

# Investigation of Transmission Noise Reduction in the Cylindrical Structure Using Self-Noise Reduction Ring

\* \* \* † \*\*

Sang-won Lee, Seung-hong Lee, Jeong-mo Ku, Jongkil Lee, Chi-yong Cho

## 1. 서 론

곡면배열 음향센서가 수중을 운동하는 원통형 구조물에 설치되어 좋은 신호 감도를 유지하기 위하여 난류유동과 자체 소음에 의한 소음 차단이 필수적이다<sup>(1)~(3)</sup>. 본 연구에서 사용된 수중 운동체 구조물은 최대 직경이 500mm이고 길이가 840mm인 중공 원통형이다. 모델링 재질은 알루미늄(Al 6061-밀도: 2,700kg/m<sup>3</sup>, 탄성 계수: 71GPa, 푸아송 비: 0.33)이며 두께가 8mm로 원통 전체에 걸쳐 일정하다. Fig. 1에는 곡면 배열 센서(conformal sensor array)가 부착되는 위치의 일부를 나타낸 것으로 이러한 센서는 원통 주변으로 일정하게 배열된다.

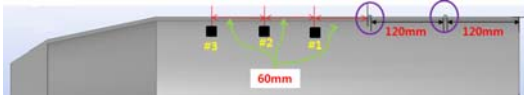


Fig. 1 Sensor location(#1~#3) at the structure

## 2. 전달 소음 차단 성능 해석

센서의 크기나 개수는 배열 형상에 따라 달라지며 최적 빔 설계에 따라 위치가 바뀔 수 있다. 수중에서 고속으로 운동하기 위하여 자체 추진을 하게 되는데 추진기에서 발생하는 캐비테이션과 구조 전달 소음 등은 Fig. 1의 센서에 직접적으로 영향을 미친다<sup>(2),(3)</sup>.

† 교신저자; 정회원, 안동대학교 기계교육과  
E-mail : jlee@andong.ac.kr  
Tel : 054-820-5487, Fax : 054-820-1766

\* 안동대학교 대학원 정밀기계공학과  
\*\* 국방과학연구소

Fig. 1에서와 같이 자체 소음이 구조물을 타고 전파할 때 센서 #1~#3에 미치는 영향을 최소화하기 위한 방법으로 원형 부분에 소음 차단 링(self-noise reduction ring, SNORE ring)을 설치할 수 있다. 이러한 차단링으로 널리 알려진 것이 CRP 재질(Carbon Reinforced Plastic, 밀도: 1,600kg/m<sup>3</sup>, 탄성 계수: 125GPa, 푸아송 비: 0.35)이다. Fig. 1에서와 같이 전달 소음 감소 방안으로 두 개의 링을 원통 끝면에서 120mm, 240mm 지점에 각각 설치하고 임의의 주파수에 의한 소음을 입력하였을 때 센서 #1~#3에서의 저감 특성을 분석하였다. 외부 소음 주파수를 100Hz에서 6kHz까지 입력하고 두 개의 소음차단 링의 존재 유무에 따른 소음저감 효과를 해석하였다.

Fig. 2는 Fig. 1에서 센서 #1 위치에서 계산된 소음저감 효과를 보인 것이다. Fig. 2에서 점선으로 연결된 두 곡선은 주파수에 따른 소음 레벨을 6차 함수로 연결한 예측 곡선이다. 주파수 4kHz~6kHz 대역에서는 소음차단 링의 설치로 인하여 약 20dB 내외의 소음 저감 효과가 있음을 알 수 있다.

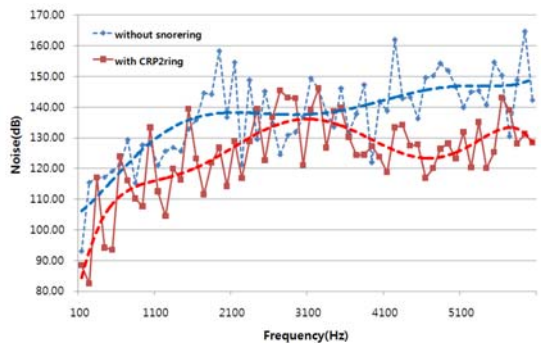


Fig. 2 Effect of sound reduction at the #1 location under the external excitation frequency of 100Hz-6kHz

즉 100Hz에서부터 시작하여 고주파 영역으로 갈수록 소음저감효과가 커지며 이는 파수의 증가에 따라 전달함수의 값이 줄어드는 결과와 일치한다. Fig. 2에서 3.1kHz 인근에서 소음저감 효과가 나타나지 않는 현상은 3.1kHz 인근에서 최대응력이 발생하고 있는 현상과 동일한 것으로 해석된다. 따라서 6차 함수의 소음감소 예측곡선을 통하여 입력 주파수별 특성을 해석할 수 있다.

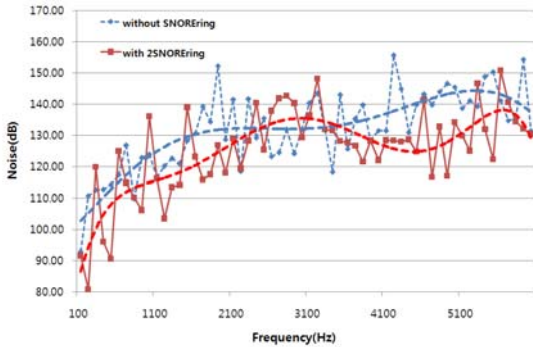


Fig. 3 Effect of sound reduction at the #2 location under the external excitation frequency of 100Hz~6kHz

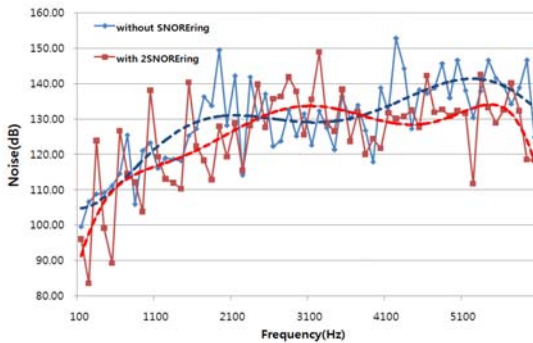


Fig. 4 Effect of sound reduction at the #3 location under the external excitation frequency of 100Hz~6kHz

Fig. 3 및 Fig. 4는 Fig. 1에서 각각 센서 #2, 센서 #3 위치에서 계산된 소음저감 효과를 보인 것이다. Fig. 3 및 Fig. 4에서 점선으로 연결된 두 곡선은 Fig. 2와 마찬가지로 주파수에 따른 소음 레벨을 6차 함수로 연결한 예측 곡선이다. 센서 #1의 위치에서와 같이 센서 #2 및 센서 #3에서도 주파수 4kHz~6kHz 대역에서는 소음차단 링의 설치로 인하여 약 20dB 내외의 소음 저감 효과가 있음을 알 수 있다. 센서

#2와 #3는 3kHz 이후부터 고주파 영역으로 갈수록 소음저감효과가 커지고 있다. 특히 #1의 위치에서와 다르게 #2 및 #3에서는 3kHz 인근에서 오히려 소음 차단 링의 효과가 없음을 볼 수 있다. 물론 Fig. 3 및 Fig. 4에서 3.1kHz 인근에서 소음저감 효과가 나타나지 않는 현상은 3.1kHz 인근에서 최대응력이 발생하고 있는 현상과 동일한 것으로 해석되지만 그럼에도 불구하고 6차 함수의 소음감소 예측곡선을 통하여 소음차단 링의 설치로 인하여 입력 주파수별 소음 특성을 해석할 수 있을 것이다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 소음차단을 위한 두 개의 소음차단 링을 구조물의 중간에 설치하고 소음 주파수별 저감 특성을 분석하였다. 외부 소음 주파수를 100Hz에서 6kHz까지 입력하고 두 개의 소음차단 링의 존재 유무에 따른 소음저감 예측곡선을 6차 다항식을 이용하여 예측하였는데 소음차단 링의 설치로 인하여 약 5~20dB 정도의 소음 저감 효과가 있음을 알 수 있었다.

### 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, "전달 함수를 이용한 저파수 영역에서의 센서 유입 소음 특성연구," 대한공업교육학회지, 34(1) pp. 238~251.
- (3) 이종길, 이상원, 서희선, 2010, "곡면배열 센서의 저소음화를 위한 지지구조 설계 연구," 2010년 한국소음진동공학회 추계학술대회.