

3．環境大気のスプリング

酸性雨の原因物質となる二酸化硫黄、窒素酸化物及び光化学オキシダント等の大気汚染物質は、国際的なデータの整合性やグローバルな濃度評価の上から、測定データの今まで以上の質的向上が望まれている。特に試料大気をスプリングする際、流量が変動すると測定精度に大きな影響をもたらすことから、従来のフロート型面積流量計（ローターメーター）に加え、最近では質量流量計（マスフローメーター）等のような電気的な流量制御装置が併用され、測定精度の質的向上が図られている。そこで、スプリングに対する一般的な注意事項とスプリングに関する調査計画等について述べる。

3.1 調査計画

環境汚染を調査する上で、通常われわれが欲しいデータは大気中の汚染物質濃度とその汚染源濃度との関係である。大気汚染濃度は気象や汚染源の変動によって変化し、さらには測定器や測定者によって調査される大気汚染濃度データは変動する。このうち測定法によって生ずるデータ変動を最小限に止めることは言うまでもないが、測定データは気象変動やスプリング地点の設置環境等によって強く影響されることから、これらを踏まえた上でスプリングに関する調査計画を立てる必要がある。

3.1.1 測定点の選定

大気中の汚染物質濃度は場所や時刻によって異なっている。各地点の測定値がその周囲の空気質を代表するものでなければならない。しかし、測定地点の汚染物質濃度は付近の汚染源の存在、周囲の自然環境や人工的な構造物（例えば丘、樹木、池、沼、建築物、道路等）の存在、測定地点の高度等によって左右される。したがって、地形や構造物等の複雑な影響を最小限に止めるように地域を代表する測定地点を選ばなければならない。

3.1.2 設置高度

人間の活動範囲と大気汚染の人体影響を考慮した場合、地上 1.5 ~ 2 m の地点に設置するのが最も望ましい。しかし平坦地はともかく、特に建物の密集している市街地においては、地上に設置することはその周辺地域の汚染度を代表しない恐れがあることから、その地表面にある建物等の影響をできるだけ除く必要がある。

気象観測の場合、気温は地上 1.2 ~ 1.5 m、風速は地上 6 ~ 10 m 以上で測る。ガス状の汚染物質を測定する場合には、地上に強いガス吸着物質が存在しない限り気温の測定と同様に考えればよい。しかし、ハイボリュームエアサンプラーによる粉じん測定の場合、地上からのダストの舞い上りを考慮しなければならない。特に、土壌が乾燥しているグラウンド等で測定する時は、設置場所について十分に考える必要がある。

3.2 環境大気測定における流量

3.2.1 物質移動量に関する計測

環境大気自動計測器において、スプリング流量は試料大気濃度を測定する上で最も

重要である。サンプリングは目的物質を採取することであり、その測定対象とする物質の移動量を求めるために、サンプリング流量が必要である。したがって、サンプリングを行う場合に目的物質の移動量が動的な流量や静的な流量として採取速度(sampling rate)、捕集速度(collecting rate)、拡散速度(diffusion rate)等で測定される。

3.2.2 動的な流量

吸引ポンプ等を用いてサンプリング流量が動的な方法で求められる。

3.2.3 静的な流量

吸引ポンプ等の動力を使用せず、標準ガス発生のための蒸気拡散法や、大気試料サンプリングのための分子拡散法等のような場合は、静的な方法で物質移動量を求める。

3.3 流量測器とサンプリングガス流量

大気汚染物質濃度を測定する際、目的成分の捕集と一緒にサンプリングされる空気量が測られる。空気量の測定対象には、表 3.1 に示すような流速、容積流量、積算流量(空気量)、圧力等があり、これらは正確に測る必要がある。

表 3.1 試料空気量に関する測器

測定対象	測器	測定範囲
流速	ピトー管	5 m/sec 以上
	熱線風速計	0.05 ~ 40 m/sec
流量	ベンチュリーメーター	1 L/sec ~ 100 m ³ /sec
	オリフィスマーター	1 cm ³ /sec ~ 100 m ³ /sec
	ローターメーター(浮子式流量計)	0.01 cm ³ /sec ~ 50 L/sec
	マスフローメーター	0.2 cm ³ /sec ~ 400 L/sec
容量 (体積)	石鹼膜流量計(精密膜流量計)	1 cm ³ /sec ~ 1000 m ³ /sec
	湿式ガスマーター	制限なし
	乾式ガスマーター	"
	ルーツメーター	"
圧力	マノメーター	0 ~ 2 atm
	アネロイド圧力計	0 ~ 0.3 atm
	ブルドン管	0.2 atm 以上

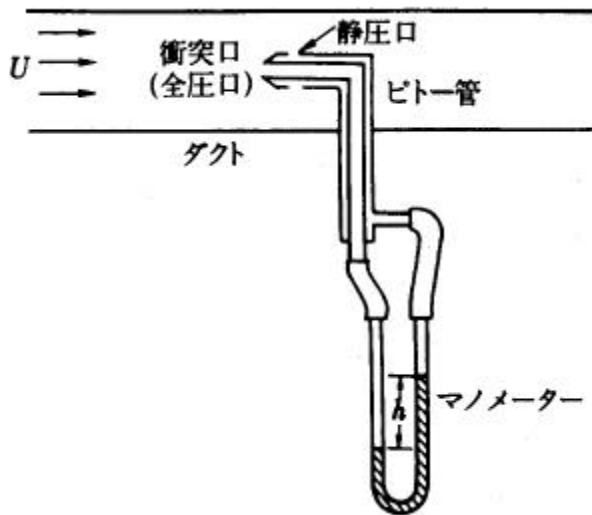


図 3.1 ピトー管

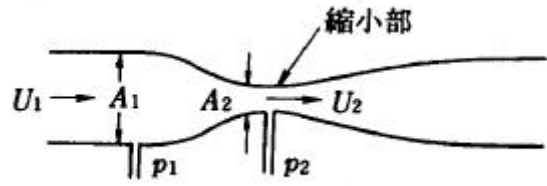


図 3.2 ベンチュリーメーター

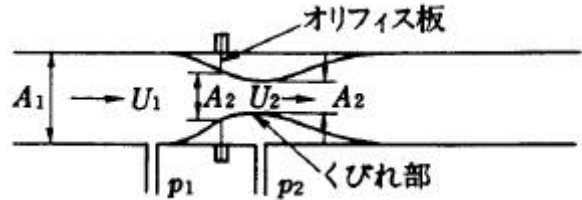


図 3.3 オリフィスメーター

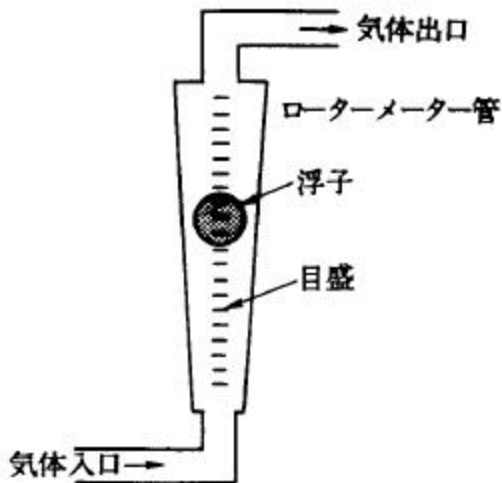


図 3.4 ローターメーター (浮子式流量計)

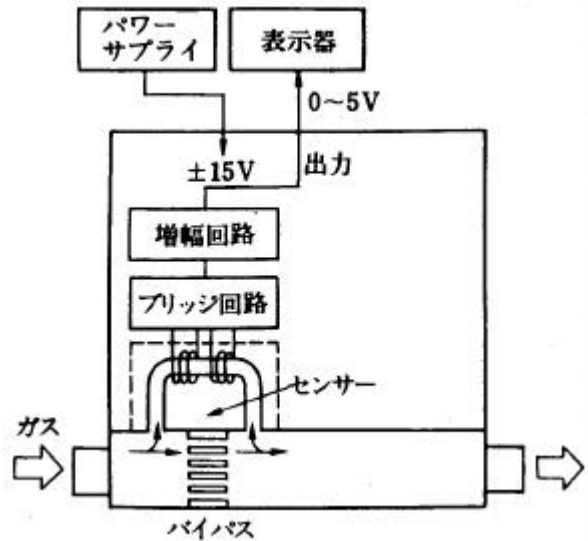


図 3.5 マスフローメーター

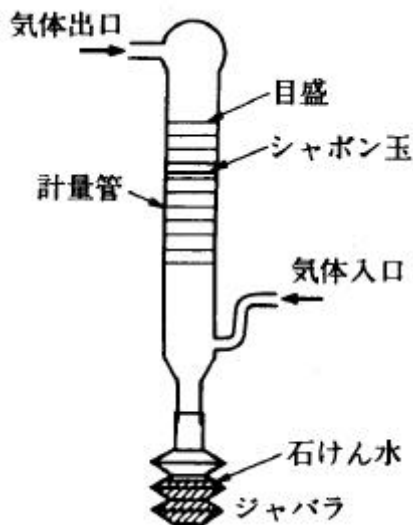


図 3.6 石鹸膜流量計

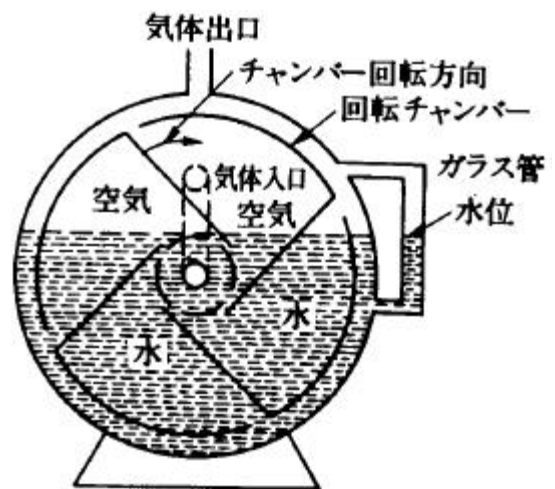


図 3.7 湿式ガスメーター

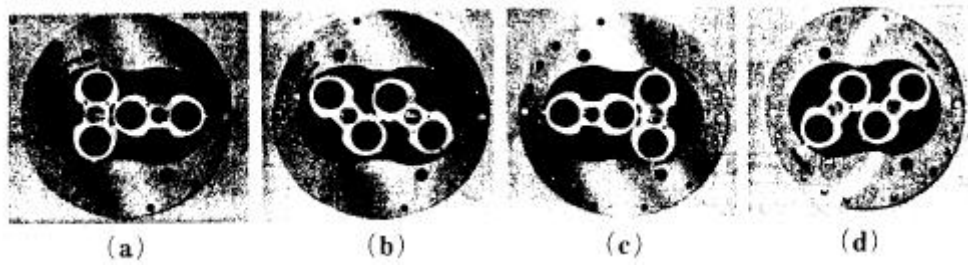


図 3.8 ルーツメーター

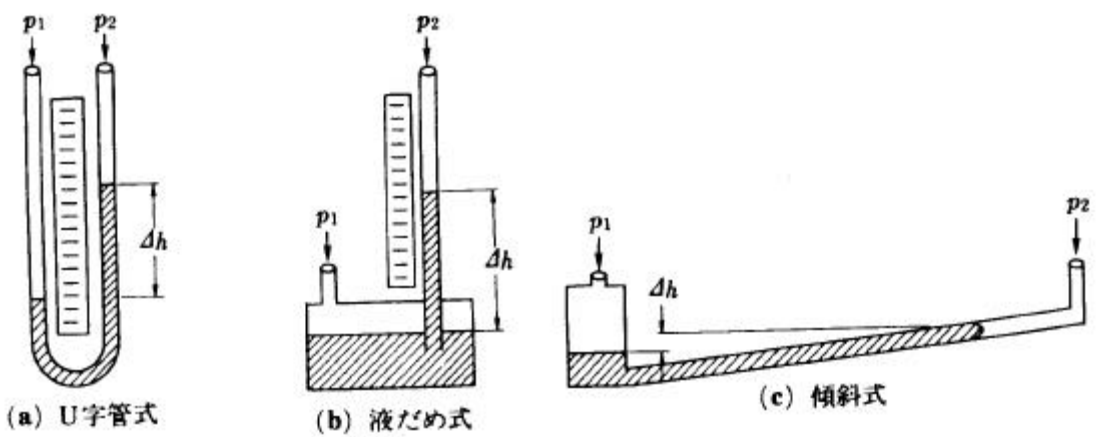


図 3.9 マノメーター

3.4 環境大気における流量調整

3.4.1 流量制御装置

環境大気測定において流量制御装置は、試料ガスの流量調整と安定化を図るために用いられるものであり、手動と自動の2つの調整方式がある。

(1)手動調整方式

大気採取流量の調整部に広く用いられている方式で、流量調整弁としてニードル弁、吸引量調整バイパス側の大気導入口用フィルタ、脈動防止用毛細管(オリフィス)等で構成されている。

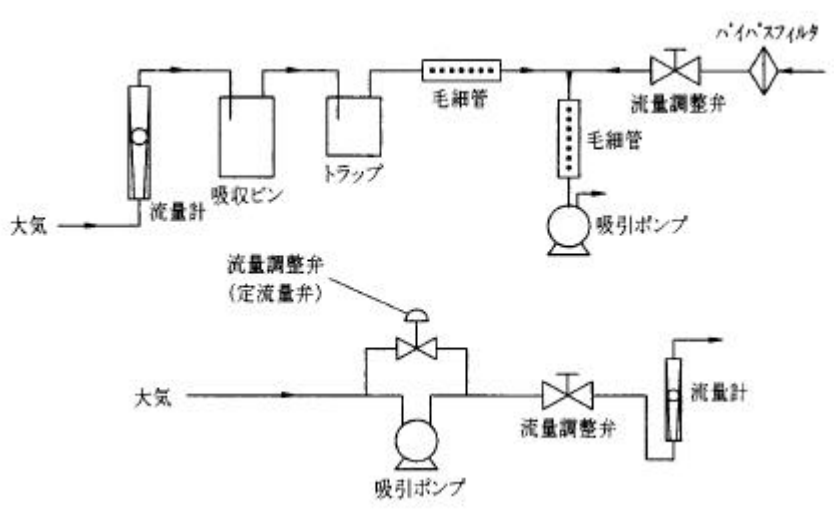


図 3.10 大気採取流量調整部の構成例 (手動方式)

図3.10に手動方式の大気採取流量調整部の構成例を示す。

(2)自動調整方式

大気採取流量の安定化を図るために自動調整方式のフローコントローラが用いられている。この方式には、面積流量計の浮子の位置をコントロールする方式、マスフローコントローラによる方式および圧力調整方式等がある。図 3.11

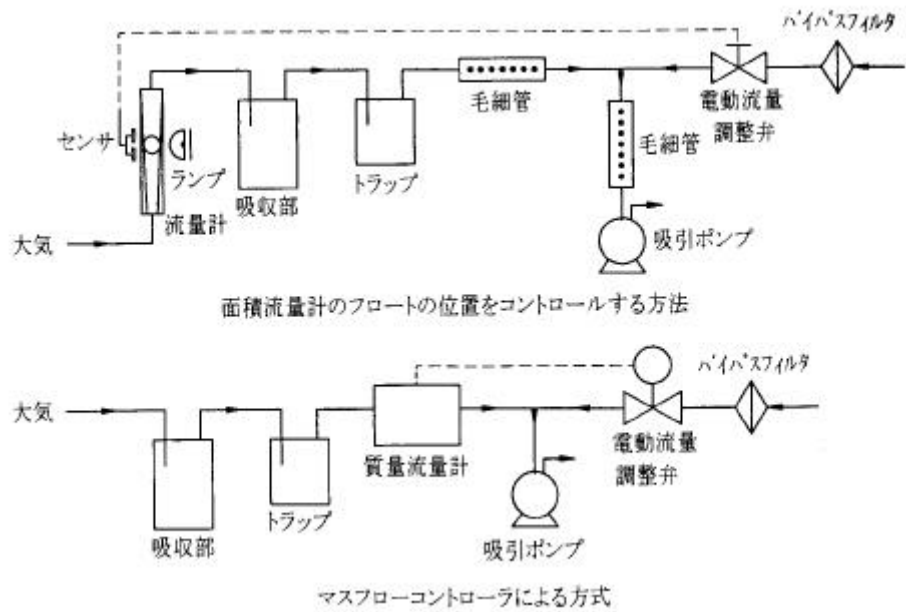


図 3.11 大気採取流量調整部の構成例 (自動方式)

に自動方式の大気採取流量調整部の構成例を示す。

3.4.2 流量計の目盛確認

流量計は使用にともない流路管内が汚れ測定誤差の原因となるため、定期的に洗浄をし、流量計の目盛確認が必要である。この流量計に対する目盛確認は基準とする校正済み流量計（基準流量計）の指示値と比較する方法で行う。

(1)基準流量計の作成

基準とする流量計は「JIS Z 8761 フロート形面積流量計による流量測定方法」に規定される目盛校正法にしたがい校正することが原則であるが、簡便法として湿式ガスメーターまたは精密膜流量計（石鹼膜流量計）を用いて図 3.12 に示すような装置構成で校正する。

(2)ハイボリュームエアサンプラーにおける基準流量計と流量確認

図 3.13 および図 3.14 に示すような装置構成でハイボリュームエアサンプラーの流量計を校正する。

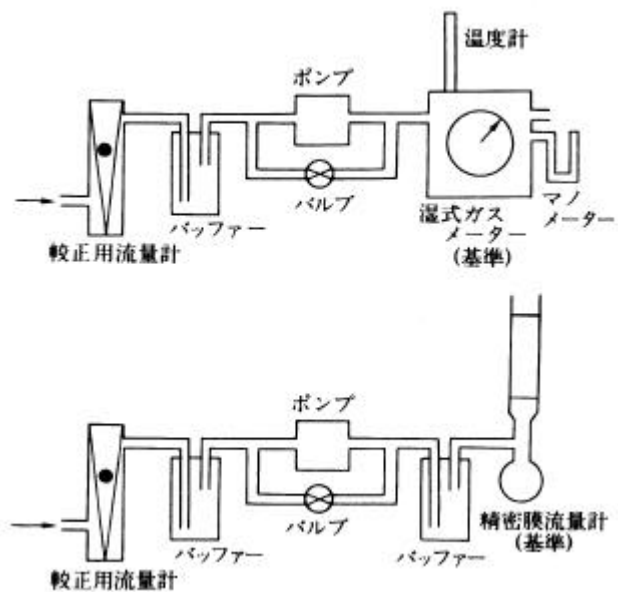


図 3.12 基準流量計の目盛校正装置例

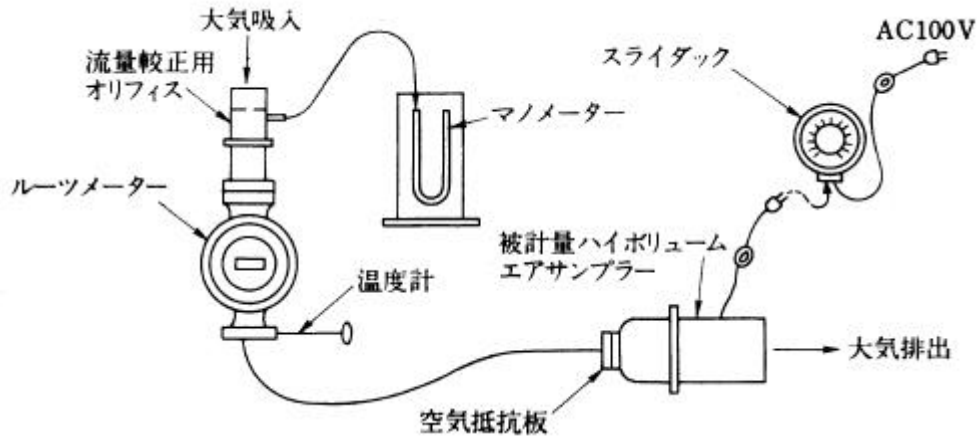


図 3.13 ルーツメーターを基準とした流量校正用オリフィスの検量線作成

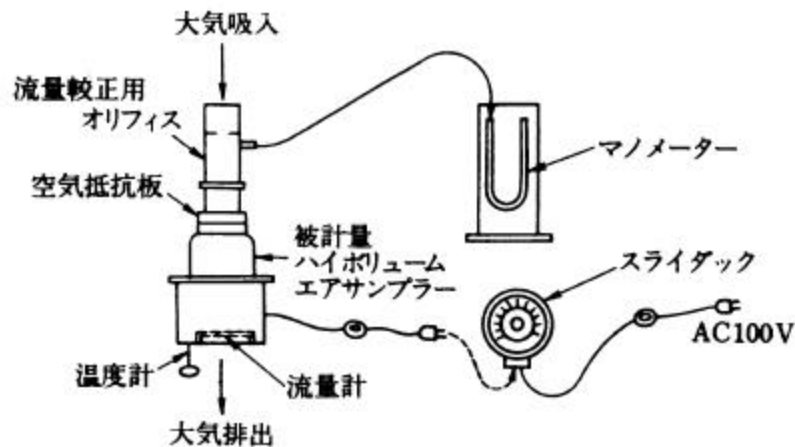


図 3.14 流量校正用オリフィスを基準としたサンプラーの流量計の目盛校正

3.5 環境大気における流量測定の実状と課題

環境大気中のサンプリングでは、吸収液中に大気汚染物質が捕集されることから、試料大気のサンプリング時における流量変動が測定精度に大きな影響を与える。通常の大気サンプリングにおいては、フロート型面積流量計（ローターメーター）が広く用いられている。ローターメーターは試料大気の温度や圧力に影響されることから、代わりに質量流量計（マスフローメーター）が用いられていることもある。しかし、質量流量計も、試料大気中の水分によって測定流量が影響されることから絶対的な流量計ではない。そこで、少しでもサンプリング流量の測定精度を増すために、除湿器を流量計測ラインに装着し、湿度影響による流量変動を低減させる。

3.6 ガス状物質のサンプリング

試料空気をサンプリングする際、測定目的によって試料採取容器が選定され、幾つかのサンプリング方法によって行われる。

大気中の汚染物質は常に均一濃度で保たれているわけではない。特に発生源がサンプリング地点に近い場合には時間的な濃度変動があることから、その地点での平均濃度を得るためには試料採取に長時間をかけることが望ましい。

3.6.1 自然換気法

試料採取容器の口を開き、測定地点に固定して自然換気に従い、大気が容器の中に入るのを待った後、口を閉じてサンプリングする方法である。この方法の利点は、測定地点でのある時間範囲内の平均濃度が得られるが、それほど厳密な測定法ではない。

3.6.2 真空法

試料採取容器を測定前に真空にしておき、測定地点でバルブを開くだけでサンプリングできる方法である。この方法の利点は、瞬時にサンプリングする必要がある測定等に適している。

3.6.3 流しとり法

測定場所で試料採取容器の一方の試料採取口よりエアポンプ等で吸引し、他方の試料採取口より試料ガスを導入する方法である。この方法は時間的にまた試料ガスの代表性において、大気サンプリングをする上で最も適した方法である。

3.6.4 置換法

容器内にバッグを入れ、容器内のガスを出し入れすることで、バッグ内の試料空気を出し入れする方法である。バッグ内の試料空気を出し入れできるなど便利な点が多いが、バッグの材質については測定成分によって選定しなければならない。

3.6.5 濃縮捕集法

(1) 吸着法

吸着剤を充填した管に試料ガスを通気させて目的成分を含む物質を吸着捕集する方法である。吸着剤としては活性炭、シリカゲル、モレキュラーシーブ、アルミナ、ガスクロマト用充填剤等が利用されているが、それらのうち活性炭が最も広く使用されている

(2) 低温濃縮法

寒剤を用い低温に保った容器の中に試料採取管を入れ、寒剤におけるその成分の蒸気圧より高濃度の成分が捕集される原理を利用している。しかし目的成分の捕集効率は、その成分の温度における蒸気圧値と試料濃度との差や、捕集剤に対する溶解度や吸収率、トラップの形状、ガス流量等に依存している。

(3) 吸収剤反応法

大気中のアルデヒドの測定に用いられている DNPH 法等がある。

4.6.6 反応液吸収法

インピンジャーの中に測定成分に合った反応吸収液を入れ、環境大気中のガス状物質を一定の吸引流量でサンプリングする方法である。

3.7 粒子状物質のサンプリング

3.7.1 サンプリングろ紙の選定

一般にろ紙の基本的な捕集原理として、慣性衝突効果、さえぎり効果、拡散効果、重力(沈降)効果、静電効果の5種類がある。粒径が約 0.1 μm 以下の微小粒子では拡散効果が、0.1 ~ 0.5 μm の粒径範囲では拡散効果とさえぎり効果が、0.5 μm 以上では慣性衝突効果とさえぎり効果が有効に働くことが知られている。

粒子状物質の捕集効果は、微小粒子では拡散効果が、約 2 μm 以上の粗大粒子では慣性衝突効果、さえぎり効果および重力効果が有効になる。

測定対象とする物質の性質および分析方法によつてろ紙の選定は異なるが、粒子状物質の捕集用ろ紙は繊維状ろ紙(ファイバーフィルター)と多孔状ろ紙(メンブランフィルター)の2種類である。各ろ紙の分類と種類を表 3.2 に示す。

表 3.2 各種ろ紙の分類とその特性

分類	種類	製品例	吸湿量(mg)*
繊維状	セルロースファイバー	No.5A	1.4 ± 0.8
	グラスファイバー	AP20	0.36 ± 0.04
		T60A20	0.03 ± 0.01
	石英ファイバー	2000QAST	0.17 ± 0.03
多孔状	セルロースエステルメンブラン	AA ホﾟアサイズ 0.3 μm	0.52 ± 0.11
	フロロポアメンブラン	AP07 ホﾟアサイズ 10 μm	0.07 ± 0.02
	ニュークリポアメンブラン	ホﾟアサイズ 0.5 μm	0.09 ± 0.04
	銀メンブラン	FM1.2 ホﾟアサイズ 1.2 μm	0.012 ± 0.005

* 相対湿度 90 %の環境に一昼夜放置後の重量変化

3.7.2 ろ紙の秤量

測定前と測定後の捕集用ろ紙を恒温恒湿の天秤室等に一昼夜放置した後、測定感度が 0.1mg 以上の直示天秤を用いて秤量する。ろ紙は破損しやすいのでろ紙の取り扱いと秤量操作には十分注意し、同じ試料について2回以上の秤量をし、それらの秤量値がほぼ一致することを確かめる。一致しない時は重量が安定するまで秤量する。

3.7.3 捕集ろ紙の保存

試料採取したろ紙は直ちに分析することが理想であるが、実際には数多くの試料をまとめて処理する方が効率的であるため、ろ紙の材質と分析目的に応じて保存する。

捕集したろ紙の保存は分析目的によって異なる。重金属成分は、室内汚染を避けるためにビニール袋等に入れ、常温保存でもかまわない。陰イオンや有機質成分は常温では揮発および変質を招きやすい物質があるため、冷蔵あるいは冷凍保存の必要がある。また、ベンゾ(a)ピレンのように常温、室内光下で明らかに濃度減少する物質もある。したがって、多種類の成分分析を目的とする試料は冷凍遮光下で保存するのが望ましい。

3.7.4 天秤の取扱い

(1) 天秤設置上の注意点

可能な限り天秤室等の専用の室に天秤を置くのが望ましいが、天秤室がない場合には、人の出入りの少ない所で室温が安定している所等に設置する。

振動のある場所には天秤を設置しない。

直射日光、暖房器具等の熱源のある場所には設置せず、できるだけ熱源から遠ざける。

天秤室がある場合、室内の湿度は $60\% \pm 10\%$ 、温度は 20 以上が望ましい。

(2) 使用上の注意点

天秤を使用する際、姿勢を正しく、肘等を天秤台の上に載せない。また、必要以上に天秤に体を近づけない。読取り限界の小さな天秤ほど体温による影響を受け、ゼロ点が変わるからである。

作動状態にする場合、操作ハンドルは静かに回す。

吸湿性のある試料を秤量する場合、天秤室の設置環境に十分に慣らしてから秤量することが望ましい。

メンブランフィルター等のように帯電性のある試料を秤量する場合、アルミホイル等を利用して帯電対策を講じてから秤量する必要がある。

4. 発生源排ガスのサンプリング

本ビデオでは、発生源における排ガスのサンプリング作業のイメージを把握していただくために、現場における代表的な映像として硫黄酸化物および窒素酸化物のサンプリングと、ばいじん（ダスト）のサンプリングの状況を紹介した。

発生源排ガスのサンプリングは、測定項目ごとに手法が定められており多様である。それらを詳細に説明することは本テキストの主旨ではないので、ここではごく導入部分についてのみ概説する。個別の具体的手順については、JISなどの参考図書に詳しく記述されているので、そちらを参照願いたい。

4.1 試料ガスの採取位置と採取口

燃焼排ガスは、燃焼装置から煙道を通して煙突に導かれ、大気に放出される。代表的な試料ガスを採取する位置は、煙道または煙突の直線部分で、屈曲部分や断面形状の急激に変化する部分から出来るだけ離れた場所で、流れが整流されて均一となっている場所を選択する。

煙道に亀裂がある場合、空気の漏れ込みが多いと排ガス流に偏流が起き、濃度分布ができるので好ましくない。

測定作業を安全に、かつ容易に行えるような場所に、排ガス流に対して直角に採取管を挿入できるように採取口を設ける。採取口は煙道断面上で、互いに直行する（90度の方向に）2ヶ所を設けるのが望ましい。採取口の大きさは、ダスト採取用のノズルも挿入できるように直径15 cm以上とするのが望ましく、長さ10～15 cmの鋼管を溶接し、フランジを設けて通常時は蓋をしておくようにする。

また必要に応じて、作業のために適当な高さの足場と手摺を設け、昇降用の階段なども必要となる。吸引ポンプなどの機器を作動させるため、電源もできるだけ近くにあって方がよい(注1)。

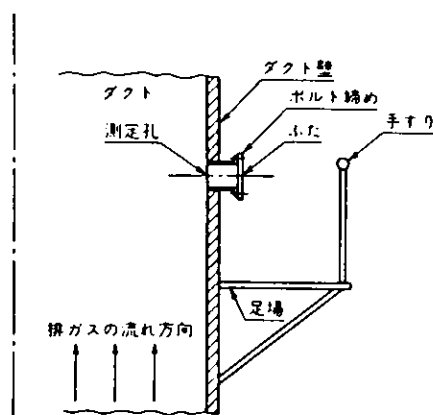


図4.1 採取口の構造の例

注1: サンプリング場所が高所の場合、吸引ポンプなどは地上に置いて長い真空ゴム管で接続し、上下で連絡しながら分業することもある。