

사무소 건물의 외피요소가 냉난방 및 조명에너지 소비에 미치는 영향에 관한 연구

(A Study on the Effect of Envelope Factors on Cooling, Heating and Lighting Energy Consumption in Office Building)

손장희* · 양인호**

(Chang-Hee Son · In-Ho Yang)

Abstract

The objective of this study is to perform an analysis of the heat(heating and cooling) and lighting energy consumption according to the window area ratio and the application of horizontal louver, which is external shading device installed for the purpose of energy savings in office buildings. For this, a building was chosen as a typical example, and the heat and lighting energy consumption was calculated by using the daylight and building energy analysis simulation. The results showed that the total energy consumption, when the lighting control was applied, was reduced by an average of 11.49[%] compared to when there was no lighting control. The smaller the glazing ratio is, the less the total energy consumption is. Also, the application of the horizontal louver increases the total energy consumption under the same condition of glazing ratio.

Key Words : Heating & Cooling Energy, Lighting Energy, On-Off Lighting Control, Office Building

1. 서 론

우리나라는 2020년까지 온실가스를 국가 전체적으로 30[%], 건물에서는 26.9[%] 줄이기로 하는 목표안을 확정하였다[1]. 건물부문에서 사용되는 에너지는 국내 전체 에너지 소비량 중 24[%]에 이르며, 그 중

공조에 사용되는 에너지와 조명·전기 콘센트에 사용되는 에너지는 각각 48.9[%], 35.8[%]로[2] 대부분을 차지하는 것으로 나타나 온실가스 감축 목표를 달성하기 위하여 냉난방 및 조명 에너지 소비 절감을 위한 방안의 마련이 시급한 실정이다. 조명의 사용은 냉난방에너지 소비량에 직접적인 영향을 주고, 창면 적비 및 일사차폐를 위한 차양과 같은 외피 요소에 따라 조명에너지 소비량과 냉난방에너지 소비량은 상호 연관성을 가지며 변화한다. 예를 들어 차양의 적용은 실내로의 일사유입을 줄여 냉방에너지 소비량을 감소시키지만 주광의 실내로의 유입을 차단하여 인공조명의 에너지 소비량을 증가시키게 된다. 따

* 주저자 : 동국대학교 건축공학과 석사과정
** 교신저자 : 동국대학교 건축공학과 교수
Tel : 02-2260-3358, Fax : 02-2277-5042
E-mail : forinho@hanmail.net
접수일자 : 2011년 11월 25일
1차심사 : 2011년 12월 2일, 2차심사 : 2012년 1월 16일
심사완료 : 2012년 1월 17일

라서 건축설계 단계에서 외피설계시 냉난방에너지와 조명에너지는 동시에 고려될 필요가 있지만, 주로 냉난방에너지 저감에 초점을 맞춰 설계가 이루어지고 있는 실정이다.

또한 건물외피와 관련된 기존의 연구들[3-5]은 냉난방에너지 관점에서와 조명에너지 관점에서의 연구가 각각의 분야로서 이루어져 왔으며 이들의 통합된 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 건축설계자가 설계 초기단계에서 에너지 절감을 위해 열환경과 빛환경을 동시에 고려하여 건물 외피요소를 최적 설계하는데 도움을 줄 수 있는 기초 자료를 제시하기 위한 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 On-Off 조명제어 시스템이 적용된 일반 사무소 건물을 대상으로 설계조건에 따라 조명을 설계한 후 3Ds MAX 프로그램을 이용해서 제어의 범위를 결정하여 조명제어 시 건물의 냉난방 및 조명에너지 소비량에 모두 영향을 미치는 외피요소인 창면적비와 차양 설치의 변수에 따른 조명의 점등율을 산출하였다. 산출한 점등율을 적용하여 전세계적으로 연구 및 실무분야에서 널리 적

용되고 있는 건물에너지 해석 시뮬레이션 프로그램인 DOE-2 프로그램을 실행하여 냉난방에너지 소비량과 조명에너지 소비량을 산출하였다. 그림 1은 연구의 흐름을 나타낸 것이다. 이를 통해 외피변수에 따른 에너지 소비 변화 특성을 분석하여 건축설계자가 설계초기단계에서 참고할 수 있는 기초 자료를 제시하였다.

2. 시뮬레이션 모델 작성

2.1 모델건물 개요

본 연구는 실제 사무소 건물에서 자연채광의 영향을 받지 않는 코어부분을 제외한 기준층 평면을 대상으로 이루어졌다. 모델건물의 기준층 면적은 1,043.82 [m²]이고, 층고는 4[m], 천정고는 2.7[m]이며, 그림 2와 같이 외주부 깊이는 3[m]로 설정하였다. 본 연구에서는 건축면적, 규모, 형태 등은 모델건물의 실제 데이터를 그대로 사용하였으며, 재료의 물성치는 외벽의 열관류율은 0.47[W/m² · K]로 설정하였고, 창은 열관류율 3.4[W/m² · K], 차폐계수 0.3의 24[mm] 칼라복층유리로 설정하였다. 모델건물은 조명 및 냉난방에너지 소비량의 최소화를 위해 남향으로 설정하였다.

시뮬레이션은 위도 37.6도, 경도 127.5도의 서울의 태양 고도와 기상데이터를 적용하여 수행하였다. 시뮬레이션의 입력조건은 표 1과 같다.

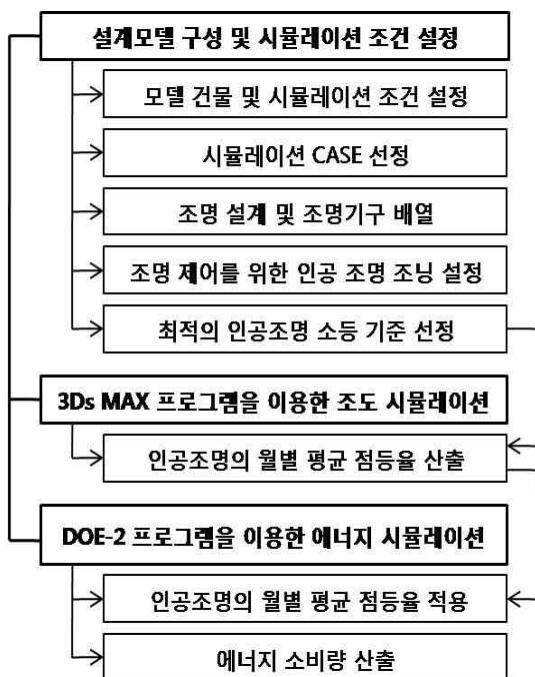


그림 1. 연구 흐름도
Fig. 1. Flow chart of study procedure

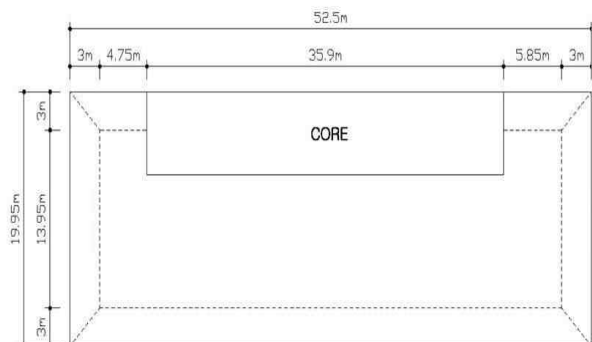


그림 2. 모델건물의 기준층 평면
Fig. 2. Typical floor plan of the model building

표 1. 시뮬레이션 설계 조건
Table 1. Design conditions of the simulation

구분	내 용			
반사율	천장	80[%]	바닥	20[%]
	벽	50[%]	차양	20[%]
유리의 유형	가시광선 투과율 60[%], 반사율 7[%] Colored multi-layer windows			
작업면 높이	0.85[m]			
실내온도	20~26[℃]			
조명발열	16.7[W/m ²]			
기기발열	20[W/m ²]			
채실밀도	0.2인/[m ²]			
침기량	1.0회/[h]			
필요외기량	25[CMH]/인			
인체	현열	57[W]/인	잠열	62[W]/인

2.2 시뮬레이션 변수 설정

본 연구는 설계 초기단계에서 에너지 소비를 줄일 수 있는 외피 디자인의 기초자료를 제시하기 위하여, 건물의 에너지 성능에 영향을 주는 건축부문의 요소 중 주광의 실내 유입에 영향을 미치는 창면적비와 차양을 시뮬레이션 변수로 선정하였다. 창면적비는 100[%]를 기준으로 설정하고 80[%]와 60[%]를 범위로 설정하였고, 차양은 설치되지 않았을 경우를 기준

표 2. 기준모델의 CASE
Table 2. Case of standard model

	창면적비	차양돌출길이
CASE 1	100[%]	-
CASE 2	100[%]	0.6[m]
CASE 3	100[%]	1.2[m]
CASE 4	80[%]	-
CASE 5	80[%]	0.6[m]
CASE 6	80[%]	1.2[m]
CASE 7	60[%]	-
CASE 8	60[%]	0.6[m]
CASE 9	60[%]	1.2[m]

으로 돌출길이 0.6[m]와 1.2[m]의 고정형 수평루버를 범위로 설정[3]하여 창면적비와 차양에 따른 에너지 소비량 비교를 위하여 표 2와 같이 각각의 범위를 조합한 9가지 CASE를 선정하였다.

3. 인공조명 점등율 결정을 위한 시뮬레이션

3.1 조명설계

조명설계는 일반적으로 작업면 평균 조도를 기준으로 한다. 국내 사무공간의 경우 최저 300[lx], 평균 400[lx], 최고 600[lx]가 KS기준(KS A 3011)으로 제시되어 있다. 그러나 최근 해외 조도기준이 높아지고 있는 추세를 고려할 때 사무공간의 기준조도는 이보다 높은 500~700[lx]가 바람직하므로 이의 최소값인 500[lx]를 평균 조도로 선정하였고, 최저 조도는 400[lx]로 선정하였다[6].

조명기구수를 산출하기 위해 실의 천장면에 균일하게 배치된 조명기구로부터 나오는 광속이 사용자의 작업면에 균일하게 분포된다고 가정하고 소요의 수평면 평균조도에 대한 조명등 기구수를 산출하는 식 (1)의 광속법을 사용하였다.

$$N = \frac{E \times A}{F \times U \times M} \quad (1)$$

여기서 N은 필요로 하는 램프수 (등수), E는 요구하는 조도[lx], A는 조명설계 대상실의 면적[m²], F는 램프 당 광속[lm], U는 조명율[%], M은 보수율이다.

본 연구에서는 식 (1)에 3000[lm]의 2등 형광등, 조명율 50[%], 보수율 0.77을 적용하여 2개의 32[W] 형광등을 사용하는 조명등 기구수가 170개로 계산되었고, 실내 조도가 균등하도록 식 (2)와 식 (3)에 따라 170개의 기구들을 배치하여 그림 3과 같이, 조명기구와 벽의 간격은 0.93[m], 가로 방향의 28개의 조명기구의 간격은 1.8[m], 세로 방향의 8개 조명기구의 간격은 2.4[m]로 배치하였다.

$$S_w \leq \frac{H}{2} \quad (2)$$

$$S \leq 1.5H \quad (3)$$

여기서 S_w 는 조명기구의 벽과의 간격[m], S 는 조명기구의 최대간격[m], H 는 작업면에서 조명기구까지의 높이[m]이다.

조명 설계에 의한 인공조명 배치의 타당성을 입증하기 위해 작업면에서 설계조도를 만족시키는지 확인하는 작업을 수행하였다. 시뮬레이션을 실내로 빛이 들어오지 않는 오전 2시로 설정하여 모든 조명을 켜진 상태에서 조명기구의 바로 아래의 바닥으로부터 0.85[m] 높이의 작업면의 조도를 확인하였다. 시뮬레이션 결과, 작업면의 조도는 그림 4와 같이 나타났고, 평균 조도가 500[lx]로 나타나 조명 설계가 적절하게 이루어진 것을 확인하였다.

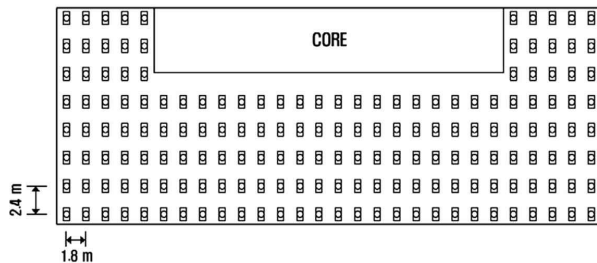


그림 3. 조명기구 배치도
Fig. 3. Plan of the lighting fixture arrangement

3.2 조명제어 조닝

실내공간의 인공조명계획에서는 자연채광을 배제한 상태에서 인공조명만으로 설계가 이루어지므로, 인공조명의 제어가 없는 자연채광은 단순히 실내의 조도값만 높이는 결과를 초래한다. 인공조명의 제어 방법은 On-Off 제어와 조광제어로 나누어 볼 수 있다. 본 연구에서는 On-Off 제어를 적용하였고, 최적의 조명제어를 위해 조명제어 존(Zone)을 설정하였다[7]. 조명제어 존은 크게 코어가 위치한 북측을 제외한 동, 서, 남측 존으로 나누었고, 모델 건물이 남측면이 긴 장방형 건물이기 때문에 그림 4와 같이 남측 존을 두 부분으로 나누었다. 그림 4의 점선으로 나타난 코어 남측에 면한 부분은 조명을 켜진 경우 조명 설계 설정의 최소 기준을 만족하기 때문에 조명제어 존에서 제외하여 항상 조명을 켜는 것으로 설정하였고, 향에 따라 평행한 선상에 배열된 작업면의 위치에 따른 조도는 거의 변함이 없는 것으로 나타나 향에 평행하게 조명제어 존을 설정하여 그림 5와 같이 동측 5개, 서측 5개, 남측 8개의 조명제어 존으로 나누었다. 또한 각 존의 중앙에 위치한 작업면의 조도는 각 존의 조도를 대표할 수 있는 대표 조도로 활용될 수 있는 것으로 판단하여 그림 4의 어둡게 표시된 작업면에서 계산된 조도를 각 존의 대표조도로 선정하였다.

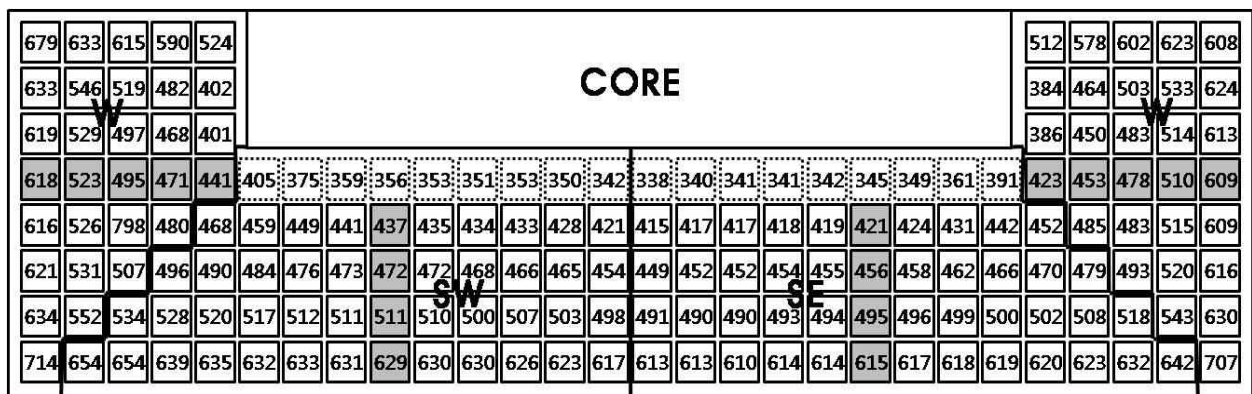


그림 4. 조도계산 결과([lx])
Fig. 4. Results of the calculated illumination(unit : [lx])

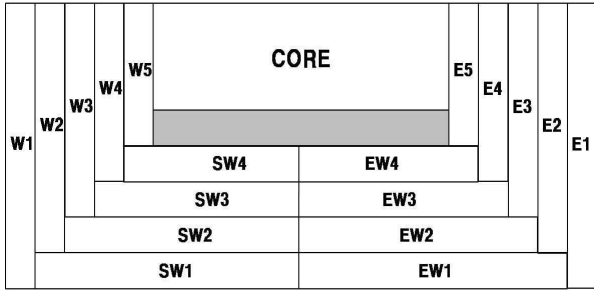


그림 5. 조명제어 존닝
Fig. 5. Lighting control zoning

3.3 인공조명 소등의 기준조도 설정

주광제어 범위는 주광의 유입시에 소등할 수 있는 조명기구의 최대 범위라고 볼 수 있고, 이는 주광 및 인공조명에 의한 실내조도 분포에 따라 달라진다. 그러나 기존의 주광제어 범위 결정은 객관적 기준 없이 경험적이고, 주관적인 기준에 따라 이루어지고 있으므로, 객관적인 시뮬레이션 데이터를 이용한 합리적인 주광제어범위 결정법이 요구된다. 본 연구에서는 시뮬레이션을 통해 얻은 주광 및 인공조명에 의한 실내 조도 값을 바탕으로 그림 6과 같이 주광 제어 범위를 선정하였다. A는 주광으로 인한 조도분포 곡선, B는 A중 500[lx]에 못 미치는 조도값(인공조명의 보충이 필요한 조도값), C는 인공조명으로 인한 조도분포 곡선, x는 주광거리[m] (주광만으로 500[lx]를 만족하는 길이), y는 조명거리[m](조명기구 중심으로부터의 빛의 확산거리), UD는 유니트 깊이[m](조명기구의 깊이방향 간격)이다. 여기서 인공조명이 점등되는 위치는 주광거리(x)와 조명거리(y)를 합한 지점이 된다.

그림 6에 따라 설계 조도 500[lx]를 만족시키는 인공조명 소등에 대한 기준 조도를 결정하기 위해 CASE 1의 춘분(3/21), 하지(6/21), 동지(12/21)의 시뮬레이션을 수행하였다. 낮과 밤의 길이가 같은 춘분, 태양의 남중고도가 가장 높고 낮이 가장 긴 하지, 태양의 남중고도가 가장 낮고 밤이 가장 긴 동지의 3일은 태양의 남중 고도에 따른 실내로 유입되는 주광의 패턴을 대표적으로 보여줄 수 있기 때문에 선정되었다.

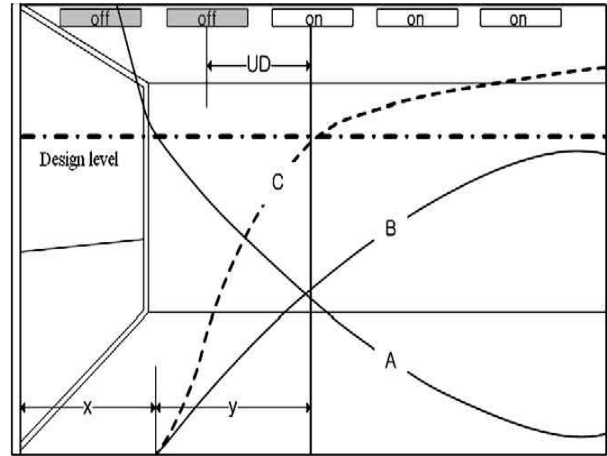


그림 6. 조명제어 범위
Fig. 6. Lighting control range

시뮬레이션은 1시간 간격으로 이루어졌고, 인공조명 소등의 기준 조도를 결정하기 위하여 작업면의 조도가 600[lx] 이상으로 계산된 존의 인공조명 소등 후 작업면의 조도를 확인하였고, 100[lx] 간격으로 700[lx], 800[lx]에서도 같은 방법으로 반복되어 수행되었다. 표 3은 하지(6/21)때, 조도가 600[lx], 700[lx], 800[lx] 이상으로 계산된 존의 인공조명 소등 후의 조도를 예로 나타낸 것이다. 어두운 부분은 기준조도 이상의 조도값이 나타나 인공조명을 소등한 부분을 나타낸다. 본 연구에서는 작업면 위의 인공조명이 기준조도 이상일 때 소등되면 작업면의 조도는 주광과 주변의 인공조명에 의해 영향을 받으며 조도는 낮아지고, 기준 조도가 낮을수록 소등될 수 있는 인공조명의 수는 증가되기 때문에 설계기준을 만족하는 조건 중 최소의 조도를 최적의 기준조도로 선정하였다. 따라서 인공조명 소등의 기준 조도의 설정 조건을 작업면의 조도를 최저 400[lx], 평균 500[lx]로 유지시키는 것으로 설정하였기 때문에 표 3의 기준조도를 600[lx] 이상으로 설정하였을 경우 작업면의 조도가 400[lx]이하로 나타나는 존이 나타나 적당하지 못한 것으로 판단되었고, 700[lx]를 기준 조도로 설정한 경우는 춘분(3/21), 하지(6/21), 동지(12/21) 때 모두 최소 400[lx], 평균 500[lx]의 조건을 모두 만족하는 것으로 나타나 인공조명 소등에 대한 기준조도를 700[lx]로 결정하였다.

표 3. 하지의 조도 시뮬레이션 결과([lx])

Table 3. Results of the simulation performed during the summer solstice(unit : [lx])

시간	WEST					SOUTH1				SOUTH2				EAST				
	W1	W2	W3	W4	W5	SW1	SW2	SW3	SW4	SE1	SE2	SE3	SE4	E1	E2	E3	E4	E5
모두 점등																		
9	645	535	519	490	492	670	559	518	479	691	568	513	496	15541	3679	768	643	540
10	661	532	526	498	491	864	581	510	504	896	598	538	497	15695	896	691	567	518
11	653	563	541	484	479	2255	620	539	505	2275	626	563	527	8070	705	632	523	526
12	656	555	547	494	484	3316	634	543	505	3322	648	563	533	879	594	589	497	513
13	849	602	562	499	485	3254	629	542	503	3337	644	566	526	648	539	569	480	495
14	7787	707	618	527	501	2300	614	544	507	2287	628	553	530	658	542	562	482	502
15	15499	847	679	562	530	880	581	519	510	897	590	528	487	640	560	541	490	479
16	15588	3350	768	605	542	673	556	511	485	675	556	499	473	630	561	514	514	478
17	13445	11459	975	668	585	655	565	523	493	640	550	496	475	637	556	530	514	483
600[lx] 이상 작업면 소등																		
9	495	466	496	482	469	476	467	473	462	480	470	473	473	15252	3334	422	349	416
10	505	487	519	509	483	683	512	481	467	685	508	487	484	15465	584	414	454	478
11	481	477	482	498	473	1991	355	424	449	2012	321	409	436	7832	406	340	396	422
12	487	511	533	521	487	3048	359	437	472	3050	347	396	462	721	494	493	493	494
13	617	379	444	475	488	2997	360	428	470	3079	337	396	457	489	455	472	478	480
14	7529	413	334	421	473	2022	348	420	454	2020	322	385	450	484	455	470	483	482
15	15230	584	419	473	471	690	518	478	476	699	525	506	486	500	462	494	501	490
16	15333	3034	443	350	430	485	477	468	468	485	480	479	468	484	463	486	491	467
17	13181	11138	634	414	459	461	479	491	473	455	472	466	476	505	481	494	501	467
700[lx] 이상 작업면 소등																		
9	649	547	528	493	483	688	551	508	490	678	561	510	485	15280	3360	500	496	492
10	667	557	552	497	475	679	503	469	470	681	527	495	497	15521	655	543	532	519
11	662	595	557	532	488	2068	528	480	476	2064	529	496	484	7883	488	487	500	484
12	683	564	566	509	486	3122	554	477	474	3111	561	498	490	739	509	504	509	496
13	735	527	544	508	484	3067	563	469	471	3121	563	517	508	642	545	537	510	512
14	7564	508	511	532	500	2109	545	484	481	2104	543	512	500	645	543	538	508	506
15	15270	658	579	527	492	694	511	475	473	695	527	521	495	635	549	537	505	493
16	15340	3057	513	485	500	684	564	521	481	680	561	506	489	630	566	527	513	476
17	13202	11169	700	575	528	641	538	514	476	643	530	499	476	642	563	527	509	485

3.4 점등을 계산

최적의 인공조명 소등의 기준 조도를 700[lx]로 결정하였기 때문에, 작업면의 조도가 700[lx] 이상일 때

인공조명이 소등되도록 하였을 경우에 조명제어에 따른 인공조명의 점등율을 산출하기 위한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 기간은 1년으로 매월 1일, 11일, 21일의 총 36일의 날짜가 선택되었고, 시물

표 4. CASE 1의 월평균 점등율

Table 4. Average monthly lighting rate of CASE 1

CASE 1	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
09시	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	0.3
10시	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5
11시	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
12시	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5
13시	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5
14시	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
15시	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
16시	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.4	0.3
17시	0.1	0.5	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7	0.3	1	1

레이션은 재실시간인 09시부터 18시까지 매 1시간 간격으로 측정하였다. 시뮬레이션 결과 작업면의 조도가 700[lx]를 넘는 존은 인공조명이 소등되는 것으로 간주하여 소등되는 존의 인공조명의 수에 따라 소등되는 것으로 계산해 시간별 월평균 점등율을 계산하였고, 이러한 방법은 모든 CASE에 동일하게 적용되어 표 4와 같이 각각의 CASE에 따라 점등율을 산출하였다.

4. 에너지 소비량 분석

4.1 조명제어 적용에 따른 에너지 소비량

조명제어의 적용이 냉난방 및 조명에너지 소비량에 미치는 영향을 알아보기 위해 각각의 CASE에 대하여 조명제어를 적용하지 않을 경우와 적용하였을 경우의 에너지 소비량을 계산하였으며, 그 결과가 표 5에 나타나 있다. 조명제어를 적용하였을 경우 적용하지 않을 경우에 비하여, 조명에너지는 최대 35.56[%] 감소(CASE 1-2)하였다. 조명에너지 소비량의 감소로 인해 냉방에너지 소비량은 최대 6.32[%] 감소(CASE 4-2)하였고, 난방에너지 소비량은 최대 14.80[%] 증가(CASE 7-2)하여 냉난방과 조명에너지 소비량을 포함한 전체 에너지 소비량은 최대 11.49[%] 감소(CASE 4-2)하였다.

표 5. 조명제어 적용에 따른 에너지 소비량(MWh)

Table 5. Energy consumption according to lighting control application(unit : [MWh])

	조명 제어	냉방	난방	조명	합계
CASE 1-1	미적용	57.1	27.5	37.4	122.0
CASE 1-2	적용	53.7	30.9	24.1	108.7
CASE 2-1	미적용	53.6	27.8	37.4	118.8
CASE 2-2	적용	52.1	30.9	27.9	110.9
CASE 3-1	미적용	51.1	28.7	37.4	117.2
CASE 3-2	적용	50.3	31.5	30.2	112.0
CASE 4-1	미적용	53.8	23.7	37.4	114.9
CASE 4-2	적용	50.4	26.9	24.4	101.7
CASE 5-1	미적용	50.3	24.0	37.4	111.7
CASE 5-2	적용	48.9	27.0	28.5	104.4
CASE 6-1	미적용	48.1	25.0	37.4	110.5
CASE 6-2	적용	46.9	28.0	29.3	104.2
CASE 7-1	미적용	50.5	19.6	37.4	107.5
CASE 7-2	적용	47.5	22.5	25.8	95.8
CASE 8-1	미적용	47.0	20.2	37.4	104.6
CASE 8-2	적용	45.9	22.9	29.2	98.0
CASE 9-1	미적용	45.2	21.3	37.4	103.9
CASE 9-2	적용	45.0	23.6	32.1	100.7

4.2 창면적비에 따른 에너지 소비량

창면적비의 변화가 냉난방 및 조명에너지 소비량에 미치는 영향을 알아보기 위해 차양을 설치하지 않은 창면적비 100[%], 80[%], 60[%]의 CASE를 비교하였으며, 그 결과가 그림 7에 나타나 있다. 조명제어를 적용하였을 때, 차양을 설치하지 않은 상태에서 창면적비에 따른 에너지 소비량을 비교한 결과, 창면적비가 100[%], 80[%], 60[%]로 작아질수록 냉방에너지 소비량은 53.7[MWh], 50.4[MWh], 47.5[MWh]로 6.15[%], 11.55[%] 감소하였고, 난방에너지 소비량은 30.9[MWh], 26.9[MWh], 22.5[MWh]로 12.94[%], 27.18[%] 감소하였다. 냉난방에너지 소비량과 반대로 조명에너지 소비량은 창면적비가 작아질수록 24.1[MWh], 24.4[MWh], 25.8[MWh]로 1.24[%], 7.05[%] 증가하였다. 냉난방과 조명에너지를 포함한 전체 에너지 소비량은 108.7[MWh], 101.7[MWh], 95.8[MWh]로 6.44[%], 11.87[%] 감소하였다.

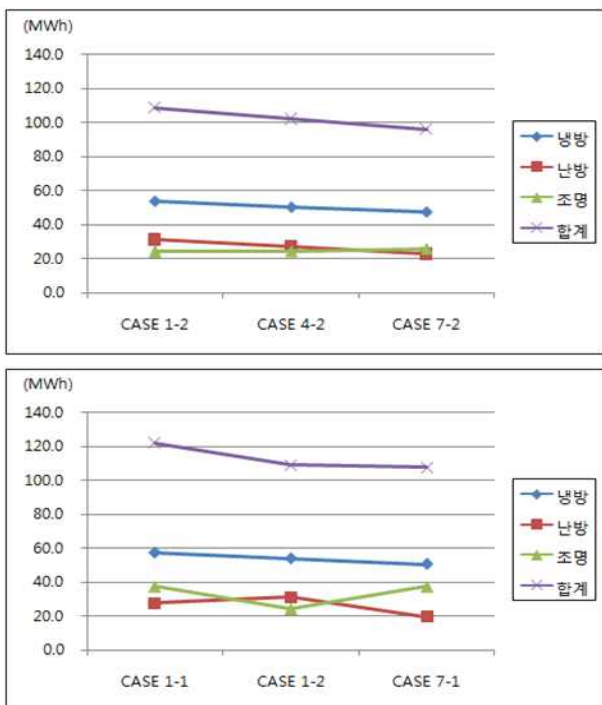


그림 7. 창면적비에 따른 에너지 소비량
Fig. 7. Energy consumption according to conditions of window area ratio

창면적비가 감소함에 따라 조명제어 미적용과 적용의 경우 모두 창면적비가 20[%]씩 감소함에 따라 전체 에너지 소비량은 평균 6.13[%]씩 감소하였고, CASE 1의 조명제어 적용으로 인한 전체 에너지 소비량의 절감율 10.90[%]는 조명제어를 적용하지 않고 창면적비를 40[%] 줄였을 경우(CASE 7-1)에 절감되는 에너지 소비량의 절감율 11.89[%]와 유사하게 나타났다.

4.3 수평차양에 따른 에너지 소비량

수평차양의 종류와 특성이 냉난방 및 조명에너지 소비량에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 창면적비에 따라 길이 0.6[m]와 1.2[m]의 수평차양을 설치했을 경우의 CASE를 비교하였으며, 그 결과가 그림 8에 나타나 있다. 조명제어를 적용하였을 때, 창면적비 100[%]의 경우에는 수평차양의 돌출길이가 0.6[m], 1.2[m]로 길어짐에 따라 냉방에너지 소비량은 52.1[MWh], 50.3[MWh]로 2.98[%], 6.33[%] 감소하였고, 난방에너지 소비량은 30.9[MWh], 31.5[MWh]로 같거나 1.94[%] 증가하였다. 조명에너지 소비량은 27.9[MWh], 30.2[MWh]로 15.77[%], 25.31[%] 증가하여 냉난방과 조명에너지를 포함한 전체 에너지 소비량은 110.9[MWh]와 112.0[MWh]로 2.02[%], 3.04[%] 증가하였다. 창면적비 80[%]와 60[%]의 경우도 창면적비 100[%]의 경우와 같이 차양의 돌출길이가 길어짐에 따라 냉방에너지 소비량은 최대 6.94[%] 감소(CASE 6-2)하고, 난방에너지 소비량은 최대 4.89[%] 증가(CASE 9-2)하고, 조명에너지 소비량은 최대 24.42[%] 증가(CASE 9-2)하여, 전체 에너지 소비량은 최대 5.11[%] 증가(CASE 9-2)하는 것으로 나타났다.

CASE 1의 조명제어 적용으로 인한 전체 에너지 소비량의 절감율 10.90[%]는 조명제어를 적용하지 않고 창면적비를 20[%] 줄이고 1.2[m] 돌출길이의 수평차양을 적용하였을 경우(CASE 6-1)에 절감되는 에너지 소비량의 절감율 9.43[%]와 유사하게 나타났고, CASE 4의 조명제어 적용으로 인한 전체 에너지 소비량의 절감율 11.49[%]는 조명제어를 적용하지 않고 창

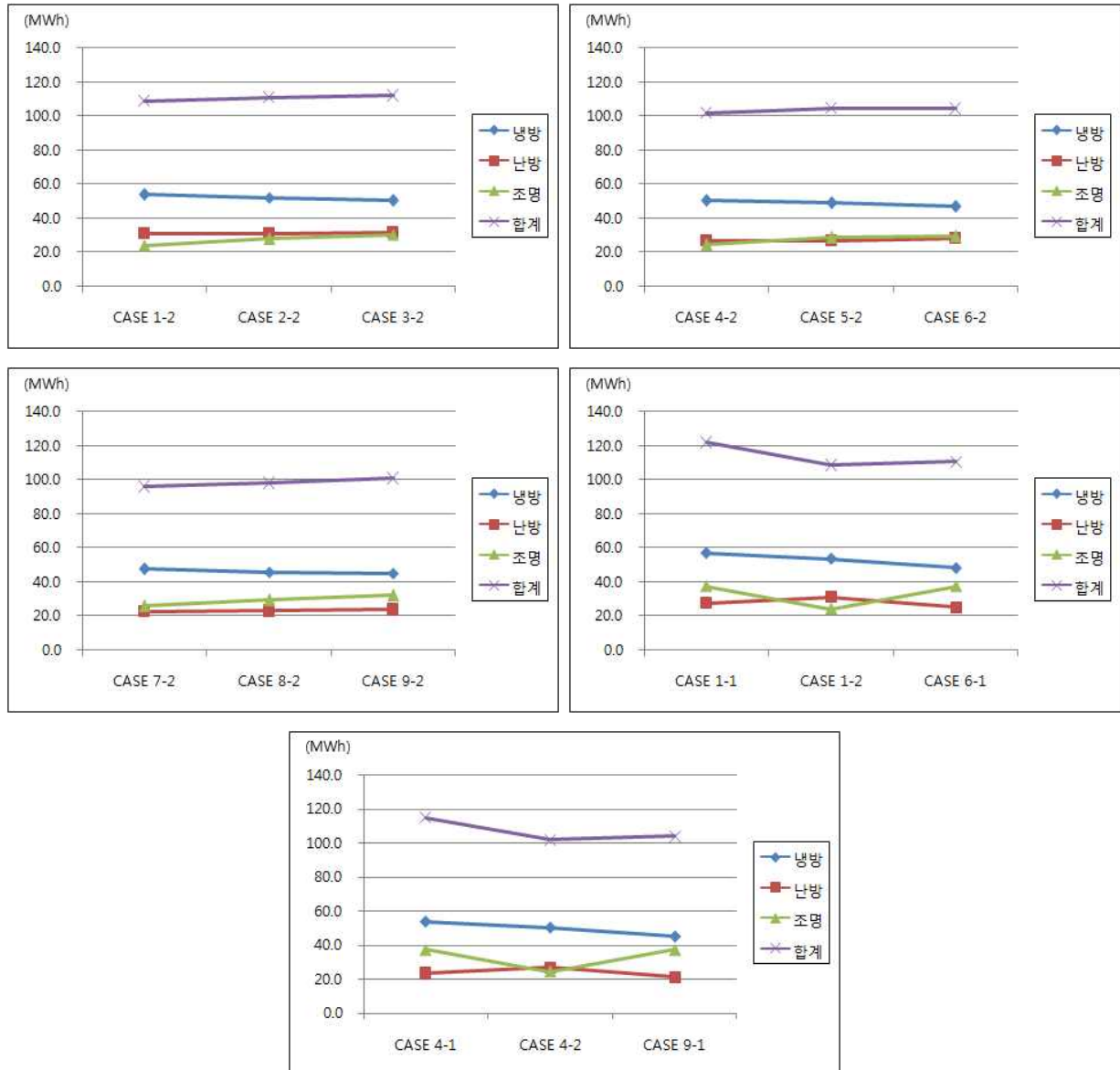


그림 8. 수평차양 적용 따른 에너지 소비량
 Fig. 8. Energy consumption according to application of horizontal louver

면적비를 20[%] 줄이고 1.2[m] 돌출길이의 수평차양을 적용하였을 경우(CASE 9-1)에 절감되는 에너지 소비량의 절감율 9.43[%]와 유사하게 나타났다.

5. 결 론

본 연구는 건물의 내부로 유입되는 일사량을 조절하

여 냉난방에너지와 조명에너지에 영향을 미치는 건물 외피 요소인 창면적비와 고정식 차양에 대해 열환경 요소로서의 냉난방에너지 소비량과 주광환경으로서의 인공조명에너지 소비량을 산출함으로써, 건축 설계자가 설계 초기단계에서 에너지 절감을 위해 열환경과 빛환경을 동시에 고려하여 설계하는데 도움을 줄 수 있는 기초 자료를 제시하는 것이다. 이를 위해 모

텔건물에 인공조명 설계 후 On-Off 제어를 적용하여 인공조명의 점등율을 산출하고 산출한 점등율을 적용하여 에너지해석 시뮬레이션을 통해 창면적비와 차양의 설치 및 조건에 따른 냉난방 및 조명에너지 소비량을 산출하여 비교 분석하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 조명제어의 적용은 조명에 의한 내부 발열 취득량의 감소로 인해 냉방에너지 소비량의 감소와 난방에너지 소비량의 증가를 야기하며, 냉난방과 조명에너지 소비량을 합한 전체 에너지 소비량을 3.08[%]~11.49[%] 절감하는 것으로 나타났다.
- (2) 조명제어 적용 시 창면적비의 감소에 따라 냉난방에너지 소비량은 감소하고, 낮은 비율로 조명에너지 소비량이 증가하여 전체 에너지 소비량은 감소하는 것으로 나타났다. 창면적비가 20[%]씩 감소함에 따라 전체 에너지 소비량은 평균 6.13[%]씩 감소하였고, 조명제어 적용으로 인한 전체 에너지 소비량의 절감율은 조명제어를 적용하지 않고 창면적비를 40[%] 줄였을 경우의 에너지 소비량의 절감율과 유사하게 나타났다.
- (3) 고정형 수평차양 적용 시 차양이 설치되고 차양의 돌출길이가 증가함에 따라 냉방에너지 소비량은 감소하고 난방에너지 소비량은 증가하나 조명에너지 소비량이 높은 비율로 증가하여 전체 에너지 소비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 조명제어 적용 시 고정형 수평차양은 에너지절감에 불리한 것으로 나타났다. 그리고 차양이 적용되지 않는 모델에서 조명제어 적용으로 인한 전체 에너지 소비량의 절감율은 조명제어를 적용하지 않고 창면적비를 20[%] 줄이며 1.2[m] 돌출길이의 수평차양을 적용하였을 경우의 절감율과 유사하게 나타났다.

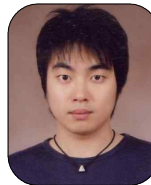
본 연구에서는 고정형 차양을 적용하여 분석하였으나, 외피에 대한 에너지 성능을 더 높이기 위해서 추후에 동절기에 일사를 실내로 유입하여 난방과 조명에너지 소비량 절감에 유리한 가동식 차양과 같은 다양한 차양 종류와 인공 조명제어 방식에 대한 연구가 이

루어지고, 외피요소와 조명제어 시스템에 대해 경제성을 분석하여 경제적인 측면에서의 추가적인 연구가 이루어질 필요가 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] 저탄소 녹색성장 기본법 시행령, (타)타법개정 2011.10.28 대통령령 제2367호.
- [2] 에너지절약통계, 에너지관리공단, 2008.
- [3] 박주현, 김강수, “소규모 사무공간 외피 존의 에너지 절감을 위한 투과채 및 차양계획에 관한 연구”, 대한건축학회지, 제25권, 제8호, pp. 321-328, 2009.
- [4] 황장승, 김강수, “건물에너지 시뮬레이션을 활용한 사무소 건물의 에너지성능평가”, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집, pp. 238-243, 2009.
- [5] 임병찬, “사무소건물에서 자연채광에 의한 조명에너지 절약의 평가”, 설비공학논문집, 제16권, 제6호, pp. 608-613, 2004.
- [6] 백주영, 조가영, 김지현, 양인호, 김광우, “건축 계획적 요소를 고려한 사무공간의 주광제어 범위에 관한 연구”, 한국태양에너지학회 추계학술발표회 논문집, pp. 121-126, 2005.
- [7] In-Ho Yang, Eun-Ji Nam, “Economic analysis of the daylight-linked lighting control system in office buildings”, Solar Energy, Vol. 84, pp. 1513-1525, 2010.

◇ 저자소개 ◇



손장희(孫長熙)

1984년 8월 23일생. 2010년 광운대학교 건축공학과 졸업. 현재 동국대학교 대학원 건축공학과 석사과정.



양인호(梁仁鎬)

1964년 10월 21일생. 1990년 서울대학교 건축학과 졸업. 1992년 동대학원 건축학과 졸업(석사). 1996년 동대학원 건축학과 졸업(박사). 현재 동국대학교 건축공학과 교수.