

[논문] 한국태양에너지학회 논문집
Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol. 25, No. 4, 2005

에너지 효율로 본 상업용 건물의 적정 창호에 관한 연구

유호천*, 오영호**, 박승길***

*울산대 건축학부 교수, **울산대 박사과정, ***울산대 석사과정

The optimal window system of office buildings considering energy efficiency

Yoo, Ho-Chun*, Oh, Young-Ho**, Park, Seung-Kil***

*School of Architecture, University of Ulsan, (hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

Abstract

The purpose of this study is to improve energy efficiency of windows in office buildings through the evaluation of their heating, cooling and illumination load. Energy efficiency is influenced by window size which is determined at the early stage of building design. The process of this study is as follows. First, energy performance is analysed according to the various rates of windows through computer simulation (ECOTECH). Then, the annual heating, cooling and illuminating loads according to the different window sizes are compared one another. Results indicated that the optimal window size considering energy efficiency is 50% of the surface area. When the window size is 50% of the surface area, annual maintenance expense is also smallest. Since the cost of cooling is larger than that of heating, too low indoor air temperature in summer is unfavorable based on the reasonable annual maintenance expenses.

Keywords : 냉난방부하(Heating and cooling load), 조명부하(Illumination load), 에너지효율(Energy efficiency), 창호(window system)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

창호는 건물 설계시 디자인적 요소로 많이 활용되고 있으나 에너지 측면에서 고려되어야 할 요소가 많다. 최근 상업용 건물의 외부면적에 대한

유리창면적 비율의 증가로 인하여 열적으로 취약한 창호에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

건물의 외장적인 효과를 위해 창면적비는 점차 증대되고 있으며 전체적으로 일체감을 주기 위해 건물의 외부 마감재와 유사한 느낌을 주는 유리나 반사유리를 많이 사용하고 있으며 건물의 외피 전체가 창호로 된 건물이 증가하고 있다.

단열강화유리나 코팅유리는 냉난방부하를 효과적으로 감소시킬 수는 있으나 주광의 투과율 저하로 인해 조명부하는 커지게 되어 조명에너지 사용은 증대되는 결과를 가져온다. 창호의 투과율뿐만 아니라 건물외피에 대한 창면적비 역시 냉난방부하와 조명부하의 측면에서 에너지효율을 위해 고려되어야 할 사항이다.

이에 본 연구는 에너지효율적인 창호의 적정 면적비와 함께 창호시스템을 알아봄으로써 창호 디자인을 설계단계에서부터 고려하여 에너지 효율을 높이는 적정값을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 진행방법과 범위

건물에 대한 열과 에너지의 시뮬레이션을 통한 해석은 재실자의 행동과 외기조건사이에 미치는 영향, 건물의 냉난방 및 환기시스템 사이의 상호작용, 벽체와 창호의 재질 등 고려해야할 요소가 많고 예측하기 어려우며 눈에 보이지 않는 많은 변수가 상호 복합적으로 이루어진다. 따라서, 이러한 시뮬레이션 분석결과와 실제 건물에의 적용에 있어서의 신뢰도를 확보하기 위하여 건물의 다양한 변수조건에 대해 접근이 가능한 시뮬레이션 프로그램으로 에코텍트(ECOTECT)¹⁾를 사용하

1) ECOTECT는 건물의 열부하 및 조명부하를 산정할 수 있는 시뮬레이션 프로그램이다. 이 프로그램은 환경적 분석에 대해 포괄적인 설정(건물의 재질, 재실자의 특성, 공조방식 등)과, 환경적 요인의 상호 연관적으로 작용의 수행이 가능하다. 본 연구에서는 창호면적 및 재질에 따른 냉방부하와 난방부하, 조명부하를 산정하여 에너지 효율을 고려한 창호선정에 활용하였다.

ECOTECT version 5.20, Weather Tool version 1.20, Solar Tool version 1.10

였다.

본 연구에서는 상업용 건물을 대상으로 창호에 따른 조건을 설정하고 건물외피에 대한 창호의 면적비를 10%에서 100%까지 10단계로 나누어 난방부하, 냉방부하, 조명부하에 대한 에너지의 연간 부하량을 산출하고, 그 결과로부터 에너지효율적 측면에서 상업용 건물의 적정창면적비를 연구한다. 또한 적정 창면적비에서의 각 창호의 선택에 따른 에너지 부하를 비교함으로써 적정 창면적비에서의 창호의 효율적인 구성을 확인하고자 한다.

2. 연구동향

건물에서 창호의 열적 특성은 타 건물구성요소에 비해 종합적인 열전달계수가 6~8배 이상 높게 분석되는 등 건물구성요소 중 열적으로 가장 취약한 부분으로 평가되며, 실례로 기존 관련 연구분석에 의하면 주거용 건물에서는 전체 열손실량의 20~40%, 비주거용 건물에서는 10~30% 정도의 열손실이 창호를 통해 발생하는 것으로 분석된다. 이에, 현재까지 건축분야에서 진행되어 온 대 다수의 창호관련 연구가 창호의 에너지효율(단열성능) 개선을 최우선적인 연구목표로 하고 있으며 이는 현재 실무에서도 창호시스템의 설계와 건물로의 설계·적용시 고려할 유일한 평가요소로 인지되고 있다.

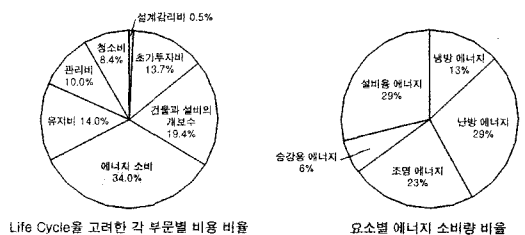


그림 1. 사무소 건물의 부문별 비용비율과 에너지 소비량 비율

창호관련 국내외의 연구동향을 분석해 보면 1993년 창면적과 유리 종류의 변화를 통한 에너

지 소비량 연구에서 조명에너지는 투명 복층유리가 효과가 높지만 반사 복층유리 및 파스텔 복층유리 같은 냉방에너지를 감소시키는 유리에서는 조명에너지 절약의 효과를 기대할 수 없는 것으로 나타났으며 난방에너지는 유리의 종류보다는 창면적비와 비례하여 높아지는 것을 확인하였다.(김종연 외, 1993) 또한, 지역별 건물의 열성능을 파악함으로써 창면적비의 증가에 따른 냉방부하 증가율과 지역별 일사량이 비례하며, 이것은 차폐계수와도 밀접한 관련이 있어 지역별 일사량의 정도가 창호선택에 영향을 있음을 확인하였다.(김소연 외, 1993) 2001년 이후 다수의 건축물들이 확장형 평면과 커튼월을 적용시킨 구조로 변화하면서²⁾ 창호성능에 대한 관심은 더욱 고조되고 있다. 이러한 흐름과 더불어 시뮬레이션을 이용한 창호의 적정 면적비 및 시스템에 관한 연구가 다각적으로 진행되고 있다. 2004년에는 차폐계수, 일사획득계수, 가시광선투과율의 적용으로 창호의 투과율을 변화시킴으로써 이에 따른 에너지 성능 분석 및 감성평가를 실시하였다. 그 결과 창의 적정 투과율은 40%에서 60%의 범위로 나타났으며, 이것은 외국연구결과와 비교하여 한국인의 적정투과율이 약 20%높음을 보여주고 있다.(김병수 외, 2004) 또한, 유리 면적에 따른 조도변화와 시간적 투과성 연구를 통해 유리 면적에 따른 하루 중 자연채광을 사용할 수 있는 시간을 정리함으로써 유리 면적과 조명에너지의 소비량을 구체적으로 제시하고 있다.(박유라 외, 2004) 2005년의 연구에는 프레임의 종류와 유리 레이어의 수 및 스페이서에 의해 전열 성능이 영향을 받음을 보여주고 있으며, 특히 충전가스나 스페이서 자체의 유무가 창호부에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.(석호태 외, 2005) 또한, 한 연구에서는 일사를 외부에서 차단하는 경우를 제외하

고는 냉방부하의 절감효과를 크게 기대할 수 없으며 특히 복층유리의 경우 난방부하는 감소시킬 수 있으나 냉방부하가 크게 늘어 여름철 실내 열 환경을 더욱 악화시키는 것으로 나타났다.(김광호 외, 2005) 그리고, 다른 연구에서는 창호의 열성능 개선이 연간부하절감에 중요한 요소임을 인식하고 창면적비가 증가함에 따라 연간 부하는 상당히 증가하며 건축물의 에너지 절약을 위해서는 채광과 환기의 측면을 고려하면서 가능한 창호의 크기를 작게 설계하는 것이 중요함을 보여주고 있다.(장용성 외, 2005) 이처럼 에너지 효율을 높이기 위한 냉난방에너지와 조명에너지에 대해 다각적으로 접근하고, 분석하여 창호의 건물 외피에 대한 적정 창면적비와 적정투과율 등에 관한 연구가 진행되고 있으며 본 연구에서는 각각의 에너지 부하를 전체적으로 고려하였을 때 적정창면적비에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 알아보는 것이 목표이다.

3. 창호면적 및 재료에 의한 분석

3.1 창호면적 및 재료 구성조건

본 연구에서는 냉난방부하와 조명부하를 산출하기 위하여 창호면적 및 재료를 다음과 같이 구성하였다.

1) 건물과 재실자의 구성

실험은 지면과 외피를 통한 연전달을 배제하기 위하여 3m×6m×3m의 모델을 남측 전면부 9개,

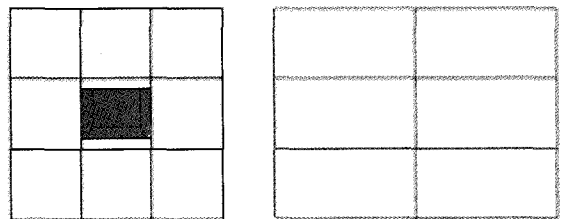


그림 2. 시뮬레이션 모델의 남측과 동측면

2) 석호태 외, 「초고층 주거건물 커튼월의 창호부 전열 성능평가에 관한 연구」, 대한건축학회논문집, 21권, 5호, 2005

북측 9개의 총 18개의 모델중 남향의 중심부에 있는 모델로 설정하였다. 재실자는 앉아서 9시간(오전9:00~오후6:00)을 근무하고 필요조도 500lux의 작업을 하는 6명을 기준으로 하였다.

표 1. 시뮬레이션 해석용 모델의 구성조건

구분	조건				
실의크기	3m× 6m× 3m				
창면적비	건물외피에 대한 창 면적비 - 10% 간격				
반사율	천장 80%, 벽 50%, 바닥 30%				
건물의 향	정남향				
사용시간	평일9시간 (오전9:00~오후6:00), 휴일 사용 안함				
필요조도	500 lux				
사용인원	6명 기준				
공조방식	Mixed-Mode System				
벽 Concrete Block Plaster	구분	두께 (mm)	비열	전도율	Hatch
	Plaster	10.0	1088.9	0.431	85
	Concrete Cinder	110.0	656.9	0.335	35
천장 Plaster Insulation Suspended	Plaster	10.0	1088.0	0.431	85
	AirGap	150.0	1004.0	0.025	15
바닥 Concrete Floor Tiles Suspended	Insulation Glass Fibre Quilt	50.0	840.0	0.040	45
	Plaster Board	10.0	1088.0	0.431	85
	Plaster Board	10.0	1088.0	0.431	85
바닥 Concrete Floor Tiles Suspended	AirGap	50.0	1004.0	0.025	15
	Con.	100.0	656.9	0.753	35
	Con. Screed	5.0	656.9	0.753	119
	Ceramic Tiles	10.0	656.9	0.309	79

2) 외부환경의 구성

시뮬레이션에 사용된 기후요소는 ECOTECH의 지원 프로그램인 Weather Tool에서 제시되는 'South Korea - Seoul'의 값을 적용하였다.

3.2 결과 산출 및 분석

결과 값으로 산출된 냉방부하와 난방부하는 실내공조를 'Mixed-Mode System'으로 하였을 경우의 에너지 소비량이고, 조명부하는 프로그램에 의해 실내 평균조도에 미달되는 면적에 한하여 인

공조명을 하며 다음과 같이 계산하였다.

조명기구는 형광등 40 W형 제품으로 연간 전력사용량을 하루 10시간 사용기준146 kwh가 사용되었다. 실험에 사용된 실내의 조명기구 필요개수는 아래의 식으로 산출하고 작업면(0.8m)에 필요조도 500lux를 기준으로 하였다.

$$N = \frac{E \times A \times D}{F \times U} = \frac{E \times A}{F \times U \times M}$$

F : 광속 U : 조명률 N : 등의 개수

M : 보수율 D : 감광보상을

E : 조도 A : 실의 면적

창면적비에 대한 에너지부하 계산에 사용된 창호에서 우리는 에너지 효율에 유리한 로이유리와 공기를 충전한 이중유리를 사용하였고, 프레임은 알루미늄 프레임을 사용하였다.

표 2. 인공조명이 필요한 면적의 연중 조명부하량

(단위 : kwh/년)

창면적비	500lux에 미달되는 면적비	조명부하
10%	69.10% (12.438 m ²)	1210.63
20%	45.52% (8.194 m ²)	757.51
30%	22.60% (4.068 m ²)	395.95
40%	14.00% (2.520 m ²)	245.28
50%	7.01% (1.262 m ²)	122.82
60%	5.65% (1.017 m ²)	98.99
70%	4.68% (0.842 m ²)	81.99
80%	4.09% (0.736 m ²)	71.66
90%	3.58% (0.644 m ²)	62.72
100%	3.38% (0.608 m ²)	59.22

표 2에서 보는 바와 같이 조명부하는 창면적비의 변화에 따라 매우 급격하게 변화하는 것을 볼 수 있으며 100%의 창면적비를 10%로 축소하면 인공조명 부담이 20배로 증가하는 것을 확인할 수 있다.

표 3. 창면적에 따른 냉·난방온도 기준온도별 연중에너지소비량 (단위: kWh/년)

창면적비	난방부하	냉방부하	조명부하	에너지소비량	
10%	18℃	1376.34	718.34	1210.63	3305.31
	22℃	1934.99	332.23		3477.85
	26℃	2627.16	82.08		3919.87
20%	18℃	1383.05	761.43	757.51	2901.99
	22℃	1953.61	355.55		3066.67
	26℃	2661.10	88.87		3507.48
30%	18℃	1391.06	807.18	395.95	2594.19
	22℃	1972.61	380.71		2749.27
	26℃	2695.35	97.43		3188.73
40%	18℃	1401.10	854.95	245.28	2501.33
	22℃	1992.71	406.96		2644.95
	26℃	2731.27	107.65		3084.20
50%	18℃	1410.83	908.35	122.82	2442.00
	22℃	2010.67	437.00		2570.49
	26℃	2764.08	120.68		3007.58
60%	18℃	1422.06	965.62	98.99	2486.67
	22℃	2029.21	469.98		2598.18
	26℃	2796.32	135.47		3030.78
70%	18℃	1440.48	1015.40	81.99	2537.87
	22℃	2056.91	497.48		2636.38
	26℃	2840.29	147.42		3069.70
80%	18℃	1453.38	1077.26	71.66	2602.30
	22℃	2076.80	534.71		2683.17
	26℃	2872.31	164.90		3108.87
90%	18℃	1477.93	1120.29	62.72	2660.94
	22℃	2113.23	558.10		2734.05
	26℃	2926.85	174.61		3164.18
100%	18℃	1483.34	1198.98	59.22	2741.54
	22℃	2123.81	610.14		2793.17
	26℃	2944.20	201.36		3204.78

창면적비의 변화에 따른 변화를 분석한 결과는 표 3과 같이 조명부하는 창면적비가 적을수록 커지고, 냉방부하와 난방부하는 창면적비가 적을수록 적어졌다. 그러나 증가와 감소의 비율이 차이가 있으므로 전체 에너지 부하량은 그림 3과 같이 창면적비가 10%일 경우가 제일 많고 창면적비가 50%인 경우 가장 적음을 알 수 있다. 그리고 실내기준 온도를 18℃부터 26℃까지 변화 시켜며 분석한 결과 그림 3과 같이 창면적비 40% 이상 100% 까지의 에너지소비량은 큰 차이는 없으나 50%가 가장 적은 확인 할 수 있다. 결과적

으로 창면적비의 증가에 따라 냉·난방부하는 상승하지만, 조명부하가 크게 감소하여 전체 에너지부하는 창면적비 50%에서 최소값을 나타낸다.

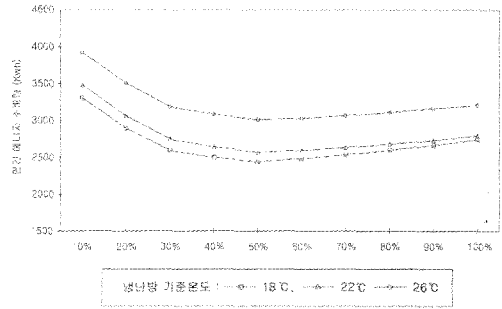


그림 3. 창면적비에 따른 연간 에너지부하량

표 4. 창면적에 따른 연간 유지비용 (단위: 천원)

창면적비	난방비용	냉방비용	조명비용	연간유지비용	
10%	18℃	37395.15	53516.33	90191.93	181103.41
	22℃	52573.67	24751.13		167516.73
	26℃	71379.93	6114.96		167686.82
20%	18℃	37577.46	56726.53	56434.49	150738.48
	22℃	53079.58	26488.47		136002.54
	26℃	72302.08	6620.81		125357.38
30%	18℃	37795.10	60134.91	29498.27	127428.28
	22℃	53595.81	28362.89		111456.97
	26℃	73232.65	7258.53		109989.45
40%	18℃	38067.88	63693.77	18273.36	120035.01
	22℃	54141.93	30318.52		102733.81
	26℃	74208.60	8019.92		100501.88
50%	18℃	38332.25	67672.07	9150.09	115154.41
	22℃	54629.90	32556.50		96336.49
	26℃	75100.05	8990.66		93240.80
60%	18℃	38637.37	71938.69	7374.75	117950.81
	22℃	55133.63	35013.51		97521.89
	26℃	75976.01	10092.51		93443.27
70%	18℃	39137.84	75647.30	6108.25	120893.39
	22℃	55886.24	37062.26		99056.75
	26℃	77170.67	10982.79		94261.71
80%	18℃	39488.33	80255.87	5338.67	125081.87
	22℃	56426.65	39835.89		101601.21
	26℃	78040.66	12285.05		95664.38
90%	18℃	40155.35	83461.60	4672.64	128289.59
	22℃	57416.45	41578.45		103667.54
	26℃	79522.51	13008.44		97203.59
100%	18℃	40302.34	89324.01	4411.89	134038.24
	22℃	57703.91	45455.43		107571.23
	26℃	79993.91	15001.32		99407.12

에너지소비량을 2005년 7월 기준 한국전력공사 전기요금(74.50원/kwh)과 한국도시가스 가스요금(27.17원/kwh)을 적용하여 연간 유지비용으로 환산 하여 보면 표 4와 같다.

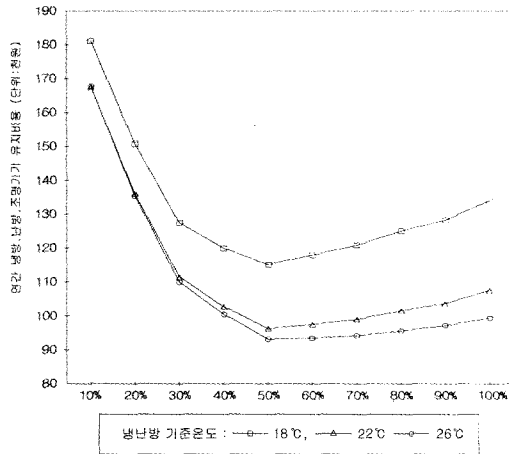


그림 4. 창면적비에 따른 연간 유지비용

표 5. 창호의 종류별 냉난방부하

(단위 : kwh/년)

창호의 종류	난방부하	냉방부하	냉난방부하량
Double-AlumFrame	1277.48	85.63	1363.11
Double-TimbleFrame	1323.68	81.89	1405.57
Double-LowE-Timber	1340.31	74.93	1415.24
Double-LowE-Alum	1349.92	75.15	1425.07
Single-TimberFrame	1409.77	93.45	1503.22
Single-AlumFrame	1467.03	94.37	1561.40
Single-AlumF-Blinds	1566.61	85.73	1652.34

연간유지 비용으로 비교하면 에너지 소비량으로 비교한 것보다 창면적 비율에 따른 격차가 훨씬 커서 확연하게 그 차이를 알 수 있다. 그림 3에서와 같이 에너지 소비량이 냉난방 기준 온도 변화 따른 값이 난방부하보다 냉방부하가 적어서 동일 창면적 비율의 경우는 기준 온도가 낮을 때 더 적은 에너지 소비량이 요구 되었다. 그러나 에너지 소비량을 연간 유지비용으로 환산하면 변화

하는 비율은 동일하나 실내 기준 온도에 따른 연간유지비용은 냉방비용의 증가로 실내 온도를 낮게 유지하는 경우가 유지비용이 되었다.

창면적 변화에 따른 에너지 사용량을 보면 창면적 10~30%의 경우 조명에너지의 사용량이 급격히 증가하여 전체 유지비용에 큰 영향을 주었으며, 창면적비에 따라 난방보다 냉방에서의 유지비용 변화가 크게 작용하였다.

창호의 종류별 냉난방부하는 그림 5에서 보는 바와 같이 이중유리의 알루미늄 프레임의 경우 부하량이 가장 낮았으며 로이유리의 경우 냉방부하는 감소하였으나 난방부하의 증가로 인하여 일반유리에 비하여 전체적인 부하량은 오히려 증가하는 결과를 나타내었다.

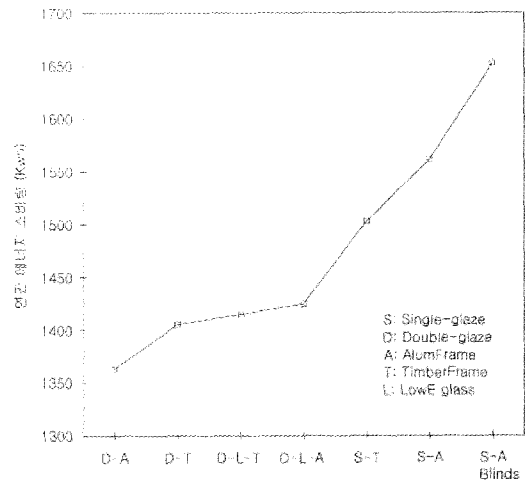


그림 5. 창호의 종류별 냉난방부하

난방과 냉방을 구분하여 비교하면 그림 6과 같이 난방에너지의 경우 단층 유리 알루미늄 프레임이 가장 에너지 소비가 많은 것을 알 수 있다. 그러나 로이유리를 사용하였을 경우 난방에너지부하가 약간 상승하는 결과를 나타내지만, 냉방에너지는 감소하여 난방기기의 유지비용 증가보다 냉방기기의 유지비용이 더 크게 감소하여 에너지 절약에 도움이 되었다.

표 6. 유리창의 조합별 냉난방부하

(단위: kWh/년)

유리창의 종류	난방부하	냉방부하	냉난방부하량
일중 (6mm)	1410.61	98.25	1508.86
이중 (6-3-6mm)	1377.56	94.06	1471.62
삼중 (6-3-6-3-6mm)	1354.38	87.18	1441.56
사중 (6-3-6-3-6-3-6)	1323.80	86.37	1410.17

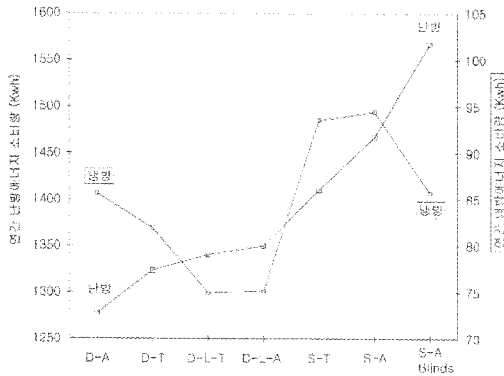


그림 6. 창호의 종류별 냉방부하와 난방부하

다만 냉방에너지의 총량이 난방에너지 보다는 적으므로 에너지 소비량에 대한 영향은 적으나, 이를 연간 유지비용으로 환산하면 그 영향력이 커지는 것을 확인 할 수 있다.

에너지 효율적인 면에서 일중유리보다 이중, 삼중유리로 갈수록 에너지 부하가 감소하고 있으나 창호의 선택시 연간 냉난방비용의 감소량과 초기 투자비용의 비교가 필요하며, 또한 다음의 실험을 통해 같은 이중유리 중에서도 에너지부하의 차이가 발생하므로 창호 선택시 고려하여야 한다.

표 7. 이중유리의 조합별 냉난방부하

(단위: kWh/년)

유리창의 종류	난방부하	냉방부하	냉난방부하량
3mm-6mm-3mm	1422.75	95.38	1518.13
5mm-6mm-5mm	1415.75	95.02	1510.77
6mm-6mm-6mm	1412.57	95.12	1507.69
5mm-12mm-5mm	1406.21	94.79	1501.00
8mm-6mm-8mm	1406.85	94.83	1501.68
6mm-12mm-6mm	1403.03	94.63	1497.66

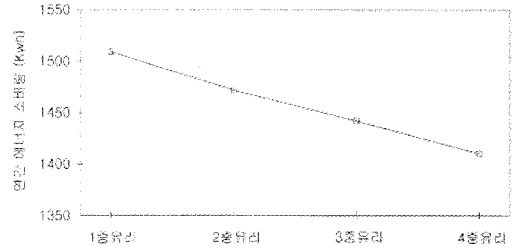


그림 7. 유리창의 조합별 냉난방부하

표 8. 이중유리의 종류별 냉난방부하

(단위: kWh/년)

유리의 종류	난방부하	냉방부하	냉난방부하량
LowE-Air-LowE	1279.18	84.84	1364.02
Borosilicate-Air-B	1328.62	92.64	1421.26
Ceramic-Air-Ceramic	1388.37	94.35	1482.72
Diabase-Air-Diabase	1378.83	94.13	1472.96
Flint-Air-Flint	1371.84	93.77	1465.61
Fuse silica-Air-Fuse	1380.74	94.23	1474.97
Pyrex-Air-Pyrex	1378.20	94.10	1472.30
Soda Lime-Air-Soda	1380.74	94.23	1474.97

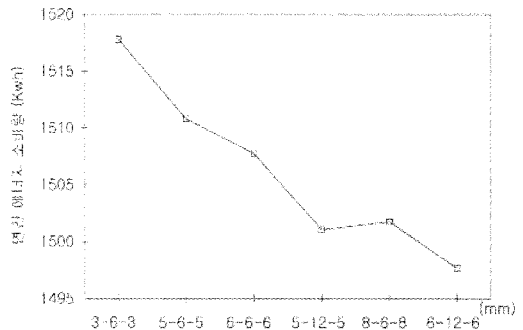


그림 8. 이중유리의 조합별 냉난방부하량

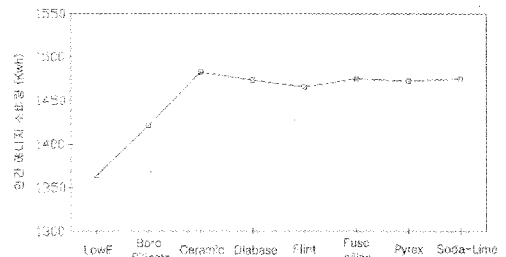


그림 9. 이중유리의 유리종류별 냉난방부하

그림 9는 유리의 종류에 따른 냉난방부하를 보여주고 있으며 유리종류에 따라 냉방부하에 가장 큰 영향력을 주는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

건축에 있어서 유리의 사용은 날로 증가하고 있지만 에너지효율을 고려하지 않고 창면적비를 선택할 시에는 많은 문제점을 가져올 수 있다.

에너지 소비량을 통하여 분석한 결과 창면적이 증가함에 따라 난방부하와 냉방부하는 증가하였으나, 자연 채광에 유리하므로 조명부하는 창면적비 50%까지 큰 폭으로 감소하여 조명부하에 따른 에너지의 전체 소비량은 창면적비 50%에서 가장 낮은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 창면적비에 따른 연간 유지비용 환산결과 실내 냉난방 기준은도에 차이가 있으나, 50%이하의 창면적비에서 조명기기 유지비용이 차지하는 비율의 증가가 크게 상승한다. 따라서 적정 창면적비를 활용하여 에너지 효율을 높일 수 있고, 설계단계에서 에너지효율 이외에 디자인적인 요소 등의 이유로 창면적비를 크게 할 경우 추가적인 에너지부하의 발생 정도를 예측할 수 있었다. 또한 창호에서의 유리의 선택이 에너지 부하에 미치는 영향을 알아봄으로써 설계자의 디자인적인 의도와 건축주의 경제적 부담을 수치적으로 계산하는데 참고할 근거를 마련할 수 있었다.

추후 연구는 실제 발생 할 수 있는 여러 가지 변수들을 고려하여 실험값과의 차이를 알아보고 에너지 효율면에서 적용 가능한 모델을 확인해 보고자 한다.

후 기

본 연구는 2002년도 한국학술진흥재단 연구비

지원으로 수행되었음(과제번호 : KRF-2002-042-D00131)

참 고 문 헌

1. 유호천,이선동(2004), 사무소건축 리모델링에서의 전과정 평가에 관한 연구, 한국태양에너지 학회 논문집, 24권, 3호, 2004
2. 유호천,박유라(2004), 건축물의 유리외피에 관한 사례연구, 한국태양에너지학회 춘계학술 발표대회논문집
3. 김병수,김정신,임오연(2004), 에너지성능분석 및 감성평가에 의한 오피스 창호의 적정 투과율 산정, 한국태양에너지학회 논문집, 24권, 3호, 2004
4. 최두성,김은규,조균형(2004), 창호시스템의 환경성능평가기법 정립에 관한 연구, 한국태양에너지학회논문집 24권, 3호, 2004
5. 김태연(2004), 유리건축의 신 르네상스:그 가능성과 한계, 대한건축학회지 48권, 9호, 2004
6. 심상권, 이승언, 손장열(2004), 건물구조체의 통기시스템을 이용한 냉난방부하 저감효과 및 경제성평가, 대한건축학회논문집 계획편, 20권, 4호(통권186호), 2004
7. 고동환, 김한성, 조동우, 김강수(2004), 소규모 사무공간에서 건물 개구부에 따른 조명에너지 성능평가를 위한 노모그래프 개발, 대한건축학회논문집 계획편, 20권, 3호(통권185호), 2004
8. 김종연, 이언구, 황원택(1993), 유리창이 사무소 건물의 에너지소비에 미치는 영향에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 13권, 2호, 1993