

테헤란로 오피스빌딩 리모델링을 위한 에너지소요량 최적화 방안

노원채¹, 오준걸^{2*}

¹서울과학기술대학교 일반대학원 건축과, ²서울과학기술대학교 건축학부 건축학

Analysis of Energy Requirement Optimization Plan for Office Building Remodeling in Teheran-ro

Won-Chae Roh¹, JoonGul Oh^{2*}

¹Graduate School, Seoul National University of Science & Technology

²School of Architecture, Seoul National University of Science & Technology

요약 서울시는 강남구 테헤란로 오피스빌딩 업무지구를 리모델링 활성화 구역으로 추진하고 있다. 리모델링 활성화 구역은 사용승인 후 15년이 지난 건축물들이 약 60%이상 시 해당 구역으로 지정이 가능하며, 테헤란로는 현재 약 62.5%로 리모델링 활성화 구역 지정에 충족한다. 연구의 범위는 테헤란로에 면한 오피스빌딩 총 158개 건물로 구역을 대상으로 하였으며, 그 중 건축물 대장이 존재하지 않는 건축물 6개와 사용승인이 15년이 넘지 않은 28개의 건물을 제외하여 총 128개의 오피스빌딩을 분석하였다. 또한 본 연구에서는 리모델링의 추진유형을 외피교체와 연면적 증가의 두 가지 요소로 분류하여 분석하였다. 분석은 ECO2-OD 프로그램을 활용하여 각 유형별로 시뮬레이션을 통해 에너지소요량을 비교하였다. 테헤란로 오피스빌딩의 노후화를 외피교체 리모델링과 연면적 증가 리모델링을 통해 개선하고 리모델링 활성화 구역 내 지침에 따라 연면적의 30%를 증가 시켰을 경우 오피스빌딩 에너지소요량을 저감시키는 최적화 모델을 찾는다.

Abstract In line with the standards of the remodeling activation zone in Seoul, the Teheran-ro office building business district will be promoted as a remodeling activation zone. In particular, 62.5 % of buildings in Teheran-ro have been approved for use, which is more than the required 60 % of buildings in any zone that have been approved for use to designate the zone as a remodeling activation zone. Meanwhile, this study focused on the office buildings remodeling in Teheran-ro and analyzed 128 office buildings, excluding the 6 buildings without registration and the 28 buildings with less than 15 years of approval for use, in Teheran-ro. In addition, this study classified the elements of office building remodeling into two types: outer cover replacement and total floor area increase in the building. Subsequently, the energy consumption of an office building was analyzed under each type by using the ECO2-OD program simulation. The analysis found an optimized model that improved the aging of each analyzed Teheran-ro office building through a shell-centered building remodeling. In addition, the optimized model reduced the energy consumption of the office building when 30 % of the total floor area of the building was increased according to the building remodeling guidelines of Teheran-ro.

Keywords : Remodeling, U-Value, ECO2-OD, Energy Consumption, Optimization

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No.2020R1F1A1073481)

*Corresponding Author : JoonGul Oh(Seoul National Univ. of Science & Technology)

email: jgoh@seoultech.ac.kr

Received January 10, 2022

Revised March 25, 2022

Accepted May 6, 2022

Published May 31, 2022

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

서울시 리모델링 활성화 구역은 2010년 11월에 건축법 시행 규칙 제2의4에 제정되었다. 구역 지정지침에 따르면 리모델링 활성화 구역 대상은 사용승인 후 15년이 지난 건축물의 비율이 전체 구역의 60%이상을 차지하는 경우, 건축물의 보존이 필요한 경우나 기타 골목길 보존 및 조성, 주거환경 관리 구역 등의 경우로 지정이 된다. 서울시 강남구는 2019년 테헤란로 일대를 ‘리모델링 활성화 구역’으로 지정하는 방안을 추진하고 있고, 테헤란로 일대의 건축물들은 사용승인 이후 15년을 넘은 오피스 건물이 62.5%를 넘어가고 있다[1]. 따라서 본 연구의 목적은 테헤란로 일대의 리모델링 활성화 구역 지정을 대비하여 리모델링의 외피교체와 연면적 증가를 중심으로 에너지소요량 분석을 통해 오피스빌딩의 리모델링시 에너지소요량의 최적화 방안을 도출하고자한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 오피스빌딩의 리모델링 시 에너지소요량 분석을 위해 외피교체 리모델링과 연면적 증가 리모델링을 중심으로 다음과 같은 연구방법으로 진행한다. 먼저, 서경식 외(2013)의 연구에 따르면 설계 요소의 변경에 따라서 1차 에너지소요량 감소를 나타내는 가장 큰 요소는 외벽 및 창호성능이기 때문에 외피교체 리모델링을 첫번째 요소로 선정하였다[2]. 또한 테헤란로의 리모델링 활성화 구역이라는 관점에서 연면적 증가의 리모델링을 선정하여 이 두 가지 요소가 에너지 소요량을 감소하며 최적화 되는 방안을 연구하였다. 테헤란로 오피스빌딩을 2006년 이전의 열관류율 법적 기준을 가진 외피를 현재의 열관류율 법적기준에 맞춰 외피를 변경하는 외피교체 리모델링과 최대 연면적의 30%증가 하는 연면적 증가 리모델링의 두 가지로 구분하였다.

첫째, 이찬희 외(2020)의 논문에 따르면 외피교체 리모델링은 외피의 열관류율이 달라지는 시기에 따라서 에너지소요량이 다르게 나타난다[3]. 따라서 1987년 이전, 1987~2001년, 2001~2006년 등 이전의 외피 열관류율을 적용한 오피스빌딩과 현재 기준 오피스빌딩의 에너지소요량을 비교 분석한다.

둘째, 연면적 증가 리모델링은 오피스빌딩 리모델링 활성화 구역 지침에 따라 최대 연면적의 30%증가가 가능하다[4]. 이를 바탕으로 최대 증축 가능한 층수의 증가

에 따른 에너지소요량 변화를 분석한다.

연구의 범위는 테헤란로에 면한 오피스빌딩이며, 전체 158개에 대해 전수조사하여 그 중 Table 1과 같이 건축물대장이 존재하지 않는 건축물 6개와 2006년 이후 지어진 오피스빌딩인 사용승인 후 15년이 넘지 않은 28개의 건축물을 제외한 총128개의 오피스빌딩을 대상으로 분석하였다.

Table 1. Selection of buildings subject to evaluation

	Total Office Building	Excluded Office Building		Analysis Office Building
	Reason for Exclusion	-	Absence of a Building Register	After 2006. Approval
Number of Office	158	6	28	128

2. 오피스빌딩 리모델링 계획적 전략

2.1 리모델링의 정의 및 선행연구 검토

건축법에 따르면 리모델링이란 건축물의 노후화를 억제하거나, 기능향상 등을 위한 대수선이나 일부 증축행위로 정의된다[5]. 건축물 외피교체 및 연면적 증가에 따른 에너지소요량 저감이라는 관점에서 선행연구를 분석하였다. 즉 본 연구에서는 건물의 에너지 절감을 위한 효과적인 리모델링 방법으로 외피교체와 연면적 증가 리모델링을 적용하였다.

첫째, 외피교체 리모델링이란 리모델링의 개·보수에 해당되며 개·보수는 건물의 규모 및 형태를 유지한 채 마감재를 교체하는 공사이다. 장현숙 외(2012)의 연구에 따르면 건물 외피의 교체는 가장 보편적으로 진행되는 리모델링이며, 비중이 큰 요소이다[6]. 본 연구에서는 2006년 이전의 열관류율 법적기준에 맞춰진 테헤란로 오피스빌딩의 외피를 현재 기준 열관류율 법적기준으로 변경하는 것을 의미한다.

둘째, 연면적 증가 리모델링은 리모델링의 증·개축에 해당되며 내·외부 개·보수는 물론 증축 또는 일부 개축을 곁들여 진행되는 공사이다. 테헤란로의 오피스빌딩은 최대의 건폐율을 이미 만족하기에 수평증축은 불가능하다. 이에 본 연구에서는 수직증축에서 최대30% 연면적의 증가유형을 기준으로 에너지소요량을 분석하였다.

먼저 리모델링의 요소에 대한 선행연구인 박태훈 외

(2007)의 문헌에서는 건축계획 요소와 건축구조 요소, 건축설비 요소 세 가지로 분류했고, 그 중 본 연구에서는 건축계획 요소인 외관이미지 향상 중 외벽 및 창호 마감재 교체와 건축구조 요소인 증축 및 용도변경을 적용하였다[7]. 리모델링 활성화 구역의 선행연구로 문찬정(2015)은 리모델링 활성화 구역별 유형을 명소 경제 활성화 유형과 전통 문화 보존 및 골목길 보전, 기성시가지의 활성화 세 가지의 유형으로 분류하고 각 유형에서 진행 가능한 인센티브 제도를 분석 후 리모델링 활성화 구역 제도에 대한 한계점 및 개선방안을 제안하였다[8].

Table 2. Analysis of previous studies.

Division	Author	Remodeling	Changing Skin	Increase Floors	Energy
Remodeling Elements	Park Tae Hun at al. (2007)	●			
Remodeling Area	Moom Chan Jeong (2015)	●			
Remodeling Changing Skin	Kim Ji Hye at al. (2020)	●	●		●
	Seo Kyeong Sik at al. (2013)	●	●		●
	Jang Hyun Sook at al. (2012)	●	●		●
Expanding the Office Building	Jo Bong Ho (2017)	●		●	

이와 같이 제도의 개선에 대한 기존연구는 있으나 외피교체와 연면적 증가 리모델링에 관한 연구는 전무하다. 김지혜 외(2020)에서는 열관류율 단일 기준의 강화에 따라 에너지요구량 및 1차에너지소요량이 감소하며 일부 건물에서는 냉방에너지의 증가로 인해 1차 에너지소요량이 이전 시기의 기준과 같거나 오히려 증가하는 결과를 밝혔다[9]. 또한 서경식 외(2013)서는 설계 요소의 강화에 따라서 1차 에너지소요량 감소를 나타내는 가장 큰 요소는 외벽 및 창호성능이고, 그 다음으로는 조명 밀도임을 나타낸다[2]. 장현숙 외(2012)는 외피교체 리모델링이 건물 에너지요소 중 가장 큰 영향을 미치는 것은 난방, 냉방에너지로 나타났다[6]. 따라서 본 연구에서는 냉·난방 에너지소요량을 연구 분석결과로 사용하였다. 또한 선행연구에는 연면적 증가에 대한 분석이 없기에 본 연구에서 연면적 증가를 포함하여 외피 열관류율의 법적 기준의 변화도 함께 분석한다.

연면적 증가 리모델링에 관한 선행연구로는 구조적 안전과 주거용 건축물의 수직증축에 대한 연구가 많았고,

연면적 증가에 따른 에너지소요량에 대한 분석은 부족하다. 조봉호(2017)는 안전성 확보를 위해 안전 진단을 실시한 후 심의를 통해 안전성을 검토한다. 또한 사례 쌍용 예가 아파트 수직 2개층 증축의 사례를 분석하였다[10].

이렇듯 선행연구에서는 수직증축의 구조적 내용과 사례 검토를 통한 수직증축 리모델링의 안전성에 관한 내용이다. 하지만 선행연구에서도 증축 후의 리모델링의 에너지소요량에 관한 연구는 부족하다.

2.2 외피교체와 연면적 증가 리모델링

외피교체 리모델링에 있어서 시기별 열관류율이 다르고 열관류율 법적기준이 시기에 따라 강화됨을 이찬희 외(2020)의 연구 일부를 인용하여 Table 3과 같이 정리하였다[3]. 또한 열관류율의 변화에 따라 냉·난방 에너지소요량도 변화하기에 법적기준이 필요하다. 본 연구에서는 2006년 이전의 열관류율 법적 기준의 변화가 테헤란로 오피스빌딩의 외피교체 리모델링 에너지소요량에 미치는 영향을 분석하였다.

Table 3. Rate of U-value regulation

Year	1984	1987	2001	2008
Regulation	Enforcement Rules of Architecture Act		Rules on the Facility Standards, etc. of Buildings	
Roof	*0.58	*0.41	0.41	0.20
Building Skin	*0.58	*0.58	0.47	0.36
Floor	*0.58	*0.58	0.41	0.41
Window	*3.48	*3.37	3.84	3.4

연면적 증가 리모델링은 오피스빌딩의 규모에 따라 증축 가능한 면적이 달라진다. 이에 테헤란로 오피스빌딩의 연면적 규모에 따라 Table 4와 같이 분류하였다. 분류기준은 에너지평가서의 규모 구분에 따라 나누었고, 총 128개 오피스빌딩 연면적의 평균을 산정하였고 이 평균 연면적이 포함된 규모구간을 중규모 오피스빌딩 유형으로 설정하였다. 그 이하 규모구간은 소규모, 이상은 대규모 오피스빌딩 유형으로 분류하였다. 전체 오피스빌딩의 연면적 평균값은 약 20,277㎡으로, 규모 구분 중 4구간(중규모)에 속한다. 이에 1,2,3구간을 소규모, 4구간, 5구간을 각각 중, 대규모로 분류하였다. S유형은 소규모 오피스빌딩 유형으로 연면적 10,000㎡ 이하, M유형은 중규모 유형으로 연면적 10,000㎡~30,000㎡이하, L유형은 대규모 유형으로 30,000㎡초과로 구분하였다[11].

Table 4. Range of energy performance information for each section

Section	Total Floor Area Range(m ²)	Number of Building	
1	last than 4,500	S (Small Size Building)	51
2	4,500 ~ 6,000		
3	6,000 ~ 10,000		
4	10,000 ~ 30,000	M (Medium Size Building)	53
5	More than 30,000	L (Large Size Building)	24

따라서 오피스빌딩 리모델링 시 건축물 에너지소요량에 영향을 미치는 인자를 외피교체와 연면적 증가 리모델링 두 가지로 분류하고, 이 두 가지의 요소와 연계하여 연간 단위면적당 에너지소요량이 최소화되는 조합을 최적화 방안으로 제시한다.

2.3 리모델링과 에너지소요량 최적화

에너지소요량 분석은 에너지관리공단에서 업무용 건축물의 건물에너지효율등급 평가 및 교육을 위한 공개 프로그램인 ECO2-OD(2018ver.)를 사용하여 연간 단위면적당 에너지소요량을 계산한다. Fig. 1은 분석을 위한 진행 방법을 도식화하여 나타내었다. 테헤란로 오피스빌딩을 규모에 따라 3가지(S, M, L유형)로 분류하였고, 리모델링 방법유형을 1. 외피교체 리모델링, 2. 연면적 증가 리모델링, 3. 외피교체 + 연면적 증가 리모델링의 세 가지로 분류하였다.

외피교체 리모델링은 기존 오피스빌딩에서 건축물의 외피만 현재의 열관류율의 외피로 교체한 유형이고, 연면적 증가 리모델링은 기존 오피스빌딩에서 연면적을 30% 증가시키고 증축된 부분의 외피는 현재의 열관류율로 적용한 유형이다. 또한 외피교체 + 연면적 증가 리모델링은 기존 건축물에서 건축물 외피의 교체와 연면적 증가 30%를 둘 다 적용시킨다. 이와같이 세 유형의 리모델링을 건물규모와 열관류율의 시기별로 적용하여 에

너지소요량을 분석한다.

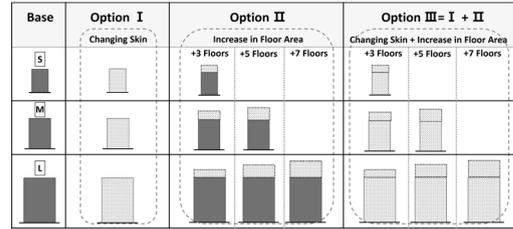


Fig. 1. Process diagram

3. 에너지소요량 분석을 위한 전제

3.1 사용승인연도 및 규모에 따른 분석

Fig. 2는 사용승인연도 및 규모에 따른 유형을 분류한 것이다. 먼저 시기별 열관류율 법적 기준에 따라 1987년 이전은 A시기, 1987~2001년은 B시기, 2001~2006년은 C시기, 2018년 이후 D시기로 분류 하였다. 또한 Table 4의 표기와 같이 오피스빌딩의 규모에 따라 S, M, L유형으로 분류하였다. 각 규모 오피스빌딩 리모델링의 연면적은 30%가 최대 증가가 되기에 S유형은 3개층, M유형은 5개층, L유형은 7개층까지 증축이 가능하다. A, B, C 시기의 증축부 열관류율은 현재의 열관류율 기준으로 설정하고, 증축부의 연면적에 따라 에너지소요량을 분석한다.

3.2 프로토타입 및 ECO2-OD 설정 값

앞서 128개의 오피스빌딩을 규모별, 시기별에 따라 분류하였고, 각 분류에 따라 평균값을 산정하여 프로토타입을 설정하였다. 테헤란로 오피스빌딩 전부를 분석하는 것이 가장 정확한 에너지소요량 값을 얻을 수 있겠지만, 효과적으로 에너지소요량을 분석하기 위해 규모별 평균값을 프로토타입으로 설정하였고 그 내부 설정값은 다음과 같다.

Table 5. Prototype building size category

Building Size	Window Area Ratio (%)	The Average Number of Floors	Average of Total Area(m ²)	The Average Area of Typical Floor(m ²)	Remodeling Increases the Total Floor Area by up to 30%(m ²)	Increase the Maximum Number of Floors
S	55	11	5,850.11	531.828	1,755.033	3 More Floors
M		18	18,128.52	1,007.14	5,438.556	5 More Floors
L		24	55,185.04	2,299.38	16,555.512	7 More Floors

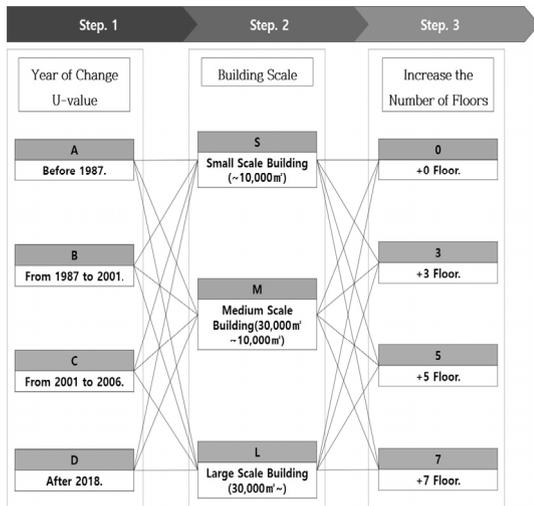


Fig. 2. Simulation process

프로토타입 설정은 앞서 2장에서 정리한 연면적 구간별(Table 4) 평균값으로 산정하였고, 연면적은 Table 5와 같이 세 유형으로 설정하였다. 층수는 각 규모별 오피스빌딩의 평균 층수로 산정하여 S유형은 11층, M유형은 18층, L유형은 24층으로 하였다. 세가지 유형의 규모별 평균 연면적에서 S유형은 5,850.11m², M유형은 18,128.52m², L유형은 55,185.04m²이다. 또한 S유형의 1개층 바닥의 면적은 531.828m², M유형은 1,007.14m², L유형은 2,299.38m²이다. 장단변비는 정방향으로 고정하였고, 기준층 면적은 각 규모의 연면적 평균값을 층수로 나눈 것으로 설정하였다. 각 규모별 최대 연면적의

30%를 산정한 결과, S유형은 1,755.03m², M유형은 5,438.55m², L유형은 16,555.51m² 만큼 증축이 가능하며 층수로 환산하면 S유형은 약 3개층, M유형은 약 5개층, L유형은 약 7개층 증가가 가능하여 이를 Table 5의 표로 요약하였다.

일반적으로 창면적비는 에너지소요량에 큰 영향을 미친다. 이에 동일한 조건의 설정을 위하여 권주현 외(2021)의 연구에 따라 테헤란로 오피스빌딩의 창 유형별 창면적비 평균값을 산정하여 55%로 고정하였다[12]. 분석 시뮬레이션 프로그램은 ECO2-OD를 사용하였고 기상 데이터를 기반으로 에너지소요량을 비교하여 최적화 조합을 밝힌다[6].

Table 6. ECO2-OD Performance information

ECO2-OD Input		Efficiency
Heating System	EHP	2.0
Cooling System	EHP	3.5
Heat Recovery Ventilator	Heating Recovery Rate	70%
	Cooling Recovery Rate	50%
Lighting Density (W/m ²)	LED	12
Renewable Energy Ratio	0%	0%

Table 6과 같이 프로토타입 설정을 위한 설비 구성 및 공조 조명 시스템은 업무시설의 설비방식의 대표적인 시스템인 EHP 냉난방, EHP 냉방, 가스보일러, 환기용 공조, 조명기기 순으로 입력하였다. 모든 설비장치들은

Table 7. Energy consumption result

Period of U-Value	Building Size	Increase the Number of Floors (kWh/m ² ·yr)							
		0		+ 3 Floors		+ 5 Floors		+ 7 Floors	
		Heating	Cooling	Heating	Cooling	Heating	Cooling	Heating	Cooling
A (~1987)	S	18.4	38.6	14.2	40.5				
	M	13.7	35.8	11.5	36.6	10.4	37.1		
	L	8.6	31.6	7.5	32.3	6.6	32.7	6.1	33.1
B (1987~2001)	S	17.4	39.1	13.4	40.9				
	M	12.9	36.6	10.9	37	9.9	37.6		
	L	8.2	31.9	7.1	32.6	6.5	33	6	33.3
C (2001~2006)	S	18.8	38.2	14.4	40.2				
	M	14.1	35.2	11.8	36.3	10.7	36.7		
	L	8.8	31.4	7.6	32	7	32.4	6.4	32.8
D (2018~)	S	4.8	43.9	4.4	43				
	M	3.7	40.7	3.7	40.8	3.7	40.9		
	L	2.6	35.3	2.6	35.4	2.6	35.4	2.6	35.4

단위면적당 기준으로 동일하게 적용하였고, 연면적 증가에 따라 설비용량도 함께 증가하는 방식으로 입력하였다.

4. 리모델링 에너지소요량 최적화 방안 도출

4.1 외피교체 에너지소요량 분석

Table 7과 같이 외피교체에 따른 에너지소요량을 오피스빌딩의 사용승인 연도와 연면적 규모에 따라서 분석하였다. 규모와 상관없이 단위면적당 난방에너지소요량은 A시기(~1987)에서 B시기(1987~2001)를 거치면서 감소하는 형태를 보였지만 B시기에서 C시기(2001~2006)로 변경이 되었을 때에는 증가하는 형태를 보였다. 이는 B시기와 C시기 사이의 열관류율 법적기준 강화에 따라 난방에너지소요량이 증가함으로 분석되며, 이는 이찬희 외(2020)에서 열관류율 기준 강화에 따른 오피스빌딩의 에너지소요량 증가와 동일한 결과로 분석된다. 또한 A, B, C 시기에 비해 현재 열관류율 기준을 적용한 D시기(2018~)에서는 현저히 낮은 난방에너지소요량을 보여준다[3]. 하지만 이와 반대로 단위면적당 냉방에너지소요량은 A시기에서 B시기의 열관류율로 변화할 때 증가함을 보였고, B시기에서 C시기의 열관류율로 넘어갈 때 감소하는 결과를 보인다. 이와 같이 냉방에너지소요량은 난방에너지소요량과 반비례한다. 김지혜 외(2020)에서도 오피스빌딩에서의 이와 같은 결과는 난방에너지보다 냉방에너지에 집중된 설비방식이 원인이라고 분석했다.[9]

4.2 연면적 증가에 따른 에너지소요량 분석

Fig. 3은 L유형(대규모 오피스빌딩)의 시기별 연면적 증가에 따라 나타나는 냉·난방 에너지소요량 그래프이다. L유형의 연면적 증가 리모델링이 A, B, C시기에서 전체적으로 연면적 증가에 따라 단위면적당 난방에너지소요량이 평균 29.07%(8.6→6.1kWh/m²·yr) 감소를 보였지만, 2018년 이후 시기에서는 연면적이 증가함에도 단위면적당 난방에너지소요량은 변화가 없다. 이와 반대로 단위면적당 냉방에너지소요량에서는 A, B, C시기에서 전체적으로 평균 4.75%(31.6→33.1kWh/m²·yr) 증가하지만, D시기에서는 연면적이 증가함에도 35.3~35.4 kWh/m²·yr를 유지한다.

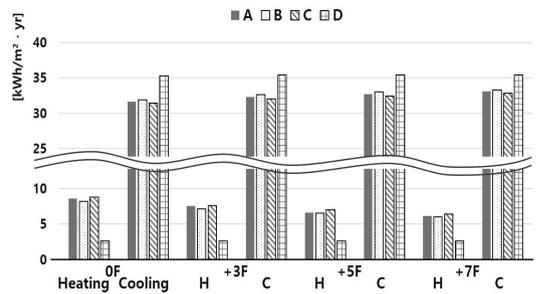


Fig. 3. Heating & Cooling energy consumption for L size building

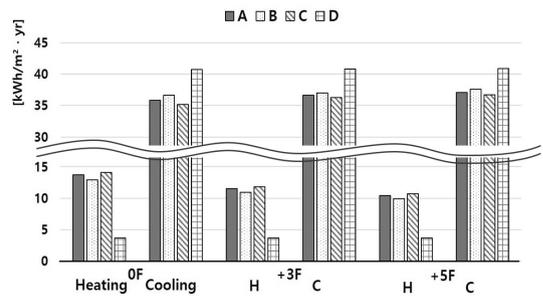


Fig. 4. Heating & Cooling energy consumption for M size building

M유형(중규모 오피스빌딩)은 Fig. 4와 같고, S유형(소규모)은 Fig. 5와 같다. M, S유형에서도 L유형(대규모)과 동일하게 A, B, C시기 모두 연면적이 증가함에 따라 단위면적당 난방에너지소요량은 평균 24.09%(13.7→10.4kWh/m²·yr)감소하고, 단위면적당 냉방에너지소요량에서는 A, B, C시기 모두 평균 3.63%(35.8→37.1kWh/m²·yr) 증가하였다. 또한 M유형의 D시기에 단위면적당 냉방에너지소요량은 0.49%(40.7→40.9kWh/m²·yr)씩 증가하였다.

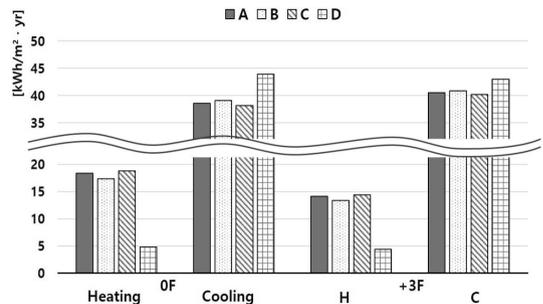


Fig. 5. Heating & Cooling energy consumption for S size building

S유형의 A시기에서는 단위면적당 난방에너지소요량은 22.83%(18.4→14.2kWh/m²·yr)가 감소하였고, 냉방 에너지소요량은 4.92%(38.6→40.5kWh/m²·yr) 증가하였다.

4.3 외피교체와 연면적 증가 에너지소요량 분석

외피교체와 연면적 증가를 동시에 진행 하였을 시에 L유형은 단위면적당 난방에너지소요량과 냉방에너지소요량이 동일하게 나타났다. 또한 M유형에서도 마찬가지로 단위면적당 에너지소요량은 변화가 없었다. 그러나 S유형에서는 외피교체 후 연면적 증가가 이루어졌을 때 3개층 증축 시 단위면적당 난방에너지소요량은 8.33%(4.8→4.4kWh/m²·yr) 감소, 냉방에너지소요량은 2.05%(43.9→43kWh/m²·yr) 감소가 나타났다.

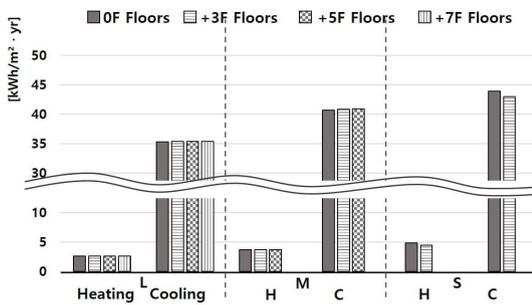


Fig. 6. Heating & Cooling energy consumption for increase floors

5. 결론

본 연구는 테헤란로 오피스빌딩의 외피교체, 연면적 증가 리모델링, 혹은 두 가지 모두 실행하는 리모델링 유형의 냉·난방 에너지소요량을 비교, 분석하였다. 이와 더불어 오피스빌딩의 규모와 열관류율기준의 시기에 따라 에너지소요량이 최적화 되는 유형을 밝히고, 추후 리모델링 시 에너지소요량 최적화 방안을 제시한다.

첫째, 외피교체 리모델링으로 보았을 때 L유형에서는 A, B시기의 오피스빌딩을 리모델링한 경우 가장 효율이 높게 나타났고, M유형에서는 A, B시기가 동일한 효율로 가장 높게 나타났다. S유형에서는 A, B시기가 에너지소요량 차이가 가장 크게 나타났다. 오피스빌딩 규모 측면에서는 S유형의 리모델링에서 에너지소요량의 감소가 가장 컸다. 그 다음으로 M유형, L유형순으로 나타났고, S

유형은 L유형 대비 약27.71% 에너지소요량 감소를 나타낸다. 이를 통해 오피스빌딩의 외피 교체 리모델링 중 가장 적은 에너지소요량을 갖는 오피스빌딩 규모와 시기의 조합은 S유형(소규모)의 A시기(1987년 이전) 오피스빌딩을 D시기(현재)로 리모델링하는 것으로 밝혀졌다.

둘째, 연면적 증가 리모델링은 0개층에서 7개층까지의 모든 유형에서 연면적이 증가할수록 연간 단위면적당 에너지소요량은 감소하였다. 그러나 감소의 폭은 크지 않으며 L유형에서는 약 1% 감소하고, M유형에서는 약 2.7% 감소한다. 또한 S유형에서는 4.2%감소를 나타내지만 전체적인 감소의 폭은 적다. 연면적 증가에 따른 증축 후 외피 리모델링의 경우, 에너지측면에서 가장 적은 양의 에너지소요량을 갖는 조합은 L유형(대규모)의 D시기(2018년 이후 사용승인) 오피스빌딩을 7개층 증축한 조합이다.

본 연구에서는 외피교체와 연면적 증가만을 적용시켜 시뮬레이션을 통한 분석을 하였기에 공사비 등 타 분석요인의 구조적 한계가 있다. 또한 향후에는 외피교체와 연면적 증가부분에 대한 리모델링 뿐만 아니라 다양한 설계기준을 반영한 에너지소요량 비교와 관련된 후속 연구가 필요하다.

References

- [1] Gangnam-gu in Seoul, Promotion of remodeling activation zones for re-creation of commercial areas in Teheran-ro, Announcement, Architecture Division, Republic of Korea, 1-6, www.seoul.go.kr
- [2] K. S. Seo, J. H. Kwon, J. U. Jung, S. J. Suh, "Analysis on Energy Consumption for Office Building According to Improvement of Envelope Insulation Performance", *The Korean Solar Energy Society*, Vol.33, No.1, pp.339-343, 2013
- [3] C. H. Lee, J. H. Kwon, S. Y. Lee, R. B. Kang, J. G. Oh, "Analysis of Cooling and Heating Load according to Heat Loss Prevent Regulation Changes at Teheran-ro Office Building", *Ecological Architecture and Environment*, Vol.20, No.2, pp.100-101, 2020
- [4] Seoul Metropolitan City, Designated a remodeling activation area, Announcement, Architecture Planning Division, Republic of Korea, 1-3, www.seoul.go.kr
- [5] Korea Ministry of Government Legislation, Definition of Terms in the Building Act, [cited 2021 December 24] Available From: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B1%B4%EC%B6%95%EB%B2%95> (accessed October 20, 2021)

- [6] H. S. Jang, S. H. Lee, "A Study on the Non- residential Building Envelope Remodeling for Energy Efficiency", *Korea Institute Construction Engineering and Management*, Vol.13, NO.6, pp.4, 2012, DOI: <http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2012.13.6.003>
- [7] T. H. Park, J. S. Park, "An Analysis of Remodeling Factors though the Case Studies of Closed Schools in Kyunggi Province", *Korea Institute of Registered Architects*, Vol.23, No.3, pp.99-100, 2007
- [8] C. J. Moon, H. Y. Park, "A Study on the Incentive program operation by type for the Remodeling activation zone", *Residential Environment Institute of Korea*, Vol.13, No.4, pp.127-132, 2015
- [9] J. H. Kim, J. E. Sung, H. G. Kim, D. J. Park, S. S. Kim, "Improvement in Energy Performance of Office Buildings according to the Evolution of Building Energy Code", *Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*, Vol.14, No.1, pp.110-111, 2020, DOI: <https://doi.org/10.22696/jkiaeb.20200010>
- [10] B. H. Cho, "Understanding vertical extension remodeling.", *KICEM*, Vol.18, No.5, pp.13-15, 2017
- [11] W. C. Roh, J. G. Oh, "Characteristics of Energy Consumption Grade per Scale and Orientation of Office Buildings at Teheran-ro", *Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, Vol.21, No.1, pp.58-59, 2021
- [12] J. H. Kwon, J. G. Oh, "Characteristics of Electric Energy Consumption According to Elevation Type of Teheran-ro Office Buildings", *The Inchon Institute*, Vol20, No.1, pp.91, 2021

오 준 곁(JoonGul Oh)

[중신회원]



- 2013년 2월 : 서울대학교 일반대학원 건축학과 (공학박사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 건축학부 교수

<관심분야>

건축설계, 도시재생, 친환경건축

노 원 채(Won-Chae Roh)

[준회원]



- 2021년 2월 : 경성대학교 건축학과 (학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 건축학 석사

<관심분야>

건축설계, 친환경건축