

An investigation of mechanical characteristics of energy source in seismic reflection survey using underwater speaker

*Kazuki Takanaka¹, Rema Kurosawa¹, Tetsurou Turu¹

1. Tokyo university of Marine science and Technology

1. はじめに

近年、沿岸域を震源とする地震の活断層調査や海洋開発に向けた地盤調査など、沿岸域での地下構造探査需要が増加している。地下の構造形態を高精度に映像化する手法として、地殻構造探査や石油探査分野で広く使用されて来た反射法地震探査は、人工的に地震波を発生させ、地層境界面から跳ね返ってくる反射波を受振し解析することによって、地下構造を推測する探査手法である。この探査手法の問題点として、振源から発振されるパルス波によって海洋性哺乳類や生態系への影響があると考えられていること、そして大規模な探査システムであることから、船舶の交通の障害となるため探査海域が制限されてしまうことの二点が挙げられる。これらの問題点を解決すべく、東京海洋大学探査工学研究室では、従来振源と比較して音圧が小さいため海洋生物への影響が小さく、また、小型で安価なため沿岸域での複数振源としての運用が可能といった利点をもつ水中スピーカーを振源に利用した探査システムの開発に取り組んでいる。これまで、東京湾などでの海上試験において、二次元地震探査データの取得および三次元データ取得のための波動場分離精度の検証などを実施した。前者としては、海底下数十mまでの地下構造を映像化できることを実証した（Tsuru et al. 2019, EPS）。後者においては、3個の水中スピーカーを用いた同時発振実験で問題なく波動場分離ができることが検証された（小川, 2021）。観測データの品質の更なる向上を目指し、振源波形の最適化に関する研究を実施している。たとえば、陸上のパイプロサイズ振源で使用されている周波数を変化させるスイープ波に対し、当研究室では疑似ランダム波を用いている。それにより、観測波形との相互相関後の記録におけるサイドローブを抑制することができる。しかし、水中スピーカーが、疑似ランダム波を正確に発振しているかどうかは未だ検証されていない。すなわち、振源波形として疑似ランダム波を用いる場合、水中スピーカーの機械特性に起因する発振波形の歪がどの程度生じるのかは不明である。もし、実際の発振波形が歪んでいるとしたら、相互相関後の波形におけるS/N比を低下させているはずである。そこで、本研究では、水中スピーカーの機械特性による発振波形の歪の検証を目的として、発振波形の観測を試みた。さらに、観測した発振波形を利用することによりデータ品質の向上を図った。

2. 発振波形観測実験の概要

2021年7月20日、沼津沖内浦湾の水深80～100mの海域において、発振波形の観測実験を行った。測定仕様は右図に示す通り、10チャンネルのストリーマーケーブルを鉛直方向に展開した状態で、複数回発振を行った。それらの記録を重合することにより、海底面などからの反射波が抑制され、ノイズの少ない観測波形が得られる（東京海洋大学, 2021；特願2020-217557）。調査に使用した船舶は、株式会社オキシーテックの計測船「ひびき」（19トン）である。

3. 結果およびまとめ

実験結果によれば、疑似ランダム波を使用する場合、水中スピーカーから発振される波形はオリジナル波形（発振用に作成された振源波形）とはかなり異なっていた。また、観測した発振波形を用いて観測波形と相互相関した結果は、オリジナル波形との相互相関と比べ、明らかな品質向上効果が見られた。

