

태양열발전을 통한 수소연료 개발, 헤라클레스 프로젝트

수송연료산업은 기존 에너지 사업은 물론 자동차 산업까지 전반적으로 아우르는 세계 주요 산업 중 하나이며, 석유자원 고갈 및 이산화탄소 배출 억제와 직접적인 연관을 맺고 있는 산업이므로 그 중요성이 더해지고 있다. 최근 한창 연구 중인 재생에너지를 기반으로 한 수송연료 개발은 앞으로 인류 역사에 한 획을 그을 수 있는 중요한 연구과제로 평가되고 있다. 재생에너지 활용에 적극적인 스페인도 재생에너지 기반 수송연료산업에 있어서 빼놓을 수 없는 국가 중 하나이다. 타 유럽국가들과 비교해 스페인은 일조량이 높으며 강한 바람이 많이 부는 천혜의 자원을 지니고 있기 때문에 이런 조건을 바탕으로 풍력 및 태양광 누적발전량에 있어서 각각 유럽 2위와 3위를 기록한 바 있다. 특히, 재생에너지 분야에서 세계 최고 기업으로 손꼽히는 Gamesa, Iberdrola, Acciona 사 등의 본거지도 모두 스페인이다. 이러한 환경에서 스페인은 일명 헤라클레스 프로젝트를 추진해 왔으며 2009년 말에 이 프로젝트가 완료되었다. 헤라클레스 프로젝트는 스페인 과학혁신부와 민간기업간의 합작으로 진행된 공동 프로젝트로서 자동차 수소연료 개발이 주요 목적이었다. 수소연료나 수소연료전지차량 개발은 이미 오래전부터 미국, 일본, 독일 등을 중심으로 이루어져 왔다. 미국 연료전지 관련단체인 Breakthrough Technologies Institute에 따르면, 2008년 기준 이미 총 181개소의 수소충전소(중소형&파일럿충전소)가 전 세계 각지에서 가동 중인 것으로 나타났으며, BMW, 혼다, 포드 등과 같은 세계 주요 자동차브랜드들도 그간 수소연료전지 자동차를 꾸준히 개발해 왔다.

헤라클레스 프로젝트가 기존 연구와 차별화되는 점은 지금까지 수소원료 생산이 천연가스나 메탄올, LPG 등을 활용한 데에 비해 태양열 에너지를 통해 수소연료는 얻는다는 점이다. 스페인 정부는 2006년에서 2009년까지 약 4년간 총 8백만 유로를 투입하였으며, ABENGOA 및 SANTANA 등 스페인의 에너지, 자동차관련 기업 5개사 및 3개의 공공연구기관이 참여하여 수소충전소 시범운영과 수소연료전지 자동차 개발에 주력하였다.

수소충전소 시범운영 단계까지 도달

헤라클레스 프로젝트 연구를 통해 개발된 수소연료가 수소충전소에 저장되기까지는 다음과 같은 과정을 거치게 된다.

먼저 태양열을 통해 수소발생에 필요한 전력을 생산한다. 이를 위해 헤라클레스 프로젝

트에서는 총 60kW 규모의 태양광 모듈을 5개의 태양추적기에 부착하였으며, 그 밖에 열 에너지를 전기에너지로 변환할 수 있는 10kW 규모의 스테링 디스크를 설치하였다. 위의 방식을 통해 얻게 되는 직류전기는 곧바로 수소분해에 사용할 수 없기 때문에 이러한 직류 전기를 교류전기로 변환해 주는 인버터가 각 태양 발전시설에 부착되었다.

태양발전시설의 태양광모듈 및 스테링 디스크



그 다음으로는 전해조를 통해 물을 전기분해 함으로써 전극에서 수소와 산소를 분리한다. 앞서 설명된 바와 같이, 이 장치가 가동되기 위해서는 태양 발전시설에서 생성한 전력을 사용하게 되는데, 전기분해를 통해 얻은 수소는 초순수제조장치(Deionizer)와 정화장치(Purifier)를 통해 정제되어 연료전지에 사용가능한 순도 99.9995%의 수소연료로 탄생 된다.

수소충전소 구성요소



이와 같은 방법을 통해 얻게 된 수소연료는 350bar로 압축되어 수소충전소에 최종적으로 저장되며, 일반 주유소에서 자동차가 연료를 주입하는 방식과 같이 수소충전기를 통해 수소연료를 차량에 주입하게 된다. 이 수소충전기는 충전현황 데이터를 항시 수집하며, 고장이나 위기상황 시 자동적으로 대처할 수 있도록 설계되어 있다. 한번에 주입되는 수소연료량은 2kg으로, 충전시간이 기존 일반차량의 연료 주입시간과 거의 같다는 점도 또 다른 특징이다. 스페인 안달루시아 지방에 위치한 Abengoa사의 태양열발전단지(Sanlucar La Mayor)에서 수소충전기가 시범 운영되고 있다.

시범운영중인 수소충전소



재생에너지 쓰는 수소연료전지 자동차 개발 완료

수소연료전지 자동차는 수소를 기본 원료로 하여 이산화과정을 통해 발생하는 전기의 힘으로 모터를 돌려 구동시키는 무공해 자동차로 현재 여러 주요 자동차 메이커에서 개발 중인 제품이다. 앞서 설명된 바와 같이 연료전지는 반응 생성물로 물이 배출되는 청정에너지이기 때문에 대기오염, 온실가스 방출 및 유가 상승 등과 같은 석유기반 에너지 생산의 문제를 해결할 수 있는 방안 중 하나로 손꼽힌다.

이번 헤리클레스 프로젝트에서 선보인 차량은 이미 타 기업에서 개발한 수소자동차와 크게 다르지 않은데, Santana사의 기존 4륜구동 모델인 Santana Motor 350을 디젤 엔진에서 전기엔진과 연료전지 장치로 변환한 것으로, 태양에너지를 통해 얻은 수소를 추진연료로 사용하게 된다.

이 수소 연료전지 자동차의 주요 특징은 역시 추진동력원에 있다. 차량의 추진시스템은 하이브리드 방식으로 구성되어 있는데, 주행상황에 따라 전기모터가 소비하는 전력 중 일부는 차량 앞쪽에 장착된 55kW 규모의 연료전지에서 공급되며, 일부는 차량 뒤쪽에 위치한 리튬이온 전지팩(15kW)에서 공급된다.

이 리튬이온 전지팩은 보조동력원으로서 연료전지나 브레이크 에너지 재생 시스템을 통해 전력을 얻게 되는데, 자동차의 시동전원 등과 같은 보조역할에만 사용된다. 수소 Santana Motor 350의 수소저장량은 최고 100 리터이며, 수소연료 충전 상태에서 최고



Santana Motor 350 외부모습



연료전지 및 수소저장탱크

가능 주행거리는 대략 180km이다.

이처럼 재생에너지를 통해 생산한 수소를 차량연료로 활용하는 방식은 기존 에너지원 고갈과 환경파괴 문제를 떠안고 살아가는 21세기에 미래형 자동차가 앞으로 어떻게 진화되어 가야 하는지를 제시하고 있다.

특히 일조량이 높은 스페인의 경우, 태양에너지 발전시스템을 통한 수소충전소 운영은 타 국가와 비교해 활용 가능성이 높아 보인다.

다수의 자동차 제조업체들이 수소연료전지 자동차 보급에도 앞장서고 있다. 2009년 9월, 다임러 크라이슬러, 도요타, 혼다, 현대·기아, 포드, GM Opel, 르노닛산 등 7개의 글로벌 자동차 기업들은 수소연료 전기차 보급을 위한 공동선언문을 발표했다.

이 선언문에 따르면 2015년까지 수천대 규모의 수소연료 전기차를 보급하고 2015년 이후 수십만대 규모의 수소연료전지차를 상용화할 계획이다.

특히 공동선언문을 발표한 기업 중에는 2009년 초에 수소연료개발을 포기한다고 밝혔던 르노닛산 및 포드사도 포함되어 있어, 앞으로 수소 연료전지 자동차 보급의 활성화가 예상된다. 이와 함께 재생에너지를 활용한 연료전지 개발은 미래 산업에 다양한 가능성을 열어줄 것으로 기대된다. 