

集合住宅用可動ルーバーの実験的検討

Experimental Study of Movable Louver for Residential Building

酒井 英二 EIZI SAKAI

作田 美知子 MICHIKO SAKUTA

横浜オフィス 杉山 光宏 MITSUHIRO SUGIYAMA

設計管理部 川西 一至 KAZUSHI KAWANISHI

集合住宅において最も自然環境と密接な関係にあると考えられるバルコニーに着目し、集合住宅の建物の外観デザインを特徴づけ、かつ、季節や天候、周辺環境に応じて居住者が簡易に開閉や収納ができるバルコニー設置型の集合住宅用可動ルーバーを開発した。開発した可動ルーバーを集合住宅のバルコニーを模した実験施設に設置し、温熱環境を測定により確認した結果、①夏季日中のバルコニー空間において、グローブ温度で11～13℃、標準有効温度 SET で4～5℃の暑熱環境緩和効果を確認、②冬季の夜間、第3種機械換気などでバルコニー空間を通して室内に供給される外気の温度を1℃程度上昇させる効果があることを確認した。

キーワード: 集合住宅, バルコニー, 日差し, よしず, 薔戸, 可動ルーバー

The balcony of residential building has closest relation to natural environments. Movable louver for balcony of residential building which characterizes the exterior design of the building has been developed. The movable louver can be opened and closed, stored easily by residents, in response to weather and season, the surrounding environment. The results shown below was checked by measuring the thermal environment of the experimental facility which is installed with the movable louver. On the balcony in the summer daytime, the thermal environmental relaxation effect of 11 ~ 13 °C in glove temperature and 4 ~ 5 °C in Standard Effective Temperature was observed. In the room at the winter night, the effect on temperature increase of fresh air supplied to the room through the balcony space by about 1 °C was also observed.

Key Words: Residential Building, Balcony, Sunlight, Reed Screen, Shito-mi-do, Movable Louver

1. はじめに

昨今、機械設備やエネルギーに頼らず、住環境を簡易にコントロールし、自然環境と上手く付き合うという、言うなれば、上手く自然を活用していた昔ながらのライフスタイルが見直されている。つまり、多額のイニシャルコストやランニングコストを掛けずに、温熱環境を改善でき、省エネ、省CO₂が可能な技術が求められている。

日本では昔から、居住者が自然環境に応じて、よしずや薔戸（しとみど）などを開閉することによって、日差しや通風、視線などの制御を行ってきた。また、よしずであれば撤去、薔戸であれば開放することにより、眺望などを楽しんできた。しかしながら、現状、集合住宅で採用できる美観や安全性を備えた、日差しや通風、視線

などを簡易に制御でき、かつ、撤去または開放（収納）も簡易にできる機能をもつ製品は見当たらない。

そこで本検討では、集合住宅において最も自然環境と密接な関係にあると考えられるバルコニーに着目し、集合住宅の建物の外観デザインを特徴づけ、かつ、季節や天候、周辺環境に応じて居住者が簡易に開閉や収納ができるバルコニー設置型の集合住宅用可動ルーバーを開発した。

開発した集合住宅用可動ルーバーを集合住宅のバルコニーを模した実験施設に設置し、バルコニー内の夏季および冬季の温熱環境を測定により確認したので報告する。

2. 集合住宅用可動ルーバー概要

図-1に集合住宅用可動ルーバーの概念図を示す。可動ルーバーは、手摺上部のバルコニー天井部分に固定された可動機構部分と、その可動機構部分を中心に弧を描くように可動するルーバー部分からなる。ルーバーを閉じるとは、手摺の笠木までルーバーを降下させた状態を示す。また、ルーバーを開く（収納する）とは、ルーバーをバルコニー天井部分と平行になるように上昇させた状態であり、バルコニースペース（居住域）を狭くすることなく、ルーバーがバルコニー天井部分に収納された状態を示す。

ルーバーを閉じることにより、日差しや視線を遮ることが可能であり、バルコニーのプライバシーも高まる。また、ルーバーを開く（収納する）ことにより、通常のパルコニー同様に陽光を取り入れられ、眺望を楽しむことも可能である。さらに、ルーバーを閉じた状態でもルーバーを成す格子の隙間から、常時通風可能である。これらの操作は、居住者が、季節や天候、周辺環境に応じて簡易かつ自由に行うことができる。

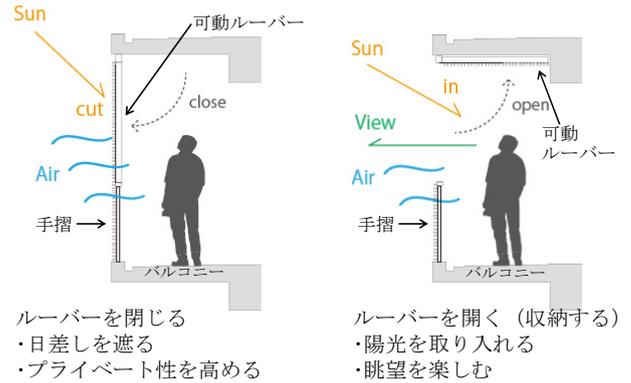


図-1 集合住宅用可動ルーバーの概念図

3. 温熱環境確認測定概要

測定は、千葉県流山市にある集合住宅のバルコニーを模した実験施設（南東に面している）で行った（図-2）。床面はコンクリートであるが、天井および壁は外部からの熱的影響を低減させるために厚さ100mmの断熱材（ポリスチレンフォーム）を取付けた（図-3）。測定



図-2 実験施設外観（ケース1）および外部測定項目

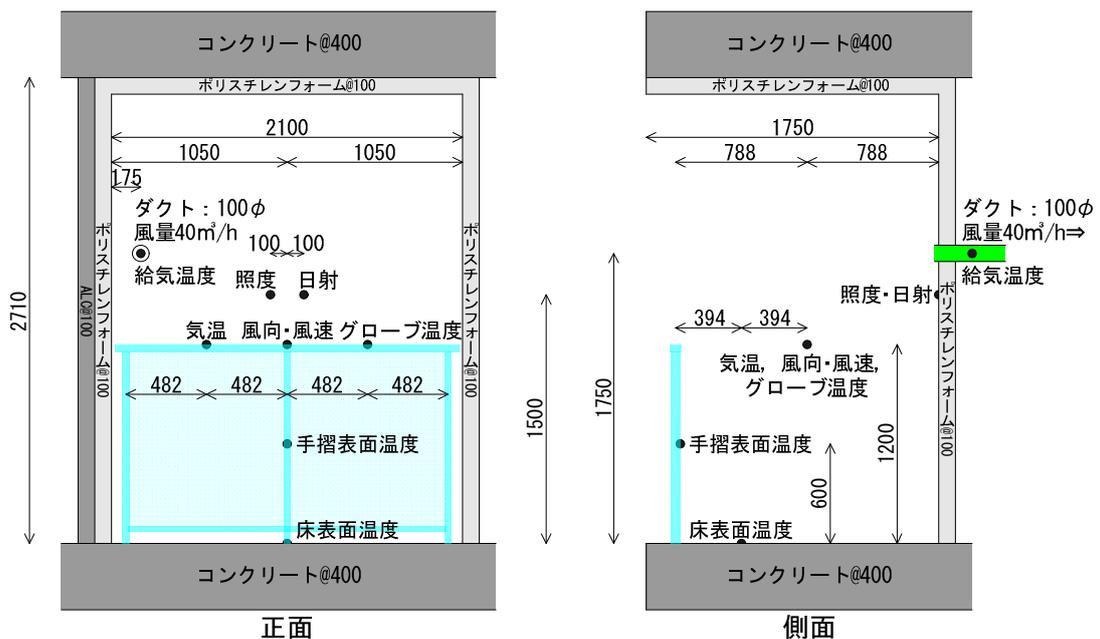


図-3 バルコニー断面図およびバルコニー内測定項目（単位：mm）

項目および測定機器を図-2,3および表-1に示す, 外部6項目, バルコニー内9項目の計15項目とした。なお, 図-2,3および表-1に示す給気温度は, 第3種機械換気等で, 外壁に設置した換気レジスターを通して室内へ給気される外気の温度確認を目的に測定を行ったもので, バルコニー奥の壁から排気(40m³/h)しているバルコニー内の空気の温度を測定したものである。

実験ケースは, 表-2に示すように, 通常のパルコニーを想定したケース1(図-2)と, 図-4に示す可動ルーバーを設置したケース2~4の計4ケースとした。ケース2は, 可動ルーバーおよび手摺がともに固定格子のタイプ(向かって左が横格子, 右が縦格子)とした。ケース3, 4は, 可動ルーバーの格子部分が開閉できるタイプ(可動格子)とガラス手摺の組合せで, ケース3が格子を開けた状態, ケース4が格子を閉じた状態とした。なお, ガラス手摺の合わせガラスは乳白色とした。

(1) 夏季測定概要

夏季測定は, 日中の日射量が多い時間帯に行った。これは, 夏季における可動ルーバーに最も期待する日射遮蔽の効果を確認するためである。実験ケースは, 通常のパルコニーを想定したケース1と可動ルーバーを設置したケース2~4の計4ケースとし, 可動ルーバーの有無および各可動ルーバー間の比較検討を行った。測定期間は, 日射量および外気温度がほぼ同じとなった2013年9月18日~21日の4日間である。実験ケースを1日ごとに変更し, 4日間で計4ケースの測定を行った。

(2) 冬季測定概要

冬季測定は, 夕方から朝方にかけての時間帯に行った。これは, 冬季における可動ルーバーに期待する夜間放射低減の効果を確認するためである。実験ケースは, 通常のパルコニーを想定したケース1と夏季の測定で日射遮蔽の効果が最も高かったケース4の計2ケースとし, 可動ルーバーの有無の比較検討を行った。測定期間は, 2014年2月25日~3月11日の15日間とし, 実験ケースを数日ごとに変更して実験を行った。検討対象は, 日中がおおむね晴れた日で, かつ, 夜間放射低減効果の最も期待できる夕方から朝方にかけての時間帯が, 晴れ(千葉県千葉市にある千葉特別地域気象観測所の1時間ごとの天気記号(以下, 天気記号と記す)が「晴」を示した時)となった日とし, 各実験ケース2日間の計4日間とした。

表-1 測定機器一覧

測定項目	測定機器	
外部	気温・相対湿度	強制通風遮光具付き温湿度計41382(英弘精機)
	風向・風速	2次元超音波風向風速計V200A(英弘精機)
	壁面照度	照度計ML-020S-0(英弘精機)
	壁面日射	日射計ML-020VM(英弘精機)
バルコニー内	気温, 給気温度	T型熱電対(0.32mm)
	グローブ温度	T型熱電対(0.32mm)+75mmグローブ球
	手摺表面温度, 床表面温度	T型熱電対(0.32mm)アルミテープ貼り
	風向・風速	2次元超音波風向風速計V200A(英弘精機)
	壁面照度	照度計ML-020S-0(英弘精機)
壁面日射	日射計ML-020VM(英弘精機)	

表-2 実験ケースおよび夏季・冬季の実験ケース

ケース番号	バルコニー状況	夏季	冬季
1	通常のパルコニー想定 可動ルーバー: 無し/手摺: 乳白色の合わせガラス	○	○
2	可動ルーバー設置バルコニー 可動ルーバー: 固定格子/手摺: 固定格子	○	-
3	可動ルーバー設置バルコニー 可動ルーバー: 可動格子(開)/手摺: 乳白色の合わせガラス	○	-
4	可動ルーバー設置バルコニー 可動ルーバー: 可動格子(閉)/手摺: 乳白色の合わせガラス	○	○



図-4 可動ルーバーの外観

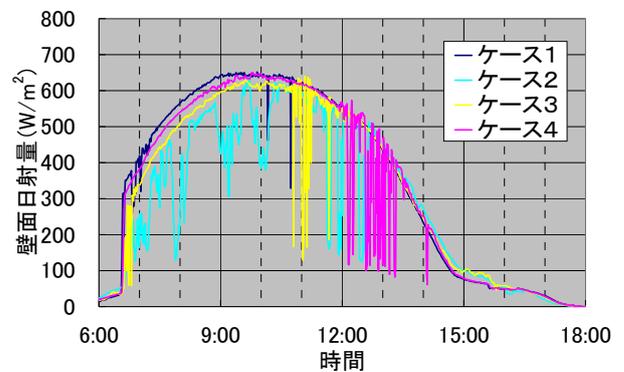


図-5 夏季外部壁面日射量

4. 夏季温熱環境確認測定結果

(1) 測定結果

図-5に外部壁面で測定した日射量を示す。ケース2は若干、日射に陰りがある時間が午前中長いが、どの実験日もおおむね快晴であった。図-6に外部気温を示す。午前中はどのケースも同じような温度を示したが、午後からはケース3、4が数度高い温度を示した。図-7にバルコニー内のグローブ温度を示す。通常のパルコニーを想定したケース1は、午前9時30分から午前11時の時間帯、高い温度を示している。これは、バルコニーが南東に面しているため、これ以外の時間帯は日差しが入らなかったためである。一方、ケース2～4では、その時間帯においてもグローブ温度の顕著な上昇はなく、可動ルーバーにより日射が遮られていることを確認した。

(2) 考察

表-3にバルコニーに日差しが入る午前9時30分から午前11時の各項目の平均値および計算で求めたバルコニー内相対湿度と標準有効温度SET^{*}(¹⁾)を示し、表-4に通常のパルコニーを想定したケース1との差を示す。なお、バルコニー内気温測定点に、日射が直接当たっていたため、バルコニー内の気温データとして給気温度を用いた。

ケース2の外部壁面日射量は、他のケースと比べて若干差はあるものの、外部気温差は-0.3～0.4℃であり、どのケースもほぼ同じ環境でのデータ採取と考えられ、ケース間の比較は可能と考える。

通常のパルコニーを想定したケース1と比べて、可動ルーバーを取り付けたバルコニー空間(ケース2～4)は、グローブ温度で11～13℃、標準有効温度SET^{*}で4～5℃の日中の暑熱環境緩和効果があることを確認した。これは、可動ルーバーによって、日射が遮られた効果と考える。

5. 冬季温熱環境確認測定結果

(1) 測定結果

図-8,9に日中がおおむね晴れた日の夕方から朝方にかけての測定結果を示す。図-8は、通常のパルコニーを想定した可動ルーバー無し(ケース1)の外部気温および給気温度を示す。天気記号は、おおむね「晴」であったが、2月27日の2時以降は「曇」となった。天気記号「晴」の時間帯は、外部気温と給気温度に差はなく、天気記号「曇」の時間帯は、外部気温と比較して給気温度が高い値を示した。図-9は、可動ルーバー有り(ケース

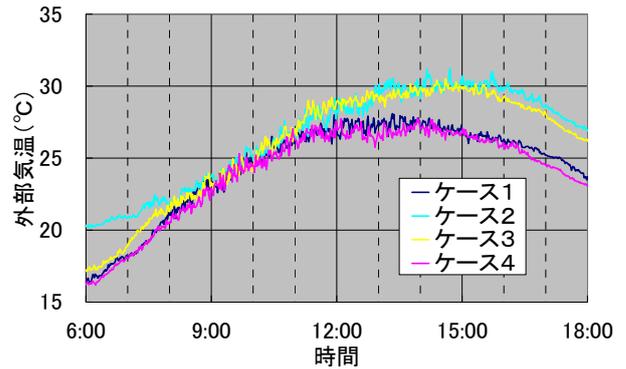


図-6 夏季外部気温

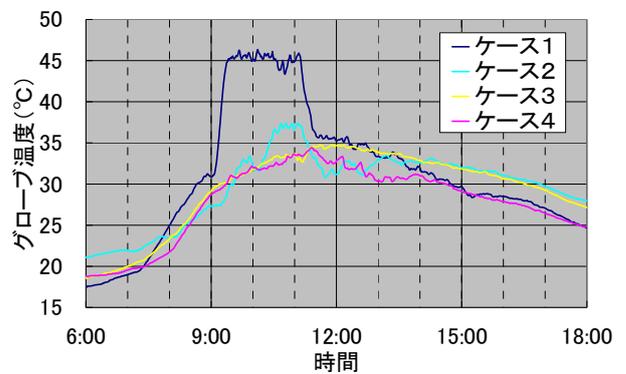


図-7 夏季バルコニー内のグローブ温度

表-3 午前9時30分～午前11時の平均値

	測定項目等	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
外部	気温(°C)	25.2	25.6	25.5	24.9
	相対湿度(%)	52.5	64.2	59.3	49.7
	壁面日射量(W/m ²)	633	557	604	634
バルコニー内	給気温度(°C)	28.6	28.0	29.3	29.0
	相対湿度(%)	43.0	55.7	47.6	39.2
	風速(m/s)	0.0	0.0	0.0	0.0
	グローブ温度(°C)	45.2	34.1	32.4	32.0
	SET [*] (°C)	35.4	31.6	30.8	30.0

表-4 ケース1との各ケースの差

	測定項目等	ケース2	ケース3	ケース4
外部	気温(°C)	0.4	0.3	-0.3
	相対湿度(%)	11.7	6.8	-2.8
	壁面日射量(W/m ²)	-76.0	-29.0	1.0
バルコニー内	給気温度(°C)	-0.6	0.7	0.4
	相対湿度(%)	12.7	4.6	-3.8
	風速(m/s)	0.0	0.0	0.0
	グローブ温度(°C)	-11.1	-12.8	-13.2
	SET [*] (°C)	-3.8	-4.6	-5.4

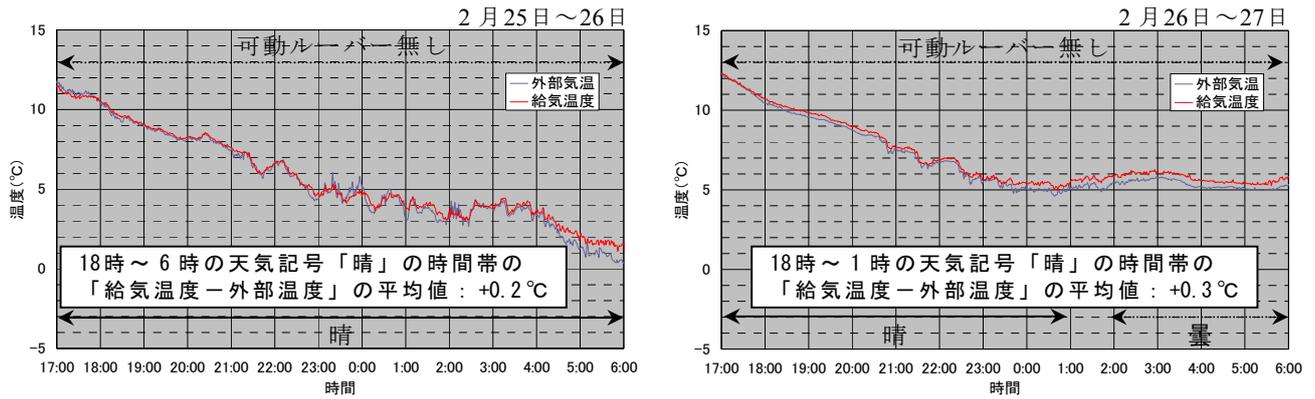


図-8 冬季可動ルーバー無し（ケース1）の温度

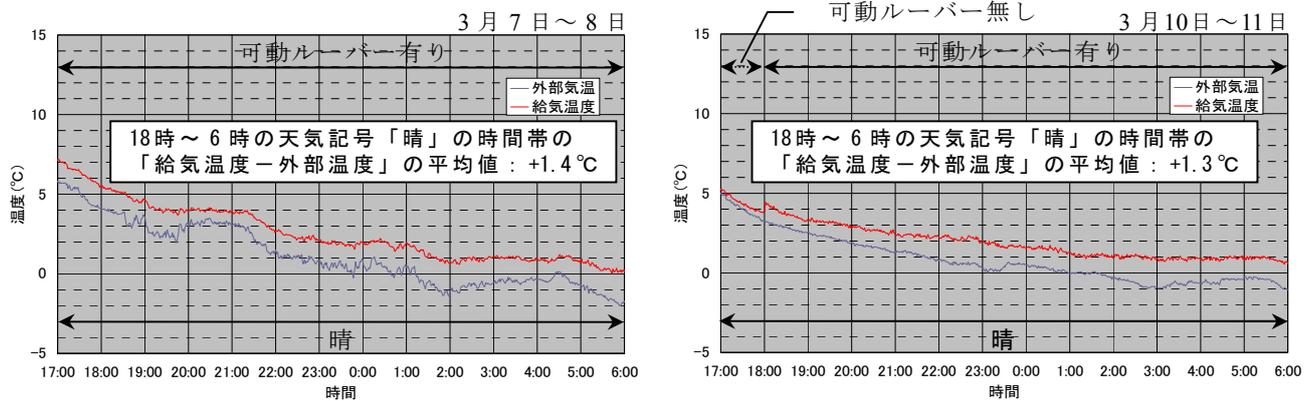


図-9 冬季可動ルーバー有り（ケース4）の温度

4) の外部気温および給気温度を示す。天気記号は、すべて「晴」であり、可動ルーバー有りの時間帯は、外部気温と比較して給気温度が高い値を示した。なお、可動ルーバー無しの状態から可動ルーバー有りの状態に変更した3月10日18時の給気温度が急に上昇しているが、これは、実験者がバルコニー内に入り、可動ルーバーを操作した際の体温などの影響も含んでいると考える。

(2) 考察

日射の影響がない18時以降6時までの天気記号が「晴」の時間帯の、可動ルーバー無し(図-8)と可動ルーバー有り(図-9)を比較すると、外部気温に対して給気温度は、平均で可動ルーバー無しが+0.2~+0.3℃、可動ルーバー有りが+1.3~+1.4℃となり、1℃程度であるが、可動ルーバーが給気温度の上昇に寄与していることを確認した。これは、可動ルーバーによって、バルコニー内の夜間放射が低減された効果と考える。

6. まとめ

今回の検討で明らかにした、集合住宅用可動ルーバーの効果をまとめると以下ようになる。

- ① 夏季日中のバルコニー空間において、グローブ温度で11~13℃、標準有効温度 SET* で4~5℃の暑熱環境緩和効果を確認した。
 - ② 冬季の夜間、第3種機械換気等でバルコニー空間を通過して室内に供給される外気の温度を1℃程度上昇させる効果があることを確認した。
- 今後は、エネルギーやCO₂の低減効果の検証を行い、また、製品としては、さらに使い易いものとなるように改良を加え、建物負荷低減技術として確立させていく予定である。

謝辞：本検討を進めるにあたり、株式会社ナルコ岩井の関係者の方々には、多大なるご協力を頂きました。深く感謝し、誌面をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

1) SHASE-M 1003-2006 新版・快適な温熱環境のメカニズム 豊かな生活空間をめざして、社団法人空気調和・衛生工学会、2006年3月20日改訂2版第1刷