

焼却炉排ガス分析装置

Gas Analyzer for Incinerator Stack Gas

金子輝男* Teruo Kaneko

I. まえがき

一般家庭などから排出されるじん芥は、年々増加の傾向にある。生ごみのままの埋立は、環境上の問題その他により埋立地の確保が困難となり、焼却処理の必要性の高まりとともに、各地にじん芥焼却場が建設されている。

収集されるじん芥中には、かなりの量のプラスチック廃棄物が含まれており、そのうちかなりの部分は塩化ビニル系であるとされている。塩化ビニルは燃焼に際し、成分中の塩素を有害な塩化水素 (HCl) として発生する。

廃棄物焼却炉に設置されるガス分析装置としては、下記がある。

- 1) 有害物質の排出量測定用
 - (1) HCl ガス分析装置 } (O₂換算のためにO₂分析計が内蔵されることがある)
 - (2) NO_x ガス分析装置 }
 - (3) SO₂ ガス分析装置
- 2) 燃焼管理用
 - (1) CO ガス分析装置
 - (2) O₂ ガス分析装置
 - (3) CO₂ ガス分析装置

II. 有害物質の排出基準

1. 塩化水素

昭和52年6月18日に改正された大気汚染防止法施行規則により、焼却能力が1時間あたり200kg以上の廃棄物焼却炉から排出される塩化水素ガスの排出基準は、700mg/Nm³(約430ppm)となっている。この排出基準は、新設施設については昭和52年6月18日から適用されている。また、既設の施設については昭和54年12月1日から適用される。

廃棄物焼却炉にかかわる塩化水素の量(C)は、次の式(1)により算出された量とする。

$$C = \frac{9}{21 - O_s} \cdot C_s \dots\dots\dots(1)$$

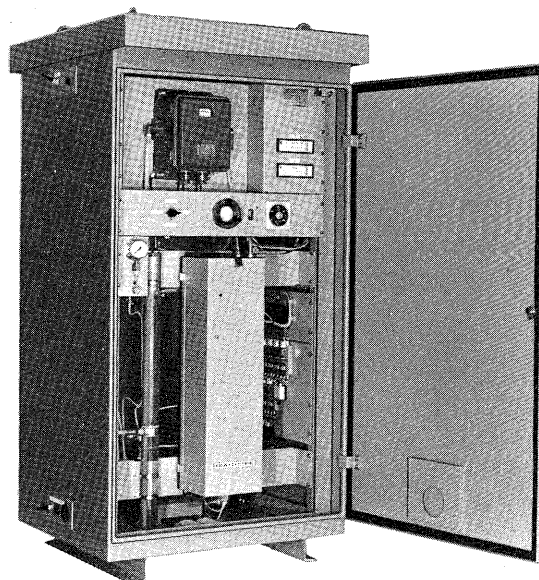
ただし、

O_s: 酸素濃度 (vol%)

C_s: 標準状態に換算した塩化水素の実測濃度

2. 窒素酸化物

昭和52年6月18日施行の第三次NO_x規制で初めて廃棄物焼却炉が規制対象に加えられ、排出ガス量4万m³/h以上



第1図 NO_x・O₂ガス分析装置
Fig. 1. NO_x・O₂ gas analyzer

の新設施設に対し、250ppmという三次基準値が決められた。

窒素酸化物の量(C)は、次の式(2)により算出された窒素酸化物の量とする。

$$C = \frac{21 - O_n}{21 - O_s} \cdot C_s \dots\dots\dots(2)$$

ただし、

C: 窒素酸化物の量 (cm³)

O_n: 施設ごとの残存酸素 (廃棄物焼却炉では12%)

O_s: 排出ガス中の酸素の濃度 (%)

C_s: JIS K 0104 に定める方法により測定された窒素酸化物の濃度を、温度が0℃であって、圧力が1気圧の状態における排出ガス1m³中の量に換算したもの (cm³)

3. 硫黄酸化物

$$q = K \times 10^{-3} \times He^2$$

ただし、

q: 硫黄酸化物の量 (Nm³/h)

K: 地域ごとに決められた値

He: 補正された排出口の高さ (m)

III. 塩化水素ガス分析装置 (ZBV)

1. 構成と動作原理

* 東京工場 設計部

イオン電極式塩化水素ガス分析装置の構成を第2図に示す。じん芥焼却炉の排ガスは、20~40%の水蒸気を含んでおり、その露点は90℃近くに達することもある。試料ガスの接触部分に露点以下の低温になる部分があると、凝縮水（ドレン）が発生し、水に非常に溶解しやすい塩化水素ガスは、凝縮水に多量に溶け込み著しい指示低下を招くので、一次フィルタ、ガス採取器及び分析装置入口までの試料ガス導管部は、すべて120℃以上に加熱している。

一次フィルタは、特殊金網フィルタと石英円筒ろ紙から成り、高温の排ガス中におかれる。一次フィルタと連結されているガス採取器は、ヒータにより150℃に温度調節されている。

ガス導管の加熱は、専用のガス導管加熱器によって120℃以上に加熱されている。ガス導管加熱器は、2.5mの長さで製作された可とう性を有する加熱器で、採取場所と分析装置の間の距離に応じて必要数だけ連結して、この中を一次フィルタから分析装置の中まで、継目なしのテフロン管を通して使用する構造になっている。

分析装置内でも試料ガスは、加熱ガス導管（加熱ジャンクションボックス）によって塩化水素吸収セルに導かれる。吸収セルには塩化水素ガス吸収液が、電磁駆動形の定量ポンプ（液送ポンプA、B）によって注入される。試料ガス中の塩化水素ガスは、吸収液中に塩素イオンの形で溶解固定され、くみ出しポンプによって塩素イオン

電極、比較電極、温度電極からなる測定セルに導かれる。測定セルに導かれた吸収液中の塩素イオン濃度は、試料ガス流量と吸収液流量との比（接触比という）を一定に保てば、試料ガス中の塩化水素ガス濃度に比例することになる。

塩化水素ガス排出基準値を得るためには、塩化水素ガス濃度と同時に、排出ガス中の残存酸素濃度を測定し、前出の式(1)により換算する。

この演算を自動的に行わせるには、第3図に示すプロックダイアグラムのような構成とする必要がある。

2. 仕様

測定対象：じん芥焼却炉排ガス中の塩化水素ガス

測定方式：吸収液に固定、塩素イオン電極にて濃度測定

測定形式：連続測定

測定範囲：標準 5~100/1,000ppm 2レンジ

標準 低レンジ 5~50, 100, 200,

500ppmのいずれか

高レンジ 5~1,000, 2,000ppm

のいずれか

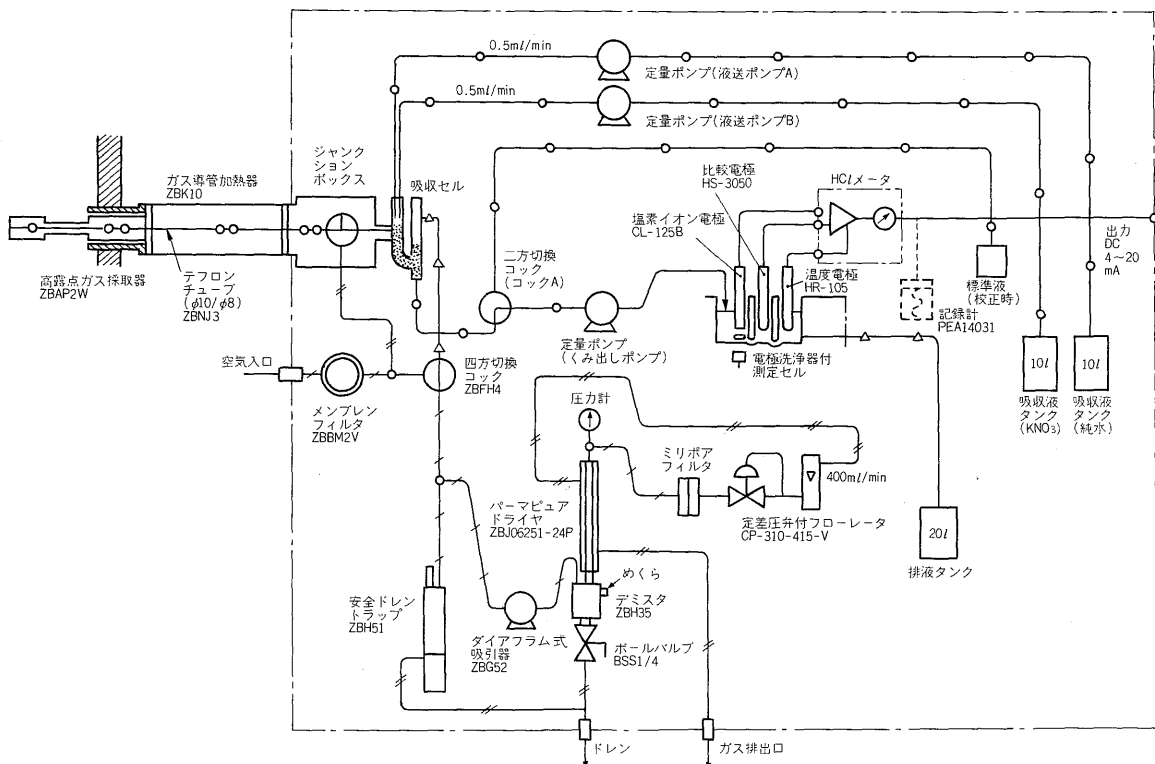
繰返し再現性：±3%FS

安定性：ゼロドリフト ±2%/week

スパンドリフト ±4%/week

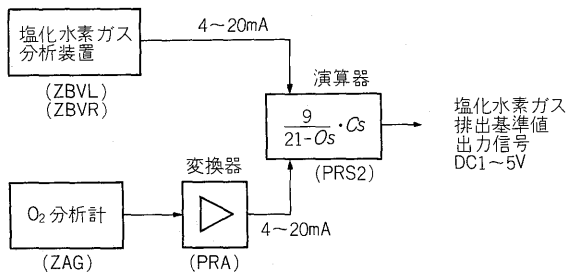
応答時間：90%応答約5分

サンプル流量：400ml/min



第2図 イオン電極式塩化水素ガス分析装置系統図

Fig. 2. System configuration of ion selective electrode type HCl analyzer



第3図 ブロックダイアグラム
Fig. 3. Block diagram

吸 取 液：A 液；約 2 g/l KNO₃ 溶液
 B 液；純 水
 流 量；A, B 各液とも 0.5 ml/min
 消費量；A, B 各液とも 0.72 l/日
 出 力：直流電圧 0~1V 非平衡絶縁出力
 許容負荷 1kΩ 以上
 直流電流 4~20mA 非平衡絶縁出力
 許容負荷 500Ω 以内
 接ガス部材質：テフロン、石英ガラス、シリコンゴム、
 SUS316(金網フィルタ)、ふっ素ゴム
 暖 機 時 間：1 時間
 受 信 計 器：自動平衡記録計(PEA)内蔵可能

IV. NO_x, SO₂, O₂ ガス分析装置

1. 構成と動作原理

NO_x, SO₂, O₂ ガス分析装置の構成を第4図に示す。NO 分析計, SO₂ 分析計には高性能赤外線ガス分析計(ZAL)を, O₂ 分析計は磁気風式 O₂ 分析計(ZAG)を使用している。

じん芥焼却炉排ガス中の SO₂ は, 数十 ppm と比較的 低濃度である。このために, ガス採取器(一次フィルタ)

からガス分析装置までのガス導管は, 排ガスの露点以上に加熱し, SO₂ の溶解損失の減少を図っている。

ガス採取器で採取され, 一次フィルタでろ過された試料ガスは, 加熱ガス導管によって分析装置へ導かれる。

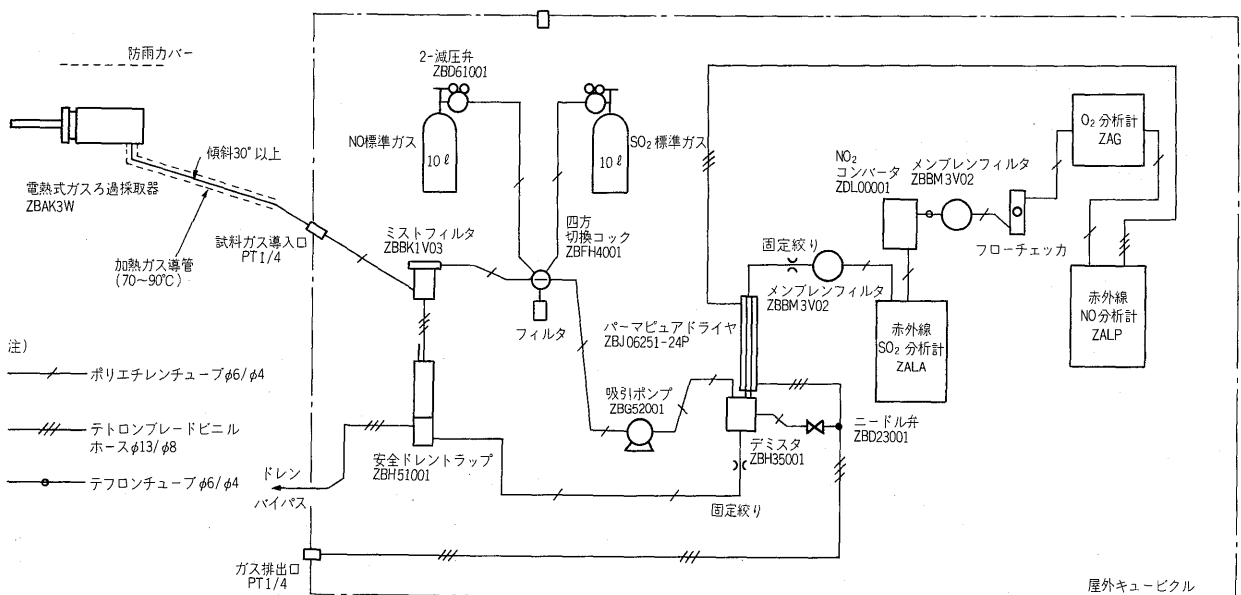
分析装置へ導入された試料ガスは, ミストフィルタでドレン分離, ミストや数 μ 程度のダストを除去した後ゼロ及びスパン校正用ガスを導入する切換コックを通過してポンプへ吸引されていく。ミストフィルタで除去されたドレンは, 安全ドレントラップ(ドレン吸上げ防止機構付)で受け, 外部へ排出される。

ポンプによって試料ガスは約 0.5 kg/cm² に加圧され, ドレンはデミスタで分離され, バイパスガスとともに固定絞りから連続自動排出される。試料ガスはパーマピュアドライヤ(半透膜式気相除湿器)によって, -15~-30℃ DP 程度にまで除湿される。除湿された試料ガスは, 固定絞りで大気圧近くまで減圧された後に, メンブレンフィルタによって微細なダストが除去され, SO₂ 分析計, NO₂/NO コンバータ, メンブレンフィルタを通り, フローチェッカでガス流量が規定範囲内であることの確認を受け, O₂ 分析計, NO 分析計へと導入される。

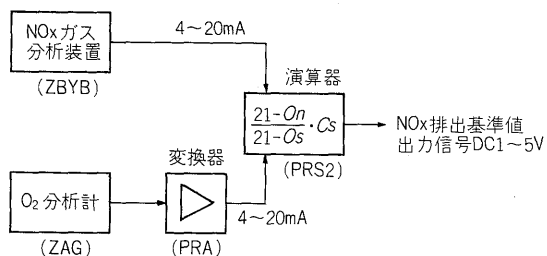
分析計を出たガスは, パーマピュアドライヤのドライパージガスとして戻され, ドライヤ内で試料ガスから水蒸気を受け取り, ウェットガスとなって外部へ排出されていく。分析計へ流すガス流量は, デミスタからのバイパス流量をニードル弁によって加減することにより, 規定流量範囲に合わせる。

廃棄物焼却炉の NO_x 濃度の排出規制は, 前述したとおり式(2)の演算式による残存酸素濃度により補正され値で行われる。

この演算を自動的に行わせるには, 第5図に示すプロ



第4図 NO_x, SO₂, O₂ ガス分析装置系統図
Fig. 4. System configuration of NO_x, SO₂, O₂ gas analyzer



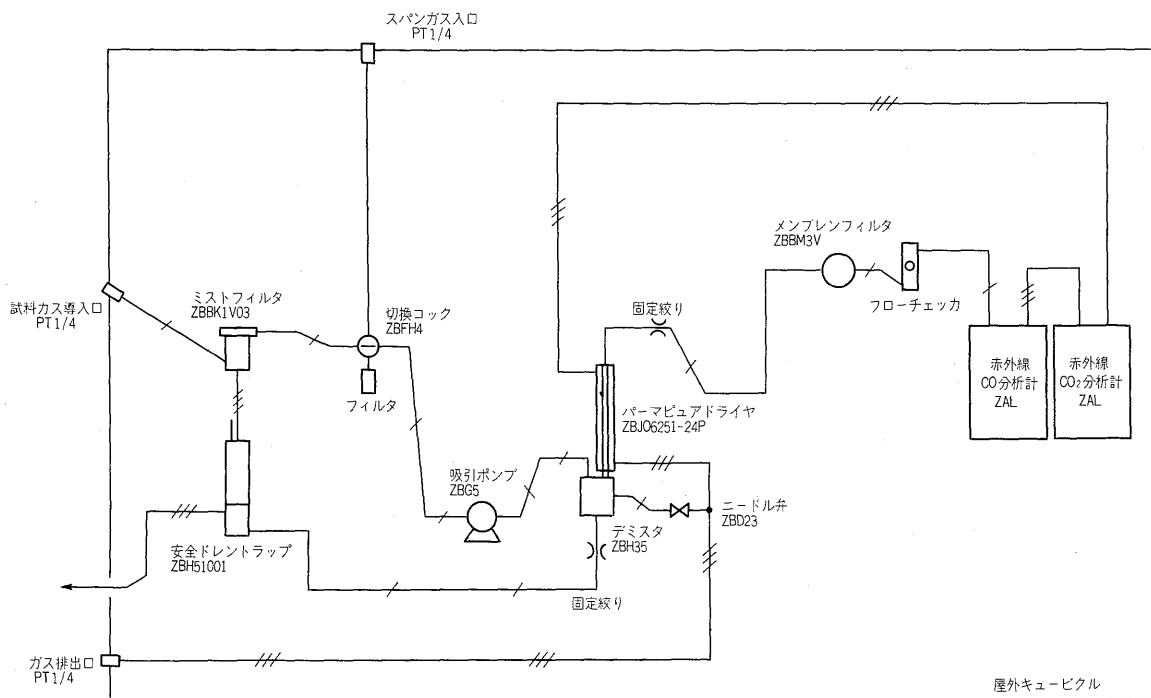
第5図 ブロックダイアグラム
Fig. 5. Block diagram

ックダイアグラムのような構成とする必要がある。

2. 仕様

- 形 状：屋外設置キュービクル形
- 測定方式：非分散赤外線吸収法（NDIR法）
- サンプリング方式：約-20℃（露点）のドライサンプリング（パーマピュアドライヤ採用）
- 測定範囲：0~50/100, 0~50/200, 0~50/250, (NOx計) 0~50/500, 0~50/1,000ppm (SO₂計) 0~100/200, 0~100/250, 0~100/500, 0~100/1,000ppm 0~200/500, 0~200/1,000, 0~250/500, 0~250/1,000ppm
すべて2レンジ切替測定が標準である。ただし、SO₂計の0~50ppmは非標準である。
- 測定モード：NOx測定（NO測定も可能）及びSO₂測定
- 再現性：±0.5%フルスケール

- ドリフト：±2%フルスケール/week
（ゼロ・スパン共）（200ppm以上の場合）
- 出力：DC4~20mAリニア, DC0~1Vリニア, 同時出力
DC4~20mA/許容負荷抵抗550Ω以下
DC0~1V/許容負荷電流2mA以下
- 直線性：±2%フルスケール
- 応答速度：90%応答4分（装置入口から）以内
- 試料採取量：約2.5l/min
ゼロガス；空気（NO_x, SO₂計）
スパンガス；NO+N₂ガス（NO_x計）
；SO₂+N₂（SO₂計）
；O₂+N₂（O₂計）
- 周囲温度：-5~+40℃
- 電源：AC100±10V 50Hzまたは60Hz
- 消費電力：最大500VA
- 重量：約400kg（ダブルサイズ標準ロッカにて）
- 干渉ガス影響：総合干渉±2%フルスケール以内
- 測定ガス条件：温度60~1,300℃
ダスト 100mg/Nm³以下
圧力 -150~+100mmH₂O
- 測定範囲：0~10, 20, 21, 25% O₂換算演算器（PRS2）に接続の場合
- 再現性：±1.5%フルスケール
- ドリフト：±2.5%フルスケール/week



注) ———— ポリエチレンチューブφ6/φ4 ———— テトロンブレッドビニルホースφ13/φ8

第6図 CO, CO₂ガス分析装置系統図
Fig. 6. System configuration of CO, CO₂ gas analyzer

出 力 : DC 0~10mV
設 置 条 件 : 直射日光は避ける。振動のない場所。

V. CO, CO₂ ガス分析装置

1. 構成と動作原理

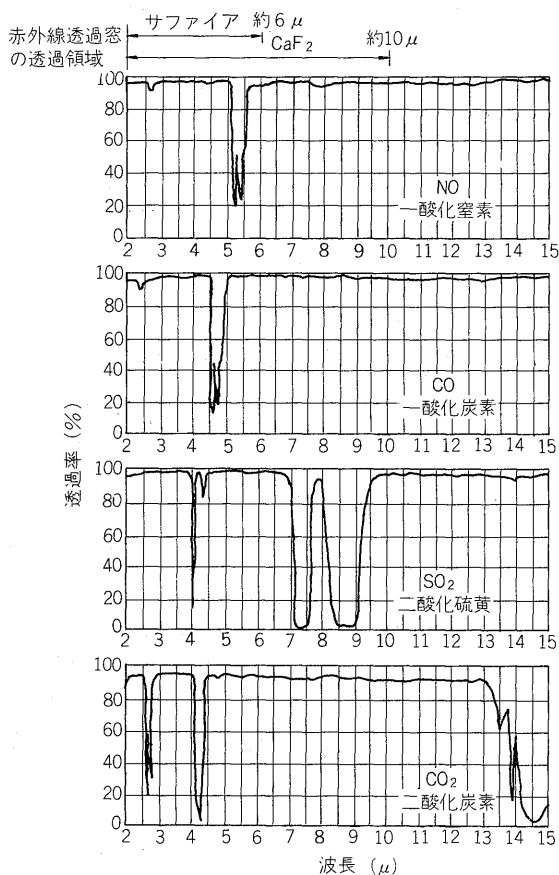
CO, CO₂ ガス分析装置の構成を第 6 図に示す。構成動作とも NO_x, SO₂ ガス分析装置とほとんど同じになっている。

VI. 赤外線ガス分析計

1. 原理

第 7 図にガスの赤外領域における固有の吸収スペクトルを示す。

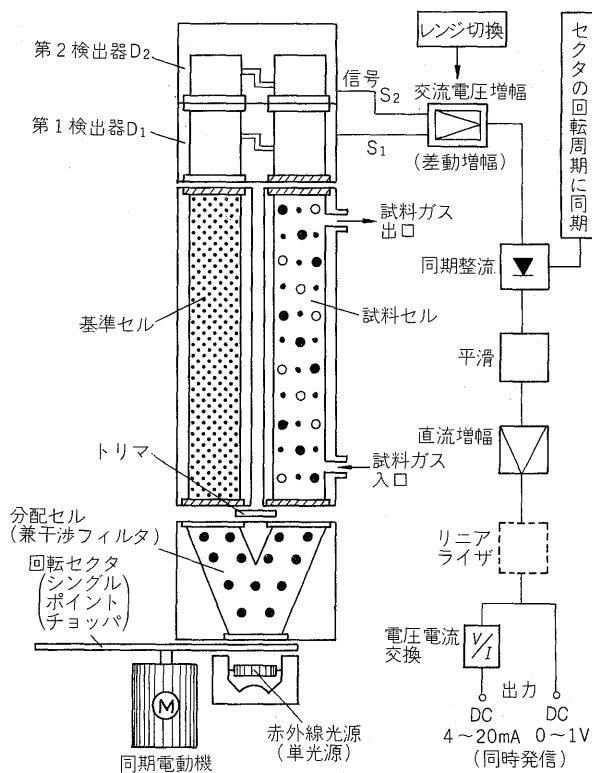
赤外線光源 (単光源) から放射された赤外線は、シングルポイントチョッパにより断続光となり、分配セルで二光束に分けられ、試料セルと基準セルに入る。分配セルには干渉ガスを封入し、その影響を防いでいる。試料セル中では試料ガス中に含まれる測定成分により赤外線が吸収され透過する光量は、吸収された分だけ少なくなる。一方、基準セル中には窒素または不活性ガスが封入されているので赤外線の吸収は起こらない。したがって試料側検出槽の赤外線は、基準側検出槽の赤外線より若干弱くなっており、シングルポイントチョッパにより断続された赤外線が検出槽を照射する時、基準側から試料



第 7 図 主なガスの赤外線吸収帯
Fig. 7. Absorption spectrum of some gases

側へガスが流れ、しゃ光される時は平衡するようにガスが戻る。このガスの微小な流れをマイクロフローセンサが交流電圧信号に変える。二つの検出器の測定出力は、各々 IC 回路により交流電圧に増幅され、更に差動増幅された後、電子式同期整流方式で回転セクタの回転周期に同期して整流される。ここで得られた直流出力は平滑され、ノイズ除去された後、出力信号として DC 0~1V、及び 4~20mA を発信する。

この分析計の検出器は第 8 図に示すように 2 段の検出器となっている。分析対象成分の吸収帯と重なる吸収帯をもつガス (干渉ガス) が試料ガス中に存在すると、測定値に大きな誤差が生じる。この干渉誤差を除去するために測定ガスを封入し、赤外線を透過させる構造にした第 1 検出器と、第 1 検出器封入ガスの吸収帯より広い吸収帯をもつガスを封入した第 2 検出器とを、直列に配置した構成の検出系を採用している。



第 8 図 赤外線ガス分析計“ULTRAMAT-S”の原理構成図
Fig. 8. Construction of infrared gas analyzer “ULTRAMAT-S”

VII. あとがき

焼却炉排ガス分析装置についてその概略を述べたが、実際には、試料ガス採取場所におけるガス条件などによって、前処理装置 (ガスサンプリング機器) もいろいろと変わってくる。

ガス分析計のうち、NO_x 計、SO₂ 計、CO 計、CO₂ 計はいずれも赤外線式について、O₂ 計は磁気風式について記述した。このほかに、NO_x 計にはケミルミ式、CO₂ 計には熱伝導式、O₂ 計には磁気圧力式もある。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。