

低周波音源装置を用いた海底探査システムの構築

三ヶ田均*・武川順一**

1. 研究の目的

地球上のエネルギー供給を支えている石油・天然ガスなどの炭化水素流体資源の開発においては、面的に分布する発震点の一点一点から発震された弾性波信号を面的に密な受振器配列で取得する3次元地震探査が約30年前から必須となった。更に、効率的な資源開発の要求は、タイムラプス探査やS波探査の導入など、更なる精度向上の手法として実現に向けた継続的な努力という形になって現れている。例えばS波を利用した地震探査は、S波の有する孔隙内流体の体積弾性率に左右されにくい、或いは亀裂走行方向の分布に対する高い速度異方性、P波反射現象におけるP波・S波双方への反射波を利用することで安定したAVO (Amplitude Versus Offset) 解析が期待できる等の特徴で、注目を集めている。これまでP波のみに注目した反射法地震探査では得られなかった貯留層の構造や地層内流体の性質把握を可能とする可能性がある。

本受託研究においては、水中の震源として、人工的な制御の可能性や時間積分による効率的に十分なエネルギーを有する弾性波を発生させられるよう、入力信号によるスイープ型震源を考える。このスイープ型震源には、海底設置型あるいは水中曳航式の2種類のタイプが考えられる。本研究においては、先ず後者の水中曳航式に注目し、そのモノポール震源が曳航体として水中を移動する際の地層の応答をシミュレーションすることとした。

2. 研究の方法

本研究においては、水中震源として周波数10~100Hzの範囲を含む低周波音源と仮定した。本震源は、船舶により水中を曳航する。この場合、次の2点の検討が必要となる。

- ① 十分な震源エネルギーを確保するため、スイープ型低周波音源のスイープ時間を十分に長くし、時間積分による実質的なエネルギー増加を図る必要がある。
- ② 曳航体を用い、スイープ型の信号で音波を発生させる場合、当然ながら震源位置が移動することとなる。地下構造が複雑な場合、この震源位置の移動がどのように反射波に影響するかについても検討がなされる必要がある。

本研究では、以上①②について有限差分法を用いたシミュレーションで確認することとした。

3. 得られた成果

有限差分法を用いたシミュレーションでは、図1のような地下構造を仮定した。その結果得られた結果からは、上述した①および②について、下記の知見が得られた。

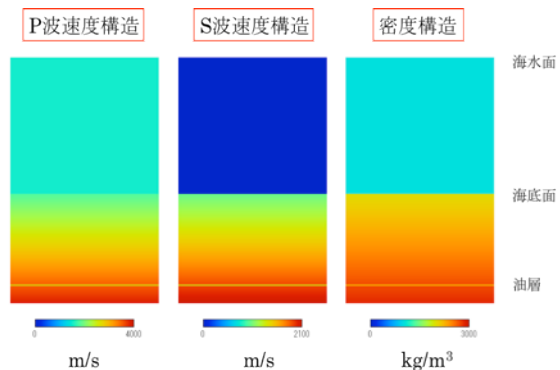


図1 数値シミュレーションに用いた1次元地下構造モデル。

- ① スウィープ型震源の音圧レベル，スウィープ時間，スウィープ深度という観点から，その差異の影響について検討した。その結果，震源の音圧レベルの差異は，そのまま反射振幅の差異となること，スウィープ時間の差異は相関処理後やはりそのまま反射振幅の差異となることが確認された。スウィープ深度については，深度が大きい場合に P-S 変換波の振幅が大きくなること，そして直達波と海面反射波の相殺効果が薄れることが確認された。
- ② 海底設置型ではない曳航式の震源を用いることから，震源は常に移動状態にある。海底面のみ約 5 度で傾斜している二次元構造を仮定し，移動する震源の影響を調査する目的で，数値シミュレーションを実施した（図 2 および 3）。震源の移動速度は 5 ノット，スウィープ時間は 10 秒である。その結果，影響はゼロではないが，ほぼ無視し得るという結果となった。

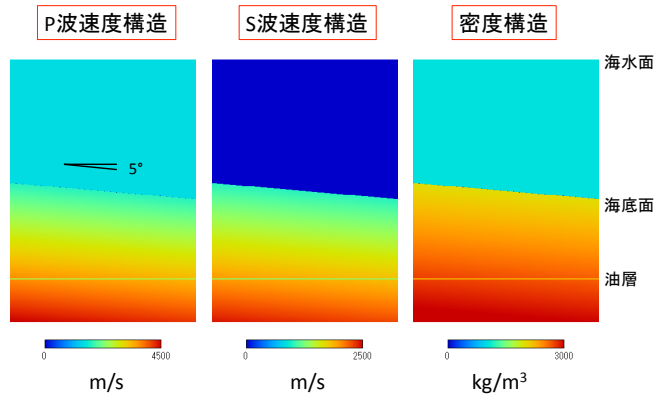


図 2 傾斜した海底面を持つ地下構造モデル。傾斜は 5°とした。この構造面上を 5 ノットで震源が移動しながら 10 秒のスウィープでチャープ信号を発震する。

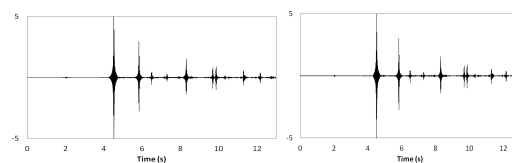


図 3 震源が静止している場合（左）および移動している場合（右）の反射波記録。

本研究により，今後スウィープ型の震源を用いた際の応答を議論することが可能になったと考えられる。

4. 謝 辞

本研究の遂行に当たりお世話になった関係者各位に厚く御礼申し上げます。

発 表 論 文

なし。

参 考 文 献

なし