 위해 먼저 설계단계에 해당되는 LOD를 설정해야 한다.

AIA(The American Institute of Architects)에서는 LOD를 100에서 500까지 정의하며 가이드라인을 제시하고 있고, 이와 유사하게 국내에서도 한국 실정에 적합하게 개발된 BIL(BIM Information Level) 기준이 제안되었다. BIM 설계도서 작성지침(Architecture Institute of Korea, 2016)에서는 이 기준을 바탕으로 설계단계별 모델의 상세수준을 제시하고 있다(Table 2 참조). 이에 의하면 기획 단계에서 BIM 모델은 매스와 속성변수가 들어있지 않는 객체로 표현되어 면적에 의한 개략 비용과 수량산출이 가능하며, 계획설계 단계에서는 기본적 형상과 벽, 바닥, 창호 등 부재의 존재가 표현되고, 규모 및 개략공사비 검토, 설계조건과 각종 개략분석이 가능하다. 중간설계 단계에서는 기본설계 수준에서 필요한 모든 부재의 존재가 표현되고, 부재의 상세재료, 수량, 크기, 위치, 방향에 대한 정보가 포함되므로 정확한 기본도면 산출과 각종 설계의사 결정, 기본 품질검토와 분석, 3차원 모델에 의한 협의와 개략 시공계획이 가능하다. 실시설계 단계에서는 실시설계 수준에 필요한 모든 부재들이 입찰 등을 위한 수량산출이 가능한 수준으로까지 표현되므로 정확한 실시도면 산출과 간섭체크, 각종 상세분석과 시공성 검토가 이루어진다. 각 단계별로 생성된 BIM 모델과 정보는 연속적이며, LOD는 프로세스가 진행되면서 점차 높아진다.

이 기준을 지형과 피복유형에 초점을 맞추어 LIM에 적용시켜 보면 LOD 100 수준에서는 개략적 형태의 지형 위에 피복유형별 재료가 직접 맵핑(Mapping)되는 정도이다. LOD 200 수준에서는 개략적 계획고를 기준으로 지형을 모델링하고, 그 지반 위에 포장재를 단일 바닥으로 표현하며, 간략한 속성정보를 모델링하기 시작한다. 중간설계인 LOD 300 수준이 되면 정확

Table 2. LOD level and modeling contents by design stages

Design stage	LOD	BIL	Fundamental details and usages of a BIM model	Specific details and usages of a LIM model
Pre-design	100	10	<ul style="list-style-type: none"> The model element may be graphically represented with a symbol or other generic representation, but are not geometric representations. Any information derived from LOD 100 elements must be considered approximate. 	<ul style="list-style-type: none"> The terrain, main buildings, underground structures and surroundings are modeled in mass forms. Pavement elements are mapped directly on the terrain as land cover types.
Schematic design (Criteria design)	200	20	<ul style="list-style-type: none"> The model element is graphically represented as a generic system, object, or assembly in terms of approximate quantities, size, shape, location, and orientation. The existence and forms of spaces and objects (pillars, walls, slabs, roofs, stairs, slopes, etc.) are modeled. Any information derived from LOD 200 elements must be considered approximate for analysis, cost estimating and scheduling. 	<ul style="list-style-type: none"> The terrain is modeled based on conceptual levels. Pavement elements are modeled on the terrain as generic objects with a single representative material. Staircases, slopes, and retaining walls are modeled in approximate in the quantities, shape, size, location, and orientation.
Design development (Detailed design)	300	30	<ul style="list-style-type: none"> The model element is graphically represented as a specific system, object or assembly of quantity, size, shape, location, and orientation. The quantity, size, shape, location, and orientation of the element as designed can be measured directly from the model. The project origin is defined and the element is located accurately with respect to the project origin. The model can be used for construction, analysis, cost estimating and scheduling. 	<ul style="list-style-type: none"> The terrain is modeled based on precise levels and the project origin. Pavement elements are modeled on the terrain as compound objects with the layers of materials. The overall thickness and the detail materials are included. Non-graphic information is attached to the element including functional data such as biotope area ratio. Staircases, slopes, curbs, planters and retaining walls are modeled precisely in the shape, size and location.
Construction documentation	400	40	<ul style="list-style-type: none"> The model element is modeled at sufficient detail for fabrication. The quantity, size, shape, location, and orientation of the element as designed can be measured directly from the model. 	<ul style="list-style-type: none"> Pavements, staircases, slopes, curbs, cast-in place planters and retaining walls are modeled for fabrication.
Construction	500	50	<ul style="list-style-type: none"> The model element is a field verified representation in terms of size, shape, location, quantity, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the model elements. 	<ul style="list-style-type: none"> The model includes information on construction, procurement, costs, maintenance, etc.

Source: American Institute of Architects, 2017: 9-10; Architectural Institute of Korea, 2016: 76-77. Author edited

한 계획고를 기준으로 평평한 지반과 경사를 모델링하며, 포장재의 전체 두께와 구조, 상세재료와 함께 기능적, 성능적 정보가 포함된다. 실시설계 단계인 400 수준이 되면 외부공간의 모든 부재에 대한 규격과 상세재료가 표현되어 정확한 수량산출이 가능해지고, 시공, 공정에 관한 정보가 포함된다. LOD 500 수준에 이르면 시공, 자재조달, 공사비, 유지관리 등과 관련된 정보가 포함된다. 본 연구에서 작성될 모델은 정보의 내용상 중간설계에 해당하므로 이 기준에 따라 LOD 300, BIL 30 수준으로 작성하였다. 따라서 주요 모델링 객체인 포장재는 상세재료의 구조 및 생태면적률과 관련된 속성정보를 포함시켰다.

2. 모델링 범위 및 방법

생태면적률의 공간유형 기준과 가중치 적용은 하부 지반구조와 토심, 피복유형에 초점을 맞추고 있기 때문에 본 연구의 조경정보모델링의 범위는 지반구조를 결정짓는 3차원적 지형과 지하주차장, 그리고 지형 상단의 포장재 모델링에 초점을 맞추었다. 일반적으로 건축, 토목, 조경분야에서 각각의 BIM 모델을 작성하고, 이들을 모아 통합모델을 완성하므로 건축물과

지하주차장은 조경모델링 범위에 포함되지 않지만, 본 사례에서는 토심과 지반구조의 확인을 위해 건축물과 지하주차장을 간략한 매스로 모델링하였다(Table 3 참조).

공간유형별로 모델링 방법을 살펴보면 부분포장, 전면투수포장, 틈새포장 등 피복유형을 결정짓는 포장재는 생태면적률과 직접 관련된 주요 부재이므로 라이브러리로 제작하였다. KBIMS의 BIM 라이브러리 제작기준(BuildingSMART Korea, 2016)에 의하면 라이브러리는 BIM 모델에 필요한 형상과 속성 정보를 포함한 단위 객체로서 정보 구성방법에 따라 단일 라이브러리와 복합 라이브러리로 나뉜다. 단일 라이브러리는 하나의 라이브러리에 단일 재질 정보를, 복합 라이브러리는 두 가지 이상의 재질 정보를 담고 있는 것을 의미하는데, 본 논문에서는 포장재의 상세재료에 따른 단면 구조 정보를 담기 위해 복합 라이브러리로 제작하였다.

벽면녹화, 옥상녹화, 침투 및 저류시설연계면은 건폐지와 관련된 공간유형으로 건축물에 직접 면하기 때문에 지반 및 피복유형 모델과 단일 모델에서 운용될 수 없다. 따라서 이들은 별도의 모델로 작성하고, 건축분야와의 통합모델을 만들 때 함께 결합시키는 방식으로 모델링해야 한다. 다만 본 사례에서

Table 3. Modeling scopes and methods

Category	Space type in biotope area ratio		Included	Modeling method	Library type
Buildings and other structures	Not applicable		○	· Modeled in mass forms with SketchUp and imported to the main model	
Terrain	Not applicable		○	· Modeled based on the contours and levels of the masterplan	
Items non-related to buildings	Natural ground green area		○	· Modeled as a floor element with natural surface material	Single library
	Artificial ground green area	90cm ≤ soil depth	○	· Modeled as a floor element with the layers of materials · Temporarily moved down the terrain 90, 40, and 10cm in order to check clash detection	Assembly library
		40cm ≤ soil depth < 90cm			
		10cm ≤ soil depth < 40cm			
	Water space	Water permeable	○	· Modeled as a floor element with the layers of materials · Two types of water space are distinguished by the floor material that determine the land cover type	Assembly library
		Water impermeable			
	Partial pavement		○	· Should include information that the planting area should be more than 50% in the object property	Assembly library
	Permeable pavement on entire surface	Permeability Class I	○	· Should include information on the permeability coefficient and class in the material property	Assembly library
		Permeability Class II			
	Pavement with cracked surface		○	· Should include information on filling with more than 10mm of fine aggregate	Assembly library
Linked area to rainwater storage & infiltration facilities		○	· Modeled as a separate single library for area estimation in the landscape model (may be included as a roof element in the architecture model) · Should identify the necessary facilities and the operation methods in the property	Single library	
Pavement area		○	· Modeled as a floor element in 3D form based on the slope	Assembly library	
Items related to buildings	Rooftop greening	30cm ≤ soil depth	×	· Modeled as a floor element with the layers of materials · May be separately modeled from the main landscape model and integrated later	Assembly library
		20cm ≤ soil depth < 30cm	×		
		10cm ≤ soil depth < 20cm	×		
	Wall greening		×	· May be modeled as a single wall element on the buildings in architecture model, and integrated with the main model later	Single library

칩투 및 저류시설 연계면은 생태면적 산정을 위해 단일 라이브러리로 제작하여 옥상 면에 위치시켰다.

모델링 과정은 미리 작성된 CAD 도면을 바탕으로 (1) 지형 모델링, (2) 피복유형 정보화를 위한 포장재 라이브러리 제작, (3) 지형 상부의 바닥 포장재와 계단, 램프 모델링을 통한 조경정보모델 구축, (4) 구축된 모델을 토대로 생태면적을 계획도 및 산정표, 포장 상세도 등 관련 도면과 일람표 작성의 순서로 진행되었다. 면적 산정과정에서는 자연 또는 인공지반의 구조, 지형 상부의 포장재에 의한 피복유형별 정보에 의해 객관적이고 투명한 공간유형 분류가 이루어지도록 하였다.

3. BIM 저작도구 선정

조경정보모델을 구축하기 위해서는 프로젝트의 특성에 적합한 소프트웨어를 선정해야 한다. 해외 조경분야에서는 주로

Revit, Vectorworks Landmark과 Rhino의 플러그인(Plug-In) Lands Design 등이 거론되고 있으나, 아직 국내에서 보편화된 도구는 없다. 그러나 건축물 위주로 설계와 시공이 이루어지는 공동주택단지에서는 건축분야와의 협업이 필수적이므로 분야 간 즉각적 파일 교환과 공유를 위해 동일한 소프트웨어를 사용하는 것이 바람직하다. 이에 국내 건축분야에서 사용자들이 가장 많은 Revit을 모델링 저작도구로 사용하였다.

해외 조경사례를 살펴보면 조경분야에서 Revit을 사용하기에는 아직 지형 조작이나 식재, 포장재 등 조경용 라이브러리에 한계가 있으나, 도구들을 적절히 활용함으로써 조경정보모델링이 가능함을 알 수 있다(Kim and Son, 2017). 지형 모델링에 매스작업과 대지(Massing & Site)도구, 플러그인으로 개발된 Site Designer와 Topo Align을 사용하면 등고를 기반으로 한 지형 위에 도로와 보행로, 마운딩, 경계석 등을 효율적으로 모델링할 수 있으며, 평평한 바닥을 작성하고 주변의 지형을

정렬하는 등 부정형적 지형 모델링이 가능하다. 또한 포장재는 바닥 패밀리(Family) 기능을 활용하면 상세재료의 레이어 정보를 포함한 복합 라이브러리로 만들 수 있다. 이 라이브러리의 매개변수를 변경하여 비슷한 유형의 다양한 포장재를 생성할 수 있고, 이를 바닥(Floor) 도구로 지형 상부에 부착시켜 모델링함으로써 해당 면적을 실시간으로 구할 수 있다. 또한 라이브러리에 공간유형, 가중치, 투수계수, 시공매뉴얼 등 생태면적률과 관련된 기능정보를 포함시킴으로써 생태면적률 산정의 편의를 도모하고, 그 근거로서 사용할 수 있다.

IV. 사례 적용

1. 대상지 개요

사례 대상지는 최근 완공된 사업 중에 지형의 굴곡이 있으면서 자연 및 인공지반녹지, 그리고 다양한 피복유형의 포장재가 사용된 공동주택단지를 선정하였다. 이는 2차원적 도면에서 확인이 어려웠던 지반구조에 따른 토심 확보 여부 및 다양한 피복유형의 모델링 방법과 활용 가능성을 보여주기 위함이다.

대상지는 D조경설계사무소에서 설계를, D건설사에서 시공을 담당하여 진행된 서울시 서대문구 북아현동 159-14번지 일대의 재정비촉진 주택재개발 정비사업부지를 선정하였다. 부

지는 4개 획지로 분리되어 설계와 시공이 이루어졌는데, 이 중 1개 획지를 선택하여 연구를 진행하였다(Figure 1-a 참조). 대상지는 2009년 사업승인이 완료되어 2017년 준공되었고, 시공이 이루어지는 과정에서 계획안이 조금씩 수정되어 최종안이 결정되었다(Figure 1-b 참조). 대상지로 선정된 획지는 최저표고 53.20m와 최고표고 88.91m로 20m 가량 높이차가 났다. 사업승인 당시 기준으로 전체 28,083.10m²의 면적에 9개동 1,514세대가 계획되었고, 조경면적은 13,564.43m²에 달하였다. 생태면적률은 당시 운영지침에 따라 자연지반녹지부터 침투 및 저류시설연계면까지 다양하게 계획되었고, 생태면적 13,906.35m²에 면적률이 49.52%에 달하였다(Figure 1-c, d 참조).

2. 지형 모델링

지형모델은 1:1000 수치지도의 등고선으로 기본적 형태를 모델링하였고, 대지경계선(Property Line) 도구로 대상지 경계를 표시한 후 전체면적을 구하였다(Figure 2-a 참조). 구해진 면적은 28,084.18m²로 사업승인 당시 AutoCAD로 산출된 면적과 1.08m²의 작은 오차를 보였는데, 연구진행상 공간유형별 면적 산출방법의 일관성을 위해 Revit에서 대지경계선 도구로 구한 면적을 전체 대상지 면적으로 사용하였다. 지형모델에 5개의 계획 단차를 건물패드(Building Pad) 도구로 모델링하

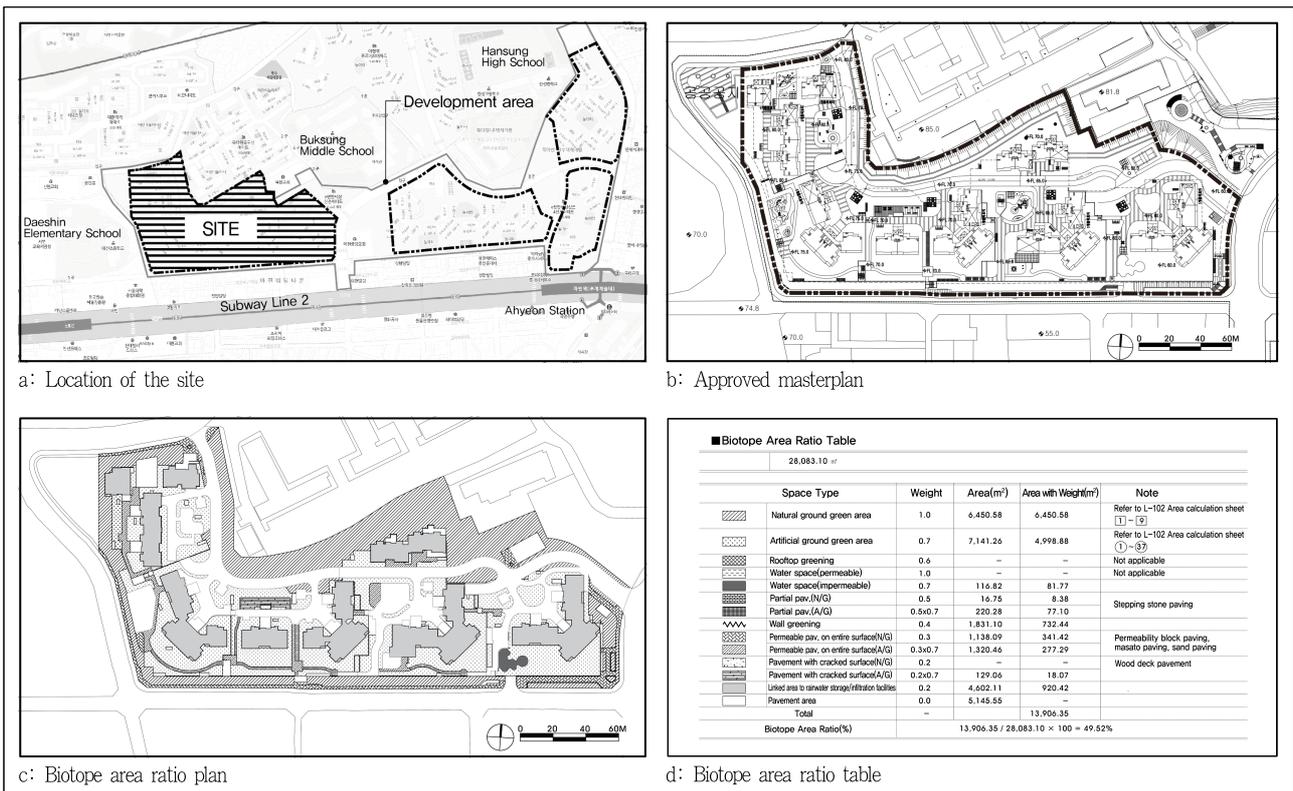


Figure 1. Location and masterplan of the site

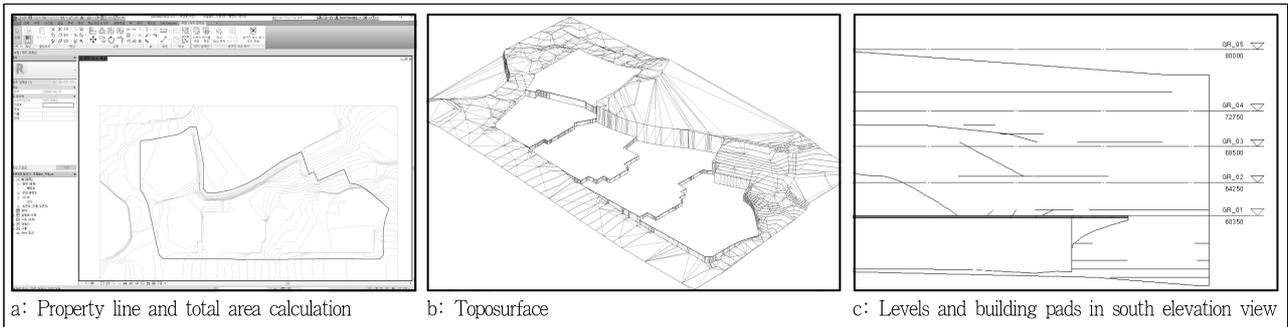


Figure 2. Toposurface modeling

고, 이 패드의 상단 높이를 레벨(Level)로 지정하여 바닥 높이의 구속조건으로 결정해 두었다(Figure 2-b 참조). 이렇게 하여 차후 개별 포장재들을 지형에 모델링할 때 각 단들에 자동으로 부착되도록 하였다(Figure 2-c 참조).

3. 포장재 라이브러리 제작

대상지에 적용된 공간유형은 자연지반녹지, 인공지반녹지, 수공간(차수), 그리고 부분포장, 전면투수포장, 틈새투수포장과 침투 및 저류시설연계면, 포장면(차도용)이 있다. 이들을 부재

별 바닥 패밀리로 작성하되, 포장재의 단면 구조 없이 면적만 필요한 자연지반녹지와 침투 및 저류시설연계면은 단일 라이브러리로 제작하고, 나머지는 바닥 패밀리의 조합 편집창에서 복합 라이브러리로 작성하여 상세재료의 레이어에 대한 정보를 포함시켰다(Table 4, Figure 3-a 참조).

바닥 패밀리의 유형 특성 창에는 일반적인 정보 입력란이 마련되어 있으나, 생태면적률과 관련된 속성정보들은 포함되어 있지 않으므로 별도의 매개변수로 등록해야 한다. 따라서 패밀리 유형의 “재료 및 마감재”라는 매개변수 그룹에 유형 ID, 공간유형, 하부지반, 투수계수, 가중치의 속성정보를 추가로 등

Table 4. Properties of pavement elements related to biotope area ratio

Type ID	Space type	Family name*	Underground condition	Soil depth	Permeability coefficient**	Weight***	Material layers
1	Natural ground green area	· Natural ground green area	Natural			1.0	· Greenery material on the top
2	Artificial ground green area	· Artificial ground green area	Artificial	90cm ≤ depth		0.7	· Artificial soil, permeable sheet, aggregate layer
				40cm ≤ depth < 90cm		0.6	
				10cm ≤ depth < 40cm		0.5	
3	Water space	· Water impermeable	Artificial			0.7	· Gravel, soil, felt, EPDM sheet
4	Partial pavement	· Stepping stone paving	Natural			0.5	· Stepping stone, sand, rubble
			Artificial			0.5×0.7	
5	Permeable pavement on entire surface	· Permeability block paving · Masato paving · Sand paving	Natural		Class I	0.4	· Permeability block paving (Ascon, sand, rubble) · Masato paving (Rough sand, rubble) · Sand paving (Sand)
					Class II	0.3	
			Artificial		Class I	0.4×0.7	
					Class II	0.3×0.7	
6	Pavement with cracked surface	· Wood deck pavement	Natural			0.2	· Wood deck pavement (Hardwood, concrete, rubble)
			Artificial			0.2×0.7	
7	Linked area to rainwater storage & infiltration facilities	· Linked area to rainwater storage & infiltration facilities				0.3	
8	Pavement area	· Pavement				0	· Asphalt, rubble, sand

* The list of the family names is only for this specific case. It could be added and modified

** Permeability coefficient: Class I ≥ 1mm/sec, Class II ≥ 0.5mm/sec

*** The weights and application of space types based 『Application guidelines on biotope area ratio(Ministry of Environment, 2016)』

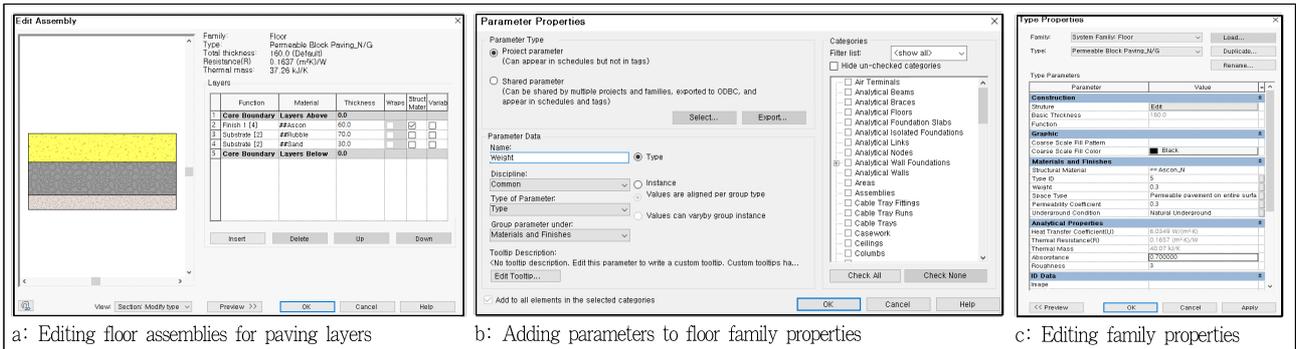


Figure 3. Creating floor family types and properties for pavements

록하였다(Figure 3-b, c 참조). 패밀리 유형명은 디딤돌, 마사토, 목재데크 등 세부 포장재명을 사용하는 것을 원칙으로 하되, 자연 및 인공지반녹지, 수공간, 침투 및 저류시설연계면, 포장면은 별도의 명칭이 없으므로 공간유형명을 그대로 사용하였다. 하부지반 항목은 부분포장, 전면투수포장, 틈새투수포장의 하부가 자연 또는 인공지반인지를 구별하기 위해, 투수계수는 전면투수포장의 세분화된 가중치 산정을 위해 포함되었다.

특히 유사하지만 다양한 포장재들이 있는 부분포장, 전면투수포장과 틈새투수포장은 패밀리에서 최소한의 공통사항을 작성하고, 그 외 속성정보는 매개변수 처리함으로써 패밀리 유형을 복제, 수정하여 유사한 포장재를 손쉽게 만들어낼 수 있도록 하였다. 또한 토심을 매개변수로 포함시켜서 앞서 작성한 지형모델과 차후 불러들일 지하주차장 모델을 통해 인공지반녹지의 확보된 깊이를 확인한 후 그에 따른 가중치를 입력할 수 있도록 하였다.

4. 조경정보모델 구축

포장재별 바닥 패밀리를 제작한 후 3차원적 지형면에 이를 얹힘으로써 조경정보모델을 구축하고, 각 동별 건축물과 지하주차장을 SketchUp에서 매스로 간략히 작성하여 불러들였다

(Figure 4-a 참조). 이 과정에서 CAD 계획도면을 불러들여 이를 토대로 포장재를 모델링하되 5개 단을 표현한 건물패드의 높이를 구속조건으로 활용하여 바닥면을 작성하였다. 경사가 있는 바닥면은 하위요소인 점과 선에 정확한 높이 값을 입력하여 모델링하고, 주변 지형을 그에 맞춰 수정하였다(Figure 4-b 참조). 기타 단 사이의 빈 공간을 메우고 동선의 연결성을 나타내기 위해 부지 내 수직 벽과 계단 및 램프를 함께 모델링하였다.

모델을 완성한 후에는 지형을 임시적으로 90, 40, 10cm의 높이만큼 수직으로 이동시켜 가면서 지하주차장 상부에 위치한 인공지반녹지의 하부 토심이 공간유형별 기준에 맞게 확보되었는지 확인해 보았다. 그 결과, 지하주차장이 외부로 돌출되어 간섭이 일어나는 세 지점을 확인할 수 있었다(Figure 4-c 참조). ①과 ②는 지하주차장의 구조물이 지상으로 돌출되어 토심 확보 방안이 마련되어야 하는 지점이었고, ③은 구조물이 수직 벽의 외곽으로 돌출되어 주차장의 평면구조가 조정되어야 하는 지점이었다. 특히 ②지점은 포장도로지만 ①지점은 인공지반녹지로 계획된 곳으로서 토심 확보에 따른 생태면적률의 기준에 부합되지 않는 상황이었다. 이에 지하구조물의 높이와 형태를 조정하여 토심 확보가 이루어지도록 계획안을 변경하고 모델에 반영하였다.

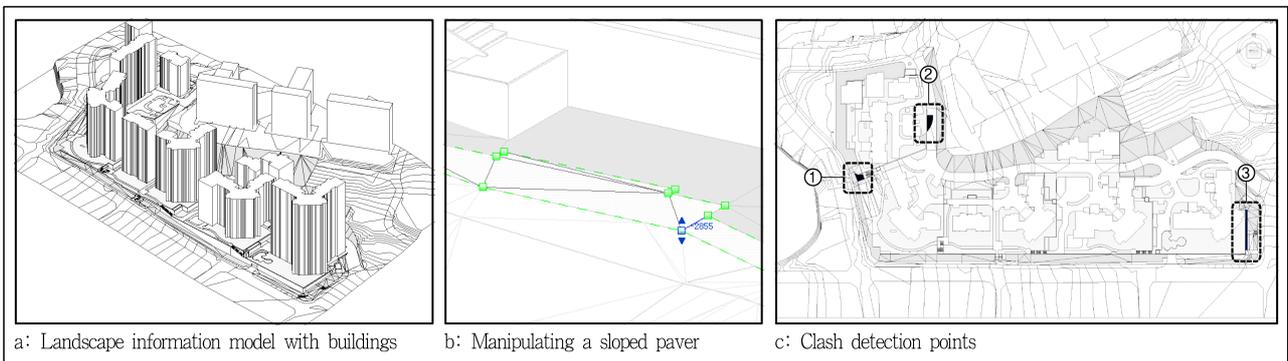


Figure 4. Landscape information model and clash detection with buildings

5. 관련 도면 및 일람표 작성

포장재 객체에 포함된 속성정보를 토대로 생태면적률의 공간유형별 구분을 나타내는 면적경계선을 설정하고 면적평면도 (Area Plan)를 작성하고, 범례를 만들었다(Figure 5-a 참조). 이 평면도의 데이터를 바탕으로 각 공간유형별 면적의 합을 자동으로 계산해주는 바닥 일람표를 작성하였다(Figure 5-b 참조). 또한 복합 라이브러리로 제작된 바닥 포장재의 단면을 끊고 지정된 상세자료 정보를 활용하여 주석과 치수를 자동으로 달아주었다(Figure 5-c 참조). 이렇게 작성된 2차원적 도면과 일람표를 도면시트에 불러들임으로써 생태면적률 계획도와 산정표, 포장상세도를 작성하였다(Figure 5-d, e 참조).

V. LIM 도입 효과 및 평가

이상에서 살펴본 바와 같이 생태면적률 계획을 위한 조정정보모델은 지형을 모델링한 후 공간별 유형을 결정짓는 포장재 객체를 복합 라이브러리로 제작하여 지형 위에 바닥면으로 모델링하는 방식으로 진행되었다. 포장재 객체에는 생태면적률과 관련된 기능적 정보를 포함시킴으로써 구축된 모델과 데이터를 토대로 생태면적률 관련 도면과 일람표를 작성하였다.

LIM 설계방법을 도입하였을 때 설계자적 측면에서 다음과

같은 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다. 첫째, 공간유형 분류와 가중치 등 생태면적률에 관한 기능적 속성정보를 입력함으로써 부재의 속성을 활용한 면적 산정이 가능해졌다. 이로써 유형별 기준이 명확해지고 면적 산정에 오류가 없어져서 생태면적률 산정에 정확성을 기할 수 있었다. 둘째, 복합 라이브러리로 제작된 포장재와 3차원적 지형모델을 활용하여 생태면적률 계획도 및 산정표와 포장 상세도 작성을 자동화함으로써 도면 작성 등 설계업무의 효율성을 도모할 수 있었다. 셋째, 모델의 3차원적 형태에 대한 객관적 근거를 토대로 입체적 설계를 진행할 수 있었다. 지형과 지하주차장 구조의 형태적 관계 파악, 토심 확보 여부 등 설계안을 실시간으로 확인하면서 2차원적 설계방식으로는 확인할 수 없었던 인공지반층의 지하구조를 예측하면서 대처할 수 있었다. 이로써 시공 중에 설계 변경으로 인해 소요되는 비용과 노동력을 절감할 수 있을 것으로 기대되었다. 넷째, 건축 및 지하구조물은 비록 단순한 매스로 모델링하여 통합되었지만, 주차장과 조경공간의 외벽 간 간섭이 발생하는 지점을 찾아내어 모델을 통한 타 분야와의 협의와 협업 도모가 가능함을 보여주었다.

제도운영자적 측면에서는 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 첫째, LIM 모델을 토대로 작성된 도면과 산정 자료들은 자재에 의한 평가기준이 명확하고 투명하게 반영되므로 생태면적률의 객관적인 검토와 인증이 가능해진다. 둘째, 공간유형별

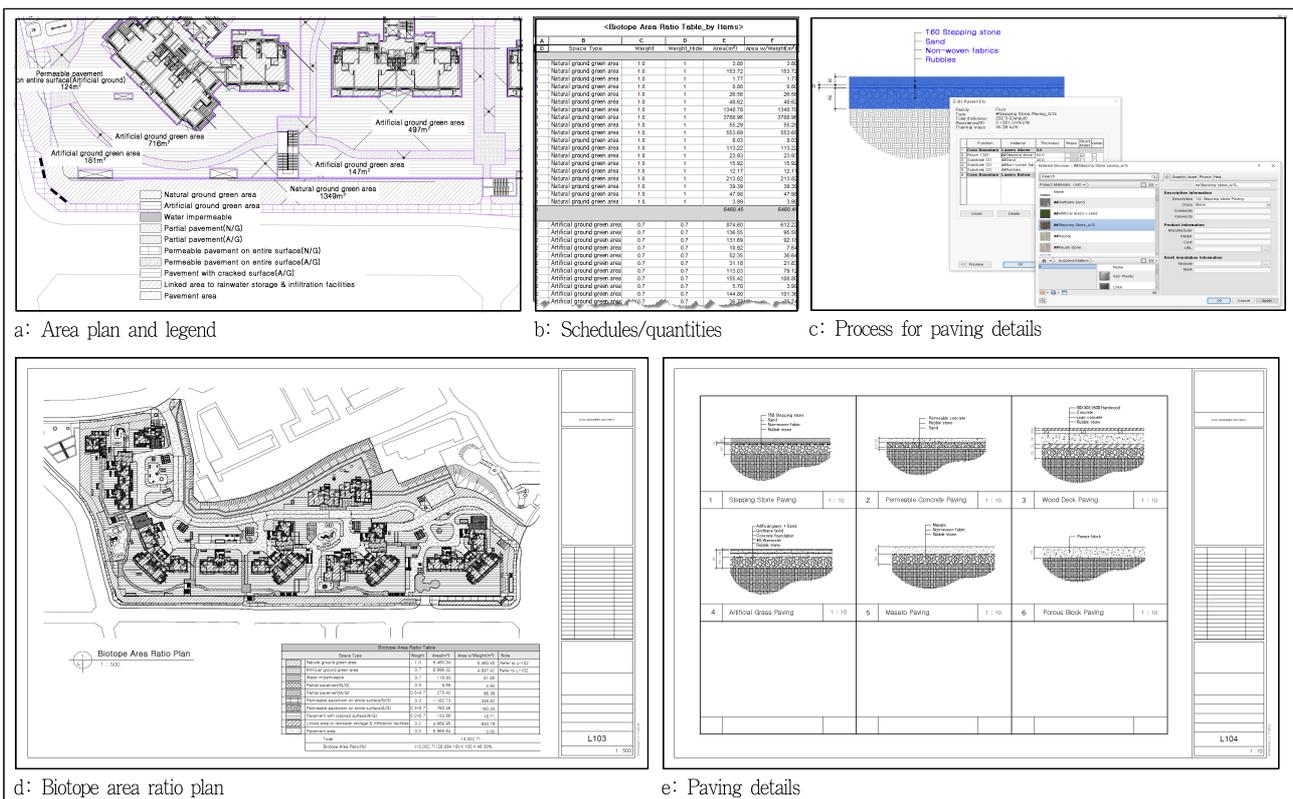


Figure 5. Creating construction documentations based on the LIM model

포장재 라이브러리에 자재의 기능적 정보와 매뉴얼이 포함되므로 이러한 정보가 시공까지 연결되어 설계와 시공의 연계성이 확보됨으로써 시공 후 생태면적률에 대한 변동이 적어지고, 이에 대한 관리와 감독이 용이해진다. 셋째, 계획안 변경에 따른 실시간 면적 산정으로 생태면적률이 사전계획지표로서 작동되도록 도움을 줄 수 있다. 일차적인 모델 완성후 설계를 변경하면 모델 수정이 동시에 일어나므로 설계자가 적정 수준의 생태면적률 대비 비용과 공간적 맥락을 고려하면서 생태기능 향상을 위해 계획안을 발전시켜 나갈 수 있기 때문이다.

생태면적률과 관련된 직접적 효과는 아니지만 BIM 저작도구를 통해 수평투영면적(Projected area)뿐 아니라, 경사면의 표면적(Surface area)을 산출할 수 있다는 것도 이점으로 들 수 있다. 일반적으로 대지면적이나 건축면적, 생태면적률 등을 산정할 때 경사와 상관없는 수평투영면적을 기준으로 한다. 그러나 실제 면적으로 공사비를 산출해야 하는 지피초화류 등의 식재나 포장재 계획에서는 경사도가 높아질수록 면적이 증가하여 수량산출에 영향을 미치므로 수평투영면적이 아닌 표면적을 구하여 견적에 반영해야 한다³⁾. 이때 경사에 따른 면적을 구하는 것은 번거로운 작업일 뿐 아니라, 불규칙한 경사의 지표면 면적을 구하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 사례 대상지와 같이 경사가 있는 부지의 조경설계에서 입체적 모델을 기반으로 수량산출의 근거가 되는 표면적을 구하는 것은 LIM의 또 하나의 이점이 된다.

BIM 저작도구들이 주로 건축에 초점이 맞추어져 개발되었기 때문에 조경정보모델링에 한계가 있다는 일반적인 견해와는 달리 사례 적용과정에서는 모델링이 수월하게 진행되었다. 본 연구에서 사용된 Revit의 경우, 지형 조작도구 및 레벨, 패밀러 기능, 그리고 면적평면도 및 일람표 작성 기능 등은 다양한 종류의 조경 프로젝트에서도 적절히 활용될 수 있을 것으로 판단되었다. 다만 경사 지형과 바닥면을 다룰 때 추가적인 시간이 소요되었고, 수공간의 바닥재는 지형에 모델링하면서 자연형 곡선과 비규칙적으로 변하는 단면 구조를 표현할 수 없었다. 이러한 한계에도 불구하고 공동주택단지 사례와 같이 평평한 단차를 기반으로 하는 경우, 레벨의 구속조건을 활용하거나 정확한 높이로 계획고를 입력하는 것이 가능하여 지형모델을 효율적으로 완성할 수 있었다.

VI. 결론

LIM 설계의 도입을 활성화하려면 다음과 같은 조경 전문단체의 조직적 연구 및 활동과 관련 정부의 제도적 뒷받침이 마련되어야 한다. 첫째, 조경 전문단체에서는 객체 속성정보의 통일성 있고, 체계적인 구축을 위해 라이브러리 제작에 관한 매뉴얼과 기준이 되는 템플릿을 작성, 배포해야 한다. 속성정보에

는 자재업체의 정보, 시공 및 공급방법, 유지관리 등에 관한 일반적인 정보와 함께 마모성, 동결·해동에 대한 내구성, 재료 밀도, 미끄러짐 저항성, 화재 대응성 등의 자재성능 및 친환경성에 관한 다양한 정보가 포함될 수 있다. 영국 LI(Landscape Institute)의 Digital Practice Working Group(전 BIM Working Group)에서 라이브러리 PDT(Product Data Templates)를 스프레드시트 형식으로 배포한 바 있는데, 이는 좋은 선례이다⁴⁾.

둘째, 조경 전문단체와 자재업체가 주체가 되어 라이브러리 제작에 함께 힘써야 한다. 포장재와 같은 인공적 요소는 비교적 라이브러리 제작이 용이하다. 우선적으로 이러한 설계요소에 대해 KBIMS의 라이브러리 제작기준(BuildingSMART Korea, 2016)에 언급된 것처럼 최소한의 설계정보를 담고 있는 공통원형 라이브러리를 작성, 배포하고, 자재업체가 이를 활용하여 고유 기술과 기능적 정보를 추가 또는 변경함으로써 다양한 라이브러리를 제작할 수 있다. 이러한 여건이 마련되면 라이브러리 제작에 박차를 가할 수 있고, 기술시장 변화에 대한 신속한 대응이 가능해지며 관련 산업체, 정부기관, 조경 전문가들간의 네트워크 형성에 도움이 된다.

셋째, 생태면적률 평가와 인증단계에서 2차원적 설계도서와 평가서에 의존하지 않고, BIM 모델로 제출하도록 하는 제도적 전환이 필요하다. 이렇게 되면 발주자 측에 BIM 설계업무에 대한 용역대가와 기술도입 경비를 요구할 수 있으므로 조경분야에서는 설계비 상승이라는 고무적인 효과도 낳게 된다.

본 연구에서는 사례에 포함되지 않은 벽면 및 옥상녹화에 대해 적절한 모델링 방법이 모색되지 못했다는 한계가 있다. 그러나 BIM 설계환경으로 변화하는 현재 건설산업에서 조경설계자들이 외부환경에 대한 전문가로서 위상을 찾아나갈 수 있도록 당장 실천 가능한 구체적인 LIM 활용방법을 제시하고자 하였다. 특히 건축분야와의 직접적 협업을 필요로 하는 공동주택단지의 생태면적률 계획에 초점을 맞추어 연구를 진행함으로써 도시계획적 차원에서 접근했던 Top-down 방식의 제도를 보완하고, 생태면적률이 실질적인 사전계획지표로서 작동하도록 설계자의 측면에서 그 방안을 모색해 보았다는 의의가 있다.

최근 서울시에서 생태면적률 산정에 식재 유형을 추가하여 그 규모와 수량에 따른 가중치를 적용하는 등 앞으로 식재 유형에 따른 녹지 용적 개념이 확대될 것으로 예상되므로 식재의 정보 구축과 모델 활용에 대한 후속 연구가 필요하다. 또한 벽면녹화 및 옥상녹화 모델링 방법과 피복 유형에 있어서 자재 시장과 설계업체, 관련 정부기관 간의 긴밀한 연계를 통해 신기술 및 자재 개발을 수용하는 정보시스템 구축에 대한 연구도 기대해 볼 수 있다.

주 1. 국토교통부와 한국 빌딩스마트협회(BuildingSMART Korea)에서 국가 연구개발(R&D) 사업을 수행하고, 성과물로 2016년도에 국

내 BIM 표준인 KBIMS(Korea BIM Standard)을 개발, 공시하였다. KBIMS는 한국을 대표하는 민간 BIM 표준으로 각종 기준, 정보규격, 분류체계 등으로 구성되어 있는데, 이 중에서 BIM 라이브러리 제작기준은 BIM 설계의 효율성을 높이기 위해 라이브러리의 표준화된 제작 요건을 정의하고 있다.

- 주 2. 서울시에서는 생태면적률을 공간계획 대상 전체면적 중에서 자연의 순환기능을 가진 대지용적의 수평투영면적비라고 정의하고 있으며, 이에 따라 토양 면적뿐만 아니라, 식재 유형의 산출면적인 용적의 개념을 포함하여 확대 적용하고 있다.
- 주 3. 조경공사의 세부 공정별 적산에서 수량산출을 도면상의 면적(m²)으로 하는 잔디 및 초류종자 살포의 경우, 비탈면의 식재 면적은 경사도에 따라 1:1사면은 141%, 1:2 사면은 112%, 1:3 사면은 105%로 가산하여 계산한다. 또한 경사도가 불규칙하여 알 수 없는 경우에는 경사지의 투영면적에 평균 15%를 더하여 면적을 계산한다(Park, 2014).
- 주 4. <http://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store>

References

- American Institute of Architects(2017) Level of Development Specification Guide.
- Architecture Institute of Korea(2016) BIM Guideline for Architectural Design Drawings.
- BuildingSMART Korea(2016) KBIMS Module 31. BIM Library Standards.
- Jang, D. H. and H. S. Kim(2008) A study on improvement of biotops area ratio calculation in the housing performance grading indication system. Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design 24(6): 35-42.
- Jang, D. H., H. S. Kim and B. K. Kang(2010) A basic study onimprovement for biotops area ratio through the post evaluation plan for outdoor space of apartment housings. Journal of The Korea Institute of Ecological Architecture and Environment 10(6): 91-96.
- Jang, D. H., H. S. Kim and T. H. Kim(2012) A study on improvement of the biotop area ratio by case study of outdoor environmental planning indicators. Journal of The Korea Institute of Ecological Architecture and Environment 12(1): 3-10.
- Ji, J. H.(2017) Biotop area ratio criteria in Seoul, "Is this the best?". Landscape Times. (<http://www.latimes.kr/news/articleView.html?idxno=26073>). April 2017.
- Kim, B. Y. and Y. H. Son(2014) The current status of BIM in the field of landscape architecture and the issues on the adoption of LIM. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 42(3): 50-63.
- Kim, B. Y. and Y. H. Son(2017) A study on the effects of BIM adoption and methods of implementation in landscape architecture through an analysis of overseas cases. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 45(1): 52-62.
- Korea Expressway Corporation and Korea Institute of Building Information Modeling(2016) EX-BIM Guideline.
- Lee, J. S., S. W. Lee, S. Y. Lee and W. H. Hong(2011) Development of biotope area ratio estimation model using GIS. Journal of Korea Spatial Information Society 19(2): 9-18.
- Ministry of Environment(2016) Application Guidelines on Biotop Area Ratio.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2010) BIM Application Guide in Architecture.
- Park, W. K.(2014) Landscape Construction Cost Estimation. Seoul: Munundang.
- Seoul Metropolitan Government(2016) Operational Guidelines on Biotope Area Ratio.
- <http://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store>

Received : 19 April, 2018

Revised : 04 May, 2018

Accepted : 04 May, 2018

3인익명 심사필