

## 축류 선회기 버너의 배출물 저감 연구

김민국<sup>†</sup> · 진정국 · 황정재 · 이상민 · 김한석 · 안국영

한국기계연구원

### Research on Emission Control with Axial Swirl Burner

Minkuk Kim<sup>†</sup> · Jungkook Jim · Jeongjae Hwang · Sangmin Lee · Hanseok Kim · Kookyong Ahn

Korea Institute of Machinery and Materials

**Key Words** : Fuel distribution(연료 분포), Axial Swirl Burner (축류 선회 버너), Low NO<sub>x</sub> (저 NO<sub>x</sub>), Turbulent intensity (난류 강도)

연소 시스템의 개발에 있어서 배출물 제어는 핵심 요소에 해당하며, 가스터빈 연소기 역시 질소산화물과 같은 공해물질 배출을 저감하기 위하여 희박예혼합 연소를 채택하고 있으며, 이를 통해 화염 온도를 낮추고 열적 질소산화물(thermal NO<sub>x</sub>)생성을 억제하고 있다. 배출물 규제가 점차 강화되는 상황에서 기존의 연소 시스템의 변화를 최소화 하면서 추가 배출물 저감을 달성하기 위해서는 연소기의 차압 형성과 관련된 유동장의 변화를 최소화 하여 엔진의 성능 변화를 야기하지 않아야 한다. 따라서 본 연구에서는 기존의 선회 유동장을 유지한 채로 연료 분사 전략을 수정하는 방법으로 혼합도를 증진 시켜 NO<sub>x</sub> 저감을 달성하고자 하였다. 이를 위해 선회기 날개사이의 중심을 기준으로 분포된 연료 분사구의 배치를 좌우측으로 각각 치우쳐진 배치하는 방식으로 수정하여 연료의 혼합 특성 변화를 살펴보았다. 그림1은 기존의 중앙 배치 방법(2열)과 우측으로 약 1.6도 돌아간 배치(1열) 그리고 좌측으로 동일하게 돌아간 배치(3열)에서 축방향으로 진행하면서 상류에서 하류쪽으로 바라보는 단면에서의 연료 분포를 보여 준다.

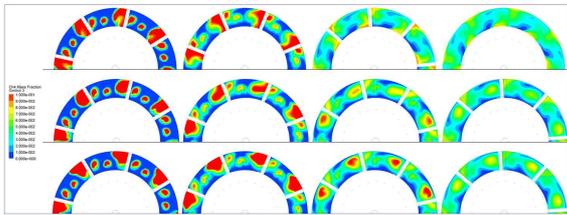


Fig. 1 Fuel distribution along axial distance for various fuel hole configurations

전체 유동은 선회기 날개의 형상을 따라 시계방향으로 회전하고 있으며 그에 따라 각 날개 사

이의 유로에 존재하는 3개의 연료홀 중 우측 연료홀에서 분출된 연료와 중앙 그리고 좌측 연료홀에서 분사된 연료와 상이한 혼합 거동을 보여 준다. 선회 유로가 시계방향 혹은 우측으로 회전하면서 우측에서 분출된 연료와 우측 선회날개의 거리는 멀어지고, 반대로 좌측에서 분출된 연료와 좌측 선회날개는 좁아지게 된다. 그에 따라 좌측에서 분출된 연료는 축방향으로 진행해 감에 따라 중앙에서 분출된 연료와 합쳐지게 되며, 그와 달리 우측에서 분출된 연료는 버너 출구까지 비교적 독립된 영역을 유지하면서 혼합 과정을 거치게 된다. 그림2는 우측으로 치우친 연료홀 배치에서 연료 분포와 함께 난류 강도 분포를 나타내고 있다. 난류 강도와 연료 농도가 유사한 분포를 이루고 있는 것을 알 수 있다. 이는 난류 유동에 의해 연료가 분산되는 작용을 통해 전체적인 연료 분포가 결정되며, 이후 확산 과정을 거치면서 혼합이 이루어지는 것으로 판단된다.

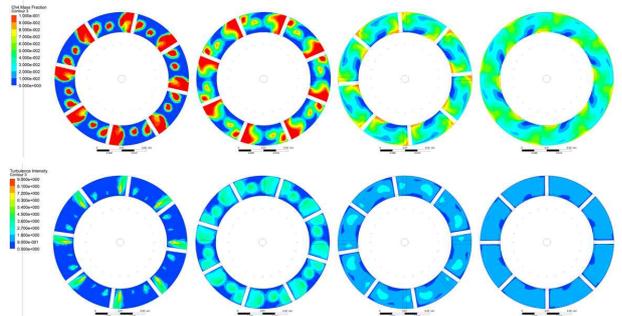


Fig. 2 CH<sub>4</sub> mass fraction contour(upper) and turbulent intensity contour(lower).

그림 3은 각각의 연료홀 배치 조건에서 선회기 유로 출구에서의 혼합도를 보여준다. 중앙과 좌측 배치 조건의 경우, 각 선회기 유로 영역에 연료 농도가 높은 영역이 2개씩 존재하며, 내외부의 벽면에 연료 농도가 희박한 영역이 두드러지는 반면에 우측 배치 조건에서는 연료 과농과 희박 영역이 반경방향이 아닌 원주 방향으로 순

<sup>†</sup> 연락저자, mkkim@kimm.re.kr  
TEL : (042)868-7276

차적으로 나타나고 있으며, 전체적인 혼합도가 향상되는 것을 알 수 있다. 보다 상세한 분석과 실험적인 검증을 계획하고 있으며, 이를 통해 버너 내부의 유동장 교란을 최소화하면서 연료의 혼합도를 증진 시킬 수 있는 방안을 도출할 예정이다.

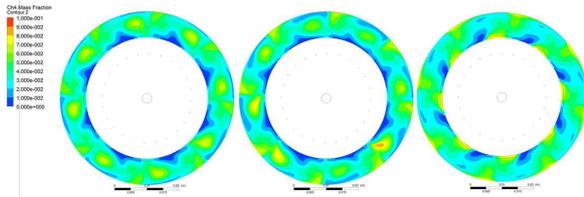


Fig. 3 Fuel distributions for various fuel hole configurations at exit plane of swirl vane

## 후 기

본 연구는 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제(20142010102780)의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] Lefebvre, A. H., 1983, Gas turbine combustion, McGraw-Hill.
- [2] Toy, N., Savory, E., McCusker, S. & Disimile, P. J. 1993 "The interaction region associated with twin jets and a normal crossflow", In AGARD Symp. on a jet in Cross Flow, Winchester, UK, AGARD CP-534.
- [3] Shan, J.W. & Dimotakis, P.E. 2001 "Turbulent mixing in transverse jets", GALCIT FM:2001.006