

## エアガン地殻構造調査の場合の海底地震計の位置決定の新しい方法

### A new method determining OBS positions for the crustal structure study using airgun shootings

# 押田 淳 [1]; 久保田 隆二 [1]; 西山 英一郎 [1]; 安藤 潤 [1]; 笠原 順三 [2]

# Atsushi Oshida[1]; Ryuji Kubota[1]; Eiichiro Nishiyama[1]; Jun Ando[1]; Junzo Kasahara[2]

[1] 川崎地質; [2] 日本大陸棚調査

[1] Kawasaki Geol. Eng.; [2] JCSS

#### 1. はじめに

一般に海底地震計(以下OBSと呼ぶ)の着底位置は海上からのトランスポンダによる3点測量により決定される。しかし、この作業は投入に比べて、より多くの時間を必要とする。また、水中音速の誤差が計算位置に影響を及ぼす。以下では精密海底地形データ、トランスポンダデータ、エアガン水中音波到達時間を複合的に用いたOBS位置決定方法を述べる。その基本的な流れは、1)グローバルサーチによる1次的着底位置の決定、2)これを初期値とした非線形インバース法による最終解の決定に分けられる。

#### 2. グローバルサーチ

非線形インバース法では、真の最終解と大きく異なった初期条件を与えた場合に、局所的最適解(ローカルミニマム)に陥り、正しい解(グローバルミニマム)が得られない場合がある。本手法では精密海底地形データを用いたフォワードモデリングの手法(以下グローバルサーチと呼ぶ)により、最終解に十分近い1次的着底位置を求めることで、非線形インバース法による最終解がローカルミニマムに陥ることを防いでいる。グローバルサーチでは解を海底面内でさがす。このため同法により得られる着底位置の水深は必ず海底地形に一致する。

グローバルサーチに必要な入力データは、エアガン水中音波走時データ、音響トランスポンダ測距データ、精密海底地形グリッド、OBS投入位置とXBT/XCTD等から求めた平均水中音速であり、解として海底地震計位置と最適化した海底地震計時刻補正項を求める。グローバルサーチの手順は以下の通りである。1)OBS投入位置を中心に0.0005度間隔で41点のグリッドを設置し、精密海底地形データから各グリッドの水深を計算する。2)次に、各グリッド位置で、OBS直上付近での各エアガン発震点からグリッド点までの水中音波の理論走時計算を行い、観測走時データとの差の標準偏差(SDr)を求める。3)エアガン発震点の場合と同様に、トランスポンダ測距実施位置(船位)と各グリッド点間の理論走時を計算し、トランスポンダ観測走時データとの差を求める。この差データのRMS値を、そのグリッドにおけるトランスポンダデータのフィッティングの指標(SQs)とする。4)エアガン発震データから求めたSDrが最小となるグリッドを始点として、測線に直交するように分布するSDr値の小さい谷筋に沿って、グリッドをサーチしていく。そして、その谷筋で最もSQsが小さくなるグリッドを1次的着底位置とする。また、1次的着底位置グリッドにおける2)で求めた差データの平均値はOBS内部時計のドリフト補正残差となる。

#### 3. インバース法

インバース法では、グローバルサーチで得られた1次的着底位置を初期値に取り入れ、OBSで記録されたエアガンによる水中音波の走時データと音響トランスポンダによる走時データから、OBS位置およびOBS内部時計時刻の2次補正量、海水の平均音速を未知数として求める。

ここではCrosson(1976)による自然地震の震源速度同時決定法を参考にし、地震計毎に上記未知数を求める。また、屈折法と反射法を順次実施した場合、地震計直上付近でのエアガン発震時間に差があることから、OBS内部時計時刻の2次補正量を2つの異なる時刻で別々に求められ、観測中のOBS内部時計のドリフトレートを推定することも可能である。

実際の手続きでは、行列の対角要素に、いわばノイズを加えるLevenberg-Marquardt法を用いて計算の安定化を図っている。また、この問題は非線形問題であるので、上記の手続きを繰り返しながら、徐々に解に近づけて行くことになる。

最終的に求めた時計補正值がきわめて0に近い値(20ms以下)に収まる場合は、海底地震計位置、水深が実用的な範囲で決まっていると考えられる。もし、この補正量が有意に大きい場合、位置決定に用いた水深、トランスポンダによる距離値、平均水中音速、海底地震計内部時計補正值の慎重な検討を要する。このグローバルサーチの非線形インバージョンにより決まる位置決定の誤差はOBS位置で30m、時計補正值で20msec程度である。この値は地殻構造決定に十分な範囲と考えられる。

#### 4. おわりに

船上からの音響測距配置はOBSを囲むような正三角形に近い形が理想的であるが、航海時間の制約などからこの条件が満たされなくても、上述の手法を用いれば、高精度でOBSの基本要素(位置・時刻)を決定することが可能である。また、本手法は音響測距のみで求めたOBS着底位置の検証や平均水中音速の推定にも利用可能である。