

ガソリン機関の性能と排ガス成分

佐々木 啓 介*・岩瀬谷 正 男**

The Performances and the Components of the Exhaust Gas of the Gasoline Engine

Keisuke SASAKI and Masao IWASEYA

要 旨

ガソリン機関について低負荷、低・中回転速度における性能および指圧線図を測定し、特に燃料消費率と燃焼変動について検討した。また排ガス成分についてそのサンプリング位置による排ガス濃度の影響について実験を行った。

Synopsis

We measured the performances and the indicator diagram of the gasoline engine at light load and low speed, and investigated fuel consumption and combustion change. And we experimented the influence of sampling position of gas on concentrations of the exhaust gas.

1. ま え が き

本研究は、ガソリン機関において燃料消費率、燃焼変動および排ガス成分への改善が要求されている現在、特に低負荷、低・中回転速度における性能と指圧線図を測定することにより、燃焼変動について実験を行ったものである。また、排ガス成分の濃度については、その測定方法、位置による問題があり、その位置による濃度のバラツキが報告されている。本実験においては、排気管に数ヶ所の排ガス採取孔を設け、炭化水素濃度、二酸化炭素濃度を測定し、負荷、回転速度および採取位置と排ガス濃度の関係についての考察を行った。

2. 実験装置、方法

使用エンジン、測定装置は以下の通りである。

- 使用エンジン 4気筒ガソリン機関
80 PS/5000 rpm, 1567 cc
- 指圧計 抵抗線歪計式 (写真撮影)

- HC 濃度測定 ガスクロマトグラフ (FID)

充填剤 ポラパック Q, キャリアガス 窒素

- CO₂濃度測定 簡易 CO₂メータ

実験方法は、絞り弁開度 (負荷) を 0~30%, 回転速度を 1600~2400 rpm と変化させて性能実験を行い、排ガス濃度測定については、主に 1600, 2000 rpm について行った。

図 1 は排ガス採取位置を示したものである。図のように、外径 48 mm, 長さ 2500 mm の排気管に 11ヶ所の採取孔 (200 mm 間隔) をまたサージタンク後に 5ヶ所を設け、各孔より 10 cc を採取して濃度測定を行った。また各採取位置における排ガス温度を測定した。

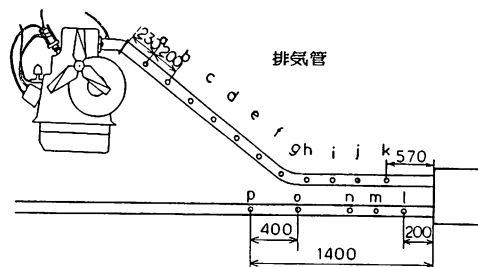


図 1 ガス採取位置

* 教 授 機械工学科
** 技 官 機械工学科

3. 実験結果

3.1 性能実験結果

1) 燃料消費率, 熱効率

図2, 3は, 回転速度と絞り弁開度(負荷)に対する燃料消費率, 熱効率を図示したものである。低負荷(0%(約1PSを示す)~10%)においては, 回転速度の増加により燃料消費率が増加の傾向にあり(10%において熱効率が23%から20%に減少), これは摩擦損失の増加によるものである。一方20%以上においては, 回転速度, 負荷の増加に伴い, 燃料消費率はわずかに減少の傾向にありこの域における, 燃焼温度の上昇, 燃焼速度の増加による燃焼効率の良化が考えられる。

2) 最高燃焼圧力

図4は指圧線図により, 最高燃焼圧力を図示したものであり, 図5は2000rpmにおける最高燃焼

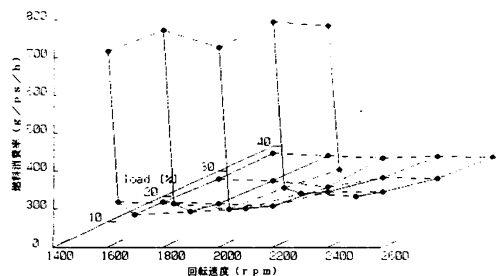


図2 燃料消費率と回転速度

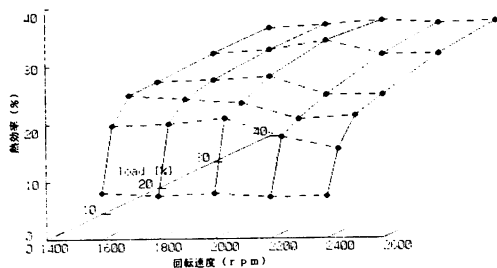


図3 熱効率と回転速度

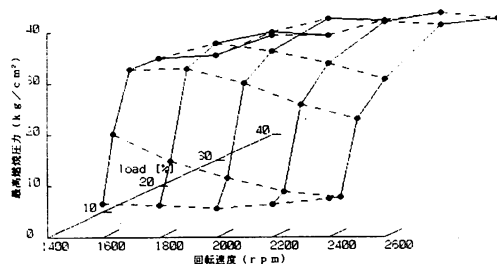


図4 最高燃焼圧力と回転速度

圧力のサイクル変動を示したものである。一般に回転速度の増加により変動率(1.2~2.2 kg/cm²の変動)が大きくなる傾向があり, この場合には開度20%において最大値を示している。この負荷による影響は図4より2~10%においては回転速度の増加とともに燃焼圧力は減少傾向となり, 20~30%においては逆に増加傾向になっている。これは燃料消費率からみられるように, 燃焼速度の増加による燃焼効率の向上によるものであり, 2400rpmにおいても20%の方が燃焼圧力(33 kg/cm²)は高い値を示している。

3) 軸出力, 排気温度

図6は軸出力, 図7は排気温度について図示したものである。軸出力においては10%までは回転速度による影響はほとんどなく, これは回転速度増加による回転力の減少によるものであり, 20%以上では回転速度の増加とともに上昇する傾向(回転力はほぼ一定)にある。

排気温度は負荷, 回転速度の増加とともに上昇しているが, 2~10%においてはほぼ同じ値を示し, 20と30%においては, 同じ上昇割合を示している(30%では620℃から665℃まで増加)。0%においては負荷のかかり方によると思われるが, 回転速度の増加により急激に低下しているが, これはガス流動の増加の影響が大きいと考えられる。

3.2 排ガス成分濃度結果

1) ガス採取位置と濃度の関係

ディーゼル機関においては, 燃焼室内の不均一な燃焼により, その排ガス濃度は不均一分布となり, それが排気管における濃度が周期的に不均一となる原因であり, 特に単気筒エンジンにおいて著しい。本実験はガソリン機関においても, また多気筒エンジンでもこの燃焼の不均一, 燃焼変動による周期的なガス濃度変化, すなわち排気管の位置による濃度変化が存在するかを検討した。

排ガス成分としては, CO₂, COの他多種の未燃炭化水素が存在するが, 本実験では, CH₄, C₂H₂+C₂H₄, C₃H₈についての分析を行った。図8~10はガス採取位置と排ガス濃度の関係を図示したものである。図8は回転速度1200, 1600, 2000rpmについて負荷0%における結果を示したものである。回転速度の増加により, 各成分濃度は減少しておりCH₄, C₂H₂+C₂H₄は大幅に減少して, より燃焼が促進されていることを示すものである。測定位置による濃度分布は各回転速度, 各ガス成分において変動がみられるが, 特に1600rpmにおいてそ

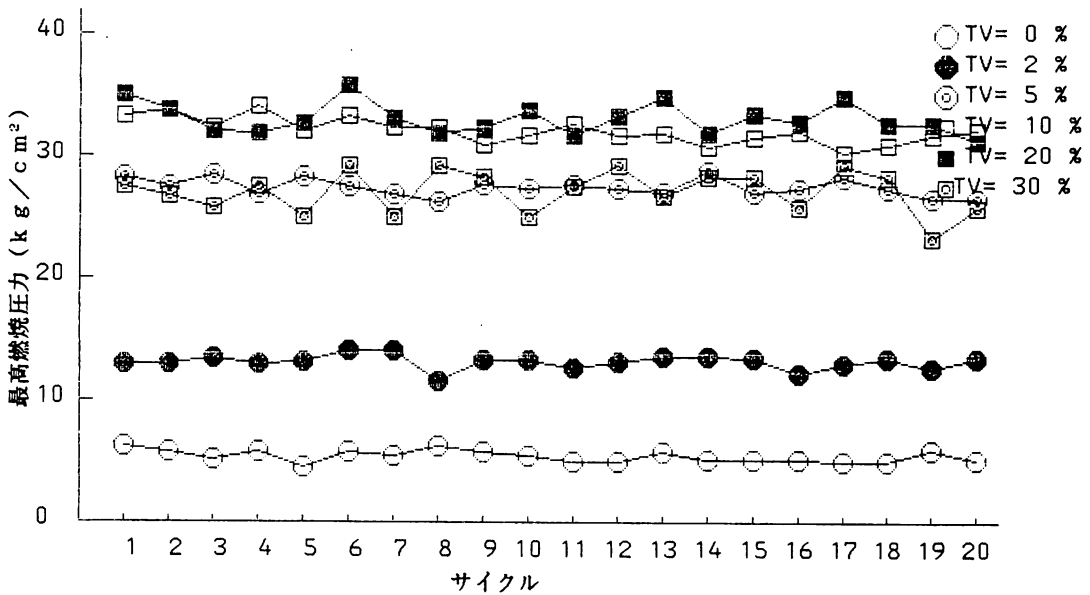


図5 サイクル変動

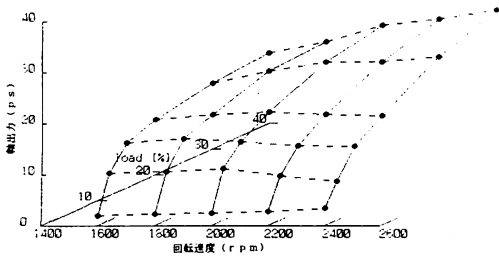


図6 軸出力と回転速度

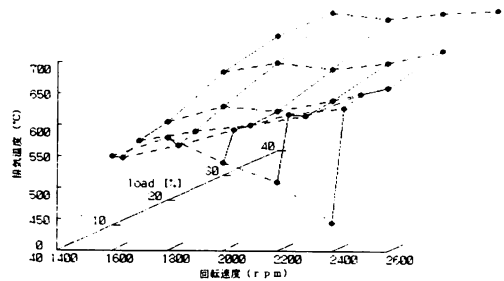


図7 排気温度と回転速度

の変動が著しい。この回転速度により、濃度脈動が大きくなるのは、燃焼速度と排出時期による組合せによるものであり、これは燃焼ガスの生成時期（反応時間）も微妙に影響を与えるものと考えられる。図9は1600 rpmにおける負荷0%, 10%のガス濃度を比較したものである。負荷が大きいと排気温度が上昇し、ガス濃度は減少して、脈動も小さくはなっているが、0%, 10%ともかなり変動していることがわかる。0%においては特に測定位置の設定が重要となる。図10はこの未燃炭化水素を合計した値（THC）とCO₂濃度、排気温度を各回転速度について示したものである。全般的にみると1200 rpmでは変動が少いが、1600 rpmではTHCとして約200 ppm位の変動がみられる。またCO₂濃度は1200 rpmでは逆に変動がみられるが、回転速度が速いほど排気温度が高くなり、燃

焼促進により濃度は低くなり、変動は小さくなっている。排気温度は採取位置により低下しているが、これは反応を続行するのに十分な温度を保っている条件とも考えられる。

2) 回転数、負荷と濃度の関係

図11は回転速度とガス濃度の関係を図示したものである（A点における負荷0%のとき）。図8にもみられたように、回転速度の増加により、C₃H₈の変化は小さいが、CH₄、C₂H₂+C₂H₄については1600 rpmまでは急激に減少し（360 ppmから200 ppm）、2000 rpmまでは徐々に低下している（200 ppmから170 ppm）。これらは燃焼温度の上昇と回転速度の増加によるガス流動の影響が大きいと考えられる。

図12は負荷との関係を1600 rpm, 2000 rpmについて図示したものである。負荷増加により排気温

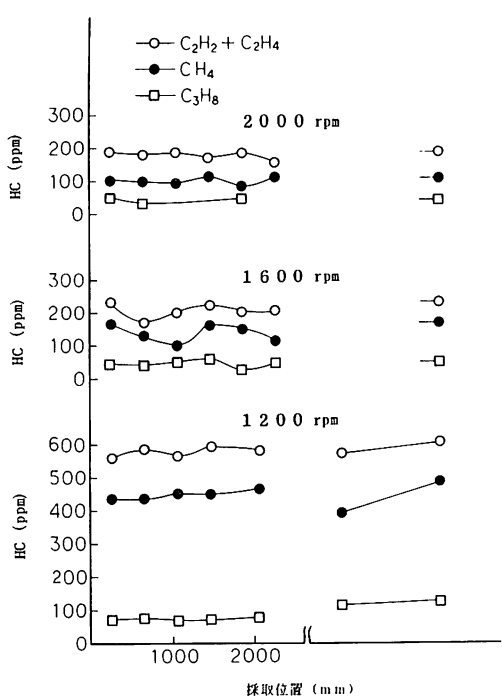


図8 採取位置と成分濃度（回転速度の影響）

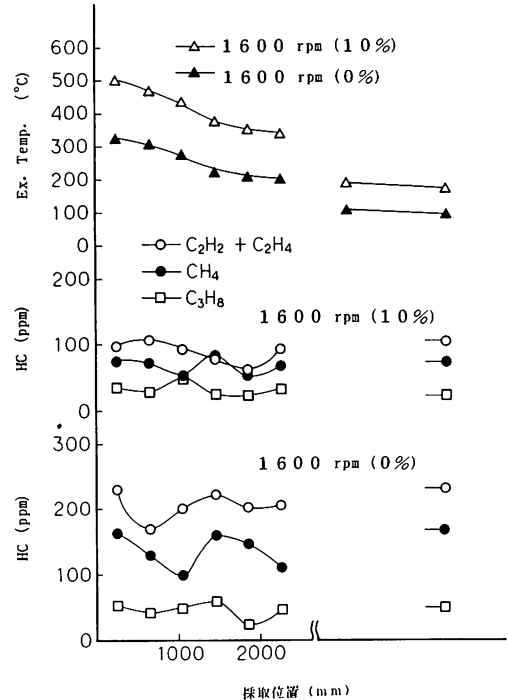


図9 採取位置と成分濃度（負荷の影響）

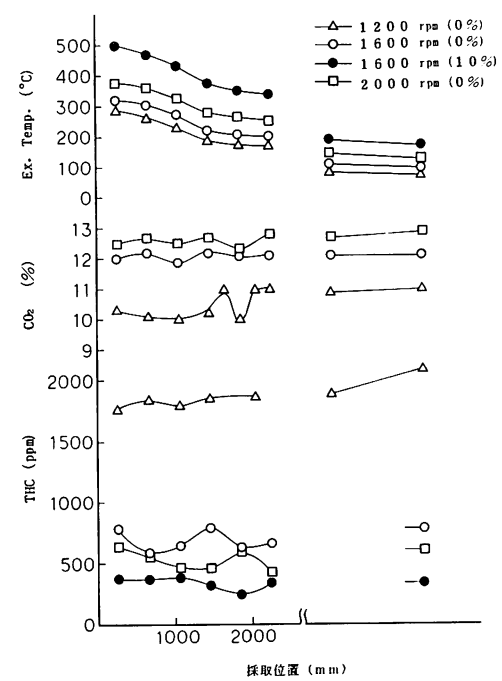


図10 採取位置と炭化水素、 CO_2 濃度

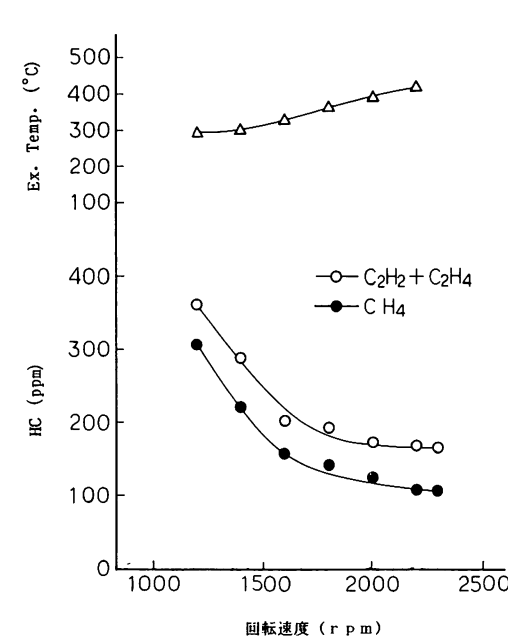


図11 回転速度と炭化水素濃度

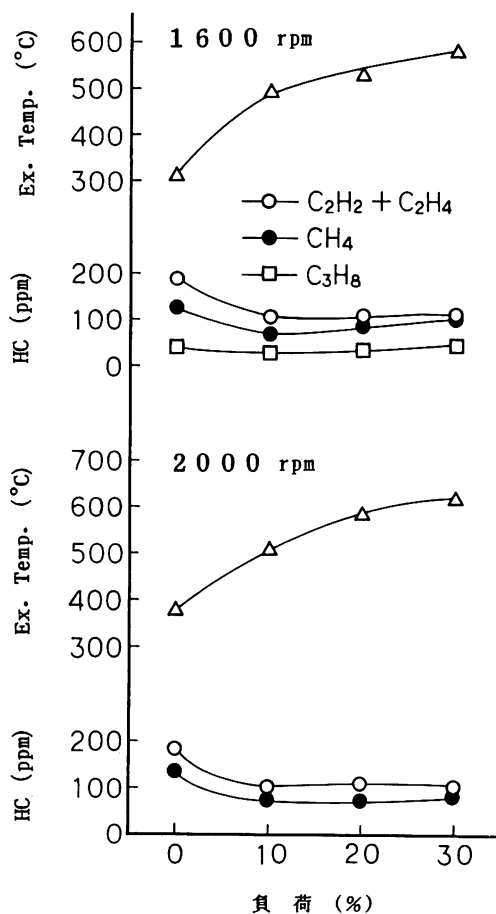


図12 負荷と炭化水素濃度

度が上昇し(約 250°C 上昇), ガス濃度は 10% で減少値は C₂H₂+C₂H₄ 濃度で約 100 ppm となっている。

4. あ と が き

ガソリン機関における低負荷, 低・中回転速度について一般的な性能をえるとともに, 多気筒ガソリン機関においても, 燃焼室における時間的排ガス濃度分布が, 排気管内を移動中にガス濃度分布が脈動となってあらわれることが示され, 排ガ

スの採取位置が重要であることがわかった。

最後に本報をまとめるにあたり, 卒研究生の菊地義光君, 宍戸裕次君, 堀木秀俊君, 丸山学君に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 伊藤, 矢野他: 日機論 49—445.

(昭和63年11月30日受理)

