

# 창호의 성능 및 건물의 창면적비에 따른 기존 단독주택의 창호 리모델링 방안 연구

## Optimum Method of Windows Remodeling of Existing Residential according to the Window Properties and Window Wall Ratio

이 나 은\*      안 병 립\*\*      정 학 근\*\*\*      김 종 훈\*\*\*\*      장 철 용\*\*\*\*\*  
Lee, Na-Eun    Ahn, Byung-Lip    Jeong, Hak-Geun    Kim, Jong-Hun    Jang, Cheol-Yong

### Abstract

A need for building energy efficiency is on the issue since energy demand in the building stock in Korea represents about 24% of the final energy consumption. As a way of improving the thermal performance of buildings for reducing maintenance costs and environmental conservation, a lot of effort is shown to improve the building energy efficiency by applying improvement of envelope insulation performance for buildings whose energy efficiency is low relatively through the remodeling. The windows of building envelopes are areas that lead to the biggest heat loss in the building. So windows are considered to be the primary target of energy efficiency in remodeling and various studies for windows have been done. Currently, however, only U-factor and airtightness of windows performance are regulated. Window wall ratio(WWR) and solar heat gain coefficient(SHGC) of windows are not considered when conducting the remodeling.

In this study appropriate performance of windows(U-factor and SHGC) for existing residential is proposed according to the window wall ratio by using EnergyPlus. As the results of this study, the U-factor of windows representing the maximum energy savings is 1.0W/m<sup>2</sup>K but in case of SHGC, the values that indicate the maximum energy savings are different depending on the window wall ratio. Therefore, when conducting the remodeling of windows, to determine energy efficiency by considering only the U-factor is inadequate so it is necessary that appropriate windows are applied to buildings by considering window wall ratio and windows properties(U-factor and SHGC).

키워드 : 창호의 성능, 창면적비, 기존 단독주택, 리모델링

Keywords : Windows properties, Window Wall Ratio, Existing Residential, Remodeling

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

우리나라는 고유가 시대에 따른 에너지의 해외 의존도가 약 97%에 달하고 있으며, 대한민국 전체 에너지 사용량 중 건물부분이 차지하는 비율은 약 24%에 이르고 있어 건물 에너지 효율화의 필요성이 대두되고 있다. 이에 건축물의 리모델링을 통해 주거 성능이 열악하고 에너지 효율이 떨어지는 건축물에 대하여 에너지 절약을 통한 유지관리비용의 절감과 환경보전을 위한 성능 개선의 방법으로 외피 단열 성능 개선을 적용하여 효율적인 에너지 사용이 가능한 건

축물로 개선하고자 하는 노력이 나타나고 있다.

건축물의 외피 중 창호는 건물에서 가장 큰 열손실을 발생시키는 부위로서 리모델링 시 에너지 효율화의 일차적인 대상으로 간주되고 있으며 이에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이때 건물의 창면적은 한번 시공되면 면적을 넓히거나 줄이는 데에 한계가 있어 창호 자체의 교체만 가능하며 각각의 창면적비에 따라 건물에 적합한 창호의 성능은 달라지게 된다.

하지만 현재 「에너지이용 합리화법」 제 15조 등에 따른 효율관리기자재 운용규정<sup>1)</sup>을 보면 창호의 성능 중 열관류율 및 기밀성에 대해서만 규제를 하고 있으며 이러한 창호를 적용하여 리모델링을 진행할 시 건물의 창면적비 및 일사열취득계수(SHGC)에 대해서는 고려되고 있지 않은 실정이다. 열관류율은 건축물의 단열 성능에 직접적인 영향을 끼치므로 중요한 인자이지만, 건물의 창면적비에 따라

\* 한국에너지기술연구원 위촉연구원(qwert0708@kier.re.kr)  
\*\* 연세대학교 건축공학과 대학원 박사과정(ahnbr@kier.re.kr)  
\*\*\* 한국에너지기술연구원 선임연구원(jonghun@kier.re.kr)  
\*\*\*\* 한국에너지기술연구원 선임연구원(hgjeong@kier.re.kr)  
\*\*\*\*\* 교신저자, 한국에너지기술연구원 책임연구원  
(cyjang@kier.re.kr)

1) 산업통상자원부 고시 제2012-320호

그 건물에 적합한 최적의 열관류율은 달라질 수 있으며 일사열취득계수(SHGC) 또한 건물의 냉·난방 부하에 영향을 끼칠 수 있으므로 고려되어야 한다. 또한 기존의 연구들에서는 창호의 성능에 따른 건물부하를 분석할 경우, 냉방 및 조명부하의 비중이 높은 오피스건물을 대상으로 하는 경우가 다수였다. 하지만 난방부하의 비중이 높은 기존 주거용 건물의 경우에도 건물의 향 및 창면적비에 따라 창호의 성능이 건물부하에 많은 영향을 끼칠 수 있다.

이에 본 연구에서는 기존 단독주택을 대상으로 창호의 리모델링시 각 창면적비에 따른 적절한 창호의 성능, 즉 창호의 열관류율(U-factor) 및 일사열취득계수(SHGC)를 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 건물의 에너지해석을 위한 Tool로 미국 DOE(Department of Energy)에서 개발한 EnergyPlus v7.1을 이용하였다. EnergyPlus는 기존의 에너지 분석프로그램인 BLAST나 DOE-2 프로그램에 근원을 두고 있으나 이 두 프로그램의 단점을 해결하기 위해 개발된 프로그램으로서 창호의 성능이 건물에 미치는 영향을 파악하는데 가장 적절한 프로그램이라고 할 수 있다.

이러한 EnergyPlus를 이용하여 국토해양부에서 제시한 농어촌표준주택(고령자 농업가구형)<sup>2)</sup>을 대상건물로 선정하고 대상건물의 창면적비를 20~70%로 변경하여 창호 리모델링시 Glazing의 성능에 따른 냉·난방부하를 분석하였다. 이때, 건물부하는 EnergyPlus의 'IdealLoads AirSystem'을 이용하여 시스템 및 플랜트 관련 변수는 배제하였다. 이에 따라 본 논문에서는 기존 단독주택의 리모델링시 건물의 창면적비, 창호의 성능 등에 따른 적합한 리모델링 방안을 제안하고자 하였다.

## 2. 기존건물의 리모델링

리모델링이란 기존건물의 구조적, 기능적, 미관적, 환경적 성능이나 에너지성능을 개선하여 거주자의 생산성과 쾌적성 및 건강을 향상시킴으로써 건물의 가치를 상승시키고 경제성을 높이는 것으로 기존에 운영되었던 건물을 재건축하기 위해 철거하는 과정이 전혀 없다는 점에서 신축, 재건축과도 구별된다. 또한 리모델링은 시설의 노후화를 억제하거나, 그 기능을 향상시켜 건물의 수명을 연장시키는데 그 목적이 있다.

건물의 에너지를 절약하고자 하는 측면에서 리모델링은 주거성능이 열악하고 에너지효율이 떨어지는 노후 건물에 대하여 외피 단열성능 개선 및 설비 성능의 개선 등을 통해 효율적인 에너지 사용이 가능한 건물로 개선할 수 있는 방안이 될 수 있다.

건축물의 에너지효율을 향상시키기 위해서는 근본적으로 설계 초기단계에서 창호 및 벽체의 단열, 건물의 창면적비, 지역의 기후 등을 고려하여 에너지 절약적인 방법으로

건물을 시공해야 한다. 이에 따라 건축물의 부위별 단열기준 및 에너지절약설계기준 등이 현재 제도적으로 운영되고 있으나 노후건물의 경우, 현 제도상의 수치를 만족시키지 못하고 있는 실정이다.

아래의 <그림 1>은 통계청에서 5년을 주기로 실시하는 인구주택총조사의 단독주택부분 통계<sup>3)</sup>를 나타낸 그래프이다. 현재로부터 약 30년 전인 1985년의 단독주택은 약 470만 가구로 전국 총 가구의 약 77%를 차지하고 있다. 1985년부터 2010년까지의 단독주택 가구수를 보면 큰 폭의 변화는 없는 것으로 나타나 현재 조사된 단독주택의 경우 신축된 건물보다는 노후화된 건물이 현재까지 존재하고 있는 것으로 판단된다. 이러한 노후화된 건물은 앞서 설명한 바와 같이 열성능이 현저히 떨어져 리모델링을 통해 에너지효율을 향상시켜줄 방안이 필요할 것으로 사료된다. 또한 현재 신축 공동주택과 업무용건축물을 대상으로 시행중인 '건축물에너지효율등급인증제도'가 추후에는 모든 건축물 및 기존건축물까지 적용범위가 확대될 예정이므로 기존건축물에 대한 에너지절감 방안이 마련되어야 한다.

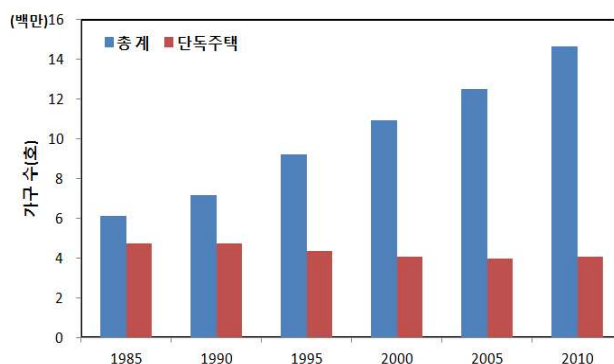


그림 1. 연도별 전국 단독주택 통계

단독주택의 에너지효율 향상을 위해 리모델링을 진행할 시 그 대상 중 건물 외피의 경우 가장 보편적이며 건물의 에너지효율을 향상시킬 수 있는 필수적인 요소라고 할 수 있다. 이는 건물의 외피가 구조체의 열전도나 창호의 일사획득 등을 통해 열획득과 열손실이 가장 많이 발생하는 부분으로<sup>4)</sup> 건물의 외부환경이 건물에 미치는 영향을 조절하는 역할을 하기 때문이다. 특히 건물의 창호는 열선의 출입이 자유로워 겨울에는 실내 난방열의 손실이 발생하며, 여름에는 태양열이 실내로 유입되어 높은 냉방에너지의 손실이 일어나는 통로로써 창호 통한 열손실량은 건물 전체 열손실량의 큰 부분을 차지하고 있다. 따라서 기존의 성능이 낮은 창호가 적용되어 있는 기존 단독주택의 창호를 건물의 창면적비, 외피 단열기준 등을 고려하여 적절한 고성능의 창호로 리모델링하게 되면 에너지절약 측면에서 효율적인 방안이 될 수 있다.

3) 인구주택총조사 <http://www.census.go.kr/hcensus/index.jsp>

4) 비주거용 건물의 외피 리모델링을 통한 에너지성능향상 방안에 관한 연구, 장현숙 외, 한국건설관리학회 논문집, 2012

2) 국토교통부 공고 제2012-1117호

### 3. 시뮬레이션

#### 3.1 건물 모델링

대상건물은 2012년 국토해양부에서 제시한 농어촌표준주택으로 전용면적이 66.64㎡이며 단층의 남향건물이다. 건물의 남측 창면적비는 약 25%로 본 연구에서는 남측 창면적비를 20~70%로 변화시켜 모델링한 후 각 창면적비에 따른 냉·난방 부하를 분석하였다. 대상건물의 개요는 <표 1>과 같고, 평면도는 <그림 2>와 같다.

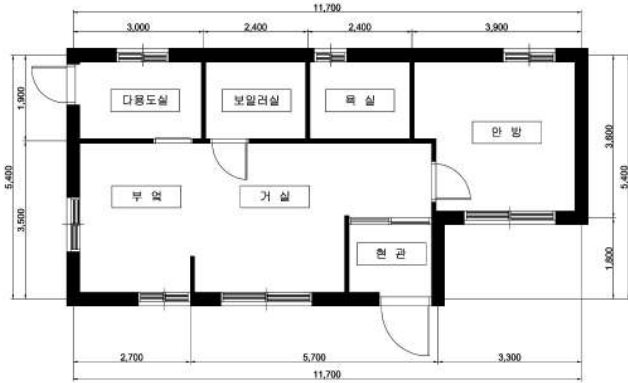


그림 2. 대상건물의 평면도

표 1. 대상건물 개요

건물의 위치	중부지역
전용면적	66.64㎡
층고	3.4m
체적	226.6㎡
방위	남향
남측 창면적비	20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%

본 연구는 기존건물을 리모델링할 경우에 대하여 적용 가능한 창호를 제안하고자 하므로 대상건물의 외피는 「건축법 시행규칙」 및 「건축물의 설비 기준 등에 관한규칙」 [별표 4. 지역별 건축물부위의 열관류율 표5]를 기준으로 연도별로 구분하여 3개의 기준을 가정하여 적용하였다. 대상건물의 외피 열관류율은 아래 <표 2>와 같고, 창호의 일사열취득계수(SHGC)는 일반적인 창호에 해당하는 0.7로 적용하였다.

표 2. 대상건물의 외피 열관류율

	기준1 (30년 이상)	기준2 (20~30년 미만)	기준3 (10~20년 미만)	현재 (2013년)
벽체	1.05	0.58	0.46	0.36
지붕	1.04	0.56	0.28	0.20
바닥	1.71	0.57	0.51	0.43
외창	3.49	3.37	3.40	2.40

5) 2013년 3월 이후, 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에서 「녹색건축물 조성 지원법」에 따른 「건축물의 에너지절약설계 기준」으로 해당법이 변경되었으며 이는 2013년 9월 1일 이후 시행예정임

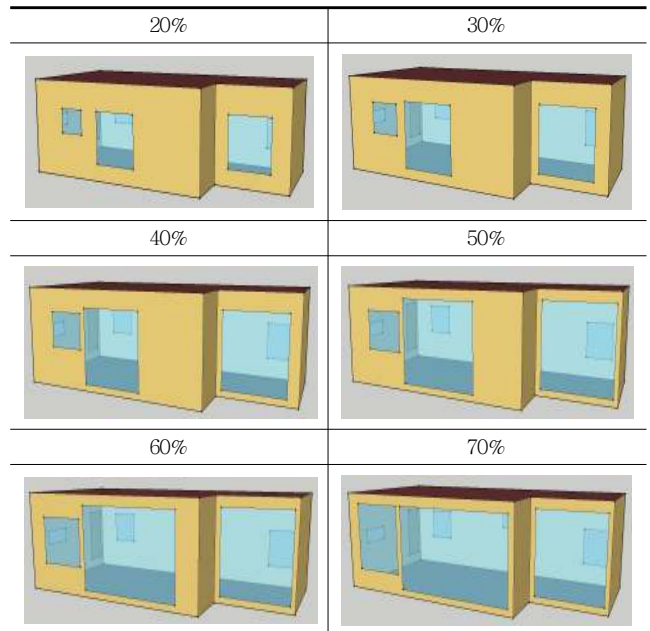
기준1은 약 30년 이상이 된 건물로 현재 법적기준에 비해 단열성능이 현저히 떨어지는 것을 알 수 있다. 기준2는 약 20~30년 미만 지어진 건물에 적용된 단열기준으로 기준1보다는 단열성능이 개선되었지만 현재 단열기준과 비교했을 때는 다소 낮은 값을 보이고 있다. 마지막 기준3은 약 10~20년 이내에 지어진 건물에 적용된 값으로 현재 법적기준보다는 단열성능이 떨어지지만 기준1과 기준2에 비해 단열성능이 많이 개선되었다.

표 3. 재료 물성치

재료	열전도율 (W/mK)	두께 (mm)	열저항 (㎡K/W)	밀도 (kg/㎡)	비열 (cal/kg)
콘크리트	1.6	150	0.0938	2200	840
압출법 보온판1호	0.028	구조체 및 기준에 따라 조정	0.8214	30	1210
석고보드	0.18	10	0.0556	750	1090

대상건물을 모델링하기 위해 입력한 재료의 물성치는 위의 <표 3>과 같다. 모든 구조체는 같은 두께의 콘크리트와 석고보드로 구성되며 그 사이의 단열 두께를 조정함으로써 기준이 되는 열관류율을 충족시키도록 모델링하였다. 이렇게 적용된 각 기준에 따라 창면적비를 20~70%까지 6단계로 구분하여 시뮬레이션을 위한 모델링을 진행하였다. 건물의 모델링은 Open Studio v8.0을 이용하여 아래 <표 4>와 같이 수행하였다.

표 4. 창면적비에 따른 대상건물 모델링



아래 <표 5>는 시뮬레이션을 진행한 각각의 Case를 나타낸 것으로 먼저 단독주택의 외피단열기준을 준공년도에 따라 세가지로 나누고 각 기준별로 창면적비를 20~70%로 세분화하여 각 창면적비에 따라 25가지 성능의 창호를 적용하였다. 각 Case에 적용된 창호의 성능은 다음 3.2절에서 설명하고 있다.

표 5. Case 구성

외피 단열	창면적비	Case 구성
기준 1 (30년 이상)	20%	150개 Case (각 창면적비별 25개 Case)
	30%	
	40%	
	50%	
	60%	
기준 2 (20~30년 미만)	20%	150개 Case (각 창면적비별 25개 Case)
	30%	
	40%	
	50%	
	60%	
기준 3 (10~20년 미만)	20%	150개 Case (각 창면적비별 25개 Case)
	30%	
	40%	
	50%	
	60%	
	70%	

### 3.2 창호의 성능

표 6. 창면적비(20~70%) 및 외피단열기준에 따른 Glazing 구성

구분	열관류율	일사열취득계수
Case 1~5	1.0W/m <sup>2</sup> K	0.14
		0.28
		0.42
		0.56
		0.70
Case 6~10	1.4W/m <sup>2</sup> K	0.14
		0.28
		0.42
		0.56
		0.70
Case 11~15	2.1W/m <sup>2</sup> K	0.14
		0.28
		0.42
		0.56
		0.70
Case 16~20	2.8W/m <sup>2</sup> K	0.14
		0.28
		0.42
		0.56
		0.70
Case 20~25	3.5W/m <sup>2</sup> K	0.14
		0.28
		0.42
		0.56
		0.70

창호의 성능에 따른 건물의 냉·난방 부하를 분석하기 위해, 현재 사용되는 창호의 열관류율(U-factor), 일사열취득계수(SHGC)를 선정하여 시뮬레이션에 적용하였다.

열관류율은 현재 「에너지이용 합리화법」 제 15조 등에 따른 효율관리기자재 운용규정에 따라 시행되고 있는 창호소비효율등급제도의 등급별 열관류율 값을 적용하였으며 일사열취득계수는 Glazing 구성이 가능한 범위에 따라 6) 0.14~0.70으로 적용하였다. 각각의 Case는 외피 단열

6) Glazing 성능과 건물에너지의 상관관계 연구, 윤재훈 외, 대한건축학회 논문집, 2011

성능에 대한 건축법기준, 건물의 창면적비, 창호의 성능이 복합적으로 구성된 총 450개의 Case로 구성되었다. 본 연구에서 적용한 창호의 속성은 위의 <표 6>과 같다.

### 3.3 시뮬레이션 입력조건

건물의 실내발열인 조명, 기기, 재실인원 등에 대한 조건은 다음 <표 7>과 같이 4인 가구를 기준으로 적용하였으며 스케줄은 대상건물이 주거용인 것을 고려하여 다음 <그림 3>과 같이 입력하였다. 냉·난방 스케줄의 경우 대상건물이 주거용이므로 오전시간대와 저녁시간대에만 냉·난방이 이루어지도록 설정하였다. 시뮬레이션을 위한 기상데이터는 한국태양에너지학회에서 제공하는 서울지역 표준 기상데이터를 활용하였다.

표 7. 시뮬레이션 입력조건

실내 설정온도	난방 설정온도 : 20℃ 냉방 설정온도 : 26℃
재실자	0.06 person/m <sup>2</sup>
기기발열	10W/m <sup>2</sup>
조명	15W/m <sup>2</sup>
침기량	0.7ACH
HVAC 시스템	Ideal Loads Air System

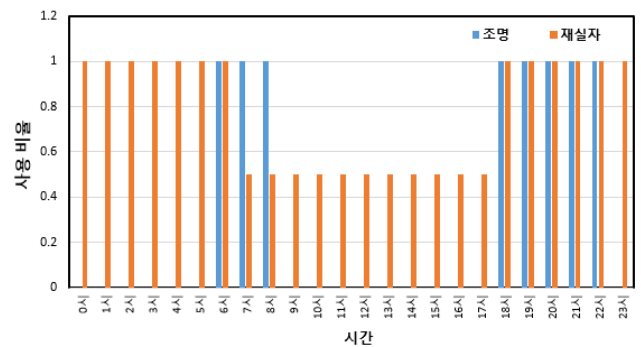


그림 3. 조명 및 재실자 스케줄

## 4. 시뮬레이션 결과

### 4.1 기준1(30년 이상 건물) 적용 결과

건축법에 따른 외피의 단열기준을 위 <표 2>의 기준1로 적용한 건물에서 창호를 리모델링할 경우에 대한 결과이다. 기준1이 적용된 건물은 지어진 지 약 30년 이상이 지난 건물로서 단열수준이 현재와 비교했을 때 매우 낮다고 할 수 있다. 다음 <그림 4>는 기준1을 적용했을 때 각각의 창면적비에서 기준이 되는 모델에 대한 각 Case별 냉·난방 에너지절감율을 나타내고 있다. <그림 4>의 그래프를 살펴보면 최대 24.3%의 에너지절감 효과를 얻을 수 있으며 창면적비가 클수록 창호 성능 개선에 따른 에너지절감율이 커지는 것을 알 수 있다. 이는 창면적비가 클수록 창호가 건물의 냉·난방 부하에 미치는 영향이 크기 때문에 창호의 성능을 개선함에 따른 에너지절감의 효과가 더욱 크게 작용한 것으로 판단된다.

각 창면적비에 따른 최적의 창호 성능을 보면 창면적비



가 20~30%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC값이 클수록 에너지절감율이 큰 것을 알 수 있다. 반면 창면적비 40~50%에서는 모든 열관류율에서 SHGC가 0.56일 때 에너지절감율이 가장 크게 나타나며 창면적비 60%일 경우에는 창호의 열관류율에 따라 SHGC가 0.42 또는 0.56 일 때 냉·난방 에너지절감율이 가장 크게 나타났다. 창면적비가 가장 큰 70%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC가 0.42 일 때 가장 큰 열관류율을 보였다. 이는 건물의 창을 통해 유입되는 일사량이 증가하게 되면 난방부하는 감소하고, 냉방부하는 증가함으로써 냉·난방 부하가 상쇄됨에 따른 결과인 것으로, 창면적비 30%까지는 SHGC가 증가함에 따라 절감되는 난방부하가 증가되는 냉방부하보다 크게 되어 일사투과율이 가장 큰 SHGC 0.70일 때 연간 에너지절감율이 가장 크게 나타난 것으로 판단된다. 반면 40% 이상의 창면적비에서는 최대 에너지절감율을 나타내는 SHGC 일 때 증가된 난방부하보다 절감된 냉방부하가 커지게 되어 이러한 역전현상이 나타난 것으로 사료된다. 이는 <그림 5>에서 살펴볼 수 있다. <그림 5>는 기준1의 벽체에 창호의 열관류율이 가장 낮은 1.0W/m<sup>2</sup>K 일 때 SHGC의 변화에 따른 단위면적당 냉·난방부하를 나타낸다. 그래프를 살펴보면 창면적비가 커질수록 SHGC의 변화에 따라 감소하는 난방부하보다 증가하는 냉방부하가 커지게 되고 이에 따라 앞서 설명한바와 같이 창면적비 40~70%에서는 SHGC값과 에너지절감율이 비례하지 않는다는 것을 알 수 있다.

또한 열관류율이 2.1~3.5W/m<sup>2</sup>K일 때 기준모델에 비해 냉·난방 부하가 증가해 에너지절감율이 음수가 되는 경우가 발생하는데 이는 창호의 단열성능을 향상시키더라도 일사투과율을 감소시키면 건물내부로 유입되는 일사의 양이 줄어들어 난방부하가 증가하기 때문인 것으로 판단된다.

결과적으로 기준1을 적용했을 때 창면적비에 따른 최적 창호를 보면, 창면적비 20~30%일 때, 열관류율 1.0W/m<sup>2</sup>K,

SHGC 0.70, 창면적비 40~50%일 때 열관류율 1.0W/m<sup>2</sup>K, SHGC 0.56, 창면적비 60~70%일 때 열관류율 1.0W/m<sup>2</sup>K, SHGC 0.42의 창호를 적용하는 것이 에너지절감 측면에서 가장 효과적이라고 할 수 있다.

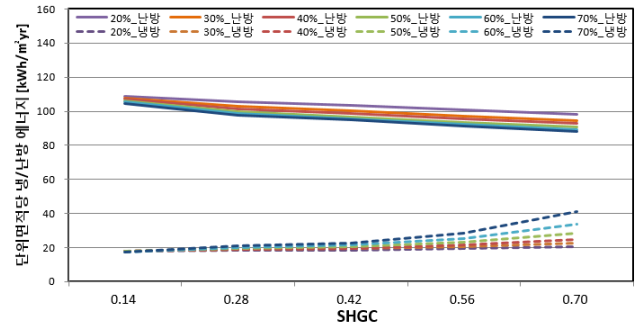


그림 5. SHGC에 따른 단위면적당 냉·난방에너지 (기준1 적용 / U-value:1.0W/m<sup>2</sup>K)

#### 4.2 기준2(20~30년 미만) 적용 결과

건축법에 따른 외피의 단열기준을 위 <표 2>의 기준2로 적용한 건물에서 창호를 리모델링할 경우에 대한 결과이다. 기준2가 적용된 건물은 약 20~30년 전에 지어진 건물로서 기준1보다는 단열성능이 개선되었지만 현재 단열기준과 비교했을 때는 다소 낮은 값을 보이고 있다.

다음 <그림 6>은 기준2를 적용했을 때 각각의 창면적비에서 기준이 되는 모델에 대한 각 Case별 냉·난방 에너지절감율을 나타내고 있다. <그림 6>의 그래프를 살펴보면 최대 41.7%의 에너지절감효과가 있으며 기준1을 적용했을 때와 비교하면 최대 에너지절감율이 약 17% 가량 증가한 것을 알 수 있다. 또한 창면적비가 클수록 창호의 성능개선에 따른 에너지절감율이 커지는 양상을 보이고 있는데 이는 앞서 살펴본 기준1을 적용했을 때와 마찬가지로 창면적비가 클수록 창호가 건물의 냉·난방 부하에 미치는 영향

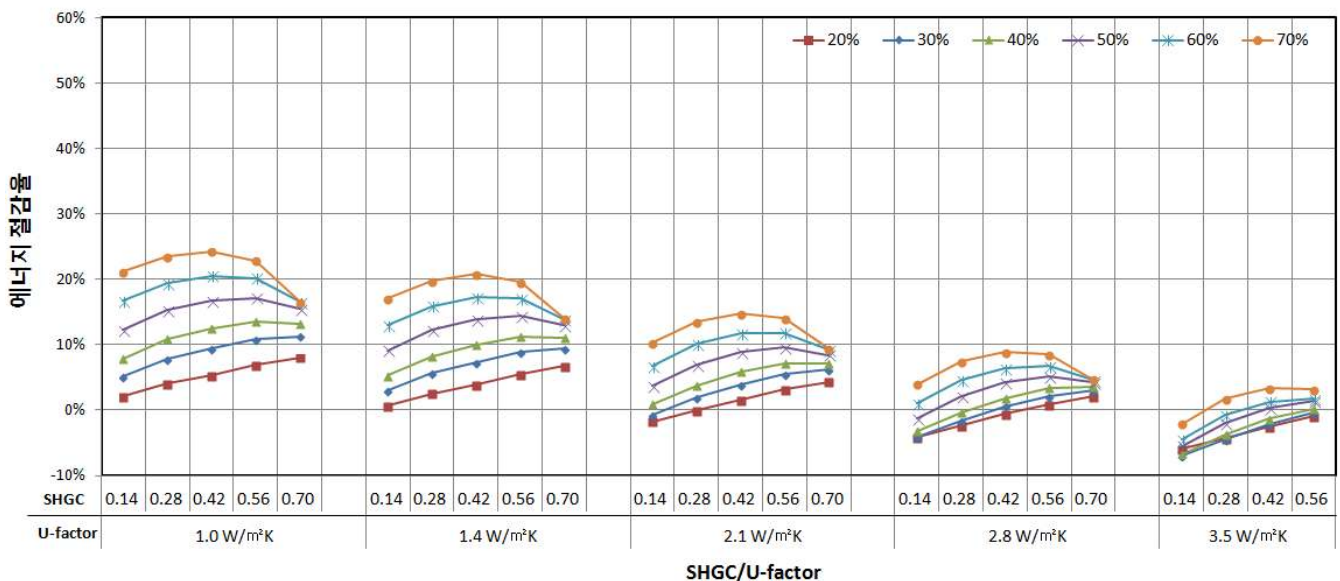


그림 4. 각 창면적비에서 Glazing 성능 변화에 따른 에너지 절감율(기준1 적용)

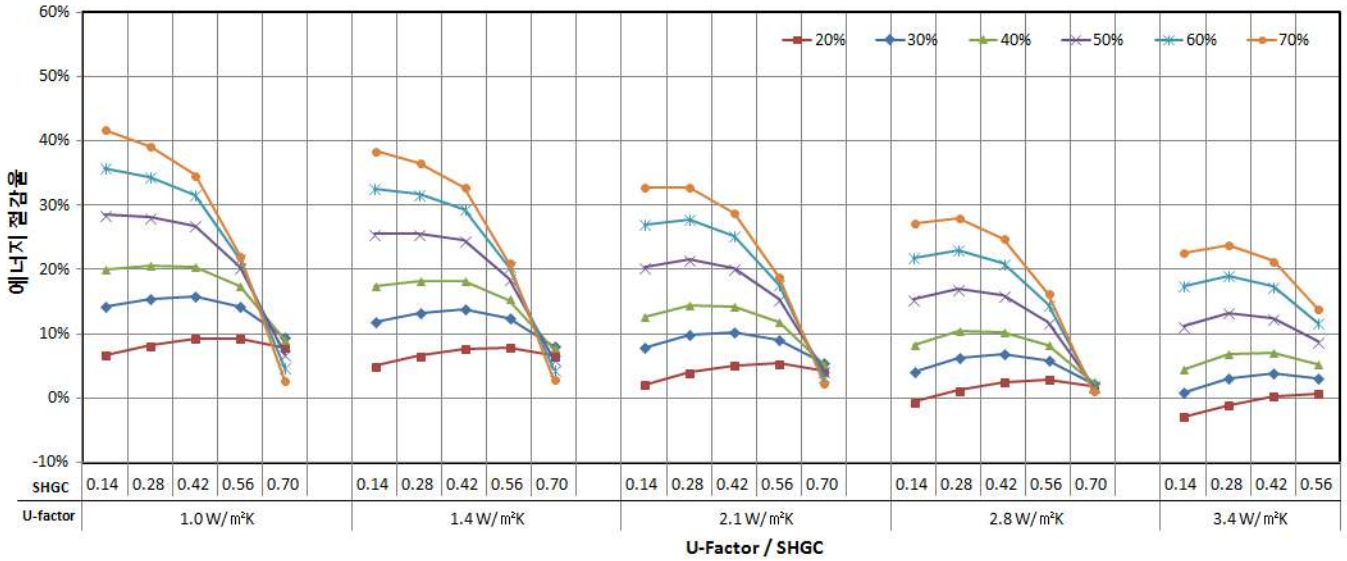


그림 6. 각 창면적비에서 Glazing 성능 변화에 따른 에너지 절감율(기준2 적용)

이 커지기 때문인 것으로 판단된다.

각 창면적비에 따른 가장 효과적인 창호의 성능을 살펴 보면 창면적비가 20%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC가 0.56일 때, 창면적비 30%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC가 0.42일 때 가장 큰 에너지절감율을 나타냈으며, 창면적비 40~50%일 경우에는 한 Case를 제외하고 모든 열관류율에서 SHGC 0.28일 때 에너지절감율이 가장 크게 나타났다. 또한 창면적비 60~70%의 경우, 열관류율이 1.0~1.4W/m²K일 때는 SHGC 0.14, 열관류율이 2.1~3.4W/m²K일 때는 SHGC 0.28에서 가장 큰 에너지절감율을 보였다.

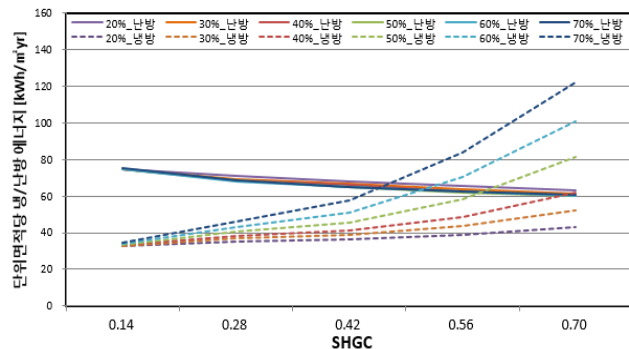


그림 7. SHGC에 따른 단위면적당 냉·난방에너지 (기준2 적용 / U-value: 1.0W/m²K)

위의 <그림 7>은 기준2가 적용된 건물에 열관류율이 1.0W/m²K인 1등급 창호를 적용했을 시의 SHGC 변화에 따른 단위면적당 냉·난방부하를 나타낸다. 위의 <그림 5>와 비교하면 동일한 열관류율 상에서 SHGC의 변화에 따른 냉·난방부하의 변화폭이 더욱 커진 것을 알 수 있다. 이는 벽체의 단열성능이 향상됨에 따라 창호의 성능이 건물 부하에 미치는 영향이 커지게 된 결과인 것으로 판단된다. 또한 벽체의 성능이 향상되면서 건물의 난방부하와 냉

방부하의 차가 줄어든 것을 알 수 있다.

또한 <그림 6>을 보면 각 열관류율에서 SHGC가 0.7일 때 에너지절감율이 급격히 떨어지는 현상을 보이고 있는데 이는 <그림 7>에서 보는 바와 같이 SHGC 0.7일 경우는 SHGC 0.56일 경우와 비교했을 때 난방부하는 소폭 감소하지만 냉방부하가 상대적으로 큰 폭으로 증가함에 따라 연간 냉·난방부하의 측면에서는 SHGC 0.56을 적용했을 때 보다 불리한 결과를 나타낸 것으로 판단된다.

#### 4.3 기준3(10~20년 미만) 적용 결과

건축법에 따른 외피의 단열기준을 위 <표 2>의 기준3으로 적용한 건물에서 창호를 리모델링할 경우에 대한 결과이다. 기준3이 적용된 건물은 약 10~20년 전에 지어진 건물로서 현재 법적기준보다는 단열성능이 떨어지지만 기준1과 기준2보다는 단열성능이 많이 개선된 것을 알 수 있다.

다음 <그림 8>은 기준3을 적용했을 때 각각의 창면적비에서 기준이 되는 모델에 대한 각 Case별 에너지절감율을 나타내고 있다. <그림 8>의 그래프를 살펴보면 최대 49.0%의 에너지절감효과가 있으며 기준1과 비교하면 최대 에너지절감율이 약 25%, 기준2와 비교하면 약 8% 향상된 결과를 나타냈다. 또한 창면적비가 클수록 창호의 성능개선에 따른 에너지절감율이 커지는 것을 알 수 있는데 이는 앞서 살펴본 기준1 및 기준2를 적용했을 때와 마찬가지로 창면적비가 클수록 창호가 건물의 냉·난방 부하에 미치는 영향이 커지기 때문인 것으로 판단된다.

각 창면적비에 따라 가장 효과적인 창호의 성능을 살펴 보면 창면적비가 20%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC가 0.42일 때, 창면적비 30%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC가 0.28일 때 가장 큰 에너지절감율을 나타냈으며, 창면적비 40~70%일 경우에는 모든 열관류율에서 SHGC가 가장 낮은 0.14 또는 0.28일 경우에 가장 높은 에너지절감율을 보였다.

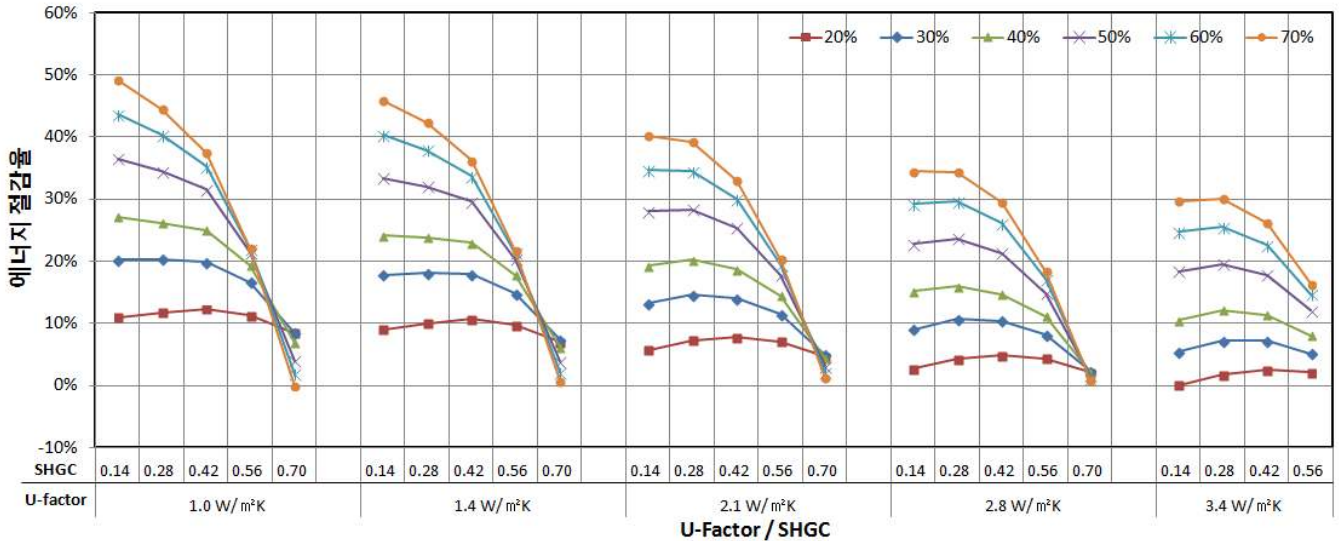


그림 8. 각 창면적비에서 Glazing 성능 변화에 따른 에너지 절감율(기준3 적용)

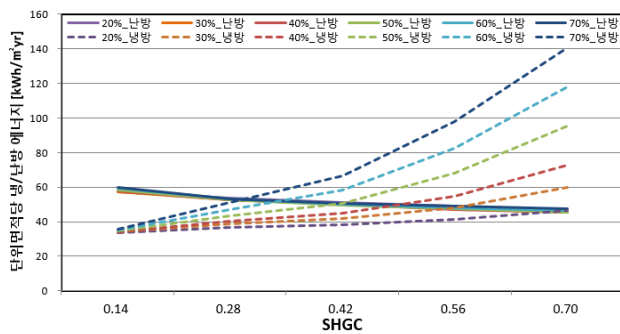


그림 9. SHGC에 따른 단위면적당 냉·난방에너지 (기준3 적용 / U-value:1.0W/m²K)

위의 <그림 9>는 기준3이 적용된 건물에 열관류율이 1.0W/m²K인 1등급 창호를 적용했을 시의 SHGC 변화에 따른 단위면적당 냉·난방부하를 나타낸다. 창호의 열관류율이 동일할 때 SHGC에 따른 단위면적당 냉·난방부하를 보면 SHGC가 커질수록 감소되는 난방부하의 비율에 비해 증가하는 냉방부하의 폭이 더욱 큰 것을 알 수 있으며 창면적비가 작은 건물에 비해 창면적비가 큰 건물의 냉방부하가 더욱 큰 폭으로 상승함에 따라 창면적비가 클수록 연간 냉·난방부하가 더욱 증가하는 양상을 보이는 것을 알 수 있다. 또한 <그림 5> 및 <그림 7>과 비교했을 때 감소하는 난방부하의 비율은 비슷하지만 증가하는 냉방부하의 폭은 눈에 띄게 차이가 나고 있는데 이는 벽체의 단열성능이 향상될수록 건물 내부로 유입된 일사가 벽체를 통해 빠져나가지 못해 오히려 냉방부하에는 부정적인 영향을 끼친 것으로 판단된다.

결과적으로 기준3이 적용된 건물의 창호를 리모델링할 시 창면적비에 따른 최적 창호를 보면, 모든 창면적비에서 열관류율은 1.0W/m²K, SHGC의 경우에는 창면적비 20%일 때 0.42, 창면적비 30%일 때 0.28, 창면적비 40~70%일 때 0.14의 창호를 적용하는 것이 가장 효과적인 것을 알 수 있다.

#### 4.4 종합

위의 4.1~3절의 내용을 보면 모든 기준에서 열관류율이 가장 낮은 1.0W/m²K의 1등급 창호를 적용할 때 에너지 절감율이 가장 큰 것으로 나타났다. 하지만 동일한 창면적비에서 무조건 낮은 열관류율의 창호를 사용하는 것이 효과적이지는 않다. 예를 들어 다음 <표 8>에서 보는 바와 같이 기준3이 적용된 창면적비 40%의 건물을 리모델링할 때, 열관류율이 1.0W/m²K이고 SHGC 0.56인 1등급 창호를 적용할 시 단위면적당 냉·난방부하가 102.0 kWh/m²인데 반해 열관류율이 1.4W/m²K, SHGC 0.42의 2등급 창호를 적용할 시 단위면적당 냉·난방부하가 97.4 kWh/m²로 이 경우에는 오히려 2등급의 창호를 적용하는 것이 에너지효율적인 측면에서 더욱 효과적일 수 있다. 이 경우는 단열성능은 1등급 창호에 비해 다소 떨어지지만 SHGC를 낮춰 줌으로써 창을 통해 유입되는 일사를 줄여 하절기 냉방부하를 저감한 결과인 것으로 판단된다.

표 8. 기준3이 적용된 창면적비 40%건물의 냉·난방부하

창호 열관류율 (W/m²K)	창호 SHGC	창호 등급	단위면적당 냉·난방 부하 (kWh/m²)
1.0	0.56	1등급	102.0
1.4	0.42	2등급	97.4

따라서 건물의 창호를 리모델링할 때 창호의 열관류율만으로 에너지효율을 판단하는 것에는 한계가 있으며 그 건물의 외피 단열성능, 창면적비, 창호의 성능, 즉 열관류율 및 일사열취득계수를 모두 고려하여 적합한 창호를 적용해야 한다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 기존 단독주택을 대상으로 창호의 리모델링시 각 창면적비에 따른 적절한 창호의 성능, 즉 창호의 열관류율 및 일사열취득계수를 제안하고자 하였다.

## 후 기

이 연구는 2013년도 정부(미래창조과학부 및 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. 과제번호:2011-0028075

## 참고문헌

1. J. W. Lee, H. J. Jung, J. Y. Park, J. B. Lee, Y. Yoon, Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylighting elements, Renewable Energy, 2013
2. Steinar G, Arild G, Berit T, Bjorn P. J, Windows in the buildings of tomorrow: Energy losers or energy gainers, Energy and Buildings, 2013
3. A. Gasparella, G. Pernigotto, F. Cappelletti, P. Romagnoni, Analysis and modelling of window and glazing systems energy performance for a well insulated residential building, Energy and Buildings, 2011
4. 윤용상 외, 오피스 건물의 창면적비와 일사열취득계수에 따른 최적의 창호 구성에 관한 기초 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집, 2012
5. 윤재훈 외, Glazing 성능과 건물에너지의 상관관계 연구, 대한건축학회 논문집, 27권 12호, 2011
6. 노은아 외, 공동주택 외피의 창면적비에 따른 에너지성능 평가, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집, 2011
7. 유호천 외, 건축물의 외피성능 및 실내온도에 따른 에너지 사용량에 관한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, 2011
8. 서지원 외, 노후 아파트의 리모델링을 통한 에너지 절약 효과 사례분석, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집, 2011
9. 장철용 외, 차폐계수와 창면적비에 따른 공동주택의 건물에너지효율등급 평가, 한국태양에너지학회 논문집, 2010
10. 장철용 외, 중부지역 공동주택의 창면적비에 따른 건물에너지효율등급 평가, 한국건축친환경설비학회 학술발표대회 논문집, 2010
11. 정지태 외, 건물외피의 태양열 취득계수(SHGC) 산출방법, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집, 2010
12. 임도요 외, 국내 공동주택 난방부하저감 목표에 따른 외피성능 기준에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2007
13. 이은영 외, 공동주택의 환경친화적 리모델링에 대한 거주자의식조사, 대한건축학회 논문집, 22권 6호, 2006
14. 국토해양부, 건축물 에너지 절약을 위한 창호 설계 가이드라인, 2012
15. 지식경제부, 효율관리기자재 운용규정, 2011
16. 국토교통부, 건축물의 설비 기준 등에 관한규칙, 2013
17. EnergyPlus Version 7.1 Documentation, 2012

투고(접수)일자: 2013년 5월 9일  
 수정일자: (1차) 2013년 6월 20일  
 (2차) 2013년 6월 25일  
 게재확정일자: 2013년 6월 25일