

## 第106研究部会

# 船舶の高度集中制御方式の研究

## 報 告 書

(その2 艤装システム)

昭和47年3月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

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

# はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和46年度補助事業「船舶の高度集中制御方式の研究」として、日本造船研究協会第106研究部会総合システム分科会においてとりまとめたものである。

## 第106研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	山下 勇	(三井造船)		
副部会長	八島 信雄	(三井造船)		
委員	青山 三郎	(大阪商船三井船舶)	芥川 輝孝	(日本船舶振興会)
	安積 健次郎	(電子航法研究所)	甘利 昂一	(日本舶用機器開発協会)
	井伊 謙三	(川崎汽船)	伊吹 秀雄	(大阪商船三井船舶)
	岡田 正三	(大阪商船三井船舶)	木下 共武	(佐世保重工業)
	木堂 弘雄	(船舶技術研究所)	黒川 正典	(日本郵船)
	佐藤 茂	(日立造船)	真田 良	(日本船主協会)
	佐野 桂	(航海訓練所)	関谷 元弥	(日本海事協会)
	高田 正夫	(日本船長協会)	高橋 百千	(日本船舶機関士協会)
	竹沢 五十衛	(三菱重工業)	田坂 銳一	(運輸省)
	土屋 正雄	(電子機械工業会)	土井 正三	(住友重機械工業)
	土井 由之	(昭和海運)	中尾 正光	(ジャパンライン)
	名越 孜	(日本航海士会)	長谷川 鍵二	(川崎重工業)
	埴田 清勝	(日本鋼管)	小林 育	(山下新日本汽船)
	丸尾 卓志	(日本郵船)	元良誠三	(東京大学)
	矢野 鎮雄	(石川島播磨重工業)	山田 泰造	(日本造船工業会)
	横田 利雄	(東京商船大学)	吉識 雅夫	(日本学術振興会)

## 第106研究部会幹事会委員名簿（敬称略、順不同）

委員	浅野 修一	(日立造船)	荒瀬 晃二	(三井造船)
	大川 喜伴	(住友重機械工業)	大日方 得二	(日本鋼管)
	唐沢 康人	(石川島播磨重工業)	佐々田 喜正	(大阪商船三井船舶)
	菅沼 清	(川崎重工業)	高柳 武男	(三井造船)
	堀之北 克朗	(運輸省)	丸尾 卓志	(日本郵船)
	本戸 幸雄	(日本鋼管)	米原 令敏	(三菱重工業)

## 第106研究部会総合システム分科会委員名簿（敬称略、順不同）

分科会長	大日方 得二	(日本鋼管)		
委員	有本 藤造	(富士通)	井口 雅一	(東京大学)
	石井 信夫	(日本郵船)	今井 大輔	(新和海運)
	竹内 太	(昭和海運)	白居 敦	(日本船主協会)
	岡田 萬	(沖電気工業)	沖 喜久雄	(日本電気)
	翁長 一彦	(船舶技術研究所)	尾崎 久	(川崎汽船)

鬼 鞍 彰 二	( ジャパンライン )	金 井 一十三	( 昭 和 海 運 )
川 原 隆	( 日 本 郵 船 )	児 島 英 彦	( 佐 世 保 重 工 業 )
後 藤 清 市	( 神 戸 商 船 大 学 )	小 林 慎 次	( 富 士 電 機 )
小 山 峻	( 日 本 鋼 管 )	佐 々 田 喜 正	( 大 阪 商 船 三 井 船 舶 )
真 田 茂	( 東 京 商 船 大 学 )	柴 田 清	( 石 川 島 播 磨 重 工 業 )
首 藤 保 信	( 日 立 造 船 )	杉 野 浩 一	( 川 崎 重 工 業 )
鈴 木 照 彦	( 日 本 鋼 管 )	宗 田 啓 一	( 常 石 造 船 )
鶴 見 靖 幸	( 日 本 海 事 協 会 )	寺 本 俊 二	( 北 辰 電 機 )
徳 田 迪 夫	( 日 本 郵 船 )	徳 永 健	( 三 菱 重 工 業 )
富 永 隆 弘	( 三 菱 電 機 )	浜 野 亮 太 郎	( 住 友 重 機 械 工 業 )
平 本 文 男	( 東 京 大 学 )	増 田 克 哉	( 大 阪 造 船 所 )
宮 崎 敬 一	( 山 下 新 日 本 汽 船 )	宮 田 亮 一 郎	( 日 立 造 船 )
山 名 俊 茂	( 大 阪 商 船 三 井 船 舶 )	山 口 快 象	( 東 京 計 器 )
袖 木 茂 登	( 山 下 新 日 本 汽 船 )	小 貫 熙 彦	( 運 輸 省 )

艦装システム分科会係船小委員会委員名簿 ( 敬称略、順不同 )

小 委 員 長	児 島 英 彦	( 佐 世 保 重 工 業 )
副 小 委 員 長	井 村 隆	( 三 菱 重 工 業 )
委 員	有 本 藤 造	( 富 士 通 )
	石 井 信 夫	( 日 本 郵 船 )
	今 井 大 輔	( 新 和 海 運 )
	竹 内 太	( 昭 和 海 運 )
	岡 田 高	( 沖 電 気 工 業 )
	尾 崎 久	( 川 崎 汽 船 )
	加 納 啓 二	( 川 崎 重 工 業 )
	小 林 茂 夫	( 佐 世 保 重 工 業 )
	鈴 木 照 彦	( 日 本 鋼 管 )
	高 倉 理	( 三 菱 重 工 業 )
	徳 永 健	( 三 菱 重 工 業 )
	野 地 吉 蔵	( 住 友 重 機 械 工 業 )
	出 口 暢 昭	( 住 友 重 機 梯 工 業 )
	宮 崎 政 男	( 日 立 造 船 )
	山 口 快 象	( 東 京 計 器 )
	山 本 勝 夫	( 航 海 訓 練 所 )
	渡 過 徹	( 山 武 ハ ネ ウ エ ル )
	井 口 雅 一	( 東 京 大 学 )
	石 川 一 郎	( 日 本 海 事 協 会 )
	上 田 一 郎	( 日 本 郵 船 )
	白 居 獢	( 日 本 船 主 協 会 )
	翁 長 一 彦	( 船 舶 技 術 研 究 所 )
	小 保 方 恒 雄	( 三 井 造 船 )
	鞠 谷 宏 士	( 東 京 商 船 大 学 )
	小 林 慎 次	( 富 士 電 機 )
	平 貴 夫	( 日 本 鋼 管 )
	寺 本 俊 二	( 北 辰 電 機 )
	富 永 隆 弘	( 三 菱 電 機 )
	平 本 文 男	( 東 京 大 学 )
	三 浦 致 知	( 石 川 島 播 磨 重 工 業 )
	矢 島 拓 自	( 佐 世 保 重 工 業 )
	山 名 俊 茂	( 大 阪 商 船 三 井 船 舶 )
	小 貫 熙 彦	( 運 輸 省 )
	高 橋 俊 直	( 油 研 工 業 )

艦装システム分科会荷役小委員会委員名簿 ( 敬称略、順不同 )

小 委 員 長	大 日 方 得 二	( 日 本 鋼 管 )
委 員	石 井 信 夫	( 日 本 郵 船 )
	福 井 隆 雄	( 住 友 重 機 梯 工 業 )
	石 橋 剛	( 富 士 通 )
	翁 長 一 彦	( 船 舶 技 術 研 究 所 )

小野 正	(川崎重工業)	京免 計	(新興金属工業所)
小杉 隆祥	(大阪商船三井船舶)	小杉 剛史	(中北製作所)
小山 峻	(日本鋼管)	島田嘉彦	(三井造船)
高倉 理	(三菱重工業)	寺本俊二	(北辰電機)
富永 隆弘	(三菱電機)	野本喬	(佐世保重工業)
服部 幸英	(日本鋼管)	原田忠	(日本郵船)
宮田 亮一郎	(日立造船)	宮脇直樹	(三井造船)
八播 勝彦	(石川島播磨重工業)	山口快象	(東京計器)
小貫熙彦	(運輸省)	渡辺元雄	(三菱重工業)
高橋俊直	(油研工業)		

議裝システム分科会通信小委員会委員名簿 (敬称略、順不同)

小委員長	井東洋一 (日本郵船)		
委員	伊藤克美 (日立造船)	伊藤 隆	(川崎重工業)
	伊藤実 (沖電気工業)	岩田脩	(住友重機械工業)
	石合諒一 (協立電波)	岩井 励	(川崎重工業)
	柴原展 (石川島播磨重工業)	遠藤敏雄	(大阪商船三井船舶)
	小野確良 (海上保安庁)	世良共秀	(日本無線)
	佐野栄三 (川崎汽船)	滝沢元助	(気象庁)
	田中礎一 (光電製作所)	寺本俊二	(北辰電機)
	豊野谷一夫 (山下新日本汽船)	中村栄次郎	(佐世保重工業)
	泰武彦 (安立電気)	野々瀬茂	(三井造船)
	中川威 (日本電気)	林義昭	(日本電信電話公社)
	原昌三 (三菱重工業)	星昌憲	(昭和海運)
	馬渕郁次郎 (ジャパンライン)	三上光敏	(七洋電機)
	向井尚志 (日本鋼管)	村松仁	(富士通)
	望月仁 (電気通信大学)	小貫熙彦	(運輸省)
	渡辺四郎 (川崎重工業)		

# 船舶の高度集中制御方式の研究

## 目 次

1. 係船装備の適応制御方式の研究 .....	1
1. 1 まえがき .....	1
1. 2 實船試験の目的 .....	1
1. 2. 1 實船取付けに必要な改良点の発見 .....	1
1. 2. 2 船位センサの使用方法 .....	1
1. 2. 3 環境条件の影響 .....	1
1. 3 対象実船と試験場所 .....	1
1. 3. 1 対象実船 .....	1
1. 3. 2 試験場所 .....	2
1. 4 第1回実船試験 .....	2
1. 4. 1 機器の配置 .....	2
1. 4. 2 試験の経過状況 .....	2
1. 4. 3 試験の結果 .....	4
1. 4. 4 第1回実船試験の考察 .....	8
1. 5 第2回実船試験 .....	10
1. 5. 1 機器の配置 .....	10
1. 5. 2 試験の経過状況 .....	10
1. 5. 3 試験の結果 .....	11
1. 5. 4 第2回実船試験の考察 .....	17
1. 6 試験の全体に対する考察 .....	17
1. 6. 1 第1回および第2回の船位測定データの考察 .....	17
1. 6. 2 トリム・ヒール・旋回の入力に関する考察 .....	18
1. 6. 3 装置に関する考察 .....	20
1. 6. 4 環境条件の影響 .....	20
1. 7 今後の方向 .....	20
1. 7. 1 検出点と表示点が同一点の場合 .....	20
1. 7. 2 2点検出による船位センサ .....	20
1. 7. 3 張力装置の小型、軽量化 .....	21
1. 7. 4 防爆機器 .....	21
1. 8 む す び .....	21
2. 荷役システムの自動制御方式の研究 .....	22
2. 1 緒 言 .....	22
2. 2 荷役状況調査報告 .....	22
2. 2. 1 第1次航の荷役自動制御 .....	23
2. 2. 2 第2次航の荷役自動制御 .....	36
2. 2. 3 第3次航の荷役自動制御 .....	40

2.2.4 第1次航、第2次航における超自動化装置の問題点	42
2.3 荷役自動制御作動解析報告	43
2.3.1 積切制御	43
2.3.2 積荷におけるトリム制御	43
2.3.3 揚荷におけるトリム制御	45
2.3.4 揚荷におけるH～Q制御(ベルマックス吸入流量～空気吸込液面高さ曲線による制御)	46
2.3.5 ヒール制御	47
2.3.6 キャビテーション発生防止制御	47
2.4 結語	48
3.無線通信の自動化システムの研究	51
3.1 概要	51
3.2 静止気象衛星の日本の計画	51
3.3 GMS静止気象衛星	52
3.4 地上処理をすました衛星観測資料の船舶への配布	55
3.5 観測資料の収集	59
3.6 今後の研究方針	61

## 1. 係船装置の適応制御方式の研究

### 1.1 まえがき

昭和43年度から研究してきた係船時の船位保持システムのサブシステムの一つである船位検出システムの主要な役割「所定位位置からの船体変位を検出し、異常変位が発生すると索張力制御システムへ指令を発する」を果す船位検出装置（船位センサ）の改良点の発見、必要入力および環境条件の影響の調査を目的とした実船試験を昭和46年11月10日、11日および47年2月21日の2回にわたり D.W. 4万トンのボーキサイト運搬船を対象として行なつた。

船位検出装置については、日本船用機器開発協会の「係船システムにおける船位検出装置の試作事業報告書」昭和46年3月を参照されたい。

### 1.2 実船試験の目的

計測装置を実船に搭載する場合の不具合点を発見し、改良のための指針を把握し、海象状況と荷役による旋回、吃水、トリム変化による船体変位を算出するための最小必要入力を決定する。

#### 1.2.1 実船取付けに必要な改良点の発見

- (1) 取付け金具
- (2) 卷取り装置
- (3) 安全装置
- (4) 角度検出器
- (5) 小型、軽量化

#### 1.2.2 船位センサの使用方法

計測点を1点とし、船体の旋回を補正すべきか、または計測点を2点とし、挿間法により所定点の変位を算出すべきかの検討をする。

#### 1.2.3 環境条件の影響

環境条件が船位測定値に及ぼす影響を調査する。外力としては風向、風速を主な対象とするが、参考として波高、吃水の変化を測定する。

### 1.3 対象実船と試験場所

#### 1.3.1 対象実船

本装置は、タンカーのように係船時の船位保持を厳しく要求される船舶を対象として開発したものであり、タンカーを対象実船として選定するのが最良であるが、機器が防爆構造になつていないため、ボーキサイト船を選んだ。以下に対象実船の概略を示す。

船 主	太平洋汽船株式会社
船 種	ボーキサイト運搬船
船 名	海範丸
寸 法	L E N G T H ( O. A ) 188.0 M L E N G T H ( B. P ) 189.0 M B R E A D T H ( M L D ) 30.0 M D E P T H ( M L D ) 13.5 M D R A F T ( M L D ) 9.5 M

載荷重量： 32,941 TON

### 1.3.2 試験場所

本船接岸時、本装置を仮搭載し、船位を計測するとともに本船の対地変位を他の方法で計測し、両者を比較検討するため、ドルフィンよりも計測点を任意に選べる岸壁のほうが好都合で、これに適する場所として下記を選んだ。

試験場所：横浜市神奈川区恵比須町八番地

昭和電工株式会社横浜工場岸壁

## 1.4 第1回実船試験

### 1.4.1 機器の配置

試験は図1.1～1.3のごとく、アンカーポルトで岸壁側に固定した張力発生装置、ワイヤ長検出器および船位の絶対位置測定のための三角測量機器（トランシット）を2台設置し、ブリッジ右舷ウイングのブルワークに角度検出器を仮止め金具を使ってボルト締めを行なつた。

### 1.4.2 試験の経過状況

本船は、46年11月8日午後岸壁に接舷、翌9日機器の搬入、設置を行ない、10日10時より試験と記録を開始、11日正午終了、同日の午後から機器の撤収を行なつた。試験日は快晴にめぐまれ、やや風はあつたが、港内は波も穏やかで、揚荷も順調に行なわれているようであつた。

各測定項目に対して、吃水、波高、潮位は目視により、風向、風速、ヒールは操舵室計器により、また、船位の三角測量はトランシット測定器により測定した。

試験人員は吃水、波高、潮位の測定に2人、方位、風向、風速の測定に1人、船位の三角測量に2人、船位センサの記録に1人、張力発生装置の監視に1人の計7人で行なつた。

データの記録は10日10時30分より30分間隔で行なつたが、午後2時より1時間は10分間隔に変更して記録し、午後3時試験を終了した。

11日も快晴で9時30分より正午まで、10分間隔で記録を行ない、同日無事試験を終了した。

なお、今回の実験ではトリム、ヒール、旋回の入力による船位の補正は行なわなかつた。（写真1.1および1.2参照）

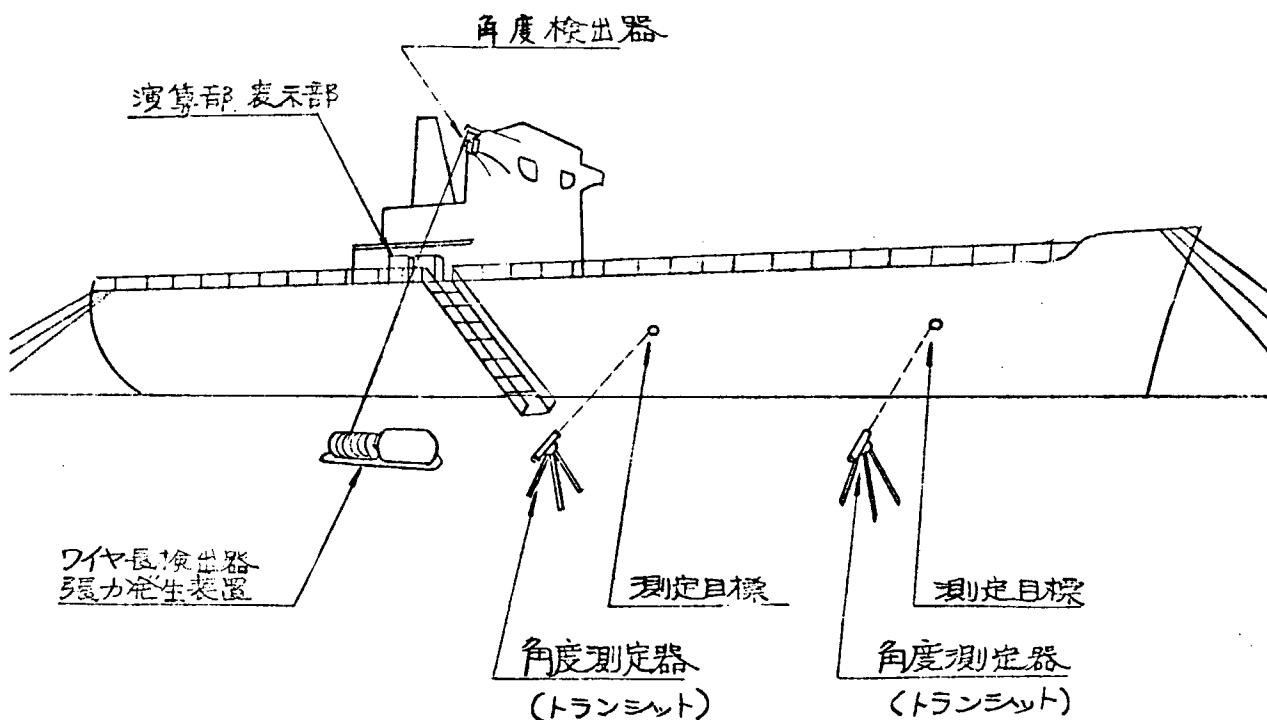


図1.1 第1回試験の機器配置

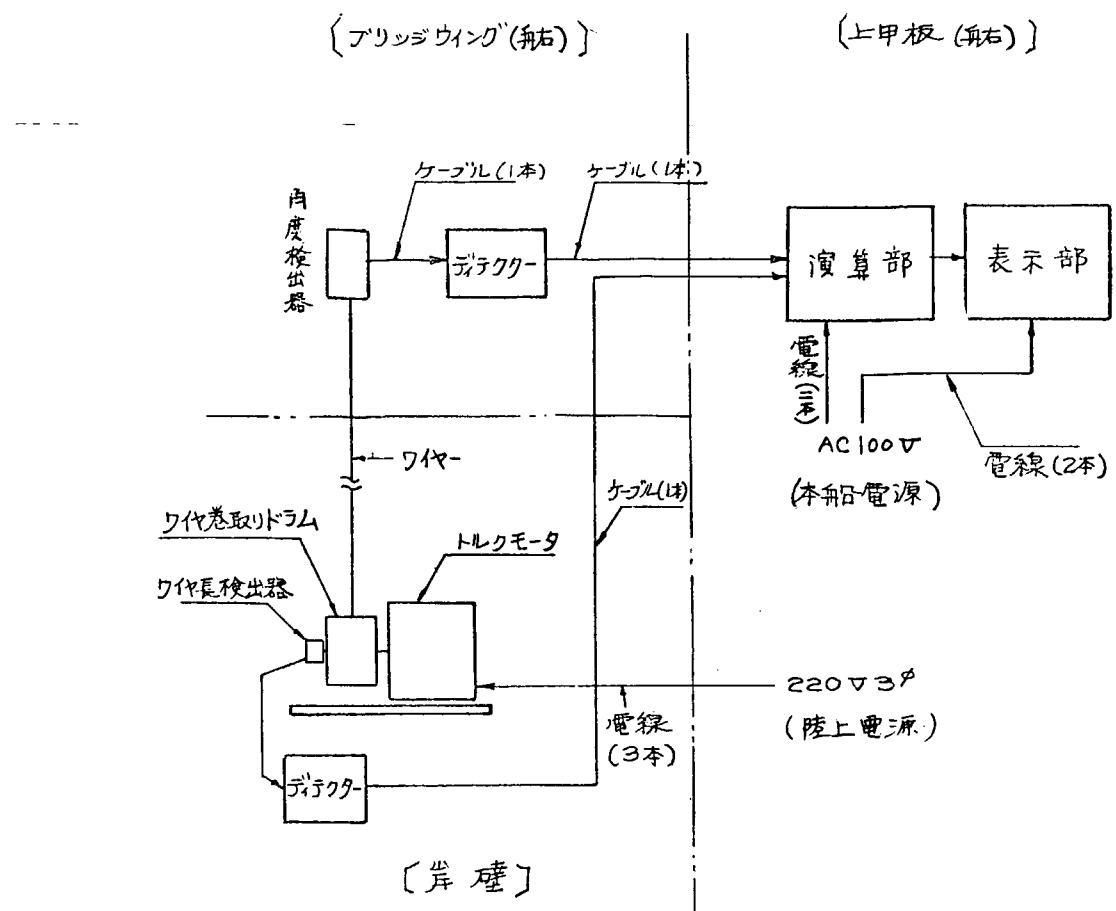


図 1.2 機器の配置ブロックダイアグラム

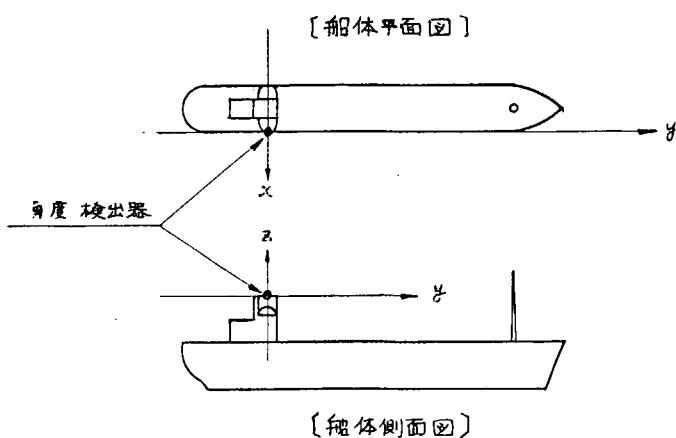


図 1.3 船位センサ座標設定図

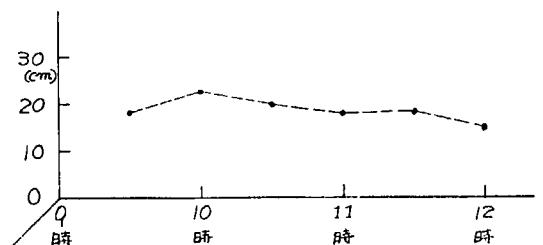


図 1.4 海面の波高

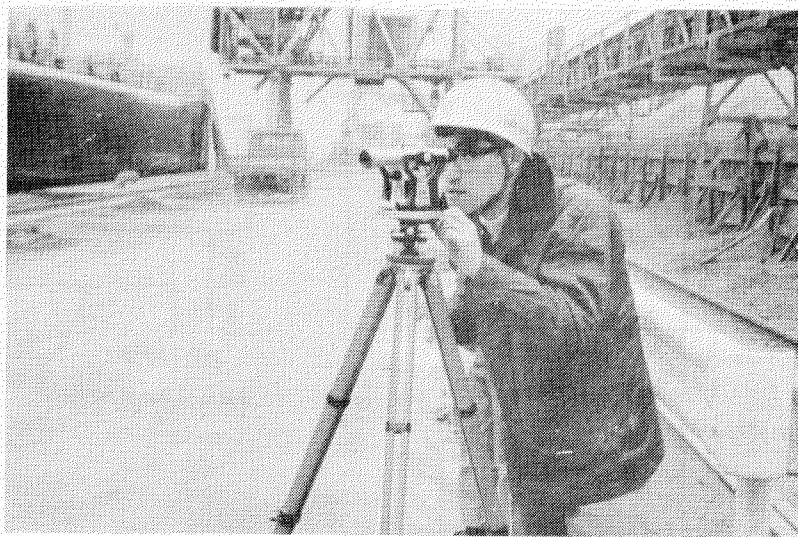


写真 1.1 トランシットによる三角測量

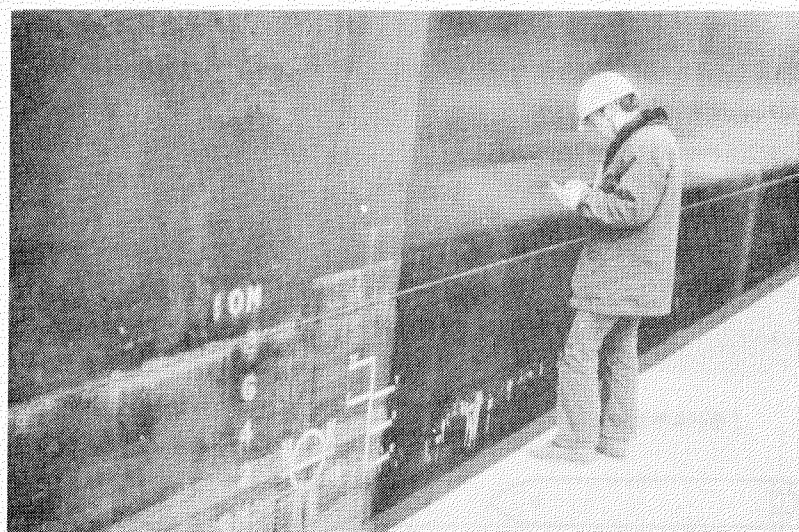


写真 1.2 目視による吃水の読み取りと記録

#### 1.4.3 試験の結果

測定結果は、全てグラフ化し図 1.4 に海面の波高、図 1.5 風向と風速ベクトル、図 1.6 ヒール角度、図 1.7 貨物、バラストの変化による船体の形状変化吃水変化、図 1.8 三角測量による旋回角度、図 1.9 シヤイロ読み取りによる旋回角度、図 1.10 三角測量による船位測定値、図 1.11 船位センサによる船位測定値の順に示した。

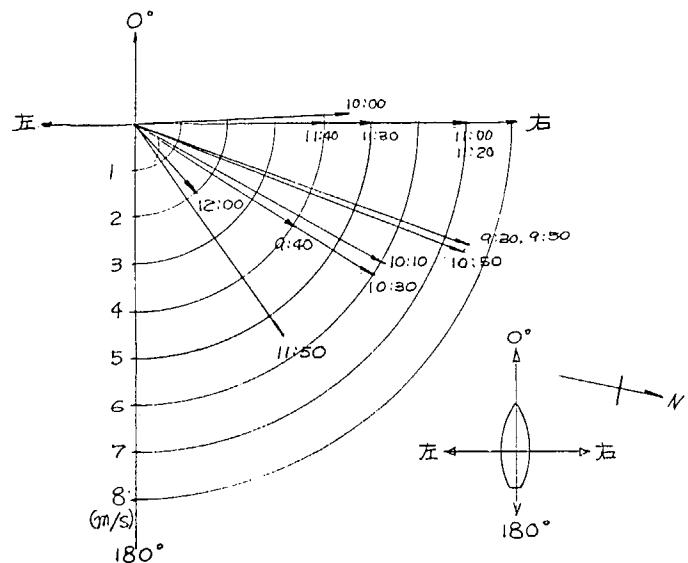


図 1.5 風向と風速ベクトル図

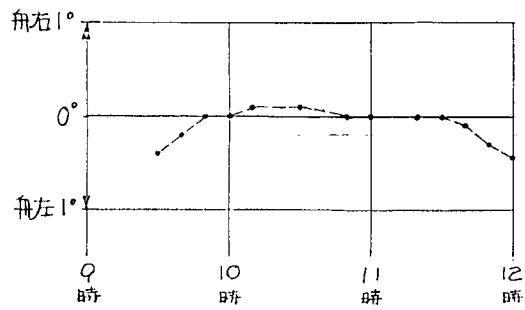


図 1.6 ヒール角度

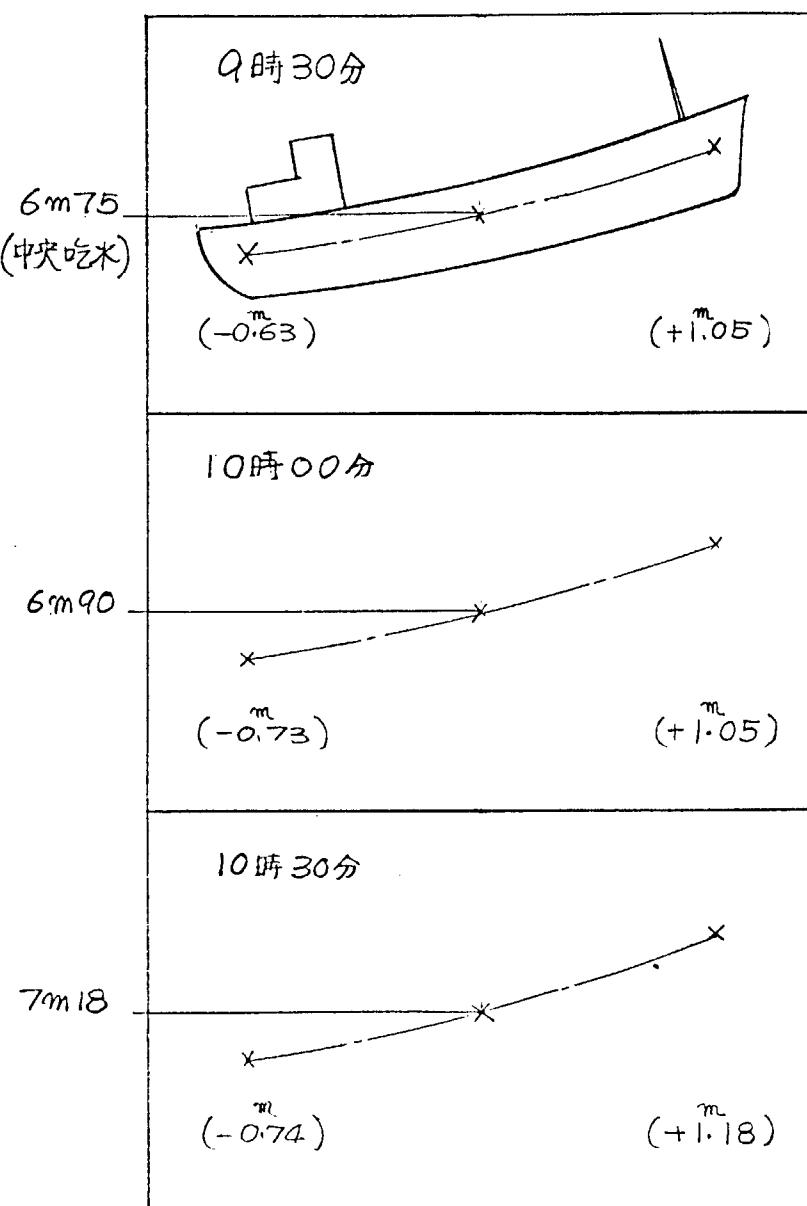


図 1.7(1) 貨物、バラストの変化による船体の  
形状変化、吃水変化

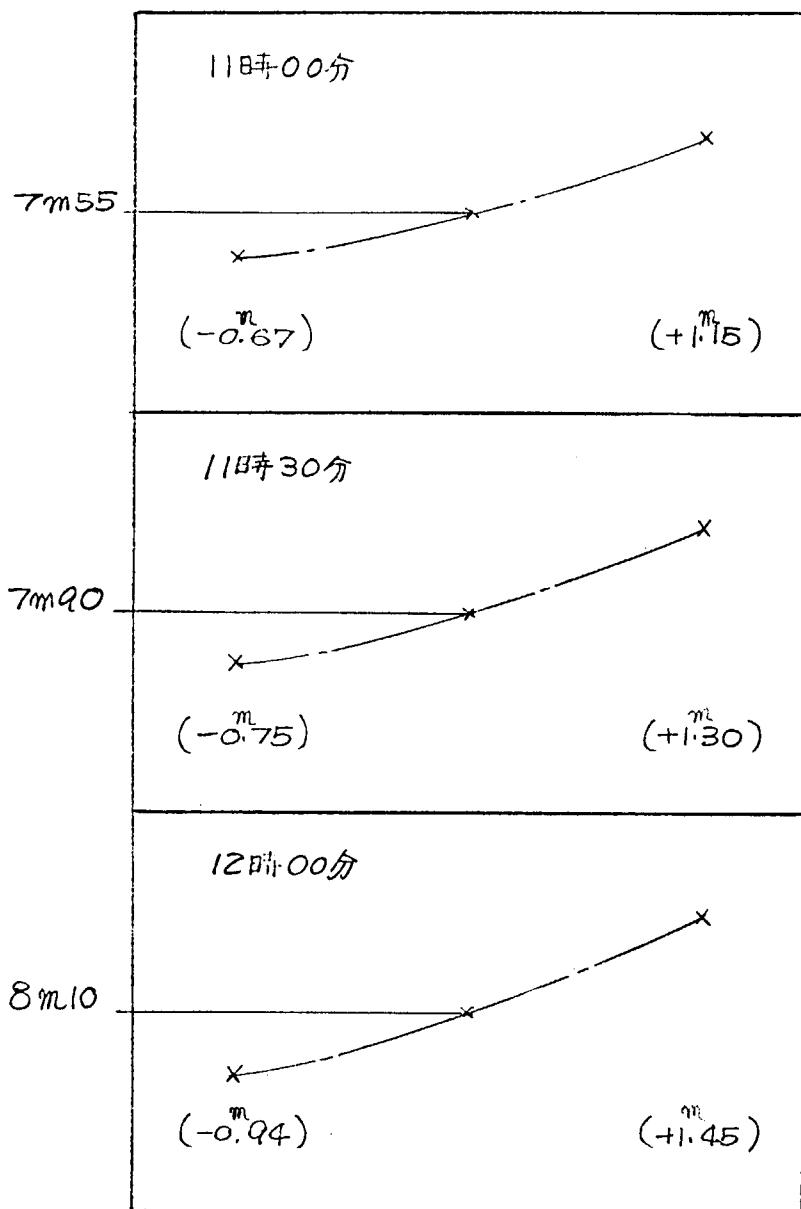


図 1.7 (2)

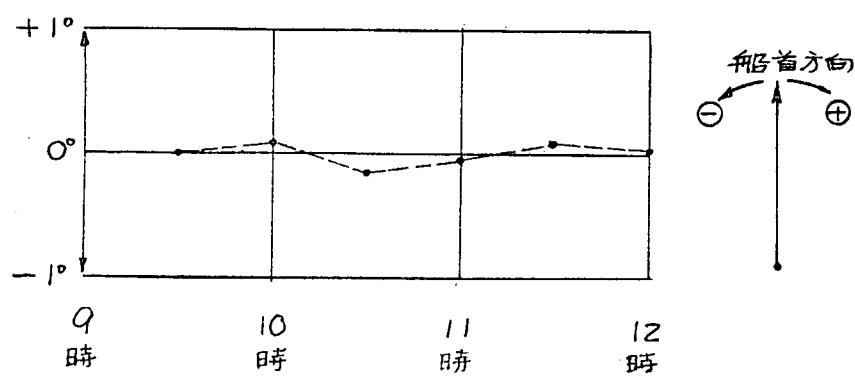


図 1.8 三角測量による旋回角度

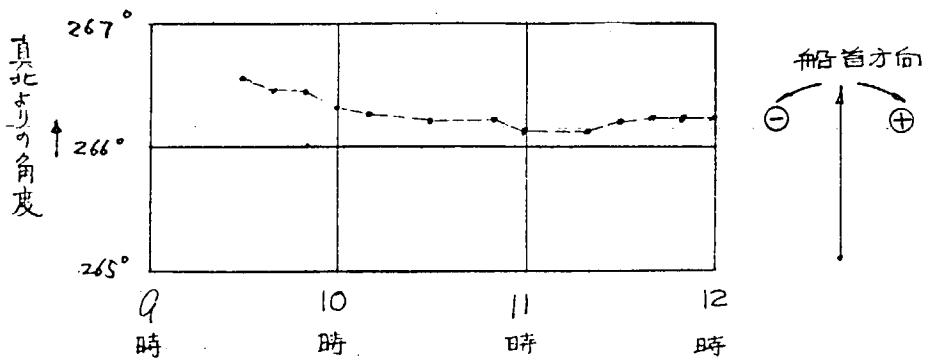


図 1.9 ジャイロ読み取りによる旋回角度

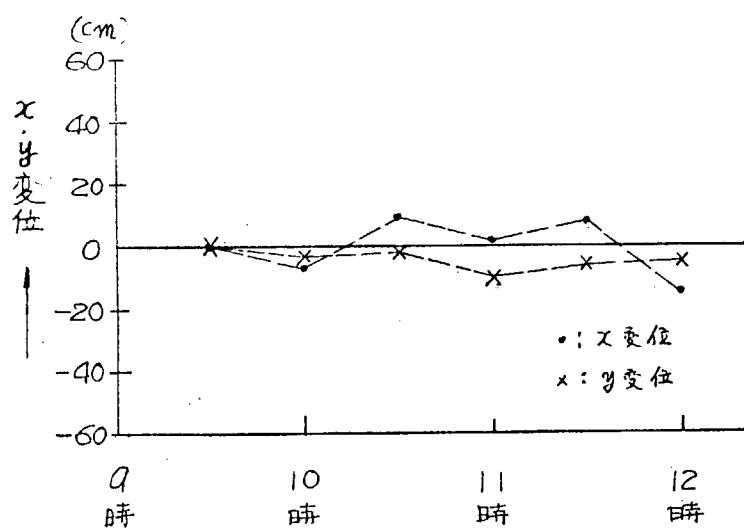


図 1.10 三角測量による船位測定値

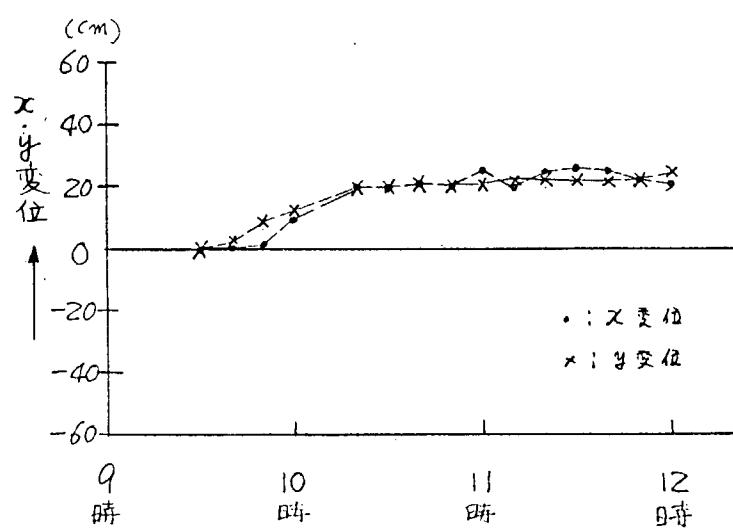


図 1.11 船位センサによる船位測定値

#### 1.4.4 第1回実船試験の考察

(1) 實船取付けに必要な改良点の発見に対して今回の試験で以下のような不具合があつたので、次の試験に間に合うように、それについて改良した。

##### (a) 取付け金具

取付け金具は、角度検出器を船体へ結合する役割をする。

したがつて、船位センサを取付ける船の種類および取付位置、さらに角度検出器の形状等によつて設計すべきもので、今回の試験のように、張力発生装置を船内に装着するようになつた場合とでは、著しく異なつるものになるであろうと考えているが、今回の試験のあとで検出器にかなり大巾な改良を行ない、これと並行して取付け金具の軽量化と装着の簡易化のため、形状を変更した。

##### (b) 卷取り装置

今回の試験では、ワイヤがドゥムから外れる危険性があつたことと、ドラム上のワイヤの巻き込みの位置が船体の移動によつて変化し、船位センサの基準点がずれるということが起つた。これを防止するために、ドラムにツバとロープガイドを図1.1.2のように取付けることにした。

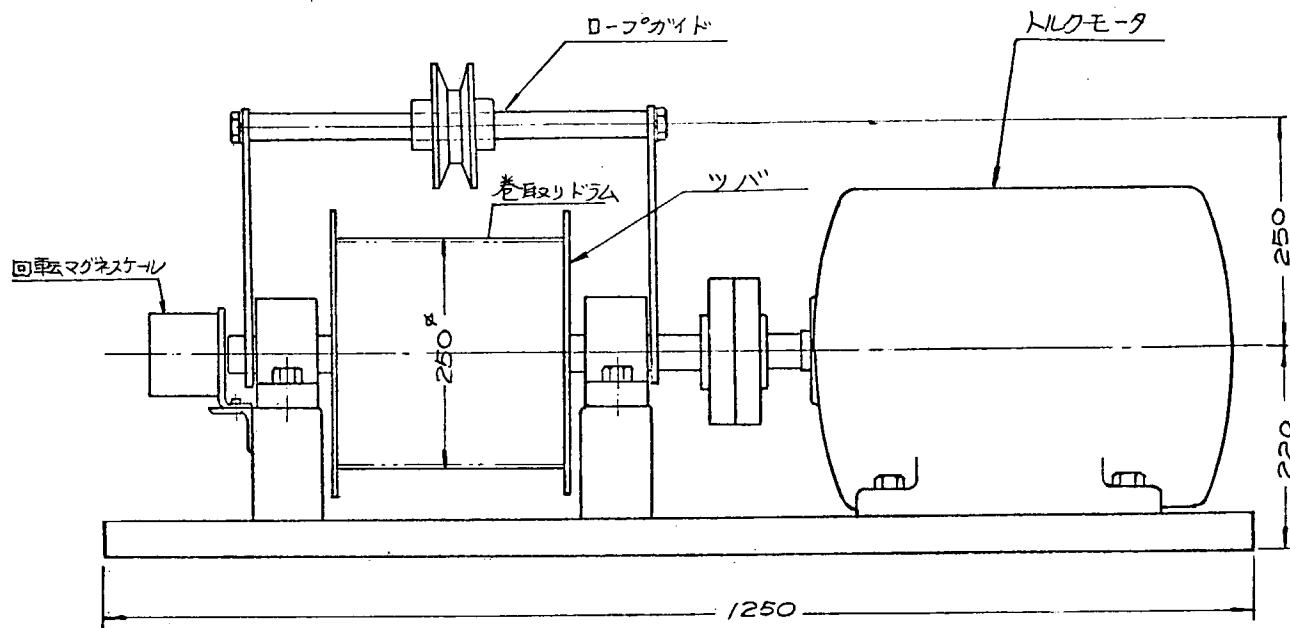


図1.1.2 張力発生装置の改良図

##### (c) 安全装置

船位測定中は、ワイヤに當時 $60\text{ kg}$ の張力をかけている。このため、以下の事故が予想される。

###### (i) ワイヤ切断

トルクモータの無負荷時同期回転数が $400\text{ rpm}$ であり、ワイヤが切断すると高速で巻きとる。

###### (ii) 電源電圧の異常変化

トルクモータのトルクが電源電圧の $2$ 乗に比例して大きくなる。

###### (iii) 過電流防止

何らかの異常で過電流が流れる。

これらを防止するために電磁開閉器によって電源電圧をOFFにする安全装置を作成した。(図1.1.3参照)

##### (d) 角度検出器

今回の試験に使用したものは、その構造上、鍾をロータリエンコーダの軸に取付けていたため、安全性にかけたり、分解能等に欠点があつた。これらを除去するために新しい角度検出器を考案し、製作した。

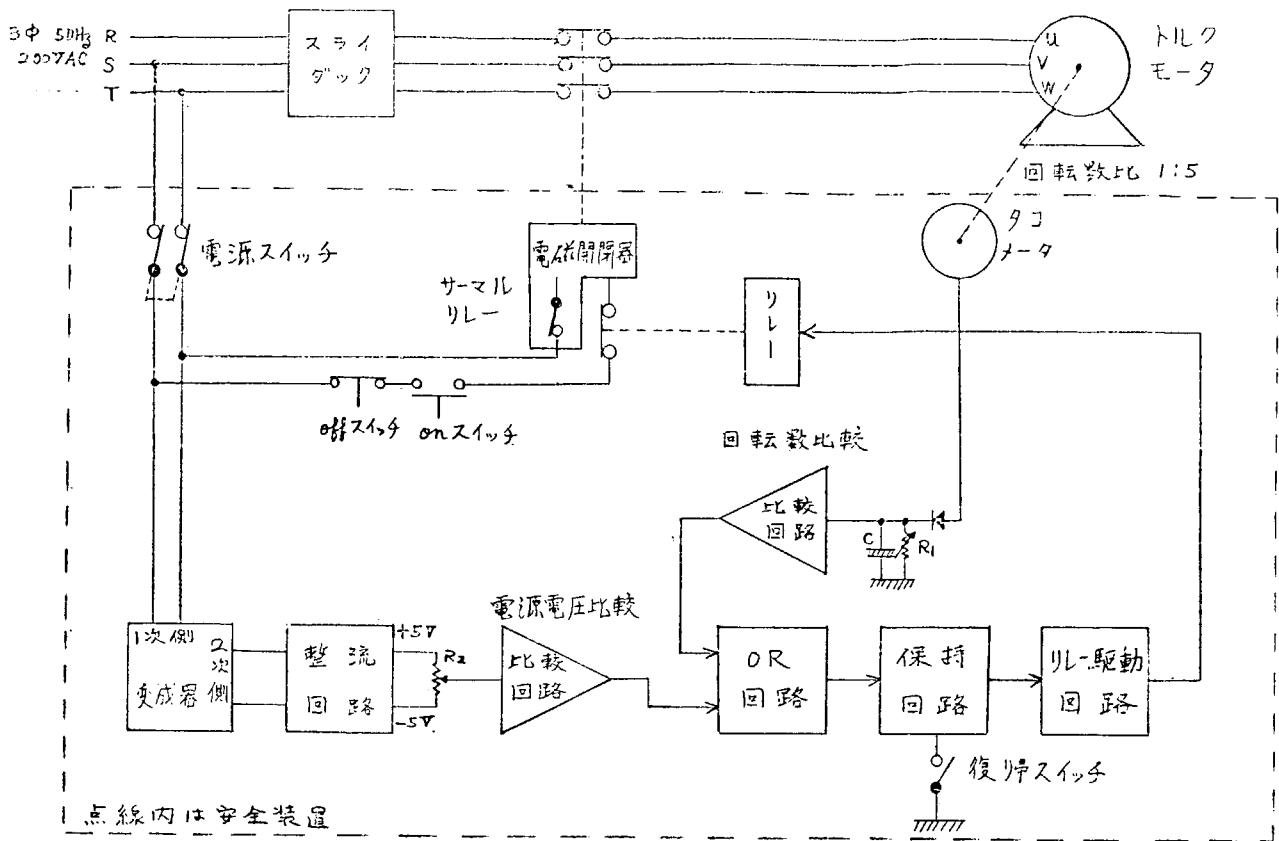


図 1.1.5 安全装置のブロック図

### (2) 船位センサの使用方法に関する

先に述べたように第1回実験においては、旋回、トリム、ヒール等を電気信号として船内の機器から、出力を得ることが困難であったので、上記の項目を船位センサに入力し、標示点の補正を行なわなかつた。このため、測定点と標示点に距離がある場合には、補正入力の精度に限界があるので果してどの程度の精度で標示点を示しらるか具体的な数値としてとり出すことができなかつた。

したがつて、測定点を一個所とし、これに上記の旋回、トリム、ヒールの補正入力を加えて標示点を算出するという方法で必要とする精度が得られるのか。また、測定点を2個所とし、この2点の位置から表示したい任意の位置を算出する方法をとらなければならないのか結論を導きだすこととはできなかつた。

### (3) 環境条件の船位センサに及ぼす影響について

これは、次のような手法によつて追求しようとした。

すなわち、船位センサの描く、一定時間ごとの変位曲線と三角測量によつて測定した船位の変位曲線の類似の度合いを観察し、さらに外部の環境条件の変化を測定し、これから、どの環境条件の変化が船位センサの計測値に影響を及ぼすかを調べようとした。

もし、風、その他、外部の条件が船位センサに全つたく影響しない場合には、船位センサと三角測量によつて得た船位とは、時間軸に対して全つたく類似の曲線を描くはずであり、また、もし風、その他船の急激な変位によつてイヤのたわみや検出器本体のゆれが発生した場合には、その時点において両者の間に何らかの相異が発生するはずであり、そのときの環境条件の測定値を分析することにより、船位センサが受けやすい外乱の種類と、そのときを発生する誤差の大きさを知ることができると考えた。しかし、今回の試験では、三角測量による船位の測定は完全に失敗した。

これは、三角測量にトランシットを使用したことになる。

すなわち、船が移動していくとき、2つのトランシットで同時に測定対象に焦点を合わせ、読みとることは不可能

であることが分つた。

今回の試験に先だち、船の移動状態等を目視によつて観察し、これをもとに準備を進めてきたが、船の移動が考えていたよりもかなり複雑で、その速度と振巾に大きなバラツキがあり、図1.2.2および1.2.3の比較から測定結果に大きな誤差があつたことを認めざるを得ないことになつた。

しかし、第2回試験では、この経験をもとに新しい船位測定装置を考案することができ、第2回調査結果のごとく、船位センサの記録と機械式船位測定装置の描く曲線がほぼ一致するという良好な結果得ることができた。

## 1.5 第2回実船試験

### 1.5.1 機器の配置

図1.1.4に機器の配置図を示す。第1回と同様に船尾から船首方向をy軸、左舷から右舷方向をx軸とする。船底から上方をz軸。第1回実船試験と異なる点は、船位センサ出力を連続記録（6秒おきの打点記録）するための連続記録計

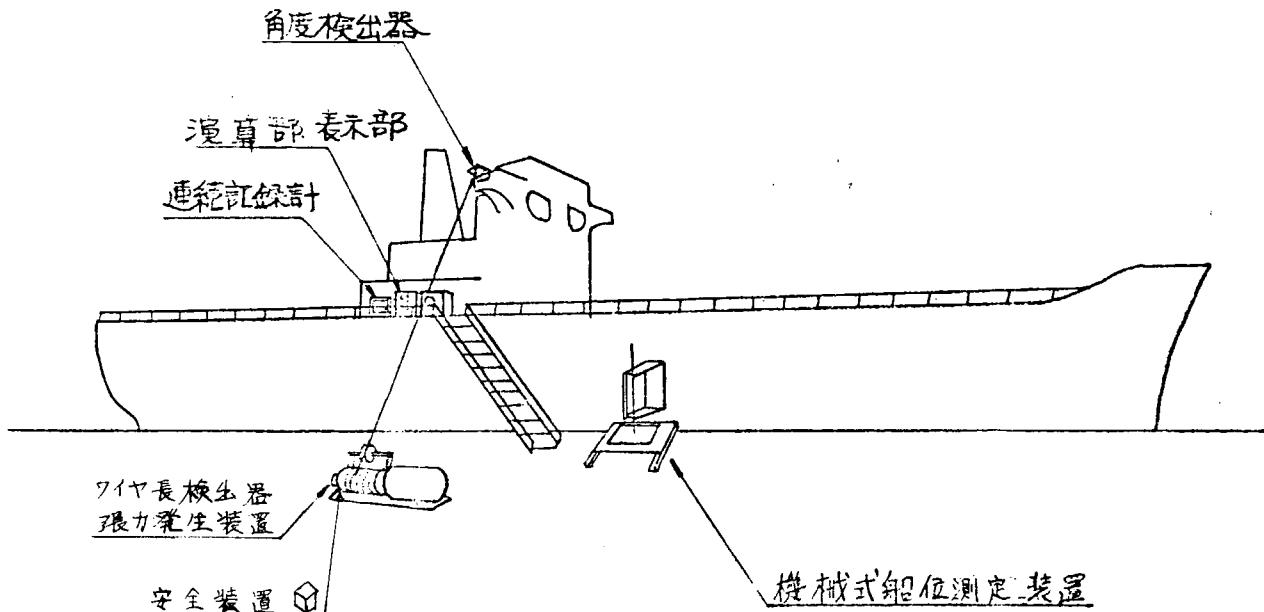


図1.1.4 第2回実船試験の機器配置図

とトランシットによる三角測量の代りに機械式船位測定装置を設けた。その他船位測定と直接関係はないが、安全装置を組み入れた。船位センサによる検出点と機械式船位測定装置の位置のずれは、X、Y、Z方向のそれをそれぞれX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>、Z<sub>0</sub> とすると

$$X_0 = 0$$

$$Y_0 = 1.5 \text{ m}$$

$$Z_0 = -1.5 \text{ m}$$

である。図1.1.5に機械式船位測定装置の概要を示す。また第1回実船試験と同様、トリム、ヒール、旋回の信号は入力しなかつた。

### 1.5.2 試験の経過状況

試験対象の本船は、47年2月19日朝、接岸、機器の搬入、設置を20日に行ない、試験は21日の午後2時まで行ない、翌22日午前、機器の撤収作業を行なつた。実験は3日間とも快晴にめぐまれ、前回の試験の経験から作業はすべて順調に進んだ。

試験人員は、振り子式ヒール計、ジャイロコンパス、風向風速計によるヒール、方位、風向、風速の測定に1人、船位センサの記録の監視に1人、機械式船位測定装置に1人と予備人員1人の計4人であつた。

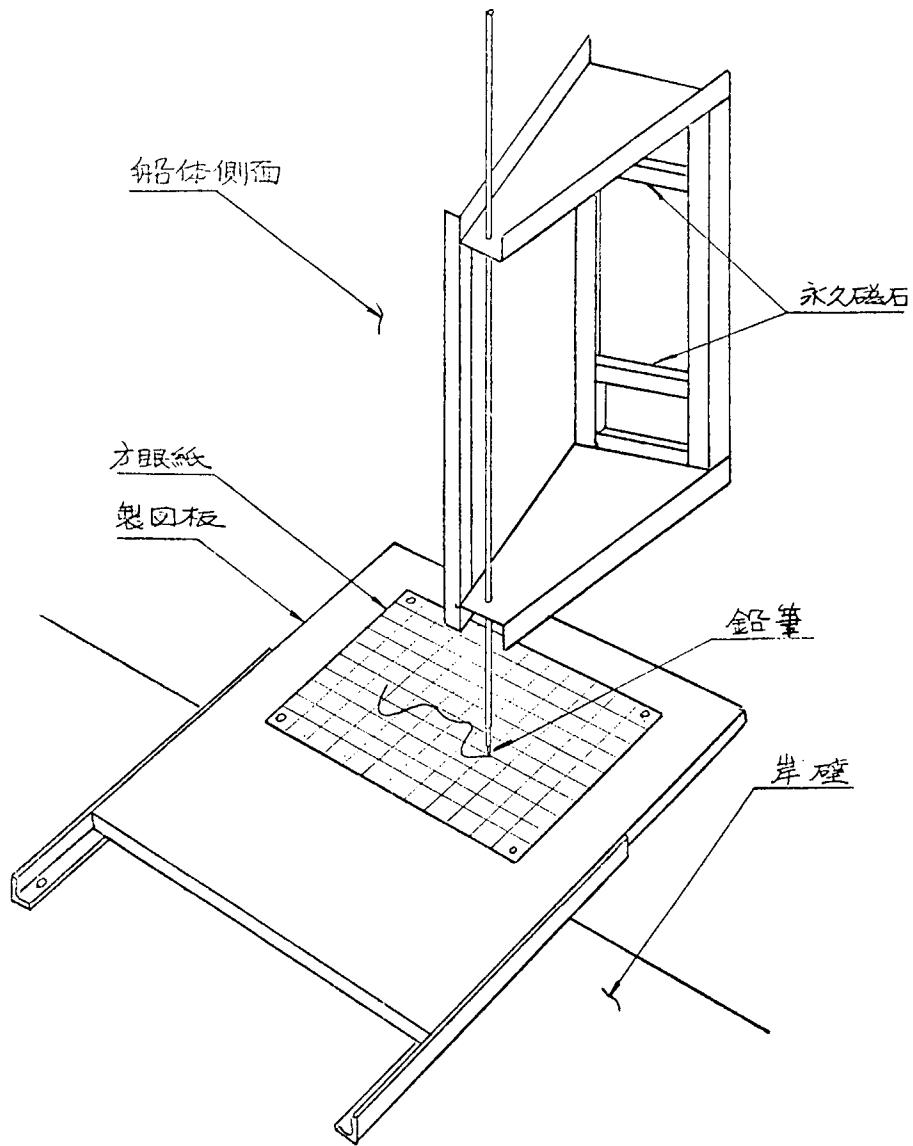


図 1.15 機械式船位測定装置の概要図

はじめの 2 時間は、機械式船位測定装置の記録用紙を取りかえず船の移動状態をみたところ図 1.19 のように記録曲線がかなり複雑になり、後から変位曲線を時間と追つて追跡することが不可能であることがわかつたので、正午からは図 1.20 のように計測間隔を 20 分に短縮して変位曲線に矢印と 30 秒おきの位置に時刻を記入した。

ただ試験の最初に手違いでトルクモータに急激に電圧が加わって、たるんでいたワイヤが急に緊張してドラムの回転慣性によつて、ワイヤが角度検出器のワイヤ結合点から切断した。しかし、今回開発した安全装置によつてモータの電源が切れ、モータの回転が停止し、大事に致らず安全装置の作動も確認された。

このこと以外は全て順調に試験を終了することができた。(写真 1.3 ~ 1.6 参照)

### 1.5.3 試験の結果

#### (1) 試験の測定結果

測定結果は全てグラフ化し、図 1.16 ヒール角度、図 1.17 ジャイロ読み取りによる旋回角度、図 1.18 風向・風速ベクトル図、図 1.19 および 1.20 に機械式船位測定装置による船位測定値の縮尺図、図 1.21 船位センサによる船位測定値の縮尺図を順に示す。

次に図 1.22 機械式船位測定装置による船位測定値は、図 1.20 の記録より読み取った測定値を、横軸に時間軸、

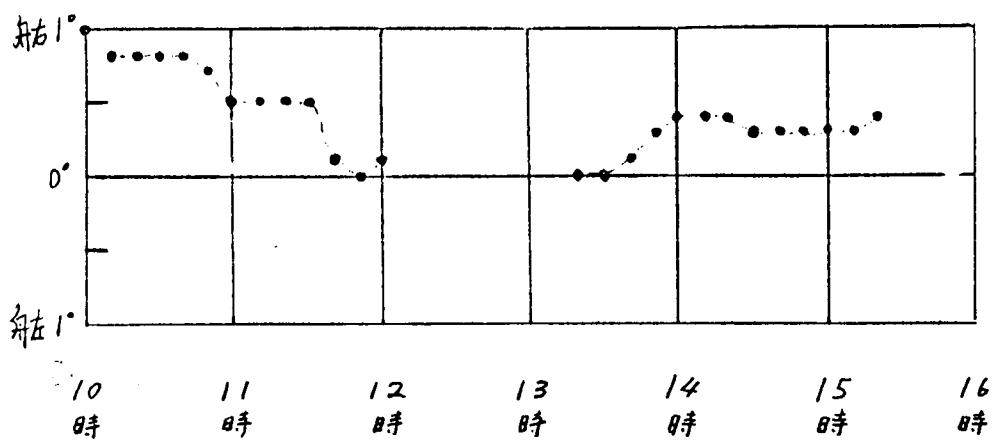


図 1.16 ヒール角度

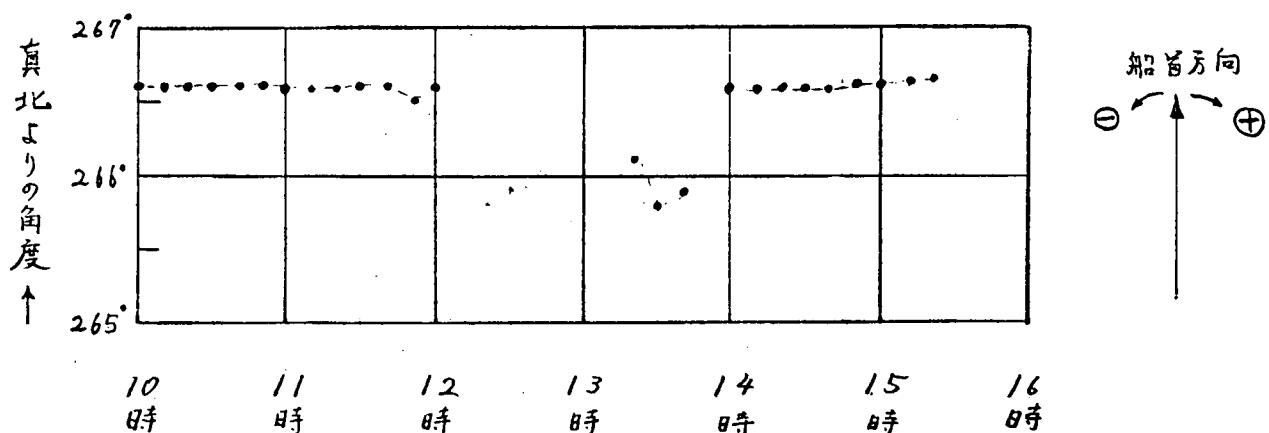


図 1.17 ジャイロ読み取りによる旋回角度

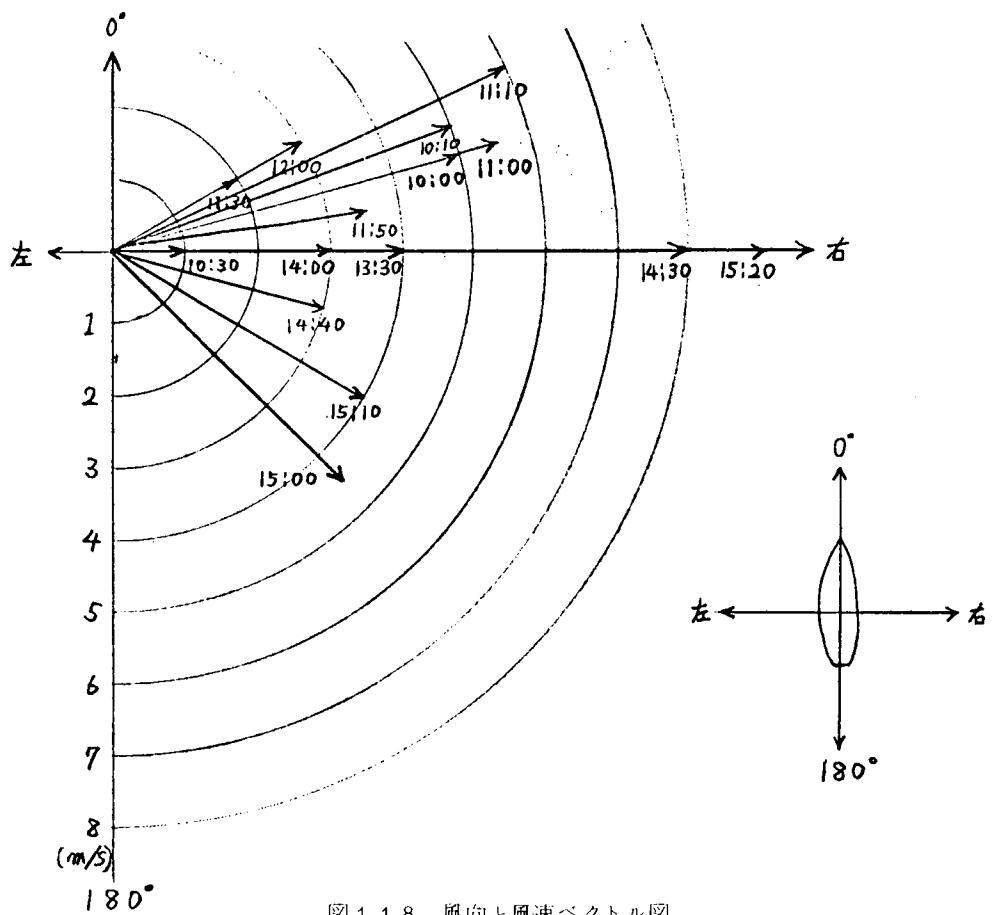


図 1.18 風向と風速ベクトル図

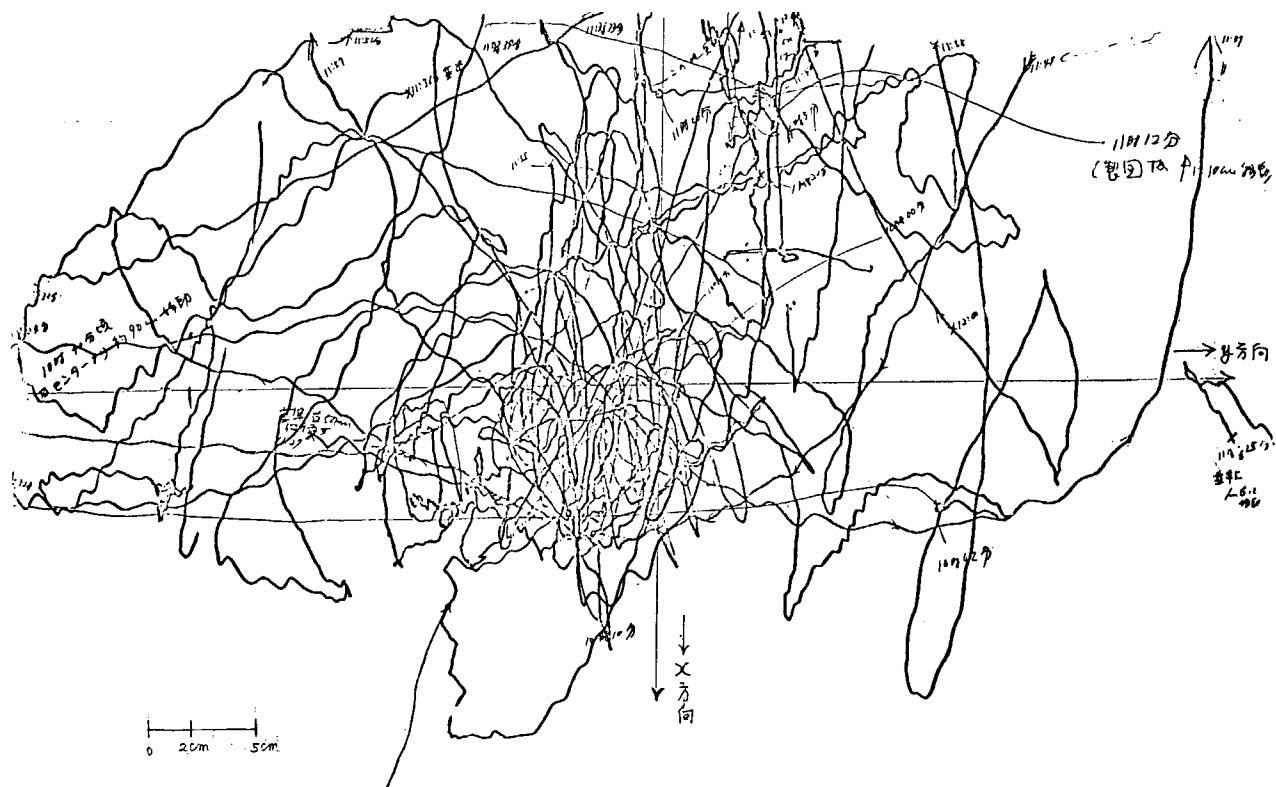


図 1.19 機械式船位測定装置による船位測定値の縮尺図

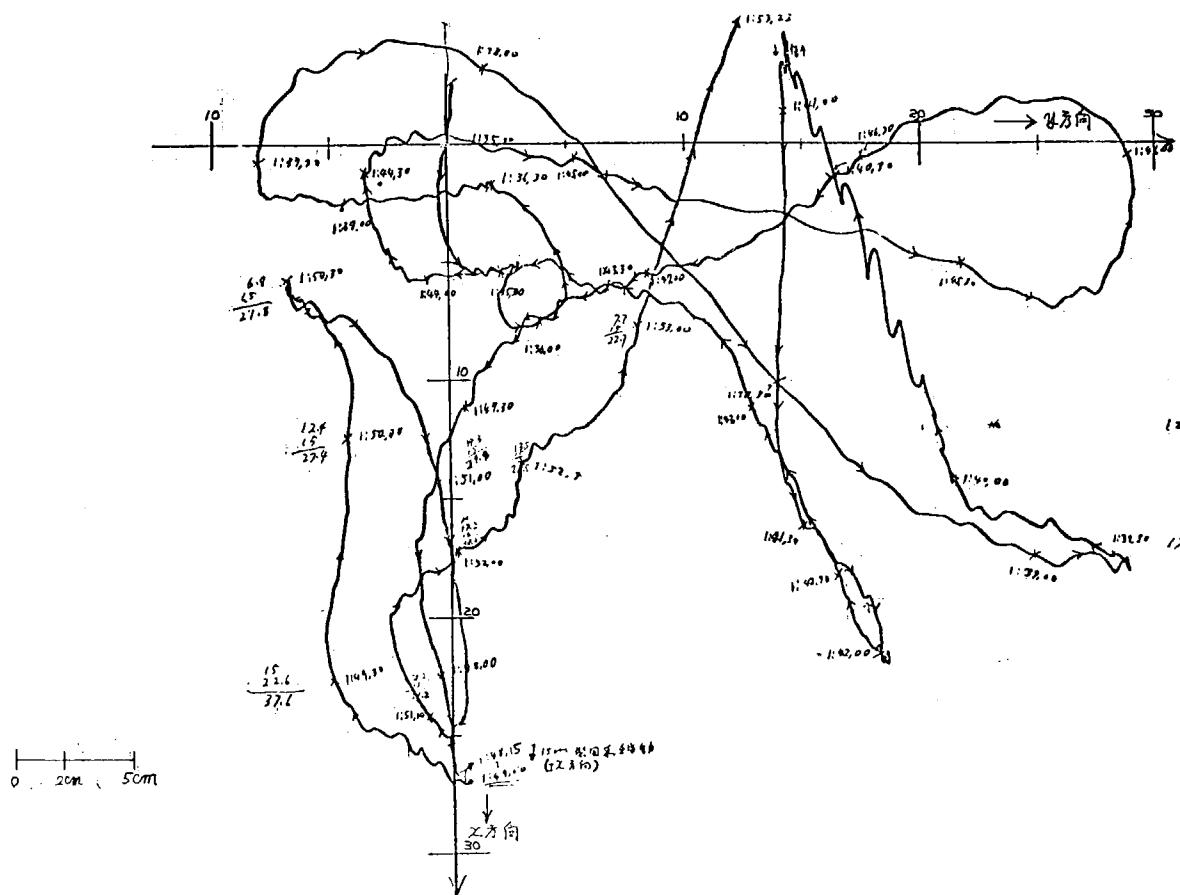
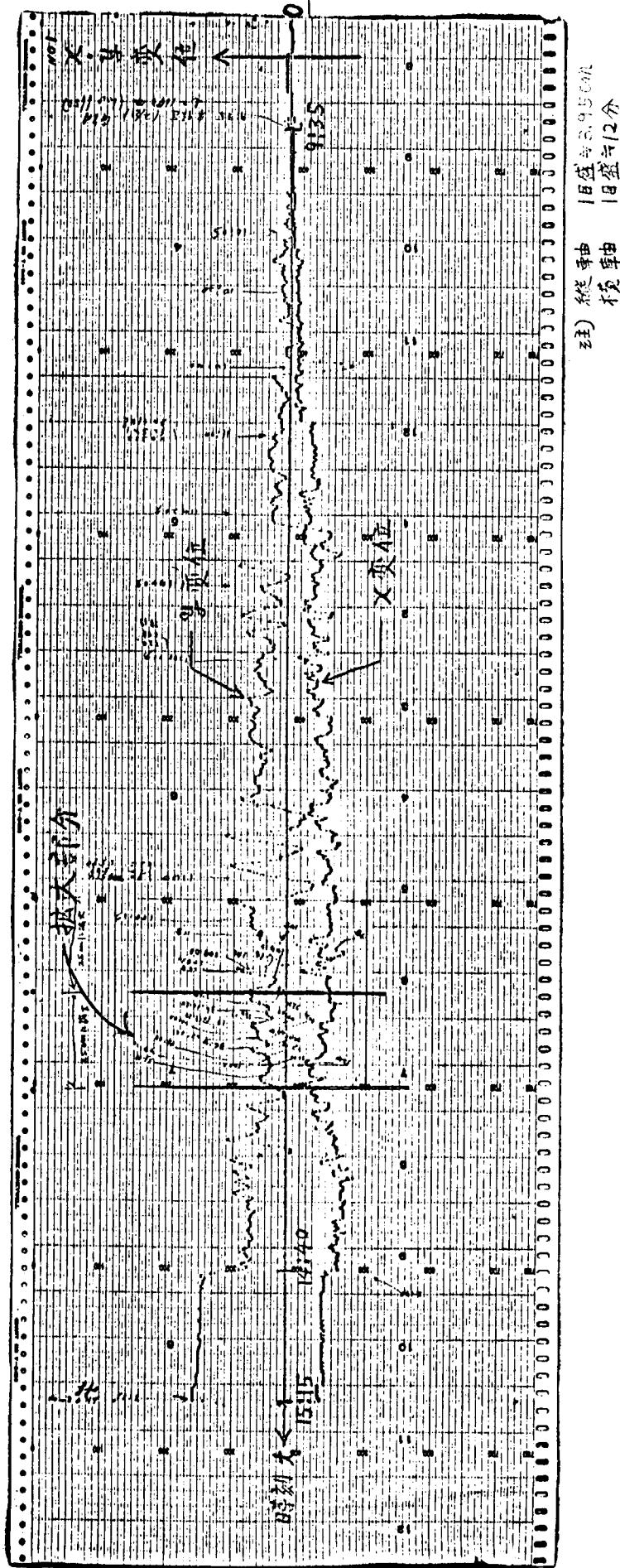


図 1.20 機械式船位測定装置による船位測定値の縮尺図



注) 総走行距離  
1日走行 950km  
航走時間  
1日走行 12分

図 1.2.1 船位センサによる船位測定値の緒尺図

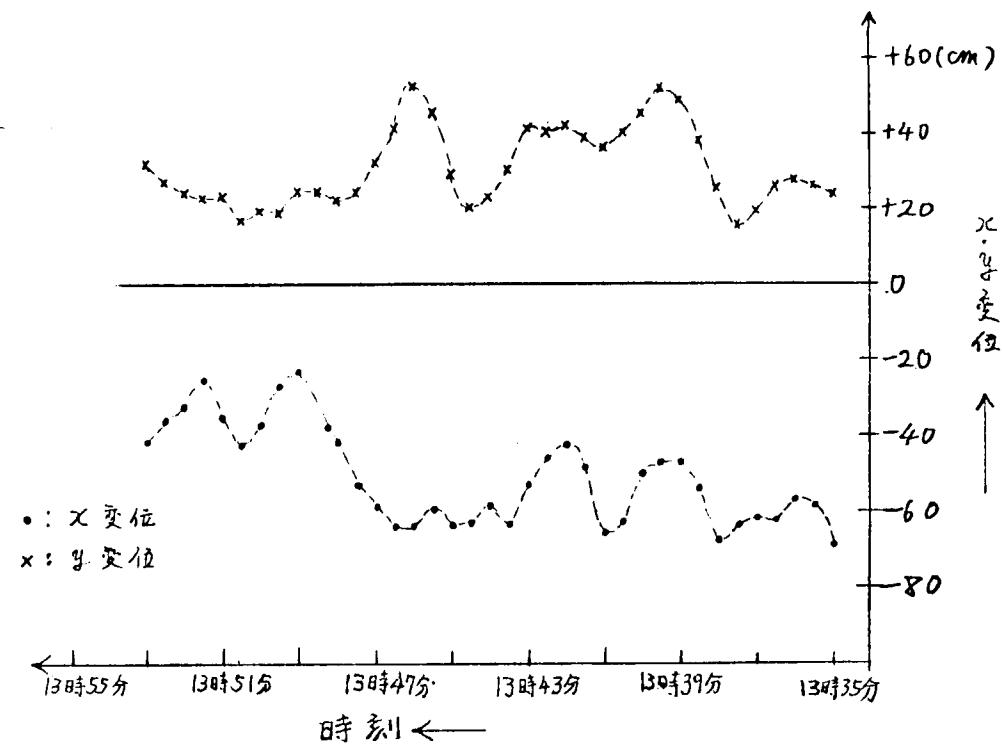


図 1.2.2 機械式船位測定装置による船位測定値

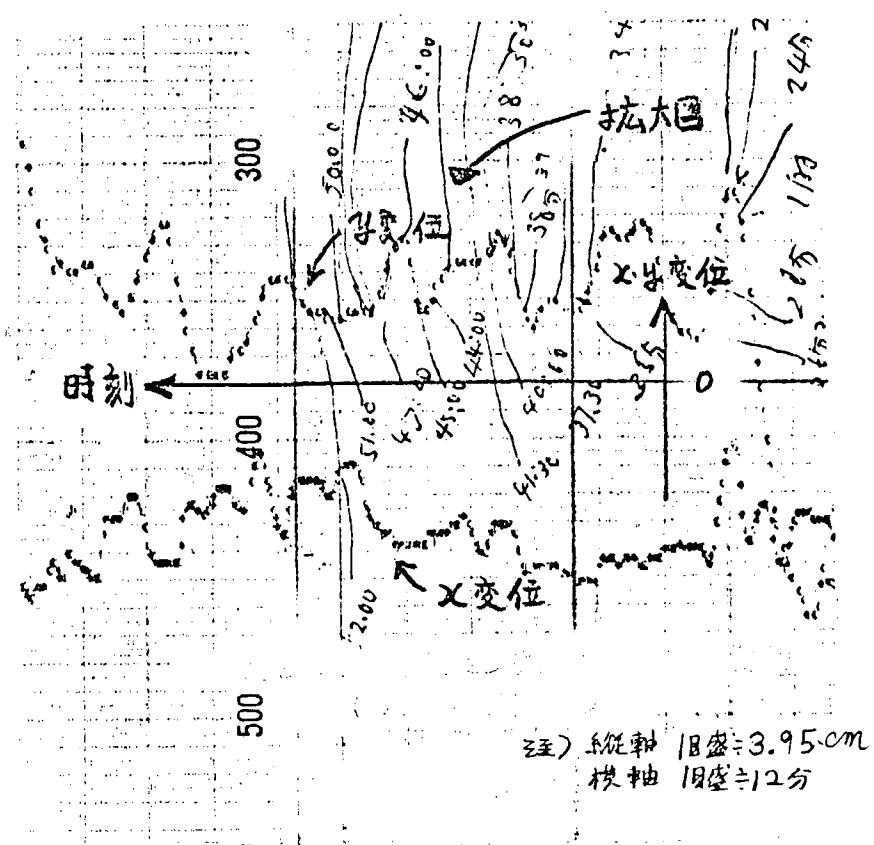


図 1.2.3 船位センサによる船位測定値

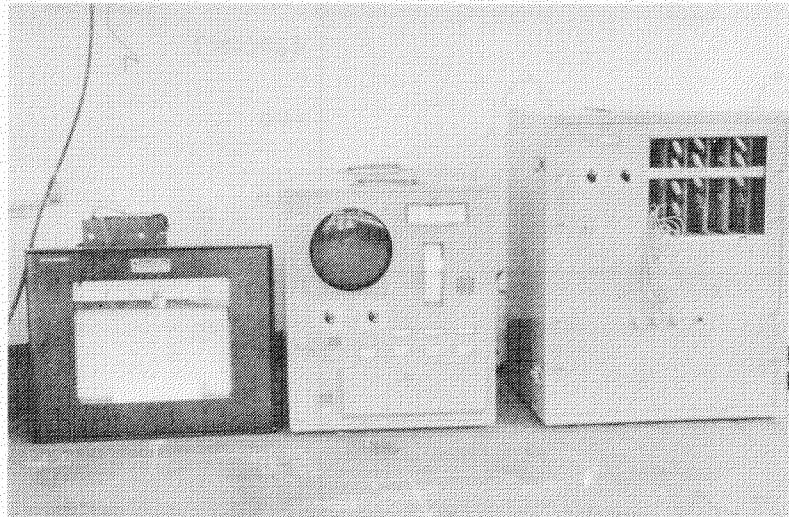


写真 1.3 左 連続記録計  
中央 表示部  
右 演算部

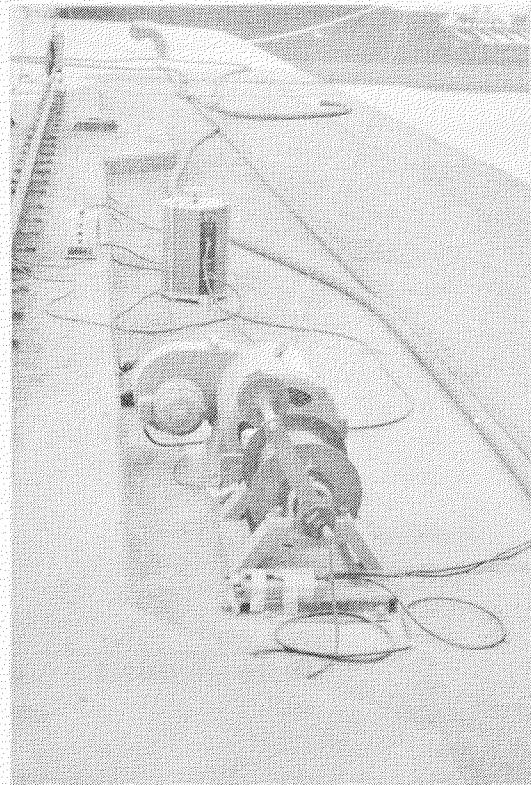


写真 1.4 張力発生装置

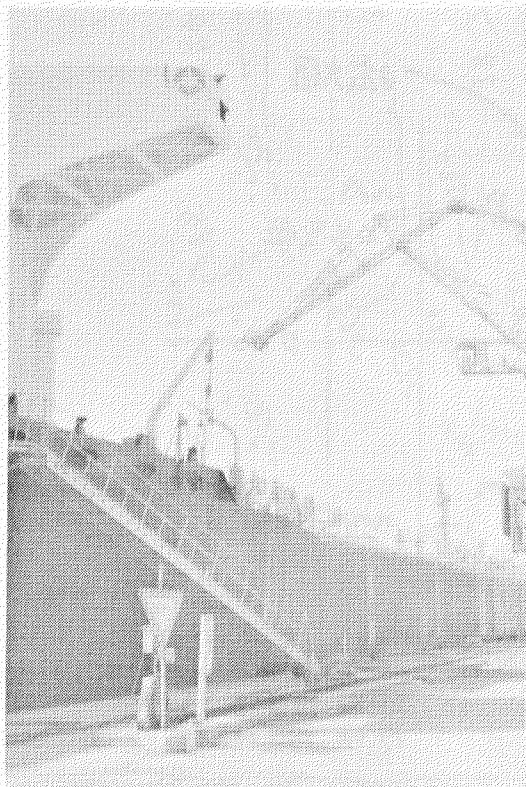


写真 1.5 ウィングと検出器

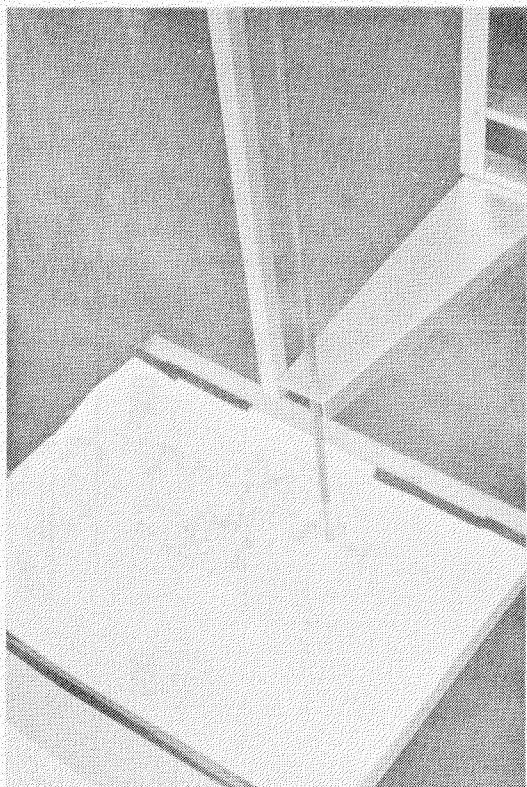


写真 1.6 機械式船位測定装置

縦軸に  $x$ 、 $y$  変位を記録した図である。時間軸方向は図 1.2.3 と一致させた。図 1.2.3 船位センサによる船位測定値は図 1.2.1 の拡大図である。

## (2) 試験機器の使用結果

角度検出器、巻き取りドラムのワイヤガイドは順調に作動した。また、機械式船位測定装置もレンジの狭さ、短時間の測定間隔という制約はあつたが、信頼度の高い船位測定値を得ることができた。安全装置も測定中は作動するような異常事態は起らなかつたが、試験前にワイヤが切れたとき瞬時にトルクモータの電源が切れ危険を未然に回避した。

### 1.5.4 第2回実船試験の考察

トリムを除いて、ヒール、旋回、風向、風速は、たいいたい第1回試験と同様な値を示している。これらの値が、船位センサの船位測定値に影響を与えたかどうかということは、今既得られたようなデータの型では判断がつかず、参考データとする。図 1.2.2 と図 1.2.3 の 13 時 35 分～13 時 53 分までの記録は非常に相関が強いであろうことが推測される。

またトリム、ヒール、旋回を入力しなくとも  $X_0 = 0$ 、 $Y_0 = 15 m$ 、 $Z_0 = -15 m$  離れた地点の変位の関係はさほど差がないことがわかる。

図 1.2.2 と 1.2.3 のデータの相似性をみると、船位センサの機能としては、検出点と表示点がそれほど離れていない場合は、十分満足のいくものであり、機器の構成においてトルクモータ、巻き取り装置部の小競・軽量化が望まれる。

## 1.6 試験の全体に対する考察

### 1.6.1 第1回および第2回の船位測定データの考察

第1回、第2回の船位測定データを数量的に把握するために、第1回について図 1.1.0 および図 1.1.1 の組合せ、第2回では図 1.2.2 および図 1.2.3 の組合せについて統計的な処理をして、結果を判定してみた。

第1回試験の組合せについては、相関係数をとり検定した。第2回の組合せについては、第1回との比較のため、一応相関係数をとり検定した。相関係数が高度の有意性を示しているので、最小2乗法を利用して、回帰直線  $y = b x + a$  の係数を求めた。これらの検討結果を以下に記す。

$X$  の記号は第1回試験についてはトランシットにより測定、第2回の試験については機械式船位測定装置により測定した船位の  $x$  方向の変化、 $y$  は、第1、2回の試験とも船位センサにより測定した値を示す。表 1.1 において第1回の試験では検定  $r \approx R (4, 0.95)$  であるので、 $y$  と  $x$  は相関関係がないという結論になる。第2回の試験では、検定  $r \approx R (5.5, 0.01)$  であるので、危険率 1% で高度に有意である。つまり非常に相関が強いということになる。そこで、第2回の試験については、回帰直線を求めてみる。その数値表を表 1.2 にのせる。その結果

$$y = 0.69 X + 4.4 \quad \dots \dots \dots \quad (1.1)$$

となつた。この係数  $b$  の検定は、表 1.3 の分散分析表で  $r$  の検定と同様に高度の有意性を示している。この  $r$  の検定よりの検定は全く同一の検定であるが、念のため再検定を行なつてみた。

図 1.2.4 に (1.1) 式の回帰直線と理論直線を示したが、相当数の船位センサによる測定が少なめの値を示している。この原因は、船位センサの検出点と機械式船位測定装置の高さの差  $Z_0 = -15 m$  により表われてくるものと思われる。すなわち、ヒールの回転中心がメタセンターであるとすると、必ず位置の高い場所のほうがヒールによる動きが少いからである。ヒールの影響があつて大きくみえるのは、全体の変位が少ないからで、変位が大きくなればなるほど、その全體に対するパーセンテージは低くなる。また、今回の試験では 13 時 51 分～13 時 53 分ごろまでにヒールの変化が図 1.1.6 より約  $0.5^\circ$  あつた。後に示す図 1.2.5 より  $0.5^\circ$  で  $15 m$  離れたときは、約  $1.5 cm$  程度の差ができるわ

図 1.2.4 をみると、その程度の範囲内に入つている。

表 1.1 相関係数の数値表

データ の 数	平 均	平 均	残差の 平方和	残差の 積の和	残差の 平方和	相関係数	自由度 危険率 $\phi$	$r$ の信頼限界			
	$n$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$S_{xx}$	$S_{xy}$	$S_{yy}$	$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x} \cdot \sqrt{S_y}}$	$R(\phi, \alpha)$	$Z = \tanh^{-1} R$	$\tanh(Z \pm 1/\sqrt{n-3})$	$\tanh(Z - 1/\sqrt{n-3})$
第1回実験	6	0.83	16.83	5081	2838	522.8	0.544	$R(4, 0.05) = 0.812$	0.610	0.829	0.050
第2回実験	57	13.75	13.88	5934	4104	3346	** 0.921	$R(55, 0.01) = 0.418$	1.590	0.942	0.890

\*\* 印は高度の有意性を示す

表 1.2 回帰直線の数値表

回帰直線 の傾き	回帰直線の x 切片	残差の 2 乗 の和	不偏分散の 平方根	自由度 危険率 $\phi$	$b$ の信頼限界
	$b = S_{xy} / S_x$				
第2回実験	0.69	4.4	50.9	3.8	$t(35, 0.01) = 2.725$

表 1.3 分散分析表

要因	平方和	自由度	不偏分散	分散化
回 帰	2837	1	2837	** 1.95
残 差	50.9	55	14.6	

\*\* 印は高度の有意性を示す

## 1.6.2 トリム・ヒール・旋回の入力に関する考察

トリム・ヒール・旋回が測定値に及ぼす影響の項を含めた測定公式を次に記す。

$$x = \ell_\theta + z_0 d + Y_0 \sigma \quad \dots \quad (1.2)$$

$$y = \ell_\gamma + z_0 \beta + X_0 \sigma$$

ただし、  $\alpha$  : ヒール角 $\beta$  : トリム角 $\sigma$  : 旋回角 $X_0$  : 檜出点と表示点の x 方向の距離差 $Y_0$  : " " " " " $Z_0$  : " " " " " $\ell_\theta, \ell_\gamma$ : 平面内の船の動き

第1回の試験ではトリムの測定を船首、中央、船尾の3点の吃水を測定して行なつた図1.7に示すようにトリムにホ

ギング・サギングがプラスされているため、当初トリム測定のために予定していた地面の傾斜を測る目的で製作されたグレードマスターでは、トリムだけを検出することが不可能であることがわかつた。また、ヒールについても同様のことといえるものとして、第2回の試験にもヒール、トリムの入力を行なわなかつた。

しかしながら、1.6.1項で検討したように現実には、ヒールの影響がx方向の測定値に表われているので、補正が不可能だとすると、何m以内で何度以内であれば、その影響は何cmを超えないという限界を設定することが必要である。具体的な数値は図1.2.5をみればわかるが、表にすると表1.4のようになる。ただし、x、y、z方向の1変位のみである。

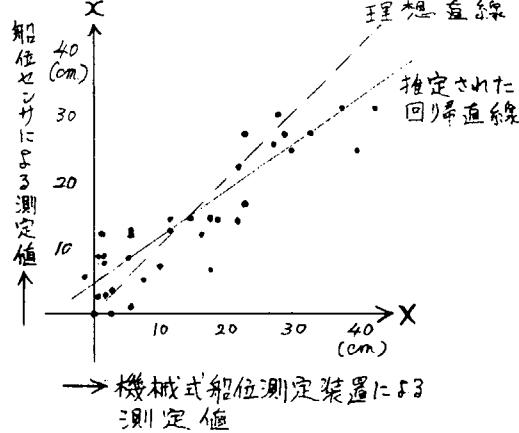


図1.2.4 機械式船位測定装置と船位センサによる測定値の相関図(第2回試験)

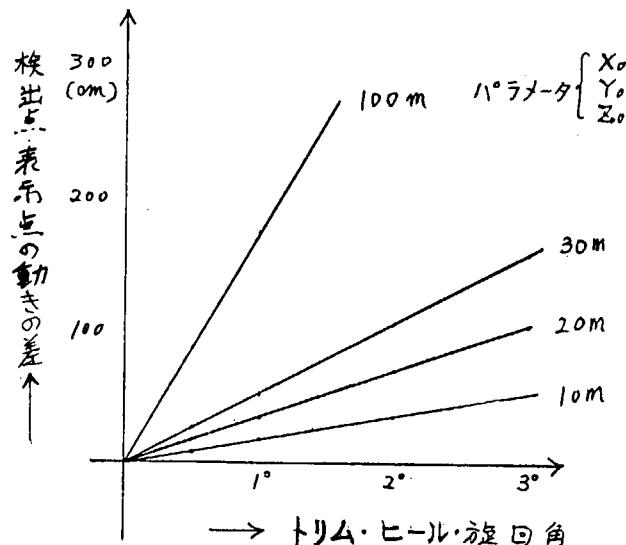


図1.2.5 検出点と表示点の異なる場合のトリム・ヒール・旋回角の影響図

表1.4 検出点と表示点が異なる場合のトリム・ヒール・旋回の影響

検出点と表示点 ヒールのキヨリ差 トリム、旋回	1.0 m	2.0 m	3.0 m	100 m
±0.5°以内	9 cm以下	18 cm以下	27 cm以下	90 cm以下
±1.0°以内	1.8 cm "	3.6 cm "	5.4 cm "	18.0 cm "
±2.0°以内	3.6 cm "	7.2 cm "	10.8 cm "	36.0 cm "
±3.0°以内	5.4 cm "	10.8 cm "	16.2 cm "	

たとえば、30万トン級のタンカーを想定すると、その長さ約300m、巾約50mとする。係船時、最大変位は下記のようである。

左右舷吃水差 1m位以下

船首・船尾吃水差 7m位以下

旋回距離差 2m位以下

上記の長さを角度に直すと下記のごとくなる。

$$\text{トリム: } |\beta| \leq 1^\circ 45'$$

$$\text{ヒール: } |\alpha| \leq 1^\circ 10'$$

$$\text{旋回: } |\sigma| \leq 2.5'$$

したがつて、(1.2)式と表1.4をみるとわかるように、ヒールのx方向に対する影響は、 $z_0 = 2.0\text{m}$ のとき、約

4.0 cm以下となり、トリムのy方向に与える影響は同じく  $Z_0 = 2.0 m$  のとき 6.3 cm以下となる。 $Z_0 = 1.0 m$  のときはx方向に約 2.0 cm以下、y方向に 3.2 cm以下の影響を与えるということになる。1.6.1項で考察したように、表示点が検出点より低い位置(すなわち、 $Z_0 < 0$ )にあるときは、検出点の動きより、たとえば、 $Z_0 = -1.0 m$  のときは最大x方向 2.0 cm、y方向 3.2 cm表示点の動きのほうが大きく動く可能性があるので、タンカーの場合などは、あらかじめ警報設定をその分だけ内側に設定しておけば安全であるといえるであろう。以上は検出点と表示点の高さの差がそれほど大きくならないとの仮定にもとづいている。また  $X_0$  はほとんど考えなくともよいが、 $Y_0$  は大きくなる可能性が十分あるので、その場合は、船位センサは使用できないということになる。その上ジャイロコンパスも何分単位の精度のよい測定ができないとなると、次の項で述べるように検出器を2台とりつけるというような方位をとらざるをえないということになる。

### 1.6.3 装置に関する考察

実船取付けに必要な改良を第1回試験後行なつたが、特に取付け金具は、当初は2人でなければ持ち運び、取付けができなかつたものが、1人でできるようになつた。

また、2角度検出器の改良により、船の変位測定値の確度、安定度がよくなつた。

その他演算部・表示部は4.5年度に開発したとき調整して以来、第1回、第2回実船試験とも再調整の必要性が全くなく、安定した作動を示した。

しかしながら、張力装置は張力変動による精度確認のためのものを流用したので持運びが大変であつた。

### 1.6.4 環境条件の影響

海象が装置にどのように影響するかどうかについては試験期間が短かかつたので把握できなかつた。

風等の外力の連続記録しなかつたので、ワイヤロープに及ぼす影響を確認できなかつた。

## 1.7 今後の方向

### 1.7.1 検出点と表示点が同一点の場合

検出点と表示点が同じ位置の場合は(1.2)式の補正項がすべて零となり、演算装置が簡単になり、寸法も現在の演算部がなくなり、表示部をもう少し大きくした程度の大きさに収まつてしまふものと思われる。

### 1.7.2 2点検出による船位センサ

前項1.6.2で考察したように、どうしても検出点と表示点を離さねばならないときは、検出点を2点設ければ旋回角入力を受けなくとも旋回の補正を行なうことができる。図1.2.6に示したように、表示したい点の座標を( $x_0, y_0$ )

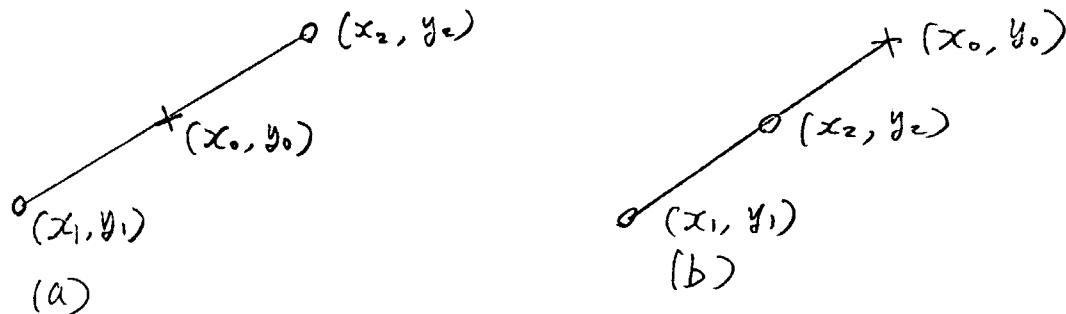


図1.2.6 2点検出による旋回補正

検出点の座標を( $x_1, y_1$ )、( $x_2, y_2$ )とすると、図1.2.6の(a)の場合は

$$x_0 = K_1 x_1 + K_2 x_2$$

(b)の場合は

ただし( $K_1, K_2 \geq 0$ の定数)

$$x_0 = K_1 x_2 - K_2 x_1$$

というような簡単な係数を掛けた、たし算、ひき算によりx座標の表示が可能である。y座標の旋回の影響は $y_0$ が大

きくならないことから、ほとんど必要ないと思われる。

#### 1.7.3 張力装置の小形・軽量化

～ 45年度に船位センサを開発した時点では、張力の設定を可変にできることと、船の動きの速さがわからないので、応答速度をできるだけ早くすることを目標にした。しかし、今回の試験でそれほど応答速度（現在、ワイヤ巻き取り速度約3m／秒）を速くしなくともよいことがわかつた。この結果山形モータを使用し、ギヤーダウンをして、張力のフィードバックループを形成して張力を一定に保つようすれば、張力装置の小形・軽量化は十分可能である。

#### 1.7.4 防爆機器

現在のトルクモータは、あくまで試験用として考えたため、防爆構造にはなっていないが、防爆構造の電動トルクモータの使用、油圧モータの使用、あるいは、一般構造のモータをブリッジ内に入れるなどの方法により防爆の対策が可能である。

### 1.8 むすび

本船入港時に機器を仮搭載して試験する方法をとつたので、恒久搭載の場合と多少異なつた機器の形状、配置となつたが、所期の目的を達成することができた。今後、各船種に適合した装置の開発を推進し、早急に実用に供する予定である。この実験実施に御協力いただいた太平洋汽船株式会社、昭和電工株式会社に深く感謝致します。

なお、昭和45年度に行なつた「係船機器の集中制御方式の検討」の結果を加味した「係船装置の合理化に関するイチ」の開発、試作が、運輸省の科学技術試験研究補助金により、日本鋼管株式会社により行なわれたことを附記する。

## 2. 荷役システムの自動制御方式の研究

### 2.1 緒言

タンカーにおける荷役作業の自動制御方式については、昭和43年度より研究が開始され、昭和45年度からは実船実験を目的とした「荷役システムの自動制御方式の研究」が開始された。引き続き昭和46年度においては、自動制御方式の性能確認のための実船による作動確認試験ならびに解析、評価が行なわれることとなった。

本研究方針にもとづき、昭和45年度において研究、作成したタンカー荷役自動化実用プログラムは、実験対象船として選定された三井造船㈱建造の大坂商船三井船舶㈱向の224,500 DWTディーゼルタンカー「三峰山丸」に適用された。本年度は、このタンカー荷役自動化装置の作動確認、解析とその評価とを行なうため、本船の就航後第1次航から第3次航まで荷役状況の追跡調査を行なった。

以下実船実験による荷役状況、作動解析等について報告する。

### 2.2 荷役状況調査報告

実験対象船「三峰山丸」は完成後、海水を用いて本小委員会を通して研究開発された超自動化荷役装置の総合テストを繰返し、施行してその作動性能を確認された後、三井造船㈱（千葉造船所）から船主大阪商船三井船舶㈱に引渡され、去る1月20日ペルシャ湾に向け処女航海の途につき、6月12日に第3次航を終了した。

本船は第1航で

千葉（三井造船）～ペルシャ湾（ラス・タスラ、カーグ島）～千葉（京葉シーバース）

第2次航で

千葉～ペルシャ湾（ラス・タスラ、カーグ島）～千葉（京葉シーバース）

第3次航で

千葉～ペルシャ湾（ハルール島、ミナ・アル・アマディ）～ロッテルダム（ユーロ・ポート）

に就航し、第3次航を終った時点では、センサー、アクチュエータを含む荷役の超自動化装置は完璧に近い作動状況を示したので、所期の目的を達したものと評価できる。

なお、本報告書中に記述されているCase No.とは、本荷役システムにおいて、表2.2.1のごとく先積、後積あるいは先揚、後揚、使用タンク名、積分け等によって組合せを決めたものである。

表2.2.1  
5 4 3 2 1

B	B	X	A	B
SLOP A	A	C	C	B
SLOP B	B	B	X	A

積荷

揚荷

CASE NO.		積分
後積	1	A, B, C
	2	A, C
	3	B, C
	4	C
先積	5	A, B
	6	A
	7	B

CASE NO.		積分
揚	1	A, B, C
	2	A, C
	3	B, C
	4	C
揚	5	A, B
	6	A
	7	B

### 2.2.1 第1次航の荷役自動制御

第1次航の荷役自動制御は2種横、2種揚げを対象に行ない、積荷前のクリーン・バラスト排水、積荷、京葉シーパースにおける揚荷およびダーティ・バラスト漬水と全ての作業を電子計算機により自動制御した。

しかし、作業によってはやや問題点があり、乗船中のサービス・エンジニアにより後述のような修正がなされた。

#### (1) クリーンバラスト排水

##### (a) 施行年月日、場所

昭和46年2月5日

Ras Tanura 港

##### (b) 対象タンクおよび排水量

M. 2 CR. T ..... 10,140 m<sup>3</sup> ( 10,400 KT )

M. 4 CR. T ..... 10,310 m<sup>3</sup> ( 10,600 KT )

使用ポンプ： M. 1 & 2 G. O. P.

##### (c) 作業実績

図2.2.1に示す。

対象タンクが、CR. TKのみであるからヒール制御は行なっていない。

#### (2) 積荷(先積)

##### (a) 施行年月日、場所

昭和46年2月5日

Ras Tanura

##### (b) 対象タンク、および積付量

原油種類: Arabian Light

API : 34.60, TEMP : 105 °F

積付量 Total : 108,264 KT (予定値) ( 817,516 bbl )

各タンクの積付量は図2.2.2による。

対象タンク

貨 油	{ M. 2 CR. T, M. 1W. T. ( P&S ), M. 4W. T. ( P&S )
	M. 5W. T. ( P&S ), SLOP(S)
バラスト	FPT, M. 3W. T. ( P&S )
	M. 1 ABT ( P&S ), M. 2 ABT, APT

この積荷は、CASE 7 の積荷である。

##### (c) 作業実績

図2.2.2に示す。

#### (3) 積荷(後積)

##### (a) 施行年月日、場所

昭和46年2月9日

Khang Island

##### (b) 対象タンクおよび積付量

原油種類: Iranian Heavy

API : 31.20 TEMP 70.0 °F

積付量 total 112,776 KT (予定値) ( 821,000 bbl )

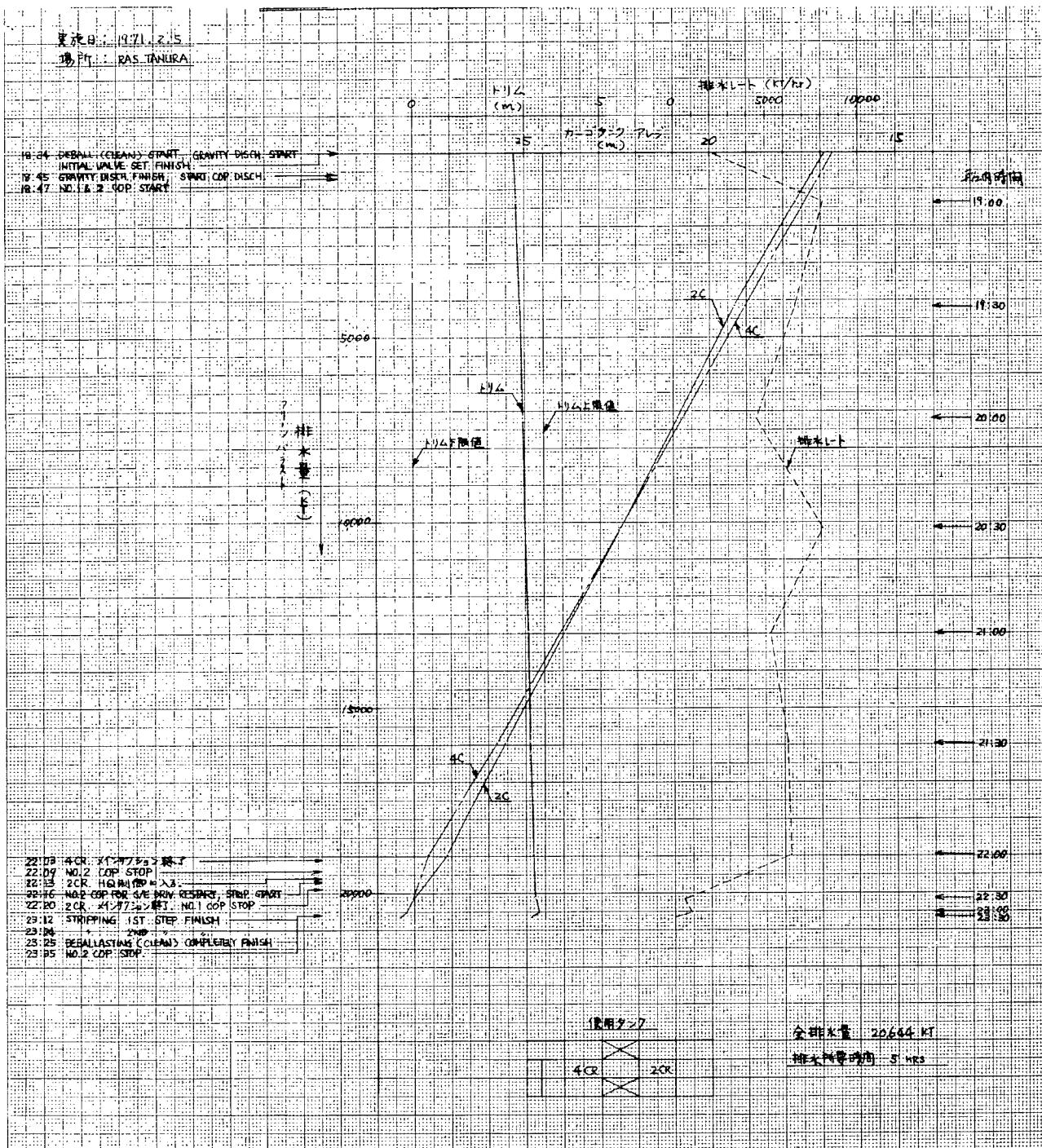


図 2.2.1 三峰出丸第1次航 クリーンバラスト排水

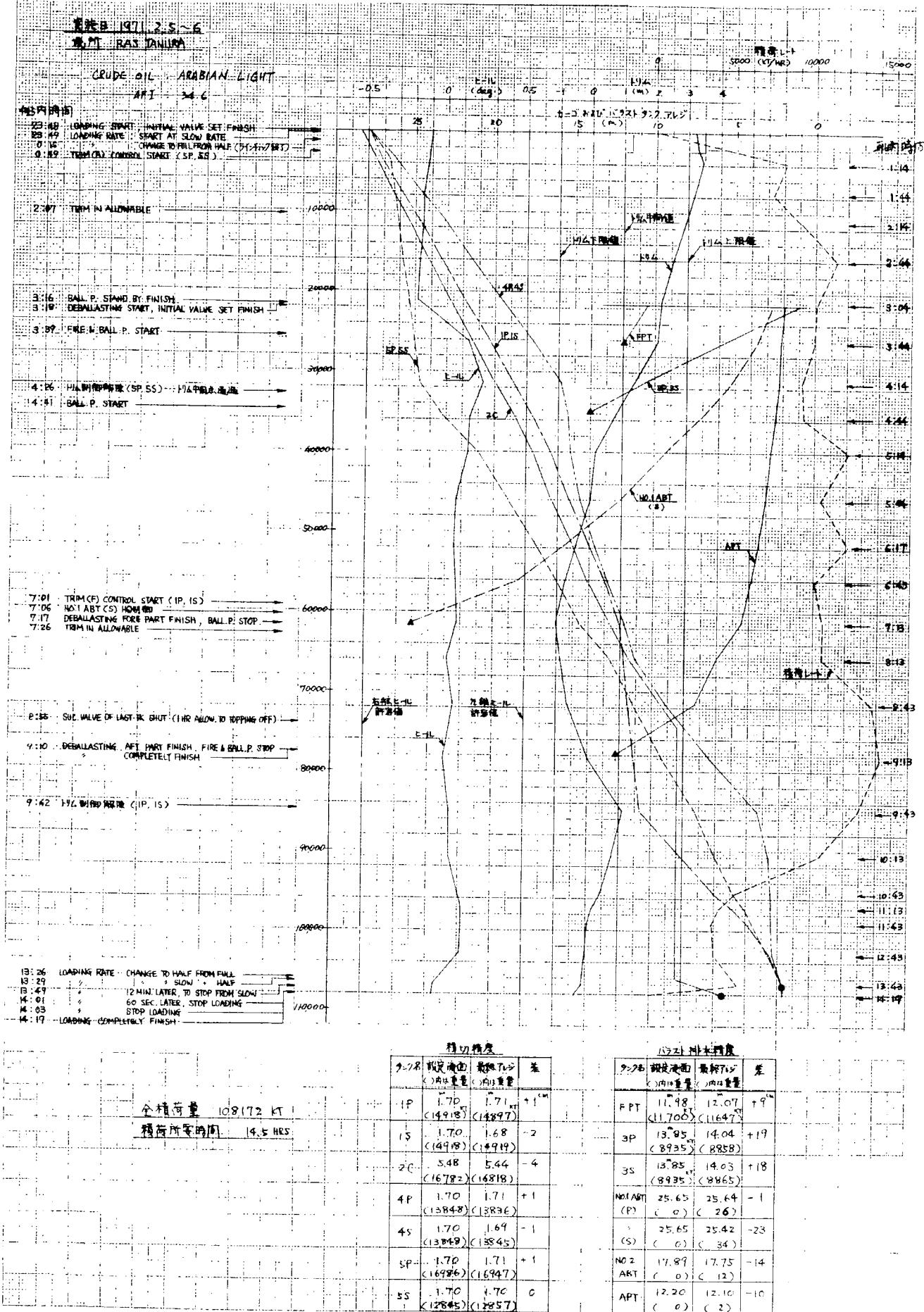


図 2.2.2 三峰丸第1次航 積荷(先積・CASE 7)

各タンクへの積付量は図2.2.3による。

対象タンク

貨 油……… №. 1 CR. T. №. 3, 4, 5 CR. №. 2 W. T (P&S)

バラスト……… FPT. №. 5 W. T. (P&S)

この積荷は CASE 2 の積荷である。

(c) 作業実績

図2.2.3に示す。

なお、ロギングシートの一部を、図2.2.4～図2.2.9「第1次航積荷(後積)の初期および終期データ」に示す。

(4) 揚荷(先揚)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年2月28日

京葉シーバース

(b) 対象タンク、および揚荷量

(2)と同じ

原油種類: Arabian Light

API 54.60, TEMP 71°F

この揚荷は、CASE 7である。

(c) 作業実績

図2.2.10に示す。

バラスト張水も同時に行なった。

(5) 揚荷(後揚)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年3月1日

京葉シーバース

(b) 対象タンクおよび揚荷量

(3)と同じ

原油種類: Iranian Heavy

API 50.90, TEMP 71.0°F

この揚荷は CASE 2である。

(c) 作業実績

図2.2.11に示す。

バラスト張水も同時に行なった。

(6) ダーティバラスト張水

揚荷終了後、ダーティバラスト張水を行なった。

(a) 施行年月日、場所

昭和46年3月2日

京葉シーバース

(b) 対象タンクおよび張水量

№. 2 W. T. (P) 8,370 m<sup>3</sup> (abt 8,600 kT)

№. 2 W. T. (S) 8,370 m<sup>3</sup> (abt 8,600 kT)

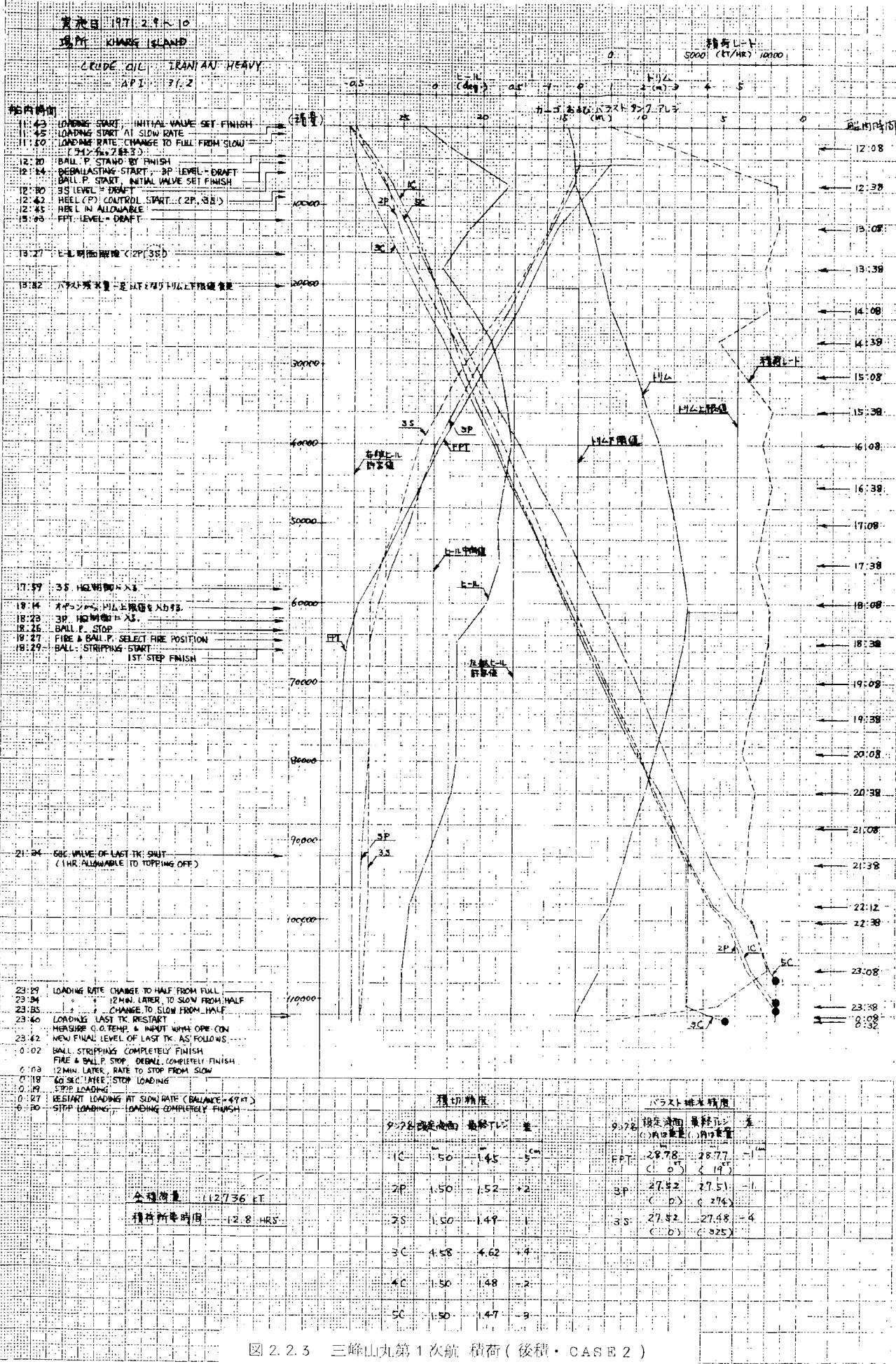


図 2.2.3 三峰山丸第 1 次航 積荷(後積・CASE 2)

S 4 6年 2月 9日 \* 1 1 1 : 4 3 : 0 0 LOADING START  
 \* 1 1 1 : 4 3 : 0 0 LOADING CASE #2 INITIAL VALVE SET FINISH (後積)  
 D 1 1 1 : 4 4 : 3 0 9 4 3 0 COT LEVEL DROP \* OK \* FLAG=1  
 \* 1 1 1 : 4 5 : 0 0 LOADING RATE START AT SLOW RATE  
 D 1 1 1 : 4 9 : 3 0 9 4 2 8 COT LINE CHECK \* OK \* FLAG=1  
 \* 1 1 1 : 5 0 : 0 0 LOADING RATE CHANGE TO FULL FROM SLOW  
 \* 1 1 1 : 5 7 : 3 0 BALL P STAND BY START  
 D 1 1 2 : 0 0 : 0 0 0 1 3 2 SCANNING PO WEIGHT (NEWEST VALUE) 1500Kt  
 \* 1 1 2 : 2 0 : 3 0 BALL P STAND BY FINISH  
 \* 1 1 2 : 2 4 : 0 0 DEBALLASTING START  
 \* 1 1 2 : 2 4 : 0 0 SEA VALVE #3 W TK(P) LEVEL=DRAFT  
 \* 1 1 2 : 2 4 : 0 0 BALL P START START  
 \* 1 1 2 : 2 4 : 0 0 BALL P START  
 \* 1 1 2 : 2 4 : 0 0 DEBALLASTING CASE #2 INITIAL VALVE SET FINISH  
 \* 1 1 2 : 3 0 : 0 0 BALL P START FINISH  
 \* 1 1 2 : 3 0 : 0 0 SEA VALVE #3 W TK(S) LEVEL=DRAFT  
 \* 1 1 2 : 3 0 : 0 0 VALVE 381 FULL SHUT  
 \* 1 1 2 : 4 2 : 0 C DRAFT,HEEL,TRIM HELL(P) CONTROL START  
 \* 1 1 2 : 4 2 : 0 0 VALVE 382 3/4 OPEN  
 D 1 1 2 : 4 4 : 0 0 0 1 3 2 SCANNING PO WEIGHT (NEWEST VALUE) 2000Kt  
 \* 1 1 2 : 4 4 : 0 0 VALVE 192 3/4 OPEN  
 \* 1 1 2 : 4 5 : 0 0 DRAFT,HEEL,TRIM HELL IN ALLOWABLE  
 \* 2 1 2 : 5 1 : 3 0 BOILER START START  
 \* 2 1 2 : 5 1 : 3 0 BOILER START FINISH  
 \* 1 1 3 : 0 3 : 0 0 SEA VALVE FPT LEVEL=DRAFT  
 \* 1 1 3 : 0 3 : 0 0 VALVE 302 FULL SHUT  
 \* 2 1 3 : 2 6 : 0 0 BOILER START START  
 \* 2 1 3 : 2 6 : 0 0 BOILER START FINISH  
 \* 1 1 3 : 2 7 : 0 0 VALVE 382 FULL OPEN

図2.2.4 第1次航積荷(後積)の初期および終期データ

S 4 6 4 F 2 M 9 D 0 5 0 0  
 \* 1 2 3 : 1 7 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 1 8 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 2 9 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 2 9 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 2 9 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 5 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 5 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 5 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 5 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 5 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 5 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 9 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 3 9 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 0 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 0 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 0 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 0 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 0 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 0 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 1 : 0 0  
 D 1 2 3 : 4 1 : 0 0  
 \* 1 2 3 : 4 2 : 0 0  
  
 S 4 6 4 F 2 M 9 D 0 5 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 2 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 0 5 : 0 0  
 \* 1 0 0 : 1 8 : 0 0  
  
 SCANNING GO=1  
 FLOAT GAUGE #4 CR TK RECOVERY 2.27 m  
 LOADING #4 CR TK FINISH  
 LOADING RATE CHANGE TO HALF FROM FULL  
 VALVE 121 FULL SHUT  
 LOADING #61 CR TK FINISH  
 VALVE 111 FULL SHUT  
 VALVE 141 FULL SHUT  
 LOADING RATE 1.2 MIN LATER, RATE TO SLOW FROM HALF  
 LOADING RATE CHANGE TO SLOW FROM HALF  
 LOADING #62 W TK(P) FINISH  
 VALVE 192 FULL SHUT  
 LOADING LAST TK RESTART  
 LOADING MEASURE CO TEMP & INPUT WITH OPEN CON (CH #6 0107)  
 LOADING #62 W TK(S) FINISH  
 VALVE 182 FULL SHUT  
 VALVE 131 FULL OPEN  
 CALCULATION CO TEMP(AV) 74.0 P  
 LOADING NEW FINAL LEVEL OF LAST TK AS FOLLOWS(RESULT OF TEMP CORRECTION)  
 NEW FINAL LEVEL= 4.58 m  
 PREVIOUS FINAL LEVEL= 4.20 m

BALL STRIPPING #3 W TK(S) FINISH  
 BALL STRIPPING COMPLETELY FINISH  
 DRAFT,HEEL,TRIM TRIM ALLOWABLE RANGE HIGH 3.00 m  
 DPAT,HEEL,TRIM TRIM ALLOWABLE RANGE LOW -1.00 m  
 PIPE & BALL P STOP  
 DERALLASTING COMPLETELY FINISH  
 VALVE 382 FULL SHUT  
 VALVE 504 SHUT  
 VALVE 505 SHUT  
 VALVE 506 SHUT  
 LOADING RATE 1.2 MIN LATER, RATE TO STOP FROM SLOW  
 LOADING RATE 60 SEC LATER, STOP LOADING

\* 1 00:19:00 LOADING RATE STOP LOADING  
S 4 64F2月10日 \* 1 00:27:00 LOADING RATE RESTART LOADING AT SLOW RATE (BALANCE 47 Kt)  
\* 2 00:28:00 STAND BY 1 START  
\* 1 00:28:00 LOADING RATE STOP LOADING  
\* 1 00:28:00 LOADING RATE RESTART LOADING AT SLOW RATE (BALANCE 40 Kt)  
\* 1 00:29:00 LOADING RATE STOP LOADING  
\* 1 00:29:00 LOADING RATE RESTART LOADING AT SLOW RATE (BALANCE 40 Kt)  
\* 1 00:30:00 LOADING RATE STOP LOADING  
\* 1 00:30:00 LOADING COMPLETELY FINISH

図 2.2.6

## M.S. "MITSUMINESAN-MARU"

VOY. NO. 1.

CAPTAIN

1971 / 2 / 9 \*\* 12.33

## \*\* DRAFT

## \*\* CAPACITY &amp; RATE

* FORE	13.85 M	* TOTAL CAP.	112776.000 KT	* NO.1 S.C.	0.6 KG/CM2	* NO.1 S/E	KG/CM2
* AFT	13.74 M	* LOAD. CAP.	7452.000 KT	* NO.2 S.C.	0.2 KG/CM2	* NO.2 S/E	KG/CM2
* MEAN	13.80 M	* UNLOAD. CAP.	KT	* NO.3 S.C.	0.1 KG/CM2		
* MID.P.	13.78 M	* BALANCE	105294.000 KT	* NO.4 S.C.	0.1 KG/CM2		
* MID.S.	13.40 M	* RATE	10538.000 KT	** PUMPS.	DEL. PRESS.	R.P.M.	
* MEAN	13.59 M	* TOTAL CAP.	29370.000 KT	* NO.1 COP	KG/CM2	RPM.	0.0 KG/CM2
* TRIM	-0.11 M	* DEBALL. CAP.	1504.000 KT	* NO.2 COP	KG/CM2	RPM.	15 MMHG
* HEEL	0.46 DEG	* BALANCE	27866.000 KT	* NO.3 COP	KG/CM2	RPM.	-32 MMHG
		* RATE	7540.000 KT/H	* NO.4 COP	KG/CM2	RPM.	-109 MMHG
				* BALL. P.	1.2 KG/CM2	892 RPM	0.0 KG/CM2

## \*\* TANK CONDITION

## APT

## NO.2 ABT

## NO.1 ABT

## SLOP

## NO.5

## NO.4

## NO.3

## NO.2

## NO.1

## FPT

(12.00)	(17.66)	(25.34)	(1.91)	(1.88)	(14.34)	(26.06)	(1.89)
7.0	39.0	29.0	16932.0	13826.0	8625.0	990.0	14891.0
		(22.71)	(26.12)	(27.24)	(5.54)	(25.63)	(13.17)
		95.0	1772.0	924.0	16789.0	2584.0	10852.0
		(25.15)	(2.04)	(1.82)	(14.60)	(27.05)	(1.87)
		35.0	4053.0	12639.0	8485.0	447.0	14897.0

## M.S. "MITSUMINESAN-YARI"

VOY. NO. 1.

CAPTAIN

1971 / 2 / 9 \*\* 13.08

## \*\* DRAFT

## \*\* CAPACITY &amp; RATE

* FORE	13.74 M	* TOTAL CAP.	112776.000 KT	* NO.1 S.C.	0.6 KG/CM2	* NO.1 S/E	KG/CM2
* AFT	14.15 M	* LOAD. CAP.	12764.000 KT	* NO.2 S.C.	0.2 KG/CM2	* NO.2 S/E	KG/CM2
* MEAN	13.95 M	* UNLOAD. CAP.	KT	* NO.3 S.C.	0.1 KG/CM2		
* MID.P.	13.81 M	* BALANCE	100012.000 KT	* NO.4 S.C.	0.1 KG/CM2		
* MID.S.	13.64 M	* RATE	10524.000 KT/H	** PUMPS.	DEL. PRESS.	R.P.M.	
* MEAN	13.73 M	* TOTAL CAP.	29370.000 KT	* NO.1 COP	KG/CM2	RPM.	0.0 KG/CM2
* TRIM	0.41 M	* DEBALL. CAP.	4818.000 KT	* NO.2 COP	KG/CM2	RPM.	-15 MMHG
* HEEL	0.22 DEG	* BALANCE	24552.000 KT	* NO.3 COP	KG/CM2	RPM.	-32 MMHG
		* RATE	5458.000 KT/H	* NO.4 COP	KG/CM2	887 RPM	-104 MMHG
				* BALL. P.	1.2 KG/CM2		-7.1 KG/CM2

## \*\* TANK CONDITION

## APT

## NO.2 ABT

## NO.1 ABT

## SLOP

## NO.5

## NO.4

## NO.3

## NO.2

## NO.1

## FPT

(11.98)	(17.65)	(25.32)	(1.89)	(1.87)	(15.77)	(25.19)	(1.87)
7.0	39.0	29.0	16932.0	13826.0	7712.0	1464.0	14891.0
		(22.70)	(24.72)	(26.12)	(5.50)	(24.37)	(15.29)
		95.0	2827.0	1755.0	1742.0	16789.0	3717.0
		(25.15)	(2.06)	(1.81)	(15.87)	(25.58)	(1.84)
		36.0	4053.0	12839.0	13826.0	7646.0	14897.0

( ) : VILLAGE

DS2312-2001-18

M. S. "MITSUMINESAN-MARU"

VOY. NO. 1 \*\* LOGGING DATA \*\*

CAPTAIN

\*\* DRAFT

\*\* CAPACITY & RATE

CHIEF OFFICER

		** SHORE CONN. PRESS.		** S/E DRIV. PRESS.	
* FORE	18.09 M	* TOTAL CAP.	112776.000 KT	* NO.1 S.C.	0.6 KG/QM2
* AFT	18.82 M	* LOAD. CAP.	106400.000 KT	* NO.2 S.C.	0.3 KG/QM2
* MEAN	18.46 M	* UNLOAD. CAP.	KT	* NO.3 S.C.	0.2 KG/QM2
		* BALANCE	6376.000 KT/H	* NO.4 S.C.	0.1 KG/QM2
* MID.P	18.54 M	* RATE	9999.000 KT/H	** PUMPS	DEL. PRESS.
* MID.S	18.61 M	* TOTAL CAP.	29370.000 KT	* NO.1 COP	KG/QM2
* MEAN	18.58 M	* DEBALL. CAP.	29370.000 KT	* NO.2 COP	KG/QM2
* TRIM	0.73 M	* BALL. CAP.	KT	* NO.3 COP	KG/QM2
* HEEL	-0.19 DEG	* BALANCE	0.000 KT	* NO.4 COP	KG/QM2
		* RATE	0.000 KT/H	* BAILL. P.	1.4 KG/QM2

\*\* TANK CONDITION

APT

NO.2 APT

NO.1 APT

SLOP

NO.5

NO.4

NO.3

NO.2

NO.1

FPT

(12.03)	(17.65)	(25.30)	(29.0)	(1.85)	(1.87)	(27.51)	(3.28)	(1.82)
				16932.0	13826.0	274.0	13560.0	13891.0
				(22.71)	(2.75)	(7.11)	(5.43)	(3.00)
				95.0	20243.0	19535.0	16218.0	16789.0
				(25.15)	(1.88)	(1.86)	(27.29)	(3.31)
				36.0	4053.0	12839.0	325.0	13543.0
								14897.0

M. S. "MITSUMINESAN-MARU"

VOY. NO. 1 \*\* LOGGING DATA \*\*

CAPTAIN

\*\* DRAFT

\*\* CAPACITY & RATE

CHIEF OFFICER

		** SHORE CONN. PRESS.		** S/E DRIV. PRESS.	
* FORE	18.70 M	* TOTAL CAP.	112776.000 KT	* NO.1 S.C.	0.9 KG/QM2
* AFT	18.83 M	* LOAD. CAP.	110829.000 KT	* NO.2 S.C.	0.5 KG/QM2
* MEAN	16.77 M	* UNLOAD. CAP.	KT	* NO.3 S.C.	0.4 KG/QM2
		* BALANCE	1877.000 KT	* NO.4 S.C.	0.3 KG/QM2
* MID.P	18.84 M	* RATE	6327.000 KT/H	** PUMPS	DEL. PRESS.
* MID.S	18.92 M	* TOTAL CAP.	29370.000 KT	* NO.1 COP	KG/QM2
* MEAN	18.88 M	* DEBALL. CAP.	29370.000 KT	* NO.2 COP	KG/QM2
* TRIM	0.13 M	* BALL. CAP.	KT	* NO.3 COP	KG/QM2
* HEEL	0.19 DEG	* BALANCE	0.000 KT	* NO.4 COP	KG/QM2
		* RATE	0.000 KT/H	* BAILL. P.	1.3 KG/QM2

\*\* TANK CONDITION

APT

NO.2 APT

NO.1 APT

SLOP

NO.5

NO.4

NO.3

NO.2

NO.1

FPT

(12.02)	(17.65)	(25.28)	(29.0)	(1.86)	(1.89)	(27.51)	(1.67)	(1.84)
				16932.0	13826.0	274.0	14445.0	14891.0
				(22.71)	(1.46)	(1.48)	(7.14)	(5.45)
				95.0	20540.0	20525.0	16218.0	16789.0
				(25.15)	(2.99)	(1.91)	(1.87)	(1.71)
				36.0	4053.0	12839.0	325.0	14424.0
								14897.0

\*\* TANK CONDITION

APT

NO.2 APT

NO.1 APT

SLOP

NO.5

NO.4

NO.3

NO.2

NO.1

FPT

(12.02)	(17.65)	(25.28)	(29.0)	(1.86)	(1.89)	(27.51)	(1.67)	(1.84)
				16932.0	13826.0	274.0	14445.0	14891.0
				(22.71)	(1.46)	(1.48)	(7.14)	(5.45)
				95.0	20540.0	20525.0	16218.0	16789.0
				(25.15)	(2.99)	(1.91)	(1.87)	(1.71)
				36.0	4053.0	12839.0	325.0	14424.0
								14897.0

DS2312-2001-18

図 2.2.8

## M.S. "MITSUMINESAN-MARU"

CAPTAIN

VOY. NO. 1

\*\* LOGGING DATA \*\*

1971 / 2 / 10 \*\* 0.08

\*\* CAPACITY &amp; RATE

APT

NO.1 ABT

SLOP

NO.2

NO.3

NO.4

NO.5

DEI. PRESS.

P.M.

SUG. PRESS.

\* NO.1 S.C.

\* NO.2 S.C.

\* NO.3 S.C.

\* NO.4 S.C.

0.5 KG/QM2

0.1 KG/QM2

0.0 KG/QM2

-0.1 KG/QM2

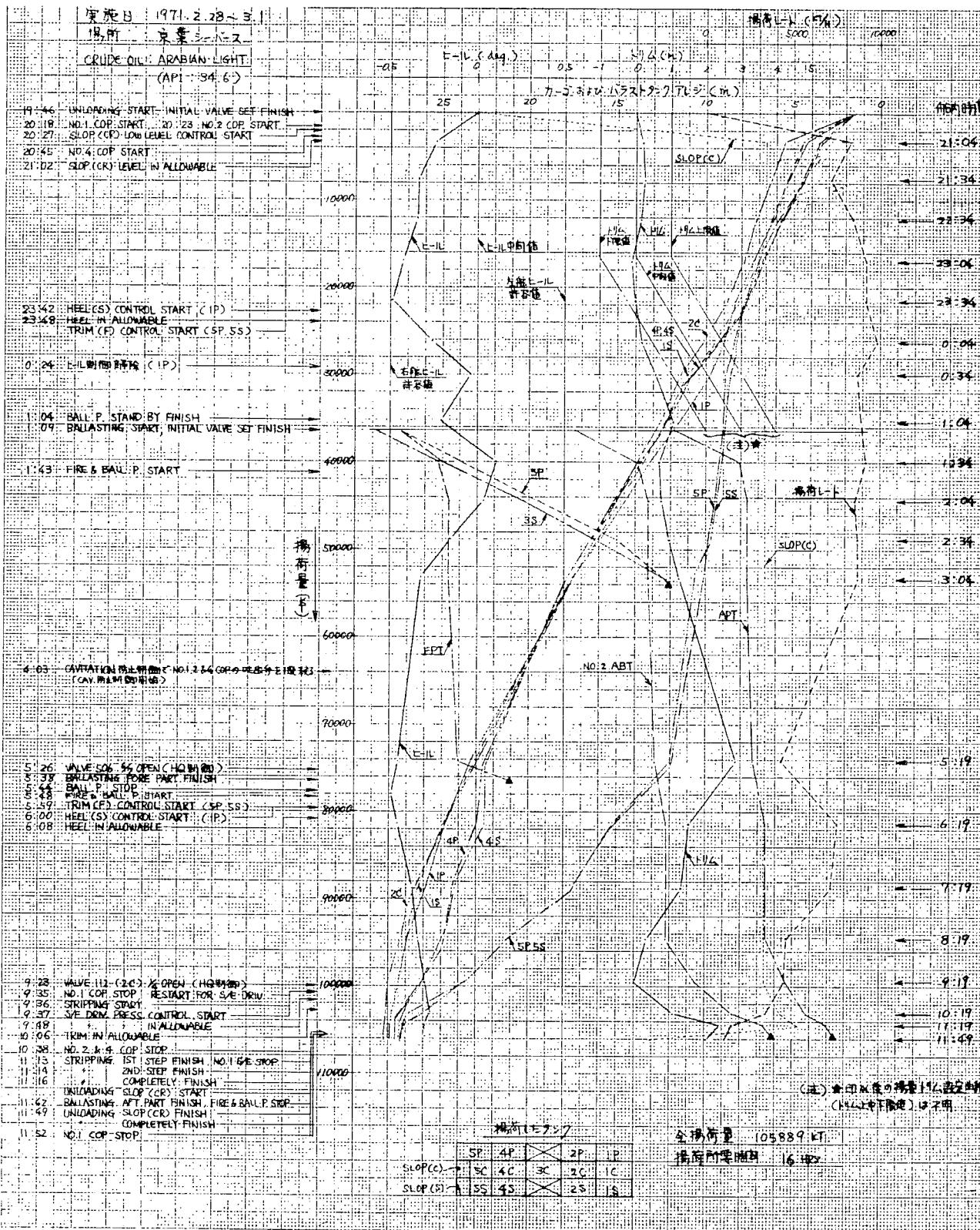


図 2.2.10 三峰山丸第1次航 揚荷(先揚・CASE 7)

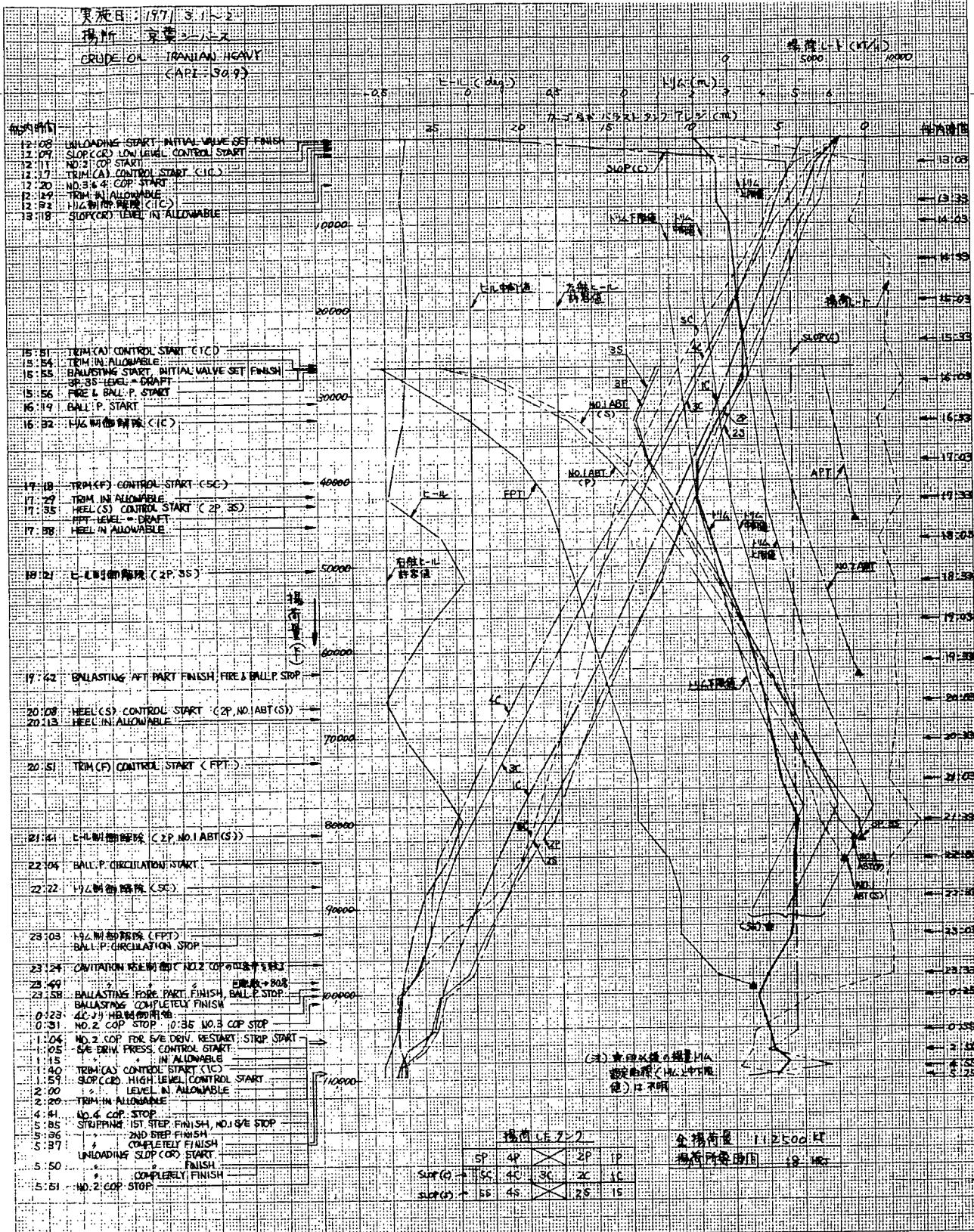


図 2.2.1.1 三峰山丸第 1 次航 揚荷(後揚・CASE 2)

No. 4 W. T. (P) 8,370 m<sup>3</sup> (abt 8,600 kT)

No. 4 W. T. (S) 8,370 m<sup>3</sup> (abt 8,600 kT)

(c) 作業実績

図 2.2.12 に示す。

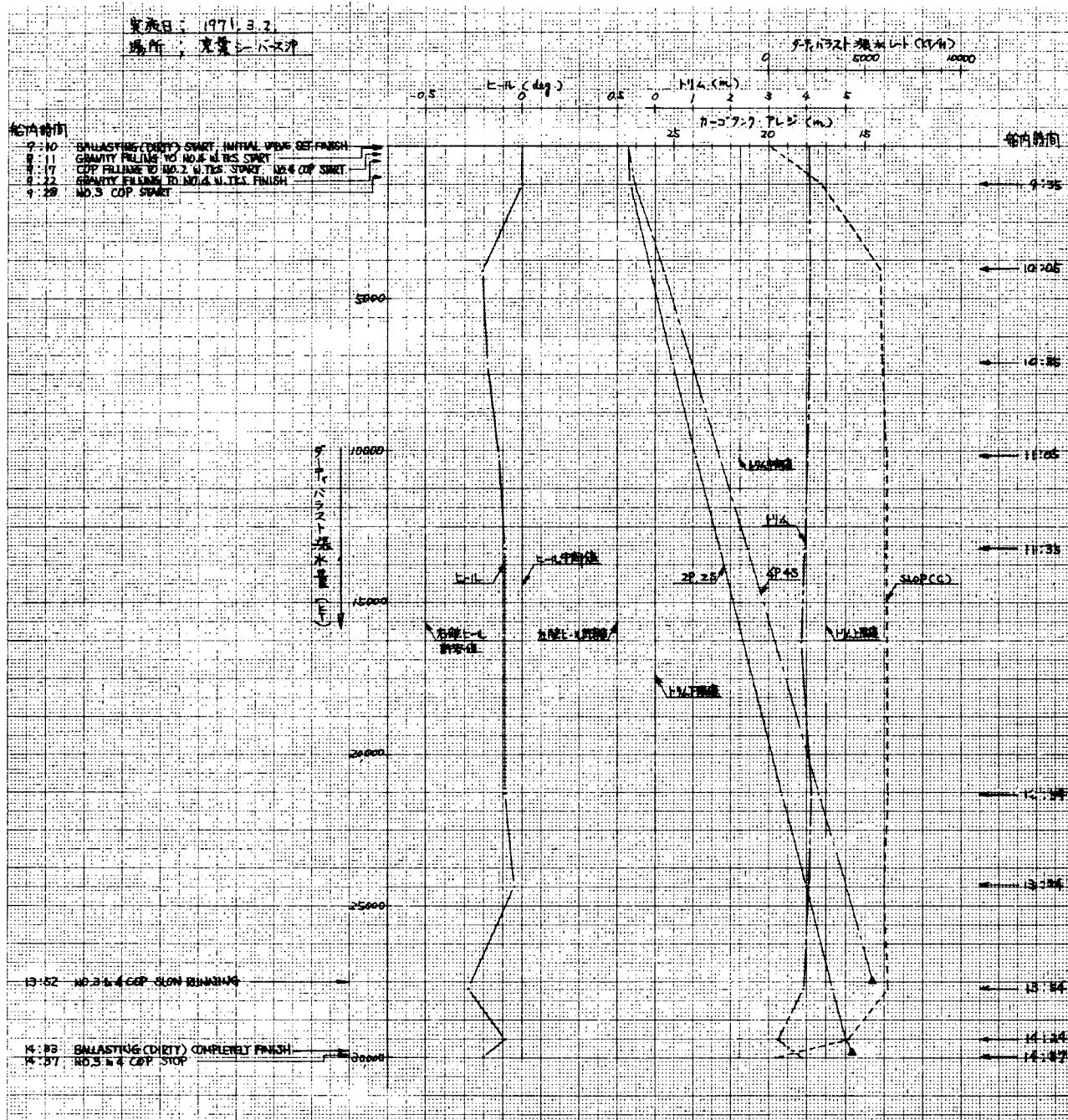


図 2.2.12 三峰山丸第1次航 ダーティバラスト張水

### 2.2.2 第2次航の荷役自動制御

第2次航における荷役自動制御は、3種積および3種揚げを対象に行なわれた。本航の積荷は荷主の要求により本船計画時の先積、後積の順序が逆になり、後積である case - 4 のタンクを第1回目に、case - 6 を2回目に、case - 7 を最後に積荷を行ない、揚荷も同じ順序で行なったため、設定計算プログラムの実行ができなかつたが、本船側にて計算した積付計画をオペレータ・コンソールを介して電子計算機に入力することにより全く問題なく荷役自動制御の全てが電子計算機により自動制御された。

また、クリーン・バラスト排水、専用バラスト張排水およびダーティ・バラスト張水の各自動制御も第1次航同様全

て電子計算機により自動制御が問題なく行なわれた。

(1) クリーン・バラスト排水

(a) 施行年月日、場所

昭和46年3月17日

Bay of Oman

(b) 対象タンクおよび排水量

No. 2 C.R. TK 10,050 m<sup>3</sup> (10,300 kT)

No. 4 C.R. TK 10,050 m<sup>3</sup> (10,300 kT)

使用ポンプ No. 1 & 2 C.O.P.

(c) プログラム作動状況

弁の初期設定から、ストリッピングまですべて電子計算機により自動制御されたが、ストリッピング終了検知装置に作動不良のものがあり、ストリッピング終了指令をオペレータ・コンソールより入力する必要があった。

トリム制御は-1m～3mの間に制御を行なうように許容値を入力したが、クリーン・バラスト排水終了まで許容値をこえることはなかつた。

(2) 積荷 (Case - 4)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年3月18日

Ras Tavura

(b) 対象タンクおよび積量

原油種類 Arabian Light Crude Oil

API : 34.60 Temp : 110 °F

積量 (Total) 5,811 KT (計画)

対象タンク

Cargo	{	No. 1 C.R. TK	23,660 KT
		No. 3 C.R. TK	18,982 KT
		No. 4 C.R. TK	15,469 KT
Ballast	{	F.P.T	5,360 KT
		No. 1 A.B.T (P&S)	3,740 KT

(c) プログラム作動状況

積荷、専用バラスト排水とも問題なく行なわれた。

積荷における横切精度は積切タンクのNo.3 C.R. TK を除いて誤差2cmと良好であった。

また、ヒールは許容値(0.5 deg)をこえることなく、トリムは-1m～3mの許容値で制御され着実に制御された。

(3) 積荷 (Case - 6)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年3月23日

Khary Island

(b) 対象タンクおよび積量

原油種類 Iranian Heavy Crude Oil

API : 30.70 Temp : 84 °F

積量 (Total) 49,247 KT (計画)

対象タンク

Cargo	No. 2 W. Tks	28,886 KT
	No. 5 CR. TK	20,361 KT

なお、専用バラスト排水は行なわなかった。

(c) プログラム作動状況

積切精度は各タンクとも4cm以内の誤差内に入り、全制御を通じて良好なる作動を示した。

(4) 積荷 (Case - 7)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年3月23日～24日

Khary Island

(b) 対象タンクおよび積量

原油種類 Iranian Light Crude Oil

API : 34.0 Temp : 89 °F

積量 (Total) 110,405 KT (計画)

対象タンク

Cargo	No. 1 W. Tks	50,386 KT
	No. 2 CR. TK	17,208 KT
	No. 4 W. TKS	28,198 KT
	No. 5 W. Tks	30,399 KT
	SLOP TK (S)	4,214 KT
Ballast	F. P. T	10,800 KT
	No. 3 W. TKS	33,760 KT
	No. 2 A. B. T	3,650 KT
	A. P. T	1,280 KT

(c) プログラム作動状況

積荷、専用バラスト排水とも問題なく行なわれた。

積荷における積切精度はNo.5 W. TK (S) から隔壁弁を介して重力により積荷される SLOP TK (S) を除き2cm以内の誤差に入り良好であった。また、トリム、ヒールに関する制御は、ヒールに関しては許容値±0.5°、トリムに関しては許容値-1～3mに設定され、貨油タンクおよびバラストタンク双方に対し制御が行なわれ、これらの制御に関する問題はなかった。

なお、バラスト・ストリッピングにおいて貨油タンクと同様ストリッピング終了検知器の作動不良のものがあり、ストリッピング終了指令をオペレータ・コンソールから入力する必要があった。

(5) 揚荷 (Case - 4)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年4月11日～12日

京葉シーバース

(b) 対象タンクおよび揚量

原油種類 Arabian Light Crude Oil

API : 34.60 Temp 71 °F

揚量 (Total) 62,286 KT

対象タンク

Cargo	M. 1 CR. TK	23,660 KT
	M. 3 CR. TK	18,982 KT
	M. 4 CR. TK	19,644 KT
(SLOP 4,175 KTを含む)		
Ballast	M. 2 A. B. T	1,950 KT
	A. P. T	1,280 KT

(c) プログラム作動状況

揚荷は一部を除き良好なる作動を示した。

揚荷において問題になったことは(i)揚量～トリム曲線、(ii)C. O. P キャビテーション防止制御であった。

(i)については、今航の揚荷が先揚、後揚が逆になり、揚量～トリム曲線自体を変更せねばならなかつたこと、および本船のトリムのとり方についてのデータ不足から制御中に揚量～トリム曲線の変更を強いられたことがあげられる。

(ii)については原油の性状がつかめていないので、キャビテーション防止制御をさせるためのデータの変更が必要であったことがあげられる。しかしながら、上記(i)、(ii)ともオペレータ、コンソールを介し、設定データの変更により制御は順調に行なわれたことを付記する。

また、専用バラスト張水も開始時期（オペレータが指令した）に問題はあったが、制御そのものは順調に行なわれた。

(6) 揚荷 (Case-6)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年4月12日

京葉シーバース

(b) 対象タンクおよび揚量

原油種類 Iranian Heavy Crude Oil

API : 30.70 Temp : 71°F

揚量、対象タンクは(3)と同じ

なお、F. P. T. M. 3 W. TKS の専用バラスト張水は手動操作により行なった。

(c) プログラム作動状況

(5)揚荷 (Case-4) (c)プログラム作動状況述べた揚量～トリム曲線 C. O. P キャビテーション防止制御に関する問題以外は順調に制御された。

(7) 揚荷 (Case-7)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年4月12日～13日

京葉シーバース

(b) 対象タンクおよび揚量

原油種類 Iranian Light Crude Oil

API : 34.0 Temp : 71°F

揚量、対象タンクは(4)と同じ

なお、専用バラスト張水も行ない、その対象タンクは次のとおりである。

No. 5 W. TKS 2 5,000 KT

No. 2 A. B. T 1,850 KT

(c) プログラム作動状況

(5)に同じ

(8) ダーティ・バラスト積水

(a) 施行年月日、場所

昭和46年4月13日

東京湾

(b) 対象タンクおよび積水量

No. 2 W. TKS 17,700 m<sup>3</sup> ( 18,142 KT )

No. 4 W. TKS 17,640 m<sup>3</sup> ( 18,081 KT )

使用ポンプ No. 2 & 4 C. O. P

(c) プログラム作動状況

弁の初期設定から積切まで全く問題なく作業を完了した。

ヒール、トリムに関する制御も問題なく行なわれ、ダーティ・バラスト積水における問題点はない。

### 2.2.3 第3次航の荷役自動制御

第3次航における荷役自動制御は2種積2種揚げを対象に行なわれた。本航も荷主の要求により本船計画時の積分け以外の積分けにて積荷を行なったため、設定計算プログラムが実行できなかった。

しかしながら、第2次航と同様、本船側にて作成した積付計画をオペレータ・コンソールを介して電子計算機に入力することにより、荷役制御は全く問題なく、全て電子計算機により自動制御が行なわれた。

(1) クリーンバラスト排水

(a) 施行年月日、場所

昭和46年4月29日

Bay of Oman

(b) 対象タンクおよび排水量

2.2.2 第2次航の荷役自動制御(1)に同じ

(c) プログラム作動状況

2.2.2 第2次航の荷役自動制御(1)に同じ

(2) 積荷(先積)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年4月29日

Halul Island

(b) 対象タンクおよび積量

原油種類 Qatar Marine Crude Oil

API : 37.20 Temp 80 °F

積量 (Total) 82,400 KT ( 計画 )

対象タンク

Cargo	No. 1 CR. TK	23,606 KT
	No. 2 CR. TK	19,598 KT
	No. 3 CR. TK	19,598 KT

	No. 4 C.R. TK	19,598 KT
Ballast	F. P. T	14,550 KT
	No. 3 W. TKS	13,520 KT

(c) プログラム作動状況

積荷、専用バラスト排水とも全く問題なく行なわれた。

積荷における積切精度も4cm以内の誤差に入り良好なる結果が得られ、トリム、ヒールに関する制御にも全く問題はなかった。

(3) 積荷(後積)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年5月1～2日

Mina Al Ahmadi

(b) 対象タンクおよび積量

原油種類 Kuwait Crude Oil

API : 31.5 Temp : 80 °F

積量 (Total) 14,070 KT (計画)

対象タンク	No. 1 W. TKS	29,361 KT
-------	--------------	-----------

	No. 2 W. TKS	28,798 KT
--	--------------	-----------

	No. 4 W. TKS	28,753 KT
--	--------------	-----------

	No. 5 C.R. TK	18,490 KT
--	---------------	-----------

	No. 5 W. TKS	50,998 KT
--	--------------	-----------

	SLOP TK(S)	4,297 KT
--	------------	----------

	No. 3 W. TKS	20,282 KT
--	--------------	-----------

	No. 1 A. B. TKS	3,544 KT
--	-----------------	----------

	No. 2 A. B. T	2,910 KT
--	---------------	----------

	A. P. T	1,616 KT
--	---------	----------

(c) プログラム作動状況

積荷については全く問題なく行なわれ、積切精度も4cm以内の誤差で満足すべきものであった。

また、トリム、ヒールに関する制御も確実に行なわれた。

(4) 揚荷(先揚)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年6月7日～8日

Rotterdam沖にて漁取(約7万トン手動操作により施行)

昭和46年6月11日

Europoort(Rotterdam)(約12,000トン手動操作により揚荷)

(b) 対象タンクおよび揚量

原油種類 Qatar Marine Crude Oil

API : 37.20 Temp 70 °F

対象タンク、揚量 (2)に同じ

(5) 揚荷(後揚)

(a) 施行年月日、場所

昭和46年6月11～12日

Europoort(Rotterdam)

(b) 対象タンクおよび揚量

原油種類	Kuwait Crude Oil	
	API : 31.5	Temp : 70 °F
対象タンク、揚量	(3)に同じ	
Ballast	M. 2 A. B. T	3,650 KT
	A. P. T	1,310 KT

(c) プログラム作動状況

本航においても2.2.2第2次航の荷役自動制御の(5)で述べたと同様の問題が生じたが、それ以外の点についての問題は生じていない。

(d) ダーティ・バラスト張水

(a) 施行年月日、場所

昭和46年6月12日

Europoort(Rotterdam)

(b) 対象タンクおよび張水量

2.2.2第2次航の荷役自動制御(8)に同じ

(c) プログラム作動状況

2.2.2第2次航の荷役自動制御(8)と同じ

#### 2.2.4 第1次航、第2次航における超自動化装置の問題点

(1) センサー・アクチュエータ関係

(a) ストリッピング終了検知器

ピストン型真空ポンプのノンリターン弁用スプリングの形状不良により嵌合部離脱による故障が2、3あったが、スプリング形状を変更し、交換した。

その他作動状態は良好である。

(b) 電磁弁

流量制御絞り弁の絞りすぎのものがあり、電気信号が切換っても、弁が切換わらぬものがあり、調整した。

(c) その他、コンピュータ本体は、周辺機器も含めて非常に好調である。

(2) ソフトウェア関係

(a) 積荷制御

○積荷制御は設定液面に対し±4cm以内の精度となっている。

○一般に積荷中のタンクはアレージがほぼ同じであるため、各積荷レートに対する最小タンク数の考え方に関する疑問を抱いていたが、約2分間に最終タンクを含む4タンクが次々とほとんど同時に積切り状態になった際も、積切りアレージにおける弁閉止動作が完全であったことが、報告されている。（第2次航積荷）

(b) 揚荷自動制御

揚量一トリム曲線が不適なため余分の制御をして揚荷時間を長く要する場合があった。この問題は特に揚荷終了間近にあったため検討を加える必要が生じた。特にバラスト張水量、所要時間等を考慮してバラスト張水を開始するタイミングを含め検討した。

図2.2.10および図2.2.11において揚量一トリム曲線の不明な部分があるが、これは船内にて適宜変更したためである。

キャビテーション発生防止制御、H-Q制御とも、所定通り実行されているが、やや未解決点を残している。すなわち、ポンプメーカー作成のNPSH<sub>req</sub>曲線が正確でないこと、原油性状データの不足等により余裕値（NPSH<sub>req</sub>とNPSH<sub>av</sub>との差）との差の設定をどのようにするかということである。これは、今後、数多くの揚荷を行ない、データを解析して、余裕値を決定していくほかに方法がない。

トリム制御、ヒール制御、吃水制御については、全く問題がない。

(c) 専用バラスト液・排水自動制御

これに関しては、制御自体には全然問題はないが、開始のタイミングを検討する必要がある。

(d) クリーンバラスト排水自動制御

問題点はない。

(e) ターティバラスト液水自動制御

問題点はない。

## 2.3 荷役自動制御、作動解析報告

超自動化タンカー「三峰山丸」は、昭和46年6月に4次航に入ったが、ここでは第1次航および第2次航における各制御プログラムの作動の解析を行なった。

- (1) 積切制御
- (2) 積荷におけるトリム制御
- (3) 揚荷におけるトリム制御
- (4) 揚荷におけるH-Q制御（ベルマウス吸込流量～空気吸込液面高さ曲線による制御）
- (5) ヒール制御
- (6) キャビテーション発生防止制御

### 2.3.1 積切制御

本制御は積荷作業中に "Stowage Plan (積付計画)" により決定される各タンクの横荷最終設定液面にそのタンクの液面が到達した時にタンクのメイン・サクション弁（主吸込弁）を全閉とするものである。

第1次航および第2次航における各タンクの積切精度を表にして表2.3.1に示す。

表2.3.1に示すとおり積切タンク、Stop TK(S) 第2次航におけるM.5 W. TK(S)以外のタンクは+5cm（センタータンクで約4.5m<sup>3</sup>、ウイングタンクで約2.8m<sup>3</sup>）から-4cm（センタータンクで約3.6m<sup>3</sup>、ウイングタンクで約2.3m<sup>3</sup>）と良好なる積切精度を示している。

ここで、積切タンクは本船側の指示により陸上が送油停止した時点で積切るために精度は良くない時もあり、Stop TK(S) はM.5 W. TK(S) から重力により隔壁弁を通して積荷されるためM.5 W. TK(S) 積切時に積切るので精度の向上は望めない。（Stop TK(S)は平面積の小さいタンクであるから実際上は問題ない。）

また、第2次航におけるM.5 W. TK(S) の積切精度が-8cmとなつてているのは、Stop TK(S) との間の隔壁弁（手動弁）を全閉にするタイミングがずれたためにStop TK(S) に流入したことによるものである。

### 2.3.2 積荷におけるトリム制御

積荷におけるトリム制御は、各積量に対する標準トリムを設定した「積量～トリム曲線」により制御することとなつていたが、「三峰山丸」では種々検討を重ねた結果、上記各積量に対する標準トリムを一定とし、これに対して定められたトリム上下限許容値により制御することとした。

すなわち、トリム上限許容値をこえた場合は、最船尾部のタンクのメイン・サクション弁を絞る制御を行ない、トリム下限許容値をこえれば最船首部のタンクのメイン・サクション弁を絞る制御を行なう。

なお、トリム制御の解除は、トリムが標準トリムを通過した時にトリム修正のために制御していたタンクのメイン・

表 2.3.1 精 切 精 度

UNIT : GALLAGE -- m  
誤 差 -- cm

(注: 余像タンクは積切タンク)

VOY. NO.	CRUDE ULLAGE	ARABIAN LIGHT			IRANIAN HEAVY			ARABIAN LIGHT			IRANIAN HEAVY		
		計	実績	誤差	計	実績	誤差	計	実績	誤差	計	実績	誤差
No. 1 W. TK(P)	1.70	1.73	-3	-	1.50	1.45	+5	1.50	1.52	-2	-	-	-
No. 1 C.R. TK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 1 W. TK(S)	1.70	1.69	+1	-	1.50	1.52	-2	-	-	-	1.50	1.49	+1
No. 2 W. TK(P)	-	-	-	-	1.50	1.52	-2	-	-	-	-	-	-
No. 2 CR.TK.	5.48	5.45	+3	-	-	-	-	-	-	-	5.15	5.15	+2
No. 2 W. TK(S)	-	-	-	-	1.50	1.49	+1	-	-	-	-	-	-
No. 3 C.R. TK.	-	-	-	-	4.58	4.62	-4	2.93	3.18	-2.5	-	-	-
No. 4 W. TK(P)	1.70	1.72	-2	-	-	-	-	-	1.50	1.54	-4	-	-
No. 4 C.R. TK.	-	-	-	-	1.50	1.48	+2	1.50	1.48	+2	-	-	-
No. 4 W. TK(S)	1.70	1.70	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 5 W. TK(P)	1.70	1.73	-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 5 C.R. TK.	-	-	-	-	1.50	1.47	+3	-	-	-	1.50	1.48	+2
No. 5 W. TK(S)	1.70	1.70	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SLOP TK(CR)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SLOP TK(S)	1.70	2.00	-3.0	-	-	-	-	-	-	-	1.50	2.36	-8.6

サクション弁を全開とすることにより行なう。

図 2.3.1に第1次航におけるトリム制御を示す。

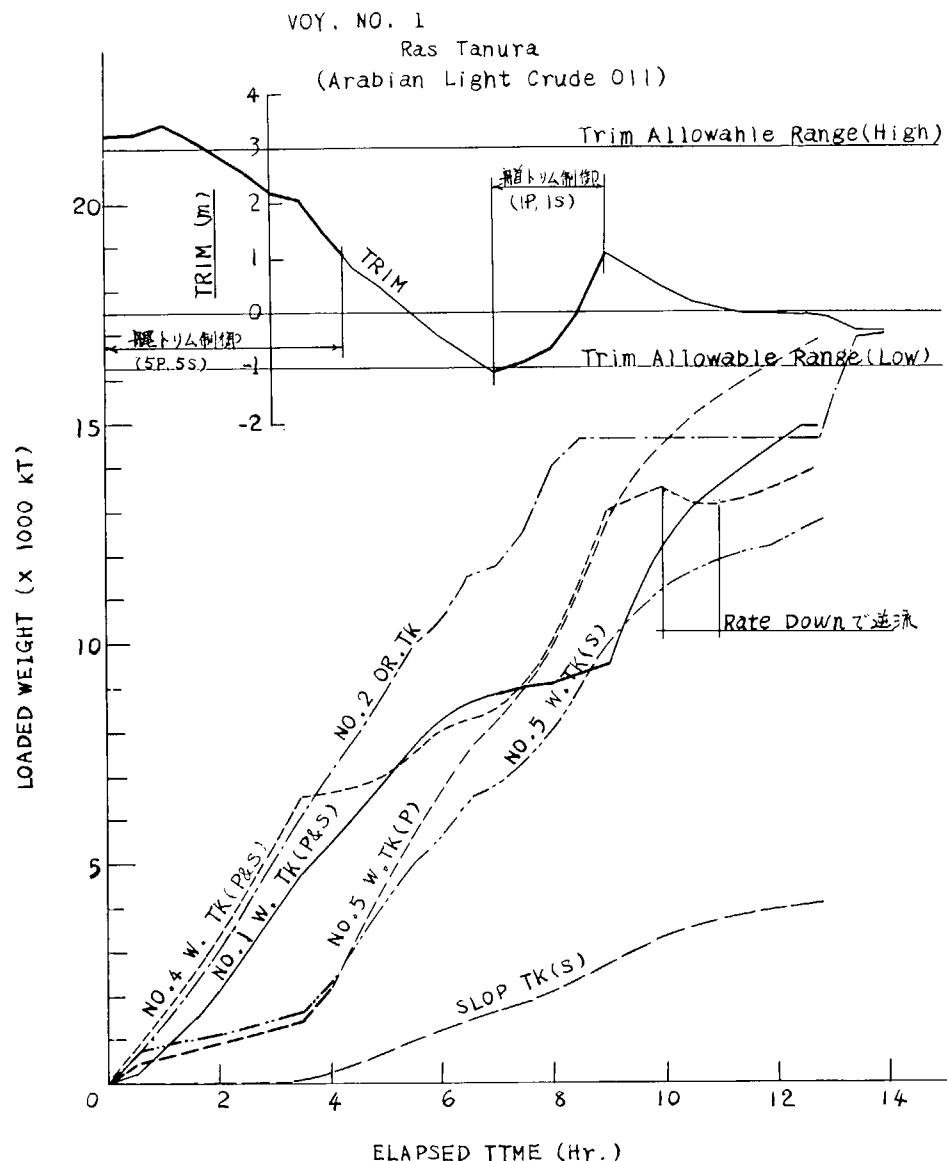


図 2.3.1 LOADING CURVE

図 2.3.1に示すとおり、トリム制御は適確に行なわれ、積量、トリム曲線において標準トリムを一定としても何ら問題がないことが判明した。

なお、第3次航のミナ・アル・アマディ (Mina Al Ahmadi, Kuwait)において積地の水深が浅いためトリム上限許容値 0.15 m、トリム下限許容値 0.0 mで制御を行なったが、本制御により確実にトリム制御が行なわれ、積荷を完了した。

これにより、トリム制御は、要すれば非常に制御幅の小さい場合も可能であることが実証されたことになる。

### 2.3.3 揚荷におけるトリム制御

揚荷におけるトリム制御は各揚量に対し標準トリムを設定した「揚量～トリム曲線」により行なう。

「揚量～トリム曲線」は、標準トリム曲線とトリム上下限許容曲線とからなり、トリムがトリム上限許容曲線をこえれば最船首部タンクのメインサクション弁を絞る制御を行ない、トリムがトリム下限許容曲線をこえれば最船尾部のタンクのメイン・サクション弁を絞る制御をすることによりトリム制御を行なう。

トリム制御の解除はトリムが標準トリム曲線を通過したときにトリム修正のために制御されていたタンクのメイン・

サクション弁を全開にすることにより行なう。

図 2.3.2 に第 2 次航における揚量～トリム曲線制御の様子を示す。

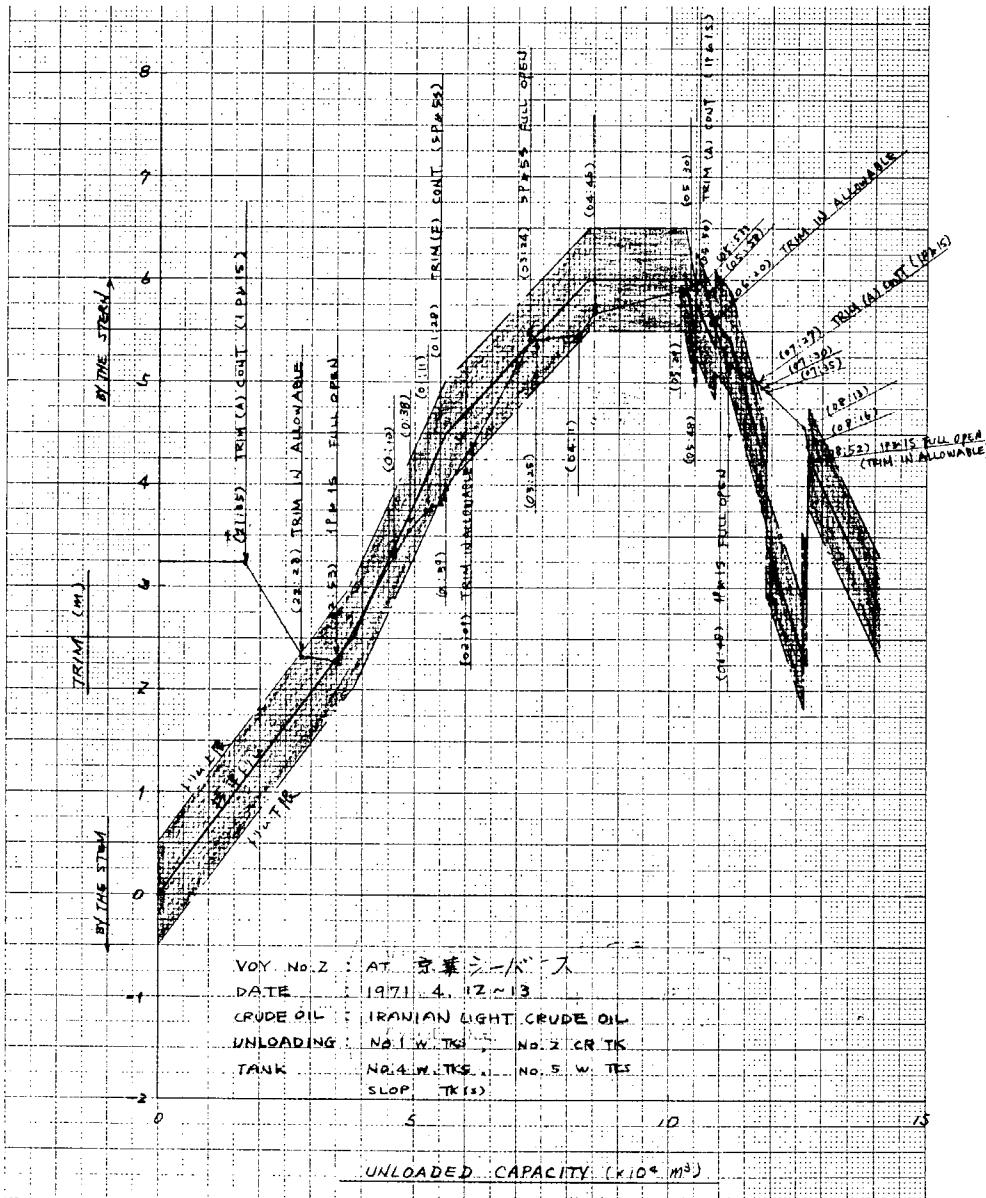


図 2.3.2 揚量～トリム曲線制御

図 2.3.2 に示すとおりトリム制御は適確に行なわれているが、この第 2 次航の場合には揚荷の終り近くになって揚量～トリム曲線と船体の動きとに違いが生じ、揚量～トリム曲線の修正が必要となった。

なお、揚量～トリム曲線の修正はオペレータ・コンソールから必要時に修正できる。

#### 2.3.4 揚荷におけるH-Q制御（ベルマウス吸込流量～空気吸込液面高さ曲線による制御）

本制御は各タンクの残量が少なくなった時に各タンクのベルマウス（吸入口）からの空気吸込を防止する目的で行なわれるもので、「流量～空気吸込液面高さ曲線」を設定して制御される。

図 2.3.3 に第 2 次航における No. 3 C.R. TKS の流量～空気吸込液面高さ曲線制御を追跡したものを示す。

図 2.3.3 に示すとおり、流量～空気吸込液面高さ曲線制御も適確に行なわれている。

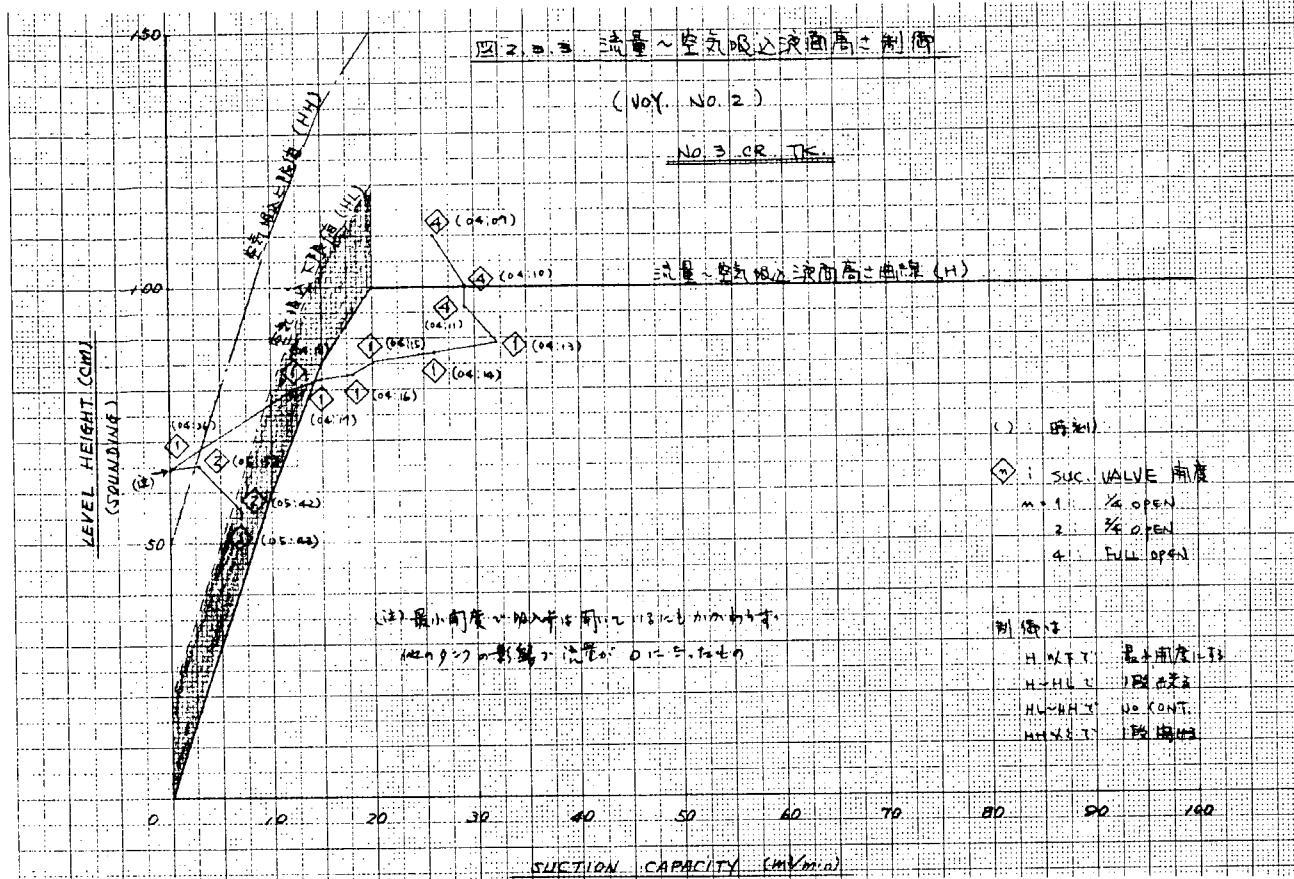


図 2.3.3 流量～空気吸込液面高さ制御

### 2.3.5. ヒール制御

本制御はヒールとヒール許容値の比較により制御を行なう。

本船においては一般にヒール許容値を左右舷とも  $0.5^\circ$  として制御しているが、ヒール修正のためのタンクのメイン・サクション弁制御に対する船の応答はかなり早い。第3次航のミナ・アル・アマディにおける積荷においてヒール許容値を左右舷とも  $0.1^\circ$  に設定して制御してみたが制御は適確に行なわれ、積荷作業を完了した。

### 2.3.6 キャビテーション発生防止制御

#### (1) 計画概要

この制御方法および装置については、昭和45年度報告書に示す通りである。すなわち、次に示すような数値計算によりキャビテーションが発生しそうな状態を未然に検知する。

$$\text{有効 NPSH} - \text{必要 NPSH} + \text{余裕値} = Z$$

この式の  $Z$  ( $\text{cm}$ の単位を有するようにした) の値が負になったときにキャビテーション発生範囲と判断する。

#### (2) 実施内容

上記の式に示される項目は次の方法によって算出した。

有効 NPSH ; あらかじめ算出されたポンプ吐出量および吸込圧力等から算出する ( $\text{cm}$ で表示される)

必要 NPSH ; あらかじめ電算機に記憶されたデータにもとづき算出される ( $\text{cm}$ で表示される)

余裕値 ; この余裕値は固定のものとせず外部から指示できるようにした。

#### (3) 実施結果

三峰山丸が京葉シーバースにおいて揚荷作業を行なったとき上記の方法によりキャビテーション発生防止制御を行なわせた。そのうち代表的な実測結果のデータを表 2.3.2 に示す。

このデータを採取したときポンプの運転状態およびその変化の状態を表 2.3.3 に示す。

#### (4) 検討

表2.3.2 A6.1 COP キャビテーション発生防止制御のデータ

計測番号	流量	吸込圧	有効NPSH	必要NPSH	余裕値	Z
1	5040 $m^3/h$	-86 mmHg	285 cm	525 cm	-20 cm	-20
2	2860	-111 "	256	283	-20	-27
3	2240	-22 "	357	243	149	-57
4	1000	0.129 $Kg/m^3$	386	256	"	-19
5	935	-53 $mHg$	293	178	"	-34
6	860	-47 "	301	155	"	-3

Z ; この値はキャビテーションの発生を防止する制御の直前に採取したデータである。

表2.3.3 A6.1 COP キャビテーション発生防止制御の内容

計測番号	ポンプ回転数	ポンプ吐出弁開度	制御内容	時間	備考
1	90% R/M	25 %開度	弁開度を絞る 19 %開度	4/12 14時19分	
2	90% "	19 "	" 14 %開度	14. 49	
3	90% "	14 "	" 11 %開度	15. 19	
4	90% "	11 "	回転数を下げる 80% R/M	15. 38	
5	80% "	11 "	" 70% R/M	16. 13	
6	70% "	11 "	ポンプ停止	16. 27	

- (a) 以上に述べたキャビテーション発生防止制御の対象原油は "Iranian heavy" であった。この原油の場合キャビテーションの発生状況を見ると徐々にキャビテーション発生ゾーンに入るのではなく突然キャビテーションが発生する場合がある。(このような状態は時々発生した。最初のうちは発生のインターバルが長いがだんだん短くなる)このため、余裕値を -20 から 150 に変更した。
- (b) このデータからは、ポンプの必要NPSHを推定することは困難である。しかし、必要NPSH精度が荷役時間を直接左右するものであるからできるだけ高精度のものが望まれる。
- (c) 前述の余裕値は、外部から与えるようにしたが、この値を指示するためには若干専門的な技術を必要とする。
- (d) 制御は、ほぼ計画通り行なわれおり好結果を得た。  
制御の精度も従来と比較して満足すべきものであるが、さらに精度を上げるとすれば原油に関するデータ(比重、飽和蒸気圧力等)およびポンプの必要NPSH等の精度の向上が必要である。

## 2.4 結語

船舶の高度集中制御方式の開発の一環として、艤装システム分科会荷役小委員会においても種々の研究が行なわれてきたが、これらの諸研究の最終年度に際し、諸研究の成果およびこれが将来の自動化船によよぼす影響あるいは役割などにつきとりまとめておくこととする。

昭和45年3月発行の研究資料第106-2号「第106研究部会、船舶の高度集中制御方式の研究報告書(その2艤装システム)」の末尾に記述されている「荷役関係経過報告書」に示されているように、当小委員会は昭和43年度から研究を開始したが、昭和44年度は研究予算の割当てが行なわれなかつたため、研究予算皆無のままではあったが、小委員会が6回開催され研究が進められた。昭和45年度に入り再び研究予算が割当てられ、本格的に実質的な研究活動が開始され、本小委員会の研究により開発されたタンカー荷役システムの自動制御方式は三井造船株式会社大阪商船三井船舶機器のタンカー「三峰山丸」に適用された。(本船は昭和46年1月20日に完成した。)

本年度の研究は、この「三峰山丸」による実船実験の結果につき作動確認および解析評価を行なったが、無事に良好な成績のもとにしての研究を終了することができた。

・昭和43年度から開始された本小委員会による研究の対象となった項目

- オイルコースの研究（昭和43年度）
- 自動制御に必要な諸数値決定のための実験研究（昭和45年度）
- タンカー荷役システムの自動制御方式の開発（昭和44、45年度）
- タンカー荷役システム自動制御方式の陸上および実船による実験（昭和45、46年度）
- 鉱石船および撒積貨物船のバラスト注排水自動制御方式の開発（昭和45、45年度）
- 自動制御システムの異常監視機構、信頼性および安全性の検討（昭和45年度）

であるが、これらについての概要を述べる。

オイルコースの研究ではタンク底部の流体の流れが解明され、その研究結果により計算プログラムが作成され、既に実用化されて船殻構造の設計時に適用されており、揚荷役あるいはバラスト排水時間の短縮に効果を挙げている。

自動制御に必要な諸数値決定のための実験研究では、弁開度と流量との関連特性がバタフライ弁について求められ、また、ベルマウスの吸入量とベルマウスよりの空気吸込発生時の液面高さとの関連特性をある程度判明させることができ、これらの結果は実船に適用され、実験結果に大きな誤りのないことが確認されたので、今後もこれらの実験結果は活用されることが期待できる。

タンカー荷役システムの自動制御方式の開発では、本荷役小委員会が発足した昭和43年頃までにすでに造船各社等において開発されたものもあったが、すべてシーケンス制御方式のものであり、また、コンピュータを使用せずに行なう方式のものであったため、使用上の柔軟性に難点があり、実用化されるに至らなかったのであるが、本荷役小委員会において開発された自動制御方式は、船の大小、タンク配置の如何にかかわらず適用することができ、また、複数種の貨物油の複数港の荷役にも適用できる画期的なものとなった。なお、本研究の過程で、自動制御方式を可能とするため新たに開発を要する機器類として、ストリッピング終了検知装置および弁開度自動設定装置につき検討が加えられ、本荷役小委員会としてはそれらの要求性能・仕様をとりまとめたが、これらは（財）日本舶用機器開発協会により試作実験段階を経て実用化された。

タンカー荷役システム自動制御方式の陸上および実船による実験では、前記のとおり本荷役小委員会において開発された新方式が「三峰山丸」に適用されて本船竣工前に海水による実験が繰返し行なわれ、また、竣工後は実際の荷役作業がこの自動制御方式により行なわれたが、本報告書に示されるとおり、処世航海時より何らのトラブルもなく予期以上の良好な成績を納めることができた。

鉱石船および撒積貨物船のバラスト注排水自動制御方式の開発では、昭和43年度に行なわれた「実船についてのバラスト排水実態調査」および昭和44年度よりの「タンカー荷役システムの自動制御方式の開発」の調査研究結果をもとに、タンカー荷役システムの応用として昭和45年度にフローチャートまで作成されたが、まだ実船実験が行なわれるまでの段階に至らず、成果は未確認であるが実用化可能の見透しである。

自動制御システムの異常監視機構、信頼性および安全性の検討では、自動制御システムの開発と併行して調査が進められ、数多くのセンサー、機器などにつき事故例の調査が行なわれ、また、事故に対する対策が検討された。さらにシステム全体の信頼性を向上する方法についても検討が加えられ、自動制御システムの信頼性、安全性の向上に貢献した。

実船実験まで行なわれた本荷役小委員会により開発されたタンカー荷役システムの自動制御方式は、「三峰山丸」の就航実績から荷役作業に対する安全性の向上、作業の省力化、予期どおりの荷役時間で常に荷役が可能となつたことによる荷役能率の向上など、超自動化船開発の主目的をすべて達成していることが確認できた。

特に荷役時の安全性に關しては、

制限吃水の超過

貨物油のオーバーフロー

ダーティ・バラスト注水時における貨物油の舷外漏洩

制限範囲を超えるトリムおよびヒール

ペルマウスからの空気吹込

ポンプのキャビテーション

陸上設備に対する制限圧力よりの超過

などの事故は皆無であり、コンピュータ制限により極めて安全に荷役を行なうことが可能となつた。また、この安全性の向上は乗組員の精神的、肉体的な負担を軽減し、労働条件の改善にも役立つこととなり、最少限1名の制御室における当直乗組員と必要に応じて暴露甲板部の見廻りとして乗組員1名を追加することにより荷役自動制御が行なえることが確認された「三峰山丸」では、本研究のための実績解析の必要上、すべての制御内容をその制御された時間とともにタイプライタにより記録させているが、自動制御方式に何らの誤りもないことが確認できたので、次船からはプログラミングの一部は省略可能であり、また、開発に要した多大の費用も不要となるので、超自動化船建造のコストも低減可能であると期待できる。また、現在の船舶乗組員の不足も超自動化船建造を促すと思われる所以、本荷役小委員会における研究の成果は、超自動化船建造に貢献するところが大きいものと確認する。

本荷役小委員会による研究は本年度で終了するが、今後さらに研究諸団体、造船所などにより、荷役時間の最短化を達成するための研究、機器類の信頼性向上のための研究などが行なわれ、さらに高性能の荷役自動制御方式が開発されることを期待する。

### 3. 無線通信の自動化システムの研究

#### 3.1 概要

船舶気象観測のデータが、昭和43年3月ごろより漸次減少し始め電波法による通信士減員が昭和45年12月7日に適用されてから、その影響が、さらに悪化し始めてきた。この現象がおこることを防止する対策として、船主側は気象情報の自動送信、気象庁側は自動通信システムについて昭和43年8月第106研究部会総合システム分科会通信小委員会に、本ワーキング・グループ、WG-2を結成した。そして関係者協議の結果、気象庁を含めて共同研究が開始された。

気象資料収集方式を短波システムから静止衛星システムに昭和44年9月変更することを気象庁内で最終決定され、以後本ワーキング・グループは気象庁との情報交換を目的として運営されることとなり、昭和46年度の研究報告書は気象庁提出資料をもとにして作成されたものである。

静止衛星の打上げは、日本の技術によることを考えているが、場合によつてはアメリカに打上げを依頼することもあるかもしれない。

予定として昭和48年度から気象衛星のハードウェアの製作にとりかかる予定である。

昭和51年打上げを予定して、船舶の機器設計については、昭和48年設計開始、昭和49年試作地上実験、昭和50年に製作することを予定している。

また、アメリカ、フランス、または、ESRO (EUROPEAN SPACE RESEARCH ORGANIZATION : 欧州宇宙研究機構) 日本の共同打上げとなるので、その摺合せが必要で詳細については、今後の問題となる。

なお気象庁においては、GMS (GEOSTATIONARY METEOROLOGICAL SATELLITE : 静止気象衛星) を昭和51年打上げ目標として予算要求している。

#### 3.2 静止気象衛星の日本の計画

WMO (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION : 世界気象機構) の加盟各国は最新の科学技術を用いて、地球大気の状態をこれまでより一層よく監視し、そこから得られる情報によつて、公衆への気象サービスを向上させる努力を続けている。そのためには、どうしても解決しなければならない大きな課題の一つに数週間先までの気象予報を良い精度で出せるような新しい数値予報の開発があり、また、この予報方式に最も適した気象観測のあり方をみつけることが必要である。このために、WMOではWWW (WORLD WEATHER WATCH : 世界気象監視計画) の一つの柱となつている研究計画の中でICSU (INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS : 國際学術連合) と協力して、GARP (GLOBAL ATMOSPHERIC RESEARCH PROJECT : 地球大気開発計画) を進めている。そのFGGE (FIRST GARP GLOBAL EXPERIMENT : 第一次GARP全球実験) は1975～1976年に計画されている。

このFGGEにしても、またWWW(世界気象監視計画)にしても、全地球上をとりまく大気の流れの様子や、その変化を絶えず観測する必要があり、そのためには、どうしても人工衛星を使う必要がある。

そのため、アメリカでは1972年にSMS (SYNCHRONOUS METEOROLOGICAL SATELLITE PLANNED BY U.S.A.) を西経150度(ハワイ南方)に打上げ、1973年にはGOES (GEOSTATIONARY OPERATIONAL ENVIRONMENTAL SATELLITE) を西経70度(南米コロンビア上空)に静止させることによって、中部太平洋から南北アメリカを含め、大西洋までを広く観測することになつている。

また、ヨーロッパでは、フランスまたはESRO (欧州宇宙研究機構) の手で1975年はじめを目標に静止衛星METEOSATを東経20度(コンゴ上空)に打上げて、大西洋中部から欧洲やアフリカを含めてアラビア海にいたる地域を観測しようとしている。(図3.1)

さて、これら3個の衛星で観測されない印度から全アジア、オーストラリア、ニュージランドを含めて西太平洋までの

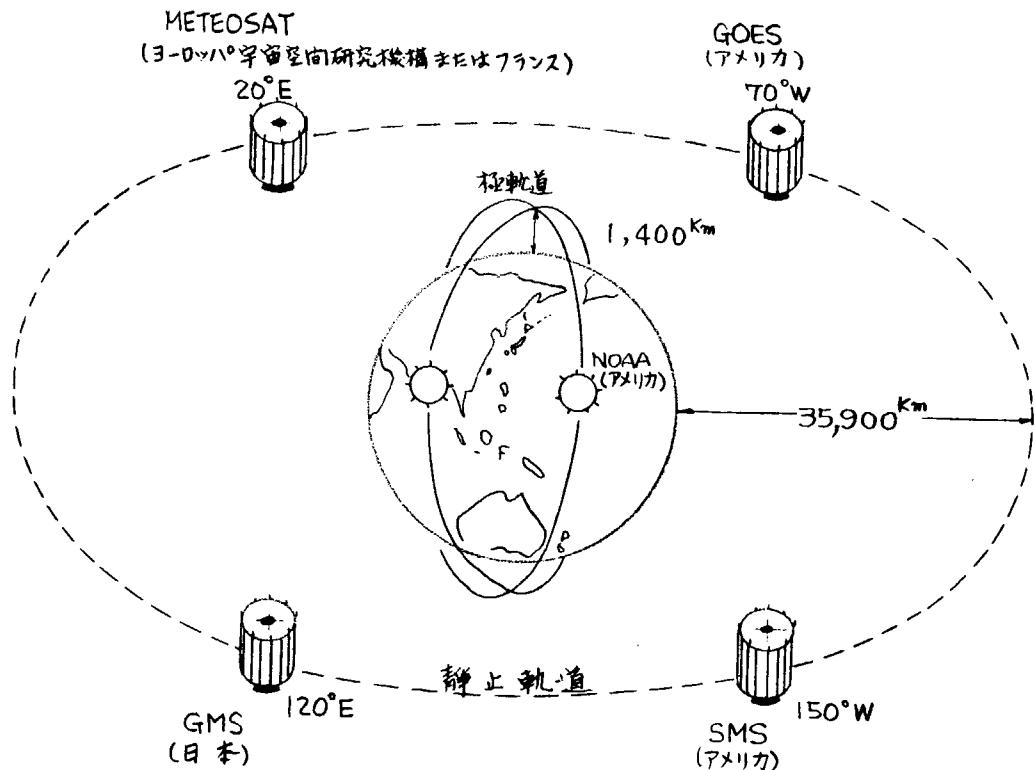


図3.1 地球大気開発計画 (G A R P) の大きな柱として要請されている気象衛星システム

地域を常に観測できる、もう一つの静止気象衛星がどうしても必要となる。ではどのようにして、この衛星計画を進め、その設計から運用、経営支弁などをするかは、この地域の W M O 加盟国が考えるより他にすではない。

第3回の G A R P 組織委員会では、このアジア地域における静止気象衛星を日本が考えてくれるよう要請された。また、1971年に東京で開かれた第4回台風委員会でも、西太平洋地域の台風災害を軽減させるためには、この地域を監視できる静止気象衛星の必要であることが論ぜられた。

このような背景のもとに、気象庁では東経120度の赤道上(セレベス上空)に静止気象衛星を打上げて運用するための調査をはじめた。

この種衛星の使命は国際性を持つたものであり、その利益は、その利用可能な地域全体に与えられる性質のものである。気象庁が現在、検討しつつあるこの衛星システムの概要や観測機能その他について以下に述べる。

### 3.3 G M S 静止気象衛星

静止気象衛星 G M S の使命は、可視光線と赤外線を使って、衛星から見える地球上に広がっている雲の様子を知ることと、船舶や小島、山地の自動雨量計などで測った気象資料を衛星中継で気象庁に集めること、すぐ現場で使える形に気象庁で処理した衛星観測資料を衛星から見える範囲の地球上各地の利用者に送りとどけることの3である。

この G M S 衛星は A T S - 1 写衛星や S M S 衛星と形の上でも、また、機能的にもよく似ており、直径 2 m、高さ 2 m の円筒側面には太陽電池が貼りつけられている。

この衛星が東経 120 度の赤道上空 35,900 Km に静止すると地球上から衛星が仰角 10 度に見える範囲内なら何処でも、衛星から送られてくるファックス放送の図や写真を受画し、また、衛星中継で観測資料を気象庁に送り込むことができる。

また、仰角 20 度範囲内については、海面温度とか雲の高さ、雲頂温度などを実用に供しうる精度で測ることができ、仰角 40 度範囲内については、雲の動きを測ることによって風の状態を知ることができる。(図3.2)

衛星に積まれた小さな推進装置を使って、衛星は定められた静止位置からはずれた場合にもとどつたり、また、地球の南北軸と平行に衛星の回転軸を保ち、毎分 100 回転で自転している姿勢が崩れかけた時にそれを正すこともできる。衛星に積まれる観測装置は V I S S R ( VISIBLE AND INFRARED SPIN SCAN RADIOMETER) と呼ばれ

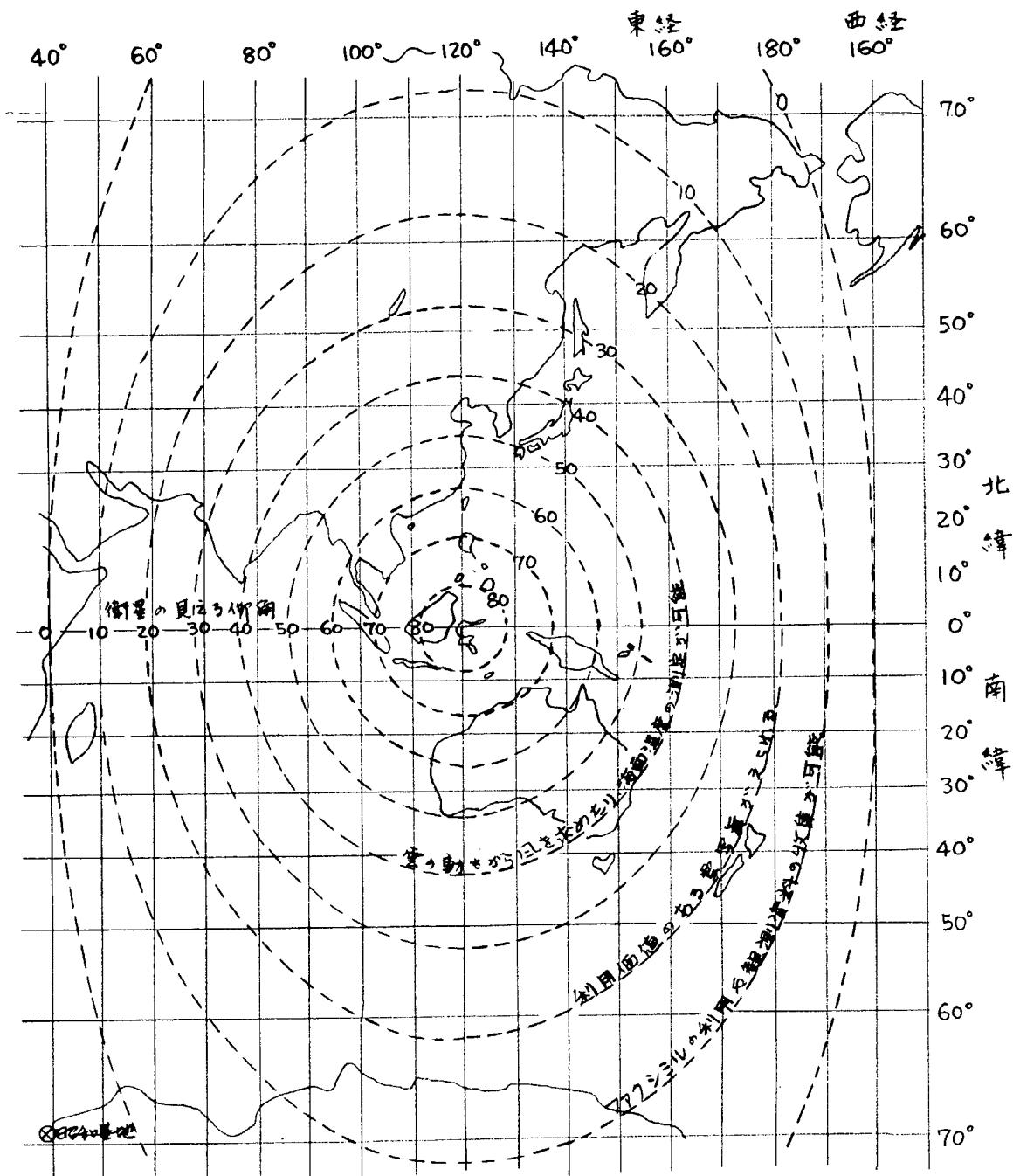


図 3.2 東経 120 度に静止した G M S 衛星が仰角 10 度に見える図  
内では模写電送で送られてくる写真や図を受画したり、観測  
資料を送り込むことができる。  
仰角 20 度圏内では利用価値のある雲写真がえられる。

るもので 0.5—0.7 ミクロンの光波を測る可視部は日中における雲の様子を細密に観測する目的をもち、1.0.5—1.2.5 ミクロンの波を測る赤外部は雲の様子をやや粗であるが、昼夜の別なく観測するとともに、雲や地表面の赤外放射強度を測ることができる。この V I S S R 装置の主要部である反射望遠鏡の焦点面には、1 個の視野角が 0.025 ミリラジアン（衛星直下地表面での瞬間的視野 1 KM）の可視光検知器が 8 個縦に列んでおり、また、その隣には 1 個の視野角が 0.2 ミリラジアン（衛星直下地表面での瞬間的視野 7 KM）の赤外放射線検知部が 2 個横に列んでいる。

この V I S S R 装置で地球像を作るわけであるが、そのために必要な東西方向の走査は、毎分 100 回転している衛星の自転を使って行ない、南北方向の走査は、望遠鏡の光軸方向に光を收入れるための鏡を上下に 20 度だけ（衛星から見た地球の視直径は 17.3 度）機械的に 1821 ステップの歯車で振らすようになつている。このステップは衛星が 1 回転

するごとに1歯進むようになっている。

赤外放射線検知部は2個あつても當時は1個しか使わず、他は予備に残してあるので、地球の全景を写しだす赤外画像は1821本の線画素で作られる。しかし、可視光による地球の画像は、8個の検知部全部を使って作るので、 $1821 \times 8 = 14,568$  本の線画素によつて細密に作られる。

この首を縦に振る鏡は地球の北の方から南の方へ20度の角度を18分かかつて傾いてゆき、傾き終ると逆に北の端までを2分で戻るから、20分に1回の周期で観測することとなる。VISSR装置で得られた地球の映像信写はS一バンドの電波で衛星から送り出され、東京から余り遠くない処に作られるCDA局( COMMAND AND DATA ACQUISITION : 衛星通信基地局)に入る。このCDA局は衛星とDPC( DATA PROCESSING CENTER : 情報処理センター)の仲介役をしており、衛星から送られてくるVISSR観測資料や沢山の地上観測点から集められた気象観測資料、衛星の状態に関する情報、測距資料等は総てCDA局からマイクロ回線を通して気象庁内に設けられる情報処理センター(CPC)にとどけられ、そこの電子計算機群によつて処理されることになる。(図3.3)

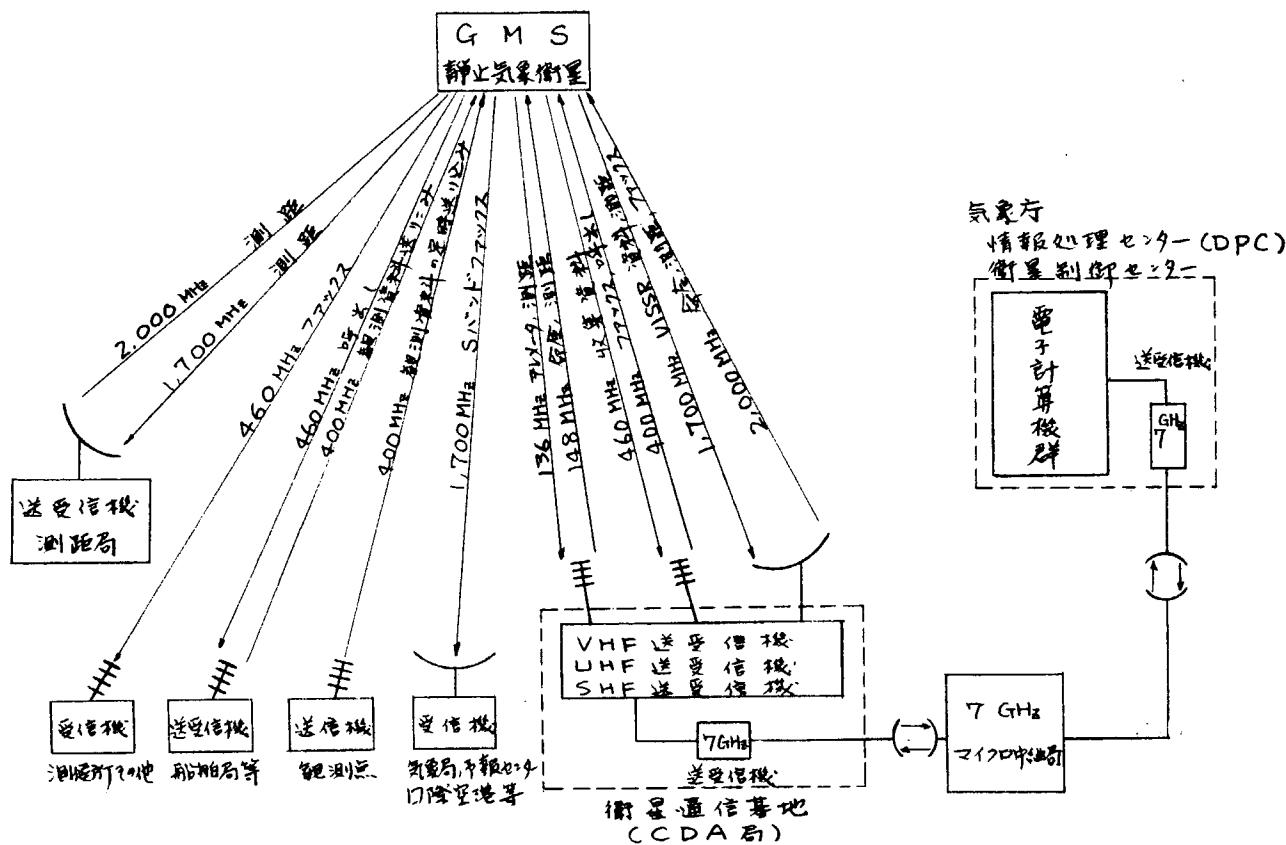


図3.3 GMSS静止気象衛星システムと通信系統

計算機処理を経て得られた雲写真(図3.4図)や温度の分布図などは、逆の順路をとつてCDA局に入り、SバンドとUHF帯の2つの電波に乗つて衛星に達し、さらに衛星のトランスポンダーで少し波長を変えて送り出され、通信サービス圏内にある船舶等の利用局に画像としてとどく。

この画像は20分ごとに求められる、雲の動きから求められる風の情報や、沢山の観測点から集められた気象資料は、情報処理センターで型をととのえられた上で、気象庁内にあるADESS(AUTOMATIC DATA EDITING AND SWITCHING SYSTEM: 自動気象資料編集装置)に供給され、それからは普通のWWW全球通信回線に乗つて各船舶の利用者の元にとどくことになる。

DPC(情報処理センター)はSOC( SATELLITE OPERATION CONTROL CENTER: 衛星管理センター)の機能も併せ持つており、太陽光パルス、姿勢資料、衛星内部の状態資料、地球との距離測定資料は、その管制官によつて分析される。

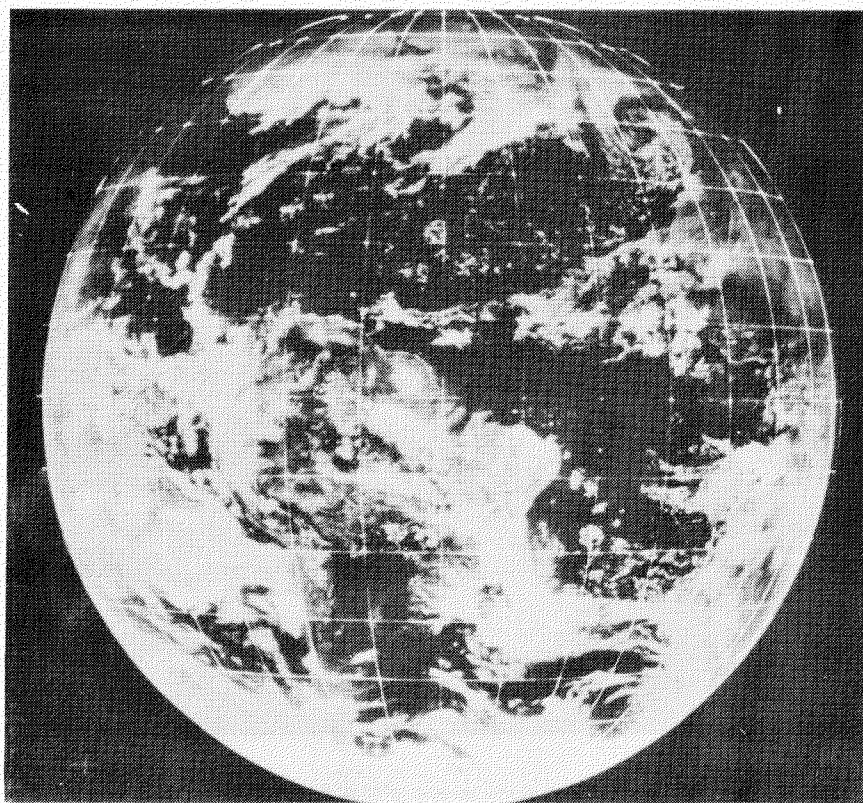


図 3.4 A.T.S.Ⅲからの全球写真（1967年11月18日撮影）

その結果、衛星の位置や姿勢を修正する必要があれば、そのために衛星に与える命令が作られ、C.D.A.局をへて衛星に送られる。

沢山の観測点から観測資料を集めることに必要な「呼出し」も情報処理センターで作られる。

### 3.4 地上処理をすました衛星観測資料の船舶への配布

D.P.C.（情報処理センター）にとどいたV.I.S.S.R.資料は計算機群によつて処理され、次のような幾通りかの図に作りかえられる。

- (1) 雲写真是熱帯メルカトル投影図（図3.5）ならびに北半球と南半球のポーラーステレオ投影図（図3.6）
- (2) 雲の高さと雲頂温度も(1)と同じ3つの図に表示される。
- (3) 海面温度も(1)と同じ3種の図に表示される。

また、これらの図には経緯度線と海岸線も表示される。

図の縮尺のほうはW.M.O.の標準規格に従つて2.4万分の1にする。

これらの図を作る回数は、雲の写真と雲の高さと雲頂温度は利用者が、3時間ごとに作つている天気図と比較したり、気象擾乱の発達を監視するために、3時間ごとに作成する。

海面温度は1日1回で十分だろう。雲の動きから風を求める作業は00Zと12Zの2回について行ない、風向風速は経度経度のクロス点について与えることになろう。

情報処理センターで作られたこれらの資料は、衛星のトランスポンターを使い、2種の電波で遠隔地の利用者にとどけられる。その1つであるSバンド波は高速度模写電送で精度高く、UHF帯は低速度模写電送で主に洋上船舶の運航と安全のために必要な衛星資料を送る。しかも低廉簡単な受信装置をつければよい。UHF帯模写電送通信の詳細は、表3.4に示し、また、模写電送スケジュール1案を表3.1、表3.2に例示した。

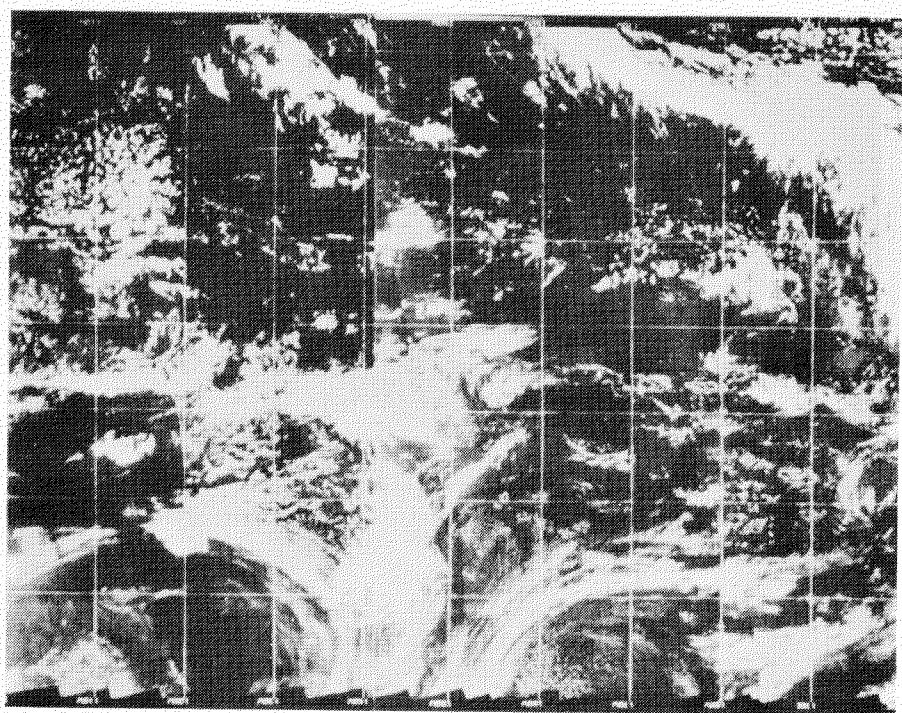


図3.5 エッサ3号のテジタイズ・モザイク写真(1966年1月7日撮影)

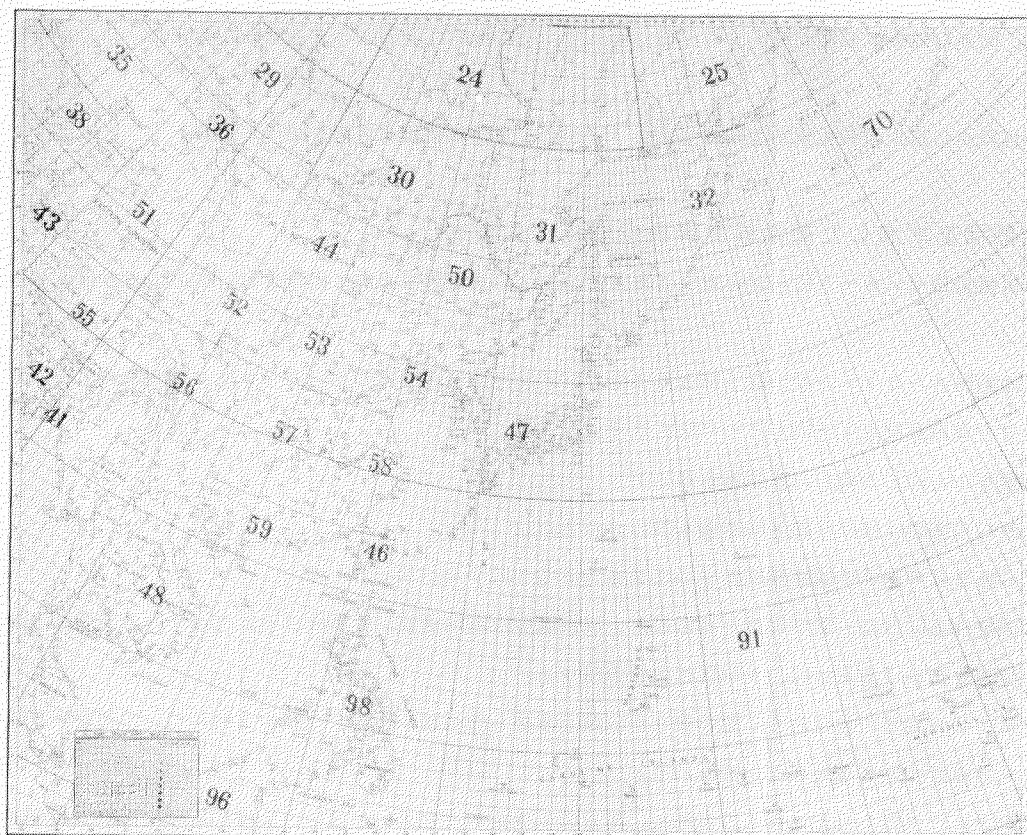


図3.6 ポーラーステレオ投影図の1例

表3.1 UHF帯模写電送スケジュール(その1)

(1) 日本時	(Z) グリニッ チ時		10	20	30	40	50分
09	00				00Z 雲写真(北半球)		00Z 雲写真(南半球)
10	01	00Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	00Z 雲写真(熱帶)	高層データ 2次収集	00Z 雲高(北半球)
11	02	00Z つづき 雲高(北半球)		高層データ 3次収集	00Z 雲高(南半球)	高層データ 4次収集	00Z 雲高(熱帶)
12	03	00Z つづき 雲高(熱帶)			00Z 地上天気図(北半球)		00Z 波浪
13	04	00Z つづき 波浪			00Z 海面温度(北半球)	00Z 海面温度(南半球)	
14	05				00Z 海面温度(熱帶)		
15	06				06Z 雲写真(北半球)		06Z 雲写真(南半球)
16	07	06Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	06Z 雲写真(熱帶)	高層データ 2次収集	
17	08			高層データ 3次収集		高層データ 4次収集	
18	09				06Z 地上天気図		
19	10						
20	11						
21	12						
22	13	12Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	12Z 雲写真(熱帶)	高層データ 2次収集	12Z 雲高(北半球)
23	14	12Z つづき 雲高(北半球)		高層データ 3次収集	12Z 雲高(南半球)	高層データ 4次収集	12Z 雲高(熱帶)
00	15	12Z つづき 雲高(熱帶)			12Z 地上天気図		12Z 波浪
01	16	12Z つづき 波浪					
02	17						
03	18						
04	19	18Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	18Z 雲写真(熱帶)	高層データ 2次収集	
05	20			高層データ 3次収集		高層データ 4次収集	
06	21				18Z 地上天気図		
07	22						
08	23						
日本時	グリニッ チ時		10	20	30	40	50分

表3.2 UHF帯模写電送スケジュール(その2)

(I) 日本時	(Z) グリニッ チ時		10	20	30	40	50分
09	00				00 Z 雲写真(北半球)		00 Z 雲写真(南半球)
10	01	00 Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	00 Z 雲写真(熱帯)	高層データ 2次収集	
11	02			高層データ 3次収集		高層データ 4次収集	
12	03				03 Z 雲写真(北半球)		03 Z 雲写真(南半球)
13	04	03 Z つづき 雲写真(南半球)		03 Z 雲写真(熱帯)	00 Z 地上天気図 + 雲写真		
14	05			波浪			
15	06				06 Z 雲写真(北半球)		06 Z 雲写真(南半球)
16	07	06 Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	06 Z 雲写真(熱帯)	高層データ 2次収集	
17	08			高層データ 3次収集		高層データ 4次収集	
18	09				09 Z 雲写真(北半球)		09 Z 雲写真(南半球)
19	10	09 Z つづき 雲写真(南半球)		09 Z 雲写真(熱帯)		海面温度(北半球)	
20	11			海面温度(南半球)		海面温度(熱帯)	
21	12				12 Z 雲写真(北半球)		12 Z 雲写真(南半球)
22	13	12 Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	12 Z 雲写真(熱帯)	高層データ 2次収集	
23	14			高層データ 3次収集		高層データ 4次収集	
00	15				15 Z 雲写真(北半球)		15 Z 雲写真(南半球)
01	16	15 Z つづき 雲写真(南半球)		15 Z 雲写真(熱帯)	12 Z 地上天気図 + 雲写真		12 Z
02	17			波浪			
03	18				18 Z 雲写真(北半球)		18 Z 雲写真(南半球)
04	19	18 Z つづき 雲写真(南半球)		高層データ 1次収集	18 Z 雲写真(熱帯)	高層データ 2次収集	
05	20			高層データ 3次収集		高層データ 4次収集	
06	21				21 Z 雲写真(北半球)		21 Z 雲写真(南半球)
07	22	21 Z つづき 雲写真(南半球)		21 Z 雲写真(熱帯)			
08	23						
日本時	グリニッ チ時		10	20	30	40	50分

### 3.5 観測資料の収集

この衛星の資料収集機能は、静止衛星から見える範囲内に散在している遠隔地点からの資料収集を目的とし、その対象となるものは、船舶が大きな役割をはたすもので、その他、離島、海上観測ブイ、内陸の自動観測所などがある。この資料収集の衛星打上げ初期に予期される最小数量と可能な最大容量を表3.5に示す。

表3.5

	最 小	最 大
船舶(普通気象報で90字以内)	500	500
船舶と離島(高層気象観測報の1部900字以内)	15	30
海上ブイ	15	30
無人観測所(自動雨量計を含む)	100	400
合 計	430	960

これらの観測点は比較的低廉な小出力送信機で十分だと考えるが、まだ最終的なシステムを決めるところまでにいたついない。

資料の送信は時計制御によつて決められた時刻に送るか、または衛星からの呼出しによつて送信をはじめることになる。

観測資料はマグネティックテープに貯えられているか、あるいは紙テープに穿孔されて、のち100ポードの送信速度で収集用に割当てられた20チャネルのうちの1つを使って衛星中継で資料はCDA局にとどく。

CDA局からはマイクロ回線で情報処理センターに入り、さらに自動気象資料編集装置に入つてから国際気象通信回線に乗つて各国の利用者に渡る。

これまで述べてきた気象衛星計画は、まだ“PHASE-B”(NASAの段階的プロジェクト計画“PHASED PROJECT PLANNING”的手法でPHASE-AよりPHASE-Bまでの段階がありPHASE-Bとは予備設計の段階を意味する)の段階なので、今後1年間には変更されたり不確実だつたものが確定される。

海上船舶の運航と安全に役立つため衛星観測資料や図を送るためのUHF帯模写電送方式により低廉で簡単な受画施設でこれらを受けられる。仕様は表3.4の通りである。

表3.4 UHF帯模写電送方式

送 信	ア ロ グ 信 号
受画方式	電解記録方式または静電方式
画面の大きさ	WMO規格(457×558mm)
回転数	毎分120回転
線密度	1mmに3.79本
1枚の送画時間	1.8分
協同係数	576
階調	ア ロ グ 6階調 ア ロ グ レ ベ ル 変 調 によ り 6 階 調 を う る
バンド幅	4KHz
変調方式	周波数変調

また、衛星より船舶に送るファックスデータの仕様、船舶より衛星に送るデータの内容はそれぞれ表3.5、表3.6による。

表3.5

		A案	B案
衛 星	周 波 数	4 6 8 MHz	4 6 5 MHz
	バ ン ド 幅	8 KHz	5.3 KHz
	変 調 方 式	PCM/PSK	PCM/PSK
	画 周 波 数	4 5 0 Hz	4 5 0 Hz
	送 信 電 力	2 0 W	3 2 W
	E I R P	4 4.8 dBm	5 3.2 dBm
船 舶	受 信 ア ン テ ナ	ヘリカル	ヘリカル反射板付
		1 1 dB	5 dB
	受 信 雜 音 温 度	4 8 5 °K	8 0 0 °K
	誤 り 率	1 0 <sup>-5</sup>	1 0 <sup>-4</sup>
	地 上 G / T	- 1 6.1 dB / °K	- 2 4.0 dB / °K
	マ ー ジ ン	4.5 dB	5.5 dB

表3.6

		A案	B案
衛 星(送信)			
周 波 数	4 6 8 MHz	4 6 5 MHz	
バ ン ド 幅	3 3 0 Hz	4 0 0 Hz	
変 調 方 式	PCM/PSK	PCM/PSK	
伝 送 速 度	1 0 0 bit/sec	1 0 0 bit/sec	
送 信 電 力	2 0 W	3 2 W	
E I R P	陸上側 船舶側 4 1.7 dBm 4 4.8 dBm	5 3.2 dBm	
船 舶(受信)			
受 信 ア ン テ ナ	ヘリカル コニカルスパイラル 1 0 dB 1 dB	ダイポール反射器付 3 dB	
受 信 雜 音 温 度	1,3 0 0 °K	1,0 0 0 °K	
誤 り 率	1 0 <sup>-6</sup>		
地 上 G / T	- 2 4.7 dB / °K - 3 0.7 dB / °K	- 2 7.0 dB / °K	
マ ー ジ ン	7.3 dB 4.5 dB	3.5 dB	
船 舶(送信)			
周 波 数	4 0 2 MHz	4 0 2 MHz	
バ ン ド 幅	1 6 0 Hz	2 0 0 Hz 1,2 0 0 Hz	
変 調 方 式	PCM/BPSK	PCM/BPSK	
伝 送 速 度	5 0 bit/sec	5 0 bit/sec	
送 信 出 力	2 W 2 0 W	2 W 1 0 W	
E I R P	3 9.5 dBm 4 3.5 dBm	3 5.0 dBm	
衛 星 G / T	- 2 4.4 dB / °K	- 1 9.1 dB / °K	
ア ン テ ナ	未 定	未 定	

### 3.6 今後の研究方針

S R 1 0 6 装備システム分科会通信小委員会W . 0 - 2 は今年度をもつて終了するが、本件に関する研究は、昭和4.8年度より別名称の研究部会を編成し昭和5.1年までの作業を実施する計画であり、昭和4.7年より昭和4.8年までは気象通報自動送信システムの仕様決定、昭和4.9年より昭和5.0年にわたつて試作、シミュレータ試験、昭和5.1年度に数隻の船舶と衛星を介して陸上基地局との間の実用実験が開始される予定である。

特に技術的な問題としてあげられるものに電波伝播で自由空間の伝播損失、マルチバスを船舶に搭載する送受信機、アンテナでどう処理するか、船舶のローリング、ピッキングによるラッキングなしのアンテナをどのような型のものにするか、衛星よりの微弱な電波を如何に能率よく受信するか、電波雑音、船内雑音に対する対策はどうか等があげられる。なお、気象庁では、昭和4.6年度に気象衛星研究開発技術調査の大蔵予算が成立し、昭和4.7年度にもシステムデザインの予算要求をしている。そして昭和5.1年打上げ予定のG A R P計画を目標に気象衛星G M Sの技術的研究を進めている。