

블라인드형 외부차양의 종류 및 반사율에 따른 건물에너지 저감효과 분석

김진아*, 윤성환**

*부산대학교 일반대학원 건축학과(jinah0301@nate.com), **부산대학교 건축학과(yoon@pusan.ac.kr)

An Analysis on Building Energy Reduction Effect of Exterior Venetian Blind According to Orientation and Reflectance of Slat

Kim, Jin-Ah*, Yoon, Seong-Hwan**

*Dept. of Architecture, Graduate School, Pusan National University(jinah0301@nate.com),

**Dept. of Architecture, Pusan National University(yoon@pusan.ac.kr)

Abstract

It is essential to reduce building energy consumption in office building because government enact policy which encourages building energy certification from 2013. Office building has high cooling energy demand due to large glazed area of facade in these days. Shading devices can be an alternative of reducing high cooling energy demand. So, this study simulated a variety of exterior venetian blinds to know how much building energy be affected by orientation and reflectance of slat. The results of this study are based on Seoul weather data. The following is a summary of this study.

- 1) As a slat of venetian blinds has the lower reflectance, the more building energy reduced. Reflectance is usually affected by color and material of slat. In case reflectance is 0.2 reduce 4% of building energy than reflectance is 0.8.
- 2) Horizontal exterior venetian blinds are more effective than vertical exterior venetian blinds in all of orientation. Horizontal shape is average 16% more effective in shading effect than vertical shape.
- 3) In this case study, the most effective shading device is low reflectance horizontal exterior venetian blinds that result about 18% building energy reduction than no shade model.

The results of this research can be used to plan shading devices for energy conservative office building.

Keywords : Office building(업무용건축물), Shading devices(차양장치), Reflectance(반사율), Building energy(건물 에너지), Numerical simulation(수치시뮬레이션)

Submit date : 2013. 1. 18. Judgment date : 2013. 1. 28. Publication decide date : 2013.4. 22

Communication author : Yoon, Seong-Hwan(yoon@pusan.ac.kr)

1. 서 론

2010년 우리나라의 부문별 최종에너지 소비량을 살펴보면, 산업부문에서 59.5%, 건물부문에서 19.2% 그리고 수송부문에서 19.1%를 차지하고 있다¹⁾. 이와 더불어 국가의 선진화가 이루어짐에 따라 산업과 수송부문에 대한 에너지사용량의 증가속도는 줄어드는 반면 건물부문에 대한 에너지소비량의 증가속도는 점점 빨라지고 있다. 서울과 같이 도시화가 이루어진 지역의 건물에너지는 전체 에너지 소비량의 60%에 육박한다. 이러한 건물 에너지를 효과적으로 감축하기 위해서는 난방부하의 62%, 냉방부하의 53%에 해당하는 외피의 계획이 적절히 이루어져야 한다²⁾. 냉방부하의 26%는 개구부의 계획과 이에 따른 일사획득에 의해 생성된다³⁾. 따라서 냉방부하가 큰 업무용건물과 같은 경우 외부차양의 설치가 효과적이며 이에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 외부차양장치의 성능에 영향을 미치는 주요인자인 위치, 각도, 반사율 중 선행연구가 비교적 이루어지지 않은 반사율을 중심으로 이에 따른 차폐효과를 분석하여 정량적 참고자료를 제시하는 데에 그 목적을 두고 있다. 반사율에 대한 선행연구로는 오명환 외⁴⁾가 있다. 선행연구는 실내 블라인드의 전면과 후면의 반사율을 다르게 적용하여 자동제어에 의한 에너지저감율을 파악하였다면, 본 연구논문에서는 건축계획가의 입장에서 블라인드형 외부차양을 설치할 때 반사율이 다른 루버를 설치 시 건물에너지가 얼마나 줄어드는지를 정량적으로 분석하는데

중점을 두었다. 효과적인 참고데이터가 되기 위해서 본 논문에서 사용된 건물에너지란 용어는 건축물의 에너지절약설계기준 해설서에서 정의하는 연간 단위면적당 1차 에너지소요량으로 설정하였다. 이는 블라인드형 외부차양 설치 시 건축물에너지효율등급의 기준에서 몇 등급의 상승효과가 있는지를 쉽게 파악할 수 있다는 점에 의미가 있다.

2. 시뮬레이션 개요

블라인드형 외부차양의 종류 및 반사율에 따른 수치시뮬레이션을 실시하기 위해 본 연구에서는 에너지플러스를 이용하였다. 에너지플러스(EnergyPlus)는 동적열부하계산프로그램으로 건물에너지를 정밀하게 분석할 수 있다. 또한 블라인드형 차양의 종류, 위치, 슬랫폭, 간격, 두께, 반사율 등의 입력이 가능하다.

2.1 해석모델의 설정

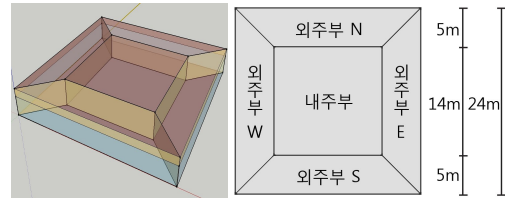


Fig. 1 Dimension of simulation model and zone

해석모델은 업무용건물물의 한 개 층이다. 기준층 크기는 24m×24m×3.5m (가로×세로×높이)이다. 방위별 외부차양의 효과를 분석하기 위해서 정방형의 기준층을 선정하여 향별로 등분하였다. 이때의 외주부의 깊이는 5m로 선정하였다⁵⁾.(Fig.1)

현재 업무용건물물이 유리외피로 계획되는 경우가 많으므로 본 연구에서도 이를 반영하여 플레넘의 높이를 제외한 모든 외피면적을 유리

1) 2012년 에너지 통계 핸드북, p.110, 에너지관리공단

2) Eddy Krygiel, Bradley Nies, 『Green BIM:Successful Sustainable Design with Building Information Modeling』, Wiley, p.94, 2008

3) Eddy Krygiel, Bradley Nies, 『Green BIM:Successful Sustainable Design with Building Information Modeling』, Wiley, p.95, 2008

4) 오명환 외, 시환경 및 건물에너지성능을 통합 고려한 슬랫형 블라인드 자동제어전략, 석사학위논문, 2012

5) 에너지관리공단, 『건축물의 에너지절약 설계기준 해설서』, 국토해양부 고시 제2010-1031호, p.124, 2011

로 정하였다. 이때의 창면적비는 약 70%이다.

Table. 1 Window ration wall, Glazing, Thermal of condition simulation model

창면적비		70%
투과체 성능	SHGC	0.4
	VT	0.4
	U-Factor	2.10
단열성능 [W/m ² ·K]	지붕	0.20
	외벽	0.36
	바닥	0.40

투과체성능은 자료조사를 통하여 전체 투과체군에서 중간 값으로 여겨지는 수치로 결정하였으며, 이때의 값은 SHGC(일사열취득계수)0.4, VT(가시광선투과율)0.4이다. 투과체와 외피부위별 열관류율은 건축법 규정⁶⁾을 만족하도록 하였다.(Table.1)

외부차양계획에 따른 건물에너지 분석을 위한 입력데이터는 Table.2와 같다. 실내설정 온도는 건물에너지효율등급 인증제도 운영규정의 업무용건축물 프로필을 따랐다. 내부발열요소 중 재실자밀도는 대한설비공학회의 사무실용도에 따라 설정하였고, 조명밀도는 32W 형광등을 설치한다고 가정하여 해당면적으로 나누어 구하였다. 기기발열밀도는 ASHRAE 핸드북에서 제시하는 기기별 발열량을 재실자 밀도를 고려하여 계산한 값이다. 침기량은 참고문헌에 제시된 값 중 콘크리트 구조의 값을 사용하였다. 급탕량은 사무실의 1인 1일당 급탕량을 기준으로 계산하여 입력하였다. 조명 제어시스템으로는 연속형 조광제어(디밍 제어)를 실시하여 블라인드형 외부차양의 변수에 따라 실내밝기변화를 에너지측면에서 검토 가능하도록 하였다. 조명제어를 위한 센서는 각 외주부 준별로 2개씩 총 8개가 설치되었으며, 작업면의 높이(0.85m)에서 측정되었다.

시뮬레이션 운전에는 필요한 재실, 조명, 기

6) <건축물의 설비기준 등에 관한 규칙의 열관류율 기준>, [별표 4], 2011.2.1시행

기스케줄은 미국공조냉동공학회의 사무소기준을 따랐다.

Table. 2 Operation condition of simulation model

실내 설정 온도 ⁷⁾		난방 설정 온도 : 20℃ 냉방 설정 온도 : 26℃			
내부 발열 요소 설정	재실자 ⁸⁾	외주부	0.2 인/m ²	내주부	0.1 인/m ²
	조명		15.36 W/m ²		7.68 W/m ²
	기기 ⁹⁾		16.96 W/m ²		8.48 W/m ²
침기량 ¹⁰⁾		0.2 ACH			
급탕량 ¹¹⁾		8ℓ/인·day			
공조설비		단일덕트 변풍량 방식			
열원설비		수냉식 냉동기(COP:5)/온수보일러(효율:0.85)			
조명제어		500lux ¹²⁾ 기준 디밍제어			
기상데이터		서울.TMY2 (TRNSYS제공)			
스케줄		ASHRAE-2004 기준			

2.2 해석차양의 설정

Table. 3 Setting condition for exterior venetian blind shading system

구분		High형	Medium형	Low형
종류		수평형 / 수직형		
슬랫 (Slat)	폭	83 mm		
	간격	72 mm		
	두께	0.74 mm		
	각도	90°		
적달일사 반사율		0.8	0.5	0.2
산란일사 반사율		0.8	0.5	0.2
유리-블라인드사이의 거리		50 mm		

해석차양의 상세설정은 Table.3과 같다. 이를 살펴보면, 블라인드형 외부차양의 슬랫

7) 에너지관리공단, 『건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정』, p.21, 2011.04

8) 대한설비공학회 설비공학편람, 『제2권 공기조화』, 6.1-30, 표 1.19, 2001

9) 『ASHRAE handbook of fundamentals 2001』, 29.13, Table12

10) 일본건축설비기술자협회, 『건축설비 설계매뉴얼 - 공기조화 설비설계』, 기문당, p111, 표.5-14, 2006

11) 임정명, 『건축설비』, 기문당, p.46, 2004

12) KSA3011 한국산업규격 조도기준, 표 7 사무실

폭, 간격, 두께는 국내에서 제작·설치되고 있는 실제 외부차양의 상세치수를 따랐다. 차양 장치의 반사율은 슬랫의 형태와 표면마감상태 그리고 색깔에 의해 결정되는 값이다. 본 연구에서는 반사율을 크기에 따라 세 가지 (High형-0.8, Medium형-0.5, Low형-0.2)로 나누어 시뮬레이션 하였다.

블라인드의 종류는 수평형과 수직형 두 가지 경우를 고려하였으며, 슬랫의 각도는 90°로 입력하였다. 이는 슬랫과 창이 유리이 이루는 각도로, 블라인드가 최대한 개방되어 있어 반사율에 따른 실내환경의 변화를 관찰하기에 가장 용이한 상태이다. 블라인드형 외부차양장치와 유리사이의 거리는 50mm로 정하였다.

3. 시뮬레이션 결과

다음은 2장에서 설정한 해석모델과 해석차양의 에너지플러스 시뮬레이션 결과이다.

하지일의 일사투과량과 연간 건물에너지 소요량이라는 두 가지 측면에서 블라인드형 외부차양의 차폐효과를 분석하였다.

3.1 종류 및 반사율에 따른 일사투과량

Fig.2는 수평형, Fig.3은 수직형 블라인드형 외부차양의 방위별 일사투과량을 나타낸다. 여름철 일사환경에 따른 차폐효과를 파악하기 위해 태양의 고도가 가장 높은 하지의 일사투과량을 분석하였다.

수평형 블라인드 외부차양의 차양이 없는 상태와 비교하여, 남향에서는 평균 55.15%, 동향에서는 평균 53.31%, 북향에서는 평균 49.40%, 서향에서는 평균 53.90%의 일사가 차단되었다. 또, 수평형 블라인드 외부차양은 차양이 없는 상태와 비교하여 반사율이 0.8(High형)일 때는 평균 41.73%, 반사율이 0.5(Medium형)일 때에는 평균 53.88%, 반사율이 0.2(Low형)일 때에는 평균 61.71%의 일사가 차단되었다.(Fig.2)

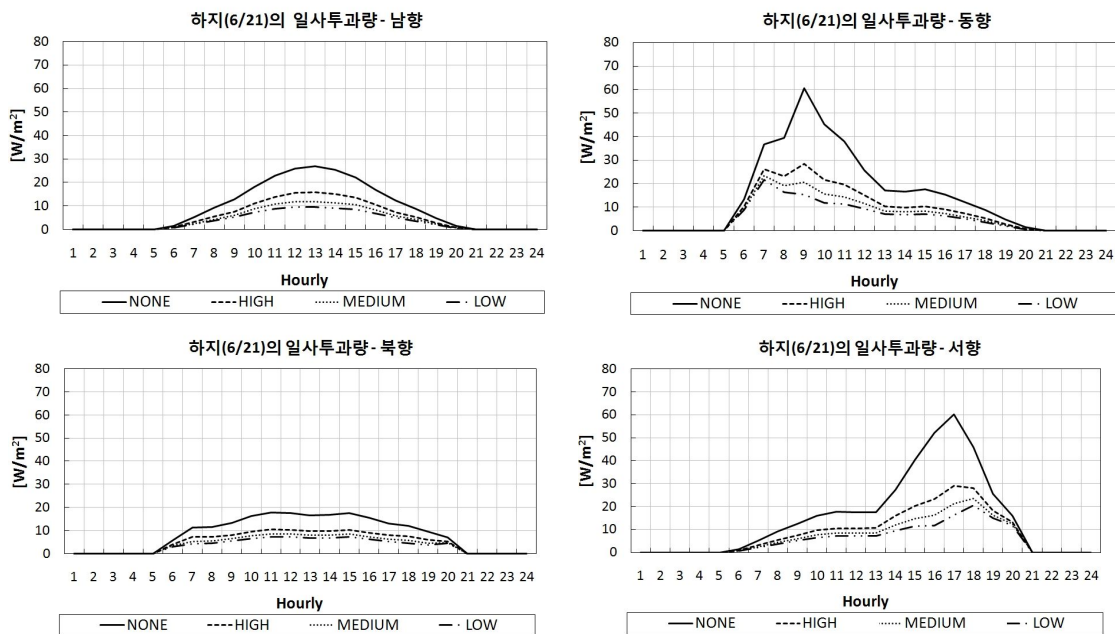


Fig. 2 Window transmitted solar [W/m²] in case of exterior venetian blind system using horizontally oriented slat

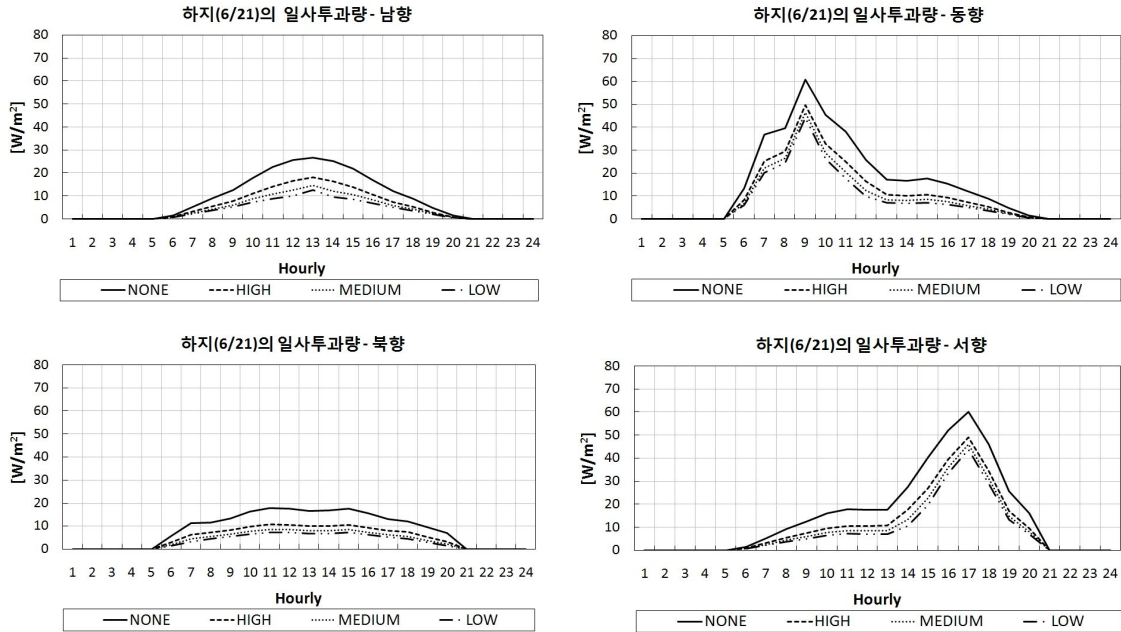


Fig. 3 Window transmitted solar [W/m²] in case of exterior venetian blind system using vertically oriented slat

수직형 블라인드 외부차양에서는 차양이 없는 상태와 비교하여, 남향에서는 평균 49.15%, 동향에서는 평균 39.66%, 북향에서는 평균 51.94%, 서향에서는 평균 39.01%의 일사가 차단되었다. 또, 수직형 블라인드 외부차양은 차양이 없는 상태와 비교하여 반사율이 0.8(High형)일 때는 평균 33.82%, 반사율이 0.5(Medium형)일 때에는 평균 44.68%, 반사율이 0.2(Low형)일 때에는 평균 51.74%의 일사가 차단되었다.(Fig.3)

대부분의 케이스에서 수평형 블라인드 외부차양의 차폐성능이 큰 점은 남향에는 수평형의 외부차양이, 동향과 서향에는 수직형의 외부차양이 효과적이라는 통념과 상반된다는 점에서 주목할 만하다.

3.2 종류 및 반사율에 따른 에너지소요량

Fig.4는 블라인드형 외부차양의 종류 및 반사율에 따른 단위면적당 1차 에너지소요량을 나타낸다. 이 때 1차 에너지소요량의 정의를

살펴보면, 단위면적당 난방에너지, 냉방에너지, 조명에너지, 환기에너지, 급탕에너지의 합으로 결정된다. Fig.4 그래프의 에너지 종류는 EnergyPlus의 최종에너지 결과 값 중 Heating은 난방에너지로, Cooling은 냉방에너지로, Interior Lighting은 조명에너지로, Fans, Pumps, Heat Rejection의 합은 환기에너지로 분류되어 작성되었다. 블라인드형 외부차양의 건물에너지 절감효과를 건물에너지효율등급 개선의 측면에서 파악하기 위하여 등급기준을 인용하면 다음의 Table.4와 같다.

Table. 4 Evaluation of building energy rating in case of office building

등급	업무용 건축물
	연간 단위면적당 1차 에너지소요량
1	300kWh/m ² ·yr 미만
2	300~350 kWh/m ² ·yr
3	350~400 kWh/m ² ·yr
4	400~450 kWh/m ² ·yr
5	450~500 kWh/m ² ·yr

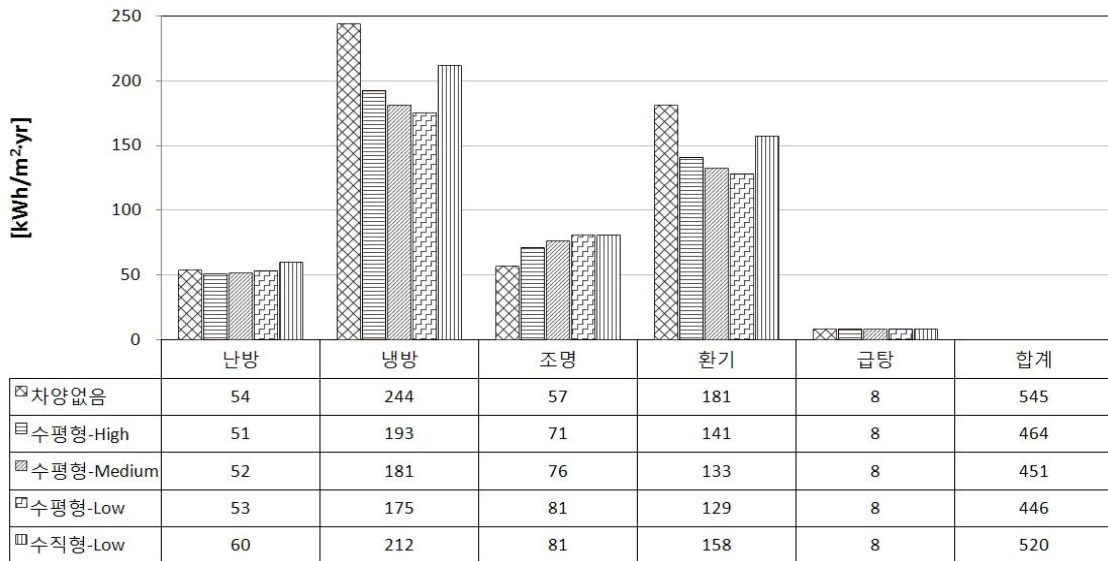


Fig. 4 Primary energy consumption of exterior venetian blind shading system according to orientation and reflectance of slat

Fig.4의 그래프를 살펴보면, 반사율이 감소하는 경우 연간단위면적당 1차 에너지의 합계가 감소하는 반면에 조명에너지는 반대의 양상을 보인다. 그 이유는 외부차양의 반사율이 높으면 실내유입 일사투과량이 많아지게 된다. 이는 실내를 밝혀 조명에너지의 저감이 가능하고, 감소된 양만큼의 조명발열량이 제거되므로 냉방에너지가 줄어드는 매커니즘을 가지게 된다. 하지만 시뮬레이션 결과에 따르면 해석대상 전범위의 반사율에서 반사율증가에 따른 조명에너지 저감량보다, 실내유입 일사량 증가에 냉방에너지 증가량이 큰 것으로 나타났다. 따라서 반사율에 따른 실내밝기 변화를 반영한 조명제어를 고려하더라도 반사율이 낮은 외부차양의 차폐효과가 더 효과적임을 파악할 수 있다.

수직형차양은 측면에서 오는 낮은 고도의 일사를 막는데 유리한 형태이다. 하지만 수평형차양과 비교하여 보면, 겨울철 일사를 막아 난방부하의 증가를 가져오고 여름철 일사를 막지 못해 냉방부하의 증가를 가져오게 된다. 건물입면의 디자인상 수직형차양이 사용되는

경우에는 반사율이 낮은 색채나 재료를 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

반사율이 0.2(Low형)인 수직형 블라인드 외부차양을 설치할 경우 차양없음 대비 4.59%의 1차 에너지소요량 저감효과가 있었다. 수평형 블라인드 외부차양일 경우, 반사율이 0.8(High형)일 때는 차양없음 대비 14.86%, 반사율이 0.5(Medium형)일 때는 차양없음 대비 17.25%, 반사율이 0.2(Low형)일 때는 차양없음 대비 18.17%의 1차 에너지소요량 저감효과가 있었다.

4. 결 론

본 연구를 통해 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 반사율이 낮은 색채와 재료를 사용한 블라인드형 외부차양일수록 건물에너지를 저감하는 효과가 크다. 동일한 형태의 외부차양에서 반사율 0.2인 경우는 반사율 0.8인 경우보다 4%의 건물에너지 절감이 가능하다.
- (2) 수평형 블라인드 외부차양은 수직형 블

- 라인드 외부차양보다 전 방위에서 성능이 뛰어났다. 수직형에 비해 수평형은 평균 16%의 향상된 차폐효과를 나타내었다.
- (3) 본 연구에서 해석된 차양장치 중 가장 뛰어난 성능을 가진 것은 저반사율(0.2)을 가진 수평형 외부차양이었으며, 이는 차양이 없는 경우와 비교하여 약 18%의 건물에너지 절감효과를 나타내었다.
- (4) 결과를 종합하여 볼 때, 본 연구의 시뮬레이션 조건을 만족하고 차양장치가 없는 창면적비 70%인 서울지역의 업무용건축물에 반사율이 0.8인 수평형 블라인드 외부차양을 설치할 경우 약 1.6등급, 반사율이 0.5인 경우 약 1.9등급, 반사율이 0.2인 경우 약 2.0등급의 건축물 에너지효율등급 상승 효과가 있음을 확인 할 수 있었다.
- (5) (4)와 같은 조건에서 수직형 블라인드 외부차양을 설치한 경우 반사율이 0.2인 경우에도 약 0.5등급의 건축물에너지 효율등급 상승효과를 보여 수평형이 수직형보다 건물에너지 저감에 더 효과적임을 파악 할 수 있었다.

5. Eddy Krygiel, Bradley Nies, 『Green BIM:Successful Sustainable Design with Building Information Modeling』, Wiley, 2008
6. SAREK, 『Volume 2 : Air-conditioning』, 2001
7. Im Jeong-Myoung, 『Building services engineering』, Kimoodang, 2004
8. 『ASHRAE handbook of fundamentals 2001』

후 기

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음

References

1. Department of energy , 『Input-Output Reference』 , EnergyPlus, 2011
2. Department of energy , 『Engineering Reference』 , EnergyPlus, 2011
3. Energy statistics handbook of 2012, Korea energy management corporation
4. 『Design Standard Explanation for Energy Saving of Building』 , Korea energy management corporation, 2011