

# 선박소음 예측기술의 현황과 발전방향

김재승\*

## Present and Future of the Shipboard Noise Prediction

Jae Seung Kim

Key Words: shipboard noise, SEA, power flow

### ABSTRACT

It was in the mid-1980s when the shipboard noise analysis was introduced to the Korean shipbuilding industry. Since then through the continued efforts of the industries in the last decades, native computational codes dedicated to the shipboard noise prediction have been developed based on empirical formula and/or sophisticated theories such as SEA and PFM. This paper addresses some problems in dealing with predicting shipboard noise and the way how to overcome the uncertainties in the prediction.

### 1. 서 론

선박소음 특히 일반 상선의 격실에서 문제시되는 소음에 대한 연구는 1970년대 초반부터 유럽을 중심으로 활발히 이루어지기 시작한 것으로 보인다. 이 후 네덜란드에서 1976년과 1986년 등 두 번에 걸쳐 선박음향학 국제 심포지움(International Symposium on Shipboard Acoustics, ISSA)이 개최된 바 있다.

국내의 경우, 1980년대 중반에 해군 함정에 대하여 소음해석이 처음으로 시도되었다. 곧 비슷한 시기에 일반 상선에서도 격실 소음 예측에 대한 필요성이 발생하였다. 이 결과 앞에서 소개된 자료를 바탕으로 경험식에 의거한 선박소음 예측 프로그

램을 국내에서 자체 개발하였으며, 1990년대 초반에는 통계적에너지해석법(Statistical Energy Analysis, SEA), 그리고 이 후에는 파워흐름해석법(Power Flow Analysis, PFM)에 근거한 선박소음 예측 프로그램이 국내에서 개발되었다.

### 2. 선박소음 예측기술 현황

국제해사기구(IMO)의 소음 허용기준은 각 격실에 따라 dB(A) 레벨로 규정되어 있다. dB(A) 레벨은 해당 격실에 발생하는 소음의 공간 및 시간 평균값을 나타낸다. 또한, 최대 가청주파수가 20 kHz 임을 고려할 때에 선박소음 예측에서는 구조 또는 진동해석에서 사용하고 있는 유한요소법을 적용시키기에는 문제가 있음을 짐작할 수 있다.

전통적으로 소음예측은 '소음원 - 전달경로 - 수

\* 한국기계연구원 시스템다이나믹스 연구실

음점'이라는 3 단계의 독립적인 계산과정을 거치고 있으며, 또한 각 단계에서도 복잡한 이론에 근거한 계산보다는 단순한 음향이론에 기반한 경험적인 계산방법을 이용하고 있다. 선박소음 예측의 경우, 특히 소음원 및 수음점 단계에서 실적자료에 많이 의존하게 된다.

전달경로 단계에서는 소음원에서 발생한 음향 에너지가 구조물과 공기를 통해 수음점까지 전달 되는 과정에서 줄어들게 되는 에너지 즉, 자체적으로 감쇠되거나 관심대상 수음점이 아닌 다른 곳으로 전달되는 에너지를 구하게 된다. 이 과정에서도 경험에 의존할 수 있으나, 1980년대에 이론적인 해석기법이 소개되었으며 이 과정에서 사용하는 방법에 따라 개개의 선박소음 예측기법을 명명하고 있다.

지금까지 발표된 이론적 선박소음해석 방법으로는 도파관 이론(wave guide theory)과 SEA 등 두가지 방법으로 대별된다. 비교적 최근에 소개된 PFM은 에너지의 흐름에 근거한 것으로 크게 보아 SEA의 범주에 속하는 것으로 간주할 수 있다.

SEA에서는 선체 구조와 격실을 세부시스템 즉, 다수의 평판요소와 공간요소가 결합된 것으로 모델링한다. 개개 격실의 소음레벨은 해당 공간요소가 지니는 음향에너지로 나타낼 수 있다. 이 음향 에너지는 개개 세부시스템에서 성립하여야 하는 음향에너지의 평형 관계식 즉, 정상상태에서는 소음원에서 해당 세부시스템으로 직접 입력되는 음향에너지와 인접한 세부시스템에 주거나 혹은 받는 음향에너지 그리고 해당 시스템에서 자체 소멸되는 음향에너지가 평형을 이루어야 한다는 조건으로부터 계산된다.

SEA에 기반한 선박소음해석은 국내에 소개된 이래 지난 20여년간 꾸준히 수행되어 왔으나 계측치와의 오차를 줄이려는 노력은 상대적으로 미진하였던 것으로 생각된다. 최근에는 전용 GUI를 개발하여 소음해석 과정을 단순화하려는 노력이 진행되고 있다.

### 3. 문제점 및 발전방향

소음예측 신뢰도는 예측모델이 잘 정립되어 있더라도 경험적 특성을 갖는 입력자료의 정확도에 크게 좌우된다. 이와 같은 특성을 지닌 대표적인 자료로 선박소음예측에서는 탑재장비의 소음원 레벨과 흡음재의 흡음계수를 들 수 있다. 현재사용하고 있는 자료는 기본적으로 외국에서 발표된 경험식에 많이 의존하고 있다. 따라서 이 자료들은 현재 우리가 사용하고 있는 장비나 조선 기자재의 특성을 나타내고 있다고 생각하기에는 우리가 있으므로 소음예측 결과의 신뢰도를 향상시키기 위해서는 우리 고유의 자료를 사용하여야 할 필요가 있다.

최근 국내에서 크루즈선의 개발과 함께 선박거주구의 Mock-up을 이용한 선실 구획 판넬의 음향 특성 실험, 공기조화 장치의 음향특성 시험 등이 활발히 이루어지고 있음은 이러한 견지에서 매우 고무적인 현상이다.

### 4. 결론

지난 25년간 국내에서는 경험식, 도파관 이론, SEA 및 PFM 등 선박소음해석이 꾸준히 이루어져 현재에는 해석경험 측면에서는 세계적인 수준에 이른 것으로 판단된다. 그러나 지금까지 사용하고 있는 자료는 대부분 외국에서 발표한 것으로 현재 우리가 건조하고 있는 선박에 그대로 적용하기에는 우리가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 선박소음예측에 필수 불가결한 소음원 레벨, 조선 기자재의 음향특성 등 실적선 및 전용 시험시설을 이용한 자료뱅크 구축이 활발히 이루어져야 할 것이다.

### 후 기

본 연구는 지식경제부의 중기거점기술개발사업의 지원으로 인해 수행되었음을 밝힙니다.