

SNECMA 가변노즐목 추력기에 대한 수치적 연구

왕승원* · 허환일**

Numerical Analysis of a SNECMA Modulatable Thruster Device

Seungwon Wang* · Hwanil Huh**

ABSTRACT

Numerical analysis was carried out for a patented SNECMA modulatable thrust device. By adopting aerospike-like nozzle and a moving needle, proposed modulatable thrust device are capable of delivering optimal thrust according to the altitude.

초 록

추력조절이 용이한 SNECMA의 추력기에 대해서 수치해석 기법으로 분석하였다. 특허에 제시된 Aerospike 노즐의 형상은 고도에 따라 최적의 추력이 가능하도록 설계되었다.

Key Words: Modulatable Thrust Device(추력조절기), Thrust(추력), Bore(보어)

1. 서 론

프랑스 SNECMA社에서 개발한 Divert 추력기는 노즐목을 변화시키는 Pintle(Needle), 핀틀을 구동하기 위한 Actuator, 핀틀과 구동기를 연결시키는 Connector, 그리고 내부의 부품들을 감싸는 Housing으로 이루어져 있다. 또한 다른 추력기와는 달리 핀틀 중심에 bore라는 hole이 뚫려 있다[1]. 특허의 내용은 현재 NASA의 주도로 개발되고 있는 Aerospike 노즐의 적용 가능성을 제시함으로써 일반적인 Bell형 노즐이나 Conical형 노즐과 비교하여 작은 사이즈에서 동일한 성능이 가능함을 제시하였다. 본 논문에서는 특허

에 제시된 Divert용 핀틀 추력기 Model 1, 2의 노즐형상을 그대로 디자인한 뒤, 수치해석기법을 이용하여 동일한 챔버 압력, 노즐목 면적, 챔버 온도의 조건으로 해석하여 추력기 노즐에서의 유동 특성과 하중, 핀틀에 걸리는 공기역학적 하중을 분석함으로써, 각 설계 변수들이 추력기의 성능에 미치는 영향을 비교하고, 특허의 내용을 확인하고자 한다.

2. 본 론

2.1 특허에 제시된 추력기 모델링

Figure 1에서 보는 것과 같이 특허에 제시된 추력기 모델을 그대로 모델링하였고, 같은 조건에서 해석하기 위해 핀틀 위치에 따른 노즐목 면적과 챔버의 크기를 동일하게 설계 하였다.

* 충남대학교 대학원 항공우주공학과

** 종신회원, 충남대학교 항공우주공학과
교신저자, E-mail: hwanil@cnu.ac.kr

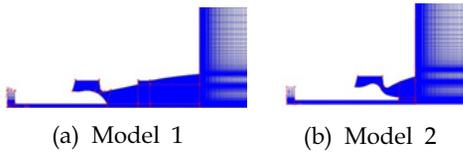


Fig. 1 모델링한 추력기 모델형상과 메쉬 구성

2.2 해석조건

유동 해석은 상용코드(Fluent ver 12.0)를 이용하였고, x축을 기준으로 핀틀의 형상과 위치에 대해 2차원 축대칭으로 동일조건에서 두 가지 모델을 해석하였다.

2.3 두 모델의 마하수 분포

Figure 2과 같이 SNECMA社의 특허에서 제시한 두 모델의 노즐에서의 마하수 분포를 해석하였다. 일반적인 노즐 Model 1에서는 핀틀의 윗면을 따라 흐르던 유동이 박리가 일어나면서 충격파가 발생하는 것을 확인하였고, 노즐벽면에서는 반사충격파가 발생하였다. 핀틀의 끝에서는 재순환영역의 생성과 재순환영역이 Bore의 내부로 들어가는 것을 확인하였다. Aerospike 노즐형상인 Model 2는 핀틀 윗면의 변곡점과 노즐벽면에서 각각 충격파가 발생하는 것을 확인 할 수 있었고, 핀틀 끝에서 흐르는 유동과 재순환영역의 유량으로 Inner Shear Layer가 형성됨을 확인 할 수 있었다.

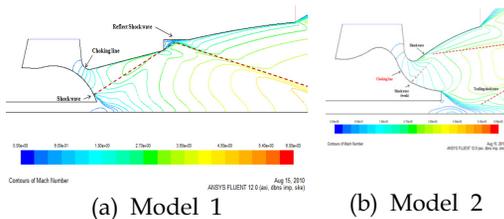


Fig. 2 특허에 제시된 두 모델의 마하수 분포

2.4 두 모델의 Aerodynamic Load 분석

Figure 3와 같이 두 모델의 핀틀에 작용하는 Aerodynamic Load를 분석하기 위해 Model 1과 Model 2를 핀틀의 윗면과 아랫면에 수직으로 작용하는 Static Pressure를 해석하였다. 핀틀의 윗면에서는 Model 2가 변곡점에서 정체되는 유동으로 인해 Model 1보다 큰 압력이 작용하였고,

핀틀의 아랫면에서는 Model 1이 Model 2보다 더 큰 압력이 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

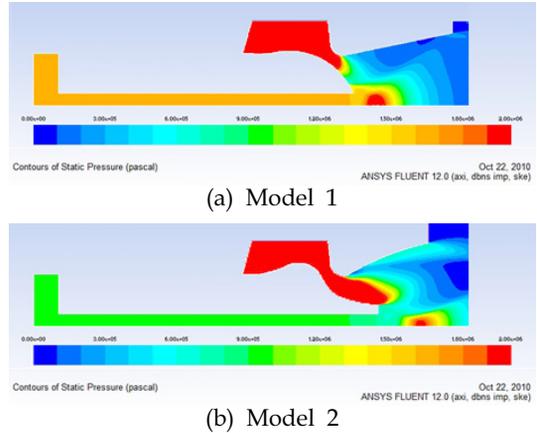


Fig. 3 두 모델의 핀틀에 작용하는 Static Pressure

3. 결 론

Model 1, Model 2에 대해 노즐에서의 유동특성과 핀틀면에 작용하는 압력을 분석한 결과, Model 2가 1에 비해 핀틀 윗면 변곡점에서 발생하는 유동의 정체로 총 하중이 큰 것을 확인할 수 있었다. 또한, Model 2는 Model 1보다 높은 추력성능을 보임과 동시에 짧아진 노즐의 길이는 Divert 추력기에 적용할 경우 크기와 중량을 줄임으로써 시스템의 전체 크기와 중량을 감소시키는 효과를 가져 올 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 국방과학연구소 기초과제(ADD 08-02-03) 결과의 일부입니다. 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. US Patent No. : 6543717 B1, Thierry Le Fur et al(SNECMA), "Compact Optimal and Modulatavle Thrust Device for Controlling AeroSpace Vehicles", Apr. 8, 2003