

선박 격벽의 저주파수 대역 차음성능 향상에 관한 연구

Improvement of Sound Transmission Loss of Ship's Bulkhead at Low Frequency Range

김성훈* · 주원호† · 배종국**

Kim Sung-Hoon, Joo Won-Ho, Bae Jong-Gug

Key words: Transmission loss, Stiffened plate, Bulkhead, Ship noise, Low frequency

Abstract

The noise sources in ship and offshore structure have an influence on adjacent receiving area through a partition between noise sources and receiving area. The partition in ship is usually made of stiffened plate. Sound transmission loss (STL) of the partition at high frequency could be improved by additional installation of insulation or wall panel. At low frequency, however, it is very difficult and needs an increase of plate thickness which causes a considerable weight increase of ship. In this paper, we have investigated the effect of the bulkhead boundary condition. From measurement result, we found that the bulkhead boundary condition can affect a lot in STL, especially at low frequency range. Finally, we get the 5dB increase in STL through the modification of boundary condition.

1. 서론

선박의 격벽은 보강재가 설치되어 있는 보강판 구조를 기본으로 하고 있다. 보강판에 필요시 보온재가 설치되거나 선실 혹은 제어실과 같이 승무원이 거주 또는 상주하게 되는 공간은 구획용 패널이 추가로 설치된다. 그리고 선박에는 많은 소음원이 존재하게 되며 약 400Hz 이상의 중고주파수 대역 소음은 보온재나 구획용 패널의 설치로 차음성능을 충분히 높힐 수 있다. 하지만 저주파수 대역의 차음성능 향상을 위해서는 뚜렷한 대책을 세우기가 힘든 실정이다. 본 연구는 선박 격벽의 기본 구조인 보강판 구조의 저주파수 대역 차음성능 향상을 위해 판의 차음성능에 대한 이론적 특성을 고찰하고 잔향실에 설치된 보강판의 위치별 기여도를 파악하여 저주파수 영역의 차음성능을 향상시키기 위한 개선 시험을 수행하였으며 그 결과를 검증하였다.

2. 판의 차음성능

등방성 판의 차음성능은 판의 고유진동수와 일치 주파수(critical frequency)에 의해 영역 별로 구분되어 예측할 수 있는데 판의 고유진동수와 일치 주파수 사이의 영역에서는 판의 질량에 의해 차음성능이

결정된다.

선박이나 실제 철 구조물에서 사용되는 판은 구조 강성 증가를 위해 보강재가 설치되며 이때 등방성 판의 차음성능과는 다른 특성을 보이게 되는데 주요 차이점은 굽힘 강성 증가에 의해 보강판의 고유진동수가 등방성 판보다는 높은 주파수에 있고 보강재의 평행한 방향의 강성 증가로 인해 낮은 주파수영역에서 일치주파수가 나타나며 보강재의 수직 방향으로의 일치주파수는 높은 주파수 영역에서 나타나게 된다.(Fig.1) 따라서, 일치주파수에 의해 차음성능이 지배되는 영역이 넓어지는 특성을 보인다.

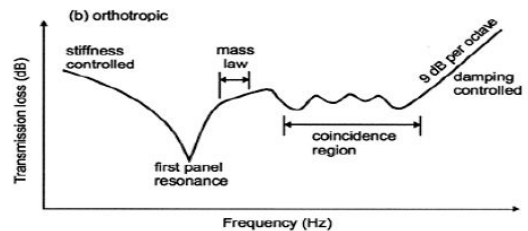


Fig.1 비등방성 판의 차음특성 [1]

3. 보강판 차음성능 향상

3.1 보강판 차음성능

선박 구조에서 많이 적용되는 7mm 두께의 판에 600mm 간격으로 보강재가 설치된 보강판(4.2m x 2.4m)의 차음성능 시험결과를 Fig.2 에 표시하였다. 비등방성 판에서만 나타나게 되는 일치주파수 영역의 특성이 500~2k Hz 주파수 영역에 있으며 2k Hz 에서 상위 일치 주파수를 확인할 수 있다.

† 주원호; 현대중공업 선박해양연구소 진동소음연구실
E-mail : whjoo@hhi.co.kr

Tel : (052) 202-5558, Fax : (052) 202-5495

* 김성훈: 현대중공업 선박해양연구소 진동소음연구실

** 배종국: 현대중공업 선박해양연구소

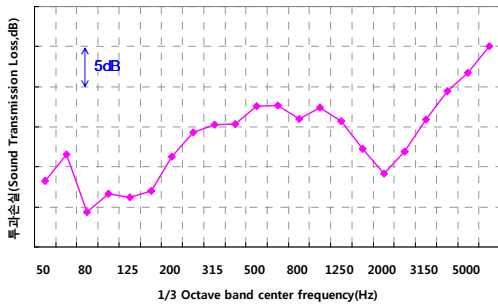


Fig.2 보강판 차음성능

3.2 보강판 위치별 차음성능 기여도 시험

보강판의 위치별 차음성능 기여도를 조사하기 위해서 판의 중심부와 가장자리에 비교적 쉽게 탈 부착이 가능한 자석 시편을 이용하여 위치 별로 부착 시 차음성능 변화를 조사하였다.(Fig.3) 시험 순서는 판 중심부→가장자리(상/하)→가장자리(좌/우)의 순서로 수행되었으며 Fig.4의 차음성능 결과로부터 가장자리에 자석을 부착할 경우 315Hz 이하의 저주파수 영역에서 차음성능 향상을 확인할 수 있었다. 이러한 원인은 일치주파수 이하 영역(subcritical frequency region)의 방사소음은 Fig.5와 같이 주로 가장자리(Edge) 또는 구석(Corner)에서 방사되는데, 이러한 위치에 자석이 부착되므로서 응답 크기가 줄어들게 되어 방사소음의 크기가 줄어들기 때문이라고 판단된다.[2] 그리고 중앙부에 설치된 자석에 의해서 1.6k Hz 이상의 고주파수 영역에서 차음성능 향상을 확인할 수 있는데, 이는 보강판 사이의 국부판에서 발생하는 일치효과를 완화시키는 효과에 의한 결과로 판단된다.[2]

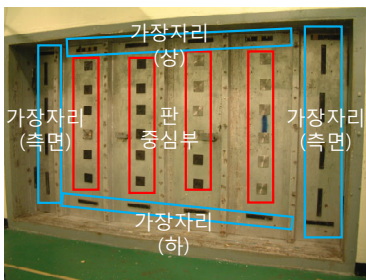


Fig.3 보강판 위치별 차음성능 기여도 시험

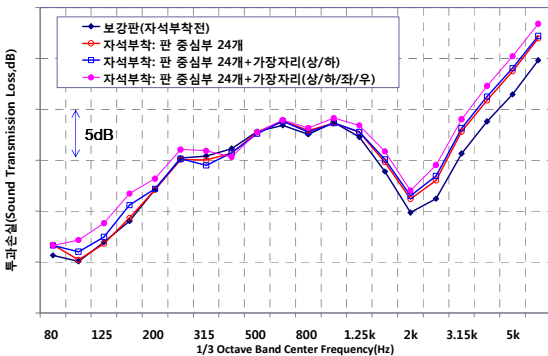
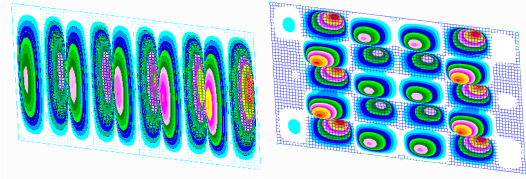


Fig.4 보강판 위치별 차음성능 기여도 시험결과



Edge radiation (110Hz) Corner radiation (120Hz)
Fig.5 보강판의 가장자리 방사소음

4. 보강판 차음성능 향상 시험

3.2 절의 기여도 시험 결과로부터 판의 가장자리의 경계조건을 변경했을 경우 저주파수 차음성능이 향상되었다. 따라서, 시편을 제작하여 보강판의 가장자리에 부착하여 시험을 수행하였다. 시편은 10mm 두께의 판을 길이 1.5m, 폭 0.4m의 철판 4개와 길이 2m, 폭 0.4m의 철판 2개를 판의 가장자리(상/하/좌/우)에 용접하여 시험을 수행하였다. 실험결과를 Fig.6에 표시하였으며 200Hz 이하의 저주파수 영역에서는 평균 5dB 만큼 차음성능이 향상됨을 확인할 수 있다. 그리고, 1.25k Hz 이상의 고주파수 영역에서도 평균 5dB 정도의 차음성능 향상이 있음을 확인할 수 있으며 400Hz~1.2kHz 주파수 영역의 비등방성 판의 일치효과 영역에 대해서는 효과가 없음을 확인할 수 있다.

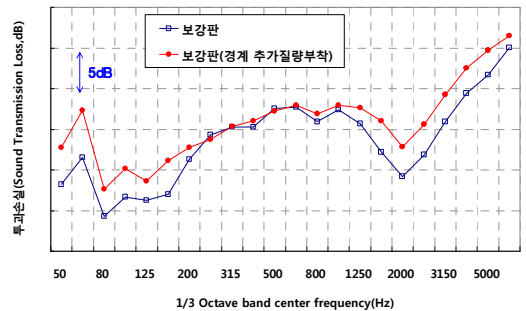


Fig.6 보강판 차음성능 시험 결과

5. 결론

본 연구를 통해 보강판 구조의 저주파수 대역 차음성능 향상을 위한 판의 차음성능에 대한 이론적 특성을 고찰하였고 잔향실에 설치된 보강판의 위치별 기여도를 파악하였고 판의 경계조건을 변경하여 200Hz 이하 저주파수 차음성능을 평균 5dB 향상시킬 수 있었다. 이는 선박이나 해양구조물의 저주파수 공기음을 효과적으로 차단하고 구조물의 중량과 건조비용을 크게 절감 할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] David A. Bies, *Engineering Noise Control*, Spon Press, 2003
[2] Frank Fahy, *Foundations of Engineering Acoustics*, Academic Press, 2001