

드릴십 추진기 기어의 고체음 전달 특성 연구 Structure-Borne Noise Transmission Characteristics by Propulsion Gear in Drillship

김지남† · 권혁* · 박노준* · 이성주* · 최충영*
Ji-Nam Kim, Hyuk Kwun, No-Jun Park, Sung-Ju Lee, Choong-Young Choi

1. 서론

드릴십은 해상 플랫폼 설치가 불가능한 깊은 수심의 해역이나 파도가 심한 해상에서 시추가 가능한 심해저 원유 시추선이다.

보통 200 명 이상의 작업자가 승선하여 해상에서 오래 머물며 시추 작업을 해야 하는 드릴십의 운용 특성 상, 선원들의 안전한 작업성과 거주성을 확보하기 위하여 일반 상선의 권장기준 대비 훨씬 엄격한 NORSOK(Norsk Sokkels : Norwegian shelf), UK-HSE(United Kingdom-Health & Safety Executive) 등의 소음진동 규제치가 적용되고 있으며, 이는 선급 rule 에서 규정하고 있는 compartment 1 등급 이하인 여객선의 규제치와 유사한 수준이다. 따라서, 설계단계에서부터 거주구 및 작업 공간의 방진, 방음 검토를 위한 노력의 집중이 필요하다.

이러한 드릴십은 위치 유지와 추진을 위한 추진장치로서 통상 azimuth thruster 를 채택하여 6~8 기 장착하고 있다. 이러한 azimuth thruster 의 작동시 발생하는 진동에 의한 고체 전달음은 비교적 먼 위치까지 전파되므로, 공기조화 시스템과 더불어 거주구역의 대표적인 주 소음원이 되고 있다..

본 연구에서는 거주구역 소음 허용 기준으로서 UK-HSE 만족이 계약상 명문화 되어 있는 당사 건조 드릴십에 대하여, 선실 구역 내 Cabin 및 Public space의 운항 중 소음 특성과 주기진원인 azimuth thruster 진동과의 관계를 계측을 통해 파악하였으며 특히, azimuth thruster 기어 물림에 의해 발생되는 200 Hz 내외의 추진기 기어의 고체음 전달특성에 대한 연구를 수행하였다.

2. 본론

2.1 Azimuth thruster 구조

드릴십 추진기인 azimuth thruster의 구조는 Fig.1과 같다. 선내 설치된 모터로부터 발생된 동력을 프로펠러에 전달하기 위해 추진기 내부에 스파이럴 베벨기어가 장착되어 있으며 축계를 지지하기 위한 radial 및 axial 구름베어링이 배치되어 있는 것이 특징이다.

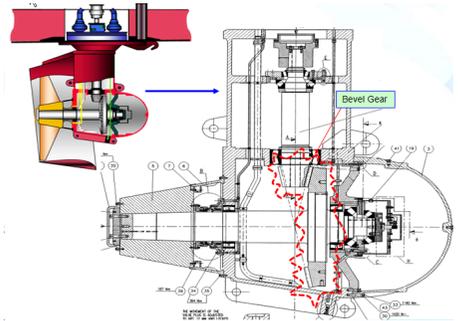


Fig.1 Azimuth thruster 구조

2.2 선실 소음

거주구 선실 배치도와 시운전 소음 계측 결과는 Fig.2와 Table 1에 각각 나타내었다.

소음 계측 결과 cabin 소음은 tolerance 까지를 포함하여 허용치를 간신히 만족하는 수준으로, 드릴십 거주구 소음 품질 향상 및 선실 내장재 감소 방안 도출을 위해 이러한 소음에 대한 발생/전달 매커니즘 및 저감 방안에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

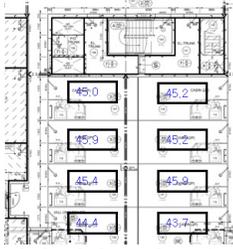


Fig.2 선실 배치도 및 소음 계측값

Table 1 선실 소음 계측값

Room	Overall Level(dBA)	
	Limit	Measured level
Cabin 1 ~ 8	45 + 5	44 ~ 46

2.3 기진원부 및 선실 진동/소음 계측 결과

당사 건조 드릴십 시운전 중 thruster 100% 운항 중 thruster room 및 선실 소음 계측 결과를 Fig.3 과 같이 1/3 octave band 주파수 및 위치별로 나타 내었다.

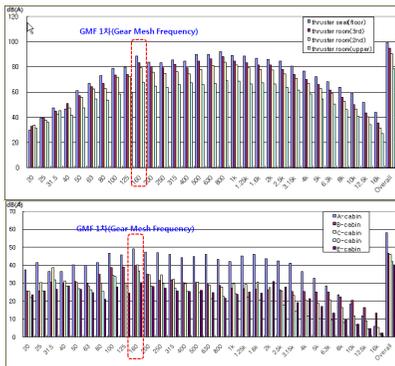


Fig.3 Thruster 구역 및 선실 소음 계측결과

계측 결과, 163 Hz의 GMF(Gear mesh frequency : $163 \text{ Hz} = 750 \text{ rpm} / 60 \times 13$ (기어 잇수)) 1차 성분에서 dominant한 소음 레벨이 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 설계, 제조, 조립 요인 등에 의 해 기어 사이에서 운동과 힘의 전달이 불균일한 이 른바 치합전달오차(transmission error)에 의해 발 생하는 것으로써 드릴십 선실 방음 검토 시 이러한 기어 GMF에 의한 고체음 전달 특성을 고려할 필요 가 있다는 것을 알 수 있다.

Fig.4에서는 thruster rpm에 따른 thruster 구역 선체 진동 및 선실 소음의 waterfall pot을 나타내 었다. 본 plot에서도 GMF 1차 성분이 dominant하

게 발생되며 이는 기진 소스인 thruster 기어의 진 동 신호로부터 선실 cabin 소음신호까지 동일한 경 향인 것으로 확인 할 수 있다. 즉, thruster 기어에 의해 발생된 GMF 가진에 의한 thruster 하우징의 진동이 베어링 및 선체 구조를 통해 선실 구역 고 체음을 발생시키는 것을 확인 할 수 있다.

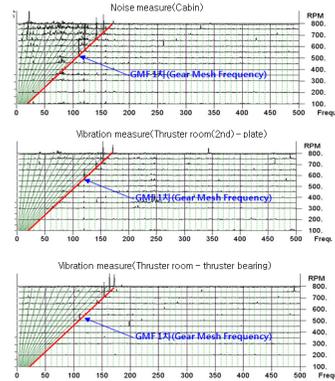


Fig.4 thruster 구역 선체 plate 진동, 선실 소음 계측 waterfall plot

Table 2는 thruster 100% 운항 중 thruster seat 에서 계측한 진동 레벨을 이용하여 thruster의 고체 음 source data를 octave band별로 분석해 보았다. 여기서, GMF 1차(162.5 Hz)는 125 Hz, GMF 2차 (325 Hz) 성분은 250 Hz 중심주파수에 포함되어 있다고 볼 수 있다.

Table 2 Thruster seat 고체음(SBN) source 계측 결과

Freq.	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
dB	68	66	83	75	72	76	57

* ref.: $5e-08 \text{ m/s}$

3. 결 론

엄격한 UK-HSE 기준이 적용된 드릴십에 대하여 선실 Cabin의 운항 중 소음 특성과 주기진원인 azimuth thruster 진동과의 관계를 계측을 통해 파악하였으 며 이를 통해 선실 소음은 azimuth thruster 기어 물림에 의해 발생하는 200 Hz 내외 의 고체음 전달에 의한 영향이 dominant한 것을 확 인 할 수 있었다. 향후 이러한 고체음 전달을 저감 할 수 있는 연구가 필요하다고 사료된다.