

곡면배열 센서의 저소음화를 위한 지지구조 설계 연구

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

이종길[†] · 이상원* · 서희선**

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.⁽²⁾

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

부 소음으로 인한 전달함수의 크기 변화를 수치해석하였다.

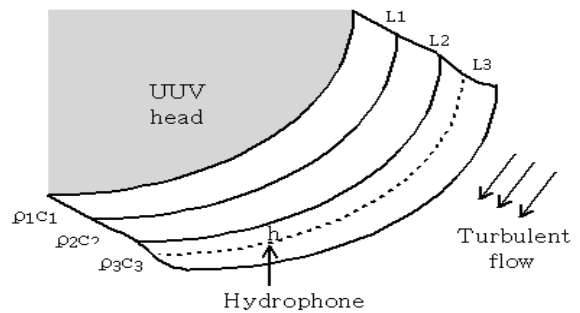


Fig. 1. Turbulent noise at the three layers⁽¹⁾

Fig. 1과 같은 구조에서 주파수 스펙트럼 밀도 함수(frequency spectrum density function)는 식 (1)과 같이 표현된다.⁽¹⁾ 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

[†] 교신저자; 정희원, 안동대학교 기계교육과
E-mail : jlee@andong.ac.kr
Tel: 054-820-5487 Fax: 054-820-7655
* 안동대학교 대학원 정밀기계공학과
** 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.

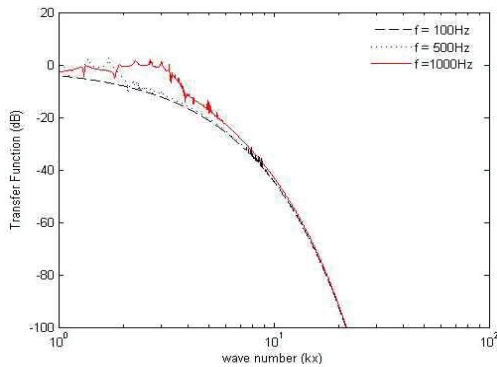


Fig. 2 Transfer function at the embedded distance of 0.25cm

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.

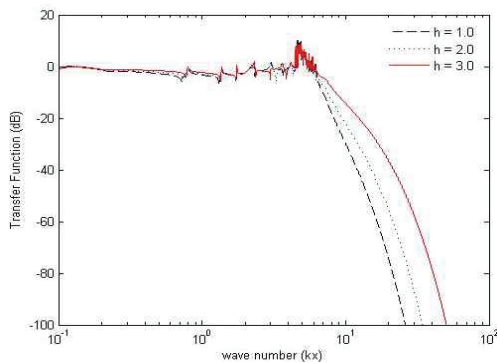


Fig. 3 Transfer function variation according to the embedded distance at the frequency 2kHz

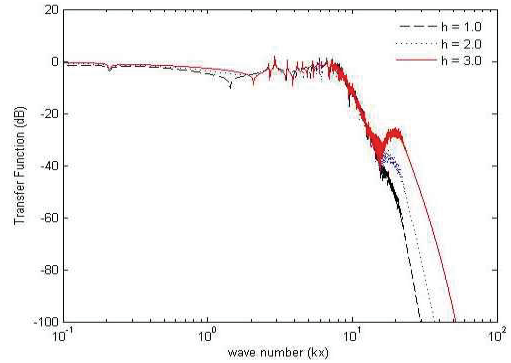


Fig. 4 Transfer function variation according to the embedded distance at the frequency 3kHz

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.