

# 고부가가치선의 Unit Cabin Mock-up 을 이용한 캐빈소음 저감 연구

## Cabin Noise Reduction using Unit Cabin Mock-up of High Value Ship

주원호† · 송근복\*

Won-Ho Joo and Keun-Bok Song

**Key Words :** Unit Cabin(유닛 캐빈), Mock-up(선실 모형), Acoustic Test(음향시험), Sound Insulation(차음), Structure-borne Noise(고체소음), Radiated Noise(방사 소음), Noise Control (소음 제어),

### ABSTRACT

Unit cabin means room, which is installed in the high value ship such as drill ship and FPSO, after pre-assembled. In order to develop the noise control design for a unit cabin, a variety of acoustic tests such as sound absorption, transmission, and radiated noise measurements were carried out by using the mock-up of living quarter. From the tests, it was found out that the combined noise level of a unit cabin could be dominated by the radiated noise from wall panel in low frequency range and the design guidelines for the noise control of unit cabin were fully established, such as the improvement of sound transmission loss between the cabin and corridor, and radiated cabin noise reduction.

### 1. 서론

최근 고부가 시대를 맞이하여 심해 유전 개발 및 운송에 필요한 다기능 해양구조물의 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 고부가가치선은 많은 인원이 장기간 거주해야 하기 때문에 일반상선보다 10~15 dB 낮은 엄격한 캐빈소음 규제 및 10 dB 높은 소음차폐지수 만족을 요구 받고 있다. 그러나 조립형 캐빈을 이용하는 일반상선과는 달리 선박 건조기간 단축을 위해 조립장에서 미리 조립되어 하나의 유닛(unit)으로 탑재되는 유닛 캐빈(Unit Cabin)이 설치됨에 따라 저소음화를 위한 소음전달경로 규명 및 제어 기법의 정립이 무엇보다 요구된다.

이에 본 논문에서는 유닛 캐빈에 대한 소음 전달 경로를 파악하고 저소음화 방안을 도출하기 위해서 거주구 목업(Mock-up) 상부에 실제 드릴쉽, 해양 플랫폼, FPSO 등에 시공되는 실물 유닛 캐빈을 설치하여 흡음, 차음 및 방사소음 시험을 수행하였다.

### 2. 유닛 캐빈의 특성

일반 선박용 캐빈은 안벽에 설치되어 있는 상태에서 거주구에 작업자가 들어가서 마무리 작업을 하는 반면, 유닛 캐빈은 Figure 1 과 같이 조립장에서 미리 조립하여 하나의 유닛(Unit)으로 탑재되는 캐빈이며 주로 드릴쉽, FPSO 등의 고부가가치선 선실에 적용

되고 있다. 이러한 유닛 캐빈은 공기 단축 및 간접 비용 절감에 유리하며 선실의 고급화 추세에도 부응할 수 있다.

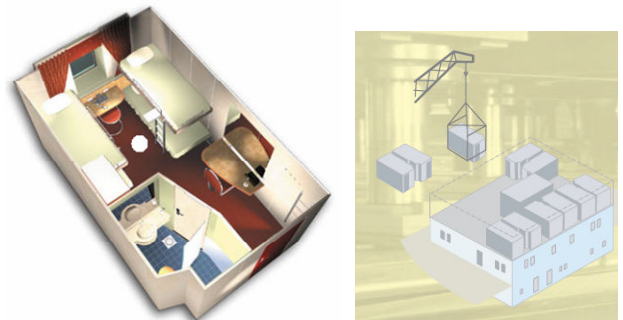


Figure 1 유닛 캐빈

### 3. 음향시험방법

유닛 캐빈의 주요 소음 전달 경로를 파악하고 저소음화 방안을 도출하기 위해서 공기음(Air-borne Noise)과 고체음(Structure-borne Noise) 측면에서 소음 시험을 수행하였다. 공기음 전달 특성을 파악하기 위해서 차음 성능(Sound Transmission Loss, STL) 시험이 수행되었으며 고체음 전달 특성 파악을 위해서 태핑머신(Tapping Machine)을 이용한 진동 가진 및 방사 소음 시험이 수행되었다.

#### 3.1 차음 성능 시험

차음 성능은 ISO 140-4[1]의 절차를 따라서 측정되었으며 ISO 717-1[2]에 의해서 차음 성능 등급(Sound Transmission Class, Rw)을 결정하였다. 차음 성능 시험은 선실-선실, 선실-화장실, 선실-복도, 벽체 패널(Wall Panel), 천장 패널(Ceiling Panel)의 구성 요소에 대해서 각각 수행되었다.

† 현대중공업 선박해양연구소 진동소음연구실

E-mail : whjoo@hhi.co.kr

Tel : (052) 202-5551, Fax : (052) 202-5495

\* 현대중공업 선박해양연구소 진동소음연구실

### 3.2 방사 소음 시험

방사 소음 시험은 고체음 전달 특성 파악을 위한 것이다. Figure 2 과 같이 태핑 머신을 이용하여 진동 가진을 한 후 캐빈 바닥, 천장, 벽체 패널 4 면, 총 6 면에 대하여 각 면에 대한 평균 가속도 레벨을 측정하고 마이크로폰을 이용하여 방사 소음을 측정하였다. 가속도값을 이용한 선실 내 방사 소음은 식(1)을 이용하여 계산하였다.

$$SPL_{radiated} = L_a + \sigma_{rad} + 10 \log \frac{S}{R} - 20 \log f + 36 \text{ (dB)} \quad (1)$$

여기서 SPL 은 방사소음레벨,  $L_a$  은 가속도레벨,  $\sigma_{rad}$  는 방사효율, S 는 방사면적, R 은 방 상수(room constant), f 는 주파수를 의미한다.

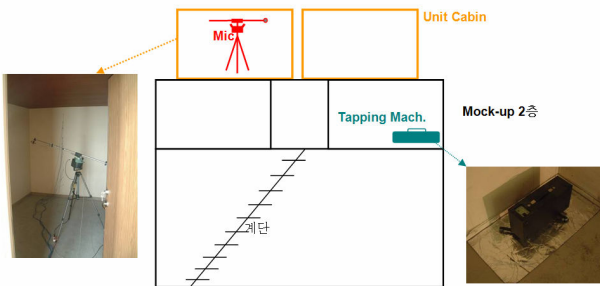


Figure 2 방사소음 시험 전경

### 4. 고체음 전달 특성 규명

각 주파수 대역 별로 고체음이 바닥, 벽체 패널 등 어느 부분에서 지배적으로 전달되어 오는지 파악하기 위해서 바닥, 천장, 벽체 패널 4 면에 대하여 식 (1)로 각각의 방사 소음 기여분을 계산하여 전체 방사 소음값과 비교하였다. 결과는 Figure 3 와 같다.

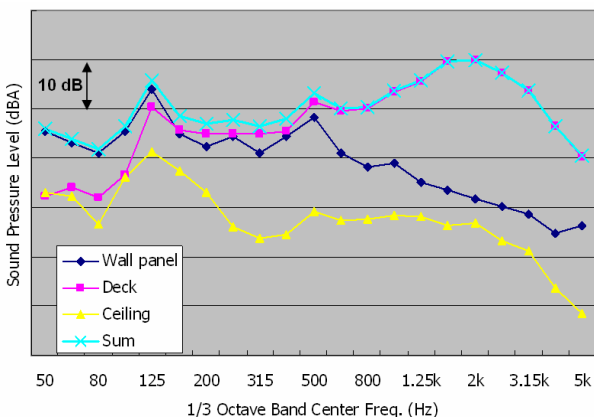


Figure 3 방사소음 기여도 분석

고체음 전달에 의한 방사 소음은 125 Hz 대역을 기준으로 그 이상의 고주파수 대역에서는 바닥 (Floor)이 가장 큰 전달 경로이며, 125 Hz 대역 이하에서는 벽체 패널이 주요 전달 경로를 파악할 수 있다.

## 5. 유닛 캐빈 소음제어

### 5.1 차음 성능 향상

유닛 캐빈의 선실-선실 차음 성능은 FPSO 기준 40dB 를 충분히 만족시키는 것으로 나타났다. 하지만 ‘선실-복도’의 경우는 벽체 패널종류에 관계없이 모두 일반적인 도어의 설치로는 FPSO 기준 35dB 를 만족시키지 못하였다. 이에 ‘선실-복도’ 차음 성능을 향상시키기 위하여 고소음 저감 도어(High Noise Reduction Door)를 설치하였고 10 dB 가 향상된 시험 결과를 얻을 수 있었다.

### 5.2 방사 소음 향상

방사 소음 저감을 위하여 벽체와 천장 패널에 30mm 암면(Mineral Wool 200K)을 부착하였고 벽체 패널에 의한 기여도가 있는 500 Hz 이하의 주파수 대역에서 3~4 dB 의 소음 저감 효과를 확인하였다. 또한 고무 패드 (3M PAD-A)를 벽체 패널의 받침대 부분과 외부 벽체 패널(Outside Wall Panel) 상/하부에 삽입한 결과 벽체 패널이 큰 기여를 하는 100 Hz 이하 저주파수 대역에서 최대 4 dB 의 소음 저감을 확인할 수 있었다. 이는 고무 패드에 의해 바닥에서 벽체 패널로 전달되는 진동과 벽체 패널 방사 소음이 저감되었음을 증명한다.

## 6. 결론

유닛 캐빈의 소음전달 경로를 파악하고 저소음화 방안을 도출하기 위해 다양한 음향시험을 수행하고 분석하였다. 그 결과 유닛 캐빈은 일반상선의 캐빈 구조와는 달리 격벽 구조가 저주파수 대역에서 소음 전달에 큰 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 캐빈 방사소음 측면에서 기존 구조 대비 3~5dB 저소음 설계 방안과 실선에서도 문제를 야기시키는 캐빈과 복도 사이의 소음차폐지수도 최대 13dB 까지 향상시키는 방안을 도출하였다. 이들 결과들은 향후 저소음 고품질의 선박 및 해양구조물 건조에 크게 기여할 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

- [1] ISO 140-4, Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements, 1998
- [2] ISO 717-1, Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements, 1996
- [3] W.H. Joo, 2008, “Quantitative evaluation of air-borne noise sound insulation in ship’s accommodation using large scale noise test facilities”, NCEJ, Vol. 56, Issue 1
- [4] W.H. Joo, 2009, “Control of radiated noise from a ship’s cabin floor using the floating floor”, NCEJ, Vol. 57, Issue 5