

CO₂ 원천분리 수소제조 공정을 위한 이동층 반응기의 수력학적 특성

서명원, 조원철¹, 박동규, 김상돈*, 박선원, 강경수¹, 박주식¹
 한국과학기술원; ¹한국에너지기술연구원
 (kimsd@kaist.ac.kr*)

TRCL (three-reactor chemical-looping) 공정은 금속산화물의 산화 환원 반응을 이용하여 기존의 스팀메탄 개질 반응을 3단계의 반응시스템으로 분리함으로써 메탄 연소 시 발생하는 CO₂를 원천적으로 분리함과 동시에 고 순도의 수소를 후단 공정 없이 직접 생산해 내는 신개념의 수소 생산 기술이다. 공정 구성에 따라 크게 연료(즉, 메탄)가 공급되는 연료반응기 (FR: Fuel Reactor), 스팀이 공급되는 스팀반응기 (SR: Steam Reactor) 및 공기가 공급되는 공기반응기 (AR: Air Reactor)로 구성되며, 다른 반응기와 비교하여 반응 매체의 전환율과 선택도를 높이기 위하여 긴 체류 시간을 확보할 수 있는 두 개의 이동 층 (FR, SR)으로 구성된 특징을 가지고 있다.

본 연구에서는 200 l/h의 수소를 생산할 수 있는 매체 순환 식 이동 층 반응기 설계를 목적으로 0.55kW급 (수소 발열량 기준) 이동 층 반응기의 Cold model을 제작하고, 주요 운전 변수에 따른 수력학적 특성을 파악하였다. 입자는 반응 매체의 지지체로 사용될 지르코니아 입자($d_p=94 \mu\text{m}$, $\rho_s = 3850 \text{ kg/m}^3$)를 선정하였다. 실험 결과, loop-seal의 유속이 증가함에 따라 고체순환 속도가 증가하였으며 일정 유속 (최소유동화속도) 이상에서 수렴하는 것을 확인하였다. 조업 변수에 따른 압력 수지 변화는 일반적인 순환 유동층 반응기와 동일한 특성을 나타내었으며, 안정적인 고체 체류량 분포를 타나내었다. 따라서 본 반응 시스템은 TRCL공정에 적합한 것으로 판단되었다.