

투명 유리 사무소 건물의 냉방부하 감소를 위한 적정 외부차양 배치에 관한 연구

A Study on Designing a Proper External Shading Device to Diminish the Cooling Load of a Transparent Glazing Office Building

임상준*

Yim, Sang-Joon

서혜수*

Seo, Hye-Soo

김병선**

Kim, Byung-Seon

Abstract

Modern architecture represent a great capitalistic, polishing, high-technology image to the public by design. As a result, glass architecture which show 'transmittance' in desinging play a leading part. consequently a role of machine is increasing in controlling an internal environment of building.

These movement look like assisting an universal standard building disregarding a each nation's climate peculiarity. if glass building is applied by a paper external shading device. the shading device has a great effect on the reduction of cooling load energy. this reserch to propose the proper designing scheme of the fixed external shading device. The effect of proper external shading device on the cooling load is evaluated by the numeric simulation.

Keywords : glass architecture, shading device, thermal preformance, simulation

1. 서 론

1.1 연구의 목적

우리나라의 건축경향을 보면, 1990년대를 기점으로 OA 설비들과 첨단 통신장비로 구성된 에너지 다소비형 고층 빌딩이 등장하고 있으며, 그 후 건물의 대형화, 고급화 그리고 유리에 의한 투명화 추세를 보이고 있다. 그러나 이러한 건물들에서의 특징을 보면 실내·외 발열부하가 매우 높고 전체적으로 실내환경의 질이 악화되어 있어 이를 개선하기 위해 많은 양의 에너지를 냉,난방용으로 사용하고 있다. 또한 최근 연구결과에 의하면 우리나라의 에너지 사용량 중 약 25%가 건축부문에서 사용하고 있으며 그 중 약 80%가 이러한 실내환경의 질을 개선하기 위해 냉난방과 조명에너지로 사용되고 있는 것으로 조사되어 에너지 절약과 실내환경의 질에 있어 냉난방과 관련된 공조시스템부분이 매우 중요하게 부각되고 있다. 이러한 움직임에 대하여 건축분야에서는 생태건축, 지속 가능한 건축, 환경공생건축이란 개념을 바탕으로 실제건물에 환경친화적 요소의 실질적인 반영을 도모하고 있는 현실이다. 본 연구의 목적은 환경에너지에 초점을 맞추어 건축가의 의무로써 건축설계시 기계설비의 의존도를 낮추

고 패시브적 적용을 통해 최근 주류를 이루고 있는 '유리 건물'에 우리나라 기후설정에 적합한 '적정외부고정차양'을 적용시 열성능 향상을 computer시뮬레이션을 통한 고찰을 통해 구체적으로 보여주는데에 있다.

1.2 연구의 방법 및 절차

문헌조사를 통해 한국의 투명유리건축의 현황과 유리건물의 표현특성을 조사한다. 그리고 유리건물의 실내환경 문제에 대해 고찰한다. 실제 전면유리건물을 선정 신뢰도 높은 DOE2.1E버전을 이용 유리건물의 에너지 현황을 구체적으로 파악한 후, 외부고정적정차양의 성능평가를 위해 VE프로그램을 이용 대안적용시의 열성능향상을 분석후 결론을 도출한다.

2. 전면유리건물 현황과 실내환경문제

2.1 한국 현대 건축에 나타난 전면유리건물

유리의 종류별 선호현황¹⁾을 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 건물에 사용된 유리현황

구 분	색파스텔유리	투명유리	반사유리
사용율	59%	21%	20%

* 정희원, 연세대 대학원 석사과정

** 정희원, 연세대 건축공학과 교수, 공학박사

건물에 사용된 유리의 색상을 살펴보면 청색계열이 다른 계열의 색상보다 선호되고 있는데, 그 주된 이유는 하늘이나 주변의 환경과 가장 잘 어울리며 깔끔하고 명료한 분위기를 주기 때문에 선호되는 것으로 분석되며 반사율이 상대적으로 높은 금색, 은색계열의 유리의 경우, 눈부심과 주변건물의 열적 과열이 문제가 되어 상대적으로 반사율이 낮은 뉘색이나 청색계열의 파스텔 혹은 색유리의 사용이 증가되고 있음을 알 수 있다.

2.2 한국 현대 건축에 나타난 유리의 표현특성

오늘날의 건축물은 거대한 자본주의 성공의 상징이나 기업의 세련되고 첨단적인 이미지를 대중에게 친숙하게 전달하기 위한 기능으로써 나타나고 있으며, 건축가 역시 이러한 표현을 극대화하기 위하여 건축파동으로 개념을 적용시켜 보다 다양하고 첨단 과학기술을 반영하는 다양한 건축적 시도를 하고 있다.

한국 현대 건축에서 나타난 투명성의 표현특성에 대해 크게 3가지로 나누어 보면 다음과 같다.

첫 번째, 건축공간에 나타난 투명성으로 공간의 확장을 통한 개방감, 시각적 개방감을 통한 공간적 융통성(가변성), 내·외부 공간의 상호관입, 외부와 내부 또는 내부와 내부의 경계규정 등을 만들어 준다.

두 번째, 유리의 물성적 성질을 이용한 투명성으로 빛과 시간의 개념을 통해 공간을 더욱 동적이고 활기차게 만들어 준다.

세 번째, 빛의 투과와 반사를 통한 투명성으로 보행자의 시점에 따른 건물 형태의 시각적 변화, 투과와 반사를 통한 주변환경과 동화 등, 건물의 비 물질화와 비 스케일화를 만든다.

앞서 조사결과를 요약하면 건축가에 의해 건물개념으로 주로 표현되는 것은 내외 공간의 상호관입 등을 포함한 공간의 확장이다. 그러나 공간의 확장을 표현하는 유리건물의 이용현황을 보면, 실내에서 발생되는 여러 가지 환경적인 이유로 인해 투명성을 상실하여内外공간이 단절된 상태인 경우가 많다.

2.3 유리건물의 실내환경문제

건물의 일사열 취득은 주로 유리창의 면적에 의해 결정되며 태양열 취득은 실내온도를 높인다. 유리창은 0.3~2.8마이크로미터범위의 단파복사를 통과 시키지만 온도가 낮은 표면으로부터 방출되는 장파복사는 통과시키지 않는다. 따라서 획득한 태양열은 온도상승을 유발시키는 것이다.

이러한 현상은 종종 '온실효과(green house effect)'라고 하는데 태양열에 의한 과열(solar overheating)의 원인이 된다.

투명유리와는 달리 열선흡수유리나 반사단열필름등은 투명유리보다 짧은 2800nm이상의 적외선 파장을 전혀 투과하지 않아 일조를 절약하는데 효과적이다.²⁾

이러한 유리는 사무소용건물과 같은 냉방부하가 큰 건물에 사용하는 것이 좋다. 유리의 종류에 따른 투과율 감

소는 실내로 사업되는 일사량의 감소를 가져와 차폐효과의 역할을 한다. 그러나 투명성을 강조한 전면유리건물의 경우에는 차폐효과를 기대할 수 없는 관계로 온실효과와 같은 태양열에 의한 과열현상이 일어날 수 있다.

에너지 문제를 제외하더라도, 잘못 디자인된 유리건물 속에서 재설자는 실내환경에 강한 불만족을 느낄 수 있다. 실내환경 불만족에 대한 원인을 보면, 유리건물은 겨울철 유리표면온도와 실내 온도의 차이로 인해 불균등한 복사열환경을 구성하며 인체에 미치는 전신적·국부적 열감각으로 인해 열적 불쾌감을 유발한다.³⁾

또한 프라이버시를 노출시켜 주위를 산만하게 하고⁴⁾ 실내에 직접 사업되는 직사일광으로 인한 과도한 휘도차로 시지각에 불쾌감을 느끼게 하는⁵⁾ 등 심리적 문제를 발생시키기도 한다. 이러한 문제들을 막기 위해 현대건축물에서는 유리자체의 성능향상과 내부차양장치쪽을 선호하고 있다.

한국에너지 기술연구소의 조사에 따르면 슬래트의 각도 및 흡수율에 따라서 난방 및 냉방부하를 각각 5% 및 30% 가까이 감소시킬 수 있다고 조사된 바가 있다.⁶⁾

그러나 일부조사연구[Inonue,1988]에 따르면 환경조건에 따라 재설자가 직접 내부차양장치의 일종인 블라인드를 조절하는데는 많은 어려움이 따르며, 실질적인 운영상에도 효과적으로 활용되고 있지 못하는 것으로 밝혀졌다.

최근 건물들은 외피의 창면적비가 증가되고 사무기기나 조명등에 의한 내부 발열량의 증가로 냉방부하가 급증하고 있는 상황을 고려할 때 상대적으로 열성능이 떨어지는 내부차양으로의 변화는 기능적 측면에서 바람직하지 못한 설정이다.⁷⁾

3. 예제건물의 에너지 사용분석

대상 전면유리건물의 에너지 분석을 위하여 신뢰도높고 에너지요소별 분석이 가능한 DOE2.1E버전을 이용하였다.

표 2. 기본 모델의 개요

구 분		내 용
모델 크기	바닥 면적	1층 : 30.24m ² , 2~5층:99m ² , 총바닥면적 :456.24m ²
	층고	1층 : 3.3m, 2층:3.3m, 3~5층:2.8m
실내 온도 조건		냉방 26℃
침입 외기	난방	20℃
	환기 횟수	0.5ac/hr
실내 발열 조건	인체	현열 : 90W/p, 잠열 : 60W/p, 거주밀도 :10m ² /p
	조명	20w/m ²
	기기	30w/m ²

표 3. A빌딩의 내부발열 스케줄

구분	시간	1-7	8	0-11	12-13	14-17	18	19-24
인체	전체	0.3	0.5	1	0.3	1	0.5	0.3
구분	시간	1-7	8	0-11	12-13	14-17	18	19-24
조명	평일	0.5	1	1	1	1	1	0.5
구분	시간	1-8	9-11	12-13	12-13	14-18	19-20	21-24
기기	평일	0.1	1	1	0.8	1	0.8	0.1
	토	0.1	1	1	0.8	1	0.8	0.1
	일	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
구분	시간	1-7	8	9-11	12	13-17	18	19-24
침기	전체	0.8	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.8

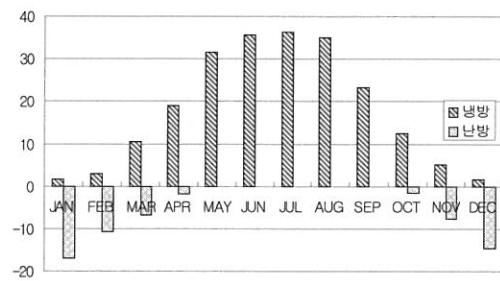


그림 1.A빌딩의 월별 냉방부하와 난방부하

(단위 : MWH)

A빌딩의 에너지 현황을 보면 연간 총 냉방부하는 215MWH, 총난방부하는 -60MWH로서 냉방위주의 에너지 사용을 많이 하고 있으며 냉방부하가 난방부하에 비하여 72%정도 더 나오는 것으로 나타났다.

전체적으로 볼때 난방부하보다는 냉방부하가 월등히 높게 나타나고 있어 여름철 기온상승으로 인한 실내환경의 질이 매우 낮을 것이라 예측된다.

표 4. A빌딩의 에너지 분석결과

부 별 설	하 총	냉방부하 (kcal/m ²)	난방부하 (kcal/m ²)	비고
근린시설		90.5	-39.6	적당
SHOP		104.7	-59.3	적당
2층 사무소1		71.4	-38.1	적당
2층 사무소2		270.3	-152.2	문제설
3층 사무소1		75.6	-29.9	적당
3층 사무소2		276.6	-148.2	문제설
4층 사무소1		75.6	-29.9	적당
4층 사무소2		276.6	-148.2	문제설
5층 사무소1		96	-50.3	적당
5층 사무소2		299.6	-186.4	문제설
합계		163.7	-88	전체문제

기준: 냉방부하는 면적당 100kcal/m²,
난방부하는 50kcal/m²

각 존별 피크부하를 나타낸 표로 냉방부하의 경우 전체적으로는 164kcal/m²으로 기준치인 단위면적당 100kcal를

초과하고 있어 비정상적인 상태임을 나타내고 있다.

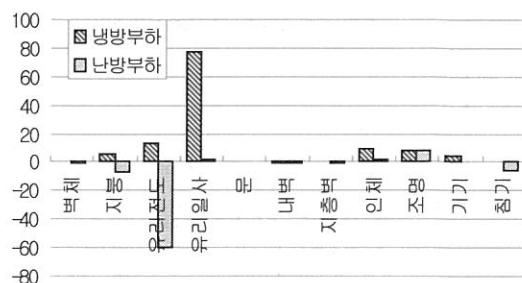


그림 2 .A빌딩의 요소별 에너지 냉방부하와

난방부하(단위: KW)

이렇게 비정상적인 부하가 발생되는 원인을 찾기위해 요소별 냉방부하를 분석하면 위의 표와 같은 결과를 얻을 수 있다. 이것은 Peak시 전체 건물의 요소별 부하 발생량을 나타내는 표로 유리창을 통한 일사부하와 전도부하의 발생량이 전체부하의 약 70%까지 차지하는 것을 나타내고 있다. 결과적으로 투명성을 강조한 투과체를 적용한 A빌딩의 전체적인 실내환경의 질 저하와 에너지 문제의 발생원인은 위와같은 에너지 현황분석을 통해 유리창을 통한 일사와 전도에 있다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 냉방에너지 사용위주의 전면유리건물의 적정 외부차양적용시 열성능 향상을 살펴보기 위해 다음과 같은 시뮬레이션을 수행하였다.

4. 투명유리건축에 적정외부차양적용의 열성능 검토

4.1 시뮬레이션 진행과정

VE프로그램을 이용 냉방부하소모 위주의 예제건물을 아래와 같은 순서로 시뮬레이션을 수행하였다. 복잡한 모양의 차양의 형태일 경우 DOE로는 표현하기 어려우나 VE ModelIT 모듈을 이용할 경우 모델링이 가능한 장점이 존재하는 프로그램이다.

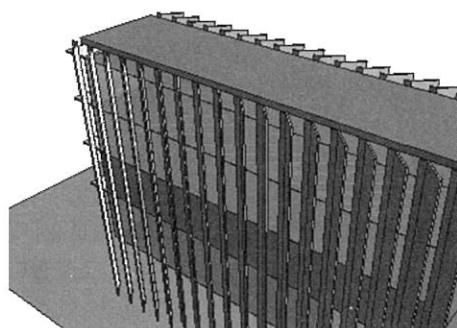


그림 3. IES ModelIT를 이용한 차양 모델링 모습



그림 4. VE 시뮬레이션 진행과정

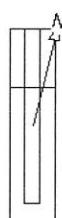


그림 5. 예제건물 배치도

4.2 시뮬레이션을 위한 대안선정과정

적정외부차양 설계를 위해서 건물 외면에 입사되는 방위별 일사량의 특성을 파악하였다. 일사량도출 시뮬레이션 수행시 기간의 기준은 6월 11일부터 9월 10일로 하였다.⁸⁾ 서울지역기상데이터를 적용하여 6월에서 9월까지 4개월기간을 대상으로 방위별 일사특성을 각 시간대별로 구하여 평균정리한 결과를⁹⁾ 보면 면과 태양이 바라보는 위치에 놓여진 경우에 한해서 방위별로 입사되는 일사량의 특징을 살펴보자면 동향의 경우 건물의 면에 입사되는 직달일사량은 $77W/m^2$, 확산일사량은 $54W/m^2$ 이고, 서향의 경우는 직달일사량 $153W/m^2$, 확산일사량 $77W/m^2$ 으로서 서향이 동향보다 더 유입된다. 한편, 남향의 경우에는 태양고도가 높으므로 직달일사량의 값은 $65W/m^2$ 로 축소되고 확산일사량 $87W/m^2$ 으로 더 높은 값을 나타내게 된다. 북향의 경우에는 직달일사량 $13W/m^2$, 확산일사량은 $39W/m^2$ 의 값을 나타낸다. 예제건물의 경우 <그림 5. 예제건물의 배치도>와 같이 남북으로 긴 형태의 매스이므로 일사량유입량이 높은 동, 서향 차폐설계에 유의하여야 한다. 예제 건물의 적정차양설계는 태양광적도를 이용 <표5. 예제건물하지기준 수평음영각 및 수직음영각>와 같은 데이터를 도출, 하지기준으로 설계를 하였다. 서향과 동향의 경우에는 수평차양을 적용한다면 차양의 폭을 200cm까지 증대시켜도 음영율은 크게 증대되지 않으므로 <표7>의 적정차양과 같은 모양의 수직차양을 적용하기로 결정하였다. 예제건물의 동측면은 <표7>에 제시한 모양의 수직차양으로 하지에 거의 100% 차폐효과를 볼 수 있으나 서측면은 13시~14시 수직음영각이 큰

관계로 <표7>의 적정차양과 수평차양을 조합한 형태를 사용하였다. 건물의 남면은 수평차양 50cm로 총당 2개로 설계되었다. 열성능 검토를 위한 투과체 및 창면적비 대안선정과정은 앞내용에서 제시한 <표1. 유리의 종류별 선호현황>의 통계치와 <이용운의 열환경에서 본 창 크기에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표 논문, 1987.6>에서 밝힌 '서울지역의 적정창면적비는 23%~45%'가 바람직하다고 밝힌 내용에 근거하였다.

표5. 예제건물하지기준 수평음영각 및 수직음영각

동측면						
구분	6시	7시	8시	9시	10시	11시
수직음영각	10	20	30	43	57	70
수평음영각	-9	0	8	15	15	40

서측면

구분	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시
수직음영각	80	68	57	45	33	23	12
수평음영각	-50	-10	9	19	26	33	43

남측면

구분	7시	8시	9시	10시	11시	12시	13시	14시	15시
수직음영각	90	80	75	70	72	75	78	82	90
수평음영각	-90	-85	-75	-60	-42	-10	39	72	90

표 6. 대안으로 적용된 유리의 물리적 특성

재료	구성	태양복사열			열관류율	차폐계수
		반사율	흡수율	투과율		
투명유리	12mm single glazing	0.06	0.27	0.67	4.274	0.925
파스텔	"ANTISUN" float 6mm	0.05	0.49	0.46	2.800	0.565
	0.18 air gap					
복층유리	clear float 6mm	0.07	0.15	0.78		

표 7. 대안의 변화 요소

요소	대안	내용
투과체	유리외피	1. 투명유리, 2.파스텔계열 복층유리
창면적비	환경적외피	전명창 → 창면적비 30%
적정차양	설치개수	36개
차양	설계	
	모양	

<표7. 대안의 변화요소>를 예제건물에 적용하여 <그림 4. VE 시뮬레이션 진행과정>과 같이 수행한 결과는 다음

과 같다.

4.3 총 solar gain 양 검토

VE Suncast 시뮬레이션을 수행한 결과 1년간의 총 solargain의 양은 '파스텔 복층유리' 적용시에는 48%, '적정차양 적용시에는 56%, '창면적 30°' 적용시에는 70% 줄어드는 것으로 나타났다.

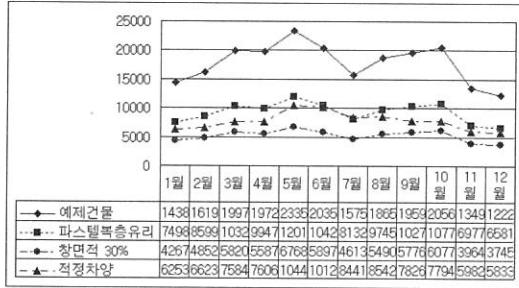


그림 6. 연중 solar gain의 양(단위: KW)

과열기간(6월, 7월, 8월, 9월)의 solargain 양은 '파스텔 복층유리' 적용시에는 48%, '적정차양 적용시에는 53%, '창면적 30°' 적용시에는 70% 줄어드는 것으로 나타났다.

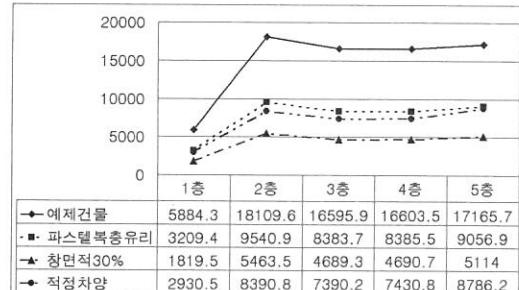


그림 7. 과열기간동안의 solar gain의 양(단위: KW)

4.4 기간냉방부하검토

VE Apache 시뮬레이션 결과 열성능검토측면에서 1년간의 총 냉방부하를 살펴보면 '파스텔 복층유리' 적용시 45%, 적정외부고정차양' 적용시 56%, '창면적 30°' 적용시 70%의 절감효과를 가져오는 것으로 나타났다.

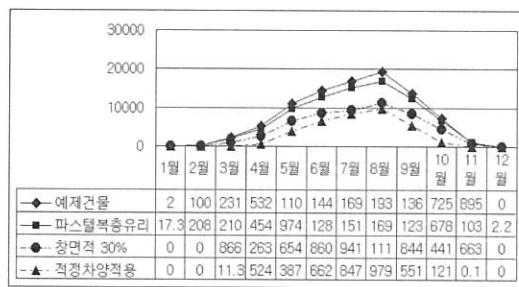


그림 8. 연중 cooling load(단위: KW)

과열기간동안의 냉방부하만을 살펴본다면 '창면적 30°'

적용시 41%, '파스텔 복층유리' 적용시 11%, '적정외부고정차양' 적용시 52%의 절감효과를 가져오는 것으로 나타났다. 과열기간동안에는 적정외부고정차양의 적용이 창면적 30% 적용시 보다 기간냉방부하의 절감효과가 좀 더 높은 것으로 나타났으며 파스텔복층유리는 기간냉방부하 절감율이 훨씬 낮은 것으로 나타났다.

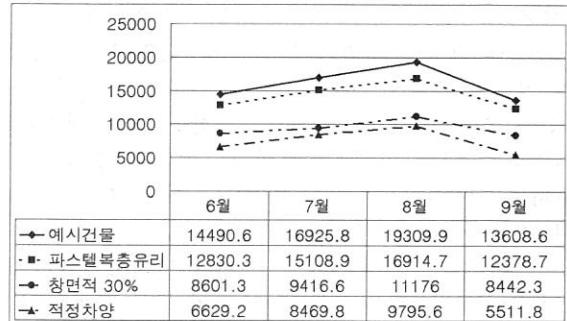


그림 9. 과열기간동안의 cooling load변화(단위: KW)

Maximum 냉방부하를 살펴보면 '적정외부고정차양' 적용시 51%, '창면적 30°' 적용시 31%, '파스텔 복층유리' 적용시 8%의 절감효과를 가져오는 것으로 나타났다.

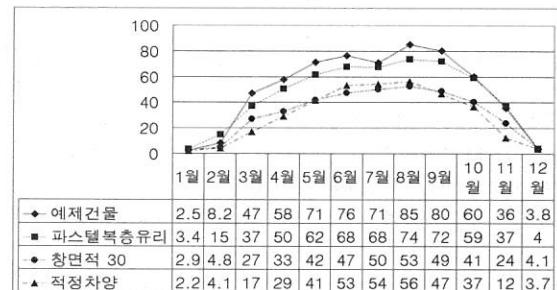


그림 10. 연중 Maximum cooling load(단위: MWH)

과열기간동안의 Maximum 냉방부하만을 살펴본다면 '적정외부고정차양' 적용시 32%, '창면적 30°' 적용시 29%, '파스텔 복층유리' 적용시 10%의 절감효과를 가져오는 것으로 나타났다.

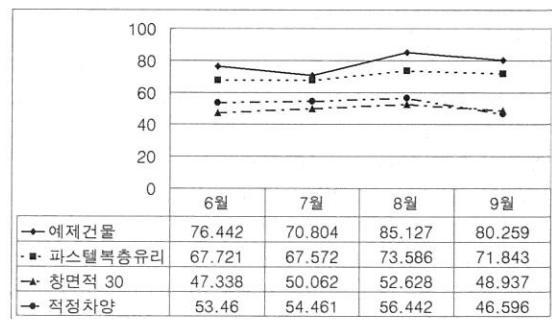


그림 11. 과열기간동안의 Maximum cooling load

(단위 :MWH)

5. 결론

전면유리건물인 A빌딩에 대한 적정외부고정차양 적용시

열성능향상을 살펴보았다. 건물의 규모, 건물의 운영상태에 따라 많은 차이가 있겠지만 본 연구에서 수행한 투명유리건물에 적정외부고정차양적용시 앞의 결과와같이 과열기간동안의 냉방부하의 절감효과가 52%까지 나타날 수 있음을 볼 수 있었다. 따라서 창면적비가 크고 냉방에너지소모위주의 건물의 경우 적정외부고정차양의 경제성 있는 열성능 향상을 기대해도 좋을것으로 생각된다. 최근사무소 건축의 경향이 창면적비의 증가, 단열성능의 향상, 창문의 기밀화, 사무자동화에 의한 전산기기의 증가와 같은 요인을 감안해 볼 때 건물에 적합한 좋은 디자인과 과열기간의 일사량 차폐효과에 의한 에너지 절약효과를 고려한다면 앞으로 지어지는 건물이나 이미 지어진 유리건물의 리노베이션등에 적정외부고정차양의 적용의 고려가 요망되어진다. 건물은 설계초기단계부터 에너지 성능에 대한 평가를 수행하여야 하며, 관리자는 실내의 페적함을 유지하면서 효율적으로 운영할 수 있어야 한다. 향후 전면유리건물의 겨울철 MRT문제, 적정차양적용시의 조망침해문제를 해결하기위한 건축적 해결방법에 대해서 연구가 더 진행되어야 할것이다.

control, Building and Environment(34)", 1999

참고문현

1. 최영준 외 “한국 현대 건축디자인에 나타난 유리의 표현특성과 적용에 관한 연구”, 대한건축학회학술발표대회 논문집, 1994
2. 이경희 “건축환경계획” 문운당, 1998
3. 유승호 외 “복사냉방공간에서의 인체의 열적 페적감 해석”, 대한건축학회학술발표대회 논문집, 2001
4. 윤용진 외 “부하계산을 위한 창호의 열관류율 설정”, 대한건축학회학술발표대회 논문집, 1987
5. 김영섭 외 “사무소건물의 투과체 및 차양계획을 위한 주광 및 열성능 평가”, 대한건축학회학술발표대회, 2001
6. 한국에너지기술연구소 “베네시안 블라인드 슬래트 각도가 냉난방부하에 미치는 영향”, 1994
7. 이정철 “건축물 입면디자인 요소에 따른 외부 차폐요소 설계 방법에 관한연구”, 연세대학교 학위논문, 1999
8. 한국에너지기술연구원 “건물외피의 환경성능평가에 관한 연구”, pp40, 1990
9. 최정민 외 “외부차양이 건물의 냉난방부하에 미치는영향에 관한연구”, 대한건축학회학술발표대회, 1993
10. St James Road "IES Apace User Guide", 2001
11. Aladar Olgyay and Victor Olgyay "SOLAR CONTROL AND SHADING DEVICES", 1957
12. Michael wigginton "glass in architecture", 1996
13. ASTM E424-71 " SOLAR ENERGY TRANSMITTANCE AND REFLECTANCE OF SHEET MATERIALS"
14. ASHRAE "1989 FUNDAMENTALS", 1989
15. Lerman, S. R. "A Disaggregate Behavioral Model of Urban Mobility Decision" Ph.D, Dissertation. M.I.T. 1975
16. J.N.Chalkley "Thermal Environment, The architectural Press : London", 1968
17. Antony D. Radford et al, "Design By Optimization In Architecture, Building and Construction", 1988
18. Henry J. Cowan, Solar Energy Applicaitions in the Design of Buildings, Univ. of Sydney", 1980
19. C, kabre, "WIN SHADE : A computer design tool for solar