

## 창호 구성 요소에 따른 난방에너지 절감을 예측에 관한 연구-공동주택을 중심으로

### Prediction of Heating Energy Saving Rate on the Window Type - Focus on the Apartment House

김경아\* · 문현준\*\* · 유기형\*\*\*

Kim Kyung-Ah\*, Moon Hyeun-Jun\*\*, Yu Ki-Hyung\*\*\*

(Submit date : 2013. 10. 24., Judgment date : 2013. 11. 5., Publication decide date : 2013. 12. 23.)

**Abstract :** This is study on the glazing performance of the apartment house to predict energy saving rate when the early design stage by calculating heating load. there are various factors of the window type in apartment building to save energy such as window's U-value, SC or SHGC, window wall ration, frame factor, sunshade coefficient and so on. In this study, we analyzed the heating load focused on the U-value, SC and window wall ration using variable heating degree days method for a small and middle size units 59m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup>, respectively. Each cases were calculated heating load of the real models compared to standard model to predict energy saving rate. From those cases it was drew the conclusion that were window's U-value, SC and window wall ration for the small and middle size units to expect 10% energy saving rate at least.

**Key Words :** 공동주택(Apartment house), 창호성능(window type), 난방에너지 절감율(Heating Load Saving Rate)

#### 1. 서 론

전 세계적으로 건물에서의 에너지 사용량을 줄이기 위해 다양한 공공의 정책들이 중요한 핵심으로 대두되어 국내에서는 2001년부터 건

물의 에너지 효율화를 위한 건축물에너지효율 등급인증 제도를 시행하고 있다. 초기의 건축물에너지효율등급 인증제도는 18세대 이상의 공동주택을 시초로 하여 2013년 현재까지 시행되고 있다. 이러한 제도의 효과로 건설 시장

\*\*유기형(교신저자) : 한국건설기술연구원  
E-mail : raytrace@kict.re.kr

\*김경아 : 한국건설기술연구원 연구원

\*\*문현준 : 단국대학교 건축공학과 교수

\*\*\*유기형 : 한국건설기술연구원 연구위원

\*\* Yu Ki Hyung(corresponding author) : KICT.

E-mail : raytrace@kict.re.kr

\*Kim Kyung Ah : Korea Institute of Construction Technology

\*\*Moon Hyeun Jun : Dankook University, Dept. of Architectural Engineering

\*\*\*Yu Ki Hyung : Korea Institute of Construction Technology

에는 에너지 효율적인 건축물로 설계하기 위해 에너지절약적 설계기법으로 고단열 벽체와 고단열 기밀 창호를 도입함으로써 공동주택의 에너지 효율화가 꾸준히 진행되고 있다. 최근에는 특히 열적으로 취약한 창호에 대하여 에너지 성능을 높이기 위해 제도 초기에 복층로이 유리 적용이 대다수였던 반면 현재는 사중창로이 아르곤 주입의 고성능 창호사용의 빈도가 높아지고 있다. 그러나 비용이 증대되고 적용 시 그 효과에 대한 예측이 어려운 단점이 있고 초기 설계단계에서 이를 근거하기 위한 자료가 부족한 실정이다.

공동주택과 같은 주거용 건물은 초기 설계 단계에서 난방 부하에 대한 열원기기 설계가 진행되지만 냉방의 경우 건물의 운영단계에서 사용자의 선택적 사항에 따라 결정되어 초기 설계단계에서 냉방에 대한 부하 및 에너지소요량을 예측하는데 어려움이 있고 주거용 건물의 경우 냉방에너지보다 난방에너지가 크기 때문에 난방에너지에 따른 에너지 절감 방안을 제시하는 것이 보다 효율적이다<sup>1)</sup>. 이에 본 연구에서는 건축물에너지 효율등급 인증제도에서 사용하고 있는 가변난방도일법에 의한 난방부하 산출을 통해 창호 구성에 따른 난방부하 절감율을 예측하고자 한다.

## 2. 창호 성능에 대한 조사 및 분석

2010년부터 2013년 8월까지의 건축물에너지효율등급에서 공동주택을 대상으로 건물에 적용된 창호의 성능 수준을 조사 및 분석을 시행하였으며 국내 창호업체를 대상으로 창호의 차폐계수(SC)의 성능을 조사하였다.

### 2.1 건축물에너지효율등급에서의 창호

2001년부터 시행된 건축물에너지효율등급 인증제도는 2등급 이상을 취득한 공동주택에 세제 혜택 및 건축법의 완화규정 등 지원정책이 마련되면서 제도에 대한 관심이 지속적으로 높아졌고 2013년 8월을 기준으로 약 400건의 단지가 한국건설기술연구원에서 예비인증을 취득하였다. 이 중 약 80건의 단지가 1등급으로 평가되었다. 2010부터 2013년 8월까지 1등급을 받은 58개의 단지를 대상으로 창호의 성능을 조사하였다. 이 중 51개의 단지가 확장형 단위세대로 평가되었고 나머지 7개의 단지만이 비확장형 단위세대로 평가되었다.

공동주택의 경우, 크게 발코니창호와 세대 창호, 발코니확장 세대 창호의 세 가지로 구분되어, 비 확장형 단위세대의 경우 발코니 창호와 세대 창호가 있고, 확장형 단위세대라고 할지라도 일부 실의 경우 발코니창호와 세대 창호로 구성되어 발코니창호, 세대 창호, 발코니확장 세대 창호로 구분된다. 이러한 구분체계에 따라 창호의 종류는 데이터를 숫자개념으로 분류할 수 없어 사용빈도수가 높은 데이터의 값을 선정하기 위해 최빈값을 이용하여 선정하였으며, 열관류율은 창호 종류에 따른 값으로 나타내었고 이는 실제 평가에 적용된 값이다. 분석결과는 아래의 표1과 같이 나타내었다.

표 1과 같이 기본형의 발코니 창호는 발코니창호가 없는 18개의 단지를 제외하고 약 40개의 단지 중에서 약30%가 22mm 일반복층창 PVC창호를 적용하였고, 세대 창호는 전체 단지 중에서 약 43%가 22mm low-E(소프트코팅) 복층창 PVC창호 적용으로 빈도수가 가장 높았으며 발코니확장형의 세대창호의 경우 22mm 일반복층유리 PVC창호 + 22mm low-E(소프트코팅) 복층창 PVC창호가 전체 단지중에서 46%가 적용되어 가장 높은 빈도수를 나타내

1) 윤용상 외 공동주택의 최적 Glazing 구성에 관한 연구 2012.

었다. 건축물에너지효율등급에서 창호의 열관류율은 건축물에너지절약설계기준 별표3 창 및 문의 단열성능에 따라 평가되고 있다.

표 1. 에너지효율등급 1등급 단지의 창호의 성능 (2010~2013)

구분	창호의 종류		
	기본형(비확장형)		발코니확장 세대창호 (최빈값)
	발코니창호 (최빈값)	세대창호 (최빈값)	
창호의 종류	22mm 일반복층창 PVC 창호	22mm low-E (소프트코팅) 복층창 PVC 창호	22mm 일반복층유리 PVC창호+ 22mm low-E(소프트 코팅) 복층창 PVC 창호
열관류율	2.8	2.1	1.4

구분	창호의 종류		
	기본형(비확장형)		발코니확장 세대창호 (최빈값)
	발코니창호 (최빈값)	세대창호 (최빈값)	
차폐계수 (SC)	0.8	0.6	0.48

## 2.2 창호의 차폐계수

창호의 일사성능을 나타내는 지표로는 차폐계수(SC : Shading Coefficient)와 일사열취득계수(SHGC: Solar Heat Gain Coefficient)<sup>2)</sup>가 사용된다. 공동주택의 에너지효율등급 평가방법에서는 창호의 일사성능에 대한 평가를 위해 차폐계수(SC)를 입력하고 프로그램 내에서 일사열취득계수(SHGC)로 변환하여 적용되며 투명유리를 기준으로 평가하고 있다. 차폐계수(SC)의 경우 착색에 따라 달라지는데 국내의 창호 업체의 약 50여개의 창호를 대상으로 차폐계수(SC)의 범위를 조사하여 그 내

2) 박률, 외1 주택 창호의 SHGC가 에너지소비에 미치는 영향에 관한 연구 2010.

용을 표 2에 나타내었다.

표 2. 국내에서 판매되는 창호의 평균 차폐계수

구분	창호의 종류						
	투명			로이			
	단창	복층	삼중	투명	그린	블루	브론즈
차폐계수 (SC)	0.97	0.83	0.29	0.68	0.43	0.43	0.45

표 2와 같이 투명유리를 기준으로 단창은 SC=0.97, 복층은 SC=0.83, 로이유리의 경우 SC=0.68의 평균 분포를 나타내고 있다. 이상에서와 같이 건축물에너지효율등급에서 평가되고 있는 창호의 성능 수준의 분석을 통해 인증등급의 수준을 검토하였으며, 창호성능에 따른 난방부하 절감을 예측을 위해 평가 대상 설정에 있어 위의 자료를 바탕으로 하고자 한다.

## 3. 시뮬레이션 개요

### 3.1 평가방법

2013년 9월 1일 이전의 건물에너지효율등급에서 난방 에너지소요량 산출은 앞서 설명한 바와 같이 가변난방도일법<sup>3)</sup>에 기초하고 있다. 가변난방도일법은 기존 난방도일법과 유사한 개념이지만 실내 발생열을 반영하여 건물에 난방이 요구되지 않는 온도인 평형점 온도(Balance Point Temperature)의 개념을 도입한 것이다. 주거용 건물의 난방요구량 계산 방법으로서 ISO 9164에서도 가변난방도일법을 채택하고 있으며 많은 선진국에서도 이 평가 방법을 기초로 하여 에너지 평가 기법들을 운용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 가변난방도일법에 따른 난방부하를 평가하고자 한다.

3) 유기형 외 공동주택의 에너지효율등급평가기법 개발 및 등급설정에 관한 연구 2006.

### 3.2 대상모델 설정

앞서 2.1에서 설명한 바와 같이 2010년부터 2013년 8월까지 1등급을 취득한 58개의 단지중 51개의 단지가 확장형 단위세대로 평가되어 이에 아래의 그림 1, 2에 나타낸 것과 같이 평가 대상은 국민주택의 중규모인 84㎡와 소규모의 59㎡의 확장형 단위세대를 대상모델만을 선정하여 평가하였다.

각 단위세대의 평가면적은 전용면적을 기준으로 하였으며 계단실은 평가에서 제외하였다. 벽체에 대한 열관류율은 2012년 건축물에너지 절약설계기준 별표 4 지역별 건축물 부위의 열관류율에 따라 법적기준과 동일하게 평가되었으며, 기준층의 단위세대를 기본으로 평가하여 지붕과 바닥에 대한 고려는 제외하였다.

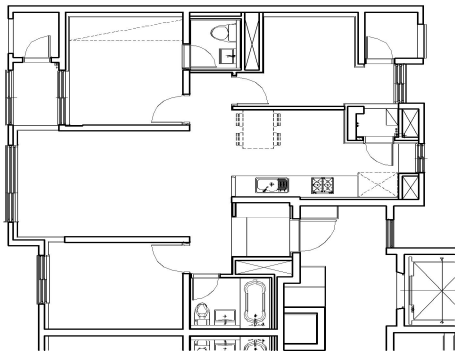


그림 1. 59㎡ 확장형

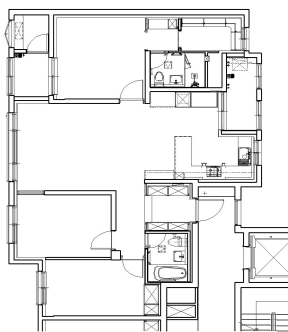


그림 2. 84㎡ 확장형

표 3. 평가 범위

인자	설정 값
건물유형	59㎡(59.99㎡), 84㎡(84.95㎡)
건물의 방위	동, 남동, 남, 남서, 서
지역	중부, 남부, 제주

표 4. 창호의 성능

창호의 성능	
U-Value (W/㎡·K)	2.1
	1.8
	1.6
차폐계수 (SC)	1.4
	0.2
	0.4
	0.6
창면적비 (WWR(%))	0.8
	30
	40

평가 건물의 방위는 공동주택에서 주로 계획되는 동에서 서까지의 45°도 단위로 5개의 방위로 설정하였으며 건축물에너지절약계획서상의 중부, 남부, 제주지역을 평가범위로 설정하였고 이를 표 3에 나타내었다. 창호의 성능은 앞서 2장에서 설명한 바와 같이 건축물에너지 효율등급에서 확장형 세대에서 빈도수가 높은 창호의 열관류율 1.4를 기준으로 하여 1.6, 1.8, 2.1의 열관류율을 설정하였고 차폐계수의 범위도 열관류율과 마찬가지로 건축물에너지효율등급에서 빈도수가 높은 창호의 차폐계수 0.48을 기준으로 0.2~0.8 범위의 값을 선정하여 평가하였다. 이를 표 4에 나타내었으며 창면적비는 거실을 기준으로 전면벽체와 후면벽체의 평균 비율로 각각 30, 40%로 설정하였다.

### 4. 분석결과

앞서 3.1에서 설명한 바와 같이 건축물에너지 효율등급에서는 가변난방도일법에 의한 난방부하를 평가하여 난방에너지 소요량을 산출

한다. 산출된 난방에너지 소요량은 표준주택(신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위해 기준이 되는 법적기준의 열관류율을 가진 신청주택과 동일한 형태의 단위세대)대비 신청주택(실제 평가 단위세대)의 난방 에너지 절감율에 따른 등급을 부여하는 방법으로 진행되고 있다. 이에 각 59㎡와 84㎡ 단위세대의 동, 남동, 남, 남서, 서향에 대해 중부, 남부, 제주지역으로 구분하여 창호의 열관류율, 차폐계수, 창면적비에 따른 신청주택(평가 단위세대)과 표준주택(법적기준의 열성능을 가진 신청주택과 동일한 형태의 단위세대)의 난방부하를 계산하였다. 이후 신청주택의 난방부하와 표준주택의 난방부하의 부하비를 산출하여 절감율 예측을 실시하였다.

#### 4.1 난방부하비 분석에 따른 절감율 예측

각 단위세대 59㎡와 84㎡의 각 중부, 남부, 제주지역에서 각각 창면적비에 대해 각 방위별로 창호의 열관류율 값이 작을수록 차폐계수 값이 클수록 난방부하(GJ)량은 작게 나타났다. 이는 창호의 단열성능이 좋을수록 일사량이 많을수록 주거용 건물의 난방부하를 절감할 수 있는 것으로 분석되었다.

이에 위의 그림 3과 그림 4에는 남향을 기준으로 창면적비 30%일 때 각 단위세대의 지역별 신청주택과 표준주택의 부하비를 그래프로 나타냈었다.

그림 3과 그림 4와 같이 59㎡의 단위세대 중부지역에서는 창면적비 40%, 최소 U=1.4, S=0.8의 창호를 적용할 경우 부하비가 약 0.89로 분석되며 이는 약 10%의 난방 에너지 절감율을 예측할 수 있고, 남부지역에서는 창면적비가 30%일 때 U=1.6, S=0.8 또는 U=1.4, S=0.4의 창호를 사용할 경우 부하비가 약 0.89로 분석되며 창면적비가 40%일 때 U= 1.6, S=0.6

이상 또는 U=1.4, S=0.2 이상의 창호를 적용할 경우 부하비가 0.9이상으로 평가되어 난방 에너지 절감율이 10%이상으로 예측된다.

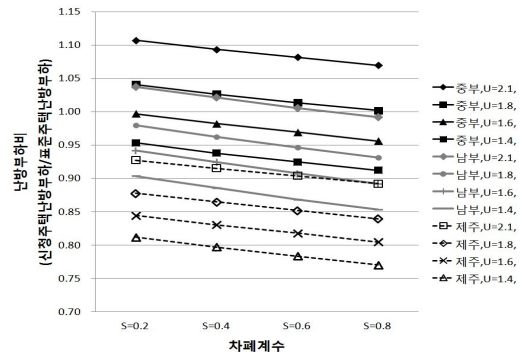


그림 3. 59㎡ 지역별 난방 부하비 분석(남향, 창면적비30%)

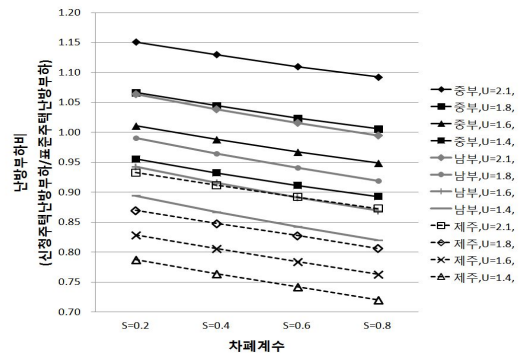


그림 4. 59㎡ 지역별 난방 부하비 분석(남향, 창면적비40%)

반면 제주지역에서는 창면적비 30%일 때 최소 U=2.1, S=0.8의 창호 성능만 적용하더라도 부하비가 0.89로 분석되고 창면적비가 40%일 때 최소 U=2.1, S=0.6의 창호성능을 적용하면 표준주택 대비 신청주택의 난방 부하비가 0.89로 분석되어 난방 에너지 절감율이 10%이상으로 예측할 수 있다.

그림 5과 그림 6에 나타낸 것과 같이 84㎡의 단위세대는 중부지역에서 창면적비 각각 30%, 40% 모두 최소 U=1.6, S=0.6의 창호를 적용해야 부하비가 약 0.89로 분석되며 U=1.4,

S=0.8의 창호에 창면적비가 40%일 경우에는 난방 부하비가 0.8로 난방 에너지 절감율이 약 20%로 예측할 수 있다. 남부지역에서는 창면적비 각각 30%, 40% 모두 최소 U=1.8, S=0.6의 창호를 적용해야 표준주택 대비 신청주택의 난방 부하비가 0.88로 분석되며 창면적비 40%일 때 U=1.4, S=0.8일 경우, 난방 부하비가 0.75로 난방 에너지 절감율을 약 25% 절감할 수 있을 것으로 예측할 수 있다. 제주지역의 경우 각각의 창면적비 모두 최소 U=2.1, S=0.2를 적용하더라도 난방부하비가 0.9로 분석되어 약 10%의 난방 에너지 절감율을 예측할 수 있고 U=1.4, S=0.8이고 창면적비가 40%일 때는 최대 약 33%의 난방 에너지 절감율을 예측할 수 있다.

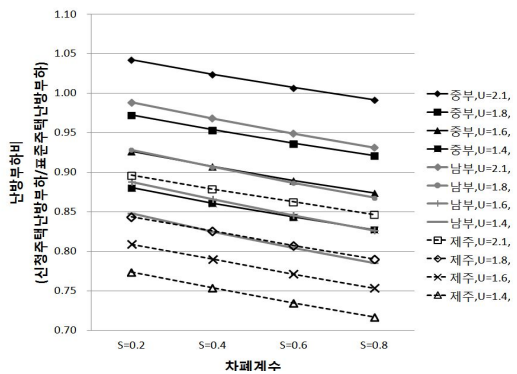


그림 5. 84m² 지역별 난방 부하비 분석(남향, 창면적비30%)

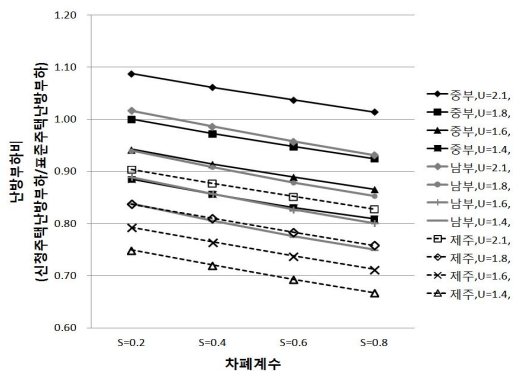


그림 6. 84m² 지역별 난방 부하비 분석(남향, 창면적비40%)

표 5와 표 6에는 표준주택 대비 난방주택의 난방 부하비를 계산하고 이에 에너지 절감율을 예측한 것이며 각 단위세대에 따라 남향과 중부지역을 기준으로 나타내었다.

표 5. 59m² 난방부하비에 따른 절감율(%) 예측 (남향, 중부)

구 분	WWR=30%				WWR=40%			
	S=0.2	S=0.4	S=0.6	S=0.8	S=0.2	S=0.4	S=0.6	S=0.8
U=2.1	-10.72	-9.37	-8.19	-6.99	-15.11	-13.03	-11.00	-9.25
U=1.8	-4.11	-2.67	-1.39	-0.19	-6.67	-4.48	-2.38	-0.59
U=1.6	0.27	1.76	3.07	4.37	-1.13	1.15	3.25	5.06
U=1.4	4.65	6.18	7.52	8.77	4.46	6.76	8.85	10.70

표 6. 84m² 난방부하비에 따른 절감율(%) 예측 (남향, 중부)

구 분	WWR=30%				WWR=40%			
	S=0.2	S=0.4	S=0.6	S=0.8	S=0.2	S=0.4	S=0.6	S=0.8
U=2.1	-4.63	-3.20	-1.83	-0.62	-9.31	-7.10	-5.05	-3.07
U=1.8	2.39	3.90	5.28	6.58	-0.55	1.80	3.97	5.94
U=1.6	6.99	8.54	9.98	11.31	5.27	7.67	9.86	11.88
U=1.4	11.57	13.19	14.66	15.96	11.03	13.47	15.73	17.73

이에 59m²의 경우 84m²와 비교하여 볼 때 중부지역에서는 에너지절약설계기준 별표 4의 지역별 열관류율 표에서 제시하고 있는 공동주택의 중부지역 기준 2.1보다 약 30% 이상의 단열성능이 우수하고 일사유입이 많은 창호를 사용하더라도 절감율이 10%가 되지 않아 추가적으로 벽체의 단열성능을 법적 수준 이상으로 계획해야 하며, 84m²의 중규모 주택에서는 벽체의 단열을 법적 수준을 준수하고 약20% 이상의 단열성능이 우수한 창호를 사용할 경우 난방 에너지 절감율이 10%이상 가능할 것으로 분석된다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 건축물에너지효율등급 인증 제도에서 사용되고 있는 공동주택의 난방부하 계산방법인 가변난방도일 평가방법으로 창호의 성능에 따른 중소규모의 공동주택의 신청주택과 표준주택의 난방부하를 산출하여 그 비율에 따른 부하비로 난방 에너지 절감량을 예측하였다. 창호의 열관류율, 차폐계수, 창면적비 변화에 따라 규모 및 지역에서 부하비의 변화 및 이를 통한 절감율을 분석하는 방법으로 수행하였으며 주요한 결론은 다음과 같다.

- (1) 59m<sup>2</sup>의 단위세대는 중부지역에서 외벽이 법적 기준에 준수하고 최소 U=1.4, S=0.8의 창면적비 40%이상일 경우 난방부하비가 0.9로 약 10%의 난방 에너지 절감율로 예측할 수 있고, 남부지역에서는 창면적비 30%, U=1.6, S=0.8, 창면적비 40% 일 때 U=1.6, S=0.6의 창호 성능, 제주지역에서는 창면적비 30%일 때 U=2.1, S=0.8이고 창면적비 40%일때는 U=2.1, S=0.6의 창호 성능을 적용할 경우 10%이상의 난방 에너지 절감율을 예측 할 수 있다.
- (2) 84m<sup>2</sup>의 단위세대는 중부지역에서 창면적비 30%, 40% 모두 최소 U=1.6, S=0.6 이상의 창호를 적용해야 약 11%의 에너지 절감율을 예측 할 수 있다. 또한 남부지역에서는 창면적비 30%, 40% 모두 U=1.8, S=0.6, 제주지역에서는 30%, 40% 모두 최소 U=2.1, S=0.2의 창호를 적용할 경우 신청주택 난방부하 대비 표준주택 난방부하가 약 0.9 내외로 10%이상의 난방 에너지 절감율을 예측할 수 있다.
- (3) 창호의 열관류율, 차폐계수, 창면적비의 구성에 따른 에너지 절감율을 예측해 본

결과, 59m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup> 모두 창면적비 30%일 때 열관류율을 2.1에서 1.4까지 각각 강화할 경우 평균 약 5%씩 절감율이 상승하며 창면적비 40%일 때는 평균 약 7%씩 절감율이 단계적으로 상승한다. 열관류율의 경우 바닥면적과 상관없이 동일한 비율로 증가한 반면 차폐계수에 의한 절감율 상승은 59m<sup>2</sup>의 단위세대에서 창면적비 30%에서는 차폐계수가 0.2에서 0.8까지 강화할 경우 각각 평균 1.3%씩 증가하였으며 창면적비 40%에서 평균 약 2.0%씩 증가하였고 84m<sup>2</sup>의 단위세대에서 창면적비 30%에서 차폐계수를 0.2에서 0.8까지 단계적으로 강화할 경우 평균 1.7%씩 난방 에너지 절감율이 상승하며 창면적비 40%에서는 평균 평균 약 2.5%씩 증가하였다.

본 논문은 공동주택의 중소규모의 창호의 열관류율과 차폐계수 및 창면적비가 난방부하에 미치는 영향을 분석하여 이를 통해 난방 에너지 절감율을 예측하였다. 이상의 연구 결과에서 알 수 있듯이 가변난방도일법에 의한 난방부하 계산으로 건축물에너지효율등급평가시 창호의 성능에 따른 난방 에너지 절감율을 예측하여 외피 설계시에 기초 자료로 활용할 수 있으며 창호의 성능에 따른 외피 설계시 판단할 수 있는 비용분석에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

## 후 기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제임(과제번호 : 20118510010010)

## 참 고 문 헌

1. 윤용상 외, 공동주택의 최적 Glazing 구성에 관한 연구, 대한건축학회논문집계획계, 2012
2. 박률 외, 주택 창의 SHGC가 에너지소비에 미치는 영향에 관한 연구, 대한설비공학논문집, 2010
3. J.W. LEE, Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylight elements, Renewable Energy, 2012
4. 서혜수 외, 태양열취득계수(SHGC)에 의한 가시성 및 에너지성능에 따른 거주자 선호도 상관관계 분석, 대한건축학회논문집계획계, 2011
5. 국토해양부 고시 제 2010-371호, 건축물에너지 절약설계기준
6. 유기형 외, 공동주택의 에너지효율등급 평가기법 개발 및 등급설정에 관한 연구, 대한건축학회 논문집계획계, 2006