

## DGPS による岸線測量の精度について

高梨泰宏：第六管区海上保安本部水路部

### The Accuracy of Coastline Survey by using Differential GPS

Yasuhiro Takanashi : Hydro. Dept., 6th R. M. S. Hqs.

#### 1. はじめに

現在の水路測量業務準則によれば第34条で「岸線・地形測量は、記帳式又は GPS 測量で行うものとする。」と記載され、その第2項においては「GPS 測量で行う場合は、第15条(3)表で掲げる補助 GPS 測量の座標値の較差を満たす観測方法によるものとする。」となっている。また、第15条(3)では「補助 GPS 測量は50センチメートル」となっている。

このように水路測量業務準則では DGPS による岸線測量を否定はしていないが、精度が50cm以内になるという実績がないために使用していないのが実状のようである。

現在、日本近海のほとんどの地域では灯台部によるデファレンシャル GPS サービス(以後 DGPS)が行われており、第六管区海上保安本部ではこのサービスを利用して水路測量を行っている。

これまで水路測量に DGPS を使用するに当たり数々の実験を積み重ねた結果、簡易な補正を行うことによりかなり高精度な測位を行うことができることが分かってきた。

このため、DGPS による岸線測量の可能性について実験を行ったので報告する。

#### 2. DGPS の変遷

灯台部の行っている DGPS は、船舶の航行援助を目的としているシステムである。このシステムは、あらかじめアンテナ位置がはっきりしている受信機で単独測位を行い、求めた「各 GPS 衛星とアンテナの距離」と実際の「各 GPS 衛星とアンテナの距離」とを比較して各 GPS 衛星の補正量を求め、これ

を電波によってユーザーに提供している。

このシステムは、1995年12月に剣崎と大王崎の実験局の開設に始まり1997年3月に正式運用が始まった。1999年4月にはすべての DGPS 局が運用された。

1999年9月2日にはすべての DGPS 局のアンテナ位置が航法測地課で計算された値に変更された。

#### 3. DGPS の補正

現在行っている水路測量では、日本測地系を使用することとなっている。一方 GPS 及び DGPS は WGS84で運用されている。よって、測量時には、準則で決まっている  $\Delta UVW$  の値を用いて測地系変換を行っている。この座標変換は、経緯度原点での変換値であり、日本測地系のゆがみ量は全く考慮されていない。また、DGPS 局固有の誤差(オフセット量)もあり、正式運用後ではおよそ1mから6m程度のオフセット量があったが、1999年9月2日以降は、数10cm程度まで減少している。

第六管区海上保安本部水路部では、上記の日本測地系のゆがみ量と DGPS 局のオフセット量を取り除くため、水路測量を行っている測量区域付近の三角点等で DGPS 観測を行い、日本測地系のゆがみ量と各 DGPS 局固有のオフセット量とを合わせた補正量を求める作業を行っている。

#### 4. 観測

1999年12月20日に広島港湾合同庁舎の屋上に設置している GPS の評価点において DGPS 観測を行った。DGPS 受信機は Trimble Agps132を使用した。観測は10:17~12:59の2時間42分間であり、受信

局として大浜局 (321kHz, ID: 698) を使用した。また、受信機のPVフィルタの設定として「D+S」が入っている、これは海上位置測量に使用しているのと同じ設定である。

データはDGPS受信よりNMEA-183のGGAメッセージをRS-232CにてPCに入力しWindows95標準のHypertemにて収録を行った。

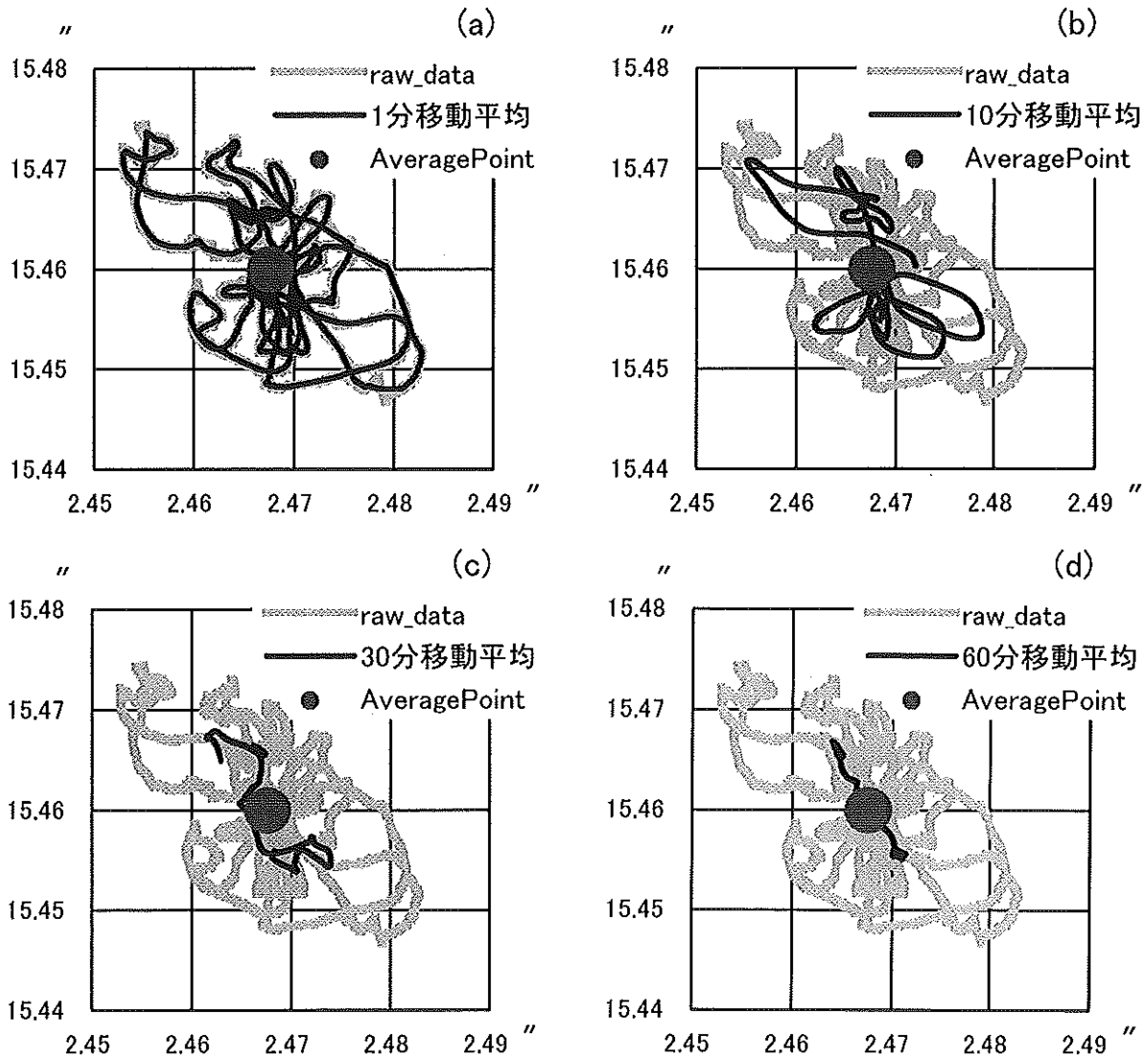
5. 解析

DGPSによる測位の精度を考える場合、測位のオフセット量とばらつき量を足したものが精度と考えることができる。ばらつき量はDGPSというシステ

ムのある程度固有のものでユーザー側での精度向上は難しいところである。従って、測位精度を上げると言うことは、オフセット量をいかに正しく求められるかにかかっている。

三角点などで行う補正量を求める観測において、観測時間を延ばすことによりどの程度までオフセット量を減らせるかの確認を行った。第1図に示すrawデータの移動平均の各位置がオフセット量である。

当然のことながら移動平均の時間を延ばして行くほど全平均位置に近いところへ収束していく。また、第1図(a)に示す1分の移動平均のグラフを見ても明



第1図 rawデータと移動平均図

Figure 1 The comparison of Raw Data and Moving Average Position.

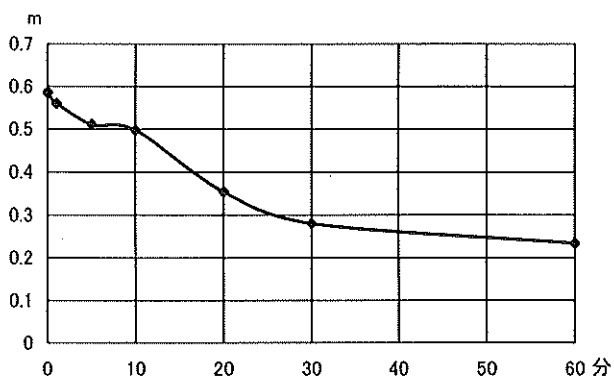
らかなように raw データと 1 分間の移動平均の差がほとんどなく、とてもゆっくりとした動きであることが示されている。このことは短時間の平均位置では、たとえ標準偏差量が小さくても全平均位置と離れてしまうことを表している。

この移動平均の各グラフで全平均位置から最も離れた位置を読み取り、その距離をグラフにしたのが第 2 図である。

10分を超えたところから急にオフセット量が減少していることが分かる。

第 2 図を数値化したのが第 1 表である。

raw データのばらつき量は、標準偏差では 0.26m であるが、準則では 50cm を制限としているため最大値での比較となる。よってこの場合は 0.59m である。したがって基準点においてどんなに観測時間を延ば



第 2 図 移動平均の時間による最大オフセット量  
Figure 2 Max Offset By Moving Average Time.

第 1 表 移動平均別の最大オフセット量  
Table 1 Max Offset By Moving Average.

移動平均時間	最大値	標準偏差
1 min.	0.56	
5	0.51	
10	0.50	
20	0.35	
30	0.29	
60	0.23	
raw	0.59 m	0.26 m

しオフセット量を減らしても、岸測点での観測が短時間であれば準則を満足することはできない。

基準局と岸測点での観測が同時に行われないと仮定すると、お互いの観測誤差を最大 0.25m 以内になるように観測すれば水路測量業務準則を満たすことになる。

したがって、第 1 表から基準点及び岸測点での観測を 60 分以上実施しオフセット量を減ずることにより、岸線測量を実施することもあまり現実的ではないが実施できる。

また、基準点でのオフセット量が正確に求められていれば、岸測点での観測時間は 10 分程度に軽減させる。

なお、海上位置測量では測量階級の 1 級で ± 2 m と規定されている。よって 1 分間の基準点での観測でも 0.56m + 0.59m (raw) で 1.15m になり基準はクリアされていることが分かる。

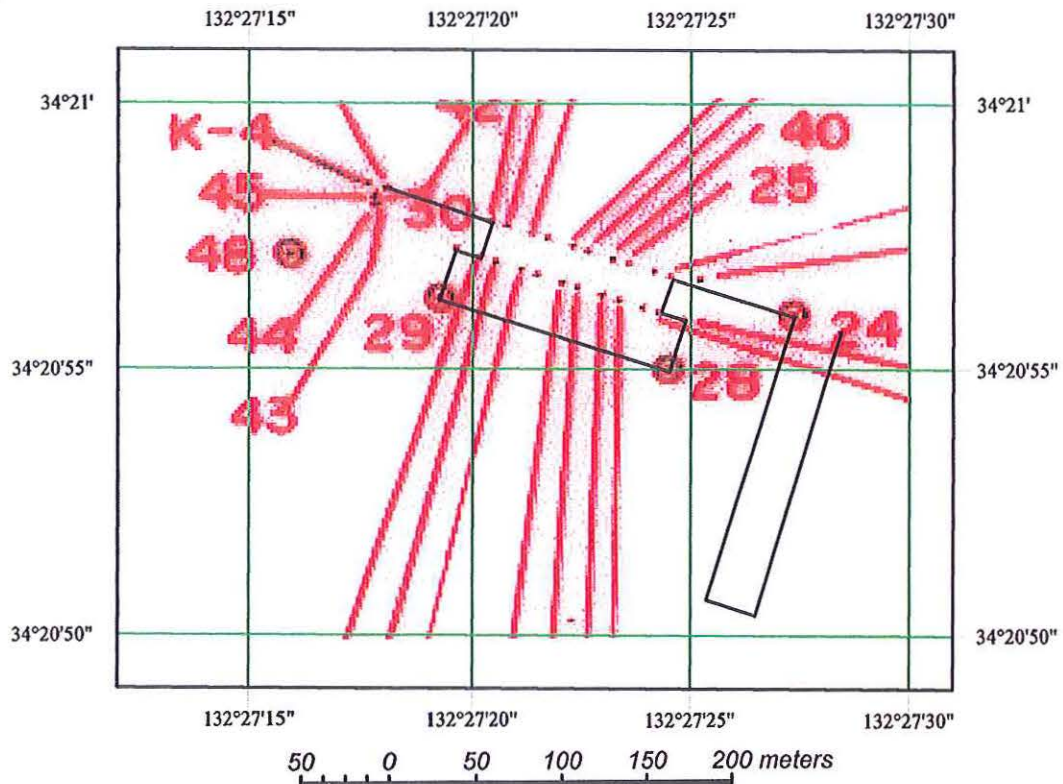
## 6. 実測

水路業務法第 6 条により提出された原点図を DGPS にて検査を行う機会があったので、その結果を第 3 図に掲載する。

観測基準点として第六管区海上保安本部屋上点にある GPS の評価点に DGPS 受信機を設置して 10 分間観測を行った。岸測点にて各 10 秒程度停止してデータを取得した。

評価点において測位した値と従来成果の座標値とを比較して補正量を求めた。岸測点は、Hypack により航跡を DXF ファイルにて出力させたものを、TNTmips により DXF ファイルを評価点での補正量を入れてインポートさせた。この航跡を参考にして、直線で結び DGPS 岸線とした。部外成果による原点図と DGPS 岸線を重ねたものを以下に表示する (黒線が DGPS 岸線)。

ほぼ各点上に DGPS 岸線が乗っていることが分かる。なお原点図をイメージスキャナーにて画像ファイル化を行い TNTmips にてインポートしジオリファレンスをつけた際の誤差量は 0.52m であった。



第3図 原点図と DGPS 岸測成果  
Figure 3 Control Point Sheet and DGPS Result.

7. まとめ

現在の DGPS のシステムでは、オフセット量の補正を行っても50cm以内での位置測定は、基準点、岸測点毎1時間以上の観測が必要であるため、作業効率を考えると困難である。しかしながら、海図の縮尺を考えると、一部の側傍水深図以外は1mの精度でも問題がないと思われる。DGPSによる測定の容易性を考えると、岸線測量にも測量階級などを設けるなどして、積極的に DGPS 使用の道を開くことが望ましいと考える。

なお、2000年5月にGPSの単独測位のS/Aが解除された。広島港湾合同庁舎の屋上に設置しているGPSの評価点において解除後2時間のDGPS観測を行ったが、解除前と解除後で有意な差は見受けられなかった。