

# 곡면배열 센서의 저소음화를 위한 지지구조 설계 연구

## Low Noise Characteristics of the Conformal Sensor Array's Support Structure

이종길<sup>†</sup> · 이상원<sup>\*</sup> · 서희선<sup>\*\*</sup>

Jongkil Lee, Sang-won Lee, and Hee-sun Seo

**Key Words :** Conformal sensor array(곡면배열 센서), Flow noise(유체소음), Transfer function(전달함수), Frequency density function(주파수 밀도 함수)

### ABSTRACT

Noise reduction is an important factor to design low noise sensor array. In this paper three layers of the de-coupler in the conformal sensor array were used to investigate noise reduction. Conformal sensor array is positioned in the layers and the distance from the layer is 0.25cm~1.5cm. Transfer function in the frequency density function is investigated according to the three different positions. When increasing the embedded distance the flow noise decreased in the region of the  $kx > 10$ .

### 1. 서 론

수중 운동체의 음향 탐지는 소리에 의존하기 때문에 유체소음은 표적탐지 성능을 저하시킨다. 수중운동체가 정지하거나 저속으로 운항할 경우 유체소음은 일반적으로 무시할 만하지만 난류 유동이 형성되는 수중에서 작동하므로 유체 유기 소음은 큰 문제가 된다.

Fig. 1은 탄성층을 지지하며 탄성층 내에 센서가 묻혀 있는 3겹 구조이다. 난류에 의한 유동 유기 소음이 수중 음향센서에 유입됨을 볼 수 있는 구조이다. 레이어의 두께와 재질, 탄성계수, 밀도에 따라 전달함수가 달라질 것이다. 더불어 유입되는 소음의 정도 역시 달라질 것이며 주파수에 따라서도 소음 유입량을 최소화 할 수 있다.<sup>(2)</sup>

본 연구에서는 곡면배열 센서가 Fig. 1과 같은 구조에서 일정 거리만큼 떨어져 삽입되어 있을 때 외

부 소음으로 인한 전달함수의 크기 변화를 수치해석하였다.

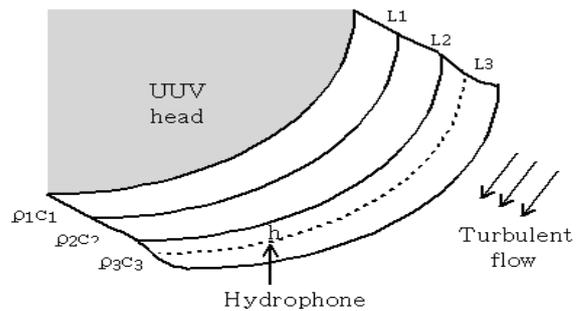


Fig. 1. Turbulent noise at the three layers<sup>(1)</sup>

Fig. 1과 같은 구조에서 주파수 스펙트럼 밀도 함수(frequency spectrum density function)는 식 (1)과 같이 표현된다.<sup>(1)</sup> 식 (1)에서 이중 적분적인 주파수 밀도 함수는  $P(kx, ky)$ ,  $S(kx, ky)$ ,  $A(kx, ky)$ ,  $T(kx, ky)$ 의 함수를 포함한다. 전달함수 T의 크기가 클수록 적분 면적은 커지며 동시에  $Q(\omega)$ 의

<sup>†</sup> 교신저자; 정희원, 안동대학교 기계교육과  
E-mail : jlee@andong.ac.kr  
Tel: 054-820-5487 Fax: 054-820-7655  
<sup>\*</sup> 안동대학교 대학원 정밀기계공학과  
<sup>\*\*</sup> 국방과학연구소(진해)

값도 커진다.  $Q(\omega)$ 의 감소는 소음 저감으로 이어진다.

$$Q(\omega) = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P(k_x, k_y, \omega) \times S(k_x, k_y) \times A(k_x, k_y) T(k_x, k_y, \omega) dk_x dk_y \quad (1)$$

Fig. 2는 센서 삽입 깊이가 0.25cm일 때 전달함수를 나타낸 것이다.  $k < 10$ 의 범위에서 외부 소음 주파수가 100Hz, 500Hz, 1,000Hz로 증가할수록 전달함수의 값이 커져 소음 차단 효과가 떨어짐을 알 수 있다.

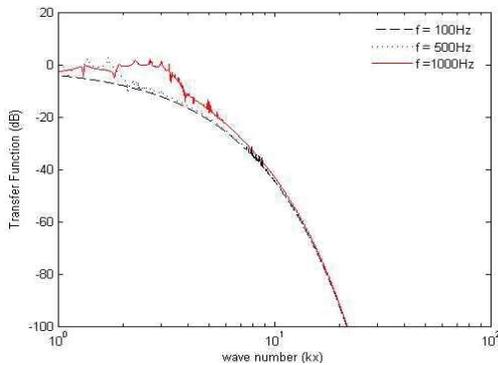


Fig. 2 Transfer function at the embedded distance of 0.25cm

Fig. 3~Fig. 5에는 외부 소음 주파수가 2kHz, 5kHz일 때 삽입 깊이  $h=1.0$ ,  $2.0$ ,  $3.0$ 일 때 전달함수의 변화를 각각 나타낸 것이다.  $10 < kx < 100$  범위에서는 센서가 삽입된 위치가 바깥으로 갈수록 소음이 더 증가하는 것으로 나타났다.

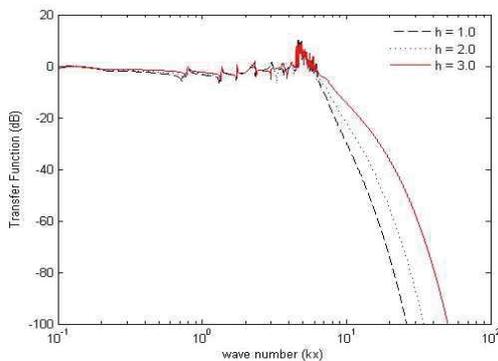


Fig. 3 Transfer function variation according to the embedded distance at the frequency 2kHz

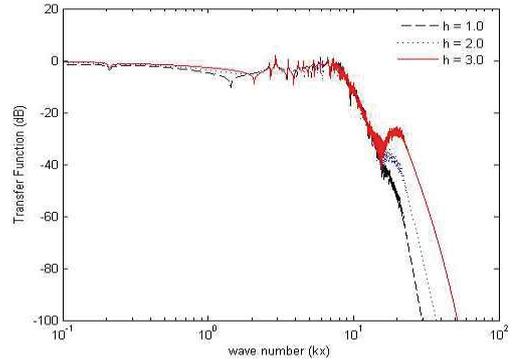


Fig. 4 Transfer function variation according to the embedded distance at the frequency 3kHz

Fig. 3~4에서와 같이 파수  $kx < 10$ 의 범위에서는 삽입 깊이에 따른 전달함수 값의 변화는 커지 않으나  $kx > 10$ 의 영역에서는 센서 삽입 깊이와 외부 유입 소음 주파수에 따라 값의 변화가 큼을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

탄성층에 삽입된 Hydrophone의 위치변화가 외부 유입 소음의 영향을 받는 정도를 해석하였다. 센서의 위치를 각각 0.25", 0.5", 1.5"로 변화 하였을 때  $kx < 10$ 의 범위에서 외부 유입 소음의 주파수가 증가할수록 센서에 미치는 소음이 더 크게 나타났다.  $10 < kx < 100$  범위에서는 센서가 삽입된 위치가 바깥으로 갈수록 소음이 더 증가하는 것으로 나타났다.

#### 후 기

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었으며, 이에 깊이 감사를 드립니다. (계약번호 UD100002KD)

#### 참 고 문 헌

- (1) Ko, S., Pyo, S., and Seong, W., 2001, "Structure-borne and flow noise reduction-mathematical modeling," Seoul National Univ. Press.
- (2) 박지혜, 이종길, 신구균, 조치영, 2009, "전달함수를 이용한 저파수 영역에서의 센서 유입 소음 특성연구," 대한공업교육학회지, 34(1) pp. 238~251.