KIEAE Journal, Vol. 19, No. 5, Oct. 2019, pp.75-86.

KIEAE Journal

Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

99

커튼월 건축물 파사드 리모델링을 통한 건축 환경 및 부하 분석
- 국내 오피스 빌딩 사례를 선정하여 -

Analysis of Architectural Environment and Load through Remodeling of Facade in Curtain Wall
- A Case Study of Domestic Office Building -

이재은* · 안광호** · 현은미 *** · 김용식****
Jae Eun Lee* · Kwang Ho An** · Eun Mi Hyun*** · Yong Sik Kim****

** Main author, Dept. of Architectural Engineering, Konkuk Univ., South Korea (jae0213eun@naver.com)*
*** Coauthor, Dept. of Architectural Engineering, Konkuk Univ., South Korea (cocarrot81@naver.com)*
**** Coauthor, Dept. of Architectural Engineering, Konkuk Univ., South Korea (eunmi225@naver.com)*
***** Corresponding author, Dept. of Architecture, Konkuk Univ., South Korea (kimys@konkuk.ac.kr)*

ABSTRACT

Purpose: A curtain wall building consisting of glass has a high degree of transparency due to its material characteristics and many amount of solar energy acquisition, which is why energy consumption is high in summer. In the indoor environment, the temperature has a significant effect on the comfort of the occupants. Glass curtain wall buildings use a lot of air-conditioning energy because of the heat load gained from the heat storage which increases the room temperature. Initial curtain wall building were not considered, it is suggested that the cooling load be reduced by facade remodeling of installing louvers or louvers remodeling the length-increasing. It is intended to present as an architectural environmental research material for the facade remodeling of curtain wall structure suitable for the domestic environment. **Methods:** Theoretical contemplate of the characteristics of curtain wall building and facade remodeling was carried out. The correlation was analyzed, on the one hand related problem were deducted, and the improvement proposal for each case were architectural environmental simulated and reality building analysis. Calculate the sunshine, airflow, lighting and cooling load, and building surface temperature for the existing and improvement proposal, develop an optimal plan for the target building, the results of the analysis were aggregated and analyzed, and the search was involved out in a way to resolve. **Result:** Regulated of solar radiation quantity due to created length-increasing of louvers is cooling loads also decimated as average intensity of illumination values decreased. In other words, block out sunlight is an advantageous method in terms of energy reduction. However, practically that the energy and environmental standards for the facade remodeling absence a legal limit. It is need to preparation detail standards for this.

© 2019 KIEAE Journal

KEYWORD
커튼월
파사드 리모델링
루버
건축 환경
부하 분석

Curtain Wall
Facade Remodeling
Louver
Architectural Environment
Load Analysis

ACCEPTANCE INFO
Received Aug 23, 2019
Final revision received Sep 3, 2019
Accepted Sep 9, 2019

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 국내 여름철 폭염이 큰 문제로 떠오르고 있다. 특히 2018년 여름은 1907년 기상관측 시작 이래로 111년 만에 최고 기온, 최고 기간 폭염일수 기록 등 가장 더웠던 해로 서울시 최고 기온이 39.6℃를 기록하며 1994년도 폭염 최고 기록을 경신하면서 냉방 수요가 폭발적으로 증가함에 따라 전력난을 우려하기도 하였다[1]. 이러한 폭염은 커튼월이 주로 사용되는 고층 오피스 건물에 많은 영향을 미칠 것으로 보인다. 커튼월 구조의 주재료인 유리의 재료 특성상 투명도가 높고 일사 취득량이 많아 여름철 에너지 소비가 상당할 것이다.

최근 건설된 대형 고층 건물은 커튼월 형식인 경우가 많으므로 축열을 통해 얻는 열부하가 상당하여 실내 온도가 상승하고 이는 재실자의 쾌적 조건 조절을 위해 냉난방 에너지 사용량이 건물 에너지 소비량의 대부분을 차지하게 되었다.

외기도입이 어려운 고층 커튼월 건축물의 실내 온도는 건축물 외피가 받는 일사량, 실내로 유입되는 일사량, 대상 건축물 주위 기류의 온도 및 바람길 형성 등 건축물을 둘러싼 외부 조건의 영향을 많이 받아 기계 설비만으로 완벽히 제어하기에는 한계가 있다. 그러므로 건축물의 초기 계획 시 외부 건축 환경을 고려한 매스 설계 및 파사드 계획이 무척 중요하며 이에 따라 기계 설비의 에너지 사용량 절감 가능량이 좌우된다고 볼 수 있다. 그러나 초창기 대형 커튼월 건축물들은 이러한 고려가 되지 않았거나 재료적 기술의 부재로 열에 대해 취약한 구조로 현재까지 버텨내왔다. 따라서 개선의 일환으로 파사드 리모델링을 통해 열부하 저감을 노력하고 있다.

국내에서도 2011년 서울시가 낙후된 도심의 기존 시가지 활성화를 위해 충무로 일대를 포함한 6곳을 기존 건축물 리모델링 활성화 시범구역으로 지정하고 진행 중이며[2] 그린 리모델링 사업에서는 에너지 절감형 리모델링을 시행하는 건축주에게 대출 조건을 확대

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2019.19.5.075

하는 등의 인센티브를 주고 있다. 그러나 단열 시공이란 명목으로 되어 있는 파사드 리모델링을 통한 에너지 절감의 인센티브(증축율)가 경관 개선이나 간판 정비 등의 외관의 디자인 부분보다 훨씬 적어 에너지와 부하를 저감할 수 있는 정책이라고 보기는 어려운 현실이다[3]. 또한 그 지역의 건축법 및 조례와 더불어 최대한의 용적률과 건폐율을 산정하여 깎아내어지는 매스가 대부분이므로 건축 환경적인 측면에서는 면밀히 고려되지 못해 안타까운 현실이다. 따라서 실제 파사드 리모델링의 필요성을 인식하고 건축환경적인 분석을 통해 에너지 저감 등이 가능한 최적의 리모델링 안을 제시하여야 할 것이다.

본 연구에서는 커튼월 건축물의 열부하와 파사드 리모델링에 대하여 이론적으로 고찰하고 국내 대표적인 고층 커튼월 건축물의 파사드에 대해 알아보았다. 커튼월 구조에서 커튼월 자체를 교체할 경우 전체 신축 공사의 공정만큼 공정수가 많고 까다롭기 때문에 본 연구에서는 루버의 교체 또는 연장 개념의 파사드 리모델링에 대해 각 사례의 타입별로 제안 및 분석하여 국내 환경에 맞는 커튼월 건축물 파사드 리모델링의 건축 환경적 연구 자료로 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 에너지 소비가 상당할 것으로 예상되는 고층 커튼월 건축물 파사드 리모델링의 건축 환경적 기준 정립을 위한 연구 자료 도출을 목적으로 한다. 이를 위하여 고층 커튼월 건축물과 파사드 리모델링의 특성에 대한 이론적 고찰을 실시하여 그 상관관계에 대해 분석하는 한편 연관된 문제점을 도출하고 각 사례에 대한 개선안을 분석하는 방법으로 연구를 진행하였다.

개선안 적용을 위한 건물은 서울시에 위치한 건축물 중 커튼월과 루버로 구성된 건물 중 대표적인 최근 사례를 무작위로 선정하여 건축물의 파사드 디자인이 실내 환경 조절과 에너지 효율 측면에서 고려된 것인지를 확인해 보고 파사드 리모델링 시 실내 환경 조절 기능과 에너지 효율을 비교 분석해보았다.

개선안은 기존 건물의 컨셉을 유지하는 것을 원칙으로 건물 매스 변화 없이 순수하게 건축물 파사드의 루버 길이 변화만으로 건물 냉방 에너지 부하의 증감을 파악하여 건물 에너지 부하를 저감시킬 수 있는 개선안을 최종 제안하고자 하였다.

각종 건축 환경 관련 시뮬레이션 및 실사 건물 분석을 통해 각 사례의 현안과 개선안들에 대해 일조, 기류, 채광, 냉난방 부하, 건물 표면 온도 등을 산출하여 대상 건물에 알맞은 최적안을 도출하고, 분석한 결과들을 취합하여 일반적으로 국내에서 사용될 수 있는 고층 커튼월 건축물의 파사드 리모델링 개선 기준으로 제시해보았다.

2. 이론적 고찰

2.1. 커튼월 건축물(Curtain Wall Building)

1) 개요

커튼월의 유래는 공간을 칸막이하는 커튼의 역할을 한다하여 '커튼월'이라고 불리게 되었으며 국내 건축 용어로는 '비내력 칸막이벽'이라고 한다. 사전에 공장에서 제작한 외벽 패널을 붙이는 방식으로 시공되며 대량생산과 규격화가 가능한 장점이 있다. 커튼월은 크게 금속 프레임으로 이루어진 하중지지 구조체와 칸막이벽(대부분 유리)으로 구성된다.

커튼월 건축물은 외장 공사가 현장에서 이루어지지 않아 편리하고, 창면적비가 많아 조망이 쾌적하고 건물이 깨끗한 이미지로 보이는 등의 우수한 점들이 있지만 최근 내외부적으로 다수의 문제점들이 드러나면서 해결 방안으로 여러 설계 기법들이 증가하고 있는 추세이다. Table 1.은 허효선의 연구에서 커튼월 건축에 대해 건축 환경적으로 분석한 문제점을 나타낸 표이다[4]. 고층 커튼월 건축물의 대표적인 문제점인 연돌현상으로 인하여 개폐창의 비율이 감소되며, 이에 자연환기량이 감소되고 실내 공기질의 악화로까지 이어지게 된다. 또한 유리 커튼월로 과다한 일사열을 취득하여 냉방부하가 증가하게 되고, 현휘까지 발생할 가능성이 있다. 이렇듯 커튼월 건축물은 크게 환기와 온도 두 가지 부분에서 문제점이 발생하게 된다.

Table 1. The Problems of Curtain Wall Building

Problems	Causes of occurrence
Deterioration of indoor air quality	· Reduced natural ventilation of Reduced opening and closing window ratio
Stack effect	· Pressure difference between low and high levels of infiltration and humidity
Increased cooling load	· An inflow of solar energy of excessive window area ratio
Glare occurrence	· Discomfort/incompetent glare occurrence of excessive direct sunlight(internal)
	· Slope reflection phenomenon in at a specific angle (external)

2) 열부하 특성

커튼월 건축물은 설계 컨셉 특징인 조망과 자연채광으로 인하여 유리를 통한 가시광선 투과율이 높아지므로 다량의 일사 유입이 이루어지게 된다. 실내 온도유지에서 직달 일사의 실내 유입은 축열로 인해 여름철 냉방 에너지 소비량을 증가시키며 창가에 고조도를 형성하게 되어 균제도를 저하시키므로 재실자에게 균등한 시환경을 제공하지 못한다. 이에 대한 대안으로 루버 등의 차양 장치 적용을 통해 직달 일사의 실내 유입을 조절하여 냉방 에너지를 저감시킬 수 있지만 겨울철 난방 에너지 소비량을 증가시키고 실내 조도 저하로 조명 에너지를 증가시킬 수 있어 그 역할의 연속성에 대해 반드시 고려되어야 한다.

국내 법령 중 커튼월 건축물에 적용되는 기준은 크게 열관류율 정도가 있는데, 열관류율 기준은 겨울철 추위를 대비한 설계를 뜻하므로 여름철같이 내외부 온도차가 크지 않을 경우 유리(창호) 및 프레임의 열관류율이 실내의 온도 환경에 많은 영향을 줄 수는 없을 것이다. 또한 커튼월 건축물은 실내 대부분을 오피스 용도로 사용하게 되므로 컴퓨터, 조명. 사무기기 등의 기기 열부하와 인체 부하 등에 의한 내부 발열량이 높다. 따라서 냉방 설비가 타 용도의 건축물보다 더 많이 계획되어야 하며 이로 인한 냉방부하가 높을 것으로 예상된다.

2.2. 파사드 리모델링(Facade Remodeling)

1) 개요 및 국내 선행연구

파사드란 넓은 의미에서 건물의 외관을 뜻한다. 국내에서의 파사

드 리모델링은 작은 의미로는 점포 1개나 소형 건축물 등에 시공되고 있으며 이는 과거 시공된 건축물의 단열 성능 확보나 심미적 인테리어 개선 효과 등을 위한 것으로 판단된다.

파사드, 즉 건물 외피는 건물의 디자인적인 요소도 중요하지만 건물에너지에도 큰 영향을 미친다. 외부 환경으로 부터 건물의 열 획득, 열 손실이 일어나는 첫 단계이기 때문이다. 파사드의 유리면적 비율, 루버 길이, 루버 종류, 건물이 위치한 대지의 태양 일사각 등에 따라 건물의 에너지 사용량이 상이한 것을 생각할 수 있다.

실제 파사드 리모델링은 외피가 콘크리트로 이루어진 공동주택과 달리 커튼월 건물은 커튼월의 해체 후 재시공이 비교적 용이하고 외피 재료의 선택으로 에너지적 성능을 극대화 시킬 수 있다. 물론 신축 공사와 비교했을 때 공정에 있어 단순하지는 않지만 오피스 밀집 지역에서 내구 연한이 다해가는 건물들이 계속적으로 증가되는 바 건설 폐기물을 줄이는 환경 보전적 의미와 더불어 에너지 절약을 가능하게 하므로 정책적으로 좀 더 메리트가 있다면 충분히 파사드 리모델링을 하여 건물을 재사용할 것이다. 또한 파사드 리모델링 시에 구조적 보강을 통해 내부 공간의 한계성까지 고려한다면 더욱 좋은 리모델링이 될 수 있을 것이다. 현재 열적 측면에서 불리한 커튼월 건축물의 신축은 유리와 패널이 혼용된 반커튼월 형식으로 슬라브에 고정 시공되거나 외부에 수벽을 덧대어 시공하는 등의 여러 가지 방식으로 열부하 문제를 해결하고자 하고 있다. 이러한 방식으로 파사드 리모델링을 진행한다면 에너지 절약적이고 건축 환경적으로 도움을 줄 수 있을 것이라 사료된다.

파사드 리모델링 관련 국내 선행연구로는 강혜미 외 2인[5]이 국내 초고층 오피스 건물의 파사드를 패턴과 상징성으로 분류하여 다양한 사례를 비교 분석하였다. 소광호 외 2인[6]은 업무용 건축물 외관 파사드 변화에 대해 본 연구 대상과 동일하게 연구하였으나 감성적 평가와 선호도 평가를 분석하여 각 요인들 간의 연관성을 연구하였다. 권하나 외 1인[7]은 파사드 리모델링의 계획에 대해 청주 도심지역의 상업 건축물 사례 현황 분석 및 설문조사로 바람직한 계획방안을 제시하고자 하였으며 연구의 주요 골자는 외피의 질감이나 패턴 등을 디자인적 측면에서 분석하는 것이었다.

이처럼 국내 고층 건축물 파사드 관련 선행연구들은 심미성이나 조사 대상자들의 주관적인 평가 결과들을 토대로 주로 이미지나 심리적인 영향과 외피의 특성에 대해 연구되어 왔으며, 다른 측면으로 오피스 리모델링은 부동산 수익성이나 감정평가 등의 주제를 가지고 분석하고 있으므로 본 연구에서 추구하는 건축 환경적인 측면에서 고찰한 국내 선행 연구는 미미한 것으로 나타났다.

2) 국내 법령

건축법 10조에서 “리모델링이란 건축물의 노후화를 억제하거나 기능 향상 등을 위하여 대수선하거나 건축물의 일부를 증축 또는 개축하는 행위를 말한다.”라고 정의되어 있다[8]. 또한 건축법 시행령에서 리모델링 활성화를 위해 적용의 완화를 지정하여 주는 등 건축적 의미의 리모델링들은 법적으로 체계화되어 있는 상태이다[9].

파사드 리모델링에 대한 법규는 녹색건축물 조성지원법 제 14조 2의 1항에서 “대통령령으로 정하는 건축물을 건축 또는 리모델링하는 경우로서 외벽에 창을 설치하거나 외벽을 유리 등 국토교통부령으로 정하는 재료로 하는 경우 건축주는 에너지효율을 높이기 위하여 국토교통부장관이 고시하는 기준에 따라 일사(日射)의 차단을 위한 차양 등 일사조절장치를 설치하여야 한다.”고 규정되어 있다. 그러나 상기 법에서 대통령령으로 정하는 건축물은 공공기관 중 연면적 3,000㎡이상의 업무시설 또는 교육연구시설이므로 일반적인 건물들은 해당되지 않는다. 또한 국토교통부장관이 고시하는 기준인 건축물의 에너지절약설계기준에서도 차양 장치에 대한 언급만 있을 뿐 구체적이거나 수치적인 기준은 어디에도 존재하지 않는다[10].

최근 에너지 효율 향상과 온실가스 배출 저감 및 건축물 가치 향상 등의 목적으로 그린리모델링 정책사업[11]을 국토교통부와 한국토지주택공사에서 시행하고 있는데 여기에서도 건축물의 에너지 성능 향상을 위해 “단열보완, 기밀성강화, 외부창호 성능개선, 일사조절장치 등 외피 성능 향상”을 위한 시공이 필수적이어야 하지만 이에 대해 에너지성능 평가 프로그램으로 단순히 건물 하나만의 냉난방 에너지 요구량 저감이 판단될 뿐 실제적인 주변 건물 및 대지 환경에 대한 고려가 없다. 따라서 이렇게 국내법이 미비한 실정에서 대형 고층 건축물의 파사드 리모델링을 진행할 경우 건축 환경적 의미에서 에너지 절약적이고 친환경적인 건축물의 완성 가능 여부에 의구심이 든다.

3. 고층 커튼월 건축물 사례 분석

3.1. 개요

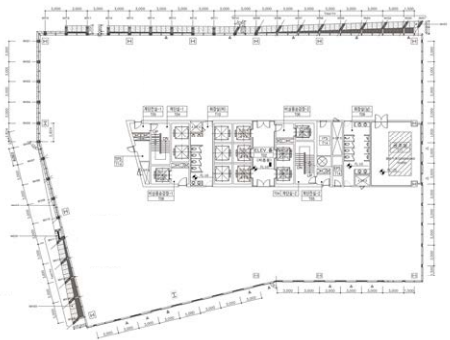
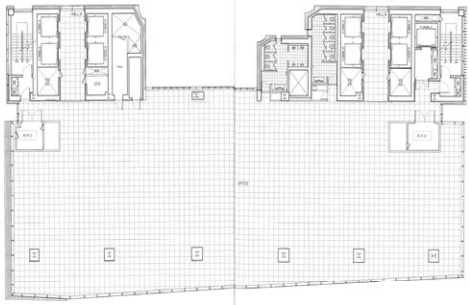
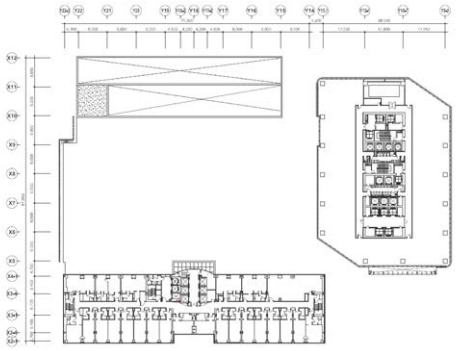
기존 연구들에 의하면 고층 건축물들이 군집되어 있는 빌딩숲 도심에서는 그렇지 않은 곳보다 폭염이 더 심화되는 양상을 나타내고 있다. 이를 근거로 최근 서울시 내에 건축된 건물 중 커튼월과 루버가 함께 시공된 대형 고층 건축물을 기준으로 하였으며, 오피스 용도가 주가 되며 빌딩숲 속에 위치한 건물들을 중심으로 사례를 선정하였다. 이를 통해 폭염과 과도한 일사 유입에 대한 건축 환경적인 파사드 리모델링 대책의 이론적 근거를 마련하고자 하였다. 사례에 대한 자세한 개요는 Table 2., 각 사례 건물의 기준층 평면은 Table 3.과 같다.

Table 2. Case Building Overview

	A	B	C
Location	Toegye-ro, Jung-gu, Seoul	Eulji-ro, Jung-gu, Seoul	Teheran-ro, Gangnam-gu, Seoul
Purpose	Office + Complex facility	Office + Complex facility	Office + Hotel
Area of land	4.674㎡	2,979.60㎡	18,493.46㎡
Floor space	66,799.07㎡	47,960.65㎡	219,385㎡
Building area	2,436㎡	1,512.16㎡	10,666.99㎡
Building to land ratio	51.91%	54.53%	57.96%
Floor area ratio	994.43%	1,201.86%	798.91%
Number of Floors	6th basement level 24th floor	7th basement level 27th floor	8th basement level 38th floor
Height	107m	119.85 m	183.48m

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

Table 3. Case Building Floor Plan

	A	B	C
Floor Plan			

3.2. 사례 분석

1) 일조/일영 시뮬레이션

주변 건물에 의해 발생하는 그림자의 정도를 파악하기 위해 Shadow Analysis for Sketchup[1] 프로그램을 이용하여 일영 시뮬레이션을 실시하였다. Shadow Analysis는 Sketchup에서 Shadow 분석 후 활용할 수 있는 Plug-in 개념으로써 색깔별로 일영 시간을 표현할 수 있다.

냉방부하 예측을 위하여 여름철 중 대표적으로 환경 분석에 사용되는 기준일인 하지일(6.22)과 Latitude 37.5° / Longitude -127° / UTC[2] +09:00을 분석 조건으로 적용하였다. 일영 분석 이미지는 Table 4., 5., 6.과 같다.[3]

Case A의 경우 하지 기준 동측면은 인접 건물의 영향으로 고도에 상관없이 오후 시간대에 6~8시간 정도의 일영이 형성되어 오전 시간을 제외하고는 일조를 거의 받지 못하는 것으로 판단된다. 서측면과 남측면은 오전 시간대에는 일영이 형성되고 오후 14시부터 일조를 4~6시간 정도 획득한다. 서측면은 주변 고층 건물이 없고 도로폭이 넓은 면에 접해있는 면이기 때문에 직접 일사 획득량이 상당할 것으로 분석된다. 북측면은 모든 시간대에 일사 획득이 어려워 일영이 나타나는데 실제로 간접 일사의 획득이 이루어질 수 있으나 그 양은 적을 것으로 해석된다.

Table 4. Case A Express Shadow Time Analysis in Color

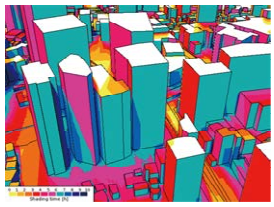
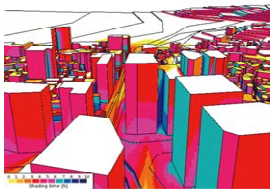
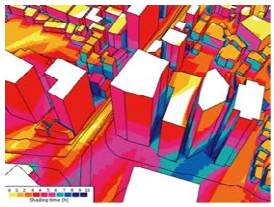
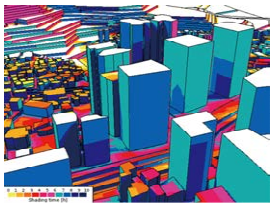
East	West
	
South	**North**
	

Table 5. Case B Express Shadow Time Analysis in Color

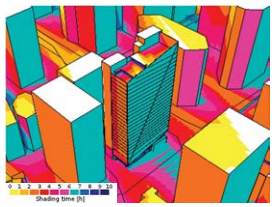
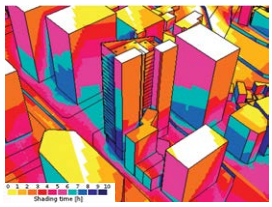
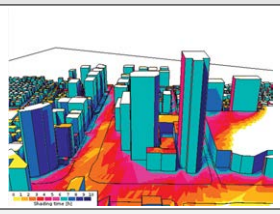
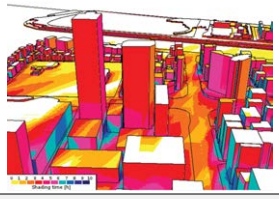
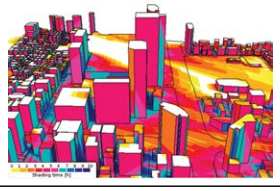
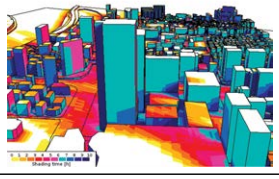
Southeast	Northwest
	

Table 6. Case C Express Shadow Time Analysis in Color

East	West
	
South	**North**
	

Case B[4]의 경우 하지 기준 동측면의 일영시간은 약 7시간으로 Case A와 비슷한 양상을 보여 태양 고도의 영향이 있는 것으로 예단된다. 서측면은 인접 건물이 있으나 저층부에만 1시간 정도 영향을 미치며, 음영시간은 2~4시간으로 일사 취득량이 많을 것으로 예측

됐다. 남측면 역시 인접 고층 건물이 있지만 저층부에 오전 시간대에만 영향을 받고 음영 시간은 2~3시간으로 분석됐다. 북측면은 주변 건물의 영향이 없지만 음영 시간은 6~8시간으로 향의 영향이 있는 것으로 판단된다.

Case C의 경우 동측면과 남측면이 넓은 도로에 면하여 인접 건물의 영향이 없어 고도와 무관하게 5~6시간의 일정한 음영 시간을 갖는다. 서측면은 일사량이 가장 많으며 음영시간은 3~4시간 정도이고, 저층부는 인접 건물의 영향으로 1시간 정도 음영 시간이 증가한다. 북측면의 음영시간은 약 7시간 정도이며 고층 건물과 인접하지만 예상과는 달리 영향을 전혀 받지 않는 것으로 나타났다.

2) 건물 표면 온도 촬영 및 분석

일영 시뮬레이션 결과와 열화상 카메라 촬영을 통해 실제 건물의 표면온도 분포를 비교하여 시뮬레이션이 예측할 수 없는 부분과 일영 시간에 따른 표면온도 분포의 변화 추이를 판단하였다. 먼저 여름철 일사 축열 정도를 열화상 카메라 촬영을 통해 알아보았다.

2018년 7월 각 Case별 촬영 일자에 가장 높은 온도인 12, 13, 14시에 매시간 촬영하였으며, 그 중 일사 축열의 영향이 가장 큰 14시를 기준으로 분석하였다.[5)]

열화상 카메라 전용 분석 프로그램인 Flir Tool Software로 분석한 각 사례별 결과는 Table 7., 8., 9.와 같다.

Case A의 경우 동쪽에는 인접 저층 건물이 있어 다른 방위측면에 비해 저층부와 고층부 모두 온도가 높지 않은 편으로 이는 촬영 시간대 건물 동측면의 일조량이 적었기 때문으로 추단된다. 서측면과 북측면의 저층부에 다소 높은 표면온도가 나타났는데 이는 각각 왕복 8차선, 9차선 도로가 위치하여 지반에서 방출되는 지열, 아스팔트 등의 축열 및 자동차 발열의 열전달 등을 원인으로 추정할 수 있다. 서측면의 고층부는 높은 표면 온도를 보였는데 이는 직사광의 축열에 의한 것으로 판단된다. 특히 루버 부분이 45.3℃로 최고 표면 온도를 나타냈으며 루버의 그림자 부분에 해당하는 유리 커튼월부는 그림자가 없는 유리 커튼월부에 비해 표면온도가 약 3℃가량 낮은 양상을 보였다. 북측의 고층부는 저층부에 비해 낮은 표면온도 분포를 보였는데 이는 촬영 시간대의 북측면에 간접 일사와 넓은 도로로 인해 형성된 기류가 고온의 표면온도를 저하시키는 요인이 될 수 있다.

Case B의 경우 동쪽과 북쪽에 각각 왕복 6차선, 10차선 도로가 위치하고 있어 저층부는 고온의 표면온도가 나타났고, 동측면 고층부는 루버가 유리 커튼월부보다 약 3℃ 이상 높은 표면온도가 분포되었다. 북측면의 고층부는 저층부보다 약 5℃가량 낮게 나타나는 데 이는 넓은 도로에 면해 있기 때문으로 판단된다. 서측면은 고층 건물이 인접하고 있으며 다양한 재료로 입면이 구성되어 있어 재료에 따라 테라코타 패널 부분은 30~33℃, 유리 커튼월과 그릴 부분은 32℃~35℃로 나타났으며, 남측면은 비슷한 규모의 고층 커튼월 건물이 마주보고 있어 저층부와 고층부의 유리 부분에 고온 현상이 나타났지만 고층부의 비유리 부분은 약 30℃ 정도의 상대적으로 낮은 표면온도를 나타냈다.

Case C의 경우 동측면의 평균 표면온도가 12시보다 약 1.3℃ 가량 낮아졌는데 그 이유는 태양 고도가 서쪽으로 넘어갔기 때문이라

Table 7. Case A Building Surface Temperature Analysis(External Temperature 34℃-2018.07.19.)

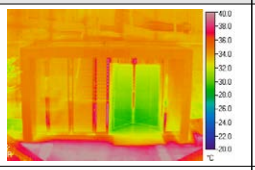
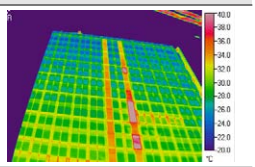
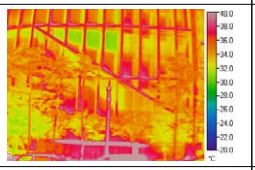
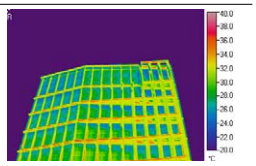
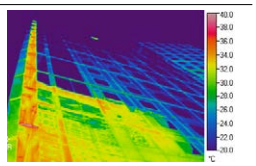
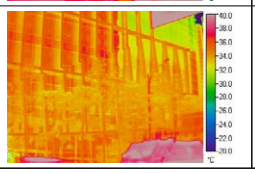
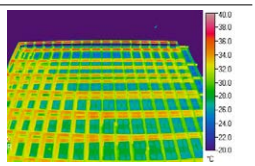
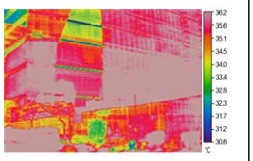
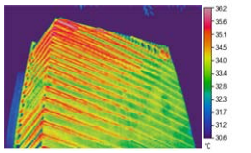
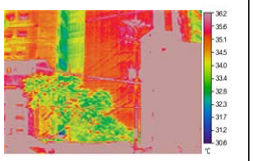
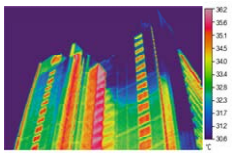
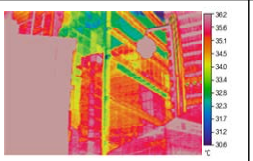
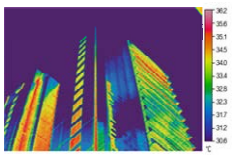
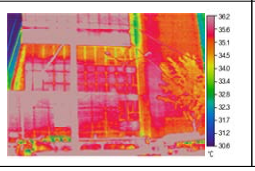
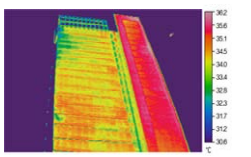
	Low Floor	High Floor
East		
West		
South		
North		

Table 8. Case B Building Surface Temperature Analysis(External Temperature 33℃-2018.07.25.)

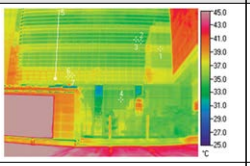
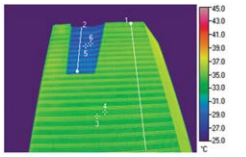
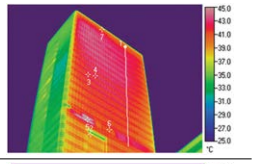
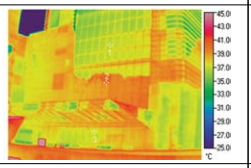
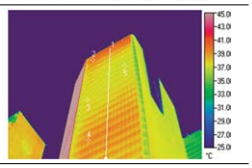
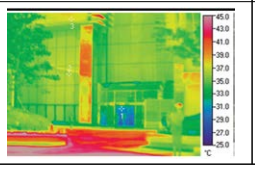
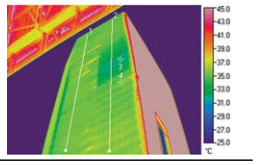
	Low Floor	High Floor
East		
West		
South		
North		

고 판단되었다. 서측면은 오후에 강한 일사를 취득하는 방위이며 고층부의 최고 표면온도는 41.5℃로 나타났다. 서측면의 유리 커튼월부에서 그림자가 진 곳은 없는 곳보다 표면 온도 차는 약 2℃ 정도 낮다. 남측면의 저층부는 일부 고온 현상을 나타내는데 저층부 캐노피 지붕 부분에는 BIPV(Building Integrated Photo Voltaic)가 설치되어 있어 이로 인한 기기 집열 및 발열의 영향이 있는 것으로 추정된다. 북측면은 모든 향에서 가장 낮은 표면온도가 나타나는데,

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

25~30층 우측 부근의 표면온도가 타 부위보다 약 3~4℃가량 낮은 것은 29층에 위치한 수영장의 영향으로 추측할 수 있다. 실제 수영장의 경우 자동화 방식의 온도 조절 시스템으로 수온 및 공조 일정에 따른 온습도를 유지하므로 여름철 기준 표면온도가 저온 양상을 나타낼 수밖에 없다. Case C의 대상 건물은 다른 유리 커튼월 건물과는 달리 검은색에 가까운 유리를 사용하였다. 이는 적외선 영역의 복사선을 효과적으로 차단하여 일사유입량을 감소시키는 고기밀 더블로이 유리로 냉난방부하 모두를 저감하는데 상당 부분 기여할 것으로 예상되었는데, 실제 A, B건물에 비해 평균 표면온도가 약 2℃도 가량 낮게 나타났다.

Table 9. Case C Building Surface Temperature Analysis(External Temperature 34℃-2018.07.20.)

	Low Floor	High Floor
East		
West	Not Applicable (Share lower floors with other buildings)	
South		
North		

3) 외부 기류 시뮬레이션

외부 기류에 대한 시뮬레이션은 Star-ccm+ 프로그램[6]으로 진행하였으며, 건물 외부 기류 시뮬레이션에 통용되는 물리값 조건[7]을 설정하여 연산하였다. 고층 커튼월 건축물의 여름철 열부하에 대한 영향을 알아보기 위해 각 건물이 위치한 대지의 여름철(6~8월) 기상자료 10년 치(2008~2017년)[12]를 취합 후 평균값을 산출하여 데이터로 적용하였으며, 각 분석별 유동장의 크기는 건물로부터 반경 1.5~2km로 적절히 지정한 후 모델링하였고 결과는 건물 표면온도 분포와의 상관관계를 고려하였다. 각 사례별 풍향 · 풍속 입력 값과 결과는 Table 10., 11., 12.와 같다.

Case A의 여름철 기류는 주풍향인 서남서풍이 건물 서측에서 북측까지 이어지는 큰 도로로 인하여 원활한 흐름을 볼 수 있었고, 이는 열화상 카메라를 통해 분석된 북측면 고층부의 비교적 낮은 표면온도의 근거가 될 수 있다. 평면과 단면 모두를 조합하여 판단했을 때 대규모 건축물 주위의 상승기류와 풍속저하역, 와류가 발생함을 알 수 있었다.

Case B의 여름철 기류는 주풍향인 서남서풍의 흐름이 건물의 동쪽으로 긴 기류의 정체를 나타냈고, 인접한 서측면의 건물 사이에서 와류가 발생했다. 남북측면의 고층부의 표면온도가 낮은 형상을 나타내는 것은 건물 네 방위 중 비교적 기류가 원활히 흐르기 때문임을 알 수 있었다.

Table 10. Case A Airflow Simulation(Jung-gu, Seoul)

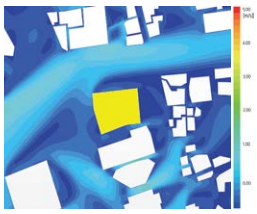
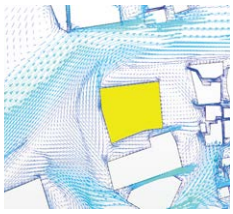
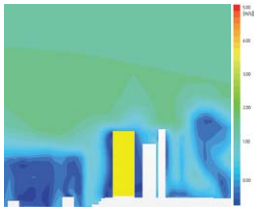
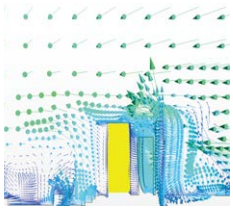
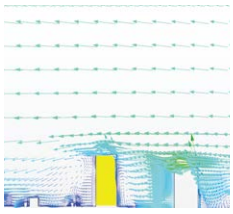
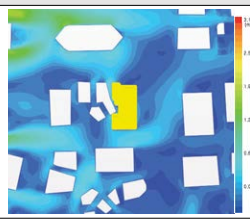
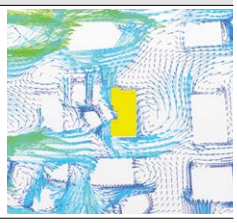
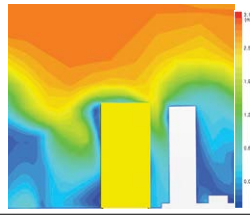
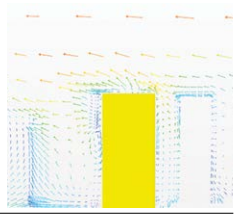
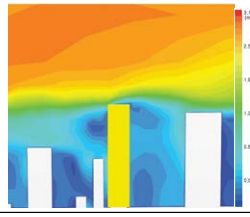
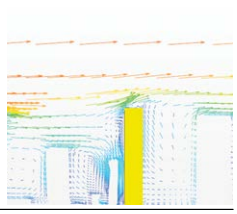
Input Value	• Average Wind Speed : 1.46m/s • Wind Direction : WSW	
	Scalar	Vector
Plan (z=1.5m)		
Cross Section (N-S axis)		
Cross Section (E-W axis)		

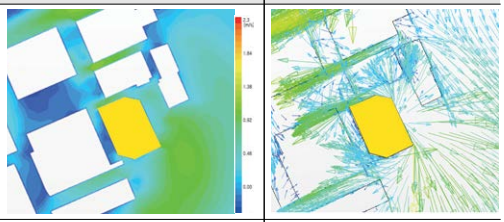
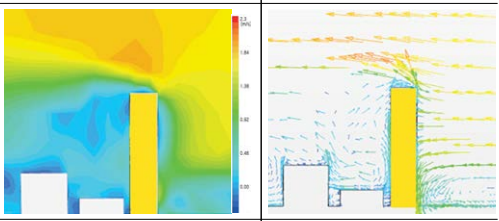
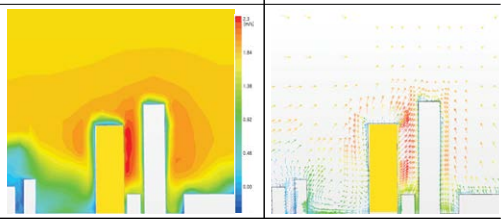
Table 11. Case B Airflow Simulation(Jung-gu, Seoul)

Input Value	• Average Wind Speed : 1.46m/s • Wind Direction : WSW	
	Scalar	Vector
Plan (z=1.5m)		
Cross Section (N-S axis)		
Cross Section (E-W axis)		

Case C의 여름철 기류는 주풍향이 동북동풍으로써 해당 건물이

위치한 곳의 동남쪽에 모두 큰 도로가 위치하고 있어 기류의 흐름이 매우 원활한 것을 볼 수 있었다. 저층부에 비해 고층부는 주변 건물의 영향이 적어 고도에 따라 점차 강한 기류가 형성되었고, 북동쪽은 중층부 이상부터 인접 건물 사이에서 매우 강한 와류가 생겼으며 이는 도로의 기류 흐름과 더불어 동북측면의 전체 표면온도가 낮은 것과 관련이 있다고 생각된다.

Table 12. Case C Airflow Simulation(Kangnam-gu, Seoul)

Input Value	• Average Wind Speed : 1.63m/s • Wind Direction : ENE	
	Scalar	Vector
Plan (z=1.5m)		
Cross Section (WSW-ENE axis)		
Cross Section (SSE-NNW axis)		

4) 채광 시뮬레이션

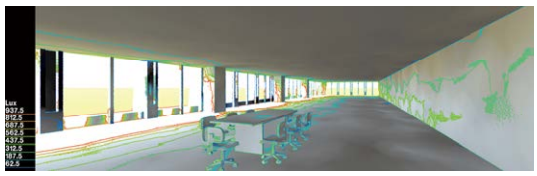
실내 채광 시뮬레이션 프로그램으로는 Desktop Radiance[8]을 사용하였고, 시뮬레이션을 통해 커튼월과 루버가 실내 채광에 미치는 영향에 대해 예측하고자 하였다. 이를 위해 커튼월과 루버가 함께 위치한 측면을 고도에 따라 저층부와 고층부로 나누고 기준층을 선별하여 하지일 오후 12시 기준으로 분석을 진행하였다. 시뮬레이션 수행 후 지점별 조도 및 분석 그리드를 통한 실내 공간의 평균 · 최대 · 최소조도를 구하였다. 시뮬레이션 설정 값은 아래 Table 13.이고, 각 사례별 대표 실내 채광 시뮬레이션 결과는 Table 14., 15., 16.과 같다.

Table 13. Daylighting Analysis Simulation Setting Value

Setting	Value
Sky and weather	CIE Overcast(Cloudy Day)
Turbidity	3
Standard Meridian	-135(South Korea)
Latitude	37.5
Longitude	-127

Case A는 건물의 서측면과 북측면에 루버가 시공되어 있어 각 층당 두 번의 시뮬레이션을 실시했으며 시뮬레이션 결과 하지일 기준 북측면과 서측면 모두 커튼월 주변의 실내가 가장 밝은 최대조도 지점을 나타냈다. 보편적으로 최소조도 지점은 실내 깊숙한 곳으로 예측되지만 루버의 영향으로 최소조도 지점이 커튼월 백판넬 부분에서 나타나기도 하였다. 일반적으로 백판넬을 계획하는 부분은 대부분 슬라브와 관련이 있으므로 전체 평균 조도값에 큰 영향은 없을 것으로 사료되나 일정 부분 실내 음영이 발생하여 시환경적으로 불쾌하거나 조명이 추가적으로 필요한 곳이 발생할 것으로 판단된다. 서측면과 북측면의 차이는 평균조도에서 알 수 있는데, 보편적으로 태양고도가 높아짐에 따라 건물의 서측면이 가장 조도값이 높고 북측면은 상대적으로 일사 유입량이 적어 조도값이 낮아야 한다. 그러나 Case A의 경우는 서측면과 북측면에 각각 계획된 루버로 인해 오히려 서측면이 북측면보다 평균조도가 낮은 것을 볼 수 있었다. 대상 건물의 입면이 일자형태가 아닌 분절된 입면이며 각 루버의 폭이 상이하므로 이러한 결과는 건축 설계에서 서측면의 과다 일사 방지를 위해 루버가 일사각에 맞춰 계획되었음을 추측할 수 있었다. (루버 최대 길이는 900mm)

Table 14. Case A Daylighting Simulation Analysis

Low-rise : North 3F		
		
Max. 3,747.9lx	Avg. 681.3lx	Min. 24.5lx
High-rise : North 23F		
Max. 1,732.3lx	Avg. 728.3lx	Min. 17.9lx
Low-rise : West 3F		
Max. 3,138.6lx	Avg. 450.1lx	Min. 39.9lx
High-rise : West 23F		
Max. 1,687.4lx	Avg. 577.6lx	Min. 62.4lx

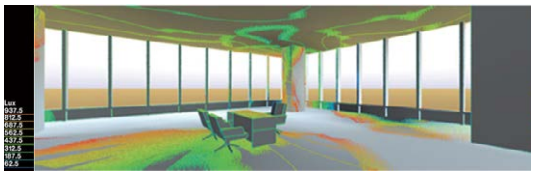
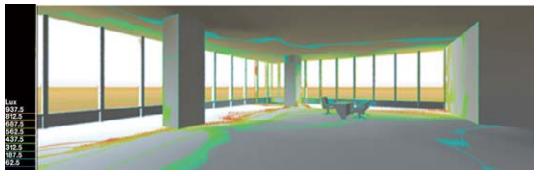
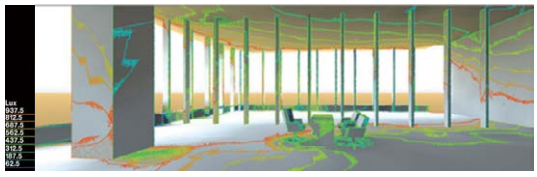
Case B는 건물의 동측면 전체, 남측 · 북측면의 일부에 루버가 시공되어 있어 각 층당 한 번의 시뮬레이션으로 관측 지점을 동남측과 동북측으로 나누었다.[9](루버 최대 길이 1,200mm)

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

시뮬레이션 결과 하지일 기준 저층부의 동북측면이 동남측면보다 일사 유입이 깊게 되는 것으로 나타났다. 고층부의 경우 반대로 동남측면이 동북측면보다 깊은 일사 유입의 양상을 보였는데, 이는 기울어지고 꺾인 입면의 형태와 사선으로 계획된 루버의 각도 · 길이 등과 연관이 있다.

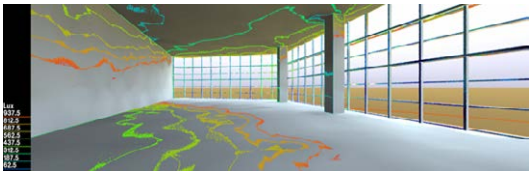
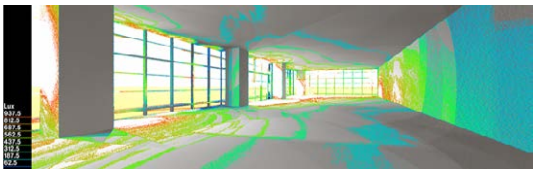
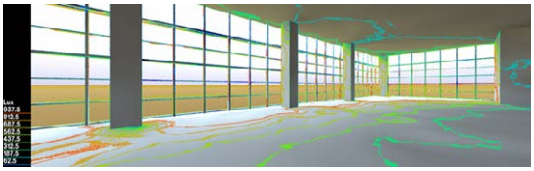
실제 Case B 건물의 동북측면으로는 하부로 각도가 기울어진 부분에만 루버가 설치되어 있어 저층부는 루버의 영향이 거의 없으며 고층부로 갈수록 루버의 길이가 점점 길어지는 형태인 반면 동남측면의 루버 폭은 고도와 관계없이 폭이 일정하다. 이러한 결과 역시 건축 설계 초기 단계에서 루버의 길이와 각도 모두 일사각과 함께 예측하여 계획되었다고 볼 수 있다.

Table 15. Case B Daylighting Simulation Analysis

Low-rise : Northeast 6F		
		
Max. 4,796.2lx	Avg. 1,266.4lx	Min. 142.7lx
High-rise : Northeast 26F		
Max. 3,311.9lx	Avg. 1,493.4lx	Min. 217.9lx
Low-rise : Southeast 6F		
		
Max. 4,796.2lx	Avg. 1,266.4lx	Min. 142.7lx
High-rise : Southeast 26F		
		
Max. 3,311.9lx	Avg. 1,493.4lx	Min. 217.9lx

Case C는 건물의 평면이 층에 따라 중심 · 편심 코어형태로 구성된 동서측면으로 장방형인 커튼월 구조이므로 비교적 중심코어 평면인 저층부는 동남측과 서북측으로, 편심코어 평면인 고층부는 동북측과 서북측으로 관측 지점을 구분해 분석하였다. 하지일 기준 저층부의 동남측면은 강한 일사가 유입되며 서북측면도 마찬가지로 일사의 유입이 상당히 깊고 그 유입량이 많다고 분석되었다. 고층부의 분석 측면 역시 외부 루버의 형태대로 조도 값이 낮아지는 경향을 보였지만 결과적으로 모든 분석 측면에서 일사 유입의 깊이를 볼 때 루버의 역할이 저조한 것으로 판단된다. (루버 최대 길이 250mm)

Table 16. Case C Daylighting Simulation Analysis

Low-rise : Southeast 10F		
Max. 1,863.2lx	Avg. 583.6lx	Min. 101.3lx
High-rise : Northeast 29F		
		
Max. 2,034.1lx	Avg. 1,503.9lx	Min. 519.6lx
Low-rise : Northwest 10F		
		
Max. 1,931.6lx	Avg. 525.0lx	Min. 107.6lx
High-rise : Northwest 29F		
		
Max. 1,925.2lx	Avg. 1,393.0lx	Min. 457.0lx

5) 소결

다양한 건축 환경 시뮬레이션을 수행하여 분석해본 결과 특징적으로 Case A는 서측면, Case B는 동측면, Case C는 서측면에 고온의 표면온도와 과다한 일사 유입 양상을 보였다. 특히 저층부에 고온이 집열 되는 현상이 있었는데, 일반적으로 태양 고도와 가장 밀접한 연관성이 있는 고층부의 고온 현상 같은 일사열 취득과 관련된 현상과는 거리가 멀었다. 그 이유로는 각종 발열로 인한 열전달이나 주변 건물의 빛반사 등의 열 취득이 표면온도의 상승에 영향을 끼치기도 하기 때문이며, 주변에 위치 및 인접한 건물에서의 빛반사가 이루어져 반사광으로 인한 열취득이 가능할 수도 있기 때문이다. 반대로 인접 건물과 도로, 시설물 등의 영향을 받아 그림자가 지거나 기류 흐름의 속도차 등의 요인으로 표면온도가 저하되기도 하는데, 일조 시뮬레이션 시 대상 건물의 음영 및 일조시간 결과와 실제 표면온도 측정에서 차이를 보이는 이유가 바로 열취득과 기류의 흐름 때문이다.

한편 도로가 인접한 건물 측면의 저층부는 고온의 표면온도, 고층부는 비교적 저온의 표면온도가 나타났는데 이는 기류의 흐름이 바람길을 형성하여 고온의 기류를 빌딩숲 외곽으로 빠져나가게 함을 하나의 이유로 추론해볼 수 있다. 실제로 기류 시뮬레이션을 시행

하여 분석한 결과 비교적 저온의 표면온도가 나타나는 구간은 기류가 원활한 흐름을 보여 기류에 의한 건물 표면 온도의 변화가 나타남을 증명할 수 있었다. 주변 고층 건물이 인접한 경우는 저층부와 고층부 모두 고온의 표면온도임을 알 수 있었는데, 이 역시 기류의 흐름이 좁아져 바람길이 막힌 것으로 판단될 수 있다. 또한 주변 인접 건물이 커튼월일 경우 빛반사로 인한 일사열의 취득이 상당할 것으로 예상되므로 이러한 종합적인 요인들 때문에 고온의 기류가 정체되는 빌딩숲이 형성되어 도시의 열섬현상으로 이어지게 된다. 이러한 여러 가지 실외의 원인들이 실내 환경까지 직간접적으로 영향을 미치게 되므로 건축 초기 계획 단계에서부터 이러한 요소들을 파악하여 매스의 형태나 외피의 재질, 루버의 디자인을 결정하는 것이 올바른 건축 환경 설계라고 할 수 있을 것이다.

4. 개선안 분석

분석 사례를 무작위 선정했음에도 불구하고 설치되어 있는 루버가 일사 취득량을 적절히 조절할 수 있도록 계획되어 있었음을 알 수 있었다. 따라서 건축 환경적인 파사드 개선안 제안을 위해 앞에서 분석한 각 사례들의 일사유입량이 과다하여 많은 열부하가 집중되는 측면을 대상으로 기존 매스의 형태 유지를 기본으로 루버의 길이만 증가시키는 개선안에 대해 실내 채광을 분석하는 한편 에너지 부하 분석을 추가하여 파사드 리모델링에 대한 건축 환경 측면의 기초적 결론을 도출하였다.

4.1. 실내 조도 분석

2010년을 전후하여 국내 고층 커튼월 건물 외벽에 루버(Louver) 설치가 유행하기 시작하였다. 초창기 루버의 목적은 직사광선 차단으로 인한 냉방 부하 저감 효과와 건물의 용도 및 건축주의 요구에 따른 디자인 컨셉 차별화였다. 고층 커튼월 건물은 내부에서 보는 개방감과 투명성을 가진 조망이 실내 환경에서 중요하게 인식되었으며, 루버 디자인은 건물의 외벽에서 어느 정도 떨어져 시공되거나 너무 촘촘한 간격은 지양하면서 다양한 색상과 형태로 발전되어 왔다.

건물 외피인 커튼월과 일정 간격을 두고 설치된 루버는 앞서 열화상 카메라 촬영을 통한 고온의 건물 표면온도와 시뮬레이션 상 기류의 정체 또는 저속으로 입증된 것과 같이 루버와 커튼월 사이의 이격공간에서 열고임이 발생하여 고온으로 과열되는 현상이 발생되었다. 이는 냉방부하 저감을 위한 루버 설치 목적에 반하여 도리어 냉방 부하가 가중되어 에너지 소비량의 증가가 예측되므로 루버의 길이를 증가시켜 일사량을 더 많이 차단시켜 루버와 커튼월 사이 이격공간에 음영을 만들어주거나 일사량을 저하시켜 열고임 현상의 변화를 분석하고자 하였다. 이를 위해 개선안에 대해 실내 채광 시뮬레이션을 통한 조도값 분석과 건물 에너지 부하 분석을 실시하였다. 루버 길이 증가는 각 사례별 루버 타입 및 형태에 따라 각각 다른 증가방식을 적용하여 그 효과를 알아보았으며, 분석 설정은 하지(6.22) 일 12시이고 그 개요는 Table 17.이고 분석은 Table 18., 19.와 같다.

루버의 길이가 증가할수록 평균 · 최대 · 최소 조도값 모두 줄어드는 경향을 보였다. 개선안 대비 기존안의 평균 조도값 감소율[10]을 단순 산술할 경우 Case A의 루버가 300mm일 때 평균 조도값 감소율은 15.4%, Case B의 루버가 2,400mm일 때 평균 조도값 감소율은 16.0%, Case C의 루버가 450mm일 때 평균 조도값 감소율은 7.2%였다. 이는 단순히 루버 길이 증가 폭 대비 기존 루버 길이가 감소율의 기준이 되므로 각 사례별로 기준이 상이하지만 루버 증가 길이가 차이나더라도 감소율은 비슷한 양상을 보였다.

Table 17. Improvement Proposal Overview

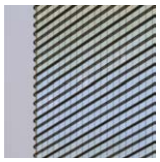
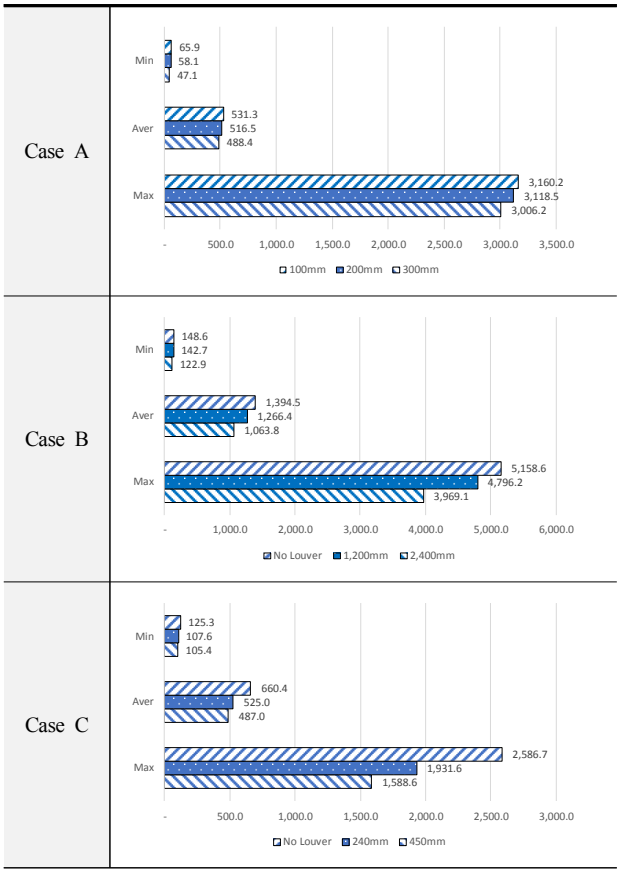
	A	B	C
Louver Type			
	Space between louver and Curtain wall		
	· Change in the length of the louvers	· Change in the length of the louvers	· No change in the length of the louvers
Improvement Proposal	· Increase by 100mm from the existing plan	Remove Louver	
		· Double the Louver Length	· Increase with cooling load reduction effect[11]

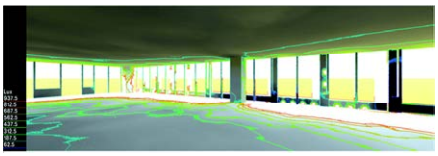
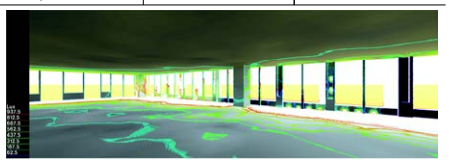
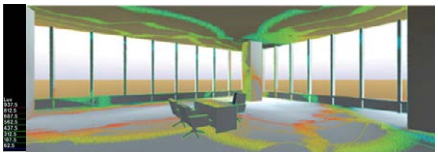
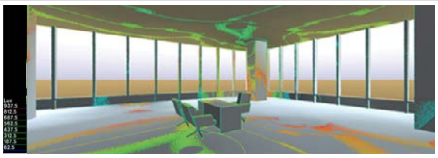
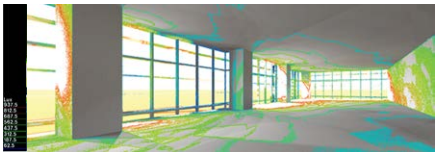
Table 18. Improvement Proposal Luminance Analysis



시뮬레이션 설정 조건이 하지일의 오후 12시인 것을 감안했을 때 태양 고도가 수직이므로 각 건물의 분석향과 상관없이 동일한 결과

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

Table 19. Improvement Proposal Daylighting Simulation Analysis

		Daylighting Simulation		
Case A	100mm			
		Max. 3,160.2lx	Avg. 531.3lx	Min. 65.9lx
	200mm			
		Max. 3,118.5lx	Avg. 516.5lx	Min. 58.1lx
	300mm			
		Max. 3,006.2lx	Avg. 488.4lx	Min. 47.1lx
Case B	No Louver			
		Max. 5,158.6lx	Avg. 1,394.5lx	Min. 148.6lx
	Double (2.4m)			
		Max. 3,969.1lx	Avg. 1,063.8lx	Min. 122.9lx
Case C	No Louver			
		Max. 2,586.7lx	Avg. 660.4lx	Min. 125.3lx
	450mm			
		Max. 1,588.6lx	Avg. 487.0lx	Min. 105.4lx

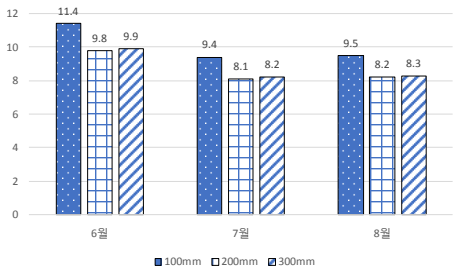
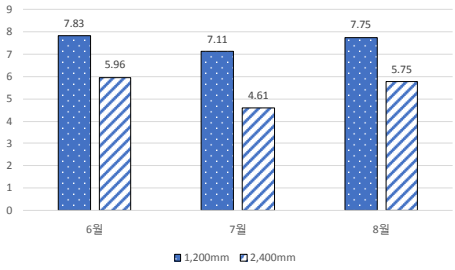
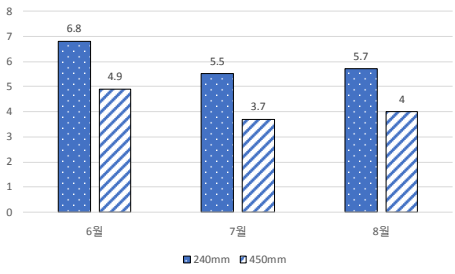
였다. 조도 값의 저하는 일사 유입량이 감소한다는 의미이기 때문에 이는 여름철 냉방 부하 저감에 긍정적인 영향을 미치겠지만, 루버 길이를 늘리는 경우 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 첫째는 건축법상 대지경계선 침범 등의 법적 문제이며, 둘째는 계절에 따른 강풍, 폭우, 폭설로 인한 풍하중, 동하중, 적설하중 등의 구조적 문제가 있다. 따라서 무조건적으로 루버 길이를 증가시키는 것보다 여러 가지 요인을 고려한 적합한 루버 길이가 판단되어야 할 것이다.

또한 시뮬레이션 수행시 루버의 종류를 반사값이 적은 재질로 설정하였으므로 실제 재료를 반사값이 높은 재질로 선택할 경우 루버의 길이가 늘어나고 루버의 각도에 따라 일사가 반사되어 실내로 유입되는 악영향이 있을 수도 있다. 따라서 루버의 각도, 재질, 커튼월 유리의 재료 특성 등이 무척 중요하다.

4.2. 부하 분석

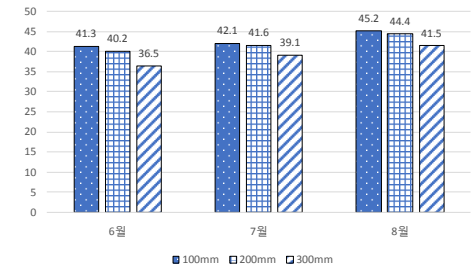
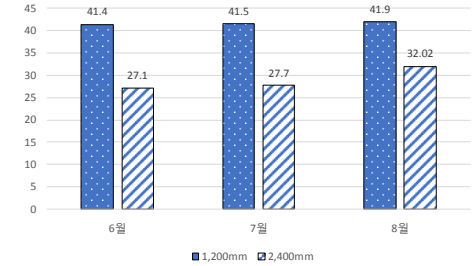
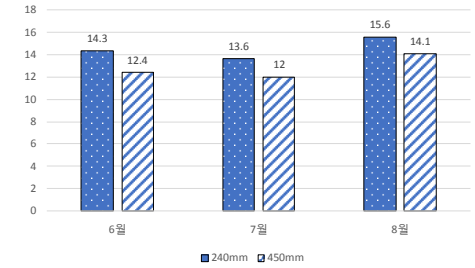
개선안에 대한 여름철(6~8월)의 에너지소비량 예측을 위하여 TRNSYS[12] 프로그램을 통해 부하 분석을 진행하였다. 여름철 열부하와 관련된 분석을 위하여 건물의 외피를 모델링한 후 실내 조건인 설비 시스템과 재실자는 제외했다. 개선안이 일사 취득량을 얼마나 저감시키는지 알아보기 위해 산정한 각 사례별 평균 일사량(kw)은 Table 20.이고 평균 냉방부하량(kw)은 Table 21.이다.

Table 20. Average Solar Radiation Quantity(kw)

Case A	
Case B	
Case C	

루버의 길이가 증가함에 따라 평균 일사량은 감소하는 경향을 보였다. 이는 본 시뮬레이션의 정확성 및 예측성이 우수한 것으로 평가되며, 평균 일사량 분석에서 유의미한 결과는 감소율로 나타낼 수 있다. Case A의 평균 일사량 감소율은 18.6%, Case B의 평균 일사량 감소율은 28.0%, Case C의 평균 일사량 감소율은 44.4%이다. Case C의 경우 고성능 유리가 적용되어 평균 일사량 감소율이 타 사례보다 훨씬 저감되는 것으로 나타났다.

Table 21. Average Cooling Load(kw)

Case A	
Case B	
Case C	

평균 냉방부하 역시 루버의 길이가 증가함에 따라 감소하였는데, 평균 일사량에서 감소율이 가장 컸던 Case C보다 Case B의 평균 냉방부하 감소율이 더 많았다. Case A의 평균 냉방부하 감소율은 8.9%, Case B의 평균 냉방부하 감소율은 30.4%, Case C의 평균 냉방부하 감소율은 11.5%이다. 냉방부하는 음영의 정도, 위치 등에 따라 영향을 받기 때문에 가장 루버의 연장 길이가 긴 Case B의 평균 냉방부하 감소율이 많다고 판단되었다.

무조건적인 루버의 연장이 좋은 것만은 아니지만 건축 초기 계획이나 파사드 리모델링 시 커튼월 건물의 경우 건축환경적인 측면에서는 조망권보다 축열에 따른 냉방부하 증가를 더욱 고려하여 설계되어야 한다. 그러한 여러 가지 요소들을 고려하여 파사드를 디자인하거나 리모델링하여야 하는데, 국내에서 건축물의 파사드 리모델링의 인허가절차에 대해 법적 사항만으로 판단하는 허가 · 신고가 에너지절약 및 환경적 부문에 대한 고려가 부족한 현실이다. 또한 현재 에너지 소비량이 많은 커튼월 건축물 파사드 리모델링 행위에 대해서는 에너지 부문의 전문가가 참여하는 심의절차가 있어야 한다고 사료된다. 파사드 리모델링 시 에너지 효율을 변경 전 건축물 대비 신축 수준까지 끌어올릴 수 있게 된다면 건물 철거 후 신축이라는 비환경적 공사가 아닌 진정한 친환경적 건축물을 만들어낼 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 고층 커튼월 오피스 건축물과 파사드 리모델링에 대하여 이론적으로 고찰하고 현재의 일사유입과 대지의 기류 등 건축 환경적 현황에 대하여 조사 및 분석하여 개선안을 도출하였다. 도출된 개선안을 기반으로 일사 유입량 및 냉방부하 저감 여부를 분석하여 건축환경적으로 최적안을 판단하여 보았다. 객관적인 분석을 위하여 실제적인 측면을 최대한 반영한 모델링을 통해 시뮬레이션 분석을 수행하여 평가 및 판단하였으나 시뮬레이션 프로그램의 한계성에 따라 표현할 수 없거나 연산되지 않는 부분 등이 발생할 수 있어 다양한 분야의 시뮬레이션 수행과 분석을 통해 상호 보완하고자 하였다.

본 연구의 결론은 아래와 같다.

첫째, 커튼월 건물은 재료적 특성상 일사 취득량이 많고 인접 건물 및 도로 등에 의해 축열된 열의 전달이 발생하게 된다. 따라서 건축환경적 설계를 위해서는 건축의 초기 계획단계에서부터 일사 및 기류 등의 환경요인을 분석하여 매스의 형태, 외피재질, 디자인 등을 결정하여야 한다. 커튼월을 구성하고 있는 유리의 열관류율이 낮고 적외선을 차단하여 일사유입량을 감소시키는 제품을 사용하면 여름철 열부하를 차단하고 겨울철 냉기를 막아주므로 냉난방 부하를 저감할 수 있다. 이러한 재료의 선택과 적용을 단순 디자인이 아닌 공학적이고 환경적으로 분석하여 시행해야 한다.

둘째, 루버의 길이 증가에 의한 일사량의 조절은 길이 증가에 따라 평균 조도값이 감소하면서 냉방 부하 역시 감소했다. 즉, 일사차단은 에너지 저감 측면에서 유리한 방법이라 할 수 있다. 그러나 일사차단을 위한 루버의 길이 계획에 있어 대지 및 계획조건, 디자인 컨셉, 외피 구성 재료 및 조도값의 감소에 따른 실내 시환경과 겨울철 난방부하까지 함께 고려 될 때 최적의 건축환경적 설계 조건을 제시할 수 있을 것이다.

셋째, 일사량은 건축물의 냉방부하에 큰 영향을 미치게 되며, 이를 반영할 수 있는 파사드 디자인 및 리모델링 방안이 필요하지만 현행 법규상 지정 지역 지구 등에서 현실적으로 파사드 리모델링에 대한 에너지 · 환경 기준이 부재한 법적인 한계성을 나타내고 있어 이에 대한 세부 기준의 마련 등이 필요하다.

본 연구는 현행법규 기준을 준수한 건물을 대상으로 사례건물을 통해 고층 커튼월 건축물의 표면온도 증가 및 이에 따른 냉방부하 증가를 해결할 수 있는 파사드 리모델링 방안을 건축환경적으로 분석하고 제시하였다. 특히 루버길이를 변화시킴에 따라 실내 채광시뮬레이션을 분석하고 이를 냉방부하와 연계하여 분석하였다. 그러나 현재 실제 리모델링을 수행하고자 할 때 녹색건축물지원조성법, 그린 리모델링 법의 세부 기준 부재와 파사드 리모델링에 대한 에너지 평가 기준의 부재로 법규적인 한계가 있으며, 그에 따른 에너지 손실이 상당하다고 할 수 있다. 따라서 정부의 인센티브 및 지원금 등의 제도적인 측면에서의 지원 등의 기본적인 육성책이 준비되지 않는다면 건축물 소비 에너지 저감이 가능한 건축 환경적인 파사드 리모델링은 접근할 수 없는 영역이 될 것이다.

노후된 커튼월 건물의 경우 겨울철 스팬드럴에서 열교차단재 미적용이나 단열 결손 및 내구성 저하 부위 등이 나타나며, 과거 열관류율기준 유리의 적용에 따른 단열성능 부족이 나타나고 있다. 국외

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

에서는 이러한 노후된 커튼월 건물들의 외피를 보강시키는 에너지 절약적인 파사드 리모델링이 많이 이루어지고 있지만 국내에서는 단순 현행 법규 기준에만 적합한 파사드 리모델링을 진행하여 에너지나 환경측면에서의 고려는 미흡한 실정라고 볼 수 있다. 따라서 국내 파사드 리모델링에 대한 공학적이고 수치적인 기준을 마련하는 연구가 필요하다. 또한 그 기준이 법규가 되어 에너지 절약의 규범이 되어야 할 것이다.

본 연구의 경우 커튼월의 대표적 문제점인 여름철 냉방부하에 초점을 맞춰 다루었으나 향후 커튼월 건축물의 겨울철 문제점인 내부결로나 단열 성능 및 난방부하에 대한 주제로 후속 연구가 진행되길 바란다.

Acknowledgement

이 논문은 2018학년도 건국대학교의 연구년교원 지원에 의하여 연구되었음.

Reference

[1] 기상청, 2018년과 1994년 폭염 비교, http://www.kma.go.kr/notify/press/kma_list.jsp?mode=view&num=1193585, 2019.06.19. // (Korea Meteorological Administration, Heat wave comparison between 2018 and 1994, http://www.kma.go.kr/notify/press/kma_list.jsp? mode=view&num=1193585, 2019.06.19.)

[2] 서울특별시, 리모델링 활성화 구역, http://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/1089, 2019.09.03. // (Seoul Metropolitan Government, Remodeling Activation Area, http://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/1089, 2019.09.03.)

[3] 한국토지주택공사 그린리모델링창조센터, http://www.greenremodeling.or.kr/support/sup1000.asp/, 2019.09.03. // (Korea Land & Housing Corporation Green Remodeling creation center, http://www.greenremodeling.or.kr/support/sup1000.asp/, 2019.09.03.)

[4] 허효선, 업무용 커튼월 건축물의 일사유입 조절방법에 따른 냉방부하의 변화, 한국 : 연세대학교 석사학위논문, 2018, pp.8-9. // (H.S. Hur, Cooling loads calculation depending on incident radiation control of curtain wall glazing in an office building, South Korea : Graduate School of Yonsei University, 2018, pp.8-9.)

[5] 강혜미, 박상민, 권종욱, 국내 초고층 오피스건물의 외관디자인 다양화 경향에 관한 연구, 대한건축학회지회연합회 논문집, 20권 1호(통권 83호), 2018, pp.67-74. // (H.M. Kang, S.M. Park, J.W. Kwon, Diversification Tendency of Appearance Design for High-rise Office Buildings in Korea, Journal of Branch Association of Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 20 No. 1 (Serial Number 83), 2018, pp.67-74.)

[6] 소광호, 정동환, 양극영, 업무용 건축물 리모델링에 따른 외관 파사드 변화에 대한 연구, 대한건축학회지회연합회 논문집, 16권 1호(통권 59호), 2014, pp.225-232. // (K.H. Sho, D.W. Jeong, K.Y. Yang, Changes of building facades by commercial building remodelling - relation between emotional evaluation and preference assessment, Journal of Branch Association of Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 16 No. 1(Serial Number 59), 2014, pp. 225-232.)

[7] 권하나, 김정진, 청주 도심 상업건축물 리모델링에 관한 연구 - 성안길 파사드 계획을 중심으로 -, 대한건축학회지회연합회 - 추계학술발표대회논문집, 2007, pp.151-160. // (H.N, Kwon, A Study on Remodeling for Commercial Building Urban Core in Chongju - Focusing on Analyzing the “Seongangil Facade Plan” -, Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea - Autumn Academic Presentation Conference, 2007, pp.151-160.)

[8] 국가법령정보센터, 건축법, http://www.law.go.kr/, 2019.07.07. // (Korea Ministry of Government Legislation, Building Law, http://www.law.go.kr/, 2019.07.07.)

[9] 국가법령정보센터, 건축법 시행령, http://www.law.go.kr/, 2019.07.07. // (Korea Ministry of Government Legislation, Building Law Enforcement Ordinance, http://www.law.go.kr/, 2019.07.07.)

[10] 국가법령정보센터, 녹색건축물 조성지원법, http://www.law.go.kr/, 2019.07.07. // (Korea Ministry of Government Legislation, Green Building Formation Support Law, http://www.law.go.kr/, 2019.07.07.)

[11] 한국토지주택공사 그린리모델링창조센터, http://www.greenremodeling..or.kr/, 2019.07.08. // (Korea Land & Housing Corporation Green Remodeling creation center, http://www.green remodeling.or.kr/, 2019.07.08.)

[12] 기상자료개방포털, https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do/, 2018.08.16. // (Korea Weather Data Open Portal, https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do/, 2018.08.16.)

1) DeltaCodes사에서 개발하였으며, Autodesk사의 AutoCAD로 모델링 후 Trimble사의 Sketchup으로 export하여 Sketchup에서 extension할 수 있는 기능을 갖추고 있음.
2) Universal time coordinated.
3) 일영 시뮬레이션은 일조 시뮬레이션 분석 후 이루어지므로 각 시간대별 일일 일사와 일조의 분포를 알 수 있으며, 지면상의 관계로 일영 시뮬레이션 이미지만 첨부하였음.
4) 인접 건물로 인해 최적화된 향으로 표현함.
5) 열화상 카메라의 분석 범위는 −10~100℃이며, 측정 매개 변수 중 방사율은 0.95 ε 이고 반사온도는 20℃를 기준으로 촬영되었음.
6) CD-adapco사의 CFD(Computational Fluid Dynamics) 방식 분석 프로그램으로써 국제적으로 상용되고 있음.
7) Cell Quality Remediation · Two-Layer All y+ Wall Treatment · Realizable K-Epsilon Two-Layer · K-Epsilon Turbulence · Reynolds-Averaged Navier-Stokes · Turbulent · Segregated Fluid Temperature · Ideal Gas · Segregated Flow · Gas · Steady · Gradients · Three Dimensi onal.
8) Lawrence Berkeley National Lab.이 개발한 실내 채광 시뮬레이션 프로그램으로써 본 연구에서 사용된 Desktop Radiance는 Autodesk사의 AutoCAD를 기반으로 하는 Rubi 프로그램임.
9) 저층부인 6층의 경우 남북향으로 채광을 극대화하여 보기위해 서로 떨어진 다른 지점에서 채광 분석을 했으며 고층부인 26층의 경우 실내 대공간 내에서 커튼월이 칸막이벽으로 막혀 있어 같은 관측 지점에서 방향만 바꾸어 채광 분석을 수행했음.
10) (기존안 평균 조도값 − 개선안 평균 조도값) / 기존안 평균 조도값 * 100%.
11) 대상 건물의 설계사에서 작성한 건물 소개 프리젠테이션에는 현재 루버 길이 250mm의 냉방 에너지 부하 저감 효과가 약 60%라고 기술되어 있어 이를 근거로 단순 산술 계산하여 냉방 에너지 부하 저감 효과가 약 100%가 되기 위해서 루버 길이 450mm가 필요하다고 판단했음.
12) A TRaNsient SYstems Simulation의 약자로 HVAC 설비를 포함하여 건물의 열에너지를 ASHRAE를 기반으로 하여 해석이 가능한 부하 분석 프로그램이며, 미국의 Wisconsin 대학에서 개발되었음.