

8.2 燃焼排ガス中主要成分分析・測定法

8.2.1 概説

燃焼排ガスの主要組成は燃料中炭素、水素が燃焼して生成する二酸化炭素、水蒸気、燃焼に使用された空気の主要成分窒素と余剰酸素及び不完全燃焼生成成分である一酸化炭素である。これらのうち二酸化炭素、酸素、一酸化炭素の測定・分析は燃焼管理上重要で古くから実施された。また、これらは排ガス流量算出にも必要である。また、大気汚染物質排出基準に関し濃度規制の場合、空気希釈を避けるため、煤塵や窒素酸化物のように一定の酸素濃度条件下の濃度として規定されているものがあり、酸素濃度の測定は法令による排出基準遵守判定にも不可欠である。表 8.2.1 にこれらガス分析の種類と原理を示した。以下主要なものを説明する。

表 8.2.1 ガス分析計の種類と原理

	測定法式	分析計の名称	測定成分
化学的ガス分析計	溶液の吸収反応	ヘンベル式ガス分析計	CO ₂ , O ₂ , CO, CmHn
		オルザット式ガス分析計	CO ₂ , O ₂ , CO
物理的ガス分析計	ガスの熱伝導率	電気式 CO ₂ 計	CO ₂ , H ₂
	ガスの比重	比重式 CO ₂ 計	CO ₂
	赤外線吸収	赤外線ガス分析計	CO ₂ , CO, CH ₄ , SO ₂
	溶液導電率	SO ₂ 自動記録計	SO ₂
	起電力	ジルコニア式 O ₂ 計	O ₂
	発生電流	ガルバニ電池式 O ₂ 計	O ₂
	燃焼熱	燃焼式 O ₂ 計	O ₂
		未燃ガス計	CO+H ₂
磁気式	磁気式 O ₂ 計	O ₂	
カラムによる分離	ガスクロマトグラフ	CO ₂ , O ₂ , H ₂ , CH ₄ , SO ₂ , NO ₂	

8.2.2 試料ガス採取方法

煙道ガスは負圧である場合が多く、この場合の試料ガス採取には吸引装置を必要とし、さらに空気が混入しないよう配管する。また燃焼排ガス中の水蒸気が採取管内に凝縮することがあるから、閉塞しないよう傾斜させドレン抜きをつける。さらに、排ガス中の煤や灰の混入防止のため、採取管にフィルタを設ける。

8.2.3 オルザット分析計

オルザット分析計は、燃焼排ガス中の二酸化炭素、酸素、一酸化炭素の分析に広く使用された。これは、燃焼排ガスを食塩水で水封したガスビュレットに 100 ml (50 ml 採取する分析計もある。) だけ採取し、これを水酸化カリウム水溶液の入った吸収瓶内に移して二酸化炭素を吸収し、再びガスビュレットにもどし二酸化炭素吸収による試料ガスの体積減少をよみとりその体積濃度を求めるようになっている。次に酸素を吸収するピロガロール-水酸化カリウム水溶液、一酸化炭素を吸収する銅アン

モニア錯イオン溶液の入った吸収瓶に順次移して同様操作し、酸素濃度、一酸化炭素濃度をそれぞれ求めるもので図 8.2.1 にその概略構造を示した。なお、オルザット分析計で得られる分析結果は、かわき排ガス中のそれぞれの成分ガスの体積濃度 (%) である。

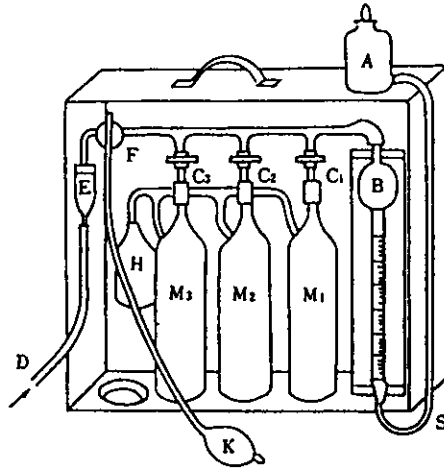


図 8.2.1 オルザット分析計

8.2.4 計測器による方法

オルザット分析計のような手分析によるほかに、燃焼排ガス中の主要成分ガス用連続分析計が用いられている。

(1) 電気式二酸化炭素分析計

気体はそれぞれ固有の熱伝導度を有し、燃焼排ガス主要成分であるガスのそれは空気を 100 とした場合、水蒸気 99、酸素 101、窒素 100、二酸化炭素 59 である。

このように、二酸化炭素を除く成分ガスの熱伝導度は 100 前後であるため、排ガスの熱伝導度を空気と比較すれば、二酸化炭素を分析することが出来る。図 8.2.2 は、これを利用した二酸化炭素分析計の原理図で S_1 、 S_2 に標準ガスである空気を満たし、 G_1 、 G_2 に排ガスを流しながらこれらの中に一定電流を流して発熱させた白金線を入れて、ブリッジを図のように構成したものである。

白金線の電気伝導度はガスの熱伝導度により変化するから、この場合指示計にはガスの熱伝導度すなわち、二酸化炭素濃度に関係した電流が指示されるのでこの回路で排ガス中の二酸化炭素を連続分析できる。

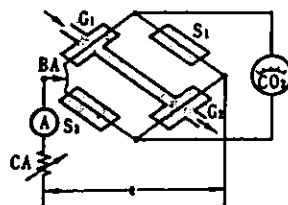


図 8.2.2 電気式二酸化炭素分析計原理図

(2) 機械式二酸化炭素分析計

ガスの密度を機械的に指示する分析計である。すなわち、二酸化炭素の密度が空気に比較して大きいことを利用して二酸化炭素を分析する計器でその構造を図 8.2.3 に示した。図のように、この計器は 2 個の同型羽根車を一方は空気室内、一方は煙道排ガスを送り込んだ室内で同速度で回転させて、これらによる風圧をそれぞれ対向する自由に回転できる羽根車で受けさせる構造になっている。風圧を受けた羽根車にはそれぞれの室内ガスの密度に比例したトルクを生ずるから、このトルク比を図示した機構で記録させてガス密度比すなわち二酸化炭素を分析する。

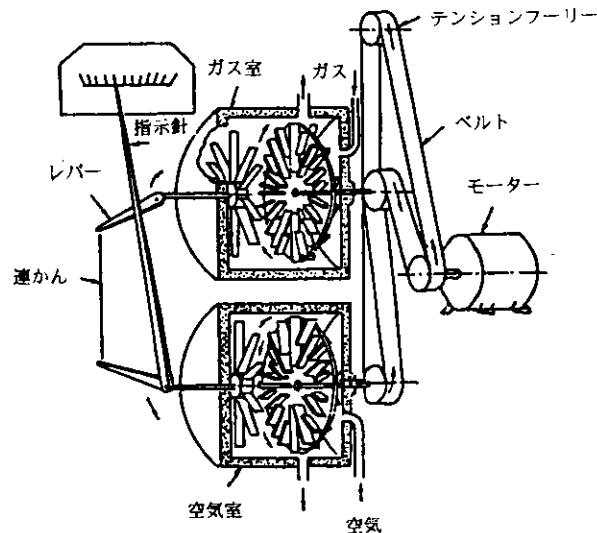


図 8.2.3 機械式二酸化炭素分析計原理図

(3) 磁気式酸素分析計

磁気式酸素分析計は常磁性体である酸素分子が、磁界内で磁化された時に生じる吸引力を利用して酸素濃度を測定するもので、磁気風方式と磁気力方式に分類できる。前者は磁界内で吸引された酸素分子の一部が加熱され、磁性を失うため生じる磁気風の強さを熱線素子で検知するものであり、後者はダンベルと試料ガス中酸素の磁化の強さの相違で生じるダンベルの偏位量を検出するダンベル形と周期的に断続する磁界内で酸素分子に働く断続的吸引力を磁界内に一定流量で流入する補助ガスの背圧変化量として検出する圧力検出形とに分類される。

(4) 電気化学式酸素分析計

電気化学式酸素分析計は、酸素の電気化学的酸化還元反応を利用し、酸素濃度を連続測定する分析計である。高温に加熱されたジルコニア素子の両端に、電極を設けて一方に試料排ガスを、他方に空気を流して両電極間の起電力を検出するジルコニア形と、ガス透過性隔膜を通し電解槽中に拡散吸収された酸素が固体電極表面で還元される時の電極電流を検出する電極方式がある。

(5) 赤外線吸収一酸化炭素分析計

赤外線ガス分析装置を用い、排ガス中の一酸化炭素濃度を連続的に測定する分析計が使用されている。