

地震探査振源の波形特性の最適化

○清水 賢、柴田 英紀、溝田 あゆみ、三浦 亮、樋泉 昌之（日本海洋事業株式会社）

1. はじめに

これまで日本海洋事業株式会社では、海洋研究開発機構が有するマルチチャンネル地震探査システムやシングルチャンネル地震探査システムを受託し運用してきた。平成20年には、深海調査船「かいれい」に新しい地震探査システムを設計・導入し、その後もシステムの高度化を図っている。本報告では、海洋研究開発機構が有する地震探査システムの各振源特性とその向上・最適化に関する取り組みについて紹介する。

2. 各震源特性

海洋研究開発機構が有する地震探査振源の波形は、図1に示すとおりである。「かいれい」「かいよう」に搭載している大容量のエアガンアレイは、一般の石油・ガス探査で用いられるエアガンアレイ振源と比較して、海底下深部構造をターゲットとする低周波エネルギーを意識した構成である。平成20年に新たに搭載した「かいれい」の振源は、低周波エネルギーを確保しながらも波形整形や高周波成分についても向上させた高分解能な振源特性を実現している。GガンクラスターやG Iガン、ミニクラスターガンについては、主にシングルチャンネルやチャンネル数の少ないマルチチャンネル地震探査に用いている。これらのエアガン振源は、アレイ構成の他に曳航深度との関係が重要であり、圧縮空気を放出する静水圧と海面からの反射波（ゴースト）が振源特性を大きく左右する（図2）。海洋研究開発機構で行われる地震探査では、エアガン構成と曳航深度等を検討し、調査ターゲットのイメージング結果を最大化するべく取り組んでいる。

3. 「かいれい」エアガンアレイの震源特性の向上

「かいれい」に搭載しているエアガンアレイは32台のAPG（Annular Port Gun）で構成され、最大600inch³の大型エアガンを含む、総容量7800 inch³の大規模エアガンアレイである。本アレイは、4列のサブアレイからなり、サブアレイは容量が異なる8台のエアガンを直列に配したリニアクラスターである。リニアクラスターはエアガンを1m程度の間隔に近接させており、近距離音場および放出されるバブルそのものの干渉により、低周波成分の向上とバブルパルスの抑制、さらに狭い甲板スペースへの搭載を可能にしている。特に低周波成分については、様々なトレードオフの中で十分なエネルギーを確保することは容易でないが、本アレイでは非常に良い結果を示すことができた。しかしながら、バブル抑制については当初に期待していたほどには効果が得られなかったため、昨年度と本年度の試験航海において発振波形の整形を試みてきた。その結果、クラスター効果とサブアレイ間の遠距離音場のバブルキャンセリング効果を組み合わせることでP/B（peak to bubble ratio）を当初の2倍に向上させることができた（ブルーアース'11 溝田他ポスター参照）。また、この調整によって低周波エネルギーの低下もほとんど見られず、海底下のエネルギー透過性と高分解能化の両立をより良く両立させることができた。またこれによって、曳航深度を変えた場合においても、ある程度のバブ

ル抑制効果を維持させることが期待できる。

4. まとめ

研究ターゲットの地質条件、深度、また研究目的によって、地震探査振源を最適化することは重要であり、エアガン振源の特性を充分理解した上で震源設計および調査仕様を定める必要がある。とりわけ深部構造探査において、低周波エネルギーを得ることは極めて重要かつ難しいテーマであり、高分解能化などと合わせた最適化において「かわいい」のエアガンアレイはより優れた振源特性を得ることができるようになってきている。

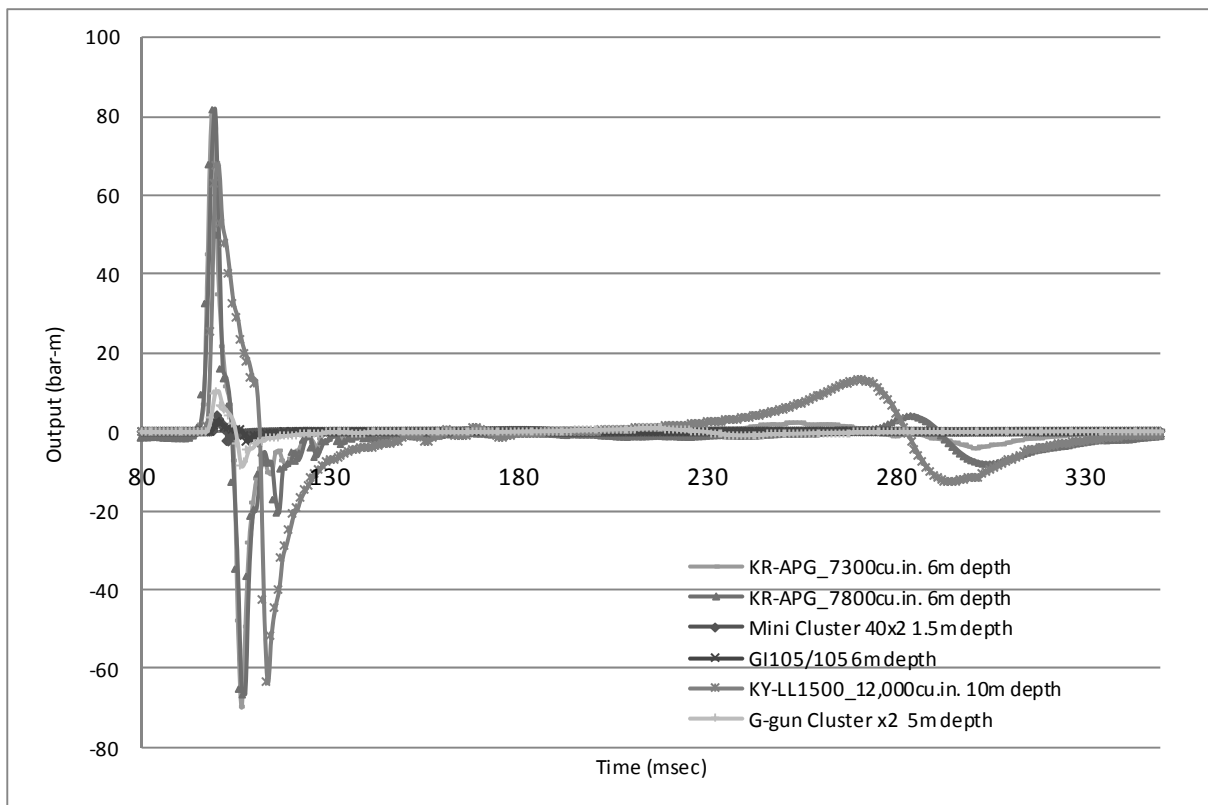


図1 各地震探査振源の波形

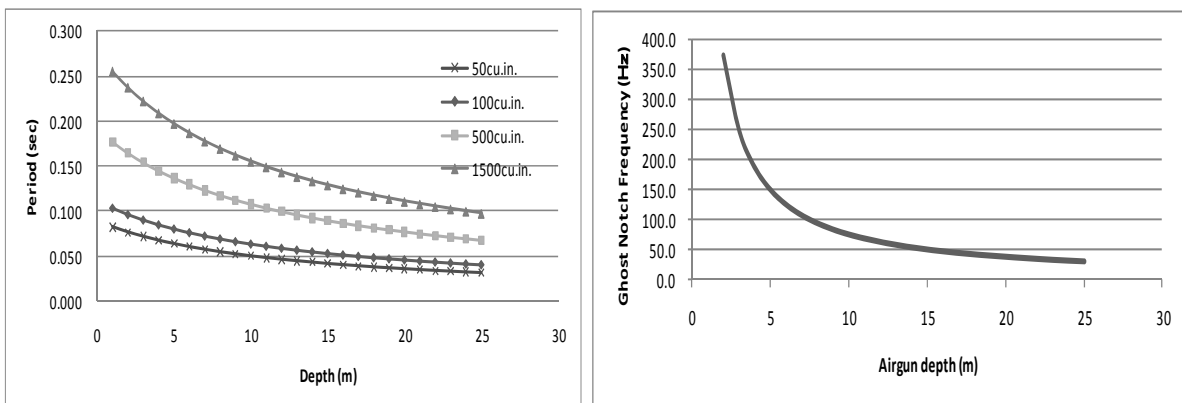


図2 エアガンの深度、容量、周期の関係 (左)、エアガン深度とゴーストノッチ周波数の関係 (右)