

## 第8章 大気汚染物質測定法（発生源）

### 8.1 排ガス中の汚染物質測定・分析法

#### 8.1.1 概説

大気汚染発生源からの排ガスには、粒子・ガス状汚染物質を含みこの濃度測定は法令遵守、大気汚染対策、防止装置性能試験上重要である。さらに、排ガス流量を得て汚染物質排出量を算出することも必要である。排ガス中大気汚染物質濃度は排ガスを吸引採取し、捕集した汚染物質質量と吸引ガス体積から求める。排ガス試料採取法は、排ガス中で慣性を持つ粒子と持たぬガス状汚染物質とでは基本的に異なる。何故なら粒子は採取管先端でガス流れが乱れたり著しく方向変換すれば、その慣性のためガス流れに追随できず、排ガス濃度と異なる濃度で採取管に導かれるからである。そこで、この測定方法を規定した JISZ8808 には煙道、煙突、排気ダクトでの排ガス流れが整流され乱れの無い位置を選び、測定すると規定している。これは排ガス流速を得てその流量を求めるにも必要で、ガス状汚染物質分析用試料採取法を規定した JISK0095 でも同様に規定している。粒子濃度は同一ダクト断面でも相違するため、測定位置断面に複数の測定点を例えば図 8.1.1 のように選ぶことが要求される。また、採取した試料粒子はこれに含まれる重金属、多環芳香族炭化水素の分析にも用いる。排ガス温度、圧力の測定法が JISZ8808 に規定されている。

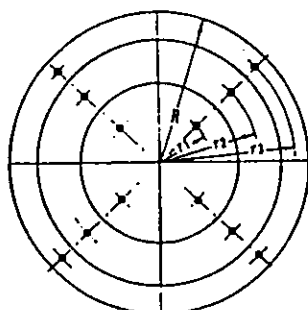


図 8.1.1 円形断面煙道の測定点（測定点 12 の場合）

#### 8.1.2 粒子濃度測定法

##### (1) 粒子試料採取法

排ガス内粒子の定量的採取には、粒子の慣性影響を避けるため採取管先端でガス乱れを起こさぬようその先端を  $30^\circ$  以下の鋭角に仕上げた吸引ノズルを持つ採取管を用意し、採取管先端での吸引ガス速度と排ガス速度を等速に保ちガス吸引して試料を採取する。この操作を等速吸引といい、これはガス状汚染物質採取の場合必要としない。等速吸引操作は測定点における排ガス流速をピトー管で測定し、これにあう吸引流量を計算して、吸引流量をこの値に一致させて試料採取する普通試料採取管による方法と、ノズル内吸引ガス静圧と排ガス静圧を等しくするかその動圧と試料採取装置の吸引ガス流量測定装置の差圧とを等しく保てば等速吸引可能な平衡型試料採取管による方法とがある。さらに、

試料採取装置は吸引ノズル付採取管、試料捕集用フィルタ、吸引ガス流量測定装置、吸引ポンプから構成される。なお、捕集用フィルタは煙道内に挿入し試料を捕集する1型と煙道外に置く2型とに分類され、一般に耐熱性シリカ繊維製円筒フィルタをガラス製ホルダーで保護した図8.1.2に示す1型が使用される。等速吸引には測定点における排ガス流速が必要だが、この測定には原則としてJISB8330に規定するL字型ピトー管を用いる。なおL字型ピトー管は煙道への挿入が困難で、静圧測定孔に粒子が詰まるため図8.1.3の特殊ピトー管が繁用される。

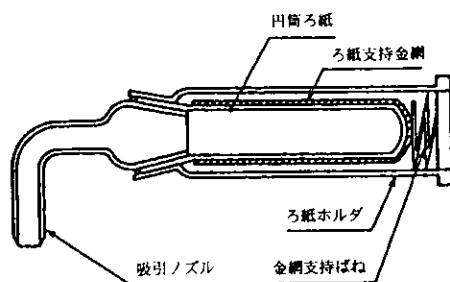


図 8.1.2 1型試料捕集フィルタ

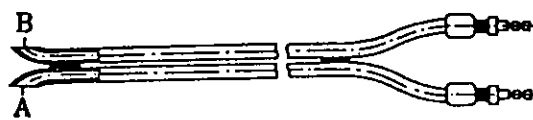


図 8.1.3 特殊ピトー管

この場合ピトー係数が予め必要である。流速は、2つの圧力測定孔の中心A、Bを結ぶ線を測定点と排ガス流れの方向に一致させて両者の差圧を図8.1.4に示す傾斜管マンノメータで測定し(1)式で計算する。

$$v = c \times \left[ \frac{2gh}{\gamma} \right]^{0.5} \dots\dots\dots (1)$$

- ここに  $v$  ; 流速 (m/sec)
- $c$  ; ピトー係数 (-)
- $g$  ; 重力の加速度 (m/sec<sup>2</sup>)
- $h$  ; 傾斜管マンノメータで得た差圧 (mmaq)
- $\gamma$  ; 排ガス密度 (kg/m<sup>3</sup>)

粒子試料採取には試料採取装置を組立て採取管を煙道に挿入して吸引ノズルを測定点位置に一致させ、採取管を排ガス流れ方向に向けこれと平行に保ち、等速吸引を保つよう採取装置を操作し排ガスを吸引する。この場合試料捕集用フィルタは予め恒量に保ち秤量しておく。吸引中は等速吸引維持につとめ吸引ガス流量測定装置の温度、圧力を測定する。なお試料採取には複数選定した測定点毎に捕

集用フィルタを交換し各点の粒子濃度を求めて平均濃度を計算する各点採取法、1つの捕集用フィルタで各点で等時間づつ試料採取し1度に平均粒子濃度を得る移動採取法がある。後者では測定位置煙道断面での粒子濃度分布を得ることが不可能で、代表的粒子濃度点で行う簡易採取方法に繋がらない。

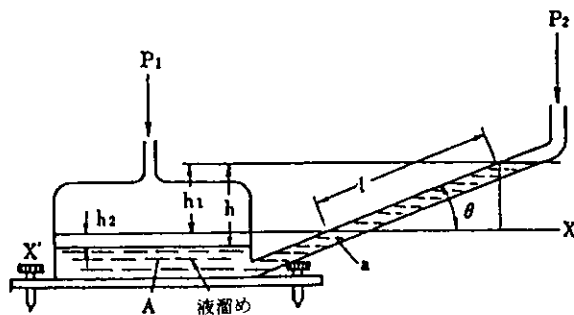


図 8.1.4 傾斜管マンノメータ

(2) 粒子濃度測定・計算法

試料採取操作終了後試料捕集用フィルタを恒量にし秤量して捕集粒子質量を求める。粒子濃度は標準状態における乾きガス 1 m<sup>3</sup>中の粒子質量 (g/m<sup>3</sup>) で示し捕集粒子質量、吸引ガス流量測定装置で求めた吸引ガス体積と流量測定装置における温度、圧力から計算する。詳細は JISZ8808 を参考にする。なお粒子径別濃度測定には図 8.1.5 の分級捕集器で粒子径範囲毎に粒子を採取する。

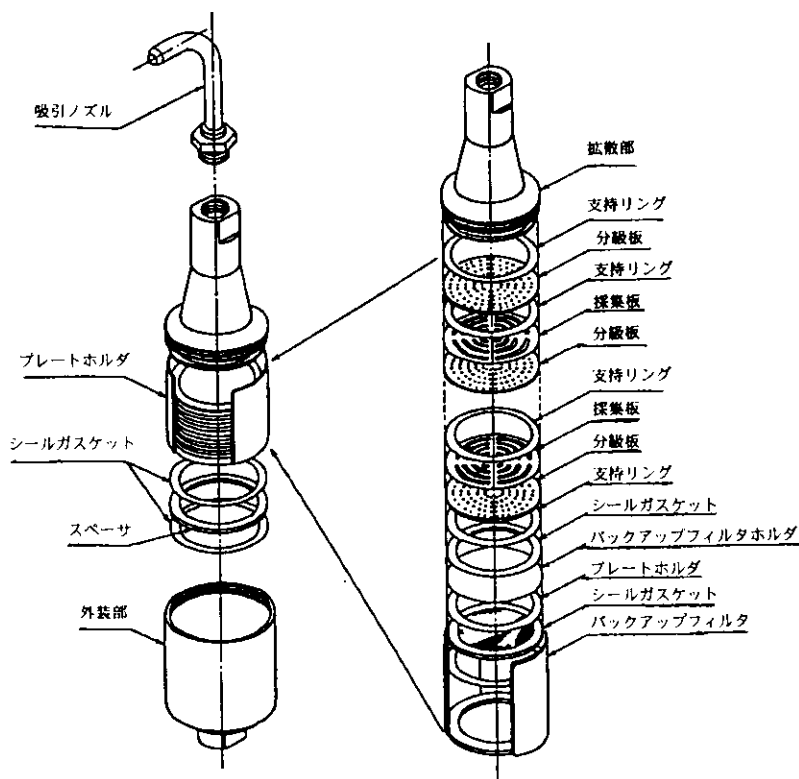
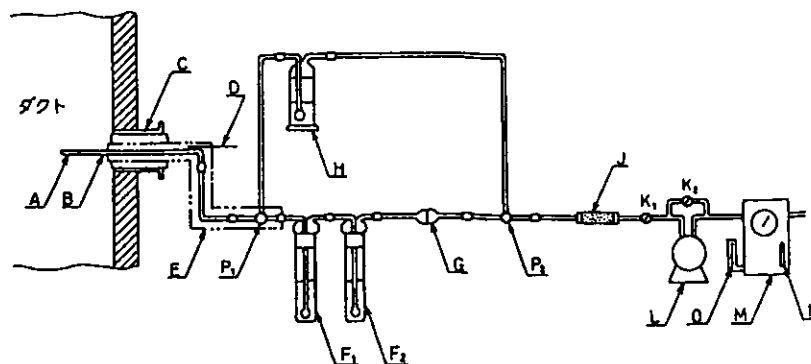


図 8.1.5 分級捕集器

### 8.1.3 ガス状汚染物質濃度測定法

ガス状大気汚染物質濃度測定に用いるガス試料採取装置は、試料ガス採取管、ガス吸収瓶、捕集瓶などの試料採取装置、吸引ガス流量測定装置（ガスメータ）、吸引ポンプなどから図8.1.6のように構成される。なお試料ガス採取管には、粒子吸引を防止すべくフィルタを装着し、排ガス中水蒸気が凝縮しこれに成分ガスが吸引されるのを避けるため加熱または保温する。さらにガス吸引瓶、捕集瓶には分析すべきガス状大気汚染物質を吸収する吸収液を所定量満す。ガス状大気汚染物質試料採取には、試料ガス採取管を煙道内に挿入し、吸引ポンプを用いて所定量の試料ガスを吸引して目的汚染ガス成分を吸収液に吸収させる。この場合インピンジャなどのガス吸収瓶を用いた場合には、吸引ガス流量測定装置で吸引ガス体積とその温度、圧力を求める。また容量のわかった真空にした捕集瓶を用いた場合にはその温度、圧力を求める。一般に、試料ガス採取管は煙道中心に挿入し等速吸引は必要としない。採取操作が終了したらガス吸収瓶、捕集瓶などの試料採取装置中の吸収液について所定の分析操作を行い、吸収液中の大気汚染物質体積を求めその体積濃度を計算する。この場合標準状態でのガス状大気汚染物質の体積が求まるから、吸引ガス体積も流量測定装置で求めた吸引ガス体積と流量測定装置での温度、圧力から標準状態での値に換算する必要がある。詳細は、JISKO1303、JISKO104、JISKO095などを参考にする。



- |                                                             |                                             |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| A : ろ過材                                                     | J : 乾燥管                                     |
| B : 試料ガス採取管                                                 | K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> : 流量調節コック   |
| C : 保温材                                                     | L : 吸引ポンプ                                   |
| D : 温度計                                                     | M : ガスメータ                                   |
| E : ヒータ                                                     | N : 温度計                                     |
| F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> : 吸収瓶 (容量 250 ml 又は 100 ml) | O : マノメータ                                   |
| G : ガラスフィルター                                                | P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> : 流路切換三方コック |
| H : 洗淨瓶 (吸収液 50 ml を入れる。)                                   |                                             |

図 8.1.6 ガス試料採取装置の例

### 8.1.4 大気汚染物質排出量の計算

大気汚染物質排出量は、排ガス中大気汚染物質濃度と排ガス流量から(2)式で計算する。この場合、排ガス中大気汚染物質濃度は水分を含まないかわきガス中の値として、排ガス流量は水分を含んだし

めりガスの状態で求められているため、かわき排ガス流量を知らねばならない。このため JISZ8808 の規定によりしめり排ガス中の水分量体積を測定する。なおこれは普通試料採取管で粒子試料を等速吸引するための吸引流量を求めるにも必要である。

$$S = 0.06C \times \left(1 - \frac{X_w}{100}\right) \times Q \quad \dots\dots\dots (2)$$

- ここに、 $S$  ; 大気汚染物質排出量 (kg/h)
- $C$  ; 排ガス中大気汚染物質濃度 (g/m<sup>3</sup>)
- $X_w$  ; 排ガス中水分量 (%)
- $Q$  ; しめり排ガス流量 (m<sup>3</sup>/min)

なお  $Q$  は JISZ8808、JISB8222 に規定する方法で測定した排ガス流速と煙道断面積から求めるか、燃料組成、排ガス主要組成から計算する。

### 8.1.5 リンゲルマン黒線図による黒煙の簡易測定法

リンゲルマン黒線図は、煙突から排出される煤煙濃度測定法として最も古いもので熱管理技術者に広く使用された。

また、昭和7（1932）年に公布された「大阪府煤煙防止条例」でリンゲルマン黒線図で測定される3度以上の黒煙を1時間に6分以上排出することを禁止したように大気汚染防止にも利用された。

リンゲルマン黒線図は図 8.1.7 に示すように 21 cm×14 cm の白紙上に 0 mm、1.0 mm、2.3 mm、3.7 mm、5.5 mm 及び全黒の格子を全白、9.0 mm、7.7 mm、6.3 mm、4.5 mm、0 mm 間隔にえがき、白紙上に黒い部分が 0、20、40、60、80、100% を占めるようにしたリンゲルマン黒線図を作り、この黒線図と煙突から排出される煙の黒さを黙視比較して黒煙を 0 から 5 度までの 6 階級に分類しようとするものである。

測定にあたっては、測定者と煙突までの距離を約 40 m に保ち、煙突出口から 30～45 cm 離れた所の煙の黒さと測定者から 16 m 離れた位置に置いた測定者の目の高さに保った黒線図とを肉眼で比較する。この場合、測定位置と煙の流れは直角に保ち太陽に向かうことなく煙突の背景に山、建築物、樹木などの障害物のないように注意する。なお、これは煤煙濃度の目安を知るもので種々問題はあるが、誰でも簡単に測定できる。

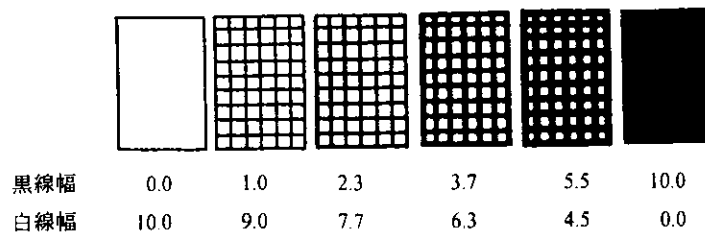


図 8.1.7 リンゲルマン黒線図