

합성가스 생산을 위한 내부 열교환형 CO₂/Steam 복합개질 반응기 연구

서동주, 박상호, 정운호, 구기영, 윤왕래*
한국에너지기술연구원 수소에너지연구센터
(wlyoon@kier.re.kr*)

GTL(gas to liquids) 기술은 천연가스를 원료로 합성 오일(디젤, 가솔린)을 생산하여 수송용 석유에너지 수요에 능동적 대처가 가능하도록 하는 기술이다. 합성가스(Syn-gas) 제조 공정은 Fischer-Tropsch 합성 공정의 원료를 공급하는 기술로서 생산된 합성 가스 내 H₂/CO의 비가 2.0이 되어야 한다. 본 연구에서는 수증기 개질 반응과 이산화탄소 개질반응을 조합한 복합개질 반응을 이용하여 생성물 중 수소 대 일산화탄소의 비를 조절할 수 있는 합성 가스 제조용 내부 열교환 반응기를 개발하고 성능 결과를 scale-up 설계 자료로 활용하고자 한다. 20 kg 이상으로 대량 제조된 자체 개발 복합 개질용 촉매를 내부 열교환형 모듈화 반응기에 충전하고 반응기 성능 평가 시스템을 이용하여 복합 개질 반응을 수행하였다. 개발된 복합 개질 촉매의 성능은 동일 운전 조건에서 상용 수증기 개질 촉매인 FCR-4를 사용한 반응 결과와 비교하여 확인하였다. 천연가스 4.5 Nm³/h, 이산화탄소 3.1 Nm³/h, 수증기 6.1 kg/h를 공급하고 반응 온도 820 - 880 °C 범위에서 복합 개질을 수행한 결과 KIER 개발 촉매는 상용 수증기 개질 촉매와 동등 이상의 활성을 나타내었다. 해당 반응 원료 공급 조건은 C : CO₂ : H₂O = 1 : 0.6 : 1.5에 해당하며 850 °C에서 생성된 합성 가스 내 H₂/CO 비 2.06을 달성하였다. 이 때 합성가스 생산량은 20.6 Nm³/h을 달성하였고 이는 Fisher-Tropsch 공정 원료량 기준으로 0.4 배럴/일에 해당하는 용량이다.