

건물에너지성능 및 불쾌현황을 고려한 고정형 블라인드의 최적 슬랫각도 도출 방법에 관한 연구

A Elicitation Method of Optimum Slat Angle of Fixed Venetian Blind Considering Energy Performance and Discomfort Glare in Buildings

박 장 우*
Park, Jang Woo

윤 종 호**
Yoon, Jong Ho

오 명 환***
Oh, Myung-Hwan

이 광 호**
Lee, Kwang-Ho

Abstract

The purpose of this study is to determine the optimum slat angle of the venetian blind which was applied at an outer skin of a curtain-wall system. The evaluation of the blind slat angle was performed in terms of the comfortable visual environment and decreased energy consumption. The office building prototype was considered for the analysis and simulation variables include application of blind, blind slat angle and dimming control of lighting. The annual energy consumption and incidence rate of discomfort glare were analyzed using EnergyPlus which is developed by the U. S. Department of Energy for the detailed building energy simulation.

As a result, it turns out that when the blind (reflectance: 0.5) was installed, the annual energy consumption was greater than that of the base model. However, when the dimming control was applied, the maximum energy saving of 16.3% could be achieved at a slat angle of 0°. In addition, in case of the base model, the incidence rate of discomfort glare was 84%, while the case of the blind with the slat angle of 0° showed that the incidence rate of discomfort glare was 42.4%. Consequently, the results showed that the slat angle of 55° with dimming control was the optimum strategy for the comfortable visual environment and decreased energy consumption.

키워드 : 베네치안 블라인드, 건물 에너지 성능, 불쾌현황, 슬랫각도, 조명제어

Keywords : Venetian Blind, Building Energy Performance, Discomfort Glare, Slat Angle, Dimming Control

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

유리외피의 커튼월 구조방식은 미래지향적인 시각적 이미지 부여가 가능하기에 선호되고 있으나, 창면적비 증가에 따른 실내 열손실 및 다량의 빛과 열이 유입되는 문제점이 있다. 유리외피를 통한 실내로의 일사유입은 적절한 이용을 통해 재실자의 시환경과 조명 및 난방에너지의 절약을 이룰 수 있지만, 과도하게 유입될 경우 불쾌현황 등의 시각적 불쾌감 유발과 난방에너지의 증가를 초래한다. 하지만 유리외피는 투과체로서의 재료적 특성상 자체적인 일사조절이 쉽지 않아 이를 제어할 수 있는 보조적인 일사조절장치가 요구된다. 이에 대부분의 커튼월 사무소건물에서는 내부에 롤셰이드 형태의 블라인드를 설치하여 사용하고 있으며, 재실자의 의사결정에 의한 수동방식

으로 조절되어진다.

실제 롤셰이드 블라인드의 사용실태를 보면, 빛과 열의 필요에 따른 유입 및 차단이 효율적으로 운영되어지지 않고 있는 실정이다.[1] 또한 롤셰이드 블라인드는 일사의 차단과 유입을 위한 상향 및 하향제어만 가능하기 때문에 하향제어 시 외부 조망이 불가능하며, 일사의 유입이 필요한 동절기에도 낮은 입사각에 의한 시각적 불쾌감을 방지하기 위해 하향제어 할 수 밖에 없다. 롤셰이드 블라인드는 이러한 일사조절의 기능적 한계를 갖기 때문에 보다 진보된 형태로의 전환이 필요하다.

반면, 슬랫형 블라인드는 슬랫의 상향 및 하향제어 외에 각도 제어 또한 가능해 더 다양한 제어방식을 제공할 수 있어 롤셰이드 블라인드의 기능적 한계를 해결 할 수 있는 좋은 대안이다. 슬랫형 블라인드는 직사광은 차단시키는 동시에 슬랫 사이로 반사되는 확산된 주광을 유입할 수 있어 자연채광을 효율적으로 활용할 수 있다.

기존의 슬랫형 블라인드에 관한 연구는 슬랫각도 변화에 따른 에너지 성능[2]과 불쾌현황[3] 및 작업면 빛환경

* 한밭대학교 건축공학과 석사과정

** 한밭대학교 건축공학과 교수, 공학박사

*** ㈜TES, 연구원

[4]에 관한 연구, 슬랫각도 제어와 조명제어에 따른 냉방 및 난방 에너지 소비량의 변화 관계[5]에 관한 연구등이 진행되어 왔으며, 외부 조건 변화에 따라 최적의 제어가 가능한 자동제어 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존 연구들에서는 에너지 절감과 불쾌현황 발생의 두 조건이 통합 고려되지 못한 한계가 있다.

두 조건이 통합 고려된 블라인드의 자동제어에 관한 선행연구[6]에서는 최적의 자동제어 전략을 수립하여 건물 에너지성능과 시각적 쾌적성의 개선 가능성을 분석하였으며, 자동제어 블라인드시스템으로의 전환이 필요하다는 의견을 제시하였다. 이러한 자동제어 시스템은 가장 이상적인 형태의 방안이지만, 실제 설치사례가 많지 않으며, 설치 시 시스템이 복잡해지고 설치비가 증가하는 등의 한계로 인해 즉각적인 보급이 어려운 현실이다. 따라서 이러한 최적 자동제어 블라인드의 보급 이전에 비효율적으로 운용되어지는 블라인드의 현 사용실태에 대한 보완책이 필요하다. 이에 본 연구는 대다수의 건물에서 효율적인 각도 제어가 되지 못하고 있는 내부 슬랫형 블라인드의 운용 실태를 바탕으로, 건물에너지성능 향상과 쾌적사의 쾌적한 시환경 달성이라는 목적을 통합 고려하는 고정된 슬랫각도의 도출 방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구는 서론에서의 자동제어 선행연구[6]를 바탕으로 사무소 건물에 내부 슬랫형 블라인드를 적용하여, 고정된 슬랫각도에서의 연간 건물 부하와 불쾌현황지수를 분석하였다. 연구의 분석변수는 슬랫각도와 조명제어시스템 적용의 유무로서, 슬랫반사율은 0.1~0.9의 중간값인 0.5로 고정된 채, 슬랫각도에 따른 건물 부하 변화와 슬랫형 블라인드와 조명제어가 통합 적용되었을 때의 효과를 분석하였다.

분석은 미국의 에너지성(DOE)에서 개발한 동적 에너지 해석 프로그램인 EnergyPlus를 이용하여 진행하였다. 연구의 전체적인 흐름은 그림 1과 같으며, 재실자 시환경은 Hopkinson에 의해 제시된 DGI(Daylighting Glare Index) 평가지표를 이용하여 불쾌현황 발생을 분석하였다[7].

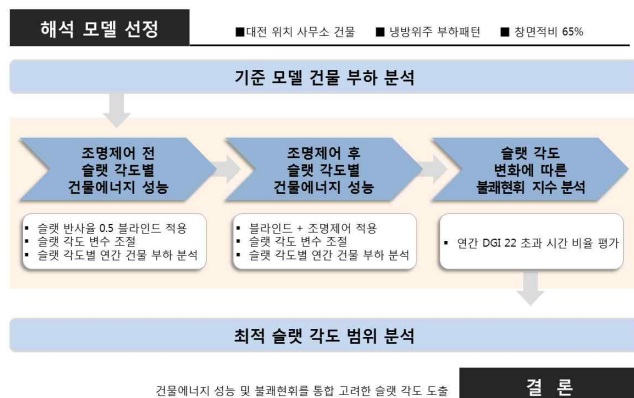


그림 1. 연구의 흐름

2. 해석모델 및 대상

2.1 해석모델의 개요

본 연구에서 사용된 해석모델은 벽 면적 대비 창 면적비(WWR: Window-to-Wall Ratio)가 65%인 대전지역에 위치한 사무소건물이다. 건물의 구성은 최상층, 중간층, 최하층의 3개 층으로 구성되었으며, 그림 2의 길게 표시된 중간층 남측방위의 「South Zone」을 대상으로 분석하였다. 해석에 필요한 기상데이터는 태양에너지학회의 「대전지역 20년 표준기상데이터」를 활용하였다.

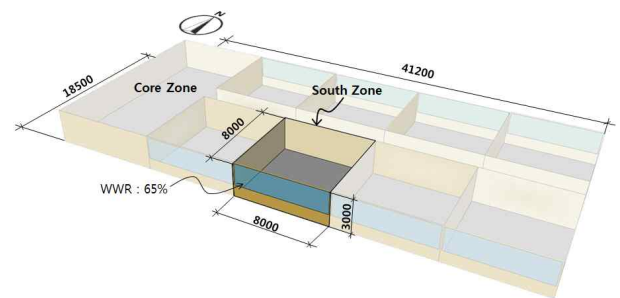


그림 2. 해석모델의 기준층

표 1은 해석모델의 주요 구조체 및 창호의 구성과 재료 물성을 나타내고 있으며, 불투명 재료는 건물에너지 절약설계기준의 성능을 충족시키는 수준 내에서 구성하였다[8]. 창호는 태양투과율(T_{sol}) 0.87, 가시광선투과율(T_{vis}) 0.97의 물성을 갖는 6mm 투명유리의 복층창(6CL+12Air+6CL)을 적용하였다.

표 1. 해석모델의 구성 및 재료 물성

	Materials	U-value
Ext Wall	200mm concrete 70mm insulation(0.034W/m ² K) Air space(0.15W/m ² K) 19mm gypsum board	0.438
Ground Floor	200mm concrete 70mm insulation(0.034W/m ² K) 200mm concrete	0.441
Ceiling Slab	70mm insulation(0.034W/m ² K) 160mm concrete	0.46
Roof	100mm concrete 150mm insulation(0.034W/m ² K) 16mm acoustic tile	0.21
Window	SHGC T_{vis} U-value	0.765 0.812 2.724
	Frame U-value	Aluminum 3.97

SHGC 0.666
 T_{vis} 0.678
U-value 2.977

Opaque Material U-value (excluding air film resistance)

표 2. 내부 발열 요소

People	Lights	Electric Equipment
17 m ² /person	10.8 W/m ²	8.6 W/m ²

내부 발열요소는 표 2와 같이 가정하였다.[9] 실내 설정 온도는 난방 22℃, 냉방 26℃이며, 주중에는 6시~19시까지, 주말에는 6시~17시까지, 휴일에는 비공조하는 것을 전제로 시뮬레이션 하였다. 공조 방식은 HVAC System 및 Plant의 효율을 배제하고, 입력된 실내 설정 온도 스케줄의 유지를 위해 투입 및 제거되는 냉방 및 난방, 조명

부하를 평가할 수 있는 IdealLoadSystem을 사용하였다.

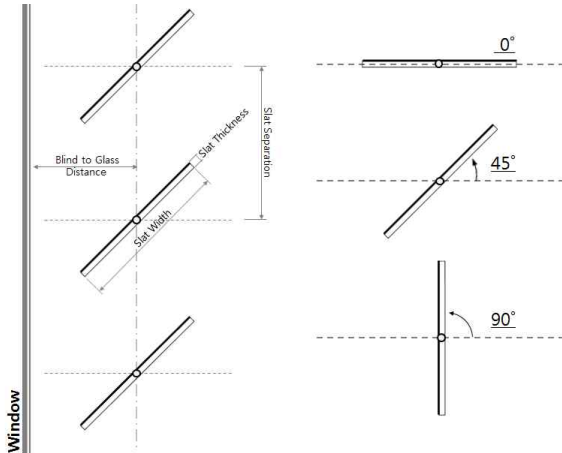


그림 3. 블라인드 슬랫의 구성

표 3. 블라인드 입력값

File	Unit	Value
Slat Width	m	0.048
Slat Separation	m	0.048
Slat Thickness	m	0.002
Blind to Glass Distance	m	0.050
Slat Infrared Emissivity	-	0.900
Slat Conductivity	W/m · K	0.900

본 연구에서 표기하는 슬랫의 각도는 그림 3과 같이 정의하였다. 슬랫각도 0°는 수평 방향으로 개방된 형태이며, 슬랫각도가 점차 커질수록 반시계 방향으로 하향 회전되어 슬랫각도 90°에서는 완전히 차폐된다. 슬랫에 대한 세부 입력값은 표 3의 값으로 설정하였으며, 본 연구에서의 슬랫각도는 0°~90° 범위에서 5° 간격으로 변화시켰다.

2.2 해석 모델의 연간 부하 분석

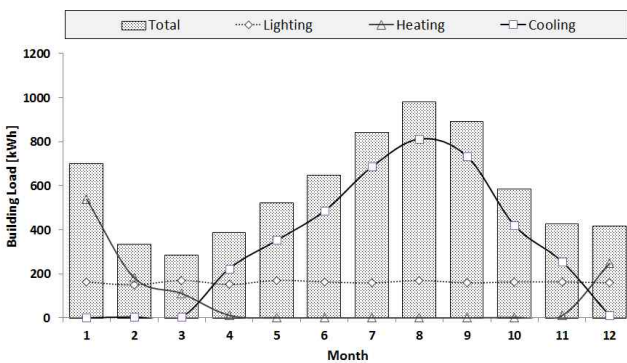


그림 4. 기준모델의 월별 부하 분포

그림 4는 블라인드를 적용하지 않은 「South Zone」의 월별 부하 분포를 나타낸 것이다. 해석 모델의 연간 총 부하는 냉방 56.7%, 조명 27.6%, 난방 15.7%의 분포를 보이는 냉방우주의 부하 패턴을 보이고 있다. 본 해석 모델의 부하량(이하 기준모델)을 본 연구의 비교 기준으로 하

여 연구를 진행하였다.

표 4. 기준모델의 연간 항목별 부하

	Yearly Building Load [kWh]	Rate [%]
Cooling	3984.6	56.7
Lighting	1938.9	27.6
Heating	1102.7	15.7
Total	7026.2	100

3. 슬랫각도에 따른 건물에너지성능 및 시환경 분석

3.1 조명제어 전 슬랫각도 별 건물에너지성능 분석

블라인드의 적용을 통해 건물에너지성능을 향상시키기 위해서는 슬랫의 반사율과 각도를 모두 고려하여야 하지만, 본 연구에서는 슬랫의 반사율을 0.5로 고정된 채 슬랫각도만을 변화시켜 해석모델에서의 연간 건물 부하를 분석하였다. 현재 대부분의 사무소 건물에는 조명제어 시스템이 적용되어 있지 않기 때문에 해석모델 또한 조명제어 시스템이 적용되지 않은 상태로 가정하였다.

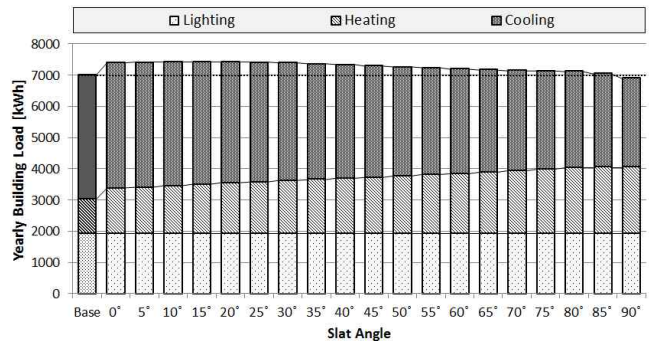


그림 5. 슬랫각도에 따른 연간 부하 (조명제어 전)

표 5. 슬랫각도에 따른 항목별 부하 (조명제어 전)

	Lighting [kWh]	Heating [kWh]	Cooling [kWh]	Total [kWh]	Rate [%]
Base	1938.9	1102.7	3984.6	7026.2	0.0%
0°	1938.9	1438.5	4023.1	7400.6	5.3%
5°	1938.9	1482.9	3995.1	7416.9	5.6%
10°	1938.9	1525.4	3968.6	7432.9	5.8%
15°	1938.9	1571.1	3926.3	7436.4	5.8%
20°	1938.9	1611.4	3884.6	7434.9	5.8%
25°	1938.9	1654.7	3827.4	7421.1	5.6%
30°	1938.9	1690.2	3770.5	7399.7	5.3%
35°	1938.9	1729.7	3704.7	7373.3	4.9%
40°	1938.9	1765.2	3636.5	7340.6	4.5%
45°	1938.9	1801.6	3566.3	7306.8	4.0%
50°	1938.9	1840.2	3495.0	7274.2	3.5%
55°	1938.9	1880.1	3423.4	7242.5	3.1%
60°	1938.9	1922.5	3351.7	7213.1	2.7%
65°	1938.9	1964.7	3281.2	7184.9	2.3%
70°	1938.9	2007.7	3214.1	7160.8	1.9%
75°	1938.9	2053.5	3151.4	7143.9	1.7%
80°	1938.9	2099.5	3092.4	7130.9	1.5%
85°	1938.9	2123.6	2994.5	7057.1	0.4%
90°	1938.9	2123.0	2849.8	6911.8	-1.6%

분석결과 그림 5의 그래프와 같이 대부분의 슬랫각도 조건에서 기준모델 대비 증가된 부하량을 나타냈다. 슬랫각도별 부하 변화의 최대 및 최소치는 15°일 때의 5.8% 증가와 90°일 때 1.6% 감소로, 90°로 완전 차폐된 경우를 제외한 모든 각도에서 증가한 것을 알 수 있다. 그림 5와 표 5를 통해 총 부하의 구성 항목을 보면, 블라인드를 설치한 후 점차 차폐될수록 냉방부하는 감소하고 난방부하는 증가하는 경향을 나타냈다.

외기에 면한 창을 통한 실내 획득열량은 일사투과획득, 대류획득, 전도획득, 장파복사획득, 단파손실의 5가지 요소의 합으로 구할 수 있다[10]. 블라인드의 적용과 슬랫각도 변화가 실내 획득열량의 각 요소에 끼치는 영향을 알아보기 위해 기준모델과 0°, 45°, 90°의 3가지 대표 슬랫각도 모델을 선정하여 실내 획득열량을 요소별로 분석하였다. 분석 결과, 전도획득과 단파손실의 양은 극미하였고, 그림 6과 같이 슬랫이 0° → 90°로 점차 차폐될수록 총 획득열량이 감소하는 패턴을 나타냈다. 이는 그림 5에서 점차 감소하는 연간 부하 변화와 유사한 패턴임을 알 수 있다. 획득 요소별로는 일사투과에 의한 획득열량이 급격히 감소하였으며, 대류와 장파복사에 의한 획득열량은 이와 반대로 증가하였다. 총 획득열량의 변화패턴은 일사투과에 의한 획득열량과 동일하게 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 이를 통해 총 획득열량의 변화는 일사투과의 요소에 의해 지배를 받는다고 사료된다.

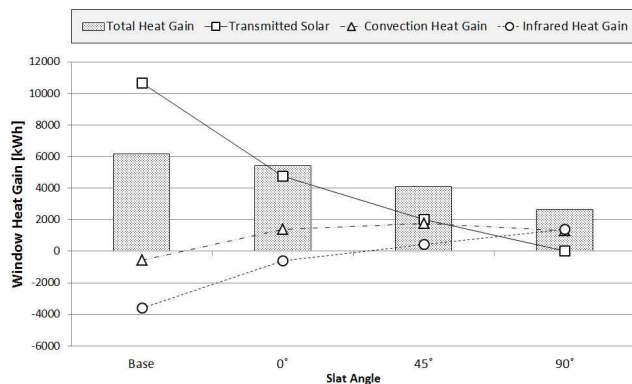


그림 6. 슬랫각도에 따른 연간 획득열량 변화

본 절에서의 분석 결과 반사율 0.5의 블라인드를 적용한 경우의 부하 절감 효과는 크지 않을 것으로 나타났다. 또한 슬랫이 차폐 될수록 일사투과에 의한 획득 열량이 크게 감소하였고, 이에 따라 냉방부하와 총 부하 또한 감소하였다.

3.2 조명제어 후 슬랫각도별 건물에너지성능 분석

위의 3.1절과같이 조명제어가 적용되지 않는 사무소건물을 대상으로 반사율 0.5의 내부 블라인드를 설치했을 경우, 부하 절감 효과는 크지 않은 것을 알 수 있었다. 이를 개선하기 위한 방안으로 해석모델에 조명제어 시스템을 추가로 적용하여 건물 부하에 미치는 영향에 대해 분석해보았다.

조명제어의 방식은 실내조도를 감지하여 자연채광의

증가에 따라 조명에너지를 선형으로 감소시키는 Continuous 방식을 적용하였다. 조명제어의 기준 조도는 한국산업규격 조도기준(KS A 3011)의 사무소 표준 조도 범위에 해당하는 500 lux로 설정하였으며, 조명제어 센서는 그림 7과 같이 2개의 센서를 통하여 각 센서당 실내면적의 1/2씩 담당하도록 하였다. 조명제어 센서는 0 lux 부터 500 lux의 범위 내에서 실내 조도를 감지하여 조명에너지가 선형으로 감소하도록 하였고, 실내 조도가 500 lux를 넘어서 부터는 조명에너지의 20%만 가동하도록 설정하였다.

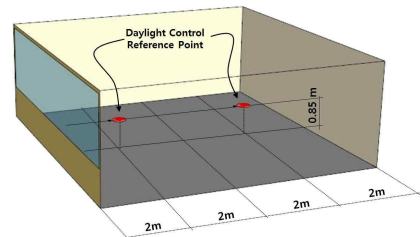


그림 7. 조명제어 센서 위치

분석결과 그림 8과 같이 모든 각도에서 기준모델 대비 감소된 부하량을 나타냈으며, 구성 항목 중 조명과 냉방 부하가 감소한 것을 알 수 있다. 전체 부하 감소량은 슬랫이 최대로 개방된 0°일 때가 16.3%로 가장 컸고, 완전 차폐된 90°일 때가 1.6%로 가장 작게 나타났다. 0°~30°의 범위 내에서는 모두 14%이상의 부하 감소를 나타냈으며, 슬랫이 개방될수록 부하가 작게 나타났다. 이는 슬랫이 차폐될수록 부하가 줄어드는 3.1절의 결과와 상이한 패턴으로서, 그 원인은 조명제어의 적용 유무에 의한 것으로 사료된다.

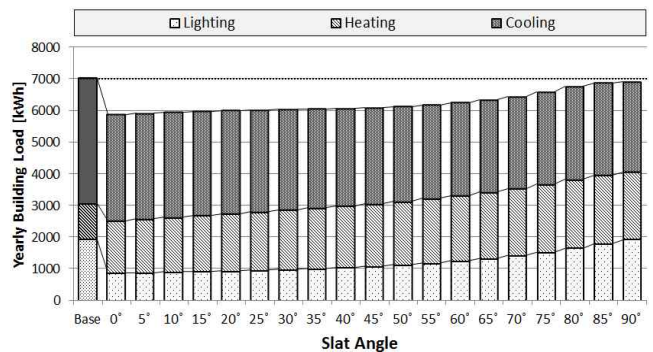


그림 8. 슬랫각도에 따른 연간 부하 (조명제어 후)

실내로 유입되는 일사는 조명제어의 적용 유무에 따라 서로 다르게 해석될 수 있다. 조명제어가 적용되지 않은 경우, 일사의 유입은 실내에 대한 열량 획득의 개념으로 해석할 수 있다. 반면 조명제어가 적용되었을 경우에는 열량 획득과 함께 조명 부하를 감소시킬 수 있는 자연채광의 유입이라는 열과 빛 에너지의 두 가지 개념으로 해석할 수 있다. 따라서 본 절에서의 분석은 유입된 일사에 의한 냉방부하 증가보다 자연채광 활용으로 인한 조명부하 감소와 그에 수반된 조명발열 감소에 따른 냉방부하 감소의 합이 더 크기 때문에 전체 건물 부하의 감소가 나타난 것으로 사료된다.

표 6은 슬랫각도별 건물 부하를 구성 항목별로 나열한 것으로, 조명부하가 크게 감소된 것을 알 수 있다.

표 6. 슬랫각도에 따른 항목별 부하 (조명제어 후)

	Lighting [kWh]	Heating [kWh]	Cooling [kWh]	Total [kWh]	Rate [%]
Base	1938.9	1102.7	3984.6	7026.2	-0.0%
0°	877.2	1643.9	3358.9	5880.0	-16.3%
5°	888.3	1685.2	3339.1	5912.6	-15.8%
10°	900.8	1726.2	3320.8	5947.9	-15.3%
15°	916.4	1768.3	3289.8	5974.5	-15.0%
20°	933.9	1805.9	3259.9	5999.6	-14.6%
25°	954.6	1846.1	3217.1	6017.9	-14.4%
30°	978.4	1879.0	3176.1	6033.6	-14.1%
35°	1008.3	1911.6	3130.3	6050.2	-13.9%
40°	1039.6	1941.8	3083.2	6064.7	-13.7%
45°	1077.4	1973.4	3037.7	6088.5	-13.3%
50°	1123.9	2005.0	2996.0	6124.9	-12.8%
55°	1181.0	2035.1	2960.2	6176.3	-12.1%
60°	1248.8	2064.3	2932.0	6245.1	-11.1%
65°	1329.3	2090.9	2913.1	6333.3	-9.9%
70°	1421.6	2116.7	2904.0	6442.4	-8.3%
75°	1531.2	2138.2	2908.9	6578.2	-6.4%
80°	1665.0	2159.6	2929.8	6754.3	-3.9%
85°	1803.1	2152.1	2914.2	6869.4	-2.2%
90°	1938.9	2123.0	2849.8	6911.8	-1.6%

이처럼 조명제어와의 통합 분석결과, 증가 패턴을 보이던 건물 부하 변화가 감소되는 패턴으로 변화하였다. 이를 통해 슬랫형 블라인드와 조명제어가 통합 적용 될 경우, 건물에너지성능 측면에서 효과적인 것으로 분석되었다.

3.3 슬랫각도 변화에 따른 재실자 시환경 분석

슬랫형 블라인드와 조명제어의 통합 분석을 통하여 조명제어적용에 의한 건물 부하 감소 효과를 입증하였다. 하지만 블라인드의 조작 목적[11][12] 및 작동 우선순위와 관련된 연구[13]에서는 공통적으로 현황을 최우선 순위로 제시하고 있으며, 이를 통해 블라인드 적용의 근본적 목적은 재실자의 쾌적한 시환경 유지임을 알 수 있다. 이에 슬랫각도별 재실자의 시환경을 분석하였다.

표 7. 건물용도별 권장되는 최대 현황지수

Activity or zone type	Maximum Discomfort Glare Index
Instrument assembly	22
Hospital wards	18
Museums	20
Office	22
School classrooms	20

시환경 평가지표 DGI(Daylighting Glare Index)의 허용 기준은 표 7과 같이 사무소 용도의 경우 22이하로 하였다.[7] 따라서 업무시간(08시~18시)을 대상으로 DGI가 22를 초과하는 시간을 분석하여, 연간 업무시간 대비 초과 시간의 비율로 계산하였다. 측정위치는 창면에서 2m 떨어진 거리의 인체 평균키 165cm 높이로 설정하였다.

분석결과 불쾌현황 발생은 조명제어 유무에 따른 변화

가 없는 것으로 나타났으며, 그림 9에서 보는 바와 같이 블라인드를 적용하지 않은 기준 모델의 경우 불쾌현황이 발생하는 연간 시간의 비율은 84.0%로 분석되었다. 반면 블라인드를 적용한 경우에는 슬랫각도 0°에서 42.4%로 기준 모델 대비 41.6% 감소하였으며, 슬랫을 차폐할수록 점차 줄어들어 65° 이후에는 발생비율이 1% 이하로 나타났다.

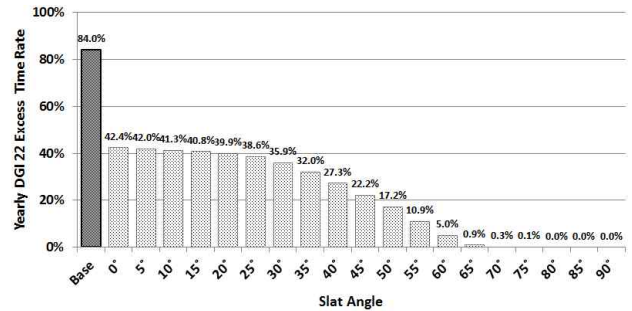


그림 9. 슬랫각도별 연간 DGI 22초과 시간 비율

이와 같이 블라인드의 적용은 불쾌현황의 발생을 크게 감소시켰으며, 불쾌현황을 완전히 제거할 수 있는 각도는 80°~90°로 나타났다. 하지만 재실자의 입장에서 불쾌현황 발생비율의 허용기준치를 얼마로 정하느냐에 따라 쾌적한 시환경을 만족하는 슬랫각도 범위는 더 넓어질 수 있을 것으로 사료된다.

3.4 시환경과 건물에너지성능을 만족하는 슬랫각도

블라인드의 적용은 재실자 측면에서의 시환경 만족과 건물 측면에서의 건물에너지성능 향상의 두 조건을 모두 만족하는 것이 이상적이다. 따라서 앞서 분석한 결과를 종합하여 두 요건을 모두 만족시킬 수 있는 블라인드 슬랫각도의 범위를 분석하였다. 분석 값은 해석모델에 반사율 0.5인 슬랫의 각도를 변화시켜 각도별 연중 분석한 데이터로서, 분석 조건의 변경에 따라 연구에서 도출된 슬랫각도는 변화 할 수 있다.

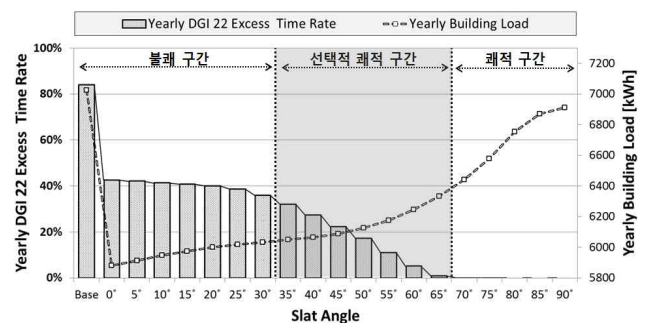


그림 10. 슬랫각도별 연간 불쾌현황 발생 비율 및 건물 부하

그림 10과 같이 슬랫각도별 불쾌현황 발생비율이 크게 변화하는 30°~35°, 65°~70°의 두 점을 기준으로 시각적 인지영역을 불쾌 구간, 선택적 쾌적 구간, 쾌적 구간의 3가지로 나누었다. 선택적 쾌적 구간이란 불쾌 구간과 쾌적 구간 사이의 불쾌현황 발생비율이 급격하게 변화하는 구간으로서 재실자의 주관적인 허용기준치 선택에 따라서 불쾌 구간 또는 쾌적 구간이 될 수 있는 영역으로 정의하였다.

슬랫각도에 따른 건물 부하는 불쾌 구간에서 그 감소폭이 크고 쾌적 구간으로 갈수록 감소폭이 작아지는 상반된 패턴을 나타내었다. 따라서 건물 부하 감소와 불쾌현황 감소의 두 요소를 완벽히 충족할 수 없기 때문에 두 요소를 상황에 맞게 절충하여 선택적 쾌적 구간 내에서 선택해야 할 것으로 사료된다.

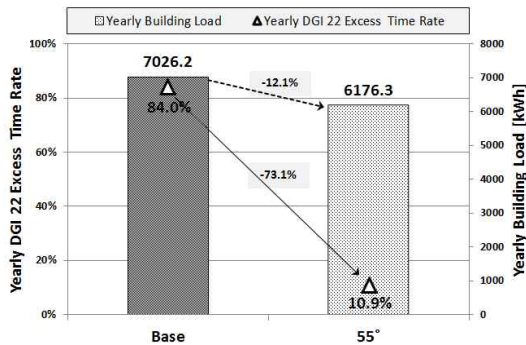


그림 11. 슬랫각도 55°의 불쾌현황 및 부하 감소 효과

본 연구에서는 선택적 쾌적 구간을 기준으로 하여, 건물부하 상승률이 가장 커지는 지점 이전의 슬랫각도를 건물 부하와 불쾌현황의 두 상반된 변수를 절충한 최적 각도로 도출하였다. 이에 따라 도출된 최적 슬랫각도는 55°로서, 슬랫각도 35°~50°까지는 평균 0.2~0.7%의 부하 상승률을 보이지만, 55°이후에는 1.0%이상의 큰 부하 상승률을 나타냈다.

도출된 최적각도에 의한 효과는 그림 11과 같이 기준 모델 대비 건물 부하는 12.1%, 불쾌현황 발생 비율은 73.1% 감소하였다.

4. 결론

본 연구의 목적은 재실자 시환경과 건물에너지성능을 모두 고려한 실내 슬랫형 블라인드의 최적 고정 슬랫각도의 도출 방법을 제시하는 것으로서, 슬랫반사율 0.5의 블라인드와 조명제어시스템을 적용한 사무소 건물의 건물 부하와 불쾌현황을 분석하였다. 주요 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 해석 모델에 블라인드를 적용했을 경우, 최대 부하 감소량은 슬랫각도 90°에서의 1.6%이며, 이를 제외한 나머지 각도에서는 부하가 모두 증가하였다. 증가량의 최대치는 슬랫각도 15°에서의 5.8%로 나타났다.

둘째, 블라인드와 조명제어를 함께 적용했을 경우, 최대 부하 감소량은 슬랫각도 0°에서의 16.3%이며, 0°~30°의 범위 내에서는 모두 14%이상의 감소량을 나타냈다. 감소량의 최소치는 슬랫각도 90°의 1.6%이다.

셋째, 블라인드를 적용했을 때의 연중 불쾌현황 발생 비율은 슬랫각도 0°일 때 42.4%로 기준모델에서의 84.0%보다 41.6%감소하였다. 이 후 슬랫이 차폐됨에 따라 점차 감소하여 65° 이후에는 발생비율이 1% 미만으로 나타났다.

넷째, 블라인드와 조명제어를 통합 적용한 경우, 재실자 시환경과 건물에너지성능을 모두 고려한 최적의 슬랫각도

는 55°로 나타났으며, 이때의 부하 감소량은 기준모델 대비 12.1%, 불쾌현황 발생 비율은 73.1% 감소하였다.

본 연구를 통해 내부 블라인드 설치 시 블라인드 구성 조건에 대한 고려가 없을 경우, 오히려 건물 부하가 증가할 것으로 판단된다. 또한 조명제어와 통합 적용됨으로서, 시환경과 건물에너지성능 측면에서 뛰어난 효과를 보이는 것으로 나타났다. 추후 본 연구를 바탕으로 블라인드의 슬랫 반사율과 해석모델의 창면적비, 창호 유리의 종류 등의 제반 조건 변화에 따른 건물 부하 절감과 불쾌현황 발생의 상관관계 분석 및 실측 실험을 통한 검증연구를 통하여 건물에너지성능과 재실자 시환경을 함께 고려한 최적의 블라인드 구성을 도출할 예정이다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 2010 신재생에너지기술개발 연구비 지원으로 수행되었음 (과제번호 : 2010-P100100654)

참고문헌

- 이정근 외, 커튼월 건물의 내부 블라인드 운영실태조사 분석, 대한건축학회 학술발표 논문집, 2011
- 조성환 외, 베네치안 블라인드의 슬래트 각도변화가 건물의 냉난방 부하에 미치는 영향, 대한설비공학회 논문집, 1995
- 박병철 외, RADIANCE 소프트웨어를 이용한 롤러셰이드와 베네치안 블라인드에 의한 실내 주광분포 분석 및 창면 glare (DGI)평가, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2007
- 정희영 외, 베네치안 블라인드 슬랫 조절에 따른 작업면 빛환경 향상 방안 에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계), 2010
- 곽영훈 외, 블라인드와 디밍제어 전략에 따른 연구소 건물의 하절기 에너지 절감 효과, 한국건축친환경설비학회 논문집, 2011
- Myung Hwan Oh, Automated control strategies of inside slat-type blind considering visual comfort and building energy performance, Energy and Buildings, 2012
- Hopkinson, Glare from Daylighting in Buildings, Applied Ergonomics 3, 1972
- 국토해양부, 건축물의 에너지절약설계기준, 2010. 12
- 신치웅, SI단위 공기조화설비, 기문당, 2008
- Lawrence Berkeley National Laboratory, Energy Plus Input Output reference
- Bulow-Rube, H., Energy-efficient window systems: Effects on energy use and daylight in buildings. Ph.D. Dissertation, Lunds University, Sweden, 2001
- Lindsay, C.R T. and Littlefair, P.J., Occupant Use of Venetian Blinds in Offices, Building Research Establishment(BRE), 1992
- Guillemin, A. and Morel, S., An Energy-efficient Controller for Shading Devices Self-adapting to the User Wishes, Building and Environment, Vol.37, No.11, pp.1091-1097, 2002

투고(접수)일자: 2012년 8월 9일

수정일자: (1차) 2012년 11월 16일

(2차) 2012년 12월 14일

게재확정일자: 2012년 12월 14일