

ディーゼル機関の排煙

佐々木 啓 介*
関 根 郁 平**

The Smoke of Diesel Engine

Keisuke SASAKI
Ikuhei SEKINE

要 旨

予燃焼室式ディーゼル機関の排煙濃度をボッシュ式スモークメータを用いて求めた。特に負荷、混合比、冷却水温度、回転速度、噴射時期の排煙濃度に対する影響を調べた。

Synopsis

The authors investigated the smoke of precombustion chamber diesel engine by using Bosch type smoke meter. Especially we studied the influence of load, mixture ratio, cooling water temperature and injection time on the smoke.

1. ま え が き

ディーゼル機関の排気で特に問題となっているのは、窒素酸化物と排煙である。排煙の生成、影響については種々述べられているが、視野の障害、悪臭、さらに呼吸器系統への害などがあり、その軽減対策が研究されている。排煙濃度はエンジンの種類、大きさにより異なり、本実験では予燃焼室式ディーゼル機関を用いエンジンの諸条件を変えその排煙濃度に対する影響を調べた。実験によると混合比、噴射時期などの影響が大きいことを示した。

2. 実験装置、方法

○エンジン 予燃焼室式ディーゼル機関
6 PS/1200 rpm, 95×115mm, 815 cc

○スモークメータ ボッシュ式(濾紙式)

実験装置は第1図に示してある。実験は負荷、冷却水温度、回転速度、噴射時期を次記の様に換え、排煙濃度を測定した。

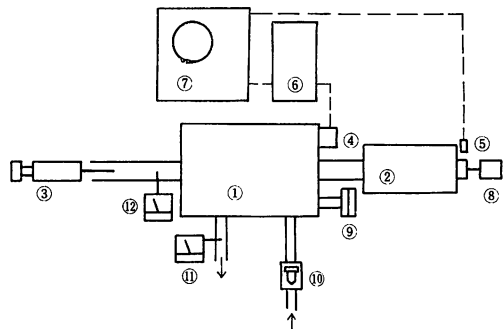
負荷 $11/10$, $4/4$ (6 PS), $3/4$, $2/4$, $1/4$, $0/4$

冷却水出口温度 40°C, 60°C, 80°C, 95°C

回転速度 800~1300 rpm

噴射時期 16°BTDC~2.5°ATDC

また吸気温度の影響が考えられるが約20°~25°Cとし、冷却水入口温度は約12°Cで実験を行った。排煙とともに、シンクロスコープにより燃焼状況を観察した。



- | | |
|-------------|-----------|
| ① エンジン | ② 動力計 |
| ③ スモークメータ | ④ ピックアップ |
| ⑤ クランク角度測定 | ⑥ ストレンメータ |
| ⑦ シンクロスコープ | ⑧ 回転計 |
| ⑨ 空気流量測定ノズル | ⑩ 冷却水流量計 |
| ⑪ 冷却水出口温度測定 | ⑫ 排気温度測定 |

第1図 実験装置

3. 実験結果、考察

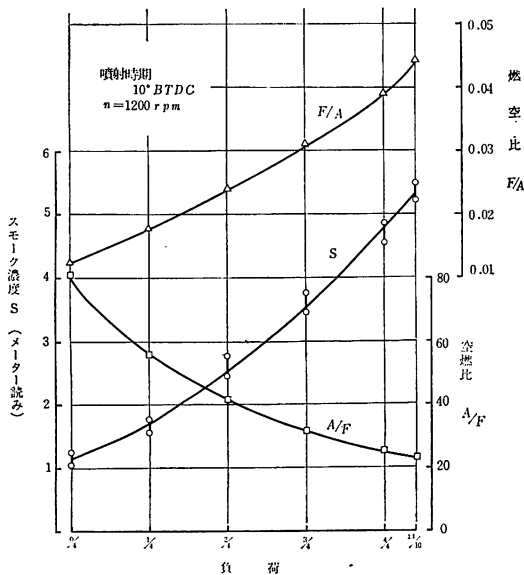
1) 負荷、混合比の影響

排煙の生成は、空気と燃料の混合状態、燃焼状況に

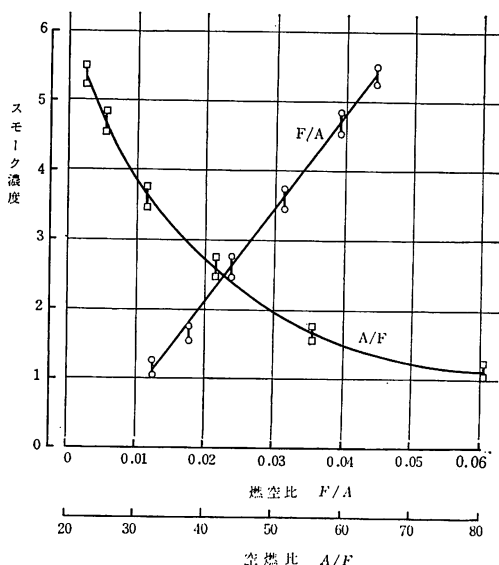
* 講師 機械工学科

** 助手 機械工学科

より大きく変り、空気量、燃料消費率、混合比の影響が大きい。第2図は負荷に対する排煙濃度を示したもので(噴射時期 10°BTDC)、負荷の変化、即ち燃空比の増加とともに濃度は濃くなり、 $1.0\sim 5.6$ の濃度変化を示している。 $\frac{1}{4}$ 負荷で $4.5\sim 4.9$ 、 $\frac{2}{4}$ 負荷で $2.4\sim 2.8$ の値を示している。第3図は混合比の影響をみるため図示したもので、ほぼ燃空比と排煙濃度は直線的に変化しているが、後述の様に噴射時期などにより異り、



第2図 負荷と排煙濃度



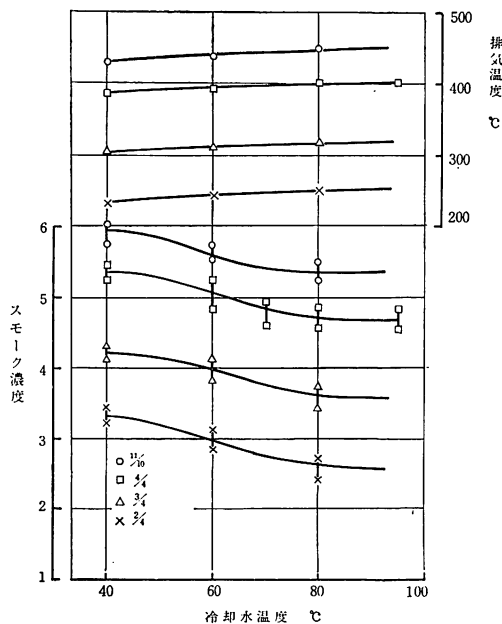
第3図 混合比と排煙濃度

この傾向はこの噴射時期である 10°BTDC の特徴を表わす。

なお濃度は以上の他に、排気管内のガスの脈動などにより、同一条件でもかなりのばらつきがあり、その表示のため図のような範囲で示した。第8図は濾紙における濃度の例を示したものである。

2) 冷却水温度の影響

第4図は冷却水出口温度の影響を示したもので、かなり大きな影響を示している。実験では約 70°C 以上で排煙濃度はほぼ一定となり、約 60°C 以下から濃度が著しく増加している。このため他の実験では 80°C 一定で行った。この冷却水温度の影響の原因は、燃空比(燃料消費率)がわずかながら低温になるに従い、増加すること、図の様に排気温度が例えば $\frac{1}{4}$ の 80°C で $400^{\circ}\text{C}\sim 405^{\circ}\text{C}$ であるが 60°C で $390^{\circ}\sim 395^{\circ}\text{C}$ 、 40°C で $485^{\circ}\sim 490^{\circ}$ と約 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ の温度低下をしていることから、燃焼室壁附近の不完全燃焼部分が増加したものと考えられる。 $\frac{1}{4}$ 負荷では $4.5\sim 4.9$ から $5.2\sim 5.4$ と 40°C で $\frac{11}{10}$ の 80°C に近い値を示し、 $\frac{2}{4}$ でも $2.4\sim 2.8$ から $3.2\sim 3.5$ と 40°C で $\frac{3}{4}$ の約 80°C の値を示している。

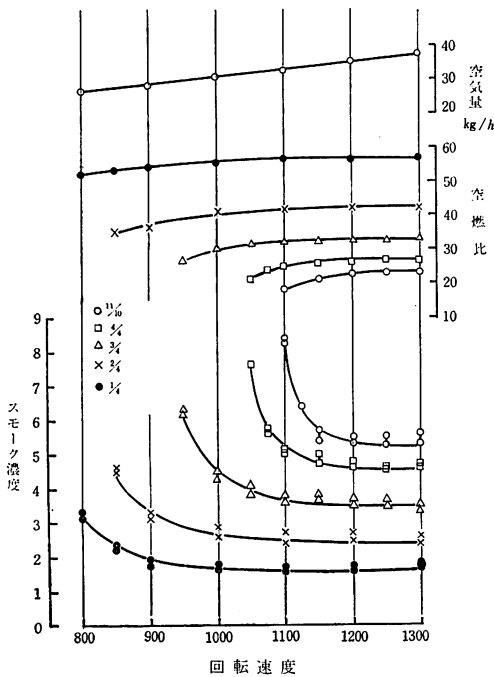


第4図 冷却水温度と排煙濃度

3) 回転速度の影響

第5図はエンジン出力を一定にしたときの回転速度の影響を示したもので、前述と同様に混合比の影響による濃度変化を表わしている。高速では各負荷とも混

合比が一定（排気温度も一定）で、そのため濃度も一定である。即ち $11/10$ の1150~1300 rpmで5.2~5.8, $1/4$ の1100~1300 rpmで4.2~5.2の値を示している。 $11/10$ では1125 rpmで6.3~6.5, 1100 rpmでは8以上と異常に濃い排煙が出る。 $1/4$ でも1075 rpmで5.5~5.8, 1050 rpmで8に近い値を示す。これは空燃比の減少のためで、排気温度が急激に増加（異常燃焼）している。高負荷ではこの濃い排煙のために有効な回転速度の巾が小さくなっている。低負荷では、この回転速度の巾が広く、 $2/4$ では950~1300 rpmで2.3~3.0, 850 rpmで4.4~4.7と $1/4$ の定格回転数における値に近い濃度を示し、高負荷ほどでないが、排気温度も増加している。

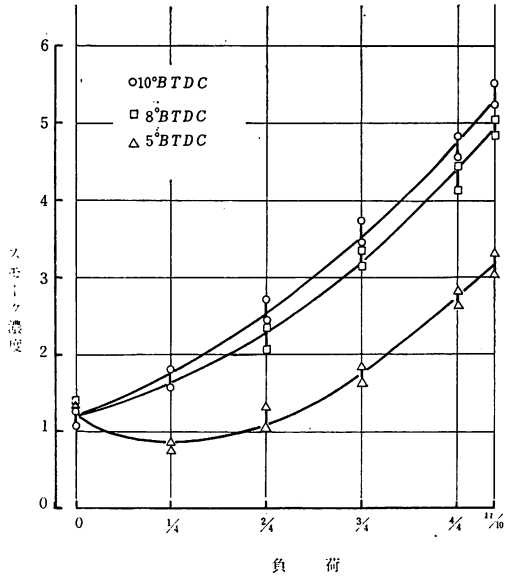


第5図 回転速度と排煙濃度

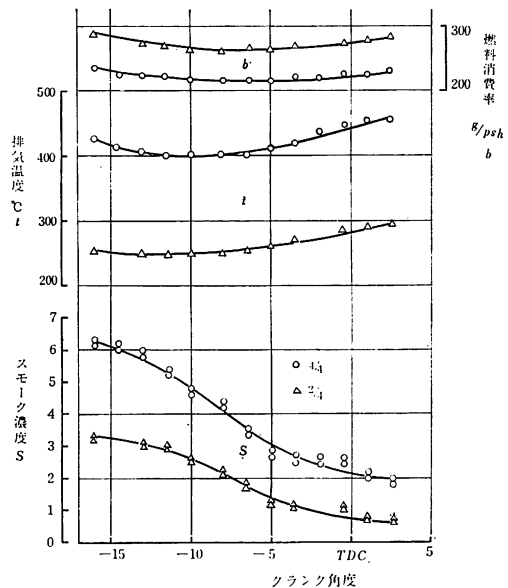
4) 噴射時期の影響

排煙濃度は混合比により変化すると述べてきたが、これにさらに噴射時期による影響が大きく加わる。第6図及び7図は噴射時期の影響を示したもので、第6図は 10° , 8° , 5° BTDCの変化を示し、 10° と 8° BTDCではほぼ近い値を示しているが、低負荷ではほぼ同程度の値となっている。 5° BTDCにすると濃度は急に薄くなり、 $11/10 \sim 1/4$ までは混合比の変化と同じ傾向を示しているが、無負荷では、燃焼噴射量が少く、大部分が予燃焼室でもえ、その不完全燃焼部分が排出されるためと思われる。 5° BTDCの濃度は $1/4$ で 10° BTDCと較

べると4.2~4.9から2.6~2.9と約35~45%の減少を示し、 $2/4$ でも2.4~2.8から1.0~1.4と40~60%の減少を示し、噴射時期の選択が排煙濃度に大きな影響を及ぼすことがわかる。第7図は噴射時期を 16° BTDC~ 2.5° ATDCと変化させたときの $1/4$, $2/4$ 負荷の濃度を示したもので、噴射時期が遅くなるほど $1/4$, $2/4$ 負荷とも同じ傾向で濃度は薄くなり、 $1/4$ の 16° BTDCで6.2~6.4から 10° BTDCで4.5~4.8, 5° BTDCで2.6~2.9, 2.5° ATDCでは1.8~2.1と急減し 16° BTDCの約 $1/3$ の

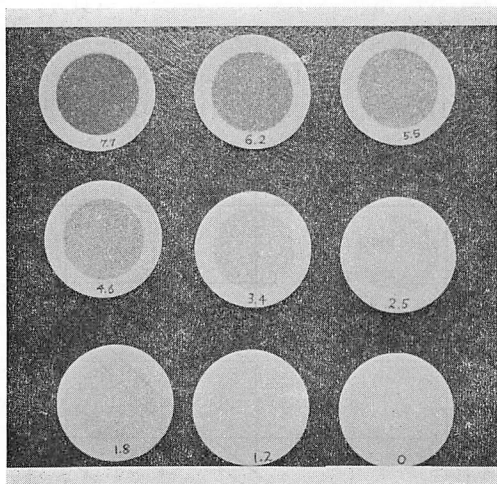


第6図 噴射時期と排煙濃度

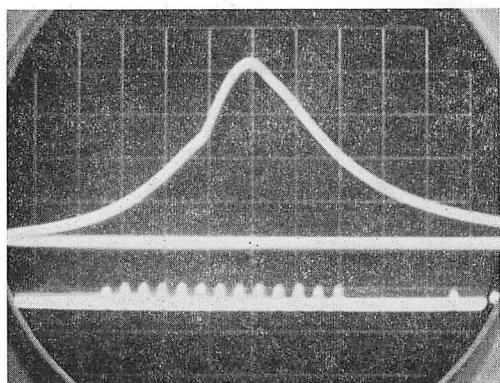


第7図 噴射時期と排煙濃度

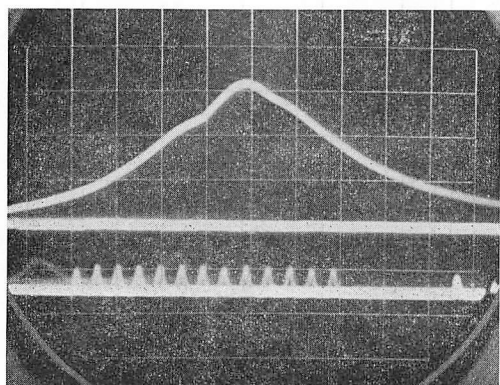
薄い濃度となっているこれは噴射時期が早いと予燃焼室で大部分の燃焼が空燃比の薄いところでもえ、その不完全燃焼部分がそのまま放出されるため濃い値となり、遅い場合は主燃焼室で完全燃焼に近い燃焼が行なわれ、薄くなる。図のように排気温度が噴射時期が遅



第 8 図

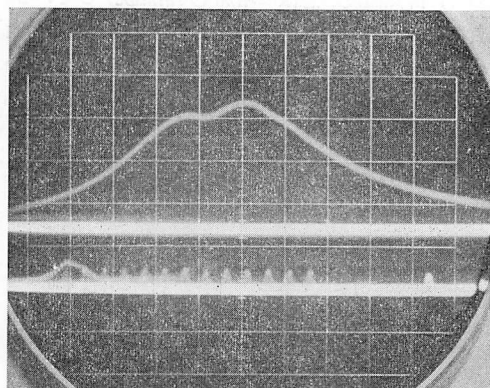


第 9 図 (a) 16° BTDC

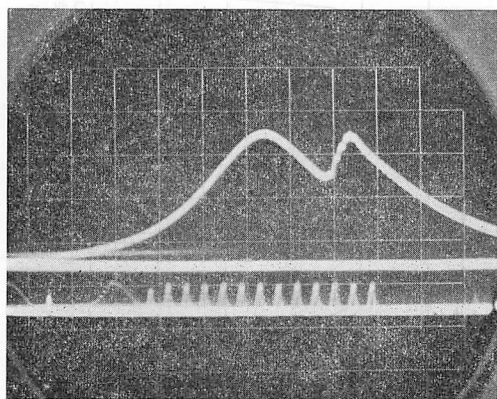


第 9 図 (b) 10° BTDC

くなるに従い高温となり、燃焼が良好なことを示している。しかし燃焼消費率は約 10° BTDC ~ 6° BTDC で最小となり、遅いと必ずしも良いとはいえない。即ち第 9 図に指圧線図を示してあるが 10° ~ 5° BTDC では良い圧力波形を示しているが、16° BTDC, 2.5° ATDC では良い波形、燃焼とはいえない。



第 9 図 (c) 5° BTDC



第 9 図 (d) 2.5° ATDC

4. あとがき

排煙濃度は混合比、冷却水温度とともに噴射時期により大きな影響をうけ、濃度を減少するには混合比の選択（空気量の増加と空気利用率の増加）、噴射時期の選択が重要であることを示している。今後さらに排出ガスについて研究したい。

参 考 文 献

- 1) 徐錫洪, 金東亀
機械学会論文集 Vol 33, No. 247
- 2) 辻村欽司
内燃機関 . Vol 10-8, No. 113

(昭和 47 年 1 月 10 日受理)