

# 曳航式塩分水温深度測定装置 (バットフィッシュ) について

上野義三 ・ 石井春雄 ・ 道田 豊  
海洋調査課

“ B A T F I S H ”

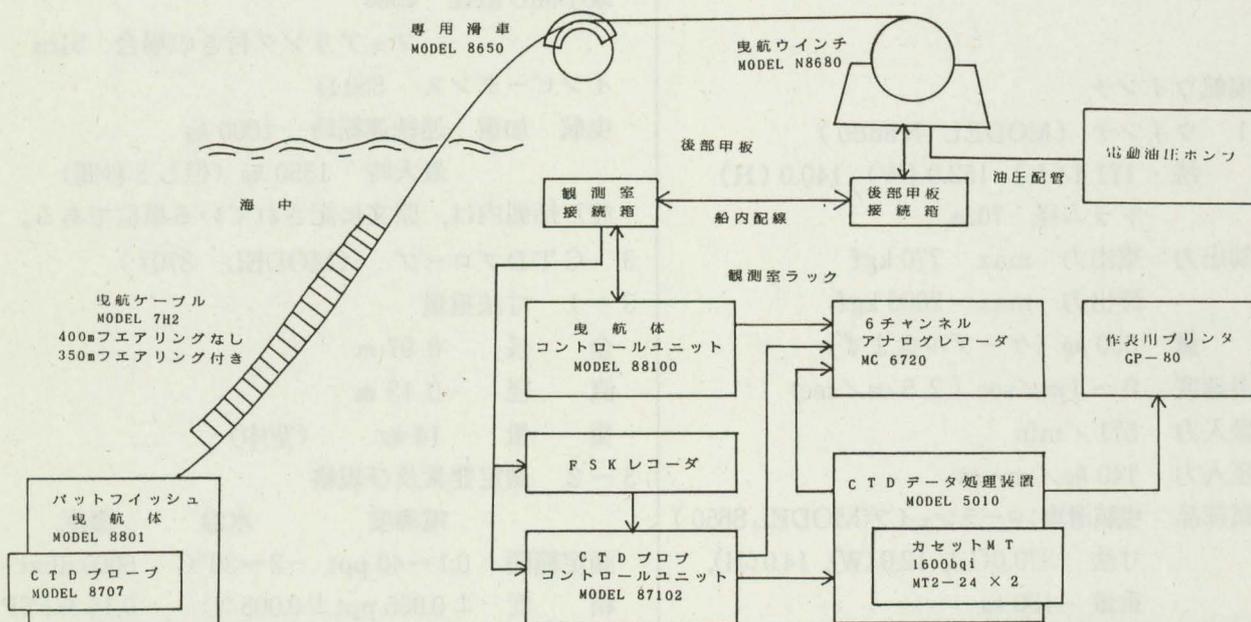
A Depth Controllable Towed Body for Collecting C T D Data

Yoshizo Ueno, Haruo Ishii and Yutaka Michida  
Ocean Surveys Division

## 1. はじめに

曳航式塩分水温深度測定装置 (以後曳航式 C T D と呼ぶことにする) は、船舶から曳航される曳航体により、塩分・水温・深度の値を連続的に自動計測するもので「バットフィッシュ」の愛称を持つ観測機器である。第 1 表にその規格・性能・諸元の一覧表を、第 1 図に全体構成のブロックダイアグラムを示す。この観測機器は、計測センサーが搭載されているバットフィッシュ曳航体、曳航ウインチ、曳航体コントローラ、C T D コントローラ、データ処理装置、および記録機器から構成されているもので、測量船「拓洋」に搭載され、西太平洋海域共同調査観測でその威力が発揮されている。

この観測機器の心臓部であるバットフィッシュ曳航体は、カナダのベッドフォード海洋研究所で約 10 年の研究および実験期間を要して開発され、ギルドライン社が商品化したもので、曳航体の深度調節をあらかじめ設定したプログラムにより極めて安定した姿勢を保ちながら水中運航ができるように設計されているのが特徴である。この観測機器を用いることにより、その運用面で多少の問題点はあるものの、海水の表面層か



第 1 図 曳航式 C T D 構成図

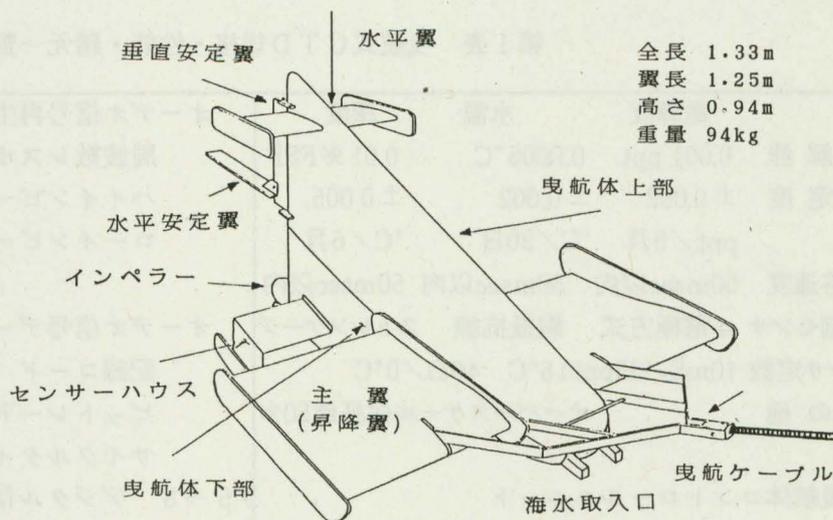
第1表 曳航式CTD規格・性能・諸元一覧表

| <p>1. バットフィッシュ曳航体</p> <p>1-1 寸法重量</p> <p>全 長 1.33 m</p> <p>高 さ 0.94 m</p> <p>翼 長 1.25 m</p> <p>空中重量 80 kg (センサー搭載なし)</p> <p>1-2 曳航深度及び速度</p> <p>運用深度 船舶速度 必要曳航ケーブル長</p> <p>100 m以内 5~10kn 300 mフェアリングなし</p> <p>300 m以内 5~10kn 300 mフェアリング付き</p> <p>200 mフェアリングなし</p> <p>400 m以内 5~10kn 600 mフェアリング付き</p> <p>注) ウインチの巻代及び海面迄の分として更に50 mのフェアリングなしのケーブルが必要</p> <p>曳航最小速度 3 kn</p> <p>曳航最大速度 10kn</p> <p>最大降下速度 1 kn</p> <p>最大上昇速度 5 m/sec</p> <p>最大センサ搭載可能重量 23kg</p> <p>深度保持精度 ±2% FS</p> <p>追跡遅延時間(距離) 8 sec又は12m</p> <p>曳航速度9knで上昇又は下降1.5m/secの場合 8 sec又は8 m</p> <p>曳航速度14knで上昇又は下降1m/secの場合</p> <p>指令信号反応時間 3~5 sec</p> | <p>2-2 曳航ケーブル(ローチェスタ 7H2)</p> <p>イ 使用量</p> <p>全 長 750 m (重量 1230kg)</p> <p>フェアリングなし 400 m</p> <p>フェアリング付き 350 m</p> <p>ロ 構造</p> <p>導 体 #22AWG 7/0.010"</p> <p>すずめっき銅線</p> <p>絶 縁 体 0.012"ポリエチレン 中心6 導体, 外側1 導体</p> <p>結束テープ 組み糸, ダクロン</p> <p>第一 外被 18/0.032"</p> <p>Galv. Impr. Plow Steel</p> <p>第二 外被 18/0.044"</p> <p>Galv. Impr. Plow Steel</p> <p>侵蝕 防止 フェロコート 5878</p> <p>ハ 特 性</p> <p>直 径 (0.323") 0.82 cm</p> <p>空中 重量 (180 lbs/Mft) 25.6 kg/100 m</p> <p>水中 重量 (144 lbs/Mft) 20.5 kg/100 m</p> <p>フェアリング付き空中重量 45.9 kg/100 m</p> <p>破 断 力 (9,200 lbs)</p> <p>直流 抵抗 (2.42 Ω/Mft)</p> <p>分布 容量 (50 μF/ft at 1kHz)</p> <p>使用 温度 (-65°F~300°F)</p> <p>最小曲げ直径 43cm</p> <p>フェアリング付きの場合 91cm</p> <p>インピーダンス 350 Ω</p> <p>曳航 加重 連続運転時 1000 kg</p> <p>最大時 1350 kg (但し3 秒間)</p> <p>注) 括弧内は, 原文に記されている単位である。</p> |          |           |    |    |      |            |         |           |     |            |          |           |
|--|--|----------|-----------|----|----|------|------------|---------|-----------|-----|------------|----------|-----------|
| <p>2 曳航ウインチ</p> <p>2-1 ウインチ (MODEL N8680)</p> <p>寸 法 171.4 (L) 152.0 (W) 140.0 (H)</p> <p>ドラム径 70cm</p> <p>実効出力 重出力 max 770 kgf</p> <p>静出力 max 2000 kgf</p> <p>重 量 350 kg (ケーブル含まず)</p> <p>走出速度 0~1 m/sec (2.5 cm/sec)</p> <p>油量入力 571/min</p> <p>油圧入力 140 kg/cm<sup>2</sup>・cm</p> <p>付属部品 曳航滑車:ローラシェイブ(MODEL 8650)</p> <p>寸法 370.0(L), 12.0(W), 14.0(H),</p> <p>重量 180 kg</p>  | <p>3 CTDプローブ (MODEL 8707)</p> <p>3-1 寸法重量</p> <p>全 長 0.97 m</p> <p>直 径 0.13 m</p> <p>重 量 14 kg (空中)</p> <p>3-2 測定要素及び規格</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>電導度</th> <th>水温</th> <th>深度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>測定範囲</td> <td>0.1~40 ppt</td> <td>-2~30°C</td> <td>6000 dbar</td> </tr> <tr> <td>精 度</td> <td>±0.005 ppt</td> <td>±0.005°C</td> <td>0.15% FSP</td> </tr> </tbody> </table>  |          | 電導度       | 水温 | 深度 | 測定範囲 | 0.1~40 ppt | -2~30°C | 6000 dbar | 精 度 | ±0.005 ppt | ±0.005°C | 0.15% FSP |
|  | 電導度  | 水温       | 深度        |    |    |      |            |         |           |     |            |          |           |
| 測定範囲   | 0.1~40 ppt   | -2~30°C  | 6000 dbar |    |    |      |            |         |           |     |            |          |           |
| 精 度  | ±0.005 ppt   | ±0.005°C | 0.15% FSP |    |    |      |            |         |           |     |            |          |           |

第1表 曳航式CTD規格・性能・諸元一覧表

| 電導度                             | 水温             | 深度           | オーディオ信号再生                            |
|---------------------------------|----------------|--------------|--------------------------------------|
| 分解能 0.001 ppt                   | 0.0005°C       | 0.01 %FSP    | 周波数レスポンス 40Hz~12kHz ± 3 db           |
| 安定度 ±0.002 ppt/6月               | ±0.002 °C/30日  | ±0.005 °C/6月 | ハイインピーダンス (INPUT) > 100 kΩ           |
| 応答速度 50msec以内                   | 50msec以内       | 50msec以内     | ローインピーダンス (OUTPUT) 100 kΩ 0.5 V Sig. |
| 計測センサ 4電極方式                     | 銅抵抗線           | ストレンケージ      | オーディオ信号データフォーマット                     |
| センサ定数 10mS/35ppt15°C            | 46Ω/0°C        |              | 記録コード NRZI 方式                        |
| その他                             | オーバースケール保証値50% |              | ビットレート 4800 ビット/sec                  |
|                                 |                |              | サイクルタイム 40 msec                      |
| 4 曳航体コントロールユニット                 | (MODEL 88100)  |              | 5-5 デジタル信号出力                         |
| 4-1 パネル面操作                      |                |              | パラレル出力 TTLレベル正論理                     |
| 手動深度制御 各ダイヤルを手動調節               |                |              | データ情報 4ビット チャンネル・アドレス                |
| 自動深度制御 上限深度及び下限深度を設定            |                |              | 1ビット リード・コマンド                        |
| 上昇率 0~1 m/sec                   |                |              | 12ビット バイナリ・ワード                       |
| 下降率 0~5 m/sec                   |                |              | データ・サイクル 電導度, 水温, 深度, ほか             |
| 海底検知機限界 10m                     |                |              | 6要素 40 msec                          |
| 4-2 パネル面表示                      |                |              | 6 データ処理装置                            |
| 曳航深度及び自動制御系コントロール電流             |                |              | 測定モード 定深度運航および可変深度運航                 |
| 5 CTDプローブ・コントロールユニット            | (MODEL 87102)  |              | 演算処理 塩分および音波伝播速度                     |
| 5-1 寸法 重量                       |                |              | 出力データ 塩分 (アナログレコーダ用)                 |
| 48.2(W), 38.1(D), 17.8(H), 14kg |                |              | 全データ (作表プリンタ用)                       |
| 5-2 パネル面表示                      |                |              | カセット磁気テープ 1600 bpi JIS準拠 2基          |
| 水圧(深度) 単位 % 5桁LED               |                |              | インターフェース RS-232C, GP-IB              |
| FS 100.00 分解能 ±0.01             |                |              |                                      |
| 水温 単位 °C 6桁LED                  |                |              |                                      |
| FS 40.0000 分解能 ±0.0005          |                |              |                                      |
| 電導度比 6桁LED                      |                |              |                                      |
| FS 1.00000 分解能 ±0.00002         |                |              |                                      |
| 5-3 アナログ信号出力 (ディスプレイと同時)        |                |              |                                      |
| 水圧(深度) FS: 5.00V, 100% ±0.1%    |                |              |                                      |
| 水温 FS: 5.00V, 25% ±0.025°C      |                |              |                                      |
| 電導度比 FS: 5.00V, 100% ±0.001     |                |              |                                      |
| 5-4 オーディオ信号                     |                |              |                                      |
| オーディオ信号出力                       |                |              |                                      |
| データチャンネル及びクロックチャンネルの2チャンネル      |                |              |                                      |

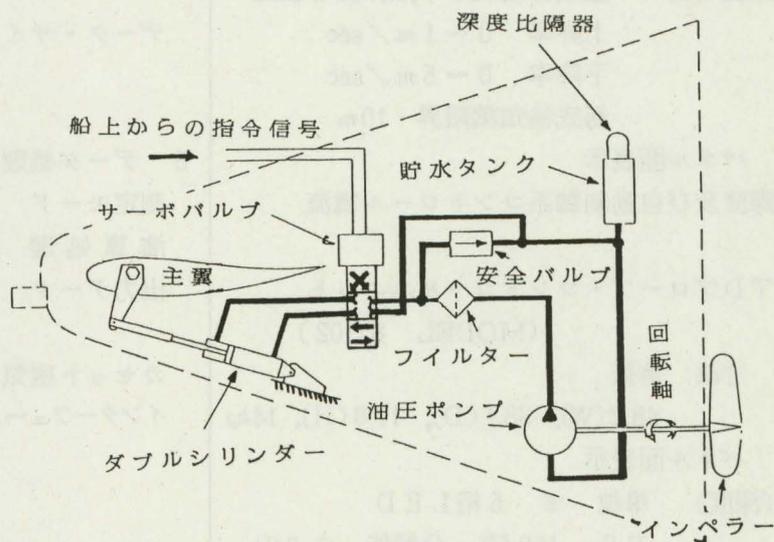
ら深度 300 m 層までの塩分・水温の観測を連続的に行うことが可能で、従来の点又は線に相当する観測と比べほぼ面の観測に近い豊富なデータ量が得られることから海況解析や水塊解析が容易になり、また従来観測できなかった微細構造なども明示してくれるなど海洋観測に寄与する貢献度は大きいと言える。以下にその構造および概要を各部について述べよう。



第2図 バットフィッシュ曳航体外観図

## 2. バットフィッシュ曳航体

バットフィッシュ曳航体は、船舶から曳航されながら船上からの指令信号により決められた深度を運航する所謂キャリア(運搬用具)であって測定のためのセンサーは、別途曳航体に搭載する必要がある。したがって搭載するセンサーの種類により違った目的の観測機器になり得るわけである。本稿で述べる機器では、C (Conductivity: 電気伝導度), T (Temperature: 水温), D (Depth: 深度) を計測



第3図 深度制御システム図

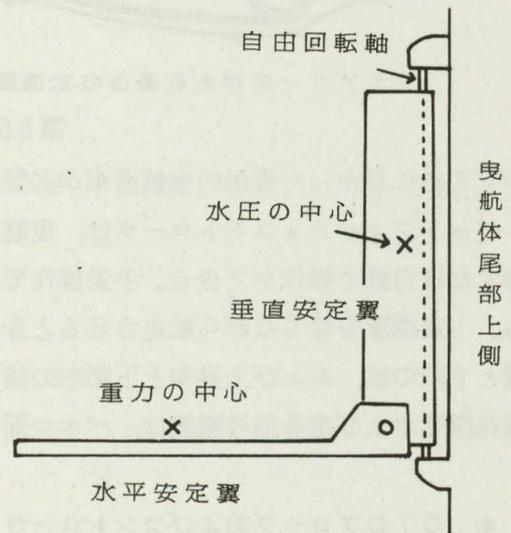
するセンサーを搭載しているので曳航式CTDと称することになる。なおメーカーの説明によれば、バットフィッシュ曳航体に搭載可能なセンサーとして前記CTDセンサーの他にpH(水素イオン濃度), DO(溶存酸素), バリオセンス・フルオロメータおよびプランクトン・カウンターがあるということである。

一般に海中を曳航する海洋調査機器は種々あるが、曳航体を安定して曳航するには、かなり高度な技術が必要とされている。深度のコントロールを要しない直径が10ないし20cm程度の円柱形をした曳航物であれば流体抵抗も比較的単純なため、無調整でもある程度の曳航はできるが、外部にセンサーを搭載し深度コントロール付きとなると曳航体に可動する翼が必要となり形も大型となるのでその姿勢制御に困難性を伴う。従来の類似機器では曳航速度約4~6ノットが限度であったが、本曳航体ではオペレーションになんら難しい操作を必要とせず、メーカーテストでは、最大曳航速度14ノットを記録し、ユーザーが使用する保証安全速度は10ノットとなっているのは、他に例をみない素晴らしい規格と言えよう。次にこのメカニズムを説明したい。

機体構造は、強化グラスファイバー、ステンレス及び耐蝕アルミニウムから成っている。常用の安全運航深度は、曳航速度10ノットで300 mであるが、14ノットで600 mまで実験済である。オプション装置として、音響測深儀と結合して使用する海底検知装置があり、この装置を付加することにより浅海での曳航体接触事故を避けることができるが本稿の装置には付属していない。

バットフィッシュ曳航体の外観は第2図のようであり、その主翼は、第3図のシステム図に示すように油圧力によって連続的に調節される。このシステムの主要部分は、曳航による水流によって回転するインペラーの動力により運転される油圧ポンプから流出される油量がサーボバルブ（電子式油圧制御弁）及びダブルシリンダー（2作用2回路の油圧切替え弁）を作動させて主翼を上下させる。安全弁は、70barにセットされており、サーボバルブ系で使用される余剰の圧力をバイパスして逃がすようになっている。全体の油圧制御は、曳航体先頭部の海水取入れ口に接続されている可変容量の貯水タンクの水圧により制御される。このように、上昇下降に伴う翼の調節動力源はすべてインペラーの回転による油圧ポンプで賄われているので、船上から改めて電源等のエネルギー源を供給する必要がない。わずか0~10mA程度の少ない電流で深度変更等のコントロールが可能となっている。ただし、低速曳航（3ノット以下）のときはコントロールに必要な油圧量が得られないので下限曳航速度3ノット以上で運航する必要があることはいうまでもない。なお、固定深度運航の信号が出た時は、現在深度と指令深度との差を深度比較器で検知し、自動的にサーボバルブが働き一定深度を保つようになっている。

バットフィッシュ曳航体の最尾部上方には、第4図に示すような2つの補助翼がついている。垂直安定翼と水平安定翼がこれである。垂直安定翼は傾斜した曳航体を垂直に修正するための翼で、水平安定翼は曳航体が傾斜した度合いを検知するための翼である。この2つの安定翼は、曳航体全体の重心位置よりも上方にあって自由に回転するようになっており、この翼にかかる水流圧の中心が自由回転軸のより近くにあり重力の中心点はより遠くにあることが必要である。このような構造の安定翼を付加することにより、曳航体にローリング及びヨーイングによる回転力が加わった時でも正しく姿勢を修正することができる。すなわち、曳航体が傾斜した時は、重力の作用により水平安定翼が傾斜した方向に回転する。このとき垂直安定翼に加わる水流圧により曳航体の傾きと反対の側に回転する力が加わり傾きは修正される。この重力を巧に利用した簡素なメカニズムは、重力制御安定化装置と呼ばれるベッドフォード海洋研究所の所有する特許であるが、曳航体内部に非常に重いバラストを積載したのと同様な効果を、強い水圧流によって得られ、この効果により曳航体の姿勢を自動的に制御し安定化しているものである。



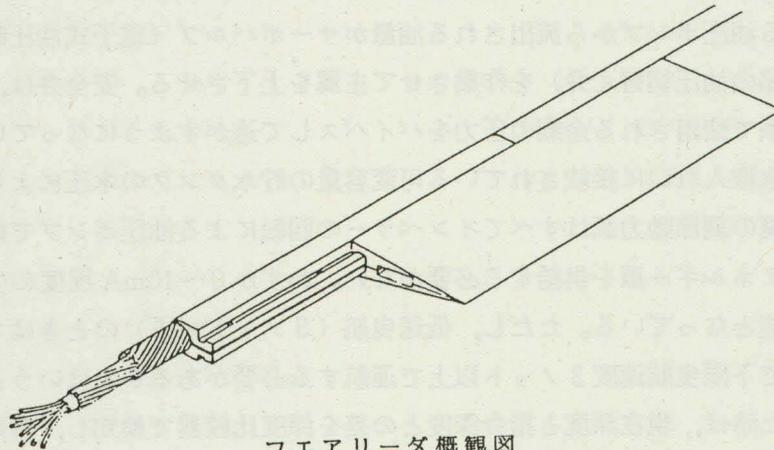
第4図 重力制御安定化装置機構図

安定翼の大きさは、水圧流による力の作用方向が効果的に働くように、また曳航体自身の持つローリング及びヨーイングの固有周期より高い固有振動周期を持つように、更に水流による乱流発生が小さくなるよう研究され、決定されている。

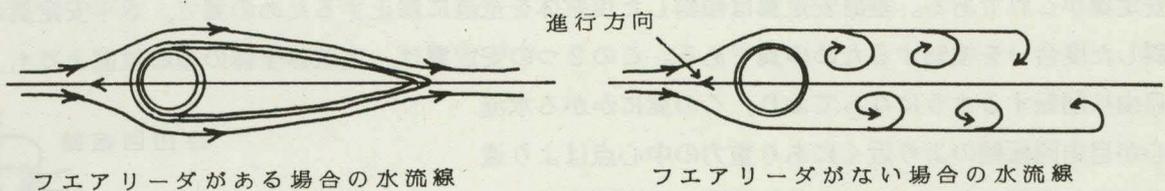
### 3. 曳航体用ウインチ、曳航ケーブル及びコントローラ

バットフィッシュ曳航体を運用するには、専用の曳航ウインチが必要である。ウインチには、全長750 m

の曳航ケーブルが巻かれているが、この内、曳航体に近い方から 350 m がフェアリーダ付きとなっており、あとの 400 m には付いていない。このフェアリーダは、第 5 図に示すように流線形をしたひれ状の羽でこれを曳航ケーブルに付けて水圧抵抗を減じ、曳航体の潜航深度をだせるようにしたものである。フェアリーダは、曳航ケーブルの振動を防ぐ働きもあってこれ無しでは曳航体を 100 m 以深に潜航させることはできない重要な部品である。曳航ケーブルは、信号伝送線も兼ねており曳航体への指令信号及び C T D センサーからの計測データが伝送される。なお、フェアリーダ付きの曳航ケーブルは、最小曲げ直径が 91 cm となっている



フェアリーダ概観図



フェアリーダがある場合の水流れ線

フェアリーダがない場合の水流れ線

第 5 図 フェアリーダ説明図

のでこれに見合った専用の曳航滑車が必要である。

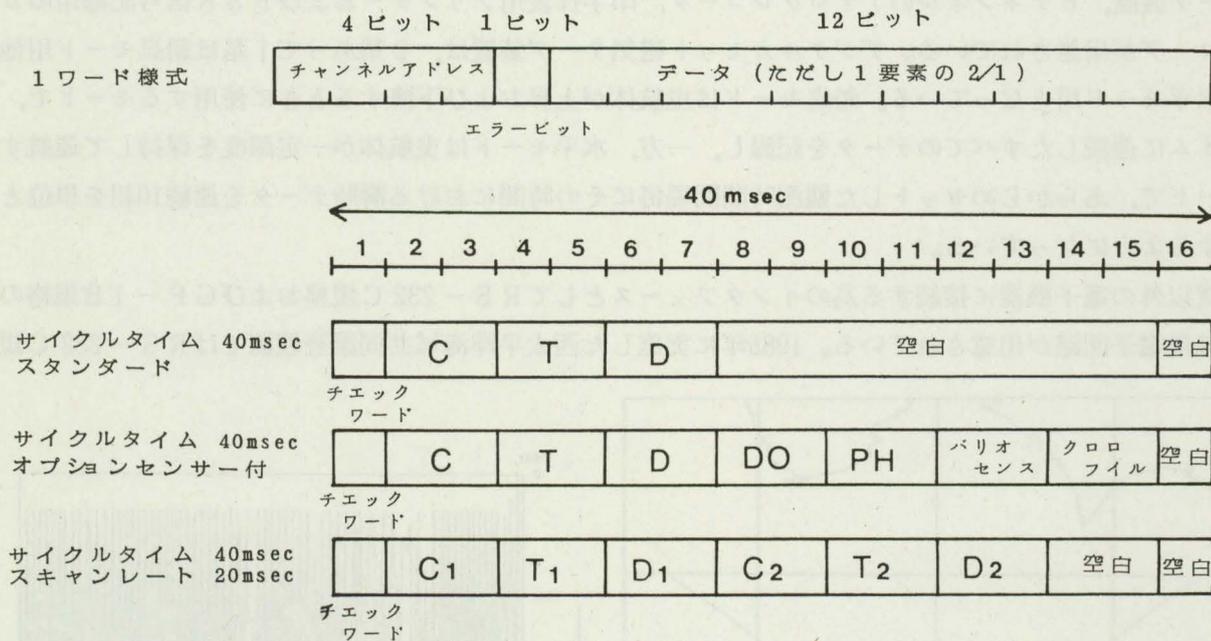
バットフィッシュコントローラは、曳航体に深度制御のための指令信号を出す装置である。深度制御は手動または自動で操作ができる。手動操作では、パネル面にある 10 回転可変抵抗器の調節で指令信号が送られる。一定深度を保ちながら航走させるときは、指定の目盛りに合わせてよい。自動操作では、深度の上限と下限の値、および上昇率と下降率の値をそれぞれの 10 回転可変抵抗器のダイヤルで設定する。曳航体の現在深度および指令信号電流は、パネル面のメータに表示されると同時にアナログレコーダにも記録される。

#### 4. C T D プローブおよびコントローラ

C T D プローブは、曳航体に搭載され、それぞれ C (Conductivity : 電気伝導度), T (Temperature : 水温), D (Depth : 深度) のセンサーにより 3 要素の測定を行い、C T D コントローラにデータを伝送する。

C センサーは、4 電極方式を採用しており電極間の距離は約 5 cm 両極セル間のセル定数は 35 ppt 15°C に於て 10 mm S (ミリジーメンス) となっている。T センサーは、細銅線をコイル状に巻いた測温抵抗体が採用されている。T センサーとしては一般的に白金抵抗体を使用するのが通常の方式であって、本装置のように銅を用いるのは珍しいことである。白金は温度センサーとしては一級品であるが、レスポンス (応答速度) の早いものが作りがたく特に 100 mm sec 以内のものは難しい。これらの点で細銅線を採用した模様である。

Dセンサーは、常識通りのダイヤフラムとストレンゲージの組合わせで400 d-barまで測定可能である。さらに、50%の深度超過がゆるされる仕様となっているので600 d-barまで降下してもセンサーが壊れることはない。これら3種のセンサーのレスポンスは、50mmsecに統一されているがこれは重要なことである。この測定装置の目的である塩分を求めるには、CTD3要素の値から演算しなければならないが、このとき、厳密な測定上の同時性が必要であるからである。CTD3センサーの中で1番レスポンスの遅いTのセンサーを精度を落とさず如何に早くするかがCTD計測器の一つの問題点でもあり、この早さがそのままCTDプローブの上昇および降下可能速度に反映することになる。ちなみに本CTDプローブの降下速度規定値は、2 m/sec以内となっている。



第6図 CTD計測データ様式

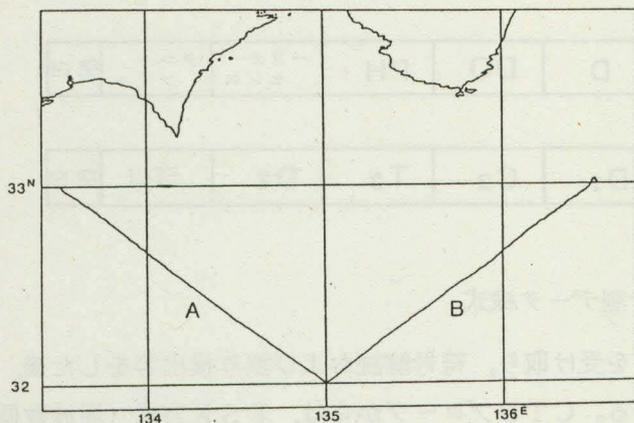
CTDコントローラは、CTDプローブからデータを受け取り、符号解読および誤り検出等をした後、データ処理装置、記録装置へと転送する役割を持っている。CTDプローブからは、FSK方式（周波数偏位方式を使用した2進数値化符号）のデジタル信号でC、T、Dの各データが順次直列に並んで送られてくる。転送速度は4.8 Kビット/秒で、スキャン・レート（1グループデータの更新時間間隔）は40mm秒となっている。なおCTD信号は、1データ・サイクルにつき2回測定されるのでスキャン・レートを20mm秒にすることもできる。受信用データバッファとして16ワードのレジスタが用意されており、最初の1ワードはチェックワードで、2ワード目から15ワード目まで1要素のデータにつき夫々2ワードを使用して都合7チャンネルのデータが入るようになっている。なお最後の16ワード目は常に空白が入り使用しない。通常はCTDの3データがはいり、残りのチャンネルには空白が入るが、オプションのセンサーを装備したときはこの空白部分にオプションデータがはいり、スキャン・レートを200 mm秒にしたときは、前半のCTDデータと後半のCTDデータが1列に入る様式となり、オプションデータの入るチャンネルが無くなる。1つのワードは、4ビットのワードアドレス、1ビットのエラービットおよび12ビットの計測データで構成されている。CTDプローブでは、1要素当たりのデータ信号としてデジタル18ビット（10進数5桁に相当）を割り当てているがデータ転送の際これを2つに分割して送ってくるのでCTDコントローラ側では夫々2つのワードを割り当てて処理している。（第6図参照）

CTDコントローラのオプション機構として低価格のオーディオ用カセットレコーダの使用が可能である。このレコーダを使用すると、CTDプローブからのFSK信号がダイレクトに記録ができるのでその記録を使用してバックアップ用データとすることができるのは勿論のことであるが、異常データがでたときの解析用、機器が故障したときの診断用および機器のランニングテスト用と幅広く活用できるので便利である。

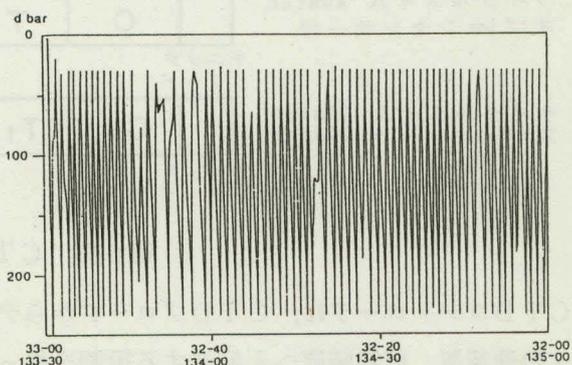
### 5. データ処理装置および記録装置

データ処理装置では、データの管理を行うと共にCTDの3要素から塩分および音波伝搬速度を演算してCTDのデータに加え、各記録機器に出力する。記録機器としては、記録密度1600 bpiのデジタルカセット磁気テープ装置、6チャンネルのアナログレコーダ、印字作表用プリンターおよびFSK信号記録用のカセットレコーダが用意されている。デジタルカセット磁気テープ装置は、2基あって1基は鉛直モード用他の1基は水平モード用となっている。鉛直モードは曳航体が上昇および下降するとき使用するモードで、リアルタイムに連続したすべてのデータを記録し、一方、水平モードは曳航体が一定深度を保持して運航する時のモードで、あらかじめセットした観測時間間隔毎にその時間における瞬時データを連続10組を単位として記録するようになっている。

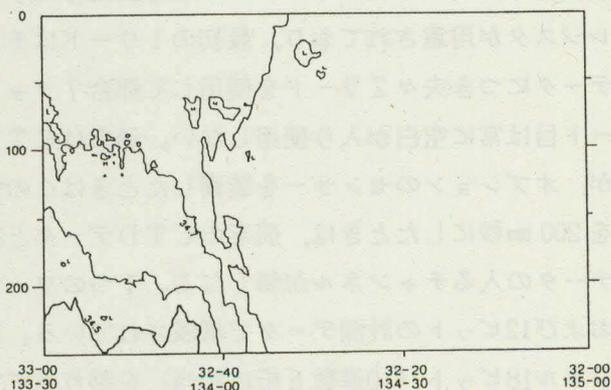
本装置以外の電子機器に接続する為のインタフェースとしてRS-232C規格およびGP-IB規格の2組の接続用電子回路が用意されている。1985年に実施した西太平洋海域共同調査観測ではRS-232C規格



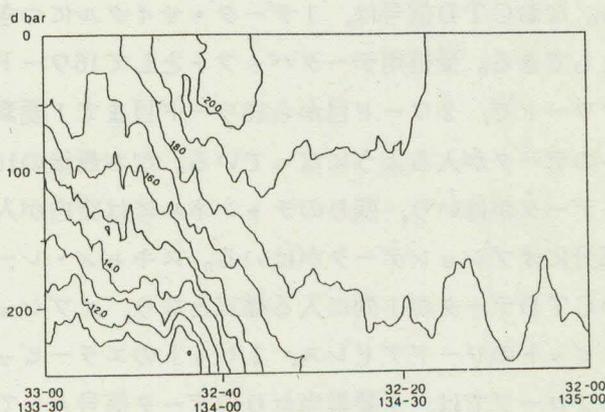
第7図 曳航式CTD観測測点図 (1985.3.13~3.14)



第8図 A線における曳航体の深度軌跡図



第9図 塩分鉛直断面分布図



第10図 水温鉛直断面分布図

のインターフェースを利用してパーソナルコンピュータと接続し、観測データをフロッピーディスク媒体に転送し記録する試みをなして成功した。このデータデスクを使用するとパーソナルコンピュータレベルで各論的なきめの細かい部分処理または解析ができるので非常に便利に活用できる。

## 6. 曳航式CTDを使用した観測例

測量船拓洋は、1985年3月に本州南方海域の第7図に示す測線上で、曳航式CTDによる黒潮強流帯の横断観測を実施した。観測期間中比較の意味で並行してXBTの観測を行ったところ水温の差は最大値で0.2°C程度であり全体としてかなり良く合っていた。曳航速度は8ノットとし、曳航体の運用深度を30d-barから230d-barの間を自動的に昇降するようにセットした。その結果、6分ないし10分の間隔で昇降を繰り返し第8図に示すような軌跡をたどった。(第8図は第7図中A線の曳航体の軌跡) 深度方向の測線間隔は平均して0.8マイルであり、従来の手法に比べて空間的に非常に密なデータが取得されたといえる。

得られたデータをもとに描いた水温及び塩分の鉛直断面図を第9図と第10図に示す。何れもA線の断面を南西方から見た図である。この図の32°40'付近に黒潮のフロントと最強流帯の表面水温高温部(20°C以上)が明瞭に描き出されている。また、第9図の左端深度100m付近にみられる複雑な塩分分布のように、従来の観測手法を用いた密度では、とうていとらえられないと思われるような微細な構造が各所にみられる。このような微細構造に関する詳しい解析は今後の課題であるが、曳航式CTDは海洋上層の詳細な構造を把握解析するうえで非常に有効なデータが得られ、とくに異水塊の接するような海域での成果が期待できる。

## 7. おわりに

曳航式CTDは、センサー搭載の曳航体を曳航するだけで自動的に観測データが得られるので観測作業の省力化にもつながり良好な観測機器といえる。これは、前述のベッドフォード海洋研究所が開発した重力制御安定化装置に依存する曳航技術によるものであるが、実際にこの技術を使用せず曳航体を製作するとすれば、おそらく3軸系のジャイロ装置を中心としたサーボ型制御系となるであろうから同等の機能を得るためには大きさ寸法は2倍以上、重量は8倍以上にもなることが予想され、著しく作業性が失われるのみならず運航のオペレーションにも高度の技術が要求されることとなるので、通常業務用としては採用できないであろうと思われる。このことからすれば本曳航式CTDは画期的な観測機器と言える。しかし幾つかの問題点もある。第一に他の観測作業との併用が困難である。精測の海洋観測では深度約4000mから6000m位までの海水を対称とし、観測項目も多種であるから曳航式CTDですべてを賄う訳にはいかず他の観測機器による併用の観測が必要であるが停船した場合、曳航体の揚収・曳航の作業に時間と人手を必要とし、これを頻繁に行うわけにはいかない。第二に曳航速度10ノットではおそい。10ノットという速度は従来型の曳航体の機能と比較した場合は極めて高速といえるが船舶の速度が高速化している現代では巡航速度10ノットは古く、少なくとも14ノットから18ノットで曳航できる機能が欲しいと思うがぜひたくであろうか。更に改良した高速型の曳航体が発表されることは望みたいものである。

## 参 考 文 献

- BATFISH Underwater Towed Vehicle System GUILDLINE INSTRUMENTS  
OPERATING MANUAL FOR TOWING WINCH MODEL N8680 GUILDLINE INSTRUMENTS  
GRAVITY CONTROLLED STABILIZER CANADIAN PATENT No.892,351 Feb.8,1972

J. G. Dessureault "BATFISH" a depth controllable towed body for collecting oceanographic data Ocean Engng. Vol.3,1976 pp.99-111

A. W. HERMAN and K. L. DENMAN Rapid underway profiling of chlorophyll with an in situ fluorometer mounted on a "Batfish" vehicle Deep Sea Res., 1977, Vol.24 pp.385-397

海洋科学技術センター スライド式曳航体における運動系概念設計書 昭和54年11月

### 報告者紹介



Yoshizo Ueno

上野 義三 昭和61年3月現在,  
本庁水路部海洋調査課海洋調査官



Haruo Ishii

石井 春雄 昭和61年3月現在,  
本庁水路部海洋調査課海洋調査官



Yutaka Michida

道田 豊 昭和61年3月現在,  
本庁水路部海洋調査課海洋調査官