

# 동축 초음속 제트유동에 관한 기초적 연구

## A Fundamental Study of Coaxial Supersonic Jets

이권희, 구병수, 김희동

안동대학교 기계공학과

(E-mail : Kimhd@andong.ac.kr)

일반적으로 노즐 입구의 압력과 배압의 비가 어떤 임계값보다 큰 경우에 축소확대 노즐을 통하는 유동은 노즐목에서 초크하며, 노즐출구에서는 용이하게 초음속으로 된다. 노즐을 통하여 초음속으로 방출되는 제트유동에 관해서는 현재까지 많은 연구가 수행되었다. 이들 연구에 의하면 노즐 압력비에 따라 노즐출구에서의 유동상태(즉 과팽창, 적정팽창, 부족팽창 상태)가 결정되며, 노즐출구로부터 하류의 초음속 제트유동에서 발생하는 충격파 구조 및 위치, 제트경계의 구조 그리고 제트의 코어 등 유동의 기구가 비교적 상세하게 알려져 있다.

최근 초음속 제트유동을 응용한 산업기계 및 기기의 발달과 함께 초음속 제트유동에 관한 연구가 새로운 주목을 받고 있다. 가스절단용 노즐, 기체역학적 레이저, 초음속 이젝터 등과 같은 응용에서는 대부분 동축 초음속 노즐을 사용하고 있으며, 이 경우 보조제트유동이 초음속 노즐로부터 방출되는 주제트 유동에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서는 많이 알려져 있지 않다. 동축 노즐로부터 보조제트를 수반하는 경우에 주 초음속 제트 유동의 특성은 상당히 변화할 것으로 예상된다.

Fig. 1에 도식적으로 나타낸 바와 같이 금속재료를 절단하거나 가공하기 위한 가스절단용 노즐의 응용에 있어서는 동축 노즐로부터 방출되는 제트 유동은 불활성 가스를 이용하여 가공의 효율을 향상시킨다. 또 보조제트를 수반하는 동축 초음속 제트 유동은 초음속 제트에서 발생하는 추력을 증가시키거나 제트소음을 경감하는 공학적 목적으로도 사용되고 있으며, 두 유동의 혼합의 촉진을 위한 학술적 연구대상으로도 자주 활용되고 있다.

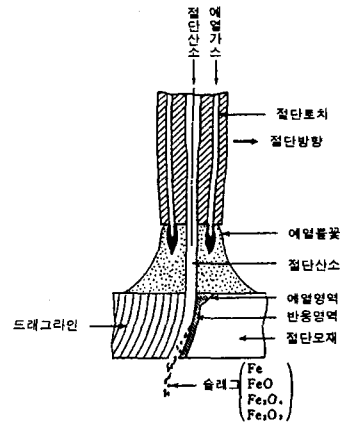


Fig.1 Schematic of Jet Cutting Flow Field

본 연구에서는 축소형 Navier-Stokes 방정식을 유한체적법으로 수치 계산하여 보조류가 주 초음속 제트 유동 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 수치 계산에서는 주 초음속제트 유동의 압력비와 보조제트 유동의 압력비를 변화시켰으며, 두 제트유동에 미치는 전온도의 효과를 상세하게 조사하였다. 그 결과 주 초음속제트 및 보조류의 압력비가 클수록 제트 core의 길이는 증가하며, 유동방향의 전압력의 변동은 줄어들었다. 그러나 노즐 출구로부터 첫 번째 충격파의 강도는 보조유동과 주 제트유동의 공급압력비에 강하게 의존하였다. 또 제트 내부에서 발생하는 전압력 변동, 충격파강도 및 제트 core의 길이 등 제트유동 특성에 미치는 전온도의 영향은 크지 않았다.