

20メートル型測量船「はましお」搭載の水深自動収録処理装置について

清水敬治 : 沿岸調査課

新村拓郎 : 第三管区海上保安本部

Hydrographic Data Acquisition System (For Survey Vessel Hamasio)

Keiji Shimizu : Coastal Surveys and Cartography Div.

Takuro Shinmura : Hydro. Dept. 3rd R. M. S. Hqs.

1. はじめに

本装置は、平成2年度に建造され、平成3年3月に就役した20メートル型測量船「はましお」に搭載された集録部と三管本部水路部に設置の処理部で構成するもので、測量作業の効率化とデータ処理の迅速化を図ると共に測量原図の原稿を速やかに作成するために導入された水路測量自動化装置であり、ここにその概要を報告する。

2. 本装置の一般的概要

(1) 集録部/処理部

本装置は、主電源の投入後は日本語による表示画面と対話しながら操作する事ができ、コンピュータ・オペレータとしての専門的知識を持たない測量技術者でも容易に操作できる。本装置の集録部と処理部は、それぞれプロセッサ及び使用言語が異なる。集録部ではOSにMS-DOSを、処理部ではHP UNIXを使用している。このため、フロッピーディスク（以下、FDと呼ぶ）データはMS-DOSまたはHP UNIXのいずれかのOSの環境下においても使用可能なように変換して処理を行う。FDデータはMS-DOSによってアスキー形式で3.5インチFDに記録する。XYプロッタは、省スペースを計るため、縦型（グラフィック製GP 1153-11）である。本装置のデータ系統図を第1図に示す。

(2) 集録部

精密電波測位機、音響掃海機及びジャイロコンパスのデータをRS-232Cで受け、データ評価、演算等を行い測量船位置を算出する他、測量船の誘導に必要な情報を表示する。集録データはMS-DOSでFDに格納する。測量船の航跡はリアルタイムでXYプロッタに描画する。操舵室に設置の遠隔表示器は、操舵に必要な誘導情報を表示すると共に同表示器に取り付けたタッチスクリーンにより、操舵室に於て集録部の遠隔操作を行う事ができる。測量現場での補再測検討のため、再測部検討図をXYプロッタに描画する。集録部本体は、NEC PC 9801RAと同性能で防塵防震型のFC 9801Aである。

(3) 処理部

集録データに対して各補正や演算処理を行い編集の後、航跡図、水深図、等深線図等をXYプロッタに描画する。処理部本体は、多くのデータ（試算では、1日分の集録データ量は最大3MB前後）を扱うため、HP製ワークステーションModel-345（クロック周波数50MHz、12MIPS）を採用している。

3. 本装置の構成

本装置は集録部と処理部で構成し、各部の機能等は以下の通りである。

(1) 集録部 (集録部の構成を第2図に、外観を写真1に示す)

1) 構成機器の仕様

① 集録部本体

プロセッサ：80386(32ビット16MHz)

数値演算プロセッサ：80387(16MHz)

ROM：96Kバイト

RAM：4.6Mバイト

使用言語：C言語, アセンブラ

OS：MS-DOS

② CRTディスプレイ

(カラーCRTディスプレイ)

画面の大きさ：カラー14インチ

グラフィック表示：640×400/200ドット

(タッチパネル)

画面の形状：14インチ, 曲面状 分解能：1,024×1,024

インタフェース：RS-232C準拠 ボーレート：110～9600ボー

③ FD装置

フロッピーディスク：3.5インチ, 1.2Mバイト×3基

④ XYプロッタ

形状：縦型, 最大作図範囲A1 反復精度：0.1mm以下

距離精度：±0.2%以下/0.5mm以下 ペンの数：8本

バッファ容量：1MB

インタフェース：RS-232C

⑤ プリンタ

印字方式：インパクト・ドットマトリクス 印字速度：220字/秒

データバッファ：約1MB

印字桁数：80桁/行

⑥ 遠隔表示器

前記②CRTディスプレイと同仕様。

⑦ 無停電電源装置

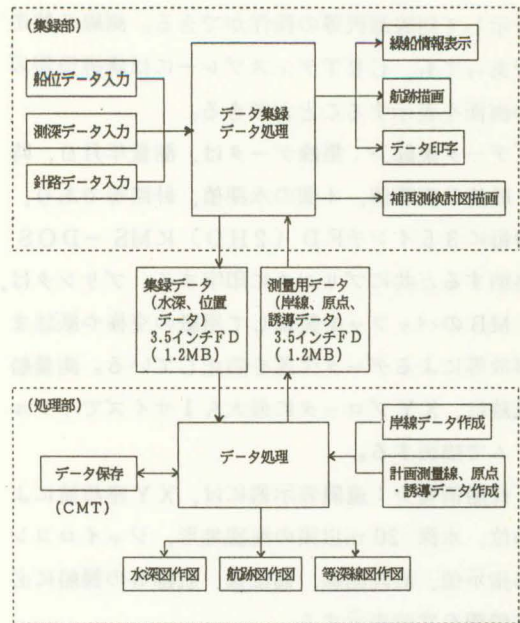
入力：AC100V±15% 50/60Hz 停電補償時間：5分間(定格負荷)

出力：AC100V±5% 60Hz, 正弦波 運転方式：常時インバータ給電方式

2) 集録部の機能

<船位決定>：測量船の船位決定は、精密電波測位機を使用した2距離方式、または1方向1距離方式により行う。計画測量船は集録部または処理部で作成する。

<操作>：操作はキーボード、CRTディスプレイ及び遠隔表示器のタッチスクリーンにより行う。従っ



第1図 本装置のデータ系統図

て、操舵室の遠隔表示器により測線ファイル一覧表を表示して測線選択等の操作ができる。測線を航走中であっても、CRTディスプレイには誘導情報以外の画面を表示することができる。

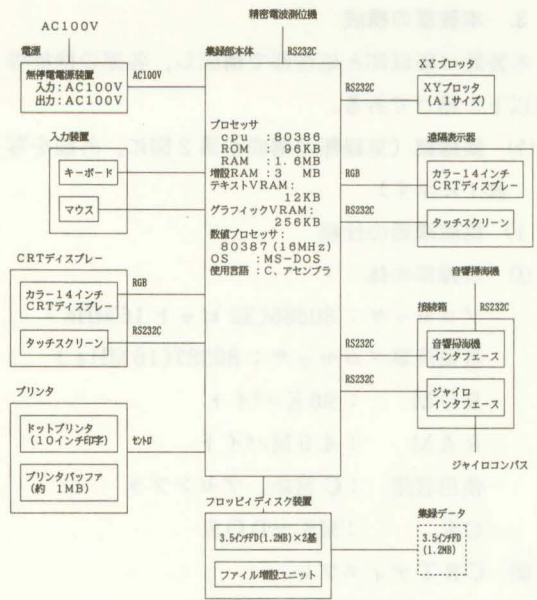
＜データ集録＞：集録データは、測量年月日、時刻、船位の座標値、4個の水深値、針路等であり、1秒毎に3.5インチFD（2HD）にMS-DOSで格納すると共にプリンタに印字する。プリンタは、約1MBのバッファを装備して用紙の交換や紙詰まり事故等によるデータ欠落を防止している。測量船の航跡は、XYプロッタに最大A1サイズでリアルタイムで描画する。

＜操船情報＞：遠隔表示器には、XY座標値による船位、水深20m以浅の海底地形、ジャイロコンパス指示値、計画測線、偏位量、航跡等の操船に必要な情報を常時表示する。

＜周辺装置とのデータの送受＞：トリスポンダに必要なコード番号、校正値、局位置の座標値等は、本装置から自動的にトリスポンダに送信する。ジャイロコンパス（東京計器（株）GM-21シンクロジャイロ）針路データは、A/D変換後RS-232Cで入力する。音響掃海機（千本電機（株）音響掃海機601型）には、カットマーク、測点番号、測量線番号等をRS-232Cで出力する。タッチスクリーンとのデータ送受は、RS-232Cによる。

＜データ保護＞：無停電電源装置は、不意の電源停止や瞬時停電の発生に際し電源を短時間供給するもので、システム停止や集録中データの消失、機器損傷等を防止する。

＜再測部検討図の作図＞：作業終了後作業日毎の集録データから直下測深値と斜測深値の比較を行い、水深と共に水深の左右どちらか浅瀬の存在する側に*マークを付記する。



第2図 水深自動集録処理装置集録部構成図



写真1 集録部

(2) 処理部（処理部の構成を第3図に、外観を写真2、3に示す）

1) 構成機器の仕様

① 処理部本体

- プロセッサ : モトローラMC 68030 (50 MHz), 16 Mバイト, ECCメモリ
- 浮動小数点プロセッサ: モトローラMC 68882 (50 MHz)
- OS及び使用言語 : UNIX, C言語, FORTRAN77
- インターフェース : HP-IB, RS-232C, SCSI

② CRTディスプレイ

有効画面寸法: カラー19インチ

グラフィックス解像度：1280×1024（縦×横）

③ フロッピーディスク装置

ディスク容量：1.2Mバイト，3.5インチ

FD（2HD）×2基

インタフェース：HP-IB

④ ディスク装置

ディスク容量：332MB

インタフェース：SCSI

⑤ カートリッジMT装置(以後,CMT装置と呼ぶ)

規格：1/4インチCMT,67MB×1基

インタフェース：HP-IB

⑥ XYプロッタ

集録部XYプロッタとインタフェースを除いて同仕様

インタフェース：GP・IB（-11型）

⑦ プリンタ

印字方式：24ノズル，インクジェット方式

印字桁数：136桁/行

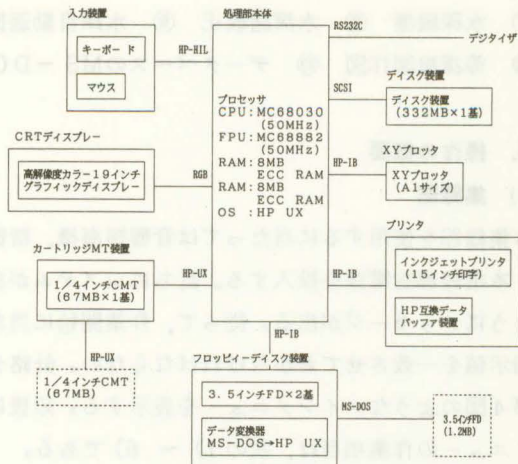
その他：HP互換データバッファ装置

インタフェース：HP-IB

2) 処理部の機能

集録データに対して，潮汐，水中音速度，喫水等の各補正，不良データ削除，測位修正，データ訂正，追加，削除，最浅水深選択，データの演算処理や編集等を行った後水深図，航跡図，等深線図等の成果を出力し，データはCMTに保存する。航跡や水深修正，選択，編集等は全てCRTディスプレイ（高分解能19インチカラーグラフィックディスプレイ）で行う。航跡図，等深線図，水深図等は測量原図図式に準拠してXYプロッタで作図する。XYプロッタの作図範囲は最大でA1サイズである。フロッピーディスク装置は，MS-DOSまたはHP-UXのいずれかのOSの環境下において記録したFDデータを，いずれのOSの環境下においても使用可能なように変換するデータ変換器を内蔵している。集録部で使用する計画測量線や原点等の作成を行いMS-DOSで3.5インチFDに記録する。岸線データは，デジタイザにより岸線のデジタル化を行いFDに格納する。処理項目は次のとおりである。

- ① 潮高改正
- ② 基準点・誘導データ等の作成
- ③ データのファイル管理
- ④ 航跡図編集
- ⑤ 航跡図作図
- ⑥ パーチェック記録の処理



第3図 水深自動集録処理装置処理部構成図



写真2 処理部
(本体，CRTディスプレイ等)

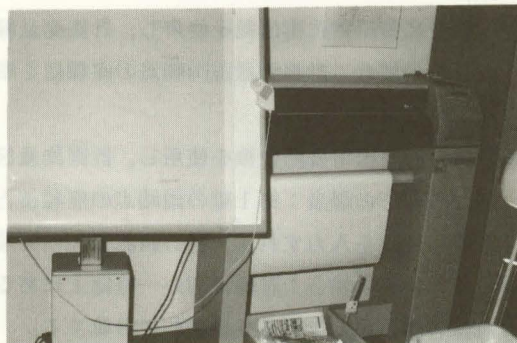


写真3 処理部（プロッタ，デジタイザ）

- ⑦ 水深編集 ⑧ 水深諸改正 ⑨ 水深自動選択 ⑩ 水深図作図 ⑪ 水深図編集
- ⑫ 等深線図作図 ⑬ データベースのMS-DOS への変換 ⑭ 岸線等のデジタル化

4. 操作の概要

(1) 集録部

本集録部を使用するに当たっては音響掃海機、精密電波測位機及びジャイロコンパスを正常に作動させた後、本集録部主電源を投入する。直ちにシステムが自動的に立ち上がり、ジャイロコンパス指示値を入力するようにメッセージが出る。従って、作業開始に当たっては、必ずジャイロコンパスのマスターとレピータの指示値を一致させておかなければならない。針路データの入力が終わると、CRTディスプレイ表示画面は第4図のようなメインメニューを表示する。以後はメインメニューの各項目を選択し操作を進める。メインメニューの作業項目は、次の1)～6)である。

1) 誘導画面 (第5図参照)

測量船誘導に必要な項目を表示する。誘導画面中の操船用画面は、小縮尺から大縮尺まで6段階で切り換えて最適な画面を選択する。遠隔表示器の表示はCRTディスプレイ表示内容と殆ど同じであるが、船位の表示文字等を大きく見やすくしている。

2) データ<集録中>停止中

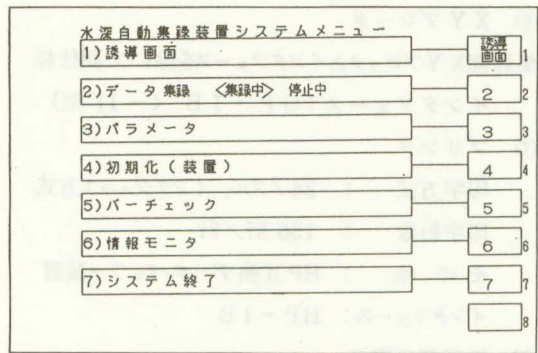
データ収録の開始または停止を行う。

3) パラメータ

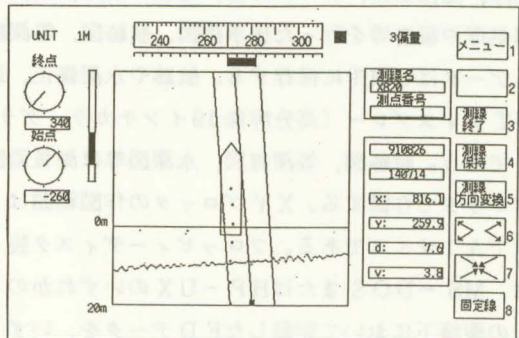
測量作業設定・編集 (測線選択, 測点番号設定, 従局配置, 割込み方法), 誘導データ設定・編集 (誘導データ編集, 追加, 修正, 削除, ファイル入出力, 測量順序編集), 原点設定・編集, トライスポンダ初期値 (従局コード, 校正値等) 設定を行う。計画測量船の作成は誘導データ設定に於て、次の方法で作成する。

- ① 測位に精密電波測位機を使用し、計画測量線が任意の場合：計画測量線両端点の座標値を順次入力して作成する。
- ② 測位に精密電波測位機を使用し、計画測量区域が四辺形の場合：第1線の両端点の座標値と測量線間隔を入力すれば、各計画測量線の両端座標値を自動的に計算作成する。
- ③ 平行誘導の場合：誘導点列が一直線上にある場合、誘導基点と誘導終点の座標値と測量線間隔を入力すれば各誘導点の座標値を自動的に計算する。
- ④ 放射誘導の場合：誘導基点、最初の計画測量線の誘導角、誘導間隔等を入力すれば最終の計画測量線まで自動的に計算し作成する。

4) 初期化 (装置)



第4図 集録部メインメニュー



第5図 誘導画面

ジャイロコンパス指示値の設定、トランスポンダの設定（従局コード名、校正値、座標値等）、XYプロッタの設定（用紙サイズ、縮尺決定を行った後、図枠、表題、計画測量線等を描画）を行う。

5) バーチェック

バーチェックデータを自動集録する場合に選択する。

6) 情報モニタ

各設定値の表示、船位、針路、測深等の測定値のモニタを行う。

(2) 処理部

電源を投入すると第6図に示すメインメニュー画面を表示する。各メニューの処理項目を第7図に示す。

1) ファイル転送

全測量日の3.5インチFDデータを連続して読取りディスクに格納する。また、陸上で作成した現場測量作業用計画測量線や原点等のデータを3.5インチFDにMS-DOSで格納する。

2) システムパラメータ

システムパラメータでは、計算条件設定、作図条件設定、画面表示設定を行う。

① 計算条件設定では、測位補正、不良水深、水深選択の設定を行う。

測位補正：不良測位データの自動処理を行うため、船首偏差、船速、連続不良距離データの内挿時間等の計算条件を設定する。

不良水深：不良水深自動処理を行うため、測深対象深度、水深変動、直下1と直下2の水深差の設定を行う。

水深選択：水深選択の検索及び表示間隔の設定を行う。以後の処理はこの検索単位によってメッシュ化されたデータを使用する。メッシュ化の最小は、図上1.0mmである。

② 作図条件設定：グリッド間隔、各種文字サイズ、座標原点等の作図パラメータ、欄外記載事項、原点マークの記載条件等を設定する。

③ 画面表示設定：文字サイズ、潮汐改正（データ入力間隔、時間）、水深編集画面スケール等を設定する。

3) 原点・誘導入力

座標原点（座標系、原点経緯度等）、測量原点（原点、従局位置等）、誘導法決定（測位方式、測線作成・編集）等の設定を行う。

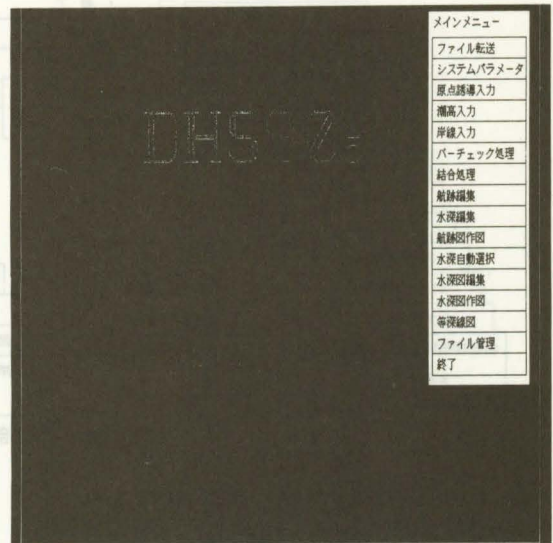
4) 潮高入力

験潮所名、DL、年月日、開始終了時刻を入力後、験潮データから10分毎の潮高値（単位：cm）をキーボードで入力する。入力値は画面上に潮汐曲線で表示し、入力ミスや不良データの発見を容易にする。（第8図）

5) 岸線入力

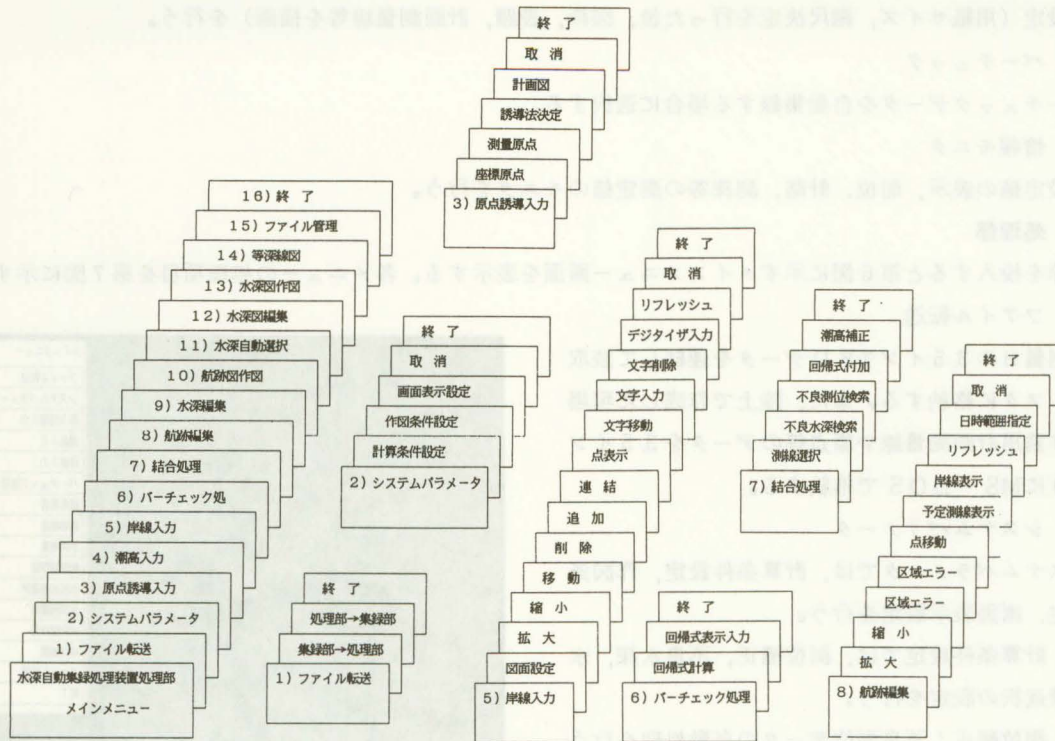
デジタイザを使用して、海図等から岸線情報の読取りを行い、岸線ファイルを作成する。

6) バーチェック処理



第6図 メインメニュー画面

バーチェック処理は自動処理と手入力処理のいずれかにより行う。



第7図 処理部メインメニュー

① バーチェックデータを水深データと共にデジタルでFDに集録した場合は、自動処理でバーチェック処理を行う。バーの測定深度 X_1, X_2, \dots, X_n に対する改正値 Y_1, Y_2, \dots, Y_n から最小自乗法により直線方程式 $Y = aX + b$ の a 及び b を決定する。

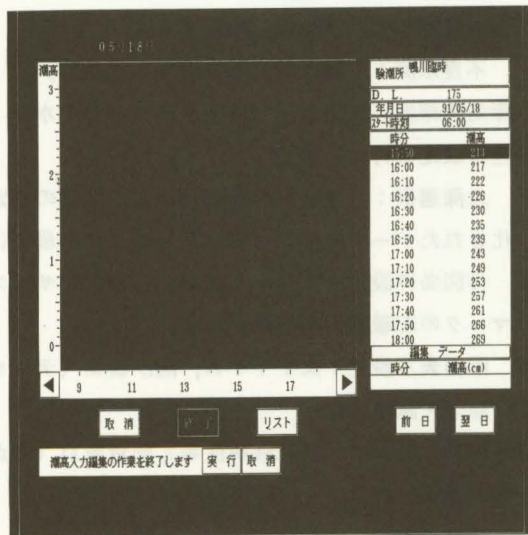
② デジタル形式で集録しなかった場合は、記録紙上のバーチェック記録を手作業で読取って決定したパーセント値を手入力する。

7) 結合処理

処理測線選択、不良水深検索、不良測位検索、バーチェックによる水深改正、潮高改正を実行する。水深諸改正において、同時刻の直下1と直下2の水深は、浅い方の水深を該時刻の直下水深とし、以下に示す式により水深改正を実施している。

水深 = 測得水深 $(1 + a / 100) + b +$ 喫水 - 潮高 但し、 a はバーチェック処理で得た% (音速度改正値)
 b は同じく器差である。

8) 航跡編集



第8図 潮汐入力画面

日時範囲指定の他、区域エラーや部分的な拡大・縮小を行って、航跡削除、移動等の編集を行う。不良距離データはシステムパラメータ計算条件設定の測位補正設定値に基づき、自動的に内挿補間計算を行う。(航跡編集画面を第9図に示す)

9) 水深編集

CRTディスプレイの画面上下に海底地形を表示し、マウスを使用して不良水深の削除、水深選択、採用水深(全ての改正が終了済み水深)の表示を行う。同画面には海底地形の他、時刻、測点番号を表示している。判別不能水深、水深欠落等があった場合は、この番号等を索引にして記録紙と対比して検討する。(水深編集画面を第10図に示す) 不良水深検索は、システムパラメータ計算条件設定の不良水深設定値に基づき自動的に行う。不良水深が片CHだけに検索されても常に2CHを表示し、不良水深の含まれたCHが容易に識別できる。

10) 航跡図作図

航跡はパラメータ設定で、縮尺、用紙サイズ、用紙方向、岸線表示の要否、図積範囲等を決定してTM図法で作図する。表題は任意場所に記入できる。地名、標名、港名等のコメントは、作図範囲内のいずれの場所にも、文字サイズを選択して記入する。記入場所は文字の回転を考慮して座標値で決定する。航跡は1秒毎の位置を実線で結び、水深または位置のデータが不良の時は短波線で結ぶ。航跡には、1分毎に+マーク及び時刻を傍記する。(航跡図を第11図に示す)

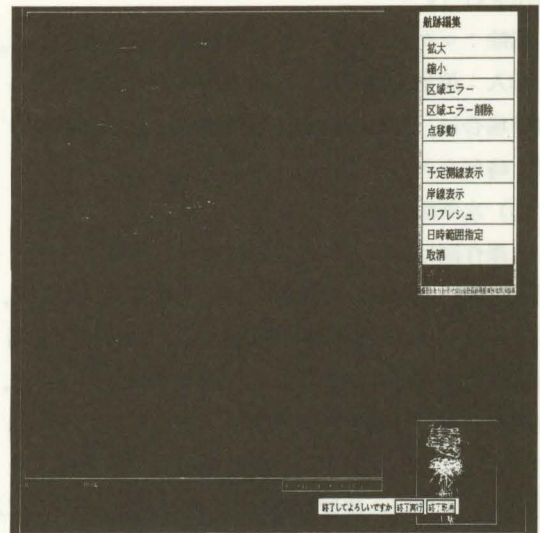
11) 水深自動選択

水深選択は、メッシュ方式により座標値から図上で重複する水深を自動検索し一番浅い水深を選択する。メッシュ内に同一の浅水深がある場合は、最初に検索した水深を採用する。水深自動選択は次の方法による。

- ① 測量区域をシステムパラメータで指定した検索単位(通常は図上1mm)に分割する。
- ② ①で分割した検索単位の区域の中で最も浅い水深をその区域の代表値とする。(第12-a図参照) 代表値以外の水深は残らない。
- ③ システムパラメータで設定された表示間隔単位における水深値を決定する。
これは、②で求めた検索単位内の水深の中から表示間隔単位内で最も浅い水深を表示水深とし、それ以外の水深を非表示水深とする(第12-b図参照)。
- ④ 測量区域の中で浅い順番に表示水深を検索する。
- ⑤ ④で検索された表示水深の回りを以下のような順番で隣接した表示区域(表示間隔単位で分割した区域)を検索し、水深記入に必要な文字の範囲内に表示水深が存在すれば、深い方の表示水深を非表示とする(第12-c図)。

12) 水深図編集

表示画面の拡大、縮小を行って水深追加・削除を行う。画面右下には、小縮尺のオリジナル表示を行い、拡大位置が何処であるか表示する。不採用水深は、該当位置にドットのみを表示する。



第9図 航跡編集画面

追加：水深図を検討し、水深記入密度にアンパランスがあるとき等に該当部分の範囲指定を行い、非表示扱いでドットのみ表示されている部分の水深の表示を行う。

削除：マウスを使用して、不要水深を非表示とする。

挿入：追加希望場所に不良水深等で水深が存在しない場合は、別途記録紙から読み取った水深と年月日・時刻を入力する。

13) 水深図作図

水深作図はパラメータ設定で縮尺、用紙サイズ、用紙方向、岸線表示の要否、図積範囲等を決定して、XYプロッタにTM図法で描画する。表題は任意場所に記入できる。地名、標名、港名等のコメントは、作図範囲内の任意場所に文字サイズを選択して記入する。記入場所は文字の回転を考慮して座標値で決定する。水深記入位置及び字体、その他表題等の記入に関する事項は、水路業務法に準じる。海図との共通点を記入するために、経緯度のみを入力することにより座標値が計算され、該当場所に経緯度を記入する。図郭外記載事項として、左側図郭外に本部長、次長、水路部長他、各課長及び測量班の構成員氏名等を漢字で記入する。

14) 等深線図

等深線描画間隔は、任意間隔で描画できる。表題、図格、その他の記入事項は航跡図作図に準じている。等深線図には水深及び水深位置の点を重ねて表示できる。等深線の追加、削除、修正等は全て画面上で行う。画面右下に小縮尺のオリジナル表示を行い、拡大位置が何拠であるか表示する。（等深線図編集画面を第13図に示す）

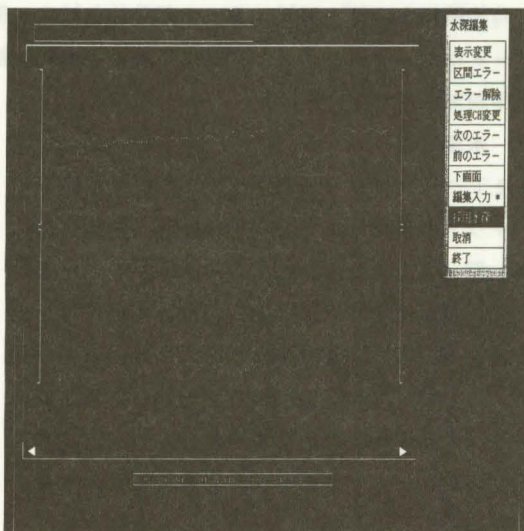
測量データから等深線を描画するには、第14図のように2つのタイプ（開曲線、閉曲線）がある。コンピュータグラフィックス補間にはラグランジェやスプライン補間があるが、本システムでは、開曲線、閉曲線の2タイプとも平面曲線のスプライン補間として3次式によるスプライン補間を行っている。第15図に等深線図を示す。等深線図はコンピュータ処理だけでは不完全であるため、測量技術者が再編集を行って最終の成果をXYプロッタに描画させる必要がある。

15) ファイル管理

処理終了データ、処理途中データをディスク装置から、CMTに待避する。また、CMTに格納してあるデータをディスク装置に転送する。

5. あとがき

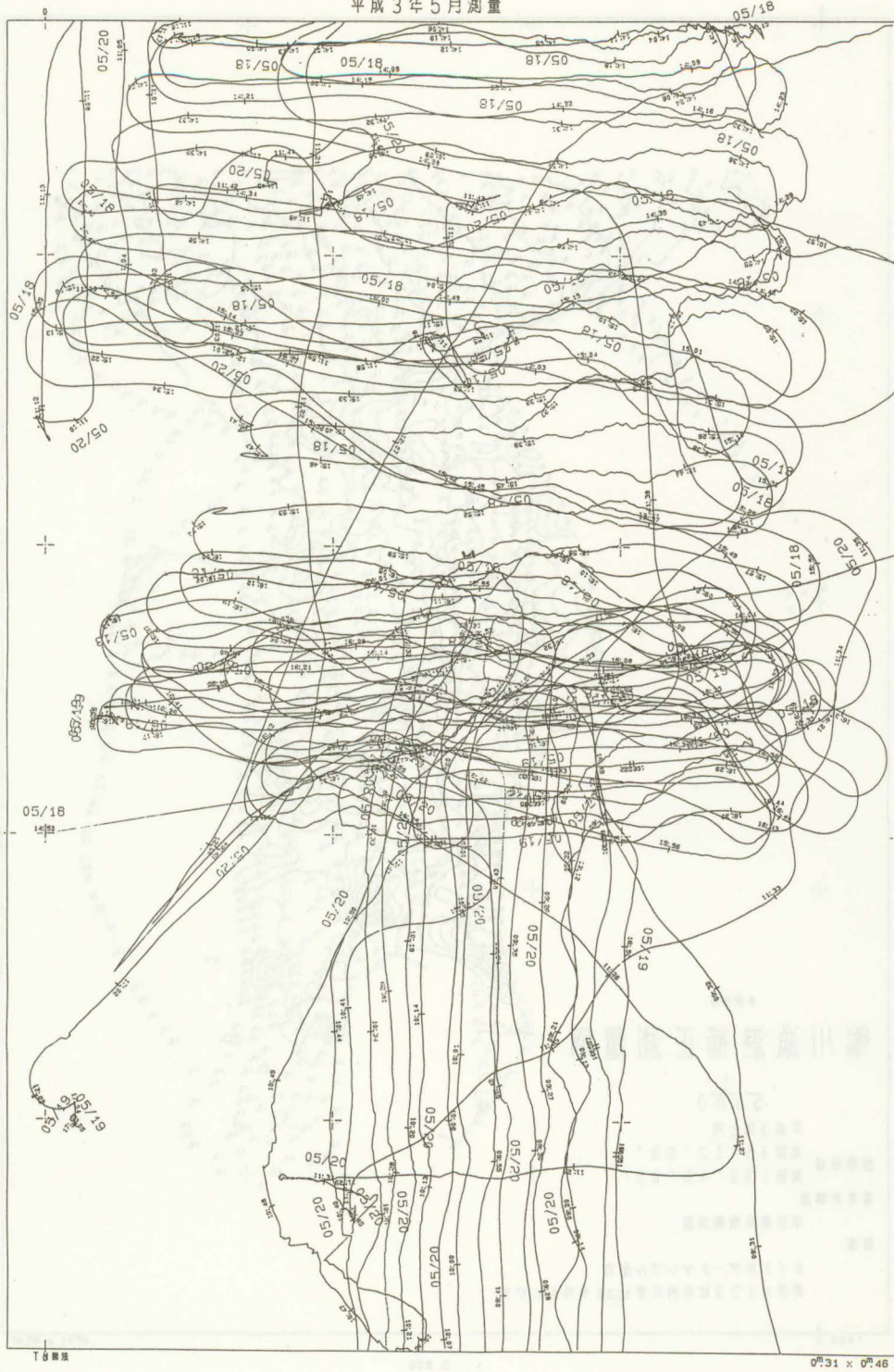
本装置集録部遠隔表示器は、14インチの画面にカラーで水深と共に海底地形等の操船情報を表示しており、操船者が水深や海底地形を把握しながら操船する事ができるため操船上不可決となっている。船上で、測量日毎の集録データから、水深及び直下水深値と斜側深値の比較による浅瀬の検討結果をプロッタに描画できるため、補再側の検討が容易である。また、手作業で資料整理を行う場合、同じ海域を何回も重複して測量した



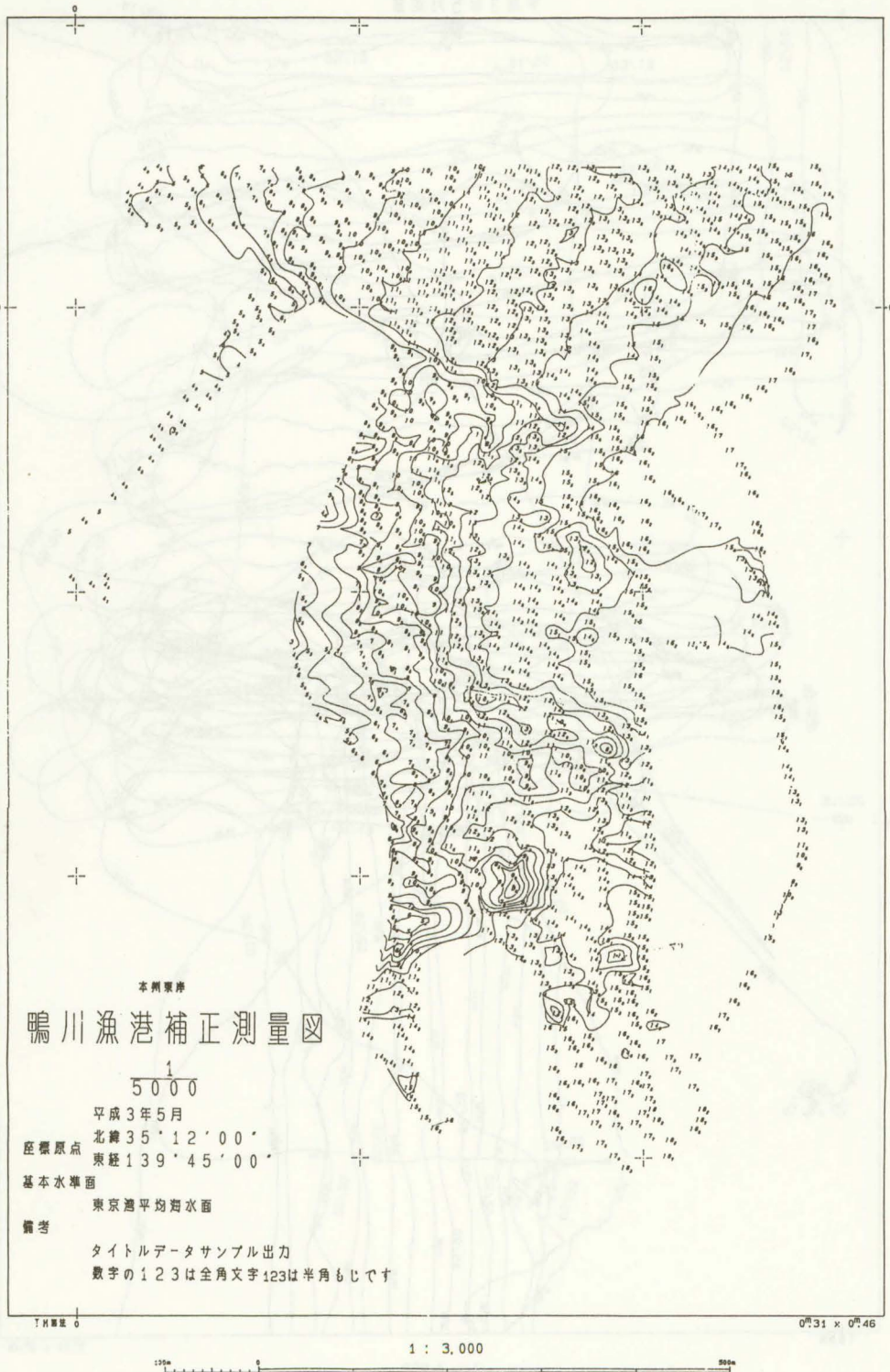
第10図 水深編集画面

鴨川漁港補正測量図

縮尺：1/3,000
平成3年5月測量

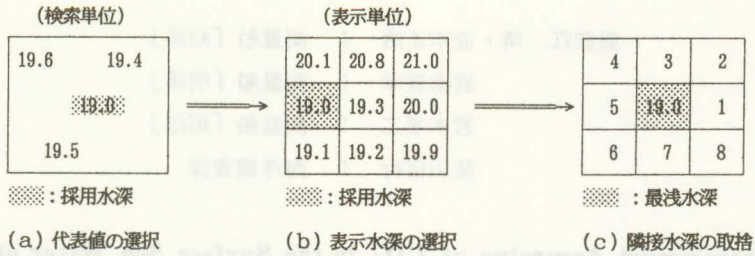


第11図 航跡図

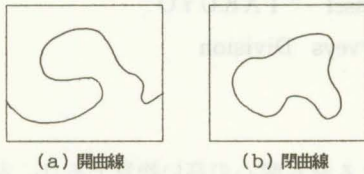


第 15 図 等深線の入った水深図

時は最浅水深の選択に手間がかかったが、本装置の使用により労力が大幅に改善されている。更に、記録紙

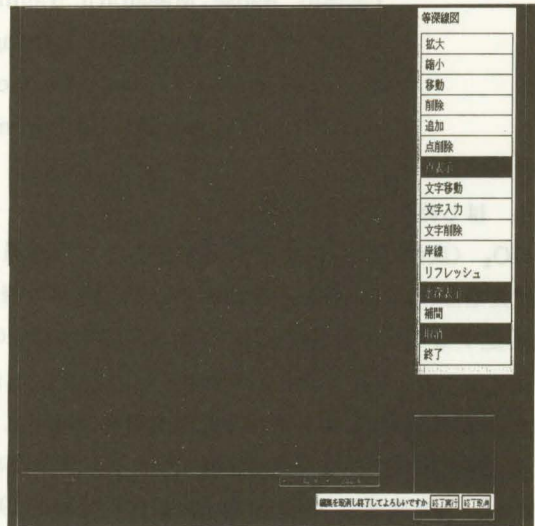


第12図 水深自動選択



第14図 等深線描画

の水深読み取り作業が無いことや搭載艇で取得したデータについても本処理装置で処理できること、プロッタによる水深や等深線の描画が可能であることから、資料整理時間の短縮と正確さが向上している。本装置は、水路測量業務の自動化による現場作業の能率アップと資料整理の迅速化を計るために導入したものであり、今後その効果が期待される。



第13図 等深線図編集画面

報告者紹介



Keiji Shimizu
清水 敬 治 平成3年8月現在
本庁水路部沿岸調査課沿岸調査官



Takuro Shinmura
新村 拓 郎 平成3年8月現在
第三管区海上保安本部水路部水路課
測量係員