

창의 기울기에 따른 건축물 에너지 소비량 예측

조성우*

*창원대학교 건축공학과(swcho@changwon.ac.kr)

The Prediction of Energy Consumption by Window Inclination

Cho, Sung-Woo*

*Dept. of Architecture Engineering, Changwon University(swcho@changwon.ac.kr)

Abstract

Most of domestic building generally don't have fixed shading devices considering of appearance and aesthetic issues. In this study is suggested that tilt window simultaneously has a role of shading and blocking solar radiation. The tilt window thermal performance is investigated by relationship between inclination and heating · cooling load. As comparing vertical window with 5° and 7° of tilt window respectively, the heating load is increased by 3.6% and cooling load is reduced by 8.1% on 5° tilt window and the heating load is increased by 5.3% and cooling load is reduced by 11.5% on 7° tilt window. Especially, the total load of alternative tilt window is showed the reduction rate 2.6% and 3.6% compared of vertical window. Therefore, the tilt window is possible to role of shading of solar radiation and reduction of heating and cooling load.

Keywords : 경사창(Tilt window), 기울기(Inclination degree), 일사량(Solar radiation rate), 난방부하(Heating load), 냉방부하(Cooling load)

기 호 설 명

- a : 창의 기울기(°)
- h : 태양고도(°)
- H : 수직창 높이(m)
- L : 수직창을 통한 투과일사길이(m)
- L' : 경사창을 통한 투과일사길이(m)
- Z-Z' : 건축물의 방위각(°)

1. 서 론

최근 고유가 시대의 도래와 정부정책인 녹색정책으로 인하여 건축물에서도 단 1%의 에너지 소비량을 줄이고자 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다.

건축물에서 외기에 가장 민감하게 대응하는 부분은 창이라고 할 수 있으며, 창의 경우 계절적 요인에 따라 일사유입은 (+)요인과

투고일자 : 2011년 9월 7일, 심사일자 : 2011년 9월 9일, 게재확정일자 : 2011년 10월 20일
교신저자 : 조성우(swcho@changwon.ac.kr)

(-)요인으로 작용할 수 있다.

강운석 외 2인¹⁾은 시뮬레이션을 통하여 수직창에 의한 관류와 일사부하가 전체 냉방부하의 약 50%이상을 차지한다고 하는 보고를 하고 있다. 조성우²⁾는 경사창호를 통한 투과 일사 길이에 대한 수치해석을 수행하여 최적 기울기와 방위각에 대한 관계를 보고하고 있다. 또한, 고정차양과 동적 차양에 대한 시뮬레이션을 수행한 결과, 고정차양과 비교하여 동적 차양이 유리하다는 보고³⁾를 하고 있다.

국내 건축물은 외관과 미적 문제를 고려하여 고정차양을 설치하지 않는 경우가 일반적이므로, 본 연구에서는 차양의 역할과 동시에 일사 유입을 차단할 수 있을 것으로 판단되는 경사창을 선택하여 경사창의 기울기에 따른 냉난방부하와의 관계를 파악하는데 목적을 두고 있다.

2. 연구의 방법 및 범위

창의 기울기에 따른 일사취득 및 손실과 총 부하를 예측하기 위하여 창의 기울기 산정에 대한 이론적 고찰과 Energy Plus를 활용하고자 하며 이에 따른 내용은 아래와 같다.

- (1) 창의 기울기에 대한 투과 일사 길이 산정에 대한 이론적 정립
- (2) 하지를 기준으로 태양고도를 계산하여, 실내로 유입되는 투과일사 길이 산정
- (3) Energy Plus의 활용을 위한 모델제작
- (4) 수직창과 경사창에 대한 총 부하 및 일사취득량 비교 검토

3. 투과일사길이산정 및 Energy Plus 모델제작

3.1 투과일사길이 산정

일사는 수직창의 끝부분을 통과하여 실내로 유입됨에 따라 대상지역의 태양고도에 따라 투과되는 일사의 길이는 변화된다.

이는 실내로 유입되는 투과 일사 길이가 길

수록 난방부하에는 (+)요인으로 작용하는 반면, 냉방부하에는 (-)요인으로 작용함에 따라 투과 일사 길이는 총 부하에 많은 영향을 미칠 것으로 사료된다.

수직창과 경사창에서 실내 투과 일사 길이의 산정에 대한 개념도는 그림 1과 같다.

기존 수직창의 경우, 삼각형 ABC에서 실내에 투과된 일사 길이는 태양고도(h)를 이용하여 구할 수 있으며 식(1)과 같다.

$$\tan h = \frac{H}{BC}, BC = \cot h \times H \quad (1)$$

창이 기울어진 경우에는 실내에 투과되는 일사길이는 BC'선분이므로, 이 선분의 길이를 구하기 위해서는 BC선분에서 CC'선분을 뺀 것과 동일하다. CC'는 AA'와 동일크기를 가진 선분이고, AA'는 창의 기울기각도(a)를 이용하여 구할 수 있다.

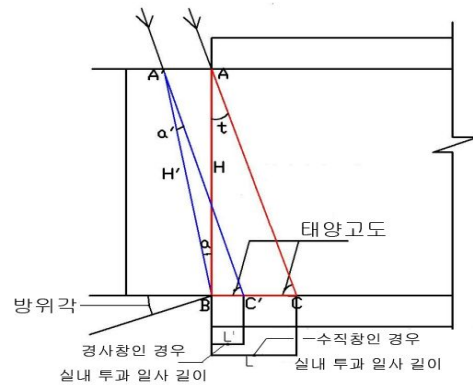


그림 1. 태양고도 및 실내투과일사길이

그러므로 경사창에서 실내 투과 일사길이(L')는 식(2)와 같다.

$$L' = \cot t H - \tan a H \quad (2)$$

건물 방위각을 고려하게 되면, 최종적으로 실내에 투입되는 일사길이는 식(3)과 같다.

$$L' = (\cot tH - \tan aH) \cos(Z - Z') \quad (3)$$

식(3)을 이용하여 대상모델에서 구한 투과 일사길이는 그림 2와 같다.

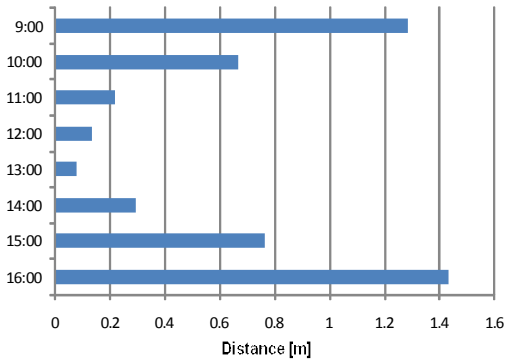


그림 2. 대상 건축물의 투과일사길이

대상 건축물에서 창을 통과한 투과일사길이의 분포를 살펴보면, 09:00에서는 1.28m이며, 태양공도가 가장 높은 12:00에서는 그 길이가 0.14m로 매우 작게 나타났다.

그러나 11:00에서 14:00를 제외한 오전시간대에서는 평균 0.98m이고, 오후시간대에서의 그 값은 1.1m로 일사의 상당부분이 투과되어 실내로 유입되는 것을 볼 수 있다.

실내로 유입되는 일사길이가 길다는 것은 많은 일사량이 실내로 유입됨을 의미하며, 이로 인하여 냉방부하는 증가하게 된다.

3.2 Energy Plus 모델제작

투과 일사에 따른 냉방과 난방의 총 부하를 예측하기 위하여 Energy Plus를 이용하였다. 본 연구에서 대상모델은 2층으로 구성된 단독주택이며, 투영도는 그림 3과 같다.

본 연구에서 대상건축물은 정남에서 서측으로 45°기울어져 있으며, 창면적비는 전체 벽면의 23.35%를 차지하고 있으며, 창은 대부분이 남서쪽과 남동쪽에 위치하고 있다.

각 부위의 열관류율과 창 구성형태는 표

1의 건축개요에서 나타내고 있다.

대상 건축물 각 부위의 열관류율은 국토해양부고시 제 2010-371호의 건축물의 에너지 절약기준에 근거하여 값을 취하였다.

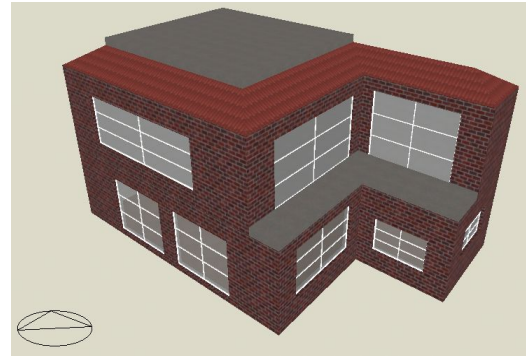


그림 3. 대상모델 투영도

표 1. 대상모델의 건축개요

위치	위도 35.55°, 경도 129.32°		
방위각	45°	창면적비	23.35%
건축면적	183.23m ²		
난방개시온도(°C)	18	냉방개시온도(°C)	26
건축부위별 열관류율값(U=W/m ² K)	외벽	0.35	
	지붕	0.15	
	최하층바닥	0.18	
창호 : 이중창(clear 6mm+air 13mm+clear 6mm)			

4. 경사각도에 따른 투과일사량 및 총 부하 비교

4.1 경사창 설치에 따른 투과일사길이

차양과 달리 경사창의 기울기는 건축물의 외관에 많은 영향을 미칠 것으로 사료됨에 따라, 하부 기울기는 기 제안⁴⁾된 각도인 5°와 7°에 대하여 투과일사길이를 계산하였으며, 그 결과는 그림 4와 같다.

투과일사길이는 수직창의 경우 평균길이는 0.61m인 것과 비교하여 경사창의 하부 기울기가 5°인 경우는 0.48m, 기울기가 7°인 경우는 0.42m로 약 21.3%에서 31.1%정도 투과일

사거리가 줄어드는 것으로 나타났다.

특히, 기울기가 5°와 7°인 경우, 일사세기가 가장 큰 12시와 13시에는 거의 실내로 유입되는 일사가 매우 작은 것으로 나타났다.

그러므로 투과일사 길이에 따라 냉방부하도 어느 정도 영향을 받을 것으로 판단된다.

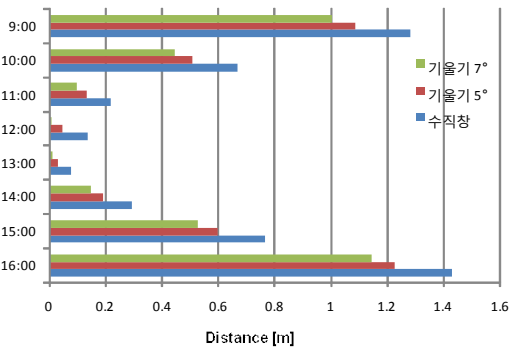


그림 4. 경사창의 기울기에 따른 투과일사 길이

4.2 경사창 설치에 따른 냉방부하 비교

(1) 수직창의 경우

수직인 창을 설치한 경우, 외벽에 부착된 수직창을 통과한 투과일사량은 그림 5와 같고, 5월에는 46.3kWh와 8월 47.3kWh로 높게 나타났고, 12월과 1월에는 각각 31.65kWh, 28.22kWh로 낮게 나타났다. 이로 인하여 겨울철에는 난방부하가 높고, 8월에는 냉방부하가 높게 나타날 것을 예측할 수 있다.

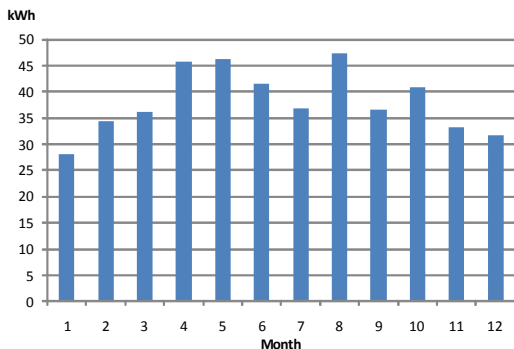


그림 5. 수직창을 통과한 일사취득량

대상건축물에서 외벽에 면한 창이 수직인 경우, 난방기간은 11월초부터 4월초까지이며, 4월초부터 10월초까지는 냉방 가동이 실시되는 것으로 예측되었다.

최대 난방부하는 1월5일 83.6kWh이며, 최대 냉방부하는 7월27일 146.9kWh로 나타났다. 대상건축물에 대한 난방기간동안의 총 난방부하는 5,342kWh, 냉방기간동안 총 냉방부하는 5,753kWh이며, 그림 6과 같다.

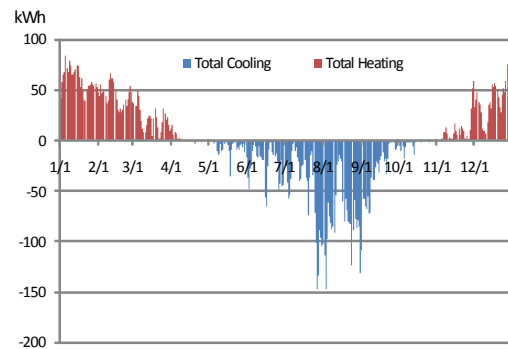


그림 6. 수직창 설치 건축물 일별 냉방 및 난방부하

(2) 하부 기울기가 5°인 경사창의 경우 창을 통과한 투과일사량은 그림 7과 같다.

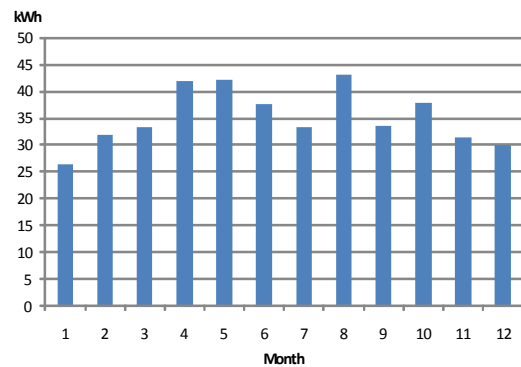


그림 7. 기울기 5°인 경사창인 경우 투과일사량

연간 투과일사량은 12,880kWh로 수직창의 연간 투과일사량인 13,964kWh보다 약 7.8%

줄어드는 것으로 나타났다. 1년 중 최대와 최저 일사량은 8월에 43.2 kWh이고, 1월은 26.5 kWh로 각각 수직창과 비교하여 8.7%와 6.1% 줄어드는 것으로 나타났다.

최대 난방부하는 1월5일 85.1kWh로 수직창의 경우보다 1.8% 높게 나타났으나, 최대 냉방부하는 7월27일 141.1kWh로 수직창의 경우보다 4.1% 낮게 나타난 것을 볼 수 있다. 대상건축물에서 기울기 5°인 창호를 설치한 경우, 난방기간동안의 총 난방부하는 5,518kWh이며, 냉방기간동안 총 냉방부하는 5,285kWh로 나타났으며, 그림 8과 같다. 냉방과 난방을 더한 총부하는 10,804.66kWh로 수직창의 11,096.3kWh보다 낮게 나타난 것을 볼 수 있다.

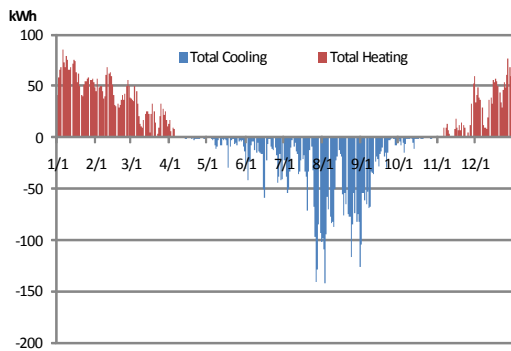


그림 8. 기울기 5°인 경사창 설치 건축물 일별 냉방 및 난방부하

(3) 하루 기울기가 7°인 경사창의 경우 창의 하루 기울기가 7°인 경사창의 경우, 창을 통과한 투과일사량은 그림 9와 같다.

연간 투과일사량은 12,396kWh이며, 수직창과 기울기 5°인 경사창과는 각각 11.2%와 3.8% 줄어드는 것으로 예측할 수 있다. 또한, 1년 중 최대와 최저 일사량은 8월에 41.4 kWh이고, 1월은 25.7 kWh로 나타났다.

수직창과 기울기 5° 경사창 설치 건축물과 비교해보면, 냉방부하는 각각 11.5%, 3.7% 줄어드는 것으로 나타난 반면, 투과되는 일사량의 감소로 인하여 난방부하는 각각 4.9%,

1.6%증가하였으며, 총부하는 10,696.34 kWh로 예측되었다. 일별 냉방과 난방부하는 그림 10과 같은 결과를 얻었다.

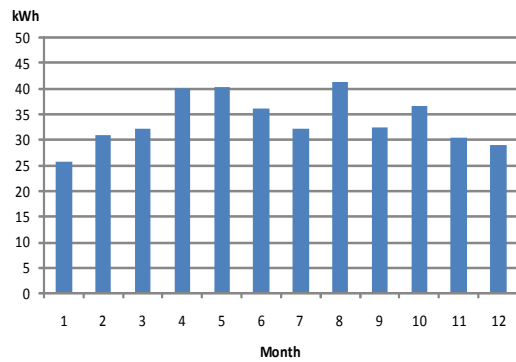


그림 9. 기울기 7°인 경사창인 경우 투과일사량

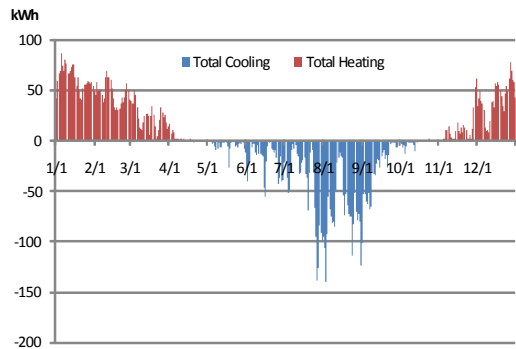


그림 10. 기울기 7°인 경사창 설치 건축물 일별 냉방 및 난방부하

5. Energy Plus 시뮬레이션 결과 비교

수직창과 차양의 역할이 가능한 경사창의 각도 변화에 따른 투과일사량과 이에 따른 냉방과 난방부하를 시뮬레이션을 통하여 살펴보면 표 2와 같다.

시뮬레이션 결과에 따르면, 수직창의 경우와 비교하여 경사창의 투과일사량은 각각 7.8%와 11.2% 줄어들었고, 이로 인하여 난방부하는 다소 증가하였으나, 냉방부하는 난방부하의 증가비율보다 큰 폭으로 줄어들게 됨

을 알 수 있다. 이로 인하여 총부하는 각각 2.6%와 3.6%로 줄어드는 것으로 나타났다.

표 2. 수직창과 경사창의 각도변화에 따른 투과일사량과 총부하

	수직창	5° 경사창	7° 경사창
연간투과일사량 (kWh)	13,964.4	12,880.06	12,396.64
총부하 (kWh)	11,096.3	10,804.66	10,696.34
냉방부하 (kWh)	5,753.64	5,285.89	5,090.71
난방부하 (kWh)	5,342.66	5,518.77	5,605.63
저감율(%) (일사량/총부하)	-	7.8/2.6	11.2/3.6

6. 결 론

건축물 일사유입 차단을 위하여 설치되는 차양을 대신하여 기울기를 가진 경사창 설치의 경우에 대한 투과일사량과 냉방 및 난방부하의 결과를 정리하면 아래와 같다.

- (1) 건축물의 외관에 대한 미적인 고려를 위하여 차양 설치를 하지 않는 경우, 기울기를 가진 경사창을 설치함에 따라 차양을 설치하는 효과를 얻을 수 있는 것으로 예측할 수 있다.
- (2) 기존 수직창과 기울기가 5°와 7°인 경사창을 설치한 경우, 투과일사량은 각각 7.8%, 11.2% 줄어드는 것으로 나타남에 따라 냉방과 난방부하에 영향을 미치는 것을 예측할 수 있다.
- (3) 경사창의 설치에 따른 투과일사의 감소의 영향은, 난방측면에서는 난방부하의 증가를 보이고 있는 반면, 냉방측면에서는 냉방부하의 감소를 보이고 있다.
- (4) 수직창과 비교하여 기울기가 5°인 경우, 난방부하는 3.3%증가, 냉방부하는 8.1% 감소하고, 기울기가 7°인 경우와 비교하면, 난방부하는 4.9%증가, 냉방부하는 11.5% 감소한 것으로 나타났다. 총부하는 기울기가 5°와 7°인 경우 각각 2.6%와 3.6% 감소되는 것으로 나타났으므로, 경사창의

경우는 차양의 역할 수행이 가능한 것을 알 수 있다.

후 기

이 논문은 2011년도 창원대학교 신입교수 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

1. 강윤석, 박종일, 임병찬, 냉난방부하 계산의 단순화 모델링 기법 적용 타당성 검토에 관한 연구, 대한설비공학회 하계학술발표대회논문집, pp. 1386-1391, 2008.
2. 조성우, 투과일사의 유입길이에 따른 Tilt 창호의 적정 기울기 산정, 대한설비공학회 논문집, 대한설비공학회, 22권,9호, 2010. 09
3. Martin Vraa Nielsen, Svend Svendsen, Lotte Bjerregaard Jensen, Quantifying the potential of automated dynamic solar shading in office buildings through integrated simulations of energy and daylight, Solar Energy, Vol.85, 2011, pp.757-768