

수직 평판 위에서 과소팽창 제트의 충돌

이택상*, 신완순*, 이정민*, 박종호*, 김윤곤**
(*충남대학교, **국방과학연구소)

충돌제트는 산업, 항공우주, 군사 분야 등 공학적으로 많은 분야에서 응용되고 있다. 산업분야에서 충돌제트는 설치가 간단하고 형태가 단순하면서도 열 및 물질 전달효과가 상당히 크기 때문에 고효율의 열전달 효과를 얻을 수 있다는 점에서 광범위하게 응용된다. 예를 들면 물체 표면의 부분냉각은 고온 금형의 급속 냉각, 가스 터빈 깃의 냉각, 전자부품의 냉각 등에 이용되며 부분 가열에서는 제철, 제지 및 유리공업, 금형의 풀림 등에 폭 넓게 적용된다. 항공우주, 군사분야에서는 수직/단거리 이·착륙기(V/STOL)의 발진, 미사일 발사시스템, 다단 로켓의 분리, 우주공간에서의 도킹, 화염 편향기 등에 적용이 되며 대부분 평판이나 특수한 판의 형상에 과소팽창제트가 충돌할 때 발생하는 현상에 대한 것이다.

본 연구에서는 충격파 풍동을 이용한 초음속 노즐을 통해 과소 팽창하는 제트가 수직으로 설치되어 있는 평판에 부딪힐 때 과소 팽창비에 따른 압력분포, 평판에서의 최대 압력의 위치, 중심부에서 버블의 발생 등에 대해 실험·고찰하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 노즐과 평판과의 거리가 $3D_n$ 일 때 평판의 중심부분에서 압력은 최소 $1.3R_n$ 에서 최대 $2R_n$ 까지 범위에서 일정하며 PR=1.2에서는 $2R_n$ 에서 최고 압력을 나타내며, PR 값이 증가할수록 최고 압력의 위치는 평판의 중심에서 멀어진다.
2. 평판 상부의 아음속 유동영역에서 형성되는 중심부에서 볼록하고, 바깥쪽으로 평평한 돔형 판 충격파(dome-shape plate shock)는 버블 발생의 원인이 된다.
3. 노즐의 과소 팽창비에 따른 충돌제트의 평판 압력 분포는 서로 유사한 경향을 보여 노즐 팽창비는 충돌제트의 평판 압력구배에 큰 영향을 주지 않는 것으로 예측된다.