

水平換気システムを有する高層オフィスビルにおける 実運用下での空気・熱環境の検証および運用改善

建築都市デザイン学科 2280110005-1 五明 遼平
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

近年、高層建築においても自然エネルギー活用の方法として自然換気が注目されている。しかし、自然換気のパフォーマンスは外気条件や内部発熱の大きさに大きく左右されるなど不安定なものであり、有効に活用するためには、快適に利用可能な条件を明らかにする必要がある。そこで、自然換気を併用した空調システムが導入されている高層オフィスビルの実運用中のテナントを対象に、自然換気の利用実態の把握および空気環境・快適性の調査を行った。また、利用促進のために目安を作成し、その上で再度調査を実施し有効活用に向けたデータを蓄積した。

2. 建物およびシステムの概要

対象建物は、大阪都心部に位置する地下 3 階・地上 38 階建（高さ約 175m）の複合施設である。オフィスは 10～37 階に位置し、図 1 に示す自然換気口が建物側面に設置されている。本研究は、間仕切り等での空間の分断が少なく、大きな執務空間として利用している 23 階テナントを対象に行った。システムの概要を図 2 に示す。テナントは、自然換気モードと空調モードのどちらを行うかを各時刻において選択する。2014 年 11 月より、ハイブリット空調と外気冷房が条件を満たす場合利用可能となった。

3. 春季調査（物理環境測定及び WEB アンケート）

3.1 概要

期間は 2014 年 4 月 30 日～6 月 3 日であり、図 3 に測定内容及び測定機器設置位置を示す。WEB アンケート調査は回答者の属性・温冷感・空気環境の感じ方を執務者に問う内容であり、期間中何度でも回答できる。自然換気モードと空調モードの切り替えはテナントの任意とした。

3.2 自然換気利用時の結果と考察

図 4 に 12～14 時の間自然換気を行った 5 月 22 日^{注1)}の換気口温度と室内温度を示す。西側 2 つの換気口温度は外気温に近い値まで低下し、外気が流入している。この間の室内温度は緩やかに上昇しているものの急激な変化はない。この日の温冷感を問うアンケート結果（図 5）は、通常空調の日^{注1)}と大差はなく、自然換気が居住者にとって違和感のない温冷感であったと理解できる。また、図 6 に示すように自然換気実施時には CO₂ 濃度が大幅に低下しており、フロア全体が換気されていることが分かる。

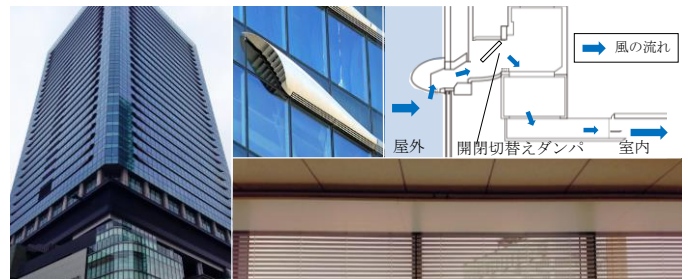


図 1 建物外観(左)と自然換気口外部(中上)、内部(下)、断面(右上)

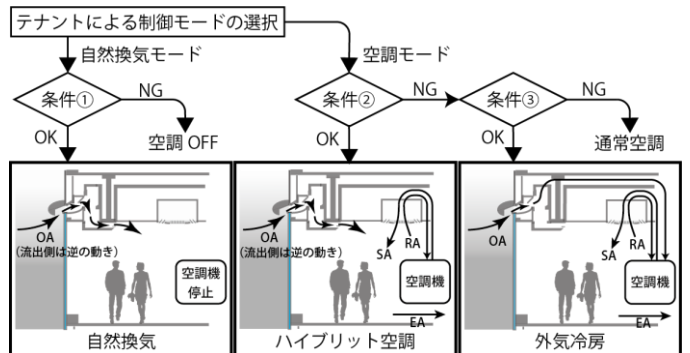


図 2 空調システム概要

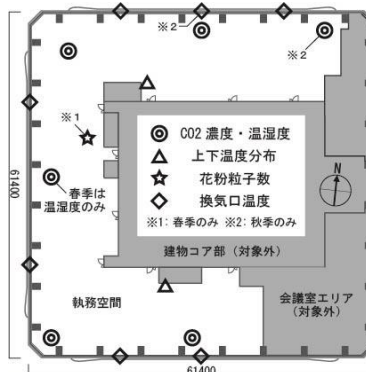


図 3 測定機器設置位置

		条件①	条件②	条件③
外気温	コアタイム	16℃以上	16℃以上	10～24℃
	コアタイム外	10℃以上	10℃以上	
外気湿度		90%以下		
外部風		15m/s以下		
エンタルピー		還気>外気		

表 2 自然換気モード設定時間

季節	テナントの任意	
	全期間	テナントの任意
春季	10/6～10	8:00-10:00/ 18:00-20:00
秋季	10/20～24	11:00-15:00
	11/3～7	12:00-14:00

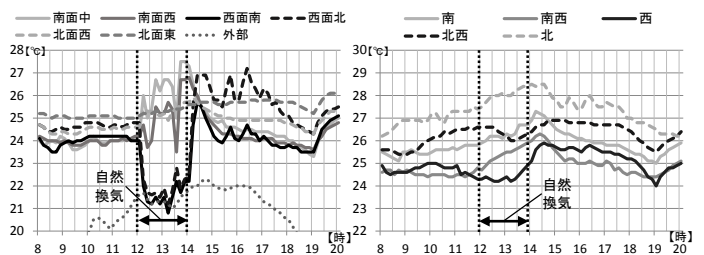


図 4 5 月 22 日の換気口温度(左)と室内温度(右)の推移

3.3 花粉の影響に関する考察

図6に自然換気を12~14時の間行った日と、自然換気を全く行わなかった日のそれぞれの室内の花粉粒子数の推移を示す。どちらもほぼ同じカーブを描き、自然換気の有無によった変化は見られない。これは、豊村ら^{文1)}が述べているように、室内への人の出入りに伴い人体に付着した花粉が室内へ持ち込まれることのほうが、自然換気口からの流入よりも、支配的であるからと考えられる。

4. 自然換気モードの最適利用に向けての目安の作成

春季調査期間において、自然換気モードを選択すべき時間が分からないとのテナントの声をうけ、自然換気を最適に利用するための目安を作成した。図7にその一部を示す。これは、竣工後1年分のBEMSデータを利用し、月の上旬下旬ごとに自然換気モード実行条件にあてはまる時間を積算平均したものである。グラフの値が高いほど自然換気の利用可能性が高いと考えることができる。10月においては上旬では朝晩に高い値を示しているが、下旬になると昼間の方が高い値となるなど、時期によって利用可能な時間が大きく変化することが可視化された。

5. 秋季調査（物理環境測定及びWEBアンケート）

5.1 概要

期間は2014年10月8日~12月2日であり、アンケート内容は春季と同等のものである。自然換気モードの選択時間を作成した利用目安をもとに、表1のように設定した。また、本調査中の11月3日より空調モード選択時にハイブリット空調・外気冷房の運用が開始された。

5.2 結果と考察

図8のアンケート結果および図9の室内温度の推移を見ると、朝夕に自然換気を行った10月10日^{注1)}は10時ごろまで室内温度が上昇しているものの、不快という評価は無かった。しかし、昼間に自然換気を利用した10月23日^{注1)}は室内温度が高いエリアが存在し、熱負荷が十分に除去できておらず、許容できないという評価も多く見られる。また、ハイブリット空調が行われた11月7日^{注2)}は短い時間に細かな温度差が生じている。これは外気の流入量などの変化に伴い、空調機が細かく制御され、その応答に若干の時間差があるためと考えられる。外気冷房が行われた11月26日^{注3)}の室内温度の推移は大きなブレがなく、自然換気モードが利用できない場合はこれらを活用することで本システムが有効に利用可能である。

6. まとめ

居住者に快適な環境を維持しながら自然換気を行うことが可能である。また、本システムのさらなる有効活用のために自然換気利用目安を作成した。しかしながら、室内の発熱状況や細かな外気の状態の変化までは反映できておらず、快適に活用するためにも、より詳細な条件を明らかにし、利用拡大を図っていく必要がある。

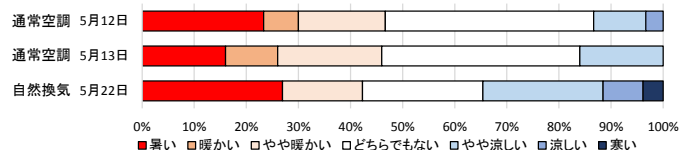


図5 5月12日・13日・22日のアンケート（14:00の温冷感）結果

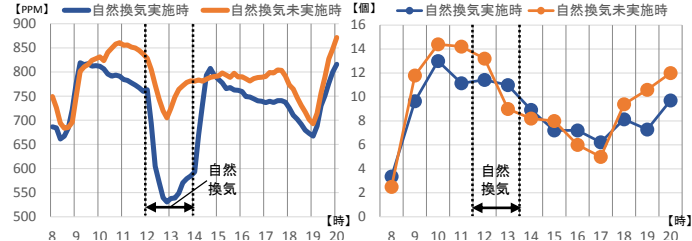


図6 自然換気の有無によるCO2濃度（左）と花粉粒子数（右）の推移

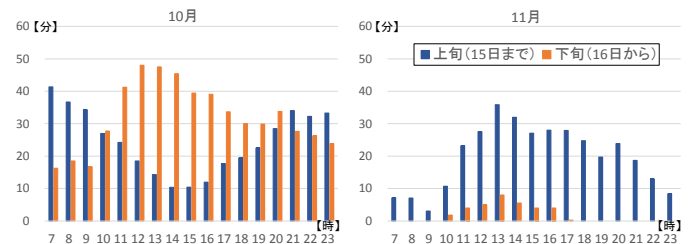


図7 10・11月の自然換気利用目安（実行条件積算平均時間）

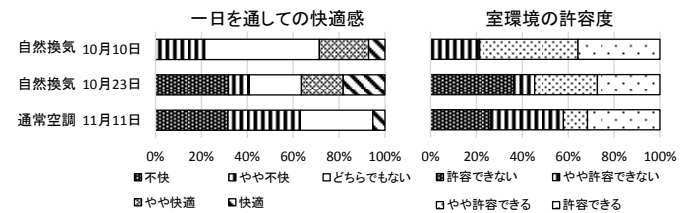


図8 10月10日・23日・11月11日のアンケート結果

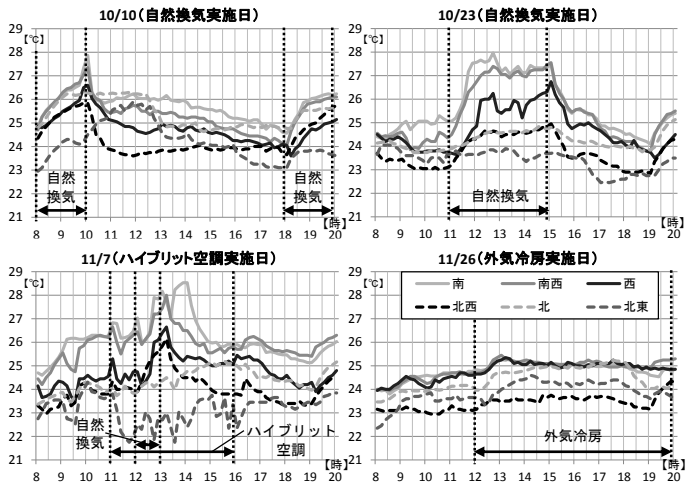


図9 10月10日・23日・11月7日・26日の室内温度の推移

注釈・参考文献

- 注1) アンケート結果の多い日を選択した
- 注2) 連続して長時間ハイブリット空調が実施された日を選択した
- 注3) 連続して長時間外気冷房が実施された日を選択した
- 文1) 豊村ほか：太陽熱・ファン併用型シャフトを有するテナントオフィスビルの自然換気に関する研究 その4、日本建築学会学術講演梗概集 OS, pp.799-802, 2014年