

複合燃料のセタン価について (第2報)

(灯油とB重油の複合)

田中義弘・浜崎和則・平 栄蔵*・石神重男

(受理 昭和52年5月31日)

ON THE CETANE NUMBER OF HYBRIDIZED FUELS (Report 2)

(On Hybrids of B-Heavy Oil and Kerosene)

Yoshihiro TANAKA, Kazunori HAMASAKI, Eizo HIRA
and Shigeo ISHIGAMI

On hybrids of B-heavy oil and kerosene the cetane number and performance when they are applied in a practical diesel engine were studied. The results are as follows:

- (1) When kerosene is 20% the cetane number is the highest.
- (2) As the cetane number increases, both the specific fuel consumption and the exhaust gas temperature become low values.
- (3) At high engine speed and high power the improvement of engine performance owing to cetane number becomes distinct.
- (4) A few difference of cetane number has remarkable effects on engine performance.

1. ま え が き

第1報¹⁾においてセタン価測定用の CFR 機関の特性について詳細検討するとともにセタン価による発火性表示について配慮すべき点を明らかにし、かつ各種燃料の複合体のセタン価を測定し複合による変化を比較した。その結果ある種の燃料の複合体では元の燃料のセタン価を比例配分した値よりセタン価が高くなることを認めた。

本報では灯油とB重油の複合燃料について複合割合を広く変えてセタン価の変化を明らかにするとともに、これを実用機関に適用して性能試験を行い、性能とセタン価との関係について検討したその結果を報告する。

2. 実験装置および方法

(1) 使用した機関

i) セタン価測定. 米国 WAUKESHA 社製, CFR-48 型機関, 詳細諸元は第1報に示した。

ii) 実機性能試験. ヤンマー NS 50G 型ディーゼル機関を使用した。型式: 単気筒横型予燃焼室式, 水冷

ホッパー付. 最大出力: 5PS/2000rpm. 直径×行程: 75×75mm, 行程容積: 331cc, 圧縮比: 23.7, 予燃焼室容積および容積比: 6.60cc, 45.3%, 予燃焼室噴口面積比: 0.68%, 噴孔の直径および個数: $\phi 4.5 \times 1$, $\phi 2.8 \times 2$, $\phi 1.5 \times 1$, 燃料噴射時期: BTDC 11°, 弁開閉時期: 吸入弁開 BTDC 6°, 吸入弁閉 ABDC 33°, 排気弁開 BBDC 52°, 排気弁閉 ATDC 40° である。

(2) 使用した燃料. 表1に示す。

表 1

種 別	比 重
B重油	0.895 (20°C)
灯 油	0.795 (20°C)

(3) 測定事項と方法.

i) セタン価測定. 測定の運転条件は ASTM の指定条件とした。ただし噴射時期および発火時期(点火遅れの終りの時期)はそれぞれ噴射弁に組みこまれた電磁ピックアップおよび副燃焼室にとりつけた MIT 電磁型指圧器の出力波形をオシログラフ上で見て判断した。測定は1日3回, 計6回以上づつおこなった。

ii) 実機性能試験. 機関回転数は 800, 1200, 1600,

*: 工学研究科機械工学第二専攻

2000rpm の4種に設定し、負荷は各回転数ごとに 0, 0.5, 1 PS 以下 1 PS おきに最大出力まで変えた。測定した項目は機関回転数、負荷、吸気温度、吸入空気量、排気温度でこれから燃料消費率、充填効率等を算出した。なお吸気圧力はすべて大気圧とし、吸気量は層流型流量計、燃料消費量はデジタル式燃料流量計、制動馬力は水動力計、排気温度は排気孔より25mmの排気管中央においたアルメルクロメル熱電対により測定した。

3. 実験結果および検討

(1) セタン価について。灯油、B重油およびこれらの複合燃料についてセタン価を測定した。結果を横軸に灯油濃度、縦軸にセタン価をとって図1に示す。セタン価の測定値はある程度ばらつく。図中の棒状の縦線はその変動幅をあらわす。B重油のセタン価50.5、灯油のそれは45.5である。全体的にみて複合燃料のセタン価はB重油、灯油のセタン価を混合割合

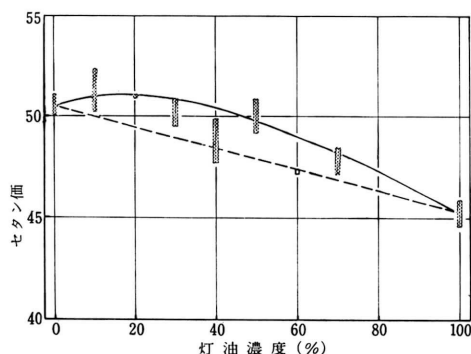


図1 混合燃料油中灯油濃度とセタン価

で比例配分した値より高く、両燃料の複合はセタン価を向上する。比例配分した値を図中の破線で示す。灯油濃度が20%になるまでセタン価はB重油の値よりわずかながら向上し20%以上で次第に低下し30~40%で元のB重油と同じ位になる。特に20%濃度ではセタン価51で最高であり、かつ測定値のばらつき幅も小さく、運転状態も安定している。以上のことから二種の燃料を適当な割合で複合することにより元のいずれの燃料より高いセタン価を得ることがあることがわかる。

(2) 実用機関による性能試験。前節において複合によりセタン価を向上し得ることが明らかになった。セタン価向上は燃料の着火性の向上を意味するとされ

ていることから、この程度のセタン価の差が実用機関の性能にどの程度影響するか、さらに特に発火性の向上は着火待時間を短縮するとの見地から高速回転になるにしたがいその影響は顕著にあらわれるはずであるが果してどうか問題となる。そこで筆者らはB重油と、これよりセタン価が高くなった灯油濃度10%, 20%, 30%の複合燃料について特に燃料消費率と排気温度に注目して検討した。

i) 各機関回転数 (rpm) における傾向

(a) 800rpm, 図2に 800rpm における制動馬力と燃料消費率 be g/ps.h の関係を灯油濃度をパラメ

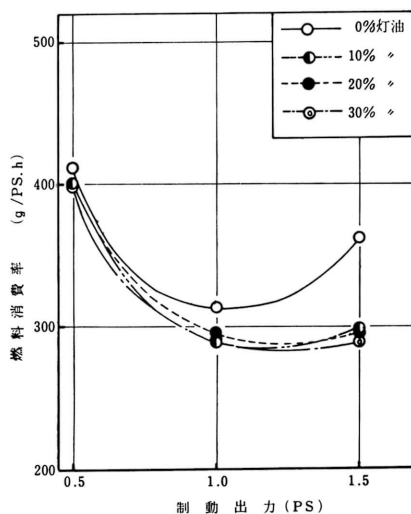


図2 機関回転数800rpmにおける燃料消費率

ータとしてしめた。0%というのはB重油をあらわす。 be の値は0%が最悪で20%, 10%, 30%の順で低下している。ただし10~30%の曲線は密集しており、相互に大差ない。これから灯油を10~30%混入することにより be は相当に改善され、熱効率が向上することがわかる。混入量の差による変化は10~30%の範囲では小さい。図3は排気温度の変化をしめすが、 be 値の変化にほぼ対応して排気温度は低下している。このことはシリンダ内の燃焼がよく熱効率が向上していることを裏付ける。

(b) 1200rpm. 図4に be の変化をしめす。800rpm とほぼ同じく0%が最悪で10%, 20%, 30%の順で改善されている。しかし、20~30%の曲線は密集しており、800rpm と同じくこの範囲では%の差はあまりない。図5の排気温度の変化でみると0%, 30%

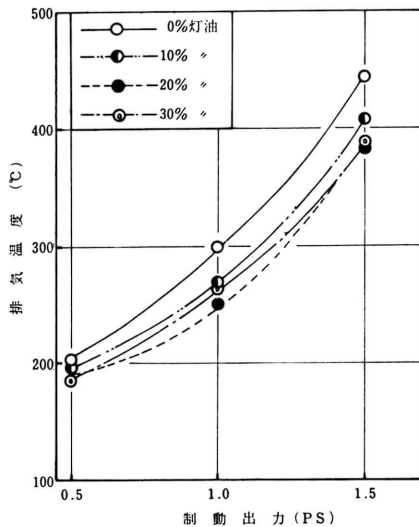


図3 機関回転数 800rpm における排気温度

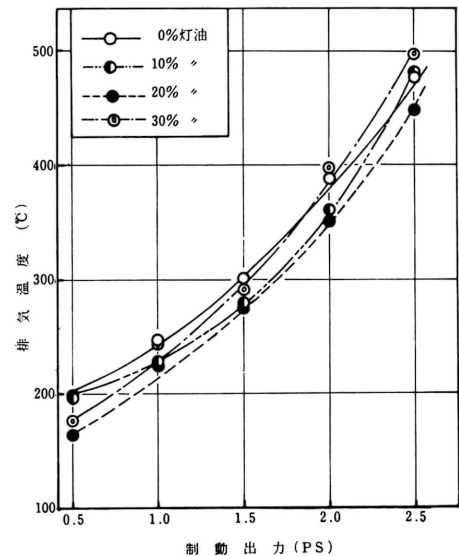


図5 機関回転数 1,200rpm における排気温度

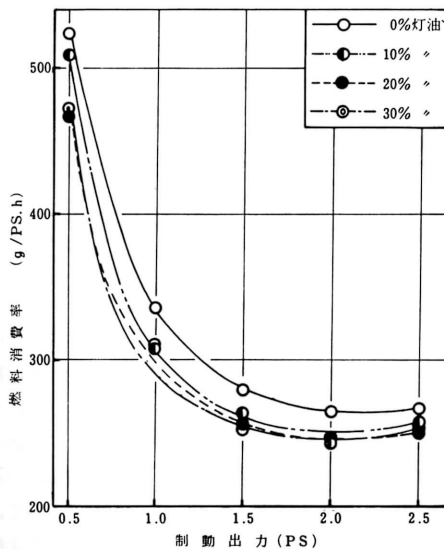


図4 機関回転数 1,200rpm における燃料消費率

が温度が高く 10%, 20%が低い。20%のときが *be*, 排気温度ともに低く最良で, 0%のときは初期燃焼が不完全で後燃えしていると考えられ, 30%のとき *be* が少なく, したがって熱効率が良いにもかかわらず排気温度が高いのは燃焼が比較的完全なため出力も大きく排気温度も上昇したものであろう。

(c) 1600rpm. 図6に *be*, 図7に排気温度の変化

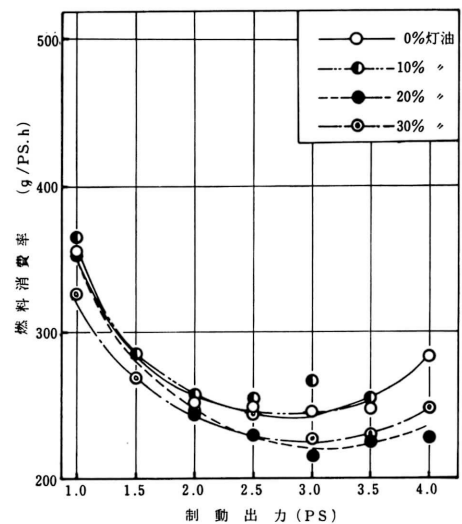


図6 機関回転数 1,600rpm における燃料消費率

をしめす。0%が *be* は最悪, 排気温度も最高で, 10%はこれに近く, 30%, 20%は大きくはなれて *be* は低く, 排気温度も低い。30%線がやや浮き上がっていることから灯油混合20%付近が最良の効率を与えているとみられる。

(d) 2000rpm. この回転数は供試機関の定格回転数である。*be* および排気温度をそれぞれ図8, 図9にしめす。*be* 曲線は20%が全出力範囲にわたって低

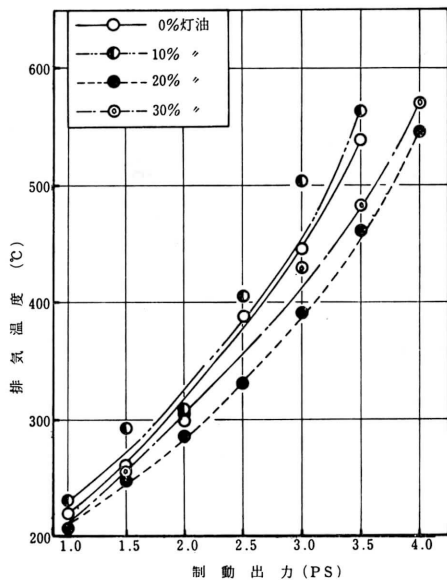


図7 機関回転数 1,600rpm における排気温度

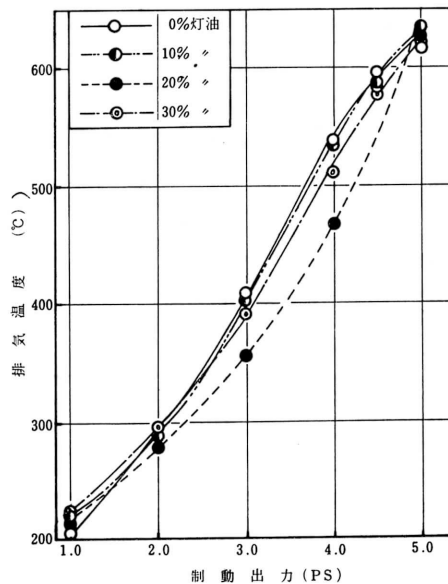


図9 機関回転数 2,000rpm における排気温度

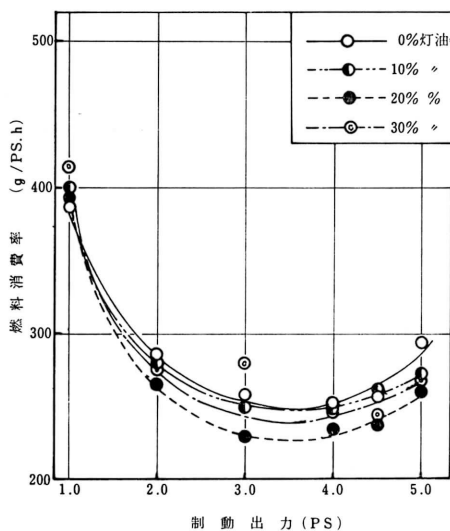


図8 機関回転数 2,000rpm における燃料消費率

表 2

灯油濃度(%)	0	10	20	30
セタン価	50.5	51弱	51	51弱
比重(20℃)	0.895	0.885	0.875	0.865

る。特に 1600rpm, 3.5 PS では 20g/psh の差を生じている。なぜであろうか。回転数が同一ならば燃焼室内空気流動, 燃料噴射あるいは着火前のシリンダ内圧力経過, 温度経過はほぼ同一条件と考えられ, ただ相異なるのは灯油濃度変化にともなう燃料の比重, 粘度, 表面張力, 燃料組成の差などであろう。一方, セタン価は定着火遅れ法による決定値である。すなわちこの測定法は一定の回転数状態でクランク角 13° の着火遅れを生ぜしめる圧縮比を比較するものであって, 着火後の爆発的燃焼から拡散燃焼と続くいわゆる主燃焼には全く関与していない。また燃料噴射から着火遅れ期間はシリンダ内空気温度, 圧力は燃焼時より低い。よってこの期間は化学的着火遅れが支配的であると考えられ, 着火後拡散燃焼期には物理的着火遅れが支配的と考えられる。セタン価測定法からみて, 前者とセタン価が相当程度相関していると考えると 10%燃料と 30%燃料が同じセタン価にありながら *be* 値に大きな差異を生ずるのは主に発火後の燃焼のさいの物理的着火遅れの差異によるものであろう。物理的着火遅

く, 30%, 10%と上昇し, 0%が最も高い。排気温度もこれに相関した配列をしている。20%線が低いことすなわちこのとき熱効率が高いことは図1において20%点でセタン価が高いことと一致している。

ii) 考察。試験した複合燃料のセタン価, 比重を表2に示す。10%燃料と30%燃料のセタン価はほぼ同値である。それにもかかわらず *be* 値に差が生じてい

れは噴霧の油粒径の大小に大きく支配されるから、結局この be 値の改善は比重、粘度、表面張力などの燃料の物性値の変化にもとづく着火後の燃焼過程の改善によるものと考えられる。B重油のばあい最悪の be 値となったのは重質油が熱分解を起しやすいことに起因するものであろう。2000 rpm において be 曲線の配列がセタン価の大きいものほど低く、10%と30%とでは30%の方が低くなっているのはセタン価で表現される発火性の大小の効果と、物性値の変化にもとづく噴霧改善の効果が相乗的に作用し顕著な結果を与えているものとみられる。なお20%点でわずかではあるが0%よりセタン価が向上している原因についてはなお明らかな説明はつけられないが、しかしわずかセタン価1の差でも機関運転性能に相当の影響をおぼすことは注目すべきことである。

4. 結 論

B重油、灯油および両者の複合燃料のセタン価の測定をおこない、さらに予燃焼室式ディーゼル機関に適用して性能試験をおこなった結果つぎのことが明らかとなった。

1) セタン価はB重油に灯油濃度を加えるにつれわずかながら向上し約20%濃度で最高値となり、さらに

濃度を増すと次第に減少する。

2) 燃料消費率および排気温度は灯油濃度を増すにつれ次第に減少し、20%付近で最低すなわち最良の状態となり、さらに増すと悪化する。

3) 高速、高負荷になるにつれてセタン価と燃料消費率の相関が明らかとなり、高セタン価ほど良好な燃料消費率を与える。

4) セタン価の差が1でも機関運転性能に対する影響は相当に大きい。

5) 第1報¹⁾においてセタン価測定法が燃料の点火性の測定法として適当であるか否かについてのいくつかの問題点を指摘したが、本研究に使用したB重油と灯油では同じ石油系燃料で理論空燃比の差も少なく、実用機関による性能試験結果とセタン価とは良好な対応をなしているとみられる。

あ と が き

本研究にあたり実験に協力した河野宏之、丸田博之君ならびに補手東郷茂徳君に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 田中，ほか3名：鹿児島大学工学部研究報告，第19号（昭和52年）。