

付属物のある窓の断熱性能に関する研究

正会員 ○于 海源*1 正会員 永田 明寛*2
 正会員 清水 則夫*3 正会員 宮澤 千頭*4
 正会員 佐久間 英二*5

熱貫流率 開口部 窓付属物
 JIS A4710

1. はじめに

一般的に、窓は外壁と比べて熱抵抗が小さく、熱損失が大きいことが知られている。また、省エネルギーの観点から建物の高断熱化が推進されている。そのため、窓の断熱性能の改善は急務であるが、実際に使用され、断熱性能向上に有効な付属物の評価ができないのが実情である。¹⁾²⁾ 現在、窓の断熱性能評価方法として、JIS A 4710「建具の断熱性能試験方法」(試験法)が使われている。本研究は6種の付属物のある窓の断熱性能を、JIS A 4710「建具の断熱性能試験方法」にて試験し、付属物ごとの性能を分析するのを目的としている。

2. 試験概要

試験は2012年10月30日から11月6日まで一般財団法人ベターリビングつくば建築試験研究センターにて実施した。窓の熱伝達率分布測定装置(Low-EペアガラスのPVCフレームFIX窓に300mm角の熱流計を片面20枚、両面で計40枚を張り付けた装置)(仕様:表1、図1)を標準試験体とし、これに付属物を取り付けて測定を行った(表2、3、図2)。

屋外側付属物としてシャッター2種(正巻及び逆巻)、室内側付属物としてスクリーン4種である。正巻シャッターは換気スリットを閉めた状態と開けた状態の2パターンを測定した。スクリーンは標準的なロールスクリーン、同遮熱タイプ、ハニカムスクリーン、ダブルハニカムスクリーン(サイドレール付)である。スクリーン試験は熱箱法(図3)に従って行った³⁾。シャッターの場合ではシャッターが大きいので、バツフル板を取り付けられないので、バツフル板を除いて気流を正面から当てている方法—BL法で試験を行った⁵⁾(図4)。

3. 試験結果

試験所の熱箱法によって熱貫流率を測定した。(図3、4)測定熱貫流率は測定値より算出し、それに両側の表面熱伝達抵抗の和が0.165[W/(m²·K)]になるよう補正(基準化)したものが基準化熱貫流率である。付属物無しの場合と比較して、スクリーンでは最大1.1[W/(m²·K)]程度の差が、シャッターでは最大0.5[W/(m²·K)]程度の差が生じており、付属物による断熱性能の向上がみられる。特にダブルハニカムでは熱貫流率の値が半減しており、Low-Eペアガラス単独の場合の倍の断熱性能になる。

表1 窓試験体詳細

ガラス仕様	ガラス構成	室内	FL5
		中間	A12
		室外	FL5
	ガラスサイズ	W[mm]	1644
		H[mm]	1312
	面積[m ²]		2.16

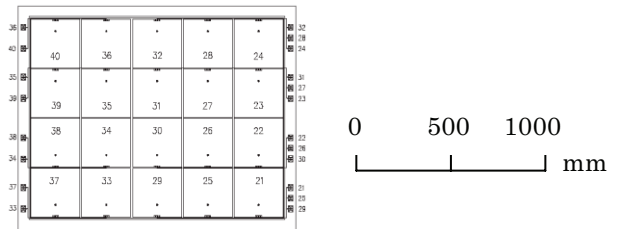


図1 窓試験体平面図 (縮尺:1/40)

表2 ベターリビング実験装置仕様

試験体取り付け開口	2000×2250mm
装置の構成	加熱箱、気流攪拌装置 温度測定装置、電力測定装置
ホットチャンバー	50℃~15℃(制御精度0.5℃)
コールドチャンバー	15℃~-15℃(制御精度0.1℃)
構成板寸法	1600mm×1600mm

表3 熱箱仕様

熱箱仕様
硬質ウレタンフォーム
厚さ150mm
両面合板(5.5mm)
内寸法(mm)
1890×2200×630

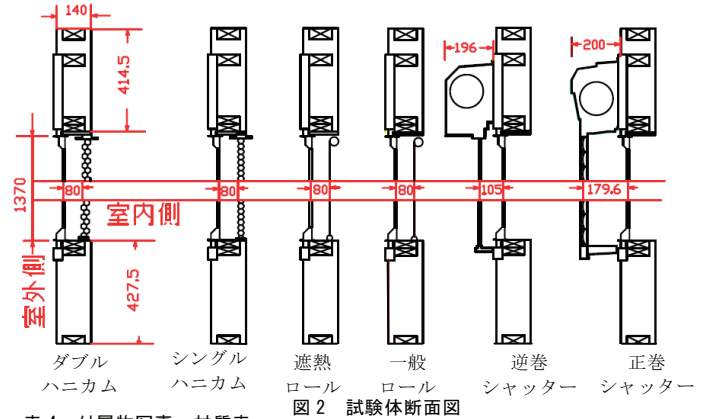


図2 試験体断面図

表4 付属物写真、材質表

スクリーン	写真	材質	シャッター	写真
ダブルハニカム		主材質:外-ポリエステル 中-アルミ蒸着	逆巻シャッター	
シングルハニカム		主材質:ポリエステル	正巻シャッター(スリット開)	
遮熱ロール		室内側:主材質:ガラス繊維 PVC コーティング 室外側:アルミ蒸着 参考放射率:室内側-0.9[W/(m ² ·K)] 室外側-0.2[W/(m ² ·K)] 参考付加熱抵抗:0.156[m ² ·K/W]	正巻シャッター(スリット閉)	
一般ロール		主材質:ガラス繊維 PVC コーティング 参考放射率:0.9[W/(m ² ·K)] 参考付加熱抵抗:0.058[m ² ·K/W]		

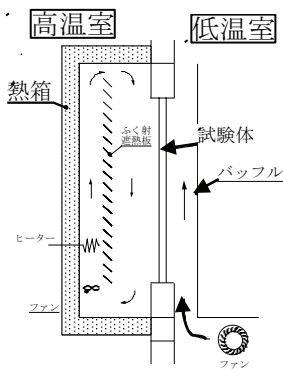


図3 校正熱箱法

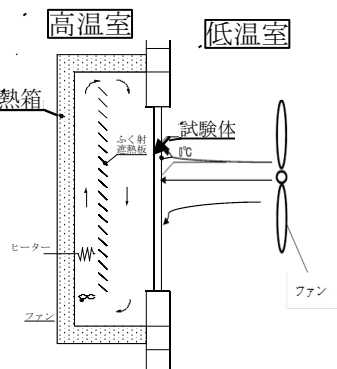


図4 バブルを除いた実験法

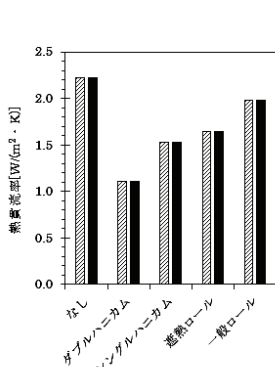


図5 スクリーン熱貫流率の測定結果

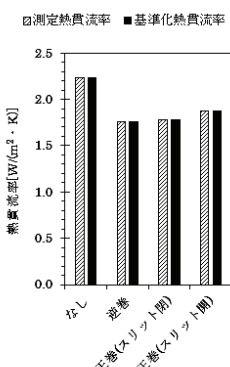


図6 シャッター熱貫流率の測定結果

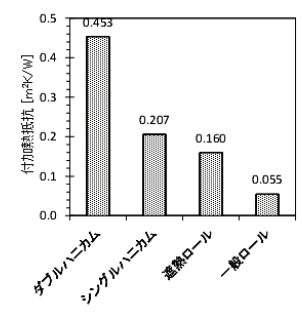


図7 スクリーン付加熱抵抗

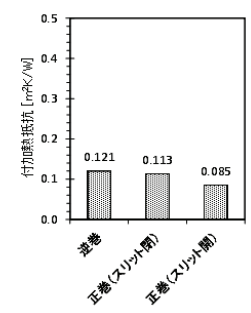


図8 シャッター付加熱抵抗

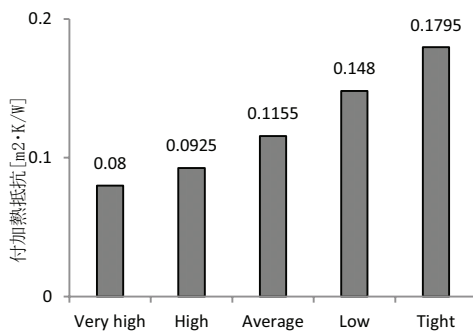


図9 アルミシャッター気密性による付加熱抵抗

表5 シャッター気密評価レベル

	逆巻き	正巻(スリット閉)	正巻(スリット開)
通気性評価レベル	Low-Average	Average	High-Very high

4. 考察

4-1 スクリーン

付属物の付加熱抵抗値は、基準化熱貫流率の値から算出した(図5、6)。中空層の熱抵抗も含んでいるが、ダブルハニカムの付加熱抵抗は $0.45 [m^2 \cdot K/W]$ にもなり、これは押出法ポリスチレンフォーム1種(熱伝導率 $0.04 [W/(m \cdot K)]$)で18mmの厚さに相当する。ロールスクリーンはそれ自体の熱抵抗はほとんどなく、中空層の熱抵抗が付加熱抵抗になるが、一般ロールスクリーンに比べ、遮熱ロールスクリーンは $0.1 [m^2 \cdot K/W]$ 以上熱抵抗が大きくなっており、遮熱目的で蒸着されたアルミ膜が中空層内の放射伝熱も抑制する効果の大きさが見て取れる。

4-2 シャッター

シャッターについても、ロールスクリーンと同様に本体自体には熱抵抗がほとんど無い。付加熱抵抗は密閉度(気密性)による違いで若干の差が生じるものの、どれも $0.1 [m^2 \cdot K/W]$ 程度の値となっている。

実にアルミシャッターの場合、ISO 10077-1に基づき、気密による五段階の断熱評価(図9)ができる⁴⁾。アルミシャッターが気密(Tight)である場合に開口部付加熱抵抗値が $0.1795 m^2 \cdot K/W$ である。通気性が低い(Low)、一般(Average)、高い(High)、非常に高い(Very High)場合に付加熱抵抗値がそれぞれ 0.148 、 0.1115 、 0.0925 、 $0.08 m^2 \cdot K/W$ である。付加熱抵抗値でISO 10077-1に従ってシャッターの気密性能を検査することができる(表5)。

5. まとめ

付属物をつけることで、窓の断熱性能は向上し、特に高性能なダブルハニカムスクリーンではLow-Eペアガラス単独の場合の役約2倍の断熱性能となった。また、遮光・遮熱目的で裏面にアルミ蒸着されているスクリーンは、断熱性能も格段に向上することを確認した。試験できた付属物の種類は限定的であり、また気密性の設定について課題を残した。熱流量自体は窓フレームと切り離して単純な付加熱抵抗として比較的容易に扱ってよいと考えられる。シャッターは取り付けることにより $0.1 [m^2 \cdot K/W]$ 程度の断熱性能向上が得られ、これはISO 10077-1に示されている値とほぼ同等である。

【参考文献】

- 1) 菅原正則・清水則夫、面材が非気密に付属する開口部の熱貫流率に関する数値計算法の提案と断熱効果の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集 pp203-204、2005
 - 2) 清水則夫、住宅用窓の断熱性能向上のための付属物についての研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 pp217-218、2005
 - 3) JIS A4710 「建具の断熱性能試験方法」.2004
 - 4) ISO 10077-1 「Thermal performance of windows, doors and shutters」.2006
 - 5) BLT WDW-1 「ベタリビング優良住宅部品性能試験方法断熱性試験(測定法)」.2006
- 【謝辞】
本研究は、(一社)日本建材・住宅設備産業協会「窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会」による。サンプルを提供して頂いた(社)日本シャッター・ドア協会、(一社)日本インテリアファブリック協会、及び、三和シャッター工業(株)伊澤秀親氏をはじめ委員諸氏に感謝する。

*1 首都大学東京大学学部生

*2 首都大学東京都市環境学部 准教授

*3 ベタリビング筑波建築試験センター 博士(工学)

*4 株式会社リクシル 博士(工学)

*5 株式会社ニチベイ

*1 Student, Tokyo Metropolitan University

*2 Assoc.Prof, Tokyo Metropolitan University

*3 Center for Better Living, Tukuba building Test Laboratory. Dr. Eng.

*4 LIXIL Corporation. Dr. Eng.

*5 Nichibei Co., Ltd.