法としての目的に合致しないので、本測定法においては、このように $\dot{P}$ の値が連続一様に増加または減少するときは測定の対象からはずすことにする。

4. 結 論

以上、筆者らの試作した $\dot{P}$ 測定器についてその性能を調査した結果、

(1) 時間的に一様に増加する圧力 P のために本測定器内の上下両水そう間を移動する水の流量 q をロタメータで測定すれば、そのときの圧力増加率は、上下両水そうの面積によって定まる κ を係数として $\dot{P} = \kappa q$ なる関係で求めることができる。

(2) 本測定器は、ロタメータはできるだけ限界流量の低いものを用いると同時に浮子を軽量化し、また

上下両水そうの面積を増大化することによってその測定感度を増大することができる。

(3) この両者を適当に選定すれば 0.01 mmAq/min 程度の微小圧力増加率の測定も可能である。

(4) $\dot{P}$ の値が時間的に一定範囲内を増減するようなときは、 q の値も増減するからその平均値を用いて $\dot{P}$ の近似値を求め得る。

(5) $\dot{P}$ が連続的に一様に増加または減少するような変化をするときは、本測定器による連続、直読測定は困難である。

ことなどを明らかにした。

文 献

- (1) 村上・福永・千葉, 機械学会論文集, 27-183(昭36-11), 1741.
- (2) 馬杉, 特許公報, 昭36-5493.

621.928.94:628.511.4:542.67

粉 じ ん の 濃 度 測 定 に 関 す る 研 究*

(第 4 報, 試作連続ろ紙濃度計)

村上泰蔵**, 福永節夫**, 千葉睦朗**

Studies on the Measuring Method of the Dust Concentration in the Gas Flow

(4th Report, On the Continuous Measuring Apparatus of the Dust
Concentration with Paper Filter)

by Taizō MURAKAMI, Setsuo FUKUNAGA,
and Mutsurō CHIBA

In an earlier paper of this series, we showed that the dust concentration in the air flow ought to be assumed by the value of $\dot{P}$ which increased according to the dust piled upon the paper filter. And in the secondary paper, the collection efficiency of the paper filter and the specific resistance of the loaded dust were studied. And then, the recently a paper on the characteristics of the continuous measuring apparatus of the value of $\dot{P}$ has been presented. By the results of these investigations the continuous measuring apparatus of the dust concentration was manufactured for trial.

The present report deals with the results of the measuring test of the dust concentration in the air using the trial apparatus.

In spite of the fact that this measuring apparatus is simple in construction, measuring in a comparatively extensive area is possible provided it is properly handled. We have found out that the measuring of, for instance, the values of 0.004~67.2 g/m³ is possible, which was used in the present experiment.

1. 緒 言

従来より粉じん気流の一部を抽気してその含有粉じんを各種の集じん器により捕集する形式の粉じん濃度測定法については多くの研究があるが^{(1)~(4)}, 連続的な測定法に関する研究はそれほど多くはないようである⁽⁵⁾。筆者らは従来より平面ろ紙濃度計の研究を行なっているが、時間的に逐次増加するろ紙面上の粉じんたい積量と、これに伴って増加するろ紙と粉じん層とを含んだろ層前後の圧力損失の時間的な増加率 $\dot{P}(=dP/dt)$ mmAq/min と

* 昭和 36 年 6 月 2 日 新潟地方講演会において講演, 原稿受付 昭和 36 年 10 月 12 日。

** 正員, 大阪府立大学教養部 (堺市百舌鳥梅町 4 の 804)。

第1図 試作連続式ろ紙濃度計の概要およびサイクロン分離器の捕集効率測定時の管配列図

第2図 ろ過器 右より 38, 48, 60 φ 形

の間の関係を考察した結果、粉じん濃度 C は、そのときの圧力損失の増加率 $\dot{P}$ に比例し、ろ紙の捕集効率 η 、粉じん層の比抵抗 α および気流の見掛け平均流速 u の平方などに反比例することを明らかにし、この関係より粉じん濃度 C を $\dot{P}$ の値に置換して連続的に求め得る新しい測定法について、第1報⁽⁶⁾に説明した。また、この際重要な定数であるろ紙の捕集効率 η 、比抵抗 α などについて第2報⁽⁷⁾において詳細な考察を行なった結果、粉じんがたい積するにつれて捕集効率は1とみなし得ること、比抵抗は粉じんの性質およびそのたい積量にもよるが、ほとんど定数的に扱ってさしつかえがないことなどを明らかにした。次に以上の考察よりろ紙面通過流速 u が一定のとき、圧力損失の増加率 $\dot{P}$ の値を連続的に直読測定ができれば、粉じん濃度も連続、直読的に測定が可能となるはずで、第3報⁽⁸⁾に静圧変動を上下両水そうより成る一種の異径マノメータに導き、この内部の液の移動量を微量測定用ロタメータによって求めてそのときの $\dot{P}$ の値を測定すべく試作した圧力増加率測定器 ($\dot{P}$ 測定器と略称) の構造、性能などについて報告した。本報告は以上の研究を総合して、粉じん濃度 C を圧力増加率 $\dot{P}$ に

置換し、さらにこれを $\dot{P}$ 測定器のロタメータの浮子の読みとして求める試作連続式ろ紙濃度計に関するもので、さらにこれを用いて行なったサイクロン分離器の効率測定法に関しても言及して本濃度計の性能を明らかにしたものである。

2. 試作連続式ろ紙濃度計

2.1 構造、作用 本濃度計は第1図に示すようにろ紙面前後の圧力差を取出すための静圧タップをもつろ過器、吸引用の1/2 IP真空ポンプおよび空気量測定用ロタメータ(6~60 l/min)

などから成る圧力検出部と、これによって検知した静圧を導いてその時間的な増加率を測定する圧力増加率測定部とより成っている。圧力検出部のろ過器は第2図の写真に示すようなアルミニウム削り出しの有効内径がそれぞれ 38, 48, 60 mm φ の3種を用いた。またろ紙は従来の実験の結果より最も良好な性能を示した安積ろ紙の No. 2 エアー用ろ紙を用いることにした。このろ紙の性状は実測の結果、平均厚み 0.82 mm, 見掛け比重 0.31 g/cc, 抵抗係数 1.0×10^8 1/m, 空けき率 0.88, 平均繊維径約 12μ であった。次に $\dot{P}$ 測定器は第3報に述べたように圧力検出部より連続的に増加する $\oplus$ の静圧を受ける下部水そう(約 10 l の細口ガラスびんで、内面積 $S_I = 366.0 \text{ cm}^2$) と、同じく $\ominus$ の静圧を受ける上部水そう(5本組のガラス管および大中小3個の水そうより成り、コックによって任意にそれぞれを単独もしくは数個ずつ分割して用い得るようにしてあり、その内面積 S_{II} は、2.60~280.2 cm^2 にわたって変更し得る) およびこの両水そうを結ぶ導水管と微量量測定用ロタメータ(流量限界 4.2~42 cc/min) より成っている。本濃度計は、以上の圧力検出部により粉じん濃度 C に比例した $\dot{P}$ を連続的に発生させてこれを $\dot{P}$ 測定器に導き、その値をロタメータの読み q で表わして最終的に C を q の関数として測定しようとするものである。

2.2 濃度係数 第1報における考察より、粉じんの比抵抗 α m/kg, 気流の粘性係数 μ kg s/m² などをも一定としろ紙の捕集効率 η を1とすると、そのときの粉じん濃度 C g/m³ はろ紙の見掛け平均流速を u m/s として、

$$C = k \cdot \dot{P} / u^2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

なる関係で表わされる。ただし、

$$k = (\mu \cdot \alpha \times 60)^{-1} \times 10^3 \quad \dots \dots \dots (2)$$

である。ここで、 $\dot{P}$ は $\dot{P}$ 測定器によってロタメータの移動水量の読み q の関数として、次式で求められることが第 3 報より明らかである。

$$\dot{P} = \kappa q \dots\dots\dots (3)$$

ただし、

$$\kappa = (\phi + 1) / \phi \cdot 10 / S_I \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi = S_{II} / S_I$$

よって、(1) 式に (3) 式を代入して粉じん濃度 C は

$$C = k \kappa q / u^2 = \sigma q \dots\dots\dots (5)$$

ただし

$$\sigma = k \cdot \kappa / u^2 = \zeta / u^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$\zeta = k \kappa \dots\dots\dots (7)$$

として表わされる。すなわち、ある測定条件における k , κ および u の値が既知で、したがって σ の値が (6) 式により算出可能で、しかもこの値を定数とみなしてもよいときは、(5) 式の関係より本濃度計のロタメータの目盛を σ 倍しておけば、そのときの粉じん濃度をロタメータの浮子の位置によって連続的にしかも直線的に求めることができることになる。このように本測定法において σ は最も重要な因子で、筆者らはこれを濃度係数と仮称することにした。

2.3 濃度係数の求め方 濃度係数 σ はその測定条件に固有の定数で、 α , μ , κ および u などの値が定まれば上述のように計算で求めることができる。しかるに α , μ などの値は計算で正しく求めることが困難なため、これらを含んだ総合的な値として次に述べる予備実験により σ の値を決定することにした。すなわち、ダクト内にそう入した吸入ノズルにより粉じん気流の一部 Q l/min をろ過器に抽気し一定時間 t_1 min 経過後 $\dot{P}$ 測定器のロタメータの浮子が一定位置にとどまったときの q_1 cc/min を読みとる。次に、ろ紙を取出して捕集たい積した粉じん量 W_1 mg を計量すると、 t_1 min 間の平均濃度は

$$C_1 = W_1 / Q \cdot t_1 \text{ g/m}^3 \dots\dots\dots (8)$$

となるから、このときの濃度係数 σ_1 は (5) 式より

$$\sigma_1 = C_1 / q_1 \dots\dots\dots (9)$$

として求められる。よって Q = 一定 (したがって u = 一定), κ = 一定なる測定条件のときはこのような測定を数回繰返して σ_n を求め、その平均値をその測定条件における濃度係数として用いることにする。しかし u や κ の値が測定時に変化するとき σ の値もそれに応じて変化するため、 σ_n の平均値を用いるわけにはいかない。よってこのようなときは (6) 式に u や κ の値を代入して、計算によってそのときの σ を求める。ここで (6) 式に含まれている k の値は気流およ

び粉じんの性状によってのみ定まる定数で、測定中の u , κ などの値にかかわらず一定とみなしてもよいから、上記の予備実験によって得た u_1 , κ_1 および (9) 式より得た σ_1 などの値を (6) 式に代入して

$$k = \sigma_1 \cdot u_1^2 / \kappa_1 \dots\dots\dots (10)$$

として求めた k の値をその粉じん気流に対する定数として用いてもよい。よって以後の測定には (10) 式で得た k の値を (6) 式に適用して u , κ に応じた σ の値を求めることにする。しかしこのような計算を測定中に行なうのでは連続測定ができないので、以下に述べる k - σ 線図を用いてその測定条件に応じた σ の値を簡単にしかもすみやかに求めるようにした。

2.4 k - σ 線図 これは第 3 図に示すように横軸に u , q , 縦軸に C , ζ などを取った座標において、(6), (9) 両式の関係为满足するようにそれぞれの目盛を、 ζ/u^2 と C/q との値が等しくなるように作ったものである。いま、たとえば $\kappa = \kappa_1$, $u = u_1$ なる条件における予備実験の結果、 $C = C_1$ のとき $q = q_1$ なる結果を得たものとする、図の原点 O と、 (q_1, C_1) なる点 P_1 とを結ぶ直線は $\sigma = \sigma_1$ = 一定なる関係を表わす。よって、 $u = u_1$ の点より垂線をおろして σ_1 直線との交点 Q_1 を求め、これより横軸に平行線を引き ζ 軸との交点 ζ_1 を求めると、これは (7) 式より $\zeta_1 = k \kappa_1$ なる関係为满足する。よって図の右下の O' を原点とし横軸に κ 縦軸に ζ をとった座標軸において (κ_1, ζ_1) なる点 R_1 を求めると、これは $k_1 = \zeta_1 / \kappa_1$ = 一定なる関係为满足する。同様に $u = u_n$, $\kappa = \kappa_n$ のように測定条件を種々に変更して上述のように図式的に R_n の点を求めると、 $R_1, R_2, \dots, R_n$ などの点はほとんど k = 一定なる一直線上にのるはずである。よって以上のような予備実験によって図式的に k 直線を求めてお

第 3 図 k - σ 線図の説明図

けば, 以後の測定において, たとえば $u=u_m$, $\kappa=\kappa_m$ なるときの σ_m 直線は, $\kappa=\kappa_m$ 点より立てた垂線と k 直線との交点 R_m を通る横軸への平行線と, $u=u_m$ 点よりおろした垂線との交点 Q_m を通る OQ_m 直線として表わされる. すなわちこの測定条件においては, 濃度 C は σ_m 直線をパラメータとしてロタメータの読み q によって求め得ることになる.

2.5 過小 (または過大) な濃度の測定法 以上のようにして本濃度計は $\dot{P}$ 測定器のロタメータの浮子の指示値 q によってそのときの濃度 C を求めることができるが, (5) 式より明らかなように一定の濃度係数 σ に対して C が減少するとこれに伴って q も減少し, C がある限度以下になるとロタメータの浮子は

第1表 本濃度計による測定範囲の一例

		過小領域	基準領域	過大領域
本濃度計の 主要条件	D mm	38	48	60
	κ	0.063	0.063~1.0	1.0
	q cc/min	4.2~42	4.2~42	4.2~42
	Q l/min	12	12	12
A	u m/s	0.18	0.11	0.07
	k	0.0021	0.0021	0.0021
	σ	0.004	0.01~0.16	0.40
	C g/m ³	0.017~0.17	0.04~6.7	1.7~17.1
	C g/m ³	0.017~0.17	0.04~6.7	1.7~17.1
B	Q	24		6
	u	0.36		0.036
	k	0.0021		0.0021
	σ	0.001		1.6
	C	0.004~0.04		6.7~67.2

第4図 本濃度計による測定可能範囲の一例

動かなくなり, C の測定が不可能になる場合がある.

このようなときは σ の値を小さくすれば再び浮子が動いて C の測定が可能となる. このように σ の値を小さくするためには, (6) 式の関係より, 面積係数 κ を小にするか, ろ紙面の見掛け通過流速 u を大きくすればよいことがわかる. いま, 抽気ノズルの内径を d_n mm ϕ , ノズル先端の気流速度を V m/s, ろ過器の有効内径を D mm とすると等速抽気の状態を満足しながら吸入するときは,

$$u = (d_n/D)^2 \cdot V \quad \dots\dots\dots (11)$$

なる関係があるから u を大きくするためには d_n を大にし, D を小にすればよいことがわかる. このように本濃度計の使用条件を適当に定めるならば非常に微小な粉じん濃度の測定も可能となることがわかる.

なお, 過大な濃度の測定は以上に述べた方法の反対を行えばよい. いま, 一例として粉じん濃度計として 48 形ろ過器 ($D=48$ mm), Fs' 形ロタメータ ($q_c=4.2\sim42$ cc/min), $S_I=366.0$ cm², $S_{II}=2.60\sim280.2$ cm² (本濃度計の上部水そうの使用可能な面積範囲を示す), したがって $\kappa=3.90\sim0.063$ の範囲にある上下両水そうを用いて, これに $Q=12$ l/min の気流を通過させたときを基準として上述の方法で測定し得る過小または, 過大濃度の範囲を表示すると第1表のようになる. ここで A 欄は, 吸入ノズルの大きさ, 吸入気流などを一定とし, 過小領域には小さなろ過器 ($D=$

38 ϕ) および κ の値の小さな上部水そうを, 過大領域には大きなろ過器 ($D=60\phi$) および κ の値の大きな

上部水そうをそれぞれ用いるものとして計算した結果を示したもので, B 欄はさらに吸入ノズルを前者は大径のものに, 後者は小径のものに変えて吸入量をそれぞれ変更したときの結果を示す. これらの関係を k - σ 線図に表わすと第4図のようになる. これは広範囲な粉じん濃度を同一軸上に示す必要上すべての軸を対数目盛にした特殊な k - σ 線図である. 図中の $\sigma(\kappa=0.063, u=0.18)$ および $\sigma(\kappa=0.063, u=0.36)$ で示される直線は第1表の過小濃度領域における濃度係数を, また, $\sigma(\kappa=0.063, u=0.11)$ および $\sigma(\kappa=1.00, u=0.11)$ は基準濃度領域における濃度係数を, また $\sigma(\kappa=1.00, u=0.07)$ および $\sigma(\kappa=1.00, u=0.036)$ は過大

濃度領域における濃度係数を表わしている。以上の関係より、 u 、 κ などの取り方により一つの濃度計で非常に広範囲な濃度の測定が可能であることがわかった。なお、過大領域においては、 κ の値の最大値は 3.90 まで存在するが、このような上部水そうを用いると $\dot{P}$ の値が大きくなりすぎてかえって測定に大きな誤差を伴うため $\kappa < 1.0$ と制限を設けたわけである。

3. 基礎実験の方法および結果

3.1 基礎実験の方法 今回の実験は種々の測定条件が、濃度係数 σ におよぼす影響を調べるための基礎実験と、本濃度計をサイクロン分離器に用いてその分離効率を測定する応用実験とに分けて行なったが、本項では前者の基礎実験についてその方法を説明する。まず、2.3 項に述べた予備実験によりその測定条件における k の値を求め、これをもとにしてそのときの σ 直線を求め、実測による σ の値との近似度を調べる。次に、測定条件を種々に変更してそれが σ におよぼす影響を実験的に調査して本濃度計の性能を明らかにした。

3.2 粉じんの二層たい積時の測定結果 第 2 報において、ろ紙の特性として粉じん負荷が小なる領域においては比抵抗 α は異常に大きな値をとり、粉じん負荷の増加に対して α は一定とはみなし得ないが、ろ紙面に最初からカーボンブラックのような極微粒子を少量たい積させておけばこの現象を防ぐことが可能であることを示した。第 5 図に $u=0.12$ m/s, $\kappa=0.76$, ($S_I=366.0$ cm², $S_{II}=13.34$ cm²) の条件のときクレー粉末を用いて、その粉じん負荷 w を変更したとき w と σ の関係を実測した結果を示した。これより、ろ紙のみをろ材として使用したときは w の微小域において σ の値は一定値をとるとは言い難いが、カーボンブラック粉末を最初から微量(約 3 mg/cm²) たい積したものは w の値にかかわらず σ の値は一定とみなし得ることがわかった。よって本実験においてはろ紙の使用前にすべていちおうカーボンブラック粉末を微量吹付けたものを用いることにした。

第 5 図 w と σ の関係

3.3 面積係数 κ と濃度係数 σ との関係 (6) 式より流速を一定とすると、 σ は κ の値に比例することが明らかである。いま、 $D=38\phi$ のろ過器を用い、タルクを粉じん試料として $u=0.148$ m/s ($Q=10$ l/min) $\kappa=0.76$ (上部水そうとして 5 本組のガラス管全部を用いた) なる測定条件で、供給粉じん量を適当に変更して予備実験を行ない q と C との関係を求め、これを k - σ 線図に点てつして第 6 図に示すような a 直線を得たが、これよりこのときの濃度係数 $\sigma=0.074$ および $k=0.0021$ なる値を得た。よって 2.4 項の説明に従って、 $\kappa=0.98$ (上部水そうのガラス管を 4 本) にしたときは、この $k=0.0021$ なる直線をもとにして k - σ 線図より $\sigma=0.095$ を得た。図ではこれを b 直線として破線で示し、このときの実験結果を◎印で表わした。同様に $\kappa=1.30$ (ガラス管 3 本), $\kappa=1.84$ (2 本), $\kappa=3.90$ (1 本) としたときの σ 直線を図上に求め、c, d, e 直線 (破線) で示し、それぞれの実測結果も同時に示したが、いずれも図上で求めた σ 直線と実測値とが非常に良好な近似度で一致していることを認めた。また以上のような測定を数回繰返した結果横軸に面積係数 κ をとり、縦軸に濃度係数 σ の平均値をとって示すと、第 7 図のように測定点は $\sigma/\kappa=k/u^2=0.0021/0.148^2=0.096$ なる計算値を満足する直線

第 6 図 κ をパラメータとしたときの k - σ 線図

上にほとんど完全にのっていることを認めた。

3.4 ろ過器の大きさの影響 面積係数が一定で同一流量を抽気しているとき, ろ過器の大きさによって u の値が異なり, したがって (6) 式より濃度係数 σ に影響を与えることが明らかである。いま $\kappa=0.76$ のとき, ろ過器を 38ϕ , 48ϕ および 60ϕ の3種にかえてそれぞれ通過流量を $8, 10, 12 \text{ l/min}$ としたときの q と C の測定値を第8図に示した。ここで, それぞれの実線は, 前項に述べた $\kappa=0.76$, $Q=10 \text{ l/min}$, $D=38\phi$ なる条件における予備実験により求めた k をもとにして図式的に作図した σ 直線を示す。また, この結果をもとにしてろ過器の直径 D を横軸に, σ を縦軸にとって通過流量をパラメータとして表わすと第9図のようになる。これより一定流量のとき, σ は D^4 に比例して変化することが明らかである。

3.5 u と σ との関係 以上の関係を, 横軸に u

第7図 κ と σ との関係

第8図 各ろ過器ごとに Q をパラメータとしたときの k - σ 線図 ($\kappa=0.76$ のとき)

をとり, 縦軸に σ をとった座標で図示すると第10図のようになる。実線はこの測定条件における理論値を示すが, 測定点はよくこれに近似しており, 測定中流速を変更しても筆者らの測定法は十分精度よく使用し得ることがわかった。

3.6 連続測定実験 以上で本濃度計の性能がおおむね明らかで, 予備実験によって求めた σ の値を用いて, ロタメータの読み q をそのときの濃度 C に変換し得ることがわかったが, これをさらに確認するために次のような実験を行なった。すなわち, まず適当な測定条件で予備実験を行ない, この結果を k - σ 線図にプロットして k の値を求めておく。次に測定条件を種々に変更してそれぞれの場合の q_n を測定し, 前述の k - σ 線図よりそれぞれの場合の濃度 C_n を求める。このようにして連続的に数回の測定を行なった後にろ過器をはずしてろ紙面にたい積した粉じん量 W^* を計る。また, 測定された濃度 C_n の値を用いてろ紙で捕集した粉じん量を逆算すると,

$$W = \sum_{n=1}^n C_n Q_n t_n \dots \dots \dots (12)$$

として求め得る。よって本項においてはこのようにして求めた W^* および W の両者を比較してさらに本濃度計の性能を確かめることにした。いま, $D=38\phi$,

第9図 Q をパラメータとしたときの D と σ との関係

第10図 u と σ との関係

$Q=10$ l/min, $\kappa=0.76$ など測定条件を一定として, ろ過器に供給する粉じん量を適宜変更して実験を行なうことにする. まずこの条件で 2, 3 回予備実験を行ない, これより $\sigma=0.074$ を得た. よって横軸に時間 t min, 縦軸に q および C (q の目盛の 0.074 倍にとった) の両者を目盛ったグラフを作っておけば, 本実験の際に測定した q の値を図中にプロットすれば, これが直ちに C の値として読み取ることができる. このようにして 6 回供給粉じん量を変更したときの測定結果を第 11 図に示した. No. 1 より No. 6 にいたるにつれて粉じん量は多くなっている. このような測定後に全粉じん量 W^* を求めた結果 $W^*=376.5$ mg を得たが, C の値より逆算したろ紙面上の粉じん量の合計は $W=\sum_{n=1}^6 W_n=362.0$ mg となり, 約 4% 近い誤差を生じたが, この程度であれば十分濃度計として実用し得るものと思う.

4. サイクロンの捕集効率の測定への応用

4.1 サイクロンの捕集効率の表示式 サイクロンの入口, 出口における粉じん濃度を C_i , C_e とすると, 捕集効率 $\eta_e \times 10^2\%$ は次式で表わされる.

$$\eta_e = 1 - \frac{C_e}{C_i} \quad \dots\dots\dots(13)$$

よって, サイクロン入口, 出口部に本濃度計を設けて同時に両者の濃度を測定すれば, サイクロンの運転中

において任意の時刻の効率を求めることができる. いま, 入口部には i , 出口部には e の添字を付して (5) 式の各項を表わしてこれを (13) 式に代入すると,

$$\eta_e = 1 - \frac{C_e}{C_i} = 1 - \frac{\sigma_e q_e}{\sigma_i q_i} = 1 - \frac{(k \cdot \kappa_e / u_e^2) q_e}{(k \cdot \kappa_i / u_i^2) q_i} \quad \dots\dots\dots(13)'$$

となる. なお上式をさらに整理すると

$$\eta_e = 1 - \left(\frac{\kappa_e}{\kappa_i} \right) \left(\frac{Q_i}{Q_e} \right)^2 \left(\frac{D_e}{D_i} \right)^4 \left(\frac{q_e}{q_i} \right) \quad \dots\dots(14)$$

となる. すなわち, サイクロンの効率は, 本濃度計を用いて測定するときは, サイクロンの入口, 出口部に設けた本濃度計の使用条件によって定まる値を係数とするロタメータの読みの比の関数で表わされるという新しい表示式を得た. ここで, 一般に C_e と C_i との比は 1:10 かあるいはそれ以上であるから濃度係数 σ が両者とも等しい条件で測定を行なうと, いずれか一方の測定が不能となる. すなわち, 入口部の濃度計は感度を鈍く, 出口部のそれは感度を鋭くする必要がある. よって前項までの考察に従って入口部には大径の出口部には小径のろ過器をそれぞれ用い, また $\dot{P}$ 測定器も面積係数が入口部では大, 出口部では小なる数値のものをを用いるようにすればよい. いま, $\kappa_e/\kappa_i=\lambda$, $Q_i/Q_e=1$, $D_e=38$, $D_i=60$ なる使用条件のときは, サイクロンの効率は (14) 式より

$$\eta_e = 1 - 0.16 \lambda (q_e/q_i) \quad \dots\dots\dots(15)$$

として表わされる.

4.2 実験装置および方法 第 1 図左側にサイクロン取付けの概要を示す. 供試サイクロンは胴内径が 100 mm のもので, 1 HP のターボ送風機により吸込通気される 52 ϕ の塩化ビニル管に接続し, 入口, 出口の管端にそれぞれ 35 ϕ のじゃま板と吸入ノズルを固定した約 20 cm の長さの整流管を設け, 均一な粉じん流にして抽気するようにした. また入口側の抽気ノズルは $D=60$ ϕ のろ過器に, 出口側のそれは $D=38$ ϕ のろ過器にそれぞれ接続した. 本実験では設備の都合で濃度計は一組用いただけなので, それぞれのろ過器および静圧取出管は同一の濃度計に接続し, 適宜, コックによって切換えて測定することにした. なお上部水そうとしては前報に示した 5 本組のガラス管をそれぞれ単独もしくは組合わせて用いた. さて, 実験としてはまず本装置を運転して主管の入口より適当な濃度の均一な粉じんを供給開始する (このとき粉じん容器の全量をあらかじめ計量しておく). 次に本濃度計をサイクロン出口側に適用して測定を行ない $\kappa=\kappa_e$ としたときの $\dot{P}$ 測定器のロタメータの浮子の停止位置 q_e

第 11 図 連続測定実験の一例

第2表 サイクロンの効率測定実験の結果

Q l/min	入 口 側			出 口 側			η_c %	W_s' g	W' g	η_c' %
	κ_i	q_i cc/min	C g/m ³	κ_e	q_e cc/min	C_e g/m ³				
10	3	5.2	4.30	0.76	6.5	0.49	88.4	22.65	19.54	86.2
10	2.5	7.4	6.00	0.76	6.9	0.50	92.0	26.40	24.86	94.3
12	3	10.2	5.60	0.76	4.6	0.24	96.0	33.05	30.50	92.4
8	3	6.6	11.4	0.98	8.5	1.25	89.1	43.71	39.68	90.8
10	3	8.5	9.5	0.98	9.4	0.89	90.4	51.08	45.25	88.6
12	2.5	14.5	11.1	0.98	12.5	0.80	92.5	54.82	50.50	92.1
8	2.5	7.5	27.4	0.98	16.5	2.40	91.2	72.50	64.88	89.5
10	2.5	12.4	29.2	0.98	8.5	0.80	97.3	80.34	77.73	96.8

を読みとり, さらに手早く測定を入口側に切換えて同一風量を抽気しながら $\kappa = \kappa_i$ として同様に q_i を求める. これらの測定により得た $\lambda = \kappa_e / \kappa_i$, q_e / q_i の値を (15) 式に代入してそのときのサイクロンの捕集効率 η_c を求める. なお全運転を通じての供給粉じん量 W_s' , 捕集量 W' とよりサイクロンの捕集効率 η_c' は一般に

$$\eta_c' = W' / W_s' \quad \dots\dots\dots (16)$$

で表わされるから, これと (15) 式の結果とを比較検討することにした.

4.3 測定結果 以上のようにして供給粉じんの濃度を適当に変更したときの測定結果を第2表に示した. 粉じん試料としてはタルク粉末を用い, サイクロンの効率は内筒の位置を変更して調節した. この結果より, 測定誤差はいずれの場合も3%内外で, この程度なら運転中のサイクロン分離器の効率測定としては十分使用し得るものと思う.

5. 結 論

以上, 現在までの研究を総合して試作した連続式粉じん濃度計の構造, 性能などについて論及した結果次の結論を得た.

1. 本濃度計の性能は $\dot{P}$ 測定器の性能に左右され

るから, 上部水そう, ロタメータなどの組合せを十分検討して測定条件に応じた最適の使用条件に調節する必要がある.

2. このように使用条件が最適な場合は, たとえば本実験に使用した濃度計では 0.004~67.2 g/m³ の広範囲にわたる濃度測定が可能である.

3. 種々の測定条件における濃度係数 σ は, 予備実験によって求めた k の値をもとにして作図した k - σ 線図によって図式的に求めることができる.

4. 本濃度計をサイクロン分離器の捕集効率測定に用いるときは, サイクロン入口, 出口部において測定した $\dot{P}$ 測定器のロタメータの読みによってその効率を求め得る新しい効率の表示法を見出した.

文 献

- (1) 村上・福永, 日本繊維機械学会誌, 7-3 (昭29), 32.
- (2) 井伊谷, 化学工学, 19-7 (昭30-7), 356.
- (3) D. Hasenclever, *Chem. Ing. Techn.*, 26-4 (1954-4), 180.
- (4) R. Dennis & Others, *Indust. Engng. Chem.*, 49-2 (1958-4), 645.
- (5) E. Feifer, *Staub.*, 19-3 (1959), 139.
- (6) 村上・福永・千葉, 機械学会論文集, 27-183 (昭36-11), 1741.
- (7) 村上・福永・千葉, 本論文集 235 ページ.
- (8) 村上・福永・千葉, 本論文集 242 ページ.

原子力委員会・金属材料専門部会答申

原子力委員会の金属材料専門部会(部会長 東大名誉教授 三島徳七博士)では, このほど三木原子力委員長に答申した.

原子力の研究開発が最も重要な部門はその構成部分である金属材料関係である. 原子炉に用いられている構造材, 減速材, 反射材, 金属材料は燃料被覆材, 冷却材, 制御材およびしゃへい材にわけられる.

これら金属材料は原子炉の構成部分によって要求される性能も異なるので, 種類もきわめて多い.

さて, 本答申は報告書の形式で提出されたが, 第1章は原子炉用金属材料の概要を, 第2章は原子炉用金属材料の製造加工に関する試験研究の現状をアルミニ

ウムおよびその合金からマグネシウム, ジルコニウム, 鉄, ステンレス鋼, ニッケル, ニオブ, ベリリウム, ナトリウム, ビスマス, カドミウムおよび銀, ほう素, ハフニウム, 希土類金属(イットリウム), モリブデン, タングステン, タンタル, チタン, リチウムなどとその合金および化合物について詳述, さらに第3章においては原子炉用金属材料の分析法, 試験法, 検査法など, とくに分析, 非破壊検査, 腐食試験, 照射試験などにわけ現状を説明, 最後に第4章で研究開発の促進について重要な研究事項を示すと同時に研究機関の役割およびそのあり方について要望を述べている.

(服部敏夫)