

## 천연가스 수증기 개질법을 이용한 현장 생산형 수소스테이션 구축 현황

Current Progress of Constructing Hydrogen Refueling Station  
Using On-site NG Steam Reforming Method

서동주, 서유탉, 서용석, 박상호, 정진혁\*, 윤왕래  
한국에너지기술연구원 수소시스템연구센터, \*경북대학교 화학공학과

## 1. 서론

수소 스테이션은 연료전지 자동차의 조기 상용화를 위해서 선결 되어야 할 연료 충전용 인프라 시설이다. 연료전지 자동차가 본격 상용화되기 이전의 소규모 시범 차량군으로 운영될 경우에는 소규모 수소 제조 장치를 이용한 현장 생산형 방식으로 스테이션에 수소를 제조 공급하는 것이 유리하다. 이러한 실증용 수소 스테이션의 규모는 20~100 Nm<sup>3</sup>/h 정도가 적정 용량으로서 일일 기준 연료전지 버스 1~3 대 혹은 연료전지 승용차 5~30 대를 충전 가능한 규모이다.

천연가스 수증기 개질에 의한 수소 생산 기술은 현 상황에서 가장 경제성이 높은 수소 제조 기술로서 신재생 에너지를 이용한 수전해가 본격 도입되기 까지 상당기간 주요 수소 제조 기술의 역할을 담당할 것으로 예측된다.

본 연구에서는 천연가스 수증기 개질법과 pressure swing adsorption 공정을 이용하여 99.9% 이상의 고순도 수소를 생산하는 수소 제조장치와 생산된 수소를 400 bar 까지 압축 저장하고 차량에 탑재된 350 bar 용기에 충전할 수 있는 디스펜싱 시스템을 포함하는 실증용 수소 스테이션의 구축 현황을 소개하고자 한다.

## 2. 국내외 수소 스테이션의 구축 현황

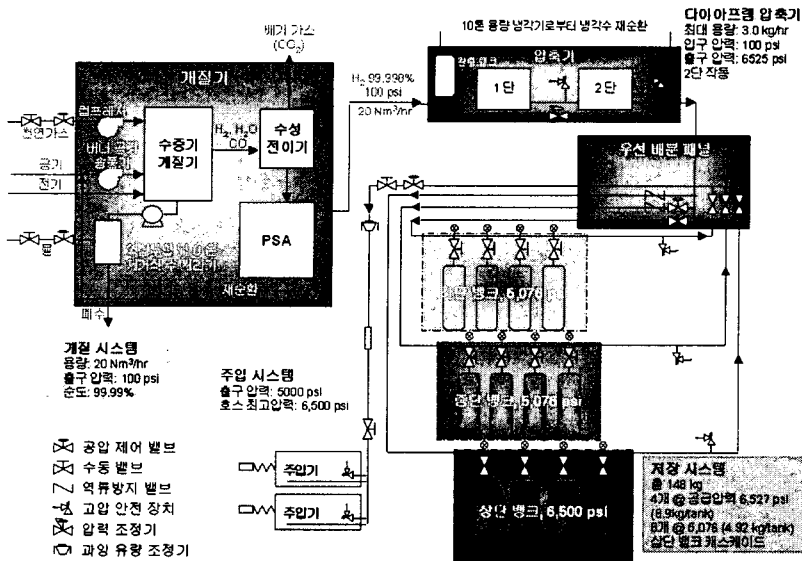
국의 수소 스테이션 구축사업은 연료전지 및 수소 자동차의 연계를 통한 단기 실증 위주이다. EU의 경우 연료전지 버스 연계의 CUTE(Clean Urban Transport for Europe) 프로그램<sup>1)</sup>이, 북미에서는 자동차 회사 중심으로 진행되는 CaFCP(California Fuel Cell Partnership)<sup>2)</sup>가 있으며, 일본은 NEDO 주관으로 진행되는 JHFC(Japan H<sub>2</sub> & Fuel Cell Demonstration ) 프로젝트<sup>3)</sup>가 대표적인 사업이다.

천연가스 개질형 수소스테이션용 리포머 개발 동향으로 2004년 일본 오사카 가스는 30 Nm<sup>3</sup>/hr 용량의 리포머, PSA 통합형 시스템인 HYSERVE-30을 개발하였다. 미국 라스베가스에는 Air Products & Chemicals Inc. 총괄로 Harvest Energy Tech. Inc.의 리포머와 Quest Air의 PSA가 통합된 75 Nm<sup>3</sup>/hr 급의 천연가스 개질형 수소 제조 장치가 운전되고 있으며 리포머 누적 운전 시간 2,800시간 이상의 장기 운전으로 공정 안정성 평가가 진행되고 있다.

국내에서는 수소 프론티어 사업단의 연구 사업 외에 현대 자동차, 가스공사, (주)SK에서 독자적인 수소스테이션 구축을 목표로 연구 사업이 진행되고 있다.

### 3. 천연가스 개질형 수소스테이션의 주요 구성 요소

[그림 1]은 일반적인 천연가스 개질형 수소 스테이션의 구성도를 나타낸 것이다. 수소 스테이션의 주요 구성 요소는 크게 개질 시스템, 압축 및 저장 시스템 및 주입 시스템의 3 부분으로 나뉜다. 수소 제조는 수증기 개질기를 포함한 개질 반응부와 수소 정제를 위한 PSA(pressure swing adsorption) 장치로 구성된 개질 시스템을 이용한다. 생산된 수소는 2단 다이아프램 압축기를 통해 압축되어 고압 저장 탱크로 도입된다. 압축기의 효율적인 작동을 위하여 저장 시스템은 3단 케스케이드 방식으로 운영된다. 연료전지 차량에 대한 수소 충전은 주입기와 우선 배분 패널 간의 연동에 의해 진행된다. 케스케이드 탱크별 설정 압력과 차량 주입 압력은 차량 탑재 탱크의 압력과 주입 빈도에 따라 결정된다. 본 연구에서는 수소 생산 용량은 20 Nm<sup>3</sup>/h, 차량 탑재용 탱크 압력은 350 bar이고 일일 1~3대의 승용차를 충전하는 것으로 설정하였다.

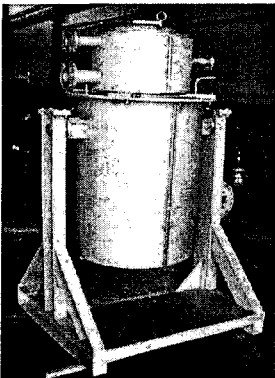


[그림 1] 천연가스 개질형 수소 스테이션의 일반 구성도

#### 4. 천연가스 개질형 수소 스테이션 구축 현황

수소 스테이션의 주요 구성요소 설치와 통합 시스템 구성을 진행하고 있다. 전체 시스템의 연계 운전으로 수소 스테이션 인프라의 조기 구축을 목표로 하고 있으며, 개질 시스템 중 핵심 기술인 수증기 개질기의 국산화 개발 연구를 병행하고 있다. 실증용 개질 시스템은 2004년 하반기에 현장 설치 후 운전 테스트를 지속하고 있으며 압축, 저장 시스템과 주입 시스템은 전체 시스템 설계와 개별 설비의 사양 검토를 거쳐 2005년 8월 까지 구축 완료할 예정이다. 전체 시스템 구성에서는 수소를 압축 저장하고 취급하는 설비이므로 시스템의 안전 문제를 중점적으로 고려하였다. 구성 시스템의 안전성 확보를 위해 개별 설비 자체가 안전성이 보장 되도록 시스템의 과압, 이상 과열 및 수소 누설 시 셧다운 후 안전 모드로 이행되도록 자동화 제어가 필요하다. 이러한 자동화 제어는 자동 경보, 자동 셧다운 및 압축기 자동 재가동 방지를 포함한다.

인프라 구축과 병행하여 수증기 개질기 국산화 개발 연구로서 동심관형 리포머를 자체 설계하고 성능 시험을 수행하였다. 개발된 리포머는 수소 기준 23 Nm<sup>3</sup>/h의 생산량에서 개질 효율 70% 이상을 달성하였다. 최종 국산화 엔지니어링 설계 패키지 개발을 위하여 설계 개선과 효율 향상 연구를 지속하고 있다. [그림 2]는 자체 개발 리포머 시제품의 외형이고 [그림 3]은 실증용 천연가스 개질형 수소 스테이션 현장 전경이다.



[그림 2] 국산화 리포머 개발품 외형



[그림 3] 천연가스 개질형 수소 스테이션 현장 전경

#### 4. 결론

국내 최초의 천연가스 개질형 수소 스테이션 구축을 위하여 20 Nm<sup>3</sup>/h 규모의 천연가스 개질 시스템을 설치하고 시운전을 수행하였다. 고압 압축 및 저장 시스템과 주입 시스템은 안전성을 고려하여 전체 시스템을 구성하도록 하였고 2005년 8월까지 설치 완료를 목표로 하고 있다. 스테이션 인프라 구축과 병행하여 국산화 리포머를 설계 제작하고 성능 시험을 수행하였다. 개발된 리포머는 수소 기준 23 Nm<sup>3</sup>/h의 규모에서 운전 시 개질 효율 70% 이상을 달성하였다. 최종적으로 국산화 엔지니어링 설계 패키지 개발을 위하여 리포머 부대 설비의 소형화와 개질 시스템 고효율화를 위한 설계 개선을 지속하고 있다.

#### 감사의 글

이 연구는 과학기술부의 지원으로 수행하는 21세기 프론티어연구개발사업(수소에너지사업단)의 일환으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- 1) <http://www.fuel-cell-bus-club.com>
- 2) <http://www.fuelcellpartnership.org>
- 3) <http://www.jhfc.jp>