

# DGPS 精密電波測位装置 (1009型データムーバ) の現状と問題点について

穀田昇一・小川正泰・杉尾 毅：沿岸調査課

## The Present Situation and Problems of High Precision Differential GPS System (1009 Type DATA MOVER)

Shoichi Kokuta/Masayasu Ogawa/Takesi Sugio : Coastal Survey & Cartography Div.

### 1. はじめに

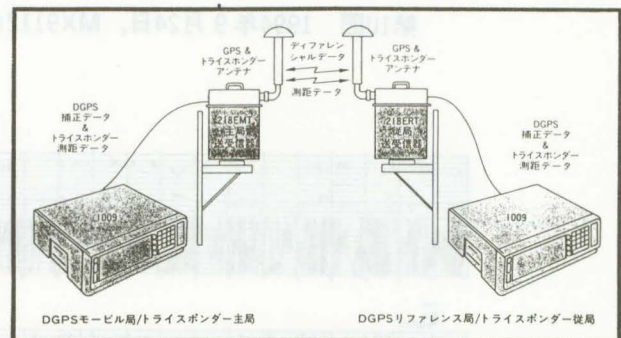
水路部沿岸調査課は、昨今の急速な高精度ディファレンシャルGPS技術の発達を鑑み、これまで位置精度1m以内を必要とする海上位置測量の主流であった距離測定方式の精密電波測位機(トリスポンダやマイクロフィクス等)からリアルタイムディファレンシャルGPSに移行すべく導入計画を立て、手始めに平成6年12月に測量船「海洋」の複合測位装置の一部であるトリスポンダ1008型をアップグレードしてDGPS機能を持たせ(これをDGPS精密電波測位機と呼称するが、以後ここではDGPSとする)、浦賀水道の沿岸測量で初めて本格的に使用した。

その後、平成6年度補正予算で1式、第五管区20m型測量船「うずしお」用に1式のDGPSを導入し、東京湾、大阪湾、伊勢湾の大都市近郊活断層調査や八、七、二、保安学校、三管区の港湾測量等で運用してきたのでDGPSの現状と問題点を中心に述べてみたい。

### 2. 装置の構成

本DGPS(1009plus型)の構成は、従来のトリスポンダ機能にDGPS機能を付加したものである(図1参照)。

ハード面では、移動局側の本体はトリスポンダの主局DDMU(Distance Data Measurement Unit)にGPS受信機とPCを組み込んだもので送受信機は、トリスポンダのものをそのまま利用している。基準局側は、トリスポンダの従局送受信機にディファレンシャル補正データを転送するため



第1図

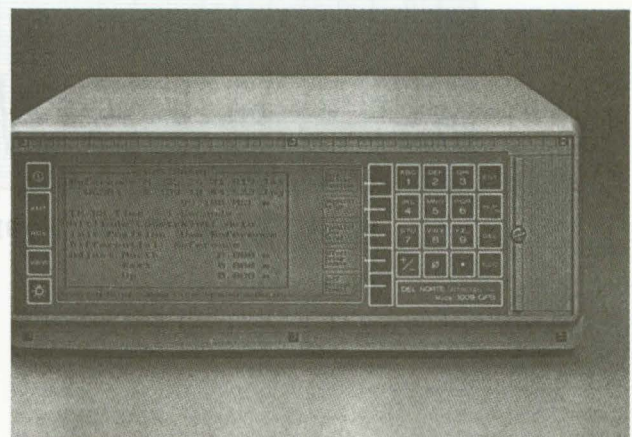


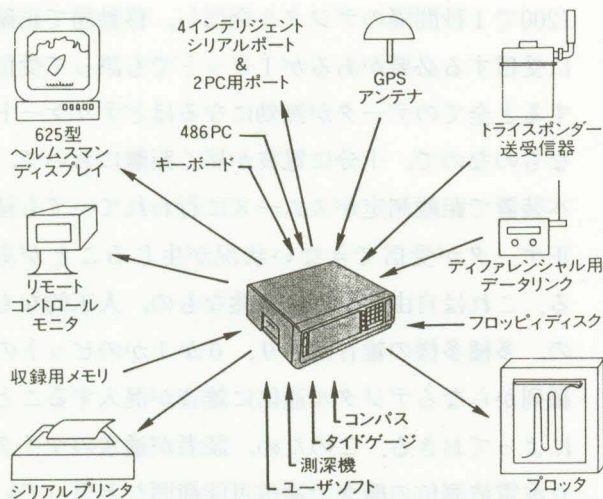
写真1

の基板が付加されただけで外見は全く同じであり、これに移動局側と全く同じ機能の本体がついている。それ故に、電波管理が厳しい日本において最大80km(実用上は50kmか)間でリアルタイムDGPSが可能な無線局としての認可が容易にとれたことが、他機種に比べ日本で普及している一因となっている。最もこれには前提があり、以前水路部がトリスポンダの距離測定に加えて誘導時の角度値を距離測定の電波に乗せて主局に送るローセータ機能を開

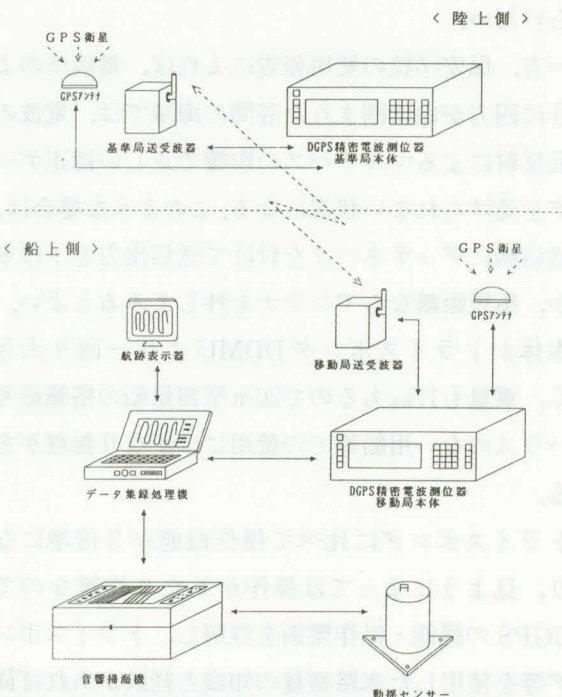


発するよう助言し実現していたため、電波形式がデジタルデータを送ることができる6M00, P0D, K1Dになっていたことも幸いしている。AC / DC コンバータは、本体に PC が組み込まれたため、従来のものより大容量のものになっている。本体には、4つのシリアルポートと2つのCOMポートを備えているので図2のような周辺機器を接続できる。

現用のシステムでは、使用目的にもよるがフル装備すると、図3のような構成となり、データ収録処理機で動揺補正された水深データ及び DGPS 測位



第2図



第3図

データを集録処理し、航跡表示器で操舵用としての誘導画面を表示する。

データ集録処理機には、DOS / V系ノート PC を使用し、ソフトには測量船搭載の複合測位機能をほとんど有し、世界的に普及している水深収録ソフト「HYDRO」を使用している。

### 3. 装置の機能と特徴

- DGPS には、基準局での GPS 単独測位値と既定値との差を移動局側で差し引くだけの位置精度 5 ~ 10m の低精度 DGPS と、位置計算に使用した衛星からの疑似距離を位置の差から補正して再計算する精度  $\pm 1 \sim 5$  m の中精度 DGPS があるが、本 DGPS は、前記の機能に連続位置の位置偏差要素や距離要素等を加え、3次元精度  $\pm 0.5 \sim 1$  m にした高精度 DGPS である。
- 1009型本体は、トリスポンダ DDMU 機能を備えた電波測位機、L1・C/Aコード受信の 9chGPS 受信機、各種測深機等とのインターフェース機能やデータ集録機能を1ユニットに内蔵したオールインワン設計になっている。このため、従来のトリスポンダ DDMU より寸法・重量とも一回り大きくなっている。
- 前述したようにトリスポンダ用送受信機を補正データ転送用データリンクとして使用するので 50 km ほどの長距離リアルタイム DGPS 測位で位置精度  $\pm 0.5 \sim 1$  m が期待できる。
- DGPS 処理された位置、精度等の各種情報データの中からユーザーが任意に指定した項目で時間、測位と測深値等を結合した形のデータ、または NMEA183 の標準出力データを内蔵メモリー及び、FD に集録でき、かつ同時にシリアルポートから外部コンピュータや周辺機器に出力できる。
- 本 DGPS では、WGS84 の座標系で測位を実施し、任意データムでの経緯度座標や任意図法での X-Y 座標をリアルタイムで変換・表示する。
- DGPS 補正データ転送フォーマットとして、標準 RTCM 104v2 (Radio Technical Commission For Maritime Services 104 Version 2) にも対応しているので他社製 GPS 受信機との DGPS も



可能である。しかし、現在のところ無線機の互換性がないので使用予定はない。

- ・基準点測量用に基線解析ソフト及び、GPS プランニングソフトがオプションで付加できるが本体が重く実用的でないので導入していない。
- ・1009型 GPS 受信機は、固定点測位機能「エスタブリッシュモード」を持っており、24時間の単独測位観測で±0.3～1 mの精度があることを検証しているが、水路測量では実用上の利用価値は低く、基準点のない離島の測量等で利用するだけだろう。
- ・当然ながら、従来のトリスポンダとしてレンジレンジ方式の測位もできる。

#### 4. DGPS の現状と問題点について

「はじめに」の項に述べた活断層調査の各中型測量船や管区で使用した報告を聞くと、中型測量船の観測室のような測定環境が好条件で、測量者が精神的に安定した状態では、測定者が初心者の場合でも大きなトラブルもなく、期待した精度の海上位置のデータが得られているが、管区測量船や用船での使用では、トラブルが多発しており十分な成果が得られているとは言い難い状況にある。その原因の一つに中型測量船はいつでも沿岸調査課技術担当と電話連絡ができ技術指導がしやすいが管区測量については、現地の海上での技術指導で解決するようなトラブルでも即座に連絡できず、また揺れ動く船内では人によっては船酔いも考えられる状況では、水深測量の効率、日程等を考慮し対処策もある機能は外してでも現地測量を終わらせようという方向に働くことがあげられるのではないだろうか。筆者も今治港での JICA 水路測量実習で1週間ほどしか使った経験はないのだが、そのときの状況とこれまでの報告から現状と問題点をまとめてみると以下のようなことがいえる。

- ・基準局と移動局の補正データ転送用のアンテナ比高が大きい場合、基準局に近い1から2 kmの範囲で基準局アンテナに全方位型のものを使用すると(港湾測量等で1つの基準局で全域をカバーしたい状況があることは、経験者ならば容易に理解で

きよう)、浦賀水道沿岸測量・今治港の例では、フェージング域が増えるためか完全な補正データを受けにくくなり、距離データは受信できているにも関わらず DGPS モードが外れることが多くなる。110度の指向性アンテナを使うと空中線出力増加と特性が変わるためかフェージングの影響がほとんどなくなる。アンチヌル方式で送受信アンテナを2台にすればかなり解決できるはずだが費用等との関連からまだ検証していない。

- ・リアルタイム DGPS では、基準局側が受信している全ての衛星の疑似距離補正データをポーレート1200で1秒間隔のデジタル発信し、移動局で正確に受信する必要があるが1ビットでも誤って受信すると全てのデータが無効になるほどデリケートなものなので、十分に電波が届く距離において、本装置で距離測定がスムーズに行われていても補正データが受信できない状況が生じることがある。これは自由空間には自然なもの、人工的なもの、多種多様の雑音があり、0か1かのビットの羅列からなるデジタル通信に雑音が混入することによっておきる。このため、読者が通常のマイクロ波電波測位の概念で通信可能範囲だと思っても DGPS が正常に機能しないことがあることを考慮して操作・監視し、トラブルに対処してもらいたい。
- ・一方、保安学校の使用報告によれば、舞鶴湾のように四方が山に囲まれた谷間の海域では、電波の乱反射によるマルチパスの影響で正しい補正データを受けられない状況になる。このような場合は、送信機にアッテネータを付けて送信出力を下げるか、極短距離ならアンテナを外してみるとよい。
- ・本体がトリスポンダ DDMU より一回り大きく、重量も17kgあるので20m型測量船の搭載艇やハウスのない用船等での使用にはかなり無理がある。
- ・トリスポンダに比べて操作機能が3倍増になり、見ようによっては操作がかなり複雑なので DGPS の機能・操作要領を理解し、トリスポンダ等を使用した水路測量の知識と経験があれば従来の測距方式に比べ、労力的・精度的・効率的に



も非常にメリットが多いといえるが、当初電波測位機を導入したとき同様、円滑な運用に到るにはしばらく時間が必要だろう。

- ・内部に PC を内蔵したことによる画面ロック、PC 電源不良等の初期故障が何回か起きており、業者に即対処させているが平成 7 年度中にはこの種の故障はなくなるよう指示している。
- ・トリスポンダの実績から送受信機等の防水性が高く海上での長期間使用にも十分耐え得るが、GPS アンテナと空中線の接続コネクタ一部は、ゴムテープ等で防水処置をすること。
- ・当然ながらトリスポンダ同様、多移動局によるマルチ運用もでき、トリスポンダとのマルチ運用もできる。
- ・通常、誘導画面やデータ集録値として WGS84 から BESSEL 楕円体値 (東京データム) への 7 成分値による地心座標変換 (楕円体変換) が必要だが、本 DGPS に既定値として入っている 7 成分値は米国が WGS74 (NNSS の頃) 時代に全国の米軍基地等で測定した値を採用しているらしく実状にあわないので座標変換機能にある USER DEFINE を使用し、7 成分パラメーターを入力すること。水路部では、地心軸は両楕円体とも平行であり、軸の尺度も同じとの仮定を基に  $\Delta X=146.23\text{m}$ 、 $\Delta Y=-507.57\text{m}$ 、 $\Delta Z=-681.86\text{m}$  の 3 成分値を下里での SLR (レーザー測距) の成果から採用している。ただし、変換ソフトのアルゴリズム関係上、本 DGPS では 3 成分値の符号を逆にして入力する。
- ・本 DGPS の送受信機の電波形式、空中線出力は、トリスポンダと同じなので無線従事者免許資格としては電話級甲のレーダー級でよい。
- ・基準局 (従局) 送受信機のコードには、管区所有の 3 桁のものと本庁所有の 4 桁のものがあるが、DGPS モードで補正データを送受信するときは、何故か 3 桁の方が調子がよい。原因を問い合わせ中であるが優先順位によるタイミングのずれが発生するようだ。
- ・トリスポンダ主局、従局はそれぞれ電源として DC24V/2.5A、0.9A であったが DGPS は、基準

局、移動局とも DC24/4A の電気容量を必要とするので 40AH の蓄電池では 10 時間 (実質は蓄電池の管理状態にもよるが 6 時間程度と考えた方がよ

- い) しか保たないので、移動局は AC100V の電源が確保できること、基準局は商用電源がとれる条件を考慮して運用すべきである。蛇足ながら上記の理由によりトリスポンダに付属の AC / DC コンバータは、DGPS 用には使用できない。
- ・DGPS には 601 型音響掃海機の標準デジタル出力を取り込み、時間・位置データと水深値を結合してデータロギングする機能があるが、DDR “survey 8” 出力フォーマットには現在のところ対応していない。管区所管の 6 型測深機で DDR 出力に固定した RAM を装着しているものは、RAM を交換する必要がある。

## 5. おわりに

本リアルタイム DGPS は、上述したようにトリスポンダの構成・機能に DGPS の機能を付加したものであるので全体装置構成・形状として大型で重量もかなりあるため、運搬・機器装備等にかかなりの労力を必要とするが海上位置測量をする上での機能はほとんど網羅しており、民間等にもかなり浸透して使用されている。使いこなすには、測地的な水路測量の知識・技術と弱電 (無線関係を含む) 関係の知識を必要とするが初心者でも室内等でキー操作になれることにより、これらの知識・技術をかなり吸収できるので、管区配備、貸し出しの折りは、キー操作でハードやソフトが壊れることはないので、臆することなく進んで各機能を確認してもらいたい。あちこちから、誰でも使えるマニュアルを、との声を耳にするが最新技術で多機能の機器であればあるほどそのようなマニュアルを作るのは難しい。なぜなら、水路測量の現地状況は、全て異なっているからである。簡易マニュアルは、順次整備していくが、現地ではそれに依存するだけでは応用がきかなくなることが多いので、そのような機器を扱うことになる担当者は日頃の勉強に勤しむよう心がけてもらいたい。

参考文献

INSTALLATION AND OPERATION MANUALS FOR MODEL 1009 GPS RECEIVER AND 586 DISTANCE MEASURING UNIT (DEL NORTE Technology, Inc)

このマニュアルは、GPS受信機と距離測定ユニットの設置と操作に関する詳細な説明を提供しています。...

2. 概要

本マニュアルは、GPS受信機と距離測定ユニットの設置と操作に関する詳細な説明を提供しています。...

このマニュアルは、GPS受信機と距離測定ユニットの設置と操作に関する詳細な説明を提供しています。...