

설계 초기 단계 BIM 형상정보 파라메트릭 연동을 통한 오피스 실내조도 분석

박정대^{1*}, 조찬원², 전민석¹

¹경기대학교 건축학과, ²(사)빌딩스마트협회 기술연구소

Daylighting Performance based Parametric Design focused on the Office Building at the conceptual phase of BIM

Jung-Dae Park^{1*}, Chan-Won Jo², Min-Seok Jeon¹

¹Department of Architecture, Kyonggi University

²Research Center, buildingSMART Korea

요약 건축물의 생애주기 전반에 걸쳐 중요한 영향을 줄 수 있는 건축물의 성능과 관련하여, 설계 초기단계에서 계획안의 환경성능을 검토할 수 있는 디자인 피드백의 중요성이 점차 부각되고 있다. 그런데, 건설산업 특성에 따른 전문분야 도메인 구분으로 인해, 서로 다른 어플리케이션 사이에서 데이터 호환성의 문제에 따른 제약이 많은 실정이다. 이에, 지식기반 디자인 방법론에 기반하여, 본 연구는 건축물의 형상과 연동 가능한 BIM 객체의 기하정보에 대한 상관관계 정보체계를 제안하도록 한다. 이를 위해, 오피스 건축물의 기획 및 계획설계 단계를 대상으로, 상용 BIM 시스템인 Autodesk Revit을 활용하여 매스 형상에 파라메트릭 제약조건을 설정한다. 나아가, 오피스 매스의 형상정보와 양방향 프로세스로 연동가능하도록, Autodesk Green Building Studio 엔진에서 분석가능한 해석모델로 변환함으로써, 파라미터에 의한 형태 변형에 따른 다양한 대안들에 대하여 실내조도 성능을 시뮬레이션한다. 이를 통해, 디자인 조건들을 만족 시켜주는 범위 내에서 적절한 환경성능의 검토가 가능한 정량적인 의사결정 방법을 제시하고자 한다.

Abstract The importance of performance-based design feedback is being emphasized when it comes to the potential impact that affects all the lifecycle of the building. However, the latency and disconnection of domain expert in the sector of AEC/FM remain current obstacles between design and performance feedback. It is hard to utilize performance feedback information for design exploration and support design decision making during the conceptual phase of design. Using parametric design, this paper proposes various design alternatives from a set of rules and constraints defined by algorithms for the geometric configurations of an Office Building. A Building Performance Analysis (BPA) was to developed using Autodesk® Revit® 2019 which integrates Autodesk® Green Building Studio® to predict its sufficient daylighting conditions of the LEED v4's Daylighting Autonomy (DA). The parametric-based performance feedback of this study outlines potential design improvements for further exploration in application to the early design process.

Keywords : BIM, Parametric Design, Daylighting Autonomy, Office Building

This research was supported by a grant (19AUDP-B127891-03) from the Architecture & Urban Development Research Program funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of the Korean government.

*Corresponding Author : Jung-Dae Park(Kyonggi Univ.)

email: jdpark@kyonggi.ac.kr

Received October 30, 2019

Accepted December 6, 2019

Revised November 27, 2019

Published December 31, 2019

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

건축설계의 초기 단계는 디자인 개념에 따라 다양한 설계 대안들을 발전시키는 과정에서 형태생성이 용이한 모델링 프로그램들이 활용되고 있다. 그런데, 이들 어플리케이션과 상용 BIM 시스템 사이에서 데이터를 변환할 때 여러 제약이 따른다. 서로 다른 모델링 작업환경 간에 특정한 형상이 잘 넘어가지 않거나, 형상을 생성하는 모델링 방식 및 표현의 차이 등으로 인해 호환성이 떨어진다.

따라서, 디자인 프로세스의 초기과정에서부터 BIM 라이브러리를 적극적으로 활용하기 위해, 본 연구는 기획(Pre Design) 및 계획설계(Schematic Design) 단계에서 생성되는 건축물의 형상과 연동 가능한 BIM 객체의 기하정보에 대한 상관관계 정보체계를 정의한 파라메트릭 모델링을 수행하고, 이를 토대로 초기 설계안에 대한 일조성능 기반의 정량적인 분석기법을 제안한다.

1.2 연구범위 및 방법

BIM의 모델링 데이터에 대한 디테일 기준(Level of Development. 이하 LOD) 중에서 설계 초기단계에 해당하는 100에서 200를 본 연구의 범위로 한다. 분석 대상 건축물 유형은 국토부의 BIM 국가연구개발사업에서 표준 샘플로 제시되어 있는 오피스를 그 대상으로 한다 [1].

형상이 연동되는 기하정보를 정의해주는 파라메트릭 모델링과 일조분석을 동일한 시스템 내에서 연속적으로 수행함으로써 디자인 프로세스의 연속성을 높일 수 있도록, 본 연구에서는 가장 많은 사용자그룹을 확보하고 있는 Autodesk® Revit® (이하 Revit)을 통해 오피스 형상에 대한 파라메트릭 관계를 정의하고, 분석엔진으로 Autodesk® Green Building Studio® (이하 GBS)를 활용하도록 한다 [2], [3]. 이러한 프로세스를 통해, 파라메트릭 변형에 따른 다양한 설계 대안들을 대상으로 조도분석기법을 제시하여 디자인 검토에 활용 가능한 정량적인 가이드라인을 제공하고자 한다.

2. 이론적 고찰 및 연구방법

2.1 시설물 데이터 표현 수준

미국 건축사협회의 'AIA E202 Building Modeling Information Protocol Exhibit'에서 제시된 LOD에 따

르면, 설계 초기단계는 100에서 200으로 이어지는 프로세스에 해당한다 [4].

Table 1. Fundamental of LOD Definitions for Conceptual Design, 「Alferieff, D. & Bomba, M, 2019」

LOD	Definition
100	Spaces are modeled as generic objects with approximate size, shape and location. This level is typically appropriate for design of spatial requirements where space objects are placed in a model either in a random manner for quantification or in a 'blocking and stacking' process. Bounding elements are not required, but may be needed if specific dimensions are desired. Element modeling to include: - Space object based on area required by program or brief.
200	Spaces are modeled or placed with bounding elements such as walls and columns that are at a minimum of LOD 200. Perimeter and area of spaces are calculated with respect to the bounding elements. LOD of spaces shall not exceed the LOD of the bounding elements. For example, if interior partitions are defined at LOD 200, the space objects for the project cannot be delivered at LOD 300. Element modeling to include: - Vertical bounding elements at LOD 200 - Space objects that automatically associate with vertical bounding elements

국내의 국토부 BIM 가이드라인과 빌딩스마트협회의 'BIM 업무수행 시나리오(KBIMS Module 313)'와 '시설물 정보표준 수준(KBIMS Module 214)'에도, 설계 초기 단계에 해당하는 기획 및 계획 설계에 대해 정보표현 수준(Building Information Level 이하 BIL)을 10에서 20으로 정의하고 있다.

국내의 BIM 지침 현황과 관련하여, 2017년 BuildingSMART의 BIM Guide Project에 리스트된 북미, 유럽, 오세아니아 권의 81개 BIM 가이드를 살펴보면, 개별적인 부재들에 대해서는 세부적인 모델링의 기준과 속성정보들이 구체적으로 제시되어 있다 [5]. 반면, 설계 초기단계에서 건축물의 매스에서 단위 부재(building elements)로 넘어 가는 과정에 있어 피드백이 가능한 데이터 표현에 대해서는 추가적인 논의가 필요한 실정이다.

특히, 설계 초기단계에서의 매스 모델링에 관한 지침을 비교적 구체적으로 제시하고 있는 싱가포르 BCA(Building & Construction Authority)의 'HDB(Housing & Development Board) BIM Guide(2015, Version 2.0)'의 경우에도, 기본적인 수준에서의 지침만이 제시되어 있다 [6]. 매스에서 부재로 이어지는 BIL 10에서 20으로의 프로세스에서 데이터 연속성을 고려한 형상정보

연동기법이 요구되는 것이다. 이에, 본 연구에서는 다양한 디자인 대안에 대한 검토가 이루어지는 과정에서 프로세스의 연속성을 확보할 수 있도록 양방향 피드백이 가능한 모델링 기법을 제안하고자 한다.

2.2 제약조건과 참조평면

디자인 지식을 요구조건에 맞춘 디자인 방법론(Knowledge-based Design)은 형상 및 조건을 정의해주는 매개변수와 이들 사이의 상관관계를 정의해주는 제약 조건(Constraints)을 기반으로 한다. 상관관계를 정의해주는 규칙 또는 함수의 변수인 매개변수(Parameter)를 활용하여 형상 제어를 위한 편집 및 조작을 구축하는 조건을 부여하는 것이다. Revit의 파라메트릭 모델링 환경으로서 형상 변형의 기준점으로서 Fig. 1 과 같은 상대 좌표체계, 즉 참조평면의 설정이 요구된다. 매개변수는 물론 참조평면들 사이에도 상관관계가 정의되어야한다. 이에 본 연구에서는 참조평면 사이의 거리를 파라미터로 설정한 후, 정의되어진 참조 평면들에 매스 형상들을 구속시키는 방법을 제안한다.

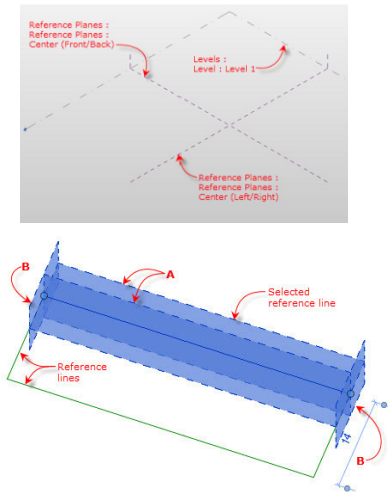


Fig. 1. Constraints of Revit; Reference Lines & Planes

3. 형상정보의 파라메트릭 정의

3.1 형태 생성: 기본형 및 블록 조합형

국토부 가이드인 KBIMS의 BIL 10에 제시된 수행업무요소(용도구분, 건폐율, 용적률, 층수, 건물형태)에 근거하여, 본 연구는 오피스 초기 설계단계에서 Conceptual

Mass 템플릿을 기반으로 한다. 매스에서 부재단위로의 연속적인 데이터 전환이 가능하도록 해당 템플릿에서 파라메트릭 제약조건을 통해 형상 정의된 오피스 매스 데이터를 Revit의 프로젝트 모드로 변환하도록 한다. 이를 통해, 실무에서 요구되는 기본적인 규모검토가 가능하도록 필요한 용도구분에 맞춘 면적정보를 산출하는 것이다. 프로젝트 요구사항을 충족시켜주는 범위 내에서 기준층 평면의 유형별 형상변형이 가능한 기하학적 상관관계를 다음과 같이 설정한다.

(1) 오피스 기본형(Prismatic Mass) : Conceptual Mass 템플릿에 세팅되어 있는 2개의 십자가형 참조평면 주변으로, 4개의 참조평면을 추가하고, 첫 번째 제약조건으로 치수등분(Dimension-EQ) 구축을 부여. 다음으로 X 방향 치수에 B, Y 방향 치수에 D의 파라미터를 부여한 후, 형상을 대칭적으로 변형시킬 수 있도록, 중심에서 4방향의 참조평면까지 X, Y방향으로 각각 B/2, D/2의 파라미터를 설정. 이를 통해, 매스의 한쪽 면의 길이인 B 혹은 D의 수치를 바꾸게 되면, 매스 형상의 중심을 기준으로 매스의 외곽선까지의 거리가 서로 연동되어 파라메트릭 변형이 가능.

(2) 블록 조합형(Blocked Shaped Mass) : 블록 형상들을 다양하게 조합하는 방식으로 오피스 매스를 생성하는 디자인 논리를 적용. 이를 위해, 디자인 대안을 생성할 수 있는 형태생성이 가능하도록 기본 형상에서 다른 형상을 빼내는 부울 연산(Boolean Operation) 연산을 적용. 다양한 형상들이 서로 조합되는 복잡한 형상을 정의하기 위해서는 Solid로부터 Void되어지는 조건들을 제어해줄 수 있는 여러 참조평면에 대한 보다 세분화된 설정이 필요. 앞서 제작한 기본형 매스를 토대로 평면상에서 3등분 지점에 X, Y 방향 각각 2개씩 모두 4개의 참조평면을 추가. Solid와 구분되는 Void 형상을 위한 참조평면은 구별할 수 있도록, 파라미터의 이름 앞에 'void'를 붙여 네이밍하여 해당 참조평면에 설정. 오피스 계획안의 수직적인 용도구분과 배치 조닝을 고려하여, Void 되는 형상들은 층고에 따른 높이값의 조절이 필요. 참조평면은 평면상에서 뿐만 아니라, 입면상의 Level도 제약조건으로 설정이 가능하므로, 건축물의 높이방향으로 이들 Void 형상들의 높이값 파라미터(L1에서 L6까지)를 제어하는데 활용.

그런데, Void Form과 Solid Form를 조합시킨 형상에 대한 파라메트릭 변형을 수행한 결과, 디자인 의도에 맞춘 형상을 유지하는 상태에서의 파라미터 변수값을 변경에 있어, Revit에서 제공해주는 디폴트 모델링의 기술

적 한계가 있음이 확인되었다. 즉, 아래 Fig. 2 와 같이 변수 값을 변경하게 되면, 동일한 참조평면에 Solid와 Void 형상을 한꺼번에 구속되어 있어 형상이 비틀리게 되는 것이다. 다양한 형상들의 조합을 표현하기 위해 파라메트릭 조건들이 복잡하게 얽혀있는 동시에, 오류 수정에 필요한 해당 제약조건들의 구분마저 어려워 디자인 수정에 상당한 제약이 따른다.

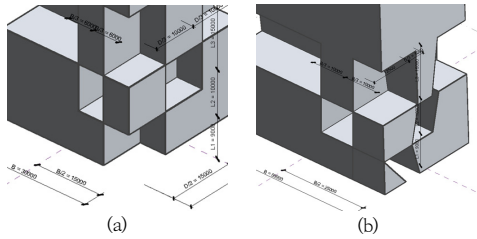


Fig. 2. Technical Errors of Void & Solid Form Generations in the Revit

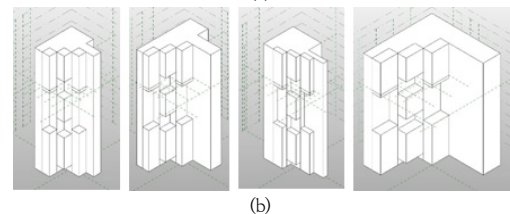
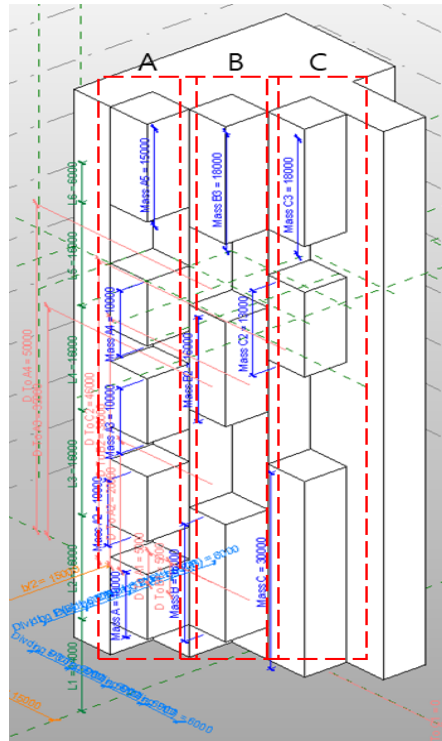
3.2 조건 함수: 테라스형

형상정의의 기하학적 기준인 참조 평면은 디자인 형상이 다양해질수록 세부적인 매개변수 설정이 많아지는 만큼 더 많은 참조 평면이 필요하다. 이에 본 연구에서는 앞 절의 블록 조합형 매스를 보완하는 동시에 테라스형 매스에 대하여 다음의 제약조건을 Fig. 3. 처럼 구현한 파라메트릭 제어방안을 제시한다.

- 블록 조합형 매스의 평면에 Dividing P(B)와 P(D) 라는 개념을 새롭게 적용하여, 세부적인 매스형상의 변화에 대응할 수 있는 참조평면을 설정. 이 매개변수는 기존의 파라미터인 B, D 매개변수에 영향을 받는 매개변수이며, 또한 기존의 높이 매개변수인 H가 각 매스의 높이를 구분지어줄 수 있도록 L이라는 매개변수를 지정.
- 테라스 기능을 하는 정방형 형상들은 건축물의 높이방향으로 디자인 조건에 따라 서로 다른 높이값을 가질 수 있도록, 왼쪽에서부터 A, B, C로 구분. A열에 해당하는 세부 매스들은 다시 A1~A5로 세분되며, 해당되는 Level을 참조평면으로 구속되어짐.
- 테라스 형상들은 디자인 의도에 따라 3개에서 5개로 조절할 수 있으며, 각 세부 매스형상에 'Mass An' 이라는 파라미터를 부여. 블록 조합형 매스에서는 높이 관련 파라미터를 Ln으로 부여한 반면, 테라스형 매스에서는 D To Xn으로 Level1 ±0 부터 Mass까지의 거리를 부여해주는 파라미터를 설정.

나아가, 본 연구에서는 If 문의 조건식을 적용하여 여러 매스형상들이 서로 연계되는 복합적인 파라메트릭 관계를 설정하도록 한다. Visual 함수에 의해 True값일 때는 존재하고, False 값일 경우에 사라지게 되는 것을 이용하여 If-And 조건문 상에서 하나의 파라미터라도 False값이 되면 해당 Mass의 가시성을 제어해주는 다음과 같은 if 조건문 함수를 적용한다.

- A열의 두 번째 매스 형상의 화면 시각화에 관련한 파라미터를 'Vis A2n'으로 설정. Mass Vis A21은 Mass A1 또는 D To A1이 A2의 영역에서 형상이 서로 겹칠 경우, A2는 시각화되지 않도록. Vis A22는 mass A3가 Mass A2에서 형상이 서로 겹칠 경우, 매스의 높이값의 범위를 넘을 수 없거나, D To A3 형상을 이동해야하는 제약이 따르므로 D To A3으로만 작성.



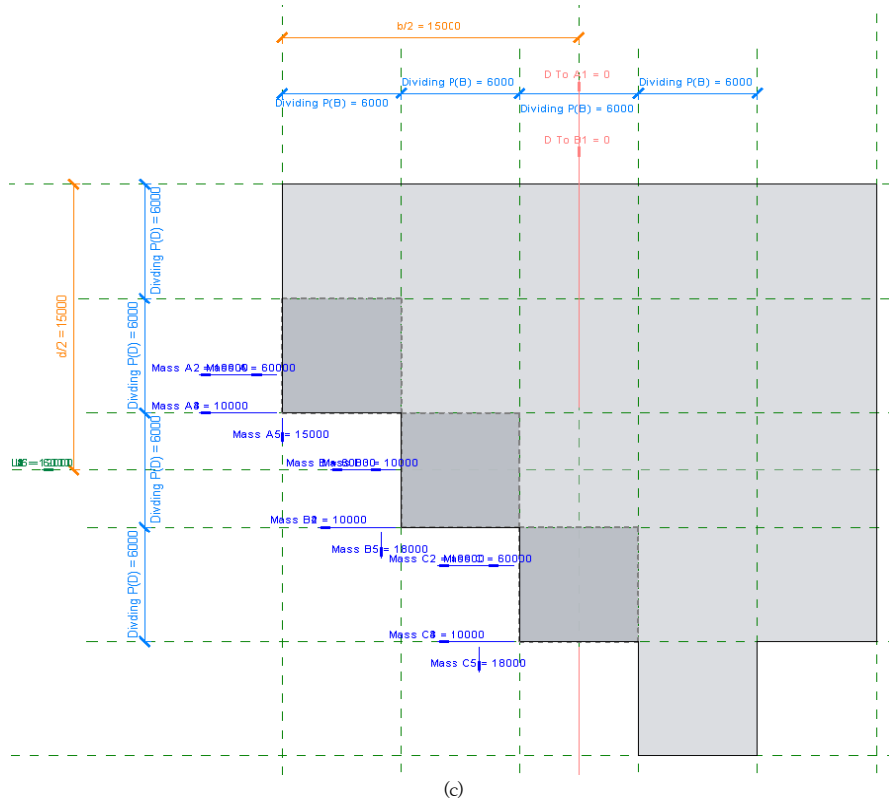


Fig. 3. Parametric Descriptions for Terrace Shaped Mass; (a)&(c)Reference Planes as the Constraints, (b)Design Alternatives by the Parametric Variations

- “if((Mass A + D To A1) < (L1 + L2 / 2), 2 > 1, 1 > 2)”은 Mass A와 Mass의 높이가 레벨1+레벨2의 1/2 보다 작을 경우 True, 아니면 False가 되어 해당 매스가 화면에 존재하는 것을 조절해주는 조건문. 즉, 수직 조닝을 구분해주는 해당

Level을 기준으로 그 수직 조닝을 벗어난 경우 False가 됨.

4. 일조 환경 분석

4.1 유용조도 및 분석환경 설정

테라스 형 오피스 매스를 대상으로 여러 설계대안의 발전과정을 통해 파라메트릭 변형에 따라 실내조도 성능에 대한 정량적 분석을 수행한다. 본 연구에서는 미국 친환경 건축물 협의회(USGBC)의 LEED에서 제시한 실내 환경 부문 중 ‘Daylight & Views’ 에서 규정하고 있는 유용조도(Daylight Autonomy. 이하 DA)를 기준으로 한다 [7]. DA는 인공 조명 없이 일조만으로 최소한의 조도를 만족하는 시간 비율로, 적정조도 기준인 300~3000lux를 만족하는 분포비율이 전체 바닥면적 (55%이면 2점, 75%이면 3점)에 따라 조도성능을 판단할 수 있다.

Table 2. Constraint Formula of If-Statements using the Visual Parameter ‘Vis’

	Value	Formula	Description
Visualize (Vis)	Vis A21	if((Mass A+D To A1)>(L1+L2/2),2>1,1>2)	A2 Visible 1
	Vis A22	if(D To A3 > (L1 + L2) / 2, 2 > 1, 1 > 2)	A2 Visible 2
	Vis A23	if(D To A4 > (L1 + L2) / 2, 2 > 1, 1 > 2)	A2 Visible 3
	Vis A24	if(Mass A5 < (L2 + L3 + L4 + L5 / 2), 2 > 1, 1 > 2)	A2 Visible 4
Final Mass (FM)	FMA1	if(and(Vis A21, Vis A22), 2 > 1, 1 > 2)	Vis A21+ Vis A22
	FMA2	if(and(Vis A23, Vis A24), 2 > 1, 1 > 2)	Vis A23+ Vis A24
	FMAF	if(and(FMA1, FMA2), 2 > 1, 1 > 2)	FMA1+ FMA2

이에, 본 연구는 LEED v4 EQ7 opt를 적용하여, 춘/추분에 해당하는 날짜의 청천공(CIE Clear sky)을 기준으로 오전 9시과 오후 3시의 실내조도의 DA를 시뮬레이션 한다. 오전과 오후 각 시간대별로 적정조도를 만족하는 비율과 함께, 두 시간대 모두에서 이를 만족하는 비율까지 산출한다. 실내조도 성능분석을 위한 환경설정으로서, 오피스의 기준층 바닥면적은 520m², 배치는 테라스 방향에 따라 남동 혹은 남서로 구분, 서울의 기후 데이터 기반, 30cm간격의 일조분석 그리드, 일반적인 오피스 층고 4M 중 설비 공간을 1M를 반영하여 커튼월 유리 3M 및 커튼월 스펀드럴 1M, 그리고 유리의 물리적 특성으로 밀도와 투과율 등을 아래 표와 같이 설정한다.

Table 3. Simulation Settings for the Daylighting Analysis

	Value	Setting
Site Layout	Orientation	South- West South- East
	Location	Seoul, Korea
Weather Data	Date	Equinox Averages, 9am and 3pm clear sky
	Grid Cell	30cm
Illuminance	Threshold	LEED V4 EQc7 opt2
	Floor Area	520m ²
Geometry	Floor Height	4M
	Ceiling Height	3M
	Glass Density	2,480.00 kg/m ³
Physical Property	Glass Emissivity	0.95

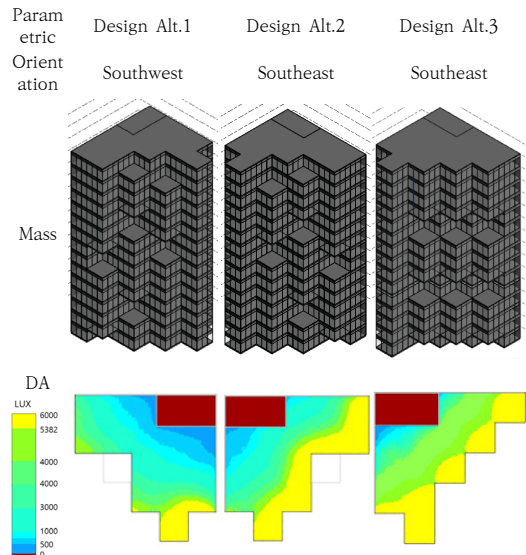
4.2 DA 성능분석

먼저, 각 층이 모두 동일한 테라스를 가지도록 기준층 형상이 모든 층에 반복되는 매스 형상을 대상으로 DA를 분석한다. 그 결과, 오전/오후 모두에서 적정조도를 만족하는 면적 비율은 남서향 배치일 때 33.4%, 남동향의 경우는 46.26%의 결과가 도출되었다. 이를 통해, 남동향이 남서향 보다 약 13% 정도의 조도성능을 높일 수 있는 배치로 판단가능하다.

다음으로, 파라메트릭 변형된 형상 중에서 적절한 조도분포를 보이는 설계안을 토대로, 남서향으로 배치한 Alt.1은 30.9%, 남동향 배치인 Alt.2는 45.1%의 결과가 나왔다. 그런데, 모든 층에 테라스를 설치한 매스와 비교해보니, 오히려 실내조도 성능이 더 낮은 시뮬레이션 결과가 나왔다. 반면, 위층 테라스의 직접적인 영향을 받는 층(1층, 4층, 9층, 11층)의 DA는 상대적으로 균일하게 분포된다는 것이 확인되었다. 이는 해당 층의 평면형상

조건과 함께 바로 위층의 테라스 형상의 영향으로 판단할 수 있다. 이는 위층 테라스의 슬라브가 태양광이 실내로 유입되는 입사각에 직접적인 영향을 주기 때문으로 분석된다.

Table 4. Result of DA Visualized as the Graduation Map



이를 토대로, 본 연구에서는 상대적으로 균일한 조도 분포가 가능한 설계 대안으로서, 1층, 6층, 11층 평면 전체에 테라스가 있는 형상인 Alt.3를 제안하고, 조도성능 분석을 통해, 앞서의 대안들과 비교 데이터를 다음의 Table 5로 정리하였다. 결론적으로, 10% 내외의 조도성능이 개선된 디자인 대안을 도출한 것이 확인된 것이다.

Table 5. Results of DA Classified by Floor Level

Parametric Level	Design Alt.2				Design Alt.3		
	1	4	9	11	1	6	11
Threshold	1	4	9	11	1	6	11
	Within (%)	52	51	50	50	62	57
Above (%)	72	73	76	72	77	80	80
	27	24	24	27	23	20	20
Both (%)	48	49	49	50	38	43	44
	27	24	24	27	23	20	20
	50	49	49	49	60	56	49

5. 결론

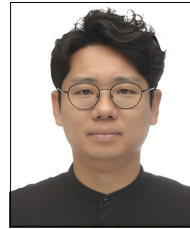
본 연구는 설계 초기 단계인 BIL 10에서 20으로 이어지는 과정에서 형상정보를 양방향으로 연동할 수 있도록, 설계개념에 내재된 디자인 지식을 기하학적 상관관계로서 정의해주는 파라메트릭 모델링을 활용하여, 적절한 실내조도 조건을 균일하게 만족시켜주는 디자인 대안을 도출해낼 수 있는 프로세스를 제시하였다. 기획 및 계획단계 과정에서 수행되는 규모검토에 이를 적용하게 되면, 오피스의 실내조도 성능에 적절한 설계대안을 도출해내기 위한 피드백을 통해 디자인 의사결정을 지원해주는 것이 가능할 것이다. 이어지는 후속 연구에서는 BIL 20에 해당하는 입면 디자인으로서, 최대 적정조도 범위를 넘어서는 DA 비율이 나타난 평면유형에 대하여, 이를 최소화할 수 있도록 커튼월 스펠드럴의 위치에 대한 파라메트릭 변형 및 조도분석을 진행하고자 한다.

References

- [1] buildingSMART Korea, OpenBIM based Korea BIM Standard and IT-Environment. Available Form: <http://kbims.or.kr/sub/Default.aspx> (accessed Sep. 20, 2019)
- [2] Autodesk Inc.: Autodesk Revit 2019. Available From: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-Model/files/GUID-A0FA7A2C-9C1D-40F3-A808-73CD0A4A3F20-htm.html> (accessed Sep. 20, 2019)
- [3] Autodesk Inc., 2013. Autodesk Green Building Studio: Building Performance Analysis. [Online] Available From: <https://gbs.autodesk.com/GBS/> (accessed Sep. 20, 2019)
- [4] Dmitri Alferieff, Michael Bomba, "Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary for Building Information Models and Data", BIMForum: The US Chapter of buildingSMART International, pp.13-16, Apr. 2019
- [5] buildingSMART International, Welcome to the BIM Guides Project, Available Form: <http://bimguides.vtreem.com/bin/view/Main/> (accessed Sep. 20, 2019)
- [6] Building and Construction Authority, Housing & Development Board (HDB) BIM Guide Vs2 Final, Singapore, Singapore, pp.60-66, Jul. 2015.
- [7] U.S. G.B.C., LEED v4: The future of green building is here, U.S. Green Building Council, 2016

박 정 대(Jung-Dae Park)

[정회원]



- 2005년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과 건축계획전공 (공학박사)
- 1999년 3월 ~ 2004년 2월 : 희림종합건축 부설연구소 연구원
- 2005년 3월 ~ 2009년 8월 : 호서대학교 건축학과 교수
- 2009년 9월 ~ 현재 : 경기대학교 건축학과 교수

<관심분야>

Digital Design, BIM(Building Information Model), BPA(Building Performance Analysis)

조 찬 원(Chan-Won Jo)

[정회원]



- 1984년 2월 : 연세대학교 건축공학과 학사
- 1993년 5월 : 미국 Carnegie-Mellon Univ. Computational Design 석사
- 2012년 8월 : 경희대학교 일반대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : (사)빌딩스마트협회 기술연구소장

<관심분야>

BIM(Building Information Model), 정보표준, 설계도서, 정보화 전략

전 민 석(Min-Suk Jeon)

[준(학생)회원]



- 2018년 2월 : 경기대학교 건축공학과 (공학사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 경기대학교 일반대학원 건축학과 건축계획전공 (석사과정)

<관심분야>

BIM(Building Information Model), BPA(Building Performance Analysis)