고단열 창호로의 교체를 통해 예측되는 난방에너지 절감률 표준계수 도출 방법에 관한 연구

오민석¹ · 김기철^{2*}¹(주)대진 기술연구소, 연구소장²(주)대진 기술연구소, 연구원

A Study on a Method for Deriving the Standard Coefficient of the Heating Energy Saving Rate Predicted by a Replacement of High-insulation Windows

Oh Min-Seok¹ · Kim Gi-Cheol^{2*}¹CTO, Research and Development Center, DAEJIN CO., LTD.²Researcher, Research and Development Center, DAEJIN CO., LTD.

*Corresponding author: kgc0602@daum.net

Abstract

The purpose of this study is to compare the heating energy requirements according to the window performance and derive standard coefficients that can be used to easily calculate the savings. In Korea, the total amount of energy consumed by buildings is restricted by the Green Building Creation Support Act and building standards for the energy-saving design have been proposed. In addition, the energy-saving design criteria for buildings suggest insulation performance standards for windows and doors to prevent heat loss in buildings. Windows are the most important area of heat loss in the main building, and are a priority target for energy efficiency. High-efficiency insulating windows can reduce the heat load by minimizing the amount of energy loss through the application of a thermal bridge blocking material for double-glazed windows and window frames. Therefore, in this study, the effect of the change in window performance on the heating energy demand was checked using the building energy evaluation software ECO2, and standard coefficients for calculating the reduction rate were derived.

Keywords: 창호(Windows), 난방에너지(Heating energy), 표준계수(Standard coefficient), 건물에너지평가프로그램(ECO2), 열관류율(Thermal Transmittance)

1. 서론

최근 국내에서는 녹색건축물 조성 지원법에 따라 건축물의 에너지 소비 총량을 제한하고 있으며 건축물의 에너지절약설계기준을 제시하고 있다. 또한 국가 온실가스 감축목표에 따라 건물부문 외부사업^{1,2)}의 활성화를 위해 고효율 창호교체 방법론이 상정되고 있다.

Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.41, No.1, pp.35-45, February 2021
<https://doi.org/10.7836/kjes.2021.41.1.035>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 20 November 2020

Revised: 16 December 2020

Accepted: 18 January 2021

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.

방법론²⁾이란 온실가스 감축량 또는 흡수량의 계산 및 모니터링을 위하여 적용하는 기준, 가정, 계산방법 및 절차 등을 말한다. 창호 교체 전·후의 감축량 계측에 관한 부문을 표준계수 적용을 통해 간소화 할 수 있다. 한편, 창호는 가장 주된 건축물 열손실 부위로 에너지 효율화의 우선 대상으로 고효율 단열창호는 복층창과 창틀의 열교 차단재 적용으로 에너지 손실량을 최소화하여 난방부하를 저감 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 건물에너지평가프로그램인 ECO2 소프트웨어를 사용하여 창호의 성능 변화가 난방에너지 요구량에 미치는 영향을 확인하고자 하였으며, 이를 통하여 고효율 창호교체 방법론에 활용할 수 있는 표준계수를 도출하여 검토하고자 한다.

2. 시뮬레이션을 통한 표준계수의 도출

고효율 창호교체 방법론에 활용할 수 있는 표준계수 도출을 위하여 ISO 13790³⁾ 기반의 시뮬레이션을 수행하였으며, 각 내용은 Table 1과 같다.

Table 1 Standard coefficient calculation process

Standard model selection	Heating energy demand simulation	Derivation of standard coefficient	Standard coefficient correction
Small and medium equilibrium Apartment house	Energy efficiency class use simulation ECO2 program based on ISO 13790	Deduction of demand by standard model Baseline 1,	Revise the standard coefficient by reviewing the empirical monitoring data
By region (Central, Southern, Jeju) By area (59 m ² , 84 m ²)	Based on heat transmission rate by energy consumption efficiency class	[Baseline] Coefficient '1' Setting the lowest thermal performance standard Window set out of grade	LH old public rental housing facility improvement business data utilization

첫 번째 단계는, 전용면적 59 m²와 84 m² 유형 각각에 대하여 6개 대안별로 1차적으로 시뮬레이션 결과인 난방에너지 요구량을 산출하고, 전용면적 59 m²와 84 m² 유형간의 난방에너지요구량의 차이를 확인한다. 두 번째 단계로, 지역별(중부, 남부, 제주지역)로 난방에너지 요구량을 산출하고, 동일 면적 유형에서 지역별(중부, 남부, 제주지역) 난방에너지 요구량의 차이를 검토한다. 세 번째 단계로, 면적별, 지역별이 고려된 단일(통합) 표준계수를 산출한다. 네 번째 단계로, 최종적으로 실증 대상지의 모니터링자료를 활용하여 표준계수를 보정한다. 본 연구는 위 Case의 결과간의 오차범위가 수용가능한 수준의 결과일 경우, 최종적으로는 통합된 단일 표준계수를 제시하는 것이 가장 이상적인 결과로 판단하여 목표로 하였다.

2.1 창호 종류의 선정 및 성능 변수의 설정

창호의 종류를 분류하는 방식으로 국토교통부고시 건축물의 에너지절약설계기준⁴⁾에서는 유리 및 창틀의

두께와 공기층 두께를 고려하여 Table 2와 같이 162개의 유형을 정의하고 있으며, 산업통상자원부의 에너지 이용 합리화법⁵⁾에 따른 에너지소비효율등급표시제에서는 창세트의 종합 성능에 따라 5개 등급으로 구분하고 있다.

Table 2 Window Type of Energy consumption efficiency rating system

Category	Window type	Number of types
Window composition type	Duplex window, triple window, quad window	3
Glass type	Regular glass, Roy glass (soft), Roy glass (hard), Argon injection, Argon injection + Roy glass (soft, hard)	6
Window frame type	Metallic materials (not applied to heat-crosslinking materials), Metallic materials (applied to thermal-crosslinking materials), plastic or wood	3
Glass thickness	6 mm	1
Air layer thickness	6 mm, 12 mm, 16 mm	3
Total		162

건축물의 에너지절약설계기준상의 창호 구분방식은 인증심사를 목적으로 한 분류방식으로 Fig. 1과 같이 실제 적용되는 창 유형과 차이가 있으며 근소한 차이의 성능 및 동일 성능의 창고가 복잡하게 구분되어 있어, 실제 창호 제작 기준의 반영과 간소화 및 단순화가 용이한 에너지소비효율등급표시제에 따른 방식으로 창호의 종류를 구분하였다. 에너지소비효율등급표시제에 따른 등급의 구분은 실제 제작되는 창호의 종합성능을 고려하여 분류한 것으로서 실제 적용되는 창호의 성능 반영이 용이할 것으로 판단하였다.

Fig. 1 Comparison of window type classification methods (example of a double-glazed window)

이때 창호 성능 요소는 보수적인 값을 적용하였다. 그 결과 Table 3과 같이 총 6개의 대안이 생성되었으며, 그 중 건축물의에너지절약설계기준 상 가장 열관류율이 높은 열교차단재가 적용되지 않은 금속재 창틀을 사용한 6 mm의 공기층 두께를 가진 일반 복층창을 등급 외 성능의 기준(Baseline)으로 선정하였다. 한편 에너지소비효율 등급표시제에 따른 등급의 구분은 열관류율(U-Value)을 기준으로 구분하고 있으며, 이에 따라 ECO2 프로그램의 주요 입력변수인 열관류율(U-Value)은 에너지소비효율등급의 각 등급별 경계 기준의 값을 적용하였다. 또한 또 다른 입력 변수인 일사에너지투과율(SHGC)은 에너지절약계획서 설계 검토서의 수치를 준용하였다.

Table 3 Window Type of Energy consumption efficiency rating system

Window type by grade	Simulation Applied value		Air Tightness ⁶⁾	Thermal Transmittance Range ⁷⁾
	U-Value	SHGC		
Out of grade	4.0	0.645	-	$3.4 < R$
Level 5	3.4	0.647	-	$2.8 < R \leq 3.4$
Level 4	2.8	0.523	-	$2.1 < R \leq 2.8$
Level 3	2.1	0.468	Level2	$1.4 < R \leq 2.1$
Level 2	1.4	0.424	Level1	$1 < R \leq 1.4$
Level 1	1.0	0.419	Level1	$R \leq 1$

2.2 시뮬레이션을 통한 난방에너지 요구량 검토

(1) 시뮬레이션의 개요

본 연구에서는 창호의 성능에 따른 난방에너지 요구량을 비교하기 위하여 건물에너지평가프로그램인 ECO2 소프트웨어를 사용하였다. 건축물 에너지 평가프로그램으로 개발된 ECO2는 건축물에너지효율등급인증에 관한 규칙(국토교통부령 제6호)에 따라 신축 및 기존 건축물의 에너지효율등급을 평가하기 위해 개발된 프로그램이다. ECO2는 ISO 13790과 DIN 18599를 기준으로 월별 평균 기상데이터를 반영하여 건물의 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기에너지를 산출한다. ECO2 이외에도 EnergyPlus나 DesignBuilder와 같은 다양한 에너지시뮬레이션 도구가 사용되고 있지만, 녹색건축물 조성지원법에 근거하여 정책적으로 사용을 규정한 것은 ECO2 프로그램이다. 이에, 본 연구에서는 ECO2 프로그램을 활용하여, 고효율 창호 적용 전·후의 난방에너지 요구량 분석을 시행한다.

또한 ECO2 프로그램에서 창호 성능의 주요 입력변수는 열관류율(U-Value)과 일사에너지투과율(SHGC)로서 여기서 열관류율(U-Value)은 단열성을 평가하는 척도로서 열이 물체를 통하여 전달되는 비율을 나타내며, 일사에너지투과율(SHGC)은 유리가 일사에너지를 통과시키는 정도를 나타내며 이를 통해 실내측으로 획득된 태양복사량을 산출할 수 있다. 본 연구에서 수행한 시뮬레이션의 해당 입력변수 적용 값은 Table 3과 같다.

Fig. 2 ECO2 simulation program

(2) 평가 대상 모델의 선정

창호 성능에 따른 난방에너지 요구량 검토에 앞서 적합한 대상 건물을 선정하였다. 국가통계포털의 주택 종류별 현황자료(Table 4)⁸⁾에 따르면 주택의 60%를 차지할 만큼 공동주택(아파트)은 대표적인 주거형태로 공동주택 중에서도 40 m² (초과)~60 m² (이하) 유형은 약 32%, 60 m² (초과)~85 m² (이하) 유형은 약 44%를 차지하는 것으로 나타나며, LH의 2019년 분양주택공급 계획에 따르면 59 m² 이상, 84 m² 이하로 구성되어 있는 것으로 확인 되었다. 이에 공동주택의 대표 공급 면적 유형을 59 m²와 84 m² 세대로 판단하여 표준모델로 정의하였으며, 서울에 위치한 해당 유형 공동주택의 실제 구성 정보를 근거로 하여 두 면적 유형 건물의 창면적비는 약 20% 내·외로 정의하였다.

Table 4 Housing Census Status by Housing Type (2018)⁶⁾

Type of house	Total floor area/ Number of houses	2018	
		Ratio	
Apartment	20 m ² or less	79,800	0.74%
	20 m ² ~ 40 m ²	984,070	9.09%
	40 m ² ~ 60 m ²	3,430,091	31.68%
	60 m ² ~ 85 m ²	4,718,147	43.58%
	85 m ² ~ 100 m ²	205,015	1.89%
	100 m ² ~ 130 m ²	900,508	8.32%
	130 m ² ~ 165 m ²	429,720	3.97%
	165 m ² ~ 230 m ²	72,680	0.67%
	230 m ² over	6,013	0.06%

(3) 고효율 창호 적용 전·후의 난방에너지 요구량 분석

ECO2 시뮬레이션 분석을 시행하면, Fig. 3과 같이 건물의 연간 단위면적당 난방에너지요구량(kWh/m²·y)이 산출된다. 앞서 언급한 것과 같이 두 가지 면적 유형에서 6개 대안에 따른 난방에너지 요구량을 산출하였다.

Fig. 3 Heating energy demand analysis simulation

한편, 평균기온과 같은 기후조건은 건물의 에너지사용량에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 동일한 표준모델이라고 하더라도 지역에 따른 차이 여부를 검토할 필요가 있다. 본 연구에서는 전국을 3개의 지역(중부, 남부, 제주)으로 구분하고 3개의 기후 지역에 표준모델을 적용하여, 각 기후지역에 따른 난방에너지 요구량, 즉 표준계수의 차이를 확인하였다. 이때, 중부, 남부, 제주지역별 대표지역으로 각각 서울, 부산, 제주를 선정하여 분석하였다.

아래 Table 5는 전용면적 59 m²와 84 m² 공동주택 표준모델에 대한 난방에너지 요구량 시뮬레이션 결과이다. 이 값은 급탕, 조명을 제외한 순수한 난방에너지 요구량 값이다.

Table 5 Heating energy demand analysis result (kWh/m²·y)

Window type by grade	Type. 59 m ²			Type. 84 m ²		
	Central (Seoul)	Southern (Busan)	Jeju (Jeju)	Central (Seoul)	Southern (Busan)	Jeju (Jeju)
Out of grade	111.4	64.8	54.2	108.1	68.3	60.7
Level 5	99.7	56.5	47.3	96.5	60.1	53.6
Level 4	93.9	54.4	45.3	91.1	57.3	50.3
Level 3	82.5	47.3	39.1	80.2	49.9	43.5
Level 2	70.4	39.3	32.1	68.1	41.7	36.0
Level 1	61.8	33.5	27.3	60.0	35.9	31.2

산출된 난방에너지 요구량의 비교 결과 고효율창호를 통한 난방에너지 요구량 절감 효과를 확인하였으며, 창호의 성능이 난방에너지 요구량에 미치는 상관관계를 확인 할 수 있었다. 전용면적 59 m², 84 m² 각각의 유형별로 Baseline에서 고효율 창호로 대체 가능한 창호 대안(6개)의 난방에너지 요구량 결과는 유사한 패턴의 결과를 보였으며, 1등급 창호가 가장 고성능을 보이는 것으로 나타났다.

2.3 표준계수의 도출

ECO2 시뮬레이션 분석을 통해 도출된, 고효율 창호 개선 전·후의 단위면적당 연간 난방에너지 요구량($\text{kWh/m}^2\cdot\text{y}$)을 바탕으로, 6개의 창호 설치 대안에 대한 표준계수를 산출하였다. 즉, 개선 후의 단위면적당 연간 난방에너지 요구량($\text{kWh/m}^2\cdot\text{y}$)을 Baseline (사업 전) 건물의 단위면적당 연간 난방에너지 요구량($\text{kWh/m}^2\cdot\text{y}$)으로 나눈으로써, 표준계수는 산출되며, 이는 난방에너지 요구량의 상대적인 비율을 의미한다. 그리고 이로 인하여 Baseline (사업 전) 건물에 대한 표준계수는 '1'로 산출된다. 예를 들어 개선 후의 표준계수가 0.843이라는 것은 Baseline (사업 전) 대비 난방에너지요구량이 84.3%수준으로 절감되는 개선효과를 보여주는 것이다. 이와 같이 표준계수를 활용하여 창호 교체 전·후의 감축량 예측을 간소화 할 수 있다.

한편, 전용면적 및 지역에 따라 난방에너지 요구량은 차이는 있지만, 본 연구에서 제시하고자 하는 표준계수는 창호의 변경에 따른 난방에너지 요구량의 개선 효과를 보여주는 단일의 표준계수이다. 면적별, 지역별 모든 경우의 에너지 요구량의 차이를 여러 표준계수로 제시하는 것은 감축사업 활성화 측면에서 바람직하지 않으며, 다양한 유형별로 각각의 계수를 제시하는 것보다 간소화, 단순화를 지향하여 표준화된 1개의 표준계수가 고효율 창호교체 방법론에 가장 효과적이라 판단되기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 표준모델로 선정한 2가지 공동주택 유형에 대하여 앞에서 계산된 면적별, 지역별 난방에너지 요구량을 기반으로 표준계수를 산출하였다. 차이 정도에 따라 최종적으로 통합된 단일의 표준계수를 제시하는 방안을 선택하였다.

(1) 면적별, 지역별 표준계수 도출

앞에서 산출된 난방에너지 요구량 결과표를 활용하여 등급 외 창 성능 사례를 Baseline으로 선정하여 1로 기준으로 하고, 6개 창호 대안에 대한 표준계수를 산출하였다. 각 면적별, 지역별 공동주택의 창호유형별 표준계수는 Table 6과 같다.

Table 6 Standard coefficient of heating energy demand

Window type by grade	Type. 59 m ²			Type. 84 m ²		
	Central (Seoul)	Southern (Busan)	Jeju (Jeju)	Central (Seoul)	Southern (Busan)	Jeju (Jeju)
Out of grade	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Level 5	0.895	0.872	0.873	0.893	0.880	0.883
Level 4	0.843	0.840	0.836	0.843	0.839	0.829
Level 3	0.741	0.730	0.721	0.742	0.731	0.717
Level 2	0.632	0.606	0.592	0.630	0.611	0.593
Level 1	0.555	0.517	0.504	0.555	0.526	0.514

(2) 통합평면의 지역별 차이를 고려한 표준계수 산출

고효율 창호교체 방법론에 적용할 6가지 표준계수를(1개 면적유형 당 3개 지역) 하나의 값으로 통합 정리하여 제시하기 위해 지역별 난방에너지 요구량과 표준계수의 가중치를 고려한 가중평균값을 각각 산출하고 최종적으로 두 면적 유형의 가중평균값을 산술평균한 값으로 표준계수 값으로 제시하였다. 그 산술평균 되어 도출된 표준계수는 Table 7과 같다.

Table 7 Integrated weighted average standard coefficient

Window type by grade	Standard coefficient	Thermal Transmittance Range
Out of grade	1.000	$3.4 < R$
Level 5	0.885	$2.8 < R \leq 3.4$
Level 4	0.839	$2.1 < R \leq 2.8$
Level 3	0.733	$1.4 < R \leq 2.1$
Level 2	0.616	$1 < R \leq 1.4$
Level 1	0.535	$R \leq 1$

표준계수를 활용하여 창호 교체에 따른 난방에너지 요구량의 절감률 계측을 간소화 할 수 있다. 여기서, 고단열 창호로의 교체에 따른 난방 열에너지 절감률(RR)은 창호 교체 후 창유형별 표준계수(HR_{PJ})에서 창호 교체 전 창유형별 표준계수(HR_{BL})를 나눈 값이다.

$$RR = \frac{HR_{PJ}}{HR_{BL}} \quad (1)$$

한편, Jeong (2018)⁹⁾에서 기숙사용 건물의 열관류율 4.0 W/m²K인 창호를 열관류 1.64 W/m²K의 성능 개선 후 전과 후에 대한 가스 사용량 검침결과를 통해 도시가스 사용량이 약 25%가 절감되었음을 확인 한바 있다. 이는 본 연구에 대입한다면 등급 외 창호를 3등급 창호로 교체한 것과 같아 표준계수 0.733을 적용하여 약 26.7%의 절감률을 예측할 수 있어 유사한 절감효과 보여주고 있다.

3. 실증을 통한 표준계수 보정

앞에서 산출한 표준계수의 검증을 위하여 창호 교체 사업을 진행한 이력이 있는 대상지를 선정하여 교체 사업 이전과 이후의 난방에너지 사용량을 토대로 표준계수의 정확성을 검토하고 이를 반영하여 보정하였다.

3.1 실증 개요

(1) 실증 대상지의 선정

실증 대상지는 세대별 구성원 변경, 생활 방식 등 타 요인의 영향을 최소화하기 위하여 중앙난방방식의 단지 내 세대 전체의 난방에너지를 대상으로 모니터링 하였으며, 한국토지주택공사의 협조를 받아 모니터링 자료를 확보하였다. 대상지는 대전에 위치한 아파트로 한국토지주택공사에 의하여 1993년 7월부터 입주를 개시하였다. 총 7개 동으로 구성되어 있으며 1,403세대가 입주해 현재까지 살고 있다. 난방방식은 중앙난방방식을 현재 까지 유지하고 있으며, 모두 난방방식은 동일하다.

(2) 대상사업

대상사업은 국토교통부가 시행한 노후 공공임대주택 시설개선사업 중 발코니샤시 설치공사 사업으로, 발코니는 난방이 이루어지는 공간이 아니기에 난방에너지 사용량에 대한 영향이 상대적으로 적을 것으로 예상된다. 난방에너지 절감률에 대해 보다 보수적 관점에서 검토하는 효과가 나타날 것으로 예상된다. Table 8과 같이 시공 당시 설치기준을 에너지소비효율등급으로 대비하면 등급 외 창호를 4등급 창호로 개선한 효과를 기대할 수 있다.

Table 8 Performance criteria for windows before and after replacement of target windows

Category	Before reformation	After reformation
Thermal Transmittance	4.0 (W/m ² K)	2.8 (W/m ² K)
Energy consumption efficiency rating	Out of grade	Level 4

(3) 모니터링 자료 검토

발코니샤시 교체 사업 수행 전·후 계측된 단지 내 전체 세대의 난방용 도시가스(LNG)사용량은 Table 9와 같다. 모니터링 자료는 교체 전 사용량은 직전 3개년의 평균으로, 교체 후 사용량은 2018년 사용량을 기준으로 비교하였다. 검토 결과 교체 후 단지 내 전체 세대의 난방용 도시가스 사용량이 약 5.7% 절감되었음을 확인하였다.

Table 9 LNG usage (Nm³)

LNG usage	Before reformation			After reformation
Year	2015	2016	2017	2018
Total	623,881	645,100	617,411	593,184
Average		628,819		593,184

3.2 표준계수 보정

실증 대상지의 창호 교체 사업은 발코니 창호로 난방 에너지 사용량을 검토하기에는 제한적이다. 발코니는 난방

이 이루어지는 공간이 아니기에 난방 에너지 사용량에 대한 영향이 상대적으로 적을 것으로 예상된다. 그러나 본 연구에서 도출한 표준계수를 고효율 창호 교체사업 방법론에 적용하기 위해서는 보수적인 관점에서 검토할 필요가 있다고 판단되어 실증 대상지의 모니터링 자료를 바탕으로 표준계수를 보정하는 방안을 검토하고자 한다.

실증 대상지의 경우 등급 외 창호를 4등급 창호로 교체한 경우로서 앞서 도출한 Table 7의 적용 표준계수는 0.839로 난방에너지 요구량 절감률은 16.1%임을 의미한다.

그러나 실증 대상지의 모니터링자료 검토 결과 등급 외 창호를 4등급 창호로 교체한 결과 5.7%의 절감률을 확인하였으며, 이는 당초 시뮬레이션을 통해 표준계수에 반영한 예상 절감률 16.1% 대비 35.4%에 머무는 수준이다. 시뮬레이션 분석결과를 통해 도출한 절감률 효과를 각 등급별로 35.4% 수준으로 보정하여 Table 10과 같이 표준계수에 반영하였다.

Table 10 Standard coefficient

Window type by grade	Before correction	After correction
Out of grade	1.000	1.000
Level 5	0.885	0.959
Level 4	0.839	0.943
Level 3	0.733	0.905
Level 2	0.616	0.864
Level 1	0.535	0.835

4. 결론

본 연구에서는 고효율 창호교체 방법론에 적용할 수 있는 표준계수 제안에 있어 실제 창호 제작의 기준이 되는 에너지소비효율등급제도의 분류방식을 고려하였으며, 표준계수를 하나의 값으로 통합 정리하여 제시하기 위해 지역별 난방에너지 요구량과 표준계수의 가중치를 고려한 가중평균값을 각각 산출하고 최종적으로 두 면적 유형의 가중평균값을 산술평균한 값으로 표준계수 값으로 도출하였으며, 이후 실증을 통해 보정 보완하여 최종 표준계수를 도출하였다.

- (1) 고효율 창호로의 교체를 통한 난방에너지 요구량의 절감효과를 확인하였으며, 이에 고효율 창호의 적용은 건물에너지 절감 및 온실가스 감축 효과가 있을 것으로 사료된다.
- (2) 실증 대상지의 창호 교체 사업은 발코니 창호를 대상으로 하고 있어, 실제 난방이 이루어지는 공간을 대상으로 하는 외벽의 창호 교체 시 보다 효과적인 난방 에너지 절감률을 보여줄 것으로 예상된다.
- (3) 본 연구에서 제안한 표준계수를 활용하여 고효율 창호 교체에 따른 난방에너지 절감률의 예측을 간소화할 수 있어 국가 온실가스 감축목표에 따라 건물부문 외부사업의 활성화 할 수 있는 도구로의 활용성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 한국에너지공단 건물 에너지효율화 요소기술 적용 외부사업 방법론 개발 및 실증 연구의 일환으로 수행되었음.

REFERENCES

1. Office for Government Policy Coordination, Acton The Allocation and Trading of Greenhouse-Gas Emission Permits, 2018.
2. Ministry of Trade, Industry and Energy, Guidelines for Evaluating the Feasibility of External Projects and Certification of Reduction, 2018.
3. ISO, ISO13790, Energy Performance of Buildings — Calculation of Energy Use for Space Heating and Cooling, 2008.
4. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Building Energy Conservation Design Standards, 2014.
5. Ministry of Trade, Industry and Energy, Energy Use Rationalization Act, 2018.
6. KATS, KS F 2292 The Method of Air Tightness for Windows and Doors, 2019.
7. KATS, KS F 2278 Standard Test Method for Thermal Resistance For Windows and Doors, 2017.
8. KOSIS, Housing Census Status (2018), 2019.
9. Jeong, Y. W., Ju, J. H., and Cho, D. W., Energy Saving Effect and Improvement of Indoor Thermal Environment through the Window Retrofit, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 38, No. 3, pp. 29-36, 2018.