

海洋調査における情報処理システムの高度化

Information Processing in Integrated Marine Survey System

大成建設㈱ 神 崎 正

○ 古 川 圭 三

海洋科学技術センター 甲 斐 源太郎

by T. Kanzaki, K. Furukawa and G. Kai

This paper introduces a system that integrates the various data needed for a marine survey in a series of general information processing flows, from planning and designing to execution. In order to realize the same time software technology for continuous information processing were also developed, and at the same time software technology is an introduction to this new technology, coupled with an explanation of its various applications.

【Keywords : marine survey, information processing, ultrasonic】

1. はじめに

海洋開発に関しては、従来よりさまざまな構想が打ち出されてきたが、今日その具体化に向けての機運は高まってきている。その背景には、関西新空港、東京湾横断道路、本州四国連絡橋、をはじめとする国家的ビッグプロジェクトの具体化と、さらに「マリノコミュニティ・ポリス構想構想」（通産省）、「マリノベーション構想」（農水省）など各省庁が沿岸開発に向けて本格的に取組みはじめてきたことがある。

こうした中で、環境アセスメントのため事前調査やそれに基づく十分なる設計施工計画の策定、また

高度な工事管理が強く望まれるようになった。

そのためには、膨大な海洋情報をいかに正確にかつ簡便に入手できるかである。また、計画や設計のデータとして、あるいは高度な工事管理のためのデータとして、いかに迅速に情報処理できるか、場合によってはいかにその場でリアルタイムの情報として利用できるか、が重要なポイントとなる。

ここで紹介する「海洋調査高度化システム」は、まさにこうしたさまざまな要請に対応すべく開発されたものであり、その最も基本となる海洋情報の入手から解析、評価に至る一連の情報処理の総合システム化をめざしたものである。

2. 従来の海洋調査技術

海洋調査における現在の技術レベルは、総合的にみてまだまだプリミティブである。というのも測定機器そのものはかなり高度になってきているが、調査方法にかなり制約があり、必ずしもユーザーの満足するものではない。例えば、「流速測定」の場合プロベラ型の流速計を海中にセットし、測定後回収し、机上にて解析を行っている。この方法による問題点は次のとおりである。

- ① 流速計のセットには多大な労力と、費用を必要とし、水深が大きく、あるいは潮流が速い場合には、セットが困難となる。
- ② 一点の流速計からは一つの情報しか得られず、海域全体の流況を知るためには、膨大な数の流速計が必要となる。
- ③ 海洋は公のものであるため、流速計の設置には特別な許可を必要とし、電源立地その他では漁業関係者との利害調整や補償の問題で調査が困難となる例も多い。

「海底地形調査」も同様に次のような問題点をもっている。

- ① 現在広く用いられている音響測深機（音探）による方法は、点としての水深情報でしかなく、海底を面として把握ができない。
- ② 「音探」は図-1のように半減全角が一般に $3^{\circ} \sim 8^{\circ}$ と広いビームを発信するため、例えば 3.6° のものを使うと水深-50mの海底面では直径3m内はどんな凹凸があってもわからない。

- ③ 一般に周波数が200kHz程度と低いため、距離分解能が低く精度が悪い。

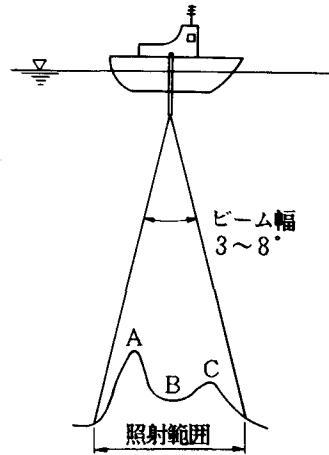


図-1 音響測深機

一方、「流速」、「地形」、「水温」、「SS、COD等の水質」などの各種データは、これまで各々別々に測定してきたが、「温排水」が温度と流れの関数であるように、これらは相互に密接に関係したものであるため、同位置、同時刻のデータとして測定さなくては、広域な海洋の正確な評価を行うことができない。

こうした現在の海洋調査の技術レベルについて別な見方をすれば「同位置」、「同時刻」というきわめて基本的なことが、センサー、測定機器あるいは情報処理の面などさまざまな制約から、今までは目をつぶらざるを得なかったのが現状ともいえよう。

3-1 システム構成

3-2 システムの特徴

このように一元化され得られた情報は、「同位置」、「同時刻」の情報として磁気テープに記録

こうした調査から解析、評価に至る一連の情報処理が本システムのねらいでもあり、その特徴は下記の通りである。

- ① 必要なデータは全て船上でとれるため、広域の海洋情報を短時間で入手できる。
- ② 各種情報は必要に応じて組み合わせ、「同一位置」、「同時刻」の情報として得ることができる。
- ③ 一元化された各種情報は、大型電算機等により迅速に処理することができる。
- ④ 機器の高度化開発により、例えば地形調査のように従来にない高精度な調査が可能となった。
- ⑤ 各種の施工管理をはじめ、計画から施工に至るまでのさまざまな管理に利用できる。

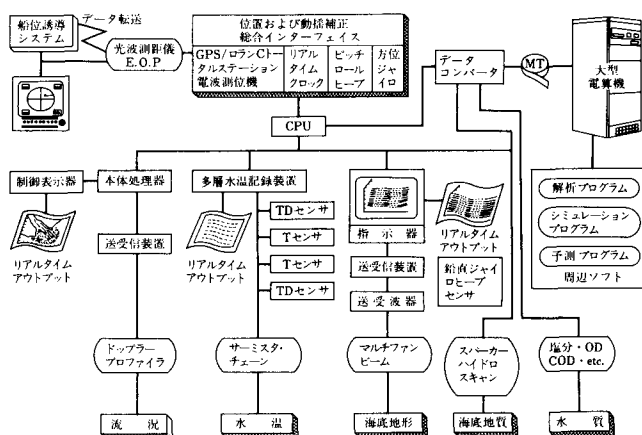


図-2 海洋調査高度化システム

4. 構成要素技術

4-1 超音波による流況測定技術

図-3のように、船の舷側部に装備された送受波器より超音波パルスが水中へ向け発射されるとこの超音波パルスは水中を伝播しながら一部は水中の散乱物体により反射し送受波器へ戻ってくる。このとき、散乱物体からの反射信号の周波数は、送信信号の周波数に比べ、その移動速度に比例したずれを生じている。この現象はドップラー効果として広く知られており本測定原理もこの周波数のずれを流速ベクトルに変換して算定するものである。本装置では、図-3のように、角60度で互いに直行する4方向に超音波パルスを発射し、この4方向の反射信号を流速に変換する際にローリング、ピッチングなどの動揺の影響を除きかつXYZ方向の流速の三次元ベクトル量を求めるものである。

このことによって、船が航行しながら30秒間に1回、流速ベクトルを水深方向最大16層について同時に測定することができる。これらは図-4に示すようにリアルタイムでアウトプットされるため、船上において直ちにチェック検討を行うことが可能である。

精密な位置測定あるいは船位誘導システムと組み合わせることによって、所定の海域の全体の流況を正確に、きわめて短時間（1～2時間）に測定することができる。

4-2 水中における温度分布測定技術

水中における温度分布は、たとえば温排水の拡散範囲を調べるためにも、また水産関連の調査に

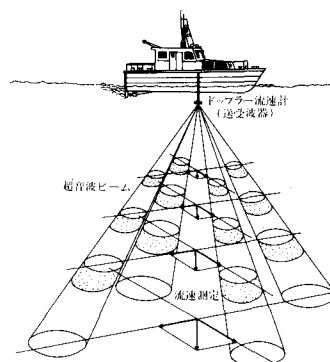


図-3 ドップラープロファイラー

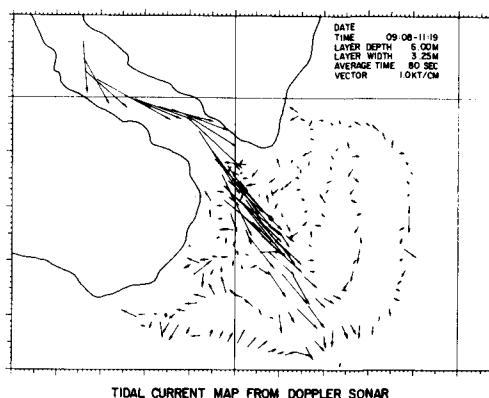


図-4 リアルタイム・アウトプット例

においても不可欠な情報である。特に温排水については、流れと温度の関係が重要な調査項目であり、従来別々にとられていたこうした情報を、本システムでは同時に測定解析することが可能である。

測定は、水圧計を内蔵したサーモセンサをφ6mmのステンレスワイヤーで接続し、曳航しながら立体的に海域の温度分布を記録するものである。前述した「ドップラープロファイラー」による流況測定と同時に、正確な位置情報とともに同一磁気テープに記録することによって、解析に至る一連の工程を連続して行える。

4-3 海底地形精査技術

マルチファンビームによる海底地形調査は、従来の単一ビームによる測深とは違い、海底を3次元的に連続して測定するシステムである。その原理は、図-5に示すように、進行方向に直角にファン（扇状）ビームを送波し、クロスビーム

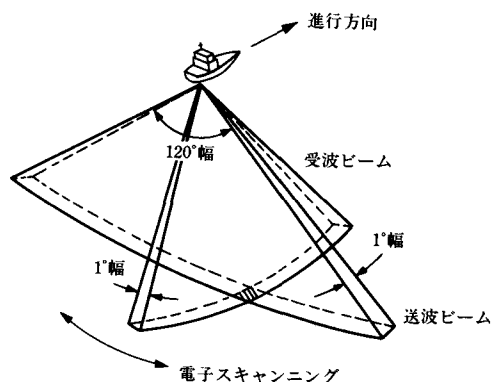


図-5 マルチファンビームの原理
(受波ビーム) によりスキャンニングし海底地形を測定記録するものである。

ファンビームは 120° の角度をもち、指向角は 1° である。クロスビームは 20° の角度で、指向角は同様に 1° である。すなわち、1回のスキャンニングによって 1° の幅で 120ポイントの水深データが測定できることになる。

また、ファンビームはこれまでの機器より周波数を上げて水深分解能を高め、かつ送受波器の小型化を図った。

船舶の動揺に対しては、パーティカルジャイロにより補正している。ピッチングに対しては、送波ビーム (32CH) を常に真下に送波させ、ローリングについても常に鉛直下のデータを基準に取り込むシステムとなっている。

4-4 海上における船位情報処理

洋上における船の位置 (船位) を正確に測定することは全ての基本である。船位は時々刻々変化するため、その時刻に対応して記録し、他の情報と関係させることが必要である。本システムには、こうした種々の位置測定技術と、それを用いて船

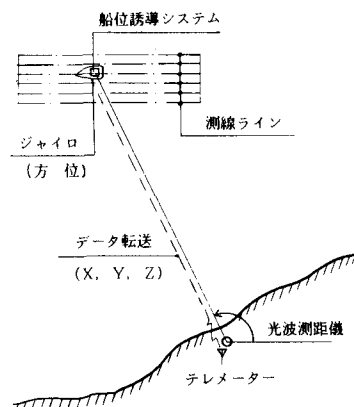


図-6 トータルステーションによる船位誘導
を所定の海域もしくは測線ライン上に誘導するサブシステムが整備されている。現状では電波測位機 (EPOなど)、ロランC、GPSや光波測距機などとリンクされており、実際の調査工事に利用されている。

これらの測位情報は船上に集められ、緯度、経度に換算して海図上に表示される。表示は、X-YプロッターおよびCRTに各々接続して行われ、操船の際には船長が測線ラインと船の位置を確認しながら船を誘導している。操船が容易にかつ精度よく行えるため特に潮流の速い海域において威力を発揮する。

特に海底地形精査のような厳密な位置精度が要求されるケースでは、「光波測距機」によるトータルステーション方式が有効である。この方式は

図-6に示すように、陸上から光波測距儀により、船上のターゲットの平面位置X、Yと高さZを測定し、テレメータ信号に交換して船上に送り、そのデータの記録と船の誘導を行う一連のシステムである。

光波測距儀は、1kmの距離で測定精度が1cmというきわめて高精度なものであり、また直接船のレベルを読みとれるため海底地形精査においては従来のような潮位補正が不要である。

5. システムの用途

用 途	内 容	備 考
流 況 調 査	広域にわたる三次元流況の連続測定。リアルタイムアウトプットによる観測。	水深方向最大16層の流速測定が可能。 流速分解能 1～3 cm/S
環境アセスメント調査	流況、水質、海底地質などの環境アセスメントに必要な情報の入手および予測評価	複合データの連続測定とシミュレーション解析。
立地計画プランニング	電源立地や橋ルートの選定に関する測定データに基づく構造物の建設計画。	測定データの利用と潮流予測、予測などのシミュレーション結果の利用。
高精度出来形管理	マウンドや海底掘削の出来形を高精度に三次元的に連続測定し、リアルタイムで管理することができる。	位置測定精度 $\pm 1 \sim 2$ cm 高精度マッピングシステム
温排水拡散調査	多層水温と多層流況を同時観測、測定。シミュレーションによるソフト解析。	温排水拡散シミュレーションプログラム
汚濁拡散調査	土砂投入や浚渫による汚濁の拡散範囲や分布状況を測定。シミュレーションによるソフト補完。	超音波の反射強度を利用。 -30～-80 dB
魚 礁 調 査	漁場の流況、地形、温度層などの調査とソフト解析。	魚群調査も可能
瀬 砂 洗 掘 調 査	微小な海底地形の変動を定期的に測定。	位置測定精度 $\pm 1 \sim 2$ cm 高精度マッピングシステム

6. あとがき

海洋調査高度化システムは、調査から計画、設計さらには施工管理に至る海洋情報の総合処理システムである。

特にそのリアルタイム情報は、施工中のさまざまな管理における基本情報として有効であり、今までにない高度な施工管理が可能となった。こうしたシステム化を進め、実用化に至るまでには数多くの機器特性試験や実海域総合精査実験を実施した。例えばトッパープロファイラーの開発では、超音波のパルス幅、発射回数などを測定水深、層厚および精度などの関連性において検討し仕様を決め、また、定置式流速計との比較によって装置の精度を検討した。さらに、システム化に際しては、各種のインターフェイスの接続や大型電算

機による解析ソフト、シミュレーションプログラムの整備を行ってきた。

こうした一連のシステム化により、従来別々に検討されていた情報の関連性を把握し、一元化することが可能になった。たとえば、温度と流れの関係、流れと地形や構造物との関連性を調べることによって温排水調査や魚礁などの構造物調査、洗掘調査などの検討に役立てることができるようになった。さらに汚濁拡散管理、マウンドや掘削の高精度出来形管理など、従来にない高度な施工管理が可能になった。

最後に、本システムは大成建設と海洋科学技術センターとの共同研究によるものであることを付記し、ここに関係各位には厚くお礼申しあげる次第です。