

港 湾 技 研 資 料

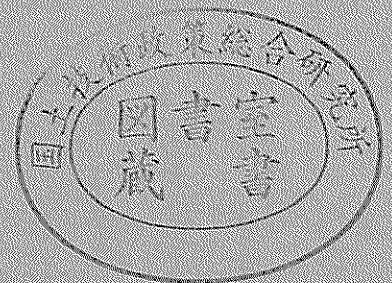
TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 400 Dec. 1981

波浪観測データの集中処理システムについて

広 瀬 宗 一
佐々木 弘
高 橋 智 晴

運輸省港湾技術研究所



目 次

要 旨	3
1. ま え が き	3
2. 集中処理体制	5
2.1 旧システム（波浪に関する拠点観測体制）	5
2.2 新規システム（沿岸波浪観測体制）	6
3. 集中処理方式	15
3.1 システム系統	15
3.2 データの処理内容	26
3.3 予測フィルターの活用	45
4. 波浪情報の保管体制	51
5. あ と が き	52
参 考 文 献	52
付録 電子計算機関連用語	53

Concentrative Data Processing System for the Coastal Wave Information

Munekazu HIROSE*
Hiroshi SASAKI*
Tomoharu TAKAHASHI**

Synopsis

In this note, the summary of the concentrative data processing system with the computer (16 bits/wd., core memory: 320 KB) for the coastal wave information is presented.

The system has developed and introduced in order to cope with the increase of the number of the coastal wave observation stations and the recent various demands of the coastal wave information.

The number of the coastal wave observation stations is about 30 as of 1980. According to the specifications of the system, data observed at about 50 stations for 2 weeks can be managed in a week by the system.

The system has the following features;

- 1) Digital data, recorded in CMT (Cartridge Magnetic Tape, 11 bits/wd., 300 feet, 1600 BPI), are input into the system.
- 2) The system has the digitalizing equipment (so-called the wave tracer) of the analogue record on the paper.
- 3) The system has the capacity similar to the large computer in the concentrative data processing of the coastal wave information.
- 4) If abnormal data (for example spike noise, white noise, etc.) are contained in the digital record, then these data can be corrected by the various procedures.

* Senior Research Engineer, Hydraulic Engineering Division

** Chief of the Coastal Observation Laboratory, Hydraulic Engineering Division

波浪観測データの集中処理システムについて

広瀬 宗一*
佐々木 弘*
高橋 智晴**

要 旨

当所においては、昭和53年度から波浪観測データの新しい集中処理システムを導入した。このシステムは、波浪に関する拠点観測実施要綱に基づく体制から沿岸波浪観測実施要綱に基づく体制への移行に伴い、デジタルデータの精度及び分解能の向上、データの集中処理作業の円滑化を図ること、港湾、海洋構造物の大水深化、あるいは諸種の海洋空間の利用等、必要とされる波浪情報の多様化に対処することを目的としたものである。

このシステムは以下のような特色を有している。

(1) ハードウェア

- a. システムの主たる入力媒体はカートリッジ磁気テープであり、これを処理するためのリーダー及び制御装置を備えている。
- b. 処理過程におけるデータチェックのためのモニタリング用としてグラフィックディスプレイ装置を備えている。
- c. ペン書きアナログ記録の汎用的なデジタル化のために特記仕様に基づく波形図形読取装置を備えている。

(2) ソフトウェア

- a. データの変換、編集を重視してこれに係わる処理を細分化し、各処理段階でデータのチェックをおこなうことができ、もしデータに異常がなければデータの変換、編集からリアルタイム情報の作成までを一連の作業としておこなう。
- b. データ処理における自由度を高めるとともに、データの検索機能を整備している。
- c. 波浪情報の汎用的な活用に対処しうる。

本資料に示すシステムによるデータの集中処理体制の運用は昭和54年度より実施されており、55年度末現在の集中処理対象港は29港となっている。

1. まえがき

“波浪に関する拠点観測実施要綱”（昭和43年10月港湾局策定、昭和49年3月一部改訂）に基づき、港湾局、各港湾建設局、北海道開発局、沖縄総合事務局、港湾技術研究所の相互協力体制により、昭和45年度より体制化された沿岸波浪の観測が実施されてきた。

この拠点観測の実施に際しては、現地においては、測定データ取得方式のデジタル化を中心とし、また測定点

の水深を統一した観測施設の整備が進められた。一方港湾技術研究所においては観測データの集中処理・管理機能の整備をおこない、以後毎年観測成果を年報、及び累年統計報として報告してきた。この体制下の集中処理対象港は、集中処理を開始した昭和45年当初においては14港であったが、波浪情報需要の増大と相俟ってその後徐々に増加し、54年度には29港とほぼ倍増している。

このように統一的な技術基準にもとづき、かつ資質の

* 水工部 主任研究官

** 水工部 海象観測研究室長

充実した波浪観測及びデータ処理・管理体制が整備されたことにより、港湾を中心とする全国沿岸における来襲波浪の特性を把握するために必要な基礎情報の収集、提供が可能となり、波浪の統計的性質の解明、設計波の算定基準、波浪推算法の開発・改良をはじめ、波浪関連諸分野において数多くの活用成果が得られるようになった。

しかしながら、近年における港湾、海洋構造物等の整備・建設計画の大水深化、広域化、また諸種の海洋空間利用計画等に関連した沿岸波浪情報の多目的利用、及び必要とされる波浪情報の多様化により、従来の波浪に関する拠点観測体制によって得られたデータ及び集中処理成果を、今後さらに有効に活用してゆくためには、波浪に関する拠点観測実施要綱における技術基準を改訂することが必要であると考えられるにいたった。その理由としては、

- ① 従来の測定点は水深 - 20 m を標準としていたが、この標準では顕著な高波時にその沖合において既に碎波等による変形を受けた波の影響が測定結果に含まれ、当該海域における事象の解析および統計処理成果が正しく得られないこと。
- ② 当初の技術基準では、その後の港湾関連事業計画の大水深化、広域化に対処する代表観測地点としての有為性に欠けることが観測データの蓄積、研究成果によって明らかとなり、その改善を必要とするに至ったこと。
- ③ 運輸技術審議会諮問第 6 号の答申その他により示された、汎用的な全国沿岸波浪情報の整備・活用について港湾関係機関に期待されている要請への対応を促進すること。

など、港湾調査におけるデータ資質の向上に関する必然性及び社会的要請への対応がある。一方、これらの背景のもとに観測及びデータの取得・処理に関する研究開発を進め、その成果の導入をはかり、従来の技術基準の内容を下記の如く改訂することを提案した。

- ① 従来、- 20 m を標準とした測定点の水深を - 50 m とする。(碎波以前の進行波形を測定し、データ資質の向上をはかる)
- ② 現地観測記録のデジタル記録方式を、従前の紙テープからカートリッジ磁気テープに改める。(取得データの精度の向上、集中的データ処理作業の能率の向上、及び現地保守作業の簡易化)
- ③ 波浪気象データ変成装置を中心とする観測データのオフラインバッチ処理システムの開発導入をはかる。(同上、及び汎用的情報需要への対応)

運輸省港湾局においては、昭和 53 年 3 月に新たに沿

岸波浪観測実施要綱を策定し、これによって従前の波浪に関する拠点観測体制を発展的に解消して、新体制による沿岸波浪観測を昭和 55 年度から本格的に実施することとなった。新体制における役割分担は次のとおりである。

港湾局 沿岸波浪観測網展開計画実施に係わる総括調整。

各港湾建設局	} 現地観測の実施と成果の活用。
北海道開発局	
沖縄総合事務局	
港湾技術研究所	観測取得データの集中的処理・解析及び総括的整理・保管、報告書の作成。

沿岸波浪観測体制においては、- 50 m 水深での観測を標準としている。以上の背景の下で、これまでの紙テープ (PT) によるデジタルデータの取得からカートリッジ磁気テープ (CMT) による取得へと集録方式の改良がおこなわれることとなった。これによってデジタルデータの分解能の向上、集中処理作業の簡易化がはかられ、観測網の展開計画の促進に対処可能となった。

CMT によるデジタルデータ集録装置 (DMT) の開発は、昭和 51 年度より開始し、第二港湾建設局の協力による波浮港の実験試験を経て 53 年度から実用に供されるようになり、55 年度末までにほとんどの沿岸波浪観測集中処理対象港においてこの整備を完了した。

港湾技術研究所においては、このような体制移行に対処するために、従来の集中処理方式を改変するとともに、体制の運用基準の整備をはかることとなり、昭和 51 ~ 53 年度の特別研究「沿岸波浪の統計的性質と基本情報の整備・活用に関する研究」の一環として波浪気象データ変成装置等の開発・実用化を進め、54 年度からミニコンピュータを中核とした波浪観測データ集中処理システムとして本格的な運用を開始した。システム設計にあたっては、波浪情報利用における多目的化及び多様化に対応すべく、従来の方式を基礎とした拡張及び充実をはかるとともに、一方ではリアルタイム情報の要望に応えるべく運用の円滑化を主眼とした。

本資料はこの波浪観測データの集中処理システムの概要をとりまとめて紹介することにより、波浪観測成果のさらに一層の活用に資することを目的としたものである。なお、本資料ではその性格上、データ処理に関連した略記号を多数使用している。巻末に記号解説を付したので参照されたい。

2. 集中処理体制

2.1 旧システム⁽¹⁾ (波浪に関する拠点観測体制)

(1) デジタルデータの取得方式

波浪に関する拠点観測体制の運用が開始された昭和45年度当初、デジタルデータの取得方式としては、図-1に示すような4方式を対象として、データ取得装置としての保守・監視の難易度、経済性、及び取扱いの容易さ等を比較・検討し、その結果図-1(a)に示す方式が採用された。

図-1(a)においては、デジタルデータを記録する媒体として紙テープ(PT)が採用された。しかしながら14地点にも及ぶ観測地点で得られたデータを円滑に処理していくためには、標準観測(偶数正時前後各10分間の計20分間観測、サンプリング間隔0.2/0.5s)で得られる紙テープ量を可能な限り少なくすることがその取扱い及び経済性の面から要求される。このため、種々の符号の内、パリティビットなしの純2進(pure binary)8桁コードが採用された。これによって、波高計による測定入力信号は紙テープ上で1キャラクター(1ワード)が0~250の数值(digits)で表現され、251~255に相当する符号はデータ間区切り等を表現する特殊コードとして割りあてられた。サンプリング間隔が0.2秒の場合には、1観測分(20分間)のデータ量は約6000キャラクターとなり、紙テープ1巻には約12観測分(1日分)、一方0.5秒の場合には1観測分のデータ量は約2400キャラクター、紙テープ1巻には約40~45観測分(3.5日分)の記録が可能となった。

現地においては、このようなデジタルデータを取得するために特殊なデジタル記録装置が必要となる。このため、種々のデジタル記録装置の試作及び試用実験を経て耐久性、誤差、複数要素にわたる測定項目に対する改良・改善をおこない、汎用型デジタル記録装置が開発され、現地に供されることとなった。この装置の入力応答速度は、フルスケールに対して0.1秒にまで改善され、穿孔機は0.05秒/wd。(最高速度)であり、サ

ンプリング間隔は0.2秒が最小であった。しかしながら、穿孔機のような機械的な部分については故障が多くなりがちであり、かつ耐久性に欠けるため、穿孔機の寿命がデジタル記録装置全体の寿命を決定するという欠陥を有していた。

(2) 集中処理システム

デジタル記録装置により取得されたデジタルデータは、図-2に示すようにPT-PTコードコンバータによるペンレコーダへのアナログ記録の出力、PT-MTコードコンバータによるPTからMTへの媒体変換を経て、大型電子計算機に入力され集中的な演算・処理がおこなわれた。

当初、PT-PTコードコンバータは、演算処理精度の

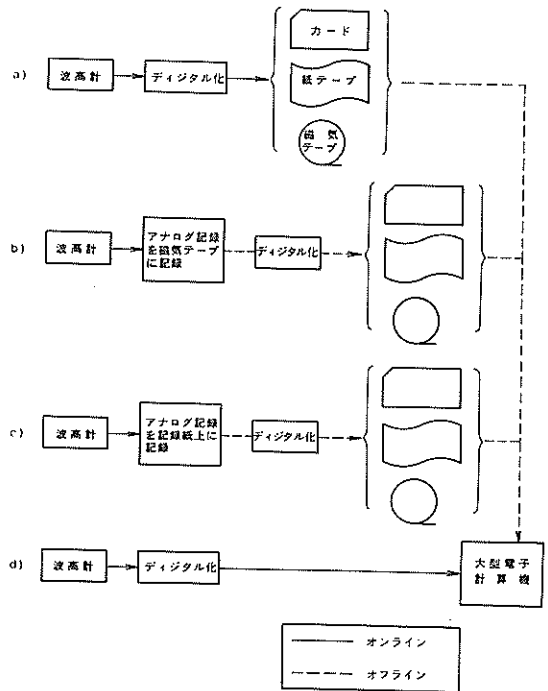


図-1 デジタルデータの取得処理方式(波浪に関する拠点観測体制)

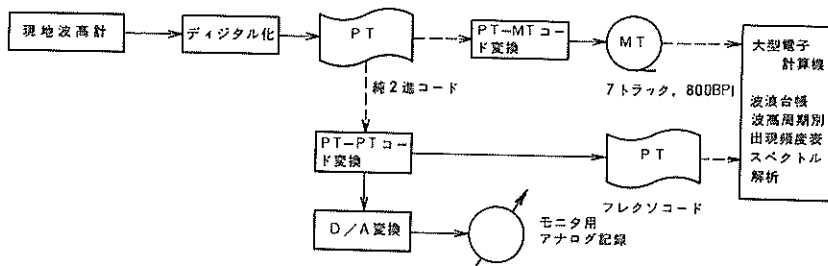


図-2 デジタルデータの集中処理方式(波浪に関する拠点観測体制)

検討、PT処理上の問題点を明らかにすることを目的として進コードのデジタルデータを8単位フレクソコードの紙テープに変換するために用いられ、これにより電算処理がおこなわれた。しかしながら、このコードは5キャラクター/ワードで構成されるため、変換後の紙テープ量が膨大(サンプリング間隔0.2秒の時1観測分で30000キャラクター)、かつかなりの変換時間(6000×0.25s)を要することとなり、円滑な集中処理体制の運用という面では妥当とはいえないものであった。そこで、この欠陥を是正するために別途PT-MTコードコンバータを製作し、これによって大型電子計算機への入力用MTを作成し、先のPT-PTコードコンバータをモニター用アナログ記録の出力用として活用することになった。

PT-MTコードコンバータは、紙テープ読取装置、データ変換装置、磁気テープ記憶装置、デジタルプリンター、及び自動平衡型ペン書きアナログ記録計からなっ

表-1 PN-MTコードコンバータの機能及び使用条件

(1) 紙テープ読取装置	
紙テープ読取機	読取方式：光電式 読取速度：500字/s 単位数：8単位
紙テープ繰出、巻取機	繰出し速度：500字/s テープ長：1巻(約275m) 単位数：8単位 巻取速度：1500字/s
(2) データ変換装置	
記憶ユニット	記憶容量：128語、12ビット/語 メモリーサイクル：10μs
D/A変換ユニット	入力信号：2進コード、9ビット並列 変換速度：20μs 精度：0.5%
(3) 磁気テープ記憶装置	
制御方式	真空式シングル・キャプスタン方式
テープ長	最長2400フィート
テープの幅	1/2インチ
記録速度	800ビット/s
転送速度	2.88KC
トラック数	7トラック
(4) デジタルプリンタ	
桁数	14桁/行
印字速度	最大5行/s
印字種類	英数字
(5) 自動平衡型記録計	
入力電圧	10mV~50mV
記録紙速度	6~300mm/分
ペン速度	0.4s/フルスパン
精度	±0.5%
(6) 使用条件	
温度	23℃±5℃
湿度	40~70%
使用電源	AC100V±5%, 50Hz
電源容量	約7KVA

ていた。表-1にこの機能及び使用条件を示す。

このコンバータでは、データ番号及びデータよりなる128ワードで1ファイルを構成し、大型電子計算機用コード変換してMT(7トラック、800BPI)に書き込むものであり、観測時刻等のラベルはMTに記録されなかった。これによると、サンプリング間隔が0.5秒の場合、約1カ月分のデータを約1時間で磁気テープに収録することができる。観測の区切りはオールマークの数で制御、すなわち5個以上のオールマークが連続する場合にはこれを観測の区切りとみなし、また最後のファイルの予備データには511という数値を与えた。

しかしながら、このコンバータは紙テープの一部が損傷していた場合等には当然のことながら使用できず、このため純2進コードで紙テープを複製する機器の必要が生じ、タイプライターと低速紙テープリーダー、及び穿孔機を組合せた特殊コードパンチャーが別途製作された。

このように旧システムでは、まずPT-PTコードコンバータによりデータをペン書きアナログ記録として再生してデータのチェックをおこない、紙テープに損傷等がみられる場合には特殊コードパンチャーで紙テープを再生した後、PT-MTコードコンバータで大型電子計算機への入力媒体となる磁気テープを作成するという過程をとってデータの前処理がおこなわれてきた。

2.2 新規システム(沿岸波浪観測体制)

(1) デジタルデータの取得方式²⁾

旧方式における紙テープによるデジタルデータの取得方式には以下に示すような欠陥が指摘される。

- 1) 紙テープ穿孔装置をはじめとする機械的な部分が主要な部分を構成しており、耐久性に欠けるとともに穿孔ミスといった誤動作、トラブルを免れない。
- 2) 沿岸波浪観測体制への移行に伴い要求されるデータの精度、分解能の面で不十分さがある。
- 3) 穿孔異常のチェック、及び紙テープの巻き戻しに時間を要し、観測地点数の増加に伴うデータ処理の円滑性の向上が期待できない。
- 4) データの保存空間の確保及びデータの検索が困難である。
- 5) PT-MTコードコンバータによりデータは所要の変換の後、7トラックで磁気テープに記録されるため、1カ月分の生データを磁気テープ1巻に収録するためには観測時刻等のラベルを除かなければならない。したがって、磁気テープの誤操作等によるデータの破壊が懸念される。

6) 紙テープは再使用がきかないため不経済である。

したがって、沿岸波浪観測網の展開においては新しい方式が開発・整備される必要性が生じてきた。このような背景の下に、53年度より実用化されたデジタル記録装置(DMT)を写真-1に示す。この装置は、制御装

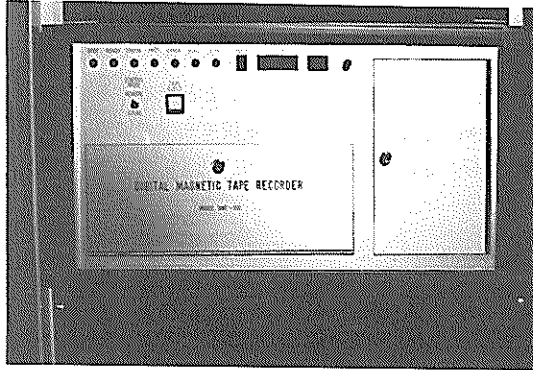


写真-1 デジタル集録装置(DMT)

置と本体からなっており、デジタルデータが収録されるカートリッジ磁気テープ(CMT)にはスコッチ1/4 DC300A(記録密度1600BPI)が用いられ、CMTへの記録動作はスタート信号、ストップ信号による自動制御によりなされる。CMTを写真-2にこの記録装置の性能・機能を表-2に示す。表に示されているように、入力チャンネル数は3チャンネルであり、それぞれ+1V~-1Vの入力電圧を受けてこれをAD変換し、入力フルスケールに対して符号+10ビット(bits)であらわされたデジタル値をCMTに出力するものである。CMTに記録されるデータの構成を図-3に示す。図か

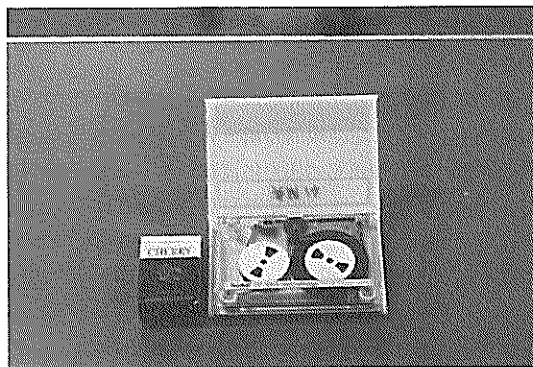


写真-2 カートリッジ磁気テープ(CMT)

表-2 デジタル記録装置(DMT)の仕様

a. 測定信号入力部

(1) 入力回路

入力チャンネル数: 3チャンネル
 入力形式: 不平衡, 電圧, 双極型
 入力電圧: $-1024V \sim +1023V$
 入力耐圧: $\pm 35V$ 以上
 入力抵抗: $1M\Omega$ 以上, 電源ON-OFF時共
 チャンネル間切変速度: $100\mu S$ 以上

(2) A/D変換部

変換方式: 逐次比較型
 変換コード: 2進, 負は2の補数表示
 変換値: 11ビット(符号+10ビット)/
 入力フルスケール
 分解能: 入力電圧対応 $1mV/\text{ビット}$
 (波高計フルスケール/2000分割)
 変換速度: $40\mu S$ 以上

(3) 精度

量子化誤差: $\pm 1/2 \text{ LSB}$ 以下
 非直線性: $\pm 1 \text{ LSB}$ 以下
 零点誤差: $\pm 1 \text{ LSB}$ 以下
 総合精度: $\pm 0.2\%$ フルスケール以内

b. 入力信号のサンプリング

サンプリング周期: 0.2秒, 0.5秒, 及び外部サンプリング信号による指定($ma \ 20Hz$)
 サンプリング周期精度: $0.2\text{秒} \pm 0.1\%$, $0.5\text{秒} \pm 0.1\%$, 外部サンプリング信号による場合は入力信号の精度, 波形, 及びトリガーレベルによる。

外部サンプリング信号

入力形式: シュミット回路
 想定信号形式: 電圧入力
 入力電圧: $\pm 35V$ 以内
 スレショールド: 正方向+ $1.5 \sim 2V$,
 負方向+ $0.6 \sim 1V$
 トリガリング: 立上り
 入力抵抗: $100K\Omega$ 以上

c. データの一時記憶回路(バッファメモリー)

メモリー素子: ICメモリー
 メモリー容量: 256バイト/ユニット
 ユニットの数: 2ユニット

d. テープデッキ

使用磁気テープ: スコッチ1/4 DC300A データカートリッジ
 テープ速度: $25 \sim 30 \text{ IPS}$
 記録密度: 1600 BPI
 データ転送速度: $40 \sim 48 \text{ キロビット/S}$
 記録方式: 1トラック, PE方式
 記録形態: 1トラック毎ビット直列
 トラック数: 4トラック

e. 環境条件

使用条件 温度範囲: $5 \sim 40^\circ C$, ただし加湿, 冷却なし
 湿度範囲: $20 \sim 80\%$, 結露しないものとする。
 保管条件 温度範囲: $-30 \sim +60^\circ C$
 湿度範囲: $0 \sim 99\%$

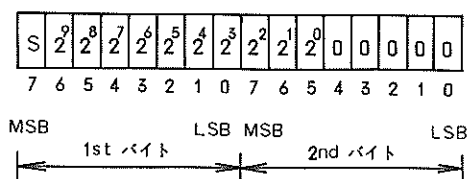


図-3 CMTデータのワード構成

CMTへの書き込みの際、テープに何らかの異常が見られるときには、4回ずつ連続する2ヶ所に書き込み動作をくり返し試行し、なお書き込みが不可能な場合にはこの部分を無視して次の箇所に移り、書き込めなかった部分はブロックの区切り (IBG) とみなすことになる。

図-4に示すラベルレコードには、観測日時、港名コード、チャンネル数、機器レンジ、定時/連続の切換フラグ等から成り立っており、データ処理、処理結果の出力に際してはこれが参照されることとなる。ラベルレコードの構成を図-5に示す。連続モードの場合には、毎時10分、30分、50分が区切りとなって、各20分の

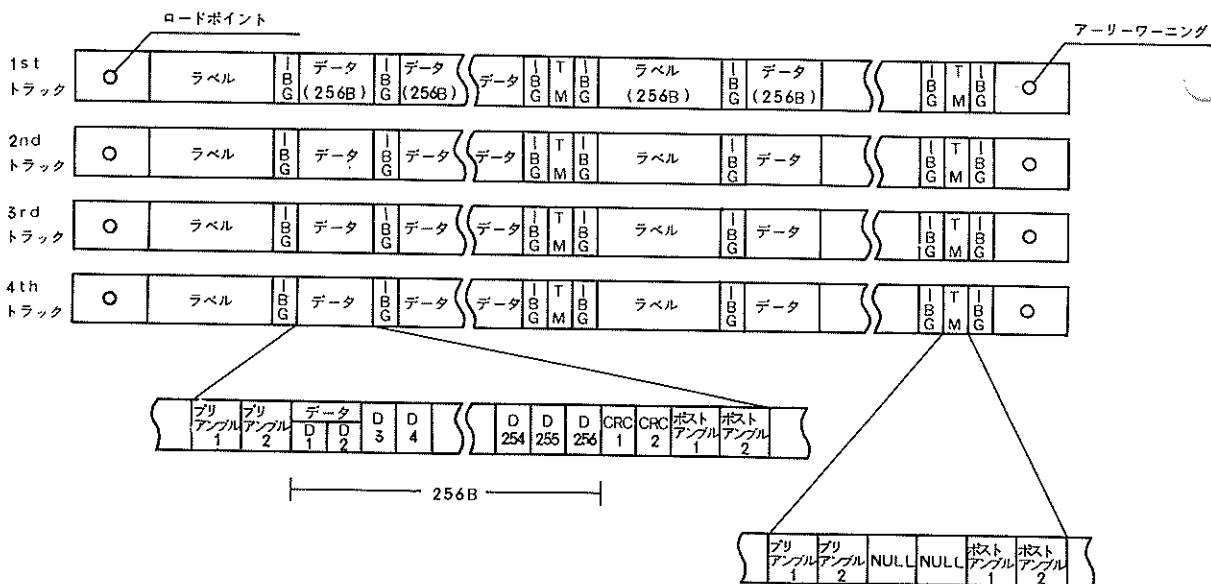


図-4 CMTデータのフォーマット

らわかるように、データは2バイト (bytes) / wd. で構成されており、-の値は2の補数により表現される。したがって、1ワードは±それぞれ1024 digits の計2048 digits で表現されることとなり、フルスケールを一定とすれば分解能は従前の方式に比べて8倍改良されたことになる。

CMTへのデータの収録は、1トラックから4トラックまで順におこなわれ、各トラックの終りはアーリーワーニング (early warning) により判断される。CMTへのデータの書き込みフォーマットを図-4に示す。図-4によると、CMTにはラベル及びデータが観測時刻ごとに書き込まれるが、いずれも128ワード/ブロック (wds/bl.) の形式をとり、観測の区切りにはテープマークが書かれる。

データは定時観測 (偶数正時前10分から後10分までの20分観測) の場合と同様にラベル、及びデータより構成される。

CMT 1巻には、たとえば波高計1台からの出力だけの1チャンネルで定時観測の場合約2週間分のデータが収録され、波高計からの出力に波向計からの2成分の出力を加えた3チャンネルで定時観測の場合には約1週間分のデータが収録されることになる。したがって、従来の紙テープによる場合に比べて出力媒体量の大幅な減少となっており、しかもCMTは反復利用が可能であるためCMT自体は保存媒体とはならず、デジタルの保管に係わるスペースの縮小、省力化をはかることが可能となった。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ラベルブ ック表示		地点コード						年 月 日 時 分						観測モード 表示	動作制御 モード						
0 0 0 0		0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X						0 Y 0 Y 0 M 0 M 0 D 0 D 0 H 0 H 0 M 0 M						* 1	* 2						
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	256	
入力チャ ネル数		サンプリ ング周 期	1 CH 機種コード	2 CH 機種コード	3 CH 機種コード	1 CH 機器レンジ		2 CH 機器レンジ		3 CH 機器レンジ		予 備						全左			
* 3		* 4	* 5	* 5	* 5	* 6		* 6		* 6		0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						0 0			

注) ラベルの内容はすべてBCDコードで作成されている。

- * 1 定時観測(0100)₁₆、連続観測(0F00)₁₆
- * 2 自動(0100)₁₆、手動(0F00)₁₆
- * 3 1チャンネル(0100)₁₆、2チャンネル(0200)₁₆、3チャンネル(0300)₁₆
- * 4 0.2秒(0200)₁₆、0.5秒(0500)₁₆、外部入力(0A00)₁₆
- * 5 表-5参照
- * 6 観測機器の出力±1Vに対応する測定レンジ(0X0X)₁₆

図-5 CMTデータのラベル構成

(2) 集中処理システム

DMTにより取得されたデジタルデータは、データの集中処理システムとして新規に導入した波浪気象データ変成装置により、所要のコード変換・編集の後ルーチンワーク処理がなされることとなる。この装置は、ミニコンピュータ(JAC150/40、日本無線製)を中核としており、その機器構成及び概観をそれぞれ図-6、写真-3に、また各機器の機能、性能を表-3に示す。

通常ミニコンピュータは規格が決まっており、本システムへの主要な入力媒体であるCMTのように、特殊な入力媒体、特殊なワード構成・フォーマットを有するデ

ータの前処理に関しては、マイクロコンピュータ等を中心としたシステムを考えたほうが柔軟性があるように思われる。しかしながら、この場合データ処理については大型電子計算機を用いておこなうこととなり、データの前処理はマイクロコンピュータで出来てもデータの月別編集あるいは補足、処理結果の編集といった何本ものMT装置を必要とするにもかかわらず、要する時間はわずかとといった処理を大型電子計算機に分担させることになる。したがって、ターン・アラウンドタイム(turn around time)の大幅な増加、コスト・パフォーマンスの低下を引きおこす。また、近年のメーカー側の大量生産体制、及び人件費の増大により、特記仕様の機器・装置を製作し、運用することは、維持・管理面を含め必ずしも経済的、かつ効率的であるとはいえない。一方、市場の競合、及びIC技術の発達により、ミニコンピュータといえども従来考えられていた大型電子計算機並みの処理能力を有しており、保守、維持・管理体制が充実しているほか、カセットテープの普及に伴う入力媒体に関する研究・開発も進んでいる。したがってCMTにおいて出現するミニコンピュータの標準仕様では対処できないいくつかの問題点に妥協しさえすれば、ミニコンピュータに大型電子計算機及びマイクロコンピュータの機能を兼備させることは可能であり、かつ得策であると考えられる。

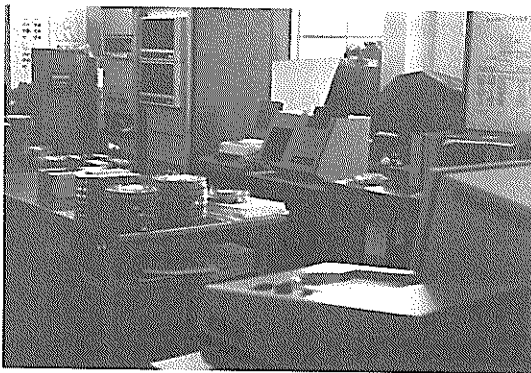


写真-3 波浪気象データ変成装置の概観

本システムは一種のラボ・オートシステム(laboratory automation system)であると考えられるが、

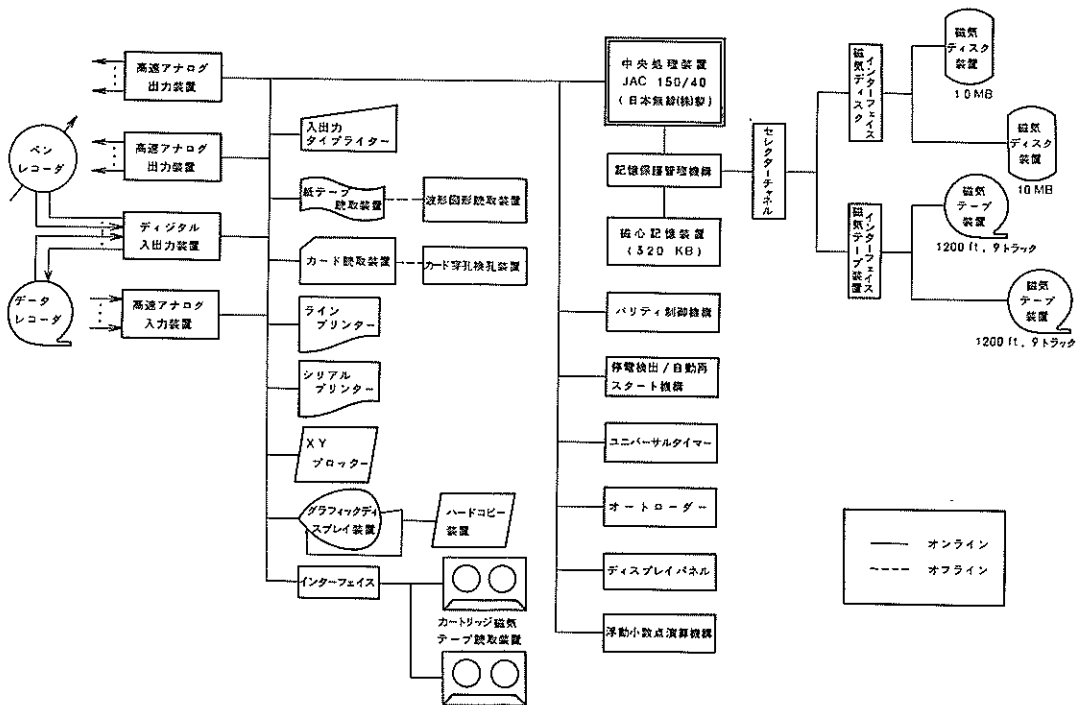


図-6 波浪気象データ変成装置の機器構成

他のシステムに比べてより特徴的であるのは、CMT及び特殊コードのPTを読み取るための装置を標準的に備えている点である。

波浪気象データ変成装置による集中処理システムを設計する上で考慮した点を列挙すると以下のようになる。

1) 入力媒体

入力媒体としては、CMT、PT(純2進、ASCII、FLEXO)があり、いずれにも対処可能である。純2進コードの紙テープ入力を考慮したのは、集中処理対象港におけるDMTの導入時期の遅れ、あるいは沿岸波浪観測体制への移行の遅れ、及び波浪に関する拠点観測体制下におけるデジタルデータ(PT)の再変換・再編集の必要性に対処するためである。

2) マルチ処理機能

CMTによるデジタル記録の取得に伴うリアルタイムな波浪情報の要求、及び要望される波浪情報の多様化による処理項目の増大に対処するためにマルチ処理機能を有していることが必須である。

3) モニタリング機能

PTからCMTへ入力媒体が変化したことによる欠点は、CMTに記録されたデータは目で見るができないことである。したがって、データのモニタリング機能を充実するために、ペンレコーダ、及びグラフィックディスプレイ装置(GD)を導入した。グラフィックディスプレイ装置は数少ない任意の波形記録を出力するために用い、異常波形の検出を確実にかつ迅速におこなえるように拡大機能を有すると共に、複数チャンネルの同時出力を考慮して階調付きであることを条件とした。また、波浪観測担当者への同様の資料の提供、及び検討材料の保持のためにハードコピー装置(HC)を同時に整備した。一方、ペンレコーダは主として多量の波形記録を連続して出力するために整備したものであり、複数チャンネルの同時出力をするため4ペン式のものを採用した。

4) 大型電子計算機(ACOS800II)との互換性

本システムは従来のシステムに比べてかなり拡張されたものとなっている。これは先に述べたように沿岸波浪観測データを対象としたルーチンワークを

表 一 三 波浪気象データ変成装置の機器構成

機器名称	性 能	電源周波数 変動	電源電圧 変動	温 度 (℃)	湿 度 (% RH)
中央処理装置	制御方式：マイクロプログラム方式 直接アドレス空間：1MB(実装320KB) DMA転送速度：2MB/s	50/60Hz ±3Hz	AC100V ±10%	0～40	10～80
磁気ディスク装置	カートリッジディスク：IBM5440型 固定ディスク：1枚 最大記録密度：2200 BPI	50/60Hz ±1Hz	100V	0～40	10～80
磁気テープ装置	記録密度：1600 BPI テープ速度：37.5 IPS データ転送速度：60KB/s	50/60Hz ±2Hz	100V ±10%	5～35	20～80
入出力タイプライター	行印字数：72字/行 印字速度：600字/分 字 種：64種(8単位ASCII)	50/60Hz +0.5Hz -1.5Hz	100V ±10%	0～40	20～80
紙テープ読取装置	読取方式：光電式 読取速度：400字/秒 使用テープ：8単位	50/60Hz ±1Hz	100V ±10%	5～35	10～80
カード読取装置	読取方式：光電式 読取速度：300枚/分 使用カード：80欄標準パンチカード	50/60Hz ±1Hz	100V ±10%	5～40	20～80
ラインプリンター	印字方式：ドットマトリックス・インパクト方式 印字速度：200行/分 行印字数：132字/行	50/60Hz ±1Hz	100V ±10%	10～40	5～95
シリアルプリンター	印字方式：ドットマトリックス方式 印字速度：120字/秒 行印字数：132字/行	50/60Hz ±2Hz	100V ±10%	10～40	10～90
X Y プ ロ ッ ク	作図範囲：800×650mm 作図速度：40～80mm/s(軸方向) 使用ペーベン数：ポールペン3本、インクペン1本	50/60Hz ±2Hz	100V ±10%	5～40	30～75
グラフィックディスプレイ装置	走査方式：多走査TV走査方式 表示寸法：270×360mm 表示遅延：4096×3072	50/60Hz ±2Hz	100V ±10%	0～40	15～80
ハードコピー装置	ペーベンサイズ：216×280mm コピー時間：18秒 ウォームアップ：20分	50/60Hz ±1Hz	100V ±10%	0～35	0～90
カートリッジ磁気テープ読取装置	記録密度：1600 BPI テープ速度：30 IPS テープ転送速度：48KB/s	50/60Hz ±2Hz	100V ±10%	5～45	20～80

機 器 名 称	性 能	電 源 周 波 数 変 動	電 源 電 圧 変 動	温 度 (°C)	湿 度 (φ RH)
高 速 ア ナ ログ 入 力 装 置	入力方式：電圧入力 入力レンジ：±10V 入力チャネル数：8チャネル 分解能：12ビット(11ビット+1サインビット) 変換速度：40kHz, 25μs/チャネル	—	—	0～40	10～80
高 速 ア ナ ログ 出 力 装 置	出力方式：電圧出力 出力レンジ：±10V 出力インピーダンス：0.05Ω 出力チャネル数：8チャネル 分解能：12ビット(11ビット+1サインビット) 変換速度：5μs	—	—	0～40	10～80
デ ィ ジ タ ル 入 出 力 装 置	入力信号：無電圧 ^a 接点 受信回路：シミュリテート 向階方式：非同期 出力信号：オープンコレクター 出力条件：最大負荷100mA以下, 25V以下 入出力点数：各16点	—	—	0～40	10～80
カ ー ド 穿 孔 ・ 検 孔 装 置	使用カード：標準80欄カード 処理速度：手動穿孔速度 最大25カラム/s, 手動複写速度 最大10カラム/s, 自動穿孔印字速度 最大3.6カラム/s	50/60Hz	AC100V	—	—
波 形 図 形 読 取 装 置	操作方式：X軸 パルスモータドライブ(自動ステップ及び連続送り) Y軸 手動ハンドル操作 分 解 能：0.01mm(両軸) 総合精度：0.03mm(両軸) 有効読取範囲：300×1200mm テーブル送り速度：0～20mm/s 自動ステップ送り：0.0～99999(0.01mmステップ) 伸縮補正：0～±20mm/400mm, ±50%, X軸のみ テーブル傾斜角：0～90° テーブル基準補正：±3° 距離表示：X軸 6桁, ±999999mmまで Y軸 5桁, ±99999mmまで データカウンタ：4桁, 9999まで スケールリング：1/2, 1, 2など種・倍率自由 サンプリング設定：0.01～9.99mm(0.01mmステップ) フォーマット指定：最大30桁/ワード データ出力：X軸 BCD 6桁符号付き Y軸 BCD 5桁符号付き データ出力速度：1200字/s 標準出力機器：紙テープパンチャ、8単位ISO ASCIIコード	50/60Hz	AC100V	—	—
図 形 読 取 テ ー プ ル	動作方式：マニュアルレス 有効読取範囲：X方向 1200mm, Y方向 900mm 基準分解能：0.1mm 総合精度：0.3mm 出力：ディジタル(パルスジェネレータ内蔵) X 座 標 1-2-4-8コード4桁 Y 座 標 1-2-4-8コード4桁	—	—	—	—

おこなうためである。したがって、本システムにおいて入出力されるデータは別途大型電子計算機により波浪に関連する研究を目的とした、たとえば波浪の統計的性質の調査・解析、あるいは種々の波浪現象の解明のために活用されることを考慮しなければならない。このためには、本システムと大型電子計算機の間で互換性、すなわちMT装置により処理されるラベル構造、ワード体系等に対して容易に対処可能な互換性が要求される。

5) 言語及び割り込みレベル

本システムにおいて使用されるプログラムはFORTRAN言語で作成されることが望ましい。というのは大型電子計算機用のプログラムはほとんどがFORTRANにより作成されているため、これらと本システムにおけるプログラムの汎用的活用性、及び工学的プログラム言語としての一般性などを考慮したためである。

本システムにおいて集中処理される対象港は、55年度末現在29港であるが、今後予想されるこの増大に対応した周辺機器の拡張に対処するために割り込みレベルの高いことが要求される。

6) ソースプログラムのディスクへの格納

処理項目の多様化に伴うプログラム数の増大、及びコード変換プログラムに代表されるアセンブラー言語の使用に伴うプログラムのステップ数の増大、ならびにプログラムの使用頻度から考えて、カードリーダーは機械的な部分が主要であるため耐久性の面で問題視される。さらに、本システムにおけるようなラボ・オートシステムにおいては大型電子計算機システムにおけるほど高速かつ高性能なカードリーダーを使用し得ないため、もしカードリーダーによりプログラムを入力することになれば時間を要するばかりでなく、加えてプログラムの管理及びアクセスに支障を来すことになる。したがって、本システムにおいて用いられるプログラムはすべてディスクに格納するものとし、出来るだけカードリーダーの負荷を少なくすることが望ましい。

7) プログラムの細分割

本システムにおけるようなデータの集中処理においては、とりわけデータの前処理、すなわち異常データの修正、データの変換・編集が重視されなければならない。というのはデジタルデータの取得においてはトラブルは完全に免れ得ないからである。もし、異常データの修正、データの変換・編集作業をデータ処理作業に一括したりすると、データ処理

結果が得られた段階でしかデータ及び処理結果のチェックができず、この段階で異常が認められるとデータの修正も含めた一連のデータ処理のリサイクルを余儀なくされる。これは本システムのようなルーチンワークを主としたシステムの運用においてもっとも回避しなければならないことである。このため、まずデータの前処理を完全な形で実施することを前提として、前処理段階におけるラベルのチェック、データ数のチェック、波形及び修正波形のチェック等をいずれも分割し、前処理段階のみにおけるリサイクルによって一連のデータ処理作業全体のリサイクルを回避することとした。また、一方もしデータに異常がみられなければディスクを介することにより、データの変換・編集からデータ処理までを一連の作業としておこなえるものとしている。

8) データの保護

波浪情報をリアルタイムに提供してゆくためには、少なくともCMT1巻ごとに処理し、処理結果を同時に提供できる体制が望ましい。しかしながら、CMT1巻には約2週間程度のデータしか収録できないため、たとえば同時に50地点のデータを対象として集中処理することを考えると、1か月あたり約200巻(生データ及び処理結果それぞれ100巻)のMTを必要とする。このような多量のMTを誤りなく円滑に処理し、かつ維持・管理していくためにはシステムによる監視機能が要求され、各テープには観測日時、処理段階を示すラベルを格納することとした。

9) 図化機能

本システムのようなラボ・オートシステムでは大型電子計算機システムのように高性能な図化装置を装備することは、中央処理装置をはじめ各周辺装置の性能から考えて必ずしも得策かつ効率の向上にはつながらない。したがって、処理結果の図化作業は大型電子計算機による方が望ましいように思われる。しかしながら、本システムは大型電子計算機システムとは完全に独立しており、大型電子計算機システムに全面的に図化処理を負うことは、データの変換に要する時間及びターン・アラウンドタイムの増加の面から必ずしも望ましいとはいえない。このため、ラボ・オートシステムとしての目的から考えて、できるだけデータ処理の空時間等を活用して本システムにより図化処理をおこない、大型電子計算機システムを補足的に活用する方向でシステム設計すべきであると考え、XYプロッターを導入した。

10) 欠測データの補足機能

デジタルデータに異常がみられる場合には、ペン書きアナログ記録からデジタルデータを再生する必要が生じる。デジタルデータは、PTからGMTへの集録方式の移行により分解能、精度共より良好なものになっているため、これに見あうデジタル化装置が必要となる。そこで、特記仕様に基づいて製作された波形図形読取装置(3.2参照)を導入した。

以上のような考察の下にシステム設計をおこなったが、本システムにおいてCMTからMTの媒体変換に要する時間は、旧システムにおけるPTからMTの媒体変換に要する時間に比して期待していたほど短縮されなかった。すなわち、1か月分のデータを媒体変換するのに両者とも平均的に約1時間を要している。このことは、時代の変遷を考えると、波浪観測データのような特殊コードのデータの変換には旧システムにおけるようにマイクロコンピュータを中心とした特殊仕様に基づく単能機システムの方が能率的であることを示している。しかしながら、この結果は主として本システムにおいては後述するラベルの異常の修正、観測データのソーティング等をデータの変換と同時にこなうために、CMT/MT変換においてディスクを介していること、旧システムにおいては本システムにおけるほぼ同等の性能を有するMT装置を備えていたことなどによるものと思われる。旧システムにおいて使用されていたMT装置は、他の周辺機器、たとえばPT-PTコードコンバータ、特殊コードパンチャー等に比しかなり高性能のものであるが、このように部分的に高性能の機器・装置を使用できるのは旧システムのように特殊仕様に基づいて製作された単能機システムの利点である。しかしながら、旧システムにおいてはPT/MT変換の前に、PTにみられる穿孔ミスを含めた異常データのチェック、修正、及び編集をマニュアル操作によりこなわなければならない、これらの機能のすべてをコンバータに負わせることができなかった。というのは、入力媒体が紙テープであったという理由以上に、単能機システムでは機能を拡張することは不経済であり、メモリー的にも制約があったためである。これらの点を考慮すれば、本システムは波浪観測データの集中処理システムとしての汎用性を有し、ほとんどマニュアル操作を介することなくパラメータのセット、コマンド入力だけでほぼ自動的に処理をおこなうため、旧システムに比べて非常に効率的なものとなっている。

(3) システムの運用

本システムの運用において、波浪情報の確実な捕捉・蓄積という面で最も問題となるのはCMTの破損の問題

である。CMTは通常の磁気テープとほぼ同等の耐久性を有するものと推察されるが、CMTによりデジタルデータを取得している集中処理対象港は全国各地に散在しており、これらの各地ではそれぞれ気候が異なる上、各地で設備されているデジタルデータの取得環境も異なっている。したがって、CMTの耐久性を把握するため、各地において購入された時点でそれぞれに番号を付し、当所に送付されるたびにCMT番号、収録状況を記録にとどめることとした。

CMTの番号、収録状況は、CMTの表面に貼付されたCMTラベルに記載され、当所に送付されるが、上述の作業における転記ミス、あるいは現地における収録状況の記載の便宜をはかるため、図-7に示すようなCMTラベルを作成した。CMTが当所に送付されるとこれを

測定地点名		コード No.		CMT No.	年
データ名	1 ch	2 ch	3 ch		
	レンジコード	レンジコード	レンジコード		
観測期間	自 年 月 日 時 分	至 年 月 日 時 分	観測担当者名		
トラック数	ブロック数		エラー数		
備考					

図-7 CMTラベル

はがしてノートに貼付し、別途新しいCMTラベルをCMTの表面に貼付して現地に返送することとした。

CMTは郵便小包により送付されるが、送付途上における事故防止のために写真-4に示す輸送箱(CMTコンテナ)を準備した。この輸送箱には、パッキンにはめ込まれたCMT2巻とペン書きアナログ記録紙(定時観測データ約1か月分)を格納することができ、現地からは通常この半分の量が送付される。一方、当所から現

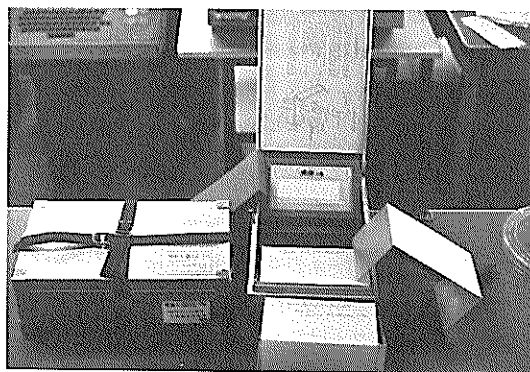


写真-4 CMTコンテナ

地にCMTを返送する場合には、CMTはバックにはめ込まれてはいるもののペン書きアナログ記録紙がないため動きやすくなりCMTの破損の原因になるかも知れない。そこで、写真-4に示すようにアルミ製の金具枠を製作し、これをアナログ記録紙の代りに装填することとした。

CMTを受け取ると、上述のようにCMTラベル及びペン書きアナログ記録紙によりデジタルデータの取得状況をチェックし、ペン書きアナログ記録紙は各観測ごとに切り離し、1か月単位でファイリングをおこない保存する。CMTは1巻単位で本システムにおいて処理され、原則として1巻ごとに返送される。

CMT及び輸送箱は観測地点ごとに最低それぞれ10巻、3個が準備することとし、これらが破損した場合には当所において準備している予備品により補充される。CMTの数は、何らかのトラブルによるルーチンワーク処理の遅滞による返送の遅れ、現地における保守・点検時の使用、及び連続観測への切替によるCMT使用量の増加を考慮したためである。一方、輸送箱の数は現地におけるデータ送付用、送付途上、当所におけるCMT返送用に各1個を前提として設定されている。

当所におけるシステムの運用は、オペレータ2名、上述のデータの受取り、ファイリング及び処理結果あるいはCMTの発送に1名、システムへの入力コントロールカードの作成及び補助データの作成に2名、処理結果の検討及び総合的などりまとめに1名の計6名によりおこなうこととした。この陣容及びシステムの能力にもとづき、必要な波浪情報の提供等に遅滞なく対処しうするためには、本システムにおいて対象とする集中処理対象港は50港以下であることが望ましい。机上計算によると60港程度までは本システムにおいて対処可能であるが、観測データにみられる種々のトラブル、あるいはシステム運用上問題となるその他異常な事態の発生等による累積的な遅滞を考慮しなければならないからである。

本システムにおいて処理された結果は、必要性及び量的な問題から以下に示すもののみを現地に送付することとしている。

- ・速報波浪台帳
- ・波浪月報
- ・通年波浪台帳
- ・波高・周期別出現頻度表

これらの成果の具体的な内容については、3.において詳述するのでここでは省略する。

速報波浪台帳は、CMT1巻単位で出力され、出力後ただちに、他の3帳票は通年の処理が終了した段階で現

地に送付される。

波高・周期別出現頻度表及び異常波浪時のスペクトル解析結果等は年報及び累年統計報にまとめられ、港湾技研資料として刊行している。

3. 集中処理方式

3.1 システム系統

波浪気象データ変換装置は、先にも述べたように沿岸波浪観測データを処理するために導入した専用機である。したがって、本装置の規模及び導入の目的から考えて、ルーチンワーク以上の高度な演算処理をおこない得るようには拡張したシステム設計をおこなうことはルーチンワークの処理能率の低下を来たすことが懸念される。そのためには、本装置と大型電子計算機の間で役割分担をはっきりしておくことが望ましい。そこで、本システム及び大型電子計算機システムにおける処理内容を表-4に示すように考えることとした。表-4に示す内容は、旧システムにおける処理内容に比べるとかなり豊富なものとなっている。これは、当然のことながら小型ではあるが、電子計算機を中核としてデータの前処理及びデータ処理を一括しておこないうるようシステム設計したことによる大きな利点である。

表-4に示す内容は、以下に示す5項目に大別される。

- (1) 生データの変換・編集
- (2) 速報台帳等のリアルタイム情報の作成
- (3) 通年統計資料の作成
- (4) 異常波浪時の解析
- (5) 大型電子計算機とのデータの受渡し
- (6) 図化処理

これらの内、本システムによるデータの集中処理を円滑におこなっていく上で、もっとも重要かつ時間を要するのはデータの変換・編集及びリアルタイム情報の作成である。データが正常(normal data & normal format)に取得されるならば、データの変換・編集のためのプログラム設計、及びデータ処理も含めたルーチンワークのためのシステム設計は比較的容易である。しかしながら先にも述べたように観測データには何らかのトラブルがつきものであり、たとえば電気的あるいは物理的なノイズの混入、制御装置の誤動作によるラベルの異常、ファイル構成の異常等がしばしば出現する。これらのトラブルに対して、標準仕様を完備したミニコンピュータを基幹としたシステムにおいて柔軟に全面的な対応をはかることは困難である。しかしながら、本システムを集中処理システムとして設計した目的の一つは、多地点に及ぶ多量のデータを統一的基準の下に集中処理・

表-4 集中処理システムと大型電子計算機システムにおける処理内容

本システム	大型電子計算機システム
ワード構成の変換 (CMT, PT) デジタルデータの補足 デジタルデータの月別編集 異常データの設定・補正 波浪台帳、波浪台帳の作成 波浪台帳構成データの補足 波浪台帳の年別編集 波浪月表・年表の作成 波高・周期別出現頻度表の作成 異常波浪時のデジタルの抽出	特殊なコード、ワード構成のデータの変換 方向スペクトルの解析及び解析結果の図化 気象データ等の波浪台帳への編集
パワースペクトルの解析及び解析結果の図化	
異常波浪時の解析結果の編集 波浪情報の検索 ACOS/JAC, JAC/ACOSのワード構成の変換	異常波浪時の解析結果及び気象資料の編集・図化
極値時系列の抽出 確率波の算定、算定結果の図化 波浪階級別継続時間頻度表の作成	
	特殊なフォーマットによる左欄帳表の出力 調査・研究を目的とした科学技術計算、及び 計算結果の図化

解析し、汎用的な波浪情報を提供することにある。そこで、ハードウェアに起因するデータ構成、あるいはファイル構成の異常については本システムの能力、及びデータの信頼性等を勘案して無視し、ラベルの異常あるいはノイズの混入に対しては柔軟に対処することを基本姿勢とした。しかしながら、データの変換プログラムは、当初の予定に比べてそれでもなお膨大なものとなり、I/O時間の有効利用を目的としてマルチプログラミング (multi-programming) を活用したが、一方ではプログラム容量縮小のために余儀なくなったファイルアクセスの増加により処理時間に関しては大幅な短縮をはかることができなかった。

帳表等に出力される観測地点名、機種名、測定水深等については逐一カードにより入力するというのは、カードリーダーの耐久性の面からのみならず、パンチミス、あるいはオペレーションの繁雑さによりトラブルを招きやすい。そこで、図-8に示すような常数ファイルを作成してディスクに格納しておき、CMTに書かれているラベルの中の観測地点コードによりファイルを検索することとした。観測地点コードは6桁の数字より成り、表-5に示すように観測地点ごとに与えることとした。この内、1桁めは集中処理コードであり、2桁めは港湾建設局名、3、4桁めは工事事務所名、5桁めは観測地点名、6桁めは各観測地点における水深、機種等の変更に伴う履歴をあ

らわす。

常数ファイルには観測開始年月日も項目として含まれており、観測地点コードにおいて、履歴をあらわす6桁目の変更のごとに新規内容を常数ファイルに追加し、履歴簿の役割を持たせることとした。

機種名については、CMTラベルにおいて設定される値に対応して表-6に示すように与えた。

図-9には本システムにおけるソフトウェアシステム構成図を、図-10にはデータ処理フローを示す。

図-10に示すように、データがシステムに入力されると、まずラベルの出力をして、ラベルが正常に書き込まれているかどうかのチェックをおこない、ラベルが異常な場合には、前後のラベルを参考にしてカードにより正しいラベルを入力するか、あるいはラベルの棄却をおこなう。ラベルの修正及びワード構成の変換は同時におこなわれ、この時データ数を数えラベルとともに出力する。もし、データ数に異常がみられれば、当該データの波形をグラフィックディスプレイ装置に出力し、その状況を把握するとともに、データ処理での対応策の検討材料とする。

このようにして、まずラベルの正常化、データの状況の把握の後、諸種のノイズの除去あるいは波形の修正をおこなう。データ数のチェックをおこない、データ数が異常に少ない場合にはこの段階でデータの補足 (ペン書きアナログ記録のデジタル化) をおこなうほうが、データ処理結果

表 - 5 観測地点コード

桁番号	1	2	3	4	5	6	
コード名 コード番号	分類コード 1～9	所管コード 1～9	管理者コード 01～99	測点コード 1～9	履歴コード 1～9		
	1	港湾技術研究所指定の分類コードによる。					
		1	第一港湾建設局				
		2	第二港湾建設局				
		3	第三港湾建設局				
		4	第四港湾建設局				
		5	第五港湾建設局				
		6	北海道開発局				
		7	沖縄総合事務局				
			01～49	直轄工事事務所名またはこれに準ずる工場，独立地点の性格の観測施設地点名			
			51～99	管内特殊観測			
				1～9	各工事事務所等が所管する観測地点		
				1～9	同一観測地点における水深，測定項目，内容の変遷等。		
	8	直轄港湾以外					
	9	港湾局及び港湾技術研究所所管業務用					
	2～9	予 備					

の再編集をしなくても済むので効率的であろう。しかし、データのデジタル化，編集に時間を要し，リアルタイム情報の提供という面からは，とりあえず次の処理段階である速報波浪観測台帳を演算・出力して現地に送付し，最終的な通年台帳としての整理の段階でデータ及び処理結果の補足をおこなうほうが効率的である。また波浪観測担当者にデータの取得状況に対する認識を促す意味でも

表 - 6 観測機種コード

機種コード	機種略称	機種名
01	PW	水圧式褶動抵抗型波高計
02	SGW	水圧式ストレインゲージ型波高計
03	DTW	水圧式差動変圧器型波高計
04	DW	水圧式直記型波高計
11	SRW	階段抵抗式波高計
12	USW	超音波式波高計
13	CW	客量型波高計
14	RW	抵抗線型波高計
21	X	定置式ストレインゲージ型波向計(X)
22	SGWD	定置式ストレインゲージ型波向計(X)
	.Y	" (Y)
23	X	定置式超音波流速計波向計(X)
24	CVD	定置式超音波流速計波向計(X)
	Y	" (Y)
25	X	加速度計(X)
26	AD	加速度計(X)
	Y	" (Y)
91	R	レーダー
92	V	目 視

望ましいと考えられる。そこで特別な事情がない限り，デジタルデータの編集は通年の波浪観測台帳の編集の段階でおこなうこととした。

生データの変換・編集及び速報波浪台帳の処理はCMT1巻を単位としておこなわれる。したがって，これらのルーチンワークと併行して生データについては月別編集（一か月分の生データ／巻），台帳の処理結果については通年編集（1年分の処理結果／巻）をおこない磁気テープに格納する。生データについては，ノイズの修正あるいは除去をおこなわない状態で格納，保存され，先に述べたデータの補足は原則としてこの段階でおこなう。

速報波浪台帳の処理結果に異常がみられれば，当該波形成記録をグラフィックディスプレイに出力し，対処可能であれば，再度異常データの修正，除去をおこない速報波浪台帳の再処理をおこなう。このリサイクルは効率の低下を来たすので望ましくないが，異常データの修正・除去の段階でおこなうとすると，全データの波形を出力しなければならぬため余儀ないことと考えられる。

3チャンネル観測データの場合には，対象とする波高計のデータを1巻に，残りの2チャンネル分（たとえば波向計2成分）のデータを別途1巻に格納し，前者については1チャンネル観測の場合と同様に処理・解析する。一方他の2チャンネル分のデータが波向算定用として取得されたものであれば，これらのデータを用いて速報波向台帳の処理をして出力し，波高計3台による場合には

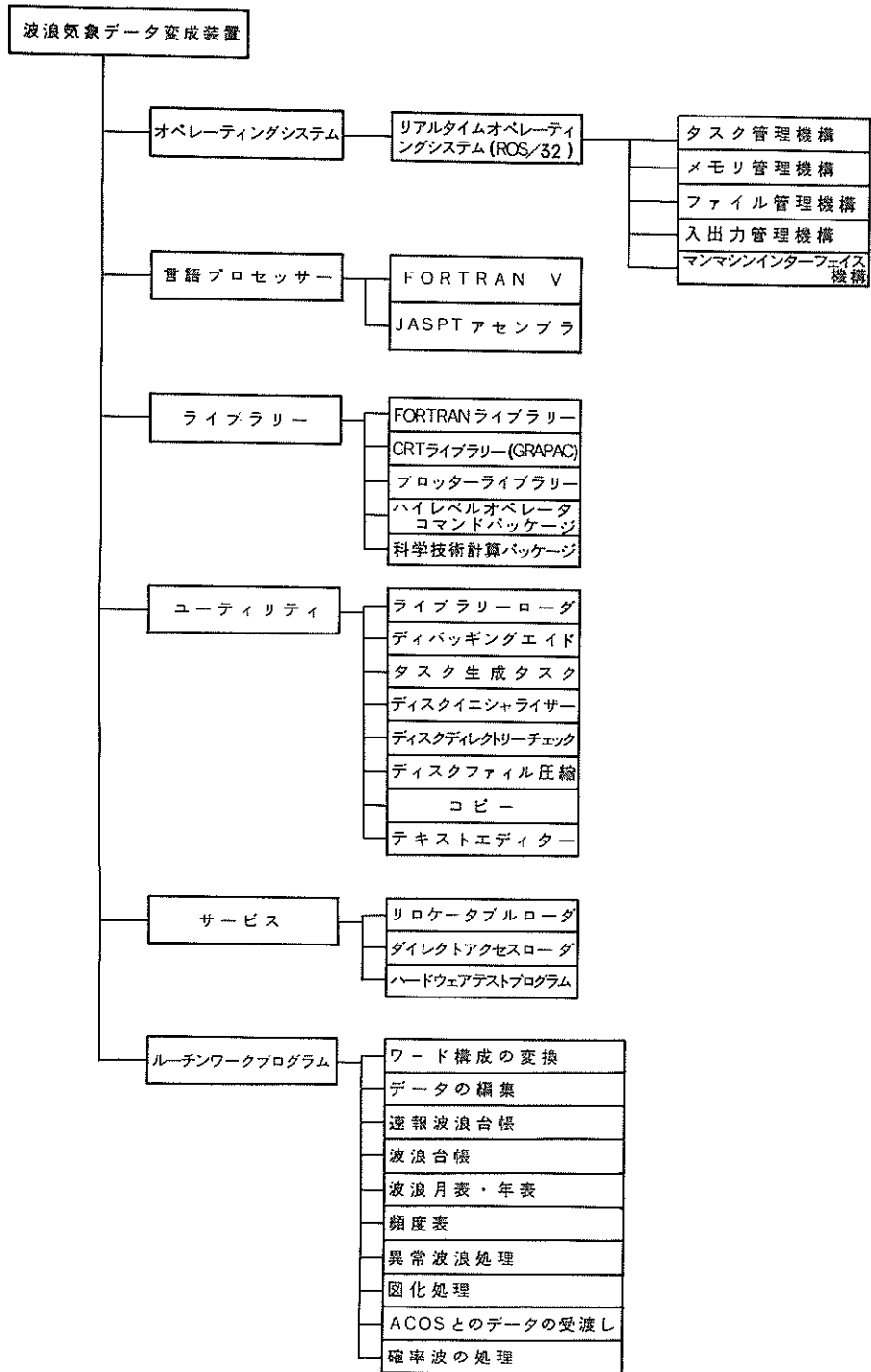


図-9 ソフトウェアシステム構成図

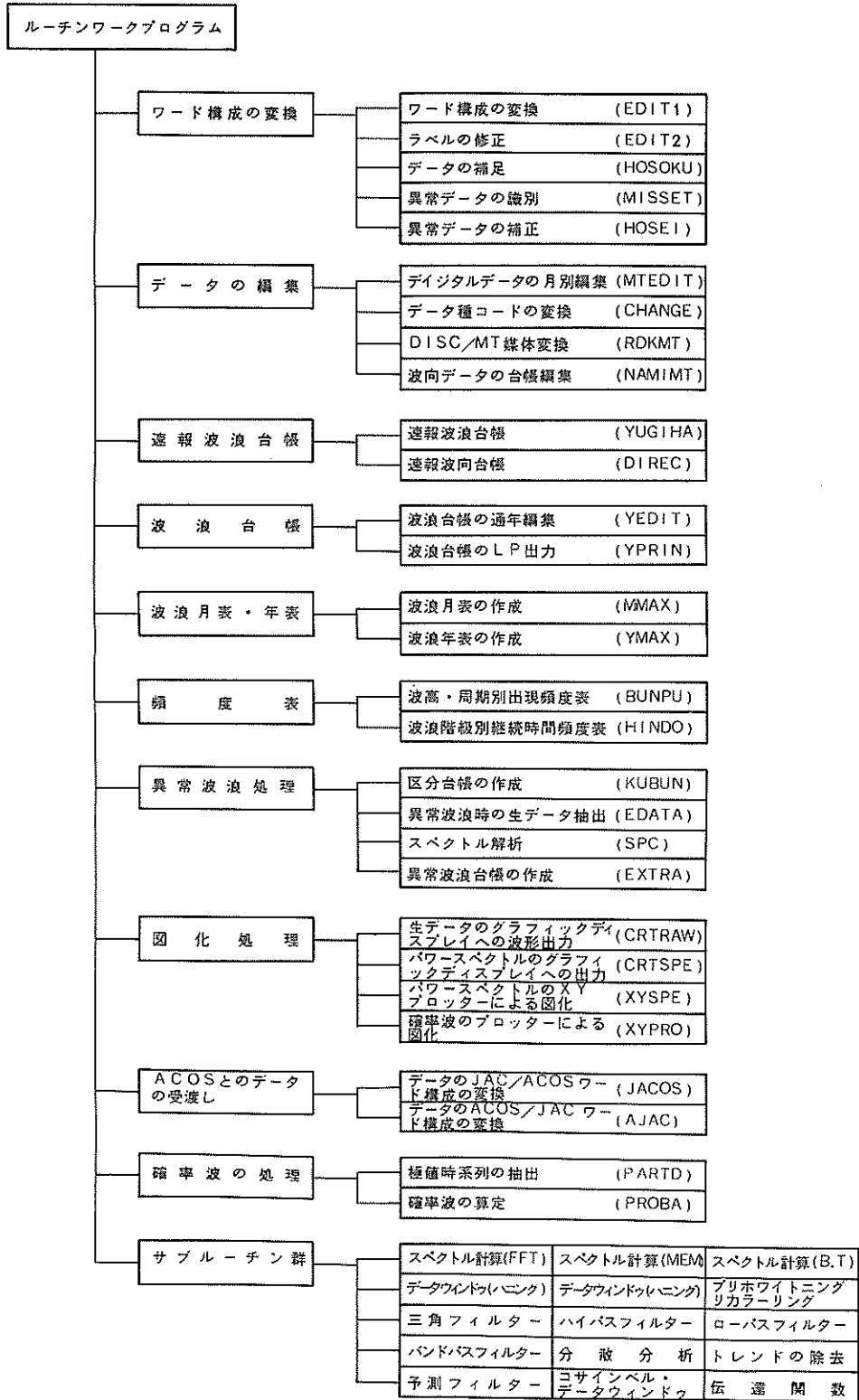


図-9 ソフトウェアシステム構成図(つづき)

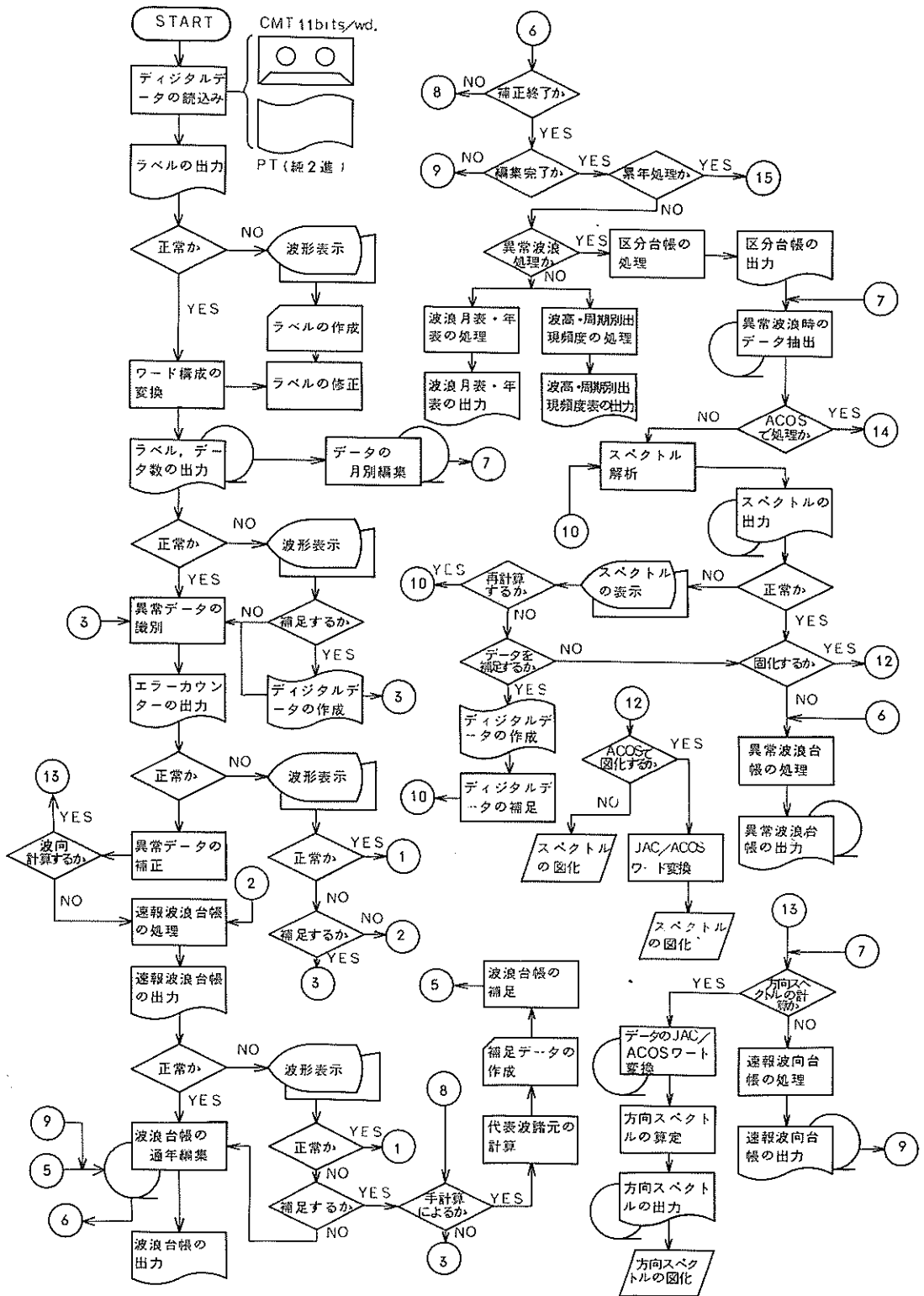


図-10 データ処理フロー

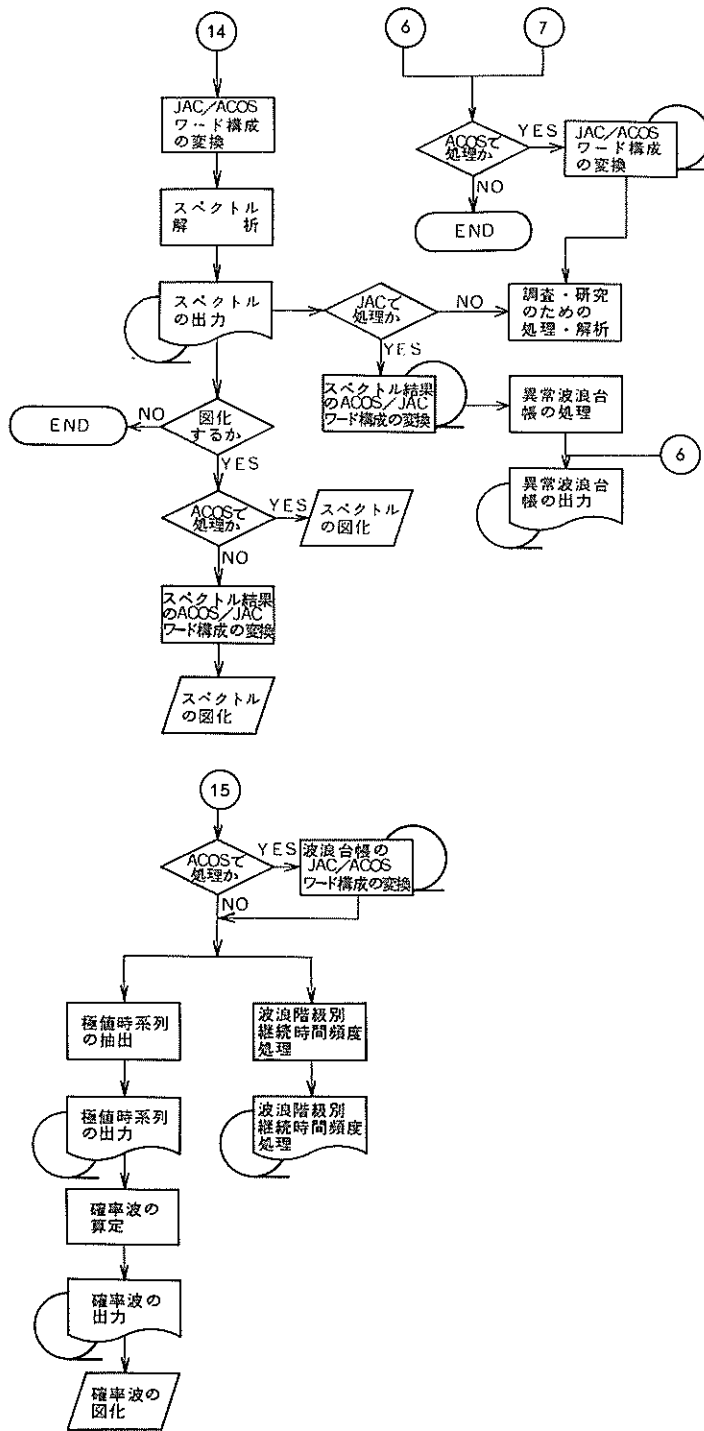
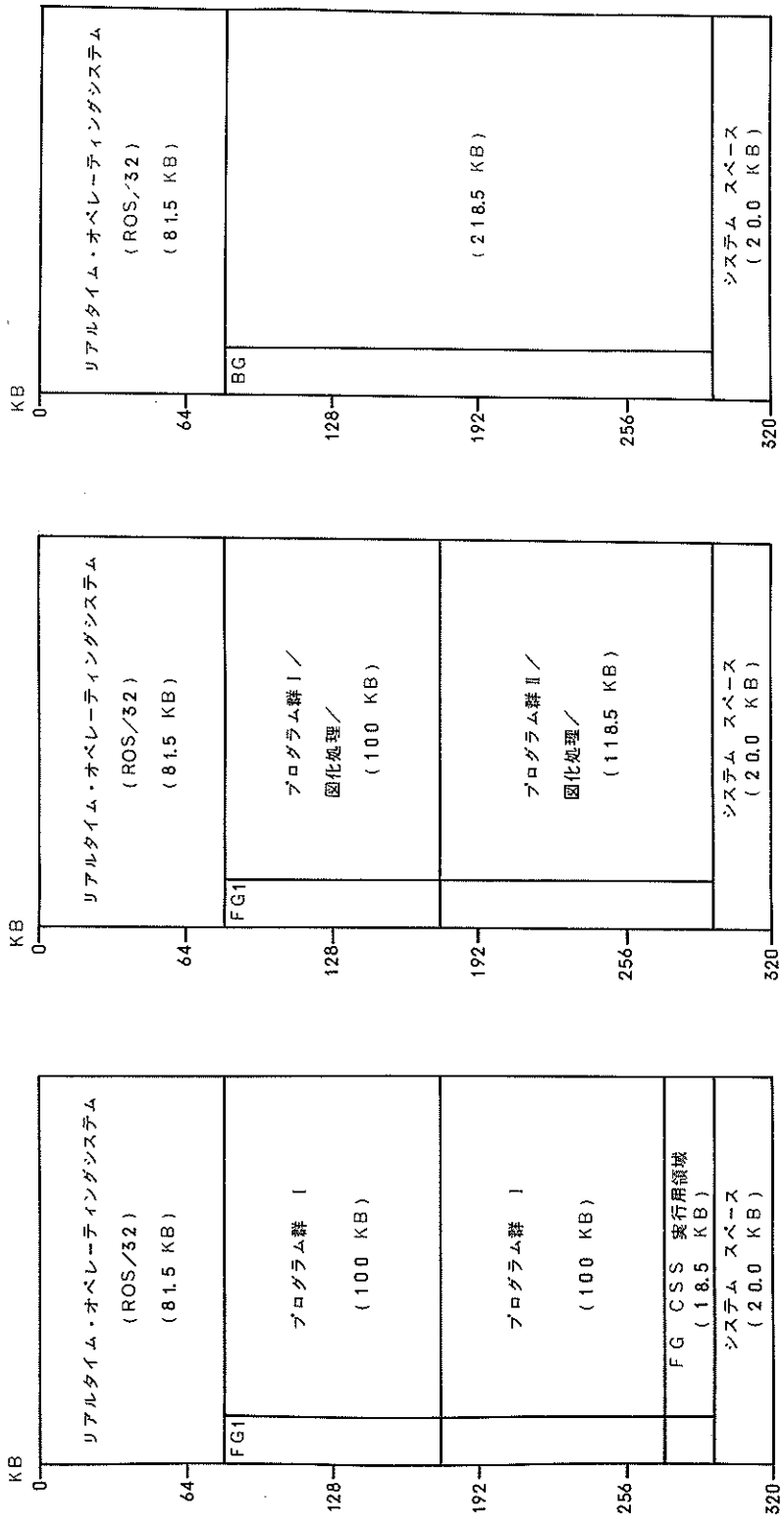


図-10 データ処理フロー(つづき)



- 注 1) FG1: フォアグラウンド領域 1
 FG2: フォアグラウンド領域 2
 BG: バックグラウンド領域
 CSS: ジョブ制御コマンドストリーム
 プログラム群 I は以下のものを指す。
 ・ワード構成の交換
 ・ラベルの修正
 ・ディジタルデータの補足
- 注 2) FG1: データの識別
 ・異常データの補正
 ・選別渡渡台帳
 ・プログラム群 II は以下のものを指す。
 ・ワード構成の交換
 ・ディジタルデータの編集
 ・選別渡渡台帳
- 注 3) 波高・周期別出現頻度表
 ・区分台帳
 ・異常渡渡台帳
 ・スベクトル解析
 ・極値時系列の抽出
 ・標準波の算定

図-11 主記憶メモリーマップ

それぞれをMT 1巻に格納したのち、1チャンネル観測の場合と同様に処理・解析する。

速報台帳の補正・修正が済めば、これをもとに、波浪月表、波浪年表、及び波高・周期別出現頻度表を作成する。波浪月表は、波浪台帳の特定の代表波（有義波、平均波等）諸元を月別の情報として抽出作成したものである。

異常波浪時のデータについては、波浪台帳をもとに抽出する。すなわち、ある値以上の有義波高が出現している期間を検索し、これに該当する生データを抽出するという手順をとる。抽出された生データを用いてスペクトル解析をおこない、解析結果はLP紙に出力するとともにXYプロッター、あるいは大型電子計算機のドラフターシステムにより図化作業をおこなう。異常波浪時の生データについては上述の波浪台帳をもとに抽出されたものはすべて別途MTに保存されるが、スペクトルの計算は各港共10ケース/年を標準としている。10ケースという数はルーチンワークをおこなっていく上でやや多めであるが、各港年における異常波浪の特性を把握するというような目的に対して、必要な最低数であると判断したものである。

異常波浪時の情報としては、スペクトル解析結果、及び代表波諸元がある。しかしながら、これらはそれぞれ別途に情報として整備されており、異常波浪時の所要情報の検索の不便さ、あるいは調査における繁雑さが存在する。そこで、両者に含まれる全情報の内スペクトルそのものの値を除いた他の情報を異常波浪台帳としてコンパクトな形にまとめるようにしている。

生データ、及び波浪台帳、スペクトルなどの処理結果は、大型電子計算機によるより高度な研究・調査目的にあるいは逆に、大型電子計算機による変換・処理の後本システムに入力される場合が考えられる。また、一方ではルーチンワークの一環として大型電子計算機による図化処理用の入力データを作成する必要がある。したがって、大型電子計算機システムと本システムにおけるデータの可逆変換用のプログラムを準備した。

以上が本システムにおけるルーチンワークの概要であるが、累年統計作業の一環としての極値時系列の抽出、確率波高の演算、波浪階級別継続時間頻度表などについても別途こなせることとしている。これは、大型電子計算機用にデータを変換する時間の節約のみならず、同一情報の多元化（同一内容の磁気テープの複数化）を避けるためであるとともに、上記処理をおこなうためのプログラム容量は表-7に示すように他のルーチンワークプログラムに比較してかなり少なく、処理時間についてもル

ーチンワークの運用に支障を来さないと判断したためである。

表-7には、本システムで上述の一連の作業をおこなうために整備しているプログラム及びそのメモリーを示す。これによると、先に述べたように、データの変換、補正、速報波浪台帳の作成といったデータの前処理及びリアルタイム情報の作成用プログラム、ならびにスペクトル解析用プログラムで容量が大きくなっていることがわかる。

図-11には本システムにおけるメモリーマップを示す。図に示すように、主記憶容量320KBの内、81.5KBがOSプログラム（ROS/32）であり、処理領域はフォアグラウンドとバックグラウンドに分かれ、それぞれ約100KBの領域を持っている。したがって、表-7を考え併せると、もっとも容量が大きく、かつ処理時間を要するプログラム群Iは、ほとんどの処理プログラムともマルチ処理（multiprocessing）が可能であることがわかる。しかしながら、本システムにおいては処理作業における主要な入力あるいは出力媒体となるMTのハンドラー（装置）は図-6に示すように2ユニットしか備えていない。したがって、図-6に示すシステム構成を勘案すると、マルチ処理における不足分のMT装置の代替としてディスクの有効利用を考えざるを得ない。そこで、図-12に示すようなルーチンワークにおけるデータのフローを構成した。すなわち、図-12に示すワード変換、速報台帳の作成における出力媒体としてはディスク、MTともに可能とし、もしデータに異常がなければ、OMTに収録されたデータの読込みから速報波浪台帳の作成までの一連の作業を連続して（ほぼ単一プログラムによる場合と同様に）処理できるものとした。本システムの運用にあたっては、当初より使用及び保管する磁気テープ量が膨大となることが予想できた。そこで、観測データは唯一物であるとの認識の下に、本システムにおいて生成される磁気テープの最初のレコードには、図-10に示すデータ処理フローの各段階を示すデータ種コード、及び磁気テープに格納されているデータの期間等を書き込み、磁気テープを間違えて使用した場合には、入出力タイプライターにメッセージを出力することによってオペレータにその旨知らせることとした。データの磁気テープへの格納フォーマットについては、先に述べたように大型電子計算機から本システム、あるいは本システムから大型電子計算機へのデータのワード構成の変換作業が必要であり、そのためのプログラム作成上の便宜及び複数プログラム（生データ、波浪台帳、スペクトル）にわたることによるメモリーの増大を考慮

表 - 7 プログラム容量

処 理 内 容	ジョブ名	メモリー (KB)	処 理 内 容	ジョブ名	メモリー (KB)
デジタルデータのワード構成の変換	EDIT1	91	パワースペクトルの算定	SPEC	84
ラベルの修正	EDIT2	57	異常波浪台帳	EXTRA	26
デジタルデータの補足	HOSOKU	60	デジタルデータ、波浪台帳、スペクトルのACOS/JACワード構成の変換	JACOS	23
異常データの設定	MISSET	60	JAC/ACOSワード構成の変換	AJAC	23
異常データの補正	HOSEI	91	パワースペクトルのXYプロッターによる図化	XYSPE	39
デジタルデータの月別編集	MTEDIT	50	グラフィックディスプレイ装置による波形表示	CRTRAW	45
速報波浪台帳	YUGIHA	81	パワースペクトルのグラフィックディスプレイ装置による表示	CRTSPE	51
速報波高台帳	DIRECT	67	波浪台帳のLP出力	YPRIN	29
波浪台帳 (速報波浪台帳の通年編集)	YEDIT	39	データ種コードの変換	CHANGE	10
波浪月表	MMAX	35	デジタルデータのディスクからMTへの媒体変換	RDKMT	26
波浪年表	YMAX	43	極値時系列の抽出	PARTD	24
波高・周期別出現頻度表	BUNPU	47	確率波の算定	PROBA	48
波浪階級別継続時間頻度表	HINDO	29	確率波のXYプロッターによる図化	XYPRO	67
区分台帳	KUBUN	24	XYプロッターによる等値線の図化	XYCONT	47
異常波浪時の生データの抽出	EDATA	39	グラフィックディスプレイ装置による等値線の図化	CRTCON	50

して、図-12に示すいずれのデータについても256ワード/ブロックの形とした。これによって、種々の処理データのワード構成の変換プログラムは一体化され、入出力タイプライターからのパラメータ入力を各データに対して1項目追加するだけで済ませることができた。

表-8 データ処理時間一覧表

処理内容 対 象	ワード構成の変換		速報波浪台帳		
	単一ジョブ	マルチジョブ	単一ジョブ	マルチジョブ	
処理機器・装置	CMT 1巻	CMT 2巻	CMT 1巻	CMT 2巻	
	分	分	分	分	
CMT	13.10	26.20			
CPU	2.27	*	9.07	18.14	
DISC(WRITE)	0.34	*	0.64	*	
LP	8.00	*	1.39	*	
SP	20.63	*	3.82	3.82	
DISC(READ)	0.34	0.64	0.64	0.30	
MT	1.60	3.20	1.78	*	
計	LP出力	25.65	30.04	13.52	22.26
	SP出力	38.28	30.04	15.95	22.26

注) *印に対応する項目は、時間を記入した項目と併行して処理されるため時間を加算しない。

システム設計において考慮したように、カードリーダーの耐久性の欠如、オペレーションも含めたシステム運用の効率性のアップのために、以上に示したルーチンワーク用のプログラムはすべてディスクに格納することとし、プログラムのローディング、処理の制御は特別な場合を除き、すべて入出力タイプライターからのコマンド及びパラメータ入力によりおこなうこととした。

図-10に示す処理の内もっとも時間を要するのは、データのワード変換(CMTからMT)及び速報波浪台帳の作成である。これら各処理に要する時間を表-8に示す。ただし、表-8に示す時間は、データが正常にCMTに取得されている場合に対するものである。表-8によると、出力機器としてラインプリンタを用いると、1チャンネルの標準観測データの場合、CMT1巻(約半月分強)のワード構成の変換に要する時間は約26分(出力時間を含む)、したがって、1ヵ月強分(CMT2巻)のデータに対してはほぼ1時間となる。この時間はPT-MTコードコンバータを主体とした旧システムにおける所要時間とほとんど同等である。しかしながら、マルチジョブをおこなうと、CMT2巻に対し約30分で処理可能となり、旧システムに比し処理時間は半

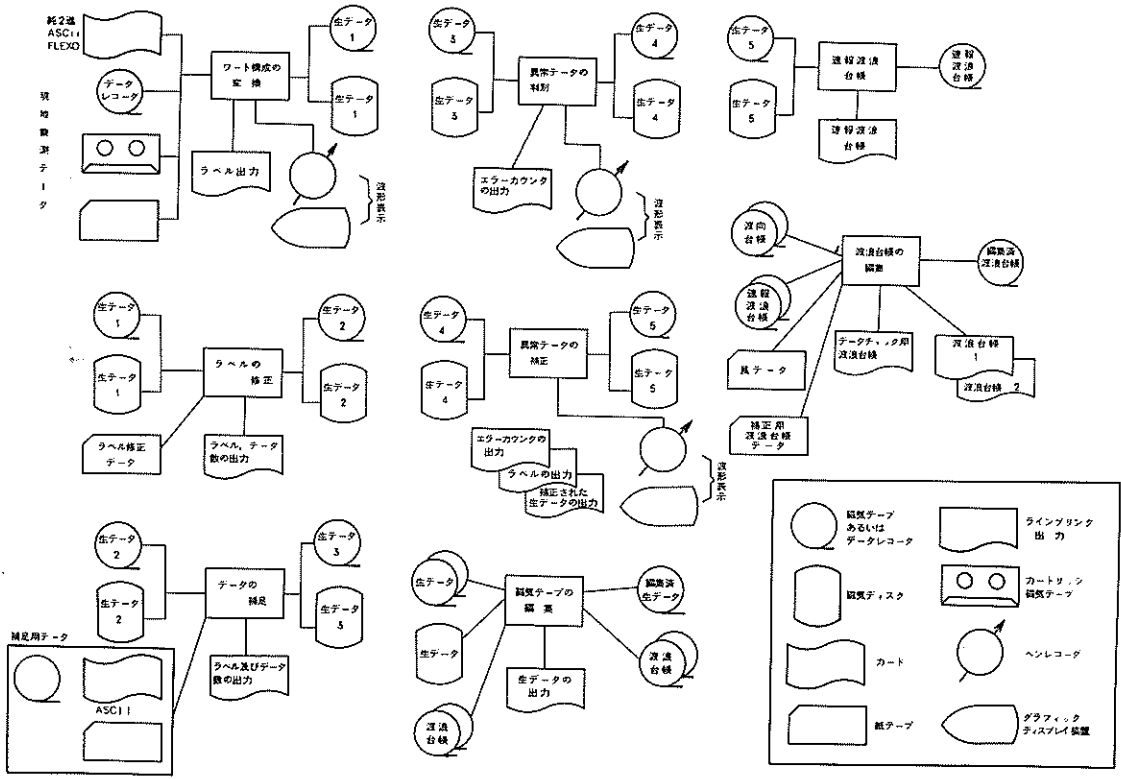


図-12 ルーチンワークにおけるデータフロー

減したことになる。単一ジョブで処理する場合に期待されたほど変換時間が短縮されなかったのは、CMT読み込みに思いのほか時間を要したこと、及びラベルの異常に対処するために一度ディスクにデータを格納し、データのソーティングをおこなったことによるものと思われる。なお、旧システムの場合には、紙テープの巻きもどし、穿孔異常のチェック、及びデータ数のチェックはほとんど手操作によりおこなわなければならないが、これらに要する時間は上記時間には含まれていない。

一方、速報波浪台帳の作成に要する時間は、CMT 1巻（約半月強分）に対して約14分となっている。したがって1か月分のデータに対しては約30分弱を要することとなる。この処理時間については、旧システムにおいては大型電子計算機が用いられていたので比較すべくもないが、大型電子計算機の使用に伴う待ち時間、ターンアラウンドタイムを加算すると、本システムによるこの処理時間は旧システムによる場合に比べて半減しているものと考えられる。マルチジョブの場合には、システム構成の関係でやや処理時間を要するものの、CMT 2巻

分に対して、約22分と、単一ジョブの場合に比べて約6分減となる。

56年度現在、本システムにおいて集中処理をおこなっている対象港は図-13に示す各港の内（ ）内に示された港を除く31港である。

3.2 データの処理内容

(1) データの変換及び編集

CMTには、図-3～5に示すようなワード構成、フォーマットでラベル及びデータが格納されている。本システムにおいては、まずCMTを読み込み、ラベルを出力する。この際には、データのワード構成の変換はおこなわず、ファイルの区切りを示すテープマークの検索によりラベル部分だけを読み取る。したがって、この作業に要する時間はごくわずかであり、ラベルの異常によるデータの変換・編集作業のリサイクルを防止している。ラベル出力の結果、もし異常があればカードにより正しいラベル内容を作成し、次のデータのワード構成の変換・編集作業において入力する。

ワード構成が変換されたデータはディスクを介した後、図-14に示すフォーマットで磁気テープに格納される。図からわかるように128ワード/ブロックでCMTに格納されていたラベル及びデータはいずれも256ワード/ブロックの形で磁気テープに書き込まれる。またラベルとデータ、あるいはデータとラベルの間にはテープマークが書かれ、CMTと同様マルチファイルの形式をとることとした。図-14に示すラベルは、CMTに書かれていたラベル内容に加え、図-8に示す常数ファイルの内容、データ種コード、変換したデータ期間、及びデータ変換の後カウントされたデータ数等により再成される。

データの変換時に出力される帳表を図-15に示す。図中、右端の数字はデータ数であり、中央部の256個の数字はCMTに書かれているラベルを示す。CMTに格納されているデータの最後のブロックの観測データ数は通常128個以下であり、残りの部分はゼロで補填されている。したがって、データ数のカウントは、ゼロデータが5個以上連続するかどうかを目安としておこない、最後のゼロでないデータまでをデータ数としてカウント

している。データ数が異常に多い場合、たとえば0.5秒サンプリング、20分観測にもかかわらずテープマークの異常等によりデータ数が6000個以上にもなる場合には、6000データで打ち切る。一方、異常にデータ数が少ない場合には、当該データの波形記録をグラフィックディスプレイ装置に出力し、データの異常をチェックする。図-16にはグラフィックディスプレイ装置に出力された波形記録の一例を示す。本システムに導入したグラフィックディスプレイ装置では、管面上の操作によりハード的に波形の部分的な拡大を任意におこなう。図-16の下側の波形は上側の波形記録の一部を拡大出力したものである。図中には時間スケールがわかるように20秒ごとにタイムマークを入れている。波高が小さい場合には図-16に示す波形記録において、部分的な波形の異常を上述のハード的な部分的拡大表示によりチェックできるが、全体的な波形の異常のチェックは困難である。したがって、波形表示プログラムにおいては1~2倍の全体的な拡大表示をソフトにより可能とした。

波形の表示においては、データ数の少ないデータのみ

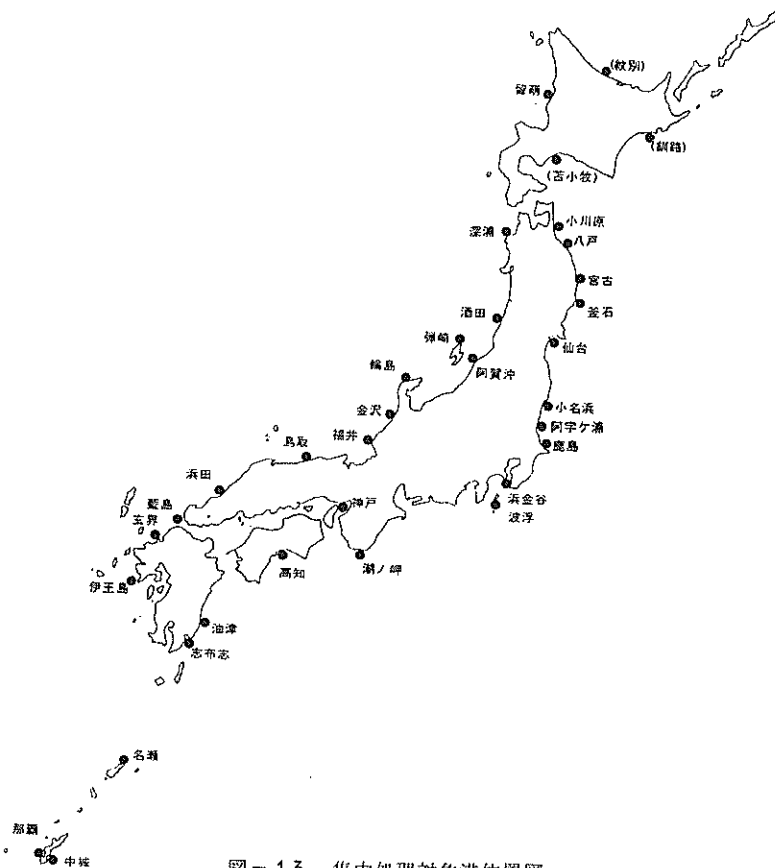
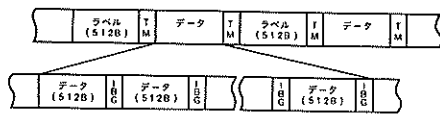
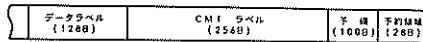


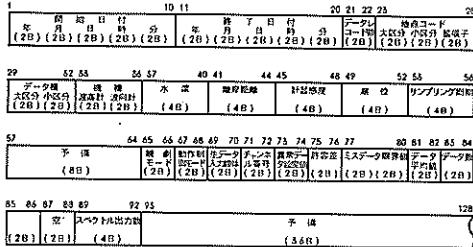
図-13 集中処理対象港位置図



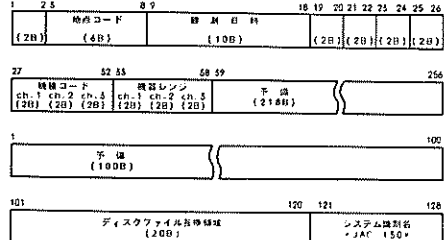
(1) ラベル部



a. データラベル (純2進ラベル)



b. CMIラベル (ASCII文字ラベル)



(2) データ部 (データ長: $NT \times 2$)

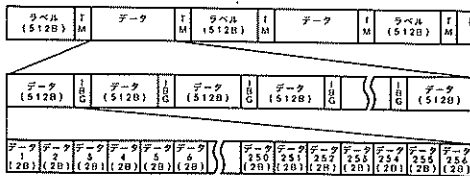


図-14 CMT/MT変換のデータフォーマット

ならず、その原因究明のためにその周辺あるいは正常と目されるデータもといったように追加要求の出るのが常である。また、このたびに表示すべき日時等を入出力タイプライタで入力し、一方ではグラフィックディスプレイ装置に付帯するタイプライタにより制御するのは効率的ではない。そこで、プログラムを入出力タイプライタからのコマンド入力により一度ローディングすると後の操作はすべてグラフィックディスプレイ装置のタイプライタによりおこない、任意時刻の波形を出力できるものとした。また、アクセスタイムの節約のため、MT装置からグラフィックディスプレイ装置に送られるデータをバッファに格納せず、逐次波形を出力する形態を採用した。なお、グラフィックディスプレイにより出力される波形は何らトレンドの除去(平均値あるいは流れの影響等の除去)もおこなわない純然たる生データである。連続観測の場合には定時分のデータだけを3チャンネル観測の場合と同様に別途抽出して磁気テープに格納するものとした。というのは、3チャンネルすべてのデータ、あるいは長期間の連続観測のデータに対しては生データの月別編集

が容量的に不可能となるからである。

DMT装置によるCMTへのデジタルデータの収録時には、装置そのものに起因する要因あるいは他の外的要因によって、データ構成、あるいはファイル構成に異のみられることがしばしばある。これらに対しては、以下に示すように対処することとした。

- (1) データの読取時、16ビット(本システムにおける1ワードの構成)以下の雑音についてはハードウェアで除去する。
- (2) CMTは4トラックで構成され、各トラックの移行はアーリーワーニングの検出によりおこなわれるが、アーリーワーニング上あるいはそれ以降に書かれたデータは無効とする。
- (3) 入力データのハードウェア読取エラーについては20回くり返し試行をおこなう。ラベルブロックにハードウェア読取エラーがあり、読み込み不可能な場合には、ラベルの内容をX'0909'に変えてラベルとする。一方、データブロックにハードウェア読取エラーがあり、読み込み不可能な場合には、ワ

MT-LABEL NO OUTPUT

4070

01 5 30 10 - 01 6 17 14

10120

0.5 CMT

CMT-LABEL NO OUTPUT

1) 01 5 30 10

```

0 0 1 4 1 4 1 1 8 1 0 5 3 0 0 9 5 0 1 0 1 0 1 0 5 0 1 2 0 0 0.00 2394
0 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0

```

2) 01 5 30 12

```

0 0 1 4 1 4 1 1 8 1 0 5 3 0 1 1 5 0 1 0 1 0 1 0 5 0 1 2 0 0 0.00 2394
0 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0

```

3) 01 5 30 14

```

0 0 1 4 1 4 1 1 8 1 0 5 3 0 1 3 5 0 1 0 1 0 1 0 5 0 1 2 0 0 0.00 2394
0 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0

```

4) 01 5 30 16

```

0 0 1 4 1 4 1 1 8 1 0 5 3 0 1 5 5 0 1 0 1 0 1 0 5 0 1 2 0 0 0.00 2394
0 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0

```

図-15 CMT/MT変換時の出力帳表

ード変換の次の処理でおこなう異常データの識別において絶対値異常判別となる値1025をCMTの1ブロック(128ワード)に与え、以降のデータを無効とする。

- (4) ラベルブロックがない場合には、先頭のブロックをラベルとみなす。
- (5) CMTへのデータ収録中に電気系統の瞬断あるいは停電があると、1観測分のデータの途中にテーブルマーク及びラベルが書き込まれる場合がある。この場合には、途中のラベルブロックをはさむ前後のデータ数を数え、データ数の多いほうを有効とし、他の一方を棄却する。
- (6) ラベルとデータの間にテーブルマークが書かれていない場合には最大6000データまで有効とする。この場合、本来ラベルとして判断されるべき部分までデータとして処理されることとなるが、データ数を与え直し、ラベルを新たに挿入することにより正規の形に近づけることは可能である。
- (7) ラベルブロックの内観測時刻については正規の時

刻に対して±10分未満の範囲のものに対しては正規の時刻に直してMTに編集し、これ以外の範囲に対してはラベル異常を表示するものとし、ラベル修正によりラベル、データともに有効となる。

以上のようにしてデータが変換・編集されると、データに含まれるノイズあるいは異常記録に絶対値異常となる値、1025を与える。ノイズあるいは異常記録は次のようにして判断される。すなわち、

- (1) ペン書きアナログ記録を参考にして、となりあう二つのデータの差として許容しうる値(許容差)を設定する。
- (2) データの平均値を求める。
- (3) 平均値を初期値としてとなりあうデータの差が許容差をこえるかどうかを判定し、こえる場合には二つの内後方のデータを異常データと判断してこれに値1025を与える。

このようにして得られたデータに対して、異常データの出現状況を示すために、図-17に示すような帳票を出力する。図-17の内容は、異常データが連続して発

生ずる頻度及び異常データの総数からなっている。この図では、異常データの連続する最大数は10として表示されており、10個以上異常データが連続する場合には、一括して頻度が示されている。

図-18に示した帳票出力において、異常データ数があまりに多い場合、あるいは異常データの出現状況に異常がみられる場合には、先に示したようにグラフィックディスプレイ装置により当該波形を出力し、その状況を把握する。波形出力により、上に述べた許容差の設定に不具合があるとみなされる場合には、再度設定し直し上記手順をくり返すことになる。

異常値判別値、1025を与えられたデータは、生データを用いておこなう次の処理内容、たとえば波浪台帳、スペクトル解析などに応じて異なった方法で補正がおこなわれる。

図-18に示した出力、及び波形表示により、異常デ

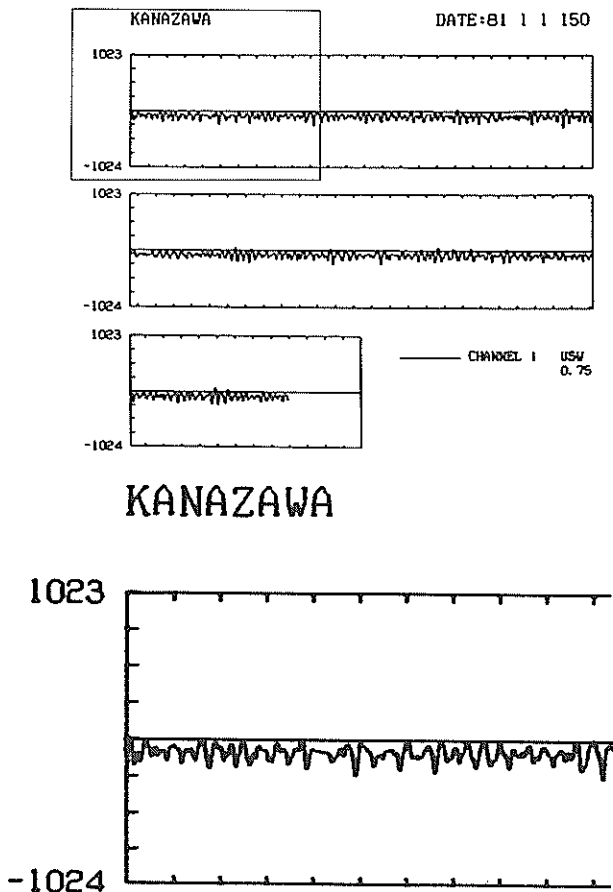


図-16 グラフィックディスプレイ装置に出力された波形の一例

ータがあまりに多くかつ適切な補正をおこない得ないと判断された場合、及びデジタルデータ数があまりに少なすぎた場合(データの完全欠測を含む)には、図-6に示す波形図形読取装置の内波形読取装置によりペン書きアナログ記録をもとにデジタルデータの補足をおこなう。

波形図形読取装置;

本装置は標準仕様をともに、波浪観測記録の汎用的なデジタル化装置として日本無線㈱により新たに特記仕様に基づき設計・製作したものである。というのは、この種のデジタル化装置では、一般に通常の標準仕様によるとテーブルの長さは高々1m前後であり、波浪観測により得られるアナログ記録は紙送り速度が60mm/minの場合1m20cmにもなるため使用不可能である。また、出力データのキャラクター構成が決まっているとともに、ラベル等任意のデータを入力できないほか、デジタル化作業における波形追跡ミス、紙の伸縮、記録紙設定時の傾斜等の補正をおこない得ないなど波浪観測記録のデジタル化作業において必須の要件を欠くことが多いなどの欠点がある。そこで、これらの欠点を補い、またデジタル化作業のチェックのために、デジタルプリンタにデータを出力するとともに、追跡記録をマーカーペンにより再現できるように仕様変更をおこなった。本装置においては、デジタル化されたデータは紙テープにASCIIコードで出力され、キャラクター構成は、ダイオードピンボードの設定により任意に指定可能である。

データのデジタル化は、二つのモード、すなわちAUTO/INDEXでおこなわれる。AUTOモードの場合には、足踏みスイッチを押し続けると波形読取テーブルが指定したある一定の速度で移動し、オペレータがカーソルによって波形を追跡することによりデジタル化されたデータが、ある指定したサンプリング間隔で紙テープに出力される。一方、INDEXモードの場合には、ボタン操作によりあるサンプリング間隔ずつテーブルが移動し、その度にデジタル化されたデータが紙テープに出力される。したがって、前者は、カーソル操作により波形の追跡が容易な比較的波高が小さい記録に対して、一方後者の場合には逆に波高の大きい記録に対して用いられる。

波形記録のデジタル化をより短時間でおこなうためには、テーブルの移動速度にみあう出力機器の高速化をはからなければならない。そこで、本装置においても超高速紙テープパンチャーFACIT4070を導入した。

追跡ミスしたデータはバックフィールドによりオールマ

DATE	ERROR										TOTAL	KYOSA	LIMIT
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
31 4 9 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 9 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 9 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 9 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 10 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
* 31 4 10 10	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8	150	700
31 4 10 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 10 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 11 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	700
31 4 11 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 11 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 11 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
* 31 4 11 10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100	700
31 4 11 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 11 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
31 4 11 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	700
* 31 4 11 18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	100	700

図-17 異常データ数の出力帳表

ーク穿孔に変えられ、新たにデータを追跡し直すことに修正される。

本装置によるデジタル化は1200~1500データ/観測を標準としておこなわれ、これに要する時間は平均約15分である。

入力媒体が紙テープ(純2進, ASCII, FLEXO)の場合にも, CMTの場合と同様に処理されるが, この場合には紙テープによってラベルが同時に入力されないため, 観測の区切りはオールマーク穿孔の数(5個以上)で判断し, かつラベルはカードにより作成・入力することとした。紙テープデータの変換・編集は1か月分以内に対しては連続しておこなうことができる。

(2) 波浪台帳類

(1)により, ワード変換, 編集がおこなわれたデータを用いて速報波浪観測台帳が作成されることになる。この場合, すでに異常データに対してはすでに異常判別

値が与えられているため, これらをいかに処理するかが問題となる。ここでは以下のように考える。すなわち, 異常データの連続数がある数以下の場合にはこの間は直線内挿により補間され, これよりも多い場合には, この異常データを含むゼロアップクロス点間のデータが棄却され, 二つのゼロアップクロス点の値は平均操作により1つにまとめられる。

このようにして補正されたデータはディスクに格納された, 一次トレンド, 二次トレンド等が最小自乗フィルタにより除去され, さらに長周期成分が顕著な場合にはローパスフィルタにより除去される。

ゼロアップクロス点, あるいは峰(クレスト)(あるいは谷(トラフ))の数を数えるとき, 前者ではデータがゼロという値を持つ場合, 後者ではクレスト部でとなり, あうデータが同一の値を持つ場合が偶発的に生じることがあり得る。このような場合, ゼロアップクロス点, あ

るいはクレストの数のカウントにおいて誤りを生じることがある。そこで、これらの部分についてはある微小な値(10⁻⁴ digits程度)を加減することにより対処している。

以上のような操作・手順によりデータを加工した後ゼロアップクロス点、クレストの位置を算定して、ゼロアップクロス法で波高、周期を求める。波高、周期については、データが離散的であることを考慮してこれらの算定に必要なクレストとトラフ、ゼロアップクロス点を構成するそれぞれ各3点、2点間で二次曲線、直線近似により真の位置を推定したのちに算定する。

このようにして作成された速報波浪観測台帳を図-18に示す。速報波浪観測台帳は、図-19からわかるように1チャンネル観測の場合にはCMT1巻(約2週間強分)を対象として作成され、原則としてデータ(CMT)を受け取って後2週間以内に出力され、現地に送付される。この帳表にはデータ及び演算結果のチェックのために、最高波と有義波の比を同時に出力し、これにある基準のもとにマークを付してデータのチェックを促すとともに、時間変化の把握を容易にするために有義波の波高、

周期の概略値($H_{1/3}, T_{1/3}$, それぞれ50cm, 0.5sきざみ)をグラフ化して表示している。データのチェックは、上述の最高波と有義波の比のほか有効使用データ長(平均波の周期×波の数)によってもおこなうことができるが、一般的な評価としては尖度(kurtosis), 及び歪度(skewness)によるほうがより理論的でありかつ有効であると考えられる。歪度及び尖度³⁾はそれぞれ次式により与えられる。

$$\text{歪度} : \sqrt{\beta_1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\eta_i - \bar{\eta})^3 / \eta_{rms}^3 \quad (1)$$

$$\text{尖度} : \beta_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\eta_i - \bar{\eta})^4 / \eta_{rms}^4 \quad (2)$$

ここに、 N はデータ数、 η_i , $\bar{\eta}$ はそれぞれあるサンプリング間隔で得られる波形記録のデジタル値の平均値である。 η_{rms} は η_i の標準偏差値である。

これらは、非線型な波の分布として導入されたGram-Charlier級数表示におけるパラメータであり、いずれも正規分布からのずれ具合をあらわすものである。す

1060 KANAZAWA		TEIJI		80 2 1 1150 - 80 2 4 0550 - 1-		SOKUHO H, T		DAICHO					
		K15YU		USW		SOKUTEN - 20.0 M, 2.500 KM							
DATE	WN	HN	TH	H3	T3	H10	T10	HMX	THX H X/3 T X/3	0	H 3(+), T 3(+)	M.SEC	
											S	10	15
80 2 1	0200									I	.	.	.
	0400									I	.	.	.
	0600									I	.	.	.
	0800									I	.	.	.
	1000									I	.	.	.
	1200	145	3.22	7.6	5.10	9.1	6.21	9.5	8.33	8.5	1.63	#0.94	
	1400	144	3.24	7.8	4.97	9.3	6.29	10.1	8.15	9.5	1.64	#0.92	I
	1600	133	3.72	8.2	5.88	9.7	7.00	9.6	9.89	9.2	1.68	#0.85	I
	1800	138	3.57	8.0	5.92	9.8	7.78	10.3	10.84	3.5	1.83	#0.36	I
	2000	97	2.91	7.4	4.85	9.9	6.38	9.6	7.83	13.0	1.62	+1.31	I
	2200	100	3.55	8.4	5.69	9.8	7.25	9.4	8.36	8.8	1.47	#0.90	I
	2400	141	3.23	8.0	4.95	10.1	6.17	10.1	6.82	8.2	1.38	#0.81	I
80 2 2	0200	148	3.13	7.6	5.26	9.3	6.86	9.4	7.94	8.4	1.51	#0.91	I
	0400	151	2.92	7.3	4.64	9.5	5.62	9.8	6.93	10.5	1.49	1.10	I
	0600	141	3.31	7.9	5.41	10.0	6.96	9.8	8.77	9.2	1.62	#0.93	I
	0800	147	3.17	7.6	5.01	9.3	5.98	10.0	6.78	9.1	1.35	0.98	I
	1000	147	3.11	7.5	5.07	9.7	6.05	9.9	7.77	9.2	1.53	0.96	I
	1200	126	3.87	8.7	5.89	9.7	6.93	9.5	9.27	9.0	1.57	#0.93	I
	1400	150	3.03	7.4	5.03	9.5	7.09	10.2	9.14	10.8	1.82	1.15	I
	1600	134	3.34	8.2	5.27	10.0	6.55	10.5	7.90	11.0	1.50	1.09	I
	1800	144	3.38	7.8	5.33	9.5	6.73	9.9	8.28	9.0	1.55	#0.83	I
	2000	153	2.90	7.3	4.87	9.7	6.20	8.9	6.97	6.5	1.43	#0.67	I
	2200	154	2.72	7.0	4.54	9.3	5.96	10.2	8.54	10.6	1.88	1.14	I
	2400	141	3.13	7.8	4.98	10.0	6.02	10.6	9.69	9.4	1.94	#0.94	I
80 2 3	0200	148	2.81	7.5	4.29	9.4	5.13	9.7	6.69	6.7	1.56	#0.71	I
	0400	152	2.73	7.2	4.35	9.0	5.69	9.3	7.90	11.1	1.81	1.23	I
	0600	150	2.62	7.4	4.09	9.3	5.03	9.2	6.02	9.6	1.47	1.03	I
	0800	135	3.34	8.2	5.15	10.1	6.31	9.9	7.06	9.0	1.37	#0.89	I
	1000	151	2.76	7.3	4.44	9.2	5.82	8.5	6.73	7.6	1.52	#0.87	I
	1200	145	2.98	7.8	4.72	9.3	5.85	10.4	7.19	8.6	1.52	#0.91	I
	1400	141	3.08	7.9	4.66	9.4	5.80	9.4	6.34	9.3	1.36	0.99	I
	1600	144	3.11	7.8	4.81	10.1	6.12	9.8	7.48	7.3	1.55	#0.72	I
	1800	146	3.06	7.7	4.95	9.7	6.24	10.4	8.98	11.7	1.82	1.21	I
	2000	151	3.22	7.4	5.22	9.4	6.59	9.6	7.77	8.3	1.49	#0.88	I
	2200	144	3.23	7.7	5.32	10.4	6.61	10.8	7.80	10.1	1.47	0.98	I
	2400	150	2.72	7.4	4.36	9.6	5.46	9.5	7.52	9.0	1.73	#0.94	I
80 2 4	0200	149	2.82	7.4	4.41	9.3	5.37	10.8	6.82	11.9	1.55	+1.27	I
	0400	165	2.46	6.6	3.94	8.3	4.85	8.4	5.57	9.6	1.41	1.16	I
	0600												I

図-18 速報波浪台帳

なわち、正規分布に従う場合には、尖度、歪度はそれぞれ3、ゼロという値をとる。尖度はとがり具合を示す。すなわちこれが3よりも大きい場合には正規分布よりも尖った分布となり、以下の場合には滑らかな分布となる。一方、歪度は正規分布からの偏り具合を示し、0よりも大きい場合には η の正側に裾を長く引いた分布となる。海の波の場合には通常歪度は0以上となる。図-19には尖度の値に応じた波形記録を示す。これによると、尖度が4以上のものについてはスパイクノイズが多く混入していることが予想され、一方2.5以下のものについてはうねり性でかつ波高が比較的小さい場合に対応しているものと考えられる。図-20には歪度の値に応じた波形記録を示す。なお、図-19及び図-20に示す波形記録では正逆反転している。図からわかるように、歪度の絶対値が大きい場合には、尖度におけると同様スパイクノイズが混入している等の異常に非線型な波とな

っていることが予想される。

以上のことを考慮し、本システムにおいては尖度については4以下、歪度についてはその絶対値が0.2以下を良好なデータに対する一般基準として採用し、この基準に適合しないデータについては、当該波形をグラフィックディスプレイ装置により出力することとし、(1)及び本節で述べた手順・操作により異常波形の修正が不可能な場合にはペン書きアナログ記録をもとにデジタルデータを補足するか(波形読取装置による)、あるいは図形読取装置によりトラフ及びクレストの位置をデジタル化して代表波諸元の演算を別途おこないその結果を波浪台帳に補足する。後者の場合には本来のゼロアップクロス法と異なり、周期についてはゼロアップクロス点間に含まれる最大クレストを求め、となりあうこれらの時間差から算定されることになる。

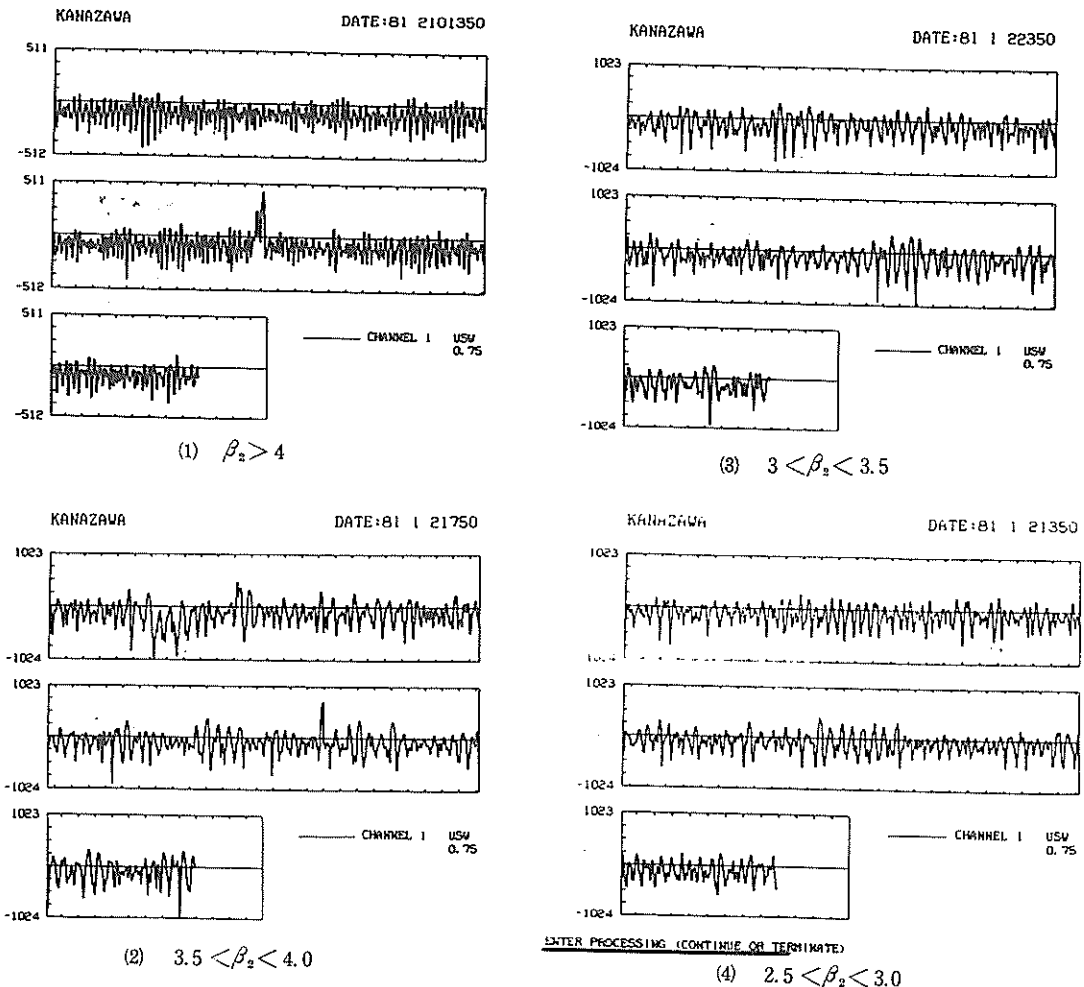
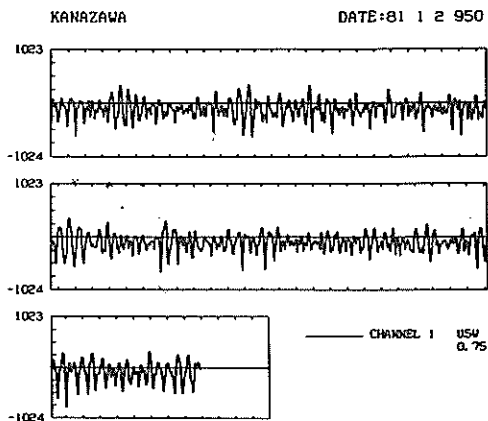
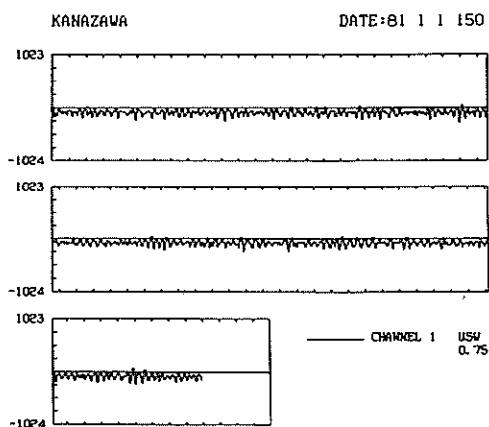


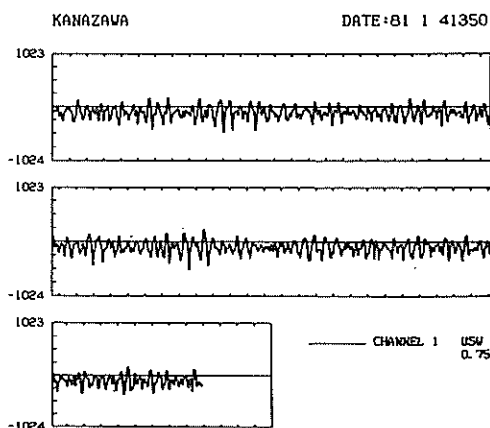
図-19 波形記録による尖度の変化



$$(1) \quad 0.2 < \sqrt{\beta_1} < 0.3$$



$$(2) \quad 0.1 < \sqrt{\beta_1} < 0.2$$



$$(3) \quad 0 < \sqrt{\beta_1} < 0.1$$

図-20 波形記録による歪度の変化

一方、(1)及び本節で述べた手順・操作により異常波形の修正が可能な場合には、許容差のセットに始まる一連の手順をくり返すことになる。

図-21には、データ及び演算結果のチェックのために出力される波浪観測台帳の出力結果の一例を示す。図に示すように、この帳表では有義波のグラフ表示はおこなわず、上に述べた尖度、歪度のほか、波形記録の標準偏差、波高と周期の相関係数等を同時に出力している。これらの値は速報波浪台帳の作成時にすでに求められて磁気テープに格納されているため、図-21の帳表の出力に際しては何ら演算はおこなわず、テープの読み込み、LP出力が主たる処理内容となっている。したがって、図-22の帳表の作成にはほとんど時間を要しない。

図-22に示す出力内容は、データ及び処理結果のチェックのみならず、波浪の統計的性質等の研究目的に対しても有効な情報となる。欠測とみなされたデータの日付には、磁気テープ上でX'FF'を与えてそうでないものと区別し、かつ異常な演算結果の補足・修正、及び編集のために、新規入力データを生かすようにしている。

補足・修正の済んだ波浪台帳の処理結果は1巻/港・年に編集される。この際、編集ミス避けるために、各磁気テープには生データの場合と同様に、データ種コード、それぞれのテープに格納されているデータの期間、港名コード等が最初の部分に書き込まれており、編集すべきデータの期間の入力ミス、港名の不一致、データ内容の相違等を含むテープの選択ミス、あるいは磁気テープ装置へのセットミスに対しては、それぞれに対応したエラーメッセージを入出力タイプライターに出力し、オペレータにその旨知らせる体制とした。

3チャンネル観測であり、しかも波向を算定するためのデータがこの内の2チャンネルに取得されている場合には、これらをもとに速報波向台帳を出力し、一方これらの結果を波浪台帳の処理結果を格納したテープの当該欄に格納することとした。図-22に速報波向台帳の出力例を示す。速報波向台帳は、パワースペクトルの卓越ピークの内、エネルギーの大きいほうから二つの周波数成分波をとり出し、各成分波の波向及び周期をそれぞれ北から時計回りの角度を度単位で及び0.1秒単位で出力している。図中、SAITAとあるのは各日の最多波向であり、第1波向(もっともエネルギーの卓越したピークの波向)をもとに16方位で表示している。

図-23に示す波向は次式により求められている。

$$\theta(f) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{2P_{uv}(f)}{P_{uu}(f) - P_{vv}(f)} \quad (3)$$

DATE	UN	H H	T H	KISYU					USU			SOKUTEK - 33.0-N 2,300-KM				
				H-3	T 3	H10	T10	HMX	TAX	WD	U	UD	H-T	KA12	RMS	SKWS
80 03 01 0200	176	0.49	4.1	0.82	8.4	1.02	8.9	1.28	7.6	ENE	-0.0	70.2	1.0	0.22	-0.057	2.779
0400	187	0.44	5.8	0.76	8.1	0.97	8.9	1.45	9.5	ENE	-0.0	72.9	1.0	0.20	-0.005	3.014
0600	185	0.44	5.8	0.73	8.1	0.85	8.1	1.42	8.5	ENE	-0.0	70.0	1.0	0.20	-0.074	3.108
0800	179	0.57	6.0	0.79	7.2	0.95	7.4	1.04	7.9	ENE	0.0	69.0	1.0	0.20	-0.001	-0.001
1000	201	0.49	5.5	0.76	7.5	0.94	8.4	1.19	8.2	ENE	-0.0	62.5	1.0	0.21	-0.087	2.942
1200	251	0.55	4.5	0.87	5.9	1.10	6.0	1.38	8.9	ENE	-0.0	58.7	1.0	0.24	-0.041	2.834
1400	254	0.64	4.3	0.95	5.0	1.20	6.1	1.84	3.8	ENE	-0.0	39.1	1.0	0.27	-0.077	3.150
1600	226	0.64	4.9	1.04	6.5	1.31	6.9	1.72	11.2	ENE	-0.0	56.5	1.0	0.30	-0.018	3.228
1800	215	0.66	5.0	1.06	6.7	1.34	8.1	2.02	11.9	ENE	-0.0	59.6	1.0	0.30	0.093	3.052
2000	218	0.95	5.1	1.35	6.1	1.72	7.0	3.27	10.4	ENE	-0.0	48.3	1.0	0.37	-0.008	3.260
2200	197	1.15	5.6	1.79	6.7	2.25	6.8	3.22	5.3	ENE	-0.0	45.6	1.0	0.49	0.039	3.267
2400	183	1.14	6.1	1.79	7.9	2.19	9.5	3.02	8.6	ENE	-0.0	58.3	1.0	0.48	-0.040	-2.918
02 0200	187	1.21	6.0	1.93	7.5	2.42	8.3	3.32	6.4	ENE	-0.0	55.2	1.0	0.52	-0.048	-2.261
0400	165	1.24	6.6	1.98	8.6	2.41	9.0	3.42	9.6	ENE	-0.0	61.0	1.0	0.53	-0.039	3.008
0600	166	0.76	6.6	2.05	8.6	2.61	9.4	4.01	7.8	ENE	-0.0	62.8	1.0	0.55	-0.042	3.274
0800	167	0.72	6.7	2.02	8.0	2.43	8.2	3.02	6.3	ENE	-0.0	45.5	1.0	0.54	0.085	2.861
1000	183	1.01	6.1	1.65	7.7	2.24	9.6	2.62	6.3	ENE	-0.0	59.9	1.0	0.45	0.063	-3.046
1200	163	1.13	6.8	1.80	8.7	2.24	9.6	2.90	11.5	ENE	-0.0	58.6	1.0	0.48	0.189	3.011
1400	160	0.97	7.0	1.51	9.2	1.94	11.0	2.20	9.5	ENE	-0.0	59.9	1.0	0.41	0.054	2.799
1600	164	0.76	6.6	1.24	8.9	1.61	9.5	2.47	10.0	ENE	-0.0	64.4	1.0	0.34	0.079	3.108
1800	148	0.78	7.4	1.31	10.4	1.59	12.0	1.92	12.5	ENE	-0.0	75.3	1.0	0.35	0.029	2.688
2000	185	0.79	6.0	1.29	8.0	1.68	9.8	2.43	8.8	ENE	-0.0	60.7	1.0	0.36	0.030	2.983
2200	195	1.03	5.8	1.54	7.3	1.92	9.2	2.26	4.9	ENE	-0.0	59.0	1.0	0.42	-0.003	2.848
2400	194	0.96	5.6	1.50	6.9	1.78	2.4	2.24	9.7	ENE	-0.0	53.7	1.0	0.40	-0.014	-2.751
03 0200	179	1.07	6.2	1.65	7.9	2.01	7.7	2.31	7.2	ENE	-0.0	49.8	1.0	0.44	-0.059	-2.912
0400	191	1.02	5.7	1.58	7.3	1.97	7.3	2.29	9.2	ENE	-0.0	54.2	1.0	0.43	-0.039	2.928
0600	188	0.98	5.9	1.57	7.5	1.92	7.3	3.03	5.9	ENE	-0.0	54.6	1.0	0.43	-0.033	3.242
0800	209	1.02	5.3	1.53	6.2	1.83	6.4	2.26	10.9	ENE	-0.0	46.1	1.0	0.42	0.183	2.872
1000	206	0.92	5.5	1.41	6.5	1.77	7.0	2.36	8.9	ENE	-0.0	48.3	1.0	0.38	0.098	-3.026
1200	207	0.89	5.3	1.42	6.6	1.76	6.7	2.57	6.0	ENE	-0.0	51.5	1.0	0.38	0.215	3.195
1400	203	0.86	5.4	1.33	6.3	1.66	7.1	2.37	5.0	ENE	-0.0	44.6	1.0	0.37	0.032	2.918
1600	214	0.82	5.2	1.30	6.4	1.59	6.9	1.87	4.2	ENE	-0.0	35.2	1.0	0.36	0.064	2.803
1800	200	0.84	5.4	1.32	6.8	1.74	7.6	2.35	8.2	ENE	-0.0	53.3	1.0	0.36	0.107	3.037
2000	214	0.80	5.2	1.24	6.0	1.53	6.5	1.35	4.3	ENE	-0.0	45.3	1.0	0.37	0.058	-2.868
2200	221	0.81	5.0	1.27	6.2	1.54	6.7	1.87	7.8	ENE	-0.0	48.3	1.0	0.35	0.019	3.045
2400	217	0.74	5.1	1.19	6.4	1.50	7.2	1.74	6.4	ENE	-0.0	57.3	1.0	0.32	0.063	3.129
04 0200	203	0.74	5.5	1.14	6.6	1.36	7.2	1.55	8.1	ENE	-0.0	52.5	1.0	0.31	-0.071	2.948
0400	200	0.71	5.4	1.16	7.0	1.48	7.4	2.04	6.5	ENE	-0.0	55.0	1.0	0.32	-0.014	3.212
0600	196	0.71	5.6	1.15	7.4	1.45	7.7	1.84	7.2	ENE	-0.0	59.7	1.0	0.32	-0.081	-2.855
0800	124	0.73	6.9	1.06	8.4	1.29	8.5	1.46	11.4	ENE	0.0	46.5	1.0	0.39	0.277	2.522
1000	152	0.72	7.1	1.15	9.7	1.36	9.8	1.56	7.8	ENE	-0.0	70.1	1.0	0.30	0.012	-2.671
1200	145	0.75	7.6	1.20	10.3	1.48	9.7	1.68	9.0	ENE	-0.0	64.1	1.0	0.31	-0.047	-2.779
1400	154	0.64	7.1	1.01	9.5	1.23	9.5	1.48	8.7	ENE	-0.0	63.2	1.0	0.27	0.040	2.719
1600	151	0.68	7.3	1.13	10.0	1.38	10.9	1.73	10.5	ENE	-0.0	74.1	1.0	0.30	-0.065	-2.780
1800	160	0.63	6.4	1.05	9.6	1.37	10.8	1.95	10.0	ENE	-0.0	76.6	1.0	0.28	-0.047	2.962
2000	224	0.64	4.9	0.98	6.4	1.23	8.1	1.61	10.7	ENE	-0.0	57.5	1.0	0.27	0.011	-2.898
2200	227	1.13	4.7	1.73	5.1	2.08	5.0	2.78	4.8	ENE	-0.0	34.1	1.0	0.46	0.042	2.851
2400	232	1.06	4.8	1.62	5.4	1.93	5.7	2.39	4.0	ENE	-0.0	40.8	1.0	0.43	-0.004	2.924

図-21 データチェックのために出力される波浪台帳

ここに、 $P_{uu}(f), P_{vv}(f)$ は、それぞれ2方向成分 u, v のパワースペクトルであり、 $P_{uv}(f)$ のクロススペクトルのコ・スペクトルである。

(3)式に示す波向はLonguet-Higgins⁴⁾による卓越波向あるいは主波向(Principal wave direction)であるが、波浪台帳に示される代表波諸元に対応した波向として表示するためには別途平均的な波向を定義する必要がある。また、(3)式によると、1観測分のデータに対してパワースペクトルを2回、クロススペクトルを1回計算しなければならず、本システムのようなルーチンワークを処理主体とするシステムにおいては処理時間の面から好ましいとはいえない。

しかしながら、波浪の3要素として波向情報の重要性が認識され、超音波式流速計型波向計をはじめ各種の波向観測用機器が開発され、かつ実用に供されているにもかかわらず、波向の定義、ルーチンワーク用の適切な平均波向の演算・表示手法についてはいまだ確立されておらず、これらに関する研究報告事例も極めて少ない現状にある。当所においても、上述の波向のルーチンワーク用

の処理・表示方法について別途調査・研究中であり、この成果をまとめて図-22に示す概要出力の改変をはかる用意がある。

図-22における第1波向、第2波向の検索は単純にパワースペクトルのピークを抽出することによりおこなっている。このため、主要なピークとはみなされないサブピークを拾う場合も考えられる。このような欠陥を補うために、Ochi & Hubbleの6パラメータスペクトル⁵⁾により近似したり、あるいはピーク間のエネルギーレベル差及び周波数の差等を勘案した何らかのアルゴリズムを開発することは可能であるが、これにより処理時間が大幅に増大するのは明らかであり、ルーチンワークの円滑な運用上望ましいとはいえない。

一方、方向スペクトルについては、計算プログラムの所要容量、処理時間の関係でルーチンワーク処理の対象項目から除外し、災害等に関連して出力の要望があれば大型電子計算機により随時出力する体制を整えている。

速報波浪台帳にみられる異常データの修正、あるいは補足が終了すると、図-23に示すような波浪台帳が出

2050 SENDAI SHINKO		TEIJI 80 12 16 10 - 80 12 27 10										SOKUHO		HAMIMUKI DAICHO	
		KISYU				USM, USWD		SOKUTEN - 20.0 M, 0.						KM	
DATE	HR.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	SAITA	
RD 12 20	D10 T	99, 142	98, 116	108, 128	108, 160	105, 142	108, 142	103, 142	104, 142	104, 142	100, 142	108, 128	107, 143	ESE	
	D20 T	1140, 80	93, 160	134, 85	103, 116	110, 53	159, 75	359, 80	148, 85	32, 38	110, 98	118, 98	121, 106	ESE	
RD 12 21	D10 T	1110, 142	113, 142	107, 142	125, 142	113, 142	123, 142	93, 142	98, 128	110, 142	110, 128	104, 128	91, 128	ESE	
	D20 T	1128, 98	119, 106	32, 40	125, 85	131, 85	26, 42	71, 17	114, 85	132, 91	51, 47	31, 49	46, 426	SE	
RD 12 22	D10 T	98, 128	99, 128	99, 128	123, 106	109, 98	101, 128	98, 105	98, 116	123, 116	105, 160	96, 160	105, 160	E	
	D20 T	1107, 55	25, 60	60, 51	22, 37	102, 128	112, 53	118, 80	124, 17	125, 98	113, 116	13, 47	114, 105	ESE	
RD 12 23	D10 T	1103, 160	99, 142	99, 160	0, 0	100, 142	105, 142	102, 142	102, 142	107, 142	63, 37	0, 0	111, 47	ESE	
	D20 T	1117, 106	119, 80	117, 91	0, 0	118, 98	128, 91	105, 75	124, 91	35, 33	115, 142	0, 0	105, 98	ESE	
RD 12 24	D10 T	1116, 51	119, 64	0, 0	0, 0	0, 0	114, 128	115, 128	114, 128	116, 128	110, 128	116, 128	112, 128	ESE	
	D20 T	1115, 58	103, 51	0, 0	0, 0	0, 0	112, 67	134, 71	115, 71	118, 85	107, 60	112, 64	106, 64	ESE	
RD 12 25	D10 T	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	102, 142	97, 142	51, 15	25, 64	49, 27	54, 14	139, 128	107, 128	ESE	
	D20 T	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	103, 75	94, 71	48, 27	62, 13	26, 12	23, 15	137, 60	105, 71	ESE	
RD 12 26	D10 T	1106, 128	0, 0	104, 128	102, 128	0, 0	103, 128	112, 128	107, 128	110, 142	103, 128	133, 128	103, 128	ESE	
	D20 T	1114, 67	0, 0	113, 60	119, 71	0, 0	101, 71	103, 42	126, 75	103, 75	123, 67	98, 64	119, 67	ESE	
RD 12 27	D10 T	1108, 128	103, 128	109, 128	109, 128	109, 128	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	ESE	
	D20 T	1120, 75	123, 67	114, 67	57, 67	75, 67	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	ESE	
RD 12 28	D10 T														
	D20 T														
RD 12 29	D10 T														
	D20 T														
RD 12 30	D10 T														
	D20 T														
RD 12 31	D10 T														
	D20 T														

図-22 速報波向台帳

力される。図からわかるように、この帳票には各月分の代表波諸元の出力の後に、最大及び最小有義波が得られた時刻及びこの時刻の各代表波諸元の値、ならびに平均値を月別に出力している。

図-18、及び図-23に示す波浪台帳は、毎日・毎観測時の代表波諸元を出力しており、基本的波浪情報として重要なものではあるが、ラインプリンター用紙1枚にわずか4日分の情報しか出力されておらず、異常波浪時あるいは特定の日時の代表波諸元の値を知る等の目的のためにはその検索に手間がかかるのは当然である。

そこで、図-24に示すような帳票を波浪月表として出力することとした。図-24は有義波の毎日毎時の値を月別に出力するとともに、毎日、月の前半、後半、1か月の各期間に対して、有義波の最大、最小値、及びその起時、ならびに平均値を出力している。図には有義波に対する波浪月表が示されているが、他の代表波諸元、たとえば1/10最大波、平均波、最高波に対しても項目指定により波浪月表を作成することができる。このように波浪月表はある代表波諸元に関するほとんどすべての情報を網羅するとともに、これらの代表波諸元の算定に用いられたデータ長が全データ長に対してどの程度か、あるいはカードにより補足されたものであるか等、波浪台帳に示されたデータチェックのための情報についても同様に示すこととした。

図からわかるように、ある代表波諸元に着目すれば、月表の場合24枚/年となり、波浪台帳の場合の100枚/年に比べて大幅に省量化がはかられたことになる。

波浪月表はルーチンワークにおいては原則として有義波に対するもののみを出力して、波浪台帳とともに現地に送付する。これは、波浪月表の作成にはほとんど時間を要しないものの、他の代表波諸元すべてについて同様の作業をおこなうと、マニュアル操作の介在数の増加によりルーチンワークの円滑化に障害を、また一方では現地における情報量の繁雑化による情報活用上の混乱を来すことを避けるためである。

波浪月表の出力はLP紙及びMTに対しておこなわれ、このMTを用いて、波浪年表を作成することになる。図-25には有義波を対象として作成した波浪年表の一例を示す。図に示すように、波浪年表には、指定項目(図の場合、有義波)についての各月及び年間の情報をとりまとめたものであり、各月、年間に対して半月ごと及び各月ごとの指定項目に対応する最大、最小値及びその起時、ならびに平均値等の情報が出力されている。

(3) 頻度表類

ここで、頻度表類とは、波高・周期別出現頻度表、及び波浪階級別継続時間頻度表を意味している。

まず、波高・周期別出現頻度表は、長期間にわたる来襲波浪の出現特性、あるいは来襲波浪の変形特性を調査

DATE	MH	H M	T N	H 3	T 3	H 10	T 10	HMX	THX	WD	U	UD	0	H 3(+)	T 3(+)	H SEC
														5	10	15
80 01 29 0200	137	1.15	7 2	1.80	8.1	2.31	8.4	2.76	7.5	-0.0						
0400	140	0.95	7 0	1.53	8.1	1.89	8.0	2.52	7.0	-0.0						
0600	137	1.07	7 1	1.72	8.3	2.10	8.4	2.76	8.5	-0.0						
0800	131	1.09	7 4	1.64	7 9	1.93	8 1	2.40	8.0	-0.0						
1000	127	1.12	7 7	1.75	8 4	2.26	8 0	2.76	8.0	-0.0						
1200	127	0.99	7 7	1.45	8.4	1.79	8 1	2.16	7.0	-0.0						
1400	130	0.99	7 5	1.48	8.0	1.78	8 2	2.04	7.5	-0.0						
1600	140	0.96	7 0	1.60	8.4	1.97	8 1	2.40	8.0	-0.0						
1800	149	0.89	6 3	1.40	7 7	1.64	7 6	2.16	8 5	-0.0						
2000	156	0.89	6 3	1.40	7 7	1.77	7 9	2.64	8.0	-0.0						
2200	169	0.88	5 8	1.38	7 0	1.74	7 2	2.16	8.0	-0.0						
2400	143	0.91	6 8	1.40	7 8	1.70	8 1	2.04	6.0	-0.0						
30 0200	147	0.80	6 6	1.26	7 8	1.57	8 4	2.04	7.0	-0.0						
0400	140	0.71	6 9	1.07	7 8	1.31	8 0	1.56	9.0	-0.0						
0600	140	0.80	7 0	1.21	7 8	1.41	8 5	1.68	7 5	-0.0						
0800	158	0.72	6 3	1.16	7 3	1.54	7 1	2.52	7 5	-0.0						
1000	154	0.76	6 4	1.21	7 8	1.56	7 4	2.28	7 0	-0.0						
1200	129	0.80	7 6	1.19	7 6	1.43	8 0	1.68	6.5	-0.0						
1400	140	0.60	7 0	0.93	8 0	1.11	8 1	1.32	7 5	-0.0						
1600	134	0.61	7 3	0.95	8 5	1.12	8 3	1.32	8.0	-0.0						
1800	135	0.57	7 2	0.93	9 2	1.17	9 5	1.56	10.0	-0.0						
2000	141	0.47	7 0	0.75	8 2	0.91	8 1	0.96	6.5	-0.0						
2200	131	0.55	7 4	0.87	8 6	1.03	8 6	1.32	9.5	-0.0						
2400	138	0.52	7 2	0.80	8 3	0.95	7 6	1.20	10.5	-0.0						
31 0200	138	0.56	7 2	0.88	8 3	1.09	8 3	1.32	6.5	-0.0						
0400	135	0.53	7 2	0.81	8 5	0.99	8 8	1.20	8.5	-0.0						
0600	139	0.46	7 1	0.77	8 9	0.93	8 7	1.08	10.5	-0.0						
0800	131	0.48	7 5	0.71	8 2	0.87	8 3	1.08	10.5	-0.0						
1000	131	0.50	7 5	0.74	8 2	0.90	8 6	1.20	12.0	-0.0						
1200	145	0.44	6 7	0.70	8 5	0.85	9 1	1.08	7 0	-0.0						
1400	159	0.40	6 1	0.64	8 2	0.78	9 0	0.96	7 0	-0.0						
1600	177	0.33	5 6	0.55	7 9	0.70	8 4	0.96	10.0	-0.0						
1800	141	0.36	6 9	0.60	9 3	0.75	9 0	1.08	9.5	-0.0						
2000	144	0.30	6 8	0.47	7 9	0.60	9 5	0.72	12.5	-0.0						
2200	150	0.34	6 5	0.54	7 8	0.67	7 9	0.84	5.5	-0.0						
2400	140	0.30	7 0	0.46	8 0	0.58	8 3	0.72	7 0	-0.0						
MAX		1.92	10 2	3 05	11.4	3 81	11.2	5.28	9.5	-0.0						
KIJI		318		318		318		316		2424		21 6				
MIN		0 15	6 1	0 23	9 1	0 27	8 9	0 31	7 1	-0.0						
KIJI		2410		2416		2418		2410		2424		1 2				
AVE		0.59	6 4	0 92	7 4	1 15	7 6	1 48	7 5	0 8						
SHITA																
SOKUTOKU HD								356	0	0						
								95.7	0.0	0.0						

図-23 波浪観測台帳

する上で貴重なものであり、一般に流布している帳票の一つである。しかしながら、帳票作成上基本となる波浪階級をはじめとするそのフォーマットについては、個々バラバラであり、情報の普遍的な活用、あるいは近接観測地点相互の波浪特性の関連性の把握等を目的とした活用においては個々には有効な情報であるにもかかわらず障害を生じることが多い。

本システムにおいて集中処理・解析の対象となっている各地点（図-13 参照）では、沿岸波浪観測体制の下で統一な基準（標準水深：-5.0m、毎偶数時20分観測、標準サンプリング間隔：0.5s、DMTによるデジタル記録の取得）により定常的な波浪観測が実施されているとはいえ、なお各地点における二次的な実施目的、あるいは統一な基準を満足し得ない地形的制約等によって、必ずしも観測の体制は画一化されたものとはなっていない。しかしながら、ルーチンワーク処理の円滑な運用、あるいは先に述べた広域的な波浪特性の一元的な把握のためには、波高・周期別出現頻度表の帳票出力のフォーマットは画一化されていることが望ましく、か

つ各観測地点における二次的な調査目的に対して有用な情報となり得るための再生性を保持することが、情報の汎用化のための要件となる。

したがって、図-26に示すように、本システムにおける波高・周期別出現頻度表の標準様式を規格化した。この様式においては、上述の汎用性保持のために波浪階級区分は極力細分化し、情報利用における便宜性を考慮して出現度数、出現率表示の二様式を整備し、各帳票に対して超過・末超過度数あるいは確率を付加することとした。

図-26に示す波高・周期別出現頻度表は有義波に対するものであり、月表の場合と同じく他の代表波諸元に対しても別途項目指定により図-26と同様の帳票作成が可能である。しかしながら、波浪階級区分と同様に、通常のルーチンワーク処理においては対象処理項目は有義波のみに統一することとした。なお、これらについては随時変更出力を可能とし、図-26により対応しきれない各観測地点固有の要望に対処することとしている。

本システムにおいては、図-26に示す帳票は毎月、

2070 KASHIMA														30 01		HARD		GETU HYO	
KISYU USW SOKUTEH - 22.0 M.														2.300 KM AVE	KM MAX(J1)	HMX / H3	H M / H3	WD1 / H3	U(M) UD
DATE	HR.	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	AVE	MAX(J1)	HMX / H3	H M / H3	WD1 / H3	U(M) UD
Y. M. D. (H/T)	80 01 31 (CH)	138	161	179	176	165	164	141	155	180	176	183	180	167	183(22)	1.50	0.66	67	-0.0
(T)	80 01 31 (T)	54	60	61	56	61	67	62	73	68	63	66	64	63	66	0.97	0.83	999	999
	02 (H)	178	171	141	156	167	163	171	177	171	164	172	165	166	178(02)	1.70	0.65	45	-0.0
(T)	02 (T)	69	71	68	67	70	62	70	63	62	63	69	66	67	69	1.22	0.85	999	999
	03 (H)	170	163	172	166	173	177	169	192	209	235	218	188	235(22)	1.59	0.65	90	-0.0	
(T)	03 (T)	65	61	65	66	76	84	83	90	93	89	90	76	78	90	1.09	0.79	999	999
	04 (H)	235	215	205	216	205	199	176	177	192	202	230	267	210	267(24)	1.48	0.66	67	-0.0
(T)	04 (T)	96	95	94	81	87	94	86	96	104	102	45	80	88	80	0.74	0.80	999	999
	05 (H)	234	318	321	302	326	327	346	269	300	307	280	272	309	346(14)	1.46	0.62	67	-0.0
(T)	05 (T)	91	97	93	95	84	99	111	100	102	100	106	109	99	111	1.09	0.78	999	999
	06 (H)	249	224	249	233	216	194	206	167	166	141	112	134	191	249(02)	1.59	0.67	67	-0.0
(T)	06 (T)	105	100	104	113	106	116	119	109	122	109	99	111	109	105	1.33	0.75	999	999
	07 (H)	121	112	115	118	89	88	97	149	217	220	191	199	143	220(20)	1.91	0.63	180	-0.0
(T)	07 (T)	113	107	112	114	102	104	65	54	61	65	64	65	86	65	0.91	0.85	999	999
	08 (H)	185	149	149	128	117	124	105	106	119	115	122	134	129	185(02)	1.98	0.67	45	-0.0
(T)	08 (T)	67	66	62	70	76	75	79	80	87	83	76	83	75	67	1.07	0.96	999	999
	09 (H)	114	107	126	115	112	105	108	107	124	121	130	126	116	130(22)	1.33	0.62	67	-0.0
(T)	09 (T)	81	81	73	69	76	85	80	84	95	97	89	89	83	89	1.25	0.77	999	999
	10 (H)	131	134	118	126	156	145	175	159	167	146	129	159	146	175(14)	1.44	0.61	67	-0.0
(T)	10 (T)	94	87	84	72	73	65	80	81	90	90	76	95	84	80	0.69	0.78	999	999
	11 (H)	164	208	196	198	169	176	161	202	192	196	204	209	189	209(24)	1.41	0.63	67	-0.0
(T)	11 (T)	66	67	68	67	71	79	83	79	74	67	75	94	74	94	1.00	0.75	999	999
	12 (H)	225	180	176	160	173	173	162	171	186	180	174	157	177	225(02)	1.60	0.66	67	-0.0
(T)	12 (T)	104	98	110	95	88	91	86	108	120	119	122	118	105	104	1.02	0.77	999	999
	13 (H)	159	140	130	145	134	134	164	218	271	340	316	270	202	340(20)	1.56	0.66	67	-0.0
(T)	13 (T)	121	120	110	118	116	101	67	68	75	71	74	70	93	71	1.45	0.89	999	999
	14 (H)	242	251	231	235	271	274	242	244	207	234	235	242	242	274(12)	1.41	0.63	67	-0.0
(T)	14 (T)	76	77	94	100	89	91	92	98	108	113	123	115	98	91	0.92	0.87	999	999
	15 (H)	248	253	238	264	252	187	192	206	175	187	189	202	215	264(08)	1.70	0.60	67	-0.0
(T)	15 (T)	121	130	117	123	121	128	124	137	109	109	102	114	120	123	1.02	0.76	999	999
	16 (H)	184	173	147	132	130	134	105	107	98	109	117	108	129	184(02)	1.97	0.62	67	-0.0
(T)	16 (T)	103	93	100	112	121	123	110	115	101	86	69	76	101	103	1.25	0.74	999	999
	17 (H)	119	112	97	89	82	63	79	66	52	50	55	94	80	119(02)	1.55	0.66	67	-0.0
(T)	17 (T)	71	74	88	82	95	78	62	55	70	85	55	43	72	71	1.65	0.86	999	999
	18 (H)	118	112	118	121	103	110	94	85	81	85	93	98	101	121(08)	1.65	0.71	67	-0.0
(T)	18 (T)	48	57	61	62	67	70	66	60	58	57	54	57	60	62	0.95	0.94	999	999
DATE																			
Y. M. D. (H/T)	HR.	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	AVE	MAX(J1)	HMX / H3	H M / H3	WD1 / H3	U(M) UD
80 01 19 (H)	19 (H)	96	111	125	117	113	125	120	149	157	167	190	191	138	191(24)	1.74	0.60	67	-0.0
(T)	19 (T)	65	77	75	81	75	81	87	107	100	101	111	111	89	111	1.09	0.82	999	999
	20 (H)	214	190	177	168	146	156	162	199	179	164	130	136	168	214(02)	2.15	0.59	157	-0.0
(T)	20 (T)	112	119	117	119	118	122	113	116	120	112	109	100	115	112	1.05	0.85	999	999
	21 (H)	168	130	119	160	190	165	170	155	137	134	160	136	152	190(10)	1.49	0.68	67	-0.0
(T)	21 (T)	107	105	93	92	76	82	83	99	99	94	72	85	91	76	1.04	0.84	999	999
	22 (H)	127	140	119	106	102	100	82	66	60	77	84	78	95	140(04)	1.41	0.66	999	-0.0
(T)	22 (T)	73	84	81	76	70	71	65	58	56	55	60	60	67	84	1.10	0.81	999	999
	23 (H)	73	67	63	89	79	75	77	86	94	89	74	74	79	94(18)	1.79	0.58	67	-0.0
(T)	23 (T)	58	69	73	81	78	74	81	86	92	91	89	93	80	92	1.20	0.73	999	999
	24 (H)	67	64	54	52	58	76	92	105	122	142	139	105	90	142(20)	1.60	0.67	67	-0.0
(T)	24 (T)	98	87	91	93	91	74	62	52	53	58	60	62	74	58	1.14	0.89	999	999
	25 (H)	93	148	186	142	114	114	96	90	84	98	117	109	116	186(06)	1.35	0.67	67	-0.0
(T)	25 (T)	64	71	79	68	63	75	68	83	84	74	82	74	79	79	1.24	0.92	999	999
	26 (H)	106	102	82	96	92	87	88	152	128	131	137	129	111	125(16)	1.60	0.63	999	-0.0
(T)	26 (T)	76	74	82	76	79	76	63	53	55	62	65	63	69	63	0.86	0.88	0	999
	27 (H)	125	119	110	110	114	104	89	92	87	88	85	70	100	125(02)	1.62	0.66	999	-0.0
(T)	27 (T)	67	60	63	77	75	76	78	79	84	88	89	81	77	67	1.14	0.82	0	999
	28 (H)	70	72	72	75	65	64	73	67	64	66	85	140	76	140(24)	2.26	0.63	67	-0.0
(T)	28 (T)	83	86	83	85	79	70	54	58	82	82	50	50	72	50	0.86	0.88	999	999
	29 (H)	157	191	181	191	209	278	231	284	373	347	337	315	258	373(18)	1.61	0.67	45	-0.0
(T)	29 (T)	50	54	50	52	55	61	60	65	76	75	78	76	63	76	0.78	0.88	999	999
	30 (H)	331	281	254	276	260	244	263	263	269	238	223	234	261	331(02)	1.53	0.63	67	-0.0
(T)	30 (T)	78	71	71	71	73	75	77	60	72	76	78	84	75	78	1.01	0.83	999	999
	31 (H)	227	193	205	220	238	241	240	250	233	227	193	200	222	250(16)	1.70	0.61	67	-0.0
(T)	31 (T)	84	81	87	79	83	92	91	93	93	98	93	104	89	93	0.85	0.77	999	999
01 1 RVE (H)	01 1 (H)	153	186	183	183	180	175	174	180	192	197	193	196	186	197				
(T)	01 1 (T)	97	97	87	87	86	89	86	88	91	89	88	90	88	89				
19 MAX (H)	19 MAX (H)	334	318	321	302	326	327	346	269	300	340	316	272	314	346(0314)				
(T)	19 MAX (T)																		

DATE		KISHU										USU		SOKUTEN		- 20.0 M , 2.000 KM		80	HARD	HEN HYO
Y.	D.	H.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AVE	MAX(*)	MIN(*)	H3		
80	1-15	AVE (H)	0	301	133	87	84	14	46	31	60	74	0	290	93	301(020000)	0(000000)			
		(T)	0	78	62	52	49	35	41	41	49	50	0	77	44	78	0			
		MAX (H)	0	592	298	210	286	19	277	91	214	237	0	679	241	679(121308)	0(000000)			
		(T)	0	98	92	77	78	34	73	45	72	74	0	103	62	103	0			
		(WD)																		
		(U)	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0			
		(UD)																		
		MIN (H)	0	126	24	25	16	10	10	13	20	13	0	60	26	126(020816)	0(000000)			
		(T)	0	71	32	43	35	42	38	43	47	43	0	59	37	71	0			
	16-31	AVE (H)	0	121	87	75	47	55	66	54	72	179	82	251	90	251(120000)	0(000000)			
		(T)	0	60	53	48	39	46	50	47	52	70	56	77	49	77	0			
		MAX (H)	0	352	180	270	172	199	242	188	186	767	331	619	292	767(102624)	0(000000)			
		(T)	0	79	77	66	62	73	67	57	75	124	76	103	71	124	0			
		(WD)																		
		(U)	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0			
		(UD)																		
		MIN (H)	0	34	19	16	9	9	13	13	23	26	24	40	18	40(122316)	0(000000)			
		(T)	0	55	42	40	39	49	37	43	39	45	62	54	42	62	0			
	1-31	AVE (H)	0	214	109	81	72	49	53	47	66	123	82	270	97	270(120000)	0(000000)			
		(T)	0	69	57	50	45	44	44	45	51	60	56	77	49	77	0			
		MAX (H)	0	592	298	270	286	199	277	188	214	767	331	679	341	767(102624)	0(000000)			
		(T)	0	98	92	66	78	73	73	57	72	124	76	103	76	124	0			
		(WD)																		
		(U)	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0			
		(UD)																		
		(#)	0000	0118	0204	2806	0702	1722	1522	2714	1206	2624	2606	1308		2624	0000			
		MIN (H)	0	34	19	16	9	9	10	13	20	13	24	40	17	40(122316)	0(000000)			
		(T)	0	55	42	40	39	49	38	43	47	43	62	54	42	62	0			
		(#)	0000	1914	2914	3014	1916	2304	0906	2608	0310	1124	1808	2316		2316	0000			

H:CM, T:0.ISEC, U:M/SEC, WD,UD:16-HOI

(#):KIJI(NICHI,JI), (*):KIJI(TUKI,NICHI,JI)

図-25 波浪年表

季別、通年をはじめとする任意の期間に対して出力可能である。これは、たとえば季別とはいっても日本沿岸各海域においては利島固有の形状その他の要因により各月ごとの波浪の出現特性は異なっており、うねり性あるいは風波性波浪の卓越といった相違のほか、波浪のエネルギーそのものの絶対値に係わる出現特性の相違が歴然として存在することを考慮したからである。しかしながら、ルーチンワーク処理においては、上述の対象処理項目、波浪階級区分に対する場合と同様の理由により、常用の季節区分を採用している。毎年の波高・周期別出現頻度表の出力結果は別途磁気テープに一括出力・編集され、これらに伴う累年統計資料の作成に活用されている。

波浪階級別継続時間頻度表は、港湾工事をはじめとする当該海域における作業の工程管理計画あるいは港湾・海洋構造物の耐波設計等波浪の連続性を加味した設計、計画の立案・実行過程において特に重要な情報を提供する。

波浪階級別継続時間頻度表の作成においてもっとも問題となるのは、処理対象期間における欠測に対する取扱

いあるいは各期間ごとに処理する場合の境界を構成するデータの対象期間に対する依存性である。これらに対しては、上述の目的からしてある確定的な基準は要求されるものの、特に前者に対しては、少なくとも現時点においては波浪のもつ特有のランダム性のために適切な処理手法が欠如している。一法としてたとえば後述する予測フィルタにより情報を補足することが考えられる。しかし、これによっても期待する精度で多量の情報を補足することは困難と考えられ、またルーチンワーク処理において特に要求される基礎情報の変成・編集に係る処理時間の減少を考慮して、上述の問題点に対して特別な処理はおこなわないこととした。

このようにして、有義波を対象として作成された帳票を図-27に示す。図-27は有義波を対象として、波高1m以上、周期5秒以上を条件に作成されたものであるが、この条件及び継続時間の階級区分は任意に設定可能となっている。図からわかるように、出現頻度は各階級別の出現回数及び総出現時間として表示されている。

1566		KHHZ26H		GETSU HYD																	80 1	DOSJU BUNPU HYD																				
		KISYU																	USV	USW	SOKUTEN - 20 0 H . 2 000 KM																	H 3-T 3				
T	SEISH	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-	TOTAL	MICHO																						
SEISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
25	0	0	12	4	7	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-30	0	0	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-35	0	1	4	9	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-40	0	0	0	9	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-45	0	0	0	2	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-50	0	0	1	0	4	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-55	0	0	0	1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-60	0	0	0	0	2	13	17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-65	0	0	0	0	0	2	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-70	0	0	0	0	1	4	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-75	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-130	0	1	24	30	51	64	45	20	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
TOTAL	0	4	96	120	204	257	180	80	32	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
MICHO	0	1	25	55	100	170	215	235	243	248	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249																						
0	0	4	100	220	425	682	863	943	975	995	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000																						

1569		KHHZ26H		GETSU HYD																	80 1	DOSJU BUNPU RITU HYD																				
		KISYU																	USV	USW	SOKUTEN - 20 0 H . 2 000 KM																	H 3-T 3				
T	SEISH	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-	TOTAL	MICHO																						
SEISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
25	0	0	48	16	20	7	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-30	0	0	20	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-35	0	4	16	36	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-40	0	0	0	36	56	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-45	0	0	0	8	48	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-50	0	0	4	0	24	52	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-55	0	0	0	4	4	46	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-60	0	0	0	0	0	52	68	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-65	0	0	0	0	0	8	40	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-70	0	0	0	0	4	16	12	16	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-75	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-80	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-90	0	0	0	0	0	0	0	0	8	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
-130	0	4	96	120	204	257	180	80	32	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
TOTAL	0	4	96	120	204	257	180	80	32	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
MICHO	0	4	100	220	425	682	863	943	975	995	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000																						

圖-26 波高・周期別出現頻度表

T 3 > 2.00 SEC

H 3	< 2	2 - 6	6 - 12	12 - 24	24 - 36	36 - 48	48 - 72	> 72	TOTAL
H 3 < 0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50 - 1.00	0	3	1	0	0	0	0	0	4
1.00 - 1.50	0	5	6	1	0	0	0	0	12
1.50 - 2.00	0	13	9	2	0	0	0	0	24
2.00 - 2.50	0	14	14	4	0	0	0	0	32
2.50 - 3.00	0	23	5	0	0	0	0	0	28
3.00 - 5.00	0	6	3	4	1	1	0	0	15
5.00 - 10.00	0	3	0	1	0	0	0	0	4
10.00 - 15.00	0	6	0	14	0	0	0	0	20
15.00 - 20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 3 > 20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	67	38	12	1	1	0	0	119
	0.00 %	24.02 %	37.08 %	23.76 %	3.13 %	6.01 %	0.00 %	0.00 %	93.99 %

図-27 波浪階級別継続時間頻度表

(4) 異常波浪時の解析

通常，“異常波浪”とはある気象擾乱により任意の地点にもたらされる比較的波高の大きい、いわゆる高波時の波浪条件全般を指して用いられ、波高にして何m以上といった基準を設けることによって異常波浪を定義づけることはほとんどないようである。しかしながら、ルーチンワークの運用においては、気象条件に着目して異常波浪を定義づけ、これに該当する期間及びデータを抽出すると、各異常波浪時のデータ間の独立性は確保されるものの、その検索に際しては統一した基準が欠如しているため、主観性に左右される。これによって異常波浪時のデータとしての一貫性を保持し難くなり、これらのデータに対する処理よりもむしろデータの検索に時間を要する可能性がある。

そこで、各港別に異常波浪とみなされる基準値を有義波高に対して与え、この値をこえる有義波高が出現している全期間を波浪観測台帳のテープをもとに抽出し、図-28に示す区分台帳として出力することとした。図に示すように、区分台帳には有義波高が上述の設定した値

をこえる全期間に対して、それぞれ継続時間、期間内最大有義波高とこれに対応した起時及び他の代表波諸元等が出力されるとともに、カードにより各期間に対応する気象擾乱名を入力すると図-29の帳票の当該欄に出力され、これらの情報は磁気テープに書き込まれることになる。区分台帳は、月表及び波高・周期別出現頻度表と同様に、有義波他の代表波諸元に対しても指定及び図-29と同じ様式で出力が可能であるばかりでなく、風速に対しても作成可能とし、幅広い情報検索機能を有するものとした。

図-29に示す帳票の出力内容は、上で少し触れたように、磁気テープにも出力され、このテープをもとに異常波浪時の生データを抽出することとなる。このための作業としては、異常波浪時の生データ抽出用のプログラムをローディングし、入力、出力用のテープをMT装置にセットするだけでよく、自動的に区分台帳に出力した期間の生データが抽出される。

パワースペクトルの演算はFFT (Fast Fourier Transform) 法、MEM (Maximum Entropy

		KISYU		USU		SOKUTEH		- 50.0 M , 2.800 KM		H 3		> 2.00	
KIKAH	KEIZOKUJIKAH	KIKANNAI H M	HARO T H	(SAIDAI, SAITA / H 3 T 3	HEIKIN, HANI) H10 T10	MMX	TMX	U D	KAZE U	U D	MEMO		
81 1 2 8	164 (6.83)	4.00	9.3	6.26	11.4	7.79	10.5	9.98	11.9	/H	0.0	/H	0
81 1 9 2		2.48	7.4	3.92	8.8	4.86	8.9	6.13	8.6	360-	0	-0.0	360-
81 1 10 2	4 (0.17)	1.36	5.6	2.10	6.6	2.60	6.8	3.42	5.8	/H	-0.0	/H	0
81 1 10 4		1.33	5.5	2.07	6.6	2.58	6.7	3.15	5.7	360-	0	-0.0	360-
81 1 10 16	116 (4.03)	2.27	6.7	3.60	8.0	4.61	8.4	6.35	7.7	/H	0.0	/H	0
81 1 15 10		1.81	6.2	2.86	7.4	3.56	7.5	4.56	7.8	360-	0	-0.0	360-
81 1 16 6	4 (0.17)	1.41	5.1	2.25	5.9	2.81	5.8	3.90	6.2	/H	-0.0	/H	0
81 1 16 8		1.38	5.1	2.19	6.0	2.75	5.9	3.77	5.8	360-	0	-0.0	360-
81 1 16 12	18 (0.75)	1.59	6.1	2.54	7.0	3.19	7.0	4.01	6.4	/H	-0.0	/H	0
81 1 17 4		1.45	5.6	2.29	6.6	2.87	6.7	3.70	6.2	360-	0	-0.0	360-
81 1 17 8	16 (0.67)	1.68	6.3	2.77	7.9	3.47	8.4	4.76	6.2	/H	-0.0	/H	0
81 1 17 22		1.45	6.0	2.34	7.4	3.00	7.7	4.02	7.3	360-	0	-0.0	360-
81 1 18 20	4 (0.17)	1.31	5.2	2.06	6.2	2.64	6.3	4.72	5.4	/H	-0.0	/H	0
81 1 18 22		1.30	5.3	2.06	6.2	2.59	6.4	4.10	5.7	360-	0	-0.0	360-
81 1 19 10	12 (0.50)	1.61	5.7	2.62	6.6	3.32	6.7	4.90	7.4	/H	-0.0	/H	0
81 1 19 20		1.46	5.7	2.34	6.7	2.95	6.6	3.80	6.6	360-	0	-0.0	360-
81 1 20 16	20 (0.83)	1.70	5.8	2.66	6.7	3.29	6.7	4.43	8.4	/H	-0.0	/H	0
81 1 21 10		1.46	5.7	2.30	6.8	2.86	6.9	3.67	7.0	360-	0	-0.0	360-
81 1 21 16	42 (1.75)	2.11	6.4	3.42	7.4	4.17	7.1	5.57	8.8	/H	-0.0	/H	0
81 1 23 8		1.64	6.1	2.61	7.3	3.25	7.4	4.22	7.4	360-	0	-0.0	360-
81 1 25 6	8 (0.33)	1.54	5.8	2.43	6.8	3.02	7.0	3.79	6.3	/H	-0.0	/H	0
81 1 25 12		1.43	5.7	2.25	6.7	2.74	6.7	3.42	7.8	360-	0	-0.0	360-
81 1 25 18	28 (1.17)	1.73	6.4	2.75	8.2	3.57	7.6	5.08	6.3	/H	-0.0	/H	0
81 1 26 20		1.52	6.1	2.42	7.4	3.03	7.5	3.73	7.7	360-	0	-0.0	360-
81 1 26 24	40 (1.67)	1.70	6.3	2.66	7.2	3.31	7.6	5.18	6.3	/H	0.0	/H	0
81 1 28 14		1.46	5.9	2.31	7.0	2.90	7.1	3.85	7.2	360-	0	-0.0	360-
81 1 29 12	4 (0.17)	1.38	5.3	2.23	6.1	2.77	6.2	3.47	5.5	/H	-0.0	/H	0
81 1 29 14		1.31	5.2	2.08	6.0	2.63	5.9	3.32	5.0	360-	0	-0.0	360-
81 1 29 22	16 (0.67)	1.57	6.0	2.40	7.1	2.92	7.2	3.86	6.3	/H	-0.0	/H	0
81 1 30 12		1.38	5.8	2.19	6.9	2.72	6.9	3.56	6.5	360-	0	-0.0	360-

図-28 区分台帳

Method), BT (Blackman-Tukey) 法のいずれでもおこない得るが, 通常のルーチンワークにおいては FFT法を用いる。なお, スペクトル推定の自由度は低周波側における分解能を高めるために通常 32 としている。長周期波の検出を目的とした解析あるいはスペクトル演算のために用い得るデータ長が対象とする成分波の周期に対して比較的短い時などには MEM を, 自己相関などの調査に対しては MEM あるいは BT 法を用いている。

図-29 には, パワースペクトル演算結果の LP 出力の一例を示す。図からわかるように, この帳票にはパワースペクトルそのもののほか, スペクトルの 0 次から 4 次のモーメント, スペクトル幅パラメータ, モーメントによって定義される各種周期パラメータ等が出力される。スペクトルの n 次のモーメントは次式で定義される。

$$m_n = \int_0^{\infty} f^n S(f) df \quad (4)$$

ここに, f は周波数, $S(f)$ は周波数 f の成分波のスペクトル密度である。

スペクトル理論によると,

$$\sqrt{m_0} = \eta_{rms} \quad (5)$$

が成立する。

Rice の統計理論⁶⁾によれば,

$$\left. \begin{aligned} T_x &= \left(\frac{m_0}{m_2} \right)^{1/2} \equiv T_{02} \\ T_c &= \left(\frac{m_2}{m_4} \right)^{1/2} \equiv T_{24} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

のように, ゼロアップクロス法による平均周期 T_x , 及び隣り合うクレスト間の距離にもとづく平均周期 T_c はスペクトルのモーメントから推定しうる。この関係は実測値によると必ずしも成立しないが, スペクトルと代表波諸元の周期を関連づけたり, あるいは次式に示す周期とともに標準スペクトル型の調査・解析等において重要である。

DATE 80 1 4 12 0 (FILTER : SAKKAKU

NO.	FREQUNCY	PERIOD	ENERGY DENSITY	NO.	FREQUNCY	PERIOD	ENERGY DENSITY		
1	0.00000	----	0.17739E-01	0.00000E+00	51	0.29063	2.56	0.45714E-01	0.00000E+00
2	0.00761	128.00	0.20605E-01	0.00000E+00	52	0.29844	2.51	0.37216E-01	0.00000E+00
3	0.01563	64.00	0.23945E-01	0.00000E+00	53	0.40625	2.46	0.34649E-01	0.00000E+00
4	0.02344	42.67	0.28392E-01	0.00000E+00	54	0.41406	2.42	0.45106E-01	0.00000E+00
5	0.03125	32.00	0.31641E-01	0.00000E+00	55	0.42188	2.37	0.36319E-01	0.00000E+00
6	0.03906	25.60	0.25974E-01	0.00000E+00	56	0.42969	2.33	0.56723E-01	0.00000E+00
7	0.04688	21.33	0.20413E-01	0.00000E+00	57	0.43750	2.29	0.54615E-01	0.00000E+00
8	0.05469	16.29	0.17737E-01	0.00000E+00	58	0.44531	2.25	0.54029E-01	0.00000E+00
9	0.06250	16.00	0.16958E-01	0.00000E+00	59	0.45313	2.21	0.61469E-01	0.00000E+00
10	0.07031	14.22	0.21159E-01	0.00000E+00	60	0.46094	2.17	0.71205E-01	0.00000E+00
11	0.07813	12.80	0.23734E-01	0.00000E+00	61	0.46875	2.13	0.62956E-01	0.00000E+00
12	0.08594	11.64	0.21142E-01	0.00000E+00	62	0.47656	2.10	0.44192E-01	0.00000E+00
13	0.09375	10.67	0.22808E-01	0.00000E+00	63	0.48438	2.06	0.26493E-01	0.00000E+00
14	0.10156	9.85	0.26713E-01	0.00000E+00	64	0.49219	2.03	0.24038E-01	0.00000E+00
15	0.10938	9.14	0.15481E+00	0.00000E+00	65	0.50000	2.00	0.37611E-01	0.00000E+00
16	0.11719	8.33	0.45142E+00	0.00000E+00	66	0.50781	1.97	0.44604E-01	0.00000E+00
17	0.12500	8.00	0.13930E+01	0.00000E+00	67	0.51563	1.94	0.44703E-01	0.00000E+00
18	0.13281	7.53	0.43240E+01	0.00000E+00	68	0.52344	1.91	0.42177E-01	0.00000E+00
19	0.14063	7.11	0.74212E+01	0.00000E+00	69	0.53125	1.88	0.39273E-01	0.00000E+00
20	0.14844	6.74	0.73638E+01	0.00000E+00	70	0.53906	1.86	0.39273E-01	0.00000E+00
21	0.15625	6.40	0.57724E+01	0.00000E+00	71	0.54688	1.83	0.13277E-01	0.00000E+00
22	0.16406	6.10	0.45617E+01	0.00000E+00	72	0.55469	1.80	0.11677E-01	0.00000E+00
23	0.17188	5.82	0.27308E+01	0.00000E+00	73	0.56250	1.78	0.13809E-01	0.00000E+00
24	0.17969	5.57	0.12500E+01	0.00000E+00	74	0.57031	1.75	0.12421E-01	0.00000E+00
25	0.18750	5.33	0.14667E+01	0.00000E+00	75	0.57813	1.73	0.13123E-01	0.00000E+00
26	0.19531	5.12	0.17429E+01	0.00000E+00	76	0.58594	1.71	0.15116E-01	0.00000E+00
27	0.20313	4.92	0.14109E+01	0.00000E+00	77	0.59375	1.68	0.15009E-01	0.00000E+00
28	0.21094	4.74	0.14109E+01	0.00000E+00	78	0.60156	1.66	0.14670E-01	0.00000E+00
29	0.21875	4.57	0.61410E+01	0.00000E+00	79	0.60938	1.64	0.14625E-01	0.00000E+00
30	0.22656	4.41	0.71150E+01	0.00000E+00	80	0.61719	1.62	0.15407E-01	0.00000E+00
31	0.23438	4.27	0.70380E+01	0.00000E+00	81	0.62500	1.60	0.12754E-01	0.00000E+00
32	0.24219	4.13	0.36103E+01	0.00000E+00	82	0.63281	1.58	0.96450E-02	0.00000E+00
33	0.25000	4.00	0.41234E+01	0.00000E+00	83	0.64063	1.56	0.71229E-02	0.00000E+00
34	0.25781	3.89	0.35900E+01	0.00000E+00	84	0.64844	1.54	0.60747E-02	0.00000E+00
35	0.26563	3.76	0.34495E+01	0.00000E+00	85	0.65625	1.52	0.59478E-02	0.00000E+00
36	0.27344	3.66	0.31354E+01	0.00000E+00	86	0.66406	1.51	0.60423E-02	0.00000E+00
37	0.28125	3.56	0.24962E+01	0.00000E+00	87	0.67188	1.49	0.62066E-02	0.00000E+00
38	0.28906	3.46	0.23202E+01	0.00000E+00	88	0.67969	1.47	0.62916E-02	0.00000E+00
39	0.29688	3.37	0.21313E+01	0.00000E+00	89	0.68750	1.45	0.56300E-02	0.00000E+00
40	0.30469	3.29	0.20652E+01	0.00000E+00	90	0.69531	1.44	0.59505E-02	0.00000E+00
41	0.31250	3.20	0.24890E+01	0.00000E+00	91	0.70313	1.42	0.75229E-02	0.00000E+00
42	0.32031	3.12	0.26994E+01	0.00000E+00	92	0.71094	1.41	0.86176E-02	0.00000E+00
43	0.32813	3.05	0.20755E+01	0.00000E+00	93	0.71875	1.39	0.83952E-02	0.00000E+00
44	0.33594	2.98	0.16720E+01	0.00000E+00	94	0.72656	1.38	0.89247E-02	0.00000E+00
45	0.34375	2.91	0.14945E+01	0.00000E+00	95	0.73438	1.36	0.97361E-02	0.00000E+00
46	0.35156	2.84	0.96552E-01	0.00000E+00	96	0.74219	1.35	0.72524E-02	0.00000E+00
47	0.35938	2.78	0.66503E-01	0.00000E+00	97	0.75000	1.33	0.41447E-02	0.00000E+00
48	0.36719	2.72	0.61978E-01	0.00000E+00	98	0.75781	1.32	0.38161E-02	0.00000E+00
49	0.37500	2.67	0.56507E-01	0.00000E+00	99	0.76563	1.31	0.46579E-02	0.00000E+00
50	0.38281	2.61	0.52226E-01	0.00000E+00	100	0.77344	1.29	0.47530E-02	0.00000E+00

DATE 80 1 4 12 0

NO.	FREQUNCY	PERIOD	ENERGY DENSITY	NO.	FREQUNCY	PERIOD	ENERGY DENSITY		
101	0.78125	1.28	0.39542E-02	0.00000E+00	115	0.99063	1.12	0.13322E-01	0.00000E+00
102	0.78906	1.27	0.37044E-02	0.00000E+00	116	0.99844	1.11	0.19280E-01	0.00000E+00
103	0.79688	1.25	0.50442E-02	0.00000E+00	117	0.90625	1.10	0.25520E-01	0.00000E+00
104	0.80469	1.24	0.77955E-02	0.00000E+00	118	0.91406	1.09	0.18127E-01	0.00000E+00
105	0.81250	1.23	0.70178E-02	0.00000E+00	119	0.92188	1.08	0.19688E-01	0.00000E+00
106	0.82031	1.22	0.62273E-02	0.00000E+00	120	0.92969	1.08	0.19470E-01	0.00000E+00
107	0.82813	1.21	0.67265E-02	0.00000E+00	121	0.93750	1.07	0.14727E-01	0.00000E+00
108	0.83594	1.20	0.97315E-02	0.00000E+00	122	0.94531	1.06	0.14022E-01	0.00000E+00
109	0.84375	1.19	0.91971E-01	0.00000E+00	123	0.95313	1.05	0.15528E-01	0.00000E+00
110	0.85156	1.17	0.11627E-01	0.00000E+00	124	0.96094	1.04	0.22210E-01	0.00000E+00
111	0.85938	1.16	0.10799E-01	0.00000E+00	125	0.96875	1.03	0.22947E-01	0.00000E+00
112	0.86719	1.15	0.10975E-01	0.00000E+00	126	0.97656	1.02	0.27655E-01	0.00000E+00
113	0.87500	1.14	0.10278E-01	0.00000E+00	127	0.98438	1.02	0.22228E-01	0.00000E+00
114	0.88281	1.13	0.10241E-01	0.00000E+00	128	0.99219	1.01	0.16495E-01	0.00000E+00

SPECTRAL MOMENT
0 TH 0.38523E+00
1 ST 0.70927E-01
2 MD 0.16578E-01
4 TH 0.33743E-02

PERIOD PARAMETER
T01 = 5.431
T02 = 4.620
T24 = 2.217
T0 = 4.620
TZ = 4.620
TP = 7.111(FF = 0.14063)

LEVEL PARAMETER
ETA-RMS = 0.639
SKEWNESS = -0.112
KURTOSIS = 3.031
KAI2(TH) = 1.00
KAI2(SFC) = 1.00

図 - 29 パワースペクトル演算結果の帳表出力

$$T_{01} = \frac{m_0}{m_1} \quad (7)$$

T_{01} は ISSC スペクトルにおけるパラメータとして用いられている。

スペクトル形を、うねり性であるか、あるいは風波性であるかを特色づけるパラメータとしては以下に掲げるようなもの^{7), 8)}がよく用いられている。

$$\left. \begin{aligned} \epsilon &= \left(1 - \frac{m_2^2}{m_0 m_4} \right) \\ \nu &= \left(\frac{m_0 m_2}{m_1^2} - 1 \right) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

これらはいずれもスペクトル幅パラメータと呼ばれ、うねり性の、すなわちよりシャープなスペクトル形になるにつれて0に近づき、一方風波性の、より幅の広いスペクトル形になるにつれて1に近づくようなパラメータである。

合田⁹⁾は、(8)式の内特に ϵ はスペクトルの高次のモーメントによって定義されるため、スペクトルの高周波側の影響を受けやすいことを考慮して次のようなパラメータを定義している。

$$Q_p = \frac{2}{m_0^2} \int_0^{\infty} f S^2(f) df \quad (9)$$

Q_p はスペクトルの尖鋭度パラメータと呼ばれ、ホワイトノイズの時 $=1$ 、通常の風波の時には ≈ 2 となるようなものである。

以上に示す種々の情報は、スペクトル演算結果のチェックのためばかりでなく、各異常波浪時に得られるスペクトル時系列(Spectral Sequence)を特性づけるために、あるいはルーチンワークをはなれたより高度な調査目的のために必要となる基本的な情報である。

図-13に示す集中処理対象地点の内、潮ノ岬、伊王島では55年度末現在では水圧式波高計により波浪観測で実施されている。この場合には、一度水圧スペクトルを計算したのち、微小振幅波理論に基づいて表面波のスペクトルに換算される。したがって、水圧波及び表面波のスペクトルを同時に出力することとしたが、これによりLP、MT出力とも2様式を作成することは、プログラムのステップ数の増大、MT出力フォーマットの非一様性による後述のACOS用のワード構成の変換プログラムにおけるプログラム規模の増大を来すこととなる。このため、図-29に示すように水圧式波高計により得られたデータに対する出力様式に統一し、表面波観

測データに対しては水圧波のスペクトル欄は0出力とした。

パワースペクトルの演算結果は、磁気テープに格納され、これを入力媒体として本システムにおけるXYプロッター及び大型電子計算機システムにより図化作業がおこなわれる。図-30にXYプロッターにより図化されたスペクトルの時変化図を示す。図に示されるように、一枚の図面には3本のスペクトルが同時に描かれ、高周波側の勾配等スペクトル形の調査のために両対数座標で作成される。図-30に示すスペクトル図を1枚作成するのに約5~6分を要する。これは大型電子計算機システムによる場合に比較して約2倍となっている。

図-31は、図-30の期間に対応した有義波($H_{1/3}$, $T_{1/3}$)、風向・風速、気圧及び潮位の時間変化図であり、大型電子計算機システムにより作成されたものである。このように、大型電子計算機システムによる図化作業は入力データカード(風向・風速、気圧、潮位)が多量になる場合におこなうこととしている。

大型電子計算機システムにおいては、図-30、図-31に示す図面のほか、パワースペクトルの時間変化図をよりコンパクトな形で概略の数値によりスペクトル密度を表示した図-32に示すような図面作成を可能にし、スペクトル情報の活用性の向上をはかっている。

(2)に示す速報波浪台帳の演算においては、その事前にある限界数以上連続する異常データを含むゼロアップクロス点間のデータはすべて棄却し、それ以下の連続する異常データについては、直線補間により補正するという作業をおこなった。しかしながら、パワースペクトルを算定するためのデータはなるべく時間的に連続性を有するほうが望ましい。したがって、ある限界数以上連続する異常データについてはすべて棄却し、それ以下のデータについては速報波浪台帳の場合と同じく直線補間するか、あるいはどの異常データについても後節で述べる予測フィルターにより補間することによりデータを補正することとしている。しかしながら、予測フィルターによるデータの補正にはメモリー縮小のためにおこなったプログラム変更によって処理に係わるI/Oタイムが増加したため特定のデータに対してのみ適用することとし、通常のルーチンワークにおいては前者を採用することとした。

このようにしてスペクトルを演算し、結果に何らかの異常がみられる場合には、当該結果のみグラフィックディスプレイ装置に図-30と同様の様式で出力検討される。

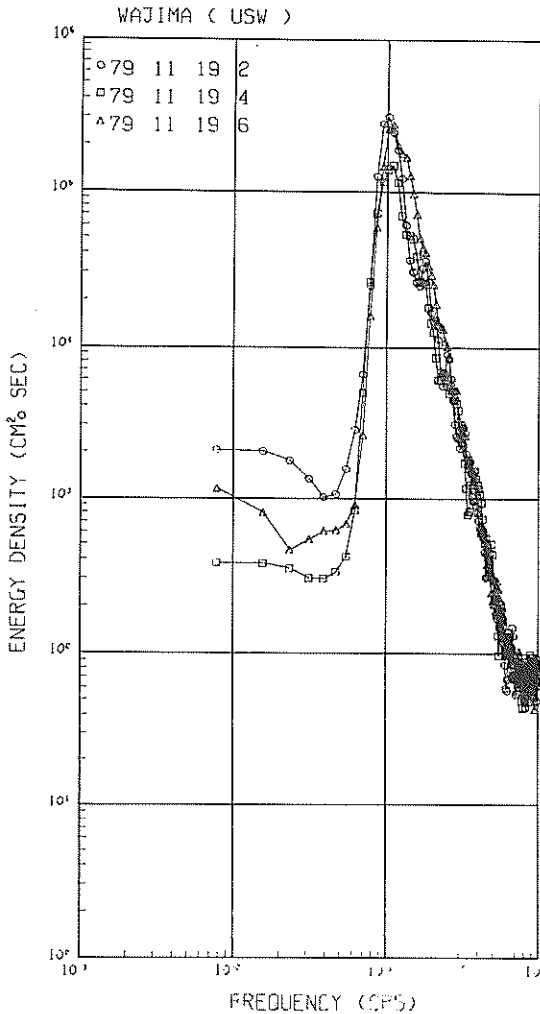


図-30 パワースペクトルのXYプロッターによる図化結果

異常波浪時の波浪特性の把握あるいは情報検索のためには、波浪台帳及びパワースペクトルの演算結果が一体となった形で出力されたものがあれば便利である。このために、波浪台帳及びパワースペクトルの演算結果を格納した磁気テープを用い、図-33に示す異常波浪台帳を出力することとした。図に示すように、この帳票においては、スペクトル関連情報としてはパワースペクトルそのものの値は出力せず、式(4)~(9)に示される各種パラメータを出力し、かつ波浪台帳関連情報として図-21に示す全情報を出力している。

本システムにおいては、異常波浪時の生データについてはその保管及び情報の量的確保の面から区分台帳により抽出された全期間に対応するものがすべて磁気テープ

に格納・保管されるが、スペクトルの演算は、ルーチンワークにおける処理時間上の制約から各地点に対して年に10異常波浪(1異常波浪は平均2日間)を標準としておこなうこととしている。

(5) その他の処理

前節までに述べた処理のほか、ルーチンワークの運用において非常に重要となるのは、大型電算機システム(計算機ACOS800II)と本システム(計算機JAC150/40)の間のデータのやりとりである。たとえば、ルーチンワーク処理におけるスペクトルの計算、あるいは異常波浪時の処理結果の図化等には本システムと大型電子計算機システムが共に活用されるし、また一方では、本システムにおける出力情報が別途大型電子計算機システムを手段とする調査・研究目的に活用されたり、あるいは本システムにおいては補完し得ない情報の加工の必要に迫られる場合が発生するのは当然である。このため、特に基本的情報であり、かつ活用頻度が多いと考えられる生データ、波浪台帳、スペクトルの演算結果に対しては、ACOS/JACのワード構成の変換プログラムを整備している。

このほか、本システムにおいては確率波高算定に関連して極値時系列の抽出、確率波高の演算を可能とした。

確率波高の算定には、Petruaskas・Aagaardによるものを用いている。極値時系列の抽出及び確率波の算定は、有義波をはじめ他の代表波諸元のいずれに対しても可能である。極値時系列の抽出は、対象とする代表波諸元を指定し、これに対して、極値時系列として抽出すべき諸元の下限值、及び抽出されたとなりあう極値同士が独立である(異なった気象擾乱に起因するものである)とみなすための基準となる期間を入力することによっておこなわれる。これは、対象地点による、たとえば太平洋岸と日本海沿岸海域ではうねりの卓越性あるいは高波の継続時間等を含めた波浪特性及び顕著気象擾乱の来襲特性の相違を勘案したためである。

図-34には、極値時系列の帳表出力の一例を、図-35にはXYプロッターによる確率波高算定図を示す。

3.3 予測フィルターの活用

(1) 目的及び背景

予測という言葉は、広義には次の二つの意味で用いられると考えられる。すなわち、

- a. ある事象から異なった事象を予測する場合

たとえば、水圧式波高計の記録から表面波の水面変動を、あるいは風から波を予測するような場合がこれに相当する。

- b. ある事象の過去の変化をもとにその将来変化を

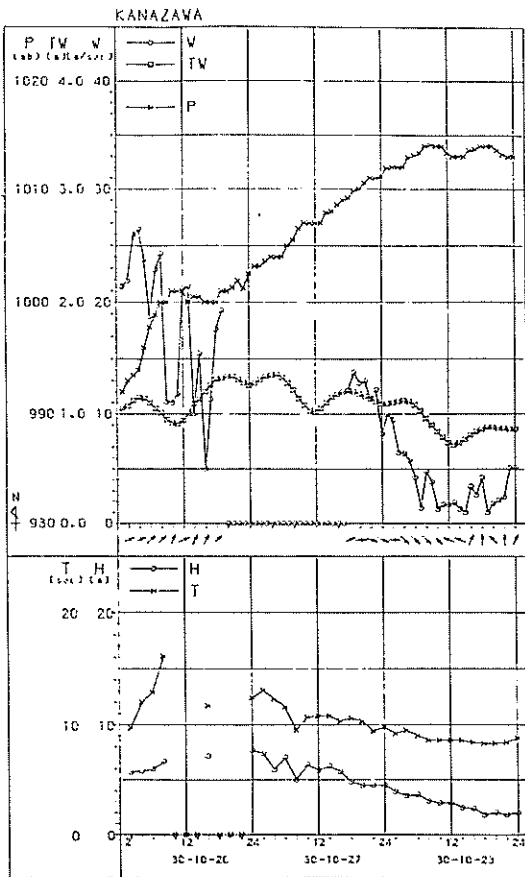


図-3-1 異常波浪時の海象データの時間変化図

予測する場合

たとえば、過去の水面変動あるいは波高の記録から、その将来変化を予測する場合がこれに相当する。

aの場合には、予測するために用いる情報に含まれるノイズ(雑音)が問題となり、また予測に用いる情報と予測される情報が異なる事象であるという点でbの場合と異なっているが、いずれも予測に用いる事象の特性をもとに、ある事象の変化を予測し、そのために必要なブラックボックスを案出するという点では共通している。

上記の内、本システムの目的を考えるとその運用において問題となるのは、aでは水圧式波高計により得られた記録をもとに表面波としての波浪情報を得る場合、及びbにおいて例示される水位変動記録の補足を目的とする場合である。しかしながら、前者については、波の理論によりある程度対応可能であり、ルーチンワークの

運用においては特別に予測フィルターを活用する必要はないように思われる。

一方、波浪観測データ、特にデジタルデータには、先に述べたように何らかのノイズが混入したり、あるいはDMT装置等のハードウェアに起因するエラー等により、処理に有効なデータ長が確保されないといった事態がしばしば発生する。このような事態においても、もしペン書きアナログ記録が正常でありさえすれば、(1)に述べたようにこれらをもとに波形読取装置によりデジタル記録の補足は可能であるが、そうでない場合、すなわちアナログ及びデジタル記録ともに欠測の場合には上述の後者の問題が生じることとなる。この問題にみられるようなデータの確保のためのバックアップは、本システムのようなシステムにおいては必ずしも必要視されないかも知れない。しかしながら、当該時刻のデータあるいはこれを含む一連のデータが当該地点及び当該気象擾乱に係わる波浪特性の調査・解析において必須となるような場合には、本システムにおいて得られる波浪情報の有意性及び活用性を高める上で期待されるべきものである。また、一方ではデータの補足・補正手段を拡張し、データ処理上のフレキシビリティを高めるためにも有用である。

そこで、本システムでは、代表波諸元及びパワースペクトルの演算の前に必要なデータの補正においては、後述する予測フィルターを利用できるようにした。しかしながら、この利用に係わる処理時間、プログラム容量、及び(1)に示すデータ構成を勘案して、予測に用いるデータ数は最大128個とし、また上述のような特別な事情に対応する場合のほかは予測フィルターによるデータの補足はおこなわないこととしている。

(2) 予測フィルターの理論

通常よく用いられる予測フィルターは、対象とする事象が線型系であると仮定して、その結果得られる誤差を最小にしようとするものであり、Wiener¹⁰⁾やKolmogorovらによって最適予測の理論が展開されている。これらの理論では、予測フィルターは、線型近似系の入力に対する出力と実際におこる出力の差の二乗平均値を最小にするように求められる近似系の伝達関数に対応している。この誤差を最小にすることは、いわゆるWiener-Hopfの積分方程式を変分法で解くことと等価であり、実際問題への適用のためにこれを有限時間に拡張して解く方法が種々提案されている。

しかしながら、我々が通常取り扱う伝達系(たとえば波高計)は一般には非線型であるにもかかわらず、上述の諸法では線型系であると仮定しているため、近似系の

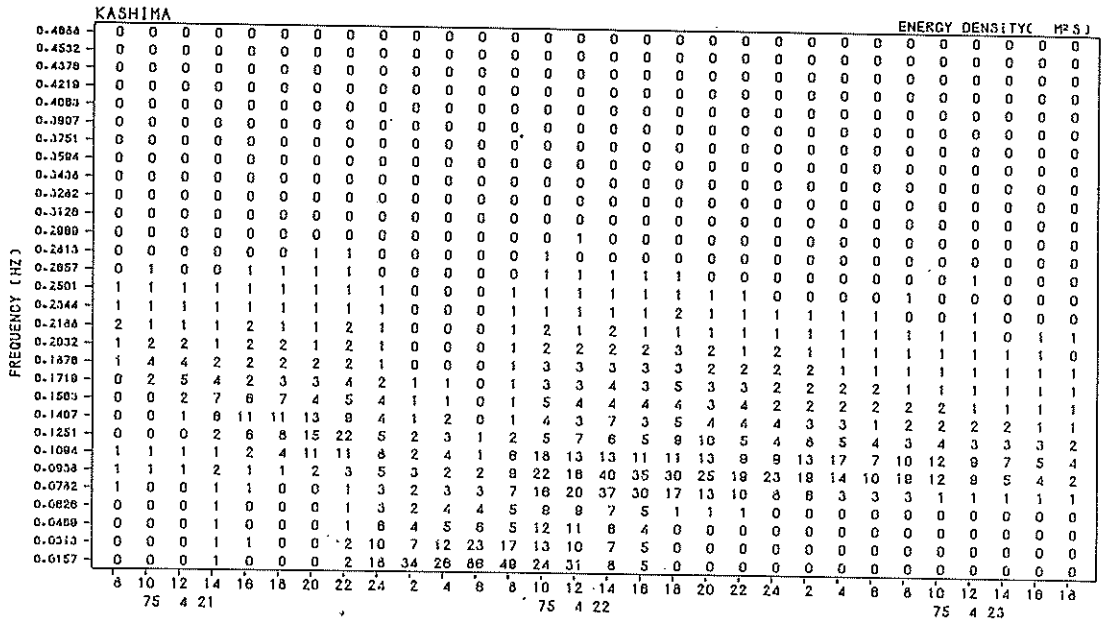


図-32 パワースペクトルの数字化出力

LOGO		KASHIMA										TELUT		80 7 15 8 0		80 12 31 8 0		00000000		TJYU=HARO DATCHO=P	
KISTU		USW										SUKUTEH		20.0 H		2.500 KM					
DATE	VH	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	NO	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22
80 7 15 8	189	1.66	5.9	2.67	7.1	3.52	7.9	5.31	8.5	1.9907	1.2059	-0.0									
		0.49687E+00	0.78218E-01	0.15072E-01	0.14575E-02	6.35	5.74	3.22	0.689	-0.216	3.513										
		0	0	1.00	1.00	6.8679	0.1172(8.5)	0.82845	0.47334	2.4111											
80 7 15 10	192	1.61	5.7	2.58	6.9	3.15	7.2	4.09	9.5	1.5877	1.3649	-0.0									
		0.43685E+00	0.70748E-01	0.14471E-01	0.15572E-02	6.17	5.49	3.05	0.668	-0.151	3.102										
		0	0	1.00	1.00	5.0474	0.1094(9.1)	0.83202	0.51285	2.1125											
80 7 15 12	200	1.48	5.7	2.38	7.2	2.89	6.8	3.76	7.8	1.5800	1.0898	-0.0									
		0.38000E+00	0.63346E-01	0.13164E-01	0.14169E-02	6.00	5.37	3.05	0.610	-0.166	3.035										
		0	0	1.00	1.00	7.2092	0.1172(8.5)	0.82351	0.49655	1.8691											
80 7 15 14	204	1.26	5.4	2.07	6.9	2.58	6.5	3.38	8.0	1.6348	1.1621	-0.0									
		0.30385E+00	0.50243E-01	0.10420E-01	0.11718E-02	6.05	5.40	2.98	0.545	-0.227	3.183										
		0	0	1.00	1.00	2.4784	0.1172(8.5)	0.83370	0.50415	2.0468											
80 7 15 16	219	1.19	5.0	1.83	6.0	2.26	6.9	2.92	8.6	1.5960	1.4258	-0.0									
		0.24761E+00	0.49730E-01	0.10424E-01	0.11893E-02	5.41	4.87	2.96	0.489	-0.112	2.885										
		0	0	1.00	1.00	5.6135	0.1094(9.1)	0.79438	0.48284	1.6547											
80 7 15 18	226	1.27	4.9	2.01	5.9	2.46	6.1	3.38	6.6	1.6804	1.1136	-0.0									
		0.28967E+00	0.54817E-01	0.12479E-01	0.13527E-02	5.28	4.82	3.04	0.532	-0.087	2.994										
		0	0	1.00	1.00	3.3496	0.1230(8.0)	0.77627	0.45049	1.8935											
80 7 15 20	216	1.36	5.2	2.17	6.5	2.69	6.5	3.62	6.6	1.6693	1.0160	-0.0									
		0.33215E+00	0.59152E-01	0.13060E-01	0.14744E-02	5.62	5.04	2.98	0.570	-0.266	3.131										
		0	0	1.00	1.00	6.3017	0.1172(8.5)	0.80729	0.48967	1.8321											

図-33 異常波浪台帳

1050 MAJIMA

B1 1 1 2 0 - B1 1 31 24 0

PARTIAL DURATION - P

KISYU USW SOKUTEN - 50.0 M , 2.000 KM
 KANDO 1.50 CM/DIG. LIMITING VALUE 3.00 M 20 H

OBJECT H 3

DATE	WN	HM	TH	H3	T3	H10	T10	HMX	TMX	WD	U	UD	H-T	KAI2	RMS	SKWS	KRTSS
1 2 10 0	159	2.43	7.2	3.98	9.2	4.82	8.8	5.85	8.0	888	-0.0	999	63.9	1.0	1.0	-0.170	3.029
1 3 10 0	134	3.60	8.6	5.78	10.7	7.02	10.6	7.96	12.3	888	-0.0	999	66.0	1.0	1.5	-0.156	2.949
1 4 9 0	100	2.76	8.1	4.47	9.3	5.60	9.3	8.02	11.0	888	0.0	999	41.1	1.0	1.2	-0.037	2.586
1 5 16 0	100	2.57	7.2	3.91	8.2	4.70	8.7	5.60	7.2	888	0.0	999	-0.0	-0.0	-0.0	-0.001	-0.001
1 6 18 0	100	2.00	6.8	3.23	8.0	3.94	8.9	4.73	7.0	888	0.0	999	-0.0	-0.0	-0.0	-0.001	-0.001
1 7 18 0	100	2.86	7.9	4.55	8.9	5.59	8.8	7.22	9.8	888	0.0	999	-0.0	-0.0	-0.0	-0.001	-0.001
1 10 24 0	192	1.91	6.0	3.02	7.3	3.73	7.6	5.41	7.0	888	-0.0	999	60.7	1.0	0.8	-0.223	3.151
1 12 24 0	175	2.27	6.7	3.60	8.0	4.61	8.4	5.66	7.4	888	-0.0	999	60.4	1.0	0.9	-0.210	3.031
1 13 24 0	173	2.27	6.7	3.54	7.8	4.24	8.1	5.97	7.0	888	-0.0	999	54.7	1.0	0.9	-0.122	2.948
1 21 20 0	180	2.11	6.4	3.42	7.4	4.17	7.1	4.91	6.5	888	-0.0	999	46.0	1.0	0.9	-0.137	3.101

81 1 372 KAI (SOKUTOKU 372 KAI,00.0%)

91 372 KAI (SOKUTOKU 372 KAI,00.0%)

図-34 極値時系列の出力帳表

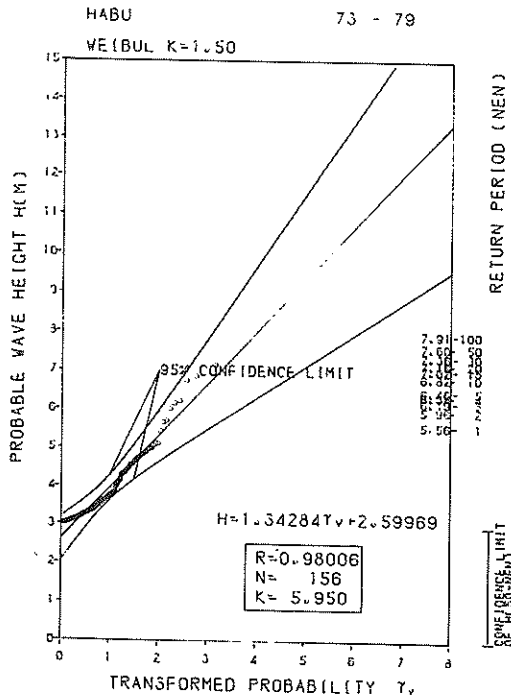


図-35 確率波高のXYプロッターによる図化結果

設定の段階で厳密には誤差が混入していることになる。

そこで、本システムにおいては、非線型な(非2次形式の)スペクトルの推定法であるMEMにおいて得られる予測誤差フィルタが次式により予測フィルタと関連づけられることを利用して新たに導入した。

$$P_i = \delta_i - r_i \quad (10)$$

ここに、 P_i は予測フィルタ、 r_i は予測誤差フィルタ、 δ_i はデルタ関数である。

単位距離予測フィルタ P_i はBurgのアルゴリズム^{12), 14)}を用いることにより求めることができ、データを予測するために必要な予測距離 m , $m=1, 2, \dots$ に対する予測フィルタは、以下に示す再帰関係式により得られる。

予測距離 m の N 点最小自乗予測フィルタに対する行列表示は次式のようにになる¹¹⁾。

$$\begin{vmatrix} r_0 & r_1 & \cdots & r_{N-1} \\ r_1 & r_0 & \cdots & r_{N-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{N-1} & r_{N-2} & \cdots & r_0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} P_1^m \\ P_2^m \\ \vdots \\ P_N^m \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} r_m \\ r_{m+1} \\ \vdots \\ r_{m+N-1} \end{vmatrix}$$

ここに、 P_i^m は距離 m に対する予測フィルタ、 r_i はラグ i の自己相関係数である。

Burgのアルゴリズムによると、ラグ τ , $0 < \tau < N$ の自己相関係数が単位距離予測フィルタとともに求められる。したがって、(11)式を解くためには右辺の未知の自己相関係数が決定できればよい。Burgはこれらを決定する方法を提案しており、これにもとづく距離 m に対する予測フィルタ P_k^m , $k=1, 2, \dots, N$ に対して次のような再帰関係式が得られる。

$$\begin{vmatrix} P_1^m \\ P_2^m \\ \vdots \\ P_N^m \end{vmatrix} = P_1^1 \begin{vmatrix} P_1^{m-1} \\ P_2^{m-1} \\ \vdots \\ P_N^{m-1} \end{vmatrix} + P_2^1 \begin{vmatrix} P_1^{m-2} \\ P_2^{m-2} \\ \vdots \\ P_N^{m-2} \end{vmatrix} + \dots$$

$$+ P_m^1 \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{vmatrix} + P_{m+1}^1 \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{vmatrix} + \dots + P_{m+j}^1 \begin{vmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{vmatrix} \quad (12)$$

$m \geq 2, j=0, 1, 2, \dots, N-m$

ここに、 $k > N$ に対しては $P_k^1 = 0$ である。

(12)式から明らかなように、予測距離 m に対する N 点予測フィルタは単位距離 N 点予測フィルタから得られることになる。

上記予測フィルタは、MEMとともに地球物理学の分野で開発されたものであるが、その適用例はUlrych¹²⁾ら及びSmylie¹³⁾らにみられる程度であり、波浪の分野も含めてほとんど活用されていないようである。

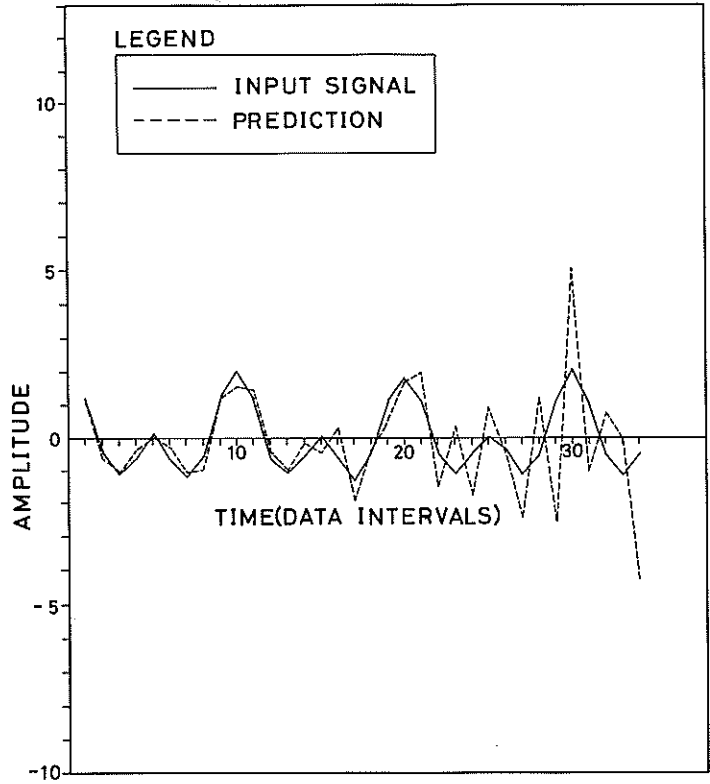
(3) 適用例

ここでは、上述の予測フィルタを本システムに組み込む前に実施した適用性の検討結果について述べる。対象としたデータは、周波数 0.1 Hz と 0.2 Hz の等振幅の正弦波に振幅比 10% 及び 50% のホワイトノイズを加えた波形である。

予測に用いたデータ数はそれぞれ 50, 128 個であり、擬似波形を用いた上述の 2 ケースについては、サンプリング間隔 $\Delta t = 1$ 秒としている。このように予測に用いるデータ数を少なくしたのは、予測フィルタは、MEM同様もともと短い記録に対して適用することを目的として開発されたものであり、また、本節(1)に示した目的から考えて、短いデータからいかに予測できるかの検討が予測フィルタの利用において問題となるからである。一方本システムのメモリー上の制約からも 128ワードのデータ数が限度と判断される。

図-36には、これらのデータをもとに予測された波形と実際の波形との比較を示す。これによると、ホワイトノイズが 10% のケースについては、データ数約 20 個前後まで振幅、位相とも十分よく予測できているが、50% のケースについては位相がやがずれるとともに予測された波形が歪んでいる。しかしながら後者のケースにおいても約 50~60 個程度までは実用に供するように思われる。すなわち S/N 比が小さくなるほど位相がずれ、波形が歪む傾向にあるものの、予測に用いたデータ長に対して、その半分程度までは(2)に示した予測フィルタによって実用に供し得る程度に予測可能であることが推察される。

この結果は、Ulrych¹²⁾による結果と異なっている。すなわち、Ulrychらによると、予測に用いたデータ長の四、五倍程度は実用に十分な程度で予測できるという結果が得られている。しかしながら、Ulrychらによる試算は、3つの周波数成分波各一波分の合成波というような非常に短いデータを予測用データとしておこなわれており、またその結果には位相のずれ、波形の歪が顕著にみられることから、本節(1)に述べた目的に対してはUlrychらの結論は妥当とはいえないようである。



(1) 正弦波 (0.1, 0.2Hz) + 10%
ホワイトノイズ

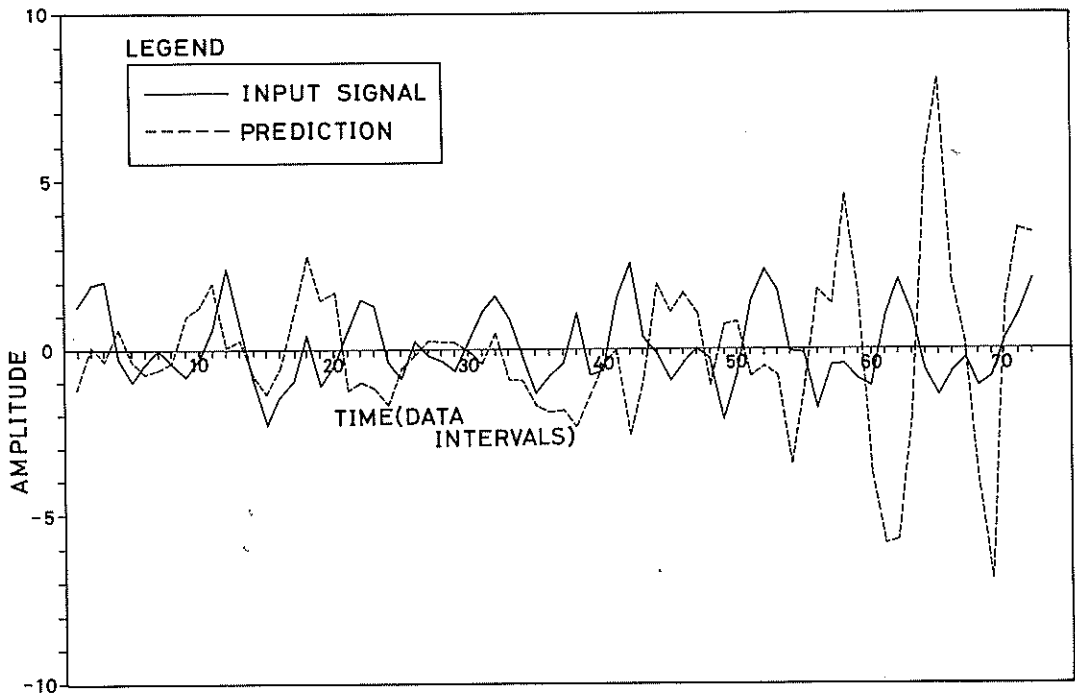


図-36 予測波形と実波形の比較

(2) 正弦波 (0.1, 0.2Hz) + 50% ホワイトノイズ

したがって、上記結果を参考にして、本システムにおける予測フィルターの利用においては、予測に用いるデータ数は64～128個とし、この半分すなわち32～64個を予測するものとし、これ以上予測する必要がある場合にはこの範囲で予測フィルターをくり返し走査させることとした。

上に述べたように、予測フィルターの本システムへの活用に関連して一応の指針は得たものの、波浪への適用性に関しては、上の結果だけでは詳細な議論は不可能である。このような議論は、本稿の目的ではなく、ケース数の追加、予測の対象とする事象の追加等により、予測フィルターの波浪への適用性及び活用方策の検討を含めた総合的な検討・評価については別の機会に譲りたい。

4. 波浪情報の保管体制

波浪特性の把握は、災害調査等を目的としてある特定の気象擾乱に着目しておこなわれる一方、波浪が永続的事象であることによって長期的な見地からおこなわれることも多い。したがって、本システムのようなルーチンワークを主体としたシステムにおいては、これまでに述べてきたシステム設計、システムの運用（処理方式を含む）を併せ、波浪情報の保管は三要素を構成するものと考えられる。

3.において示したように、本システムにおいて出力される情報は多岐にわたっており、一方1.に述べたように波浪に関する拠点観測体制が始まった昭和45年度以来既に10年余を経過し、今後共沿岸波浪観測体制として永続的に情報の蓄積ははかられてゆくことを考慮すると、このような体制下において保有される情報量は膨大となり、これらの保管スペース及び維持・管理を含めある基準による適切な保管体制を確立しなくてはならない。

そこで、波浪情報の保管に関連して次のような原則を定めることとした。

- 1) LP紙に出力されている統計処理結果は半永久的に保存する。
- 2) 長期間にわたる波浪特性を知る上で必要な情報は半永久的に保存する。
- 3) デジタルデータは可能な限り再生可能な体制をとり、取捨選択して半永久的に保存する。
- 4) 10年を単位として沿岸波浪情報の詳細なとりまとめ及び見直しをおこなうものとし、このために対処可能な情報の保存体制をとる。
- 5) 再生に時間を要しない情報は極力保存期間を短くする。

以上のような原則をもとに、表-9に示すように各波

浪情報の保存期間及び保存形態を定めた。

表に示す基準の内、情報の活用上もっとも問題となると思われるのは波形記録のデジタルデータに対するものであろうと考えられる。というのは、これらの内5年以上さかのぼるものについては異常波浪時以外は波形読取装置を用いてアナログ記録から再生しなければならないからである。しかしながら、表に示す各項目の内もっとも量が多いのは生データであり、デジタルデータで1港・年あたり12巻の磁気テープ量となる。これは、保管量もさることながら、テープ及びテープに格納されたデータの維持・管理面でのバックアップに問題を生じることとなる。

データ内容	保存形態	標準的保存期間	摘要	
1) 生データ デジタルデータ	CMT	原則として一カ月	波浪観測年報、累年統計報（港湾技研資料）に掲載	
	MT	5年		
アナログデータ	ペン書きアナログ記録	永久		
2) 速報波浪台帳	LP	2年		
	MT			
3) 波浪台帳	LP	永久		
	MT			
4) 異常波浪関連 生データ スペクトル解析結果	MT	10年		
	LP	5年		
	MT			
5) 波浪統計資料 波高・周期別出現頻度表	LP	—	波浪観測年報、累年統計報（港湾技研資料）に掲載	
	MT	2年		
月表、年表	LP	永久		
	MT	2年		
区分台帳	LP	2年		
	MT			
異常波浪台帳	LP	永久		
	MT	10年		
波浪階級別継続時間頻度表	LP	—		累年統計報（港湾技研資料）に掲載
	MT	2年		
極値時系列	LP	—	累年統計報（港湾技研資料）に掲載	
	MT	2年		
確率波算定結果	LP	2年		
	MT			
6) 図化資料 波形 異常波浪時資料	HC	随時	波浪観測年報、累年統計報（港湾技研資料）に掲載	
	PL	—		
確率波	PL	—	累年統計報（港湾技研資料）に掲載	

注) LP：ラインプリンター用紙、MT：1200ft 磁気テープ、
HC：ハードコピー用紙、PL：プロッター用紙

5. あとがき

本資料では、沿岸波浪観測体制下における観測データの集中処理システムの概要について紹介したものである。本システムは、その機器構成においてはCMT装置、波形図形読取装置が特徴的であるにすぎないものであるが、システムの運用、データの保管体制、及びデータの取得の非再現性を考慮しておこなったシステム設計の内容は本システム固有のものである。

このようなシステムの設計において特に重視されるのは、ルーチンワーク処理の円滑性、情報の保護機構、及び出力の汎用性などであろう。本システムの設計においても先に述べたようにこれらを念頭に置いておこなったものの、主として経済的理由により円滑性、ひいてはリアルタイム情報の提供という面では十分満足のゆくものとはならなかった。これは主として周辺機器の性能に起因しており、今後、処理情報量の増加に対処しつつ、より円滑な運用をはかってゆくためにはラインプリンタ装置の出力、CMT装置によるデータの読込み等の高速化が要望され、これらは今後のシステム改良における最大の課題となる。しかしながら、後者については特にCMT自体入力媒体としての活用の歴史が浅いこともあってCMT装置は電子計算機の周辺装置としてほとんど導入されていないのが現状である。CMTは先に述べたように、デジタルデータの取得において、及び電子計算機への入力媒体として優れた特性を有しており、今後この普及、規格化がはかられることによって改良・開発が促進されることが期待される。

観測体制の移行に伴って観測地点数の増加、データ資質の向上がはかられつつあるが、本システム及び本システムにおける出力情報が有効に活用され、波浪関連諸分野の研究・開発を促進することになれば幸いである。

なお、このシステムの形成主体である波浪気象データ変成装置及びその活用に関する一連の開発研究は、昭和51～53年度の特設研究「沿岸波浪の統計的性質と基本情報の整備・活用に関する研究」により実施したものである。

最後に、本システムの開発において貴重な資料の提供及び示唆をいただいた当所計算センター計算室各位、また機器の製作及びシステム設計において種々御協力をいただいた日本無線関係各位に対し謝意を表する次第である。

(1981年9月30日受付)

参考文献

1) 高橋智晴・鈴木禧実他： 波浪データの集中処理方

式について、港湾技術研究所報告、第10巻、第1号、1971年

- 2) 高橋智晴： 沿岸波浪調査の動向について、昭和53年度港湾技術研究所講演会講演集、1978.
- 3) たとえば、合田良実： 港湾構造物の耐波設計、鹿島出版会、1977年.
- 4) Longuet-Higgins, M. S.: The Statistical analysis of a random, moving surface, Phil. Trans. Royal Soc. London Ser. A(966), Vol. 249, 1956.
- 5) Ochi, M. K. and E. N. Hubble: Six-parameter wave spectra, Coastal Eng., 1, 1976.
- 6) Rice, S. O.: Mathematical analysis of random noise, 1944, reprinted in Selected Papers on Noise and Stochastic Processes, Dover Pub., Inc., 1954.
- 7) Gartwright, D. E. and M. S. Longuet-Higgins: The statistical distribution of maxima of a random function, Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, Vol. 237, 1956.
- 8) Longuet-Higgins, M. S.: On the joint distribution of the periods and amplitudes of sea waves, Jour. Geophysical Res. Vol. 80, No. 18, 1975.
- 9) Goda Y.: Numerical experiments on wave statistics with spectral simulation, Rept. Port and Harbour Res. Inst, Vol. 9, No. 3, 1970.
- 10) Wiener, N.: Extrapolation, interpolation, and smoothing of stationary time Series, John Wiley, New York, 1949.
- 11) Robinson, E. A. and S. Treitel: Principles of digital Wiener filtering, Geophys. Prosp., 15, 1967.
- 12) Ulrych, T. J., D. E. Smylie, O. G. Jensen, and G. K. C. Clarke: Predictive filtering and smoothing of short records by using maximum Entropy, Jour. Geophys. Res., Vol. 78, No. 23, 1973.
- 13) Smylie, D. E., G. K. C. Clarke, and T. J. Ulrych: Analysis of the irregularities in the earth's rotation, in Methods in Computational Physics, Vol. 13, Academic Press, New York, 1973.

- 14) 高橋智晴・広瀬宗一・佐々木徹也：MEMによる波浪スペクトル計算に関する考察(1) — 特に予測誤差とフィルター長について，港湾技研資料，No. 273，1977。

付録 電子計算機関連用語

(アンソニー・チャンダー他著，坂井利之監訳：コンピュータ用語辞典，講談社発行による。)

- 1) ビット： bit。binary digit(2進数字)の略，すなわち2進法(binary notation)で用いられる二つの数字0または1。この語句は2進数字の種々の物理的表現に拡張して用いられる。たとえば，コア記憶装置(core storage)の一磁心記録面の磁化スポットや電子回路のパルス。
- 2) バイト： byte。一つの単位として考えられる2進数字(binary digit)の集合。通常は語(word)の一区分。biteとも書かれる。
- 3) ワード： word。電子計算機の記憶装置(memory)におけるデータの基本単位。その単位はあらかじめ定められた数の字(character)，またはビット(bit)で構成されており，それ全体で命令(instruction)，あるいはデータの要素として処理される。多くのディジタル計算機では固定語長(fixed-word length)が採用されているが，特定の命令の実行の要求に応じて字をいくつかまとめて可変長の語を形成できる機械もある。
- 4) キャラクター： character，文字，字。データ処理システムの記号集合の一つで，たとえば数字0～9，アルファベット文字，区切り点マーク等を表わす。それぞれの文字はビットとか穿孔カード(punched card)や紙テープ(paper tape)等の孔による固有の符号で表わされる。
- 5) コード： code，符号。1. データまたは命令(instruction)の記号形式による表現。時には命令の同義語として用いられる。2. データまたは命令をある形式(コード)に変換すること。
- 6) レコード： record，記録。数多くの相互関連のあるデータ要素(data element)から成るファイル(file)の基本要素やある特定のトランザクション(transaction)をあらわすデータの単位。
- 7) ブロック： block。データの論理単位として扱われる一群のレコード(record)または語(word)。たとえば，データは記憶装置(memory)と周辺装置(peripheral unit)の間をブロック単位で転送される。ブロックはその長さが固定されている場合もあるし，

可変の場合もある。

- 8) ファイル： file。レコードの組織的な集まり。ファイル中のレコード相互間の関係は，共通の目的，フォーマット，データ源などであって，レコードには順番がついていなくてもよい。
- 9) トラック： track。1. 磁気記憶(magnetic memory)装置上で，データが記録されることになるチャンネル。たとえば，磁気ディスク(magnetic disk)上のトラックなど。2. 紙テープ(paper tape)に穿孔することにより，データを記録するための長さ方向のチャンネルの一つ。たとえば6トラックテープなどという。
- 10) チャンネル： channel，通信路。1. 情報が流れる通路。桁の全エレメントが並列に送られる時には，チャンネルは並列通路より成る。2. 紙テープ・チャンネルとは符号孔が穿孔される紙テープの送り方向の行である。3. 読取部からアクセスできる記憶装置の一部。
- 11) ハードウェア： hardware，金物。計算機システムを作り上げている物理的な要素。プログラムに対立するところの装置をいう。ソフトウェア(software)と対比される。
- 12) ソフトウェア： software。ソフトウェアという語は，そのもっとも一般的な形において，ハードウェア(hardware)という語と対比して使用され，特定の電子計算機システムにおいて使用し得るすべてのプログラム(program)を指す。とくにこの語は，特定の利用者の問題を解くために書かれた特別のプログラムではなく，特定の型の電子計算機の全利用者がその機械を十分利用できるような何らかの方法で役に立っているすべてのプログラムをいうのに用いられる。
- 13) フォアグラウンド処理： foregrounding processing。1. 多重アクセス(multi-access)システムで，オンライン(on-line)機器を利用した処理。2. (割込み効果)バックグラウンド処理(background processing)に先行する優先度の高い処理。3. バックグラウンド処理の方が先行するような優先度の低い処理。
- 14) バックグラウンド処理： background processing。1. 多重アクセス・システムにおいて，オンライン機能を使用しない処理。2. (プログラム割込み<interrupt>の結果として)フォアグラウンド処理(foreground processing)より先になる優先処理。3. フォアグラウンド処理の方が先になる低位処理。
- 15) ターン・アラウンド・タイム： turn around

time。一つの仕事を仕上げるのに要する時間。たとえばデータを収集し、それを計算機処理用に転写し、計算を実行して結果をユーザに返すのに要する時間。

16) ラベル: label。1. データ項目、記憶領域 (area of memory), レコードあるいはファイルを識別するためのシンボルとして使われる文字別。2. ソースプログラム (source program) の適当な命令につけて、コーディング・ステップのエントリー点としてはっきりさせたり、あるいはそのステップを含むルーチンやサブルーチンへのエントリーの参照点として使われる名前。

17) マルチ処理 (多重プロセッサ・システム): multiprocessing system。独自の算術・論理演算装置を持ち、独立した演算を実行することができる処理装置を2台以上結合しているシステム。これにいくつかのプログラムを同時に実行するために時分割 (time sharing) 方式で一つの処理装置が使われる場合である。

18) マルチプログラミング: multiprogramming。コンピュータがおこなう内部演算 (中央処理装置内でおこなう計算) の速度は、もっとも速い入・出力周辺

装置の速度とで非常な差がある。1分間に1200行を印字するライン・プリンタが1行印字している間に、中央処理装置は数万回の加算をおこなうことができるであろう。印字中に何か別の仕事をしたり、他の周辺機器を使っているようなプログラムは少ない。比較的頻繁に周辺機器を使うプログラムの実行中は、周辺装置との間でデータの送受信が終るのを待って次の内部処理に移るので、かなり長いアイドル時間ができる。

マルチプログラミングは、コンピュータをもっと効果的に使おうとして発展させられた技法で、処理装置がほとんどの時間働いているように、周辺機器をもっと有効に利用しようとするものである。マルチプログラミングの基本原理は、一つ以上のプログラムが同時にメモリにあって、処理装置の時間及び周辺装置を共用しようとするものである。たとえば、紙テープからデータを読んで磁気テープに書き込むプログラムは、中央処理装置をほんの少ししか使わないので、残りは周辺装置とのデータ転送時間であることによってその間に他のプログラムが中央処理装置を使うことができる。

港湾技研資料 No. 400

1981・12

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社 東京プリント

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.