Journal of KIAEBS Vol.13, No.1, February pp. 70-80

RESEARCH ARTICLE

창호 크기 변화 시 고정창 열관류율 변화에 관한 연구

문정현*

(주)썬앤라이트 기술연구소

A Study on U-value Variations of Fixed Windows according to the Window Size Variations

Mun, Jung-Hyon*

Sun&Light R&D Center, Seoul, Korea

***Corresponding author:** Mun, Jung-Hyon, Tel: +82-02-529-3596, E-mail: mjh@greenbim.kr

ABSTRACT

In this paper, U-value variations of a fixed window were analyzed qualitatively and quantitatively. The factors which influence the U-value variation of a window when the window size changes are the ratio of the frame U-value to the glass U-value and the ratio of the frame size to the window size. The ratio of the frame size to the window size increases when the window size increases and the frame width is fixed. In this study, when the window size varies and the frame width is fixed, the effect of the ratio of the frame U-value to the glass U-value on the U-value variations of the window were investigated. The calculation of window U-value consists of the u-value calculation for the glass and frame and that at glass edge. When the window size varies, the U-value variation for the glass and frame and that of the edge of glass should be investigated together. When the ratio of the frame U-value to the glass U-value is bigger than 1 and the window size decreases, the U-value for the glass and frame increases against that of the standard test window. The U-value for the edge of glass increases when the window size decreases from that of the standard test widow. Therefore, if the frame U-value is bigger than the glass U-value and the window size is smaller than the standard test case, the U-value difference of the glass and frame and that of the edge of the glass from that of the standard test window are piled up together.

주요어 : 창호크기, 창호 열관류율, 에너지 시뮬레이션

Keywords: Window size, Window U-value, Energy simulation

OPEN ACCESS

Journal of KIAEBS 2019 February, 13(1): 70-80
https://doi.org/10.22696/jkiaebs.20190006

pISSN : 1976-6483
eISSN : 2586-0666

Received: January 10, 2019
Revised: February 26, 2019
Accepted: February 26, 2019

© 2019 Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

건물의 외피 시스템 중 창호는 벽체에 비해 상대적으로 열관류율이 높으며, 침기가 발생하기 쉬운 구조이기 때문에 에너지 절약을 위해 가장 많이 다루어지는 부분이다. 창호는 벽체에 비해 교체가 쉽고, 더 적은 비용으로 침기와 단열 두 가지 모두에서 효과를 볼 수 있다. 따라서 그린 리모델링 사업에서 창호 교체 공사가 가장 많이 이루어지고 있으며 다양한 고단열, 고성능의 융복합 창호의 개발을 통한 에너지 절약을 달성하려는 연구가 국가과제와 학계를 통해

진행되고 있다. 본 연구는 이러한 연구의 일환으로, 이중외피 복합창호 시스템의 개발과 그 성능을 평가하기 위한 기초연구의 하나이다.

새로운 창호 시스템의 개발을 위해서는 창호시스템이 건물 에너지 절약에 얼마만큼의 기여를 했는지 예측 할 필요가 있으며, 이를 위해서 최종 디자인이 확정이 되지 않은 연구의 초기 단계에서는 건물 에너지 시뮬레이션을 사용해 열성능을 예측하기도 한다. 정확한 시뮬레이션을 위해서는 창호시스템의 단열 성능을 정확히 아는 것이 중요하며, 이를 위해 각 창호 부재는 공인시험기관을 통해 단열성능을 측정을 받는다. 공인성적서를 이용해 시뮬레이션의 입력값을 찾을 때 발생하는 문제 중 하나는 창호의 크기가 변할 때 창호의 유리면적과 프레임 면적의 비율이 달라지며, 그에 따라 창호의 열관류율이 달라진다는 것이다. 국내 창호의 열관류율 시험 규정인 KS F 2278의 경우 표준 크기가 2 × 2 m이지만, 실제 건물에 사용되는 창호의 사이즈는 그보다 작거나 크다. 이에 따라 시험성적서상의 열관류율과 실제 창호의 열관류율은 차이를 보이게 된다.

창호의 열관류율에 영향을 미치는 요소에 관한 국내의 연구 동향을 살펴보면, Mun et al. (2011)의 연구에서는 선형 열관류율의 변화에 따른 창호의 열관류율 변화를 다루었으며, Jang et al. (2014)에 의해 수행 된 연구에서는 창호 크기 변화에 따른 단열 간봉(spacer) 종류별 열관류율 변화와 창호 구성에 따른 열관류율 변화를 보여주었다.

본 연구의 목적은 표준 크기 대비 창호의 크기 변화 시 실제 창호 크기에 대한 열관류율의 변화를 정성적으로 분석하고, 정량적으로 표현하는데 있다. 구체적으로, 분석은 디바이더를 포함하지 않는 고정창 혹은 커튼월을 대상으로 하며, KS F 2278의 창호 열관류율 값과, 유리회사에서 제시하는 유리 열관류율 값 그리고 제조사에서 제공한 단열간봉의 선형열관류율값을 이용해 에너지 시뮬레이션에서 창호의 정확한 입력값을 구하는 방법과 그 이유를 제시하고자 한다.

실제 창호 열관류율 계산 방법

국내 창호의 열관류율 측정은 KS F 2278에 따라 공인된 시험기관을 통해 이루어진다. 2 X 2 m의 시험체를 항온실, 저온실과 측정 장치를 가진 시험 장치에 넣은 후 공급열량과 항온실과 저온실의 공기온도차를 측정하여 열관류율을 계산한다. 이 값은 유리와 프레임이 결합된 창호 시스템 전체에 관한 열관류율 값이다. 창호 유리 단독의 열관류율은 KS L 2525 판유리의 열저항 및 건축관련 열관류율 계산방법에 따라 측정할 수 있으나, 본 연구에서는 유리 자체에 관한 측정은 시행하지 않았으며 유리 제조 회사에서 제공하는 열관류율 데이터를 이용하였다.

유리, 프레임등의 창호 부재 각각의 열관류율을 알 경우는 ISO 15099에 제시한 계산방법을 이용해 창호 전체의 열관류율을 계산할 수 있다. ISO 15099는 유리와 프레임이 맞닿은 유리 가장자리(edge) 부분의 길이를 고려하는 선형열관류율에 의한 방법과, 유리를 중앙부분와 가장자리 부분으로 나누어 계산하는 면적가중에 의한 방법을 소개하고 있다. 본 연구에서는 선형열관류율을 이용하는 방법을 채택하였으며, 그에 따른 단일 유리와 프레임으로 제작 된 창호의 열관류율은 다음 식과 같이 표현할 수 있다.

$$U_w = \frac{A_{gv}U_{gv} + A_f U_f + l_\psi \psi_g}{A_t} \tag{1}$$

여기서 U_w는 창호 열관류율(W/m^{2}K), A_{gv}는 유리 면적(m^2), A_f는 프레임 면적(m^2), A_t는 창호 면적(m^2), U_{gv}는 유리 열관류율(W/m^{2}K), U_f는 프레임 열관류율(W/m^{2}K), l_ψ는 유리 가장자리 길이(m), 그리고 ψ_g는 유리, 간봉(spacer), 프레임의 복합적 영향으로 인한 선형열관류율(W/mK)이다. ISO 15099에서는 선형열관류율을 이차원 열해석을 통해 계산하는 방법을 제시하고 있으나, 본 연구에서는 제조사에서 제공하는 프레임별 선형열관류율(ψ_g) 값을 사용하였다.

본 연구의 목적은 에너지 시뮬레이션을 위한 실제 창호의 입력 데이터를 시험성적서 값에 의거해 구하는 것이다. 사용할 에너지 시뮬레이션 프로그램인 Energyplus의 경우 창호의 입력데이터로 필요한 값은 유리의 광학적, 열적 물성치와 프레임과 관련한 물성치로 나누어지며, 이 두 세트의 조합으로 창호의 열성능을 계산을 한다. 가장자리(edge)를 통한 열전달을 위한 입력은 따로 없으며 가장자리를 통한 열전달은 프레임의 열관류율 산정 시 고려해야 한다. 본 연구에서는 알루미늄 프레임과 이중창(Double glazing)으로 이루어진 창호 시스템에 스위스페이서의 단열간봉을 사용하는 고정창을 대상으로 분석 하였다.

시험성적서상의 표준 시험체의 열관류율과, 유리의 열관류율, 단열간봉의 선형열관류율을 이용해 단일한 종류의 프레임과 유리, 단열간봉을 가진 창호 프레임의 열관류율을 계산 할 경우 식 (2)와 같이 표현 할 수 있다. 여기서, U_t는 표준 시험 창호의 열관류율(W/m^{2}K)이며, U_{ft}는 표준 시험 창호의 프레임 열관류율(W/m^{2}K)이다. A_{gt}는 표준 시험 창호 유리 면적(m^2), A_{ft} 는 표준 시험 창호의 프레임 두께(m)이며, ψ_{gt}는 표준 시험 창호 유리 가장자리의 선형열관류율(W/mK)이다. 프레임의 두께가 f 미터로 일정 할 경우, 2 X 2 m 크기를 갖는 표준 시험 창호의 유리 가장자리 길이($l_{\psi t}$)는 식 (3)과 같다.

$$U_{ft} = \frac{4U_t - A_{gt}U_{gt} - \psi_{gt} l_{\psi t}}{A_{ft}} \tag{2}$$

$$l_{\psi t} = 4(2-2f) \tag{3}$$

시험성적서는 4 m^{2}의 정사각형 표준 시험 창호에 대한 열관류율 값을 보여주는 것이며, 크기가 이와 다른 실제 건물에 사용 되는 창호의 열관류율은 식 (4)를 이용하여 구할 수 있다. 아래 Figure 1과 같이 실제 크기의 고정창의 폭이 a미터이고, 높이가 b미터, 프레임의 폭이 f미터라 가정할 때, 실제 크기 창호의 유리 가장자리 길이($l_{\psi ac}$)는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$U_{ac} = \frac{A_{gac}U_{gt} + A_{fac}U_{ft} + \psi_{gt} l_{\psi ac}}{A_{ac}} \tag{4}$$

$$l_{\psi ac} = 2(a-2f) + 2(b-2f) \tag{5}$$

여기서, U_{ac} 는 실제 크기 창호 열관류율(W/m^{2}K)이며, A_{gac}는 실제 크기 창호 유리 면적(m^2), A_{fac}는 실제 크기 창호 프레임 면적(m^2), 그리고 $l_{\psi ac}$는 실제 크기 창호 유리 가장 자리 길이(m)이다.

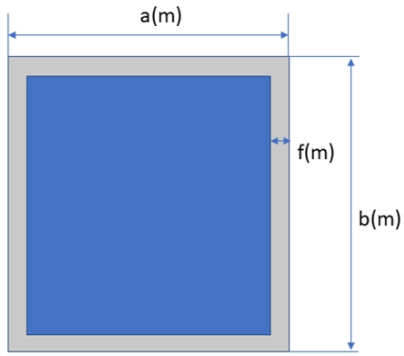

Figure 1. Geometry of a fixed window

시험성적서를 통해 실제 창호의 열관류율을 구하는 과정은 Figure 2와 같이 정리할 수 있다.

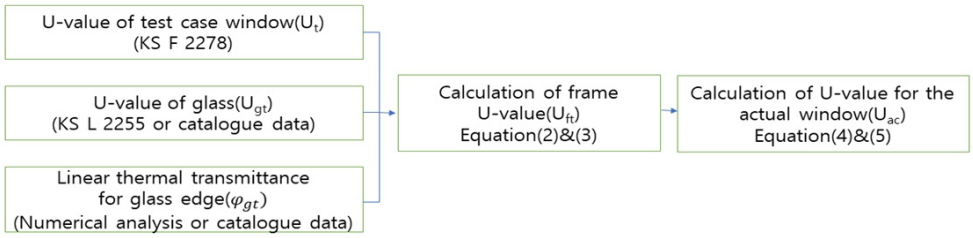

Figure 2. Calculation process of U-value of an actual fixed window

패러미터 분석 방법

창호 크기가 변함에 따라 유리의 면적과 프레임의 면적도 달라지며, 유리 가장자리의 길이도 달라진다. 이에 따라 창호의 열관류율 값도 변화한다. 이 창호의 열관류율에 영향을 미치는 요소들을 파악하기 위해서 패러미터 분석을 실시한다. 분석할 패러미터를 결정하기 위해 각 패러미터의 상호 관계를 파악할 필요가 있다.

식 (4)에서 보듯 실제 창호 열관류율(U_{ac})는 유리의 열관류율(U_{gt})와 프레임의 열관류율(U_{ft}), 그리고 유리의 창호에 대한 면적비(A_{gac}/A_{ac})와 프레임의 창호에 대한 면적비(A_{fac}/A_{ac})의 함수이며, 창호의 면적에 대한 유리 가장자리 길이의 비($l_{\psi ac}/A_{ac}$)의 함수이다. 프레임의 창호에 관한 면적비(A_{fac}/A_c)를 μ라 하면, 식 (4)는 식 (6)과 같이 정리 할 수 있다.

$$U_{ac} = U_{gt}\frac{A_{gac}}{A_{ac}} + U_{ft}\frac{A_{fac}}{A_{ac}} + \frac{\psi_{gt} l_{\psi ac}}{A_{ac}} = U_{gt}\frac{(A_{ac} - A_{fac})}{A_{ac}} + U_{ft}\frac{A_{fac}}{A_{ac}} + \frac{\psi_{gt} l_{\psi ac}}{A_{ac}}$$
$$\text{if}\, \mu = \frac{A_{fac}}{A_{ac}},$$
$$U_{ac} = (1-\mu)U_{gt} + \mu U_{ft} + \psi_{gt} l_{\psi ac}/A_{ac} \quad (6)$$

식 (6)에서 앞의 두 항은 프레임과 창호의 면적비율에 관한 함수이고, 이는 프레임의 재질과 창호 유리 재질에 따른 열관류율과 관계가 있다. 식 (6)의 마지막 항은 단열간봉의 선형열관류율과 관계가 있다. 따라서 창호 크기가 변할 때 창호의 프레임과 유리의 면적비가 변하는 것에 대해 식 (6)의 전반 두 항을 이용해 패러미터 분석을 진행하며, 유리 가장자리 길이가 변하는 것에 대한 열관류율 변화는 식 (6)의 마지막 항을 이용해 분석을 진행한다.

공인성적서에 나온 열관류율에 대한 실제 창호의 열관류율비(Uac/Ut)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{U_{ac}}{U_t} = \frac{U_{gt}(1-\mu) + \mu U_{ft} + l_{\psi ac}/A_{ac}}{U_t} \quad (7)$$

표준 시험 창호의 열관류율에 대한 실제 창호의 열관류율비(U_{ac}/U_t)가 1보다 크다는 것은 실제 창호의 열관류율 값이 시험성적서 값에 비해서 크다는 것이며, 1보다 작다는 것은 실제 창호의 열관류율 값이 시험성적서 값보다 작다는 것을 의미한다. 예를 들어 U_{ac}/U_t가 1.2라고 한다면, 실제 창호의 열관류율(U_{ac})는 시험성적서 상의 열관류율보다 20%높은 값을 가졌다는 의미가 된다. 본 연구에서는 상기 언급한 패러미터와 U_{ac}/U_t의 관계를 조사하여 그 상관관계를 찾고자 한다.

분석 결과

창호 크기 변화와 실제 창호의 열관류율의 정성적인 관계

프레임의 창호에 관한 면적비(μ=A_{fac}/A_c)와 표준 시험 창호의 열관류율에 대한 실제 창호의 열관류율비(U_{ac}/U_t)의 상호관계를 찾기 위해, 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비(Uf/Ug)를 k로 두고 식 (7)을 식 (8)과 같이 변형한 후, 프레임의 창호에 관한 면적비 μ를 변화시키며 U_{ac}/U_t의 거동을 살펴봤다. 이 변환 과정에서 단열간봉의 영향을 나타내는 창호의 면적에 대한 유리 가장자리 길이의 비($l_{\psi ac}/A_{ac}$)는 무시하고, 단열간봉의 영향은 뒤에 따로 계산하여 고려하였다.

$$\frac{U_{ac}}{U_t} = \frac{U_g(1-\mu) + \mu k U_g}{U_t}, \text{ 여기서 } k = U_f/U_g \quad (8)$$

창호의 형태를 정사각형 고정창으로 가정하고, 프레임의 창호에 관한 면적비($\mu=A_{fac}/A_c$)가 변화할 때, U_{ac}/U_t의 변화량을 살펴보았다. 유리의 열관류율은 제조사가 제공한 열관류율 값(1.33 W/m_2K)을 사용하였으며 그 결과는 아래 Figure 3, 4와 같다. Figure 3은 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비($k=U_f/U_g$)가 1보다 클 경우, 즉 프레임이 열관류율이 유리의 열관류율보다 클 경우를 나타내며 Figure 4는 k값이 1보다 작을 경우, 즉 프레임의 열관류율이 유리의 열관류율 보다 작을 경우를 나타낸다.

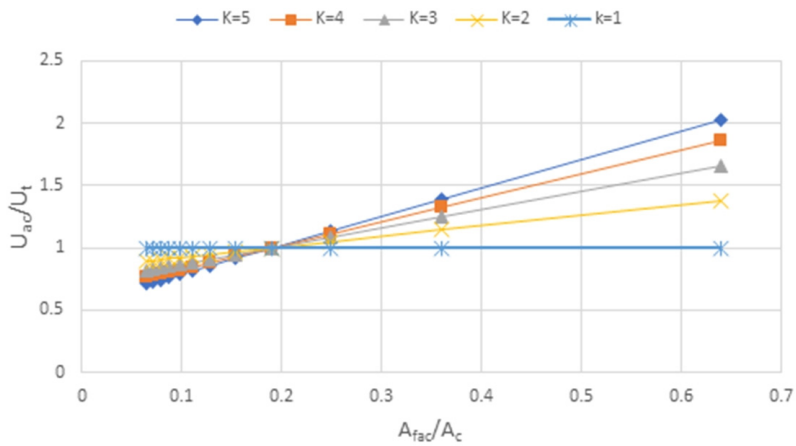

Figure 3. Variation of the ratio of the actual window frame U-value to the standard test window U-value according to the variation of the ratio of frame size to the window size when k value (k=U-value of frame/U-value of glass) is bigger than 1

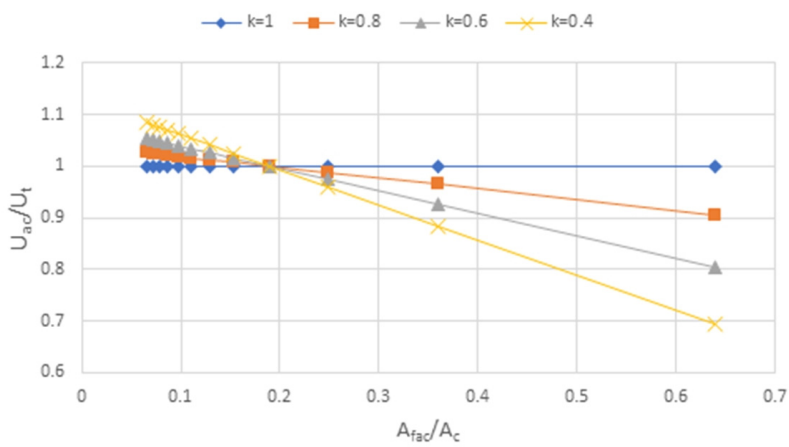

Figure 4. Variation of the ratio of the actual window frame U-value to the standard test window U-value according to the variation of the ratio of frame size to the window size when k value (k=U-value of frame/U-value of glass) is smaller than 1

Figure 1에 나온 창호가 한변의 길이가 a미터인 정사각형이라고 가정을 하면, 이 정사각형 고정창의 프레임의 창호에 관한 면적비 μ는 식 (9)와 같이 창호의 너비 a와 프레임너비 f 의 함수가 된다. 2 x 2 m 표준 크기로부터 창호의 크기가 변할 때 프레임너비 f는 일정하다 가정

하면, 프레임의 창호에 관한 면적비 μ는 창호 너비 a만의 함수이며, μ는 일정한 프레임 너비 f가 일정 할 때 창호 너비 a로 변환이 가능하다.

$$\mu = \frac{a^2 - (a-2f)^2}{a^2} = \frac{4af - 4f^2}{a^2} \text{ (한변의 길이가 a미터인 정사각형 고정창)} \quad (9)$$

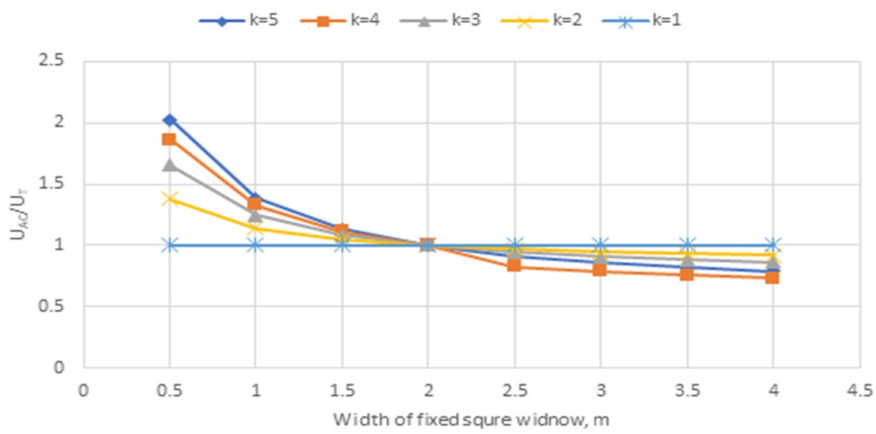

Figure 5. Variation of the ratio of the standard test window U-value to the actual window U-value according to the variation of the window width when k value (k=U-value of frame/U-value of glass) is bigger than 1

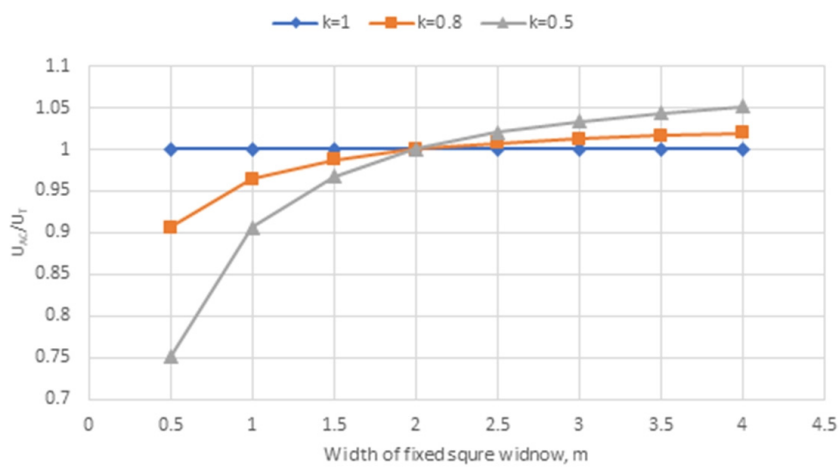

Figure 6. Variation of the ratio of the standard test window U-value to the actual window U-value according to the variation of the window width when k value (k=U-value of frame/U-value of glass) is smaller than 1

Figure3와 4에 표현된 U_{ac}/U_t와 프레임의 창호에 관한 면적비 μ의 관계를 U_{ac}/U_t와 창호의 너비 a에 대한 관계로 변환을 하면 Figure 5, 6과 같다. 이를 통해 창호 너비가 변할 때 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비($k=U_f/U_g$)의 변화를 조사 할 수 있다.

Figure 5에서 보듯, 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비(k)가 1보다 클 경우 실제 창호 너비가 표준 시험 창호의 너비보다 커지면 U_{ac}/U_t는 1보다 작아진다. 즉 실제 창호의 열관류율이 공인인증서의 값보다 더 낮아진다. 반면 실제 창호너비가 표준 시험 창호의 너비보다 작아지면 U_{ac}/U_t는 1보다 커진다. 즉 실제창호의 열관류율이 공인인증서상의 값보다 높아진다. Figure 6은 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비($k=U_f/U_g$)가 1보다 작을 경우를 보여준다. 이 경우는 오히려 창호너비가 공인인증서보다 늘어날 때 실제창호의 열관류율이 높아지고, 창호폭이 공인인증서보다 작아질 때 실제창호의 열관류율이 낮아지는 결과를 보여준다.

다음으로 고려해야 할 것은 유리 가장자리(edge)를 통한 열전달이다. 이는 단열간봉의 선형 열관류율과 유리 가장자리의 길이로 이루어진 함수로 표현할 수 있으며, 식 (6)의 마지막 항이 이에 관한 수식이다. 본 연구에서는 알루미늄 고정 이중창을 고려하고 있기 때문에, 선형열관류율(ψ_g)은 제조사에서 제공한 값 0.036 (W/mK)를 사용하여 패러미터 분석을 시행하였다. 식 (6)에서 보듯 유리가장자리의 열전달로 인해서 전체 창호의 열관류율은 고려를 안했을 경우에 비해 $0.036 l_{\psi ac}/A_{ac}$ 만큼 증가를 한다. 창호의 크기가 변할 경우 유리가장자리의 열전달을 통한 열관류율 변화는 Figure 7에 나타나있다. 유리 가장자리의 열관류율 변하는 실제 창호 가장자리의 열관류율값,$0.036 l_{\psi ac}/A_{ac}$ 에서 표준 시험체의 열관류율 값, $0.036 l_{\psi t}/4$를 뺀 값이다. Figure 7은 프레임너비 f가 0.01미터로부터 일정 폭만큼 증가할 시에 창호너비의 변화에 따라 유리가장자리의 추가적인 열전달로 인한 전체 창호의 열관류율 증가변화를 보여준다.

Figure 7에서 보듯 창호 너비가 표준 크기인 2미터보다 작아질수록, 표준 시험체에서의 유리가장자리 열관류율 보다 실제 창호에서의 열관류율이 더 커진다. 프레임의 폭이 0.1m인 창호의 경우, Figure 7에서 보듯 정사각형 창호의 창호폭이 1미터로 줄어들면, 유리가장자리를 통한 열전달로 인해 증가하는 열관류율 값이 0.05 (W/m^{2}K)만큼 증가한다. 반면 실제 창호의 크기가 표준 크기보다 증가하면 유리가장자리를 통한 열전달로 인해 변화하는 열관류율 값은 0.03 (W/m^{2}K)만큼 감소한다.

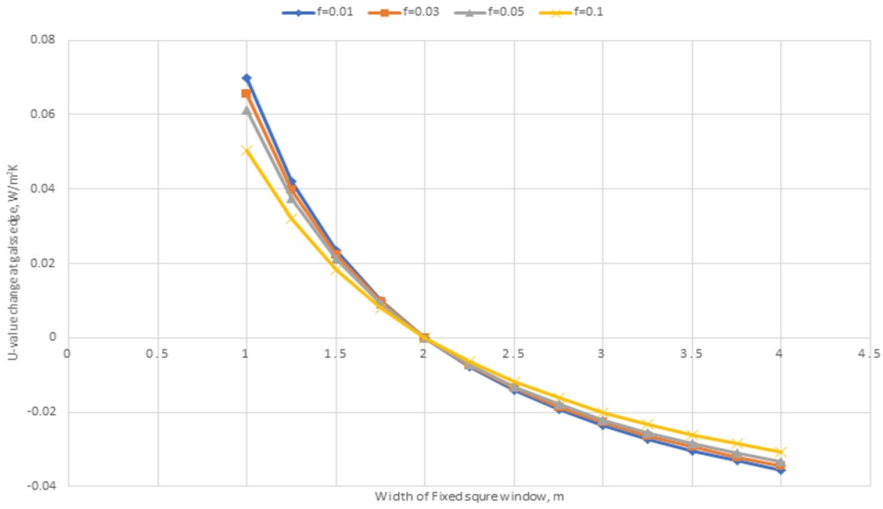

Figure 7. Variation of U-value difference at glass edge between the standard test window and the actual window according to variation of the window width

창호 크기 변화와 실제 창호의 열관류율의 정량적인 관계

이전 장에서는 도식화를 통해 정성적 관계를 파악하기 위해 창호를 정사각형 고정창에 관해서만 알아보았다. 이번 장에서는 일반적인 고정창의 형태에 관해 창호 크기가 변함에 따라 실제 창호의 열관류율이 얼마만큼 변하고, 그것이 표준크기에서 측정한 공인인증서의 값과 얼만큼의 차이가 나는지를 정량적으로 표현하고자 한다.

창호의 크기가 변한다고 할지라도 변화가 없는 패러미터는 유리의 열관류율(U_g), 프레임의 열관류율(U_f), 프레임의 너비(f), 그리고 단열간봉에 의한 유리 가장자리의 선형열관류율(ψ_g)이다. 유리의 열관류율과 단열 간봉의 선형열관류율은 제조사를 통해서 입수 했으며, 프레임의 너비(f)는 공인인증서 상의 프레임 너비 정보로부터 얻을 수 있다. 공인인증서상의 열관류율(U_t)와 표준크기의 유리의 가로, 세로너비 2미터를 이용하면 식 (2)를 다음과 같이 정리 할 수 있다.

$$U_{ft} = \frac{4U_t - A_{gt}U_{gt} - \psi_{gt}l_{\psi t}}{A_{ft}} = \frac{U_g(f-1)^2 + 2\psi_{gt}(1-f) - U_t}{f^2 - 2f} \tag{10}$$

Figure 1과 같은 가로폭이 a미터이고, 세로폭이 b미터, 프레임 너비가 f미터이며 스위스페이서의 단열간봉을 채용한 알루미늄 고정창의 경우 창호의 열관류율은 식 (4)를 변형하여 다시 쓰게 되면 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} U_{ac} &= \frac{A_{gac}U_{gt} + A_{fac}U_{ft} + 0.036l_{\psi ac}}{A_{ac}} \\ &= \frac{(a-2f)(b-2f)U_{gt} + (ab-(a-2f)(b-2f))U_{ft} + 0.036 \cdot (2(a-2f)+2(b-2f))}{ab} \end{aligned} \tag{11}$$

이를 통하여 고정창의 경우 실제 창호의 크기가 결정이 되면, 공인인증서상의 열관류율 값을 이용하여 실제 창호의 열관류율을 계산할 수 있다. 상기 수식의 U_{ft}에 식 (10)을 넣고, 실제 창호의 열관류율(U_{ac})를 공인인증서상의 열관류율값(U_t)의 비율로 정리하면, 다음과 같은 식이 된다. 이를 통해 공인인증서 값에 비해서 얼마만큼의 비율로 열관류율이 변하는지도 예측 할 수 있다.

$$\frac{U_{ac}}{U_t} = \frac{(a-2f)(b-2f)(f^2-2f)U_{gt} + (ab-(a-2f)(b-2f))(U_{gt}(f-1)^2 + 0.072(1-f-U_t+a+b-4f)}{ab(f^2-2f)U_t} \tag{12}$$

고 찰

창호 크기 변화에 따른 열관류율의 변화는 기존 데이터를 이용해 패러미터 간의 관계를 찾는 역모델링(inverse modeling)이 아닌 정모델링(forward modeling)을 통해 물리적으로 패러미터 간의 관계를 표시 할 수 있기에, 식 (10)~식 (12)처럼 정확한 정량화가 가능하다. 이를 통해 창호의 크기가 달라질 때 변화하는 패러미터가 무엇인지, 그것들과 표준 크기의 열관류율과 실제 크기 창호의 열관류율의 차이가 어떻게 달라지는지 파악할 수 있다.

표준 크기로부터 크기가 변할 때, 유리/프레임의 면적비율이 달라지며, 유리창 가장자리의 길이 또 한 달라진다. 그 정성적 관계를 표현하면 Figure 8과 같이 나타낼 수 있다. 일반적인 고성능 창호의 경우 창호 유리의 열관류율이 프레임의 열관류율 보다 낮다. 즉, 실제 사용되는 창호 중 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비($k=U_f/U_g$)가 1보다 클 경우를 많이 발견할 수 있다. 이 경우, 프레임/유리 면적비에 의해 발생하는 차이와 유리 가장자리에서의 열전달에 의해 발생하는 차이가 중첩되어, 표준 크기보다 실제 창호 크기가 작을 경우는 열관류율이 더 크게, 실제 창호의 크기가 더 클 경우는 열관류율 더 작아지게 된다. 공인인증서 값을 건물의 에너지 소모량 계산에 직접 쓰는 경우, 일반적인 고성능 창호의 경우는 더 낮은 에너지 소모량을 보여주기는 하지만, 실제 열관류율 값과 차이를 보인다, 따라서 정확한 에너지 예측을 위해서는 창호 크기에 따른 열관류율을 각기 계산하여 적용하는 것이 필요하다.

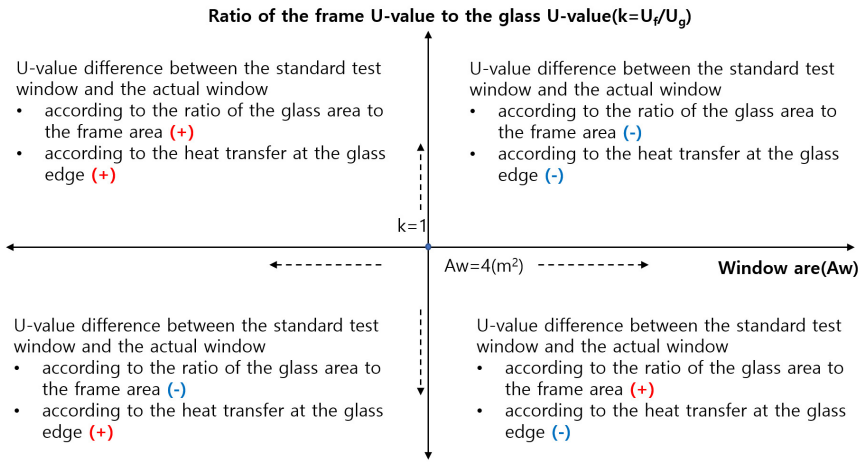

Figure 8. Variation of U-value difference between the standard test window and the actual window when the window size changes and the ratio of frame U-value and the glass U-value changes

창호의 건물 에너지에 대한 영향을 평가하기 위해 입력해야 할 데이터는 창호의 사이즈와 유리의 열관류율, 프레임의 열관류율이 있다. 본 연구에서 사용하는 Energyplus의 경우 유리 가장자리의 열관류율의 경우는 따로 입력하는 란이 없기 때문에 프레임의 열관류율 입력 시 그 값을 고려하여 계산하고 이용할 필요가 있다. 식 (4)를 변형하여, 단열간봉을 포함한 프레임 열관류율(U_f')에 대해 풀면 다음과 같다

$$U_{ac} = \frac{A_{gac}U_{gt} + A_{fac}U_{ft} + 0.036l_{\psi ac}}{A_{ac}} = \frac{A_{gac}U_{gt} + A_{fac}U_f{}'}{A_{ac}}$$
$$U_f{}' = \frac{A_{fac}U_{ft} + 0.036l_{\psi ac}}{A_{fac}} \quad (13)$$

이를 본 연구에서 사용되는 알루미늄 이중창호에 적용을 하면, 단열간봉을 포함한 프레임 열관류율(U_f')은 3.50 (W/m^{2}K)가 되며, 이는 공인인증서를 통해 계산한 프레임의 열관류율 2.939 (W/m^{2}K)보다 0.58 (W/m^{2}K) 큰 값이다. 따라서, 정확한 계산을 위해서는 에너지 시뮬레이션 입력

값으로 유리 제조사로부터 제공받은 유리의 열관류율 값과, 상기식으로부터 얻은 프레임 열관류율 값을 이용하여야, 크기에 대한 보정과 단열간봉의 영향을 모두 고려한 계산 결과를 얻을 수 있다.

결 론

본 연구에서는 고정창 타입의 창호의 크기 변화 시 표준 크기 대비 실제 창호 크기에 대한 열관류율의 변화를 정량적으로 표현하였으며, 패러미터 분석을 통해 창호 크기 변화시 변화하는 패러미터들과, 열관류율 변화의 정성적 관계를 찾아내었다. 이 분석에 사용 된 자료로는 KS F 2278을 통해 창호의 열관류율을 나타내는 공인인증서와, 유리 제조 회사에서 제공하는 유리 타입별 열관류율 데이터, 그리고 단열간봉 제조회사에서 제공하는 프레임 종류별 단열간봉의 선형열관류율 데이터가 있다.

창호의 크기가 변할 때 실제 창호의 열관류율의 변화에 영향을 주는 중요한 패러미터는 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비($k=U_f/U_g$)가 있다. k 값이 1보다 클 때 창호의 크기가 커질 때 실제 창호에서 유리와 프레임을 통한 열전달에 의해 계산 된 열관류율은 표준 시험체의 열관류율보다 작아지며, 창호의 크기가 표준 시험체보다 작아짐에 따라 열관류율은 증가한다. 유리가장자리의 열관류율의 경우는 실제 창호의 크기가 표준 크기보다 클 때는 표준 시험체의 값보다 작아지고, 실제 창호의 크기가 표준 크기보다 작을 때는 표준 시험체의 값보다 커진다. 따라서 창호 크기가 변할 시 정성적 변화를 예측하기 위해서는 실제 창호의 크기와, 프레임의 열관류율과 유리의 열관류율의 비를 파악하는 것이 중요하다. 에너지 분석을 위해 창호의 열관류율 값을 공인인증서를 이용해 찾아 낼 때, 창호의 크기가 표준 시험체의 크기와 다를 경우, 유리와 프레임의 열관류율의 변화와, 유리 가장자리의 열관류율의 변화를 조사할 필요가 있으며, 그 영향에 따라 창호 크기에 따른 열관류율을 계산하여 적용할 필요가 있다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 20172010000370).

References

1. 구소영. (2015). 국내외 창호 인증제도에서의 창호 열성능 평가 방법 비교 분석. 대한건축학회논문집 계획계, 31(9), 119-128.
2. 장향인, 최원기, 최경석, 엄재용, 이현수, 서승직. (2014). 창호 크기와 성능이 열관류율에 미치는 영향에 대한 연구. 한국건축친환경설비학회 논문집, 8(1), 14-20.
3. 문선혜, 신성은, 윤용상. (2011). 창호 시스템의 선형열관류율에 따른 열관류율 변화. 한국건축친환경설비학회 추계학술발표 대회, 85-89.
4. KS F 2278. (2014). 창호의 단열성 시험방법(국가기술표준원).
5. KS L 2525. (2011). 판유리류의 열저항 및 건축 관련 열관류율의 계산방법(국가기술표준원).
6. ISO. (2013). ISO 15099 Thermal performance of windows, doors and shading devices – Detailed calculations.