

# 전산유체해석을 통한 LITA(Laser In-Tube Accelerator)의 성능해석

최정열\*, 정인석\*\*, 김수겸\*\*, Sasoh, A.\*\*\*

\*부산대학교 항공우주공학과, \*\*서울대학교 기계항공공학부, Tohoku University\*\*\*

( E-mail : aerochoi@pusan.ac.kr )

최근 수년간 우주 발사체의 경제성에 관한 문제가 제기 되면서 새로운 개념의 저 비용 우주 발사체에 대한 연구가 활발히 진행중이다. 저 비용 우주 발사체에 대한 연구는 단기적으로는 단단 또는 이단의 재사용 우주 발사체에 대한 연구가 진행중이며, 중장기적으로는 램제트 나 스크램제트 엔진에 기초한 결합사이클 엔진이 구상중이다. 한편, 장기적으로는 우주 방위체계를 위하여 강력한 레이저가 개발되면서, 레이저 또는 마이크로파를 우주 추진에 이용하고자 하는 개념들이 제시되고 있다.(1,2) 최근 Myrabo 등이 펄스형의 레이저를 이용하여 물체를 수직으로 상승시키는데 성공함으로써(3) 이에 대한 관심은 더욱 고조되고 있다.

레이저 추진의 한가지 방법으로써, 관 내부에서 레이저를 전방에서 조사하여 후방에서 폭발을 유도하는 방식의 추진 개념이 Sasoh 에 의해 제시되었으며, 이러한 방식이 가지는 장단점 과 특징 및 이론적 배경이 연구되었다.(4) 제시된 개념을 뒷받침하기 위하여 최근 실험적인 연구가 수행 중에 있으며,(5) 전산유체 해석에 의한 성능 연구가 개념적인 단계에서 수행되었다.(6,7)

그러나, 레이저 집중에 의한 공기의 폭발이 매우 짧은 순간에 일어나므로 이에 대한 연구를 실험적으로 수행하기가 어려움이 있다. 또한 이전의 수치해석에서 이용된 단순 열원 모델이 분자의 붕괴 과정을 무시하므로, 간단하고 효율적이기는 하나 정확한 성능 평가가 곤란하다는 문제가 있다. 따라서 본 연구는 최근에 수행된 미발표 실험 자료를 바탕으로 하여, 그동안 이용한 단순 열원 모델을 검증함으로써 추후의 성능 해석 연구에 적극적으로 활용하기 위한 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 수행된 실험의 내용을 수치적으로 모사하여, 측정된 결과와 순 열원에 의한

해석 결과와의 차이를 비교 검토하였다.

일련의 계산을 통한 충격과 후방 압력의 실험치와 계산치를 비교하면, 위치에 따른 변동과 입력에너지에 따른 변동이 있지만 평균적으로 계산 결과가 2.6배 큰 압력을 나타냈으며, 변동폭은 최대  $\pm 0.4$ 이다. 실험과 계산 결과에 나타나는 이러한 차이는 본 연구에서 이용한 단순 열원 모델이 레이저 에너지 집중에 의한 분자의 붕괴 및 복사 열전달 과정 및 부차적인 에너지 전달 과정들을 고려하지 않았기 때문이다. 따라서 레이저로 가해진 에너지 가운데 상당한 부분이 분자의 열 해리 및 이온화 그리고 복사 열전달의 형태로 방출되는 것으로 사료된다. 한편, 충격량 측정의 결과에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었으며, Fig. 6에 실험결과와 계산 결과를 비교하여 표시하였다. 이 결과에서 계산에 의한 충격량은 실험에 의한 값보다 최소 2.74에서 최대 3.11배 큰 값을 나타냈으며 평균적으로 2.88 정도의 값을 보여주었다. 이 결과는 실험 및 계산상의 오차를 고려한다면, 일정한 정도의 변동폭이라고 가정할 수 있으며, 향후 계산 결과로부터 실제 장치의 성능을 예측하는데 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

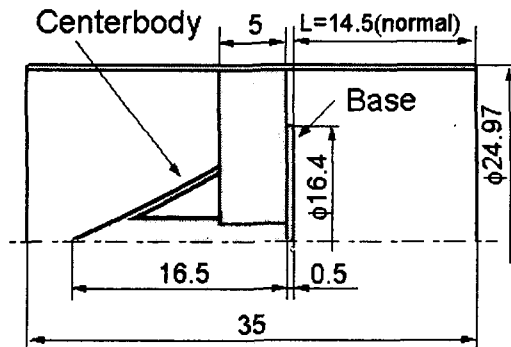


Fig. 1 Schematic of LITA

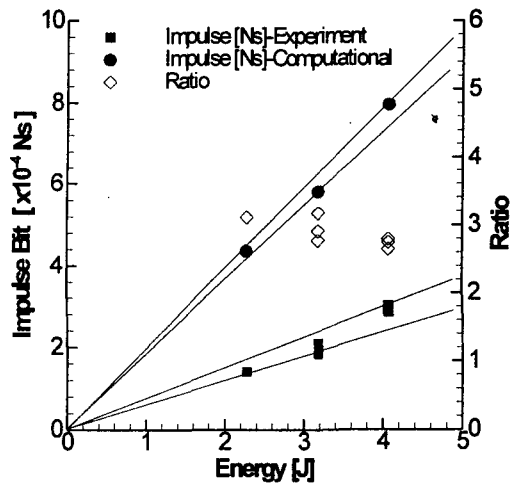


Fig. 2 Impulse bit vs. laser Input energy. Ratio of experimental and computation data is also plotted.

참고문헌

(1) Kantrowitz, A., "Propulsion to Orbit by Ground-Based Lasers," *Astronautics & Aeronautics*, Vol 10, may, 1972, pp. 74-76.

- (2) Birkan, M. A., "Laser Propulsion : Status and Needs," Journal of Propulsion and Power, Vol 8, No. 2, 1992, pp. 354-360.
- (3) Myrabo, L. N., Messitt, D. G. and Mead Jr, F.B., "Ground and Flight Test of a Laser Propelled Vehicle," AIAA 98-1001.
- (4) Sasoh, A., "Laser-Propelled Ram Accelerator," Journal de Physique IV, Vol.10, Pr11, pp.41-47, EDP Sciences, Nov. 2000.
- (5) Sasoh, A., "In-Tube Laser Propulsion," AIAA Paper 2000-2344.
- (6) Pang, J.-S., Choi, J.-Y. and Jeung, I.-S." A Numerical Study on Laser-Driven Ram Accelerator, 36th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, Von Braun Civic Center Huntsville, Alabama, 16-19 July 2000. AIAA-2000-3491.
- (7) 방준식, 정인석, 최정열, "단순 열원 모델을 이용한 레이저 추진 가속기의 성능에 관한 수치적 연구," 2000년 항공우주학회 추계학술발표회 논문집, pp.710-714, 2000년 11월, 울산대학교.