

소음해석을 이용한 선박용 소음기의 설치 위치 선정

Installation Position Selection of the Silencer for Ships Using the Noise Analysis

최성희† · 공영모*

Seong Hee Choi, Young Mo Gong

1. 서 론

최근 상선/해양 프로젝트에서 선원들의 안락성이 중요한 이슈가 되고 있고 이에 따라 진동 및 소음의 규제가 점차 엄격해 지고 있는 추세이다. 더욱이 진동/소음에 대한 주문주들의 요구사항 또한 늘어나고 있어서 조선소 입장에서는 매우 불리하게 작용하고 있다.

특히 옥외 소음의 주된 소음원인 디젤발전기(Diesel Generator)의 배기소음은 현재 제시되어 있는 소음 규정 레벨에 매우 근접하거나 초과하는 상태여서 향후 엄격한 규제 적용 시 초기 설계 단계부터 진동/소음 관점에서 지속적이 관심과 방음안도출이 요구된다. 특히 저주파 대역의 소음에 대한 방음안은 매우 제한적이며 현재 실적선에서 배기소음 및 배기관을 break out noise 로 인해 소음 기준치를 넘어서는 옥외 소음 문제가 종종 보고되고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 주로 noise wall 이 설치되고 있으나 막대한 재정 및 시간적 비용은 물론 장비 배치 등 여러 측면에서 추가 문제점이 발생하는 것이 단점으로 작용된다.

본 고찰에서는 디젤 발전기의 저주파 대역에서의 소음을 초기 단계에서 검토하여 최소화 할 수 있는 해석적 방법을 제시하고자 한다.

2. 기본 아이디어

실제 음파는 임피던스가 달라지는 경계에서 투과와 반사가 일어난다. 배기관에서는 크게 소음기 출입구단, 배기관 출구로 음파관점에서 3 구간이 존재

한다. 때문에 특정 길이에서 특정 주파수의 음압 레벨이 매우 커지는 공명현상이 발생한다. 반대로 길이를 잘 조절하면 공명현상을 없앨 수 있다

기본적으로 engine casing 의 높이는 배기 가스 배출의 영향을 최소화 하기 위해 거주구의 높이보다 약간 높은 위치에 정해지는데 배기관의 길이도 engine casing 높이에 맞춰서 결정되게 된다. 배기관 길이가 정해졌을 때 변화를 줄 수 있는 것은 소음기 설치 위치 밖에 없다. 본 스테디의 기본 아이디어는 소음기의 설치 위치를 조절하여 소음기 출구단과 배기관 출구 단의 경계면 길이를 조절하여 저주파 대역에서 음압 레벨을 최소화 할 수 있도록 하는 것이다.

3. 배기관 FE Modeling

해석 타깃 주파수는 125 Hz 이하 옥타브밴드로 정했는데 이는 DG 의 엔진 폭발에 의한 소음원의 주요 가진 주파수가 125 Hz 이하이기 때문이다. DG 의 배기소음의 음압 레벨은 Fig. 1 에 나타내었으며 125 Hz 이내가 주된 소음원임을 확인할 수 있다.

배기관은 유한요소로 해석 상한주파수 250 Hz 에 해당되는 파장에 최소 6 개의 요소로 분할 되도록 모델링 하였다. FE acoustic cavity 에 부여되는 유체는 일반 공기가 아닌 300° C 이상의 고온 가사이므로 온도 및 밀도 보정이 필요하다. 실체는 배기관 내에 온도 및 밀도는 일정하지 않지만 유한요소 모델에서 이를 구현하는 것은 매우 힘들기 때문에 시뮬레이션에서는 온도 300° C 를 고려하여 음속은 480 m/s, 밀도는 0.65 kg/m³ 를 배기관 내부에 일정하게 적용하였다. 또한 FE cavity 내 댐핑 효과는 0.1% 를, 배기 출구 단에서 2 미터 떨어진 곳에 infinite fluid 를 부여하여 음압이 계산될 수 있도록 모델링 하였다.

† 교신저자; 대우조선해양(주) 중앙연구원
E-mail : next450@dsme.co.kr
Tel : 02-2129-7328, Fax : 02-2129-3600
* 대우조선해양(주) 중앙연구원

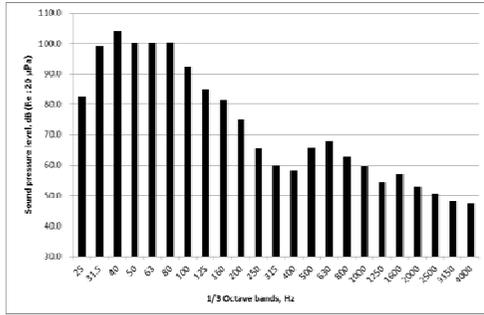


Fig. 1 Sound pressure level of DG in the exhaust stack



Fig. 2 FE modeling of the EGP

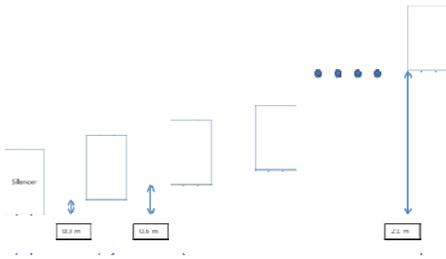


Fig. 3 Analysis cases of FE modeling

4. EGP 소음해석

VAOne 은 자동차, 항공, 조선 등 기계 분야에서 소음/진동 해석에 널리 쓰여지고 있는 상용 소프트웨어로 본 EGP 소음해석에 사용하였다. DG 소음기를 기존 위치에서 30 cm 씩 배기 출구 단으로 이동하면서 2.1 m 를 움직여 총 8 가지의 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였다. 해석 결과는 표 1 에

나타내었으며 160 Hz 중심주파수 이하 밴드까지 1/3, 1/1 옥타브밴드로 표기하였다.

1/3 옥타브밴드로 나타내었을 경우, 25 Hz 주파수 영역에서 소음기 위치에 따라 최고 30dB 까지 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 실제로 소음해석 또는 계측 시 주로 사용하는 것은 1/1 옥타브밴드이며 별도로 계산하여 표에 나타내었다. 검토결과 1/1 옥타브밴드에서도 31.5Hz, 63Hz, 125 Hz 주파수 대역에서 각각 3dB, 3.5dB, 2.8dB 의 차이를 보였다.

Table 1 Noise Analysis Results of EGP

a) 1/3 octave bands

Case Freq.	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
25	66.2	69.0	68.7	39.0	66.8	39.2	39.8	61.7
31.5	86.0	84.8	81.1	80.5	78.5	83.0	81.2	74.1
40	75.7	77.2	83.9	84.6	87.5	86.7	87.4	87.1
50	78.6	78.7	74.4	80.3	74.7	80.7	81.0	77.6
63	80.4	80.5	80.0	82.2	79.9	75.2	76.2	78.9
80	76.0	78.5	78.5	81.7	76.2	80.7	81.2	78.9
100	67.0	67.0	68.9	72.9	70.0	74.6	73.1	70.7
125	65.2	65.5	64.8	64.0	64.1	64.7	63.1	65.0
160	57.4	59.4	58.9	55.2	60.3	54.7	54.8	58.1

b) 1/1 octave bands

Case Freq.	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
31.5	87.0	86.3	86.1	87.0	88.2	89.0	89.0	87.7
63	81.9	82.7	82.5	85.2	81.7	82.5	82.9	82.2
125	65.9	66.5	65.9	64.6	65.7	65.2	63.7	65.9

5. 결 론

소수점 이하의 초과 소음레벨 때문에 소음규정을 만족하지 못해 방음재를 적용하거나 방음벽을 설치하는 경우를 생각해 볼 때, 소음기 위치만으로도 저주파 대역에서 3dB 정도의 차이를 만들 수 있다는 사실은 매우 고무적이다. 특히 이 저주파 대역의 소음은 제어하기 까다롭기 때문에 반드시 설계 단계에서 검토가 필요한 점을 들어 본 고찰에서 제시한 방법은 초기 HVAC 설계 시 관심 주파수 대역의 배기소음을 최소화할 수 있다는 점에서 유용하게 활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

다만 해석적 방법으로만 접근했기 때문에 향후 프로젝트 진행 시 실제 계측을 통해 해석/계측 결과의 correlation 작업이 요구된다.