

## 二軸電磁ログによる海潮流観測について

手登根 功\*, 小山あずさ\*, 木村琢磨\*, 宗田幸次\*

Ocean current velocity measurement by using electromagnetic log with dual-axis sensors

Isao TEDOKON\*, Azusa OYAMA\*, Takuma KIMURA\*, and Koji MUNEDA\*

### Abstract

In order to observe ocean currents by the electromagnetic log with dual-axis sensors (EM 2 Log) equipped on patrol vessels in 11<sup>th</sup> Regional Coast Guard, we have changed method of collecting EM 2 Log data for better and performed two-direction observations for calculation of correction value from 2009. And we investigated availability of correction value calculated from the data measured in the search of the sea accident.

### 1 はじめに

第十一管区海上保安本部（以下、「十一本部」という）では、主務課を海洋情報調査課とし、船舶技術課、警備課、救難課及び情報通信管理センターとの協力のもと、海潮流データ収集装置付二軸電磁ログ（以下、「二軸電磁ログ」という）を搭載した巡視船艇による海潮流観測の実施に向けた方策を行い、巡視船については平成 21 年 12 月から本格的に業務として海潮流観測を実施している。海潮流観測の成果は黒潮流軸の変動を捉える等、管内海域の海況把握がなされ、海潮流データの充実に役立っている。また、充実した海潮流データを使用することで漂流予測の精度向上が図られ、海難発生時における迅速・的確な捜索・救難、油流出における防除対策等に貢献している。

二軸電磁ログ搭載巡視船艇での海潮流観測実現に向けたこれまでの取り組みについて、多くの方々に知って頂くとともに、後進への引き継ぎとして取りまとめたのでここに報告する。

### 2 二軸電磁ログによる海潮流データの取得及び伝送

各巡視船艇において、各機器によって取得される船位・時間 (GPS)、対水船速 (二軸電磁ログ)、針路 (ジャイロ)、風向・風速等が海潮流データ収集ユニット（以下、「収集ユニット」という）に集められ、RS-232 C 又は RS-422 ケーブルによりパソコンに送信される。パソコンでは海潮流を計算するプログラムにより 1 秒毎に CSV 形式で収録したデータファイル（以下、「CSV 形式ファイル」という。）が作成される。また、CSV 形式ファイルのデータから 2 分毎に流向・流速を計算し、不要なデータを取り除いてファイル容量を少なくした海潮流演算データファイル（以下、「UNZ 形式ファイル」という）が作成される。パソコンにはこれらの他に収録・伝送等に係る各種設定値、伝送状況を記録したログファイル等がある。これらのファイルのうち、漂流予測を行う際に使用される UNZ 形式ファイルがパソコンの伝送用プログラムにより、衛星を利用した

\* 第十一管区海上保安本部 11<sup>th</sup> R.C.G.Hqs.

方法で伝送することができる。

### 3 観測体制の確立

#### 3.1 海潮流データ収集ユニットとの接続

平成 20, 21 年度で第十一管区に配備された二軸電磁ログ搭載巡視船艇は 7 隻で、当初は収集ユニットとパソコンがケーブルで接続されていない状況であった。

同ケーブルの接続の完了なくしては海潮流データの計算・伝送が行えないことから接続作業を最優先で行った。作業は海洋情報調査課海象担当職員により各巡視船を訪問し、現状調査を行い、その報告を受けて船舶技術課がケーブルの接続を順次行った。巡視艇についても同様に現状調査を行ったところ、艇毎に RS-232 C ケーブルの仕様が異なるという状況であったことから、各艇に対応したケーブルを準備し、接続を行い、取得・伝送を行える環境を整備した。

巡視船 3 隻については船舶技術課の協力の下、ドックにおける整備・修理時にケーブルの壁内への遮蔽配線工事を実施しており、他の巡視船艇は順次、ケーブルの遮蔽配線を実施する方向で調整し、平成 23 年度には全ての巡視船艇の工事が完

了した。

#### 3.2 暫定補正值算出のための L 字往復観測

二軸電磁ログを用いて海潮流を計算するためには、船の船首方向線と船底に取り付けた二軸電磁ログ方向のズレによる計測誤差を補正する必要がある。また、船速を変えたことで生じる二軸電磁ログで計測される対水船速の誤差の補正が必要である。二軸電磁ログの補正值算出には「ランダム航走法」を田中（2007）が提案している。「ランダム航走法」では船舶のさまざまな針路で航走した際に得られる観測データが一定量必要となり、一定量の観測値が得られるまでは確からしい海潮流を観測することが困難となる。そのため、第十一管区では回航時及び捜索時の速力である 17.5 kn, 22.5 kn 及び 27.5 kn の L 字往復観測を行い、各巡視船艇について暫定補正值を求め、取得されるデータを補正したことで、ある程度の信頼しうるデータの取得が可能となった。暫定補正值を求めるための L 字往復観測線を Fig.1 に示す。観測方法は一定速力及び一定針路で 20 分間航走し、反転して再び一定速力及び一定針路で 20 分間航走する。その後、同一海域において針路を

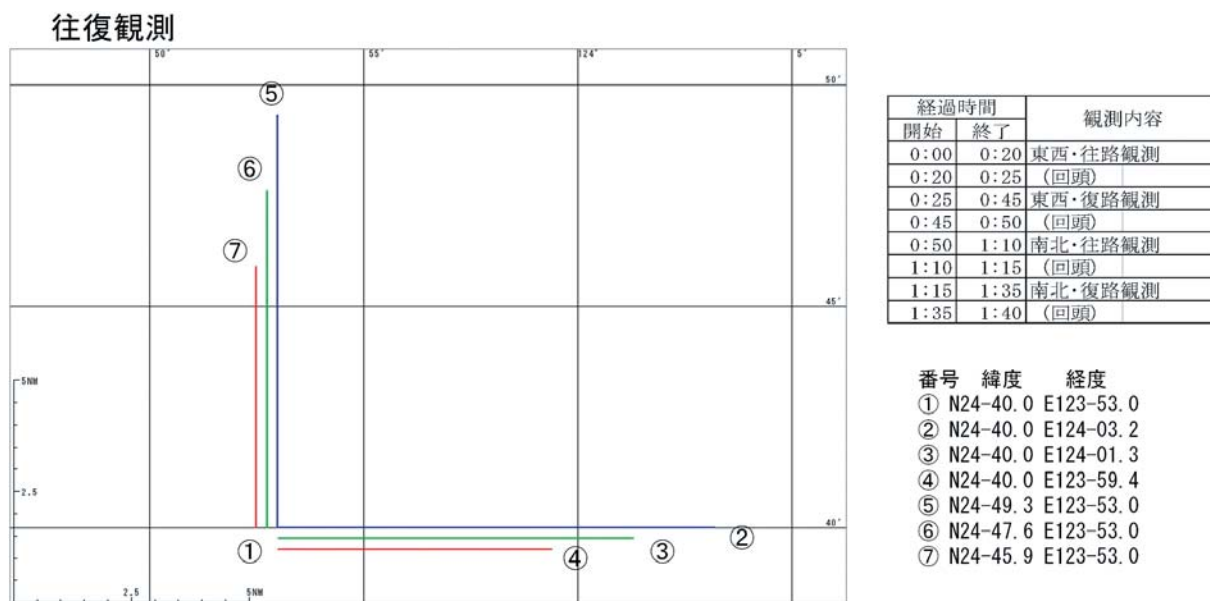


Fig.1 Two-direction observations for calculation of correction value. Distance of cruising by 17.5 kn (red line), 22.5 kn (green line) and 27.5 kn (blue line) for 20 minutes are about 5.8, 7.5 and 9.2 miles, respectively.

90度変えて同様の往復観測を行う。これを17.5 kn, 22.5 kn 及び 27.5 kn の速度毎に実施するものである。

#### 4 二軸電磁ログ搭載巡視船艇による海潮流観測業務

##### 4.1 漂流予測の精度向上に係る観測を充実するため新たな実施規則を策定

効率良く海流観測を行えるような測線を定め、第十一管区独自で取り組んでいる大型巡視船の戦略的運用のもと、月1回以上の海潮流観測に取り組んでいる。

##### 4.2 二軸電磁ログによる海潮流データの授受

漂流予測で使用する UNZ 形式ファイルは常時伝送することとなっているが、第十一管区では緊急事案以外は伝送を停止している。

その理由は、UNZ 形式ファイルでは LOG モードと GPS モードのどちらで取得されたデータか確認することができない点が挙げられる。二軸電磁ログの設定には LOG モードと GPS モードがあり、LOG モードに設定しないと海潮流の計測ができない。GPS モードでは対水船速が収集ユニットに送信されず、UNZ 形式ファイルの流向・流速値は不良データである。この時の対水船速の項目は、左右方向の船速が全て“0.0”（ゼロ）になっている。

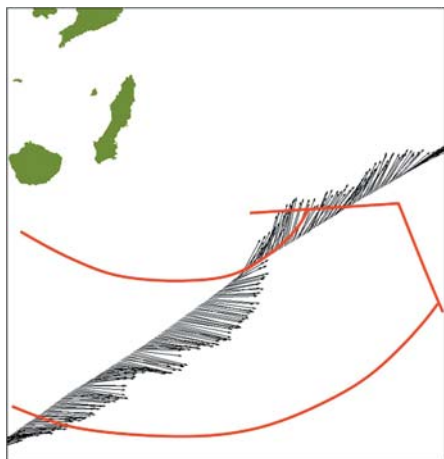


Fig. 2 Error current data by observation of GPS-mode EM 2 Log.

Fig. 2は鹿児島南方の黒潮流域の観測値をプロットしたもので、流向・流速値は確からしい海況を表わしているように見える。しかしながらGPSモードにより観測され、過去の補正值で算出されたものであるため、不良データである。UNZ形式ファイルから矢符図を作成しただけではデータの良否が判断できない例である。このことからCSV形式ファイルの対水船速を確認する必要がある。その他、各巡視船艇の二軸電磁ログの状況の把握及びUNZ形式ファイルの再作成等に必要であるため、通常時はCSV形式ファイルを受領している。

UNZ形式ファイルより大容量であるCSV形式ファイルを受受する方法としては、当庁のネットワークシステムを利用している。巡視船艇が哨戒等の業務を終え、基地へ回航した後に、収録されたCSV形式ファイルが十一本部海洋情報調査課の端末に送付される。

##### 4.3 二軸電磁ログによる海潮流データ

4.2で受領したCSV形式ファイルから、二軸電磁ログ用海潮流演算プログラムを使って、これまでに算出した補正值を用いたUNZ形式ファイルから流れの矢符図を作成し、同時期、同海域における測量船・巡視船のADCP (Acoustic Doppler Current Profiler: 超音波ドップラー流速計) で取得された海潮流データがあれば、そのデータとの比較や、海面高度及び表面水温等の情報と重畳することで、観測結果が確からしい海況を表わしているか確認している。(Fig. 3)

流向・流速の精度が低いと判断した場合は、1回航分、2回航分とCSV形式ファイルの数量を変え、且つ、一定速力、一定針路のデータを抽出し補正值の再算出及びUNZ形式ファイルを作成し、流向・流速を確認している。

直近の海潮流データを使用して補正值を算出しても、Fig. 4の破線の海域のように黒潮流域内のため流速が2~3 knで、流向が東から北東方向であるべきところが、西から北西方向と流向が反対方向である等、流向の極端な偏りがある場合や、

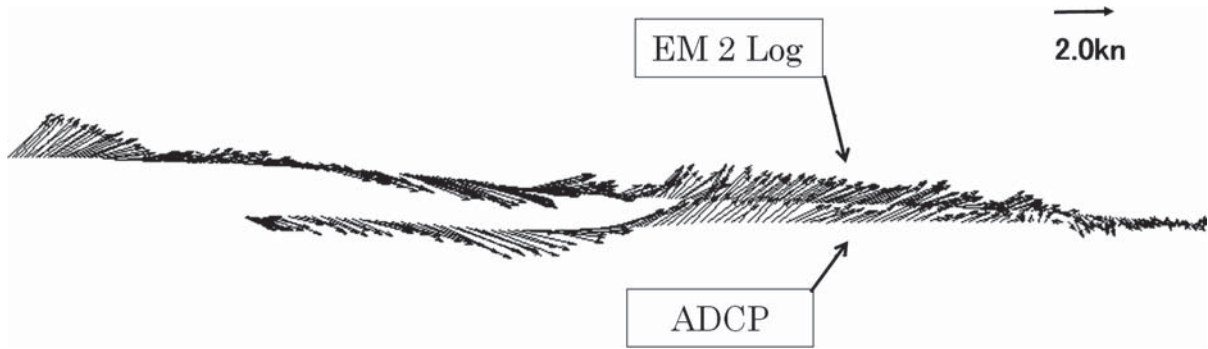


Fig. 3 Ocean current velocity by using ADCP and EM 2 Log.

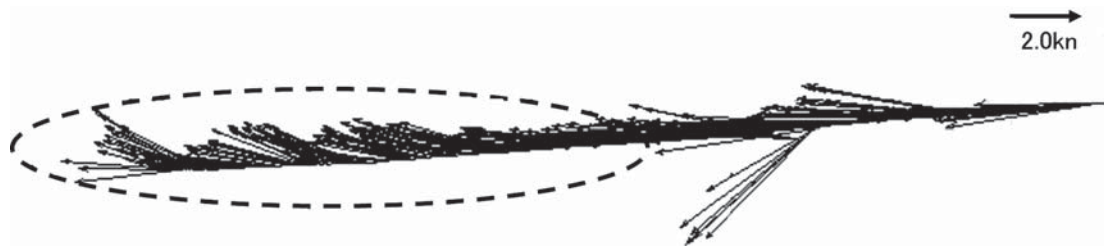


Fig. 4 Error current data measured by EM 2 Log.

二軸電磁ログで得られる対水船速と GPS で得られる対地船速との差が 5 kn 以上と大きい場合は、二軸電磁ログの故障又は二軸電磁ログセンサー部への生物付着による精度低下の可能性があることから、二軸電磁ログの修理又はセンサー部の清掃が必要となる。

#### 5 海難における捜索時の観測データの活用

5 kn 毎の速力による暫定補正值算出のための L 字往復観測には時間を要するため、時間の制約から実施できず、暫定補正值が算出できないことや、二軸電磁ログのセンサー部へ生物付着による影響により過去に算出した補正值では正確な流向・流速を算出できないことがある。

海難の捜索では東西又は南北方向に一定速力、一定針路で往復航走することが多い。その際に収録されるデータを利用して、短時間のデータから有効な補正值が算出できることがある。平成 23 年 8 月の海難発生時は南北方向に往復航走して捜索を行っていた。漂流予測を行うにあたっては、4 時間分の CSV 形式ファイルを受領した。CSV 形式ファイルは容量が大きいことから分割して送付してもらう手法を取った。

補正值なしでは南北方向航走時で隣接した測線の流向は反対方向となっており流速も異なるが (Fig. 5)、そのデータから算出された補正值で流向・流速を算出し直したところ、隣接した測線の流向及び流速は概ね一致した。(Fig. 6)

このことから、短時間であっても東西又は南北

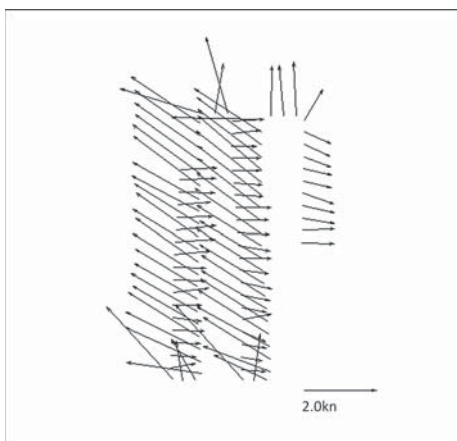


Fig. 5 Ocean current velocity measured by EM 2 Log (not corrected).

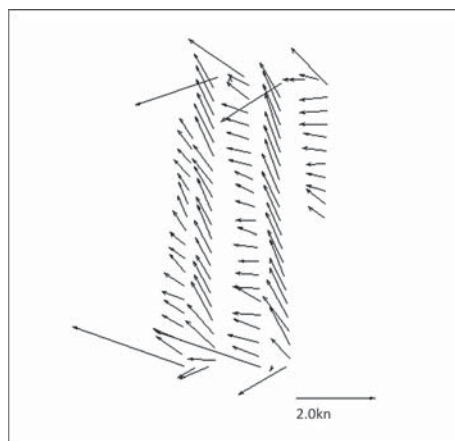


Fig. 6 Ocean current velocity measured by EM 2 Log (corrected by using 'Random Cruising Method of Tanaka (2007)').

方向に一定速力，一定針路で観測されたデータから算出した補正值は，L字往復観測を実施するまでの間，またはこれまでに算出した補正值の信頼性が低いと判断された場合等は，海難時における捜索時の観測データから算出された補正值を代用できると考えられる。

その他，平成 23 年 11 月の海難でも数時間程度の観測値から算出した補正值による流向・流速値を現場値として漂流予測に使用した事例がある。

## 6 まとめ

平成 21 年 12 月から二軸電磁ログの本格的運用が始まり，黒潮流軸の変動を捉える等，管内海域の海況把握がなされ漂流予測の精度向上にも貢献している。しかしながら ADCP と同様の信頼性のあるデータが取得できるまでには，補正值の算出手法の確立や生物付着の影響の除去等の課題がある。また，巡視船から船橋でリアルタイムに海水の流向・流速を確認したいとの要望を受けている。これらの課題の解決に向け，今後も本庁海洋情報部環境調査課と協力して，二軸電磁ログの発展に努めることとしたい。

## 参考文献

田中友規 (2007)，二軸電磁ログを使用する海流観測におけるバイアス誤差の補正方法，**海洋情報部研究報告**，43，45-57。

## 要 旨

第十一管区海上保安本部が平成 21 年度から行っている海潮流データ収集装置付二軸電磁ログによる海潮流の観測に向けて実施した，データの収集方法，暫定補正值算出のための L 字往復観測及び海難捜索時に得られた観測値による補正值の有効性の検討等の取り組みについて報告する。