

宮城県沖における国産の海底地殻変動観測システムを用いた音響測位解析

GPS/Acoustic seafloor positioning by using Japanese system off the coast of Miyagi

舟越 実[1]; 藤本 博巳[1]; Sweeney Aaron[2]; 桑野 亜佐子[3]; 日野 亮太[1]; 三浦 哲[4]; 長田 幸仁[5]
Minoru Fnakoshi[1]; Hiromi Fujimoto[1]; Aaron Sweeney[2]; Asako Kuwano[3]; Ryota Hino[1]; Satoshi Miura[4]; Yukihito Osada[5]

[1] 東北大・理・予知セ; [2] 東北大・理・地震噴火予知センター; [3] 東北大・理・地震噴火予知センター; [4] 東北大・理・地震噴火予知センター; [5] 東大・地震研

[1] AOB, Tohoku Univ.; [2] RCPEVE, Tohoku Univ.; [3] RCPEV, Tohoku Univ.; [4] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [5] ERI, Univ. Tokyo

1. はじめに

東北大学の地震・噴火予知研究観測センターと東京大学地震研究所は、プレート境界のダイナミクスを解明するために、キネマティック GPS 測位 (KGPS) と精密音響測距を結合した海底精密測位観測システムを開発した。我々は、このシステムによる観測を 2003 年 8 月に宮城県沖で約 14 時間行った (伊藤・他, 2003, 日本地震学会)。本報で、我々はその後の音響測位解析結果を報告する。

2. 取得データ

観測に用いる船の水中音響雑音を避けるために、我々は船から曳航するブイを用いた。海底精密測位解析に必要なデータは、ブイに取り付けた音響トランスデューサーの位置、それと海底局間の音波の往復走時、海中音速構造の 3 つである。

海上の音響トランスデューサーの位置を決定するために、ブイに GPS アンテナ 3 台を取り付けた。ここで GPS アンテナを 3 台取り付ける理由はブイの位置と姿勢を求めるためである。GPS アンテナとトランスデューサーの位置関係を予めトータルステーションで求めておけば、ブイの位置と姿勢から音響トランスデューサーの位置が求められる。

次に水中音響測距について述べる。まず海面のブイに取り付けられた音響トランスデューサーから海底のトランスポンダー (海底局) に向けて周波数 10kHz、信号長 18.6ms の 5 次 6 波 M 系列信号を送信する。次に海底局が、受信した信号を 2 秒後にブイに向けて返送する。その後、ブイで受信した波形と送信波形の相関処理を行うことにより、往復走時を分解能 $2.0 \mu\text{s}$ (1.5mm) 程度で求める。

最後に海中の音速構造について述べる。この観測では、ブイ投入 1 時間前には CTD を投入して塩分、温度、圧力の鉛直分布を計測し、観測中は約 3 時間おきに XBT を投入して温度分布を計測した。音速構造は圧力、温度、塩分から Del Grosso (1974) の式を用いて計算される。

3. 解析方法

海底局の位置の決定には 2 つのプロセスがある。1 つ目は個々の海底局周辺の海上で観測を行い、その位置を決めることである。楕円体座標において波線追跡法により往復走時を計算し、観測された往復走時との残差 2 乗和が最小となるような場所をグリッドサーチにより決定する。海底局の水平位置をよい精度で決めるために、我々はまず海底局の周囲で観測されたデータのみを用いて海底局の水平位置を 10 ~ 20cm の精度で決定し、その後全期間のデータを用いて海底局の深さを決定した。

2 つ目は、3 つの海底局の中心で観測したデータを用いて、音速変化を補正し、海底局アレイの中心の位置を求めることである。

4. 現状の問題点

今回の観測では問題点は 3 つあった。第 1 に観測期間が不足して、海底局の中心付近ではごく短時間しか観測できなかった。2 つ目は海上 KGPS の精度が悪い部分があることである。KGPS 解析により得られるアンテナ間の距離およびアンテナ高度の時系列から、捕捉衛星数が少ないときに不良測位解が得られているようであるが、アンテナ間の距離 (1.5m) が適切であるかという問題もあり、今後検討を要する課題である。3 つ目は、CTD、XBT の観測不足であり、音速の時間変化を追うことができなかったことが挙げられる。