



노후 공동주택 리모델링 시 외부차양 개선을 통한 냉방에너지 및 온열쾌적성 평가

Evaluation of Cooling Energy and Thermal Comfort through the Improvement of Exterior Louver of a Remodeled Apartment

김태룡* · 최정만** · 김동준*** · 한승훈****

Tae-Ryong Kim* · Jung-Mann Choi** · Dong-Jun Kim*** · Seung-Hoon Han****

* Main author, Researcher, Department of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (kt19360@gmail.com)

** Corresponding author, President of Association, Department of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (izzarder@gmail.com)

*** Coauthor, Researcher, Department of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (imissyou1988@nate.com)

**** Coauthor, Professor, School of Architecture, Chonnam National University, South Korea (hshoon@jnu.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: It is intended to improve energy performance and thermal comfort by remodeling old apartments of installing external louvers. And it is intended to present design guideline of louvers for each apartment's height. **Method:** Select one apartment in Seoul. One of the most vulnerable apartments is selected by reflecting the climate of Seoul. Using Ladybug, algorithms for each performance element of vertical and horizontal louvers were planned. Through this, the cooling energy demand calculation and PMV were evaluated using EnergyPlus simulation. **Result:** As a result of the simulation, it was found that the horizontal shade was superior to the vertical shade in terms of energy performance and thermal comfort. In addition, as a result of analyzing by building height, it was found to be more effective in the case of high-rise areas.

© 2020. KIEAE all rights reserved.

KEYWORD

공동주택
리모델링
외부차양
냉방에너지
온열쾌적성

Apartment
Remodeling
Exterior Louver
Cooling Energy
Predict Mean Vote(PMV)

ACCEPTANCE INFO

Received Oct. 5, 2020
Final revision received Oct. 26, 2020
Accepted Oct. 30, 2020

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

국내의 경우 급격한 도시화로 인해 인구가 급증하면서 1980년 중반 이후 공동주택 대량공급 정책화를 실시하였다. 이로 인해 물량 위주의 주택공급에 치우쳐져 노후화된 공동주택이 급증함에 따라 주거 환경개선 방안에 대한 문제가 제기되었다.

노후 공동주택 주거환경을 개선하기 위한 방안으로 재개발·재건축 방식은 전면적 철거방식으로 용적률 규제 강화, 지구단위계획 의무화, 재건축 안전진단의 강화 등의 대책으로 인해 수익성이 점차 저하되고 있는 실정이다. 이러한 개발 방식들은 환경 문제, 자원낭비 문제, 부동산 투기 문제 등 다양한 사회문제들을 야기 시키게 되자 이를 개선하기 위한 대안으로 리모델링이 등장하게 되었다[1].

리모델링이란 「건축법」에서는 “건축물의 노후화를 억제하거나 기능 향상등을 위하여 대수선하거나 일부 증축하는 행위”라 정의하고 있다. 또한 「주택법」에서는 “건축물의 노후화 억제 또는 기능 향상 등을 위하여 대수선을 하거나 일정 범위에서 증축을 하는 행위”라 정의하고 있다[2].

현재 국토교통부는 도심 내 주택공급을 확대하기 위해 주거복지

로드맵(2017.10)을 발표하였고, 서울시는 임대주택 8만 호 추가 공급(2018.12)을 통한 도심형주택 확대 발표, 서울주택도시공사에서는 노후화 및 재건축 연한 도래한 단지들을 위해 노후 공공주택을 활용한 임대주택 추가 공급을 확대할 계획 등 국가에서 다양한 방안들을 강구하고 있다.

이러한 리모델링 사업 추진 정책 중 거주자의 삶의 질 향상 및 에너지 저감형 공동주택으로 개선하기 위한 일환으로 서울시에서는 ‘2025 서울특별시 공동주택 리모델링 기본계획(안)’을 발표하였다. 이 계획은 향후 지속적으로 늘어나는 노후 공동주택의 원활한 리모델링 추진을 통하여 주거환경을 개선하고 거주민의 삶의 질 향상을 위한 관리방안을 목적으로 하고 있는데, 서울형 리모델링의 범위는 다음 Table 1.과 같다[3].

이 중 ‘유지·관리형 리모델링’은 기존 주거의 성능유지를 위해 노후화된 설비·시설, 바닥 및 벽체, 내장재 등 공동설비 및 세대별 내부 시설의 개선에 중점을 두는 비이주형 리모델링 방식인데, 이러한 방식은 서울의 경우 영구임대주택에 적합한 리모델링 방식이다.

영구임대주택은 1993년 공급물량이 축소화된 이후 건축물의 노후화 및 슬럼화가 심각하게 진행되고 있으나, 영구히 임대 목적으로 사용되어야 하는 목적으로 재건축 추진이 어려운 실정이다. 이에 일반 리모델링 방식인 수직·수평 증축 방식으로 하기 보다는 유지·관리형 리모델링을 통한 주거환경개선이 이루어져야 한다.

Table 1. Range of Seoul's Remodeling

		General maintenance		Customized Remodeling		Increasing Households		
		Repaired Remodeling		Entire Repaired Remodeling				
		Maintain Performance	Improvement Performance	Improvement Performance + Extension	Improvement Performance + Extension + Increasing Households			
Range of Remodeling	Maintenance/Improvement	●	●	○	○			
	Structure Change	×	●	●	●			
	Reconstruction of Space	×	●	●	●			
	Dedicated Area Variaton	×	●	●	●			
	Installation of Parking lot	×	●	●	●			
	Extension	Vertical	×	○	○	●		
		Horizontal	×	×	×	●		
	Increasing Households		×	×	×	●		
Main Target		Unit/Building		Unit/Building/Clsuter	Unit/Building/Clsuter	Unit/Building/Clsuter		
				Low Cost Remodeling		High Cost Remodeling		

유지·관리형 리모델링에 있어서 여름철 냉방부하 절감 및 실내 환경의 쾌적성을 개선하기 위한 방식으로는 ‘차양 설치’가 있다. ‘차양 장치’라 함은 태양열의 실내 유입을 저감하기 위한 목적의 장치 또는 구조체로서 설치 위치에 따라 외부 차양과 내부 차양, 그리고 유리간 사이 차양으로 구분하며, 가동 유무에 따라 고정식과 가변식으로 나눌 수 있다[4].

차양장치는 설계 시 직달 일사를 차단하고 열적 쾌적함을 만족시키는 것이 목표인데, 우리나라의 경우 커튼이나 블라인드는 주로 실내에 설치(일사에너지를 최대 15%까지 차단)하고 있으나, 여름철 냉방에너지를 효과적으로 낮추기 위해서는 외부차양 설치(일사 에너지를 최대 85%까지 차단)하는 것을 권장하고 있다[5]. 이처럼 외부차양은 차양이 에너지를 흡수했다가 열의 형태로 방출하더라도 거의 대부분 실외에서 흩어져서 유리를 통해 열이 투과되는 양이 적기 때문에 실내로 유입되는 태양에너지를 최소화하여 냉방부하를 효과적으로 줄일 수 있다.

이에 본 연구는 리모델링이 필요한 서울시 영구임대아파트 중 한 곳을 대상으로 리모델링 시 가장 기본적인 패시브 기술요소 중 하나인 ‘외부차양’ 장치를 적용함으로써 리모델링 전·후 냉방에너지 및 쾌적성을 연구하고자 한다. 이를 통해 향후 노후 공동주택 리모델링 시 높이별로 외부 고정차양의 적정 디자인 가이드라인을 제시하여 관련 제도 개선에 기여하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 절차

본 연구의 분석대상은 서울시 내 영구임대 공동주택 중 밀도, 노후도, 규모, 단지 배치를 기준으로 서울시 노원구 G아파트를 선정하였다. 대상지의 현황에 대해 살펴보고, 서울시 기후특성을 반영하여 단지 내 음영분석을 통해 가장 취약한 주동 한 곳을 선정하였다. 리모델링 전·후 냉방에너지 요구량을 산출하기에는 어려움이 있어, 정량적으로 평가하기 위해 EnergyPlus 시뮬레이션을 이용하였다. Ladybug를 통하여 수직·수평 외부차양의 성능 요소별 알고리즘을 계획하여 각 차양별 냉방에너지 요구량을 산출하였다. 이를 통해 리모델링 전·후 공동주택 높이별(저층부, 중층부, 고층부)로 쾌적성을

평가하였다. 시간적 범위는 냉방에너지 요구량, 쾌적성을 평가하기 위해 서울 TRY(Test Reference Year) 기상자료 2005~2014년 중 6~9월로 진행하였다.

2. 선행연구 고찰

2.1. 공동주택 리모델링 관련 연구

공동주택 리모델링 관련 연구는 크게 ‘정책·제도 개선’, ‘거주자 의식 조사’, ‘건축계획 변경’, ‘에너지 성능개선’으로 진행되고 있다.

‘정책·제도 개선’에 대한 연구는 다음과 같다. Kim et al.(2018)은 일본의 단지형 공동주택 리모델링 정책 및 지원제도 분석을 통해 향후 국내 노후 공동주택 리모델링 사업의 활성화 제고를 위한 정책 방향 및 지원제도의 시사점을 살펴보았다[6]. The Seoul Institute (2018)는 서울시에서 완료되었거나 추진 중에 있는 공동주택 리모델링 사업의 추진실태를 분석하고, 세대수 증가형 리모델링 사업의 도입으로 인해 예상되는 도시관리 측면에서의 주요 쟁점을 도출하여 서울시 공동주택 리모델링 정책 방향을 재정립하고, 향후 리모델링 사업을 계획적으로 관리하고 활성화할 수 있는 장기 정책과제를 모색하였다[7].

‘거주자 의식 조사’에 대한 연구는 다음과 같다. Choi and Baek(2018)은 성남시 리모델링 대상 공동주택에 거주하는 5천 명을 대상으로 주민들의 의식조사를 통해 선호요인을 검증하여 리모델링 계획지표를 제시하고 있다[8]. Park et al.(2014)은 정부정책의 변화에 따라 노후 공동주택 재생사업의 수단에 대한 관심이 높아지면서 부산지역의 여건에 맞는 수직증축 리모델링의 전략방안을 도출하고자 수직증축 리모델링 활성화 인식분석을 실시하여 정책적 제언을 하였다[9].

‘건축계획 변경’에 대한 연구는 다음과 같다. Kim et al.(2020)은 서울시 리모델링 공동주택을 대상으로 리모델링 평면계획에 미치는 리모델링 관련 법규의 면적증축 기준과 변화를 고찰하였고, 평면변화의 내용과 특성과의 관계를 분석하였다[10]. Choi et al.(2018)는 현행 리모델링 법규 및 조건을 반영하여 1기 신도시 노후 공동주택

의 5가지 평면 유형 중 1순위 평면 유형에 대하여 3가지 평면 확장 리모델링 시나리오를 제시하고, 6개의 리모델링 평면 프로토타입을 제안하였다[11].

‘에너지 성능개선’에 대한 연구는 다음과 같다. Han et al.(2019)은 1980년대 초반에 지어진 노후화된 M아파트를 대상으로 Radiance 프로그램을 활용하여 리모델링 전후의 주광성능 향상에 대한 분석을 수행하였다[12]. Jo et al.(2017)은 국내외 노후 공동주택 리모델링 사례 및 프로토타입 개발 사례를 분석하여 국내 공동주택 리모델링 사업 시 한계점을 보완할 수 있는 개발 방안을 검토하였다[13].

2.2. 공동주택 차양 관련 연구

공동주택 차양 관련 연구는 ‘차양 개발 연구’와 ‘에너지 성능 개선’ 연구로 진행되고 있다.

‘차양 개발 연구’에 대한 연구는 다음과 같다. Choi and Jo(2016)는 차폐면적비를 고려한 외부 가변차양 제어 알고리즘을 개발하여 열 및 빛환경 조정을 위한 3가지 제어방법을 제안하였다[14]. Chae and Lim(2013)은 건물 외부에서 햇빛을 차단하고 에너지 절약을 가능하게 하는 차양식 방화루버를 제안하였다[15]. Yoo et al.(2012)은 단열강화 및 외부차양을 이용한 고성능 외피 공동주택에서 구체 축열시스템을 개발하여 제안하였다[16]. Choi and Sohn(2010)은 건물 에너지 절약을 위한 실용화 기술개발의 일환으로 복층유리 내부의 공기층 부위에 외부에 조절 가능한 블라인드 차양을 내장시킨 차양일체형 창호시스템을 제안하였다[17].

‘에너지 성능 개선’에 대한 연구는 다음과 같다. Lee and Kim(2014)은 실제 공동주택 거주자들이 사용하는 내부 차양장치의 종류 및 사용 여부에 대해 현황조사하고, 차양장치 사용에 영향을 미치는 물리적 요인 특성을 분석하였다[18]. Hwang(2012)은 베네시안 블라인드의 슬랫 설치각도 및 베네시안 블라인드 설치유무에 따른 실내의 온도분포를 모형실험을 통하여 실내 열환경을 분석하였다[19]. Cho and Yoo(2010)는 초고층 공동주택에 적용 가능한 외부 차양의 효율을 평가하기 위해 기본적인 창호 모듈을 설정하고, 다양한 차양의 형태를 적용하여 냉방에너지 절감 및 설치비용을 고려한 경제성을 분석하였다[20]. Cheong et al.(2008)은 창호의 열적 성능 향상과 외부차양의 적용을 통하여 건축물의 부하저감 가능성을 확인하고, ESP-r 시뮬레이션을 통하여 검토하였다[21].

2.3. 연구의 차별성

이처럼 공동주택 리모델링, 차양에 관련된 선행연구는 다양한 방식으로 진행되어 왔다. 공동주택 리모델링 측면에서는 초기적 단계로 정책·제도, 건축계획, 설문조사 중심으로 진행되어 왔으며, 실질적 기술요소를 바탕으로 에너지 성능 기반 연구는 미비한 실정이다. 공동주택 차양 측면에서는 Mock-up 중심의 연구방식, 단일 평면에 의한 시뮬레이션 방식으로 진행되어, 공동주택에 있어서 높이별(저층부, 중층부, 고층부)에 대한 구체적 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 서울시 내 노후 공동주택을 리모델링 시 외부차양 적용을 통해 냉방 에너지 요구량을 산출하고, 적정 높이별 디자인 가이드라인을 제안하고자 한다.

3. 연구방법론

3.1. 대지현황



본 연구의 분석대상은 서울시 내 영구임대 공동주택 중 노원구 G아파트이다. 서울시가 1994년에 준공한 곳으로 대상지 개요는 다음 Table 2.와 같다. 7개 동에 1,395세대가 거주하고 있으며, 취약계층을 위한 공동주택으로 노인 인구 비율이 27.5%로 높은 편이다.

7개 동(101~107동)이 남북 방향으로 길게 배치되어 있으며, 단지의 북쪽에는 폐선부지인 경춘선숲길이 면하고 있다. 단지 전면부에 복지시설이 위치하며 단지 중앙으로 주 보도가 있다.

3.2. 분석대상 선정과정


공동주택 7개 동 중에서 항별 음영 간섭이 심한 주동을 선정하기 위해 다음 Table 3.과 같이 모델링하여 음영분석을 실시하였다. 음영을 분석하기 위해 단지에 영향을 미치는 주변 건축물도 모델링하였으며, 분석 면은 베란다가 위치한 주동 전면부를 중심으로 진행하였다.

Table 2. Site Introduction

Site Perspective / Site Plan			
			
Address	1127 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul		
Land Area	28,773m ²	Total Floor area	87,483.83m ²
Unit Type	24.79m ² / 29.64m ² / 39.6m ²		
Households	1,395	Heating Method	District Heating
Pitch of Building	45~58m	Number of Floors	15F (41.30m)

(Source: Seoul Housing &Communities Corporation)[22]

Table 3. Ladybug Simulation's Condition

Radiation Simulation Information			
			
Analysis Period	Jun. to Sep.	Climate Location	Seoul
Climate Data Period	2005-2014	Climate Type	TRY
Climate source	Korea Meteorological Administration		

시뮬레이션은 Ladybug로 하였으며, 분석기간은 서울 TRY(Test Reference Year) 기상자료 2005~2014년 중 6~9월로 진행하였으며, 전반적 일사량(직달일사, 전일사, 확산일사)을 분석하였다.

음영분석 후 주동 중에서 일사량 편차가 심한 주동 2곳을 선정하여 EnergyPlus 기반으로 냉방에너지 요구량 산출 및 건축물 높이별 외부차양(수평/수직) 온열쾌적성 분석을 수행하고자 한다.

음영분석 결과 다음 Table 4.와 같다. 주동 전면부 일사량의 평균 값은 147.8kWh/m²이고 최대는 184.1kWh/m², 최저는 118.8kWh/m²로 나타났다. 이러한 주동 중에서 항별 일사량 편차가 심한 2곳(104-2동, 106동)을 선정하였다.

남동향 주동(104-2동)의 경우 연접한 104-1동의 영향으로 저층부 부분의 일사량이 59.4kWh/m²로 고층부의 일사량 202.0kWh/m²와 큰 편차(142.5kWh/m²)를 나타나게 되었다.

북동향 주동(106동)의 경우 연접한 107동의 영향으로 저층부 부분의 일사량이 51.2kWh/m²로 고층부의 일사량 169.5kWh/m²와 큰 편차(118.8kWh/m²)를 나타나게 되었다.

3.3 분석의 방법

일사량의 편차가 큰 대상지를 선정 후 저층부, 중층부, 상층부의 외부차양(수직/수평)의 영향성을 분석하기 위하여 2가지 시뮬레이션을 수행하였다.

첫 번째로 냉방에너지를 분석하였다. 직달일사, 전일사, 확산일사가 반영된 냉방에너지 성능을 분석함으로써 대상지의 냉방에너지를 효과적으로 저감할 수 있는 외부차양방식을 분석하였다. 냉방에너지 분석과정에서 대상지의 단열성능, 창호성능은 법규기준을 기반으로 설정하였다. 냉방 에너지 성능 시뮬레이션을 위하여 모델링은 Rhino와 Grasshopper를 사용하였고 시뮬레이션은 Ladybug 플랫폼을 활용하여 Energyplus 엔진을 활용하였으며, 분석 기간은 6~9월, 용도는 주거, 내부 조닝은 단일존으로 설정하였다. 외피조건은 평면에 따라 외기노출, 주거인접, 복도인접 중 해당하는 사항을 선택하였다.

두 번째로 실내 측 중심부와 창가 측 온열쾌적성을 분석하였다. 온열 쾌적성을 분석하기 위하여 ISO7730 예상평균온열감(Predict Mean Vote, 이하 PMV)을 기반으로 진행하였다.

PMV를 계산하기 위해서는 온도, 상대습도, 평균복사온도(Mean Radiation Temperature, 이하 MRT), 기류와 같은 물리적 요소 4가지와 신진대사량, 착의량과 같은 재실자 개인성향에 영향을 받는 2가지 요소를 포함한 총 6가지 요소가 요구된다. 상기 요소 중 온도, 상대습도는 Energy Plus의 분석결과를 사용하였으며, MRT는 Energy Plus에서 분석되어 나온 외피의 표면온도를 기반으로 별도 계산하였다.

기류는 별도의 선풍기나 실링팬은 가동하지 않는 것으로 가정하였고 신진대사량, 착의량의 경우는 휴식 및 간단한 활동을 하는 수준의 값(1.1)과 외투를 입고 있지 않은 상태 정도의 값(0.6)을 활용하였다. 상기 기류, 신진대사량, 착의량의 경우 건물의 성능 값과 같은 통제변수로 외부차양의 형태가 변화하더라도 동일한 값을 적용하였다. PMV 분석은 냉방에너지와 달리 특정 시점에 대한 분석으로 대

상지의 104-2동과 106동의 연중 가장 더운날의 창가측의 PMV를 시간별로 분석해본 결과 각각 09:00와 10:00가 혹독한 시점으로 분석되어 차양타입별 PMV분석시점을 09:00와 10:00로 설정하였다 (Table 5. 참고).

외부차양의 형태는 수직과 수평 2가지 형태에 대하여 분석을 수행하였으며 각 형태별로 각도와 반복되는 갯수에 대한 변수를 만들어 각각 각도 4가지 타입, 반복되는 갯수 5가지 타입으로 모델링하여 세대별로 수직차양 20가지 타입, 수평차양 20가지 타입에 대하여 총 240가지의 에너지 성능분석을 수행하였다(Table 6. 참고).

Table 4. Radiation Simulation Result of Each Building

Radiation Simulation Result												
101					kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00	kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00				
	Min	87.7	Max	201.1					Min	112.0	Max	201.0
	Avg	150.4	Delt	113.3					Avg	168.6	Delt	81.1
103					kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00	kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00				
	Min	94.7	Max	200.2					Min	60.7	Max	165.7
	Avg	159.4	Delt	105.6					Avg	115.6	Delt	105.0
104-2					kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00	kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00				
	Min	59.4	Max	202.0					Min	64.3	Max	202.4
	Avg	137.6	Delt	142.5					Avg	147.7	Delt	138.0
106					kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00	kWh/m ²	210.00< 194.00 178.00 162.00 146.00 130.00 114.00 98.00 82.00 66.00 <50.00				
	Min	51.2	Max	169.5					Min	95.1	Max	202.5
	Avg	111.8	Delt	118.8					Avg	184.1	Delt	107.3

Table 5. Simulation Information

Cooling Energy Simulation Information					
Analysis Location	104-2		106		
Orientation	340°		250°		
Analysis Period	Jun to Sep.		Envelope Performance	Wall	0.76
Cooling type	Packged Terminal Air Conditioner(PTAC)			Roof	0.484
Shading Type	Angle	10°~40°		Window	3.1
	Count of Shading		1~5		
PMV Calculation Information					
Analysis Point					
Analysis Period					
	08.05 Window Side PMV Result				
		104-2		106	
	Max	Time	2.74	Max	Time
	Value	09:00		Value	10:00
Shading Type	Angle	10°~40°	Count of Shading	3	
Control Variables	Met	1.1	Clo	0.6	

Table 6. Horizontal Louver Angle Measure Method & Type Example

Type	Horizontal louver	Vertical louver
Angle		
Example		

4. 분석결과

4.1. 냉방에너지 분석결과

수평차양과 수직차양의 냉방에너지 성능을 분석하기 위하여 10° ~ 40°까지 10° 간격으로 차양 갯수 1~5개까지 세대별로 20가지의 타입을 수평 수직 2가지 형태로 모델링하여 에너지 성능 분석을 수행하였고 각도별로 5가지의 갯수에 따른 결과 값이 산출되어 이를 종합 분석하기 위하여 각도별로 냉방에너지 성능 평균 값을 활용하였다. 냉방에너지 분석결과 Table 7.과 같다.

남동향인 104-2동 고층부는 차양이 없을 경우 12.1 kWh/m²의 냉방에너지가 요구되지만 수평차양이 40°로 적용될 경우 평균 20.3% 저감, 수직차양이 40°로 적용될 경우 평균 10.6% 저감됨을 확인하였다. 104-2동 중층부, 저층부의 경우에는 주변 건물의 음영이 외부차양과 복합 작용하여 40° 외부차양적용시 수평의 경우 약 25%, 수직의 경우 약 16%의 냉방에너지 절감 효율을 보여주었다.

북동향인 106동의 고층부는 차양이 없을 경우 12.2 kWh/m²의 냉방에너지가 요구되지만 수평차양이 40°로 적용될 경우 평균 20.5%저감, 수직차양이 40°로 적용될 경우 평균 11.1% 저감됨을 확인하였다. 106동의 중층부와 저층부에서도 외부차양 적용시 수평의 경우 약 28%, 수직의 경우 20% 초중반의 냉방에너지 저감 효율을 보여주었다.

전반적으로 남동향인 104동과 북동향인 106동의 경우 모두에서 같은 차양각도로 외부차양을 설계 시 평균적으로 수평차양이 냉방에너지 저감율이 높음을 확인하였다(Table 8. 참고).

Table 7. Cooling Energy Simulation of each Louver

104-2 Building Cooling Energy Demand(kWh/m ² a)								
Level	Horizontal louver				Vertical louver			
Top								
	Cooling Energy Demand Average				Cooling Energy Demand Average			
	10°	11.1	30°	9.92	10°	11.54	30°	10.98
	20°	10.42	40°	9.64	20°	11.2	40°	10.82
Mid								
	Cooling Energy Demand Average				Cooling Energy Demand Average			
	10°	10.9	30°	9.3	10°	10.92	30°	10.28
	20°	9.96	40°	9	20°	10.54	40°	10.08

Level	Horizontal louver				Vertical louver			
Bottom								
	Cooling Energy Demand Average				Cooling Energy Demand Average			
	10°	10.84	30°	9.3	10°	10.94	30°	10.34
	20°	9.9	40°	9	20°	10.58	40°	10.16
106 Building Cooling Energy Demand(kWh/m²a)								
Level	Horizontal louver				Vertical louver			
Top								
	Cooling Energy Demand Average				Cooling Energy Demand Average			
	10°	11.16	30°	9.96	10°	11.52	30°	10.98
	20°	10.42	40°	9.7	20°	11.22	40°	10.84
Mid								
	Cooling Energy Demand Average				Cooling Energy Demand Average			
	10°	10.46	30°	8.98	10°	10.42	30°	9.84
	20°	9.54	40°	8.74	20°	10.12	40°	9.66
Bottom								
	Cooling Energy Demand Average				Cooling Energy Demand Average			
	10°	9.94	30°	8.8	10°	9.86	30°	9.38
	20°	9.24	40°	8.6	20°	9.6	40°	9.2

Table 9. 104-2&106 Building PMV Analysis Result

104-2 Building Indoor PMV Analysis												
Level	Horizontal louver				Vertical louver							
Top												
	10° 3ea	20° 3ea	30° 3ea	40° 3ea	10° 3ea	20° 3ea	30° 3ea	40° 3ea	10° 3ea	20° 3ea	30° 3ea	40° 3ea
	Midside		Window side		Midside		Window side					
	10°	0.69	10°	1.71	10°	0.72	10°	3.02				
	20°	0.66	20°	1.59	20°	0.69	20°	1.65				
	30°	0.64	30°	1.52	30°	0.67	30°	1.58				
	40°	0.63	40°	1.5	40°	0.66	40°	1.53				

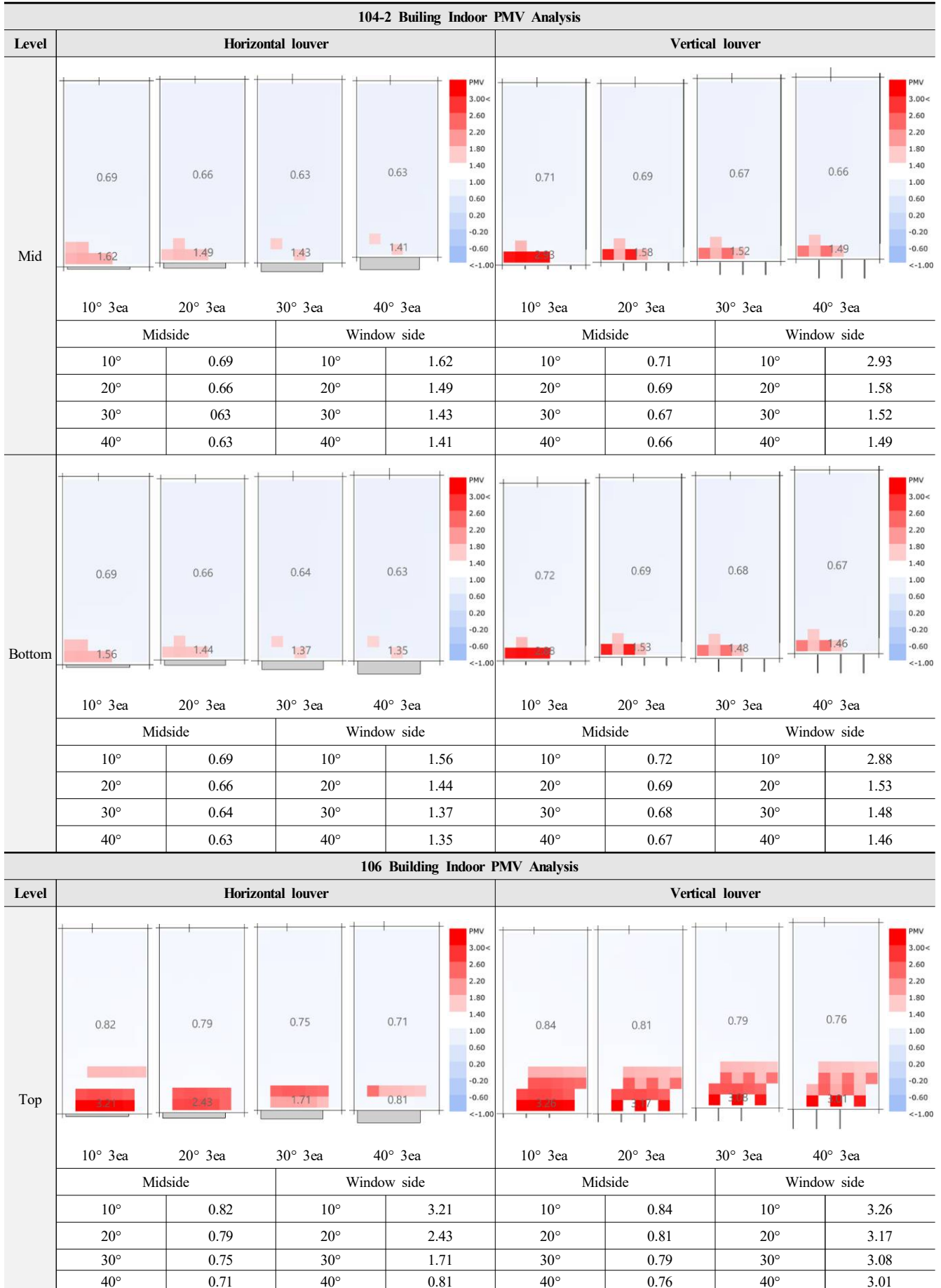
4.2. 온열쾌적성 분석결과

온열쾌적성을 분석하기 위하여 본 연구에서는 PMV를 사용하였다. PMV는 사람이 느끼는 온열감을 수치화한 것으로 결과값이 0인 경우 대부분의 사람이 덥거나 춥게 느끼지 않음을 의미하는 값이다. 이 PMV값은 에너지성능과는 다르게 지점 분석으로 실내에서 PMV를 계산하는 위치 그리고 시간에 따라 그 결과 값이 달라지게 된다.

외부차양의 실내 온열쾌적성을 분석하기 위하여 실내 중심 지점과 창 측의 PMV 결과를 계산하였으며, PMV분석 시점은 차양이 없을 시 창가 측 PMV값이 가장 혹독하게 분석되는 시점을 (104-2동 09:00, 106동 10:00) 기준으로 분석을 수행하였다.

Table 8. Average Cooling Energy Rate of Each Louver angle, Buiding Hight and Building Orientation

Level / Louver Angle	104-2 Building Cooling Energy Change Rate(%)		106 Building Cooling Energy Change Rate(%)		
	Horizontal louver	Vertical louver	Horizontal louver	Vertical louver	
Top	10°	-8.3	-4.6	-8.5	-5.6
	20°	-13.9	-7.4	-14.6	-8.0
	30°	-18.0	-9.3	-18.4	-10.0
	40°	-20.3	-10.6	-20.5	-11.1
Mid	10°	-9.9	-9.8	-14.3	-14.6
	20°	-17.7	-12.9	-21.8	-17.0
	30°	-23.1	-15.0	-26.4	-19.3
	40°	-25.6	-16.7	-28.4	-20.8
Bot	10°	-10.4	-9.6	-18.5	-19.2
	20°	-18.2	-12.6	-24.3	-21.3
	30°	-23.1	-14.5	-27.9	-23.1
	40°	-25.6	-16.0	-29.5	-24.4





수평과 수직차양의 각도는 10°~40°까지 10°간격으로 4개의 타 입을 분석하였고 차양의 갯수는 3개를 적용하여 분석을 수행하였으며 Table 9와 같다.

PMV 분석결과 실내 중심부에서는 0.63 ~ 0.85정도로 큰 편차를 갖고 있지는 않는 것으로 나타났다. 이는 각 세대에 26℃ 이하로 냉방이 되도록 설정하였기 때문이다. 중심부에서는 창문이나 외벽의 MRT의 영향이 적기 때문에 냉방에 의한 실내온도가 쾌적에 많은 영향을 미친것으로 보인다. 그러나 창가측의 쾌적성 결과는 상이한 양상을 나타냈다.

104-2동에 수직차양이 적용 시 건축물 높이별로 모두에서 10°일 경우 3.0에 가까운 수치가 나왔으며 차양 각도가 증가할 경우 1.5정도 까지 개선되기는 하지만 평면상에서의 불쾌적 영역의 영향범위가 크게 축소하는 양상을 보이지 않는다. 그러나 수평 차양이 적용되었을 시 건축물 높이별로 모두 창가 측의 PMV값이 약 1.5 가량의 값을 나타내지만 차양 각도가 증가함에 따라 직달 일사에 의한 영향도가 감소하여 실내측 쾌적면적의 범위가 증가하는 양상을 확인하였다.

106동은 수직차양이 적용되었을 시 고층부 중층부 저층부 모두

10°에서 창가측 수치가 3을 상회하며, 차양각도가 증가한다고 하더라도 값이 감소하는 폭이 미비하여 40°를 적용하더라도 3에 가까운 수치가 나타났다. 반면 106동에 수평차양을 적용하였을 경우 10°의 수평차양은 값이 3을 넘어가지만 각도가 증가함에 따라 PMV값이 급격하게 감소하며 최종적으로 40°를 적용하였을 시 실내 측 온열 쾌적성은 모두 0.8 수준으로 개선됨을 확인할 수 있으며 불쾌적 면적 측면에서도 수평차양이 차양각도가 늘어날수록 영향범위가 크게 감소하는 양상을 확인할 수 있다.

104-2동은 남측에 가까운 남동향이고 106동은 동측에 가까운 북동향이기 때문에 104-2동은 수평차양이 유리하고 106동은 수직차양이 유리할것으로 예상되었으나 104-2동 106동 모두 수평차양이 온열쾌적 측면에서 유리한 것으로 분석되었다.

5. 결론

주거용도 건축물의 냉방수요의 증대와 제로에너지 및 CO₂ 저감에 대한 정부시책에 부합하기 위하여 공동주택의 냉방에너지 저감

을 위한 비이주형 리모델링방법으로 외부차양 타입별 쾌적성 및 냉방에너지 성능을 분석하기 위하여 노후공동주택을 선정하여 수평/수직형 외부차양의 냉방에너지 성능 분석과 실내 즉 온열 쾌적성 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

G 아파트의 104-2동은 남측에 가까운 남동향으로 수평차양이 10°일 경우 평균 9.5% 정도의 냉방에너지 감소율을 나타내며 그 각도가 향상될수록 그 효과가 증대되며 40°일 경우 약 23.9%까지 냉방에너지를 저감됨을 확인하였다. 반면 수직차양일 경우 고층부에서 10°일 경우 4.6% 정도 밖에 냉방에너지 저감이 이뤄지지 않으며 차양 각도가 증가하더라도 10.6%정도의 저감율을 보인다.

북동향에 해당하는 106동의 경우 주변음영을 적게 받는 고층부에서도 수직차양이 10°일 경우 5.6%, 40°일 경우 11.1%정도의 냉방에너지 저감율을 보여주며, 수평차양은 10°에서 8.5%, 40°에서 20.5%의 냉방에너지저감율을 보여준다. 뿐만 아니라 104-2동, 106동 저층부, 중층부, 고층부 모두에서 수평차양이 수직 차양보다 냉방에너지 성능 저감율이 높은 것으로 분석되었다.

온열 쾌적성 측면에서 104-2동의 경우 수직차양은 10°에서 저층부, 중층부, 고층부 모두에서 PMV값이 3.0에 가까운 값이 나왔으며 차양의 각도가 증가하여도 실내의 불쾌적 면적의 범위가 감소하는 양상이 수평차양대비 미비하게 분석되었다. 그리고 106동의 경우에서도 수직차양은 10°부터 40°모두 창가측 PMV값이 3.0에 가까운 결과 값이 도출된 반면 수평차양의 경우는 40°부터는 약 0.8정도의 PMV 분석값이 도출되었다.

연구결과, G아파트 104-2동과 106동의 경우 수평차양이 에너지 성능 측면이나 재실자의 온열쾌적성 측면에서 강점을 갖는 것으로 분석되었고 주변 음영영향을 적게 받는 고층부로 갈수록 수평차양이 효과 적인 것으로 분석되었다.

본 연구는 단지에서 저층부, 중층부, 고층부에 대해서 외부 차양의 영향을 분석한 연구로 주변 건물 및 단지 내 음영요소를 고려하여 고정형 외부차양의 형태별 영향도를 분석한 것으로 항별로 효과적인 외부차양의 형태에 대한 관점을 재조명하는데 의의가 있으며 냉방에너지 성능 뿐만 아니라 난방에너지 성능분석을 병행한 후속 연구를 통하여 항별 권장되는 외부차양의 각도 및 형태를 제안할 수 있을 것으로 보인다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 / 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행하였습니다(과제번호 20PIYR-B153277-02).

Reference

- [1] 성순택, 공동주택 리모델링 계획요소에 관한 연구, 한국, 서울시립대학교 박사학위논문, 2009.02. // (S.T. Seong., A Study on Design elements for the Remodeling of the Apartment Housing, Korea: Doctor's thesis, University of Seoul, 2009.02.)
- [2] 김동준 외 3인, 공동주택 리모델링의 저층부 미기후환경 및 온열쾌적성 평가, 한국: 한국도시설계학회지, 제19권 제3호, 2018, pp.33-46 // (D.J. Kim et al., Evaluation of Microclimate Condition and Thermal Comfort in Pedestrian-level Environment of a Remodeled Apartment Complex, Korea: Urban Design Institute of Korea, 19(3), 2018, pp.33-46.)
- [3] 서울시, 2025 서울특별시 공동주택 리모델링 기본계획(안); 2016.05. // (Seoul Metropolitan Government, Fundamental Plan for Apartment Remodeling in Seoul 2025, 2016.05.)
- [4] 국토부, 건축물의 에너지절약 설계기준 해설서; 2018. // (Ministry of Land, Specification for Design Standards for Energy Saving of Buildings, 2018.)
- [5] (사)한국패시브건축협회, 기술자료, <http://www.phiko.kr>, 2020.09.20. // (Passive House Institute Korea, Technical Data, <http://www.phiko.kr>, 2020.09.20.)
- [6] 김주희 외 3인, 일본의 단지형 공동주택 리모델링 정책특성 및 활성화 지원제도에 관한 연구, 한국: 대한건축학회지회연합회, 제20권 제6호, 2018, pp.121-129. // (J.H. Kim et al., A Study on the Policy Characteristics and the Activation Support System of Remodeling Apartment complexes in Japan, Korea: The Regional Association of Architectural Institute of Korea, 20(6), 2018, pp.121-129.)
- [7] 서울연구원, 서울시 공동주택 리모델링 사업의 쟁점과 정책방향, 2018.12. // (The Seoul Institute, A Study on the Key Issues and Policy Direction of Apartment Remodeling Projects in Seoul, 2018.12.)
- [8] 최향수, 백성준, 공동주택 리모델링에 대한 주민의식 연구, 한국: 대한부동산학회, 제35권, 제3호, 2017, pp.197-223. // (H.S. Choi, S.J. Baek, A Study on Resident's Awareness on Remodeling of Apartment House, Korea: Korea Real Estate Society, 35(3), 2017, pp.197-223.)
- [9] 박종근 외 3인, 공동주택의 수직증축형 리모델링에 대한 거주자 의식 연구, 한국: 한국주거환경학회, 제12권, 제4호, 2014, pp.377-388. // (J.G. Park et al., A Study on Resident's Perception of the Vertical Expansion Remodeling of Apartment Housing, Korea: Residential Environment Institute of Korea, 12(4), 2014, pp.377-388.)
- [10] 김수암, 백정훈, 양현정, 공동주택 리모델링 세대평면의 계획특성과 법규변화 관계에 관한 연구, 한국: 한국생태환경건축학회, 제20권, 제1호, 2020, pp.23-34. // (S.A. Kim, C.H. Baek, H.J. Yang, A Study on the Relationship between Planning Features and Regulation Change in Apartment Remodeling Unit Plan, Korea: Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 20(1), 2020, pp.23-34.)
- [11] 최재필 외 3인, 1기 신도시 노후 공동주택 리모델링 평면 프로토타입 개발에 관한 연구, 한국: 대한건축학회, 제34권, 제6호, 2018, pp.67-76. // (J.P. Choi et al., Development of Remodeling Prototype Plans in 1st-Phase New Town Aged Apartment, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning&Design, 34(6), 2018, pp.67-76.)
- [12] 한현주 외 3인, 리모델링에 의한 공동주택의 주광 성능 향상 분석, 한국: 한국생태환경건축학회, 제19권, 제2호, 2019, pp.73-79. // (H.J. Han et al., Daylighting performance enhancement of an Apartment building by Remodeling, Korea: Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 19(2), 2019, pp.73-79.)
- [13] 조행필, 오지현, 김선숙, 노후 공동주택 단열 성능 개선을 위한 외피 리모델링 프로토타입 개발대상부위 설정, 한국: 한국건축환경설계학회, 제11권, 제1호, 2017, pp.52-57. // (H.P. Jo, J.H. Oh, S.S. Kim, A Study on the Target Parts for Envelope Remodeling Prototype to Improve Thermal Performance of Old Multi-family Residential Buildings, Korea: Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, 11(1), 2017, pp.52-57.)
- [14] 최수지, 조재훈, 차폐면적비를 고려한 외부 가변차양 제어 알고리즘 개발, 한국: 대한건축학회, 제32권, 제10호, 2016, pp.53-60. // (S.J. Choi, J.H. Jo, Development of a Control Algorithm for Exterior Movable Shading Device considering Shaded Fraction, Korea: Journal of Architectural Institute of Korea, 32(10), 2016, pp.53-60.)
- [15] 채영석, 임병훈, 공동주택 발코니의 차양식 방화루버 개발연구, 한국: 대한건축학회연합회, 제15권, 제3호, 2013, pp.95-100. // (Y.S. Chae, B.H. Lim, The study of fire venetian blind louver for an apartment balcony, Korea: Architectural Institute of Korea, 15(3), 2013, pp.95-100.)
- [16] 유미혜 외 5인, 공동주택의 단열 및 차양에 따른 구체축열시스템 냉방성능 평가, 한국: 한국주거학회, 제23권, 제2호, 2012, pp.107-114. // (M.H. Yoo et al., Evaluation on Cooling Performance of Thermally Activated Building System by Insulation and Shading Conditions in Apartments, Korea: Journal of the Korean Housing Association, 23(2), 2012, pp.107-114.)
- [17] 최경석, 손장열, 전동 블라인드 내장형 창호시스템 적용에 따른 공동주택 에너지 성능평가 연구, 한국: 대한설비공학회, 제22권, 제7호, 2010, pp.429-435. // (G.S. Choi, J.Y. Sohn, Energy Performance

- Evaluation of Apartment Building in Case of Applying a Blind Integrated Window System, Korea: The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, 22(7), 2010, pp.420-435.)
- [18] 이윤경, 김정태, 공동주택 거주자의 실내 차양장치 사용행태에 관한 연구, 한국: 한국태양에너지학회, 제34권, 제3호, 2014, pp.12-20. // (Y.J. Lee, J.T. Kim, Occupants Control Patterns of Indoor Shading Devices in Apartment Buildings, Korea: Journal of the Korean Solar Energy Society, 34(3), 2014, pp.12-20.)
- [19] 황덕수, 공동주택에서 블라인드 설치 위치와 각도에 따른 실내 열환경 변화에 관한 연구, 한국, 부산대학교 석사학위논문, 2012.02. // (D.S. Hwang, The Study on the Affection of Indoor Thermal Environment by Blind Location and Angle in Apartment House, Korea: Master's thesis, University of Busan, 2012.02.)
- [20] 조진균, 유창우, 국내 초고층 공동주택의 냉방부하 저감을 위한 외부 차양 적용성 및 에너지 분석에 대한 연구, 한국: 대한건축학회, 제26권, 제12호, 2010, pp.303-311. // (J.K. Cho, C.W. Yoo, A Feasibility Study and Energy Analysis of Exterior Shading Device on Cooling Energy Demand for High-rise Residences, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning&Design, 26(12), 2010, pp.303-311.)
- [21] 정창현, 김태연, 이승복, 창호 단열 성능 향상과 외부 차양의 적용에 따른 공동주택 부하 저감 효과 예측, 한국: 한국건축친환경설비학회, 제, 2008, pp.65-70. // (C.H. Cheong, T.Y. Kim, S.B. Leigh, Expectation about Heating and Cooling Load Reduction in Apartment by Using the Window with Lower U-Value and the External Shading Device, Korea: Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, 2008, pp.65-70.)
- [22] 서울주택도시공사, 단지별 임대정보, <https://www.i-sh.co.kr>, 2020.09.20. // (Seoul Housing & Communities Corporation, Rental Information of Apartments, <https://www.i-sh.co.kr>, 2020.09.20.)