

선박 탑재용 유압식 Top-Bracing 의 동특성을 고려한 E/R 구조의 진동 특성에 관한 연구

A Study on the vibration characteristic of E/R Structure considering Dynamic Characteristic of Vessel On-board Hydraulic Top Bracing

김진현† · 정태석*
Kim Jin-Hyun, Jung Tae-Seok

1. 서론

선박이 대형화될수록 엔진의 출력과 높이가 증가하고, 진동 문제 또한 심각해진다. 이러한 진동 문제를 효율적으로 저감시키기 위하여 대형 선박에서는 유압식 top-bracing 의 사용이 증대되고 있다. 유압식 top-bracing 의 가장 큰 특성은 Main Engine 의 RPM 에 따른 운행 조건을 제어하여 진동을 저감시킬 수 있다는 점이다. 하지만 현존하는 유압식 top-bracing 의 진동 저감 능력에 대하여 어느 정도의 신뢰성을 갖는지에 대한 평가와 동강성 특성에 관한 연구가 제대로 이루어 지지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 유압식 top-bracing 의 거동 특성에 관한 연구와 진동 저감 능력에 대한 평가를 실험실과 실제 선박과 같은 2 가지 실험 환경 조건에서 수행하였다.

2. 본론

2.1 절 유압식 top-bracing 의 구조 및 작동원리

유압식 top-bracing 은 그림 1 과 같이 유압 시스템에 의해 이루어져 있으며, 각각의 valve 들이 유기

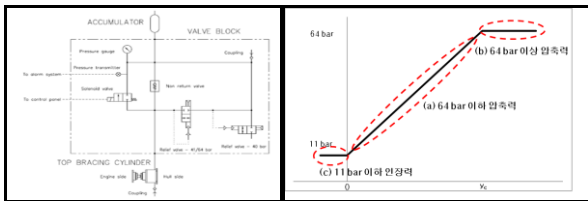


그림 1. 유압식 top-bracing 의 구성 요소와 In-service 운행 상태에 따른 변위-압력 그래프

† 교신저자; STX 조선해양연구소 진동소음연구팀
E-mail : kimjh29@onestx.com
Tel : (055) 548-7960, Fax : (055) 545-7602
* STX 조선해양연구소 진동소음연구팀

템에 의해 이루어져 있으며, 각각의 valve 들이 유기적으로 작용하면서 작동하게 된다. 또한 top-bracing 의 운행 상태에 따라 다음과 같은 실린더의 변위와 내부 압력 특성을 갖는다. In-Service 상태에서 64 bar 이하의 압축력이 작용하면, 모든 Valve 가 닫힌 상태가 되어 변위에 따른 내부 압력의 그래프가 선형으로 증가하는 양상을 띠게 된다. 64 bar 이상의 압축력이 작용하면, Relief v/v 만 개폐되어 변위에 따른 압력 그래프가 변위에 상관없이 64 bar 로 일정하게 된다.

2.2 절 실험 목적 및 방법

본 연구는 유압식 top-Bracing 에 정하중과 동하중을 가하였을때, 몇 가지 거동 특성을 알아보는데 초점을 맞추었다. 첫째, 정하중 실험에서는 유압식 top-bracing 내의 Relief v/v 가 개폐되는 압력과 실린더에 가해지는 변위를 알아보았고, top-bracing 의 일반적인 거동 특성과 일치하는지 확인하였다. 둘째, 동하중 실험에서는 가해지는 동하중의 주파수 및 진폭 변화에 따른 top-bracing 의 거동 특성을 파악하였고, top-bracing 이 스프링과 댐퍼 기능을 하는지에 대한 여부와 그 시점은 언제인지에 대한 것도 알아보고자 하였다. 그림 2 와 같이 실험 장치는 다축 피로 시험 장비를 사용하였고, 실린더와 다축 피로 시험기를 연결시켰다. 또한 실험실에서의 결과를 바탕으로 실선 계측에서는 그림 2 와 같이 센서를 설치하였고, 실험실 결과와 비교 분석하여 top-bracing 의 진동 저감 능력을 평가하였다.

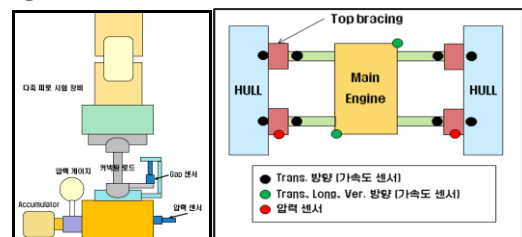


그림 2. 실험실 실험 장치 및 실선 계측 설치도

2.3 절 실험 결과

(1) 정강성 실험

그림 3 과 같이 변위가 약 1.2 mm 일 때, 압력이 떨어지기 시작하는 것을 알 수 있고, 이때가 Relief v/v 가 열리는 시점이다.

(2) 동강성 실험

동강성 시험 결과와 정강성 시험 결과를 비교해 보면 동일 가진 진폭에 비해 압력의 변화폭이 더 커지는 것을 알 수 있다. 또한 그림 4 를 보면, 내부 압력이 Relief v/v 의 정격 압력 (64 bar)를 초과하지 않을 때는, 그래프가 거의 선형에 가까운 형태이며, 스프링 역할을 한다는 것을 알 수 있다. 하지만, 압력이 Relief v/v 정격 압력(64 bar)을 초과한다면, 그래프가 이력 곡선과 유사한 형태를 나타내고, 이때 스프링 역할뿐만 아니라, 댐퍼 역할까지 한다는 것을 알 수 있다. 그림 4 의 변위-압력 그래프에서 접선의 기울기는 스프링 상수를 나타내고, top-bracing 의 동강성 특성을 나타내는 그림 4 와 같은 주파수-스프링 상수 그래프를 얻을 수 있다. 이때, 주파수가 증가할수록 강성값이 감소하는 경향을 나타낸다.

(3) 실선에서의 top-bracing 의 동특성 계측

그림 5 는 각 방향별 선체쪽, top-bracing 쪽의 가속도 신호와 내부 압력 신호로 강성값을 추출한 결과이다. 그래프를 보면 알 수 있듯이 in-service 상태에서 가장 강한 강성을 나타내며, Port, STB 방향과 강성값에는 서로 무관한 것으로 판단된다. 그림 6 을 보면 알 수 있듯이, top-bracing 의 운행 상태가

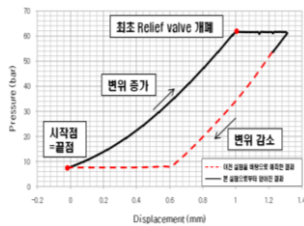


그림 3. 정강성 실험 결과 그래프

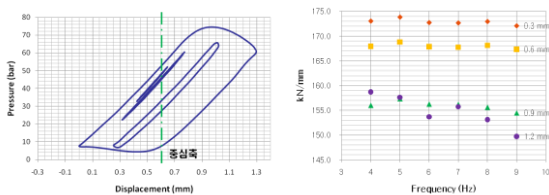


그림 4. 가진력 진폭에 따른 변위-압력 그래프와 Top-bracing 의 동강성 그래프

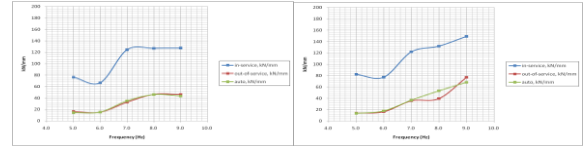


그림 5. M/E 6th 에서의 동강성 그래프(좌: Port 방향, 우: STB 방향)

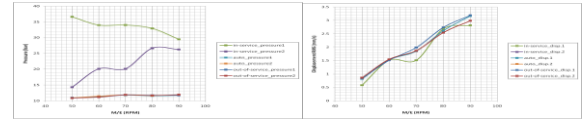


그림 6. 각 RPM 별 압력 평균값 그래프와 가속도의 RMS 값 그래프

auto 나, out-of-service 상태에서는 기본 설정 압력인 11 bar 로 거의 일정한 것을 알 수 있으나, in-service 상태에서는 압력이 급격히 증가함을 알 수 있다. 또한 낮은 RPM 구간에서는 Port 방향으로 압력이 높고, STB 방향에서는 낮음을 알 수 있다. 이는 M/E 이 초기 상태에서는 Port 방향으로 약간 치우쳐 있기 때문에, Port 방향으로 더 큰 압축력이 작용하여 내부 압력이 커지는 것으로 판단된다. 또한 RPM 이 증가할수록, Port 방향의 압력은 감소하고, STB 방향의 압력은 증가하는 경향이 나타나는데, 이는 RPM 이 증가할수록, 치우친 정도가 줄어들고, 양쪽이 균일한 위치로 점점 이동하여 운동한다는 것을 알 수 있다. 그림 6 에서는 운행 상태에 관계없이 RPM 에 따라 M/E 과 선체 쪽의 변위량이 거의 비슷하게 증가한다는 것을 알 수 있었다. 따라서 M/E 의 초기 설치의 비대칭으로 인하여 top-bracing 내부 운동에는 큰 영향을 미칠 수 있지만, 이는 유압식 top-bracing 의 자체적인 완충 조절 작용에 의하여, 선체나 M/E 의 진동을 저감시키는 top-bracing 의 성능에는 큰 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

3. 결 론

본 연구에서는 유압식 top-bracing 의 거동 특성에 대하여 정강성, 동강성 실험을 통하여 알아보았다. 또한 실선 계측에서는 기본적인 top-bracing 의 거동 특성과 달리 top-bracing 의 설치 조건에 따라 내부 압력의 변화 양상이 다르게 나타날 수도 있다는 것을 알게 되었고, 또한 이러한 차이에도 불구하고, top-bracing 의 특성으로 인하여 M/E 이나 선체의 진동을 저감시키는데는 효율적인 것으로 판명되었다.

후 기

본 연구는 STX 조선해양에서 수행하였으며, 창원대학교 진동내구성평가센터와 한미유압기계의 협조에 의하여 이루어졌음.