

東北日本沈み込み帯における小型ブイを用いた GPS/音響海底測位

GPS/Acoustic submarine positioning using a small buoy in the subduction zone off northeastern Japan

舟越 実[1]; 藤本 博巳[1]; Sweeney Aaron [1]; 桑野 亜佐子[1]; 日野 亮太[1]; 三浦 哲[1]; 長田 幸仁[1]
Minoru Fnakoshi[1]; Hiromi Fujimoto[1]; Aaron Sweeney [1]; Asako Kuwano[1]; Ryota Hino[1]; Satoshi Miura[1]; Yukihito Osada[1]

[1] 東北大学・理・予知セ

[1] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.

GPS/音響海底測位は、陸上 - 海上間のキネマティック GPS 測位と、海上 - 海底間の精密音響測距を結合した測位法である。観測方法は、GPS/音響精密測位観測点 1 点あたりに 3 台の海底局を正三角形形状に設置する。これは、海底局アレイ中心の真上付近において測位観測を行うことにより、音速の時間変化の影響をキャンセルするためである。このためには、アレイの中心で船位を保持しながら観測を行う必要がある。

本研究では、10kHz の音波信号を用いた精密音響測距装置を開発した。音波の位相を変えることにより、正弦波 6 波を一つの符合とした擬似雑音符号とし、送信信号と受信信号の相関をとることにより、音波の往復時間を精密に測定する方式を採用している。この方式は海上の音響送受波器の上下運動に伴うドップラー効果の影響を受けにくいという特徴がある。また将来的には、低雑音の観測船に装備されている 10kHz 帯の音響送受波器を用いて測位観測できる可能性もある。海底局にはミラー方式を採用しており、これにより海底局の電池を 5 年以上持たせるようにしている。キネマティック GPS 解析には GIPSY-OASIS というソフトを用いている。当面は低雑音の観測船を使用する機会は極めて限られているので、キネマティック GPS 観測と精密音響測距を結合して海底の測位を行うために、1.5m 四方で空中重量約 250kg のブイを開発した。音速分布の観測には、CTD 又は XCTD を用いた。

このような観測システムを用いて、2003 年～2004 年に日本海溝陸側の 2 点(宮城県沖と岩手県沖)において GPS/音響精密測位観測を行った。2003 年には個々の海底局の位置決めを重点的にを行い、2004 年にはアレイ中心の観測に重点を置いた。

2004 年に観測したデータから海底局アレイの位置を求めたところ、解析結果が、観測点とアレイ中心の真上との距離に依存していることが判明した。そこで、これを補正するために XCTD で観測された音速値に一定値を掛けて補正した。この補正量は、0.1～0.2%減少する方向にのみ働いたことから、XCTD の音速は、系統的に 0.1～0.2% のオフセットを生じている可能性がある。

2003 年と 2004 年の宮城県沖の測位観測では、アレイ中心の測位精度は、1 ショット毎に計算した場合、9～13cm 前後である。エラーがランダムであれば、今後観測時間を増やすことにより誤差を減らせる。しかし、音速変化による誤差が 2 時間程度で系統的に変化しているので、その影響を抑える必要がある。系統誤差の周期の半波長である 1 時間毎の平均を取ると、測位精度は 6～11cm となり正規分布に近づく。これから、2004 年に行った 2 つの観測の測位平均値の精度は $\pm 2 \sim 3$ cm であり、両者は一致した。2003 年と 2004 年の観測から、北西方向への変位を確認し、諏訪・他 (2004) のモデルから求めた 1 年間の変位ベクトルとおおむね一致する。2 年以上間隔をおいて繰り返し観測を行えば、より信頼できる結果が期待できる。

今後の改善点は、系統的に変化する音速の補正法である。解析面からは、アレイ中心で観測するときの測距残差の共通トレンドに基づいて音速を補正し、ブイがアレイ中心からずれることによる系統的な誤差を除去することが考えられる。観測面からは、中心での観測中に定期的にブイの位置を中心から一定時間ずらすことにより、見かけのアレイ位置とブイの位置との関係から、音速を見積もることが考えられる。