

선박 주기관 종진동 댐퍼의 감쇠 성능 개선 연구

Study on the improvement of the Damping Performance of the Axial Damper for Marine Diesel Engine

이찬희† · 김희원* · 주원호*

Chan Hui Lee, Heui Won Kim and Won-Ho Joo

1. 서 론

컨테이너 운반선과 초대형 유조선의 거주구 전후 방향 진동은 프로펠러와 주기관의 기진력에 의해 발생되며, 선박의 고품질화를 위해서 프로펠러 기진력과 주기관 종기진력의 감소를 통해 거주구의 진동을 저감시키려는 연구가 진행되어 왔다.

본 연구에서는 주기관 종기진력을 저감하기 위해 설치되어 있는 주기관 종진동 댐퍼의 감쇠 성능을 개선하기 위한 일련의 해석과 시험을 수행하였다. 종진동 댐퍼의 구조와 감쇠 메커니즘을 분석하였으며, 종진동 댐퍼의 감쇠 성능 해석과 동특성 시험을 수행하여 그 결과를 비교 검증하였다. 이를 통해 댐퍼의 감쇠 성능을 향상시킬 수 있는 설계안을 도출하였다.

2. 상용 종진동 댐퍼의 구조

Figure 1 은 MAN B&W 사(社)의 선박 추진용 디젤 엔진과 종진동 댐퍼를 나타내고 있다. 주기관 출력에 따라 댐퍼의 크기는 다양하지만, 기본 구조와 감쇠 메커니즘은 동일하다.

Figure 2 와 같이 종진동 댐퍼는 크랭크 축의 선단 1번 실린더 베어링 지지구조에 연결되어 있다. 댐퍼 앞 뒤 두 곳에 각각의 오일 챔버(chamber)를 갖고 있으며, 댐퍼 상단에 적층된 얇은 박판을 통해 오일이 앞뒤 챔버를 이동하면서 축방향의 점성 감쇠를 발생하는 메커니즘이다.

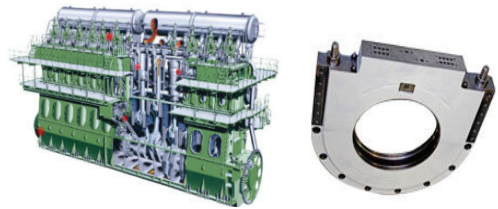


Figure 1 Marine diesel engine and axial damper

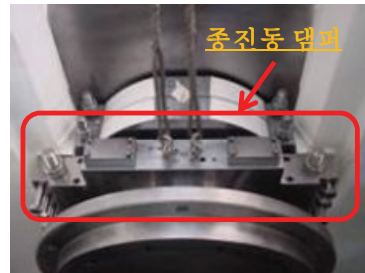


Figure 2 The assembly of the axial damper

3. 감쇠 발생 메커니즘 분석

종진동 댐퍼의 점성 감쇠 발생 기구를 Figure 3 과 같이 선형 감쇠 모델로 근사화하였다. 판이 아래 방향으로 속도 u_0 로 움직일 때 챔버 A의 오일은 길이 b , 폭 h , 두께 l 의 좁은 틈새를 통해 챔버 B로 이동하게 된다. 이 때 판에 의해 밀려난 오일과 좁은 틈새를 통과하는 오일의 유량이 동일하다는 전제 조건에서 댐퍼의 감쇠를 계산하였다.

† 현대중공업 동역학연구실

E-mail : chlee@hhi.co.kr

Tel : (052)202-5753, Fax : (052)202-5495

* 현대중공업 동역학연구실

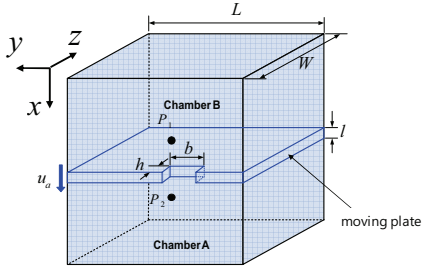


Figure 3 The analytical model of axial damper

좁은 틈새 부분을 통해 이동하는 유체에 대해 Navier-Stokes식을 적용하고 두 챔버 사이의 압력 변화를 선형으로 가정하면, 다음의 식(1)과 같이 감쇠 계수를 도출할 수 있다.

$$c_d = \frac{12\mu Al}{h^3 b} \left(A - \frac{hb}{2} \right) \quad (1)$$

상기 식을 바탕으로 박판 적층 수에 따른 감쇠의 변화를 계산하였으며, 박판 적층 수가 증가함에 따라 댐퍼의 감쇠 성능이 감소함을 해석적으로 확인하였다.

4. 댐퍼 동특성 시험 및 검증

종진동 댐퍼의 감쇠 특성을 파악하기 위하여 Figure 4와 같이 시험장치를 구성하고, 아래의 3가지 설계 변수에 대해 성능 시험을 수행하였다.

- 박판 적층 수 조정 (적층 수 1, 2, 3인 경우)
- 가진 변위 진폭의 조정 (0.5 mm, 1.0 mm)
- 가진 주파수의 조정 (3, 4, 5, 6, 7 Hz)

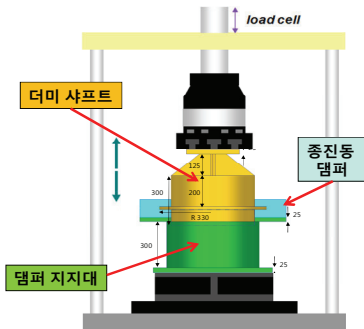


Figure 4 Experimental set up for axial damper

박판 적층수 1, 가진 진폭 1.0 mm, 가진 주파수 3Hz인 경우에 계측된 가진력과 변위의 이력 곡선을 Figure 5에 나타내었다. 곡선의 내부 면적은 댐퍼 감쇠에 의한 소산된 에너지의 크기를 의미하며, 이를 이용하여 등가감쇠 계수를 구할 수 있다.

박판 적층 수에 따른 종진동 댐퍼의 감쇠 변화에 대한 해석과 계측 결과를 Figure 6에 나타내었으며, 이를 통해 종진동 댐퍼의 감쇠 성능에 대한 수학적 해석과 동특성 시험을 통해 파악한 종진동 댐퍼의 감쇠 특성이 잘 부합함을 명확히 확인하였다.

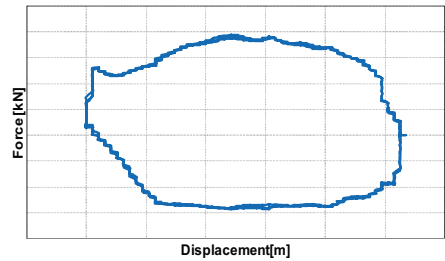


Figure 5 Hysteresis loop of the axial damper

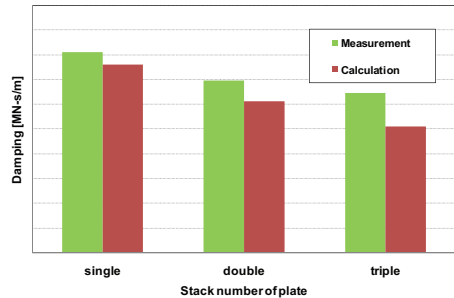


Figure 6 Comparison of damping between the calculation and the measurement results

5. 고감쇠 종진동 댐퍼 설계안 도출

실험 및 해석 결과를 바탕으로 종진동 댐퍼의 감쇠 성능 향상 방안을 도출하였다. 기존 종진동 댐퍼는 박판의 적층 수에 따라 감쇠를 조절할 수 있지만, 오일 이동 간극과 면적을 조절할 수 없고, 고온 환경인 주기관 프레임 내부에 있어 실제 감쇠를 조정하는 것이 불가능한 단점이 있다.

본 연구를 통해 댐퍼 앞 뒤 챔버의 오일 이동 간극과 면적을 조절할 수 있는 다이어프램을 추가함으로써 기존 대비 2배 이상의 감쇠 성능 향상을 구현하였다.