

U.D.C 628.8.88

外断熱工法を採用した集合住宅における 屋内共用廊下の温度性状

三好 達也* 中村 聡* 富田 健司*

要約： RC造の外断熱建物は貫流熱の減少の他、躯体コンクリートの蓄熱性能を有効に活用できるため室温変動が小さく、安定した快適な温熱環境が得られる。一方、夏季においては開口部からの日射侵入熱や内部発熱によって、冷房負荷の増加や、夜間の室温が低下しにくいなどの不具合を招くことがあるため、夏季の暑熱対策の必要性が報告されている。本報では、非空調とした集合住宅の屋内共用廊下の熱環境について、夜間換気効果のシミュレーションによる検証と、竣工後の温熱環境を計測した結果を報告する。シミュレーションより、夏季は夜間の換気回数を多くし、昼間の換気回数を少なくすることで夜間換気効果が有効に得られることが分かった。竣工後の実測より、冬季の共用廊下気温は、常時 1.0 回/h 程度の換気回数で 16℃以上を維持した。また、照明負荷の抑制や、窓の日射遮蔽、夜間換気量の増大（夜間 7.0 回/h、昼間 1.0 回/h 程度の換気量）により、夏季の共用廊下の室温が 1~2℃低下することを確認した。

キーワード： 外断熱、集合住宅、夜間換気、温度測定、共用廊下

- 目次：**
- 1. はじめに
 - 2. 建物概要
 - 3. 夜間換気に関する事前検討
 - 4. 実測による検証
 - 5. まとめ

1. はじめに

RC造の外断熱建物は貫流熱の減少の他、躯体コンクリートの蓄熱性能を有効に活用できるため室温変動が小さく、蓄熱した躯体からの放射熱の効果もあって快適な温熱環境を得やすいメリットがある。一方、夏季においては開口部からの日射侵入熱や内部発熱によって、冷房負荷の増加や、夜間の室温が低下しにくいなどの不具合を招くことがあり、日射侵入熱や内部発熱の抑制と、その処理を講じる必要性が報告されている¹⁾。本報では、非空調とした集合住宅の屋内共用廊下の熱環境について、夜間換気効果のシミュレーションによる検証と、竣工後に行った通年の温熱環境計測の結果を報告する。

2. 建物概要

本報で対象とした建物及び測定を行った共用部の概要を表1に示す。本建物の特徴は、外断熱工法を採用しており、さらに共用廊下を建物の断熱ラインの内側に設けていることである。基準階と最上階の平面プランを図1に示す。建物中央にボイドがあり、このボイドを取り囲むように階段、EV、共用廊下の共用部が配置されている。これら共用部とボイドの境界には1階から最上階まで連続した外壁があり、共用廊下は外気に対して全く開放されていない完全な屋内廊下となっている。なお、ボイドに面した開口部は、5階はLow-eペアガラスでPVCサッシ、他の階は普通ペアガラスでPVCサッシとしている。

3. 夜間換気に関する事前検討

冒頭で述べた通り、外断熱の建物は日射侵入熱や照明等の内部発熱が躯体に蓄熱され夜間の室温が低下しに

表1 建物の概要

(a) 建物全体		(b) 共用部		
所在地	東京都	共用廊下	床面積	容積
構造・規模	RC造、地上5F	5F	57.21㎡	131.6㎡
用途	共同住宅(分譲)	4F	62.87㎡	144.6㎡
戸数	36戸	3F	69.20㎡	159.2㎡
敷地面積	1351.21㎡	2F	69.20㎡	159.2㎡
延床面積	3745.81㎡	1F	84.72㎡	194.9㎡
建物高さ	16.19m			

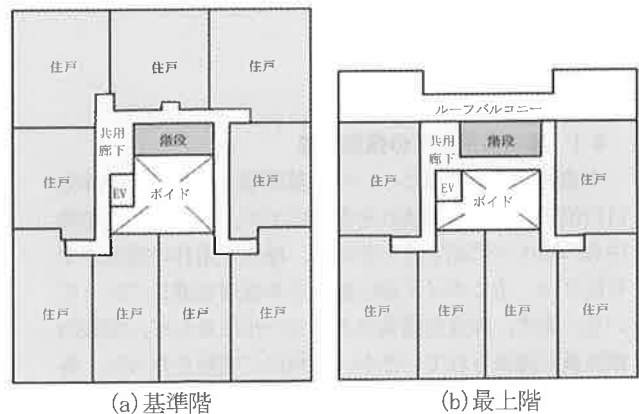


図1 基準階、最上階の平面プラン

*環境技術開発部

くいため、本建物では夏季の暑熱対策として以下に示す対策を講じた。

- ① 電球型蛍光灯の採用による照明発熱の抑制
- ② ロールスクリーンや縦型ブラインドによる窓の日射遮蔽
- ③ 夜間換気による外気冷房

これらの対策のうち①②を前提として、③の効果を検討するため、熱負荷計算プログラム SMASH for Windows (IBEC)²⁾を用いて、実際の建物をモデルとし、最も日射の影響を受ける最上階の年間の室温変動を試算した。ここで、換気運転は表2に示す case1~6 を設定した。SMASH での最暑日である 8/5 の1日の温度推移を図2に示す。

case1~3 は昼夜を問わず、一定の換気回数で換気したケースである。換気回数が常時 0.5 回/h の case1 では、夜間に 26.5℃まで低下した外気を導入しているにも関わらず室温の低下が見られず、また、1日を通してとても高い室温のまま推移している。換気回数が常時 2.0 回/h の case2 については、1日を通じて約 30℃の室温になっているもの、夜間の外気導入量が少ないため、夜間の室温低下がほとんどなく外気冷房の効果はみられない。換気回数を常時 10 回/h とした case3 をみると、夜間の室温は 28.5℃まで低下しており夜間換気による効果が表れている。しかし、昼間も継続して大量の外気を導入するため、夜間から昼間にかけて室温が約 2℃上昇する。これら case1~3 を比較すると、屋内廊下への夜間の外気導入量を多くすることによって夜間に室温を低下させる一方、昼間は外気導入量を絞って室温上昇を抑える換気スケジュールとすることが有効であることがわかる。

次に、夜間の換気回数を多くし、昼間の換気回数を少なくした case4~6 についてみると、夜間の換気回数を 5~10 回/h 程度にすることで十分な外気冷房の効果が得られるとともに、昼間の換気回数を 0.5 回/h 程度にすることで昼間の室温上昇を抑えられることが確認できる。以上の試算結果による夜間換気の室温低減効果、および夜間換気を行う際に生じる気流や、ファン騒音などを考慮して、本建物では表3に示す換気量を目安にスケジュールを設定した。

4. 実測による検証

4.1 屋内共用廊下の換気概要

本建物の換気計画について、基準階と最上階の給排気口の位置と主な風の流れを図3に示す。共用廊下は建物中央のボイドに面しているため、屋内と屋外の空気のやり取りは、主にボイド部に面した外壁面を通じて行っている。まず、表3の換気スケジュールに対して、実際の換気量が確保されているか、現地にて実測を行った。各階の測定結果を表4に示す。換気量の実測値は、表3で示した設定換気回数に比べて、若干多くなっている。

表2 換気スケジュールの試算ケース

case1	常時 0.5回/h
case2	常時 2.0回/h
case3	常時10.0回/h
case4	夜間 2.0回/h、昼間0.5回/h
case5	夜間 5.0回/h、昼間0.5回/h
case6	夜間10.0回/h、昼間0.5回/h

(夜間19:00~翌6:00、昼間6:00~19:00)

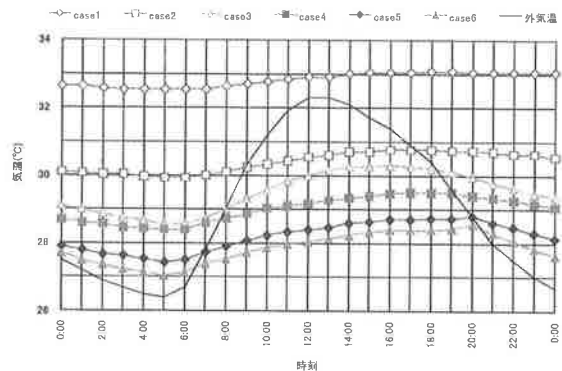
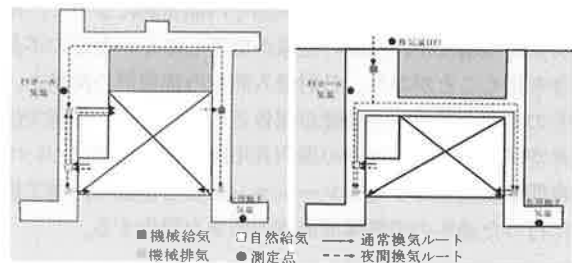


図2 熱負荷計算による1日の気温推移(8/5)

表3 本建物に設定した換気スケジュール

時期	換気回数	
	夜間	昼間
冬季 (10/1~5/31)	0.5回/h	
夏季 (6/1~9/30)	5.0回/h	0.5回/h



(a) 基準階 (b) 最上階

図3 給排気口と測定点の位置

表4 現地における換気量の測定結果

(単位 換気回数: 回/h、換気量 m³/h)

		2階	3階	4階	5階	
冬季	常時	換気回数	1.1	1.1	0.7	0.8
		換気量	160	160	100	100
夏季	昼間	換気回数	1.1	1.1	0.7	0.8
		換気量	160	160	100	100
	夜間	換気回数	6.8	7.7	6.6	5.5
		換気量	1020	1160	940	690

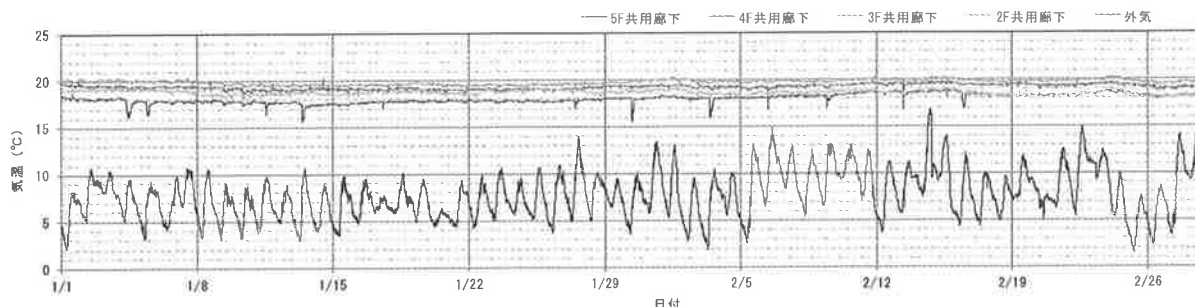


図4 冬季実測結果(2007/1/1~2007/2/28)

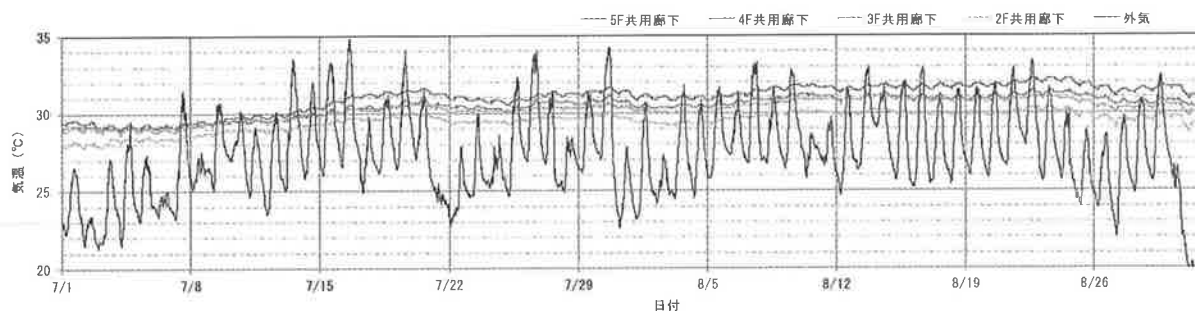


図5 夏季実測結果(2009/7/1~2009/8/31)

4.2 冬季、夏季の温熱環境の概況

まず、冬季、夏季の概況として、2007年1/1~2/28と2009年7/1~8/31における外気温と外断熱建物の共用廊下気温の測定結果を図4、5に示す。共用廊下1階は空調設備が設置されているので、本報では触れていない。測定には、小型温湿度計 RTR-53 (T&D 製) を使用し、測定間隔を10分とした。

図4より、冬季の各階共用廊下の気温は外気温の変動の影響を受けず、概ね安定した温度帯を維持している。これは昼間の日射熱や照明などの内部発熱を躯体が蓄熱し、外気温が低下した夜間になっても躯体からの放射熱によって安定した室温が保たれていたものと考えられる。当該期間において各階廊下が最低気温に達するのは2/26で、5F: 16.1°C, 4F: 18.2°C, 3F: 18.6°C, 2F: 17.1°Cであり、屋根スラブからの熱損失があるため5階の気温が最も低くなっているが16°Cを下回ることはなかった。

一方、図5より、夏季の各階共用廊下の気温は7/1~20にかけて外気温の上昇に伴い上昇した後、8/24頃まで概ね一定の気温を維持し、8/24頃から外気温の低下とともに低下している。当該期間において各階廊下が最高気温に達するのは8/22で、5F: 32.2°C, 4F: 31.5°C, 3F: 31.1°C, 2F: 30.4°Cとなり、上階になるほど気温が高い。

4.3 夜間換気による廊下気温の変化

以降は、夏季の暑熱対策効果の検証結果を示す。夏季の代表日として、外気温が最も高い7/16を含む、2009年7/13~17における各階共用廊下の気温推移を図6に示す。各階共用廊下の気温は夜間換気の効果により夜間の時間帯に低下がみられた。気温の低下幅は、4、5Fに比べ、

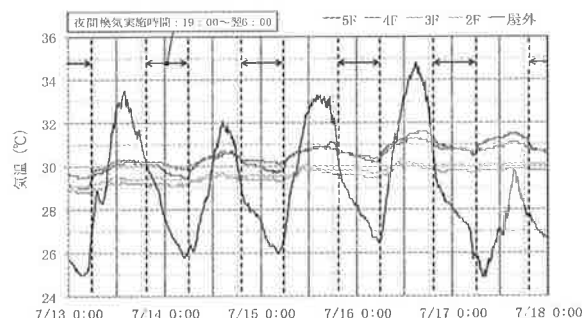


図6 各階共用廊下の気温推移
(2009/7/13~2009/7/17)

表5 比較条件

	2008年夏	2009年夏
照明	白熱電球	電球型蛍光灯
日射遮蔽	なし	ロールスクリーン 縦型ブラインド
換気回数	常時0.8回/h	昼間0.8回/h、夜間5.5回/h

2、3Fが小さいが、これは、2、3Fの昼間の気温が4、5Fに比べて低いために、夜間の外気温との温度差が小さく、夜間換気による気温の低下幅も小さかったものと思われる。

4.4 積極的な暑熱対策の有無による比較

さらに、暑熱対策の効果を検証するため、内部発熱や日射侵入の抑制、および夜間換気を積極的に行った場合(2009年)と行わない場合(2008年)の共用部気温を比較した。比較条件を表5に示す。

2008年と2009年の5階共用廊下、EVホール気温と外気温との関係を図7に示す。なお、2008、2009年ともに7/21～8/20のデータを用いている。

図7より、夜間換気等を積極的に行っていない2008年と、夜間換気等を積極的に行っている2009年の共用廊下気温を同じ外気温レベルで比較すると、外気温30℃では2008年が31.7～33.5℃であるのに対し、2009年は30.8～31.9℃であり、約0.9～1.4℃の室温低減効果がみられる。

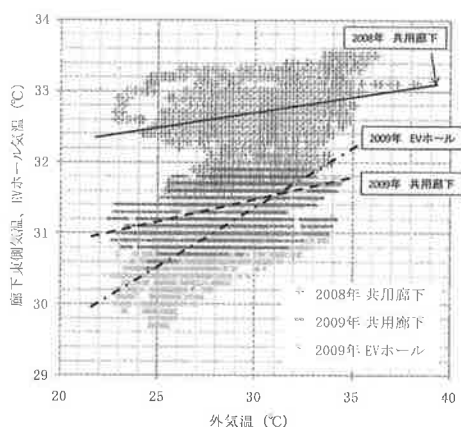


図7 共用廊下、EVホールの気温と外気温の関係
(5階)

参考文献

- 1) 鈴木晶子・須永修通 他2名：外断熱改修を施したRC戸建住宅の夏期の温熱環境に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），pp.93-94，2007年8月
- 2) SMASH for windows ver.2 ユーザーマニュアル，財団法人 建築環境・省エネルギー機構，2000年9月

THE THERMAL CHARACTERISTICS OF THE INDOOR COMMON USE CORRIDOR IN THE OUTSIDE INSULATED APARTMENT OF REINFORCED CONCRETE

T.Miyoshi, S.Nakamura, and K.Tomita

The comfortable thermal environment which becomes stable is formed in the outside insulated buildings of reinforced concrete by the decrease of the heat loss and effect on thermal storage. On the other hand, it is reported that the decline of the thermal environment and increase in the air-conditioning load may be caused, because night indoor temperature becomes hard to fall down when transmission solar radiation and inside heat generation rate in summer. We examined the effect of some methods of controlling rise in indoor temperature of summer by the simulation, and carried out the measurements at the indoor common corridor in the actual apartment house, and verified effect. In this building, the air changes rate was set 7.0 times/hour at nighttime in summer, and 1.0 times/hour at other periods. From the result of a measurement, in winter, the temperature of indoor common corridor maintains 16°C even if it always ventilates at the air changes rate 1.0 times/hour. In summer, the indoor temperature decreased at 1-2°C at night due to the repression of the internal heat generation, solar shading, and the increase in the amount of ventilation rate.

外気温25℃では2008年が31.5～33.2℃であるのに対し、2009年は30.5～31.4℃であり、約1.0～1.8℃の室温低減効果がみられる。これは、概ね電球型蛍光灯による照明発熱量の抑制、ブラインドによる日射遮蔽効果および夜間換気による排熱および外気導入効果と考えられる。また、2008年と2009年の外気温低下に伴う共用廊下気温の低下傾向には大きな違いが見られないが、2009年のEVホールは外気温の低下に伴う気温低下傾向が顕著に見られる。これは、共用廊下気温の測定位置が給気口から離れているのに対し、EVホール気温の測定位置は給気口に近いため、夜間換気の効果を受けやすかったものと考えられる。

5. まとめ

非空調とした屋内共用廊下の実測より、以下の結果を得た。

- ・換気回数を常時1.0回/h程度とした場合、冬季の共用廊下の室温は屋根面からの熱損失の大きい最上階が最も低くなるものの、暖房を行わなくても概ね16℃を下回ることはない。
- ・照明発熱の抑制、窓の日射遮蔽、夜間換気などの暑熱対策を行うことによって、夏季の共用廊下室温を1～2℃程度低減することができる。