

物理探査による海底地質調査技術の高度化

川崎地質株式会社 大沼 寛（正会員）、久保田隆二（正会員）、西山英一郎
財団法人 電力中央研究所 阿部信太郎

陸域での大規模土木構造物の地質調査においては、精密現地踏査、ボーリング調査、原位置調査、物理探査、試掘坑調査などを行い、対象地域の詳細な地質構造、工学的地盤定数などを明らかにし、設計施工を行っている。しかし、海域、主に浅海域で土木構造物の地質調査を行う際には、陸域と同様な詳細な地質調査は困難である。この際、陸上から海底までの連続した地質構造断面、物性分布構造断面を得ることができれば、これを陸域における調査結果と結び付けることで、海底下の地盤物性値などをこれまでより高精度に推定することができる。

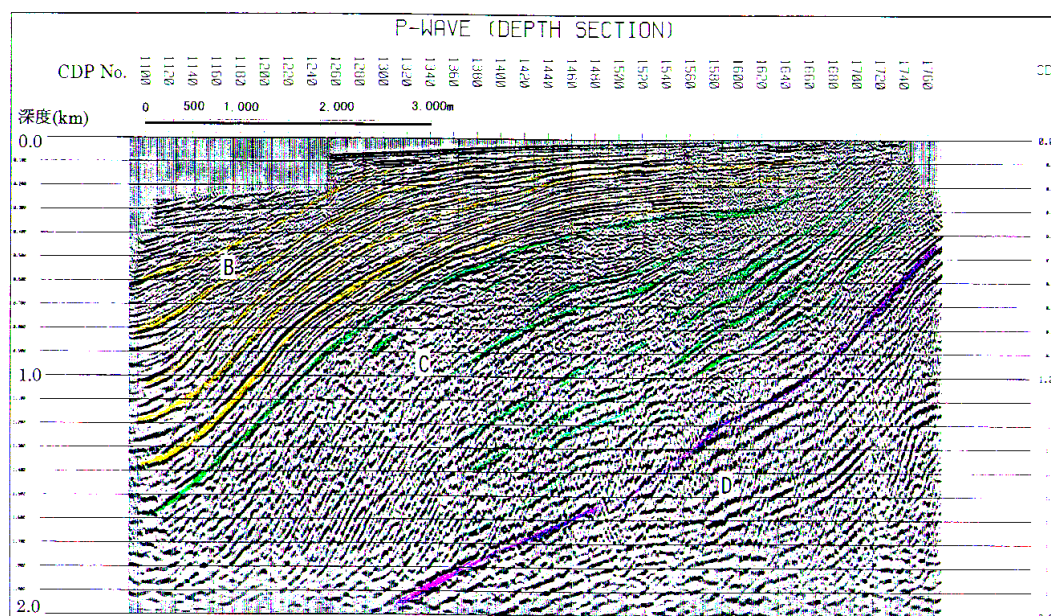
今回海底地質調査技術の更なる高精度化を目的に、弾性波を用いた物理探査システムについて①海域から陸域まで連続した地質構造の把握、②海域における海底下S波速度探査法について実証試験を行った。

（１） 海域から陸域まで連続した地質構造の把握

陸域から海域までの連続した地質構造の把握には、陸域では陸上反射を行い、また海域ではマルチチャンネル音波探査を行うことが有効である。しかしマルチチャンネル音波探査は船尾から100m以上のストリーマケーブルを曳航して行うことから、陸域と海域との間の極浅海域では測定できない範囲が生じてしまう。そこで、このような区間ではセンサーを海底に設置するベイケーブルを用いた反射法地震探査を行う。これら各探査手法で取得したデータセットを同一の共通反射点で定義し直し、統一してデータ処理を行うことで陸域から海域まで連続した地質構造を得ることができる。

このようにして行った反射地震断面を図－1に示す。

この図で音響層序としては、反射面の傾斜、連続性、反射振幅などの違いから、上位よりA層、B層、C層、D層の4層に区分できる。陸域では詳細な地質調査が行われており、このような音響層序を陸上から海底下に連続して追跡することで、海底下の地質解析の精度を向上させることができた。



第1図 P波反射法深度断面

キーワード：地質構造、反射法地震探査、マルチチャンネル音波探査、S波、P－SV変換波

連絡先：川崎地質株式会社；〒108-8337 港区三田2-11-15、Tel 03(5445)2090、Fax 03(5445)2095

(2) 海底下S波探査法

ボーリング調査を実施することなく、概略的な値であっても、海底下のS波速度をマルチチャンネル反射法地震探査データから抽出できれば、浅海域での土木地質調査において有効な判断材料となる。

しかし、液体中ではS波は発生も伝搬もしないため、海上あるいは海中でS波を直接観測することは不可能である。ただし、海中に発生したP波の一部は海底でS波に変換され、海底下の地層境界において反射し、海底で再度P波に変換され、海水中を伝搬する（P-SV変換波）。この現象を用いて海底下のS波構造を求めることを試みた。

海中で発生した音波はある入射角で海底面に入射するが、この入射角が海水と海底地盤の弾性波速度により決定される臨界角を超えると、P-SV変換波が多く発生することが理論計算によりわかっている。このため、現場での測定で臨界角を超えるP-SV変換波を多くとらえるには、マルチチャンネル音波探査の機器を用いて想定される臨界角と水深に応じて発振側と受振側の間隔を調整することにより、可能となる。

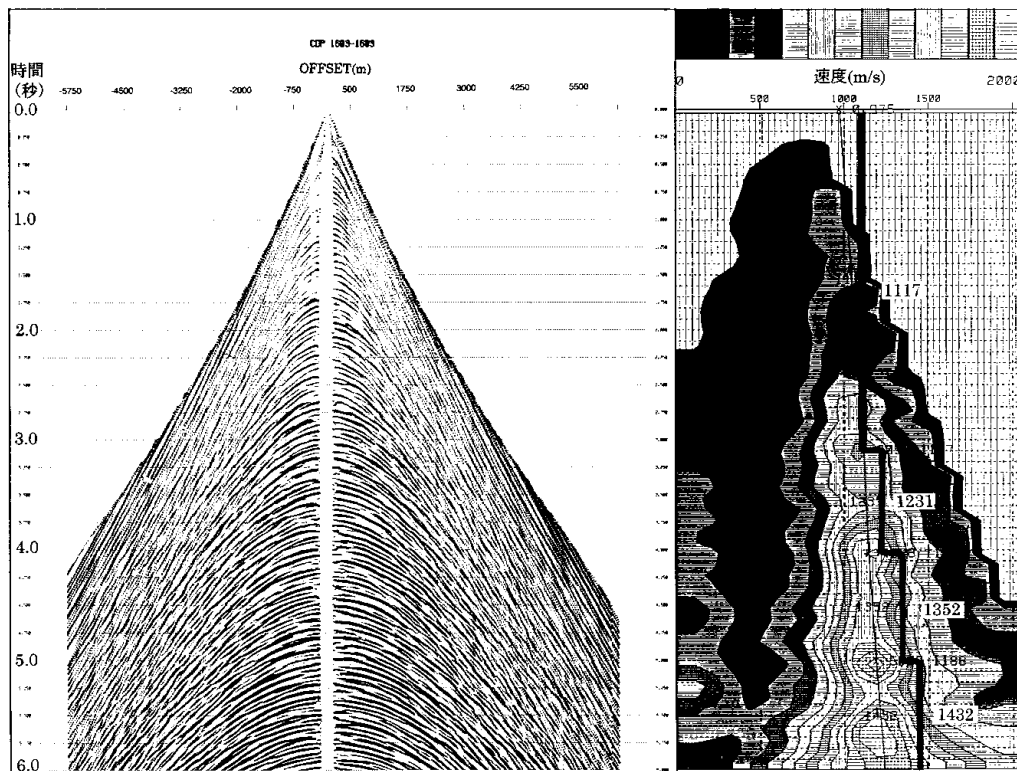
また、このような効率的なP-SV変換波の取得方法を講じても、完璧にS波のみを観測することは現実的には不可能であり、P-SV変換波は振幅の大きいP波の影に隠れて存在することになる。この場合、波動場分離の手法として、S波の伝搬速度がP波の伝搬速度よりもはるかに遅いという弾性論的性質を利用した速度フィルタを適用することにより、P波情報を除去し、より明瞭にS波情報を抽出した。

マルチチャンネル音波探査と同じ手法で広域のオフセット距離で共通反射点記録を捉え、これを速度解析した結果（ESP探査と呼ぶ）を第2図に示す。この図で左側は共通反射点記録、右側は速度解析の結果を示している。右側の太い実線は本解析結果から計算された地層中を伝搬するS波の区間速度を示している。これらの値は周辺陸域でのPS検層結果と比較しておおむね妥当な値となっている。

(3) まとめ

陸域から海域まで連続する反射記録断面を作成し、陸上で確認されている地質層序を海底下に連続して追跡し、解析をおこなった。またP-SV変換波を捉えて、S波の速度構造を求めた。

今後、これらの結果を踏まえ、陸から海まで連続したS波の反射断面などについても検討したい。



第2図 S波速度解析