

日本船舶振興会昭和51年度補助事業  
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料 No.262

## 第145研究部会

### 静止気象衛星による気象情報の自動 送受信システムに関する研究

#### 報 告 書

昭和52年3月

社 団 法 人  
日 本 造 船 研 究 協 会

本研究は、気象庁気象衛星課の協力を得て、静止気象衛星国際調整会議の情況報告を取り入れ、それにより試作機の仕様条件等も一部変更して、静止気象衛星利用による気象情報の船舶通報局無線装置の試作機を完成し、各試作機器のシミュレーション試験を行ったものである。

## はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和50年度補助事業「船舶の構造性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会第145研究部会においてとりまとめたものである。

本研究では、気象衛星国際調整会議の勧告案および国際通報局に関する特別作業部会の報告を取り入れ、昭和49年度に作成した試作機仕様書を一部修正して、静止気象衛星利用による気象情報の船舶通報局設備の試作機の製作を行った。

### 第145研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	井東 洋一（日本郵船）	石崎 武志（石川島播磨重工業）
幹事	五十嵐昭一（住友重機械工業）	岡田 高（沖電気工業）
	遠藤 敏雄（大阪商船三井船舶）	鳴田 俊雄（郵政省）
	木村 小一（電子航法研究所）	中村 繁（気象庁）
	辻村 克己（日本無線）	西山 節男（三井造船）
	長沢 成一（気象庁）	原 昌三（三菱重工業）
	秦 武彦（安立電気）	馬淵郁次郎（ジャパンライン）
	星 昌憲（昭和海運）	
	望月 仁（電気通信大学）	
委員	諫山 武彦（日立造船）	大須賀 実（川崎重工業）
	柿崎 泰雄（北振電機製作所）	大友 怒（日本船主協会）
	柴田 利光（日本钢管）	加藤 増夫（古野電気）
	力石 昭次（東京計器）	谷 貞和（三菱電機）
	西岡 正美（日本造船工業会）	土井 丈士（三井造船）
	林 一雄（日本電気）	根岸 宏（安立電波工業）
	町田 達八（光電製作所）	水上 弘（川崎汽船）
	山田 博（日本海事協会）	吉田信一郎（東京芝浦電気）
討論 参加者	浅野 忠男（日本電気）	井家 繼也（日本無線）
	石井信太郎（古野電気）	石井 博（日本無線）
	江口 光一（日本無線）	木全 久幸（日立造船）
	北村 直正（安立電気）	木村信次郎（三菱重工業）
	久保田俊司（三菱重工業）	島田 政明（電気通信大学）
	田中 正智（電気通信大学）	田所 讓司（沖電気工業）
	直林 真純（日本钢管）	中野 昌男（住友重機械工業）
	原 振夫（川崎重工業）	菱谷 敏二（日立造船）
	眞弓 末男（石川島播磨重工業）	松本 友和（川崎重工業）
	皆川 猛文（昭和海運）	村上 薫（沖電気工業）
	八重樫淑昭（安立電気）	山口 哲夫（三菱電機）

## 目 次

1. 概 要 .....	1
2. 静止気象衛星システムの現状 .....	2
2.1 気象衛星に関する最近の国際情勢 .....	2
2.2 CGMS-VIの概要 .....	2
2.3 GMS計画の現況 .....	3
2.3.1 静止気象衛星本体 .....	3
2.3.2 地上施設の整備状況及び今後の計画 .....	3
3. 試作船舶通報局無線装置の概要及び試験データ .....	4
3.1 CGMS-VIによる仕様の変更 .....	4
3.2 試作機の仕様 .....	5
3.2.1 概 要 .....	5
3.2.2 装置の構成 .....	5
3.2.3 環境条件 .....	5
3.2.4 一般的条件 .....	5
3.2.5 必要条件 .....	6
3.3 試作船舶通報局無線装置の説明 .....	10
3.3.1 概 要 .....	10
3.3.2 動作概要 .....	14
3.3.3 空中線設備 .....	15
3.3.4 無 線 部 .....	24
3.3.5 制御端末 .....	31
3.4 試作機の試験データ .....	33
3.4.1 空中線設備 .....	33
3.4.2 無 線 部 .....	35
4. シミュレーション試験 .....	43
4.1 空中線設備の機械的シミュレーション試験 .....	43
4.1.1 概 要 .....	42
4.1.2 振動試験 .....	43
4.1.3 運動シミュレーション試験 .....	46
4.1.4 温度試験 .....	52
4.2 システムのシミュレーション試験 .....	54
4.2.1 室内試験の概要 .....	54
4.2.2 模擬装置の概要 .....	55
4.2.3 試験結果 .....	55
5. その他の問題点 .....	58
5.1 国際通報局( IDC P )共通仕様 .....	58
5.2 地上シミュレーション試験 .....	58
5.3 経済性 .....	58
5.4 操作性 .....	58
5.5 船舶DCPの普及促進 .....	59
6. 今後の研究の進め方 .....	60

## 1. 概 要

静止気象衛星計画は国連の専門機関の一つである世界気象機関（WMO—World Meteorological Organization）が推進する世界気象監視計画（WWW—World Weather Watch）の一部をなす国際計画であるとともに、国内的には日本に影響を及ぼす台風、低気圧などの常時監視の役割りをもつものである。WWW計画では静止気象衛星5個、極軌道衛星2個からなる世界気象衛星組織を観測網の重要な柱としている。

5個の静止気象衛星は日本、欧州（英・仏等10か国）、ソ連が各1個、米国が2個である。米国の気象衛星はすでに3個（軌道上予備衛星1個を含む）は打上げられて米国の気象監視に役立っている。

極軌道衛星は米国のNOAA衛星とソ連のMETEOR衛星とともに現在業務用として運用されている。

日本の気象衛星開発計画は昭和46年度から気象研究所を中心としてシステム設計が始まられ、以後2年間かかるてシステムの概略仕様の調査研究が終った。昭和48年度から衛星本体の開発と関連地上施設の整備が前者は宇宙開発事業団の担当で、後者は気象庁の担当で着手された。衛星の打上げは米国航空宇宙局（NASA）の協力によって昭和52年7月に行われるため、衛星、地上施設はこの時までに整備することで進められ、昭和52年1月現在大部分のハードウェアは据付、調整が完了し、ソフトウェアを含めた地上施設の総合結合が実施されている。

日本造船研究協会においては、日本船舶振興会補助事業として昭和44～46年の3か年にわたって短波による船舶の気象情報自動送受信システムの研究を行い、その成果を報告した。その後、上記の静止気象衛星計画の進展によって昭和47年静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムの研究準備会を開き5か年の計画を立案し、昭和4.8年3月27日第145研究部会「静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムに関する研究」委員会が発足し、気象庁気象衛星課の協力を得て研究を行ってきた。

第1年次昭和48年度は基本計画、システムの検討及び資料収集を行い、第2年次昭和49年度は試作機の仕様書の作成及び国際方式の調査を行った。第3年次昭和50年度より船舶通報局設備の試作機の製作に着手し、基礎実験および設計を経て試作機の製作を完了した。この試作機は第3回幹事会（51年11月18日、安立電気麻布工場）にて公開実験と検討会がもたれ貴重な意見が得られた。

本年度当初に第6回の静止気象衛星調整会議（CGMS-VI）が開かれ国際通報局（IDCP）に関して、共通仕様条件が前回に引き継いで検討されたが、結論に達せず、一部の未定項目については前年度の暫定案により試作機を完了させた。

52年度は実船装備を行い、衛星打上げ後、衛星システムとのみ合せ実験によって、評価を行う予定である。

## 2. 静止気象衛星システムの現状

### 2.1 気象衛星に関する最近の国際情勢

米国の静止気象衛星S M Sは当初の予定より遅れ昭和49年5月17日に第1号機が打上げられたが、次いで2号機が昭和50年2月6日に打上げられ、米国の気象業務に役立てられている。米国は静止気象衛星を定期的に利用するため、もう1個の静止気象衛星G O E S 1号を昭和50年10月16日打上げ、3個のうちどれか1個を予備衛星として宇宙軌道に待機させている。現在S M S 1号が待機衛星となっている。

日本の静止気象衛星G M Sと欧州宇宙機関( E S A )のM E T E O S A Tはともに米国のケープ・ケネディ宇宙センターからソーデルタ2914ロケットにより打上げられる。日本のものは昭和52年7月に、欧州のものは8月に打上げが予定されている。ソ連の衛星G O M Sは昭和53年の打上げである。

F G G Eは昭和52年9月から2か年にわたって実施されるため、この実験について関係国際会議が活発に開かれ、各国とも衛星の実現に期待をかけている。

### 2.2 CGMS-VIの概要

昭和51年4月ワシントンで開かれたC G M S ( Coordination Meeting For Geostationary Meteorological Satellite )の第6回会議の提案内容のうちI D C P ( International Data Collection Platform ) の仕様に関する主なものは次の諸点であった。

1. D C Pの応答データのワード構成を11 bits から8 bits とすること。
2. 8 bitsは7 data bits+1 parity bit(even)としLSB firstとすること。
3. データの終りを示すE O Tは従来の8 bitsから31 bits のPNコードとすること。
4. I D C Pの応答チャネル( C H )は33 C HあるがF G G E期間の終りまでは6 C Hとする。船舶D C Pにはこのうち2 C Hを割当てる。
5. この2 C HについてSelf timed D C PとInterrogation D C Pは時間区分を設けて運用する。
6. 船舶D C Pの主力を経済効果とシステムの簡素化のためにSelf timedタイプにおく。
7. 6 C Hのうち1 C Hを航空機からのデータ収集に割当て、Interrogation Command 50 bits のうちアドレス部分の31 bits にBCDの秒、分、時、日を入れる。

一般Commandと時刻Commandは互に独立に送信する。

これら各項について各当事国は会議後その内容を検討し第7回会議前に互に意見の交換を行い、その結果を持寄ることになった。

現在までに寄せられたComment 及び会議に対する対処方針は次の通りである。

1. I D C Pのデータワードを8 bitsとすることはすでにシステム完成を見た日本では相当の改造を必要とするが、大勢に従いこれに同意する。

この場合改造するのはI D C Pの6 C Hのみとする。その方法はC D A S ( Command and Data Acquisition Station )のD C Pの復調器を改造しデータと新たにクロックを同期／調歩変換器(新設)を通して従来のマイクロ回線に出力する。D P C ( Data Processing Center )のCCU(調歩11 bits 専用)の改造は行わない。

2. E O Tを31 bits のPNコードにすることについては、その実効に疑問があり、International Alphabet #5( I-A #5 )の7 bits+1 parity bitを使用することを提案するがこれが受け入れられないときは31 bits の最初からの8 bitsをI-A #5のE O Tとすることを主張すること。

3. データの 8 bits のうち parity bit は even が望ましい（従来調歩式のため even であった）。しかし大勢によつては odd になつても止むを得ない。

この場合は C D A S の同期／調歩変換器に parity 権性変換を組込む。

なお、第 7 回の会議の速報によれば parity は odd とすることに決り E O T 31 ピット P N コードの頭の 8 ピットを I-A・M6.5 の E O T を使用する、 I D C P に使用するチャネルは 3 C H とする、となる模様である。その他についての情報はまだ入らない。

F G G E 終了まで運用を考えないことになった I D C P の残りの 3 0 C H 及び R D C P の 1 0 0 C H （日本では内 1 7 C H 分の復調器準備すみ）については従来の方式そのままで変更する予定はない。

## 2.3 GMS 計画の現況

### 2.3.1 静止気象衛星本体

気象衛星の製作は宇宙開発事業団の担当で、昭和 48 年 10 月 30 日、日本電気との契約がまとまり、日本電気と技術提携しているヒューズ・エアクラフト社が製作を行うことになった。昭和 51 年度はすでに組立て終了した衛星について各種のシステム・テストを行い信頼性を確かめ、昭和 52 年のはじめには完成し、打上げを待つことになる。

衛星は直径 215.9 cm のスピンドルの上部に U H F と S バンドのデスパンアンテナがあり、アンテナの先端からアポジ・モータのノズルの先端まで 362.5 cm アポジ・モータ切離し後は 269.7 cm である。

重量は静止軌道に投入された直後に約 350 Kg でアポジ・モータ分離後は約 290 Kg である。

### 2.3.2 地上施設の整備状況及び今後の計画

地上施設関係は気象庁の担当で昭和 48 年度から整備に着手した。主な施設の整備状況を説明する。

指令資料収集局（ SR145 、 50 年度報告書 2.4.2 CDAS の通信装置参照）は衛星との電波のやりとりをする地球上の窓口で、埼玉県比企郡鳩山村五輪山の国有林に設置。昭和 50 年 3 月から道路の造成、庁舎の工事に着手し、昭和 51 年 2 月末に完成した。庁舎は鉄筋コンクリート 2 階建で、ここに設置する各種通信機器は昭和 48 年度から製作が進められ、昭和 52 年のはじめには全機器の据付・調整が完成した。

直径 18 m のアンテナも昭和 51 年 6 月に完成、各種テストを完了した。

データ処理センター（ SR145 、 51 年度報告書 2.4.3 データ処理センターの概要参照）は指令資料収集局経由で入手する衛星からの各種信号を電子計算機で処理して予報業務など利用業務に提供する施設で東京都清瀬市の気象通信所構内に設置される。

庁舎は昭和 49 年度から着手し、昭和 51 年 2 月末に完成した。庁舎は鉄筋コンクリート 3 階建で 2 階部分に電子計算機をはじめとする関係機器が収容される。これらの機器は昭和 48 年度から製作がはじめられ昭和 52 年のはじめには全機器の据付・調整が完了した。電子計算機は昭和 51 年 3 月末から稼動して、必要なソフトウェアの開発に当っている。

昭和 52 年 1 月からは指令資料収集局、データ処理センターを結ぶマイクロ回線を通じて擬似データによる回線接続テスト及び電子計算機プログラムの総合結合作業が進められ、打上げに間に合うよう準備される。

衛星の打上げは昭和 52 年 7 月に予定され、 2 ～ 3 月の衛星動作確認を経て気象庁の運用となる。

気象衛星を利用してのこの業務が本格的に開始されるのは昭和 53 年で、現在検討中のスケジュールでは気象衛星による気象観測は 1 日 8 回、衛星を中継しての H R - 、 L R - F A X の伝送は 1 日 8 回、通報局からのデータ収集は 1 日 4 ～ 8 回を予定している。

### 3. 試作船舶通報局無線装置の概要及び試験データ

#### 3.1 CGMS-VIによる仕様の変更

CGMS-VIによる船舶通報局無線装置の仕様に関する変更内容は下記の通りである。

##### (1) 周波数安定度

基準周波数発振器の周波数安定度が送信搬送波周波数安定度と変更され、かつ、従来温度変化と長時間安定度が別々に規定されていたものが、一括され $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 、aging/ $\sqrt{\text{年}}$ における周波数安定度が $1.5 \text{ ppm}$ 以下と規定された。

短期安定度については従来の規定通り。

##### (2) 捕捉時間

ビットレイト $100 \text{ bps}$ の1、0前置信号（安定度 $\pm 10^{-4} \text{ bps}$ 以下） $250$ ビットの間にビットクロックを捕捉することという事項が追加された。

##### (3) クロック周波数

$100 \text{ Hz}$  クロック周波数の長時間温度安定度が $50 \times 10^{-6}$ 以下という項目が新たに規定された。

##### (4) 衛星信号の特性

$-120 \text{ dBm/m}^2$  の標準電力束密度に対し、振幅リップル $5 \text{ dB}$ が $-4$ 、 $+1 \text{ dB}$ に変更された。

### 3.2 試作機の仕様

#### 3.2.1 概要

本仕様は気象衛星システムにおいて、船舶に設置される通報局の無線設備に関するものである。本装置の基本仕様は CGMS の勧告に従うものである。

#### 3.2.2 装置の構成

本装置は次の各機器により構成される。

- (1) 空中線設備 1式
- (2) 無線部 1式
- (3) 制御端末 1式

#### 3.2.3 環境条件

##### (1) 甲板上に設置される機器

- (a) 温度  $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$  の範囲において規格を満足すること。
- (b) 湿度  $35^{\circ}\text{C}$  相対湿度 95%において規格を満足すること。
- (c) 風速 平均風速  $38.5 \text{ m/s}$  ( $75$  ノット)において正常に動作し、平均風速  $62 \text{ m/s}$  ( $120$  ノット)において異常を生じないこと。
- (d) 振動  $1 \sim 10 \text{ Hz}$ 、振幅  $\pm 1.5 \text{ mm}$   
 $10 \sim 60 \text{ Hz}$ 、振幅  $\pm 150/f^2 \text{ mm}$   
において異常を生じないこと。
- (e) 注水 直径  $5.0 \text{ mm}$  で  $3 \sim 6$  個の注水孔 ( $1$  個の孔の直径  $1 \text{ mm}$ ) を有する注水器によって  $3.6 \text{ Kg/cm}^2$  の静水圧で 2 時間注水して異常を生じないこと。  
(無線機型式検定規格、救命艇用携帯無線電信機の項による)

##### (f) 船の運動

	角 度	周 期
ローリング	$\pm 22.5^{\circ}$	10 s
ピッキング	$\pm 7.5^{\circ}$	4 s
旋回	$\pm 270^{\circ}$ 以上	$6^{\circ}/\text{s}$ (rate)

##### (2) 室内に設定される機器

- (a) 温度  $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$  の範囲において規格を満足すること。
- (b) 湿度 3.2.3 (1)～(b)に同じ。
- (c) 振動 3.2.3 (1)～(d)に同じ。
- (d) 船の運動 3.2.3 (1)～(f)に同じ。

#### 3.2.4 一般的条件

- (1) 電源 A C  $100 \text{ V} / 220 \text{ V} \pm 10\%$ 、单相  $60 \text{ Hz} \pm 5 \text{ Hz}$  の船内電源により動作のこと。
- (2) 定格 最大連続送信時間 5 分、連続受信  
常時衛星より呼出信号を受けた場合は直ちに送信起動できること。

### 3.2.5 必要条件

#### (1) 空中線の運動性能

##### (a) A z 軸廻り

船舶に装備されたジャイロコンパスレピータの出力により、旋回角速度  $6^{\circ}/\text{s}$  以上の速度にて追随可能のこと。

##### (b) E I 軸廻り

操作部において衛星仰角  $12.5^{\circ} \sim 90^{\circ}$  の範囲に対し、手動設定可能のこと。

##### (c) ローリング角補整角速度

ローリング角  $\pm 2.5^{\circ}$  に対し、補整角速度  $15^{\circ}/\text{s}$  以上のこと。

#### (2) 空中線の特性

(a) 周波数範囲  $400 \sim 470 \text{ MHz}$

(b) インピーダンス  $50 \text{ オーム}$  N形接栓

(c) 偏 波 面 右廻り円偏波

(d) 指 向 性  $3 \text{ dB}$  ピーク幅  $60^{\circ}$  以下

(e) 利 得 主軸に対し、 $\pm 15^{\circ}$  において  $10 \text{ dB}$  以上

(f) S . W . R  $1.5$  以下

(g) サイドロブ  $-10 \text{ dB}$  以下

#### (3) 無線装置の特性

##### (a) 基本要求

船舶に装備される海上において長時間連続的に運用できる高信頼性を有すること。操作はすべて制御端末により行われ、無線部表面には調整部を付してはならない。

誤操作による連続的送信を防止する考慮が払われていなければならない。

正規の送信フレーム時間終了後  $30$  秒以内に送信は停止すること。

(b) 中央処理局から発信される  $\pm 60^{\circ}$  変調、 $100 \text{ bps}$  マンチェスターコードの呼出しコードを受信すること。呼出し信号の搬送波周波数は、 $468.875 \text{ MHz} \pm 100 \text{ Hz}$  である。

##### (c) 応 答

受信した 2進符号をあらかじめ設定された自己の個有符号と照合し、一致した場合送信を起動すること。

##### (d) 応答周波数

応答周波数は、表 3.2.1 に示す  $402.000 \text{ MHz}$  から  $402.100 \text{ MHz}$  の間のチャネル周波数の何れかに設定できること。

##### (e) 送信電力

衛星方向に放射される EIRP は  $5.2 \text{ dBm}$  以下であること。

##### (f) 捕捉時間

搬送波周波数偏差が  $468.875 \text{ MHz} \pm 100 \text{ Hz}$  の場合、待受け状態から信号を捕捉し、ロックを完了する時間は 1 分以内であること。

また、ビットレイト  $100 \text{ bps}$  の 1,0 信号（安定度  $\pm 10^{-4} \text{ bps}$  以下） $250$  ビットに対しビット同期すること。

##### (g) フェースロックループ特性

受信機は、 $\pm 100 \text{ Hz}$  以内のキャリアに対し、フェースロックすること。

(h) 受信機の不要輻射

ローカル周波数その他の成分の空中線端子および電源からの漏洩電圧は $-73 \text{ dBm}$ 以下のこと。

(i) 衛星信号の特性

±60° PSK変調のマンチェスターコード2進符号の衛星からの信号レベル（電力束密度 PFD）は下記の通りである。

最大 PFD :  $-97 \text{ dBm/m}^2$

最小 PFD :  $-124 \text{ dBm/m}^2$

また、下記の振幅リップル、位相リップル及び、位相ジャンプを含む PFD  $-120 \text{ dBm/m}^2$  の信号に対し、受信可能なこと。

振幅リップル :  $+1, -4 \text{ dB}$  (Peak-to-Peak)

位相リップル :  $80^\circ$  (Peak-to-Peak)

位相ジャンプ : 最大  $60^\circ$

(j) 位相ジャンプ周期は、スピン周期(0.6s)の1/8、また、位相リップルは位相ジャンプを含んだ値である。すなわち、Peak-to-Peak  $80^\circ$  の位相リップルは最大  $60^\circ$  の位相ジャンプを含んだ値である。

(j) 送信機の不要輻射

送信機に空中線共用器を接続し、50オーム負荷にて終端した状態で、送信機を変調したときの不要波成分は搬送波出力に対し $-60 \text{ dB}$ 以下のこと。

(k) 送信機受信機間の減衰量

定格出力で送信機を動作させた場合、受信機感度の低下がないこと。

(l) 受信機の同期特性

受信入力 $-135 \text{ dBm}$ において15ビットのMLS同期符号(100010011010111)およびこれに続く31ビットのBCH指令符号(0011010010000101011101100011111)のデータ符号のあるとき、受信機は自動的に受信信号に同期ロックされること。

(m) 受信機感度

$-131 \text{ dBm}$ の受信入力において、復調された2進符号のビット誤り率BERは $1 \times 10^{-5}$ 以下のこと。

(n) 送信起動

送信起動情報により無変調搬送波（相対位相偏移 $0^\circ$ ）を送出し、データ送出開始まで継続すること。

無変調搬送波送出時間は5秒であること。

(o) センサデータ起動 (Sensor Data Enable)

前置符号の最終ビットに引き続きセンサデータが送出されるよう、センサデータ起動信号を出すこと。

(p) センサデータ終了 (Sensor Data End)

センサデータに引き続きASCIIコードのEOTを3回センサデータに切れ目なく続けて送出し、直ちに待受け状態に復帰すること。

※ (s) 周波数安定度

送信搬送波の周波数安定度は下記のこと。

(i) 長時間温度安定度 :  $-20^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$ 、エージング/年における周波数変動は $1.5 \text{ ppm}$ 以下のこと。

(ii) 短時間安定度 : 送信搬送波の位相シッタは、雑音帯域( $2BL$ ) =  $20 \text{ Hz}, 2 \text{ KHz}$ のPLLを通して測定し、 $3^\circ \text{ RMS}$ 以下のこと。

※ (t) クロック周波数安定度

データ送出における 1 0 0 H z クロック周波数の長時間温度安定度は、 5 0 p p m 以下のこと。

(4) 装置の機能

装置は次の機能を有すること。

(a) 電 源

全装置の電源の接断及びその表示

(b) 空中線の制御

衛星 方向及び仰角の設定及びその表示。船舶装備のジャイロレピータ情報により船体の旋回にしたがい、空中線ビーム方位を自動制御すること。また、ローリング角度情報により空中線ビーム方位及び仰角を自動的に修正すること。

(c) センサデータ

センサデータをキーボードにより入力し、蓄積する機能を有すること。

(d) データ送出

センサデータ起動信号により蓄積されたセンサデータを 1 0 0 b p s の A S C I I コードにて送出のこと。

表 3.2.1

## Frequency Allocation for DCP Response Channel

<u>No. of Channel</u>	<u>Frequency MHz</u>	<u>Remarks</u>			
1	402002577				
2	402005577				
3	402008577				
4	402011577				
5	402014577				
6	402017578				
7	402020578				
8	402023578				
9	402026578				
10	402029578				
11	402032578				
12	402035579	Channels available during FCGE			
13	402038579	✓	✓	✓	✓
14	402041579	✓	✓	✓	✓
15	402044579	✓	✓	✓	✓
16	402047579	✓	✓	✓	✓
17	402050579	✓	✓	✓	✓
18	402053579				
19	402056580				
20	402059580				
21	402062580				
22	402065580				
23	402068580				
24	402071580				
25	402074581				
26	402077581				
27	402080581				
28	402083581				
29	402086581				
30	402089581				
31	402092581				
32	402095582				
33	402098582				

### 3.3 試作船舶通報局無線装置の説明

#### 3.3.1 概要

本試作船舶通報局無線装置は船舶に装備し、DPCからの指令によって、海上の気象、水象の観測データを衛星経由にてDPCへ伝達する無線装置であり、本装置の構成は空中線部、無線部、制御端末の3つの部分からなる。

空中線部は室外に、他の無線部、制御端末は室内に装備される。

本装置の装備構成図、総合結線図、装置系統図は、図3.3.1、図3.3.2、図3.3.3に示す。

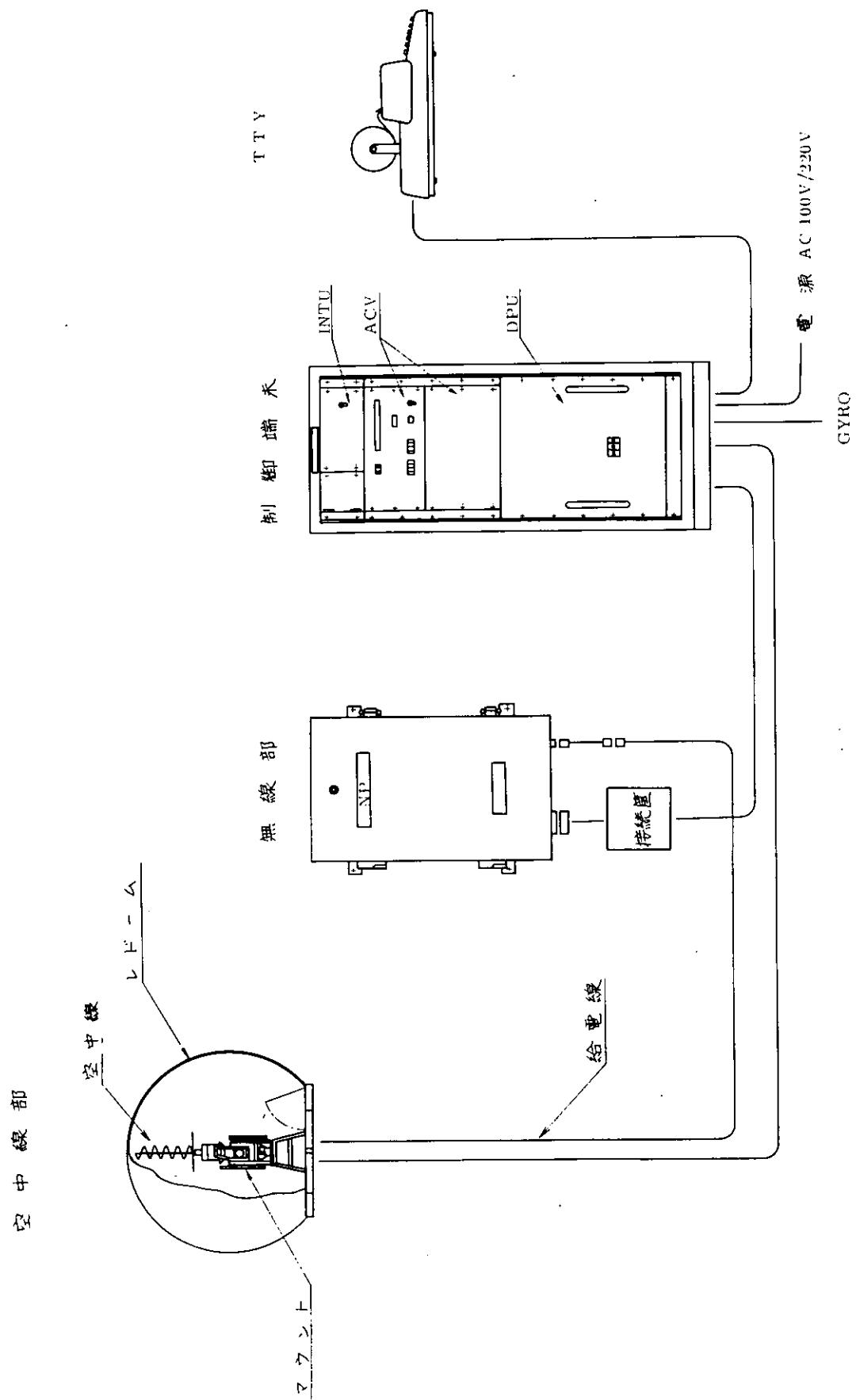
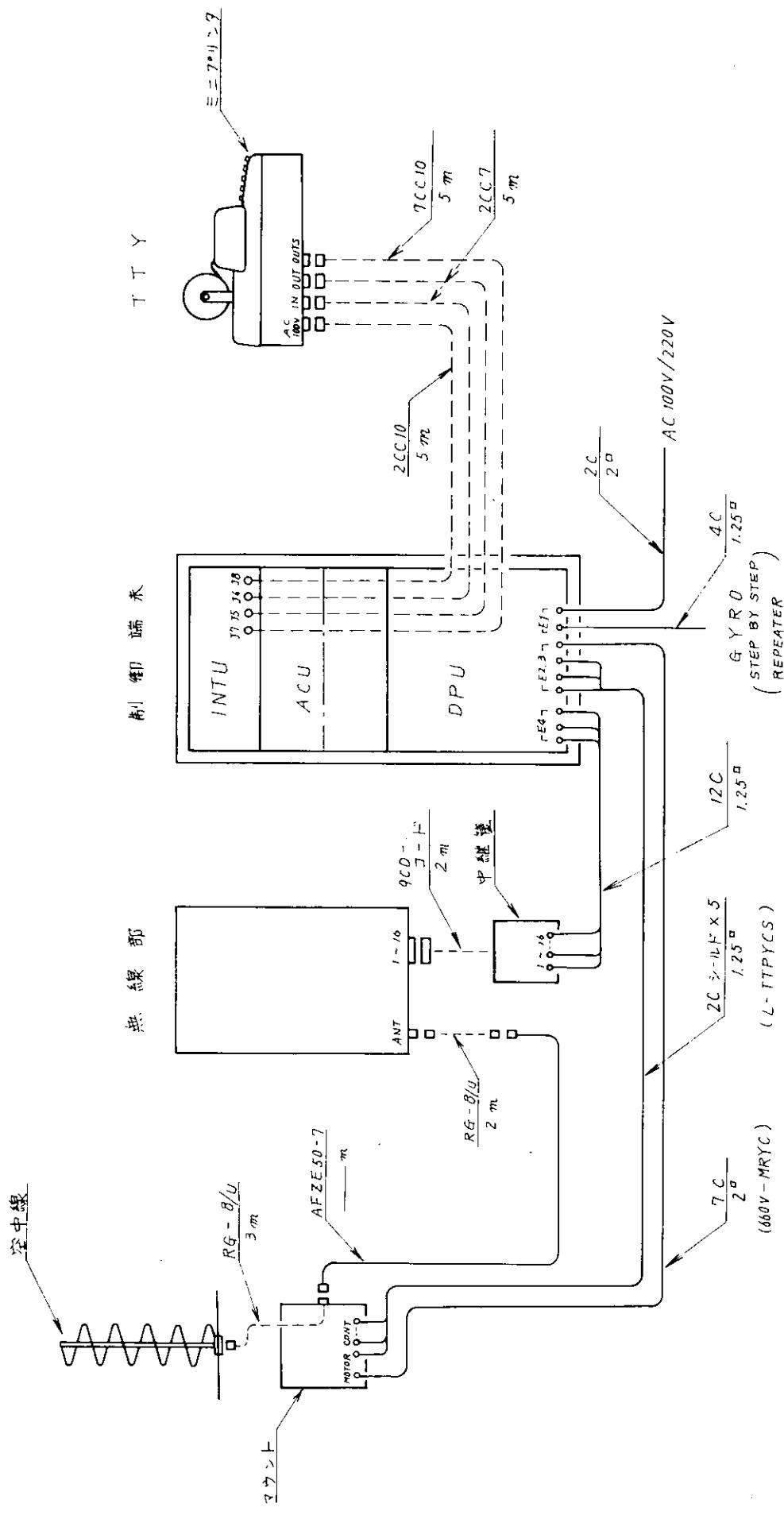


図3.3.1 船舶通報局無線装置構成図



1. 破線部分のケーブルは接続端子として示付される。

図 3.3.2 船舶通報局無線装置総合結線図

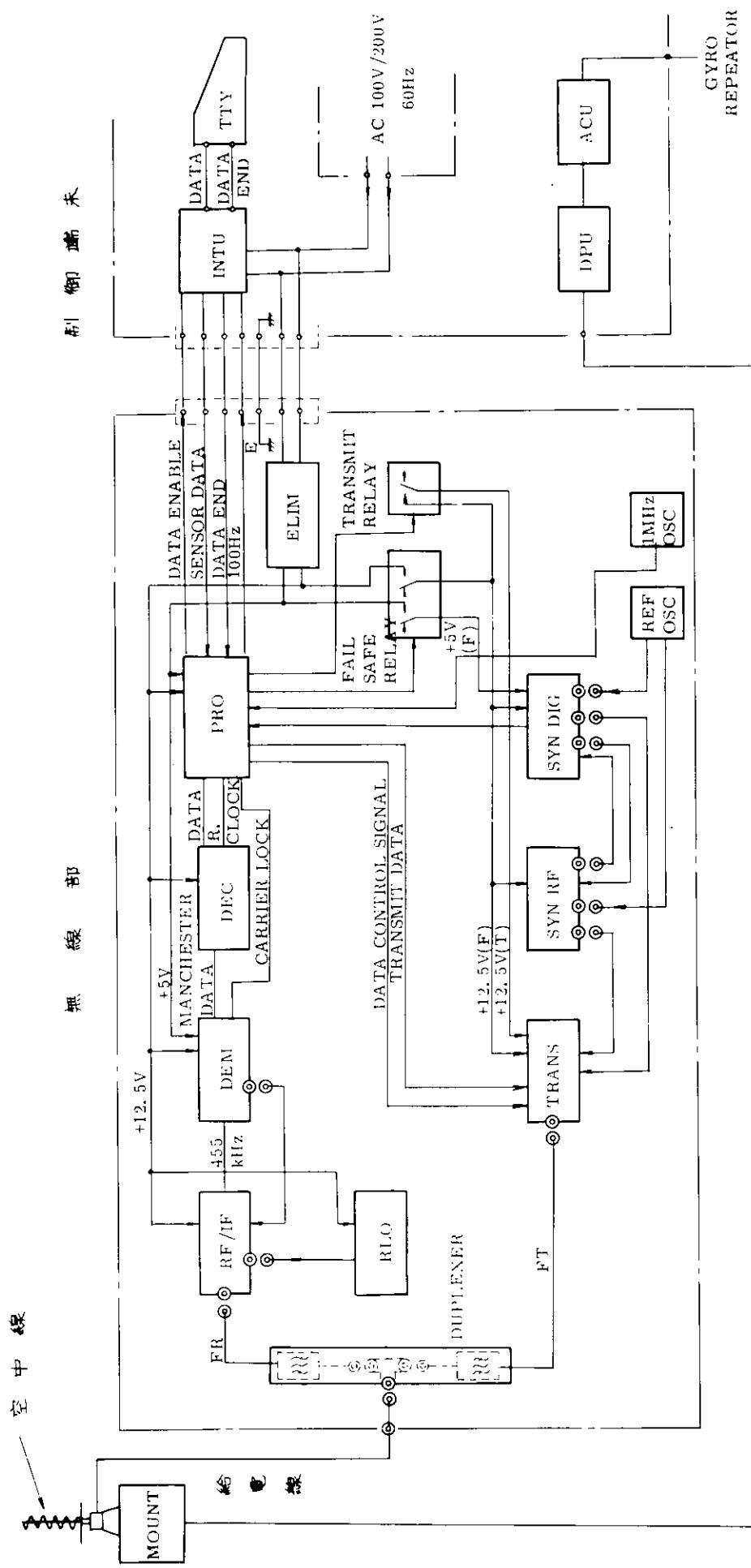


圖 3.3.3 船舶通報局無線裝置系統圖

### 3.3.2 動作概要

DPCに報告する海上の気象・水象データは、観測者によって定時的に観測され、その都度、船舶通報局無線装置へ運用者により入力され記憶される。

装置に記憶された観測データは、DPCの指令に応じて自動的に衛星方向へ送出される。DPCから船舶局に対する呼出しは衛星からの呼出し周波数468.875MHz及び図3.3.4に示す呼出しホーマットに従う呼出し信号によって呼出される。

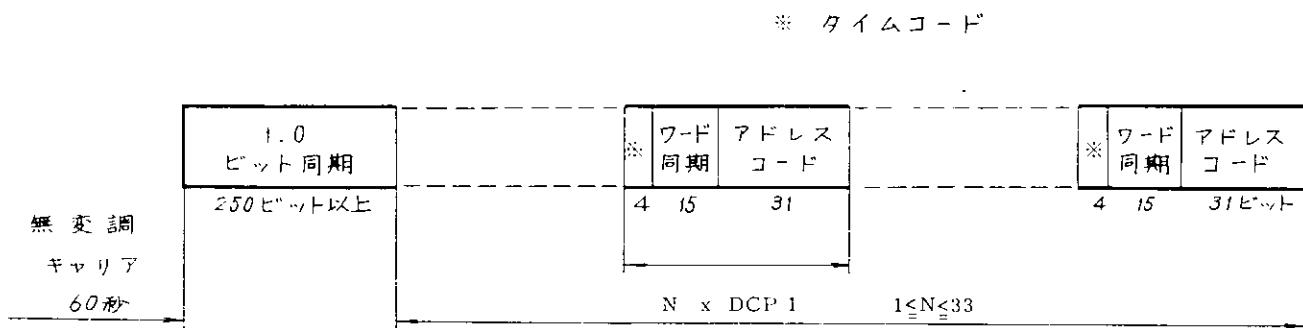


図3.3.4 DCP呼出しホーマット

本装置は、衛星からの電波を空中線を通して受信部で受信し、信号捕捉スイープを行い、呼出し周波数にロックする。

更に、受信部ではキャリア検出及び呼出し符号の復調を行い、この復調された呼出し符号と自局符号とを比較し、一致すると送信部へ送信起動信号を送出する。

送信部は送信起動信号によって送信状態へ移行し、通報局の応答周波数に同期された後、図3.3.5に示されるような報告ホーマットに従って前置符号、データが空中線を通して送出される。

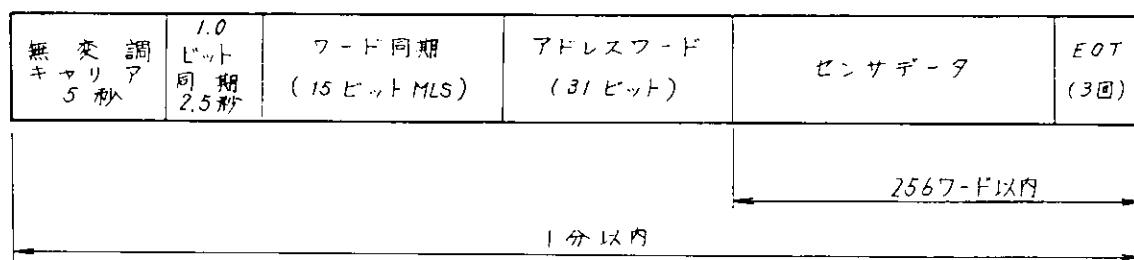


図3.3.5 DCP報告ホーマット

各船舶通報局には応答周波数として 402 MHz ~ 402.1 MHz 帯域を約 3 kHz ごとに分割した 33CH の内の 1 波が割当てられる。

送出されるデータは、運用者によりミニプリンタのキーボードによって装置のデータ入力端末メモリ部へ記憶される。メモリ部のメモリ容量は最大 256 ワードである。

データ送出終了後、装置は自動的に次の呼出し信号を受信するまで待受け状態に復帰するが、万一誤操作等により連続的送信状態になる場合でも、Fail Safe 回路によって送信起動から一定時間経過後強制的に送信を断にする。Fail Safe 回路は送信起動信号によって起動し、定められた送信ホーマット終了後の異常連続送信に対し、30 秒後強制的に送信を接続する機能を有している。

本装置で使用される空中線は 5 ターンのヘリカル指向性空中線で、室外に装備されるためマウントと共にレドームの中に収納される。空中線は指向性をもっているため船舶の運動の如何に拘わらず、空中線の向きは常に衛星方向に保つ必要がある。船舶の運動に対する空中線方向の修正は、空中線制御装置内のセンサーによる船舶の運動方向の検出及びマウント部のサーボモータ駆動による X-Y マウントの稼動によって行っている。

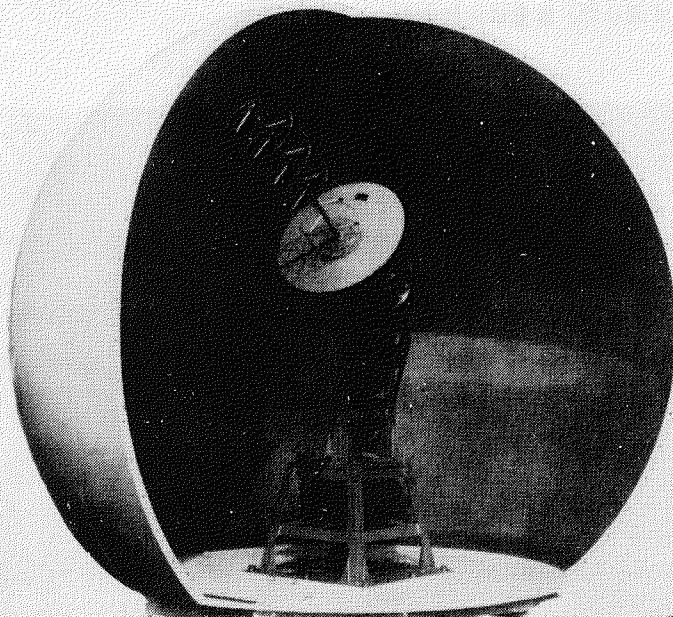
本装置の主電源スイッチは、制御端末の DPU ユニットに取付けられている。

### 3.3.3 空中線設備

#### (1) 概 要

空中線設備は、デッキ上の空中線部と室内に装備する空中線制御部とからなる。これらの設計上の仕様及び構成は昭和 51 年 3 月発行の研究資料 No. 242 に報告されている通りであるから、今回は試作を完成した現場についての実寸、構造、性能について述べることとする。

図 3.3.6 は空中線部の写真で、レードームの一部を開放し、空中線部の各部の実際の配置構造を示したものである。



15866

図 3.3.6

図 3.3.7 は空中線制御部の外観写真で、架の最上部にはインターフェースユニットが架装している。

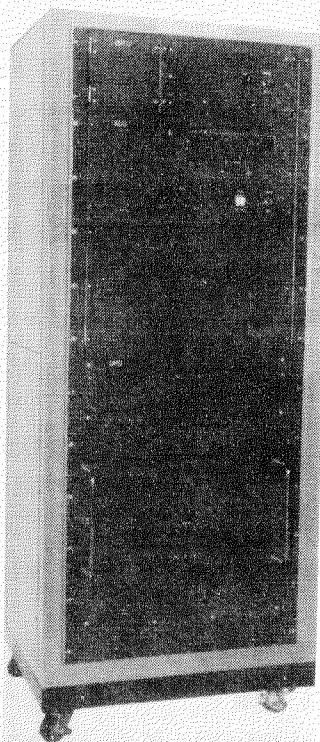


図 3.3.7

(2) 各部の説明

(a) 空中線部

(i) 空 中 線

空中線は反射板を備えた 5 ターンのシングルヘリックス空中線で、マウントに装着され、レードームに収容して使われる。

図 3.3.8 は空中線をマウントに装着した状況を示す写真である。空中線本体の形状及び寸度は図 3.3.9 に示す通りで、重量は比較的軽く 4 Kg である。

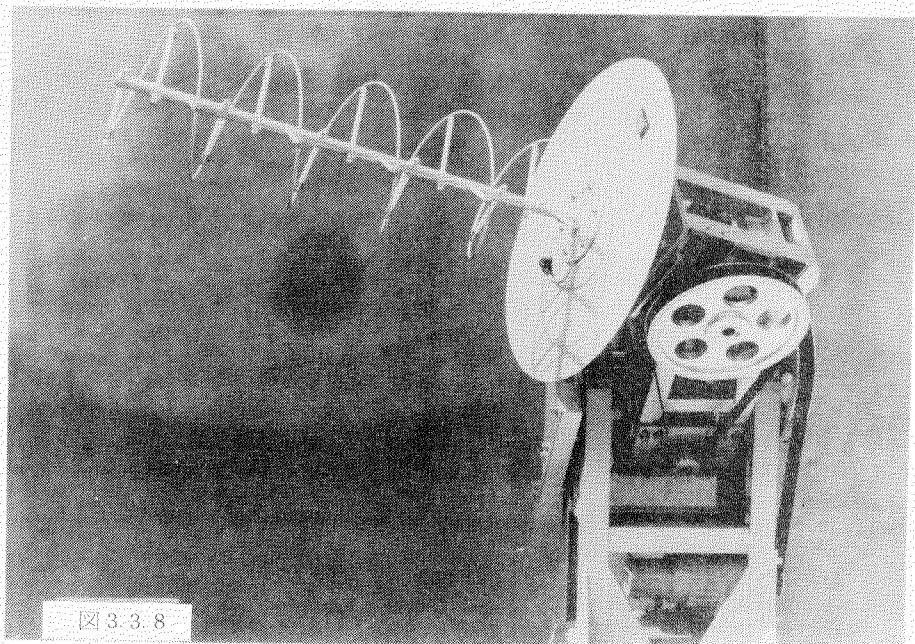


図 3.3.8

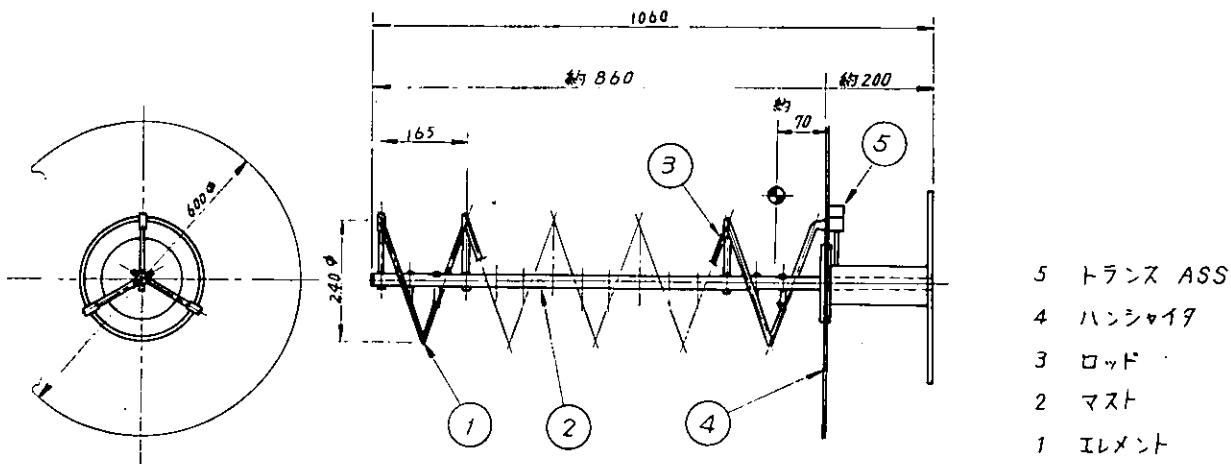


図 3.3.9 空中線外観

空中線はエレメントとして反射板とヘリックスとからなり、基部に反射板を中央部で取付け、反射板の中央部から垂直に立てて基部に固定した支柱にヘリックスを保持する構造である。ヘリックスは支柱から突出したFRP製の棒により絶縁して保持されている。

本空中線は以上に説明した構造から、ヘリックスを支える支柱と薄板の反射板の耐振性が強度上最も重要な要素となる。

性能試験の結果は、3.4.1項の表3.4-1に、振動試験の結果は4.1.2項に説明する。

#### (ii) マウント

マウントは空中線を保持し、姿勢制御をする取付台であって、空中線制御部からの指令により角度発振器及び駆動装置をつかってサーボコントロールされる。設計仕様及び構造は前回報告書(昭和51年3月、研究資料版242)に説明した通りのX-Y方式のマウントで、ベースフレームにX軸で支えられたフレームを持ち、そのフレームにアンテナを固定したフレームがY軸で支えられている。各軸の機械的制限角度範囲は、X軸が±110°、Y軸が±90°にとってある。なお、仕様による可動範囲はE1が+12.5°～90°、ローリングが±22.5°であるから、実用上はX軸が±100°、Y軸が±77.5°でよい。仕上り寸度は図3.3.10に示す通りで、このマウントを高さ500mmの台に載せた上で、レードームのベースプレートの中央に取付ける。マウントを台の上に載せたのは、アンテナがレードームのベースプレートに対し(船の甲板と平行)、ローリングの時にはマイナスに傾斜するから、その時電波放射ビームがベースプレートに蹴られるのを防ぐためである。

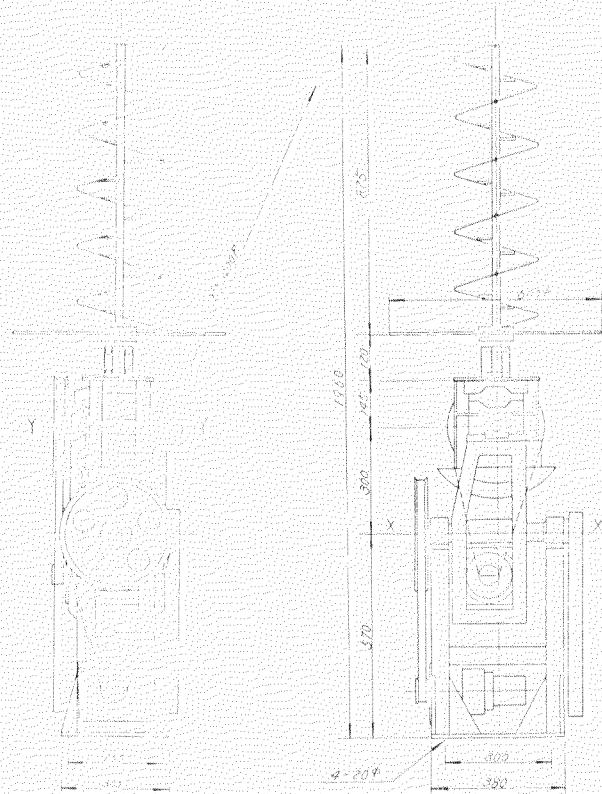


図3.3.10　久家衛星空中線部外観

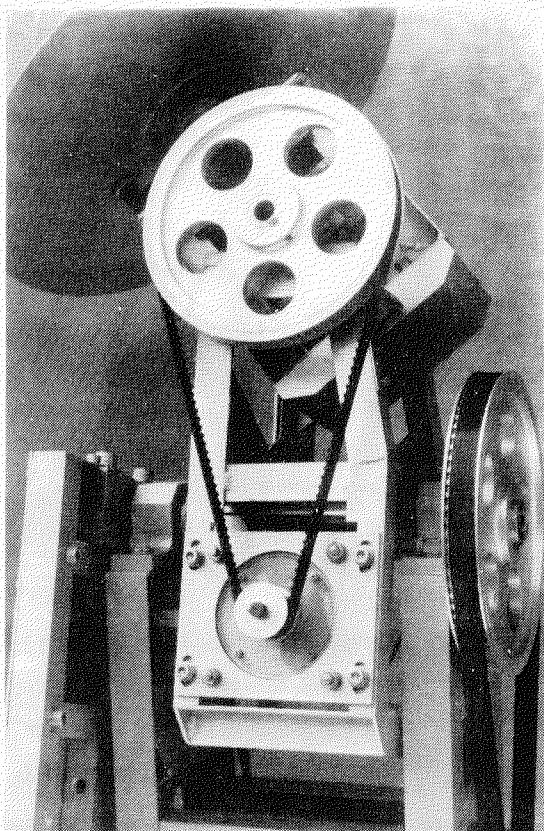


図3.3.11

マウントのX軸、Y軸を回転させた時、空中線エレメントの先端の振りは、X軸方向（船首尾方向）が最小でR 1 0 9 0 mm、Y軸方向（右舷、左舷方向）が最大でR 1 4 0 0 となる。このような前後左右方向で振りが相違するのは、X軸とY軸との間隔をとったためである。

組上り重量は、空中線を装備した状態で1 0 0 Kg、従ってマウント本体の重量は9.6 Kgであった。この重量には駆動装置、角度発振器等マウントの機能部品を含んでいる。

図3.3.11はマウントのX軸、Y軸の構成配置を示す写真である。

マウントの振動試験の結果は4.1.2項に説明するが、当初の設計で取付けられたX軸のバランスウェイト取付腕の共振状態に不安があったので、バランスウェイトの取付方法を変更した。

### ⑩ レードーム

図3.3.12にレードームの構造寸法図を示した。レードームは球面体を水平方向120°ずつに緯3分割したシェルを合掌結合する構造で、結合部のフランジを内側に張出し、仕上り外面に凸起を形成しないように配慮した。レードームのベースプレート（据付台）はアルミ板（A-5052）を同材質のビーム材で補強した構造である。

重量は次の通りである。

F R P ドーム	2.3 0 Kg	合計	3.5 0 Kg
ベースプレート	1.0 0 Kg		
マウント取付台	2.0 Kg		

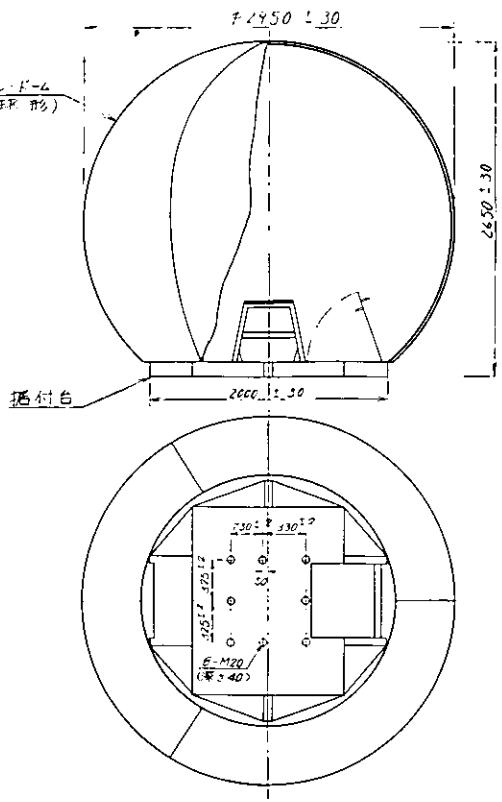
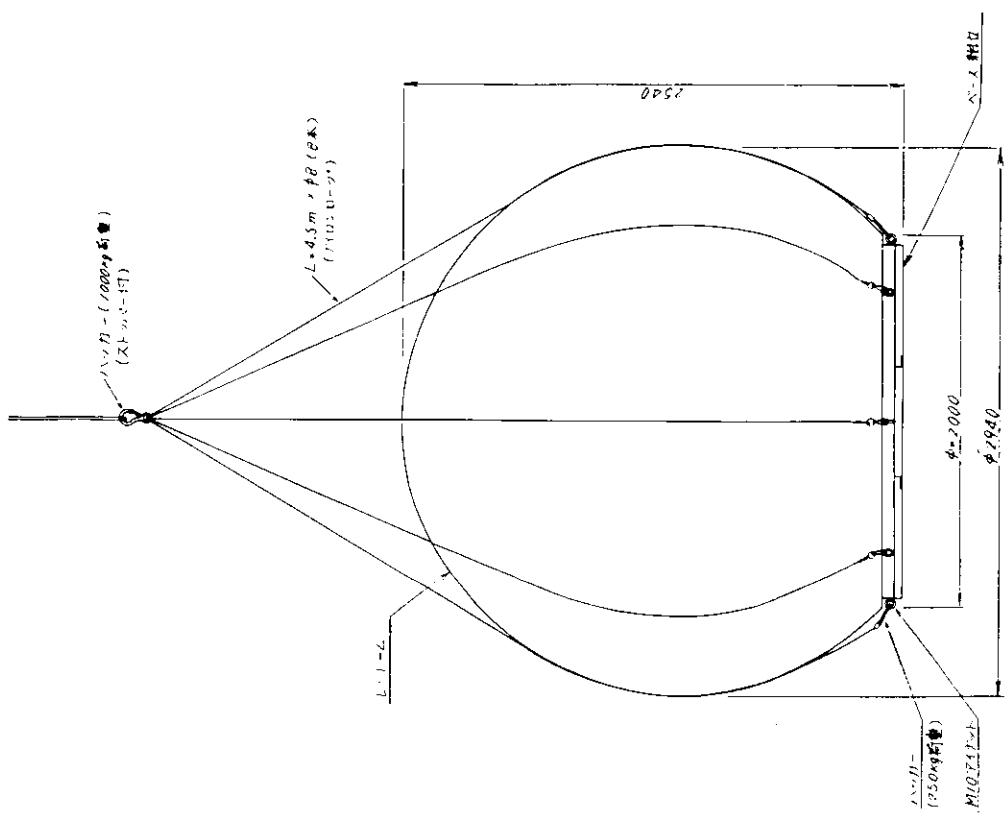
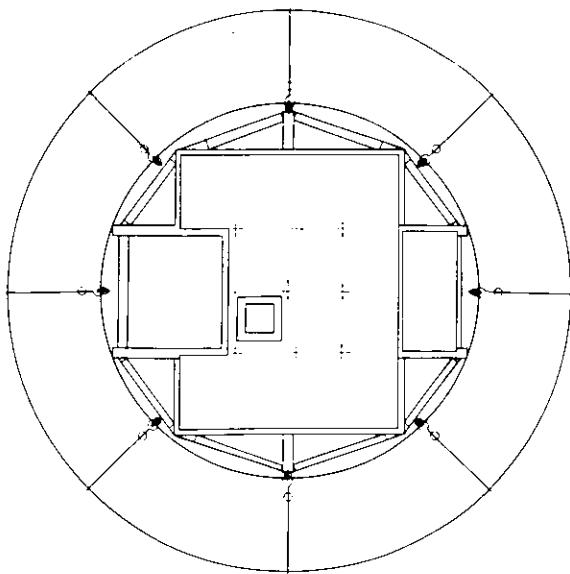
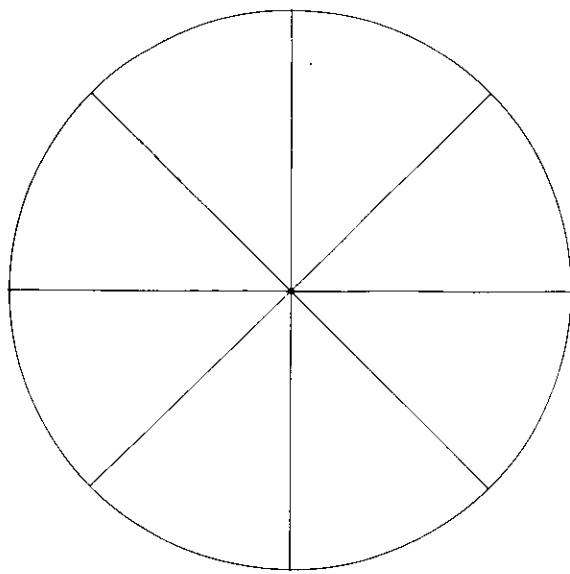


図 3.3.12 レードーム外観図

#### (iv) 据付工事について

以上の結果、デッキ上に取付ける空中線部の総重量は 450 Kg となった。これを船舶に据付けるには、予め陸上で組上げたものを、ベースプレートの周辺にとりつけたアイボルト 8 個に 8 本のナイロンロープをかけて釣上げるか、I ビーム 2 本からなる釣上げ金具をベースプレートに仮付けし、釣上げ金具とロープを使って釣上げてマスト上に設置固定する予定である。図 3.3.13 及び図 3.3.14 にその状況を示した。

陸上輸送のためには、FRP のドームを 3 分割してシェル状のものとし、重ね合せて梱包できるので、普通トラックに積載可能である。



[图] 3.3.13

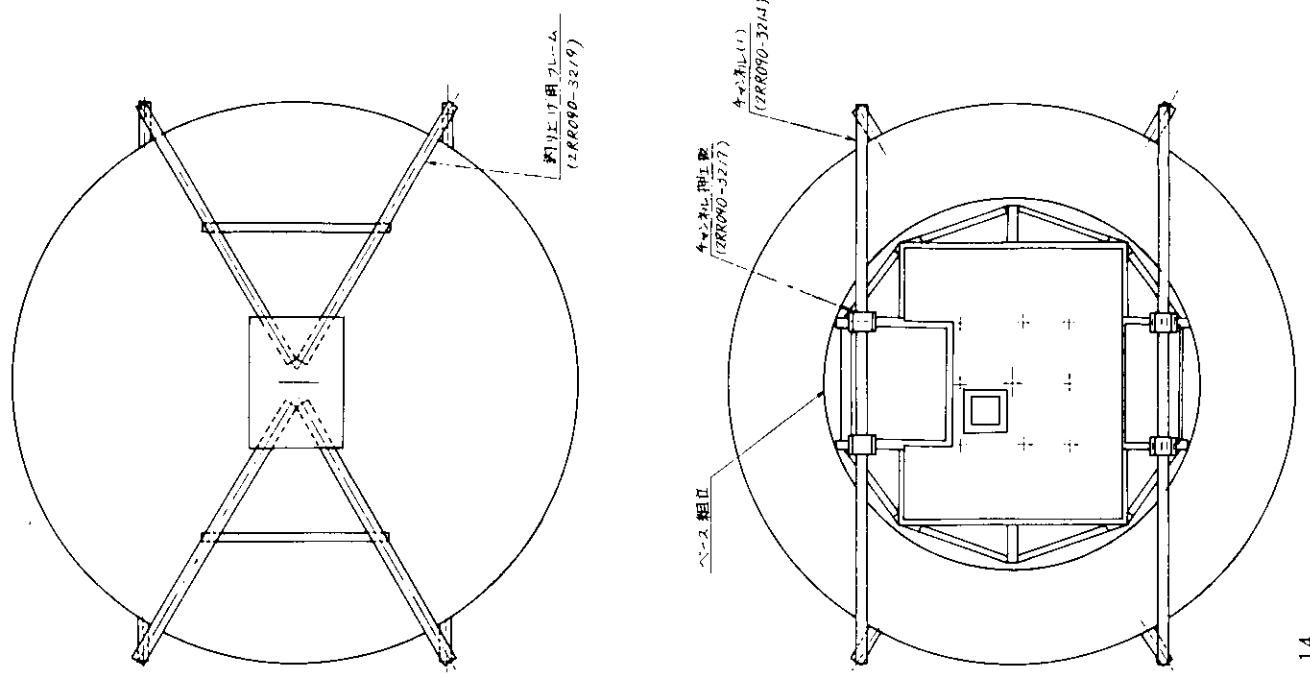
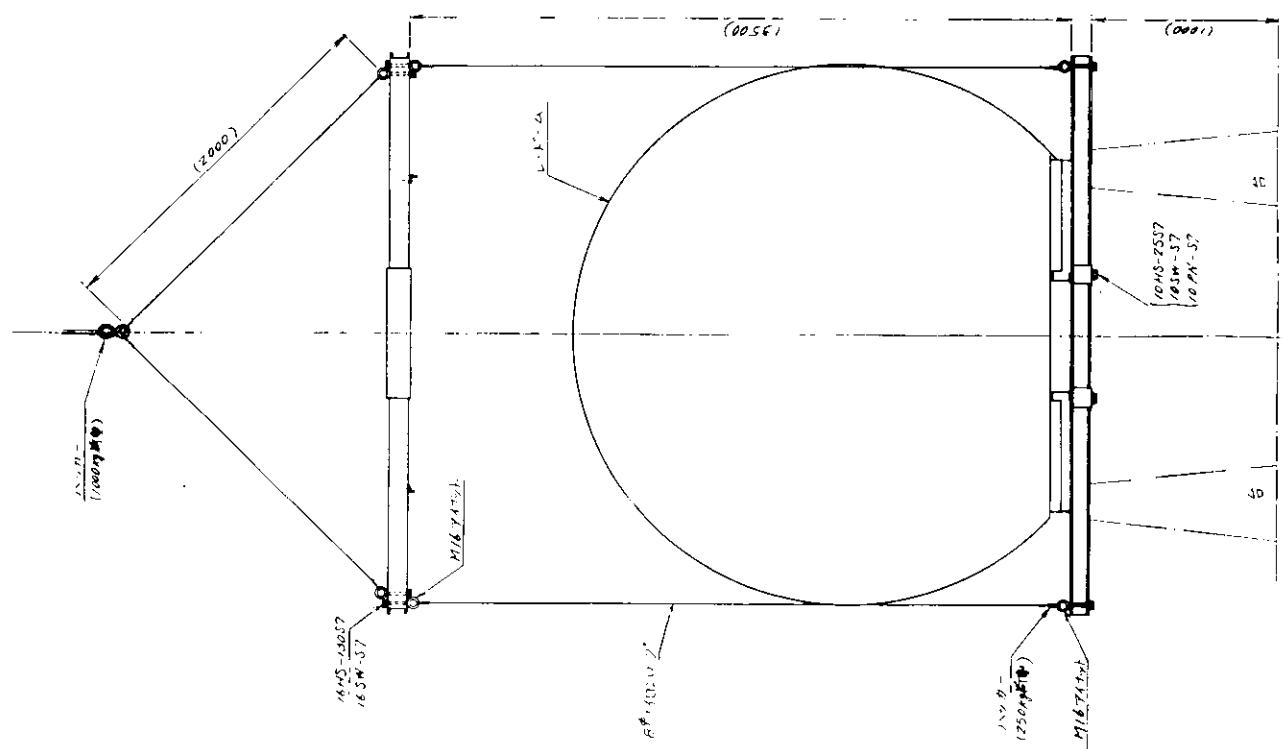


图 3.3.14



#### (b) 空中線制御部

空中線制御部の構成、設計仕様は前回の報告書（昭和51年3月、研究資料編2-4-2）に示した通りであるが、制御盤の模様がその時の図面と多少変わったので図3.3.1-5に制御盤の写真を示した。

なお図3.3.1-6に空中線制御部の全体ブロック図を示す。

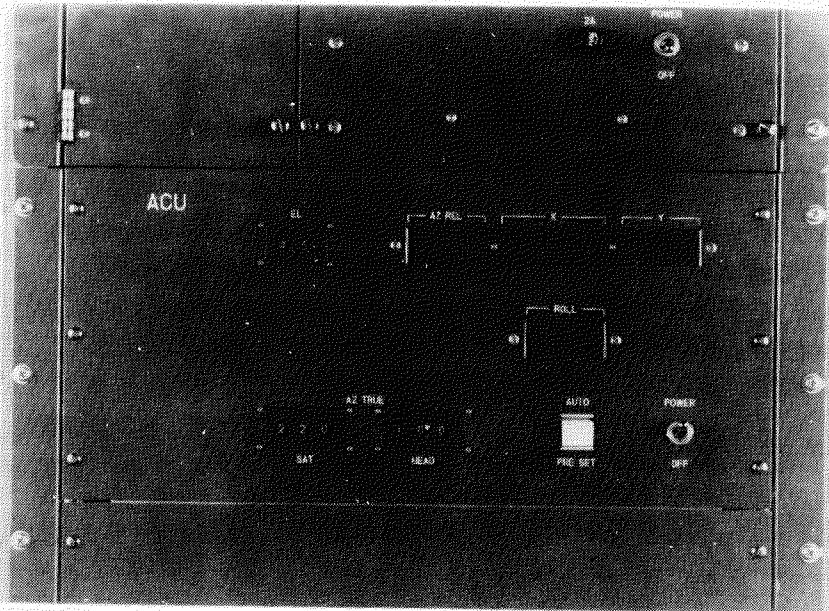


図3.3.1-5

空中線制御部内の各部の機能については前回の報告書に記載されているから省略するが、制御機能の試験結果について特に注意を要する点について説明する。

本試作によるマウントはX-Yマウントである。従って、マウント自体にはAz軸、El軸が存在しない。船の運動に伴う指令制御は、旋回及びローリングについて行われるのであるから、旋回についてはAz軸の角度変化で与えられ、ローリングに関しては船のキール軸廻りの角度変化で与えられる。

旋回の場合、Az軸の時々刻々の角度をX軸及びY軸の角度に変換して制御され、マウントで実測される値はX軸、Y軸の角度である。従って試験データから得られるX軸、Y軸の追従遅れを逆にAz軸の追従遅れに変換して判定しなければならない。そのためには、X軸に関するデータをdX/dAzで割った値とY軸に関するデータをdY/dAzで割ったものとの和をAzの追従遅れとすればよい。

ローリングの場合、キール軸廻りの角度変化は、X-YマウントのX軸をキールに平行に（船首尾方向）設置することによって、ローリング角度を直接X軸の設定角度に反映させればよいことになる。

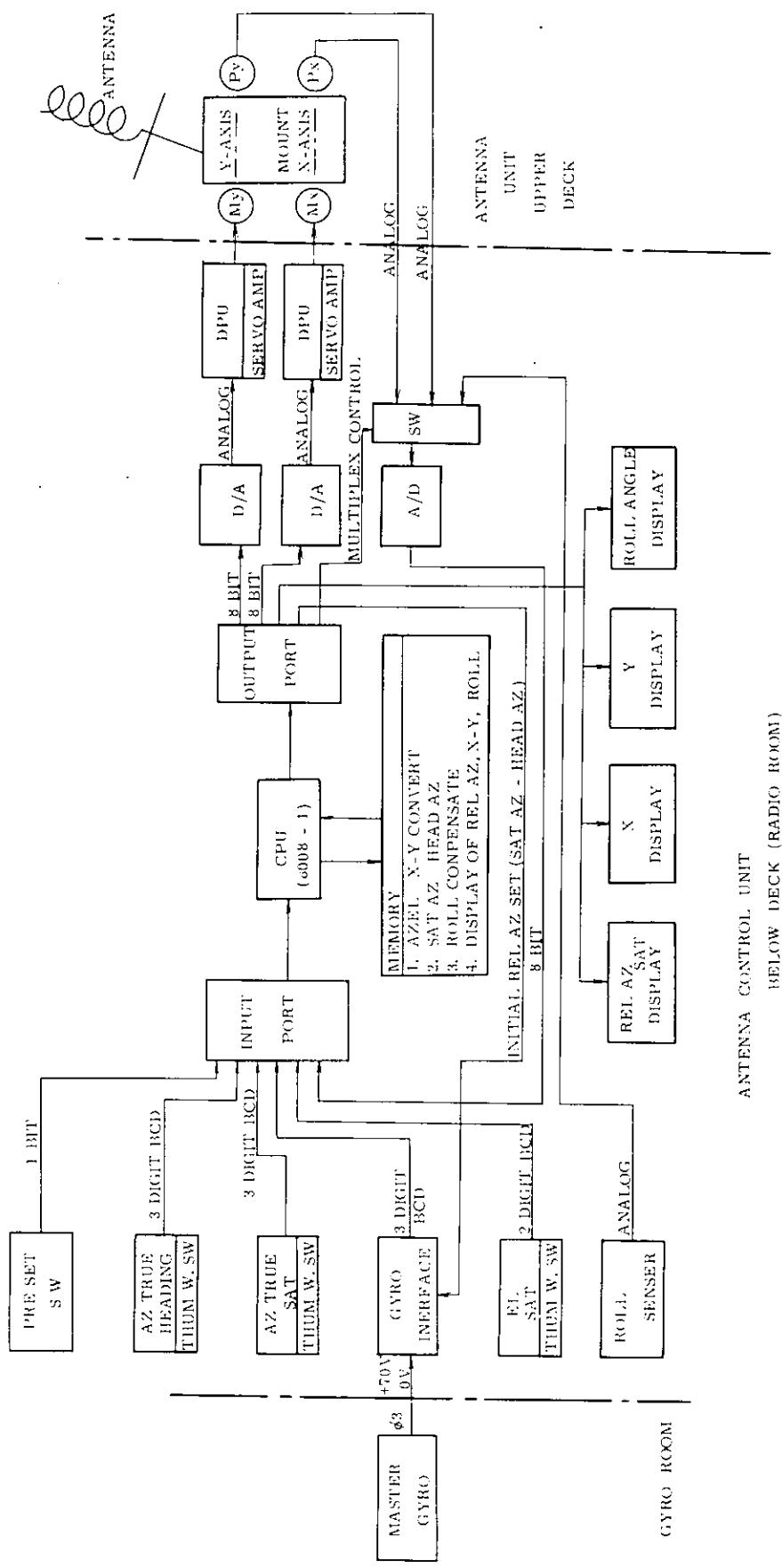


図 3.3.16 船舶通報局無線接続空中制御器系統図

これらの追従制御試験の結果は、4.1.3項に説明した。試験の結果によればローリングに対する追従遅れが多く出ているが、原因は本制御システムの設計計画に帰するところが大きい。それは

- (1) 角度検出の粗さが $1^\circ$ であること。従ってローリング角度が小さい場合は、比率として大きい誤差となる。
- (2) 計算時間が介在すること。ローリング角速度が速いほど誤差が増大する。例えば計算時間が $6.0\text{ msec}$ としても、 $\pm 2.5^\circ$  周期 $1.0\text{ sec}$  では、角速度は $14.14^\circ/\text{sec}$  となるので、遅れが $0.85^\circ$  になる。
- (3) 回転軸の回転立ち上りで時間がかかること。従って、ローリング周期が長くなったり、振幅が小さくなれば、(2)、(3)の要因から誤差が減少する。

### 3.3.4 無線部

無線部は、空中線共用器、受信部、送信部、データ部、エリミネータ等によって構成される。

受信部、送信部、データ部、エリミネータの各部はユニット化されたプラグイン構造である。

外観及び外寸を図3.3.1-6、図3.3.1-7、図3.3.1-8に示す。

空中線共用器は、ユニット部分の下側に実装されている。

#### (1) 構成

(a) 筐体	1
(b) 空中線共用器	1
(c) 受信部	1
RF/IF ユニット	1
RLO ユニット	1
DEM ユニット	1
DEC ユニット	1
(d) データ部	1
PRO ユニット	1
(e) 送信部	
TRANS ユニット	1
SYN RF ユニット	1
SYN DIG ユニット	1
(f) エリミネータ	1
(g) M I S C 部	1

#### (2) 各部の説明

##### (a) 筐体

外筐は、幅 $300\text{ mm}$ 、長さ $500\text{ mm}$ 、高さ $150\text{ mm}$ のアルミ筐体であり、無線部表面には電源ランプが、また筐体下部には同軸接栓（N型）及び外部接続コネクタを備えている。

筐体は密閉構造の壁付装備に適した形体で、日常の操作はすべて端末部により遠操される。

##### (b) 空中線共用器

1本の空中線を送信及び受信用として共用するため、送信・受信間の干渉の除去に使用するものである。本空中線共用器はDCPRSとの一体化が好ましいので挿入損失がある程度大きくなるが、小型の空中線戻波器を採用し、構造は送信用と受信用が別体なものである。

主要特性は下記に、外観は図3.3.2-0に示す通りである。

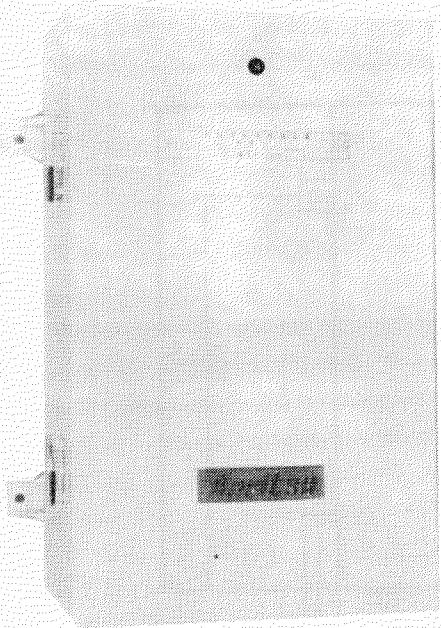


図 3.3.17

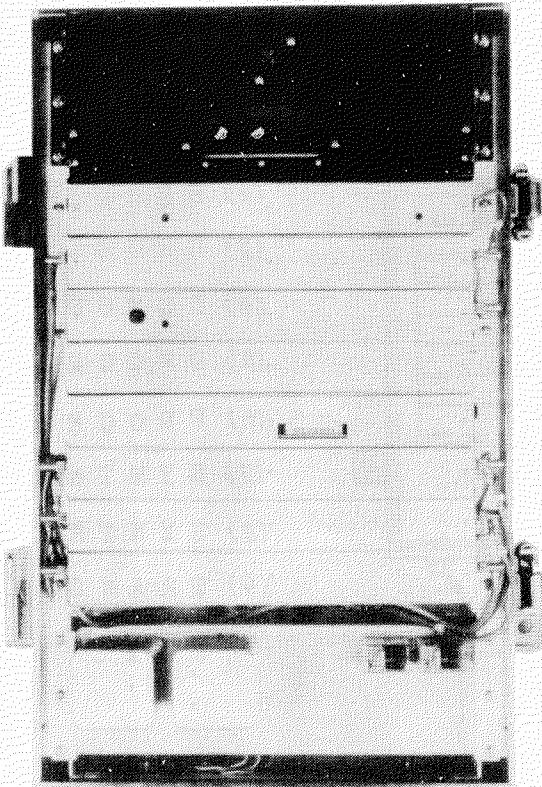


図 3.3.18

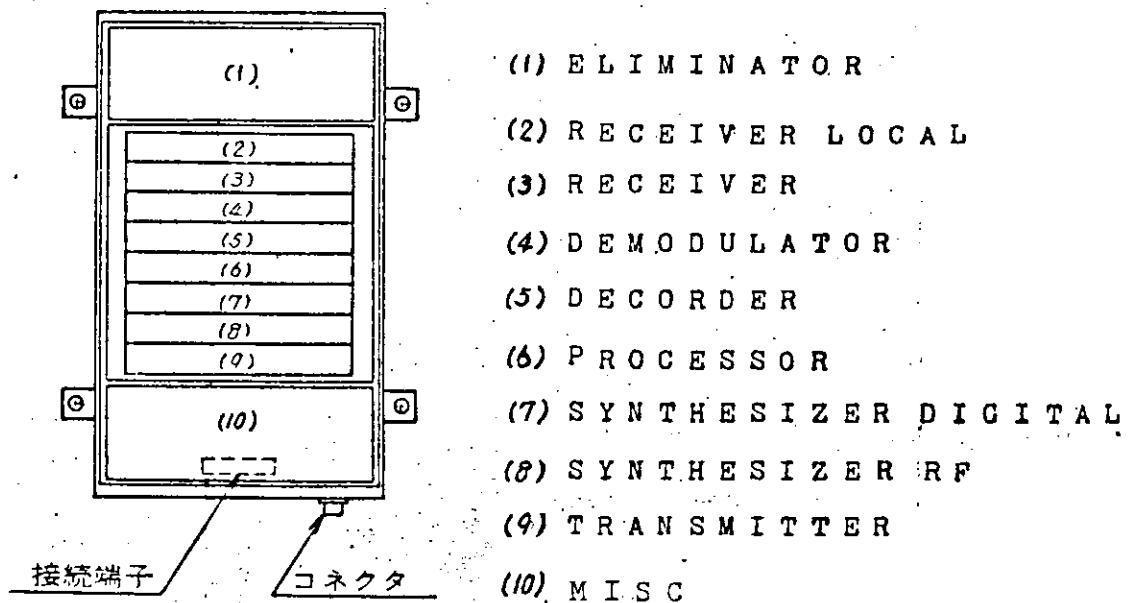
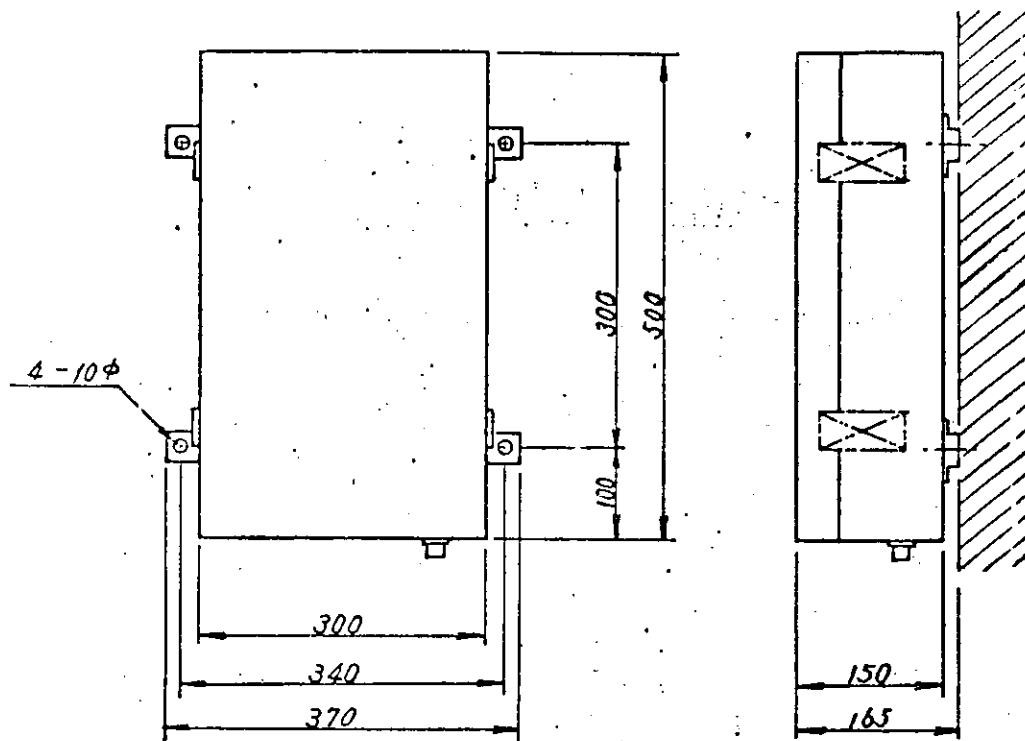


図 3.3.19 無線部外観

### 主要性能

使用周波数	4.0~2 MHz ~ 4.7~0 MHz
周波数間隔	6.5 MHz 以上
挿入損失	3 dB 以下
定在波比	1.5 以下
入出力インピーダンス	50 Ω
入出力接栓	送受信側 G型
	空中線側 OSM型
許容電力	1.0 W以上
構成	半同軸4段結合型 BPF 2式の組合せによる。

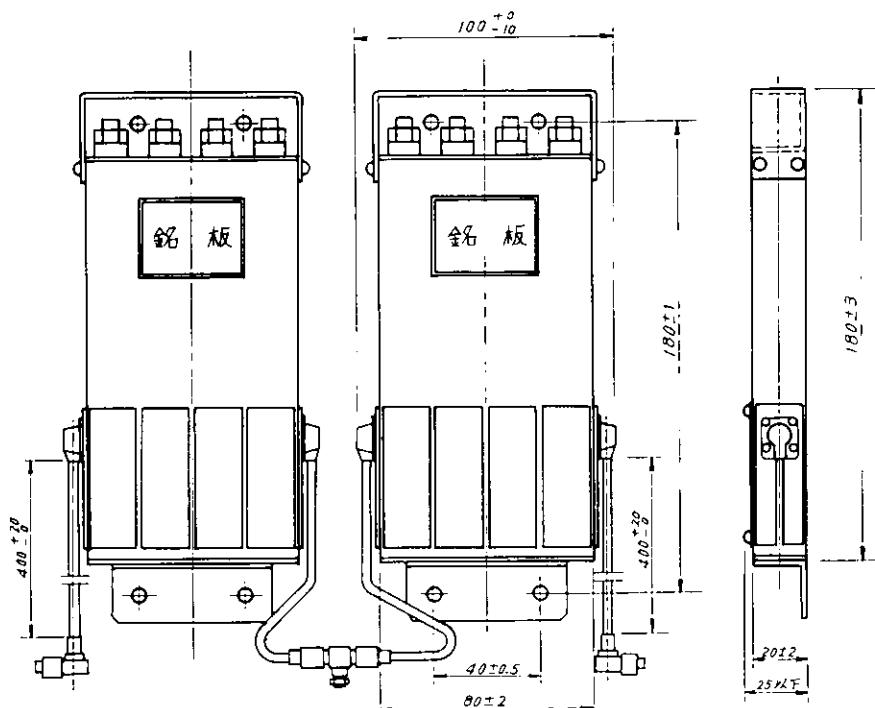


図3.3.20 空中線共用器外観

### (c) 受信部

受信部は RF/IF ユニット、 RLO ユニット、 DEM ユニット、 DEC ユニットから構成される。

図3.3.21に受信部系統図を示す。空中線により受信された 4.68.875 MHz ± 100 Hz の呼出し信号の搬送波は RF/IF ユニットにおいて 21.4 MHz の第1中間周波に、そして 455 kHz の第2中間周波に変換され、 DEM ユニットで復調される。また、 DEM ユニットでは PLL 回路によってキャリア検出が行われ呼出し信号の搬送波周波数にロックする。

DEM ユニットで復調される呼出し符号はマンチェスターコードである。

DEC ユニットでは、この呼出し符号における 1,0 信号でビット同期をタイムコードまたは 15 ビットMLS でワード同期をとると同時に、呼出し符号をマンチェスターコードからバイナリーコードに変換してデータ部へ供給する。

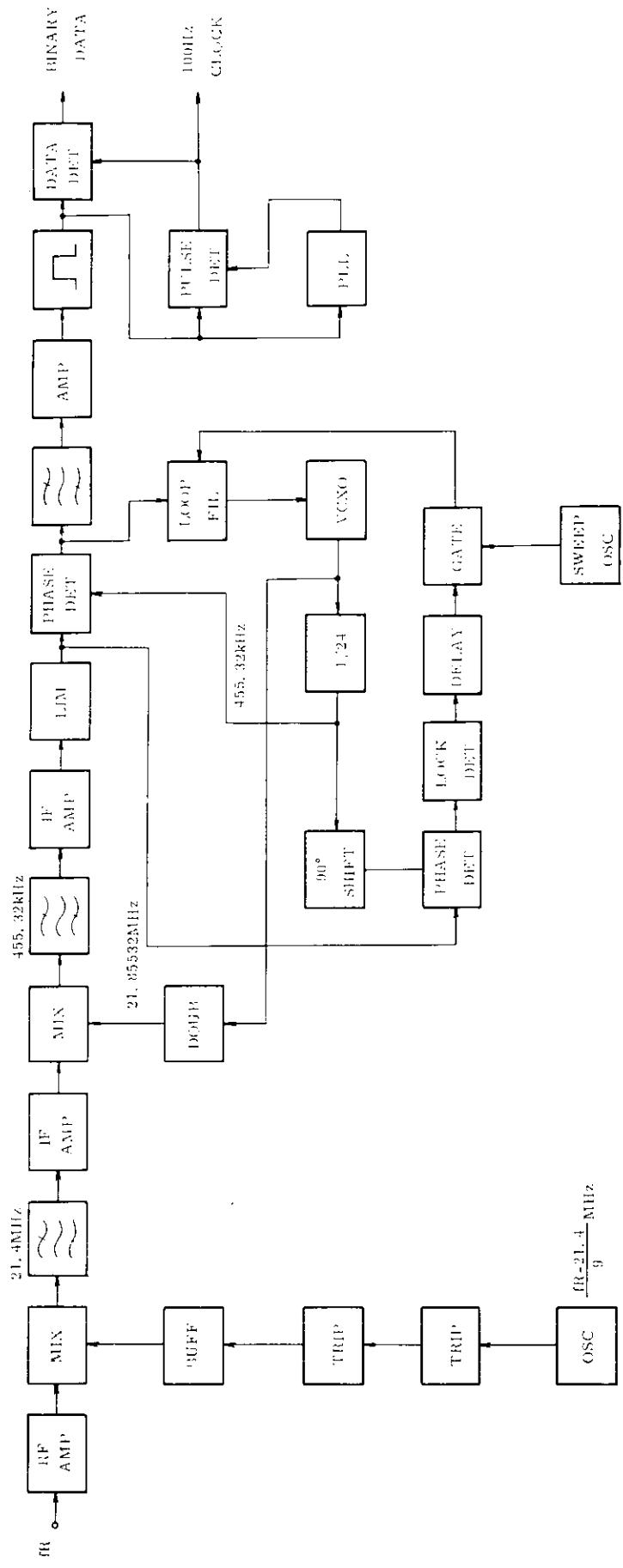


图 3.3.21 船舶通信局無線装置受信部系統圖

R L O ユニットは、搬送波を第1中間周波に変換するための受信局発部である。

第2中間周波に変換するための局発は D E M ユニットの V C X O から得ている。

(d) データ部

データ部の P R O ユニットは受信部において復調された呼出し符号の 15 ビット M L S を検出し、31 ビットのアドレスコードと、あらかじめ設定されている自局符号を比較検出する。これらの符号が一致すると直ちに送信部及び Fail Safe 回路へ起動信号を送出する。

また、このユニットは報告ホーマットに従ってデータを送出させるための送信シーケンスや Fail Safe 回路の制御及びデータ入力端末装置からのバイナリーデータをマンチェスターコードで送信部へ送出するための変換を行っている。

船舶通報局の自局符号の設定は P R O ユニットに内蔵されるディジタルスイッチによって容易に設定できる。

100 Hz のクロック周波数は、1 MHz 水晶発振器からの出力を分周して得ている。

Fail Safe は、Fail Safe リレーにより、送信起動から約 60 秒経過後に送信動作リレーを OFF にし、強制的に送信を断するが、この Fail Safe の動作時間を設定するタイマー回路もこのユニットに内蔵されている。

(e) 送信部

送信部は、TRANS ユニット、SYN RF ユニット、SYN DIG ユニット、REF OSC ユニットから構成される。

図3.3.2.2 に送信部系統図を示す。

データ部からの起動信号によって基準周波数発振器、送信電力増幅段を除き電源が供給され、SYN DIG 及び SYN RF ユニットによって送信周波数に同期がとられる。

SYN DIG ユニットには送信同期のための位相検波器及び通報局応答周波数のプリセット用ディジタルスイッチが内蔵されている。

SYN RF ユニットは基準周波数発振器の出力を增幅倍増し、送信局発及び同期用周波数を得ている。

TRANS ユニットには ± 60° PSK 変調器及び所要電力まで增幅する電力増幅段が内蔵されている。

送信周波数の同期が終了すると送信増幅段に電源が供給され、船舶通報局の応答周波数で電波が送出される。

(f) エリミネータ

A C 100 V / 220 V、60 Hz の船内電源により動作し、無線部の各ユニットへ D C 12.5 V 及び D C 5 V の電圧を供給する電源部である。

電源表示ランプは供給電源が 制御端末を通して供給されると点灯する。

(g) M I S C 部

M I S C 部には、恒温槽タイプの基準周波数発振器及び 1 MHz 水晶発振器、また、送信リレー及び Fail Safe リレーが内蔵されている。

基準周波数発振器は送信周波数用、また、1 MHz 水晶発振器は 100 Hz クロック用である。

Fail Safe リレーは、送信起動信号により動作し、送信電力増幅段以外の送信部の各ユニットへ電源を供給し、送信リレーは送信状態完了後、送信電力増幅段に電源を供給するためのリレーである。

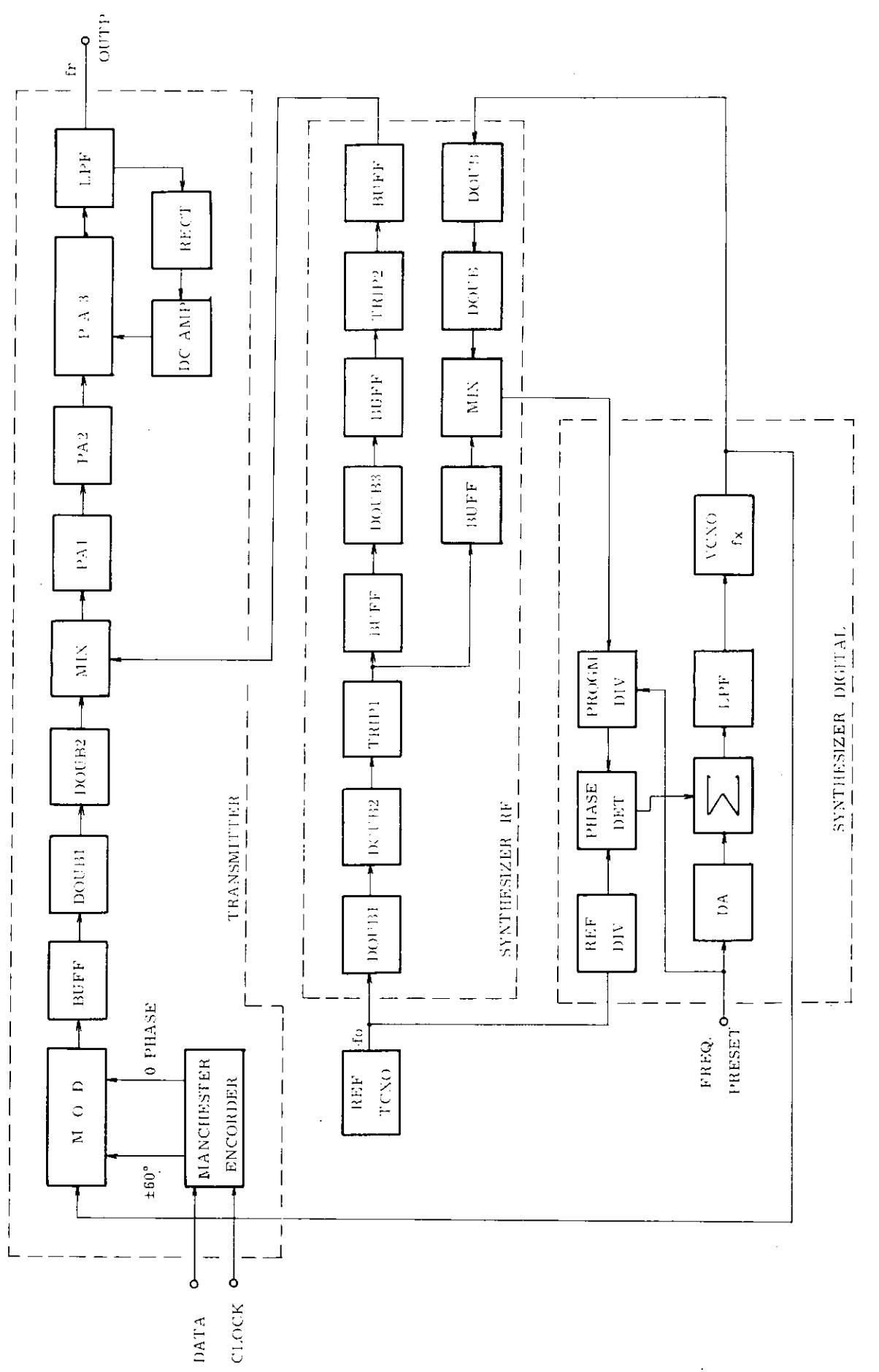


図 3.3.22 船舶通報局無線接続送信部系統図

### 3.3.5 制御端末

制御端末は、データ入力端末装置、空中線制御装置から構成されるが、空中線制御関係は、空中線設備の項で触れているので、本項においてはデータ入力端末装置のみとする。

データ入力端末装置は、TTY、インターフェース部によって構成される。

#### (1) TTY

試作装置のTTYには入力をキーボードで行うミニプリンタを採用した。入力するデータは国際気象通報式のFM21V（海上実況気象通報式、完全型式）を基準とした。

このミニプリンタを本装置のTTYとして使用する場合は常時モニタ（MON）状態で使用する。

運用者が観測データを入力する場合、最初に「LOAD」キーを押してからキーボードによりデータを入力する。この状態ではDPCから呼出されてもデータは送出しない。

データの終りにEOTを3回入力する。

データ入力終了後「END」キーを押し、データ送出可能状態に復帰させる。

ミニプリンタの外観、キーボード配列を図3.3.2-3、図3.3.2-4、図3.3.2-5に、また主な性能を下記に示す。

##### 主な性能

通信速度	100ビット／秒
印字速度	15字／秒以下
使用コード	CCITT No.5
最大印字数	74字／行
印字間隔	10字／25.4mm
行間隔	4-1/4行／25.4mm
印字方式	5×7ドットマトリックス
紙送り方式	フリクション
キーボード	電子化けん盤
	ASCII キーボード配列
電源	AC100V 50/60Hz
	最大（印字時）60W
重量	約13.5kg

なお、「LIST」キーは運用者が入力したデータをチェックする時等に使用されるもので、このキーを押すことにより入力されているデータがミニプリンタに印字される。

#### (2) インターフェース部

インターフェース部は制御端末架に実装され、ミニプリンタにより入力されたデータの記憶及びデータ起動信号の検出、データ終了信号の送出を行うものである。データ起動信号は無線部のPROユニットからの信号である。また、データ終了信号はEOTの検出により終了信号をPROユニットへ送出する。データ記憶素子は最大256ワードまで記憶可能なICメモリである。

無線部に対する供給電源は、このインターフェース部を通して供給される。



図 3.3.23

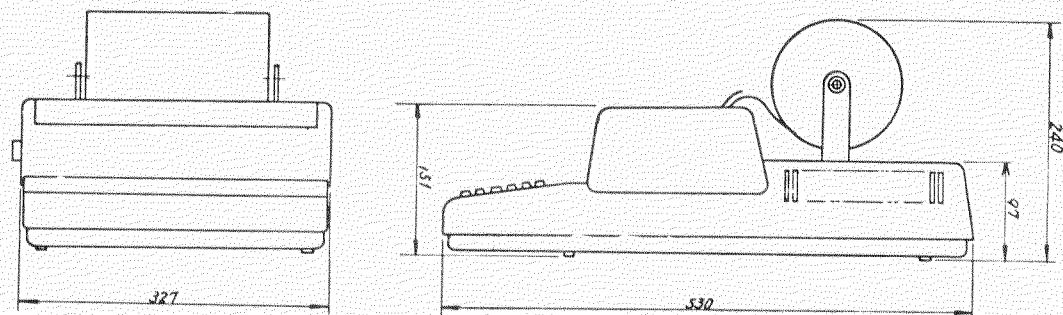
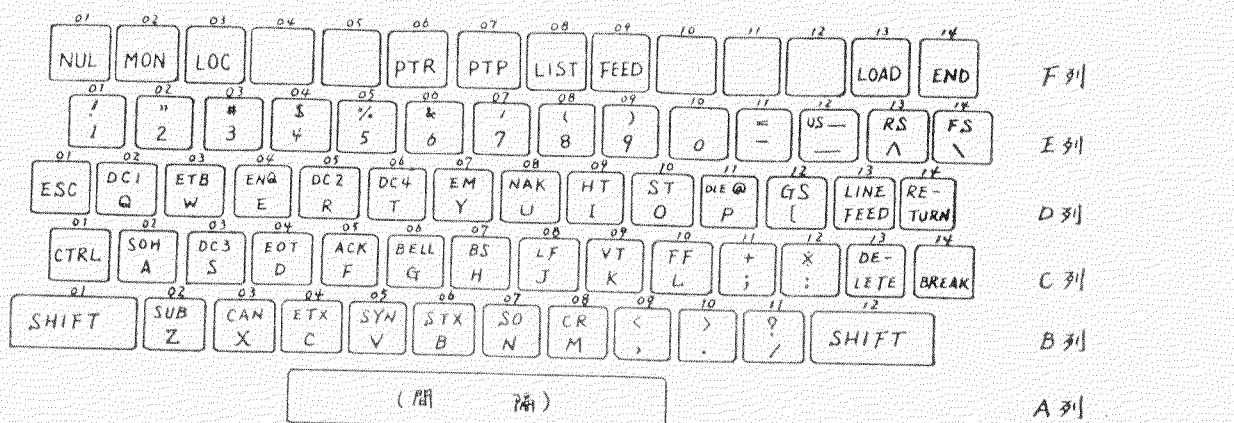


図 3.3.24 T T Y 外 観



\*1. \ (E14) はコード送出するが、受信の場合、プリントしない。



図 3.3.25 キー配列

### 3.4 試作機の試験データ

#### 3.4.1 空中線設備

空中線の電気的諸特性の試験データを表3.4.1、図3.4.1、図3.4.2に示す。

空中線及びマウントの振動試験、また追従制御運動試験等については4.1節に示す。

表3.4.1 400MHz ヘリカル空中線 試験データ

項目	規 格	試験結果		備 考
外観・構造		良		
寸 法		良		
周 波 数	400～470MHz	良		
偏 波 面	右回り円偏波	良		
指 向 性	3dBビーム幅 60度以下	40.2MHz 46.8.875MHz	5.3度 4.2度	図3.4.1 図3.4.2
利 得	主軸に対し15度において10dB以上	40.2MHz 46.8.875MHz	11dB 14dB	
定 在 波 比	1.5以下	40.2MHz 46.8.875MHz	1.4 1.3	
前 側 比	1.0dB以上	40.2MHz 46.8.875MHz	1.4 1.3	
前 後 比	1.3dB以上	40.2MHz 46.8.875MHz	3.0以上 3.0	
インピーダンス	50オーム	良		
絶縁	DC1000Vメガにて2500兆オーム以上	異常なし		
耐 壓	AC1000V 1分間	異常なし		
防 水		良		
重 量	7kg以下	約4kg		

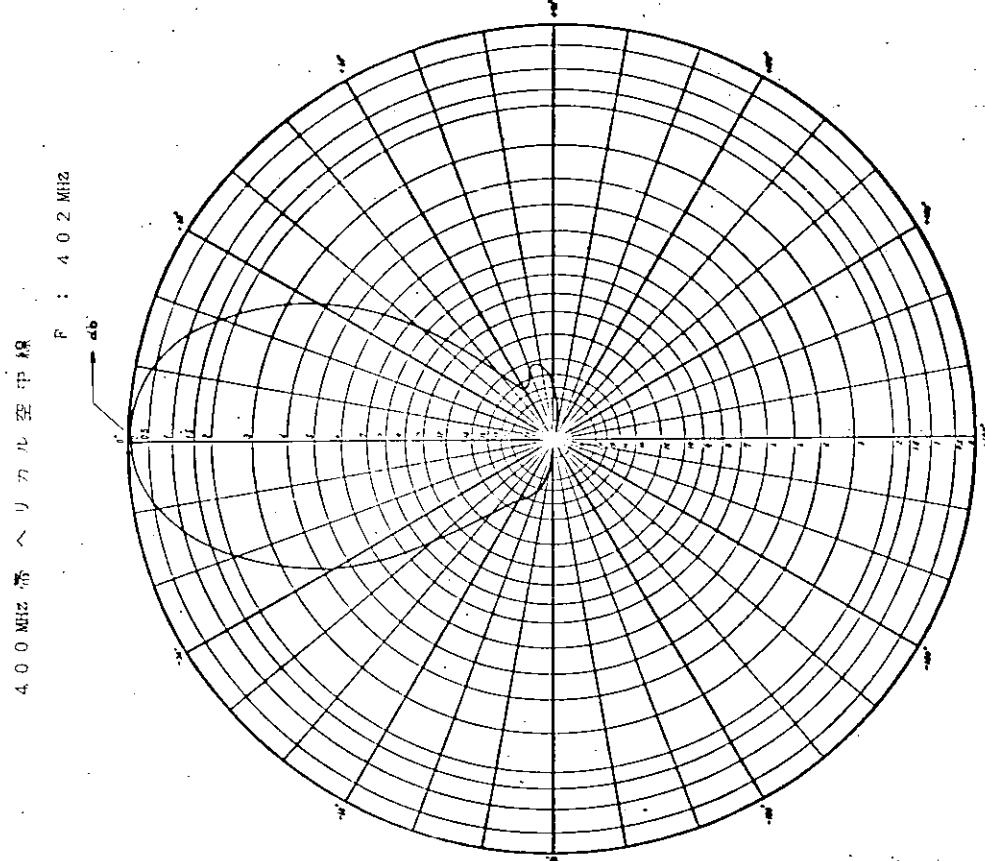


図3.4.2

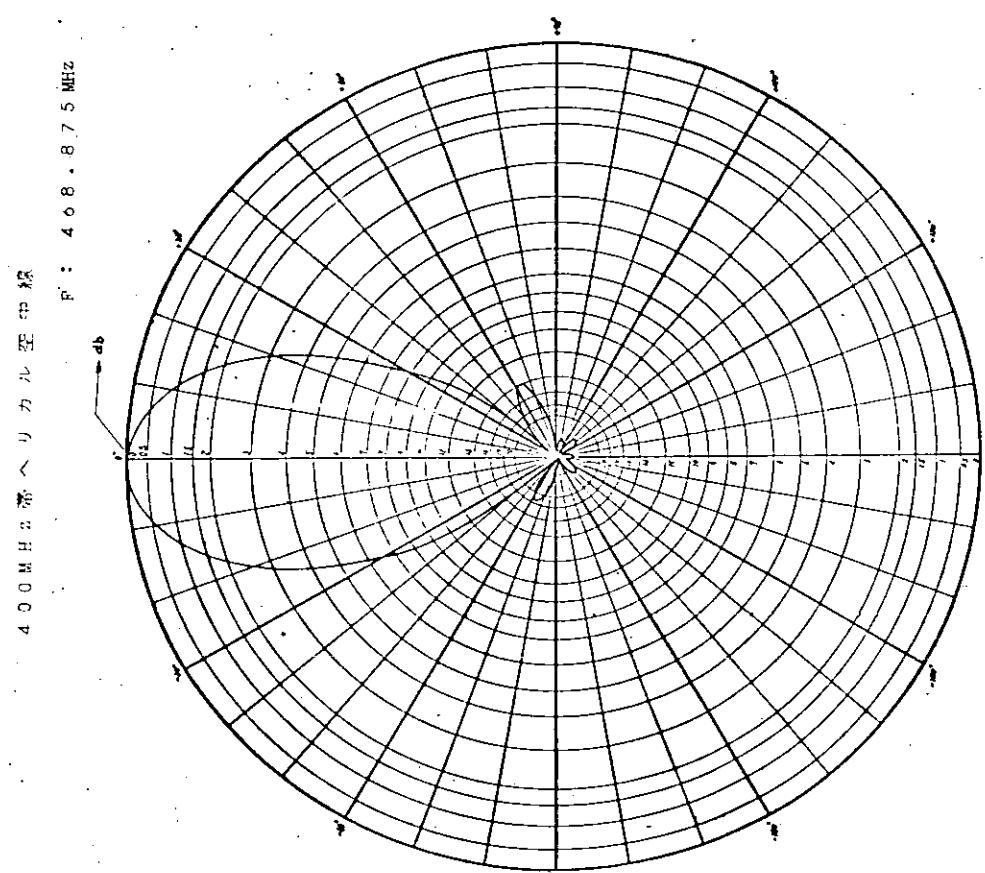


図3.4.1

### 3.4.2. 無線部

無線部の試験データは下記の通りである。

表 3.4.2 無線部の電気的性能

図 3.4.3 送信出力温度試験

図 3.4.4 基準発振器周波数温度試験

図 3.4.5 送信周波数温度試験

図 3.4.6 受信局発周波数温度試験

図 3.4.7 誤り率の測定

図 3.4.8 受信機感度抑圧の測定

図 3.4.9 空中線共用器の電気的性能

図 3.4.10 空中線共用器周波数特性

表 3.4.2 無線部の電気的性能

項 目	規 格	試 験 結 果	備 考
(1) 送信出力	衛星の方向に放射される EIRP は $5.2 \text{ dBm}$ 以下 ( 試作送信機の出力は $5 \text{ W}$ とする )	$5.1 \text{ W}$	
(2) 周波数偏差	基準発振器周波数 $4,824,247 \text{ MHz}$	$0 \text{ Hz}$ ( 電源投入後 30 分 )	
	送信周波数 CH 12-17	$\pm 1 \text{ Hz}$ $-1 \text{ Hz}$ 以内	
	受信局発周波数 ( $468.875 - 21.4$ )MHz	$\pm 3 \text{ Hz}$	
(3) 送信機の不要輻射	空中線共用器空中線端子 50 オーム終端において 変調状態における不用波 成分は搬送波に対し $-60 \text{ dB}$ 以下	$2f : -67 \text{ dB}$ $3f : -74 \text{ dB}$ $f-f_x : -80 \text{ dB}$ 以下 $f+f_x : -80 \text{ dB}$ 以下	
(4) 受信機の不用輻射	空中線端子からの不要波 成分は $-73 \text{ dBm}$ 以下	$f_{1\text{LO}} : -98 \text{ dBm}$ $f_{1\text{LO}} \pm f_{2\text{LO}} : -100 \text{ dBm}$ 以下	
(5) 捕捉時間	待受状態から $468.875$ MHz $\pm 100 \text{ Hz}$ 以内の搬 送波信号を受信しロック 完了まで 1 分以内	$21 \text{ sec}$ 以内 ( 受信機入力 $-135 \text{ dBm}$ )	

	項 目	規 格	試 驗 結 果	備 考
(6)	送受信機間の減衰量	定格出力で送信機を動作させた場合 受信機感度の低下がないこと	良	
(7)	ピット誤り率	−131 dBm の受信機入力における誤り率は $1 \times 10^{-5}$ 以下	図 3.4.7	
(8)	受信機雜音指數		4.5 dB	
(9)	送 信 変 調	60 度 PSK	± 60 度	
(10)	同期及び前置符号の送信	下記の順に符号を送信すること 無変調搬送波 5 sec 1.0 同期信号 2.5 sec 15 ピット MLS 31 ピットアドレスコード	良	
(11)	消費電力		送信時 : 106 VA 待受及び受信時 : 36 VA	
(12)	温 度 試 験	0°～45°Cにおいて 2項の規格を満足すること		図 3.4.3 ～図 3.4.6
		基準周波数発振器の周波数安定度は −20°C～50°C の範囲において 0.5 ppm 以下	0.5 ppm 以下	

### 送信出力温度試験

#### 測定回路

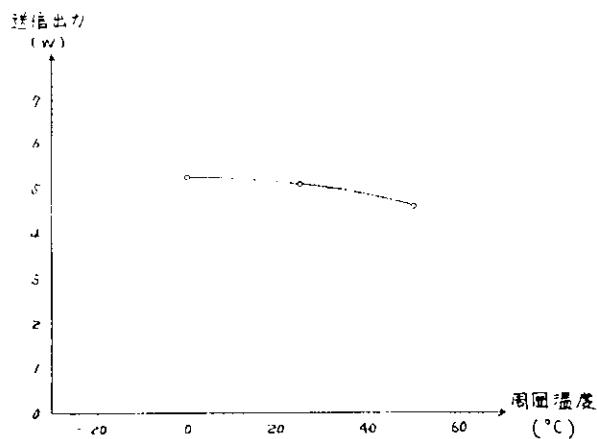
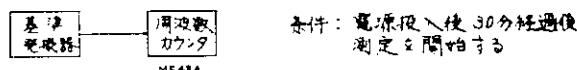


図 3.4.3

### 標準基振器周波数偏差温度試験

#### 測定回路



#### 測定結果

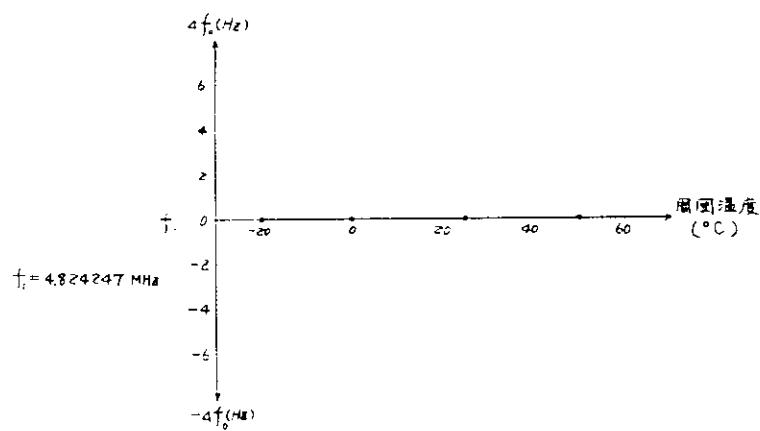
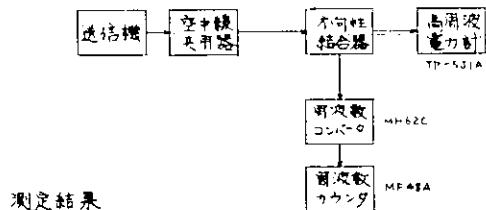


図 3.4.4

### 送信周波数偏差温度試験

#### 測定回路



#### 測定結果

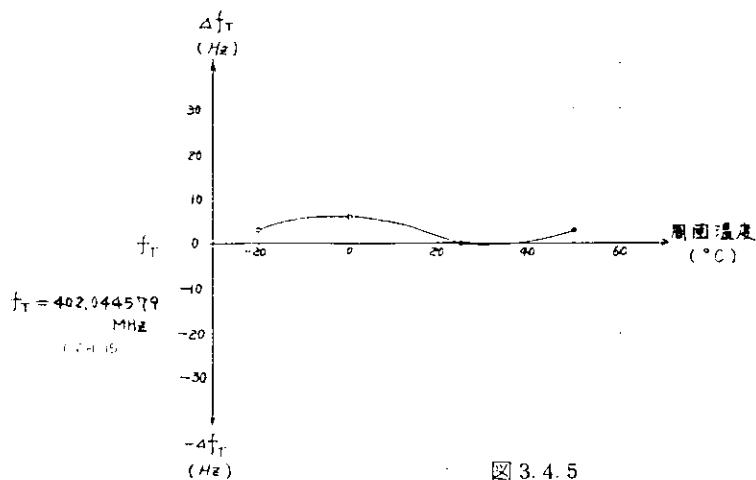
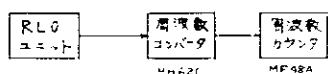


図 3.4.5

### 受信 RLO (第1局発) 周波数偏差温度試験

#### 測定回路



#### 測定結果

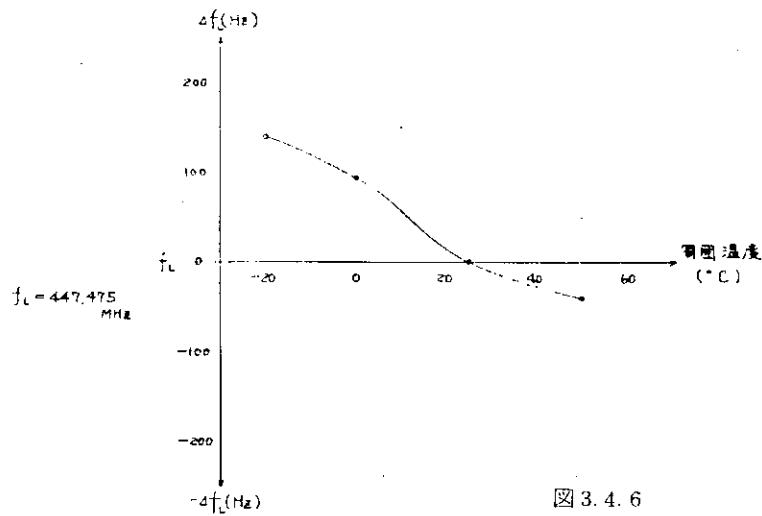


図 3.4.6

誤り率の測定

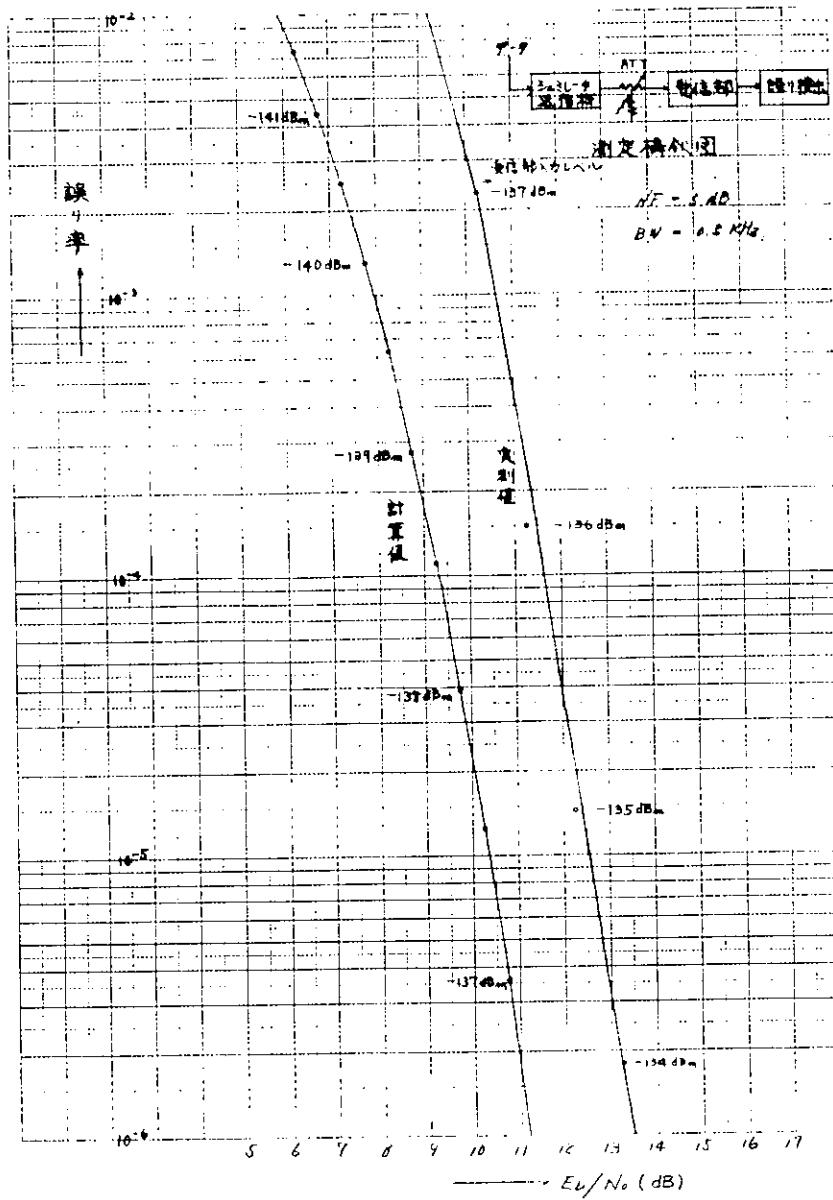


図 3.4.7

受信機感度測定

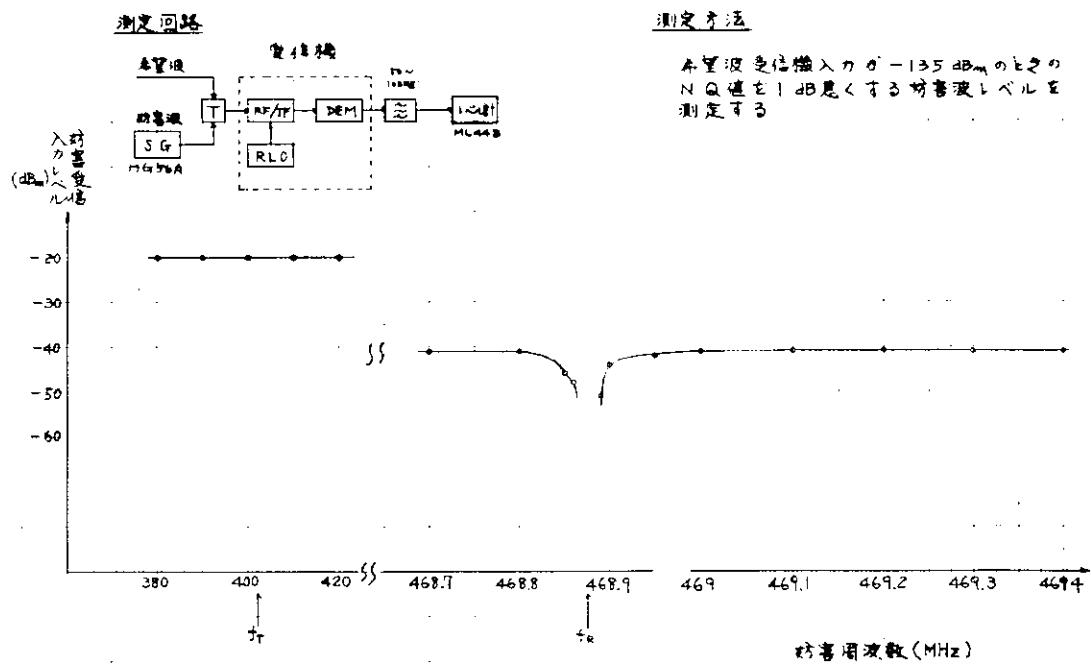


図 3.4.8

### 空中線共用器

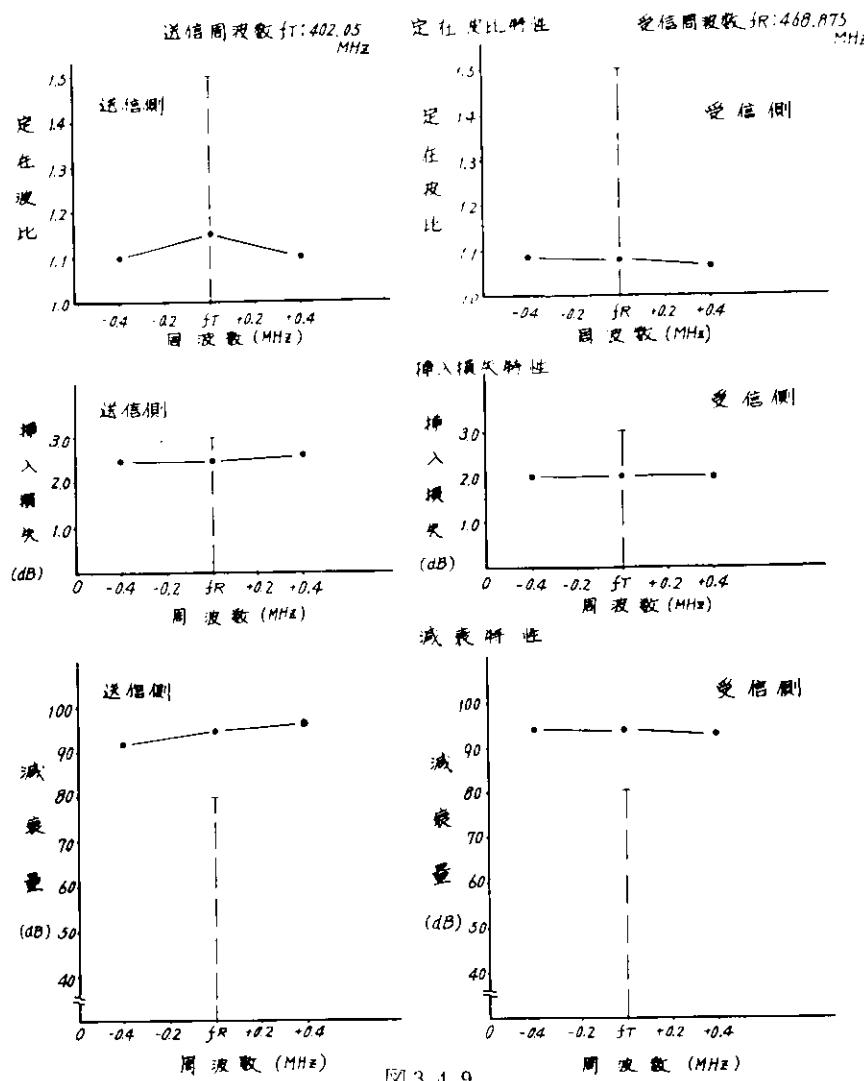
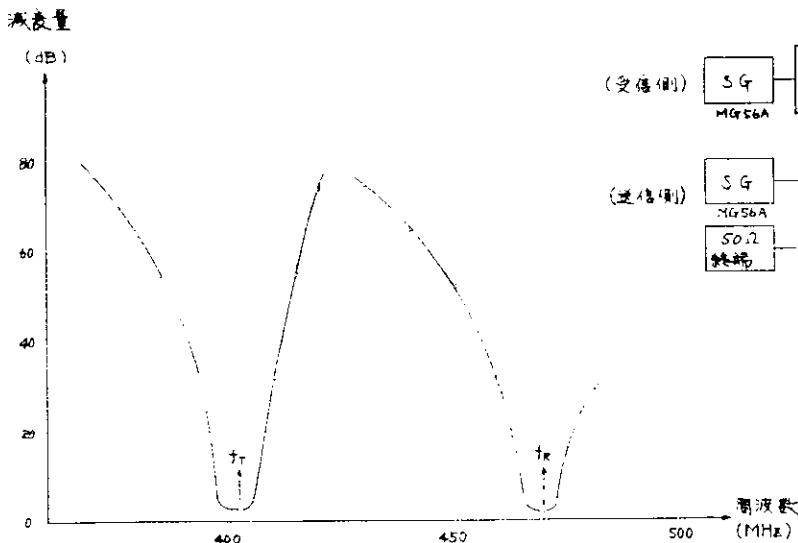


图 3.4.9

### 空中線共用器周波数特性の測定

#### 測定結果



#### 測定回路

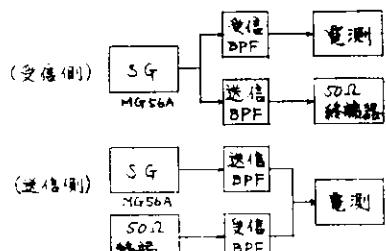


图 3.4.10

## 4. シミュレーション試験

### 4.1 空中線設備の機械的シミュレーション試験

#### 4.1.1 概 要

空中線設備は、デッキ上の空中線部と室内に装備する空中線制御部とからなり、両部の設置場所の相違から当然環境は相当に異なる。

最も大きい相違は温度であろう。空中線制御部は居住区である室内に装備されるので、その場所における温度変化範囲が著しく大きくなることはないと考えられるが、空中線部はデッキ上に露出されるので、外気温度変化範囲以外に、直射日光によるレードーム内の温度上昇分約10°を考慮する必要がある。

船の運動に対して空中線部のアンテナマウントがどのように補償動作をしてアンテナを衛星方向に指向させるかを試験することは、本シミュレーション試験の主体であって、空中線部と空中線制御部の総合試験である。船の運動の仕方は、その種類、大小、載荷状態により異なるほか、波浪、風力にも大きく影響されるので、全く複雑であるが、シミュレーション試験としてはある一定の運動条件に限定せざるを得ない。仕様に規定した船の運動条件は

運動の種類	角 度	周 期
ローリング	± 2.5°	10 sec
ピッキング	± 7.5°	4 sec
ターニングレート		6°/sec

となっている。これは比較的きびしい条件の一例と考えられ、特に参考として最近の大型船の実測値を示すと次の如くである。

#### 5 0,000 t コンテナー船

ローリング	± 10°	22~30 sec
ピッキング	± 4°	9~12 sec
ターニングレート		1.2°/sec

#### 2 0 0,0 0 0 t オイルタンカー

ローリング	± 5°	22 sec
ピッキング	± 3°	12 sec
ターニングレート		0.6°/sec

以上の実例では運動環境はゆるく、積荷の状態により生ずるヒール（横の傾き）、トリム（前後の傾き）の方が問題になることもあり得る。

振動に関しては空中線部と空中線制御部とで環境の相違が予想される。船の種類や運航条件の相違による違いも考えられるが、最近の傾向として、居住区における環境改善のため、振動を少くする努力が払われるようになってきているので、室内に装備する空中線制御部が受ける振動の加速度は50 g a1程度までと考えられる。これに反してデッキ上の構造物の振動については注意を要する。しかし、基本周波数が1.25 Hzを越える例は少いと思われる。

今回のシミュレーション試験は次の通り実施した。

- (1) 振動試験 空中線単体、実装状態の空中線マウント
- (2) 運動シミュレーション 実装状態の空中線マウント
- (3) 温度試験 空中線制御部

#### 4.1.2. 振動試験

振動試験は空中線単体及び実装状態の空中線マウントに関して行った。

空中線単体の振動試験は、振動試験機のベットに対し、垂直に取付けた場合と水平に取付けた場合について、それぞれ垂直加振と水平加振を行った。その結果は水平に取付けた方（横置き）が振動がはげしかったので、その時の振動試験データを表4.1.1に示した。図4.1.1に振動試験実施の写真を示す。この試験で最も気になる結果はヘリックスエレメントの先端（支柱の先端）の共振時に於ける振幅である。すなわち振動数850 C.P.M. (14.2 Hz) で共振し6.0 mmの全振幅を示した。この振幅における支柱の根元が受ける曲げ応力は、計算によれば $1.4 \text{ Kg/mm}^2$ となる。この時の加振振幅は±0.5 mmであり、仕様規格に従い±1.5 mmとするとき加振振幅は±0.74 mmであり、共振時の振幅は全振幅8.8 mm、曲げ応力 $2.07 \text{ Kg/mm}^2$ となるはずである。この応力値は材料の耐力に近いから、この空中線を共振点にさらすことは好ましくない。今後の問題として支柱の剛性を増し、少くも共振周波数をもう少し上げておく方が良いと考えられる。

空中線マウントの振動試験データを表4.1.2に示す。その結果10 HzでX軸に関するバランスウェイトの取付けアームが著しい共振を起こすことがわかった。この程度の周波数は船舶では充分あり得るので、バランスウェイトの取付け方法を変更することにした。すなわち、取付けアームを止め、Y軸を支えるフレームの底部に直接取付けることとし、直接衝撃を受けないようにゴムを挿入することとした。

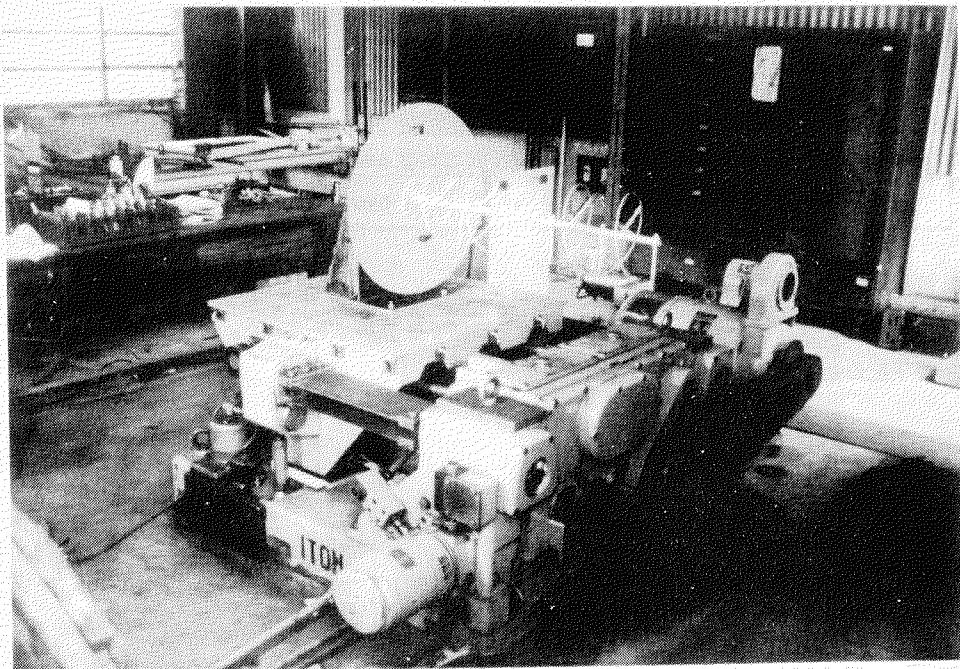
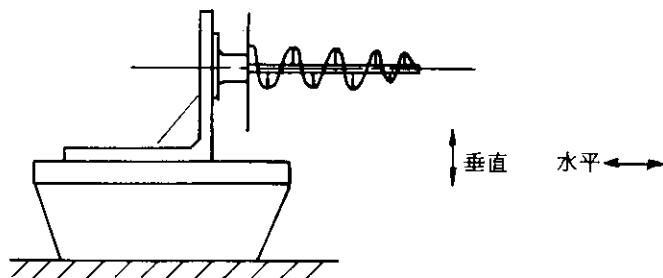


図4.1.1

表 4.1.1 400 MHz ヘリックス空中線振動試験データ

取付け方向 横置き（図示の通り）



垂直振動試験結果（水平振動についてもほぼ同様であったので省略する）

(1) 1 Hz ~ 10 Hz

振幅±4 mmにて周期1分の可変振動10分間（規格振幅は±1.5 mm）異常なし、10 Hzにてエレメント先端が±1.5 mm振れた。

(2) 10 ~ 60 Hz 周波数固定 各3分間（規格振幅は±1.50/f<sup>2</sup> mm, 0.6 g）

振動数Hz	振幅±mm	加速度g	状況
10	4	1.6	エレメント先端が30 mm振れる
20	1	1.6	異常なし
30	0.4	1.5	"
40	0.25	1.6	"
50	0.25	2.5	反射板周辺が20 mm振れる
60	0.25	3.6	" 10 mm振れる

(3) 共振点の測定

振動数を10 Hzから60 Hzまで手動で変化させ共振点を求めた。（振幅±0.5 mm）その結果下記の如くであった。

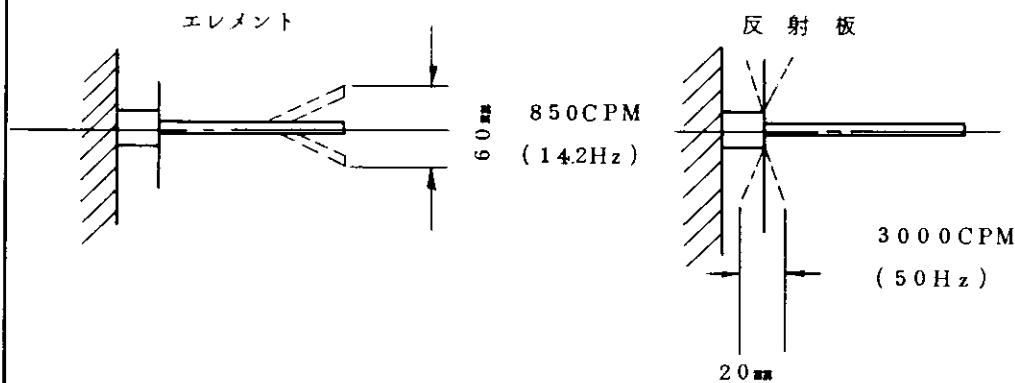
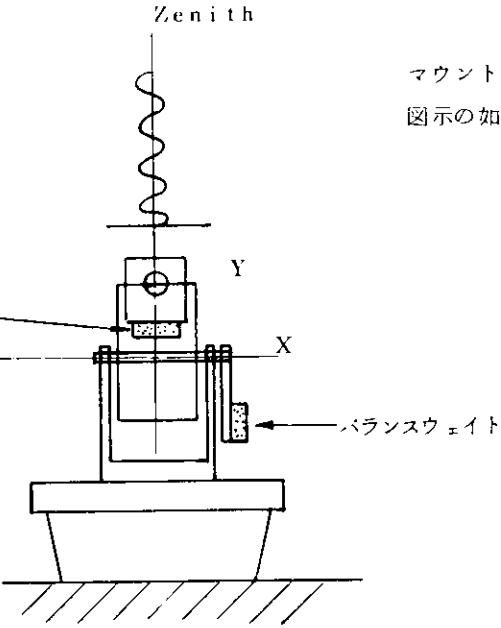


表4.1.2 空中線マウント振動試験データ

取付け方向	Zenith	マウントに空中線を装備し、天頂に向けて 図示の如く固定し、3方向に加振。	
			
振動試験結果			
振動数Hz	振幅mm	加振時間min	状況
1～10	3	5	10HzでX軸バランス共振
10	3	3	特にX方向"がはげしい
20	0.75	3	異常なし
30	0.33	3	"
40	0.19	3	"
50	0.12	3	反射板共振
60	0.1	3	異常なし

注 (1) 1～10Hzは可変、その他は固定  
(2) 加速度は全て 0.6 g である。

共振点の問題  
X軸バランスウェイト取付腕の共振がX方向加振で特にはげしく、周波数も10Hzと低いのでバランスウェイトの取付け場所をY軸の方法に準じ変更するものとする。

#### 4.1.3. 運動シミュレーション試験

運動シミュレーション試験として下記の試験を行った。

##### 設定誤差(含変換)

###### A z 变化(ターニング)に対する追従誤差

###### (1) ローリングに対する追従誤差

###### (a) 設定誤差

本試作によるマウントはX-Yマウントである。それに対し、外部から入力する情報はA z 及びE lであるから、設定誤差を実測するに当っては、空中線制御部に入力したA z 、E lの値をマウントの軸の回転角で直接読取るわけには行かない。従って、入力したA z 、E lの値を計算によりX、Y両軸の回転角に変換し、計算によるX、Yの値と、マウントのX軸、Y軸に取付けた分度器から読取ったX、Yの実測値とを比較して設定誤差とした。

表4.1.3に測定データを示す。この表の示すところによれば低仰角船首尾方向に関して、X軸に比較的大きい誤差が出るが、仕様限界E l = 12.5°を推測すると、A z = ±0~20°の範囲で2°以内である。E l = 12.5°における $dX/dA z$  (at A z = 0°) = 4となるので、X軸2°に対応するA z 方位誤差は約0.5°である。

データの集約を表4.1.4に記載してある。

表4.1.3 A z - E lに対するX、Y設定誤差データ

(単位:度)

E l A z		80		60		40		20		5	
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0
20	-0.5	0.6	0.8	1	0.8	1	0.8	0	-0.7	0.6	
40	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.1	0.5	1	-0.2	0.3	
60	0.3	1	0.4	0.5	0.1	0.5	0.8	1	0.8	0	
80	0.1	0.3	0.4	1	0.4	0.4	0.3	0.6	0.1	0	
100	0.1	0.3	0.4	1	0.4	0.4	0.3	0.6	0.1	0	
120	0.3	1	0.4	0.5	0.1	0.5	0.8	1	0.8	0	
140	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.1	0.5	1	-0.2	0.8	
160	-0.5	0.6	0.8	1	0.8	1	0.8	0	-0.7	0.6	
180	0	0	0	0	-1	0.5	1	0	3	0.5	

X Y X Y X Y X Y X Y

注: 180°~360°は上表と対称である。

表 4.1.4 運動シミュレーション試験の集約

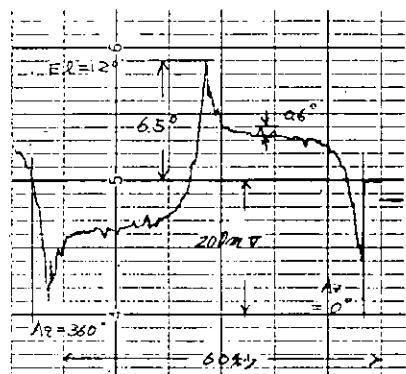
項目	試験結果	備考
Az E1-XY変換設定誤差	使用範囲内(Az 0°~360°, E1 12.5°~90°)において、X軸、Y軸共に±1°以内 (参考: Az = 0°, E1 = 5°で X軸±3°)	ACUはAz, E1の値を入力し、X軸、Y軸に取付けた分度器で読んだ値と、計算値とを比較する。
Az変化に対する追従誤差	Azの変化を6°/sec(規格)とした時 X軸: Az = 0°または180°付近のみ E1 = 12°で±6.5°(☆ ±1.4°) E1 = 30°で±2.2°(☆ ±1.3°) その他で±1°以内 Y軸: ±1°以内	☆印はX軸の回転角誤差をAz軸の誤差に換算したもので、 E1 = 12°の時 1/4.7 E1 = 30°の時 1/1.7 である。
ローリングに対する追従誤差	±2.3、周期10secに対し±4.9° (参考: 同上のローリング角度に対し 周期8secに対し±5.5 " 20sec " ±2.9 であった。)	規格ではローリングの角度は±2.5°である。

## (b) Az変化に対する追従誤差

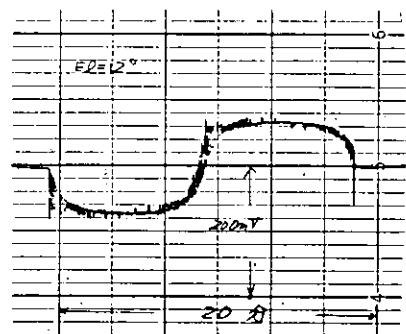
Az変化を仕様規格である6°/secとした時、E1 = 12°, 30°, 60°にそれぞれ固定してX軸、Y軸の追従誤差を測定した。測定の結果は当然ではあるが、E1の値の小さい方がX軸、Y軸とも追従誤差は大きくなるので、E1 = 12°(仕様規格では12.5°であるが1°刻みでしか設定できないので)における両軸の追従誤差のレコードを図4.1.2及び図4.1.3に示した。なお、この両図の読み方は、上の図から下の図を引いたものが追従誤差を示す。

各データの集約は表4.1.4に記載した。

なお、6°/secのAz変化を行わせるには、空中線制御部のジャイロインターフェース部にパルス発振器による擬似ジャイロ信号を入力することにより行った。

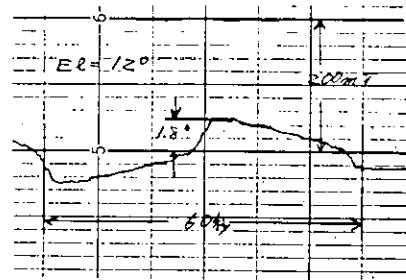


ボテンシオ出力-D/A出力  
(ターニングレート $6^{\circ}/\text{sec}$ )

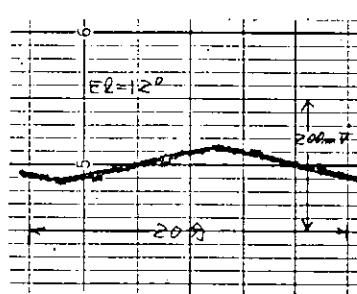


ボテンシオ出力-D/A出力：偏差

図4.1.2 X軸追従誤差



ボテンシオ出力-D/A出力  
(ターニングレート $6^{\circ}/\text{sec}$ )



ボテンシオ出力-D/A出力：偏差

図4.1.3 Y軸追従誤差

### (c) ローリングに対する追従誤差

X-Yマウントはその性質上、X軸をキール軸に平行にしてデッキに固定することによって、ローリング運動をX軸の補正のみで打消すことができる。従ってローリングに対する追従誤差の測定は次の方法で行った。

ローリングセンサー（昭和51年3月、研究資料No.242に解説）を揺動台に載せてローリングさせ、その出力を従ってX-YマウントのX軸の回転運動が追従するかどうかを測定する。X-Yマウントは、Y軸の回転角 $0^{\circ}$ 、ローリングセンサーの出力0にに対してX軸の回転角 $0^{\circ}$ すなわち、空中線を真上に向けた状態( $A_z = 0$ 、 $E_1 = 90^{\circ}$ )とし、ローリングセンサーの出力を空中線制御部に入力することで行った。

ローリング角度 $\pm 2.3^{\circ}$ （設計仕様では $\pm 2.5^{\circ}$ であるが、揺動台の軸の実際の回転角度を記録した）、周期 $10 \text{ sec}$ にした時の追従誤差レコードは図4.1.4に示す。測定データの集約は表4.1.4に記載した。追従誤差が比較的大きくなる理由については、3.3.3、(2)、(b)に解説した通りで、ローリング角度が減少し、周期が長くなるにつれて追従誤差は減少する。

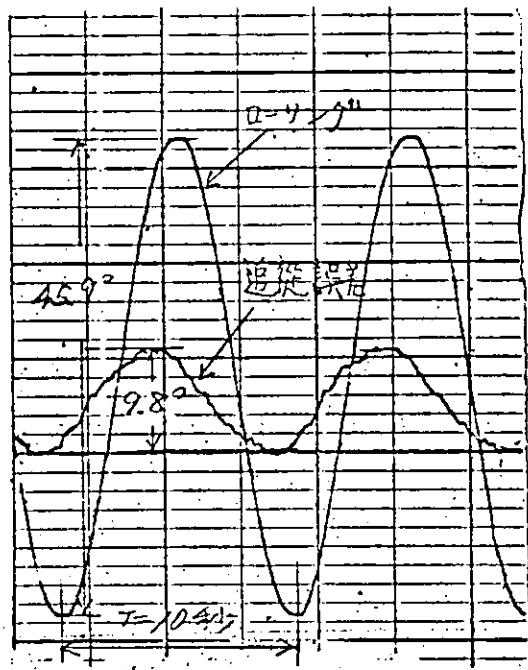


図 4.1.4 ローリングに対する X 軸追従誤差

ローリングのシミュレーションを行うには揺動台が不可欠であるので、以下に今回の試験のために製作した揺動台について説明する。

図 4.1.5 はこの揺動試験台の構造寸度を示す図面で、図 4.1.6 は同試験台と試験台の制御部の設置写真である。

本試験台は、ローリング及びピッキングの両揺動をそれぞれ単独にシミュレートできる装置で、勿論同時併用可能である。図に示す通り、ピッキング軸がベースに支えられ、ローリング軸はピッキング台に支えられた X-Y 軸構成で、丁度 X-Y マウントの X 軸と Y 軸を上下反対に配置した軸構成となっている。試験台の仕様は次の如くである。

ローリング  $0 \sim \pm 30^\circ$  周期  $8 \sim 30 \text{ sec}$  10 ステップ  
(機械的限度  $45^\circ$ )

ピッキング  $0 \sim \pm 15^\circ$  周期  $5 \sim 25 \text{ sec}$  11 ステップ  
(機械的限度  $20^\circ$ )

駆動装置 DC サーボモーター × 2, DC サーボアンプ × 2

モーター形式 J K P M - 92 G

モーター定格出力 100 Watt

駆動制御方式 ディジタル Sin 波発生器による DC サーボ方式

図 4.1.7 に揺動台の駆動制御回路のブロック図を示す。この回路は、ローリング軸もピッキング軸も同じで、ただ周期と振幅の設定値が相違するだけである。

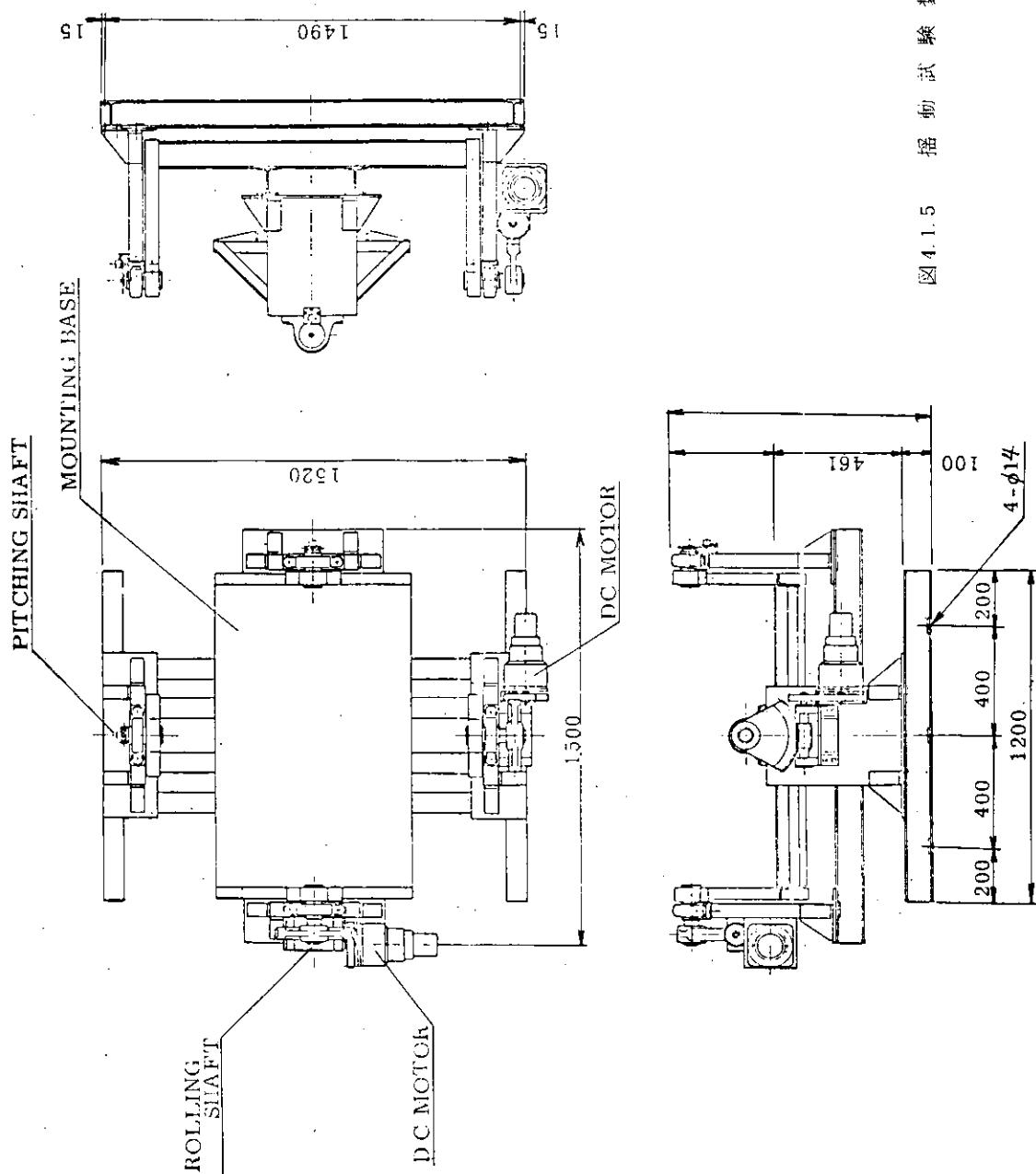


圖 4.1.5 搖動試驗裝置外觀圖

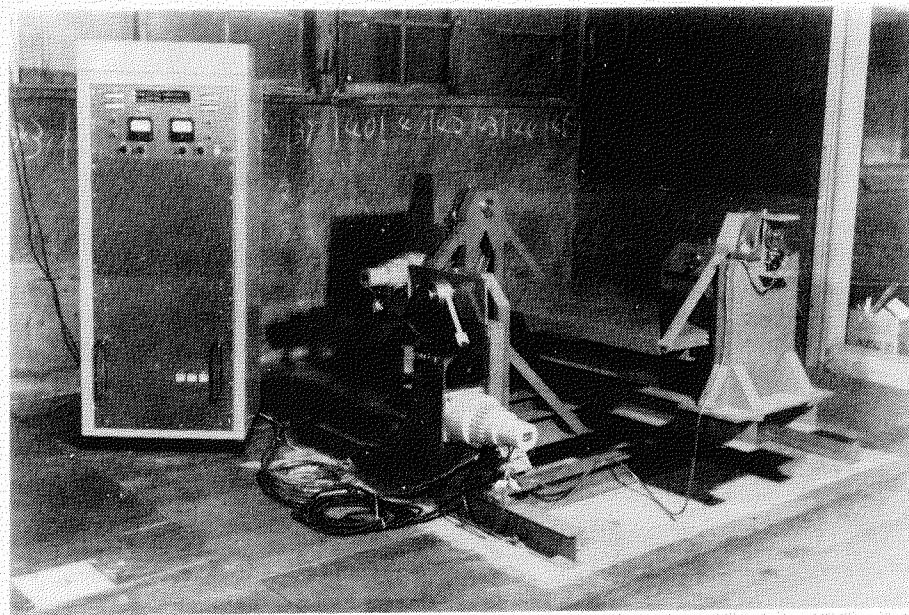


図 4.1.6

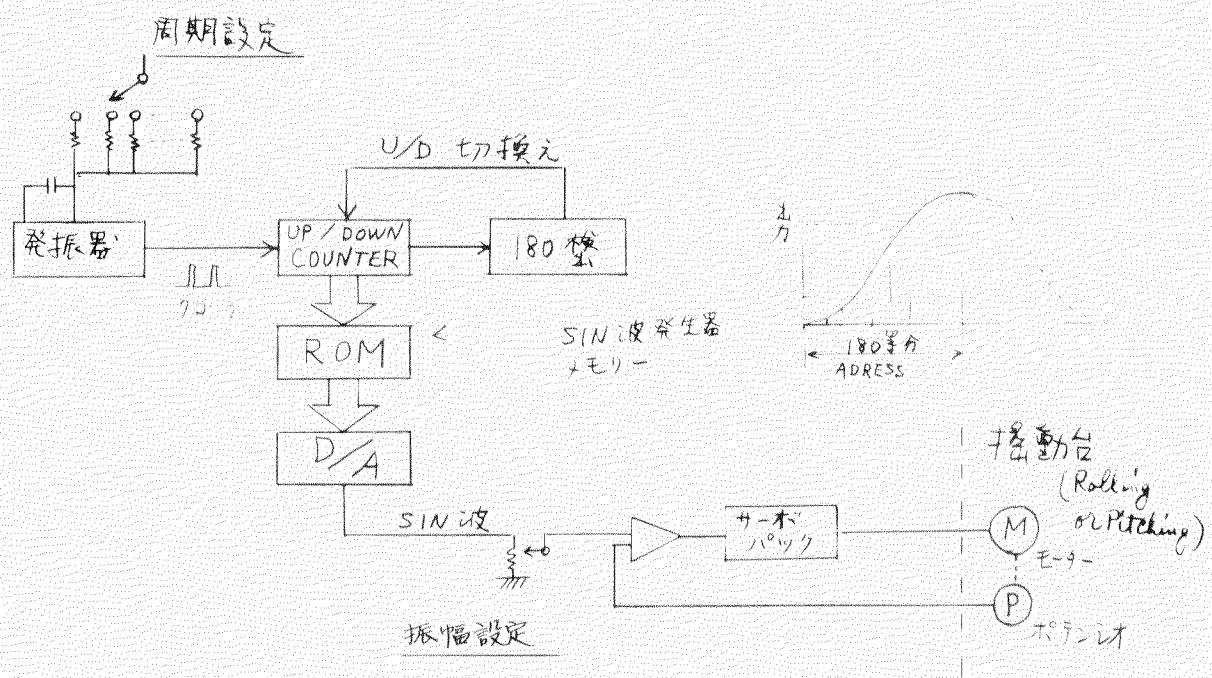
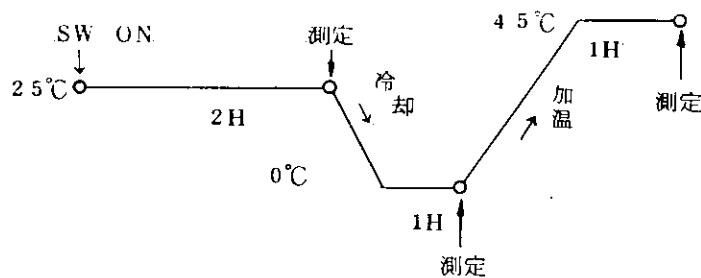


図 4.1.7 搖動台駆動制御回路ブロック図

#### 4.1.4. 温度試験

空中線制御部について  $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$  の温度試験を行った。

温度サイクルは下記の通りである。



測定項目及び結果は次の通りである。

- (1) X軸、Y軸のD/A変換器出力の変化

X軸  $-0.053^{\circ}/^{\circ}\text{C}$

Y軸  $-0.024^{\circ}/^{\circ}\text{C}$

測定データを図4.1.8及び図4.1.9に示す。

- (2) 剤御装置に表示されるローリング角度表示の変化

変化を認めず。測定データを表4.1.5に示す。

なお、空中線部については大きさの関係もあり温度試験を行わなかったが、空中線部に取付けられている駆動装置（ギアヘッド付き電動機）に封入されているグリースについて特に配慮する必要があった。

表4.1.5 ローリング角表示の温度による変動

設定角度 温度	(基準) $25^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C}$	$45^{\circ}\text{C}$
$0^{\circ}$	0	0	0
$18^{\circ}$	18	18	18

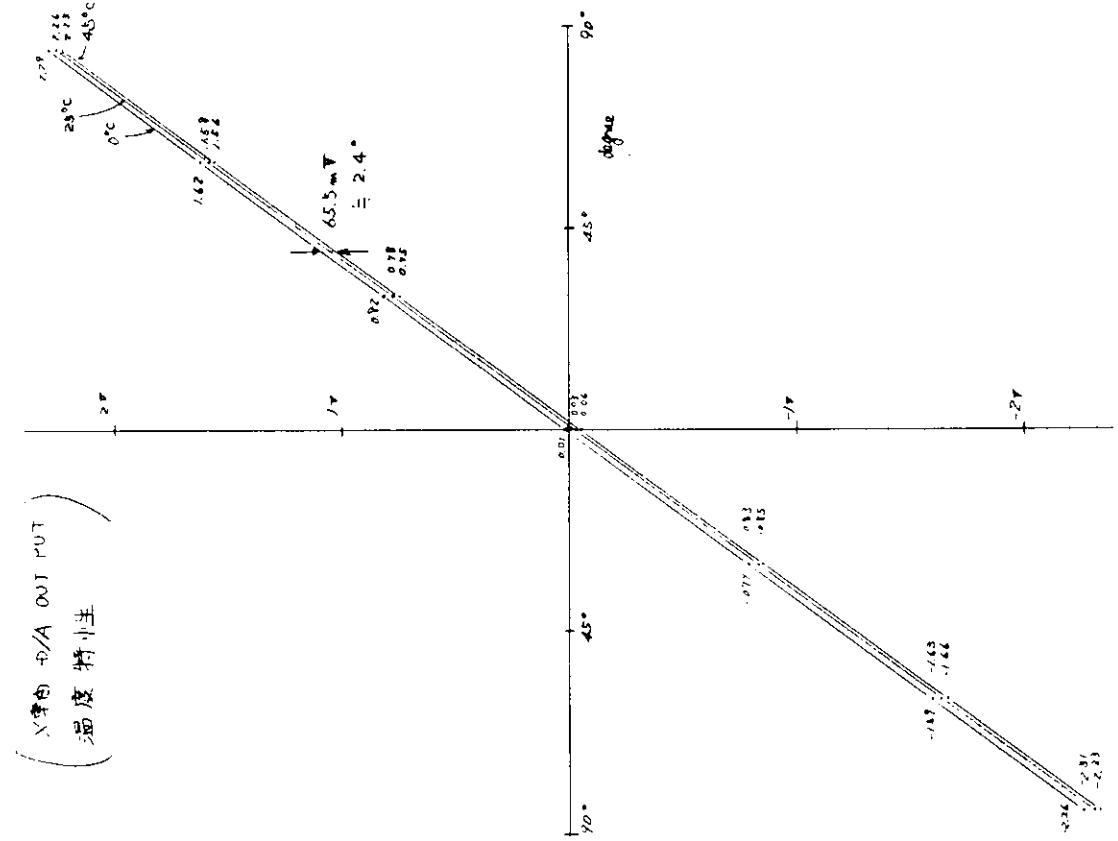


图 4.1.8 X 轴 D/A 出力温度特性

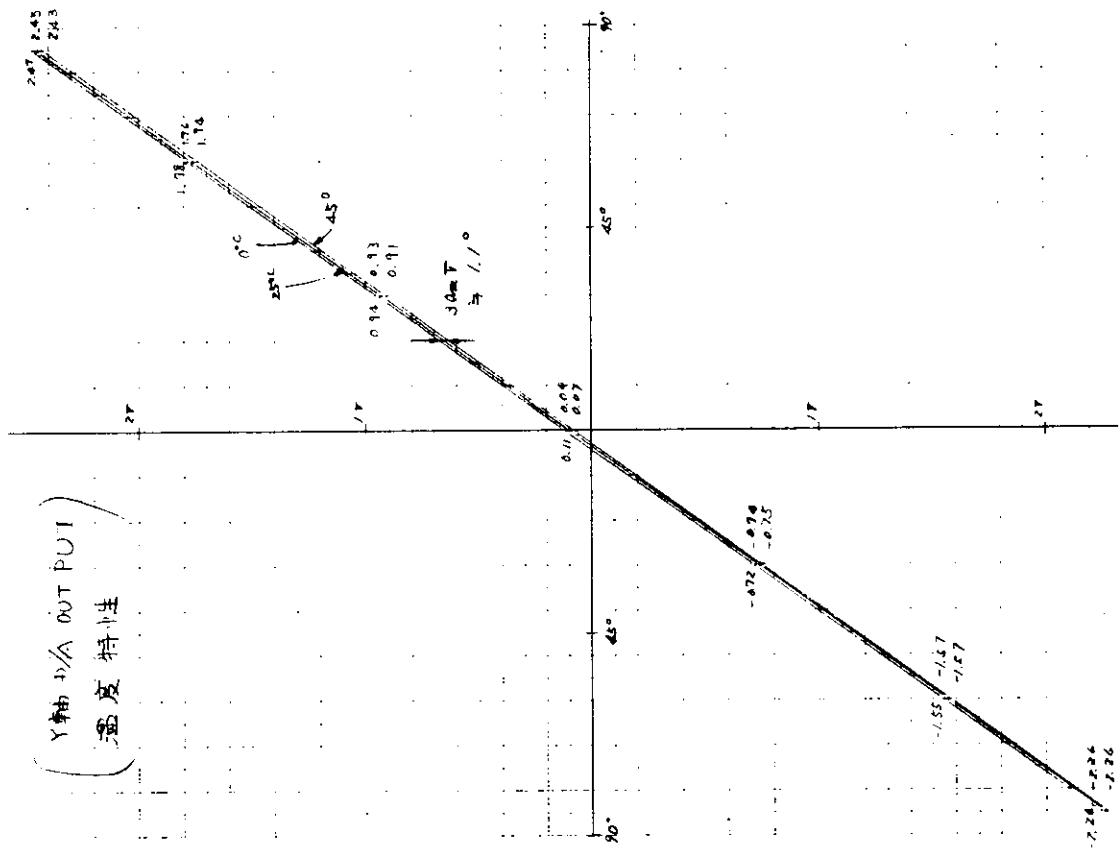


图 4.1.9 Y 轴 D/A 出力温度特性

## 4.2 システムのシミュレーション試験

### 4.2.1 室内試験の概要

試作船舶通報局無線装置単体の室内試験は擬似衛星及び擬似C-DAS装置を製作し、空中線設備を除くシステムの動作試験を行った。図4.2.1が動作試験の写真である。

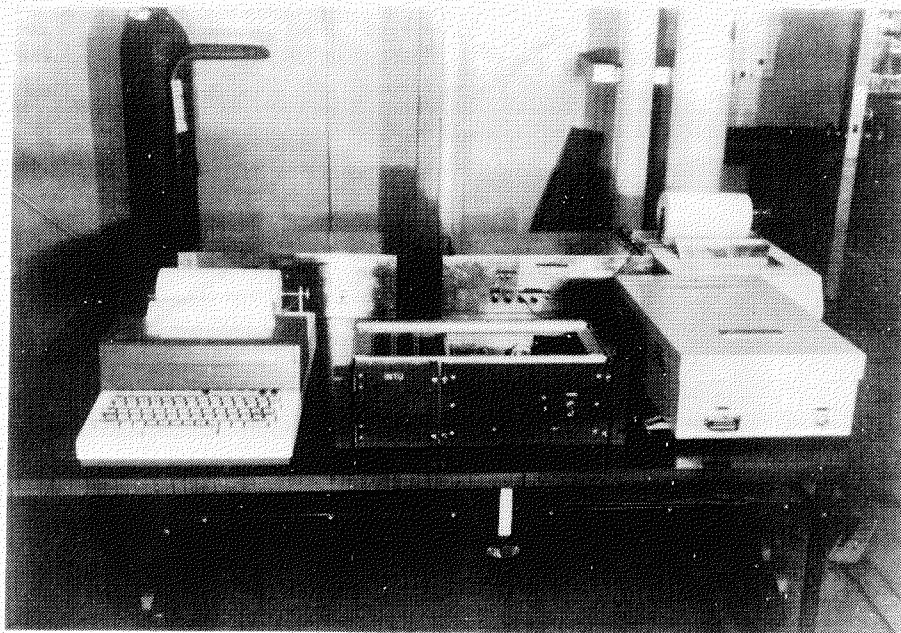


図4.2.1

動作試験としては、受信動作、送信動作、総合動作に分けて行い、これらの試験の際に使用した機器を下記に示す。

#### 使用機器

(1) 試作無線部	1
(2) 試作インターフェースユニット	1
(3) ミニプリンタ	KM-1800KSR
(4) 擬似送信機	1
(5) 擬似受信機	1
(6) 方向性結合器	MP520C
(7) 終端電力計	TP5J1A
(8) プリンタ	NM-2031
(9) 動作表示器	1
(10) 信号発生器	MG525B
(11) ミキサ	1

#### 4.2.2. 擬似装置の概要

##### (1) 擬似衛星

擬似衛星は 4 6 8.8 7 5 MHz の呼出し周波数及び呼出し符号を呼出しホーマットに従って無変調搬送波 60 秒、 250 ビットの 1,0 信号、 15 ビットMLS、 31 ビットアドレスワードを送出する擬似送信機と送信局発用の信号発生器からなる。擬似送信機の送信出力は約 0 dBm であり、衛星からの信号レベル— 9.7 dBm/m<sup>2</sup> (−11.0.5 dBm) — 12.4 dBm/m<sup>2</sup> (−13.7.5 dBm) IC 設定できるよう出力に減衰器を挿入した。

##### (2) 擬似 C D A S

擬似 C D A S は試作無線部からの応答周波数およびデータ符号を受信するシミュレーション受信機である。

この受信機は報告ホーマットに従って送られてくる船舶通報局個別応答周波数の無変調搬送波 5 秒、 1,0 信号 2.5 秒 15 bit MLS、 31 bit アドレスワードを検出し、 続いて送られてくるデータを復調するが、 シミュレーション受信機の受信周波数は約 21.4 MHz であるため、 40.2 MHz 帯の応答周波数を、 前記受信周波数に変換するミキサが必要である。また、 試作装置からのデータが正しく送られてくるかどうかを比較照合するため、 プリンタを使用し、 シミュレーション受信機の復調データを印字させた。

#### 4.2.3. 試験結果

##### (1) 受信動作試験

受信動作試験回路は図 4.2.2 に示す通りである。

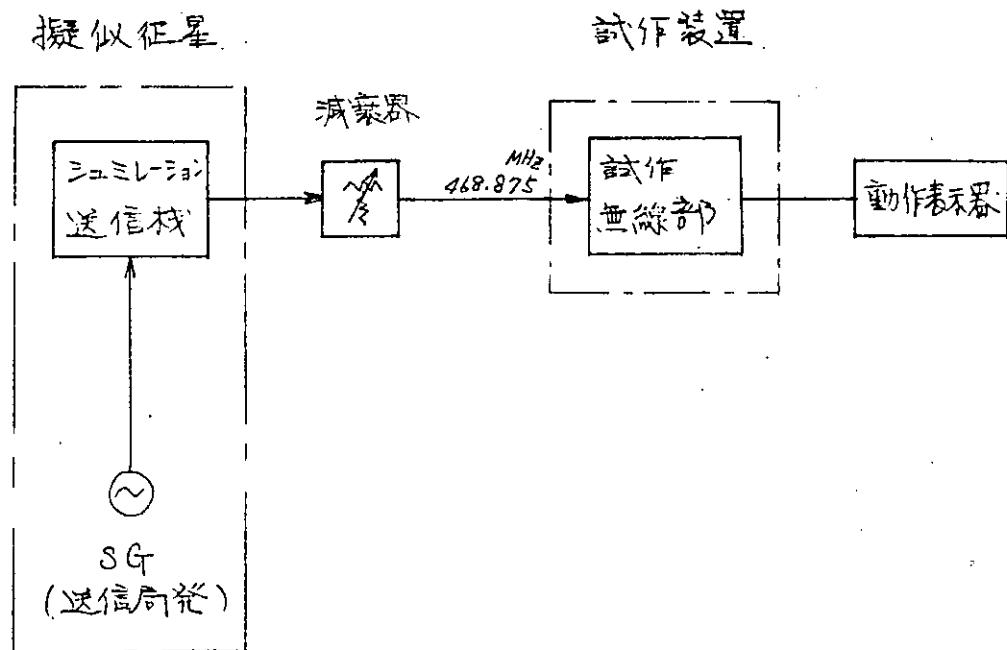


図 4.2.2 受信動作試験回路

受信動作の確認は擬似衛星から呼出しホーマットに従って送られてくる無変調搬送波 1,0 信号、 15 ビットMLSを検出し、 31ビットのアドレスコードが、あらかじめ装置に設定しておいた自局符号と一致したとき応答のため送信機を送信状態に移行させる送信起動信号を送出するが、この信号を検出することによって行った。方法としては動作表示器のランプ表示によって行った。

この結果、正常に動作することが確認された。

#### (2) 送信動作試験

送信動作試験回路は図 4.2.3 に示す通りである。

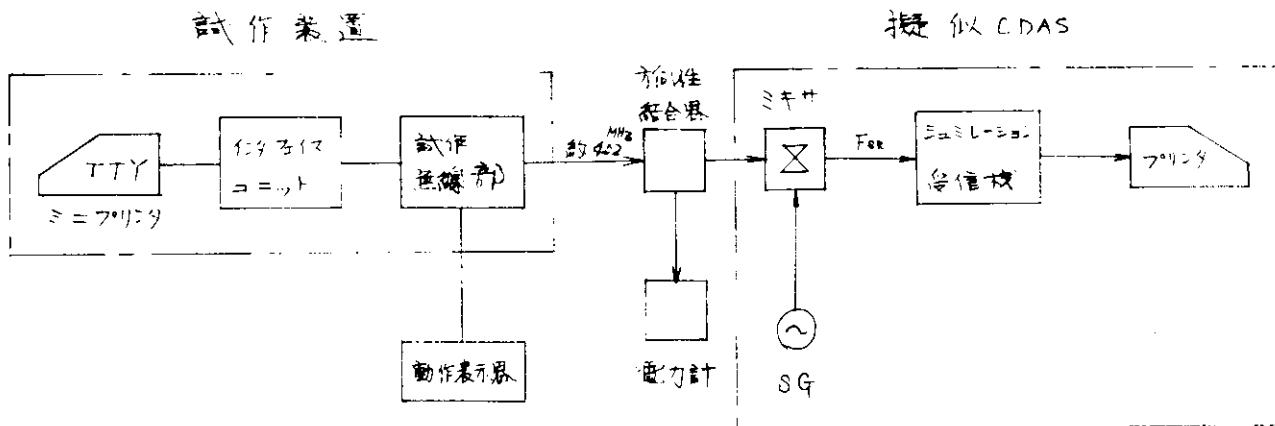


図 4.2.3 送信動作試験回路

送信動作の確認は、あらかじめ試作装置の TTY (ミニプリンタ) のキーボードにより任意のデータを入力し、インターフェースユニットのメモリ部へ記憶させておき、手動によって送信起動信号を与え、試作装置が無変調搬送波、1,0 信号、15ビットMLS、31ビットアドレスワードを報告ホーマットの送信シーケンスに従って正しく送出されるかどうかを動作表示器のランプ表示によって確認した。

また送出データが正しく送出されているかどうかを確認するため、シミュレータ受信機の復調信号をプリンタに印字させ送出データとの比較照合を行った。

この結果、正常に動作することが確認された。

#### (3) 総合動作試験

総合動作は前述の受信動作及び送信動作を総合したもので、試作装置が擬似衛星から呼出しホーマットに従う呼出し信号によって呼出され、TTY (ミニプリンタ) のキーボードによって、あらかじめ装置に入力され、記憶されているデータが報告ホーマットに従って正しく送出されるかどうかである。

総合動作試験回路を図 4.2.4 に示す。

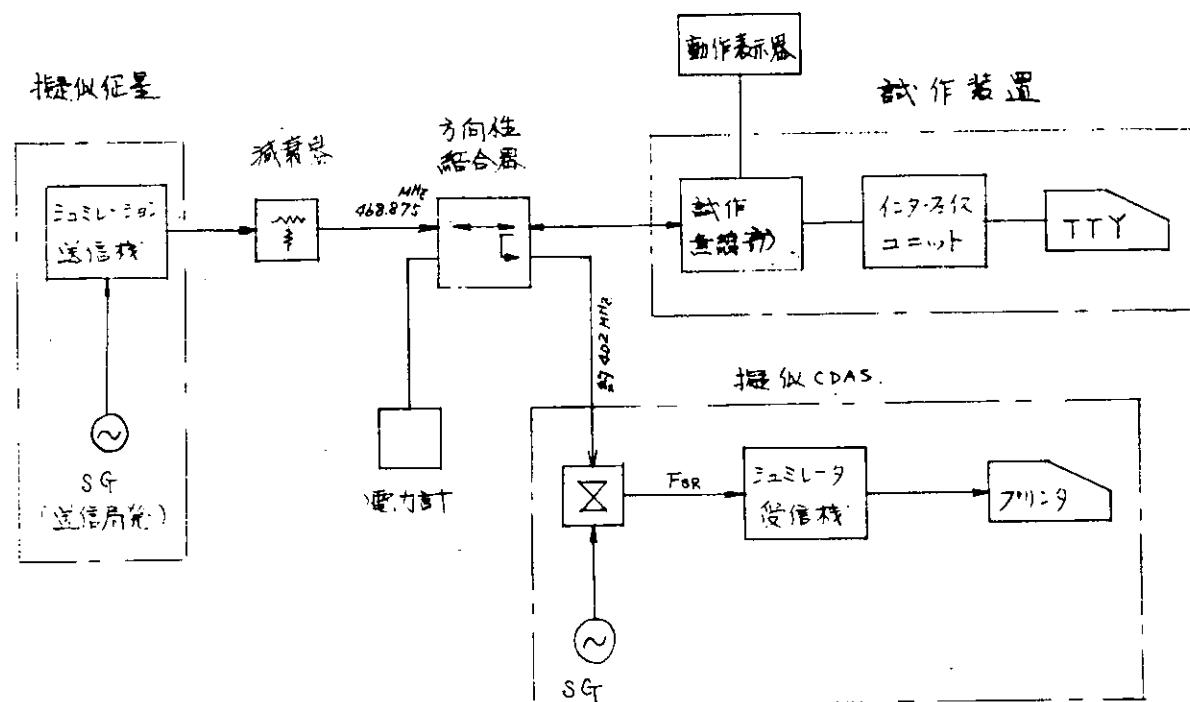


図 4.2.4 総合動作試験回路

模擬衛星のシミュレーション送信機からの信号は方向性結合器を通り試作装置の受信部で受信される。この受信された呼出し信号が、あらかじめ設定されている自局符号と一致すると、キーボードによって装置に入力され、記憶されているデータが報告ホーマットに従って試作装置から送出される。

この送信出力の一部が方向性結合器を経由し、ミキサによって、シミュレーション受信機の受信周波数に変換され、シミュレーション受信機で受信される。

総合動作試験における動作確認は受信動作試験、送信動作試験と同じように、受信及び送信動作の確認は動作表示器により、また、データ内容はシミュレータ受信機の復調信号をプリンタに印字させ送出データと比較照合することによって行った。この結果、規定されている衛星からの信号レベルの範囲内においては充分動作可能と予想されるが、この装置の評価は C D A S との組合せ試験及び実船装備試験の結果を待たねばならない。

## 5. その他の問題点

### 5.1 國際通報局( IDCP )共通仕様

船舶通報局の運用は、現行の気象業務法に準拠するすれば、同施行規則第4条に示された海域(西経160度~東経100度、緯度0~北緯65度)において気象庁への観測の成果の報告が義務づけられる。また国際航海に従事する船舶は海上人命安全条約第5章第4規則の規定により、世界の各海域においてWMOの示す区域別に通報することが勧奨されている。従って、船舶通報局の設備の条件は国際的なIDCPの仕様に適合し全世界的に運用されることが望ましい。CGMSにおけるIDCPの検討は51年4月の第6回会議から本格的に行われ、種々の変更提案がなされ、細部に関しては未決定である。今回の試作はCGMSの仕様決定に先行して実施されたものであり、将来若干の変更を要するであろう。予想される変更点は次の通りである。

- (1) ASC11 EOTを31ビットPNコードに変更
- (2) データ信号を11ビット調歩同期方式から8ビット同期方式に変更
- (3) スタート・シグナルの追加

これらの変更は機器コストにはほとんど影響を与えないが、今回の試作機の改造変更には追加費用を要する。

### 5.2 地上シミュレーション試験

第4章に述べた如く、今年度は船舶の運動特性に対する空中線設備の追従試験及び、衛星搭載のトランスポンダならびに指令資料集取局(CDAS)のDCPに対する機能に相当する擬似装置を試作し、工場内における試験を行った。しかし、日程的にGMSのCDAS及びDPCと連結した総合試験を行うことができなかった。今後、地上施設の整備を待って現用のフローとの適合を確認する必要がある。

### 5.3 経済性

無線設備及び端末設備に関しては、技術的に特に困難な箇所あるいは高価な部品を要しないことが、今回の試作で確かめられた。量産されれば米国の見積価格といわれる、セルフタイム型で4000ドル、インターロゲーション型で6000ドルは妥当な値と推定される。しかし、これは船舶用の追尾空中線設備を含まない価格でありインターロゲーション型の場合、姿勢制御及び追尾の機能をもった空中線設備が必要となりこのコストは無線設備の数倍を要すると想定される。また、工事費も増大し、かつ設備条件の限定など多くの問題がある。

### 5.4 操作性

気象・水象の観測データは端末機のキーボードにより人力するのみで、衛星のサービス区域内においては、自動的にデータは集取される。船舶の移動に対する、空中線の自動追尾も可能である。今回の試作機は空中線ビーム角の広いこと及び装置の簡易化のため自動追尾は行っていないが、1日1回程度の簡単な補正で運用できる。無線装置は常時電源投入で特別な操作を要しない。従って一般の乗組員でも容易に操作可能である。将来は船位、時間、気象データ等必要データを入手を要さずに記録、放送する完全自動化が望ましいであろう。これらに要するセンサおよびインターフェースに関して調査研究する必要がある。

## 5.5 船舶D C Pの普及促進

船舶の安全確保及び運航効率の向上には、気象予報の警報の確度の向上が必須である。このためには全世界的に多数の観測点の気象情報が要求される。洋上の気象・水象の観測は離島あるいは観測用ブイによって行われるが、航行中の多数の船舶からの観測情報の通報も気象予報の精度向上の重要な要因である。船舶D C Pによる通報は、公衆無線通信系による通報と異り、船舶側の労力負担を軽減し、かつ多数の必要情報を必要な時間に集取できる特徴がある。早期に多数の船舶に船舶D C Pが装備運用されることが要望される。

しかし、D C Pシステムは、経済的にみた場合、船舶側では気象予報の確度向上という間接的利益にとどまり、投資コストに見合う損益計算が困難であり、自己負担による装備の普及は多くは望めない。是非国家的な助成と規制が必要である。

全世界のほとんどの海域をカバーする5個の静止気象衛星は、全世界的なS A R (Search and Rescue) システムとしても、極めて有効な手段を提供し得る可能性がある。地上施設のソフトにS A Rの機能が組み入れられるならば、船舶D C Pのハードはそのまま遭難通報の有効な手段となる。また平常時においても付加サービスとして、予報あるいは警報の放送などが組込まれるならば、船舶側に直接的な利益を与える。これらの施策も船舶D C P普及の手段として検討されるべきである。

## 6. 今後の研究の進め方

### 6.1 今後の研究方針

GMSの整備計画は大略完了し、52年7月には衛星の打上げが予定されている。本年度実施できなかつたGMS地上施設とのインターフェース試験を実施してシステム上の確認を行う。

また、各機器の取付場所の選定、工事上の問題点などの装備の条件を調査し、適当な試験船に実船装備し評価試験を行う。

### 6.2 昭和52年度の研究計画

GMS地上設備と陸上における総合試験を行い、試作機の実船装備、及び実船評価試験を実施する。