

# NFRC 201 실험방법에 의한 내부 차양장치가 적용된 창호의 일사획득계수 평가

임재한\*, 송승영\*\*

\*이화여자대학교 건축공학과(limit0@ewha.ac.kr)

\*\*이화여자대학교 건축공학과(archssy@ewha.ac.kr)

## Evaluation on the Solar Heat Gain Coefficient of Glazing System installed in internal shading device by experiments according to the NFRC 201

Lim, Jae-Han\* Song, Seung-Yeong\*\*

\*Dept. of Architectural Engineering, Ewha Womans University(limit0@ewha.ac.kr),

\*\*Dept. of Architectural Engineering, Ewha Womans University(archssy@ewha.ac.kr),

### Abstract

Recently the researchers has been interested in the development of the high performance windows such as solar control window using automatic shading devices, air-flow window, selective coating window. In order to assess the energy performance of total fenestration system, the net energy gains or losses through the glazings and windows should be evaluated. It depends on the thermal transmittance (U-value) and the total solar energy transmittance (SHGC, g-value). This study aims to measure the solar heat gain coefficient according to the NFRC 201 standard test method. In results, we could find the result of different SHGC of the glazing system with a different slat angles. The SHGC in case of 90° of internal slat angle with regard to the window surface is about 0.56, that in case of 45° is about 0.49 and that in case of 0° is about 0.33. Significant dependence on the solar radiation intensity and incident angle was found in comparison of the measured and simulated SHGC.

Keywords : 창호(Fenestration), 열관류율(U-value), 일사획득계수(Solar heat gain coefficient), 에너지절약(Energy saving)

### 기 호 설 명

$SHGC$  : solar heat gain coefficient, -

$Q_{U-factor}$  : heat flux due to air temperature  
difference of test specimen, W

$A_s$  : projected area of test specimen, m<sup>2</sup>

투고일자 : 2010년 4월 21일, 심사일자 : 2010년 4월 30일, 게재확정일자 : 2010년 5월 24일  
교신저자 : 임재한(limit0@ewha.ac.kr)

$E_s$	: solar irradiation, $W/m^2$
$Q_s$	: heat flux through test specimen, W
$A_{sp}$	: area of surround panel, $m^2$
$\rho$	: fluid density, $kg/m^3$
$Q_{sp}$	: heat flux through surround panel, W
$Q_{fl}$	: heat flux by flanking loss, W
$Q_{fluid}$	: heat removed by heat extraction system, W
$Q_{AUX}$	: heat input into solar calorimeter by fans, W
$C_{sp}$	: conductance of Surround Panel, $W/m^2K$
$t_{sph}$	: inner surface temp. of surround panel, K
$t_{spc}$	: exterior surface temp. of surround panel, K
$C_p$	: specific heat, $W/kgK$
$f$	: fluid volumetric flow rate, $kg/h$
$t_e$	: inlet fluid temperature, K
$t_i$	: exit fluid temperatures, K

## 1. 서 론

최근 초고층 건물을 비롯하여 오피스나 일반 주거용 건물에서도 창호 면적이 늘어나면서 에너지부하가 증가하고 있다. 창호의 에너지 성능은 온도차에 의한 열손실량을 나타내는 열관류율(U-value)과 태양에너지의 스펙트럼 분포별 광학적 특성에 따른 일사 획득량을 나타내는 일사 획득계수(SHGC, Solar heat gain coefficient, g-value)에 의해 결정된다.<sup>(1)</sup> 현재 국내에서는 창호의 열관류율의 계산 및 측정 실험에 대해 KS 기준이 정립되어 있으며, 공인된 인증기관에 의해 제품의 성능 평가가 수행되고 있다.<sup>(2),(3)</sup> 그러나 일사획득계수의 경우 별도의 측정방법이 표준화되지 못하고 있으며, 단지 창유리 시험상자를 활용한 간이시험방법에 따라서 일사차폐계수(SC, Shading Coefficient)를 측정하는 표준적인 방법만이 제시되고 있다.<sup>(4)</sup> 최근 들어 건물의 에너지 절약에 대한 관심이 고조되면서, 국내외 고성능 창호 개발이 급속도로 진행되고 있으며,<sup>(5),(6)</sup> 기존 복층유리나 고단열 고기밀 창틀, 고단열 멀티나노코팅, 전동차양장치 등의 융복합적인 기술이 복합적으로 적용되고 있다. 이러한 신재료, 신

기술이 융복합된 창호는 일사유입이 태양복사 스펙트럼 분포에 따라 달라지기 때문에 기존의 차폐계수 산정방법만으로는 에너지성능을 평가하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 선진국에서는 최근 개발되는 고성능 창호의 에너지 성능을 평가하기 위해 다양한 형태의 일사 열량 측정장치(Solar calorimeter)를 개발하고 있다. 국내에서도 차양장치 등이 복합적으로 적용된 창호에 대해 입사각별로 일사획득계수를 산출할 수 있는 측정방법 연구가 절실히 필요하다. 본 연구에서는 NFRC(National Fenestration Rating Council) 201 실험방법에 의한 창호의 일사획득계수 산정을 목표로 실험장치를 제작한 후, 실내 차양조건에 따라 창호에서 일사획득계수를 비교 평가하였다. 그리고 실험 결과값을 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)의 WINDOW 6.1과 Therm 6.1 프로그램을 이용한 계산값과 비교 평가하였다.

## 2. NFRC 201 실험방법에 의한 창호의 일사획득계수 산정

최근 연구되는 전동차양장치, 공기식 집열창과 같은 신기술, 특수코팅유리, 투명단열재 등의 신재료를 적용한 고성능 창호의 경우, 유리의 광학적 물성치에 기반한 단순 계산식만으로는 창호를 통한 열취득량을 산출하기 어렵다.<sup>(7)</sup> 이러한 이유로 국내외에서는 일사 열량측정 실험에 의한 일사획득계수 평가방법에 관한 연구가 진행되고 있으며,<sup>(7)-(9)</sup> IEA(International Energy Agency)를 중심으로 관련기술의 표준화 노력을 지속적으로 진행하고 있다.<sup>(10)</sup> 특히 북미에서는 NFRC를 중심으로 창호의 단열, 기밀도, 일사취득, 결로저항 등의 성능평가방법에 대한 기준이 수립되어 활발하게 운영되고 있다.<sup>(11)</sup> 본 연구에서는 창호 일사획득계수 산정을 위해, NFRC 201에서 제시하는 실험 방법에 따라 실험 장치를 구성하고,<sup>(12)</sup> 이에 따라 일사 획득계수를 산정하였다.

### 2.1 NFRC의 일사획득계수 실험 장치

NFRC 201에서 제시된 일사 열량측정방법 (Solar calorimetry)은 그림 1과 같이 창호 실험체, 열량측정 셀(calorimeter cell), 열량측정 셀 내부의 열교환장치 또는 열흡수판(heat absorber), 냉각장치(thermal loop) 및 외부 일사장치(solar radiation source), 보호판(surround panel)으로 구성된다.(12) 열량측정 셀은 건물 내 내부공간을 모사하여 태양일사 및 장파장 복사가 유입되는

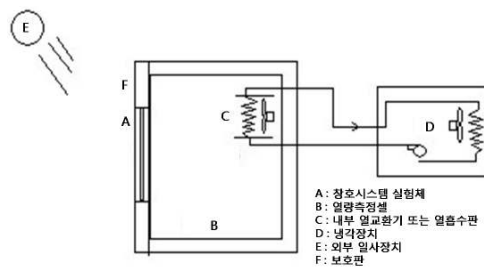


그림 1. 일사획득계수 실험장치의 구성

공간으로 냉각장치와 열교환장치에 의해 내부 열환경이 제어된다. 열량측정 셀은 일반적으로 보정형(calibrated)이나 보호형(guarded)으로 제작되는데, 보정형은 벽체를 통과하는 에너지 취득이나 손실을 고려하기 위해 열량측정 셀에서 열손실 또는 열취득을 보정하기 위해 부위별 열류량계나 온도센서를 설치하여 내부 취득 열량 산정시 보정 계산하는 방법이고, 보호형은 열량측정 셀을 보호형 셀(guarded calorimeter cell)로 에워싸는 구조로 만들어 열량측정 셀 벽체로의 열손실이나 열취득을 거의 무시할 수 있는 정도로 줄이는 방법이다. 보호형은 열량측정 셀을 공조 공간에 설치하여 공기 보호층을 두거나, 열량측정 셀 외부에 냉난방장치 또는 표면발열장치를 설치하여 경계조건을 내부온도와 동일하게 유지하게 된다. 열량측정 셀은 고정형 또는 태양광 추적형으로 설계될 수 있으며, 태양광 추적형은 태양 입사각에 따른 투과율 변화로 복사에너지 강도가 달라지는 제약조건을 보완하기 위해 사용

된다. 내부 열교환장치 또는 열흡수판은 열량 측정 셀 내부에 설치되어 유입된 태양복사에너지나 장파장 복사에너지를 흡수하기 위해 설치된다. 열흡수판은 대류열전달이나 복사 열전달이 잘 될 수 있도록 창호 실험체와 밀착되는 것이 좋으며, 열량측정 셀 내부 공간에서는 일정한 온도분포를 유지하며 보호판에 평행하게 75mm 이격된 거리에서 측정된 온도를 기준으로 바닥에서 상층부까지 온도 분포가 2.0 °C/m 이상이 되지 않아야 한다. 또한 내부 모든 부위에서 기류 속도는 0.3 m/s 이하로 유지되어야 하고, 기류 속도 변화가 0.1 m/s 이하로 유지되어야 한다. 열량측정 셀 내부 공기의 평균온도는 보호판에서 75mm 이격된 거리에서 3지점을 측정하여 그 평균값을 사용하고, 실험기간동안 공기의 평균온도는 ± 2.0°C 이내로 일정하게 유지되어야 한다. 열량측정 셀 내부 표면의 흡수율은 300~3,500nm 범위의 태양 복사에 대해 0.94 이상으로 나타나야 하며, 방사율은 0.9 이상으로 나타나야 한다. 열량측정 셀의 벽체는 열 컨덕턴스가 0.04W/m<sup>2</sup>K를 넘지 않도록 균일한 재료로 구성하고, 공기의 투과율이 낮아야 한다. 열량측정 셀의 외부는 태양복사의 흡수율이 낮은 마감재로서 흰색 계열의 페인트로 마감할 수 있다. 냉각장치는 열량측정 셀 내부의 열교환장치나 열흡수판에서 흡수된 열을 제거하기 위해 냉수를 공급하며, 유량과 유출입시의 온도차를 측정해야 한다. 외부 일사장치로서 인공태양을 사용하는 경우에는 태양 분광 분포와 비교하여 각 파장대에서 10% 이상 차이가 나지 않도록 한다. 보호판은 창호 실험체를 설치하기 위한 구조물로서, 보정 실험 절차에 따라서 그 특성을 미리 알고 있는 것을 설치한다.

### 2.2 일사획득계수 산정<sup>(12)</sup>

창호에서 일사획득계수(SHGC)는 열량측정 셀 외부에서 입사된 복사에너지에 대한 실험

체를 통과한 열취득량의 비로서 다음의 식 (1)과 같이 계산된다.

$$SHGC = \frac{Q_s - Q_{U-factor}}{A_s E_s} \quad (1)$$

실험체를 통과하는 열류  $Q_s$ 는 다음의 식 (2)로 결정된다. 보정형 열량측정 셀로 구성하는 경우, 벽체로의 열류  $Q_{walls}$ 는 식 (3)과 같이 벽체 양쪽에서 측정된 온도차의 함수로서, 측정된 온도차에 벽체의 열컨덕턴스-면

열획득  $Q_{AUX}$ 는 보정실험에서 산정된다.

$$Q_s = Q_{walls} + Q_{sp} + Q_{fl} + Q_{fluid} + Q_{AUX} \quad (2)$$

$$Q_{walls} = UA_{walls} \cdot \Delta T_{walls} \quad (3)$$

$$Q_{sp} = C_{sp} \cdot A_{sp} \cdot (t_{sph} - t_{spc}) \quad (4)$$

$$Q_{fluid} = \rho \cdot C_p \cdot f \cdot (t_c - t_i) \quad (5)$$

### 3. 실험 방법

#### 3.1 실험장치 계획

본 연구에서는 그림 2, 그림 3과 같이 NFRC 201 실험 방법에 따라 창호 실험체가 설치된 열량측정 셀을 제작하고, 열흡수판에 냉수를

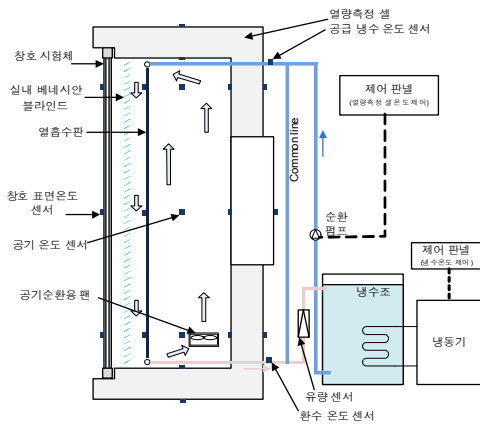


그림 2. 실험장치 계획

적 계수  $UA_{walls}$ 이 곱해진다. 보호판을 통과하는 열류  $Q_{sp}$ 는 식 (4)와 같이 보호판 양쪽에서 측정된 온도차의 함수로서, 보호판의 열컨덕턴스  $C_{sp}$ 와 투영면적  $A_{sp}$ 의 함수이다. 보호판과 창호 실험체 사이를 통과하는 측면손실(flanking loss)  $Q_{fl}$ 은 보호판의 두께와 설치방법에 따라 달라지는데, 창호 실험체 실험을 진행하기 전에 보정실험을 수행하여 결정한다. 내부 열흡수판에서 흡수된 열은 냉수의 입출구 온도차  $\Delta T$ 와 비열  $C_p$ , 유체의 체적 유량  $f$ 의 함수로서, 식 (5)와 같이 계산된다. 공기와 열흡수판에서 수직온도구배를 최소화하기 위해 열량측정 셀 내부에는 공기순환 팬을 설치하고, 이로 인해 발생한

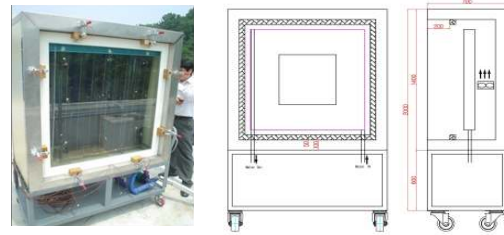


그림 3. 열량측정 셀 및 창호시험체

공급하기 위한 냉각장치(냉동기&냉수조&제어 판넬)를 제작하여 설치하였다. 일반적으로 창호 실험체의 크기가 작은 경우 보호판을 만들어 내부에 설치하지만, 본 실험에서는 창호의 크기를 열량측정 셀의 개구부 크기와 동일하게 제작하여 열량측정 셀에 매립하여 설치하고 누기를 막기 위해 실험체 테두리를 기밀 패킹으로 압착하였다. 측정오차를 줄이기 위해 획득된 일사는 모두 열흡수판에서 흡수되도록 흡수율이 높고 방사율이 낮게 코팅처리된 동판 집열기를 사용하였다. 그리고 열량측정 셀 내부의 수직온도 편차를 줄이기 위해 공기순환용 팬을 설치하여 챔버 하부에서 상부로 공기를 강제 순환하였다. 열흡수판에서 제거된 열량은 냉수의 유량과 공급온도, 환수온도를 1분 단위로 측정하여 산출하였다. 본 연구에서는 열량측정 셀 내외부에 온도센서를 설치하여 셀 벽

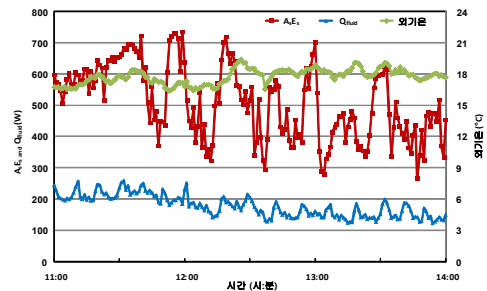
체로의 열손실을 계산하여 보정하였으며, 고정형으로 제작하여 운전하였다. 열량측정 셀은 창호 실험체가 정남향에 면하도록 고정해 설치하고, 태양고도 및 방위각에 따라 유입 일사량이 변화한 상태로 실험을 진행하였다. 실험장치의 자세한 내용은 표 1과 같다.

표 1. 실험장치 개요

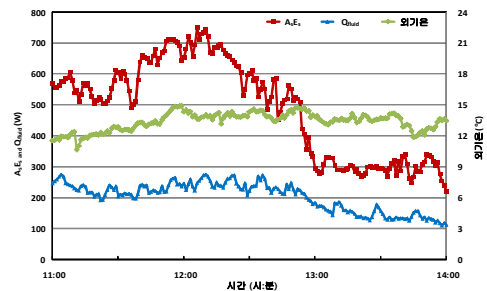
구분	개요	
열량 측정 셀	크기	1400mm × 1400mm × 700mm
	구성	100mm 단열(스티로폼) + 내외부 강판 마감(회색 도장)
공기순환용 팬	스피드	3,000 rpm
	최대 입력전력	19 W
	풍량	2.83 m <sup>3</sup> /min
창호 실험체	크기	1,140mm × 1,140mm
	창유리	24mm DG(6mm clear glass + 12mm air + 6mm clear glass)
	프레임	PVC
블라인드	유형	베네시안 블라인드
	색상/재질	Blue / 알루미늄
	슬랫 크기	16mm
	슬랫 간격	12mm
냉각 장치	유형	압축식 냉동기 (1.5RT) 냉수조 (250ℓ)
	설정온도	10°C

### 3.2 실험 내용 및 방법

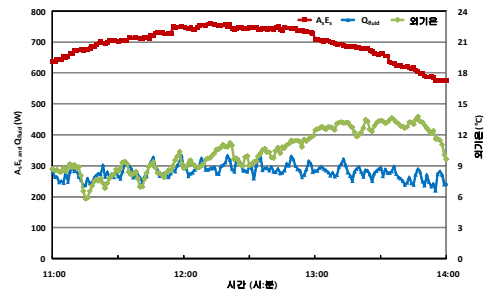
본 연구에서는 창호 실험체 내측에 베네시안 블라인드를 설치하고, 블라인드 각도를 각각 90°(Case 1), 45°(Case 2), 0°(Case 3)로 변화시켜가며 각 실험을 하루 단위로 진행하였으며, 태양고도와 방위각을 고려하여 11시부터 3시까지의 결과값(180분)을 대상으로 일사획득계수를 분석하였다. 태양의 입사각이 40°이하 범위에서는 창유리의 투과율이나 반사율 등 광학적 속성이 대체적으로 일정하기 때문에<sup>(13)</sup>, 본 실험은 태양입사각을 고려하여 10월부터 12월의 실험기간동안 청주지역의 자연광 일사 조건에서 수행되었으며, 외부 기상자료로서 일사량, 외기온, 외기습도, 풍향, 풍속, 강우량을 1분 단위로 측정하였다. 그리고 열량측정 셀과 창호 시험체 사이 측면손실  $Q_{fl}$ 과 셀 내부에 설치된 공기순환 팬에서 발생한 열획득  $Q_{AUX}$ 을 산출하기 위해 창호 시험체가 설치되는



(a) Case 1 (Slat angle = 90°, 11월 14일)



(b) Case 2 (Slat angle = 45°, 11월 26일)



(c) Case 3 (Slat angle = 0°, 11월 30일)

그림 4. 측정 결과(일사량, 흡수열량, 외기온)

열량측정 셀의 개구부에 열전도율을 미리 알고 있는 보정판(스티로폼 70mm,  $k = 0.04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ )을 설치한 채, 각각 보정실험을 수행하였다.

## 4. 실험 결과 분석

### 4.1 외기 조건에 따른 일사획득계수의 변화

실험 기간동안 창호 실험체에 입사한 일사강도( $A_s E_s$ )는 그림 3과 같이 천공의 상태에 따라 대략 300 ~ 750W로 나타났으며, 시간대별 운량 조건에 따라 크게 변화함을 알 수 있었다. 그림 4의 (a)와 같이 시간대별 일사량의 변화량이 큰

경우에는 산출된 일사획득계수의 편차가 크게 나타났으며, (c)와 같이 일사량의 변화가 작은 경우에는 그 값의 편차가 작게 나타났다. 시간대별 외기온의 변화는 대략 2~8°C로 나타났으며, 실험을 통해 산출된 일사획득계수는 외기온 변화에 따라 크게 영향을 받지 않음을 할 수 있었다.

표 2. 일사획득계수 분포

	평균값	표준편차	최대값	최소값
Case 1	0.33	0.087	0.55	0.16
Case 2	0.49	0.072	0.69	0.36
Case 3	0.56	0.028	0.63	0.49

즉, NFRC 201 측정방법에 의해 산정된 일사획득계수는 외기온 변화보다는 외부 일사량 조건에 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 인공 일사장치를 이용하여 균일한 일사강도 조건에서 실험을 진행하는 경우, 보다 일정한 값을 산출할 수 있을 것으로 판단된다. 그림 4의 (b)의 경우, 외부 일사량이 12시 이후 급격히 감소함에 따라 일사획득계수는 다소 증가하였다. 측정일의 분석기간(180분)동안 산출된 일사획득계수의 변화는 표 2와 같다.

표 3. 태양고도각 범위에 따른 일사획득계수 분포

고도각 범위 Slat angle	18~20°	20~22°	22~24°	24~26°	26~28°	28~30°	30~32°
	Case 1	-	-	0.42 (27%)	0.38 (15%)	0.41 (24%)	0.35 (6%)
Case 2	-	0.55 (12%)	0.48 (2%)	0.42 (14%)	0.45 (8%)	0.51 (4%)	-
Case 3	0.58 (4%)	0.58 (4%)	0.57 (2%)	0.57 (2%)	0.55 (2%)	0.54 (4%)	-

1) 태양고도각 범위에서의 평균값을 구한 것임.  
2) ( )값은 전체 평균값에 대비한 해당 태양고도각 범위에서의 평균값의 오차율임.

표 4. 태양방위각 범위에 따른 일사획득계수 분포

방위각 범위 Slat angle	-40~-30°	-30~-20°	-20~-10°	-10~0°	0~10°
	Case 1	0.39 (18%)	0.40 (21%)	0.31 (6%)	0.29 (12%)
Case 2	0.53 (8%)	0.43 (12%)	0.49 (0%)	0.55 (12%)	0.44 (10%)
Case 3	0.58 (4%)	0.57 (2%)	0.55 (2%)	0.53 (5%)	0.55 (2%)

1) 태양방위각 범위에서의 평균값을 구한 것임.  
2) ( )값은 전체 평균값에 대비한 해당 태양방위각 범위에서의 평균값의 오차율임.

#### 4.2 태양 위치에 따른 일사획득계수의 변화

태양 위치, 즉 태양 고도와 방위각에 따른 일사획득계수의 변화는 그림 5와 같다. 해외의 기존 연구결과<sup>(14)</sup>와 유사하게 태양 고도가 낮을수록 산출된 일사획득계수는 다소 높게 나타났으며(표 3), 외부 일사량 변화가 큰 경우 그 변화도 크게 나타났다.(그림 5의 (a), (b)) 표 3, 표4와 같이 태양고도각이 낮을수록 슬랫각도가 90°인 경우(Case 1)와 슬랫각도가 0°인 경우(Case 3)에는 일사획득계수가 크게 나타났으며, 각각 태양고도각 범위 30~32°, 28~30°인 경우 일사획득계수의 최소값이 나타났다. 반면, 슬랫각도가 45°인 경우

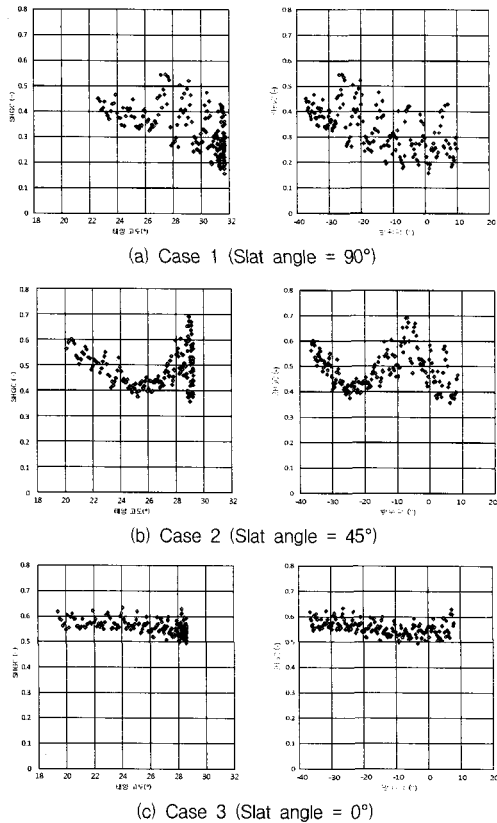


그림 5. 태양고도, 방위각에 따른 일사획득계수 결과

(Case 2)에는 태양고도각 범위 24~26°에서 최소값이 나타났는데, 이는 해당 실험기간에 12시 이후부터 외부 일사량이 갑자기 줄어들

으로 인해 태양고도각 범위 26~30°에서 일사 획득계수가 다소 증가했기 때문이다. 그리고 태양방위각 범위 -40~-30°에서 슬랫각도가 90°인 경우와 슬랫각도가 0°인 경우에서 일사 획득계수값이 가장 크게 나타났다. 슬랫각도가 90°인 경우(Case 1)에는 전체 평균값에 대비하여 태양고도각 범위 22~24°에서 최대 27%, 28~30°에서 최소 6%의 차이가 나타났으며, 태양방위각 범위 -30~-20°에서 최대 21%, -20~-10°에서 최소 6%의 차이가 나타났다. 그리고 슬랫각도가 45°인 경우(Case 2)에는 태양고도각 범위 24~26°에서 최대 14%, 22~24°에서 최소 2%의 차이가 나타났으며, 태양방위각 범위 -30~-20°, -10~0°에서 최대 12%, -20~-10°에서 최소 0%의 차이가 나타났다. 또한 슬랫각도가 0°인 경우(Case 3)에는 태양고도각 범위 18~22°, 28~30°에서 최대 4%, 22~26°에서 최소 2%의 차이가 나타났으며, 태양방위각 범위 -10~0°에서 최대 5%, -30~-10°, 0~10°에서 최소 2%의 차이가 나타났다.

#### 4.3 시뮬레이션 해석 결과와 비교

창호의 열성능을 시뮬레이션하기 위해 미국 LBNL에서 개발한 Therm 6.1과 Window 6.1 프로그램은 최근 ISO 15099 해석 방법에 따라 차양장치의 해석 알고리즘을 반영하고 있으며, 연구목적으로 배포되어 지금껏 세계 각국에서 검증 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 창호 실험체와 동일한 조건으로 PVC 복층유리 창호의 실내 측에 베네시안 블라인드를 적용한 경우에 대해 해석값을 산출하였으며, 외기조건을 NFRC 100-2004 표준조건과 본 실험기간동안의 평균 외기조건에 대하여 비교분석하였다. 여름철 기후 조건에서 평가된 결과로서 NFRC 100-2004에 따른 외기조건을 적용한 경우, 표 5와 같이 본 연구의 실험값에 비해 다소 높게 나타났다. 특히 슬랫 각도가 0°인 경우에는 다소 오차가

표 5. 일사획득계수 실험값 및 해석값 결과 비교

	실험값	해석값 <sup>1)</sup>	오차	오차율 (%)	해석값 <sup>2)</sup>	오차	오차율 (%)
Case 1	0.33	0.37	-0.04	11	0.35	-0.02	6
Case 2	0.49	0.50	-0.01	2	0.48	+0.01	2
Case 3	0.56	0.69	-0.13	19	0.67	-0.11	16

1) 외기조건 NFRC 100-2004에 따른 해석값  
 실온 24°C, 외기온 32°C, 일사량 783W/m<sup>2</sup>  
 2) 실온 20°C, 외기온 15°C, 일사량 600W/m<sup>2</sup>의 조건에서의 해석값

크게 나타났다. 이는 해석값이 창호에 법선면으로 입사하는 태양 일사에 대해 산출한 결과로서, 실험 조건에 비해 일사유입이 크게 나타났기 때문으로 판단된다. 슬랫 각도가 0°인 경우를 제외하고, 실험과 유사한 외기조건에 대해서는 시뮬레이션 해석값과 비교하여 6% 이내의 오차율을 보임으로써 근사적으로 일치함을 알 수 있었다. 향후 보다 정밀한 측정 실험을 위해서는 일정한 태양입사각 및 일사 강도 조건에 대한 평가가 필요할 것으로 판단된다.

#### 5. 결 론

본 연구는 NFRC 201 실험방법에 따라 창호의 일사획득계수를 산정하기 위해 실험장치를 구성하고, 실내 차양조건에 따라 창호에서의 일사획득계수를 비교 평가하였다. 실험과 시뮬레이션 결과값과의 비교 분석을 통해 도출한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 실험을 통해 산출한 일사획득계수는 실내 베네시안 블라인드 각도에 따라 각각 0.33(Case 1), 0.49(Case 2), 0.56(Case 3)로 나타났으며, 외부 일사량 조건에 크게 영향을 받음을 알 수 있었다.
- (2) 베네시안 블라인드와 같은 차양장치를 실내에 설치하는 경우, 태양 입사각에 따라 일사획득계수 변화가 크게 나타났다. 슬랫각도가 90°인 경우에는 전체 평균값에 대비하여 태양고도각 범위 22~24°에서 27%, 태양방위각 범위 -30~

-20°에서 21%의 최대 오차를 나타냈으며, 슬랫각도가 45°인 경우에는 태양고도각 범위 24~26°에서 14%, 태양방위각 범위 -30~-20°에서 12%의 최대 오차를 나타냈다. 또한 슬랫각도가 0°인 경우에는 태양고도각 범위 18~22°, 28~30°에서 4%, 태양방위각 범위 -10~0°에서 5%의 최대 오차가 나타났다.

- (3) 본 연구에서 실험을 통해 구한 일사획득계수의 결과값을 ISO 15099 해석방법에 따른 시뮬레이션의 결과값과 비교한 결과, 슬랫 각도가 0°인 경우를 제외하고 오차가 6% 이내로 나타났다.

본 연구는 실내 차양장치가 적용된 창호에서 일사획득계수를 산정하기 위한 기초 실험 연구로서, 향후 표준화된 외부 일사조건에 대한 창호성능 평가에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 후 기

이 논문(저서)은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-331-D00523)

## 참 고 문 헌

1. T.R. Nielsen, K. Duer and S. Svendsen, Energy performance of glazing and windows, Solar energy, Vol 69, pp. 137-143.
2. 기술표준원, KSF 2278 창호의 단열성 시험 방법, 2008.
3. 기술표준원, KSF 2277 건축용 구성재의 단열성능 측정방법 - 교정 열상자법 및 보호 열상자법, 2007.
4. 기술표준원, KSF 2824 차양의 일사 차폐 계수 간이 시험 방법, 2006.
5. 구혜연 외, 하절기 베네시안 블라인드의 자동 제어 방안에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 27권 1호, 2007. 10, pp. 889-892.
6. 열조창호연구단, www.heatwindow.kr
7. 윤종호 외, 창호의 일사획득성능 측정장치 개발 연구, 공기조화냉동공학회 97 하계 학술발표회 논문집, 1997, pp. 648-653.
8. 김기세 외, 태양열 획득계수 측정장치 Solar Calorimeter 개발, 한국태양에너지학회 추계 학술대회논문집, 1997, pp. 89-95.
9. Hans Simmer, Bruno Binder, Experimental and numerical determination of the total solar energy transmittance of glazing with venetian blind shading, Building and Environment 43, 2008, pp. 197-204.
10. ISO, ISO 15099 Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations, 2003
11. www.nfrc.org
12. NFRC(National Fenestration Rating Council), NFRC 201 Interim standard test method for measuring the solar heat gain coefficient of fenestration systems using calorimetry hot box methods, 2003.
13. ASHRAE, 2005 ASHRAE Handbook-Fundamentals ch. 31 Fenestration, 2005.
14. J.H. Klems, Warner and G.O. Kelley, A comparison between calculated and measured SHGC for complex fenestration systems, ASHRAE Winter meeting, 1996, pp. 17-21.