

(社)

社団法人

日本造船研究協会報告

第 52 号

昭和 40 年 8 月

原油燃焼に関する研究（ディーゼル機関）…………… 第69研究部会

Research Concerning Crude Oil Burning for Marine Diesel Engine Plant
……………The 69th Research Committee

The Report
of the
Shipbuilding Research Association
of Japan
Tokyo, Japan
NO. 52
August 1965

第69研究部会委員名簿

部会長	出雲路 敬 博	本岡 隆 雄	荒山 勇
幹事	西山 準一	安部 成 正	稻見 信 雄
委員	足立 晓	石井 泰之助	大町 進
	池田 和 夫	太田 文 二	奥村 克 二
	井上 治一郎	岡本 連	狩野 慎一郎
	岡本 武夫	笠間 義 郎	上阪 直 樹
	小関 成太郎	久米 孝 男	小林 文 造
	清島 昭 夫	小路 博	清水 正 雄
	小林 豪	鈴木 勝 利	武市 元 衛
	清水 清	田村 鴨 重	富田 幸 雄
	武市 宏	永井 將	野口 恒 三
	富田 幸 雄	福永 靖 夫	宮坂 哲 夫
	野口 恒 三	宮崎 義 夫	村住 恒 夫
	宮坂 哲 夫	横井 元 昭	渡辺 清
			脇川 忠 彦

Membership of the 69th Research Committee

Chairman	Takahiro IZUMOZI		
Secretaries	Zyuniti NISIYAMA	Takao MOTOOKA	
Members	Akira ADATI	Sigemasa ABE	Isamu ARAYAMA
	Kazuo IKEDA	Yasunosuke ISII	Nobuo INAMI
	Ziitiro INOUE	Bunzi ŌTA	Susumu ŌMATI
	Takeo OKAMOTO	Murazi OKAMOTO	Katuzi OKUMURA
	Seitarō OZEKI	Yosirō KASAMA	Sinitirō KANŌ
	Akio KIYOSIMA	Takao KUME	Naoki KOSAKA
	Tuyosi KOBAYASI	Hirosi OMIZI	Bunzō SASAMOTO
	Kiyosi SIMIZU	Katutosi SUZUKI	Masao SEO
	Hirosi TAKEITI	Kamosige TAMURA	Motoe DOI
	Yukio TOMITA	Masaru NAGAI	Masayosi NISIOKA
	Teizō NOGUTI	Yasuo FUKUNAGA	Keizō FUNABASI
	Tetuo MIYASAKA	Yosio MIYAZAKI	Masayuki MURATA
	Tuneo MURAZUMI	Motoaki YOKOI	Tadahiko WAKIKAWA
	Kiyosi WATANABE		

Crude Oil Burning for Marine Diesel Engine Plant

1. Introduction

1.1. General

With the research subject "Researches Concerning Crude Oil Burning for Marine Diesel Plant", the 69th Research Committee was set up in the Shipbuilding Research Association of Japan in April, 1963, and the research was put in charge of Kobe Shipyard and Engine Works of Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. and has been developed.

In view of the recent tendency how to build up economical ship, various investigations have been made from different points of view.

Among those investigations, the crude oil burning has been developed in order to save running cost for diesel tankers. This research has been made in order to realize using of the crude oil as fuel by grasping recent performance of diesel engine, reliability and purifying performance of purifier and safety operation.

1.2. Schedule of test

The experimental research and apparatus used for the test consist of following items.

1.2.1. performance test of marine diesel engine

The Mitsubishi Kobe Sulzer two cycle single acting supercharged marine diesel engine model "6RD90" with output power of 13,800 BHP at 119 rpm was used for crude oil burning and following comparative tests were performed.

- (a) General performance
- (b) Various injection timing
- (c) Various injection nozzles
- (d) Crude oil and diesel oil
- (e) Oil temperature

1.2.2. Performance test of purifier

The disc bowl, self-jector type of purifier model "SJ-5" having capacity of 3,000 l/h made by Mitsubishi Chemical Works was used, and test was carried out to grasp the reliability for purifying crude oil.

1.2.3. Test of safety operation for gas leakage

Situation of gas leakage from each part of main diesel engine, purifier, pumps, tanks and piping system fitted at the same condition as onboard was observed and necessity of

protection for gas leakage was investigated.

1.3. Crude oil used

Two kinds of crude oil, Qatar and Wafra were selected for this research as two different kinds of typical crude oil, one is volatile and the other viscous. Results of analyses were as follows.

Kind of crude oil		Qatar	wafra
Specific gravity	at 15/4°C	0.8212	0.9158
API	at 60°C	40.72	22.92
Viscosity c.s.	at 50°C	2.09	27.18
" Redwood	at 50°C	31.1	113.5
Flash point	(°C)	-40	4
Wax content	(%)	2.7	2.0
Cross calorific value (Kcal/Kg)		10,680	10,340

2. Consideration

2.1. Marine diesel engine

2.1.1. Burning performance

Judging from the results of operation of the engine in the series of tests, crude oil can be sufficiently utilized as well as diesel oil for diesel engine without changing any construction or adding the special devices. For fuel oil consumption, Qatar was the most favorable and Wafra, diesel oil in order,

2.1.2. Comparison of fuel injection timings

The engine performance was compared between the normal timing (0°) and 2° delayed injection timing using Qatar crude oil.

Although changes in the cylinder pressures due to difference in injection timing were obtained on an oscillograph, no marked delay in firing was observed.

Based on the findings, however, it is considered that the optimum injection timing varies according to the kinds of crude oil to be used.

2.1.3. Comparison of fuel valve nozzles

In order to find out whether penetration or atomization is more important for crude oil which contains both light and heavy components an ordinary nozzle ($0.95\phi \times 10$ holes $\times 125^\circ$) for heavy fuel oil and specially prepared nozzle ($0.87\phi \times 12$ holes $\times 125^\circ$) were compared with each other.

A striking difference in fuel consumption was resulted from the comparative tests. In the tests of the smaller nozzle with Qatar crude oil which contains large amount of light component, it was observed that the penetration lowered as the injection pressure built up at high load, and as the result, the combustion efficiency lowered, fuel consumption increased, and exhaust temperature rose. That poor combustion resulted from the

use of the smaller nozzle was backed up by the fact that the amount of carbon residue in the combustion chamber when the smaller nozzle was used was larger than that when the ordinary nozzle was used.

2.1.4. Comparison of crude oil temperature

At the time crude oil was heated, no phenomenon that could be termed as the vaporization was observed, at the fuel feed pressure ranging from 2 to 3 Kg/cm², nor was there any sign of engine trouble attributable to the heating of crude oil. Accordingly, it was not necessary to increase the fuel feed pressure for crud oil used in our tests.

However, depending upon brands of crude oil, it may be necessary to rise the temperature, and if so, a higher fuel feed pressure may probably be required,

2.1.5. Comparison between diesel oil, and crude oil

As to the fuel consumption, Qatar and Wafra crude oils showed better (lower) consumption rates than that of diesel oil, with the lowest rate registered by Qatar.

It is questionable, however, whether the test results represent true difference in fuel consumption rates between these oils.

It is conceivable that these results included certain errors and variances due to difference in circumstances under which each measurement was made. Nevertheless a conclusion may be drawn from the results, that light component contained in crude oils accounted for lower fuel consumption.

2.2. Purifier

2.2.1. Purifying performance

More purifying effect was got at normal temperature comparing diesel oil.

However, for viscous or wax-rich crude oil like Wafra, heating up to 40~50°C, corresponding to temperature in engine room, was required to expect sufficient effect.

2.2.2. Reliability

Sufficient reliability and durability of purifier and sealing parts were confirmed as a result of 1,000 hr. running.

2.3. Safety operation for gas leakage

2.3.1. Main engine

The most important of all the problems is the safety measurement to be taken against inflammable gas generated from crude oil.

In this series of tests, the whole testing area was filled with disagreeable odor when the engine was operated for a day with Qatar. This urges that all preventive measures must be taken to avoid any leakage of gas from the engine and all other parts and equipment on the fuel system, if crude oil is to be used as fuel aboard an actual diesel ship. It is also necessary to device effective measures to dispose of inflammable gas lest it should

stay within the engine room or elsewhere within the ship, in case inflammable gas should leak from any parts on the fuel system despite leak-proof contrivances.

To this end, the fuel pumps be covered up, and the inside of the fuel pump cover must be ventilated.

Also, it is recommended to cover the fuel filter and other parts in the fuel system where gas leakage may possibly occur.

2. 3. 2. Purifier

Enclosed type of purifier reconstructed without metal touch is suited to use, except outlet of sludge and heavy liquid that is required sealing in result of gas leakage measured.

2. 3. 3. Outfittings

All pipings for the auxiliary machineries, equipments, etc. used in tests were arranged in the same manner as those aboard an actual ship. All valves were of Japanese Industrial Standard (JIS) and flanges were of ordinary low pressure welded type.

As the result of the tests, it was discovered that the ordinary piping system used for heavy oil operated diesel engines did not show any gas leakage that was deemed particularly dangerous, but it could be used for crude oil-operated diesel engines without any special safety device if adequate ventilation was available. However, from the point of view of safety, it is recommended that the use of flanged joints should be kept minimum gas or oil leakage from the equipment tested was negligible.

Nevertheless, it is considered necessary to provide local ventilation to those equipment.

Leakage from the oil seals used on the screw-type pumps is almost unnoticeable. It is considered that these pumps can be satisfactorily applied to the use of crude oil without any major structural modification.

When the crude oil was in settled condition, no gas leakage was observed at the vent tubes of the measuring tanks.

However, the density of gas discharging from the vent tubes at the time the storage tank was being filled with crude oil exceeding the lower limit of explosion. From the finding it is advisable to route the vent tubes out into the open air outside the vessel.

Also care should be taken, when inserting the filling pipe into the tank, not to stir the crude oil contained in the tank.

3. Conclusion

Experiments carried out in this research project have shown in a fairly clear way the conditions which would result from the use of crude oil as fuel for large diesel engines.

The data obtained from the tests have indicated that, if adequate safety measures are taken, crude oil can be used to operate diesel engines in the same manner as that applied to operation of diesel engines with ordinary heavy oil and without altering or modifying any

part of ordinary diesel engines.

The findings of the tests have also shown that crude oil, when used as fuel, does not cause any reduction in the performance of diesel engines designed for operation with ordinary heavy oil.

In this paper, discussions have been focussed on the results of tests conducted on the engine and auxiliaries and piping. However, in actually installing the engine and outfitting, additional studies on the construction and arrangement of fuel purifiers, tanks, and other related machines and equipment are required. It will also be necessary to take account of views and opinions of Ships Classification Societies.

目 次

第1章 試験研究の目的.....	(1)
第2章 使用 原 油.....	(2)
第3章 主機燃焼試験.....	(3)
3.1 試験装置	(3)
3.2 供試機関	(4)
3.3 燃焼性能試験	(4)
3.4 試験結果	(5)
3.5 試験結果に対する考察	(12)
第4章 油清浄機試験.....	(13)
4.1 試験装置	(13)
4.2 供試清浄機	(13)
4.3 試験項目および方法	(13)
4.4 試験結果	(14)
4.5 試験結果に対する考察	(17)
第5章 ガス漏洩試験.....	(20)
5.1 試験装置	(20)
5.2 供試機器	(20)
5.3 試験項目および方法	(22)
5.4 試験結果	(23)
5.5 試験結果に対する考察	(23)
第6章 結 言.....	(28)

第1章 試験研究の目的

近時船舶の経済性向上は急務であり、特にペルシャ湾往復のディーゼルタンカに原油を使用する場合は運航費の節減が期待される。

本試験の目的は原油による機関運転の実態の把握、油清浄機による清浄効果と清浄機の信頼性、安全性対策の検討等原油をディーゼルタンカに実用化するための試験研究を行ない、ディーゼルタンカの経済性向上を目的とする。

試験項目は下記のとおりである。

- (a) ディーゼル主機械燃焼試験
- (b) 油清浄機試験
- (c) ガス漏洩試験

第2章 使 用 原 油

現在の船舶の運航状態よりみて中近東産の原油が主力を占めると思われる所以この中より選ぶこととし、燃焼性能および清浄性能に關係ある項目として粘度、蒸溜区分、蒸気圧、硫黄分、蠣分が考えられ、安全性に対しては引火点、蒸溜区分等が考えられるのでこれらの項目中比較的大きなものと小さいものとしてワフラ(ブルガニア)とカタールを選んだ。原油性状については Table. 2.1 に示すとおりである。

Table 2.1 Analysis of Oil used in Test

Kind of Oil	Wafra Crude Oil		Qatar Crude Oil		Kanokawa Crude Oil	Diesel Oil	
	I	I ¹	II	II ¹			
Specific Gravity	15/4°C	0.9158	0.9123	0.8212	0.8433	0.9249	
API	60°C	22.92		40.72		30.56	
Viscosity	C. S.	30°C	64.52	53.99	2.96	5.870	
		50°C	27.18		2.09	—	—
	RW-1	30°C	263.6		32.9	—	46.2
	50°C	113.5		31.1	—	37.8	
Flashing Point	°C	4		—40以下		83	
Vapour Pressure	40kg/cm ² G	0.201		0.531		—	
Pour Point	°C	-15	-32.5	-27.5以下	-32.5	—	
Carbon Residue	Wt %	6.62	7.5	1.05	3.3	5.7	
Ash	Wt %	0.013	0.03	0.002	0.02	0.48	
Water	vol %	0.12	0.5	0.01	0.00	8.2	
Water & Sediment	vol %	0.6	0.6	trace	0.06	—	
Wax	%		2.0		2.7	—	
Aniline Point	°C	73.2	71.0	70.3	68.2	—	
Diesel Index		37.5	17	64.5	25	—	
Gross Calorific Value	Kcal/kg	10,340	10,500	10,680	10,860	—	
Net Calorific Value	Kcal/kg	9,670	9,920	9,940	10,210	10,670	
—						10,000	
Carbon		84.33	87.6	85.20	86.5	88.1	
Hydrogen		12.43	12.4	13.66	13.5	11.9	
Sulphur		3.31	3.22	1.10	1.51	2.04	
I. B. P.							
	5%	58	30	36.6	23	—	
	5%	116	77	68.8	61	—	
	15%	202	168	116	115	—	
	25%	252	245	157	164	—	
	35%	288	299	198	214	—	
Distillation Test	45%	307	316	241	264	—	
	50%	312	330	266	288	—	
	55%	314		290	310	—	
	65%	320		332	—	—	
	75%	323		346	—	—	
	85%	324		353	—	—	

第3章 主機械燃焼試験

3.1 試験装置

本試験装置は Fig. 3.1 に示すとおりである。

機器の配置および配管要領は原則として船内と同一条件とした。

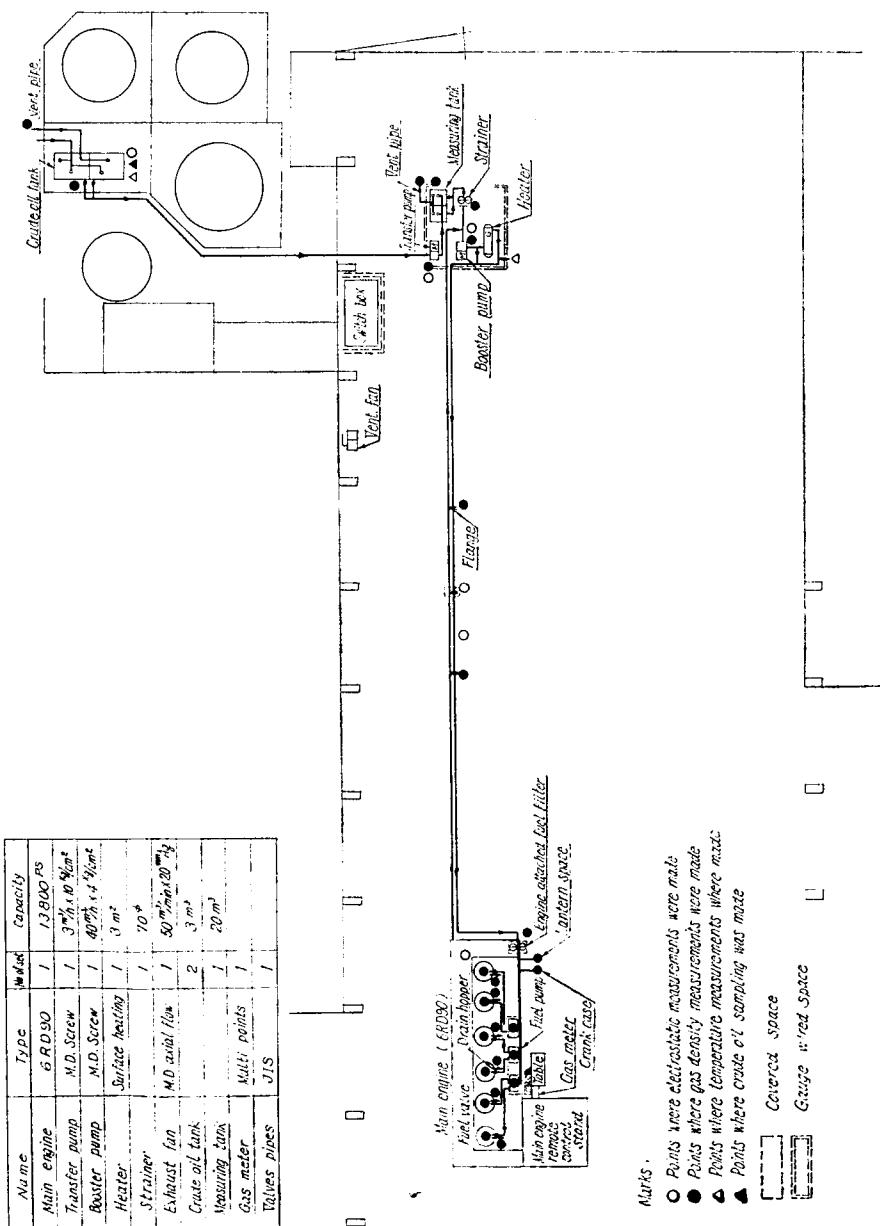


Fig. 3.1 Schematic Diagram of Test Equipment and System

3.2 供試機関

3.2.1 型式

三菱神戸スルザー、2サイクル単側クロスヘッド型無気噴油可逆転式排気タービン過給機付船用ディーゼル機関 型式“6RD90” 13,800PS×119rpm

3.2.2 改造箇所

原油使用による影響を受けると予想される部品を一部交換した。

(a) 燃料ポンププランジャブッシュ

固着防止および洩れ防止の相反する目的で標準寸法より間隙を増大縮少したものを各シリンダごとに使用した。

(b) ピストンリング

固着、折損防止、耐磨性の増大を考慮した材質、寸法、表面処理等を行なった各種シリンダを一部ピストンの最も影響大とみられる上部より1、2および3段目に入れ標準品と併用した。

(c) 燃料噴射弁噴口

燃焼に対する影響を調査するため標準寸法 $0.95\phi \times 10$ 穴 $\times 125^\circ$ のものと小径多孔の $0.87\phi \times 12$ 穴 $\times 125^\circ$ のものを使用した。

3.3 燃焼性能試験

前3、2、1記項にて改造せる部品を各装備し、燃焼試験を行ない各性能を比較した。

原油は油清浄機による清浄は行なわずタンクより直接焚くものとし、原則として加熱を行なわないが機関室内温度を考慮し 50°C までは加熱した。

(a) 試験項目

試験はTable 3.1の項目を設定して行ない、相互に比較することにした。

(b) 燃料ポンプ噴射時期による性能比較 (Test No. 2 & 3)

(c) 燃料噴射弁噴口による性能比較 (Test No. 2 & 5)

(d) 燃料ポンププランジャブッシュの間隙による影響調査

(e) 原油性状による性能比較 (Test No. 1 & 2)

(f) 加熱条件による性能比較 (Test No. 4 & 5)

(g) 原油とディーゼル油による性能比較 (Test No. 2 & 7)

Table 3.1 Item of Burning test

Test No.	Fuel Oil used	Temperature	Nozzle Size	Injection Timing	Load
1	Wafra (I)	Heating (40°C)	Standard	Standard	
2		Nor. Temp. (18°C)	Standard	Standard	
3		Nor. Temp. (18°C)	Standard	-2°	$1/2, 3/4, 4/4$
4	Qatar (II)	Heating (45°C)	Smaller	Standard	
5		Nor. Temp. (18°C)	Smaller	Standard	
6	Diesel Oil	Nor. Temp. (18°C)	Smaller	Standard	$4/4$
7			Standard	Standard	$1/2, 3/4, 4/4$

3.4 試験結果

3.4.1 使用した原油の性状 (Table 2.1)

3.4.1 計測結果

前記 3.3 の試験項目に従い実施した試験の計測結果は次に示すとおりである。

Test No. 1~6

噴射時期による比較曲線

噴射弁噴口による比較曲線

原油性状による比較曲線

加熱条件による比較曲線

原油とディーゼル油による比較

Table 3.2~3.6

Fig. 3.2

Fig. 3.3

Fig. 3.4

Fig. 3.5

Fig. 3.6

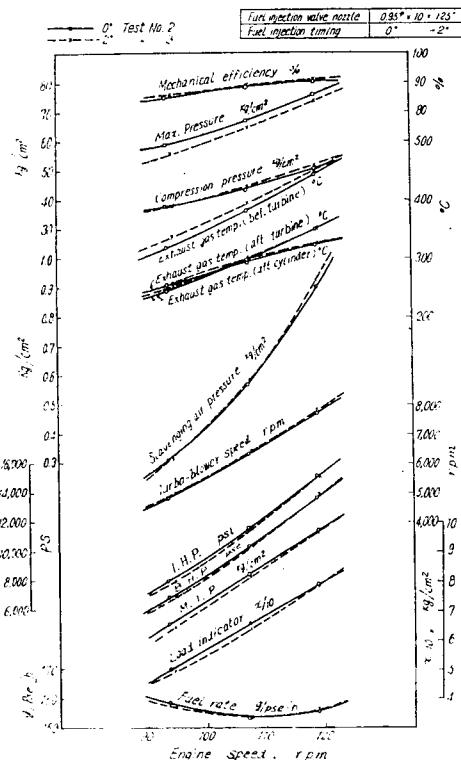


Fig. 3.2 Engine Performance Curve (Comparison between Fuel Injection Timing 0°C and -2°C)

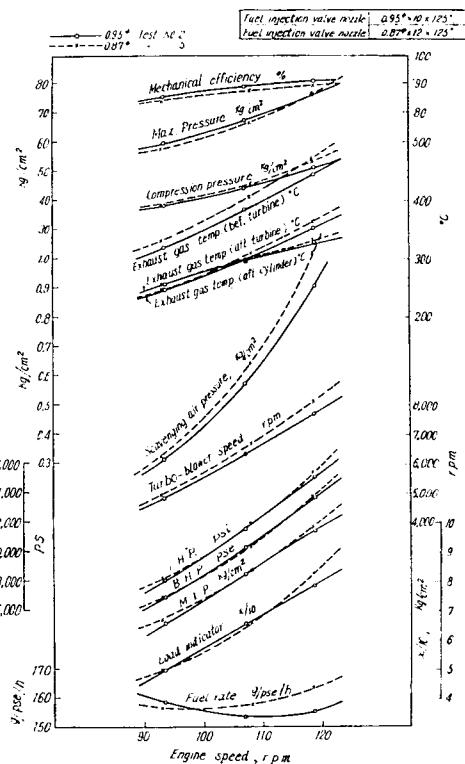


Fig. 3.3 Engine Performance Curve (Comparison between Fuel Injection Valve Nozzle Bores 0.95φ and 0.87φ)

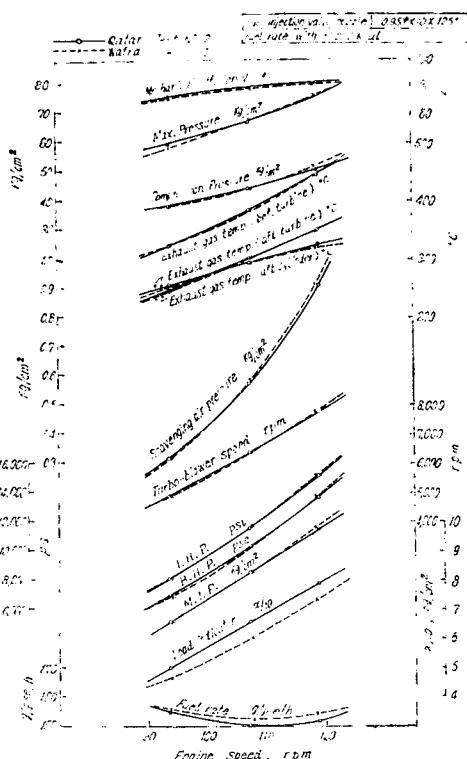


Fig. 3.4 Engine Performance Curve (Comparison Between Qata and Wafra Crude Oils)

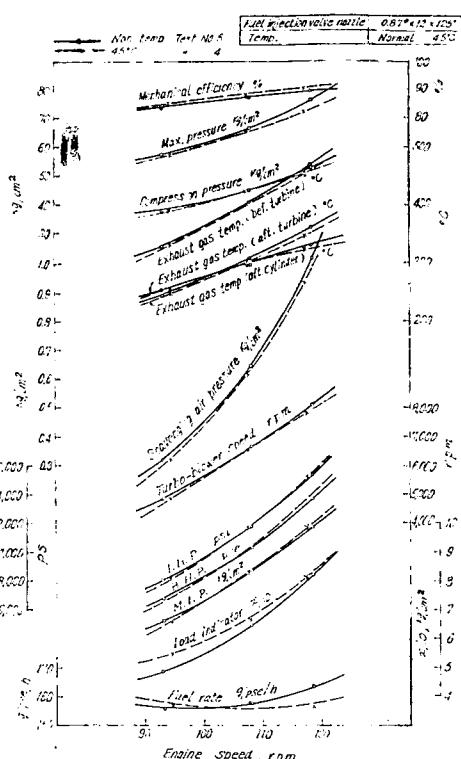


Fig. 3.5 Engine Performance Curve (Comparison between Normal Temperature and 45°C Heated Crude Oil)

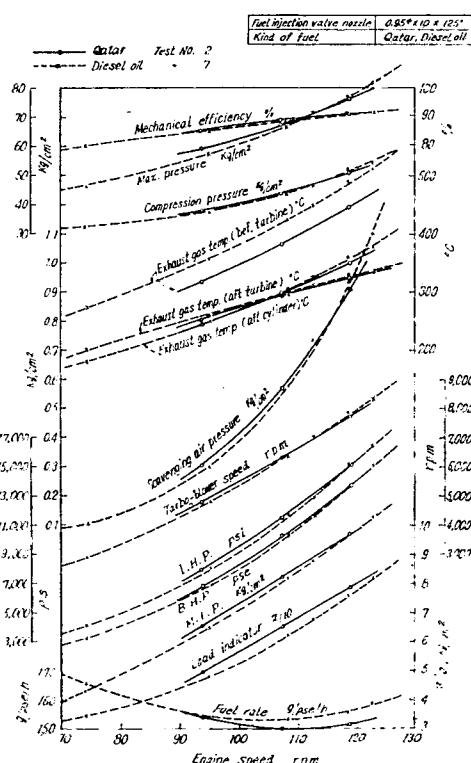


Fig. 3.6 Engine Performance Curve (Comparison between Qater Crude Oil and Diesel Oil)

Table 3.2 Summary of Engine Performance

Test No.		1 (Nozzle 0.95φ×10×125°)			
Kind of Fuel Oil used		Wafra			
Load	%	50	75	100	
Duration of Test	h	1 h	1 h	1 h	
Revolution	rpm	93.9	107.6	118.3	
Revolution of Charger	rpm	4,750	6,250	7,600	
Mean Indicated Pressure	kg/cm ²	6.55	8.27	9.80	
Max. Pressure/Compression Pressure	kg/cm ²	58/38	68/44	76/52	
Indicated Horse Power	PSi	8,085	11,693	15,241	
Brake Horse Power	PSe	6,855	10,308	13,723	
Mechanical Efficiency	%	84.8	88.2	90.0	
Thermal Efficiency	%	40.0	40.8	40.3	
Fuel Rate	g/PSe·h	163.7	160.4	162.2	
Cylinder Consumption	g/PSe/h	2.18	1.65	1.36	
Load Index	X/10	4.6	6.0	7.3	
Pressure	Scavenging Air	kg/cm ²	0.31	0.59	0.92
	Cross Pin L.O.	kg/cm ²	3.5	3.5	3.4
	Cylinder Cool F.W.	kg/cm ²	1.75	1.75	1.75
	Piston Cool F.W.	kg/cm ²	3.6	3.6	3.6
	Bearing L.O.	kg/cm ²	2.55	2.5	2.4
	Exh. Gas Manifold	mm-Aq	20	40	62
Temperature	Piston Cool F.W.	Inlet °C	27	28	29
		Outlet °C	34	36	38
	Cylinder Cool F.W.	Inlet °C	32	34	37
		Outlet °C	37	42	47
	Fuel Valve Cool F.W.	Inlet °C	37	42	46
		Outlet °C	38	43	47
	Air Cooler Cool S.W.	Inlet °C	21	21	21
		Outlet °C	22	25	27
	Exh. Gas(Cylinder Outlet)	°C	243	298	347
	Exh. Gas(Turbine Inlet)	°C	322	382	444
	Exh. Gas(Turbine Outlet)	°C	251	293	320
	Air (Air Cooler Outlet)	°C	25	33	42
Fuel Oil	1	°C	27	35	46
	2	°C	—	—	—
Room Temperature		°C	19	17	17
Wafra		Specific Gravity	Viscosity		Lower Calorific Value
		15/4°C	Redwood		Kcal/kg
		0.9158	113.5		9,670

Table 3.3 Summary of Engine Performance

Test No.		2 (Nozzle 0.95φ×10×125°)				
Kind of Fuel Oil used		Qatar				
Load	%	50	75	100		
Duration of Test	h	1 h	1 h	1 h		
Revolution	rpm	93.6	107.2	118.7		
Revolution of Charger	1 rpm	4,750	6,250	7,600		
	2 rpm	4,850	6,400	7,800		
	3 rpm	—	—	—		
	4 rpm	—	—	—		
Mean Indicated Pressure	kg/cm ²	6.52	8.22	9.72		
Max. Pressure/Compression Pressure	kg/cm ²	59/38	67/44	76/51		
Indicated Horse Power	PSi	8,019	11,579	15,162		
Brake Horse Power	PSe	6,833	10,270	13,769		
Mechanical Efficiency	%	85.2	88.7	90.8		
Thermal Efficiency	%	40.2	41.4	40.8		
Fuel Rate	g/PSe/h	158.4	153.6	155.9		
Cylinder Consumption	g/PSe/h	2.18	1.66	1.37		
Load Index	X/10	4.93	6.55	7.85		
Pressure	Scavenging Air	kg/cm ²	0.31	0.57	0.91	
	Cross Pin L.O.	kg/cm ²	3.3	3.2	3.1	
	Cylinder Cool F.W.	kg/cm ²	1.75	1.75	1.75	
	Piston Cool F.W.	kg/cm ²	3.6	3.6	3.6	
	Bearing L.O.	kg/cm ²	2.7	2.6	2.65	
	Exh. Gas Manifold	mm-Aq	18	39	65	
Temperature	Piston Cool F.W.	Inlet °C	28	30	31	
		Outlet °C	35	38	40	
	Cylinder Cool F.W.	Inlet °C	32	35	40	
		Outlet °C	37	42	50	
	Fuel Valve Cool F.W.	Inlet °C	36	41	48	
		Outlet °C	37	42	49	
	Air Cooler Cool S.W.	Inlet °C	20	21	21	
		Outlet °C	22	25	27	
	Exh. Gas(Cylinder Outlet)	°C	245	299	351	
	Exh. Gas(Turbine Inlet)	°C	319	384	446	
Air	Exh. Gas(Turbine Outlet)	°C	255	294	326	
	(Air Cooler Outlet)	1 °C	25	33	43	
		2 °C	27	36	47	
		3 °C	—	—	—	
		4 °C	—	—	—	
Room Temperature		°C	19	18	20	
Fuel Oil	Specific Gravity		Viscosity		Lower Calorific Value	
	Qatar		15/4°C		Redwood 50°C	
	0.8212		31.1		Kcal/kg	
				9,940		

Table 3.4 Summary of Engine Performance

Test No.		3 (Nozzle 0.95φ×10×125°)							
Kind of Fuel Oil used		Qatar(Injection Timing -2°C)							
Load	%	50	75	100					
Duration of Test	min	40min	41min	40min					
Revolution	rpm	94.7	107.5	118.8					
Revolution of Charger	1 2 3 4	rpm rpm rpm rpm	4,900 5,000 — —	6,300 6,500 — —	7,650 7,900 — —				
Mean Indicated Pressure	kg/cm ²	6.43	8.15	9.67					
Max. Pressure/Compression Pressure	kg/cm ²	56/38	65/45	74/52					
Indicated Horse Power	PSi	8,009	11,518	15,097					
Brake Horse Power	PSe	6,913	10,299	13,781					
Mechanical Efficiency	%	86.3	89.4	91.3					
Thermal Efficiency	%	40.6	41.5	40.7					
Fuel Rate	g/PSe/h	156.8	153.4	156.5					
Cylinder Consumption	g/PSe/h	2.17	1.66	1.37					
Load Index	X/10	4.9	6.37	7.85					
Pressure	Scavenging Air	kg/cm ²	0.32	0.59	0.93				
	Cross Pin L.O.	kg/cm ²	3.32	3.3	3.3				
	Cylinder Cool F.W.	kg/cm ²	1.75	1.75	1.75				
	Piston Cool F.W.	kg/cm ²	3.6	3.6	3.6				
	Bearing L.O.	kg/cm ²	2.85	2.82	2.8				
	Exh. Gas Manifold	mm-Aq	20	42	65				
Temperature	Piston Cool F.W.	Inlet °C Outlet °C	29 36	30 39	31 41				
	Cylinder Cool F.W.	Inlet °C Outlet °C	36 42	39 46	42 51				
	Fuel Valve Cool F.W.	Inlet °C Outlet °C	40 41	45 46	49 51				
	Air Cooler Cool S.W.	Inlet °C Outlet °C	21 23	21 25	21 27				
	Exh. Gas(Cylinder Outlet)	°C	253	305	352				
	Exh. Gas(Turbine Inlet)	°C	335	399	451				
	Exh. Gas(Turbine Outlet)	°C	258	299	328				
	Air (Air Cooler Outlet)	1 °C 2 °C 3 °C 4 °C	27 30 — —	34 38 — —	44 48 — —				
	Room Temperature	°C	21	22	23				
	Fuel Oil	Qatar	Specific Gravity		Viscosity				
			15/4°C		Redwood 50°C				
			0.8212		31.1				
		Lower Calorific Value		Kcal/kg					
				9,940					

Table 3.5 Summary of Engine Performance

Test No.		4 (Nozzle 0.87φ×12×125°)			
Kind of Fuel Oil used		Qatar(45°C heating)			
Load	%	50	75	100	
Duration of Test	min	30min	30min	30min	
Revolution	rpm	94.6	107.6	117.4	
Revolution of Charger	1 2 3 4	rpm 4,850 4,950 — —	6,500 6,650 — —	7,700 7,900 — —	
Mean Indicated Pressure	kg/cm ²	6.57	8.30	9.82	
Max. Pressure/Compression Pressure	kg/cm ²	57/38	65/45	72/51	
Indicated Horse Power	PSi	8,166	11,740	15,150	
Brake Horse Power	PSe	6,906	10,308	13,618	
Mechanical Efficiency	%	84.6	87.8	89.9	
Thermal Efficiency	%	40.6	40.3	40.6	
Fuel Rate	g/PSe/h	156.7	158.0	156.6	
Cylinder Consumption	g/PSe/h	2.18	1.65	1.35	
Load Index	X/10	5.5	6.7	8.15	
Pressure	Scavenging Air	kg/cm ²	0.32	0.62	0.94
	Cross Pin L.O.	kg/cm ²	3.5	3.45	3.5
	Cylinder Cool F.W.	kg/cm ²	1.75	1.75	1.75
	Piston Cool. F.W.	kg/cm ²	3.7	3.7	3.7
	Bearing L.O.	kg/cm ²	2.65	2.55	2.52
	Exh. Gas Manifold	mm-Aq	25	45	64
Temperature	Piston Cool F.W.	Inlet °C Outlet °C	25 31	29 37	29 38
	Cylinder Cool F.W.	Inlet °C Outlet °C	33 39	40 46	44 50
	Fuel Valve Cool F.W.	Inlet °C Outlet °C	37 38	45 46	50 51
	Air Cooler Cool S.W.	Inlet °C Outlet °C	20 22	20 25	20 27
	Exh. Gas(Cylinder Outlet)	°C	244	305	347
	Exh. Gas(Turbine Inlet)	°C	329	401	450
	Exh. Gas(Turbine Outlet)	°C	256	298	323
	Air (Air Cooler Outlet)	1 °C 2 °C 3 °C 4 °C	26 28 — —	34 37 — —	42 46 — —
	Room Temperature	°C	20	20	19
	Fuel Oil	Qatar	Specific Gravity 15/4°C 0.8212	Viscosity Redwood 50°C 31.1	Lower Calorific Value Kcal/kg 9,940

Table 3.6 Summary of Engine Performance

Test No.		5	6 (Nozzle 0.87φ×12×125°)				
Kind of Fuel Oil used			Qatar				
Load	%	50	70	100		100	
Duration of Test	min	30min	30min	30min		35min	
Revolution	rpm	93.2	108.1	118.5		118.1	
	1 rpm	4,850	6,550	8,000		7,800	
Revolution of Charger	2 rpm	4,900	6,700	8,200		8,000	
	3 —	—	—	—		—	
	4 —	—	—	—		—	
Mean Indicated Pressure	kg/cm ²	6.63	8.35	9.88		9.88	
Max. Pressure/Compression Pressure	kg/cm ²	57/38	66/45	76/53		77/53	
Indicated Horse Power	PSi	8,127	11,866	15,396		15,344	
Brake Horse Power	PSe	6,804	10,356	13,746		13,700	
Mechanical Efficiency	%	83.7	87.3	89.3		89.3	
Thermal Efficiency	%	40.8	40.4	38.9		38.7	
Fuel Rate	g/PSe/h	156.1	157.5	163.7		163.6	
Cylinder Consumption	g/PSe/h	2.16	1.64	1.35		1.35	
Load Index	X/10	4.9	6.5	8.25		7.9	
Pressure	Scavenging Air	kg/cm ²	0.32	0.64	1.02		0.98
	Cross Pin L.O.	kg/cm ²	3.4	3.4	3.4		3.35
	Cylinder Cool F.W.	kg/cm ²	1.75	1.75	1.75		1.75
	Piston Cool F.W.	kg/cm ²	3.7	3.7	3.7		3.7
	Bearing L.O.	kg/cm ²	2.52	2.47	2.46		2.45
	Exh. Gas Manifold	mm-Aq	20	40	70		70
Temperature	Piston Cool F.W.	Inlet °C	28	31	31	28	
		Outlet °C	34	39	41	37	
	Cylinder Cool F.W.	Inlet °C	34	41	45	39	
		Outlet °C	40	49	53	48	
	Fuel Valve Cool F.W.	Inlet °C	38	47	52	47	
		Outlet °C	39	48	54	48	
	Air Cooler Cool S.W.	Inlet °C	21	21	21	21	
		Outlet °C	22	24	28	27	
	Exh. Gas(Cylinder Outlet)	°C	244	308	362	354	
	Exh. Gas(Turbine Inlet)	°C	330	405	469	461	
	Exh. Gas(Turbine Outlet)	°C	255	297	333	332	
	Air (Air Cooler Outlet)	1 °C	26	36	46	44	
		2 °C	29	39	51	48	
		3 °C	—	—	—	—	
		4 °C	—	—	—	—	
	Room Temperature		19	20	20	19	
	Fuel Oil	Specific Gravity		Viscosity		Lower Calorific Value	
		15/4°C		Redwood 50°C		Kcal/kg	
		Qatar 0.8212		31.1		9,940	
	Diesel Oil	0.8727		37.8		10,000	

3.5 試験結果に対する考察

3.5.1 燃焼性能試験

(a) 燃焼性能

- (1) 大略としては予想どおり従来のディーゼル油の場合と大差なく、十分原油を燃料として使用しうる。
- (2) 現在の構造に何等の変更、追加をすることなく運転は可能である。
- (3) 燃費はカタール、ワフラー、ディーゼル油の順で軽質分の多いほど良好である。

(b) 燃料ポンプ噴射時期による影響

- (1) 使用原油の性状により適当に変更させた方がよいようでカタール原油については -2°C にした方が僅かに良好である。

(c) 燃料噴射弁噴口による影響

- (1) 通過面積を同一状態で口径を小さく、数を増やしたものは低負荷では良く、 $\frac{3}{4}$ 負荷以上では極端に燃焼状態が悪くなり、噴霧能力より貫徹力のよい方が気筒出力増大時には好結果を示した。

- (2) 小口径ノズルの開放点検の結果、カーボン附着はやや多く、燃焼不良が起因と考えられる。

(d) 燃料ポンププランジャ間隙による影響

- (1) 間隙を狭くしたものも加熱時固着は起さなかった。
- (2) 沁れは比較的粘度の高いワフラー原油ではほとんど差位はみられず絶対量も僅少である。低粘度のカタール原油では間隙の大小を問わず沁れは多く、特に負荷変化部すなわちポンプ吐出圧力の影響が大きく、間隙調整は実用上余り考慮の必要はないと思われる。

(e) 原油性状による影響

- (1) 特に大差はないが性状により噴射時期を調整した方が僅かに良いようである。

(f) 加熱による影響

- (1) 軽質分の多いカタールにて加熱しない場合と、した場合を比較したが加熱した方が燃費は若干良かった。
- (2) 加熱時においても燃料油圧力 $2 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ でベーパーライズによる問題は起らず。本試験油程度の油では特に燃料油ポンプの圧力は上げる必要はないと思われる。

(g) 原油とディーゼル油による比較

- (1) 大差はみられず、原油の方が若干燃費は良かった。

第4章 油清浄機試験

4.1 試験装置

本試験装置は Fig. 4.1 に示すとおりである。

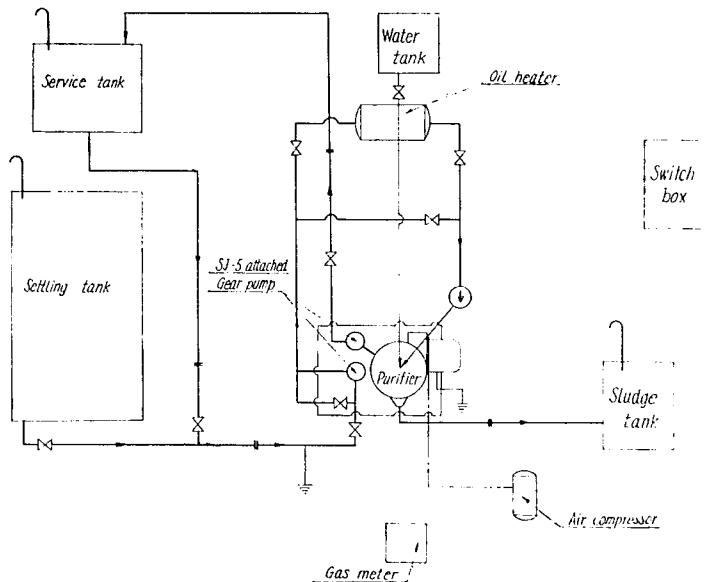


Fig. 4.1 Test Equipment and System

4.2 供試清浄機

4.2.1 型式

(a) セルフジェクタ型

型式 三菱化工機ディスクボウルセルフジェクタ SJ-5型

容量 3,000 l/h (ディーゼル油), 2,000 l/h (パンカ油)

(b) ディスクボウル型

型式 三菱化工機ディスクボウル OP-2型

容量 1,000 l/h (ディーゼル油)

4.2.2 原油用に改造した箇所

(a) 全閉型とし、メタル接触は避け、ボウルとカバーの間隙に合成樹脂を使用した。

(b) 本体および配管系統には静電気対策として接地した。

(c) 駆動方式はフリクションクラッチ方式と流体接手方式の両方式を使用した。

4.3 試験項目および方法

4.3.1 一般清浄試験

SJ-5型を使用し、ワフラおよびカタールにて常温および45~50°Cの加熱時の清浄効果を調査した。

4.3.2 ワックスリッチ原油清浄試験

(a) 試験項目

(1) 清浄試験

OP-2型を使用し、2種類のワックスリッチな混合原油を作成使用し、ワックス分量、処理量、温度条件等による清浄効果を調査した。

(2) スラッジ分調査

ワックスリッチ混合油による清浄試験時、清浄効果の検討のため、ボウル内に附着したスラッジを分析し成分を調査した。

(b) 供試原油

ワックスリッチの原油入手ができなかったのでカタール原油およびワフラ原油に鹿川原油を機械的に混入し、Table. 4.1のようなワックスリッチな混合油を作り、使用原油とした。

Table 4.1 Character of Mixed Wax Rich Crude Oil

Kind of Crude Oil	Ratio of Mixing	Specific Gravity ($15/4^{\circ}\text{C}$)	Viscosity (Redwood No. 1)	Wax(%)
I	Wafra+Kanokawa 2.5%	0.9250	1,200 sec at 8°C 146 sec at 45°C	2.8
II	Qatar+Kanokawa 5 %	0.8453	94 sec at 5°C	4.3

4.3.3 耐久試験

原油使用に適するかどうか耐久性を調査した。

(a) 清浄機本体

SJ-5型にて長時間運転し、原油に対する清浄機各部の耐久性、信頼性を調査した。

(b) 回転体パッキン

パッキンの原油に対する耐久性を調査するため各種合成ゴムパッキンを使用し、耐油試験を行なった。

(c) 起動特性計測

駆動方式として使用されているフリクションクラッチは摩擦熱による引火の可能性が予想されるのでこれにかわる流体接手を使用し、両方式の起動特性を比較調査した。

4.4 試験結果

4.4.1 使用原油 (Table 2.1 and 4.1)

4.4.2 一般清浄試験 (Table 4.2)

4.4.3 ワックスリッチ原油清浄試験

(a) 清浄試験 (Fig. 4.3)

(b) スラッジ分調査 (Table 4.4)

(c) 起動特性 (Fig. 4.2)

Table 4.2 Summary of Purifier Performance

No.	Kind of Crude Oil	Capacity Purified (l/h)	Temperature (°C)	Specific Gravity 15/4°C		Water Vol. (%)		Sludge Vol. (%)		Ash wt(%)		Residual Carbon wt(%)		Sulphure wt(%)	
				Before Purification		After Purification		Before Purification		After Purification		Before Purification		After Purification	
				Before Purification	After Purification	Before Purification	After Purification	Before Purification	After Purification	Before Purification	After Purification	Before Purification	After Purification	Before Purification	After Purification
1	Wafra	3,000	18	0.9159	0.9144	1.4	0.7	1.09	0.83	—	—	—	—	—	—
		20,00	19	0.9149	0.9155	1.0	0.7	0.91	0.69	—	—	—	—	—	—
		1,000	9	0.9133	0.9134	0.3	0.25	0.99	0.96	—	—	—	—	—	—
		600	9	0.9139	0.9141	0.35	0.20	1.02	0.88	0.02	0.01	8.2	8.1	3.22	3.26
2	Wafra	1,000	53	0.9221	0.9191	0.70	0.25	0.38	0.26	—	—	—	—	—	—
		600	53	0.9157	0.9175	0.80	0.08	0.38	0.21	—	—	—	—	—	—
3	Qatar	3,000	25	0.8496	0.8491	0.9	0.00	0.11	0.15	—	—	—	—	—	—
		2,000	17	0.8480	0.8478	0.05	0.00	0.06	0.05	—	—	—	—	—	—
		1,000	4	0.8492	0.8502	0.35	0.00	2.16	1.85	0.02	0.01	3.2	3.1	1.52	1.60

Table 4.3 Summary of Purifier Performance by Wax Rich Crude Oil

No.	Kind of Crude Oil	Capacity Purified (l/h)	Progress Time (min.)	Oil Temp. (°C)	Sludge (Vol. %)		Water (Vol. %)	
					Before Puri.	After Puri.	Before Puri.	After Puri.
1	Mixed Crude Oil I	100	0	8	4.11	2.17	7.2	3.0
			5	8	4.36	3.49	7.6	3.2
			10	8	4.33	3.73	7.6	3.8
			20	8.5	5.14	4.47	7.4	5.6
			30	8.5	5.30	4.35	7.9	6.6
2	Mixed Crude Oil I (Heating)	100	0	45	1.14	0.42	7.5	1.2
			5	40	1.25	0.51	7.4	1.9
			10	50	1.29	0.99	7.4	5.8
			22	48	1.14	0.73	7.2	7.0
			30	42	1.18	1.22	7.5	7.0
3	Mixed Crude Oil II	100	0	5	4.60	2.02	0.6	0.0
			5	5	4.83	2.52	0.5	0.0
			10	5	4.66	2.24	0.4	0.0
			20	5	5.17	3.21	0.6	0.05
			30	5	5.20	4.15	0.6	0.05
		250	5	5	4.29	3.24	0.5	0.0
		300	0	5	4.19	2.85	0.5	0.0
			5	5	4.02	3.07	0.5	0.0

Table 4.4 Analysis of Sludge

Kind of Crude Oil	Temperature Purified (°C)	Capacity Purified (l/h)	Condition	Progress Time (min.)	Water (Vol. %)	Ash (Wt. %)	Residue in benzole (Wt. %)	Wax at 0 °C (Wt. %)
Mixed Crude Oil I	8.5	100		30	31	0.42	7.1	15
Mixed Crude Oil I	45	100		30	74	0.77	0.77	0.9
Mixed Crude Oil II	5	120		30	50	0.21	1.6	5.7

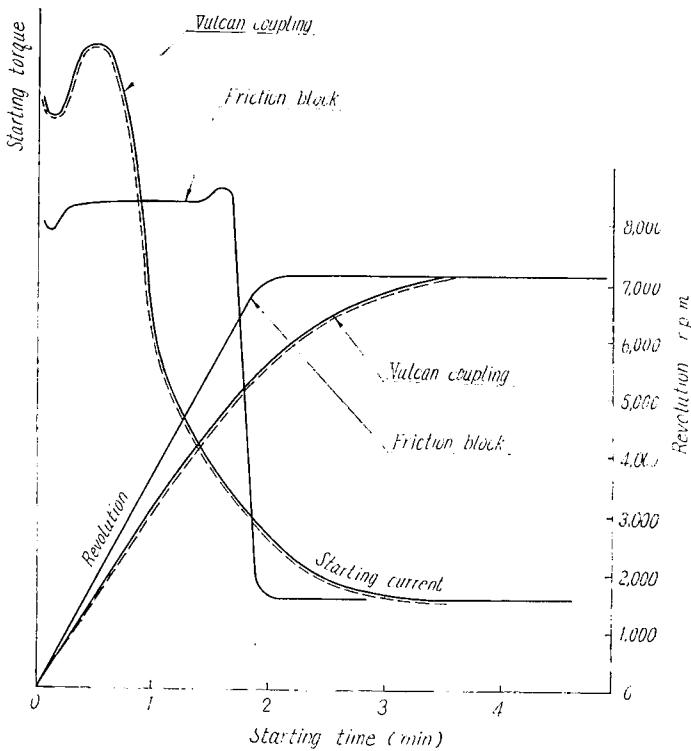


Fig. 4.2 Starting Character

4.5 試験結果に対する考察

4.5.1 清浄効果

清浄効果の究明のため清浄前後の原油中の水分、スラッジ分、比重の測定を行なった。

ここに述べる水分とは溜出分離させたものを容量比で示したものであり、またスラッジ分とは遠心沈澱試験器を用い処理温度において沈降分離せしめた沈降物を沪過後低温乾燥させたものの重量比である。従ってここにいうスラッジ分はその温度において析出していたワックス分と泥分の合計量を示したものであり、その数値は温度により変りうるものである。

なお、ワックスはその比重が原油に近いが一方泥分（泥、鉄錆等）は水より比重が大きいと考えられるので泥分の分離は容易であろうと推定できる。

以上のような観点からスラッジ分の清浄前後の数値に大差がない場合は泥分の含有は一応少なかつたものと解釈し、水分々離に重点をおいて清浄効果を考えるのが妥当であろう。

(a) ワ フ ラ (低沸点分の少ない高粘度の原油)

(1) 温度—清浄度

常温では粘度が清浄機の標準処理粘度 (100 sec Redwood No. 1) よりかなり高いため水分の除去はあまり効果的ではなかったが加熱時は良い結果を得ており、従来のバンカ油清浄の場合と同等以上の効果が認められる。

(2) 処理量—清浄度

理論的には処理量の少ない方が清浄度は良い。加熱時における 1,000, 600 l/h の場合には明

らかにその傾向が認められるが常温時には顕著な傾向は認められなかった。これはその処理条件、原液の相違もあることであって一概にはいえない。

(b) カタール(低沸点分の多い低粘度の原油)

(1) 温度—清浄度

温度の差のいかんにかかわらず水分は極めて良く分離され、一般のディーゼル油より良好である。これは粘度が低くまた比重も小さいことによる。従ってカタールのごとき低沸点分の多い原油では常温処理で十分な清浄度が得られる。

(2) 処理量—清浄度

処理量の大小にかかわらず水分々離の点からは極めて清浄度は良かった。

4.5.2 ワックスリッチ原油清浄効果

(a) 清浄試験

供試油としての混合油を多量に作ることが困難であったため供試機としてはバッチタイプOP-2型を使用した。

また混合油は異種原油の混合によるためか、見掛け上のスラッジ量が意外に増えたものがあるが混合油Ⅰの加熱時(45~50°C)にはこれが非常に減っていることから、その大部分はワックス状のものであると考えられる。

従って異種原油混合の場合は加熱を要することがあり得よう。次に混合油Ⅰにおいて水分が多量に含まれていたのは故意に混入したものではないが混合前のワフラⅠのドラムに誤って混入されていたものと思われる。

分析方法は4.5.1一般清浄試験の項目に述べたものと同じ方法である。

分離結果についての考察は下記のとおりである。

(1) 混合油Ⅰ

温度—清浄度：

Table 4.1 に示すごとくその粘度は常温と加熱時では大巾に相違している。従って、加熱時の方が明らかに清浄度はよいが極めて顕著な相違はみられなかった。

これは、バッチタイプの小型機を使用したため、ボウル内へのスラッジ充満が早く、そのための影響ではないかと考えられる。

処理量—清浄度：

処理量の相違による清浄度の究明は特に行なえなかった。

(2) 混合油Ⅱ

温度—清浄度：

温度の相違による清浄度の究明は行なわなかったが、粘度が低いことから4.5.1-(b)に述べたことと同様のことといえよう。

処理量—清浄度：

4.5.1-(b)に述べたことと同様に水分々離については処理量の大小にかかわらず極めて清浄度は良い。スラッジ分の分離については時間の経過と共に清浄度が悪くなっているがこれは

小型機であるためボウル内への分離スラッジ充満の影響であるといえる。

(a) スラッジ分について

Table 4.4 に示すごとく、加熱処理の場合は採取せるスラッジ中のワックス分は少く、また、水分、灰分は逆に多い。採取点数が少いため、十分な傾向として把握することはできなかったが、加熱時の方が、スラッジ分の内容からは清浄効果が良いといえよう。

4.5.3 信頼性

(a) 清浄機本体

延 100 時間の運転にて何等異状は認められなかったごとく、ワフラ、カタール等の原油使用に十分耐えるものと思われる。

(b) 合成ゴムパッキン

回転体パッキンは原油中に軽質分が多く含まれているにもかかわらず、従来の合成ゴムのままでもパンカ油と比べ同様な耐久力があると考えられる。

(c) 駆動方式

起動特性計測に示すごとく起動特性上よりも流体接手を使用することは何等問題なく、むしろフリクションクラッチ使用時考えられる摩擦熱によるガス引火の心配も解消され、かつフリクションライニング交換の手数も避けられ多少のコスト高にはなるが安全性上流体接手方式が推奨される。

しかし通風さえ十分であればフリクションクラッチ方式でも何等差支えないと思われる。

4.5.4 原油清浄機のあり方

(a) 構造上

4.2.2 項に述べた改造点のほか、電動機を耐爆型にすることなどを実施すれば原油清浄機として十分その目的を達しうる。

(b) 標準容量

原油中分離除去すべき因子は水分、泥分、塩分等と考えられる。しかしこれらを除去する原油の比重、粘度はその産地により多様であるため原油清浄機の標準容量を一律に決めるることは問題がある。たとえばワフラ加温時はパンカ処理における容量がほぼ標準容量と考えられるがカタールの場合は常温においてもディーゼル油処理標準容量よりかなり上回った値でも差支えない。高粘度原油の清浄効果を十分期待するにはやはり 40~50°C の温度が必要であろう。

(c) 混合原油

バッチタイプ小型機による試験であったため一概にいえないが異種原油の場合にはその清浄方法に専門的な検討を要する。

第5章 ガス漏洩試験

原油使用時、安全性上問題となる可燃性ガス漏洩の調査を行なった。

5.1 試験装置

主機燃焼試験装置を使用し、機器の設置ならびに配管はできるだけ船内装置と同一条件に行ない各部の漏洩状態を調査した。

試験装置は Fig. 5.1 に示すとおりであるが、工場内試験の安全装置として、フランジ部の減少等による漏洩の防止、接地による静電気対策、通風装置、金網による引火防止、屋外貯蔵タンクに対する消防法に基く設備等を施した。使用機器は予め原油用に改造したものを使用した。

5.2 供試機器

5.2.1 主機械(3.2項参照)

(a) 型式

三菱神戸 2サイクル過給機付ディーゼル機関 "6RD90"

(b) 漏洩に対し考慮した点

- (1) 漏洩状況の調査のため燃料ポンププランジャブッシュの間隔の大きいものと小さいものを使用了した。(船より小、中、大)
- (2) 漏洩の考えられる箇所として、燃料弁ドレン受ホッパ、噴燃ポンプ、主機付油器にはカバーを施し燃料ポンプ周辺は局部的通風を行なった。
- (3) その他はガス漏洩に対し特に処置は施さなかった。

5.2.2 油清浄機(4.2項参照)

(a) 型式

三菱化工機ディスクボールセルフジェクタ "SJ-5" 型

(b) 使用に際し考慮した点

- (1) 全閉型とし、メタル接触は避け、ボウルとカバーの間隙に合成樹脂を使用した。
- (2) 本体および配管系統には接地を施した。
- (3) スラッジタンクは密閉型とした。

5.2.3 原油ポンプ

5.2.4 油加熱器

5.2.5 油戸器

5.2.6 タンク

- (a) 附着品は原油取入口、取出口は各弁、ドレン抜き、マンホールベント管、フロートゲージ等必要な附着品はすべて設けた。
- (b) 貯蔵タンクは屋外に設置し、消防法にもとづき防油堤にて周囲を囲み、接地および避雷針を設

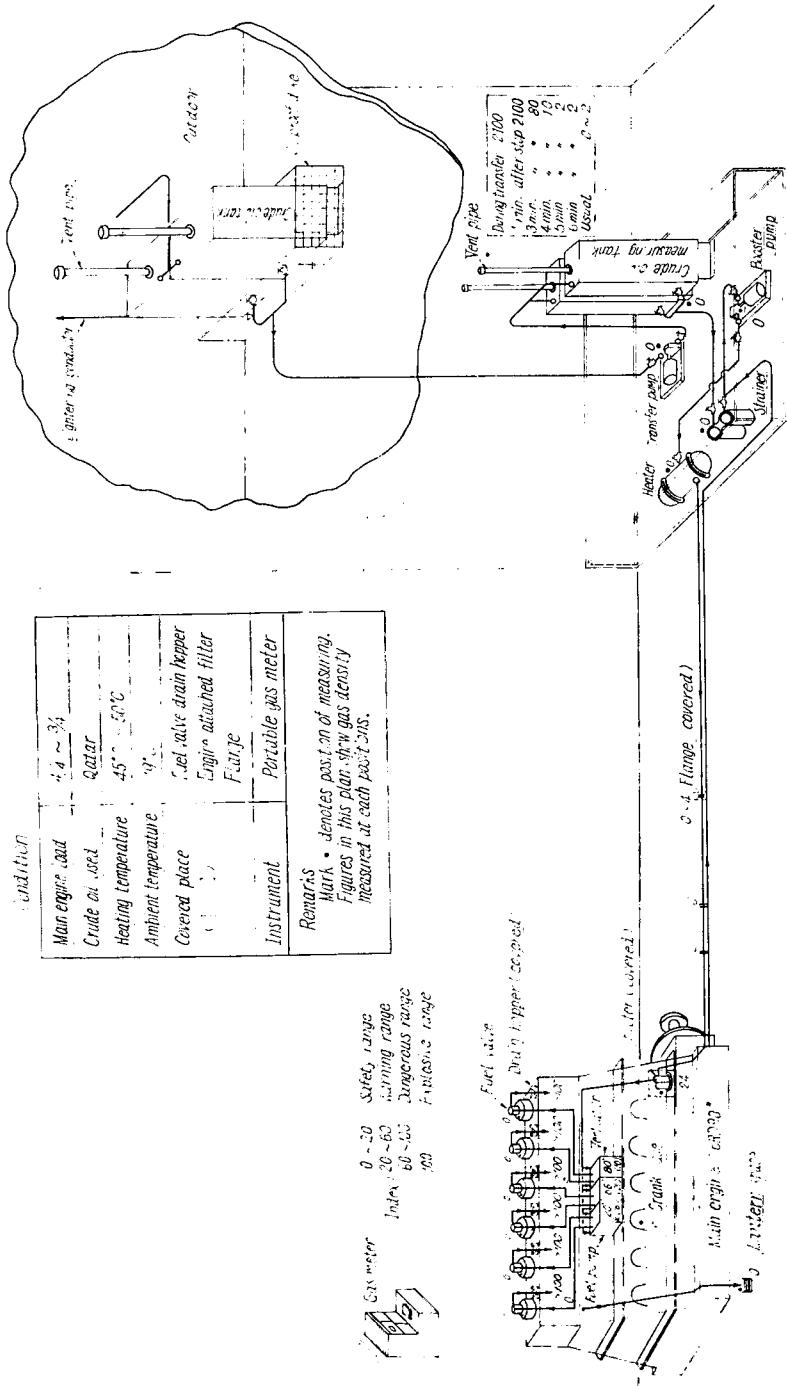


Fig. 5.1 Test Equipment for Gas Density Measur of Gas Density(Main Engine)

けた。

- (3) ベント管は高さ 3 m とした。
- (4) ベント管先端はポンネット型とし、30 メッシュ黄銅製細目金網を設けた。

5.2.7 篦装装置

(a) 配管装置

- (1) 配管はフランジ接手を極力減らして 3箇所とし、内 1箇所はカバーを施した。
- (2) 各補機器、タンクは集中配置し、周囲を金網で囲んだ以外特に考慮せず船内配管と同一条件とした。
- (3) 弁類は現行船級規則にもとづいた JIS 標準品を使用した。
- (4) 一般低圧溶接フランジを使用した。

5.2.8 ガス濃度測定器

- (a) ガス濃度計測は切替式可燃性ガスマータおよび持運式ガスマータを使用した。
- (b) ガス濃度指度

0~20%	安全範囲	60~100%	危険範囲
20~40%	注意範囲	100%	爆発下限界

5.3 試験項目および方法

5.3.1 主機械

ワフラおよびカタール原油を使用し、常温および 50°C 加熱時のガス漏洩を調査した。計測箇所は Fig. 3.1 に示す。

5.3.2 油清浄機

カタール原油および比較のため船内にてパンカ油にてガス漏洩を調査した。計測箇所は Fig. 5.2 に示す。

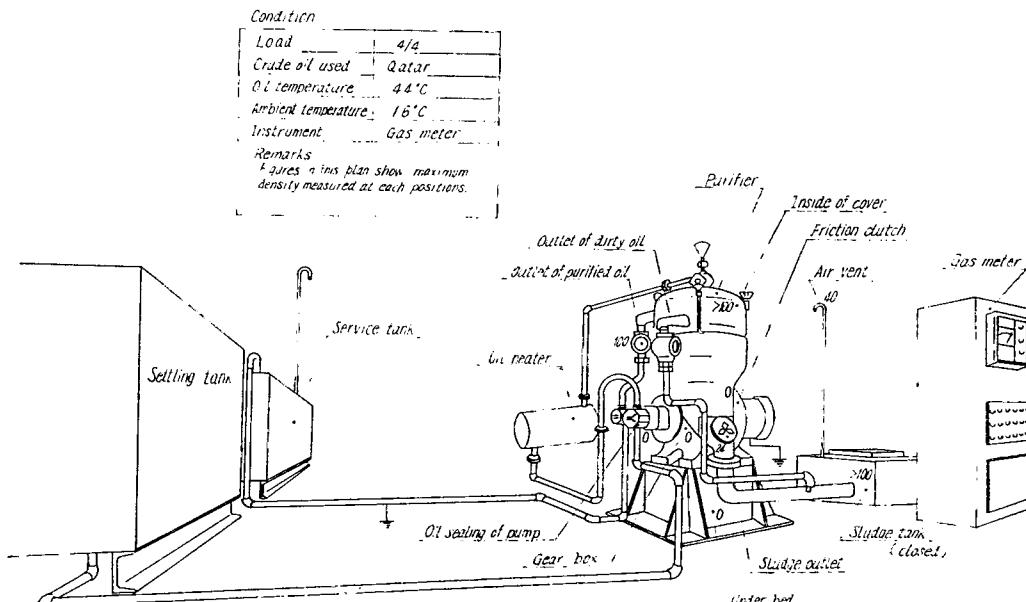


Fig. 5.2 Test Equipment for Gas Density Measuring(Purifier)

5.3.3 艦装系統

(a) 運転時ガス漏洩計測

カタール原油を使用し常温および50°C 加熱時のガス漏洩を調査した。計測箇所は Fig. 3.2 に示す。

(b) タンク給油時ガス漏洩計測

カタール原油にて計量タンクベント管口にて計測した。

(c) 解放時ガス濃度計測

カタール原油にて運転後、系統全体にディーゼル油を張込みディーゼル油にて1時間運転の後下記順序でガス濃度を計測した。

(1) 配管系統の計測

フランジ取外し直後

内部残油抜取後

空気にて管内通風後

管内通風後24時間後

(2) タンク内計測

原油抜取直後

管内通風後2時間後

5.4 試験結果

試験に使用した原油性状は Table 2.1 に示す。

主機および配管系統の最高ガス濃度の一例を Fig. 5.1 ガス濃度図に示す。

5.4.1 主機ガス漏洩試験 (Table 5.1)

5.4.2 油清浄機ガス漏洩試験 (Table 5.2)

なお最高濃度値の1例を Fig. 5.2 において各計測位置に記入しておいた。

5.4.3 艦装系統ガス漏洩試験

(a) 運転時ガス濃度

カバー付フランジ部に0~4%程度のガス漏洩がみられた他は特に漏洩は認められなかった。

(b) タク給油時ガス濃度 (Table 5.3)

(c) 解放時ガス濃度 (Table 5.4)

5.5 試験結果に対する考察

5.5.1 ガス漏洩に対する安全性

(a) 主機械

(1) 噴燃ポンプ・燃料弁ドレン受はワフラ原油ではほとんど漏洩は見られなかったが、カタール原油では時間の経過に従い常時爆発下限界を超す漏洩がありカバーを施して、ガス漏洩を防ぎ連続排気を行なう必要がある。

(2) その他汎器等若干漏洩が感じられたが、機関室内通風が十分なら特にカバーの必要はないと思われる。

Table 5.1 Engine-Side Gas Density

Crude Measuring Oil Used	Oil No.	Oil Temp. °C	Oil Pressure Load kg/cm²	Around Fuel Valve						At Fuel Pumps						Gas Density (%)						Date Measured		
				2 4 6			1 2 3			1 Ventilated			2			3 4			5 6					
				1/4	0	0	0	0	0	Stopped	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Oct.	19 '63		
Wafra	1	40	3	3/4	0	0	0	0	0	Stopped	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Oct.	16.30'	11.45'
	2	40	3	4/4	0	0	0	0	0	Stopped	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Oct.	19 '63	
Qatar	1	18	4	3/4	0	0	0	4.5	3.0	2.5	Ventilated	4.5	(10)	(90)	(10)	(94)(>100)(24)	(0)	0	0	0	0	Oct.	16.30'	12.30'
	2	18	4	4/4	(0)	(0)	(0)	(60)	(74)	(28)	Stopped	(10)	(90)	(10)	(94)(>100)(24)	(0)	0	0	0	0	0	Oct.	12.30'	
Qatar	3	18	4	4/4	0.5	0	0	20	49	30	Ventilated	8	(12)	(12)(>100)	(18)	(70)(>100)(50)	0	0	0	0	0	Oct.	12.50'	13.40'
	4	18	4	4/4	2	2	2	7	9	11	"	(12)	(12)(>100)	(18)	(70)(>100)(50)	0	0	0	0	0	Oct.	13.40'		
Qatar	5	18	4	1/2	0	0	6	12	12	14	"	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	Oct.	15.35'	15.35'
	6	30	3	4/4	(0)	(0)	(0)	(10)	(30)	(60)	(>100)	(42)	(2)	(2)	(16)(>12)	0	0	0	0	0	Oct.	11.10'		
Qatar	7	30	3	3/4	0	1	1	9	17	8	"	29	29	29	29	29	0	0	0	0	0	Oct.	11.20'	11.30'
	8	30	3	3/4	0	1	2	13	15	15	"	16	16	16	16	16	0	0	0	0	0	Oct.	13.40'	
Qatar	9	20	3.2	1/2	2	2.5	1.5	4.5	8	26	"	38	38	38	38	38	0	0	0	0	0	Oct.	14.00'	14.40'
	10	20	3.2	1/2	(0)	(0)	(0)	(6)	(20)	(8)	"	(60)	(60)(>100)	(60)	(60)(>100)(80)	(60)	0	0	0	0	0	Oct.	14.40'	

Remarks : 1. Measured values of gas density represent readings obtained by a multi-point gas meter.

2. Valves shown in brackets represent readings obtained by a portable gas meter.

3. The ambient(room)temperature at the time of measurement was 19°C

Table 5.2 Purifier Side Gas Density

Oil Used		Qatar				Heavy Fuel	
Measuring Condition		Not Covered (16°C)		Covered (19°C)		On Board	
Capacity Purified (l/h)		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Temperature (°C)		21	21	46	46	40	40
Time from Starting (min.)		10	30	10	30	10	30
Gas Density	Inside of Cover	100	100	100	100		
	Vent. Pipe on Cover	100	100	100	100		
	Outlet of Purified Oil	100	100	100	100	Around (20)	Around (40)
	Outlet of Impurity Oil	100	100	100	100		
	Outlet of Sludge	20	22	25	21		
	Gear Box	0	0	0	0	40	26
	Friction Clutch	0	0	0	0		
	Oil Seal of Pump	0	0	0	0		
	Under Bed	0	0	0	0	42	4
	Sludge Tank	100	100	100	100		
	Vent. Pipe of Sludge	16	20	40	35		
	Outside of Cover					19	4
						0	0

Table 5.3 Density of Gas Measured at the Time of Filling the Tank

Measurement Timing	Measured Value (%)		Temperature (°C)
	(1)	(2)	
While Filling	> 100	> 100	
Immediately after Filling Stopped	> 100	> 100	
1 min. after Filling Stopped	> 100	> 100	
2 min. after Filling Stopped	> 100	> 100	19
3 min. after Filling Stopped	80	> 100	
4 min. after Filling Stopped	10	80	
5 min. after Filling Stopped	2	60	
6 min. after Filling Stopped	2	4	
7 min. after Filling Stopped	0	0	

Table 5.4 Density of Gas Generated from Residual Oil

	Measurement Timing	Gas Density Range	Temperature
Flange	Immediately after Disconnection of Flange	Dangerous	19°
	After having Drained Residual Oil	Explosive	"
	1 hr. after having Blown off with Air for 1 min.	"	"
	" " " " 15 min.	Safe Warning	"
	24 hr. after having Ventilated	"	"
Tank	After having Drained Residual Oil (Measured at Lower Parts of Tank)	Warning-dangerous	19°
	2 hr. after having Ventilated	Safe	"

ランタン部・クランクケース内部等は全く漏洩は認められなかつたが、長時間運転ではないため皆無とは断定できず、常に計測監視を行ない危険時は対策を講ずる必要があろう。

(3) 解放時の残油によるガス濃度で分るように主機発停前後には、十分ディーゼル油にて運転し洗滌する必要があろう。

(4) 噴燃ポンププランジャブッシュの間隙によるガス漏洩の差はほとんどみられなかつたが、通風状態の悪い2番を除き1番と3番とを比較するとやはり間隙の多い方が、ガス漏洩も多い傾向を示した。

しかし間隙による影響よりも原油性状による影響の方が遙かに大きく、いずれにせよカバーを施し排気する必要がある。

(b) 清淨機

(1) カバー内・スラッジ出口・重液出口等は運転時爆発下限界を超しており、カバーは完全に全閉型とし接触部のメタルタッチは避け、スラッジ出口・重液出口等の開口端は完全にシールをする必要がある。

(2) カバー外周・ギヤーケース内・ポンプ側オイルシール部等は、ガス漏洩は認められなかつたが、長時間運転に際し計器に現われぬ微量の漏洩等不測の事故も考えられるのでギヤーケースのエヤーパージ清浄機周辺の通風は十分行なう必要があろう。

(3) スラッジタンクは危険であるから密閉型とし、スラッジは直ちに船外へ吐出するよう注意すべきであり、ベント管はデッキ上に導く必要がある。

(4) 清浄機の停止・分解時にはスラッジ排出後温水にて内部を洗滌し、後エヤーパージを行ない十分ガス濃度を稀薄にし安全を期さねばならない。

(c) 鋼装系統

(1) 配管系統としては従来どおりの配管でも特に危険と感じられるガス漏洩は認められず、通風さえ十分なら特別な安全設備は必要ないと思われるが、安全性上できる限りフランジ部は減らした方が好ましい。

(2) 機器類の漏洩はほとんど見られず原油使用可能であるが解放・分解時を考慮して別区画に集

めるか、局部的通風を行なうかの手段を講じる必要があろう。

ねじ式ポンプに採用されたオイルシール部よりの漏洩は、ほとんど変更することなく十分原油使用に適応性を有しているものと思われる。

(2) タンクのベント管よりは通常時はガス漏洩は、ほとんど見られなかつたが、原油・給油時には爆発下限界を超しており、ベント管は船外に導くと共に、給油管はタンク内の油ができるだけ攪散することのないように油面内に導く方が静電気帶電現象による事故上よりも安全であろう。

5.5.2 解放時のガス濃度の問題

試験結果よりわかつるとおり、原油取扱上特に注意を要するのは機器配管系統の解放・分解・修理時であろう。

原油運転後約1時間ディーゼル油にて運転して洗滌を行なつたが、未だ危険状態を示しており、十分注意を要することが分る。主機・配管系統は発停前後ディーゼル油運転は必要であるが、ガス濃度を稀薄にするにはさらに通風を行なうだけでよいか、有効な方法を今後研究する必要がある。

第6章 結 言

本研究により大型ディーゼル機関に対して、従来の構造をあまり改造することなく、原油を燃料として使用できる見透しがたったと考える。

これらの成果を船舶に実用化するには荷主の慣習、法規上の問題、技術上の問題等、特に安全性対策について今後なお十分検討、研究を進める必要があろう。

昭和40年8月25日 印刷

昭和40年8月30日 発行

日本造船研究協会報告 第52号

発行人 菅 四 郎

発行所 社団法人日本造船研究協会

東京都港区芝琴平町35

「船舶振興ビル」8階

電話 (502) 2371~80

内線(421~426)

印刷所 株式会社 青 光 社

東京都品川区五反田1の249

電話 (441) 0006, 4444, 2020