

# 환형 소음 차단 구조를 이용한 구조전달소음 감소 연구

## Structural Borne Noise Reduction Using by SNORE Ring

이종길† · 정대영\* · 조치영\*\*

Jongkil Lee, Dae-young Jeong and Chi-young Jo

### 1. 서 론

수중에서 고속으로 이동하는 운동체는 추진기의 강한 추진력을 이용하여 이동을 하지만 이로 인하여 진동과 소음이 구조물을 타고 앞쪽으로 전달된다. 특히 정숙을 요하는 음향탐지 시스템에는 이러한 형태의 구조전달 소음은 그 성능을 현저히 저하시키는 역할을 한다[1-3]. 구조체의 중간에 소음차단 장치를 설치할 수 있는데 이러한 구조는 환형 소음차단 링(SNORE Ring, Self-Noise Reduction Ring)이라 알려져 있다[4].

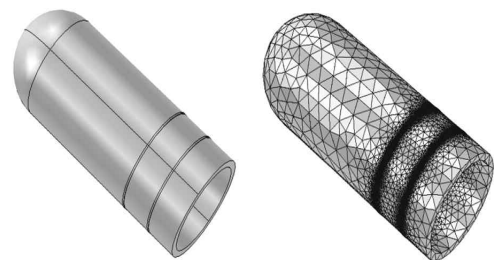
구조소음 차단을 위한 노력은 많은 연구자들을 통하여 확인할 수 있다[1-5]. Lee 등[3]은 수중 운동체의 일정 부분에 CRP(Carbon Reinforced Plastic)와 SNORE 링을 부착한 것과 하지 않은 것의 응력 감소율을 시뮬레이션 하였으며 12 kHz와 15 kHz 주변에서는 95% 이상의 감소 결과를 보였다. 이들은 음향 센서의 부착 위치에 따른 응력의 변화를 계산하였다. 운동체의 중심부에서 가장 높게 나타났고 20mm, 40mm 떨어진 곳으로 이동할수록 응력의 크기가 낮게 나타났다. 수중에서 UUV(Unmanned Underwater Vehicle)의 탄성층에 삽입된 하이드로폰이 외부 유입 소음의 영향을 받는 정도를 해석한 연구에서는 x-방향의 파수인  $k_x$ 에 다른 전달함수의 특성은 탄성층의 두께가 커질수록 전달함수의 적분값이 적어져 소음의 영향은 줄어드는 것으로 나타났다.

본 논문에서는 운동체 표면 구조를 통해 전달되는 소음과 진동이 음향 센서의 성능을 저하시키는

요인이 되지 않도록 구조물로 타고 들어오는 진동파를 효과적으로 차단하기 위하여 SNORE 링을 설치하고 이의 소음차단 특성을 관찰하였다.

### 2. 유한요소 해석 및 결과분석

본 연구에서는 이러한 선행연구의 조사 결과를 바탕으로 수중 운동체의 모델을 결정하였고 이를 Fig. 1에 보였다. 수중 운동체는 직경이 200mm이고 길이가 600mm인 돔 구조체를 포함한 원형 실린더로 UUV의 형상을 가정하였다. 사용된 재료는 알루미늄 Al-6061 재질로서 두께는 10mm이다. UUV의 후면부에서 전달되는 구조 소음을 차단하기 위하여 Fig. 2 및 3과 같이 SNORE 링을 설치하였다. 그림에는 한 개의 SNORE 링이 설치된 유한요소 해석 모델을 보였다. SNORE 링의 재질은 CRP(Carbon Reinforced Plastic)로서 내부는 공기로 채워져 있고 사각형 단면을 가진 원형 튜브 형상을 한 것이다.



(a) UUV 형상

(b) 유한요소해석 모델링

Fig. 1 두 개의 SNORE 링이 있는 경우 유한요소해석 모델

Fig. 2와 Fig. 3은 외부 가진 주파수가 각각 2.9kHz와 3.6kHz 일 때 발생하는 음압 레벨의 크기를 예측

† 교신저자; 정회원, 안동대 기계교육과

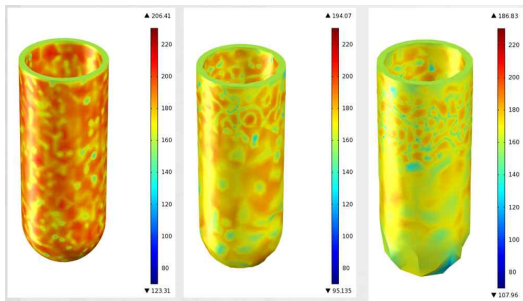
E-mail : jlee@andong.ac.kr

Tel : 054-820-5487, Fax : 054-820-1766

\* 안동대 대학원 정밀기계공학과

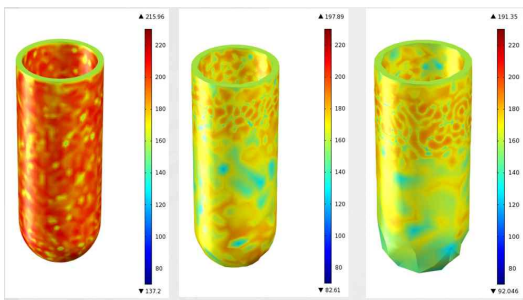
\*\* 국방과학연구소

하여 가장 큰 변화를 보이는 두 가지 경우를 SNORE 링의 개수에 따라 각각 비교한 것이다. Fig. 2에서 SNORE 링이 없는 경우(a), 한 개 설치된 경우(b), 두 개 설치된 경우(c)이며, SNORE 링의 개수가 많아질수록 소음 차단 효과가 크다는 것이 확인된다. Fig. 2와 Fig. 3에 나타나듯이 SNORE 링을 한 개 설치한 경우와 두 개 설치한 경우 발생하는 음압 레벨의 크기 차이가 미미하다. 그러나 두 개의 SNORE 링이 설치된 경우 UUV의 후면부에서 전해지는 구조 소음이 전면부로 전달되는 정도가 적다는 것을 알 수 있다. 이를 통해 SNORE 링의 설치 시 조건에 따라 한 개 또는 두 개의 SNORE 링을 설치하여 최적의 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.



(a) No ring (b) One ring (c) Two ring

Fig. 2 SNORE 링의 개수에 따라 발생하는 음압 레벨 크기 예측(2,9 kHz)



(a) No ring (b) One ring (c) Two ring

Fig. 3 SNORE 링의 개수에 따라 발생하는 음압 레벨 크기 예측(3,6 kHz)

보다 발전된 소음 차단 효과를 얻기 위하여

SNORE 링의 개수 뿐 만 아니라 SNORE 링의 치수를 변화하여 소음 해석을 할 수 있을 것이다.

### 3. 결 론

수중 운동체의 후미에서 들어오는 구조전달 소음과 진동을 효과적으로 차단하기 위하여 SNORE 링이 제안되었고 UUV의 중간에 SNORE 링이 1~2개 설치되었을 때 가진에 의한 소음 발생을 예측한 결과 SNORE 링이 없는 상태와 비교하여 전 주파수 범위에서 푸리에 계수의 크기가 줄어들고 있음을 확인할 수 있었고 소음차단효과가 커다는 것을 알 수 있었다.

### 후 기

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었으며, 이에 깊이 감사드립니다. 계약번호(UD070054AD)

### 참고문헌

1. Freitag, L., Grund, M., Catipovic, .. Nagle, D., Pazol, B., and Glynn, J., Acoustic communication with small UUVs using a hull-mounted conformal array, Proc. Oceans, 2001, pp. 2270~2275
2. Benjamin, K., Recent advances in 1-3 piezoelectric polymer composite transducer technology for AUV/UUV acoustic imaging applications, J. of Electroceramics, Vol. 8, 2002, pp. 145~154
3. 이종길, 조치영, CRP 재질 및 SNORE 링 부착에 따른 다층 곡면 구조물의 진동 차단 특성 연구, 대한공업교육학회지 제35권 2호, 2010, pp. 224-237
4. Ko, S., Pyo, S., and Seong, W., Structure-borne and flow noise reduction -mathematical modeling, Seoul National Univ. Press, 2001.
5. Ko, S.-H., Sherman, C. H., Flexural wave baffling, Journal of Acoustical Society of America, 66(2), 1979, pp. 566~570