스마트 스킨 성능 측정을 위한 현장 측정 방법 개발을 위한 기초 연구

김석현* · 조수**

*한국에너지기술연구원 에너지ICT융합연구단, 박사후연구원

**한국에너지기술연구원 에너지ICT융합연구단, 전문위원

On-site Measurement Method for Smart Skin Performance

Kim Seok-Hyun* · Cho Soo**

*Ph.D. Postdoctoral Researcher, Energy ICT Convergence Research Department, Korea Institute of Energy Research

**Ph.D. Special Researcher, Energy ICT Convergence Research Department, Korea Institute of Energy Research

†Corresponding author: scho@kier.re.kr

Abstract

Various performance measurement methods have been proposed to improve the performance of fit building methods. The measurement of the performance of a smart skin, which adjusts the indoor environment in response to various stimuli, requires the measurement of the performance depending on the shape of the smart skin and the constituent material. Because the smart skin can adjust the amount of solar radiation transmitted from outdoors to indoors, it is necessary to measure the solar radiation transmission performance along the incident angle of the sun and the movement path of the sun. Therefore, it is necessary to develop an on-site measurement method that can measure the solar radiation acquisition performance based on the location and shape of the smart skin. In this study, we determine the solar radiation acquisition performance of the smart skin through the difference in the solar radiation measured indoor and outdoor using a configuration and an on-site measurement method. It is necessary to research and develop a field measurement method that can measure the performance of solar radiation acquisition according to the shape of the smart skin.

Keywords: 스마트 스킨(Smart skin), 일사획득계수(Solar heat gain coefficient), 냉방 부하(Cooling load), 성능 측정 방법(Measuring method of performance), 창호(Window)

1. 서론

건축물의 에너지 소비량 절감을 위해 다양한 에너지 절감 기술이 도입되는 가운데, 건물 내외의 온도차에 의한 냉·난방 에너지 소비량 절감을 위해 건물 외피의 단열 성능 강화는 지속적으로 이루어져왔다. 그러나 커튼월 방식의 도입, 개방감을 위한 창면적비의 증가와 같이 상대적으로 일반 벽체 단열 구조에 비해 단열 성능에 취약한 창호의 면적이 증

Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.40, No.6, pp.77-87, December 2020
<https://doi.org/10.7836/kjes.2020.40.6.077>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 04 November 2020

Revised: 18 November 2020

Accepted: 20 November 2020

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

가한 건축물이 증가하였고, 이를 보완하기 위해 국가 차원의 설계 기준 및 제도의 도입, 성능 강화를 위한 기술 개발 등을 통해 창호의 단열 성능이 강화되어 왔다. 다만 창호는 일반적으로 투과체인 유리부(Glazing)와 비투과체인 프레임(Frame)으로 구성되므로 유리부를 통한 태양복사 투과에 의한 실내 일사 유입을 고려해야 한다. 특히 최근 냉방에너지 소비량 감소를 위해 창면적비를 제한하고, 태양 복사가 창호를 통해 실내로 유입되는 정도를 나타내는 일사획득계수(Solar Heat Gain Coefficient, SHGC)를 제안하여 창호의 일사획득량을 파악하고 이를 적절하게 활용하도록 다양한 일사조절장치나 기능성 창호의 개발 및 활용이 연구되고 있다¹⁾.

최근 창호의 성능 개선을 위한 저방사 코팅(Low-e coating) 유리(이하 로이유리)가 일반적으로 사용되고 있고 Lee et al. (2019)²⁾은 로이 코팅의 위치에 따른 창호의 성능 차이를 분석하였고 Koh et al. (2014)³⁾은 로이 유리의 구성에 따른 커튼월의 열 성능 차이에 대한 연구를 수행하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 로이 유리는 창호의 열 성능 향상에 큰 효과를 나타내기 때문에 다양한 유리 구성 시 로이 유리가 기본적으로 포함되고 있다. 다만 이러한 열 성능은 실내·외 온도차에 대한 단열 효과를 기대할 수 있으나, 일사의 실내 유입 정도를 나타내는 일사획득 성능을 표현하기는 어렵다. 일사획득성능을 표현하는 SHGC와 관련하여 Ko et al. (2020)⁴⁾은 창면적비와 SHGC 변화에 따른 스마트 창호의 성능 평가를 수행하기 위해 에너지해석도구인 TRNSYS를 활용한 시뮬레이션을 통해 높은 창면적비(70%)에서는 최대 16.7%의 에너지 절감이 이루어짐을 확인하였고 Nam et al. (2019)⁵⁾은 스마트 유리(Suspended Particle Device, SPD)의 제어에 따른 건물 에너지 부하 절감 효과를 검토하였다. 이러한 결과는 창호의 SHGC가 변경되는 창호의 경우 다양한 에너지 절감 가능성이 나타남을 의미한다. 또한 Lee (2019)⁶⁾은 방위에 따른 SHGC 반영 시 합리적인 창호의 계획이 필요함을 확인하였고 Shin et al. (2018)⁷⁾은 창 개폐 형태를 고려하는 경우 SHGC에 따라 에너지 요구량이 변화함을 확인하였다. 이러한 창호의 SHGC는 건물의 에너지 소비량에 큰 영향을 미치고 있음을 의미한다.

최근 다양한 기능성 창호의 개발이 이루어짐에 따라 일사획득량 조절이 가능하고 높은 단열 성능을 가지는 스마트 스킨(Smart Skin)과 같은 융복합 건축자재가 개발되어 다양하게 사용되고 있다. 이러한 스마트 스킨은 유리 부분의 단열 성능 향상을 위해, 기능성 유리인 저방사 코팅 유리를 채용하고, 프레임은 단열 설계 및 열교 차단재 등을 통해 열 성능을 향상 시키는 기술을 기본적으로 사용한다^{8,9)}. 또한 전기 신호를 통해 투과도를 조절할 수 있는 가변유리 기술인 SPD(Suspended Particle Device)나 EC(Electrochromic) 등을 활용하고, 구동형 블라인드와 광도입창 등의 일사조절 및 조도 조절 기술을 포함하는 복합 기술체이다. 이러한 스마트 스킨은 실내 환경을 쾌적하게 유지하면서 실내·외 환경에 따라 냉·난방 에너지 소비량을 절감하기 위해 일사획득량을 조절하는 역할을 위해 개발되는 창호 및 일사조절장치를 스마트 스킨으로 구분하고 있다. 스마트 스킨은 외부 환경에 능동적으로 대응하기 위해 건물의 외피가 구동됨으로써 건물의 실내 환경을 사용자의 목적에 적합하게 유지하는 외피 시스템이기 때문에 이러한 시스템을 유지하기 위해 기본적으로 외피로서의 구조체를 구성하고 있다. 그리고 외부 환경을 감지하기 위한 센서를 사용하고 설치 목적에 적합하도록 대응할 수 있는 프로그래밍 또는 알고리즘과 도출된 결과를 실행하는 기계 구동부 등으로 구분할 수 있다.

스마트 스킨은 공통의 성능 및 제품의 규격이 공인되어 규정되어 있지 않고 구성 재료 및 구성 형태, 구성 목적 등에 따라 다양한 환경 조건에 대응하는 최적의 에너지 소비량(냉방 부하 및 조명 부하) 절감 솔루션으로 활용될 수 있으며, Fig. 1은 조명제어와 일사획득의 제어가 가능한 스마트 스킨의 구성안 예시를 나타낸다. 다만 앞서 언급한 바와 같이 정확한 제품으로서의 규격 및 성능 기준이 정해지지 않았기 때문에, 일반적으로 창호의 기존 성능 시험 방법을 통해 스마트스킨의 성능을 확인하고 제품별 성능을 비교하고 있다. 그러나 일반적인 창호의 일사획득성능 측정 방법은 시험체 정면에서 조사되는 광원의 세기에 대한 실내로의 투과 성능을 표현하고 있기 때문에 환경 조건 및 일사 조건에 따라 구동하는 스마트 스킨의 일사획득 성능을 산출하기는 어렵다^{10,11)}. 따라서 다양한 목적과 구조를 가지고 있으며, 설치되는 위치에 따라 외부 환경에 적용할 수 있는 스마트 스킨을 위한 새로운 성능 측정 방법이 필요한 실정이다. 이를 해결하기 위해서는 스마트 스킨이 설치된 현장에서 성능을 측정할 수 있는 측정 방법이 요구되고 있다.

Fig. 1 Schematic of Smart Skin

본 연구에서는 스마트 스킨과 같이 외부 환경에 능동적으로 대응하고 스마트 스킨의 형태 및 구동 형태, 현장 조건에 따라 일사획득 성능을 확인할 수 있는 측정 방법을 개발하기 위하여 현장에서 측정 가능한 간이 일사획득계수의 정의를 제안하고 산출방법 및 측정 장비 구성을 제안하였다. 또한 이를 구현하기 위해 일사량계를 활용한 예비 실험을 수행하여 측정 장비 구성안의 구현 가능성과 간이 일사획득계수의 현장 측정 가능성을 확인하였다.

2. 기존 일사획득계수 측정 방법 고찰

스마트 스킨과 같은 실내·외 환경에 따라 능동적으로 구동되는 일사조절장치의 일사획득성능 측정 방법은 기존 창호의 일사획득계수 측정 방법의 고찰을 통해 활용할 수 있다. 창호의 일사획득계수 측정을 위해 다양한

측정 방법 및 측정 장비가 개발되어 사용되고 있으며, 이는 일반적으로 광원의 종류에 따라 구분할 수 있다. 특히 인공광원을 이용한 측정 방법은 현재 국내 일사획득계수 성능 지표로서 활용되고 있다. 본 장에서는 기존 일사획득계수 측정 방법을 확인하여 스마트 스킨의 구동에 따른 일사획득 성능 효과를 확인할 수 있는 현장 측정 방법의 기본 원리 활용 및 측정 장비 구성 방법의 활용방안을 모색하였다.

2.1 인공광을 이용한 일사획득계수 측정 방법

인공광원을 이용한 일사획득계수 측정 방법은 한국산업규격(Korea Standard, KS)의 'KS L 9107 : 솔라 시뮬레이터에 의한 태양열 취득률 측정 시험방법'을 참조 및 유리의 태양열 취득률 측정에 필요한 시험방법으로 활용하고 있다. KS L 9107 시험 방법은 인공광원으로 솔라 시뮬레이터를 사용하고 있으며, 솔라 시뮬레이터는 스펙트럼 정합비, 불균일성, 불안정성을 고려하여 사용하고 있다. 이때 사용되는 인공광원은 일반적으로 메탈 할라이드 램프(Metal Halide Lamp)와 같이 실제 태양광과 유사한 스펙트럼 분포를 가지는 광원을 사용하지만 실제 태양광의 광학적, 열적 현상을 정확하게 구현하기 어려운 한계를 가지고 있다. 또한 시험체 정면에서 조사되는 인공광원을 활용하기 때문에 실질적으로 시간과 현장 위치에 따라 변화는 입사각을 구현하기 어렵다.

KS L 9107의 태양열 취득률은 일사 조건에서 시험체를 통과 후 실내로 전달되는 총 취득열량과 시험체의 실내·외 온도차에 의해 실내로 전달되는 관류열량, 시험체 면에 수직으로 입사되는 입사열량으로 결정된다. 또한 측정 원리를 바탕으로 측정 방법과 측정 장비 구성을 제안하고 있다. 측정 장비는 광원을 모사하는 솔라 시뮬레이터, 시험체를 기준으로 외부 환경을 구현하는 환경 챔버와 실내 조건을 확인하는 열량 수집상으로 구성된다. 광원인 솔라시뮬레이터가 시험체 방향으로 조사되어 환경챔버를 통과해 시험체에 도달하는 과정에서 광 도입창을 통과하기 때문에 광원이 실제 창호나 일사조절장치에 조사되는 경우에 발생하는 조건과 상이한 결과를 발생할 수 있다.

시험 방법에서는 외부에서 조사하는 인공광원의 조사강도를 계절별로 구분하여 제안하고 있고 여름 조건인 경우는 500 W/m^2 , 겨울 조건인 경우는 300 W/m^2 으로 제안하고 있다. 또한 이때 조사되는 인공광원은 시험체 정면에서 조사되기 때문에 실제 태양의 위치 및 입사 각도를 구현하기 어렵다. 따라서 태양의 입사 각도를 고려하여 차폐하거나 일사도입량을 조절하는 구동형태의 창호 또는 일사조절장치의 성능을 파악이 어려워 스마트 스킨과 같은 다양한 목적을 가지는 창호의 성능 확인에 제한적이다.

이러한 KS L 9107은 성능 비교가 목적이므로 동일한 조건의 광원 세기(조사강도), 입사각도, 실내외 환경 조건 등을 적용함이 적절하다고 볼 수 있으므로 실제 건축물에 설치되는 상대적으로 단순한 형상을 가진 창호와 차양 장치에 대해서는 성능 비교를 수행할 수 있다. 그러나 외부 환경에 따라 능동적으로 구동하는 스마트 스킨이나 입사각에 대응하는 일사조절장치의 성능 확인은 어렵다. 또한 KS L 9107은 실험실에 설치된 챔버 형태의 측정 장비이므로 실제 건물에 설치된 창호 및 일사조절장치의 성능을 확인하기는 부적합한 실정이다.

2.2 자연광을 이용한 일사획득계수 측정 방법

자연광을 이용한 일사획득계수 측정 방법은 미국의 창, 문 및 천창 산업체에 의해 구성된 NFRC (National Fenestration Rating Council)에서 제안하는 ‘NFRC 201-Procedure for interim standard test method for measuring the Solar Heat Gain Coefficient of Fenestration Systems using calorimetry hot box methods’에서 측정 방법을 규정하여 제공하고 있다. NFRC 201에서 제안하는 일사획득계수 측정 방법인 ‘일사 열량 측정 방법(Solar calorimetry)’은 자연광의 법선면 입사각을 기준으로 광원의 조건을 제한하고 있으며, 법선면 기준 30°까지 입사각이 변동됨을 허용하고 있다. 즉, NFRC에서 제안한 일사획득계수 산출방법은 앞서 인공광원을 사용하는 방법인 KS L 9107과 같이 창호의 정면에서 조사되는 광원에 대한 성능을 표현하고 있다. 따라서 태양의 이동 및 고도각의 변화에 따른 일사획득에 대해 성능을 확인하기 어려운 현실이다.

NFRC 201에서 제안하는 측정 장비는 열량계(Calorimeter), 열 흡수판(Heat absorber), 열교환기(Thermal loop), 부착틀(surround panel)로 구성되어 있다. 이때, 열량계는 창호의 실내면 기준으로 획득한 일사량을 추출한다. 일사획득계수의 계산을 위해 시험체 면적과 시험체에 조사되는 일사량을 확인한다. 이렇게 자연광을 이용하는 측정 방법에서는 자연광이 시험체에 미치는 영향을 확인할 수 있으나 실제 건물에 설치된 창호를 재현하기 어렵고 실외 환경에 대한 불확실성을 포함하고 있기 때문에 정확한 성능 예측이 어려운 실정이다. 다만, 인공광원이 아닌 자연광을 이용함에 따라 자연광이 조사되어 미치는 효과를 예측할 수 있는 점은 KS L 9107에 비해 장점으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 자연광을 이용하고 태양의 고도 및 입사각을 고려하는 현장에서 직접 측정 가능한 방법을 제안하기 위해 측정 방법의 실외에서 조사되는 일사량과 실내에서 획득하는 열량을 구분하는 측정 방법을 활용하여 간이일사획득계수 현장 측정 방법을 제안하고자 하였다. Fig. 2는 기존 인공광원과 자연광원을 이용하는 측정 방법의 구성도를 나타낸다.

Fig. 2 Concept of Test method (KS L 9107 and NFRC 201)

3. 간이일사획득계수 현장 측정 방법 개발

창호 및 일사조절장치의 일사획득성능은 설치 위치 및 주변 환경에 따라 설계의도와 다르게 나타날 수 있다. 따라서 실제 현장에 설치된 이후 일사획득성능의 확인이 가능한 현장 성능 측정 방법의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 앞서 검토한 기존 일사획득계수 측정 방법을 기반으로 현장에서 적용할 수 있는 측정 방법 및 측정 장비 구성을 제안하고자 한다.

3.1 간이 일사획득계수 산출식 제안

건축물에 설치된 창호 및 일사조절장치의 일사획득성능 측정을 위해 일사획득계수 산출방법과 같이 창호 및 일사조절장치를 기준으로 외부에서 조사되는 일사량을 기준으로 실내로 유입된 일사량을 산출하는 방법을 간이 일사획득계수(Solar Heat Gain Coefficient Simple, SHGC_S)로 정의하여 제안하고자 한다. 이때 실내로 투과된 일사량(Q_{Gain})과 창호의 열 손실량($Q_{Outside}$), 창호의 실내 측 발열량(Q_{Inside})으로 구분하고 외부 입사 일사량(Q_{Solar})을 통해 창호 및 일사조절장치에 조사되는 일사량으로 구분한다. 각 계측된 열량을 통해 식(1)과 같이 간이 일사획득계수(SHGC_S)로 표현할 수 있다.

$$SHGC_S = (Q_{Gain} + Q_{Outside} + Q_{Inside}) / Q_{Solar} \quad (1)$$

3.2 현장 측정 장비 구성

Fig. 3는 현장 측정 장비 구성도를 나타낸다. 간이 일사획득계수 산출을 위해 현장 측정이 가능 하도록 외부 입사 일사량(Q_{Solar})은 일사량계를 시험체 기준으로 외부 수직면에 설치하여 측정부를 구성한다. 또한 실내에는

Fig. 3 Schematic of On-site measurement equipment

외부에 설치된 일사량계와 동일한 높이(또는 방향성)의 일사량계를 설치하여 실내로 투과된 일사량(Q_{Gain})을 측정한다. 또한 창 의 실내 측 발열량(Q_{Inside})과 창 의 열 손실량(Q_{Outside})은 각각 열류계를 설치하여 표면 열류량을 계측하고 이러한 데이터를 수집 및 분석하는 데이터 분석부로 구분하여 측정 장비를 구성하였다. 측정 장비는 현장 측정 장비의 성격에 맞게 이동식으로 구성하고 각각의 측정부는 측정에 필요한 부위에 측정 기기를 부착 후 길이 조절이 가능한 케이블로 데이터를 수신하여 데이터를 획득하는 방식을 선택하였다.

4. 현장 측정 예비 실험

간이 일사획득계수 측정을 위한 현장 측정 장비의 구현 가능성을 확인하기 위해, 식(1)에서 표현한 외부 입사 일사량과 실내 투과일사량의 측정이 필요하고 일사량계를 통해 실험 기간 동안 태양의 위치 및 고도 변화에 따른 측정 가능여부를 확인할 수 있도록 투명 복층유리가 설치된 창호를 대상으로 일사량계를 실내외에 설치하여 외부 입사 일사량(Q_{Solar})과 실내 투과일사량(Q_{Gain})을 계측하였다. 예비 실험은 창 의 내부 측 발열량과 창 의 열 손실량을 고려하지 않기 위해 실내외 온도차가 발생하지 않도록 출입구를 개방하고 실험을 진행하였다. 측정 대상이 설치된 공간은 외부 환경에 독립적으로 구축된 실험 공간으로써 크기는 2.3 m (W) × 2.5 m (L) × 3.2 m (H)이고 실험공간의 남측면(전면부)에 설치된 창호는 고정창+여닫이로 구성된 4 m² (2 m × 2 m)의 합성수지제 단창을 설치하였다. Fig. 4는 실험 공간 및 측정 장비 전경을 나타낸다.

측정 대상은 투명 복층 유리부(6 mm 투명유리 + 12 mm 공기 + 6 mm 투명유리)로 구성된 고정창 부분의 유리부를 대상으로, 측정 기간은 간절기인 9월부터 10월까지 수행되었고 오전 10시 30분부터 13시 30분까지 총 3시간의 측정 기간 동안 실외 일사량계를 통해 측정된 외부 일사량 대비 실내 일사량계를 통해 측정된 실내 투과 일사량 비율을 확인하였다. 측정에 사용된 일사량계는 DeltaOHM사의 LP PYRA03이며, 상세 사양은 Table 1과 같다.

Fig. 4 View of Test-room and Specimen

Table 1 Technical Specification of Equipment

Category	Specification	Appearance
Model Name	LP PYRA 03
Typical sensitivity	10 $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$	
Impedance	33 $\Omega \div 45 \Omega$	
Measuring range	0 $\div$ 2,000 W/m^2	
Viewing field	2 π sr	
Spectral field	305 nm $\div$ 2,800 nm	
Operating temperature	-40°C $\div$ 80°C	

총 6회의 측정 결과, 1회차(a)의 실외 일사량은 최대 634.1 W/m^2 , 최소 77.4 W/m^2 으로 나타났고 실내의 일사량의 비중을 나타내기 위해 실시간으로 산출한 SHGC값은 최대 0.58에서 최소 0.48로 나타났다. 2회차(b)의 실외 일사량은 최대 604.1 W/m^2 , 최소 31.3 W/m^2 으로 나타났고 산출된 실시간 SHGC값은 최대 0.53에서 최소 0.42로 나타났다. 3회차(c)의 실외 일사량은 최대 679.0 W/m^2 , 최소 563.6 W/m^2 으로 나타났고 산출된 실시간 SHGC값은 최대 0.56에서 최소 0.54로 나타났다. 4회차(d)의 실외 일사량은 최대 803.4 W/m^2 , 최소 236.8 W/m^2 으로 나타났고 산출된 실시간 SHGC값은 최대 0.57에서 최소 0.50로 나타났다. 5회차(e)의 실외 일사량은 최대 760.4 W/m^2 , 최소 104.3 W/m^2 으로 나타났고 산출된 실시간 SHGC값은 최대 0.59에서 최소 0.51로 나타났다. 6회차(f)의 실외 일사량은 최대 714.5 W/m^2 , 최소 31.3 W/m^2 으로 나타났고 산출된 실시간 SHGC값은 최대 0.59에서 최소 0.42로 나타났다.

산출된 간이 일사획득계수는 각각 0.52, 0.46, 0.55, 0.54, 0.55, 0.51 으로 평균 0.52로 나타났다. 다만 Figs. 5, 6, 7 과 같이 실험이 수행된 기간 동안 일사량 분포를 살펴본 결과, 일사량이 운량 등에 의해 일정하지 않지만 일정 수준(약 300 W/m^2) 이상의 일사량이 나타나는 경우는 간이 일사획득계수 산출이 용이함을 확인하였고 일사

Fig. 5 Test results of double glazing - (a), (b)

Fig. 6 Test results of double glazing - (c), (d)

Fig. 7 Test results of double glazing - (e), (f)

량의 절대적 수치가 낮은 경우는 상대적으로 산출된 일사획득계수가 낮기 때문에 신뢰하기 어려운 것으로 판단된다. 본 실험결과를 바탕으로, 자연광을 이용하는 간이일사획득계수 현장 측정방법은 외부 일사량이 일정 수준 이상 보장되어야 함을 확인하였고, 일사량계를 활용하는 방법은 낮은 강도의 일사량으로 측정하기 어려움 을 확인하였다.

5. 결론

본 연구는 다양한 목적에 따라 다양한 형태를 가지는 스마트 스킨의 일사획득 성능 측정을 위해 현장에서 측정 가능한 간이 일사획득계수를 제안하고 이를 산출할 수 있는 현장 측정 방법 및 현장 측정 장비의 구성을 제안 하였다. 또한 예비 실험을 통하여 측정 장비 구성에 필요한 기초 자료를 수집 하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 기존 일사획득계수 측정 방법을 고찰한 결과, 인공광원을 활용하는 측정 방법의 인공광원 입사각과 자연광과의 불일치하는 한계점을 확인하였고 자연광을 이용한 일사획득계수 산출 방법을 참고하여 스마트 스킨의 일사획득 성능 측정을 위해 다양한 입사각 및 태양의 이동을 고려할 수 있도록 현장 측정 방법의 개발이 필요함을 확인하였다.
- (2) 현장에서 측정 가능한 간이 일사획득계수 산출 방법을 제안하였고 이를 구현하기 위한 측정 장비 구성안을 제안하였다. 또한 측정 방법의 구현을 위해 예비 실험을 수행한 결과, 0.52, 0.46, 0.55, 0.54, 0.55, 0.51으로 평균 0.52로 산출되어 반복실험에 따른 간이 일사획득계수의 산출이 가능함을 확인하였다. 다만 일사량이 일정하지 않은 경우는 상대적으로 측정 값이 불안정함을 확인하였고 현장 측정 방법에서는 외부 일사량이 일정 수준 이상 보정되어야 함을 확인하였고 일사량계를 통해 계측하는 방법의 한계점을 확인하였다.

본 연구에서는 일사획득량을 확인할 수 있는 일사량계를 통한 예비실험을 수행을 통해 실내 일사획득량 파악이 가능함을 확인하였고 향후 추가 실험 수행을 통해 열류계를 통한 창호의 열손실량(Q_{Inside} , Q_{Outside}) 등을 파악하고 실험을 통해 실제 현장에서 측정 가능한 일사획득계수 측정 방법 도출을 수행하고자 한다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 20172010105690).

REFERENCES

1. Kim, S. H. and Cho, S., A Study on the Performance Measuring Methods of Smart Skin. Journal of the Architectural Institute of Korea conference. Vol. 37, No. 2, pp. 501-504, 2017.
2. Lee, H. S., Choi, G. S., and Lee, H. H. Evaluation of Condensation Prevention Performance of Double Glazing Window Systems According to the Location of Low-emittance Coating. Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering. Vol. 32, No.11, pp. 519-525, 2020.
3. Koh, G. H., Kim, B. G., and Hong, S. H. Curtain Wall Heat Transfer Coefficient Performance Evaluation Studies depending on the Configuration of the Low-e Glass. Journal of the Architectural Institute of Korea conference. Vol. 34, No.1, pp. 181-182, 2014.
4. Ko, Y. J., Hong, H. K., and Min, J. K. Energy Performance Evaluation of Responsive Smart Windows Applying SPD According to Window Area Ratio and SHGC Range. Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering., Vol. 32, No. 9, pp. 441-447, 2020.
5. Nam, Y. G., Hong, S. K., Jang, S. H., and Cho, S. H. A Simulation Study for the Evaluation of Building Energy Load Reduction Effect by SPD control of Smart Envelopes. Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering conference. pp. 195-199, 2019.

6. Lee, J. B. A Study on the optimized Performance Designing of the Window of the Apartment based on the Annual Energy Demand Analysis according to the Azimuth Angle applying the Solar Heat Gain Coefficient of the Window. Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design. Vol. 35, No. 11, pp. 25-34, 2019.
7. Shin, H. J., Mun, S. H., and Huh, J. H. An Analysis of Energy Demand of Residential According to SHGC when Window Operation Behavior is Applied. Journal of Korean Solar Energy Society. p. 60, 2018.
8. Kim, S. H. and Cho, S., Development Study on the Measuring Equipment of Solar Heat Gain Performance for smart Skin. Journal of the KIAEBS. Vol. 12, No. 5, pp. 499-509, 2013.
9. Kim, S. H., Jeong, H. G., and Cho, S., A Study on Changes of Window Thermal Performance by Analysis of Physical Test Results in Korea. Energies. Vol. 12, No. 17, p. 3822, 2019.
10. NFRC 201, Procedure for Interim Standard Test Method for Measuring the Solar Heat Gain Coefficient of Fenestration Systems Using Calorimetry Hot Box Methods. 2017.
11. Korea Standard, KS L 9107 : Testing Method for the Determination of Solar Heat Gain Coefficient of Fenestration Product Using Solar Simulator. 2019.