

社 団 法 人

日本造船研究協会報告

第 63 号

昭 和 43 年 2 月

ディーゼル機関潤滑油の化学洗滌方式の自動化の研究.....第78研究部会

Study on the Automatic of Control Chemical Purification
of Lubricating Oil for Diesel Engines

.....The 78th Research Committee

Report No. 63

The Shipbuilding Research Association of Japan

Tokyo, JAPAN

February 1968

第 78 研究部会委員名簿

部 会 長	西 島 伊 武		
幹 事	伊 藤 義 典	小 西 一 郎	
委 員	石 川 勝 男	江 島 陽 一 郎	岡 本 連
	笠 原 讓	勝 田 基 平	川 島 久 史
	木 村 勇 三 郎	佐 藤 義 一	瀬 尾 正 雄
	田 中 兵 衛	津 村 忠 彦	土 井 元 衛
	徳 屋 章 彦	富 田 幸 雄	仁 科 邦 一
	東 幸 雄	平 井 彰	福 井 三 郎
	古 屋 耕	堀 之 内 三 夫	増 山 毅
	宗 木 和 美	山 口 博	山 下 和 三
	横 井 元 昭	渡 部 興 一	

Membership of the 78th Research Committee

Chairman Isamu NISHIJIMA

Secretaries Yoshinori ITŌ

Ichirō KONISHI

Members Katsuo ISHIKAWA

Yōichirō EJIMA

Muraji OKAMOTO

Yuzuru KASAHARA

Motohei KATSUTA

Hisashi KAWASHIMA

Yūzaburō KIMURA

Yoshikazu SATŌ

Masao SEO

Hyōe TANAKA

Tadahiko TSUMURA

Motoe DOI

Akihiko TOKUYA

Yukio TOMITA

Kuniichi NISHINA

Yukio HIGASHI

Akira HIRAI

Saburō FUKUI

Kō FURUYA

Mitsuo HORINOUCHI

Tsuyoshi MASUYAMA

Kazuyoshi MUNEKI

Hiroshi YAMAGUCHI

Wazō YAMASHITA

Motoaki YOKOI

Kōichi WATABE

Study on Automatic Control of Chemical Purification of Lubricating Oil for Diesel Engines

Outline

As a very satisfactory result from the purification of system oils for diesel engines cannot be obtained by employing only the conventional methods such as settling, filtration and entrifugal separation, other ways by chemical treatment have been taken into use simultaneously and frequently.

However, by using chemical agents for such purifying works, it takes more time and labor. Moreover, as the alkaline chemicals are highly dangerous, they give the ship's crew a heavy burden in handling them.

For the improvement of the above-mentioned disadvantages, so as to facilitate the carrying out of such chemical purification in practical use, a study on automatic control of chemical purification method has been done. It includes basic research investigations, basic experiments, trial manufacturing of model purification apparatus, detecting devices and their trial experiments as follows:

- (1) First, the existing status of chemical purification methods was investigated and studied. Then, some typical ones were selected and applied by means of the heater-test on many kinds of system oil which were collected from actual vessels and were differently contaminated and deteriorated for the purpose of comparative experiments. By this test, the purification effect, advantage and disadvantage of different purification methods have been studied. The results showed that every chemical treatment method is excellent in purification effect compared with that of the conventional methods. Furthermore, they can improve the purification effect when applied together with the conventional methods. However, in the chemical purification method, the quantity of purifying chemicals in additions must be adjusted. Also, the purification effect could not always be the same depending on the extent of contamination and deterioration of system oil.

When the chemical treatment is applied, it is recommendable that the treatment should be carried out before the heavy contamination and deterioration of system oil and that the treatment temperature should be of about 80°C and the quantity of chemical additions should be of about 1%.

- (2) Based on the basic experimental data, a Batch type automatic control system oil purifier model apparatus with a tank capacity of 750 ℥ was manufactured. By carrying out the experimental purification, it was confirmed that the automatic control of chemical purification could be easily attained.

(3) For the automation of system oil purification by such a method as chemical treatment, it is desirable that the detection of the extent of system oil contamination and the measurement of purification effect could be carried out automatically, too. Therefore, from the detecting objects, the total acid value and water content of system oil were selected. After strenuous study on the automatic measuring method, for the former, a system-oil-deterioration detective device employing the system oil pH measuring method when a certain quantity of re-agent is mixed in it, and for the latter, a system oil water content detecting device employing the system oil electric insulation resistance measurement method, were manufactured for trial uses. By experiments applying these devices, a prospect of success in practical use of them could be obtained.

内 容 の あ ら ま し

ディーゼル機関のシステム潤滑油の浄化方法として、最近、従来から行なわれてきた静置沈殿、ろ過、遠心分離などの方法だけでは十分な清浄効果が得られないため、化学薬品を使用した化学的な処理を併用することが多くなつた。しかしその作業には非常な労力と時間を必要とし、また強アルカリ性薬品を使用するため取扱上の危険もあつて乗組員に多大の負担がかけられている。

この実用上の欠点を改善するため、ここではこの化学洗浄方式の自動化の研究を行なつた。内容は基礎調査、基礎試験、模型装置の試作と実験および検出装置の試作と実験からなつており、概要は次のとおりである。

(1) 化学処理方法の現状を調査検討し、数種の代表的な方法を選び、実船から採集した種々な汚染劣化度の潤滑油についてピーカーテストによる処理比較試験を行ない、それぞれの処理効果、得失を求めた。その結果、いずれの化学処理方法も、従来の浄化方法に比べて清浄効果はすぐれ、従来の方法との併用により清浄効果を著しく高めることができるが、潤滑油の汚染劣化の状態により洗浄剤添加量の増減が必要であり、作用効果は必ずしも一定ではない。

化学処理を行なうには、潤滑油の汚染劣化が著しく進行しない内に行なつた方が得策で、処理温度 80°C 程度、洗浄剤添加量 1% 程度で行なうのが良い。

(2) 基礎試験の結果をもとにして、処理容量 750 ℥ のバッチ式の自動潤滑油化学洗浄模型装置を試作し処理試験を行ない、化学処理の自動化は容易に可能であることを確かめた。

(3) 化学処理など浄化を自動化するについては、潤滑油の汚染劣化状態の検出あるいは処理効果の判定も自動的に行なうことが望ましいので、検出対象として潤滑油の全酸価と水分を選び、自動計測方法について検討し、前者については、一定量の試薬を投入混合した時の pH の測定による方法の潤滑油劣化度検出装置を、後者については、潤滑油の電気絶縁抵抗の測定による方法の潤滑油水分検出装置を試作し、実用に供しうる目安を得ることができた。

目 次

第 1 章 緒 言	1
第 2 章 基 礎 調 査	2
2.1 化学洗浄方式の調査.....	2
2.2 潤滑油の汚染劣化度の検出方法の調査.....	4
第 3 章 基 礎 試 験	7
第 4 章 自動潤滑油化学洗浄装置の模型装置の試作と実験	19
4.1 模型装置の試作.....	19
4.2 模型装置による実験.....	21
4.3 模型装置の検討.....	22
第 5 章 検出装置の試作と実験	23
5.1 検出対象の選定.....	23
5.2 潤滑油劣化度検出装置.....	24
5.3 潤滑油水分検出装置.....	29
第 6 章 自動化学洗浄方式の実船への応用	33
第 7 章 結 言	34

第 1 章 緒 言

ディーゼル機関のシステム潤滑油は循環使用であるため、機関の使用時間に従つて次第に汚染劣化してゆき、特にトランクピストン形の機関の場合には、シリンダ内の燃焼生成物の混入もあり汚染劣化の進行が著しい。

このため、機関の保守ならびに潤滑油の経済面から、システム潤滑油の浄化については古くから問題にされ、船内における浄化法として、静置沈殿、ろ過、遠心分離などの方法が種々考案工夫されてきた。

しかし、これらの浄化方法だけでは十分な清浄効果が得られないとして、最近は化学薬品を使用した浄化方法を併用する試みが多くなり、かなりの効果を上げている。

ところが、船内における化学洗浄の実状をみると、化学洗浄の実施により潤滑油の浄化の面ですぐれた効果をあげているが、化学洗浄を行なうために非常な労力と時間を必要とし、処理剤によつては強アルカリ性薬品であるため危険性もあつて、これを実施する船の機関部員には多大の負担がかけられている現状にある。

こうした実状から、船内における潤滑油の化学洗浄の自動化が要望されるにいたり、文献その他について最も安全、かつ簡便にして十分な性能を発揮しうる方法を基礎的に再検討し、この結果にもとづいて化学洗浄方式を設定して、洗浄操作の自動化を図り作業能率の向上のための資料を得るために研究を行なつた。

第2章 基 础 調 査

2.1 化学洗浄方式の調査

潤滑油の化学洗浄は、古くから石油の精製特に潤滑油の精製工程中の洗浄工程として硫酸およびソーダ洗浄法が行なわれ、潤滑油の汚染劣化した廃油の再生にも同様な方法が白土処理法として併用して行なわれてきた。船内における化学洗浄もこれらの手法から発展したものと思われる。

しかし、廃油の再生の実績では、これらの化学的処理によって再生された油は、他の方法によつて再生された油より良い性状が得られるが、化学的処理は操作が複雑で熟練した技術者の監督のもとで行なう必要があり、一般に処理損失が大きく、多量の油を処理しないと非経済的であるとされている。また各種の添加剤が除去されるなどの問題から、化学的な方法による廃油の再生はすべて陸上の再生専門業者によつて行なわれてきた。

このため、船内における潤滑油の浄化は、もつばら静置沈殿、ろ過、遠心分離などの操作容易な方法で行なわれ、浄化不十分のため汚染劣化が進むと新油と交換し、汚染劣化油は廃油再生業者に売却するかあるいは再生された油を補給油として使用する程度であつた。ところが、昭和27年ごろから低質燃料油の使用が盛んになるなど、使用燃料油の性状が劣質化する傾向に伴なつて、システム潤滑油の汚染劣化の進行が速やかになり、新油との交換のひんぱん化など潤滑油経済上から好ましくない傾向となつたので、一層効果的な船内浄化法が要望されるようになり、陸上においてすぐれた浄化効果が実証されていた化学洗浄法に着目し、アルカリ洗浄法が船内浄化に応用されるにいたつた。

わが国では、昭和30年ごろに住本式潤滑油清浄剤によつて試験的に船内清浄が実施されたのが最初で¹⁾、その後次第に船内化学洗浄を採用する船が増加し、昭和39年度に船主協会で調査した結果によれば、船舶における潤滑油の浄化方式は表2.1のとおりである。

主機システム油については、ほとんどが遠心分離機による側流清浄を行なつており、化学洗浄併用

表 2.1 システム油、ランタン油の管理および処理方式^{*1}

油種	管理または処理方式	各社実施率(%)
主機システム油	清浄機清浄+化学洗浄	63
	清浄機清浄	30
	セントリング清浄(劣化せる場合は陸揚再生)	7
発電機システム油	清浄機清浄+化学洗浄	40
	化学洗浄	46
	清浄機清浄(劣化限に達せるものは廃却)	7
	清浄機清浄+アルカリ性添加剤投入	7
ランタン油 ^{*2}	汚染度に応じて廃却または船内にて再生	33
	船内再生後使用	53
	陸揚再生	7
	清浄機清浄後使用	7

備考 *1 調査報告会社 15 社、調査対象船 289 隻

*2 ランタン油とはシリンダ内に注入されたシリンダ油の余剰分がシリンダ内の燃焼生成物、未燃焼物と混つて外部にかけだされたもの、あるいはそれとシステム油と混合して外部に漏れたものを慣習的に呼んでいるが、ここでは後者の場合を意味する。

の場合には、1航海（約3ヶ月）に1~2回全量静置した後、遠心分離機でさらに清浄し、潤滑油ドレンタンクの掃除および汚染劣化物が沈殿して存在するタンク底部油を化学洗浄するものと、タンク内の潤滑油全量について化学洗浄を行なうものが含まれている。発電機システム油については、化学洗浄を行なつて行なうものが80%以上になつていて、使用潤滑油がRegularあるいはPremium形の場合にはほとんど全部が化学洗浄を行なつて行なうといえる。使用機種および取扱者により多少異なるが、300~500時間ごとに化学洗浄を行なつて行なう。また発電機専用燃料油としてはA重油が使用されるのが普通であるが、未燃焼A重油のシステム油への混入により、システム油の粘度あるいは

表 2.2 潤滑油化学洗浄の実施状況

船名		A丸	B丸	A丸	B丸	B丸
算定期間	次航基準	1次~6次	1次~8次	9次~11次	10次~15次	16次~20次
航海日数	平均 day/航海	32.02	35.16	26.91	28.32	31.36
主機使用時間	平均 h/航海	768.4	843.75	633.38	679.57	752.60
処理油量	主機システム油	平均 l/航海	11,950	9,770	13,600	29,710
		平均 l/処理(A)	1,750	—	2,720	4,800
油	発電機システム油	平均 l/航海	2,470	主機システム油と一括	1,860	3,470
		平均 l/処理(B)	360	—	370	560
量	再生廃油その他	平均 l/航海	9,630	主機システム油と一括	3,100	1,970+420
		平均 l/処理(C)	1,410	—	620	320+70
合計		平均 l/航海	24,070	9,770	18,560	35,570
回収油量		平均 l/航海	22,900	9,570	17,880	34,520
損失量		平均 l/航海	1,170	200	680	1,050
損失率		平均 %	4.86	2.05	3.67	2.95
洗浄回数		平均 回/航海	5.86	1.65	5.0	5.2
洗浄周期		平均 day	5.46	21.6	5.38	5.45
毎回洗浄量		(A+B+C) l	3,520	6,000	3,700	5,750
S R剤使用量		平均 l/航海	47.47	44.26	36.48	226.3
S R剤投入割合		平均 %	0.197	0.45	0.197	0.66
洗浄所要時間	平均 h/航海	46.57	13.73	55.54	41.59	133.40
	平均 h/処理	6.81	8.48	11.13	6.70	10.42
清浄機使用時間	平均 h/航海	71.87	39.41	58.70	178.40	341.30
	平均 h/処理	10.58	24.29	11.74	28.78	26.66
清浄機通油量		平均 l/h	335	248	326	200
清浄機掃除回数	平均 回/航海	12	4.75	5.0	14	12.2
	平均 回/処理	1.76	2.92	1.0	2.26	0.95
洗浄処理油量		l/100 h	3,130	1,160	2,930	5,230
洗浄損失油量		l/100 h	152	23.7	107.3	154.6
S R剤使用量		l/100 h	6.17	5.25	5.76	33.31
						28.63

引火点の低下が著しい場合には陸揚再生を行なつており、使用潤滑油が清浄剤を含む Heavy Duty 形の場合には化学洗浄を行なつていない。ランタン油の性状は主機関の形式、整備状況の差によりまちまちであるため、処理方法もまちまちであるが、化学洗浄を行なつているものが多い。シリンダ油として高アルカリシリンダ油を使用している場合には、ランタン油中に混入したシリンダ漏えい油中に存在する添加剤の有効成分が持つ分散性のため化学洗浄が困難であるとする例もある。

さらに詳細な潤滑油の化学洗浄の状況の 1 例を示すと表 2.2 のとおりで、この表ならびに他船における実施状況からみて、化学洗浄の実施方法は船によりまちまちで、化学洗浄方法の考え方が統一されていないように思われる。しかし表 2.2 に示したように、化学洗浄の処理所要時間は毎回 7~11 h、清浄機の使用時間も加えると毎回 1~1.5 日ほどで、洗浄の周期を考えると、現在実施されているバッチ方式の人力操作による化学洗浄は、乗組員のかなり大きな負担となつていることがうかがわれる。

現在市販されている化学洗浄剤あるいは実際に使用されたことのある化学洗浄方法を調査して見ると表 2.3²⁾ に示すようにかなり多くの方法がある。

表 2.3 では、化学洗浄に用いる添加処理剤が 1 種類か 2 種類かによって、1 液法と 2 液法とに分類し、処理の方法を試験的方法として説明し、参考のために化学洗浄法以外の浄化方法も付け加え示した。

表 2.3 に示した化学洗浄方法は、ラビゾール法を除けばすべてアルカリ処理であつて、洗浄の原理は基本的には同一と考えられ、添加したアルカリによる塩析効果によって汚染劣化成分を凝集させてその沈殿あるいは遠心分離を容易にすることと、潤滑油中に生成混入した酸を中和することをねらつたものである。

1 液法の大部分は単にアルカリ剤を添加するのであるが、ライトクリン (LS-100) 法はアルカリ剤のほか界面活性剤などが配合され薬剤の拡散ならびに凝集作用の促進を図つたものと思われる。2 液法はいずれも化学洗浄剤として市販されているもので、第 1 液は界面活性剤を主体としたもので、第 2 液がアルカリ剤となつている。

従来から 1 液法は簡便法と考えられ、洗浄効果は 2 液法の方が完全とされており、2 液法の方が多く行なわれている。しかし外国では主として 1 液法が行なわれているようである³⁾⁴⁾。

2.2 潤滑油の汚染劣化度の検出方法の調査

ディーゼル機関は、ターピンやコンプレッサーに比べて潤滑油の汚染劣化が著しい。このことは、ディーゼル機関の場合には、潤滑油が高温にさらされて酸化重縮合して劣化するほかに、特に外部からの汚染すなわち燃焼室からの吹き抜けあるいはシリンダ潤滑油の流入によって燃焼生成物、燃料、じんあい、金属摩耗粉などが混入し、さらにこれら汚染物質により潤滑油自体の劣化が促進されるからである。

化学洗浄の対象としているディーゼル機関のシステム潤滑油の汚染劣化は、潤滑油の品質（特に酸化安定性）、機関構造（特にクロスヘッド形とトランクピストン形の差、2 サイクルと 4 サイクルの差、Wet Sump 方式と Dry Sump 方式の差、ピストン冷却方式の差）、燃料油の品質、潤滑油管理ならびに循環油量などの差異に大きく影響される。特に直接燃焼室からの影響を受けるトランクピストン形機関はシステム潤滑油の汚染劣化が著しいのは当然である。

潤滑油の汚染劣化の程度は、潤滑油の性状の変化によつてあらわれてくるので、使用潤滑油の分析によつて汚染劣化の状態を知ることができる。

表 2.3 船内再生法の諸例

分類	名 称	使 用 薬 剤	薬 剂 の 所 要 量	処 理 の 方 法 (試験的方法として説明)	処 理 効 果
一 液 洗 法	ケイ酸ソーダ法	1.0% のケイ酸ソーダ液 (水 1 l 中に 10 g)	1.0% のケイ酸ソーダ液 を処理油量の 10% 加え る。	試料 400 cc を 500 cc のビーカーに採り、75°C まで加温後、 1.0% のケイ酸ソーダ液 10% を添加し、その後、80°C の恒温槽に静置し、その上澄部を採取。	60 時間静置後再生吸率 42% 比較的性状良好な物、酸価、残炭分は キヨウ雜物、希釈度は改善されない。
	炭酸ソーダ法	1.0% の炭酸ソーダ液	酸価 1.0 mg KOH/g の 時、処理油 1 k/l に対し 100 l, 酸価 0.5 mg KOH/ g の時 50 l 使用。	試料をビーカーにとり、加熱かきまぜながら 1.0% 炭酸ソーダ 液 10% を徐々に注入し、加熱かきまぜながら 50~60°C になれば自溶塔気を 吹き込んで加温かきまぜを併用し、2 時間程度で油温 80°C に なれば加熱を止め静置の上、上澄部を採取。	再生吸率普通 60% 程度 キヨウ雜物、酸価分、酸価は 減少、色調、希釈度は改善さ れない。
	リン酸ソーダ法	Na ₃ PO ₄ 1 lb を 1 gal の 清水に溶かしたもの。	処理油の劣化度によつて 異なるが、処理油 1 k/l に約 2 gal を加える。	(遠心清浄を行なう際に、注水のかわりにリン酸ソーダ液を加 え) 处理する。	キヨウ雜物、残炭分、酸価は 徐徐に減少。 色調、希釈度は改善されない。
	苛性ソーダ法	10% NaOH 液	処理油 1 ton につき 3 l	(油温 85~90°C, 処理油に 10% NaOH 液を混合、遠心分離) 試料をビーカーにとり、加熱かきまぜ、油温 50~60°C になれ ば蒸氣を吹き込み、リゾール液を入れ、5 分間でかきまぜを 中止し、静置の上、上澄部を採取。	酸価は急速に低下、キヨウ雜物、 残炭分も減少。色調、希 釈度は改善されない。
	ラビゾール法	ニッサン・ラビゾール	薬剤は粘チヨウ物質で、 これを数倍の同一種滑油 に溶かす。処理油 1 k/l をラビゾールを約 2 kg 使用	試料 100 cc をビーカーにと り、加熱かきまぜ、油温 50~60°C に加温し、5~10 分間 80~ 90°C の温度で十分にかきまぜ、ライトクリン LS-100 の所要量を添 加し、ライトクリン LS-100 添 加量の 1~1.5 倍の清水を添加し、さ らに 5~10 分間 80~90°C の 温度で十分にかきまぜを静置し、 上澄部を採取。	再生吸率 70% 程度 キヨウ雜物、残炭分、酸価は 減少。希釈度は改善されない。
	ライトクリン法	ライトクリン LS-100	酸価 1.0 mg KOH/g の 時、ライトクリン LS-100 を処理油量の 2% 加 え。	試料 100 cc をビーカーにと り、加熱かきまぜながら 80~90°C に加温し、5~10 分間 80~ 90°C の温度で十分にかきま ぜ、ライトクリン LS-100 添 加量の 1~1.5 倍の清水を添加し、さ らに 5~10 分間 80~90°C の 温度で十分にかきまぜを静置し、 上澄部を採取。	再生吸率 80% 程度 キヨウ雜物、残炭分、酸価は 減少。希釈度、色調は改善さ れない。
二 液 洗 法	住本式法	SR. 1 SR. 2	處理油の劣化度により異 なるが、SR. 1, SR. 2 とも 0.5~2% を使用	試料をビーカーにとり加温、油温 60~70°C にて SR. 1, 1% を加え、 さらにならに蒸氣吹込みかきまぜ、80~90°C にて清水 2% を加え、 かきまぜ後静置、上澄部を採取	再生吸率普通 80% 程度、性 状良好な場合 95% キヨウ雜物、残炭分、酸価は 大巾で改善されない。
	ニッサン法	ニッサン再生剤 A 液, B 液	同 上	試料をビーカーにと り、A 液添加後加温かきま ぜ、70~80°C で 静置、上澄部を採取	同 上
	クリファイン法	クリファイン A 液, B 液	同 上	ほどんど上と同じ	同 上
	ライトクリン法	ライトクリン LA, LB 液	同 上	同 上	同 上
そ の 他	酸性白土法	酸性白土	処理油 1 k/l に 40~60 kg の白土を加える。	80~90°C にて静置し、上澄部を採取	キヨウ雜物、残炭分は減少
	セントル法	温水	処理油の 5% 程度		キヨウ雜物、残炭分、強酸面 は減少

表 2.4 分析項目とその変化およびその原因

分析項目	変化とその原因	
粘度	イ 潤滑油自体の酸化重縮合によるもの ロ 燃料油の混入によるもの ハ 諸漏えい油の再補給によるもの ニ シリンダ油の混入によるもの	粘度增加 通常粘度低下 通常粘度増加 通常粘度増加
全酸価 (強酸価)	イ 潤滑油自体の酸化重縮合によるもの ロ 燃焼生成物の混入によるもの	酸価増加 酸価増加
溶剤不溶解分、 残留炭素分、灰分	イ 燃焼残さ(渣)の混入によるもの ロ 摩擦部分の摩耗粉の混入 ハ シリンダ油の混入によるもの	増加 特に灰分の増加 増加
水分	イ シリンダジャケツ冷却水の漏えい ロ 潤滑油冷却器冷却水の漏えい ハ ピストン冷却水、燃料噴射弁冷却水などの漏えい ニ クランク室内凝縮水の混入 ホ 注水清浄の不完全分離	いづれも増加

一般にディーゼル機関のシステム潤滑油の汚染劣化状態の最も目安となる分析項目とその変化およびその原因をまとめると表 2.4 のとおりである。

したがつて、潤滑油の汚染劣化の程度の検出は、定期的あるいは必要のつど試料を採取し、陸上の試験室で粘度、全酸価、溶剤不溶解分、残留炭素分、灰分、あるいは水分などの分析を行ない判定するのが普通である。

船内での潤滑油の汚染劣化状態の検出方法として現在もつとも広く行なわれているのは簡易酸価測定器による全酸価の測定ならびにスポットテストによる汚染劣化状態の判定である。

簡易酸価測定法の測定精度は汚染劣化が軽微な時は良好であるが、汚染劣化が進み色が黒くなるとかなりの誤差を生ずるし、個人誤差もさけられない。

スポットテストにより汚染劣化の程度を定性的に知ることができるが、定量的にはむりで、分析値と関係づけることは困難である。したがつてこれらは化学洗浄方式の自動化に関連した検出方法としては適当な方法とはいえない。

また自動検出方法として利用可能と思われる方法として、各種の簡易粘度測定器、簡易比色計による色相変化の測定⁵⁾、誘電率あるいは静電容量の測定⁶⁾による水分の検出などがみられるが、いずれも多くの問題が残されている。

第3章 基 础 試 験

3.1 試験した化学洗浄方式

表2.3に示した種々な化学洗浄方式の特質、洗浄条件を明らかにするために、ピーカーテストにより比較試験を行なつた。表2.3に示した方式は、類似の方法も多いので、詳細については次の4種の方式を代表として選び、試験を実施した。

- i) 1液法 { リン酸ソーダ法
ライトクリン LS-100 法
- ii) 2液法 { 住本式 S.R. 法
ニツサン法

また、洗浄効果の比較のために次の方法も同時に行なつた。

- i) セツトル法
- ii) 温水洗浄法

3.2 試 験 方 法

予備試験の結果をもとにして、それぞれの方式について次のような試験条件をとつた。処理プログラムを図3.1に示す。

- (i) 試験温度 60, 70 および 80°C の3種
- (ii) 洗浄剤の添加量

試料により次のようにとつた。標準の添加量は表2.3に示したとおりである。

リン酸ソーダ法	1 および 2%
ライトクリン LS-100 法	{ A-1 試料 2 および 3% A-2, A-4, A-7 試料 2 および 4% A-3, A-5 試料 1 および 2%
住本式 S.R. 法	1 および 2%
ニツサン法	1 および 2%
温水洗浄法	温水 5%
(iii) そ の 他	
ライトクリン LS-100 法の水添加量	ライトクリン LS-100 添加量の 1.5 倍
住本式 S.R. 法の水添加量	SR 1, SR 2 添加量の和

試験用の試料は、性状の均一化を図るために、供試油の全量をタンクに入れ、十分攪拌し、タンク底部から 1l 入のピーカーに分配し、それぞれの試験に供するようにした。

いずれの方式についても、処理後は図3.1に示したように、70°Cの恒温槽中に24時間静置し、その上澄部 80% を採取し、それを処理後の油として性状分析するようにした。

処理効果の調査としては、試験前後の性状分析として、粘度、比重、引火点、残留炭素分、灰分、水分、沈殿価、全酸価、全アルカリ価を、スラッジの凝集についてはスポットテストと顕微鏡写真を処理前後および過程においてとるようにした。

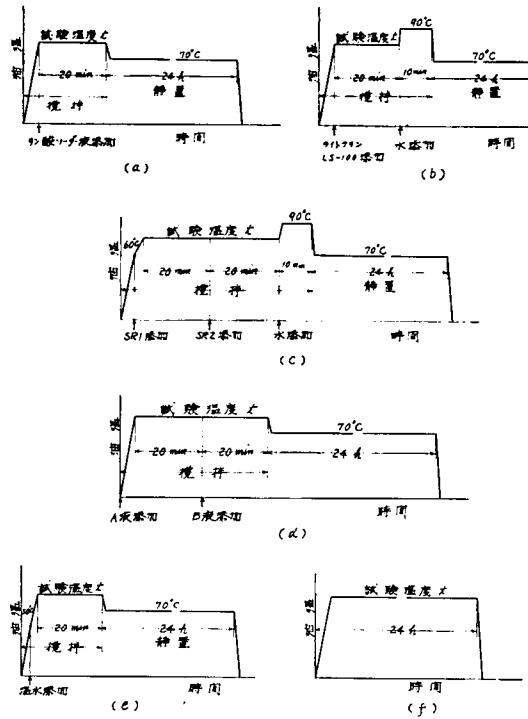


図 3.1 処理プログラム

3.3 供試潤滑油

この試験に使用した潤滑油は、実際に運転された機関から採取したもので、劣化、汚損の程度の異なる表 3.1 に示すような 6 種類である。他に数種のものがあり、予備試験として 2, 3 の方式について行なつたが、これらについては省略する。

いずれの試料も約 40 l を採取した。

なお表 3.1 中、A-4, A-5 試料は本船上で住本式 S.R. 法による化学洗浄を行なつており、A-7 試

表 3.1 供試潤滑油の性状

試料番号	使用機関	潤滑油銘柄	性状							備考
			比重 (15/4°C)	引火点 (°C)	粘度 (cst 50°C)	水分 (%)	残留炭素分 (%)	灰分 (%)	沈殿値 (mg KOH/g)	
A-1	2サイクル・ トランク ピストン形	ダフニイー ^{SM 30}	0.8902	174	59.39	0.03	0.74	0.45	0.03	0.752
A-2	2サイクル・ クロス ヘッド形	ESSO MAR 65	0.8822	201	63.91	0	0.17	0.01	0.02	0.038
A-3	2サイクル・ トランク ピストン形 4サイクル・ トランク形	Mobile DTE No. 3	0.9142	202	87.91	2.20	1.50	0.67	0.22	1.228
A-4	2サイクル・ トランク ピストン形	フジルブマ リン 30	0.8946	190	65.9	0.05	0.83	0.40	0.02	0.473
A-5	2サイクル・ クロス ヘッド形	フジルブマ リン 30	0.8936	220	66.4	0.05	0.97	0.62	0.10	0.357
A-7	2サイクル・ クロス ヘッド形	Mobile DTE No. 3	0.9055	213	77.7	0.05	0.74	0.43	0.08	1.41

料も主機ピストンロッドスターフィングボックス漏えい油、およびクランク室ドア漏えい油についてクリフアイン法による化学洗浄を行ないシステム油に混合している。A-2, A-4, A-5, A-7 試料油はシリンド油として高アルカリシリンド油が使用されている。

A-3 試料油は主・補機共通の潤滑油である。

3.4 試験結果

3.1, 2 に述べたような試験条件でピーカーテストを行ない、処理後 70°C で 24 時間静置後上澄部 80% を採取し、その性状分析を行なつた結果を表 3.2~3.7 に示す。また処理過程における顕微鏡観察の結果の数例を図 3.2~3.3、スポットテストの結果の数例を図 3.4~3.6 に示す。

性状分析結果と顕微鏡観察あるいはスポットテストの結果とでは、試料によりあるいは化学洗浄の方法により、必ずしも一致しない傾向を示すものもあるが、性状分析の場合は、すべて上澄部 80% を採取均一化して行なつたが、顕微鏡観察あるいは、スポットテストの処理後のものは比較的上層部の油によるもので、サンプリング位置の差異があるためである。

試験結果を全体的にみると、いづれの供試油についても、化学洗浄を行なつたものは温水洗浄やセツトル法によるものに比べて、全酸価が著しく低下し、残留炭素などに示される汚染物質もかなり減少し、化学処理の効果が明らかである。試験した 4 種の化学洗浄法を比較すると、洗浄効果は住本式 S.R. 法、ニッサン法あるいはライトクリン法などの市販洗浄剤によるものが、平均してすぐれており、アルカリ剤のほか、界面活性剤などの配合による当然の結果と考える。リン酸ソーダ法では図 3.4~3.6 の観察結果から明らかなように汚染劣化成分の凝集作用が劣るようで、特に汚染劣化の著しいものでは十分な洗浄効果が得られていない。市販されている化学洗浄剤によるものを比較すると、汚染劣化成分の凝集作用はほとんど差がないが、処理油の引火点の低下が顕著で、洗浄剤中の溶剤が残留しているものもあつた。表 3.7 に示した A-7 試料の場合は、他の供試油の場合に比べて洗浄効果が劣つているが、高アルカリシリンド油の混入による影響が考えられる。

化学洗浄を全面的に実施している A-4, A-5 試料は、供試油自身かなりのアルカリ剤の残留が認められるが、化学洗浄の実施によりさらにアルカリ成分の残留が助長される傾向がみられる。A-1, A-2 試料では、標準添加量よりも多量の洗浄剤が添加されてもアルカリ成分の残留はごく微量で、余剰分は水処理により容易に分離されている。洗浄剤に強アルカリ剤が使用されているものでは、処理後の余剰アルカリ成分は十分に除去した方がよい。

化学洗浄剤の添加量の影響をみると、供試油の汚染劣化度合にもよるが、今回実験した範囲内では、添加量の影響はそれほど大きくない。もちろん、全酸価の低下度合は添加量に比例しているが、残留炭素分の減少度合は顕著な比例関係がみられない。A-2, A-4 あるいは A-5 試料など供試油の全酸価が低いものでは、標準添加量より多量の洗浄剤が添加されているが、添加量が多いからといって洗浄効果は向上していない。このことは潤滑油の汚染劣化の程度により適当な最小限の添加量で処理を行なうのが最も効果的であることを示している。化学洗浄の場合の処理温度は、汚染劣化成分の多い A-3 試料では、セツトル法の場合の静置温度の影響ほど顕著な影響はないが、処理温度が高い方が洗浄効果は良いようであり、70°C 以上であれば、十分と思われる。

ピーカーテストでは図 3.1 に示したように化学洗浄の反応時間はすべて 20 min. としたが、図 3.4~3.6 に示したスポットテスト結果から明らかなように、反応時間 10 min. 以内で反応が急速に進み、

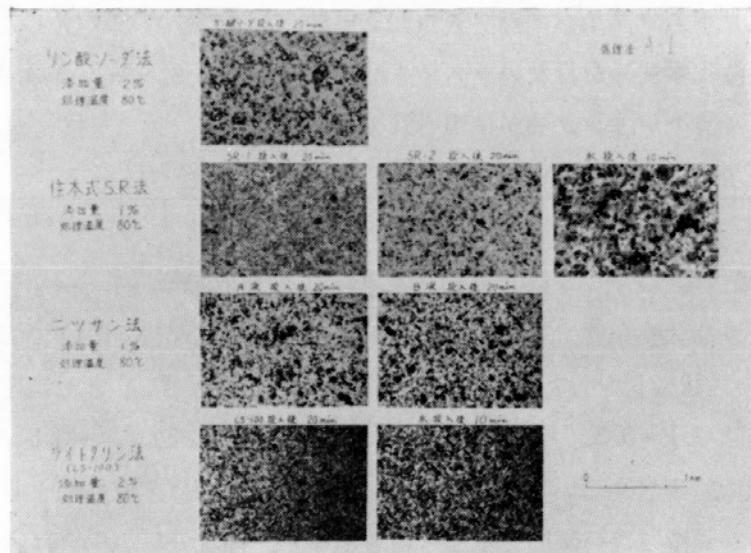


図 3.2 A-1 試料油
処理過程の
顕微鏡写真

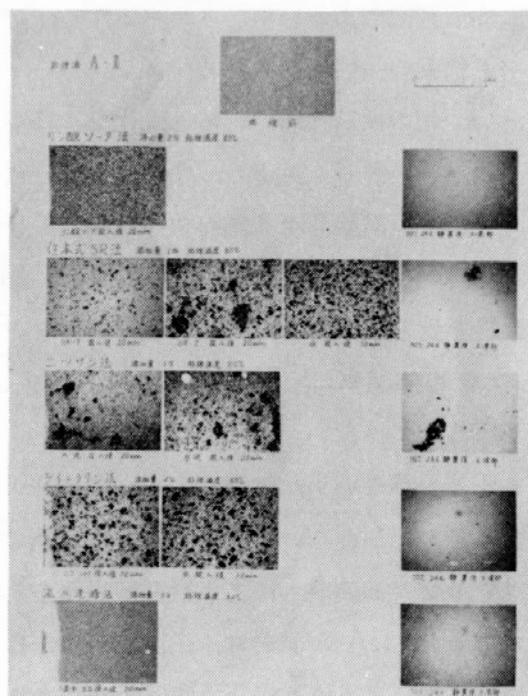


図 3.3 A-3 試料油
処理過程の
顕微鏡写真

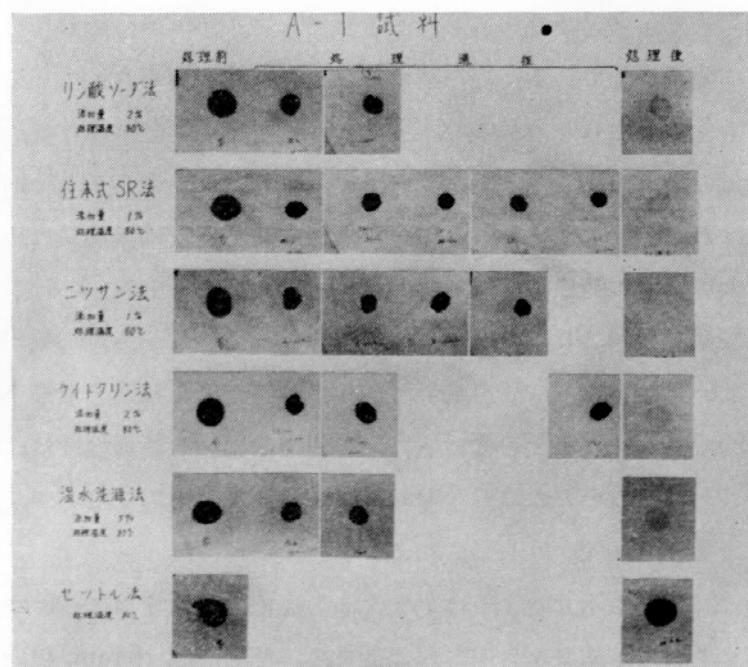


図 3.4 A-1 試料油
処理過程の
スポットテ
スト結果

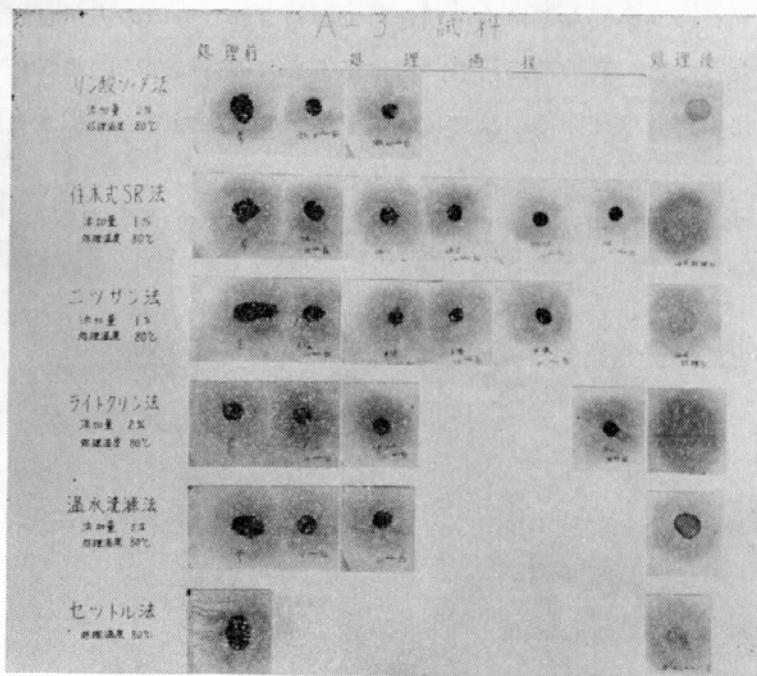


図 3.5 A-3 試料油處理過程のスポットテスト結果

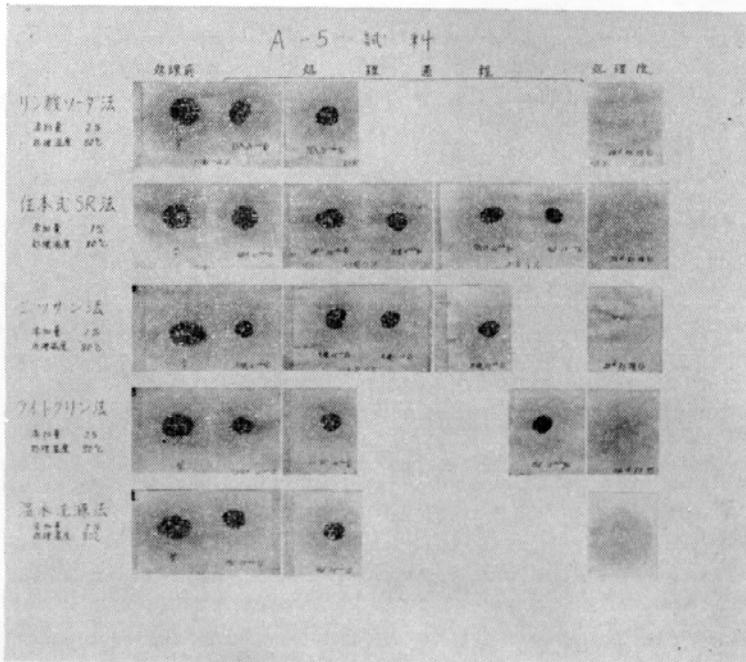


図 3.6 A-5 試料油處理過程のスポットテスト結果

10 min. 後, 20 min. の間ではほとんど変化がない。このことから反応時間は 10~20 min. とすれば十分である。

以上を要約すると次のとおりである。

- 1) 化学洗浄法は温水洗浄あるいはセツトル法に比べて遙かに優れた効果があるが、いずれの方法でも潤滑油の汚染、劣化の度合により洗浄剤の添加量を増減する必要がある。洗浄剤の添加量は必ずしも一義的には決め難いが、汚染、劣化が特に激しいものを除いて、表 2.3 に示したそれぞれの添加量の決め方でよい。実用的には残留炭素分、全酸価が指標になる。
- 2) 表 2.3 に示した化学洗浄法は 1 液法、2 液法とも洗浄効果があり、汚染、劣化が特に激しいものを除けばどの方法でも目的が達せられる。

しかし、スラッジの凝集性などは洗浄剤として調整されたものの方が良好である。

- 3) 化学洗浄を行なうには、潤滑油の汚染、劣化があまり進行しない内に行なつた方が洗浄効果が良い。汚染、劣化の程度は洗浄剤の添加量が1%位までで実施できる程度を限度とするのが得策と考える。
- 4) 実用的には化学洗浄後遠心分離機で注水清浄を行なう方が良い。

表 3.2 A-1 試料処理後の性状分析結果

処理方法	処理温度(°C)	添加量(%)	比重(15/4°C)	引火点(coc °C)	粘度(cst, 50°Cにて)	残留炭素分(wt, %)	灰分(wt, %)	水分(Vol, %)	沈殿価	全酸価(mg KOH/g)	全アルカリ価(mg KOH/g)
リン酸ソーダ法	60	1	0.8873	183.0	59.7	0.49	0.20	0.05	0.06	0.349	0.192
		2	0.8873	174.5	59.8	0.44	0.18	0.06	0.06	0.347	0.199
	70	1	0.8879	172.0	60.0	0.38	0.16	0.04	0.04	0.341	0.201
		2	0.8879	171.0	59.8	0.41	0.16	0.06	0.04	0.294	0.211
	80	1	0.8876	177.0	59.5	0.37	0.14	0.02	0.03	0.293	0.205
		2	0.8876	177.0	59.6	0.38	0.12	0.02	0.05	0.250	0.162
住式S.R法	60	1	0.8866	191.0	58.8	0.41	0.15	0	0.03	0.009	0.362
		2	0.8867	191.0	58.9	0.36	0.14	0.02	0.03	0.007	0.294
	70	1	0.8879	192.0	58.4	0.30	0.12	0.10	0.05	0.081	0.270
		2	0.8876	191.5	58.7	0.28	0.10	0.10	0.05	0.039	0.252
	80	1	0.8879	193.0	58.9	0.26	0.08	0.04	0.03	0.017	0.293
		2	0.8879	191.5	59.0	0.26	0.08	0.20	0.05	0.010	0.282
ニツサン法	60	1	0.8873	127.5	59.1	0.28	0.07	0.05	0.01	0.242	0.122
		2	0.8870	107.5	59.1	0.23	0.07	0.04	0.02	0.210	0.105
	70	1	0.8870	129.0	58.5	0.24	0.06	0.05	0.02	0.09	0.184
		2	0.8873	97.0	58.0	0.24	0.06	0.06	0.03	0.072	0.201
	80	1	0.8870	133.0	58.0	0.22	0.05	0.10	0.01	0.172	0.125
		2	0.8873	108.0	57.5	0.22	0.06	0.06	0.02	0.192	0.110
ライトクリン法	60	2	0.8880	189.0	59.5	0.27	0.07	0.04	0.03	0.302	0.193
		3	0.8880	192.0	59.0	0.30	0.10	0.04	0.04	0.248	0.154
	70	2	0.8876	197.0	59.2	0.28	0.07	0.02	0.04	0.246	0.162
		3	0.8876	199.0	59.3	0.31	0.09	0.05	0.03	0.186	0.193
	80	2	0.8880	195.0	60.0	0.30	0.10	0.04	0.03	0.071	0.292
		3	0.8873	196.0	59.1	0.30	0.09	0.02	0.04	0.058	0.300
温水洗浄法	60	5	0.8887	188.0	59.7	0.53	0.27	0.08	0.06	0.484	0.192
	70	5	0.8877	179.0	59.5	0.44	0.20	0.06	0.04	0.525	0.180
	80	5	0.8877	179.0	59.8	0.38	0.18	0.12	0.03	0.633	0.194
セツトル法	60	—	0.8896	189.0	60.3	0.61	0.28	0.02	0.08	0.913	0.269
	70	—	0.8903	187.0	60.0	0.52	0.25	0	0.06	1.246	0.232
	80	—	0.8902	187.0	60.3	0.56	0.25	0	0.12	0.945	0.269

表 3.3 A-2 試料処理後の性状分析結果

処理方法	処理温度(°C)	添加量(%)	比重(15/4°C)	引火点(coc °C)	粘度(cst, 50°C にて)	残留炭素分(wt, %)	灰分(wt, %)	水分(Vol, %)	沈殿価	全酸価(mg KOH/g)	全アルカリ価(mg KOH/g)
リゾン酸ソーダ法	60	1	0.8819	222.0	64.15	0.18	0.02	0.06	0.01	0.04	0.04
		2	0.8826	222.0	64.15	0.16	0	0.06	0.01	0.04	0.03
	70	1	0.8822	220.0	61.95	0.17	0	0.05	0.01	0.05	0.02
		2	0.8823	220.0	64.10	0.15	0	0.06	0	0.05	0.02
	80	1	0.8826	219.0	61.30	0.16	0	0.05	0.01	0.02	0.02
		2	0.8823	219.0	64.25	0.15	0	0.06	0.01	0.02	0.02
	60	1	0.8813	162.0	63.15	0.16	0	0.06	0.02	0.02	0.08
		2	0.8823	161.0	63.45	0.17	0.01	0.06	0.05	0.01	0.08
住本式S・R法	70	1	0.8823	174.0	63.30	0.17	0.01	0.04	0.02	0	0.10
		2	0.8816	164.0	63.95	0.17	0.02	0.06	0.02	0	0.10
	80	1	0.8823	176.0	63.65	0.15	0	0.05	0.02	0.03	0.08
		2	0.8816	152.0	63.35	0.14	0	0	0.02	0.02	0.08
	60	1	0.8829	91.0	62.55	0.13	0	0.04	0.02	0.03	0.07
		2	0.8829	59.0	61.85	0.14	0.01	0.02	0.02	0	0.08
	70	1	0.8829	83.50	63.25	0.14	0	0	0.02	0.03	0.08
		2	0.8820	60.50	62.0	0.15	0	0	0.02	0.02	0.08
	80	1	0.8829	81.5	62.6	0.12	0	0	0.02	0.07	0.06
		2	0.8820	54.5	61.95	0.16	0.02	0	0.03	0.02	0.08
ライトクリン法	60	2	0.8829	206.0	63.95	0.15	0.01	0.08	0.02	0	0.14
		4	0.8822	192.0	63.75	0.16	0	0.09	0.02	0	0.12
	70	2	0.8829	198.0	63.70	0.17	0.02	0	0.02	0	0.18
		4	0.8829	191.0	63.55	0.15	0.01	0.09	0.02	0	0.10
	80	2	0.8826	196.0	63.70	0.17	0.01	0.06	0.02	0	0.15
		4	0.8826	183.0	63.75	0.15	0.01	0.04	0.02	0	0.15
	60	5	0.8822	215.0	64.35	0.17	0.01	0	0.03	0.09	0
	70	5	0.8822	217.0	64.70	0.18	0.01	0	0.03	0.08	0
セツトル法	80	5	0.8822	213.0	64.15	0.17	0.02	0	0.02	0.10	0
	60	—	0.8825	212.0	64.45	0.17	0.02	0	0.03	0.07	0
	70	—	0.8823	216.0	64.40	0.17	0.02	0	0.03	0.08	0
	80	—	0.8819	217.0	64.40	0.18	0.02	0	0.02	0.08	0

表 3.4 A-3 試料処理後の性状分析結果

処理方法	処理温度(°C)	添加量(%)	比重(15/4°C)	引火点(coc °C)	粘度(cst, 50°Cにて)	残留炭素分(wt, %)	灰分(wt, %)	水分(Vol, %)	沈殿価	全酸価(mg KOH/g)	全アルカリ価(mg KOH/g)
リン酸ソーダ法	60	1	0.9050	215.0	73.70	0.70	0.28	0.02	0.05	0.65	0.05
		2	0.9049	208.0	75.10	0.74	0.28	0.03	0.04	0.46	0.07
	70	1	0.9056	210.0	75.35	0.81	0.31	0.02	0.10	0.51	0.09
		2	0.9049	204.0	78.25	0.74	0.22	0.04	0.05	0.42	0.27
	80	1	0.9050	212.0	73.50	0.80	0.28	0.02	0.05	0.63	0.05
		2	0.9046	202.0	73.80	0.72	0.24	0.03	0.03	0.58	0.05
住本式S・R法	60	1	0.9063	202.0	73.90	0.47	0.13	0.02	0.05	0.04	1.42
		2	0.9052	205.0	72.75	0.42	0.10	0.08	0.04	0.01	1.79
	70	1	0.9063	201.0	74.35	0.51	0.14	0.07	0.05	0.24	1.40
		2	0.9059	200.0	73.30	0.46	0.10	0.02	0.04	0.04	1.70
	80	1	0.9063	201.0	73.60	0.40	0.08	0.02	0.03	0.04	1.36
		2	0.9059	199.0	72.70	0.30	0.07	0.04	0.03	0	1.80
ニツサン法	60	1	0.9052	199.0	74.45	0.61	0.15	0.30	0.12	0.62	0.03
		2	0.9040	76.5	72.90	0.41	0.07	0.02	0.08	0.24	0.28
	70	1	0.9075	194.0	75.95	0.65	0.14	0.10	0.10	0.65	0.01
		2	0.9040	83.0	72.70	0.44	0.06	0.02	0.04	0.08	0.66
	80	1	0.9031	122.0	73.35	0.46	0.10	0.02	0.05	0.15	0.22
		2	0.9046	74.0	72.75	0.50	0.10	0.03	0.05	0.05	0.60
ライトクリン法	60	1	0.9042	206.0	73.50	0.43	0.09	0.06	0.05	0.37	0.13
		2	0.9046	186.0	73.50	0.44	0.05	0.05	0.05	0.25	0.34
	70	1	0.9042	216.0	74.15	0.46	0.10	0.05	0.06	0.42	0.05
		2	0.9046	189.0	73.70	0.52	0.12	0.06	0.08	0.20	0.35
	80	1	0.9043	205.0	73.60	0.54	0.13	0.03	0.03	0.40	0.06
		2	0.9056	201.0	74.35	0.43	0.08	0.03	0.03	0.27	0.44
温水洗浄法	60	5	0.9096	200.0	81.95	1.09	0.39	1.04	0.25	1.22	0
	70	5	0.9103	207.0	83.60	1.06	0.37	1.00	0.24	1.20	0
	80	5	0.9076	208.0	78.40	0.87	0.27	0.80	0.20	0.97	0
セツトル法	60	—	0.9124	215.0	88.85	1.51	0.52	0.90	0.12	1.47	0
	70	—	0.9064	212.0	75.30	0.80	0.23	0.56	0.04	1.00	0
	80	—	0.9056	211.0	74.30	0.41	0.06	0.01	0.04	0.67	0

表 3.5 A-4 試料処理後の性状分析結果

処理方法	処理温度 (°C)	添加量 (%)	比重	引火点 (coc °C)	粘度 (cst, 50°C にて)	残留 炭素分 (wt, %)	灰分 (wt, %)	水分 (Vol, %)	沈殿価 (mg KOH/g)	全酸価 (mg KOH/g)	全アルカリ価 (mg KOH/g)
リン酸ソーダ法	60	1	0.8936	204.0	67.10	0.65	0.28	0.04	0.02	0.19	1.57
		2	0.8949	201.0	66.15	0.63	0.27	0.10	0.01	0.13	1.35
	70	1	0.8942	199.0	67.0	0.65	0.29	0.06	0.01	0.15	0.90
		2	0.8942	202.0	66.70	0.66	0.25	0.04	0.01	0.16	1.52
	80	1	0.8939	203.0	66.45	0.63	0.29	0.06	0.02	0.20	2.02
		2	0.8939	203.0	66.80	0.63	0.26	0.08	0.01	0.21	1.75
	60	1	0.8930	160.0	65.55	0.53	0.29	0.02	0.01	0	2.12
		2	0.8913	142.0	64.75	0.49	0.14	0.05	0.01	0	2.22
住本式S・R法	70	1	0.8930	155.0	65.40	0.46	0.20	0.06	0.01	0	2.15
		2	0.8913	167.0	65.15	0.47	0.15	0.04	0.01	0	2.24
	80	1	0.8930	155.0	65.25	0.46	0.22	0.04	0.01	0	2.15
		2	0.8914	166.0	64.50	0.44	0.18	0.01	0.01	0	2.12
	60	1	0.8930	90.0	65.25	0.56	0.28	0	0.01	0	2.59
		2	0.8937	64.0	64.20	0.49	0.13	0.15	0.01	0	1.76
	70	1	0.8944	86.0	65.25	0.52	0.18	0.06	0.01	0	2.75
		2	0.8927	61.0	65.45	0.38	0.13	0.08	0.01	0	1.88
ニッサン法	80	1	0.8927	90.0	65.55	0.46	0.15	0.08	0.01	0	2.70
		2	0.8930	57.5	65.36	0.49	0.12	0.10	0.01	0	2.21
	60	2	0.8950	170.0	66.40	0.44	0.23	0.04	0.02	0	2.99
		4	0.8943	157.0	66.0	0.43	0.18	0.08	0.01	0	2.66
	70	2	0.8953	156.0	66.30	0.49	0.22	0.06	0.02	0	2.77
		4	0.8953	173.0	66.15	0.34	0.14	0.08	0.01	0	2.88
	80	2	0.8950	167.0	66.30	0.44	0.22	0.06	0.01	0	2.42
		4	0.8953	164.5	66.20	0.37	0.18	0.10	0.01	0	2.23
温水洗浄法	60	5	0.8940	197.0	67.15	0.72	0.35	0.06	0.04	0.28	1.99
	70	5	0.8936	196.0	67.15	0.53	0.29	0.08	0.04	0.25	1.77
	80	5	0.8946	198.0	66.85	0.63	0.29	0.10	0.01	0.25	2.08
セツトルル法	60	—	0.8946	194.0	67.90	0.75	0.44	0	0.03	0.30	2.28
	70	—	0.8946	196.5	67.80	0.75	0.45	0.01	0.03	0.33	1.98
	80	—	0.8956	197.0	67.65	0.73	0.37	0	0.03	0.21	2.09

表 3.6 A-5 試料処理後の性状分析結果

処理方法	処理温度(°C)	添加量(%)	比重(15/4°C)	引火点(coc °C)	粘度(cst, 50°Cにて)	残留炭素分(wt, %)	灰分(wt, %)	水分(Vol, %)	沈殿値	全酸価(mg KOH/g)	全アルカリ価(mg KOH/g)
リン酸ソーダ法	60	1	0.8944	212.0	65.90	0.73	0.36	0	0.02	0.27	1.83
		2	0.8944	216.0	65.75	0.59	0.36	0.03	0.03	0.20	1.18
	70	1	0.8944	216.0	65.55	0.60	0.28	0.04	0.02	0.25	1.01
		2	0.8944	219.0	65.30	0.59	0.31	0.03	0.03	0.17	0.85
	80	1	0.8947	215.0	65.20	0.60	0.34	0.03	0.02	0.16	1.48
		2	0.8950	216.0	65.70	0.58	0.37	0.02	0.02	0.18	1.08
	60	1	0.8924	158.0	64.20	0.47	0.30	0.03	0.02	0	2.16
		2	0.8930	181.0	64.30	0.52	0.25	0.02	0.04	0	2.52
	70	1	0.8927	196.0	64.95	0.59	0.18	0.06	0.03	0	2.28
		2	0.8930	204.0	64.00	0.50	0.24	0.02	0.04	0	2.17
	80	1	0.8927	166.5	64.10	0.60	0.22	0.02	0.02	0	2.24
		2	0.8927	149.5	64.05	0.35	0.19	0	0.03	0	1.82
住本式S・R法	60	1	0.8947	89.5	64.50	0.54	0.31	0.08	0.02	0	2.73
		2	0.8937	63.0	63.85	0.52	0.25	0.01	0.02	0	2.67
	70	1	0.8940	74.0	64.40	0.51	0.30	0.08	0.02	0	2.39
		2	0.8927	50.0	63.65	0.50	0.22	0.08	0.03	0	2.21
	80	1	0.8937	70.0	64.15	0.58	0.30	0.06	0.03	0	2.78
		2	0.8933	58.0	63.65	0.54	0.24	0.04	0.03	0	2.39
	60	1	0.8942	185.0	65.45	0.51	0.24	0.04	0.03	0.01	2.47
		2	0.8936	205.0	65.45	0.48	0.24	0.07	0.02	0	2.42
	70	1	0.8936	167.0	65.10	0.49	0.24	0.08	0.02	0	2.49
		2	0.8946	161.0	65.25	0.46	0.27	0.02	0.02	0	2.70
	80	1	0.8939	179.0	65.15	0.50	0.25	0.02	0.03	0	2.52
		2	0.8946	175.5	65.05	0.49	0.21	0.08	0.02	0	2.52
温水洗浄法	60	5	0.8943	218.0	65.70	0.71	0.39	0.04	0.03	0.26	1.29
	70	5	0.8946	215.0	65.90	0.69	0.36	0.05	0.02	0.20	1.01
	80	5	0.8946	216.0	65.60	0.57	0.30	0.02	0.02	0.17	1.08
セツトル法	60	—	0.8949	216.0	66.95	0.87	0.46	0.02	0.02	0.31	1.51
	70	—	0.8952	216.0	66.75	0.88	0.47	0.01	0.02	0.27	1.29
	80	—	0.8936	214.0	67.10	0.86	0.48	0	0.02	0.21	1.22

表 3.7 A-7 試料処理後の性状分析結果

処理方法	処理温度(°C)	添加量(%)	比重(15/4°C)	引火点(coc °C)	粘度(cst, 50°C にて)	残留炭素分(wt, %)	灰分(wt, %)	水分(Vol, %)	沈殿価	全酸価(mg KOH/g)	全アルカリ価(mg KOH/g)
リン酸ソーダ法	60	1	0.9052	208.0	76.65	0.54	0.15	0.12	0.03	0.95	0.11
		2	0.9055	212.0	76.80	0.53	0.14	0.12	0.03	0.86	0.19
	70	1	0.9052	206.5	76.60	0.48	0.16	0.08	0.03	0.77	0.09
		2	0.9055	211.0	76.45	0.46	0.13	0.09	0.03	0.74	0.17
	80	1	0.9052	211.0	76.65	0.45	0.14	0.12	0.03	0.90	0.08
		2	0.9055	212.0	76.45	0.42	0.13	0.10	0.03	0.79	0.18
	住本式S・R法	1	0.9031	198.0	70.70	0.36	0.11	0.06	0.02	0	0.75
		2	0.9030	185.5	70.40	0.33	0.11	0.04	0.02	0	0.70
		1	0.9031	194.0	71.35	0.33	0.10	0.02	0.02	0	0.66
		2	0.9021	175.0	70.20	0.28	0.09	0.05	0.02	0	0.64
		1	0.9027	197.0	70.75	0.32	0.06	0.02	0.02	0	0.72
		2	0.9024	201.0	70.20	0.26	0.02	0.01	0.02	0	0.63
		1	0.9058	158.5	74.45	0.58	0.20	0.25	0.03	0	2.13
		2	0.9055	50.0	74.55	0.64	0.24	0.30	0.03	0	3.03
ニッサン法	70	1	0.9055	145.0	74.15	0.54	0.21	0.28	0.03	0	2.23
		2	0.9074	50.0	75.00	0.60	0.26	0.31	0.03	0	3.01
	80	1	0.9048	151.5	73.30	0.54	0.24	0.30	0.03	0	1.89
		2	0.9074	60.0	74.80	0.53	0.28	0.44	0.03	0	3.05
	ライトクリン法	2	0.9017	198.0	73.10	0.35	0.08	0.12	0.02	0.27	0.72
		4	0.9041	194.0	72.40	0.35	0.11	0.14	0.02	0	0.96
		2	0.9047	191.0	73.95	0.34	0.10	0.08	0.02	0.22	0.69
		4	0.9040	195.0	71.95	0.41	0.11	0.15	0.02	0	0.85
温水洗浄法	80	2	0.9051	194.0	73.85	0.32	0.09	0.14	0.02	0.20	0.68
		4	0.9040	190.0	72.35	0.32	0.08	0.12	0.02	0	0.98
	60	5	0.9060	217.0	77.75	0.36	0.08	0.06	0.04	1.45	0
	70	5	0.9060	206.0	78.15	0.36	0.07	0.06	0.03	1.32	0
セントル法	80	5	0.9060	217.0	77.80	0.34	0.06	0.05	0.03	1.10	0
	60	—	0.9054	217.0	77.75	0.61	0.18	0.06	0.08	1.41	0
	70	—	0.9060	206.0	78.15	0.56	0.14	0.06	0.03	1.41	0
	80	—	0.9053	217.0	77.80	0.52	0.08	0.05	0.03	1.41	0

第4章 自動潤滑油化学洗浄装置の模型装置の試作と実験

4.1 模型装置の試作

試作した模型装置は次の構成よりなつている。

(1) 化学処理装置

(2) 遠心清浄機

(3) 自動洗浄制御盤

模型装置は1液法、2液法のどちらの化学洗浄を行なうよう計画した。化学処理装置はタンク式として、主タンク（処理槽）の容量を最大750ℓとし、処理油の加熱は蒸気、攪拌は圧縮空気にすることにした。図4.1に装置の系統図を、図4.2に装置の概要を示す。

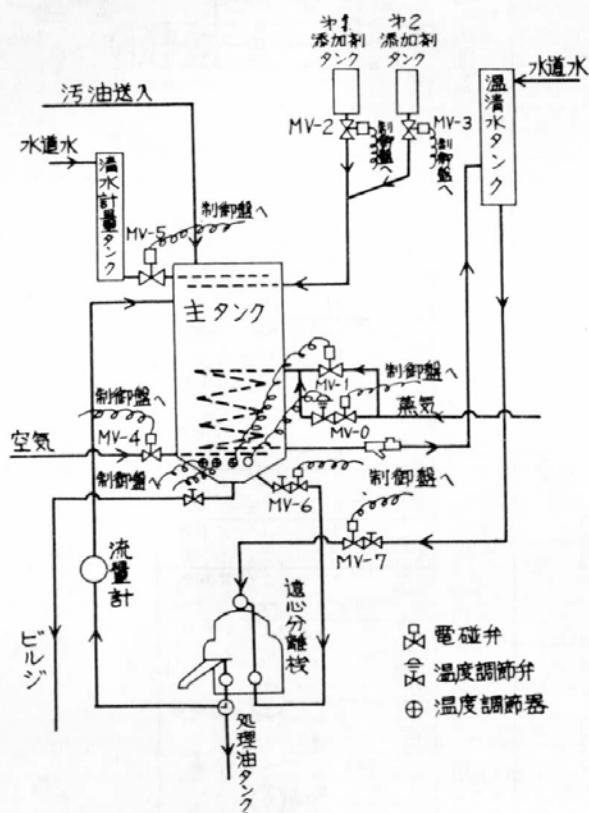


図4.1 模型自動化学洗浄装置系統図

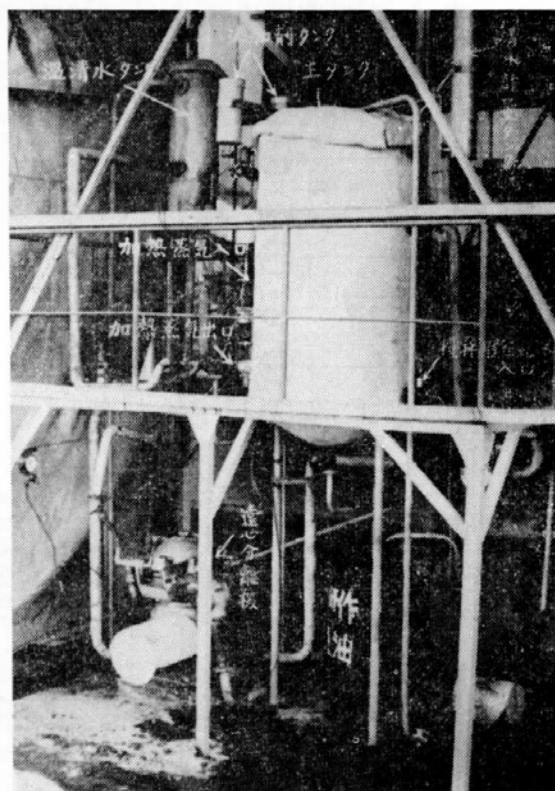
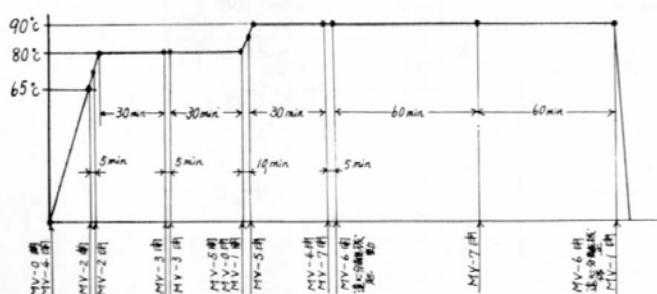
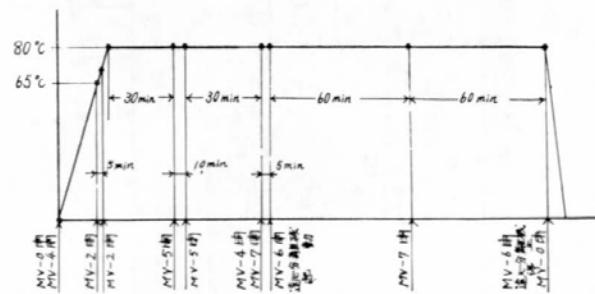


図4.2 装置の概要



ただし温度、時間は±100%に変化可能

(a) 標準プログラム1 (2液法用)



ただし温度、時間は±100%に変化可能

(b) 標準プログラム2 (1液法用)

図4.3 化学洗浄処理標準プログラム

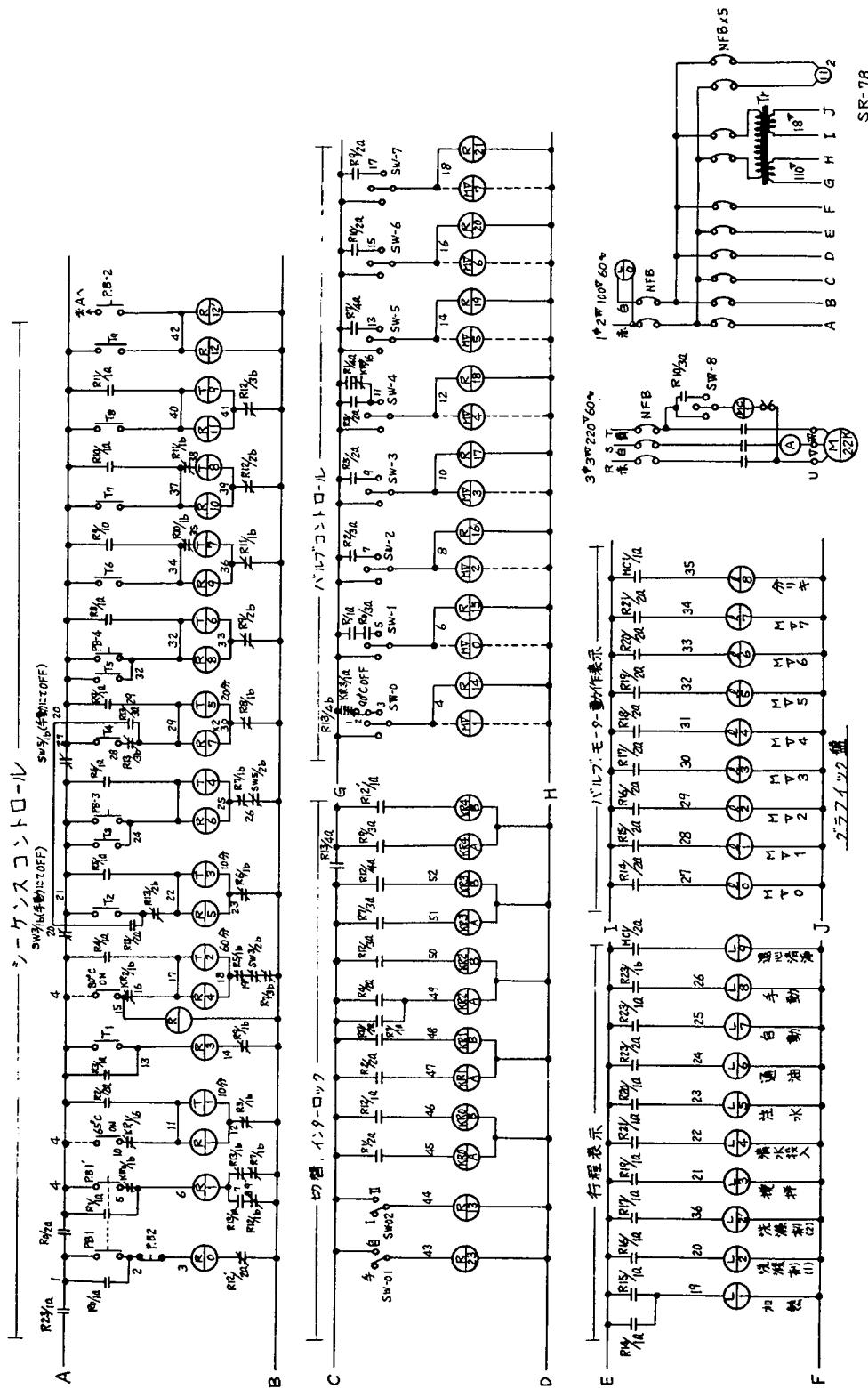


図 4.5 自動化学洗浄装置化洗淨制御盤製作経緯

遠心清浄機は日立造船技研所有の De Laval 式 B15240 型（最高通油量 1500 ℥ / h）を流用した。

自動洗浄制御盤は、図 4.3 に示す洗浄処理 プログラムに従つて操作できるように電磁弁その他の開閉を電気タイマーによつて制御する方式で、制御盤の前面には時間設定および切換スイッチを配列した操作盤と操作状態を表示、監視するためのランプ表示のグラフタスク盤を設けた。

処理油の加熱温度の調節は、蒸気温度調整弁と水銀自動温度調節器により、設定温度に対し ±2°C の範囲で、時間は設定時間に対して 0.01% の範囲で制御できる。

図 4.4 に自動洗浄制御盤の概観、図 4.5 に展開結線図を示す。

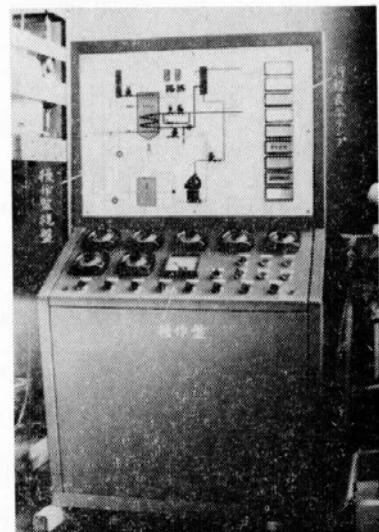


図 4.4 自動洗浄制御盤の概観

4.2 模型装置による実験

試作した模型装置により、1液法についてはライトクリン法、2液法については住本式 S.R. 法による自動化学洗浄試験を行なつた。

試験に使用した供試潤滑油は実船に使用中の潤滑油で、その性状は表 4.1 のとおりである。

表 4.1 模型装置による自動化学洗浄試験結果

処理法	測定時間	性状						
		比重 (15/4°C)	引火点 (°C)	粘度 (cst, 50°C にて)	水分 (%)	残留炭素分 (%)	沈殿値	全酸価 (mgKOH/g)
ライトクリン LS-100 法	試験前	0.8956	210	66.5	0.05	0.95	0.10	0.675
	試験後	0.8927	196	64.1	0.02	0.52	0.03	0
住本式 S.R. 法	試験前	0.8944	196	65.8	0.05	0.81	0.07	0.45
	試験後	0.8914	166	65.2	0.02	0.46	0.02	0

供試油の性状により、あらかじめ設定した処理条件は次のとおりである。

1) ライトクリン法の場合

処理油量 400 ℥

洗浄剤 (LS-100) 添加量 6 ℥ (処理油全酸価 0.675 mgKOH/g, 処理油量の 1.5%)

清水添加量 9 ℥

処理温度 70°C

遠心分離機通油量 500 ℥ / h (最大通油量の約 1/3)

遠心分離時の注水量 通油量の 5%

遠心分離機通油温度 80°C

遠心分離時間 注水分離 60 min

無注水分離 60 min

2) 住本式 S.R. 法の場合

処理油量 400 ℥

洗浄剤添加量 SR-1, SR-2 とも 2ℓ (処理油全酸価 0.45 mgKOH/g, 処理油量の 0.5%)

清水添加量 4ℓ

処理温度 . 80°C (清水添加後 85°C)

遠心分離条件はライトクリン法の場合と同様

実験の結果は、まず処理時間においては、処理開始の処理温度 14°C, 加熱蒸気圧力 2 kg/cm² の条件で、処理油温度 65°C (化学洗浄剤添加始め温度) に達するのに 18 分、設定処理温度 80°C になるのが開始後 32 分であつたので、遠心分離が完了するまでの総所要時間は図 4.3 の標準プログラムどおりで、ライトクリン法では 3 時間 47 分、住本式 S. R 法では 4 時間 22 分であつた。自動操作は処理中設定どおり支障なく作動した。

洗浄効果は表 4.1 に示した性状分析結果に明らかなように、ほぼ満足すべき結果が得られた。

4.3 模型装置の検討

試作した自動化学洗浄模型装置は、設定条件どおりに作動し、満足すべき洗浄効果をうることができた。模型装置は試験用として製作したので、たとえば時間設定用の電気タイマーを 9 個使用しているが、これは設定時間を個々にかなり大幅に変更できるようにしたためで、実際には基礎試験で得られたように洗浄剤の反応時間は、かくはんにさえ留意すれば処理油の性状、洗浄剤の添加量の多少に関係なく、15 分以上で十分であるので、電気タイマー 1 個で設定処理プログラムに従つたカムを取付けたカム軸を駆動するようにすれば十分であるなど、簡素化できる点が多くあるが、細部についてはここでは省略する。

処理タンク内での処理油のかくはんは、試作模型装置では圧縮空気を使用したが、かくはん効果を考えれば機械的のかくはんの方が適当と思われる。

試作した装置はバッチ方式のものであるが、連続方式の装置とするためには、処理タンクを連続式の反応タンクとすればよく、反応タンク内での処理油の滞留時間を 15 分以上になるように設計し、洗浄剤の添加は定量ポンプを使用すればよい。

第5章 検出装置の試作と実験

5.1 検出対象の選定

2.2に述べたように、潤滑油の汚染劣化の度合は、潤滑油の性状の変化としてあらわれるので、使用潤滑油の性状分析によつて汚染劣化の程度の概略を知ることができる。このため潤滑油の汚染劣化程度の検出は、定期的あるいは必要のつと試料を採取して、陸上の試験室で2.2に示したような項目について、分析を行なうことによつているのが大部分である。一部では化学洗浄を行なう場合、化学洗浄剤の添加量を全酸価によつて決めるのが普通であるので、指示薬滴定法に準じた簡易酸価測定法によつて全酸価の測定を行なつてゐるが、乗組員が自分の手で行なう上に、結果の判定に問題があるなど、化学洗浄の自動化に関連した検出方法としては適当とはいえない現状である。

しかし、化学洗浄を自動化する場合には、洗浄条件の設定ならびに洗浄効果の確認もある程度自動的に行なうようにする必要があるので、本研究の一部として船内装備に適した潤滑油の汚染劣化度の検出装置の開発を行なうこととした。

ディーゼル機関のシステム潤滑油汚染劣化の原因と、それによる潤滑油性状の変化は表2.4に示したとおりであるが、粘度の変化はその原因により必ずしも一定でなく、増加する場合も低下する場合もあり、粘度の測定結果だけでは、汚染劣化の度合を判定することは困難と思われる。全酸価あるいは、溶剤不溶分、残留炭素分、灰分などの測定は、それ自身汚染劣化成分の測定であり、最も直接的で適当な測定である。化学洗浄法の基礎試験結果でも、化学洗浄処理油の性状改善は全酸価あるいは残留炭素分の変化に最も顕著にあらわれている。

そこで、全酸価と残留炭素分の関係を調べてみると、多くの使用潤滑油の全酸価と残留炭素分の分析結果によれば、両者は図5.1に示すように、ほぼ比例関係にあることがわかつた。

この結果からすれば、潤滑油の汚染劣化度の検出は、全酸価あるいは残留炭素に相当するものを検出すれば大体の目安が得られることになる。そこで、両者の測定方法について検討した結果、全酸価

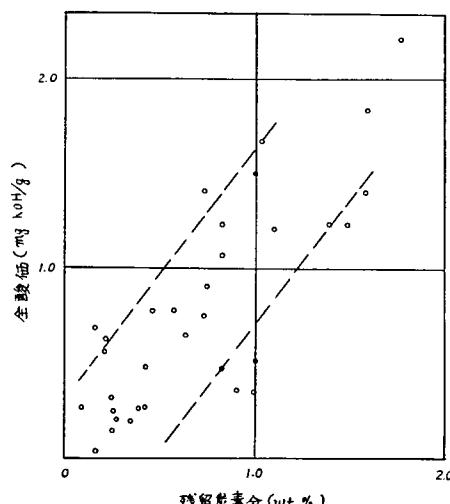


図 5.1 使用潤滑油の全酸価と残留炭素分の関係

の測定の方が自動化しやすいこととともに、全酸価が洗浄剤の添加量の決定の指標になつて現状から、洗浄油の汚染劣化度の検出対象として全酸価をとることにした。

同時に、化学洗浄を実施する場合には、化学洗浄処理工程中に水処理があり、その分離が不可欠のことであるとともに、注水遠心清浄の併用も必要であるので、これらの水分の分離状態のは握はおろそかにできない。またディーゼル機関においては、表 2.4 に示したように水分の混入機会がかなり多く、水分の混入による潤滑油の潤滑性能あるいは機関各部の発しゆう腐蝕など機関に及ぼす影響は無視できないので、水分の検出装置も考慮することにした。

5.2 潤滑油劣化度検出装置

5.2.1 測 定 方 法

基礎調査の結果、潤滑油の劣化、汚染の程度を示す指標として、全酸価を採るのが適当と考えられたので、全酸価の自動検出方法について検討した。

全酸価の測定方法は、JIS K2502 石油製品中和価試験方法に決められているが、この方法をそのまま自動化するのは、装置の複雑化、費用などの点で問題があるので、その簡便法について検討した。

その結果、一定量の潤滑油に一定量の試薬 (1/100N または 1/10N アルコール性 KOH 液) を滴下混合した時の試料の pH 値が、潤滑油の全酸価に大体比例すること、また、検出全酸価を決めておけば、その値の上下の検出が容易にできることから、潤滑油の pH 測定により全酸価の目安値を得、劣化、汚染度を検出する方法を採用した。

図 5.2 は、種々な劣化、汚染度の潤滑油について、JIS K2502 に準じて 1/10N アルコール性 KOH 液により滴定して得た滴定曲線の数例で、今試薬量を 1 cc とすれば、混合後の pH の値を示すはずで、全酸価の値と対象して大体の目安がえられることが予想できる。

実用的には、あらかじめ潤滑油の許容限界全酸価を決め、それに対応する試薬の混合量を求め、その量を混合すれば、化学洗浄の必要時期あるいは洗浄効果の検出を容易に行なうことができる。

5.2.2 試作装置の概要

試作した装置は次のような構成、構造よりなつていて、試作装置の概観を図 5.3 に示す。

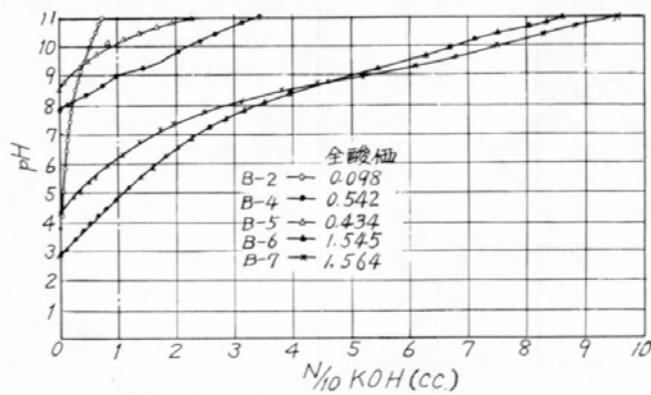


図 5.2 滴定曲線の 1 例

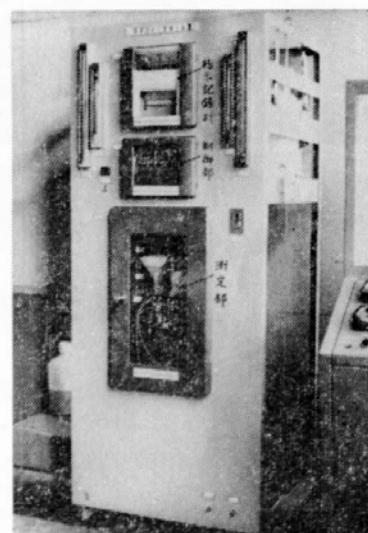


図 5.3 潤滑油劣化度検出装置の概観

(i) 試料測定部

溶剤計量注入器	100 cc ガラス製	自動注入機構付
試薬計量注入器	1~10 cc ガラス製 (注入器取替による)	
試料採取器	30 cc ガラス製	

反応槽 150 cc オーバーフロー形, ガラス製

かくはん器 電動プロペラ式

pH 測定電極 日立堀場製 2530-25A, 1026-25A, 4011-25A

(ii) pH 指示記録計

pH 指示記録計 (日立堀場製) pH 目盛 0~14 紛報設定付

(iii) 制御装置部

自己停止, 複帰形, 手動操作切替付, 自動操作による操作時間 60 min

装置の大きさは鋼製架台 800×800×1900 mm となつてゐる。

装置の試料測定部のフローシートは図 5.4 のごとくで, 溶剤, 試薬, 洗剤, 水などを装置付の貯槽にチャージ後, 次の手順で測定が行なわれる。

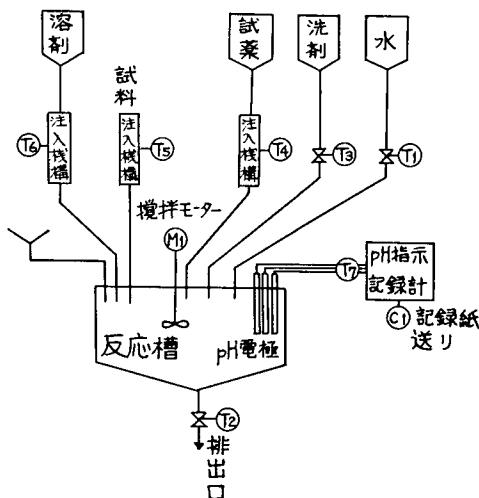


図 5.4 試料測定部フローシート

(i) 測定準備 (手動)

- イ. 反応槽中の水の排出
- ロ. 溶剤による反応槽の洗浄, 2回各3分かくはん
- ハ. 標準液注入 110 cc かくはん 10 分

(ii) 測 定 (自動)

- イ. pH 指示記録, 記録紙送り 10 分間 (指示調整は手動にて行なう)
- ロ. 標準液排出
- ハ. 溶剤による反応槽の洗浄, 100 cc 2回各3分間かくはん
- ニ. 測定用溶剤 100 cc 注入, pH 指示記録
- ホ. 試料 30 cc 注入, かくはん 15 分

- ヘ. 試薬投入 (1/10N アルコール性 KOH 液 1cc), かくはん 15 分
- ト. 書報作動 (赤ランプおよびブザー), 設定値に対する良否判定
- チ. 試料排出, 指示記録停止
- リ. 溶剤による反応槽の洗浄, 100 cc 1回 3分
- ヌ. 洗剤による反応槽の洗浄, オーバーフロー 3分
- ル. 水洗, オーバーフロー 3分, 反応槽に水漬停止

自動操作のタイムプログラムは図 5.5 のとおりで、1周期 60 分であるので手動の測定準備時間も加えて測定総所要時間は 70 分程度である。

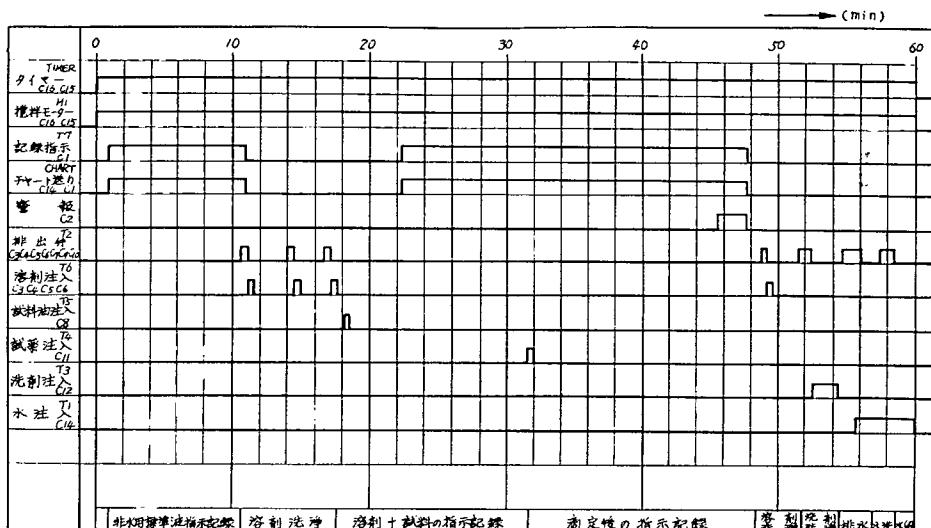


図 5.5 潤滑油劣化度検出装置タイムプログラム

装置の測定制御部の展開結線図を図 5.6 に示す。時間制御は 1 時間に 1 回転のカム軸に、図 5.5 に示したプログラムに従つてカム配列する方法によつている。

試作した装置では、全酸価の設定値を 0.1~0.2 mg KOH/g 程度としたので、JIS K2502 に規定された次式により、W=30 g とすると、滴定量 A は大体 0.6~1 cc となる。

$$Ar = \frac{(A-B) \times N \times 56.1}{W}$$

ただし Ar: 全酸価 (mg KOH/g)

A : 非水アルカリ性緩衝液に対するメタ読みから得られる終点までの滴定に要したアルコール性 KOH 液の量 (cc)

B : 空試験における A に相当する量 (cc)

N : アルコール性 KOH 液の規定度

W : 試料の採取量 (g)

試薬計量注入器は 1 cc としたが、全酸価の設定値が大幅に変わるのは、アルコール性 KOH 液の規定度を変えるか、注入器を変えるかすればよく、広範囲な測定が可能である。

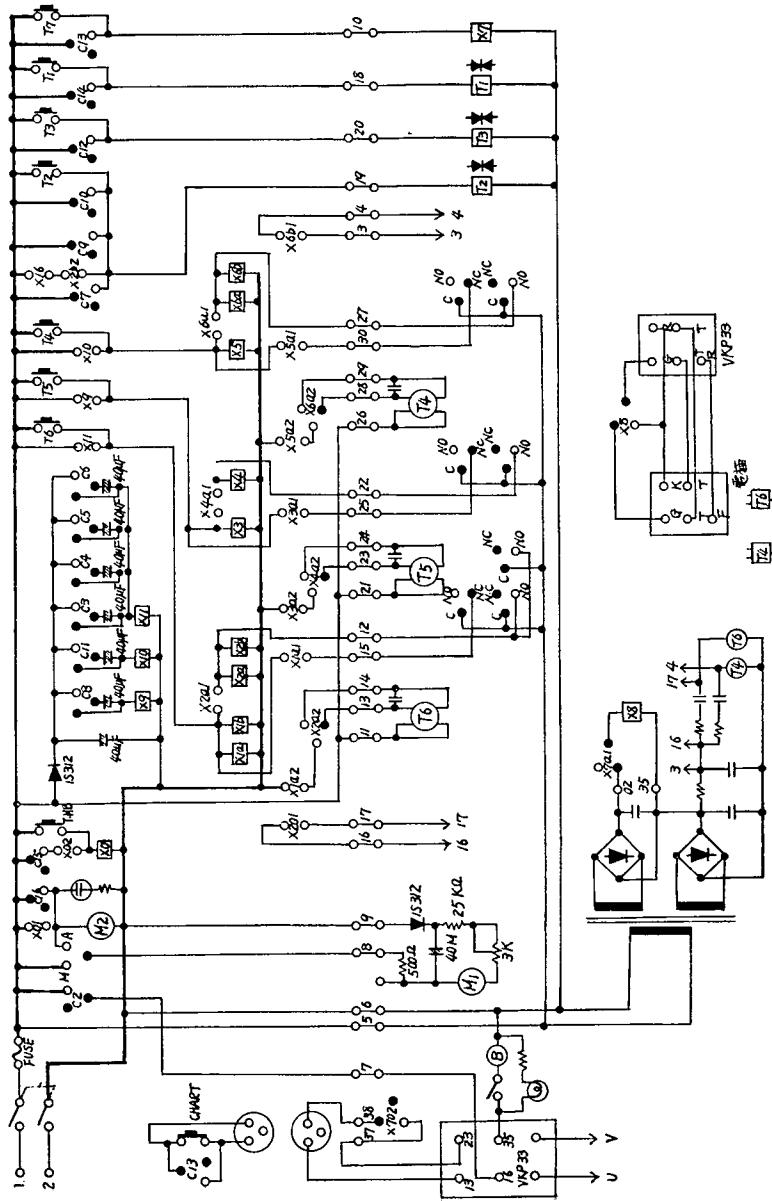


図 5.6 潤滑油劣化度検出装置開接線図

5.2.3 試験結果

数種の劣化、汚染潤滑油の測定結果を図 5.7 に示す。装置は計画通り作動し、設定値に対する警報動作も良好で、十分な精度で再現性が認められた。

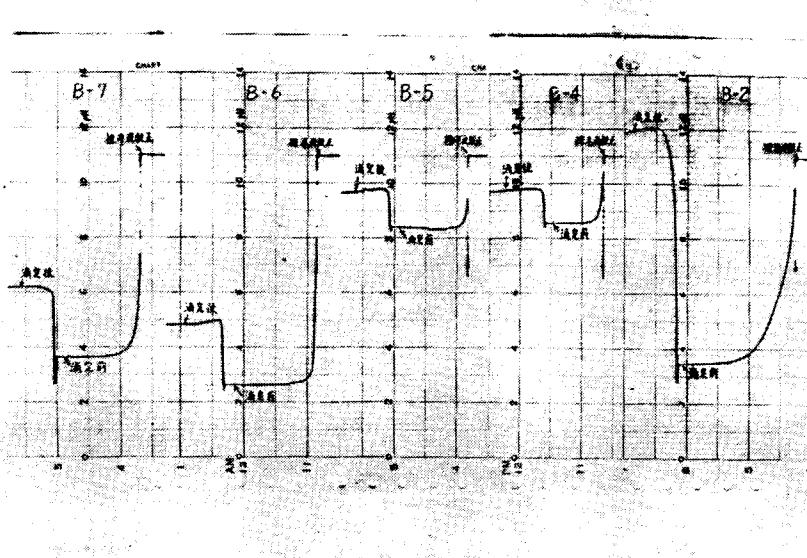


図 5.7 測定記録

図 5.7 に示した測定結果と JIS K2502 に準じて滴定して得た滴定曲線から求められる pH 値と比較すると表 5.1 のとおりである。参考のために各試料の全酸価が示されている。滴定曲線から求めた試料の pH 値、と自動劣化度検出装置により記録された pH 値とは大体一致しており、試薬と試料との反応速度を考慮すれば十分満足できる測定精度と考える。

また 1/10N アルコール性 KOH 液 1cc (全酸価 0.165 mg KOH/g に対応) 混合時の pH 値と全酸価の関係は図 5.8 のごとくで、比較的低い全酸価に対しては、かなり良い直線的関係が予想できる。

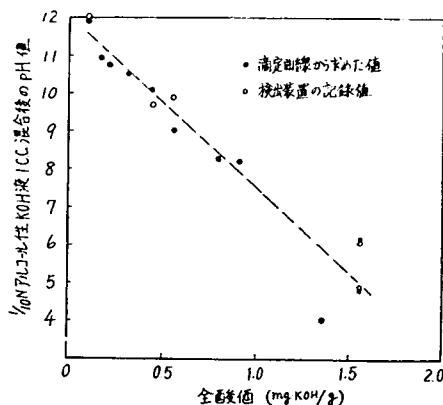


図 5.8 1/10N アルコール性 KOH 液 1cc
混合後の pH 値と全酸価の関係

表 5.1 潤滑油劣化度検出装置による測定結果と滴定曲線
より求めた値の比較

測定試料 油記号	pH 値				試料油の 全酸価 (mg KOH/g)
	滴定前の値		1/10Nアルコール性KOH液 1cc注入後の値		
	滴定曲線から 得た値	検出装置の記 録値	滴定曲線から 得た値	検出装置の記 録値	
B-2	3.75	3.45	11.9	12.0	0.098
B-4	7.85	8.55	9.05	9.8	0.547
B-5	8.6	8.4	10.2	9.7	0.434
B-6	2.85	2.6	4.85	4.85	1.545
B-7	4.25	3.65	6.4	6.2	1.564

5.3 潤滑油水分検出装置

5.3.1 電気絶縁抵抗による方法

潤滑油は普通非常に高い電気絶縁性を有しているが、微量の水分の混入により大幅に絶縁性が低下する。この原理により潤滑油中の水分を検出しようとするものであるが、測定方法ならびに測定値の意義に種々問題が予想されるので、基礎的な試験に重点を置き、測定装置は特に新たに製作することを避け、既存の計器を一部改造して組立てることにした。使用した絶縁計は東亜電波工業製SM-5形超絶縁計で、測定電圧および測定範囲は

- 1,000V, D.C 1 ~ 2,000,000MΩ (5段切換)
- 500V, D.C 0.5~1,000,000MΩ (")
- 250V, D.C 0.25~500,000MΩ (")
- 100V, D.C 0.1~200,000MΩ (")

である。この絶縁計はメータ直読式であるので、図 5.9 に示すように直空管 V_2 のカソードから出ているメータ回路の直列抵抗 R24 から取出せば記録計に接続できる。メータは 1mA であり、使用した記録計がフルスケール 10 mV の電位差であるので、3 KΩ の抵抗に直列に 10 Ω の可変抵抗を加え、その両端を記録計につなぐようにした。測定電極は、JIS C2320 絶縁油に示された絶縁油の誘電特性試験用電極を参考にして、図 5.10 に示すような電極を試作し使用した。図 5.11 は連続測定用の電極であるが、基礎試験では対電極の底が抜けた構造とし、供試油中に浸せきして測定するようにした。

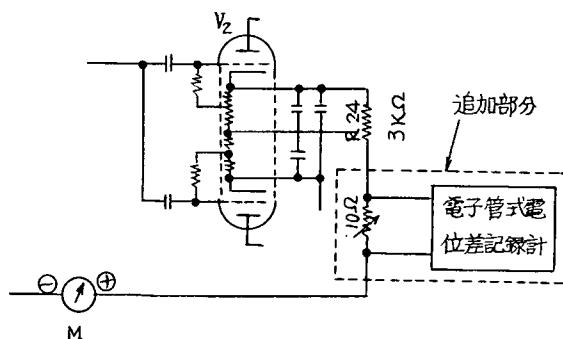


図 5.9 記録計の接続方法

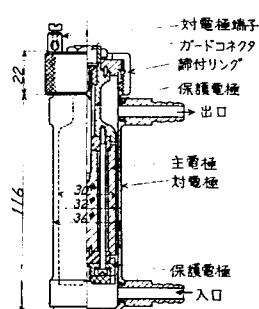


図 5.10 水分検出電極の構造

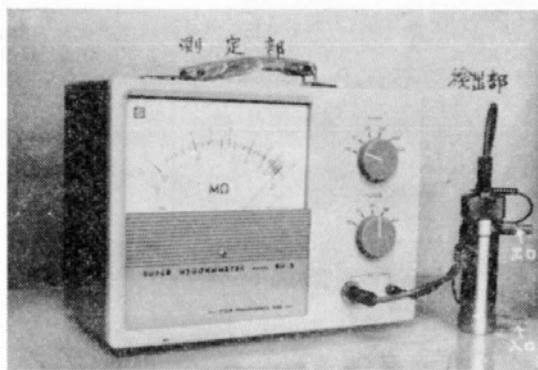


図 5.11 電気絶縁抵抗式水分検出装置

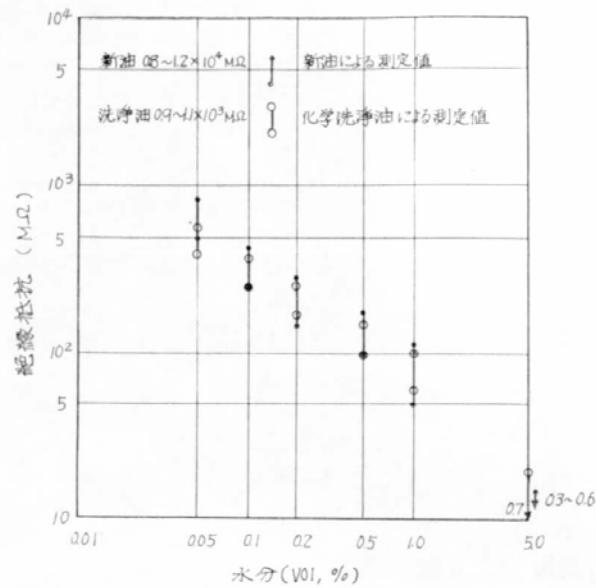


図 5.12 浸せき法による測定結果

供試油として、新油と、使用潤滑油を住本式 S. R. 法で化学洗浄し水分を JIS 測定法で 0 にした旧油を用い、これをかくはんしながら計算量の水分を徐々に添加し、全量添加後さらに 10 分間かくはんした後に測定した。

まず測定電極を供試油中に浸せきする方法で測定を行なつたが、その結果を図 5.12 に示す。水分 0 の場合には絶縁抵抗値はかなり安定した値を示すが、水分含有率が増すに従つて次第に不安定となり、瞬間的な絶縁抵抗の低下を生ずるようになる。水分含有率が 5% 程度になると、絶縁抵抗値は急激に低下し、両対数グラフ上での直線性を失う傾向がみられる。しかしこのことはもつと低い抵抗値の測定を行ないうるようすれば、数%範囲ではかえつて比例関係を持つかもしれないが、普通システム潤滑油中の水分の許容値は 1% 以下となるものが多いので、ここでは試験の対象としなかつた。

図 5.11 に示したような電極間を被測定油が流れる方式により、連続的測定を行なつた記録結果は

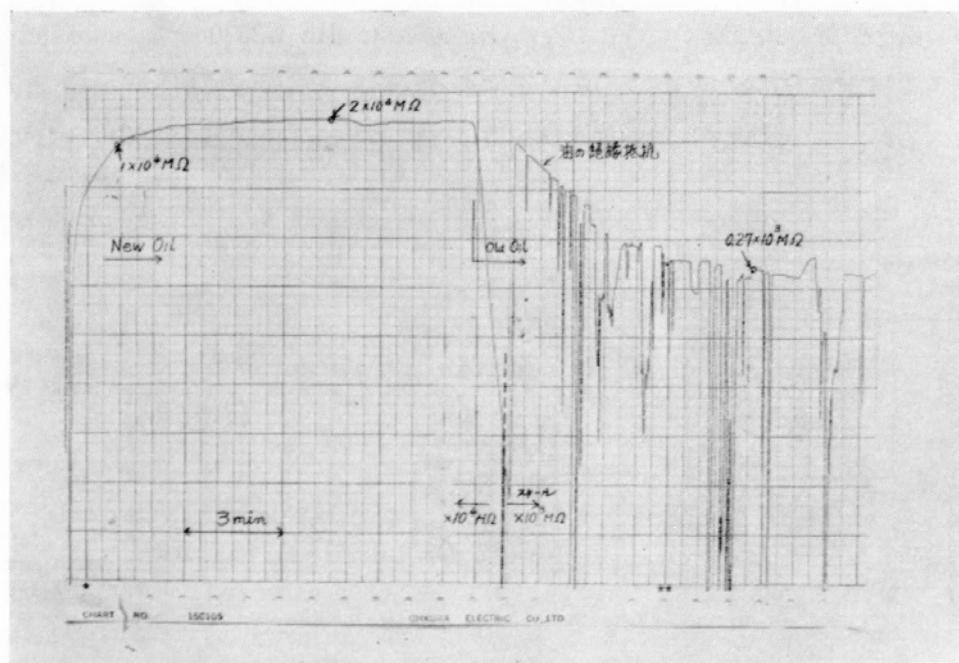


図 5.13 潤滑油の電気絶縁抵抗測定結果の 1 例

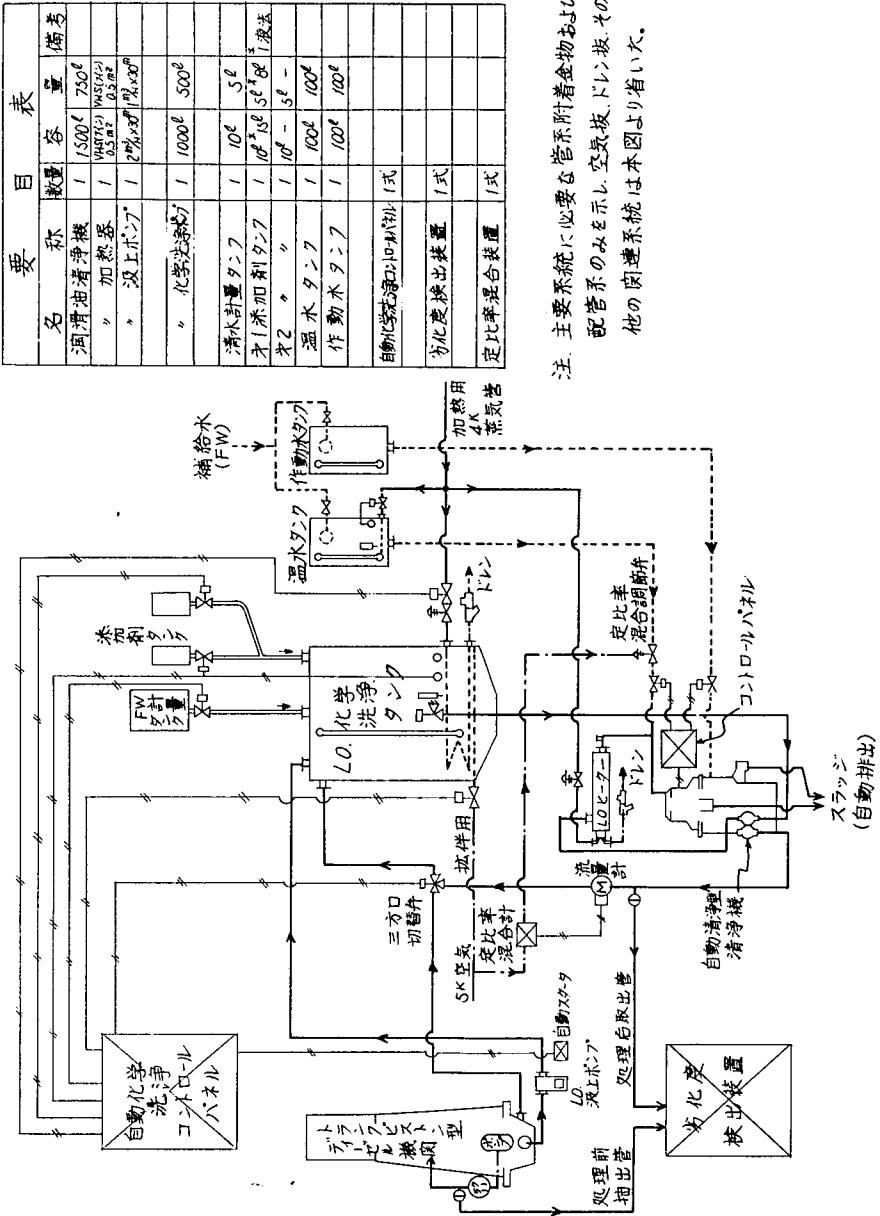


図 5.14 自動化洗浄系統図
(自動排出)

図 5.13 に、その 1 例を示すように、没せき法による測定とほぼ同じ結果が得られた。しかし電極の構造上の欠陥もあり、長時間の連続測定を行なうと測定値がかなり変動するが、時間の経過と共に一定値に落付くことが確認できる。

潤滑油の絶縁抵抗は、含有水分のみならず、ガスあるいは磁化生成物混入異物によつて低下することが予想されるので、測定電極部に流入する潤滑油をマグネット・フィルタを通すなど適当な方法を講ずれば本測定法も十分実用性があると考える。例えば化学洗浄後の油についてはかなりよい精度で測定ができた（0.1% 程度が限界）ことがこのことを物語ついている。

5.3.2 光透過度による方法

潤滑油と水との光透過度の差異を利用して、薄い糸あるいは細い管状になつた被測定油に光を透過させる方法で、補正ならびに感度の必要から示差法によつて測定した。実験は 5.3.1 と同時に行なつたが、潤滑油の汚染劣化の影響がより大きく、水分の検出よりはむしろ、潤滑油の汚染劣化度を総合的に検出する目的に使用することの方が適当と考えられ、今後の問題として本研究では省略することにした。

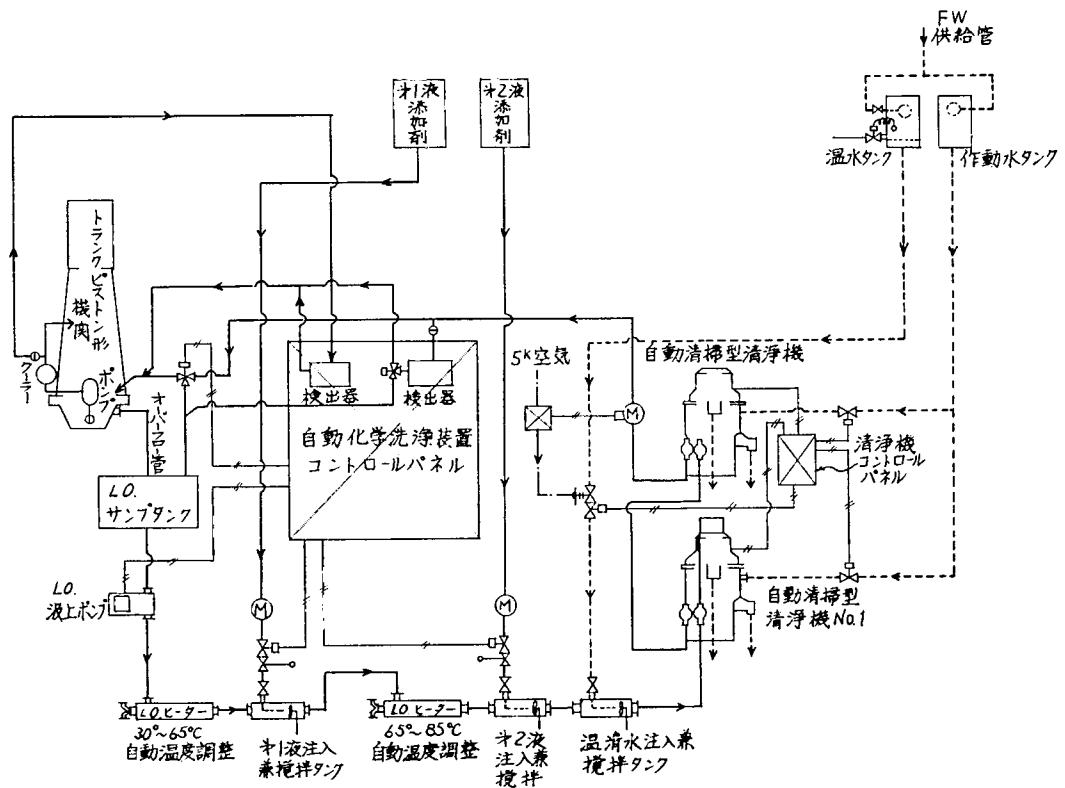


図 5.15 自動化学洗浄系統(4段続式)

第 6 章 自動化学洗浄方式の実船への応用

化学洗浄方式の基礎的な試験、自動化学洗浄模型装置の試作試験などで、化学洗浄を自動化するために必要な事項が明らかにされた。実船で行なう化学洗浄は、1液法、2液法のどちらでもよいが、両者の間には洗浄効果の上でそれほどの差は認められないので、装置の簡素化、処理コストの低減の点から1液法を採用した方が有利と考える。

またバッチ方式で間欠的に行なうかは、主として経済的な問題であるが、連続方式でも機関の運転中常に行なうと考える必要はなく、ある期間連続的に行なうと考えればよい。このことは実際にディーゼル機関のシステム潤滑油に混入する汚染劣化物質の量（機関の構造ならびに運転条件に左右される）のは握、装置の設備費、化学洗浄費用などから経済的な検討が十分なされなくてはならない。しかし、クロスヘッド形ディーゼル機関のシステム潤滑油のように、汚染劣化の比較的軽微なものは、バッチ方式で十分と考える。トランクピストン形ディーゼル機関で低質燃料油を使用する場合のように、汚染劣化の進行が著しいものには、連続式の化学洗浄が必要と考える。この場合でも、化学洗浄の実施はシステム潤滑油には Regular、あるいは Premium Type の潤滑油を使用することとの優劣の問題が今後の問題として残されている。

実船への自動化学洗浄の応用については、その経済的な検討の基礎となる化学工学的な考え方に関して 2, 3 の研究資料^{4), 7)} があるが、システム潤滑油の汚染劣化の進行過程について現在まで十分な資料を持たないので、本研究ではその検討を割愛し、今後資料を収集し別の機会に行ないたいと考える。

ここでは、実船に自動化学洗浄を応用した場合の 2 つの方式について検討する。図 5.14 にバッチ方式の自動化学洗浄系統図を、図 5.15 に連続式の自動化学洗浄系統図を示す。両案とも 2 液法として作成されているが、1 液法の場合は洗浄剤タンクあるいは反応タンクを 1 つにすればよい。

潤滑油の性状検出は、試作した潤滑油潤滑度検出装置では機関の実際使用油ならびに化学洗浄後の油の検出、水分検出装置は化学洗浄後の油の検出が行ないうるようにしてある。

化学洗浄方式の基礎試験の結果から、化学洗浄剤添加時の反応時間は、温度を上げることにより短縮できるが、油温 70°C 程度で 10~15 min を必要とする。

第7章 結 言

この研究により、化学洗浄の効果が認められ、化学洗浄方式を自動化するために必要な基礎的資料をうることができ、その結果に基づく自動化学洗浄模型装置の試作とその処理試験により、化学洗浄の自動化が容易に可能であることが認められた。これらを要約すると次のとおりである。

- 1) 化学洗浄の現状調査の結果、国内船においては予想以上に化学洗浄が採用されており、その大部分は2液法により行なわれている。しかし、洗浄条件、洗浄周期など処理方法はまちまちで、潤滑油管理の考え方方が統一されていないことがうかがわれる。
- 2) 種々な化学洗浄法の代表として、1液法からリン酸ソーダ法とライトクリン法、2液法から住本式S.R法とニツサン法を選び、ピーカーテストを行なつた結果、どの化学洗浄法でも温水洗浄あるいは静置沈殿法に比べて顕著な洗浄効果を持ち、汚染劣化度が軽微なうちはどの化学洗浄法でも大差のない結果が得られるが、汚染劣化度が著しい場合には製品化された洗浄剤の方がすぐれた洗浄効果を示す。
- 3) 化学洗浄剤の添加量は、潤滑油の汚染劣化成分の性状により必ずしも一義的には決めがたいが、表2.3に示した標準の添加量(全酸価の値により求める)で十分である。しかし洗浄剤の作用効率あるいは洗浄剤の処理後の残留などの点から、化学洗浄の実施は潤滑油の汚染劣化があまり著しく進行しないうちに、最小限の洗浄剤添加量(必要添加量として最大1%程度までの範囲)で行なうべきである。
- 4) 化学洗浄の処理温度は高い方が良く、70°C以上であれば十分であるが、処理後の遠心分離を考慮すれば80°C程度で行なうのが望ましい。洗浄剤の反応時間はかくはんが十分であれば15分程度をとれば十分である。
- 5) 基礎試験の結果をもとにして、処理容量750ℓの電気的制御法によるバッチ式の自動潤滑油化学洗浄模型装置を試作し、実際に処理試験を行なつた結果、基礎試験により得られた処理条件で良好な洗浄結果が得られ、化学洗浄の自動化は容易に可能であることが認められた。また処理時間ならびに装置のコスト低減などの点から自動化の場合の化学洗浄は1液法の方が有利と思われる。
- 6) 化学洗浄の自動化に関連した船内での潤滑油性状の検出装置として、潤滑油の全酸価の測定に相当する、一定量の試薬混合後の潤滑油のpH値の測定による潤滑油劣化度検出装置と、潤滑油の電気絶縁抵抗の測定による潤滑油水分検出装置を試作した結果、実用のためにはなお検討すべき点はあるが、十分実用に供しうることが認められた。

なお自動化学洗浄方式の実船への応用については、今後システム潤滑油の汚染洗浄の実績を加味し、経済的な面からの検討が必要である。

参考文献

- 1) 住本誠治: 老化汚染 L.O. の船内洗浄法 住本科学研究所 (1958)
- 2) G.H. CLARK: Marine Lubrication (1959) 364 Scientific Lub.
- 3) Esso 技術資料: Esso Marine Section 921
- 4) 勝田基平: 船用ディーゼル機関システム油の清浄方法 内燃機関 4-35 (1965) 23
- 5) 伊藤仁一: オイルテスターへの応用, 電子技術 5-2 (1963) 21
- 6) 森 正樹: 液体の誘電率測定について DKK Report 5-2 (1962) 1
- 7) M.E. OKEEFFE TROWBRIDGE: Centrifugal Purification of Oils for Marine Service, Trans I.M.E. 72 (1960)

昭和43年2月20日 印刷
昭和43年2月29日 発行

日本造船研究協会報告 第63号

発行人 菅 四 郎

発行所 社団法人日本造船研究協会

東京都港区芝平町35

般船振興ビル8階

電話 (502) 2371~80

内線 (421~429)

印刷所 船舶印刷株式会社

東京都台東区東上野1-28-3

電話 (831) 4181~4