

# 파라메트릭 배열의 음장 측정 결과 고찰

## A Consideration on the Results of Sound Field Measurement for the Parametric Array

김원호†

Won Ho Kim

### 1. 서 론

수중에는 잠수함, 수영자 침투 등의 위협 표적이 존재하며, 이에 대한 공격으로부터 대비하고 침투를 차단하기 위해서는 위협 표적을 사전에 탐지하여야 한다. 수중 표적을 탐지하기 위해서는 소나를 사용하고 있으며, 탐지 거리가 멀어질수록 대비할 시간이 많아지기 때문에 유리하나 이를 위해서는 탐지 소나의 주파수가 낮을수록 좋다. 수중에서의 탐지 거리는 주파수에 반비례하여 증가하는데 탐지 소나의 주파수가 낮을수록 음원의 크기가 증가하여 제작 비용 증가와 함께 운용하기가 어려워지고 또한 크기를 무한히 키우는 것도 물리적인 한계를 가지고 있다. 그리고 일반적인 저주파 음원의 특징은 빔폭 (beam width)이 넓어 탐지 해상도가 떨어지는 단점을 가지고 있다.

이러한 문제점을 해소하기 위한 것이 파라메트릭 배열(parametric array)을 사용한 소나인데, 파라메트릭 소나는 고주파를 사용하는 음원을 사용하기 때문에 음원의 크기가 작고, 고주파 음원에서 사용하는 두 개의 고주파 신호(1차 주파수,  $f_1$ ,  $f_2$ )를 사용하여 두 신호의 차주파수인 저주파 음파(2차 음파)를 발생시킬 수 있다. 파라메트릭 소나에서 발생된 음파는 매질을 전파하면서 고주파의 원 신호와 합주파수 성분의 신호는 거리가 증가하면서 크기가 급격히 감소하고, 매질을 전파하면서 비선형 상호작용에 의해 발생된 저주파 신호만 남게 된다. 본 논문에서는 파라메트릭 배열의 음장을 측정할 때 발생 가능한

pseudo sound에 대해 살펴보고, 파라메트릭 음장의 측정 결과로부터 pseudo sound의 유무를 판단하고 pseudo sound를 제거하기 위한 방법에 대해 고찰하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 파라메트릭 배열

파라메트릭 배열의 특징은 서론에서 언급한 바와 같이 고지향 특성을 갖는 저주파 빔을 사용하기 때문에 표적의 탐지 해상도가 높고, 장거리 탐지가 가능하다. 그리고 1차 음파인 두 개의 신호가 결합하면서 원 신호에 존재하던 부엽이 저주파인 2차 음파가 생성되면서 부엽이 거의 사라지기 때문에 다중 경로에 따른 잔향음을 줄일 수 있어 탐지된 표적 신호의 신뢰도 향상과 한 곳으로만 신호를 보낼 수 있는 은밀성을 유지할 수 있다(Fig. 1 참조).

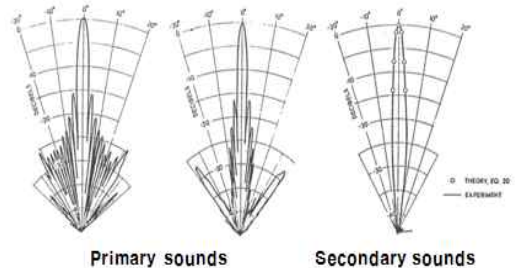


Fig. 1 The beam pattern of sound field for parametric array

Fig. 1에서 보는 바와 같이 2차 음파의 빔폭은 1차 음파의 빔폭과 거의 같으며, 광대역 주파수 특성을 갖고 있으나, 2차 음파의 음원 준위가 1차 음파

† 교신저자; 정회원, 국방과학연구소  
E-mail : onetiger07@korea.com  
Tel : 055-540-6322, Fax : 055-542-3737  
\* 국방과학연구소

에 비해 40 ~ 60 dB 낮은 단점이 있다.

## 2.2 Pseudo sound

파라메트릭 신호를 생성하는데에는 일반적으로 두 가지 방법이 사용된다.

첫 번째 방법은 파라메트릭 음원을 두 개를 사용하여 각각의 음원에 1차 음파인  $f_1$  신호와  $f_2$  신호를 따로 따로 인가하여 매질을 전파하면서 비선형 현상에 의해 발생된 2차 음파인 파라메트릭 신호를 생성하는 방법이다(Fig. 2 참조).

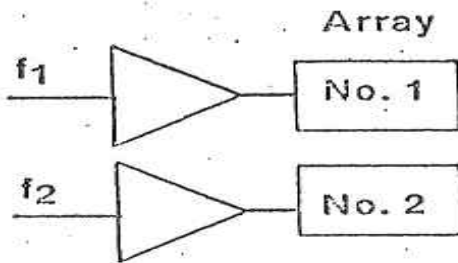


Fig. 2 The method of generation for parametric beam using two separated sound sources

두 번째 방법은 한 개의 파라메트릭 음원을 사용하는 방법인데, 이 경우에는 고주파와 저주파 신호가 혼합된 amplitude modulation 신호를 음원에 인가하여 파라메트릭 신호를 얻는 방법이다(Fig. 3 참조).

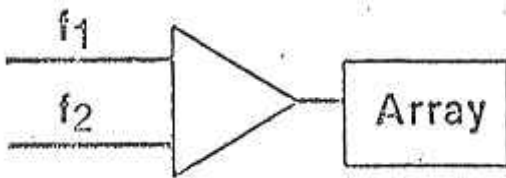


Fig. 3 The method of generation for parametric beam using single sound source

첫 번째 방법은 특수한 음원을 사용하기 때문에 두 번째 방법을 일반적으로 사용하고 있으나, 이 경우에는 pseudo sound가 발생될 수 있기 때문에 파라메트릭 음장을 측정할 때는 진짜의 파라메트릭 신호를 측정하였는지 유의하여야 한다.

파라메트릭 신호를 얻기 위해서는 신호의 크기가 커야 되는데, 이 큰 신호가 비선형 현상을 일으키면서 intermodulation distortion에 의한 차주파 음이 발생된다. 이 신호는 매질을 전파하면서 비선형 현상에 의해 발생되는 파라메트릭 신호와는 다르기 때문에 pseudo sound라고 한다.

Pseudo sound는 근거리 (Rayleigh distance  $R_0 = S/\lambda_0$ )에서 발생되며, 거리가 증가하면서 소멸된다. 파라메트릭 음장을 측정하는 음향 수조의 크기가 Rayleigh distance 보다 작은 경우가 일반적이기 때문에 이러한 점을 유의하여 측정하여야 하며, 측정된 음장을 통해 pseudo sound의 유무를 판단할 수 있다.

파라메트릭 음파 신호를 생성하는 두 번째 방법의 경우에는 저주파 신호가 혼합된 amplitude modulation 신호가 전력증폭기(power amplifier)에서 큰 신호로 증폭되어 트랜스듀서(transducer)를 통해 음파가 발생되기 때문에 전력증폭기 또는 트랜스듀서의 비선형 특성이 존재하면 pseudo sound가 발생되며, 이때는 인가되는 저주파 신호로 인해 원래의 신호 보다 빔폭이 증가되어 pseudo sound를 구분할 수 있다.

반면에 하이드로폰(hydrophone)의 비선형 특성에 의해 발생된 pseudo sound는 빔폭이 좁아지는 특성이 있으며, 빔폭만으로 구분이 어려울 때는 거리에 따른 음압 준위(Sound Pressure Level)를 측정하여 전달 손실 특성을 파악하면 pseudo sound 존재 유무를 확인 가능하다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 두 번째 방법을 사용하여 파라메트릭 신호를 생성하고 이에 대한 음장을 측정하였으며, 1차 음파와 2차 음파의 빔 패턴과 전달손실 곡선의 측정 결과를 통해 pseudo sound의 유무를 판단하고 pseudo sound를 제거하기 위한 방법에 대해 고찰하였다.