

0.1MW급 순환유동층 보일러의 석탄 순산소 연소에 대한 수치해석적 연구

손정호¹, 양창원^{1,2}, 정재용^{1,2}, 조인혁^{1,2}, 정수화^{1,2}, 방병열^{1,2}, 문태영^{3,2}, 문지홍^{3,2}, 이재구^{3,2}, 이
은도^{1,2,†}

¹한국생산기술연구원; ²FEP융합연구단; ³
한국에너지기술연구원
(uendol@kitech.re.kr[†])

순산소 연소는 배기가스에서 고농도 CO₂를 쉽게 분리할 수 있는 특징과 함께 산화제 내 산소 농도 변화를 통해 연소특성, 연료 소모량, 열전달 특성을 큰 폭으로 제어할 수 있는 장점이 있다. 순환유동층 연소기는 타 연소시스템과 다르게 유동사 순환량과 온도의 제어를 통해 높은 산소농도 하에서의 연소를 할 수 있는 특징을 가지며 이는 넓은 범위의 출력제어가 요구되는 최근 발전시장의 수요에 대응할 핵심기술로 활용될 수 있다. FEP 융합연구단에서는 최대 60%의 산소농도에서 연소할 수 있는 기술을 개발하였으며 본 연구에서는 이러한 고농도 순산소 조건에 대한 수치해석을 수행하였다. CO₂를 희석가스로 사용하는 순산소 연소에서는 반응물의 열적 특성과 연소반응이 공기연소와 다른 양상을 나타낼 수 있으며 특히 열전달 및 연소반응에 큰 차이가 있다. 본 연구에서는 고농도 순산소 연소의 화학반응 모델을 평가하기 위해 0.1MW급 순환유동층 보일러의 석탄 순산소 연소에 대한 실험 결과를 바탕으로 3차원 수치해석을 수행하였다. 연소기 내부의 입자 거동과 수력학적 특성을 살펴보고, 공기연소 조건에서 사용한 화학반응식을 토대로 순산소의 농도를 40-60%로 변화시켰을 때의 연소특성을 관찰하였다. 해석의 안정성과 정확성을 높이기 위해 char-oxidation 반응에 diffusion film theory를 적용하였고 민감도 분석을 수행하여 수치해석 모델의 성능을 평가하였다.