

駿河湾での海底地殻変動観測

Observation of Ocean Bottom Crustal Deformation at the Suruga Bay

田所 敬一[1], 安藤 雅孝[2], 山田 卓司[3], 佐藤 一敏[3], 奥田 隆[4]
Keiichi Tadokoro[1], Masataka Ando[2], Takuji Yamada[3], Kazutoshi Sato[4], Takashi OKUDA[5]

[1] 名大・地震火山セ, [2] 名大・理, [3] 京大・理, [4] 名大・理・地震火山センター

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

我々は、数 cm オーダーの位置決定精度をめざした海底地殻変動観測システムの開発を行なっている。本システムは、観測船と海底局の間で精密音響距離を行い、船位をキネマティック GPS 測位により精度良く決定しようというものである。このシステムを用いて、駿河湾内において海底局の測距を 2 回行なった。船上一海底間距離の残差二乗和が最小になるように海底局の位置を決定したところ、1 回目の測距では海底局の水平方向位置は誤差 11cm であった。GPS 測位の RMS エラーが約 1m 以内のデータだけを用いると、誤差が 5cm に改善した。2 回目の測距では、さらなる精度向上が期待される。

【はじめに】

プレート境界（たとえば南海トラフ）の巨大地震の震源域は海底下であるため、その予知や破壊過程の研究には海底での地殻変動データが不可欠である。また、国土地理院による GEONET の整備によって、日本列島全体の変動場が詳細に分かるようになった。この観測網を海にまで広げることができれば、プレート境界から内陸に至るまでの地殻変動パターンが明らかになるものと期待される。そこで、我々は数 cm オーダーの位置決定精度をめざした海底地殻変動観測システムの開発を行なっている。

【システムの概要】

本システムは、海底に設置したトランスデューサ（海底局）の位置を正確に決定するため、観測船（船上局）と海底局の間で精密音響距離を行い、船位をキネマティック GPS 測位により精度良く決定しようというものである。音響測距には、信号幅 3.41ms、変調幅 8~12kHz のチャープ信号を用いる。チャープ波には、測距信号がノイズに埋もれているような場合でも十分に認識できるという利点がある（山田ほか、2000）。測距信号は GPS タイムサーバで同期を取って送波する。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、海底局から送信された測距信号と理論波形との相互相関を取ることで、到達時刻を精密に決定する。また、精度向上のため、船の方位とローリング、ピッチングも同時に測定する。キネマティック GPS に関しては、たとえば南海トラフでの測定を考えたときには基線長が 100km を越えてしまうが、その場合でもある程度有効であることを別の精度評価実験で明らかにしている（佐藤ほか、2000）。

【観測概要】

我々が開発中のシステムを用いて、駿河湾内において海底局の測距を行なった。観測期間は 2000 年 10 月 23 ~ 24 日と 2001 年 1 月 15 ~ 16 日の 2 回である。

2 回の測定とも、海底局を水深約 1450m の海底に設置した。実験には静岡県水産試験所の駿河丸を使用させていただいた。船上局トランスデューサは、舷側に固定されたポールの先端に取り付けた。そのすぐそばに GPS アンテナを取り付けた。測距信号は 3 ~ 4 秒おきに送信し、船を流しながら連続的に海底局の両側数本の測線上で面的に測距を行なった。キネマティック GPS 測位の基準局は、2000 年 10 月の測距では、観測海域から約 150km 離れた名古屋（名大屋上）に、2001 年 1 月の測距では、観測海域から約 40km 離れた焼津（静岡水試屋上）にそれぞれ設置した。

【海底局位置決定方法】

海底局の位置決定には明らかなエラーを除いた測距結果だけを用いた。また、トランスデューサ取り付けポールの長さ、船の方位角、ローリング、ピッチングを補正することにより、キネマティック GPS によるアンテナ位置から船上局トランスデューサ位置を割り出した。これらのデータを用いて、船上一海底のトランスデューサ間距離の残差二乗和が最小になるように海底局の位置を決定した。解析の過程で、測距残差の大きいデータはさらに削除した。音速構造は、2000 年 10 月の測距については 1 次元構造（最適な音速値をサーチする）を、2001 年 1 月の測距については CTD の測定結果をもとにした構造を用いた。

【海底局位置決定結果】

2000 年 10 月の測距データを用いると、海底局の水平方向位置は誤差 11cm であった。2000 年 6 月に潮岬東方沖で測距した際の誤差が 20cm であった（田所ほか、2000）ので、我々のシステムの精度は確実に上昇している。ただ、2000 年 10 月の測距では、GPS 受信機の不備や基線長が長すぎたことにより、キネマティック測位の精度が著しく悪かった。そこで、GPS 測位の RMS エラーが約 1m 以内のデータだけを用いて再決定したところ、海底局位

置決定誤差が 5cm に改善した。海底局位置決定誤差には音響測距誤差と GPS の測位誤差の両方が含まれているが、この結果から、海底局位置決定誤差要因の大部分は GPS にあり、音響測距部分は実用化のレベルにあるといえる。ただし、GPS 測位の RMS エラーが小さいデータだけを用いることはデータ数の減少につながるため、GPS 測位誤差が大きいは深刻な問題である。また、1 次元音速構造がどれくらい結果に影響するかも検討を要する。これらの問題点を議論・解決するために、2001 年 1 月の測距では、キネマティック GPS 測位の基線長を短縮し、CTD による音速構造の決定を行なった。これにより、さらなる精度向上が期待される。本大会では、その結果についても報告する。

【謝辞】

実験に快くご協力いただきまし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感謝いたします。また、名古屋大学の平原和朗教授、林宏和氏、大井陽一氏には GPS データ収録にご協力いただきました。