

부유식 석유생산·저장·하역선박의 소음해석

A Noise Prediction of Floating, Production, Storage and Offloading (FPSO)

°김영현*, 김동해*

Young-Hyun Kim and Dong-Hae Kim

Key Words : FPSO(부유식 석유생산·저장·하역선박), Noise Prediction(소음 예측), Statistical Energy Analysis(통계적 에너지 해석법), Absorption Coefficient(흡음율), Transmission Loss(투과손실)

ABSTRACT

Recently, the demand for the Floating, Production Storage, and Offloading facility (FPSO) which has some economic and technical advantages, has increased in offshore oil production areas. The basic characteristics of a 343,000 DWT class FPSO which is being built in Hyundai Heavy Industries and shall be installed in offshore Angola, is almost same as that of oil carriers. However, she do not have self-propulsion system, but has additional facilities for oil production and positioning system. Main noise source contributing to the cabin noise of the accommodation, are classified into the machine in the engine room and the deckhouse, HVAC system, and the topside equipments. In general, the noise regulation for the offshore structure is much severer than that of the common commercial ships and the maximum acceptable sound pressure level of cabins is specified in 45dB(A). This paper describes the procedure of noise analysis along with its results. Noise analysis has been carried out for the case of emergency diesel generator running condition and the case of normal production condition and the results has been compared with the measurement results of the first case. Based on the results, proper countermeasures to reduce excessive noise level has been applied considering the characteristics of sources and receiver spaces and can be satisfied the specifications at all spaces.

1. 서론

최근 관련 기술의 발달로 인하여 심해 유전 개발이 활발히 진행되고 있다. 심해 유전 개발에 사용되는 구조물은 일정한 해역에 장기간 계류하여 바람, 조류 및 파도와 같은 환경하중을 받아야 하기 때문에 기존의 고정식 구조물을 이용할 경우에는 여러 가지 경제적·기술적 문제점에 직면하게

된다. 따라서, 이러한 문제점들을 극복하기 위한 많은 연구가 수행되어 부유식 석유 생산·저장·하역선박(Floating, Production, Storage and Offloading; FPSO), 반잠수형 구조물, TLP 등과 같은 다양한 구조물들이 고안되었으며, 이 중 FPSO는 여러 가지 경제적인 이점으로 인하여 최근 해양 유전 개발에 널리 사용되고 있다.

당사에서 건조하고있는 FPSO는 아프리카 앙골라 연안에 설치될 34만3천톤급으로서 Fig.1에 보인 개략도에서 알 수 있듯이 일반 상선과는 달리 프

* 현대중공업(주) 선박해양연구소

기로 사용하는 AIT/IRIS를 이용하여 판 요소 이외에도 입체 요소를 이용하여 음장 요소를 포함하여 모델링하였다. 모든 요소의 생성은 기본적으로 실제 선박의 형상을 잘 표현할 수 있도록 생성되었으며 통계적 에너지 해석법에서 요구하는 충분한 모드수를 갖도록 생성하였다. 작성된 소음 해석 모델은 Fig. 2와 같다.

소음 해석에 사용된 소음원은 계측된 값이 있을 경우에는 계측값을 이용하였으며 계측값이 없을 경우에는 참고문헌[1][2]으로부터 소음 수준을 추정하여 사용하였다.

공기음에 대한 소음원은 음향출력수준을 사용하는 것을 기본으로 하였고 만약 소음원의 음향출력 수준을 알 수 없을 경우에는 소음원의 음압수준을 사용하여 소음원 주위를 둘러싸는 면적을 고려하여 음향출력수준을 추정하였다. 고체음에 대한 소음원은 지지구조를 고려하였으며 실제 소음원의 바닥 면적과 작성된 판 요소의 면적비를 고려하여 사용하였다.

소음 해석의 결과에 중요한 영향을 미치는 인자인 흡음율과 투과 손실 값은 제작 업체에서 제공한 값을 주로 사용하였으며 다층 구조로 이루어져서 값을 알 수 없을 경우에는 계측이 가능한 경우에는 계측한 값을 사용하였고 계측이 어려울 경우에는 참고서적[3]을 토대로 값을 추정하여 사용하였다.

2.2 HVAC에 의한 소음

공기조화장치인 HVAC에 의한 선실의 소음은 송풍기에서 발생하는 소음, 덕트내 공기흐름의 불균일성에서 기인하는 난류소음 그리고 덕트 내부의 소음이 경계면을 투과하여 덕트 경로내에 위치하는 격실의 소음원으로 작용하여 발생한다. 이 중에서 본 연구에는 덕트 내부의 소음이 경계면을 투과하는 경우는 무시하고 나머지 경우만 고려하였다.

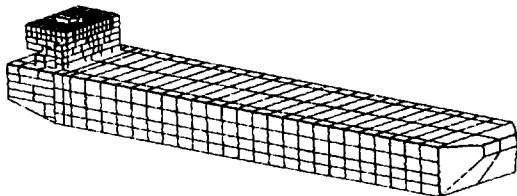


Fig. 2 SEA model for FPSO

일반적으로 HVAC에 의한 소음은 송풍기에서 발생하는 파워로부터 덕트를 통과하면서 생기는 손실을 추정하여 계산하나 본 연구의 대상선의 경우는 HVAC 시스템을 공급하는 업체에서 각 선실 천장에 부착된 디퓨저에서의 음향출력수준을 제공하였기 때문에 HVAC에 의한 소음해석을 따로 수행하지 않고 제공받은 값을 사용하여 식 (1)로부터 각 선실의 소음을 계산하였다.

$$SPL = PWL - 10 \log R + 6 \quad (1)$$

여기서, SPL 은 음압수준, PWL 은 음향출력수준, R 은 실상수이다.

2.3 선체 상부에 설치되는 장비들에 의한 소음

대상선에는 원유생산설비와 정제설비 등이 선체 상부에 설치된다. 이 장치들이 작동하면 장비 표면으로부터 방사되는 공기음과 하부구조를 통하여 전달되는 고체음이 발생된다. 이 두 소음원 중에서 본 연구에서는 주 관심 부분인 거주구와 장비가 설치되는 위치를 고려하여 고체음은 무시하고 공기음만 고려하였다. 선체 상부에 설치되는 장비들을 모두 해석에 고려하는 것이 이상적이나 실제 해석에서는 장비의 공기음 수준을 파악한 후에 비교적 큰 소음을 발생시키는 장비만 고려하였다. 대상선에 설치될 장비 중에서 소음이 우려가 되는 장비는 선수부에 설치되는 가스소각탑과 선박의 중앙부에 설치되는 발전기이다. 따라서 해석에는 이 두 장비만 고려하였으며, 각 선실에서의 소음은 선주측에서 제공한 거주구 바깥에서의 소음수준을 사용하여 계산하였다.

거주구 바깥 소음으로부터 선실에 미치는 소음은 주로 공통경계면을 통하여 선실로 전달된다고 가정하여 선실내의 소음을 식 (2)를 이용하여 계산하였다.

$$SPL = SPL_s - TL + 10 \log \frac{A}{R} \quad (2)$$

여기서, SPL 은 음압수준, SPL_s 은 거주구 바깥의 소음, TL 은 공통경계면의 투과손실, A 는 공통경계면의 면적, R 은 실상수이다.

식 (2)를 보면 선실에 미치는 소음은 공통경계면의 투과손실의 크기에 지배적인 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 따라서 대상선에는 거주구 외부 벽에 투과손실을 키우기 위하여 많은 조치를 취하여 결과적으로 높은 차음 성능을 가지는 내장판과

