21 たばこの煙を用いたクリーンルーム内の気流の可視化実験例

飛島建設 瀨田恵之[○], 菅原 仁, 薮下 満
原 良夫, 岡 利博, 占部真近

EXPERIMENTS OF FLOW VISUALIZATION IN CLEAN ROOM BY CIGARETTE SMOKE

by SHIGEYUKI SETA, ZIN SUGAWARA, MITURU YABUSHITA
YOSHIO HARA, TOSHIHIRO OKA, MACHIKA URABE

This paper treats the experiment of flow visualization in the clean room by means of tobacco smoke and give the results.

Secondly, measurement of air flow velocity was carried out in the same condition using 3-dimensional ultra sonic anemometer and we got the results of velocity distribution.

Close agreement observed by visualization and measured results are obtained.

1. 実験目的

クリーンルーム内の気流性状を把握するため超音波風速計による実測実験を行なった。その実測結果の妥当性を検討する目的で、たばこの煙を用いたクリーンルーム内の気流の可視化実験を行なった。

2. 実験場所

実験は、当社技術研究所のクリーンルーム実験室の層流実験室（垂直層流方式）内で行なった。Fig・1に実験室の平面図を、Table・1にクリーンルームの諸性能を示す。

3. 実験装置の概要

3.1 煙発生装置

Fig・2に示すたばこの煙発生装置を製作した。送風機から空気をたばこホルダー部へ送り込み、ビニールパイプ（約10m）を通して、発生した煙を煙線ノズルへ送り込む方式である。たばこホルダー部内へセットする中パイプ

へのたばこのつめ込みは、フィルタなしの紙巻きたばこを16~17本を一段（一束）として最大7段まで挿入可能である。実験時間により段数を調整する。3段で7~8分間可視化

Fig.1 clean room laboratory

できる。煙のノズルからの吐出速度の調整は、送風機の空気取入口のふたを左右にスライドさせて行なう。たばこホルダー部の出口部分を2重管として、内側の管より煙を煙線ノズルに送り、外側の管を排気ホースにつないだ。これは、出口部分をそのまま煙線ノズルにつないだだけでは、ノズルからの出る煙の量が十分でなかったためである。

3.2 煙線ノズル・スタンド

煙線ノズルは、ステンレス製で、穴径は3mmである。外径32mmのパイプに50mmピッチで31本取り付け、1.5mの範囲を可視化できる。煙線ノズルの支持は、Fig.3に示すような自立型スタンド方式とした。床からスタンド先端まで最大2850mmの高さまで範囲まで任意の高さに調整可能である。水平層流時の気流可視化もできるように煙線ノズルを垂直にセットできる。たばこのヤニによる目づまりを考慮して、ノズルは一本一本とりはきける形とし、掃除しやすくした。スタンドも撮影時の影響がないように黒く消し焼付塗装とした。

3.3 摄影機器，照明裝置

撮影装置としては、35mm1眼レフカメラと三管式ビデオカメラとを用いた。照明装置は300Wの写真用ランプを用いた。

Room	Type of Airflow	Air Cleanliness	Temperature and Humidity	Number of Air Changes (N/h)	Efficiency of Airfilter
Laminar Airflow Room	Vertical Laminar Airflow	Class 1	22°C ± 1°C 40% RH ± 5% RH	15~600	0.1 μm 99.999%
	Horizontal Laminar Airflow	Class 10		15~300	0.3 μm 99.99%
Turbulent Airflow Room	Turbulent Airflow	Class 1000	22~27°C ± 2% 40~50% RH ± 10% RH	30	0.3 μm 99.97%

Table.1 Specification of the Clean Room

Fig.2 Cigarette smoke generator

Fig.3 nozzle and support stand

Fig.4 Experimental Apparatus

4. 実験方法

層流実験室で、天井H E P A直下の吹出風速が平均値0.244m/s、標準偏差0.04m/sという条件で可視化実験を行なった。層流室のAゾーンの中央に作業台をおき、作業台中央位置での縦断面を可視化断面とした。煙線ノズルは床上約1.8mの高さにセットし、気流速度と煙の吐出速度が一致するように調整した。写真用ランプ3個と木製パネル（巾0.9m×高さ1.8m）を用いて、照明用のスリット光をつくった。ランプの発熱により気流が乱されるのを防ぐため可視化断面より1m以上離してパネルをセットした。撮影は隣接の乱流実験室側からガラス越しに行なった。ビデオ撮影は、18dB増感した上でTVモニターで確認しながら行なった。煙の流線がはっきり映るようになるため、黒色の背景紙（巾3m×高さ3m）を壁面に取り付けた。Fig・6に実験装置のレイアウトを示す。

Fig.5 Video camera and TV monitor

5. 実験結果

1眼レフによる撮影例をFig・7, Fig・8に示す。Fig・9は、可視化実験と同一条件での超音波風速計を用いた気流分布の実測結果を示す。両者を比較すれば良い対応している

Fig.6 Optical setup

ことがわかる。写真

では、作業台の下部分の気流がはっきりしないが、ビデオ撮影では Fig.9 の実測結果と同じよう、うずを巻いているのが良く分かった。

6. まとめ

たばこの煙を用いた気流可視化実験を行ない、超音波風速計による実測結果の妥当性が得られた。撮影装置としては、1眼レフカメラと三管式ビデオカメラとを併用したが、ビデオカメラの方が、作業台の下部分の気流の乱れ具合も、はっきり撮影できた。

実際のクリーンルームで、たばこの煙で可視化を行なうことは、H E P Aフィルタの寿命を縮める可能性があるもので、現実的ではない。今回、実験室で、3日間で7～8回の可視化実験を行なった。実験終了後、壁面の水ぶきを行ない、清浄度をチェックしたが、特に汚染された様子はみられなかった。

撮影データ

シャッタースピード	: 0.5SEC	, しぼり	: オート
レンズ	: 28mm	, フィルム	: ASA 400 (F U J I)
カメラ	: α 9000 (ミノルタ)

Fig.7 Flow Visualization(1)

Fig.8 Flow Visualization(2)

Fig.9 Observed velocity distribution of air flow in a vertical cross section of laminar flow clean room

7. 参考文献

- 1) 浅沼強編; 新版流れの可視化ハンドブック, 朝倉書店, 1987年
- 2) 泉本利章他; クリーンルームにおける気流の可視化技術と測定評価, 応用開発, 工学情報 センター