

다양한 형상의 금속 구조체 촉매를 이용한 천연가스 수증기 개질반응으로부터 수소생산

*구 기영, 최 은정, 주 현규, 정 운호, **윤 왕래

Hydrogen production from natural gas steam reforming over metal structured catalyst with various geometries

*Kee Young Koo, Eun Jeong Choi, Hyunkoo Joo, Un Ho Jung, **Wang Lai Yoon

본 연구에서는 천연가스 수증기 개질반응에 니켈 촉매가 코팅된 금속 구조체 촉매를 적용하여 수소를 생산하였다. 금속구조체 촉매는 기존 펠릿 촉매가 충전된 촉매반응기에 비해 열 및 물질 전달 특성이 우수하여 이를 여러 개질반응에 적용하고자하는 연구가 수행되어 왔다. 하지만, 기존 금속구조체 촉매의 개발에 있어 촉매와 금속 지지체간의 안정적인 결합을 통한 열안정성 확보에 대한 문제는 여전히 해결과제로 남아 있다. 따라서, 본 연구에서는 니켈 촉매를 금속 지지체에 안정하게 부착하기 위한 금속 지지체 표면 처리 방법을 개발하였으며 금속 구조체의 형상에 상관없이 균일한 표면 처리가 가능하였다. 개발된 표면 처리방법을 적용한 금속 구조체 촉매는 촉매와 금속지지체간의 결합력 향상으로 인해 120시간 이상 안정한 반응활성을 보였다. 또한, 빠른 공간속도에서도 펠릿촉매와 표면처리를 적용하지 않은 금속 구조체 촉매에 비해 높은 촉매 활성을 보였다. 뿐만 아니라, 본 연구에서 개발된 표면처리를 모노리스와 폼을 비롯한 다양한 형상의 금속구조체 촉매에 적용하여 기하학적 표면 특성에 따른 촉매의 활성 차이를 살펴보았다. 겉보기 표면적이 넓은 금속구조체일 수록 촉매의 고분산 코팅에 유리하여 높은 활성을 보였다.

Key words : Hydrogen(수소), Steam reforming(수증기 개질), Metal structured catalyst(금속구조체)

E-mail : * kykoo@kier.re.kr, ** wlyoon@kier.re.kr

건물용 연료전지를 위한 콤팩트 연료개질기 개발

*정 운호, 구 기영, **윤 왕래

Development of a compact fuel processor for building fuel cells

*Un Ho Jung, Kee Young Koo, **Wang Lai Yoon

연료개질기는 연료전지 시스템의 핵심 구성요소 중의 하나로 도시가스로부터 수소를 생산하는 역할을 담당한다. 연료개질기는 주로 탈황, 수증기 개질, 수성가스 전이, 선택적 산화 반응의 4단계로 구성되어 있으며 이 중 상온 탈황부분을 제외한 나머지 부분은 일체화 설계를 통해 제작된다. 탈황의 경우 도시가스에 포함된 부취제인 황화합물을 제거하여 후단에 위치한 촉매층이 황에 의해 피독되는 것을 막는 역할을 하며 주로 상온흡착식 탈황제를 사용한다. 황이 제거된 도시가스는 물과 함께 연료개질기로 도입되어 수증기 개질반응을 통하여 수소, 일산화탄소, 이산화탄소 및 소량의 메탄과 미반응 수증기로 구성된 개질가스로 전환된다. 이후의 수성가스 전이반응에서는 일산화탄소가 물과 반응하여 수소 생산량을 늘리며 동시에 일산화탄소의 농도를 낮추게 된다. 또한 고분자 전해질 연료전지에 공급되는 개질가스는 선택적 산화반응을 통하여 일산화탄소의 농도를 10ppm이하로 유지하게 된다. 이러한 기능의 연료개질기 개발의 주요 이슈로는 콤팩트화 및 고효율화이며 이 두가지 요소를 고려하여 연료개질기를 설계하여야 한다. 연료전지 시스템의 전체 부피를 줄이기 위한 노력의 일환으로 연료개질기의 콤팩트화가 요구되는데 가정용 연료전지 기술 선진국인 일본 제품의 경우 1Nm³/h급 연료개질기의 부피는 20L 정도로 알려져 있다. 또한 연료전지 시스템의 효율은 연료개질기의 개질효율과 연료전지 스택의 발전효율의 곱으로 계산되기 때문에 연료개질기의 연료개질 효율은 전체 시스템의 효율에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 한국에너지기술연구원에서는 수소생산량 기준 1Nm³/h급 연료개질기의 개발을 완료하였으며 크기 및 효율면에서 선진국 제품과 비교하여 동등 또는 우위의 수준을 달성하였다. 연료개질기 내부의 혼합 및 분배 구조를 개선하고 각 촉매층의 최적 배치를 통해 연료개질기의 부피를 최소화 하였으며 연료개질기 내부에서 고온부위와 저온부위 사이의 최적 열교환을 통해 열효율을 극대화 시켰다. 현재 개발된 1Nm³/h급 개질기의 단열 후 부피는 13.5L 그리고 단독운전 시 열효율은 80%(LHV)로 측정되었다. 또한 1Nm³/h급의 연료개질기의 스케일업 설계를 통하여 수소생산량 3, 5Nm³/h 규모의 연료개질기를 개발하였으며 성능평가가 진행 중이다.

Key words : Hydrogen(수소), fuel processor(연료개질기), compactness(컴팩트화), thermal efficiency(열효율)

E-mail : * uhjung@kier.re.kr, ** wlyoon@kier.re.kr