

연소를 고려한 가변노즐 시스템 작동 동역학 해석 Dynamics Analysis of Variable Nozzle System operation with Combustion

*한재욱¹, 백명진¹, 이정희², #김창완³

*J. O. Han¹, M.J.Back¹, J. H. Lee², #C. W. Kim(goodant@konkuk.ac.kr)³

¹건국대학교 대학원 기계설계학과, ²서강대학교 기계공학과, ³ 건국대학교 기계설계학과

Key words : Variable nozzle(가변노즐), Multi-body Dynamics(다물체 동역학), Exhaust nozzle(배기노즐)

1. 서론

고온·고속의 상태에서 작동하는 항공기(전투기) 제트엔진 엔진노즐 성능에 영향을 미치는 중요 인자로는 크게 공기량 · 압력 · 온도 등이 있으며, 이러한 인자에 따라서 다음과 같이 2 가지의 경우로 고려할 수 있다. 우선, 순항비행조건인 경우, 공기 흡입구와 연소실로 유입되는 공기량 · 압력 · 온도 등이 일정하기 때문에 배기노즐(Exhaust nozzle)의 노즐목 면적이 고정되어도 노즐의 효율에는 크게 영향이 없다. 상승 · 하강 · 선회 비행조건 등의 경우에는 공기량 및 압력, 온도 등이 연속적으로 변하기 때문에 배기노즐의 노즐목 면적이 고정일 경우, 가장 큰 노즐목 면적이 요구되는 저고도 조건에 맞추어 설계해야 한다. 하지만, 저고도 조건에 맞추어 설계된 고정 노즐목은 고도 및 외부요인이 변화함에 따라 불필요한 노즐목 면적을 갖게 되고, 결국 연료유량 증가와 함께 엔진효율의 급격한 저하가 발생된다. 비행조건에 적합한 최적의 노즐목 면적을 갖도록 조절할 수 있는 장치가 필요하다. 본 연구에서는 가변노즐의 다양한 설계 변수들에 대하여 동적거동을 다물체 동역학을 이용하여 분석하였다.

2. 가변노즐 시스템에 대한 개요

제트엔진 엔진노즐에서 제어가능 노즐은 크게 3가지로 구분할 수 있고 종류로는 2중 위치 노즐, 3중 위치 노즐, 가변노즐이 있다. 본 연구에서는 모든 비행영역에서 최적의 노즐목 면적을 구현할 수 있는 가변노즐(Variable nozzle)을 선정하였으며, 가변노즐의 동특성 해석을 수행하기에 앞서 상용 소프트웨어를 이용하여 3D 모델을 구현하였다. 완성된 3차원 형상 모델은 Fig. 1과 같다.

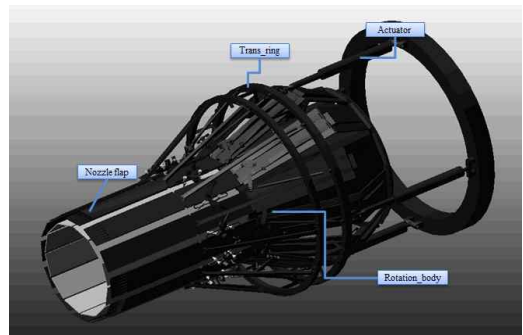


Fig. 1. 3D Model of a Variable nozzle system

형상 모델은 크게 4개 부분으로 구분할 수 있으며, 각 부분의 명칭은 Nozzle flap부, Trans_ring부, Rotation_body부, Actuator부 이다. 동작원리는 Actuator부에서 직선운동을 시작하면 Actuator부와 연결되어 있는 Trans_ring부도 직선운동하게 되며 이와 함께 Link로 연결되어 있는 Rotation_body부가 회전운동을 하게 된다. 이에 따라서 다자유도로 연결되어 있는 Nozzle flap부가 연동하며 작동하게 되어 가변노즐의 노즐목 면적을 조절하게 된다.

3. 다물체 동역학 모델의 동적 특성 분석

상용 다물체 동역학 소프트웨어인 ADAMS를 이용하여 각 구속을 부여하고 조립을 수행한다. 가변노즐의 노즐목 면적을 조절하는데 가장 큰 영향을 주는 Nozzle flap과 Trans_ring에 중점을 맞추어 분석하도록 한다. 측정은 Fig. 2에서 보여 지듯이 완성된 형상에 대해 2D로 변환하여 해석하였다. Fig. 3과 Fig. 4는 시간에 따른 Nozzle flap의 Diameter 측정결과이다. 초기값은 500.1 mm이며, 최대값은 682.3mm로 측정되었다. 가변 노즐 시스

탐의 동적 거동은 매 시간마다의 연소해석에서 계산된 압력값에 의해 작동되어졌다.

후기

This research was supported by Defense Acquisition Program Administration and Agency for Defense Development under the contract US120037CD.

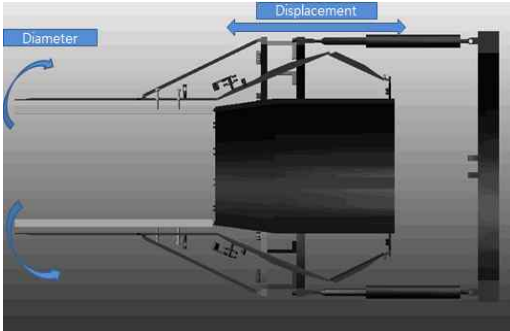


Fig. 2. 2D Model of Multi-body Dynamics

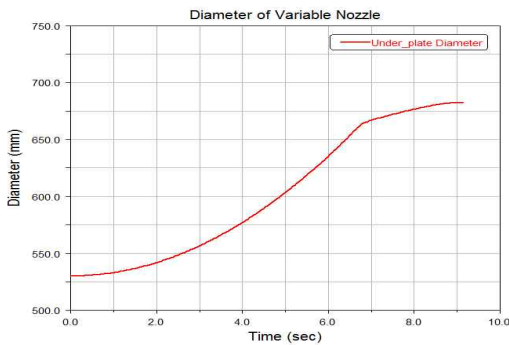


Fig. 3. Diameter of Nozzle flap

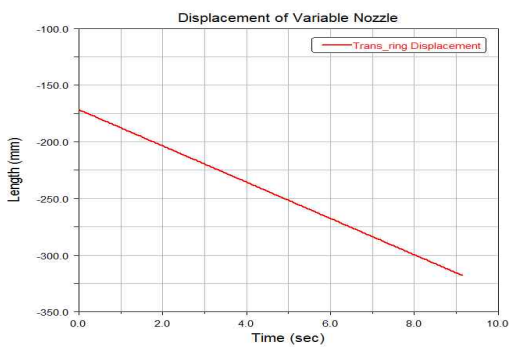


Fig. 4. Displacement of Trans_ring