



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダクト系の風量調整
Author(s)	沢登, 龍彦; 窪田, 英樹
Citation	衛生工学, 15, 9-28
Issue Date	1967-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36190
Type	departmental bulletin paper
File Information	15_9-28.pdf



ダクト系の風量調整

沢 登 龍 彦*

窪 田 英 樹**

Balancing Air Flow of an Air Duct System

Tatsuhiko SAWANOBORI

Hideki KUBOTA

Synopsis

This paper is concerned with the new method for balancing an air duct system without calibrated dampers.

The method of balancing consists of ;

- (1) Measuring air delivery at each outlet with all dampers fully open.
- (2) Calculating the ratio (x_i) of actual air delivery of each outlet to desired and ($\frac{x_m}{x_i}$).

x_m ; minimum x_i

- (3) Setting the damper at each outlet to achieve the flow rate q'' ;

$$q'' = D \cdot \frac{x_m}{x_i} \cdot q'$$

q' ; flow rate jnst before setting the damper of the outlet

D ; Calculated from $\frac{x_m}{x_i}$ etc ($\div 1$)

- (4) Adjusting the total quantity by means of main damper.

1 緒 言

空気調和、換気に使われているダクト系で、施工後風量のばらつくことがある。

この原因には設計方法、必要データーの不足、使用データーと実物との差、現場での変更、など種々の場合が考えられる。しかし、これらの問題を根本的に改善するのは必ずしも容易ではない。従つて、程度の差こそあれ常に風量のばらつく原因の有するダクト系に対して、施工後現場での迅速な調整が要求される。

これまでも 2, 3 の方法が紹介されているが、使用範囲が限られていたり、手数のかゝる欠点を有

* 産業環境工学講座 助教授

** 大学院博士課程学生

している。

ダクト系により望まれる精度も異なるが、ここでは迅速に行なえる方法、ということに主眼をおいて考えた。しかも、その結果は充分満足のゆくものであると考える。

手順の大略は次の通りである。

- (1) ダンパー全開で各吹出口風量 q_{ib} を測定する。
- (2) 次の計算を行なう。

$$(i) \frac{q_{ib}}{q_{ia}} = x_i, \quad (ii) \frac{x_m}{x_i}$$

- (3) 各吹出口のダンパーを次の風量 q_{id} になるまでしぼる。

$$q_{id} = D_i \frac{x_m}{x_i} \cdot q_{ic}$$

- (4) 全吹出口で(3)の調整が終了した後、総風量を主ダンパーで調整する。

2 記 号

この論文で使用する記号を示す。

- q 吹出風量 (枝管風量)
- Q 主管風量
- r 枝管抵抗 $\left(= \left\{ \sum \left(\zeta \cdot \frac{1}{A \zeta^2} \right) + \lambda \frac{1}{d} \frac{1}{A \lambda^2} \right\} \frac{r}{2g} \right)$
- R 主管抵抗
- Δr 設計分流比と実際分流比における r の差
- V, v 主管及び枝管風速
- A 代表面積
- x_i 風量比 q_{ib} / q_{ia}
- X_i " Q_{ib} / Q_{ia}
- Suffix i 吹出口番号 (ダクト番号)
- m x 最小の吹出口番号
- N 吹出口数
- a 設計値 (Q, q), 又は設計分流比 (r)
- b ダンパー全開
- c ダンパー調整直前
- d " 直後
- B 調整目標値

3 ダクト系

3-1 モデル

ダクト系を構成しているものには、次のようなものが考えられる。

- 1 送風機
- 2 空調器（コイル、フィルターなど）
- 3 ダクト（ダクト、吹出口、吸込口）
- 4 ダンパー
- 5 室、廊下、階段など
- 6 内、外気条件
- 7 その他

これらが複雑に影響しあっているが、問題となる風量分布は、ダクトの抵抗分布に左右されるとみてさしつかえない。

図-1 A, B にビル空調の例を示す。

条件として、室-廊下間グリル抵抗は無視し得るものとし、調整時には階段は開放してあり、各階の圧力は同一であるとする、このダクト系は、次の4つの系に分離して取り扱うことが可能になる

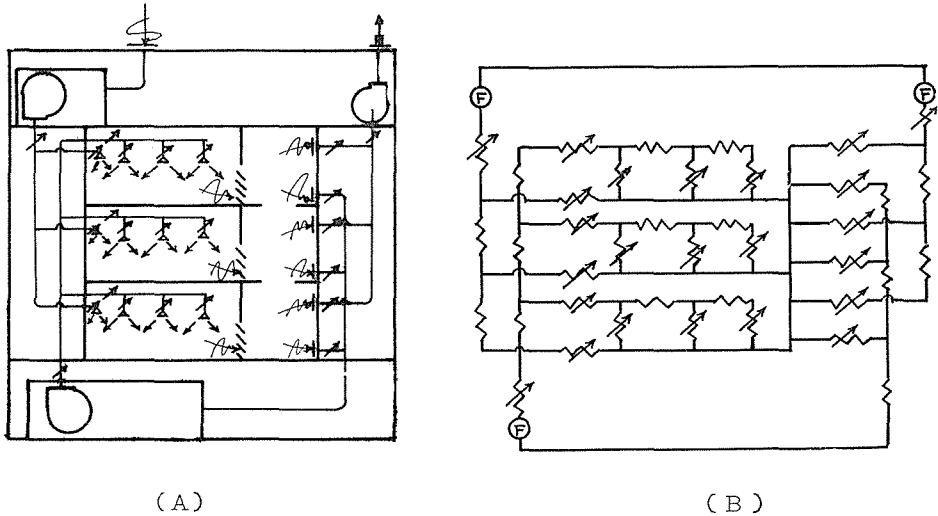


図-1 ダクト系モデル

- (1) 給気ダクト系
- (2) 還気ダクト系
- (3) 排気ダクト系
- (4) 外気ダクト系

図に示す如く、各階への分岐は「 $\downarrow\downarrow\downarrow$ 」の型をしている。しかし、各階における分岐は複雑である。ここですべての分岐型について論ずるのは不可能であるから、分岐の基本型である

並列型  と 櫛型  について述べることにする。

3-2 抵抗特性

直管、曲りなどの抵抗は、ここで扱うような風量（風速）範囲ではほとんど一定であるから省略して、図-2 A, B に吹出口と分岐枝管抵抗の例を示す。

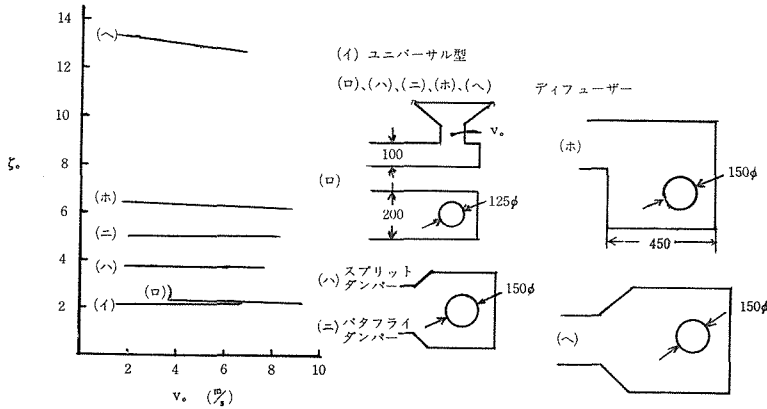


図-2(A) 吹出口 ζ_0 の例

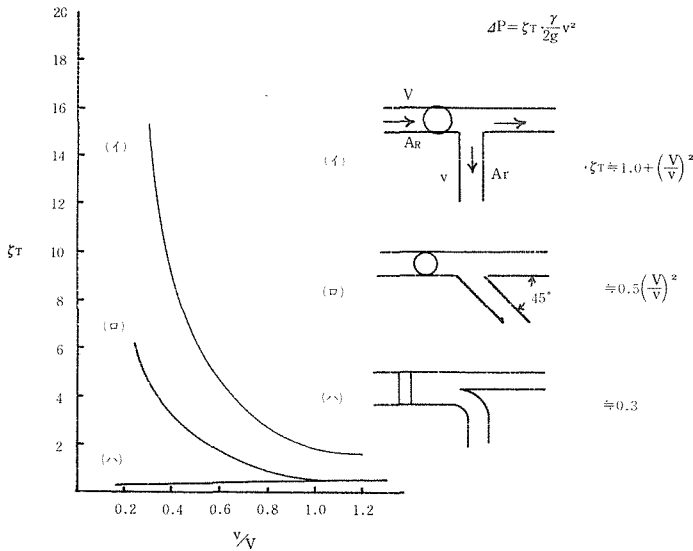


図-2(B) 分岐ダクト ζ_T の例

吹出口の場合、風速により若干変化しているが無視し得る。

しかし、分岐抵抗に関しては、分流比（ v/V ）により著しい変化をしている。

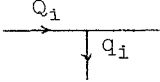
低速ダクト系に使用される分岐は  型でありその

値も小さく変化も少ないが、高速ダクト系に使用されているT型の分岐抵抗は値も大きく変化も大きい。この分岐抵抗を除いた一般の抵抗は一定とみなし得るので、以下一定として論を進め特にT型分岐の場合については、あらためて4-3で述べることにする。

4 調整方法

4-1 概 要

次のように術語を定義する。

分 流 比	q_1/Q_1 又は v_1/V_1	
風 量 比	$q_{1b}/q_{1a} = X_1,$ $Q_{1b}/Q_{1a} = X_1$	
風量分布	各吹出口風量の比 $q_1 : q_2 : q_3 : \dots$	

先にも触れたように、一般には施工後調整をしなければならない可能性を含んでいるので、送風機の容量にいくぶん余裕を見込んでおくのが普通である。又、実際問題になると思われるのは絶対風量よりむしろ風量の分布である。このことは、たとえばある負荷的に均一なゾーンを、一つの検出端で制御する場合、風量分布がそのまま送熱分布につながるわけであるから、もし風量分布が不均一であればそれに対応して温度分布も不均一になる。従つて、こゝでは調整による抵抗増加に対応できる送風機が存在を仮定して、風量調整を風量分布調整ということ論を進める。

調整に必要なダンパーの位置は、各吹出口、総風量調整用に主ダクト、それに図-1の如き大きな系では、各階への主分岐、などである。

ダクト系の抵抗が風量により変化しないとすると、風量分布は総風量によらず常に一定である。従つて、調整は図-1の例でいえば、まず各階ごとに吹出口ダンパーによつて風量分布を調整し、次に各階への風量分布を主分岐ダンパーで調整する。そして最後に主ダクトダンパーで総風量を調整すればダクト系の調整は完了したことになる。

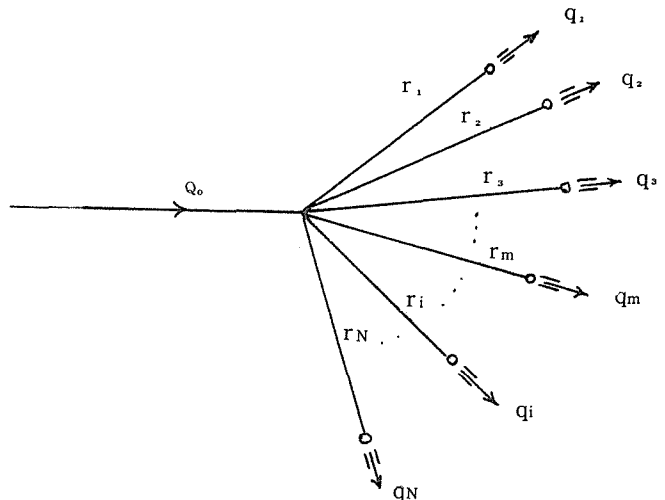


図-3 並 列 分 岐

4-2 調整モデル

(1) 並列分岐

いま、ダンパー全開時における全圧の平衡を考えると

$$r_1 \cdot q_{1b}^2 = r_2 \cdot q_{2b}^2 = \dots = r_m \cdot q_{mb}^2 = \dots = r_1 \cdot q_{1b}^2 = \dots \quad (1)$$

これに $q_b = X \cdot q_a$ を代入して X_m^2 で割ると

r_m より下流側の r_j に関しても同様に

$$\alpha_j = C_j \left(\frac{X_j}{X_m} \right)^2 \dots \dots \dots (8)$$

ここで $(\frac{X_K}{X_m})$ を考えると

$$(\frac{X_K}{X_m}) = \frac{1}{X_m} \frac{\sum_{i=1}^K q_{ia} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^K q_{ia}} = \frac{\sum_{i=1}^K (\frac{X_K}{X_m})}{K} \dots\dots\dots(10)$$

これは $(\frac{X_i}{X_m})$ 線より簡単に求めることができる。又, $(\frac{X_K}{X_m}) = 1 + y_K$ とおくと

$$(\frac{X_K}{X_m})^2 - 1 = 2 y_K + y_K^2$$

即ち

$$\sum_{m=1}^{i-1} \Delta p_K \{ (\frac{X_K}{X_m})^2 - 1 \}$$

は斜線部分の面積である。

$$\sum_{m=1}^{i-1} \Delta p_K \{ (\frac{X_K}{X_m})^2 - 1 \} = (p_i - p_m) \cdot H_i \dots\dots\dots(11)$$

とおくと

$$\frac{1}{p_i} \sum_{m=1}^{i-1} \Delta p_K \{ (\frac{X_K}{X_m})^2 - 1 \} = \frac{1}{p_i} (p_i - p_m) H_i = Z_i \dots\dots\dots(12)$$

これは図のZの値である。

従つて, C_i の分母 $1 + Z_i$ は $(\frac{X_i}{X_m})$ 目盛と並べてその逆数 $(\frac{X_m}{X_i})$ の数値を記入しておけば即座に C_i を読みとることができる。

以上の要領で C_i を求めることができるが, 次節で述べるように, 実際に使用するのは

$$\sqrt{\frac{1}{\alpha_i}} = \sqrt{\frac{1}{C_i}} (\frac{X_m}{X_i}) = \sqrt{1 + Z_i} (\frac{X_m}{X_i})$$

であるから, 数値を $\frac{X_i}{X_m}$ は $\frac{X_m}{X_i}$ に, 又, C_i に関しては $\frac{X_m}{X_i}$ の代りに $\sqrt{\frac{X_m}{X_i}}$ を記入しておくとし便利である。

並列分岐の場合は, 単に $\frac{X_i}{X_m}$ の値だけで調整ができ非常に簡単であつた。そこでこの橢圓分岐についても $\frac{X_i}{X_m}$ のみで, 即ち $C_i = 1$ として調整した場合, どの程度誤差がでるか数値をいれて計算したのが図-6である。

風量分布は単に $r \cdot q^2$, $R \cdot Q^2$ の比率のみで決まり, その絶対値には無関係である。この例は等風量分配を目的としたダクト系で, 与えられた条件で生ずる $\frac{X_i}{X_m}$ 値と, $\alpha_i = (\frac{X_i}{X_m})^2$ として調整した後の $(\frac{X_i}{X_m})$ を示している。

結論としては, かなり大きな $\frac{X_i}{X_m}$ でなければ $C \doteq 1$ として調整を行なうことが可能である。

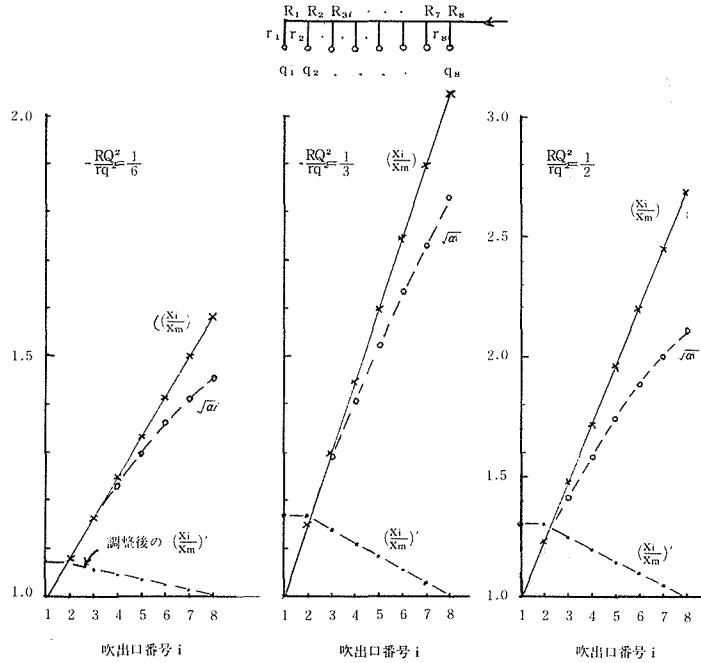


図 — 6

4-3 T型分岐枝管抵抗の影響

前節では R 、 r とも風量によらず一定と仮定したが、ここでは分流比 $(\frac{Q_i}{Q_1})$ により変化するT型分岐枝管抵抗の影響について述べる。簡単のため等風量分配ダクト系とする。

この場合、 r_1 は分岐(r_T)、直管(r_l)、吹出口(r_o)からなる。即ち

$$r_1 = r_{T1} + r_{l1} + r_{o1} \quad \dots\dots\dots (13)$$

ここで r_{T1} に関しては

$$r_{T1b} = \zeta_{T1b} \frac{\gamma}{2g} \left(\frac{1}{A_{r1}} \right)^2 = K_{11} \cdot \zeta_{T1b} \quad \dots\dots\dots (14)$$

図-2 Bより

$$\zeta_{T1b} = 1 + \left(\frac{V_{1b}}{V_{1b}} \right)^2$$

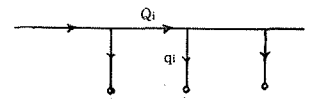


図-7 T型分岐

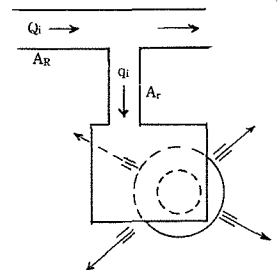


図-8 吹出口取付図

又

$$\left(\frac{V_{1b}}{v_{1b}}\right)^2 = \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left(\frac{Q_{1b}}{q_{1b}}\right)^2 = \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left(\frac{q_{1b} + Q_{(1-1)b}}{q_{1b}}\right)^2$$

 $q_{1b} = x_{1b} \cdot q_{1a}, Q_{1b} = X_{1b} \cdot Q_{1a}$ を代入して

$$\left(\frac{V_{1b}}{v_{1b}}\right)^2 = \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left(1 + \frac{(i-1) \cdot X_{(1-1)b}}{x_{1b}}\right)^2 \dots\dots\dots(15)$$

従つて

$$r_{T1b} = K_1 \left\{ 1 + \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left(1 + \frac{(i-1) \cdot X_{(1-1)b}}{x_{1b}}\right)^2 \right\} \dots\dots\dots(16)$$

と表わすことができる。又

$$\begin{aligned} \Delta r_{1b} &= r_{1b} - r_{1a} \\ &= K_1 \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left\{ \left(1 + \frac{(i-1) \cdot X_{(1-1)b}}{x_{1b}}\right)^2 - i^2 \right\} \dots\dots\dots(17) \end{aligned}$$

同様に

$$\begin{aligned} \Delta r_{1c} &= r_{1c} - r_{1a} \\ &= K_1 \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left\{ \left(1 + \frac{(i-1) \cdot X_{(1-1)c}}{x_{1c}}\right)^2 - i^2 \right\} \dots\dots\dots(18) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta r_{1d} &= r_{1d} - r_{1a} \\ &= K_1 \left(\frac{Ar_1}{AR_1}\right)^2 \left\{ \left(1 + \frac{(i-1) \cdot X_{(1-1)d}}{x_{1d}}\right)^2 - i^2 \right\} \dots\dots\dots(19) \end{aligned}$$

又、 Δr_{1b} を考慮に入れた α_1 の値は、(4)式に $r_i \rightarrow r_{1a} + \Delta r_{1b}$, $r_m \rightarrow r_{ma} + \Delta r_{mb}$ の置き換えをして求めることができる。

$$\alpha_1 = D_1 \left(\frac{x_1}{x_m}\right) \dots\dots\dots(20)$$

但し、

$$D_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{r_{1d}^2 q_{1a}^2} \sum_m^{i-1} R_K Q_{Ka}^2 \left\{ \left(\frac{x_1}{x_m}\right)^2 - 1 \right\} - \frac{\Delta r_{1b} \left(\frac{x_1}{x_m}\right)^2 - \Delta r_{mb}}{r_{1d}}} \dots\dots\dots(21)$$

この α_1 は r_{1a} を α_1 倍するという値であるから、実際には調整直前の抵抗 r_{1c} (キ r_{1a}) を β_1 倍することになる。

$$\beta_1 \cdot r_{1c} = \beta_1 (r_{1a} + \Delta r_{1c}) = \alpha_1 r_{1a} + \Delta r_{1d}$$

$$\therefore \beta_i = \frac{\alpha_i r_{ia} + \Delta r_{id}}{r_{ia} + \Delta r_{ic}} \quad \dots\dots\dots(22)$$

このまゝでは変数が多くて複雑であるから、調整を下流側から順次実施してきた場合について考えることにする。即ち、現在調整の対象になつている吹出口より下流側の吹出口に関する分流比は、全て設計分流比であり当吹出口についても調整後は設計分流比になるから

$$\Delta r_{id} = 0 \quad \dots\dots\dots(23)$$

又、対象吹出口 i の調整直前の状態で α_i を求めると

$$\alpha_i = D_{ic} \left(\frac{x_{ic}}{X_{(i-1)c}} \right)^2 \div \left(\frac{x_{ic}}{X_{(i-1)c}} \right)^2 \quad \dots\dots\dots(24)$$

但し

$$D_{ic} = \frac{1}{1 - \frac{\Delta r_{ib} \left(\frac{x_{ic}}{X_{(i-1)c}} \right)^2}{r_{id}}} \quad \dots\dots\dots(25)$$

(18), (23), (24)式より

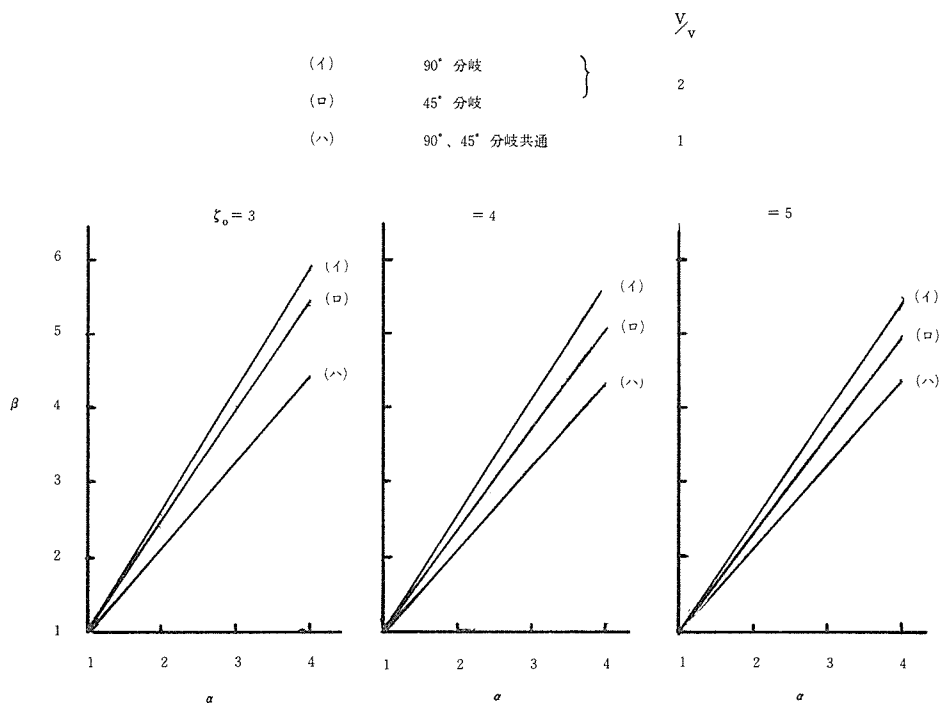
$$\beta_i \div \frac{r_{ia}}{r_{ia} + K_1 \left(\frac{Ar_1}{Ar_1} \right)^2 \left\{ \left(1 + \frac{i-1}{\sqrt{\alpha_1}} \right)^2 - i^2 \right\}} \cdot \alpha_i \quad \dots\dots\dots(26)$$

これに $r_{ia} = r_{Tia} + r_{lia} + r_{oia}$ を代入して

$$\begin{aligned} \beta_i &\div \frac{r_{Tia} + r_{lia} + r_{oia}}{r_{Tia} + r_{lia} + r_{oia} + K_1 \left(\frac{Ar_1}{Ar_1} \right)^2 \left\{ \left(1 + \frac{i-1}{\sqrt{\alpha_1}} \right)^2 - i^2 \right\}} \cdot \alpha_i \\ &= \frac{\zeta_{Tia} + \lambda \frac{1}{d} + \zeta_o}{\zeta_{Tia} + \lambda \frac{1}{d} + \zeta_o + \left(\frac{Ar_1}{Ar_1} \right)^2 \left\{ \left(1 + \frac{i-1}{\sqrt{\alpha_1}} \right)^2 - i^2 \right\}} \cdot \alpha_i \quad \dots\dots\dots(27) \end{aligned}$$

但し ζ_o は吹出口チャンバー入口風速基準

が得られる。図-7は ζ_o に一般的な値を入れて計算した結果である。但し $\lambda \frac{1}{d} \div 0$ としてある。

図 - 9 β の 値

5 ダンパー操作

5-1 ダンパー使用上の問題

吹出口ダンパーによる調整を前提に論を進めてきたが、実際には騒音発生、偏流吹出しなどのため使用に限界がある。

たとえば、ダンパーを吹出口から離れた位置に設けた場合、この点は多少緩和されるであろうが、取り扱い是不便になる。

結局騒音発生の少なく、しかも偏流の生じない吹出口ダンパーが要求されるわけであるが、単に調整の立場からのみ結論するわけにはいかない。結果的には騒音、偏流の問題にならない範囲での調整になつてしまうが、次に

5-2 ダンパー特性のわかつている場合

5-3 ダンパー特性不明の場合

についてのダンパー操作法を述べる。

5-2 ダンパー特性のわかつている場合

r_D を加えるべきダンパーの抵抗とすると

$$\alpha_i \cdot r_{ia} \cdot q_{ia}^2 = (r_{ia} + r_D) q_{ia}^2$$

$$\therefore r_D \cdot q_{ia}^2 = (\alpha_i - 1) r_{ia} \cdot q_{ia}^2$$

$$= \left(1 - \frac{1}{\alpha_i}\right) r_{ib} \cdot q_{ia}^2 \quad \dots\dots\dots(28)$$

ここで $r_{ib} \cdot q_{ia}^2$ に推定値を入れて r_D 即ち、ダンパー開度を求めることができる。

一般の吹出口ダンパーは不正確で r_D を開度で表現することは不可能である。

5-3 ダンパー特性不明の場合

(1) 並列分岐

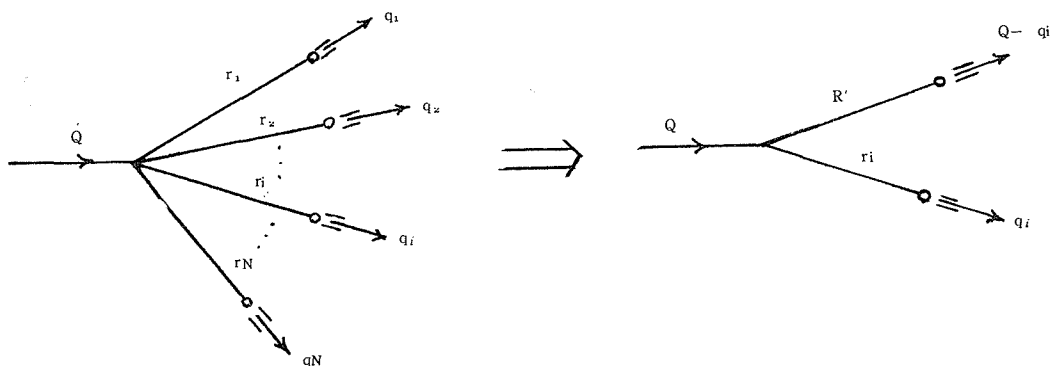


図 - 10 並 列 分 岐

R' を r_{ib} 以外の合成抵抗とすると q_{ic} は

$$q_{ic} = \frac{\sqrt{\frac{R'}{r_{ib}}}}{1 + \sqrt{\frac{R'}{r_{ib}}}} \cdot Q_c \quad \dots\dots\dots(29)$$

次に r_{ib} を α_i 倍したとき、 q_{ic} が q_{id} に、 Q_c が Q_d に変化したとすれば

$$q_{id} = \frac{\sqrt{\frac{R'}{\alpha_i \cdot r_{ib}}}}{1 + \sqrt{\frac{R'}{\alpha_i \cdot r_{id}}}} \cdot Q_d \quad \dots\dots\dots(30)$$

従つて、この両式から

$$q_{1d} = \frac{\sqrt{\frac{1}{\alpha_1}}}{1 + \frac{\sqrt{\frac{R'}{r_{1b}}}}{1 + \frac{\sqrt{\frac{R'}{\alpha_1 \cdot r_{1b}}}}}} \cdot \frac{Q_d}{Q_c} \cdot q_{1c} \quad \dots\dots\dots (31)$$

普通のダクト系では $\frac{Q_d}{Q_c} \div 1$ とみなすことができる。

又、 $R' \left(\sum_1^N q_{Kc} - q_{1c} \right)^2 = r_{1b} \cdot q_{1c}^2$ より、

$$\sqrt{\frac{R'}{r_{1d}}} = \frac{q_{1c}}{\sum_1^N q_{Kc} - q_{1c}} \quad \dots\dots\dots (32)$$

(32)と $\alpha_1 = \left(\frac{x_1}{x_m} \right)^2$ を(31)に代入して、

$$q_{1d} = \frac{x_m}{x_1} \cdot \frac{1 + \frac{q_{1c}}{\sum_1^N q_{Kc} - q_{1c}}}{1 + \frac{q_{1c}}{\left(\sum_1^N q_{Kc} - q_{1c} \right)} \cdot \frac{x_m}{x_1}} \cdot q_{1c} \quad \dots\dots\dots (33)$$

吹出口が多数の場合には

$$\frac{q_{1c}}{\sum_1^N q_{Kc} - q_{1c}} \div \frac{1}{N-1} \div 0 \quad \dots\dots\dots (34)$$

とみなせるので

$$q_{1b} \div \frac{x_m}{x_1} q_{1c} \quad \dots\dots\dots (35)$$

結局、対象吹出口の調整直前風量 q_{1c} が q_{1d} になるまでダンパーを絞ることにより α_1 倍が実現される。このことは分岐点圧力がある一つの吹出口の調整前後ではほとんど変化しない、ということの意味している。

(2) 楕型分岐

前節と同様な考え方をするわけであるが、 r_N 以外の $r_1 \sim r_{N-1}$ に関しては R の影響を受ける。いま α_1 倍することにより q_{1c} から q_{1d} に変化したとすると

$$q_{1d} \div \epsilon_1 \cdot E_1 \cdot \frac{x_m}{x_1} \cdot q_{1c} \quad \dots\dots\dots (36)$$

但し

$$E_1 = \sqrt{\frac{1}{C_1}} \quad \text{又は} \quad \sqrt{\frac{1}{D_1}}$$

ε_1 はRの影響による係数であり、これはR, Γ の函数であるが一般的な形で表現することは困難である。

従つて、こゝでは3-2, (2)で C_1 について行なつたのと同様な方法で、実際のダクト系で取り得る ε_1 の値を調べてみる。

図-11は等流量分配ダクト系における抵抗比が、 $RQ^2/rq^2 \lesssim 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{6}$ の場合について、Rの影響の最も受ける r_2 を2倍した場合(即ち $\alpha_2 = 2$)の ε_2 の値を示している。

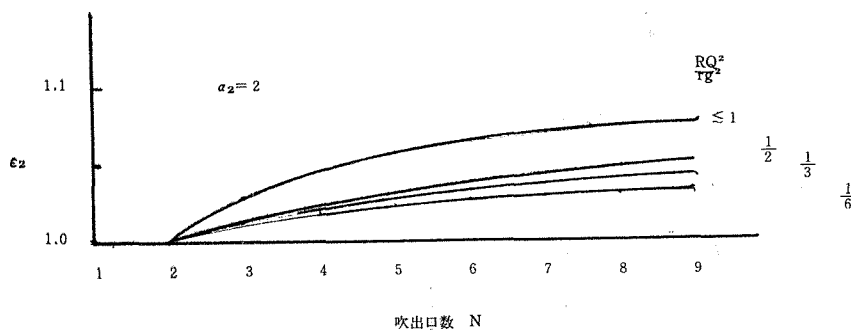


図-11 ε の値(ε_2 の例)

$RQ^2/rq^2 \lesssim 1$ の場合を除いて $\varepsilon_2 \lesssim 1.05$ であり実際上は $\varepsilon_1 \doteq 1$ として取り扱つても影響の少ないことが予想される。従つて近似的には、

$$q_{1d} \doteq E_1 \frac{X_m}{X_1} \cdot q_{1c} \quad \dots\dots\dots (37)$$

又、4-2 (1)で調べたように普通のダクト系では $C_1 \doteq 1$ 即ち、 $E_1 \doteq 1$ であるから

$$q_{1d} \doteq \frac{X_m}{X_1} \cdot q_{1c} \quad \dots\dots\dots (38)$$

として取り扱うことができる。

6 実 施 例

調整したのは工学部新館の便所排気ダクトで男・女子用共に同風量吸い込むように行なつた。

図-12にダクト寸法を示す。

$$r_{1d} \cdot q_{1a}^2 = P_1, \quad R_K \cdot Q_{Ka}^2 = \Delta R_K$$

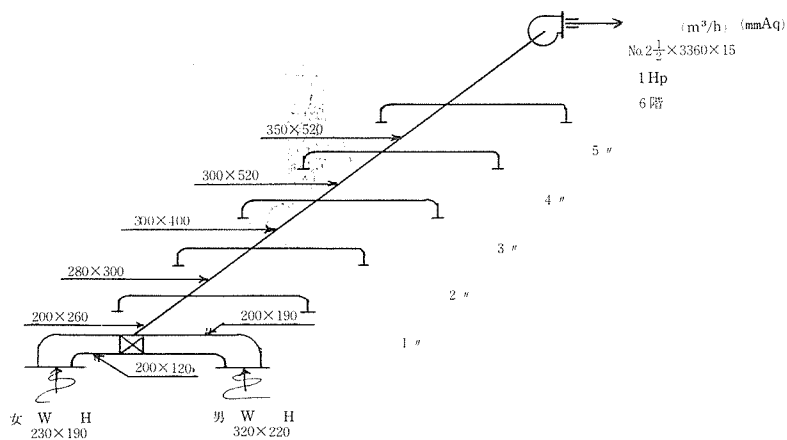


図-12 排気ダクト

の推定値は実際のダクトより

$$R_1 = \zeta_o \frac{r}{2g} v^2 \div 3 \times \frac{r}{2g} \times 2.3^2 = 1.0 \text{ (mmAq)}$$

$$\Delta P_K = 0.08 \text{ (mmAq/m)} \times 3.5 \text{ (m)} = 1.0 \text{ (mmAq)}$$

図-14に示す。

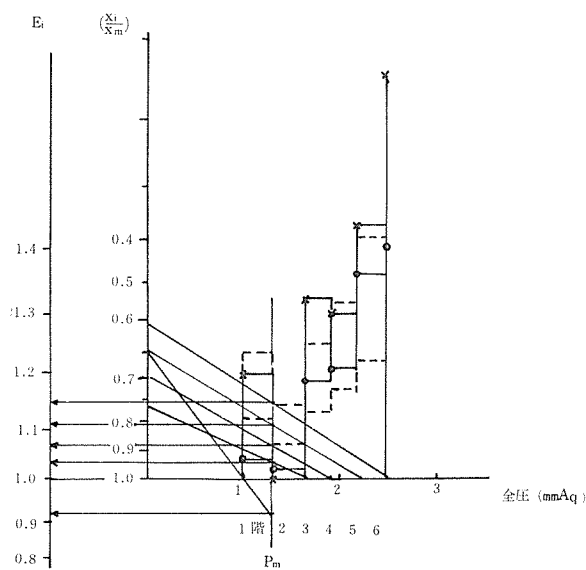
図-13 E_i の算出

表 - 1 工学部新館便所排気ダクト

1967年2月11日
11:30時～13:00時

(イ)	吹出(吸込)口番号	1 階 女(L) 男(G)	2 L G	3 L G	4 L G	5 L G	6 L G
(ロ)	推定全圧 (mmAq)	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5
(ハ)	設計風量(風速)	6.0 6.0 (2.3) (1.4)					
(ニ)	ダンパー全開時風量(風速)	4.9 6.7 (1.9) (1.6)	4.8 4.6 (1.9) (1.1)	6.5 8.2 (2.5) (1.9)	6.8 8.0 (2.6) (1.9)	8.6 9.7 (3.3) (2.3)	9.15 12.6 (3.5) (3.0)
(ホ)	$x = \frac{(ニ)}{(ハ)}$						
(ヘ)	$\frac{x_m}{x_1}$	0.93 0.69	0.96 1	0.71 0.56	0.68 0.58	0.54 0.48	0.51 0.37
(ト)	E_1	0.92	1	1.03	1.07	1.10	1.15
(チ)	(ヘ) × (ト)	0.86 0.64	0.96 1	0.73 0.58	0.70 0.62	0.59 0.53	0.58 0.42
(リ)	調整直前風量 (風速)	1.6		2.9 2.1	3.2 2.6	3.7 3.0	3.5 3.3
(ヌ)	(チ) × (リ)	1.0		2.1 1.2	2.3 1.6	2.2 1.6	2.0 1.4
(ル)	調整直後風量 (風速)	1.2		2.2 1.2	2.2 1.6	2.1 1.5	2.0 1.4
(オ)	調整完了風量 (風速)	5.7 5.0	5.7 5.6	5.7 5.0	5.5 5.9	5.2 5.5	5.5 5.6

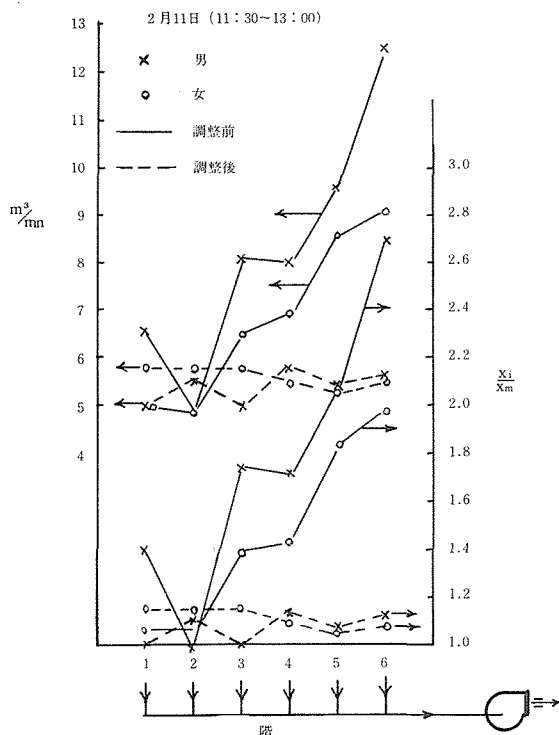


図-14 調整結果

7 再分岐ダクト系

図の如きダクト系で、主分岐にダンパーがない場合を再分岐型と称する。

多少複雑になるがこの型に関しても同様の取り扱いができる。又、 $q_{id} \doteq \frac{X_m}{X_1} q_{ic}$ の調整でも十分な結果の得られることが予想される。しかし、分流比により抵抗の変化するダクト系の場合は、今のところ簡単な表現はできない。現在一般に使用されているダク

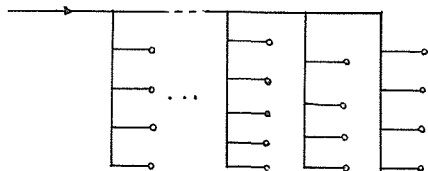


図-15 再分岐ダクト系

ト系では、再分岐部での合流比が1に近いこともあつて、抵抗変化の影響が軽減する傾向にある。従つて、抵抗変化のないダクト系と同様に取り扱うことも可能と思われる。

8 他の方法との比較

8-1 S. Dauphineeによる方法*

ダンパー特性のわかっている場合の方法で、説明は主ダクトに直接吹出口がついている場合だけしか行なっていない。

風量比（又は $\frac{x_m}{x_1}$ ）より直接ダンパー開度を求めているが、その理由については述べていない。前述した如く、 x 値からダンパー開度を求めるには R の影響を考慮しなければならないが、これについては触れていない。

結果は良好であるので、逆に $C \doteq 1$ とすることの保障を与えているとみることができる。この方法は x 値の使用を示唆している点を除けば、ほとんど実用性がない。

8-2 E. Harrisonによる方法**

この方法は、2分岐ダクトにおいて r_1 、 r_2 が一定であれば、 Q が変化しても q_1/q_2 は一定であることを利用したものである。

次に具体的方法を説明するが、必要条件は下流側末端の分岐ダクトの抵抗が、他に比べて最も大きいこと（即ち $x_m = x_1$ ）である。

(1) まず末端の分岐ダクト2ケに着目してその q_{1c}/q_{2c} が設計比 q_{1a}/q_{2a} に等しくなるまで r_1 又は r_2 のダンパーを絞る。

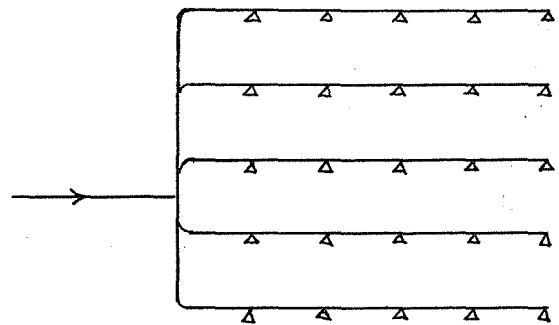


図-16 調整ダクト系

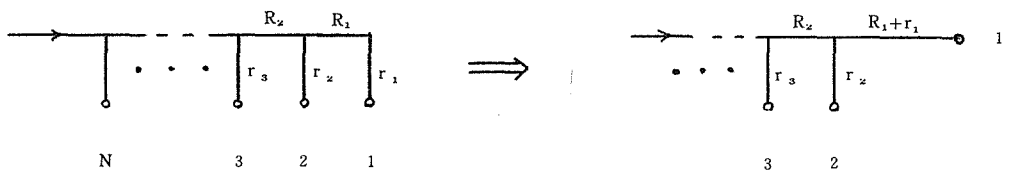


図 - 17

(2) 次に枝管3と枝管1, 2との2分岐ダクトとみなして、 q_{2c}/q_{3c} （又は q_1/q_3 ）が設計比 q_{2a}/q_{3a} （又は q_{1a}/q_{3a} ）になるまで枝管3のダンパーを絞る。

(3) 同様に枝管 i と枝管 $1 \sim (i-1)$ との2分岐ダクトとみなして $q_{(i-1)c}/q_{ic}$ が設計比

* ASHVE 161361 (1949, 1)

** JIHVE 1965 10

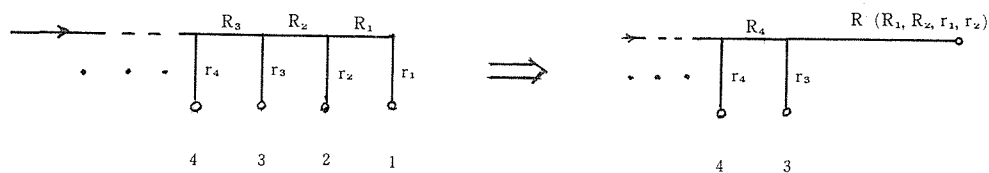


図 - 18

$q_{i-1}a/q_{1a}$ になるまで枝管 i のダンパーを絞る。

原理的にいつて、既に調整済のダンパーを動かすことはできない。常に対象吹出口のダンパーを調整することにより q_{i-1}/q_1 を設計比に合せることになる。この作業は2つの吹出口を同時に又は、相互に測定しながら行なわなければならないので手数がかかる。又、6章で述べた実施例の如く吹出口（吸込口）が各階に分れている場合には非常に困難となる。

再分岐型のダクト系の場合には、原理的には不可能である。

9 結 言

並列分岐、櫛型分岐ダクト系に関する風量調整は、ダンパー特性が不明でも風量の測定が可能であれば簡単に実現できることを示した。

この方法が少しでも実際の役にたてば幸いである。

最後に御援助、御指導をいただいた環境工学研究室の各位に深く感謝する。