

선박용 디젤 엔진 발전기 코먼베드 진동해석

Vibration Analysis on Common Bed of Marine Diesel-Engine Generator

임인규† · 김재홍* · 권혁* · 서용석* · 황보승면*

InGyu Lim, JaeHong Kim, Hyuk Kwun, YongSuk Suh and SeungMyun Hwangbo

1. 서 론

최근 선박 및 해양 플랜트용 디젤 발전기용 엔진은 고출력을 얻기 위해 실린더 내 연소 압력과 평균 유효 압력이 꾸준히 증가됨에 따라 엔진에서 발생하는 기진력이 증가하고 있다. 이러한 디젤 엔진에서 발생하는 진동을 절연하기 위해 탄성지지를 이용한 방법은 잘 알려진 기술이지만 실제적인 적용은 매우 복잡하고 어려운 기술 중의 하나이다. 기본적으로 코먼베드(Common bed)를 포함한 디젤발전기의 6 개 강체 모드 및 코먼베드와 엔진지지구조의 유연(Flexible) 모드의 고유진동수는 주요 가진 진동수(운전조건에서의 주요 진동차수)를 피해야 한다.(1) 이러한 디젤엔진은 선박 및 해양 플랜트의 주요 기기로 설계 초기 진동 특성을 파악하고 적절한 방진대책을 세워야 하며, 일반적으로 장착되기 전에 FAT(factory Acceptance Test)를 수행하여 진동과 소음 및 성능을 점검한 후 장착되게 된다. 본 논문은 상기 과정 중 설계 초기 디젤 발전기 진동 특성을 파악하기 위해 수행된 내용을 다루고자 한다.

일반적으로 사용되는 디젤발전기의 형태는 Figure 1과 같다. Figure 1 (a)는 디젤엔진과 발전부가 코먼베드에 고정되고, 코먼베드가 하부 선체구조에 탄성 지지되는 형태로 디젤엔진과 발전부의 축정렬 및 고체소음 차단에 유리한 반면 탄성지지 및 코먼베드 유연모드에 대한 절연설계가 이루어져야 한다. Figure 1(b)는 (a)와 유사하나 탄성지지구조가 없어 코먼베드 및 선체구조의 진동 및 소음에 대한 제어

가 필수적이다. Figure 1(c)는 디젤엔진만 탄성지지되며, 발전부는 코먼베드에 고정 지지되는 형태이다. 디젤엔진에 의한 고체소음 차단은 유리한 반면, 축정렬에 취약한 구조이며, 발전부의 코먼베드 및 선체구조의 진동제어가 필요하다. 본 논문에서는 Figure 1(a) type의 MAN B&W 7L&9L21/31에 대해 초기 설계 단계에서 진동해석을 수행하였으며, Maker로부터 입수한 강체모드와의 비교 및 코먼베드의 유연모드 영향을 검토하였다.

2. 본 론

2.1 디젤발전기 시스템 진동 해석 모델링

선정된 디젤발전기 시스템의 3차원 형상 데이터와 물성치를 바탕으로 MSC/Partran을 이용하여 Figure 2와 같이 유한요소모델을 구성하였다. 디젤엔진 및 발전부는 질량, 질량중심 및 질량관성을 고려하여 Solid로, 코먼베드는 plate, 탄성 마운트는 스프링 요소로 모델링하였다. 스프링 요소와 plate 요소는 강체요소모델인 RBE2(MPC) 요소를 사용하여 연결하였다.

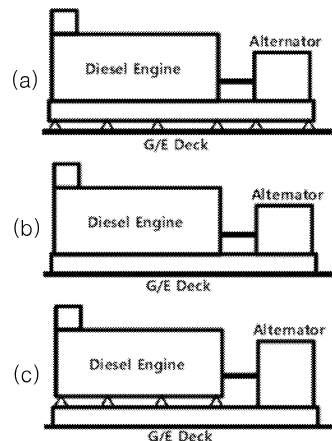


Figure 1 Conventional type of Diesel Generator Engine

† 교신저자: 정회원, 삼성중공업 조선해양연구소
E-mail : ingyulim@samsung.com
Tel : 055-630-9670 , Fax : 055-630-8061
* 삼성중공업 조선해양연구소

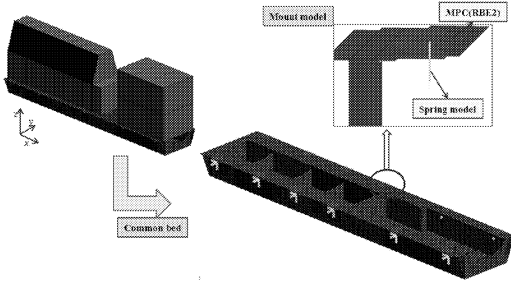


Figure 2 Finite element model of Generator Engine system

해석 대상인 MAN B&W 7L & 9L21/31의 정격 회전수는 900 rpm이며, 주요 가진력으로는 7L & 9L 공통으로 1차(15Hz), 2차(30Hz) 피치모멘트 및 각각 3.5차(52.5Hz), 7차(105Hz) & 4.5차(67.5Hz), 9차(135Hz) 롤링모멘트 성분을 고려할 수 있다.

2.2 진동 해석 결과

2.1절에서 구성된 모델과 MSC/Nastran을 이용하여 고유치 해석을 수행하였다. 6개의 강제 모드에 대한 고유치는 6~20Hz 사이에 존재하며, Maker가 제공한 각 강제 모드의 고유치와의 차이는 최대 5% 이내로 유사한 값을 얻을 수 있었으며, 상기 주요 가진 진동수와도 충분히 공진마진을 가짐을 확인하였다. 그러나 서론에서도 언급하였듯이 6개 강제 모드뿐만 아니라 코먼베드의 유연모드 역시 중요한 인자이기 때문에 이에 대해서도 살펴보았다. Figure 3~5는 MAN B&W 7L21/31에 대한 해석결과로 각각 코먼베드의 상하방향 굽힘 모드, 비틀림 모드, 횡방향 굽힘 모드의 모드형상을 보여준다. 이중 상하방향 굽힘 모드의 고유치는 28~29Hz에 존재하며, 이는 주요 가진력 중 2차 성분인 30Hz의 피치모멘트에 대해 5% 미만의 공진마진을 가짐을 확인할 수 있다, 이는 해석 및 제작 오차를 감안하면 충분한 공진 마진을 갖지 못하여, 진동에 의한 문제가 발생할 수 있다.

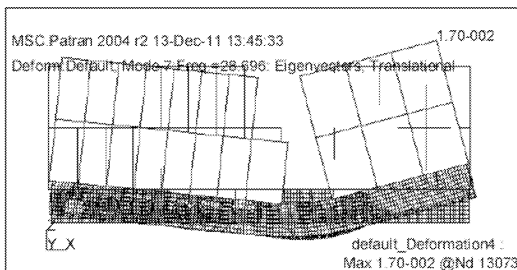


Figure 3 Vertical bending mode shape of common bed

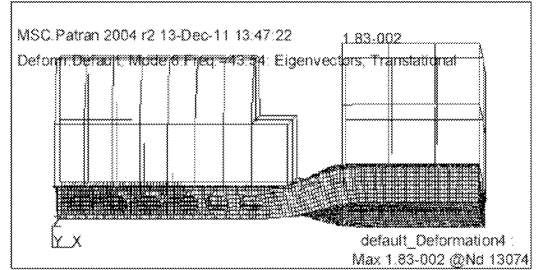


Figure 4 Torsional mode shape of common bed

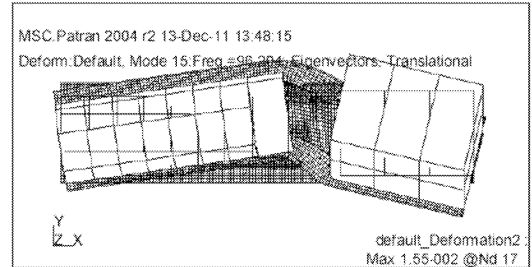


Figure 5 Lateral bending mode shape of common bed

3. 결 론

선박용 디젤엔진 발전기는 Figure 1과 같이 다양한 type이 있으나 축정렬 및 진동제어 관점에서 type (a)가 가장 선호되며, 본 연구에서는 동일한 type의 디젤엔진 발전기에 대해 진동 해석을 수행하였다. 일반적으로 Maker로 부터는 강제 모드에 대해서만 진동 절연설계가 이루어짐에 따라, 주요 인자 중에 하나인 코먼베드의 유연모드를 확인하고자 수행하였다. 진동 해석결과, 주요 가진 주파수 영역에서 다수의 코먼베드의 유연모드가 있음을 확인할 수 있으며, 이는 충분히 진동문제를 야기할 수 있다. 따라서 향후 type (a)와 같은 디젤엔진 발전기의 방진 설계시 기존의 강제 모드뿐만이 아닌 코먼베드의 유연모드도 반영할 필요가 있으며, 이를 바탕으로 하부 선체구조의 방진설계도 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- (1) 이돈출, M.J. Brennan, B.R.Mace, “ 선박용 디젤발전기의 진동 절연을 위한 설계 기준,” 한국소음진동공학회논문집 제 16 권 제 4 호, pp. 329~338, 2006.