

Pipe Laying Vessel 의 진동소음제어

Vibration and Noise control on Piping Laying Vessel

박진형† · 김재홍* · 황도진* · 권혁* · 엄재광*

Jin-Hyung Park, Jae-Hong Kim, Do-Jin Hwang, Hyuk Kwun, Jae-Kwang Eom

1. 서 론

선박의 선원들은 장기간 선상 작업장에서 작업을 수행하게 되고, 안락하지 않은 작업 환경에 항상 노출될수 있다. 특히, 특수 선박인 Pipe Laying Vessel의 경우 작업의 특성상 많은 작업자가 승선하여 작업을 수행하게 된다. 이런 작업자들의 안락성, 작업성 향상을 위하여 매우 엄격한 진동 및 소음 기준을 적용하고 있다.

본 논문에서는 ABS HAB Notation 만족이 계약상 명문화 되어있는 Pipe Laying Vessel에 대하여 설계 단계부터 건조 단계 및 최종 시운전 단계를 거쳐 ABS HAB Notation을 획득한 진동 소음 제어 사례를 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 Pipe Laying Vessel의 특성

Pipe Laying Vessel 은 해저에 Pipe line 을 설치하기 위한 특수한 선박이다. 작업자들이 300 명이상이 거주하게 되어 선실의 개수가 많다. 많은 작업자가 상주하므로 선실 내부의 쾌적성이 다른 선박에 비해 가장 중요한 요소 중 하나이다. 또한, Pipe welding 설치 작업중 3 교대 연속 작업이 이루어져, 주야간 정숙한 거주구역이 요구된다.

Pipe line 설치가 필요한 구역으로 신속하게 이동하기 위한 Transit 조건이 있고, Piping Laying 작업을 위하여 선박의 위치를 제어하기 위한 DP 조건에서는 다수의 thruster 를 동시에 사용하게 되므로 진동소음 안락성에 영향이 크게 된다.

2.2 ABS HAB 진동소음 허용기준

(1) 진동 허용기준

ABS HAB 진동허용기준은 Table.1에 나타난 바와 같이 x,y,z 방향에서 진동 계측한 결과의 방향별 weighting을 준 평균값이며, 통상의 일반선 진동기준인 ISO 6954의 60% 수준으로 낮다.

Table 1. ABS HAB 진동허용기준

Notation	Frequency Range	Acceleration measurement	Maximum level
HAB	0.5 - 80 Hz	a_w	0.4 m/s ²

$$a_w = \sqrt{\sum (w_x a_x)^2 + \sum (w_y a_y)^2 + \sum (w_z a_z)^2} \text{ (mm / s}^2\text{)}$$

w_x : weight factor in x - direction

w_y : weight factor in y - direction

w_z : weight factor in z - direction

(2) 소음 허용기준

Location	ABS HAB Limit(dBA)
Cabin	50
Office	55
Mess room	55
ECR	65

일반선 소음기준인 IMO 468(X II)대비, 10dBA정도 낮은 기준을 요구하고 있다.

2.3 초기 진동소음검토

상기의 매우 낮은 진동소음 기준을 만족하기 위해, 초기 진동소음 검토를 통해 저소음 구역인 cabin, office구역이 소음원 인근에 배치되지 않도록 구조 배치를 적절히 하였고, 내부 panel 및 바닥에 차음성능이 우수한 고차음 panel 및 floating floor, visco-elastic layer를 설치하였다. 엔진룸 구역의 작업자가 많이 상주하는 ECR을 주요 소음원으로부터 적절히 차단되도록 배치하고, 고차음 내장재를 설치하고 바닥에 visco-elastic layer를 설치하였다.

† 교신저자; 삼성중공업 조선해양연구소 진동소음연구

E-mail : jeanhyung.park@samsung.com

Tel : 055)630-6786, Fax : 055)630-8061

* 삼성중공업 조선해양연구소

2.4 상세 진동소음해석

(1) 전선진동해석

ABS HAB 진동기준을 만족하도록 제어하기 위해 전선 3-D FE Model을 통한 전선진동해석을 수행하였다. 고유진동해석을 통해 주선체 모드 고유진동수 및 모드형상을 계산하였고, 진동응답을 확인하기 위해 강제진동해석을 수행하였다. 주요 기진원은 Azimuth thruster 프로펠러 날개수 1차 성분을 고려하였다. Transit 조건에서는 선미쪽 propulsion용 thruster 두대를 고려하였고, DP조건에서는 위치제어를 위한 5대의 thruster의 기진력을 고려하였다. Fig.1은 상기의 두가지 조건중 진동레벨이 높은 Transit 조건에서 거주구 진동응답을 나타낸 것으로 주 운항영역에서 20 mm/s²정도로 허용치를 충분히 만족할 것으로 예상되었다.

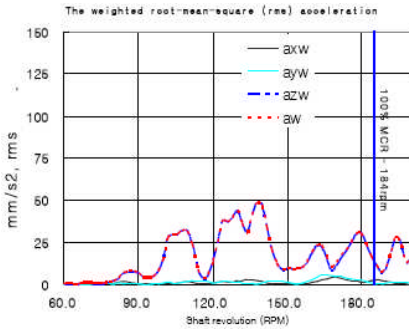


Fig. 1. 거주구 진동응답

(2) 전선 소음해석

ABS HAB의 매우 낮은 소음기준을 만족하기 위하여, 통계적 에너지 해석법 (SEA)을 이용한 소음해석을 수행하였다. Fig.2의 소음 해석 결과 Cabin의 경우, 40~45 dBA 수준으로 예측되었다. Main deck에 배치되어 있는 hospital, office의 경우 thruster 소음의 영향을 받을 것으로 예상되어, 초기 설계단계에서 반영한 floating floor, visco-elastic layer의 설치 효과를 검증하였다.

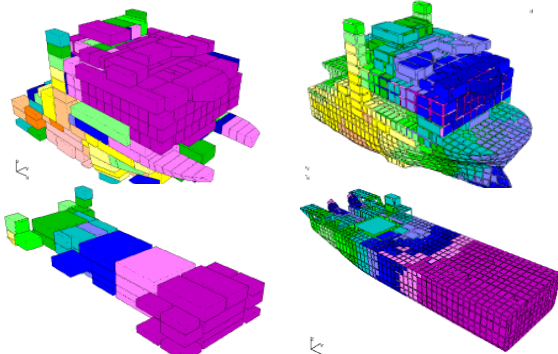


Fig.2. 소음해석결과

2.5 계측결과

(1) ABS HAB 진동 계측결과

ABS로부터 사전 승인받은 Test Plan에 따라 Transit 조건 및 DP 조건 각각 총 130개 Room에 대한 진동계측을 수행 하였고, 그 결과, 전 구역의 진동 응답이 ABS HAB 진동기준을 충분히 만족함을 확인 하였다. 대표적인 구역의 진동계측 결과는 아래 Table.2와 같다.

Table.2. 시운전 진동 계측 결과

구역	계측결과 (mm/s ²)	허용기준 (mm/s ²)
Wheel House	30~40	ABS HAB 400 (3-axis weighted rms)
Office	40~50	
Cabin	30~40	
Mess Room	50~60	

(2) ABS HAB 소음 계측결과

ABS로부터 사전 승인받은 Test plan에 따라 Transit 조건 및 DP 조건 각각 총 200개 Room에 대한 소음 계측결과, 모든 구역이 ABS HAB 소음 허용기준을 만족하였다. 대표적인 소음 구역에 대한 소음 계측결과는 Table.3과 같다.

Table 3. 시운전 소음 계측 결과

구역	계측결과(dBA)	ABS HAB 기준 (dBA)
Cabin	40~46	50
Office	47~51	55
Mess room	51~53	55
ECR	59~62	65

(3) 차음성능 계측결과

ABS HAB 차음성능 허용기준 Cabin to cabin 30dBA, cabin to corridor 35dBA을 만족하기 위하여 설계단계부터 방음 설계를 하여 차음성능 계측 결과가 허용기준을 만족하였다.

3. 결 론

엄격한 ABS HAB 기준이 적용된 Pipe Laying Vessel에 대하여 초기 설계 단계부터 방진 방음조치를 통하여 최종 시운전 단계에서 ABS HAB 진동 소음 허용기준을 만족하였다.