

開口部の断熱性能に関する研究

正会員 ○清水則夫

熱貫流率 熱貫流抵抗 温度低下率

1. はじめに 地球温暖化防止、低炭素住宅の認定、省エネ法の改正などで、住宅の省エネルギー化をはかるために、外壁と比較して断熱性能が極端に悪い開口部を改善するため、高性能ガラスを使用したサッシが開発されるようになった。

面温度 18.4℃) で熱貫流率が JIS 法で 0.97 W/(m²・K) であった。二重形式では、開きタイプのアルミ+木製サッシ(クリプトンガス層の複層ガラス二重: 温度低下率 0.06、表面温度 18.9℃) で熱貫流率が JIS 法で 0.75 W/(m²・K) であった。

③断熱性能試験(以下 BL 法という)で多くのサッシの測定を行ってきた。そこで、サッシの断熱性能を示すために、測定したサッシ 547 体の熱貫流率をサッシの構成部材ごとにとりまとめ報告することにした。

表 1 各種窓の断熱性能

2. 測定方法 測定は、前述の JIS 法と BL 法に準拠して行った。数年前までは BL 法での測定が多かったため、サンプル数は BL 法 448 体、JIS 法 99 体となった。

Table with 14 columns: Material, Opening Type, Glass Type, Setting Position, BL Method (Average, Std. Dev.), JIS Method (Average, Std. Dev.). Rows include PVC, PVC+Aluminum, Non-Aluminum, and Wood (Manufacturing/Non-Manufacturing) categories with various window configurations.

3. 測定結果 サッシの熱貫流率を、材質・開閉形式・ガラスの種類・取り付け位置に分類して示した(表1)。測定方法により熱貫流率に差が生じる可能性があるため、測定法ごとに取りまとめた。

最も断熱性能が良かったサッシは、一重形式では、開きタイプの木製サッシ(アルゴンガス層が2層で Low-E ガラス使用の複層ガラス: 温度低下率 0.08、表

面温度 18.4℃) で熱貫流率が JIS 法で 0.97 W/(m²・K) であった。二重形式では、開きタイプのアルミ+木製サッシ(クリプトンガス層の複層ガラス二重: 温度低下率 0.06、表面温度 18.9℃) で熱貫流率が JIS 法で 0.75 W/(m²・K) であった。

注: 単: 単板ガラス、複: 複層ガラス、3重複: ガラスが3層、空気層またはガス層が2層の複層ガラス A: 空気層、Ar: アルゴンガス、Kr: クリプトンガスを示し、その後の数値は空気層ガス層の厚さ L: Low-Eガラス、L内: 内外の2枚のガラスがLow-Eガラス 合せL: ガラスの間を真空にし片面にLow-Eガラスを使用した合せガラス、樹脂系: 複層ガラスのスペーサーが樹脂製 複Ar12L(片面: 合せ真空): 複層ガラスの片面に合せガラス使用、合せガラスは間が真空

表2 ガラス中央部の温度低下率

ガラス種類	BL法			JIS法			U値	温度
	平均	最大	最小	平均	最大	最小		
単板	0.71	0.74	0.70	0.65	0.67	0.64	5.85	6.9
複層A6	0.42	0.49	0.35	0.43	0.44	0.41	3.80	11.5
複層A11				0.39	0.45	0.37	3.47	12.2
複層A12	0.37	0.48	0.31	0.37	0.41	0.36	3.34	12.5
複層A6L	0.38	0.45	0.31	0.34			3.04	13.2
複層A12L	0.24	0.42	0.17	0.30	0.39	0.25	2.71	13.9
複層A16L				0.22			1.97	15.6
複層Ar10L				0.31	0.35	0.27	2.75	13.8
複層Ar11L				0.23	0.23	0.22	2.04	15.4
複層Ar12L	0.19	0.24	0.12	0.21	0.23	0.18	1.87	15.8
複層Ar13L				0.18	0.19	0.17	1.62	16.4
複層Ar16L				0.16	0.19	0.14	1.40	16.9
複層Ar16L樹脂ス				0.17	0.19	0.15	1.56	16.5
複層A12L合せ				0.11			1.02	17.7
複層Ar12L合せ	0.10			0.11			0.98	17.8
複層Ar16L合せ				0.10			0.91	18.0
複層Kr10L				0.20	0.23	0.18	1.74	16.1
複層Kr11L				0.20	0.24	0.16	1.82	15.9
3重複層A6	0.29	0.32	0.27					
3重複層A12	0.25	0.26	0.23					
3重複層A11L				0.15			1.34	17.0
3重複層A15L(中央樹脂ガラス)				0.17			1.51	16.6
3重複層A10Ar10L				0.10	0.10	0.09	0.89	18.0
3重複層Ar10L				0.12			1.11	17.5
3重複層Ar12L	0.14	0.15	0.14					
3重複層Ar16L				0.10	0.13	0.08	0.93	17.9
3重複層Ar16L両合せ	0.14	0.15	0.14	0.08			0.70	18.4
単板+単板	0.36	0.40	0.32	0.35	0.36	0.31	3.09	13.1
単板+複A6	0.29	0.36	0.27	0.28			2.51	14.4
単板+複A11				0.25	0.26	0.24	2.24	15.0
単板+複A12	0.26	0.28	0.23	0.24	0.25	0.24	2.18	15.1
単板+複A6L	0.26	0.29	0.23					
単板+複A12L	0.23	0.23	0.23	0.21	0.21	0.20	1.84	15.9
単板+複Ar12L	0.21	0.22	0.20					
単板+合せ				0.13	0.13	0.12	1.12	17.5
複Ar16L+複Ar16L樹脂ス				0.11	0.12	0.10	0.97	17.8
複Ar16L+複Ar16L樹脂ス				0.09	0.09	0.08	0.76	18.3
複Ar16L+複Ar16L樹脂ス+断熱フィルム				0.08	0.09	0.08	0.76	18.3
複Kr16L+複Kr16L樹脂ス				0.06	0.063	0.057	0.54	18.8

ガラス種類の表記は表1と同じ  
 JIS法のU値は温度低下率から算出した値(W/(m<sup>2</sup>・K))  
 温度はJIS法の温度低下率から算出した室内側のガラス表面温度(℃)

1993年 木製開きタイプ複 A19L : 1.74  
 2002年 木製開きタイプ二重単+複 A12 : 1.49  
 2011年 PVC開きタイプ3重複 Ar10L : 1.23  
 W/(m<sup>2</sup>・K)であったので性能は確実に向上している。

また、熱貫流率が 1.0 W/(m<sup>2</sup>・K) を下回り、外壁の性能に近づいたといえる。

サッシの断熱性能測定時に、室内側ガラス中央部の表面温度を測定し温度低下率を求めた。温度低下率 P<sub>x</sub> は JIS A 1514<sup>-1993</sup>「建具の結露防止試験方法 5.1 温度低下率の算出」に示されている。算出式を下記に示す。

$$P_x = (\theta_{ha} - \theta_{hax}) / (\theta_{ha} - \theta_{ca})$$

P<sub>x</sub> : ガラス中央部の温度低下率

θ<sub>ha</sub> : 室内側空気温度 (℃)

θ<sub>ca</sub> : 室外側空気温度 (℃)

θ<sub>hax</sub> : ガラス中央部の表面温度 (℃)

室内側ガラス中央部の温度低下率を表2に示す。温度低下率と内外の熱伝達抵抗を設定値として求めたガラスの熱貫流率と、室内20℃、室外0℃の時のガラスの室内側表面温度を表中に示す。

JIS法での全データ・PVC・木製サッシの熱貫流抵抗とガラス中央部の温度低下率、ガラスの熱貫流抵抗の関係を図1に示す。相関が高くサッシの性能がガラスの性能に依存していることが分かる。

表1で木製開き形式窓(3重複層A15)の熱貫流率が 1.05 W/(m<sup>2</sup>・K)と、同仕様でアルゴンガス

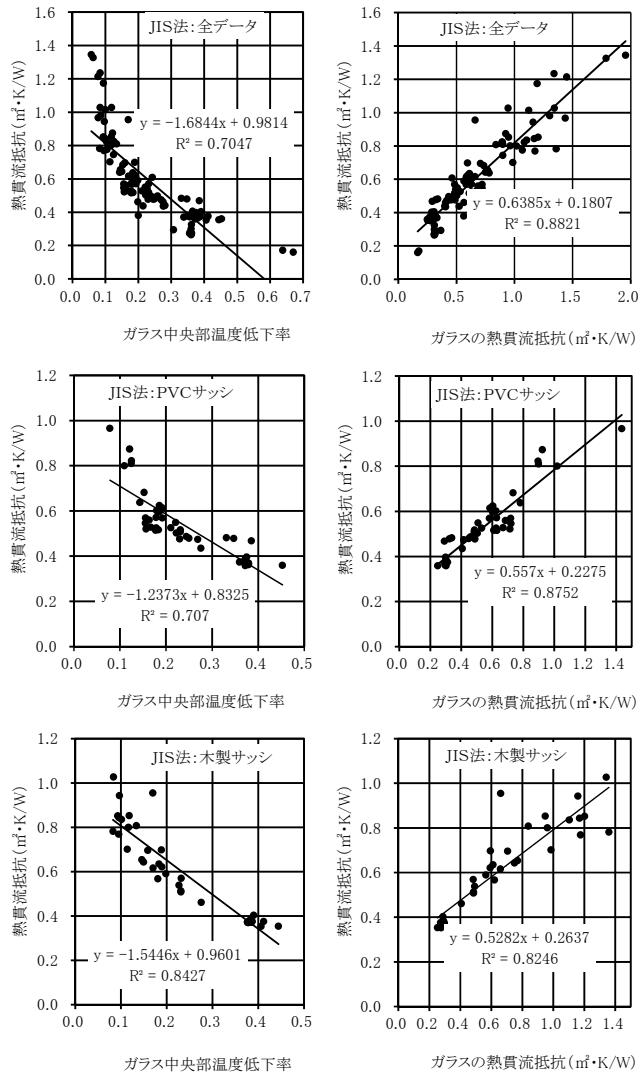


図1 サッシとガラスの断熱性能 (JIS法)

使用の窓より性能が高く示された。この窓は、図1 JIS法木製サッシのガラスと窓の熱貫流抵抗の近似式から大きく離れている。この複層ガラスは中央にリチウムアルミノシリケートガラスが使用されており、これが断熱性能をよくした原因かは明確ではないが、ガラスに変わる新しい素材の使用で断熱性能を向上させる可能が示されたように思える。

**4.まとめ** 表1でサッシに使用する部材の材質、開閉方式、ガラスの種類、設置位置と熱貫流率の大きな関係がつかめた。また、ガラスの断熱性能の向上により、サッシの断熱性能が外壁の断熱性能の基準に近づいたといえる。ハニカムスクリーンを使用すると熱貫流率が 2.23 W/(m<sup>2</sup>・K)のLow-E複層ガラス使用のPVCサッシの熱貫流率が 1.11 W/(m<sup>2</sup>・K)に、表1の熱貫流率が 0.75 W/(m<sup>2</sup>・K)の木+アルミの開き形式の2重窓(Low-E4-Kp16-FL4mm複層ガラス使用)と同仕様の突出し窓の熱貫流率が 0.51 W/(m<sup>2</sup>・K)に向上する試験結果が得られており、附属物との組合せで外壁と同等の性能が得られるまでに向上したといえる。今後は、窓廻りの付属物と合せて開口部の断熱性能を検討していく。

\*1(一財)ベターリビングつくば建築試験研究センター博士(工学) \*Center for Better Living, Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Dr. Eng.