

주거건물용 이중외피 시스템의 블라인드 조절에 따른 에너지 성능평가에 관한 연구

이소연*, 강제식**, 김강수***

*고려대학교 대학원 건축학과 졸업, (yiso43@hanmail.net),
**한국건설기술연구원 (jskang@kict.re.kr),
***고려대학교 건축학과 교수 (kskim@korea.ac.kr)

Energy Performance Evaluation of a Double-skin Facade with a Venetian Blind in Residential Buildings

Lee, So-Yeun* Kang, Jae-Sik** Kim, Kang-Soo***

*Dept. of Architecture, Graduate School, Korea University (yiso43@hanmail.net),
**Korea Institute of Construction Technology (jskang@kict.re.kr),
***Dept. of Architecture, Korea University (kskim@korea.ac.kr)

Abstract

Apartment balcony has been remodeled since the government permitted remodeling in January 2006. But extended balcony has great impact on building heat gain and loss. Therefore It has problems such as increase of heating and cooling energy. So technical solutions about window solar gain in summer is an urgent matter. The Purpose of this study is to evaluate energy performance of a blind in a double-skin facade in residential buildings by using EnergyPlus program.

The results show that slat angles of 90° is best in energy performance if we do not consider daylight. Poorly daylighted living room needs electric light and it also causes high cooling load. On the other hand, the results show that the application of blinds controlled automatically is best for energy performance when we consider daylight. Blind slat angles of 50~60° have best performance when blinds are controlled in this angle throughout the day on a clear day in August. Blind slat angles of 0~30° have best performance when blinds are controlled in this angle throughout the day on a cloudy day (more than 7 of total sky cover) in August.

Keywords : 이중외피(Double-skin facade), 블라인드(Blind), 슬랫각도(Slat Angle), 주거건물(Residential Buildings), 에너지플러스(EnergyPlus Program), 냉방부하(Energy Consumption), 에너지절감(Energy Saving)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국가 에너지 전체 사용량 중 건물분야에서 차지하는 비율이 약 24%를 차지하고 있다. 확장형 발코니는 외부 환경에 대한 완충공간의 부재로 인하여 에너지 사용이 증가하는 문제가 있다. 이러한 대안으로 외부환경의 영향을 조절할 수 있는 외피의 적용이 필요하며 사무소 건물에 주로 적용되던 이중외피를 주거건물에 적용하여 에너지 성능을 분석 할 필요가 있다. 본 연구에서는 주거건물에 블라인드가 적용된 이중외피를 설치하여 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 평가를 실시하였다. 본 연구는 블라인드 조절을 통한 에너지 소비량 평가를 통해 에너지소비를 최소화 할 수 있는 블라인드 조절 방안에 대하여 검토하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 주거건물용 이중외피의 블라인드 슬랫 각도 조절에 따른 냉방 에너지 소비량을 평가하기 위하여 일반적인 아파트를 해석 건물로 선정하였고, 발코니 확장에 따른 문제가 되는 거실공간으로 해석공간으로 설정하였다. 블라인드 슬랫 각도 조절 방법을 변수로 하여 EnergyPlus를 사용하여 에너지 소비량을 산출하였다. 건물 외피와 관련한 Energyplus 시뮬레이션에 대한 연구결과¹⁾에 의해 타당성이 검증되었다. 블라인드 조절 방법은 하루 중 슬랫 각도를 고정하는 경우(10°간격)와 슬랫 각도를 시각별 자동조절 할 경우에 대하여 비교·분석하였다. 시각별 자동조절은 외부의 직사일광을 차단할 수 있는 cut-off 각도 제어와 기준 빛환경을 유지하는 범위 내에서 최소 냉방에너지를 만족하는 각도로 조절하였다. 이러한 조절에 따른

에너지 성능 분석은 빛환경을 고려하지 않았을 때뿐만 아니라 빛환경을 고려하였을 경우에 대해 분석하여 실질적으로 에너지 소비를 최소화 할 수 있는 블라인드 슬랫 각도 조절 방안에 대하여 검토하였다.

2. 시뮬레이션 개요

2.1 해석 모델 설정

해석 대상 건물은 그림 1의 일반적인 34평형 아파트²⁾로 선정하였다.

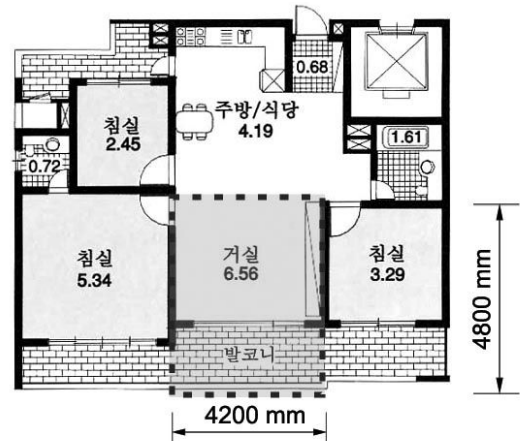


그림 1. 선정된 아파트 평면

또한 발코니 확장에 따른 문제점 개선을 위하여 기존의 발코니가 있는 그림 1의 아파트에 발코니가 확장 된다고 가정하여 점선으로 표시한 거실을 해석공간으로 설정하였다.

해석공간의 크기는 4,200mm(폭) × 4,800mm(깊이) × 2,700mm(높이) 이다. 이중외피의 깊이는 300mm로 하였고 그림 2와 같이 블라인드를 설치하여 블라인드 조절에 따른 냉방에너지 소비량을 분석하였다.

1) DOE, EnergyPlus Testing with Building Thermal Envelope and Fabric Load Tests from ANSI/ASHRAE Standard 140-2007, 2010

2) 세진기획, 서울특별시 아파트백과 상권(강남편), 2006

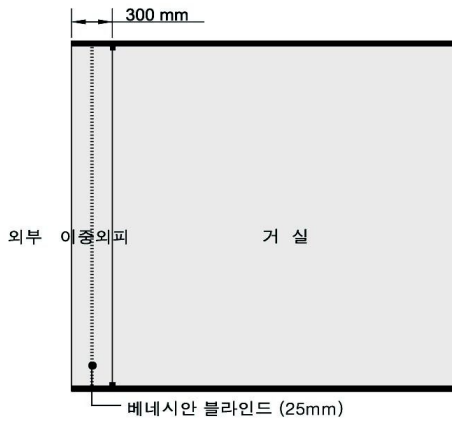


그림 2. 이중외피 상세 (단면)

블라인드를 포함한 이중외피의 구성 요소 내용은 표 1과 같다.

표 1. 외피 구성요소 내용

구성요소	내용
외측 유리	6mm 투명유리
중공층 블라인드	베네시안 블라인드
내측 유리	6mm Low-E 유리

2.2 시뮬레이션 조건 및 방법

기상조건은 에너지플러스에서 제공하는 인천 기상데이터를 사용하였다. 블라인드 조절에 따른 냉방에너지 성능평가를 위하여 해석 기간을 1차로 청천공 상태 8월 1일로 설정하였다. 그 이유는 Total Sky Cover³⁾(하늘에 구름이 덮여있는 정도)값이 0에 가까운 청천공이므로 블라인드 제어에 따른 건물 에너지 소비량을 효과적으로 구할 수 있기 때문이다. 8월 1일의 최대 Global Horizontal Radiation⁴⁾은 12시에 최대값 725W/m²를 나타내며 Total Sky Cover는 최소 0, 최대 10을 기준으로 0~5범위로 대부분 0에 가까운 청천공 상태이다.

3) http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm

4) http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm

해석 공간의 구조체 및 투과체의 물리적 특성은 각각 표 2와 표 3에 나타내었다.

표 2. 구조체의 물리적 특성

구 분	열관류율 (W/m ² K)
외벽	0.47 ⁵⁾
내벽	Adiabatic (단열상태)
천장	Adiabatic (단열상태)
바닥	Adiabatic (단열상태)

표 3. 투과체의 물리적 특성

구 성	SC	SHGC	가시광선 투과율(%)	열관류율 (W/m ² -K)
6mmClr+300mmAir+6mmClrLowE	0.769	0.671	0.730	2.008

블라인드의 치수 및 물리적 특성은 표 4에 나타내었다.

표 4. 베네시안 블라인드의 물리적 특성

구분	내용
Slat With	25mm
Slat Separation	25mm
Slat Thickness	1mm
Slat Conductivity	221W/mK (알루미늄)
Slat Beam Solar Reflectance	0.7
Slat Diffuse Solar Reflectance	0.7
Slat Beam Visible Transmittance	0

실내 설정온도는 냉방 설정온도 26℃⁶⁾로 하였으며 에너지 소비량은 EnergyPlus를 이용하여 계산하였다.

실내 발열요소(인체)를 시뮬레이션에 반영하였으며 표 5에 나타내었다.

표 5. 인체 발열 입력 기준

실내 발열 요소	기준	비고
인체발열	130W/인 ⁷⁾	3 인

5) 산업자원부, 건물에너지효율등급인증제도, 벽체열관류율 0.47 W/m²K

6) 에너지 절약 설계 기준, 별표7 냉난방장치의 용량계산을 위한 실내 온도 기준 공동주택 26~28℃

7) ASHRAE, 「ASHRAE handbook of fundamentals」, Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces, Seated very light work, 1988

또한 조명 부하는 일반적으로 거실에 사용되는 220W(55W×4)를 기본으로 하였다.

2.3 블라인드 조절방법 설정

냉방에너지 절감 대안은 블라인드 슬랫각도 조절로 세부 내용을 표 6에 나타내었으며 블라인드 각도설정은 표7에 나타내었다.

표 6. 블라인드 제어방법에 따른 Case

구분	빛 성능 고려하지 않음	빛 성능 고려 (거실 기준 200lx 만족)
각도 고정	-80°, -70°, -60°, -50°, -40°, -30°, -20°, -10°, 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°	-80°, -70°, -60°, -50°, -40°, -30°, -20°, -10°, 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°
각도 자동 조절	Cut-off 각도 조절	Cut off 각도 조절
	-	10° 간격 최소 냉방에너지 각도 제어 조절 30° 간격 최소 냉방에너지 각도 제어 조절

표 7. 블라인드 슬랫 각도 설정

슬랫각도	내용			슬랫각도	내용		
0°	외부	—	내부	90°	외부	—	내부

2.4 에너지성능 분석 방법

빛환경을 고려하였을 경우, 거실 이용 설정 시간(7시~19시)에 기준조도 200lx⁸⁾를 만족하지 않을 경우 조명(220W)을 켜도록 설정하여 이를 고려한 냉방에너지를 산출하였다.

또한 자연채광 만으로 거실의 기준조도 200lx를 만족하는 범위에서 냉방에너지가 최소가 되는 블라인드 슬랫 각도로 자동 제어하는 경우를 분석하였으며 10°, 30° 간격으로 제어하는 경우에 대하여 분석하였다.

조도 측정 위치는 KS 조도기준에 근거하여 거실 중앙점 바닥 위 450mm지점에서 측정된 값을 사용하였다.

3. 에너지 성능 분석 결과 (8월 1일, 청천공)

8월 1일 청천공인 날에 대한 투과일사 및 냉방에너지 소비량을 거실이 남측면을 향하고 있을 때에 대하여 분석하였다.

3.1 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 분석

냉방에너지 소비량을 합산하여 비교한 내용을 다음 표 8에 나타내었다.

표 8. 슬랫 각도 조절에 따른 8월 1일 냉방에너지 소비량 비교

슬랫 조절 방법	8월 1일 냉방에너지 (Wh)	블라인드 미적용과 비교한 냉방에너지 절감 비율(%)	냉방에너지 절감 순위
블라인드 미적용	15850.24	-	20
Cut-off 각도 조절	7924.31	50.01	6
90° 고정	4940.40	68.83	1
80° 고정	5953.74	62.44	2
70° 고정	6750.55	57.41	3
60° 고정	7559.01	52.31	5
50° 고정	8306.70	47.59	7
40° 고정	9009.21	43.16	8
30° 고정	9658.09	39.07	10
20° 고정	10277.70	35.16	12
10° 고정	10826.91	31.69	13
0° 고정	11335.24	28.49	15
-10° 고정	11701.25	26.18	17
-20° 고정	11842.00	25.29	19
-30° 고정	11746.97	25.89	18
-40° 고정	11436.71	27.85	16
-50° 고정	10892.28	31.28	14
-60° 고정	10124.86	36.12	11
-70° 고정	9021.46	43.08	9
-80° 고정	7119.93	55.08	4

각도를 90°로 고정하였을 때 냉방에너지 절감률 68.83%로 효과가 가장 뛰어나며 -20°로 고정하였을 경우 절감률 25.29%로 냉방에너지가 가장 많이 소비되는 것으로 평가되었다. 90°로 고정하였을 경우 에너지 절감효과가 가장 뛰어난 것으로 평가되었지만 각도 90°는 블라인드에 의해 실내가 완전히 단절된 것이므로 빛환경 성능 및 재실자의 시쾌적에 문제 될 것이라고 판단된다.

8) 한국공업표준협회, 한국공업규격집 KS A3011, KS 조도기준, 1991

3.2 빛환경을 고려한 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 분석

실질적인 에너지소비 절감을 위한 블라인드 조절을 목표로 빛환경 성능을 고려한 냉방에너지 소비량을 분석하였다. 거실의 빛환경 성능평가를 위해 블라인드 슬랫 각도 조절에 따른 조도값을 표 9에 나타내었다. 기준조도 200lx에 미달하는 시간에 대해서 음영(■)으로 표시하여 조명이 필요한 시간대를 나타내었다.

표 9. 슬랫 각도 조절에 따른 거실 조도 (8월 1일, 청천공)

시각 슬랫조절	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
90° 고정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80° 고정	22	48	71	96	116	119	114	100	91	78	57	29	8
70° 고정	43	94	140	190	231	237	227	200	181	155	113	58	17
60° 고정	65	141	208	284	346	356	341	301	272	233	169	87	25
50° 고정	86	186	273	375	457	470	450	398	361	308	224	115	34
40° 고정	106	227	331	458	560	577	551	489	444	380	276	142	41
30° 고정	126	265	383	534	657	676	647	575	524	448	326	168	49
20° 고정	144	300	428	602	745	769	737	657	601	515	374	192	56
10° 고정	161	331	467	664	827	856	820	735	675	578	421	216	63
0° 고정	175	354	493	710	892	927	890	800	738	632	459	236	69
-10° 고정	189	375	515	752	956	999	961	866	799	683	496	255	74
-20° 고정	189	370	505	755	976	1028	991	891	818	694	501	257	75
-30° 고정	183	353	482	743	981	1044	1007	900	818	686	492	252	74
-40° 고정	168	320	440	707	956	1029	992	872	775	639	454	232	69
-50° 고정	145	274	383	656	916	991	949	815	702	565	396	202	61
-60° 고정	115	217	313	592	825	877	831	702	590	459	316	161	49
-70° 고정	80	149	232	461	643	681	636	525	427	329	219	112	34
-80° 고정	41	76	132	237	326	345	324	268	220	170	113	57	17
Cut-off 각도 조절	0	0	211	599	874	972	949	774	612	342	0	0	0

하루 중 각도를 90°, 80°로 고정하였을 경우에는 KS기준조도 200lx를 만족하는 시간이 나타나지 않았다. 3.1장에서 각도를 90°로 고정하여 차폐하는 것이 냉방에너지 절감 효과가 우수한 것으로 평가되었으나 조도 분석결과 빛환경 성능은 좋지 않은 것으로 판단된다. 또한 7시~8시, 18~19시의 시간대에서는 블라인드가 개방된 각도에서도 200lx이하의 낮은 조도분포를 나타내고 있다. 따라서 인공조명을 필요로 하며 이는 전기에너지 소비로 연결되므로 이를 고려한 에너지성능 평가가 이루어져야 할 필요가 있다.

하루 중 블라인드를 고정시키지 않고 시각별로 각도를 자동 조절할 때의 에너지 소비량을 평가하기 위해 각도에 따른 시각별 에너지 소비

량을 파악 할 필요가 있다. 다음 표 10, 표 11은 시간에 따른 각도별 에너지 소비량이며 표 9와 같은 방법으로 음영으로 표시된 부분이 기준조도 200lx를 만족하지 못하는 시간이다. 기준조도 200lx를 만족하며 10° 간격으로 자동 제어할 경우 제어각도 분석결과 7시에는 200lx를 만족하는 시간이 어느 각도에서도 나타나지 않는다. 8시 200lx를 만족하는 블라인드 슬랫 각도는 -60°~40°이며 이 중 에너지소비가 최소가 되는 40°로 제어하는 것이 가장 에너지 절감효과가 뛰어나다. 이와 같은 방법으로 8시~18시의 최적 각도를 표 10에 두꺼운 선(□)으로 나타내었다. 30°간격 자동제어 각도도 같은 방법으로 다음 표 11에 두꺼운 선(□)으로 나타내었다.

표 10. 슬랫 각도 조절에 따른 시각별 냉방에너지 소비량 (8월 1일, 청천공, 단위 : Wh) , 10° 간격

시각 슬랫조절	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
90° 고정	100.1	127.7	134.8	222.6	343.1	425.3	452.2	429.7	382.5	366.5	310.6	258.2	250.5
80° 고정	115.7	151.9	171.0	276.1	414.4	511.6	544.6	519.9	466.8	444.7	379.2	314.7	294.1
70° 고정	127.1	170.9	199.8	317.4	469.2	577.4	616.6	592.8	536.2	509.4	435.9	361.2	329.2
60° 고정	141.9	192.5	229.6	358.2	521.5	639.8	665.0	661.5	602.3	571.7	490.9	405.6	363.9
50° 고정	155.1	212.1	256.3	394.8	569.0	699.4	751.1	728.2	663.8	628.5	541.1	448.1	396.4
40° 고정	167.7	230.5	280.9	427.9	613.5	754.0	812.1	790.4	723.2	684.0	589.4	487.5	427.0
30° 고정	179.6	247.6	302.8	457.3	653.5	803.4	867.6	847.9	780.4	736.4	634.8	524.4	455.9
20° 고정	191.3	263.9	322.9	483.5	688.8	850.1	922.1	903.8	832.3	785.6	677.7	569.5	483.3
10° 고정	201.3	278.4	340.0	505.8	720.0	889.6	968.6	952.4	881.3	831.8	717.0	591.9	508.7
0° 고정	210.8	291.9	354.8	524.6	746.5	925.4	1011	998.7	927.7	874.2	754.2	622.0	532.5
-10° 고정	218.1	301.9	364.3	536.2	763.6	950.1	1042	1032	961.1	905.0	781.1	644.4	550.4
-20° 고정	221.3	305.3	366.3	538.1	768.1	959.0	1054	1046	975.1	918.2	791.7	652.8	557.5
-30° 고정	218.9	302.1	360.1	530.0	759.7	952.5	1049	1040	968.8	911.9	785.4	647.7	553.8
-40° 고정	213.9	293.1	346.8	512.3	739.7	929.4	1024	1015	943.6	886.2	762.3	628.5	539.2
-50° 고정	203.8	277.7	325.2	484.5	706.9	891.4	981.7	970.6	898.0	841.9	721.6	585.1	513.9
-60° 고정	192.3	257.8	298.3	449.6	658.2	819.0	897.5	892.2	831.8	782.5	668.4	552.0	481.7
-70° 고정	176.3	231.9	263.7	398.0	569.2	711.4	781.6	780.3	731.7	685.6	566.3	463.9	438.2
-80° 고정	140.7	183.0	203.9	308.6	458.4	575.4	627.1	615.4	581.1	542.5	466.6	387.4	363.9

표 11. 슬랫 각도 조절에 따른 시각별 냉방에너지 소비량 (8월 1일, 청천공, 단위 : Wh) , 30° 간격

시각 슬랫조절	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
90° 고정	100.1	127.7	134.8	222.6	343.1	425.3	452.2	429.7	382.5	366.5	310.6	258.2	250.5
60° 고정	141.9	192.5	229.6	358.2	521.5	639.8	665.0	661.5	602.3	571.7	490.9	405.6	363.9
30° 고정	179.6	247.6	302.8	457.3	653.5	803.4	867.6	847.9	780.4	736.4	634.8	524.4	455.9
0° 고정	210.8	291.9	354.8	524.6	746.5	925.4	1011	998.7	927.7	874.2	754.2	622.0	532.5
-30° 고정	218.9	302.1	360.1	530.0	759.7	952.5	1049	1040	968.8	911.9	785.4	647.7	553.8
-60° 고정	192.3	257.8	298.3	449.6	658.2	819.0	897.5	892.2	831.8	782.5	668.4	552.0	481.7

블라인드 슬랫각도 자동 조절 기준은 기준 조도 200lx를 만족하며 냉방에너지 소비량이 최소가 되는 블라인드 슬랫각도이며 이를 그림3에 그래프로 나타내었다.

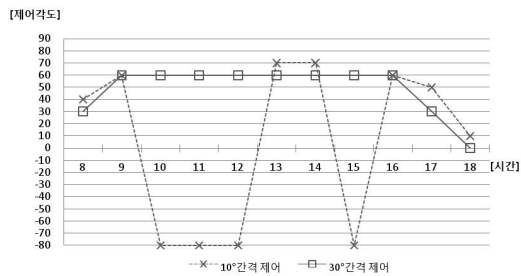


그림 3. 블라인드 슬랫 조절 각도(8월 1일, 청천공)

투과되는 일사량이 적은 아침과 저녁 시간에는 블라인드 슬랫 각도가 10°~40°로 개방되는 각도에서 기준조도를 만족시키며 9시~16시에는 60°, 70°, -80°로 차폐하는 각도가 기준조도를 만족시키며 냉방에너지 소비량이 최소가 되는 것으로 나타났다.

200lx를 만족하며 냉방에너지 소비량이 최소가 되는 각도(그림 3)로 조절 하였을 경우 전체 에너지 소비량을 다음 그림 4와 표 12에 나타내었다. 이는 거실 이용시간 7시~19시 중에서 기준조도 200lx를 만족하지 못하는 시간에는 조명을 켜도록 설정하여 조명부하 및 조명에너지 소비량을 고려한 거실의 전체 에너지 소비량을 나타낸 것이다.

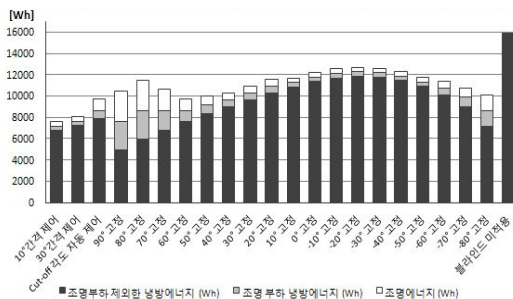


그림 4. 빛환경 성능 고려시 거실의 전체 에너지 소비량 비교(8월 1일, 청천공)

표 12. 빛환경 성능 고려시 슬랫각도 조절에 따른 냉방에너지 소비량 비교 (8월 1일, 청천공)

슬랫 조절 방법	조명부하 제외 냉방에너지 소비량 (Wh) ①	조명부하 냉방에너지 소비량 (Wh) ②	조명에너지 소비량 (Wh) ③	전체 에너지 소비량 (Wh) ①+②+③	블라인드 적용 절감률 (%)	에너지 절감 순위
10°간격 제어	6794.46	348.57	440.04	7583.07	52.16	1
30°간격 제어	7261.38	348.57	440.04	8049.99	49.21	2
Cut-off 각도 자동 제어	7924.31	687.25	1100.09	9711.65	38.73	4
90° 고정	4940.40	2646.79	2860.23	10447.43	34.09	8
80° 고정	5953.74	2640.08	2860.23	11454.04	27.74	13
70° 고정	6750.55	1889.74	1980.16	10620.45	33.00	9
60° 고정	7559.01	1051.19	1100.09	9710.29	38.74	3
50° 고정	8306.70	840.36	880.07	10027.14	36.74	5
40° 고정	9009.21	632.61	660.05	10301.87	35.00	7
30° 고정	9658.09	628.07	660.05	10946.22	30.94	11
20° 고정	10277.70	627.39	660.05	11565.15	27.03	14
10° 고정	10826.91	419.06	440.04	11686.00	26.27	15
0° 고정	11335.24	420.44	440.04	12195.72	23.06	17
-10° 고정	11701.25	419.19	440.04	12560.48	20.76	19
-20° 고정	11842.00	419.08	440.04	12701.11	19.87	21
-30° 고정	11746.97	418.60	440.04	12605.61	20.47	20
-40° 고정	11436.71	419.74	440.04	12296.48	22.42	18
-50° 고정	10892.28	419.47	440.04	11751.79	25.86	16
-60° 고정	10124.86	630.00	660.05	11414.92	27.98	12
-70° 고정	9021.46	841.47	880.07	10743.00	32.22	10
-80° 고정	7119.93	1475.41	1540.12	10135.46	36.05	6

기준조도를 만족하는 범위에서 냉방에너지가 최소가 되도록 블라인드를 시각별 자동 제어 하였을 경우가 에너지 절감에 가장 효과적인 것으로 평가되었다. 블라인드를 시각별 자동 제어 하였을 경우 10° 간격으로 제어하였을 때 냉방에너지 소비량이 가장 적게 나타났다. 30° 간격으로 제어하였을 경우 10° 간격 제어하였을 때 보다 에너지 소비량이 6% 증가하는 값을 나타낸다.

Cut-off 각도로 자동제어 하였을 경우 고정 각도 조절보다 조명부하 및 조명에너지 소비량이 적어 고정 각도에서 에너지 절감효과가 가장 우수한 60° 다음으로 좋은 성능을 보였다.

블라인드를 고정하였을 경우 고정각도 60° 일 때 에너지 소비량 성능이 가장 좋은 것으로 평가되었으며 50°, -80°, 40° 순으로 에너지 절감 효과를 보였다.

빛환경을 고려한 에너지 성능 평가 결과 외부의 빛을 최소로 받아들이면서 조명에너지를 적절히 적용하였을 경우가 모두 차폐하고 조명에너지를 컷을 때 보다 에너지 절감 효과가 큰 것으로 평가되었다.

4. 냉방기(8월) 이중외피 시스템의 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 분석

일사량 및 천공상태가 다른 날에 대해서도 냉방에너지 소비가 최소가 되는 블라인드 조절 방안을 파악 할 필요가 있으며 이를 위해 냉방기(8월) 중 블라인드 조절에 따른 에너지 성능평가를 거실이 남측면을 향하고 있을 때에 대하여 실시하였다.

4.1 냉방기(8월) 이중외피 시스템의 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 평가

다음 표 13과 14에 냉방기(8월 1일 ~ 8월 31일) 중 남측면 이중외피 시스템의 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 평가를 절감 순위로 나타내었다.

Global Horizontal Radiation의 평균값은 하루 중 일사량이 나타나는 시간의 평균값이며 하루 중 수평면 일사량의 최대값을 함께 나타내었다. 또한 Total Sky Cover는 하루 중 일사량이 나타나는 시간의 평균값을 나타낸 것이며 최대 10, 최소 0을 지표로 0의 값이 구름이 없는 상태를 나타낸다. 범위에는 하루 중 Total Sky Cover의 (최소값-최대값 : 범위)를 나타내었다.

냉방기(8월)의 빛환경을 고려한 에너지 성능 평가 결과 기준 조도를 만족하는 범위에서 냉방에너지가 최소가 되도록 블라인드를 시각별 자동 제어하는 것이 가장 좋은 블라인드

조절 방법으로 평가되었다.

표 13. 냉방기(8월1일 ~ 8월31일) 블라인드 조절에 따른 냉방에너지 소비량 평가

날짜	Global Horizontal Radiation (W/m ²) 평균값 (최대값)	Total Sky Cover 평균값 (범위)	블라인드 슬랫각도 자동 조절시 에너지 소비량 절감순위		블라인드 슬랫각도 고정시 에너지 소비량 절감순위			
			1	2	1	2	3	4
8월 1일	386.47 (725)	2.23 (0-5)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	50°	-80°	40°
8월 2일	175.00 (322)	7.47 (0-9)	10도 자동	30도 간격 제어	30°	0°	-60°	20°
8월 3일	424.67 (755)	1.4 (0-7)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	50°	-80°	70°
8월 4일	349.71 (835)	5.29 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	70°	90°	-80°
8월 5일	130.53 (234)	9.67 (5-10)	10도 자동	30도 간격 제어	10°	-50°	20°	30°
8월 6일	172.43 (356)	8.71 (7-10)	10도 자동	30도 간격 제어	20°	0°	10°	-60°
8월 7일	245.14 (447)	6.29 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	40°	30°	60°
8월 8일	238.79 (401)	6.14 (0-9)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	-70°	40°	30°
8월 9일	386.67 (744)	2.67 (0-7)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	50°	70°	-80°
8월 10일	388.40 (885)	2.67 (0-9)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	70°	-80°	50°
8월 11일	347.13 (705)	3.2 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	40°	50°	-80°
8월 12일	245.67 (500)	5.93 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	60°	40°	-70°
8월 13일	127.93 (231)	9.79 (3-10)	10도 자동	30도 간격 제어	0°	-40°	-10°	10°
8월 14일	125.57 (230)	10 (10-10)	10도 자동	30도 간격 제어	0°	10°	-40°	-10°
8월 15일	125.07 (229)	10 (10-10)	10도 자동	30도 간격 제어	0°	10°	-40°	-30°
8월 16일	199.14 (491)	8.64 (5-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	40°	30°	-70°
8월 17일	282.36 (640)	5.14 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	40°	60°	90°
8월 18일	229.07 (564)	6.79 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	60°	90°	40°
8월 19일	182.14 (335)	8.29 (4-10)	10도 자동	30도 간격 제어	30°	40°	20°	50°
8월 20일	179.93 (351)	8.93 (7-10)	10도 자동	30도 간격 제어	20°	30°	-60°	40°
8월 21일	172.64 (307)	8.21 (4-10)	10도 자동	30도 간격 제어	30°	20°	-60°	40°
8월 22일	232.57 (555)	7.07 (2-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	40°	30°	20°
8월 23일	246.79 (526)	6.86 (5-10)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	60°	40°	-80°
8월 24일	369.07 (861)	3.57 (0-7)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	70°	50°	40°
8월 25일	127.85 (224)	10 (8-10)	10도 자동	30도 간격 제어	-40°	20°	-10°	-30°
8월 26일	181.85 (441)	8.85 (6-10)	10도 자동	30도 간격 제어	10°	20°	30°	-70°
8월 27일	126.08 (222)	10 (7-10)	10도 자동	30도 간격 제어	-40°	-10°	-30°	-20°
8월 28일	213.15 (410)	7.15 (2-10)	10도 자동	30도 간격 제어	30°	20°	60°	50°
8월 29일	315.15 (535)	4.15 (0-10)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	50°	-80°	40°
8월 30일	385.00 (764)	3.54 (0-7)	10도 자동	30도 간격 제어	60°	50°	-80°	90°
8월 31일	282.15 (544)	5.62 (0-7)	10도 자동	30도 간격 제어	50°	60°	-80°	40°

( : 맑은 날  : 흐린 날)

블라인드 슬랫각도 자동 조절시 냉방에너지 절감 효과는 10° 간격으로 조절하였을 때가 가장 좋은 것으로 평가되었으며, 30°간격으로 조절하여도 10° 간격과 차이가 크게 나지 않는 우수한 성능을 보이는 것으로 평가되었다.

블라인드 슬랫각도를 고정할 경우 외기 조건 및 천공 상태에 따라 블라인드 조절 각도가 달라진다. 표 13에 음영(■)으로 표시한 것과 같이 하루 중 수평면 평균 일사량이 200W/m² 이상이며 Total Sky Cover값이 7미만인 흐리지 않은 날에는 50°~60°로 각도를 고정하는 것이 좋은 것으로 평가되었다. 음영(■)으로 표시한 것과 같이 하루중 수평면 평균 일사량이 100~200W/m²이며 Total Sky Cover값이 7이상인 흐린날에는 0°~30°로 각도를 고정하는 것이 에너지 성능이 가장 좋은 것으로 평가되었다. 또한 음영이 표시되어 있지 않은 부분은 기준조도를 만족하여 조명이 불필요한 시간을 나타낸다.

5. 결 론

본 연구에서는 주거건물용 이중외피시스템의 블라인드를 조절을 통한 에너지 성능 평가를 실시하였다. 8월 1일 (청천공) 하루의 에너지 소비량을 빛환경을 고려했을 때와 고려하지 않았을 때로 구분하여 평가하였다. 또한 냉방기(8월) 중 블라인드 조절에 따른 에너지 성능평가를 실시하였다. 결론은 다음과 같다.

(1) 8월 1일 청천공 상태에서 이중외피시스템의 블라인드 조절에 따른 에너지 성능 평가 결과 빛환경을 고려하지 않았을 경우 블라인드 슬랫 고정각도 90°(완전히 닫힌 슬랫 각도)가 가장 좋은 에너지 성능을 보이거나 조도 분석 결과 빛환경 성능은 좋지 않은 것으로 나타났다. 낮은 조도의 거실공간은 인공조명을 필요로 하며 이는 전기에너지 소비와 함께 냉방부하 요소로 작용하여 이를 고려한 에너지 소비량을

과약할 필요가 있다.

- (2) 8월 1일 청천공 상태에서 빛환경을 고려한 에너지 성능 평가 결과 기준 조도를 만족하는 범위에서 냉방에너지가 최소가 되도록 블라인드를 시각별 자동 제어하는 것이 가장 좋은 블라인드 조절 방법으로 평가되었다.
- (3) 8월 1일 청천공 상태에서 빛환경을 고려한 에너지 성능 평가 결과 외부의 빛을 최소로 받아들이면서 조명에너지를 적절히 적용하였을 경우가 모두 차폐하고 조명에너지를 컷을 때 보다 에너지 절감 효과가 큰 것으로 판단된다.
- (4) 8월 1일 청천공 상태에서 빛환경을 고려하며 하루 중 각도를 고정시킬 경우 남측면 이중외피 시스템의 블라인드 조절은 50°~60°로 고정하는 것이 에너지 절감효과가 가장 우수한 것으로 평가되었다.
- (5) 냉방기(8월) 중 남측면 블라인드 조절에 따른 에너지 성능평가를 실시한 결과 슬랫각도 자동 조절시 냉방에너지 절감 효과가 가장 우수한 것으로 평가되었다.
- (6) 슬랫 각도를 하루 중 고정할 경우 외기 조건 및 천공 상태에 따라 블라인드 조절 각도가 달라졌으며 하루 중 수평면 평균 일사량이 200W/m² 이상이며 Total Sky Cover값이 7미만인 흐리지 않은 날에는 50°~60°로 각도를 고정하는 것이 좋은 것으로 평가되었다. 또한 하루 중 수평면 평균 일사량이 100~200W/m²이며 Total Sky Cover값이 7이상인 흐린날에는 0°~30°로 각도를 고정하는 것이 에너지 성능이 가장 좋은 것으로 평가되었다.

후 기

이 논문은 2010년 지식경제부의 재원으로 산업기술연구회의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 : B551179-09-04-00)

참 고 문 헌

1. 박주현, 김강수, 도서관 열람공간의 방위 및 루버시스템에 따른 주광성능 평가, 한국태양에너지학회 논문집, 제26권 제3호, pp. 45-51, 2006
2. 박주현, 김강수, 소규모 사무공간 외피 존의 에너지 절감을 위한 투과체 및 차양계획에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제25권 제8호, pp. 321-328, 2009
3. 세진기획, 서울특별시 아파트백과 상권(강남편), 2006
4. 산업자원부, 건물에너지효율등급인증제도
5. 에너지 절약 설계 기준, 별표7 냉난방장치의 용량계산을 위한 실내 온습도 기준
6. 한국공업표준협회, 한국공업규격집 KS A3011, KS 조도기준, 1991
7. Liping Wang, Nyuk Hien Wong , Coupled simulations for naturally ventilated residential buildings, Automation in Construction, vol.17, pp. 386-398, 2008
8. Cuohui Can, Saffa B. Riffat, CFD modelling of air flow and thermal performance of an atrium integrated with photovoltaics, Building and Environment, vol.39, pp. 735-748, 2004
9. ASHRAE, 「ASHRAE handbook of fundamentals」, Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces, Seated very light work, 1993
10. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm