

流速計 (M T C - II) の概要

小田 巻 実 ・ 新田 清
海 象 課

Current Meter (MTC-II)

By

Minoru Odamaki and Kiyoshi Nitta
Oceanographic Division

1. まえがき

潮流観測用の流速計としては、従来から小野式自記験流器 (O C) が使われている。これは、昭和 20 年代に水路部によって開発されたもので、プロペラ式で記録紙内蔵型のものである。その後、ぜんまい式の時計を電池式にするなど若干の改良が加えられたが、ほとんど原型のままである。この流速計は、半日あるいは一日周期の潮流測定用に開発されたため、二、三日間観測して潮汐周期成分を取り出すには大変便利な測器であったが、最近注目されている長周期成分や短周期の流れに対しては不向きである。また、記録装置も時計とペンと紙を組み合わせた簡単なものであったため、観測者の熟練度によって読取りの精度や能率に違いが出た。この度、この小野式自記験流器をベースにしているものの、プロペラから記録装置に至るまで徹底的に改良された新型流速計 (M T C - II) が開発・納入されたので、ここにその概要を紹介することとした (図 1、表 1)。

今回の改良点は、主として次の 4 点に要約される。それは、(1) コンスタントピッチプロペラの採用、(2) 正逆回転の判別、平均流向の算出を可能にした演算機構、(3) デジタルカセットテープの記録装置、(4) 磁気コンパスの改良である。これらは、相互に結合して、全体として性能向上が図られている。

2. コンスタントピッチプロペラの採用

今まで O C に使われていたプロペラは、弱流用 (A)、中流用 (B)、強流用 (C) の三種類があり、いずれも平板翼プロペラで羽の取付角や枚数が流速に合わせて変えられていた。この方法には、本質的な矛盾があった。すなわち、潮流は周期流なので強潮流海域であっても憩流時が必ず存在し、B・Cペラを取付けたままでは憩流時近くの弱流は正確に測れない (図 2)。そこで、従来は検定直線の下部をゼロを通る二次曲線で近似していた。これはあくまで便宜上の方法で正確なものではない。つまり潮流用には、弱流から強流まで一本でカバーできるプロペラが望ましい。コンスタントピッチプロペラはこれに充分答えるものである。

プロペラの回転について考えてみよう。平板のプロペラでは、一回転したときに進む距離 (ピッチ) が中心軸からの距離によって部分ごとに異なる。すなわち、取付角を θ 、ピッチを l 、半径を r とすると、一回転して進む距離は、平板がそのまま流れに逆らわずに動くと考えればよいので (図 3)、ピッチは

$$l = 2 \pi r / \tan \theta \quad (1)$$

となり、両辺を単位時間当りのものと考え、流速 (U) と回転数 (N) の関係になおして、

$$U = 2 \pi \cdot (r / \tan \theta) \cdot N \quad (2)$$

図 1

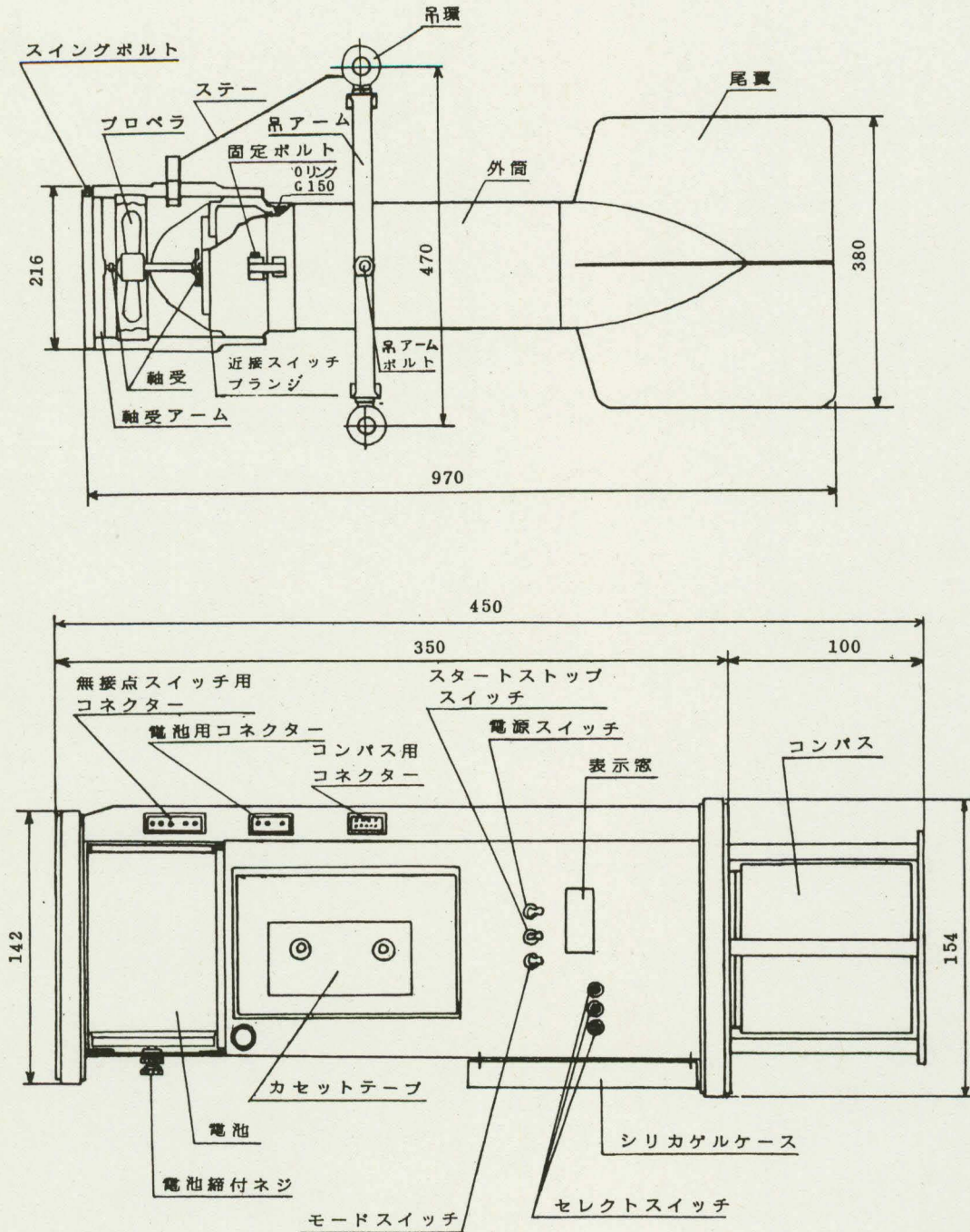


表 1 仕様

流速測定範囲	0.02~5.00m/sec	流向測定範囲	0~360°
流速測定精度	1%以内	流向測定精度	±5°
観測間隔	2~99分	外形寸法	267W×520H×970L mm
観測時間	1~9分	重量	37 kg (空中)
設置水深	最大200m	電源	NiCd電池12V, 6V 3.5Ah
記録期間	10分毎2分間の観測で約1ヶ月		
データ内容	流向、流速共観測時間の平均値		
データ形式	ISO-3407、JIS-C6281等の諸規格に定められた情報記録様式と互換性がある。		
使用テープ	情報交換用磁気カセットテープ標準品 CT-300(TEAC社製)		

となる。平板翼の場合には、 θ が一定であるため
に l は γ に従って変化する。そのため、翼面の形
によって有効な γ の値が決まるものの、翼の部分
ごとに l が異なるため、流れがプロペラからはが
れて乱れたり、甚しい時には破損してしまったり
することがあった。また同様の理由により、乱れ
の発生を抑えることができず、測定可能範囲を狭
め、(2)式には定数項が付加されるようになってい
た。

以上の難点は、コンスタントピッチプロペラに
よってほぼ完全に解決された。つまり、 γ / \tan
 θ が一定になるようなひねりを翼に加え、プロペ
ラの各部分のピッチを一定にすることで、測定可
能範囲が広がり (2 ~ 500 cm/s)、直線性も
よくなった (図2)。

3. 制御・演算機構・記録装置及び磁気コンパス

プロペラの回転は、無接点リレーによって電気
信号に変えられ、流速計の内器 (図1) に伝達さ
れる。内器は電源用のニッケルカドニカ電池、デ
ジタルカセットテープ装置、液晶による表示窓の
ついた制御・演算部、そして最後尾の磁気コン
パスからできている。スイッチには、電源スイ
ッチ、モードスイッチ、スタート・ストップスイ
ッチの3個と、数値設定用セレクトスイッチが3
個ついている。このうち、モードスイッチは、
チェック計測・データアウトの3つのモードの
切換を行なう。チェックモードでは、演算回
路やカセットテープの状態のチェックを行なう
ほか、流向・流速の測定値を表示させることが
できるので、プロペラの回転の仕方や磁気
コンパスの作動を確認することができる。

計測モードでは、測定時間は1分から9分まで、
測定間隔は2分から99分まで分単位でセレクト

スイッチによって設定される。流向も流速もこの測定時間内の平均値である。流向の平均演算は次のようになっている。プロペラの回転による電気パルス
を磁気コンパスに連動した8ビットの符号板に導き、方位を検出する。次々に送られてくるパルスに従ってメモリー上に方位の頻度分布をつくる。一番頻度の多い方位を基準に $\pm 45^\circ$ の範囲を平均して流向を求め、その平均流向と平均を求めのに用いたパルス数を記憶回路に伝達する。また、流速に関しては、測定時間内のプロペラの回転を積算するのであるが、回転を検出するリレースイッチに

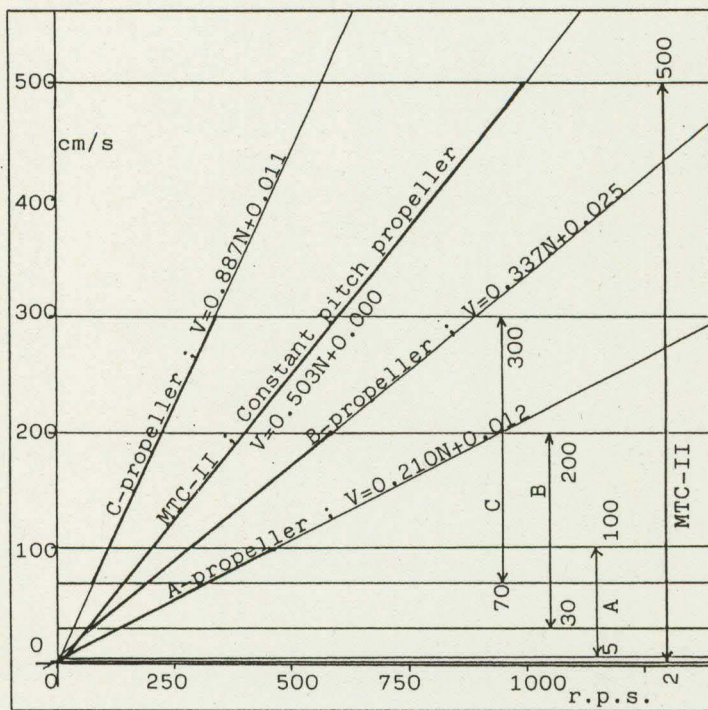


図2

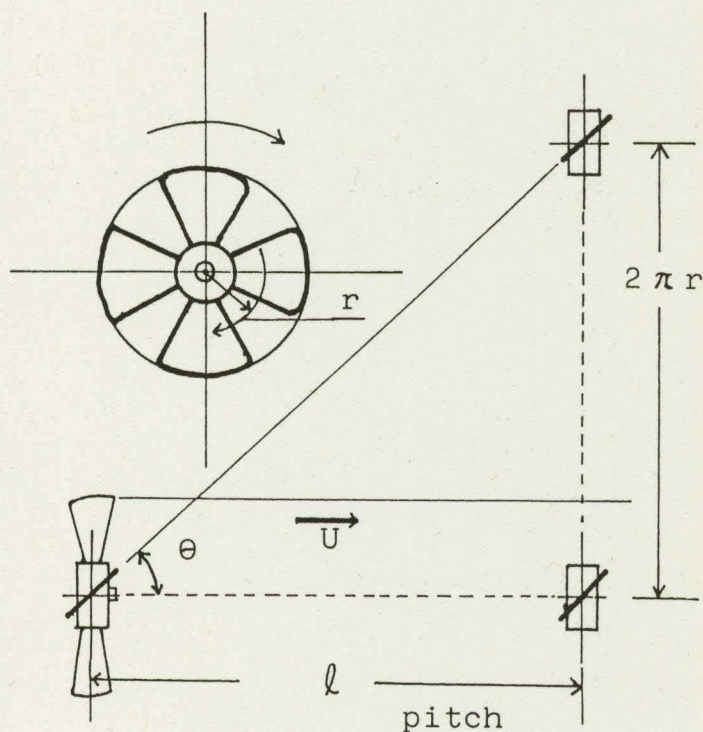


図3

ペラの正回転・負回転を判別する機構がついていて、正・負のそれぞれについて積算するため、従来の流速計に見られた乱れなどによる数え過ぎをなくすることができる。

データアウトモードでは、セレクトスイッチを使って流速の換算式の値を設定し、カセットテープを巻き戻したうえで、始めからの観測回数、流速値、流向値を次々に表示させることができる。また、同時に出力端子を使って外部出力することもできる。

記録装置には、デジタルカセットテープが用いられている。このデジタルカセットはISOやJISの規格に基づいた標準的な記録様式なので、互換性に富んでいる。記録形式は1回の観測値が全部で32バイトで表わされ、8観測分256バイトで1ブロック、8ブロックで1単位として処理される。つまり、64回の観測値がメモリーに蓄積された後、カセットテープに記録される。計測がスタートすると、ただちに最初の測定が始まると同時に、カセットテープの先頭にラベルブロックが記入される。これは、機械番号、測定間隔、測定時間などから構成されている。その後、64観測ごとに記入される。各観測の測定中には回転数が、待機中にはそれまでの観測回数が、液晶に表示されている。計測を終了させると、それまでに蓄積されたデータの後にゼロのデータを追加し、64観測の形式に整えられた最終レコードが記入される。

1回の観測値(32バイト)の内容は、a) 観測回数、b) 正の回転数、c) 負の回転数、d) 流向算出時のパルス数、e) 平均流向から成り、それぞれ2バイトで表わされている。通常の観測ではcはゼロであり、bとdは一致している。ところが、荒天時や無流状態の時は、そうならないため副次的に流況を知ることができる。

磁気コンパスについては、磁石を用いることは従来と同じであるが、磁石の取付部を固定せず本体が傾いても水平が保てるように工夫された。また、8ビットの符号板による分解能は約1.4度であり、平均演算がされるので信頼度は高いと言える。更に、磁石や本体の振動による計測ミスを防ぐため、磁気コンパス全体がシリコンオイルづけとなっている。

4. 問題点と今後の課題

以上のように、MTC-II型はプロペラ式の流速計では、ほぼ完璧といえる完成度を持ったものである。しかるに、いくら流速計の性能がよくても、流速計本体が流れの中に固定されるか、もしくはその位置や姿勢を認識されなければ正しい流速を測ったことにはならない。今後は、この流速計を強い流れや波浪の中にどのように固定するのか、その係留方法はどうすべきかなど、応用技術の開発をする必要があるだろう。

また、最近の流速計は環境調査にも用いられることが多いので、水温計や電導度計などを付けることが望まれる。記録装置にかなりの余裕があることから、メーカーにはその準備があると思われる。

最後に、MTC-IIの流速計のカタログ・取扱説明書には、空中重量の記載はあるものの水中重量の記載がない。また、磁気コンパスの傾斜角度に対する性能、斜めからの流れに対するプロペラの特長、通常の係留方法で流れに投入した時の姿勢などの記載もない。また、流速計の各部分ごとのパーツリストや規格表なども欲しい所である。これらの情報は、流速計本体の性能に優るとも劣らぬ価値のあるものであり、逆にこれの付いていない測器は科学的な測器とは言えない。早急な充実が望まれる。

なお、この流速計は、運輸省の研究開発の補助金を得て、水路部の監督のもとに協和商工(株)が開発したものである。