

GPS / 音響海底精密測位に関する基礎実験

Experiment on GPS/Acoustic precise seafloor positioning

長田 幸仁 [1], 藤本 博巳 [1], 小泉 金一郎 [1], 浅田 昭 [2]

Yukihito Osada [1], Hiromi Fujimoto [2], Kin-ichiro Koizumi [1], Akira Asada [3]

[1] 東大・海洋研, [2] 水路部

[1] ORI, Univ. Tokyo, [2] Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo, [3] Hydrographic Dep

海上キネマティックGPS測位と精密音響測位を結びつけた、海底精密測位の基礎実験を相模湾で行った。GPSのアンテナと音響素子を梯子に固定し、動揺センサーを用いてそれらの相対運動の影響を補正することを試みた。海半球計画で開発した、海底の3台以上の測器と同時に音響測距ができる装置を用いたが、今回は10 cmの分解能しか得られなかった。GPS観測により短周期の動揺も正確に観測できることが確認されたが、音響観測に対する梯子の動揺の影響は十分に補正することができず、GPS測位と音響測距の残差のrmsは20 cm程度であった。音響測距装置の問題や時刻同期の問題が解決されれば、測位精度の向上が期待できる。

近年GPSなどの宇宙技術の進歩により、測地観測により地殻変動のメカニズムを明らかにする研究が始まっている。しかし、海洋プレートのプレート境界付近は、特殊な場所を除いては、電波の届かない深海底にあり、プレート境界近傍における海底の地殻変動に関しては、今のところ現場における観測はできていない。そこで海半球計画等により海底測地観測に向けていくつかの観測システムの開発が進められている。

海底の水平方向の地殻変動を測るために音波の往復時間を計測する音響測距が用いられている。しかし海中では音波が減衰し、音速分布に応じて伝播方向が曲がるために、10 kmを超える距離の水平変動を直接観測することは難しい。そこで100km以上の基線長がとれる海上キネマティックGPS測位と精密音響測位を結びつけた、海底精密測位の研究が進められている (Spiess et al., 1998; 矢吹ほか, 1996)。この手法による本格的な観測を目指して、キネマティックGPS測位で船の位置を決め、海底に設置した音響トランスポンダを用いた音響測位と合わせて海底の位置決めを行う基礎実験を、東大海洋研と水路部の共同研究として行ったのでその報告を行う。

この観測は、1998年8月4日に、水路部測量船「天洋」を用いて相模湾で行われた。GPSの陸上基準局は真鶴の他、異なる距離に2点設けて、基線長の影響を調べる事とした。音響測位のために、海半球計画で新たに開発した音響測距装置を使用した。音響トランスポンダを水深約1400mの海底に正三角形に3台設置し、それらとの距離を同時に測定できるシステムとした。この方法により海面付近の水温変化の影響をほぼ打ち消すことができる。しかし今回はソフト上の問題があり、繰り返し観測においては、測距の分解能は10 cmのモードでしか観測ができなかった。GPSのアンテナと音響素子の相対運動の影響を補正するために、動揺センサーを取り付けた約7mの梯子を船尾に固定し、その上端でGPS、下端で音響観測を行った。観測の分担としてキネマティックGPS測位、梯子の動揺観測およびCTD観測を水路部が担当し、音響測位を東大海洋研が担当した。

キネマティックGPS測位による短周期の動揺観測の制度を評価するために、GPS観測によるアンテナ高度の変化と動揺センサーで計測された上下方向の動揺の比較を行った。この結果、短周期の変動に関する両者の差は5 cm以下であり、動揺センサーのカタログ精度とほぼ等しくなった。1時間以上の変動も合わせると、キネマティックGPS測位再現性は、10 cmより良いと推定できる。

海底の音響トランスポンダの位置を決めるためには、様々な補正を行った。CTDによる音速分布の観測の他に、音波の折れ曲がりの補正や船の動揺の影響を補正した。この動揺補正は音波の送信時と受信時の両方の影響を補正する必要がある。補正を行ったGPS測位と音響測距の残差が最小になるように、各音響トランスポンダの位置を再決定した。最終的な残差のrmsは20 cm程度であった。この段階では、船の位置を移動させながら得た観測データを用いる。

このようにして位置決めした海底の3台の音響トランスポンダを基にして、音速変化の影響が最小になる三角形の中央付近の観測データを用いて、船上の音響トランスデューサの位置を最小二乗法で決めた。この音響測位で得た音響トランスデューサの位置とキネマティックGPS測位から得た位置との差は、rmsで約20cm程度であった。

今回の実験では、船の位置を保つために船のプロペラを回すと音響ノイズが出るということから、船をドリフトさせて観測を行った。そのために音響トランスポンダの三角形の中心付近で得られた観測データを少なかった。水路部が用いた動揺センサーの観測データはGPS観測とよく合ったが、音響観測との時刻同期ができなかったためか、船の動揺の影響は取り切れなかった。その他に音響測距装置にも問題があったが、このような実験における問題点が明らかになり、精度向上を図る目処がついたと言える。

この観測では、「天洋」の船長や観測長をはじめ、多くの方のお世話になりました。