

第4章 排ガスの採取

2.4.1 排ガス採取方法

排ガス試料の採取は、JIS K 0095 排ガス試料採取方法と個別の JIS に制定されている方法に基づいて行われる。

JIS K 0095 排ガス試料採取方法の規格は、煙道、煙突、ダクト(以下、ダクトという)に排出される排ガス中の特定ガス成分を分析するための試料ガス採取方法が定められている。試料ガス採取方法には、(1)試料ガス吸引採取と(2)試料ガス非吸引採取がある。(1)は捕集部で試料ガスを吸引捕集した後、化学分析を行うものと、試料ガス中の水分を除去した後、連続分析するものがある。(2)は現場採取方式で、連続分析するものがある。本章では、(1)の方式で化学分析する方法について紹介する。

2.4.2 試料ガスの採取位置、採取点、採取口

(1) 採取位置(測定位置)

排ガス試料を採取するには、煙突やダクトなどの煙道に設置された採取口(測定孔)から吸引装置を用いてガスを吸引する。

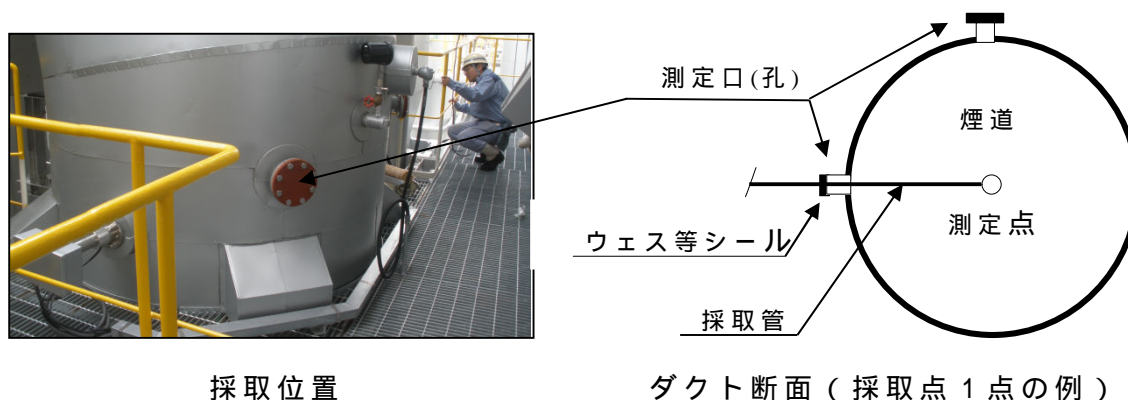
1) 採取位置は、ダクトの屈曲部分、断面形状の急激に変化する部分を避け、排ガスの流れが比較的一様に整流され、作業が安全かつ容易な場所を選ぶ。ただし、空気のダクト内への漏れ込みの著しいところ、及びダクト内にダストがたい積していたり、落下の著しいところは避ける。

2) 採取位置の周辺には、必要に応じて適切な高さに作業を行うに十分な広さで安全な足場を設け、安全かつ容易に足場に到達できる設備を設ける。

(2) 採取点(測定点)

採取点は、採取位置に選定したダクト断面内に JIS Z 8808 の 5.3 によって選ぶ。ただし、各採取点における分析結果の相違点が少なく、ガス濃度の変動が採取位置断面において 15% 以下の場合には、任意の 1 点を採取点として差し支えない。

JIS Z 8808 排ガス中のダスト濃度の測定方法は、5.3 c) の注記 1 ~ 注記 3 の断面積、断面の流速分布等で測定点数が個別に規定されている。その測定点を表 2.1.1、表 2.1.2、図 2.2 に示す。



採取位置

ダクト断面（採取点1点の例）

図 2.1 ダクト採取位置

表 2.1.1 JIS Z 8808 円形断面測定点

適用ダクト直径 2R(m)	半径 区分 数 Z	測定 点数	測定点のダクト中心からの距離 (m)				
			r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1 以下	1	4	0.707R	-	-	-	-
1 を超え 2 以下	2	8	0.500R	0.866R	-	-	-
2 を超え 4 以下	3	12	0.408R	0.707R	0.913R	-	-
4 を超え 4.5 以下	4	16	0.354R	0.612R	0.791R	0.935R	-
4.5 を超えた場合	5	20	0.316R	0.548R	0.707R	0.837R	0.949R

表 2.1.2 JIS Z 8808 円形断面測定点

適用ダクト断面積 A(m ²)	区分された一辺の長さ L(m)
1 以下	L 0.5
1 を超え 4 以下	L 0.667
4 を超え 20 以下	L 1

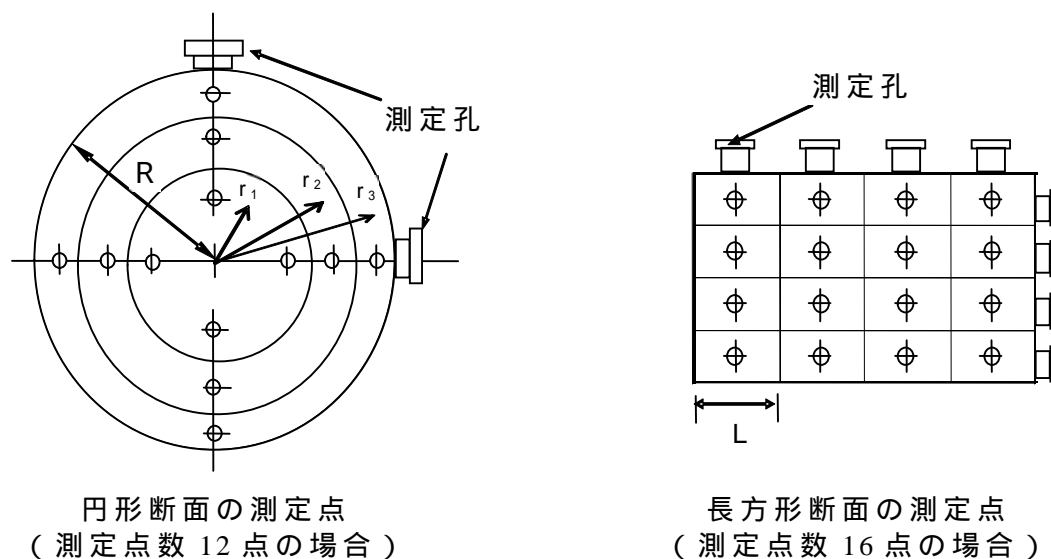


図 2.2 JIS Z 8808 測定点

(3) 採取口（測定孔）

- 1) 採取口は，ダクト内の排ガス流に対してほぼ直角に採取管を挿入できるような角度とする。
- 2) 採取口には，例えば，JIS G 3452 に規定する 1B (25A) 程度の太さ，また，排ガス流速（ピトー管），ばいじんを 1 型（ろ紙をダクト内に入れる場合）で測定する場合は，最低 3B (75A) 以上の太さの採取口が，断面垂直方向に 2 個以上必要となる。
- 3) 採取口に用いる材質は，炭素鋼，ステンレス鋼又はプラスチック製とする。
- 4) 採取管を挿入していないときは，採取口にふた(蓋)をしておく。
- 5) 採取口は，煙突などの場合，高所に設置されることが多いため，作業エリアである足場（ステージ）での作業は，作業者の転落やボルト等の落下などの危険が伴うため，確実に安全対策を行う必要がある。
- 6) 採取口は，煙道から突き出た円筒形の筒の形をしており，その先端は，平板で蓋をされている。試料ガスの採取に際し，採取口を開ける場合は，高温の試料ガスが噴出してくる場合が多いことから，採取口の真正面に立つのではなく，サイドから作業を行った方が安全である。
- 7) 開放された採取口は，ウエスや耐熱テープなどで一時的に塞ぐが，開口部が大きい場合は，開口部に合わせる形で小さな開口部を取り付けて作業を行う。

2.4.3 試料採取装置

(1) 装置の構成

化学分析に用いる試料を採取する場合，採取管を煙道内部に挿入し，採取管後部に導管を取り付け，試料捕集部へガスを導入して採取を行う。

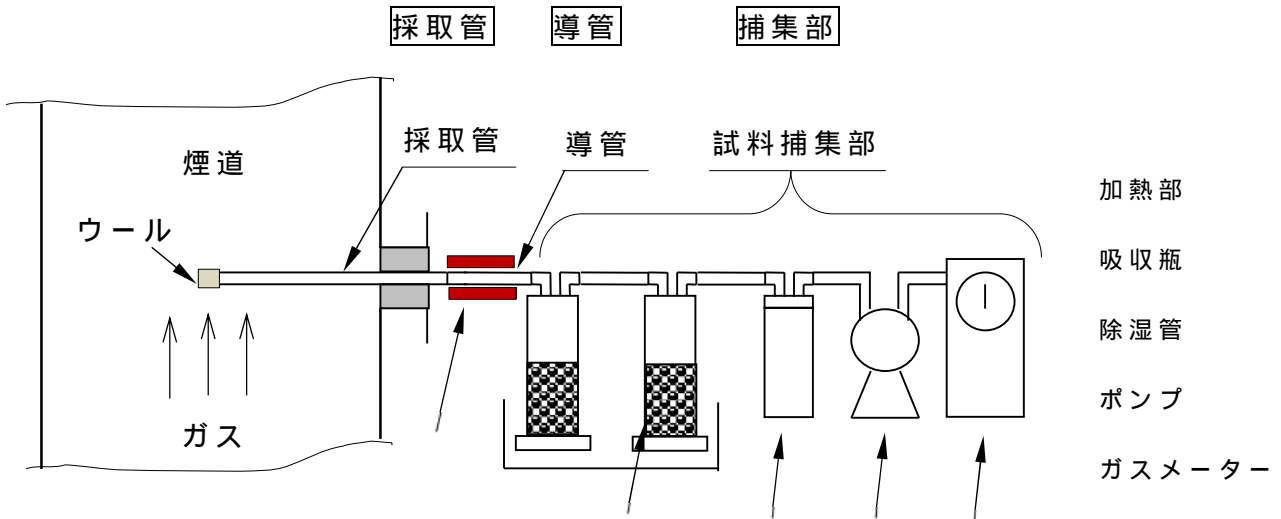


図 2.3 有害ガスの試料採取装置の例

(2) 採取管，導管等の材質

採取管，導管，接手管，ろ過材の材質は，排ガス組成，温度などを考慮して選定する。その使用例を表 2.3 に示す。

表 2.3 採取管，導管，ろ過材などの材質と使用例

部 品	採取管・分岐管						導管				継手管		ろ過材									
	ほうけい酸ガラス	シリカガラス	ステンレス鋼	チタン	セラミック	四ふっ化エチレン樹脂	ほうけい酸ガラス	シリカガラス	ステンレス鋼	四ふっ化エチレン樹脂	硬質塩化ビニル樹脂	ふっ素ゴム	シリコンゴム	クロロプレンゴム	無アルカリガラスウール	シリカウール	焼結ガラス	ステンレス鋼網	焼結ステンレス鋼	多孔質セラミック	四ふっ化エチレン樹脂	
最高使用温度()	400	1000	800	800	1000	200	400	1000	800	200	70	180	150	80	400	1000	400	700	700	1000	200	
測定成分	硫黄化合物																					
	窒素化合物																					
	一酸化炭素																					
	硫化水素																					
	シアン化水素																					
	酸素																					
	アンモニア																					
塩素																						
塩化水素																						
ふっ化水素																						
メルカプタン																						

試料採取管は，目的とするガス成分の物性やガス温度を考慮して，選択する必要がある。硫黄化合物の場合は，ステンレス製のものやシリカガラス製のものを用いるが，塩素や塩化水素などの腐食性のガスを採取する場合は，ほうけい酸ガラスま

たはシリカガラスを用いる。

(3) 保温又は加熱

採取管及び導管の保温又は加熱は，試料ガス中の水分及び露点の高いガス成分が採取管，導管中で凝縮，又は凝縮水が導管内で凍結することを避けるために行う。

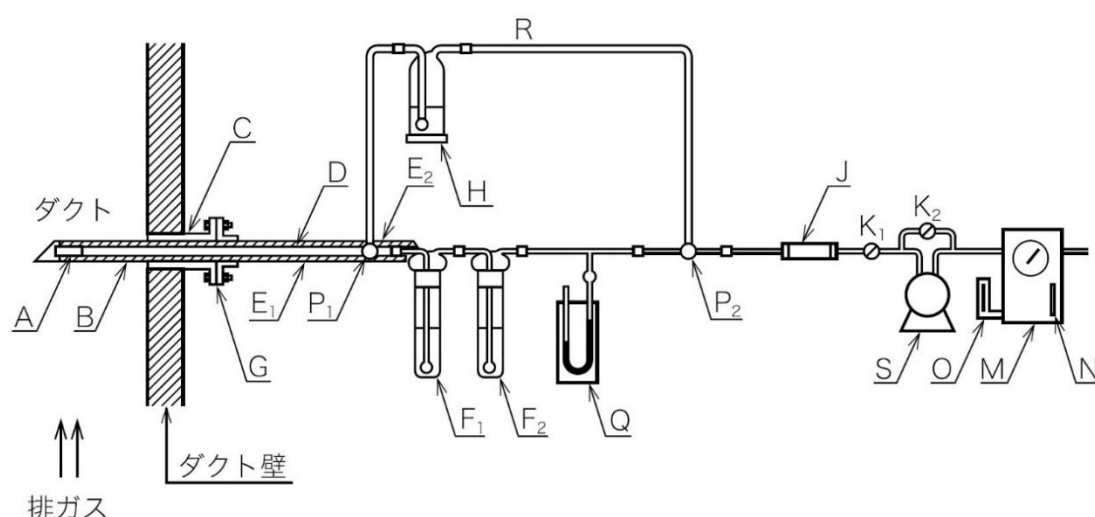
(4) 捕集方法

試料ガスを捕集するには，次の方法で行われる。

どの試料採取法を用いるかは，目的物質の物性を考慮して決めるが，第3編第1章の各成分のJIS分析法にその一例が記載されている。

1) 吸収瓶法：吸収瓶で目的成分を液体に吸収させる方法

捕集装置の構成を図2.4に示す。



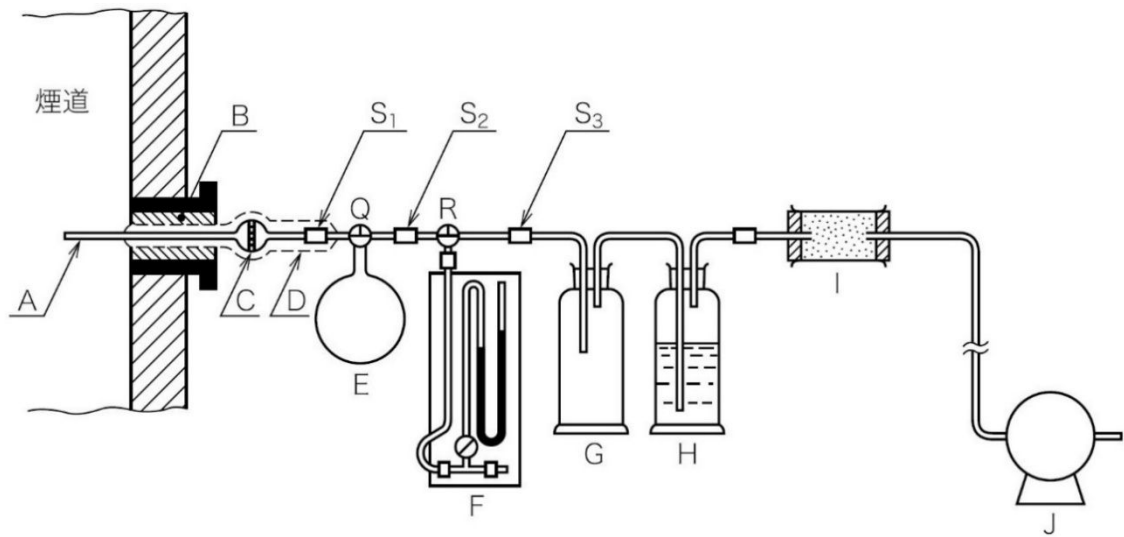
- | | |
|---------------------------------|------------------|
| A：ろ過材 | K1, K2：流量調節コック |
| B：試料ガス採取管 | M：ガスメーター |
| C：採取口 | N：温度計 |
| D：温度計 | O：マンメーター |
| E1, E2：ヒーター，リボンヒーター | P1, P2：流路切替三方コック |
| F1, F2：吸収瓶（容量 250 mL 又は 100 mL） | Q：マンメーター |
| G：フランジ | R：バイパス |
| H：洗浄瓶（吸収液 50 mL を入れる） | S：吸引ポンプ |
| J：乾燥管 | |

注：古いJISでは水銀マンメーターを用いている例があるが，水銀汚染防止法で製造・使用が禁じられたので代替品としてデジタルマンメーターや圧力計（負圧）を用いる。

図2.4 吸収瓶を用いた捕集装置の例(JIS K 0103 硫黄酸化物分析方法)

2) 真空フラスコ法又は真空捕集瓶法：真空フラスコに採取する方法

真空フラスコ法又は真空捕集瓶法の構成を図2.5に示す。

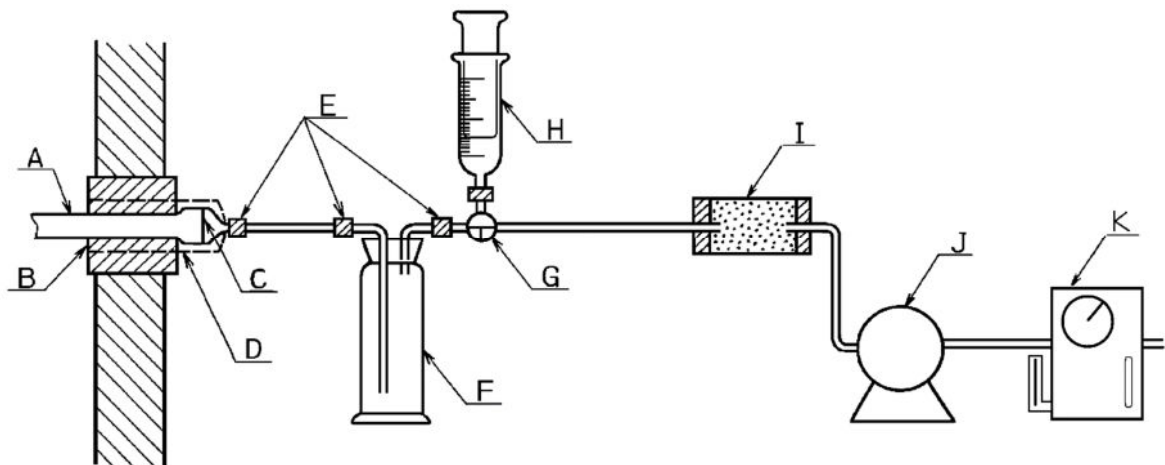


- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| A : 試料ガス採取管 | G : 空瓶（逆流防止用） |
| B : 保温材 | H : 洗浄瓶 [水酸化ナトリウム溶液（40 g/L）を入れる。] |
| C : ろ過材 | I : 乾燥管 a) |
| D : ヒーター | J : 吸引ポンプ |
| E : 試料ガス採取用フラスコ | Q, R : 流路切換弁 |
| F : マノメーター | S1, S2, S3 : シリコンゴム管 |
- 注 a) 乾燥剤には粒上のシリカゲル，塩化カルシウムなどを用いる。

図 2.5 真空フラスコを用いた捕集装置の例(JIS K 0104 窒素酸化物分析方法)

3) 注射筒法：注射筒に採取する方法

注射筒法は，真空フラスコの代わりに用いることがありその例を図 2.6 に示す。



- | | | |
|-------------|----------------|------------|
| A : 試料ガス採取管 | E : すり合わせ接手管など | I : 乾燥剤 |
| B : 保温材 | F : トラップ | J : 吸引ポンプ |
| C : ろ過材 | G : 三方コック | K : ガスメーター |
| D : ヒーター | H : 注射筒（ガラス製） | |

図 2.6 注射筒の例

- 4) 捕集バッグ法：気体のままバッグに捕集する方法
捕集バッグ法の構成を図 2.7 に示す。

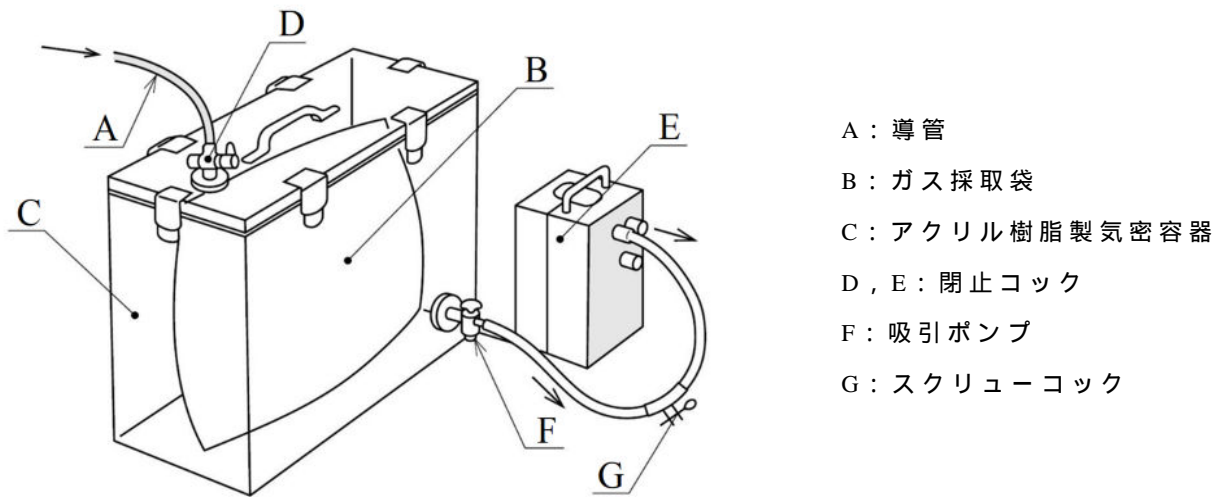


図 2.7 捕集バッグ法の例

- 5) 濃縮法：捕集剤を充てんした濃縮管により試料を捕集する方法
濃縮法の構成を図 2.8 に示す。

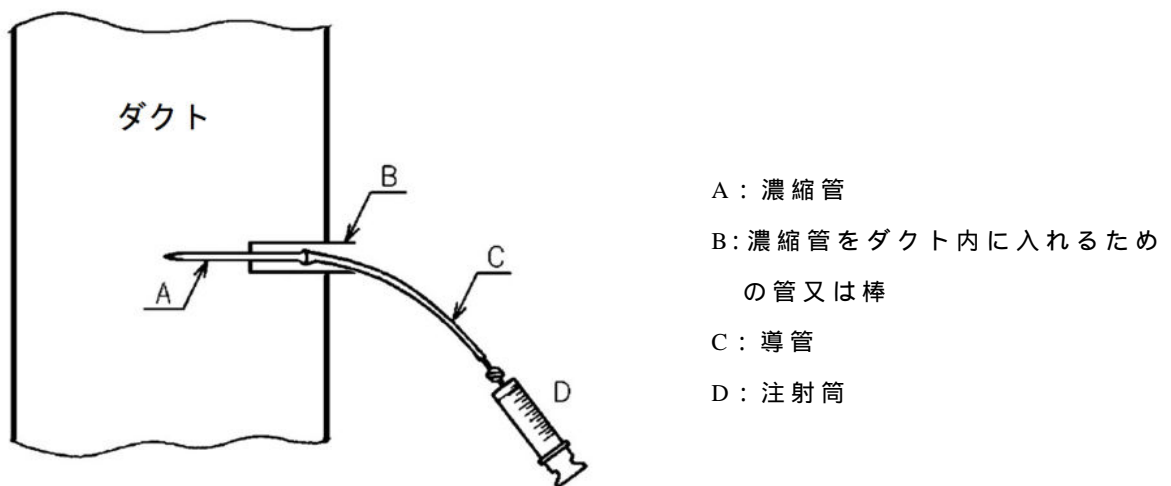


図 2.8 濃縮管を用いた試料採取の例

2.4.4 試料ガスの採取

(1) 吸収瓶法

採取操作は、次による。

吸収瓶（100 mL 又は 250 mL）2 本又は 1 本に吸収液を入れる

ガス採取管内を試料ガスで置換する

切り替えコックを吸収瓶側に回し、ガスメーターの指示値を読みとる

ポンプのスイッチを入れ、試料ガスを採取する

試料ガスの温度、ゲージ圧、大気圧を測定する

試料ガスを約 20 L 採取し、ポンプを止め、ガスメーターの指示値を読みとる

(2) 真空フラスコ法又は真空捕集瓶法

真空フラスコの場合の採取操作は、次による。

真空フラスコ内に吸収液を 20 mL 入れる
（吸収液は分析法ごとに定められたものを用いる）

真空フラスコ内を液が沸騰するまで減圧にして弁を閉じる

真空フラスコをガス採取装置に連結し、流路をマノメーター測にし、
ガスを吸引する

（まだ、ガス採取ではない）

流路を切り替え、フラスコ内の圧力を測定する

流路を元の位置に戻し、周囲の温度を測定する

試料ガスを真空フラスコに入れ（ガス採取）、ポンプを止める

試料ガス装置から真空フラスコを取り外し、1 分間振り混ぜる

真空フラスコを再度取り付け、フラスコ内の圧力、大気圧、室温を測定する

注射筒法及び吸収瓶による試料ガス採取方法は JIS K 0104 の本体を参照する。

(3) 捕集バッグ法

捕集バック法の採取操作は、次による。

捕集バッグをふっ素樹脂製コックに取り付け、アクリル製気密容器に入れる

捕集バッグ内を脱気した後、ふっ素樹脂製コックを閉じておく

ガス採取管内を試料ガスで置換する

流路を捕集バッグ側に切り替え、ふっ素樹脂製コックを開く

ポンプのスイッチを入れ、気密容器内の空気を抜きながら、
バッグに試料ガスを採取する

ポンプを止め、ふっ素樹脂製コック閉じる

減圧状態のアクリル製気密容器の内圧を常圧に戻す

捕集バッグを回収した後、捕集バッグの栓をする

(4) 濃縮法

濃縮法による採取操作は、次による。

捕集剤の充填された濃縮管を準備し、注射筒にセットする

煙道内に濃縮管を入れる

注射筒でガスを吸引する

注射筒のメモリから吸引ガス量を確認する

試料ガス吸引後、注射筒から濃縮管を外し、濃縮管を密栓する

2.4.5 試料ガス採取時の注意事項

試料ガス採取時は、全体装置の排ガスラインでの測定位置の確認、操業確認、測定内容の確認、作業者の労働衛生の確認、危険予知活動等を行い排ガス測定の準備を行う。排ガスの測定分析の品質管理は、試料採取時の要因が非常に大きく、下記の(1)~(5)に注意事項等を記載する。

(1) 採取管・導管の取付け

- 1) 排ガスを採取する際は、排ガス中のダストが混入しないようにろ過材を装着する。ろ過材に無アルカリガラスウール、シリカウールなどを用いる場合は、充てん長さ 50 mm ~ 150 mm 程度とする。ダクト内が負圧の場合など、導管の先端、吸引流量が多い場合・ダストが多い場合などは採取管の先端に入れ、ろ過材がダクト内に吸い込まれないように注意する。
- 2) 採取管は、排ガス流に対して直角に挿入し、採取管を取り付け具で固定する。
- 3) 導管は、できるだけ短くし、止むを得ない場合は支持金具等で固定する。
- 4) 採取管と導管、導管と捕集部などの接続は、共通球面すり合わせ接手、テフロン又はシリコンゴム製の接手などを用いる。

(2) 吸収瓶、洗浄液(バイパス用)などの準備

- 1) 吸収瓶は、個別規格に規定するものを予め良く洗浄して用意し、規定する吸収液の規定量を入れる。
- 2) 吸収液を入れた吸収瓶は、排ガス中の目的成分を吸収するので、2連(本)、バイパス等の組み立てで排ガス入口側及び出口側を確認しておく。
- 3) 排ガス温度が高い場合など、水(氷)を入れて排ガス温度を下げるために必要に応じて吸収瓶用冷却槽を準備する。

(3) 捕集部の組立て

- 1) 所定の本数の吸収瓶を支持棒、木箱で固定する。
- 2) 試料採取する吸収瓶、バイパス用の洗浄液(バイパス用)の流路切り替えは、三方コック、シリコンゴム製の接手などを用いる。流路切り替え等採取配管の圧力差で逆流することがあるのでマンオメーターで管理すると良い。
- 3) 捕集部は、なるべく採取位置の近くに置き、吸収瓶は排ガス温度が高い場合など必要に応じて冷却槽に入れる。
- 4) 湿式ガスメーターは、移動・運搬するときは必ず水を抜いておく。
- 5) ガスメーターの使用圧力は、大気圧に対してその圧力差が ± 1.0 kPa 以内で用いる。
- 6) 湿式ガスメーターを長時間使用する場合は、排ガスの性状によって水位の変化がみられることがあり、必要に応じて水を補給する。

(4) 試料採取装置の組立て

- 1) 採取管から捕集部に至るまでは、直線上に組み立てる。困難な場合は、L字形導管・接手等を用いて操作しやすいように組み立てる。
 - 2) 採取管からバイパス等を含め捕集部までの高さが一致するように、捕集部の高さを伸縮架台など用いて操作しやすいように組み立てる。
 - 3) 採取管又は導管と捕集部を接続する前にガス流の方向を確認し、(5)の漏れ試験を実施する。
 - 4) 漏れ試験終了後、採取管又は導管と捕集部を接続する。共通球面すり合わせ接手には、グリースは用いない。また、シリコンゴム管の使用は、導管としての使用、接手としても温度が高い場合は避ける。
 - 5) 水溶性成分・凝縮性など分析対象成分に応じて採取口から捕集部まで加熱する。温度が上昇するまでバイパス等を用いてガスを置換しておく。
- (5) 漏れ試験
- 1) 予め捕集部の漏れは、所定の流量でガスを吸引して捕集部内の負圧(大気圧との差の確認をマンメーターで確認する。又は、ガスメーターを取り付けガスメーターが停止することを確認する。
 - 2) 採取管又は導管と捕集部を接続し、バイパスのコック等で採取管を閉じてポンプを稼働して吸収液に泡が出ないことを確認する。

2.4.6 試料の採取

- 1) バイパス等を用いて吸引ポンプを稼働させ、採取管又は導管内を試料ガスで十分に置換する。
- 2) 吸引ポンプを停止させ、速やかに排ガス採取前のガスメーターの指示を記録する。
- 3) バイパス等の流路から吸収瓶の流路に切り替え、ガス成分所定の吸引流量(L/分)で試料を採取する。試料採取中にガスメーターの温度、圧力を記録し、採取時間が長い場合などは吸引流量(L/分)を確認する。
- 4) 規定の試料ガスを採取したら、バイパス流路を利用して吸引ポンプを停止しガスメーターの指示を記録する。導管等の負圧での吸収瓶の捕集液の逆流に注意をする。
- 5) 吸収瓶は、破損等に注意して吸収瓶用冷却槽から取り出し、汚染防止で吸収瓶の口をキャップなどで塞ぎ、破損などを防止した格納箱などで運搬し分析室に持ち込む。

2.4.7 試料ガス採取量

試料ガス採取量の計算は、次による。

標準状態における(273.15 K(0℃), 101.32 kPa)における試料ガス採取量を乾きガス

量（ V_{SD} ）又は湿りガス量（ V_{SW} ）として算出する。

1) 乾きガス量で求める場合

a) 湿式ガスメーターを用いた場合

$$V_{SD} = V \times \frac{273.15}{273.15 + t} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{101.32} + 22.41(a + b)$$

b) 乾式ガスメーターを用いた場合

$$V_{SD} = V \times \frac{273.15}{273.15 + t} \times \frac{P_a + P_m}{101.32} + 22.41(a + b)$$

2) 湿りガス量で求める場合

a) 湿式ガスメーターを用いた場合

$$V_{SW} = V \times \frac{273.15}{273.15 + t} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{101.32} + 22.41(a + b + c)$$

b) 乾式ガスメーターを用いた場合

$$V_{SW} = V \times \frac{273.15}{273.15 + t} \times \frac{P_a + P_m}{101.32} + 22.41(a + b + c)$$

ここで、

V_{SD} ： 乾きガス量（L）

V_{SW} ： 湿りガス量（L）

V ： ガスメーターで測定したガス量（L）

t ： ガスメーターにおける温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

P_a ： 大気圧（kPa）

P_m ： ガスメーターにおけるゲージ圧（kPa）

P_v ： t における飽和水蒸気圧（kPa）

a ： 吸収液に捕集された分析対象ガス（mol）

b ： 吸収液に捕集された分析対象ガス以外のガス（mol）

c ： 排ガス中の水分の量（mol）

273.15： 0 $^{\circ}\text{C}$ に対応する絶対温度（K）

101.32： 1気圧に対応する圧力（kPa）

22.41： 標準状態における気体 1 mol の体積（L）

a 、 b 、 c 及び P_m は、無視しても差し支えない場合が多い。