

창의 종류 및 차폐계수 변화와 건물 향에 따른 단독주택의 에너지요구량 분석

정수희*, 박호순**, 이병연***

*충북대학교 대학원 건축학과(ecojeongsh@cbnu.ac.kr), **한국에너지기술연구원(hspark@kier.re.kr),
***충북대학교 건축학과(ecoville@cbnu.ac.kr)

A study on analysis of energy consumption of Detached house by U-value and SCs of windows and Building Orientation

Jeong, Su-Hui* Park, Hyo-Sun** Lee, Byung-Yun***

*Dept. of Architecture, Graduate School, Chungbuk National University(ecojeongsh@cbnu.ac.kr),
**Building Energy Reaserch Center, KIER(hspark@kier.re.kr),
***Dept. of Architecture, Chungbuk National University(ecoville@cbnu.ac.kr)

Abstract

Annual energy consumption in detached houses are affected mainly by thermal performance of envelope. In particular the performance of glasses are critical due to global warming and climatic change. Therefore, this research analyzes annual consumption of cooling and heating energy with various combination of U-value, shading coefficient and building orientation. The simulation results shows that shading coefficient of glazing contributes to the changes of proportion of heating and cooling energy demand and the optimized shading coefficient for minimizing energy consumption varies with buildings orientation.

Keywords : 에너지소비(Energy consumption), 유리(Glass), 단독주택(Detached house), 차폐계수(Shading Coefficient), 건물주향(Building Orientation)

1. 서 론

최근 무분별한 자원소비로 인해 지구온난화라는 세계적 이슈를 초래하였다. 이에 따른 대처 방안으로 국제사회는 온실가스를 줄이기

위한 대안들을 찾기 위해 기후변화협약 및 교토의정서를 채택하는 등 많은 노력을 하고 있다. 국내 표준기상데이터 비교분석 관련 자료¹⁾에 의하면 지난 40년간 냉방이 필요한 일수는

약 25일 증가하였고, 난방이 필요한 일수는 약 40일 감소한 것으로 나타나, 주택에서 난방에너지와 함께 냉방에너지에 대한 고려도 중요성이 높아지고 있다.

주택에서 냉방부하를 줄이기 위한 효율적인 방안은 외피로부터 유입되는 일사를 적절하게 조절하는 것으로, 이는 하절기 실내 취득 열량 중 일사에 의한 영향이 가장 많은 부분을 차지하여 실내 냉방부하의 주된 원인으로 작용하기 때문이다.

창호를 통한 에너지 유출입량을 검토하기 위해서는 열관류율과 차폐계수를 함께 고려하여야 한다. 열관류율은 열에너지가 전도되는 정도를 수치화 한 것으로, 열관류율이 낮은 창호가 더 고성능 단열효과를 나타내는 창호이다. 차폐계수는 유리에 직접 투과된 태양열과 유리내부로 흡수한 태양열이 실내로 방사되어 전달되는 정도를 나타낸다. 차폐계수가 낮을수록 실내로 들어오는 태양열량이 줄게 되고 이에 따라 냉방 부하도 감소하게 된다. 구체적으로 차폐계수는 유리를 통한 태양열 투과량에 대한 기준으로 3mm 맑은 유리의 태양열 취득율에 대한 해당유리의 비율이며 0과 1사이의 값을 갖는다. 유사한 개념으로 SHGC(Solar Heat Gain Coefficient)는 기준 태양열이 실내유입되는 비율을 계산한 것으로 점차 그 사용이 많아지고 있으며, 차폐계수에 0.87을 곱하여 근사값으로 활용할 수 있다. 다만, 본 논문에서는 건축물에너지효율등급에서 규정하고 있는 차폐계수를 활용하였다.

건물에서 주택의 경우 창호에서 열의 이동이 가장 많다. 현재 주택이 난방위주로 설계되어 열관류율에만 초점이 맞추어져 있다. 현재 난방에 초점이 맞추어진 주택은 Fig 1. 과 같이 열관류율이 좋고, 차폐계수가 높을수록 난방에 효율적이라고 알려져 있다. 하지만 난방에너지요구량이 줄어들수록 냉방에너지요구량은 증가하게 되는 것을 감안할 때 냉방부하도 무시할 수 없는 요소이다. 따라서 건물

의 난방에너지요구량과 냉방에너지요구량을 통합적으로 고려한 연구가 이루어져야 한다.

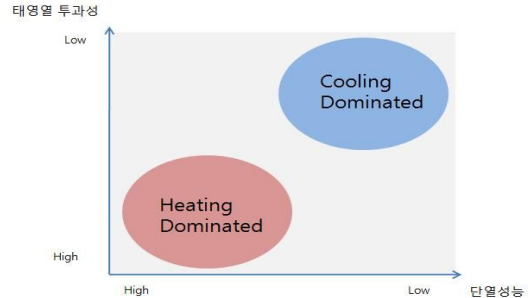


Fig 1. U-value and SC(shading coefficient) Index.

본 연구에서는 주택 창의 종류에 따른 단열성능 및 차폐계수 변화에 따른 연간 냉난방 에너지요구량 특성을 분석하고자 한다.

2. 열관류율 및 차폐계수 관련 현황

2.1 연구 현황

이승복²⁾의 연구는 단독주택 창호의 열관류율 변화에 중점을 두고 에너지 요구량을 분석하였는데, 유리의 종류(single, double clear 및 low-e clear glazing)의 변화에 의해서 냉방부하보다는 난방부하가 영향을 더 받으며, 냉난방을 종합할 경우 에너지 절약을 위해서는 low-e glazing의 사용이 필요함을 분석하였다. 박률³⁾의 연구는 국내 주택에서 남향을 기준으로 열관류율과 SHGC의 변화에 따른 냉난방에너지 소비특성을 냉난방에 따라 분석하였다.

사무소 건물의 경우도 문선혜⁴⁾는 사무소 건축물을 대상으로 유리 종류에 따라 에너지 성능 분석을 했으며, 황우진⁵⁾은 사무소 건물에서 SHGC에 따른 창호종류의 냉난방에너지 성능을 평가했다.

이상과 같이 선행연구들의 경우 창호의 종류 및 SHGC의 변화에 대한 연구가 진행되었으나, 이상적인 남향배치를 기준으로 한 연구에 그치고 있어서 현실적인 건축물의 배치에

있어서 항별 배치에 따라 창 종류 및 차폐계수 값의 다양한 변화에 의한 복합적인 에너지 성능에 대한 분석이 요구된다.

2.2 국내 창호 열관류율 및 차폐계수 현황

현재 국내에서 생산되고 있는 창호의 열관류율 및 차폐계수의 현황을 파악하기 위하여 국내 H사의 자료를 정리하였다.

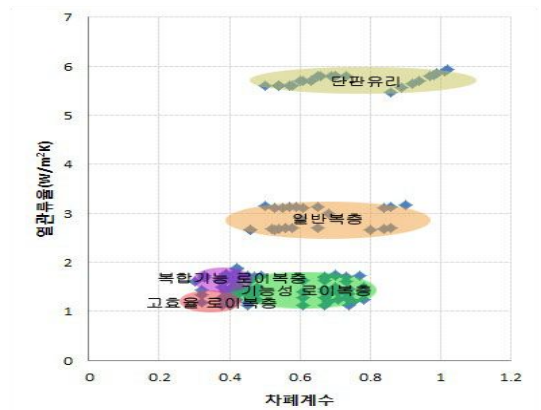


Fig 2. U-value and SC Present Condition

Fig 2.를 보면 단판유리는 차폐계수가 0.5~1사이, 일반 복층은 0.4~0.9사이, 로이복층은 0.25~0.8까지의 분포를 보이고 있다. 법적 기준이 정립된 열관류율의 경우 종류별로 큰 차이가 없지만 차폐계수는 매우 큰 변동을 보이고 있고, 차폐계수는 유리의 색, 코팅과 밀접한 연관이 있어 넓은 범위의 적용가능성이 있음을 알 수 있다.

3. 창 종류 및 차폐계수에 따른 연간 냉·난방 에너지요구량 분석

3.1 시뮬레이션 기준설정

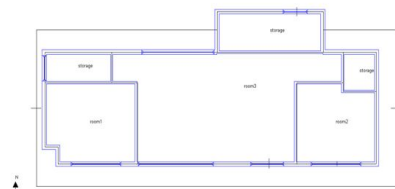
3.1.1 시뮬레이션 프로그램

본 연구에서는 동적 시뮬레이션 프로그램 중 영국 Dynamic Simulation Modelling (DSM)

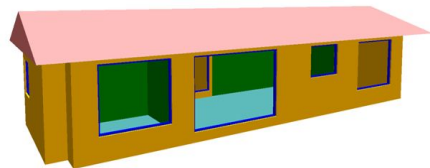
기준과 미국 ASHRAE 기준을 동시에 충족하는 건축물에너지 성능분석 소프트웨어인 TAS를 사용하였다. TAS는 2008년 영국의 건물 에너지 성능 기준인 Part L과 각종 에너지 소비량 평가에 공식적으로 사용될 수 있다는 인증을 받았고, 유럽의 EPBD에서 요구하는 국가별 에너지성능분석 기준을 충족시키고 있다.⁶⁾

3.1.2 해석 모델 개요

해석 모델은 한국농어촌공사에서 제공하는 표준주택 설계도⁷⁾중 남측의 창면적비가 큰 “일자 두 방형” 모델을 선택하였고, 연면적은 85.77m²이다.



(a) Plane modeling



(b) 3D Modeling

Fig 3. Modeling image

Fig 3.에서 보듯이 남측창이 주요 개구부이며, 남측의 처마는 외측벽면에서 1미터 돌출되어 직달일사를 효과적으로 차단하고 있다. 반면 동서쪽은 최소한의 개구부가 형성되어 있음을 알 수 있다. 외피는 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 중 지역별 건축물 부위의 열관류율 표(개정 2010.11.5) 중부지역⁸⁾을 기준으로 하였다. 기후데이터는 한국태양에너지학회에서 제공하는 서울기후데이터를 기준으로 하였다.

실내 발열 및 운전조건은 Table 1. 과 같다.

Table 1. Summary of modeling indoor condition for a standard house.

Parameter	Condition
Heating	20°C
Cooling	26°C
Infiltration	0.5ACH
Internal loads(Equi+lig)	3.76W/m ²
Internal loads(people)	146W
Schedule	24hour

창호의 프레임은 PVC로 동일하고, 유리는 일반복층 (열관류율 2.843W/m²·K), 로이복층 (열관류율 1.808W/m²·K), 삼중이면로이 (열관류율 1.366W/m²·K)로 구분하여 시뮬레이션을 하였다. 로이복층유리의 코팅면은 외측유리 중공층면(2면)이고, 삼중이면로이유리는 외측유리 중공층면(2면)과 내측유리 중공층면(5면)에 코팅된 조건을 가정하였다. 차폐계수의 건물 에너지 요구량의 영향을 파악하기 위하여 0.2~0.8까지 변경하여 시뮬레이션을 실시하였다.

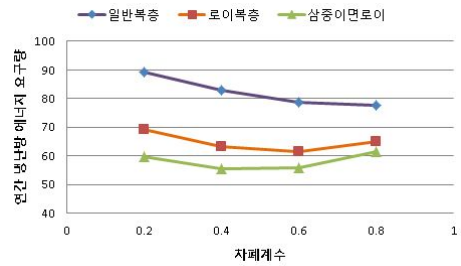
3.2 창 유형과 차폐계수 및 건물 향에 따른 에너지 사용량 변화

3.2.1 창 유형 및 차폐계수 변화에 따른 결과 (정남향 조건)

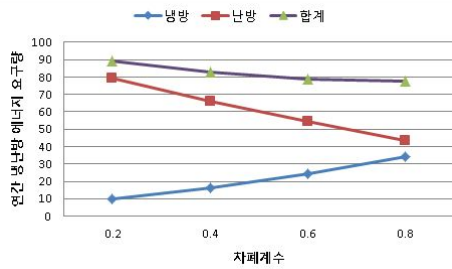
창의 종류와 차폐계수 값의 변화에 따른 에너지 요구량 특성을 분석하기 위해 시뮬레이션을 실시하였고, 연간 냉·난방 에너지요구량을 분석한 결과는 Table 2, Fig 4.와 같다.

Table 2. Annual heating and cooling energy requirements (kWh/m²) by Window Type and SC.

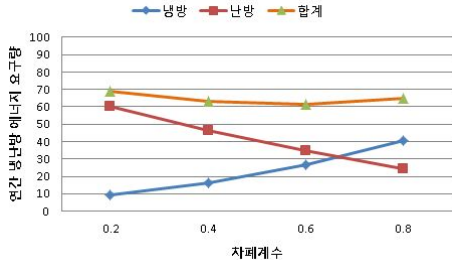
SC Window Type		0.2	0.4	0.6	0.8
		복층 유리	Total	89.30	82.84
	Heating	79.41	66.33	54.59	43.31
	Cooling	9.89	16.51	24.27	34.44
로이복층	Total	69.04	63.14	61.41	65.00
	Heating	60.00	46.65	34.72	24.23
	Cooling	9.04	16.49	26.69	40.77
삼중이면로이	Total	59.77	55.42	55.67	61.59
	Heating	49.88	36.96	26.20	16.69
로이	Cooling	9.89	18.46	29.47	44.90



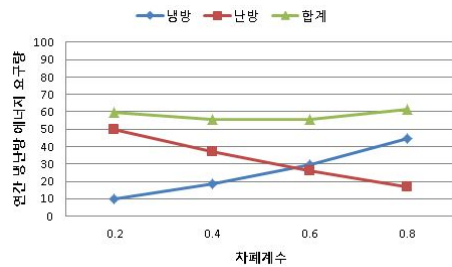
(a) Annual Energy Requirements Comparison due to SC variants



(b) Double glazing (U value: 2.843W/m² · K)



(c) Low-E Double glazing (U value: 1.808W/m² · K)



(d) Low-E glass Triple glazing (U value: 1.366W/m² · K)

Fig 4. Annual heating and cooling energy requirements (kWh/m²) by Window Type and SC.

열관류율의 차이에 따라 난방에너지의 경우 최대 50%의 변동폭을 나타내지만, 냉방에

너지의 경우 최대 20%로, 변동성이 큰 난방 에너지요구량의 변화로 인해 연간 에너지요구량이 가장 큰 영향을 받고 있다.

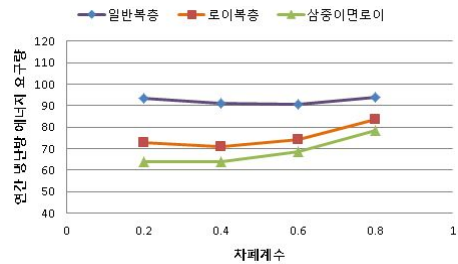
일반복층유리는 차폐계수가 높을수록 일사량이 실내로 많이 유입되어 결과적으로 난방 에너지요구량의 감소로 연간 냉·난방 에너지요구량이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 하지만 로이 코팅이 된 로이복층유리와 삼중이면로이유리는 차폐계수 값이 각각 0.6, 0.4일 경우에 가장 낮은 연간 냉·난방 에너지요구량을 기록하였다. 이는 난방에너지의 경우 열관류의 변화에 따라 차폐계수가 높을수록 거의 동등한 패턴으로 감소하지만, 냉방 에너지의 경우 차폐계수가 낮은 경우, 열관류율 변화에 거의 영향을 보이지 않고, 차폐계수가 증가하면서 에너지요구량이 상대적으로 급격하게 증가함을 알 수 있다.

3.2.2 건물의 향 변화에 따른 에너지사용량 변화

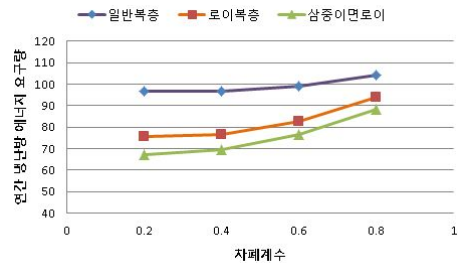
대지의 특성을 반영하여 건물의 향이 변경되는 상황을 고려하여 주택의 향을 정남향에서 동서향으로 각각 30°, 60°로 회전하여 남향의 경우와 같이 세 유형의 유리에 차폐계수를 변경하여 연간 냉난방부하를 시뮬레이션하였다.

시뮬레이션 케이스별 연간냉난방에너지 요구량 패턴을 보여주는 Fig 5.에서 볼 수 있듯이 서향인 경우 각 유리 유형에서 냉난방에너지의 총합이 가장 낮은 차폐계수값은 복층유리, 로이복층, 삼중이면로이 각 각에서 0.4 0.4, 0.4(동향 30°)와 0.4, 0.2, 0.2(동향 60°) 로 동향과 큰 차이를 보이고 있지 않으나, 차폐계수가 커지면 열관류율에 의한 연간 냉난방에너지 요구량의 격차가 거의 없어지는 큰 패턴의 변화를 보여주고 있다. Table 5.의 향별 냉난방에너지 요구량 증감율에서 확인할 수 있듯이 남향과 비교하면 차폐계수가 증가할수록 난방에너지는 감소하고 냉방에너지는 증가하지만 남쪽에서의 분석에서와 같이 냉·난방에너지 증가율

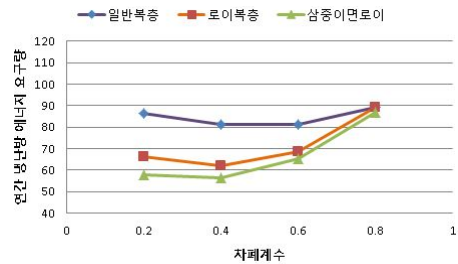
이 상대적으로 훨씬 큰 변동폭을 보이면서 난방에너지 감소분을 훨씬 상회하게 된다.



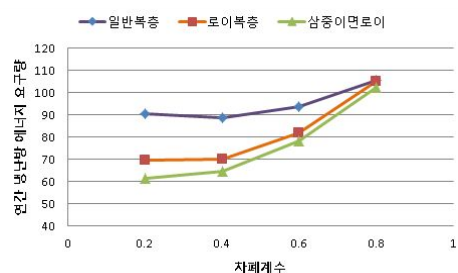
(a) SE 30°



(b) SE 60°



(c) SW 30°



(d) SW 60°

Fig 5. Annual heating and cooling energy requirements (kWh/m²) by direction

Table 3. Annual heating and cooling energy requirements(kWh/m²) of each direction

		일반복층				로이복층				삼중로이			
		0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8
SE 30°	Total	93.7	91.0	91.0	93.8	72.8	71.0	74.4	83.4	64.0	63.8	68.4	78.3
	Heating	81.6	70.4	60.3	50.4	62.0	50.0	39.4	29.8	52.0	41.0	31.6	23.0
	Cooling	12.1	20.6	30.6	43.4	10.8	21.0	35.0	53.6	12.0	22.8	36.8	55.3
SE 60°	Total	97.0	96.7	99.0	104.2	75.8	76.8	82.8	93.9	67.1	69.6	76.6	88.4
	Heating	84.2	74.7	66.1	57.7	64.3	54.2	45.1	36.8	54.4	45.1	37.1	29.6
	Cooling	12.8	22.1	32.9	46.5	11.5	22.6	37.7	57.1	12.7	24.5	39.5	58.9
SW 30°	Total	86.7	81.2	81.5	89.3	66.1	62.0	68.7	89.1	57.8	56.2	65.4	87.1
	Heating	73.1	57.3	44.1	32.8	54.0	37.6	24.8	15.8	44.4	29.4	18.5	10.9
	Cooling	13.6	24.0	37.3	56.5	12.1	24.4	43.9	73.2	13.3	26.9	46.9	76.2
SW 60°	Total	90.3	88.7	93.7	105.6	69.4	69.8	81.9	105.3	61.3	64.4	78.2	102.6
	Heating	74.5	59.5	47.3	36.8	55.2	39.8	28.0	19.2	45.7	31.5	21.5	13.9
	Cooling	15.8	29.2	46.3	68.8	14.2	29.9	53.8	86.1	15.6	32.8	56.8	88.7

동향인 경우 남향과 같이 열관류율이 적을수록 전체 연간 냉난방에너지가 적은 패턴을 유지하고 있으나, 각 유리 유형에서 냉난방에너지의 총합이 가장 낮은 차폐계수값은 복층유리, 로이복층, 삼중이면로이 각각에서 0.6, 0.4, 0.4(동향 30°)와 0.4, 0.2, 0.2(동향 60°)로 변화하였다. 남향과 비교해서 냉방에너지와 난방에너지는 함께 상승하는 경향을 보이고 있다. 연간 총 태양에너지유입

량은 남향에 비하여 크게 차이가 나지 않으나 겨울에는 남측에서의 일조가 줄어들고, 차폐계수가 커질수록 난방에너지 변화율이 증가하므로 차폐계수가 커질수록 남측 대비 난방에너지증가량도 커진다. 여름의 경우 복층 창을 통한 서향일사가 유입되어 태양에너지유입량이 증가함으로써 차폐계수가 증가할수록 연간 냉난방에너지 부하량도 증가하게 된다.

Table 4. Annual per unit area solar gain
(복층유리, SC 0.6)

Direction	Annual per unit area solar gain
South	120.42kWh/m ²
SE 30°	123.97kWh/m ²
SE 60°	120.80kWh/m ²
SW 30°	158.65kWh/m ²
SW 60°	165.29kWh/m ²

Table 5. Rate of increase heating and cooling energy requirements of each direction(%)

		0.2	0.4	0.6	0.8	
SE 30°	일반복층	Total	4.9	9.8	15.2	20.7
		Heating	2.7	6.1	10.5	16.5
		Cooling	22.3	24.5	25.9	25.9
	로이복층	Total	5.5	12.5	21.1	28.3
		Heating	3.4	7.2	13.5	23.0
		Cooling	19.7	27.4	31.1	31.4
	삼중이면로이	Total	7.0	15.1	22.8	27.1
		Heating	4.3	10.9	20.6	37.9
		Cooling	21.0	23.7	24.8	23.1
SE 60°	일반복층	Total	8.6	16.8	25.5	34.0
		Heating	6.0	12.6	21.1	33.2
		Cooling	29.5	33.6	35.5	34.9
	로이복층	Total	9.8	21.6	34.8	44.5
		Heating	7.2	16.2	30.0	51.7
		Cooling	27.2	37.0	41.1	40.2
	삼중이면로이	Total	12.3	25.6	37.6	43.6
		Heating	9.0	22.0	41.5	77.2
		Cooling	28.6	32.9	34.2	31.1
SW 30°	일반복층	Total	-3.0	-1.9	3.3	14.9
		Heating	-7.9	-13.7	-19.2	-24.2
		Cooling	37.1	45.2	53.9	64.0
	로이복층	Total	-4.2	-1.8	11.9	37.0
		Heating	-10.0	-19.3	-28.5	-34.8
		Cooling	34.0	48.0	64.3	79.6
	삼중이면로이	Total	-3.4	1.5	17.5	41.4
		Heating	-10.9	-20.5	-29.2	-34.6
		Cooling	34.9	45.5	59.1	69.7
SW 60°	일반복층	Total	1.2	7.1	18.8	35.8
		Heating	-6.2	-10.3	-13.3	-15.0
		Cooling	60.2	76.9	90.9	99.7
	로이복층	Total	0.5	10.5	33.3	62.0
		Heating	-8.1	-14.6	-19.2	-20.9
		Cooling	57.4	81.4	101.6	111.2
	삼중이면로이	Total	2.5	16.1	40.5	66.5
		Heating	-8.5	-14.7	-18.0	-17.0
		Cooling	58.0	77.7	92.6	97.5

그러므로 건물의 향이 동향 및 서향으로 배치되는 경우, 통상적으로 주택건물의 경우 난방에너지 사용량이 높으므로 차폐계수가 높은 창호를 사용하여야 하는 통념에 반하여 차폐계수가 상대적으로 낮은 창호를 적용하여 에너지 소비량을 최적화하여야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

주택건물 모델을 대상으로 창의 종류 및 차폐계수가 연간 냉·난방에너지요구량에 미치는 영향을 TAS에 의한 동적 해석 시뮬레이션을 통해 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 창의 종류에 따른 연간 냉난방에너지 요구량을 분석한 결과, 창의 열관류율이 낮을수록 연간 냉난방 에너지요구량 또한 낮아짐을 알 수 있다. 하지만 통상적으로 알고있는 ‘창의 차폐계수가 높아 질수록 연간 에너지요구량은 줄어든다’라는 예측과는 달리 난방부하는 감소하나 냉방 부하량이 급격히 많아짐에 따라 연간 냉난방에너지 요구량이 증가하는 결과가 나타났다. 따라서 창의 열관류율과 함께 차폐계수도 고려해야 할 것으로 판단된다.
- (2) 차폐계수의 변화에 따라 연간 냉난방 에너지요구량 총 합에 차이에 비해 냉방 및 난방에너지 요구량은 훨씬 현격한 차이를 보이고, 증감도 정반대로 형성되어 있다. 연간 냉난방분석결과 주택에 있어서도 냉방에너지 소요량이 더 클 수도 있는 상황을 고려하여 건물의 각 향에 적합한 유리의 열관류율 및 차폐계수 조합을 통한 최적 에너지 절감을 꾀하여야 한다.
- (3) 건물의 방향이 정남향이 아닌 동향과 서향으로 각도가 커질수록 연간 냉·난방 에너지요구량이 증가하였다. 이것은 차폐계수가 커짐에 따라 동향의 경우 난방 에너지요구량의 증가율이 현격하게 커지

고, 서향의 경우 난방에너지 감소율을 상회하는 급격한 냉방 에너지요구 증가에 의한 결과이고, 이 변화는 열관류율값이 낮은 고효율유리에서 더욱 강하게 나타난다. 그러므로 건물의 향이 정남향이 아닐 경우 차폐계수에 따른 에너지사용량에 더욱 세밀한 고려가 필요하다.

본 연구의 시뮬레이션은 24시간 동안 사람이 거주하고 공조가 진행되는 조건에서 실시한 시뮬레이션 결과이고, 통상적인 주택에서의 자연환기가능성을 고려하지 않은 결과이다. 따라서 추후 실제 주택 건물에서 사용되는 스케줄이나 사용패턴에 따른 연구 및 자연환기에 따른 냉방에너지 요구량 변화를 반영한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

triple glazing with low-e coating, The proceeding of the Korea Solar Energy Society 2008, pp. 90-95.

6. <http://edsl.net>

7. <http://www.welchon.com>

8. Regulation for facility in building, 2010 , Minister of land, transport and Maritime affairs

References

1. Yoo H. C., Kang H. G., 2010, Comparative Analysis of Temperature Change Trend and Standard Meteorological Data in Korea over 40 Years.
2. Leigh S. B., Won J. S., 2004, An analysis of demand for environmental controls on different residential building types, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 16 No. 1, pp. 176-85.
3. Park Y., 2010, A study of energy use impacts by SHGCs of windows in detached house.
4. Mun S. H., Kwon H. S. and Huh J. H., 2006, Methods to improved the cooling energy performance of low-e glazing, Proceedings of 2006 Architectural Institute of Korea, Vol. 26 No. 1, pp. 625-628.
5. Kim H. J., Park J. S., Shin, U. C. and Yoon, J. H., 2008, Heating and cooling energy performance analysis of an office building according to SHGC level of the double and