



## 3차원 수치해석을 이용한 Bleed Scroll의 환형역류형 연소기에 대한 영향성

나 상 권<sup>\*1</sup>

### THE EFFECT OF BLEED SCROLLS FOR AN ANNULAR REVERSIBLE COMBUSTOR WITH 3 DIMENSIONAL CFD ANALYSIS

S.K. Na<sup>\*1</sup>

전산유체역학 (Computational Fluid Dynamics, CFD)은 급격히 발전하는 컴퓨터계산 속도 및 정밀도 향상으로 제품개발 시 설계와 분석의 도구로 널리 사용되고 있다. 이 글에서는 항공기용 주동력장치의 시동용으로 사용되며, 보조동력장치 (Auxiliary Power Unit, APU)로 불리는 APU의 주요 구성품 중 하나인 연소기 내부에서 발생하는 열전달 및 유동특성을 CFD를 이용하여 분석한 과정 및 결과를 언급하고자 한다. APU는 항공기용 주동력장치의 시동에 쓰일 뿐만 아니라 환경조절장치 (Environmental Control System, ECS) 시스템의 공기 공급원, 그리고 지상에서의 비상발전용 등으로 사용되는 동력장치로 사용되고 있으며, 출력이 200마력 이하인 소형가스터빈엔진으로써 고압공기와 전력을 동시에 제공할 수 있는 장점이 있어 널리 사용되고 있다[1-3]. 일반적으로 소형가스터빈엔진은 높은 축회전속도를 갖으며, 이로 인하여 엔진축의 진동문제를 야기시킨다. 이를 해결하기 위해 터빈과 압축기를 일체형으로 하여 회전축을 최소화하고, 특히 환형역류형 (Annular Reversible Type) 연소기를 채택함으로써 엔진에서 연소기가 차지하는 공간을 줄일 수 있다. APU는 저출력 엔진의 특성상 설계조건에서의 연료사용량이 적어 기존의 노즐과 스월러를 결합한 형태의 Frontal Device를 장착하는 것이 어렵다. 따라서 스월러를 통한 스월유동의 형성 대신 연소기 내부에 하나의 큰 Single Vortex를 유발하거나 Tangential Swirl을 이용해 보임을 하게 된다. 소형 환형연소기는 구조적으로 연료노즐의 개수에 제한을 받게 되는데, Single Vortex나 Tangential Swirl은 이러한 문제의 좋은 해결책이 된다. Single

Vortex 연소기의 경우, 연소기 헤드부분에 하나의 큰 Vortex를 형성함으로써, 보임과 연소안정성을 높일 수 있다[4,5]. 그러나 실제 제작 후 시험한 결과 화염 안정성이 떨어지며 화염 전파 능력이 부족해 점화성능이나 전체 연소 안정성이 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 연소기 내 국부적인 온도 상승을 유발시키는 것으로 나타나 APU 연소기에는 적합치 않은 것으로 판명되었다. 헤드부에 큰 Vortex를 만들기 위해 헤드부를 원형으로 설계하는 Single Vortex형 연소기와 달리 Tangential Swirl은 헤드부가 직각의 Flat형으로 되어 있어, 헤드부를 포함하는 Primary Zone과 Secondary Zone에서 유동이 매우 복잡하고 그 특성을 파악하기가 힘들다. 연료분무는 연료의 액적 사이즈와 성분, 확산각도와 강도, 분사기의 위치 및 분무각도, 그리고 swirler의 적용 여부에 따라 그 형태가 매우 다르다. 연료확산에 영향을 또 다른 주요소는 연소기내부의 공기유동이다. 특히 이 공기 유동의 특성은 liner 벽면을 통한 공기공을 통한 유량배분에 의해 크게 결정된다. Primary Zone에서의 유동은 Tangential Swirl로 인하여 원주방향으로 회전하고 주공기공은 이 회전하는 유동의 축방향 Vortex의 크기를 결정하며, 이 Vortex와 분무된 연료와 충돌과 혼합에 의하여 SMD 및 확산범위는 매우 다양한 결과를 보여준다. 그러나 연료의 확산 정도는 연소기 성능 및 점화안정성에 가장 중요한 매개변수 이므로 연소기설계를 담당하는 엔지니어로서는 이들 특징을 매우 잘 이해하고 이용할 수 있어야 한다.

연소기 수명은 연소기 Liner가 Hot Gas에 노출되어 발생하는 Hot Spots에 의해 결정되며, 이들 Hot Spots는 위에서 언급한 연소기내부의 복잡한 열유동현상을 이해함으로써 가장 적절한 Cooling 방안으로 대응할 수 있다.

본 연구는 “3차원 CFD해석을 이용한 환형역류형 연소기 설계”와 병행하여 환형역류형 연소기에 부가적으로 연결되어

1 삼성테크윈(주) 파워시스템사업부 에너지장비팀

\* E-mail: nasa0402.na@samsung.com

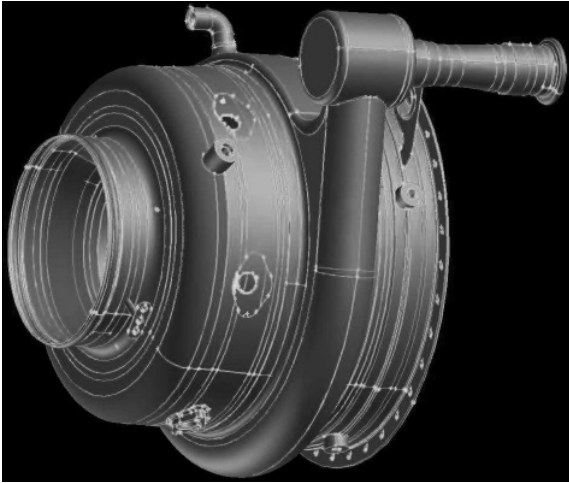


Fig. 1 환형역류형 연소기

있는 Bleed Scroll의 형상에 따른 연소기내부의 유동변화를 연구하고자 한다. Bleed Scroll은 주엔진 시동시 공기를 공급하

는 장치이다. 이를 통하여 공기를 주엔진으로 배출시 Liner 내외부에 압력차를 발생시키게 되며, 연소기 주변으로 균일하게 압력강하가 생기지 않는다면 연소기 내부( Liner 내부)의 주유동에 큰 영향을 주게 된다. Hot Spots 측면으로 볼 때, Bleed Scroll이 발생시킨 압력강하가 일부에 국한되거나 혹은 Bleed 출구를 중심으로 큰 압력강하를 발생시킨다면, 연소기 내부에서는 압력강하가 큰 방향으로 Hot gas가 유입되게 되며, 이는 연소기 수명을 결정짓게 되는 중요한 요소가 될 수 있다.

문제 기술예제로써 Fig. 1과 같이 Bleed Scroll을 포함한 Full model 환형역류형 연소기를 도입하였다. 연소기는 Bleed Scroll, Casing, Liner, 압축기로부터 유입된 고압의 공기를 연소실 내부로 유입시키는 liner 벽면에 위치하는 여러 공기공들로 구성된다. 이들 공기공은 다시 5열의 주공기공, 6열의 냉각공 그리고 원주방향으로 10도 각도로 배열된 Tangential Swirl용 공기공으로 구성된다. 이 문제에서 계산 영역은 Fig. 1에서 우측에 입구와 연소기 출구가 위치하며, 우측상단에 Scroll 끝단에 주엔진과 연결되는 출구가 위치한다.