高速ディーゼル機関用燃料に関する一実験⁽¹⁾

(昭和 11 年 7 月 10 日 第 294 回講演會に於て講演)

正 員 中 西 不 二 夫⁽²⁾ 外 3 名⁽³⁾

1. 緒言 近頃 高速ディーゼル機関 用燃料はその発火性の良いことを要求されるやうになつて来た。最近著者等の一部によつて試製された数種の燃料は、その物理的性質から発火性の良いことが推定⁽⁴⁾されるが、この論文はそれ等の燃料の 6 種及び市販の軽油 1 種を以て実際に 高速ディーゼル機関を比較運轉した結果を述べたものである。

2. 実験装置 使用発動機は シリンダ内径 120 mm, 行程 178 mm, 水冷四サイクル単筒直接噴射式 であつて、圧縮比 15, 圧縮圧力は 1200 rev/mn に於て約 32 kg/cm² である。燃料噴射ポンプ は Bosch のものであるが、ノズル は オープンノズル を用ひ、ポンプ の カム 及びその 送油弁に 適當な 変更を 施した。

シリンダ 内圧力及び噴射圧力は 中西式指圧計⁽⁵⁾を用ひて測定した。噴射圧力の測定は従来発表⁽⁶⁾されてゐるものと全く同一であるが、シリンダ 内圧力の測定に用ひた 指圧計はその受圧膜を直接 シリンダ 内に露出させたもので、シリンダ と受圧膜の間に細い連絡管、コック 等を持つてゐない。こうして ノック の際に生ずる ガス の振動が受圧膜に達する前に減衰してしまふことのないやうにした。この指圧計の自己振動数は 毎秒約 8900 である。

発動機のはずみ車にはスリットを設け、それによつて指圧線図に正確な クランク 位置を記録するやうにした。線図に表れてゐる縦の線はこうして記録した クランク 位置で

ある。

3. 燃料 実験に使用した燃料は第 1 表に示す市販軽油 1 種と試製燃料の中の 6 種である。試製燃料は何れも撫順産頁岩油より作つたもので、その内試製 2, 3, 4 号は原油を先づ分溜した後精製し、1, 5, 6 号は他の精製法により先づ原油を精製し、その後分溜したものである。これら燃料の蒸溜曲線を第 1 図に示す。

4. 実験方法 作られた燃料が極めて少量であるため、出来るだけ手早く比較することが必要なので次のやうな方法をとつた。先づ市販軽油を以て発動機を運轉する。この時、シリンダ 内圧力の 指圧線図をとり同時に燃料消費量及び出力を測定する。この直後、噴射ポンプ の 噴射量調節レバー及び 噴射時期調節レバー には手を触れないで燃料を試製のものに切り替へる。完全に新しい燃料が噴射されるやうになるのを待つて動力計の トルク を調節し発動機回轉数を前と同じにする。状態が一定したところで指圧

第 1 図 燃料蒸溜曲線

第 1 表

燃 料	市販 軽油	試製 1 号	試製 5 号	試製 6 号	試製 2 号	試製 3 号	試製 4 号
比 重 60°/60°F	0.853 7	0.839 5	0.828 8	0.849 2	0.823 1	0.810 0	0.826 9
粘度 Say. Univ. S.	36	37	34	43	37	33	40
平均沸点 °F	532	545	507	617*	568	507	603*
高発熱量 10 ² kcal/kg	10.8	110	109	108	110	110	110
炭化水素 (容量%)	不飽和族	5	23	25	34	24	21
	芳香族	17	16	14	14	13	14
	ナフテン族	19	13	7	—	—	4
	パラフィン族	59	48	54	52	63	61
ディーゼル指数	50	52	50	53	63	64	66
発火指数	67	80	82	104	100	93	106
セテン價 (計算)	54	60	58	61	66	62	69

* この値は 55% 溜出の温度である。

線図をとり出力を測定する。

この方法によつて各種試製燃料に就ての 1 回の測定記録には、その直前のこれと運轉条件の等しい市販軽油による記録が対応するやうにした。このやうにして発動機の運轉状態を一定にしたりするためには多量にある市販軽油を用ひ、又運轉条件は短い 1 回の測定期間だけ注意して一定に保てばよく、各回の測定に當

つては多少の変化を許し、少量の燃料で出来るだけ正確な比較をするやうにした。

試製燃料で発動機を運轉した場合の燃料消費量は測定出来なかつたが、別に同様な 燃料ポンプ の 実験 から 噴射量調節レバー に手を触れない時は 1 回の噴射量は燃料が違つても容量で測定すれば凡そ一定であることを確めた。

噴射始め時期 は噴射圧力指圧線図により測定した。

5. 実験結果 実験は次の状態で行つた。

回轉数 1600 rev/mn

(1) An Experimental Investigation on Several Fuels for High-Speed Diesel Engines. (2) Fujio NAKANISHI, Member, The Aeronautical Research Institute. 航空研究所. (3) 永井雄三郎, Yuzaburō NAGAI, Member, The Aeronautical Research Institute. 航空研究所. 浅野彌祐, Yasuke ASANO, Associate Member, The Aeronautical Research Institute. 航空研究所. 山崎毅六, Kiroku YAMASAKI, Associate Member, The Aeronautical Research Institute. 航空研究所. (4) 山崎毅六、太田榮, 燃料協會誌, 159 号、高速ディーゼル機関燃料に関する研究。

(5) 航空研究所報告, 87 号、(昭和 7—9), 機械學會誌, 33, 158, (昭和 5—6)。 (6) 航空研究所報告, 108 号、(昭和 9—8), 機械學會誌, 35, 183, (昭和 7—7)。

燃料噴射始め 上死点前 32° (クランク角)
 燃料噴射量 (1 回當り) 約 0.09 cc
 冷却水温度 入口 約 60°C 出口 約 65°C

(1) 試製燃料の発火性 燃料の比重、粘度、平均沸点等から、その燃料の発火性の程度を推定するために数種の計算式が出来る。

これらの式により算出したものが第1表のディーゼル指数、発火指数、

セテン價である。今前記のやうにしてとつた試製燃料の指圧線図及びこれに應對する市販軽油の指圧線図から各発火遅れを測り、その比をとつて見ると試製燃料は実験に用いた市販軽油に比べ 発火遅れ時間は 7~18% 小さい事を知つた。この比を上記各種指数に対してとつたのが第 2~4 図である。これを見ると上記 発火遅れの比と最も綺麗な關係を示したのは Moore 及び Kaye の実験式より算出した セテン價であつて、この試製燃料の発火性の程度は上記 セテン價 計算式によつて推定したものが最もよく實際と合つてゐる⁽⁷⁾。ディーゼル指数は實際の発火性の程度を正當に表さなかつた。発火指数はこの中間にある。

燃料の発火性とその沸

点、炭化水素の成分との關係を見るに、試製 6 種の中では、発火性は 1 号系統 (1, 5, 6 号) より パラフィン族炭化水素に富む 2 号系統 (2, 3, 4 号) の方が良好で、各系統の中では平均沸点の高いものが良かつた。これは従来云はれてゐることと良く一致する。然し市販軽油と試製 3 号とを比べると、パラフィン族はどちらも大体同じであるが、3 号は発火性が非常に良い。このことは必ずしも パラフィン族炭化水素の多少のみによつてはその発火性を推定出来ないことを意味してゐる。

(2) 試製燃料と ディーゼル・ノック 我々の実験に於ては、燃料の燃焼状態を良くするために噴射時期を非常に進めてゐるので、市販軽油で運轉してゐる時には相當劇しい ノック を起してゐる。これを試製 4 号に切り替へた時は明らかに ノック の減少を聴くことが出来た。試製燃料の中で セテン價の最低である 5 号になると耳では分らぬが、指圧線図を見ると ノック がやゝ減少してゐることが分る。第 5 図に試製 4 号及びこれに對應する市販軽油の指圧線図の一例を示す。市販軽油の時の指圧線図を見ると圧力上昇が極めて急激なために ガス の振動だけでなく指圧計自身の振動も幾らか入つてゐるやうである。試製 4 号の指圧線図には指圧計自身の振動は表れず、ガス の振動がよく表れてゐて、ノック はしてゐ

るがその程度は市販軽油に比して著しく弱くなつてゐることが認められる。發動機の燃焼は各 サイクル 皆嚴密に同じではなく各回少しの相違があるので、多数の指圧線図をとつたが、その結果を見ると ノック の程度は発火性の良いもの程弱いことを知る。ディーゼル・ノック の原因の一つとしては、

燃料の発火性が悪い場合には、発火する迄に噴射された燃料の量が多く、従て 発火後急激に多

量の燃料が燃焼することが挙げられてゐるので、試みに噴射圧力の指圧線図と、燃焼の指圧線図の一例を使つて燃料が発火する迄に噴射された燃料が全噴射量の幾 % になつてゐるかを計算して見た。この結果市販軽油の時は 91%，試製 4 号では 70%，5 号では 83% で、発火前の噴射量の少ない程 ノック の程度が弱くなつてゐることが認められた。

(3) 試製燃料と出力 この実験に際しての試製燃料による

出力と、これに對應する市販軽油による出力との比をとり、これを燃料のセテン價 に対して表したのが第 6 図である。但し燃料の発熱量及び比重が違ふから、同じ容量噴射しても供給した熱量が違ふので供給熱量が等しいものとして出力を

比較するため、實測した出力を IP、燃料の比重を ρ 、発熱量を H とし、出力比 R は次式によつて計算した。

$$R = IP_S / IP_M \cdot \rho_M / \rho_S \cdot H_M / H_S$$

但し符号 M は市販軽油のそれを、 S は試製のそれを示す。實線は正味馬力、点線はこれに摩擦馬力を加へたものに対して表したものである。

この結果を見ると各系統に対し、発火性が良くなれば出力は増す傾向を示してゐるが、その割合は 1 号系統が著しく、2 号系統は緩やかである。この原因は燃料の化学的性質による燃焼の相違及び燃料の物理的性質による噴霧状態の違いによる燃焼の相違に起因すると想像される。

6. 結言 以上の結果を簡単に云へば、試製燃料はその物理的性質から発火性の良いことが推定されたが實際に發動機を運轉してこれを証拠だてた。ノック の程度は発火性の良いもの程弱く、この点では市販軽油に比し試製燃料は優れてゐるが、特に試製 4 号は優秀であつた。出力はこの実験では上のやうになつたが、比較の条件を変へて、例へば最高圧力を制限して噴射時期を変へる等とすれば又違つた結果が出る筈である。目下もつと多量の燃料を作つて実験をする準備をすすめてゐる。終にこの実験には、北村菊男、内山辰藏、高橋英男、太田榮の 4 氏の努力に負ふこと大である。此処に記して厚く感謝の意を表す。

(7) C.F.R. 試験機による セテン價 は目下測定中である。