

# 스월 동축 인젝터에서 recess 에 의한 분무특성의 영향

## Effect of Recess on the Spray Characteristics in Swirl Coaxial Injector

한풍규, 설재훈, 황성하, 정원호, 윤영빈 (서울대)

로켓 엔진의 추력 증대와 함께 엔진 중량을 줄이기 위해서는 연소실 내에서의 추진제의 짧은 resident time 이 요구된다. 연소실내에서 추진제는 인젝터에서 분무 후 미립화와 혼합과정을 거치며 연소반응에 이르게 되는데, 이 과정에서 소요되는 시간이 추진제의 resident time 에 크게 영향을 미치게 된다. 따라서 로켓 엔진에서의 연소반응은 추진제의 빠른 미립화, 균일한 질량 분포 및 혼합에 의해 크게 영향을 받게 되며, 추진제의 미립화 및 혼합기구로 사용되는 인젝터의 기능이 매우 중요하다. 일반적으로 인젝터로는 총돌형과 전단형 및 스월형 인젝터가 많이 사용되고 있다.

스월 인젝터에서 추진제는 스크류 또는 탄젠트 홀에 의해 인젝터내의 vortex chamber 에서 회전력을 받게 되며, 축 방향으로 유동이 성장하면서 축 방향 속도와 회전 속도의 비에 따라 중심축에 대해 일정한 각도를 가지는 liquid sheet 로 분무하게 된다. 이러한 스월인젝터는 미립화, 연소불안정 저감, 넓은 작동조건과 같은 장점을 가지고 있어, 설계 및 제작 과정이 총돌형 인젝터에 비해 난해하다는 단점에도 불구하고, 액상 추진제를 사용하는 액체 로켓 엔진용 인젝터에 널리 사용되어 왔다.

일반적으로 스월인젝터는 연료와 산화제 인젝터의 분리형 및 동축형의 2 가지 형태가 있으며, 특히 동축형 인젝터에서 Recess 는 내부 노즐의 출구면이 외부 노즐 출구면으로부터 일정 길이를 가지고 내부로 들어가 있는 형상을 의미하며, Recess 내에서 추진제의 내부 혼합을 유도하여 혼합효율을 증가시키는 기능과 함께 화염 안정화에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 케로신과 액체산소를 추진제로 하는 액체 로켓 엔진용 스월 동축 인젝터에서 Recess 가 추진제의 미립화와 혼합에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 분무 특성 실험에 사용된 유사추진제는 케로신과 물이었다. 실험에 사용된 스월 동축 인젝터 시제의 연료와 산화제 노즐은 0.4MPa 에서 각각 10g/s 와 23g/s 의 유량을 설계되었으며, 리세스는 3.25, 4.25, 5.25 와 6.25 의 4 가지 조건이 고려되었다.

액적의 SMD 는 PDPA 시스템을 이용하여 계측하였으며, Mechanical Patternator 를 이용하여 추진제의 질량 분포 및 혼합특성을 파악하여, 스월 동축 인젝터의 미립화와 혼합 특성의 상호관계를 고려하여 Recess 의 최적 길이를 도출하고자 하였다. 또한 후광 스트로보스코프 사진 기법을 이용하여 분무 패턴을 분석하여 Recess 가 분무각과 분열길이에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다.

본 시험 조건 영역에서는 리세스 길이가 증가함에 따라 분무각이 증가하고 분열길이는 감소하면서, SMD 는 작아지는 경향을 보였다. 질량 분포 및 혼합 효율도 리세스 길이의 변화에 따라 시험 조건 내에서 그 변화가 컸으며, 혼합효율을 극대화하는 최적 리세스 길이가 존재하였다.