予燃焼エンジンにおけるカーボンフラワ 生成率の統計的考察*

石丸正美**, 福島健重**, 峯元満徳**

概 要

50種類のA重油相当燃料を調製し、予燃焼式小形エンジンで予燃焼室容積を減少させた状態で、カーボンフラワの生成を促進し、24hr 連続運転中の排気温度変動周期(平均) y min と各燃料油の代表的組成との相関を求めた。

組成変数としては、残炭、比重、粘度、イオウ分、アニリン点、ディーゼル指数、スポット・テスト(沈積物)の7因子を選び、各因子と y との単独相関を検定した結果では残炭だけが有意であったが、 y と残炭との間のばらつきから、残炭以外の因子も y に影響していると考えられたので、残炭と他の因子とを組合せた64の一次関数について、重相関係数(R)を求め、寄与率(R^2)と変数量との関係を見ると、変数量が増すほど寄与率が大きくなることを認めた。

しかし、これらの回帰式について、変数の係数の有意性(t 値)を求めると、残炭、比重、粘度、アニリン点、ディーゼル指数だけが有意となり、五つの回帰式が妥当であると判定された。

このようにして決定した回帰式によって、 y の値を計算で求めると、実測値とほぼ一致することが示され燃料油のこれらの性状値から、カーボンフラワの生成傾向を予測できることが知られた。

文献で発表されている実船試験の燃料油に類似している試料油について、本研究の条件で y の値を実測し両者の結果を比較すると、 y の値として 85 min 程度が実用上の安全限界とほぼ対応すると判断される。

Statistical Investigation on the Carbon-Flower Formation in A Pre-combustion Type Diesel Engine

by Masayoshi Ishimaru, Takeshige
Fukushima, Mitsunori Minemoto

Abstract

Fifty kinds of marine diesel fuel oils are prepared by blending atmospheric bottoms with distillates in various proportions, and their rates of carbon-flower formation are compared with each other after 24 hours' running in a pre-combustion type diesel engine. A cylindrical spacer is inserted into the pre-combustion chamber to accelerate the carbon formation around its injection nozzle by reducing the effective volume of the chamber.

The rates of carbon formation in these fuel oils are numerized by counting the frequencies of remarkable changes in exhaust gas temperature, which are regarded to be correspondent to the rise and fall of carbon flowers. The longer is the interval (Y), the less the carbon formation.

Seven variables representing the characters of these fuel oils are selected as follows: carbon residue, specific gravity, viscosity, sulfur content, aniline point, diesel index, and spot test grade (sedimental matter).

Among the coefficients of correlation between y -value and each variable, only that for the combination between y -value and carbon residue is significant. The dispersions of y -values observed in this simple correlation is also suggested to be attributed to the influences of other variables than carbon residue, and then multiple regression analyses are followed over the 64 linear equations constituted with all combinations of the seven variables.

The coefficients of multiple correlation in all regression equations become larger in accordance with the numbers of variables composing each equation, but some of variables are found to be insignificant.

*原稿受付 昭和44年12月22日(昭和44年10月17日講演)

**正会員 日本石油(株)川崎市夜光2-3-2

nificant as for their factors after t-value testing for each variable.

Finally five linear regression equations are left to be reasonable as the representations for the carbon formation tendency in these fuel oils tested, and the y-values calculated by means of these equations agree well with those observed.

The limiting y-value that would be appropriate to judge the safety in actual performance of such fuel oils as used in this work is proposed to be about 85 minutes in referring to the published data in ship tests, and the safety grade for any one of these fuel oils is predicted by comparing the y-value calculated through one of these equations with the limiting y-value.

1. ま え が き

噴霧燃焼エンジンのノズル先端部に付着するカーボンフラワの質および量は、燃料油の性状だけでなく、ノズルの構造や材質、燃料の供給条件、あるいはエンジンの運転条件など、多くの因子によって影響されることが知られているが、カーボンフラワの付着がただちに燃焼障害あるいは機関事故の原因になるとは必ずしもいえない。しかし、その質あるいは量によっては、トラブルの一因となる可能性を含んでいることは否めない。この現象の本質的な機構については、現在でもまだほとんど解明されておらず、経験的な対策によって、ある程度の改善が効果を示している状況である。

このように、問題の解決が遅れている理由はいろいろあるが、大略つぎの三つに要約される。

- (1) 燃料油の性状のうち任意の一つの性状を変えてその効果を追求することが原理的にできないこと。たとえば、アニリン点を変えようとすれば比重も自動的に変わってしまうというような制約がある。
- (2) エンジンにおける燃焼現象が複雑であり、また、カーボンフラワの生成あるいは脱落が時間とともに変化するので、両者を含めて各瞬間の状況を適確には握ることが技術的にきわめてむずかしい。
- (3) カーボンフラワといっても、純粋な炭素ではなく、いろいろの因子によってその化学的組成も物理的状态も変化し、かつ、量的にきわめて少量しか試料が得られない場合が多いので、組成あるいは物性の研究が容易でない⁽¹⁾。これは試料を採取する時点において多くの要素を考慮しなければならないことも意味する。

本研究では、上述の諸点を考慮し、カーボンフラワの生成を通常の状態よりも強制的に促進した条件で、燃料油の性状をできるだけ広く変化させた多数の調査燃料を調製し、多くの変動因子によって現象自体がばらつくことを予想したうえで、燃料油の代表的組成変数がカーボンフラワの生成率にどの程度寄与するかを

統計的に検定し、同時にカーボンフラワの生成率だけを指標とした場合の安全限界を数値的に予測するため、各変数を含む回帰式のうち統計的に有意なものを選別し、それによってカーボンフラワの生成に大きく寄与する数個の組成から安全度を予測することを試みた。もちろん、この安全度はエンジン機種、運転条件などによって異なり、また、実際上供給できる市場商品としての限度を考えなければならないが、一つの有効な判別法として意義がある。

2. 試 験 方 法

カーボンフラワの研究としては、直噴式エンジンのほうが適当であるが、多種類の燃料を多量に調製し、かつ、長時間運転することや、開放整備の問題などを考慮し、予燃焼式小形エンジンを使用した。ただし、この種のエンジンではカーボンフラワの生成がきわめて少ないので、強制的にそれを促進する目的で、予燃焼室内に円筒状のスペーサを入れ、予燃焼室の容積を減少させることを試みた。

2.1 使用エンジン、諸元を表1に掲げる。

表1 使用エンジンの諸元

名 称	ヤンマー 1 LEL
形 式	4 サイクル、縦形、水冷、予燃焼式
連続定格×回転速度	11 PS×1000 rpm
シリンダ数×径×行程	1×120mm×170mm
排 気 量	1,923 l
平均ピストン速度	5.67 m/S
平均正味有効圧	5.15 kg/cm ²
燃料噴射ポンプ形式	ポッシュ・タイプ
燃料噴射弁圧力	120 kg/cm ²

2.2 スペーサの効果 表2に示すような3種のスペーサを製作し、その場合のカーボンフラワの生成

表2 スペーサの種類

番 号	No. 1	No. 2	No. 3
内 径 (mm)	26	22	18
外 径 (mm)	30	30	30
長 さ (mm)	38	38	38
体 積 (cm ³)	7.57	14.0	19.4
予燃焼室容積減少率(%)	20.4	37.7	52.3

状況を排気温度の変動周期によって比較した。その結果は図1に示すように、予燃焼室の容積を減らすほどカーボンフラワの生成が促進される。しかし、排気温度もそれに伴って急増するので、測定や保守の点を考慮してスパーサはNo. 3を使用し定格以下で運転した。

図1 スパーサによる排気温度最高値の変化
(軽油, 6.4 ps/800 rpm, 冷却水温70°C)

2.3 運転および計測 運転は定格よりかなり低い負荷条件(回転速度 800rpm, 6.4 PS)で行ない、冷却水出口温度は 70°C に維持した。使用した計測器の仕様を表3にあげる。排気温度の測温体は排気管とエンジンとの連絡部から約 10cm 離れた位置で、熱電対の先端がほぼ排気管の中央になるように保護管なしで固定した。

なおノズルの油切れに異常がないことを確認するためハンドテストで噴射状況をあらかじめチェックした

表3 計測器の仕様

計測器	仕様
動力計	東京衡機製, フルード形 NFG 2.5 形水制動機
回転計	東京衡機製タコメーター
排気濃度計	Von Brand 製, フィルター・ペーパー式
排気温度計	クロメル・アロメル, 250~500°C 補償器, 10 mV 記録計
エンジン・アナライザー	可動陽極形, 共立電波製アナライザ KEA-5
燃費率計	自製, ストレンゲイジ式, 10mV 記録計
冷却水温制御	ニューマチック・コントローラー

が、念のため数回の試験に使ったら新品と交換した。

排気温度の変動周期は、24時間連続運転後に温度記録を観察し、カーボンフラワの脱着と判断されるような急激な温度変動のひん度を数え、変動の平均周期(y , min)で生成率の大小を表現した。したがって y (min) の値の小さいほどカーボンフラワの生成がひん

繁であることを示す。

2.4 供試燃料油 原油の常圧蒸留残油 6 種類と希釈材 6 種類とを組み合わせ、50 種類の A 重油相当品を調製した。その性状のうちカーボンフラワの生成に影響する可能性のある因子として、つぎの 7 性状を変数とした。各試料燃料油の一般性状は表 4 に示すとおりであるが、参考のため各因子の数値範囲を上げれば下記ようになる。

x_1 (残炭, whole, wt. %)	0.07~1.32
x_2 (比重, 15/4°C)	0.828~0.895
x_3 (粘度, cSt @ 50°C)	1.804~6.487
x_4 (イオウ分, wt. %)	0.05~2.07
x_5 (アニリン点, °C)	40.0~82.9
x_6 (ディーゼル指数)	39.2~71.5
x_7 (スポット・テスト)*注	0~5

3. 多重回帰分析

3.1 寄与率と変数量 実験の範囲では各因子の影響は一次関数で表わされるものと仮定すると、回帰式はつぎの64式になる。

$$\begin{aligned}
 y &= a + b_1 x_1 & 1 \\
 y &= a + b_1 x_1 + b_i x_i \quad (i \neq 1) & 6 \quad C_1 = 6 \\
 y &= a + b_1 x_1 + b_i x_i + b_{ij} x_j \quad (i \neq j \neq 1) & 6 \quad C_2 = 15 \\
 &\vdots & \vdots \\
 y &= a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6 + b_7 x_7 & 6C_6 = 1 \\
 && \text{計} \quad 64
 \end{aligned}$$

図2 変数量と寄与率との関係

(* 注) 試料の一滴をろ紙上に滴下し濃色リングの状態によって6段階に表示する。数字の大きいほど不溶解沈澱物が多いとみる。

表4 供 試 燃 料 油 の 性 状

実験番号	y min	x_1 残炭	x_2 比重	x_3 粘度	x_4 イオウ分	x_5 アニリン点	x_6 ディーゼル指数	x_7 スポットテスト
12	33	1.20	0.843	3.129	1.52	69.4	55.5	5.0
13	44	1.32	0.852	3.395	1.56	70.1	54.8	4.0
14	74	0.74	0.846	3.352	1.07	72.7	58.5	0.0
15	81	0.48	0.840	3.050	1.04	74.2	61.0	0.0
16	46	1.01	0.846	3.045	1.38	70.4	56.8	1.5
19	154	0.22	0.860	4.503	1.91	75.2	55.0	0.0
20	117	0.37	0.870	5.354	1.79	74.5	51.9	0.0
21 (1)	92	0.78	0.844	2.683	1.43	67.4	55.2	0.5
21 (2)	110	0.78	0.844	2.683	1.43	67.4	55.2	4.5
22 (1)	95	0.44	0.843	2.695	1.18	69.2	57.0	0.0
22 (2)	102	0.44	0.843	2.695	1.18	69.2	57.0	0.0
22 (3)	126	0.44	0.843	2.695	1.18	69.2	57.0	0.0
23 (1)	91	0.56	0.844	2.642	1.38	67.8	55.6	0.5
23 (2)	57	0.56	0.844	2.642	1.38	67.8	55.6	0.5
24 (1)	116	0.52	0.845	2.770	1.31	69.2	56.3	0.5
24 (2)	79	0.52	0.845	2.770	1.31	69.2	56.3	0.5
25	117	0.24	0.845	3.164	1.05	73.6	58.8	0.0
26	155	0.62	0.831	3.135	0.27	80.4	68.5	4.0
27 (1)	101	0.30	0.828	3.112	0.05	82.9	71.5	0.0
27 (2)	119	0.30	0.828	3.112	0.05	82.9	71.5	0.0
28	72	0.70	0.855	3.869	1.50	71.8	54.7	5.0
29	117	0.50	0.830	3.281	0.17	81.9	66.5	2.0
30 (1)	108	0.46	0.854	4.011	1.26	73.6	56.4	0.0
30 (2)	124	0.46	0.854	4.011	1.26	73.6	56.4	0.0
31 (1)	128	0.23	0.853	3.795	1.26	74.5	57.1	2.5
31 (2)	88	0.23	0.853	3.795	1.26	74.5	57.1	2.5
32 (1)	128	1.22	0.891	5.766	0.78	63.2	40.0	0.0
32 (2)	90	1.22	0.891	5.766	0.78	63.2	40.0	0.0
33 ※	323	0.15	0.849	3.750	1.08	76.7	59.5	2.5
34 (1)	68	1.28	0.859	4.145	1.47	72.5	55.7	4.0
34 (2)	40	1.28	0.859	4.145	1.47	72.5	55.7	4.0
35 (1)	84	0.48	0.834	3.375	0.31	80.8	67.7	2.5
35 (2)	101	0.48	0.834	3.375	0.31	80.8	67.7	2.5
36	73	0.49	0.867	3.135	0.89	66.5	48.2	0.0
37 (1)※	365	0.07	0.858	2.853	0.45	66.1	50.5	0.0
37 (2)※	238	0.07	0.858	2.853	0.45	66.1	50.5	0.0
38	51	1.01	0.861	3.411	0.50	70.1	52.0	0.0
39	123	0.73	0.844	3.439	0.26	76.2	61.1	0.0
40	49	1.03	0.881	3.516	0.37	61.2	41.1	0.0
41 ※	337	0.78	0.838	2.794	0.18	72.8	61.5	4.0
42	76	0.77	0.839	2.843	0.21	72.8	60.9	3.0
43	67	0.79	0.867	1.804	0.19	40.0	32.2	3.0
45 ※	358	0.28	0.890	5.840	0.14	65.6	41.0	0.0
46	83	0.74	0.895	6.487	0.36	64.0	39.2	2.0
47	85	0.50	0.892	6.345	0.18	65.7	41.0	1.0
48	103	0.73	0.865	4.746	2.02	72.1	51.8	3.0
49	124	0.52	0.864	5.596	2.07	75.8	54.0	0.0
50	178	0.26	0.853	4.145	1.42	74.4	56.8	2.0
51	56	0.62	0.831	3.265	0.36	80.7	68.5	0.0
53	91	0.53	0.831	3.389	0.15	82.0	69.6	1.0

表5 全回帰式の R , R^2 , F_0

因子組合せ x_i	R	R^2	F_0
1	0.513	0.263	17.1
12	0.554	0.307	10.2
13	0.532	0.283	9.39
14	0.540	0.292	9.66
15	0.526	0.277	9.02
16	0.545	0.297	9.90
17	0.526	0.277	8.77
123	0.554	0.307	6.93
124	0.582	0.339	8.04
125	0.553	0.306	6.92
126	0.553	0.306	6.92
127	0.583	0.340	8.06
134	0.563	0.317	7.28
135	0.547	0.299	6.69
136	0.550	0.303	6.67
137	0.551	0.304	6.83
145	0.503	0.253	6.91
146	0.575	0.331	7.73
147	0.555	0.308	7.01
156	0.551	0.304	6.81
157	0.545	0.297	6.62
167	0.569	0.324	7.51
1234	0.582	0.339	5.77
1235	0.555	0.308	5.04
1236	0.555	0.308	5.04
1237	0.584	0.341	5.83
1245	0.582	0.339	5.77
1246	0.582	0.339	5.77
1247	0.616	0.379	6.88
1256	0.555	0.308	5.02
1257	0.582	0.339	5.80
1267	0.582	0.339	5.80
1345	0.577	0.333	5.63
1346	0.580	0.336	5.73
1347	0.585	0.342	5.86
1356	0.550	0.303	4.89
1357	0.571	0.326	5.44
1367	0.575	0.331	5.56
1456	0.584	0.341	5.80
1457	0.574	0.329	5.54
1467	0.604	0.365	6.46
1567	0.577	0.333	5.64
12345	0.583	0.340	4.52
12346	0.582	0.339	4.52
12347	0.635	0.403	5.39
12356	0.557	0.333	3.96

12357	0.589	0.347	4.68
12367	0.591	0.349	4.75
12456	0.585	0.342	4.57
12457	0.616	0.379	5.39
12467	0.616	0.379	5.38
12567	0.586	0.343	4.62
13456	0.585	0.342	4.58
13457	0.605	0.366	5.08
13467	0.611	0.373	5.25
13567	0.577	0.333	4.43
14567	0.617	0.381	5.42
123456	0.585	0.342	3.73
123457	0.620	0.384	4.47
123467	0.618	0.382	4.44
123567	0.592	0.350	3.88
124567	0.618	0.382	4.41
134567	0.620	0.384	4.75
1234567	0.620	0.384	3.76

これら64の全式について、全変数が式全体に対する重相関係数(R)、寄与率(R^2)、分散比(F_0)および各変数の係数に対する有意性検定(t 値)を電子計算機によって求めた。 t 値をのぞく計算結果を表5に記載する。

寄与率と変数量との関係は図2に示すように、変数量が増すほど寄与率も増大するが、変数量を5以上にしても著しい効果は認められない。

3.2 性状間の相関性 まず、各性状間の単独相関を求めると、表6のような結果になり、この種の燃料油についてよく知られているように、比重(x_2)——ディーゼル指数(x_6)、比重(x_2)——アニリン点(x_5)、比重(x_2)——粘度(x_3)の間に強い相関のあることが確認される。 y と各単独因子との相関については、後の項で述べる。

3.3 実用性能との関連 志村、木村⁽²⁾がカーボンフラワの発生、排気温度の急上昇、黒煙の発生の3点から実船試験によって燃料油の良否を判定した研究で使用した燃料油と性状の類似している供試燃料を、本報告の試料燃料の中から選出し、ランダムに本報の試験条件で評価した結果を表7に示す。

これによれば、本報の試験条件における y の値としては80~90 minが実用上の良否の限界であると一応みなすことができるので、以下カーボンフラワ生成に対する安全限界として、 y の値を85 minと設定する。

3.4 変数量=1の場合 表6の y 列でみられるように、残炭(x_1)以外は y と単独相関は弱いとみなせる。図3の実線は全部のデータに基づいて求めた

$y-x_1$ の回帰式を示す。数個の試料で y の値がかけ離れて大きく、線形回帰で表わせなくなり、寄与率に対する誤差の原因となるので、 y の値が 200min 以上を示すデータ (表 5 中 * 印) を除いて修正回帰式を求めた結果が点線で、相関係数も 0.513 から 0.602 となり、修正の効果があるので、以下の解析ではすべて修正を行なった結果について論ずる。 $y-x_1$ の関係におけるばらつきには x_1 以外の因子の効果が一つの原因と考えられるので、つぎに変数量を増して検討した。

表6 単独相関係数計算結果

変数	y	x_7	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2
x_1	-0.513	0.395	-0.271	-0.288	0.113	0.197	0.233
x_2	0.084	-0.147	-0.908	-0.616	0.077	0.747	1.000
x_3	0.095	-0.087	-0.438	-0.001	0.100	1.000	
x_4	-0.266	0.115	-0.154	-0.037	1.000		
x_5	0.032	0.018	0.883	1.000			
x_6	-0.038	0.095	1.000				
x_7	0.092	1.000					
y	1.000						

表7 文 献 と の 比 較 (下段が文献試料)

試料番号	比 重	イオウ分	残 炭	アニリン点	ディーゼル指数	y , min	判 定
33	0.849	1.08	0.15	76.7	59.5	323	—
A—50	0.881	1.15	0.14	72.8	47.3	—	良
35	0.834	0.31	0.48	86.8	67.7	84, 101	—
A—90	0.878	0.19	0.38	66.4	44.6	—	良
37	0.858	0.45	0.07	66.1	50.5	365	—
A—34	0.855	1.21	0.03	72.1	54.8	—	良
39	0.844	0.26	0.73	76.2	61.1	123	—
A—73	0.904	0.11	0.58	62.2	38.4	—	良
34	0.859	1.47	1.28	72.5	55.7	18, 40	—
C—73	0.862	1.82	1.27	71.6	52.0	—	不良
36	0.867	0.89	0.49	66.5	48.2	73	—
C—44	0.876	1.20	0.44	67.0	46.4	—	不良
38	0.861	0.50	1.01	70.1	52.0	51	—
A—58	0.865	1.06	0.71	70.8	50.9	—	不良
40	0.881	0.37	1.03	61.2	41.0	49	—
B—10	0.883	1.07	1.05	70.9	45.7	—	不良

3.5 変数量=2の場合 変数 x_1 に対し $x_2 \sim x_7$ の変数をつち組合せた場合、式全体について検定すればいずれも有意となるが、 x_1 以外の変数の係数について検定を行なうと、 $x_1 x_2$ と $x_1 x_3$ の組合せだけが有意となる。これは x_1 の寄与が大きいため $x_4 \sim x_7$ の寄与があらわれないことを示す。残炭 (x_1) が同じであれば、比重 (x_2) と粘度 (x_3) はいずれも大きいほど y も大きくなり、カーボンフラワの生成に対する安全度が高いことになる。

この場合に、前節で述べたように $y=85\text{min}$ を実用上の安全限界値と仮定すれば、残炭と比重、残炭と粘

度のそれぞれの組合せにおける y の値が 85min を越すか否かによって一つの安全限界線が引かれる。図 4 はその関係を示したもので、この線の下が安全域、上が危険域といえる。

3.6 変数量=3 およびそれ以上の場合 変数量 2 のときと同じく式全体はいずれも有意となるが、各変数の係数の有意性を検定すれば、つぎの組合せだけが有意となる。

変数量=3 $x_1 x_2 x_3, x_1 x_2 x_5, x_1 x_2 x_6, x_1 x_5 x_6$

変数量=4 $x_1 x_2 x_3 x_5, x_1 x_2 x_3 x_6$

また、変数量をこれ以上に増しても、追加された変

図3 残炭と γ との関係

図4 比重および粘度との安全限界図

図5 γ の計算値と実測値との比較

数の係数に有意性は認められない。

これらの結果を総合すれば、各変数量に応じてつぎの5式が全体としても、変数の各係数についても有意な回帰式ということになる。

$$(1) \quad y = 190.3 - 120.7 x_1$$

$$(2) \quad y = -612.1 - 132.5 x_1 + 949.4 x_2$$

$$(3) \quad y = 103.4 - 65.4 x_1 + 8.89 x_3$$

$$(4) \quad y = -388.2 - 62.6 x_1 + 523.6 x_2 + 1.06 x_5$$

$$(5) \quad y = 75.2 - 61.8 x_1 + 2.22 x_5 - 1.81 x_6$$

上式のうち、(4)式と(5)式によって γ の値を計算し、その値と実測値との関係をプロットすれば、図5のとおりで、両者の一致はほぼ満足できる。

4. まとめ

燃料油の組成という複雑でかつ互いに相関する因子を含み、そのうえばらつきの多いエンジン試験のデータを処理する一つの試みとして、カーボンフラワの生成率と燃料油性状との相関を電子計算機を用いて多重回帰分析した。

カーボンフラワの生成率は予燃焼室の容積を強制的に縮小させたエンジンを一定条件で24 hr運転し、カーボンフラワの生成を強制促進させ、その間の排気温度の変動回数から変動の平均周期(γ , min)によって数値化した。

γ は燃料油の組成を代表する数個の変数の一次関数で表わされると仮定し、それらの変数を含む γ の式全体に対する変数の重相関係数と分散比から、その寄与率を求め、つぎに各変数の係数の有意性を検定し、変数量の有意な組合せによる回帰式を決定した。

これらの回帰式による γ の計算値は実測値とかなりよく一致し、実用的試験の経験と対照し、 γ の値としてある安全限界値を設定すれば、燃料油の数個の性状値から、カーボンフラワの生成における安全度のある程度推測することができる。

もちろん、実際に供給される市販燃料油について、任意の変数を任意の数値に選ぶことはできないので、与えられた燃油料を相互に、比較する意味で応用できる。

文 献

- (1) 稲見、渡辺; 船舶機関学会研究発表会 (1969年5月)
- (2) 志村、木村; 内燃機関 4 No. 38, 73 (1965)

[質 疑 応 答]

質問者 三菱重工(株) 佐藤文人

〔質問〕 カーボンフラワの発生要因の一つとして、ノズル側の条件も加わると思いますが、特にノズルシート部の油の切れは、テストごとにチェックされたでしょうか。また、それはどういう方法でチェックされたでしょうか。

〔回答〕 噴射ノズルは、一回ごとにハンドテスター(ディーゼル機器製、弥栄工業扱)を使用してチェッ

クし, また, 数回使用ごとに新品と交換した。

エンジンの条件を厳密に同じにすることは, 実際上できないので, それに起因するバラツキも含めて統計的判定が必要であると考えた。

質問者 長崎大学 河村光治

〔質問〕 2. 試験方法について, 本試験装置の概要図を知りたい。なお, 排気温度の変動はなんで, どの部分で測定されたかを知りたい。

〔回答〕 予燃焼室にそう入するスぺーサは, 高压ガス鋼管を旋盤加工したもので, 外径 30 mm, 長さ 38 mm で, 内径を 18, 22, 26 mm の 3 種テストした結果, 内径の小さいもの (予燃焼室容積の減少率の大きいもの)

の) ほどノズルカーボンが顕著であり, 排気温度も高いことが認められたので, 本研究ではすべて内径 18 mm (予燃焼室容積は原形を 100 としたとき 47.7 に相当) のスぺーサを使用した。

既存の予燃焼室内にそう入するため, 予燃焼室の内壁とスぺーサの外壁との間に若干のすき間ができることはやむを得ず, そのため排気温度の変動図形は正常エンジンの場合と少し異なるが, その変動とカーボンフラワの生成とが対応していることは, 開放観察で確かめた。排気温度は排気管のつけ根から約 10 cm のところにアロメルクロメルをそう入し, 250~500°C の範囲で補償器を経て 10 mV レコーダーに連続記録した。