

海底地殻変動観測システムの開発：音響測距測定誤差の定量的評価(2)

Development of observation system for seafloor crustal deformation: Measurement errors with acoustic positioning (2)

山田 卓司[1], 田所 敬一[2], 佐藤 一敏[1], 安藤 雅孝[3], 奥田 隆[4], 藤井 巖[5], 尾池 和夫[6]
Takuji Yamada[1], Keiichi Tadokoro[2], Kazutoshi Sato[3], Masataka Ando[4], Takashi OKUDA[5], Iwao Hujii[6], Kazuo Oike[7]

[1] 京大・理, [2] 名大・地震火山セ, [3] 名大・理, [4] 名大・理・地震火山センター, [5] 名大高山地震観, [6] 京大・理・地球

[1] Graduate School of Science, Kyoto Univ., [2] RCVS, Nagoya Univ., [3] Department of Geophysics, Kyoto Univ., [4] RCSV, Science, Nagoya Univ., [5] SV Center Sci.Nagoya Univ, [6] Takayama OBS,Nagoya Univ., [7] Gradu. Sci., Kyoto Univ.

我々は、GPS キネマティック測位とチャープ波を用いた水中音響測距を組み合わせた海底地殻変動観測システムの開発を進めている。

本研究では、2001年1月に静岡県水産試験場所属の調査船「駿河丸」を使用して行われた実海域でのCTDによる音速構造観測の結果をもとに、実測にもとづく音速の層構造を考慮したシミュレーションをおこなった。その結果、実測にもとづく音速の層構造を使用すると、海底局の位置決定に関して特に顕著な改善がみられた。

謝辞

実験に快くご協力いただいた静岡県水産試験場の方々に記して感謝の意を表します。

海底での地殻変動観測は、巨大地震の準備過程や発生機構、および海底火山活動を解明する上で非常に重要である。我々は、GPS キネマティック測位と超音波水中音響測距を組み合わせた海底地殻変動観測システムの開発を進めている。本システムでは、陸上のGPS観測点を基準局としたキネマティックGPSによって海上の観測船の位置を決定する。観測船と海底に設置されたトランスデューサ（海底局）との間は精密音響測距を繰り返し行い、GPSの測位結果と組み合わせて海底局の位置を精度よく決定する。

音響測距には、信号幅3.41ms、変調幅8~12kHzのチャープ波を用いている。測距信号はGPSタイムサーバで同期をとって送信する。海底局は、測距信号を受け取ると新たなチャープ波を送信する。船上局では、受信した海底局からの信号を37.5kHzサンプリングでA/D変換し、理想波形との相関を取ることによって到達時刻、すなわち往復走時を精密に測定する。また、観測船の方位角とローリング、ピッチングも同時に測定し、後処理によって補正をおこなっている。

日本列島周辺でのプレート運動の速度は、年間数cm~10cm程度である。この海底地殻変動量を測定するためには、システムの測定誤差を数cm以内におさえることが必要である。そこで、海底局の位置決定誤差要因を詳細に検討する必要がある。

本システムを用いた海底測位の誤差は、GPS測位の誤差および水中音響測距の誤差の両方を要因として持つ。

山田ほか(2000年地震学会秋季大会)は、このうち水中音響測距の測定誤差に関して、(1)信号の相関処理、(2)測線(観測点)の偏り、(3)水平成層水中音速構造の相違、および(4)音速構造の水平不均質性の4つの大きなファクターに起因する誤差について、シミュレーションを行っている。その結果、(1)チャープ波はノイズに強いこと、信号の相関処理に1サンプリング以上の誤差を生じないこと、(2)海底局の両側で観測を行っていれば、水平方向に関しては精度よく海底局の位置を決定できること、(3)異なる2通りの音速構造を用いて作成した2種類の擬似測距データを使用して解析しても、解析により求められる海底局の位置は水平方向には変化しない、すなわち、海底測位にとって音速の季節変化は大きな影響とならないこと、そして(4)音速の水平不均質性(音速構造の日変化)は海底局の位置決定の際に大きな誤差要因となりうることを報告している。また、決定精度はよいものの、求められた海底局の水深方向の位置が真の位置から10cmほどずれる現象がみられた。この現象は、解析時に与えた音速構造が仮想的なものであったことに起因すると思われる。

そこで本研究では、水深方向の位置決定誤差を議論すべく、2001年1月に静岡県水産試験場所属の調査船「駿河丸」を使用して行われた実海域でのCTDによる音速構造観測の結果をもとに、実測にもとづく音速の層構造を考慮したシミュレーションをおこなった。その結果、実測にもとづく音速の層構造を使用すると、水深方向の海底局の位置決定に関して特に顕著な改善がみられた。

謝辞

実験に快くご協力いただいた静岡県水産試験場の幡谷雅之氏をはじめ、調査船「駿河丸」の乗組員の方々に記して感謝の意を表します。