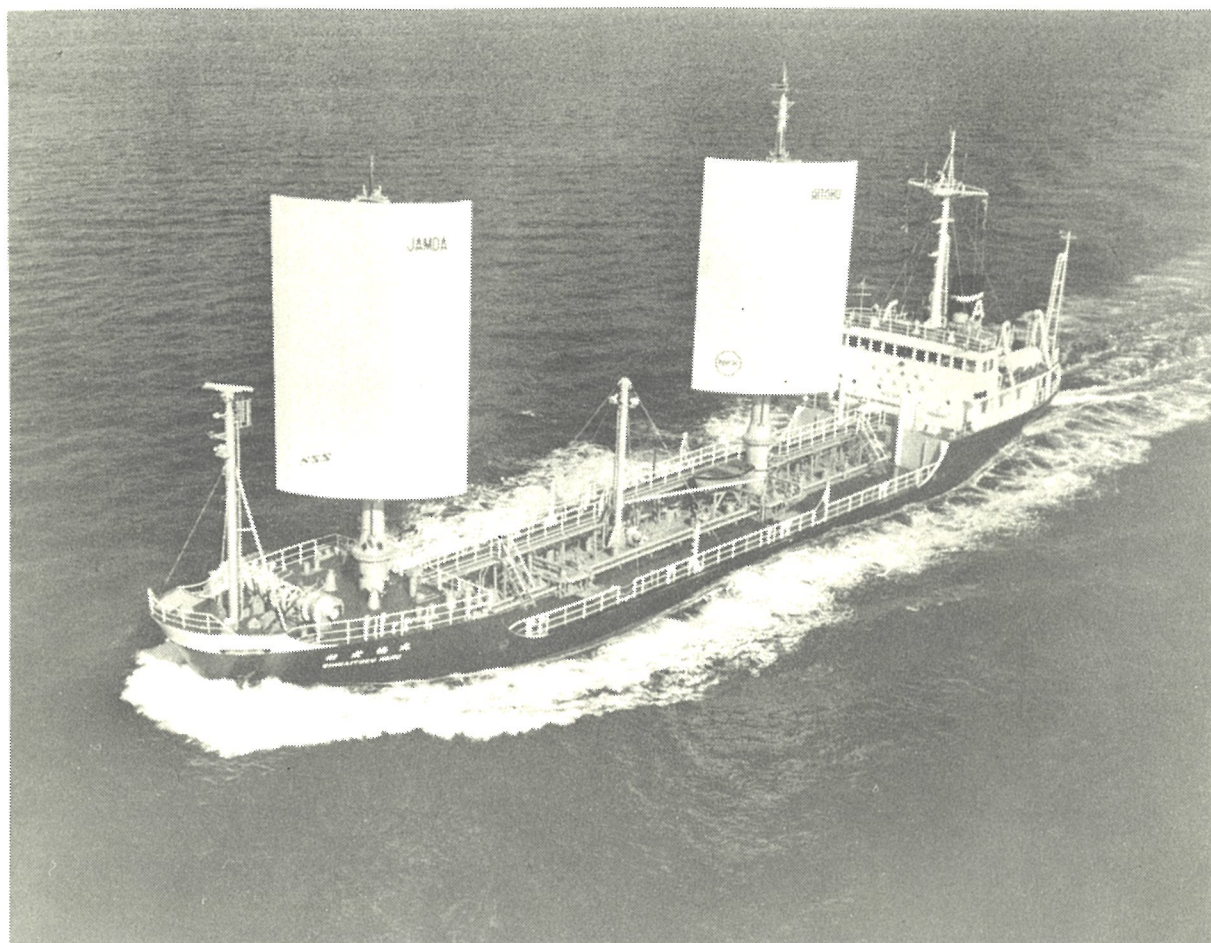


# 帆装タンカー“新愛徳丸”について



昭和 56 年 9 月



財団法人

日本船用機器開発協会

## 目 次

1. 本船が出来るまで .....	1
2. 本船の特色 .....	3
3. 主要目 .....	3
4. 各部説明 .....	3
(1) 船型 .....	3
(2) 帆装置 .....	4
(3) 主機関 .....	4
(4) クリーンサーモエコ CTE-80 .....	12
(5) サーモ ヒーター (熱媒油ボイラ) .....	12
(6) 新動力システム .....	12
(7) 温清水の利用 .....	12
(8) ホモジナイザー .....	13
(9) 海洋汚染防止 .....	13
(10) コンピューター .....	13
5. 運航データ .....	24
(1) 成績 .....	24
(2) 展帆時の利得馬力 .....	24
(3) 強風下の航海 .....	24
1) 空船時の航海 .....	24
2) 満船時の航海 —台風に遭遇しても安定していた— .....	24
(4) 経年変化による速力の影響 .....	25
付図 新愛徳丸一般配置図 .....	32
建造技術開発協力者 .....	34

## 1. 本船が出来るまで

(財)日本舶用機器開発協会（JAMDA）は日本鋼管㈱に新型帆装置の研究を委託し、昭和53年から風洞実験を開始し、基礎研究が行われ、更に洋上試験船“だいおう”に試作型の帆3種を装備して、帆の最適形状及び操帆の自動化、操縦性並に復原性の研究が行われた。

当協会は船の安全性確認のために、学識経験者からなる「帆装商船安全性検討懇談会」をもうけ、帆船の安全性基準を検討すると共に、日本鋼管㈱に対して、更に研究委託を行った。同社はこの委託をうけて、699G/T帆装油送船の精密模型を作成の上、角水槽試験によって、風圧下の波浪中試験を行うことにより、この委託に応えた。(図1,2)

また、当協会は昭和53年に阪神内燃機工業㈱に対して、低回転数・低燃費の主機関の開発を委託し、同社は昭和54年に6EL32型を完成し、この要望に応えた。

かねてから船舶技術開発㈱と共に、中小型船の省エネルギーのための種々の研究を行っていた㈱愛徳は、当協会の要請により帆装油送船を実用船として建造する決意をし、当協会の指導並びに援助によって、新愛徳丸（699G/T油送船）を建造した。

このようにして、新愛徳丸は50%の省燃費を目途として、近海区域を航行しうる船とし、かつ海洋汚染防止に留意した。

本船は、㈱今村造船所において昭和55年7月10日に起工し、昭和55年9月10日に完工し、運航者旭タンカー㈱の配船で、日本一周航路並びに近海航路に就航している。



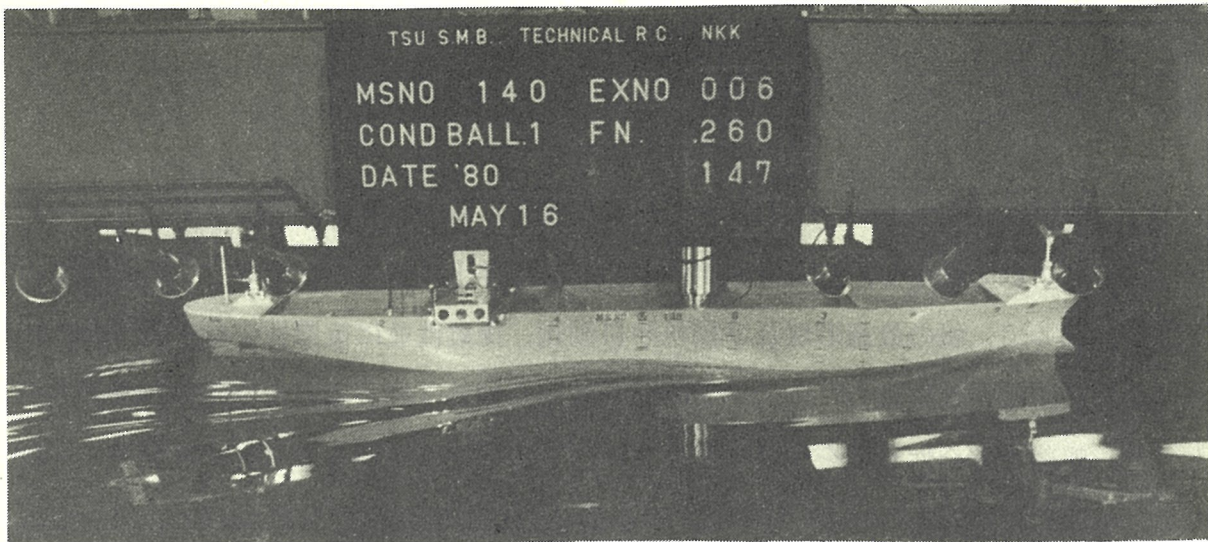


図1 水槽テスト

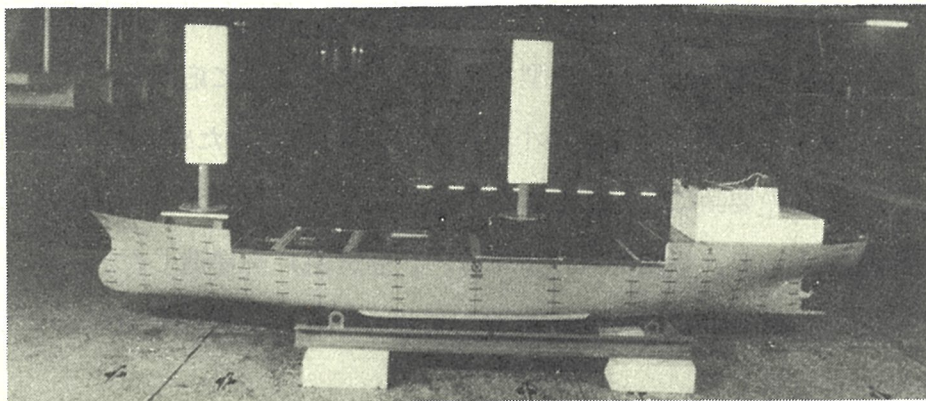


図2 帆装タンカー模型



## 2. 本船の特色

- (1) コンピューター制御システムによる層流矩型硬帆を採用
- (2) 省エネルギー船型の採用
- (3) 省エネルギー推進機関の採用
- (4) 排熱の利用
- (5) 船内電力源の省燃費
  - (a) 新動力システムの採用
  - (b) 停泊用小型発電機の採用
- (6) 補助ボイラーの省燃費
- (7) ホモジナイザーとファインフィルターの併用
- (8) 燃焼式トイレの採用
- (9) 甲板機械の油圧駆動と迅速たるみ取り式ウインドラス、ウインチの採用
- (10) セルフポリッシング型船底塗料の採用により、船底汚損による所要馬力の増大を防ぎ、省燃費に寄与した。
- (11) コンピューターシステムの採用

## 3. 主要目

本船の主要目と共に、在来船の主要目を対比して示した。(表1)

この主要目の船が在来船に比較して、どの程度の省燃費効果をあげうるかを試算したものが表2である。馬力と船速の関係図(図3)に本船と在来船の実績を比べて示す。

## 4. 各部説明

### (1) 船型

各種水槽テストの結果、新愛徳丸は肥瘠係数  $C_b = 0.68$  のスリムな船型とし、その他ビルジキールの増大(図4)、プロペラアパラチャーの拡大(図5)及び艀部吃水付近より上部のライン修正、また特殊バルバスバウの採用(図6)並びに艀面積の増大を行っ

た。馬力と船速の関係図（図3）の如く、在来船に比べて同一船速確保に要する馬力は驚くほど少なく、船橋を低くするなど船体の風圧抵抗を減らし、耐航性能の向上をはかった。

## (2) 帆装置

日本鋼管㈱にて設計し、㈱上田鉄工所にて製作を行った。

帆は前後2基とし高さ12.15 m、幅8.0 m、総面積194.4 m<sup>2</sup>で帆の展帆（stretched）及び縮帆（folded）状態及び各部名称は図7、8に示す。

帆を展帆する条件は、図9の斜線で囲まれた①に示される風向・風速の時に展帆され、自動的に最適帆角をとる。

展帆によって得られた推力は、船速が一定に制御されているので、図10に示すようにして主機エンジン出力を自動的に低減させるが、C重油使用下限が50%MCRのため、主機関は50%MCR未満に出力減少はさせず、船速ロック制御が自動的に解除され、船速が上昇する。又、さらにC/Aマルチブレンダー使用により、船速一定で出力を低減させることも出来る。

## (3) 主機関、CPP

阪神内燃機工業㈱が当協会の補助金で開発した6 EL 32型のエンジンは、2000 ps × 280 rpmであったが、これの定格を下げて1600 ps × 250 rpmとして使用した。（図11）

このエンジンの特色は、燃料消費率が低く、C重油を使用してもA重油に比べ増加量が少なく、かつ分力特性が良好な点である。

一例を示すと次の通りである。

	主機出力	A 重油	C 重油
4 / 4	1600 ps	141.0 g/ps・h	146.0 g/ps・h
3 / 4	1200 ps	141.5 g/ps・h	146.5 g/ps・h
1 / 2	800 ps	144.0 g/ps・h	149.0 g/ps・h

更に主機関回転数を250 rpmに下げたので、大口徑CPPを採用、荒天時のレーシングなど航行時の諸問題を検討し、プロペラ直径2650 mmを選定した。（図12）

CPPは全長を短くする設計を行い、機関室全長を短くすることが可能となり、かつ艀船型の改善に寄与した。

展帆によって利得推力が発生した時には、主機関出力は自動的に低減させられるが、その場合といえども船速は一定であるから、プロペラのスリップ等を変えないようにオ



ーバーピッチ（即ち、トルクリッチ）にするように、ALCコンピューターにより作動されている。（図13参照）

表1 新愛徳丸と在来船の主要目の比較

主 要 目	新 愛 徳 丸	在 来 船 仕 様
主要寸法等		
長さ（垂線間）（m）	66.00	62.00
幅（型）（m）	10.60	11.20
深さ（型）（m）	5.20	5.00
計画満載喫水（型）（m）	4.40（近海） 4.80（沿海）	4.60（沿海）
方型肥瘠係数	0.68	0.72
総トン数（t）	699	699
満載排水量（t）	2 400（ABT'）	2 400（ABT'）
載貨重量（t）	1 400（近海） 1 600（沿海）	1 600
貨物槽，各種タンク容積		
貨物油槽（m <sup>3</sup> ）	1 300	1 600
燃料油タンク（m <sup>3</sup> ）	136	70
清水タンク（m <sup>3</sup> ）	37	40
海水バラストタンク（m <sup>3</sup> ）	660	450
帆 装 置		
矩形層流型硬帆	2組	
帆面積	約 200 m <sup>2</sup> （合計）	
展帆時最大風速（m/s）	20	
速力，航続距離		
試運転速力（kt）	13	12
（4/4負荷満載状態）		
満載航海速力（kt）	12	11
航海距離（海里）	約 9 700	約 3 000
主 機 関		
型式×台数	単動 4 サイクル過給機付き ディーゼル機関×1基	同 左

主 要 目	新 愛 徳 丸	在 来 船 仕 様
連続最大出力	1 600 PS × 250 rpm	1 800 PS × 320 rpm
使用燃料油	C重油 (1 500 秒 RW No 1 100°F)	B重油
燃料消費率 (g/PS・h)	141	160
燃料消費量 (t/DAY)	3.6	4.1
プロペラ		
型式×台数	CPP × 1 基	FPP × 1 基
直径×翼数	2 650 m/m × 4 翼	2 300 m/m × 4 翼
補助ボイラ		
型式×台数	熱媒油式サーモヒータ × 1 基	蒸気式ボイラ × 1 基
蒸発量 (kcal/h)	500 000	1 000 000
圧力×温度	230 °C	7 kg/cm <sup>2</sup> × 170 °C
排ガスエコノマイザ		
型式×台数	熱媒油式排ガスエコノマイザ × 1 基	な し
蒸発量 (kcal/h)	80 000	
圧力×温度	150 °C	
FO清浄機	ホモジナイザ及びファインフ ィルタ	遠心式清浄機
発電装置		
主発電機	80 KVA 220 V 60 Hz	100 KVA 220 V 60 Hz
補発電機	主機油圧駆動 80 KVA × 1 基 補機駆動 80 KVA × 1 基	補機駆動 100 KVA × 2 基
停泊用発電機	30 KVA × 1 基	な し
コンピュータ		
1. 操 帆	コンピュータによる自動制御 (手動制御及び予備装置付き)	な し
2. 船 速	コンピュータによる主機関及 びCPPの自動制御 (船速計 装備)	な し
3. 運 航 管 理	マイクロコンピュータによる 運航管理, データ記録装置付 き	



表2 省燃費メリット計算

		省エネ帆装船	在来船
運航時間 (時/年)		4500	4500
燃料油	主機	C重油	B重油
	補機	(A重油)	A重油
船速 (kt)		12	12
必要馬力(推進力) (PS)		1050	1500
燃料消費率	主機 (ℓ/PS・h)	0.151	0.172
	補機	-	0.417 ℓ/kW・h
燃 料 消 費 量	主機関	$0.151 \times 1050 \times 4500 / 1000$ C重油 713 ℓ/年	$0.172 \times 1500 \times 4500 / 1000$ B重油 1161 ℓ/年
	熱負荷	クリーンサーモエコ ファン 4.8 kW } 計 8 kW ポンプ 3.2 kW $\frac{8 \times 0.151 \times 4500}{0.736 \times 0.9 \times 0.73 \times 1000}$ C重油 11.2 ℓ/年	加熱暖房 41.3 kW $\frac{0.417 \times 41.3 \times 4500}{1000}$ A重油 77.5 ℓ/年
	一般電力	47.6 kWとす $\frac{47.6 \times 0.151 \times 4500}{0.736 \times 0.9 \times 0.73 \times 1000}$ C重油 66.9 ℓ/年	47.6 kWとす $\frac{47.6 \times 0.417 \times 4500}{1000}$ A重油 89.3 ℓ/年
	合計	A重油 - B重油 - C重油 791.1 ℓ/年	166.8 ℓ/年 1161 ℓ/年 -
価 格 対 C 比	A重油	69800 円/ℓ	1.193
	B重油	68300 "	1.167
	C重油	58500 "	1
C重油換算合計 (ℓ/年)		791.1	1553.9
C重油換算比率 (%)		50.9	100
省エネメリット金額		44659 千円/年	

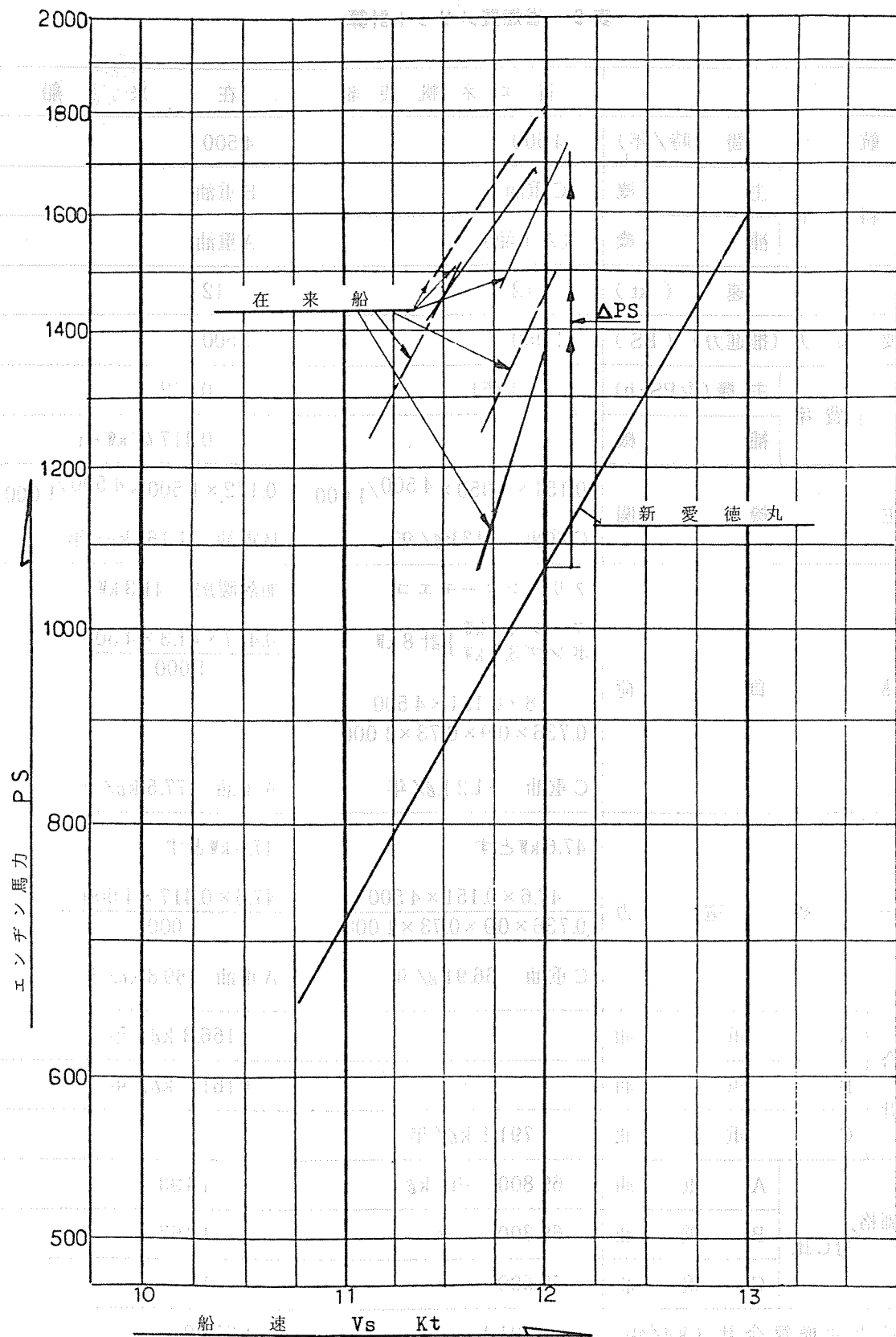


図3 必要馬力比較図



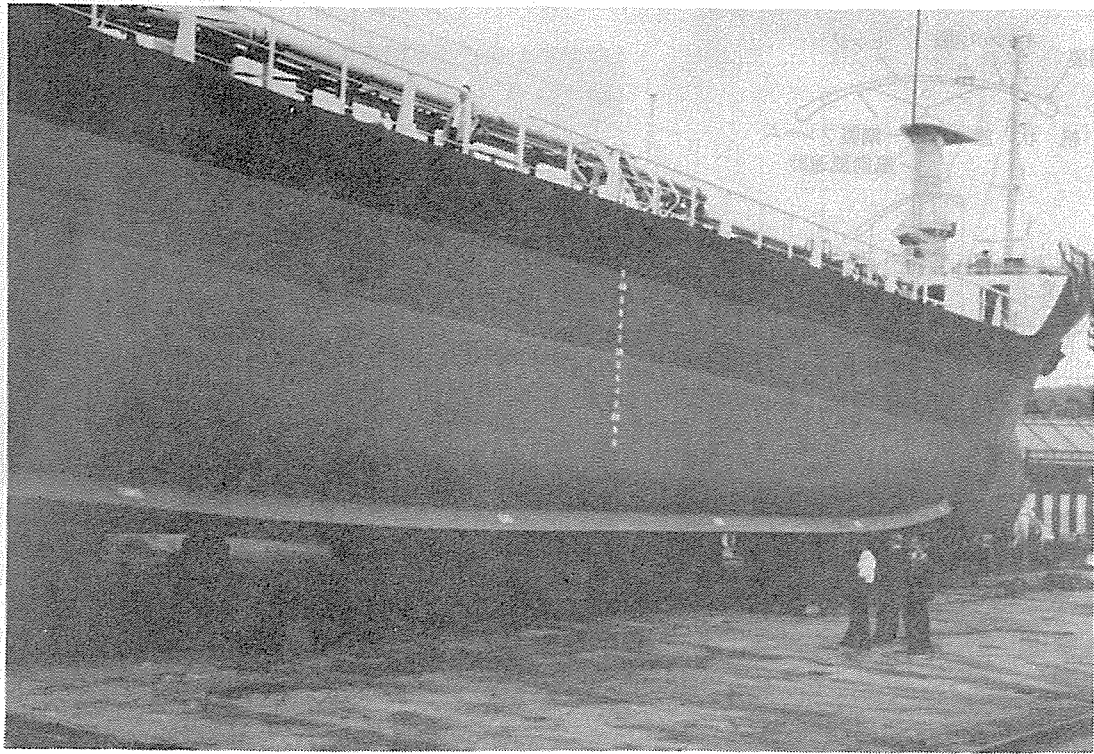


図4 ビルジキール

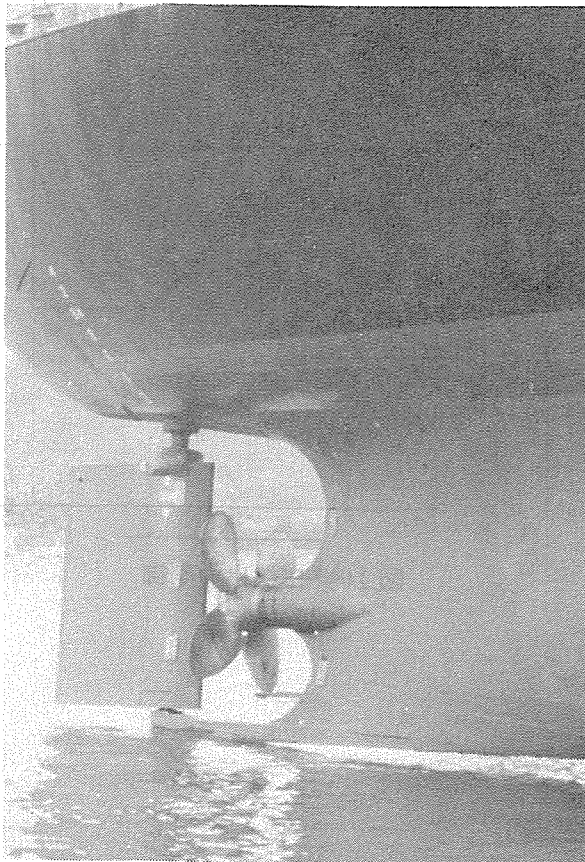


図5 艫部

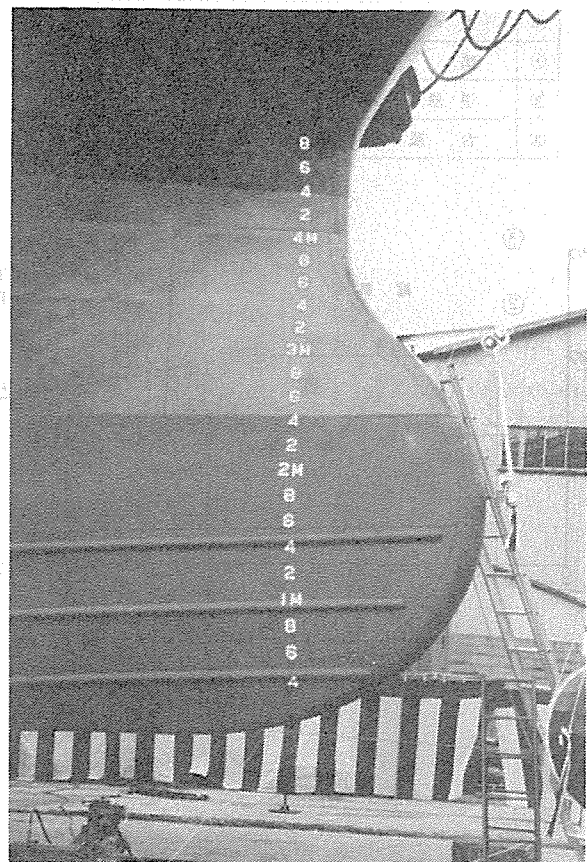


図6 船首部



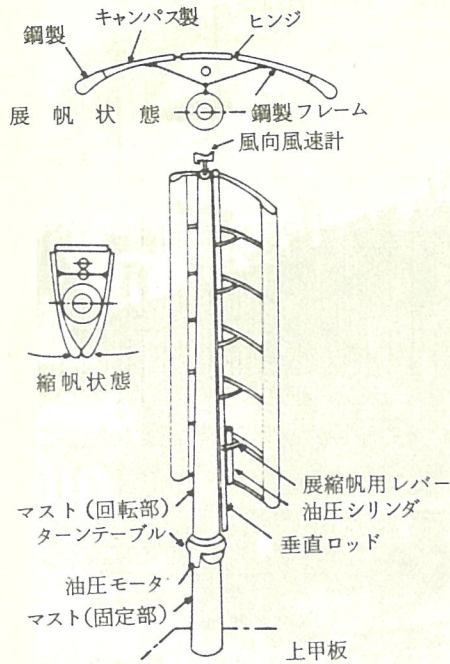


図7 帆装置概略図

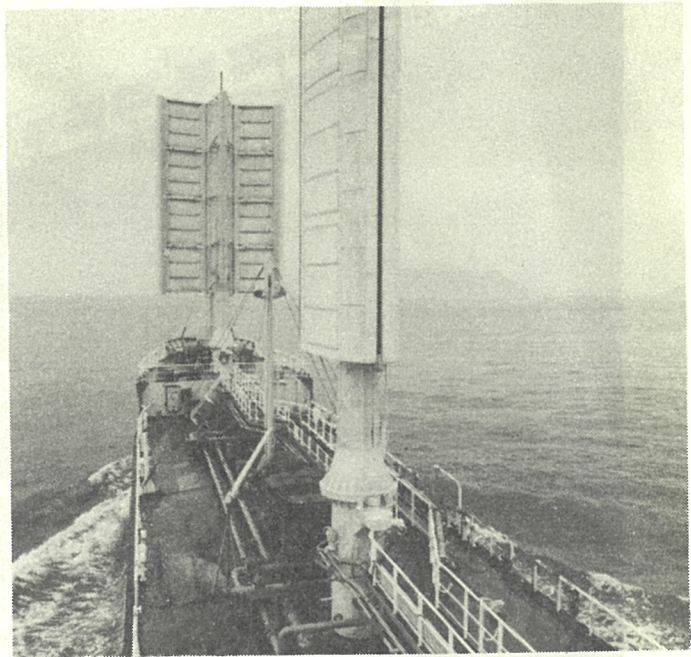


図8 縮・展帆状態

No.	風の状態	制御方法		
		帆の状態	自動	手動
①	順風	展帆	○	○
②	逆風・強風	縮帆	○	○
③	台風等	縮帆	×	○

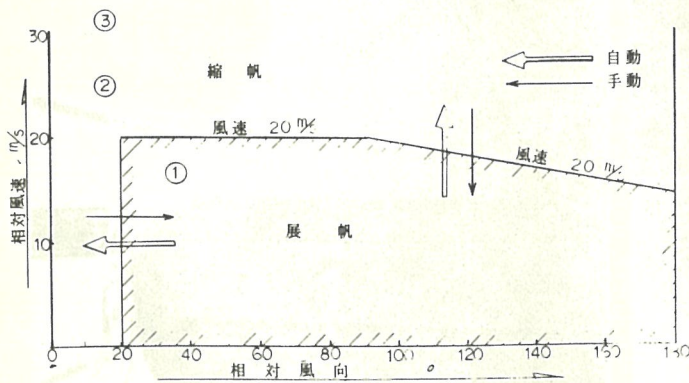


図9 帆装置の自動制御方法

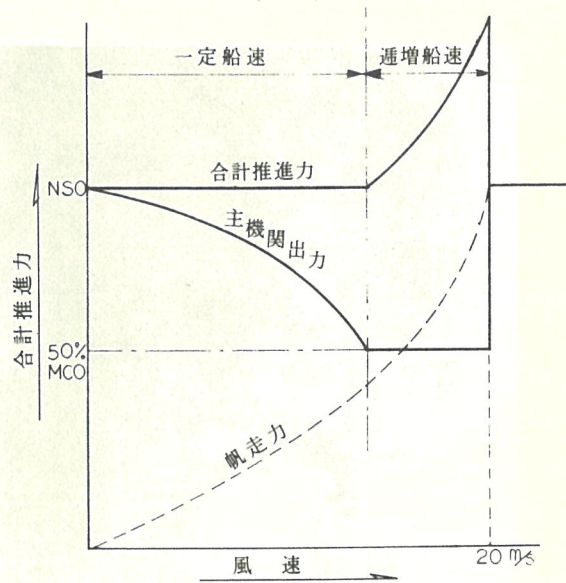


図10 主機出力制御



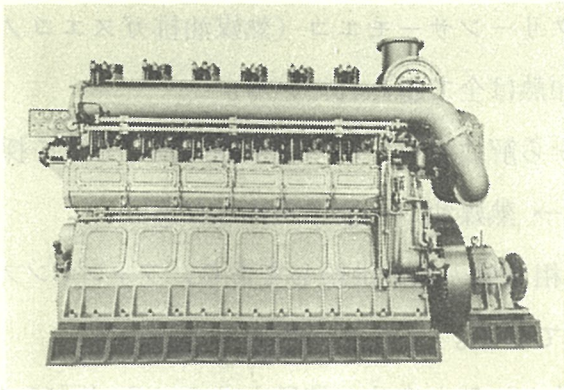


図 11 6EL32型ディーゼルエンジン

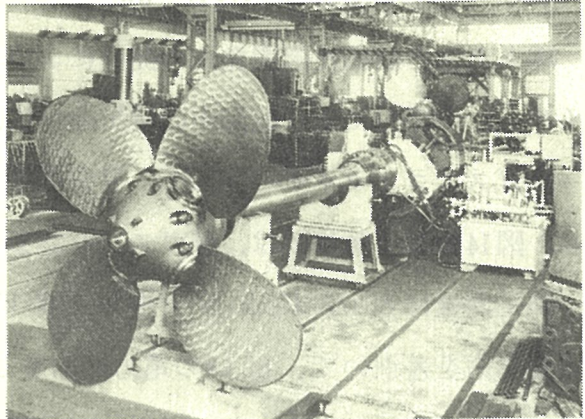


図 12 可変ピッチプロペラ

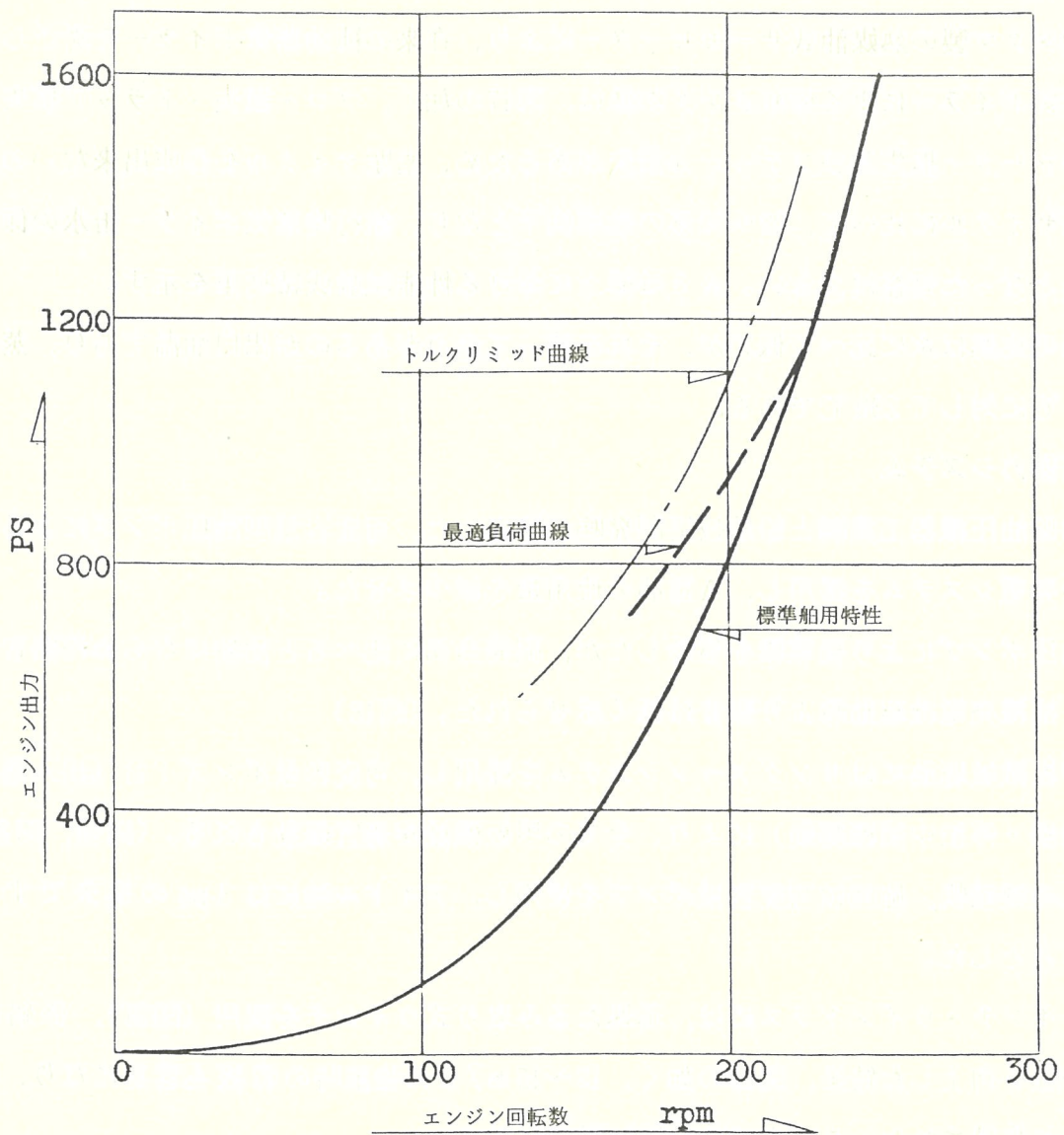


図 13 自動負荷制御



#### (4) クリーンサーモエコ CTE-80

㈱タクマと船舶技術開発㈱の開発によるクリーンサーモエコ（熱媒油排ガスエコノマイザー）の採用により航海中の暖房並びに加熱は全て賄われている。

排ガスエコノマイザーとして、腐食問題から解放され、かつ安全性の高い方式を採用し、図14の如く熱移動は、排ガス → 空気 → 熱媒油 → 被加熱体となる。

発生熱量は 80 000 Kcal/h であり、93 kW相当分の熱を供給しており、ファンポンプの駆動馬力を差引いて、85 kWの電力節約をしている。

航海中の暖房はもとより、燃料油・潤滑油の加熱を十分に満足させている。(図15, 16)

#### (5) サーモヒーター（熱媒油ボイラー）

㈱タクマ製の熱媒油式サーモヒーターにより、在来の補助蒸気ボイラーを廃止した。

蒸気ボイラーによる荷油タンク加熱は、図17の如く、ブロー損失・トラップ損失・ドレンクーラー損失及びフラッシュ損失があるため、密閉サイクルを作成出来ないため、密閉サイクルに比べて、22～30%の効率低下となり、航行時蒸気ボイラー缶水の保有が皆無となった効益は大きい。表3は船上における性能試験成績結果を示す。

油の比熱は水に比べて低いが、それを補って余りがあるのが出口油温であり、蒸気の150℃に対して230℃である。

#### (6) 新動力システム

内田油圧機器工業㈱と船舶技術開発㈱が開発した、可変容量型油圧ポンプによる主軸駆動発電システムを採用し、A重油の使用量を減少させた。

油圧ポンプにより発電機を駆動したが、開発当初に比べると比較にならぬ程騒音が低く、補機発電機駆動時より騒音は低く感ぜられた。(図18)

甲板機械駆動にはリングメーンシステムを採用し、可変容量ポンプ1台（出入港中主機駆動・停泊中補機駆動）により、全ての甲板機械が適宜駆動される。(図19, 20参照)

帆の展縮帆、旋回は可変容量ポンプを使用し、アイドル時には3psの損失ですませることとした。

ウインチ・ウインドラスには、迅速たるみ取り式ウインチを採用(図21)、係船時の操船性を向上した結果、図22の如く、13～15m/sの強風時の着棧も容易になり、荷主殿より称賛された。この方式の特性は図23に示す。

#### (7) 温清水の利用

主機関温清水を利用し、燃料油ストレージタンクの加熱を行う。

燃料ストレージタンクには主機の温清水を配管して加熱を行っている。又、多回路式温水ボイラーを併用することにより、温清水及び熱媒油の追焚が可能である。(このシステムは特許申請中)(図24参照)

温清水の温度が主機出口で約65℃であり、表4に示す通り吸上げ油温も45℃～35℃と適当な範囲に自動的に調整されている。

二重底により本船の如く海面付近にあるストレージタンクは、温度条件としては不利と思われたが、低海水温度水域での実航海で好ましい結果が得られた。

#### (8) ホモジナイザー

通常採用されている遠心分離式清浄機とフィルターに替えて、ボルカノ(株)製の小型ホモジナイザーによりスラッジ迄すりつぶし、これを伊藤式フェインフィルターによって金属粉フイレットを取除く方式に変更した。運航試験の結果判明したことは、スラッジは余すところなく燃焼し、かつFOポンプの焼付き、ノズルのつまりも全く発生せず、好調に運航を続けている。

ホモジナイザーの外形図は図25に、回路図を図26に示す。

#### (9) 海洋汚染防止

C重油のスラッジ発生はホモジナイザーで皆無とすると共に、当協会とボルカノ(株)とで開発した熱焼式トイレ(図27)の採用により、又、クリーンバラストの配置と荒天航行に必要な吃水確保で海洋汚染は完全に防止された。

#### (10) コンピューター

本船に搭載されているコンピューターは全部で5種類に分れ、担当は次の通りである。

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 1. 自動操帆コンピューター    | 日本鋼管(株)                                |
| 2. 主機・CPPコンピューター  | { 阪神内燃機工業(株)<br>日本造船機械(株)<br>船舶技術開発(株) |
| 3. 運航マニュアルコンピューター | { 同上                                   |
| 4. 復原性確認コンピューター   | { 船舶技術開発(株)<br>(株)今村造船所                |
| 5. 電子ロラン          | 日本無線(株)                                |

又、その一覧表並びにその情報の流れを表 5 に示す。

出港直前に船長は各タンク積付け量をインプットし、復原性確認コンピューターにより船の要目を詳しく知る。その中の排水量比によって、運航マニュアルコンピューターの計算の基礎が生まれ、航海距離・所要時間・潮流・風向・風速をインプットすると、所要船速・馬力・到着時刻等が表 6～9 の如くプリントアウトされる。

これらの資料を基にし、海況を考えて船長が船速を決定する。船が巡航に入った時に、先ずエンジンの馬力を調整し、設定船速で巡航に入らせると、船速ロックボタンを押す。その上で展帆が許される条件なら展帆し、操帆コンピューターにより帆走力を得る。

主機 ALC コンピューターは、船速を一定に保つので、帆走力分だけ主機出力を自動的に低減させると共に、船速は同一であるから、CPP のピッチを大きくしてゆく。

電子ロランは現在位置の明示と共に、対地船速を算出するので、対地船速を基にして、対水設定速度を再調整する。

図 28, 29 は操帆コンピューターと ALC コンピューターを示し、

図 30 は運航マニュアル、復原性確認コンピューターを示す。

図 31 は電子ロランを示す。



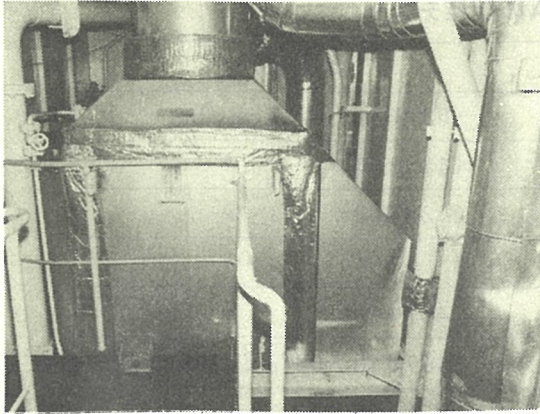


図 15 熱交換器

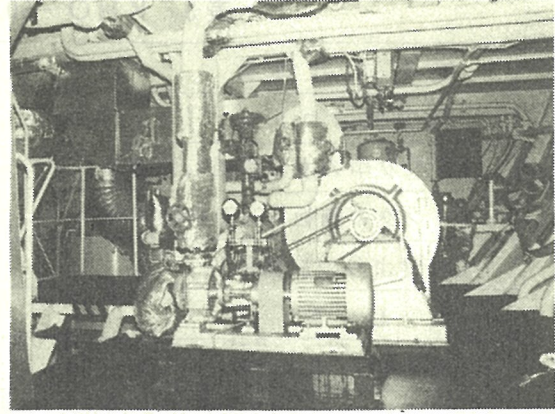
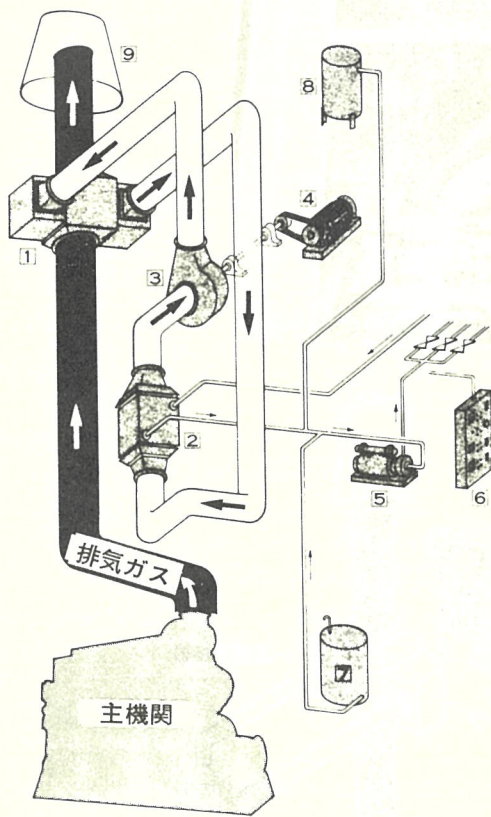


図 16 循環ファン



- 1 一次熱交換器
- 2 二次熱交換器
- 3 循環ファン
- 4 ファンモーター
- 5 熱媒循環ポンプ
- 6 制御盤
- 7 油だめタンク
- 8 膨張タンク
- 9 煙突

図 14 クリーンサーモエコ回路図

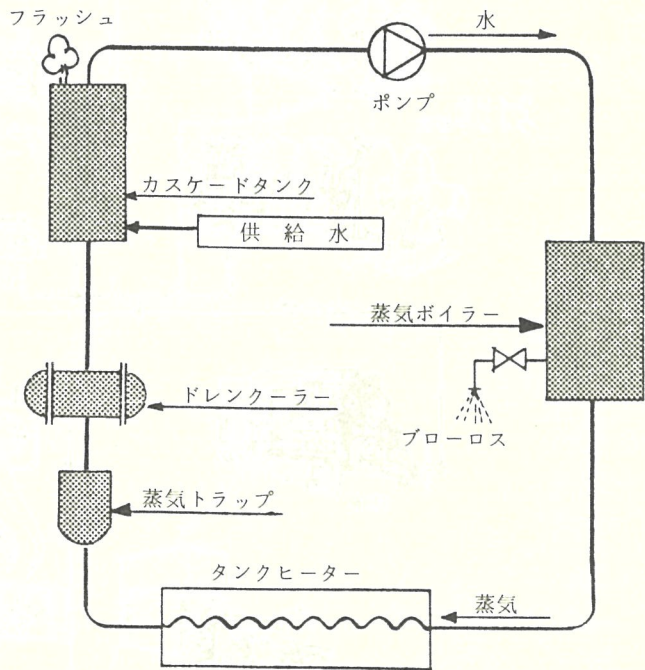
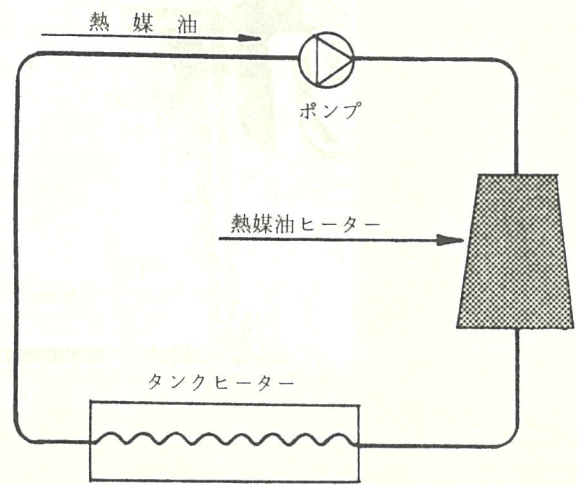


図 17 サーモヒーター及び蒸気ボイラー回路図

表3 KHO-50/1Aの性能テスト

燃料油消費量	63.37ℓ/hr
発生熱カロリー	537,631 kcal/hr
(タンク中の水に供給した燃量)	(433,166) "
(タンクの側板等よりの放熱量)	( 28,693) "
(配管よりの放熱量)	( 5,551) "
供給熱量	467,410 "
熱媒油ヒーター効率	467,410 / 537,631 = 86.9%

\*使用荷油タンク#3(ps) & #5(ps)

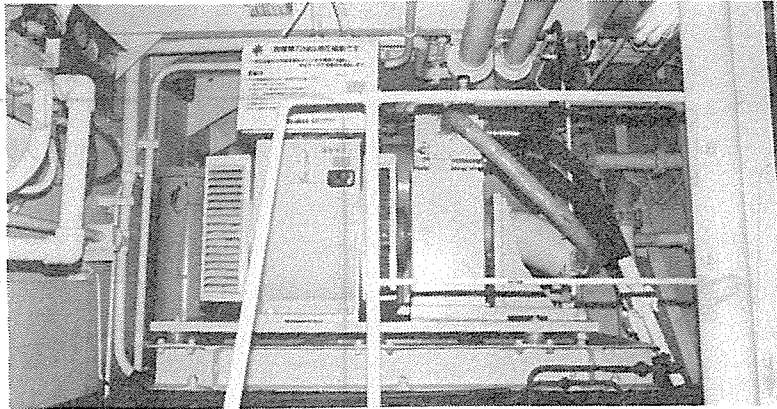


図18 油圧式発電機

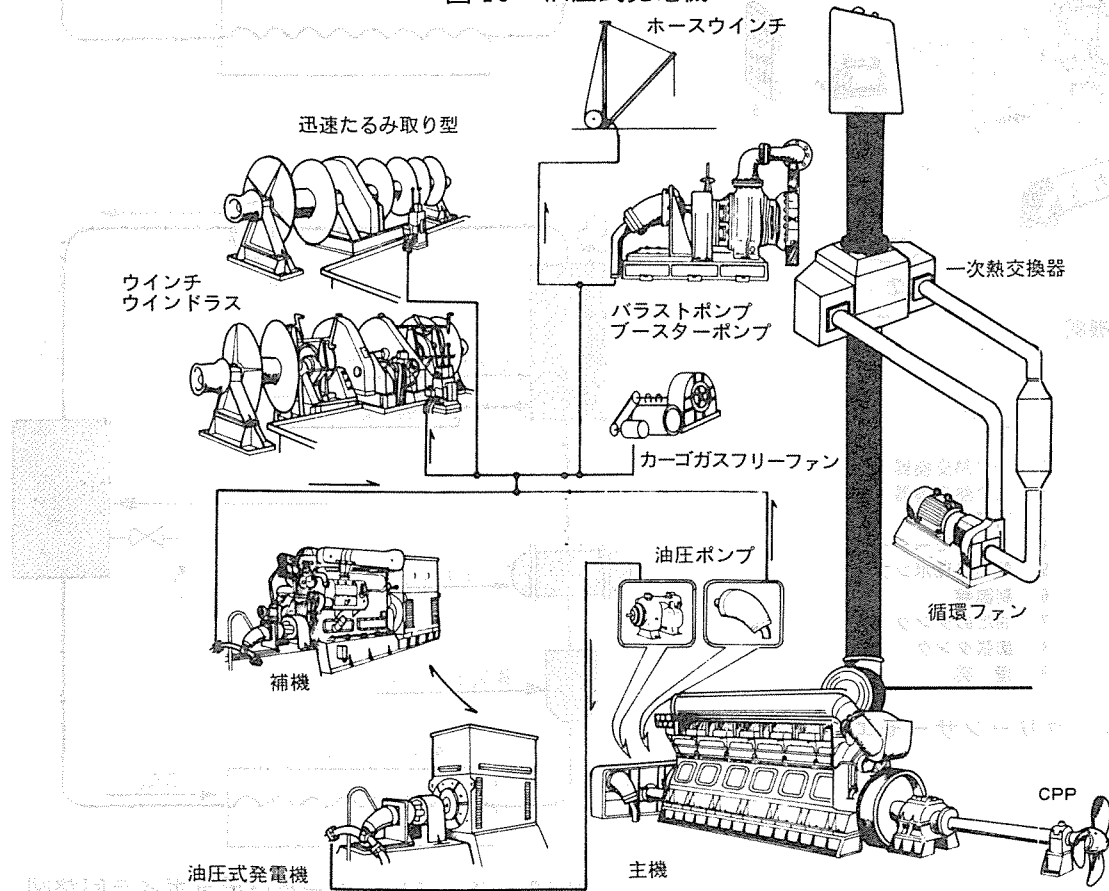


図19 新動力システム

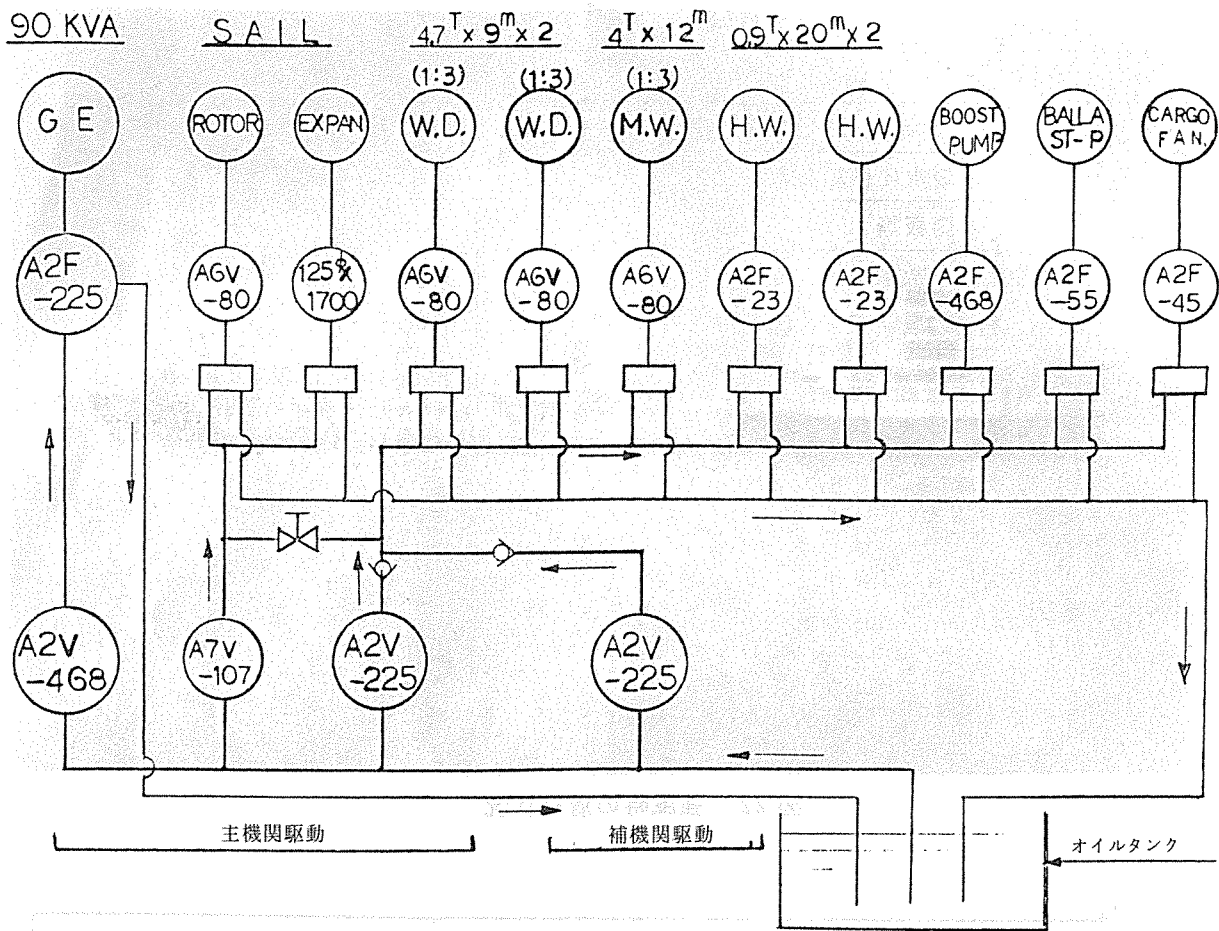


図 20 新動力システム油圧系統図

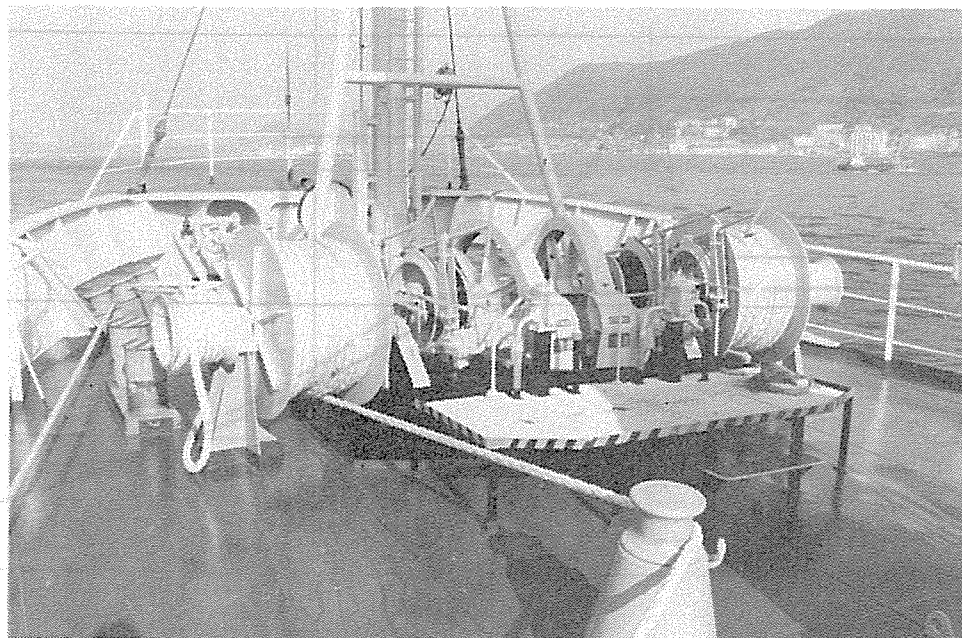


図 21 迅速たるみ取り式ウインチウインドラス





図 22 強風時の着棧状況

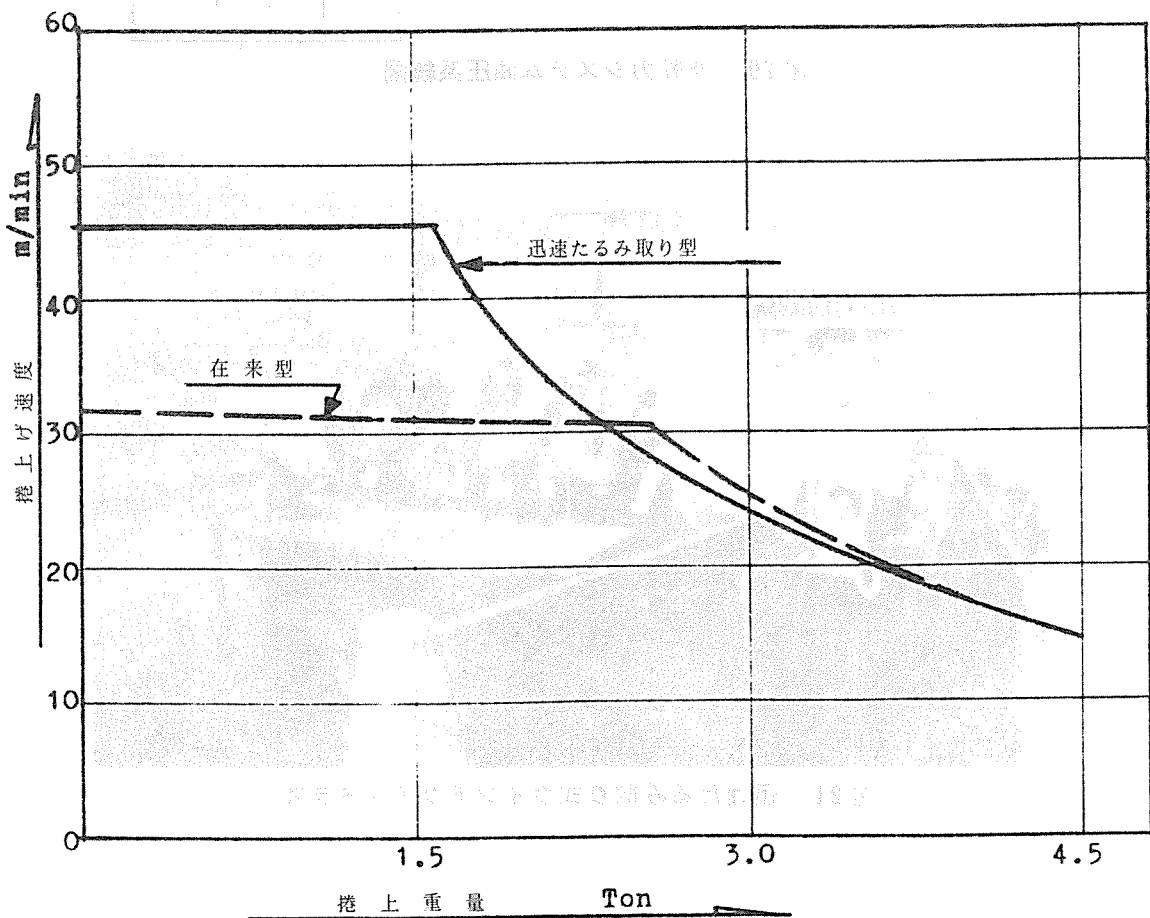


図 23 迅速たるみ取り式ウインチ特性

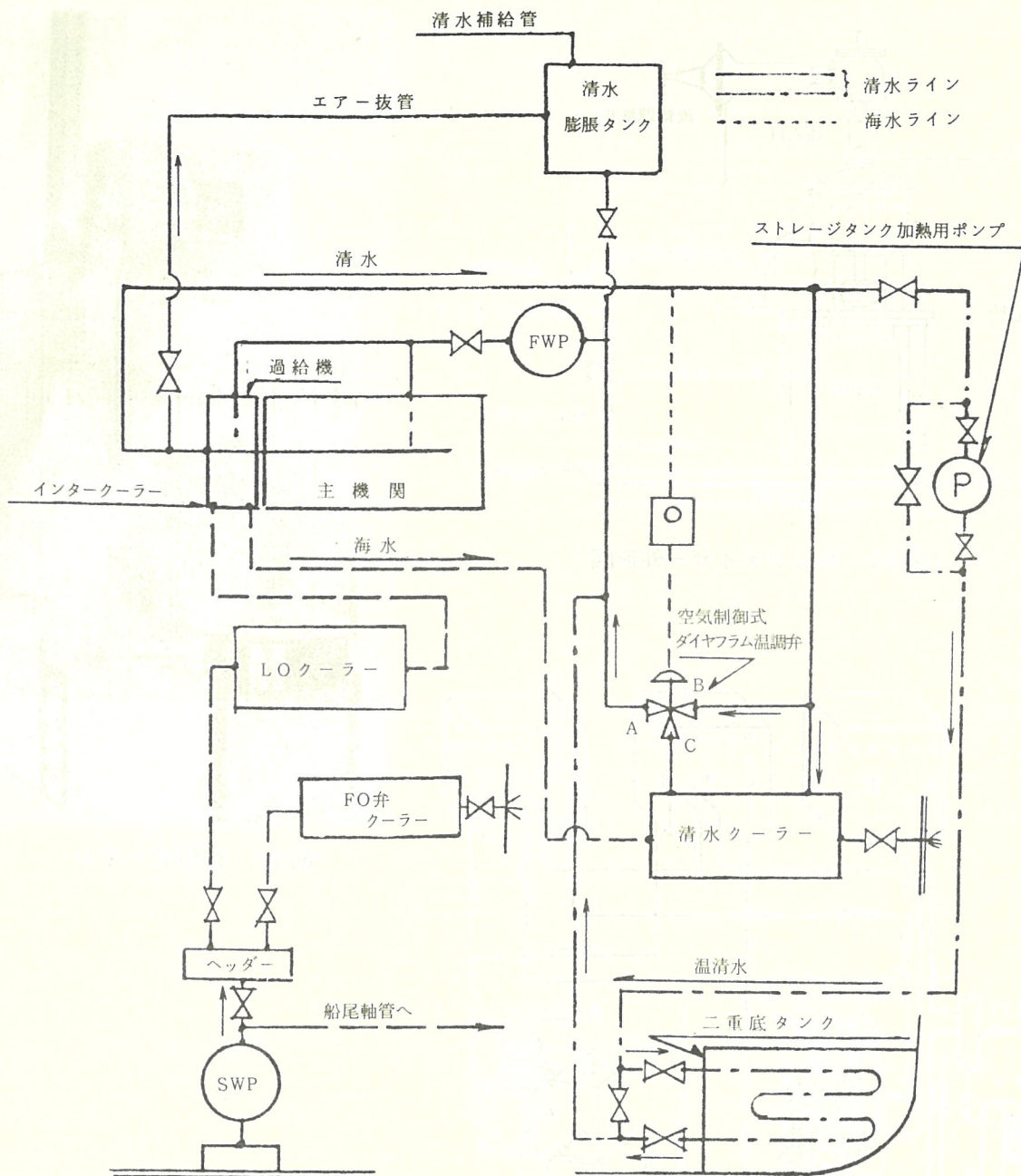


図 24 主機関の冷却水系統図

表 4 温清水加熱の性能

年月日	55-12-20	55-12-22
海水の温度	8-10℃	18-22℃
#1 ストレージタンクの出口燃料油温	35-38℃	38-43℃

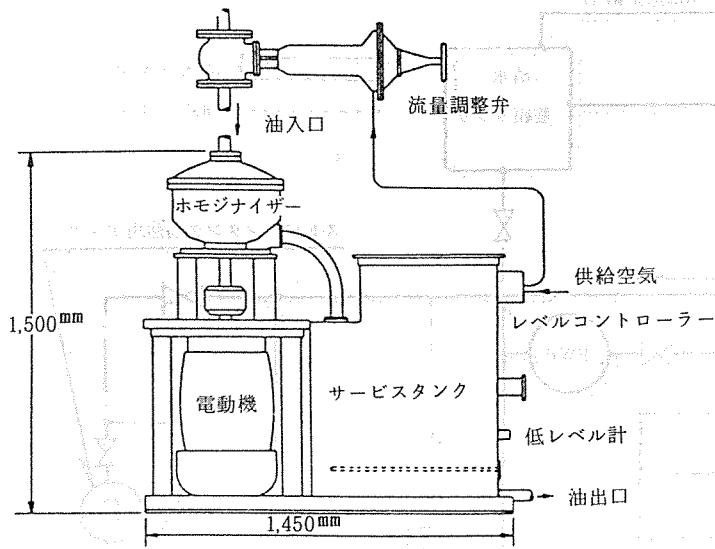


図 25 ホモジナイザー外形図

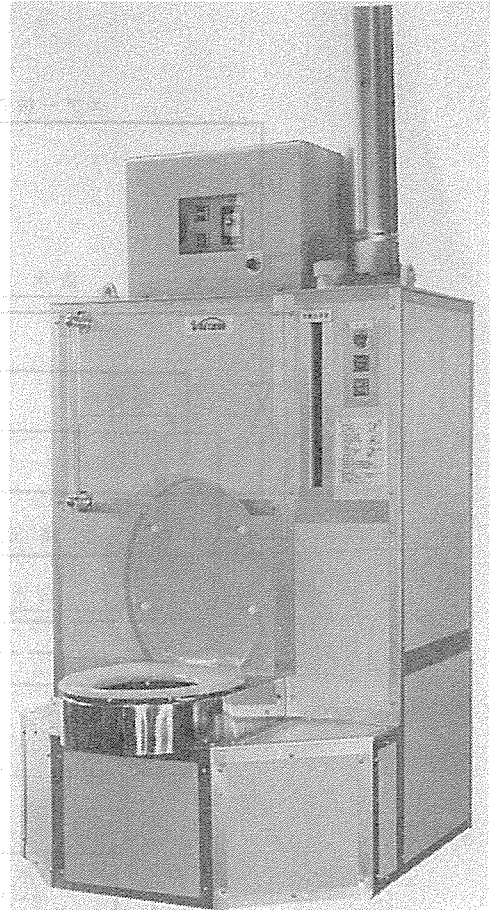


図 27 燃焼式トイレ

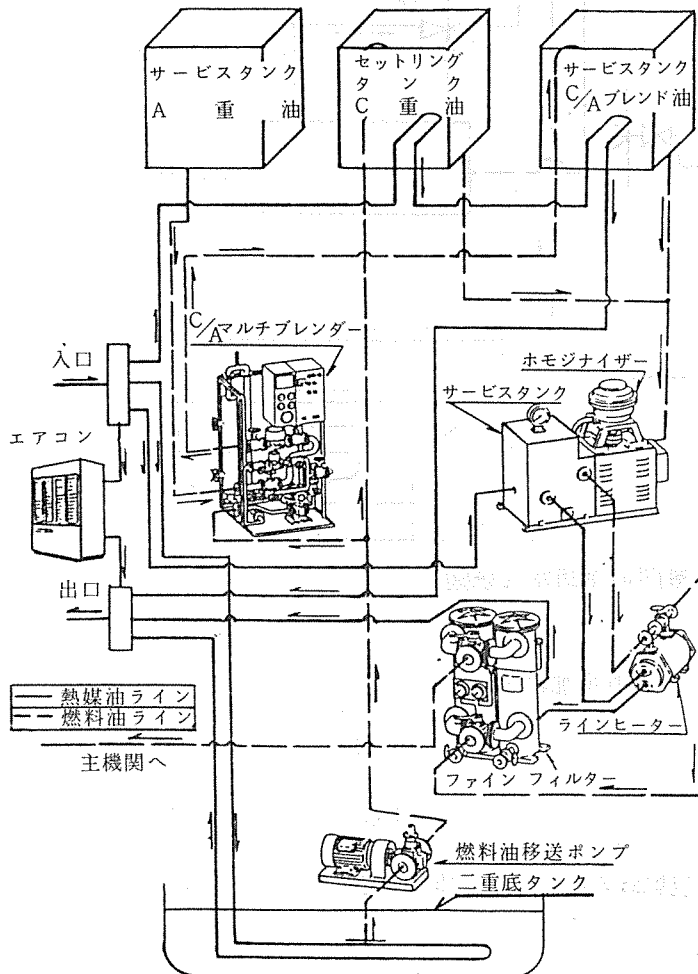


図 26 ホモジナイザー回路図



表5 新愛徳丸のコンピューターシステム

コンピューターシステム	主たる作動内容等	情報の流れ
復原性確認コンピューター	○各タンクの積付け重量投入。トリム, 排水量, $G_0M$ 等が自動的に算出され, その数字がプリントされる。	トリム, $G_0M$ , 排水量等の確認
運航マニュアルコンピューター	○コンピューターと省エネの会話をを行い, 到着時刻及び Lt/Mile を予定する。	船速の決定 - 主機出力予測 省エネルギーデータのプリント
自動負荷制御コンピューター	○船速を指定し, 船速一定で航走するように, ロックする。 ○帆走力が得られた時には, 船速一定の条件の下で主機出力を自動的に低減させる。	船速ロック 実出力 = 予測出力 - 帆走力 対水船速の修正
自動操帆コンピューター	○展帆中は最適帆角を検出して作動させ, 自動的に最大帆走力を得るように制御する。	展帆 → 帆走力
電子ロラン	○本船の現在位置の緯経度表示。 ○対地船速の算出を行う。 ○船長はこの結果により本船の対水船速を修正する。	対地船速

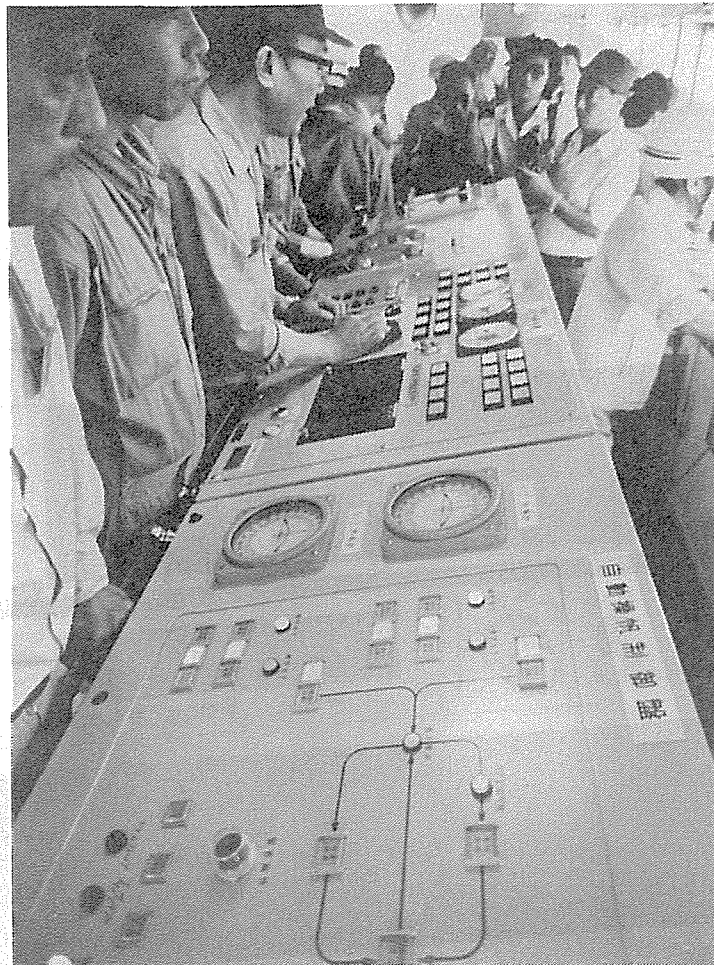


図28 自動操帆コンピューター



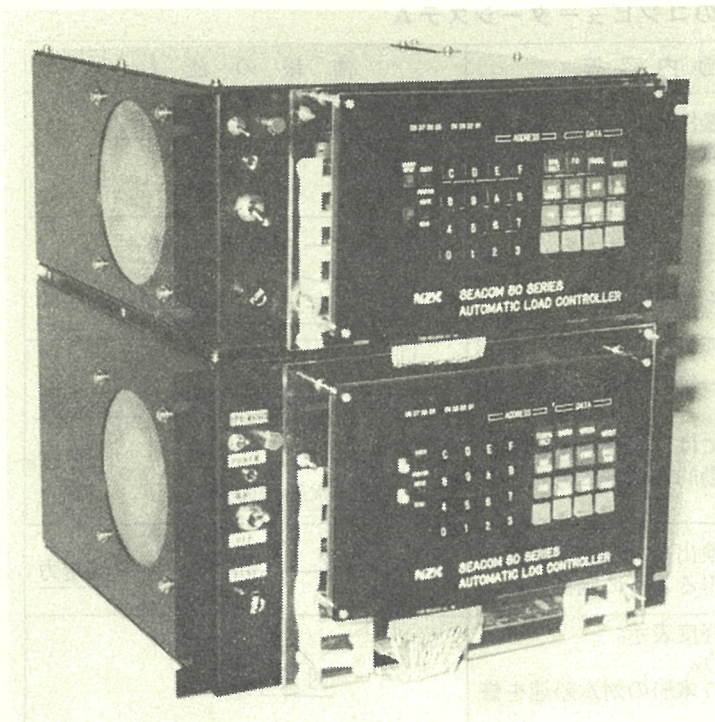


図 29 自動負荷制御コンピューター

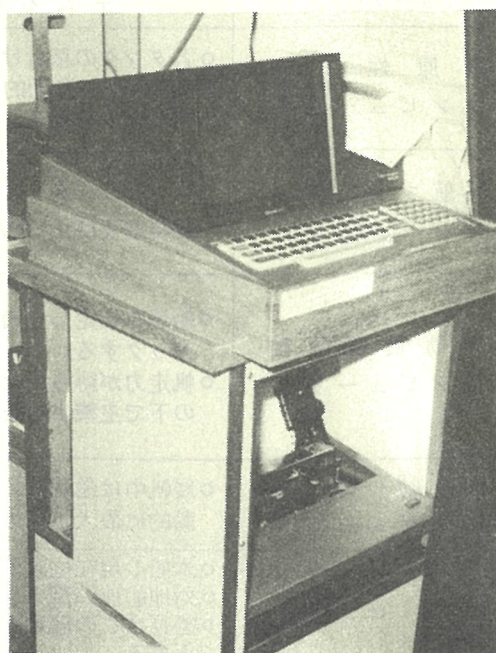


図 30 復原性確認及び  
運航マニュアルコンピューター

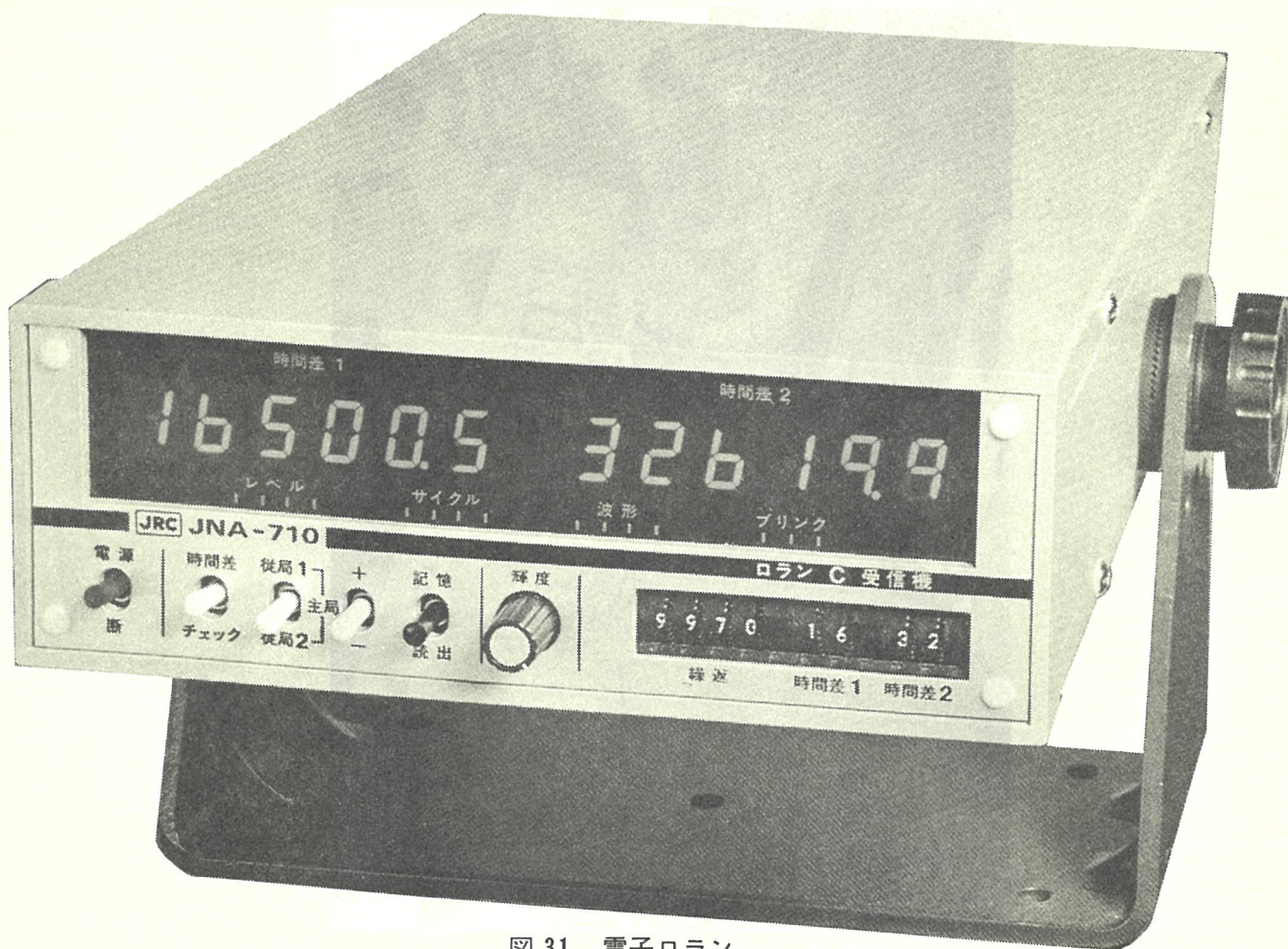


図 31 電子ログ



表 6

"SHIN AITOKU MARU" Calculation of Trim & G.M  
シンaitokumaru トリム G.M. ケイサンシヨ

Table with columns: DATE, ITEM, WEIGHT (KT), M.G. (M), H. MOMENT (KGT-M), K.G. (M), U. MOMENT (KGT-M), P.I. (KGT-M). Rows include L/W, D/W CONST, F.W.T, R.P.T, SUB. TOTAL, and various NO. 10-50 items.

表 7

"SHIN AITOKU MARU" Calculation of Trim & G.M  
シンaitokumaru トリム G.M. ケイサンシヨ

Table with columns: DATE, ITEM, WEIGHT (KT), M.G. (M), H. MOMENT (KGT-M), K.G. (M), U. MOMENT (KGT-M), P.I. (KGT-M). Rows include L/W, D/W CONST, F.W.T, R.P.T, SUB. TOTAL, and various NO. 10-50 items, including DISP. MENT and T.P.C.

表 8

"SHIN AITOKU MARU" Calculation of Lt/Mile  
シンaitokumaru マイル LT/MILE 56.6.1

Table with columns: KT, HR, FOC/LT, L/MILE, FOC/VEN, PS. Rows show data for KT values from 9.8 to 12.8.

From TOKUYAMA To Nagasaki 210 Miles  
Start 56.6.1.17.00. Arriv. Limit 56.6.2.14.20.

表 9

ウニコウカンリ テーブル  
NAVIGATION CONTROL MANUAL  
1981年 3月 17日

Table with 2 columns: Japanese description and English description with values. Includes NAVIGATION DATA items like start time, arrive time, cruising hours, miles, velocity, and ship speed.

Table with 2 columns: Japanese description and English description with values. Includes MERITS DATA OF NAVIGATION items like amended arrive time, cruising hours, ship speed, fuel consumption, and saved money/day.



## 5. 運 航 デ ー タ

### (1) 成 績

最近20日間の出力・燃費等を表10に示す。平均値は平均船速 11.04 kt で、主機出力（発電含）は 832.7 ps，燃料消費は 129.4 l/h，11.72 l/mile，主機 FOC は 145.06 g/ps・h とすばらしい成績を示している。

### (2) 展帆時の利得馬力

展帆時と縮帆時の差を知るために、帆を展帆して走行していた時と、縮帆した時の数字を比較すると表11の如くなる。

展帆 → 縮帆により、馬力は 100 ps 増え、船速は 1.4 kt 減少した。

また、試験運航中のデータロガーの一部をのせると図32の如くなる。展帆を行うと船速は変化しなくても、主機出力並びに回転数は低下してゆくのがよく判る。

図33は風速は余り変化しなくても、風向によって利得馬力が大きく変化してゆく状況を示している。

### (3) 強風下の航海

#### 1) 空船時の航海

帆があるから、強風下ではさぞ弱いだらうと言う予想をくつがえして、この船は風に向って行く時でも、背に受ける時でも、ローリングは勿論ピッチングも少いことが証明された。

風速 20～25 m/s の時ですら、主軸発電のままで巡航していることは、ピッチングの少い証明となろう。

図34は4月20の天気図、表12は4月20日 16:00 より4月21日 20:00 迄の計測値を示す。

#### 2) 満船時の航海 — 台風に遭遇しても安定していた —

昭和56年6月下旬中華民国高雄港及び基隆港を訪問したが、その往路において台風遭遇した。

当時の天気図を基に、台風と本船の進路を記入し、その相対関係を図35に示して説明する。

当時の台風情報では、台湾のすぐ東側（○印地点）にいた台風が、台北を通過して

中国大陸に上陸する予報が出されていた。この時東シナ海中央部（△印地点）にいた本船は、島本船長の好判断により、台風が北又は北北東へ変更する可能性大として南東（▲印地点）へ向けて待避行動に入った。ちょうど本船が▲印地点に達した頃に、台風は台北の北西海上（●点）より予測通り北北東へ進路を変えたので、本船の進路を再び変更し、基隆へ向けて進路をとった。この時の本船の計測値を表13に、又その時の本船のブリッジからの写真を図36に示す。

風速23 m/s 以上（瞬間最大30 m/s）、波高6 m以上（最大8 m）の大嵐の中でも本船はヒール角が2.5°以下であり、かつC重油を使用しながら主軸発電を行い安定した航走が出来たことは、本船の安定性が如何に優れているかを示す一例と思われる。

本船主機関の振り振動による使用禁止範囲上限が192 rpmであるが、台風の中で常に193 rpm（192 rpm + 1 rpm）で低速運転を継続していることは表13に示されている。この状態は本船が台風の中ですら、レーシングを起していないことを示し、在来の一般船では考えても見なかった現象である。

台風通過直後の強風下の高雄港へ入港したが、港口が狭く、かつS字航走の要求される進入航路でも展帆した状態で入港したことは、現地の方々より驚異の目をもって迎えられた。

#### (4) 経年変化による速力への影響

就航後は船底外板の劣化と海中生物附着による汚損並びに主機関の性能劣化により速力は減少するが、本船は新型長期防汚船底塗料を使用し、船首形状など船型との組合せで船速の向上を計った。

運航者より基隆港からの復路、川崎港到着日時短縮を要請されたが、通常対地速度平均12ノットのところ、14ノットで航行できた。

本船は、進水後約11ヶ月を経過しているが、経年による船速の減少は避けられた。

航海実績、都井岬 → 潮岬間の海図を図37に示す。

表10. 昭和56年4月の運航データ

df	min./max.	1.90/3.85 m			
da	min./max.	3.35/5.00 m			
dm	min./max.	2.65/4.38 m			
排	水	量	1170/2090 t		
航	海	時	間	331.85 hr	
展	帆	時	間	136.89 hr	
展	帆	時	間	比	41.30 %
主 機	全	出	力	832.7 ps	
	発	電	出	力	72.1 ps
	推	進	出	力	760.5 ps
燃 料 油 消 費	C	oil	合	計	42948.0 ℓ
	A	oil	合	計	885.3 ℓ
	C	oil	1/mile		11.72 ℓ/mile
	C	oil	1/hour		129.4 ℓ/hr
	C	oil	FOC		145.06 gr/ps/hr
航	海	距	離	3664.8 miles	

表11 向風時の帆走力テスト

S 55. 12. 23

項目	馬 力	回 転 数	CPPピッチ	対水船速	風 向	風 速	波 高	時 刻
	PS	rpm	°	Kt	°	m/s	m	h m
帆の状態								
展 帆 中	800	200.0	17.6	12.6	左 70	15	1	23-30
縮 帆 中	900	202.0	17.6	11.2	左 70	15	1	23-40

表12 運 航 実 績

月日	時 分	エ ン ジ ン				発電 KW	風		波高 m	ヒール角 °	船 速 Vs
		馬 力	発 電	推 進	rpm		風 向	風 速			
4-20	16-00	857 ps	89 ps	768 ps	220	43	0°	25 m/s	5 m	0°	8.0 Kt
	18-00	850 "	79 "	771 "	218	38	0°	20 "	5 "	右-0.5°	4.3 "
	20-00	857 "	101 "	756 "	220	49	左-15°	24 "	5 "	左-0.5°	4.55 "
	22-00	728 "	97 "	631 "	205	47	左-15°	22 "	5 "	左-2°	4.25 "
	24-00	795 "	89 "	706 "	210	43	右-15°	20 "	5 "	左-2°	3.45 "
4-21	02-00	845 "	83 "	762 "	222	40	右-20°	20 "	5 "	左-1°	3.50 "
	04-00	865 "	83 "	782 "	220	40	右-15°	20 "	5 "	左-1°	4.00 "
	06-00	755 "	93 "	662 "	220	45	右-15°	17 "	4 "	左-1°	5.05 "
	08-00	742 "	89 "	653 "	220	43	右-10°	14 "	4 "	左-1°	6.25 "
	10-00	930 "	79 "	851 "	197	38	右-20°	11 "	1½ "	左-2°	8.85 "
	12-00	930 "	83 "	847 "	197	40	左-15°	13 "	2 "	左-1°	8.70 "
	14-00	896 "	72 "	824 "	195	35	左-10°	13 "	2 "	右-2°	10.00 "
	16-00	875 "	87 "	788 "	196	42	左-5°	13 "	1½ "	右-1°	10.55 "
	18-00	875 "	87 "	788 "	196	42	左-5°	13 "	1½ "	右-0.5°	11.10 "
20-00	825 "	83 "	742 "	196	40	左-10°	12 "	1 "	右-1°	10.80 "	



表13. 台風遭遇時の計測値 (1981. 6. 21-22)

日 / 時	21/10	21/12	21/14	21/16	21/18	21/20	21/22	22/00	22/02	
主機 rpm	193	193	193	193	193	193	193	193	193	
主機 PS	860	880	800	800	810	800	820	950	870	
発電機 KW	52	48	47	47	35	35	42	40	35	
風速 m/s	18	24	23	20	23	22	23	20	17	
風向 °	-20	-30	-30	-40	-45	-40	-40	-60	-40	
波高 m	5	6			6	6	6	6	5	
船速	対水 Kt	4.75	4.75	4.75	2.9	4.7	5.25	4.7	4.7	5.75
	対地 Kt	10.4	3.5			3.0	2.2	4.3	6.8	8.0
ヒール角 °	-4				-2.5	-2.0			-5	
排ガス温度 °C	319	331	311	313	307	303	295	335	332	
燃料油	C	C	C	C	C	C	C	C	C	

(注) 縮帆時

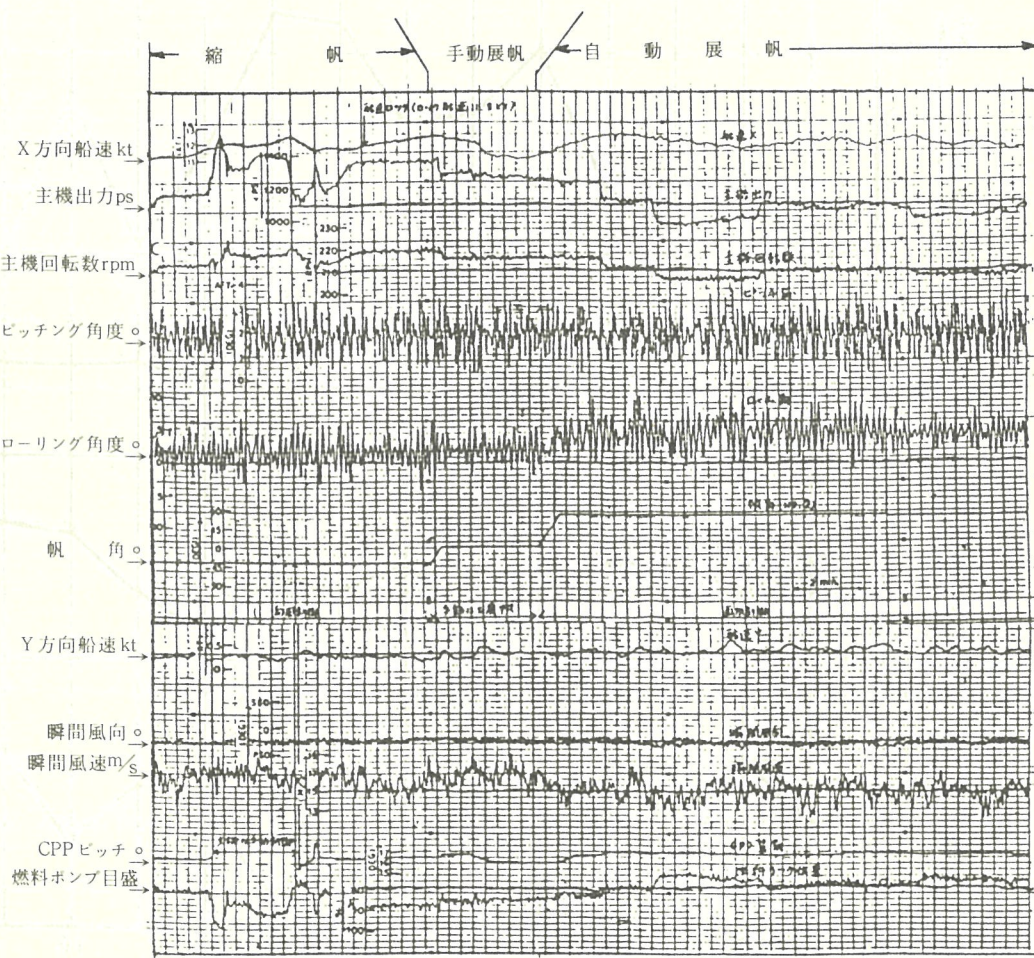


図 32 運航データ

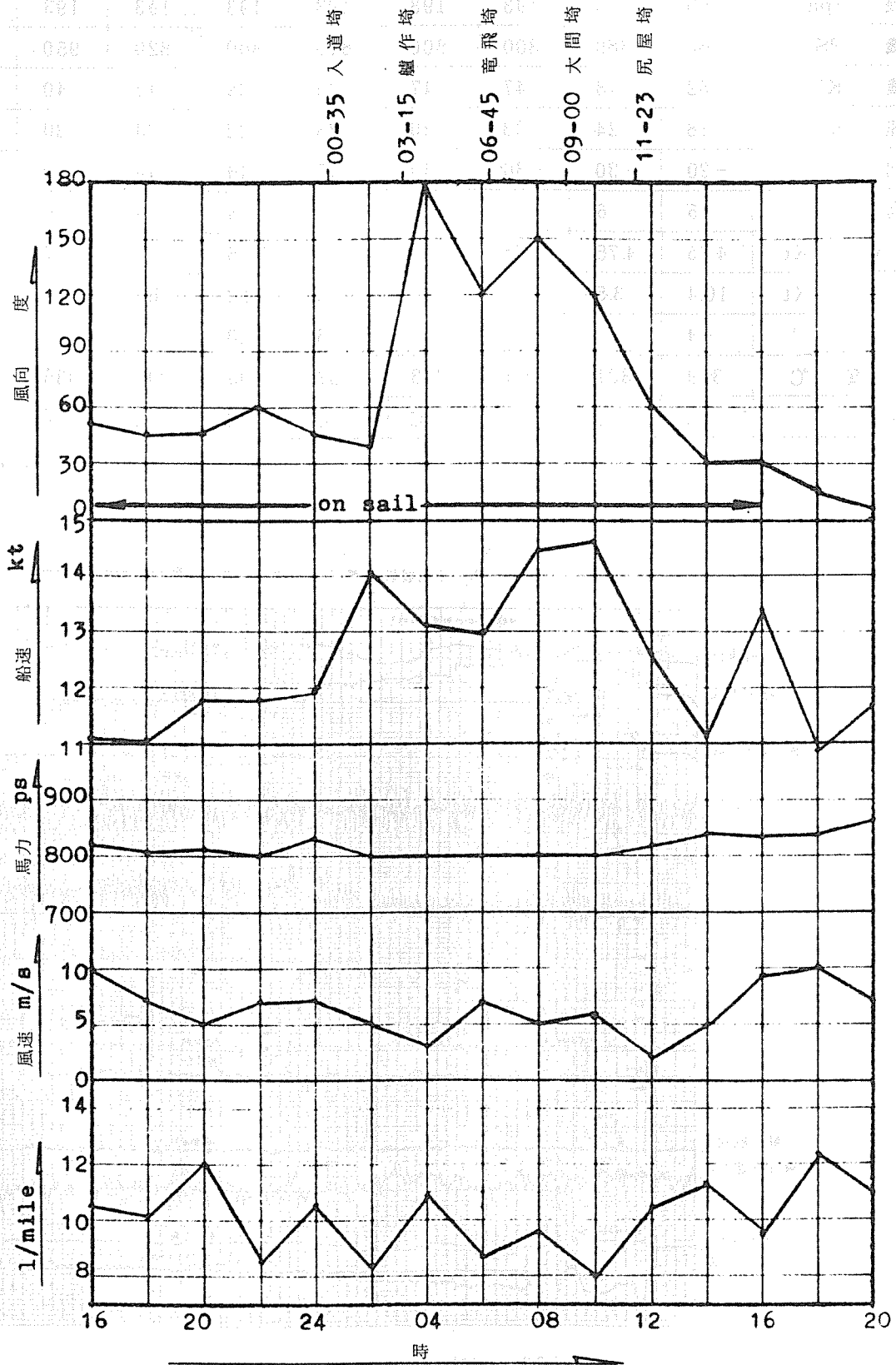
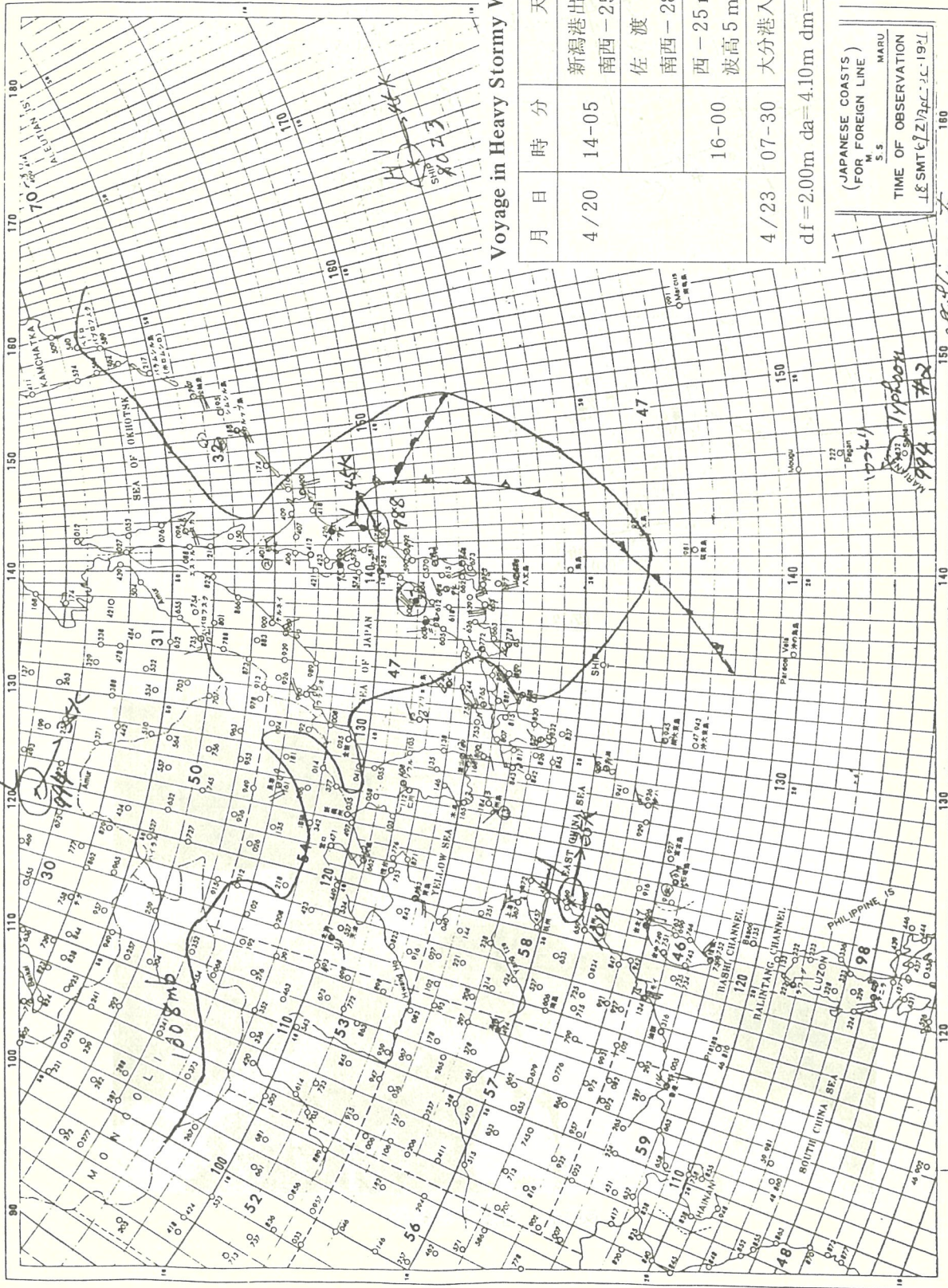


图 33 利得馬力图





Voyage in Heavy Stormy Weather

月日	時分	天候
4/20	14-05	新潟港出港 南西-25 m/s の風速
		佐渡沖 南西-28 m/s の風速
	16-00	西-25 m/s の風速 波高5 m 気圧997 mb
4/23	07-30	大分港入港

df=2.00m da=4.10m dm=3.05m dis=1380t

(JAPANESE COASTS  
FOR FOREIGN LINE)  
MARU  
S.S.  
TIME OF OBSERVATION  
18 SMT 67 2/24 22 19 21

図 34 天気図



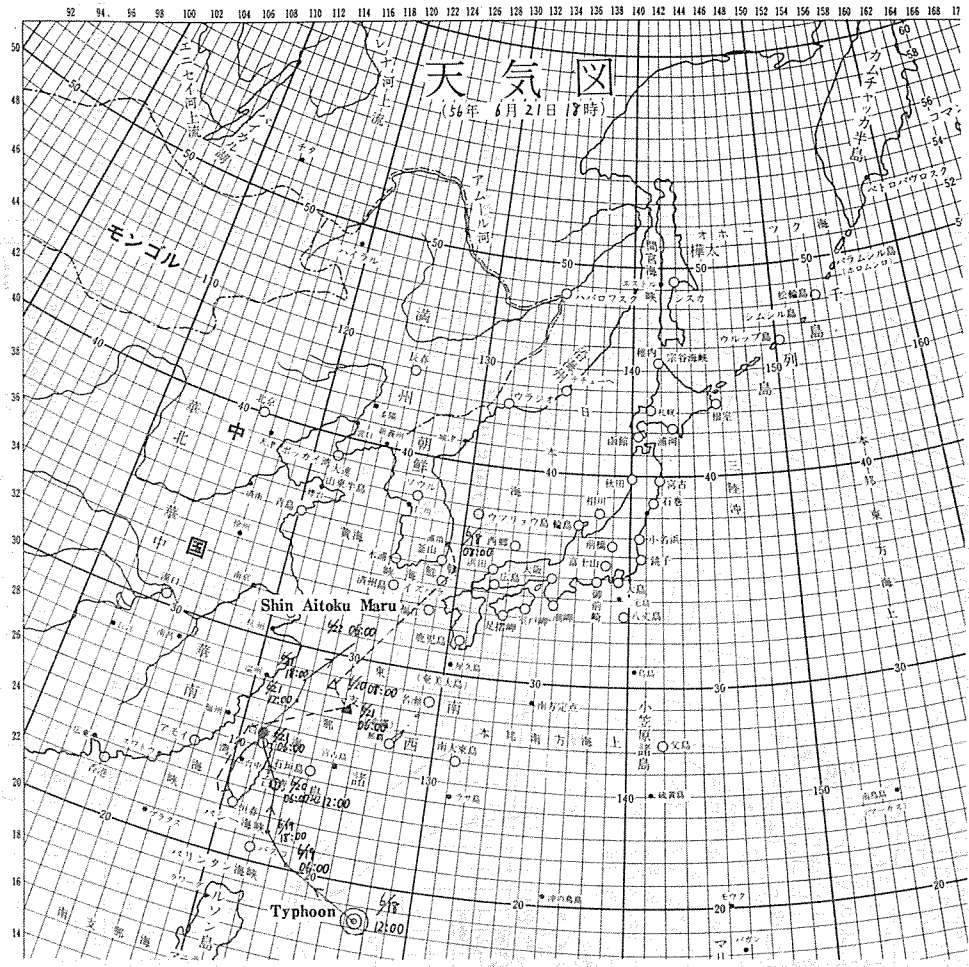


図 35 天気図

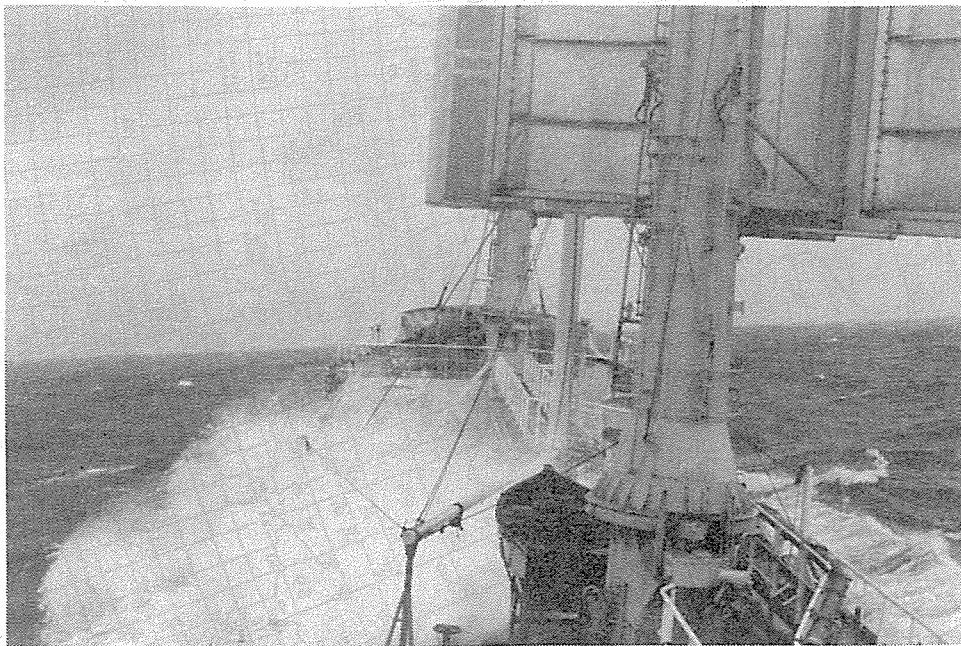


図 36 台風下の航行

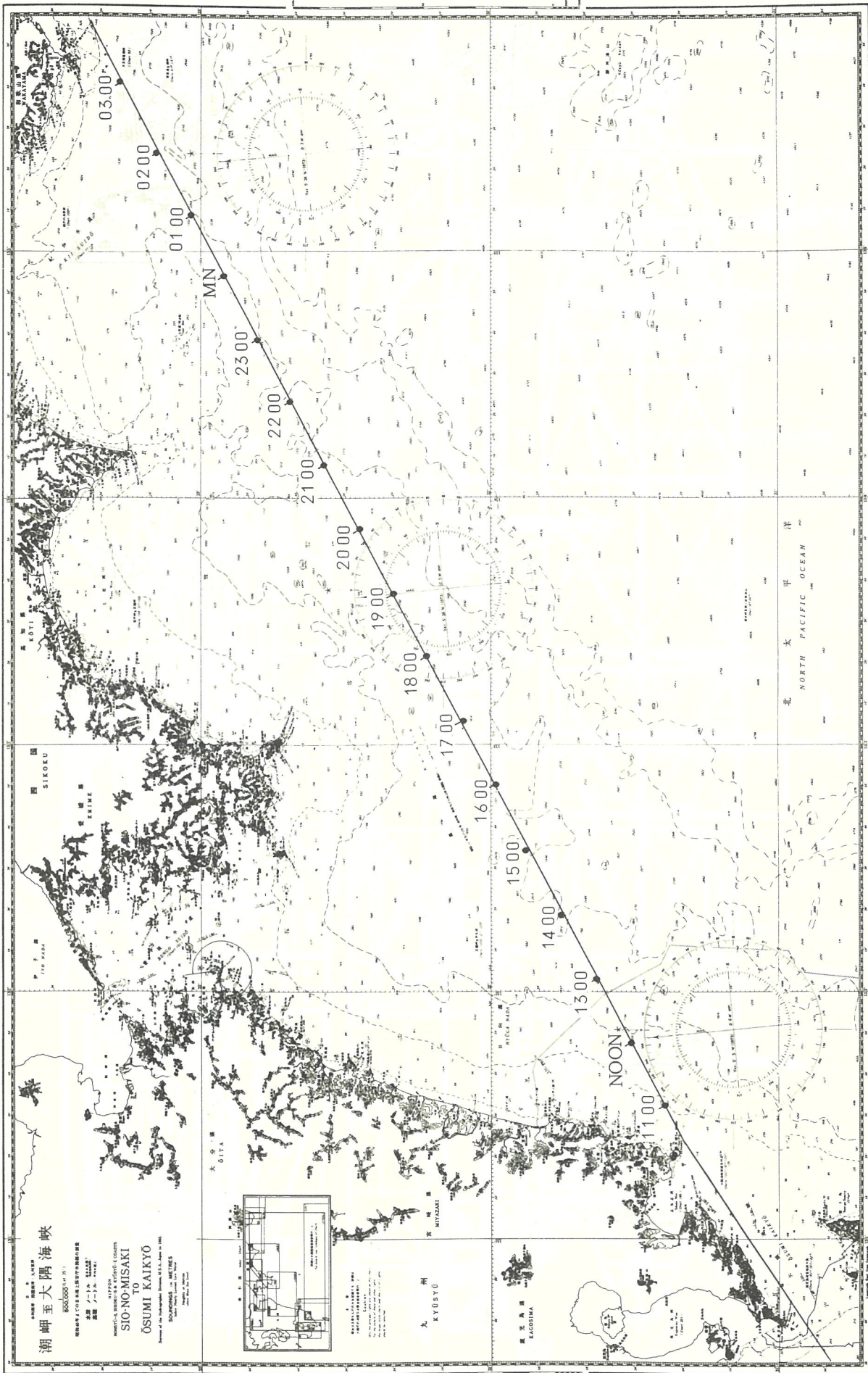
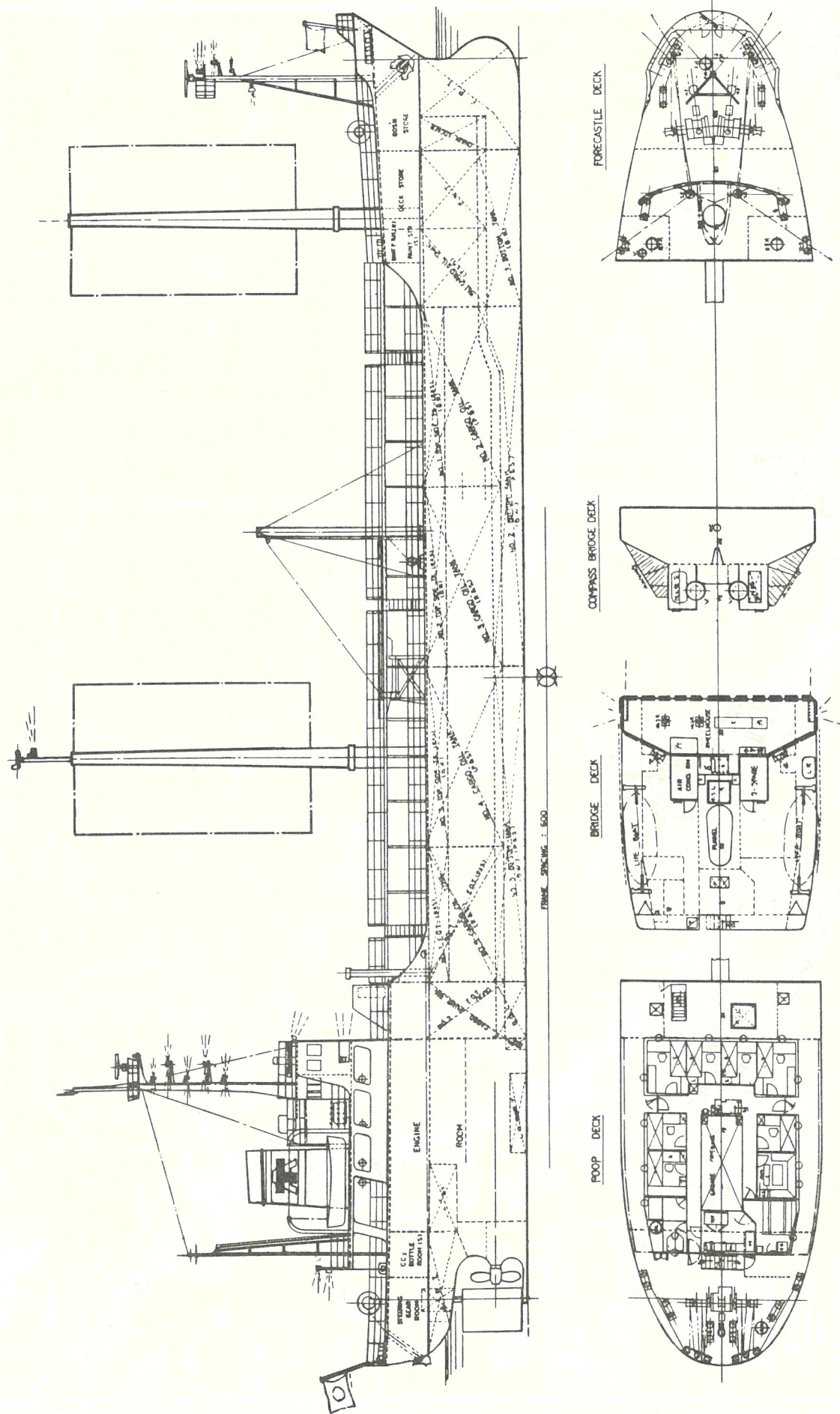


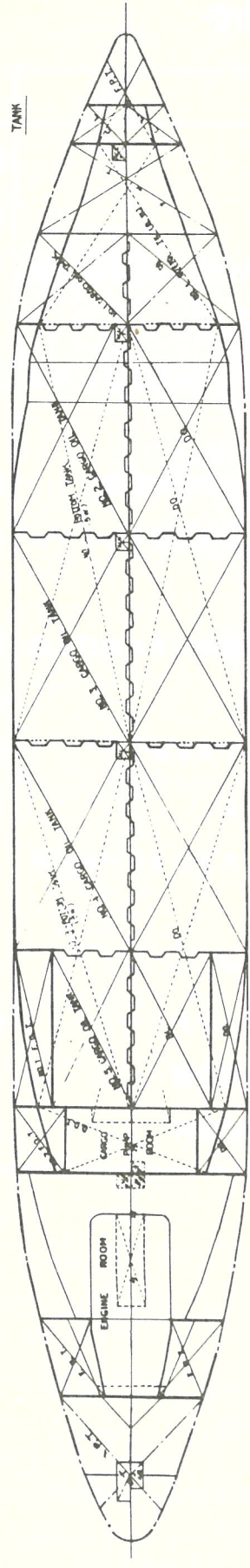
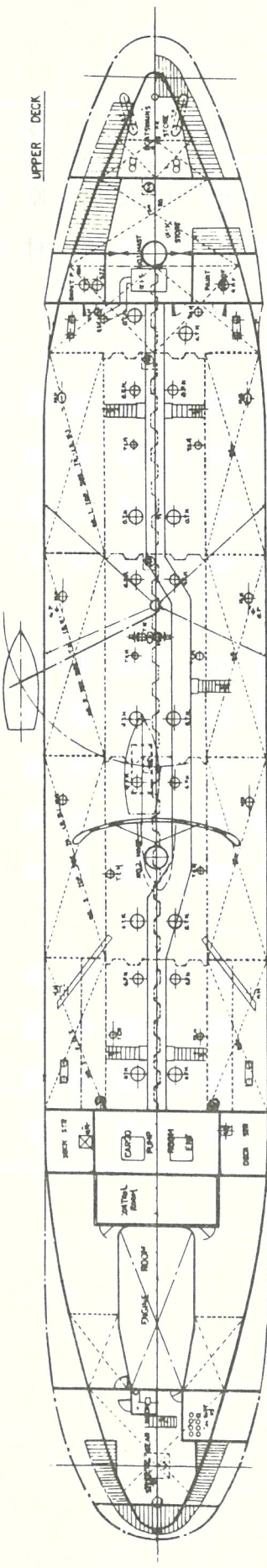
図 37 航行図



付図 一般配置図







建造技術開発協力者

項 目	メ ー カ ー 名
1. 船 主	(株) 愛 徳 (社長 藤 原 義 則)
2. 建造造船所	(株) 今 村 造 船 所 (社長 今 村 隆 明)
3. 基本計画並びに新型操帆自動制御システム及び帆の製作	
(1) 基本計画並びに新型帆装システム	日 本 鋼 管 (株) (社長 金 尾 實) 日本マリソエンジニアリング(株) (社長 石 原 三 雄)
(2) 帆の製作並びに帆の艤装	(株) 上 田 鉄 工 所 (社長 上 田 満 弘)
4. 省エネ主機関及び可変ピッチプロペラ	阪 神 内 燃 機 工 業 (株) (社長 木 下 吉 治 郎)
5. 省エネ機関艤装システム並びに各機器の基本計画	阪 神 内 燃 機 工 業 (株) (社長 木 下 吉 治 郎) 船 舶 技 術 開 発 (株) (社長 藤 原 義 則)
(1) 排ガスエコノマイザ	(株) タ ク マ (社長 川 嶋 昌 雄)
(2) 油圧システム	内 田 油 圧 機 器 工 業 (株) (社長 内 田 泰 男)
(3) コンピュータコントロールシステム	日 本 造 船 機 械 (株) (社長 本 田 圭 佑)
(4) ホモジナイザ	ボ ル カ ノ (株) (社長 沖 原 徹 哉)
(5) ファインフィルタ	(株) 伊 藤 鉄 工 所 (社長 伊 藤 克 哉)
6. 焼却式汚物処理装置	ボ ル カ ノ (株) (社長 沖 原 徹 哉)
7. 長期防汚型船底塗料	中 国 塗 料 (株) (社長 大 谷 光)