

스윌러를 이용한 가스터빈 엔진의 유동 및 분무 특성에 관한 수치적 연구

박종훈*, 황상순**, 윤영빈*, 정인석*

(*서울대학교 항공우주공학과, **인천대학교 기계공학과)

각국의 공해 물질 배출량 규제가 엄격해지면서 저공해 가스터빈 엔진 개발의 필요성이 점점 대두되고 있다. 공해 물질 중 NO_x는 고온에서 생성량이 급격히 증가하므로 배출량을 줄이기 위해서는 엔진 작동 온도를 낮추어야만 하고 이는 엔진 효율의 감소로 이어진다. 따라서 NO_x를 줄이기 위해서는 작동 온도는 낮추지 않으면서 국부적인 고온 지역을 줄이고 연료가 고온 지역에 머무르는 시간을 감소하는 것이 가장 효과적이다. 이러한 방법으로 스윌러를 장착하여 유입되는 공기에 스윌을 주는 방법이 많이 연구되어 왔다.

일반적으로 스윌은 강한 난류 효과로 인한 전단류 혼합을 증대시키며 강한 재순환 영역을 형성시켜 고온의 화염 후류 기체와 저온의 화염 상류 기체를 혼합시켜 국부적인 고온 지역을 감소시켜주고 유동에 의해 유도된 액적의 각운동량에 의해 액적이 넓은 영역에 고르게 분포하게 되므로 연료가 고온 지역에 머무르는 시간을 적게하여 NO_x 배출량이 현저하게 감소한다. Takashi 등은 2중 스윌러 연소기가 기존의 스윌러 연소기에 비해 연료 액적의 분산을 더 활발하게 하며 액적 주위에 강한 재순환 영역을 형성시켜 NO_x배출량이 기존의 스윌러에 비해 현저하게 감소하며 엔진 효율도 증가시킬 수 있음을 실험을 통해 밝혀냈다.

본 연구에서는 기존의 스윌러의 허브 지름(hub diameter)에 따른 유동 및 분무 특성과 2중 스윌러의 유동 및 분무 특성을 수치적 연구를 통해 규명하였다. 2중 스윌러 연소기의 경우 스윌이 없는 경우 연료 액적의 운동량과 안정판(stabilizer)에 의해 전반부(frontal device)내의 안전판 부근에 재순환 영역이 형성되나 스윌이 있는 경우 유입 공기의 강한 각 운동량에 의해 노즐 부근에 재순환 영역이 형성되며 스윌러 정점(apex)부근에 재순환 영역을 형성시켜 연료 액적이 넓은 영역에서 고르게 분포하며 국부적인 고온 지역을 감소시켜 현저한 NO_x 배출량 감소가 예상된다. 그러나 기존의 단일 스윌러의 경우 공기가 유입되는 지역에 재순환 영역이 형성되므로 액적의 분산이 현저하게 증가하지 않는다. 이는 단일 스윌러의 경우에 허브 지름이 짧은 스윌러가 허브 지름이 긴 스윌러에서 보다 연료 분산이 커지는 것으로부터 알 수 있다.