

技術室内部講習報告書

ガスクロマトグラフィー による排気ガスの分析

実施日：2008年3月14日(金)

実施場所：物質工学科 化学工学実験室

指導職員：物理・化学系班 鈴木 猛

受講者：実習工場班 佐藤 宏、中川 秀則

1. 目的

汎用エンジンの一酸化炭素濃度の分析をガスクロマトグラフィーによって行うことにより、その分析法を理解する。一般的な濃度を知ることで触媒の重要性、環境問題について考察する。

また、内部講習で専門外の知識・技術に触れることでグローバルな視野を身につけ、日常業務の質の向上、業務の相互理解が望める。

2. 原理

2.1 クロマトグラフィーとは

固定相と移動相とよりなる平衡の場において、試料の各成分の両相への相互作用の大きさに差がある事を利用して、それぞれの成分を分離する方法。移動相に気体を用いる方法をガスクロマトグラフィー、液体を用いる方法を液体クロマトグラフィーという。

今回用いるガスクロマトグラフィーで分析するための条件として、試料成分が移動相の気体中で移動できるもので無ければならない。気体中で移動できるものとは、気体そのものか、カラムの使用温度において、およそ10mmHg以上の蒸気圧をもつものということになる。

2.2 ガスクロマトグラフィー(CG)の構成

構成図を図1.1に示す

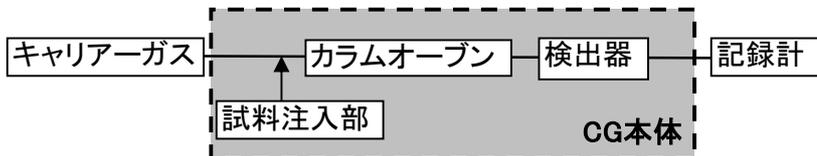


図1.1 CG構成図

・キャリアーガス

ガスは化学的に不活性で熱的に安定なヘリウム、窒素が良く用いられる。

・キャリアーガス試料注入部

試料は気体あるいは液体で、シリンジで注入されることが多い。試料は気化状態の必要があるため加熱装置によって一定温度に保たれるようになっている。

・カラム

内径2～4mm、長さ1～4mmのステンレスまたはガラス管の充填剤を詰めた充填カラムと、内径0.1～0.5mm長さ10～20mmのキャピラリーの内壁に固定相をコーティングしたキャピラリーカラムがある。

・検出器

カラム中で分離されて出てきた各成分を検出し、電気信号に変換する。

熱伝導度検出器(TCD)、水素炎イオン化検出器(FID)などがある。

・記録計

検出器からの出力をチャートにクロマトグラムとして記録する。

2.3 クロマトグラム

検出結果をチャートに表したものをクロマトグラムと呼ぶ。(図1.2)

・保持時間

試料を注入してからピークが出るまでの時間。同一条件下で各成分に固有の値となる。

これにより定性分析を行う。

・ピーク面積

成分量に比例する。

比例するため今回は同一条件下でのCO検量線を作成しておき成分量を決定する。

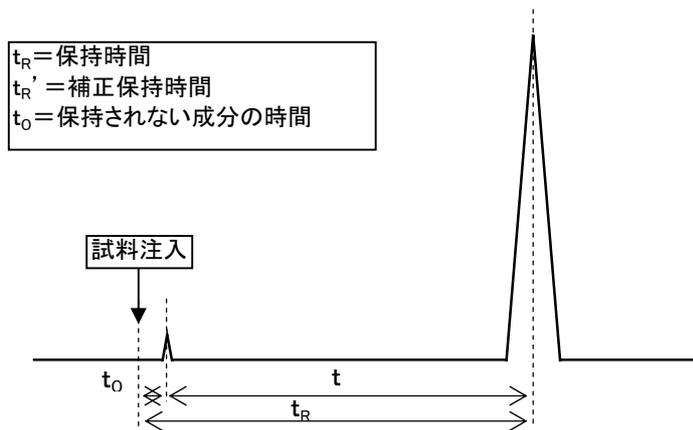


図1.2 クロマトグラフ見本

3. 方法

- 3.1 分析の方法 : ガスクロマトグラフィー
 キャリア : ガス (ヘリウム)
 カラム : ガラス製充填カラム
 検出器 : 熱伝導度検出器 (TCD)

- 3.2 使用エンジン ・OHVエンジン 排気量 118 cm³
 ・SVエンジン 排気量 83 cm³

3.3 手順

1. 排気ガスを採取する。今回はOHVエンジン (以後OHV)、SVエンジン (以後SV) とともに1400r.p.m. および2800r.p.m.とする。
2. 排気ガスをシリンジに採取するため密閉されたフラスコ内に移す。このときフラスコ内は採取した排気ガスで洗う。
3. シリンジに1ml採取し、ガスクロマトグラフィー装置に注入し、分析を開始する。各成分3回ずつ分析を行う。
4. 出力をチャートにクロマトグラムとして記録する。
5. クロマトグラムからピーク面積を求め、あらかじめ用意しておいた検量線 (図2) の式 $y = 0.19x + 7.0741$... (1) により体積を求める。

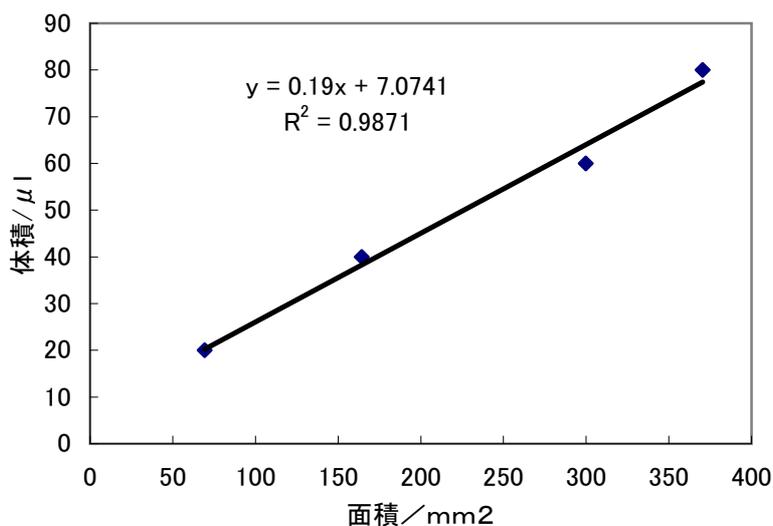


図2 COの検量線

4. 結果

排ガスを採取した際の環境条件の一つとして各エンジンのシリンダヘッドの温度を表1に示す。

表1シリンダヘッド温度

	1400r.p.m.	2800r.p.m.	
SVエンジン	47	55	単位(°C)
OHVエンジン	53	55	

出力されたクロマトグラムを以下の図3に示す。

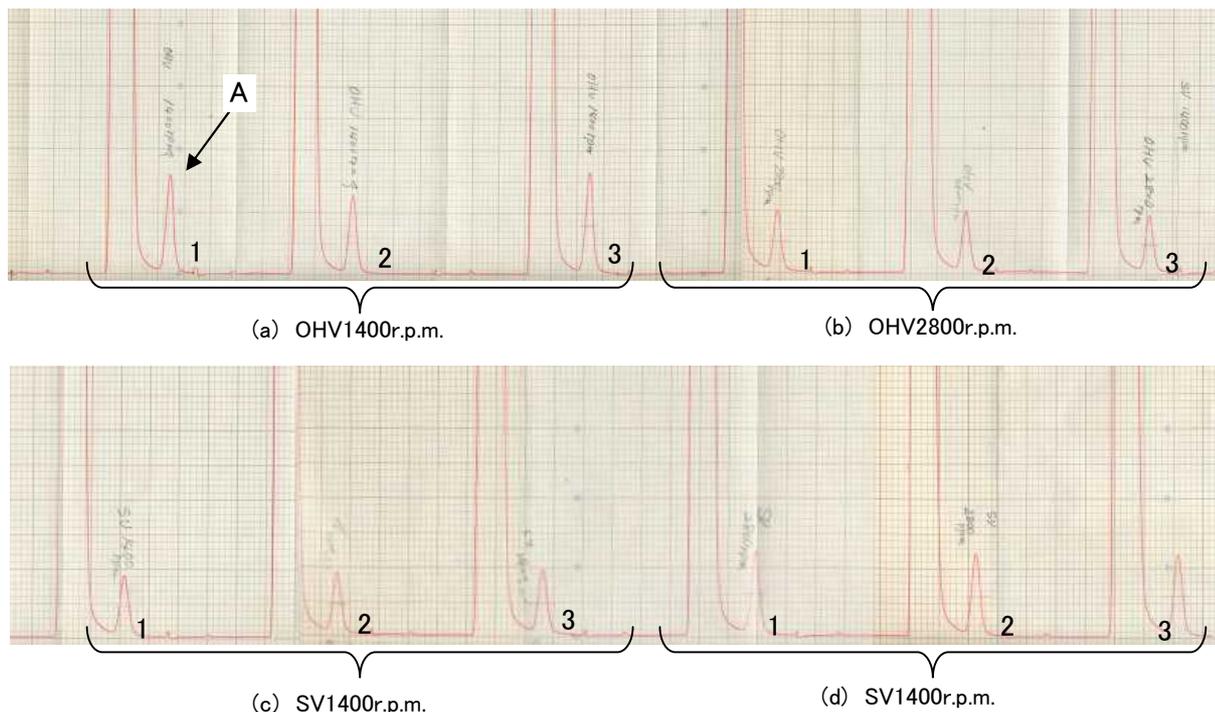


図3 OHVおよびSVエンジンのCOクロマトグラム

図3(a)のAに示すピーク値は保持時間から、成分はCOである。
これらピーク面積を測定式(1)から体積を計算しその密度を表2に示す。

表2 排気ガス中のCO成分分析結果

タイプ	回転数	回数	面積(mm ²)	体積(μℓ)	密度(%)	平均(%)
OHV	1400	1	126.28	31.07	3.11	3.01
		2	102.71	26.59	2.66	
		3	134.31	32.59	3.26	
	2800	1	82.96	22.84	2.28	2.25
		2	83.94	23.02	2.30	
		3	76.92	21.68	2.17	
SV	1400	1	75.68	21.45	2.15	2.21
		2	76.74	21.66	2.17	
		3	83.97	23.03	2.30	
	2800	1	96.26	25.36	2.54	2.55
		2	100.00	26.07	2.61	
		3	93.57	24.85	2.49	

5. 考察

考察の参考資料として使用過程車排出ガス規制値(自動車交通局)から一部抜粋を表3に示す。

表3 使用過程車排出ガス規制値(抜粋)

対象自動車	継続生産車	規制値(%)
第一種原動機付自転車・軽二輪自動車	平成11年	4.5
第二種原動機付自転車・軽二輪自動車	平成12年	4.5
第一種原動機付自転車・軽二輪自動車	平成19年	3.0
第二種原動機付自転車・軽二輪自動車	平成20年	3.0

検査方法: アイドリング検査

比較的エンジンタイプの近いものを抜粋した。これらと今回の結果を比較してみる。

まず、近年の規制値が3.0であることから今回の分析結果の妥当性が伺える。また、3回測定の平均値をとり、なおかつ3回の検出結果に大きなばらつきが見られないことから、人的ミスなどの分析間違いはみられない。

表2および3の値を比較する。アイドリング検査であるから、1400回転時で比較すると、OHVはわずかではあるが平成19年規制値を越している。エンジン自体は平成18年製であるから4.5という規制値は下回っていることになるが、環境面において3.0をクリアしているに越したことはない。今回のエンジンは汎用エンジンということで消音器のみのマフラーであった。これに触媒などの装置をつけることでこの点は大きな改善が望める。

OHVエンジンとSVエンジンを比較すると濃度自体は3%弱とあまり大きな違いがみられない。しかしながら、OHVエンジンは高回転になると確実にCO濃度が低下していることから、アイドリング時が不完全燃焼が起きやすくCO濃度が高くなる傾向にあるという一般的な事例と一致している。

またSVエンジンはアイドリング時より高回転時のほうがCO濃度が高い結果となった。これはSVエンジンが生産されなくなったひとつの要因である、吸入経路が曲がり理想的な燃焼室の形状を取れないため高回転時に不完全燃焼が起きていることの現われではないかと考えられる。

6. 所感

普段実習工場で勤務すると触れることのない分析(化学分野)での実験を行えたことは、なにより貴重な経験となった。また環境問題は、近年のあらゆる分野での重要なテーマであり、企業・国をあげて取り組むべき技術的分野である。

エンジンの分解組立て実習という限られた教育の時間であっても広角的により多くの技術・応用・検討事項に触れるための自己研鑽できたことは有難いことでした。この場を借りて鈴木技術専門職員に感謝の意を表します。

参考

国土交通省 自動車交通局

<http://www.mlit.go.jp/jidosha/roadtransport.htm>