

# ロールスクリーンを用いた簡易型空気流通窓の熱的特性について

## Thermal Characteristics of the Air Flow Window Constructed with Roll Screen

久本 浩子 (被服学科 平成5年卒、(株)大林組)

Hiroko Hisamoto

### 1. はじめに

近年、ガラス面積の大きい建物が増加しており、ペリメータの温熱環境対策として、空気流通窓などの空気流を利用した空調システムが普及している。そこで空気流通窓と同等の効果を安価に実現するため、ロールスクリーンを用いた簡易型空気流通窓を開発した。

今回、実際の建物に採用した簡易型空気流通窓について夏期、冬期における効果の検証を行ったので報告する。

### 2. 窓構造について

標準の空気流通窓は二重ガラスの間に水平ブラインドを設け、窓下部スリットから吸い込んだ室内空気を窓上部で排気する構造となっている。簡易型空気流通窓は空気流通窓の室内側ガラスのかわりにロールスクリーンを使用しており、幕材側部には漏気防止用のガイドレーンをつけている。ロールスクリーンは原則として常時閉めておくため、透明感があり、かつ通気性が小さい幕材が好ましい。透明感がある幕材では通気性は避けられないが、この通気性により幕表面温度が室温に近づくことも期待される。これまでに数種類の幕材について実験でその熱的特性等や室内環境に与える影響を確認した<sup>1)・2)</sup>。また実際の建物で空気流通窓と簡易型空気流通窓との比較実験を行い、ほぼ同等の性能を得られることを確認している。<sup>3)</sup>

### 3. 建物概要

実測を行った名古屋市内にある建物(写真1参照)はデザイン上の大きな特徴として、南側が全面ガラスで、2層ごとの吹き抜け空間を有するファサードとなっている。そこで建物南面のペリメータにおける温熱環境対策として、2層吹き抜けの窓にロールスクリーンを用いた簡易型空気流通窓を採用している。冬期はコールドドラフトを考慮して、窓下部から排気するように切り替える。夏期と中間期は窓上部から排気する。

### 4. 夏期・中間期実測

#### 4.1 実測目的

簡易型空気流通窓について、夏期および中間期の日射のある場合の異なる窓構造との比較

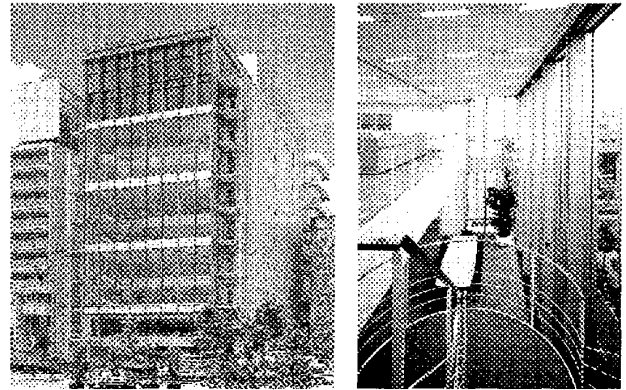


写真1 建物写真

表1 建物概要

用途	事務所
構造	地下: 鉄筋コンクリート 地上: 鉄骨造
規模	地下1階 地上10階 塔屋1階
面積	敷地面積: 1,603.82㎡ 延床面積: 6,883.39㎡ 建物面積: 774.13㎡
所在地	名古屋市東区東桜1丁目

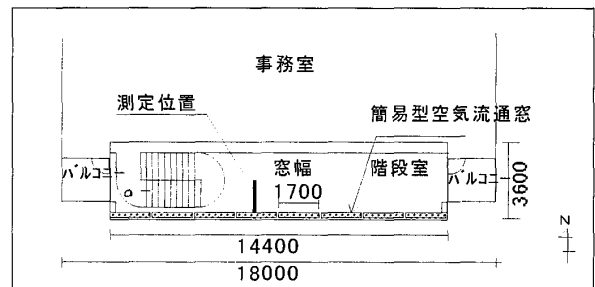


図1 7階平面図(実測対象領域)

による効果を検証する。また排熱量を算出し、実験値<sup>3)</sup>との比較を行う。

#### 4.2 実測期間

夏期 : 1998年 8月20日(木) ~ 9月 2日(水)

中間期 : 1998年11月 6日(金) ~ 11月10日(日)

参考として、

冬期 : 1999年 1月27日(水) ~ 2月 5日(金)

の日照時、窓上部排気の場合

#### 4.3 実測対象窓構造

実測は建物の7~8階で行った。簡易型空気流通窓[GBS]のロールスクリーンはガラス繊維に塩化ビニールをコーティングし、平織にしたものである。水平ブラインドの色は明色とした。

また比較のために、外ガラスと水平ブラインドの組み合わせの一般的な窓構造 [GB]、外ガラスとロールスクリーンの組み合わせ [GS] の 2 種類も測定した。なお、水平ブラインドのブラットは全閉の状態とした。図 1 に 7 階平面図、図 2 に実測対象窓構造の詳細を示す。

4.4 実測条件

簡易型空気流通窓 [GBS] の通風量は窓幅 1 m あたり 0、160、290m<sup>3</sup>/h とした。[GB]、[GS] の通風量は 0、290m<sup>3</sup>/h とした。以降、窓構造と通風量の組み合わせを [GB:0]、[GBS:290] 等のような記号 ([窓構造:通風量]) で略す。

4.5 測定項目および測定装置

測定項目は温度、風速、日射計、赤外線熱画像、PMV とした。温度測定には 0.2mmφ の熱電対を用いた。測定ポイントを図 3 に示す。日射測定には全天日射計を用いた。屋外日射は屋上で南側の鉛直面日射量を測定した。

4.6 結果および考察

① 窓廻り温度分布

図 4 に各窓構造の夏期における窓廻り温度分布を示す。各窓構造とも通風しない場合、床上 100mm と床上 2000mm との温度差は約 0.5 ~ 1℃ であるが、通風した場合は約 0.5℃ 以下となっている。通風しない場合の [GBS:0] が約 0.5℃ となっているのは、窓内で自然対流が生じているためと考えられる。床上 100mm と床上 6000mm との温度差は、通風しない場合は約 2 ~ 3℃ であるが、通風した場合は 2℃ 以下となっている。[GS:290] は [GBS:160] とほぼ同様の温度分布である。

表 2 に PMV の算出結果を示す。[BS:290] の PMV は 7 階で 0.26、8 階で 0.48 と良好である。[GBS:160] と [GS:290] は、8 階で 0.6 を越えている。通風していない場合は 7 階でも 0.5 以上の値となっている。

② 排熱量の算出方法

ロールスクリーンを用いた簡易型空気流通窓は幕面に透気性があるため、窓下部スリットとその他の幕面等から室内の空気を窓内に吸い込んで排気する。実験<sup>1)、2)</sup>と同じ方法で窓内へ吸い込む空気の中心的位置を決め、

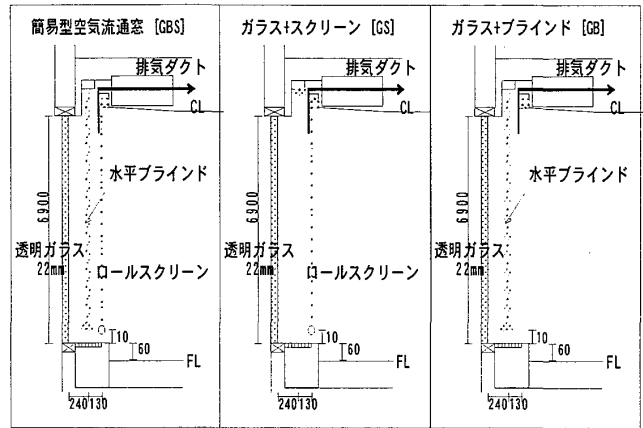


図 2 実測対象窓構造

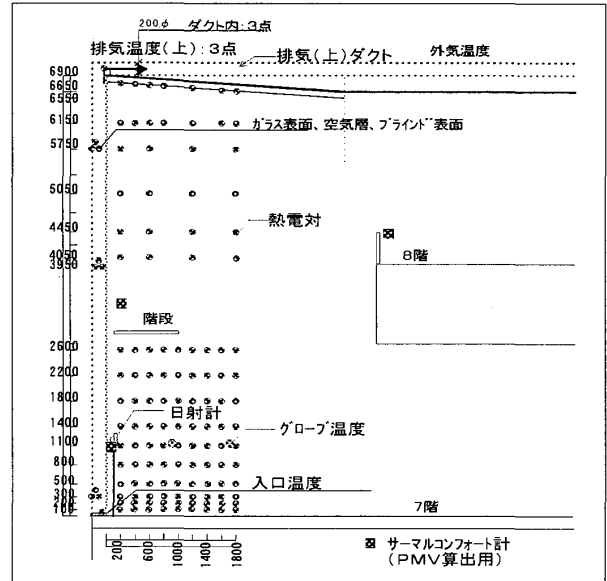
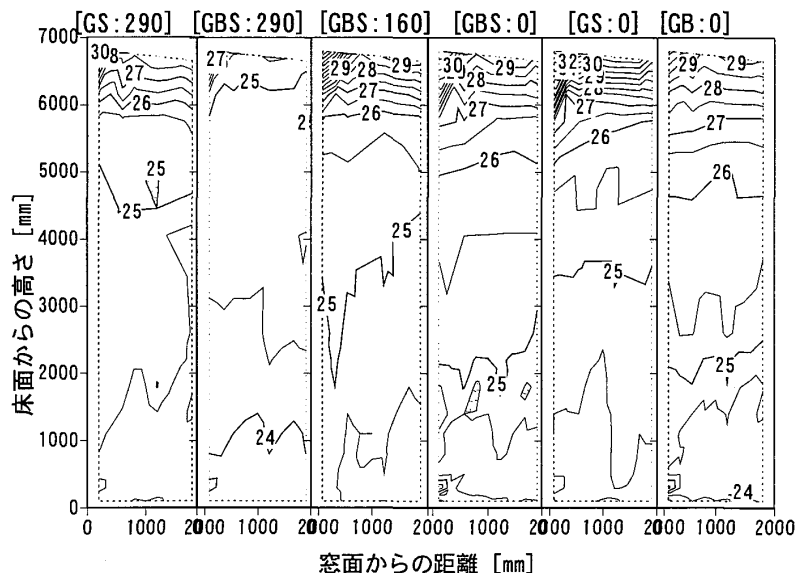


図 3 測定ポイント



日射量	209	172	208	195	158	119	[W/m <sup>2</sup> ]
外気温度	31.8	29.2	31.0	32.0	33.2	33.5	[°C]

図 4 窓廻り温度分布 (夏期)

表 2 PMV [予想平均申告] (夏期)

	[GS:290]	[GBS:290]	[GBS160]	[GBS:0]	[GS:0]	[GB:0]
8 階	0.65	0.48	0.68	0.72	0.87	0.82
7 階	0.40	0.26	0.50	0.50	0.55	0.50
着衣量 0.8clo、活動量 1.2met						

表3 排熱量 (夏期)

窓構造	外気温度 [°C]	屋外日射量 [W/m <sup>2</sup> ]	室温 [°C]	排気温度 [°C]	排熱量 [W/m <sup>2</sup> ]	排熱比率 (排熱量/屋外日射量)
[GBS:160]	31.0	208	24.5	33.3	67	0.32
[GBS:290]	29.2	172	23.9	30.6	90	0.52
[GS:290]	31.8	209	24.3	29.8	74	0.35
						平均 0.40

表4 排熱量 (中間期)

窓構造	外気温度 [°C]	屋外日射 [W/m <sup>2</sup> ]	室温 [°C]	排気温度 [°C]	排熱量 [W/m <sup>2</sup> ]	排熱比率 (排熱量/屋外日射量)
[GBS:160]	19.6	352	24.4	34.8	88	0.25
[GBS:290]	20.0	344	24.6	34.6	135	0.39
[GS:290]	20.2	343	25.9	32.8	74	0.22
						平均 0.29

表5 排熱量 (冬期)

窓構造	外気温度 [°C]	屋外日射 [W/m <sup>2</sup> ]	室温 [°C]	排気温度 [°C]	排熱量 [W/m <sup>2</sup> ]	排熱比率 (排熱量/屋外日射量)
[GBS:160]	2.6	363	22.7	31.6	78	0.21
[GBS:290]	1.1	371	22.7	30.6	126	0.34
[GS:290]	3.7	314	23.5	29.0	89	0.28
						平均 0.28

窓面から1000mm、高さ1100mmの室温を吸い込み温度とした。排気温度は窓上部の排気口近傍の温度(3点平均)と排気ダクト内温度(3点平均)を測定したが、ほぼ同じ温度であったので、排気口近傍の温度を採用した。

③ 各窓構造の排熱量

屋外日射量に対する窓構造の排熱量の割合を排熱比率とする(表3~表5参照)。季節ごとに排熱比率をみると、夏期は平均で約40%、中間期および冬期は約30%となった。通風量の効果については、[GBS:290]は[GBS:160]の1.8倍であるが、排熱比率は1.6倍にしかならず、風量に比例していない。[GS:290]と[GBS:160]は排熱比率が近い値となっていることから、窓構造の窓内の閉鎖性を良くすると、通風量を減らせることがわかった。

次に、簡易型空気流通窓の排熱温度について今回の実測と実験<sup>3)</sup>との比較を行った。実験<sup>3)</sup>の通風量を窓の面積比例で概算すると、本実測の通風量160m<sup>3</sup>/hに相当する。ほぼ同様の外気条件、日射量200W/m<sup>2</sup>、外気温度31°Cのとき、排気温度は約33~34°Cであり、この値は本実測結果とほぼ等しい。しかし、実験<sup>3)</sup>の簡易型空気流通窓は外側ガラスに熱線吸収ガラスを用いた単窓(幅900mm×高さ1500mm)であったことを考慮する必要がある。本建物は窓高が7000mmと非常に高いため、窓内の自然通風量が増え、ロールスクリーンから室内へ流出する空気が多くなるので、排気温度が低くなっていると考えられる。このことは中間期に日射量が350W/m<sup>2</sup>と多いときでも排気温度が上がらない(約35°C)ことから推測できる(表4参照)。

冬期(日照時)は、室温設定が22°Cに対して、排気温度が約30°Cとなっているので、暖房等に

有効利用できる。(表5参照)

5. 冬期実測

5.1 実測目的

冬期の日射のない場合を想定し、窓構造、通風および排気方法の違いによる比較を行った。

5.2 実測期間

1999年1月27日(水)~1999年2月5日(金) 夜間

5.3 実測対象窓構造

実測場所および測定対象窓構造は前項4.3と同様とした。ただし冬期に窓上部から排気を行った例が図5であるが、窓高が高いと、窓面からのコールドドラフトの影響を受け、室温分布が悪くなることが予測されたので、排気は窓下部から行うようにした。

5.4 実測条件

簡易型空気流通窓[GBS]の通風量は窓幅1mあたり0、330m<sup>3</sup>/hに設定し、排気は窓上部、下部の切り替えを行った。また[GB][GS](通風量330m<sup>3</sup>/h、下排気)を比較のために設定した。

5.5 測定項目および装置

測定項目は前項4.5の通りとし、測定ポイントも図3と同様とした。

5.6 結果および考察

① 排熱量について

表6に各条件、窓幅1mあたりの排熱量(冷熱除去)の結果を示す。測定期間の外気温度は3~5°Cで、室温はほぼ21°Cである。[GBS]は通風量330m<sup>3</sup>/h、窓下部から排気した場合、排熱量は-240Wである。

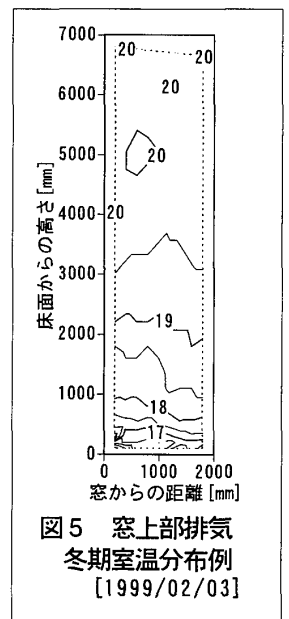


図5 窓上部排気 冬期室温分布例 [1999/02/03]

この値は窓上部から排気した場合の6割増となっている。下排気は上排気と比べて窓下部の空気層内から室内へ流出する空気を効率よく排気しているといえる。[GS]下排気は[GBS]下排気の約7割の排熱量である。

② 窓廻りの温熱環境について

図6に窓廻りにおける室内温度の測定例を示す。[GBS]の下排気は、床面から床上1100mmの高さまでほぼ21℃になっている。一方、上排気は床面から床上300mmの高さまで20℃以下になっており、コールドドラフトの影響がみられる。[GBS]下排気は一般窓[GB]と比較して、床面から床上2000mm付近まで温度が約3℃高くなっている。[GS]下排気の場合、[GBS]下排気とほぼ同等の室温分布となり、良好な結果が得られる。[GBS]下排気の7階におけるPMVの値(計算条件;着衣量1.0clo,代謝量1.2met)は-0.2であったが、上排気は-1.0であったので、温熱環境は良好となっている。

③ 室内窓表面温度分布について

図7に赤外線熱画像装置で撮影した室内窓表面温度分布の結果を示す。[GB]の表面温度は床面から床上2100mmの高さまで16.5~17.5℃と全体的に低い。[GBS]下排気は床上2100mmの高さで18.5~19.5℃、窓下部においても室内へ流出する温度の低い空気を直接吸い込んで排気するため、表面温度は18℃を保っている。しかし、上排気は窓上部(幕面)から室内空気を吸い込み、窓下部(幕面)で窓内空気層から室内へ流出するため幕面温度が13℃と低くなっている。

6. まとめ

【夏期・中間期実測】

- ① 夏期、本窓構造[GBS]の場合、床上100mmと2000mmとの温度差は0.5℃以下、床上100mmと床上6000mmとの温度差は2℃以下となった。
- ② 屋外日射量に対する窓構造の排熱量の割合(排熱比率)を算出した結果、夏期は平均で約40%、中間期および冬期は約30%であった。排熱比率は通風量に比例せず、大きくなるほど比率は下がった。窓内の閉鎖性を良くすれば、通風量を減らせることがわかった。
- ③ 窓高が7000mmと非常に高い場合、簡易型空気流通窓は、自然対流による通風量が予想より増え、ロールスクリーンから室内へ流出する空気が多くなることがわかった。
- ④ 日射がある時間帯の排熱は暖房等に有効利用できる可能性がある。

表6 各窓の排熱量(冬期)

窓構造	通風量 [m³/h]	排気	排気温度 [°C]	室温 [°C]	排熱量 [W]	外気温度 [°C]
GBS	330	下	19.0	20.4	-240	4.2
		上	18.4	20.7	-150	3.2
GS	330	下	19.0	20.9	-160	4.2

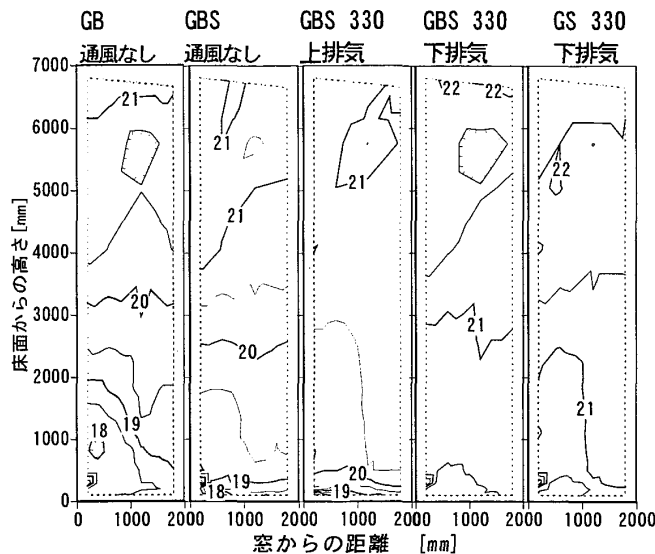


図6 室内温度分布(冬期)

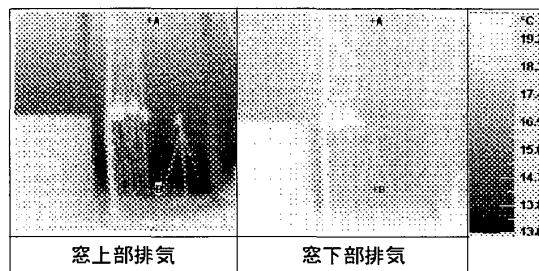


図7 赤外線熱画像データ(冬期)

【冬期実測(日射がない場合)】

- ① 通風量330m³/hの場合、一般窓[GB]と比べて[GBS]は床面から床上2000mmまでの室温が全体的に約3℃高くなり、良好な結果が得られた。
- ② 本窓構造[GBS]は上排気より排熱量が6割増え、室内窓表面温度も窓下部で室内へ流出する温度の低い空気を直接吸い込んで排気するために低くならなかったため、PMVが良い値となった。窓高の高い場合における排気の切り替えの有効性について確認できた。

<参考文献>

- 1) 平山、山口他: ロールスクリーンを用いた空気流通窓に関する実験的研究(その1~その8), 空気調和衛生工学会学術講演会公講演論文集 1993~1997
- 2) 平山、山口他: 簡易型空気流通窓に関する実験的研究(その1~その8), 日本建築学会学術講演梗概集 1994~19897
- 3) 久本他: 事務室に設置した簡易型空気流通窓の熱的特性について(その1~その3) 空気調和衛生工学会学術講演会公講演論文集 1995~1996, 日本建築学会学術講演梗概集 1996

<引用文献>

平山、三浦、久本他: ロールスクリーンを用いた簡易型空気流通窓の熱的特性について(その1~その2), 日本建築学会学術講演梗概集 1999, 空気調和衛生工学会学術講演会公講演論文集 1999