

第 85 研 究 部 会

現装機器の信頼性に関する調査研究
報 告 書 (第 3 報)

昭 和 4 3 年 3 月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

は し が き

本報告書は日本船舶振興会の昭和42年度補助事業「船舶の経済性向上に関する調査」の一部として日本造船研究協会第85研究部会においてとりまとめたものである。

本調査の委員は次のとおりである。(敬称略、五十音順)

部会長 明星四郎 (航海訓練所)

幹事 小泉磐夫 (東京大学)

" 真田 茂 (東京商船大学)

" 末広照男 (大阪商船三井船舶)

" 竹村数男 (東京商船大学)

委員 井口雅一 (東京大学)

" 石原三雄 (日本鋼管)

" 伊丹良雄 (日本海事広報協会)

" 上原政信 (川崎重工業)

" 江口 治 (石川島播磨重工業)

" 江島陽一郎 (浦賀重工業)

" 大井 浩 (日本原子力船開発事業団)

" 岡田 高 (沖電気工業)

" 岡村弘之 (東京大学)

" 奥村克三 (名村造船所)

" 川崎義人 (東京計器製造所)

" 久津間裕良 (運輸省)

" 小泉嘉幸 (日本海事協会)

" 笹原敬史 (岡野バルブ製造)

" 真田 良 (日本船主協会)

" 杉 正樹 (三菱重工業)

" 杉山興三 (昭和海運)

" 鈴木勝利 (函館ドック)

幹事 玉木恕乎 (船舶技術研究所)

" 吉田卓哉 (東京商船大学)

" 米原令敏 (三菱重工業)

委員 鈴木雄二 (呉造船所)

" 曾弥正夫 (日本国有鉄道)

" 多田 力 (日本国有鉄道)

" 田中秀幸 (日本郵船)

" 富田幸雄 (日立造船)

" 中沢一義 (ジャパンライン)

" 西田哲夫 (山下新日本汽船)

" 野田重昭 (佐世保重工業)

" 橋本香一 (日本国有鉄道)

" 長谷川鉄夫 (東京計器製造所)

" 林谷正俊 (大阪商船三井船舶)

" 原田三郎 (広島商船高等専門学校)

" 藤島日出夫 (金指造船所)

" 前田宗雄 (川崎汽船)

" 松本通雄 (舞鶴重工業)

" 村越重光 (佐世保重工業)

" 山田文男 (北辰電機)

委員以外の討議参加者

荒木常一 (佐世保重工業)

内田旭人 (日本郵船)

内田世夫 (山下新日本汽船)

岡崎英一 (日本国有鉄道)

音成卓哉 (日本鋼管)

出口一彦 (浦賀重工業)

中下 満 (呉造船所)

破魔知孝 (山下新日本汽船)

浜田康昭 (東京計器製造所)

藤井正史 (ジャパンライン)

森川 卓 (日本船主協会)

矢野目銃三 (石川島播磨重工業)

目 次

1. ま え が き	1
2. 作業の経過および成果概要	2
2.1 故 障 調 査	2
2.1.1 継 続 調 査	2
2.1.2 故障コード表の改訂	2
2.2 燃 料 弁 調 査	6
2.2.1 経 緯	6
2.2.2 解 説	6
2.3 計器故障調査	10
2.4 解 析	10
2.4.1 経 過 と 方 針	10
2.4.2 4 2 年度故障分類	11
2.4.3 O 丸 解 析	19
2.4.3.1 他船との違いについて	19
2.4.3.2 船内故障修理および整備作業	25
2.4.3.3 整備工数と故障率との関係	30
2.4.3.4 主機械の故障保修と予防保修	48
2.4.4 青函連絡船ディーゼル主機燃料弁の手入周期について	50
2.5 海外における調査	62
3. 今 後 の 方 針	68

1. ま え が き

過去2ケ年間、本委員会は現装機器の信頼性について基本的研究からスタートし、実船調査、および資料の解析等の作業を実施してきたが、本年度においては、調査対象船として従来の15隻に専用船13隻を追加し計28隻におよび、故障報告件数もすでに8,000件余に達して、ようやく本格的な調査にいたつたのである。

すなわち、調査小委員会は収集データの精度の向上と故障報告の斉一化を期して、できるだけ訪船調査を実施し、具体的問題点の調整、解明を行なうことにつとめてきた。

また、解析小委員会では、データの解析作業を進めつつ信頼性解析、手法の検討とその確立を期し、とくに調査船中報告件数が目立って多い〇丸について、新たに〇丸解析グループを設置し、種種検討と解析を加えてきた。一方、従来の故障調査の実績からの反省として故障の時間的分布の調査について、特定部品を選んで実施することとし、割合に問題の多い燃料弁について実施し、その調査方法の策定を諮り現在調査を実施中である。

さらに、近年とくに関心の深い自動化計装の信頼性について、その信頼性向上のための資料を得ることを目標として、計器小委員会を設けて作業中であるが、具体的に種種の困難な要素が多いため、調査対象や調査方法等について検討中の段階である。

以上本年度における作業概要をのべ、以下項を追って逐次内容について報告する。

2. 作業の経過および成果概要

2.1 故障調査

2.1.1 継続調査

本調査を開始して以来、故障調査表の収集状況は昭和43年2月15日現在、つぎのとおりである。

船 番	収集調査表枚数	船 番	収集調査表枚数
101	329	304	226
102	319	305	301
103	237	306	126
104	176	307	69
105	173		
106	101	401	325
		402	164
201	2031	403	—
202	328	404	—
203	278		
204	387	501	66
205	140	502	13
206	555	503	—
301	988	601	56
302	309	602	96
303	242		

合計 28隻 8,035枚

昭和42年度分として収集された枚数は、このうち6,311枚であり、11月末までに集められた4,601枚について検討を加え、IBMカードに整理して、その数6,847枚となった。残りの1,710枚については昭和43年度分として繰越すことにした。

次に、調査対象船として、本年度あらたに、タンカ12隻を追加した。専用船が一般に碇泊時間が短く、機器の点検、整備に時間を十分かけることができない状況にあり、しかも航程時間が定航貨物船に比して、長時間、連続的であるという特殊性をもっている。この運行条件のもとで、機器の信頼性がどのように影響されるかということを調査するためにタンカを取りあげることとした。

しかし、この調査は昭和42年8月から開始したので、調査表の収集は十分でなかった。

なお、調査小委員会として、故障調査表にも検討を加え、調査項目にコード番号をつけて整理上の便宜のため形式を一部改訂した。

2.1.2 故障コード表の改訂

昭和41年度における故障調査表の検討、整理ならびに解析の経験から故障コード表の一部を第2.1表のごとく改訂した。

なお、今後、故障コード表に追補すべき機器として甲板補機、冷凍暖房機器があり、すでに一部については検討に入つたものもある。特に甲板補機については、故障調査表として回収されているものもあり、しかも、その作業量も多いので早急にコード化する必要がある。

第2.1.1表 故障コード表の改訂

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類
1	1 1	8 注油ノズル取付部		
1	1 3	5 ドアー・ドアボルト 7 掃気管 8 ランタン油排出管	3 火 災 4 漏 油 6 閉 塞 8 汚 損	7 掃 除
1	1 5			7 バッキン取替
1	1 7	8 ドレン管		
1	1 8	4 軸受締付ボルト 5 クロスヘッド注油ポ ンプ	7 弛 緩	
1	2 1			5 鋳 替
1	2 3 燃料ポンプ、同駆 動装置、蓄圧器、高 圧管、一次ポンプ	4 吸入、吐出、溢弁、 安全弁、管制弁 8 管		
1	2 5	5 スプリングガイド 6 コーンピース 8 リューブリケーター		
1	2 6	8 リューブリケーター		
1	2 9	7 エヤークーラー	7 漏 洩	6 保護亜鉛取替
1	3 1			5 ジェットクリーニング
1	3 2		6 漏 洩	5 ジェットクリーニング 8 バッキン取替
1	3 3	8 ストレーナ・グリッド		5 保護亜鉛取替
1	3 5		7 作動不良	
1	3 9 指圧器弁、指圧図 撮取装置			
1	4 1	6 スニツト弁		7 掃 除
1	4 2	7 (支面材)のカッコ を削除 8 スターングランド シーリングリング	6 剥 離 8 異常漏水(油)	
2	2 1	6 ドレン弁・管 8 冷却水(油)管		
2	2 2	5 弁ガイド		5 修 理
2	2 3			5 潤滑油取替
2	2 7	8 調整ハンドル・リンク		

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類
2	3 0	9 (L.O ドレンタンク も含む)		
2	3 1	3 軸封部はメカニカル シールも含む		
2	3 2 J.C.W.P.P 及管系			
2	4 1			8 パッキン取替
2	4 2			8 パッキン取替
3	1 4 L.O ポンプ (歯車式) (ねじ式)			
3	1 7 ブースター			
3	1 8			8 パッキン取替
3	2 0			8 パッキン取替
3	2 1	8 ロストモーション調 節棒	6 折 損 7 屈 曲	
3	3 1 } 3 4		8 漏 洩	
3	3 5		6 漏 洩	7 摺り合せ
3	4 3 ビルヂバラストボ ンプ (蒸気直動式) 蒸気側	“部分” “故障” “作業” 分類は 3 (機室補機) の 2 1 の 2 2 (給水ポンプ) に準ずる。		
3	4 4 同 上 水 側	3 (機室補機) 2 1 あるいは 2 2 に準ずる。		
3	4 5 荷油タービン (タービン)	“部分” “故障” “作業” 分類は 3 (機室補機) 3 5 あるいは 3 6 に準ずる。		
3	4 6 荷油ポンプ (ポンプ)	同 上		
3	5 0 } 5 2		5 弛 緩	6 削 正 9 その他油取替
3	5 3		1 亀 裂	
3	5 4 } 6 2			5 L.O 取替
3	7 0 } 7 7		1 亀 裂	5 溶 接
3	7 9 } 8 0		4 閉 塞	
4	1 5	7 補助リレー・タイマー 8 計 器	7 接触不良	

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類
5	17	6 カスケードタンク オブザーベーションタンク		
5	18	7 エヤコーン		
6	10	1	1 亀裂 5 スチック 6 弛緩 7 閉塞	
6	11		1 亀裂 6 弛緩	
6	12 14		1 亀裂 5 スチック 6 弛緩 7 閉塞	
6	15		1 亀裂 6 弛緩 7 スチック	5 溶接、漏洩止
6	16 加熱蒸気管、排気 管系	5 ドレンセパレータ・ トラップ	1 亀裂 5 スチック 6 弛緩	6 溶接、漏洩止
6	17		1 亀裂 5 スチック 6 弛緩	
7	13 15		1 短絡	
7	16		1 短絡 7 漏洩	
7	18 20		8 作動不良	
7	21	4 圧力調節	7 漏洩 3 作動不良	
7	23		8 振度不良	
7	24	8 自動記録装置		
7	28	8 自動記録装置		

2.2 燃料弁調査

2.2.1 経 緯

- (a) 前年度報告の反省を通じて信頼度算定に不可欠な故障間時間の実績値欠如が指摘され、故障の時間的分布調査の一例として主機燃料弁を採りあげることになった。〔第16回幹事会(42-5-8)、第2回調査解析合同小委員会(42-5-24)、第12回委員会(42-5-26)〕
- (b) 燃料弁につき、何をどのように調査するか、そのための調査票の Form や記入要領をどうするか討議決定された。〔調査小委員会打合せ(42-6-12)、第4回解析小委員会(42-7-12)、第5回解析小委員会(42-7-26)、第4回調査小委員会(42-10-5)、第6回解析小委員会(42-10-11)、第13回委員会(42-10-12)〕
- (c) 以後、対象全船宛調査票を配布し Data 収集中なるも今年度報告起草時(43年初頭)までには回収不十分であり、この解析は次年度に繰越せざるを得なかった。

2.2.2 解 説

- (a) 前条を今少しく詳細に説明すれば、前回報告書の内容は、機器または部品分類による、調査開始以来の累算故障件数分布に留まり、故障間時間についての具体的数値には触れていなかった。これは前年度報告書起草までに収集された調査票の範囲では、故障間時間についての記事が乏しく、これを帰納できなかったのが実情である。

今年度は信頼度算定のある Sample または Model を示す意味で、前回の調査実績、すなわち、推進に関係する機器故障のうちで代表的なものについて、故障の時間的分布(すなわち対象機器、部品の寿命分布)を調査する必要が再確認された。

対象としては、主機の燃料弁、指圧器弁、燃料 Pump、排気弁、Piston、機関室補機の Gear pump、電機 Starter、等候補にのぼつたが、多くの機種に共通にある部品で、件数でも集中的に故障の報告されている(したがって短期間に信頼度算定に必要な例数を収集でき、かつ平均的な故障間時間を統計的に帰納し易い)燃料弁が対象に選ばれた。

- (b) さて信頼度算定の一例として最も調査が容易らしくみえた主機燃料弁についても、討議につれて各種の問題点が浮彫りにされてきた。それらを列挙すれば

- (1) 当部会の信頼度調査では故障件数を計上する。最小単位は機器の部品まですなわちこの場合では燃料弁完備品の粗さで行なうことを前提としている。

しかるに、実際に燃料弁の取替間隔を決定するのは、燃料弁完備品としての Function down すなわち主機停止を防止する以前の段階において、さらにその部分たる Atomizer や針弁その他に注目して、それらの手入による機能回復が困難にならない経済的限界で使用時間が抑えられている。したがって完備品としての故障間時間まで使用される例はきわめて少い。

- (2) User 各社の整備または Check 等燃料弁管理体制は各社各様であり、完備品単位でも使用履歴の追跡は不可能な場合が多い。

- (3) 毎回の手入間隔についても、使用の途中で開弁圧力のみ再整定など、連続使用時間の計上を規格化し難い要因がある。

- (c) 結局、最小限度寿命分布の検討に必要な時間の Factor のみわかれれば今回の調査の目的は足りるが、併せて調査表から後日 Trouble shooting も再調査できるような形で、その Form と記入要領がまとめられた。たとえば定期手入までもなくとも使えたものは寿命分布の立場からは故障がなかったと判定されるが、Trouble shooting の立場からみて定時手入で発見された不調も区別して記録した等がこれである。これらの背景を訴えるべくやや繁雑であるが次に調査票 Form および記入要領の全文を資料として添付する。

燃料弁取替来歴調査票記入要領

(1) 年 月 日

取替本数の多少に拘わらず、取替の日附毎に縦に1行を使用して洩れなくご記入下さい。以下の記事中「取替」の意味は(3)により解釈します。

(2) 簡 番

1 簡につき燃料弁1本を装備する機関はC 行のみに
" 2 本 " F, A, 行のみに
" 3 本 " F, C, A 行に記入して下さい。

(3) 使用時数

燃料弁を気筒から取外して後、再装備する迄には、各社各船の事情により次の各種の Case が考えられます。

- (A) 単に噴霧 Test のみで（要すれば開弁圧再調整の上）原気筒又は他の気筒に装着して再使用する。
- (B) 開弁圧噴霧状況 Test 済みの整備済予備完備品と取替える。旧品の整備には、取外し後の一部又は全部の工程を外註する場合がある。例えば船内で整備しても、取外し直後の噴霧状況確認を原則として行なわない習慣の場合もある。細別すれば
 - (i) 分解し、各部品や噴孔等を掃除し、組立て、噴霧 Test を行なり場合（conical 型針弁では針弁と弁座の摺合わせを行なわぬ場合が多い。）
 - (ii) 更に針弁と弁座の摺合わせが加わる場合。これには手仕上げと機械仕上げとがある。
 - (iii) 各部品の一部又は全部を予備新品又は修理済中古品と交換する場合。弁本体（nozzle holder）flat 面研削等の修理を行なり場合。

上記の各種を統一解釈するべく、本調査では一旦気筒蓋から取外した弁は総て取替えられたと見做し零時間に返ると規約します。例えば5月10日に695時間使用後取外し、単なる噴射 Test のみで原気筒に再装着し更に540時間使用後6月15日に取外し分解手入を行なった場合の時間記録は、5月10日（695時間）、6月15日（540時間）と規約し、6月15日（1,235時間）とは算えないことにします。

各簡燃料弁について調査期間中の第1回取替え時の「使用時数」は、最近回取替の時点から起算した時数を記入して下さい。

(4) 取替理由

次の各種の case が考えられます。

- (i) 自船又は自社船での経験から、取扱説明書の指示にとらわれず、自船に最も適合したと判断される間隔で、全簡又は適当簡数つつを順次に、「定期的に取替える」場合で、之を○印で表示して下さい。
- (ii) 自船標準による定期取替の中間に何等かの不調を認め、航海中に主機を停止し、或は最も近い次の寄港地で、取替えるを得なかつた「故障による取替」で、之を×印で表示して下さい。
- (iii) 定期取替で取外したもののうち、整備の段階で故障を発見出来た場合は⊗印で表示して下さい。
- (iv) (ii)の明らかに不調な弁を替える時、他の気筒の若干の弁も同時に取替えることがあります。定期取替の繰上げ施行と判定されたら○印で表示し、不調と判定されたら、×印で表示して下さい。

(5) 註 記

前項の×印、又は⊗印のものについては脚註番号の指示を書き、下部の記事欄に故障コード表による故障分類「亀裂、焼損、折損、噴射圧力不良、スチック、カーボンフラワー、漏洩、燃焼不良、その他」の何れか一つを（又は之に準ずる表現も可）註記して下さい。

- (6) 此の調査票の記入対象船はSR85調査対象全船とし、記入期間は貴船が本表を入手された時点から2航海の期間と致

します。

中間に docking voyage を含む時は使用時数は通算して下さい。

(7) 従来お願して来た故障調査票は、此の表にかかわらず故障のあつた燃料弁については、必ず記入提出をお願い致します。

尚燃料弁についての故障調査票はその記事中に次の諸事項を適宜参照して、可能な限度においてご記入下さいますようお願い申し上げます。

(イ) 使用中の異状現象

(a)発煙 (煙突への火の粉排出を含む) (b)blow-by, blowback (c)排温異状 (d)pmax 低下 (e)出力低下
(f)冷却側への F.O 又は gas 漏洩 (g)本体からの漏油 (h)気筒蓋への取付部よりの gas 漏洩 (i)その他

(ロ) 取外し分解前の異常

(a)開弁圧力異常低下 (開弁圧 $\times [Kg/cm^2]$) (b)噴射中の噴霧不良 (c)噴霧の切れわるく後漏れあり (d)カーボンフラワー (e)その他

(ハ) 開放所見 (船内で知り得た程度に応じて適宜ご記入下さい。)

[ノズル] (a)crack (b)噴孔径拡大又は閉塞 (c)針弁固着又は摺動間隙過大 (d)針弁と弁座の当り不良 (e)本体との取付面で冷却水 (油) 側へ圧力漏洩 (f)packing の漏水 (g)冷却水 (油) 外被焼蝕部の弛緩又は焼損 (h)揚程過大 (i)その他

[弁本体] (a)crack (b)nozzle 取付面当り不良 (c)spring 不良 (d)spring retainer 不良 (e)押棒不良 (f)injection adj.screw nut のゆるみ (g)priming valve, plug, strainer 等の漏洩等。

[その他] (a)冷却水 (油) の不通又は不足 (atomizer knock 取付不良を含む。) (b)cap nut の固着又は外周腐蝕 (c)本体取付部 gas 漏洩

(ニ) 燃料に関連ある事項

(a)掃排気孔の詰り (b)排気弁、排気管制弁不調 (c)空気冷却機の閉塞又は漏水 (d)燃料性状、清浄状態、積地、ballast 漲水の有無、blending の有無、添加剤等 (e)燃油及冷却水 (油) 温度 (f)出力 (船体汚損等 over torque 等との関連) 等々

(ホ) 整備体制

船内手仕上げ、lapping 盤使用、外註等々、atomizer は新品であるか否か。

記入例

8	故障の内容と原因: 55 56 発煙甚しく取外した。開弁圧低下度大〔300→150 (Kg/cm ²)〕、カーボンフラワー附着甚大。針弁固着。積地 L.A. の F.O.S content 4.5% あり。≠ 53Tk 海水浸水があつた。清浄困難 (sludge 4 Kg/10 ^{K.T.} F.O) emulsion braker「〇〇」投入 (1/1500)	
9	故障の対策と処置: 58 59 60 atomizer 旧品再使用 針弁及針弁 guide 旧品廃却中古品にて取替 lapping 盤使用摺合せ 乗組員による修理に要した労力: 1 人 × 2 時間 工数 64 65 66 67 (人 × (10 分)) : 62 63	(1) 乗組員による応急修理施行 (2) 乗組員による修理施行 (3) 工場修理施行 (4) 工場修理を要す (5) 工場修理を要せず 57 61
故障部品の整備状況		
10	基準整備間隔: 6 0 0 時間、その他の予防保全措置 68 69	
備考	機関出力 87 % MCR, 使用燃油 (Vis. R.W. #1 sec at 50°C) 70 71 (1) D.O. (2) 300 以下 (3) 500 以下 (4) 700 以下 (5) 1,000 以下 (6) 1,000 以上 72 F.O. 115°C fuel valve cooling 入口 65°	

記入例 (B&W 774 VT 2 BF の例)

M 丸 燃 料 弁 取 替 来 歴 調 査 票

(自 42 年 11 月 1 日 至 43 年 2 月 25 日)

日付 取替 箇所 番		42年11月5日			42年11月15日			42年11月20日			42年12月5日			43年1月3日		
		理 由	註 番	使用 時数	理 由	註 番	使用 時数	理 由	註 番	使用 時数	理 由	註 番	使用 時数	理 由	註 番	使用 時数
1	F	○		565							○		693			
	C															
	A	○		565							○		693			
2	F	○		421							⊗	①				
	C															
	A	○		421							○		693			
3	F	○		584	×	①	203				○		490			
	C												490			
	A	○		584	×	②	203				○		490			
4	F	○		565	○		203				○		490			
	C															
	A	○		565	○		203				⊗	③	490			
5	F							○		515				⊗	①	705
	C															
	A							○		515				○		705
6	F							○		620				○		705
	C															
	A							⊗	①	620				○		705
7	F							○		494				○		705
	C															
	A							○		494				○		705
8	F															
	C															
	A															
9	F															
	C															
	A															
註					① 亀 裂			① アトマイザ損傷			① カーボンフラワー			① 開弁圧低下		
記					② カーボンフラワー						② 本体漏油					

2.3 計器故障調査

自動化装置の信頼性問題へのアプローチについては、船用としての歴史の短いことと装置自体が開発の段階にあることからして、他の在来機器と様相が異なると思われるが、今後ますます採用されることを考えて、特別な信頼度調査の方法を研究し実施する必要がある。そこで故障コード表の改訂、調査船の拡大などによつて船内自動化装置の調査および同種陸上機器の信頼性の資料収集もあわせ行なうことになり、解析小委員会のサブグループとして「計器の調査」に関し小委員会を設けて、自動化機器を含めた計器の調査の項目および方法を検討した。最初調査期限を43年3月とし、その中で自動化装置の1つのサンプルとして主機遠隔操縦装置をえらび、その調査結果によつて環境の影響における品質基準を定め、協力機関として、日本船用機関学会に依頼する計画を立てた。しかし現在の対象船にこの装置の装備が少ないこと、その形式も多く、いまだそれらが初期故障の段階にあるものもあることなどの理由で実際の調査が現状では困難であるとの結論に達した。

そこで故障コード表をできるだけ完全なものにして次期に調査を行なう場合の準備と調査の最適方法を43年末までにとりまとめすべきであるとの見解がだされた。しかしながら、現在の第85研究部会の計画の推進のためには

- 1) 現在の管理下では船用機器はどの程度の信頼性があるか。
- 2) 乗組員の手間や労力を省くこと、さらには乗組員の削減まで考えると、Remote control や Automatic control の System をどの程度まで適用するのが良いか。
- 3) 現行の機器の素性を Base にして保守管理はどうあるべきか。
- 4) 機器の信頼性向上+自動化の程度の向上の見通しがあれば将来の保守管理はどうあるべきか。

以上、4項目を考えると現在の自動化装置についてデータを集め調査をしておくことがぜひとも必要と思われ、そのため第85研究部会に別に船用計器小委員会が設けられ、従来のコード表、調査票、対象船にとらわれることなく、計器の故障調査のための独自のものを作成し、また計器メーカーの委員も補完して、川崎義人氏（東京計器）主査のもとに発足した。

この小委員会は、自動化計器の信頼性向上の資料をうることを最終目標とし訪船調査、メンテナンス・ログ等によつて、航海単位に航海中と停泊中別にそれぞれの機器について装備台数中の故障発生件数、その他保守管理の実態などの調査を行なうこととした。

いいかえると、現装の自動化に関係ある計器、機器、装置の故障調査を行なうことによつて、将来の自動化の進展に伴う信頼性問題へのアプローチの基礎資料をうる事が当面の目標であるとした。

そのため故障調査表の修正、訪船調査員の流道、船主側からのデータの入手の可能性について検討し、調査対象としては機関まわりの計器、航海関係機器、通信系統計器、荷役系統計器に分類した。その上で調査対象計器、機器装置の一覧表と故障調査票ならびにその解説を作成し、第85研究部会本委員会に提案した。

2.4 解 析

2.4.1 経過と方針

昭和42年度の解析の進め方について、昭和42年5月24日の調査解析合同小委員会（第2回）および5月26日の第12回委員会で討議された。その問題点を要約すると以下の3項目となる。

- i) 昭和41年度の解析の成果が単に故障の分類別比率の提示に止つたことについて大方の批判があつた。すなわちこの程度の「粗い解析では単に下実の認識に止まり、故障対策の樹立に役立たぬ」あるいは「故障原因解明に役立つデータが欲しい」といつた不満を表明された向もあつた。解析がこの要望に答えられなかつたのは、主として41年度に集収されたデータだけではまだ個々の部品の故障別に、その発生頻度の時間分布や平均寿命を論じうるだけの資料数が得られなかつたためである。

今後42年度以降の調査資料の累加をまつて、逐次解析結果の内容を改善して行くことを申し合せた。（ただ本中

間報告の段階においては切角の42年度資料も漸く集計を終つたのみで、解析としてもやむを得ず昨年同様の分類別表示に止る。)

なおこの種の解析にあたつて考えるべきことは、解析に際してその対象単位をどの程度に細分化して選ぶべきかであり、調査の目的と解析精度の見通しとを勘案しつつ今後検討されねばならない。

ii) 前出2.2節でのべた燃料弁調査については解析小委員会としても7月12日(第4回)、7月26日(第5回)において検討した。その結果、燃料弁の定期取換方式における2つの問題点を明らかにすることができた。

別項2.4.4「青函連絡船ディーゼル主機燃料弁の手入周期について」の報告であつて国鉄技研より小委員会においても発表された。これによれば燃料弁の定期取替え周期を使用済燃料弁の復旧再使用上の経済性から決定しようとする考えの方の好個の例を示している。

今回の委員会の調査では、別の考え方に立つて定期取替え周期決定上の今一つの問題点、すなわち定期取換期間中に途中取換を必要としたような故障データを調べ、定期取換時間と燃料弁の信頼度の関係を求めてみようということになつた。この目的のために新しく別項2.2節にのべた燃料弁調査表が作成され、実船調査が現在進行中である。

iii) すでに得られた41年度資料のうち特に詳細な報告のあつた〇丸については、その報告資料の中に他船ではみられない整備や保守の記録をも含んでいたもので、42年度において特に〇丸解析グループを編成して検討し、多くの有益な知見を得た。調査の項目の数例をあげると、

(イ) 故障間時間間隔の分布

(ロ) 〇丸の故障は他船の故障と異質なものであるかどうか。

(ハ) 調査報告のスクリーニングの程度と見掛けの故障率との関係

(ニ) 船内保守作業について、1作業に要する人員の規模とその頻度分布

(ホ) 整備作業が故障率にどのように影響するか。

等であり、別項2.4.3に取りまとめた。

今後の調査解析の目標としては、10月11日の解析小委員会(第6回)で検討し、10月12日の本委員会(第13回)で報告し了承を得たとおり、

(イ) 現在の運航管理制度の下に在る船用機器の信頼性を明らかにすること。

(ロ) このような信頼性におよぼしている乗組員の支持による影響をできるだけ明らかにすること。

に役立てたい。またその結果から今後の検討が望まれるであろう諸問題、たとえば「適正な自動化の程度は如何」

「現行保守管理の改善策」「将来の保守管理制度のあり方」等についても、信頼性工学の立場から参考となる若干の考え方や資料を寄与したいと願つている。

2.4.2 42年度故障分類

故障調査表による記述をコード化し、故障あるいは整備1件を1枚のIBMカードとし解析計算に便ならしめている。昭和42年度において調査された故障および整備について集計を行ない、簡単な計算を行なつたのでその結果について述べる。

各調査船に発生した故障および整備の中で、カード化された調査期間、航海次数、航海時間は第2.4.1表および第2.4.2表のとおりである。

第2.4.1表 貨物船の調査期間

船 番	カード化された データの調査期間	竣工以後の 主機総運転時間	調査期間中の 主機運転時間	調査期間中の次航番号とその航海時間
101	調査始 調査終	年 月 日 41.11.6 42.6.14	41,762 ^{hr} 44,710	2,948 ^{hr} Voy No. 28 1,319hr 29 1,580 30 1,817
102	調査始 調査終	41.12.4 42.9.24	51,238 55,711	4,473 Voy No. 33 1,731hr 34 1,399 35 1,401 36 1,527
103	調査始 調査終	41.9.9 42.7.6	40,015 43,942	3,927 Voy No. 28 1,674hr 29 1,552 30 1,339
104	調査始 調査終	42.1.17 42.5.3	36,763 38,106	1,243 Voy No. 27 1,737hr
201	調査始 調査終	41.10.14 42.7.20	38,342 42,429	4,087 Voy No. 28 1,367hr 29 1,427 30 1,574 31 1,430
202	調査始 調査終	41.9.3 42.7.26	55,214 59,575	4,361 Voy No. 35 1,576hr, Voy No. 38 655hr 36 1,722 37 1,722 39 1,296
203	調査始 調査終	41.9.11 42.9.20	19,747 24,720	4,973 Voy No. 13 1,612hr 14 1,592 15 1,503 16 1,672
204	調査始 調査終	42.2.6 42.10.11	22,277 26,029	3,757 Voy No. 16 1,297hr 17 1,385 18 1,366
301	調査始 調査終	41.11.11 42.12.4	41,470 46,827	5,357 Voy No. 29 1,340hr, Voy No. 32 1,390hr 30 1,347 31 1,260 33 1,346
302	調査始 調査終	41.12.31 42.7.11	— —	— (~2,800) Voy No. 17 1,467hr 18 1,472
303	調査始 調査終	41.9.1 42.3.23	— —	— (~3,000) Voy No. 9 1,488hr 10 1,655 11 975
304	調査始 調査終	41.9.5 42.7.23	29,250 33,341	4,091 Voy No. 11 975hr 12 1,375 13 71 14 1,505
305	調査始 調査終	41.9.7 42.1.10	23,795 25,311	1,516 Voy No. 8 1,599hr
401	調査始 調査終	41.11.2 42.5.29	— —	— (~3,100) Voy No. 35 1,213hr 40 1,167 44 1,191
402	調査始 調査終	41.11.24 42.7.7	33,212 36,453	3,241 Voy No. 37 1,223hr 41 1,167 46 1,200
501	調査始 調査終	41.11.10 42.7.2	40,820 43,960	3,140 Voy No. 34 655hr 35 1,350 36 1,412

(註) 調査はある航海の途中から始まり、またある航海の途中で終わっていることが多いため、主機運転時間と次航の航海時間の総計は一般に一致しない。

() 内は推定値。

第2.4.2表 タンカの調査期間

船 番	カード化されたデータの調査期間	竣工以後の主機総運転時間	調査期間中の主機運転時間	調査期間中の次航番号とその航海時間
105	調査始 42. 6. 21 調査終 42.11. 5	12,583 hr 15,184	2,601 hr	Voy. №. 15 904 hr 16 949 17 842
106	調査始 42. 9. 23 調査終 42.10. 20	20,814 21,056	242	Voy. №. 25 871 hr
205	調査始 42. 6. 22 調査終 42.10. 26	28,753 31,410	2,657	Voy. №. 34 930 hr 35 850 36
206	調査始 41. 8. 25 調査終 42.11. 10	0 9,113	9,113	Voy. №. 1 836 hr, Voy. №. 5 812 hr, Voy. №. 9 880 hr 2 808 6 814 10 831 3 813 7 832 11 749 4 814 8 870
306	調査始 42. 8. 22 調査終 42.11. 11	20,100 21,807	1,707	Voy. №. 0 66 hr 24 840 25 870
307	調査始 42. 6. 24 調査終 42. 8. 20	— —	— (~1,300)	Voy. №. 27 909 hr 28 888
403※	調査始 調査終			
404※	調査始 調査終			
502	調査始 42.11. 2 調査終 42.11. 14	— —	— (~300)	Voy. №. 18 831 hr
503※	調査始 調査終			
601	調査始 42. 8. 7 調査終 42. 8. 25	— —	— (~400)	Voy. №. 13 880 hr
602	調査始 42. 8. 12 調査終 42. 9. 20	26,368 27,207	839	Voy. №. 33 873 hr

(註) 403※, 404※, 503※は現在まで報告なし。

() は推定値。

第2.4.1表および第2.4.2表にみられるように、カード化されたデータの調査期間は貨物船ではおおよそ8ヶ月から1年間であり、タンカは調査を始めてから日が浅いため、1隻を除けばいずれも4ヶ月以下であつて、解析を行なうに十分なデータはまだえられていない。

以下は主として貨物船とタンカの故障あるいは整備の違いについてのべる。

第2.4.3表と第2.4.4表は船別の故障件数と頻度、整備件数と頻度について、それぞれ貨物船とタンカについて示す。両表よりわかることは昨年と同様、船によつて故障および整備の頻度においてかなりの差がみられる。この差が実際に生じているかどうかについては今後さらに詳細な解析を必要とするが、昭和41年度のデータの解析から推量すれば、この差は報告水準の差によるものであろう。

貨物船とタンカとでは、主機運転時間を基とした故障発生頻度では明らかな差はみられないが、整備の頻度では明らかに貨物船の方が高い。これは停泊回数の多い貨物船では停泊時に整備を行なっているものとみられる。したがつて故障1件あたりの整備件数は貨物船の方が一般に大きい。しかし整備、故障比は船によつてかなりまちまちであり、この値が高くて必ずしも故障発生頻度は減少していない。

第2.4.1図から第2.4.4図までに故障および整備内容の百分率を円形グラフに示す。これらの図から貨物船とタンカでは故障内容にはつきりした差がみられ、また整備内容における差も著しい。第2.4.1図から貨物船では故障報告

第2.4.3表 貨物船船別の故障と整備

船 番	調査期間中の 主機運転時間	調査期間中の故障		調査期間中の整備		整備／ 故障
		件 数	主機100時間 当りの頻度	件 数	主機100時間 当りの頻度	
101	2,948	94	3.19	4	0.14	0.04
102	4,473	139	3.11	47	1.05	0.34
103	3,927	169	4.30	25	0.64	0.15
104	1,243	70	5.63	7	0.56	0.10
201	4,087	369	9.03	997	24.39	2.70
202	4,361	166	3.80	31	0.71	0.18
203	4,973	86	1.73	53	1.07	0.62
204	3,757	246	6.55	35	0.93	0.14
301	5,357	359	6.70	908	16.95	2.46
302	(2,800)	105	(3.75)	342	(1.22)	3.26
303	(3,000)	124	(4.13)	89	(2.96)	0.72
304	4,091	220	5.38	428	10.46	1.95
305	1,516	72	5.75	28	1.85	0.39
401	(3,100)	92	(2.96)	155	(5.00)	1.68
402	3,241	55	1.70	52	1.60	0.95
501	3,140	45	1.43	1	0.03	0.02

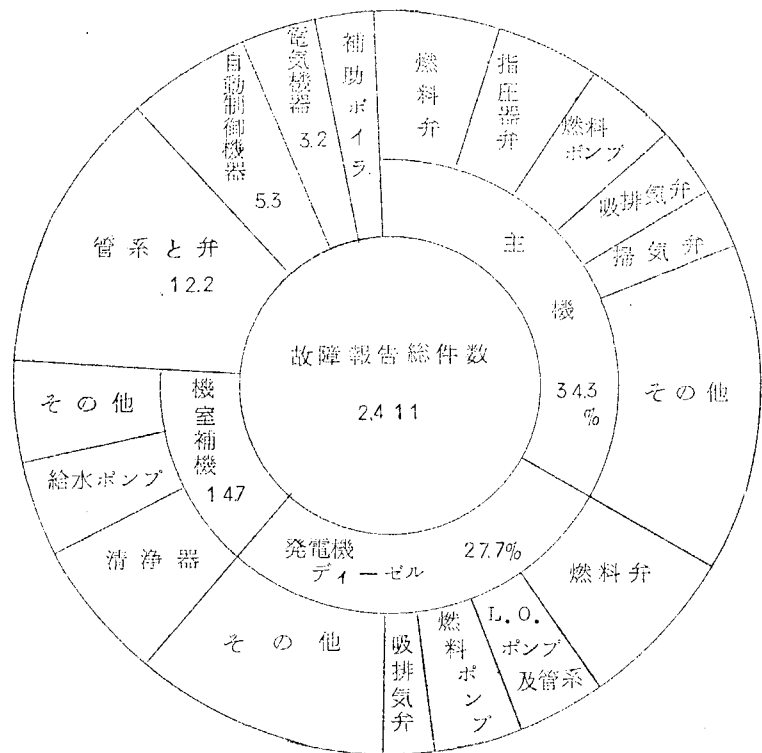
(註) () 内は推定値。

第2.4.4表 タンカ船別の故障と整備

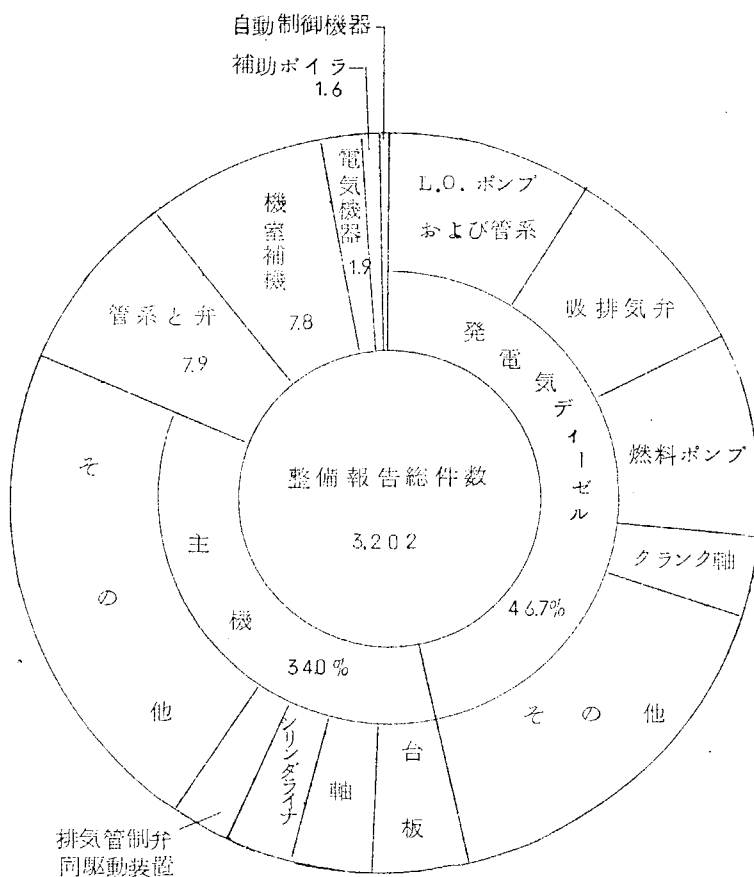
船 番	調査期間中の 主機運転時間	調査期間中の故障		調査期間中の整備		整備／ 故障
		件 数	主機100時間 当りの頻度	件 数	主機100時間 当りの頻度	
105	2,601	103	3.96	4	0.15	0.04
106	242	23	9.51	3	1.24	0.13
205	2,657	91	3.43	7	0.26	0.08
206	9,113	345	3.79	435	4.77	1.26
306	1,707	85	4.98	9	0.53	0.11
307	(1,300)	32	(2.46)	2	(0.15)	0.06
403※	—	—	—	—	—	—
404※	—	—	—	—	—	—
502	(300)	2	(0.67)	3	(1.00)	1.50
503※	—	—	—	—	—	—
601	(400)	7	(1.75)	8	(2.00)	1.14
602	839	45	5.36	15	1.79	0.33

(註) 1. () 内は推定値。

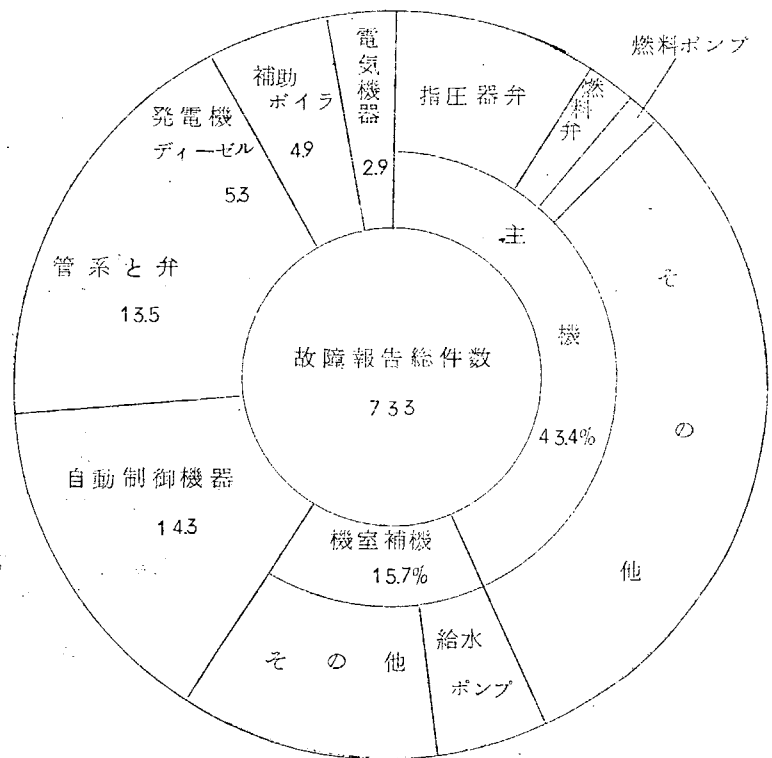
2. 403※, 404※, 503※は報告なし。



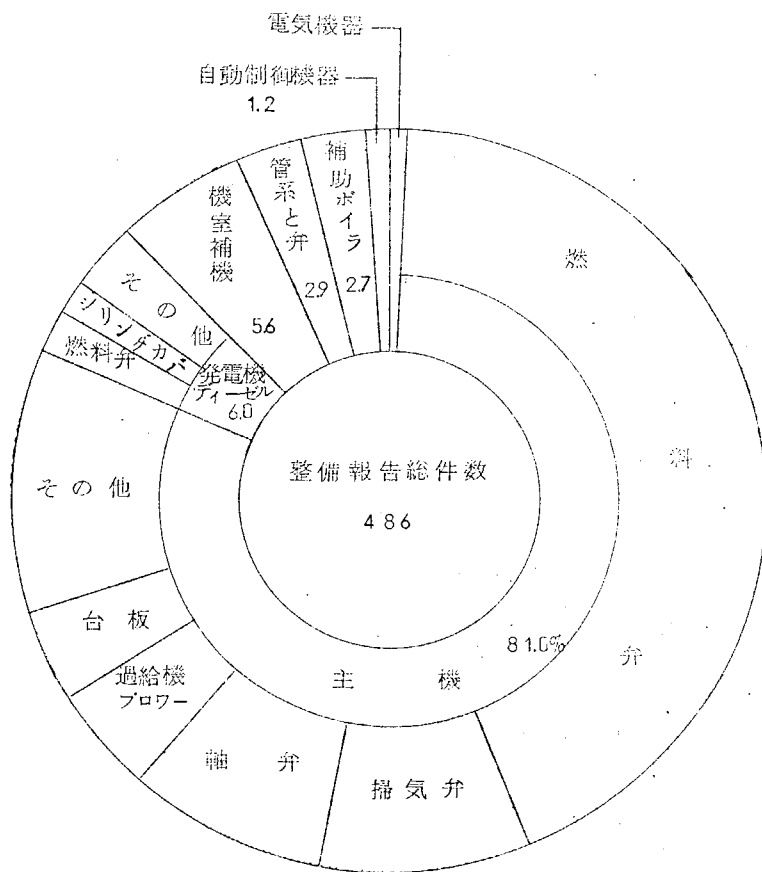
第2.4.1図 貨物船故障内容百分率



第2.4.2図 貨物船整備内容百分率



第 2.4.3 図 タンカ故障内容百分率



第 2.4.4 図 タンカ整備内容百分率

件数のもつとも多いのは主機で全体の34.3%を占め、ついで発電機ディーゼル、機室補機の順序になつている。部品分類別では主機の燃料弁、指圧器弁、発電機ディーゼルの燃料弁に故障が多く発生している。これに対し、タンカでは主機が43.4%と半分近くを占め、ついで機室補機、自動制御機器の順序となり発電機ディーゼルの故障割合は非常に低い。部品分類では主機指圧器弁、補機の給水ポンプに故障が多い。このように、ここでは貨物船とタンカとの運航条件の違いが故障のモードに明瞭にあらわれている。すなわちタンカは主機の連続運転時間が長く、機関負荷が高いにもかかわらず、整備時間は運航上から十分にとれず主機の故障が多い。またタンカは貨物船にくらべて比較的自動化の程度が高く、自動化機器を多く使用しているため自動化関係機器の故障が多く報告されている。貨物船はこれに対し、各種の電動機器が多く使用され、その使用頻度が高い。また停泊中でも発電機は運転しているから、主機運転時間を基とする故障発生頻度は高くなる。

以上のことは第2.4.2図および第2.4.4図の整備内容をみるとさらにその特性がはつきりしてくる。すなわち、貨物船では整備件数中46.7%は発電機ディーゼルとなつて首位を占め、ついで主機34.0%の順になつている。部品分類では発電機ディーゼルL.O.ポンプ管系、吸排気弁、燃料ポンプとなつている。これに対しタンカの整備件数では主機が実に81.0%と4/5以上を占め、しかもその半分以上は燃料弁の整備となつている。

以上のように発生故障は船の運航条件に大きく影響されることがわかる。

第2.4.5表と第2.4.6表に貨物船とタンカの Availability を示す。

Availability の定義として、つぎの2通りを求めた。

$$\text{Availability I} = 1 - \frac{\text{主機停止時間}}{\text{主機運転時間}}$$

$$\text{Availability II} = 1 - \frac{\text{主機機能低下時間}}{\text{主機運転時間}}$$

第2.4.5表 貨物船の Availability

船 番	主機運転時間 T_t	主機停止時間 T_1	主機減速時間 T_2	主機機能低下 時間 $T_1 + T_2$	Availability I $(T_t - T_1) / T_t$	Availability II $[T_t - (T_1 + T_2)] / T_t$
101	2,948	1.42 ^h 2 ^{min}	0.00 ^h 0 ^{min}	1.42 ^h 2 ^{min}	99.94%	99.94%
102	4,473	7.35	0.00	7.35	99.84	99.84
103	3,927	3.24	11.00	14.24	99.91	99.63
104	1,243	5.00	0.00	5.00	99.60	99.60
201	4,087	1.40	2.55	4.35	99.96	99.89
202	4,361	4.13	4.20	8.33	99.90	99.80
203	4,973	3.15	0.05	3.20	99.93	99.93
204	3,757	5.00	0.00	5.00	99.87	99.87
301	5,357	5.32	0.44	6.16	99.90	99.88
302	(2,800)	1.34	4.45	6.19	(99.94)	(99.77)
303	(3,000)	0.10	2.00	2.10	(99.99)	(99.93)
304	4,091	1.25	0.00	1.25	99.97	99.97
305	1,516	4.45	0.00	4.45	99.69	99.69
401	(3,100)	0.55	0.00	0.55	(99.97)	(99.97)
402	3,241	0.20	0.00	0.20	99.99	99.99
501	3,140	2.30	0.20	2.50	99.92	99.91
平 均					99.895	99.863

第2.4.6表 タンカの Availability

船 番	主機運転時間 T_t	主機停止時間 T_1	主機減速時間 T_2	主機機能低下 時間 $T_1 + T_2$	Availability I $(T_t - T_1) / T_t$	Availability II $(T_t - (T_1 + T_2)) / T_t$
105	2,601	6.11 ^h	1.15 ^h	7.26 ^h	99.76%	99.71%
106	242	0.30	0.10	0.40	99.79	99.72
205	2,657	0.20	1.10	1.30	99.99	99.94
206	9,113	0.00	24.30	24.30	100.00	99.73
306	1,707	5.15	2.20	7.35	99.69	99.56
307	(1,300)	35.00	4.16	39.16	(97.31)	(96.98)
403	—	—	—	—	—	—
404	—	—	—	—	—	—
502	(300)	0.00	0.00	0.00	(100.00)	(100.00)
503	—	—	—	—	—	—
601	(400)	0.20	0.00	0.20	(99.92)	(99.92)
602	839	7.54	0.00	7.54	99.06	99.06
平均					99.503	99.402

両表からみられるように、Availability はタンカにくらべて貨物船の方が高い。この理由は貨物船の連続運転時間が短く、停泊のたびに整備を実施しているためであろう。また貨物船の故障の中で頻度の高い発電機ディーゼルは、必ず予備機を装備しており、故障してもただちに予備機を運転して主機の運転には支障をおよぼさないようにしていることも一原因である。

修理ならびに整備作業を第2.4.7表と第2.4.8表に示す。貨物船における修理作業の工数が主機運転時間1時間あたりで約0.1～0.3人とほぼ一定を示しているのに対し、整備作業の工数が船によつてまちまちなのは整備基準が船によつて異なっているためであろう。タンカでは修理作業の工数が貨物船ほど一定していないが、これはまだ調査期間が短かいのと報告水準の差がその原因をなしているものとみられる。

第2.4.7表 貨物船の修理および整備作業

船 番	修 理 作 業		整 備 作 業	
	修理工数(R)	R/主機運転時間	整備工数(M)	M/主機運転時間
101	636.7 ^{人時}	0.216 ^人	295.0 ^{人時}	0.100 ^人
102	1,182.0	0.250	313.0	0.066
103	1,130.5	0.288	130.2	0.033
104	412.8	0.331	2.3	0.002
201	1,116.0	0.273	2,028.3	0.496
202	1,012.3	0.232	76.5	0.018
203	513.7	0.103	179.2	0.036
204	896.8	0.238	70.8	0.019
301	653.3	0.122	2,179.8	0.407
302	200.3	0.072	794.8	0.284
303	826.0	0.275	545.2	0.182
304	805.8	0.197	940.0	0.230
305	529.3	0.342	144.7	0.096
401	380.0	0.123	946.3	0.306
402	517.0	0.160	537.2	0.166
501	512.5	0.163	29.3	0.009

第2.4.8表 タンカの修理および整備作業

船 番	修 理 作 業		整 備 作 業	
	修理工数(R)	R/主機運転時間	整備工数(M)	M/主機運転時間
105	249.0人時	0.096人	2.0人時	0.001人
106	69.0	0.285	3.2	0.013
205	348.7	0.131	13.0	0.005
206	1,732.5	0.190	1,174.0	0.129
306	261.7	0.153	11.8	0.007
307	651.7	0.509	11.7	0.009
403	—	—	—	—
404	—	—	—	—
502	6.0	0.050	6.0	0.050
503	—	—	—	—
601	37.0	0.091	0.0	0.000
602	161.7	0.193	140.0	0.167

2.4.3 C丸(船番.201)解析

2.4.3.1 他船との違いについて

昭和41年度において調査された各船の機器別故障件数(整備を含まず)はつぎの第2.4.9表のとおりである。

第2.4.9表 各船の機器別故障件数

船 番	101	102	201	202	301	302	401	402	501	計
1.主 機	31	17	364	68	129	27	45	45	29	755
2.発電機ディーゼル	12	20	147	19	8	33	80	13	9	341
3.機 室 補 機	29	10	79	20	15	6	14	1	11	185
4.電 気 機 器	7	1	7	4	4	5	2	13	2	45
5.排 ガ ス ヒ ータ	0	7	5	3	0	2	3	0	0	20
6.管 系 と 弁	26	8	54	3	5	5	4	2	1	108
7.自動制御その他	10	0	1	4	0	23	0	4	1	43
計	115	63	657	121	161	101	148	78	55	1,497

同表にみられるようにC丸のみがとび抜けて故障の報告が多くなされており、C丸のみに故障が多いというよりも報告水準の差とみられるが、同表の差がはたして報告水準によるものであるかどうかを統計的手法により解析する。

(i) 機器別故障について

まず、各船から報告された故障件数が、機器分類別による分布(百分率の分布)に相違があるかどうかを検定する。それによつてC丸のある特定の機器だけに故障が多く報告されているか、または各機器全体に報告が多いかどうか判定できる。

第2.4.9表のような表は一般に $m \times n$ 分布表といわれる。機器別故障の出現率が船によつて違うかどうかは上記の表から検定できる。もし機器別の割合の分布に船による差がないとするならば、各機器に生ずる故障件数の期待度数は、船と各機器という両属性が無関係であるから次式のようになる。

$$F_{ij} = \frac{f_i \times f_j}{N}$$

この期待度数 F_{ij} と実現度数 f_{ij} とのズレの和 χ_s^2 は

$$\chi_s^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(f_{ij} - F_{ij})^2}{F_{ij}}$$

この χ_s^2 が近似的に $(m-1) \times (n-1)$ の自由度の χ^2 分布にしたがう。よつてこの自由度の χ^2 分布でこのような結果のあらわれる確率を求め、それにより個個の船と各機器に生ずる故障との間に関係があるかどうかを判定する。ただし分割表のますめに入る実測度数と、それに対応する期待度数が全部5より大きい場合にのみこの近似が成立する。もし、これらの中に5以下のものが含まれている時には、Fisher の直接確率計算法を用いて正確な検定をする必要がある。

第2.4.9表に示した9隻の機器別故障数から期待度数を求め、さらに各組度数における χ^2 を計算して表示すると第2.4.10表のようになる。同表の結果から1%以下の危険率で船と機器別による故障とが無関係であるという仮説が否定され、船によつて故障の起り方に差があることが明らかになった。単独で有意水準10%の χ^2 を越えているものに印をつけておく。○丸には該当する項はなく、他船ととくに異なる傾向はみられない。

第2.4.10表

船 番	101	102	201	202	301	302	401	402	501	Σ
1 f_{1j}	31	17	364	68	129	27	45	45	29	755
F_{1j}	58.0	31.8	331.4	61.0	31.2	50.9	74.6	39.3	26.7	755
$(f_{1j}-F_{1j})^2/F_{1j}$	12.6	16.9	3.2	0.8	28.1	11.2	11.7	0.8	0.2	75.5
2 f_{2j}	12	20	147	19	8	33	80	13	9	341
F_{2j}	26.2	14.4	149.7	27.6	36.7	23.0	33.7	17.8	12.1	341
$(f_{2j}-F_{2j})^2/F_{2j}$	7.7	2.2	0.05	2.7	22.4	4.3	(63.6)	1.3	0.8	105.1
3 f_{3j}	29	10	79	20	15	6	14	1	11	185
F_{3j}	14.2	7.8	81.2	15.0	19.9	12.5	18.3	9.6	6.5	185
$(f_{3j}-F_{3j})^2/F_{3j}$	15.4	0.6	0.06	1.7	1.2	3.4	1.0	7.7	3.1	34.2
4 f_{4j}	7	1	7	4	4	5	2	13	2	45
F_{4j}	3.5	1.9	19.7	3.6	4.8	3.0	4.4	2.3	1.6	45
$(f_{4j}-F_{4j})^2/F_{4j}$	3.5	0.4	8.2	0.04	0.1	1.3	1.3	49.7	0.1	64.6
5 f_{5j}	0	7	5	3	0	2	3	6	0	20
F_{5j}	1.5	0.8	8.8	1.6	2.2	1.3	2.0	1.0	0.7	20
$(f_{5j}-F_{5j})^2/F_{5j}$	1.5	48.0	1.6	1.3	2.2	0.4	0.5	1.0	0.7	57.2
6 f_{6j}	26	8	54	3	5	5	4	2	1	108
F_{6j}	8.3	4.5	47.4	8.7	11.6	7.3	10.7	5.6	3.8	108
$(f_{6j}-F_{6j})^2/F_{6j}$	37.7	2.7	0.9	3.7	3.8	0.7	4.2	2.3	2.1	58.1
7 f_{7j}	10	0	1	4	0	23	0	4	1	43
F_{7j}	3.3	1.8	18.9	3.5	4.6	2.9	4.3	2.2	1.5	43
$(f_{7j}-F_{7j})^2/F_{7j}$	13.6	1.8	17.0	0.1	4.6	(139.3)	4.3	1.5	0.2	182.4
Σ f_{ij}	115	63	657	121	161	101	48	78	53	1497
Σ F_{ij}	115	63	657	121	161	101	148	78	53	1497
Σ $(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	92.0	62.6	31.1	10.3	62.4	160.6	86.6	64.3	7.2	577.1

$= \chi_s^2$

自由度 $(7-1) \times (9-1) = 48$

10% 60.9

自由度 48 の χ^2 分布の 5% の点は 65.2

" 1% " 73.7

" 0.5% " 76.9

()印は単独で有意水準10%を越え、実際の度数が期待度数よりも大であるもの。

()印は単独で有意水準10%を越え、実際の度数が期待度数よりも小であるもの。

この検定により船と機器の故障発生モードと間の独立性が否定されたが、このことが〇丸と他船との間の発生故障のモードに差があるとは断定できない。そこで〇丸と〇丸以外の他の8隻にまとめ、それにより検定を行なう。これを現わしたのが第2.4.1.1表で、両属性が独立であるという仮説をたて第2.4.1.0表と同様 χ^2 分布を計算する。計算の結果、故障の発生モードに差がみられ、有意な差を示すものは機器別に項目7の自動制御その他である。これは〇丸では機器の自動化の程度が他船にくらべて低く自動化機器関係機器の数が少ないため故障数がそれにしたがって少なくなつたのが一原因とみられる。

しかし、この表にても組度数が5以下のものがあるので、5以下の項目7を項目1にふくめてもう一度検定を行なう。計算結果を第2.4.1.2表に示す。検定の結果は9.5%以下の危険率で両者の機器別故障発生割合が等しいという仮説を否定することができる。したがって〇丸が他の8船とくらべて各機器の故障の起り方に差があることになつた。それではどの部分が確実にくい違いの原因となつているのかについては、第2.4.1.2表からでは判定できず、それほど大きくないくい違いが集まつて全体として仮説を否定している。

(ii) 構成部品別故障について

機器別では〇丸がとくに他船と異なる違いを見いだせなかつたので、つぎに構成部品の段階で他船と異なるのがあるかどうかの検定を行なう。構成部品としては第2.4.9表にみられるように故障頻度の高い主機および発電機ディーゼルの部品をとり上げる。主機の部品についての計算結果を第2.4.1.3表に、発電機ディーゼルの部品についての計算結果を第2.4.1.4表に示す。両表とも組度数5以下がかなりふくまれているが、〇丸の構成部品の故障中、明らかに他船の構成部品の故障との間に違いがみられるのは、主機部品で部品番号13「架構掃気トランク集合管」…多、部品番号24「燃料弁」…少、および部品番号25「吸排気弁」…少と、発電機ディーゼル部品で部品番号30「L.O.ポンプ管系」…多である。ここで「多」および「少」は〇丸におけるその部品が他船のその部品にくらべて故障発生頻度が極度に「多い」、および「少ない」ことを示す。

この内容をさらに詳細に追求すると、〇丸の主機部品13の「架構掃気トランク集合体」の故障と報告されている件数55件の中54件はランタンスペースのぞき窓のブローパイおよび汚れであり、それも〇丸主機9シリンダ分を6回、合計して54件となつているためである。一方他の8船ではランタンスペース部のぞき窓ブローパイ・汚れは報告されておらず、この報告の差が件数の差となつて現われている。また、発電機ディーゼル部品30の「L.O.ポンプ管系」では〇丸で故障と報告された80件の中、68件はL.O.ストレーナおよびL.O.タンクのつまり・汚れであり、これらのほとんどは定期的保守に入る作業とみられ、他船では故障として報告されなかつたために他船と件数に明白な差が現われたものとみられる。主機部品24「燃料弁」および25「吸排気弁」の故障報告件数が〇丸の場合非常に少ないのは、主機の形式の差が一原因とみられるが、これについてはより多くの対象船について調査を行なう必要がある。

(iii) ま と め

- (イ) 昭和41年度に調査された9隻の中で、〇丸の故障報告件数は明らかに他船と有意の差がある。
- (ロ) 機器別の故障発生割合では、〇丸はとくに他船と異なつた特性はみられない。装備水準に差があるとみられる自動化関係機器の故障が〇丸では少ないとみられる程度である。これは個々の部品についての故障報告水準が船によつて異なつても、部品が総合された機器となると報告水準の差や形式の違いが平均化されたものとみられる。
- (ハ) 〇丸では故障と報告されているが、他の8船では報告されず、明らかに報告水準の差とみられる構成部品別の故障報告件名としては、主機関ではランタンスペース部のぞき窓のブローパイ・汚れ、発電機ディーゼルではL.O.ストレーナのつまり・L.O.の汚れがあげられる。また、機器形式の違いにより、〇丸と他の8船との発生故障の差となつたとみられるものに、主機の燃料弁と吸排気弁がある。
- (ニ) 故障件数の絶対数の多少について、〇丸と他の8船との間に差があるかどうかはこのデータからでは判断できず、〇丸と同形で同条件下の船について故障を調査する必要がある。

第2.4.1.1表

船 番	201	201以外 の 合 計	Σ
1 f_{ij}	364	391	755
F_{ij}	351.4	423.6	755
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	3.2	2.5	5.7
2 f_{ij}	147	194	341
F_{ij}	149.7	191.3	341
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	0.05	0.04	0.09
3 f_{ij}	79	106	185
F_{ij}	81.2	103.8	185
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	0.06	0.05	0.11
4 f_{ij}	7	38	45
F_{ij}	19.7	25.3	45
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	8.2	6.4	14.6
5 f_{ij}	5	15	20
F_{ij}	8.8	11.2	20
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	1.6	1.3	2.9
6 f_{ij}	54	54	108
F_{ij}	47.4	60.6	108
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	0.9	0.7	1.6
7 f_{ij}	1	42	43
F_{ij}	18.9	24.1	43
$(f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	(17.0)	(13.3)	36.3
Σf_{ij}	657	840	1,497
ΣF_{ij}	657	840	1,497
$\Sigma (f_{ij}-F_{ij})^2/F_{ij}$	31.1	24.3	55.4 = χ_s^2

自由度 $(7-1) \times (2-1) = 6$ 自由度6の χ^2 分布 10% 10.6

5% 12.6

1% 16.8

0.5% 18.5

()印は単独で有意水準10%を越え、実際の度数が期待度数よりも大であるもの。

()印は単独で有意水準10%を越え、実際の度数が期待度数よりも小であるもの。

第2.4.1.2表

船 番	201	201以外 の 合 計	Σ
1+7	365	433	798
	350.2	447.8	798
	0.6	0.5	1.1
2	147	194	341
	149.7	191.3	341
	0.05	0.04	0.09
3	79	106	185
	81.2	103.8	185
	0.06	0.05	0.11
4	7	38	45
	19.7	25.3	45
	8.2	6.4	14.6
5	5	15	20
	8.8	11.2	20
	1.6	1	2.9
6	54	54	108
	47.4	60.6	108
	0.9	0.7	1.6
Σ	657	840	1,497
	657	840	1,497
	11.41	8.99	20.4 = χ_s^2

自由度 $(6-1) \times (2-1) = 5$ 自由度5の χ^2 分布 10% 9.2

5% 11.1

1% 15.1

0.5% 16.7

第2.4.1.3表 C丸主機構成部品別発生故障件数と χ^2 - 分布計算表

船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ	船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ	船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ	船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ
10 シ カ リ ン ダ バ	12 13.0 0.08	15 14.0 0.07	27 — 0.15	20 ク ラ ン ク 軸	0 0 —	0 0 —	0 — —	30 ル 送 1 風 ツ 機	0 0 —	0 0 —	0 — —	40 リ リ ユ ー ケ ー ブ タ	21 16.9 1.00	14 18.1 0.93	35 — 1.93
11 ジ ヤ ク エ ッ ト	38 22.2 11.25	8 23.8 10.49	46 — 21.74	21 ク 軸 ラ ン ク 受	0 3.4 3.40	7 3.6 3.21	7 — 6.61	31 過 給 タ ー ビ ン 機	13 11.6 0.17	11 12.4 0.16	24 — 0.33	41 テ レ ス コ	0 0 —	0 0 —	0 — —
12 シ ラ リ ン ダ ナ	7 8.7 0.33	11 9.3 0.31	18 — 0.64	22 カ 駆 ム 動 軸 装 及 置	0 0.5 0.5	1 0.5 0.5	1 — 1.00	32 過 給 ブ ロ 機 ワ	27 14.5 10.78	3 15.5 10.08	30 — 20.86	42 軸 系	38 20.3 15.43	4 21.7 14.44	42 — 29.87
13 架 そ の 構 他	55 27.5 27.5	2 29.5 25.64	57 — (53.14)	23 高 燃 料 ボ ン プ 管	14 26.5 5.90	41 28.5 5.48	55 — 11.38	33 過 付 給 属 機 品	8 8.7 0.06	10 9.3 0.05	18 — 0.11	43 推 進 器	1 1.4 0.11	2 1.6 0.10	3 — 0.21
14 台 板	0 0 —	0 0 —	0 — —	24 燃 料 弁	13 57.0 33.97	105 61.0 31.74	118 — (65.71)	34 操 縦 装 置	0 0.5 0.5	1 0.5 0.5	1 — 1.00	44 ギ ア ー ニ ン グ ヤ	1 0.5 0.5	0 0.5 0.5	1 — 1.00
15 主 軸 受	0 1.4 1.40	3 1.6 1.23	3 — 2.63	25 吸 排 気 弁	0 26.5 26.50	55 28.5 24.64	55 — (51.14)	35 起 動 弁	1 4.3 2.53	8 4.7 2.32	9 — 4.85	計	364 188.54	390 175.91	754 364.45
16 ピ ス ト ン	2 5.8 2.49	10 6.2 2.33	12 — 4.82	26 吸 排 気 弁 装 置	0 5.8 5.80	12 6.2 5.43	12 — 11.23	36 起 動 空 気 制 弁 管	0 0 —	0 0 —	0 — —				
17 ピ ス ト ン ド	2 1.9 0.01	2 2.1 0.01	4 — 0.02	27 排 気 弁 装 置	16 8.2 7.42	1 8.8 6.91	17 — 14.33	37 調 速 器	0 0 —	0 0 —	0 — —				
18 ク ヘ ロ ッ ス ド	2 2.9 0.28	4 3.1 0.26	6 — 0.54	28 掃 気 弁	10 4.8 5.63	0 5.2 5.20	10 — 10.83	38 安 全 弁	2 6.3 2.94	11 9.7 2.76	13 — 5.70				
19 コ ネ ク タ イ ド	0 1.0 1.0	2 1.0 1.0	2 — 2.00	29 掃 気 ボ ン プ	0 7.7 7.70	16 8.3 7.14	16 — 14.84	39 指 圧 器 弁	81 54.1 13.38	31 57.9 12.50	112 — 25.88				

()印は有意水準10%
を越えてC丸が多すぎるも
の

()印は有意水準10%
を越えてC丸が少なすぎる
もの

各欄はそれぞれ $\left\{ \begin{array}{c} f_{ij} \\ F_{ij} \\ (f_{ij} - F_{ij})^2 / F_{ij} \end{array} \right\}$ を表わす

自由度29 (組度数0の組を除く) の χ^2 - 分布の確率は

$$P\{\chi^2 > 42.5\} = 0.05$$

$$P\{\chi^2 > 39.1\} = 0.10$$

第2.4.1.4表 C丸発電機ディーゼル構成部品別発生故障件数と χ^2 - 分布計算表

船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ	船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ	船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ	船 部 品 番 号	201	201 以外 の 合 計	Σ
10 シカ リン ダバ	4 6.0 0.67	10 8.0 0.50	14 — 1.17	20 及 燃料 ポン プ	19 17.2 0.19	21 22.8 0.14	40 — 0.33	30 及 LO ポン プ系	80 44.4 23.54	23 58.6 21.63	103 — (30.17)	40 危 急 装 置			
11 シヤ リ ン ダ ト	0 1.3 1.3	3 1.7 0.99	3 — 2.29	21 燃 料 弁	7 25.0 12.96	51 33.0 9.82	58 — 22.78	31 F O 供 給 ブ	4 3.0 0.33	3 4.0 0.25	7 — 0.58	41 蒸 気 管 系			
12 シラ リ ン ダ ナ	1 1.3 0.07	2 1.7 0.05	3 — 0.12	22 吸 排 気 弁	0 10.3 10.3	24 13.7 7.74	24 — 18.04	32 リ ン グ ボ タ イ	6 4.3 0.67	4 5.7 0.51	10 — 1.18	42 管 LO ポン プ系			
13 架 の 構 他	3 3.4 0.05	5 4.6 0.03	8 — 0.08	23 過 給 機	1 3.9 2.16	8 5.1 1.65	9 — 3.81	33 操 縦 機 構	0 0.4 0.4	1 0.6 0.27	1 — 0.67	43 減 速 機			
14 台 板	0 0 —	0 0 —	0 — —	24 過 給 機 ア	3 5.2 0.93	9 6.8 0.71	12 — 1.64	34 本 体				44 復 水 器			
15 主 軸 受	12 5.2 8.89	0 86.8 6.80	12 — 15.69	25 空 管 制 燃 料 弁	0 0 —	0 0 —	0 — —	35 蒸 加 減 気 弁				45 エ ゼ ク タ			
16 ピ ス ト ン	0 3.9 3.9	9 5.1 2.98	9 — 6.98	26 起 動 弁	0 1.7 1.7	4 2.3 1.26	4 — 2.93	36 サ モ ー タ				46 コン デン サ			
17 ク ラ ン ク 軸	1 0.9 0.01	1 1.1 0.01	2 — 0.02	27 調 速 器	0 3.0 3.0	7 4.0 2.25	7 — 5.25	37 主 軸 受				計	146 — 80.12	194 — 60.74	340 — 140.86
18 ク ラ ン ク 受	2 3.9 0.93	7 5.1 0.71	9 — 1.64	28 安 全 弁	0 0 —	0 0 —	0 — —	38 推 力 軸 受							
19 カ ム 動 軸 装 及 置	0 0.9 0.9	2 1.1 0.74	2 — 1.64	29 指 圧 器 弁	3 1.3 2.22	0 1.7 1.7	3 — 3.92	39 調 速 器							

()印は有意水準10%
を越えているもの
C丸は部品番号34以下搭
載なし。

各欄はそれぞれ $\left\{ \begin{array}{c} f_{ij} \\ F_{ij} \\ (f_{ij} - F_{ij})^2 / F_{ij} \end{array} \right\}$ を表わす。

自由度21 (組度数0の組を除く) の χ^2 - 分布の確率は

$$P \{ \chi^2 > 32.6 \} = 0.05$$

$$P \{ \chi^2 > 29.6 \} = 0.10$$

2.4.3.2 船内故障修理および整備作業

昭和41年度に調査されたC丸の故障調査の中、主推進機関に關係する故障修理作業および整備作業について簡単な解析を行なつたものである。

作業を解析するにあたり、作業に従事した人数に重点をおき、作業量は二次的に考えている。たとえば、2人×1時間と1人×2時間とでは作業量としてはともに2人1時間で同じであるが、前者は人数を2名必要とし、後者は1名で足りることから作業内容は質的に異なるとみるものである。したがつてデータの整理はその作業に従事した作業人数を変数にして故障修理作業および整備作業別に行なつた。調査の結果は第2.4.15表のとおりである。図を第2.4.5図、第2.4.6図に示す。

第2.4.15表

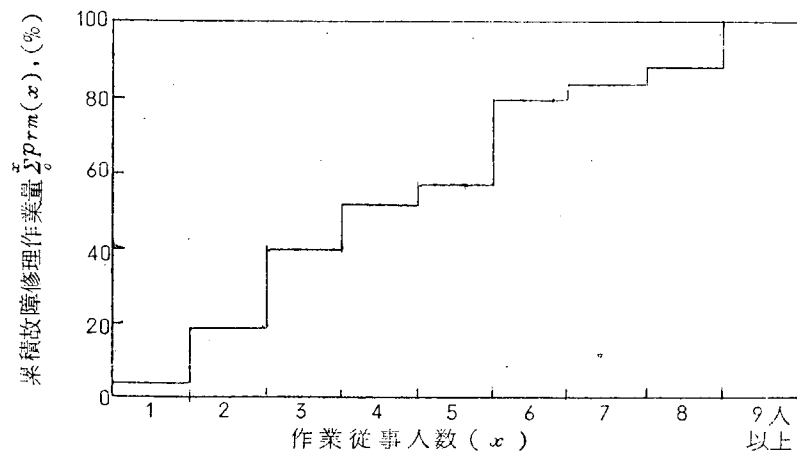
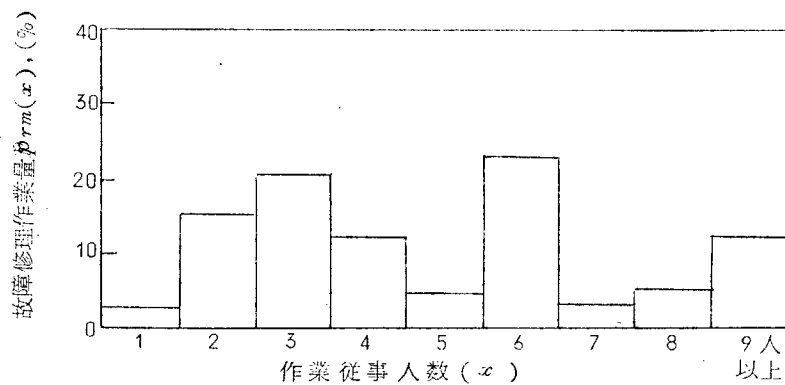
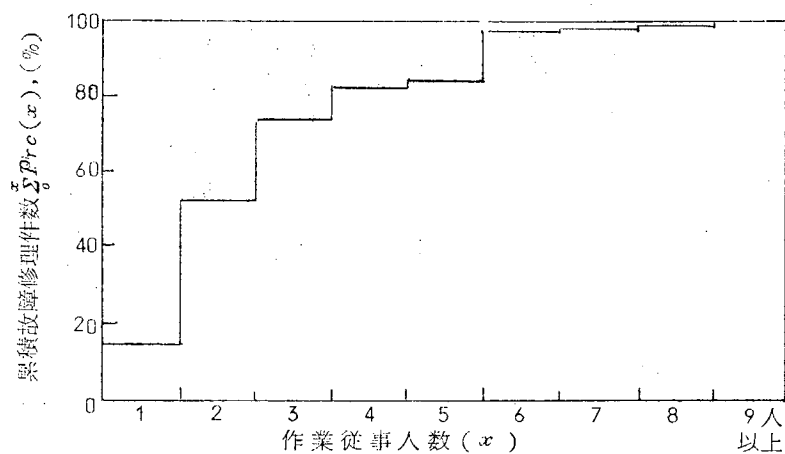
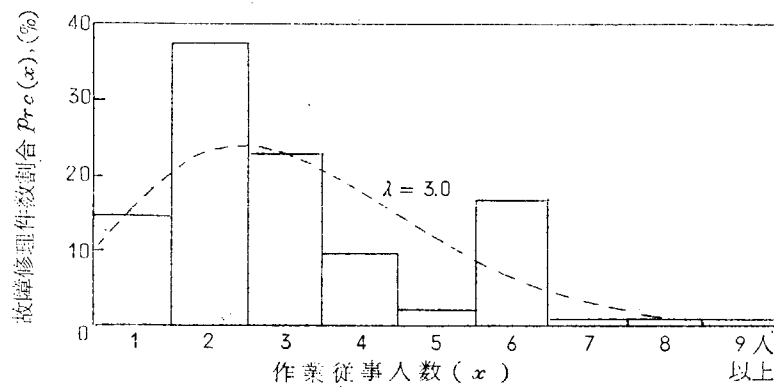
作業人数 x	故障修理作業				整備作業			
	作業件数 P_{rc}	件数百分率 P_{rc}	作業量 P_{rm}	作業量百分率 P_{rm}	作業件数 P_{mc}	件数百分率 P_{mc}	作業量 P_{mn}	作業量百分率 P_{mn}
1人	94件	14.3%	人-10分 257	3.1%	30件	4.7%	人-10分 334	0%
2	241	36.7	1,331	15.2	233	36.6	2,036	24.6
3	145	22.1	1,807	20.7	215	33.8	2,658	32.1
4	58	8.8	1,076	12.3	96	15.1	1,052	12.7
5	9	1.4	419	4.8	12	1.9	182	2.2
6	104	15.8	1,992	22.8	38	6.0	1,070	12.9
7人以上	6	0.9	1,855	21.2	12	1.9	956	11.5
計Σ	657	100	8,737	100	636	100	8,288	100

件数の割合の分布は既知の分布の中ではポアソン分布に近い。よつて期待値に等しいポアソン分布を破線にて同図上に示した。図にみられるようにポアソン分布との適合はあまりよくない。この適合度の検定を行なうと

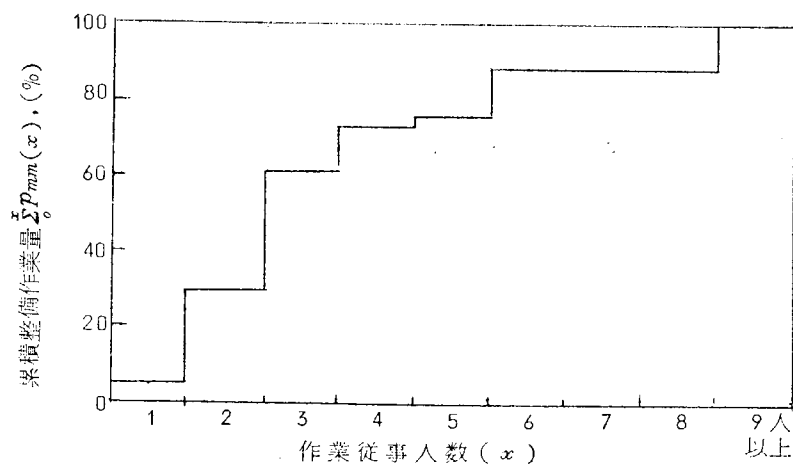
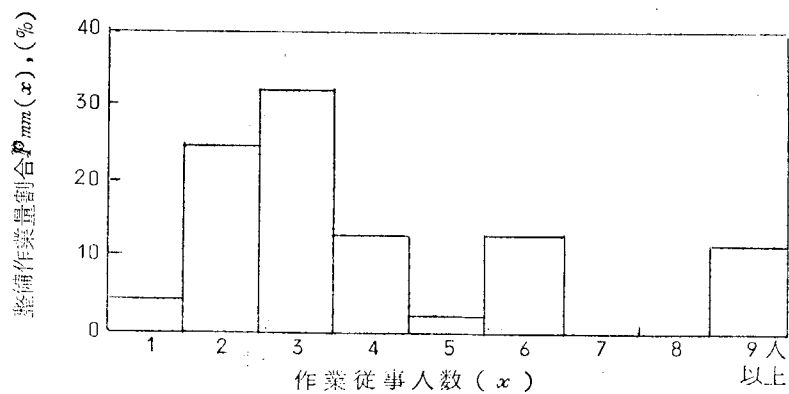
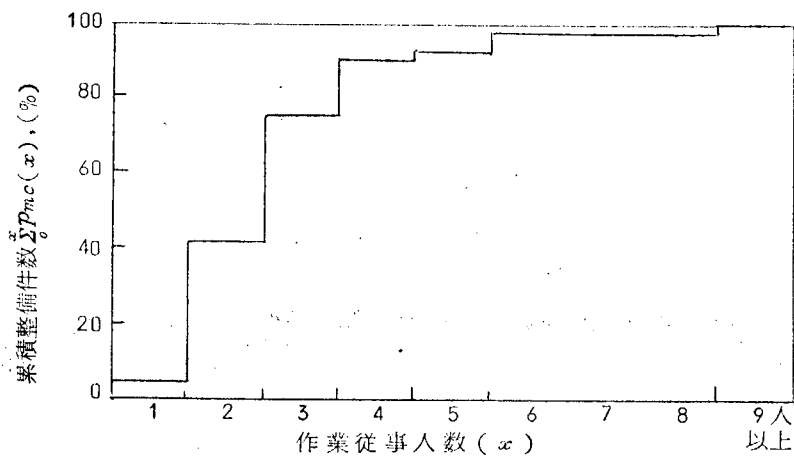
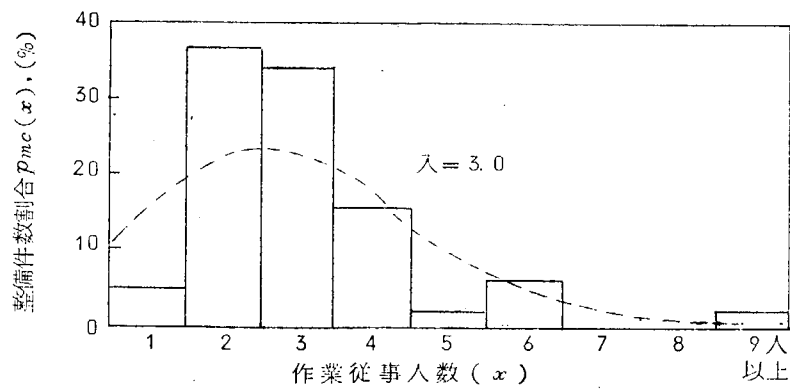
i) 故障修理作業

x	出現率	$P_{rc}(x)$	$P_{rc \cdot th}(x)$ 期待値 $\lambda = 3.0$ の理論的分布値
0人	$x = 0$	$= 0$	0.0498
1	$x = 0.1430$	$= 0.1430$	0.1494
2	$x = 0.3670$	$= 0.7340$	0.2240
3	$x = 0.2210$	$= 0.6630$	0.2240
4	$x = 0.0883$	$= 0.3532$	0.1680
5	$x = 0.0137$	$= 0.0685$	0.1008
6	$x = 0.1580$	$= 0.9480$	0.0504
7	$x = 0.0030$	$= 0.0210$	0.0216
8	$x = 0.0030$	$= 0.0240$	0.0081
9	$x = 0.0015$	$= 0.0135$	0.0027
10	$x = 0.0015$	$= 0.0150$	0.0008
実測期待値 $\lambda = 2.9832$			

$$\begin{aligned}
 \chi^2/N &= \frac{(0-0.0498)^2}{0.0498} + \frac{(0.1430-0.1494)^2}{0.1494} + \frac{(0.3670-0.2240)^2}{0.2240} + \frac{(0.2210-0.2240)^2}{0.2240} \\
 &\quad + \frac{(0.0883-0.1680)^2}{0.1680} + \frac{(0.0137-0.1008)^2}{0.1008} + \frac{(0.1580-0.0504)^2}{0.0504} + \frac{(0.0090-0.0332)^2}{0.0332} \\
 &= 0.5042 \\
 \chi^2 &= 3.31 \quad (N=657) \\
 \text{自由度 } \eta &= 7 \quad \begin{array}{ll} 1\% & 18.48 \\ 0.5\% & 20.28 \end{array}
 \end{aligned}$$



第 2. 4. 5 図 C 丸故障修理作業 (航海 4.349 時間
停泊 2.275 時間)



第 2.4.6 図 ○丸整備作業 (航海 4,349時間
停泊 2,275時間)

ii) 整備作業

x	出現率	$P_{mc}(x)$	$P_{mc \cdot th}(x)$ 期待値 $\lambda = 3.0$ の理論的分布値
0人	$x = 0$	$= 0$	0.0498
1	$x = 0.0472$	$= 0.0472$	0.1494
2	$x = 0.3662$	$= 0.7324$	0.2240
3	$x = 0.3380$	$= 1.0140$	0.2240
4	$x = 0.1509$	$= 0.6036$	0.1680
5	$x = 0.0189$	$= 0.0945$	0.1008
6	$x = 0.0598$	$= 0.3588$	0.0504
7	$x = 0$	$= 0$	0.0216
8	$x = 0$	$= 0$	0.0081
9	$x = 0$	$= 0$	0.0027
10	$x = 0.0189$	$= 0.1890$	0.0008
実測期待値 $\lambda = 3.0395$			

$$\begin{aligned} \chi^2/N &= \frac{(0-0.0498)^2}{0.0498} + \frac{(0.0472-0.1494)^2}{0.1494} + \frac{(0.3662-0.2240)^2}{0.2240} + \frac{(0.3380-0.2240)^2}{0.2240} \\ &\quad + \frac{(0.1509-0.1680)^2}{0.1680} + \frac{(0.0189-0.1008)^2}{0.1008} + \frac{(0.0598-0.0504)^2}{0.0504} + \frac{(0.0189-0.0332)^2}{0.0332} \\ &= 0.3442 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 2.18 \quad (N=636)$$

自由度 $\eta = 7$ 1% 18.48
 0.5% 20.28

したがって以上の結果から、ともに0.5%の有意水準で有意となり、ポアソン分布に適合するという仮定は否定される。

つぎに、1回の作業に要する時間を従事人数ごとにまとめたのが第2.4.7図および第2.4.8図である。両図にみられるように故障修理作業と整備作業とでは作業時間に対する特性に明らかに違いがあらわれている。すなわち、故障修理作業では必要とされる人数の多い作業ほど、1回の作業に要する時間は対数的に増加し、大きな故障になるほど、その故障を修理するに要する人員および時間、したがって作業量は急激に増大する。これに対し、整備作業は1回の作業時間は作業内容に関係なく一定しており、1回の作業の所要時間は平均して約40分である。このように故障修理作業と整備作業とでは仕事内容に質的な差があることがわかる。

この結果をもとに、第2.4.5図および第2.4.6図を1例について検討すると

i) 故障修理作業では、もし可働人員5人を4人にへらした場合
処理できる故障件数および作業量の変化は実績で

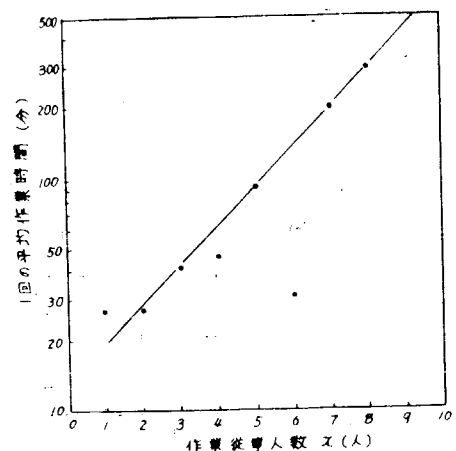
(イ) 5人で処理できた件数割合が 83.3% に対し

4人で処理できた件数割合は 81.9% となる。

件数分布をポアソン分布と仮定すれば、86.6%→81.5%と減少する。一方作業量の方は実績では

(ロ) 5人で処理できた作業量割合が 56.1% に対し

4人で処理できた作業量割合は 51.3% となる。



第2.4.7図 故障修理作業の1回作業時間

件数分布をポアソン分布と仮定すれば、5.4.7%→35.6%
と減少し作業量の減少割合は大きい。

ii) 整備作業では、もし可働人員5人を4人に減らした場合、処
理できる故障件数および作業量の変化は実績で

(i) 5人で処理できた件数割合が 92.1% に対し

4人で処理できた件数割合は 90.2% となる。

件数分布をポアソン分布と仮定すれば、86.6%→81.5%
と減少する。作業量は実績では

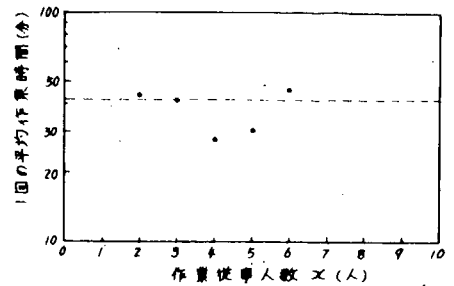
(ii) 5人で処理できた作業量割合が 75.7% に対し

4人で処理できた作業量割合は 73.5% となる。

件数分布をポアソン分布と仮定すれば、一回の作業時間一

定の場合作業量の分布もポアソン分布となり、81.5%→64.7%に減少する。

以上のように、作業件数の変化と作業量の変化は大きく異なり、これはまた一回の作業時間の特性によつても差
を生ずる。



第2.4.8図、整備作業の1回作業時間

ま と め

以上、〇丸における船内の主推進機関に関する故障修理作業および整備作業（予防保守）を整理した結果、つぎの
ことが明らかになった。

(i) 故障修理および整備作業とも、機関部乗組要員にて行なう件数が多く、機関部乗組要員の1ユニット以上では件数は
急激に減少する。とくに5人にて従事する作業は件数、作業量とも少ない。

(ii) 故障修理および整備作業とも、従事人数の平均は3人である。

(iii) 故障修理および整備作業とも、従事人数に対する件数の分布はポアソン分布にならない。

(iv) 故障修理作業と整備作業とでは1回の作業時間の従事人数に対する特性が大きく異なる。前者は人員に対し対数的
に増加するが、後者はほとんど一定である。

(v) もし、従事人数に対する件数の分布をポアソン分布と仮定すれば（既知の分布の中では一番近い）、可働人員に対
する件数ならびに作業量を解析的に求めることができる。

付 録

作業人員に対する発生故障の特性がポアソン分布であると故障総件数 B のときの分布は

$$P_c(k) = B \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!} \quad (P_c(k) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!})$$

(i) いま、一回の作業時間の平均の特性が、作業従事人員 k に対して

$$\tau_1(k) = C_1 \cdot A^k$$

であるとすれば、従事人員 k 人に対する作業量 P_m

$$P_m(k) = B \cdot C_1 \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!} \cdot A^k \cdot k = B \cdot C_1 \cdot A^k \cdot k \times p_c(k)$$

総作業量 P_{mT}

$$\begin{aligned} P_{mT} &= B \cdot C_1 \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!} \cdot A^k \cdot k = B \cdot C_1 \cdot e^{\lambda(A-1)} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-A\lambda} (A\lambda)^k}{k!} \cdot k \\ &= B \cdot C_1 \cdot e^{\lambda(A-1)} A \lambda \end{aligned}$$

したがって作業量の確率分布 $P_m(k)$ は

$$P_m(k) = P_m(k) / P_{mT} = \frac{A^{(k-1)}}{e^{\lambda(A-1)}} \times P_c(k-1)$$

(2) いま、一回の作業時間の平均の特性が、作業従事人員 k に対し上述の特例として常に一定であり

$$\tau_2(k) = \text{const} = C_2$$

であるとすれば、従事人員 k に対する作業量は

$$P_m(k) = B \cdot C_2 \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!} k$$

総作業量 P_{mT}

$$P_{mT} = B \cdot C_2 \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!} k$$

$$= B \cdot C \cdot \lambda$$

したがって作業量の確率分布 $p_m(k)$ は

$$p_m = P_m(k) / P_{mT} = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k \cdot k}{\lambda \cdot k!} = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^{(k-1)}}{(k-1)!}$$

$$= P_c(k-1)$$

となつて、件数特性を1だけ平行移動した同形のポアソン分布となる。

2.4.3.3 整備工数と故障率との関係

(i) 解析経過

C丸データ中、1航海を往路・復路に分け、さらに運航中、停泊中に分類して解析を行なつた。本解析では、航海時間は、往路・復路における延時間とし、停泊時間も途中寄港に要する時間は、到着後の停泊時間に加算し、延時間とした。また、出港時のスタンバイ時間は、航海時間に加算した。

計算にあつての航・泊時間は、第2.4.16表のとおりである。

第2.4.16表 航 泊 時 間

便 名	往・復	航 海 時 間	停 泊 時 間
26A	往	615時間05分	441時間40分
26B	復	699 . 40	322 . 15
27A	往	734 . 30	586 . 25
27B	復	655 . 00	224 . 35
28A	往	729 . 40	478 . 20
28B	復	637 . 45	299 . 20

航・泊中における故障に伴う整備工数は、その故障の修繕工数と考え、今回の解析から除外した。

1時間当りの故障件数を故障率と呼ぶように、航泊時間1時間当りの整備工数を、その機器の整備率と考え、以下の解析に使用した。航泊中における26次から28次までの故障および整備総件数を横軸に、故障コード表の機器分類別にとり、ヒストグラフに示したのが、第2.4.9図である。

たとえば、主機燃料弁についての算定方法は、各便における故障件数、整備工数をデータシートより算出し、故障率、整備率を累算算定した。(第2.4.17表) すなわち、累計航泊時間に対する累算故障率(X)と、累算整備率(Y)の関係をみることにより、その機器の故障率が整備率におよぼす影響を知ればよいと思われる。

このような方法で、各機器分類中、1~2箇の機器を選び図示したのが第2.4.10図である。

主機燃料弁についてみると、第2.4.10図(2.4.10-(a))から、整備率の減少に伴い、故障率の増大がみられる。そのため、累算故障率(X)と、累算整備率(Y)の関係を検定したのが第2.4.18表である。

第2.4.18表の($X \cdot Y$)、($X \cdot Y^2$)を算出しつつ図示すると、第2.4.11図のようになり、 XY^2 にて直線と考えられる。すなわち「 X は Y の自乗に反比例している」とみることができる。

第2.4.17表 主機燃料弁 (1-24)

便名	航・泊等	航・泊時間 (時間)	累計航・泊時間 (時間) A	故障数 B	累計故障件数 B	累算故障率 $(\times 10^{-3})$ $X = B/A$	整備工数 ($\times 10$ 分・人)	累計整備工数 ($\times 10$ 分・人) C	累算整備率 $Y = C/A$
26A	航	615.08	615.08	1	1	1.626	125	125	2.032
"	泊	441.67	1,056.75	0	1	0.946	200	325	3.075
26B	航	699.67	1,756.42	0	1	0.569	158	483	2.750
"	泊	322.25	2,078.67	1	2	0.962	108	591	2.843
27A	航	734.50	2,813.17	0	2	0.711	185	776	2.758
"	泊	586.42	3,399.59	1	3	0.882	122	898	2.641
27B	航	655.00	4,054.59	2	5	1.233	142	1,040	2.565
"	泊	224.58	4,279.17	0	5	1.168	9	1,049	2.451
28A	航	729.67	5,008.84	3	8	1.597	106	1,155	2.306
"	泊	478.33	5,487.17	1	9	1.640	65	1,220	2.223
28B	航	637.75	6,124.92	1	10	1.633	14	1,234	2.015
"	泊	299.33	6,424.25	2	12	1.868	5	1,239	1.929

第2.4.18表 主機燃料弁における累算故障率(X)と累算整備率(Y)との関係

便名	航・泊等	累計航・泊時間 (時間)	累算故障率 ($\times 10^{-3}$) X	累算整備率 Y	X・Y	X・Y ²
26A	航	615	1.626	2.032	0.0033	0.0067
"	泊	1,057	0.946	3.075	0.0029	0.0089
26B	航	1,756	0.569	2.750	0.0016	0.0044
"	泊	2,079	0.962	2.843	0.0027	0.0077
27A	航	2,813	0.711	2.758	0.0020	0.0055
"	泊	3,400	0.882	2.641	0.0023	0.0061
27B	航	4,055	1.233	2.565	0.0032	0.0082
"	泊	4,279	1.168	2.451	0.0029	0.0071
28A	航	5,009	1.597	2.306	0.0037	0.0085
"	泊	5,487	1.640	2.223	0.0036	0.0080
28B	航	6,125	1.633	2.015	0.0033	0.0067
"	泊	6,424	1.868	1.929	0.0036	0.0069

(ii) 解析結果

(i) 主機および発電機ディーゼル、燃料弁等、個々の構成部品においては、累算故障率は、累算整備率の自乗に反比例していることがみられた。

(ii) 個々の構成部品を除き、その他の構成部品全体（たとえば、第2.4.10-(c)図、主機—除2.4.3.9）や、機器全体（たとえば、第2.4.10-(d)図、主機全体）では、累算故障率と累算整備率とが一見比例しているように思われるという不合理な結論が得られたが、これは航泊時間が短いために、もう少し長期間みてみなくてはならないかと思われる。

(ハ) 主機全体 (第 2.4.1.0 - (d) 図) でみると、累計航行時間約 1,800 時間での整備の影響が、累算故障率約 4,500 時間位に、その影響が表われるとみることもできるが、このような見方をすれば、累算故障率約 2,000 時間の位置で強力な整備を行なうと、自づと累算故障率は低下するとも考えられる。今これを確かめるためにはもつと長期間のデータが必要である。

なお、個々の機器についてはこのような方法で、その機器の保全周期を算出することも可能と思われる。

いずれにしても、もつと長期間のデータが得られれば、荷重をかけた累算故障率、累算整備率を解析することができるとと思われる。

(ニ) 数学的に考察すると

記号 X : 累算故障率

Y : 累算整備率

T : X, Y を求めたまでの時間

x : 瞬時故障率

y : 瞬時整備率

とすれば、

$$X = \frac{\int x \, dt}{T}$$

$$X + dx = \frac{T X + x \, dt}{T + dt}$$

$$dX = \frac{x \, dt - X \, dt}{T + dt}$$

$$\therefore \frac{dX}{dt} = \frac{x - X}{T}$$

同様に

$$\frac{dY}{dt} = \frac{y - Y}{T} \quad \text{となる。}$$

第 2.4.1.1 図より、 $XY^2 = \text{const.} = C$

$$X = C/Y^2$$

$$\therefore \frac{dX}{dt} = -\frac{2C}{Y^3} \cdot \frac{dY}{dt}$$

$$\therefore \frac{x-X}{T} = -\frac{2C}{Y^3} \cdot \frac{y-Y}{T}$$

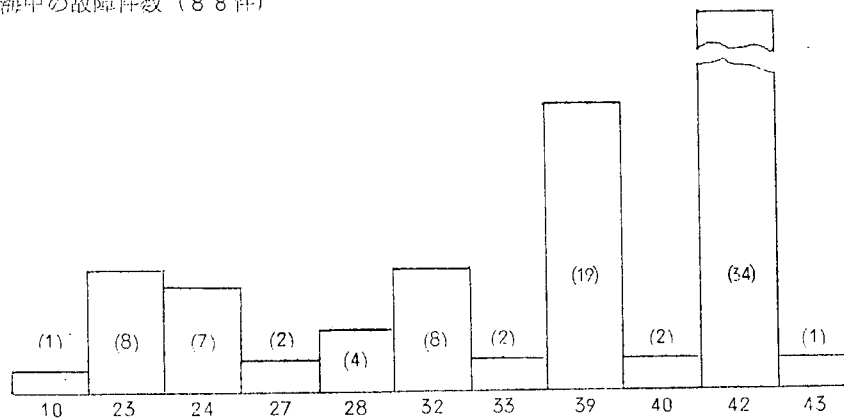
$$\therefore x-X = -\frac{2C}{Y^3} (y-Y) = -\frac{2X}{Y} (y-Y)$$

$$\therefore \frac{x-X}{X} = -2 \cdot \frac{y-Y}{Y}$$

X, Y は平均の故障率、整備率とみなすことができよう。

すなわち「平均の整備率より瞬間整備率を落とせば、その率の 2 倍の割合で瞬間故障率は増加する。」

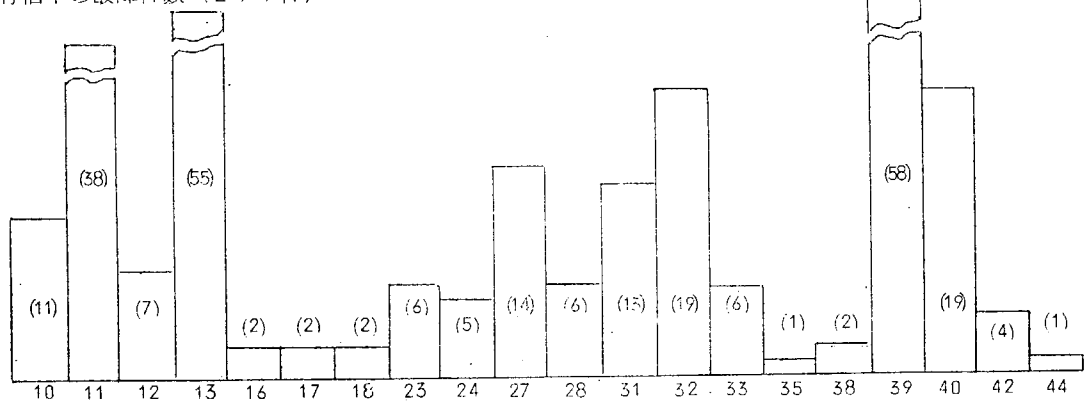
(1) 航海中の故障件数 (88件)



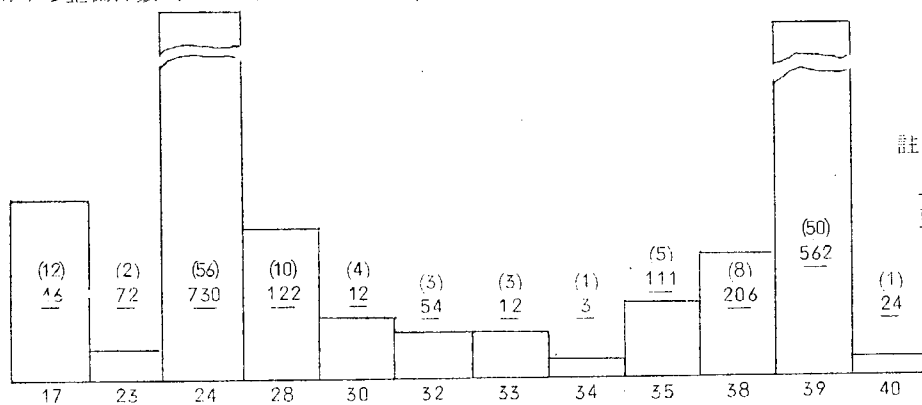
註

() は故障または整備件数をさす。

(2) 停泊中の故障件数 (271件)



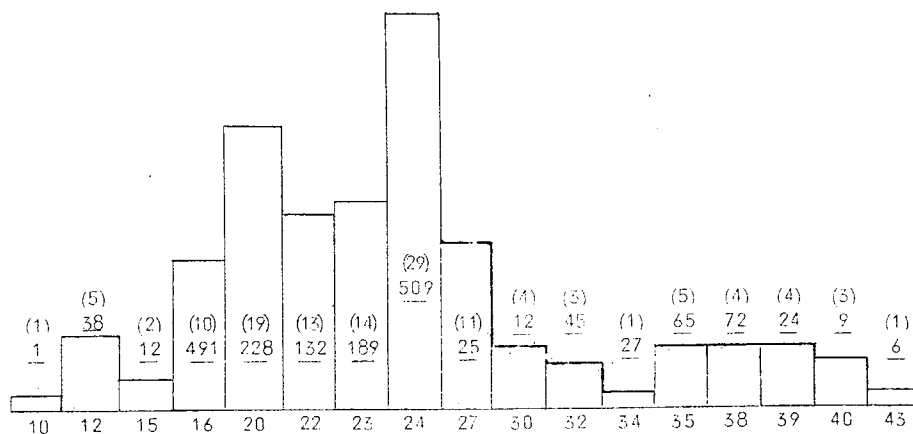
(3) 航海中の整備件数 (155件)



註

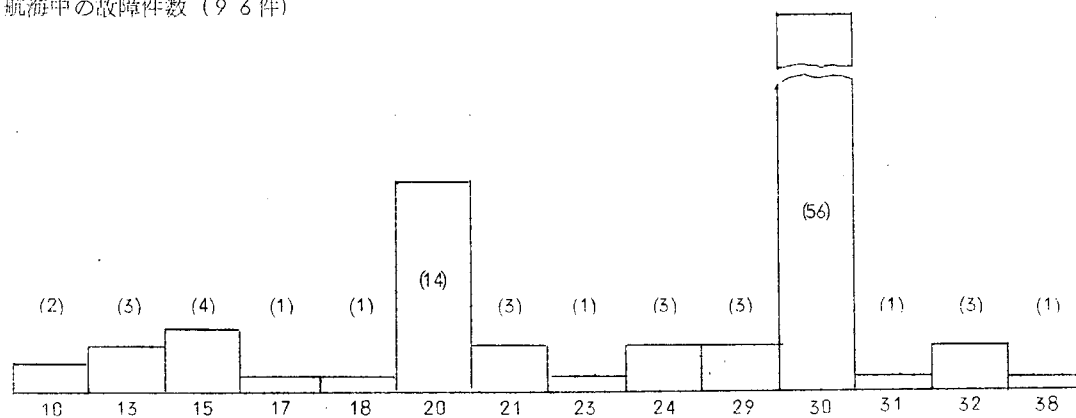
数値は整備工数(×10分・人)をさす。

(4) 停泊中の整備件数 (129件)

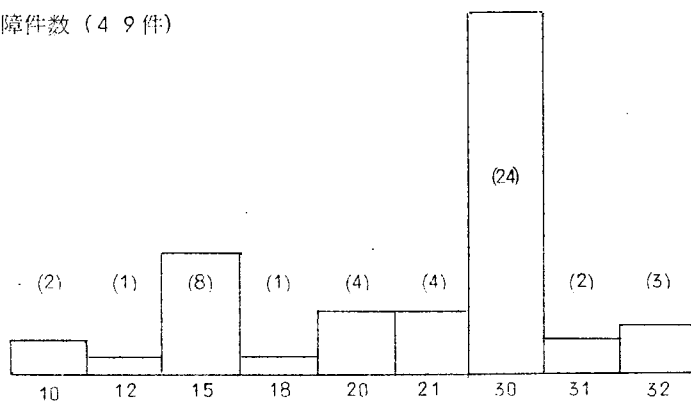


第2.4.9--(a)図 航海時における故障および整備件数 (主機)

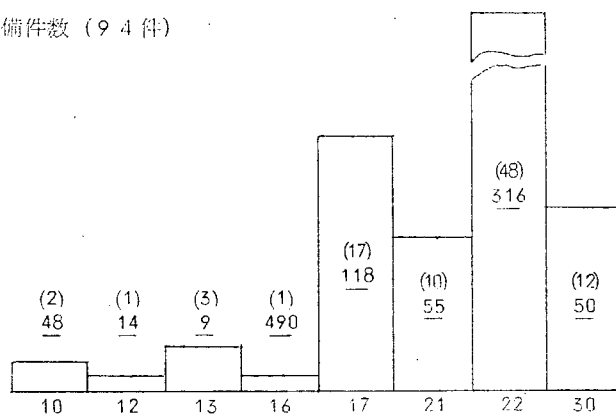
(1) 航海中の故障件数 (96件)



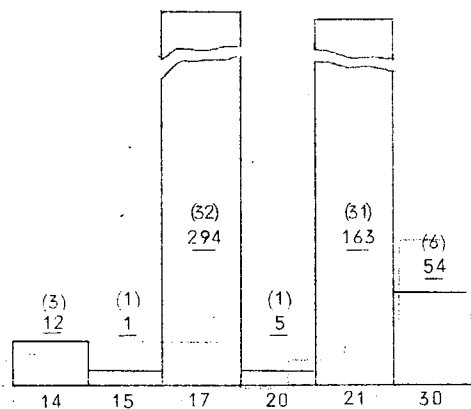
(2) 停泊中の故障件数 (49件)



(3) 航海中の整備件数 (94件)

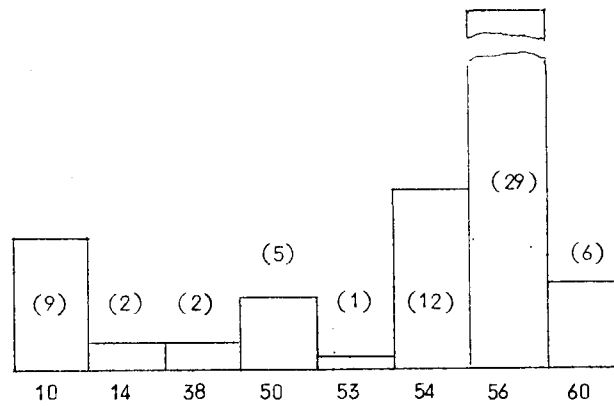


(4) 停泊中の整備件数 (74件)

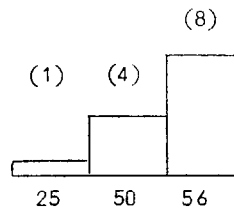


第2.4.9-(b)図 航海時における故障および整備件数 (発電機ディーゼル)

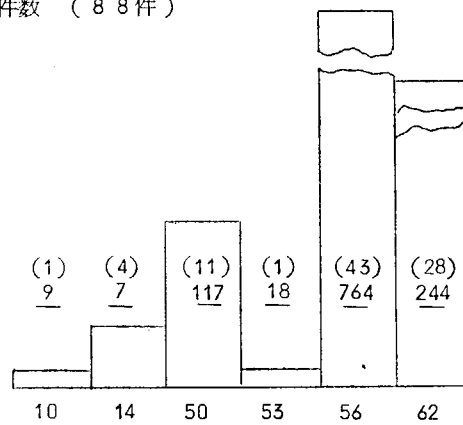
(1) 航海中の故障件数 (66件)



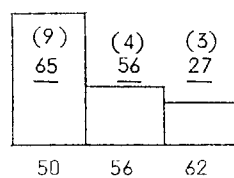
(2) 停泊中の故障件数 (13件)



(3) 航海中の整備件数 (88件)



(4) 停泊中の整備件数 (16件)

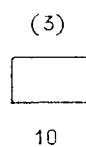


第2.4.9-(c)図 航海時における故障および整備件数(機室補機)

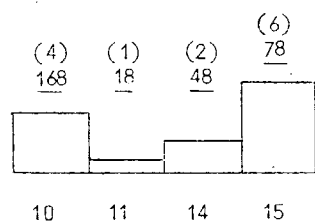
(1) 航海中の故障件数 (4 件)



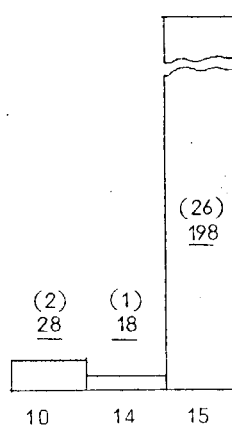
(2) 停泊中の故障件数 (3 件)



(3) 航海中の整備件数 (1 3 件)

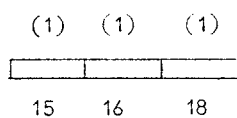


(4) 停泊中の整備件数 (2 9 件)

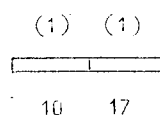


第 2. 4. 9 - (d) 図 航海時における故障および整備件数 (電気機器)

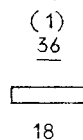
(1) 航海中の故障件数 (3 件)



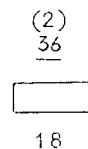
(2) 停泊中の故障件数 (2 件)



(3) 航海中の整備件数 (1 件)

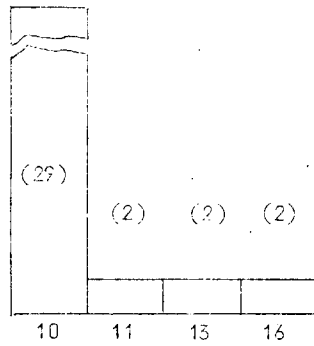


(4) 停泊中の整備件数 (2 件)

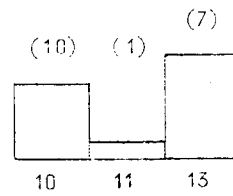


第 2. 4. 9 - (e) 図 航海時における故障および整備件数 (補機、排ガスボイラ)

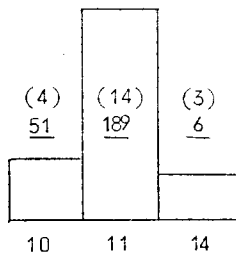
(1) 航海中の故障件数 (3 5 件)



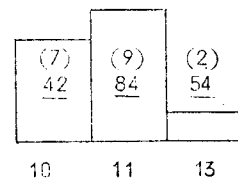
(2) 停泊中の故障件数 (1 8 件)



(3) 海中の整備件数 (2 1 件)

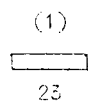


(4) 停泊中の整備件数 (1 8 件)



第 2.4.9 -(f)図 航海時における故障および整備件数 (管系、弁)

(1) 航海中の故障件数 (1 件)



(2) 停泊中の故障件数

なし

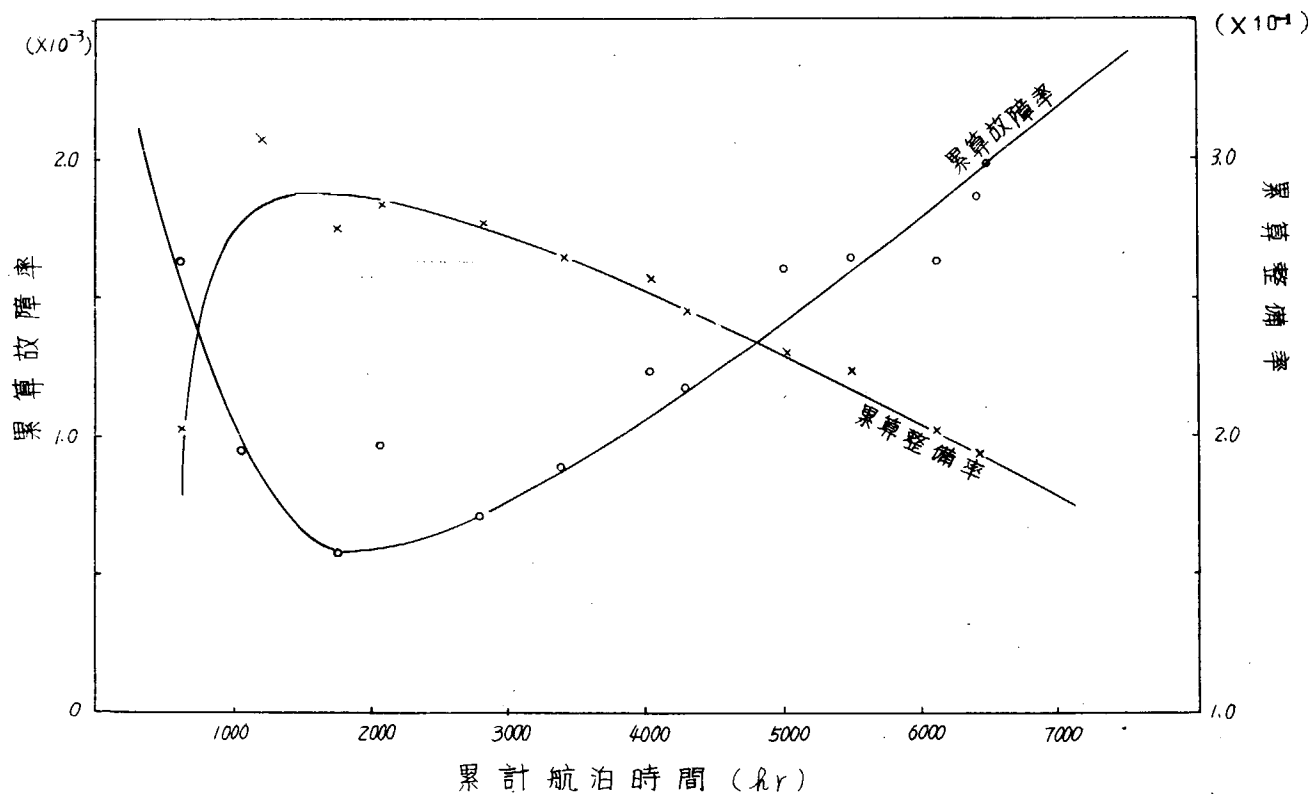
(3) 航海中の整備件数

なし

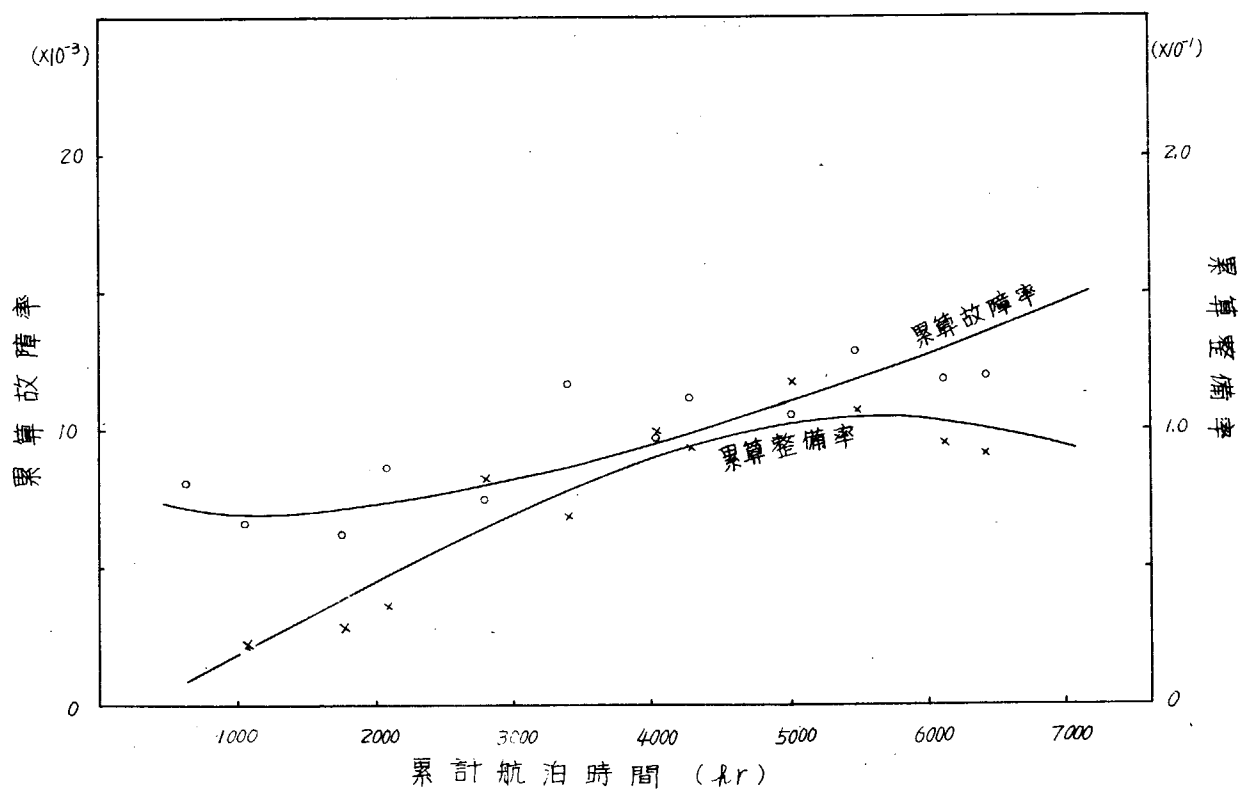
(4) 停泊中の整備件数

なし

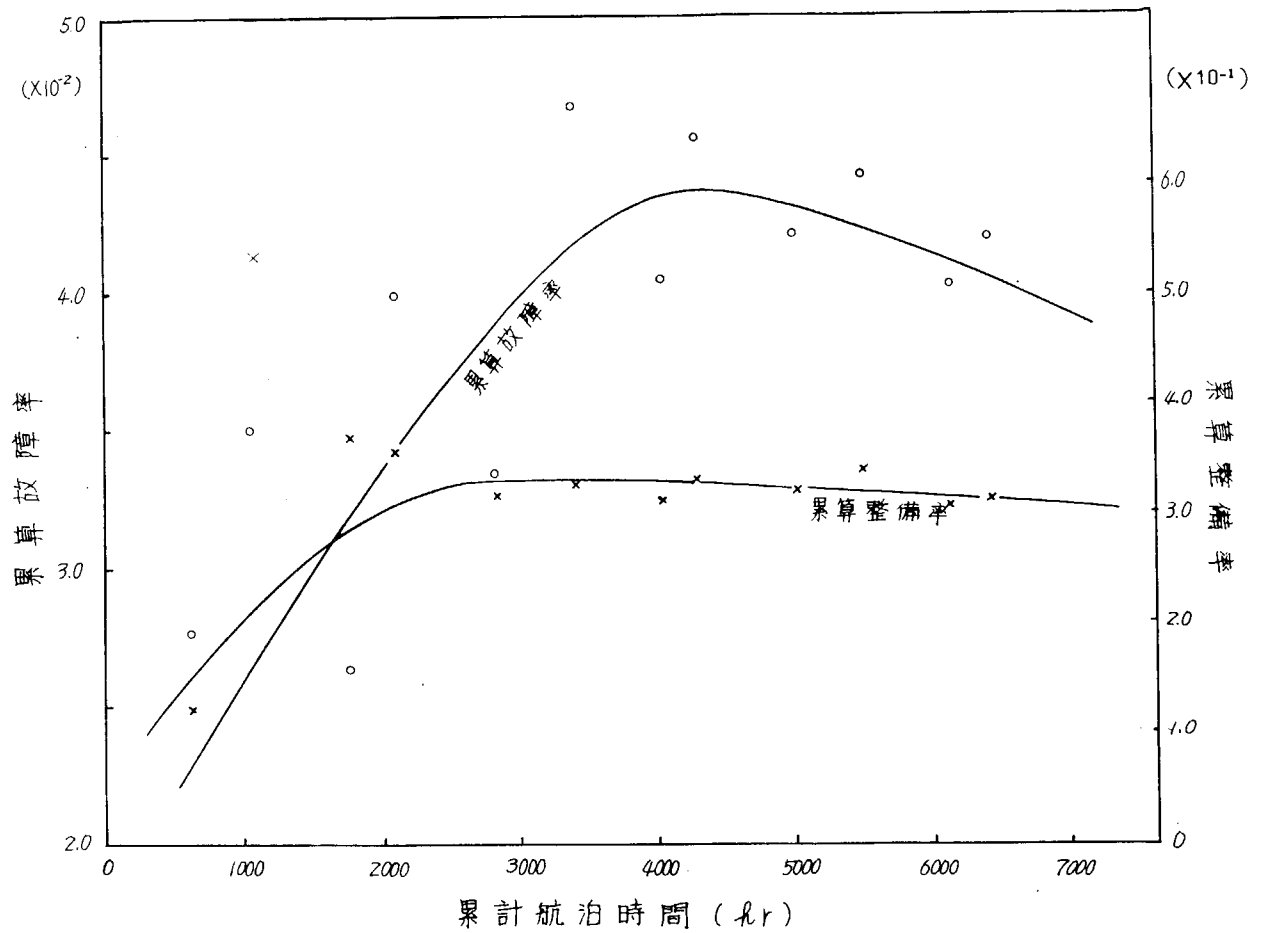
第 2.4.9 -(g)図 航海時における故障および整備件数 (自動制御、遠隔操作装置と計器)



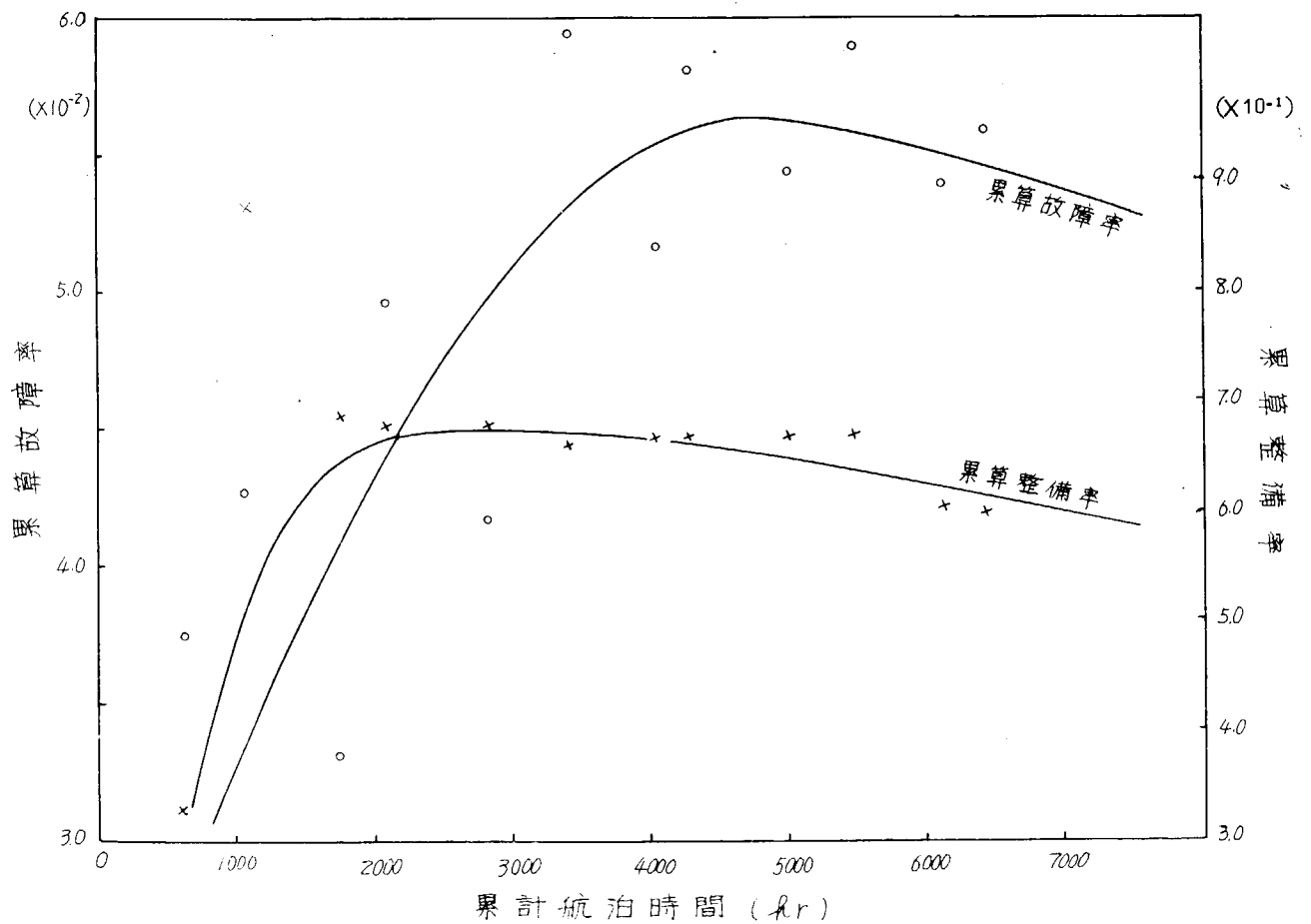
第 2.4.10 -(a)図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係(主機燃料弁(1-24))



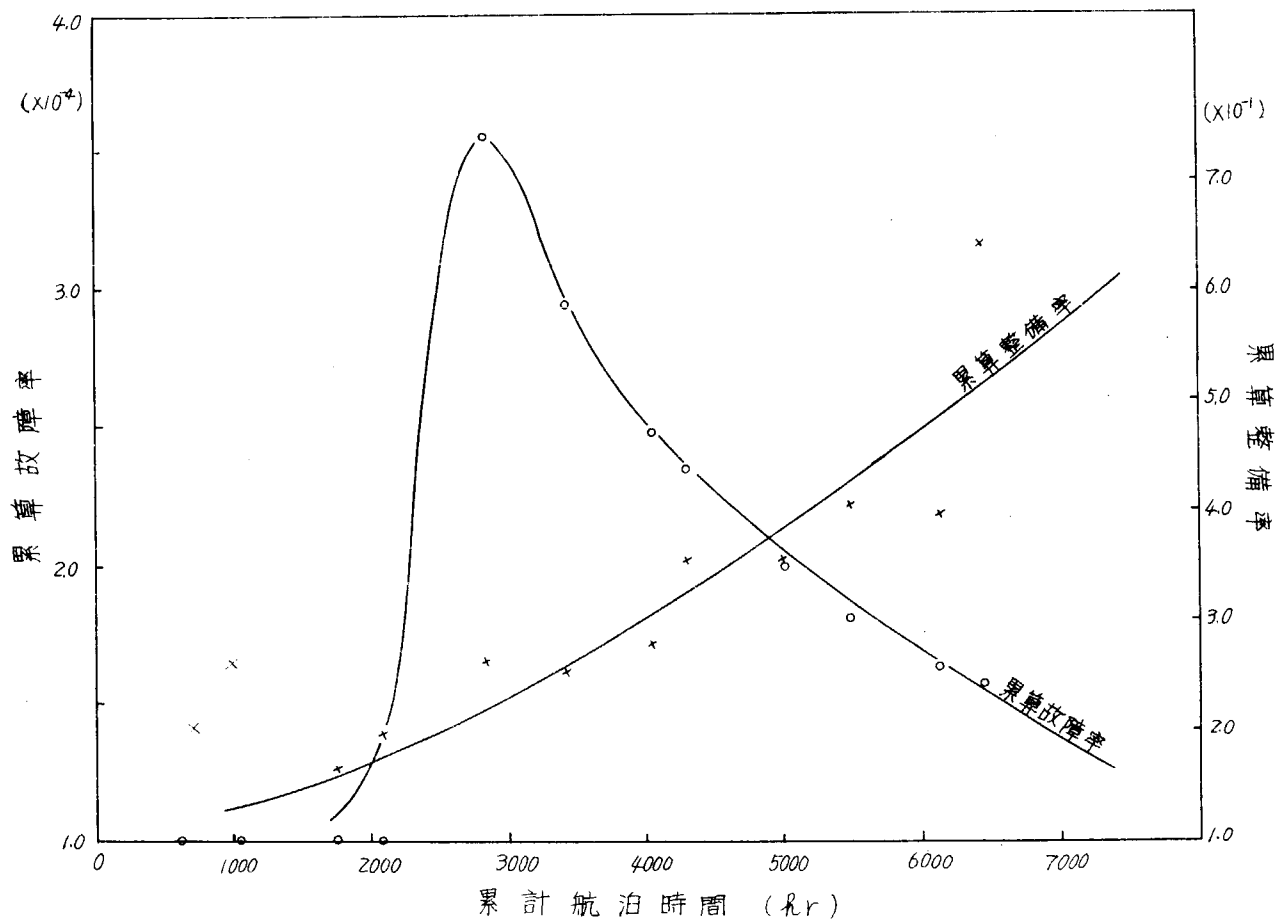
第 2.4.10 -(b)図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係(指圧器弁(1-39))



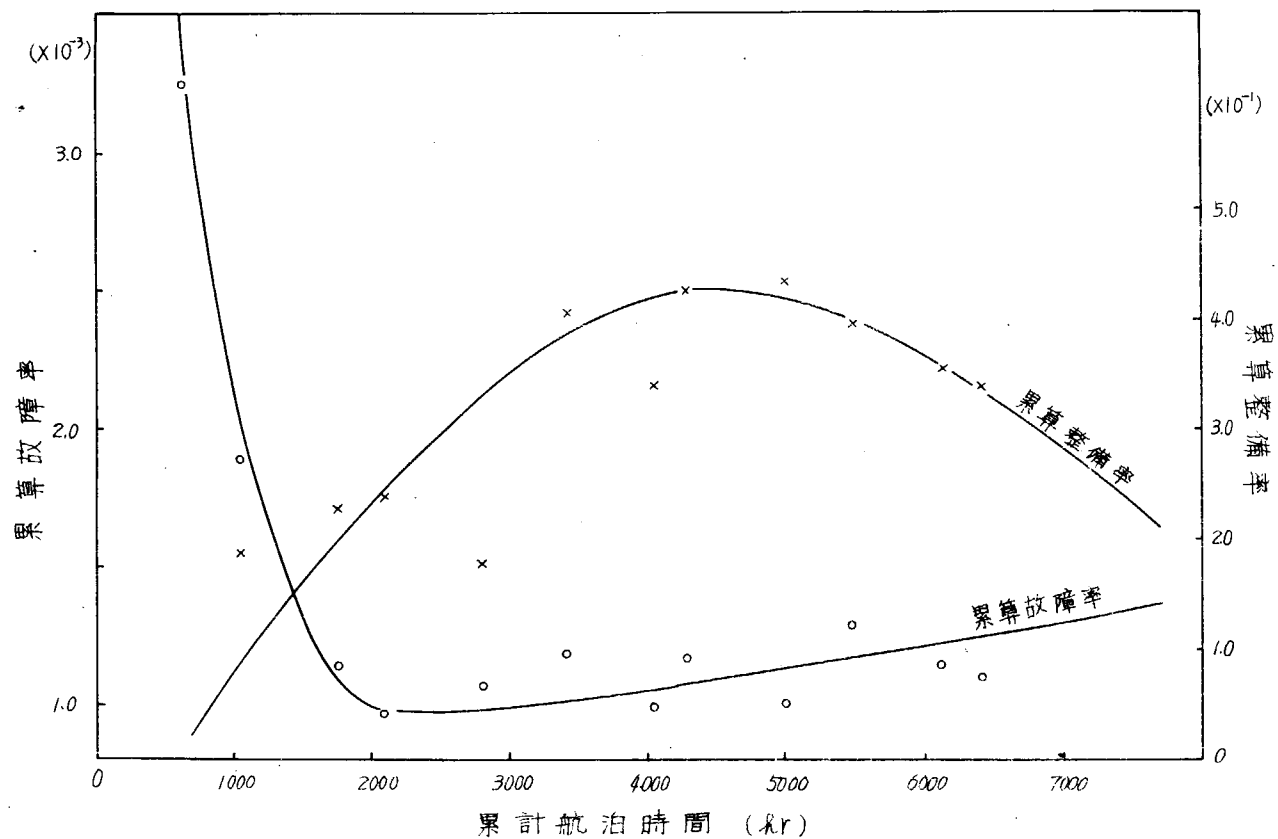
第 2. 4. 1 0 - (c) 図 累計航泊時間と果算故障率、果算整備率との関係 (主機 (除 2 4. 3 9))



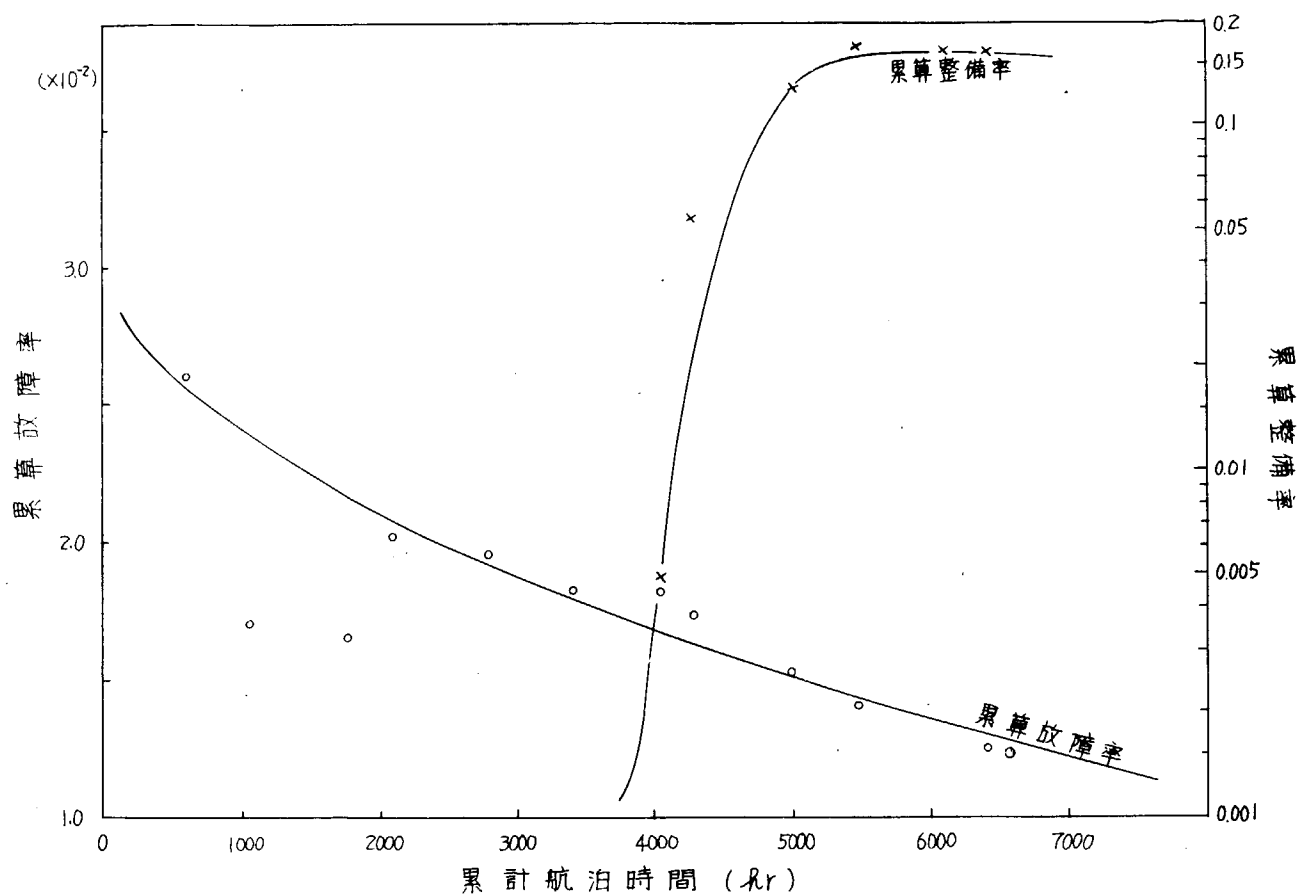
第 2. 4. 1 0 - (d) 図 累計航泊時間と果算故障率、果算整備率との関係 (主機全体)



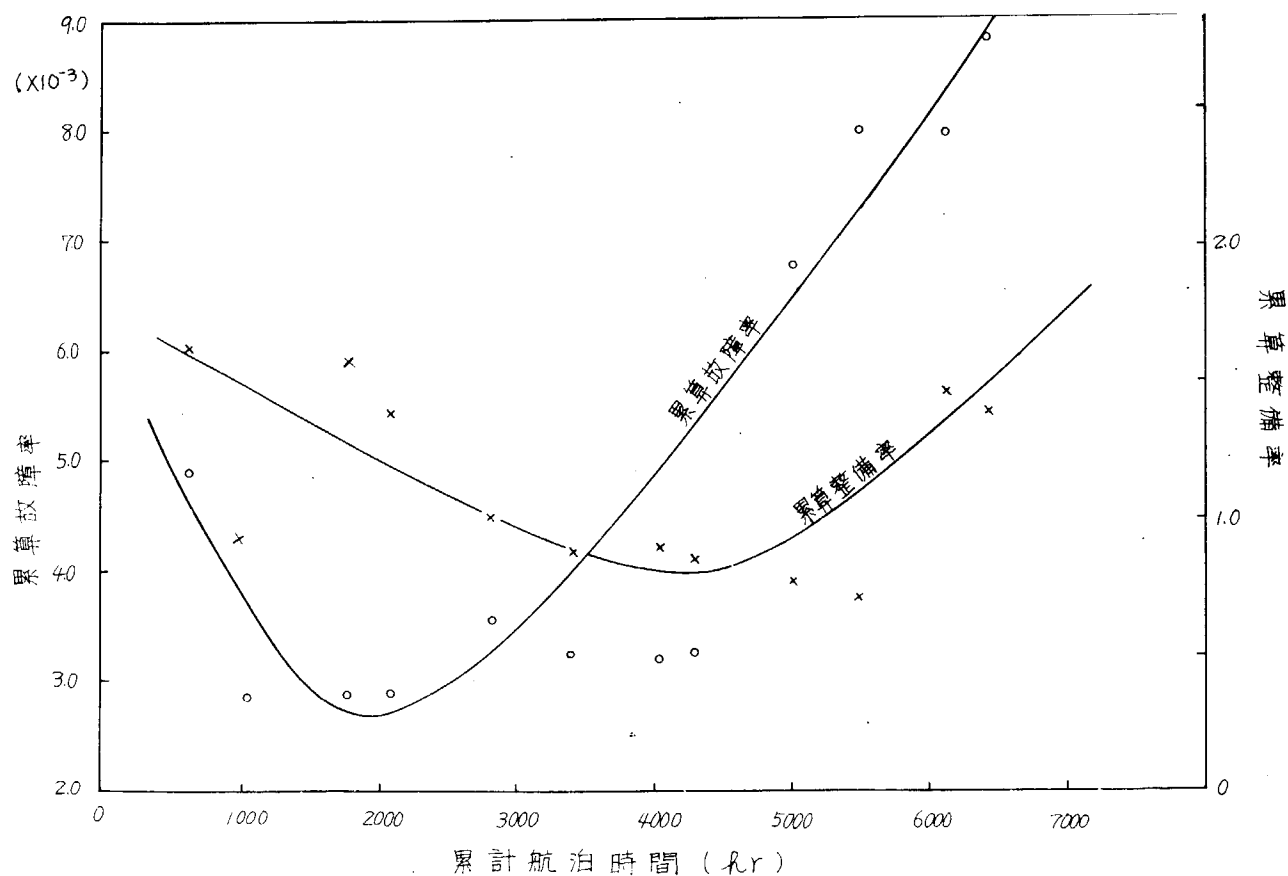
第 2.4.1 G -(e)図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (発電機ディーゼル、クランク軸 (2-17))



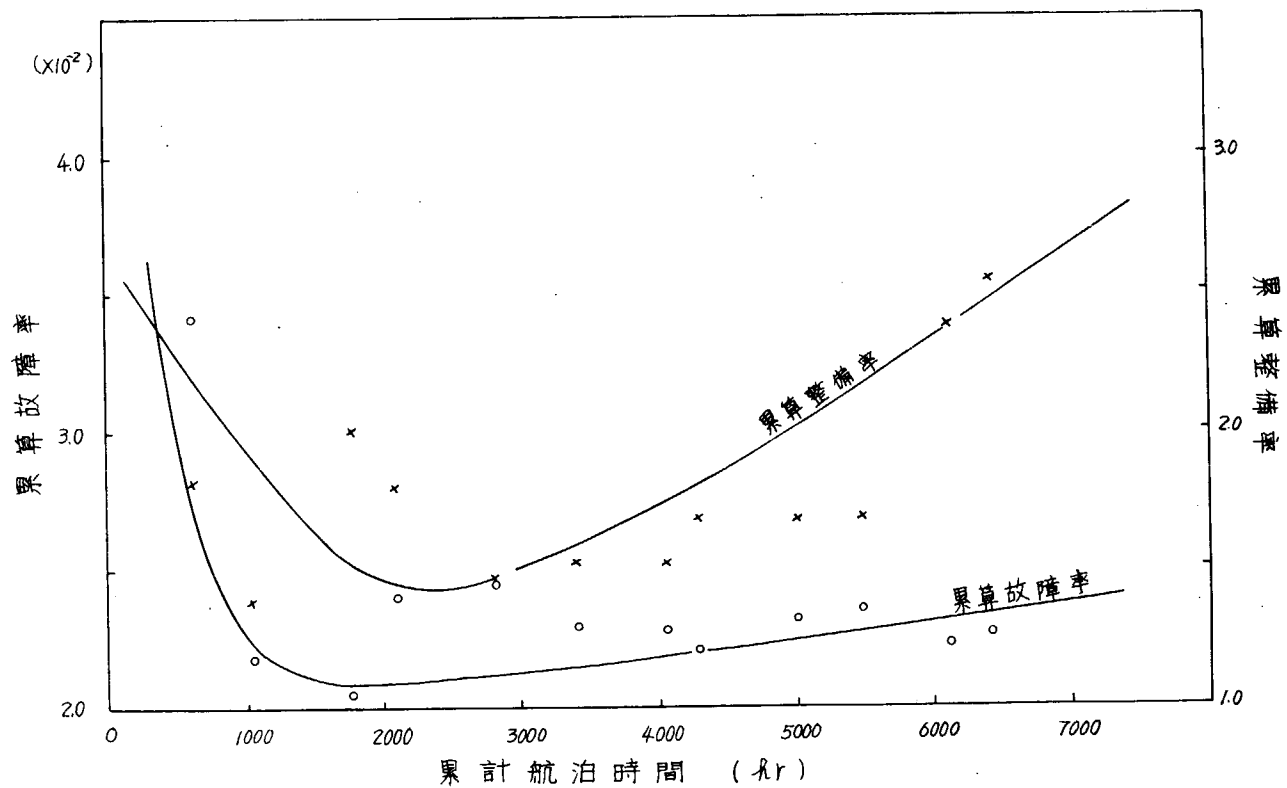
第 2.4.1 G -(f)図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (発電機ディーゼル、燃料弁 (2-21))



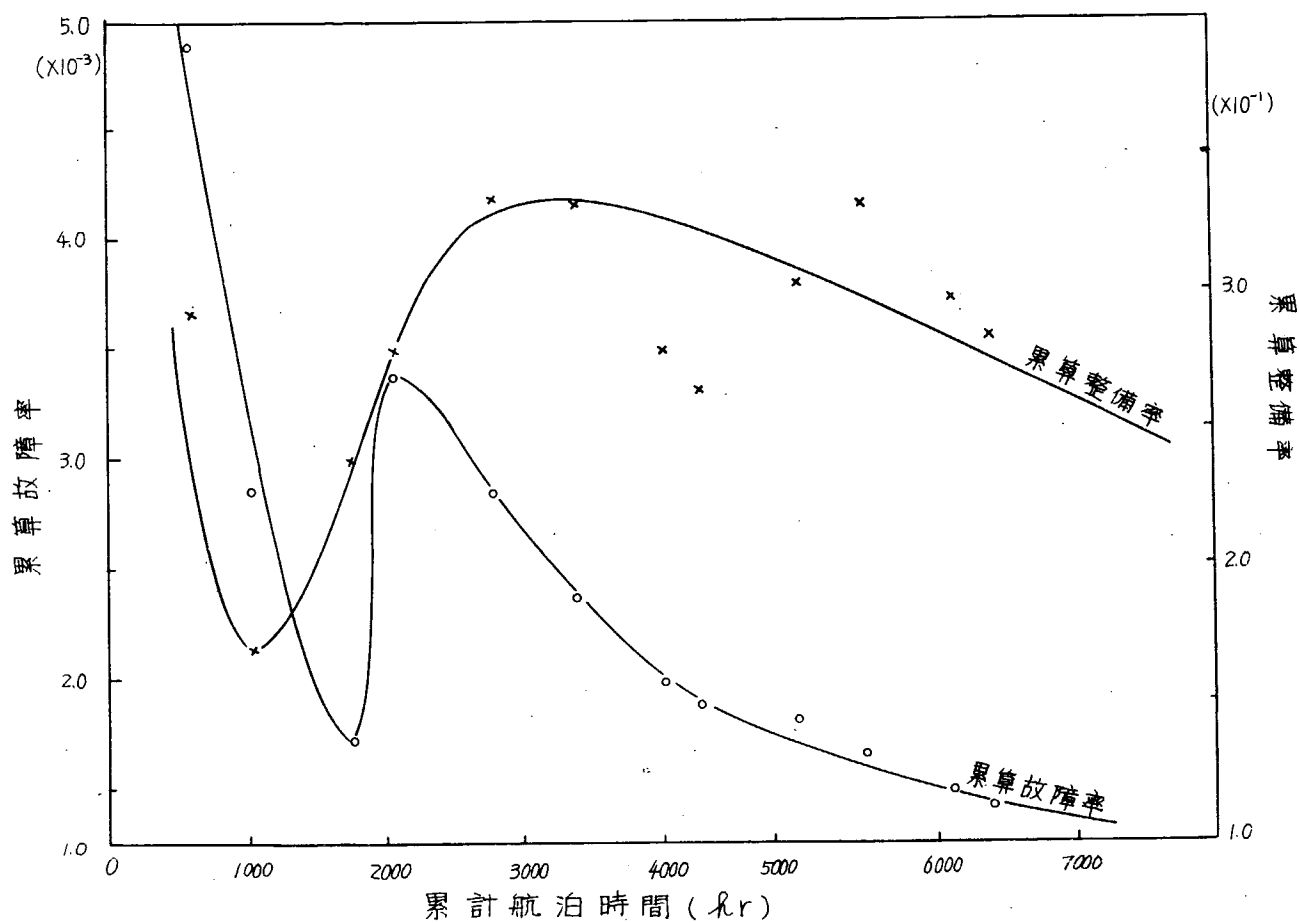
第 2. 4. 1 0 - (a) 図 累計航行時間と累算故障率、累算整備率との関係 (発電機ディーゼル、L.O. ポンプおよび管係 (2-30))



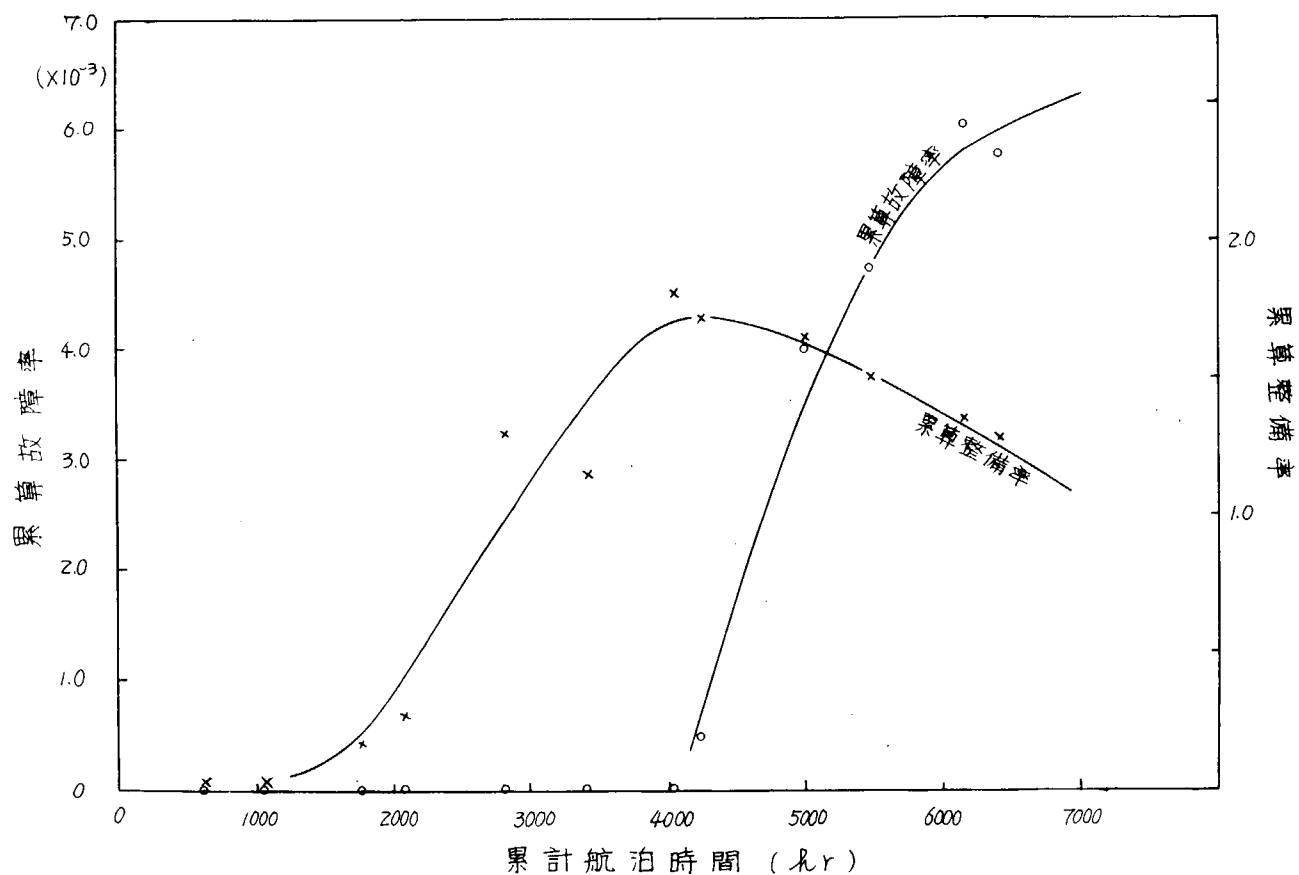
第 2. 4. 1 0 - (b) 図 累計航行時間と累算故障率、累算整備率との関係 (発電機ディーゼル (除 17.2 1.3 0))



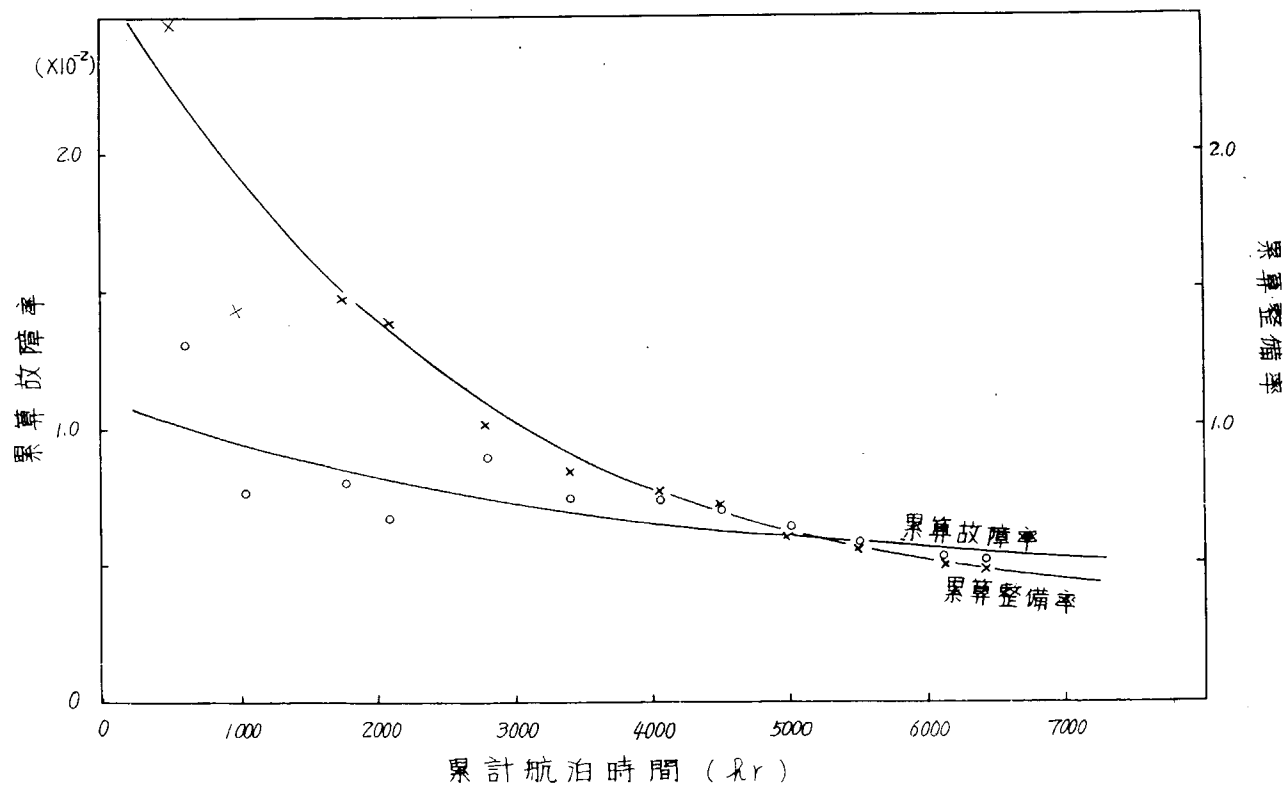
第 2.4.10 - (i) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (発電機ディーゼル (全体))



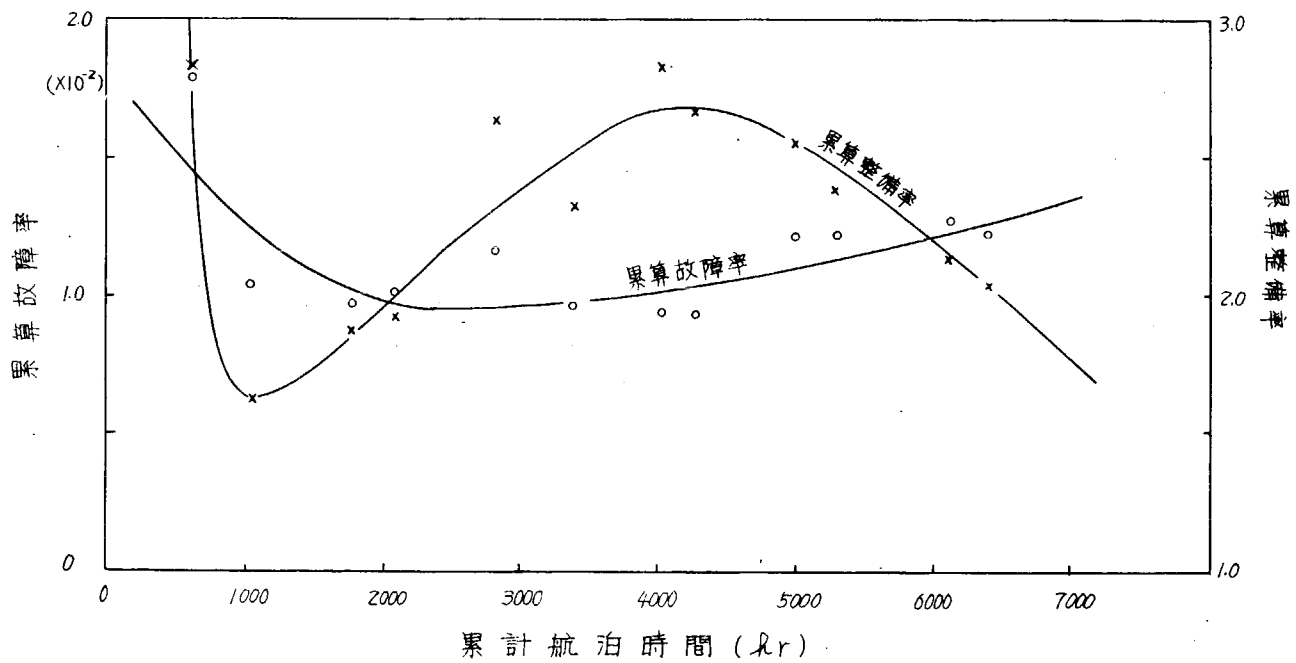
第 2.4.10 - (j) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (機室補機、空気圧縮機 (3-50))



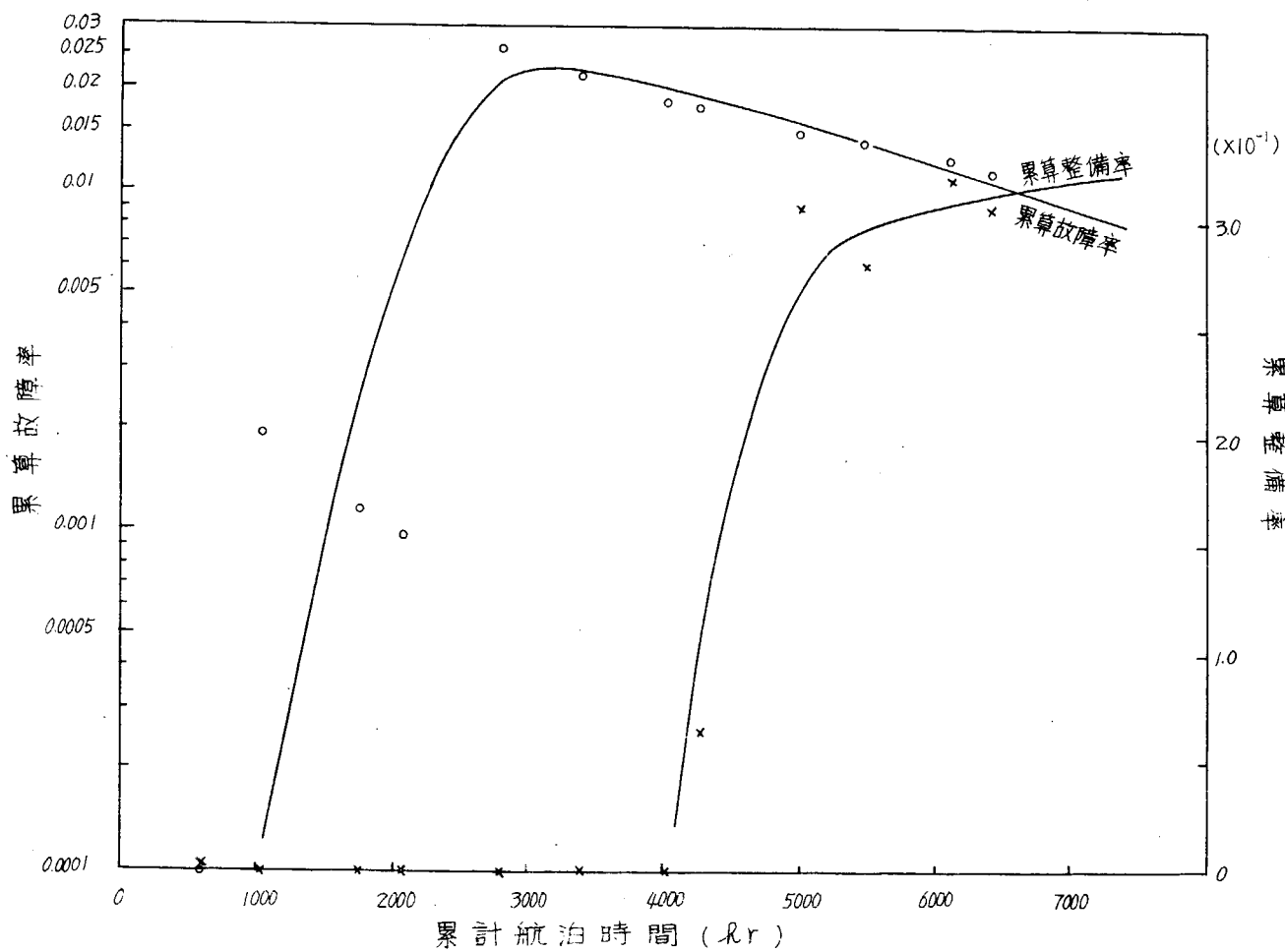
第 2.4.1 0 -(a) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (機室補機、潤滑油清浄機 (3-56))



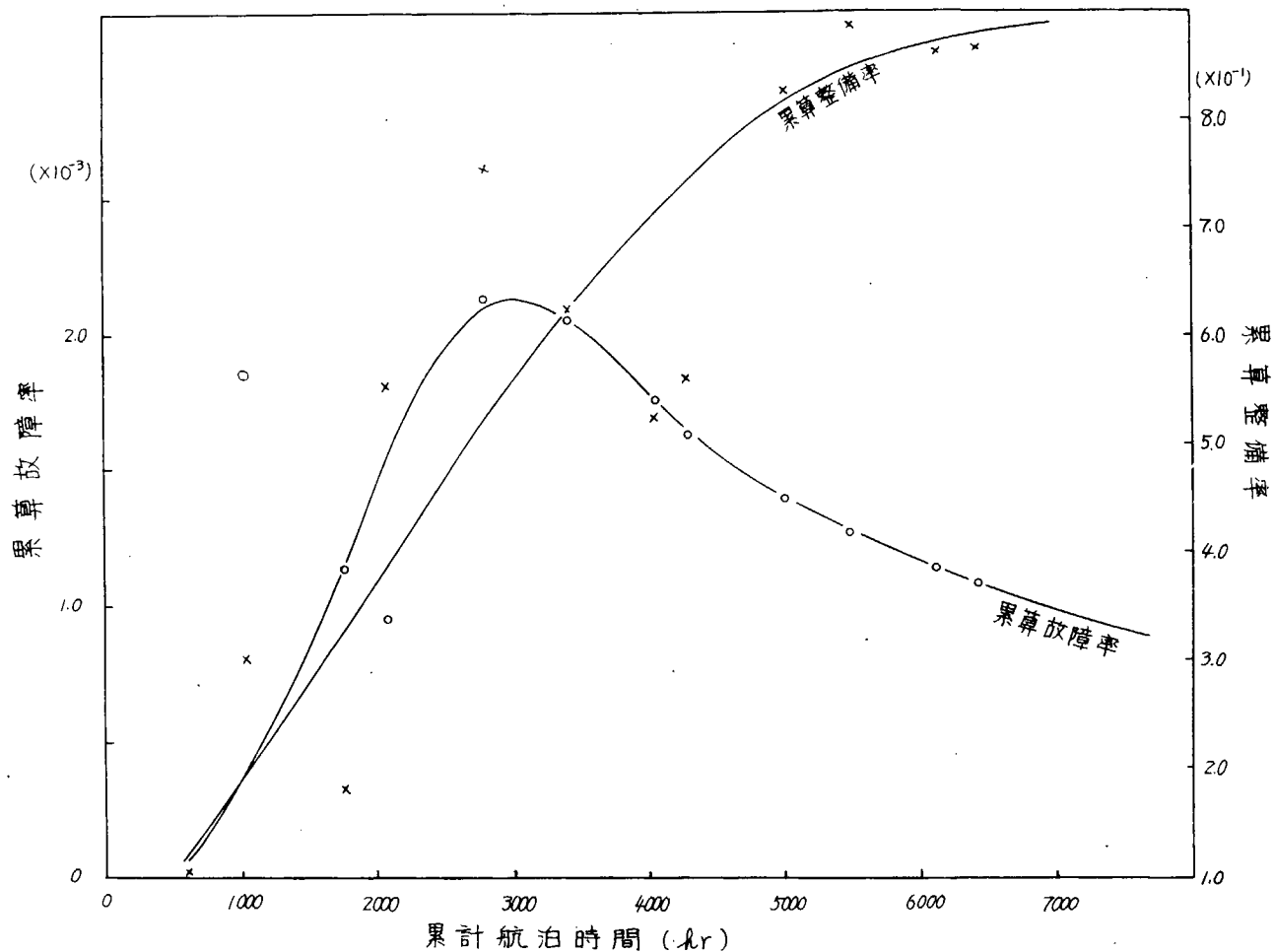
第 2.4.1 0 -(1) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (機室補室 (除 50.56))



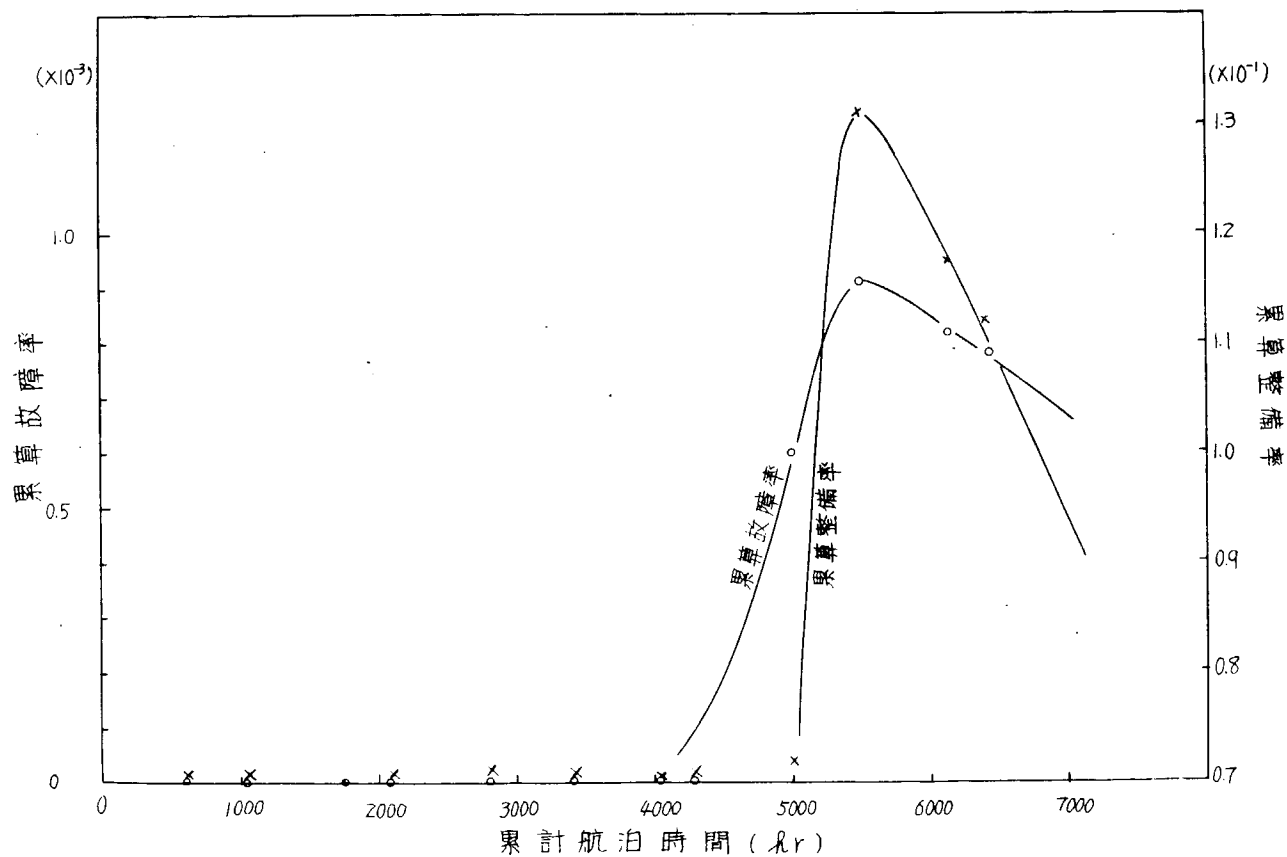
第 2. 4. 1 0 - (m) 図 累計航泊時間と果算故障率、果算整備率との関係 (機室補機 (全体))



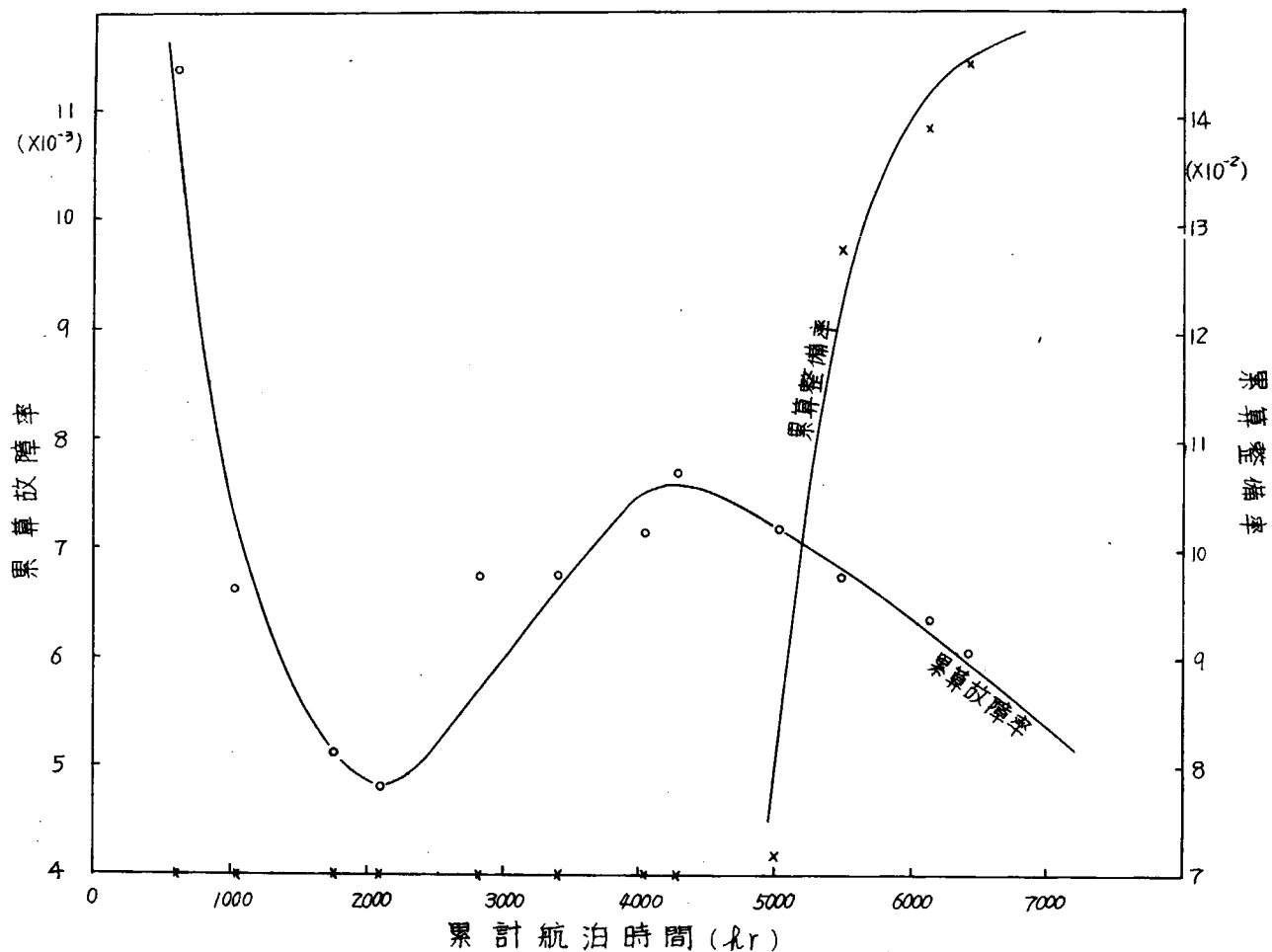
第 2. 4. 1 0 - (n) 図 累計航泊時間と果算故障率、果算整備率との関係 (電気機器、ジェネレーター (4-10))



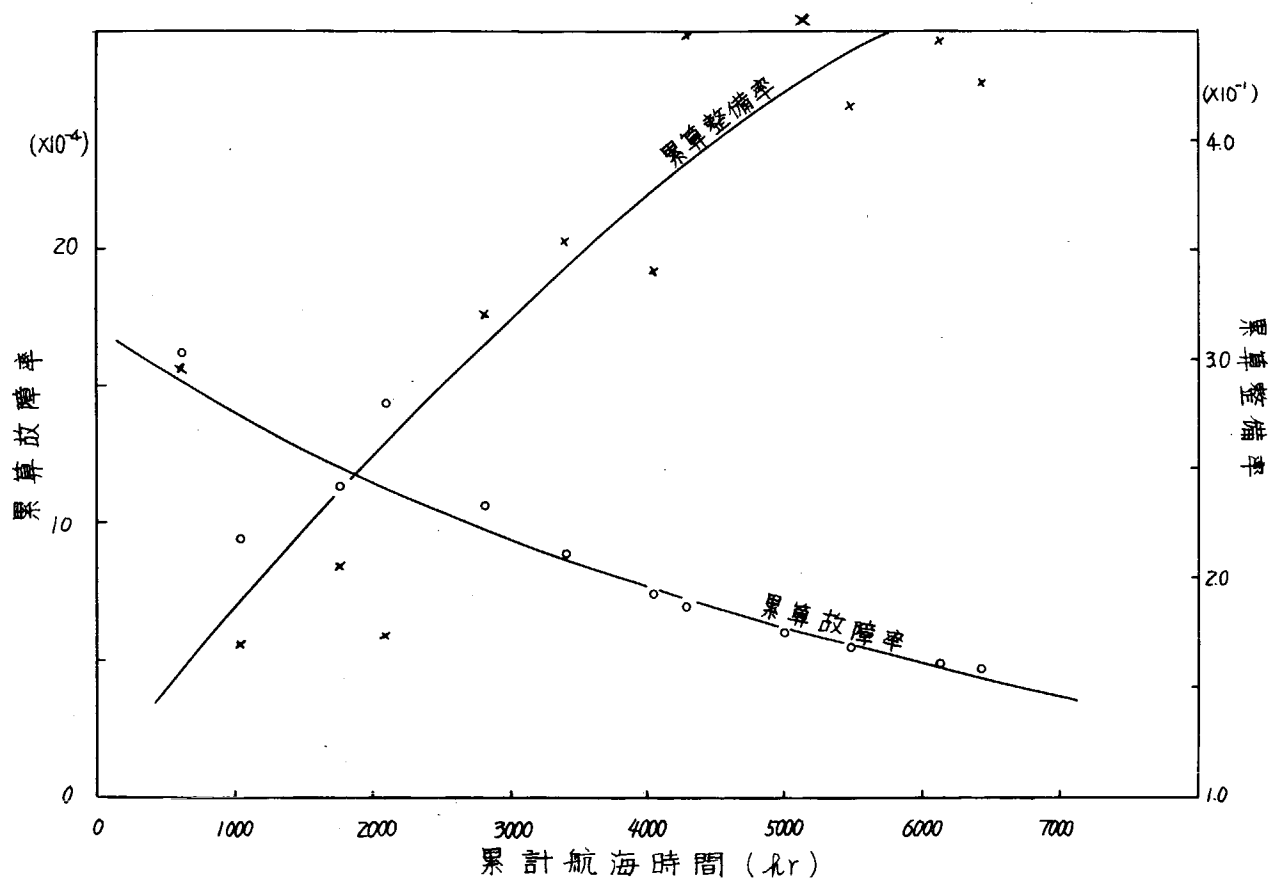
第 2. 4. 1 0 - (a) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (電気機器 (全体))



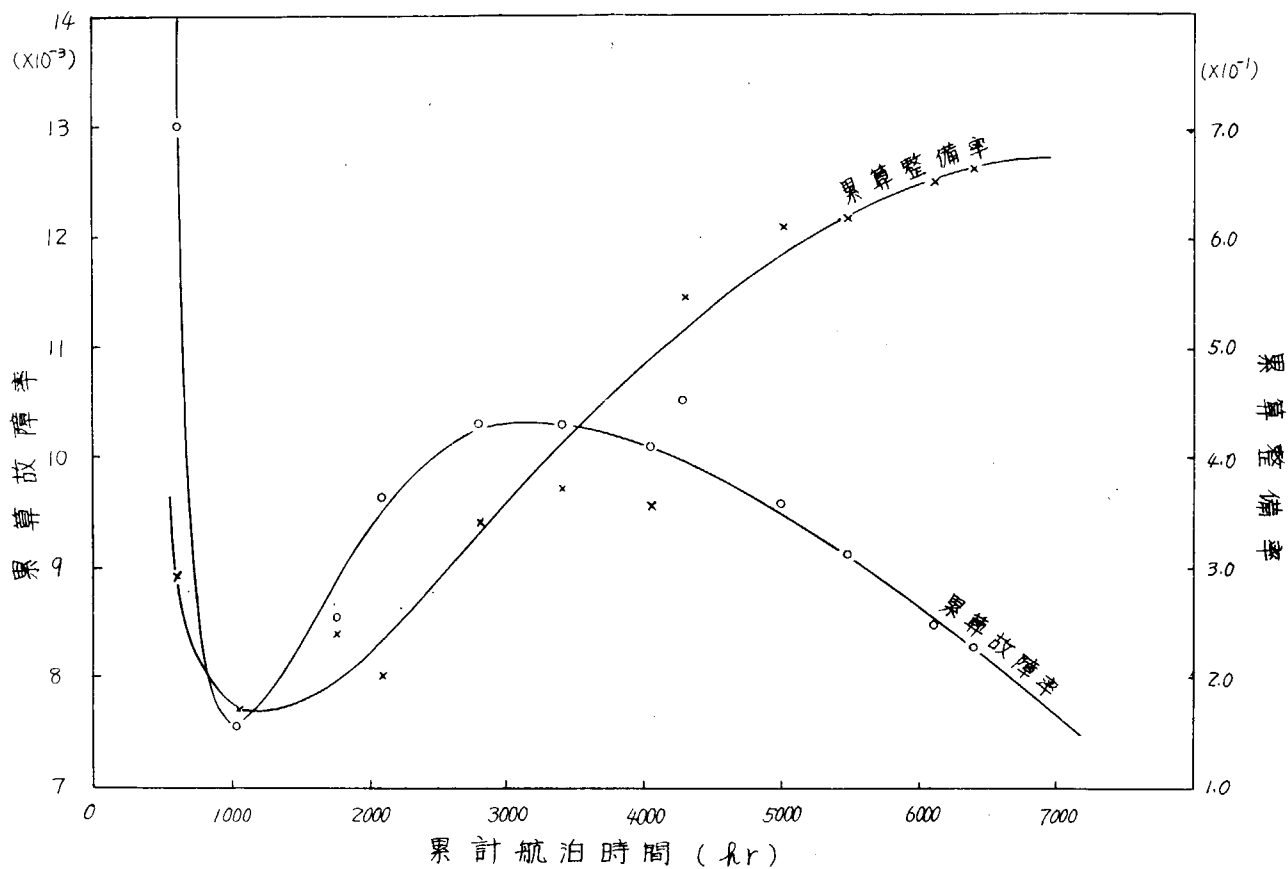
第 2. 4. 1 0 - (b) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (補機ならびに排ガス・ボイラ (全体))



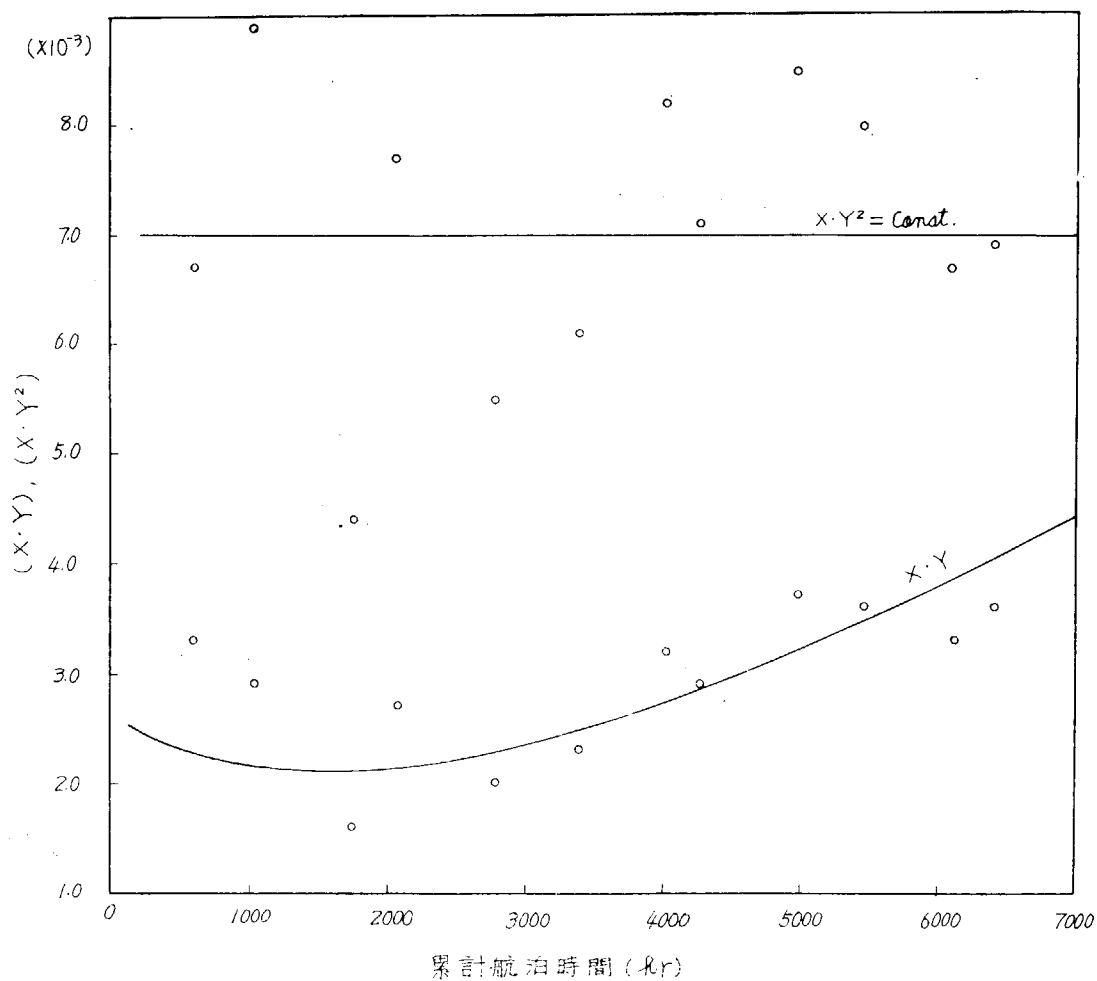
第2.4.10-(q)図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係(管系と弁、燃油管系(6-10))



第2.4.10-(r)図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係(管系と弁、潤滑油管系(6-11))



第 2. 4. 1 0 - (s) 図 累計航泊時間と累計故障率、累計整備率との関係 (管系、弁 (全体))



第 2. 4. 1 1 図 主機燃料弁における累計故障率(X)と累計整備率(Y)との関係

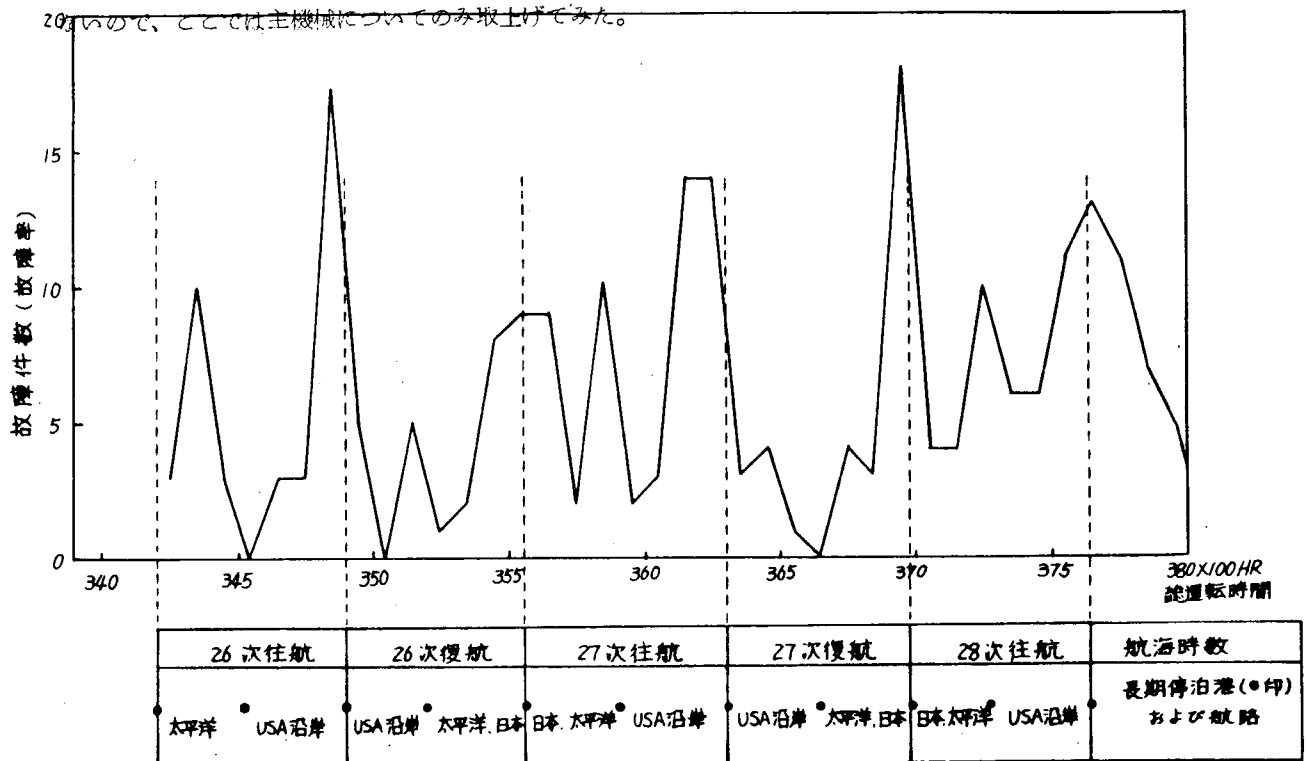
2.4.3.4 主機械の故障保守と予防保守

(i) データの整理

故障コード表にしたがつてカード化されたデータを用いて、主機械の総運転時間100時間ごとの故障件数を主機械、全燃料弁、発電機械、ターボチャージャ、清掃機などについて拾い上げた。

この結果主機械については第2.4.1.2図に示すが、他の機器については故障件数の少ないことなどから解析でき

ないので、ここでは主機械についてのみ取り上げてみた。



第2.4.1.2図 主機械の総運転時間と故障件数

このグラフに本船の運航モードを重ね合わせてみると、その故障件数は各航海ごとに同じような経緯をたどっている。すなわち、各航海に入つた後300時間後のところに第1のピークがありさらに400時間後(各航海終了時)に第2のピークが現われている。

これは各航海に入る前の港湾にて徹底した整備作業が行なわれ、かつ往航では日本出港後約300時間にて米国西海岸の港に入り、復航にてもほぼ同様な時点で入港の機会を得ている。

グラフからこの中間の入港の際にも相当の整備作業を行なっているものとみられる。

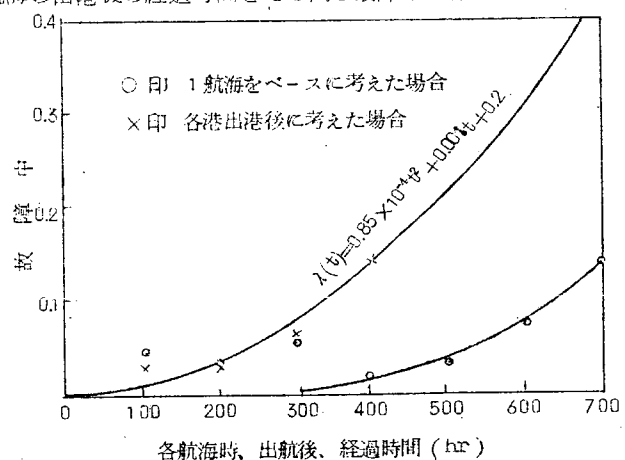
このような考え方に立つて、集めたデータの全航海の出港後の経過時間とその間の故障率(第2.4.1.2図は100時間ごとの故障件数であるから故障率の傾向と同じ傾向を示す)の平均を第2.4.1.3図に示す。

ここでは1航海(700時間)をベースにしたもの、および1航海を前、後半にわけこれを重ね合わせたものをプロットしている。

以下、この故障率を使つて解析を行なう。

(ii) 故障率と平均寿命

いま取り上げている主機械は数万時間の長寿命をもつ部品から数百時間の短寿命の部品が数多く組合わされており、一概に故障率、寿命などいふ



第2.4.1.3図 主機械の故障率

んできないが、主機械全体を一体と考えてみる。

ここで1項にてプロットした第2.4.1.3図から故障率 $\lambda(t)$ を求めると

$$\lambda(t) = 0.85 \times 10^{-4} t^2 + 0.001 t + 0.2$$

に近似できる。(本来ならばこの式の検定をしなければならぬがデータも少ないのでここでは省略する。)

この結果からみると、出港後300時間目の整備を怠つたならば各航海終了時(出港後700時間後)には故障率0.42と整備点検を行つた場合の300%以上の故障率になると予測される。

一方、100時間ごとの信頼度 $R(t)$ を求めて正規確率紙にプロットすると、第2.4.1.4図のようになる。

ここで、上記にては $\lambda(t)$ を2次式で現わしているが実際には指数関数に近いものと推定されるので、平均寿命 $\bar{\tau}$ はおおよそ6.6時間であると推定できる。

標準偏差 σ は各航海ごとの平均寿命(第2.4.1.9表)から

$$\sigma = 1.24$$

を得る。

(iii) 保修作業の効果

保修の基本的なものとしては

(i) 故障保修 (Repair maintenance)

(ii) 予防保修 (Prevention maintenance)

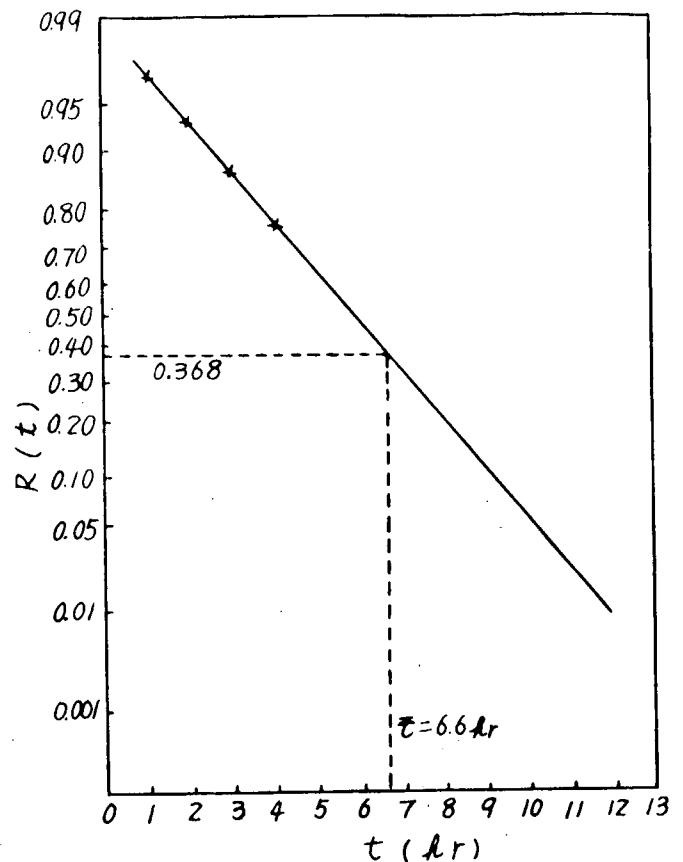
の2方式が考えられ、実際にはこの両者は平行して行なわれるのが常であり、本船の場合の予防保修の間かく T について考えてみる。

今故障保修1回当りの費用を K_1 、予防保修1回当りの費用を K_2 とし $K = \frac{K_2}{K_1}$ を想定し、投資効率 $\eta(T)$ (故障保修費用に対する予防保修費用の比)を求めると

$$\eta(T) = \frac{\bar{\tau}}{T} \left\{ K + \int_0^T \lambda(t) dt \right\}$$

となる。

本船における費用の詳細は明らかでないので、その目安として保修作業に要した man-hour に比例した費用がかかるものと仮定する。部品費用がこの仮定で正しいかどうかは別として一応の目安として man-hour



第2.4.1.4図 主機械の平均寿命

第2.4.1.9表 各航海毎の平均寿命

		τ	$(\bar{\tau} - \tau)^2$
2.6往	0~300hr	5.9 hr	0.49
	300~700 "	6.1 "	0.25
2.6復	0~300 "	9.3 "	7.29
	300~700 "	6.4 "	0.34
2.7往	0~300 "	7.5 "	0.81
	300~700 "	5.5 "	1.21
2.7復	0~300 "	8.7 "	4.41
	300~700 "	6.0 "	0.36
2.8往	0~300 "	6.1 "	0.25
	300~700 "	6.2 "	0.16

$$\Sigma = 15.27$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{10} \Sigma (\bar{\tau} - \tau)^2} = 1.24$$

に比例するとした。

すなわち、データ収集全航海における保守作業は、

故障保守 204件 4.215 人-10分

予防保守 254件 3.554 人-10分

となっており、これから

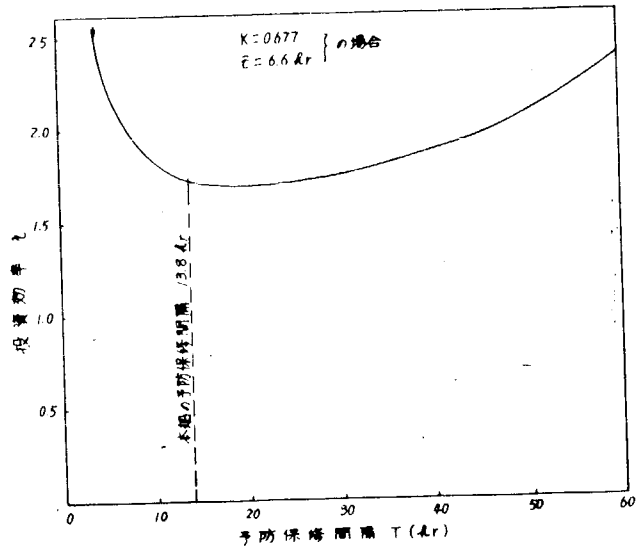
$$K = 0.677$$

$$\text{一方 } \bar{r} = 6.6 \text{ hr}$$

$$\lambda(t) = 0.85 \times 10^{-4} t^2 + 0.001 t + 0.2$$

を用いて投資効率 $\eta(T)$ を求めると第 2.4.15 図になる。

本船においては予防保守作業は平均 13.8 時間ごとに行なわれており、ほぼ理想に近いところであると思われる。



第 2.4.15 図 主機械の予防保守に対する投資効率

IV 考 察

以上主機械についての一解析であるが、本船の保守作業は中間港における作業、予防保守間かくとも良好であろうと想像されるが、本船のデータはわずか 3,500 時間（2 航海半）のデータをもとにしたものであり、部品費用等詳細なデータもないため十分な精度をもつとは云難い。より多くのデータによってより精度の高い結論が期待できそうである。

2.4.4 青函連絡船ディーゼル主機燃料弁の手入れ周期について

(i) はしがき

船舶の大型化・高速化に伴い、高性能ディーゼル主機関の要求は日増しに強くなってきた。

それに伴い船用主機関における各機器の信頼性という問題が大きくクローズ・アップされてきている。

今、信頼性を低下させる主要原因を探るとき、その機器を構成する個々の部品の故障が問題となる。

青函航路においても、「津軽丸」他 6 船就航後、一運航当りの主機関故障率は、就航直后、故障が頻発したが以後次第に減少している。

主機関各機器の信頼性を考察する手始めとして燃料弁について行なつた。

青函連絡船の主機は、A 社 22/30 型 8 台、または、B 社 26/40 型 8 台である。（第 2.4.2.0 表参照）

第 2.4.2.0 表 国鉄連絡船燃料弁要目

船名	機関	出力× 回転数	台数	燃料油	燃 料 弁				燃料弁 予防取 替周期	
					型 式	噴射×径×角度	噴射圧力	冷却 方式		
青 函 航 路	津 軽 丸 八 甲 田 丸 主 機 関	A 社 V8V22/30 M A T (予燃焼室型)、4サイ クル V 型排気ターボ過給付デ イーゼル機関	1,600 ^{PS} × 750 ^{rpm}	8	J I S 軽 油 一 号	ル ス 型 ロ ッ ト	1×2 ^{mmφ} ×4°	160 ⁺⁰ -10 Kg/cm ²	/	750 時間
	松 前 丸 十 和 田 丸 発 電 機 関	A 社 W8V22/30 A T L (直接噴射)、4サイク ル直列、排気ターボ過給付デ イーゼル機関 (ただし十和田丸は予燃焼室型)	840 × 720	3		ツ田た バド丸だ ルはし ブル型ス ロ和	9×0.3 ^{mmφ} ×140°	280±5	清 水 冷 却	500
	大 雪 丸 摩 周 丸 主 機 関	B 社 1226 MTBF 40V 4 サイクル単動無気噴油式 V 型排気ターボ過給付デイー ゼル機関	1,600 × 560	8		ホ ー ル 型	8×0.36 ^{mmφ} ×18°	140	燃 料 油 冷 却	500
	羊 蹄 丸 発 電 機 関	B 社 626 MTBH 40V 4 サイクル単動無気噴油式直 列排気ターボ過給付デイー ゼル機関	800 × 600	3		全 上	全 上	全 上	全上	500

船名		機関	出力× 回転数	台数	燃料油	燃 料 弁				燃料弁 予防取 替周期
						型 式	噴射×径×角度	噴射圧力	冷却 方式	
宇高航路 伊予丸 土佐丸 阿波丸	主機関	B社 1426 MTBF 40 V、4 サイクル単動無気 噴射式、V 型排気ターボ過給 付ディーゼル機関	2,310 ^{ps} × rpm 600	2	J I S 軽油一 号	ホ ー ル 型	mmφ 8×0.36×18°	140	燃料油 冷却	500
	発電機 関	A 社 R 6 V 22/30 A T L (直接噴射)、4 サイ クル直列、排気ターボ過給付 ディーゼル機関	840 × 900	2		バ テ ル ブ ド 型 ル	mmφ 8×0.3×140°	280±5	清水 冷却	500

燃料弁は、通常750または500時間で手入れをしているが、この時間を延長した試験が青函局で行なわれた。1台の主機のうち、一つの燃料弁が故障する（たとえば排気温度が他の気筒より高くなる。）と、その1台の燃料弁は全数手入れをした。この時間を調査した結果は、第2.4.21～2.4.22表の通りである。これについて、信頼性の考えから解析してみる。

第2.4.21表 実験値 (A社)

$$n = 22 \quad \hat{\mu} = 1.028.6$$

t	$t - \hat{\mu}$	$(t - \hat{\mu})^2$	$(t - \hat{\mu})^3$
953	-75.6	5,715.36	-432,081
1,156	127.4	16,230.76	2,067,799
1,032	3.4	11.56	39
959	-69.6	4,844.16	-337,154
1,043	14.4	207.36	2,986
1,050	21.4	457.96	9,800
942	-86.6	7,499.56	-649,462
1,066	37.4	1,398.76	52,314
961	-67.6	4,569.76	-308,916
1,002	-26.6	707.56	-18,821
903	-125.6	15,775.36	-1,981,385
1,097	68.4	4,678.56	320,014
901	-127.6	16,281.76	-2,007,553
1,083	54.4	2,959.36	160,989
1,043	14.4	207.36	2,986
1,091	62.4	3,893.76	242,971
1,039	10.4	108.16	1,125
1,029	0.4	0.16	0
920	-108.6	11,793.96	-1,280,824
1,133	104.4	10,899.36	1,137,893
1,258	299.4	52,624.36	12,072,028
969	-59.6	3,552.16	-211,709
Σ		164,417.12	8,773,038

$$\hat{\sigma}^2 = 164,417.12 / 21 = 7,829.4$$

$$\hat{\sigma} = 88.43$$

$$\hat{\mu}_3 = 8,773,038 \times \frac{2.2}{21 \times 20} = \frac{193,006.836}{420} = 459.5400$$

$$\text{歪度} = \mu_3 / \sigma^3 = \frac{459.5400}{7,829.4 \times 88.43} = \frac{459.5400}{692,358.8} = 0.664$$

第2.4.2.2表 実験値 (B社)

$$n = 33 \quad \hat{\mu} = 793.7$$

t	$t - \hat{\mu}$	$(t - \hat{\mu})^2$	$(t - \hat{\mu})^3$
729	- 64.7	4186.09	- 270,840
775	- 18.7	349.69	- 6,539
916	122.3	14,957.29	1,829,277
756	- 37.7	1,421.29	- 53,583
782	- 11.7	136.89	- 1,602
745	- 48.7	2,371.69	- 115,501
777	- 16.7	278.89	- 4,657
746	- 47.7	2,275.29	- 108,531
718	- 75.7	5,730.49	- 433,798
713	- 80.7	6,512.49	- 525,558
770	- 23.7	561.69	- 13,312
775	- 18.7	349.69	- 6,539
839	45.3	2,052.09	92,960
1,017	223.3	49,862.89	11,134,383
728	- 65.7	4,316.49	- 283,593
749	- 44.7	1,998.09	- 89,315
706	- 87.7	7,691.29	- 674,526
762	- 31.7	1,004.89	- 31,855
762	- 31.7	1,004.89	- 31,855
960	166.3	27,655.69	4,599,141
728	- 65.7	4,316.49	- 283,593
776	- 17.7	313.29	- 5,545
770	- 23.7	561.69	- 13,312
993	199.3	39,720.49	7,916,294
732	- 61.7	3,806.89	- 234,885
894	100.3	10,060.09	1,009,027
946	152.3	23,195.29	3,532,643
775	- 18.7	349.69	- 6,539
737	- 56.7	3,214.89	- 182,284
736	- 57.7	3,329.29	- 192,100
922	128.3	16,460.89	2,111,932
720	- 73.7	5,431.69	- 400,316
738	- 55.7	3,102.49	- 172,809
Σ		248,580.97	28,077,187

$$\hat{\sigma}^2 = 248,580.97 / 32 = 7,768.2$$

$$\hat{\sigma} = 88.14$$

$$\hat{\mu}_3 = 28,077,187 \times \frac{33}{32 \times 31} = \frac{92,654,717.1}{992} = 93,401.93$$

$$\text{歪度} = \mu_3 / \sigma^3 = \frac{93,401.93}{7,768.2 \times 88.14} = \frac{93,401.93}{684,378.4} = 1.365$$

(ii) Weibull 分布としての解析

記号 N : 主機1台の燃料弁の数

n : 実験回数

r, c, m : Weibull 分布のパラメータ

$f(t), F(t)$: Weibull 分布の密度函数、分布函数

$f_1(t)$: Weibull 分布にしたがう N 個の標本のうち最小値のしたがう分布の密度函数

μ, σ, μ_3 : $f_1(t)$ の平均、標準偏差と、平均の周りの3次のモーメント

燃料弁は手入れをして、また再度使用され、その履歴は不明であるので、手入れをすれば、新品同様になると仮定する。燃料弁が手入れを要するのは、Carbon flowerの附着による燃料噴射能力の低下のためであり、燃料弁の破壊というのはごく稀であるから、この仮定は許されるであろう。

そうすると、第2.4.2.1～2.4.2.2表の寿命時間は、 N 個の燃料弁のうちの最小寿命ということになる。燃料弁の寿命を $f(t)$ で表わすと、 N 個の標本のうちの最小値は、いわゆる順序統計量であつて、次の分布で表わされる。

$$f_1(t) = N(1-F)^{N-1}f$$

寿命の分布 f は、正規分布とみて差支えないであろう。したがつて、一番なじみ深い正規分布を使うのがよいわけであるが、正規分布の分布函数 F は、解析的に表わされないで、解析的に表わされる Weibull 分布を使うことにする。

すなわち、

$$F(t) = 1 - e^{-(t/c)^m}$$

$$f(t) = \frac{m}{c} \left(\frac{t}{c}\right)^{m-1} e^{-(t/c)^m}$$

$$0 \leq t < \infty$$

これは、 m が1より十分大きいとき、正規分布に近い分布をする。

したがつて、

$$f_1(t) = \frac{Nm}{c} \left(\frac{t}{c}\right)^{m-1} e^{-N(t/c)^m}$$

となる。第2.4.2.1～2.4.2.2表の寿命は、この分布で表わされるから、 c, m を求めれば、燃料弁の寿命の分布がわかる。 c, m を求めるには、 $f_1(t)$ の平均と分散とを求め、これが表より求めた値に等しいとおいてやればよい。

$$\frac{t}{c} = X, N^{\frac{1}{m}} X = y \quad \text{とおくと、}$$

$$\mu = \int_0^\infty t f_1 dt = N m c \int_0^\infty X^m e^{-N X^m} dx$$

$$= -c \left[x e^{-N x^m} \right]_0^\infty + c \int_0^\infty e^{-N x^m} dx$$

$$= c \int_0^\infty e^{-N x^m} dx = c N^{-\frac{1}{m}} \int_0^\infty e^{-y^m} dy$$

$$= c N^{-\frac{1}{m}} \Gamma\left(\frac{1}{m}\right) / m = c \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) / N^{\frac{1}{m}}$$

$$\mu^2 + \sigma^2 = \int_0^\infty t^2 f_1 dt = N m c^2 \int_0^\infty x^{m+1} e^{-N x^m} dx$$

$$= -c^2 \left[x^2 e^{-N x^m} \right]_0^\infty + c^2 \int_0^\infty 2 x e^{-N x^m} dx$$

$$= 2 c^2 N^{-\frac{2}{m}} \int_0^\infty y e^{-y^m} dy$$

$$= \frac{c^2}{N^{\frac{2}{m}}} \cdot \frac{2}{m} \Gamma\left(\frac{2}{m}\right) = c^2 \Gamma\left(1 + \frac{2}{m}\right) / N^{\frac{2}{m}}$$

$$\therefore \sigma^2 = \frac{C^2}{2} \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{m} \right) - \left\{ \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right\}^2 \right]$$

$$\frac{\sigma^2}{\mu^2} = \frac{\Gamma \left(1 + \frac{2}{m} \right)}{\left\{ \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right\}^2} - 1$$

この式には、 N は入っていないから、 m を求めるのに、右辺を m に対して計算しておけばよいので都合である。

n 個の実験値 $T_1, T_2, \dots, T_n$ より、 μ, σ の推定値として

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum T_i, \quad \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (T_i - \bar{T})^2}$$

を求め、 $\hat{\sigma} / \hat{\mu}$ を真値 σ / μ に等しいとおいて、 m を求め、 $\hat{\mu} = \mu$ とおいて、 C を求めることにする。

$m = 2 \sim 20$ に対して、 σ / μ を求めると第 2.4.2.3 表のようになる。

第 2.4.2.3 表 σ / μ より m を求める表

m	$\Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right)$	σ^2 / μ^2	σ / μ
2	0.886227	0.273240	0.52272
3	0.892979	0.132094	0.36345
4	0.906402	0.078706	0.28055
5	0.918169	0.052465	0.22905
6	0.927719	0.037548	0.19377
7	0.935437	0.028233	0.16803
8	0.941743	0.022012	0.14836
9	0.946965	0.017649	0.13285
10	0.951351	0.014475	0.12031
11	0.955079	0.012086	0.10994
12	0.958285	0.010246	0.10122
13	0.961070	0.008794	0.09378
14	0.963510	0.007632	0.08736
15	0.965664	0.006688	0.08178
16	0.967580	0.005909	0.07687
17	0.969295	0.005257	0.07251
18	0.970839	0.004708	0.06861
19	0.972235	0.004241	0.06512
20	0.973504	0.003842	0.06198

$$\Gamma(1+x) = 1 - 0.577216x + 0.989056x^2 - 0.90748x^3 + 0.98172x^4 + \dots$$

であるから

$$\sigma / \mu = \frac{1.28255}{m} - \frac{0.9372}{m^2} + \frac{1.662}{m^3} + 0 (m^{-4}) \text{ と表わされる。}$$

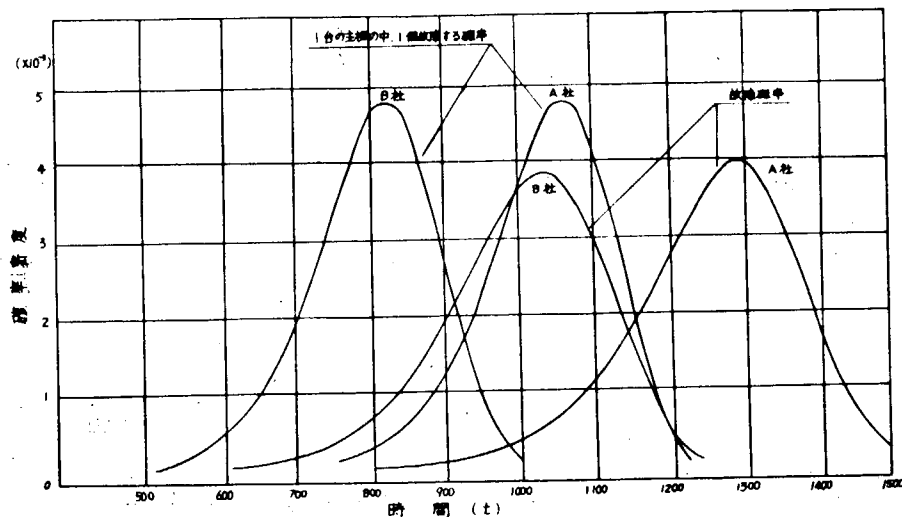
A社では、 $N=16$ 、 $\hat{\mu}=1.0286$ 、 $\hat{\sigma}=88.43$ 、 $\hat{\sigma}/\hat{\mu}=0.0855$ であるから、 $m=14$ となる。 m としては、整数の必要はないが、計算の便宜のため整数とする。

$$C = 1.0286 \times 16^{\frac{1}{14}} / 0.96351 = 1.301$$

B社では、 $N=12$ 、 $\hat{\mu}=793.7$ 、 $\hat{\sigma}=88.14$ 、 $\hat{\sigma}/\hat{\mu}=0.1114$ であるから、 $m=11$ となる。

$$C = 793.7 \times 12^{\frac{1}{11}} / 0.95508 = 1.042$$

これらを図示すると、第2.4.16図のようになる。



第2.4.16図 燃料弁の悪くなる確率 ($r=0$)

これから、全燃料弁の半数が不具合になる時間を求めると、

$$F(t) = 1 - e^{-(t/c)^m} = \frac{1}{2}$$

より、 $(t/c)^m = 0.96351$ であるから、A社にては、 $t=1.267$ 時間、B社では $t=1.008$ 時間となる。

全燃料弁の寿命の平均、標準偏差は、 $\int t f_1 dt$ 、 $\int t^2 f_1 dt$ において、 $N=1$ とすれば、計算できるから、 N 個のうち最小寿命の平均、標準偏差の $N^{\frac{1}{m}}$ 倍であつて、A社では、 $16^{\frac{1}{14}} = 1.2190$ 倍、B社では、 $12^{\frac{1}{11}} = 1.2535$ 倍となる。

(iii) r が0でない Weibull 分布としての解析

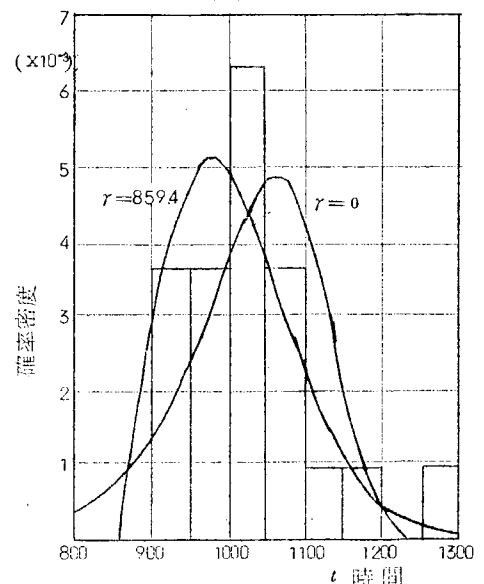
こうして求めた理論式の確率密度と、実験結果のヒストグラムを画くと、第2.4.17～2.4.18図のようになつて一致がよくない。実験結果を確率紙に画くと、第2.4.19図のようになつて直線にならず、上に凸になる。これは、

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-r}{c}\right)^m}, \quad t \geq r$$

$$F(t) = 0 \quad t < r$$

なる Weibull 分布において、(2.) のように $r=0$ でなく、ある正数にしなければいけないことを示している。

したがつて、順序統計量の分布においても $r=0$ としなければいけないわけである。 r を適当に選ぶと、第2.4.19図のよ



第2.4.17図 ヒストグラムと1台の中、1個故障する確率(A社)

うに直線に近くなるが、第2.4.19図より r の値を決めることは、実験結果が正確に直線にならないからむずかしい。ゆえに、歪度の計算で r を決めることにする。

$$\int_0^{\infty} t^3 f_1 dt = c^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{m}\right) / N^{\frac{3}{m}}$$

であるから、

$$\begin{aligned} \mu^3 &= \int_0^{\infty} (t - \mu)^3 f_1 dt \\ &= \frac{c^3}{N^{\frac{3}{m}}} \left[\Gamma\left(1 + \frac{3}{m}\right) - 3 \Gamma\left(1 + \frac{2}{m}\right) \times \right. \\ &\quad \left. \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) + 2 \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) \right\}^3 \right] \end{aligned}$$

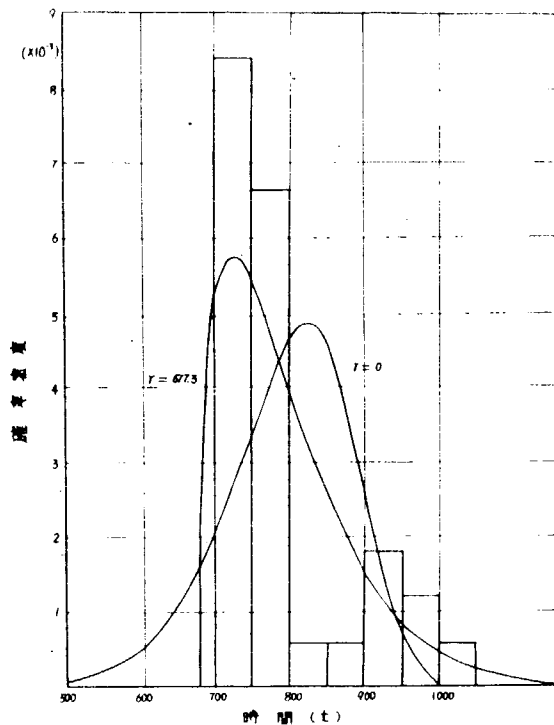
ゆえに

$$\text{歪度} = \frac{\mu^3}{\sigma^3} = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{3}{m}\right) - 3 \Gamma\left(1 + \frac{2}{m}\right) \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) + 2 \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) \right\}^3}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{m}\right) - \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) \right\}^2 \right]^{\frac{3}{2}}}$$

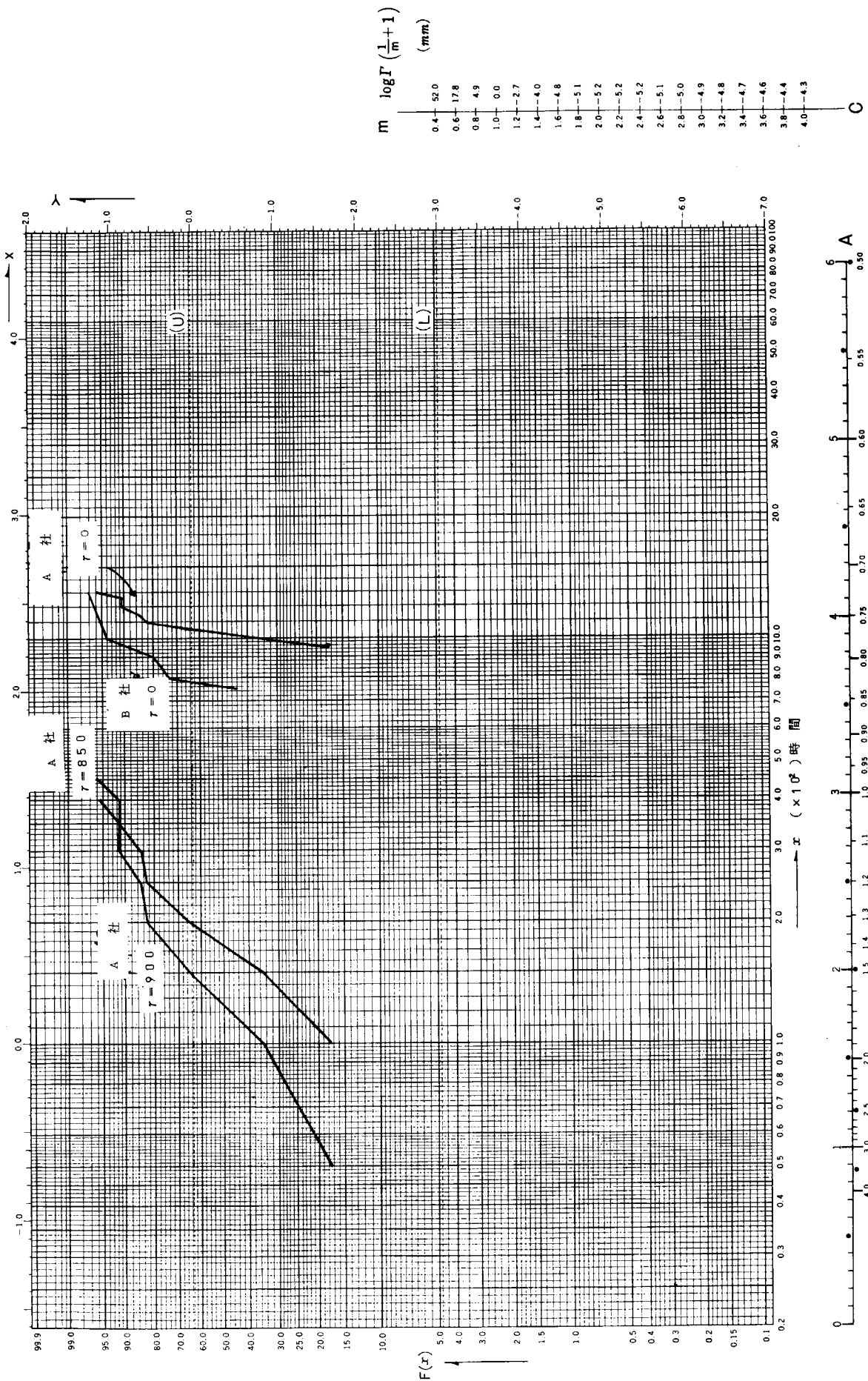
となる。これを $\frac{1}{m} = 1 \sim 0.05$ に計算すると第2.4.24表のようになる。

第2.4.24表 歪度より $1/m$ 、 σ/μ を求める表

$\frac{1}{m}$	歪 度	σ / μ	$m \sigma / \mu$
1	2	1	1
0.95	1.85209	0.95035	1.00037
0.9	1.70804	0.90135	1.00152
0.85	1.56736	0.85293	1.00345
0.8	1.42955	0.80500	1.00625
0.75	1.29407	0.75749	1.00998
0.7	1.16039	0.71030	1.01471
0.65	1.02794	0.66333	1.02051
0.6	0.89605	0.61650	1.02749
0.55	0.76404	0.56967	1.03576
0.5	0.63111	0.52272	1.04544
0.45	0.49634	0.47552	1.05672
0.4	0.35863	0.42791	1.06977
0.35	0.21666	0.37969	1.08483
0.3	0.06874	0.33065	1.10218
0.25	-0.08724	0.28054	1.12218
0.2	-0.25411	0.22905	1.14527
0.15	-0.43575	0.17580	1.17200
0.1	-0.63762	0.12031	1.20310
0.05	-0.8680	0.06198	1.23952
0	-1.1396	0	1.28255



第2.4.18図 ヒストグラムと1台の主機の中、1個故障する確率 (B社)



第2.4.19図 ワイブル確率紙による解析

B

$36-40$
 $18-28$
 $3.0-3.4$
 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4
 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0

標本より求めた歪度が、理論値に等しくなるように m を定めればよい。そうすると、 σ/μ は、 m だけの関数であるから、 $\hat{\sigma}$ より $\hat{\mu}$ が求まり、標本平均 $= r + \hat{\mu}$ より r が求まる。

n 個の標本より、3 次のモーメントを求めると、

$$E[\sum (X_i - \bar{X})^3] = \frac{(n-1)(n-2)}{n} \mu_3$$

であるから、

$$\hat{\mu}_3 = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum (T_i - \bar{T})^3$$

として求めることとした。

A 社では、第 2.4.2 0 表のように、歪度 $= 0.664$ であるから、 $m \doteq 2$ となるので、 $m = 2$ と定めることとする。そうすると、 $\sigma/\mu = 0.5227$ 、 $\hat{\sigma} = 88.43$ 時間より $\hat{\mu} = 169.2$ 時間となる。ゆえに

$$r = \bar{T} - \hat{\mu} = 1028.6 - 169.2 = 859.4 \text{ (時間)}$$

$$c \Gamma(2) / 16^{\frac{1}{2}} = \hat{\mu} = 169.2 \text{ 時間}$$

より $c = 676.8$ 時間となる。こうして求めたものを、第 2.4.1 7 ~ 2.4.1 8 図に示すと、ヒストグラムとの一致が良くなることがわかる。

$t < r$ のときは、故障の起る確率は 0 であるから、860 時間以内に、燃料弁が悪くなることは絶対にないということになる。

1 台の N 個の燃料弁のうち、どれも故障しない確率は

$$F_1(t) = 1 - \exp\left[-N\left(\frac{t-r}{c}\right)^m\right]$$

で表わされる。A 社の場合には、 $t = 900$ 時間のとき、

$$F_1 = 1 - e^{-(40.6/169.2)^2} = 1 - e^{-0.05736} = 0.0559$$

ゆえに、900 時間までに、1 台の主機の燃料弁の故障する確率は、5.59% である。

8 台の主機の中、1 台も故障しない確率は、

$$P = (1 - 0.0559)^8 = 0.631 \doteq 63\%$$

である。ゆえに 900 時間までは、その

まま使えそうである。ただし、800 ~

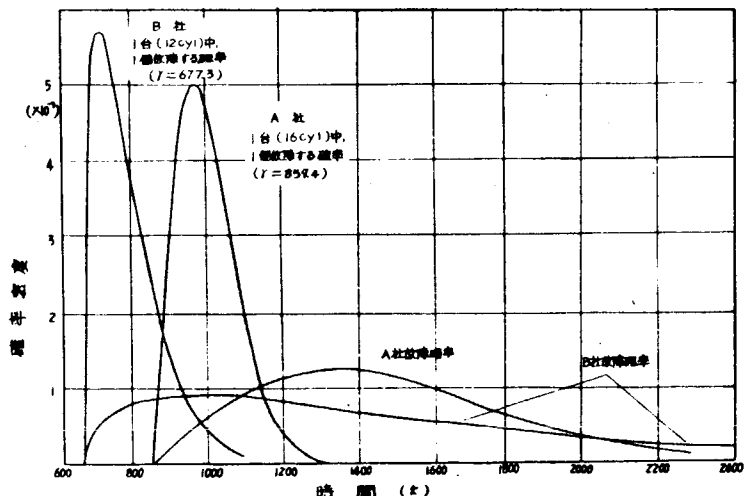
850 時間から、監視する必要がある。

平均故障時間 ($\bar{t}$) は、

$$\begin{aligned} \bar{t} &= \int_0^\infty t \cdot f(t) dt = c \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) + r \\ &= 859.4 + 599.8 = 1459.2 \\ &\doteq 1.459 \text{ (時間)} \end{aligned}$$

となる。

B 社では、第 2.4.2 1 表の計算により、歪度より $\frac{1}{m} = 0.75$ 、すなわち、 $m = 1\frac{1}{3}$ とすればよい。(第 2.4.2 4 表参照)



第 2.4.2 0 図 燃料弁の悪くなる確率 ($r > 0$)

$\sigma/\mu = 0.7575$ 、 $\hat{\sigma} = 88.14$ 時間より $\hat{\mu} = 116.4$ 時間、
 $r = 677.3$ 時間、 $c = 816.5$ 時間となる。ゆえに、次のように
 するのがよいと考えられる。

実験が有限回数のためによる誤差があるから、結論としては、控え
 え目がよく、手入周期50時間前より監視する必要がある。

次に、実際の問題として経済性を考えてみる。

Ⅳ) 経済性の計算

燃料弁の予防取替周期をA社（予燃焼室型）で750時間、A社（直接噴射型）および、B社は500時間とすれば、掃除を行なうことにより燃料弁の機能、ノズル、アトマイザなどの部品は、ほとんど新しい状態に復すことができるが、1000時間以上使用した場合は、それらの部品がCarbonの附着等のため、局部的に高温になり、熱応力の影響で、焼損変形を起し、予備品と取替えを施行しなければ、手入れのみでは再度使用できない状態になる燃料弁が急激に多くなる。また、そのような状態になつてくると、機関の性能的にも問題が発生しはじめてくるので、点検監視のための乗組員の精神的負担、最高圧力のテスト、取外しての噴射テストなど、金額に表われない工数が出てきはじめる。

予防取替による燃料弁入替、整備、アトマイザ（B社の時）の摺合せ、噴射テストなどに要する費用を、主機1台分比較してみると、下記のとおりである。

A 社 26000円

内 訳

弁の入替 20000円

陸上掃除および整備噴射テスト 6000円

B 社 59000円

内 訳

弁の入替 39000円

陸上掃除およびアトマイザ摺合せ 20000円

また、ノズル・チップ（A社）、アトマイザ（B社）
 の材料費は下記のとおりである。

予防取替掃除と、点検監視を行ないながら1000時間以上使用して部品を取替えるのと、いずれが得策であるかということを考えてみる。

A社にて、仮りに $t = 1000$ 時間にての故障確率をみると、 $r = 859.4$ 時間、 $c = 676$ 時間、 $m = 2$ より

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-r}{c}\right)^m}$$

に上記数値を代入すると、

$$\begin{aligned} F(1000) &= 1 - e^{-\left(\frac{1000-859.4}{676}\right)^2} \\ &= 1 - e^{-0.04316} = 1 - 0.95776 \\ &= 0.04224 \end{aligned}$$

または主機1台分、16シリンダの中の燃料弁の故障数は、

第2.4.25表 手入れ周期

	現 状	改 善 案
A 社	750時間	850時間
B 社	500時間	650時間

第2.4.26表 材 料 費

A 社	ノズル・チップ	1 個	1,350円
B 社	ア ト マ イ ザ	1 個	8,500円

$$\text{故障率} = 16 \times 0.04224 = 0.676 \text{ (シリンダ)}$$

である。

燃料弁の入替に伴う整備費用は一樣に第2.4.26表のように、26,000円を要し、かつ、1,000時間には、ノズル・チップは次回に使用できないとみると、それに伴う合計整備費用は、

$$26,000 \text{ 円} + (1,350 \text{ 円} \times 0.676) = 26,910 \text{ 円}$$

となり、燃料弁使用1時間当りの費用は、

$$26,910 \text{ 円} / 1,000 \text{ 時間} = 26.91 \text{ 円/時}$$

となる。このように現在より取替周期を伸ばした場合の経費を計算した結果を、第2.4.27～2.4.28表に示す。(第2.4.21～2.4.22図参照)

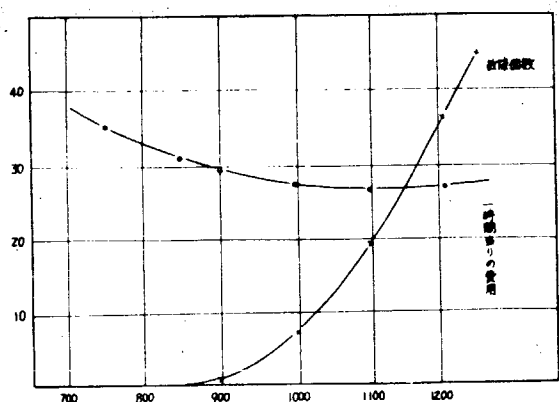
第2.4.27表 燃料弁使用1時間当りのコスト (A社)

時 間 (時間)	750	900	1,000	1,100	1,200
故 障 個 数 (個)	0	0.058	0.676	1.90	3.58
掃除・整備費用 (円)	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000
チップ費用 (円)	0	80	910	2,565	5,730
合 計 (円)	26,000	26,080	26,910	28,565	31,730
使用/時間当りの費用 (円/時)	34.7	28.98	26.91	25.97	26.48

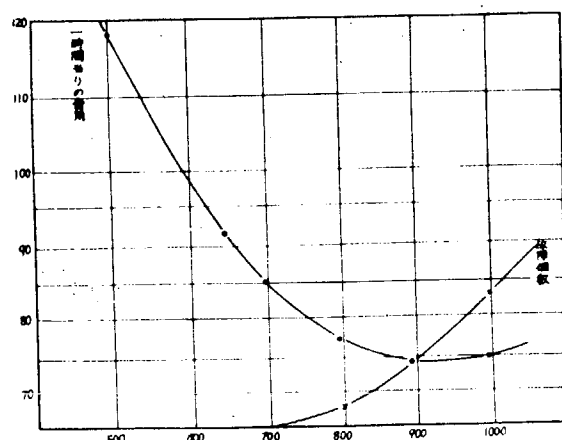
第2.4.28表 燃料弁使用1時間当りのコスト (B社)

時 間 (時間)	500	700	800	900	1,000
故 障 個 数 (個)	0	0.010	0.268	0.853	1.72
掃除・整備費用 (円)	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000
チップ費用 (円)	0	85	2,280	7,250	14,600
合 計 (円)	59,000	59,085	61,280	66,250	73,600
使用/時間当りの費用 (円/時)	118.00	84.41	76.60	73.61	73.60

すなわち、A社、B社とも現在の予防取替周期と対比するとき、機能性能に異常を示さない状態であり限りできるだけ長時間使用して、新しい部品と取替えるのが経済的であるようにみられる。



第2.4.21図 燃料弁の主機故障率と使用1時間当りのコスト (A社)



第2.4.22図 燃料弁の主機故障率と使用1時間当りのコスト (B社)

(V) 結 論

連絡船の保守は、定期・中間の法的な検査工事で、国鉄としての自主的な検査工事（甲種中間工事）により、予防保守の立場をとっている。

第2.4.2.9表 検査工事の内容

検 査 工 事	内 容	基準工事日数
定期検査工事（P.S）	初めて航行の用に供するとき、または、4年目毎に行なり精密検査工事	30日
中間検査工事（A.S）	定期検査から定期検査までの間、毎年行なり定期検査より簡易な検査工事	25日
甲種中間工事（D）	定期～中間両検査間または、中間～中間両検査間に約6ヶ月目に行なり工事	15日

燃料弁においても、上記工事にあわせて、点検整備や調整などを行なっており、その工事の大部分は船舶工事施行規程にしたがつて外注工事で実施している。

燃料弁の手入れ周期は、主機全部の燃料弁がどれも不具合にならない確率が大いいうちに手入れをするのが連絡船の運行に支障を与えないという考えからは望ましいので、現在の機関手入れ周期約6ヶ月（約3,000時間）中に5回内外行なわれるわけである。

燃料弁の故障発見については、データ・ログ装置による排気温度の異常上昇による警報、各シリンダによる最高圧力の検出等によりなされている。そのときの故障の主なるものは、下記のとおりである。

- A 社
- 燃料弁ノズルのつまり
 - 燃料弁針弁の油密不良
 - 燃料弁本体破損

- B 社
- 燃料弁アトマイザ噴口のつまり、または、破損
 - 燃料弁アトマイザ噴口の摩耗・拡大

燃料弁の予防取替周期は、A社（予燃焼室型）750時間、またはB社500時間にて手入れをしているが、予防保守的な控え目な見方にて、現在よりも約1000時間、手入れ周期を延長できることは解析結果から明らかである。

経済性からみても、機関性能に異常をおよぼさない範囲で、できるだけ使用した方が使用時間当りのコストは安くなる。また、シリンダ当りの故障件数も約100時間の延長にては皆無である。

以上の観点から安全性が損われず、一番保守上効率がよいと思われる予防取替周期は、

A 社 850時間（±50時間）

B 社 650時間（±50時間）

である。

また、燃料弁の故障がわずかあつても、安全性はごく少ししか損われないから、経済性に重点をおけば、第2.4.2.1～2.4.2.2図において、経費の最小に近い時間を周期とするのがよい。すなわち、

A 社 1,000時間（主機1台の故障件数 0.676）

B 社 850時間（ ” ” 0.52 ）

となり、信頼性と経済性の両立する良好な取替周期と考えられる。

2.5 海外における調査

2.5.1 西ドイツ

第85研究部会報告書(第2報)研究資料No.55に記載のフレンスブルク国立機関士学校附属海技研究試験所における信頼性工学作業グループは、ゲルマニツシエ・ロイド(G.L.)が1966年初頭に、その設置を提唱したのが契機となつて発足したもので、同年8月頃から損傷事例の把握と評価の仕事に着手している。そのために研究試験所の共同作業スタッフは増員され、また自家用の中級の電算機が設置された。

1967年1月1日現在で、約120隻の比較的新しい商船から2,318の報告が集つていて、うち2,035(86%)が機械的部品、323(14%)が電気的部品に関するものであつて、そして2,000余りが評価にかけられた。損傷の姿としては主推進装置エンジン、補助エンジン、ポンプ類、電動機に対しては摩耗と破損が最も多く、腐食、漏洩、汚損、浸食、キャビテーション等々がこれに続いており、またタンク、管系にあつては腐食と浸食/キャビテーションが最も多い。

受理された報告の85%には修理時間(作業時間ないしはマン・アワー)の記載がしており、損傷はいずれも船の乗員によつて取り除けられていて、1件当たり必要とした修理時間はそのうちの63%が10hr以下、35%が10~100hr、2%が100hr以上であつた。

構成要素の運転時間の正確な記載事項を得るのには特別の困難があり、評価した損傷事例のうち36%にこの記載がなされたのみであつた。ほんとうに価値のある信頼性指標数値を得るためにはその船にある構成部品の全体についての数が必要である。このために現在は船会社の提供してくれる資料から船の伝記がつけられる。

1967年4月25日では調査対象は176隻に拡大され、このうち60隻はある船会社に所属しておつて同社は損傷把握のための自社の部門をもつており、残りの116隻についてはフレンスブルク海技研究試験所が損傷把握の面倒をみている。個々の構成部品の運転時間の確認は困難な仕事なのであるが、1人の技師が船を訪問してまわっているし、またサーキュラを船に配つてその迅速かつ正確な確認を企図している。提出された報告は12,000となつたが、これらはパンチカードの上に翻訳され、データ処理装置にかけて評価される。信頼性工学グループ当局者はこれによつて次の知識と成果が得られるはずであるといつている。すなわち

- 1) 各種の装置や部品における損傷頻度
- 2) 船舶運航における損傷の重要なポイント
- 3) 取付および取外時間ないしは修理時間が特に長くなる構成部品および構成要素
- 4) 信頼性指標数値
- 5) ウォッチ計画
- 6) 予防保守計画

さて第1年の経験でわかつたことは、一般に広範囲に自動化された船の装置では、自動化装置自体の中の欠陥による故障は、在来機器装置に起きる故障と同じ程度に比較的少ないものだつたということであつた。自動化されていない在来機器装置に対しても、その信頼性向上は経済性改善の利益があるのはもちろんのことである。また今回の調査において、部品の製造者が船内での運転について知っていないことが非常に多いということがわかつたといつている。

この信頼性工学グループで損傷把握に使用されている質問紙の体裁を第2.5.1表に示す。これには同図の次に示すような記入要領がついていて、これにしたがつて船の乗員により書き込まれた質問紙はパンチカード原本となる。機器分類は主推進エンジン、主推進タービン、発電用補助エンジン、甲板機械、ボイラ装置、冷凍装置、ポンプ類、セパレータ、操縦装置、タンクおよび管系に分けられ、これらはさらに構成部品分類に分けられている。この分類は少々矛盾にはかまわずに、ただ詳細な報告の整理がたやすく行なえるというのが目的であるとしており、次の段階として構成最小単位の目録づくりの作業をその後行なつているようである。質問紙から翻訳されるパンチカードの体裁の要領を第2.5.2表に示す。

第2.5.1表 損傷報告把握用の質問紙

	(次ページ説明を見よ)	該当の部に ×をかくこ と	コード番号 (太線の枠のみに書くこと)
1	損 傷 _____ 修繕／日常業務的解放 _____ 予備部品使用 _____	☐ ☐ ☐	☒
2	船のコード (次ページ説明を見よ)		
3	どの所掌部に損傷が起きているのか？ 甲 板 _____ 機 関 _____ 事 務 _____ 無 線 _____	☐ ☐ ☐ ☐	☐
4	何時損傷が発生したか、あるいは確認されたか？		
5	乗組員による修繕が行なわれたか？ 否 部分的 全部	☐ ☐ ☐	☐
6	修繕勘定 (書き入れないこと)		
7	船内で損傷を確認し (取外し、組立)、持ち出す (修繕) のために使われた時間		
8	機器分類 (構成グループ) (機械／装置) 名 称 _____ 製造所 _____ 型 式 _____ 製造番号 _____ 製造年 _____		
9	構成要素 (損傷部品／取換部品) 名 称 _____ 製造所 _____ 型 式 _____ 製造番号 _____ 製造年 _____ 運転時間 (構成要素の稼働時間) 		
10	損傷の姿 (次ページ説明を見よ)		
11	予防的取換 (次ページ説明を見よ)	☐	☐
12	損傷原因 過負荷 _____ 取換の誤り _____ 材料の欠陥 _____ ウォッチの誤り _____ 正常運転条件の変化 _____ 識別不能 _____ その他 _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
13	備 考：		☐

第 2.5.1 表の記入要領（抜すい）

この書式は船の運航中における、発生した損傷、施行せられた修繕、日常業務的解放、および必要とされた予備品使用を系統的に把握するために用立てるものである。報告記載事項は船の運航中における信頼性、運転確実性および収益性を保証するために、中立的の立場から価値測定をするものであつて、人間をコントロールするためのものではない。であるからすべての記載事項は匿名にしてある。この理由により船会社や船の名もまたコード化されている。

1 について：

もしもある損傷（ここでは大して重要ではない発生損傷や小さな損傷をも意味している）が発生して、それが確認された場合（すなわち、損傷した構成要素が識別されている）には、損傷の行に×を書き入れる。損傷が修繕されたか、あるいはそうではなくて日常業務的解放が行なわれると、修繕／日常業務的解放の行に×を書き入れる。

損傷部品が予備部品と取替えられるか、あるいは構成要素の予防的取替が行なわれた場合には、予備部品使用の行に×を書き入れる。

例1. 燃料高圧管（構成要素）補助ディーゼル（機器分類）亀裂	損 傷	×
損傷は構成要素のろう付けによつて除去	修 繕	×
予備部品は使用されなかつた	予備部品使用	○
例2. ビルジポンプ（機器分類）日常業務的解放		
損傷は起つていない	損 傷	○
弁は摺合が行なわれた	日常業務的解放	×
弁ばねは取替えられた	予備部品使用	×

9 について：

構成要素の稼働時間は時間で表わす。

10 について：

損傷の姿は余白部に書きあらわす。

たとえば管および液体やガス等の容器が漏洩 = 漏 洩

11 について：

ここには構成要素の予防的取替が行なわれた場合にのみ×を書き入れる。

構成要素はそれが同じものである限り取替えられた数を書き表わす。

（たとえば、4 ピストンリング、あるいは6 弁ばね、あるいは5 パッキングリング）

第2.5.2表 損傷把握のためのパンチカード

1	報 告	2		3	4		5	6			7	8																											
		船			日	月		年	修繕 勘定	作 業 時 間		機 器 分 類 (構成グループ)																											
		海 運 会 社	船 名									H G	P R V	GEORGIS	U D A N	P T	製 造 所	型 式	製 造 年																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

9													13																										
要素				構成要素				損傷の要因					予防的取替				原因備考				一貫番号																		
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

なお以上とは別に、船舶関係のものとして造船技術協会（STG）の船舶計測専門委員会においても、“計測用検出部の信頼性”作業委員会がこの問題に取り組み、遠隔操縦せられ、調節せられ、データ処理せられ、また自動化されている船内装置に用いられる調節機器および操作メンバを試験したり、レイアウトするための指針についての最初の草案が間もなく提示されるだろうということで、それを期待しているといっている。

引用文献：Schiff und Hafen, 8/1967, p. 571-575.

“Technische Zuverlässigkeit im Schiffsbetriebstechnik”

HANSA, Nr. 16, JG 104 (1967), p. 1415-1418.

“Technische Zuverlässigkeit 1967.”

（付記） なお上記文献の前者の方によると、1967年4月フレンスブルク海技研究試験所で開催された信頼性についてのコロキウムに出席したNVの代表者から説明があつて、ノルウェーにおいても西独と類似の考えから同じような調査企画に着手されており、ノルウェー商船隊から得られる経験も西独側が知ることができるようになるだろうといったと紹介している。そしてこのような協同作業がすべての関係者に有益な知識と刺激の生長をもたらすだろうとのべている。

2.5.2 英 国

前項引用文献の後者の方によると、英国海運会議所の前会頭 Bolton 氏が1967年4月ロンドンの運輸協会での講演で、西独のフレンスブルク海技研究試験所ですでに始められているのと全く同じような手段で英国の海運会社の間でも行なうようにとの提唱をしているとの記事がある。しかし後掲の文献によれば英国でもすでに海運会議所の主催によつて1つの作業班が1964年頃から船舶のパフォーマンス・データの収集、解析を始めており、この企画においては初めは主機、軸系、プロペラ、ボイラ、および発電機で経験された機械的の損傷や運転故障に範囲を絞つてスタートしている。その調査の要領はよくわからないが、1967年初めころの海運会議所が主催した船舶に関する研究についての非公開のシンポジウムにおいてこれに關した紹介も行なわれ、後掲文献によるとこの作業から得られた成果の価値に勇気づけられて、1967年初めからはジャイロコンパス、自動操舵装置、レーダ、エコーサウンダ、自動ログ、セルフテンション揚貨機、客船用燃料油/水バラストタンクといった装置にまで範囲を拡大することにしたようである。

そもそもこのような試みが行なわれるようになった事情の一つとして、以前では個々の船主から個々のメーカに対し信頼性の不足についての忠告が行なわれることはあつても、それらのデータが統計学的基礎の上でのバックグラウンドにおいて対照調査されるということは全然なかつたので、個々の船主にしても彼らが今使用している船の機械や装置に關してさえ信頼すべきデータは持つておらず、ましてや新造船に際し新しく設計する場合において、信頼すべきデータがあつてすばやく選択ができるというようなガイドともなるものが無かつたという事情に基づくものであるといっている。望ましかつ正当な特定の信頼性を決定するのに必要なバックグラウンドの情報というものは、ある合理的な期間にわたつた、そしてまた協力的な船主の多数をもつてして初めて得られるものであつて、重機械の場合はこれによるしか他に方法がない。しかしこの著者は、部品に対しては特に制御や計装關係において、よく設計を変えているようなものに関しては事情はちがつていて、そのようなものではその装置のサンプルを標準的な周囲条件の下において試験を行ない、これを他の対応装置と比較するということに船主が協力すると著しく利益が得られるだろうということを個人的意見としてのべている。彼はこれにより総合効率とその部品の信頼性に影響をおよぼすところの色の項目すなわち標準化、据付前の試験と選択、品質管理と据付管理、ならびに据付後の成績と設計へのフィードバックといった一連の項目をカバーすることになるだろうといっている。

行なわれた調査は1957年以降に建造された船舶に制限し、また異なつた船主の種種の取扱の標準の相違や誤操作によるものとわかつている故障は除外するようにつとめている。しかしこの点については船主の取扱法のこととともに、さらに突込んだ解析をする価値があるとしている。すなわち、たとえば採用されている解放期間は解放間の期間中の信頼性に影響をもっているし、また機械のあるアイテムの設計は誤操作につながるかも知れないのである。

これらの解析の詳細はまず英国造船研究協会 (BSRA) を経由して、メーカーの方にフィードバックされて、設計や製造において改善を要する面を十分に知ることができて、この調査解析の第一の目標である信頼性の基準の改善に資せられるのである。

船舶用機器や装置のなじみ運転期間での高い故障数は、据付と製造の両方における誤ちおよび適正な品質管理が欠けていることに第一の原因がある。据付での困難な問題は、今日の機械なり装置なりが精密なものになつているのだからそれなりに扱うべきだということを閑却しているためのものが多い。問題の多数は汚れ・ならびに貯蔵や据付中における保護の欠陥・心出しの場合の注意の不足・管系の継手のような初歩的な事柄での注意の不足に基づいている。正常運転期間中での信頼性の不足は設計・製造・取扱によるものである。また機械や装置の信頼性およびコスト効率に影響をもつと考えられる諸因子のうち、標準化ということは必須のものであつて、それは寸法的や材料的の考慮だけにとどまらず、精密な制御ギヤが増加しているから振動の標準限界をおくことが最少限に必要なことだとしている。

引用文献: Shipping World & Shipbuilder, Feb. 1967, p. 310 & 361.

"Machinery reliability." (R. Munton)

Shipbuilding & Shipping Record, Feb. 2, 1967, p. 151 & 159.

"Combating equipment failures." (Rupert Munton)

3. 今 後 の 方 針

信頼性調査委員会は、過去3年にわたり信頼性工学の観点から、現装機器の信頼性の実態についてできるだけ精度の高い資料を作成するために努力し、その調査作業はようやく軌道に乗っているが、来年度は調査予定期限の最終年でもあるので、資料の収集、整理および解析の諸作業を続行するとともに、従来の布石の上にさらに今後この問題を取扱い処理するための一つの定石ともいえるものに仕上げて行く方針である。

したがって、実船調査においては、できるかぎり訪船調査を実施し、現場の意見を生かすようにし、乗組員の異動等による調査資料の不齊一や報告上の問題点をできるだけ少なくするようにするとともに、調査対象船および船主の理解と協力によつて引続いて資料が収集できるようにし、資料の整理について、過去の経験を生かして個人差のおこらないよう基準的方法を確立しておく方針である。

データの解析においては、早急に既集データの解析を行ない、従来の解析結果と照らし合わせて、さらに検討を加えつつ、信頼性の基準的解析方法の確立と、収集データによる事例計算によつて本委員会の目標とする現装機器の信頼性に関する諸問題を解明して行く方針である。

故 障 コ ー ド 表

本故障コード表は、例示によつて、機器の故障の定義を明確にすることを目的としたものであります。故障調査の対象となる船の主機・補機ならびに機器の形式・種類は多く、これらを一括して取扱うために、不備や無理な点がありますが、これは今後補充・改訂により補なう積りであります。故障コード表の番号は集計、解析のためのものであつて、調査表の記入に際しては、例示にならつて、具体的に記述して下さい。

つぎに、本故障コード表に分類した機器は、船を推進するのに直接関係のあるもののみとしました。そして、その内容は次のとおりであります。

機 器 分 類 (1) 主 機	1 頁 ~ 6 頁
" (2) 発電機ディーゼル	7 頁 ~ 13 頁
" (3) 機 室 補 機	13 頁 ~ 25 頁
" (4) 電 気 機 器	25 頁 ~ 26 頁
" (5) 補機ならびに排ガスボイラ	26 頁 ~ 28 頁
" (6) 管 系 と 弁	28 頁 ~ 29 頁
" (7) 自動制御・遠隔操作装置と計器	30 頁 ~ 33 頁

設 器 分 類		構 成 部 品 分 類		部 分 分 類	故 障 分 類		作 業 分 類	
1 主	機 00			1				
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
				8				
				9				
1 主	機 10	シリンダ・カバー		1	亀 裂 歪 曲 ガ ス 漏 折 断 漏 洩	破 損 変 形 水 漏	1 取 2 増 3 点 4 水 5 溶 6 掃 7 パ 8 キ 9 そ	替 せ め 検 ト 接 除 替 他 替
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
				8				
				9				
1 主	機 11	シリンダ・ジャ ケット		1	亀 裂 腐 蝕 漏 洩 折 断	破 損 変 形 食 肉 損 傷	1 取 2 増 3 点 4 ボ 5 掃 6 ン 7 ド 8 パ 9 キ	め 検 充 填 除 替 他 替
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
				8				
				9				
1 主	機 12	シリンダ・ライナ		1	亀 裂 過 熱 腐 蝕 摩 損 給 油 漏 洩 ガ ス 漏 そ の 他	破 損 変 形 食 肉 耗 損 つ ま り つ ま り 水 漏 も れ 他	1 取 2 摩 3 耗 4 点 5 保 6 護 7 掃 8 パ 9 キ	測 計 検 査 取 替 充 填 除 替 他 替
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
				8				
				9				
1 主	機 13	架構・掃気トラ ンク・同集合管		1	亀 裂 折 断 火 災 漏 洩 漏 洩 肉 漏 他 ガ ス 漏 そ の 他	破 損 変 形 炎 災 気 油 塞 漏 緩 損 他	1 取 2 増 3 点 4 掃 5 掃 6 接 7 掃 8 パ 9 キ	め 検 止 め 除 替 他 替
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
				8				
				9				
1 主	機 14	台 板		1	亀 裂 折 断 漏 洩 腐 蝕 他	破 損 変 形 腐 蝕 緩 損 他	1 取 2 増 3 点 4 掃 5 掃 6 接 7 掃 8 パ 9 キ	替 め 検 接 他
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
				8				
				9				

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
1 主 機	15 主 軸 受	1 ホワイトメタル	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 軸 受 裏 金	2 過 熱 ・ 焼 損	2 取 替
		3 締 付 ボルト	3 折 断 ・ 欠 損	3 増 点
		4 注 油 管	4 利 離 ・ 欠 損	4 点 調 整 ・ 修 替
		5	5 漏 耗	5
		6	6 摩 耗	6
		7	7 弛 緩	7
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
1 主 機	16 ピ ス ト ン	1 クラウン頂部・外周部	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 クラウン・冷却面	2 過 熱 ・ 焼 損	2 摩 耗 ・ 焼 損 計 測
		3 クラウン取付ボルト	3 腐 蝕 ・ 欠 損	3 増 点
		4 リング溝部	4 プ ロ ー バ イ	4 点 検
		5 スカート	5 折 断	5 水 (油) 圧 テ ス ト
		6 スカート取付部	6 摩 耗	6 浴 除
		7 リ ン グ	7 弛 緩	7 掃 除
		8 ウェアリング	8 磨 耗	8 リ ン グ 溝 削 正 ・ メ ッ キ
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
1 主 機	17 ピストン・ロッドとスタフィン・ボックス	1 クラウン取付部	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 クロス取付部	2 過 熱 ・ 焼 損	2 摺 擦 合 締
		3 防火鞘嵌合部	3 折 断	3 増 点
		4 スタフィン・リング	4 折 断	4 点 調 整
		5 リング抑え	5 摩 耗	5
		6 取付ボルト	6 弛 緩	6
		7	7	7
		8 ドレン管	8	8 パッキン取替
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
1 主 機	18 クロス・ヘッド	1 ピ ン 部	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 クロスヘッドメタル	2 過 熱 ・ 焼 損	2 取 替
		3 ガイドとガイドシュー	3 折 断	3 取 替
		4 軸受締付ボルト	4 利 離 ・ 欠 損	4 点 検
		5 クロスヘッド注油管	5 摩 耗	5 点 調 整
		6	6 弛 緩	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
1 主 機	19 コネクティング・ロッド	1 接 合 棒	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 取 付 部	2 曲 損	2 取 替
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
1 主 機	20 ク ラ ン ク 軸	1 ピ ン	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 ア ー ム	2 風 折 損	2 デ フ レ ク シ ョ ン 計 測
		3 ジ ャ ー ナ ル	3 折 断	3 デ フ レ ク シ ョ ン 調 整
		4 カップリング	4 焼 損	4 点 検
		5 カップリングボルト	5 ス リ ッ	5 点 研 磨
		6 バランス重り取付ボルト	6 腐 蝕	6 掃 除
		7	7 弛 緩	7 注 油 路
		8	8 磨 耗	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他

機 系 分 類	構 成 部 品 分 類	部 品 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
1 主 機	21 クランク軸受	1 ホワイトメタル	1 磨 損	1 取 扱
		2 軸 受 履 金	2 磨 損	2 取 扱
		3 クランクピン・ボルト	3 折 断	3 取 扱
		4	4 磨 損	4 取 扱
		5	5 磨 損	5 取 扱
		6	6 磨 損	6 取 扱
		7	7 磨 損	7 取 扱
		8	8 磨 損	8 取 扱
		9 位置指定なし	9 磨 損	9 取 扱
1 主 機	22 カム軸と同駆動装置	1 軸	1 磨 損	1 取 扱
		2 キー・キー溝	2 磨 損	2 取 扱
		3 軸 受	3 磨 損	3 取 扱
		4 ギ ャ ー	4 磨 損	4 取 扱
		5 ローラーチェーン	5 磨 損	5 取 扱
		6 カ ム	6 磨 損	6 取 扱
		7 カップリングボルト	7 磨 損	7 取 扱
		8 緊 張 装置	8 磨 損	8 取 扱
		9 位置指定なし	9 磨 損	9 取 扱
1 主 機	23 燃料ポンプ・同駆動装置・蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	1 ハウジング本体	1 磨 損	1 取 扱
		2 プランジャー・パレル	2 磨 損	2 取 扱
		3 ス プ リ ン グ	3 磨 損	3 取 扱
		4 吸入・吐出管	4 磨 損	4 取 扱
		5 駆 動 レ バ ー	5 磨 損	5 取 扱
		6 カ ム ・ ロ ー ラ	6 磨 損	6 取 扱
		7 ブッシュ・軸受	7 磨 損	7 取 扱
		8 管	8 磨 損	8 取 扱
		9 位置指定なし	9 磨 損	9 取 扱
1 主 機	24 燃 料 弁	1 本 体	1 磨 損	1 取 扱
		2 ニードルバルブ	2 磨 損	2 取 扱
		3 ス プ リ ン グ	3 磨 損	3 取 扱
		4 チ ッ プ	4 磨 損	4 取 扱
		5 キャンプナット	5 磨 損	5 取 扱
		6 ド レ ン 弁	6 磨 損	6 取 扱
		7 プラミング弁同管	7 磨 損	7 取 扱
		8	8 磨 損	8 取 扱
		9 位置指定なし	9 磨 損	9 取 扱
1 主 機	25 吸 排 気 弁	1 弁 箱	1 磨 損	1 取 扱
		2 弁	2 磨 損	2 取 扱
		3 ス プ リ ン グ	3 磨 損	3 取 扱
		4 ガイドブッシュ	4 磨 損	4 取 扱
		5 スプリングガイド	5 磨 損	5 取 扱
		6 コ ー ン ヒ ー ス	6 磨 損	6 取 扱
		7	7 磨 損	7 取 扱
		8 リューブリケーター	8 磨 損	8 取 扱
		9 位置指定なし	9 磨 損	9 取 扱
1 主 機	26 吸・排気弁駆動装置	1 カ ム	1 磨 損	1 取 扱
		2 ローラ・ローラガイド	2 磨 損	2 取 扱
		3 プッシュ・ロッド	3 磨 損	3 取 扱
		4 ロッカー・アーム	4 磨 損	4 取 扱
		5 オイル・クッション	5 磨 損	5 取 扱
		6 バルブ・ピストン	6 磨 損	6 取 扱
		7	7 磨 損	7 取 扱
		8 リューブリケーター	8 磨 損	8 取 扱
		9 位置指定なし	9 磨 損	9 取 扱

機 器 分 類		構 成 部 品 分 類		部 分 分 類		故 障 分 類		作 業 分 類		
主 機	27	排気管制弁・同駆動装置	1	弁	箱	1	亀裂	1	取調	点検
			2	弁		2	破断	2	調整	
			3	ベアリング		3	腐食	3	点検	
			4	結合腕		4	折曲	4	点検	
			5	ラビリンス		5	摩耗	5	清掃	
			6			6	漏洩	6	パッキン	取替
			7			7	汚損	7	その他	
			8			8	その他	8	その他	
			9	位置指定なし		9	その他	9	その他	
主 機	28	掃気弁	1	弁	座	1	破断	1	取調	点検
			2	弁		2	腐食	2	調整	
			3	スプリング		3		3	点検	
			4			4		4	点検	
			5			5	摩耗	5	清掃	
			6			6	漏洩	6	パッキン	取替
			7			7	汚損	7	その他	
			8			8	その他	8	その他	
			9	位置指定なし		9	その他	9	その他	
主 機	29	掃気ポンプ	1	ピストン・ピストンロッド		1	亀裂	1	取調	点検
			2	ケーシング		2	腐食	2	調整	
			3	駆動腕		3	折曲	3	点検	
			4	弁		4		4	点検	
			5	切替ダンパー		5	曲	5	点検	
			6	軸受		6	漏洩	6	保護油	取替
			7	エマージェンシー		7	漏洩	7	清掃	
			8			8	その他	8	その他	
			9	位置指定なし		9	その他	9	その他	
主 機	30	ルーツ式送風機と同駆動装置	1	ロータ		1	亀裂	1	取調	点検
			2	ケーシング		2	折断	2	調整	
			3	軸封		3	焼	3	点検	
			4	軸受		4	漏洩	4	点検	
			5	弾性軸		5	スチ	5	清掃	
			6	駆動チェン歯車		6	スチ	6	清掃	
			7	逆転用切換装置		7		7	清掃	
			8			8	その他	8	その他	
			9	位置指定なし		9	その他	9	その他	
主 機	31	過給機タービン	1	ケーシング		1	亀裂	1	取調	点検
			2	ロータ		2	焼	2	調整	
			3	軸		3	欠	3	点検	
			4	ブレード		4	屈曲	4	点検	
			5	ノズル		5	腐食	5	ジェットクリーニング	
			6	軸受		6	漏洩	6	溶接・ボンド	充填
			7	ラビリンス		7	ガス	7	清掃	
			8	仕切板		8	汚損	8	その他	
			9	位置指定なし		9	その他	9	その他	
主 機	32	過給機ブロワー	1	インペラ		1	亀裂	1	取調	点検
			2	軸受		2	曲	2	調整	
			3	ケーシング		3	焼	3	点検	
			4	ラビリンス		4	ケーシング	4	点検	
			5			5	腐食	5	ジェットクリーニング	
			6			6	漏洩	6	溶接・ボンド	充填
			7			7		7	清掃	
			8	エマージェンシー フィルター		8	汚損	8	パッキン	取替
			9	位置指定なし		9	その他	9	その他	

機 系 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
1 主 機	33 通給機附属品	1 L.O.ポンプ	1 損傷	1 取替
		2 L.O.クーラー	2 腐食	2 間隙計測
		3 L.O.ストレーナ	3 破孔	3 点検
		4 エマークラ	4 漏洩	4 保護亜鉛取替
		5 ギヤ	5 摩耗	5 潤滑油取替
		6 イキスポンジポイント	6 漏油・漏水	6 掃除
		7 ブローア消音器	7 汚損	7 バッキング増入取替
		8 ストレーナ・クワッド	8 汚損	8 その他の他
		9 位置指定なし	9 その他の他	9 取替
1 主 機	34 操縦装置	1	1 電圧	1 取替
		2	2 折損	2 チェンマー整合
		3 レバー・ソング機構	3 漏洩	3 摺り合せ
		4 ス・エルハンドル機構	4 膠着	4 点検
		5 インターロック機構	5 埋接不良	5 テスト
		6 危急停止装置	6	6 調整
		7	7	7 掃除
		8	8	8 バッキング取替
		9 位置指定なし	9 その他の他	9 その他の他
1 主 機	35 起動弁	1 弁	1 電圧	1 取替
		2 弁	2 折損	2 摺り合せ
		3 弁座	3 漏洩	3 点検
		4 スプリング	4 スチック	4
		5 エマシリンダ	5 過熱・焼損	5 掃除
		6 エマピストン	6 摩耗	6 バッキング取替
		7 ピストンリング	7 作動不良	7 掃除
		8 弁座・弁内部	8	8 バッキング取替
		9 位置指定なし	9 その他の他	9 その他の他
1 主 機	36 起動空気管系と 空気管制弁	1 管	1 漏洩	1 取替
		2 管接手	2 折損	2 摺り合せ
		3 弁・弁座・スプリング	3 折損	3 調整
		4 動弁機構	4 スチック	4 点検
		5	5	5
		6	6	6
		7 作動不良	7 作動不良	7 掃除
		8	8	8 バッキング取替
		9 位置指定なし	9 その他の他	9 その他の他
1 主 機	37 調 速 器	1 スピンドル	1 折損	1 取替
		2 軸受	2 摩擦	2 調整
		3 リング・ピン	3 焼損	3 開放・点検
		4 重銼ピン	4 破損	4 開放・点検
		5 スプリング	5 欠損	5 注油・油替
		6 歯車	6 磨損	6
		7 サ・ボ機構	7 接合不良	7 掃除
		8 調整機構	8 感度不良	8 バッキング取替
		9 位置指定なし	9 その他の他	9 その他の他
1 主 機	38 安 全 弁	1 弁	1 過熱・焼損	1 取替
		2 弁座	2 過熱・焼損	2 摺り合せ・調整
		3 取付部	3 スチック	3 圧力調整
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7 作動不良	7 作動不良	7 掃除
		8	8	8 バッキング取替
		9 位置指定なし	9 その他の他	9 その他の他

機 器 分 類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
1 主 機	39 指圧器弁、指圧図撮取装置	1 弁 2 弁座 3 取付部 4 本体 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 漏洩 2 焼電 3 スチ 4 閉塞 5 腐食 6 7 8 9 その他	1 取替 2 組合・削正 3 点検 4 5 6 7 掃 8 パッキン取 9 その他
1 主 機	40 リュブリケーター同駆動装置	1 リング・ギヤー 2 歯車・ラチェット・ピン 3 プランジヤユニット 4 ストレーナ 5 サイトグラス 6 管・管接手 7 注油ノズル 8 パッキン 9 位置指定なし	1 亀折 2 漏洩 3 破損 4 閉塞 5 スチ 6 弛動 7 作動不良 8 9 その他	1 取替 2 調整 3 増点 4 修繕 5 6 掃 7 パッキン取 8 9 その他
1 主 機	41 テレスコ	1 チューブ 2 パッキンボックス 3 シリンダ・ギヤー 4 5 スプリング 6 スニフト弁 7 8 9 位置指定なし	1 屈折 2 曲損 3 摩耗 4 5 6 7 8 (冷却水圧不足) 9 その他	1 取替 2 削正 3 点検 4 5 6 7 掃 8 パッキン増 9 その他
1 主 機	42 軸系	1 推力軸 2 同軸受 3 中間軸 4 同軸受 5 推進軸 6 スリッパ 7 リグナムバイタ 8 スタンラッド・シリンダ 9 位置指定なし	1 亀折 2 焼電 3 腐食 4 摩耗 5 剥離 6 7 異常漏水(油) 8 9 その他	1 取替 2 同隙計測・調整 3 削正 4 点検 5 研磨 6 リグナムバイタ取替 7 注油・油替 8 パッキン増取替 9 その他
1 主 機	43 推進器	1 翼 2 ボス 3 翼取付スタッド 4 5 6 7 8 パッキン 9 位置指定せず	1 亀折 2 屈折 3 腐食 4 欠脱 5 6 7 8 9 その他	1 取替 2 計測 3 点検 4 5 溶接 6 掃 7 パッキン取 8 9 その他
1 主 機	44 ターニング・ギヤ	1 歯 2 脱装 3 軸 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 亀折 2 欠損 3 曲磨 4 磨 5 6 7 8 9 その他	1 取替 2 調整 3 点検 4 5 注油・油替 6 掃 7 8 9 その他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 発電機ディーゼル	00	1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
2 発電機ディーゼル	10 シリンダ・カバー	1 ファイヤーサイド	1 電 裂 損	1 取 替
		2 冷 却 水 測	2 焼 ス 漏 洩	2 取 付 座 締 合
		3 取 付 面	3 ガ ス 漏	3 増 締
		4 締 付 ボ ル ト	4 折 漏	4 点 締
		5 付 属 品 取 付 部	5 漏	5 水 圧 テ ス ト
		6	6	6 水 溶 接 ・ 漏 止 め
		7	7	7 掃
		8	8	8 ガ ス ケ ッ ト 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	11 シリンダ・ジャケット	1 フ ラ ン ジ 部	1 漏 洩	1 取
		2 下 部 取 付 部	2 漏 折	2 増 締
		3 開 ロ 部	3 漏 折	3 点 締
		4 締 付 ボ ル ト	4 折	4 点
		5 冷 却 水 側	5	5 ボ ン ド 充 填
		6	6	6 掃 除
		7	7	7 パ ッ キ ン 取 替
		8	8 汚 損	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	12 シリンダ・ライナー	1 内 面	1 電 裂 損	1 取 替
		2 冷 却 面	2 過 熱 ・ 焼	2 摩 耗 量 計 測
		3	3 腐 食	3
		4 ゴ ム ・ パ ッ キ ン 溝 附 近	4 摩 耗	4 点 検
		5	5 注 油 孔 つ ま り	5 保 護 垂 鉛 取 替
		6	6 漏	6 溶 接 ・ ボ ン ド 充 填
		7	7	7 掃 除
		8	8	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	13 泵 構 造 掃 気 ト ラ ン ク 排 気 集 合 管	1 シ リ ン ダ ブ ロ ッ ク	1 電 裂 損	1 取 替
		2 フ ラ ン ジ 付 根	2 折	2
		3 タ イ ボ ル ト	3	3 増 締
		4 ド ・ ア ー	4 漏	4 点 締
		5 エ キ ス パ ン ジ ョ ン ト	5	5
		6	6	6 溶 接
		7	7 飛 緩	7 掃 除
		8	8	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	14 台 板	1 本 体	1 電 裂 損	1 取 替
		2 ホ ル ド イ ン グ ボ ル ト	2 折	2
		3 締 付 ボ ル ト	3	3 増 締
		4	4	4 点 締
		5 漏	5 漏	5 溶 接
		6	6	6 溶
		7 弛	7 弛	7
		8	8	8
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他

機 器 分 類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 発電機ディーゼル	15 主 軸 受	1 ホワイト・メタル 2 軸 受 裏 金 3 締 付 ボ ル ト 4 注 油 管 5 6 7 8 9 位 置 指 定 な し	1 過 熱 ・ 焼 損 2 過 熱 ・ 焼 損 3 折 断 4 剥 離 ・ 欠 5 漏 油 6 摩 耗 7 弛 8 9 そ の 他	1 取 替 2 間 隙 計 測 3 増 締 4 点 検 5 調 整 ・ 修 正 6 改 錘 ・ 錘 7 8 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	16 ピ ス ト ン	1 ピストン頂部・外周部 2 リング 溝 部 3 ピストンピン 4 ピストンピン軸受 5 ピストンロッド 6 ピストンリング 7 オイルリング 8 9 位 置 指 定 な し	1 過 熱 ・ 焼 損 2 過 熱 ・ 焼 損 3 折 断 4 摩 耗 5 曲 6 ス チ ッ ク 7 弛 8 ブ ロ ー バ イ 9 そ の 他	1 取 替 2 摩 耗 量 計 測 3 増 締 4 点 検 5 リング溝削正 6 リング溝削正 7 掃 除 8 9 そ の 他
		1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
2 発電機ディーゼル	17 ク ラ ン ク 軸	1 ピ 2 ア ー ム 3 ジ ャ ー ナ ル 4 フライ・ホイール取付部 5 最下ボルト 6 カップリング 7 カップリングボルト 8 9 位 置 指 定 な し	1 過 熱 ・ 焼 損 2 屈 曲 3 折 断 4 焼 損 5 ス リ ッ 6 腐 食 7 弛 8 磨 耗 9 そ の 他	1 取 替 2 デフレクション計測 3 デフレクション調整 4 点 検 5 掃 除 6 研 磨 7 注 油 路 掃 除 8 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	18 ク ラ ン ク 軸 受	1 ホワイト・メタル 2 軸 受 裏 金 3 クランク・ピンボルト 4 5 6 7 8 9 位 置 指 定 な し	1 過 熱 ・ 焼 損 2 過 熱 ・ 焼 損 3 折 断 4 剥 離 ・ 欠 5 6 摩 耗 7 弛 8 9 そ の 他	1 取 替 2 間 隙 計 測 3 締 付 4 点 検 5 当 面 修 正 6 改 錘 ・ 錘 7 注 油 路 掃 除 8 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	19 カム軸と同駆動装置	1 軸 2 キ ー ・ キ ー 溝 3 軸 受 4 キ ャ ー 5 ローラーチェーン 6 カ ム 7 カップリングボルト 8 9 位 置 指 定 な し	1 過 熱 ・ 焼 損 2 折 断 3 欠 損 4 表 面 剥 離 5 6 摩 耗 7 弛 8 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 調 整 4 点 検 5 表 面 研 磨 6 掃 除 7 8 9 そ の 他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 発電機ディーゼル	20 燃料ポンプと同駆動装置	1 ハウジング・本体 2 蓄圧管・高圧管 3 ガンギョ・バレル 4 スプリング 5 吸入・吐出・溢弁 6 駆動レバー 7 カム・ローラ 8 プッシュ・軸受 9 位置指定なし	1 亀裂 2 折曲 3 表面割 4 スチ 5 摩 6 漏 7 池 8 腐 9 その他	1 取調 2 点 3 掃 4 掃 5 掃 6 掃 7 掃 8 掃 9 掃
2 発電機ディーゼル	21 燃 料 弁	1 本 体 2 ミニドル・バルブ 3 スプリング・押棒 4 チ ッ プ 5 キマツ・ナット 6 ドレン弁・管 7 冷却水(油)管 8 位置指定なし	1 亀裂 2 焼 3 折 4 噴射圧力不良 5 スチ 6 カーボンブラフ 7 漏 8 燃 焼 不 9 閉 塞	1 取調 2 噴射圧力調整 3 点 4 点 5 掃 6 掃 7 掃 8 掃 9 掃
2 発電機ディーゼル	22 吸排気弁と同駆動装置	1 カ 2 ロラ・ローラガイド 3 プッシュ・ロッド 4 ロッカー・アーム 5 弁 ガ イ ド 6 弁 箱 7 弁 8 スプリング・プッシュなど 9 位置指定なし	1 亀裂 2 焼 3 剝 4 漏 5 摩 6 欠 7 腐 8 スチ 9 その他	1 取調 2 間 隙 計 3 点 4 点 5 掃 6 掃 7 掃 8 掃 9 掃
2 発電機ディーゼル	23 過給機タービン	1 ケーシング 2 ロ 3 軸 4 ブレード 5 ノズル 6 軸 受 7 ラビリンス 8 9 位置指定なし	1 亀裂 2 焼 3 欠 4 屈 5 腐 6 摩 7 漏 8 汚 9 その他	1 取調 2 間 隙 計 3 点 4 点 5 掃 6 掃 7 掃 8 掃 9 掃
2 発電機ディーゼル	24 過給機ブロワー	1 インペラ 2 軸 受 3 ケーシング 4 5 6 7 エマージェンション・フィルター 8 エマージェンシー 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐 3 屈 4 腐 5 摩 6 漏 7 汚 8 汚 9 その他	1 取調 2 間 隙 計 3 点 4 点 5 掃 6 掃 7 掃 8 掃 9 掃
2 発電機ディーゼル	25 空気燃料管制弁	1 弁・弁座 2 3 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 破 2 腐 3 4 5 作 動 不 6 漏 7 8 9 その他	1 取調 2 点 3 点 4 点 5 掃 6 掃 7 掃 8 掃 9 掃

機 器 分 類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 発電機ディーゼル	26 起 動 弁	1 弁 指 ・ 弁 座 2 弁 棒 案 内 部 3 ス プ リ ン グ 4 5 6 7 8 9 位 置 指 定 な し	1 漏 2 折 3 漏 4 ス チ ッ ク 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取 替 合 せ 2 取 替 合 せ 3 4 5 6 7 掃 除 8 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	27 調 速 器	1 ス ピ ン ド ル 2 球 軸 受 3 重 錘 ピ ン 4 ス プ リ ン グ 5 駆 動 歯 車 6 燃 料 管 制 リ ン ク 7 8 調 整 ハ ン ド ル リ ン グ 9 位 置 指 定 な し	1 折 2 摩 3 焼 4 破 5 欠 6 膠 7 連 接 不 良 8 弛 緩 9 そ の 他	1 取 替 2 調 点 3 4 5 6 7 掃 除 8 パ ッ キ ン 取 替 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	28 安 全 弁	1 弁 2 弁 座 3 ス プ リ ン グ 4 リ テ ー ナ ー 5 6 7 8 9 位 置 指 定 な し	1 2 3 4 5 漏 洩 6 作 動 不 良 7 8 9 そ の 他	1 取 替 2 削 正 削 合 せ 3 圧 力 調 整 4 5 6 7 8 パ ッ キ ン 取 替 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	29 指 圧 器 弁	1 弁 2 弁 座 3 4 5 6 7 8 9 位 置 指 定 な し	1 2 漏 洩 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取 替 2 取 替 合 せ 3 4 5 6 7 掃 除 8 パ ッ キ ン 取 替 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	30 L.O. ポンプ及 管系 (L.O.ドレンタンクも 含む)	1 歯 車 ・ 軸 ・ 軸 受 2 吸 入 弁 ・ 吐 出 弁 3 ポ ン プ ケ ー シ ン グ 4 バ ケ ッ ト 5 圧 力 調 整 弁 6 L.O. フ ー ラ ー 7 フ ィ ル タ ー ス ト レ ー 8 管 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 摩 耗 3 欠 損 4 腐 蝕 5 破 損 6 漏 洩 7 吐 出 圧 力 不 足 8 汚 損 ・ 閉 塞 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 漏 洩 止 め 4 点 検 5 油 取 替 6 保 護 更 鉛 取 替 7 掃 除 8 パ ッ キ ン 取 替 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	31 F.O. 供給ポンプ (F.O. プライ) マリーポンプ 及管系	1 ポ ン プ ケ ー シ ン グ 2 歯 車 ・ 軸 ・ 軸 受 3 軸 封 印 4 (軸封部はワカシールも 含む) 5 管 6 圧 力 調 整 弁 7 駆 動 歯 車 8 フ ィ ル タ ー 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 欠 損 3 摩 耗 4 破 損 5 漏 洩 6 7 吐 出 圧 力 不 足 8 汚 損 ・ 閉 塞 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 漏 洩 止 め 4 点 検 5 6 7 掃 除 8 パ ッ キ ン 取 替 9 そ の 他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 発電機ディーゼル	32 J.C.W.P.P&び 管系	1 ポンプケーシング 2 吸入弁又は吐出弁 3 バケツ 4 インペラ 5 軸 封 6 軸 封 部 7 駆 動 装 置 8 ストレータ 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 摩 損 3 腐 蝕 4 破 損 5 弛 緩 6 漏 洩 7 吐出圧不 8 汚 損 閉 9 そ の 他	1 取 計 合 替 2 計 測 測 3 摺 点 検 4 掃 除 5 掃 除 6 掃 除 7 掃 除 8 パッキン取 9 そ の 他
2 発電機ディーゼル	33 振動検出装置	1 レバーリング 2 過速停止装置 3 L.O.トリップ 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 2 3 4 膠 着 5 運 接 不 6 7 作 動 不 8 9 そ の 他	1 取 計 合 替 2 計 測 測 3 摺 点 検 4 掃 除 5 掃 除 6 掃 除 7 掃 除 8 パッキン取 9 そ の 他
2 ターボ発電機	34 本 体	1 ケーシング 2 軸 3 ブレード 4 円板 5 ダイアフラム 6 ノズル 7 ラビリンズ 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 欠 陥 3 屈 曲 4 腐 蝕 5 汚 損 6 破 損 7 漏 洩 8 振 動 9 そ の 他	1 取 計 合 替 2 計 測 測 3 摺 点 検 4 掃 除 5 掃 除 6 掃 除 7 掃 除 8 パッキン取 9 そ の 他
2 ターボ発電機	35 蒸気加減弁	1 本 体 2 弁 3 弁 座 4 プッシュ 5 スプリング 6 7 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 折 断 3 腐 蝕 4 破 損 5 摩 損 6 漏 洩 7 8 9 そ の 他	1 取 計 合 替 2 計 測 測 3 摺 点 検 4 掃 除 5 掃 除 6 掃 除 7 掃 除 8 パッキン取 9 そ の 他
2 ターボ発電機	36 サーボモーター	1 本 体 2 ベ ー 3 軸 4 軸 封 5 軸 6 パロットバルブ 7 カ 8 スプリング 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 折 断 3 摩 損 4 漏 洩 5 破 損 6 7 8 9 そ の 他	1 取 計 合 替 2 計 測 測 3 摺 点 検 4 掃 除 5 掃 除 6 掃 除 7 掃 除 8 パッキン取 9 そ の 他
2 ターボ発電機	37 主 軸 受	1 ホワイテタル 2 軸 受 金 3 軸 受 金 4 軸 受 金 5 軸 受 金 6 軸 受 金 7 軸 受 金 8 軸 受 金 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 過 熱 3 折 断 4 剥 離 5 漏 洩 6 汚 損 7 弛 緩 8 9 そ の 他	1 取 計 合 替 2 計 測 測 3 摺 点 検 4 掃 除 5 掃 除 6 掃 除 7 掃 除 8 パッキン取 9 そ の 他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 ターボ発電機	38 往 力 軸 受	1 カ ラ ー	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 パ ッ ド	2 過 熱 損	2 鑄 点
		3 パ ッ ド ホ ル ダ ー	3 剝 離 欠	3 間 隙 計 測
		4	4 摩 耗	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 ターボ発電機	39 調 速 器	1 ス ピ ン ド ル	1 折 断	1 取 替
		2 球 軸 受	2 摩 耗	2 取 調
		3 重 錘 ピ ン	3 焼 破	3 点 掃
		4 ス プ リ ン グ	4 破 欠	4 パ ッ キ ン 取 替
		5 駆 動 歯 車	5 欠 損	5
		6 リ ン ク	6 接 合 不 良	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 ターボ発電機	40 危 危 装 置	1 過 速 度 停 止 装 置	1 破 損	1 取 替
		2 L.O. ト リ ッ プ	2 腐 蝕	2 取 調
		3 高 背 圧 ト リ ッ プ	3 作 動 不 良	3 点 掃
		4 真 空 破 壊 装 置	4 弛 漏	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
2 ターボ発電機	41 蒸 気 管 系	1 パ ッ キ ン 蒸 気 漏 及 蒸 気 漏	1 電 漏	1 取 替
		2 蒸 気 管	2 腐 蝕	2 取 増
		3 弁	3 腐 蝕	3 調 整 ・ 修 正
		4	4 圧 力 不 足	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 パ ッ キ ン 取 替
2 ターボ発電機	42 L.O. ポ ン プ 及 管 系	1 歯 車 軸 軸 受	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 吸 入 弁 吐 出 弁	2 摩 欠	2 計 測
		3 ポ ン プ ケ ー シ ン グ	3 腐 蝕	3 満 減 止
		4 圧 力 調 整 弁	4 腐 蝕	4 点 掃
		5 L.O. ク ラ ー フ ィ ル タ ー	5 破 漏	5 油 取
		6 管 弁	6 漏 出 圧 力 不 足	6
		7 接 手	7 汚 損 閉 塞	7
		8 バ ケ ッ ト	8 そ の 他	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9	9
2 ターボ発電機	43 減 速 機	1 ケ ー シ ン グ	1 電 熱 裂	1 取 替
		2 大 歯 車	2 破 損	2 間 隙 計 測
		3 小 歯 車	3 腐 蝕	3 増 減
		4 軸 受	4 過 熱 焼	4 点 掃
		5 注 油 装 置	5 摩 剝 離	5 調 整 ・ 修 正
		6 入 力 接 手	6 剝 離 欠	6 鑄 点
		7 出 力 接 手	7 弛 漏	7 摺 掃
		8	8	8
		9 位 置 指 定 な し	9	9

機 器 分 類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 ターボ発電機	44 復 水 器	1 本 体	1 電 腐	1 取 替 検 査
		2 管	2 腐 蝕	2 取 替 検 査
		3 管 板	3 破 漏	3 取 替 検 査
		4 バ ッ フ ル	4 汚 濁	4 取 替 検 査
		5 水 室	5 汚 濁	5 取 替 検 査
		6 防 蝕 板	6 腐 蝕	6 取 替 検 査
		7 レベル調整装置	7 動 作 不 良	7 取 替 検 査
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
2 ターボ発電機	45 エジェクター	1 ノ ス ル	1 折 断	1 取 替 検 査
		2 デ ィ フ ェ ー	2 腐 蝕	2 取 替 検 査
		3 冷 却 器	3 汚 濁	3 取 替 検 査
		4	4 真 空 不 足	4 取 替 検 査
		5	5 漏 洩	5 取 替 検 査
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
2 ターボ発電機	46 グランドコンデンサ	1 本 体	1 電 腐	1 取 替 検 査
		2 管	2 腐 蝕	2 取 替 検 査
		3 管 板	3 破 漏	3 取 替 検 査
		4 水 室	4 汚 濁	4 取 替 検 査
		5 注 気 フ ァ ン	5 汚 濁	5 取 替 検 査
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他
		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
3 機室補機	00	1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
3 機室補機	10 海水冷却ポンプ	1 テーシング	1 電 腐	1 取 替 検 査
		2 インペラ	2 摩 損	2 取 替 検 査
		3 軸 ・ 接 手	3 破 損	3 取 替 検 査
		4 ライナ(スリーブ)	4 破 損	4 取 替 検 査
		5 軸 受	5 磨 損	5 取 替 検 査
		6 軸 封 部	6 折 断	6 取 替 検 査
		7 マウスリング	7 吐 出 圧 力 不 足	7 取 替 検 査
		8	8 漏 洩	8 パッキン取替増入
		9 位置指定なし	9 そ の 他	9 そ の 他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機 //	ジャケット清水 冷却水ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸・接手 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐 出 圧 力 不 足 8 漏 れ 9 そ の 他	1 取 計 點 2 台 3 點 4 點 5 溶 掃 6 掃 7 パッキン取替 8 そ の 9 の
3 機 室 補 機 12	ピストン 清水 冷却水ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐 出 圧 力 不 足 8 漏 れ 9 そ の 他	1 取 計 點 2 台 3 點 4 點 5 溶 掃 6 掃 7 パッキン取 8 そ の 9 の
3 機 室 補 機 13	予備冷却水ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐 出 圧 力 不 足 8 漏 れ 9 そ の 他	1 取 計 點 2 台 3 點 4 點 5 溶 掃 6 掃 7 パッキン取 8 そ の 9 の
3 機 室 補 機 14	L.O.ポンプ (歯車式) (ねじ式)	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 圧 力 調 整 弁 5 軸 軸 6 軸 封 部 7 軸 封 8 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐 出 圧 力 不 足 8 漏 れ 9 そ の 他	1 取 計 點 2 台 3 點 4 點 5 掃 6 掃 7 パッキン取 8 そ の 9 の
3 機 室 補 機 15	潤滑油ポンプ (往復動式)	1 ケーシング 2 バケツ 3 吸 入 吐 出 弁 4 ピストン・ロッド 5 クラウン軸 6 軸 受 7 駆 動 枝 置 8 軸 封 部 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 漏 6 7 吐 出 圧 力 不 足 8 9 そ の 他	1 取 計 點 2 台 3 點 4 點 5 掃 6 掃 7 パッキン取 8 そ の 9 の
3 機 室 補 機 16	燃料弁冷却油 (水) ポンプ	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 圧 力 調 整 弁 5 軸 6 軸 受 7 軸 封 部 8 インペラ・マウスリング 9 位 置 指 定 な し	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 漏 6 折 損 7 吐 出 圧 力 不 足 8 9 そ の 他	1 取 計 點 2 台 3 點 4 點 5 掃 6 掃 7 パッキン取 8 そ の 9 の

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機	17 燃料油ブースタ (サービス)ポンプ	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 圧力調整弁 5 軸 6 軸 封 受 部 7 軸 封 部 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 食 3 摩 耗 4 破 損 5 漏 洩 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 摺 合 4 点 検 5 6 掃 除 7 パッキン取替 8 そ の 他 9
3 機 室 補 機	18 給水ポンプタービン	1 ケーシング 2 ブレードノズル 3 軸 4 パッキング 5 軸 受 6 トリップ装置 7 ガバナ 8 オイルポンプ 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 欠 損 3 屈 曲 4 腐 食 5 摩 耗 6 漏 洩 7 作 動 不 良 8 汚 損 9 そ の 他	1 取 替 2 間 隙 計 測 3 バランス調整 4 点 検 5 溶接ボンド充填 6 掃 除 7 パッキン取替 8 そ の 他 9
3 機 室 補 機	19 全 上 ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリープ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 食 3 摩 耗 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 摺 合 4 点 検 5 6 溶 接 7 掃 除 8 パッキン取替 9 そ の 他
3 機 室 補 機	20 給水ポンプ (電動渦巻式)	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリープ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 食 3 摩 耗 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 摺 合 4 点 検 5 溶接ボンド充填 6 掃 除 7 パッキン取替 8 そ の 他 9
3 機 室 補 機	21 給水ポンプ (蒸気直動式蒸気側)	1 蒸気シリンダー 2 蒸 気 弁 3 ピ ス ト ン 4 ピストンリング 5 ピストンロッド 6 バルブロッド 7 軸 封 部 8 ロストモーション調節棒 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 食 3 摩 耗 4 破 損 5 蒸 気 洩 漏 6 折 損 7 屈 曲 8 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 摺 合 4 点 検 5 溶 接 6 掃 除 7 パッキン取替 8 そ の 他 9
3 機 室 補 機	22 給水ポンプ (蒸気直動式給水側)	1 ポンプシリンダー 2 吸入吐出弁 3 シリンダーライナー 4 ピ ス ト ン 5 ピストンリング 6 ピストンロッド 7 軸 封 部 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 食 3 摩 耗 4 破 損 5 漏 洩 6 7 8 9 そ の 他	1 取 替 2 計 測 3 摺 合 4 点 検 5 溶 接 6 掃 除 7 パッキン取替 8 そ の 他 9

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機	23 給水メークアップポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 その他	1 取 計 2 計 器 3 点 検 4 点 検 5 溶 掃 6 パッキン取 7 替 8 他 9 替 測 せ 検
3 機 室 補 機	24 排ガスボイラ給水ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 その他	1 取 計 2 計 器 3 点 検 4 点 検 5 溶 掃 6 パッキン取 7 替 8 他 9 替 測 せ 検
3 機 室 補 機	25 排ガスボイラ循環ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 その他	1 取 計 2 計 器 3 点 検 4 点 検 5 溶 掃 6 パッキン取 7 替 8 他 9 替 測 せ 検
3 機 室 補 機	26 噴燃ポンプ	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 圧 力 調 整 弁 5 軸 6 軸 受 7 軸 封 部 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 漏 洩 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 その他	1 取 計 2 計 器 3 点 検 4 点 検 5 掃 6 パッキン取 7 替 8 他 9 替 測 せ 検
3 機 室 補 機	27 雑用水ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 その他	1 取 計 2 計 器 3 点 検 4 点 検 5 溶 掃 6 パッキン取 7 替 8 他 9 替 測 せ 検
3 機 室 補 機	28 ビルジバラストポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 マウスリング 8 9 位置指定なし	1 亀 裂 2 腐 蝕 3 摩 損 4 破 損 5 屈 曲 6 折 損 7 吐出圧力不足 8 漏 洩 9 その他	1 取 計 2 計 器 3 点 検 4 点 検 5 溶 掃 6 パッキン取 7 替 8 他 9 替 測 せ 検

機 器 分 類	機 器 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類	
3 機 室 補 機	29 バラストポンプ	1 ケーシング	1 亀 裂	1 取 計 摺 点	替 測 せ 検 接 除 替 他 替 測 せ 検
		2 イ ン ペ ラ	2 磨 損	2 溶 掃	
		3 軸	3 破 屈	3 パ ッ キ ン	
		4 ライナ(スリーブ)	4 折 曲	4 バ ー ン	
		5 軸 受	5 折 曲	5 取 計 摺 点	
		6 軸 封 部	6 漏 洩	6 溶 掃	
		7 マウスリング	7 吐 出 圧 力 不 足	7 パ ッ キ ン	
		8 位置指定なし	8 漏 洩	8 バ ー ン	
		9 位置指定なし	9 亀 裂	9 取 計 摺 点	
3 機 室 補 機	30 ビルジポンプ (電動ピストン式)	1 ケーシング	1 亀 裂	1 取 計 摺 点	除 替 他 替 測 せ 検
		2 イ ン ペ ラ	2 磨 損	2 溶 掃	
		3 吸入吐出弁	3 破 損	3 パ ッ キ ン	
		4 ピストンロッド	4 破 損	4 バ ー ン	
		5 クランク軸	5 漏 洩	5 取 計 摺 点	
		6 軸 受	6 亀 裂	6 溶 掃	
		7 駆 動 装 置	7 吐 出 圧 力 不 足	7 パ ッ キ ン	
		8 軸 封 部	8 漏 洩	8 バ ー ン	
		9 位置指定なし	9 亀 裂	9 取 計 摺 点	
3 機 室 補 機	31 サニタリーポンプ	1 ケーシング	1 亀 裂	1 取 計 摺 点	接 除 替 他 替 測 せ 検
		2 イ ン ペ ラ	2 磨 損	2 溶 掃	
		3 軸	3 破 屈	3 パ ッ キ ン	
		4 ライナ(スリーブ)	4 折 曲	4 バ ー ン	
		5 軸 受	5 漏 洩	5 取 計 摺 点	
		6 軸 封 部	6 亀 裂	6 溶 掃	
		7 マウスリング	7 吐 出 圧 力 不 足	7 パ ッ キ ン	
		8 位置指定なし	8 漏 洩	8 バ ー ン	
		9 位置指定なし	9 亀 裂	9 取 計 摺 点	
3 機 室 補 機	32 清水ポンプ	1 ケーシング	1 亀 裂	1 取 計 摺 点	接 除 替 他 替 測 せ 検
		2 イ ン ペ ラ	2 磨 損	2 溶 掃	
		3 軸	3 破 屈	3 パ ッ キ ン	
		4 ライナ(スリーブ)	4 折 曲	4 バ ー ン	
		5 軸 受	5 漏 洩	5 取 計 摺 点	
		6 軸 封 部	6 亀 裂	6 溶 掃	
		7 マウスリング	7 吐 出 圧 力 不 足	7 パ ッ キ ン	
		8 位置指定なし	8 漏 洩	8 バ ー ン	
		9 位置指定なし	9 亀 裂	9 取 計 摺 点	
3 機 室 補 機	33 飲料水ポンプ	1 ケーシング	1 亀 裂	1 取 計 摺 点	接 除 替 他 替 測 せ 検
		2 イ ン ペ ラ	2 磨 損	2 溶 掃	
		3 軸	3 破 屈	3 パ ッ キ ン	
		4 ライナ(スリーブ)	4 折 曲	4 バ ー ン	
		5 軸 受	5 漏 洩	5 取 計 摺 点	
		6 軸 封 部	6 亀 裂	6 溶 掃	
		7 マウスリング	7 吐 出 圧 力 不 足	7 パ ッ キ ン	
		8 位置指定なし	8 漏 洩	8 バ ー ン	
		9 位置指定なし	9 亀 裂	9 取 計 摺 点	
3 機 室 補 機	34 暖水器具用ポンプ	1 ケーシング	1 亀 裂	1 取 計 摺 点	接 除 替 他 替 測 せ 検
		2 イ ン ペ ラ	2 磨 損	2 溶 掃	
		3 軸	3 破 屈	3 パ ッ キ ン	
		4 ライナ(スリーブ)	4 折 曲	4 バ ー ン	
		5 軸 受	5 漏 洩	5 取 計 摺 点	
		6 軸 封 部	6 亀 裂	6 溶 掃	
		7 マウスリング	7 吐 出 圧 力 不 足	7 パ ッ キ ン	
		8 位置指定なし	8 漏 洩	8 バ ー ン	
		9 位置指定なし	9 亀 裂	9 取 計 摺 点	

機 器 分 類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機	35 バタワースポンプタービン	1 ケーシング 2 ブレード、ノズル 3 軸 4 軸 受 5 軸 封 部 6 トリップ装置 7 ガバナ 8 オイルポンプ 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 屈曲 4 摩耗 5 漏洩 6 動作不良 7 活 8 汚 9 その他	1 取 替 2 間 隙 計 測 3 バランス調整 4 点検 5 溶接ボンド充填 6 掃 拭 7 掲 り 合 せ 8 9 その他
3 機 室 補 機	36 全上ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリッパ) 5 軸 受 6 軸 封 部 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破損 5 屈曲 6 折 断 7 吐出圧力不足 8 9 その他	1 取 替 2 計 摺 合 3 摺 点 4 5 溶 掃 6 パッキン取 7 8 9 その他
3 機 室 補 機	37 燃料油移送ポンプ(往復動式)	1 ケーシング 2 バケツ 3 吸入、吐出弁 4 ピストン・ロッド 5 クランク 軸 6 軸 受 7 駆 動 装置 8 軸 封 部 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破損 5 漏洩 6 7 吐出圧力不足 8 9 その他	1 取 替 2 計 摺 合 3 摺 点 4 5 掃 拭 6 パッキン取 7 8 9 その他
3 機 室 補 機	38 燃料油移送ポンプ(齒車式)	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 5 軸 6 軸 受 7 軸 封 部 8 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破損 5 漏洩 6 折 断 7 吐出圧力不足 8 9 その他	1 取 替 2 計 摺 合 3 摺 点 4 5 掃 拭 6 パッキン取 7 8 9 その他
3 機 室 補 機	39 ディーゼル油移送ポンプ	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 5 軸 6 軸 受 7 軸 封 部 8 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破損 5 漏洩 6 折 断 7 吐出圧力不足 8 9 その他	1 取 替 2 計 摺 合 3 摺 点 4 5 掃 拭 6 パッキン取 7 8 9 その他
3 機 室 補 機	40 潤滑油移送ポンプ	1 主 歯 車 2 従 歯 車 3 ケーシング 4 5 軸 6 軸 受 7 軸 封 部 8 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破損 5 漏洩 6 折 断 7 吐出圧力不足 8 9 その他	1 取 替 2 計 摺 合 3 摺 点 4 5 掃 拭 6 パッキン取 7 8 9 その他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類			
3 機 室 補 機	41 汚水サージポンプ	1 ケーシング	1 亀裂	1 取計	替測 せ検		
		2 インペラ	2 腐蝕	2 計點		合	
		3 軸	3 破折	3 點			
		4 ライナ(スリーブ)	4 屈折	4 掃			除替 他替 測せ 検
		5 軸 受	5 吐出圧力不足	5 パッキン			
		6 軸 封 部	6 漏 洩	6 そ の			
		7	7 亀裂	7 取計			
		8	8 腐蝕	8 計點			
		9 位置指定なし	9 破折	9 點			
3 機 室 補 機	42 冷凍機 冷却水ポンプ	1 ケーシング	1 亀裂	1 取計	合		
		2 インペラ	2 腐蝕	2 計點		除替 他替 測せ 検	
		3 軸	3 破折	3 點			
		4 ライナ(スリーブ)	4 屈折	4 掃			除替 他替 測せ 検
		5 軸 受	5 吐出圧力不足	5 パッキン			
		6 軸 封 部	6 漏 洩	6 そ の			
		7	7 亀裂	7 取計			
		8	8 腐蝕	8 計點			
		9 位置指定なし	9 破折	9 點			
3 機 室 補 機	43 ビルチバラスト ポンプ(蒸気直動式) 蒸気側	1 蒸気シリンダー	1 亀裂	1 取計	り合		
		2 蒸気弁	2 腐蝕	2 計點		接除 替	
		3 ピ ス ト ン	3 破折	3 點			
		4 ピストンリング	4 屈折	4 掃			他替 測せ 検
		5 ピストンロッド	5 漏 洩	5 パッキン			
		6 バルブロッド	6 他	6 そ の			
		7 軸 封 部	7 亀裂	7 取計			
		8 ロストモーション調整	8 腐蝕	8 計點			
		9 位置指定なし	9 破折	9 點			
3 機 室 補 機	44 ビルチバラスト ポンプ(蒸気直動式) 水 側	1 ポンプシリンダー	1 亀裂	1 取計	り合		
		2 吸入、吐出弁	2 腐蝕	2 計點		接除 替	
		3 シリンダーライナー	3 破折	3 點			
		4 ピ ス ト ン	4 漏 洩	4 パッキン			他替 測せ 検
		5 ピストンリング	5 他	5 そ の			
		6 ピストンロッド	6 亀裂	6 取計			
		7 軸 封 部	7 腐蝕	7 計點			
		8	8 破折	8 點			
		9 位置指定なし	9 漏 洩	9 掃			
3 機 室 補 機	45 荷油ポンプ (タービン)	1 ケーシング	1 亀裂	1 取計	隙計 調整 検		
		2 ブレード、ノズル	2 腐蝕	2 計點		接ボ ド充 填 除 せ	
		3 軸	3 破折	3 點			
		4 軸 受	4 屈折	4 掃			り合
		5 軸 封 部	5 吐出圧力不足	5 パッキン			
		6 トリツフ装置	6 漏 洩	6 そ の			
		7 カバナー	7 亀裂	7 取計			
		8 オイルポンプ	8 腐蝕	8 計點			
		9 位置指定なし	9 破折	9 點			
3 機 室 補 機	46 荷油ポンプ (ポンプ)	1 ケーシング	1 亀裂	1 取計	隙計 調整 検		
		2 ブレード、ノズル	2 腐蝕	2 計點		接ボ ド充 填 除 せ	
		3 軸	3 破折	3 點			
		4 軸 受	4 屈折	4 掃			り合
		5 軸 封 部	5 吐出圧力不足	5 パッキン			
		6 トリツフ装置	6 漏 洩	6 そ の			
		7 カバナー	7 亀裂	7 取計			
		8 オイルポンプ	8 腐蝕	8 計點			
		9 位置指定なし	9 破折	9 點			

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機 47		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
3 機 室 補 機 48		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
3 機 室 補 機 49		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
3 機 室 補 機 50 空 気 圧 縮 機		1 シリンダ・カバー	1 亀 裂 損 傷	1 取 計 合 替 測 せ 検 整 正 除 替
		2 ピストン・リング	2 折 損 損 耗	2 計 摺 点 合 替 測 せ 検 整 正 除 替
		3 ピストンロッド・ピン	3 破 摩 弛 緩 波 良	3 摺 点 調 削 掃 掃
		4 クランク 軸	4 漏 作 動 不 良	4 点 調 削 掃 掃
		5 弁・弁座取付部	5 漏 作 動 不 良	5 点 調 削 掃 掃
		6 軸 受	6 漏 作 動 不 良	6 点 調 削 掃 掃
		7 軸 受	7 漏 作 動 不 良	7 点 調 削 掃 掃
		8 クラ ッ チ	8 摩 擦 面 の す べ り	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 モ の 他	9 そ の 他 油 取 替
3 機 室 補 機 51 制 御 空 気 圧 縮 機		1 シリンダ・カバー	1 亀 裂 損 傷	1 取 計 合 替 測 せ 検 整 正 除 替
		2 ピストン・リング	2 折 損 損 耗	2 計 摺 点 合 替 測 せ 検 整 正 除 替
		3 ピストンロッド・ピン	3 破 摩 弛 緩 波 良	3 摺 点 調 削 掃 掃
		4 駆 動 ベ ル ト	4 漏 作 動 不 良	4 点 調 削 掃 掃
		5 クランク 軸	5 漏 作 動 不 良	5 点 調 削 掃 掃
		6 弁・弁座取付部	6 漏 作 動 不 良	6 点 調 削 掃 掃
		7 軸 受	7 漏 作 動 不 良	7 点 調 削 掃 掃
		8 冷 却 装 置	8 摩 擦 面 の す べ り	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他 油 取 替
3 機 室 補 機 52 非 常 空 気 圧 縮 機		1 シリンダ・カバー	1 亀 裂 損 傷	1 取 計 合 替 測 せ 検 整 正 除 替
		2 ピストン・リング	2 折 損 損 耗	2 計 摺 点 合 替 測 せ 検 整 正 除 替
		3 ピストンロッド・ピン	3 破 摩 弛 緩 波 良	3 摺 点 調 削 掃 掃
		4 クランク 軸	4 漏 作 動 不 良	4 点 調 削 掃 掃
		5 弁・弁座取付部	5 漏 作 動 不 良	5 点 調 削 掃 掃
		6 軸 受	6 漏 作 動 不 良	6 点 調 削 掃 掃
		7 軸 受	7 漏 作 動 不 良	7 点 調 削 掃 掃
		8 原 動 機	8 摩 擦 面 の す べ り	8 パ ッ キ ン 取 替
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他 油 取 替

機 器 分 類	機 器 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機	53 空 気 圧 縮 機 器 中 間 冷 却 器	1 カバ	1 電 腐 局	1 取 漏 止 替
		2 管	2 腐 局	2 取 漏 止 替
		3 管	3 腐 局	3 取 漏 止 替
		4 管	4 腐 局	4 取 漏 止 替
		5 管	5 腐 局	5 取 漏 止 替
		6 管	6 腐 局	6 取 漏 止 替
		7 管	7 腐 局	7 取 漏 止 替
		8 管	8 腐 局	8 取 漏 止 替
		9 位置指定なし	9 腐 局	9 取 漏 止 替
3 機 室 補 機	54 燃 料 油 清 浄 機	1 ケーシング・カバー	1 電 腐 局	1 取 漏 止 替
		2 ボール・ディスク分岐板	2 腐 局	2 取 漏 止 替
		3 駆動歯車	3 腐 局	3 取 漏 止 替
		4 軸・軸受・パリー	4 腐 局	4 取 漏 止 替
		5 ゴム・ガスケットパッキン	5 腐 局	5 取 漏 止 替
		6 スリー・ウイング・スリーブ	6 バランス不良	6 取 漏 止 替
		7 リング・ディスク・スリーブ	7 腐 局	7 取 漏 止 替
		8 ス・ピン・ドル	8 腐 局	8 取 漏 止 替
		9 位置指定なし	9 腐 局	9 取 漏 止 替
3 機 室 補 機	55 デーゼル油清浄機	1 ケーシング・カバー	1 電 腐 局	1 取 漏 止 替
		2 ボール・ディスク分岐板	2 腐 局	2 取 漏 止 替
		3 駆動歯車	3 腐 局	3 取 漏 止 替
		4 軸・軸受・パリー	4 腐 局	4 取 漏 止 替
		5 ゴム・ガスケットパッキン	5 腐 局	5 取 漏 止 替
		6 スリー・ウイング・スリーブ	6 バランス不良	6 取 漏 止 替
		7 リング・ディスク・スリーブ	7 腐 局	7 取 漏 止 替
		8 ス・ピン・ドル	8 腐 局	8 取 漏 止 替
		9 位置指定なし	9 腐 局	9 取 漏 止 替
3 機 室 補 機	56 底 油 清 浄 機	1 ケーシング・カバー	1 電 腐 局	1 取 漏 止 替
		2 ボール・ディスク分岐板	2 腐 局	2 取 漏 止 替
		3 駆動歯車	3 腐 局	3 取 漏 止 替
		4 軸・軸受	4 腐 局	4 取 漏 止 替
		5 ゴム・ガスケットパッキン	5 腐 局	5 取 漏 止 替
		6 スリー・ウイング	6 バランス不良	6 取 漏 止 替
		7 リング・ディスク	7 腐 局	7 取 漏 止 替
		8 ノズル	8 腐 局	8 取 漏 止 替
		9 位置指定なし	9 腐 局	9 取 漏 止 替
3 機 室 補 機	57 燃 料 油 清 浄 機 (グラビトロール)	1 ケーシング・カバー	1 電 腐 局	1 取 漏 止 替
		2 ボール・ディスク分岐板	2 腐 局	2 取 漏 止 替
		3 駆動歯車	3 腐 局	3 取 漏 止 替
		4 軸・軸受	4 腐 局	4 取 漏 止 替
		5 ゴム・ガスケットパッキン	5 腐 局	5 取 漏 止 替
		6 リング・ディスク	6 バランス不良	6 取 漏 止 替
		7 ノズル	7 腐 局	7 取 漏 止 替
		8 位置指定なし	8 腐 局	8 取 漏 止 替
		9 位置指定なし	9 腐 局	9 取 漏 止 替
3 機 室 補 機	58 デーゼル油清浄機 (グラビトロール)	1 ケーシング・カバー	1 電 腐 局	1 取 漏 止 替
		2 ボール・ディスク分岐板	2 腐 局	2 取 漏 止 替
		3 駆動歯車	3 腐 局	3 取 漏 止 替
		4 軸・軸受	4 腐 局	4 取 漏 止 替
		5 ゴム・ガスケットパッキン	5 腐 局	5 取 漏 止 替
		6 リング・ディスク	6 バランス不良	6 取 漏 止 替
		7 ノズル	7 腐 局	7 取 漏 止 替
		8 位置指定なし	8 腐 局	8 取 漏 止 替
		9 位置指定なし	9 腐 局	9 取 漏 止 替

機 器 分 類	構 成 部 分 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機	59 潤滑油清浄機 (アラビトロール)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車 4 軸・軸受 5 ゴムパッキング 6 リング・ダム 7 ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破漏 5 漏 6 バランス不良 7 歪曲 8 汚損 9 その他	1 取替 2 計測調整 3 調点 4 L.O. 取替 5 掃 6 パッキング取替 7 その他
3 機 室 補 機	60 燃料油清浄機 (セルフゼクタ)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキング 6 リング・ダム 7 ベーン・ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破漏 5 漏 6 バランス不良 7 閉塞 8 汚損 9 その他	1 取替 2 計測調整 3 調点 4 L.O. 取替 5 掃 6 パッキング取替 7 その他
3 機 室 補 機	61 ディーゼル油清浄機 (セルフゼクタ)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキング 6 リング・ダム 7 ベーン・ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破漏 5 漏 6 バランス不良 7 閉塞 8 汚損 9 その他	1 取替 2 計測調整 3 調点 4 L.O. 取替 5 掃 6 パッキング取替 7 その他
3 機 室 補 機	62 潤滑油清浄機 (セルフゼクタ)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキング 6 リング・ダム 7 ベーン・ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	1 亀裂 2 腐蝕 3 摩耗 4 破漏 5 漏 6 バランス不良 7 閉塞 8 汚損 9 その他	1 取替 2 計測調整 3 調点 4 L.O. 取替 5 掃 6 パッキング取替 7 その他
3 機 室 補 機	63 燃油加熱器	1 カバ 2 管 3 管板 4 仕切板 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 腐蝕 2 漏 3 漏 4 5 6 7 8 汚損 9 その他	1 取替 2 漏止 3 点検 4 5 保護鉗取替 6 掃 7 パッキング取替 8 その他
3 機 室 補 機	64 L.O. 清浄機 機用加熱器	1 カバ 2 管 3 管板 4 仕切板 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 腐蝕 2 漏 3 漏 4 5 6 7 8 汚損 9 その他	1 取替 2 漏止 3 点検 4 5 保護鉗取替 6 掃 7 パッキング取替 8 その他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	印 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 室 補 機		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
3 機 室 補 機	70 ピストン清水クーラー	1 カ バ ー	1 漏 腐 食	1 取 漏 止 替
		2 管 切 板	2 漏 腐 食	2 漏 止 替
		3 管 切 板	3 漏 腐 食	3 点 溶 換
		4 管 切 板	4 漏 腐 食	4 点 溶 換
		5 管 切 板	5 漏 腐 食	5 点 溶 換
		6 管 切 板	6 漏 腐 食	6 点 溶 換
		7 管 切 板	7 漏 腐 食	7 点 溶 換
		8 管 切 板	8 漏 腐 食	8 点 溶 換
		9 管 切 板	9 漏 腐 食	9 点 溶 換
3 機 室 補 機	71 シラット清水クーラー	1 カ バ ー	1 漏 腐 食	1 取 漏 止 替
		2 管 切 板	2 漏 腐 食	2 漏 止 替
		3 管 切 板	3 漏 腐 食	3 点 溶 換
		4 管 切 板	4 漏 腐 食	4 点 溶 換
		5 管 切 板	5 漏 腐 食	5 点 溶 換
		6 管 切 板	6 漏 腐 食	6 点 溶 換
		7 管 切 板	7 漏 腐 食	7 点 溶 換
		8 管 切 板	8 漏 腐 食	8 点 溶 換
		9 管 切 板	9 漏 腐 食	9 点 溶 換
3 機 室 補 機	72 潤滑油クーラー	1 カ バ ー	1 漏 腐 食	1 取 漏 止 替
		2 管 切 板	2 漏 腐 食	2 漏 止 替
		3 管 切 板	3 漏 腐 食	3 点 溶 換
		4 管 切 板	4 漏 腐 食	4 点 溶 換
		5 管 切 板	5 漏 腐 食	5 点 溶 換
		6 管 切 板	6 漏 腐 食	6 点 溶 換
		7 管 切 板	7 漏 腐 食	7 点 溶 換
		8 管 切 板	8 漏 腐 食	8 点 溶 換
		9 管 切 板	9 漏 腐 食	9 点 溶 換
3 機 室 補 機	73 燃料弁冷却水(油)クーラー	1 カ バ ー	1 漏 腐 食	1 取 漏 止 替
		2 管 切 板	2 漏 腐 食	2 漏 止 替
		3 管 切 板	3 漏 腐 食	3 点 溶 換
		4 管 切 板	4 漏 腐 食	4 点 溶 換
		5 管 切 板	5 漏 腐 食	5 点 溶 換
		6 管 切 板	6 漏 腐 食	6 点 溶 換
		7 管 切 板	7 漏 腐 食	7 点 溶 換
		8 管 切 板	8 漏 腐 食	8 点 溶 換
		9 管 切 板	9 漏 腐 食	9 点 溶 換
3 機 室 補 機	74 発電機清水クーラー	1 カ バ ー	1 漏 腐 食	1 取 漏 止 替
		2 管 切 板	2 漏 腐 食	2 漏 止 替
		3 管 切 板	3 漏 腐 食	3 点 溶 換
		4 管 切 板	4 漏 腐 食	4 点 溶 換
		5 管 切 板	5 漏 腐 食	5 点 溶 換
		6 管 切 板	6 漏 腐 食	6 点 溶 換
		7 管 切 板	7 漏 腐 食	7 点 溶 換
		8 管 切 板	8 漏 腐 食	8 点 溶 換
		9 管 切 板	9 漏 腐 食	9 点 溶 換

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類	
3 機 室 補 機	75 バタフースヒーター兼ドレンクーラー	1 カ	1 亀	1 取	替
		2 管	2 腐	2 漏	止
		3 管	3 漏	3 点	検
		4 仕	4 切	4 溶	接
		5	5	5 保	替
		6	6	6 掃	除
		7	7	7 パ	替
		8	8 汚	8 キ	他
		9 位	9 そ	9 の	替
3 機 室 補 機	76 補助復水器	1 カ	1 亀	1 取	替
		2 管	2 腐	2 漏	止
		3 管	3 漏	3 点	検
		4 仕	4 切	4 溶	接
		5	5	5 保	替
		6	6	6 掃	除
		7	7	7 パ	替
		8	8 汚	8 キ	他
		9 位	9 そ	9 の	替
3 機 室 補 機	77 タンク加熱ドレンクーラー	1 カ	1 亀	1 取	替
		2 管	2 腐	2 漏	止
		3 管	3 漏	3 点	検
		4 仕	4 切	4 溶	接
		5	5	5 保	替
		6	6	6 掃	除
		7	7	7 パ	替
		8	8 汚	8 キ	他
		9 位	9 そ	9 の	替
3 機 室 補 機	78 抽気エゼクター	1 本	1 破	1 取	替
		2 管	2 腐	2 漏	止
		3 カ	3 漏	3 点	検
		4 バ	4	4	
		5 ノ	5	5	
		6 放	6	6	
		7	7	7 掃	除
		8	8 汚	8 パ	替
		9 位	9 そ	9 の	他
3 機 室 補 機	79 油水分離器 (ピクトル)	1 本	1 破	1 取	替
		2 外	2 腐	2 漏	止
		3 内	3 漏	3 点	検
		4 整	4	4	
		5 バ	5	5	
		6 全	6	6	
		7 附	7	7 掃	除
		8 目	8 汚	8 パ	替
		9 位	9 そ	9 の	他
3 機 室 補 機	80 油水分離器 (タービュロ)	1 本	1 破	1 取	替
		2 支	2 腐	2 漏	止
		3 油	3 漏	3 点	検
		4 捕	4	4	
		5 電	5	5	
		6 自	6	6	
		7 附	7	7 掃	除
		8	8 汚	8 パ	替
		9 位	9 そ	9 の	他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
3 機 器 補 機	9 機 器 補 機	1 加 熱 器 2 汽 水 釜 3 蒸 溜 器 4 附 属 ボ ン プ 5 附 属 エ ン ジ ン 6 換 気 装 置 7 換 気 装 置 8 換 気 装 置 9 換 気 装 置	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 取 扱 止 2 取 扱 止 3 取 扱 止 4 取 扱 止 5 取 扱 止 6 取 扱 止 7 取 扱 止 8 取 扱 止 9 取 扱 止
4 電 気 機 器	10 ジェネレータ	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 取 扱 止 2 取 扱 止 3 取 扱 止 4 取 扱 止 5 取 扱 止 6 取 扱 止 7 取 扱 止 8 取 扱 止 9 取 扱 止
4 電 気 機 器	11 モーター	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 取 扱 止 2 取 扱 止 3 取 扱 止 4 取 扱 止 5 取 扱 止 6 取 扱 止 7 取 扱 止 8 取 扱 止 9 取 扱 止
4 電 気 機 器	12 励磁機	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 機 器 補 機 2 機 器 補 機 3 機 器 補 機 4 機 器 補 機 5 機 器 補 機 6 機 器 補 機 7 機 器 補 機 8 機 器 補 機 9 機 器 補 機	1 取 扱 止 2 取 扱 止 3 取 扱 止 4 取 扱 止 5 取 扱 止 6 取 扱 止 7 取 扱 止 8 取 扱 止 9 取 扱 止

機 器 分 類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
4 電 気 機 器	13 主・非常配電盤	1 フレーカ 2 スイッチ 3 ヒューズ 4 励磁装置 5 保護装置 6 自動同期装置 7 計位置指定なし	1 焼 2 摩 3 折 4 絶縁不良 5 断触不良 6 接触不良 7 動作不良 8 弛緩 9 その他	1 取 2 点 3 調 4 絶縁 5 接研 6 掃増 7 掃増 8 掃増 9 計の
4 電 気 機 器	14 配 線	1 ケーブル 2 トランス 3 プレーカ 4 電磁接触器 5 スイッチ 6 端子盤 7 バッテリー 8 ヒューズ 9 位置指定なし	1 焼 2 接 3 折 4 絶縁不良 5 断触不良 6 短接不良 7 接触不良 8 弛緩 9 その他	1 取 2 点 3 調 4 絶縁 5 接研 6 掃増 7 掃増 8 掃増 9 計の
4 電 気 機 器	15 スタートおよび コントロールパネル	1 トランス 2 スイッチ 3 ヒューズ 4 起動抵抗器 5 保護装置 6 電磁接触器 7 補助リレー、タイマー 8 計 器 9 位置指定なし	1 焼 2 接 3 折 4 絶縁不良 5 断触不良 6 短接不良 7 接触不良 8 弛緩 9 その他	1 取 2 点 3 調 4 絶縁 5 接研 6 掃増 7 掃増 8 掃増 9 計の
		1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
5 排ガスヒーター	00	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
5 排ガスヒーター	10 (気圧本体) (エコマイザー)	1 管 2 接 手 3 支 持 金 4 レリーフ弁 5 コック弁 6 安全弁 7 8 9 位置指定なし	1 腐 2 汚 3 破 4 漏 5 作 動 6 7 8 9 その他	1 取 2 漏 3 掃 4 点 5 調 6 7 8 9 その他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
5 排ガスヒーター	11 気 圧 本 体 (燃 焼 管)	1 管	1 腐 蝕 破 漏	1 取 替 止 止
		2 ヘ ッ グ ー	2 腐 蝕 破 漏	2 取 替 止 止
		3 支 持 金 具	3 腐 蝕 破 漏	3 取 替 止 止
		4 レ リ ー フ	4 腐 蝕 破 漏	4 取 替 止 止
		5 コ ッ ク	5 腐 蝕 破 漏	5 取 替 止 止
		6	6 腐 蝕 破 漏	6 取 替 止 止
		7	7 腐 蝕 破 漏	7 取 替 止 止
		8	8 腐 蝕 破 漏	8 取 替 止 止
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
5 排ガスヒーター	12 気 圧 本 体 (燃 焼 管)	1 管	1 腐 蝕 破 漏	1 取 替 止 止
		2 ヘ ッ グ ー	2 腐 蝕 破 漏	2 取 替 止 止
		3 支 持 金 具	3 腐 蝕 破 漏	3 取 替 止 止
		4 レ リ ー フ	4 腐 蝕 破 漏	4 取 替 止 止
		5 コ ッ ク	5 腐 蝕 破 漏	5 取 替 止 止
		6	6 腐 蝕 破 漏	6 取 替 止 止
		7	7 腐 蝕 破 漏	7 取 替 止 止
		8	8 腐 蝕 破 漏	8 取 替 止 止
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
5 排ガスヒーター	13 気 圧 本 体 (ケーシング)	1 煙 温 路	1 腐 蝕 破 漏	1 取 替 止 止
		2 伝 温 材	2 腐 蝕 破 漏	2 取 替 止 止
		3 タ ン パ ー	3 腐 蝕 破 漏	3 取 替 止 止
		4 軸 受	4 腐 蝕 破 漏	4 取 替 止 止
		5 ス ー ト ブ ロ ー	5 腐 蝕 破 漏	5 取 替 止 止
		6 取 付 脚	6 腐 蝕 破 漏	6 取 替 止 止
		7	7 腐 蝕 破 漏	7 取 替 止 止
		8	8 腐 蝕 破 漏	8 取 替 止 止
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
5 排ガスヒーター	14 給 水 系 統	1 配 管	1 電 腐 摩 損 破	1 取 替 止 止
		2 配 管	2 電 腐 摩 損 破	2 取 替 止 止
		3 配 管	3 電 腐 摩 損 破	3 取 替 止 止
		4 気 水 分 離 ド ラ ム	4 電 腐 摩 損 破	4 取 替 止 止
		5 給 水 加 減 器	5 電 腐 摩 損 破	5 取 替 止 止
		6 弁 コ ッ ク	6 電 腐 摩 損 破	6 取 替 止 止
		7	7 電 腐 摩 損 破	7 取 替 止 止
		8	8 電 腐 摩 損 破	8 取 替 止 止
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他
5 補助ボイラ	15 気 圧 本 体 (1)	1 火 燃 焼 炉 室	1 腐 蝕 破 漏	1 取 替 止 止
		2 煙 管	2 腐 蝕 破 漏	2 取 替 止 止
		3 弁 コ ッ ク	3 腐 蝕 破 漏	3 取 替 止 止
		4 安 全 弁	4 腐 蝕 破 漏	4 取 替 止 止
		5 煉 瓦 管	5 腐 蝕 破 漏	5 取 替 止 止
		6 水 弁	6 腐 蝕 破 漏	6 取 替 止 止
		7	7 腐 蝕 破 漏	7 取 替 止 止
		8	8 腐 蝕 破 漏	8 取 替 止 止
		9 ス ー ト ブ ロ ー	9 そ の 他	9 そ の 他
5 補助ボイラ	16 気 圧 本 体 (2)	1 ド ラ ム	1 電 腐 破 漏	1 取 替 止 止
		2 空 気 予 熱 器	2 電 腐 破 漏	2 取 替 止 止
		3 水 面 計	3 電 腐 破 漏	3 取 替 止 止
		4 CO ₂ メーター	4 電 腐 破 漏	4 取 替 止 止
		5 SE-グイテクター	5 電 腐 破 漏	5 取 替 止 止
		6 ドラフトゲージ	6 電 腐 破 漏	6 取 替 止 止
		7	7 電 腐 破 漏	7 取 替 止 止
		8	8 電 腐 破 漏	8 取 替 止 止
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9 そ の 他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
5 補助ボイラ	17 給 水 系 統	1 給 水 調 節 器	1 龜 裂	1 取 替
		2 給 水 加 熱 器	2 腐 蝕	2 取 替
		3 給 水 軟 化 装 置	3 破 損	3 合 併
		4 デイアレータ	4 漏 洩	4 漏 洩 止
		5 デイオイラ	5 汚 濁	5 漏 洩 止
		6 カステドタンク	6 摩 損	6 掃 拭
		7 オアサベーション	7 作 動 不 良	7 パッキン取
		8 弁・コック	8 所 他	8 そ の 他
		9 位置指定なし	9 所 他	9 そ の 他
5 補助ボイラ	18 燃 焼 系	1 バ ー ナ	1 摩 損	1 取 替
		2 燃 料 遮 断 装 置	2 腐 蝕	2 取 替
		3 管・接 手	3 破 損	3 合 併
		4 ストレーナ	4 作 動 不 良	4 漏 洩 止
		5 ス 弁・コック	5 漏 洩	5 掃 拭
		6 エヤコーン	6 吐 出 不 良	6 パッキン取
		7 送 風 機	7 汚 濁	7 そ の 他
		8 位置指定なし	8 所 他	8 そ の 他
		9 位置指定なし	9 所 他	9 そ の 他
6 管 系 と 弁	00	1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
6 管 系 の 弁	10 燃 油 管 系	1 管	1 龜 裂	1 取 替
		2 接 手	2 腐 蝕	2 取 替
		3 ストレーナ	3 漏 洩	3 合 併
		4 弁・コック	4 破 損	4 漏 洩 止
		5 タ ン ク	5 スチック	5 掃 拭
		6	6 弛 弛	6 漏 洩 止
		7	7 汚 濁	7 パッキン取
		8 位置指定なし	8 所 他	8 そ の 他
		9 位置指定なし	9 所 他	9 そ の 他
6 管 系 と 弁	11 潤 滑 油 管 系	1 管・接 手	1 龜 裂	1 取 替
		2 ストレーナ	2 腐 蝕	2 取 替
		3 弁・コック	3 漏 洩	3 合 併
		4 タ ン ク	4 破 損	4 漏 洩 止
		5	5 弛 弛	5 掃 拭
		6	6 汚 濁	6 漏 洩 止
		7 位置指定なし	7 所 他	7 パッキン取
		8 位置指定なし	8 所 他	8 そ の 他
		9 位置指定なし	9 所 他	9 そ の 他

機器分類	構成部分分類	部分分類	故障分類	作業分類
6 管系と弁	12 清水管系	1 管・接手 2 3 ストレーナ 4 弁・コック 5 ガステート・サソブング 6 エキスパンションタンク 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 食 裂 2 腐 食 食 3 漏 洩 洩 4 破 損 損 5 スチック 6 弛 緩 緩 7 閉 塞 塞 8 汚 損 損 9 その他	1 取 替 2 増 合 せ 3 増 締 め 4 点 検 5 6 漏 洩 止 7 掃 除 8 パッキン取 9 ぞ の 他
6 管系と弁	13 海水管系	1 管・接手 2 3 ストレーナ 4 弁・コック 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 食 裂 2 腐 食 食 3 漏 洩 洩 4 欠 スチック 5 スチック 6 弛 緩 緩 7 閉 塞 塞 8 汚 損 損 9 その他	1 取 替 2 増 合 せ 3 増 締 め 4 点 検 5 保護 豆 鉛 取 6 漏 洩 止 7 掃 除 8 パッキン取 9 ぞ の 他
6 管系と弁	14 空気管系	1 管 2 接 手 3 フイルタ 4 弁・コック 5 空気レガバ 6 安全弁・減圧弁 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 食 裂 2 腐 食 食 3 漏 洩 洩 4 破 損 損 5 スチック 6 弛 緩 緩 7 閉 塞 塞 8 汚 損 損 9 その他	1 取 替 2 増 合 せ 3 増 締 め 4 点 検 5 6 漏 洩 止 7 掃 除 8 パッキン取 9 ぞ の 他
6 管系と弁	15 排気管系	1 管 2 膨 張 接 手 3 ストレーナ 4 サレサ・スパーアレス 5 6 切替ダンパー 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 食 裂 2 腐 食 食 3 漏 洩 洩 4 破 損 損 5 切 6 弛 緩 緩 7 スチック 8 汚 損 損 9 その他	1 取 替 2 3 増 締 め 4 点 検 5 溶 接 漏 洩 止 6 ラッキング補 7 掃 除 8 パッキン取 9 ぞ の 他
6 管系と弁	16 加熱蒸気管 排気管系	1 管・接手 2 タンヒーティングコイル 3 4 弁・コック 5 ドレンパレタ・トラップ 6 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 食 裂 2 腐 食 食 3 漏 洩 洩 4 破 損 損 5 スチック 6 弛 緩 緩 7 閉 塞 塞 8 9 その他	1 取 替 2 増 合 せ 3 増 締 め 4 点 検 5 修 理 6 溶 接 漏 洩 止 7 掃 除 8 パッキン取 9 ぞ の 他
6 管系と弁	17 ビルシ管系	1 管・接手 2 3 ストレーナ 4 弁・コック 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 亀裂 食 裂 2 腐 食 食 3 漏 洩 洩 4 破 損 損 5 スチック 6 弛 緩 緩 7 閉 塞 塞 8 汚 損 損 9 その他	1 取 替 2 増 合 せ 3 増 締 め 4 点 検 5 6 漏 洩 止 7 掃 除 8 パッキン取 9 ぞ の 他

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	00	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	10 主機制御盤	1 電源スイッチ 2 フューズ 3 切換スイッチ 4 表示灯器 5 継電器 6 7 8 9	1 短断絶縁不 2 断絶接触 3 絶縁接触 4 接触地折 5 6 7 8 9 その他	1 取調点修増掃 2 3 4 5 6 7 8 9 その他 他替整検理糸除
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	11 主機燃料ハンド ル操縦装置	1 操作ハンドル機構 2 ポテンシオメータ 3 増巾器 4 継電器 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 短断絶縁不 2 断絶接触 3 絶縁接触 4 接触地折 5 6 7 8 9 その他	1 取調点修増掃 2 3 4 5 6 7 8 9 その他 他替整検理め除
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	12 主機前後進 操縦機構	1 操作ハンドル機構 2 前後進切換スイッチ 3 4 表示灯器 5 継電器 6 7 8 9 位置指定なし	1 短断絶縁不 2 断絶接触 3 絶縁接触 4 接触地折 5 6 7 8 9 その他	1 取調点修増 2 3 4 5 6 7 8 9 その他 他替整検理め
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	13 主機空気ハンド ル操縦機構	1 操作ハンドル機構 2 スイッチ 3 表示灯 4 継電器 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 短断絶縁不 2 断絶接触 3 絶縁接触 4 接触地折 5 6 7 8 9 その他	1 取調点修増 2 3 4 5 6 7 8 9 その他 他替整検理め
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	14 主機操縦 保護装置	1 インターロック機構 2 表示灯 3 緊急停止装置 4 複回線数カギ式装置 5 複回線数カギ式装置 6 ターニング装置 7 8 9 位置指定なし	1 短断絶縁不 2 断絶接触 3 絶縁接触 4 接触地折 5 6 7 8 9 その他	1 取調点修増 2 3 4 5 6 7 8 9 その他 他替整検理め

機 器 分 類	機 器 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	15 主機リットスイッチ	1 主機ハバリリットスイッチ	1 短断絶接点折	1 取調点修増
		2 タニグヤ用リットスイッチ	2 短断絶接点折	2 取調点修増
		3 前送用リットスイッチ	3 短断絶接点折	3 取調点修増
		4 加給用リットスイッチ	4 短断絶接点折	4 取調点修増
		5 燃料油用リットスイッチ	5 短断絶接点折	5 取調点修増
		6 直送ボタン/ホメター	6 短断絶接点折	6 取調点修増
		7	7	7
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 の	9 の
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	16 パワーユニット	1 油圧ポンプ	1 短断絶接点折	1 取調点修増
		2 バルブ弁	2 短断絶接点折	2 取調点修増
		3 電磁弁	3 短断絶接点折	3 取調点修増
		4 差力弁	4 短断絶接点折	4 取調点修増
		5 オイルストレーナ	5 短断絶接点折	5 取調点修増
		6 圧ガススイッチ	6 短断絶接点折	6 取調点修増
		7 カップリング	7 短断絶接点折	7 取調点修増
		8	8	8
		9 位置指定なし	9 の	9 の
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	17 燃料油系統	1 燃料油自動切替	1 短断絶接点折	1 取調点修増
		2 サービスボンプ切替	2 短断絶接点折	2 取調点修増
		3 油屑浄化装置	3 短断絶接点折	3 取調点修増
		4 温度調節	4 短断絶接点折	4 取調点修増
		5 液面調節	5 短断絶接点折	5 取調点修増
		6 移油ポンプ切替	6 短断絶接点折	6 取調点修増
		7 プラスチックポンプ切替	7 短断絶接点折	7 取調点修増
		8 浄油装置	8 短断絶接点折	8 取調点修増
		9 その他	9 の	9 の
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	18 潤滑油系統	1 システム油温度調節	1 短断絶接点折	1 取調点修増
		2 潤滑油ポンプ切替	2 短断絶接点折	2 取調点修増
		3 圧力調整	3 短断絶接点折	3 取調点修増
		4 ストレーナ浄化	4 短断絶接点折	4 取調点修増
		5 潤滑油清浄装置	5 短断絶接点折	5 取調点修増
		6 周上加熱温度調節	6 短断絶接点折	6 取調点修増
		7 連絡装置のポンプ切替	7 短断絶接点折	7 取調点修増
		8 浄油装置	8 短断絶接点折	8 取調点修増
		9 その他	9 の	9 の
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	19 冷却水系統	1 冷却水ポンプ切替	1 短断絶接点折	1 取調点修増
		2 冷却水ポンプ切替	2 短断絶接点折	2 取調点修増
		3 冷却水ポンプ切替	3 短断絶接点折	3 取調点修増
		4 冷却水ポンプ切替	4 短断絶接点折	4 取調点修増
		5 温度調節	5 短断絶接点折	5 取調点修増
		6 圧力調整	6 短断絶接点折	6 取調点修増
		7	7	7
		8	8	8
		9 その他	9 の	9 の
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	20 電気機区	1 主発電機切替	1 短断絶接点折	1 取調点修増
		2 補助発電機切替	2 短断絶接点折	2 取調点修増
		3 電動機切替	3 短断絶接点折	3 取調点修増
		4 電動機切替	4 短断絶接点折	4 取調点修増
		5 電動機切替	5 短断絶接点折	5 取調点修増
		6 電動機切替	6 短断絶接点折	6 取調点修増
		7 シーケンス制御	7 短断絶接点折	7 取調点修増
		8 スキミングモニタ	8 短断絶接点折	8 取調点修増
		9 その他	9 の	9 の

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	21 空 気 系 統	1 空気圧縮機等 2 圧上自動用空気 3 圧縮機自動空気 4 圧縮機自動空気 5 圧縮機自動空気 6 圧縮機自動空気 7 除湿装置 8 9 その他	1 短断絶 2 絶縁接触 3 絶縁接触 4 絶縁接触 5 絶縁接触 6 絶縁接触 7 絶縁接触 8 絶縁接触 9 絶縁接触	1 取調点修繕 2 取調点修繕 3 取調点修繕 4 取調点修繕 5 取調点修繕 6 取調点修繕 7 取調点修繕 8 取調点修繕 9 取調点修繕
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	22 補助ならびに排 ガスボイラ系	1 自動燃焼制御装置 2 自動点火装置 3 自動燃焼制御装置 4 自動燃焼制御装置 5 自動燃焼制御装置 6 自動燃焼制御装置 7 自動燃焼制御装置 8 自動燃焼制御装置 9 その他	1 短断絶 2 絶縁接触 3 絶縁接触 4 絶縁接触 5 絶縁接触 6 絶縁接触 7 絶縁接触 8 絶縁接触 9 絶縁接触	1 取調点修繕 2 取調点修繕 3 取調点修繕 4 取調点修繕 5 取調点修繕 6 取調点修繕 7 取調点修繕 8 取調点修繕 9 取調点修繕
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	23 テレグラフ	1 シンクロ 2 伝送車機 3 リミットスイッチ 4 表示灯 5 電源変圧器 6 ターミナルリード線 7 ベル・プザ 8 自動記録装置 9 その他	1 短断絶 2 絶縁接触 3 絶縁接触 4 絶縁接触 5 絶縁接触 6 絶縁接触 7 絶縁接触 8 絶縁接触 9 絶縁接触	1 取調点修繕 2 取調点修繕 3 取調点修繕 4 取調点修繕 5 取調点修繕 6 取調点修繕 7 取調点修繕 8 取調点修繕 9 取調点修繕
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	24 温 度 計	1 熱電温度計 2 抵抗温度計 3 圧力温度計 4 金属膨脹温度計 5 6 7 8 自動記録装置 9 その他	1 短断絶 2 絶縁接触 3 絶縁接触 4 絶縁接触 5 絶縁接触 6 絶縁接触 7 絶縁接触 8 絶縁接触 9 絶縁接触	1 取調点修繕 2 取調点修繕 3 取調点修繕 4 取調点修繕 5 取調点修繕 6 取調点修繕 7 取調点修繕 8 取調点修繕 9 取調点修繕
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	25 圧 力 計	1 機械式 2 電気式 3 4 5 6 7 8 自動記録装置 9 その他	1 短断絶 2 絶縁接触 3 絶縁接触 4 絶縁接触 5 絶縁接触 6 絶縁接触 7 絶縁接触 8 絶縁接触 9 絶縁接触	1 取調点修繕 2 取調点修繕 3 取調点修繕 4 取調点修繕 5 取調点修繕 6 取調点修繕 7 取調点修繕 8 取調点修繕 9 取調点修繕
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	26 回 転 計	1 機械式 2 電圧式 3 周波数式 4 5 6 7 8 9 その他	1 短断絶 2 絶縁接触 3 絶縁接触 4 絶縁接触 5 絶縁接触 6 絶縁接触 7 絶縁接触 8 絶縁接触 9 絶縁接触	1 取調点修繕 2 取調点修繕 3 取調点修繕 4 取調点修繕 5 取調点修繕 6 取調点修繕 7 取調点修繕 8 取調点修繕 9 取調点修繕

機 器 分 類	構 成 部 品 分 類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類	
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	27 液 面 計	1 浮子式	1 短断絶	1 取	管
		2 電圧泡	2 絶縁不良	2 調点修	整
		3 水気	3 接触不良	3 4 5 6	検
		4 超音波式	4 折	4 5 6	理
		5 超音波式	5 漏洩	5 6	除
		6 超音波式	6 摩耗	6 7	替
		7 超音波式	7 不良	7 8	他
		8 超音波式	8 不良	8 9	替
		9 超音波式	9 不良	9	替
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	28 流 量 計	1 差圧式	1 短断絶	1 取	管
		2 翼容電	2 絶縁不良	2 調点修	整
		3 翼容電	3 接触不良	3 4 5 6	検
		4 翼容電	4 折	4 5 6	理
		5 翼容電	5 漏洩	5 6	除
		6 翼容電	6 摩耗	6 7	替
		7 翼容電	7 不良	7 8	他
		8 翼容電	8 不良	8 9	替
		9 翼容電	9 不良	9	替
7 自動制御・遠隔 操作装置と計器	29 警 報 装 置	1 温度	1 短断絶	1 取	管
		2 压力	2 絶縁不良	2 調点修	整
		3 流量	3 接触不良	3 4 5 6	検
		4 流量	4 折	4 5 6	理
		5 流量	5 漏洩	5 6	除
		6 流量	6 摩耗	6 7	替
		7 流量	7 不良	7 8	他
		8 流量	8 不良	8 9	替
		9 流量	9 不良	9	替
		1	1	1	
		2	2	2	
		3	3	3	
		4	4	4	
		5	5	5	
		6	6	6	
		7	7	7	
		8	8	8	
		9	9	9	
		1	1	1	
		2	2	2	
		3	3	3	
		4	4	4	
		5	5	5	
		6	6	6	
		7	7	7	
		8	8	8	
		9	9	9	