

환형동축 초음속 자유 제트유동에 관한 실험적 연구

이준희, 김희동, 이권희

안동대학교 기계공학과
(E-mail : kimhd@andong.ac.kr)

일반적으로 초음속 제트유동은 고압의 기체를 오리피스나 노즐을 통하여 방출시킬 때 발생하며, 비상체의 추진, 금속분말의 제조, 섬유제작, 고전류 차단 스위치, 공기블라스트가공 등 다양한 산업분야에 응용되고 있다. 현재까지 노즐이나 오리피스로부터 방출되는 음속 및 초음속 제트유동에 관한 많은 실험적 및 이론적 연구가 수행되었다.

종래의 연구에 의하면 제트 압력비는 노즐출구에서 형성되는 유동상태 뿐만 아니라 제트유동장 내부에서 발생하는 충격파구조 및 위치, 제트경계의 구조, 제트코어 그리고 제트폭 등의 유동특성을 결정하는 중요한 변수로 보고하였으며, 유동장의 물리적 기구 등은 현재 비교적 상세하게 알려져 있다. 최근 초음속 제트유동을 응용한 산업기계 및 기기의 발달과 함께 초음속 제트유동에 관한 연구가 새로운 주목을 받고 있다. 예를 들면 가스절단용 노즐, 기체역학적 레이저, 초음속 이젝터 등과 같은 응용에서는 대부분 동축 초음속 노즐을 사용하고 있으며, 제트추력의 증가나 소음 경감뿐만 아니라, 두 유동의 혼합의 촉진을 위한 학술적 연구대상으로도 자주 활용되고 있다. 이 경우 환형보조제트유동이 초음속 노즐로부터 방출되는 주 제트 유동에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서는 상세히 알려져 있지 않다.

본 연구에서는 환형동축 초음속 자유제트 유동의 특성을 조사하기 위하여 실험을 수행하였다. 실험에서는 Fig.1에 나타낸 바와 같은 실험장치와 노즐목 및 출구직경은 각각 5mm와 6.5mm이며(설계마하수 2.0), 보조제트의 충돌각이 각각 0도와 20도로 설계된 전형적인 축소/확대형의 초음속노즐 및 노즐목과 출구직경이 5mm로 일정한 음속노즐의 3개를 제작하여 사용하였다. 실험은 주 초음속제트 유동압력비(PR)를 2.0에서 8.0, 보조제트 유동압력비(PRassist)를 1.0에서 4.0으로 변화시켜, 제트방향 및 반경방향의 전압력 분포를 측정하고, 슈리렌 시스템을 이용하여 유동

장을 가시화 하여, 보조제트의 충돌각, 노즐형상 그리고 압력비가 동축제트 유동에
 서 발생하는 충격파구조 및 위치, 전압력, 제트코어길이 등의 동축제트의 특성값에
 미치는 영향을 조사하였다. Fig.2는 $PR=6.0$ 이고 $PR_{assist}=1.0\sim 3.0$ 인 경우에 자유제
 트 중심선을 따른 축방향으로의 전압분포를 나타내는 것으로 횡축은 노즐출구에서
 하류방향으로의 거리 x 를 노즐 출구직경(D_e)으로 무차원한 것이고 종축은 외경
 1mm 인 pitot tube에 의해 측정된 전압을 주제트 정체압력 P_0 로 무차원한 값이다.
 Fig.3은 $PR=6.0$ 인 경우의 자유제트 유동장을 슈리렌 시스템으로 가시화한 사진들이
 다.

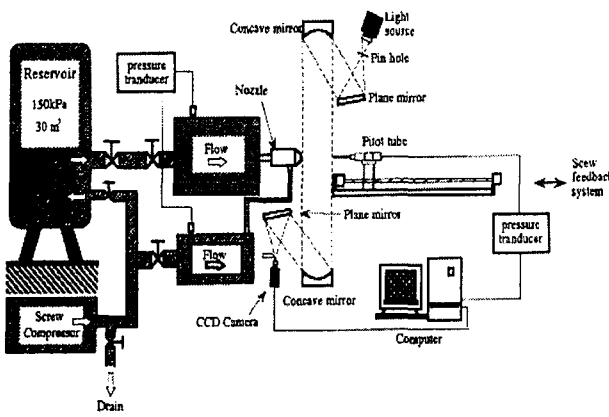


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

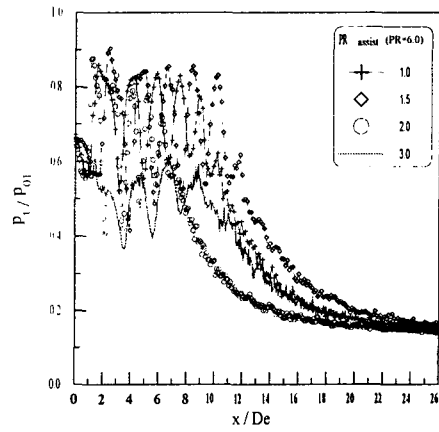


Fig.2 Total pressure distributions along the free jet center line

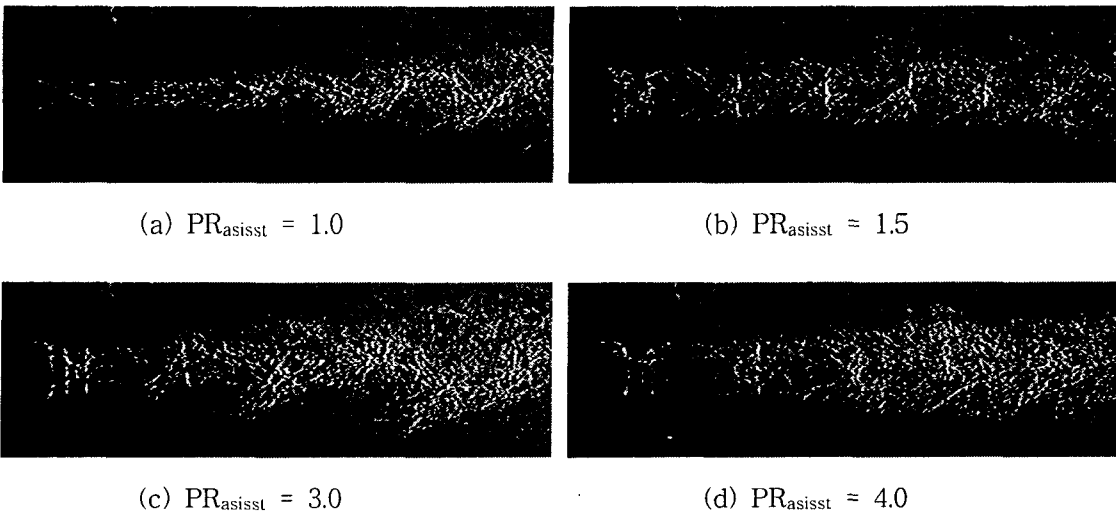


Fig.3 Schlieren pictures ($PR=6.0$)