

ダクト各区分間風量および抵抗の現場測定に関する研究

(熱線風量計と同期モータ付吸引ファンの導入)

○ 正会員 関根秀久* 岡 寺尾道仁**

1. はじめに JIS 吸引法¹⁾の簡易化をはかるためこれまでプラス側のみ付加抵抗可変の吹出口風量測定器具を試作して調べてきた²⁾。そのような簡易なものでも風量測定については満足しうる結果が得られた。しかし、抵抗測定にたいしては、付加抵抗0近傍の風量・圧力情報が重要であり、やはり吸引機構が不可欠であることがわかった。今回は、これに対処するため図1に示すように、吸引ファンを導入する一方、風量測定についても、熱線型風量計を試作して、実験的に調べた。

2. 吸引ファン 吸引ファンは、換気扇の羽根(20φ)を同期サーボモータにより駆動した。モータ回転数は、回転計で確認したところ、制動電圧と0.1%の誤差以内で比例するものであった。

3. 熱線型風量計 熱線には、プラチナロジウム(ロジウム13%, 直径d=0.3mmφ, 長さl=3m)を用い、定温度型回路(図2)とした。今回は、過電流や作成時の切断を恐れたため、熱線としては比較的大いものを用いた。そのため、特別大きな電流源(10A)を必要としている。熱線を1桁細くすれば、通常のパワートランジスタ(100mA)で十分である。温度補償については、ハード的な回路をもたせず、あらかじめ室温をパラメータとする検定線を探し、計算機側で行うものとした。なお、検定線の関数形は、熱線冷却力に関する King の式により定めた。すなわち、熱線への供給電圧 E_w^2 と風量 Q との関係は、

$$E_w^2 = x \cdot (t_w - t_a) \cdot l \cdot r_0 (1 + a \cdot t_w) \times (1 + \sqrt{8 \rho \cdot c \cdot d \cdot Q / (x \cdot D^2)}) / J$$

$$= (t_w - t_a) (1 + a \cdot t_w) (A \cdot B \sqrt{Q}) \quad (1)$$

ここで、 x : 空気熱伝導率, t_w : 熱線の温度, t_a : 空気の温度, a : 熱線の温度係数, ρ : 空気の比重, c : 空気の比熱, D : 器具ダクトの直径, r_0 : 熱線の 0°C における抵抗, J : 仕事の熱当量である。

図3は、これを用いた測定例($t_w = 143.1^\circ\text{C}$, $t_a = 13.6^\circ\text{C}$, 一定)である。吸引ファンの回転数の違いによる影響は少なく、オリフィスとの相対誤差も最大1.1%である。空気温度の制御が任意に出来なかったため、検定線の検討は十分ではないが、風量計としての有効性は確認されたものといえよう。

4. 室内圧とフード内圧 実験は、図4に示すようなダクト網で行った。分岐のスプリッタ上流端を境界とする7区間のうち、各吹出口の上流側にオリフィスを設けた。フードが十分大きいときおよび有限のときのフード内圧を、それぞれ P_A , および P_H としてその関係を探る。図5に示すように吹出口風量測定器具とその上

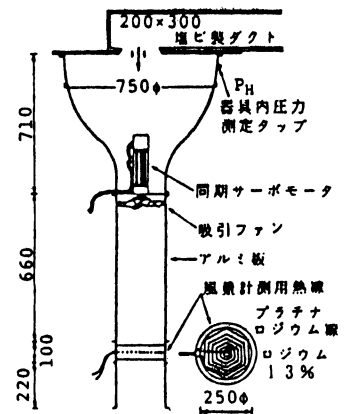


図1 吹出口風量測定器具

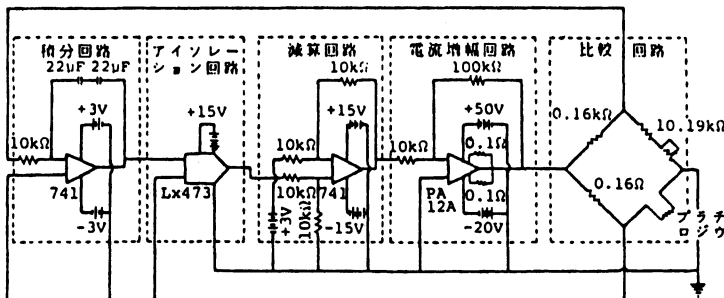


図2 熱線風量測定器具回路図(定温度型)

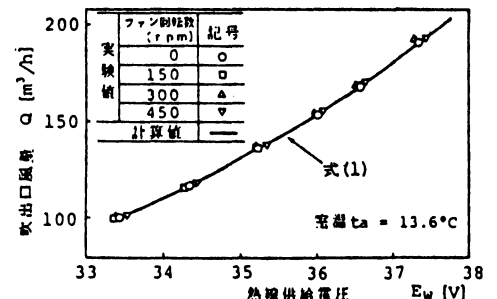


図3 吹出口風量の測定例

On a method for measuring air quantities and flow resistances between nodes in a duct network inside.

(A laboratory test on a quantity measuring apparatus with special hot-wire air-flow meter and with a suction fan driven by a synchronous motor.)

SEKINE Hidehisa et al.

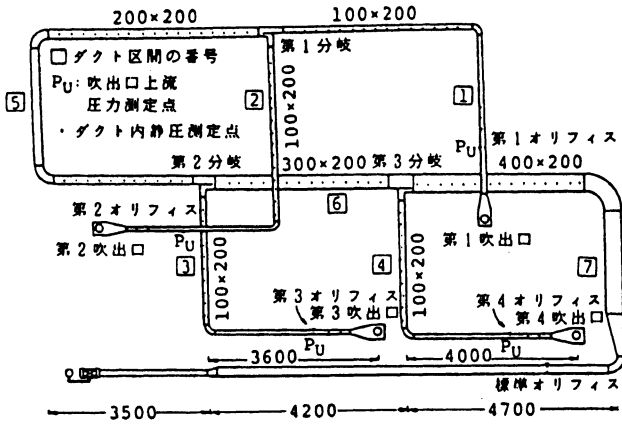


図4 実験に用いたダクト網

流ダクトの各部圧力や抵抗について記号を定めれば、

$P_u = P_A + r_u Q^2$ また、 $P_A (= r_A Q^2) = 0$ のときの量には添字0をつけるものとするれば、 $P_{u0} = r_u Q_0^2$ であるから、式(2)により P_A を求める。

$$P_u - P_{u0} = P_A + r_u (Q^2 - Q_0^2) \quad (2)$$

図6は、 P_A と P_H の比較、図7は、これらによる Q と r_A の関係について、測定結果とダクト内各節点圧力、風量測定から計算した²⁾ それとを比較したものである。図6では P_A 、 P_H の違いは少なく、したがって図7でも、両者による違いは小さいが、表1に示すように他の吹出口での結果も含めると、いくぶん P_A の方が、ダクト内測定値との一致が良い傾向が見られる。 P_H と P_A の関係は、吹出口形式やダクト網により異なることが予想されるが、以下では、これらの条件を変えず、図4のダクト網について、 P_A を用いて実験を行った。

5. 各区分風量および抵抗検出結果 図8は、全吹出口について、図7のようにして得られた $Q_0 = Q(r_{A0})$ およびこれと $\partial Q / \partial r_A | r_{A0}$ から計算される³⁾ 各区分の抵抗係数(各区分ダクト内動圧基準)を示す。風量は相対誤差2%以内と良好である。また、抵抗検出結果は比較的抵抗の小さな区分では、相対誤差が大きくなるが、比較的抵抗の大きい区分では1割程度の相対誤差内におさまっている。

6. まとめ 今回導入した熱線型風量計はその検定を念入りに行うならば、オリフィスに匹敵する精度を持ちうる可能性を示した。抵抗測定の精度向上のためには、検討すべき事柄がまだ多い。なお、フード内圧の直接測定にかえて吸引ファン回転数から間接的に求めるための実験式について、現在検討中である。

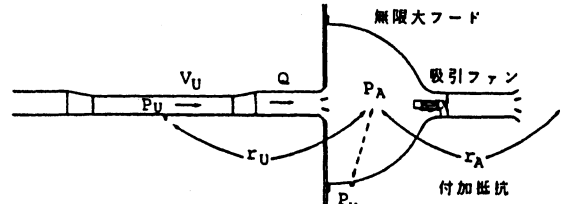


図5 風量測定用フード内圧

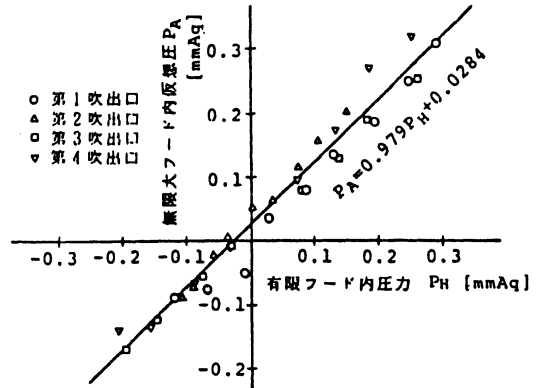


図6 有限フード内圧 P_H と無限大フード内仮想圧 P_A との関係

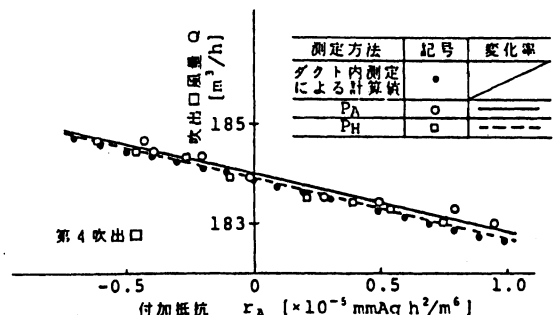


図7 付加抵抗とその吹出口風量との関係

表1 吹出口区分風量のその吹出口区分抵抗に関する変化率 [$\times 10^6 \text{ m}^3 / \text{mmAq h}^3$]

測定方法	吹出口区分 1	吹出口区分 2	吹出口区分 3	吹出口区分 4
ダクト内測定	-1.26	-0.418	-1.25	-1.26
P_A	-1.26	-0.414	-1.26	-1.19
P_H	-1.30	-0.437	-1.22	-1.22

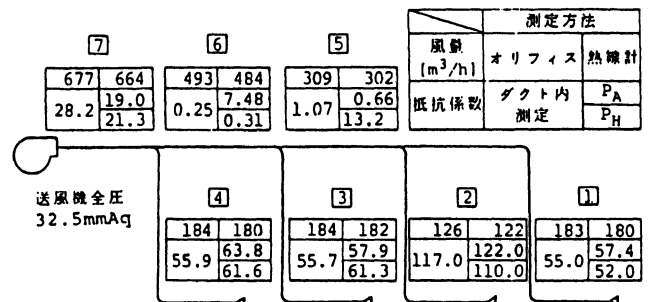


図8 各ダクト区分の風量と抵抗係数の測定結果

参考文献

- 1) JIS A1431 空気調和換気設備の風量測定方法
- 2) 関根, 寺尾: 樹枝状ダクト網各区分の風量と抵抗の現場測定法について, 空気調和・衛生工学会学術論文集, 昭和60年10月.
- 3) 野村, 貝塚: ダクト系の風量測定と風量調整, 空気調和衛生工学, 第47巻, 第11号, 昭和48年11月.

* 神奈川大学 工学部 教務技術員 ** 同 教授 工博