

배관계 마운트 진동성능 평가 및 설계에 관한 연구

Study on evaluation of the mount vibration performance for a piping system

김극수† · 김노성
Kim Kuksu and Kim Nhoseong

1. 서론

일반적으로 여객선의 경우 승객의 안락함과 편안함을 추구하므로 소음/진동을 저감시키는 기술은 여객선 설계에서 핵심기술 중의 하나이다. 또한 여객선의 허용치는 상선에 비해 매우 낮으므로 진동소음 저감에 여러 가지 기술이 적용되고 있다.

본 연구에서는 Fig.1 과 같이 엔진에서 발생한 소음/진동이 객실로 전달되는 것을 차단하는 방법 중의 하나인 방진 마운트 적용 기술에 초점을 맞추고 있다. 특히 배관 마운트 시스템의 경우 일반적으로 1 자유도로 가정하여 계산하게 되므로 실제 배관계의 운동을 고려하지 못하여 선박에서 많은 진동문제를 발생시키게 된다. 그러므로 좀더 일반적인 배관계의 운동을 고려하여 공진여부를 평가할 수 있는 프로그램이 필요하게 되었다.

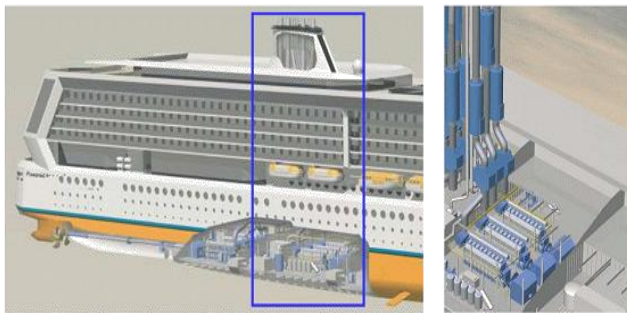


Fig.1 Diagram for transmission path of vibration

2. 장비 방진 설계 기술

2.1 장비 방진 설계 기준

장비로부터 발생한 소음/진동이 선체로 전달되는 것을 막기 위해서 마운트를 사용하게 된다. 장비 마운트

† 교신저자; 대우조선 해양(주)
E-mail : kuksu@dsme.co.kr
Tel : (055) 680-5560, Fax : (055) 680-2142
* 대우조선해양(주)

의 설계 기준을 정리하면 다음과 같다.

일반적으로 마운트 장비의 고유진동수가 가진주파수의 0.3 이하가 되도록 하면 진동을 최대 90% 정도 줄일 수 있다고 알려져 있다. 또한 진동이 증폭되어 전달되는 것을 막기 위해선 고유진동수가 가진주파수의 0.7 이하가 되도록 하여야 한다.

장비 마운트 하부 지지대의 강성은 마운트 강성의 10 배가 되도록 설계하는 것이 좋으며, 이 경우 마운팅 장비의 고유진동수는 지지대 유연성의 영향을 고려하지 않아도 된다.

마운트의 성능저하를 막기 위해서 장비의 하중을 각각의 마운트에 균일하게 분포시켜야 한다. 또한 고무 마운트의 경우 장비의 하중이 부가되면 서서히 변형(Creep)이 일어나므로 하루가 지난 후에 장비를 조립하도록 한다.

마운팅 장비에 파이프가 연결될 경우, 장비자체의 움직임이 크므로 이러한 움직임을 허용하면서 파이프에 손상을 입히지 않고 소음/진동 전달을 차단 할 수 있도록 플렉스블 커플링(Flexible coupling)을 사용하여야 한다.

또한 선박의 롤링 및 피칭 등에 의한 장비의 과도한 운동이 다른 구조물과 간섭되는 것을 방지하기 위하여 장비 상부에 스톱퍼를 설치하기도 한다.

2.2 배관 방진 설계 기준

엔진과 연결된 배기관을 통해 객실로 전달되는 소음/진동을 줄이기 위하여 배관에 마운트를 사용한다. 배관 마운트 설계 기준은 다음과 같다.

마운트 지지된 장비에 배관을 연결할 경우 배관의 손상을 방지하기 위하여 장비에 최대한 가까이 벨로즈(Bellows)를 설치한다. 이는 탄성마운트에 의해 지지된 장비의 움직임에 의해 배관이 손상되지 않도록 하기 위해서이다. 배기관의 경우 일반적으로 마운트를 사용할 경우 8~10dB(A)정도의 소음 저감 효과를 볼 수 있다.

최적의 진동소음 절연을 위해서는 마운트를 강성이 높은 웨브(Web)와 같은 구조물에 설치하여야 하며, 마운트 설치시 배관의 질량과 열팽창 및 선박의 운동에 의한 영향을 고려하여야 한다. 또한 엔진의 연소주파수와 프로펠러와 주기관의 가진주파수가 배관의 마운팅 시스템의 고유진동수가 공진되지 않도록 주의하여야 한다.

배기관의 마운트는 Fig.2 와 같이 하중마운트(Fixed mount)와 안정장치(Stabilizer)로 분류된다. 하중마운트는 배기관의 정적 또는 동적인 하중을 견디는 용도로 사용되며, 안정장치는 장비의 주된 열팽창 방향인 축방향으로는 파이프의 움직임을 가능하게 하고 그에 수직인 방향으로는 움직임을 제한하는 용도로 사용된다.

고온의 배기관의 경우 높은 열에 의해 고무의 성질이 변하게 되므로 고무를 보호하기 위한 단열재를 설치하는 것이 필요하다.

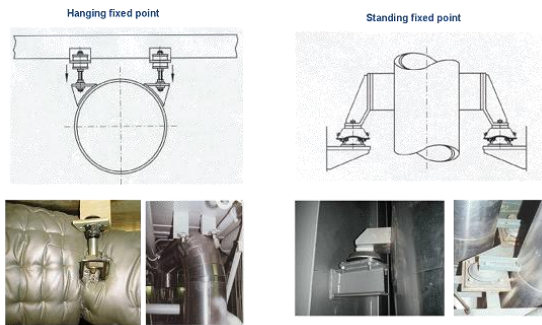


Fig.2 Pipe mount

2.3 배관계 고유진동수 계산

마운팅된 배관계가 선내 기진원과 공진하는 것을 막기 위하여 벨로즈에 의해 나누어진 각각의 배관계의 고유진동수를 계산하여야 한다.

현재 일반적으로 사용되는 배관계의 고유진동수 계산 방법은 각각의 마운트에 부가되는 배관계의 질량과 마운트의 강성을 이용하여 1 자유도로 간략하게 계산하는 방법이다. 하지만 실제 배관계는 6 자유도 운동을 하게 되므로 다른 고유모드에 의해 공진이 발생할 가능성이 많다. 따라서 배관계의 6 자유도 운동 모드와 고유진동수를 계산하여 공진여부를 평가할 수 있는 프로그램이 필요하게 되었다.

3. 방진 마운트 성능 평가 및 설계 프로그램

마운팅 장비를 6 자유도 운동을 하는 강체로 가정하고 운동방정식을 유도하였다.

본 프로그램은 Fig.3 과 같이 장비 마운트 성능 평가 모듈, 배관 마운트 성능 평가 모듈 그리고 마운트 설계 모듈로 구성되어 있다.

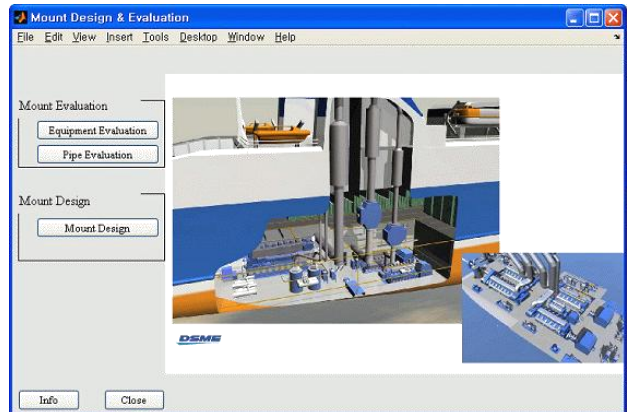


Fig.3 Mount design and evaluation program

장비마운트 성능 평가 모듈은 마운팅 장비의 고유진동해석, 전달율 및 응답해석에 사용된다. 배관마운트 성능 평가 모듈은 배관계에 대해 진동 및 전달율 해석을 할 수 있다. 마운트 설계모듈에서는 마운팅 장비 시스템의 정보와 내/외부 가진력을 입력하여 응답을 최소화하는 마운트의 강성을 계산한다.

4. 결 론

본 연구를 통해 선내 장비 및 배관을 통해 객실로 전달되는 진동을 저감하기 위해 마운트 사용시 유의할 점을 정리하였다. 또한 장비 및 배관 마운트의 진동 성능을 평가하고 설계하는 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 다음과 같다.

- 장비 마운트 성능 평가 프로그램
- 배관 마운트 성능 평가 프로그램
- 마운트 설계프로그램

본 과제를 통해 개발된 결과는 선박의 장비 및 배관계에서 객실로 전달되는 소음/진동을 저감하는 방진 설계에 적용 가능할 것으로 보여진다.