

## 冬季暖房実測概要及び室内気流性状の把握

正会員 〇須藤美音\*1 同 高橋岳生\*2  
同 加藤信介\*3

VAV 機能付ディフューザ VAV システム パーソナル空調システム 実測

### 1. はじめに

近年、オフィス執務者の生産性向上の観点から、オフィスのアメニティ向上、パーソナリゼーションに対する要求が高まっている。また、地球環境問題、都市環境問題の深刻化により、省エネに対する取組みが重要視されるようになり、特に、この問題の大きな要因のひとつである空調排熱の削減が求められている。これより、執務者にとって過冷房・過暖房のない適切な空調制御、また、室内に偏する熱負荷に対応した適切な空調制御を行う必要があり、空調方式もゾーン別、個別と細分化されるようになった。

このような、オフィスの変化、オフィス空調のあり方の変化の中、VAV (Variable Air Volume) システムやパーソナル空調システムなどの空調システムが出現したが、既存ビルへの導入の難しさ等、様々な問題点が指摘されている (2章)。

本研究では、VAV 機能付ディフューザに関して、快適性・省エネ性の観点から性能評価を行うことを目的としている。本報では、冬季実測概要及び風速分布の結果を示す。次報では、温度分布性状並びに省エネ性について示す。

### 2. VAV システム・パーソナル空調システムの問題点

一般的に指摘される VAV システム及びパーソナル空調システムの問題点を以下に示す。

#### 2.1 VAV システム

(1) 精密に空調制御するためには、温度センサ、ダンパ、制御装置、インバータなど様々な機器が必要であるために、オフィスのリニューアル時の導入が困難である。

(2) システムが複雑で、インシヤルコストが高価であり、重役室のみの導入に留まっていることが多い。

(3) 風量減少時に居住域に気流が到達しない。

(4) いくつかの吹出口に対して 1 つの温度センサで制御しているため、吹出口毎に適切な風量であるとは限らない。

#### 2.2 パーソナル空調システム<sup>\*)</sup>

(1) 各個人のデスクにファン・ダクト等が必要で、既存オフィスの導入が困難である。

(2) インシヤルコストが高い。

(3) メンテナンス業者が限られており、メンテナンスコストが高い。

(4) 吹出口と人体の距離が近いために、気流による不快を感じることもある。

### 3. VAV 機能付ディフューザの概要

VAV 機能付ディフューザは各吹出口単位で風量・温度制御が可能で、空調制御範囲は、VAV システムとパーソナル空調の中間に位置する。本研究で使用した VAV 機能付ディフューザは、吹出口単体にサーモスタット、風量調整ダンパ、吹出口がワンパッケージ化されており、既存ビルにも簡易に分散空調を実現できる。吹出口内に内蔵されてい

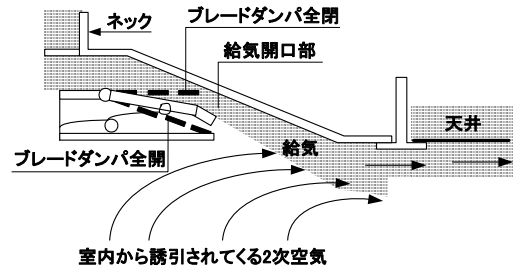


図1 VAV 機能付ディフューザ 断面図

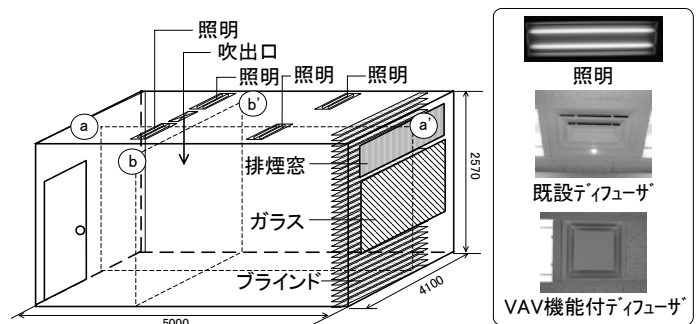


図2 測定対象室概要

表1 実測ケース

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
測定日	1/13	1/15・21	1/21・22
吹出し	既設ディフューザ	VAV 機能付ディフューザ	
吸込み	照明トロッファ		トロッファ殺し
熱負荷	外気のみ		ヒータ

るサーモスタットは強制誘引された室内気流を検出する。また、変化する風量に応じて、ブレードが開閉し、ディフューザの開口面積が自動的に調節されるため、風量が減少した場合でも、居住域に一定の風速を確保できる。吹出風向は天井面にほぼ平行である (図1参照)。

### 4. 実測概要

実測は2006年1月13日~15日、20日~22日に行なわれた。

#### 4.1 実測対象室概要

今回実測を行った事務所ビル (東京、建築面積 1,397m<sup>2</sup>、9階建、各階空調方式) 5Fの応接室 (4100×5000mm) を図2に示す。室内のテーブル・イスは測定中は撤去した。

吹出口は室内の中央に1箇所、吸込口は照明スリットの4箇所である。既設ディフューザは、500×300mm。VAV機能付ディフューザは300×300mm。

#### 4.2 測定ケース

測定ケースを表1に示す。吹出口の条件は、ケース1は既設ディフューザ、ケース2・3はVAV機能付ディフュー

ーザとした。吸込口の条件はケース1・2は照明スリットの吸込みを用い、ケース3は照明スリットをテープで塞ぎ、ドアの下などにより自然流出させた。また、熱負荷条件はケース1・2では暖房負荷として外気を導入して、室内を冷却し、ケース3では暖房時の低負荷状況としてヒータを設置した。外気の導入には排煙窓を使用した。ただし、ブラインドを下ろすことにより、直接的な風を避けた。

#### 4.3 測定項目

測定項目を以下に示す。測定は空気調和・衛生工学会室内環境測定マニュアルに準じて行った。

- (1) 風速分布: 多点風速計により計 36 点の測定を行った。
- (2) 吹出風量: 吹出口に補助ダクトを設置し、サーミスター風速計により各分割面の風速を測定した。
- (3) 温度分布: 熱電対により計 84 点測定を行った。
- (4) PMV: 各室中央、高さ 0.6m (1.1m) にて、PMV 計により測定した。なお測定時において、代謝量 1.1MET、着衣量 1.0clo と仮定した。
- (5) 風向: スモークテスターにより、白煙を発生させ、風向を目視、観察した。
- (6) 気流の可視化: スモークジェネレータによる白煙を吹出直後の気流中に導入、拡散性状をビデオ観察した。
- (7) 上下温度分布の可視化: 吹出口近傍に黒紙を天井面より 30cm 幅でたらし、赤外線放射温度計により観察した。

### 5. 測定結果

#### 5.1 外気条件

実測期間中における東京管区気象台における風速、風向、気温等の観測データを表 2 に示す。1/15 の気温は平年より高く、1/21 は雪であった。

#### 5.2 風量測定結果

風量測定結果を表 3 に示す。ケース 1 の既設ディフューザの場合 472.5m<sup>3</sup>/hであったのに対し、VAV機能付ディフューザは全開の場合でも 415.4m<sup>3</sup>/hと風量が少なかった。ケース 2 はケース 1 に比べ風量は少なく、全開時の風量 (415.4m<sup>3</sup>/h) に対して 93%であった。ただし、ケース 2 の場合、熱負荷の変動により風量が増減するため、測定中必ずしも一定とは限らない。ケース 3 ではVAV機能付ディフューザの全開時に対する全閉時の風量比は応接室で約 53%であった<sup>1)</sup>。

#### 5.3 風速分布

風速測定結果を図 3、4 に示す<sup>2)</sup>。図中の括弧内の風速がケース 1、括弧外の値がケース 2 である。ケース 1 (14 日 17 時 30 分頃) では室内全体で大きな循環流が形成されている。天井近傍及び床近傍において風速が高く (約 0.2 ~ 0.3m/s)、室内の中央部では風速が低い (約 0.01 ~ 0.2m/s)。ケース 2 (15 日 13 時 30 分 ~ 14 時頃) は気温の高い日であり、風量が少ないために、全体的に風速が低いが、居住域は 0.2m/s 以下でむらなく分布している。

### 6. まとめ

本研究では、VAV システム及びパーソナル空調システムの問題点を克服するシステムとして、VAV 機能付ディフューザに関して、性能試験を行った結果、以下の知見を得た。

(1) 風量測定より負荷変動に応じて VAV 機能付ディフュー

表 2 外気条件

時刻	測定項目	1/14	1/15	1/21	1/22
9 時	気温 (°C)	6.2	9.7	0.8	2.5
	風速 (m/s)	2.4	5.8	3.9	5.1
12 時	気温 (°C)	6.4	12.6	0.9	3.3
	風速 (m/s)	2.3	7.5	5.3	4.8
15 時	気温 (°C)	5.2	12.2	0.5	5.0
	風速 (m/s)	3.5	3.6	5.0	2.3

表 3 風量測定結果

	ケース 1	ケース 2	ケース 3 (全閉)
測定日	1/14	1/15	1/22
風量 (m <sup>3</sup> /h)	472.5	387.7	221.8
換気回数 (回/h)	9.0	7.4	4.2

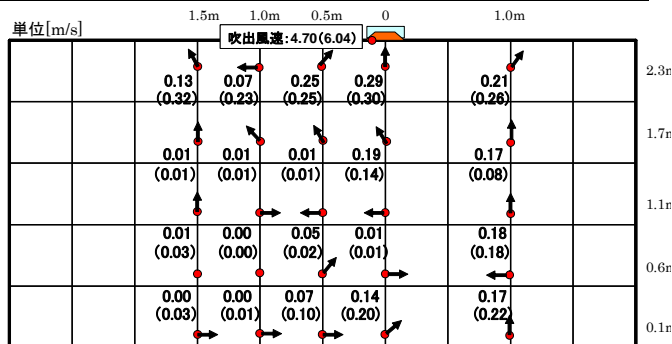


図 3 風向・風速分布 (a) a-a' 断面

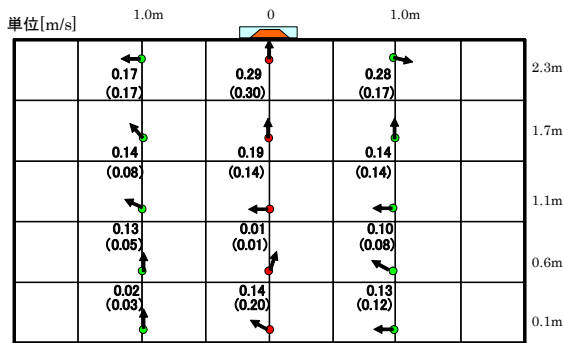


図 4 風向・風速分布 (b) b-b' 断面

ーザの風量の増減が確認された。

- (2) 暖房負荷が少ない場合 (ケース 3) は VAV 機能付ディフューザの風量が全開時と比べて約 53%減少していた。
- (3) 風量の減少に伴い、開口面積を変化させるため、吹出風速はほぼ一定に確保され、居住域の風速は 0.2m/s 以下に保たれていた。

**【謝辞】** 研究の遂行にあたり慶應義塾大学・村上周三教授、東洋大学・高草木明教授には多大なご助言を得た。ここに記して深甚の謝意を表します。また、VAV 機能付ディフューザをご提供くださいました (株) くらがね工作所・石井龍彦様、小田成俊様、(株) 日空研・宮田信夫様に厚く御礼申し上げます。

**【参考文献】** (1) 須藤, 村上, 加藤, 宋, 近本: 人間の熱的適応特性を考慮したパーソナル空調システムに関する研究—第 1 報 従来型パーソナル空調システム被験者実験による評価, 空気調和・衛生工学会論文集, No.95, (2004.10), pp53-62

**【注釈】** (1) 今回の測定においては、風量を完全に絞った状態でも全開時に対して約 53%であったが、メーカー値によると約 25%である。この原因として、今回は既存の CAV システムに対して、吹出口を交換しただけの工事で留まっており、静圧制御までは行っていないことにあると考えられる。そのため、静圧制御のためにインバータ等を導入した場合はさらなる風量の減少が見込まれる。(2) 風速の測定はケース 1・2 のみ実施した。

\*1 (株) 総合設備コンサルタント

\*2 東京大学生産技術研究所

\*3 東京大学生産技術研究所

技術専門職員

教授、工博