2005-S-104

음향공진이 매달려 있는 액적의 증발에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

문 종 훈, 김 호 영*, 강 병 하**†

국민대학교 기계·자동차 공학부, *서울대학교 기계항공공학과, **국민대학교 기계·자동차 공학부

Effects of acoustic resonance on evaporation of a pendant liquid droplet

Jong Hoon Moon, Ho-Young Kim*, Byung Ha Kang**

Department of Automotive & Mechanical Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

**Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University, Seoul 151-744, Korea*

***Department of Automotive & Mechanical Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea*

요 약

액적은 자연 생태계뿐만 아니라 인간이 만들어 놓은 다양한 시스템 내부에서 중요한 역할로서 존재하고 있다. 예를 들어, 화학반응 원자로 내부에서의 액적은 반응물과 생성물질의 운반체 역할을 수행한다. 내부연소 제트 엔진은 연료 분사 시에 미립화된 액화 탄화수소를 스프레이 방식을 사용하여 연소실에 공급한다. 이러한 시스템의 내부에서 가장 중요한 물리적 현상은 유체의 유동에 동반되는 열과 물질 전달이다. 그러므로 액적의 거동에 대한 연구는 응용 기술 및 과학의 미래에 대한 중요한 단서들을 제공한다. 본 연구에서는 주파수 영역 마다 형상 진동 모드에 따른 각기 다른 공진주파수가 존재하는 특징이 접촉선이 움직일 수 있는 조건의 액적 진동에서도 존재하는지를 실험에 의해 규명하며, 이를 응용한 액적의 증발에 미치는 영향에 관하여 고찰하고자 한다.

본 실험에서는 주파수 변화에 따른 액적의 진동 형상 변화를 관찰하기 위하여 다음과 같은 실험과정을 수행하였다. (1) 마이크로 시린지를 이용하여 아크릴 상자 내부의 천장에 액적을 생성시킨다. (2) 임의 파형발생기의 전압은 7V로 고정시키고, 정현파 신호의 주파수를 0 Hz에 맞추어 놓는다. (3) 주파수를 높여가면서 액적의 진동 형상을 고속 카메라로 녹화하여 액적의 진동을 분석한다. 증발 실험 시에는 액적과 평판 사이에 가열판 (Thermofoil 2×2 inch)을 사용하여 증발 실험을 수행하였다. 과정은 위의 과정을 반복하였다.

본 실험을 통하여 고체면에 매달린 액적의 공진주파수가 로테이션(Rotation) 모드 진동에 대해서는 약 30 Hz 그리고 일차 진동 모드에 대해서는 약 58 Hz 임을 확인할 수 있었다. 이렇게 구한 주파수를 같은 크기를 가진 비점성 액적의 단순한 진동에 대해 예측된 고유주파수들과 비교해 보았다. Strani 와 Sabetta는 오목한 구형 고체면의 일부와 접촉하여 진동하는 액적의 모드(mode) 수에 따른 고유진동수를 r_0/R 의 함수로 나타내었다. 그 결과 일차 진동 모드의 고유진동수는 52 Hz, 이차 진동 모드의 고유진동수는 127 Hz로 구해졌다. 액적의 증발 실험에서는 액적의 고유 진동수에서 액적의 증발이 다른 주파수보다 빠른 속도로 줄어들고 있음을 알 수 있었다. 이는 액적의 증발에서도 공진현상을 이용하였을 시에 다른 주파수 영역에서 보다 좋은 증발 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

연구에서는 매달려 있는 액적에 다양한 주파수의 음향 가진을 주었을때, 액적의 동적특성을 관찰 하였다. 이러한 실험을 통하여 고체면에 매달려 있는 액적은 주파수 영역 마다 형상 진동 모드에 따른 각기 다른 공진주파수가 존재하며 더욱이 기존 연구에서는 찾아 볼 수 없었던 액적의 새로운 형상 진동 모드를 찾았다. 이에 따른 액적의 공진현상을 이용했을 시에 액적의 증발이 활발히 일어나며 이를 응용하여 효과적인 열 및 물질 전달 효과를 얻을 수 있다.