가진을 받는 액체 저장탱크 내의 슬로싱 측정 기법 연구

(Measuring Technique for Sloshing Phenomenon of vibrated Liquid Storage Tank)

윤성호, 박기진, 권호용

금오공대 기계공학부

(Email : shyoon@knut.kumoh.ac.kr)

비행체의 액체 저장탱크에서의 슬로싱 현상은 비행체의 조정 안정성 상실은 물론 구조적인 파손이 발생하여 인명 및 재정 손실이 초래 될 수 있다. 또한 최근 대형 선박에서의 액체 저장탱크에서도 슬로싱 문제는 주요한 관심사로 되어 있다. 선진기술국에서는 이러한 슬로싱 문제를 해결하기 위해 많은 관심을 쏟아 왔으나 국내에서는 체계적인 연구가 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 비행체의 액체 저장탱크내의 슬로싱 현상을 규명하기 위해 그림 1과 같은 액체 저장탱크와 가진 장치를 제작하였다. 이때 액체 저장탱크는 내경대 길이비가 1:3으로 액체의 출렁임을 가시화 할 수 있도록 아크릴로 제작하였다. 가진 구동력을 얻기 위해 D.C모터(150W)를 사용하였으며 컨트롤러를 이용하여 가진 주파수를 조절할 수 있도록 하였다. 또한 커넥팅 로드와 크랭크 옵셋을 이용하여 sine wave 형태로 가진시킬 수 있었으며, 가진 장치 위에는 LM가이드를 장착하여 가진시 저장탱크와의 마찰력을 최소화하였다. 실험은 액체 저장탱크에 외부 가진을 작용하여 연료량 변화와 가진 진폭의 변화에 따른 저장탱크 내에서의 슬로싱 고유진동수를 측정하고 모우드 양상을 관찰하였다. 이때 가진방향은 종 방향 수평가진과 횡 방향 수평가진의 경우를 고려하였다. 또한 충격 햄머를 이용하여 저장탱크, 저장탱크에 연료를 채운 경우, 저장탱크가 가진장치 위에 있는 경우에 대해 고유진동수를 측정함으로서 액체 저장탱크 자체가 액체의 슬로싱 현상에 미치는 영향을 조사하였다.

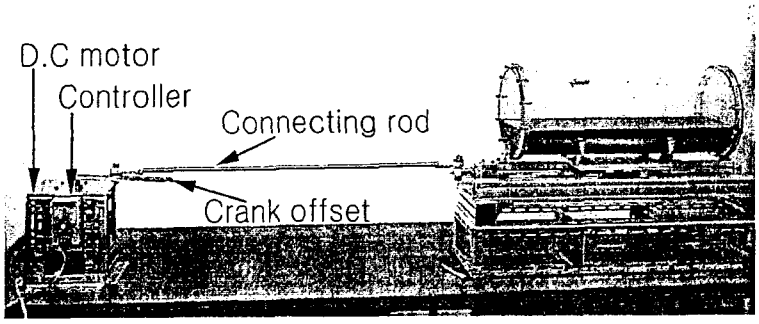

Fig. 1 Test equipment with liquid storage tank

그림 2와 3에는 종 방향과 횡 방향 수평가진시 가진진폭에 따른 1차 고유진동수의 변화가 나타나 있다. 여기에서 보면 종 방향 수평가진의 경우 액체 저장탱크에서의 슬로싱 고유진동수는 저장탱크의 가진 진폭이 증가할수록 감소하고, 연료량 변화에 따른 1차 슬로싱 고유진동수는 60%의 연료량에서 가장 높게 나타남을 알 수 있다. 횡 방향 수평가진의 경우에서는 종 방향 수평가진의 경우보다 1차 슬로싱 고유진동수는 높게 나타나지만 종 방향 수평가진의 경우와 거의 유사하게 저장탱크의 가진 진폭이 클수록 1차 슬로싱 고유진동수는 감소함을 알 수 있다. 본 연구를 통해 얻어진 결과들은 향후 액체 저장탱크의 구조안정성 평가 및 슬로싱 억제기법의 연구에 활용할 수 있다.

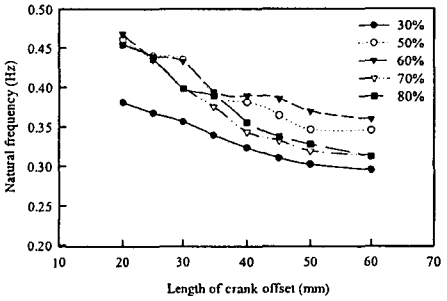

Fig. 2 The first natural frequencies for longitudinal vibration

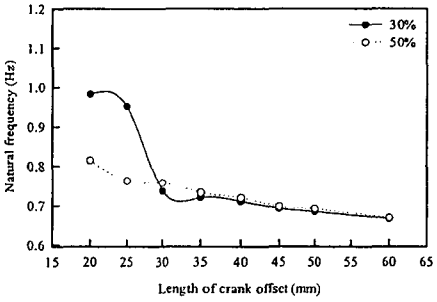

Fig. 3 The first natural frequencies for transverse vibration