

터빈 익렬 주위에서의 부유 입자 유동 해석

Study of particle laden flows around turbine cascade

김 완 식, 조 형 희
(연세대학교)

본 연구에서는 제트 추진 기관의 터빈 익렬에서의 유동과 대기 중에 부유되어 있는 입자 또는 연소 생성물들이 제트엔진 내부로 유입될 경우 이에 따른 압축기 및 터빈 날개의 마모 및 충돌 부위를 예측하기 위하여 수치해석을 수행하였다. 일반적으로 각종 항공기의 추진 기관용 가스 터빈 엔진은 대기중에 부유되어 있는 각종 입자들의 영향을 받게 된다. 특히, 확산 지역을 통과하는 항공기나 먼지 입자 부유물이 많은 공업지대 또는 사막지역을 비행하는 항공기의 경우는 모래 알갱이, 먼지 및 연소 입자의 직접적인 영향을 받아 각 요소들에 심각한 부식 및 마모가 발생됨으로써 성능 저하 및 냉각 통로의 막힘, 압축기와 터빈 날개의 손상 등이 예측되어진다. 특히 항공기용 추진 기관은 엔진 입구에 유입 공기를 정화하기 위한 여과장치의 설치가 불가능하며, 자동차용 가스 터빈 엔진의 경우는 여과 장치를 부착하여도 미세한 입자들이 여과 장치에 여과되지 않고 엔진 내부로 침투하게 되므로 치명적인 손상이 예상된다. 이러한 손상들은 초기에는 미세하게 발생하지만, 손상 정도가 점점 누적됨에 따라서 항공기의 안전 운전에 심각한 위험 요소로서 작용할 수 있으며, 경제적으로도 기관의 유지 보수 비용의 증가를 가져올 수 있다. 따라서 압축기에 확산재 또는 대기중에 부유되어 있는 금속 입자나 먼지 입자 등이 유입되었을 경우, 압축기 날개의 손상 부위와 정도를 예측하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 Lagrangian방법을 적용하여 압축기 날개위의 부유 입자 충돌 부위를 예측하고, 설계시 이를 보완할 수 있는 기준을 제시하였다. 아울러 설계 입구각과 크게 벗어난 유동의 유입시에 발생하는 박리 현상과 이에 따른 입자의 유동 및 날개의 입자 접촉 부위를 예측하였다. 본 연구에서는 여러 크기의 입자(다양한 Stokes 수)들을 주어진 속도에서 유선을 따라 압축기 입구에서 압축기 유로로 여러 위치에서 부유시켜서 그 입자들의 궤적 및 충돌, 접촉 위치를 고찰하고, 정량적인 충돌량을 해석하기 위하여 입자 충돌 계수를 정의하여 압축기 날개 표면의 충돌특성을 알아 보았다. 이러한 예측을 통하여 압축기 날개 표면의 충돌 부위를 예측하고, 날개의 표면을 코팅하는 등 보호 개선책을 제시할 수 있고, 연소의 반응물 입자가 터빈 날개에 충돌하여 발생하는 날개 표면의 파손, 냉각 홀의 막힘, 연소 입자의 접촉 부위 등을 예측하여 보완책을 준비할 수 있도록 하였다.