

第106研究部会

船舶の高度集中制御方式の研究 報告書

(その4 ディーゼルプラント)

昭和44年3月

社団法人
日本造船研究協会

本報告書に記載されている研究成果は、第106研究部会による「船舶の高度集中制御方式の研究の実施に伴い完成された発明等およびノウ・ハウの取扱いに関する取決め」に基づき取扱われることになりますので、本報告書の内容の一部または全部の外部発表・転載等については、本会事務局にご連絡の上、本会の事前の承認が必要です。

はしがき

本報告書は、日本船舶振興会の昭和43年度補助事業「船舶の高度集中制御方式の研究」として、日本造船研究協会第106研究部会、ディーゼルプラント分科会においてとりまとめたものである。

第106研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	山下 勇(三井造船)	芥川 輝孝(日本船舶振興会)
委員	青山 三郎(日本船主協会)	甘利 昂一(日本船舶機器開発協会)
	安積 健次郎(電子航法研究所)	大江 卓二(船舶技術研究所)
	三嶋 虎一(大阪商船三井船舶)	黒川 正典(日本郵船)
	岡田 正三(大阪商船三井船舶)	真田 良(日本船主協会)
	佐藤 美津雄(運輸省)	高橋 百千(日本船舶機関士協会)
	高田 正夫(日本船長協会)	土屋 正雄(電子機械工業会)
	千葉 宗雄(航海訓練所)	土井 由之(日本船主協会)
	土井 正三(浦賀重工業)	中村 常雄(佐世保重工業)
	植田 清勝(日本鋼管)	長谷川 鍾二(川崎重工業)
	矢野 鎮雄(旧藤井義六・石川島播磨重工業)	原 三郎(日本海事協会)
	福田 英夫(日立造船)	丸尾 卓志(日本郵船)
	元良誠三(東京大学)	山口 宗夫(三菱重工業)
	山田 一(日本造船工業会)	横田 利雄(東京商船大学)
	吉識 雅夫(日本学術振興会)	宇田川 達(旧吉沢清志・日本航海士会)

第106研究部会幹事会委員名簿（敬称略、順不同）

委員	荒瀬 晃二(三井造船)	大川 重伴(浦賀重工業)
	唐沢 康人(石川島播磨重工業)	神原 民之助(日立造船)
	久津間 裕良(運輸省)	児島 英彦(佐世保重工業)
	宗田 啓一(三井造船)	高柳 武男(三井造船)
	樋口 道之助(日本鋼管)	平田 駿幸(日本鋼管)
	平野 美木(川崎重工業)	丸尾 卓志(日本郵船)
	米原 令敏(三菱重工業)	並川 善一(大阪商船三井船舶)

ディーゼルプラント分科会委員名簿（敬称略、五十音順）

分科会長	荒瀬 晃二(三井造船)	安藤 静雄(山下新日本)
委員	赤堀 翼(東船大)	大根 昭(浦賀重工)
	小倉 正男(航海訓練所)	河津 威信(浦賀重工)
	柿原 実(三井造船)	桑子 秀治(北辰電機)
	久津間 裕良(運輸省)	源田 武(三菱重工)
	小泉 敏夫(東京大学)	佐伯 謙(三井造船)
	佐伯 田吾(三井造船)	

杉山興三(昭和海運)	鈴木敏夫(富士電機)
高田良夫(船研)	田中兵衛(昭和海運)
辻田喜美雄(日立造船)	徳屋章彦(日本鋼管)
中島碧(三菱電機)	鍋島健次郎(舞鶴重工)
野田重昭(佐世保重工)	浜田裕明(商船三井)
平林健一(川崎重工)	松尾圭司(日本郵船)
松岡博司(三菱電機)	南正巳(神船大)
森川卓(船主協会)	山下和三(海事協会)
山下重三(東京計器)	

討議參加者(敬称略、五十音順)

今村宏(運輸省)	今井次郎(三菱重工)
池田秀夫(浦賀重工)	遠藤裕久(三井造船)
遠藤肇(三井造船)	嘉村耕治(三井造船)
佐藤文保(日立造船)	津名宏(日立造船)
土井丈士(三井造船)	南雲洋一(航海訓練所)
長崎幸一(日本鋼管)	西山準一(三菱重工)
西村善次郎(日立造船)	服部栄久(川崎重工)
福留理夫(石川島播磨重工)	前島誠(北辰電機)

目 次
(4. ディーゼルプラント)

1. ディーゼルプラントのスタンバイのためのシーケンス制御の研究	1
1.1 緒 言	1
1.2 研究の目的	1
1.3 条件の設定	2
1.3.1 前提条件	2
1.3.2 スタンバイシーケンスの制御対象	3
1.3.3 スタシバイシーケンス制御の既成条件	3
1.4 スタンバイシーケンス制御の対象プラントの仕様	4
1.4.1 要 目	4
1.4.2 諸管系統図	4
1.5 スタンバイシーケンス制御の手順およびフローチャート	20
1.5.1 手 順	20
1.5.2 フロー チャート	23
1.6 制御素子に関する調査	23
1.6.1 調査の基本方針	23
1.6.2 制御素子の種類	23
1.6.3 制御素子アンケート調査	23
1.6.4 制御素子に関する今後の課題	53
1.7 制御素子の設計およびI/Oリスト	54
1.7.1 制御素子の設計	54
1.7.2 I/Oリスト	64
1.8 シーケンス制御回路の設計(リレー回路の場合)	71
1.8.1 構成の主眼	71
1.8.2 機 能	71
1.8.3 ユニットの動作説明	73
1.8.4 シーケンス制御動作説明	76
1.9 コンピュータの構成およびプログラムの作成	79
1.9.1 コンピュータ制御の場合のねらい	79
1.9.2 コンピュータの構成	79
1.9.3 プログラムの作成	81
1.10 プラントの異常に対する処置	96
1.10.1 概 要	96
1.10.2 スタンバイシーケンス制御	96
異常診断との関係	
1.10.3 異常診断の方法	101
1.10.4 フロー チャート	106
1.10.5 I/Oリスト	118

1.1.1 制御装置の異常に対する処置	123
1.1.2 結 言	123
2. ディーゼルプラントの異常検知システムに関する調査研究	125
2.1 研究の目的	125
2.2 研究の概要	125
2.3 集中監視システムの構成	127
2.3.1 基本的考え方	127
2.3.2 ディーゼルプラント監視用電算機	129
2.3.3 検出器	130
2.3.4 入出力機器	130
2.3.5 パックアップ方式	133
2.4 システムの機能	133
2.4.1 異常の検出	133
2.4.2 編集記録	137
2.4.3 全体システム	138
2.5 異常検知方式	139
2.5.1 異常検知項目	139
2.5.2 検出項目	147
2.5.3 異常監視システム	150
2.6 異常状態の検出法	164
2.6.1 検出値の実験的検討	164
2.6.2 特殊トランジスタの検討	203
2.7 ま と め	236

1. ディーゼルプラントのスタンバイのためのシーケンス制御の研究

1.1 緒 言

今までのディーゼルプラントの自動化を見ると人間の感覚では、精密に制御できない仕事とか制御に労力を要する仕事の自動化、遠隔操縦化および遠隔あるいは自動監視化することは普遍的に取上げられてきたが、これらはいずれも機器を運転可能な状態にした後か、または運転状態となつてからの諸動作監視あるいは異常発生時の安全処置ができるようにすることを対象としたものであつた。

ディーゼルプラントを運転可能な状態にするまでのいわゆるスタンバイ作業期間は多くの労力と時間を要し、ミスオペレーションの可能性をはらみ、機器の故障発生率が高く、その安全性の確保の困難な状態になりやすいものである。特に寒冷時における主機械のウォーミングおよび主機械用潤滑油サンプタンクの加热などについては長時間をする作業であった。このスタンバイ作業について必要な操作手順、操作条件を記憶しておき、システムの諸条件を検出および確認しながら、あらかじめ決められた手順どおりにプラントを自動的にスタンバイ完了状態にもつてゆくいわゆるスタンバイのシーケンス制御は、今までプラントを構成する一部のシステムについては、行なわれたことはあるが、プラント全体を自動的にスタンバイ完了の状態にする全面的シーケンス制御は行なわれたことはなかつた。これは高度の判断作業を含み、かつ、作業頻度が低いために自動化のメリットが少ないとされていたからである。

しかし、船全体を無人化の方向に進めるためには、全面的なスタンバイのためのシーケンス制御は不可欠のものであるので、本研究においてこれを取上げるものである。この全面的なシーケンス制御によつてディーゼルプラントの操作、保守は一層容易なものとなり、ひいては機関部就労体制の合理化ないし、人員の低減に大きく寄与できるものと考えられる。

1.2 研究の目的

本研究はディーゼルプラントのスタンバイ時における機関部諸操作を自動化し乗組員数の低減、諸操作の防止を図るために、リレー回路あるいはコンピュータを使用して、これらの必要な操作手順をシーケンス制御によつて行なわしめるための次のような研究を行なうこととする。

また、両プロセスコントロール方式の経済性、機能などの適否、優劣の判断ができる資料を作成する。

(1) プラントのスタンバイ時のプロセスコントロールの手順および制御素子に関する調査

ディーゼルプラントをスタンバイ状態にするために要する諸操作の内容を解析する。このスタンバイ作業を自動化するための基本条件を確立した上で、いかなる順序でいかなる制御を行なえばよいかを研究し、プロセスコントロールのための基本的なフローチャートを作成する。

スタンバイのシーケンス制御の成否を決定する大きな要因の一つは検出端および操作端を含む制御素子にあると考えられる。したがつてスタンバイのシーケンス制御に必要な各制御素子を抽出し、これら必要な性能をもつた制御素子が現在のわが国の技術水準において、どの程度まで可能であるかまた問題点はどの辺にあるかを解明するためにアンケートの形で船装メーカー（製造者側から見て）、造船会社およびディーゼルメーカー（舾装する側から見て）を調査する。

また対象船のシーケンス制御に関連する箇所についての機関部要因を設定し、また検出端、操作端の計測位置を含めた諸管系統図を作成する。

(2) 制御素子の設計

シーケンス制御に使用されるべき制御素子のうち、代表的な例について仕様を設定する。またスタンバイシーケンス制御のためのI/Oリストを作成する。

(3) リレー回路によるプロセスコントロール回路の設計

信頼性および寿命の点で最近進歩の著しい半導体による無接点リレーをほぼ全面的に採用した場合のコントロール回路について計画を行ない、また回路をユニット化して保守、取扱い、製作に便ならしめることの可能性を検討し、ユニット回路図および代表的な例として主潤滑油系統を取上げてスタンバイシーケンス結線図を作成する。

(4) コンピュータについての考察とプログラムの作成

上記項目(1)、(2)の検討結果に基づいて、スタンバイシーケンス制御をコンピュータを使って行なう場合について、その制御装置の構成と特徴について考察を行ない、一部プログラミングのコーディングを行なう。

1.3 条件の設定

1.3.1 前提条件

次の前提のもとで、この研究を進めることにした。

(1) 制御方式

リレー回路方式による場合とコンピュータ方式による場合について考察する。従来エンジンプラントに装備されている発電機関制御装置、補助ボイラ、自動燃焼装置、給水加減器など各種制御装置あるいは温度調整弁、圧力調整弁などのコントローラー装置は、そのまま使用するものとし、そのコントロール機能をシーケンス制御に委ねることはしない。すなわちシーケンス制御装置は、これらのコントローラに指令を与えるのみとしあとは、これらコントローラの自らの調節機能によつて必要な制御を行なうものとする。

(2) 航海中の制御

原則としてスタンバイのシーケンス制御に含まれているもので、航海中に引き継がれて制御しているものについてのみ研究対象とする。しかし、実用化に当つては航海中の制御および監視装置をシーケンス制御装置と結合させることになろう。

(3) 対象船および人員

本研究の対象とする船は高速貨物船とし、主機は B & W 8 K 8 4 E F 型ディーゼル機関を搭載するものとする。

スタンバイプロセスの進行中は 1 名の巡回員を考え、この巡回員は異常の発生しない限り単なる巡回を行なうに止めるが、異常に際してはその巡回員が直ちに適確な処置を行なえるよう、制御装置（リレー回路またはコンピュータ）が、指示を行なうようとする。

(4) 機器の信頼性

プロセスコントロールに関係ある機器の信頼性は現在期待し得る程度とし、これら機器に発生する異常の検知手段、範囲は現在の技術水準に則したものに止める。したがつて、その範囲を超えた起り得る異常事態に対処するために巡回員 1 名を考える。

(5) 従来の監視装置および制御装置との関係

シーケンス続行中、機器の状態がスタンバイに対する適正值にならなかつた場合は、アラームを発しその位置を指示するようにするが、これはプラントのいわゆる異常検知とはあくまでも別のものである。

たとえば、シーケンスを続行させるにはタンクの液面がある一定値以下であつてはならないと仮定すると、極端な場合、液がタンクからオーバーフローしていてもシーケンス続行にはなんら支障はないことになる。

このようなシーケンス続行に支障をきたすプラントの異常以外の異常およびスタンバイ終了後のプラントの運転中の異常事態に対する監視、制御および処置は従来の監視装置および制御装置によつて行なわれるものとし、これらをシーケンス制御装置に組み入れることは考えない。

実用化に当つては、これら監視装置、自動制御装置をシーケンス制御装置と結合させて考えるべきである。

また、主機、発電機、ボイラなどの内部機構のシーケンス続行中あるいは運転中の異常の検知については、真のア

シマント船ではシーケンス制御装置を組み合せて、考慮する必要があるが、これも本研究の対象外とする。

また、単なる異常状態の検知のみならず、真のアンマント船においてはスタンバイ時、運転時を問わずプラントの各部からの情報を組み合せ判断して、広範囲にわたつて異常原因を適確に把握し（いわゆるトラブルシューティングを行ない）さらにはその異常を自動的に矯正するような方向に進むべきであるが、これは今後の課題とする。

ただし、本研究においては、プラントの異常にに対する処置を一部考慮し、検討を加えた。

(6) その他

- イ) 主機械の停止はA重油にて行ないA重油にて起動するものとする。
- ロ) 補助ボイラはフレミング型またはコクラン型ボイラとし、バーナはター・ボジエット型とする。起動はA重油にて行なうものとする。
 - ハ) 補機類は電動とし、推進用ポンプ類は、それぞれ専用の予備を有するものとする。
- ニ) 主発電機はディーゼル発電機3台とする。
- ホ) 機器室自動化は少くとも、最近の各船級協会の機関室夜間無人化の要求を満たすものとする。
- ヘ) 主機械の暖機は、主発電機對の冷却水によつて行なうものとするが、清水加熱蒸気の投入によつても行なうものとする。必要な弁はシーケンス制御を行なう。
- ト) 各系統中の弁は必要のない限り手動とする。

1.3.2 スタンバイシーケンスの制御対象

ディーゼルプラントのスタンバイシーケンス制御の対象としては、次の系統を考慮した。

- イ) 給配電系統
- ロ) 通風系統
- ハ) 蒸気給水系統
- ニ) 主機スタンバイ系統（暖機、ターニングなど）
- ホ) 清水系統
- ヘ) 海水系統
- ト) 潤滑油系統
- チ) 燃料油系統
- リ) ピルジ系統
- ヌ) 壓縮空気系統

1.3.3 スタンバイシーケンス制御の既成条件

スタンバイ時の作業とは、従来乗組員がプラントの諸状態を把握して必要な各種補機を運転したり、バルブの切換、タンク類の補給などを行ない再度、各系統にわたり、その状態を確認し主機械を運転可能な状態にするまでの一連の作業をいうが、これらの作業は大別すると命令動作と確認動作の二つに分けることができ、シーケンスはすべて、この2動作の組み合せによつて遂行される。

(1) 命令動作

- ア) 運転に必要な油、水、空気、電気などの確保（貯蔵タンクへの水、油の張り込み）適正な場所（主、補機および各系統）への充填、移送。
- ブ) 諸弁の開閉
- シ) 諸補機の発停、水、油の所定温度までの加熱
- ダ) コンデンサの掃除
- エ) 制御装置電源の接続

(2) 確認動作

- a) 温度、圧力、レベル、流量、流れ、弁開度、電圧、周波数などの適正値の把握
- b) 各種異常状態の把握とその処置の指示（異常部位の指示）
- c) 主機、各種補機器の整備、保守完了の確認

上に挙げたスタンバイ作業項目のうち、従来の観念からすれば出港前に行なわれるスタンバイ作業としては(1)～b)、c)、(2)～a)、b)を指すのが普通であるが、スタンバイ作業の自動化を考える場合、どの範囲までを対象とするかが問題である。またスタンバイ作業を行なうときのプラントの状態はほとんどの場合、荷役その他の作業のために発電機ボイラは運転されているのが普通であるが、スタンバイ作業の自動化に当つて、どういうプラントの状態からシーケンス制御を開始すべきかも問題である。

上に挙げたスタンバイ作業項目のうち、(1)～a)、d)および(2)～c)はその作業の性質から考えて、自動化の対象とは多くして益が少なく経済性からも問題があると考えられるので、これらは対象外としスタンバイ作業開始前に満足な状態にあるものとするのが妥当である。

しかし、スタンバイ開始時のプラントの状態として、発電機およびボイラが運転中であることを既成条件とすることは、実用性に乏しくなることが懸念されるためスタンバイ作業のシーケンス制御は純停泊時すなわち船内の最少必要電力を非常用発電機より供給しており、その他の補機器は休止の状態にある時点から開始するとするのが有用である。

以上を勘案して、スタンバイのためのシーケンス制御は次の既成条件から開始するものと設定した。

- (1) 非常用発電機は運転中。
- (2) コンピュータあるいはリレー回路はすでにスタンバイ状態にある。
- (3) 主、補機器の整備は一応完了している。
- (4) 主機械の停止はA重油にて行なわれており、A重油にて起動できる状態にある。
- (5) 補助ボイラもA重油にて燃焼開始できるような状態にある。
- (6) 各系統中の弁はスタンバイシーケンス制御の始まる前に必要な操作を完了している。
- (7) 各配管中の水、油の張り込みはスタンバイシーケンス制御の始まる前に完了している。

上記のほかの補機類はすべて休止の状態にあるものとした。

1.4 スタンバイシーケンス制御の対象プラントの仕様

1.4.1 要 目

ディーゼルプラントのスタンバイシーケンス制御を計画するに当つてまず、その基礎となる機関部要目表の設定を行ない、これを第1.4.1表に示した。

1.4.2 諸管系統図

制御の対象となるエンジンプラントおよび関連する各系統について、第1.4.1～1.4.1.2図のごとく諸管系統図を設定した。この系統図の中にシーケンス制御に必要な検出端および操作端の計測・操作位置を示した。

ディーゼルプラントの諸管系統図については、必ずしも一定したものはなく、系統によつてスタンバイシーケンスの方法、手順は変つてくるが、ここでは比較的一般的であると認められているものを取上げてスタンバイシーケンス制御の考察を行なつた。

第1.4.1表 要 目 表

(註: シークエンス制御に関係ある部分のみを示す)

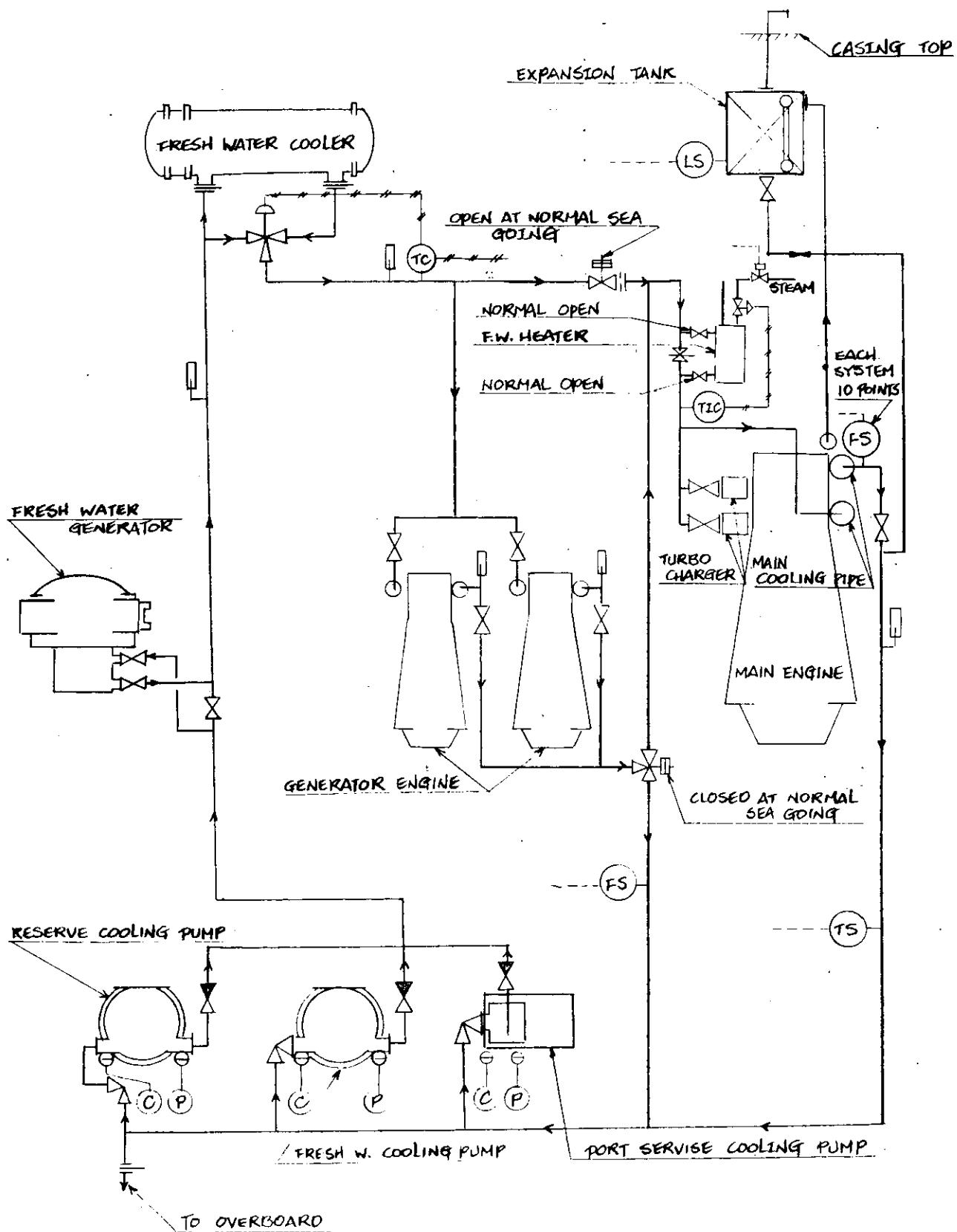
主 機 械	形式・台数	B & W 8 K 8 4 E F 形、2サイクル。 クロスヘッド、ターボチャージ付、ディーゼル機関 × 1 台		
	連 統 最 大	2 0 0 0 0 PS	1 1 4	r p m
	常 用 (91%)	1 8 2 0 0 PS	1 1 0	r p m
シ リ ン ダ 要 目		8 シリンダ、直径 840 mm、行程 1,800 mm		
付 属 品 (1 台につき)		過給機 (T 780 E) × 2、空気冷却器 (HC 345) × 2 ターニング・モーター (15 KW × 1,150 r p m)		
使 用 燃 料		A 重油(起動、停止時)および C 重油		
操 縦 装 置		空気式遠隔操縦装置(自動主塞止兼スライド弁付)		
備 考				
補 助 ボ イ ラ	形 式 ・ 台 数	フレミング形(またはコクラン形)		
	蒸 気 状 態	圧力 7 kg/cm ² • g、温度: 飽和		
	蒸 発 量	約 1,500 kg/h (定格時)		
	噴 燃 装 置	ボルカノターボジェット形		
	付 属 品	自動燃焼装置 × 1 式 自動給水加減器 × 1 式 遠隔水面計 × 1 式		
	使 用 燃 料	A 重油(始動・停止時)および C 重油		
備 考				
発 電 機 装 置	主 発 電 機	形 式 ・ 台 数	横防滴形	
		容 量	約 450 KVA (360 KW)、AC 450 V、3 φ、60 Hz、× 720 r p m	
		備 考		
	同 原 上 動 用 機	形 式 ・ 台 数	B & W 5 T 23 H H 形、ディーゼル機関 4 サイクル、単動、トランクピストン形、過給器付	
		出 力	550 PS	× 720 r p m
		備 考	AIR START	
	デ 非 イ 常 発 電 機 ゼ ル	形 式 ・ 台 数	横防滴形	
		容 量	約 75 KVA (60 KW)、AC 450 V、3 φ、60 Hz × 1,200 r p m	
		備 考		
	同 原 上 動 用 機	形 式 ・ 台 数	4 サイクル、単動、トランクピストン形、ディーゼル機関	
		出 力	90 PS	× 1,200 r p m
		備 考	HYDRO START	

項目		記事					
名 称	形 式	台数	容 量	回転数 (r.p.m.)	モータ出力 (kW)	備 考	
空氣圧縮機	主 空 気 圧 縮 機 電動海水冷却往復動式	3	m^3/h (F.A) $kg/cm^2 \cdot G$ 230×35	1,150	50 kW		
	補 助 空 気 圧 縮 機 電動海水冷却往復動式	1	165×35	1,150	37 "		
	非常用空氣圧縮機 電動海水冷却往復動式	1	4.0×25	870	1.5		
空氣ダメ	主機械始動用空氣ダメ 銅板溶接製	2	m^3/kg $cm^2 \cdot G$ 12×35				
	発電機開始動用空氣ダメ 銅板溶接製	1	0.2×25				
推進機械	清水冷却水ポンプ 立電動渦巻式	2	m^3/h m 500×20	1,750	4.5		
	海水冷却水ポンプ 立電動渦巻式	2	500×20	1,750	4.5		
	主潤滑油ポンプ 立電動渦巻式	2	400×35	1,750	9.0	(ディープウェル式)	
	ターボチャージヤ用潤滑油ポンプ 横電動歯車式	2	6×30	1,750	1.5		
	主機械カム軸用潤滑油ポンプ 横電動歯車式	2	6×30	1,750	1.5		
	燃料油供給ポンプ 横電動歯車式	2	6×55	1,750	2.2		
	燃料弁冷却油ポンプ 横電動歯車式	2	6×55	1,750	2.2		
	ガバナ用潤滑油ポンプ 横電動ペーン式	2	1.56×70	1,750	2.2		
発電機連補機	主発電機関用 補助清水冷却水ポンプ 立電動渦巻式	1	30×20	1,750	3.7		
	主発電機関用 補助海水冷却水ポンプ 立電動渦巻式	1	80×18	1,750	7.5		
ボイラ連補機	給水ポンプ 横電動エスコ式	2	2×110	3,500	5.5		
	噴燃ポンプ 横電動スクリュー式	1	0.2×240	1,750	0.75		
	強圧フアシ 横電動渦巻式	1	m^3/min $m Aq$ $6.8 / 27.2 \times 230 / 100$	3,500	2.2		
油清浄装置	燃料油ヒータ 電気ヒーター	1			6		
一般補機	潤滑油ビュリファイア 電動遠心式 (MAP×207相当)	2	$3,600 l/h$		5.5	吸・吐出ポンプ付	
	低質燃料油ビュリファイア 電動遠心式 (MAP×207相当)	2	$2,000 l/h$		5.5	吸・吐出ポンプ付	
	ディーゼル油ビュリファイア 電動遠心式 (MAP×207相当)	1	$3,600 l/h$		5.5	吸・吐出ポンプ付	
	潤滑油ヒータ サンロッド式	2	BV90-125		(加热蒸気) 器内5K		
	燃料油ヒータ サンロッド式	3	BV90-95		(加热蒸気) 器内6K		
					1.5		
	低質燃料油汲上ポンプ 横電動歯車式	1	m^2/h m 6×30	1,150	1.5		
	潤滑油汲上ポンプ 横電動歯車式	1	6×30	1,150	1.5		
	シリンド油補給ポンプ 横電動歯車式	1	0.5×20	1,150	0.4		

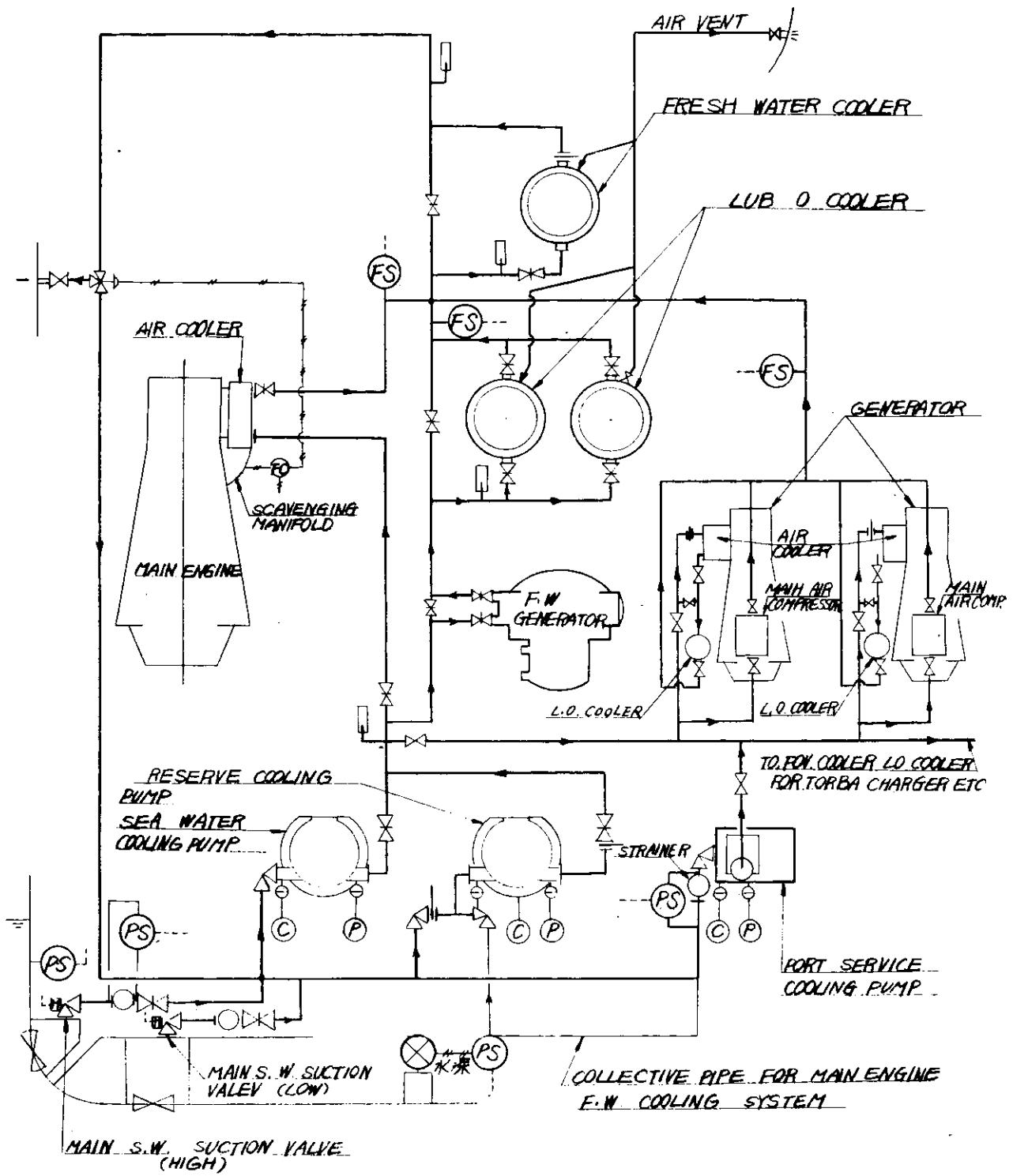
項目		記事					
名 称	形 式	台 数	容 量	回 転 数 (r p m)	モータ出力 (K W)	備 考	
一 般 補 機	船尾管用潤滑油ポンプ	横電動 トロコイド式	2	0.5 × 25	1,750	0.4	内1台は格納予備
	ディーゼル油汲上ポンプ	横電動歯車式	1	6 × 30	1,150	1.5	
	機 間 室 通 風 機	立電動軸流式	4	m ³ /min 650 × 30	mmAq 1,150	7.5	
機 間 室 諸 タ ク 類	低質燃料油常用タンク		1	4.2 m ³			
	ディーゼル油澄タンク		1	1.0 m ³			
	ディーゼル油常用タンク		1	1.0 m ³			
	燃料弁冷却油タンク		1	1.5 m ³			
	主機械潤滑油溜タンク		1	4.5 m ³			
	ガバナ用潤滑油タンク		1	270 ℥			
	主機械シリンダ油 計測タンク		1	300 ℥			
	主機械ターボチャージャ用 重力タンク		1	2 m ³			
	主機械ターボチャージャ用 溜タンク		1	2.5 m ³			
	主機械カム軸用 潤滑油溜タンク		1	300 ℥			
	排気弁用潤滑油タンク		1	600 ℥			
	船尾管潤滑油サンプタンク		1	200 ℥			
	エキスパンションタンク		1	2 m ³			
	給水フィルタータンク		1	1 m ³			

計測記号表

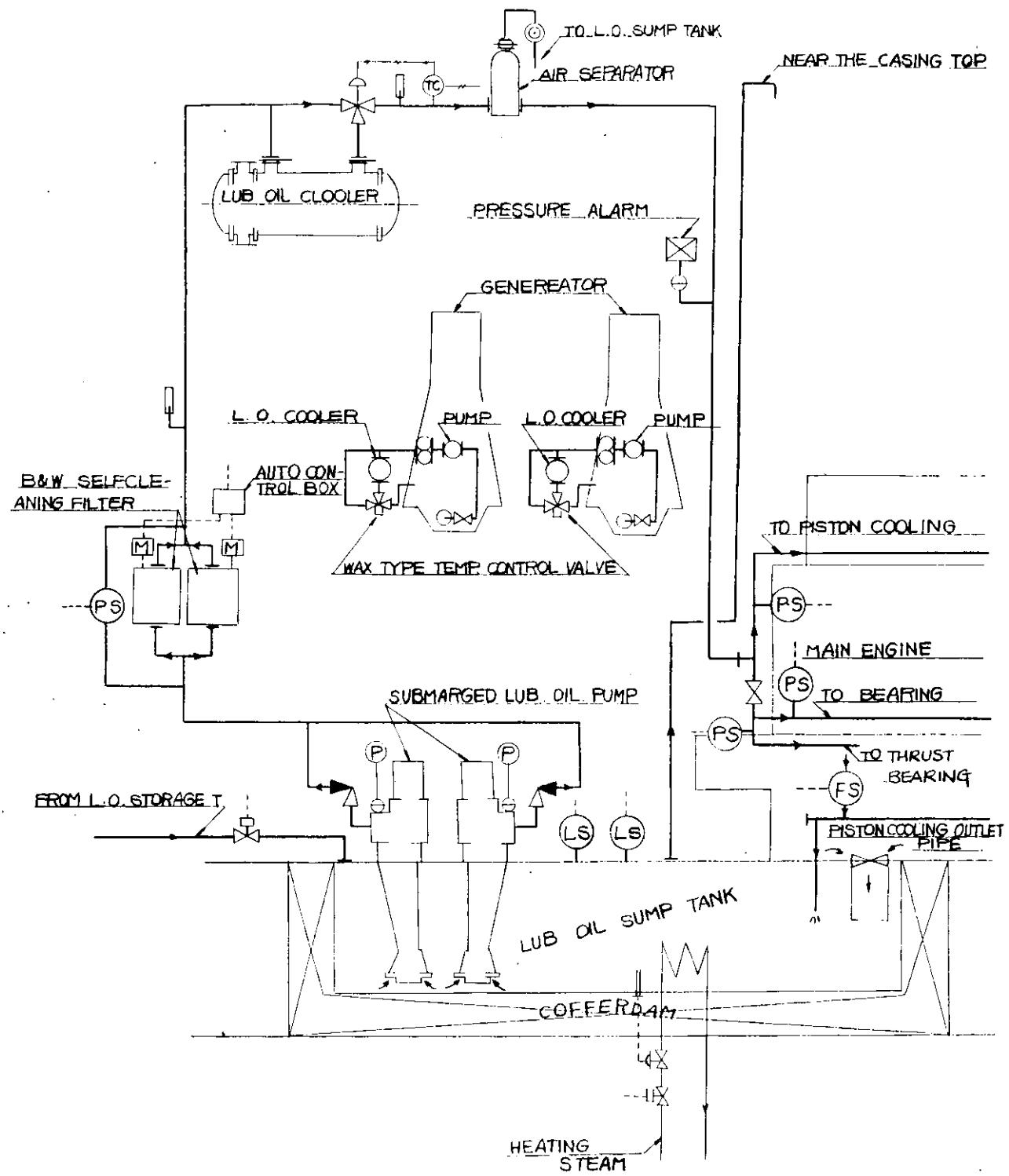
(○) DATA LOGGER	
(○) LOCALLY MOUNTED	T DRAIN TRAP
(○) REMOTELY MOUNTED	DR DRAIN REGULATOR
→→ INSTRUMENT AIR LINE	R THERMO RESISTOR
---- INSTRUMENT ELECTRIC LEAD	T THERMO COUPLE
→→ INSTRUMENT CAPILLARY TUBE	▷ BUTTERFLY VALVE
TI TEMPERATURE INDICATOR	▷◁ SLUICE VALVE (GATE VALVE)
TIA TEMPERATURE INDICATOR AND ALARM	▷ STOP VALVE
TAH TEMPERATURE ALARM HIGH	▷— NON-RETURN VALVE
TAL TEMPERATURE ALARM LOW	▷— LOCKED VALVE
PI PRESSURE INDICATOR	▷— RELIEF VALVE
PAH PRESSURE ALARM HIGH	▷— DIAPHRAGM CONTROL VALVE
PAL PRESSURE ALARM LOW	☒ WAX EXPANSION TYPE TEMP. CONTROL VALVE
LI LEVEL INDICATOR	▷ MAGNET VALVE
LAH LEVEL ALARM HIGH	▷ PISTON VALVE
LAL LEVEL ALARM LOW	▷ FLOAT VALVE
F FLOW INTEGRATOR	(○) SIGHT GLASS
RIA RUNNING INDICATOR AND STOP ALARM	▷ B STRAINER
TS TEMPERATURE SWITCH	▷● STRAINER WITH MAGNET
PS PRESSURE SWITCH	— — SPECTACLE FLANGE
LS LEVEL SWITCH	(○) HAND PUMP
FS FLOW SWITCH	VIC VISCOSITY CONTROLLER
COS CHANGE OVER SWITCH	PB PUSH BUTTON
ST STARTER	
TC TEMPERATURE CONTROLLER	
PC PRESSURE CONTROLLER	
LC LEVEL CONTROLLER	



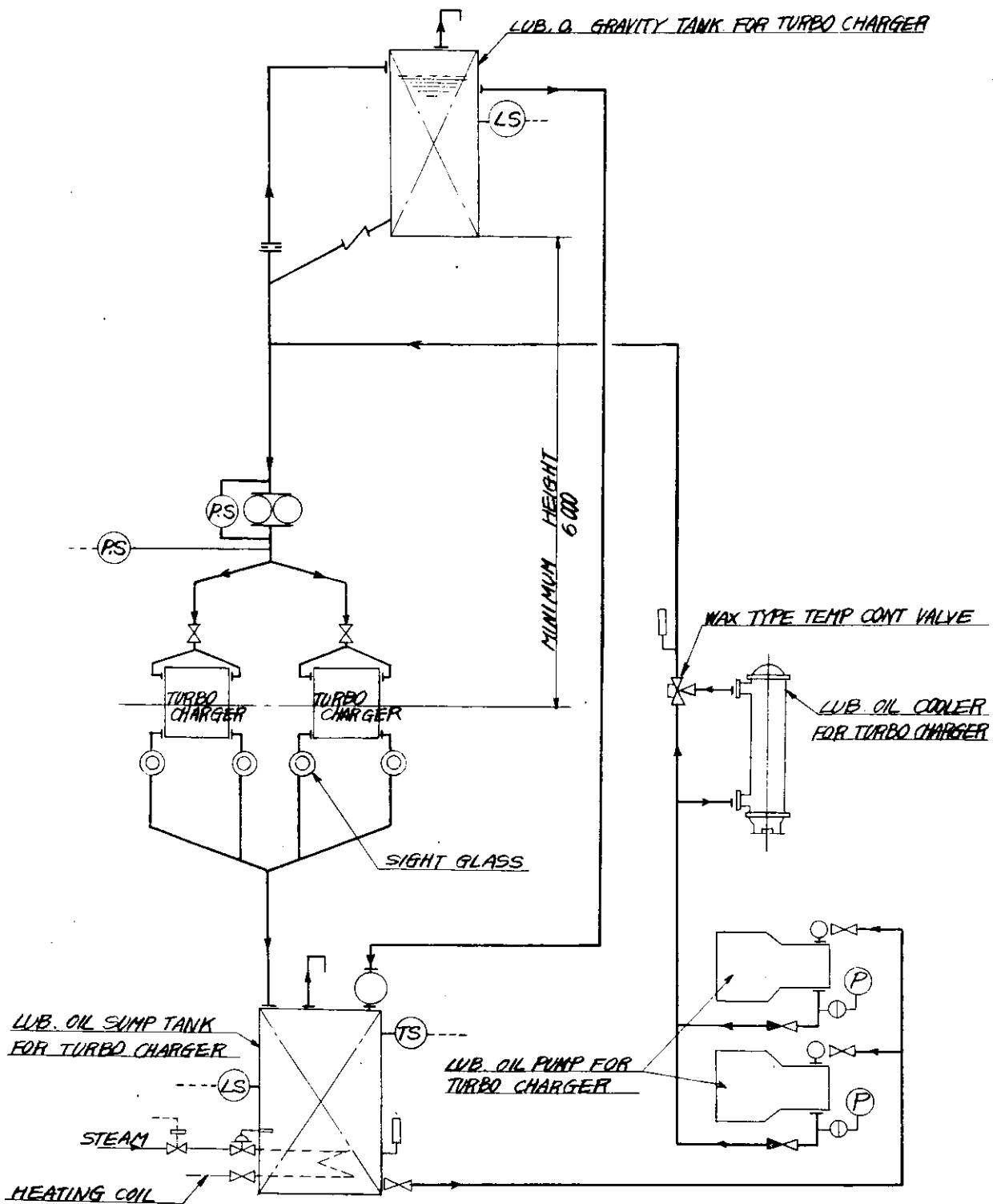
第1.4.2図 清水冷却系統図



第1.4.3図 海水冷却系統図

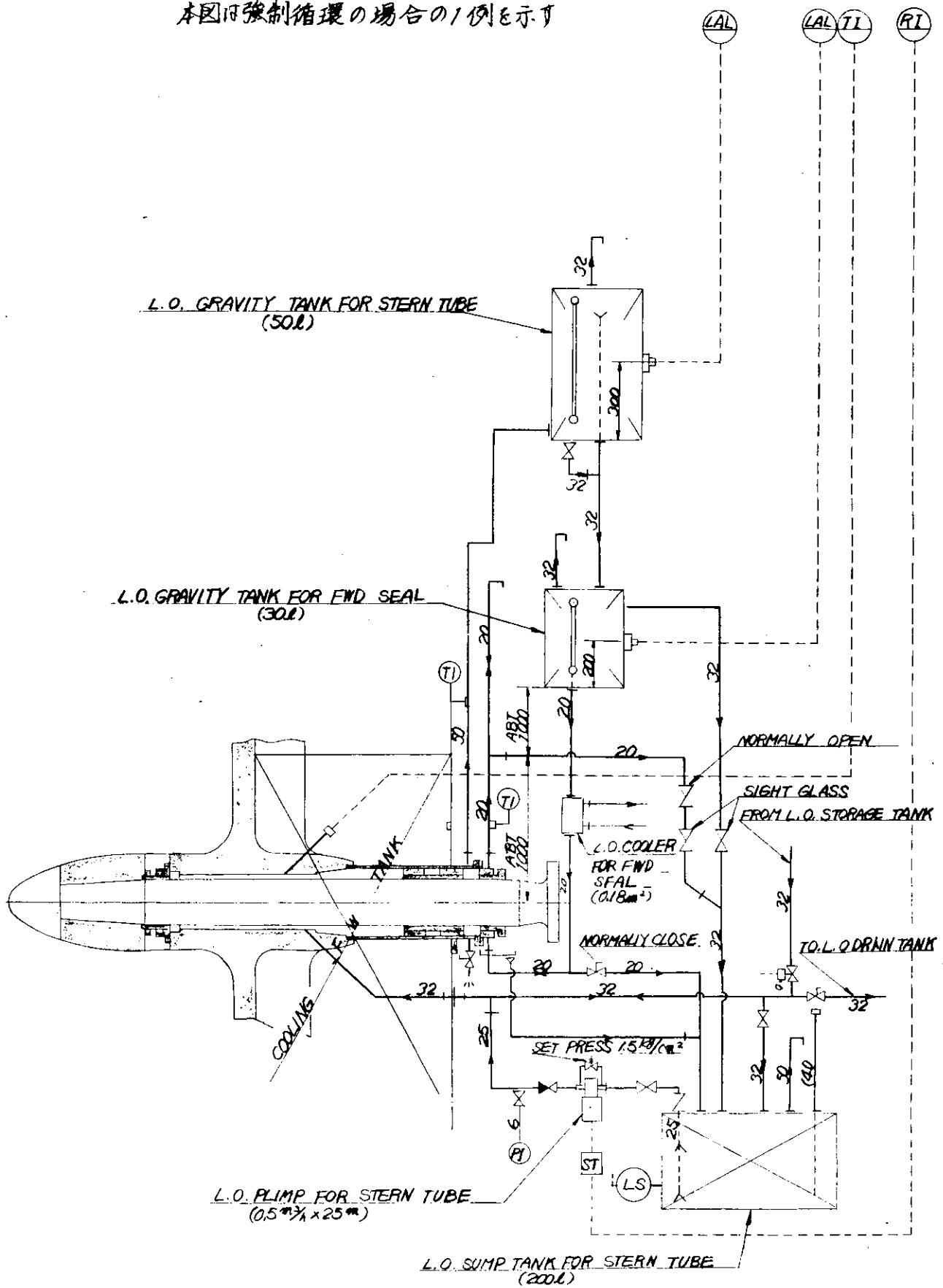


第1.4.4図 润滑油分布系統図

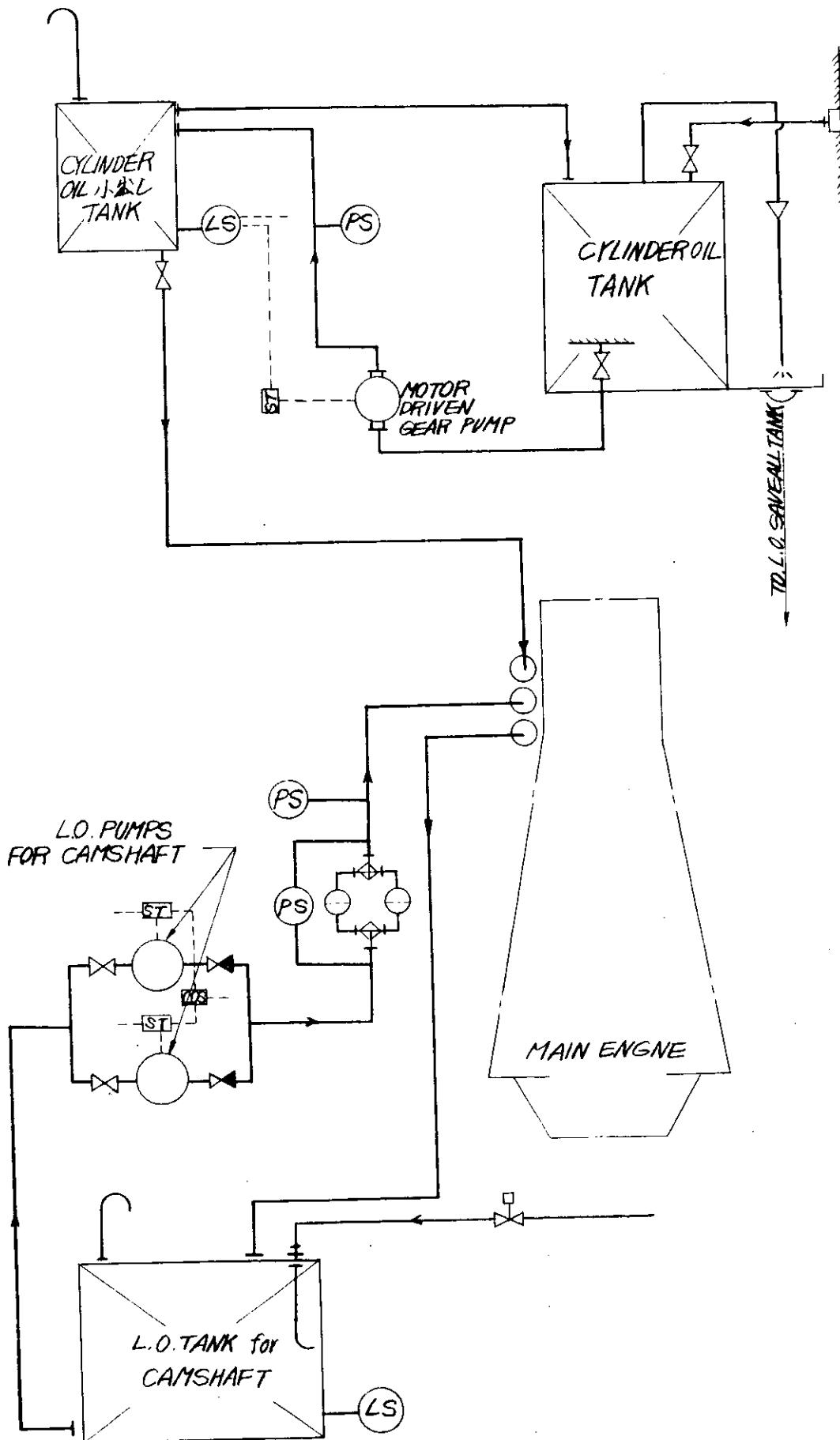


第1.4.5図 ターボチャージャ润滑油系統図

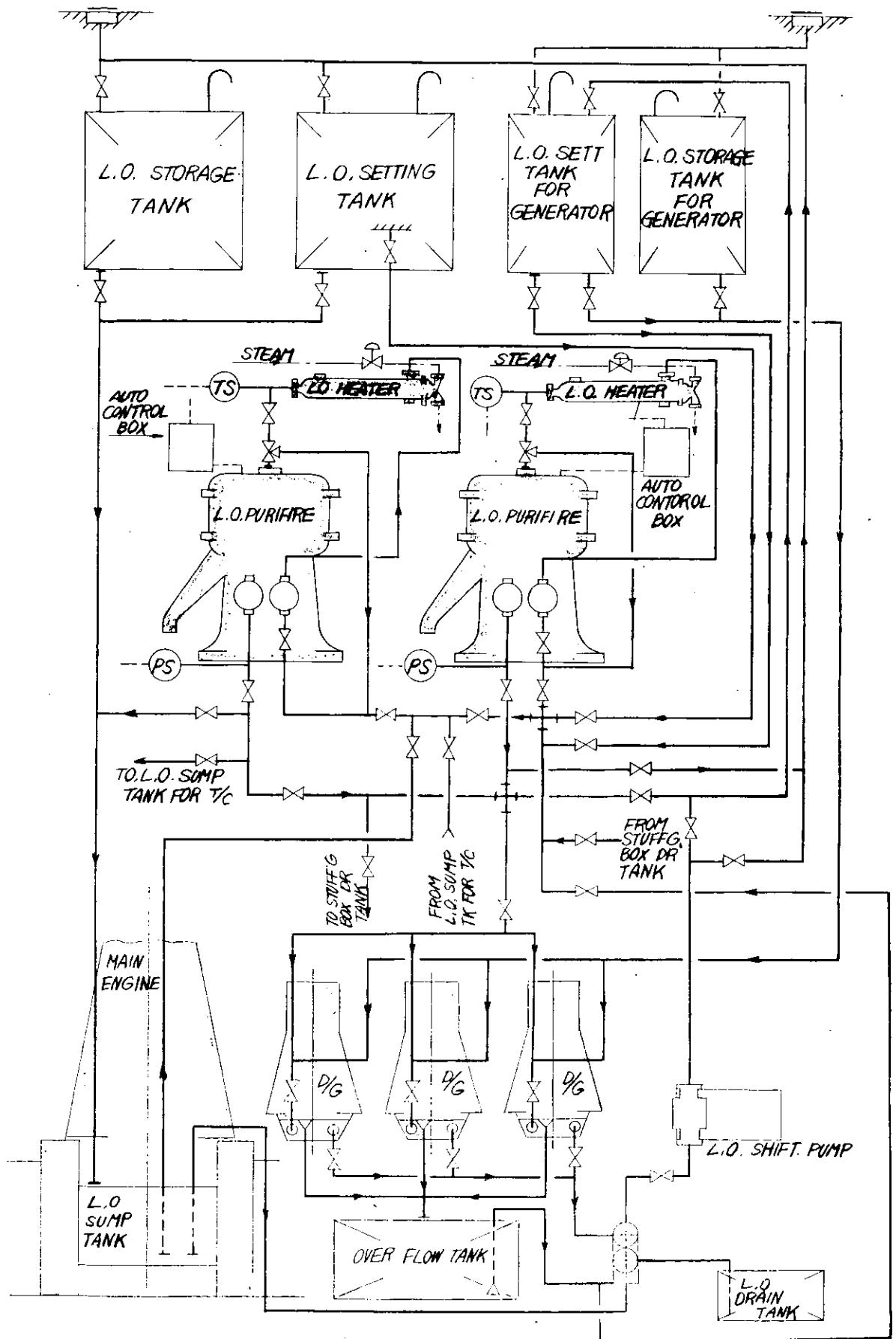
本図は強制循環の場合の1例を示す



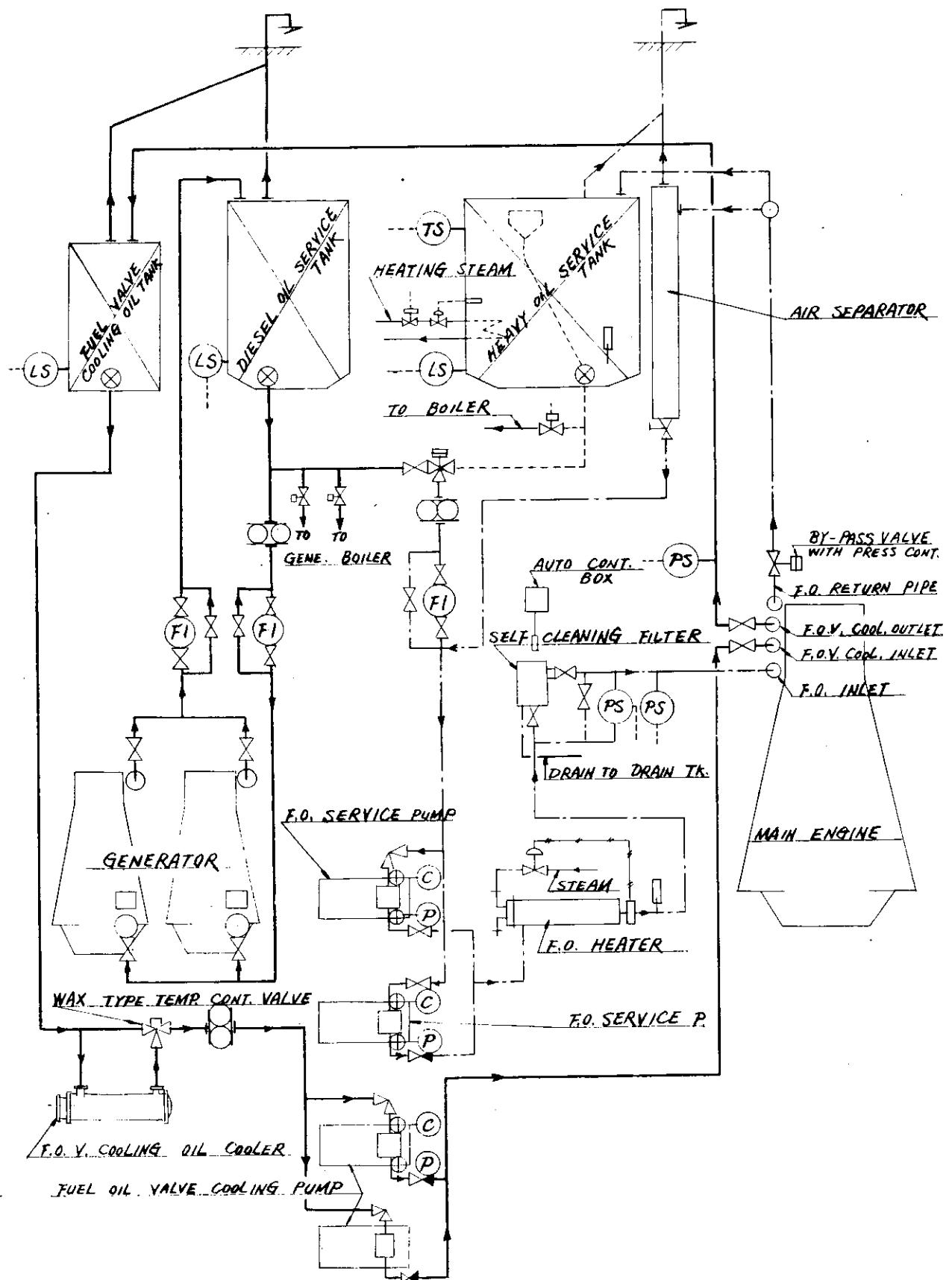
PIPING DIAGRAM OF STERN TUBE LUB. OIL SYSTEM (FOR DOMESTIC SHIP)



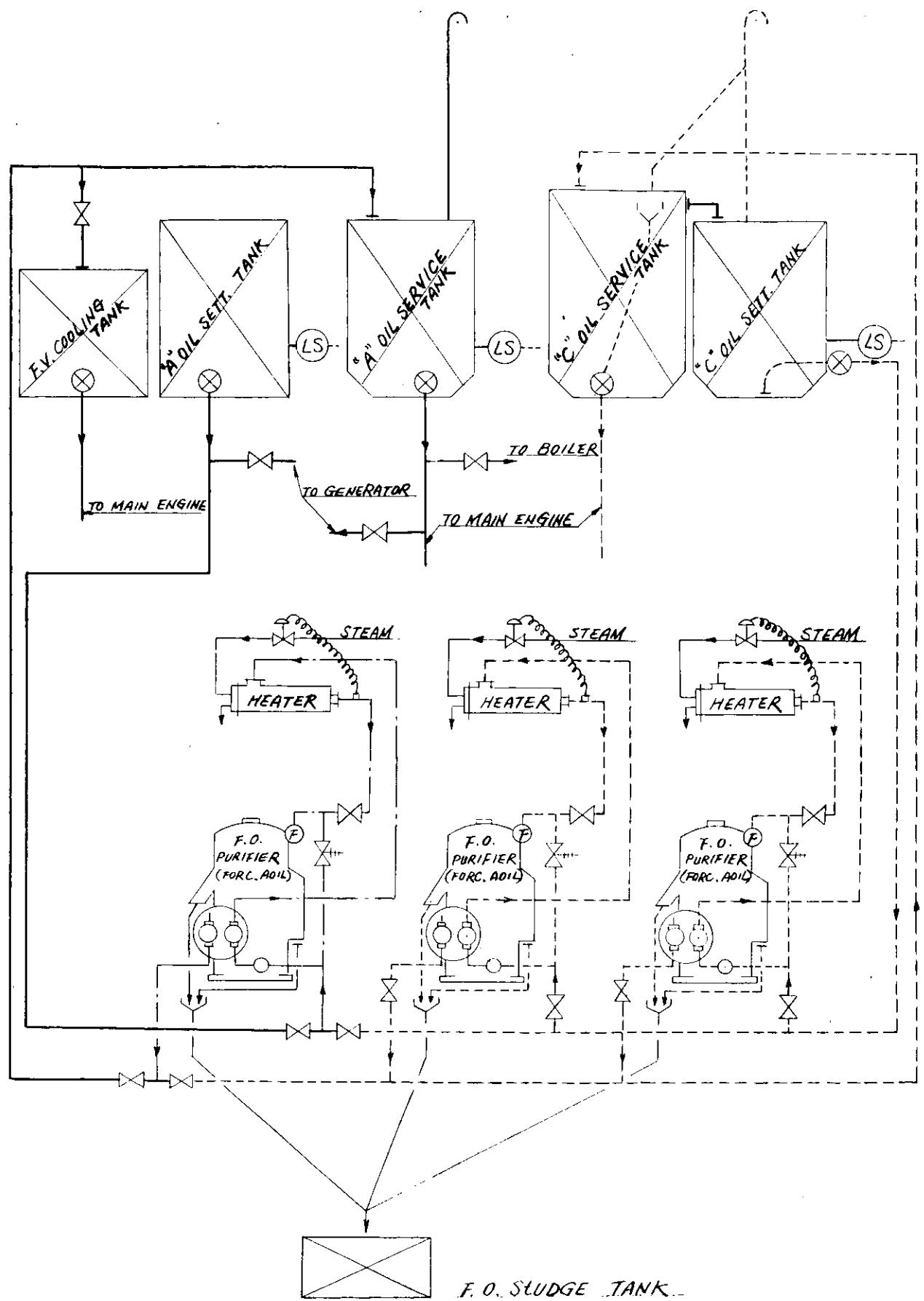
第1.4.7図 カム軸潤滑油系統およびシリンダ油系統図



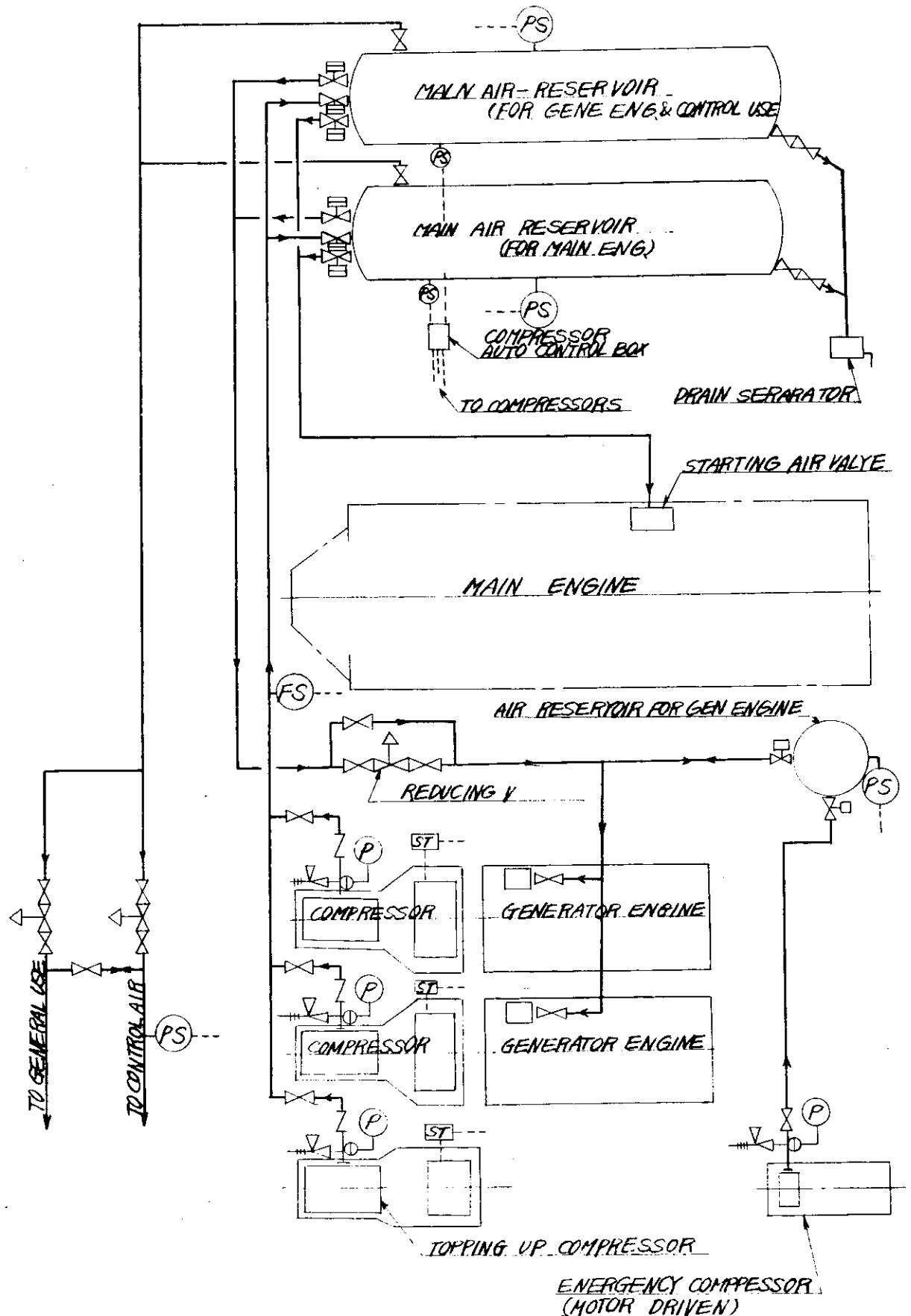
第 1.4.8 圖 潤滑油清潔系統圖



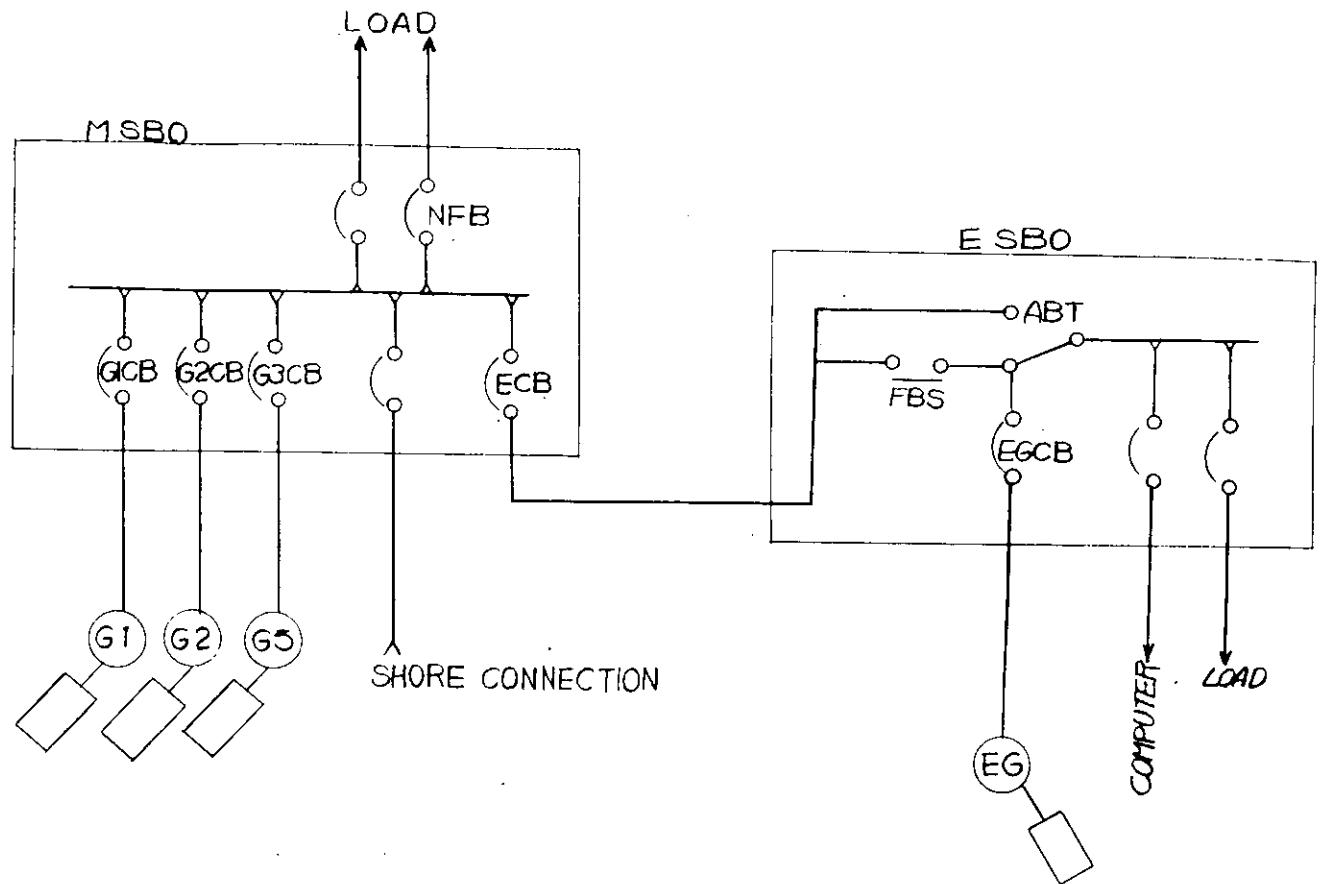
第 1.4.9 図 燃料油供給系統図



第1.4.10圖 燃料清淨系統圖



第1.4.1.1図 压縮空気系統図



EG (EMERGENCY GENERATOR) RUNNING

COMPUTER は ESBD (EMERGENCY SWITCH BOARD) より給電

1. 運転時間検出
2. 運転順位決定 (G1 0.2 とする)
3. G1 STAND BY 完了
4. G1 START
5. G1 FREQUENCY VOLTAGE 設定値と比較
6. " 定格確認
7. ECB CLOSE FBS OPEN
8. G1CB CLOSE 自動的に ABT CLOSE となる
9. EG 無負荷運転、EG STOP
10. G2 STAND BY 完了
11. G2 START
12. 振定値確認
13. 自動同期投入装置、自動負荷分担装置 ON
14. 自動同期投入完了
15. STAND BY 必要な NFB CLOSE

第1.4.1.2 図 給配電系統図

1.5 スタンバイシーケンス制御の手順およびフローチャート

1.5.1 手 順

まず、対象となる各系統に着目して、その系統におけるスタンバイ作業を抽出し、その作業を適宜シーケンスに組み合せた。さらに、各系統のシーケンスを統合して、スタンバイシーケンスに組み合せたものをフローチャートにまとめるという方法で作業を行なつた。

ディーゼルプラントのスタンバイ手順としては、まず、必要な補機を運転するための電力を供給する主発電機の起動が第一であり、次に必要な加熱蒸気を得るために補助ボイラを起動する必要がある。しかる後に推進用ポンプおよび必要補機を起動して、順次スタンバイ状態にもつてゆく必要がある。

したがつて、プラントの基本的な順序としては、第1.5.1図のごとくなり、プラントのそれぞれのシステムに関する詳細なシーケンス手順は、第1.5.2図のごとくなる。

もちろん、ディーゼルプラントのスタンバイ作業の方法および手順については必ずしも、一貫したものでなく他にもいろいろ考えられようが、ここで設定した手順が最も一般的であると思われる。

他のプロセスのシーケンス制御もそうであるように、スタンバイシーケンス制御装置は、フィードバック制御に比べて、経験に頼つて設計されねばならない度合が強くプロセスが変るごとに必要なシーケンスが異なり、そのつど設計し、製作しなければならない点で特徴がある。

したがつて、回路を標準化しても設計と製造が楽になるだけで完全に製品を標準化することは、できないにしても回路をある程度、標準化することは必要であるが、現状はまだその段階にはないと考えられるので最も一般的と考えられるプロセスを取り上げて研究を行なつた。

以下、簡単にシーケンスの手順について説明する。

(1) ディーゼル発電機関の起動準備

ディーゼル発電機関の起動を行なうにあたつては、まず

冷却水の確認

燃料油の確認

起動空気の確認

起動発電機関の選択

を行なう必要があり、上記の動作はシーケンス制御時間の短縮を考慮して並列で行なうこととした。

a) 冷却水の確認

シーケンス制御の前提条件でのべたように、系統への清水の張り込みは完了しているので、清水エキスパンションタンクの液面のみを確認することにより冷却水の確認を行なう。

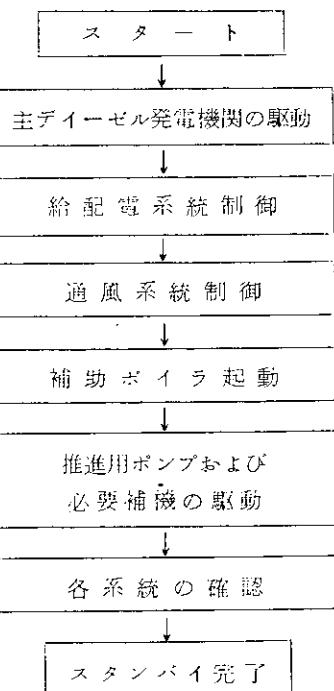
b) 燃料油の確認

シーケンス制御の前提条件でのべたように主ディーゼル発電機関の起動はA重油で行なうものとし、A重油清浄機の自動発停装置をONにする。これによつてA重油常用タンクの液面の高低によりA重油清浄機はON-OFF制御されA重油常用タンクの液面は一定範囲に保持される。

A重油常用タンクの液面を検出し、設定値と比較し液面を確認して後、A重油常用タンク取出弁を開く。この場合設定値より低い値を示す場合には清浄機吐出圧力が正常であるかどうか確認する。

c) 主空気だめ圧力の検出

まず、主空気だめの圧力を検出し、起動のための所要圧力よりも高い場合には主空気だめにて起動を行なうもの



第1.5.1図

とし、主空気だめ付元弁を開く。この場合所要圧力よりも低い場合には、補助空気だめを使用し、起動のための所要圧力を確認した後、補助空気だめ付元弁を開く。所要圧力よりも低い場合には非常用空気圧縮機を起動し、補助空気だめに充気し補助空気だめの圧力を確認した後、補助空気だめ付の元弁を開く。

d) 起動発電機関の選択

最初に起動する発電機関の選択は、発電機関制御盤にて行ない、発電機関の起動にさきだつて、潤滑油のブライミングは制御盤にて制御を行なう。

(2) 主ディーゼル発電機関の起動

主ディーゼル発電機関の起動準備完了後、選択された発電機関(G_1)の起動を行ない、 G_1 電源周波数および G_1 電源電圧の確認を行なつた後、第1.4.1.2図給電系統図に示される電源いや断器E C B閉、F B S開、G I C B閉の動作を行ない、 G_1 による電源供給を確保した後、非常用発電機関を停止する。

主ディーゼル発電機関の起動を行なつた後、補助清水冷却水ポンプおよび補助清水冷却水ポンプの起動海水吸入こし器の差圧確認を行なう。

次に主空気圧縮機をONにし、主空気だめ(制御空気用)の圧力を確認し、制御空気系統の圧力についても確認を行なつた後、非常用空気圧縮機をOFFする。

次に選択された発電機関(G_2)の起動を行ない G_1 と同様周波数および電圧の確認を行なつた後、自動同期投入装置および自動負荷分担装置をONにする。

(3) 機関室通風の確保

次のシーケンス動作として機関室通風機の起動を行ないボイラおよび主機関の燃焼に必要な風量の確保を行なう。

(4) 補助ボイラの起動準備

まず、カスケードタンクの液面が所要値より高いことを確認した後、給水ポンプを起動し、ボイラへの給水を確保した後ボイラ液面の確認を行なう。一方、上記シーケンスと並行し、A重油タンクの油取出弁を開いた後、低油温インターロックをキャンセルし、噴燃ポンプを起動し、燃料油の確保を行なう。

次にAOOC制御装置をONにし、手動/自動切換スイッチを自動に切換えた後ボイラの起動を行なう。

ボイラの起動後、火炎検知を行ない着火確認を行なつた後、ボイラ空気圧力の確認を行なう。この場合、ボイラ空気圧力の上昇がない場合には火炎の再確認を行なう。

次にC重油常用タンクおよびトレーシング用蒸気加熱弁を開いた後、液面および液温が規定値より高いことを確認する。

次にボイラ用電気ヒータをONした後、A重油からC重油に切換を行ないA重油取出弁を閉とする。

(5) 主機清水系統の暖機

まず冷却清水系統の暖機用ピストン弁を開および閉にし必要な時間、主ディーゼル発電機関冷却水により、暖機を行なう。

(6) 主機械用各系統のシーケンス制御

a) 清水系統

暖機完了後、暖機用ピストン弁を閉および開にする。

次に2台の主清水冷却水ポンプ運転時間を検出し、運転時間の短いポンプを起動する。

冷却水各出口管流量を確認した後、主機械暖機用加熱器の蒸気投入弁を開にし、清水冷却水の温度を調整する。

b) 海水系統

まず、水深および吃水の検出をあこなつた後、高低海水吸入口の中、最適の吸入口を選択し、海水吸入弁を開く。

次に主清水冷却水ポンプと同様選択を行なつた後、主海水冷却水ポンプの起動を行なう。

各系統の流量を確認した後、海水こし器差圧を確認する。

c) 主L.O.系統

まず、L.O.サンプタンクの液面が規定値より高いことを確認し、もしも低い場合には補給弁を開いて補給を行なう。次に同タンクの液温が規定値より高いことを確認する。もしも低い場合には加熱蒸気弁を開き規定値になるまで蒸気加熱管により加熱を行なう。

次に主清水冷却水ポンプと同様、選択を行なつた後、主L.O.ポンプの起動を行ない、続いて二次こし器差圧を確認し、もし規定値よりも大である場合には自動的に洗浄を行ない差圧が規定値以下になるようとする。

次にピストン冷却油流量、推力軸受入口圧力、主軸受入口圧力、ピストン冷却油圧力および主機最上部通油量を確認する。

d) T/C用L.O.系統

まず、T/C用L.O.サンプタンクの液面が規定値より高いことを確認した後、液温が規定値より高いことを確認する。もしも低い場合には主L.O.サンプタンクと同様加熱を行なう。

次に主清水冷却水ポンプと同様、起動順位を決定した後、T/C用L.O.ポンプを起動し、L.O.サンプタンクの運転油面が正常であることを確認する。続いてL.O.重力タンクの液面を確認後、こし器差圧を確認する。もし差圧が規定値より高い場合には自動的に洗浄する。最後に過給機入口圧力を確認する。

e) カム軸用L.O.系統

まず、カム軸用L.O.サンプタンクの液面が規定値より高いことを確認し、もしも低い場合には主L.O.系統と同様、補給を行なう。

次に、主L.O.ポンプと同様、起動順位を決定した後、カム軸用L.O.ポンプを起動し、こし器差圧確認および吐出圧力の確認を行なう。

f) ガバナ用L.O.系統

まず、ガバナ用L.O.タンクの液面が規定値より高いことを確認した後、主L.O.ポンプと同様起動順位を決定し、ポンプ起動を行ない吐出圧力の確認を行なう。

g) シリンダ油系統

まず、シリンダ油計測タンクの液面が規定値より高いことを確認し、もしも低い場合には補給ポンプを起動し、補給を行なう。

h) 排気弁用L.O.系統

排気弁用L.O.タンクの液面が規定値より高いことを確認した後、自動注油装置をONにする。

i) L.O.清浄系統

まず、L.O.清浄機の起動を行ない、清浄機付のL.O.ポンプ吐出圧力を確認した後、清浄機用L.O.ヒータの蒸気入口弁を開く。

続いてL.O.温度の確認を行なつた後、清浄機自動制御装置をONとし清浄機のスラッジ排出を自動制御する。

j) 燃料油系統

まず、A重油澄タンクの液面が規定値より高いことを確認した後、油取出弁を開く。次に主L.O.ポンプと同様、起動順位を決定した後ポンプを起動し、吐出圧力の確認および燃料油二次こし器の差圧確認を行ない、もしも差圧が規定値よりも高い場合には自動洗浄を行なう。

k) 燃料弁冷却油系統

燃料弁冷却油タンクの液面が規定値より高いことを確認し、主L.O.ポンプと同様、起動順位を決定した後、ポンプを起動する。次に冷却油流量を確認する。

l) 船尾軸受L.O.系統

船尾軸受用L.O.サンプタンクの液面が規定値より高いことを確認し、もしも低い場合には補給を行なう。

次に船尾軸受用L.O.ポンプを起動した後、流量の確認を行なう。

m) 起動空気系統

主空気槽の空気吸入弁を開いた後、主空気圧縮機の自動発停装置をONにする。次に主空気槽の圧力を確認する。

n) ピルジ系統

機関室のピルジウエルの液面が規定値よりも低いことを確認する。

(7) シリンダ油初期注油および主機スタンバイ動作完了

以上述べたシーケンス制御により、推進用各ポンプは正常運転に入っているので、引き続き指圧器弁を開きターニングギアの嵌合を行なつた後、ターニングギアで主機をターニングしながら、シリンダの初期注油を行なう。完了後ターニングギアを脱した後、指圧器弁を閉じる。

次に主空気槽の空気取出弁を開くとともに、主機械付の塞止兼スライド弁が自動位置になつてることを確認し、すべての主機スタンバイ動作を完了する。

1.5.2 フローチャート

以上述べたスタンバイシーケンス制御の手順に従つて、フローチャートを作成したものが第1.5.2図である。

1.6 制御素子に関する調査

1.6.1 調査の基本方針

制御素子の調査に当つて対象とするものは、制御系統全般における素子を考えるべきであるが本研究では、シーケンス制御装置における素子として考えた。系統全般における異状検知の問題もあり、それに使用する素子については当然変つた観点より見直されるべきと考えるが異状検知は別の形態で調査するものとした。しかし大部分の素子はスタンバイシーケンスだけでなく航海中にも使用できるので、当然それにも使用されるものとする。

制御素子の調査の方法としては造船所を中心としたメーカーとの討議を行ない、使用個所による素子の選別、実績上における問題点、その他の調査検討を行ない必要な項目を選定して、さらにアンケートによる信頼性の問題を究明した。

1.6.2 制御素子の種類

シーケンス制御を行なうのに必要な制御素子の種類は次のとおりである。

- a) 検出端： 圧力スイッチ、温度スイッチ、流量スイッチ、レベルスイッチ、リミットスイッチ、フレームアイ、タイマーなど
- b) 操作端： 空気作動ピストン弁、油圧バタフライ弁、電動バタフライ弁、ダイヤフラム弁、電磁弁など
- c) 操作部： 電磁リレー、半導体リレー、押釦、スイッチ、表示灯、ブザー、ベルなど

1.6.3 制御素子アンケート調査

上記1.6.2項の制御素子についてアンケート形式の調査を行なつた。調査依頼対象会社は、造船所15社、計器メーカー10社、エンジンメーカー17社の計42社で、計32社より回答を得た。

アンケート調査結果を以下に示す。

(1) リレー

(a) 電磁リレー

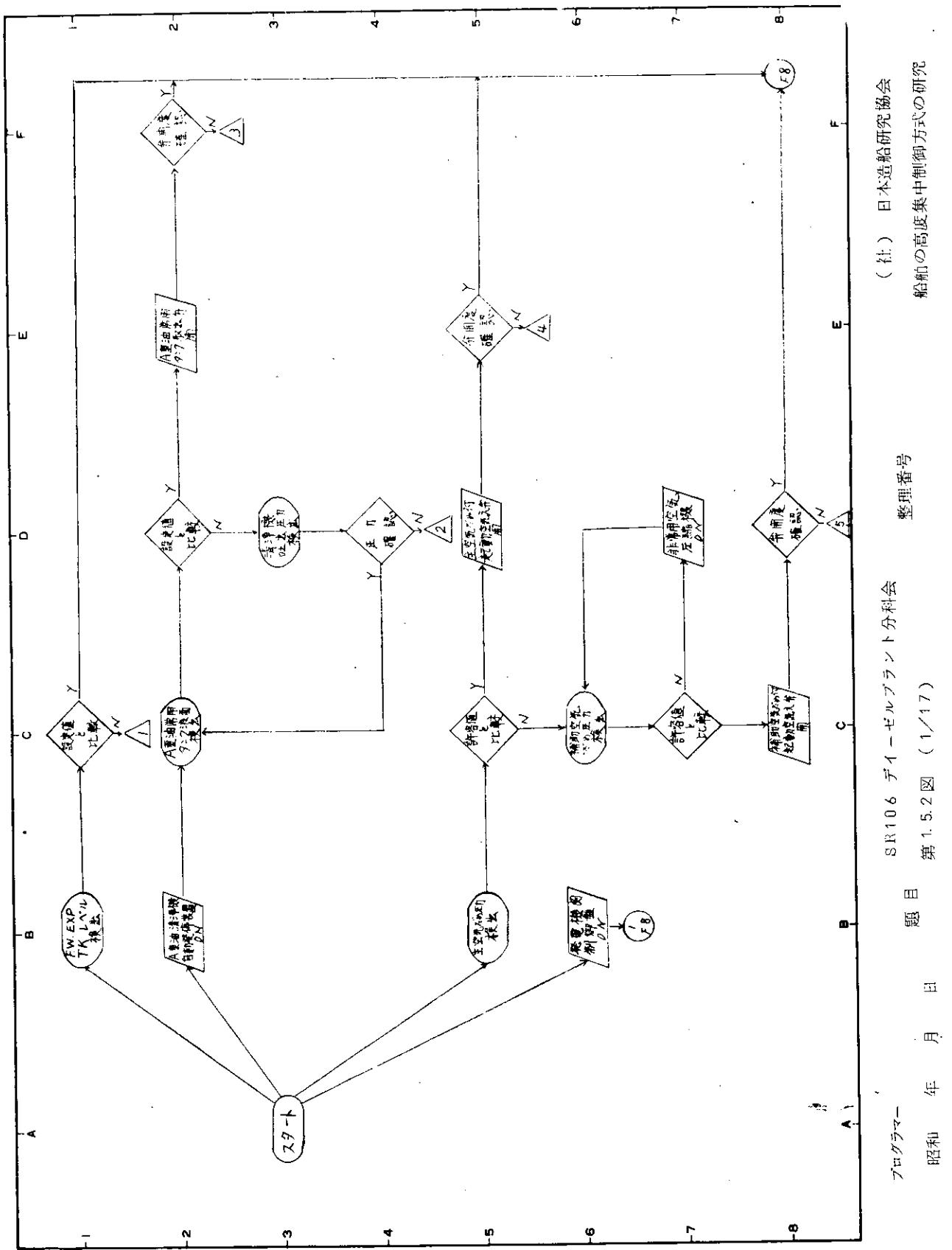
(i) 使用したリレーメーカとその型式

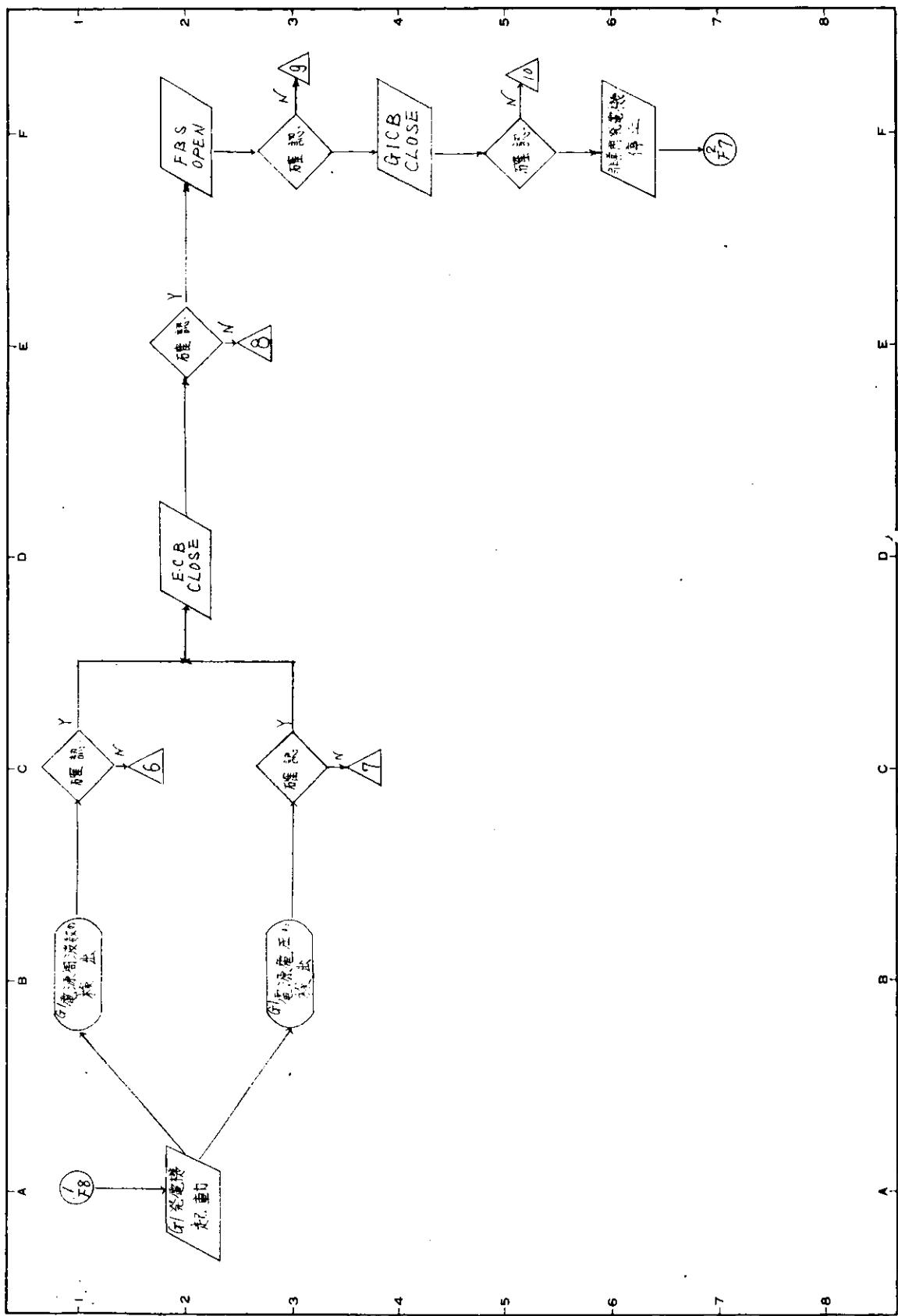
(1) 自己保持など電磁リレーで接点に10~300mAを流す使い方をする場合

アンケートの集計を第1.6.1表に示す。

使用メーカーについては、32社中18社が富士通、17社が立石、7社が富士電機製を採用している。型式別では富士通34、立石MK、富士電SRCがベスト3を占めている。

(ii) ソレノイドの駆動など1~5Aで使う場合





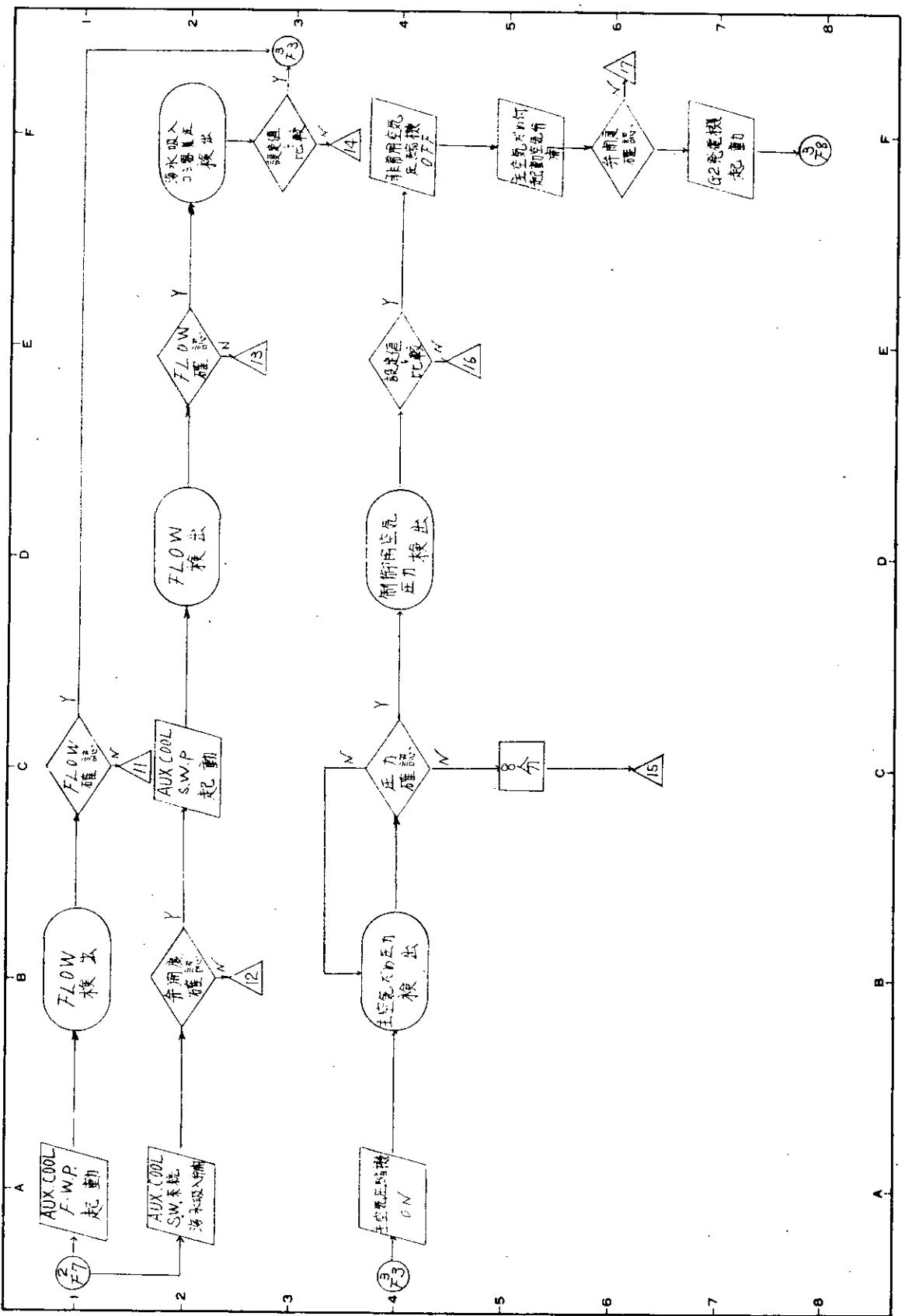
プログラムー

昭和 年 月 日 順序 第1.5.2図 (2/17)

SR106 ディーゼルプラント分科会
題目 第1.5.2図

整理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高周集中制御方式の研究

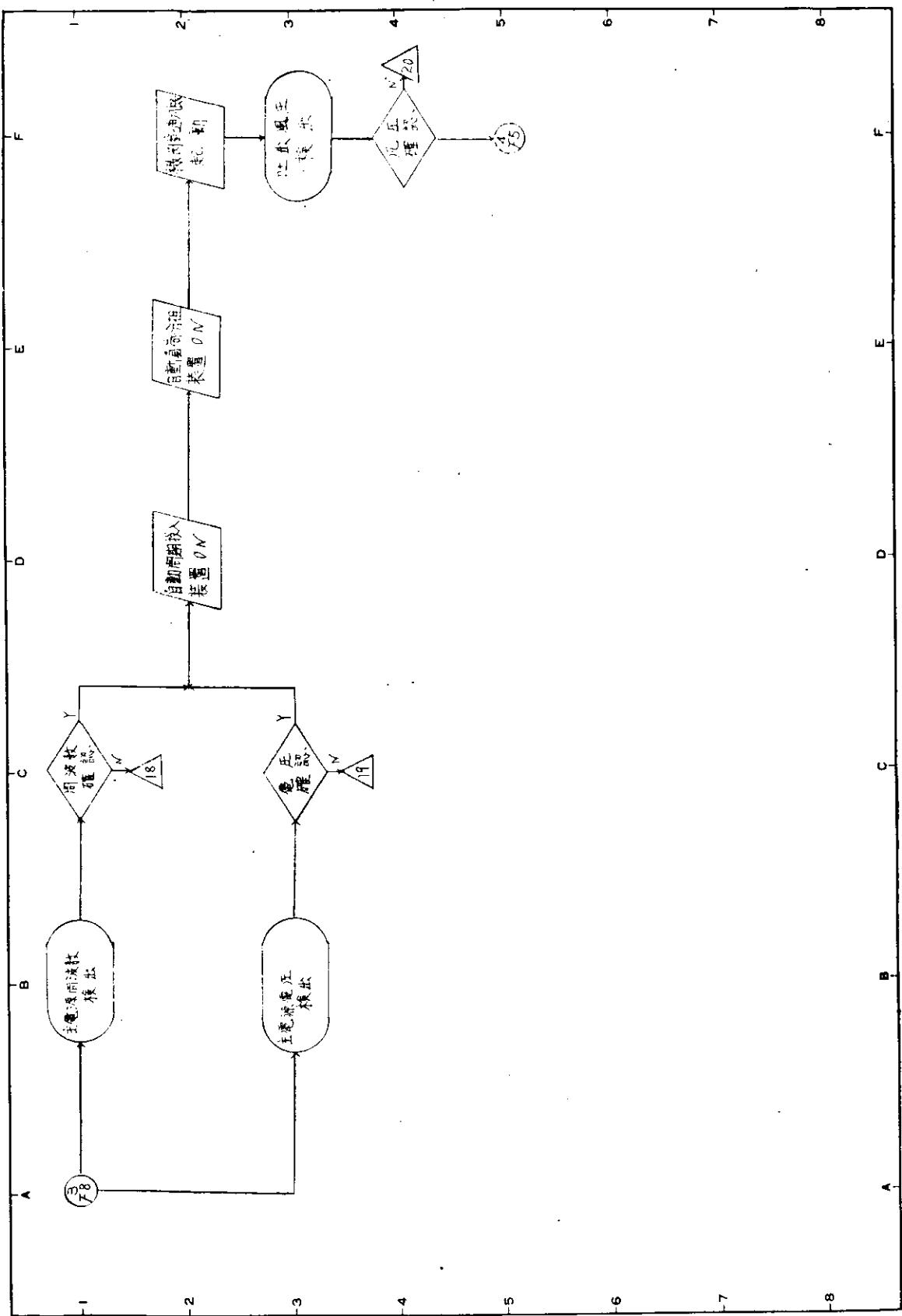


プログラム
昭和 年月日

SR106 デイ-ゼルプラント分科会
題目 第1.5.2図 (3/17)

整理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

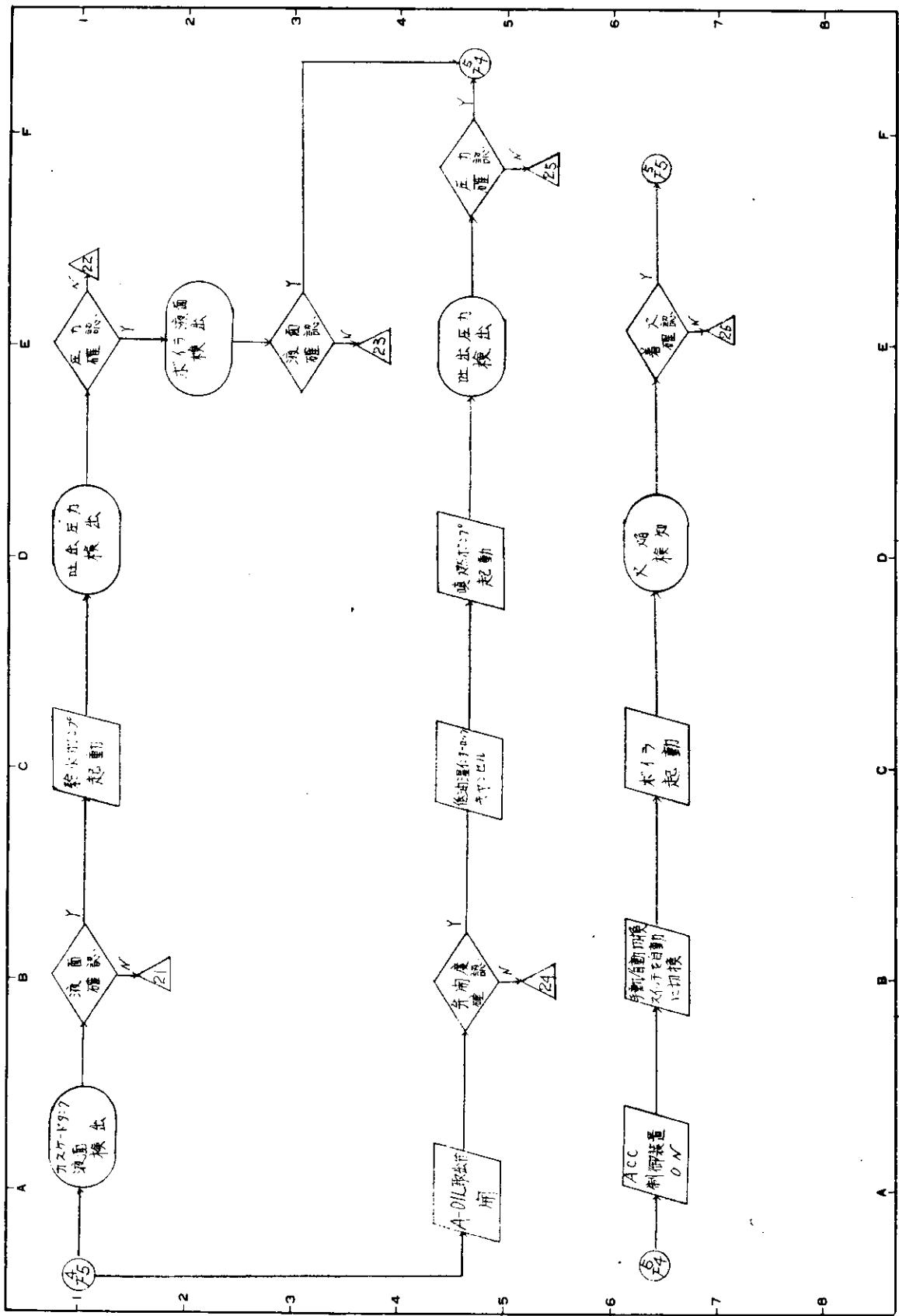


卷之三

SR106 デイ-セルブラント分科会
第1.5.2図 (4/17)

整理看房

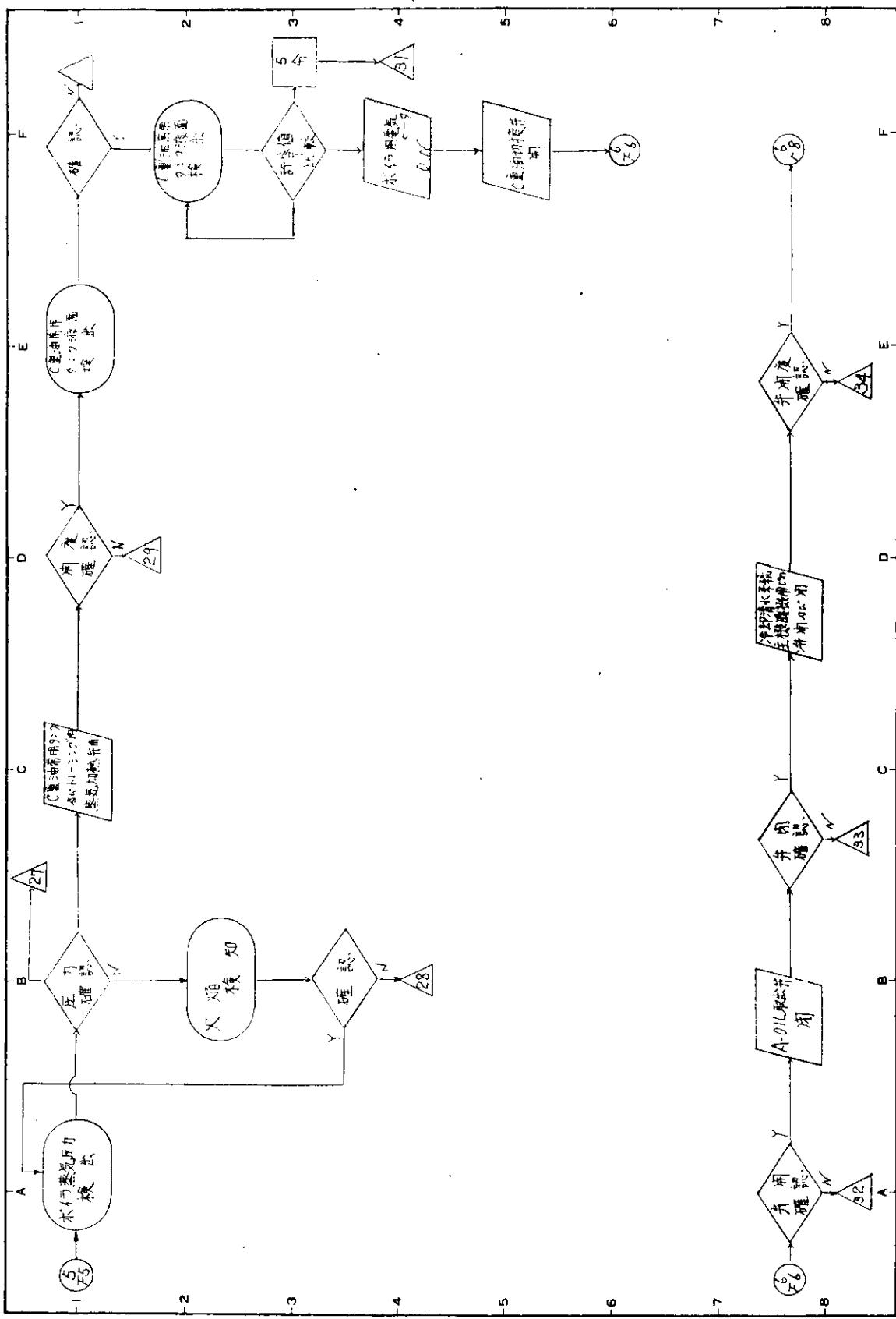
(社) 日本造船研究協会



SR106 ディーゼルプラント分科会
題目 第1.5.2図 (5/17)

整理番号
船航の高度集中制御方式の研究

(社) 日本造船研究協会



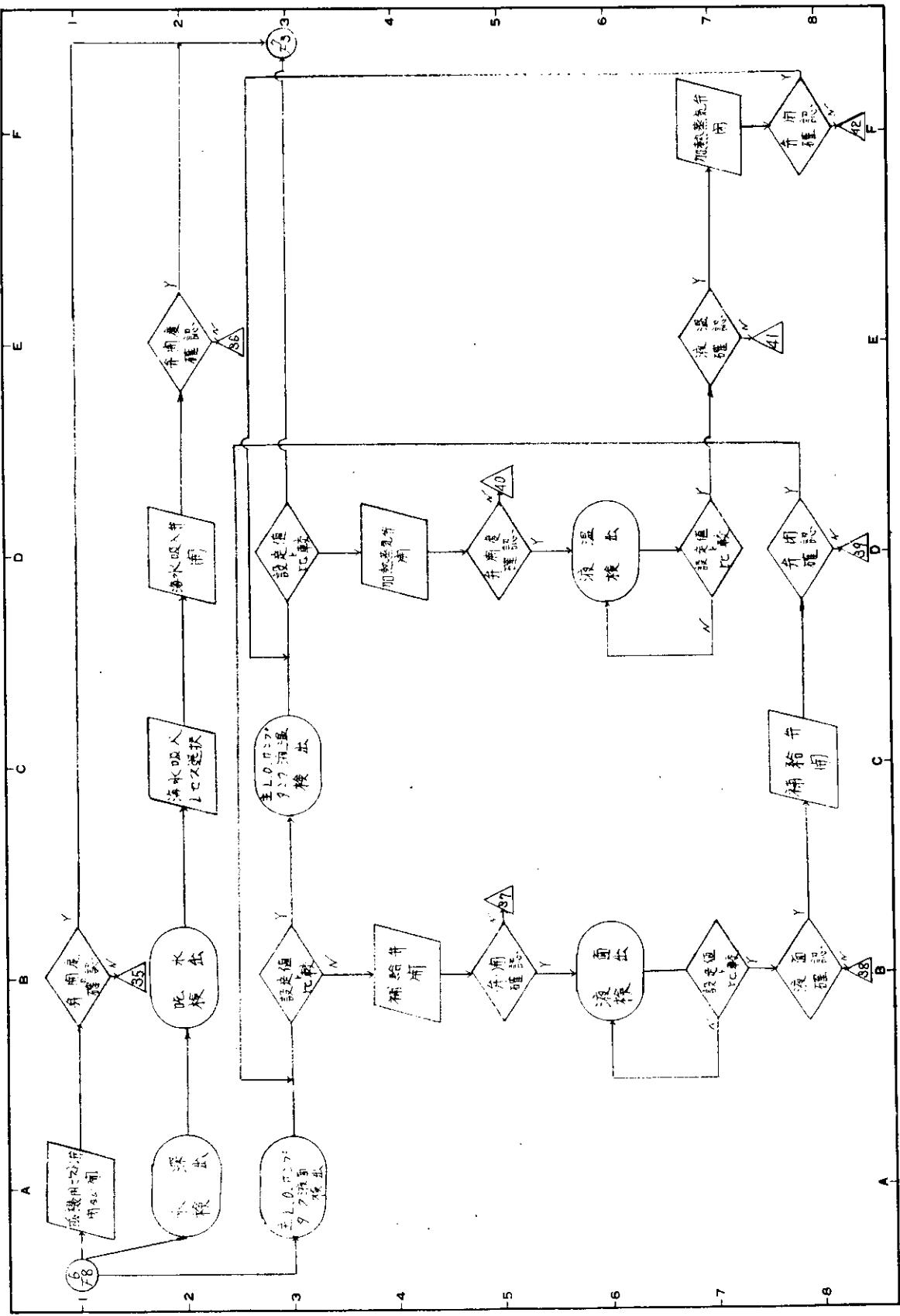
八

四

SR106 デイ-ゼルブラント分科会
第1.5.2回(6/17)

整理番号

(社) 日本造船研究協会



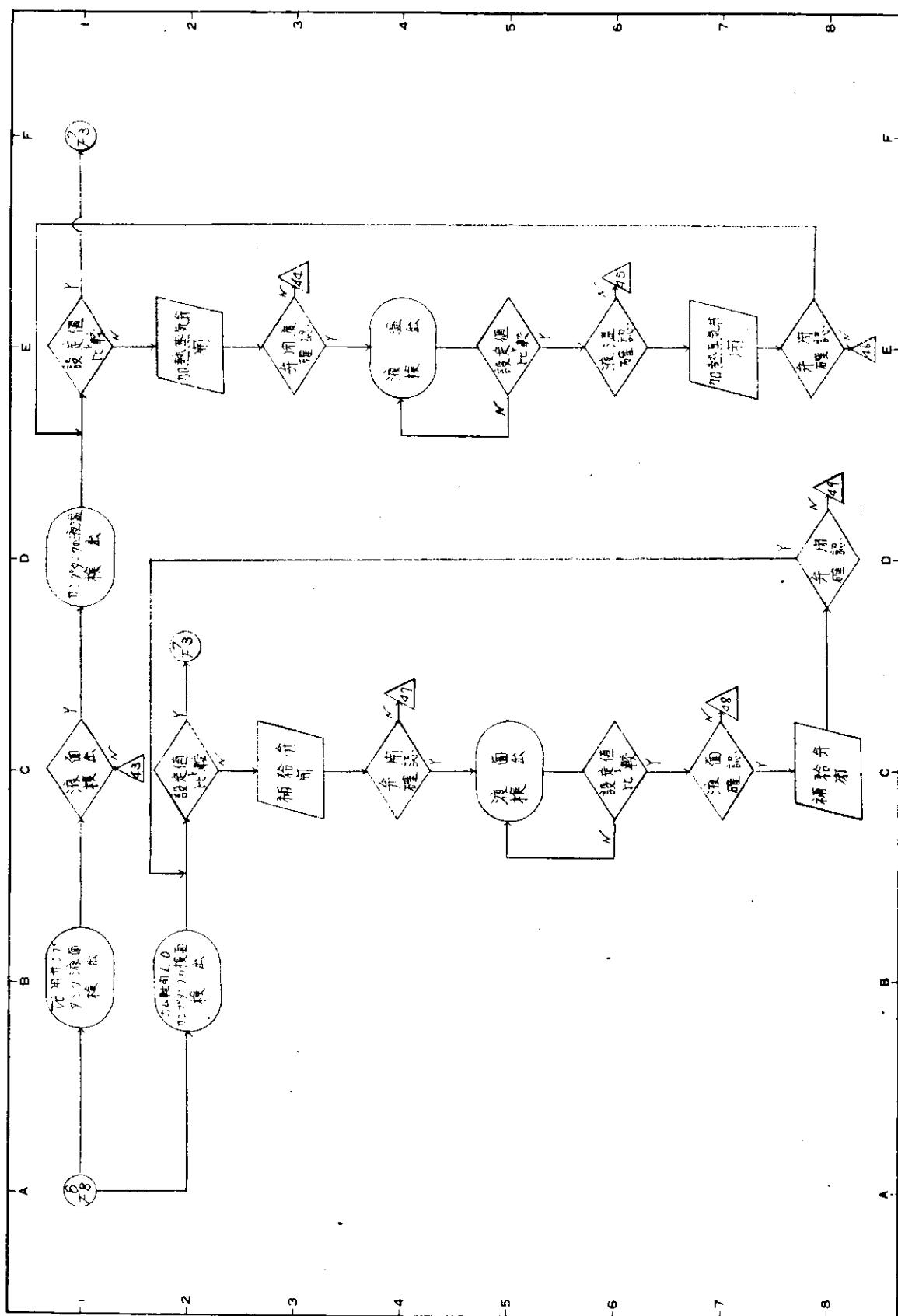
船舶の高度集中制御方式の研究

整理番号

SR106 デイーゼルプランクトン分科会 第1.5.2回 (7/17)

三
五

昭和
プログラマー

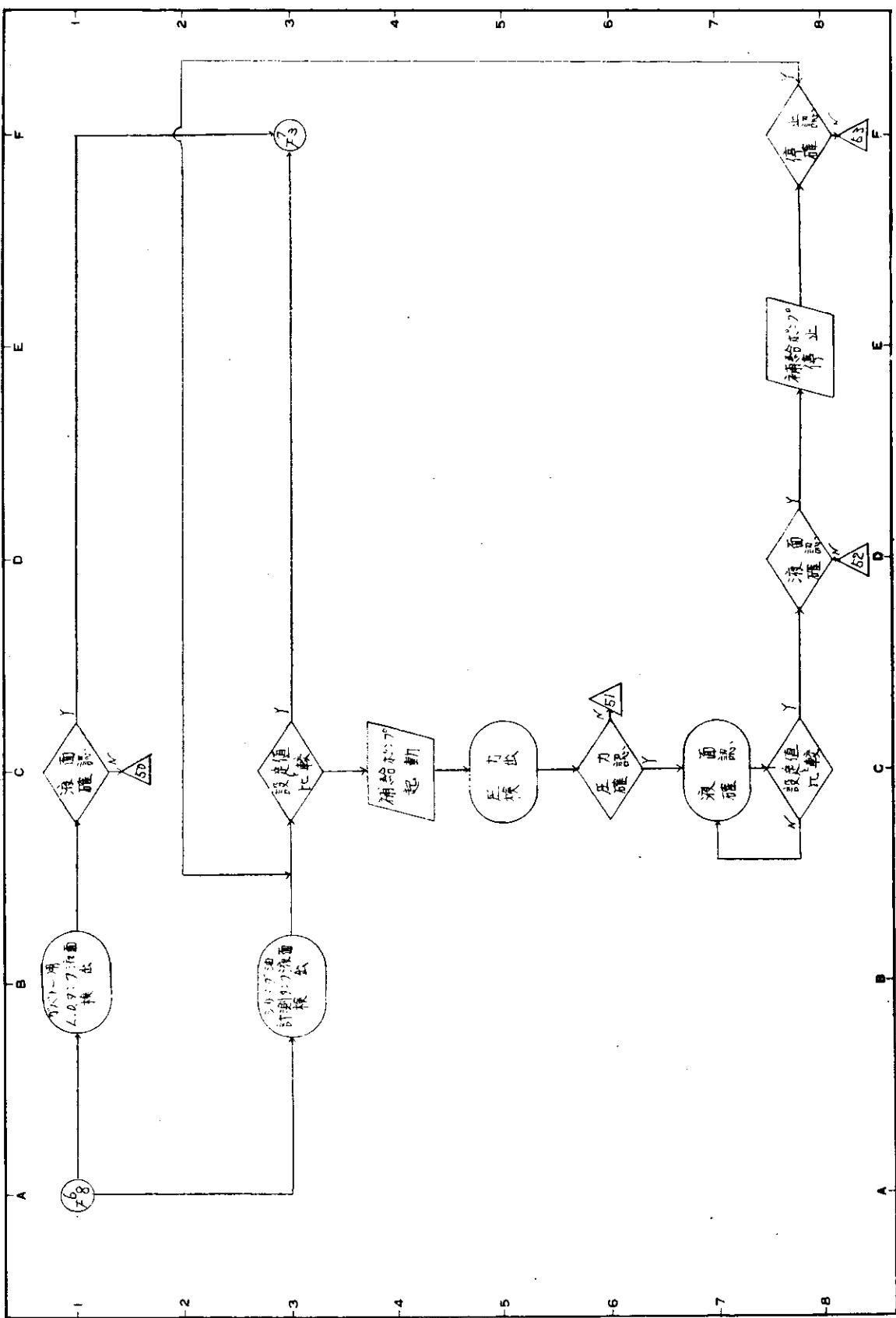


プログラマー
昭和 年 月 日

JR106 デイゼルプラント分科会
第1.5.2図 (8/17)

整理番号
経理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

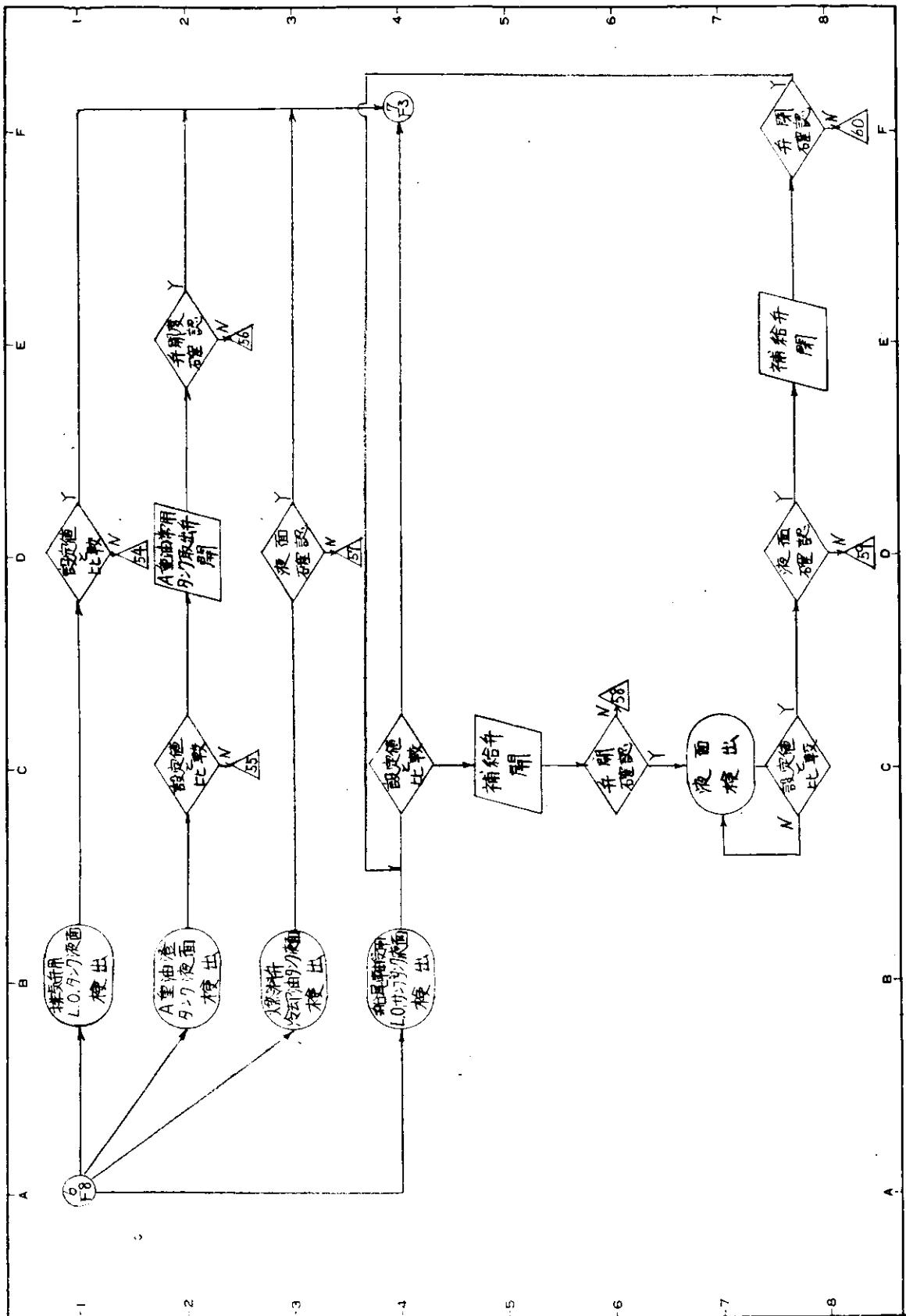


(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

整形番号

SH106 デイーゼルプラント分科会
題目 第1.5.2図 (9/17)

プログラマー
昭和 年 月 日



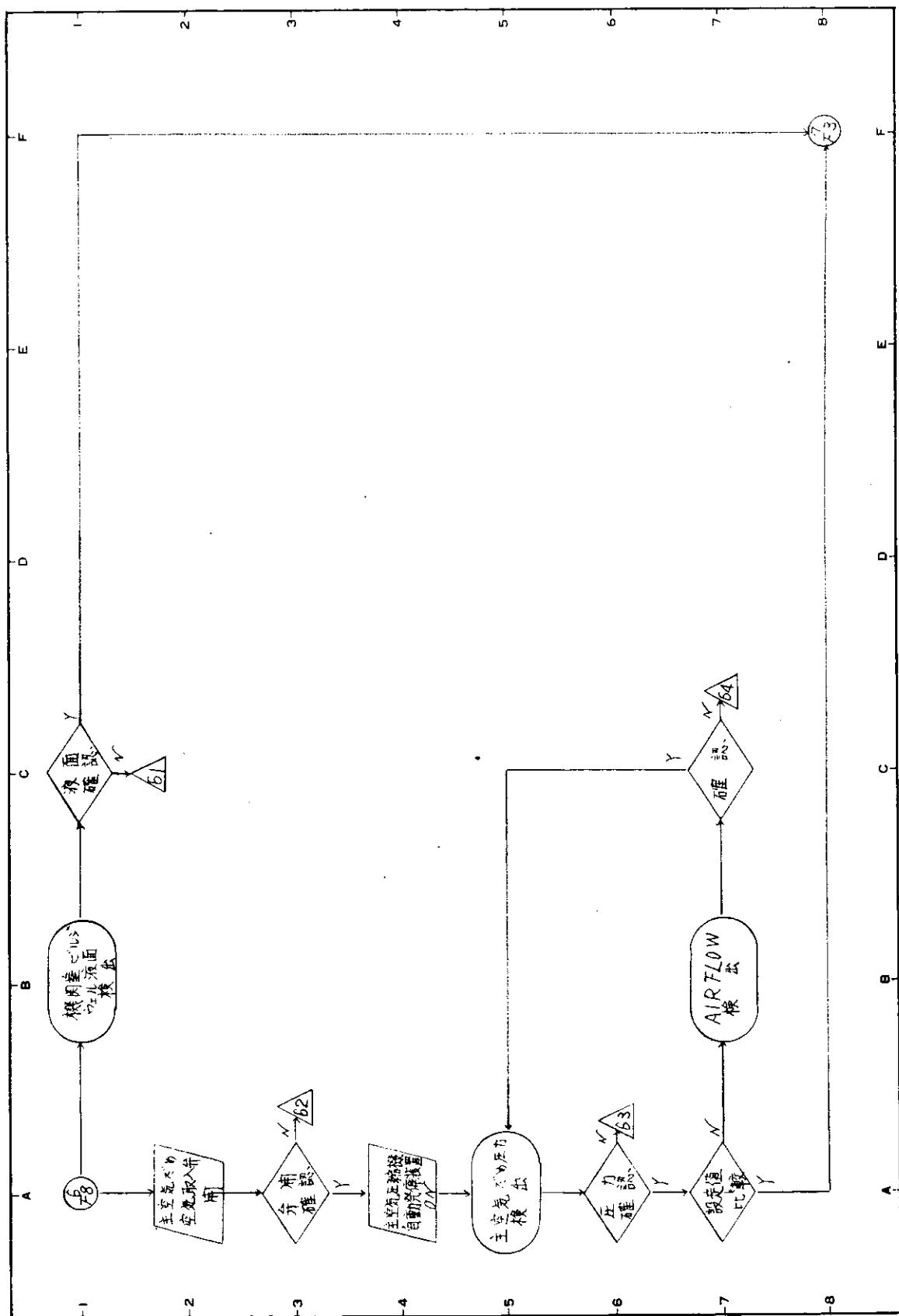
プログラム

昭和 年 月 日

SK106 ディーゼルプラント分科会
題目 第1, 5, 2 図 (10/17)

整理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

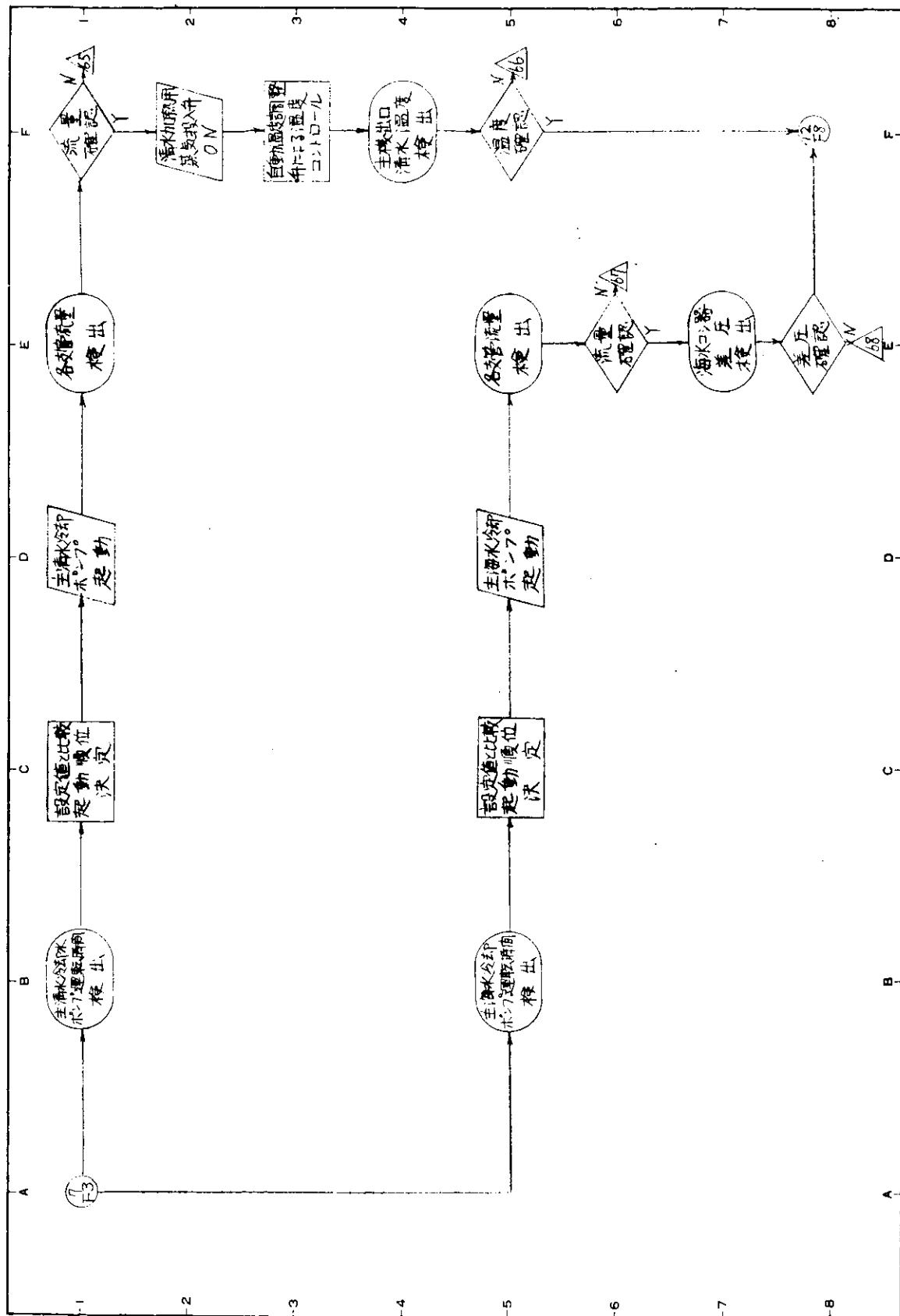


(社) 日本造船研究協会
船舶の高精度集中制御方式の研究

整理番号

SR106 テイモルプラント分科会
題目 第1.5.2図 (11/17)

プログラマー
昭和 年 月 日



プログラマー

SR106 デイーゼルプラント分科会

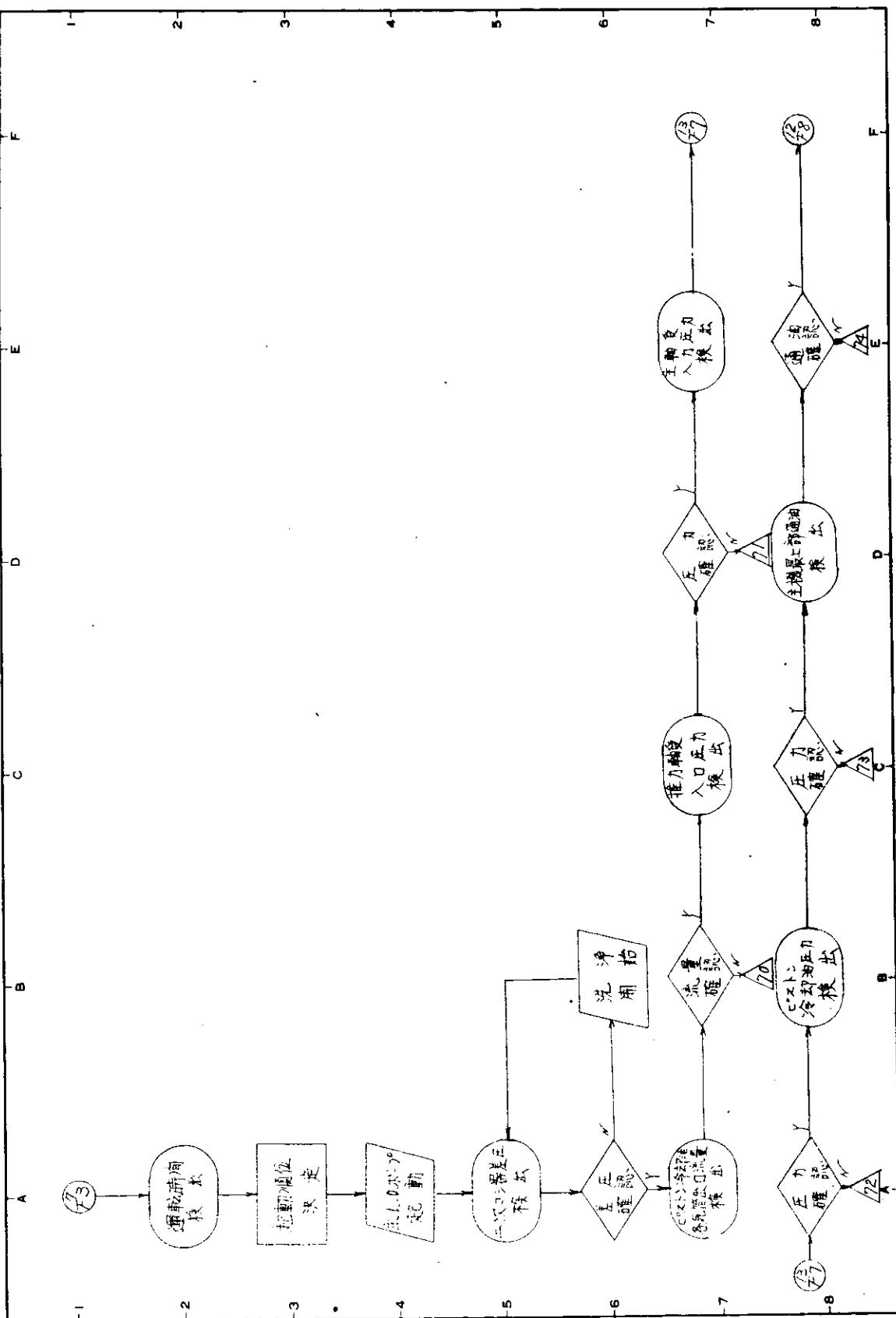
整理番号

(社) 日本造船研究協会

第1.5.2図 (12/17)

船の高度集中制御方式の研究

題目

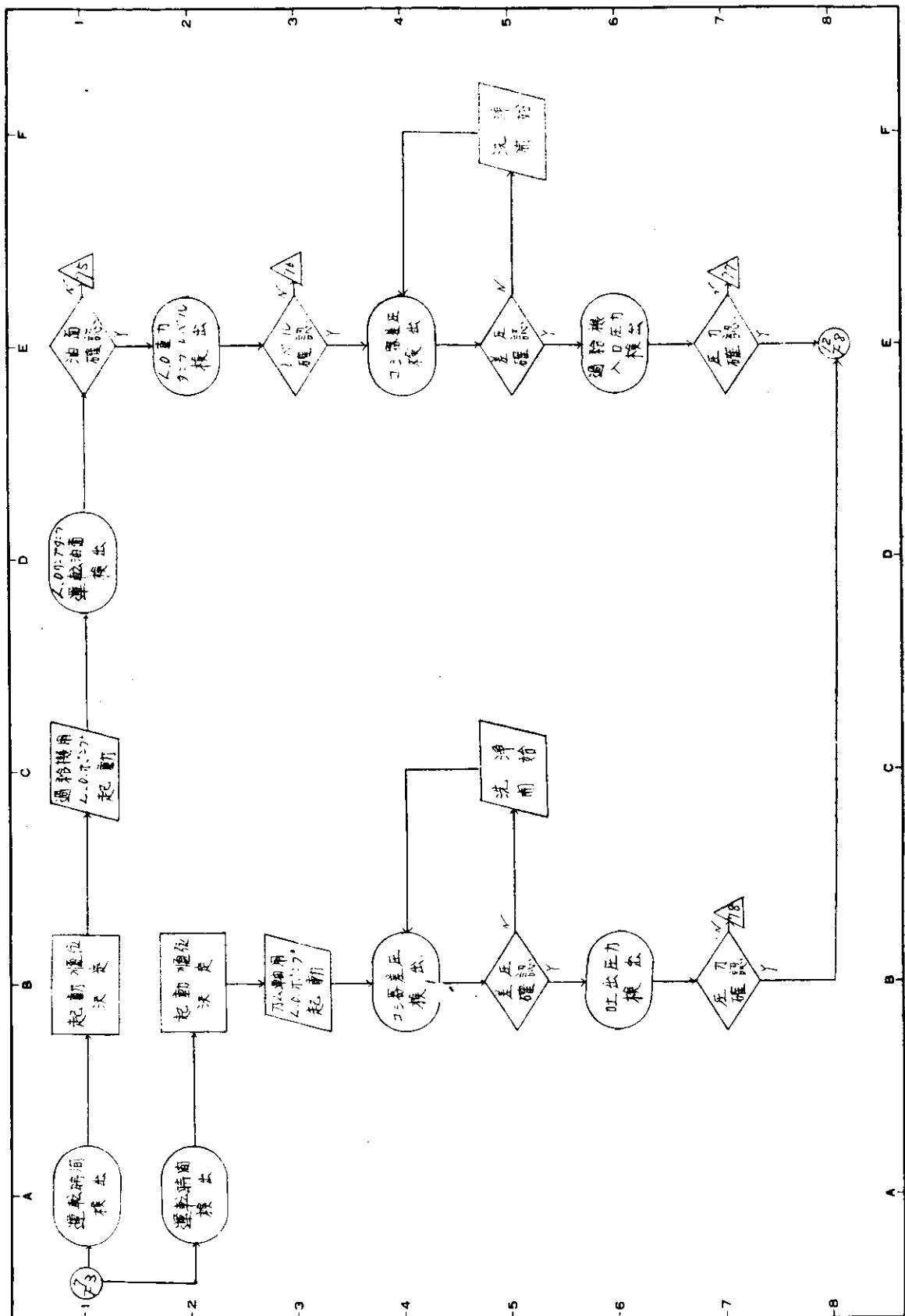


(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

整理番号

SR106 デイーゼルプラント分科会
題目 第1.5.2図 (13/17)

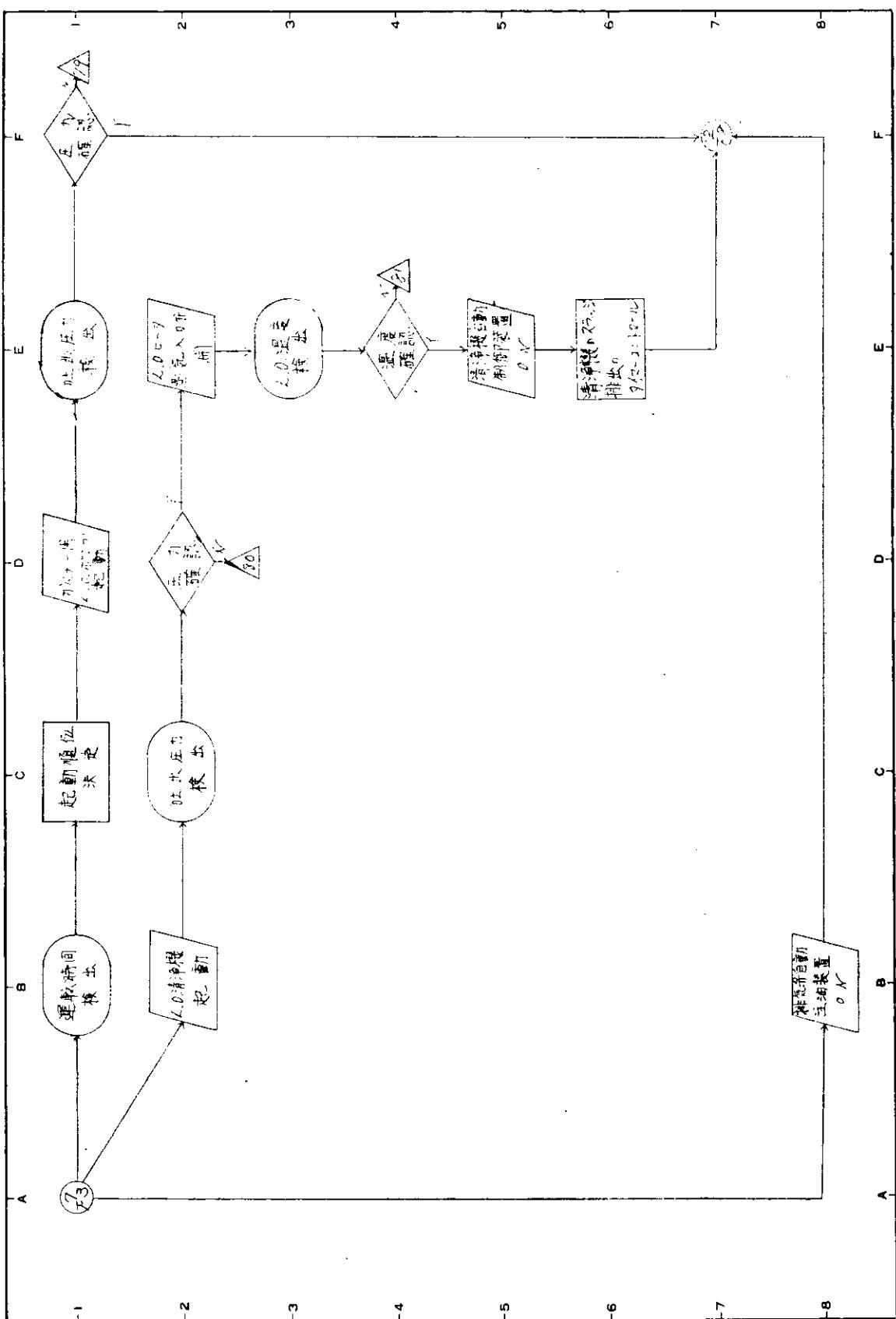
プログラム
日時 年 月 日



(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究
整理資料

図106 デイゼルブランクト分科会
第1.5.2図 (14/17)

アクリシア
昭和4年 月 日

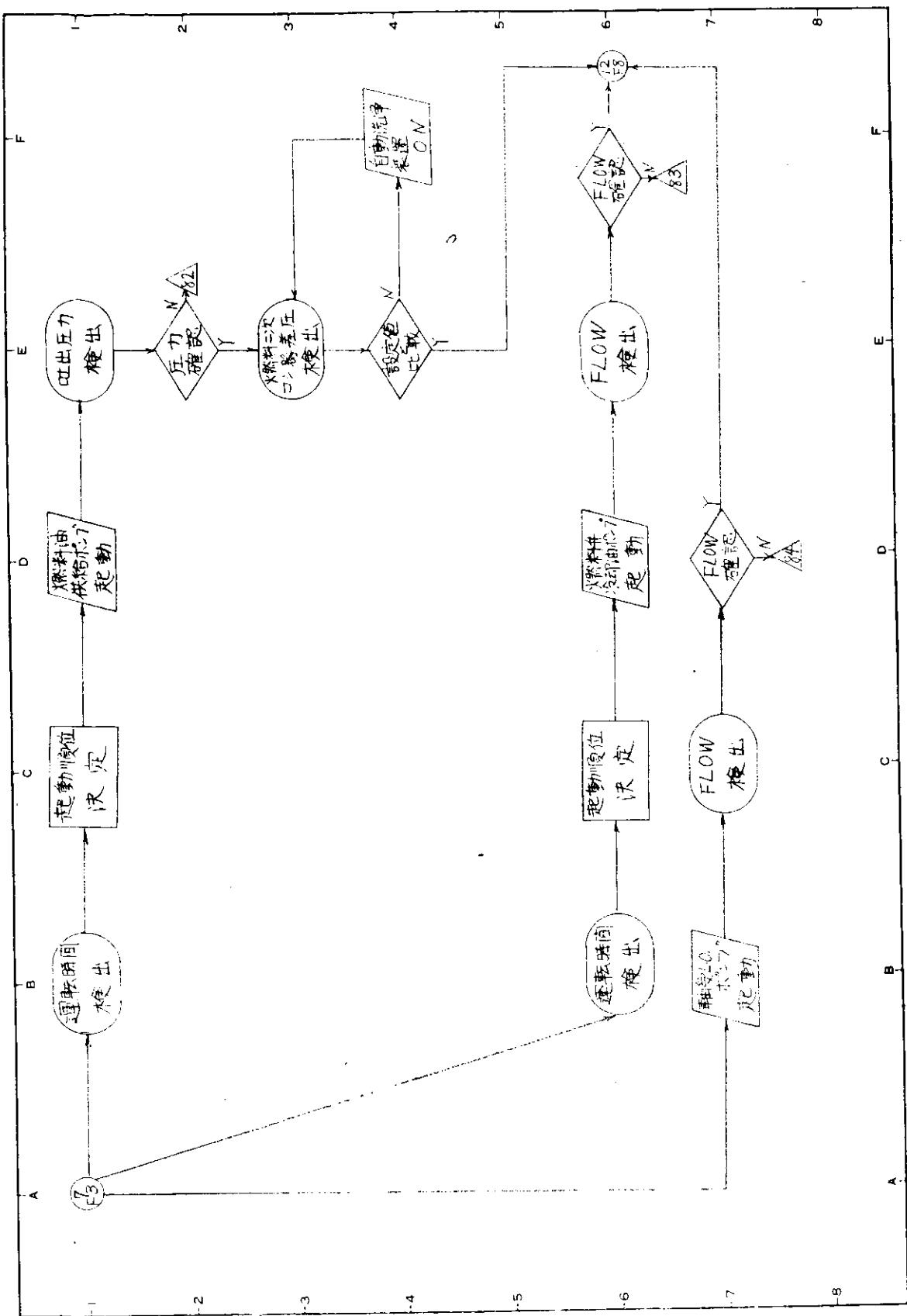


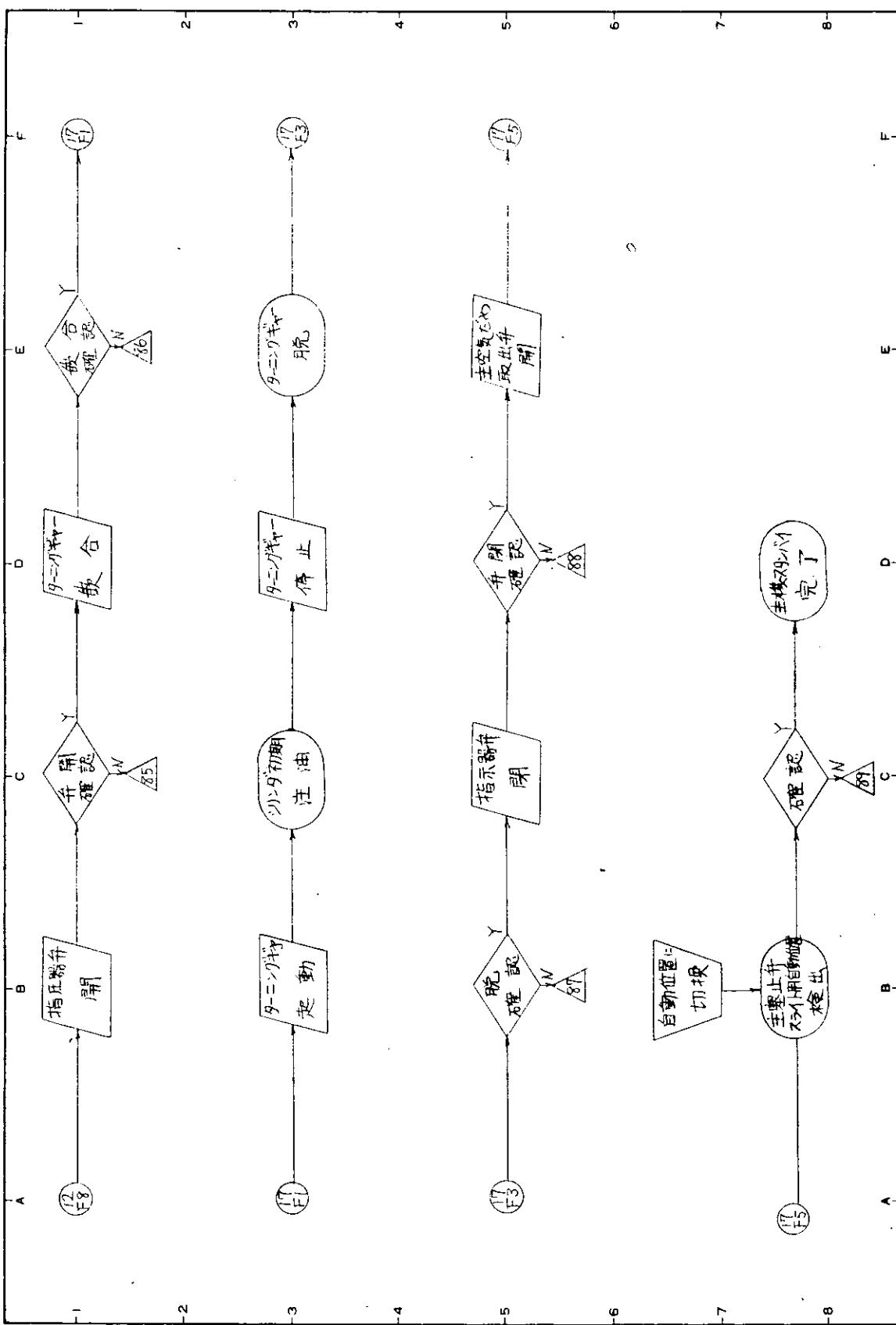
プログラマー
昭和 年 月 日

SR106 ディーゼルプラント分科会
題目 第1.5.2図 (15/17)

整理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究





昭和 年 月 日
題 目 第 1.5.2 図 (17/17)
SR106 ディーゼルプラント分科会

整理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

プログラム
昭和 年 月 日

アンケートの集計を第1.6.2表に示す。

第1.6.1表 リレーメーカと型式調査表(1)

メー カ	型 式	採用会社数	
		型 式 別	メー カ 别
富 士 通	3 4	1 7	1 8
	1 5 3	1	
	1 5 6	2	
	1 9 3	2	
立 石 電 機	M K	1 3	1 7
	M M	5	
	M M K	1	
	M M T	1	
	M A	1	
	M Y 4 P Y	1	
	6 1 2 X P	1	
	6 1	2	
富 士 電 機	S R C	7	7
	R C	1	
	W R C	1	
	H H	1	
三 菱 電 機	R P	2	2
	M	1	
	M D	1	
東 京 電 機	M P S	1	1
	M R - 7 0 0	1	
	M S	1	
シ 一 メ ン ス	K 9 1 5 1 1	1	1
	9 2 0 1 1	1	
	K 9 2 5 1 1	1	
高 見 沢	M A - R	1	1
タ カ ヤ	3 4	2	2
	G K P	1	
計		7 2	4 9

使用メーカについては31社中立石17社、富士電機15社、富士通6社であり型式別では、富士電機S R C、立石M A、富士通3 4がベスト3である。

(iv) 信勢回路など数mA以下で使う場合

アンケートの集計を第1.6.3表に示す。

使用メーカについては25社中立石電機16社、富士通15社、富士電機6社であり型式別では立石M K、富士通3 4、富士通1 9 3がベスト3である。

(v) 事故発生の具体例

アンケートの集計を第1.6.4表に示す。

第1.6.4表についてみれば、各事故ともに稀または皆無の回答が多く、信頼性は高いことがわかる。ただし接点の接触不良について何とかなりあるとの回答が、6件報告されており改良が望まれる。

(vi) 信頼性に関する見解

第1.6.2表 リレーメーカと型式調査表(2)

メー カ	型 式	採用会社数	
		型 式 别	メー カ 别
立 石 電 機	M M X	1	1 7
	M A	5	
	M K	3	
	6 1 2	3	
	M M	9	
富 士 電 機	S R C	7	1 5
	S R T	2	
	R C	7	
	F B V	1	
	3 4	5	
富 士 通	1 5 6	1	6
	A X	1	
	M	1	
	M	1	
三 菱 電	M D	1	3
	R P	1	
	M R	1	
	M R D	1	
	3 4	1	
タ カ ヤ	L K	1	2
	K	1	
日 立 製	K	1	1
	D I L	1	
東 京 電 機	G I L	1	1
	M D	1	
	M R	1	
	M S	1	
計		6 2	4 7

第1.6.3表 リレーメーカと型式調査表(3)

メー カ	型 式	採用会社数	
		型 式 别	メー カ 别
立 石	M A	1	1 6
	M K	1 3	
	M Y	2	
	M H	3	
	M M	3	
	M R	1	
富 士 通	P Y	1	1 5
	1 5 1	1	
	3 1	1	
	1 5 6	1	
	1 9 3	6	
	3 4	8	
	1 5 3	3	
富 士 電 機	1 9 4	1	6
	S R C	3	
	W R C	1	
	R P	1	
	H H	1	
日 本 電 気	R C	1	3
	W J	1	
	W A	1	
東 京 電 機	S R H	1	4 4
	不 明	1	
	不 明	1	
	U M R	1	
シ 一 メ ン ス	T r i c	1	4 4
	計	5 9	

アンケートの集計を第1.6.5表に示す。

第1.6.4表 電磁リレーの事故

	かなり	稀	皆無	計
a 断線	1	14	14	29
b 接点の接触不良	6	18	5	29
c 接点の溶融		17	13	30
d ステック		11	15	26
e ソケットの接点不良	2	15	12	29
f その他			1	1

第1.6.5表 電磁リレーの信頼性

	回答数	全体に対する比率
満足している	28	88
不安感がつきまとう	5	9
不満足である	1	3
計	32	100%

第1.6.5表についてみれば、電磁リレーについ

て満足しているとの回答が88%をしめており、
信頼されていることがわかる。

(iv) リレー接点を重複して使うなどの保護処置の有
無

アンケートの集計を第1.6.6表に示す。

(v) 半導体リレー

(i) 半導体リレーを使用した実績

半導体リレーについては過半数の
会社が採用の経験があり、半導体の
種類については、Siが最も多いこ
とがわかる。

(ii) 使用したメーカー名

アンケートの集計を第1.6.9表に示す。

第1.6.9表によれば、採用している半導体メーカーは日本電気、東芝が最も多いことがわかる。

(iii) 半導体リレーの事故発生例

アンケートの集計を第1.6.10表に示す。

第1.6.9表 半導体メーカー

メーカー名	採用会社数
日本電機	10
東芝	6
日立製作	3
三菱電機	3
着電社	2
立石	1
富士電機	1
北辰	1
シーメンス	1
山陽電機	1
タカヤ電気	1
日本インター	1
計	31

第1.6.10表 半導体リレーの事故発生例

	かなり	稀	皆無	計
a. 半導体自体の不良	4	9	4	17
b. 温度による事故	2	8	4	14
c. 過電圧による事故	5	4	7	16
d. 原因不明の誤動作	3	13	4	20
e. その他	3	6	2	11

第1.6.11表

	回答数
小電力回路に全面的に採用	20
電磁リレーのみ使用	4
指定しない	2
計	26

第1.6.10表によれば、各事故ともに稀との回答が約半数をしめているが、一方かなりの事故との回答が皆
無との回答とほぼ同数であることが注目され、半導体の事故発生については意見がかなり異つていることがわか

る。一方事故の種類の中では原因不明の誤動作が最も多いことが報告されてあることも注目される。

IV) 将来における半導体リレーと電磁リレーの選択

アンケートの集計を第1.6.1.1表に示す。

第1.6.1.1表によれば、将来は半導体リレー採用の会社は圧倒的に多いことがわかる。

(c) タイマー

(i) 使用しているメーカーとその型式

アンケートの集計を第1.6.1.2表に示す。

第1.6.1.2表 タイマーのメーカーと型式
(設定を1分までとする場合)

メー カ	型 式	採用会社数	
		型 式 別	メー カ別
立 石 電 機	SPPY	1	
	611T	2	
	SYS	7	
	MM	4	
	STP	18	27
	DMT	4	
	TD	4	
富 士 電 機	AT	7	
	CR	1	
富 士 電 機	FAT	2	
	SM	3	4
三 菱	SM	2	
	トランジスター	2	3
東 京 電 機	MAT	4	
	UT	1	5
日 本 電 気	不 明		2
著 電 社	TY	2	2
シーメンス	MZT	1	1
タ カ ヤ	SAM	1	1
和 泉	TED	1	
	TMD	1	2
北 辰	半導体	1	1
長 谷 川 電 機	MA	1	1
計		90	49

第1.6.1.3表 タイマーのメーカーと型式
(設定を1分～6時間とする場合)

メー カ	型 式	採用会社数	
		型 式 别	メー カ別
立 石 電 機	SYS	15	
	DMT	4	
	STP	9	
	SM	1	
	YT	2	24
	JT	1	
	MM	2	
東 京 電 機	ATS	1	
	AYP	1	
富 士 電 機	UT	2	
	MAT	3	5
富 士 電 機	SM	5	3
三 菜 電 機	AR	3	3
著 電	不 明	1	1
日 本 電 気	不 明	1	1
北 辰	不 明	1	1
和 泉	TMD	1	1
日 立 製 作	不 明	1	1
東 芝	不 明	1	1
計		53	41

第1.6.1.2表および第1.6.1.3表によれば、立石電機製が圧倒的に多く採用されていることがわかる。

(ii) 事故発生の具体例

機械式タイマーの場合(空気式タイマーを含む)

- | | |
|---------------------------------|------------|
| 1. 作動中の調整により破損 | 回 答 数
4 |
| 2. 動作時間のばらつき | 4 |
| 3. 接点の接触不良 | 4 |
| 4. コイルの破損 | 2 |
| 5. モータまたはクラッチの焼損 | 2 |
| 6. ソケットのガイドの破損 | 1 |
| 7. 設定時間が短くなる
(RESETにある時間が必要) | 1 |
| 8. コンデンサーのパンク | 1 |

	回 答 数
9. 復 帰 不 良	1
10. 溫度上昇による設定値誤差	1
11. ギアの摩耗	1
半導体タイマーの場合	
1. タイマー附近の発熱体からの影響で誤動作又は破損	2
2. 直流用タイマー事故発生率大	1
3. 信頼性が充分でないもの多し	1
4. 過電圧による使用不能	1
5. 動作リップルの多い時作動不良	1

(iii) 機械式タイマーの信頼性

アンケートの集計を第1.6.1.4表に示す。

その他の意見として

1. 信頼性を考えて予備をますことも必要
2. 信頼性と予備をますことは無関係

(iv) 半導体タイマーについてのアンケートの集計を第1.6.1.5表に示す。

その他の意見として

1. 用途、使用条件、価格により適当に選ぶ 5社
2. 半導体リレー使用時、半導体タイマー使用 1社

第1.6.1.4表 機械式タイマーの信頼性

	回 答 数
現 状 で 可	29
改良が急務であり現状は予備をふやすべき	0
計	29

第1.6.1.5表 半導体タイマー

	回 答 数
a. 所要精度を調べ積極的に使う	7
b. 1分以内のみ半導体タイマー使用	6
c. 従来通り機械タイマー使用	7
計	20

(a) 一般部品

アンケートの集計を第1.6.1.6表～第1.6.2.4表に示す。

第1.6.1.6表 押ボタン

	回答社数 32
和 泉 電 機	14
吉 田 電 機	8
富 士 電 機	7
木 村 電 機	5
山 武	4
富 士 通	1
春 日	1
三 菱 電 機	2
国 際 電 業	2
丸 ヤ ス	1
東 京 電 機	2
戸 上 電 機	2
立 石 電 機	6
日 本 開 閉 器	1
佐 藤	1
計	57

第1.6.1.7表 カムスイッチ

	回答社数 32
和 泉 電 機	8
東 電 舎	6
木 村 電 機	1
富 士 電 機	2
吉 田 電 機	2
正 興 電 機	2
砂 崎 電 機	1
不 二 電 機	3
東 京 電 機	2
中 村 電 機	3
三 菱 電 機	2
クロツクナー	1
計	33

第1.6.1.8表 ヒューズ

	回答社数 32
セ ロ ラ イ ト	28
日 立 造 船 TH	11
富 士 桜	11
シ 一 メ ン ス	5
京 三	1
旭	1
佐 藤 部 品 電 機	1
小 品 電 機	1
ス タ ハ ヒ ュ ー ズ	1
松 下 電 器	1
計	52

第1.6.1.9表 コネクター

回答社数 18	
	回答数
富士通	6
日本航空電子工業	5
キヤノン	3
冒電社	1
桑畑電機	1
不二電機	1
丸藤安	1
佐藤無線	1
日本AM	2
ヒロセ	2
多治見	1
七星科学	1
佐藤部品	1
サンク製作	1
松下電器	1
泰和	1
計	29

第1.6.2.0表 表示灯

回答社数 29	
	回答数
木村電機	21
和泉田電機	10
吉田電機	4
山電武	3
三菱電機	2
戸上電機	1
矢研電研究所	1
蒼治見	1
北沢電機	2
松下電器	1
佐藤部品	2
立石	1
計	50

第1.6.2.1表 プザー

回答社数 26	
	回答数
田辺電機	10
北大明電機	8
東桑蒼酒	1
和日安松	1
全松北東	2
下川京和泰旭電機	1
電化機器	1
電機器	1
電機	1
電機	1
電機	1
計	38

第1.6.2.2表 ベル

回答社数 23	
	回答数
岡田信号	15
北沢電機	6
東神電機	2
酒井製作	1
日本電化	1
蒼安電機	1
安全電機	2
東京船舶	1
松下電器	1
計	30

第1.6.2.3表 リミットスイッチ

回答社数 28	
	回答数
立石電機	20
山電武	16
富士電機	5
松下電工	2
東芝芝川	1
安三菱	1
三さぎのみや	1
計	46

第1.6.2.4表 近接スイッチ

回答社数 11	
	回答数
立石電機	7
山武	3
三菱電機	1
岡谷無線	1
計	12

(e) 温度スイッチ

清水、海水、E.O.、F.O. (100°C以下)

を対象とする。

(i) 使用したメーカーと型式

第1.6.2.5表によれば、使用会社数では
豊富製作所が圧倒的に多く続いてタカヤ電機、
山武、日本電熱となつてゐる。

(ii) 事故例あるいは問題点

液体膨張式

1) 事故例が多いので使用しない。

2) 設定困難

a) 本体が防腐構造となつていないため
レームがつくおそれあり。

b) フレキシブルチューブの破損 2件

c) 周囲温度による誤差が大きく動作温度
は非常に不安定である。ガス封入型も同

メーカー名	型式	使用会社数
英和精器	TS	1
タカヤ電機	TS-Z他	5
英和精工	バイメタル式	1
山武	膨張式	5
日本測器	センスピー	2
ダンホス		1
シーメンス	LM	1
理化電		1
村山電機	TC21、22	1
兵出計器	水銀膨張式	1
須坂電機		1
鶴富宮	TNS、TFS他	12
三共製作所	液体膨張式	1
フエンウォール	バイメタル式	1
津島工業	ガス封入式	1
日本電燃	センスピー、バイメタル	3
長野計器	CBTM、CO ₂	1
日本電化		1
ロバートショウ	EA-3	1
ヘリオソ		1

第1.6.2.5表

様である。

- ～) 周囲温度の変化により設定誤差が生じやすい。キャビラリーチューブの長さ。
ト) 液もれ
チ) ベローズや連通細管の破損、気温の変化による誤動作

リ) リード線引出し部の絶縁不良

バイメタル式

- イ) 設定変更困難 2件
ロ) 希望する切断差が得られない。設定値調整範囲がせまいため現場再調整が困難
ハ) 調整点不良(不安定)
ニ) アースしている場合がある。
ホ) センスピーは接点開時不安定
～) 機関の振動により誤動作、破損

サーミスタその他

- イ) 圧力により誤差が生じるものがある。
ロ) 温度目盛が判らない。
ハ) 内部のスナップ機構が振動により不良となる。

(iii) 遠隔指示も必要とする場合

特に理由ある場合にはご意見

- イ) a) をコスト面から採用しているが遠隔指示計が不良の場合、アラームもしんてしまう欠点がある。
ロ) 指示と警報の独立性の観点から並置したい考えであるが現状では信頼度の高い経済的なスイッチがない。
ハ) 精度がよいことおよび指示計と作動点が一致すること。
(ただし、指示計に接点を組込んだ形式ではなく別の回路を設ける。)

項 目	会 社 数
a. 温度スイッチを廃して遠隔指示計から信号をとる	16
b. 廃止せず並置する	7

(iv) 設定値における精度に問題はありませんか。(問題あり9社、問題なし13社、白紙11社)

- イ) メーカの公称精度より劣る場合が多い。
ロ) 設定目盛が目安にすぎないので動作精度よりも設定精度のほうが問題になる。
ハ) 上昇時と下降時に大きなちがいがある場合がある。
ニ) 検出端の温度が正確に判らないため設定精度に誤差がある。
ホ) 遠隔指示計とスイッチが並置の場合、問題になつた例がある。
～) 温度計程度の精度が欲しい。
ト) 精度が少し悪い。
チ) 製品にバラツキがあり、工場試験での調整に手間がかかる。

(f) 圧力スイッチ

清水、海水、L.O.、F.O.、空気($1.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以下)を対象とする。

(i) 使用したメーカーと型式

第1.6.2.6表による使用会社数は鷺宮製作所が回答会社数(33社)のうち約半数を占めており、タカヤ電気が、その次に多く使用されている。

(ii) 事故例問題点

ペローズ式

第1.6.2.6表

- イ) ペローズの工作不良による破損
 - ロ) マイクロスイッチの故障
 - ハ) 設定値附近でのバタツキ 2件
 - ニ) 振動で設定ネジのゆるみによる設定値のズレ
 - ホ) ロウ付部がはずれる。 2件
 - ヘ) 疲労により破れる
 - ト) ペローズ破損 5件
 - チ) 振動で設定値がずれる 2件
 - リ) ペローズの構造が悪いため水、油洩れがあり
絶縁不良となる
 - ヌ) ペローズのパンク
 - ル) 流体脈動によるペローズ破損
 - ヲ) 全然作動しないこともある
 - ワ) 低圧検出の場合ON-OFF の巾が問題になつ
たことがある
 - カ) 接点切換用スイッチ破損
- ヨ) 圧力変動が激しい場合、ペローズが破損することがある
- タ) マイクロスイッチの故障
- レ) リード線引出し部の絶縁不良

ブルドン管式

- イ) ブルドン管の工作不良による破損
- ロ) マイクロスイッチの故障
- ハ) 振動による誤動作 2件
- ニ) スイッチケースが弱かつたので指示信号の誤動作があつたケースをアルミダイカストに交換後、問題なし。

その他の

- イ) ピストン式にリークがある。
- ロ) 外国製と比較した場合、日本製は不確実である。

(b) 遠隔指示も必要とする場合

(b) 設定値における精度に関する問題点

- イ) 接点作動にヒステリシスが大きい。
- ロ) 設定は現場でやりなおす扱いが多い。
- ハ) 問題なくはないが特性を把握して使用する。
- ニ) アローワンス 0.1 kg/cm²程度 KEEPしたい。
- ホ) レベルを圧力検出した場合オフセットに問題あり、つまりリセットポイントが低すぎる。
- ヘ) 低圧のものはデフレンシヤルの設定不確実
- ト) ペローズ式は設定値に対する許容誤作が大きい。
- チ) 製品にバラツキがあり工場テスト時調整に手間がかかる。

(b) 差圧スイッチ

海水、5.0 (1~2 kg/cm²) を対象とする。

メーカー名	型 式	使用会社数
タカヤ電気	Z, V, H 他	11
蒼電舎	ペローズ式他	6
山武	F, L, P 他	4
堺宮	SNS, SPS, FPS 他	16
ダンボス		1
シーメンス		1
木幡計器	ブルドン式 BA 他	6
須坂電機	ブルドン式	1
白井日造	ブルドン式	1
長野計器	ペローズ、ブルドン	5
焼結金属		1
ヘリオン		1
スケアディ	NS-9, NS-290-3	3
中北製作	TM-170, PM-150	3
植田製作	AMP-2	1
明陽電機		1
福岡鉄工		1
金沢式		1
東邦製作所		1
ダイハツ		1
大竹工業	PM-170	1
合 計		67

項 目	会社数
a. 圧力スイッチを廃し指示計からとる。	7
b. 並置する。	18

(i) 使用したメーカーと型式

第1.6.27表によれば、使用会社数は燐宮製作所が一番多く、長野計器、中北製作がこれに続いているが全体的にみてバラツキ状態である。

(ii) 事故例と問題点

- イ) 作動回数が激しいので接点の溶着、溶断の原因となる。
- ロ) 低圧ラインの検出の場合、デフアレンシヤルレンジに問題あり、バキューム以下の圧力にならないと動作しない状態があり得る。

(iii) 設定値における精度に問題はありませんか。

第1.6.27表

メー カ 名	型 式	使用会社数
タカヤ電機	D-6	2
長野計器	ペローズ	3
中北製作	NS 2741	3
山武		1
蒼電舎	S P S	2
アクト電機工業		1
木幡計器		2
燐宮	ペローズ、WPS, DPS	5
焼結金属		1
ヘリオ		1
合 計		21

第1.6.28表

メー カ 名	型 式	使用会社数
蒼電舎	MG M-5, 6他	12
山武	MC69, 94, SO1A, FO2B	5
明和電機	OP-11MF	1
三菱重工		1
中北製作	MG他	7
立石電機	TLF, WLI OF	2
シーメンス	電磁型	1
V. E. G	静電容量型	1
K. B. K		1
ムサシノ機器	レベルマスター	2
須坂電機		1
タカヤ電機	ペローズ式	3
日井日造		1
明和電機	OP	1
木幡製作	LS	1
横河電機		1
モブレ		1
東京計器	レベルテック	1
能研工業		1
合 計		44

(問題あり2社、問題なし9社、白紙22社)

- イ) 1次側圧力の変動によりオフセットが多少変更する。
- ロ) 低圧ならびに真空検出のものはデフレンシャル不確実作動不良

(i) レベルスイッチ

- (i) 清水F.O.、L.O.各タンク1~10m側面より取付可能のもの

(ii) 使用したメーカーと型式

第1.6.28表によると回答会社(33社)中約36%が蒼電舎製ついで中北製作、山武の順となつている。

(ii) 事故例と問題点

- イ) タンク等に装備後、フロートを動かしてテストできない。
- ロ) プラント部漏洩
- ハ) 取付困難(山武製)
- ニ) 動作に必要な力が大きいのでタンク内のフロートが大きくなる。なお、フロートスイッチは高価なので使用率は低い。
- ホ) リードスイッチの溶着事故があつた。(レベルマスター)ペローズ型は粘度の高いものは向き。
- ヘ) トランジスタ式の場合作動不良、誤動作多い。
- ト) 測定液粘度により作動面がくるうこと。
- チ) 感度が悪い。
- リ) 圧力式は精度に問題がある。
- ヌ) 空気圧式の場合、エアパイプが長くなると温度変更の影響をうけたり、気密不良の場合、誤動作するおそれあり。

(ii) ピルジタンクなど上面よりしか取付けができないもの(1~3m)

(i) 使用したメーカーとその型式

第1.6.29表によれば、使用会社数は中北製作所が最も多く蒼電舎、ムサシノ機器、三共製作所、山武の順

で多く使用されている。

第1.6.29表

(c) 問題点

- イ) 取付方法に注意を要する。
- ロ) 簡報状態になると作動するが、液面がそれ以上上昇(低下)するとレバーがはずれ事實上警報状態にありながら、スイッチは元の位置に戻るのでスイッチの位置選定取付けが困難。
- ハ) スイッチ部をあまり低いところにつけるとビルジが浸水する。スイッチ部の水密に問題あり。
- ニ) シールが不完全なこと。
- ホ) Transistorized Printed Board は Polyvinyle 構造が望ましい。
- ヘ) 安定した製品がほしい。
- ト) テフロン製エレメントは作動の不確実 GEMS の場合は構造上絶縁劣化をおこしやすい。
- チ) 感度が悪い。

(e) 設定値における精度の問題点

問題点

- イ) タンクのできるだけ中央部に設けダンパー・タイマを併用
- ロ) ヒステリシス圧力検出方式による精度不良
- ハ) タンクの形状が特に複雑な場合、静電型のものはその修正を必要とする。
- 二) 精度が悪い。

(f) 流量スイッチ

清水、海水、L.O. 流れの有無(向きは関係なし)を検知するもの。

(i) 使用したメーカーと型式(第1.6.30表)

(ii) 問題点

- イ) 作動不良の例あり
- ロ) 電気接続部に水洩れがあり、絶縁不良をおこし各船1度は必ず交換している。振動に対する強度が弱いため長持ちしない。
- ハ) ピストン冷却水量はピストン往復によりハンテングするので min flow 困難。
- 二) スピンドルがスチックする。
- ホ) 発信器の信頼性乏しい。
- ヘ) ベローの無い場合、流量誤差がある。
- ト) 機械作動部にシールおよび防錆処理必要。

メー カ 名	型 式	使 用 会 社 数
蒼 電 舎	M G , M F - 5 , M T - 1 0 T R , M T - 5	4
山 陽 電 研	A , A T , B , D	1
三 共 製 作 所	S - K , 1 6 - A	3
山 武	S O 3 / F O 2 B エアーバージ	3
桜 測 器		1
中 北 製 作 所	M G , N S - 2 8 7	8
シ 一 メ ン ス	電磁バーチカル型	1
立 石 電 機	W L I O F C L	2
ムサシノ機器	レベルマスター、フロート式	4
須 坂 電 機	フロート式	1
東 京 計 器	フロート式	2
G E M S		1
白 井 日 造		1
横 河 電 機		1
モ ブ レ ー		1
森 井 電 機		1
合 計		3 5

レベル連続指示計を用いる場合

項 目	会 社 数
a. 指示計から信号をとる	1 2
b. 別個に取付ける	8
白 紙	1 3

項 目	会 社 数
問 題 あ り	2
問 題 な し	1 3
白 紙	1 8

第1.6.30表

メー カ 名	型 式	使 用 会 社 数
み す ず 工 作		1
山 武	F S 7 - V	3
山 水		1
宮 城 電 機	F D C - 1 2 F - 2 0	1
田 辺 空 気		1
ト キ コ		3
浦 賀 重 工		1
オ ー バ ル		1
ネ グ レ ツ ト		1
サ ン ブ ラ ー		1
明 電 舎		1
東 芝		1
東 邦 製 作		1
八 千 代		1
日 本 精 器		1
合 計		1 8

(b) 発電機の回転速度発信器

第1.6.3-1表

(i) 使用したメーカーと型式(第1.6.3-1表)

(ii) 問題点に関する意見

- イ) 発信器の回転比、駆動および取付方法検討を要す。
- ロ) 精度: 不良例あり。
- ハ) 電源側からのサーボ等により誤動作しない安定度の高いものにする必要がある。
- ニ) カツプリングにユニバーサルジョイントを使用しているが、ジョイントが折損したことあり耐振用として使用したものであるが、折損する場合もあるのでラバーカツプリング方式のほうがよいのではないか。
- ホ) カツプリングの心が正確でなく断続使用中にガタを生じ、部分破壊をおこす。
- ヘ) 直流式交流発電機のため切換装置に故障が多い。
無接点切換式に変更。
- ト) 可撓軸駆動式は接手部分が破損しがあるので可撓部の長さ形状を考慮する必要あり。

チ) 小型漁船で無線機が指示器の近くに設置されるとき誘導により回転数指示が狂う。

(1) 回転速度レベル

(i) 使用した方式(各社1方式の回答のみ)

竹本電機

タコゼネレータ

周波数より検出する方式

遠心力式

三菱電機トランジスタ式電圧リレー

布谷計器

東京計器

D.C発電機方式

蒼電舎半導体リレー

北辰電機、半導体アンプ式

ダイハツ遠心重錠式

回転計発電機によるメータリレー方式

回転計発電機の電圧検知する電圧リレー方式

(ii) 問題点または意見

- イ) 設定値以下0%自己保持式のため補助電源を印加するときは必ず指針を0に戻す必要がある。
正常運転中補助電源が停電し、すぐ復旧しても発信器が正常運転を続いているので接点はOFFのままとなり運転表示しない。
- ロ) 発信器の温度上昇による回転速度に差を生じる。
心出し不十分によりレベルに変動が生じたこと多し。
- ハ) 各種外部ノイズにより誤動作が多くあつたが、次第に保護回路を追加して現状は良好。

△) 回転計発信器容量に問題あり、影響のないものを開港中。

第1.6.3.2表

ホ) いずれの方式も回転附近の検知に問題あり。

(d) ポイラ着火

(i) 使用した検知器のメーカーと型式(第1.6.3.2表)

(ii) 問題点

① じんあい、油のスス等により光電管が汚れ感度が低下し、着火状態にあるにもかかわらず不着火を検出する(修船船に多い)。

② 寿命が短い。1年くらいで駄目になるものもある。

③ 燃焼悪いと遮蔽ガラスが汚損して作動不良になる。

=) 誤認。

ホ) 十分なる保安手入れをおこなえばほとんど問題なし。

ヘ) シールエヤーをF.D.F.より導いていたのでススについて誤信したことあり、現在はCont.airより導いているので好結果がでている。

(h) 指圧器用遠隔駆動弁

回答なし。

(o) 各種遠隔駆動弁

(i) メーカと型式

中北製作所(主機起動管モーター弁、油圧バタフライ弁、空気作動ピストン弁、電磁弁、ダイヤフラム弁)

ガデリウス(テレクトロン調整弁)

FABRI(電動バタフライ弁)

岡野バルブ(玉型高圧電動弁)

汽缶部品(主空気タンクドレン抜空気作動ピストン弁)

みずゞ工作所(F.O.タンク空気遮断弁)

前中製作所(空気作動蝶形弁)

巴バルブ(電動バタフライ弁)

東邦電機(電動ねじ止弁)

西部電機(")

日本エヤブレーキ(電磁弁)

正和製作所(電動弁)

北辰電機(油圧バタフライ弁)

山武(他力制御弁)

甲南電機(ピストン弁、電磁弁)

ダイハツ(電磁弁)

フジマツ(電磁弁)

三元(電動弁)

三菱電機(電動弁)

信和バルブ(電動弁)

ヨツクバーン(バタフライ弁、アクチュエーター部北辰電機)

北辰電機(ダイヤフラム弁)

メー カ 名	型 式	使 用 会 社 数
ダ ン ホ ス	F D	2
山 武	S E 7 0 1 3 A	2
ボ ル カ ノ	可視光線検出型	6
I H I	ポートシェル	2
三 菱 電 機	F 1 - T J	4
富 士 電 子 工 業	光導電セール	1
御 法 川 工 場	R A 8 9 0 E	1
W A L S E N D		1
日 本 電 热 計 器	F D R	1
MINNEAPOLIS-HONEYWELL		1
合 計		21

金子 (ピストン弁、電磁弁)

東京計器(電磁弁)

(ii) 事故例

- イ) 起動空気弁でリミットスイッチが未調整にてカバーヨーク破損
- ロ) 油圧バタフライ弁の油もれ
- ハ) 鎔物われ
- ニ) プログラム制御の中に入れる電磁弁の作動時間おくれによつて制御不能になつた。(弁の選定の良否)
- ホ) シートよりの洩れ

(iii) 改良点

- イ) 自動装置に使用する場合電磁弁の前にエヤフィルターを入れるか、完全なるドライエヤを送る装置を取付けること、できればステイツクしない電磁弁をつけること。
- ロ) 抵抗の少いこし器が欲しい。
- ハ) 流体の種類、流体・動圧などの条件を満足しない場合、発錆・ウォータハンマーによる弁動作機構の破損をおこしたことあり。

(p) 信頼性向上についての各社意見

(i) 造船所

- イ) 制御素子の取付方法により信頼性および精度が大部異つてくる場合がある。
制御素子の周囲条件をはつきりつかむことがユーザー側にとつて大切。
制御素子メーカーとしては制御素子の構造上の周囲条件による弱点をはつきりつかみ、それに対する改良を行なつてもらいたい。
- ロ) 機器のDOWN TIMEを最小限にするための総合コストを下げるよう素子、部品システム設計、サービス体制を考慮すべきで
 - ① 標準化、ユニット化して保守点検取替を容易にする。
 - ② 故障発見の容易な方式
 - ③ アフターサービス網を確立し迅速に対処する。ことが必要である。
- ハ) 振動に強いこと、じんあいススによる絶縁劣化を生じないこと。
温度差による誤差を生じないこと。
- ニ) まず実績をつくり欠陥のあるものを確実に直すこと。
制御対象を正確に捉え、SAFETY DEVICEおよび中枢以外のものは簡単なシステムで必要以上のものや高級なものを使用しないこと。
今後の船は高度に自動化され、高水準の技術が導入されると自動車などと同様、乗組員では修理できなくなると思われる所以故障発見の容易・部品のSUB-UNIT化による交換の簡易性を十分考えるべきで、メーカーにおける工場テストはできるだけ船の周囲条件を満足するような状態でやるべきである。

ホ) 制御素子に半導体を使用する場合には

- a. 初期不良をすべて摘出すること。
- b. 外部回路のDesignを十分考えること。

事後の故障皆無を期待するKEY POINTになる。また、経済性を考えるならば重点的に高信頼性の制御素子を採用することが合理的。

ハ) 制御素子の適用選択にあたつては使用条件を十分に考慮しなければならない。船体振動、衝撃、周囲温度変

化などに耐えうるものを使用しなければならないが、一般部品では必ずしもこれらの諸条件を満足しているとは考えられない現状であり、常に信頼性を低下させる原因が潜在している。したがつてこれら多くの市場品の中から船用適用品を指定しさらに J I S 船舶などで定めた性能試験検査に合格させるものを適合してゆく方向に、メーカーをもつてゆくべきである。

- ト) 信頼性のないものは制御素子として不可。品名によつてはメーカーを固定して量産によるコストダウンを考える。
- チ) 自動制御関係では、価格のみを考えて安い機器を使用すれば運転中の事故を誘発し、海難事故を発生する可能性もでてくるので信頼性（耐熱、耐水、耐振、長寿命）のある機器を使用することにより価格が高くなつても補償事故などを考えると当然使用しなくてはならない。機器の信頼性を向上させるためには造船所、メーカー一体となり研究の要あり。

(ii) 計器メーカー

イ) i) 誘導雑音の防止

- DIGITAL 回路は雑音に対して体質的に弱いので、十分雑音防止対策をほどこさねばならない。

ii) FAIL SAFE 回路

- 回路素子または論理素子が故障の場合、安全側に動作するよう設計する。

iii) 回路の冗長性

- リレーまたは半導体論理回路で接点並列または直列接続により冗長性をもたせ信頼度を高める。

ロ) われわれとしては制御素子の信頼性の問題よりシステムの信頼性を考えたほうがよいと思う。回路部品の簡素化が現状では先決。この点から I C 化が最良と思う。混成 I C は船用として好適と考える。薄膜集積回路による船用アナウンシエーターは試作研究を完了し実用に供されると考える。

ハ) 電子機器については量産により信頼性向上ができる。一方信頼性は使用条件（回路設計）により大きな影響があるので製品の標準化を必要。この点船用は要求変更が多くメーカ、ユーザともに損をしている。標準についても電子機器メーカーと造船所または船主とは大部異なるように感じる。

ニ) 価格を下げる信頼性向上には機構の簡素化必要。このためには精度を実用的な面まで下げる材料の吟味必要。高精度、高信頼性の高価格はやむを得ないとと思う。

ホ) 制御部より操作部に問題多い。操作部・計測部の品質向上が必要。

ヘ) 工事の適、不適が信頼性に大きく関係する。この点の考慮必要。

iii) ディーゼルエンジンメーカー

ディーゼル機関に使用する制御素子としては精度よりも信頼性や取扱い容易が要求される。構造簡略化し構成部品を少くしたほうが有利、したがつて信頼性と価格は必ずしも比例しないと考える。

1.6.4 制御素子に関する今後の課題

現在、船用に使用している製品で特に致命的な欠陥をもつたものは多いようであるが、以下に今後の検討項目として主なものをあげる。

○ 造船所側

- 1) 船舶の周囲条件に適した改良が望まれる。
- 2) 故障発見の容易なもの、また交換の容易をものとする。
- 3) 使用部品の初期不良の抽出容易化ること。
- 4) 信頼性向上のため造船所メーカーが一体となつて研究開発してゆく必要が考えられる。

○ メーカ側

- 1) 電子部品を使用する場合の雑音防止対策を検討する必要がある。

- 2) FAILSAFE 及び冗長性等の回路に対する考慮が必要である。
- 3) 回路部品を簡素化し、製品の標準化を行う必要がある。
- 4) 精度を実用的な面まで下げ、材料・機構等を再検討することが必要である。
- 5) 造船所側の納入工事についても十分なる検討の必要性がある。

1.7 制御素子の設計および I/O リスト

1.7.1 制御素子の設計

シーケンス制御においては、検出端は ON-OFF 動作の検出スイッチでよく、また、操作端もゼロポジションまたはフルポジションの ON-OFF 動作のものが使用できる。

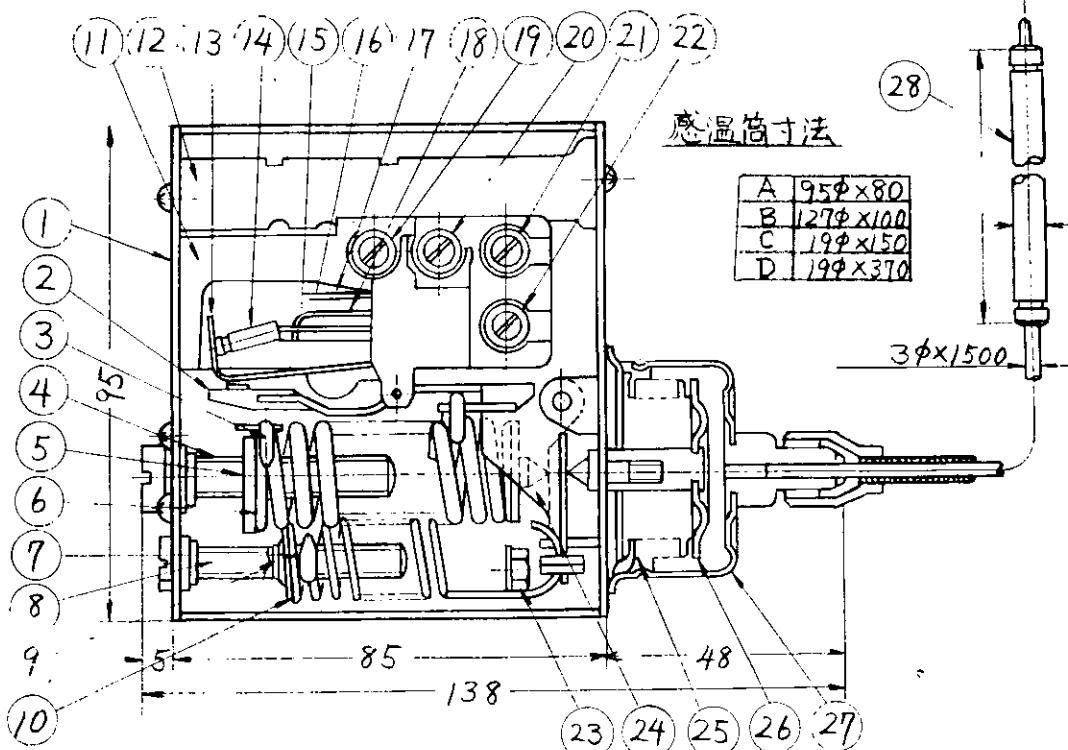
本研究に使用される制御素子の中、代表的な例について制御素子に関するアンケート結果に基づき、その構造、要目点、材料および特性について述べる。

(1) 温度スイッチ

(a) 要 目

温度調整範囲(°C)	最低1.0、最高3.0
開閉温度差(Deg)	最小4~5、最大1.5
回路 数	2×单極单投
温 度 制 限(°C)	8.5
電 流 容 量	A C 1 0 0 ~ 1 2 5 V 定格誘導負荷 8.5 A 瞬間最大 60 A 定格無誘導負荷 10 A

(b) 構造および材料



番号	品名	個数	材質	番号	品名	個数	材質
10	温度差調整ばね	1	S W P	20	端 子	1	B s B M
9	〃受ナット	1	S P C	19	端 子	1	B s B M
8	温度差調整ネジ	1	B s B M	18	可動接点板	2	Be - Cu
7	温度差指針	1	B s P	17	固定接点板	2	Be - Cu
6	温度調整ばね	1	S W P	16	可動接点	2	Ag 合金
5	〃受ナット	1	S P C	15	固・定接点	2	Ag 合金
4	温度調整ネジ	1	B s B M	14	瞬動ペーク板	1	ペークライトSS
3	温度指針	1	B s P	13	接点第2作動板	1	Be - Cu
2	ペークライト作動板	1	ペークライト	12	補強板	2	S P C
1	筐体	1	S P C	11	ペークライト台	1	ペークライト
番号	品名	個数	材質	番号	品名	個数	材質

作動説明

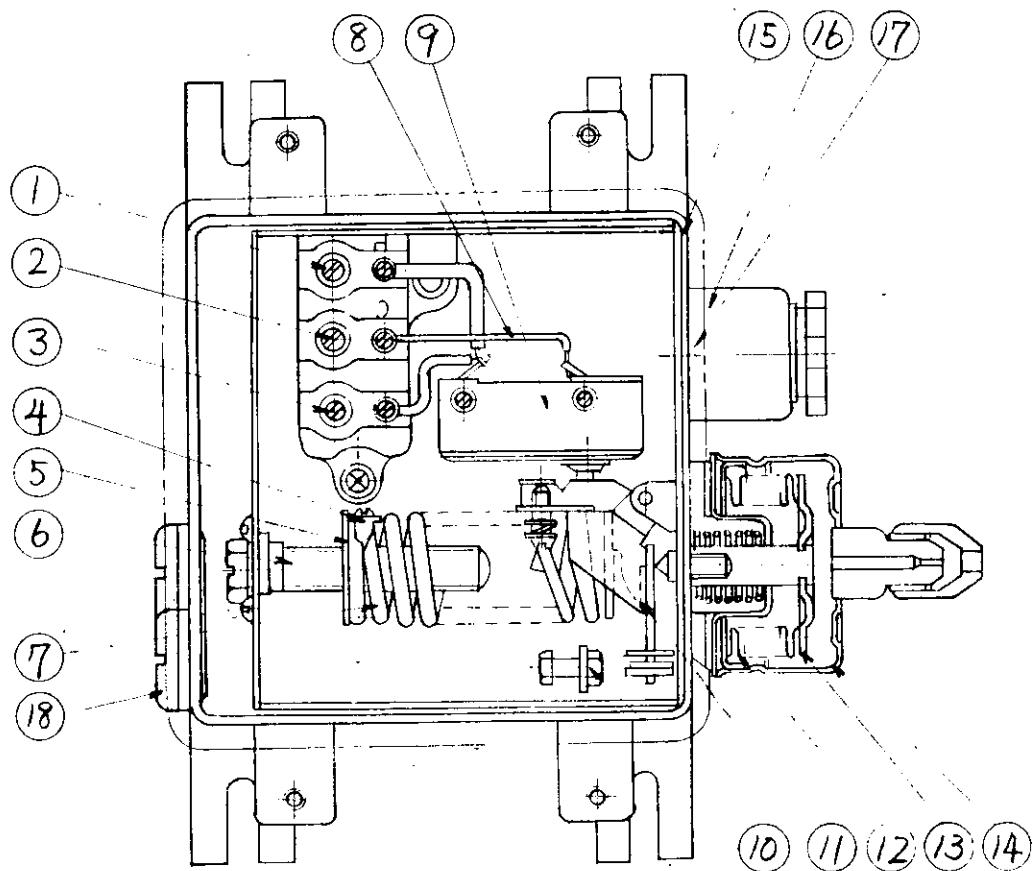
上図において感温筒内に封入された封入液体(あるいはガス体)の温度が上昇するとその飽和蒸気圧が高くなり、したがつてこれに連結されたペローズカバー⑨内の圧力も高まり、その結果ペローズ⑨が締められ温度調整ばね⑥に対抗しつつペローズ底板⑩が左方に動き低圧作動板⑪が時計方向に回転しペーク作動板⑫を押し上げ、接点作動板⑬を上に押し、瞬動ペーク⑭が時計方向に回転し張力に依り反転し可動接点板⑯を下方へ動かし接点⑮-⑯が切断し⑯'-⑯'は接触する。感温筒の温度が下がると上記の場合と逆になり、可動接点⑯-⑯'が瞬動して⑯-⑯'が接触し⑯'-⑯'は切断する。この型式は常に2回路作動する。

(2) 壓力スイッチ

(a) 要 目

圧力調整範囲	0 ~ 1 (kg/cm^2)
開閉圧力差	0.02 ("")
限界圧力	3 ("")
接点形式	单極双投
温度限界	120°C

(b) 構造および材料



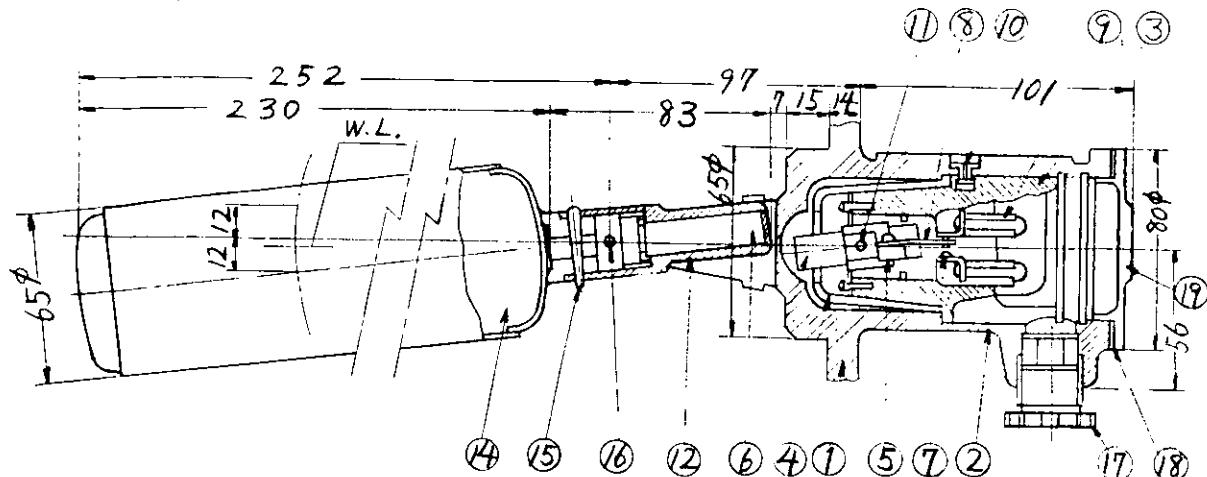
番号	品 名	個数	材 質	番号	品 名	個数	材 質	番号	品 名	個数	材 質
6	圧力調整ネジ	1	BsBM	12	ベローズ	1	PBP	18	調整ネジ蓋	1	BsBM
5	圧力調整バネ受ナット	1	SPC	11	作動板	1	SPC	17	防滴カバー	1	SPC
4	圧力指針	1	BsP	10	ストッパー	1	BsBM	16	電線グランド	1	BsBM
3	端子	1	BsBM	9	マイクロスイッチ	1		15	防滴ケース	1	SPC
2	端子	1	BsBM	8	接続導線	3	Cu	14	ベローズキャップ	1	BsP
1	端子	1	BsBM	7	調整スプリング	1	SWP	13	ベローズ底板	1	BsP

作動説明

上図においてベローズカバー⑭内に送り込まれた圧力が高まるとベローズ⑫が圧力調整バネ⑦に対抗しつつ縮められベローズ底板⑬が左方に移動し作動板⑪が時計方向に廻転し、マイクロスイッチ⑯内蔵された接点を開閉する。すなわちこの型式は圧力が上昇すれば切断または接觸し圧力が減少すれば接觸または切断する型式である。直流電源に使用する場合には接点開閉の際に生ずるアーカを消弧するマグネットを接点部分に内蔵したマイクロスイッチを使用する。

(3) 液面スイッチ

a) 構造



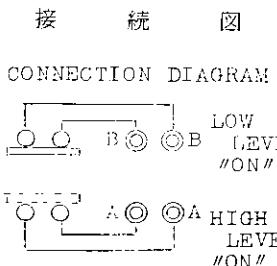
b) 要目

フランジ JIS 10 kg/cm²

使用液体 比重 0.55以上

電気接点 AC 250V 7.5A

No.	名 称 NAME	材 質 MATERIAL	No.	名 称 NAME	材 質 MATERIAL
1	フランジ FLANGE	黄銅 鎔物 BRONZE CASTING	11	マグネット回転軸 PIVOT	ステンレススチール STAINLESS STEEL
2	ケース CASE	黄銅 鎔物 BRONZE CASTING	12	アーム MAGNET CYLINDER	黄銅 鎔物 BRONZE CASTING
3	スイッチユニット SWITCH UNIT	PM-E-E JIS-K-6915	13	—	—
4	マグネットカバー MAGNETCOVER	PM-E-E JIS-K-6915	14	フロート FLOAT	ステンレススチール STAINLESS STEEL
5	マグネット押え MAGNEHOLDER	黄銅 BRASS	15	テーパーピン TAPERPIN	ステンレススチール STAINLESS STEEL
6	マグネット MAGNET	NKS 銅 NKS STEEL	16	フロート回転軸 PIVOT	ステンレススチール STAINLESS STEEL
7	接 点 CONTACT	黄銅 板 BRASSPLATE	17	グラント GLAND	NO. 20a JIS-F-8801
8	接 触 片 CONTACT PIECE	焼青銅 PHOSPHOROUS BRONZE	18	パッキング PACKING	合 成 ゴム SYNTHETIC RUBBER
9	端 子 TERMINAL	黄銅 BRASS	19	カバー COVER	黄銅 鎔物 BRONZE CASTING
10	ユニット固定ビス SCREW	黄銅 BRASS	20	—	—



(4) 火焰検出装置

(a) 仕様

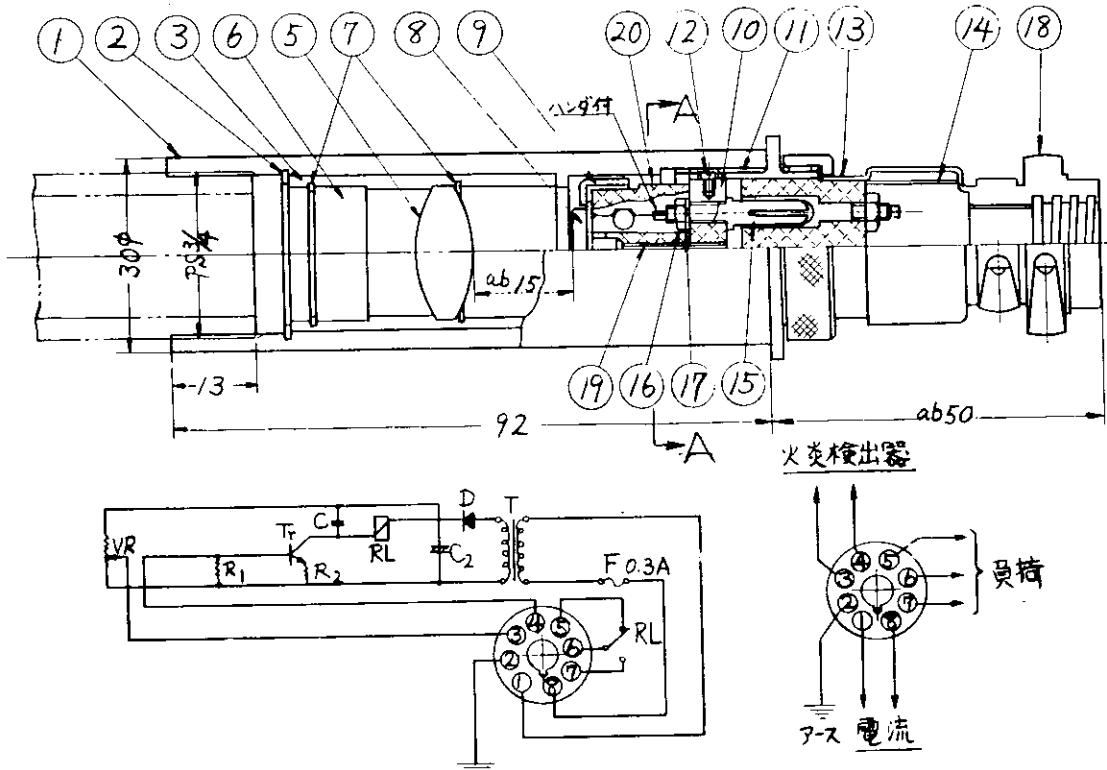
(i) フレームアイ

検出素子	光導管セル(Cds)
温度定格	-30°C ~ +60°C (光導管セル部分において)
使用ケーブル	2芯シールドケーブル
検出感度	20 lux以上(5.000~7.000°Kにおいて)

(ii) フレームディテクタリ

温度定格	周囲温度 MAX. 55°C
接点容量	30 V A (单極双投接点)
消費電力	約 1.0 W

(b) 構造および材料



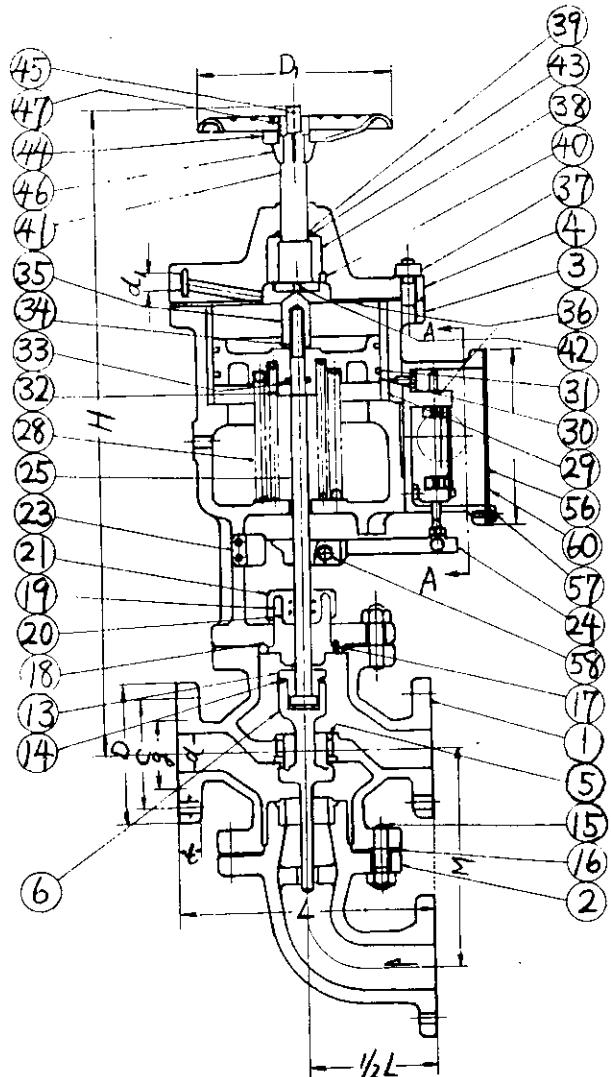
内部結線図

番号	品名	個数	材質	品質	20 検出素子 取付用絶縁物		番号	品名	個数	材質	品質	
					1	ベーカライト						
7	止め輪	2	S U P	13	メタルコンセント プラグ部	1	B s B M	19	絶縁物取付用ビス	2	B s B M	
6	断熱硝子	1	硝子	12	コンセントセット ビーズ	2	B s B M	18	フレキシブル 取付金具	1	B s B M	
5	コンデンサレンズ	1	レンズ用硝子	11	メタルコンセント セブタクル	1	B s B M	17	スプリングワッシャ	2	S W P	
3	レンズユニット	1	STPG 38	10	絶縁物	1	ベーカライト	16	コンセントプラグ 止めナット	2	B s B M	
2	止め、輪	1	S U P	9	検出素子押え ナット	1	S S 41	15	コンセント 割型プラグ	2	B s B M	
1	外筒	1	STS 38	8	検出素子	1	Cd S	14	絶縁物	1	ファイバー	

作動説明

- a) フレームアイ エヤレジスタの覗窓もしくはボイラのフロントプレートに取付けられ、バーナの火焰の光は断熱ガラス、焦光レンズを通してCds光導管セルに照射される。照射される光が強くなるにつれて電気抵抗が小さくなり、この光の信号を電気的な信号に変換しフレームディテクタに送る。
- b) フレームディテクタ 本リレーは、フレームアイより送られる電気信号をシリコントランジスタにより増幅し、ミニチュアリレを作動せしめ、電気接点信号として外部に取出す。

(5) 空気作動式ピストン弁



NO.	PARTS NAME	NO.	PARTS NAME
1	BODY	3 4	WASHER
2	BEND	3 5	NUT
3	FRAME	3 6	PACKING
4	COVER	3 7	BOLT & NUT
5	VALVE SEAT	3 8	BUSHING
6	VALVE	3 9	O RING
13	SPINDLE PRESS	4 0	SET SCREW
14	LOCK WASHER	4 1	SPINDLE
15	BOLT & NUT	4 2	BALD
16	PACKING	4 3	WASHER
17	SCREW	4 4	NAME PLATE
18	PACKING	4 5	PIE
19	GLAND	4 6	HANDLE
20	PACKING	4 7	NUT
21	NUT	4 8	BOLT
23	GRADUATION PLATE	4 9	SPINDLE
24	POINTING METAL	5 0	GUID
25	SPINDLE	5 1	TERMINAL
28	SPRING	5 2	GLAND
29	CYLINDER	5 3	LIMIT SWITCH
30	PISTON	5 4	PLATE
31	O RING	5 5	CASE
32	BUSHING	5 6	PACKING
33	O RING	5 7	BOLT
		5 8	BOLT
		5 9	SPINDLE HOLDER
		6 0	COVER
		6 1	BOLT

(6) 直動式電磁弁

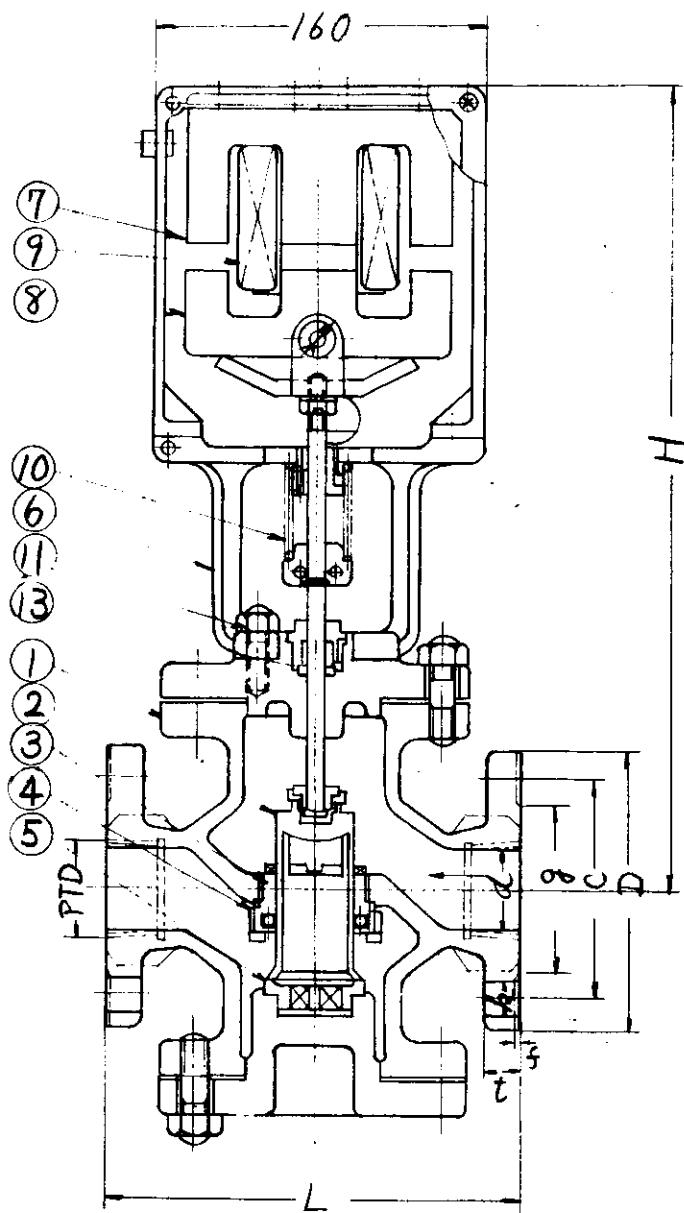
(a) 仕様

最高使用圧力 (kg/cm²) 空気および蒸気: 8、水: 6、油: 5

口 径(インチ) フランジ形: 1/2~3、ネジ込み形: 1/2~1

形 式 筒形弁体、自己保持、防爆、防滴、A C および D C 両用

(b) 構造



符号	名 称
1	本 体
2	弁 体
3	ガ イ ド
4	オ リ ン グ
5	弁 座
6	フ レ ー ム
7	固 定 コ ア
8	可 動 コ ア
9	コ イ ル
10	ス プ リ ン グ
11	オ リ ン グ
12	弁 シ ート
13	ス プ リ ン グ
14	ス プ リ ン グ
15	カ ム
16	手 動 ハ ン ド ル

電気回路を閉じると：コイル⑨に電流が通じ固定コア⑦に電磁力が生じ可動コア⑧を吸引する。同時にレバーに連結の弁棒を介して弁体②を引き上げる。流体は上図左側より入り、弁周囲の小孔よりパイプ状の中を通り右側へ流れる。

電気回路を遮断すれば固定コアは消磁し、可動コアの自重及びスプリング⑩の力により弁体を押し下げ、弁を完全に閉鎖する。

(7) 主機器シリンド初期注油装置

(a) 仕様(1注油器分)

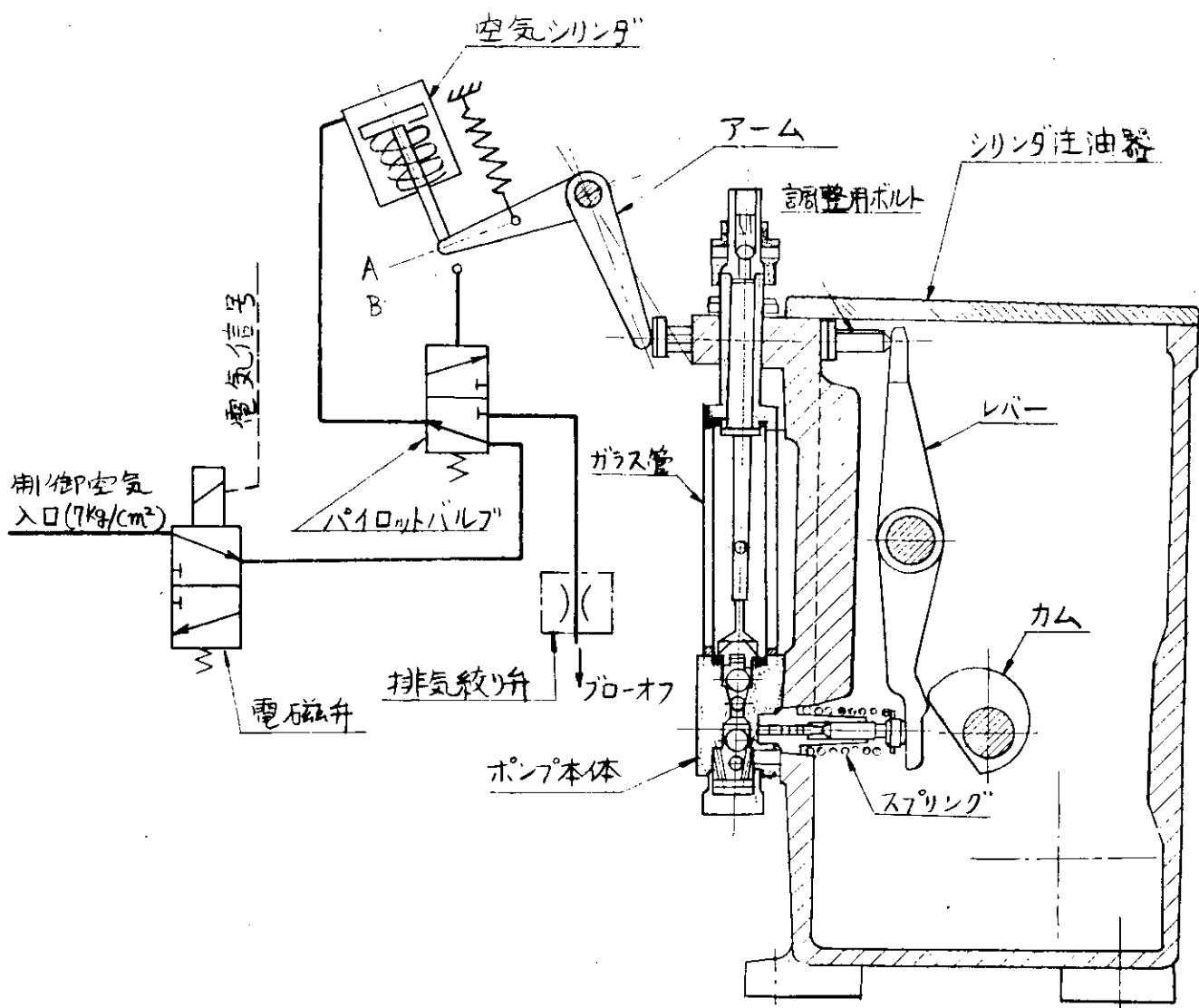
单動空氣シリンド: 1個、ストローク約2mm、シリンド径40φ、制御空氣7kg/cm²

バイロットバルブ: 1個、2ポジション切替弁、制御空氣7kg/cm²

電 磁 弁: 1個、2ポジション切替弁、制御空氣7kg/cm²、A.C. 100V

排 気 紋 り 弁: 1個、制御空氣7kg/cm²

(b) 作動原理図



(c) 作動説明

本装置はシリンド注油器の調整用ボルトレバー及びポンプをそのまま利用してシリンドの初期注油を行なうものである。シリンド初期注油の電気信号が送られると、電磁弁が励磁され7kg/cm²の制御空氣が電磁弁、バイロットバルブを通り空氣シリンドに送られる。そこで空氣シリンドのピストンが作動し、アーム、調整ボルト及びレバーを介してポンプの押出し作用を行なう。アームがヨ位置までくるとバイロットバルブが切替わり、空氣シリンドの空氣はブローオフされ、アームはもとの位置に戻りポンプは吸入作用を行なう。この動作を繰り返すことにより、電磁弁の励磁が解かれまるまで初期注油を行なう。

(b) インジケータ弁自動開閉装置

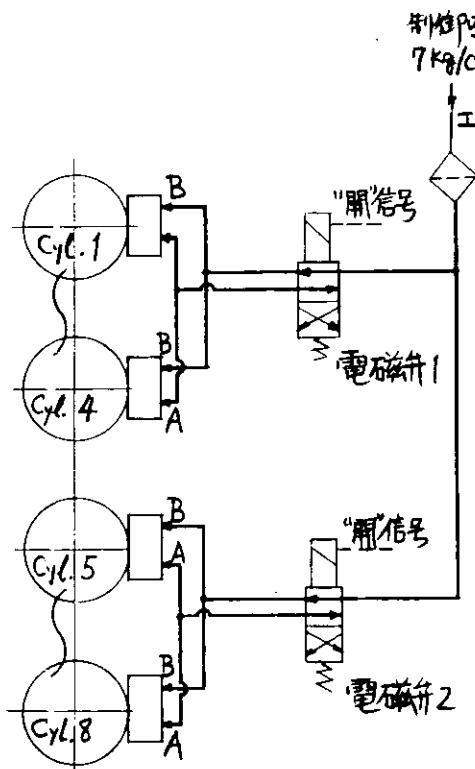
(a) 仕様

自動開閉装置：個数 1個／cyl、最高使用圧力 7.3 kg/cm^2

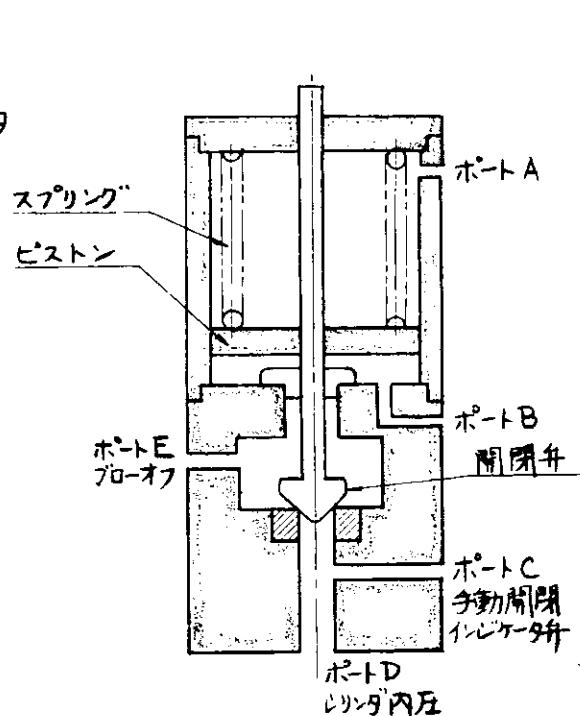
電磁弁：個数 2個、制御空気圧力 7 kg/cm^2 、A.C. 100V

エアフィルター：個数 1個、" "

(b) 配管系統図および構造原理図



配管系統図



構造原理図

(c) 作動説明

電磁弁1および2にインジケータ弁“開”的電気信号が送られると、電磁弁が励磁され、制御空気がインジケータ弁開閉装置のポートBに送られ、ピストンを押し上げ、開閉弁を開き、ポートDよりの主機関シリンダ内空気をポートEよりプローオフするものである。

“閉”的電気信号が送られると、電磁弁が無励磁となりポートBの空気は、プローオフされ、ポートAに制御空気が送られ、開閉弁を閉じる。なおこの開閉弁は、シリンダ内圧 7.3 kg/cm^2 の時でも十分の気密を有するものである。

(9) ピストン冷却油 MINIMUM FLOW 検出装置

(a) 仕様

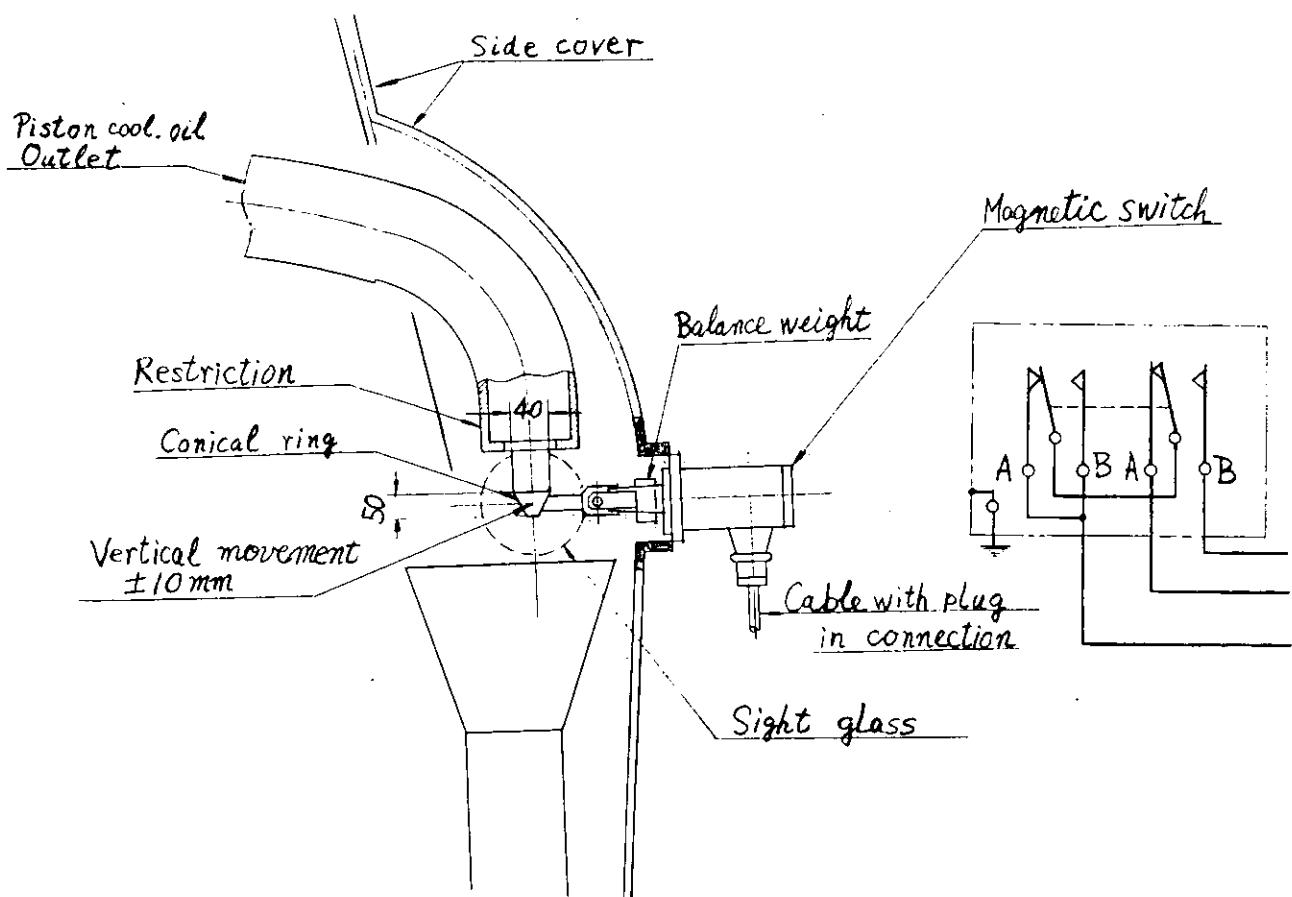
電気接点: AC 550V - 1.0 amp., 110V - 2.5 amp.

DC Up to 24V - 2.5 amp., 25 / 50V - 1.0 amp.

51 / 110V - 0.6 amp., 111 / 240V - 0.5 amp.

接点動作温度: 0°C ~ 60°C、気圧: 大気圧

(b) 構造



(c) 作動説明

ピストン冷却油出口の流量が正常の場合、コニカルリングは油圧を受けてバランスウェイトとつり合っているが、流量が減少するとバランスがくずれ、垂直方向に浮き上がりマグネットイックスイッチが“ON”となる。また検出部及びスイッチ部にはそれぞれマグネットが内蔵されており、同極が向い合っており、その反発作用により minimum flow の検出を行なう。

(10) ターニングギヤ自動脱装置

(a) 仕様(ターニングギヤはB&W方式——ウォームギヤと遡星歯車による減速——とする。)

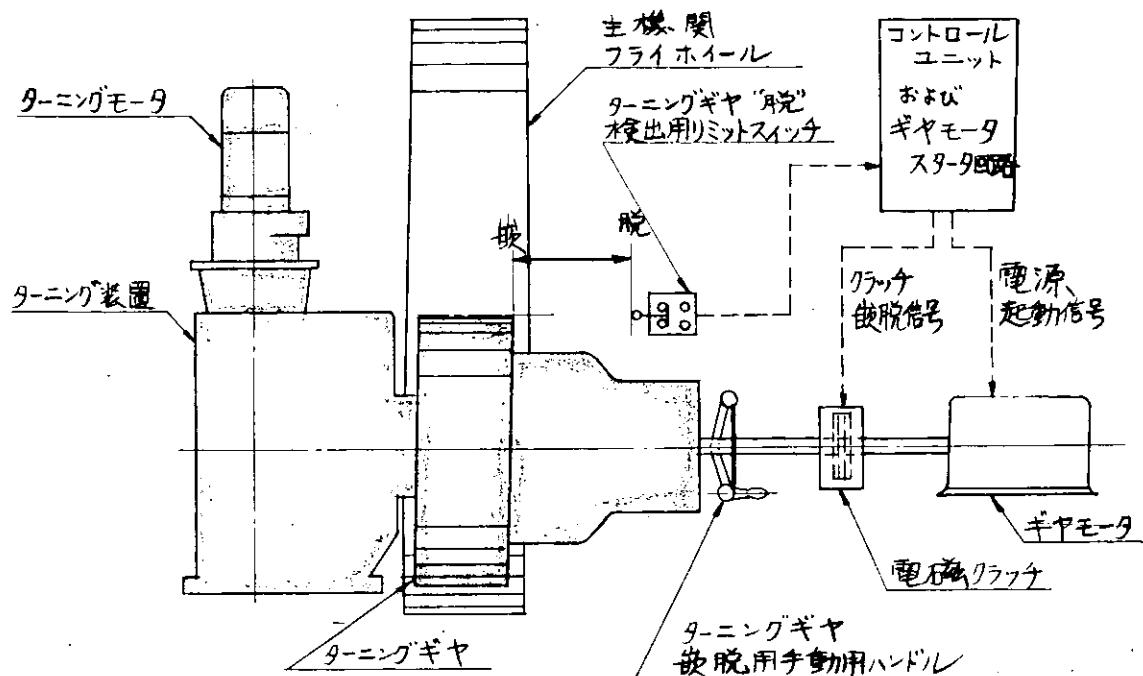
ギヤモータ: 0.4 kW、出力軸回転数30 rpm、200 V、60 Hz、6極

電磁クラッチ: 励磁電圧DC=24 V、容量0.4 kW

リミットスイッチ: ターニングギヤ脱検出用 1個

シーケンスユニット: 1式

(b) 作動原理図



(c) 作動説明

機関のターニングが終了すると、ターニングギヤ“脱”的信号が出される。そこで、ギヤモータ用コントロールユニットよりギヤモータ及び電磁クラッチにそれぞれ、起動信号及びクラッチ嵌の信号が出され、ターニングギヤは自動的に脱方向に移動する。このときの手動ハンドル軸の回転速度は30 rpmである。ターニングギヤが完全に脱の位置までくると、リミットスイッチが作動し、ギヤモータを自動的に停止させる。

1.7.2 I/Oリスト

ディーゼルプラントのスタンバイのシーケンス制御を行なうに必要な検出端および操作端を示したものが、第1.7.1表に示すI/Oリストである。

第1.7.1表(8) INPUT LIST(No.1)

系統	検出項目	割込レベル&ライン%	常時監視要(○) 否(×)	スキャニング間隔	検出端形式	入力信号	読み込み範囲	精度(%)	常用範囲	検出端数	Loggingの要(○)、不要(×)	重備度	参考
主機系	1 生機油水出口温度				温度スイッチ	ON-OFF				1			
	2 主ル.○.サンプタンク温度				"	"				1			
	3 通給機ル.○.用サンプタンク温度				"	"				1			
	4 主冷却海水ポンプ系統(コシ器差圧)				圧力スイッチ	"				1			
	5 ル.○.供給ポンプ吐出圧(主機入口)				"	"				1			
	6 燃料油二次コシ器差圧				"	"				1			
	7 潤滑油二次コシ器差圧				"	"				1			
	8 潤滑油主軸受入口圧力				"	"				1			
	9 潤滑油推力軸受入口圧力				"	"				1			
	10 潤滑油過給機入口圧力				"	"				1			
	11 潤滑油過給機系統コシ器前後差圧				"	"				1			
	12 潤滑油カム軸出口圧力				"	"				1			
	13 潤滑油カム軸系統コシ器前後差圧				"	"				1			
	14 ガバナ用ル.○.吐出圧				"	"				1			
	15 シリンダ油補給ポンプ吐出圧				"	"				1			
	16 ピストン冷却油圧(主機入口)				"	"				1			
	17 清水キスピサンシンタンク液面				フロートスイッチ	"				1			
	18 燃料弁溶去油タンク液面				"	"				1			
	19 潤滑油サンプタンク液面				"	"				1			
	20 潤滑油過給機用サンプタンク液面				"	"				1			
	21 潤滑油(運転油面)				"	"				1			
	22 潤滑油過給機用重力タンク液面				"	"				1			
	23 潤滑油カム駆動用サンプタンク液面				"	"				1			
	24 潤滑油ガバナ用サンプタンク液面				"	"				1			
	25 シリンダ油管測タンク液面				"	"				1			

第1.7.1表(b) INPUT LIST (No.2)

系 統 名 称	番 号	検 出 項 目	割 込 レ ベ ル 及 び ラ イ ン フ ル ー ス	常 時 監 視 要 (○) 否 (×)	ス キ ヤ ニ ン グ 間 隔	入 力 信 号	記述範囲 精度(%)	常用範囲 精度(%)	検出端数	LOGGING の要(○)、要 否(×)	備 考
主 機 開 閉 系 統	2.6	潤滑油非気用タンク液面				ポートスイッチ	ON-OFF			1	
	2.7	冷却海水系統出口流量				ポートスイッチ	"			1	
	2.8	冷却海水系統出口流量 (L.O.ターラ出口) # (AIRターラ出口)				"	"			1	
	2.9					"	"			1	
	3.0	ピストン冷却油各出口流量				"	"			1	
	3.1	燃料弁令却油ポンプ吐出量				"	"			1	
	3.2	冷却海水暖氣用ピストン弁開度				リミットスイッチ	"			1	
	3.3	海水吸入口弁開度				"	"			1	
	3.4	潤滑油サンプタンク補給弁開度				"	"			1	
	3.5	潤滑油カム軸用サンプタンク補給弁開度				"	"			1	
	3.6	A 重油取出弁開度				"	"			1	
	3.7	潤滑油サンプタンク加熱蒸気弁開度				"	"			1	
	3.8	潤滑油過濾機用サンプタンク加熱蒸気弁開度				"	"			1	
	3.9	ターニング振脱				"	"			1	
	4.0	冷却海水ポンプ運転時間				ワーレンモータ式	"			1	
	4.1	冷却海水ポンプ運転時間				"	"			1	
4.2	燃料供給ポンプ運転時間				"	"			1		
4.3	燃料弁令却油ポンプ運転時間				"	"			1		
4.4	潤滑油ポンプ運転時間				"	"			1		
4.5	過給機潤滑油ポンプ運転時間				"	"			1		
4.6	カム軸潤滑油ポンプ運転時間				"	"			1		
4.7	ガバナ用潤滑油ポンプ運転時間				リミットスイッチ	"			1		
4.8	主機起動弁位置								1		

第1.7.1表(c) INPUT LIST (#3)

電 気 機 器 系 統	1 据置冷却海水ポンプ系統(コシ器差圧)	圧力スイッチ ON-OFF		1
		フロースイッチ	"	
電 気 機 器 系 統	2 海水冷却海水系統流量	"	"	1
	3 据置冷却海水系統流量	"	"	1
	4 電源周波数	周波数リレー	"	1
	5 電源電圧	電圧リレー	"	1
	6 海水吸入弁開度	リミットスイッチ	"	1
	7 A 重油取出手開度	"	"	1
ガ ラ 系 統	1 給水泵ポンプ吐出圧力	圧力スイッチ ON-OFF		1
		"	"	
		"	"	
		フロートスイッチ	"	
		"	"	
		リミットスイッチ	"	
		フォトセル方式	"	
空 氣 管 系 統	1 主空気槽圧力	圧力スイッチ ON-OFF		1
		"	"	
		"	"	
		フロースイッチ	"	
		リミットスイッチ	"	
		"	"	
		フロート	"	

第1.7.1表(4) INPUT LIST (No.4)

系 統	名 称	番 号	検 出 項 目		割 込 レ ベル& ラ イン 16	要(O) 否(X)	ス キ ヤ ニ シ グ 開 端	検 出 端 形 式	入 力 信 号	読 込 範 囲	精 度 (%)	常 用 範 囲	檢 出 端 数	重 量 の要(O) 否(X)	重 量 要 度	備 考
			割 込 常 時 監 視	入 力												
燃 料 油 系 統	1	C	重油常用タンク温度					温度 スイッチ	ON-OFF					1		
	2	A	重油清浄機吐出圧力					圧力 スイッチ	"					1		
	3	C	重油常用タンク液面					ポートスイッチ	"					1		
	4	A	重油常用タンク液面					"	"					1		
	5	A	重油澄タンク液面					"	"					1		
	6	A-C	切換弁開度					リミットスイッチ	"					1		
	7	C	重油常用タンクおよびトレーシング用蒸気弁開度					"	"					1		
潤 滑 油 系 統	1		清潔機用加熱器出口温度					温度 スイッチ	ON-OFF					1		
	2		清潔機吐出圧力					圧力 スイッチ	"					1		
	3		船尾軸受用サンプタンク液面					ポートスイッチ	"					1		
	4		船尾管潤滑油ポンプ出口流量					ポートスイッチ	"					1		
	5		船尾管潤滑油サンプタンク補給弁開度					リミットスイッチ	"					1		
	6															
そ の 他	1		機関室ビルジウエル液面					ポートスイッチ	ON-OFF					1		
	2		各蒸気加熱器入口弁開度					リミットスイッチ	"					1		
	3		指圧器弁開度					"	"					1		
	4		水深					超音波	"					1		
	5		奥水					ポートスイッチ	"					1		
	6															

第1.7.1表(θ) OUTPUT LIST(A)

系 統	操 作 項 目	操 作 形 式	出力倍 号	當該操作所要時間		操作直接判断	備 考
				最 大	適 正		
清水系統弁	1 主機暖機	電磁弁-空氣操作式ピストン弁	ON-OFF				
海水系統弁	1 海水吸込(高・低)	電動式セーダ弁	ON-OFF				
潤滑油系統弁	1 主機用サンプタンク補給	電動式電磁弁	ON-OFF				
	2 主機過給器用サンプタンク補給	電磁弁-空氣操作式ピストン弁	"				
	3 主機カム軸用サンプタンク補給	電動式電磁弁	"				
	4 船尾軸用サンプタンク補給	"	"				
燃料油系統弁	1 主砲電機用A重油取出	電動式電磁弁	ON-OFF				
	2 助燃ボイラ用ミ重油取出	"	"				
	3 主機潤滑用重油取出	電磁弁-空氣操作式ピストン弁	"				
	4 主機潤滑用C重油取出	"	"				

第1.7.1表(f) OUTPUT LIST(B)

系 統	操 作 項 目	操 作 端 形 式	出 力 信 号	當該操作所要時間			最 大 許 容 操 作 頻 率 (%/sec)	操 作 直 接 判 斷	備 考
				最	大	適			
蒸 氣 系 統 弁	1 重油常用タンク	電磁弁-空気操作式ダイアフラム調整弁	ON-OFF						
	2 F.O.管トレーシング	電磁弁-空気操作式玉形弁	"						
	3 清水加熱器入口	電磁弁-空気操作式ダイアフラム弁	"						
	4 清淨機用L.O.ヒータ入口	"	"						
	5 主機用L.O.タンク加熱	"	"						
	6 主機過給機用サンプタンク加熱	"	"						
空 氣 系 統 弁	1 起動空気(主発電機用)	電磁弁-空気操作式ピストン弁	ON-OFF						
	2 指圧器	"	"						
	3 主空気槽取入	"	"						
	4 主空気槽取出	"	"						
	5 補助空気槽取出	"	"						
	6								
そ の 他	1 シリンダ初期注油装置		ON-OFF						
	2								

1.8 シーケンス制御回路の設計（リレー回路の場合）

フローチャートに示されたシーケンスに従い、スタンバイ確立のための制御操作を行なうため以下に示す制御回路の設計を行なつた。

1.8.1 構成の主眼

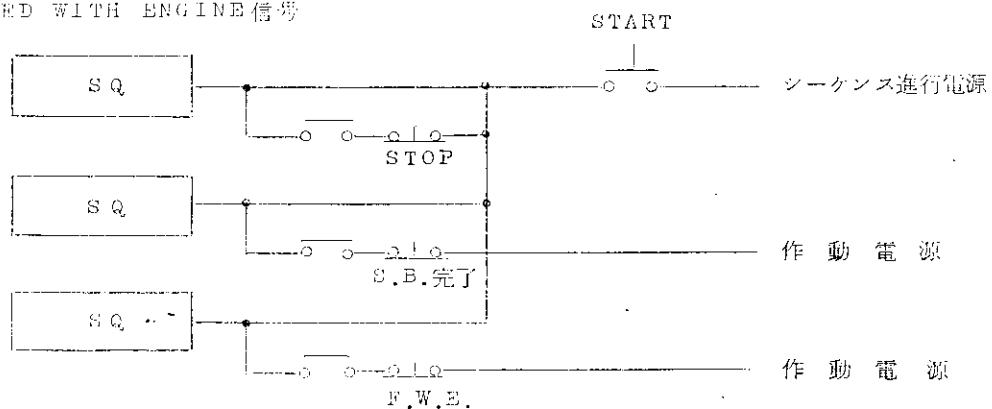
回路構成は単位機能ごとにユニット化し、そのユニットの種類は最小限とする。次のユニットは半導体素子による無接点接点リレーにより構成される。そして、そのユニットの集合により、シーケンス制御装置を構成せしめる。

その装備配置を第1.8.2図に示す。

1.8.2 機能

ユニットおよび装置は次に述べる機能を有する。

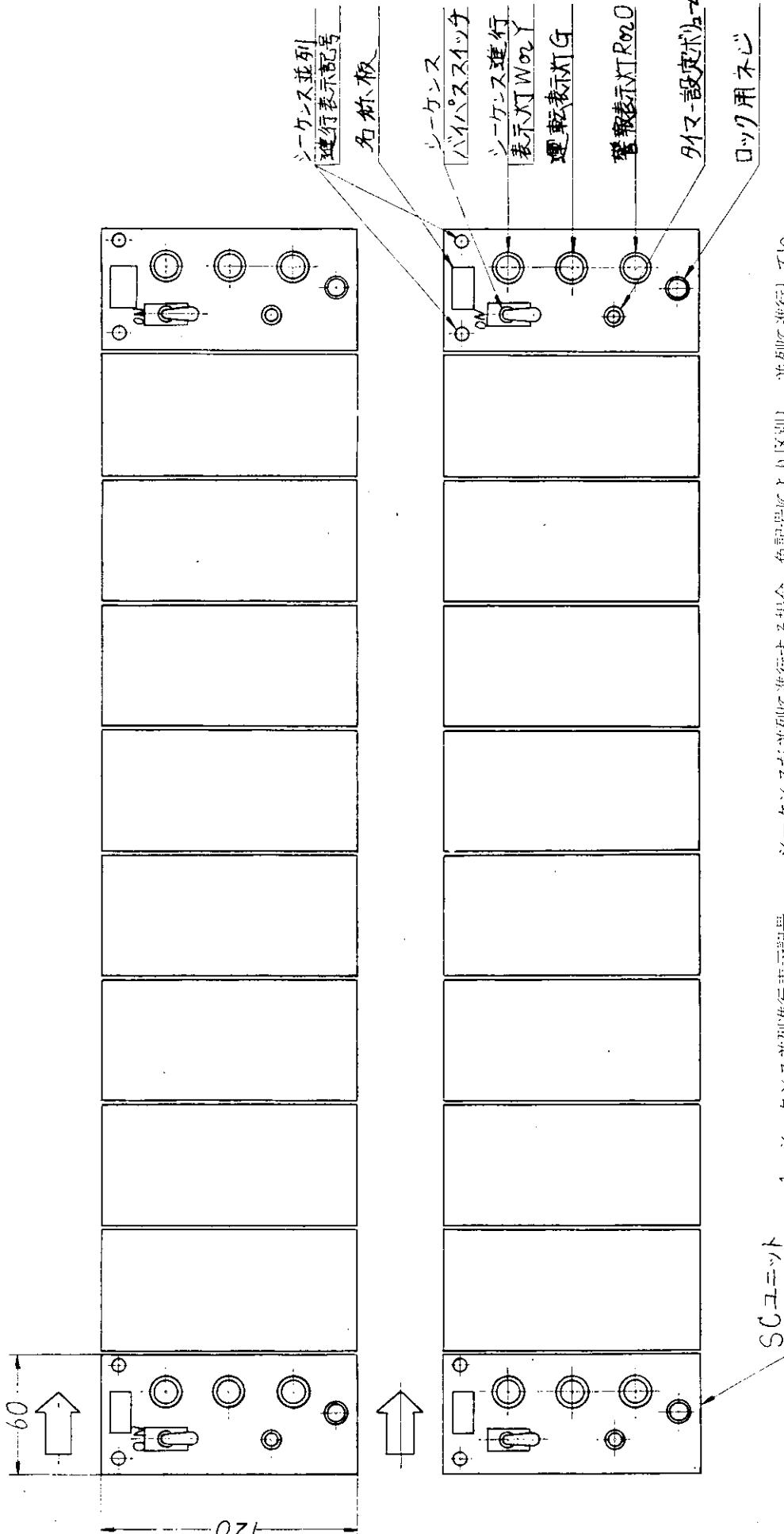
- 1) 各ユニットの作動電源は DC 24 V とし、その供給は
 - a) シーケンス ON-OFF スイッチおよび
 - b) シーケンス "START" 信号により行なわれる。
- 2) 各ユニットはシーケンス進行ランプを有する。
- 3) シーケンス "START" 押ボタンによりシーケンス進行用電源と作動用電源とが各ユニットに供給される。そしてさらに次の信号によつても制御される。
 - a) シーケンス "START" "STOP" 信号
 - b) スタンバイ完了信号
 - c) FINISHED WITH ENGINE 信号



第1.8.1図

シーケンス "STOP" 押ボタンによりシーケンス進行用電源のみ断となる。STAND-BY完了押ボタンを押すと、主機運転中に必要なユニットを除いた各ユニットの作動電源は断となる。そしてFINISHED WITH ENGINE押ボタンを押すと、残りの動作中のユニットの作動電源も断となる。（第1.8.1図）

- 4) シーケンス "START" すると、シーケンス動作が進行し、シーケンス進行ランプが順次点灯し増加していく。
- 5) シーケンス進行ランプはそのユニットが活きていろか否かの表示と、シーケンスの進行状況を示すものである。すなわち、あるユニットが "YES" の出力信号を出したとき、次段ユニットへシーケンス進行信号（連続信号）が送られる。そして、その信号によりシーケンス進行ランプ作動電源により自己保持させて、シーケンスの "START" "STOP" により自在にシーケンスの進行を止めたり、再開させたりすることが可能である。
- そのときの進行状況はこのランプにより判別できる。またSTAND-BY完了後生きているユニットをこのランプにより判別することができる。
- 6) あるユニットへ前後の "YES" の信号が入ると、シーケンス進行ランプ点灯すると同時に操作信号（パルス）を



1. シーケンス並列進行表示記号.....シーケンスが並列に進行する場合、色記号により区別し、並列に進行しているシーケンス総てが、完了して次のシーケンスが始まるところを明示するための記号。

2. 警報表示灯」REDランプは、器機の状態が異常である事を表示する。ORANGEランプは器機の状態は異常であるが、時間が経過すれば自動的に正常になるものを表示する。

3. シーケンス進行表示灯」WHITEランプはシーケンス完了又はシーケンス進行中を表示する表示灯。YELLOWランプは前段が異常の場合、これを通過してシーケンスが進行して行く表示灯。

第1.8.2図 S-Cユニット装備概略図

出す。

連続信号を要するものは付帯回路により保持させる。

注 パルスにより操作信号を出すのは、別系統の信号(たとえば遠隔操作用として押ボタン操作を設けるとき)による操作にも適合させ得るよう考慮したものである。

7) 操作結果の確認のための入力信号は、操作に要する時間を内蔵のタイマに設定しておき、その時間の経過後入力回路を開き比較を行なう。

8) 比較の結果“YES”のときは次段へ信号を送る。

9) 比較の結果“NO”的とき

a) RED LAMP フリッカーしブザー吹鳴する。確認押ボタンにてブザー停止しRED LAMP 連続点灯する。正常復帰でRED LAMP 消灯する。

b) 自動的に対策のとられるものは、ORANGE LAMP を点灯させ、対策をとるユニットへ信号(連続信号)を送る。

注 対策をとるユニットでは他のユニットのシーケンス進行ランプ(白色)とは別の色のランプが点灯する。

10) シーケンスにおいてあるユニットの動作を飛越すことも可能なるようおのののユニットにバイパススイッチを設けている。

1.8.3 ユニットの動作説明

各ユニット内部の動作の説明を以下に示す。

(1) SC ユニット(A)——(第 1.8.3 図参照)

1) 前段シーケンスが完了し“YES”となつたとき、端子⑧にDC + 24V の電圧信号が入る。機器を作動させる必要のあるときは同時に端子⑨にDC + 24V が入り、端子⑪に接続されている外部付リレーが働き起動信号(接点信号)を機器の制御装置に送る。

2) タイマーの設定時間経過後、機器の動作結果を示す信号(接点信号)が端子⑩に入る。動作結果が正常なときは端子⑪より次段へ“YES”信号(DC + 24V)を送る。

3) 動作結果が異常のときはトランジスターQ₆が動作し⑫ランプが連続点灯する。

4) 同時に、この異常に対処するシーケンス装置

(たとえば弁開等)へ端子⑩よりDC + 24V の信号(パルス信号)を送る。

5) 正常復帰すれば異常表示灯は消灯する。

6) 異常に對処するシーケンスへの信号のRESETは端子⑩へ入つてゐる信号がOFF(接点信号)となつたとき行なわれる。

同時に端子⑪より“YES”信号を次段へ送る。

7) このシーケンスをバイパスするときは、バイパススイッチをONにすることにより行なう。

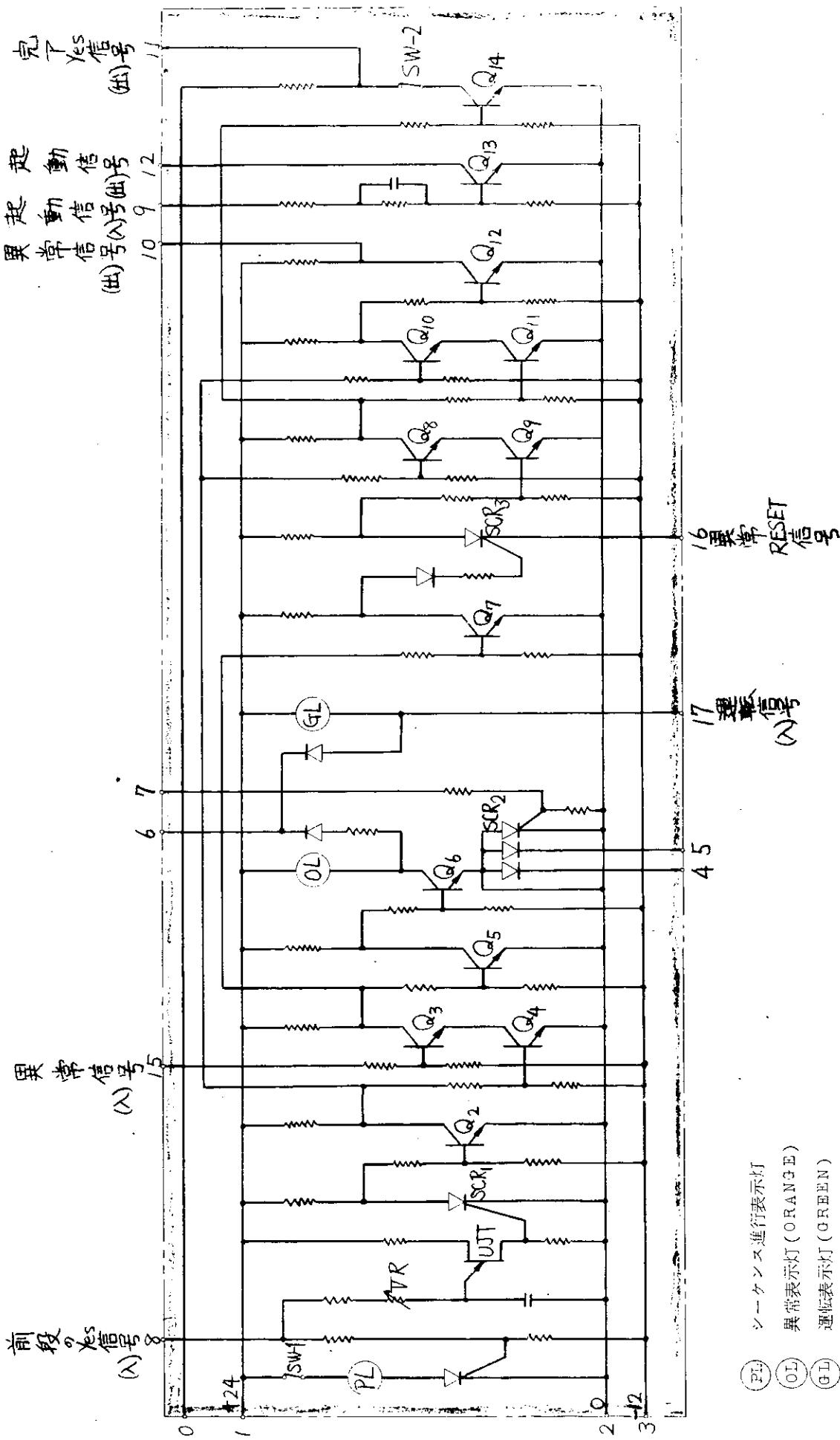
8) GREEN LAMP (G)は運転表示が必要な場合に使用する。

(2) SC ユニット(B)——(第 1.8.4 図参照)

1) 前段シーケンスが完了し“YES”となつたとき、端子⑧にDC + 24V の電圧信号が入る。機器を作動させる必要のあるときは同時に端子⑨にDC + 24V が入り、端子⑪に接続されている外部付リレーが働き起動信号(接点信号)を機器の制御装置に送る。

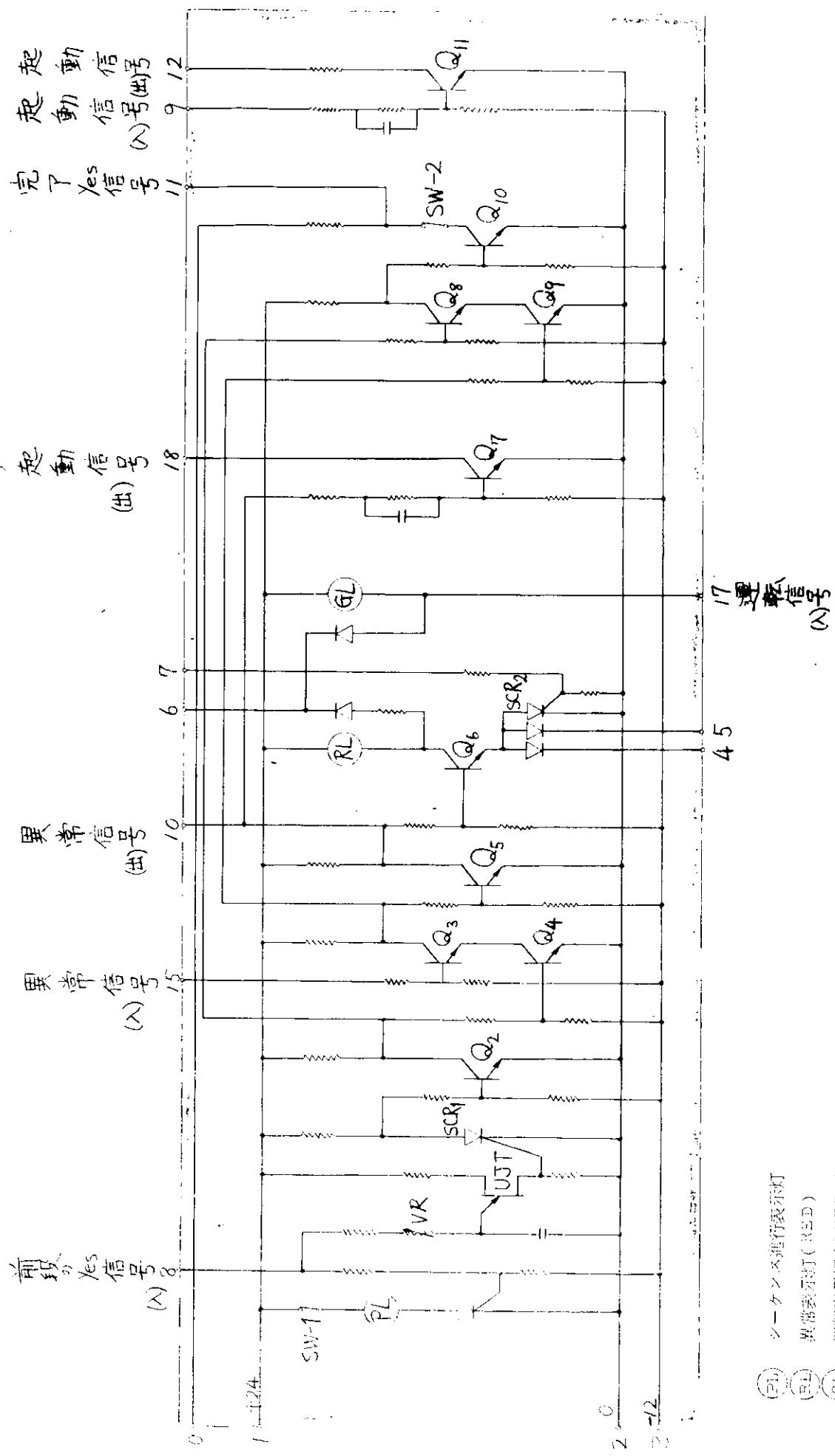
2) タイマーの設定時間経過後、機器の動作結果を示す信号(接点信号)が端子⑩に入る。動作結果が正常なときは端子⑪より次段へ“YES”信号(DC + 24V)を送る。

3) 動作結果が異常のときはトランジスターQ₆が動作し、端子④、⑤に電圧信号が送られRED LAMP (R)がフリッカー点灯し、ブザーが吹鳴する。ブザーストソフ信号により⑫は連続点灯しブザーは停止する。



第1.8.3 図 S C ニニシト(A)回路図

- (P) シーケンス進行表示灯
- (O) 異常表示灯 (ORANGE)
- (G) 運転表示灯 (GREEN)
- SW-1 SW-2 } ハイパス SW
- VR ダイヤ設定ボリューム



- 4) 同時に、これに対応する機器を起動させる必要のあるときは端子⑧に接続されている外部付リレーが作動し、起動信号（接点信号）を機器の制御装置に送る。
- 5) 正常復帰すれば異常表示灯は消灯する。
- 6) シーケンスが完了すれば端子⑪より次段へ“YES”信号（DC+24V）が送られる。

(3) 警報回路 — (第1.8.5図参照)

ブザー回路およびフリッカーレットにより構成されており、SCユニットからの信号により動作する。

1.8.4 シーケンス制御動作説明

スタンバイ作業のシーケンス制御回路のうち、主L.O.ラインについてSCユニットを使用した制御回路を設計したものを第1.8.6図に示す。その動作説明を以下に述べる。

- 1) 電源スイッチ“ON”
- 2) シーケンス装置“ON-OFF”スイッチ“ON”
——シーケンス回路準備完了——
- 3) シーケンス・スタートスイッチ“ON”
——シーケンス開始——
- 4) 主L.O.サンプタンク液面検出
 - a) YES 主L.O.サンプタンク液温検出へ開始信号を発する。
 - b) NO (OL) ランプ連続点灯
補給弁開のSCユニットへ開始信号を発する。

5) 補給弁開

補給弁を開く信号を発し、弁Aを開く（接点信号）弁が開かなかつたときは警報を発する。（R1）フリッカーレットしブザー吹鳴する。ブザーストップ押ボタンを押すとブザー停止ランプは連続点灯する。

（補給弁開によりタンクへ水が補給される。タンクの液面が上るとHIGH LEVEL SWITCHが“ON”となる。）

6) 補給弁閉

HIGH LEVEL SWITCHからの信号を受けると補給弁閉の信号（接点信号）を発する。弁が閉じないときは警報を発する。

7) 主L.O.サンプタンク液温検出

液面検出の場合〔4)～6)〕と同様の動作を行なう。

8) 起動順位決定

液温比較の結果、正常となれば“YES”的信号が運転時間検出装置に送られる。この装置において2台の主L.O.ポンプのうち運転時間の短かい方が比較選択される。選択されたポンプのスターターに起動の信号を送る。

——主L.O.ポンプ起動——

9) 2次こし器差圧検出

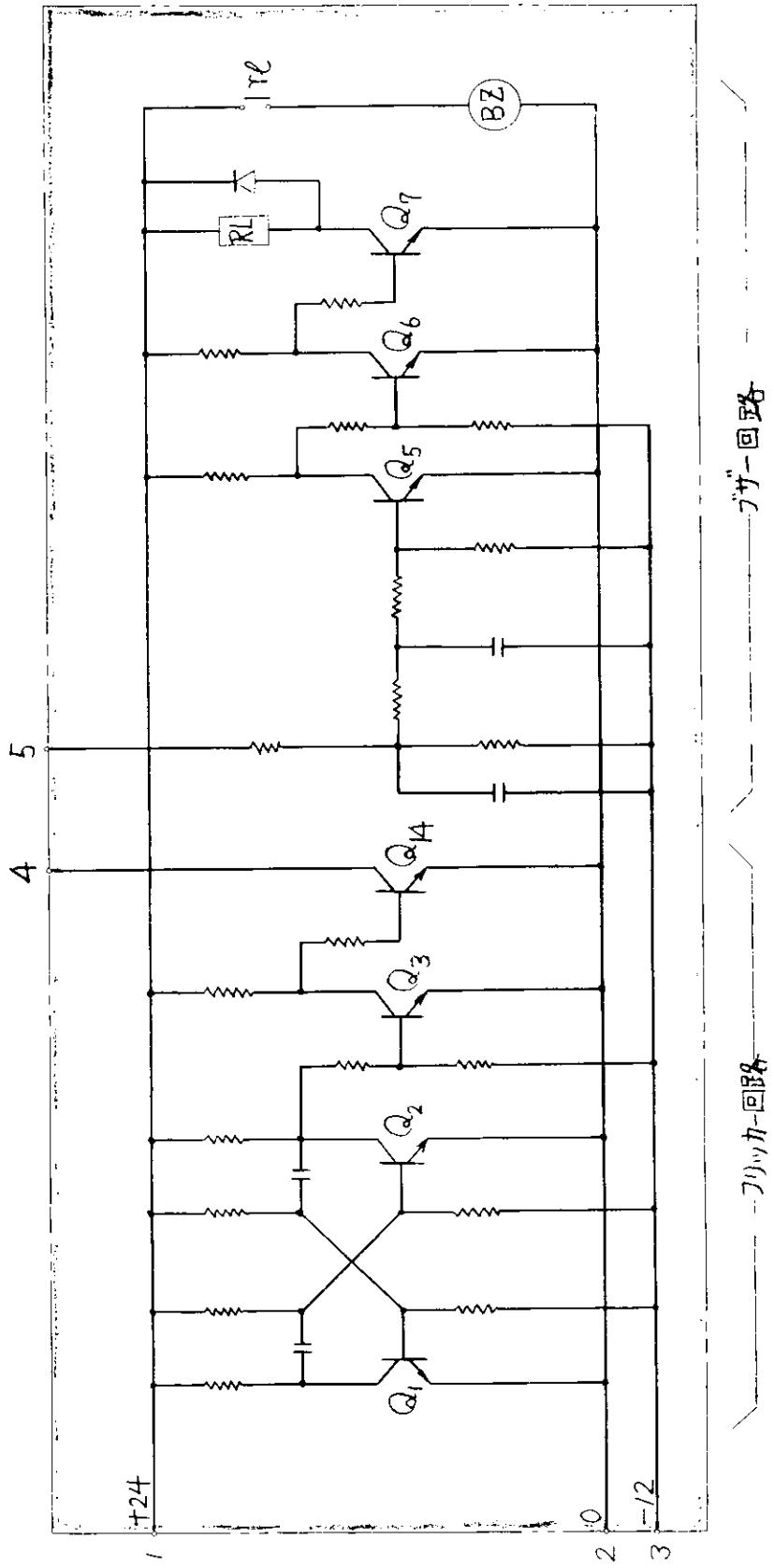
- a) YES L.O.ライン流量検出へ動作開始信号を発する。
- b) NO 自動洗浄装置へ洗浄開始信号（接点パルス信号）を送る。

10) L.O.ライン流量検出

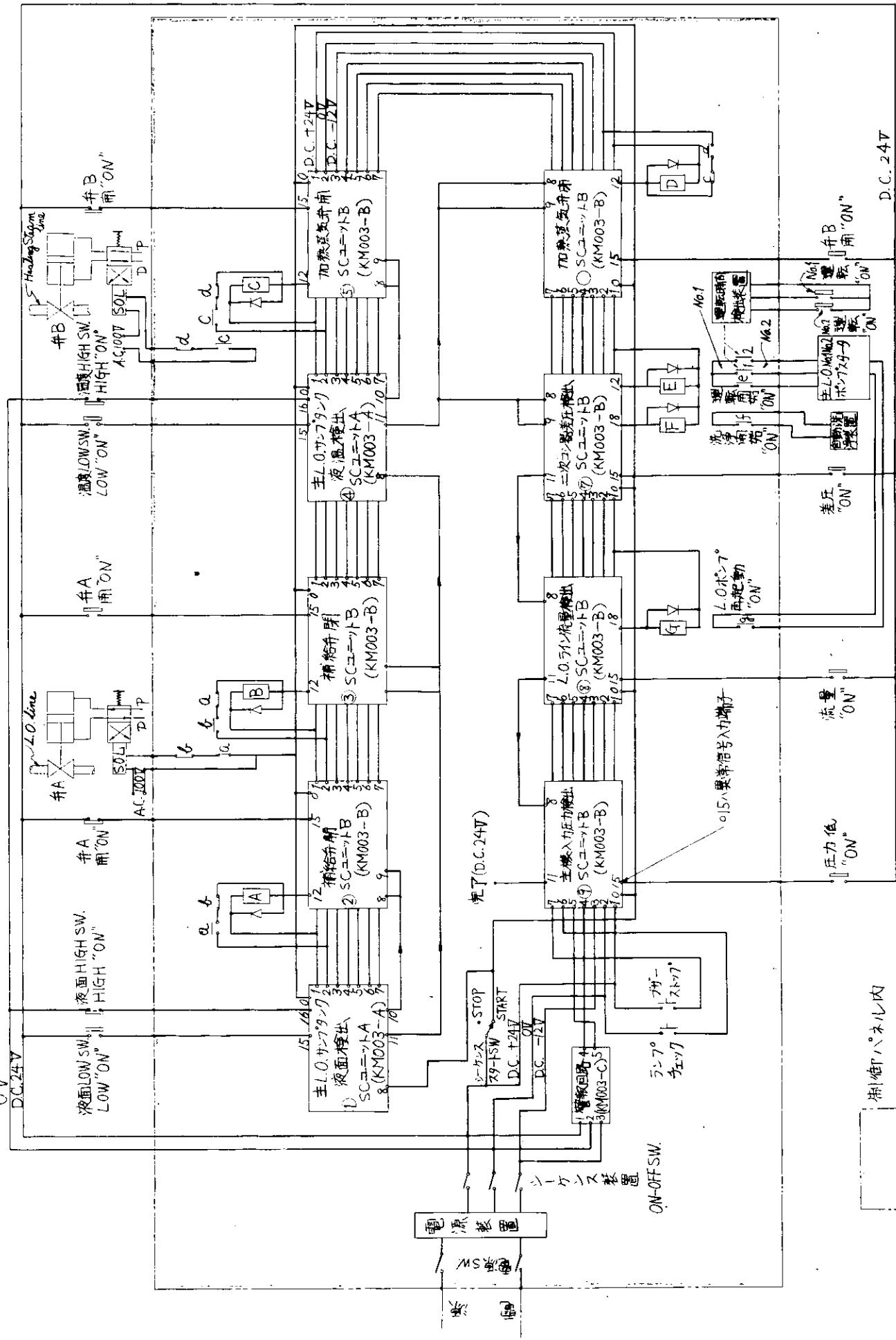
- a) YES 主機入口圧力検出へ動作開始信号を発する。
- b) NO L.O.ポンプスターターへ再起動の信号を発する。（接点パルス信号）
この場合はR1、R2どちらが起動してもよいものとする。

11) 主機入口圧力検出

- a) YES スタンバイ完了
- b) NO 警報を発する。



第1.8.5圖 警察回路圖



第1.8.6 図 主5.0.ライインスタンスババシーケンス結線図

1.9 コンピュータの構成およびプログラムの作成

1.9.1 コンピュータ制御の場合のねらい

本スタンバイシーケンスにコンピュータを使用する場合 1.5.2 項のフローチャートに示す制御は、もちろんリレー回路方式と全く同様にプログラムによつて行なうことができる。しかしコンピュータ制御の場合、コンピュータの特徴である高い適応性を利用してスタンバイシーケンス制御と関連づけをした広範囲な自動化を行なうことが容易である。リレー回路方式と比較したコンピュータ方式の特徴としては、

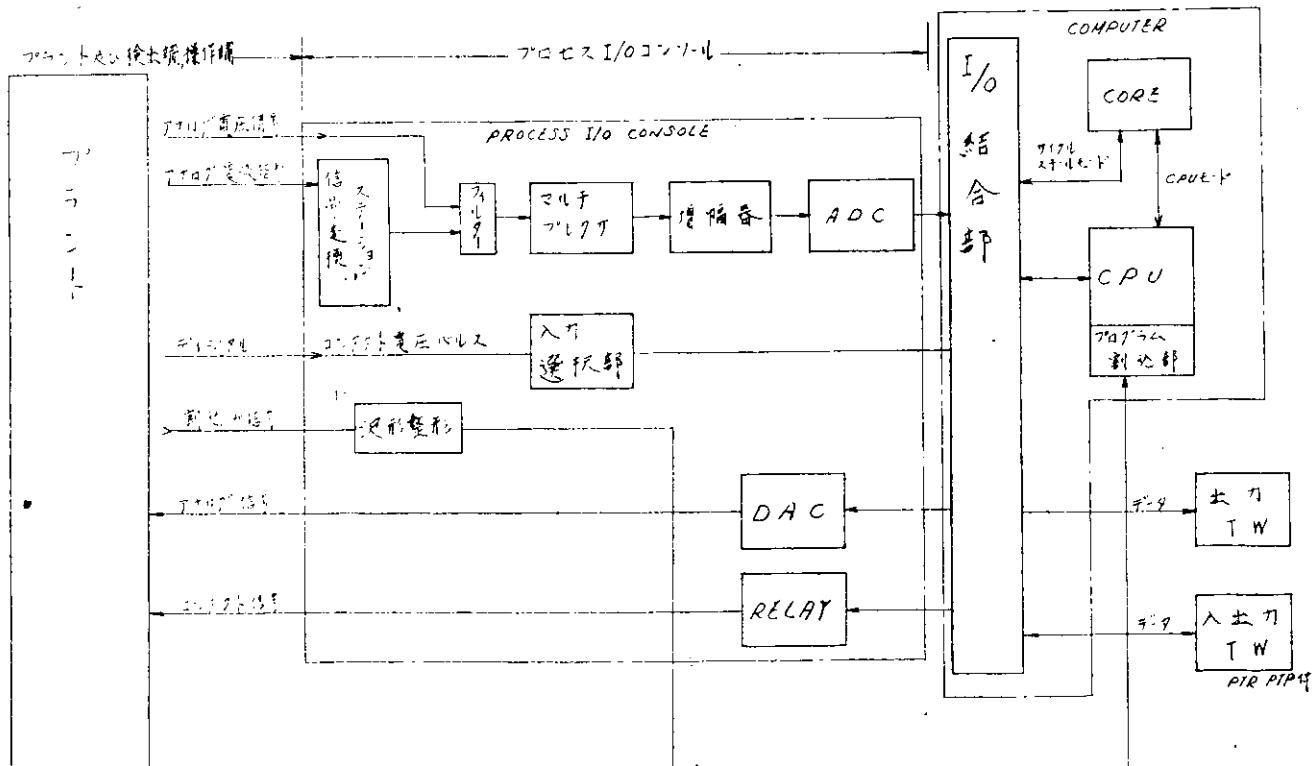
- a) アナログ量が容易に取り扱える。
- b) 計算が容易である。
- c) variable な値が取り扱える。
- d) プログラムの書き直しで制御方法が変更できる。
- e) タイプライタの結合により記録装置ができる。

等があげられるが、これらの特徴を利用して、たとえば 1.1.0 節の「プラントの異常に対する処置」をスタンバイシーケンスと結びつけて容易に行なうことができ、またアナログ量を扱えることから、従来のデータロガーに代る記録装置を作ることが可能となる。これらの装置を機能的に結合させることにより従来、機関部の作業として考えられていたものの中で、保守・整備作業を除いた制御、監視、記録の 3 作業を関連自動化させて、完全無人化の第一歩とすることができる。また本研究では、従来から各種機器に付属している制御装置は、そのまま使うものとしたが、これらをコンピュータにより Direct Digital Control することも考えられる。しかしコンピュータ故障時の Back-up 対策などを考慮すると現時点ではメリットが少ないようである。

1.9.2 コンピュータの構成

(1) コンピュータ構成図

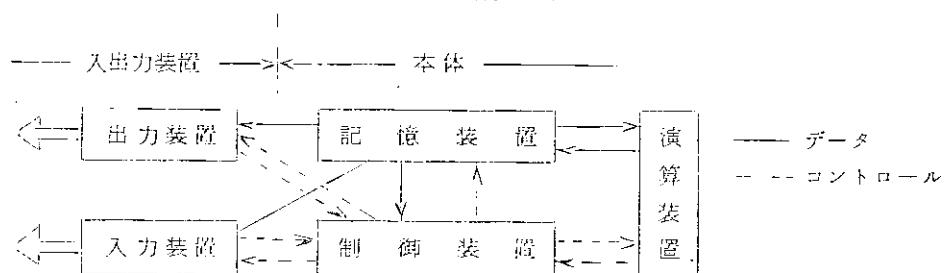
コンピュータによる本制御システム構成図を第 1.9.1 図に示す。この構成図は、プロセス制御用コンピュータには共通したものであり、コンピュータ本体、データ入出力装置、プロセス入出力装置、プラント内の入出端の四つで構成されている。



第 1.9.1 図 プラント制御構成図

(2) コンピュータ本体

本研究において使用するコンピュータは、一般的のコンピュータ本体と同様、記憶装置、制御装置、演算装置で構成され相互に関連をもつて、プログラムの命令を実行する。



最近、プロセス制御用コンピュータの進出は目ざましく、小型、安価なものが開発されつつあるが、船舶に搭載する場合は船用として適したもの、すなわち、耐振性、耐ノイズ性を有し、規定の周囲温度、周囲湿度、電源電圧変動に耐えるものであり、あるいは船級協会のルールを満足するものでなければならない。

(3) データ処理入出力装置

データ処理入出力装置はディスク、カード・リード・パンチ、ラインプリンタ、プリンタ、ペーパーテープブリーダ、ペーパーテープパンチ、プリンタキーボード、プロッタ等と、コンピュータ本体とのデータの出し入れを制御するものであるが、実際にはその制御に必要なもののみを装備すればよい。たとえば、データロギングには、プリンタを使用して行なうことができる。

(4) プロセス入出力装置

制御用コンピュータは、プロセスとの間でデータ(情報)の授受を行なうためプロセス入出力装置を持つており、プラントとの結合部には、ターミナルがあり、これに検出端、操作端を結合する。本制御として、入出力装置に結合できる信号は、つきの通りである。

(a) 入力

(i) アナログ入力(これはスタンバイシーケンス制御では不要であるが、1.10節「プラントの異常に対する処置」にて使用する。)

プロセスの流量、温度、圧力、液位といった物理現象が流量計、熱電対、圧力計あるいは液面計といった検出端によつて検出され、アナログ電気信号に変換されてコンピュータのアナログ入力用端子に接続される。アナログ信号は、ミリボルト・ボルトあるいはミリアンペアの範囲にあり、これら各種信号のうち低電圧信号に関しては、内蔵されている増幅器を通してデジタル値に変換できるような電圧値に増幅される。また電流信号は、信号変換ステーションを通して電圧信号に変換される。これら入力された電圧信号は、演算処理を行なうためA/D変換器によつてデジタル値に変換される。

(ii) デジタル入力

デジタル入力は、接点(コンタクト)・電圧およびパルスの3種類が一般に使用されており、これらは各種計器、および接点より直接その情報をコンピュータに読み込ませることができる。

(b) 出力

(i) デジタル出力

デジタル出力信号には、電子接点・パルスおよびレジスターがあり、これらによつて表示装置、ランプ、各種切換スイッチおよびステップモータの駆動などを動作させることができる。

(ii) プロセス割り込み

プロセスに異常が生じた場合、スキヤニングによつてこれを検知して、異常の処理を行なう方法もあるが、緊急を要する場合は、割り込み信号を起させる方法がある。検出端がプロセス変数の異常をキヤツチし、コンピュ

ータに割り込み信号を与えると、コンピュータは直ちに実行中のプログラムを中止し、その割り込み信号に対する処置ルーチンを実行する。この割り込み信号には接点（コンタクト）、電圧等があり、これらを入出力装置の割り込み端子に接続する。割り込み信号には、優先レベルが設定されており、これに応じて処理を行なうため、あらかじめ優先順位を決定しておく必要がある。

(5) 検出端、操作端

本研究では、入出力としてON-OFF信号のみで計画しているため1.7.1項を参照のこと。

なお、データロガーあるいは1.10節「プラントの異常にに対する処置」として入力にアナログ量を取り上げているが、これらについては市販されている機器の現仕様どおりの電圧または電流信号で十分コンピュータに適応できるものと考えられる。

出力信号は、コンタクタによつて補機の起動、弁開閉、アラーム等を行なうが、1例としてコンピュータからのポンプ起動命令およびスタートとの結びつきを第1.9.2図に示す。これは、無電圧検出によるスタンバイへの自動切換を行なう回路を示したものである。

また、フローチャートの中で、ポンプ運転時間検出—起動順位決定—ポンプ起動というフローがあるが、この中の運転時間検出について、1例として第1.9.3図にタイマパネルの概略を示す。この装置は、2台の補機の運転時間を自動的に平均化するのを目的としたもので、コンピュータから起動命令を与えると、設定された時間内は同一ポンプが運転され、設定時間経過後でもプラントの運転が継続されている間は、切換えを行なわない。これはトラブルをなるべく少なくするための配慮からである。その後プラントが休止し、次にスタンバイシーケンスが開始されてポンプの起動命令が出されると、さきに運転していたポンプが設定時間を経過しておれば直ちに先行機とスタンバイ機の順序が入れ替り、従来のスタンバイ機が先行して運転されるようにしたものである。なお、これらの装置は、リレー回路の場合にも同じものが適用される。

1.9.3 プログラムの作成

(1) ソフトウェア

コンピュータ制御を行なうためには、一般にシーケンスプログラム、プロセスマニタリングプログラム、データロギングプログラムなど多くのプログラムを必要とし、それらのプログラムがあらかじめ決められた周期ごとに、あるいは割り込み信号などに応じて実行されるのですべてのプログラムやそれに伴なうデータなどを統括、管理し、各プログラムの実行順序を制御し、必要なプログラムの待避、呼び出し、優先の処理を行なうためのシステム、プログラムが必要である。

これらのシステム、プログラムは、各コンピュータメーカーによつて、独自のものが開発されており、ユーザー側のプログラミングの労力軽減が計られている。したがつてユーザーとしてはシステム、プログラムの管理統括下に働く個々のジョブ、プログラムを作成すればよい。次に、プロセス、コントロールに使用されるシステム、プログラムの主な役割を示す。

(a) プログラム、シーケンス

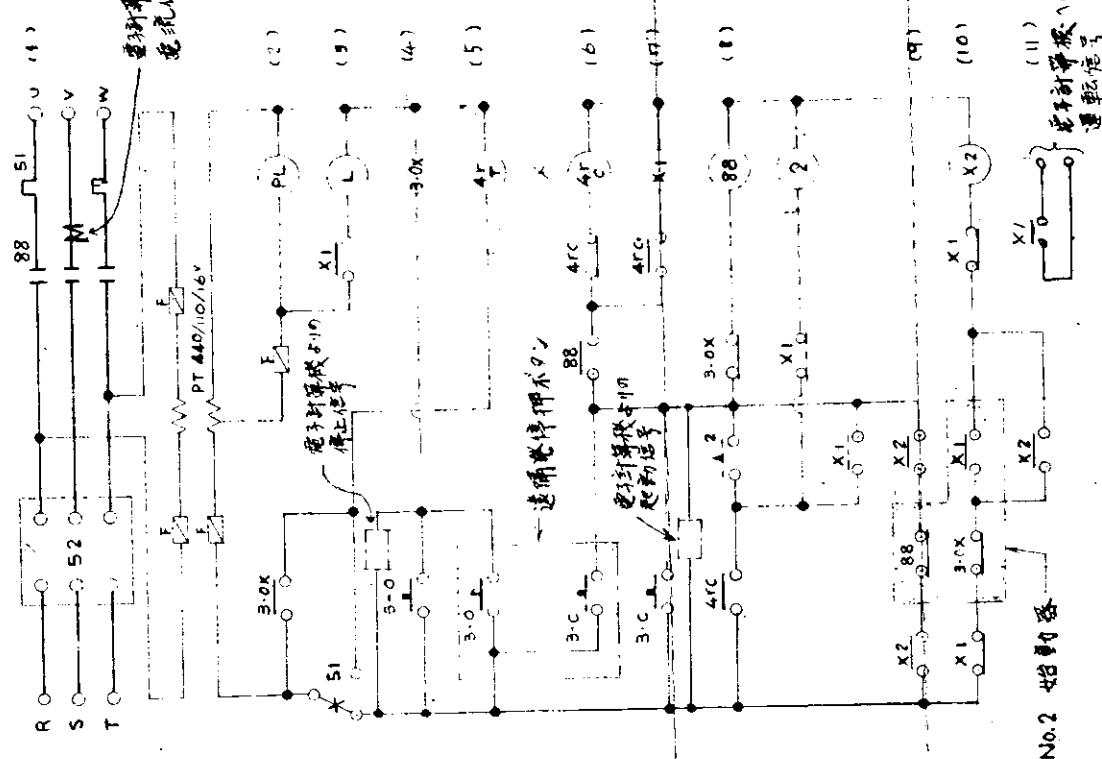
プログラムの実行順序を制御するもので、直接次に実行すべきプログラムを指定したり、実行待ち行列を作りその中から優先順位に応じてプログラムを実行させる。また必要に応じていつたん待ち行列に入れられたプログラムをその待ち行列からはずしたり、ある種のプロセス割り込み信号によつて、それに対応するプログラムを待ち行列に入れたりすることを行なう。

(b) 割り込み処理

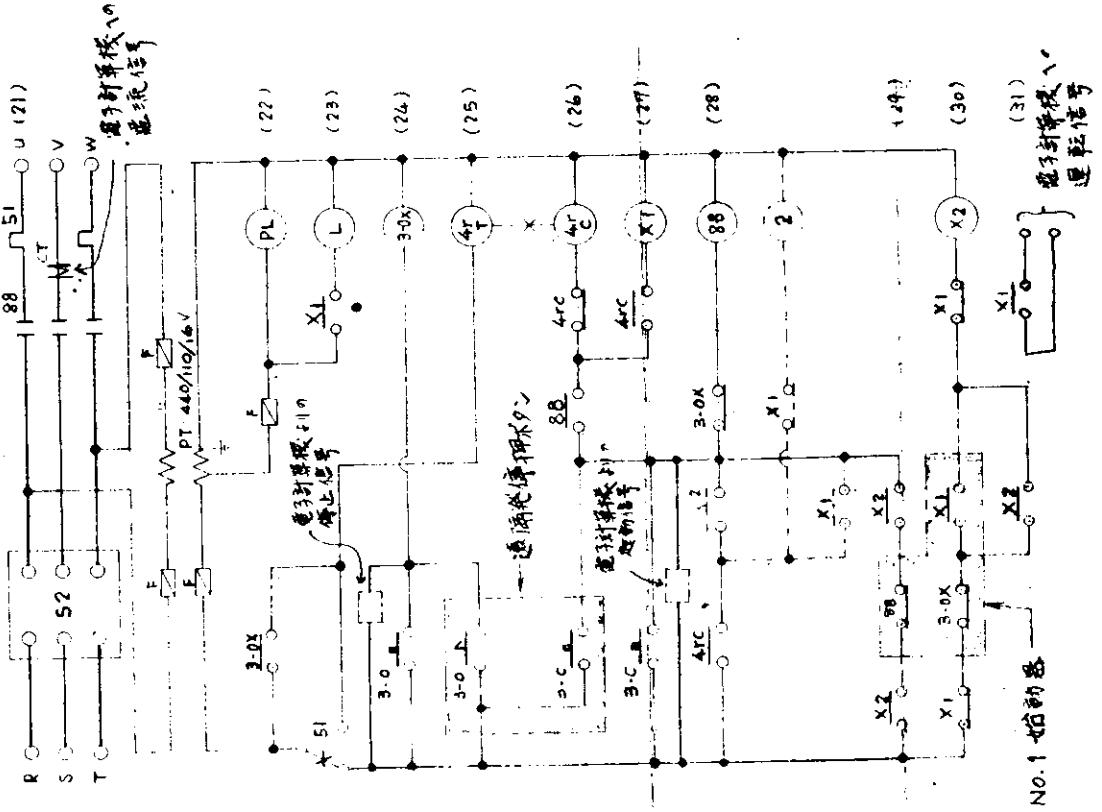
割り込み信号の種類を分析し、その割り込み信号に応じた処理プログラムを実行させるもので、現在進行中のプログラムを一時停止あるいは待避させておいて、割り込み処理が完了すれば、再びそれを実行させる。

(c) タイマ処理

No. 1 売行電力機器



No. 2 始動器



第1.9.2図 自動切替する電動機用始動器結線図(電圧換出方式 LVR)

インターバル、タイマの処理を行なうもので、簡単な命令をプログラムの中で与えるだけで、セット、リセットを行ない、あるいはセット時間間隔が経過した時、指定したプログラムを呼び出すことができる。

(1) エラー処理

プログラム実行中にエラーが生じた時、それを分析して処理を行なうプログラムである。

(2) プログラミング

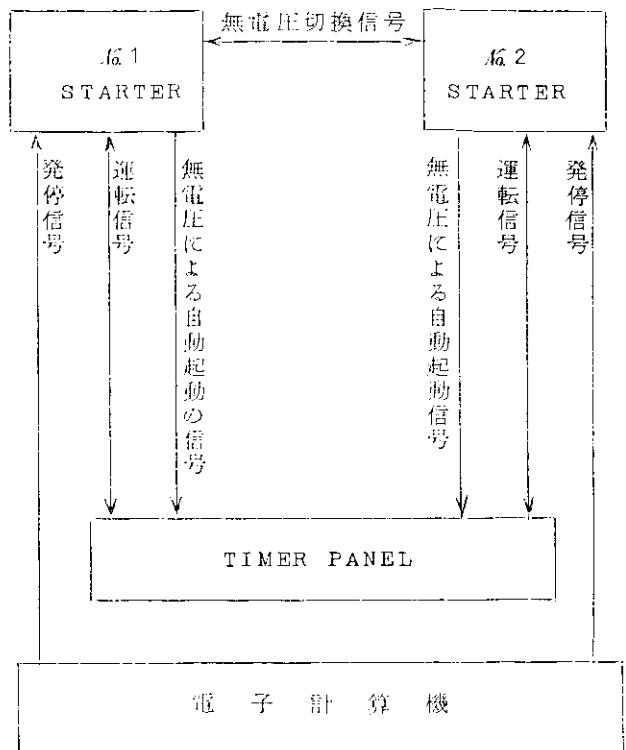
本研究にて作成したフローチャート全般についてコーディングを行なうのが望ましいが、昭和44年度には、本制御について主機械燃料油系統を選んで、陸上実験を行なうため、この実験用プログラムについてコーディングを行なつた。それを添付する。このプログラムは制御内容を大体包含しているため、他のプログラムについても同じ要領でコーディングできるものである。第1.9.4図に大まかなフローチャートを示す。

最初、すべてのプログラムは補助記憶装置（ディスク）に入つておりスタートボタン（インターラプトボタン）を押すと補助記憶装置から主記憶装置にインターラプトプログラム（プログラム名START）が呼び出され、実行する。インターラプトプログラムは実行終了直前にシーケンシャルプログラム（プログラム名SEQ U E）を呼び出す。実行中、トラブルを見つけ出した場合、どのような原因によるトラブルかをチェックするために、Checkプログラム（プログラム名Check）によつて診断を行なう。原因が判明したときは、警報を発し、トラブル原因をプリントする。また、バルブ開閉、ポンプ切替のように操作終了までおよび定常状態になるまでに時間を要し、その上、次のプログラムの実行は、操作および定常状態完了後でなければならないものは、特定の時間を経た後、再びディスクからこのプログラムを呼び出して実行する。

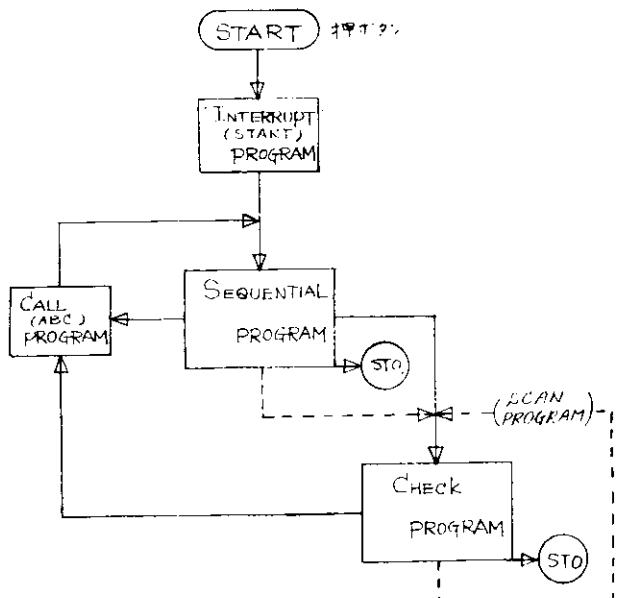
シーケンシャルプログラム終了後は、……で示すように、定期的にCheckプログラムを実行し、異常状態の発生を監視する。

なお、プログラミングに関連する下記のものを同様に添付した。

- 昭和44年度実験用スタンバイシーケンスフローチャート
- " " " 異常診断フローチャート (1/3 ~ 3/3)
- (1.10節「プラントの異常に対する処置」によるもの)
- 昭和44年度実験用諸種系統図



第1.9.3図 補機起動順位選択装置



第1.9.4図 プログラムダイヤグラム

S T A R T プロ グラム (1 / 1)

```

// JOB X
// FOR START
*ONE WORD INTEGEPS
C
C      THIS START PROGRAM IS CALLED BY A PROCESS INTERRURT
C
C      EXTERNAL SEQUE
DIMENSION ICONS(17),ICONF(17)
COMMON/INSKEL/ICONS,ICOND,IA,IB,IC,ID,B
DATA ICONF/Z8000,Z4000,Z2000,Z1000,Z0800,Z0400,Z0200,Z0100,Z0080,
1          Z0040,Z0020,Z0010,Z0008,Z0004,Z0002,Z0001,ZFFF/
DO 10 I=1,17
  ICONS(I)=ICONF(I)
10 CONTINUE
  IA=0
  IC=1
  ID=1
  CALL QUEUE(SEQUE,1,0)
  CALL INTEX
  END

// DUP
*STORECIL I           START START START 1012
*CEND

```

STA0100
 STA0105
 STA0110
 STA0115
 STA0120
 STA0125
 STA0130
 STA0135
 STA0140
 STA0145
 STA0150
 STA0155
 STA0160
 STA0165
 STA0170
 STA0175
 STA0180

S E Q U E プロ グラム (1 / 3)

```

// JOB X
// FOR SEQUE
*I0CS(TYPEWRITER)
*ONE WORD INTEGERS
C
C      SEQUENTIAL CONTROL PROGRAM FOR DIESEL PLANT MODEL TEST
C
C      EXTERNAL CHECK
DIMENSION ICONS(17)
COMMON/INSKEL/ICONS,ICOND,IA,IB,IC,ID,B
C
C      LEVEL DETECTION OF A OIL SETTLING TANK
C
C      CALL DICS(0,64,K)
GO TO (15,20),K
15 WRITE(1,100)
  CALL VIAQ
C
C      PURIFIER AUTO START-STOP DEVICE SWITCH ON
C
C      20 CALL DICO(0,127,1)
C
C      LEVEL DETECTION OF A OIL SERVICE TANK
C
C      30 CALL AIP(01000,SL,64)
  CALL AIP(0,L)
  GO TO (30,31),L
31 CONTINUE
  IF(SL-25.0) 32,32,40
32 IF(IA) 34,33,34
33 B=SL
  IA=1
  CALL TIMER(ABC,2,100)
  CALL VIAQ
34 IF(SL-B) 35,35,33
35 WRITE(1,110)
  CALL VIAQ

```

SEQ,0100
 SEQ,0105
 SEQ,0110
 SEQ,0111
 SEQ,0120
 SEQ,0125
 SEQ,0130
 SEQ,0135
 SEQ,0140
 SEQ,0145
 SEQ,0150
 SEQ,0155
 SEQ,0160
 SEQ,0165
 SEQ,0170
 SEQ,0175
 SEQ,0180
 SEQ,0185
 SEQ,0190
 SEQ,0195
 SEQ,0200
 SEQ,0205
 SEQ,0210
 SEQ,0215
 SEQ,0220
 SEQ,0225
 SEQ,0230
 SEQ,0235
 SEQ,0240
 SEQ,0245
 SEQ,0250
 SEQ,0255

SEQUENCE プログラム(2 / 3)

```

C
C      DISCHRG E VALVE OPEN OF A OIL SERVICE TANK          SEQ.0260
C      SEQ.0265
C      SEQ.0270
C
40 CALL DICS(1,64,K)           SEQ.0275
GO TO (45,50),K               SEQ.0280
45 IF(IA-2) 46,47,46          SEQ.0285
46 CALL DICO(1,127,1)          SEQ.0290
I=2                           0
CALL TIMER(ABC,2,100)          SEQ.0295
CALL VIAQ                      SEQ.0300
47 WRITE(1,120)                SEQ.0305
CALL VIAQ                      SEQ.0310
C
C      FUEL OIL SUPPLY PUMP START-SWITCH ON             SEQ.0315
C      SEQ.0320
C      SEQ.0325
C
50 CALL DICS(2,64,K)           SEQ.0330
GO TO (51,52),K               SEQ.0335
51 IB=1                        SEQ.0340
CALL DICO(2,127,1)            SEQ.0345
GO TO 53                      SEQ.0350
52 IB=2                        SEQ.0355
CALL DICO(3,127,1)            SEQ.0360
53 IF(IA-3) 55,60,55          SEQ.0365
55 IA=3                        SEQ.0370
CALL TIMER(ABC,2,100)          SEQ.0375
CALL VIAQ                      SEQ.0380
C
C      PRESSURE DETECTION OF M/E INLET                  SEQ.0385
C
60 CALL AIP(01000,P,65)         SEQ.0390
CALL AIP(0,L)                  SEQ.0395
GO TO (60,61),L               SEQ.0400
61 CONTINUE                     SEQ.0405
IF(P-2.0) 65,65,70            SEQ.0410
65 CALL CHAIN(CHECK)          SEQ.0415

```

SEQUENCE プログラム(3 / 3)

```

C
C      FLOW DETECTION OF M/E INLET                      SEQ.0435
C      SEQ.0440
C
70 CALL AIP(01000,F,66)         SEQ.0445
CALL AIP(0,L)                  SEQ.0450
GO TO (70,71),L               SEQ.0455
71 CONTINUE                     SEQ.0460
IF(F-0.8) 75,75,80            SEQ.0465
75 WRITE(1,130)                SEQ.0470
CALL VIAQ                      SEQ.0475
80 CALL DICO(5,127,1)          SEQ.0480
C
C      ** FORMAT **                                     SEQ.0485
C
100 FORMAT('F. O. SETT. TANK LOW LEVEL')             SEQ.0490
110 FORMAT('F. O. PURIFIER FAILURE')                 SEQ.0495
120 FORMAT('F. O. SERV. TANK DISCH. VALVE FAILURE')  SEQ.0500
130 FORMAT('MAIN ENG. INLET F. O. NON FLOW')        SEQ.0505
CALL CHAIN(SCAN1)
END
// DUP
*DELETE M          SEQUE DUMM
*STORE CIL M      SEQUE SEQUE SERUE
*CEND

```

サブルーチン DICS (1 / 1)

```

// FOR
*ONE WORD INTEGERS
    SUBROUTINE DICS(J,NO,K)          DCS0100
C                                         DCS0105
C                                         DCS0110
C                                         DCS0115
C                                         DCS0120
C                                         DCS0125
C                                         DCS0130
C                                         DCS0135
C                                         DCS0140
C                                         DCS0145
C                                         DCS0150
C                                         DCS0155
C                                         DCS0160
C                                         DCS0165
C                                         DCS0170
C                                         DCS0175
C                                         DCS0180
C                                         DCS0185
C                                         DCS0190
C                                         DCS0195
C                                         DCS0200
C                                         DCS0205
C
C     THIS SUBROUTINE IS A PROGRAM RELATED TO DIGITAL INPUT
C
C     DIMENSION ICONS(17),ID(3)
C     COMMON/INSKEL/ICONS
C     ID(2)=NO
C     ID(3)=2
10   CALL CS(02021, ID(1), ID(3))
    CALL CS(0,L)
    GO TO (10,11),L
11   CONTINUE
    J=J+1
    J=ICONS(J)
    L=ID(1)
    K=IAND(J,L)
    IF(J-K) 12,13,12
12   K=1
    GO TO 14
13   K=2
14   RETURN
    END
// DUP
*STORE          DICS

```

サブルーチン DICO (1 / 1)

```

// FOR
*ONE WORD INTEGERS
    SUBROUTINE DICO(J,NO,K)          DC00100
C                                         DC00105
C                                         DC00110
C                                         DC00115
C                                         DC00120
C                                         DC00125
C                                         DC00130
C                                         DC00135
C                                         DC00140
C                                         DC00145
C                                         DC00150
C                                         DC00155
C                                         DC00160
C                                         DC00165
C                                         DC00170
C                                         DC00175
C                                         DC00180
C                                         DC00185
C                                         DC00190
C                                         DC00195
C                                         DC00200
C                                         DC00205
C
C     THIS SUBROUTINE IS A PROGRAM RELATED TO DIGITAL OUTPUT
C
C     DIMENSION ICONS(17),ID(3)
C     COMMON/INSKEL/ICONS,I
C     J=J+1
C     J=ICONS(J)
C     K=K+1
C     GO TO (5,10),K
5    L=ICONS(17)
    L=IEOR(J,L)
    K=IAND(I,L)
    GO TO 15
10   I=IOR(K,J)
15   ID(1)=I
    ID(2)=NO
    ID(3)=2
20   CALL CO(11001, ID(1), ID(3))
    CALL CO(0,L)
    GO TO (20,25),L
25   CONTINUE
    RETURN
    END
// DUP
*STORE          DICO

```

CHECK プログラム(1/6)

```

// JOB          X
// FOR CHECK
*IOCS(TYPEWRITER)
*ONE WORD INTEGERS
C
C      ABNORMAL DIAGNOSIS PROGRAM FOR DIESEL PLANT MODEL TEST
C
C      DIMENSION ICONS(17)
COMMON/INSKEL/ICONS,ICOND,IA,IB,IC,ID,B
C
C      LEVEL DETECTION OF A OIL SETTLING TANK
C
C      CALL DIC(S(0,64,K)
GO TO (15,20),K
15 WRITE(1,300)
CALL VIAQ
C
C      LEVEL DETECTION OF A OIL SERVICE TANK
C
C      20 CALL AIP(01000,SL,64)
CALL AIP(0,L)
GO TO (20,21),L
21 CONTINUE
IF(SL=250) 22,22,30
22 WRITE(1,310)
CALL VIAQ
C
C      PRESSURE DETECTION OF M/E INLET
C
C      30 CALL AIP (01000,P,65)
CALL AIP (0,L)
GO TO (30,31),L
31 CONTINUE
IF(P=2.0) 40,40,140
C
C      DIFFERENTIAL PRESSURE DETECTION OF FILTER
C
C      40 CALL DIC(S(3,64,K)
GO TO (50,41),K
41 GO TO (42,43),IO
42 CALL DICO(4,127,1)

```

CHECK プログラム(2/6)

```

I C=2
CALL TIMER(ABC,2,200)
CALL VIAQ
43 WRITE(1,320)
CALL VIAQ
50 GO TO (51,52),IB
51 NO2=67
IBIT1=4
IBIT2=6
IBIT3=8
IBIT4=2
GO TO 60
52 NO2=68
IBIT1=5
IBIT2=7
IBIT3=9
IBIT4=3
C
C      VOLTAGE DETECTION OF PUMP MOTOR
C
C      60 CALL DIC(S(IBIT1,64,K)
GO TO (61,70),K
61 GO TO (62,63),IB
62 WRITE(1,330)
GO TO 105
63 WRITE(1,331)
GO TO 105
C
C      DELIVERY PRESSURE DETECTION OF PUMP
C
C      70 CALL DIC(S(IBIT2,64,K)
GO TO (80,71),K
71 WRITE(1,340)
CALL VIAQ

```

CHE0100
 CHE0105
 CHE0110
 CHE0115
 CHE0120
 CHE0125
 CHE0130
 CHE0135
 CHE0140
 CHE0145
 CHE0150
 CHE0155
 CHE0160
 CHE0165
 CHE0170
 CHE0175
 CHE0180
 CHE0185
 CHE0190
 CHE0195
 CHE0200
 CHE0205
 CHE0240
 CHE0245
 CHE0250
 CHE0255
 CHE0260
 CHE0265
 CHE0270
 CHE0275
 CHE0280
 CHE0285
 CHE0290
 CHE0295
 CHE0300
 CHE0305
 CHE0310

CHE0315
 CHE0320
 CHE0325
 CHE0330
 CHE0335
 CHE0345
 CHE0350
 CHE0355
 CHE0360
 CHE0365
 CHE0366
 CHE0370
 CHE0375
 CHE0380
 CHE0385
 CHE0390
 CHE0391
 CHE0395
 CHE0400
 CHE0405
 CHE0410
 CHE0415
 CHE0420
 CHE0425
 CHE0430
 CHE0435
 CHE0440
 CHE0445
 CHE0450
 CHE0455
 CHE0460
 CHE0465
 CHE0475
 CHE0480

CHECK プログラム(3/6)

```

C      AMPERE DETECTION OF PUMP          CHE0495
C
C      80 CALL AIP(01000,A,NO2)           CHE0500
C         CALL AIP(0,L)
C         GO TO (80,81),L
C      81 CONTINUE
C         IF(A=0.5) 82,82,83             CHE0505
C      82 GO TO (84,85),IB              CHE0510
C      84 WRITE(1,350)                  CHE0515
C         GO TO 100
C      85 WRITE(1,351)
C         GO TO 100
C      86 IF(10.0-A) 86,90,90           CHE0520
C      87 GO TO (88,89),IB              CHE0525
C      88 WRITE(1,360)
C         GO TO 100
C      89 WRITE(1,361)
C         GO TO 100
C
C      OUTLET FLOW DETECTION OF PUMP      CHE0530
C
C      90 CALL DLCS(1BIT3,64,K)           CHE0535
C         GO TO (91,92),K
C      91 GO TO (93,94),IB              CHE0540
C      93 WRITE(1,370)
C         GO TO 100
C      94 WRITE(1,371)
C         GO TO 100
C      92 1D=3                          CHE0545
C                                         CHE0550
C                                         CHE0555
C                                         CHE0560
C                                         CHE0565
C                                         CHE0570
C                                         CHE0575
C                                         CHE0580
C                                         CHE0585
C                                         CHE0590
C                                         CHE0595
C                                         CHE0600
C                                         CHE0605
C                                         CHE0610
C                                         CHE0615
C                                         CHE0620
C                                         CHE0625
C                                         CHE0630
C                                         CHE0635
C                                         CHE0640

```

CHECK プログラム(4/6)

```

C      PUMP STOP                         CHE0645
C
C
C      100 CALL DICO(1BIT4,127,0)          CHE0650
C      105 GO TO (130,126,110),ID          CHE0655
C      110 WRITE(1,380)
C         CALL VIAQ
C      120 WRITE(1,390)
C         CALL VIAQ
C      130 1D=2
C         GO TO (131,132),IB
C      131 CALL DICO(3,127,1)
C         IB=2
C         CALL TIMER(ABC,2,100)
C         CALL VIAQ
C      132 CALL DICO(2,127,1)
C         IB=1
C         CALL TIMER(ABC,2,100)
C         CALL VIAQ
C
C      PUT OUT THE LAMP WHICH INDICATE PURIFIER CLEANING   CHE0660
C
C      140 GO TO (150,141),1C
C      141 CALL DICO(4,127,0)
C
C      FLOW DETECTION OF M/E INLET          CHE0665
C
C      150 CALL AIP(01000,F,66)
C         CALL AIP(0,L)
C         GO TO (150,151),I
C      151 CONTINUE
C         IF(F=0.8) 152,152,160           CHE0670
C      152 WRITE(1,400)
C         CALL VIAQ
C                                         CHE0675
C                                         CHE0680
C                                         CHE0685
C                                         CHE0690
C                                         CHE0695
C                                         CHE0700
C                                         CHE0705
C                                         CHE0710
C                                         CHE0715
C                                         CHE0720
C                                         CHE0725
C                                         CHE0730
C                                         CHE0735
C                                         CHE0740
C                                         CHE0745
C                                         CHE0750
C                                         CHE0755
C                                         CHE0760
C                                         CHE0765
C                                         CHE0770
C                                         CHE0775
C                                         CHE0780
C                                         CHE0785
C                                         CHE0790
C                                         CHE0795
C                                         CHE0800
C                                         CHE0805
C                                         CHE0810
C                                         CHE0815
C                                         CHE0820
C                                         CHE0825
C                                         CHE0830
C                                         CHE0835
C                                         CHE0840
C                                         CHE0845
C                                         CHE0850
C                                         CHE0855
C                                         CHE0860
C                                         CHE0865
C                                         CHE0870

```

CHECK プログラム(5 / 6)

```

C                               CHE0875
C      TEMPERATURE DETECTION AT M/E INLET   CHE0880
C                               CHE0885
C
 160 CALL AIP(01000,T,69)   CHE0890
    CALL AIP(0,L)
    GO TO (160,161),L
 161 CONTINUE
    IF(T-100.0)170,170,190
C                               CHE0910
C      STEAM PRESSURE DETECTION OF BOILER DRUM   CHE0915
C                               CHE0920
C                               CHE0925
C
 170 CALL DICS(10,64,K)   CHE0930
    GO TO (171,180),K
 171 WRITE(1,410)
    CALL VIAQ
C                               CHE0940
C      STEAM PRESSURE DETECTION IN HEATER   CHE0945
C                               CHE0950
C
 180 CALL DICS(11,64,K)   CHE0955
    GO TO (181,182),K
 181 WRITE(1,420)
    CALL VIAQ
 182 WRITE(1,421)
    CALL VIAQ
 190 IF(130.0-T)191,191,192   CHE0960
 191 WRITE(1,421)
 192 CALL VIAQ
C                               CHE0965
C                               CHE0970
C                               CHE0975
C                               CHE0980
C                               CHE0985
C                               CHE0990
C                               CHE0995
C                               CHE1000
C                               CHE1005

```

CHECK プログラム(6 / 6)

```

C                               CHE1015
C      ** FORMAT **
C                               CHE1020
C                               CHE1025
C
 300 FORMAT('F.O.SETT.TANK LOW LEVEL')   CHE1030
 310 FORMAT('F.O.SERV.TANK LOW LEVEL')   CHE1035
 320 FORMAT('F.O.FILTER CLEANER '}IURE')   CHE1040
 330 FORMAT('NO.1 PUMP SOURCE FAILURE')   CHE1045
 331 FORMAT('NO.2 PUMP SOURCE FAILURE')   CHE1050
 340 FORMAT('VALVES FITTED WITH M/E CLOSE')   CHE1055
 350 FORMAT('NO.1 PUMP MOTOR & STARTER FAILURE')   CHE1060
 351 FORMAT('NO.2 PUMP MOTOR & STARTER FAILURE')   CHE1065
 360 FORMAT('NO.1 PUMP SHAFT LOCK')   CHE1070
 361 FORMAT('NO.2 PUMP SHAFT LOCK')   CHE1075
 370 FORMAT('NO.1 PUMP COUPLING CUT & SUCTION VALVE CLOSE')   CHE1080
 371 FORMAT('NO.2 PUMP COUPLING CUT & SUCTION VALVE CLOSE')   CHE1085
 380 FORMAT('PIPING LEAK LARGE, COMPUTER STOPS M/E')   CHE1090
 390 FORMAT('COMPUTER STOPS M/E')   CHE1095
 400 FORMAT('VALVES FITTED WITH M/E CLOSE')   CHE1100
 410 FORMAT('F.O.HEATER STEAM LINE FAILURE')   CHE1105
 420 FORMAT('F.O.HEATER DRAIN LINE FAILURE')   CHE1110
 421 FORMAT('F.O.HEATER TEMPERATURE CONTROL VALVE FAILURE')
END
// DUP
*DELET M           CHECK DUMM
*STORECL M          CHECK CHECK CHECK
*CEND

```

SCANNING プログラム (1 / 1)

```

// JOB          X
// FOR SCAN1
C
C      THIS IS A SCANNING PROGRAM
C
EXTERNAL SCAN1,CHECK
CALL QUEUE(CHECK,2,0)
CALL TIMER(SCAN1,2,30000)
CALL VIAQ
END

// DUP
*DELETE      M      SCAN1 DUMM
*STORECIL M      SCAN1 SCAN1 SDCAN1
*CCEND
/*

```

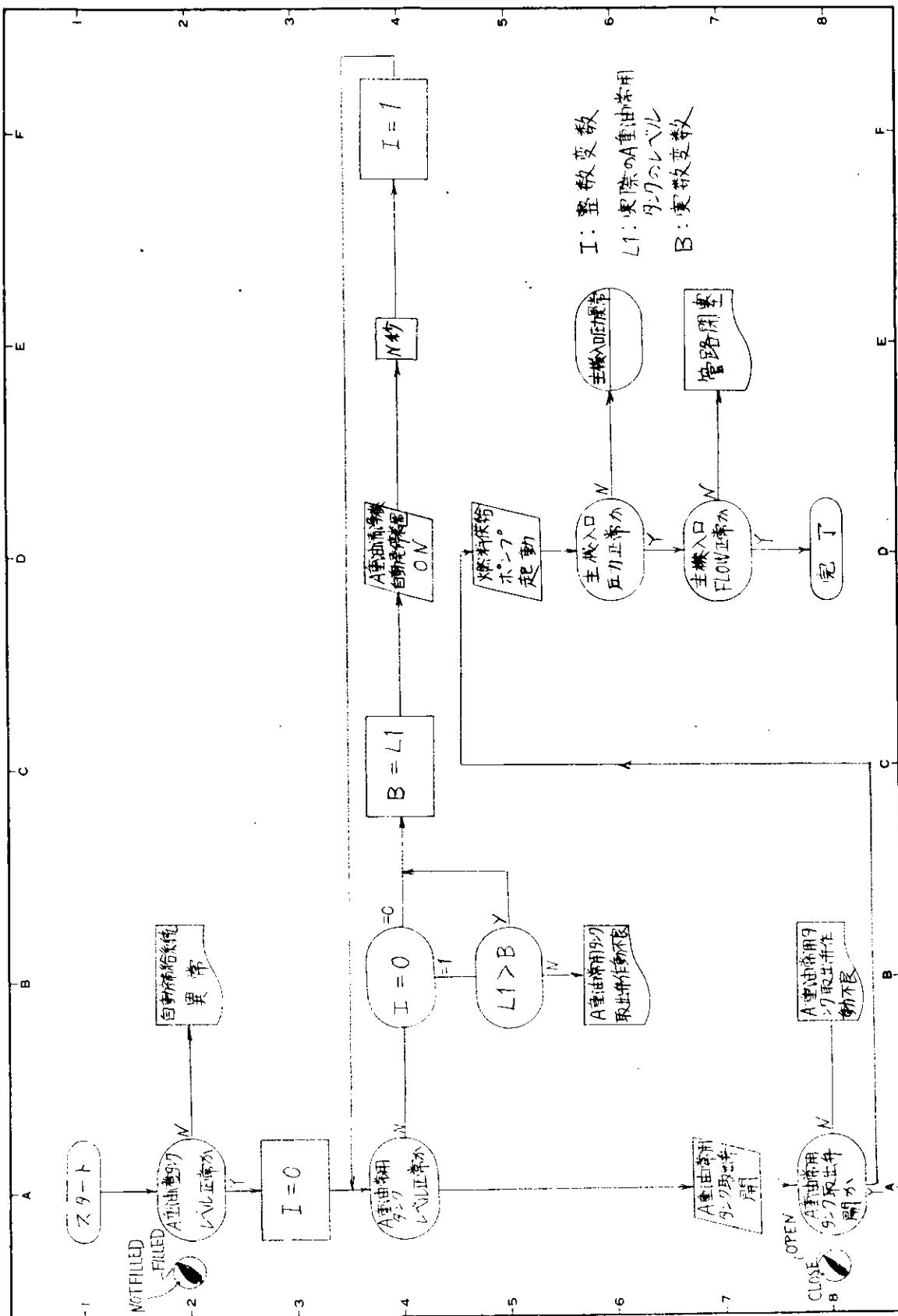
呼び出しザブルーチン(ABC) (1 / 1)

```

// FOR
      SUBROUTINE ABC
C
C      THIS SUBROUTINE IS CALLED BY CALL TIMER AND QUEUES SEQUE PROGRAM
C
EXTERNAL SEQUE
CALL QUEUE(SEQUE,1,0)
RETURN
END

// DUP
*STORE      ABC
/*

```



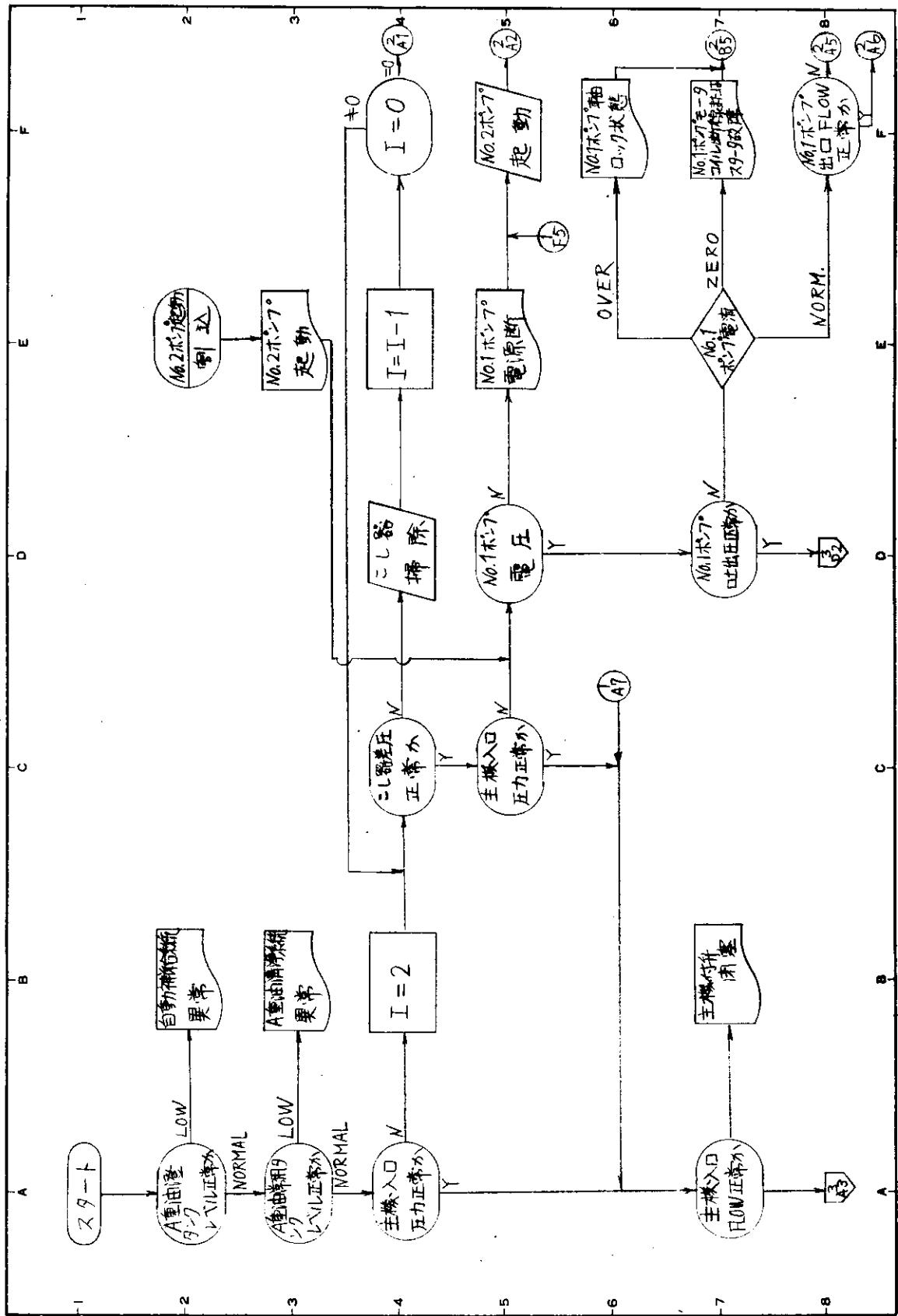
—274—

6月10日 デイ一ゼルブラント分科会

目 次

卷之二

船判の高度集中制御方式の研究

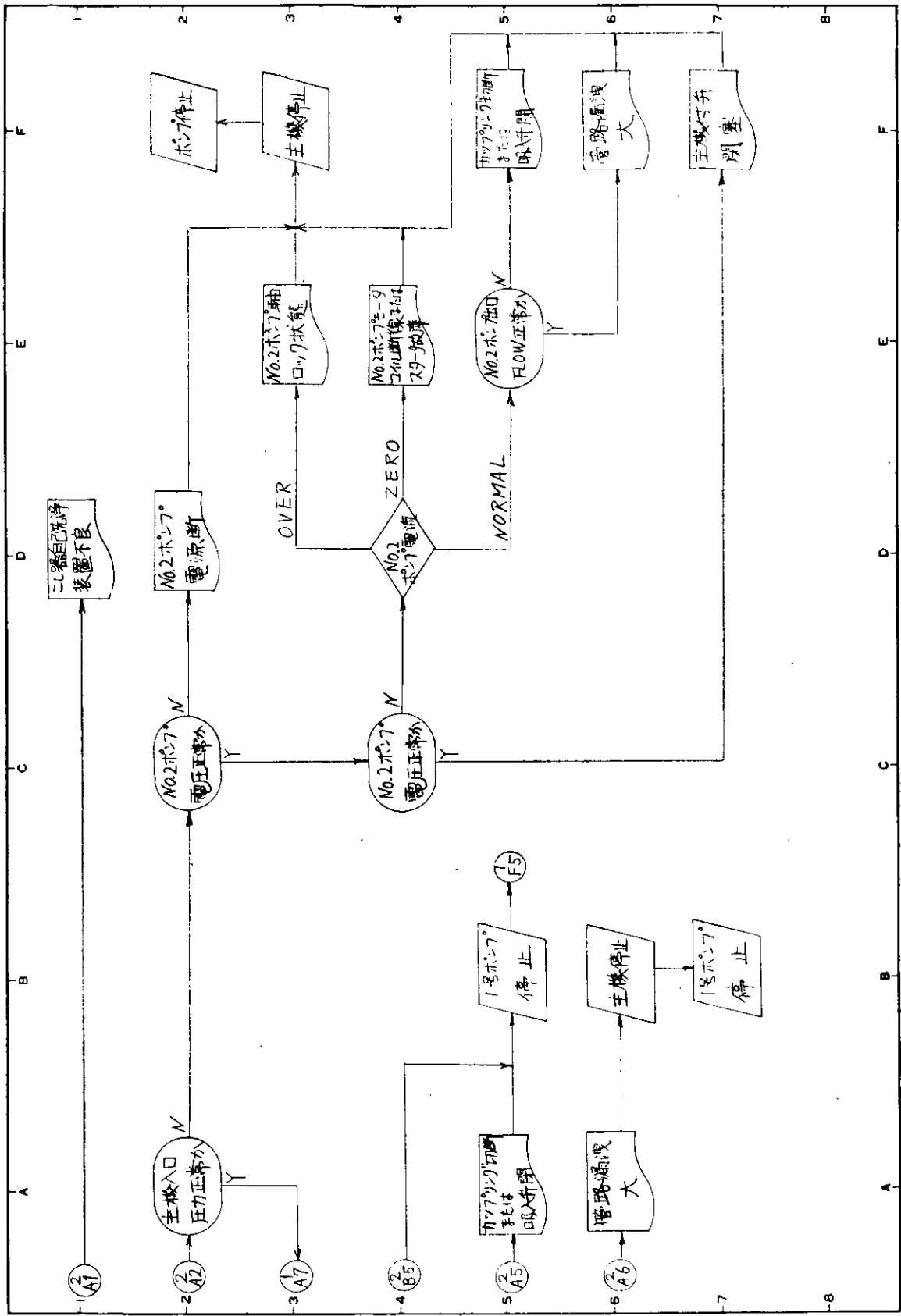


昭和
プログラマー

題 目 昭和 4 年度 模擬実験装置異常診断プログラム (1)

整理番号

船舶の高度集中制御方式の研究

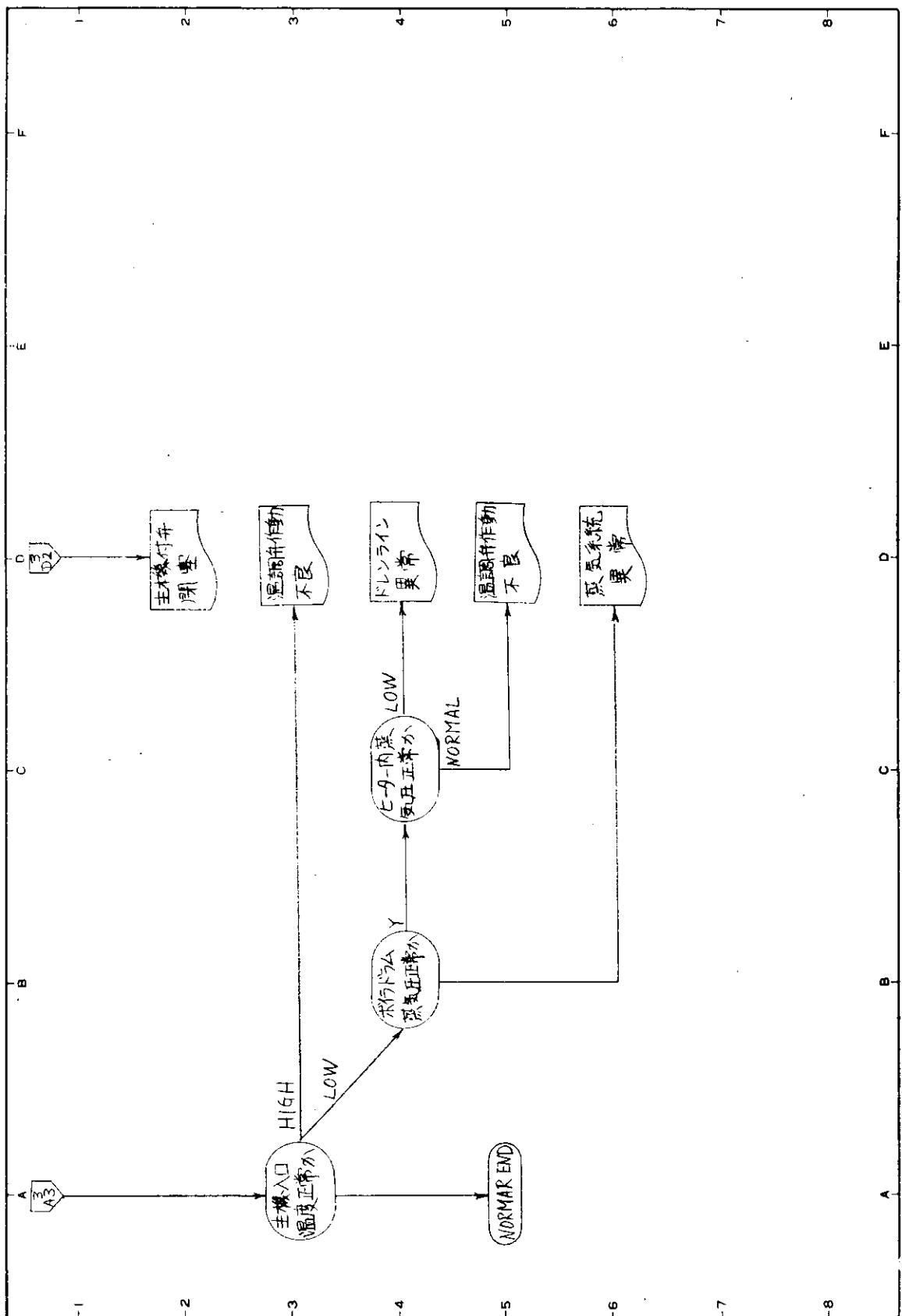


昭和
一

SR106 ディーゼルプラント分科会
昭和44年度 模擬実験装置異常診断プログラム（2）

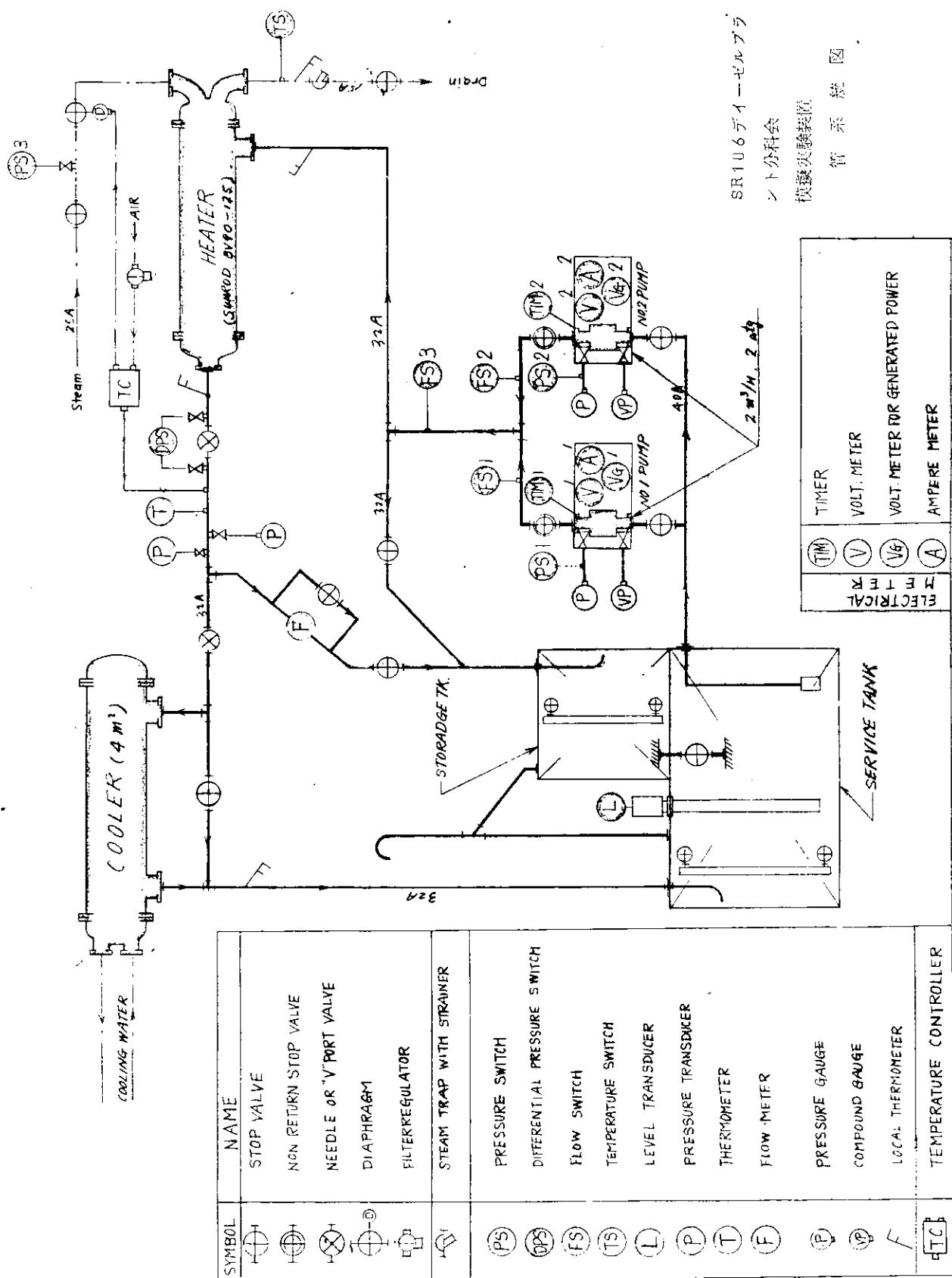
整理者号

(社) 日本造船研究協会



題目　昭和 4 年度 模擬実験装置異常診断プログラム (3/3)
 プログラマー　整理番号
 招和　年　月　日

(社) 日本造船研究協会
 船舶の高度集中制御方式の研究
 SR106 デイーゼルプラント分科会



1.10 プラントの異常に対する処置

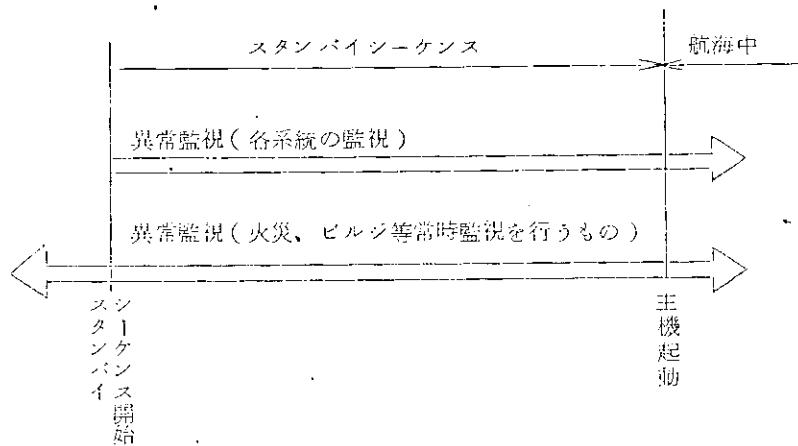
1.10.1 概 要

機関部の自動化が進むにつれて、乗組員は、制御や操作の作業が少くなり、異常の監視に重点が向けられるようになつてきた。本スタンバイシーケンス制御の研究では、実際のスタンバイ作業をシーケンシャルに行なうことで作業を進めたが、実際には、スタンバイ完了時点から主機を起動するまでの間でも、異常に対する監視を怠ることはできない。また、完全無人化を終極の目的としている高度集中制御方式の研究では、スタンバイシーケンスと異常に対する処置とを関連させた制御システムの開発が望まれる。このため、プラントの異常に対する処置とスタンバイシーケンスについての考察を加えることとする。

プラントに異常が生じた場合、監視員は異常となつたプロセス変数（圧力、温度、レベル等）を警報装置によりいちばんやくキャッチするとともにその確認を行なつて、必要ならプロセスの安全を確保を行なつた上で異常の原因の調査を行なつている。異常の原因を制御室から限られた計器によつて判断できるのは熟練した乗組員でもなかなか容易でなく、詳細については直接、機側に行き調査を行なつて把握している。このため少なからず時間を要し、最悪の場合には、その間、プラントの満足な作動が中止させられることもしばしばである。そこで、スタンバイシーケンスに加えて数点の検出端を追加し、それらの検出端より得たプロセス変数を入力として、論理判断を行ない、異常原因の判定を行なうことができる。すなわち系統中に異常が発生した場合、これを検知し、警報を発するとともにプログラムによつて異常診断を行なつて異常の原因を直接指示するとともに同時に関連する主捕機を安全側に操作させることができる。

異常診断は下図のごとくスタンバイシーケンスと同時に制御されるもので各系統の監視を行なうものと、火災・ビルジ等のように船が存在するかぎり、監視されるべきものに大別される。

スタンバイシーケンスを含めた前記三つのプログラムは、これらを管理総括するシステムプログラムによつて並行処理される。



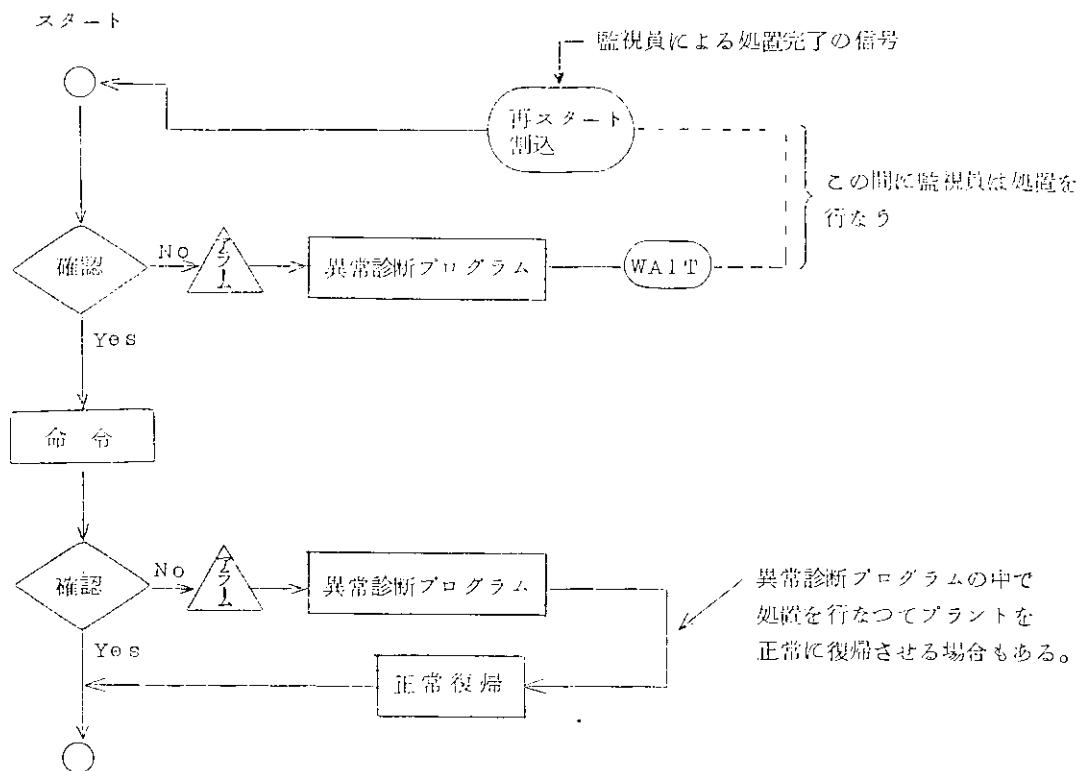
1.10.2 スタンバイシーケンス制御と異常診断との関係

(1) スタンバイ時の関係

前述のごとくスタンバイ時においては、スタンバイシーケンス制御と異常監視および診断を全く同時に行なう必要があり、両者に関連性を持たせることができるのである。スタンバイシーケンス制御では、プロセスの状態をある変数によつて確認し、条件がそろえば命令を出すというシーケンス制御であるが、次の命令を出すための条件が満足されない場合、すなわちプロセスの変数が、あらかじめプログラムに指定された値と異なるときば警報を発し、監視員にそれを知らせるものとした。この場合、スタンバイシーケンスは、そこで中断されて同時に異常診断プログラムが呼び出され、異常の原因を探索して、なんらかの異常の診断が下される。その異常原因はブラウン管、またはランプ表示させた上、さらに必要な印字記録ができるので監視員は直ちに必要な処置を施すことができる。適当な処置を行ない原因を排除すると正常復帰の信号もしくはコンソールのスタート用押ボタンを押して割り込みを与え、再びスタンバイ・シーケンス制御に戻してやることができる。これらの関係を第1.10.1図に示した。

(2) スタンバイ修了後の関係

スタンバイシーケンスプログラムがスムーズに進行し、制御を完了したときプログラムはスタンバイ完了を表示し



第1.1.0.1図 スタンバイシーケンスと異常診断の関係

監視員に連絡する。すなわち主機械の運転可能な状態を意味する。しかしプラントの監視はスタンバイ完了状態においても、主機械起動後、すなわち航海中においても継続して行なう必要があり、スタンバイシーケンスプログラムとは全く別のプログラムに委ねる必要が生ずる。これには次の二つの方法が考えられる。

(a) 一定時間間隔によるサンプリング

スタンバイシーケンス中に順次生きてくる各系統について重要な検出端をピックアップし、一定時間間隔でサンプリングを行なう。もしこれに異常が生じた場合にはサンプリングによつてこれを検知し、主プログラムは直ちに異常診断プログラムを呼び出してその系統あるいは関連する他の系統のプロセス変数を個々の検出端より入手し、それらを組み合せることによつて異常原因の判別を行なう。プログラムは、ここで異常原因を表示するとともに次のサンプリングを続行する。

(b) 常時監視

火災、ビルジ等非常に重要度の高いもの、あるいは系統中でも緊急を要するものについては、サンプリングによる異常検知では、不適当であると予想されるので、これらについては常時監視を行ない、異常発生を割り込みとしてコンピュータに入力し、その処置を行なうとともに必要なものは、異常診断プログラムを呼び出して、その原因を判定する。

上記二つの方法について説明すると第1.1.0.2図のとおりである。

(3) 異常診断後の処置

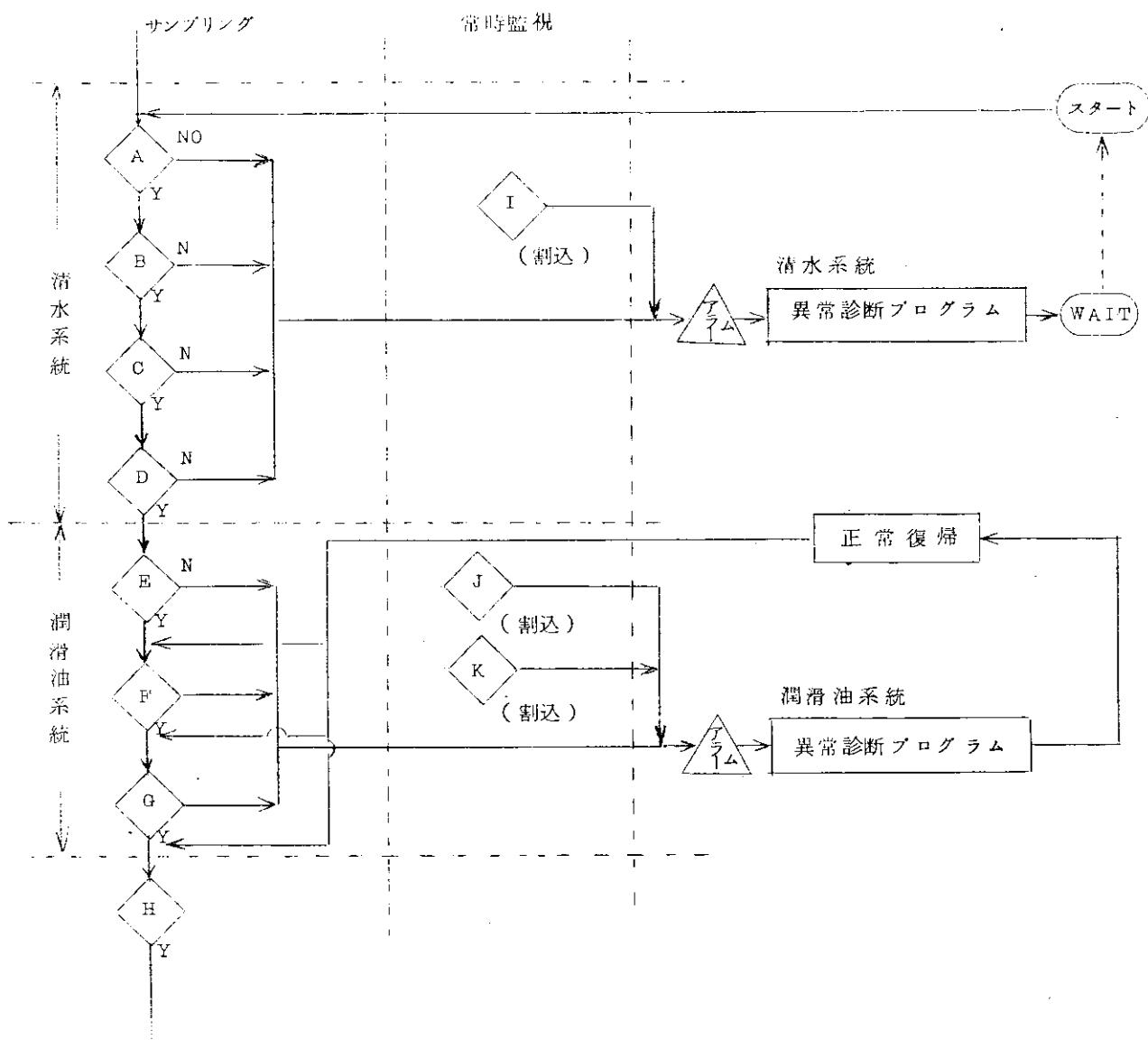
異常診断プログラムによつて異常判定を行なうとプログラムは異常原因を表示するとともに、警報を発して監視員に注意を促し、同時にプラントを安全にするための必要な処理を行なう。

(a) 異常原因表示装置

表示装置については、次のような方法が考えられる。

(i) ランプ表示

ランプを最初に予想した原因の個数だけ設け、プログラムの命令は判断結果に基づいてその中の必要数を点灯し正常に復帰したら消灯するものとする。表示窓はクローズまたは角型とし原因をそのまま記入するかコード化



第1.1.0.2図 スキヤニング・インターラプトと異常診断の関係

で指示してもよい。

(ii) プラウン管表示

プラウン管に異常原因を表示させ、監視員の確認後消すものとする。表示文字は異常原因をそのまま英文字にて記入するか、コード化で指示してもよい。

(iii) タイプアウト

異常原因をタイプライタで打ち出させるもので、記録として保管できる。

(b) 可聴警報

異常診断プログラムを呼び出すと同時に聴覚信号を発するものとし、火災等の他の信号と容易に区別できるものとする。聴覚信号は監視員の確認で、停止するものとするが、異常診断プログラムの中で正常復帰をすると自動的に解除されるものとする。

(c) 处置

異常診断した結果は、単に異常原因を表示するだけでよい場合もあるが、大部分なんらかの処置を行なわなければならない。従来でもプラントに重大な影響を与えるような緊急度のあるものについては、種々の保護装置が、設けられている。これらの保護装置を一挙に廃止して異常診断の処理に頼るのは信頼性の点から無理と考えられるので、本研究では、従来の自動化はそのまま残して異常診断による制御をこれに付加した形として考えた。この制御を付加することにより、例えば無電圧切換を装置したポンプが無電圧以外のトラブルを生じた場合、これが原因で

主機械の保護装置が作動するのが通常であるが異常診断プログラムで、スタンバイポンプをいち早く起動させることにより、これを回避することが可能となる。また燃料系統に漏洩がある場合、これを検知してポンプを止め、必要ならばタンクの元弁まで閉鎖することも可能である。このように従来よりもより安全サイドに近い状態にプラントを守ることは、本研究の目的としたものの一つである。本異常診断プログラムでは、主機停止、ポンプ停止、スタンバイ・ポンプへの切換（スタート回路では、無電圧やポンプの低圧力にて自動切換をするか）等の処置を行なわしめるが、将来はこれに止まらずさらに進んだ処理方式を確立すべきである。

(4) プログラムの再スタート

スタンバイシーケンスの中でプログラムが異常を検知したときは、異常診断プログラムが呼び出されるが、異常診断プログラムの中でスタンバイポンプを起動する等の処置で正常復帰した場合には、異常原因を表示しただけで、スタンバイシーケンスに戻り、異常診断プログラムを呼び出した命令の次のシーケンスへ進行する。（第1.1.0.3図 解説1）

一方サンプリングの途中で異常を検知して、異常診断プログラムを呼び出し、同様に正常復帰した場合サンプリングを再び続行する。（第1.1.0.3図 解説2）

しかし、プラントを正常に復帰するために人間の処置を必要とする場合には、関連するプログラムは、一時停止させる必要がある。そしてスタンバイシーケンス制御の場合は、異常原因を取り除き、正常復帰を確認すると監視員がスタートボタンを押すことによつて、割り込み信号を与えシーケンス・プログラムは一番最初に戻つて再スタートを始める。すなわち各系統ごとにスタンバイシーケンスのプログラムがあり、それらがシステムプログラムによつて平行処理されているとすると、ある一つの系統のプログラムの中で停止が起つた場合、再スタートの割り込み信号によつて命令はそのプログラムの最初に戻るものとする。（第1.1.0.3図 解説3）

異常監視の場合はスタートの割り込み信号によつて関連系統のスキヤニングを再度行なつて正常復帰を確認した後、主サンプリングプログラムへ復帰するものとする（第1.1.0.3図 解説4）

次にプロセスの異常により割り込みが発生して、異常診断プログラムを呼び出した場合は、診断プログラムの中でその系統のサンプリングを中止しておき、系統が正常に復帰すれば、またサンプリングを続行させる。（第1.1.0.3図 解説5）

またなんらかの処置を必要として補機を停止させた場合は、処置を終つて再スタートを行なうときスタンバイシーケンスの最初に戻つてスタートを開始する。（第1.1.0.3図 解説6）

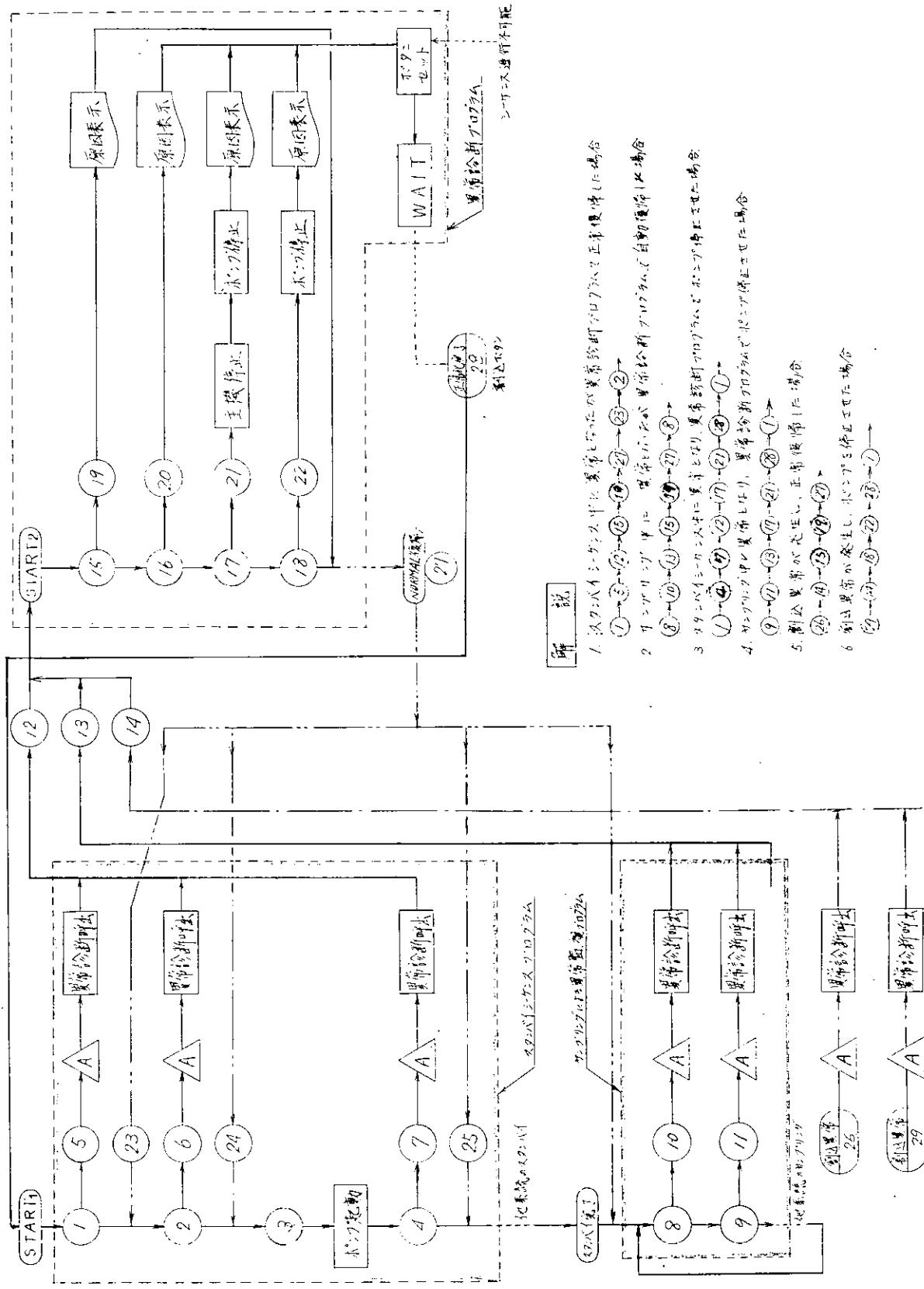
ところで診断プログラムで人間によるなんらかの処置を必要とする場合は（第1.1.0.3図解説3、4、6）、その診断プログラムの終りで、一つのボタンをセットする命令を出すものとする。このボタンはある系統のスタンバイシーケンス制御を不可能にするもので、人間が処置を終つて再びシーケンスを開始させるときにはこのボタンをマニュアルでリセットすることにより、スタンバイシーケンス制御の不可能を解除するものとする。すなわちある系統のスタンバイシーケンス制御が、異常診断プログラムによつて実行不可能になつてゐる場合、これをリセットしないかぎり、スタンバイシーケンス制御は、この系統のところで停止するものとする。これは人間が処置を行なつているとき、誤まつてシーケンスをスタートさせるのを防止するためのものである。

なおファイニッシュトライズエンジンで当然スタンバイシーケンス制御の逆に相当する倒錯が必要となるが、これについて本研究には含めないものとする。

プログラムの再スタートに関しては人間工学的に最も優れた方式をさらに検討する必要があると思われる。

(5) フローブロック図

つぎにスタンバイシーケンス制御と異常診断による制御あるいはプログラムの再スタート等を総合してフローで示したもののが第1.1.0.3図である。



第1.10.5図 スタンバイシーケンスと異常診断の関係プロック図

1.1 0.3 異常診断の方法

(1) 異常原因の抽出

診断プログラムによる論理判断の結果は、設計段階において、あらかじめ想定した異常原因を導き出すがもし最初に想定した異常と違った予想外の異常が発生した場合には、プログラムは、これを指摘することは、もちろん不可能であり、誤った結果を出すことになる。従来は、プロセス変数の異常値を発見すると監視員が過去の経験と知識に基づいて調査を行ない、異常原因を探し当てていたが診断プログラムは監視員の判断と同一のものを、論理判断にて行なうことができる。しかし、現時点においては、限定されている各種検出端によつて、経験豊かな監視員と全く同一の異常判定を行なうことは難しい。このため厳密な異常判定はさて、大まかな異常判定にならざるを得ない。たとえば海上運転時のように、きわめて初期にのみ発生すると思われる機械工事の誤動作等については、診断プログラムの論理では判定できないものが多いと考えられる。

診断プログラムの対象とする異常は、直接、プラントが正常運転を持続できなくなる異常のほかに直ちに正常運転を妨げなくても、放置しておくと明らかに正常運転を不可能にすると思われる異常をも含めるが、論理判断の結果は、必ずしもその原因を把握できず、プロセスの変数の異常までしか把握できない場合もありうる。

次に特に問題となるのは、検出端の信頼性である。検出端の誤動作によつて異常診断を行なつた場合は非常に大きなトラブルを招く恐れがあるので検出端の信頼性のチェックや2重装備によるダブルチュークを行なう方法等今後の大きな問題を残している。

本研究では予想される異常にについて、次のような考察を行なつた。

a) 各系統の構成物と異常原因を組み合せ、異常発生の可能性があり、診断の対象としてとり上げるものに○印を付した。これを第1.1.0.1表に示す。

b) 上記第1.1.0.1表のうちで○印のついたものに

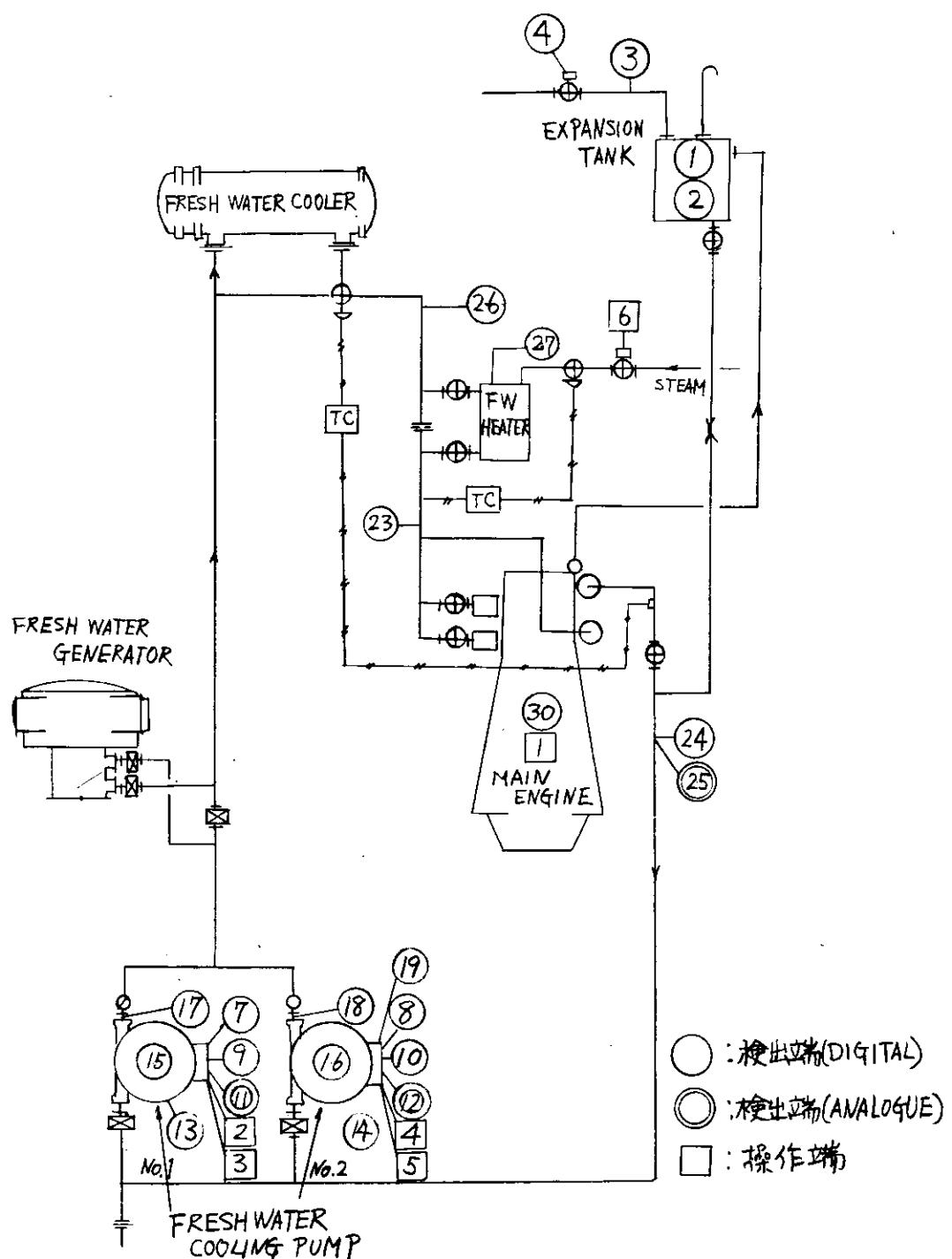
第1.1.0.1表 滅水系統の異常

異常 装置	破 損	摩 耗	汚 れ	異 物	作 動 不 良	洩 れ	腐 食	誤 操 作	性 能 低 下	振 動
ポンプ	①	×	×	×	×	×	×	×	×	×
バイブ	×	×	×	×	×	②	※	×	×	※
バルブ	③	×	×	*	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
タンク	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
熱交	×	×	×	⑦	×	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫

第1.1.0.2表 滅水系統の異常原因

M.	異常	検出要否	M.	異常	検出要否
1 ポンプ破損	インペラ	×	3 バルブ破損	ディスク	○ 8
	電気回路	○ 1		シート	×
	カツプリング	○ 2		ボディ	×
	ベアリング	○ 3		バッキン	○ 9
	シール	○ 4		コントローラ	
	ケーシング	×		ボジショナ	
2 バイブの洩れ	バッキン	○ 5		センサ	
	バイブ自体	○ 6		ソース	○ 10
	ボルトのゆるみ	○ 7		ダイヤフラム	
				スプリング	

No.	異常	常	検出要否	No.	異常	常	検出要否
4	バルブ作動不良 センサ コントローラ ポジショナ スプリング ソース ダイヤフラム	○ 11	6 バルブの誤操作	—	○ 13		
5	バルブ洩れ (締切不良) ディスク スピンドル	○ 12	7 熱交異物 ガ 熱交洩れ	海水混入 ガバ ガバ締付不良 バツキン チユーブ プレート	○ 14 ○ 15		



第1.1.0.4図 主冷却清水系統図
(異常診断用の検出端等を含む、○内の数字は1.1.0.5.1/0リストの番号である。)

の個々を全部区別することはできない。こまかく個々の原因の判定を行なうために、検出端の増加を余儀なくされるが、現時点では益するところが少ないようである。

異常原因の抽出については、船会社、造船所および関連機器メーカーの協力のもとにさらに慎重な調査を行なう必要がある。

(2) 異常診断プログラムの構成

異常診断のフローチャートは、その考え方を示すものとして清水系統だけを例にとつて作成したが、基本的には他系統にも適用できるものである。異常診断の方法については、さらに対象とする異常の吟味および、検出端の選択等について、調査検討を加える必要がある。以下主機冷却清水系統異常診断プログラム(1/5~5/5)について説明を加える。

なお、消費電力との比較による発電機の発停診断プログラムについて、次のものを加えた。

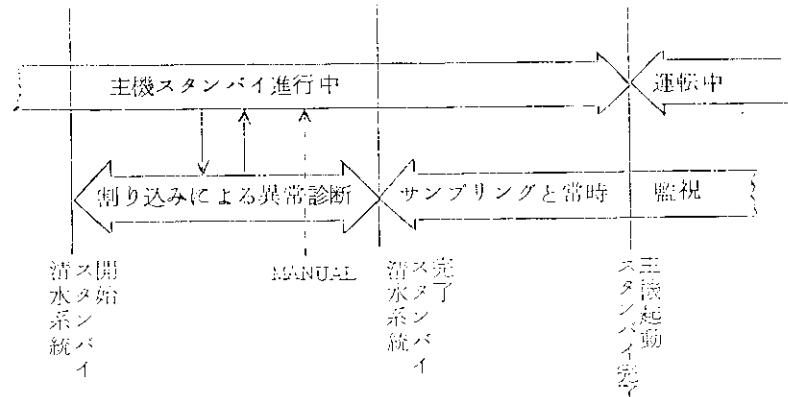
- a) 発電機過負荷運転防止プログラム(1/3~3/3)
 - b) スタンバイ発電機起動プログラム
 - c) 発電機過少負荷運転防止プログラム
 - d) 発電機トリップ時の処置プログラム
- (a) 主冷却清水系統異常診断プログラム

(i) 本プログラムは主冷却清水系統に異常が起つた場合、その原因がなんであるかを自動的に判別し、表示することによつて迅速な修理を可能にし、併せて主機械やポンプ等に重大な事故が起るのを未然に防止するのを目的とした異常診断プログラムである。

このプログラムは、本系統のスタンバイ開始より始まり、スタンバイ完了、主機械起動および航海中を通じての全域に適用される。

本系統の異常診断は、スタンバイ中はスタンバイシーケンスプログラムによりスタンバイ完了から航海中はサンプリングと當時監視のいずれかによつて異常の監視が行なわれる。

異常が検出されるとこの診断プログラムが呼び出され、スタートから順次に診断を行ない異常原因を表示



する。異常には次の2種類があり、たとえば主機出口の流れがなくなつた場合スタンバイポンプが健全で無電圧で自動的に起動するか、または他の原因で電算機が命令して起動することにより系統が正常に復帰した場合にはその異常原因を表示したまま、プログラムは正常な進行に復帰するが、一方スタンバイポンプにまで異常が発生するかスタンバイポンプを起動しても系統が正常に復帰しない場合には異常原因を排除した後、押ボタン等で正常復帰信号を与えない限り本系統のプログラムを再開することはできない。

診断プログラムの中で主機を停止させる処置等一部についてはスタンバイ時とスタンバイ完了後から航海中にかけてのものとでは多少相違する所があるが、大綱としては、大した差はないので、本研究工事用のプログラムはこれらを統合化したもので計画した。したがつてスタンバイ時では実際には主機が運転されていないのにかかわらずある異常で主機停止の命令が出されることも起りうる。しかし、その場合は主機は停止中であるので、その命令は単に素通りするに過ぎず機能的になん等、影響を及ぼすことはない。

(ii) 清水膨脹タンクレベル

清水膨脹タンクには次図に示すような設置点を設ける。潮汐等でレベルが補給開始位置まで下る電磁弁の接点

が働いて清水膨張タンクへの補給を開始する。したがつてもし正常な補給があるにかかわらず低液面になる事態が発生すれば補給以上に漏洩しているということになる(異常原因表示4)。

この冷却清水系統では他の系統からの混入はあまり考えられないので、レベルが高いということは、補給に異常があることになる。

これらは、補給弁が誤作動で開いたもの(2)と弁座などの不良による少しづつの漏れ(1)に分けられる。

補給時間は補給弁が開いて(ON)から閉じる(OFF)までの時間でこれはタンク容量と補給量によつて標準時間が定まるものであるが、この時間が長すぎるのはレベルが正常である結果からすれば補給量以下の漏洩が生じていることを示すものである。(5)。

また、管系には少量の漏洩はやむを得ないところであり、したがつてある間隔で補給が行なわれているが、この補給間隔すなわち前に弁がOFFになつてから次にONになるまでの時間が所定より短くなることは管系に予定以上の漏洩が生じていることを示すものである(6)。

補給時間と補給間隔は、電磁弁がONになつた時刻とその前後のOFFになつた時刻を割り込みによつて記憶しておき、サンプリングでこの時間間隔が必要となつた場合、呼び出して計算し、設定値と比較するように計画されている。

(ii) ポンプ吐出圧

ポンプ吐出圧のない原因として、ポンプ軸がロックされている(11)、カップリングが切断している(13)、吸入弁が詰つている(15)およびモーター断線(17)等が考えられる。

これらはポンプモータに流れる電流値で次のように分類した。

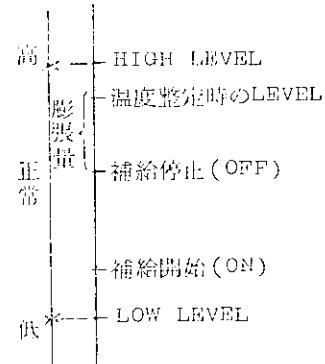
電流値	A = 0	約30% < A < 約90%	200% < A
異常内容	モータコイル断線 スターター故障	無負荷(カップリング断) 低負荷(吸入弁閉) 吐出口大気閉閉	モータ軸ロック状態 (ただし起動時を除く)

(b) 発電機過負荷運転防止プログラム

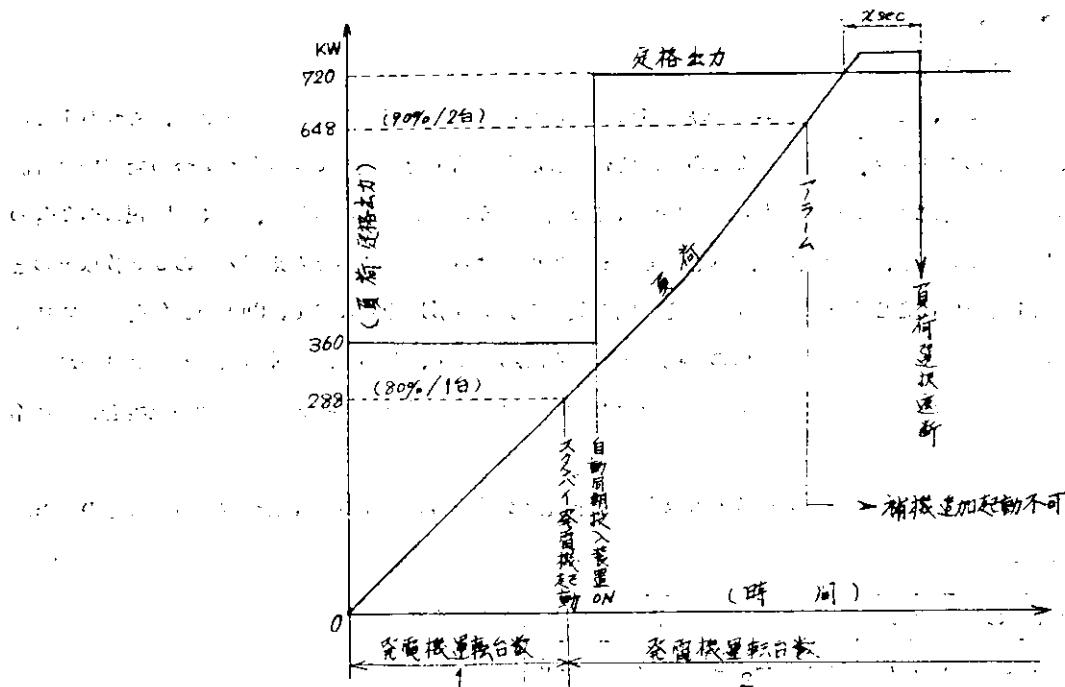
(i) 本プログラムはある補機を起動する際、運転中の発電機容量がこの補機の追加運転による全消費電力をまかなえるか否かを予め判定し、そのままでは過負荷となる場合には、スタンバイ発電機があれば、スタンバイ発電機起動プログラムを呼び出して供給電力を増大させたのち、この補機を起動する。発電機が2台運転中の場合は、警報を発し、起動不可であることを表示して、発電機が過負荷になるのを自動的に防止するプログラムである。このプログラムによつて無駄な負荷、選択遮断を防止することもできる上、乗組員は発電機の負荷率を気にすることなく、補機起動用押ボタンを押すことができる。

前掲の機器部要目表にしたがつて、発電機3台の場合について述べる。この場合、通常使用される発電機は1台または2台で、最後の1台は必ず休止し得るよう消費電力に対する諸条件を考慮して発電機容量が計画されているものとする。もし発電機1台を運転中に負荷が規定量、たとえば発電機出力の80%以上になつたり、補機の起動時などに瞬間にある限度、たとえば出力の100%以上になるような場合には、スタンバイ発電機2台の内、起動順位の高いほう、すなわち、積算運転時間の少ないほうが起動される。ここで発電機の負荷限度をたとえば発電機容量の80%としたのは、このプログラムで記憶させておく補機などに限度があり、雑用的なものは含まないので、これらのものが起動されても差し支えないよう20%の余裕を選定したものである。

次に2台の発電機を運転中の場合には、前述の発電機容量計画からすれば補機起動時を含めても負荷が100%



%をこえることはほとんどあり得ないが、計画時に予定されていないものをむやみに使用するなどで、たとえば90%以上になつた場合には、警報を発して負荷の限界を表示する。さらになんらかの原因で過負荷となつた場合には、一定時間後に負荷選択遮断リレーが働き、予め定められた補機を停止させて発電機を保護する。また発電機2台運転中に1台がトリップした場合も同様に負荷選択遮断リレーが働き、残りの1台の発電機容量に見合った負荷まで低減させる。プログラムの解説は次項で述べるが、これに基づいて定格出力360kWの発電機運転台数と負荷などの関係を、次図に示す。



(ii) フローチャートの解説

AN補機起動用押ボタンをONにすると、このプログラムが割り込みによって呼び出される。コンピュータは何番の補機が起動されようとしているかを記憶し、その補機の定格消費電力 W_N と起動時のラッシュ・カレントを考慮した消費電力 W_R とを記憶装置から読みとつたのち、現在の総合消費電力 $T\text{ kW}$ を検出する。ここで、自動発停装置がOFFになつていてしかも停止中である補機があれば、それらの消費電力の合計を記憶装置から読み取つて $T\text{ kW}$ に加え、改めてこの合計を $T\text{ kW}$ とおく。

次に、AN補機起動時の総合消費電力 C_R （ラッシュカレントを加えたもの）を計算し、発電機運転台数 K を検出して下記の処置がなされる。

(1) $K = 1$ の場合

イ) C_R が発電機定格出力 P （=360kW/台）の何%であるかを算出し、これがたとえば100%以上ならスタンバイ発電機を起動して $K = 2$ とする。

ロ) C_R がたとえば P の100%未満なら補機整定運転中の総合消費電力 C を算出して、これがたとえば P の80%以上なら $K = 2$ とし、80%未満なら補機を起動する。

(2) $K = 2$ の場合

C を算出し、これがたとえば $2P$ の90%未満ならすぐAN補機を起動するが90%以上ならアラームして起動不可であることを表示する。AN補機を起動して、一定時間後に、もう一度総合消費電力 $T\text{ kW}$ を検出し、 $K = 1$ で $T\text{ kW}$ が例えば P の80%以上となつていた場合には、スタンバイ発電機を起動し80%未満ならこれまで本プログラムを終了する。 $K = 2$ で $T\text{ kW}$ がたとえば $2P$ の90%以上となつていた場合には、警報を発して負荷過大を表示する。90%未満の場合には、このままで本プログラムを終了する。

(c) 発電機過少負荷運転防止プログラム

- (i) 本プログラムは運転中のある補機を停止させたとき、発電機の負荷が規定よりも低いのに2台の発電機を運転し続けることのないよう発電機を効率よく運転しようとするプログラムである。

いまある補機を停止させたとすると、この信号でこのプログラムが呼び出され、総合消費電力を検出しして発電機の負荷率が適正であるかどうかを判定する。発電機が2台運転されていて負荷率が低すぎる場合には、監視員が特に2台の運転継続を要望しなければ、2台の内、停止順位の高いほう、すなわち積算運転時間の長いほうの元スイッチを切り、運転を停止させる。

(ii) フローチャート解説

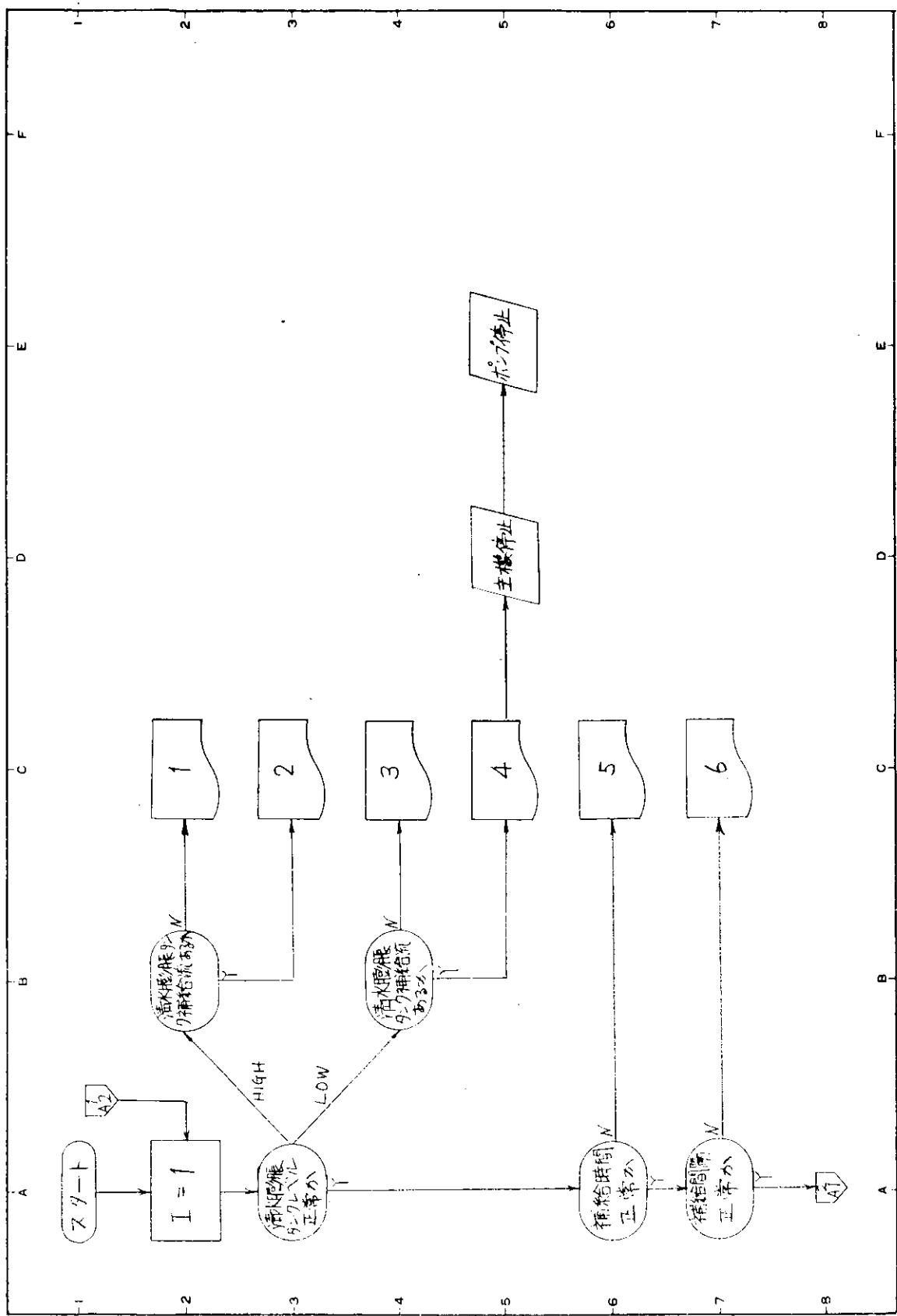
AN補機停止により、このプログラムが呼び出され、コンピュータは発電機運転台数を検出し、これが1であればそのままでこのプログラムを終り、2であれば総合消費電力 TKW を測定して TKW が2台の発電機の合計定格出力が 2P のたとえば 35%未満ならば、停止順位の高いほうの発電機を決定して、とくに監視員が2台の運転継続を指令しない限り、その A.C.B.を外し、発電機を停止させる。TKW がたとえば 2P の 35%以上のときは、発電機 1 台を停止させると残りの 1 台の発電機の負荷率が 70%以上となつて、(b)項の過負荷防止プログラムの負荷限度を越える事態も生じ発電機の起動停止がひんぱんになり、ひいては故障の原因ともなりかねないので、このときは発電機 2 台の運転を継続する。また負荷率が低くても監視員が特に必要と認めた場合には指令により発電機 2 台の運転を継続する。

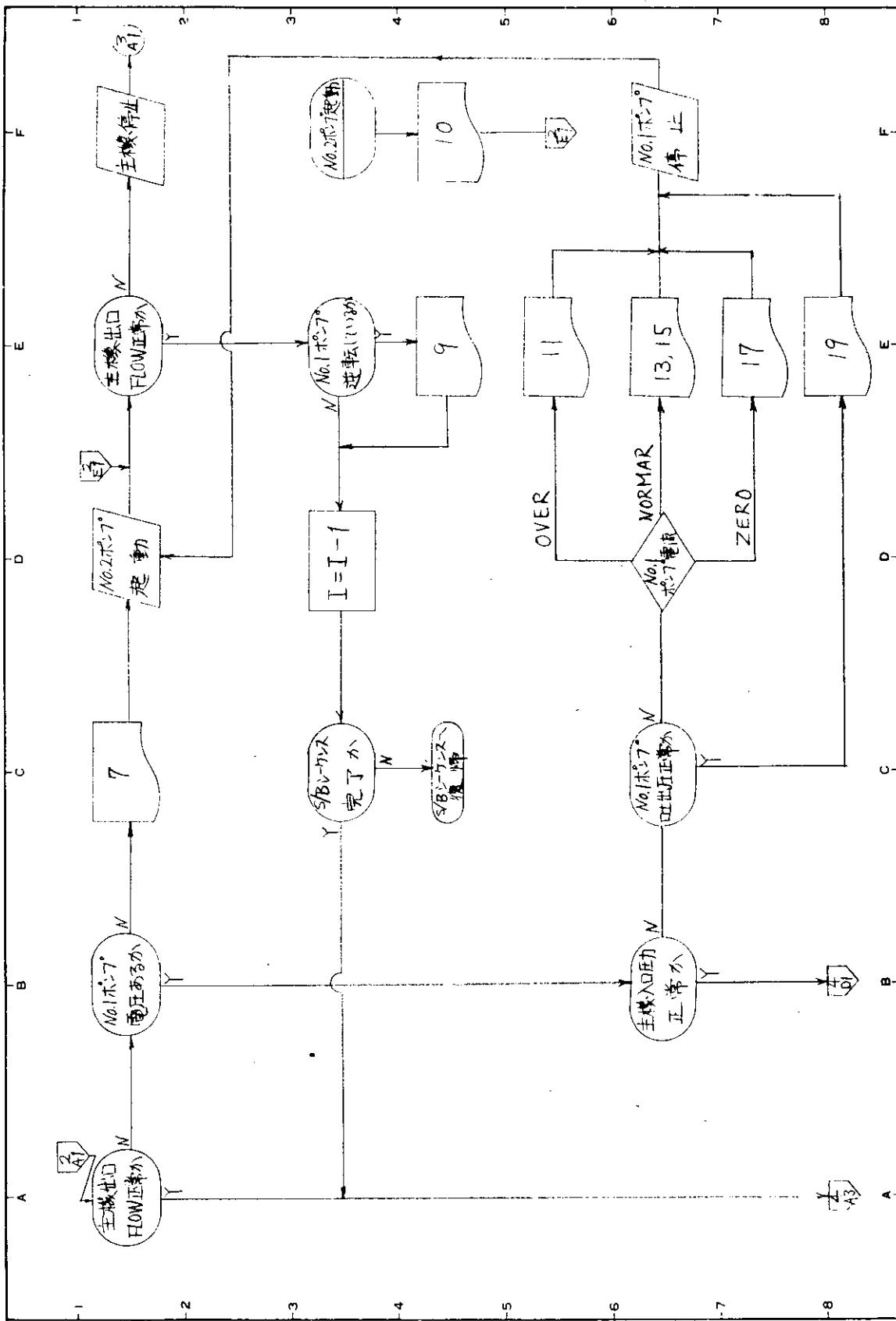
発電機 1 台当たりの定格出力を前項同様 360kW とすると負荷が減る場合の発電機運転台数と消費電力の関係は下表のようになる。

発電機運転台数	2	1
消費電力 (kW)	648 → 252	252 → 0

1.1.0.4 フローチャート

107ページより 117ページに示す。



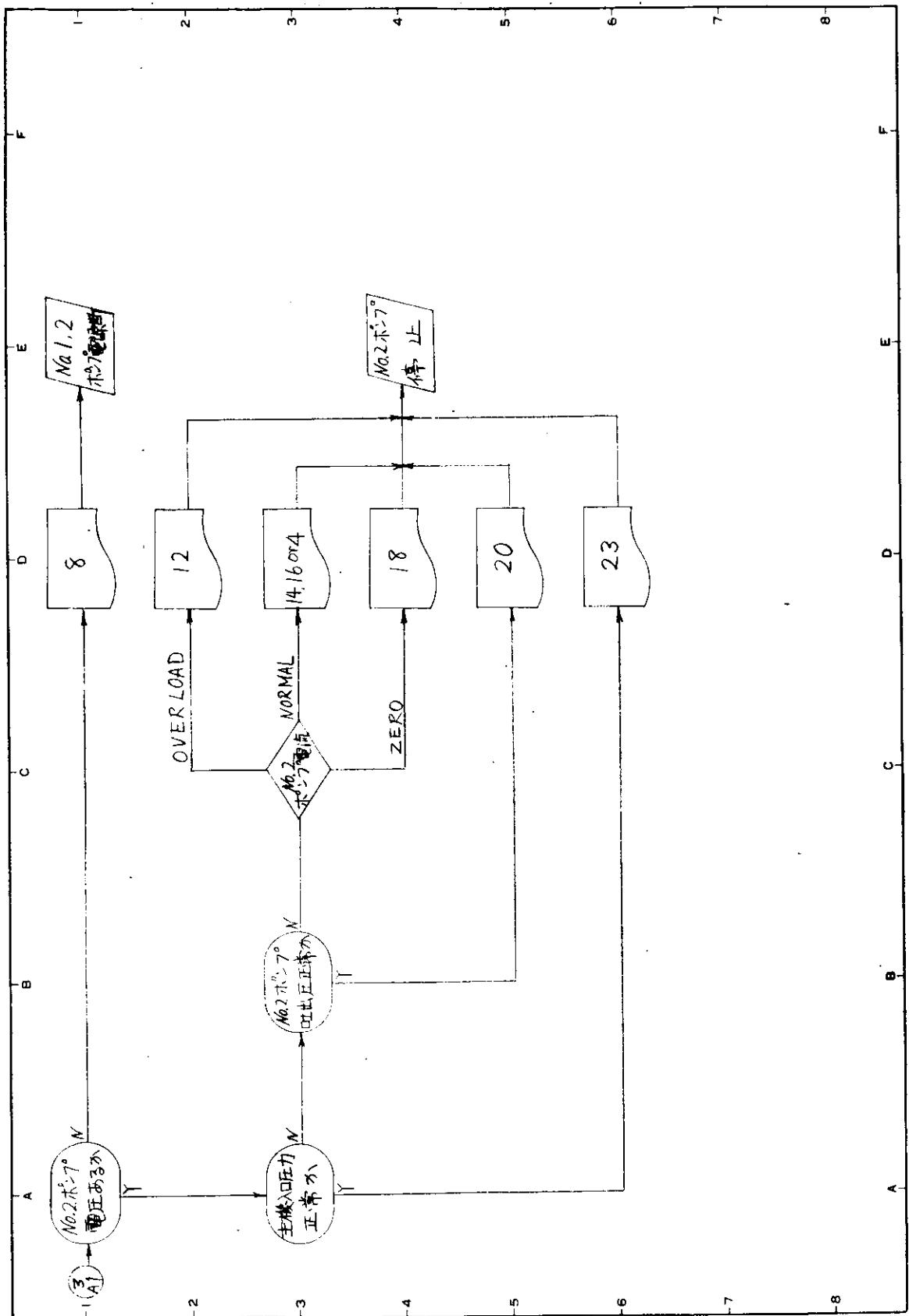


昭和 年 月 日
プログラム
題目

SR106 ディーゼルプラント分科会
主冷却海水系統異常診断プログラム(2/5)

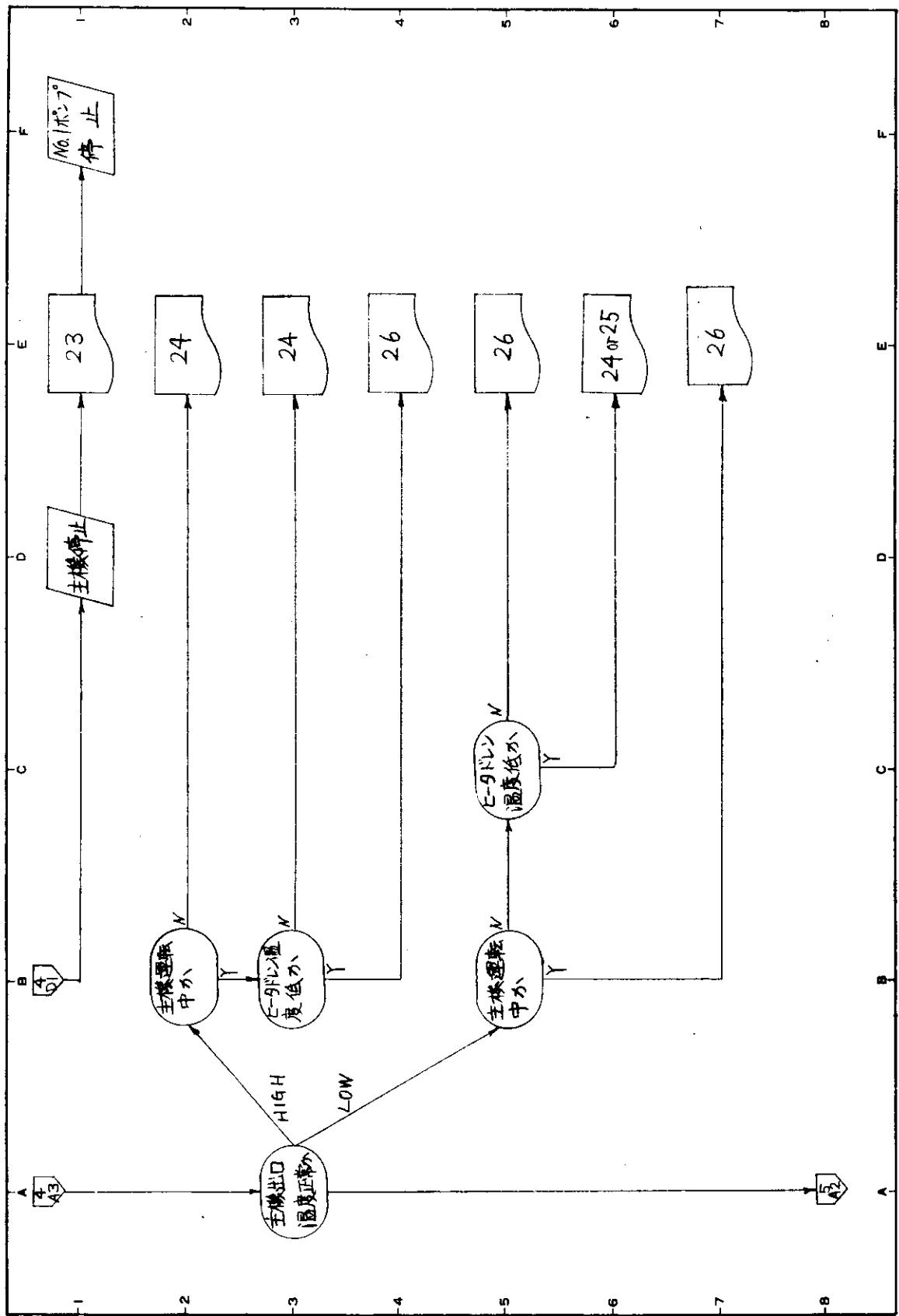
整理番号
船舶の高度集中制御方式の研究

(社) 日本造船研究協会
主機の高濃度制御方式の研究



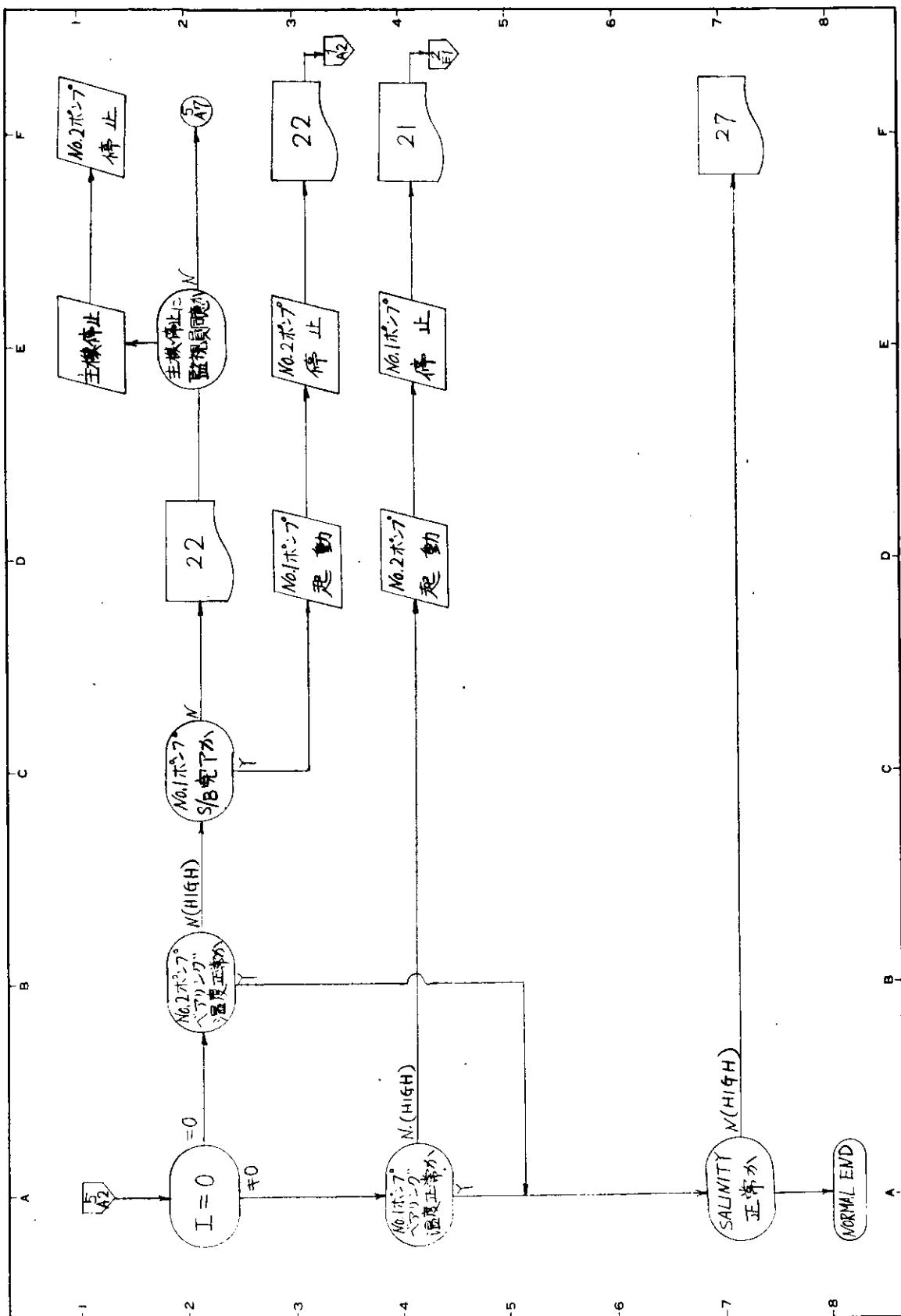
題目 5R106 テイゼルフランクト分科会
 プログラム 整理番号
 油冷却海水系統異常診断プログラム(3/5)
 (社) 日本造船研究協会
 給船の高度集中制御方式の研究

昭和 年月日



題目 SR106 ディーゼルプラント分科会
 整理番号
 昭和年月日
 プログラマー

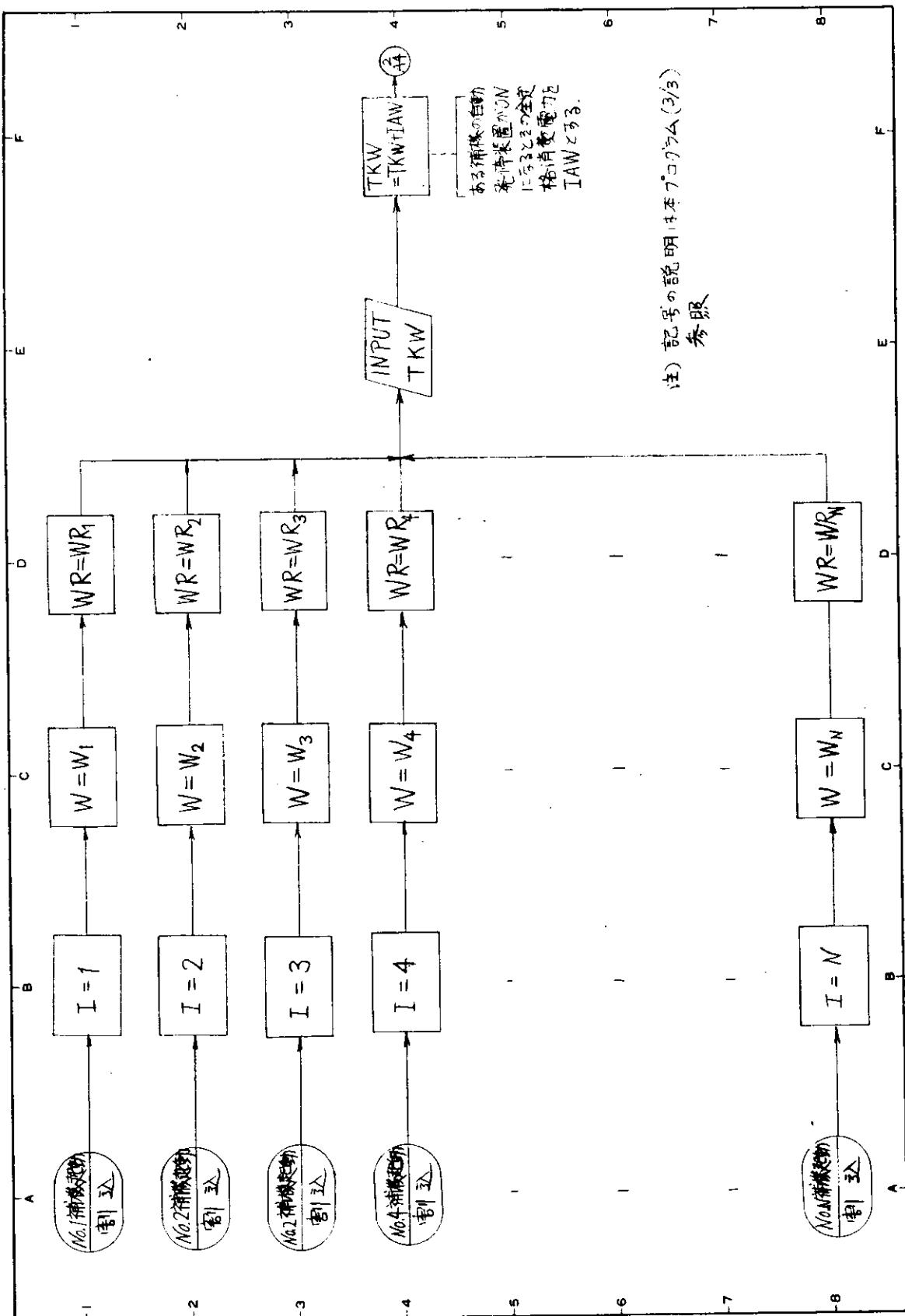
(社) 日本造船研究協会
 船舶の高度集中制御方式の研究



(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

SR106 デイゼルブランク分科会
題目 汽冷却海水系統異常診断プログラム(5/5)
整理番号

プログラマー
昭和 年 月 日

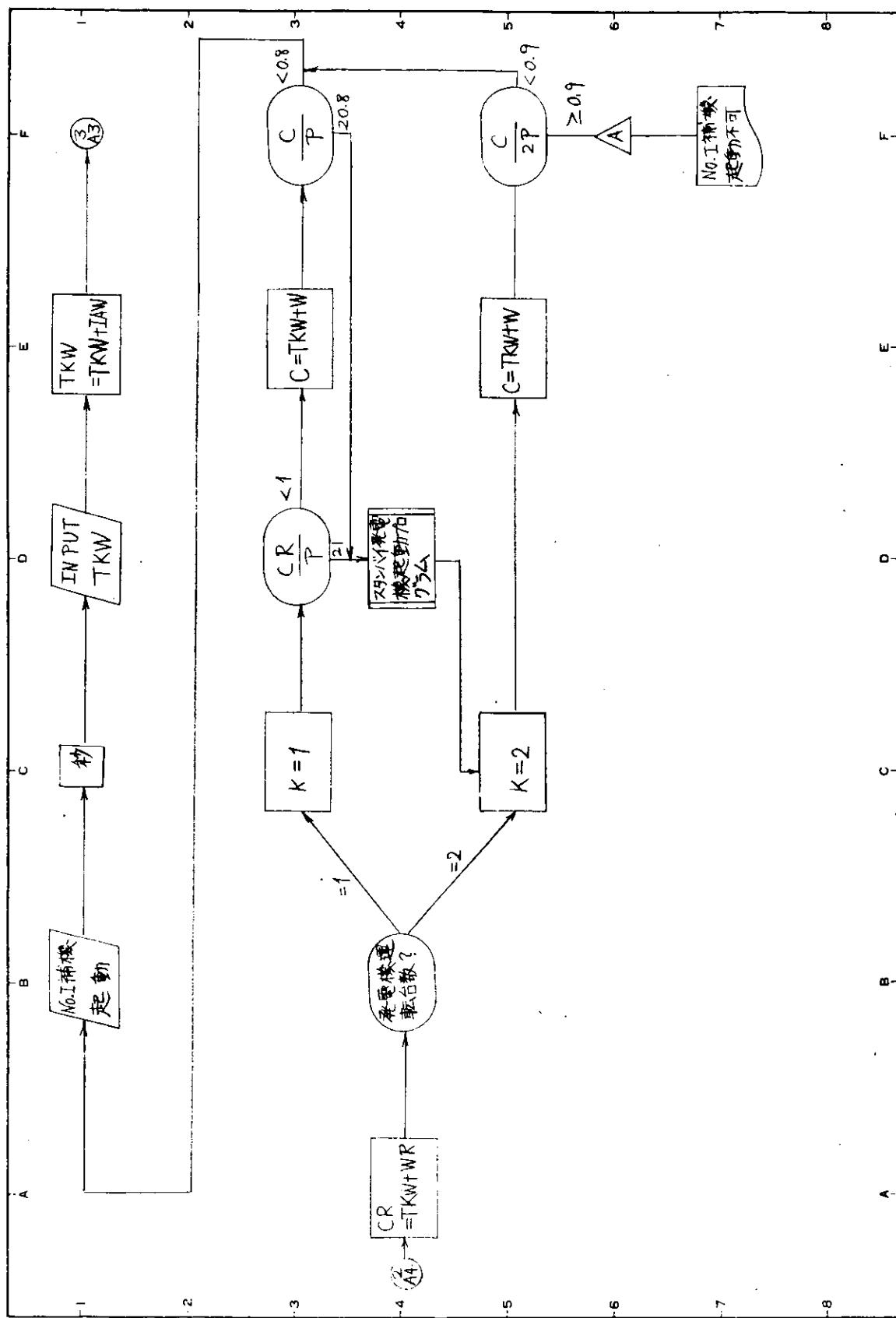


昭和
一
アラグロプロ

SH106 デイゼルプラント分科会 発電機過負荷運転防止プログラム(1)

三

論文集の編集と刊行方式の研究

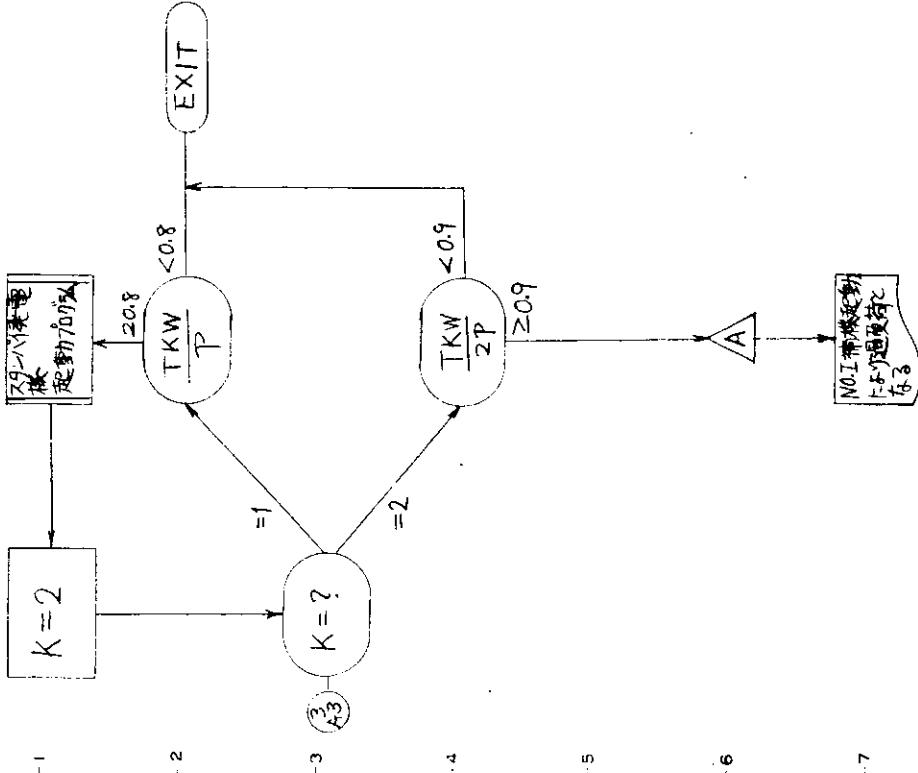


(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

発電機過負荷運転防止プログラム (2/3)

SIR106 ディーゼルプラント分科会
題目 発電機過負荷運転防止プログラム (2/3)

プログラマー
昭和 年 月 日



記号

意味

I 起動されようとする補機番号変数

W 起動されようとする補機定格消費電力変数

W_N NON補機の定格消費電力W_R 起動されようとする補機の起動時消費電力変数W_{R_N} NON補機の起動時消費電力I_{AW} 自動発停装置がONとなつていて。しかも停止中の補機の合計定格消費電力

TKW・検出時の正味消費電力

C.R 補機起動時の予定消費電力

K 運転中の発電機台数を示すカウンター

P 発電機1台当たり定格出力

C 補機運転静定時の予定消費電力

昭和 年 月 日
題目
S R 106 デイゼルプラント分科会
発電機過負荷運転防止プログラム (3/3)

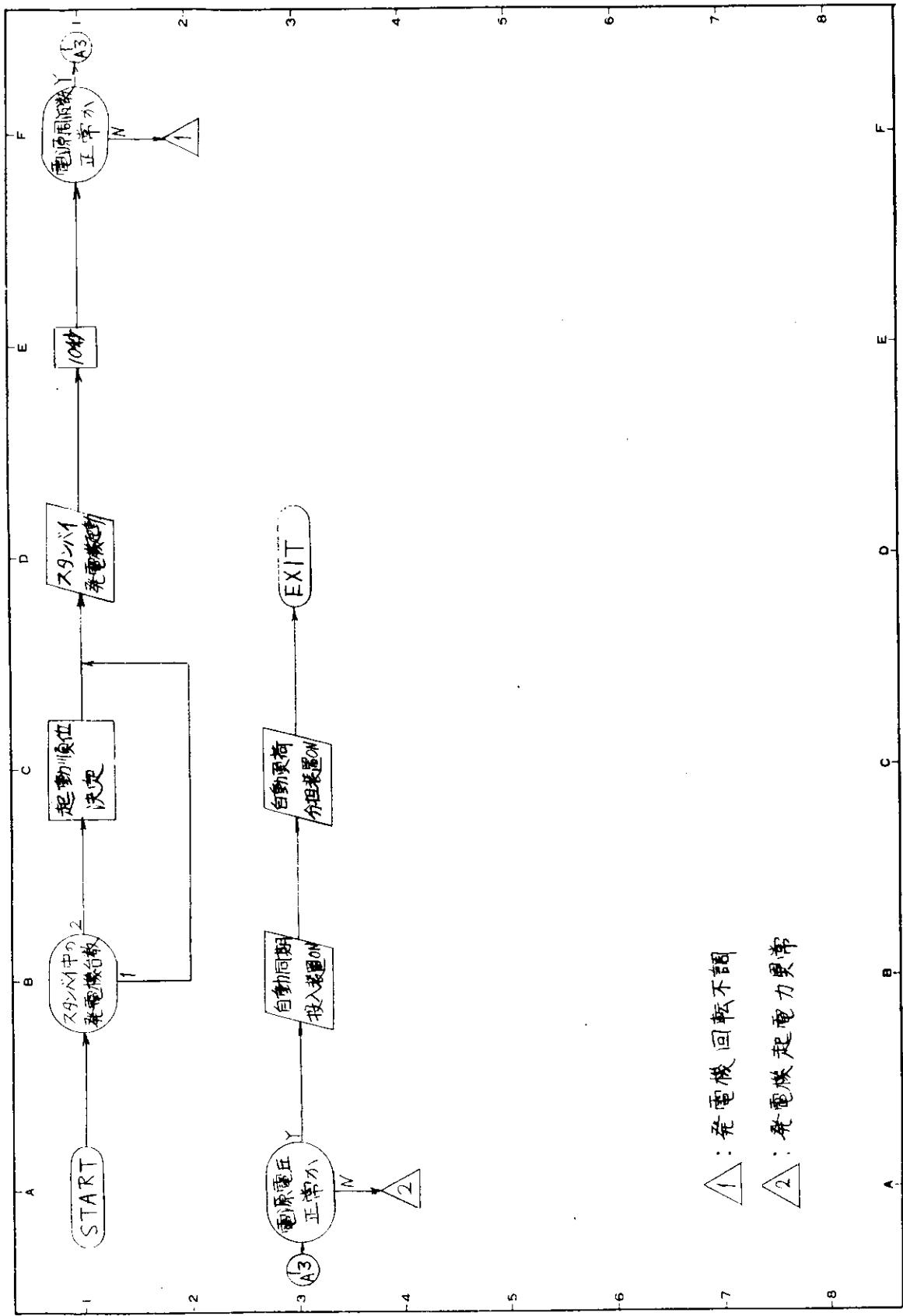
整理番号
（社）日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

(社) 日本造船研究協会

船舶の高度集中制御方式の研究

プログラム

昭和 年 月 日
題目
S R 106 デイゼルプラント分科会
発電機過負荷運転防止プログラム (3/3)

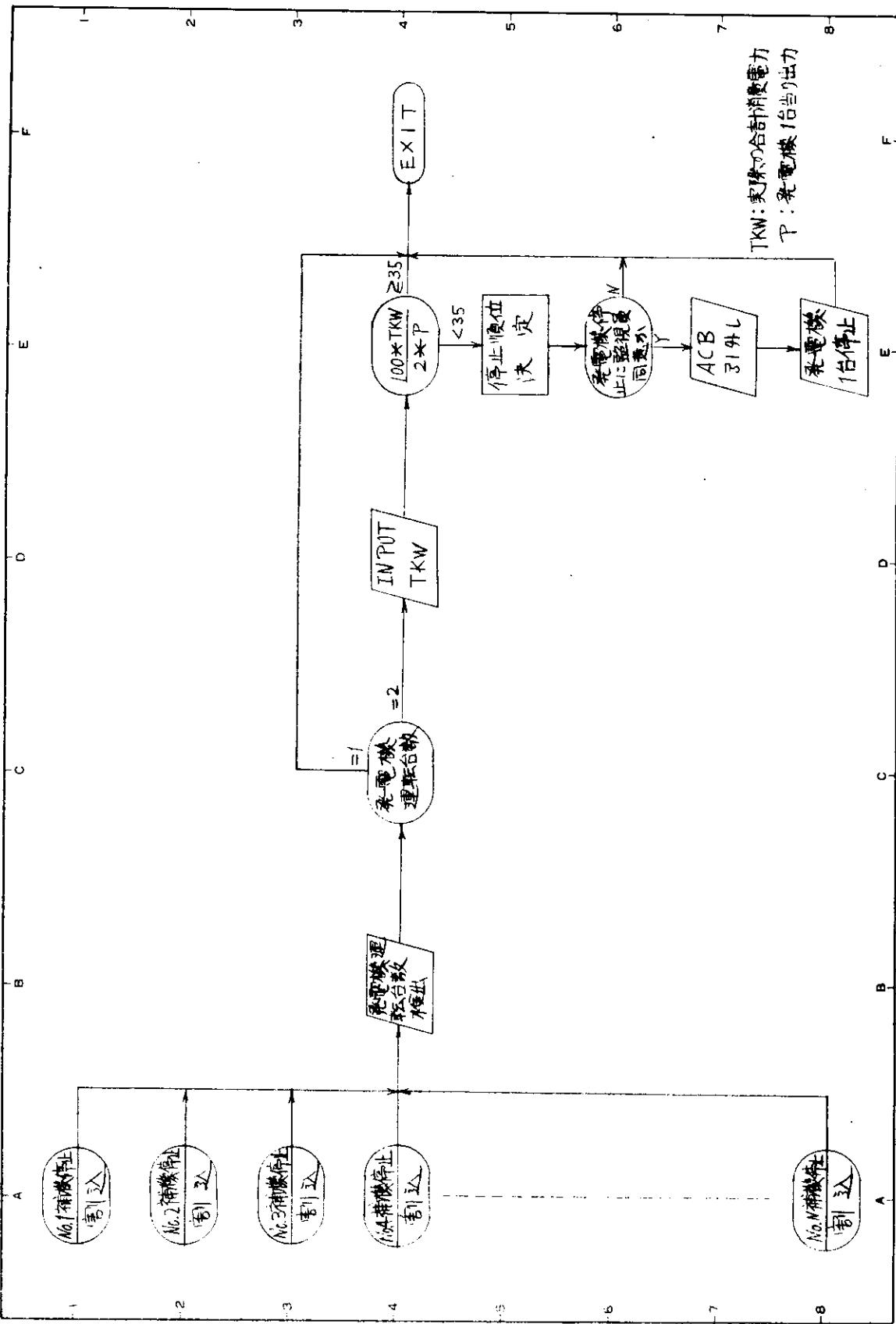


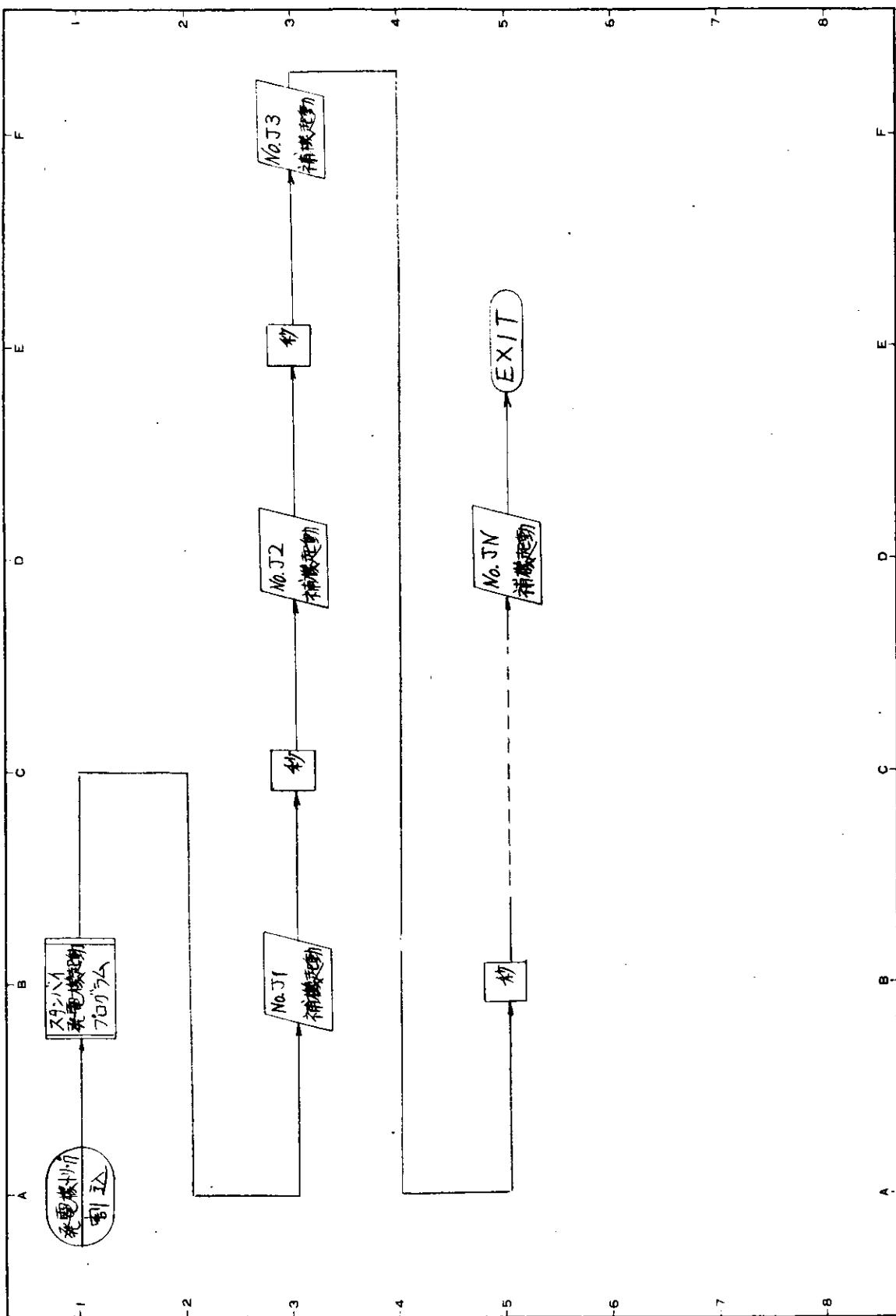
プログラム
昭和 年 月 日

題目

BR106 ディーゼルプラント分科会
管理番号
スタンバイ発電機起動プログラム(1/1)

(社) 日本造船研究協会
船艤の高度集中制御方式の研究





プログラマー
昭和 年 月 日

SR106 ディーゼルプラント分科会
題目 発電機トリップ時の処置プログラム(1/1)

整理番号

(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

1.1 0.5 I/O リスト

スタンバイシーケンスに関する I/O リストは、I/O リストの項に記載のとおりであるが異常診断を加えると検出端の数はいく分増加している。異常診断を厳密に行なうほど検出端の数は増加せざるを得ない。フローチャート（清水系統のみ）に基づいて異常診断プログラムに関する I/O リストを作成した。これはスタンバイシーケンスと共通のものが多く含まれているが異常診断のためだけに追加になつたものは清水系統だけでアナログ入力 2 点、デジタル入力 16 点、出力 5 点あり、スタンバイシーケンス制御の対象としている全系統については、アナログ入力約 45 点、デジタル入力約 140 点、出力としてはコンタクトあるいはパルスが約 70 点となる。ただし清水系統以外の I/O リストは省略した。

主冷却清水系統異常診断

系 統 名 称	備 考	入		力		LOGGING の要否	重要度				
		検出項目	割 れ ペ ル ラ イ ン ル	常時監視 要否	スキャニング 間隔	入力番号	読み出し範囲 (%)	常用範囲 超出	検出端数		
清 水 膨 張 タン ク		1 清水膨張タンク高レベル				フロートスイッチ	ON-OFF				
		2 清水膨張タンク低レベル				"	"				
		3 清水膨張タンク補給水流				フロースイッチ	"				
		4 清水膨張タンク補給弁開閉				リミットスイッチ	"				
		5									
		6									
		7 1号主冷却清水ポンプ運転				リミットスイッチ	ON-OFF				
		8 2号主冷却清水ポンプ運転				"	"				
		9 1号主冷却清水ポンプ電源電圧				"	"				
		10 2号主冷却清水ポンプ電源電圧				"	"				
		11 1号主冷却清水ポンプモータ電流				アナログ					
		12 2号主冷却清水ポンプモータ電流				"					
		13 1号主冷却清水ポンプ逆転				ON-OFF					
		14 2号主冷却清水ポンプ逆転				"					
		15 1号主冷却清水ポンプ軸受温度				温度スイッチ	"				
		16 2号主冷却清水ポンプ軸受温度				"	"				
		17 1号主冷却清水ポンプ吐出圧				圧力スイッチ	"				
		18 2号主冷却清水ポンプ吐出圧				"	"				
		19 ポンプ無電圧切換				コンタクト	"				
		20									
		21									
		22									

主冷却清水系統異常診断

系 統 名 称	検 査 番 号	検 出 項 目	割 込 レ ベル & ラ イン ス ト ル ム	常 時 監 視 要 否	ス キ ヤ ニ ン グ 隔 間	検 出 端 型 式	入 力 番 号	就 込範 囲	精 度 (%)	常 用 範 囲	力 の 要 否	重 要 度	備 考
冷 却 清 水 管 路	2 3	冷却清水主機入口圧力											
	2 4	冷却清水主機出口流れ											
	2 5	冷却清水主機出口温度											
	2 6	冷却清水温度											
蒸 気	2 7	加熱蒸気ヒータ出口ドレン温度											
	2 8												
	2 9												
主 機 械	3 0	主機械運転											
	3 1												
	3 2												
	3 3												

主冷却清水系統異常診断

系 統 名 称	操 作 番 号	操 作 項 目	操 作 端 形 式	出 力 信 号	当 該 操 作 所 要 時 間	最 大 許 容 操 作 (%)	最 大 許 容 操 作 勾 配 (%/sec)	操 作 直 接 判 断	備 考
1	主 機 停 止		リ レ ー		コンタクト				
2	1号ポンプ起動		"	"	"				
3	1号ポンプ停止		"	"	"				
4	2号ポンプ起動		"	"	"				
5	2号ポンプ停止		"	"	"				
6	加熱蒸気弁開閉		"	"	"				

種類 名前	番号	表示項目	記録 要否	力 法	TYPE OUT or ランプ	表示時間又は消去時点	D I S P L A Y 表示文字(内容)		備考
							F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE LEAK	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE MISOPENED	
1	清水膨張タンク補給弁僅少洩れ		<input type="checkbox"/>	"	"	"	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE LEAK	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE MISOPENED	
2	清水膨張タンク補給弁誤操作(端)		<input type="checkbox"/>	"	"	"	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE LEAK	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE MISOPENED	
3	清水膨張タンク補給弁作動不良(閉)		<input type="checkbox"/>	"	"	"	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE LEAK	F.W.EXP.TK.SUPPLY VALVE MISCLOSED	
4	管路漏洩(大)		<input type="checkbox"/>	"	"	"	COOL.F.W.SYSTEM LEAK (L)	COOL.F.W.SYSTEM LEAK (L)	
5	管路漏洩(中)		<input type="checkbox"/>	"	"	"	COOL.F.W.SYSTEM LEAK (M)	COOL.F.W.SYSTEM LEAK (M)	
6	管路漏洩(小)		<input type="checkbox"/>	"	"	"	COOL.F.W.SYSTEM LEAK (S)	COOL.F.W.SYSTEM LEAK (S)	
7	1号ポンプ電源消滅		<input type="checkbox"/>	"	"	"	EL POWER FOR μ 61 COOL F.W.P. FAILURE	EL POWER FOR μ 61 COOL F.W.P. FAILURE	
8	2号ポンプ電源消滅		<input type="checkbox"/>	"	"	"	EL POWER FOR μ 62 COOL F.W.P. FAILURE	EL POWER FOR μ 62 COOL F.W.P. FAILURE	
9	1号ポンプ吐出弁締切不良		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. DISCHARGE VALVE MISOPENED	μ 61 COOL F.W.P. DISCHARGE VALVE MISOPENED	
10	1号ポンプ無電圧により2号に切換		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. AUTO-STARTED	μ 62 COOL F.W.P. AUTO-STARTED	
11	1号ポンプ軸ロック状態		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. SHAFT LOCKED	μ 61 COOL F.W.P. SHAFT LOCKED	
12	2号ポンプ軸ロック状態		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. SHAFT LOCKED	μ 62 COOL F.W.P. SHAFT LOCKED	
13	1号ポンプカツプリング切断		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. COUPLING CUT OUT	μ 61 COOL F.W.P. COUPLING CUT OUT	
14	2号ポンプリンク切断		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. COUPLING CUT OUT	μ 62 COOL F.W.P. COUPLING CUT OUT	
15	1号ポンプ吸入弁締切		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. SUCTION VALVE CLOSED	μ 61 COOL F.W.P. SUCTION VALVE CLOSED	
16	2号ポンプ吸入弁締切		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. SUCTION VALVE CLOSED	μ 62 COOL F.W.P. SUCTION VALVE CLOSED	
17	1号ポンプモーター又はスタート故障		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. MOTOR OR STARTER WRONG	μ 61 COOL F.W.P. MOTOR OR STARTER WRONG	
18	2号ポンプモーター又はスタート故障		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. MOTOR OR STARTER WRONG	μ 62 COOL F.W.P. MOTOR OR STARTER WRONG	
19	1号ポンプ吐出弁締切		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. DISCHARGE VALVE CLOSED	μ 61 COOL F.W.P. DISCHARGE VALVE CLOSED	
20	2号ポンプ吐出弁締切		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. DISCHARGE VALVE CLOSED	μ 62 COOL F.W.P. DISCHARGE VALVE CLOSED	
21	1号ポンプ軸受過熱		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 61 COOL F.W.P. BEARING OVER HEATED	μ 61 COOL F.W.P. BEARING OVER HEATED	
22	2号ポンプ軸受過熱		<input type="checkbox"/>	"	"	"	μ 62 COOL F.W.P. BEARING OVER HEATED	μ 62 COOL F.W.P. BEARING OVER HEATED	

種類 名称	表 示 項 目	記録 要否	方 法	D I S P L A Y 表示時間又は消去時点	表示文字(内容)	備 考
2 3	主機付弁繩切又は管路開閉器	<input type="radio"/>	TYPE OUT or ランプ		VALVE ON M/E CLOSED OR COOL FW SYSTEM STOPPED UP	
2 4	蒸気調整弁作動不良	<input type="radio"/>	" "		STEAM CONTROL VALVE IN F.W. COOL SYSTEM MISOPERATED	
2 5	蒸気系統異常(蒸気漏洩)	<input type="radio"/>	" "		HEATING STEAM FOR F.W. COOL. SYSTEM NON-FLOW	
2 6	滑水温度調整弁作動不良	<input type="radio"/>	" "		COOL F.W. SYSTEM TEMP CONT VALVE MISOPERATED	
2 7	滑水系統海水混入	<input type="radio"/>	" "		COOL F.W. SYSTEM MIXED WITH S.W.	
2 8	冷却海水系統異常	<input type="radio"/>	" "		F.W. COOL S.W. SYSTEM ABNORMAL	

1.1.1 制御装置の異常に対する処置

本スタンバイシーケンスの制御システムが故障した場合、プラントになんら影響を及ぼすことなく満足な制御がそのまま続行できるよう適切な考慮が払わなければならない。1.1.0節の「プラントの異常に対する処置」では、検出端、操作端の異常に対して、ある程度の処置を行なつており、システムを安全側に処置することができる。

次に本制御システム全般について考察を行なつた。

(1) 制御回路

本制御回路は、リレー回路とコンピュータと2方式を採用したがいずれにしても、船用としての実績が少なく、高い信頼性が保証されないので、back-up 対策が必要となる。

制御回路が故障した場合には、スタンバイシーケンス制御が停止することもありうる。もし、この場合、スタンバイシーケンス制御にとどまらず、すべての機器の制御を集中化されたコンピュータ等に委ねた場合、制御回路の故障によつて、すべての機能を麻痺させることになる。

これらを考慮して、本研究では、各種機器に付属した制御装置は従来のものが、おおむね信頼できるものとして、そのまま使用することにした。

すなわち、それら装置のソースを ON-OFF させることにとどめ、制御は従来の機器に依存するやり方である。

したがつて、制御回路がフェイルし、スタンバイシーケンス制御が一部または、全面的に不可能になり、シーケンス制御をあきらめざるを得なくなつた場合でも、各機器に付属した制御装置は、マニュアルによつてソースを ON-OFF させることができるので、スタンバイ作業そのものは、従来船並の操作が可能である。

しかし、超無人化を考慮した船の場合には、制御回路が故障したときでも、シーケンス制御を行なわせる必要が生ずる。

この場合には、全く同一の制御回路を2台設けるか、補助制御回路を設ける等の back-up 対策を考慮しなければならない。

(2) 検出端

検出端の誤動作はスタンバイ・シーケンスに重大な影響を与えることも考えられ制御回路同様、スタンバイ・シーケンス制御装置の信頼性の高い検出端を選択して使用することはもちろんであるが、重要な箇所には二重装備を行なつてチェックを行なうとか、他のプロセス変数との関連による調査を自動的に行なうプログラムの開発等が望まれる。

(3) 操作端

操作端としては、弁の他はほとんどが補機の発停命令あるいは各種機器に付属した制御装置のソースの ON-OFF 命令である。これらは単に ON-OFF の命令を与えるに過ぎず、従来と同じ信頼性が確保されるものと考えられるので、操作端として、問題になるのは弁類と考えても差し支えない。弁類の故障したときの Back-up の対策としては、二重装備やバイパス弁による manual 制御が考えられるが、さらに必要な箇所には open-safe か close-safe を採用するとともにプログラムによるプラント全体の fail-safe を考慮する必要がある。

以上、簡単に back-up 対策の考察を述べたが、これは今後経済性と関連してさらに調査検討を行なうべき問題であり、一方、システム構成品の信頼性向上や船用製品の開発が望まれるところである。

1.1.2 結言

本研究は、半導体回路素子によるリレー回路とコンピュータの2方式で進めたが、作業の結果、両方式いずれも十分なる制御が可能であり、それぞれ一長一短があることがわかつた。これら2方式について簡単にその違いを次に述べる。

コンピュータを用いれば、ハードウェアは標準のものを使つて、プログラムによつてシーケンスを自由に組んでゆくことができるが、よほど複雑なシーケンスあるいは、最適化制御、異常診断などとの組み合せとかの場合でないと、コスト的に引け合わないということができ、スタンバイのシーケンス制御のみを対象とする場合は、リレー回路によるほうが

実用的であるということである。

しかし、船舶がアンマンド化され船全体を一つのシステムとしてコントロールするようになれば、ディーゼルプラントのスタンバイシーケンス制御は当然、その中に包含されるべきでもあり、コンピュータ制御によらざるを得ないということである。

コンピュータによつて制御する場合は、本シーケンス制御はもちろん可能であるがリレー回路方式といふ分違い、応用範囲を広げることができる。すなわち、検出端からは、ON-OFF信号の他にアナログ量を入力させることにより、プロセス変数のより正確な値を把握することができるとともに、計算を迅速に行なうことができ、制御の適応性が向上する。

また、異常診断をシーケンス制御と関連させ、さらに記録装置とも、結合させることにより、スタンバイ時の広範囲な自動化を容易に行なえる可能性を有している。一度設定した制御内容が実際には、うまく行かないときは、プログラムを書き直すだけで、制御の修正を簡単に行なうことができ、フレキシビリティをもつている。しかしコンピュータおよびその周辺機器の故障は、制御装置全体に及ぼす影響が大きいため、非常に信頼性の高いものが要求されるが、現時点では、必ずしも信頼性の高いものができるないので必要に応じて、back-up装置を追加することが要求される。

リレー回路の場合、各操作対象ごとに互換性をもつたユニットを設け、これらユニットの集合により、主要部分を構成することにより、回路は簡素化され、保守取扱いの面でメリットが大きい。またシーケンス制御は対象となるプロセスが異なるごとに、そのシーケンスを実現する回路をそのつど設計しなければならないが、ユニット化はこの場合簡易化の有力な手段である。

回路素子として半導体を大幅に採用した例はまだないので、実船搭載に当つては、耐環境性、外部障害の影響などを十分確認する必要がある。

検出端、操作端としては、スタンバイシーケンスのみを対象とする場合は、接点パルス信号あるいは、接点連続信号の授受を行なう動作のものでよいから現在の技術水準による製品で特に致命的な欠陥をもつたものはないようであるがやはり、船用として多少の問題は残つている。

2. ディーゼルプラントの異常検知システムに関する調査研究

2.1 研究の目的

ディーゼルプラントの自動化は、1961年に世界最初の自動化商船金華丸が登場して以来、漸次自動化、合理化が普及し遠隔操縦装置、警報装置およびデータ・ロガー等の測定記録装置によつて、コントロール・ルームにおいて集中的に監視が行なわれるようになり、一定期間の機関部アンマンド化も実現されてきており、労働条件の改善、安全性の向上が進められつつある。しかし、これらの監視装置においては、まだ異常現象についての十分な判断機能がそなわつていなければため、プラント運転に際しては、必ずしも人間が計器盤、警報装置および測定記録等を監視したりプラントを直接巡回することによつて、異常箇所の検知や原因についての判断を行ない、プラントの適正制御処置をとつている。

今後、ディーゼルプラントの自動化を一步進めさらに将来無人化プラントを実現させるためには、まず従来人間が行なつてきたこれらの判断機能をディーゼルプラントの監視ならびに制御系統にもたらせた新しいシステムの確立を行なうことかがぜひ必要で、そのため必要な開発研究を行なうものである。

2.2 研究の概要

ディーゼルプラントの集中監視、異常検知の問題において、異常の発生が急性的でなんらかの対応処置を航海中にとる必要がある部品の破損や動作不良等の異常については、異常箇所、異常原因を検知すると同時にその異常度合をも診断できる機能をプラントの Emergency stop とか Slow down 等の制御機能に直接結びつけて自動的に対応処置をとるシステムの開発が重大事故の防止上からも将来の無人化プラントの実現の上からもます必要とされる。

一方、異常の発生が長期的で、対応措置は次の碇泊時にとれば十分であるような絶時変化による性能低下や放置しておけば将来部品の破損につながる等の異常についての検知システムの開発は、従来その実態が十分わからぬまま機関乗組員の個人的な判断やきわめて平均値を考え方によつてなされてきた機関保守計画の合理的運営の上からせひと必要とされるものであり前記急性異常処置システムの開発と同様、機関部品の信頼性向上と相まつて将来の無人化プラントの開発につながるものである。

一方、このようなシステムの具体的実現の方法はいろいろ考えられ、従来においても急性異常の検知には各種のメータ表示や警報装置が備えられているし、慢性異常についても各種の記録装置やメーターがつけられているので、これらをさらに質的に量的にも発展させれば目的の達成は決して不可能ではない。

しかし従来の方法における最大の欠点は部分的にデジタル方式が採用されているにしても全体監視方式がアナログ方式であるため、判断機能を備えさせることができなく、このためプラントの運転状態を総合的に判断することが困難なことである。すなわち、アナログ方式で判断機能を持たせるためには、個々の要素について一つ一つ Hard Ware の回路操作によつてこれを実現することになるが、ディーゼルプラントのように監視すべき要素が多く、かつ各要素間が互に密接に連繋している場合、これを Hard Ware のみで解決することは著しい困難をともなう。

これに対して判断機能を Soft Ware によつて作るデジタル方式による処理は、各要素間の連繋を Soft Ware によつて取扱うことができるので、経済的にも技術的にもアナログ方式による場合と比較してはるかに容易にプラントの異常診断が可能になる。したがつて、ディーゼルプラント全般、あるいは自動化船全般として考えた場合は、デジタル方式による制御にまだ検討を加える余地があるにしても目的を、ディーゼルプラントの集中監視や異常原因の検知に限定した場合、デジタル方式が前提のごとく本質的に有効な方式であるものと考えられる。しかし、このようなデジタル方式によつて、ディーゼルプラントの集中監視、異常診断および最適制御をおこなう場合、現在時点での検討を要する問題、さらに開発を進めることが必要とされる問題が多くあり、しかもこれらのなかにはディーゼル機関の製造技術や電算機、トラクスジューサの開発等、システムの構成に密接な関連を有する問題も含まれており、これを一挙に完全な形にすることは

むづかしい。そこで本研究では、まず第1段階として、当面可能なものをベースとして、将来の無人化プラントにつながるディーゼルプラントの異常検知システムについて、監視方式の構成、異常検知手順および電算機必要機能等について次の項目の範囲について調査検討を行なうこととした。

1) 異常検知システムの範囲

ディーゼル・プラントの異常検知システムとしては、プラント全体のスタンバイ期間および起動停止、整定運転状態を一貫した総合システムとしてはじめて本来の意義を持つものであるが、本研究では、まずシステムを完成させることよりもシステム構成上の問題点をさぐることに重点をおき、同一手法によつて解決のつく重複事項はできるだけ省き、対象としては主機定常燃料運転期間のみを選び、他の運転状態や関連機類、機関室内各種機器類については、重複事項として別にとり扱うこととした。

2) 異常状態の範囲

機関運転時の正常な状態における各部の温度、圧力その他の状態値をその時の機関出力をベースとして整理した値を基準とし、これに対して従来の経験から機関の長期的安全を保証しうる航海条件等により不可避的に発生する偏差を設定し、航海中の全ての状態値がこの偏差内におさまっているか否かを當時または一定時間間隔に監視し、偏差からはずれた場合にこれを異常と見なすこととした。しかし、上記ディーゼル機関各部の状態値が、天候、海面状態、操船条件、載荷条件等の航海条件や経年変化によつてどのような基準値をとり、どのような偏差内でバラツクかについては従来機関出力との関連において必ずしも十分なデータがないので、具体的な数値については現状では信頼できる値を決定することは困難で今後、実船計測等により求めなければならない。

3) 異常検出器の選定範囲

機関異常の検出の難易は使用する検出器の性能によつて大きく左右されるものであり、たとえば現状でも特定の重大事故に關係する異常等については、その異常のみを確実に把握できる特殊の専能検出器が使用できれば、ハード・ウェアで容易に処理することが可能であるが、実際のディーゼル・プラントで発生する異常は、直ちに重大事故に關係するものはきわめて頻度が少なく実用上、対象をどの程度に選ぶかはむづかしく、むしろ経時変化のような慢性的異常のほうが頻度も多く、機関の性能維持上、相当の労力を費やす保守計画が立てられているのが現状である。

しかし、将来の無人化プラントを考えた場合には、起り得るあらゆる異常をもれなく検出し対応処置ができることが必要となつてくるため、この目的にかなう検出器としては、1個でなるべく多くの異常が検出できるような機能を有する検出器が理想である。しかしこのような検出器で耐久性もあり、信頼性も高いものを選びシステムを構成する見通しを得ることは現段階ではむづかしいので、本研究では現在ディーゼル・プラントに使用されている各種の温度、圧力等の検出器のうちから選定できる範囲のものでシステムを構成することとし、将来このシステムの構成を全く変えるような検出器があらわれた場合については別に検討を行なうこととした。

4) プラント制御との関連

ディーゼルエンジンプラントの集中監視、異常検知は、本来プラントの制御、さらには無人化プラントを考えた場合には従来対策まで自動的に行なわせるべきものである。しかし、現状のプラントではたとえば異常切換したボルトの取り換え作業をマラブレーターで自動的にやらせるところまでのシステムを構成する見通しを得ることはむづかしく、せいぜいへプラントの Emergency stop とか Slow down あるいは自動給油条件の改正等の保守計画の変更の制御を行なうところまでで、あとは異常箇所、異常原因および処理に関する情報指令を出すとか、警報を出す等のことである。すなわちこれらの制御処理は今回の集中監視異常検知とは別の観点の制御技術や要求される自動化の程度によつて決定されるべき種類のものであるため今回の集中監視による異常検知システムとは別途に取扱うこととし、本研究では、異常箇所、異常原因、機関出力制御および異常処置に関する情報、指令および警報を出すところまでのシステムについて検討することとした。

本研究の第2段階では、前記第1段階で検討した集中監視による異常検知システムを実際に応用する場合に一番問題に

なる異常状態の検出法に関する実験的検討を実施した。すなわち、上記異常検知システムが各種異常に対して、定量的にどの程度のものから検知し、どの程度のものから異常として診断を下すかについては、使用検出器の性能や取付位置等によつて大巾に変化することが予想される一方、従来のディーゼルプラントでの各種性能計測データは、このような観点でさとめられていないのでほとんど明確な定量的データが得られていないのが現状である。そこで本研究では、テスト機関を使用し、機関にあらわれる急性的異常と慢性的異常のうちから重大事故や大巾な保守計画の変更に関連すると考えられる燃焼室まわりの二、三の異常状態を故意に現出させ、各異常に対してどの部分に設けられたどのような性能の検出器が、どのような異状情報を提供してくれるか、またこの情報からどの程度の診断が可能であるかをまず実機によりテストを行なうこととした。しかし、これらに用いる検出器は従来、ディーゼルプラントの計測に用いられているものであつて、異常検知に用いた場合、耐久性や性能の面で問題がありより適切な検出器が必要とされる。そこで重大事故や保守整備遂行に重要な関連を持つ燃焼室まわりの二、三の異常検知方法について将来その利用が考えられる検出器の開発についてもあわせて調査検討を行なつた。

以下、本研究の第1段階、第2段階で行なつた各事項の詳細について報告する。

2.3 集中監視システムの構成

2.3.1 基本的考え方

現在見られる多くの機器と同様にディーゼル機関は、*Self-consistent system*を形づくるための自己調節機能をある程度まで備えており、したがつてたとえば一定条件下での運転を行なうために、必要な制御動作のほとんどが機関そのものによつて自動的に遂行されるのでこのような意味での制御をコンピュータに行なわせる必要は全くないといつてよい。しかしながらこれらの自己調節機能のみによつて機関各部の経時変化あるいは突発的な異常事態に対処することができないので、監視を怠ると場合によつては破損等の事故を招来する恐れがある。すなわち機械の自己調節機能の欠陥を人手によつて補つているのが実情である。このようなシステムでは機械の監視、制御等に使用される附加設備が少くすみ、人が常時監視することによつて、事故を未然に防ぐことができるという利点があり、またいつたん破損等の事故が発生した場合にも、それが軽度ならば船内で修復することができるという利点をもつている。しかしながら一方、監視ならびに制御のための判断を人に頼つてゐるため次の種類の欠点をもつてゐる。

- i) 人は、四六時中、緊張しているわけにはいかないので監視が十分に行き届かないおそれがある。
- ii) 人の行なう判断は、多分に主觀的因素をもつて構成されているため、場合によつては誤った判断を下すおそれがある。
- iii) 人の行なう思考、動作等の速度には限りがあるため即応性のある手立てが打てない恐れがある。

これらの要素はすべて処置の不適正につながるものであり、機械の制御に人が介在するために誤りが起る可能性を示している。ここで注目すべきは、従来の舶用ディーゼル機関が人の *back-up* をたて前としているにもかかわらず、逆に人が *back-up* を行なうために事故を招来する可能性を持つてゐることで、換言すれば従来の機械の監視制御システムが、必ずしも人間工学的な基礎に立つて設計されていなかつたために、事故発生の可能性を含んでいふといえるであろう。すなわち監視ならびに制御を人に頼ることによつて発生する欠点を除去するよう設計されたシステムにおいてはじめて機械に対する人間の *back-up* 機能がフルに活用されるわけで、無人化船への第一歩はディーゼル機関について、この種のシステムを作り上げることによつて達成可能になる。無人化への次の段階以降の作業は、上記のシステムの実現によつてなお必要とする乗務員作業の機械による代替を行なうことであり、上述の論旨からその内容を分析すると、これは事故の早期発見と合理的修復作業を実施するシステムであり、このうち後者に対する approach には機関要素の設計面から行なわれなければならぬ面が数多くあり今後の問題であるといえる。それゆえ本研究では次の諸性能をもつたシステムを扱い、この構成について検討することとした。

- i) プラントの常時監視が可能であること。

ii) 人に代つて判断操作を行なうシステムであること。

iii) 即応性のある制御が可能であること。

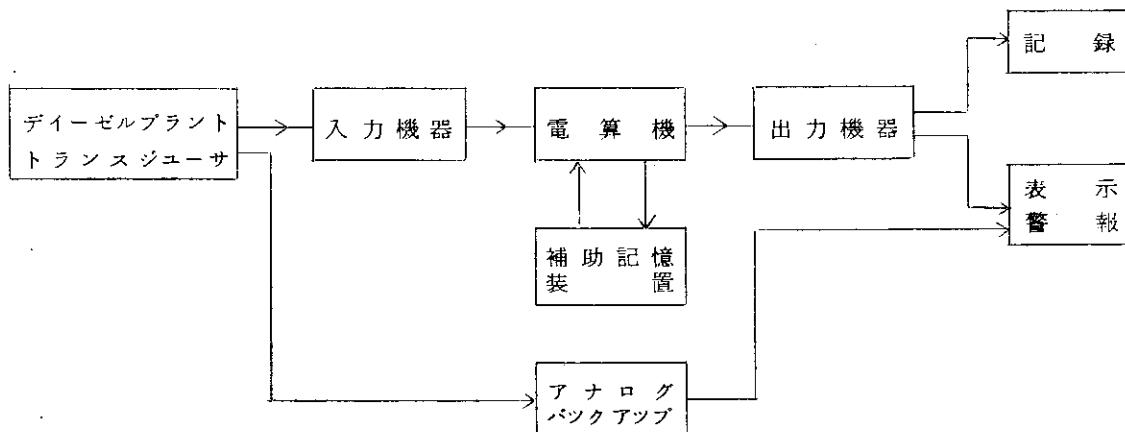
(このうち iii)については、前記のごとく、表示警報操作のみを考える。) この種のシステムは、デジタル電算機を用いることによつて比較的容易に実現することができる。なにゆえならば人に代つて判断操作を行なうためには、場合によつては相当高度の解析機能を必要とし、またこれらの有意データに基いた診断機能を必要とするが、これらはいずれも、デジタル電算機の有用な応用範囲であるゆえである。したがつてシステムは、電算機にこれらの判断、ならびに診断を行なわせるに十分な情報を入力し得る入力系との演算結果に基いて即応性のある制御情報を出力し得る出力系を結合したものとなる。すなわち異常検知システムは、必然的に集中制御システムとなることが一つの特色でありさらに、常時、監視および即応性の要請からオンラインリアルタイム方式を確立することが前提となる。次にプラントの集中監視システムが有效地に動作するためにはシステム自体が十分な信頼性を有することが前提であり、このために解決しなければならない問題がシステムのあらゆる要素にわたつて検討されなければならない。一例としてセンサー(トランジューサ)の、信頼性に問題があり、これ以外については、異常検知システムの各要素が全く正常に動作している場合を想定すると異常検知システムの出力に、次の諸ケースが考えられる。

case	システム出力	センサー系	プラント	
1	0	0	0	
2	1	0	1	0 正常
3	1	1	0	1 異常
4	1	1	1	

いうまでもなく、異常検知システムの本来の要請は、case 1、あるいは case 2 のみが起り得ることにある。しかしながらセンサー系の信頼性が十分でなければ、case 3、あるいは case 4 も起り得るものでこの場合これらの各ケースを区別し、適切な処置を施す機能を備えていなければ、異常検知システムの存在が、プラントの誤操作にもつながりかねないことが明らかである。すなわち、case 3 ではセンサー系の異常を認めて、これに対する処置を外部に要求すると同時に、異常検知システムの動作を規制する必要がある。一方 case 4 は、プラントの異常が原因で、センサーに異常を来たときあるいは、その逆のときに起り得るもので、このときは、センサーの異常検出よりも、プラントの異常検知が優先するので、これらの case についての、処置の明確化を行なうシステム構成が必要である。

システムの構成要素

異常検知システムの概略を第2.3.1図にプロックダイアグラムで示す。



第2.3.1図 異常検知システムの概略

以下に各構成要素について要求される性能を検討し、次にシステムの具体的実現方法について述べる。

2.3.2 ディーゼルプラント監視用電算機

すでに2.3.1項で述べたごとく、ディーゼルプラントの集中監視のために用いられる電算機に対する要求性能としては次のものがある。

- 1) リアルタイムでプロセスデータに関する演算処理を行なう。
- 2) 異なる種類の信号あるいは、各種レベルの信号を同時に入出力する。
- 3) 信頼性が十分であること。
- 4) プラントとの結合による経済性の向上。

これらの諸条件は一般の電算機においても、その適用範囲を拡げるため重要な因子となるので、これが小型電算機の急速な発展の動機づけとなり現時点ではプロセス用の小型電算機が各電算機メーカーによつてそれぞれ生産されており、その多くがディーゼルプラントの集中監視に対して適用可能である。すなわちこれらの電算機は次の共通的特徴をもつている。

i) 語構成が短かい。(12～24ビット)

これはもちろん、経済からの要請であるが、プラントの監視のために取り扱う情報の種類および量に自ら限りがあるので、データ精度を損ねない範囲で語構成ビット数を小さくしてもデータ処理上問題は少ない。したがつてこのタイプの計算機は、倍長演算機能をハードウェアとして備えることにより、主記憶装置および演算装置の負担の軽減を計つているものが少くない。

ii) 主記憶装置の容量が小さい。

i) 考え方と同じで、語構成が短かければ、必然的にコアの容量は小さくなる。

iii) タイムシェアシステムの採用

どのような計算機においてもその利用効率向上のためには、タイムシェアシステムを探らねばならないが、プラントにおける諸変動量の同時監視のためには、不可欠な要素である。

iv) データチャネル装置の充実

iii) と同様の要素をもつているが、具体的には、演算処理とデータ転送の場合についてのコアへの信号経路を分けるもので、電算機の演算処理を妨害することなく、データ転送を可能にする機能をハードウェアとして備えていることが望ましい。

v) リアルタイム入出力機器の整備

ディーゼルプラントに関する検出諸量を電算機に入力し、電算機による演算処理結果を出力する操作をリアルタイムで実施するためのインターフェイスであり、アナログ入出力のための、マルティプレクサおよびA/D, D/A変換器ならびにデジタル入出力機器と、これらの制御機能を備えていることが不可欠である。

vi) 外部割込機能

プロセスからの多数の入出力要請をさばくために、優先割込によつて電算機の処理内容を外部からコントロールするもので、通常計算機と異なる点は少ないけれども、プロセス側割込を多くしなければならぬ点が特色である。

vii) I/O化

これは必ずしも小型電算機の特色ではないが、I/O化によつて電算機の信頼性ならびに計算速度は向上するので、特に外部環境の悪い場所でも信頼性の低下を招くことが少ない点が注目される。

viii) 補助記憶装置

経済的要請から語構成ビット数を小さくすると、メインコアの容量を小さくせざるを得ないので、プログラムあるいはデータ類を格納するための、なんらかの補助記憶装置が必要と思われる。その他、キーボードプリンタのごとく、電算機を外部からコントロールするための入出力装置、および data logging のための、タイマライタ等がとりつけられ、これらがオンラインで、動作可能であることが望ましい。このように、ディーゼルプラントの集中監視

システムを構成するための電算機のハードウェアに要求される条件は電算機本体の発達の方向に沿つたものであり、電算機種の選択にあたつては結局、船用機器に対して不可欠な要件である次の観点からの十分な信頼性を有することが重視されるべきである。

- i) 経年変化に対する安定性
- ii) 耐衝撃、耐振動性
- iii) 溫度変化に対する安定性
- iv) 耐湿性

2.3.3 検出器

(1) 検出器の選択方法

集中制御システムではプラントの異常はすべてトランスジューサから送られる信号によつて発見されるので、トランスジューサの選択が、重要視されることはいうまでもないが、それには大きく分けて二通りの考え方がある。その第一は監視しようとする異常原因と、一对一にトランスジューサを割り当てる方法であり、容易に想像されるようにこの方法では、必要とするトランスジューサの数が非常に多くなる可能性がある。第二の方法は起り得る各種異常動作の機構を分析し、代表的な量についてのみトランスジューサを備え、この情報が異常値を示した場合、異常機構に関連する諸量を追跡検討し異常の原因を検索する方法であつて、この系では起り得る異常の同定を行なうために要するトランスジューサの数を最小になし得るけれども現在までにディーゼル機関の異常動作のすべてが解明されているとは思えないので、完全な identification ができるとは限らないし、仮りにこれができるにしても信頼性のあるトランスジューサの開発がなされていない等の理由によつて、第二の方法のみによつて異常検知のためのトランスジューサを配置することは好ましくない。それゆえ現時点ではこれらの二方法を結合したシステムとなる。

(2) トランスジューサの種類 (2.5.2 項参照)

2.3.4 入出力機器

プラントの異常検知システムにおいては電算機に対する入力の多くがアナログ量として得られるのは、トランスジューサの性質上、当然であるがその出力の多くが、デジタルタイプであることが一つの特色である。異常検知システムの出力は表示または警報という形で行なわれるのが普通の形であるからである。入出力装置の設計にあたつて I/O 操作の円滑を期し、システムの完備性を維持するために、特に次の諸点に考慮が払われる必要がある。

(遠隔処理装置)

実船ではコンピュータの設置場所が、ディーゼルプラントに近接しているとは限らないため、一般に入力信号線が、相当長くなる可能性があり、このため信号に対する雑音レベルの増加、船内配線の不便等が生ずるので、プラントに近接した位置にマルティプレクサーと A/D 変換装置を設け信号搬送素線数の減少を計ると同時に外来雑音の混入を除くことが望ましい。

(検出器の診断)

i) A/D 変換器のチェック

既知の基準電圧を入力し、A/D 変換された数値をタイプライトによつて打ち出す。場合によつては比例的に定めた数ステップの電圧を読み込み、これの直線性をチェックすることもできる。

ii) 外部機器のチェック

外部機器（たとえば歪計等）の電源電圧、その他要所の電圧値を読み込みタイプライトにて打ち出すかあるいは、電圧値が基準値以内にあるかどうかをチェックして、結果を表示または警報する。

iii) 外部配線の断線、短絡等に関するチェック

測定用検出器系統と別に基準電圧電源を設け、外部配線の抵抗値を測定し、これを初期状態と比較し結果を表示またはプリントする。このためには、検出器から電算機への入力経路を別に設ける必要のある場合が多く、従つて、

この回路を電算機側から開閉するためのデジタル出力を要する。

(検出値の手動設定)

異常検知システムにおいては、プラント情報はすべて自動的に電算機に入力されることが望ましいけれども、不意にトランジスタが故障したり、機器に変更が加えられたりした場合、応急的な措置を行なうことが必要で、このためデジタル入力によるデータ設定を可能にする入力系が要求される。たとえば、温度計等の指示値に問題がありかつ、その修復にある程度時間を要するなどの事態の発生によって異常検知システムの性能に欠陥を生じたとき、これを修復するために、コンピュータシステムの機能を一時的にでも、停止させることは好ましくないので、オンラインシステムに、この修復機能を付しておく必要がある。これを実現するためには種々の方法があり得るので、代表的な例について検討してみると、たとえばなんらかの手段で、検出すべき量の、値が確認されるものとすれば、これを外部でデジタル入力装置に設定し、スキャニングによって入力してやればよいと考えられる。

この際、電算機に与える information の内容は、

- i) 代替操作を電算機に要求する information.
- ii) 代替しようとするデータのアドレス。
- iii) 代替のためのデータ数値

であつて、このうち前二者は異常検知システムがこれを取り扱うよう、あらかじめ、デザインされていなければならぬことはいうまでもない。

さらにこの方法をとるためには、検出データの数値が他の方法で測定できることが前提条件であり、かつ、設定される量は入力データそのものであるよりもむしろ、他の健全な検出器で得られる値から導くようデザインしておき、たとえば係数値だけを入力することが望ましく、このようにすれば機関運転状態の変化に伴なつて設定値を頻繁に変更する煩わしさを免れることができる。

(条件の設定)

プラントデータのうち、自動的に入力されない量についてある程度まで手動で設定する必要があり、この入力には、たとえば logging data のプリントに関する記事などで、次の種類がある。

日付、天候、海象、船位等

運転条件

部品取り換えに関する記事等

これらの諸データをたとえば、Keyboard から入力することができるので、この入力手続きを容易にするようなシステムの確立が重要である。

以上の検討によつて、ディーゼルプラント監視用の電算機入出力機器の最小の構成を記すと第 2.3.1 表のごとくになる。その他、たとえば、システムシェネレーション、ソフトウェアメンテナンス等の操作を考えると、紙テープ、リーダおよびパンチヤを附属せしめることが望ましい。

第 2.3.1 表 入出力機器の構成

入出力機器	用途
I) データ処理 I/O プリントキイボード 出力タイプライタ	プリント記事読み込み、随時指令 作表、プリント
II) プロセス I/O アナログ入力 デジタル入力 インターフェース入力 デジタル出力	プラントデータ入力 コード設定、定数設定、プラント入力 入力指令、出力指令 表示、警報

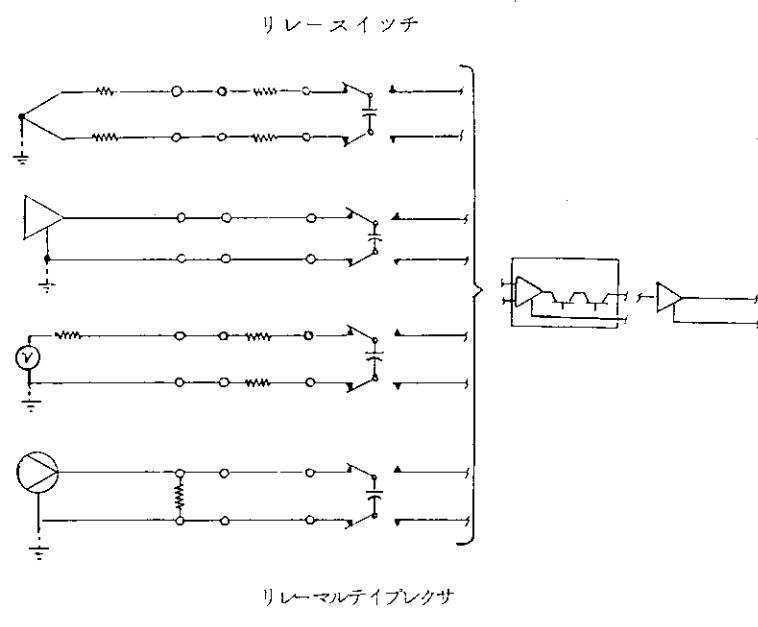
アナログ入力

ディーゼルプラントのデータのほとんどはアナログ量として検出されるので、これらをデジタル量に変換し、電算機に入力するためのマルティプレクシングおよびA/D変換機能が必要とする。高い入力速度を得るためにには半導体素子の、マルティプレクサを使用すればよいが、一方半導体スイッチ回路が、信号の精度を損なうことなくこれを伝送するためには、信号が十分高い電圧レベルを持つことが必要でそれゆえ、熱電対のごとく、低い電圧レベルを持つ信号を、入力するために半導体マルティプレクサを使用することは必ずしも得策ではない。さらにこれらの検出量は、その値の時間変化が十分ゆるやかであるので、必ずしも高い入力速度をとらなくてもよい等の理由によつて、特別に速いサンプリング速度が要求される場合を除いて、

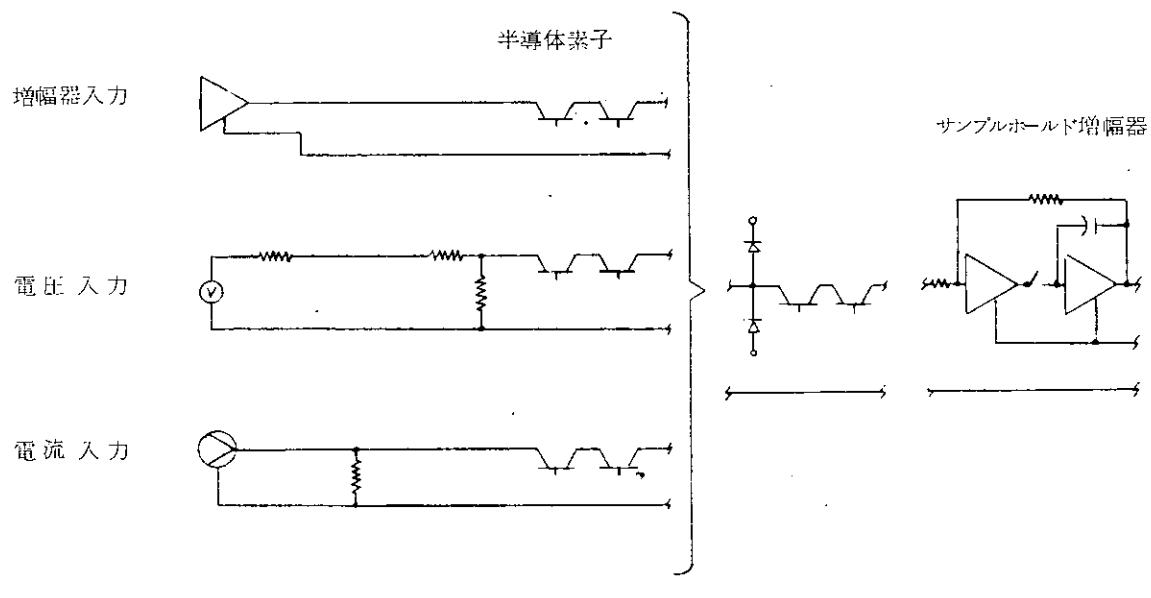
リレーマルティプレクサを使用することになる。

しかしながら、たとえば、シリンダ圧力計による信号のように、機関の一回転の間に多数のサンプリング値を必要とする場合には、半導体マルティプレクサによらねばならず、かつ、マルティプレクサ入力のために、信号レベルを十分高くなるよう前処理を行なつておく必要がある。

第2.3.1図および第2.3.2図にそれぞれ低速および高速アナログ入力装置の例を示す。



第2.3.1図 アナログ入力装置



第2.3.2図 高速アナログ入力装置

2.3.5 バックアップ方式

ディーゼルプラントの、集中監視システムが効果的に動作するためには、監視システム自体が、完全な信頼性を保持することが不可欠の条件であるけれども、デジタル電算機を中心とする集中監視用機器のほとんどが、まだ船用機器としての十分な信頼性が実証されていない段階であるので、これら機器について逐一試験を行ない、その問題点を抽出すると同時に、結果を効果的にフィードバックしてその信頼性向上を計ることが、急務であると思われる。

一方、このような背景で電算機に処理をまかせる集中監視システムに対する適切なバックアップ方式はどのようになるかを判断することは、困難であつて、たとえば仮に電算機の故障をある程度まで見越して、複数個の、電算機を搭載すると決めたところで、本質的な解決にはなり得ない。なにゆえならば商船についてのコンピュータ搭載の実績が十分でないため、そこで起り得る電算機の故障の原因がことごとく、明らかにされているとはいえないからである。それゆえ、現時点においては、プラントの監視項目のうち、警報を必要とする程度の重要な異常検知項目について、アナログ方式によるバックアップを行なうのが適当であると考えられる。これは、最悪の場合でも従来の船舶におけると同程度のプラント性能を維持することができることを建て前とするもので、電算機による、集中監視方式をとつたために、起り得る誤操作ないしは、不必要的混乱を除去するために、初期の超自動化船においては避けることのできない要素であろうと考えられる。

2.4 システムの機能

ディーゼルプラントの集中監視システムに対する要請は人に代つてプラントを監視し、プラントの性能維持のために必要な情報を即応性のある形で乗組員に渡し、あるいは、これに基づいてプラントを制御することで、このためシステムはプラントの諸情報を自動的に入力し、これらをあらかじめ定められた手法によって処理プラントの異常箇所、原因の検知を行ない、この結果を緊急的に出力指令し、あるいはプラントデータを隨時、編集記録する等の機能を持つことが要求される。それゆえ、このような機能の内容を分析し、システムの持つべきソフトウェア上の構造について分析する。

2.4.1 異常の検出

(1) プラントデータの読み込み

プラントデータの読み込みはタイマの、指令によつて一定時間ごとにあるいは外部からの指令によつて隨時、行なわれる必要があるがこれらの処置はそれぞれのインターブートを契機として行なわれる動作であるから、ハードウェア的にインターブートを受けつける構成をもつと同時に指令内容がプラントデータの読み込みであることを識別して、これを実行するためのコーディングおよびソフトウェアの構造が必要になる。

これは次の要素によつて行なわれる。

- I) インタラブトの要求があることを検出し、これがプラントデータ読み込み要求であることを識別する機能。
- II) 実行中のプログラムに、インターブート動作を行ない、かつ、インターブート処理後電算機処理内容を元に復する機能。
- III) インプット機器を駆動し、プラントデータを、順次コア内の一定のロケーションに転送する機能。

(2) データ変換

電算機内に読み込まれたデータに対して、直接異常検出の操作を行なうことも可能であると考えられるけれども、異常検知システムの動作を検討する段階でこれを読みることは必ずしも好ましくない。電算機内に読み込まれたデータはより変換器のフルスケールを基準に定められた値の二進法のビット表示であり、一方プラントの異常検出のための諸設定値は一定の物理量の値であつて、これらを比較するために後者の表示形式を調整するものとすれば、後者のデータの入力に不便を生ずるなりでなく、異常検知システムの動作を検討する上にも困難を伴なうことが予想されるからである。したがつて初期の段階ではなるべくデータ処理の各ステップにおいてシステムの性能が確認できるような方式をとることが有利であり、それゆえ、異常検出の各ステップの、妥当性を通常の物理量表示で検討するので、

電算機に読み込まれたプラントデータの値を物理量表示に変換することが必要である。この目的に使用されるソフトウェアには次のものがある。

i) 読み込まれたデータを電圧値に変換するもの

ii) 電圧値を有意的物理量に変換するもの

熱電対起電力特性

圧力ピックアップ、感度特性

その他検出器の感度特性

iii) データリダクション

平均値、最大値、標準偏差等の算出

複数位の測定値を結合して有意量を得る。

(たとえば トルク × 回転数 = 馬力)

高速アナログ入力のデータリダクション

iv) アリスマティック・サブルーチン

これらの操作を行なうためのプログラムは、場合によつてはその容量が大きくなり、また異常検出の速度に影響をもつことも考え得るので効率のよいプログラムを工夫することが必要である。この観点から検討の進んだ段階ではたとえば、コンパレータを用いて、データ入力時に異常検出を行なう方法等によつてデータ変換に要するストップ数の減少、処理時間の短縮を計ることを検討することが望ましい。

(3) プラントの異常検出

プラントの異常箇所および原因の検知のためには、まず、プラントの諸データにおける異常を検出しなければならない。そして、異常検出操作は常に検出器が健全であることを前提にしているので、実船においては、なんらかの手段によつてこれを立証するための操作がプラントの異常検出の操作に先立つて行なわれなければならないことは明らかであるけれども、これは2.3節に述べたハードウェアを備えさらに少數のソフトウェアを追加することによつて比較的容易に実行できると思われる所以、ここでは特別に検討を要しない。したがつて有意量に変換されたデータからプラントの異常を検出する手段を検討するにとどめる。

データが異常であることを判断するためにはおのれのデータについて判定基準が必要であるので、各データについて機関が正常な状態で運転されているときにとる値を、基準値として設定し、データがこの基準値から一定限度以上、離れた値をとるとき、異常と判別することが考えられるので、この一定限度の値を、異常判別偏差基準値あるいは、単に偏差基準値と呼ぶ。さらにディーゼル機関においては、その構造上から各シリンダ毎に独立に、異常が発生する可能性があるので、この種の異常に対しては、検出データの値を他のシリンダのそれと比較して、検討することが考えられ、

これを行なうには各データを全シリンダにわたる平均値と比較することが適當と思われる。すなわち、この場合も平均値からの偏差基準値を設け、測定データの平均値との隔たりが、この値を越えるとき、異常を検出することになる。これらの手続きにおいて、基準値および偏差基準値の諸量は機関が、運転される実際の条件下で測定された値を参照して定められる量である。上記の基準値はたいていの場合機関の運転条件によつて異つた値をとり、たとえばこれらは大略的には軸馬力の関数で与えられ、場合によつては海水温度、大気温度等の影響を、考慮に入れて定めることができその算定要領を第2.4.1～2.4.3表に示す。

表中の関数形は、実際的には次数の低い多項式あるいは折線で近似され得る場合が多いので、各種正常運転状態における諸量の実測値を整理し、最小自乗法によつて多項式の係数を求めて、これを基準値算定係数として、設定することになる。このようにして求められた基準値の、標準偏差が測定データの異常判定のための偏差基準値を与える尺度になる。すなわちある検出項目について測定値と基準値との隔たりが基準値の標準偏差を、十分上回った値をとる

とき、異常の検出を行なうよう偏差基準値を選定し異常検知システムに混乱を来さないよう設計する必要がある。

結局、プラントの異常検出を行なうためにシステムが備えるべきソフトウェアには次のものがある。

- I) 基準値算定テーブル
- II) 偏差基準値テーブル
- III) 基準値算定サブルーケン
- IV) 異常を検出する機能
- V) 検出項目をスキヤンニングする機能

第 2.4.1 表 基準値算定要領一覧表 (その 1)

番号		基準値算定要領
1	シリンダ内圧力 1-1 シリンダ内最高圧力 P_m	$P_m^* = f(BHP) = f_1(T \times N)$ (あるいは $P_m^* - P_c^* = g(N)$)
	1-2 シリンダ内圧縮圧力 P_c	$P_c^* = f(BHP) = f_2(T \times N)$
	1-3 図示平均有効圧力 P_i	$P_i^* = f_3(T)$
	1-4 P_{max} のえられるクランク角 θ_m	$\theta_m^* = f_4(N)$ (実際での程度の変化をつかめるかが問題)
2	シリンダ出口排ガス温度 T_e	$T_e^* = f(BHP) + C_1(T_s - T_{so}) + d_1(T_o - T_{oo})$ $= f_5(T \times N) + C_1(T_s - T_{so}) + d_1(T_o - T_{oo})$
3	燃料噴射圧力 (最高値) IP	$IP^* = f_6(N)$
4	シリンダ壁温 T_w	$T_w^* = f(BHP) + C_2(T_s - T_{so}) + d_2(T_o - T_{oo})$ $= f_7(T \times N) + C_2(T_s - T_{so}) + d_2(T_o - T_{oo})$
6	冷却水シリンダ出口温度 T_{CYL}	$T_{CYL}^* - T_{CYLin} = f(BHP) = f_8(T \times N)$
7	ピストン冷却油出口温度 T_{PCO}	$T_{PCO}^* - T_{PCOin} = f(BHP) = f_9(T \times N)$

第 2.4.2 表 基準値算定要領一覧表 (その 2)

番号		基準値算定要領
8	ターボ回転数 N_T	$N_T^* = g(BHP) = g_1(T \times N)$
9	ターボ吸込フィルタ差圧 ΔP_f	$\Delta P_f^* = g(BHP) = g_2(T \times N)$
10	掃気冷却器 (空気側差圧) ΔP_{ac}	$\Delta P_{ac}^* = g(BHP) = g_3(T \times N)$
11	掃気冷却器出入口空気温度 T_{aef} T_{aaf}	$T_{aef}^* - T_{aaf} = g(BHP) = g_4(T \times N)$
12	掃気冷却器出入口海水温度 T_{SWbef} T_{SWaft}	$T_{SWbef}^* - T_{SWaft}^* = g(BHP) = g_5(T \times N)$
13	ターボプロア側 LO 温度 T_{TLB}	$T_{TLB}^* = g_6(N_T)$
14	ターボタービン側 LO 温度 T_{TLT}	$T_{TLT}^* = g_7(N_T)$

第2.4.3表 基準値算定要領一覧表(その3)

番号			基 準 値 算 定 要 領
1 6	燃料油フィルタ前圧力	P _{FB}	$P_{FB}^* = \text{const}$) $P_{FB} - P_{FA} < (\Delta_d^\circ)$
1 7	後 "	P _{FA}	$P_{FA}^* //$
1 8	潤滑油入口圧力	P _{LO}	P _{LO} [*] //
1 9	ピストン冷却油入口圧力	P _{Pco}	P _{Pco} [*] //
2 0	清水入口圧力	P _{FW}	P _{FW} [*] //
2 1	燃料弁冷却油入口圧力	P _{FV}	P _{FV} [*] //
△(22)	ターボ LO ポンプ吐出圧力	P _{TB}	P _{TB} [*] //
△2 3	カム軸 LO 入口圧力	P _{CS}	P _{CS} [*] //
△(24)	ガバナアンブリフアイア用油圧	P _{GA}	P _{GA} [*] //
2 7	調速ハンドル	HN	$HN^* = g(T) \text{ or } g(N)$ ガバナ制御の方法による。
2 8	掃気圧力	P _S	$P_S^* = g(BHP) = g(T \times N)$ $(P_c^* + 1) / (P_S^* + 1) = \text{const}$
3 1	清水入口温度	T _{cyclin}	T _{cyclin} [*] = const (温調弁が設けられている場合)
3 2	潤滑油入口温度	T _{pcoin}	T _{pcoin} [*] = const (//)
3 3	燃料弁冷却油入口温度	T _{Fin}	T _{Fin} [*] = const T _{Fin} [*] //) $T_{fout} - T_{Fin} < (\Delta_d^\circ)$
3 4	出口 "	T _{Fout}	T _{Fout} [*]

(4) 診断による異常個所、原因の検知

プラントの異常検出結果をもとにして、異常個所、原因を検知する操作が診断であるが、元来、機関に起り得る異常のあらゆる原因を想定することは不可能であり、また、これを検知することも実用上必ずしも重要ではないので、検出すべき異常の個所および原因をあらかじめ選定しておきこれを検索することになる。

検索の方法には大きく分けて2種類あつて、その第1はたとえば Decision tree と呼ばれる論理ネットワークをたどつてゆく方式である。この方法では各検出量に関する異常のテストの結果によつて次にテストせられるべき検出項目が定められるので異常個所および原因を同定するに要する判断のステップ数(テストされる検出項目の数)が異常原因によつて異なることが特色である。しかしながらこの方法のみによつてプラントデータの全部を洩れなくテストするためには多くの検出項目を起点とする。Decision tree をたどる必要があり、一般にプログラムが著しく長くなる可能性がある。

一方、第2の検索方法はいくつかの定められた検出項目の組合せに従つて Fault dictionary と呼ばれる異常検知項目のリストを指定する方法で、テストのステップ数が一定していることが特色であり、この方式によつて多数の検出項目をテストすると現実には起り得ない検出項目の組合せが生じ得るので Fault dictionary の入口処理が面倒になる可能性がある。

したがつて、これら両方式を適切に結合し、たとえば Fault dictionary を Decision tree の起点にするなどの方法により診断プログラム全体としての効率の向上を計るべきであると考えられる。このような診断プログラムによる処理の最終到着点をプログラムデステイネーションとして、これで異常原因コードのアドレスを指定すればプラントの異常状態の内容が完全に表示されることになる。

しかしながら、これらの診断論理は異常原因を想定して組み立てられているため、必ずしも100%の確度で異常を検知し得ない可能性があり、これらはシミュレーションおよび実物テストを経て改良されてゆくべきであると考え

られる。

たとえば、全く独立な二つの原因によつて二箇所に同時に異常が起つた場合の診断結果が正しい判断を与えるか否かはシミュレーションによつて検討、改良されるべき性質のものである。

以上の結果を総括すると診断の機能は次の要素によつて構成される。

- I) デンジョントリー
 - II) フォールトディクショナリー
 - III) プログラムデステイネイション
 - IV) 異常原因コード
- (5) 出力指令

すでに記したごとく現段階では異常検知結果を直接制御に結びつける必要はないので出力はすべて表示または警報という形で行なわれる集中監視システムが異常検知結果を出力する手続きは次のステップによつて行なわれる。

- 1) 診断プログラムが指定したアドレスの内容を出力用コードに変換する。
- 2) これを出力テーブルに転送する。
- 3) 出力テーブルの内容を出力装置に転送する。

2.4.2 編集記録

プラントの集中監視システムに要求される重要な機能の一つにプラントデータの logging, すなわちプラントの長期的保守計画の実施がある。電算機搭載船では異常検知システムがプラント常時監視を行なつてるので電算機の空き時間を利用してこのデータを適切な方法で編集記録することによつて、これを従来行なわれ得なかつた程度の高度の保守計画に利用することができるので電算機搭載の経済的效果をさらに助長することができるとする考え方がある。

そこで logging 操作を電算機に行なわせることによつて従来方式では実現困難であつた期待される効果を検討するとまず次の諸点が挙げられる。

- 1) 機関の正常な運転状態における資料が自動的に集積される。
- 2) 機関の性能に変化があればこれを検出することができる。
- 3) 異常検知システムが動作した場合（なんらかの異常を発見しこれを出力した場合）この裏付けとなるデータが得られるので機関状態の異常に関する詳細な分析が可能になる。
- 4) 1) および 3) によつて異常検知システムをより完全な形に改良することが可能になる。
- 5) 機関の最適運転のためのデータが得られる。
- 6) 結果を機関のメーカーにフィードバックすることによつて機関の改良につながる。

データのロギング作業は従来も行なれておりその結果は主として乗組員による機関のメンテナンス面に活用されていたものと思われるが、電算機による集中監視システムを行なわせることによつて、機関状態に関するより客観的かつ系統的な情報の供給が可能になり、従来ともすればなむざりにされたデータの詳細な分析を行なうことが容易になることが予想されるので、このシステムを適切に運用すればたとえば機関性能を系統的に追跡調査し経年変化の傾向を知りその結果を利用して機関の早期保守を可能にすることなどの効果が期待される。

集中監視システムが供給する情報は、従来のデータロガーによる採取データのみならず、乗組員が直接利用できるよだや形に整理した結果を持つことが望ましく、たとえば従来の直視式あるいは直記式装置では望み得なかつたトレンド解析結果等をこれに含ませることも考えられるのでロギングデータとして項目を選定するにはさらに詳細な検討を要するものと思われる。

次に編集結果の出力のタイミングとしては次の事項が要求される。

- I) 一定時間ごとのサンプリング

毎日放題記録し、機関状態のトレンド解析に供する。

Ⅲ) 異常検知システムが動作したとき

異常検知システムが異常を表示し、あるいは警報を発したときの機関状態を分析検討するために用いられる。

Ⅳ) 隨 時

乗組員の要請によつて随時データの呼び出しを行なうことが必要。これらの各用途によつて最も適切な出力の様式があるはずであるが、そのいくつかについて検討した結果プリントおよび磁気テープを用いることが考えられる。

2.4.3 全体システム

上述のごとくディーゼルプラントの集中監視システムはプラントの異常検知ならびにプラントデータ編集記録を行なうもので、これらの操作が矛盾なくタイムシェアされるよう、統括するコントロールシステムが必要であり、これはさらにディーゼルプラント以外のシステムと矛盾なく動作しなければならない等の理由で、コンピュータシステム全体として取り上げられなければならない面がある。

それゆえディーゼルプラントの集中監視システムの範囲でコンピュータソフトウェアが持つべき機能を前述結果から要約すると次のとごとくになる。

1) プロセス I/O 処理

- インタラプト要求受付処理
- インプット機器駆動、データ読み込みならびに出力
　　アナログ入力、デジタル入力、デジタル出力、コード変換

2) データ変換

- 電圧値 → 物理量
- データリダクション
- アリスマティックサブルーチン

3) 異常検出

- 諸テーブル
　　基準値算定テーブル、偏差基準値テーブル、異常項目スキヤンニング

4) 診 断

- 診断プログラム
　　デイシジョントリリー、フォールドダイクショナリ、プログラムデステイネーション、異常原因コード

5) データプロセッシング I/O

- キイボード、タイプライタ
　　キイボードによるコメント書き込み、データ設定、出力タイプライタへのプリント機能、出力用コード変換

6) データロギング

- データ処理
　　トレンド解析プログラム
　　磁気テープ入出力処理
　　その他

7) タイマー

2.5 異常検知方式（実例）

2.5.1 異常検知項目

異常検知項目の検討に際し機関を次の系統に分類した。

1. 出力系統
2. 掃排気系統
3. 燃焼系統
4. 燃料系統
5. 軸受類
6. 冷却系統

各系統別にその生じうる異常現象、異常原因を列挙した。そしてそのための検出器および検出後に行なわれるべき処理を記している。

異常検出後の処理のうち“緊急”処理は、その異常が機関の重大な事故に関連し緊急な处置を要するもの。“随時”処理は、摩耗、汚れ等のごとく徐々に進行するものまたは定期的保守作業を行なうものを意味する。

具体的な処理内容は備考欄に記した。“緊急”処理は機関停止、減速の2処置が考えられるが、電子計算機の処理し得る内容は機関の減速までに限り緊急停止は行なわせないことにした。

これは電子計算機の信頼性、運転条件の多様性から減速以後の処置は運転者の判断にまかせるほうが好ましいと考えられるからである。なお必要に応じ警報（ブザー、ランプ等）、表示（パネル表示、プリンター表示）、記録（磁気ディスク、プリンター等）処置の指示等を行なうようにする。

第2.5.1表 異常検知項目

1. 出 力 系 統

異常検知項目	異常	異常発生後の処理		検出器	検知方法	備考
		緊急	随時			
1.軸馬力=回転数、トルクの異常				三井式 軸馬力計		
(U 1 調速機系作動不良)	回転数異常	○	—	—	論理判別	機関スローダウン、警報・表示
(U 2 天候、海象)	"	—	○	—	"	機関スローダウン、警報・表示
(U 3 船の旋回)	負荷大	—	—	—	"	
(U 4 船体抵抗の増大)	"	—	—	—	"	
(U 5 負荷異常減少)	負荷小	○	—	—	"	プロペラ脱落等、機関スローダウン、警報・表示

2. 掃 排 気 系 統

1.インタークーラー							
Q 掃気温度	温 度	—	○	熱電対	直 接	接	警報・表示
Q 1 海水温度低下	温 度 低 下	—	○	"	直接及び	論 理	"
P 2 インタークーラ空気側汚れ	差压、温 度	—	○	差压計	"	"	"
P 3 " 海水側汚れ	温 度	—	○	熱電対	"	"	"
P 4 海水流量低下	温 度 差	—	○	"	"	"	"
P 5 海水ポンプ作動異常	压 力	—	○	压 力 計	直 接	接	"

異常検知項目	異常	異常発生後の処理		検出器	検知方法	備考
		緊急	随時			
2. 掃気室	掃気孔汚れ又はつまり X 1 掃除空気漏洩 X 2 掃気通路汚れ又はつまり	掃気圧力	-	○	圧力計	-
		"	-	○	"	-
		"	-	○	"	-
	X 4, P 1, K 1 過熱、火災	温度	○	マイクロ・ディテクタ	-	機関スローダウン、警報表示、消火装置
3. 過給機	W 1 プロアインペラ、ケーシングの汚れ	圧力	-	○	圧力計	回転数 - 壓縮比 警報、表示
	W 2 プロア吸入フィルタの汚れ	差圧	-	○	差圧計	-
	W 3 タービンブレードの汚れ	回転数等	-	○	-	-
	W 4 " ブレード汚れ欠損	振動	-	○	振動計	-
	W 5 " ノズルの汚れ又はつまり	回転数等	-	○	-	-
	W 6 軸受焼損等	軸受温度 LO出口温度 オイルミスト	○	-	熱電対 オイルミスト ディテクター	-
	W 7 ラビリンスブッシュのつまり	-	-	-	×	-
4. その他	H 1 排気管漏洩	圧力	-	○	圧力計	-
	G 1 保護格子の汚れつまり	"	-	○	"	-
	S 1 排気背圧異常低下	背圧	-	○	"	-

3. 燃焼系統

1. 燃料噴射量異常	シリンダ圧力	-	○	指圧器	指圧線図	警報、表示
A 1 燃料弁アトマイザ閉塞		-	○		論理判断	
A 2 F.O.パイプ系エアー滞留		-	○		"	
A 3 " クラック発生		-	○		"	
A 4 F.O.ポンププランジャ等ステイツク		-	○		"	
A 5 F.O.ポンプ吸入弁等漏洩		-	○		"	
A 6 " 入口弁閉塞		-	○		"	
A 7 " プランジャ摩耗による漏洩過大		-	○		"	
A 8 燃料ポンプマーク不整		-	○		"	
O 1 カム軸チエイン伸び		-	○		"	
O 2 カム軸カッブリングずれ		-	○		"	
O 3 チエン歯車摩耗		-	○		"	
O 4 チエン緊張装置のゆるみ		-	○		"	
2. 壓縮圧力異常	-	-	-	指圧器	指圧線図	
F 1 プローバイ	ライナ温度	-	○	熱電対	-	警報、表示
I 2 排気弁漏洩	排気弁温度	-	○	"	-	"、機関スローダウン

異常検知項目	異常	異常発生後の処理		検出器	検知方法	備考
		緊急	随時			
F 2 ピストン冠焼損	-	-	○	-	論理判断	警報・表示
F 4 シリンダカバー、ピストンク ラック	冷却系温度圧力	○	-	-		検出方法を検討する必要
F 5 シリンダカバー取付面等の漏洩	-	-	-	-		
3.燃料噴射状態異常	排気温度等	-	-	-	論理判別	警報・表示
B 2 燃料弁アトマイザ孔径大	-	-	○	-	-	
B 3 " バネ作動不良	-	-	○	-	-	
B 4 " スピンドル作動不良	-	-	○	-	-	
B 5 " 取付ボルトゆるみ	-	-	○	-	-	
B 6 " 漏洩	-	-	○	-	-	
B 8 " アトマイザつまり	-	-	○	-	-	
4.燃料着火時期異常	-	-	-	指圧器	指圧線図	
C 1 燃料カム位置不良	-	-	○	-	論理判別	警報・表示
C 2 ピストン冷却油移送系不良	-	-	○	-	"	"
C 3 シリンダ冷却水移送系不良	-	-	○	-	"	"
D 2 燃料ポンプ不良	-	-	○	-	"	"
D 4 燃料弁不良	開弁圧	-	○	-	"	"
N 1 カム軸位置不良	-	-	○	-	"	"

4. 燃 料

1.燃 料							
M 2 燃料水分含有	P _i 減	-	○	-	論理	警報・表示	
M 3 燃料タンクレベル、供給ポンプ系異常	圧力	○	-	圧力計	-	機関スローダウン、警報表示	
M 4 燃料油フィルタ汚れ、閉塞	差圧	-	○	差圧計	-	警報・表示	
M 2 F.O.粘度上界	温度	-	○	熱電対	論理	"	

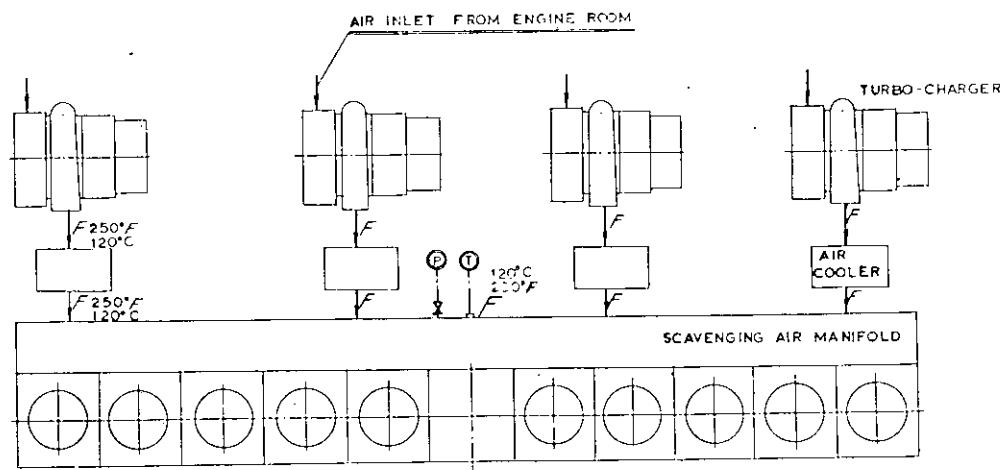
5. 軸受類

1.軸受類焼損							
Y 1 主軸受	焼オイルミスト	○	-	熱電熱及びオイルミストディテクタ	直接及び論理検出	機関スローダウン、警報表示	
Y 1 クランクピン軸受	"	○	-	"	"	"	
Y 1 クロスヘッド軸受	"	○	-	"	"	"	
Y 1 カム軸受	"	○	-	"	"	"	
Y 2 推力軸受	"	○	-	"	"	"	
" パッド	焼損、摩耗	○	-	"	"	"	
2.潤滑油							

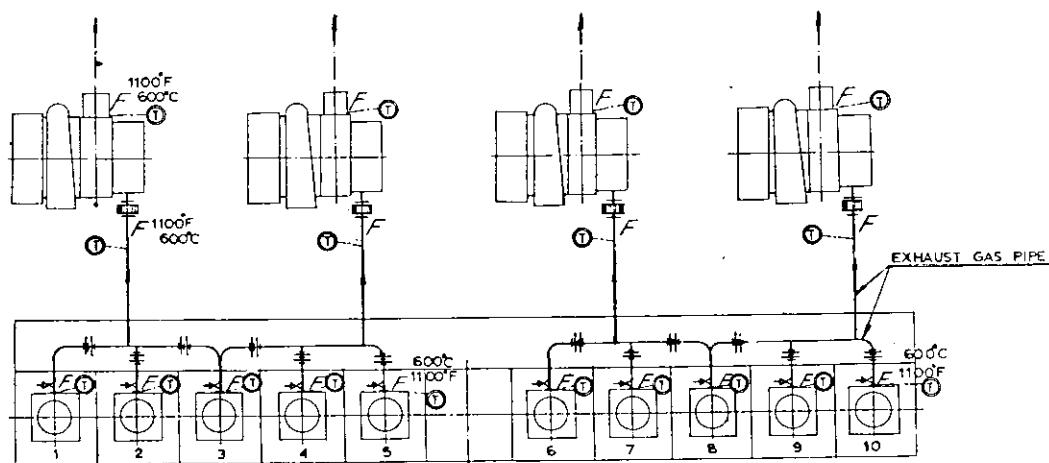
6. 冷却系統

1.ピストン冷却油							
O 7 入口、出口温度	温度	○	-	熱電対	-	機関スローダウン、警報表示	

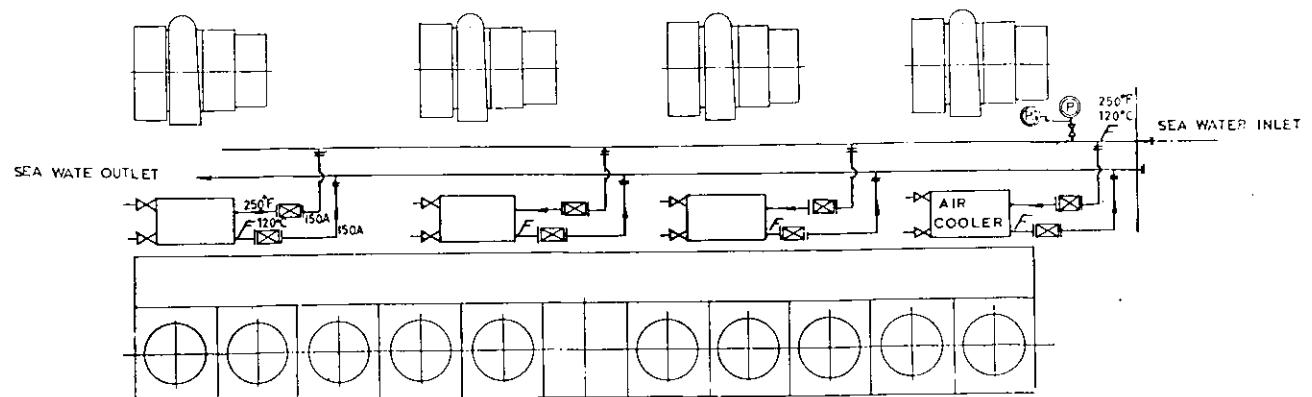
異常検知項目	異常	異常発生後の処理		検出器	検知方法	備考
		緊急	随時			
N 5 流量	-	○	-	ノンフロー検出	-	機関スローダウン、警報表示
2. シリンダ冷却水						
O 6 シリンダ冷却水温度低下	温 度			熱電対	論理判別	機関スローダウン、警報表示
N 6 // 流量不足	//			//	//	//



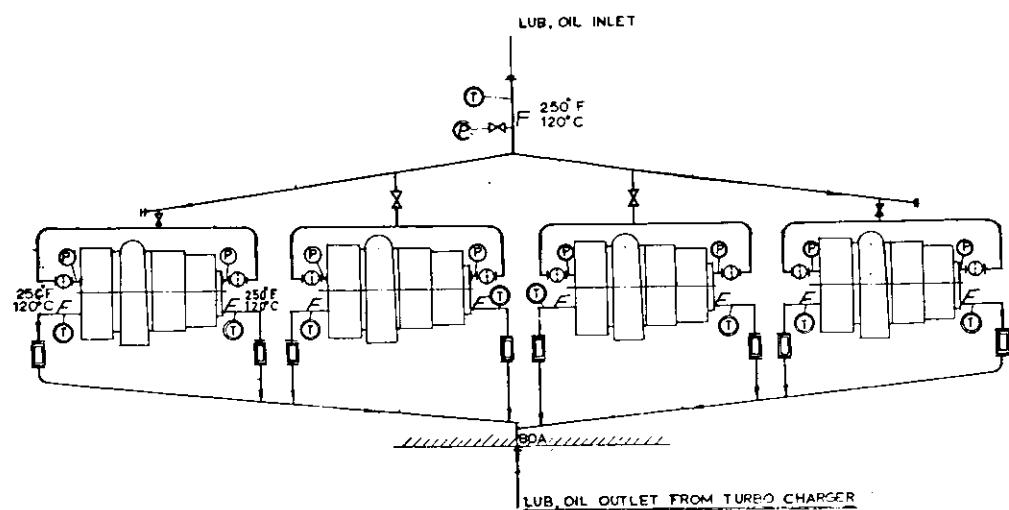
第2.5.1図 掃排気系統(1)吸入空氣系



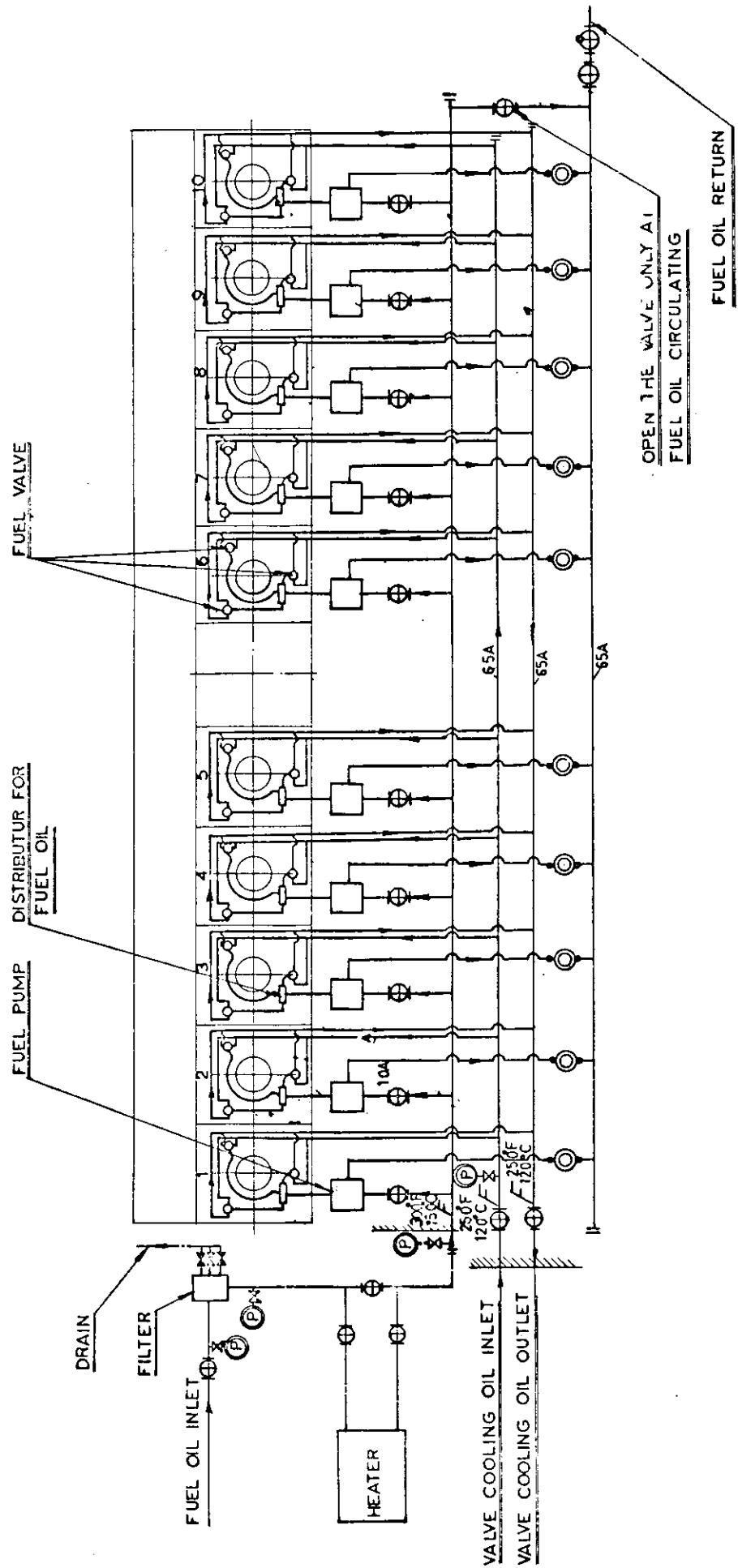
第2.5.2図 掃排気系統(2)排ガス系統



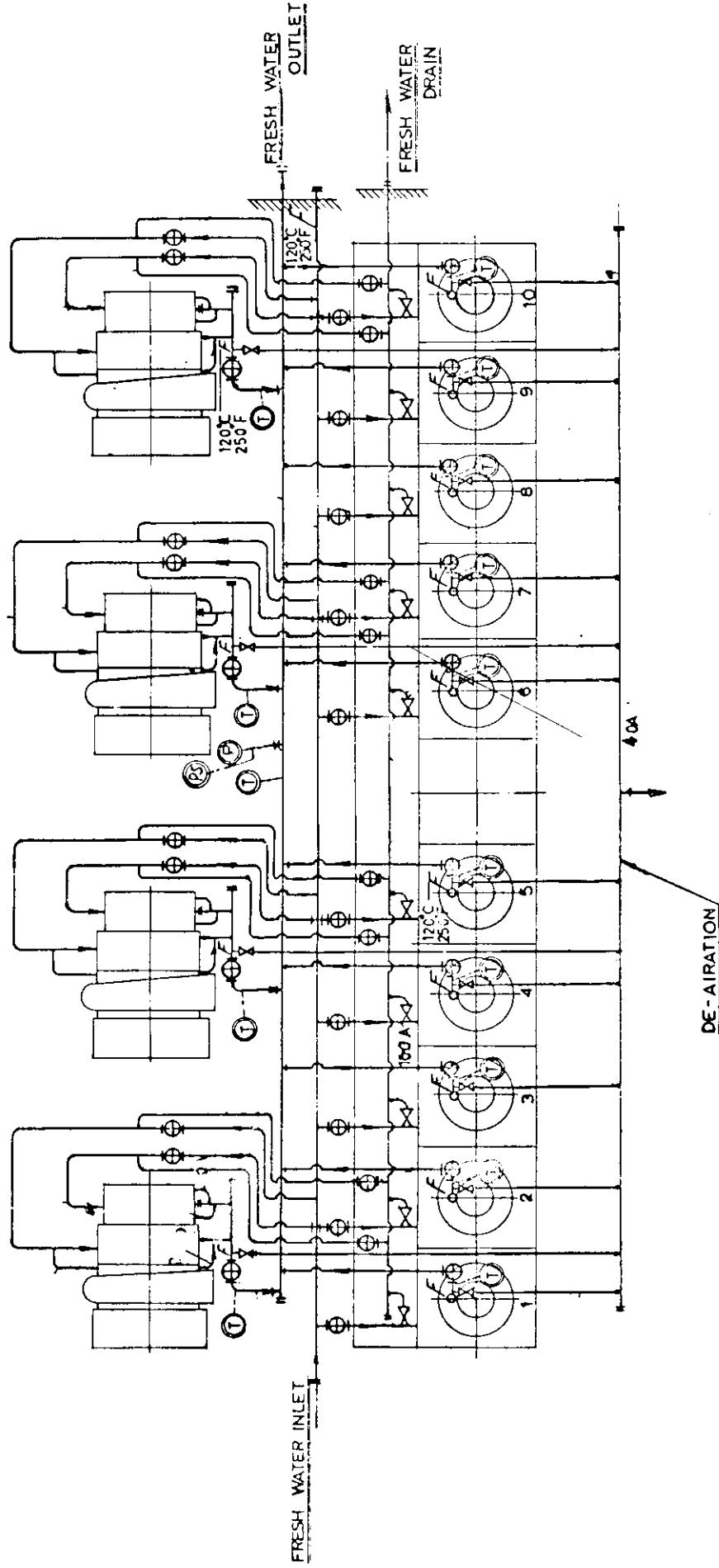
第2.5.3図 掃排気系統(3)冷却海水系統



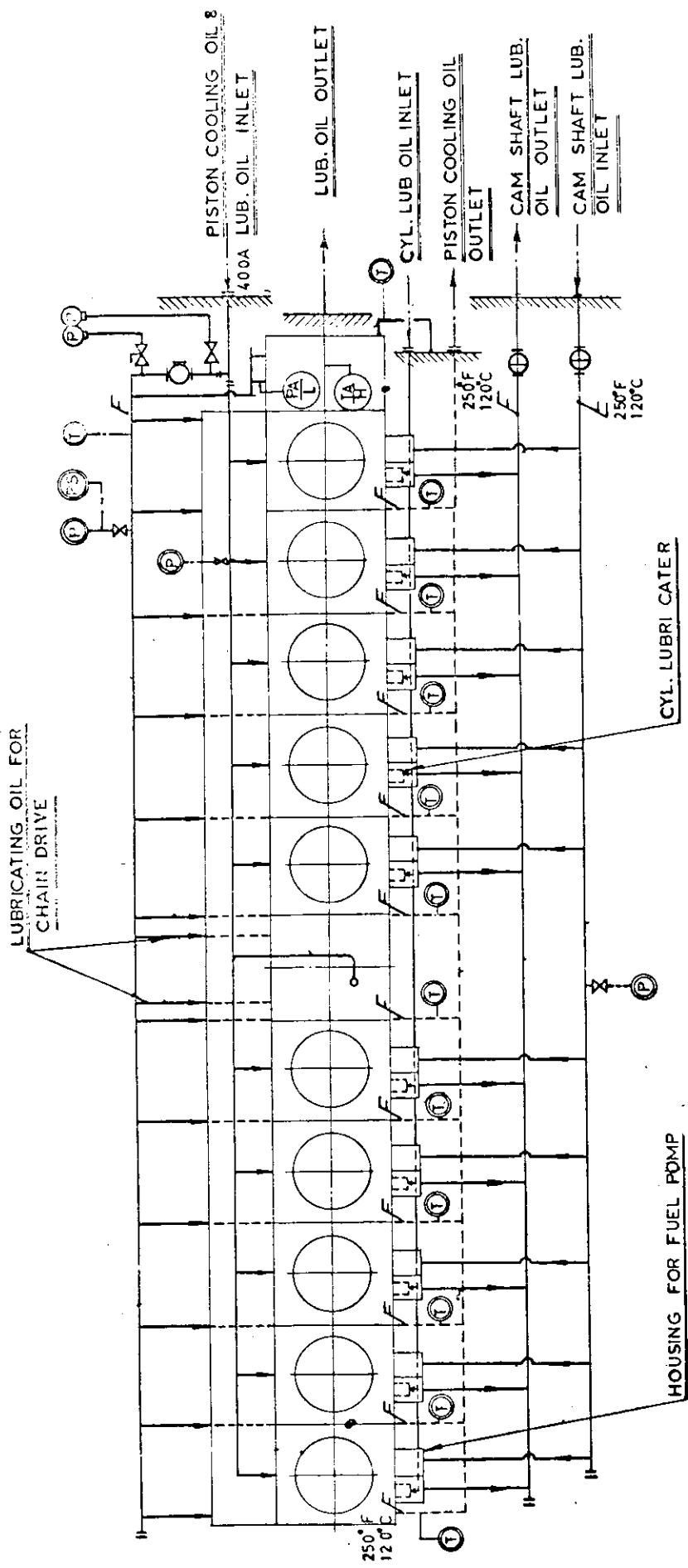
第2.5.4図 掃排気系統(4)過給機潤滑油系



第2.5.5図 燃料系統



第2.5.6図 冷却系統 冷却清水系



第2.5.7図 橋滑油系統

2.5.2 検出(入力)項目

各系統別の検出項目を次に記す。

第2.5.2表 検出項目

系 統 名 称	統 音 号	検 出 項 目	割 込 レ ペ ル ラ イ ン 格	常時監視 要否	監 視 ス キ ヤ ニ シ グ 隔 間	検出端型式	入力信号 記入範囲	精度 (%)	力		LOGGING の要否	重 要 度	備 考
									軸 馬 力 計	常用範囲			
出力系 統	1	機 関 固 定 数	N			軸 馬 力 計					1		
	2	機 関 トル ク	T			"					1		
	3	燃料ボンブマーチ	Pθ			ボテンショメータ					1		
排 氣 系	1	ターボ吸入フイルター差圧△Pf				微 差 圧 計			< 150 mm Aq	T			
	2	掃気冷却器(空気側差圧)△Pac				"				T			
	3	掃 氣 管 内 圧 力				圧力計(ダイアフラム)			< 2 Kg/cm ²	1			
	4	シリコンダム内ガス圧				" ("			< 100 Kg/cm ²	Z			
	5	過給機入口ガス圧 P _{EX}				" ("				T			
	6	" 出口ガス圧				" ("				T			
	7	" 冷却水出口温度				抵抗線式温度計			< 100 °C	T			
排 油 系	8	" 潤滑油入口温度				"			"	T			
	9	" " 出口温度 T _{LT}				"			"	T			
	10	" " " T _{LT} LB				"			"	T			
	11	機 関 室 温				"			"	1			
	12	掃 氣 温 度 ターラー _{出口}) _{△T_a}				"			"	T			
	13	" " 出口				"			"	T			
	14	" 排氣管内				"			"	1			
過 給 機 系	15	排 ガ ス 温 度 シリ ン グ 出 口				"			< 600 °C	Z			
	16	" 通給機出口				"			"	T			
	17	過給機潤滑油入口圧力 P _{PTB}				正 力 計	0.0 - 0.0						
	18	過給機回転数 N _T								T			

系 名 称	管 路 番 号	操 出 項 目	割 入 レ ベ ル ラ イ ン ホ ル	常 時 監 視 要 求 間 隔	ス テ ム 三 ヶ 所	検 出 端 型 式	入 力 信 号	読 込 範 囲	精 度 (%)	力 LOGGING の 要 求	檢 出 點 數	重 要 度	備 考
6.	4	セメント管冷却油出口(シリカ別) 温度	"	"	"	"	"	"	< 100°C	Z	1	1	
	5	" " (集合管)	"	"	"	"	"	"			1	1	
	6	冷却海水入口温度 T_FW11	"	"	"	"	"	"			1	1	
	7	" 出口(シリカ別)温度	"	"	"	"	"	"		Z	1	1	
	8	" " (集合管)	"	"	"	"	"	"		"	1	1	
	9	海水インターラー入口温度	T_FW12	"	"	"	"	"	< 50°C	T	1	1	
	10	" 出口 "	"	"	"	"	"	"		"	1	1	
	11	シリカ油ノンフロー	"	"	"	"	"	"	ON-OFF	Z	1	1	
	12	燃料冷却油入口温度 T_FW1N	"	"	"	"	"	"			1	1	
	13	" 出口 " T_FWout	"	"	"	"	"	"		Z	1	1	
	14	" 入口圧力 P_FWV	"	"	"	"	"	"	ON-OFF	"	1	1	
	15	1.0 クーラー海水入口温度	"	"	"	"	"	"			1	1	
	16	" 出口 "	"	"	"	"	"	"			1	1	
	17	海水クーラー海水入口温度	"	"	"	"	"	"			1	1	
	18	" 出口 "	"	"	"	"	"	"			1	1	
	19	燃料冷却油(水)海水入口温度	"	"	"	"	"	"			1	1	
	20	" 出口 "	"	"	"	"	"	"			1	1	

第 2.5.3 表 操 作 項 目

系 名 称	管 路 番 号	操 作 項 目	操 作 端 形 式	當該操作所要時間 最 大	適 正	最大許容操作 勾配(%/sec)	操 作直接判斷	備 考
1	1	機 傷 緊 急 停 止	"	"	"	"	"	
2	2	泄 開 ス ロ ー ダ ワ イ ン	"	"	"	"	"	
3	3	提 気 罐 消 火	"	"	"	"	"	
4	4	過給機クリーニング	"	"	"	"	"	
5	5	掃氣冷却器クリーニング	"	"	"	"	"	

2.5.3 異常監視システム

- ・異常監視システムは大別して次の機能を持つ。

- (i) データサンプリングおよび編集
- (ii) 異常検出
- (iii) 異常診断 — 異常原因、異常箇所の判定
- (iv) 異常の記録
- (v) 異常処理 — 機関スローダウン、警報・表示等

- ・異常監視システムは次の二方法により作動する。

- (i) 一定時間間隔
- (ii) アナログバックアップによる異常検出時

一定時間間隔に行なう異常監視とは、電子計算機に予め設定された時間ごとに監視を開始するもので、その時間は、異常の発生頻度、計算機の容量、計算機の処理内容により決定されるが、その大小により異常監視の効果、効率に影響を及ぼすので十分な考察を行なう必要がある。

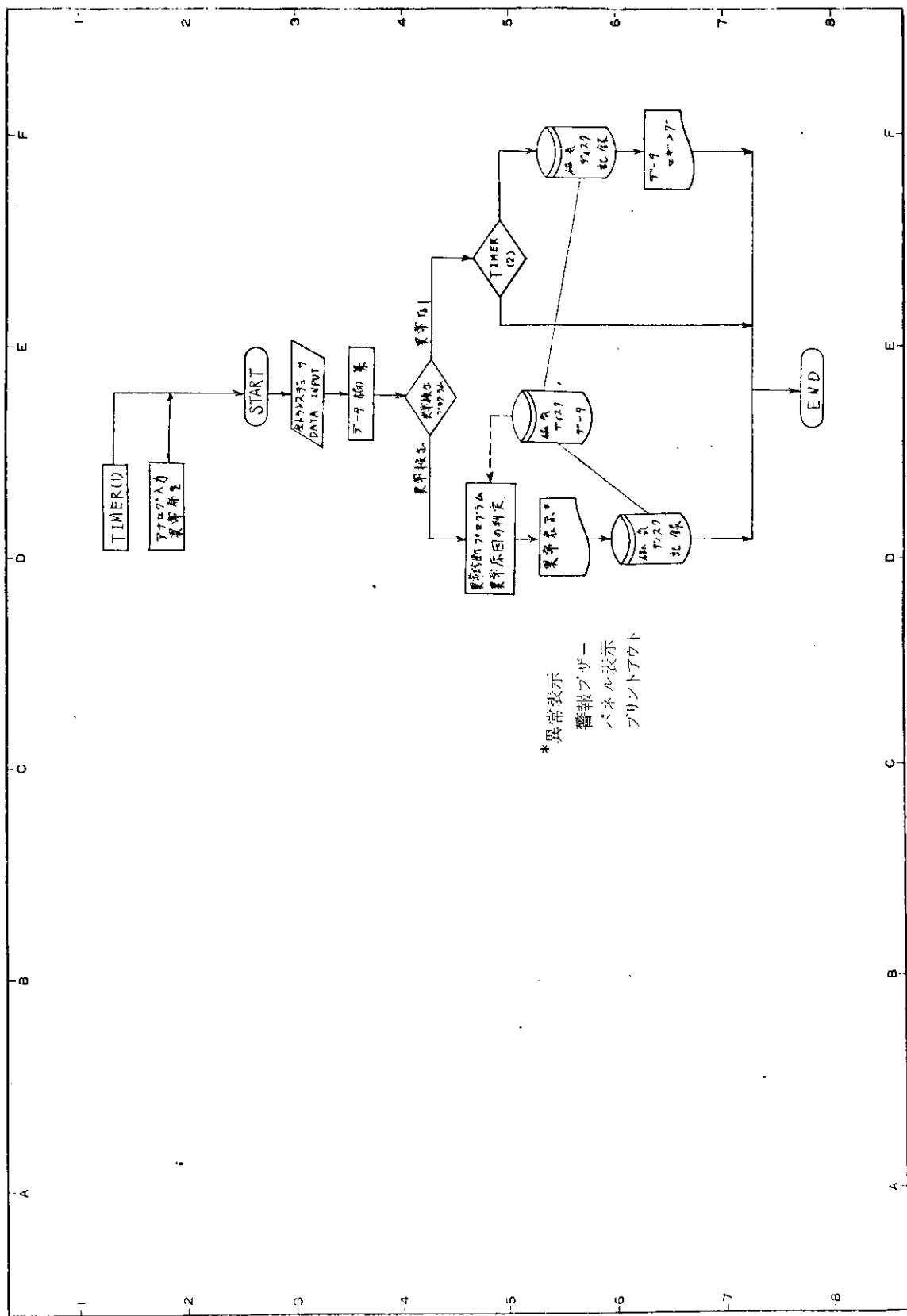
アナログバックアップにより異常が検出された場合、電子計算機に割込み信号を発し、異常監視システムを開始させる。それにより異常発生と同時に異常原因を探知し、その処理法を指示または計算機自身により処理を行なう。

一方、サンプリングされたデータは編集され、異常検出プログラムにより、基準値、標準偏差と比較され、全てのデータの異常・正常を吟味する。この場合、データサンプリング時の偶発的な誤動作等によるデータの異常と実際の異常状態の発生とを識別するため、3回サンプリングを行なう。そして、2回以上同じ結果を得ることにより、そのデータの状態を確認し異常発生の有無を判定する。異常データが検出されず、全てのデータが正常であつた場合、電子計算機はデータロギングを行なう。この場合、タイマーにより一定時間間隔ごとにデータをプリントアウト、磁気記録を行なう。この時間間隔は、監視システム作動時間間隔よりも通常大きく、数時間または数日ごとにロギングする。

異常検出プログラムにより異常が検出された場合、異常診断プログラムに移り、異常発生原因、場所等を判定し、またそれを表示するとともに、要すれば警報を発し機関をスローダウンする。また異常発生の記録を行なうが、これは磁気ディスクを使用する。プリントアウトされた異常状態、処理指示等は操作者への連絡が主な目的となる。磁気記録されたデータは正常時のロギングデータとともに、後で電子計算機による機関性能の分析、事故分析その他の統計処理等に使用される。

一方、クーラーの汚れ、軸受の摩耗等長期にわたり進行する異常は、適当な時間間隔によりその状態値を磁気記録しておき、一定限界に達したとき開放、クリーニング等の処置の指示を行なう。そして、このデータを分析し開放、手入れ間隔の最適値を電子計算機自身で割り出してゆけるようとする。

また、これらの諸データの経年変化が微細なためあるいは、測定困難なために保守作業の分析が不可能な場合は、指定された開放間隔を電子計算機に記憶させておき、開放時間の経過を計算機がチェックし、開放、手入れの指示を行なう。これにより開放を確実にし、要すれば開放時の状態を計算機にインプットさせる。それにより、やはり開放間隔の分析を行なわせることもできる。

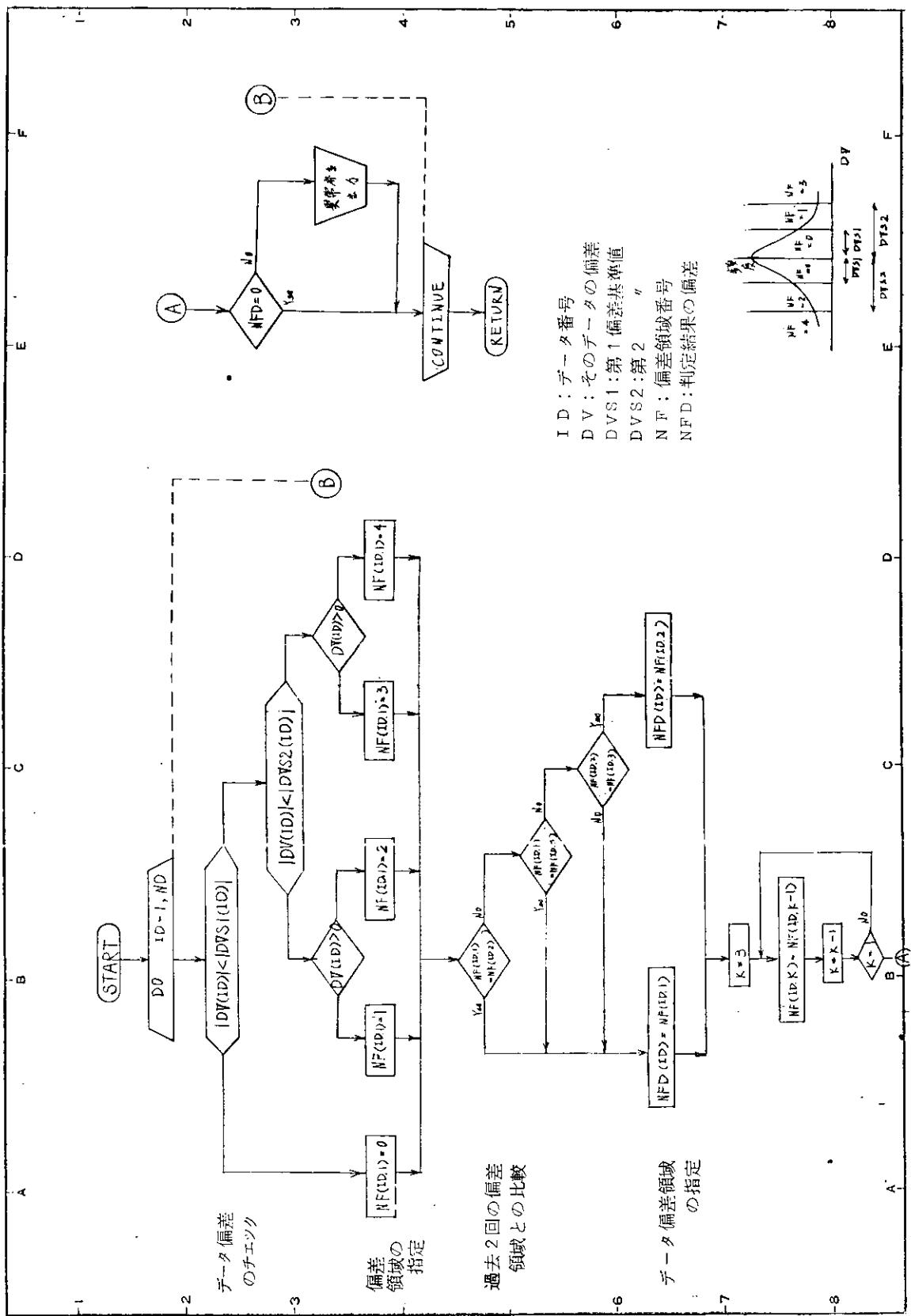


(社) 日本造船研究協会
船舶の高度集中制御方式の研究

整理番号
題目

SR106 ディーゼルプラント分科会
第2, 5, 8図 異常監視システム

プログラマー
昭和 年 月 日



昭和
一

題 図 第2.5.9図 異常検出プログラム
SRI106 デイゼルプラント分科会

船舶の高度集中制御方式の研究

(1) 異常原因検知手順

1. 低速データ読み込み（検出点の A - D 変換を事前に行なつておく必要あり）
2. 高速データ読み込み

シリンダ内圧力 - クランク角度検出ピックアップにより発生する 1 サイクル 120 等分のパルスによりシリンダ内圧力を分割し、A-D 変換する。

3. P_m , P_c , P_i の計算を行なう。
4. 2 - 3 の操作を cyl 数 Z まで順次繰返し行なう。
5. P_m , P_c , P_i の合計 3 % のデータとし、低速データのみに以後取扱う。
6. シリンダ数だけある検出項目 (cyl D (I) と表わす) につき、その平均値を計算する。
7. cyl D (I) についてそれぞれの平均値との比較を行なう。
8. まず比較の基準となるシリンダ間偏差判定基準値 $\triangle a$, $\triangle b$ と読み込む。 $(\triangle a < \triangle b)$
9. $P_m (I)$ と $P_{\bar{m}}$ と比較する。

$P_m (I) - P_{\bar{m}} \geq \triangle b$ の時 $X_1 = 100$ とする。

$\triangle a \leq P_m (I) - P_{\bar{m}} < \triangle b$ の時 $X_1 = 200$ とする。

$-\triangle a < P_m (I) - P_{\bar{m}} < \triangle a$ の時 $X_1 = 0$ とする。

$-\triangle b < P_m (I) - P_{\bar{m}} \leq -\triangle a$ の時 $X_1 = 300$ とする。

$P_m (I) - P_{\bar{m}} \leq -\triangle b$ の時 $X_1 = 400$ とする。

10. 過去 2 回のデータがない場合 現在の X の値

過去 1 回のデータのみあつて現在の X の値と異なる場合 現在の X の値 or 正常とみる。

過去 2 回のデータと現在のデータの合計 3 つのデータ

のなかでその 2 つが等しく 1 つが異なる場合 等しい 2 つの側の X の値

3 つのデータが、いずれも異なる場合 現在の X の値 or 正常とみる。

その他 2 つまたは 3 つのデータが等しい場合 現在の X の値

により、3 つのデータの平均的な値を以後の判別に適用する。

11. $P_c (I)_{t=1}$ についても 9 と同様の計算を行なう。この場合、

$P_c (I) - P_{\bar{c}} \geq \triangle b$ の時 $X_2 = 10$ とする。

$\triangle a \leq P_c (I) - P_{\bar{c}} < \triangle b$ の時 $X_2 = 20$ とする。

$-\triangle a < P_c (I) - P_{\bar{c}} < \triangle a$ の時 $X_2 = 0$ とする。

$-\triangle b < P_c (I) - P_{\bar{c}} \leq -\triangle a$ の時 $X_2 = 30$ とする。

$P_c (I) - P_{\bar{c}} \leq -\triangle b$ の時 $X_2 = 40$ とする。

12. 10 と全く同様の判別を行なう。

13. $T_{e_0} (I)_{t=1}$ についても 9 と同様の計算を行なう。この場合、

$T_{e_0} (I) - T_{\bar{e}_0} \geq \triangle b$ の時 $X_3 = 1$ とする。

$\triangle a \leq T_{e_0} (I) - T_{\bar{e}_0} < \triangle b$ の時 $X_3 = 2$ とする。

$-\triangle a < T_{e_0} (I) - T_{\bar{e}_0} < \triangle a$ の時 $X_3 = 0$ とする。

$-\triangle b < T_{e_0} (I) - T_{\bar{e}_0} \leq -\triangle a$ の時 $X_3 = 3$ とする。

$T_{e_0} (I) - T_{\bar{e}_0} \leq -\triangle b$ の時 $X_3 = 4$ とする。

この値も以後 2 回のスキヤニングの間記憶しておく。

14. 10 と全く同様の判別を行なう。

15. 9 - 14 の過程でえられた "X" の値の和により異常原因判別表 (P_m , P_c , T_{e_0}) の中から対応する異常原因を

ひき出す。 ($X = X_1 + X_2 + X_3$)

16. I.P.(I) $I=1$ と $\bar{I.P.}$ とを比較する。

$I.P.(I) - \bar{I.P.} \geq \triangle b$ の時 $Y_1 = 10$ とする。

$\triangle a \leq I.P.(I) - \bar{I.P.} < \triangle b$ の時 $Y_1 = 20$ とする。

$-\triangle a < I.P.(I) - \bar{I.P.} < \triangle a$ の時 $Y_1 = 0$ とする。

$-\triangle b < I.P.(I) - \bar{I.P.} \leq -\triangle a$ の時 $Y_1 = 30$ とする。

$I.P.(I) - \bar{I.P.} \leq -\triangle b$ の時 $Y_1 = 40$ とする。

17. 10 と全く同様の判別を行なう。

18. $P_i(I)_{I=1}$ と $\bar{P_i}$ とを比較する。

$P_i(I) - \bar{P_i} \geq \triangle b$ の時 $Y_2 = 1$ とする。

$\triangle a \leq P_i(I) - \bar{P_i} < \triangle b$ の時 $Y_2 = 2$ とする。

$-\triangle a < P_i(I) - \bar{P_i} < \triangle a$ の時 $Y_2 = 0$ とする。

$-\triangle b < P_i(I) - \bar{P_i} \leq -\triangle a$ の時 $Y_2 = 3$ とする。

$P_i(I) - \bar{P_i} \leq -\triangle b$ の時 $Y_2 = 4$ とする。

19. 10 と全く同様の判別を行なう。

20. 16 - 19 の過程でえられる Y_i の値の和により異常原因判別表 (I.P., P_i) の中から対応する異常原因をひき出す。

21. シリンダ壁温 $TW(I)$ と \bar{TW} とを比較する。

$TW(I) - \bar{TW} \geq \triangle b$ の時 $A = 1$ とする。

$\triangle a \leq TW(I) - \bar{TW} < \triangle b$ の時 $A = 2$ とする。

$-\triangle a < TW(I) - \bar{TW} < \triangle a$ の時 $A = 0$ とする。

$-\triangle b < TW(I) - \bar{TW} \leq -\triangle a$ の時 $A = 3$ とする。

$TW(I) - \bar{TW} \leq -\triangle b$ の時 $A = 4$ とする。

22. 10 と全く同様の判別を行なう。

23. A の値により異常原因判別表 (TW) の中から対応する異常原因をひき出す。

24. 冷却水シリンダ出口温度 $T_{CYL}(I)$ について 21 - 23 と同様の操作を行なう。 (B)

25. ピストン冷却油出口温度 $T_{PCO}(I)$ について 24 と同様の操作を行なう。 (C)

26. ピストン冷却油ノンフルードアラーム信号により "Yes" or "No" の判定を行なう。 "Yes" の場合 $D = 1$ "No" の場合 $D = 0$ とする。

27. 10 と全く同様の判別を行なう。

28. D の値により異常原因判別表 (N - F) の中から対応する異常原因をひき出す。

29. 異常原因判別表を介して X, Y, A, B, C, D のそれぞれの値よりえた異常原因のグループを検知する。

30. 異常原因の範囲が広くてさらにせばめる必要のある場合にはそれぞれの値に対し論理判別を行なう。

31. CYL 2 について 7 - 31までの操作をくり返す。

このくり返しは CYL 数 "Z" まで行なう。

32. CYL D の平均値についてこれを基準値と比較するため基準値の計算を行なう。

基準値算定のベースとなる数値たとえば、 $T \times N$ を計算すると標準データ一覧表の中から内挿法により関数 f の値を求める。要すれば、これに修正を行なう。

33. 比較の基準となる偏差判定基準値 $\triangle c, \triangle d$ を読みこむ。

34. $\bar{P_m}$ と P_m^* と比較する。

$P_{\bar{m}} - P_m^* \geq \triangle d$ の時 $X = 600$ とする。

$\triangle c \leq P_{\bar{m}} - P_m^* < \triangle d$ の時 $X = 700$ とする。

$-\triangle c < P_{\bar{m}} - P_m^* < \triangle c$ の時 $X = 0$ とする。

$-\triangle d < P_{\bar{m}} - P_m^* \leq -\triangle c$ の時 $X = 800$ とする。

$P_{\bar{m}} - P_m^* \leq -\triangle d$ の時 $X = 900$ とする。

この値は以後2回のスキヤニングの間記憶しておく。

35. 10と全く同様の判別を行なう。

36. $P_{\bar{c}}$, $T_{\bar{e}}$ についても全く34、35と同様の操作を行なう。この場合Xの値は $P_{\bar{c}}$ の場合2桁数、 $T_{\bar{e}}$ の場合1桁数とする。

37. 34-36の過程でえられたXの値の和により異常原因判別表 ($P_{\bar{m}}$, $P_{\bar{c}}$, $T_{\bar{e}}$) の中から対応する異常原因をひき出す。

38. $I.P.$ と $I.P.^*$ を比較する。

$I.P. - I.P.^* \geq \triangle d$ の時 $Y = 60$ とする。

$\triangle c \leq I.P. - I.P.^* < \triangle d$ の時 $Y = 70$ とする。

$-\triangle c < I.P. - I.P.^* < \triangle c$ の時 $Y = 0$ とする。

$-\triangle d < I.P. - I.P.^* \leq -\triangle c$ の時 $Y = 80$ とする。

$I.P. - I.P.^* \leq -\triangle d$ の時 $Y = 90$ とする。

39. 10と全く同様の判別を行なう。

40. $P_{\bar{T}}$ について38、39と同様の操作を行なう。この場合Yの値は1桁数とする。

41. 38-40の過程でえられた“Y”の値の和により異常原因判別表 ($I.P.$, $P_{\bar{T}}$) の中から対応する異常原因をひき出す。

42. シリンダ壁温、冷却水シリンダ出口温度、ピストン冷却油出口温度について21-25で行なつたと類似の操作を行なう。

(ピストン冷却油ブローについては不用)

43. 過給機数だけある検出項目について

これを基準値と比較するため基準値の計算を行なう。

44. 比較の基準となる偏差判定基準値 $\triangle c$, $\triangle d$ を読みこむ。

45. 過給機番号M1の過給機回転数 NT を基準値 NT^* と比較する。

$NT - NT^* \geq \triangle d$ の時 $E = 6$ とする。

$\triangle c \leq NT - NT^* < \triangle d$ の時 $E = 7$ とする。

$-\triangle c < NT - NT^* < \triangle c$ の時 $E = 0$ とする。

$-\triangle d < NT - NT^* \leq -\triangle c$ の時 $E = 8$ とする。

$NT - NT^* \leq -\triangle d$ の時 $E = 9$ とする。

46. 10と全く同様の判別を行なう。

47. Eの値より異常原因判別表 (NT) の中から対応する異常原因をひき出す。

48. 過給機番号M2……についても同様のことを繰返す。

49. 44-49の操作を、 $\triangle P_f$; $\triangle P_{ac}$, $\triangle T_a$, $\triangle T_{sw}$, T_{TLB} , T_{LT} について繰返す。

50. 燃料油フィルタ漏出 $P_{FB} - P_{FA}$ を調べる。

$P_{FB} - P_{FA} \geq \triangle d$ の時 $L = 6$ とする。

$\triangle c \leq P_{FB} - P_{FA} < \triangle d$ の時 $L = 7$ とする。

$-\triangle c < P_{FB} - P_{FA} < \triangle c$ の時 $L = 0$ とする。

$-\triangle d < P_{FB} - P_{FA} \leq -\triangle c$ の時 $L = 8$ とする。

$P_{FB} - P_{FA} \leq -\triangle d$ の時 $L = 9$ とする。

この値は以後2回のスキヤニングの間記憶しておく。

5.1. 10と全く同様の判別を行なう。

5.2. L の値より異常原因判別表 ($P_{FB} - P_{FA}$) の中から対応する異常原因をひき出す。

5.3. 5.1-5.3の操作を P_{FA} , P_{LO} , P_{PCO} , P_{FW} , P_{FV} , P_{TB} , P_{CS} , P_S , T_{FWIN} , T_{PCO} , ($T_{FVout} - T_{FVin}$), T_{FVin} の12項目について同様に繰返す。

(2) 異常原因判別表 $P_m(i)$, $P_c(i)$, $T_{eo}(i)$

番号	X	異常コード
1	0 0 0	正常
2	0 0 1	A-8, K-1
3	0 0 2	B-2, B-3, B-8, B-9, A-8, B-1, G-1, K-1, (B-4) ?
4	0 0 3	A-1, A-6, A-7, A-8, A-9, B-7
5	0 0 4	A-8
6	0 1 0	(G-1 + T_S 低下)
7	0 1 1	G-1
8	0 1 2	G-1
9	0 1 3	{(G-1) + (A-8)}, C
10	0 1 4	{(G-1) + (A-8)}, C
11	0 2 0	{(G-1) + (T_S 低下)}
12	0 2 1	G-1
13	0 2 2	G-1
14	0 2 3	{(G-1) + (A-8)}
15	0 2 4	{(G-1) + (A-8)}
16	0 3 0	{(F-1, F-2, F-3, F-4, F-5) + (C-1)}
17	0 3 1	(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)
18	0 3 2	(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)
19	0 3 3	{(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5) + (A-8)}
20	0 3 4	{(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5) + (A-8)}
21	0 4 0	{(F-1, F-2, F-3, F-4, F-5) + (C-1)}
22	0 4 1	{(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5) + (C-1)}
23	0 4 2	{(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5) + (C-1)}
24	0 4 3	{(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5) + (A-8) + (C-1)}
25	0 4 4	{(F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5) + (A-8) + (C-1)}
26	1 0 0	C-1 { (B-3 + T_S 低下) }
27	1 0 1	{(C-1) + (E-1)}
28	1 0 2	{(C-1) + (E-1)}
29	1 0 3	C-1 { (C-1) + (E-1) }

番号	X	異常コード
3 0	1 0 4	$\{(C-1)+(E-1)\}$
3 1	1 1 0	$\{(G-1)+(A-8)\}$
3 2	1 1 1	$(G-1)$
3 3	1 1 2	$(G-1)$
3 4	1 1 3	$\{(G-1)+(A-8)\}$
3 5	1 1 4	$\{(G-1)+(A-8)\}$
3 6	1 2 0	$\{(G-1)-(A-8)\}$
3 7	1 2 1	$G-1 \{ (G-1)+(C-1) \}$
3 8	1 2 2	$G-1$
3 9	1 2 3	$\{(G-1)+(A-8)\} ?$
4 0	1 2 4	$\{(G-1)+(A-8)\} ?$
4 1	1 3 0	$G-1 \{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1) \}$
4 2	1 3 1	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1) \}$
4 3	1 3 2	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1) \}$
4 4	1 3 3	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1)+(A-8) \}$
4 5	1 3 4	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1)+(A-8) \}$
4 6	1 4 0	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1) \}$
4 7	1 4 1	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1) \}, +(E-1)$
4 8	1 4 2	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1) \}$
4 9	1 4 3	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1)+(A-8) \}$
5 0	1 4 4	$\{ (F-1)(F-2)(F-3)(F-4)(F-5)+(C-1)+(A-8) \}$
5 1	2 0 0	$G-1$
5 2	2 0 1	$B-2, B-3, B-8$
5 3	2 0 2	$B-2, B-3, B-8$
5 4	2 0 3	$G-1$
5 5	2 0 4	$\{(C-1)+(A-8)\}$
5 6	2 1 0	$\{(G-1)+(A-8)\}$
5 7	2 1 1	$G-1$
5 8	2 1 2	$O-1$
5 9	2 1 3	$\{(G-1)+(A-8)\}$
6 0	2 1 4	$\{(G-1)+(A-8)\}$
6 1	2 2 0	$\{(G-1)+(A-8)\}$
6 2	2 2 1	$G-1$
6 3	2 2 2	$G-1$
6 4	2 2 3	$G-1$
6 5	2 2 4	$\{(C-1)+(A-8)\}$
6 6	2 3 0	$\{ (\bar{F})+(C-1) \}$
6 7	2 3 1	$\{ (\bar{F})+(C-1) \} \oplus (S-1)$

番号	X	異常コード
6 8	2 3 2	$\{(\bar{F}) + (C - 1)\}$
6 9	2 3 3	$\{(\bar{F}) + (C - 1) + (A - 8)\}$
7 0	2 3 4	$\{(\bar{F}) + (C - 1) + (A - 8)\}$
7 1	2 4 0	$\{(\bar{F}) + (C - 1)\}$
7 2	2 4 1	$\{(\bar{F}) + (C - 1)\}$ 又は $+ (E - 1)$
7 3	2 4 2	$\{(\bar{F}) + (C - 1)\}$
7 4	2 4 3	$\{(\bar{F}) + (C - 1) + (A - 8)\}$
7 5	2 4 4	$\{(\bar{F}) + (C - 1) + (A - 8)\}$
7 6	3 0 0	A - 7, D - 1, D - 2, D - 3, D - 4
7 7	3 0 1	B - 1, B - 2, B - 5, B - 8, D - 1, D - 2, D - 3
7 8	3 0 2	B - 1, B - 2, B - 5, B - 8, D - 1, D - 2, D - 3
7 9	3 0 3	A - 1, A - 3, A - 5, A - 7, B - 7, D - 4
8 0	3 0 4	A - 1, A - 3, A - 5, A - 7, A - 8, B - 7
8 1	3 1 0	$\{(G - 1) + (D - 1) + (A - 8)\}$
8 2	3 1 1	$\{(G - 1) + (D - 1)\}$ 又は $+ (E - 1)$
8 3	3 1 2	$\{(G - 1) + (D - 1)\}$
8 4	3 1 3	$\{(G - 1) + (D - 1) + (A - 8)\}$
8 5	3 1 4	$\{(G - 1) + (D - 1) + (A - 8)\}$
8 6	3 2 0	$\{(G - 1) + (D - 1) + (A - 8)\}$
8 7	3 2 1	$\{(G - 1) + (D - 1)\}$ 又は $+ (E - 1)$
8 8	3 2 2	$\{(G - 1) + (D - 1)\}$
8 9	3 2 3	$\{(G - 1) + (D - 1) + (A - 8)\}$
9 0	3 2 4	$\{(G - 1) + (D - 1) + (A - 8)\}$
9 1	3 3 0	$\{(\bar{F}) + (A - 8)\}$
9 2	3 3 1	F - 1, F - 2, F - 3, F - 4, F - 5, F - 6, I - 1, I - 2
9 3	3 3 2	F - 1, F - 2, F - 3, F - 4, F - 5, F - 6, I - 1, I - 2, K - 1
9 4	3 3 3	$\{(\bar{F}) + (A - 8)\}$
9 5	3 3 4	$\{(\bar{F}) + (A - 8)\}$
9 6	3 4 0	$(\bar{F}) + (A - 8)$
9 7	3 4 1	F - 1, F - 2, F - 3, F - 4, F - 5, F - 6, I - 1, I - 2
9 8	3 4 2	F - 1, F - 2, F - 3, F - 4, F - 5, F - 6, I - 1, I - 2
9 9	3 4 3	$\{(\bar{F}) + (A - 8)\}$
1 0 0	3 4 4	$\{(\bar{F}) + (A - 8)\}$
1 0 1	4 0 0	D - 1, D - 2
1 0 2	4 0 1	B - 1, B - 2, B - 5, B - 8, D - 1, D - 2 $\nabla C + (E - 1)$
1 0 3	4 0 2	B - 1, B - 2, B - 5, B - 8, D - 1, D - 2
1 0 4	4 0 3	A - 8
1 0 5	4 0 4	A - 2, A - 3, A - 4, A - 5, A - 6, A - 8, (B - 4) (燃えない)

番号	X	異常コード
106	410	考えられない
107	411	"
108	412	"
109	413	"
110	414	"
111	420	$\{(G-1) + (D-1) + (A-8)\}$
112	421	$\{(G-1) + (D-1)\}$
113	422	$\{(G-1) + (D-1)\}$
114	423	$\{(G-1) + (D-1) + (A-8)\}$
115	424	$\{(G-1) + (D-1) + (A-8)\}$
116	430	$(\bar{F}) + (A-8)$
117	431	F-1, F-2, F-3, F-4, F-5
118	432	F-1, F-2, F-3, F-4, F-5
119	433	
120	434	
121	440	
122	441	I-1, I-2
123	442	I-1, I-2
124	443	
125	444	

掃気クーラー(空気側)差圧 $\triangle P_{ac}$

番号	G	異常原因コード
1	0	4/4にて 250%とすれば
2	6	+125 インタークーラーの汚れ 大 馬力上昇
3	7	+50 インタークーラーの汚れ 中 馬力上昇
4	8	-50 馬力減少
5	9	-100 馬力減少

掃気クーラー前後温度差 $\triangle T_a$

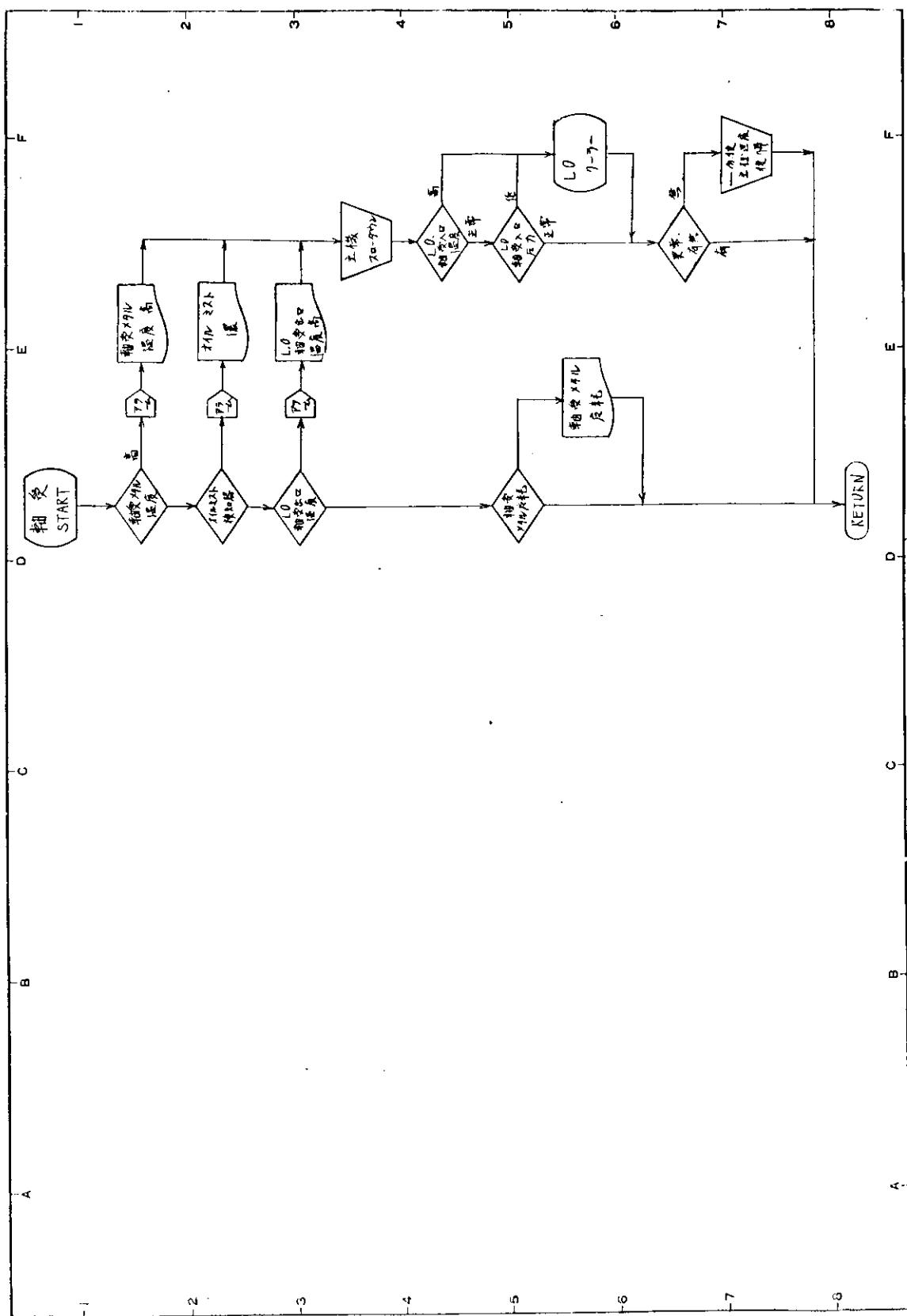
番号	H	異常原因コード
1	0	
2	6	海水流量 小 馬力増大
3	7	" 小 馬力増大
4	8	" 大 馬力減少
5	9	" 大 馬力減少

過給機回転数 N_T

番号	E	異常原因コード
1	0	
2	6	U-1, U-2, U-3
3	7	U-1, U-2, U-3, T-1
4	8	V-1, V-2, V-3, X-1, X-2, X-3
5	9	M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, V-3, W-4, W-5, W-6

過給機吸込フィルタ差圧 ΔP_f

番号	F	異常原因コード
1	0	
2	6	吸込サイレンサーの汚れ 馬力上昇
3	7	吸込サイレンサーの汚れ
4	8	馬力減少
5	9	馬力減少

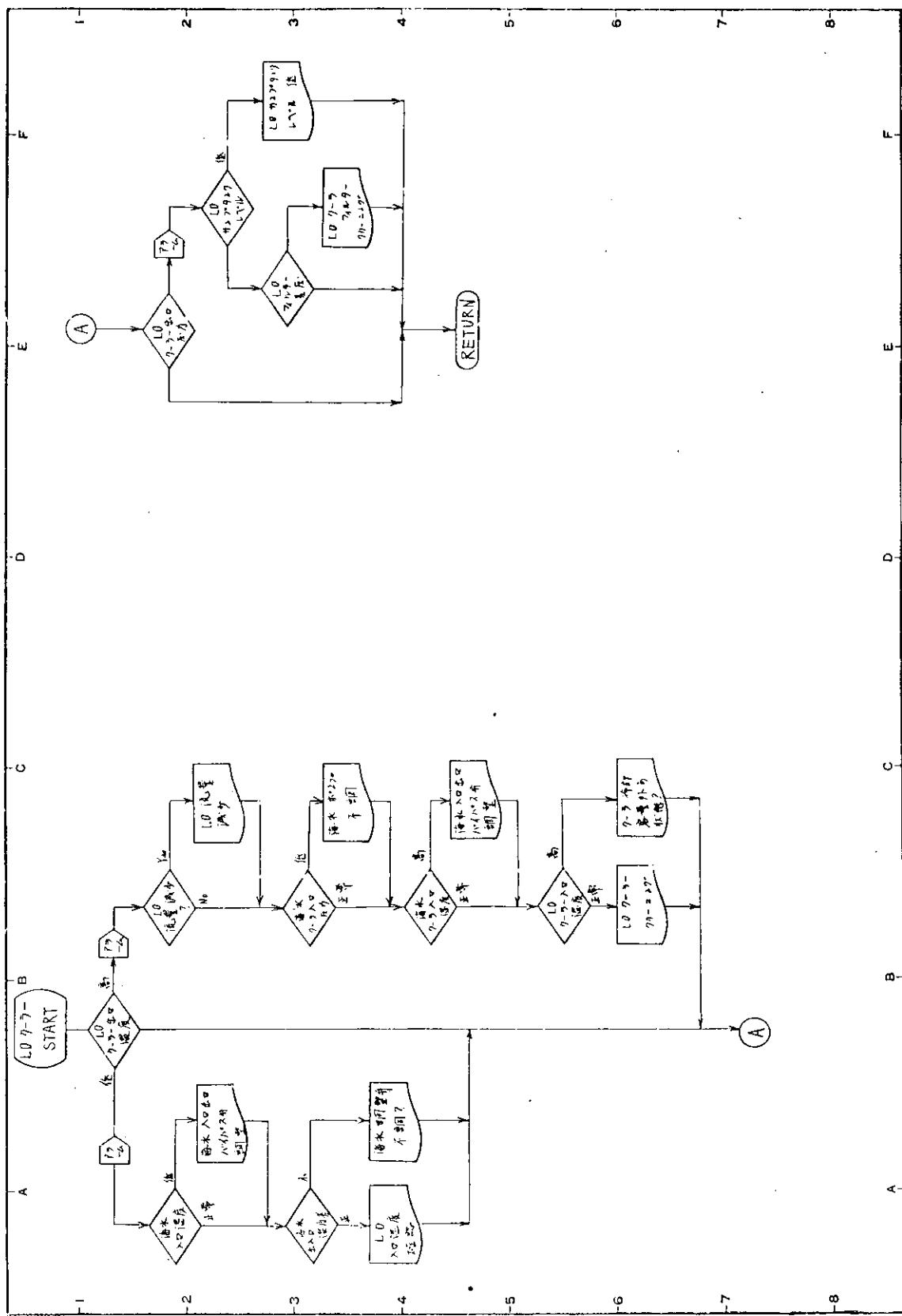


四三

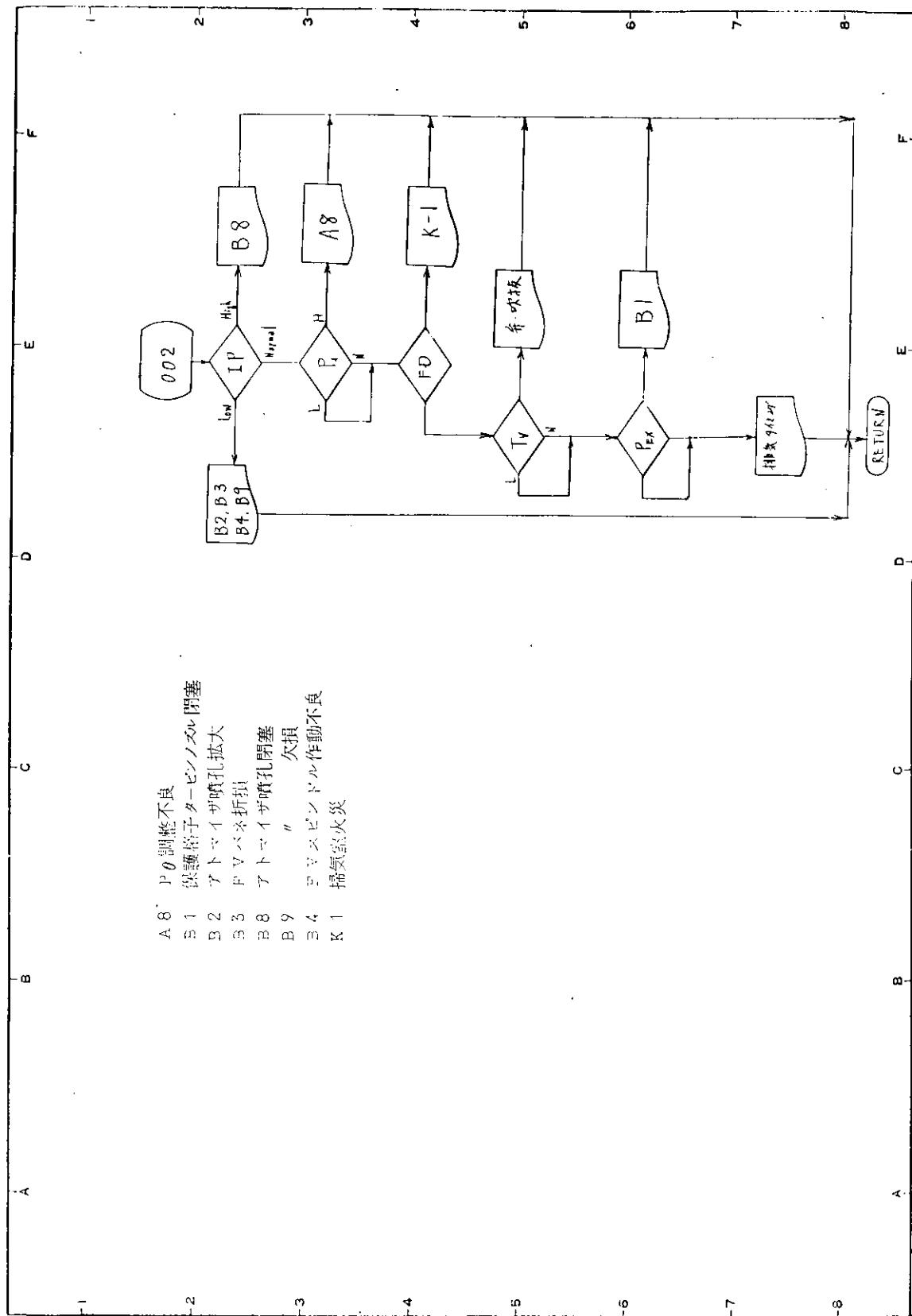
整理番号

第2.5.10図 軸受燃損候知

(社) 日本造船研究協会



題目 第2.5.1.1図 S3106 ディーゼルプラント分科会
整備番号 日月年
プログラマー 開発者
（社）日本造船研究協会
給船の高度集中制御方式の研究



題目 SRI06 デイーゼルプラント分科会
第2.5.1.2回 异常項目コードの判別
プログラム 語和 年月日
（社）日本造船研究協会 整理番号
船舶の高度集中制御方式の研究

2.6 異常状態の検出法

2.6.1 検出値の実験的検討

(実験機関)

型 式 : 828V3BU—38V型

2サイクル単動無気噴射式トランク形高過給ディーゼル機関

シリンダ径 : 280mm, 8気筒

ストローク : 380mm

定格回転数 : 650 RPM

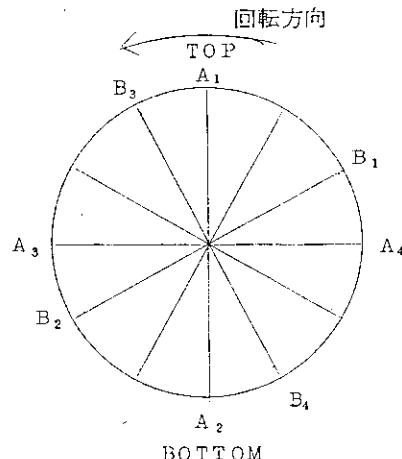
定格出力 : 2,800 PS

定格時 P_e : 10.3 kg/cm²

冷却方式 : ピストン油冷、ライナー・カバー水冷

掃気方式 : ユニフロー

着火順序 : 右図



(運転条件)

◎正常時 実験A、B-2、D

負荷条件 A :	9/10 (629 RPM)	7/10 (579 RPM)
	5/10 (517 RPM)	0 (381 RPM)
B-2 :	9/10 (608 RPM)	5/10 (517 RPM)
	0 (380 RPM)	[タベットクリアランス過大時]
D :	9/10 (628 RPM)	5/10 (517 RPM)
	0 (383 RPM)	[排気管ガスもれ]

◎異常時

○ A₂ 気筒の燃料カット 実験C-1

負荷条件 7/10 (511 RPM)	5/10 (517 RPM)
0 (381 RPM)	

○ A₂ 気筒の燃料弁開弁圧0 実験C-2

負荷条件 7/10 (578 RPM)	5/10 (525 RPM)
0 (382 RPM)	

○ A₂ 気筒のピストンリング摺合せ時 実験A'、B-2'

負荷条件 A' :	9/10 (627 RPM)	7/10 (572 RPM)
	5/10 (515 RPM)	0 (381 RPM)
B-2' :	9/10 (624 RPM)	5/10 (516 RPM)
	0 (384 RPM)	

○ A₂ 気筒の排気弁座の吹抜 実験E-1 (排気弁座に厚さ 0.5 mm、幅 10 mm のスリット)

負荷条件 9/10 (618 RPM)	5/10 (514 RPM)
0 (379 RPM)	

(計測量)

○一般計測

機関出力、回転数、過給機回転数: T_N 燃料消費量、排気温度: T_{exh} 排気圧力: P_e 掃気温度、シリンダ内最高圧力: P_{max} 正味平均有効圧力: P_{e0} 風量: Q 気温、その他

- A₂ 気筒内圧力 P₁ (インジケーターコック)、P₂ (注油孔、第2.6.2図に示す)、P₃ (排気校管第2.6.1図に示す)
- A₂ 気筒ライナー温度 A-1、A-2、A-3、A-4、A-5、A-6、B-1'、B-3' (第2.6.2図に示す)

(計測器)

- 壓力計 新興MP-150型 (P₁)、共和PE-30KF型 (P₂)、新興LP-10型 (P₃)
- 動歪計 共和DPM-8CT型
- 圧力記録計 三栄ビシグラフ
- 熱電対 BICC 1.0mmφ ステンレスシース、素線0.1mm、C/A熱電対
- 温度記録計 日立VKP₃₄A型自動平衡式直流mV記録計

(1) 正常時の規準値

(a) ライナ温度

第2.6.3～2.6.10図には、各計測点の温度を時間をベースに取つて示してある。このうち、第2.6.3図および第2.6.4図は、実験Aの場合の測定結果である。第2.6.5図および第2.6.6図は、実験B-2の場合の測定結果である。第2.6.7図および第2.6.8図は、実験Dの場合の測定結果である。第2.6.9図および第2.6.10図は、実験E-1の場合の測定結果である。

第2.6.11図および第2.6.12図には、実験A、B-2、DおよびE-1の各場合について、各計測点の温度が負荷によつて変化する様子を、計測点をベースに取つて示してある。

第2.6.13図には、実験Aの場合に、計測点A-1とB-1およびA-3とB-3'の間の相関関係を示したものであつて、同周上で対応する上下の2点の温度の相関関係を表わしたものである。

第2.6.14図には、各計測点における測定値の平均値および、標準偏差を負荷をベースに取つて示してある。{A}系列の各点の値が、それぞれ多少異なつた値をとるのは、主に熱電対の埋込深さの差異等によるものと考えられる。

(b) その他の諸量

(i) 排気ガス温度 (T_{exh})

第2.6.15図には、全シリンダについての平均値P_{max} および標準偏差が負荷をベースにして示してある。

(ii) シリンダ内最高圧力 (P_{max})

第2.6.15図には、全シリンダについての平均値P_{max} および標準偏差が負荷をベースにして示してある。

第2.6.16図にA₂ シリンダ内の圧力波形が示してある。この中で上から順に回転マーク (BDC)、シリンダ内圧力、注油孔の圧力および排気校管の圧力波形である。

(iii) 正味平均有効圧力 (P_e)

第2.6.15図には、正味平均有効圧力P_e が負荷をベースに示してある。

(iv) 掃気圧力 (P_a)

第2.6.15図には、掃気圧力P_a が負荷をベースにして示してある。

(v) 掃気風量 (Q_a)

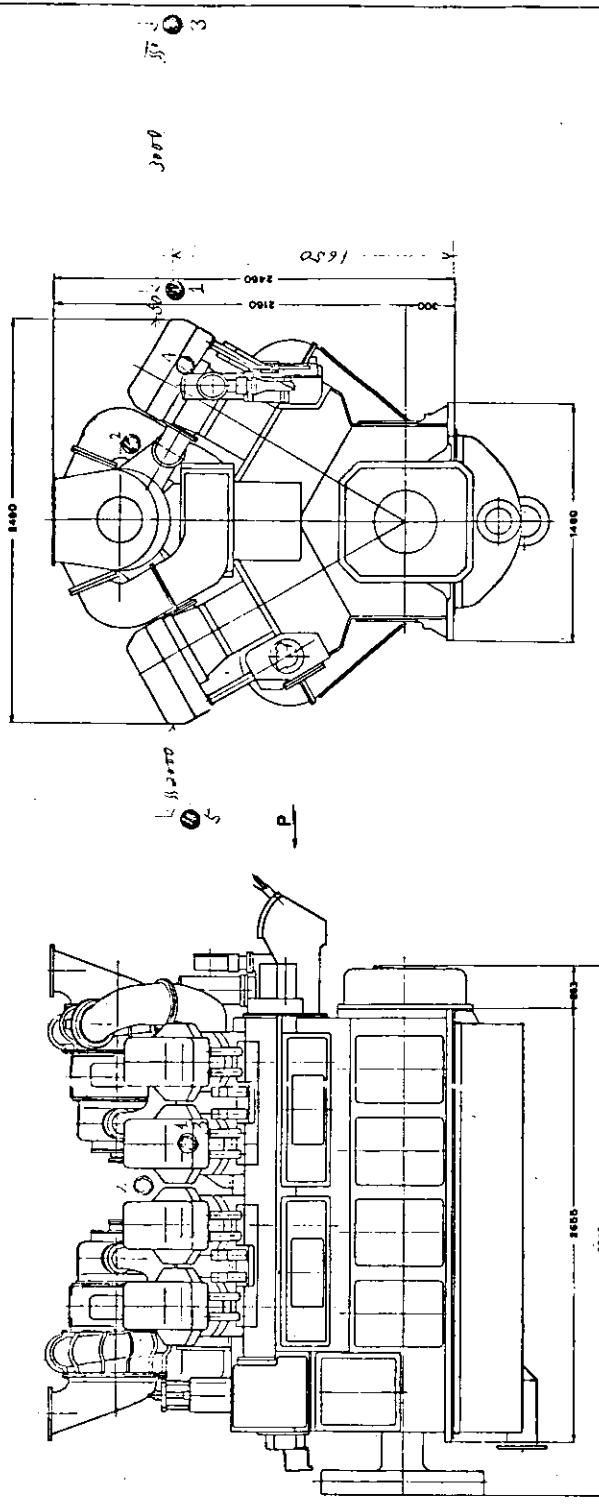
第2.6.15図には、掃気風量Q_a が負荷をベースにして示してある。

(vi) ポンプマーク (P_p)

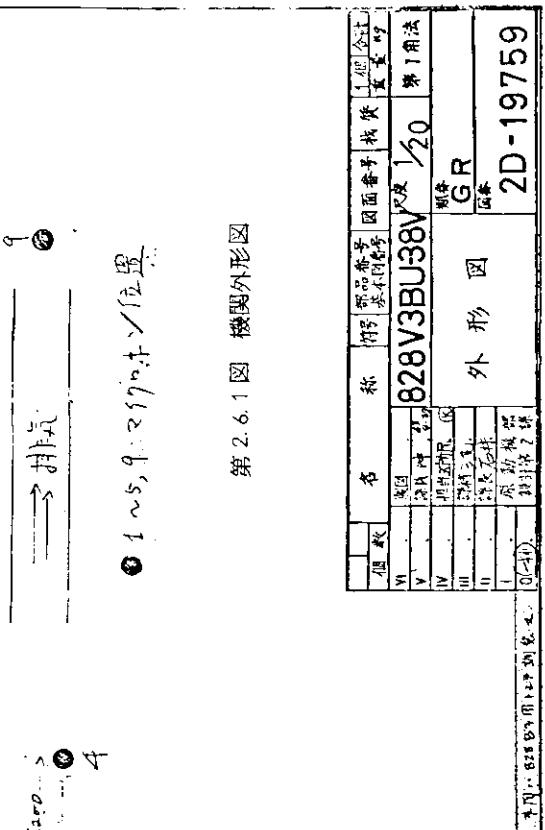
第2.6.15図には、ポンプマークP_p が負荷をベースにして示してある。

(vii) 過給機の回転数 (T_F、T_A)

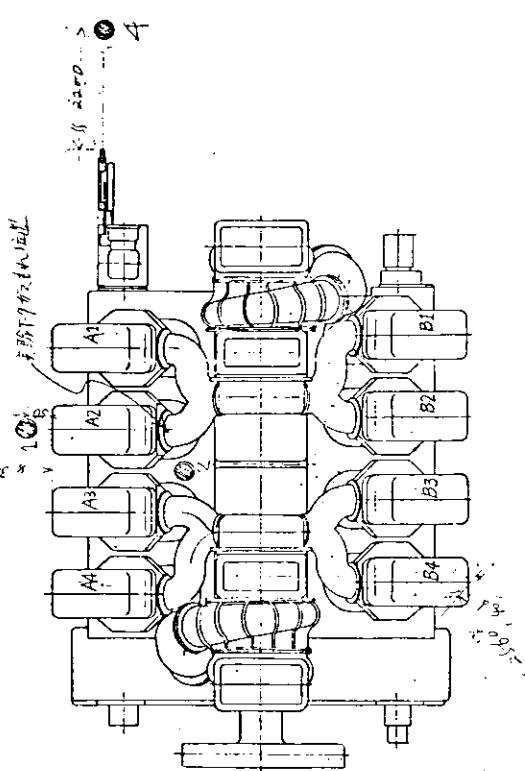
第2.6.15図には、船首および船尾側の過給機の回転数T_F およびT_A が負荷をベースにして示してある。



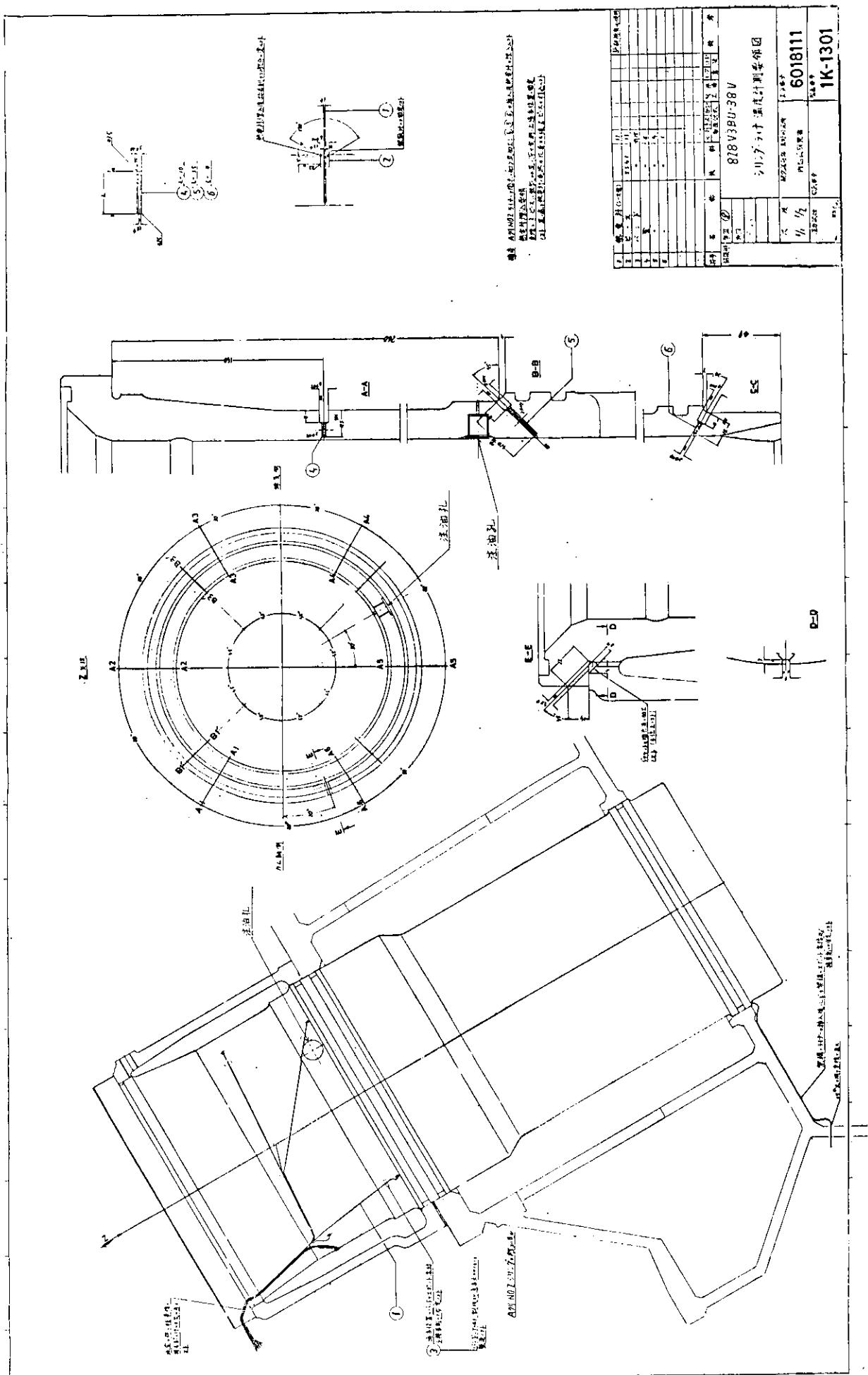
第2.6.1図 機関外形図



卷之三
1939年1月1日-1940年1月31日



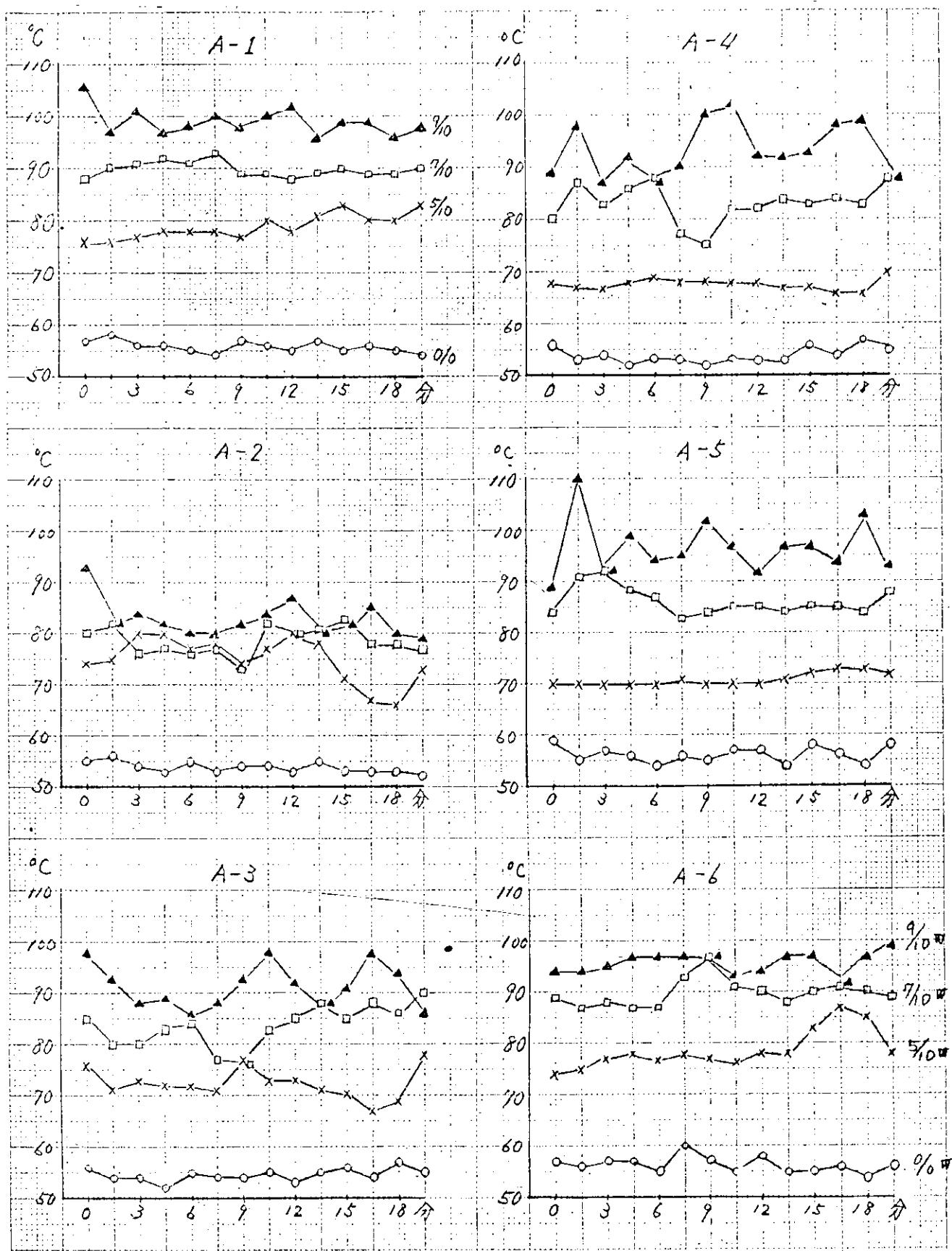
三



第2.6.2図 シリンダーライナ温度の計測点

シリンドライナ温度

実験 A 正常時

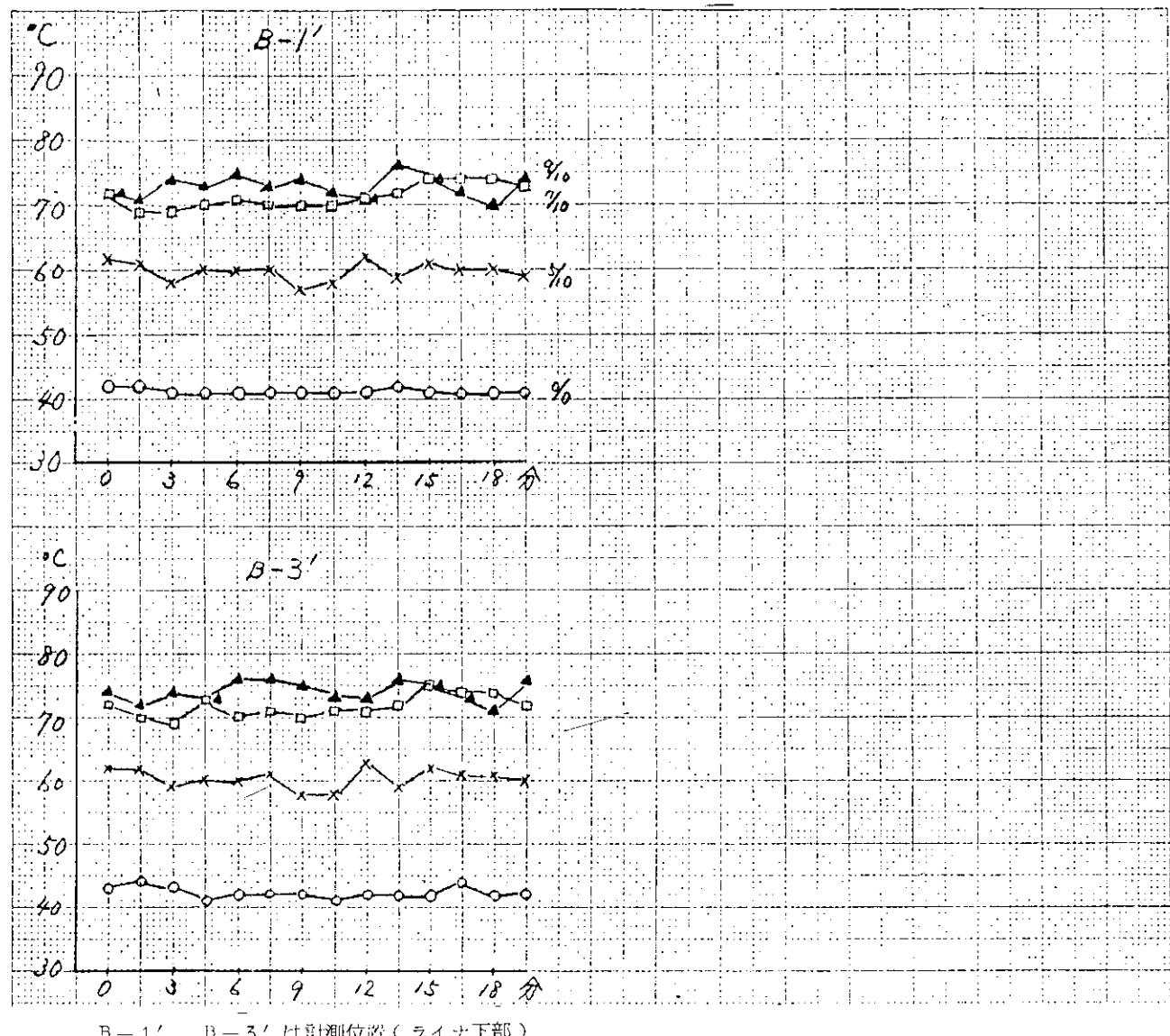


A-1～A-6計測位置（ライナ上部）

第2.6.3図

シリンドライナ温度

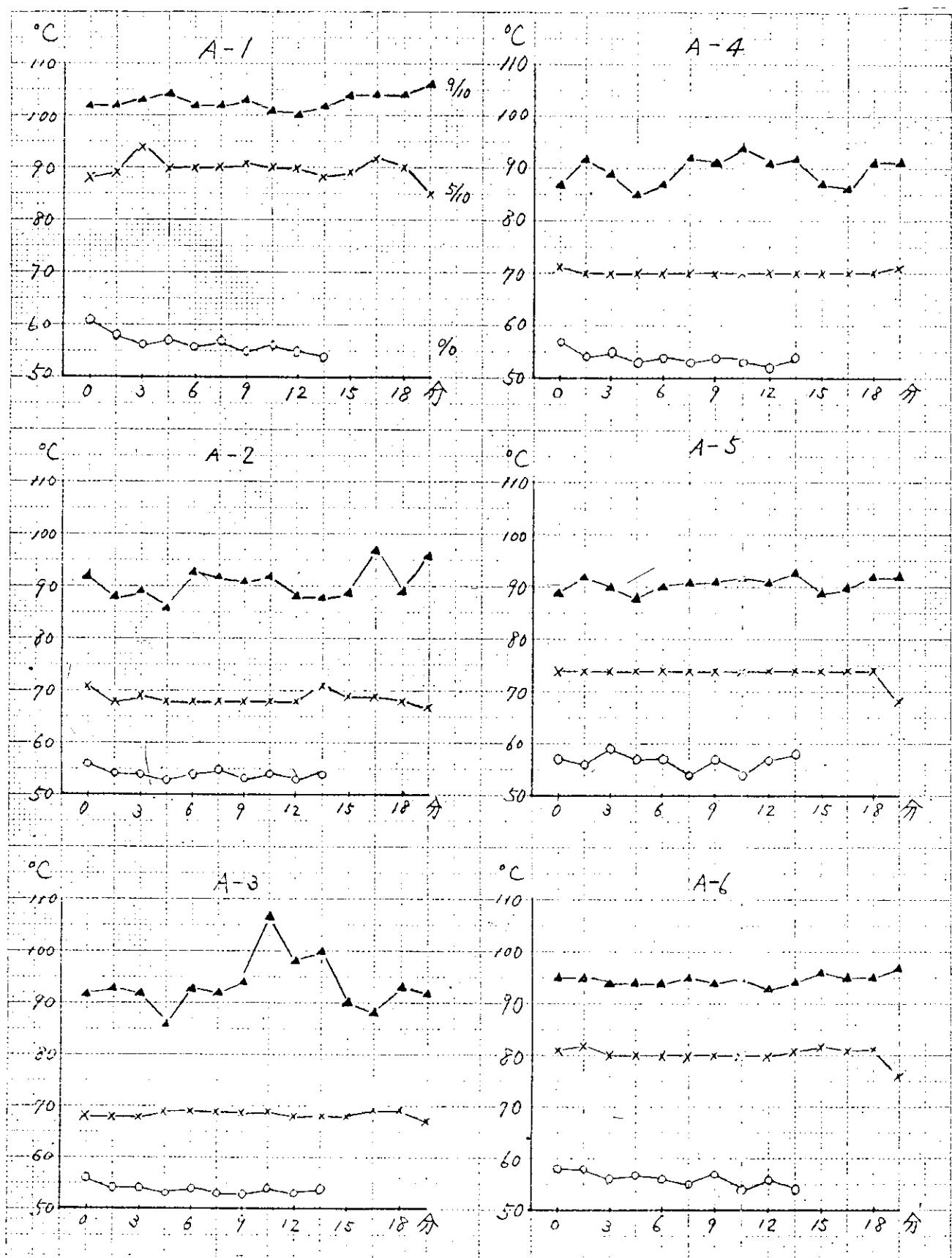
実験A 正常時



第2.6.4図

シリンドライナ温度

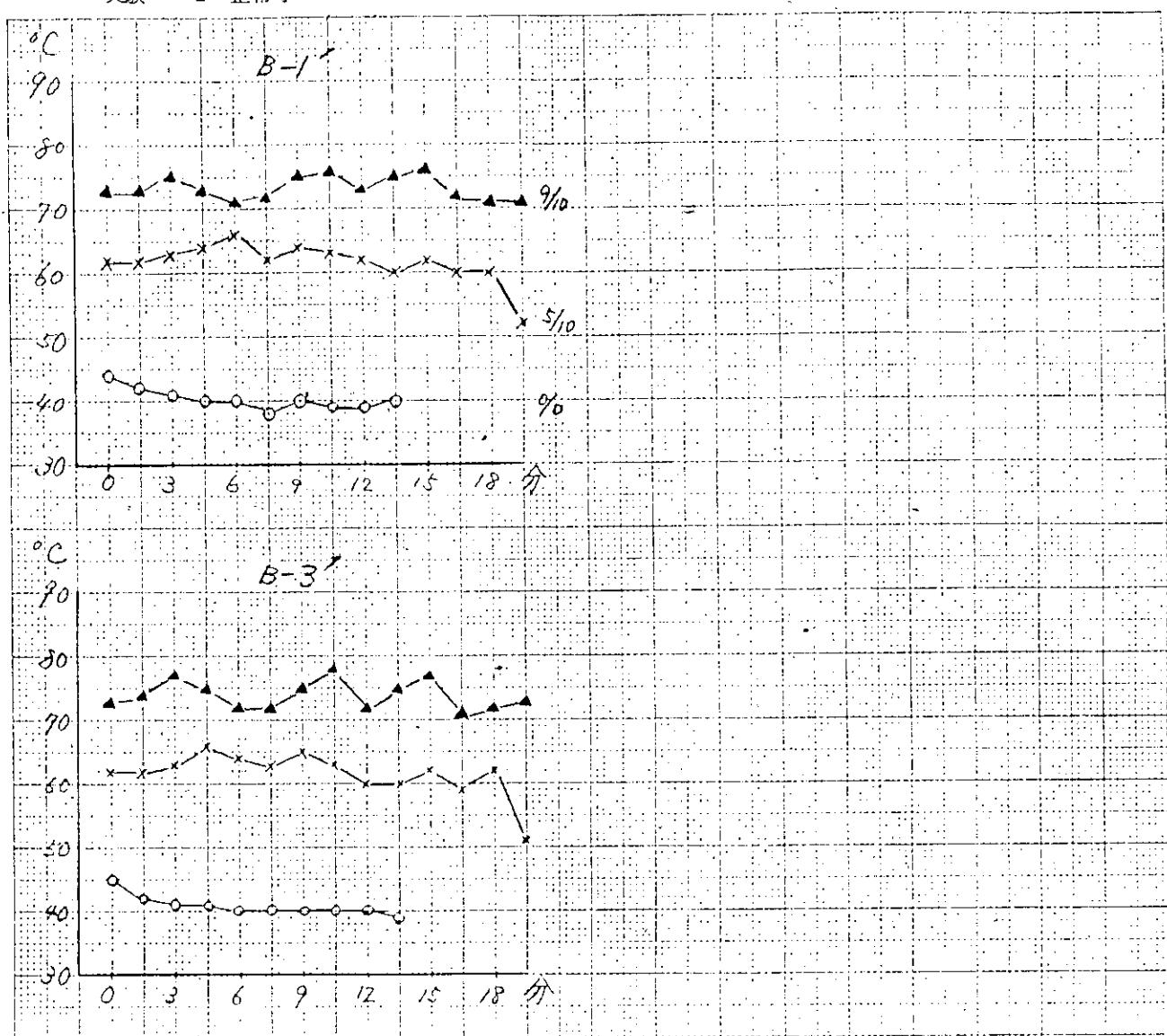
実験B-2 正常時



第2.6.5図

シリンドライナ温度

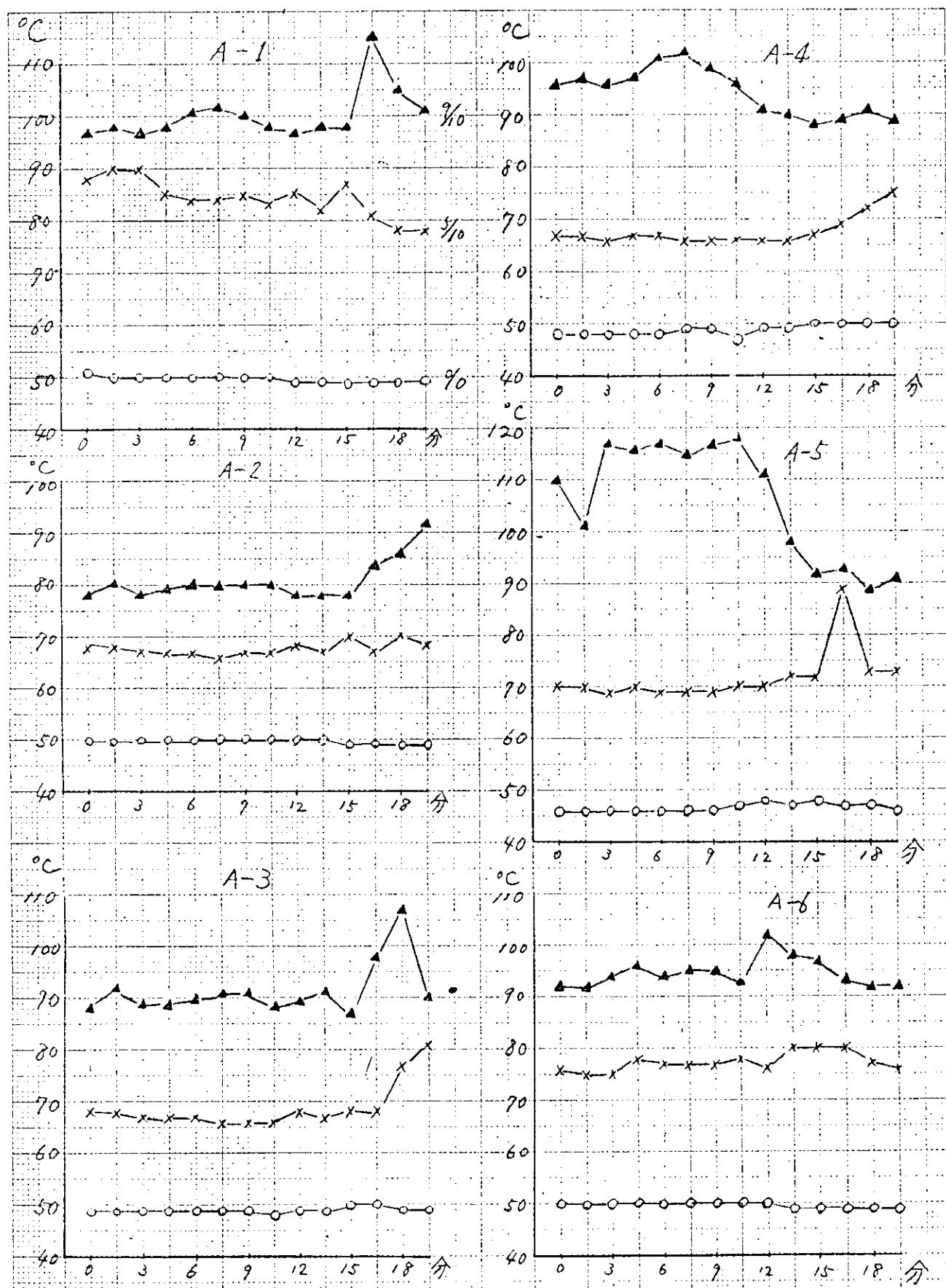
実験 B - 2 正常時



第 2.6.6 図

シリンドライナ温度

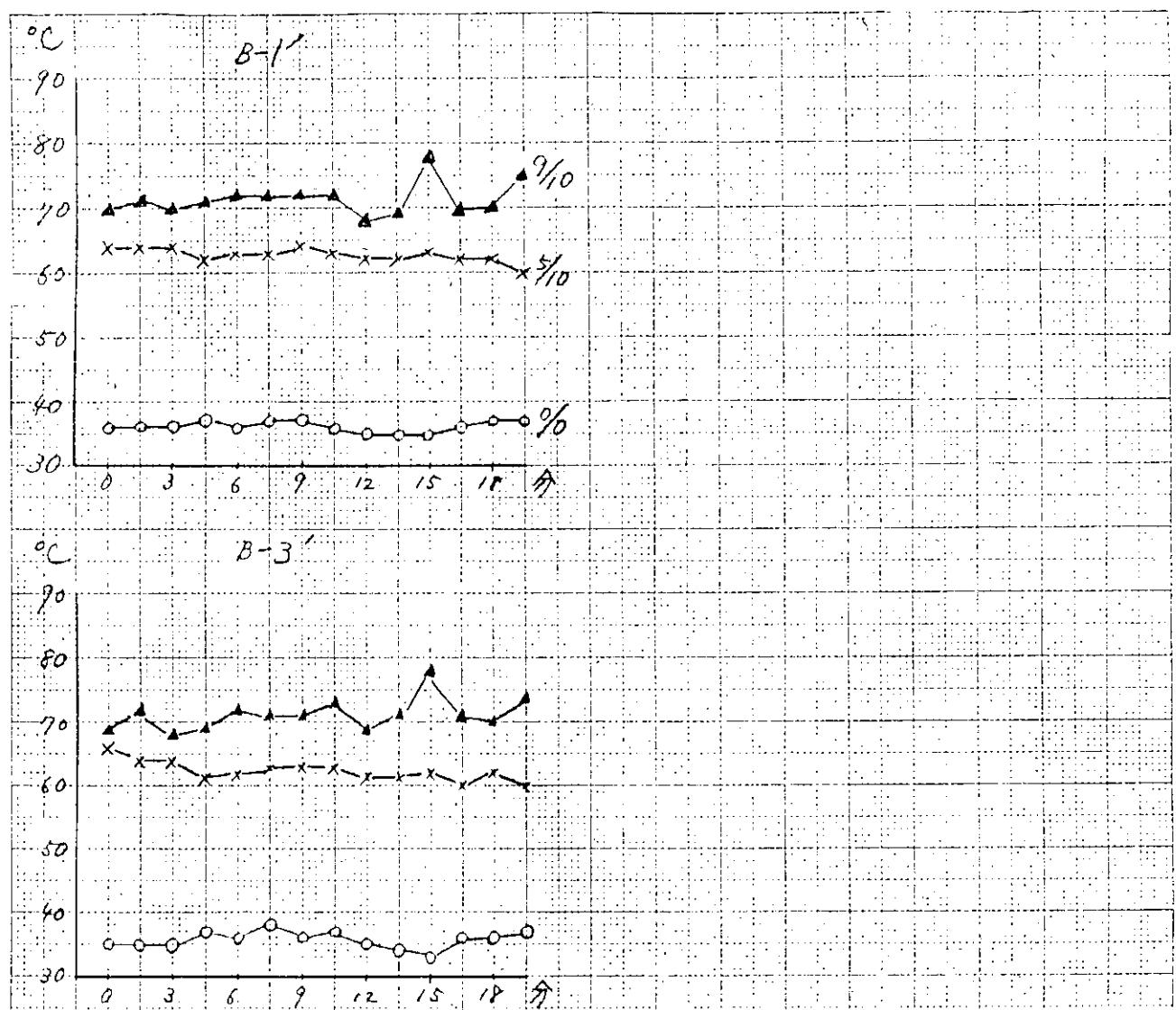
実験D 正常時



第2.6.7図

シリンドライナ温度

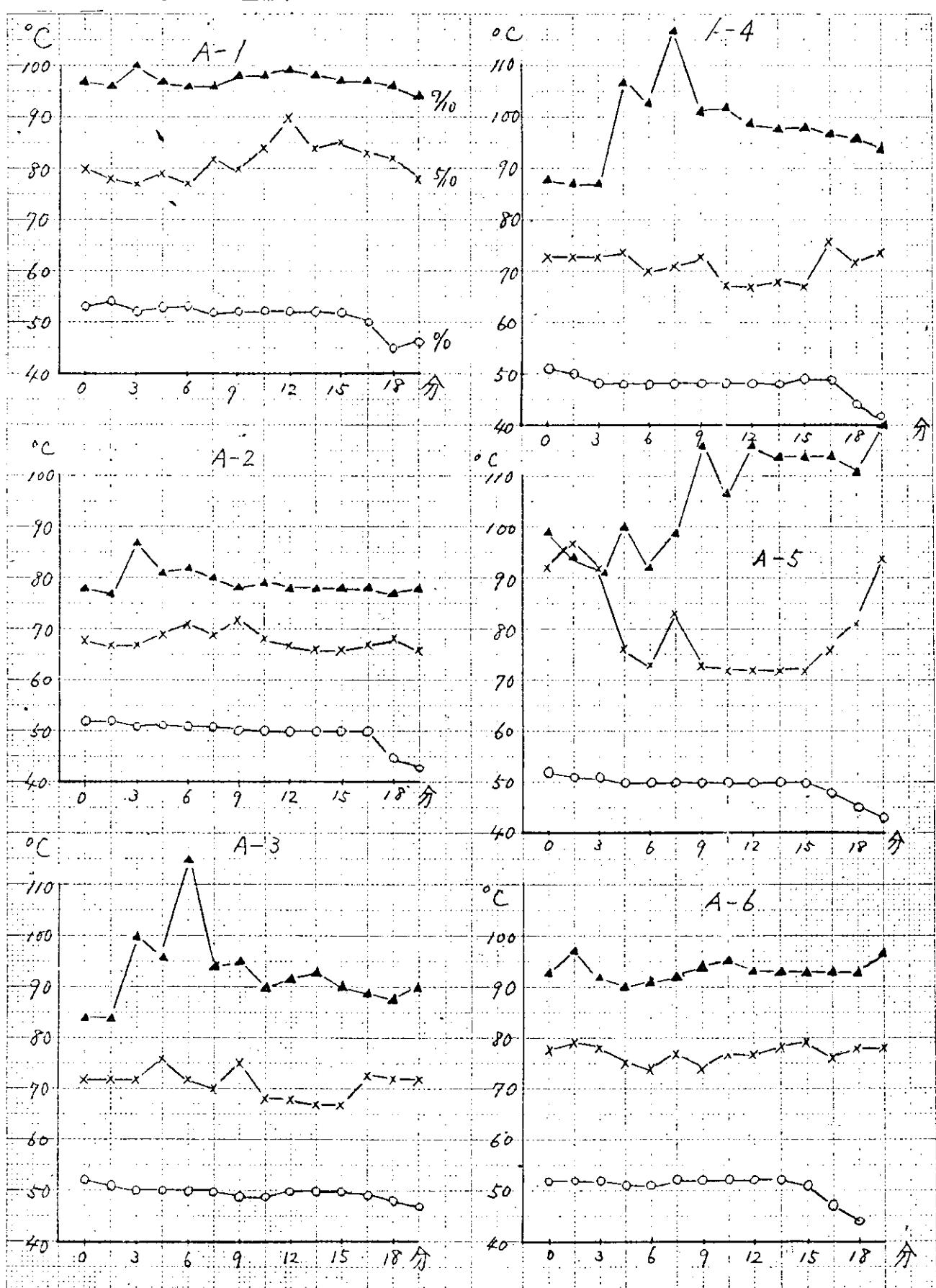
実験D 正常時



第2.6.8図

シリンドライナ温度

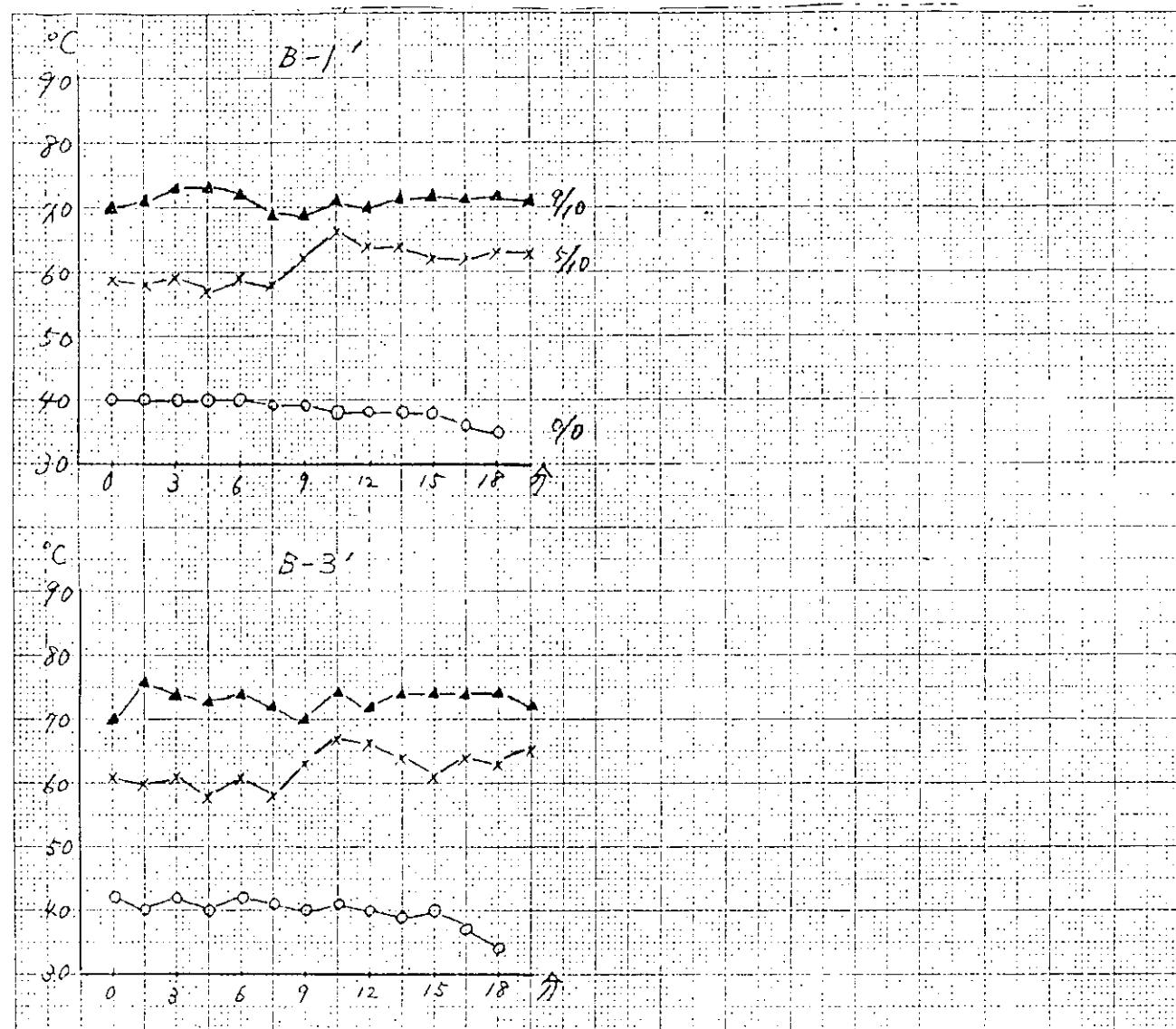
実験B-1 正常時



第2.6.9図

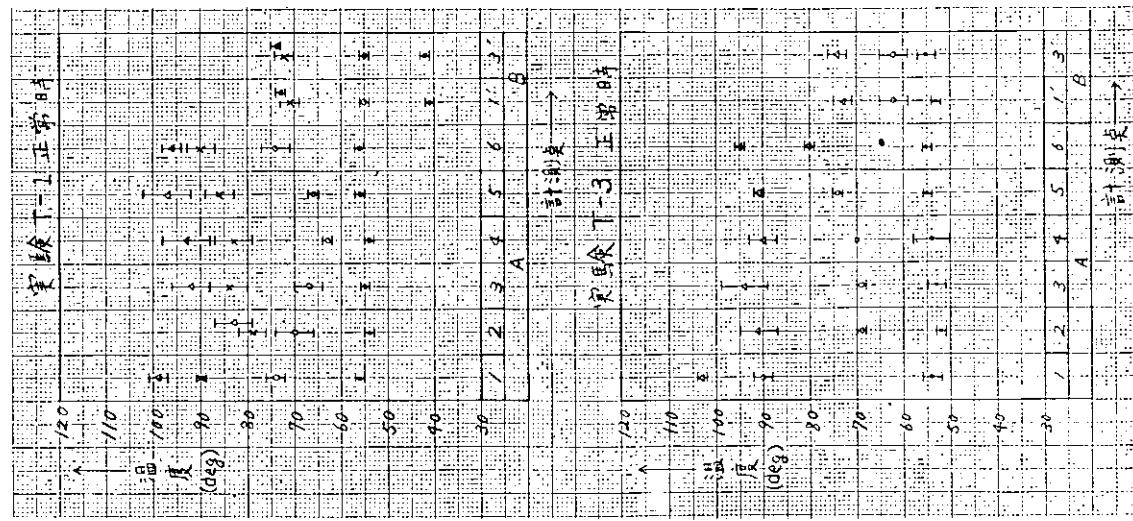
シリンドライナ温度

実験 E - 1 正常時

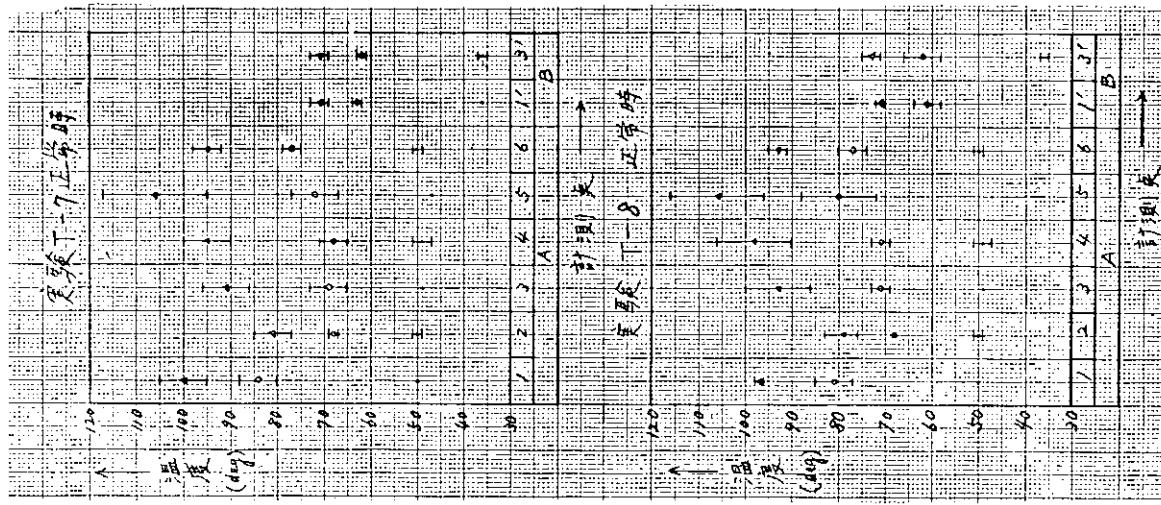


第 2.6.10 図

負荷変化に対する各計測点の温度変化



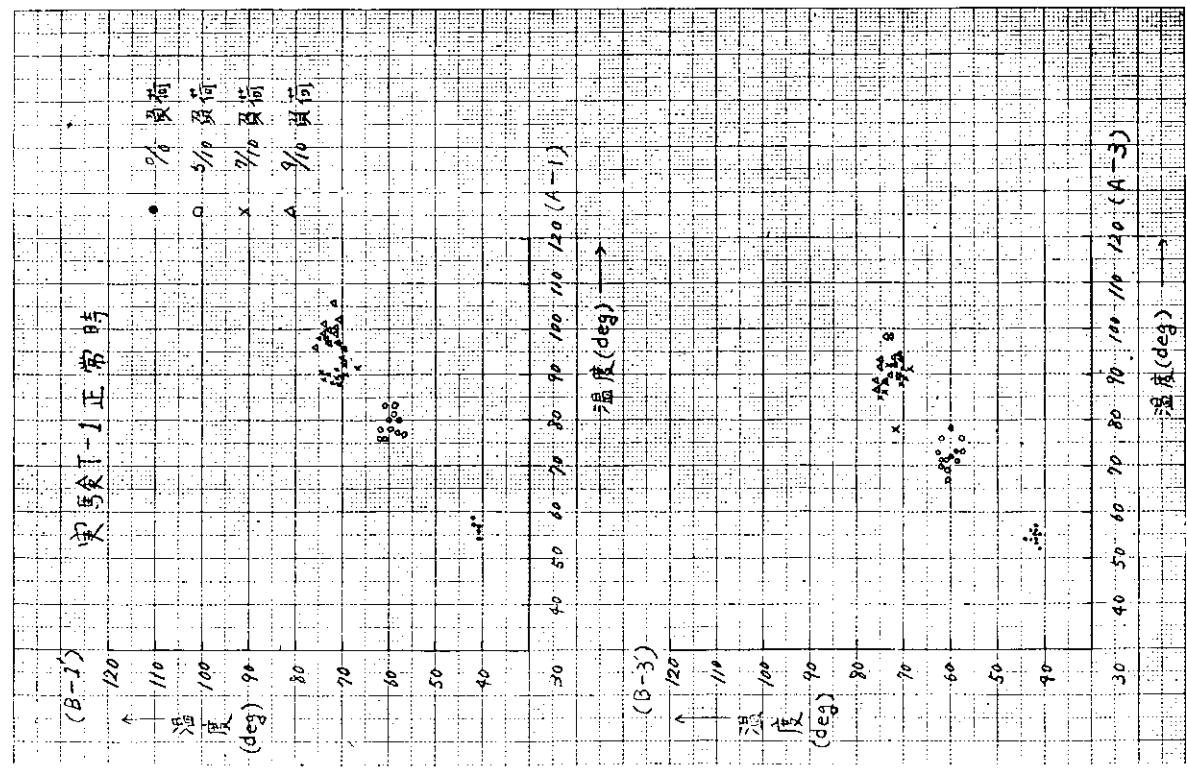
荷荷変化に対する各計測点の温度変化



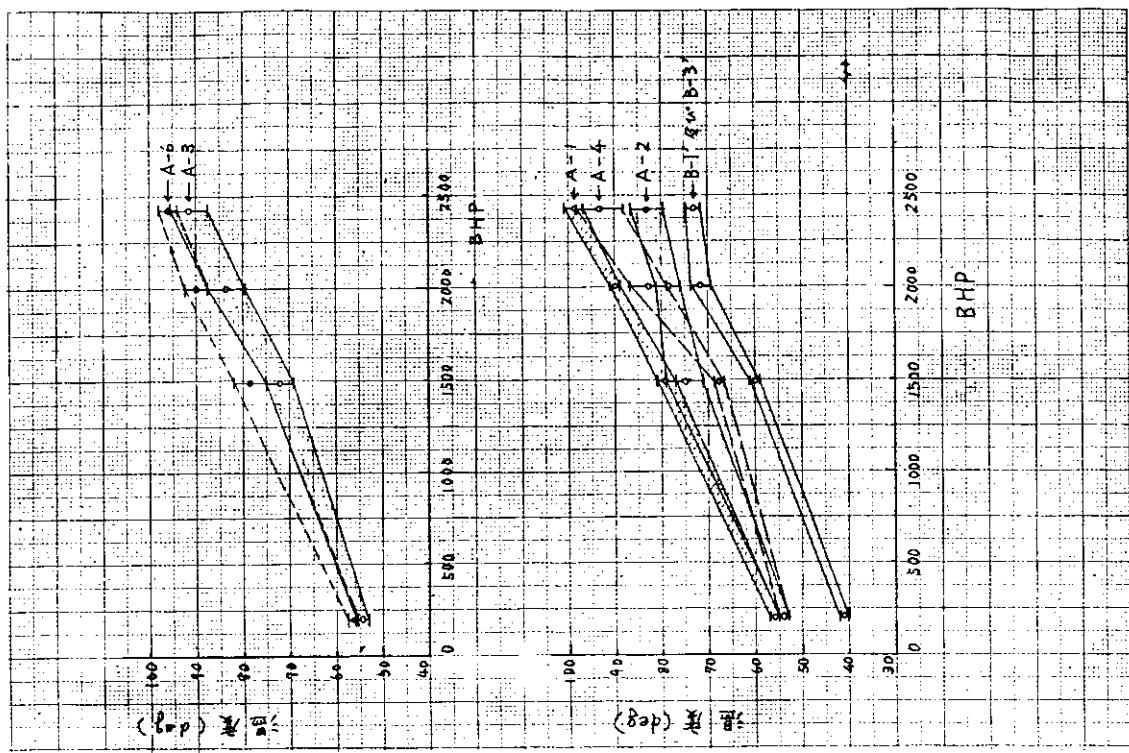
第2.6.12回

卷二

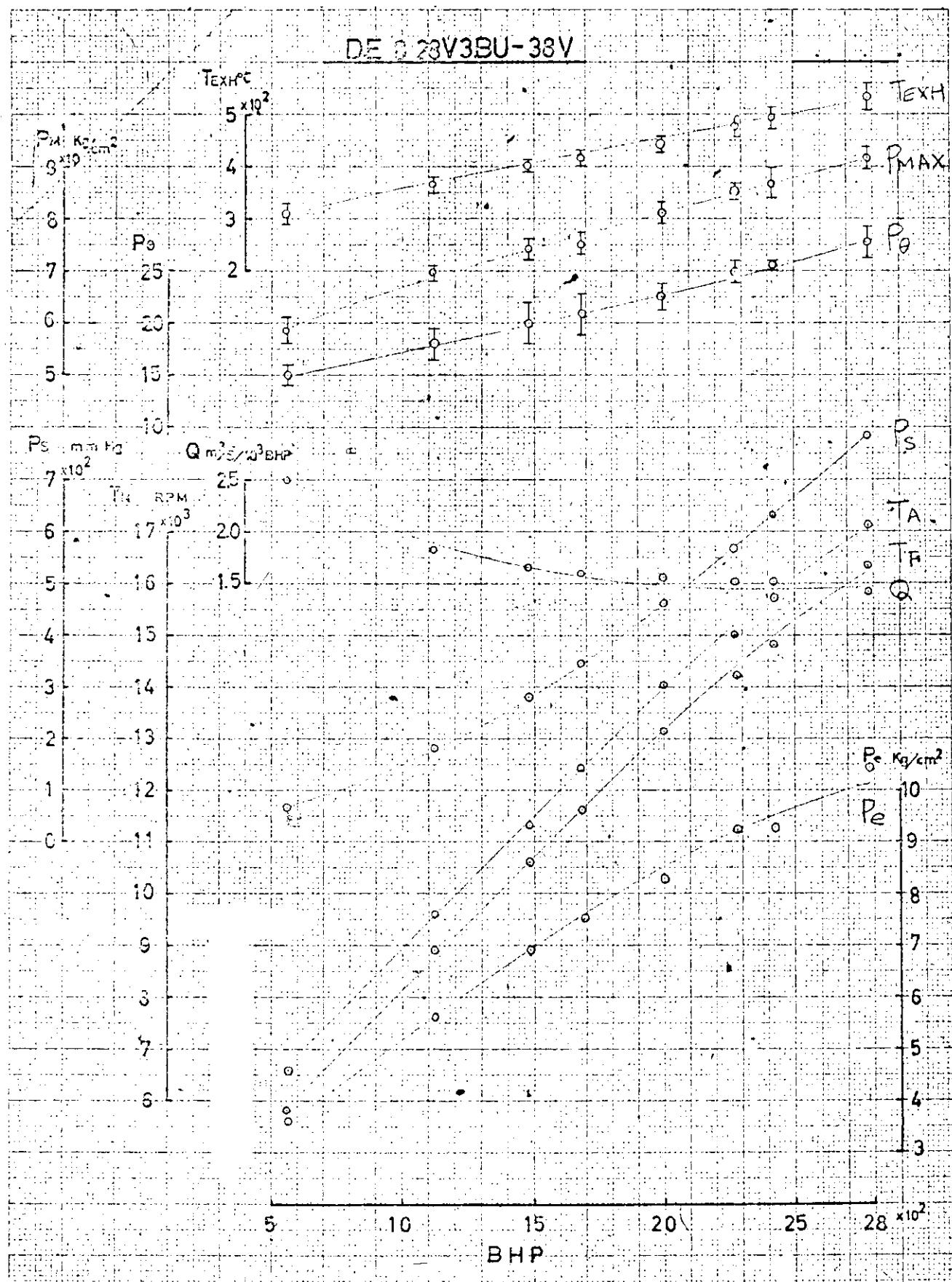
上下の関係にある計測点間の相関々係



実験 A (正常時)における各計測点の
平均値および標準偏差と負荷の関係

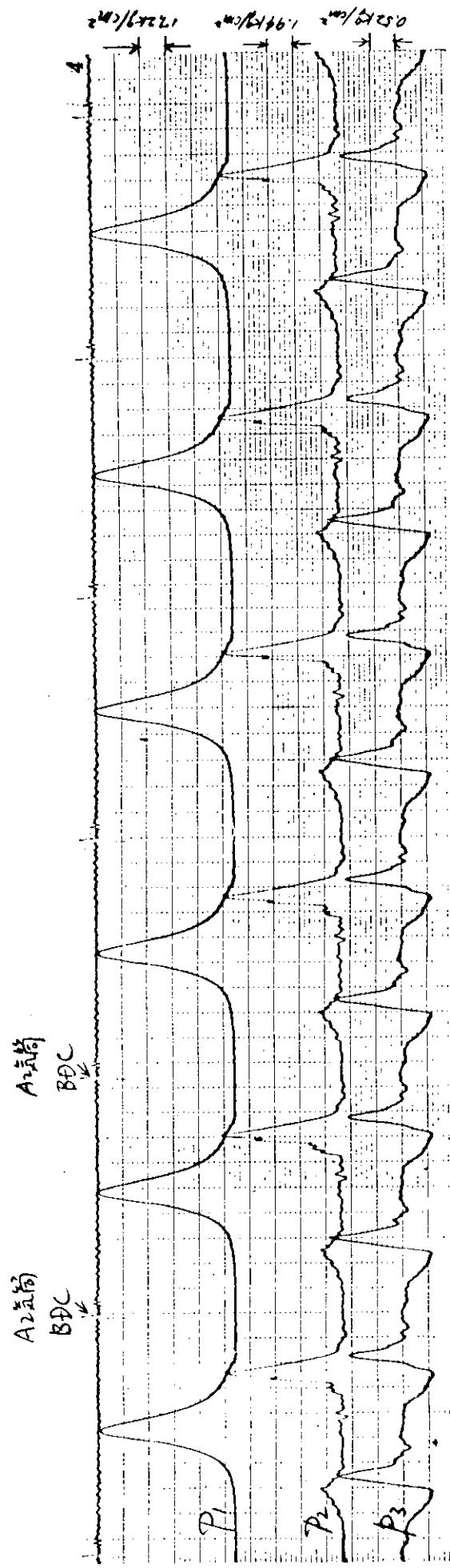


実験 A (正常時) のエンジンデータ



第 2. 6. 1 5 図

實驗 A 正常時 9 / 10 負荷



第 2.6.16 図 A₂ 気管内圧力

(VII) ま と め

上述の(i)～(vi)の諸量は一般に次式の形で近似できる。

$$X = A_0 + A_1 \cdot (BHP) + A_2 \cdot (BHP)^2$$

ただし X : (i)～(vi)の中の任意の量

BHP : 負荷

A_0 、 A_1 、 A_2 : 定数

上記の諸量について、係数 A_0 、 A_1 および A_2 を最小自乗法で求めた結果を第 2.6.1 表に示した。

(2) 異常時の値

第 2.6.1 表

(a) ライナー温度

第 2.6.1.7 ～ 2.6.2.4 図に種々の異常状態を現出した実験について、各計測点の温度が負荷によつて変化する様子を、時間をベースに取つて示してある。このうち、第 2.6.1.7 図および第 2.6.1.8 図は、実験 A' (摺合せ時) に対する

変 量	係 数			備 考
	A_0	A_1	A_2	
T_{max}	265	8.09×10^{-2}	4.91×10^{-6}	
P_{max}	49.4	1.773×10^{-2}	-9.64×10^{-7}	
P_{e}	1.388	4.17×10^{-3}	-3.49×10^{-7}	
P_{f}	-17.5	1.048×10^{-1}	6.61×10^{-5}	
Q	3.14	-1.404×10^{-3}	2.91×10^{-7}	
P_{θ}	12.47	4.36×10^{-3}	4.09×10^{-7}	
T_{f}	328.6	6.07	-3.93×10^{-4}	
T_A	253.2	6.08	-4.11×10^{-4}	

る測定結果である。

第 2.6.1.9 図および第 2.6.2.0 図には、実験 B - 2 (摺合せ時) の時の測定結果である。

第 2.6.2.1 図および第 2.6.2.2 図は、実験 C - 1 (A₂ シリンダ F.O cut) の時の測定結果である。

第 2.6.2.3 図および第 2.6.2.4 図は、実験 C - 2 (A₂ シリンダ F.V 開弁圧 0) の時の測定結果である。

第 2.6.2.5 図および第 2.6.2.6 図には、上記の各実験の場合に、各計測点の温度が負荷によつて変化する様子を計測点をベースにとつて示してある。

第 2.6.2.7 ～ 2.6.3.0 図は、各計測点の温度が、負荷によつて変化する様子を実験条件をベースに取つて示したものである。

第 2.6.3.1 図は、実験 A' (摺合せ時) の場合の計測点 A - 1 と B - 1' との相関々係および実験 B - 2' (摺合せ時) の場合の計測点 A - 3 と B - 3' の相関々係を示したものである。

第 2.6.3.2 図は、実験 C - 1 (A₂ シリンダ F.O cut) の場合の計測点 A - 1 と B - 1' および A - 3 と B - 3' の相関々係を示したものである。

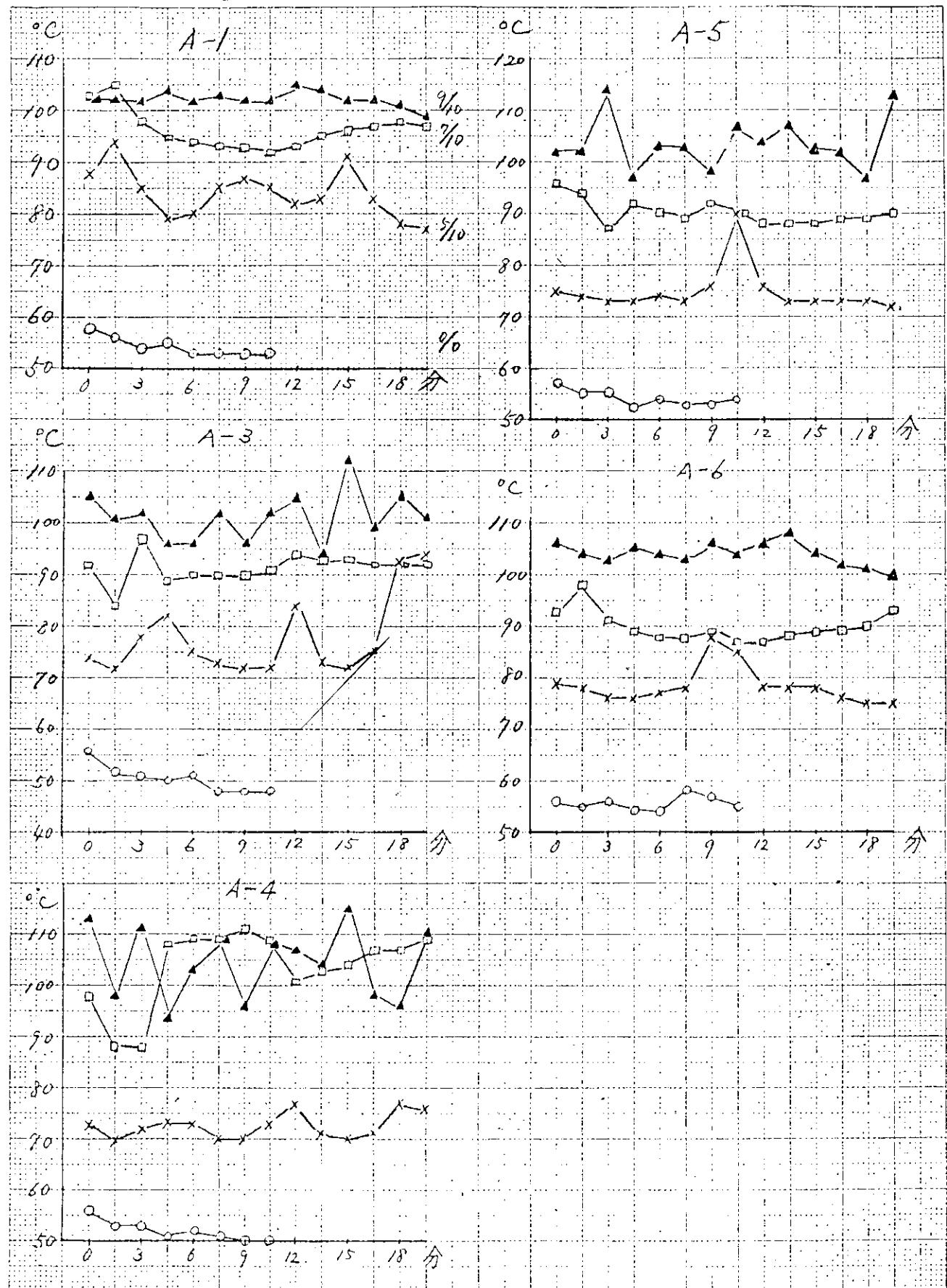
第 2.6.3.3 図は、実験 C - 2 (A₂ シリンダ F.V 開弁圧 0) の場合の計測点 A - 1 と B - 1' および A - 3 と B - 3' の相関々係を示したものである。

第 2.6.3.4 ～ 2.6.3.7 図には、各計測点について、負荷を変化した場合、実験条件により測定値の平均値、およびその標準偏差が、実験 A (正常時) と比較してどうなるかを負荷 BHP をベースに取つて示してある。これから判ることは、

- i) 実験 C - 1 (A₂ シリンダ F.O cut) のときは、各計測点とも実験 A (正常時) より低い値を示し、負荷が増すほど、降下量は増している。さらに標準偏差は極端に小さい。
- ii) 実験 C - 2 (A₂ シリンダ F.V 開弁圧 0) のとき {A} 系列の計測点は A - 2 以外は、温度の上昇が顕著である。A - 2 もやはり高目の値をとる傾向を示すが、他のものほど顕著でない。{B} 系列は負荷が小さいときは、実験 A (正常時) より高い値をとるが、負荷が 1.500 BHP を越えると逆にやや低目をとる。
- iii) 実験 A' (摺合せ) の場合には、{A} 系列および {B} 系列とも温度が上昇し標準偏差も大きくなる。ただし A - 6 は例外で正常時とあまり変わらない。B - 1' が非常に上昇していることから、ピストンリングの吹抜け、

シリンドライナ温度

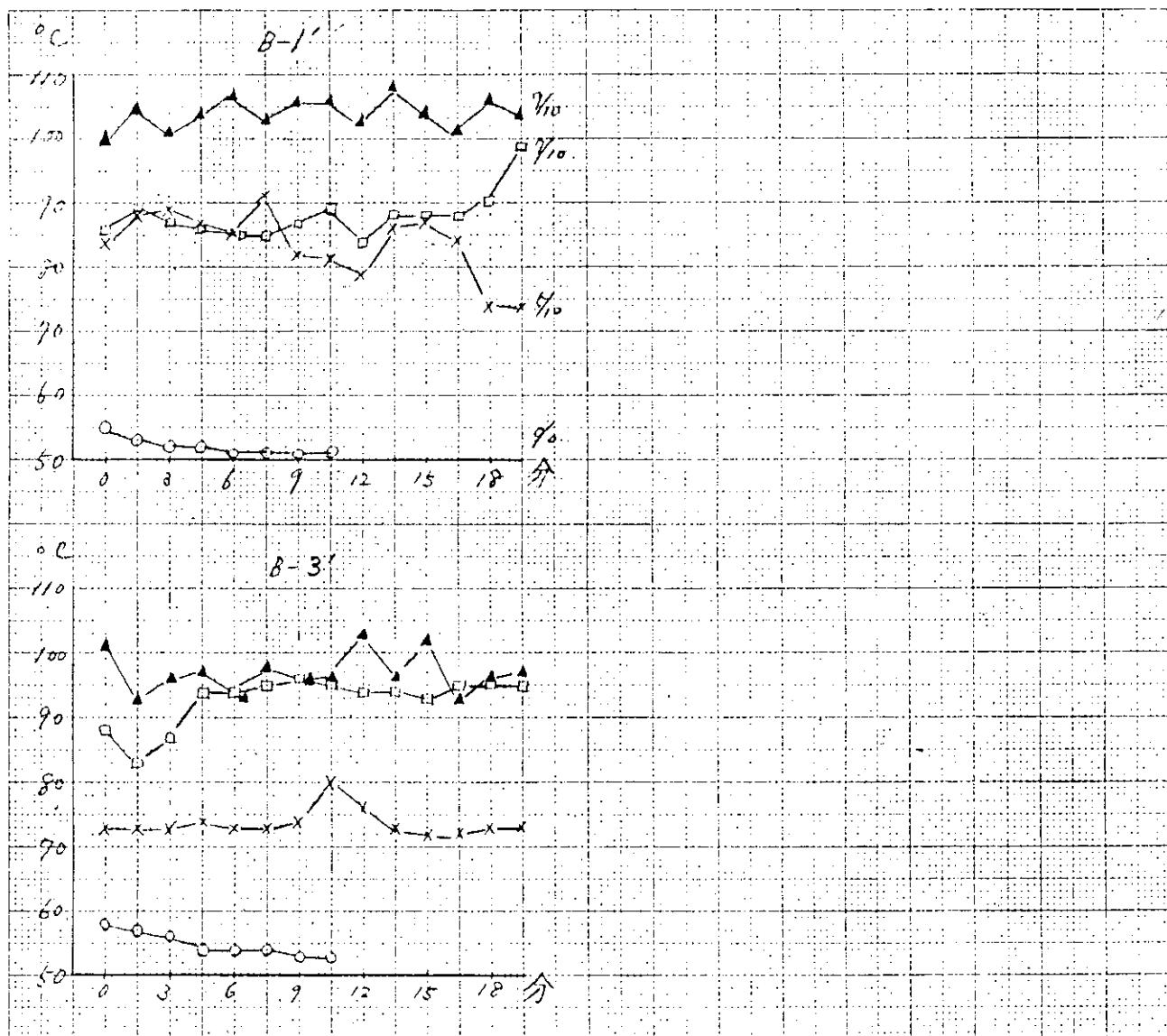
実験 A' 摘合せ時



第2.6.17図

シリンドライナ温度

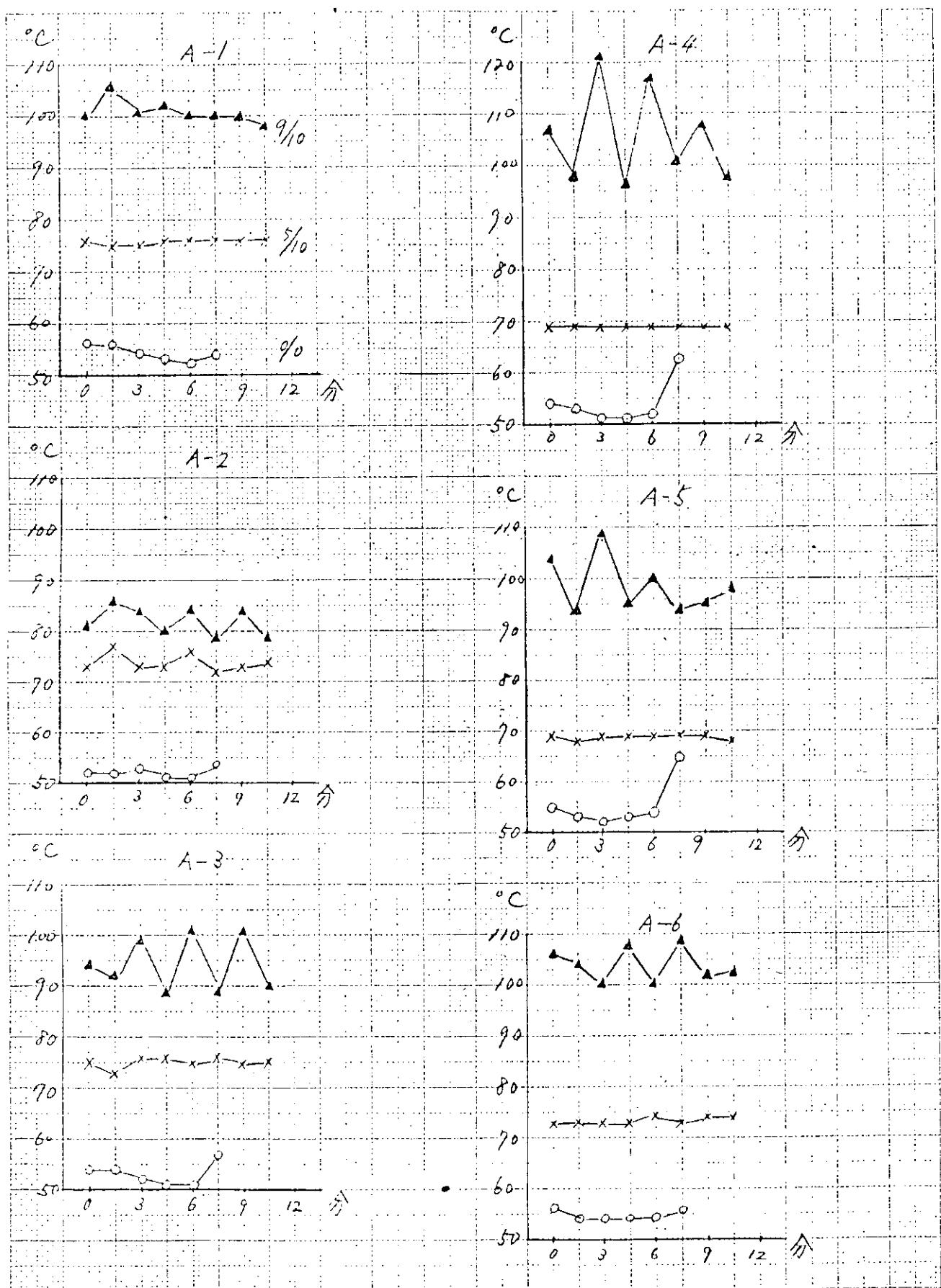
実験 A' 摹合せ時



第2.6.18図

シリンドライナ温度

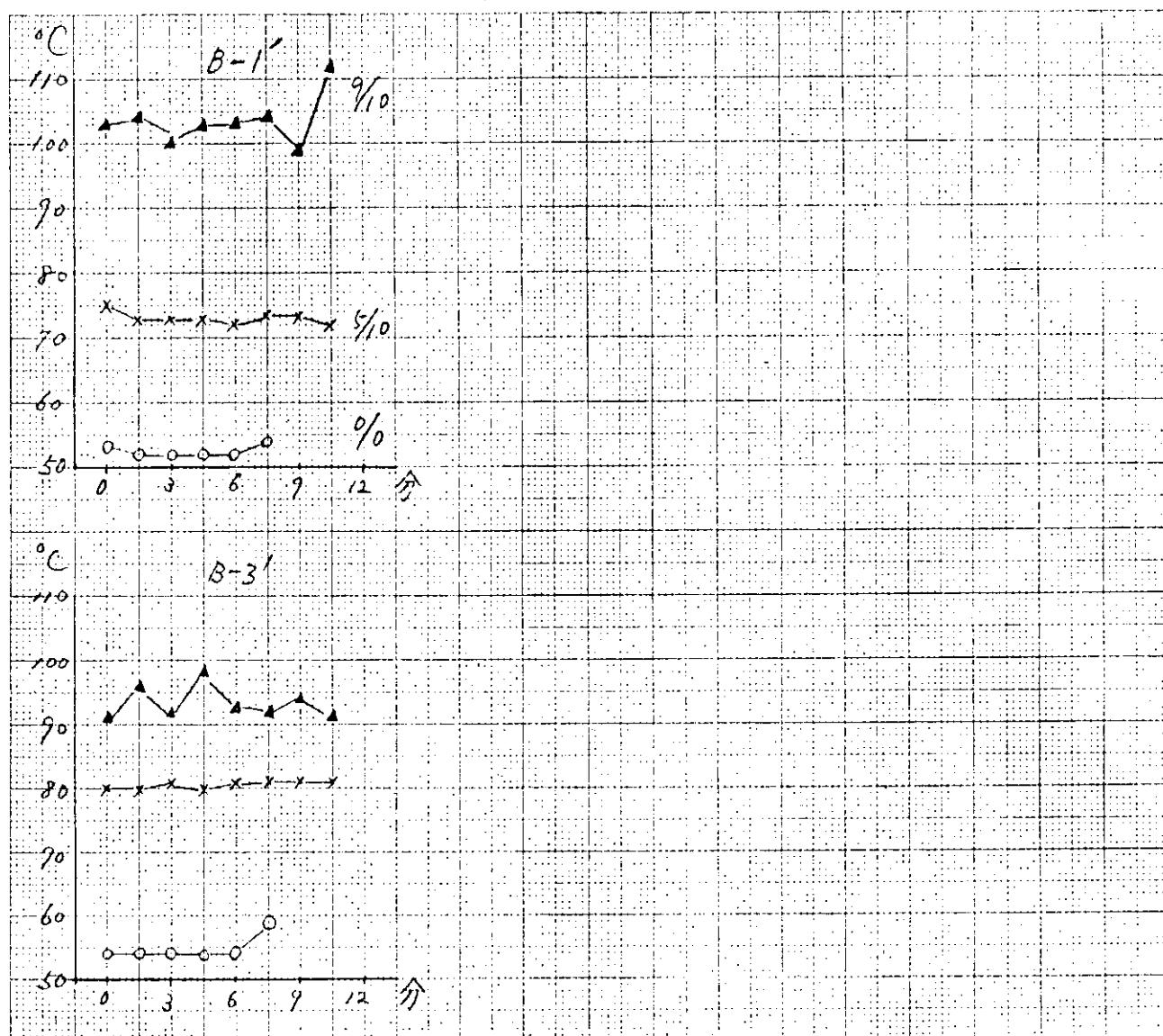
実験B-2¹ 摹合せ時



第2.6.1.9図

シリンドライナ温度

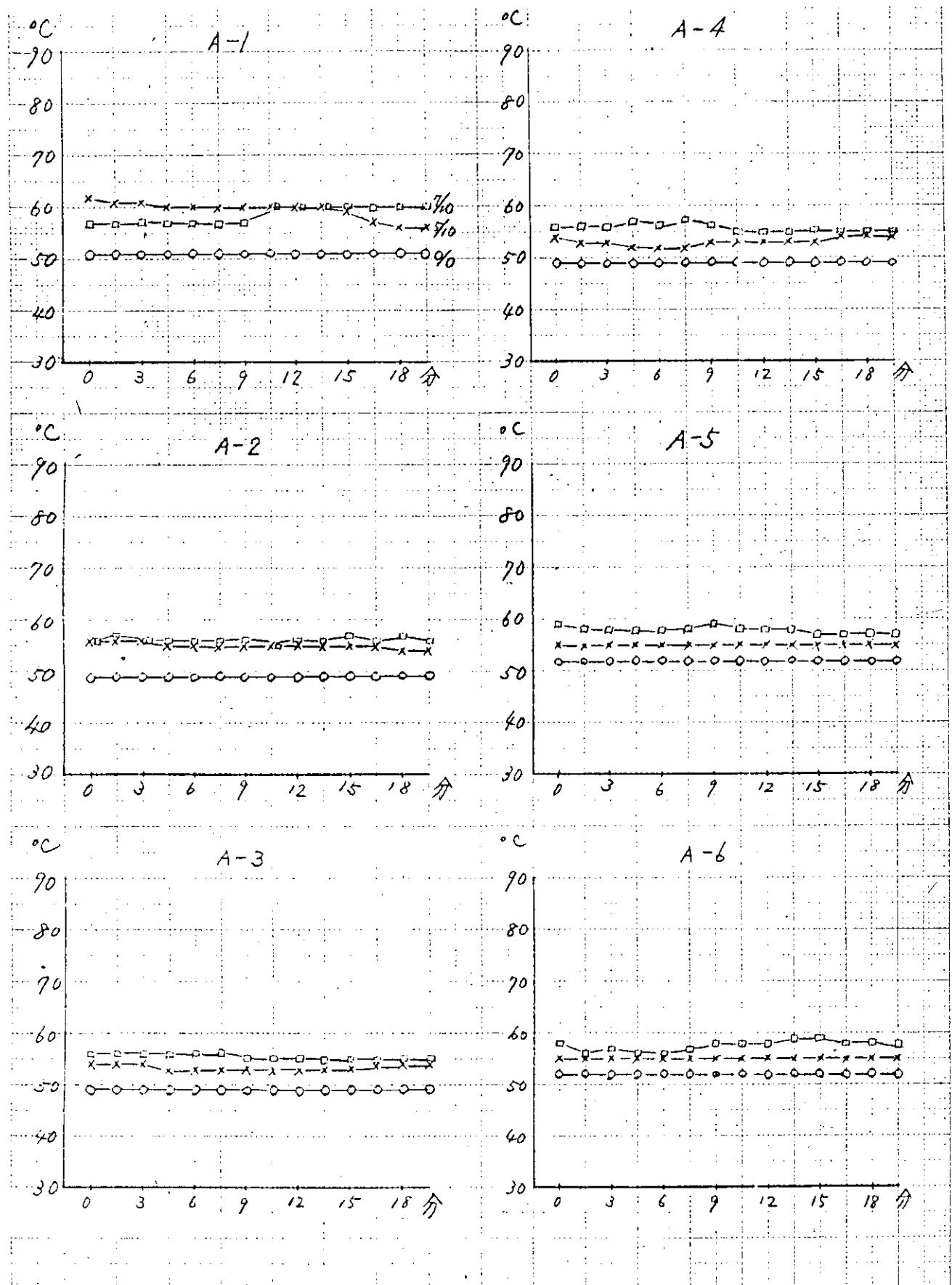
実験B-2' 摹合せ時



第2.6.20図

シリンドライナ温度

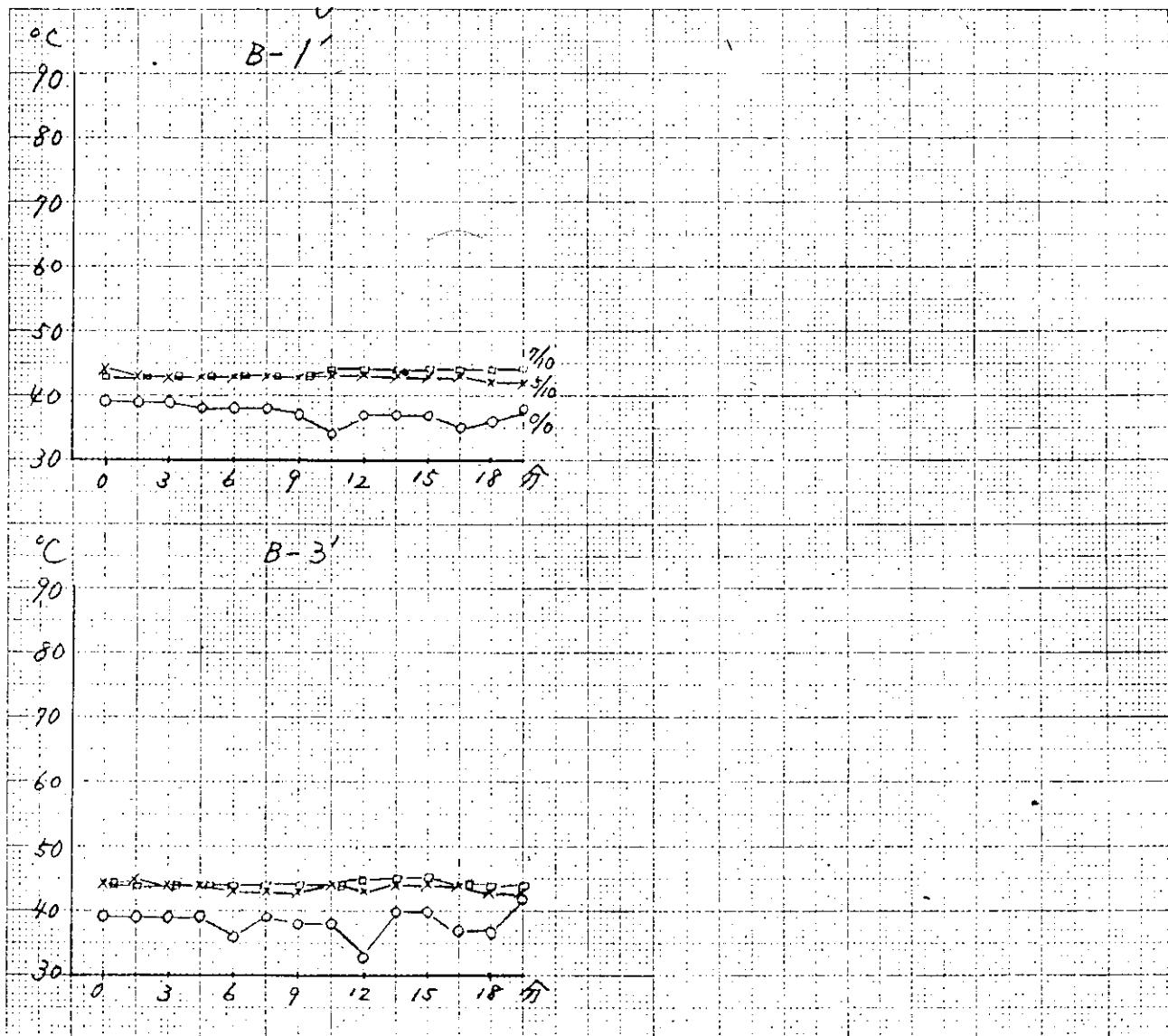
実験 C-1 A₂ cyl. F.O cut



第2.6.21図

シリングライナ温度

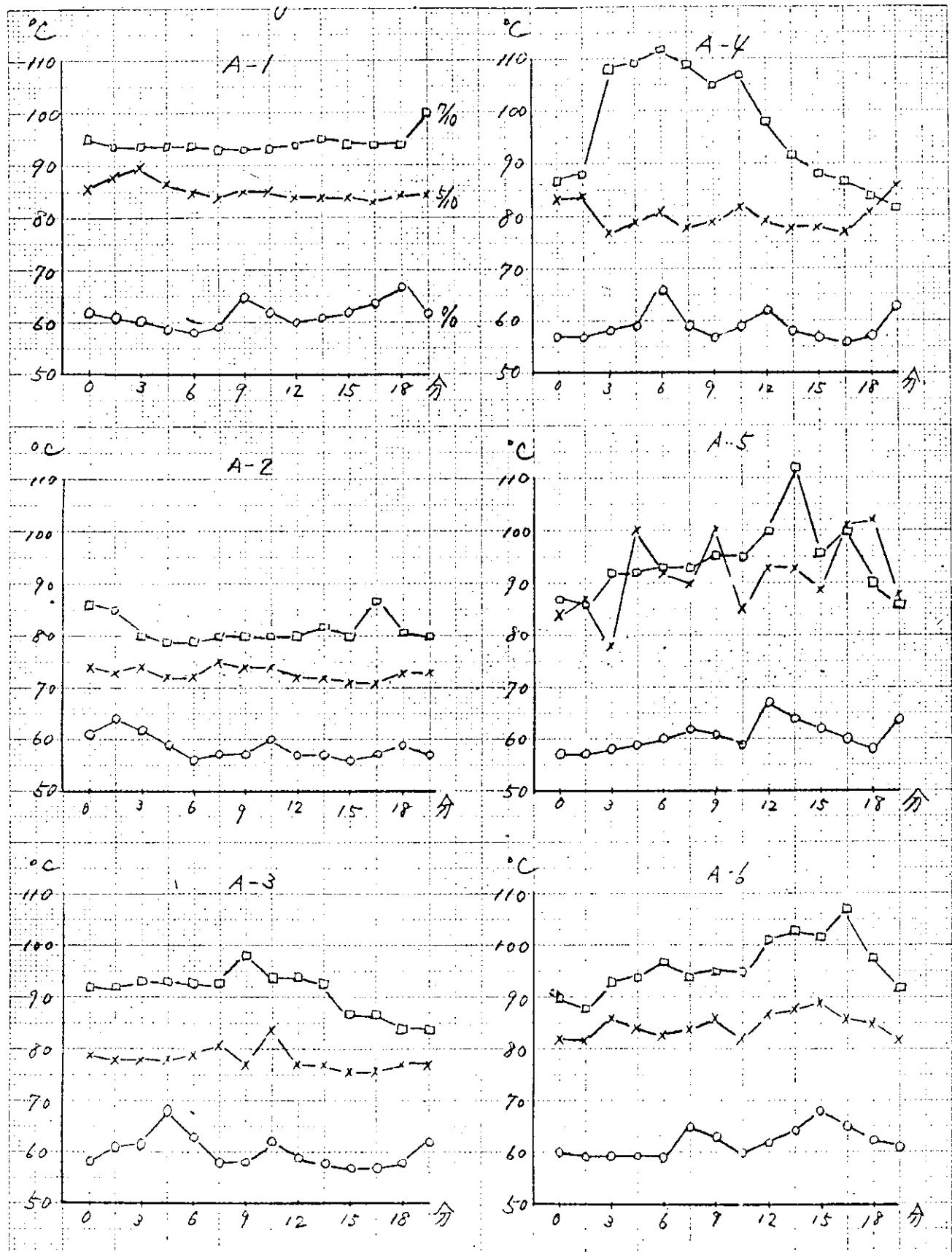
実験 C-1 A₂ cyl. F.O cut



第2.6.2.2図

シリンドライナ温度

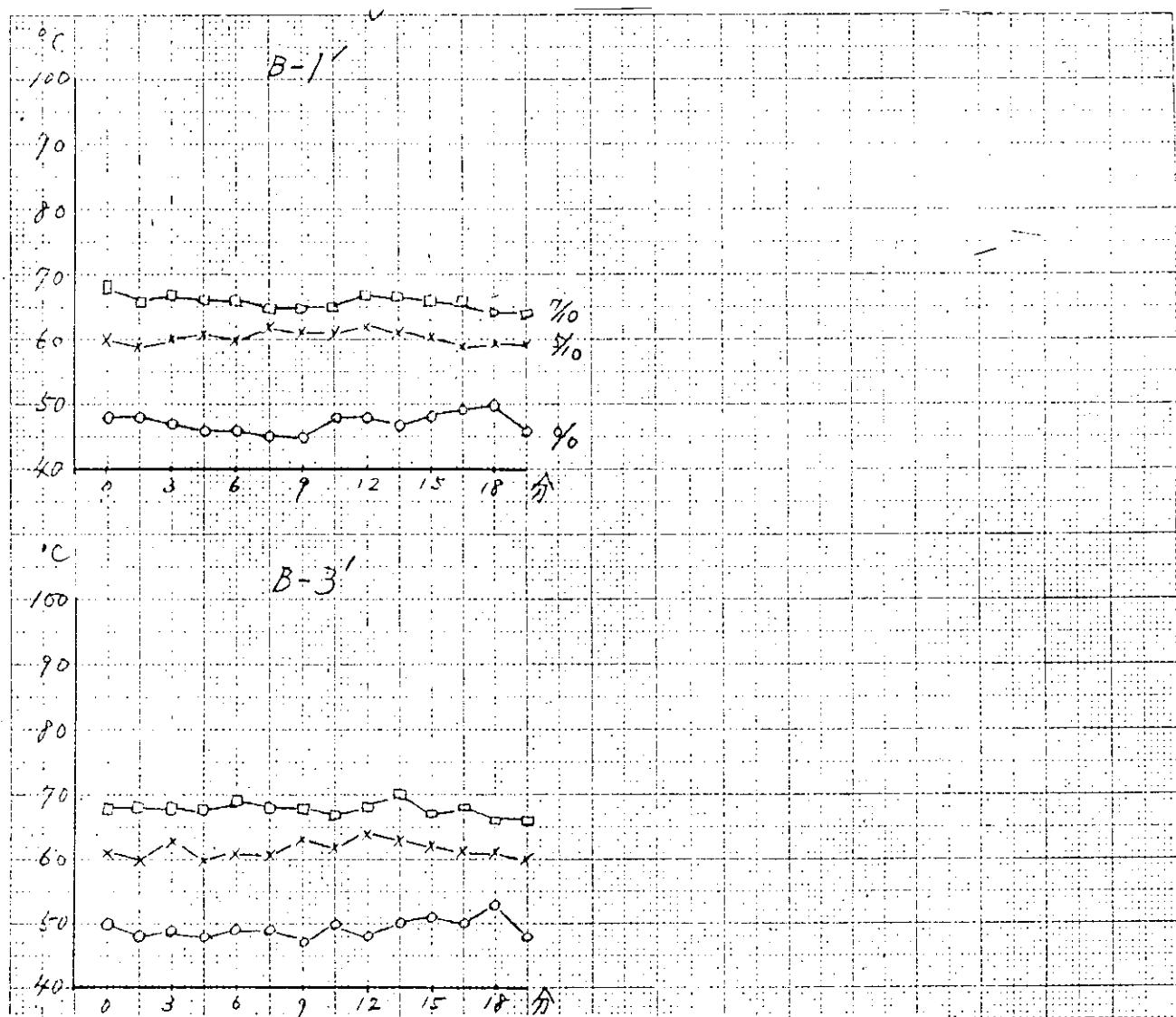
実験C-2 A₂ cyl. F.V 開弁圧 0



第2.6.2.3図

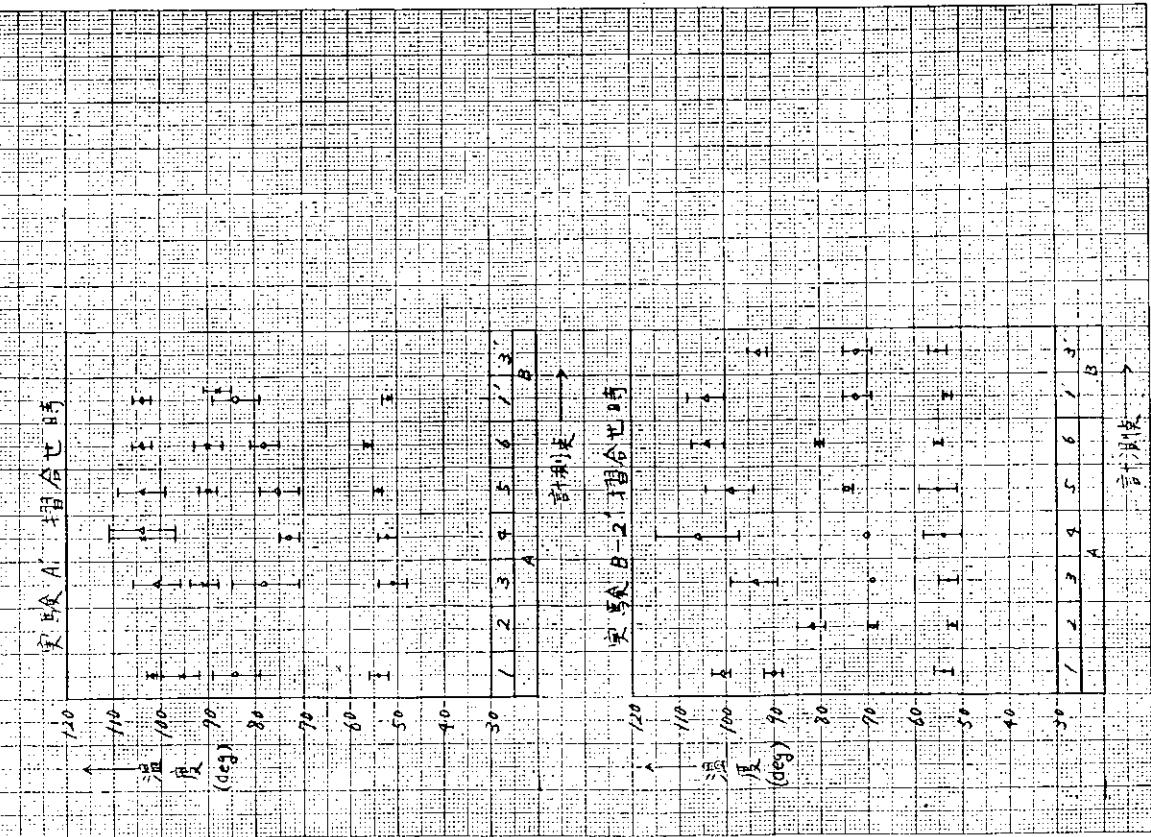
シリンドライナ温度

実験 C-2 A₂ cyl. F.V開弁圧 0

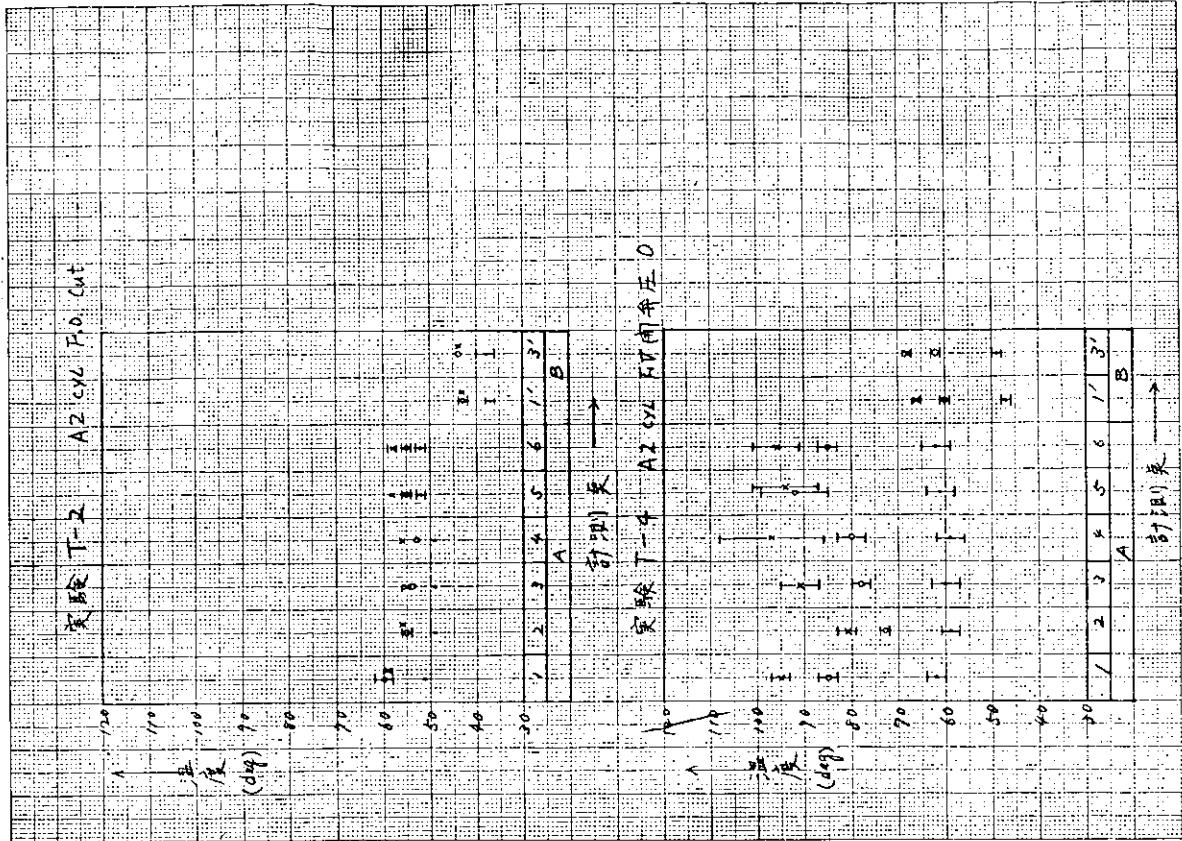


第2.6.24図

負荷に対する各計測点の温度変化(異常時)



負荷に対する各計測点の温度変化(異常時)



第2.6.2.5図

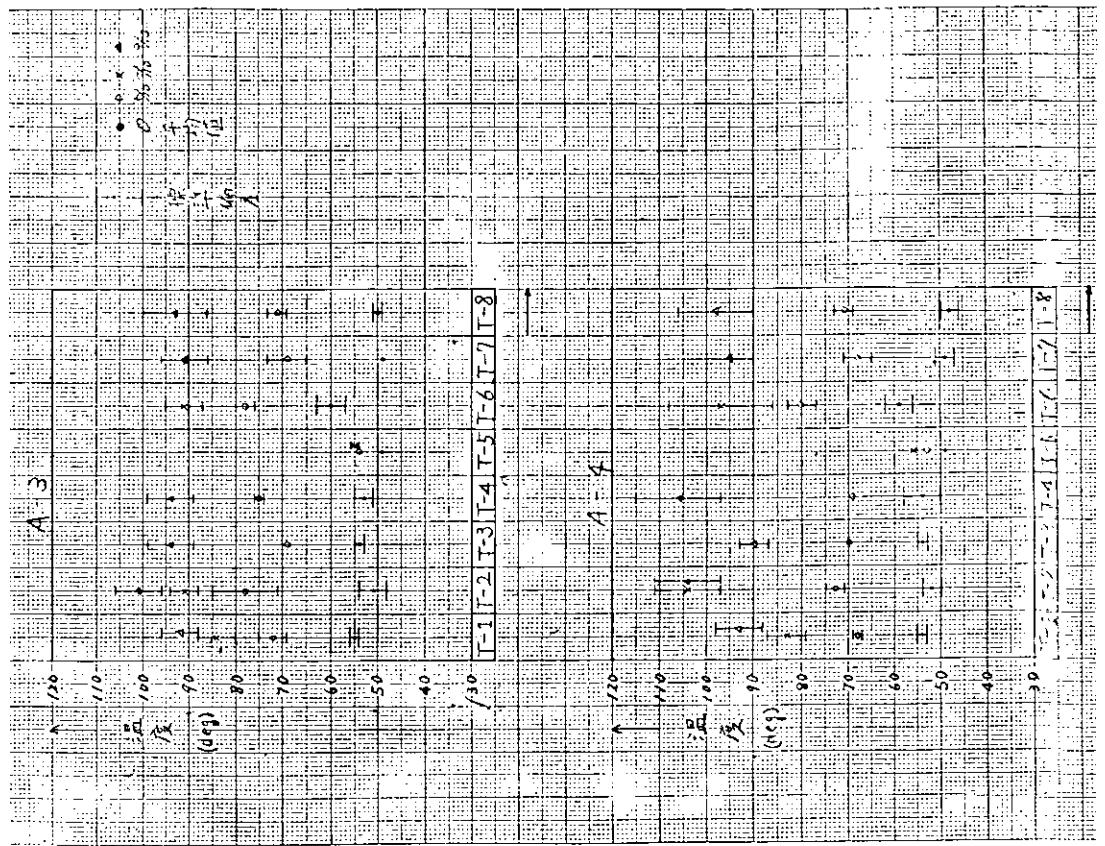
第2.6.2.6図

各計測点の温度に対する実験条件および負荷の影響

各計測点の温度に対する実験条件および負荷の影響



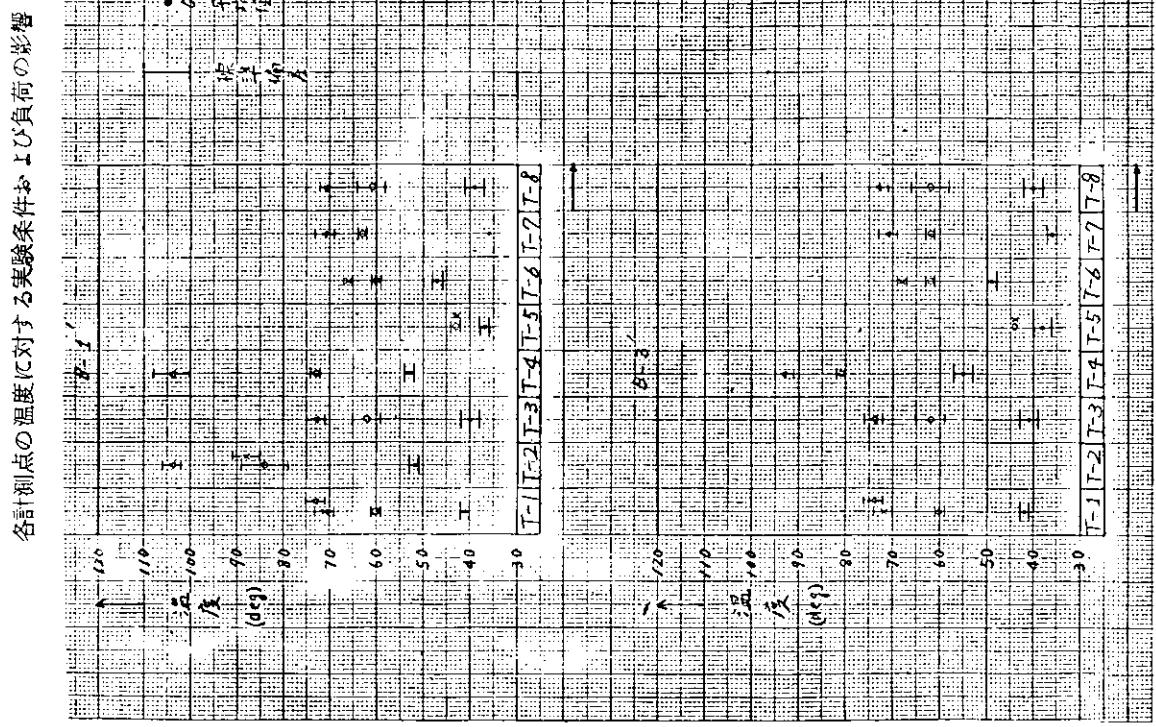
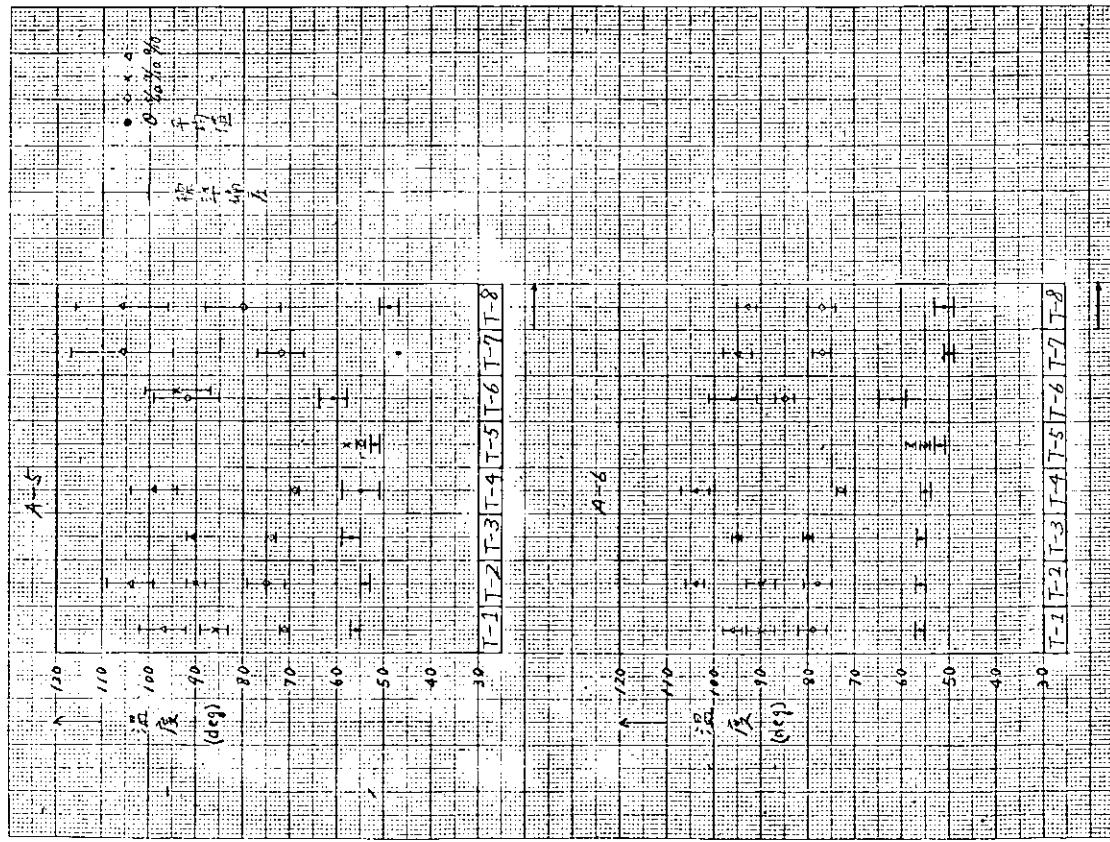
第2.6.2.7図



第2.6.2.8図

各計測点の温度に対する実験条件および負荷の影響

各計測点の温度に対する実験条件および負荷の影響

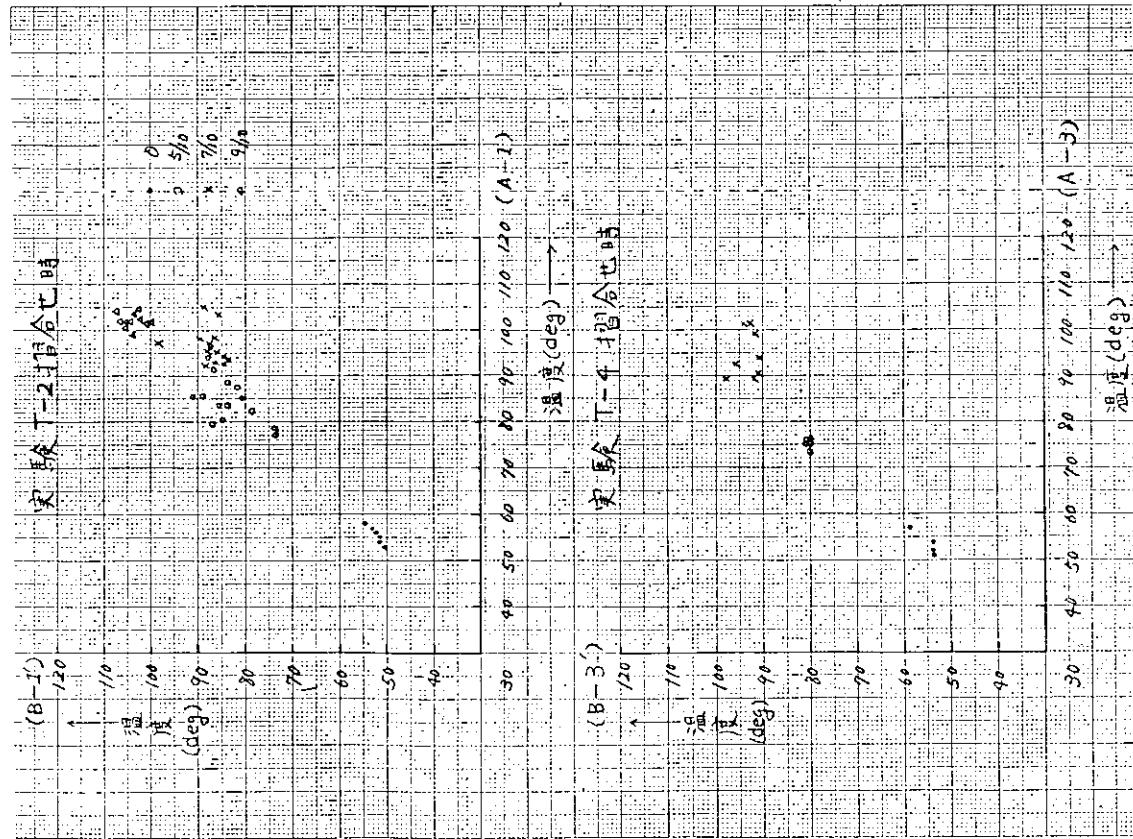


第2.6.29図

第2.6.30図

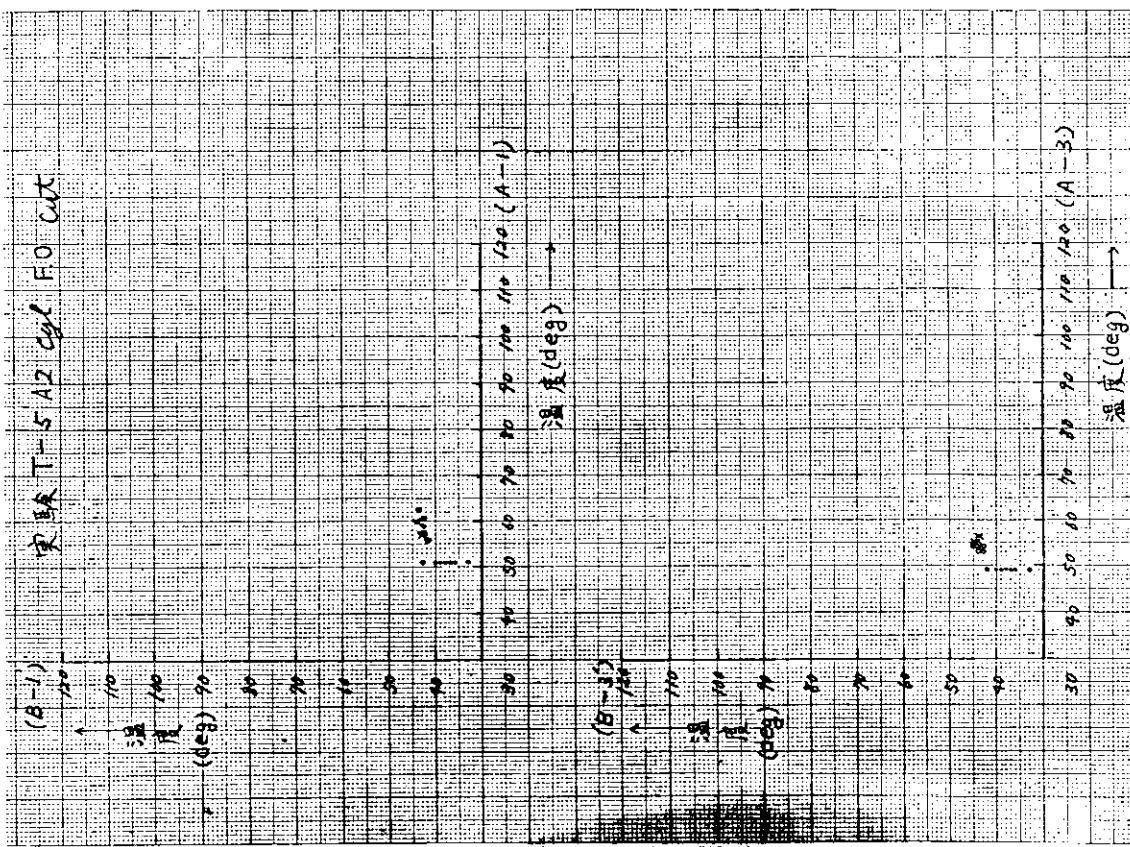
上下の関係にある計測点間の相關々係（異常時）

上下の関係にある計測点間の相關々係（異常時）



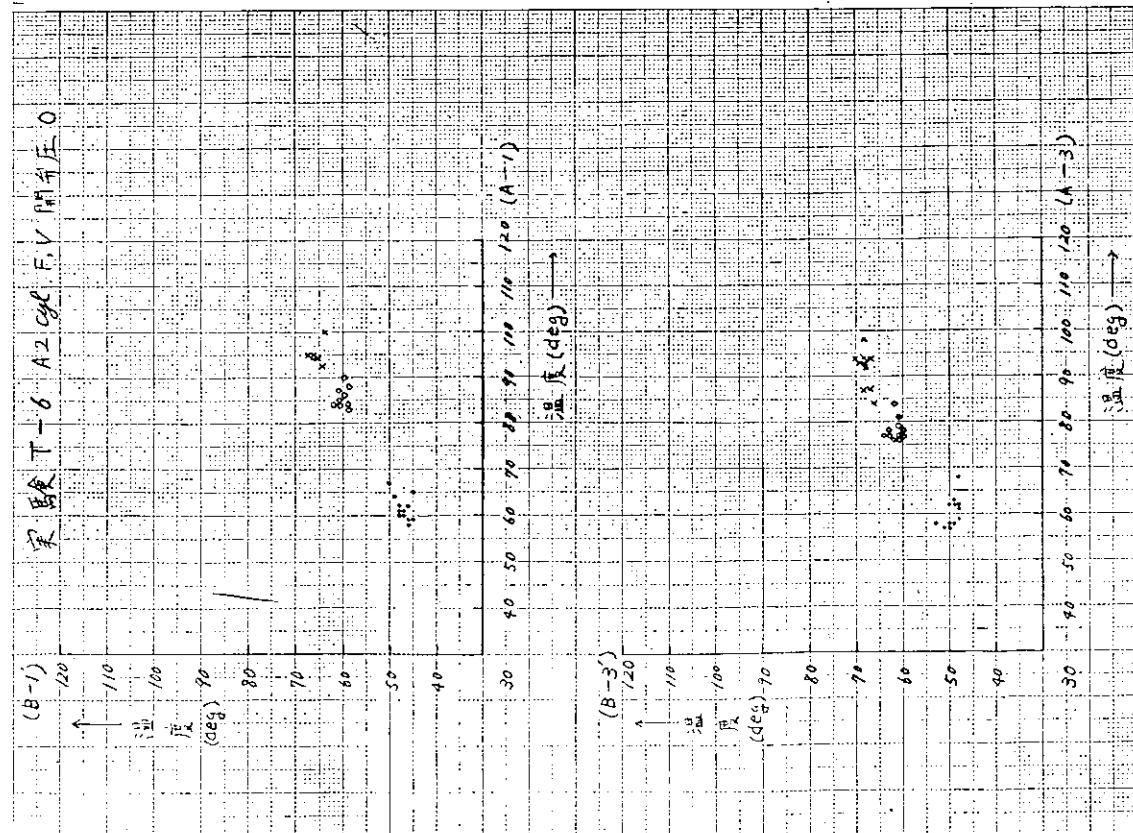
第2.6.3.1図

第2.6.3.2図

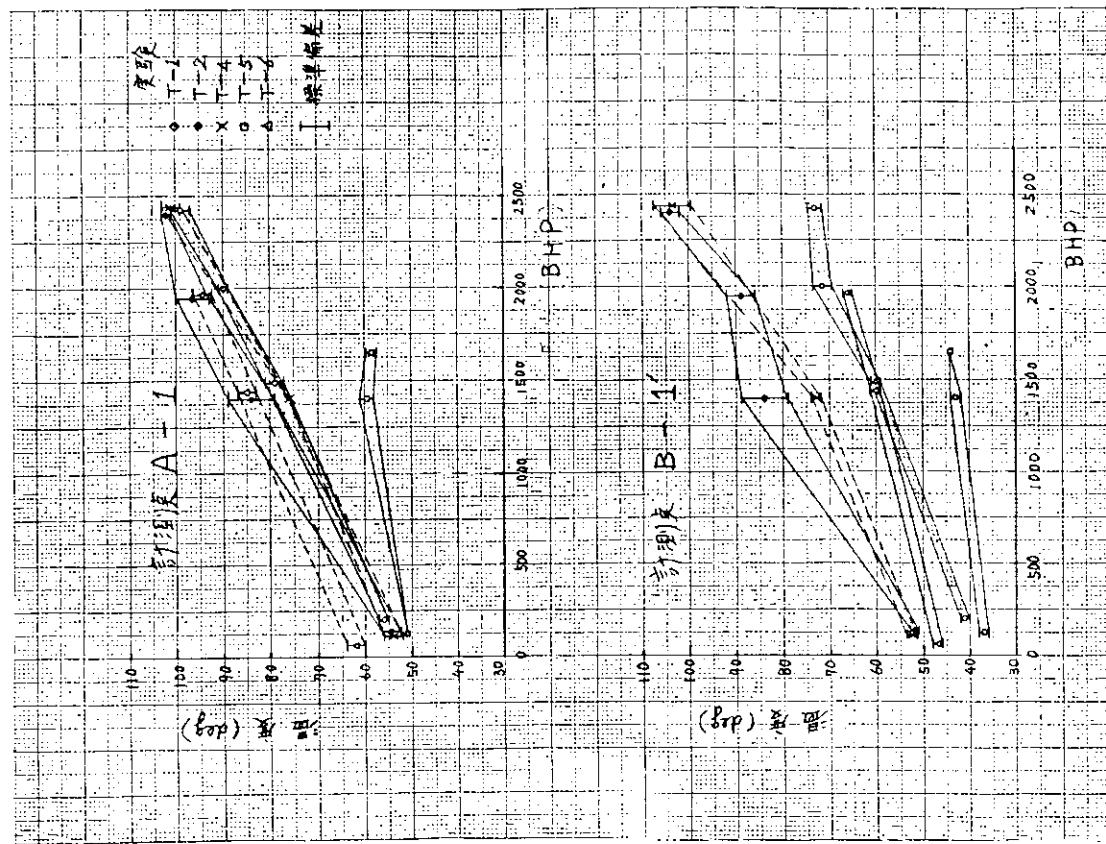


第2.6.3.3図

上下の関係にある計測点間の相関々係数（異常時）



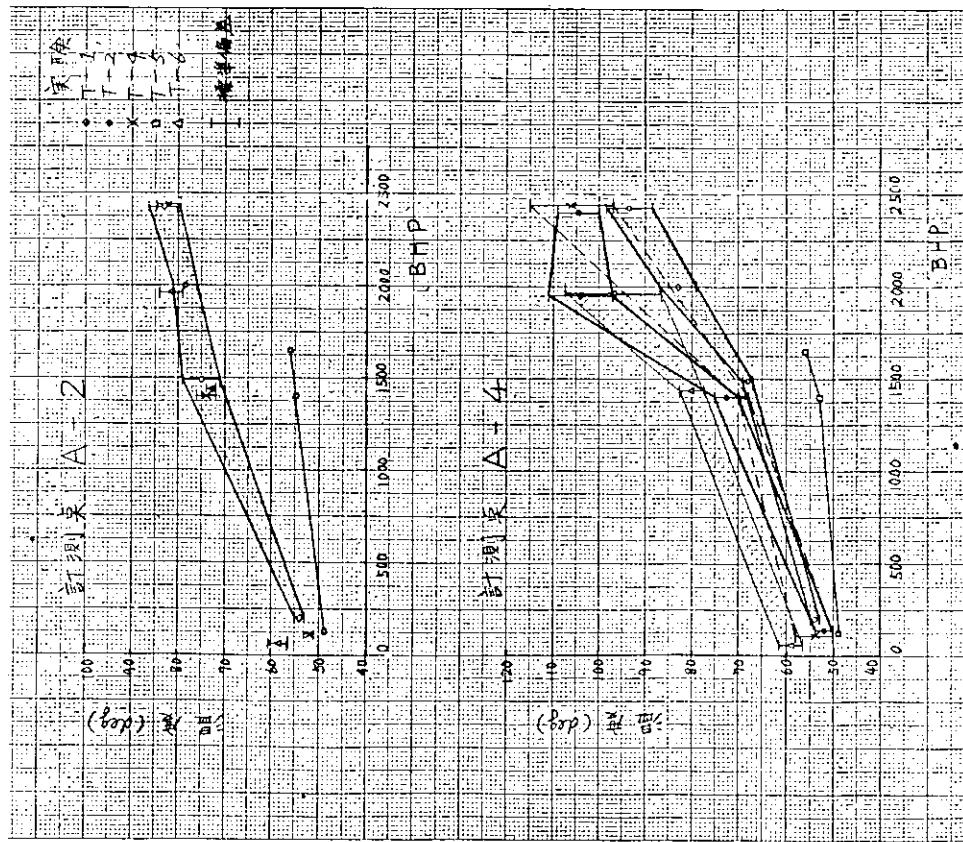
各計測点の温度および標準偏差



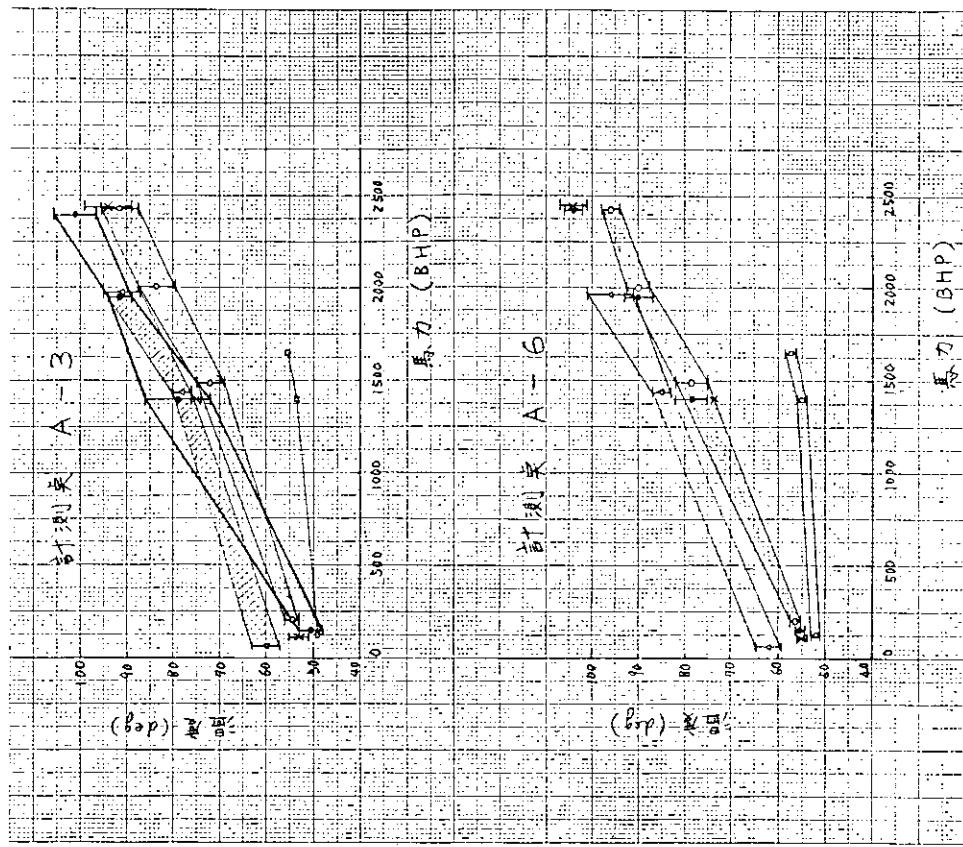
第2.6.3.4図

各計測点の温度および標準偏差

各計測点の温度および標準偏差



第2.6.3.5図



第2.6.3.6図

あるいは、異常摩耗状態が生じたものと推定される。

各計測点の温度および標準偏差

IV) 実験B-2'（摺合せ）の場合には、{A}系列はほとんど正常時と変化がないがB-1'およびB-3'が非常に上昇していることからピストンリングの吹抜け、あるいは異常摩耗状態が生じているものと推定される。

(b) 排気ガス温度

第2.6.37図から次のことが判る。

(i) 実験C-1(A₂ シリンダ F.O cut)

- 正常時と比較して平均値は上昇する(5/10負荷で約25deg)
- 標準偏差も大巾に増加する(正常時の約7倍)
- A₂ シリンダの値は、極端に低く、この時の標準偏差の範囲をはるかに越えている。

(ii) 実験C-2(A₂ シリンダ F.V 開弁圧0)

- 正常時と比較して平均値は下降する(5/10負荷で約25deg)
- 標準偏差は正常時とほとんど変わらない。
- A₂ シリンダの値は、このときの平均値より高く出、かつこの時の標準偏差の範囲を越えている。

(c) シリンダ内最高圧力

第2.6.39、40、41および42図は、それぞれ

A₂ シリンダ内の圧力波形である。第2.6.43図は、

P₁maxおよびP₂maxを実験条件をベースにして示したものである。

各実験条件時の現象を以下に述べる。

(i) 実験A'（摺合せ時）

正常時と比較して、P₁ max および P₂ max には、変化は認められない。しかし、注油孔での圧力 P₂ max には異常が認められる。すなわち第2.6.39図および第2.6.43図に示すように、P₂ max が異常に大きくなり、リングの吹抜けを示唆している。

この吹抜けは、上述のライナ温度の異常現象と関連が密接と考えられるが、ライナ温度は、リングとライナ間の異常摩耗によつても影響されるので、さらに詳細な実験、解析によらねばはつきりしたことは述べられない。

(ii) 実験C-1(A₂ シリンダ F.O cut)

第2.6.40図(実験C-1)は、第2.6.16図(実験A)に比べて P₁ max が大巾に低下している。

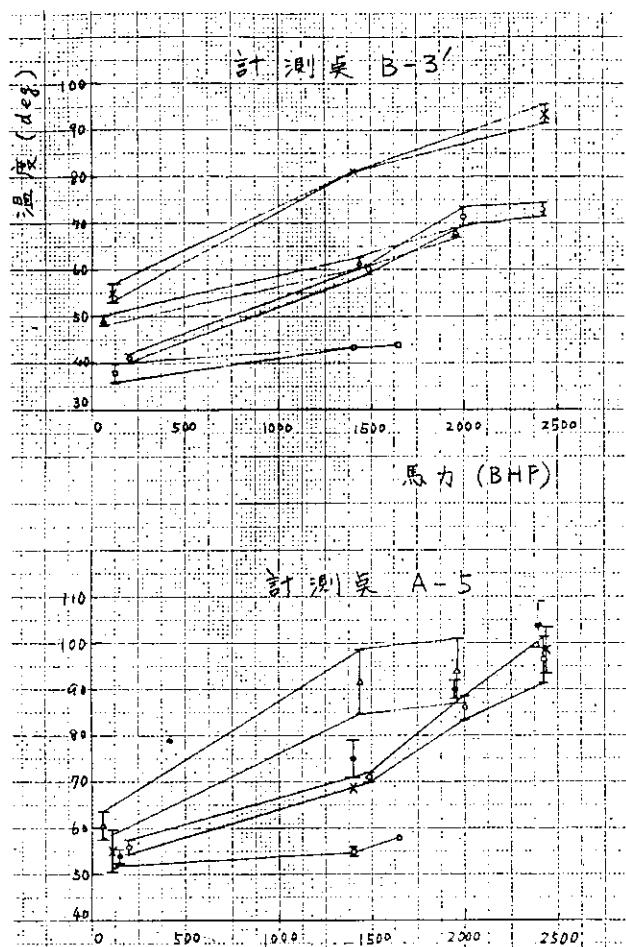
第2.6.43図によれば、P₁ max は、40～50 kg/cm² 低下している。ただし、負荷が%のときは10～20 kg/cm² の低下にとどまっている。P₂ max も同様に低下している。

次に排気岐管での圧力 P₃ max についても、第2.6.40図のオシログラフ上に、明らかな相違、すなわち、気筒からのものに相当する圧力脈動がほとんど消えているので認められる。しかし、隣接シリンダ A₁ の圧力脈動の振巾は、むしろやや増大している。

(iii) 実験C-2(A₂ シリンダ F.V開弁圧0)

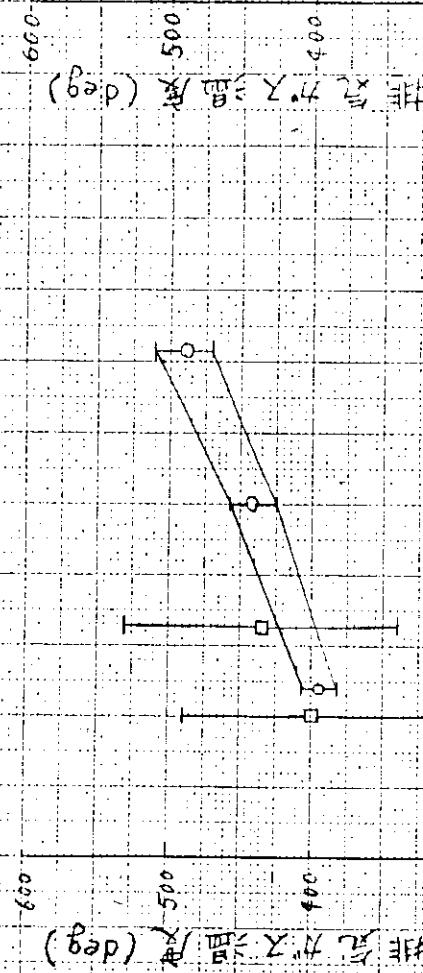
P₁ max、P₂ max は正常時と比較して、ほとんど差が認められない。

(iv) 実験E-1(A₂ シリンダの排気弁座の吹抜け)

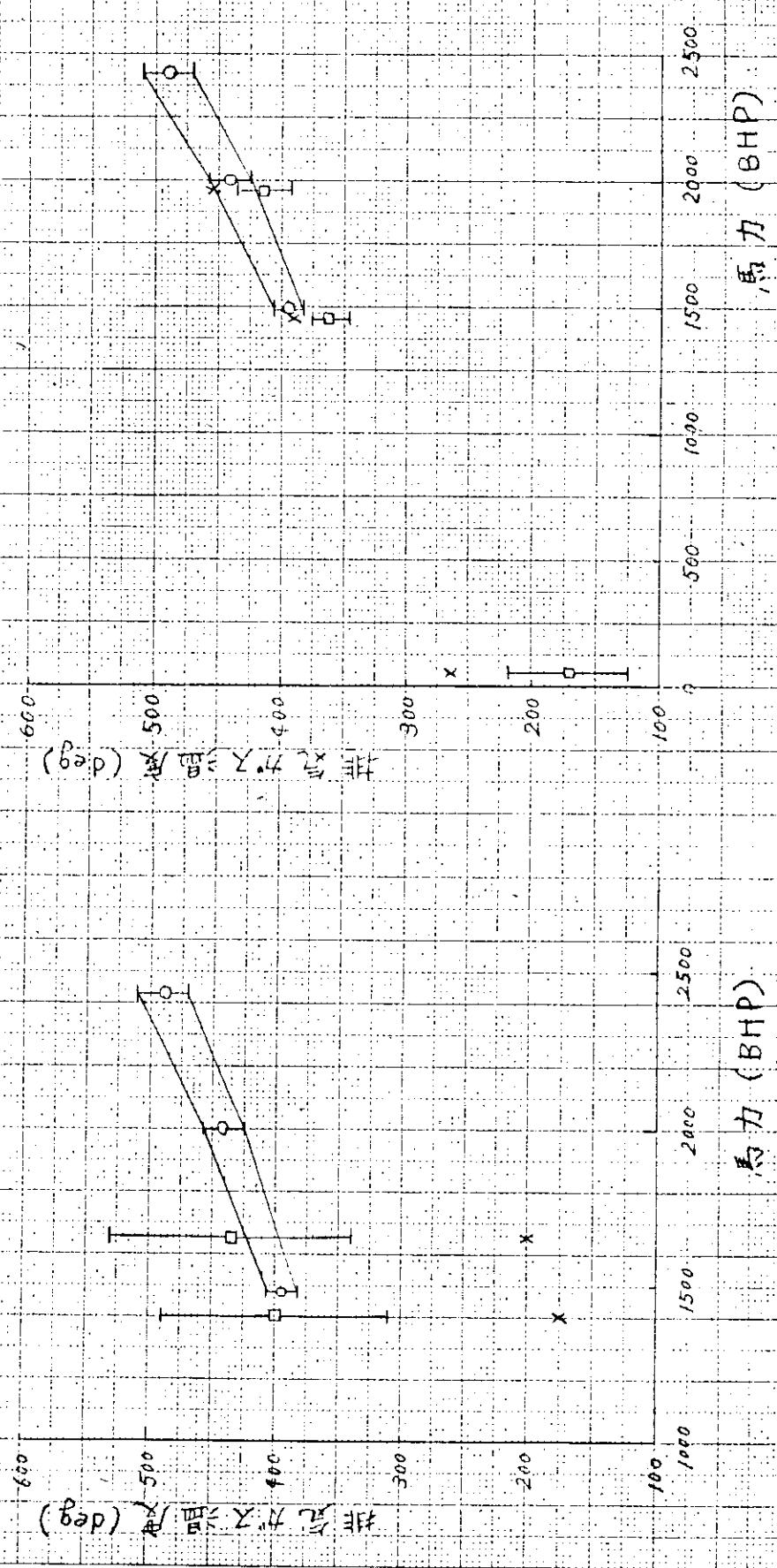


第2.6.37図

実験 T=5
(A2 312°F cut)

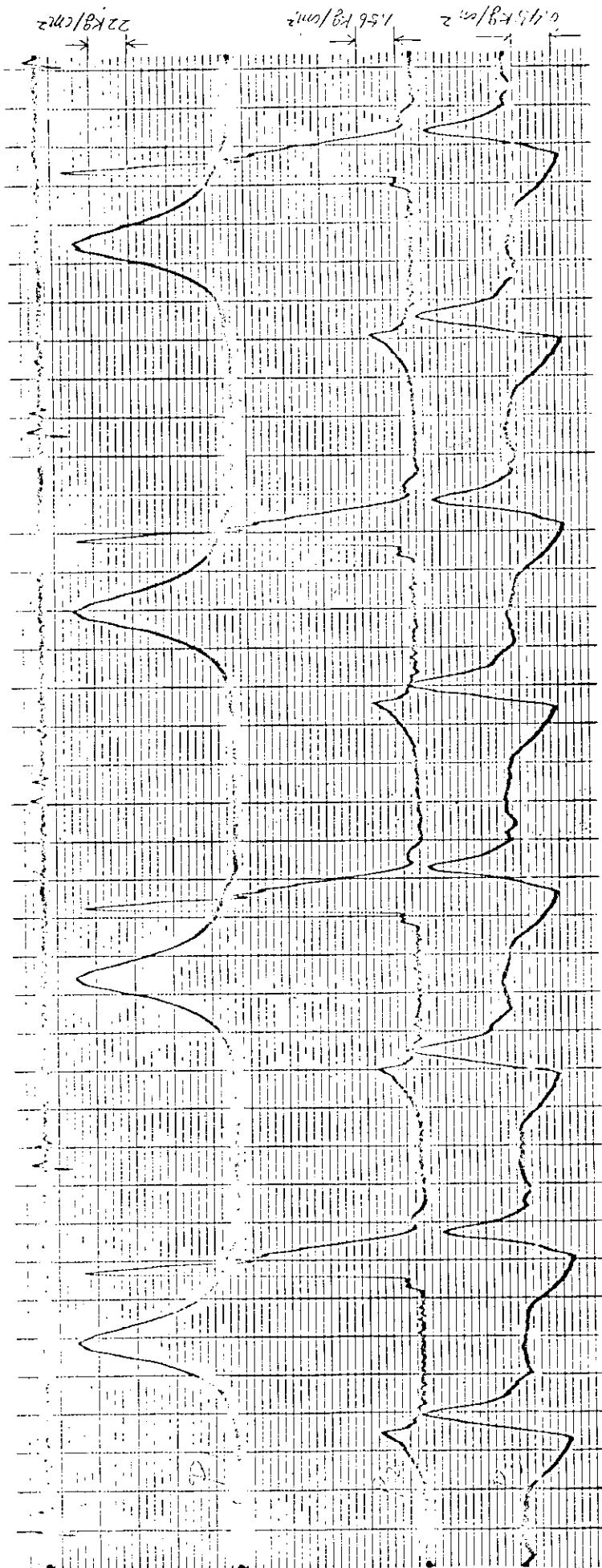


実験 T=6
(A2 312°F cut)



第2.6.3.8 図 排気ガス温度

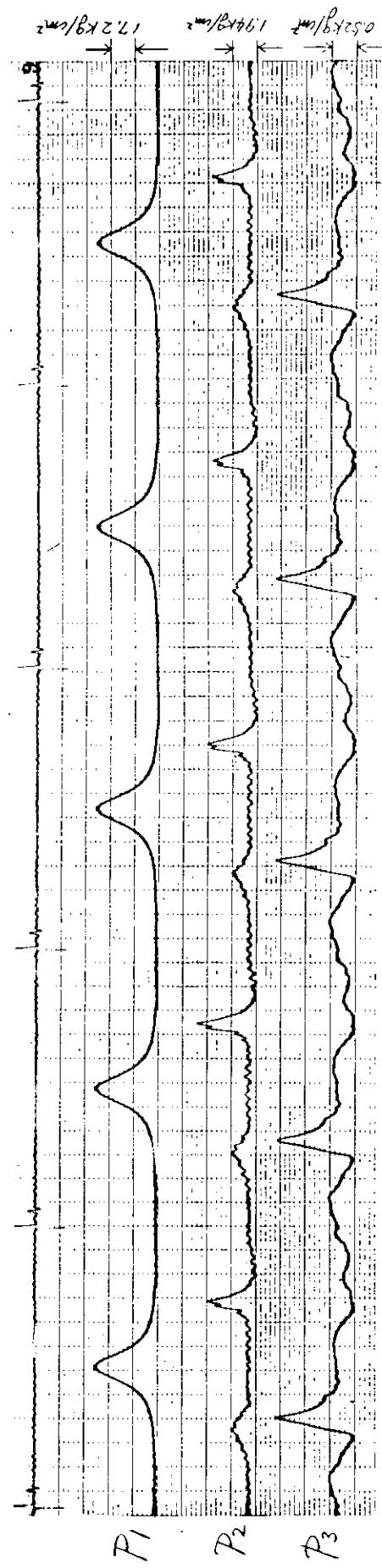
実験 A' 9 / 10 負荷
A₂ C Y1 振合させ時



第 2.6.3.9 図 A₂ C Y1 内圧力

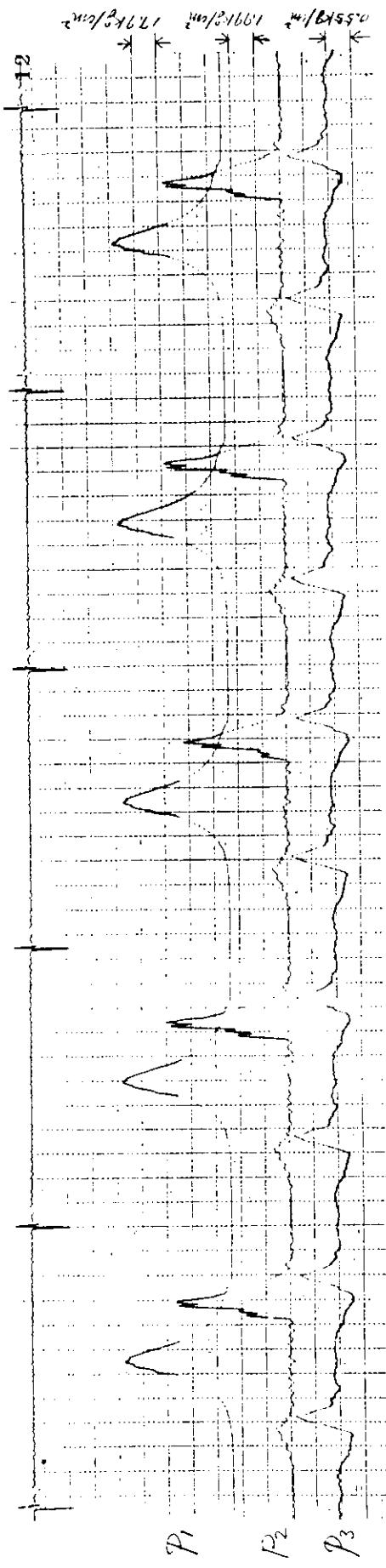
実験 C - 1 5 / 1 0 負荷

A₂ cyl. P.O. cut

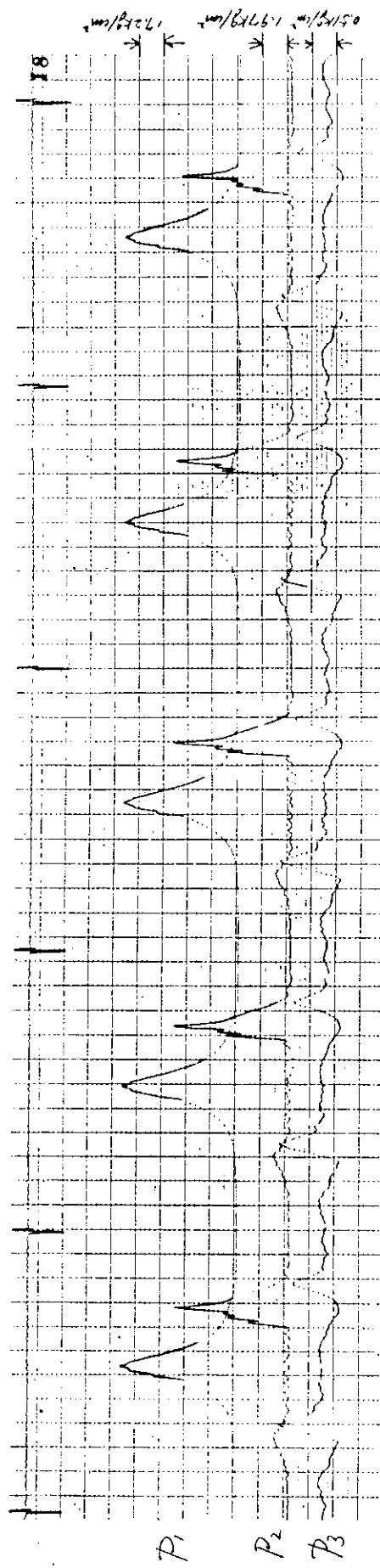


第 2.6.4.0 図 A₂ cyl. P.O. 力

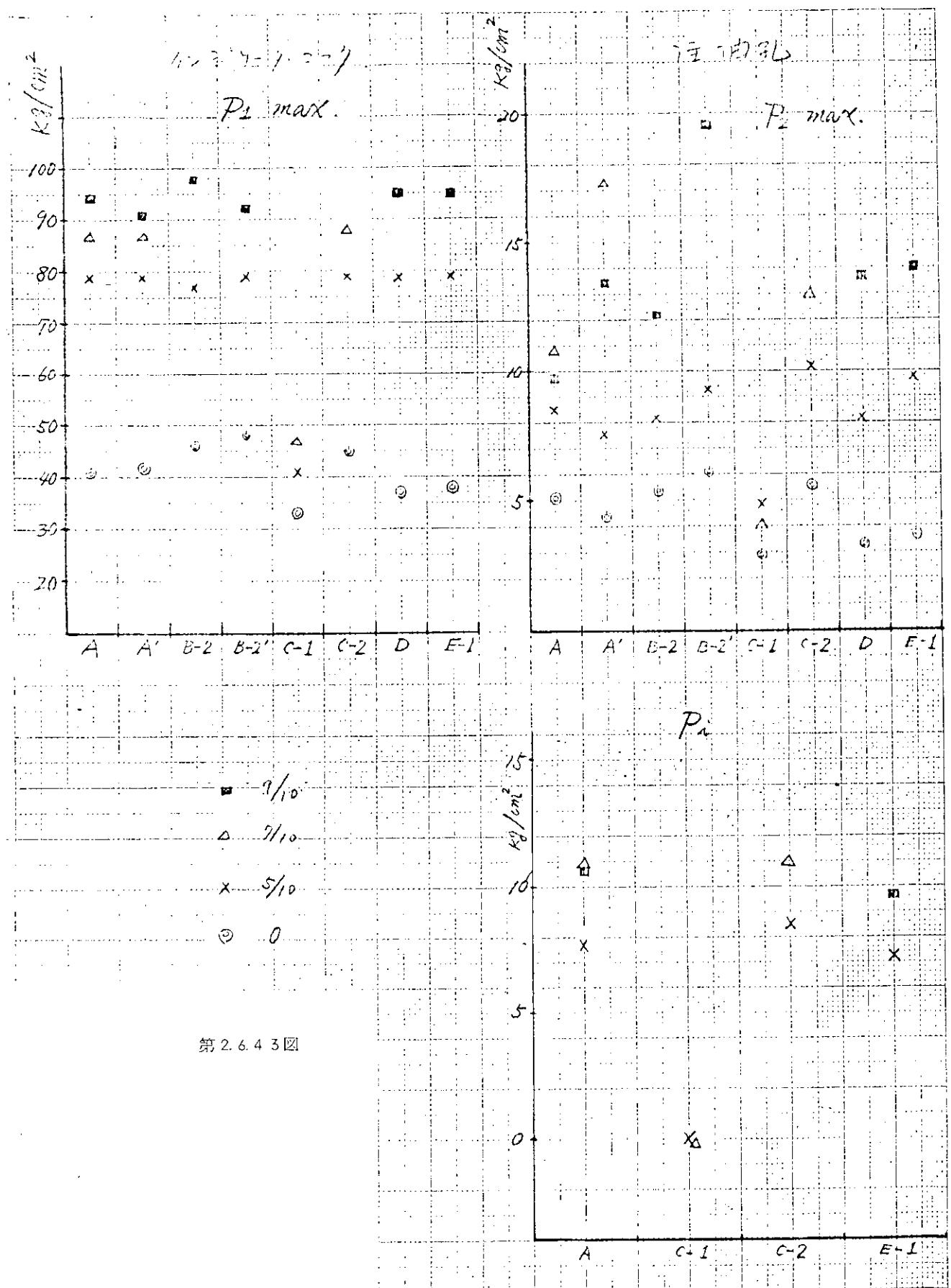
実験 C - 2 5 / 10 負荷
A₂ cyl. F. V 開閉圧 0



第 2.6.4.1 図 A₂ cyl. の圧力



第2.6.4.2図 A₂C₃Y1. 内圧力



$P_{1 \max}$, $P_{2 \max}$ について検討したが、これからは、この程度の微小なもれを検出することが不可能であつた。排気岐管内の圧力 $P_{3 \max}$ に排気弁が開くタイミング以前に異常波形が現われることが予想されるが、そのためには、高感度の圧力計を使用しなければ識別できないと思われる。

(a) 図示平均有効圧力 : P_i

第2.6.4 3図に、 P_i を計測波形から計算した結果を示した。

これより次のことがわかる。

(i) 実験 A' (摺合せ時)

P_i に変化は認められない。

P_i によつて微少な吹抜けを検知可能にするためには、高精度、高感度なシリンダ内圧力の測定が必要とされると思われる。

(ii) 実験 C-1 (A₂ シリンダ F.O Cut)

P_i はほとんど 0 に近くなり、燃焼停止の状態をはつきり示している。

(iii) 実験 C-2 (A₂ シリンダ F.V 開弁圧 0)

P_i は、正常時と変わらない。

(iv) 実験 E-1 (A₂ シリンダ排気弁座吹抜け)

P_i は正常時と変わらない。

(e) シリンダ内最高圧縮圧力 : P_c

圧力計測点として注油孔(第2.6.2図)を選び、掃気圧 P_s とピストンの第1リング通過時の圧力 P_R を測定して、 P_c を計算から求めるものである。もし、気密不良があれば当然 P_c はそれに応じて減少するはずである。

シリンダ内の空気圧と体積の関係式は

$$P_c = P_R \left(\frac{V_R}{V_c}\right)^{\gamma} \quad \dots \quad (2.6.1)$$

$$P_R = P_s \left(\frac{V_s}{V_R}\right)^{\gamma'} \quad \dots \quad (2.6.2)$$

である。ただし、 V_s , V_R , V_c はそれぞれ排気弁閉鎖時、第1リングの注油孔通過時、およびトップ時のシリンダ内容積

γ , γ' はボリトロビック指数

いま $\gamma \neq \gamma' = \gamma$ とおくことにする。厳密にはこの関係は成立しないが、目的は気密不良検出のためであるので問題ない。

式(2.6.1)および(2.6.2)の両辺の対数をとると次式のようになる

$$\log P_c = \log P_R + \gamma \cdot \log \left(\frac{V_R}{V_c}\right) \quad \dots \quad (2.6.3)$$

$$\log P_R = \log P_s + \gamma' \cdot \log \left(\frac{V_s}{V_R}\right) \quad \dots \quad (2.6.4)$$

式(2.6.3)と(2.6.4)から、 γ を消去すると、

$$\log P_c = A \log P_R - B \log P_s \quad \dots \quad (2.6.5)$$

ただし、

$$A = \frac{\log \left(-\frac{V_R}{V_c}\right)}{\log \left(-\frac{V_s}{V_R}\right)} + 1 \quad \dots \quad (2.6.6)$$

$$B = \frac{\log \left(\frac{V_R}{V_c} \right)}{\log \left(\frac{V_s}{V_R} \right)} \quad \dots \dots \dots \quad (2.6.7)$$

本実験機関では、 $V_c = 1.7 \ell$ 、 $V_s = 20.2 \ell$ 、 $V_R = 13.2 \ell$ であるので、 $A = 5.82$ 、 $B = 4.82$ であり、(2.6.5)式は次のようになる。

$$\log P_c = 5.82 \log P_R - 4.82 \log P_s \quad \dots \dots \dots \quad (2.6.8)$$

ただし P_c 、 P_R および P_s は ABS. Pressure である。

なお、注油孔での圧力を計測する理由は、インディケータコックで測定すると圧力の最大値が 100 kg/cm^2 近くなる上に、高温であるため、圧力計の耐久性が問題となる。また P_c の計算には燃焼前の比較的低いレベルの圧力を測定しなければならないため最高圧力が低く、しかも低温の注油孔のほうが精度の高い測定が可能である上に、耐久性の上からも好ましい。

2.6.2 特殊トランジューサの検討

(1) 音響による異常検知

(実験機関) 2.6.1項と同じ

(運転条件)

- 正常時 実験 A
- A₂ 気筒の動弁機構の異常 実験 B-2
(タベット・クリアランス過大、冷態時 0.6 mm、1/2負荷時 0.1 mm)
- A₂ 気筒のガスもれ 実験 D
(排気枝管に厚さ 1 mm、巾 1.0 mm のスリット)
- A₂ 気筒のガスもれ 実験 D'
(インジケーター・コックからのガスもれ)
- A₂ 気筒の燃料カット 実験 C-1

(計測量)

- 一般計測 2.6.1項と同じ
- 機関周囲の音響 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 (第 2.6.1 図) に示す。
- 回転パルス (A₂ 気筒のピストン位置がトップの時 1 パルス発生)

(計測器)

- マイクロホーン ブリュエルケア 4131型
- 増幅器 ブリュエルケア 2107型
- 分析器 ブリュエルケア 2107型および 2305型
- 記録器 1 岩崎シンクロスコープ
- 記録器 2 ハネウエル 8100型テープレコーダ
- 回転パルス発生器 小野測器 MP-9 型電磁ピック・アップ

(a) 正常時の音響 実験 A

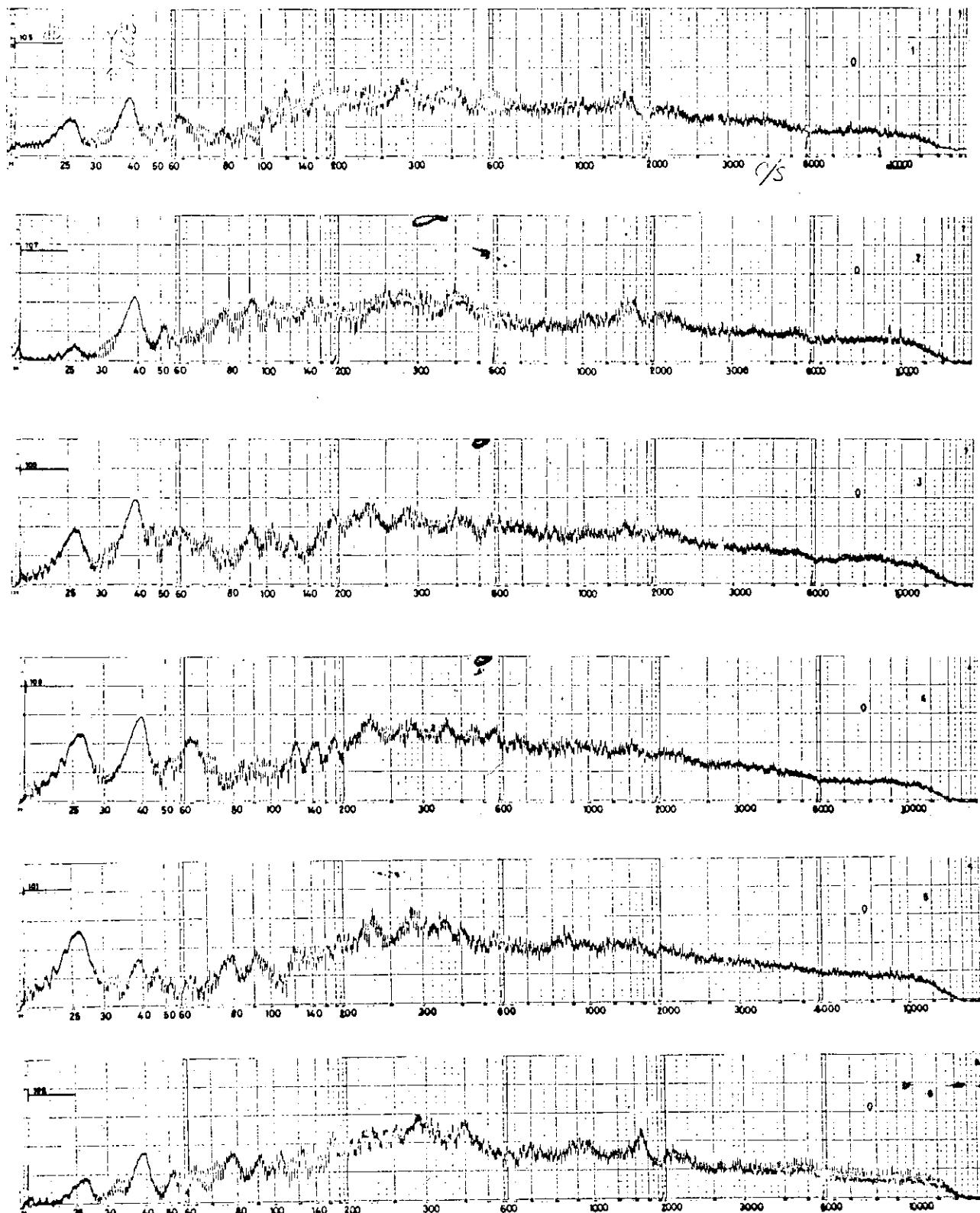
第 2.6.4.4 ~ 2.6.4.7 図は正常時の機関周囲の音響スペクトルを示したものである。横軸には $20 \sim 20,000 \text{ c/s}$ の周波数範囲を示し、縦軸は音圧レベルを dB 目盛で示してある。

また第 2.6.5.7 図の上の図は排気出口での音響スペクトルである。

(b) 動弁機構の異常 実験 B-2

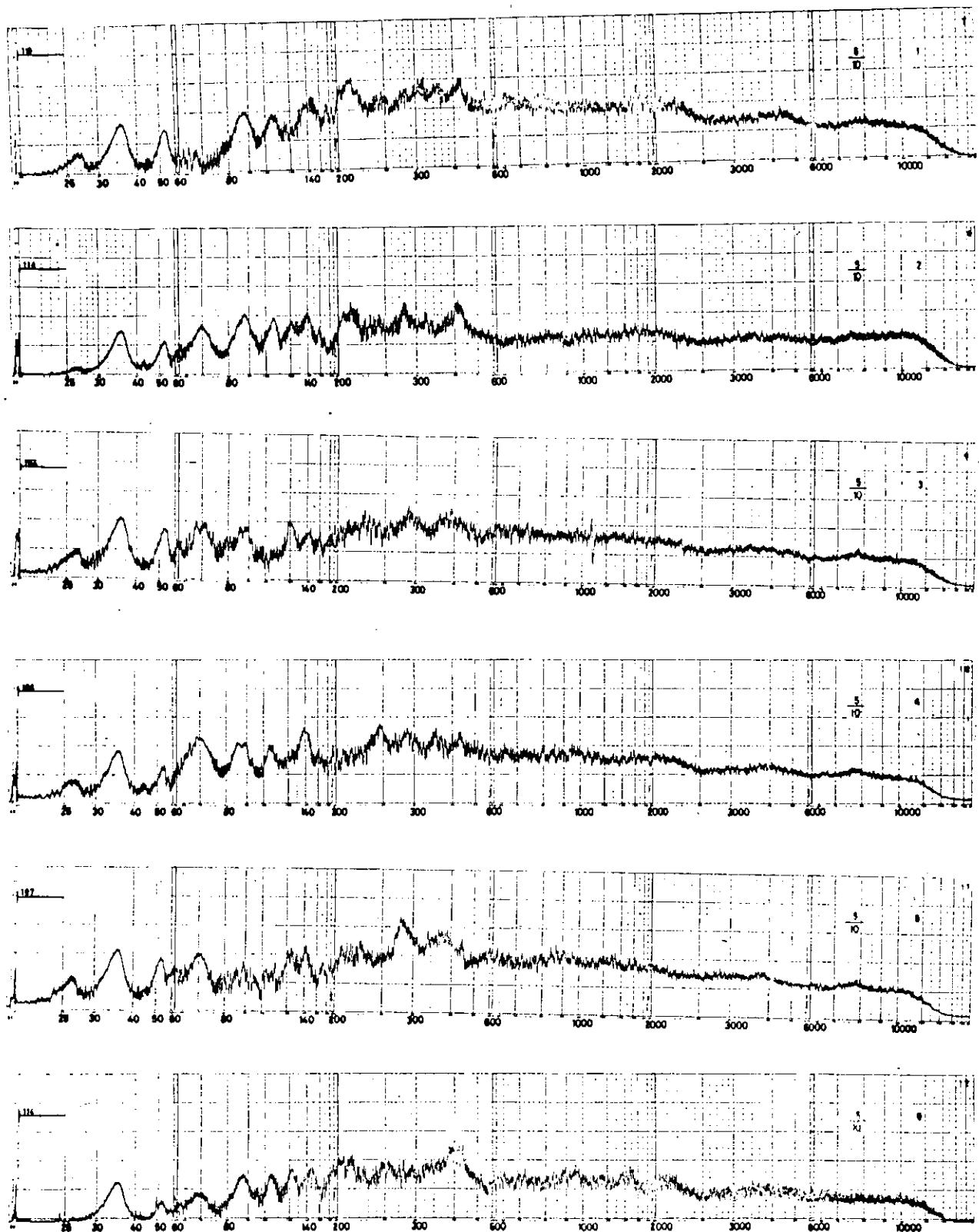
第 2.6.4.8 図は動弁機構異常時の機関周囲の音響スペクトルである。

実験 A 正常時



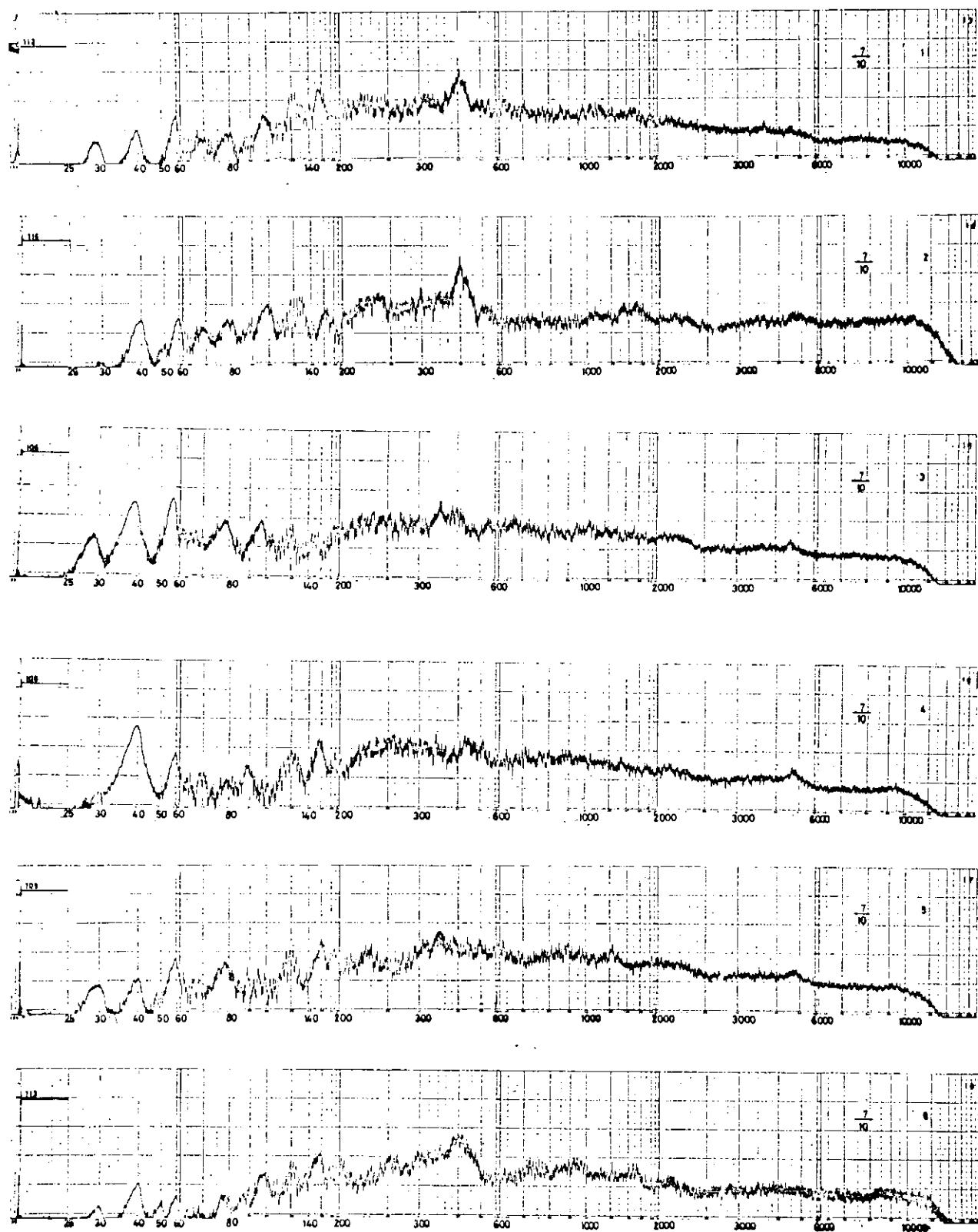
第 2.6.4 図 音響スペクトル

実験A 正常時



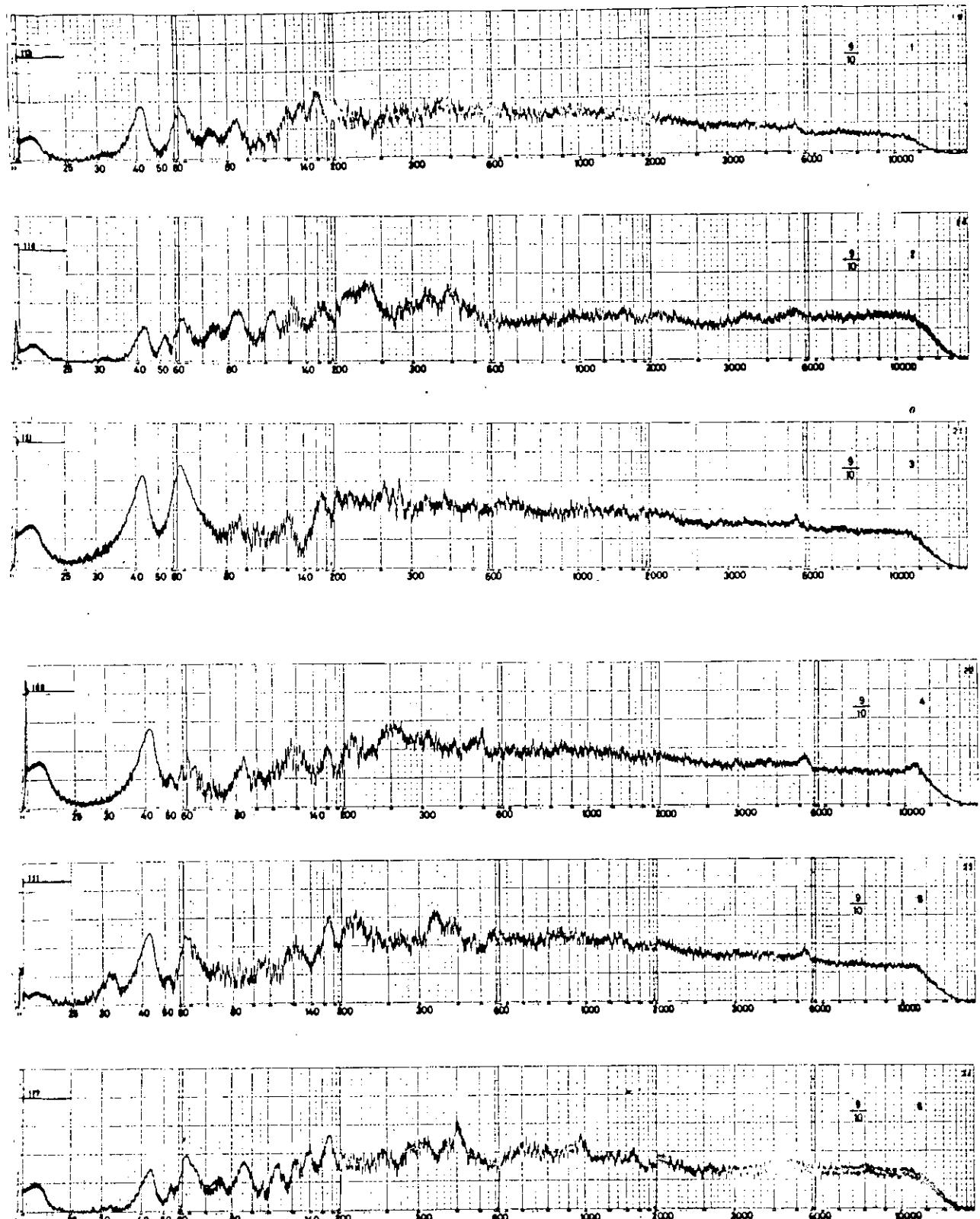
第2.6.4.5図 音響スペクトル

実験 A 正常時



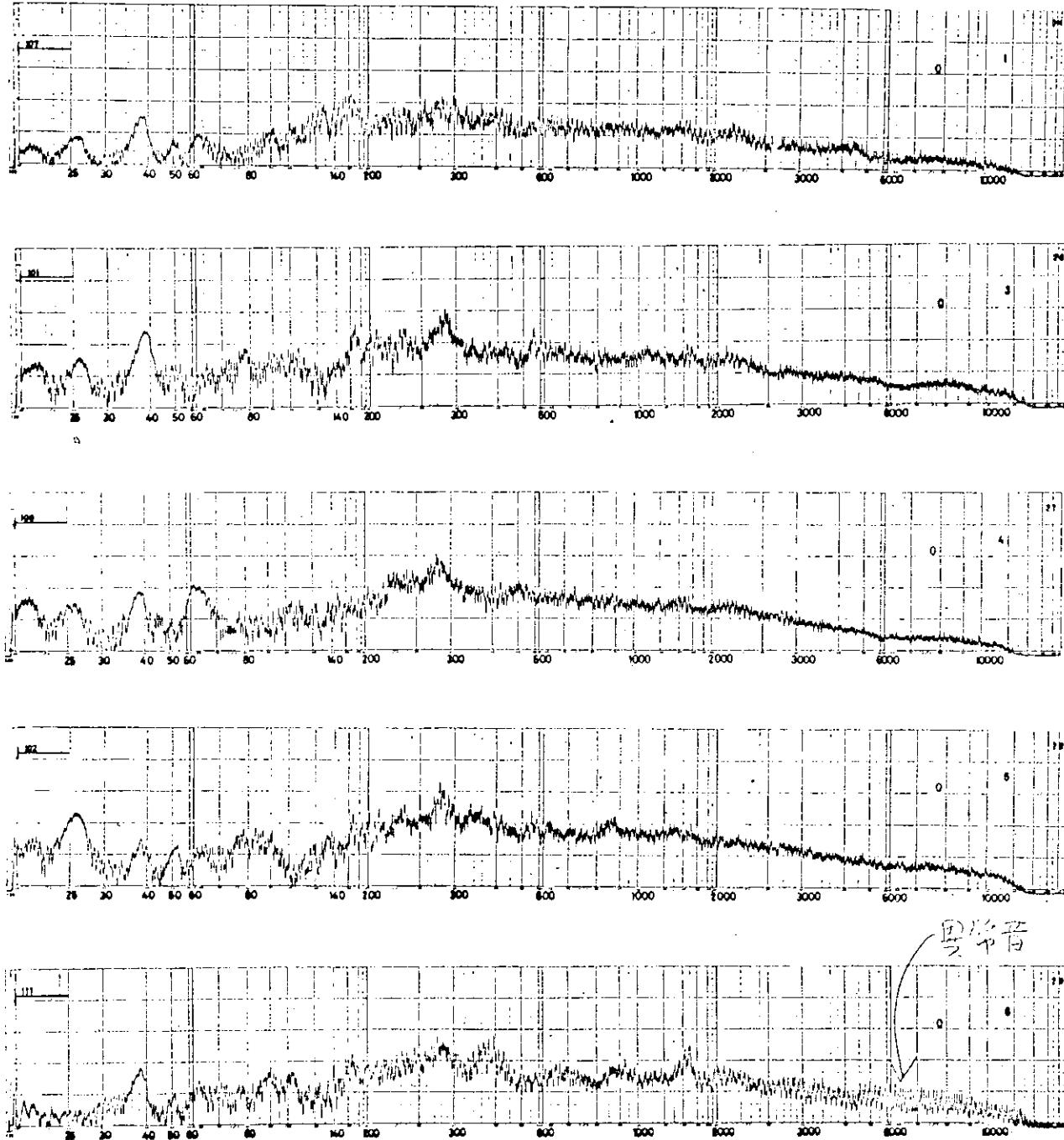
第 2.6.4.6 図 音響スペクトル

実験 A 正常時



第 2.6.4.7 図 音響スペクトル

実験 B-2 タペットクリアランス過大時



第2.6.4.8図 音響スペクトル

第2.6.49図は動弁機構近くで検出した異常音響を $6,000\text{ c/s}$ 帯域通過フィルターを通して機関回転分についてブラウン管上に描かせたものである。

第2.6.50図は12気筒を持つ実機大型機関の動弁機構調整不良のため発生した異常音響を $6,000\text{ c/s}$ の帯域通過フィルタを通してブラウン管に描かせたものであり、機関1回転分の現象を着火順序の順に配列した。

第2.6.48図の測定点⑥のスペクトルの $6,000\text{ c/s}$ 近辺にみられる大きく振巾が変動する部分が、この現象により発生する音を示している。タベット・クリアランスが過大の時は排気弁が聞く時と、閉じる時に排気弁と動弁機構または排気弁と排気弁座との間の衝突が強くなることが考えられる。

第2.6.49図には排気弁が閉じる時期にめいりような衝撃音がみられる。しかし当初予想した排気弁が聞く時の音はほとんど出でていないことがわかる。このピークは正常時には大巾に振巾が小さい。

第2.6.50図の例では気筒1,4,10は聴覚によつてもはつきりと異常音が認められたものである。排気弁の聞く時と閉じる時にピークがみられるが、閉じる時のものは排気弁と弁座との衝突音と考えられる。同じく聞く時のものは排気ガスの噴出音と考えられるが、気筒1のものは特に4回に分れて現れており、排気弁がなんらかの原因で4回跳つたことをはつきり示している。聴覚による場合と同じく気筒1,4,10の衝突音が他に比べて大きいことが図においても明らかである。

したがつて音響解析によつて動弁機構の異常と検知するシステムとして第2.6.58図の方法が考えられる。

(c) ガスマれ 実験D, D'

第2.6.51～2.6.53図は実験D'のガスマれの音のスペクトルである。ガスマれは相当多量のものでも圧力計によつて検出できるほど圧力が低下することはないのが通例で音響で検知するのが適当である。ガスマれの音の周波数成分は本機関では第2.6.51図のスペクトルの $6,000\text{ c/s}$ 以上に強く現われている振巾変動として認められる性質のものである。第2.6.54～2.6.56図によると特に測定点①と③ではピストンがトップにきたときに鋭いピークがみられる。これよりカバーからのガスマれは爆発直後に単発的に行なわれることを示す。これがガスマれの音である。

ただし当然①と③では音のレベルは異なる。測定点②についてはA₂気筒の排気弁が聞く時と隣接のA₁気筒の排気弁が聞く時にも排気枝管の壁を通過してくる噴出音が認められる。これは負荷が上昇するにつれて、インジケータコックよりのガスマれに比較して頭著になつてきている。なぜなら②の位置は排気枝管至近のためである。また排気管のガスマれの実験⑨の場合はガスマれのタイミングは排気弁が聞く時に一致することが認められた。特に図は示さないがD'のときの②の位置のものに類似している。

したがつてこのピークが現われるタイミングを調べることにより、ガスマれの場所が、カバーからであるか、排気管であるか、またどのシリンダからであるかの判定が可能である。また複数個のマイクロホンを各所に配して選択して判定すればより容易に詳細なことが判明できるはずである。したがつて音響解析によりガスマれを検知するシステムとしては動弁機構の異常検知のものと同じものが考えられる。

(d) A₂ 気筒燃料カット 実験C-1

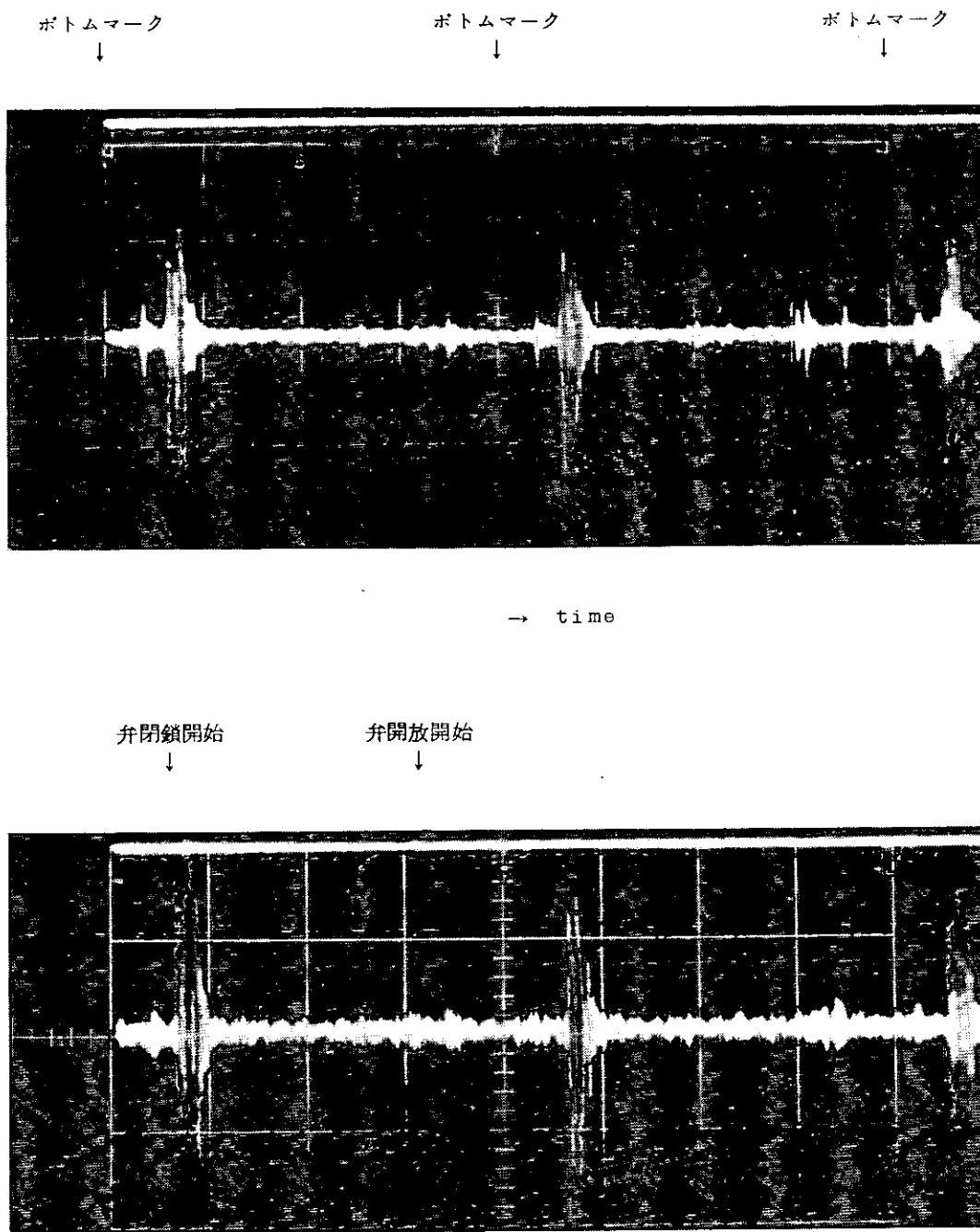
第2.6.57図にA₂気筒燃料カット時の排気出口での音響スペクトルを示す。本図の正常時のスペクトルは偶数次の成分が大勢を占め奇数次の成分はほとんどみられないのに対してカットした場合は奇数次の成分が大きく現われておる。スペクトル全体として平坦なものになる傾向が認められる。

したがつて音響解析法を使つて特定の奇数次の成分に着目してその振巾の変化と監視する方法をとれば燃焼停止を検知することができる。第2.6.58図のシステムが考えられる。

(e) 異常検知システム

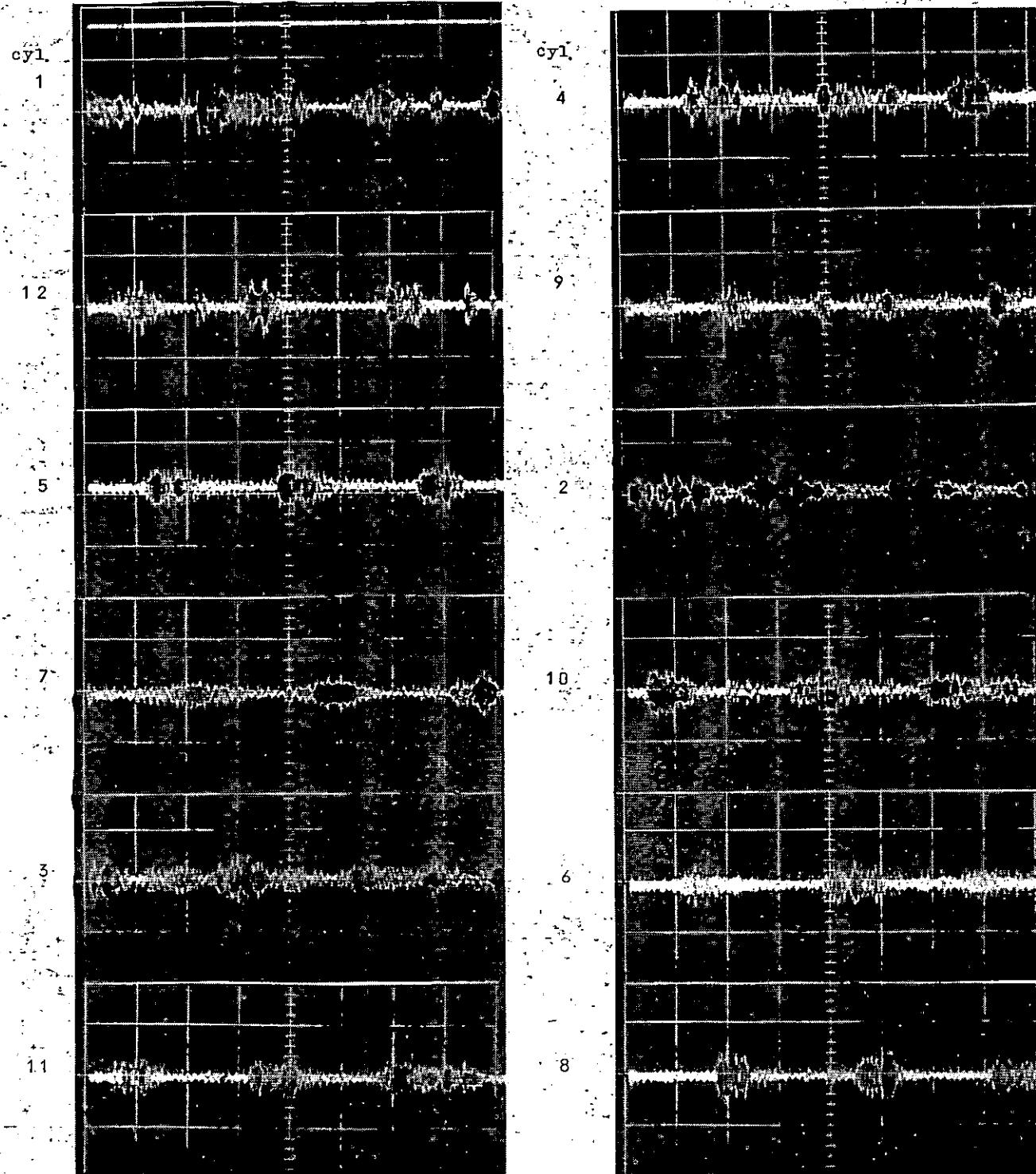
この音響解析方法は機関の燃焼異常時に発生する特定次数の周波数成分の振幅とその位相角を分析する技術を利用するものである。

実験 B-2



第2.6.49図 ブラウン管波形

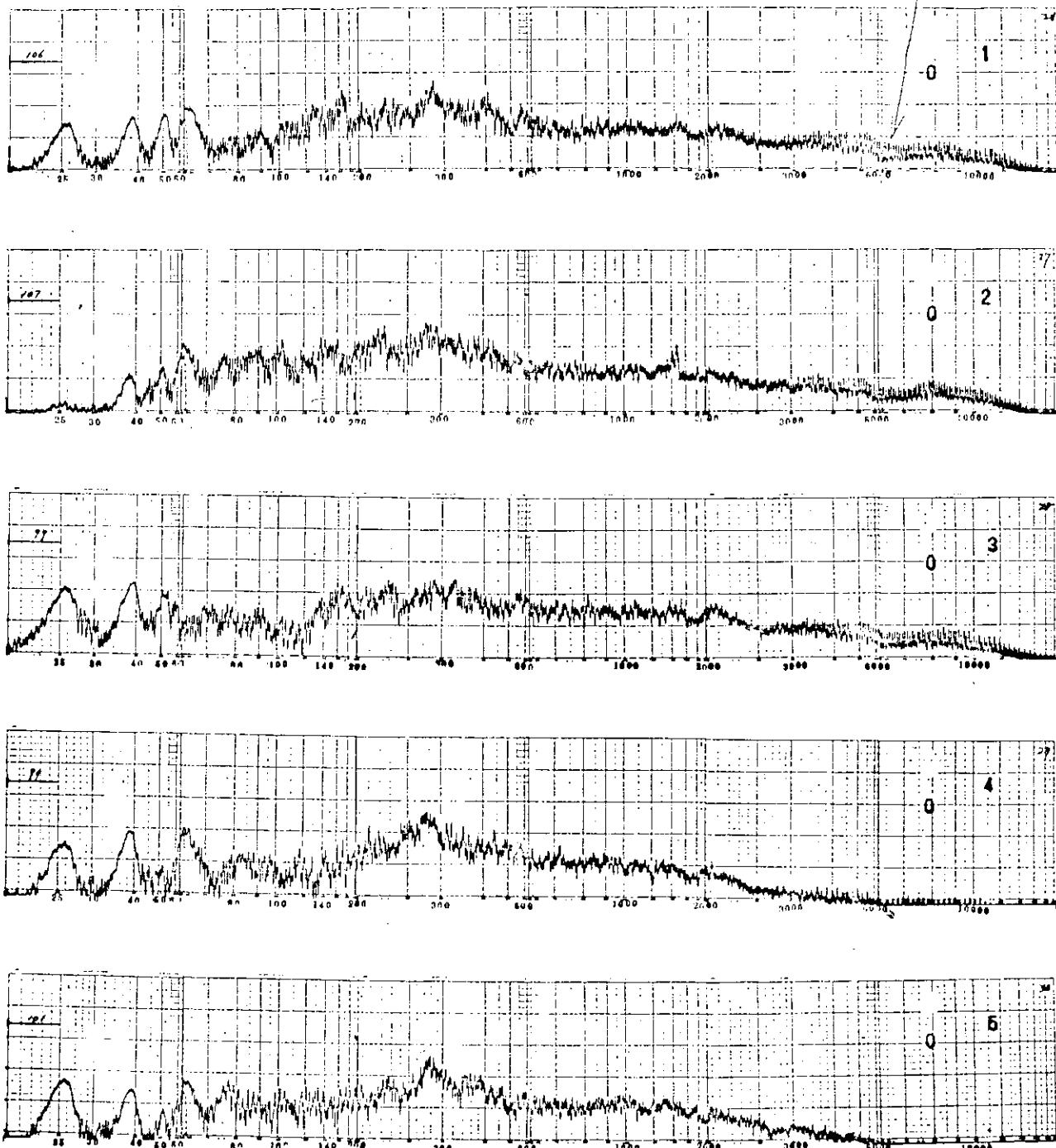
16 cyl. トップ 弁開放開始 弁閉鎖開始 16 cyl. トップ



第2.6.50図 ブラウン管波形

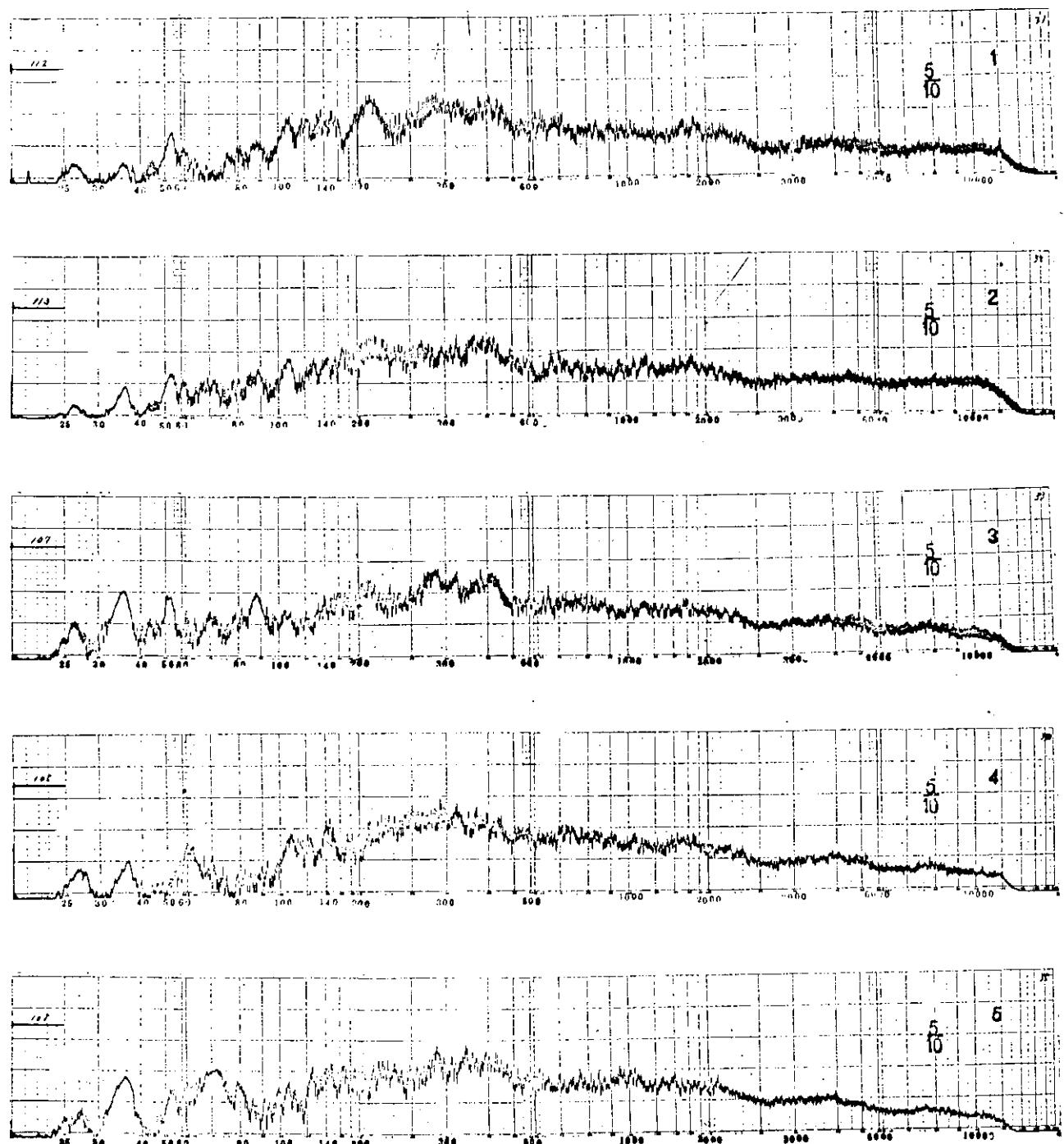
実験D' ガスもれ時

男聲



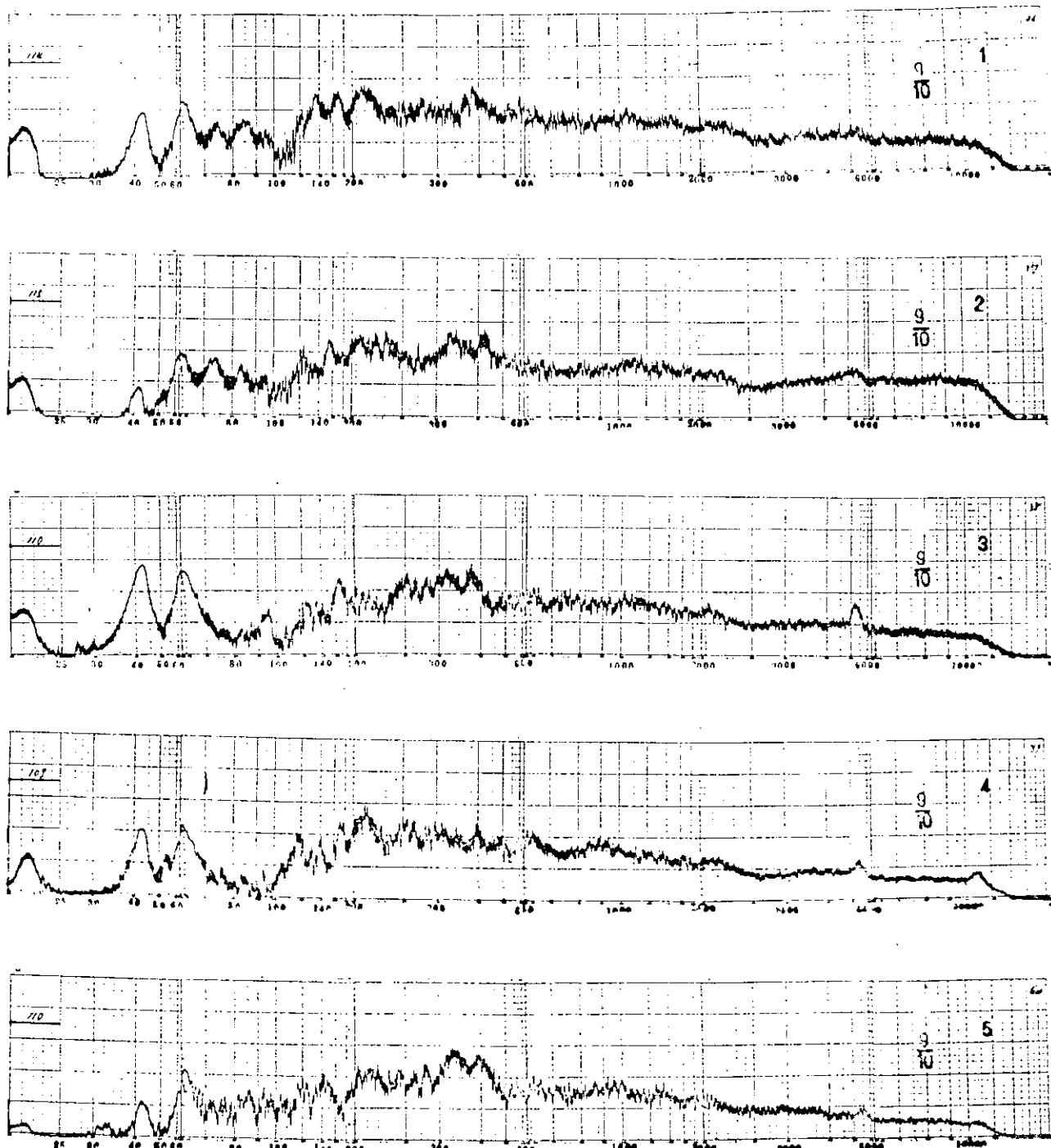
第2.6.51図 音響スペクトル

実験 D' ガスもれ時



第 2.6.5.2 図 音響スペクトル

実験 D' ガスもれ時



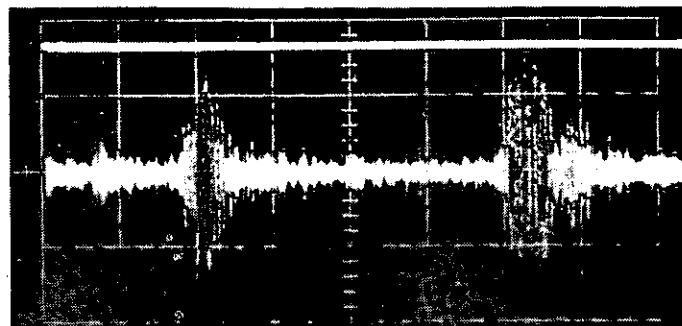
第2.6.5.3図 音響スペクトル

A₂ cyl.ボトム
↓

A₂ cyl.ボトム
↓

A₂ cyl.ボトム
↓

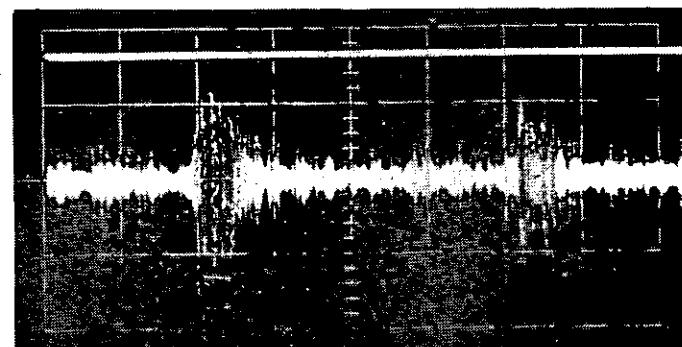
1



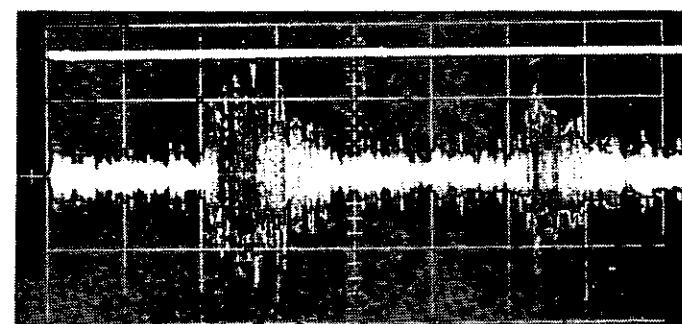
実験 D'
ガスもれ時

負荷 0

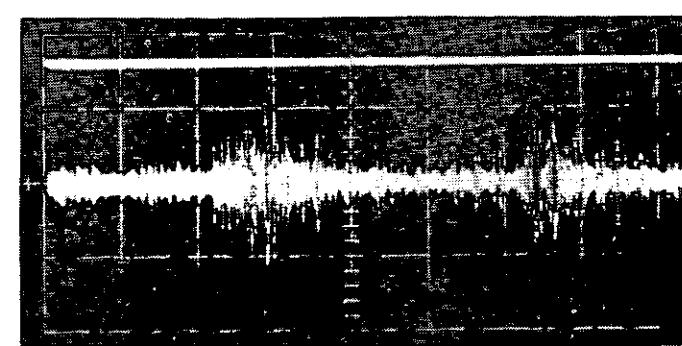
2



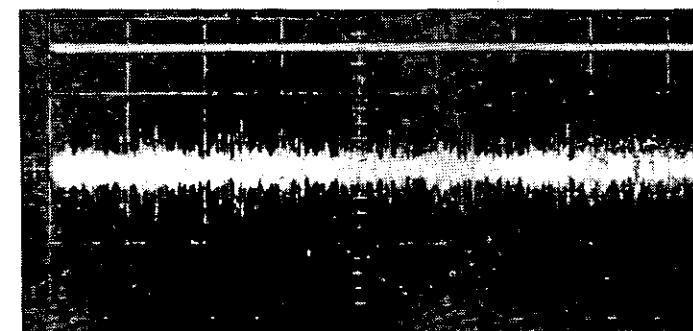
3



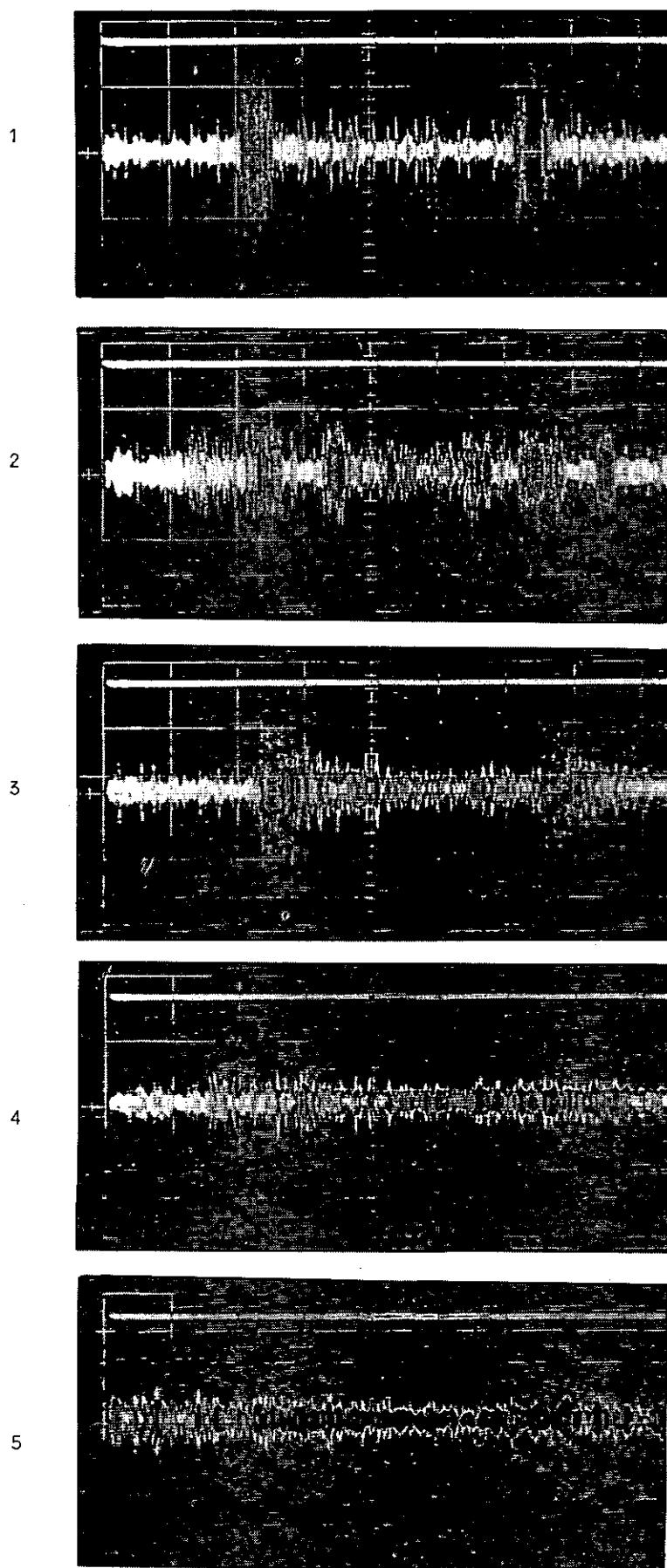
4



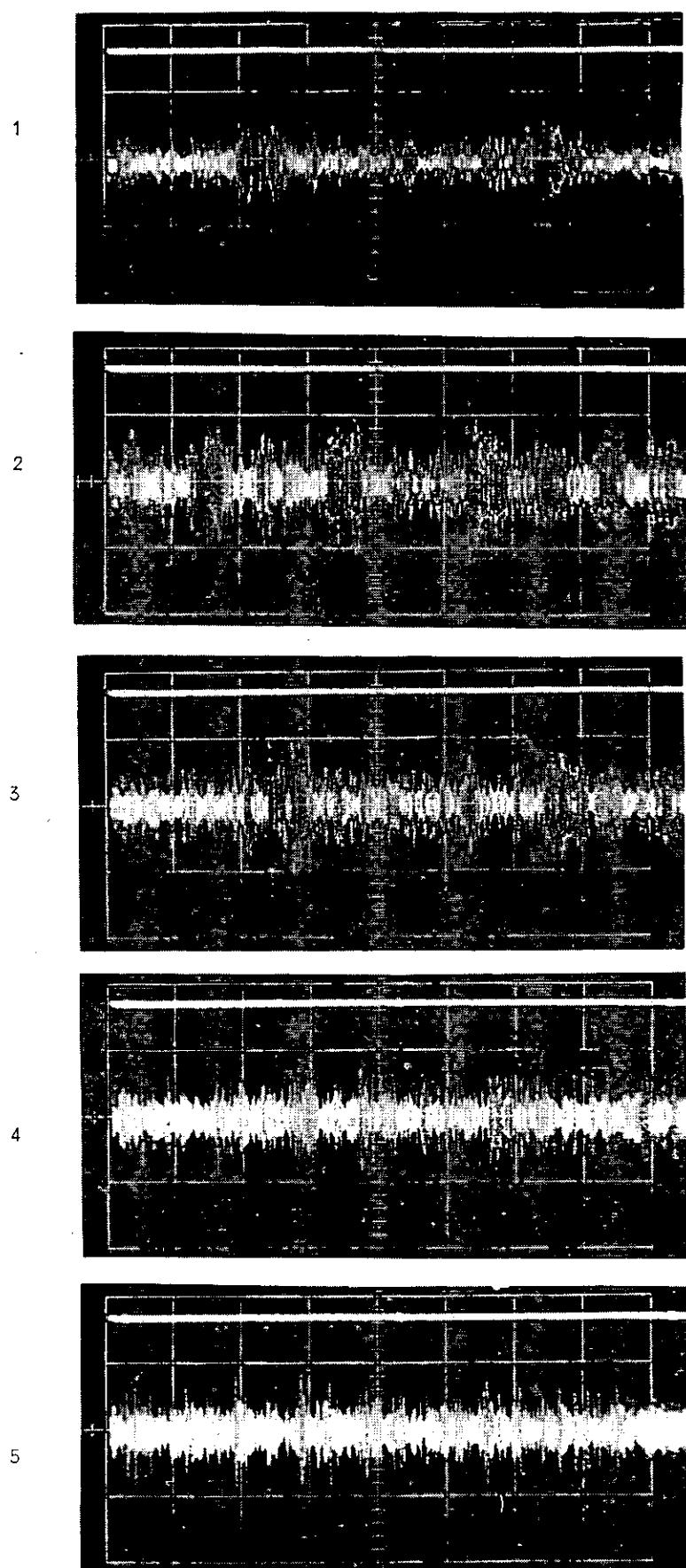
5



第2.6.5.4図 プラウン管波形

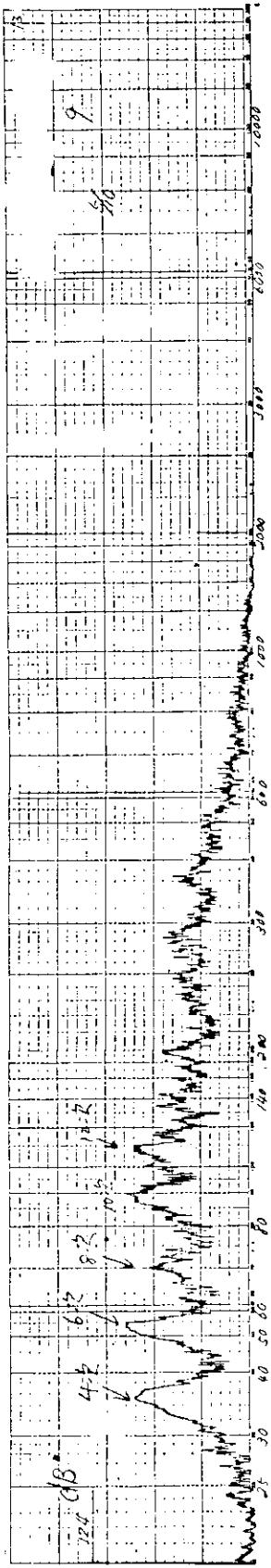


第 2.6.5 5 図 プラウン管波形

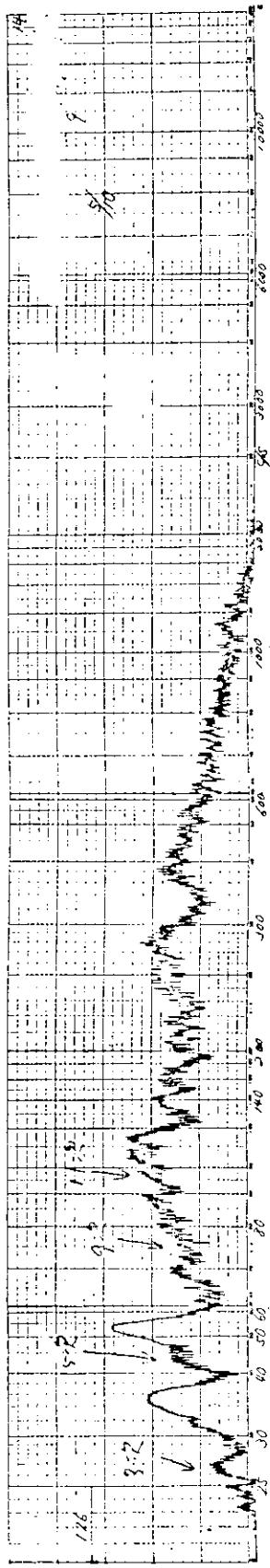


第2.6.5.6図 ブラウン管波形

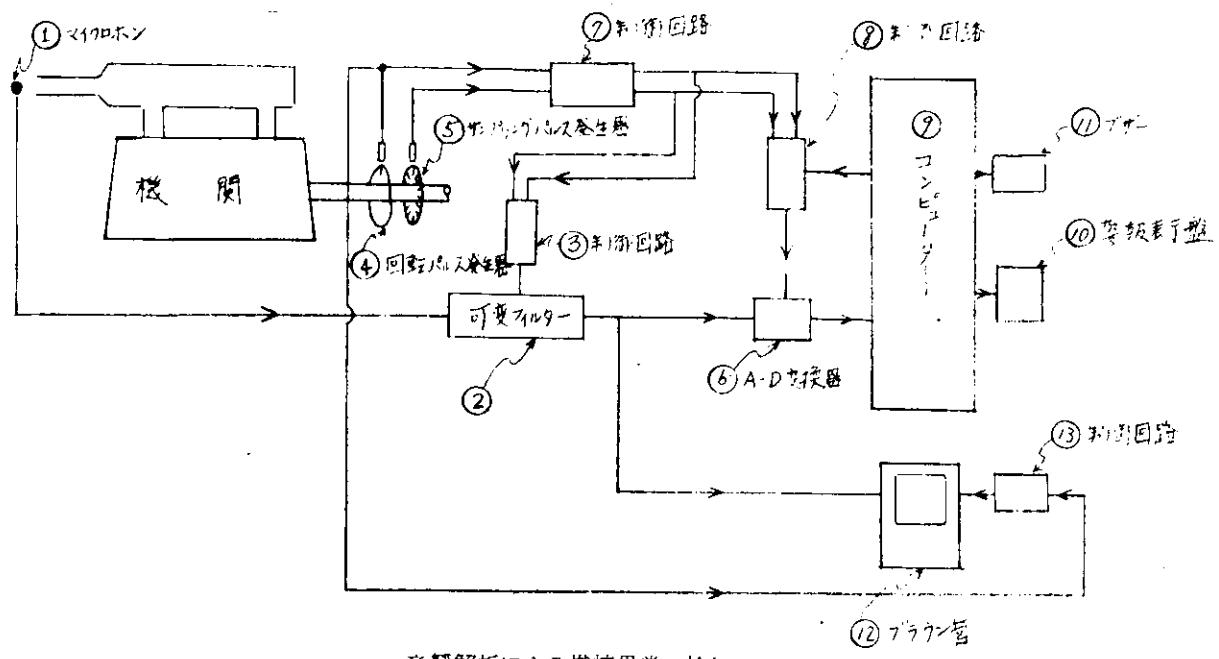
実験 A 正常時



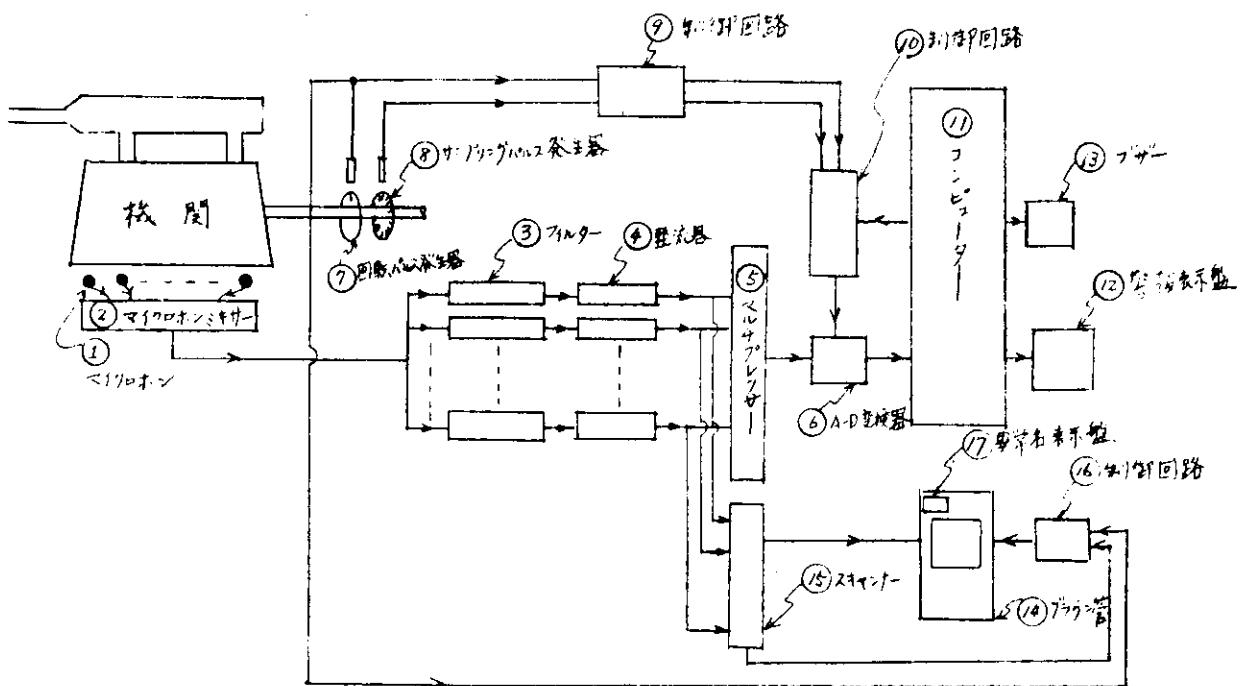
実験 C - 1 燃料カット時



第 2.6.5.7 図 音響スペクトル（排気出口⑨）



音響解析による燃焼異常の検知システム



第 2.6.5-8 図 音響解析によるガスもれおよび動弁機構の異常検知システム

第 2.6.5.8 図において、排気出口に取付けたマイクロホンで検出した音響信号を連続可変フィルタに導びく。このフィルタは機関の回転速度の変化に応じて常に特定次数の周波数成分の信号にのみ同調するように設計された帯域通過フィルタである。③の制御回路は回転パルス（1回転に1パルス）とサンプリング・パルスによつて機関の速度を検出しフィルタの目盛を自動的に設定する。フィルタ出力は ADC（アナログ・デジタル変換器）に導びかれて、デジタル量に変換され、コンピュータに読み込まれる。ADC の動作は回転パルスとサンプリングパルスによる外部周期信号に制御される。符号⑥の制御回路はコンピュータが一定の時間毎隔で音響解析の仕事を開始し、データ読み込み要求パルスを、これに出すと、これを受けて、制御回路は機関からの次の回転パルスを受けた瞬間からサンプリング・パルスのためのゲートを開き、ADC にパルスを送るとコンピュータはそれに同期してデータ収集を行なう。コンピュータはそのデータの振巾とクラシック角度に対する位相角を計算し異常の発生と異常気筒番号を検知することができる。

また、モニタープラウン管には當時特定次数の成分の波形がエンジンの回転と同期して表示されており、異常が起れば直ちに知ることができる。

なお、この分析方法を用いるには、まず機関の正常時と異常時について特定次数の振巾と位相角に関する相違と実験または計算で求めておく必要がある。次に第 2.6.5.8 図の下図の音響解析方法は機関の適所に取付けた複数個のマイクロホンで検出した音響信号をマイクロホンミキサーに導びき合成する。ミキサーからの出力は各異常現象に特有な周波数成分のみ同調するように設計された帯域通過フィルタである。その出力はマルチブレクサーで選択し、第 2.6.5.8 図の上図の方式と同様な方法でコンピュータに読み込む。

コンピュータによる診断方式としては 1 回転の間を適当に分割した時系列データをあるレベルを基準として、ON または OFF すなわち、1 か 0 の量に変換して計算機のメモリーにビット単位で読み込み、あらかじめ記憶させていいる異常現象の標準パターンのビット構成をもつメモリの内容との間で、Exclusive OR の論理判断を行なわせて、両パターン間の一致の程度によつて異常を検知する。もし完全に一致すれば EOR の結果は 0 になる。

この場合心配されるノイズとして、単発的な衝撃音、人声、またはガスの連続音等があるが、エンジンの数回転間にわたつて診断し、多数決を行なえば衝撃音等がエンジン回転に同期して規則正しく起ることはありえないことであるので問題は除かれる。ガスの連続音にしても EOR の論理判断によりビットに 1 がたつので判定することができる。

(2) 排気ガス組成

(実験機関) 2.6.1 項と同じ

(運転条件)

機関回転数 4 / 4 (650 RPM) 水制動機荷重 4 / 4 (8.61 kg)、機関出力 2,800 BHP において機関冷却水温度および潤滑油温度を変化させ、主に排気ガスに及ぼす影響を調べた。

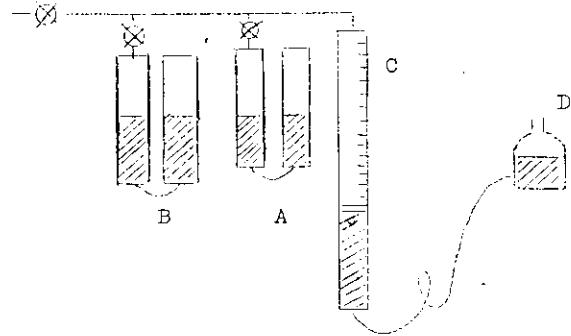
温度調整は機関冷却水、潤滑油とともに各冷却器出口温度を海水流量の増減により変化させたが、潤滑油冷却器は容量に余裕がないため十分に温度を下げることができていない。次の条件で実験した。

計測番号	条件			
1	潤滑油温度	正常	機関冷却水温度	正常
2	"	低	"	低
3	"	低	"	高
4	"	高	"	高
5	"	高	"	低

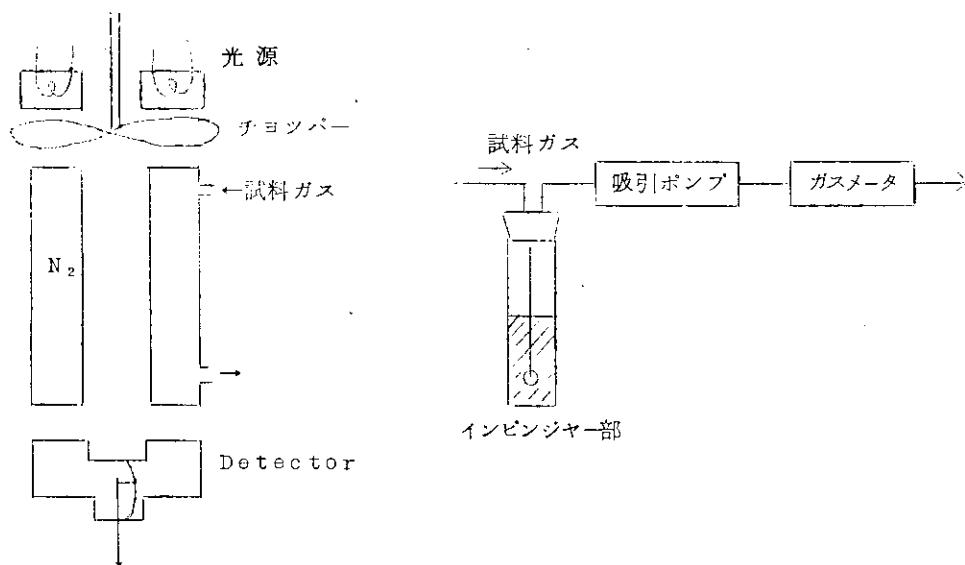
(計測量)

- (i) 機関出力、回転数、排気ガス温度、その他
- (ii) 炭酸ガス、酸素；オルザット分析装置

装置の概略は右図のようなものであり、ガス吸收ビベット A は KOH 溶液 (CO_2 吸収用)、B はピロガロール KOH 混合溶液 (O_2 吸収用) であり、また C は試料ガス測定用ビューレット、D は C とゴム管で連結した水準びんで食塩溶液を入れたものである。ここで試料ガスは C に一定量測定し、採取され、そしてそのガスを A、B おののに順に移し、吸収させ、全容積からの減量によつて CO_2 、 O_2 、 N_2 の組成を求める。



(iii) 一酸化炭素 非分散型赤外線一酸化炭素分析装置



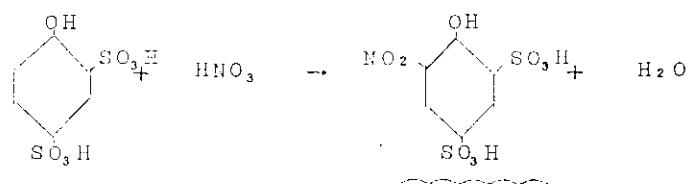
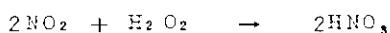
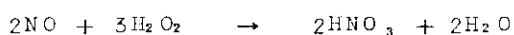
CO は $2,200 \text{ cm}^{-1}$ の赤外線を吸収する。したがつて略図のように対称側、試料側 2 個のセルの一端に光源を、もう一端に検出器を持つ装置で、対称側セルには N_2 を充填し、そして試料側セルに試料ガスを流し、両方の吸収エネルギー差から、前もつて CO 標準ガスによつて作製した検量線を元に CO 濃度を測定する。

(iv) すず インブンジャー法 2段

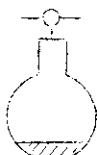
図のインブンジャー部において試料ガスは $0.8 \sim 1.2 \text{ mm} \phi$ のノズルから水中へ高速で噴出され、水中で捕集される。そしてそのすずを含む水溶液は前もつて秤量された蒸発皿に移し、水分を完全に蒸発させ秤量し、すず重量を求める。

(v) 窒素酸化物 フエノールデイサルファニツクアシッド法

図のような採取びん中に吸収液として H_2O_2 溶液を入れ真空とし、試料ガスを採取し、その溶液を次の反応式で示される湿式化学分析法で比色定量する。



黄色 → 比色



(VI) 排ガス採取位置

排気集合管に第2.6.5.9図のごとく取出し口を設置。

(測定結果)

第2.6.2表に燃料油、潤滑油分析結果を示す。

第2.6.2表 使用した燃料油、潤滑油の分析結果

		燃 料 油	潤 滑 油		
		6.17 '67	6.21 '67	6.17 '67	6.21 '67
比 重	15 / 4°C	0.8453	0.8453	0.9149	0.9149
引 火 点	°C	74	74	238	244
粘 度 [c.st.]	30 °C	3.69	3.67	/	/
	50 °C	2.47	2.44	/	/
	37.8°C	/	/	128.84	125.76
	98.4°C	/	/	13.23	11.86
残 留 炭 壱	wt %	0.42	0.43	1.63	1.69
灰 分	wt %	<0.01	<0.01	0.82	0.82
水 分	Vol %	<0.01	0.01	0.20	0.09
水 泥 分	Vol %	/	/	1.4	0.7
ア ニ リ ン 点	°C	69.2	69.2	/	/
蒸 留 温 度					
初 留 点	°C	198	193	/	/
10 % 点	°C	230	231	/	/
30 % 点	°C	255	254	/	/
50 % 点	°C	271	269	/	/
80 % 点	°C	302	299	/	/
E.P. (95.5%点)	°C	346	343	/	/
セ タ ン 指 数		51.0	50.5	/	/
元 素 分 析					
C	wt %	—	85.2	/	/
H	wt %	—	13.8	/	/
S	wt %	0.93	0.94	/	/
発 热 量					
Gross	cal/gr	10,850	10,850	/	/
Net	cal/gr	10,150	10,150	/	/
全 酸 値	mgKOH/gr	/	/	0.95	0.85
全 ア ル カ リ 値	mgKOH/gr	/	/	1.9	1.5

第2.6.3表に排ガス分析、すす量測定結果を示す。

第2.6.6.2～2.6.6.5図は潤滑油、冷却水、温度の変化による影響を示したものである。

(オルザット法によるガス分析の検討)

(a) 燃料油組成

C : 85.2 Wt %, H : 13.8 Wt %, S : 0.94 Wt % (第2.6.2表)

(b) 理論空気量 Lt [kg-air/kg-fuel]

空気の組成 $\begin{cases} O_2 & 23.2 \text{ Wt \%} & 20.99 \text{ V \%} \\ N_2 & 76.8 \text{ Wt \%} & 79.01 \text{ V \%} \end{cases}$

第2.6.3表 828V3BU-38V排気ガス分析

- 1) [A] [B] [C] は排気管サンプリング位置を示す。
 2) () の測定値は信頼性に乏しい。

年月日 番号	計測 条件	工 ン シ ナ 条 件		運 転 時 間				オルガニク (%)				補正オルガニク		CO		SOot (g/Nm ³)	
		R	X L	時 間	CO ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	N ₂	Z	時 間	(ppm)	時 間	(ppm)	時 間	(ppm)
6/20	1 # 9 4/4 × 4/4	13:40 ~ 14:35	13:50	6.6	11.6	81.8	6.86	11.73	81.41	30.9	15:50	(526)	14:00	2,600	13:45	~14:25	0.664
6/21	2 4/4×4/4 [L.O,Min]	10:00 ~ 11:00	10:10	6.6	11.5	81.9	6.85	11.63	81.52	30.9	10:35	523	10:30	2,520	10:10	~10:55	1.351
	[F.W,Min]		10:40	6.5	11.4	82.1	6.75	11.83	81.42	31.3		553					
"	3 4/4×4/4 [L.O,Min]	11:20 ~ 12:20	11:30	6.4	11.6	82.0	6.64	11.72	81.64	31.8	11:35	579	11:30	2,430	11:20	~12:15	0.343
	[F.W,70°C]		12:00	6.5	11.5	82.0	6.74	11.62	81.64	31.4		543					
"	4 4/4×4/4 [L.O,60°C]	12:30 ~ 13:40	12:50	6.5	11.5	82.0	6.61	11.60	81.79	32.0	13:18	570	13:15	2,060	12:35	~13:35	(0.319)
	[F.W,70°C]		13:20	6.5	11.7	81.8	6.61	11.80	81.59	32.0		(144)					
"	5 4/4×4/4 [L.O,60°C]	13:45 ~ 14:45	2[A] [14:00]	6.4	11.7	81.9	6.61	11.80	81.59	32.0							
	[F.W,Min]		14:20	6.5	11.6	81.9	6.71	11.70	81.59	31.5	[A] [14:00]	550,531	[A] [13:55]	2,090	13:55	~14:50	0.169
	[B]										[B] [14:40]	53,9535	[B] [14:10]	2,350			
	[C]										[C] [14:15]	52,2534	[C] [14:25]	1,960			

$$L_{\text{C}} = \frac{1}{0.232} \left\{ \left(0.652 \times \frac{3.2}{12} \right) + \left(0.138 \times \frac{3.2}{4} \right) + \left(0.0094 \times \frac{3.2}{32} \right) \right\} = 14.59$$

[kg-air / kg-fuel]

(c) 排気ガス組成

(i) 重量組成 (燃料 1 kg の完全燃焼時の生成物) w_i [kg/kg-fuel]

$$w_{\text{CO}_2} = 0.852 \times 44/12 = 3.124 \quad [\text{kg/kg-fuel}]$$

$$w_{\text{SO}_2} = 0.0094 \times 64/32 = 0.0188 \quad [\text{kg/kg-fuel}]$$

$$w_{\text{O}_2} = (Z - 14.59) \times 0.232 = 0.232Z - 3.385 \quad [\text{kg/kg-fuel}]$$

$$w_{\text{N}_2} = 0.768Z$$

$w_{\text{H}_2\text{O}}$ = dry gas base のため省略、Z 空燃比 (重量比)

(ii) モル組成 ((i)より換算) v_i [gr-mole/kg-fuel]

$$v_{\text{CO}_2} = 1.000 \times 3.124/44 = 7.100 \quad [\text{gr-mole/kg-fuel}]$$

$$v_{\text{SO}_2} = 1.000 \times 0.0188/64 = 0.2938 \quad [\text{gr-mole/kg-fuel}]$$

$$v_{\text{O}_2} = 1.000 \times (0.232Z - 3.385)/32 = 7.25Z - 10.573 \quad [\text{gr-mole/kg-fuel}]$$

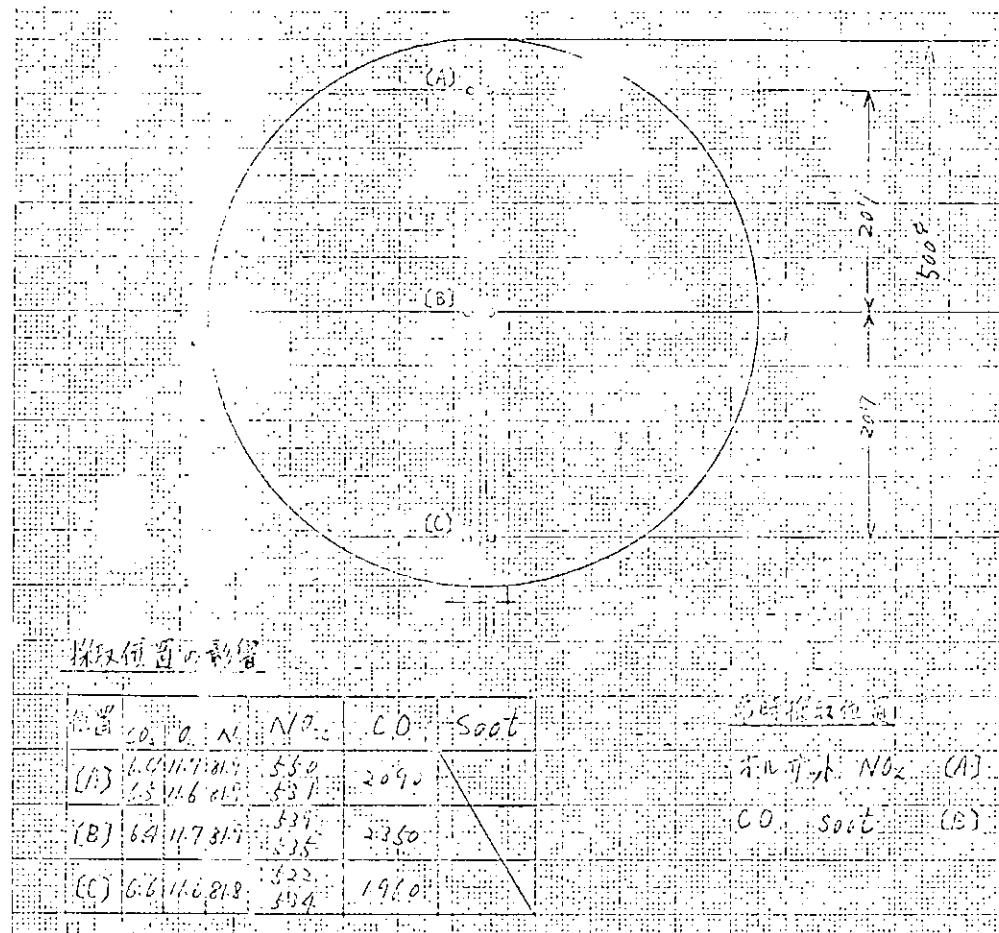
$$v_{\text{N}_2} = 1.000 \times 0.768Z/28 = 27.42Z \quad [\text{gr-mole/kg-fuel}]$$

(iii) 全ガス量 V (gr-mol/kg-fuel) [gr-mole/kg-fuel]

$$V = \sum v_i = 34.67Z - 34.49 \quad [\text{gr-mol/kg-fuel}]$$

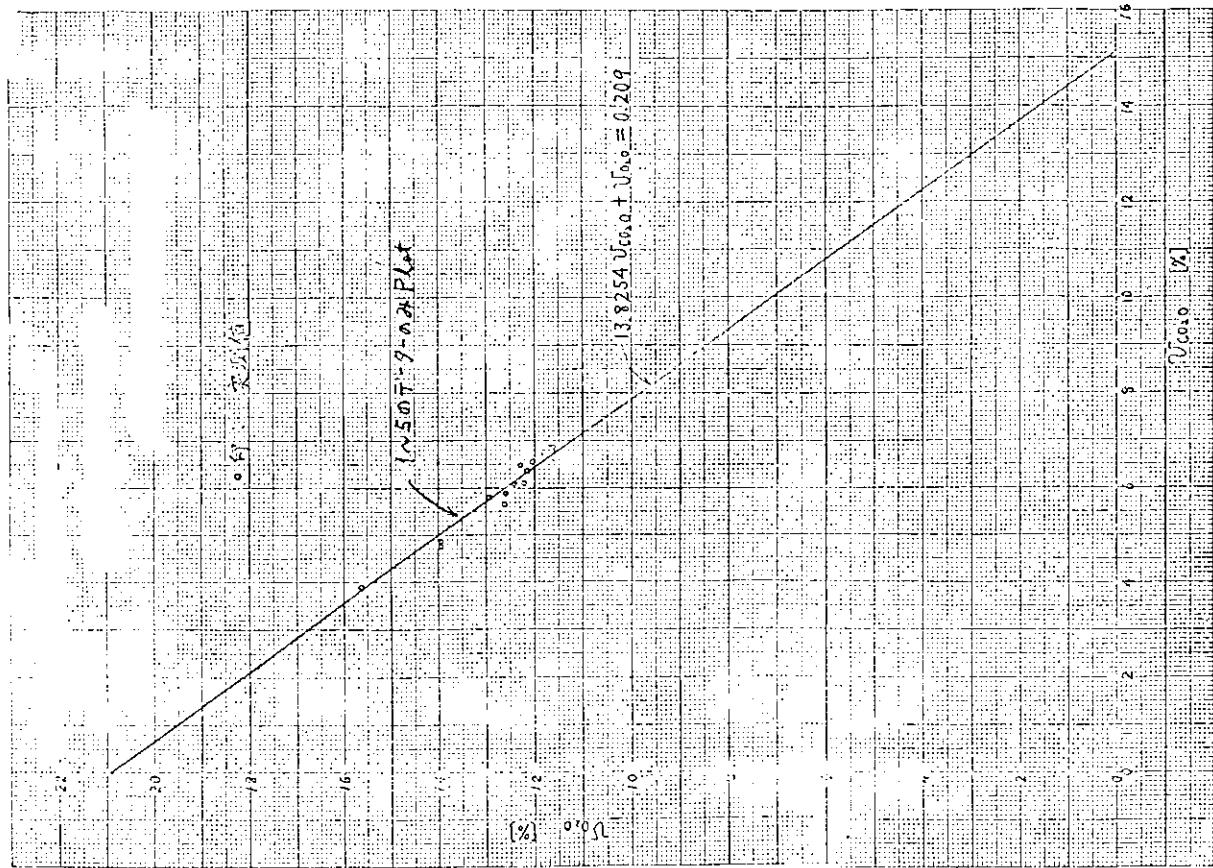
(iv) 空燃比 (重量比) Z (第 2.6.4 表、第 2.6.6 図参照)

$$v_{\text{CO}_2 T} = \frac{v_{\text{CO}_2}}{V} = \frac{7.100}{34.67Z - 34.49}$$

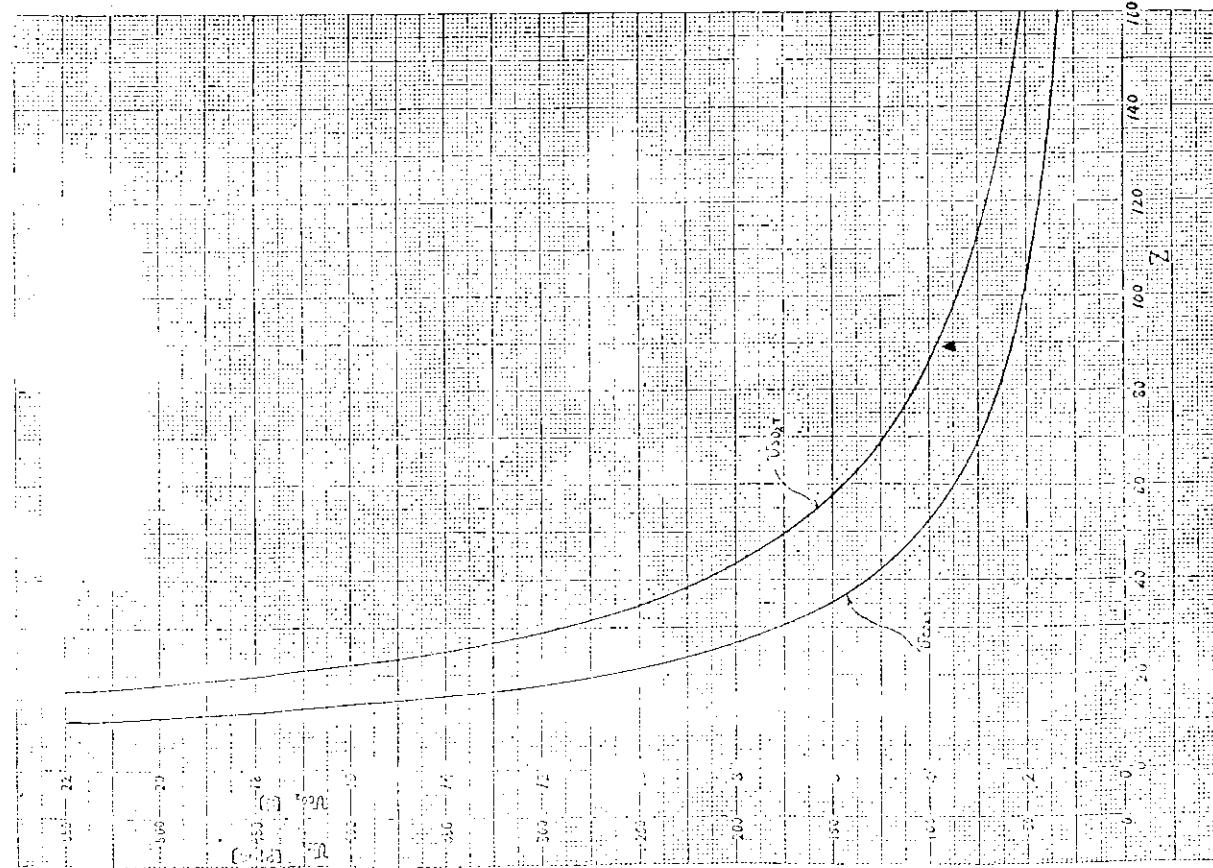


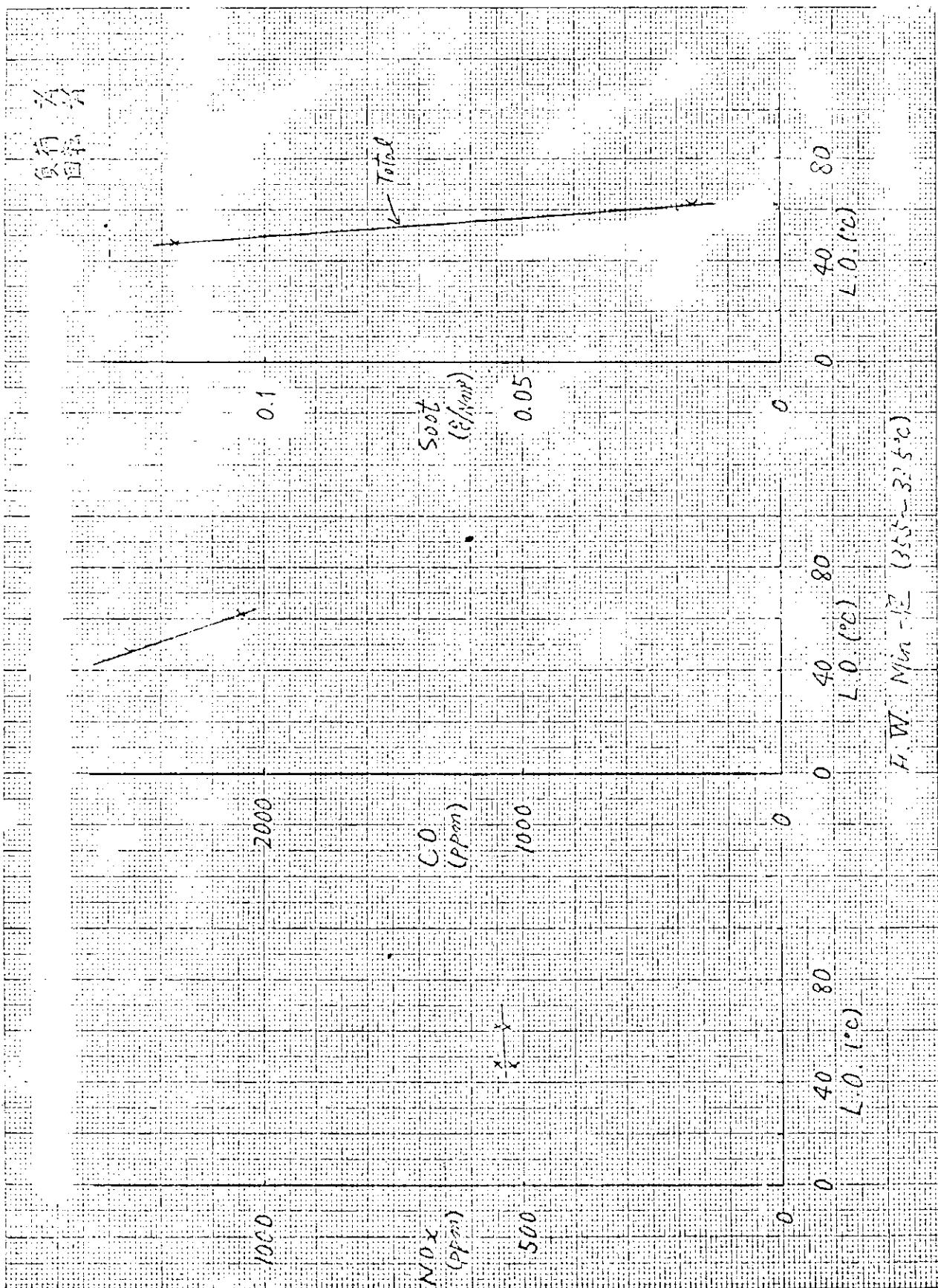
第 2.6.59 図 排気ガス採取位置

第2.6.61図 オルザット法による炭酸ガス量 v_{CO_2} [%]と酸素量 V_{O_2} [vol.-%]の関係

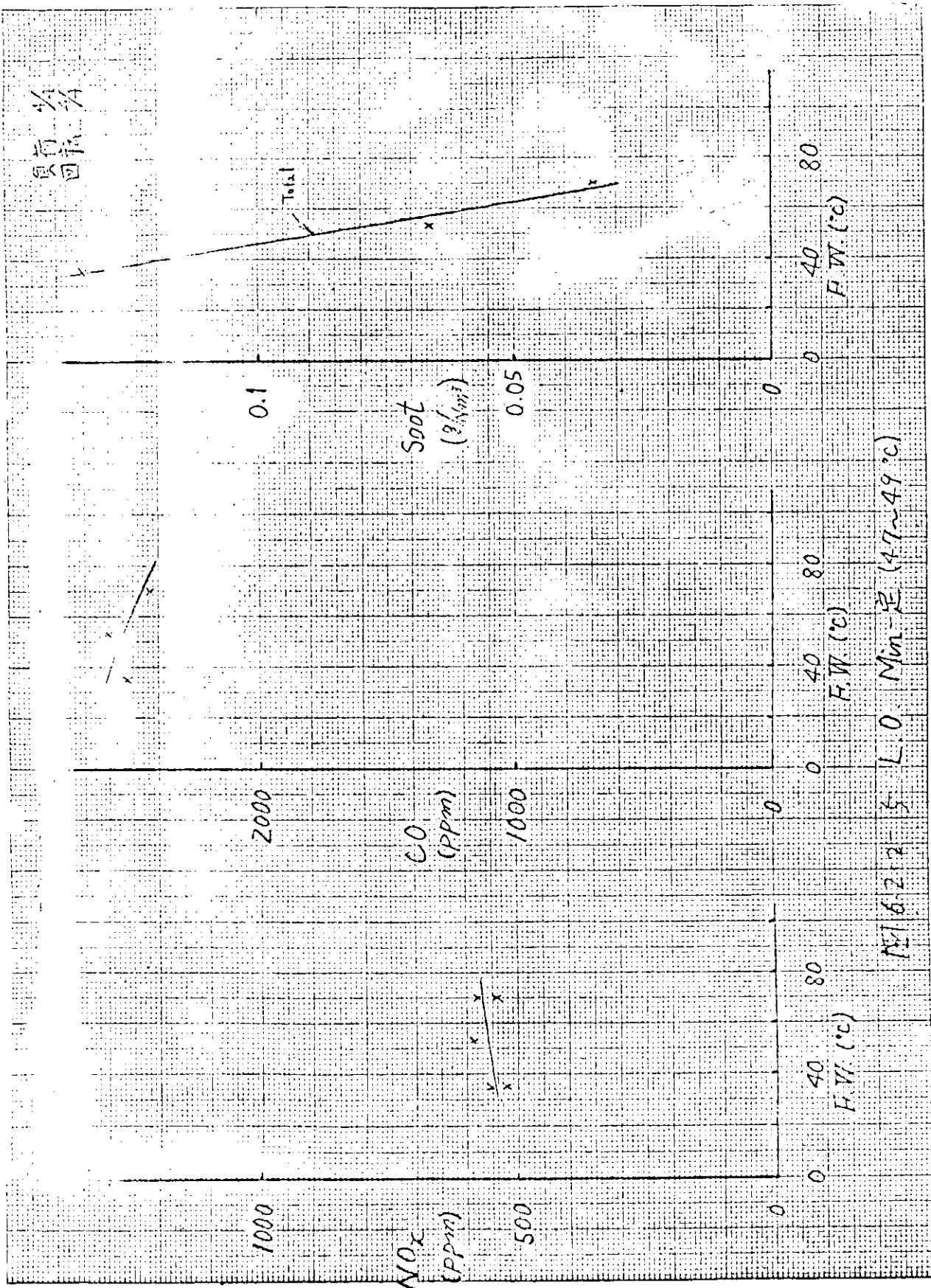


第2.6.60図 空燃比 Z と炭酸ガス v_{CO_2} の関係
空燃比 Z と亜硫酸ガス v_{SO_2} の関係



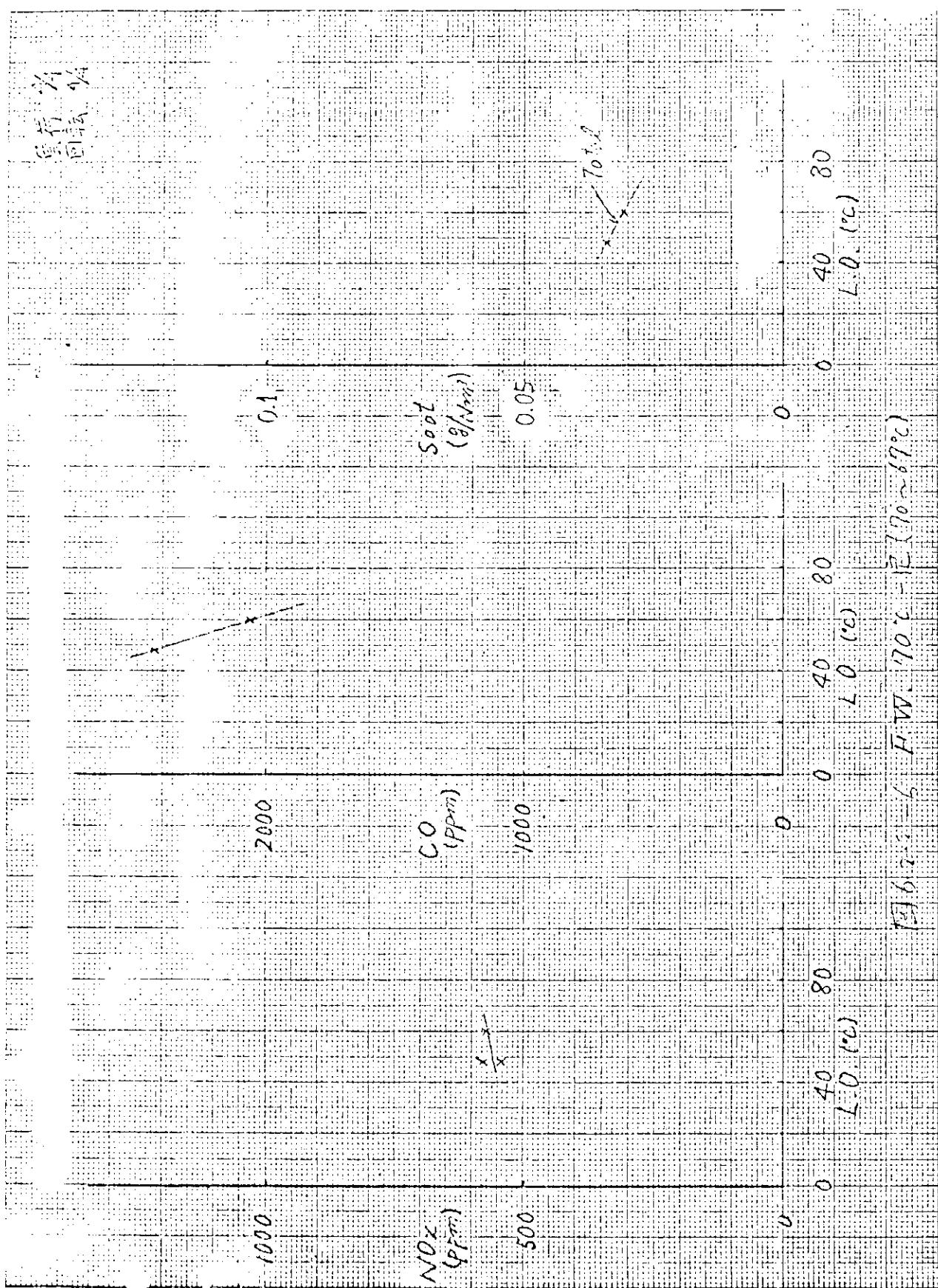


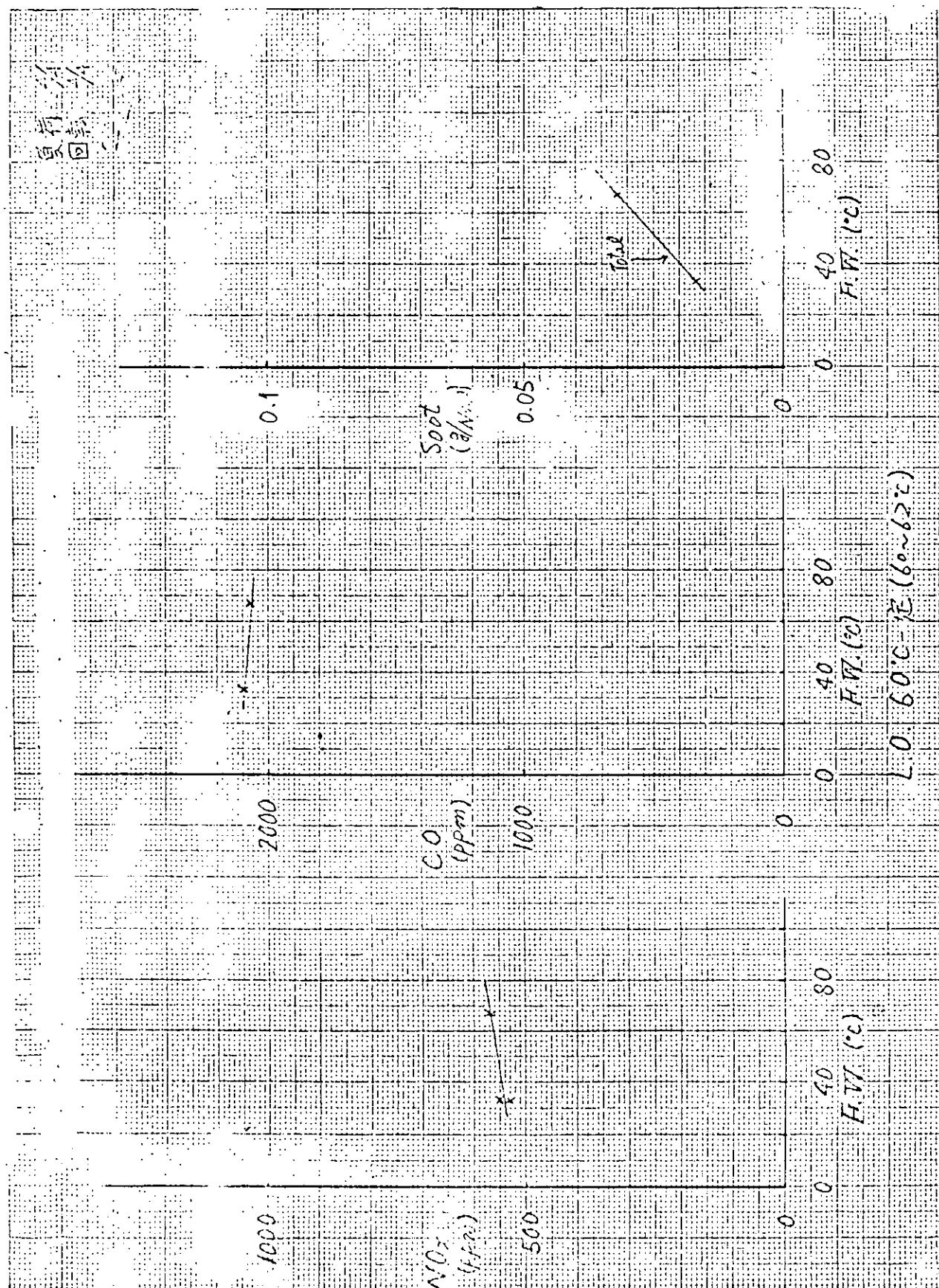
第2.6.6.2図 冷却水温度が一定の場合の潤滑油の燃焼の燃焼に対する影響



第2.6.6.3図 潤滑油温度一定時の冷却水温度変化の燃焼に対する影響

第2.6.4図 冷却水温度一定時の潤滑油温度変化の燃焼に対する影響





第2.6.6.5図 潤滑油温度一定時の冷却水温度変化の燃焼に対する影響

v_{CO_2T} : 任意の空燃比に対する炭酸ガス量

$$Z = \frac{2.048}{v_{CO_2T}} + 0.995 \quad \dots (2.6.9)$$

$$v_{SO_2T} = \frac{v_{SO_2}}{V} = \frac{0.2938}{34.67Z - 34.49}$$

v_{SO_2T} : 任意の空燃比に対する亜硫酸ガス量

$$Z = \frac{0.00847}{v_{SO_2T}} + 0.995$$

..... (2.6.10)

(d) オルザット分析により得られた炭酸ガス量の完全燃焼の仮定での補正

1例として負荷4/4、回転4/4の場合について行なう。

添字 T : 実測値、添字 C : 補正值

第2.6.4表 空燃比 Z と炭酸ガス v_{CO_2} [%] および
亜硫酸ガス v_{SO_2} [ppm] の関係

空燃比 Z	全ガス量 V [gr-m ³ /Kg-fuel]	炭酸ガス v_{CO_2} [%]		亜硫酸ガス v_{SO_2} [ppm]
		v_{CO_2} [%]	v_{SO_2} [ppm]	
1.0	312.21	22.74	94.1	
1.5	485.59	14.62	60.5	
2.0	658.91	10.78	44.6	
2.5	832.26	8.53	35.3	
3.0	1,005.61	7.06	29.2	
3.5	1,178.96	6.02	24.9	
4.0	1,352.31	5.25	21.7	
4.5	1,525.66	4.65	19.3	
5.0	1,699.01	4.18	17.3	
6.0	2,045.71	3.47	14.4	
7.0	2,392.41	2.97	12.3	
8.0	2,739.11	2.59	10.7	
9.0	3,085.81	2.30	9.5	
10.0	3,432.51	2.07	8.6	
12.0	4,125.91	1.72	7.1	
14.0	4,819.31	1.49	6.1	
16.0	5,512.71	1.29	5.3	

$$v_{CO_2T} = 6.6 \text{ (%)}$$

$$v_{O_2T} = 11.6 \text{ (%)}$$

$$v_{N_2T} = 81.8 \text{ (%)}$$

同時に計測した一酸化炭素の量は

$$v_{CO} = 2.600 \text{ (ppm)} = 0.26 \text{ (%)}$$

$$CO = \frac{1}{2} O_2 = CO_2$$

$$v_{CO_2C} = 6.86 \text{ (%)}$$

$$v_{O_2C} = 11.47 \text{ (%)}$$

$$v_{N_2C} = 81.67 \text{ (%)}$$

(e) オルザット分析法による炭酸ガス量と酸素量の関係

オルザット法で得られる炭酸ガス量には亜硫酸ガスに含まれる。

$$v_{CO_2O} = \frac{v_{CO_2} + v_{SO_2}}{V} = \frac{71.00 + 0.2938}{34.67Z - 34.49} = \frac{71.2938}{34.67Z - 34.49} \quad \dots (2.6.11)$$

v_{CO_2O} : オルザット法で得られた炭酸ガス量 (V%)

$$Z = \frac{2.057}{v_{CO_2O}} + 0.995 \quad \dots (2.6.12)$$

$$v_{O_2O} = \frac{v_{O_2}}{V} = \frac{7.25Z - 10.578}{34.67Z - 34.49} \quad \dots (2.6.13)$$

v_{O_2O} : オルザット法で得られた酸素量 (V%)

$$13.8254 v_{CO_2O} + v_{O_2O} = 0.209 \quad \dots (2.6.14)$$

(2.6.14) 式の関係および実測値を第2.6.6.1図に示す。

今回のオルザット分析の結果に妥当性の有ることが示されている。

排気ガス取出孔の違いによる分析結果の差は十分無視し得る。

(a) 硫素化合物

条件の変化によらず、ほぼ一定であるが、機関冷却水、潤滑油、おののの上昇に対してわずかに増加する傾向

を示しており、サイクル最高温度が多少増大していることが推定される。

(b) 一酸化炭素

機関冷却水潤滑油温度いずれの上昇に対しても低下するが、後者のほうが影響が大きい。燃料消費率に対する影響はほとんどないゆえ、眞に燃焼が改善されたか否か、潤滑油消費の問題もからんで断定はできない。

(c) すす

機関冷却水、潤滑油の低い場合、すす量はいちじるしく多い。燃焼室へ上の潤滑油の量の増減も考えられて、一概に温度を上げることにより燃焼が改善されたとはみなせない。なお、すす量の計測については、精度にかなり疑問点があり、検討を要する。

(3) シリンダ圧力計に関する検討

(a) 目的

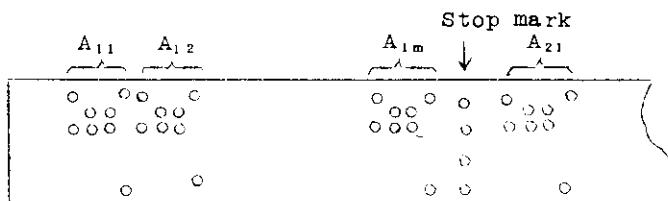
現在実用されているシリンダ圧力計の性能を検討すると同時に機関データの変動の実態を調査するために同一の運転条件でサンプリングした多数のデータを処理するプログラムを作成し検討したものである。

(i) 計算プログラム(第2.6.6図参照)

DATA 1000から得られる紙テープを直接入力とした場合、または手書のデータを入力とした場合、多数のデータ群相互で対応するデータの算術平均値をプリントまたは、パンチの形式で得る。INDEXの選び方により、プリントの場合標準偏差も出力として得られる。

1 データ群中のデータ数 m

A ₁₁	A ₁₂	A _{1m}	データ群の数 n
A ₂₁	A ₂₂	A _{2m}	
⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	
A _{n1}	A _{n2}	A _{nm}	



第2.6.6図 出力の計算法および紙テープの形

M : 算術平均値

σ : 標準偏差

A_{ij} : 各々のデータ

T : データ総数 (= n × m)

(1 ≤ T ≤ 15,000)

$$M_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{i1}, \quad \sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{i1} - M_1)^2}$$

$$M_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{i2}, \quad \sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{i2} - M_2)^2}$$

⋮
⋮
⋮
⋮

$$M_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{im}, \quad \sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{im} - M_m)^2}$$

(ii) 計算式、計算にした定数およびサブルーチン

(1) シリンダ内圧力

$$P_s = \begin{cases} P_s + a_p (P_p - P_{po}) & , \text{ 圧力ピックアップの場合} \\ a_F P_F & , \text{ ファンボロ指圧計の場合} \end{cases}$$

$$P_s = 1,033 + P_s$$

P_s : シリンダ内圧力 [atg]

P_s : " " " ["]

P_s : 掃気圧力 ["]

P_p : 圧力ピックアップによる計測値 [V]

P_{po} : 圧力ピックアップによる BDC での計測値 [V]

a_p : 圧力ピックアップを使用した場合の変換係数 [atg/V]

P_F : ファンボロ指圧計による計測値 [mm]

a_F : ファンボロ指圧計を使用した場合の変換係数 [atg/mm]

(2) シリンダ内容積(BDC 基準)

$$V_\theta = V_h \left\{ \frac{1}{\epsilon - 1} + \frac{1}{2} (1 + q + \cos \theta - \sqrt{q^2 - \sin^2 \theta}) \right\}$$

θ : クランク角度 ($\theta_{BDC} = 0$) [度]

V_θ : θ に対応するシリンダ内容積 [l]

V_h : 行程容積 [l]

q : (連接棒長さ) / (クランク腕長さ)

ϵ : 圧縮比

(3) 図示平均有効圧力 : P_i [atg]

① 2サイクル機関および4サイクル機関の全行程の P_s を与える場合

$$P_i = \sum_{x=0}^{x=720^\circ \leftarrow 4\text{サイクル}} \left\{ \frac{1}{2} (P_{sx+1} + P_{sx}) \frac{V_{\theta x+1} - V_{\theta x}}{V_h} \right\}$$

② 4サイクル機関で圧縮、膨張行程($0 \leq \theta \leq 360^\circ$)の P_s を与える場合

$$P_i = \sum_{x=0}^{x=360^\circ} \left\{ \frac{1}{2} (P_{sx+1} + P_{sx}) \frac{V_{\theta x+1} - V_{\theta x}}{V_h} \right\} - P_E + P_S$$

P_E : 排気圧力 [atg]

(4) シリンダ内ガス圧力の測定法ならびにデータ集録法

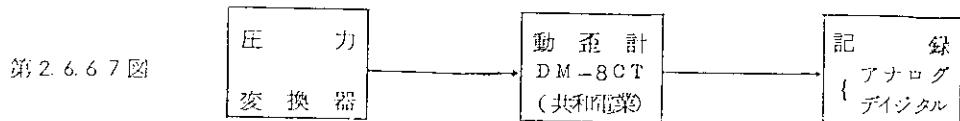
(i) 使用圧力変換器；抵抗線差圧式

I型およびII型

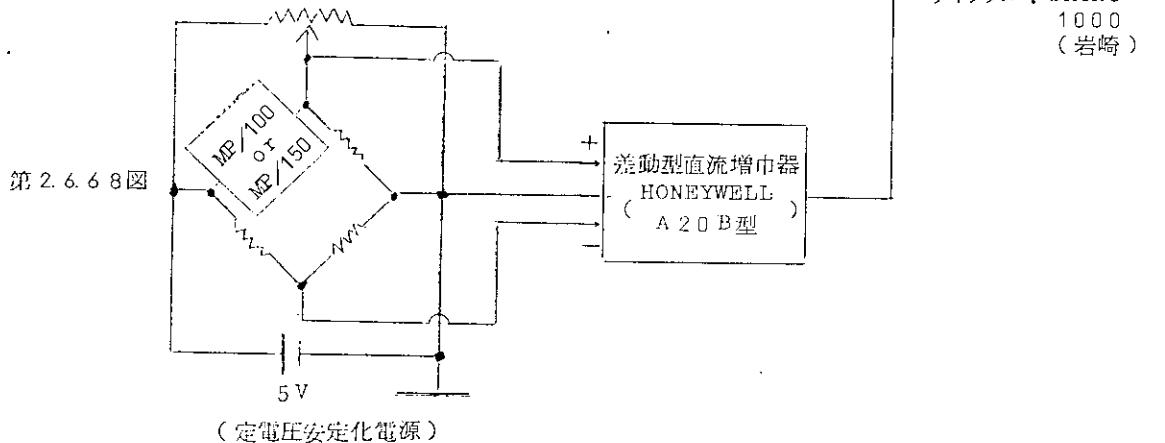
(ii) 測定方式

交流ブリッジ式と直流ブリッジ式の2方式を使用。

① 交流ブリッジ式(第2.6.6.7図参照)



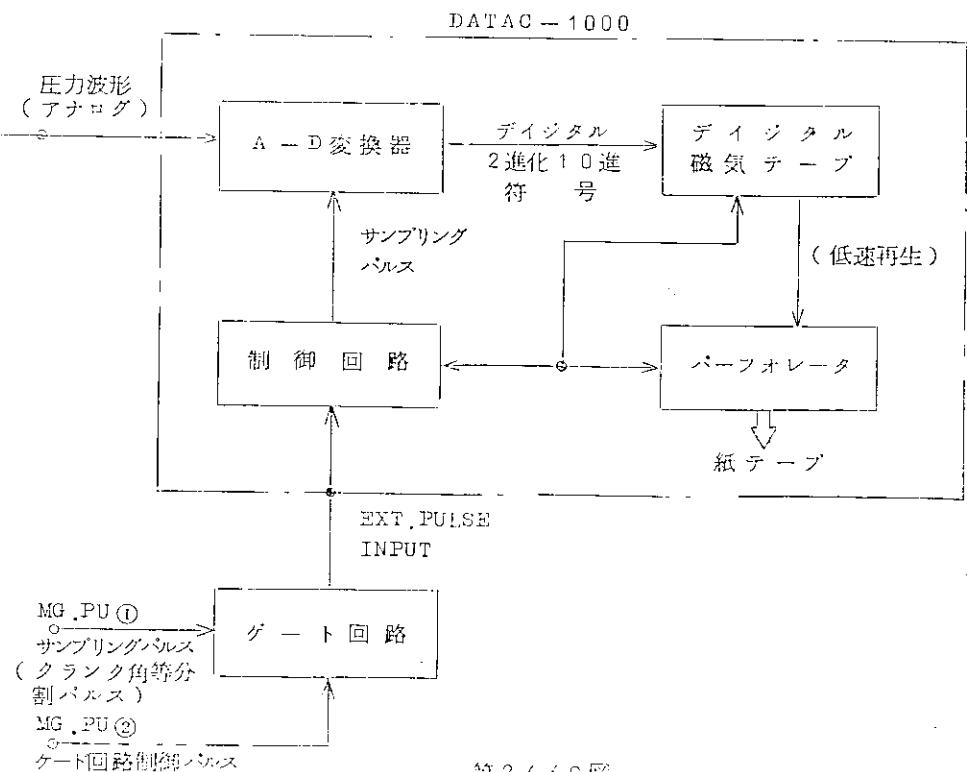
② 直流ブリッジ式(第2.6.6.8図参照)



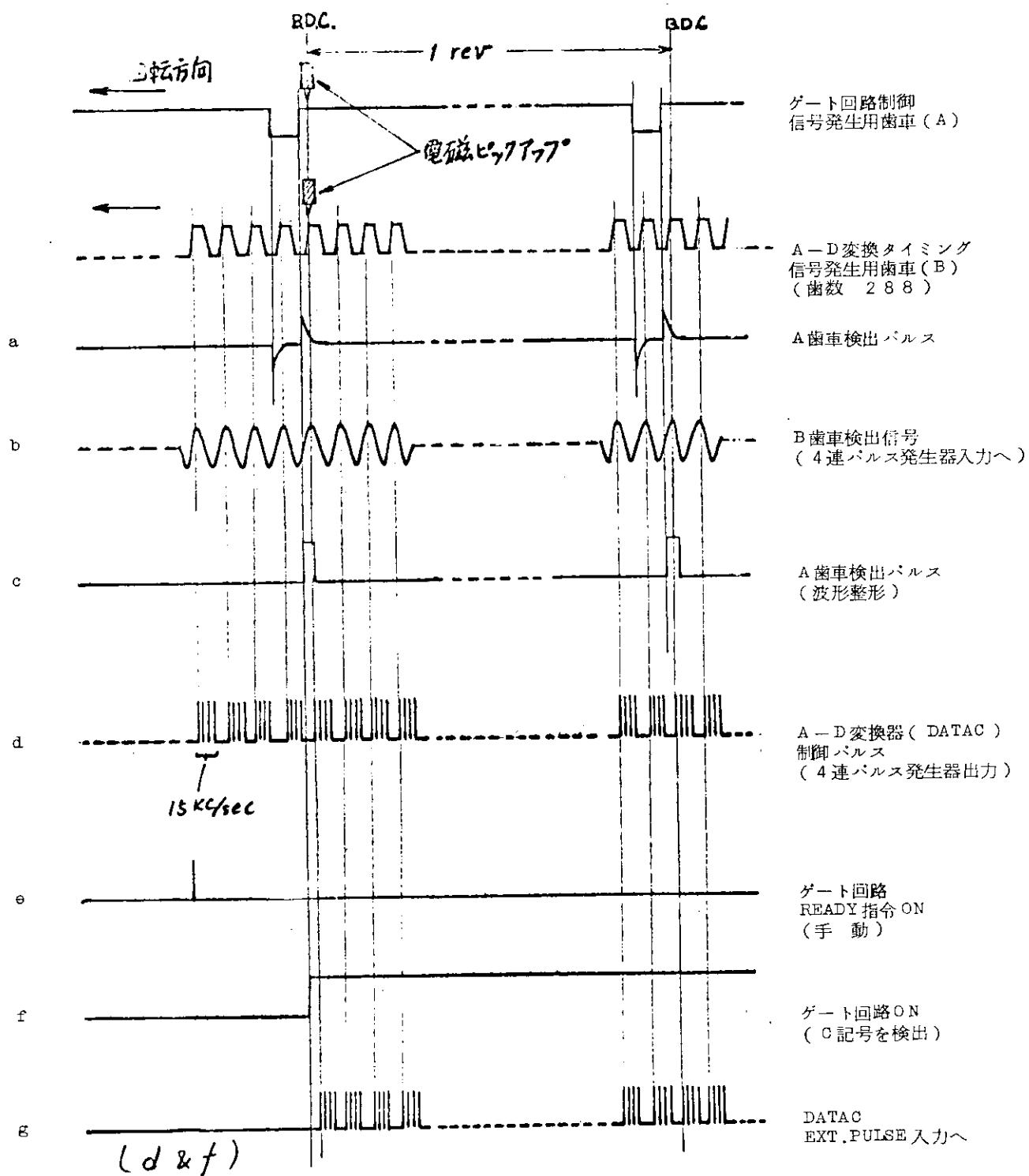
(iii) データ集録方法

測定した圧力波形(アナログ電圧波形)は、クランク軸軸端に取付けた歯車と電磁ピックアップから発生させたサンプリングパルスならびにゲート回路制御パルスにより、B.D.Cから 1.25° ピッチあるいは 2.5° ピッチでサンプリングし、これをDATAAC A-D変換器にインプットしてデジタル符号に変換し、デジタル磁気テープに高速記録した。

① データ集録 ブロックダイアグラム(第2.6.6.9図参照)



② 同期サンプリングのための制御回路 タイムチャート (第 2.6.70 図参照)
 (ゲート)

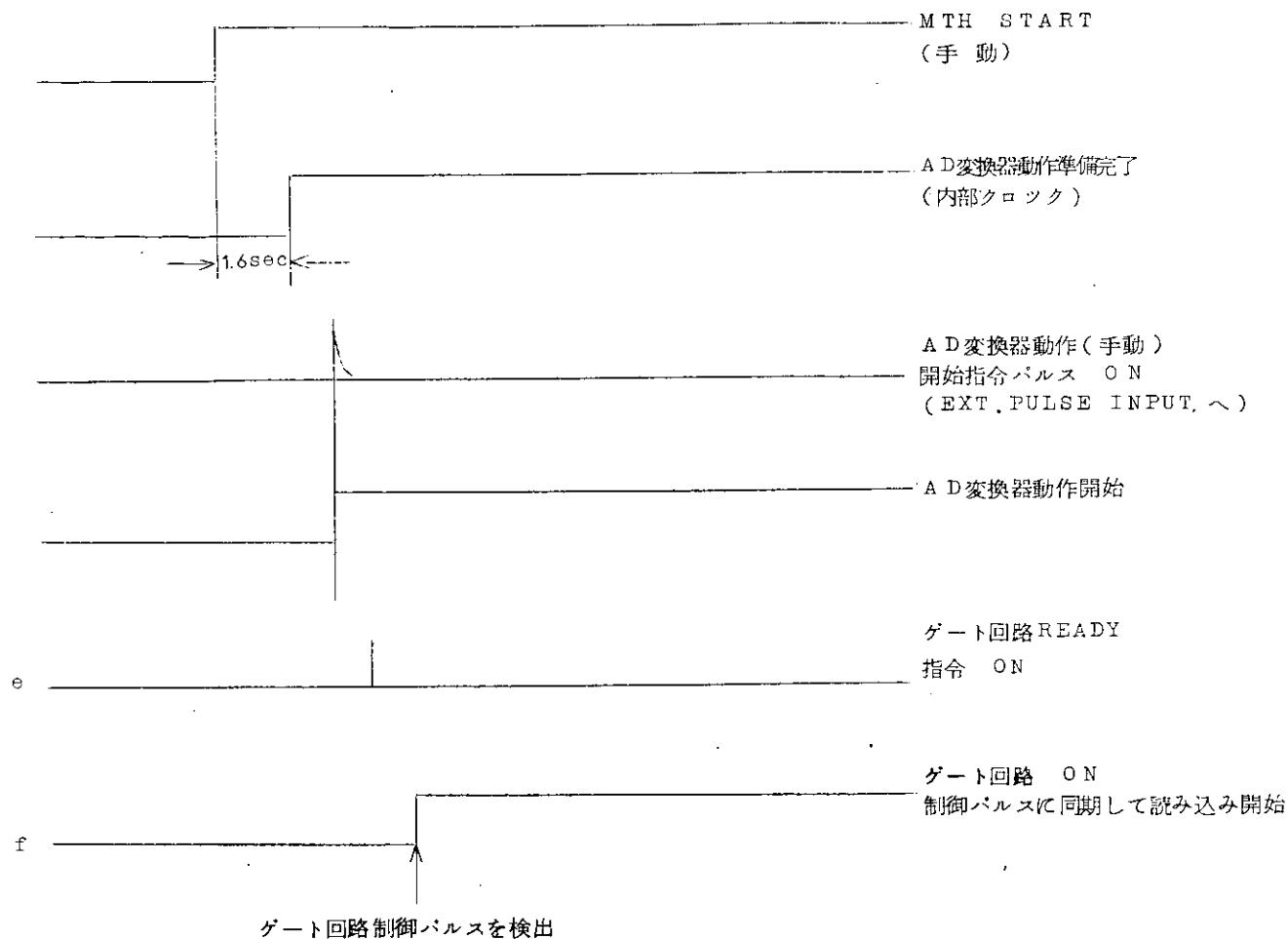


第 2.6.70 図

※ B.D.C. から AD 変換を開始する場合のタイムチャートを示す。

AD 変換開始時期ならびにサンプリングレートは、A歯車の設定ならびにB歯車の歯数により任意に選べる。

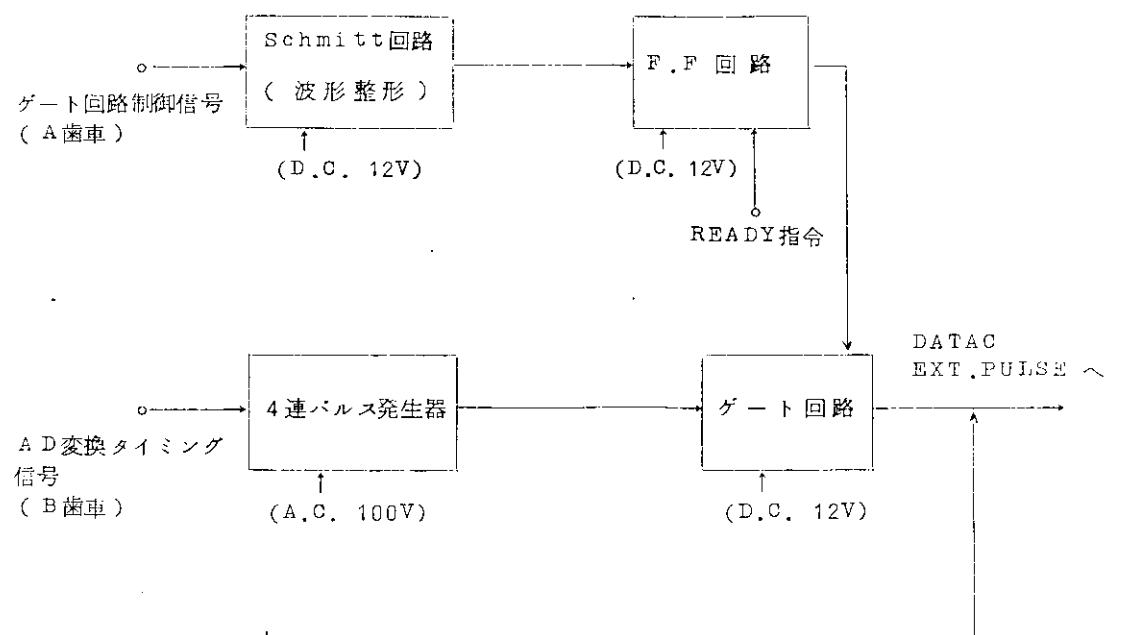
③ DATA Cへ読み込み時のタイムチャート(第2.6.7 1図参照)



第2.6.7 1図

④ 制御回路プロックダイアグラム(第2.6.7 2図参照)

(ゲート)



4連パルス発生器: MODEL 116 VCG (WAVETEK)

A D変換器動作
開始指令(1パルス)

第2.6.7 2図

(c) 実機の計測値

(i) 運転条件(第2.6.5表参照)

第2.6.5表

	計測番号	負荷 × 回転	R P M	W (Kg)	B H P	シリンダ内ガス圧力 紙テープ番号
プロペラ法則	1	2/10 × 2/10	380	2.95	560	
	2	4/10 × 4/10	479	4.67	1.120	A007
	3	6/10 × 6/10	548	6.12	1.680	A001
	4	8/10 × 8/10	603	7.42	2.240	A004
	5	10/10 × 10/10	650	8.61	2.800	A009, A015
フルトルク	6	10/10 × 8/10	603	8.61	2.596	A019
	7	10/10 × 6/10	548	8.61	2.360	A024
	8	10/10 × 4/10	479	8.61	2.062	A031
回転(650RPM) 一定	9	8/10 × 10/10	650	7.42	2.420	A035
	10	6/10 × 10/10	650	6.12	1.990	A040
	11	4/10 × 10/10	650	4.67	1.518	A046
	12	2/10 × 10/10	650	2.95	958	A051

(ii) シリンダ内ガス圧力の計測

(1) サンプリング

クランク1回転(360°)144等分割、 2.5° ピッチ

B D C 基準

(2) 計測法

交流プリッジ式(第2.6.6.7図参照)

(3) 圧力ピックアップ

MP / 100

(d) 計算結果および検討

(i) サイクルごとの変動(第2.6.7.3図および第2.6.7.4図参照)

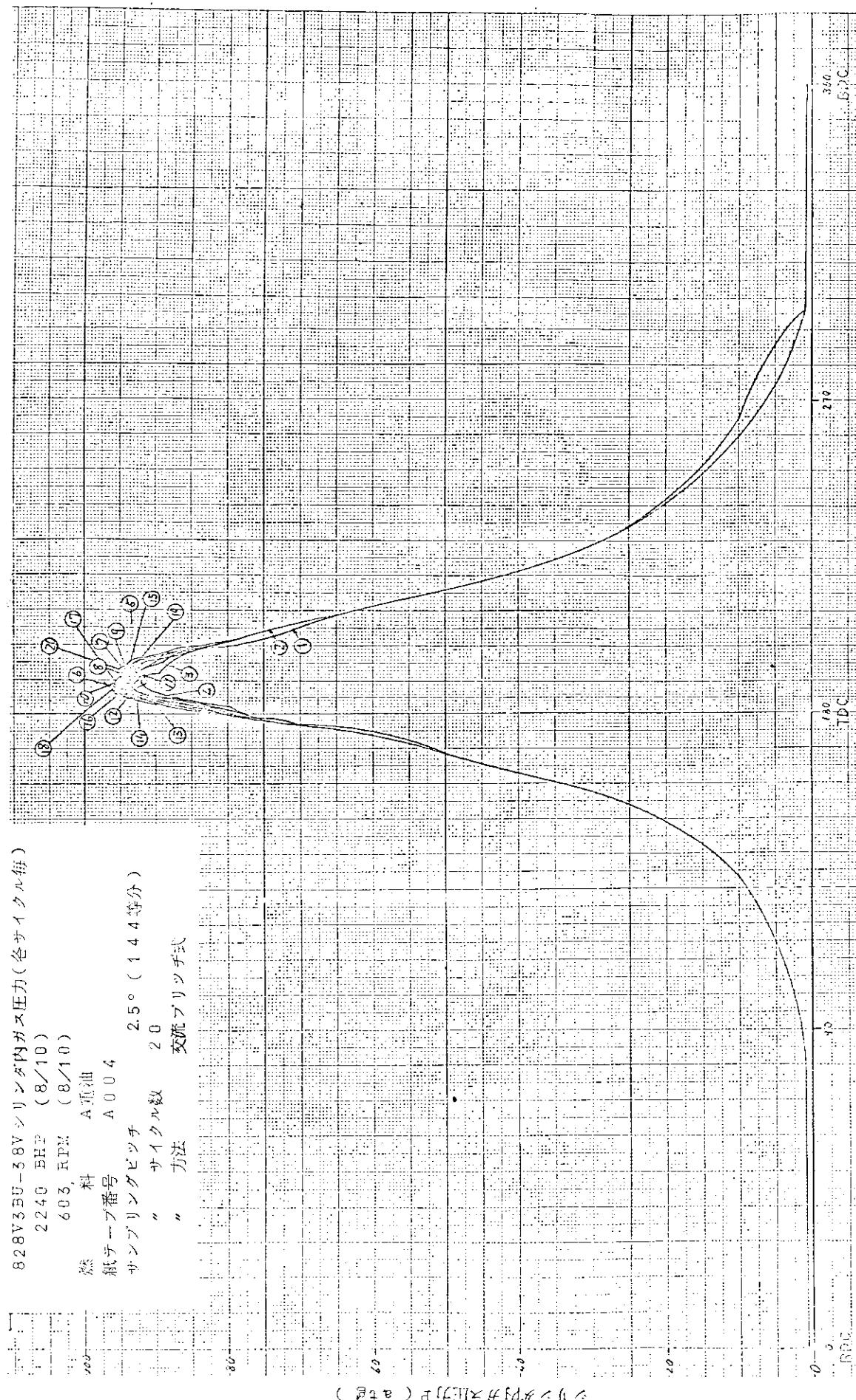
シリンダ内ガス圧力計測値は20サイクル分を紙テープに打出した。各条件の紙テープでプログラムによる各サイクルを計算させた場合と、同テープから20サイクル分の平均サイクルとして得た1サイクル分のデータを用いて計算させた場合の結果の1例を第2.6.7.3図および第2.6.7.4図に示した。

これらの図から次のことがわかる。

- i) サイクル変動がかなりある。
- ii) シリンダ内圧力は、標準偏差で判断すると、一般に上死点附近での(最大圧力附近を含めて)変動が大きい。
- iii) 排気弁閉期のシリンダ内ガス圧力は、絶対値が小さい割にはらつきが大きい。したがつて排気弁閉期時、およびその後のしばらくの間のシリンダ内ガス温度の計算に大きい影響を与える。
- iv) シリンダ内ガスの最大圧力は、最大±2.5Kg/cm²の変動があり、±2.5%ほどになる。
- v) シリンダ内ガスの最大圧力のクランク角度の位置は低負荷ではほとんど変動がないが、中間の負荷で±2.5°特に全力では、±5°の変動がある。

2.7 まとめ

ディーゼルプラントの集中監視システムは乗組員に代つてプラントの異常検知ならびにデータの編集記録を行なうもので電算機を使用することにより、このシステムを構成することは比較的容易であると考えられるけれども、なお次の諸問題点を残している。

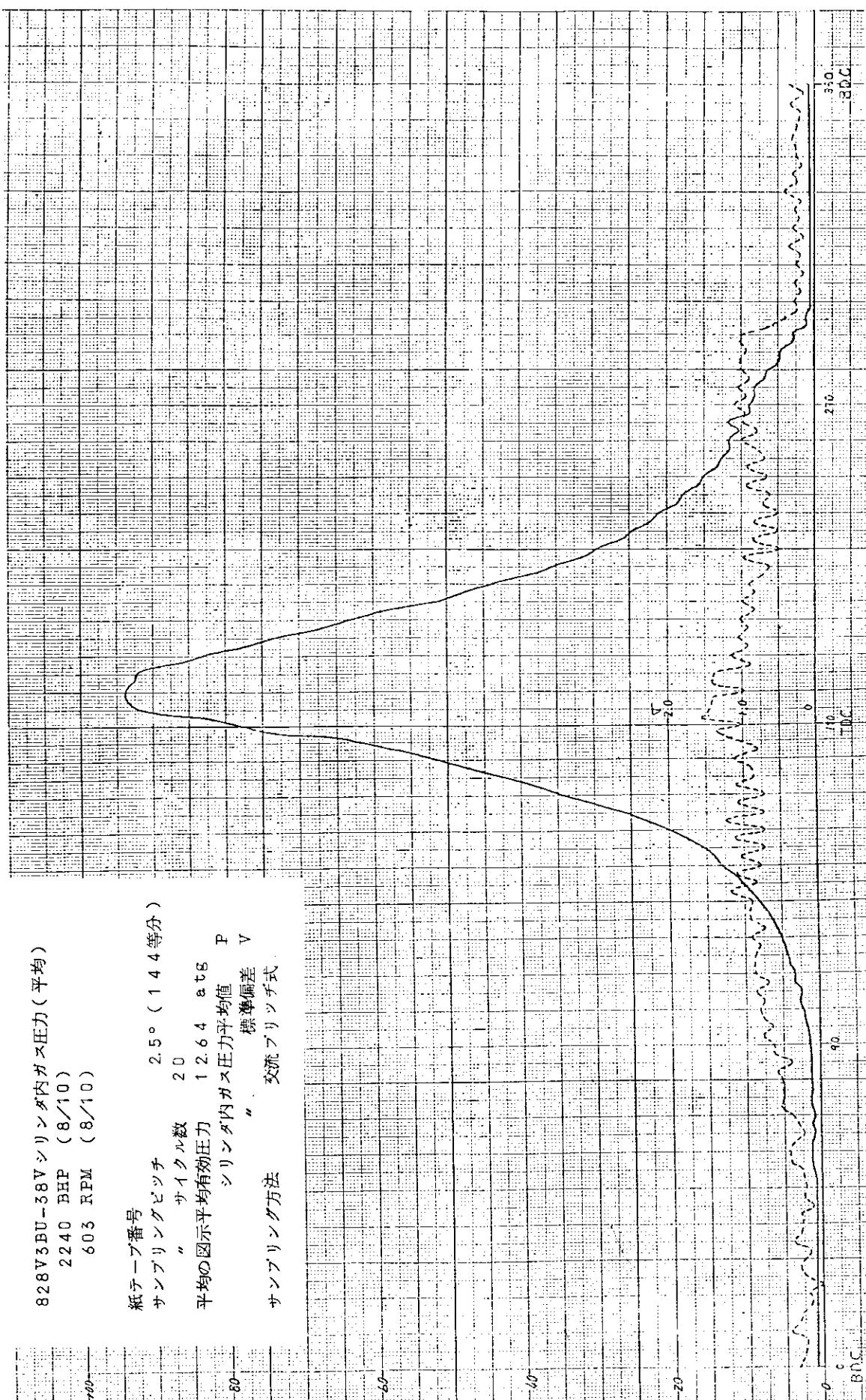


第2.6.7.3図

828V3BU-38V シリンダ内ガス圧力(平均)
2240 BHP (8/10)
603 RPM (8/10)

紙テープ番号
サンプリングピッチ 2.5° (144等分)
サイクル数 20
平均の図示平均有効圧力 1264 atg
シリンダ内ガス圧力平均値 P
標準偏差 V
サンプリング方法 交流ブリッヂ式

バーナー効率 EJP (atg)



クランク角度θ(度)

第2.6.7.4図

その第一はディーゼル機関の燃焼状態を監視する上で最も重要なバラメータであるシリンダ圧力の検出器に、まだ十分な耐久性を有するものが得られていないことであり、今後さらに検討されるべき問題である。

次に現状では集中監視用の電算機の信頼性が十分検討されている段階にないため、プラントの異常検知を全面的に電算機にまかせるシステムを直ちには採用し難い点がある。したがつて初期の段階では保守を行なう乗組員は確保されるものとしてシステムを設計し、電算機搭載のメリットを、次の諸要素に求めることが適當であろうと思われる。

- 1) 作業の単純化
- 2) 事故発生の恐れがあるときの処置を明確化する。
- 3) 合理的な保守計画の実施

このように考えると、最も緊急を要する場合の警報および処置についてはアナログ方式によるバックアップを行ない、電算機システムに問題があつてもこれによつてプラントの危急状態を悪化させることがないよう設計されるべきである。

次に、特に緊急を要しないプラントの異常については、これを自動的に検出し、異常の原因を判別し、とられるべき処置を明確化することが望ましいけれども、集中監視システムが自動的にプラントを制御する必要はないものと考えられる。

さらに、集中監視システムがもつデータ処理機能を活用し、プラントの長期にわたる経年変化、性能劣化等の状態を追跡検討し合理的保守計画の実施を可能にすることも重要であると考えられ、これはとりも直さずプラントの信頼性向上につながるものである。

このようにして、プラント自体の信頼性、監視システムの信頼性の双方が向上すれば、本来の意味での超オートメ船の実現が可能になるものと思われる。

以上