

屋内用ロールシェイドの日射遮蔽係数の実験研究

An Experimental Study on Shading Coefficients of Sunlit Windows with Roller Room Shades

稲 沼 實

Ⅰ. はじめに

空調熱負荷算定において窓面からの日射熱取得を求めるとき、日射遮蔽係数あるいは日射熱取得率が用いられている。日射遮蔽係数は標準ガラス窓の日射熱取得のみに対する日射遮蔽装置のある窓の日射熱取得と定義される。この利点は日射熱取得の特性を標準ガラスの窓で代表させることで、日射遮蔽係数を入射角と無関係に一定値で与えられることである。厳密にはすべてのガラス及び日射遮蔽物はそれぞれ特有の入射角特性があるので、日射遮蔽係数も一定値ではなく、近似値的な扱いではあるが、日射のあたる各種窓面からの日射熱取得の機構の複雑さを考慮すれば、利点が多い。

屋内用ロールシェイド(Roller Shades, 記号をRSとする)の採用が、事務所ビルにおいても増加してきているといわれるが、その日射遮蔽特性について必ずしも十分でない。そこで、本論文ではこれらを検討する第一段階として、屋内用ロールシェイドの太陽放射特性(日射反射率、日射透過率、日射吸収率)に着目し、先に開発した熱量基準による実験装置^{1), 2)}により、その日射遮蔽係数を成分別に求め、既報の横型ブラインド(Venetian Blind, 記号をVBとする)³⁾と比較した。

Ⅱ. 実験概要

本論文に用いた実験装置は、窓以外の壁体を断熱材で囲った二つの実験室内の温度を、実験時、外気温度と同一になるように制御する。この時、窓面を常に太陽方位角と一致させる(正対と称す)ように実験室2室を同時に太陽に自動追尾させる。これにより、貫流熱を除き日射のみによる熱取得を測定する。この日射熱取得は風量及び給気と還気の温度差により計測する。実験装置外観をPhoto 1に示す。

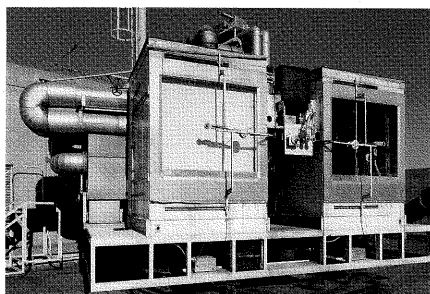


Photo 1 Outside View of Experimental Apparatus

実験装置の実験室1(向かって右)の窓はガラスのみ、実験室2(向かって左)の窓に各種日射遮蔽装置を取り付け、晴れた日に正対させて、各熱量を計測する。透過日射量は室内に設置した精密日射計により求める。長波長放射収量は室内側の放射計と精密日射計により求める。これらの3分毎の計測値を用いて最小二乗1次式近似して昼間の平均的な日射遮蔽係数を求める。

日射遮蔽係数の各要素の算定は次によった。

$$SC_T = HG_2 / HG_1 (= SC_R + SC_C) \quad (1)$$

$$SC_R = (S_{t2} + L_{si2}) / HG_1 (= SC_S + SC_L) \quad (2)$$

$$SC_S = S_{t2} / HG_1 \quad (3)$$

$$SC_L = L_{si2} / HG_1 \quad (4)$$

$$SC_C = (HG_2 - S_{t2} - L_{si2}) / HG_1 \quad (5)$$

ここに、HGは日射熱取得量[W], S_t は実験室の透過日射量[W], L_{si} は実験室内の窓の長波長放射収量[W]である(添え字1, 2はそれぞれ実験室1, 2を示す)。また、 SC_T , SC_R , SC_S , SC_L 及び SC_C はそれぞれ、総合日射遮蔽係数($= SC_R + SC_C$), 放射遮蔽係数($= SC_S + SC_L$), 日射遮蔽係数の短波長放射(透過日射)成分、長波長放射成分及び対流遮蔽係数である。なお、日射遮蔽係数は標準ガラスとして3mm透明ガラスが普通であるが、本装置ではガラス強度の制約があり実験室1, 2ともに5mm透明ガラスとしている。

事務所ビルに通常用いられる25種類の屋内用ロールシェイドRSの太陽放射特性を調査した結果をFig.1に示す。図中A, Bなどと記載されているのは素材の違いである(素材が同一でも色等が異なるため複数となっている)。これらの特性を広く満たすように10種類の

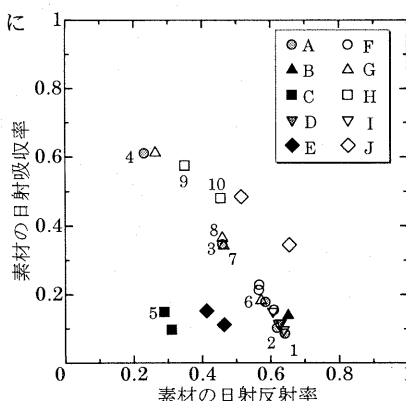


Fig.1 Radiative Characteristics of Roller Shades

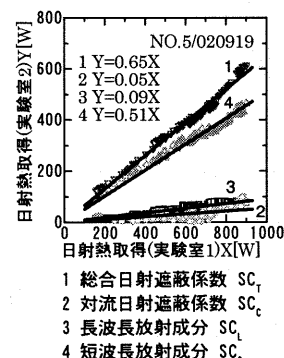


Fig.2 Shading Coefficient of Window with Roller Shades, No.5

本報は、日本建築学会環境系論文集No. 579 (2004. 5) pp. 37-43 掲載論文の要約である。

キーワード: 日射遮蔽係数, 放射成分, 対流成分,
ロールシェイド

Table 1 Experimental Results of Shading Coefficients of Windows with Roller Room Shades

サンプル				日射遮蔽係数					日射遮蔽物付窓特性			入射角 [度]	外側熱伝達率 [W/(m ² ・K)]		実験日	
No.	素材	色	反射率	吸収率	SC _T	SC _R	(左内訳)		SC _C	透過率 t ₂	反射率 r ₂		吸収率 a ₂	h _D		α _o
							SC _S	SC _L								
1	A	約白	0.64	0.09	0.42	0.34	0.29	0.05	0.08	0.26	0.43	0.31	24.8~39.4	13.8	8.5	99.02.09
2	A	アイベリ	0.62	0.10	0.41	0.34	0.28	0.06	0.07	0.26	0.41	0.33	24.8~33.7	12.1	6.8	99.01.18
3	A	ターググレー	0.46	0.35	0.44	0.29	0.14	0.15	0.15	0.13	0.35	0.52	25.1~62.6	16.3	10.0	99.08.30
4	A	ブラック	0.23	0.61	0.56	0.32	0.15	0.17	0.24	0.13	0.23	0.64	25.0~36.3	15.3	10.1	99.01.29
5	C	グレー	0.29	0.15	0.65	0.60	0.51	0.09	0.05	0.42	0.27	0.31	25.4~54.9	11.4	5.4	02.09.19
6	G	ベージュ	0.57	0.18	0.47	0.31	0.22	0.09	0.17	0.19	0.42	0.39	25.0~30.9	11.3	6.1	01.12.25
7	G	グレー	0.46	0.37	0.56	0.30	0.16	0.14	0.26	0.14	0.37	0.49	25.0~61.4	15.1	8.5	02.09.02
8	G	ミディアムグレー	0.26	0.61	0.62	0.30	0.11	0.19	0.32	0.09	0.21	0.70	25.4~43.7	9.5	4.0	02.02.22
9	H	ベージュ	0.35	0.57	0.61	0.27	0.06	0.22	0.34	0.05	0.30	0.64	25.3~45.7	11.4	5.1	01.10.13
10	H	グレー	0.46	0.48	0.58	0.26	0.06	0.20	0.32	0.05	0.35	0.60	25.0~52.9	12.0	5.8	01.09.24

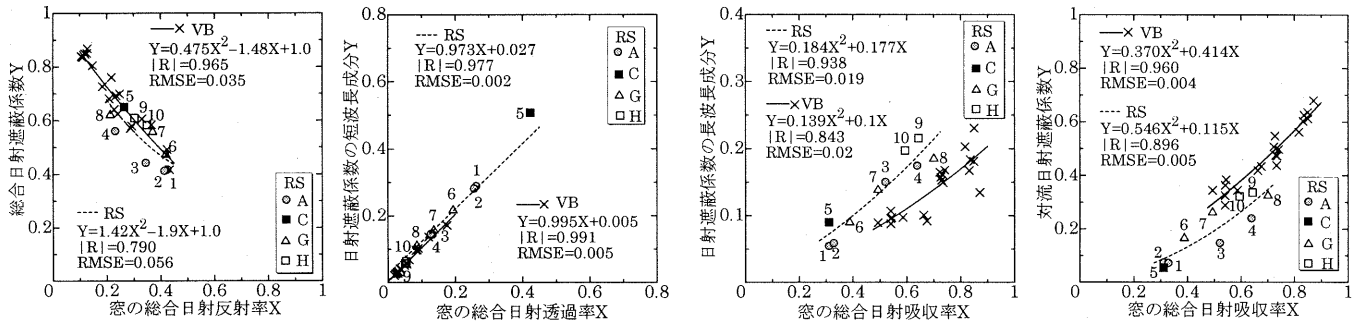
(a) Reflectance (X) and SC_T (Y) (b) Transmittance (X) and SC_S (Y) (c) Absorptance (X) and SC_R (Y) (d) Absorptance (X) and SC_C (Y)

Fig. 3 Comparison between Shading Coefficient of Windows with Rolle Room Shades and with Room Venetian Blinds

サンプルを選定し、図中に番号にて示した。このサンプルを事務所ビルの取り付け方法に準じて、ブラインドボックス内に設置した。

Ⅲ. 日射遮蔽係数実験結果と窓面の太陽放射特性

1. 総合日射遮蔽係数 SC_T と窓の総合日射反射率

得られた日射遮蔽係数実験結果のうち No. 5 につき Fig. 2 に示し、全ての日射遮蔽係数実験結果を一覧にまとめて Table 1 に示す。今回実施したロールシェイド RS について、屋内用横型ブラインド VB³⁾ との比較をする。

Fig. 3(a) は VB の 20 ケース (×印) 及び RS の 10 ケースを記載し、それぞれについて最小二乗法にて求めた近似曲線を記入した。これによれば、窓の総合日射反射率の増加に伴い総合日射遮蔽係数 SC_T は減少する。同一の窓の総合日射反射率においては、若干 RS の方が良い (SC_T が小さい) が、その差は顕著ではない。

2. 遮蔽係数短波長成分 SC_S と窓の総合日射透過率

遮蔽係数の短波長成分 SC_S と窓の総合日射透過率との関係を Fig. 3(b) に示す。図中に示すように、RS と VB とともに窓の総合日射透過率の 1 次式で近似できる。SC_S の求め方から透過率との相関が強いのは当然である。なお、VB の透過率はスラット角度によるが、RS は素材により、透過率の大きな、したがって SC_S の大きな素材がある。

3. 遮蔽係数の長波長成分 SC_L と窓の総合日射吸収率

Fig. 3(c) に示すように、いずれも窓の総合日射吸収率の増加に伴い、日射遮蔽係数の長波長成分 SC_L は増加するが、RS は VB に比べて大きい。即ち、窓の総合日射吸収率が同じならば、SC_L は RS の方が大きい。そこで、RS と VB の遮蔽物温度上昇分 (遮蔽物 (裏面) 温度 - 室温) を比較したのが Fig. 4 である (RS の No. 3 は遮蔽物温度を測定していないため記載なし)。これによれば、RS の方が VB より温度上昇分が平均的に大きいことが認められ、上記の事実と符合する。

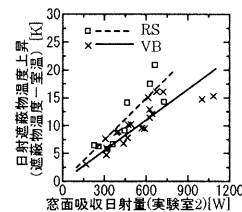


Fig. 4 Absorbed Solar Radiation and Temperature Rise of Roller Room Shades

4. 対流遮蔽係数 SC_C と窓の総合日射吸収率

窓の総合日射吸収率の増加に伴い、対流日射遮蔽係数 SC_C は増加するが、前節 3 とは逆に RS は VB に比べて小さい (Fig. 3(d))。即ち、窓の総合日射吸収率が同じならば、対流日射遮蔽係数 SC_C は RS の方が小さい。前節 3 と併せて考えれば、今回のガラスは透明ガラスであるので、日射が当たると遮蔽物の温度がガラスより高くなる。その温度上昇した遮蔽物から近傍空気へ熱移動する際、RS は VB に比較して遮蔽物・ガラス間空気の室内側への移動が少ないので、対流日射遮蔽係数 SC_C が小さいと想定されるが、詳細解析は今後の課題である。参考に、みかけの室内側対流熱伝達率 (対流熱量を遮蔽物温度と室温の差及び窓面積にて除した値) を求めてみると、平均で 10 (標準偏差 2.3) W/(m²・K) であった。文献 3) の VB の 19~21 W/(m²・K) のほぼ半分である。

参考文献

- 1) 稲沼實; 鹿島技研日射熱制御実験装置の性能, 鹿島建設技術研究所年報, No. 37, (1989.10), pp. 233-236.
- 2) 稲沼實, 石野久彌; 熱量基準による日射遮蔽係数の熱移動成分別測定装置に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 529, (2000.3), pp. 53-60.
- 3) 稲沼實, 石野久彌; 屋内用横型ブラインドの日射遮蔽係数に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 523, (1999.9), pp. 85-91.