가스터빈 엔진 효율 개선을 위한 연소실 출구온도에 관한 연구

Temperature Characteristics at Exit of Combustor for Enhancement in Gas Turbine Engine Efficiency

홍성국 · Peter Ireland* · Paul Denman* · 동상근

한국에너지기술연구원, *Rolls Royce

가스터빈은 발전 및 운송 산업에 널리 사용되고 있는 에너지 시스템으로써 효율을 향상시키기 위해서는 가스터빈 연소실 출구온도의 증가가 이루어져야 한다. 하지만 연소실 출구온도의 증가는 터빈부에 설치된 1단 노즐가이드 베인을 포함한 고온 부품의 파손을 유발하므로 가스터빈 시스템의 효율을 향상시키면서 베인들을 보호하기 위해서는 부품소재의 내열성 개선과 함께 보다 효과적인 냉각기술이 개발되어야 한다. 향상된 냉각기술 적용을 위해서는 선행적으로 연소실 출구온도의 정확한 예측이 필요하다. 이는 연소실 출구에서 형성된 고온 연소가스의 온도분포에 따라 노즐가이드 베인의 국소적인 열부하가 결정되므로 이에 따라 냉각기술이 다르게 적용되어야 하기 때문이다. 또한, 최근 들어서 친환경 NOx 저감을 위한 새로운 형태의 연소실 설계로 인해 연소실 출구의 온도분포가 변화되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 가스터빈 엔진 효율 개선을 위한 선행연구로 연소실 출구에서의 온도분포를 실험적으로 측정하여 보다 정확하고 효율적인 냉각기술 설계가 이루어 질 수 있는 기초적인 자료를 제공하는 데에 목적이 있다.

본 연구에서는 가스터빈 연소실 내의 유동장을 구현하기 위해 고속회전 압축기를 포함한 실험 설비를 활용하였다. 또한, 동일한 스케일의 가스터빈 연소실을 모사하여 상온 조건에서 실험을 수행하였다. 연소실 출구의 온도분포를 얻기 위해 실제 온도 측정법 대신 스칼라 변위량을 측정하는 방법으로 CO_2 가스를 이용한 CO_2 tracing 기법이 사용되었다. 본 실험 결과를 통해서 연소실 출구에서는 고온과 저온영역이 뚜렷하게 구분되는 불균일한 온도분포가 형성됨을 확인할 수 있었다. 그러나 유동이 터빈부로 진행됨에 따라 활발한 유동 섞임 현상으로 인해 온도분포의 불균일성은 크게 감소되었으며, 연소실 출구 영역에서의 추가적인 냉각유체 공급여부에 따라 온도분포가 크게 변화됨을 확인하였다. 이는 향후 전체적인 시스템 효율 개선을 위해 공급되는 냉각유체의 공급량을 결정하는 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것이다.