

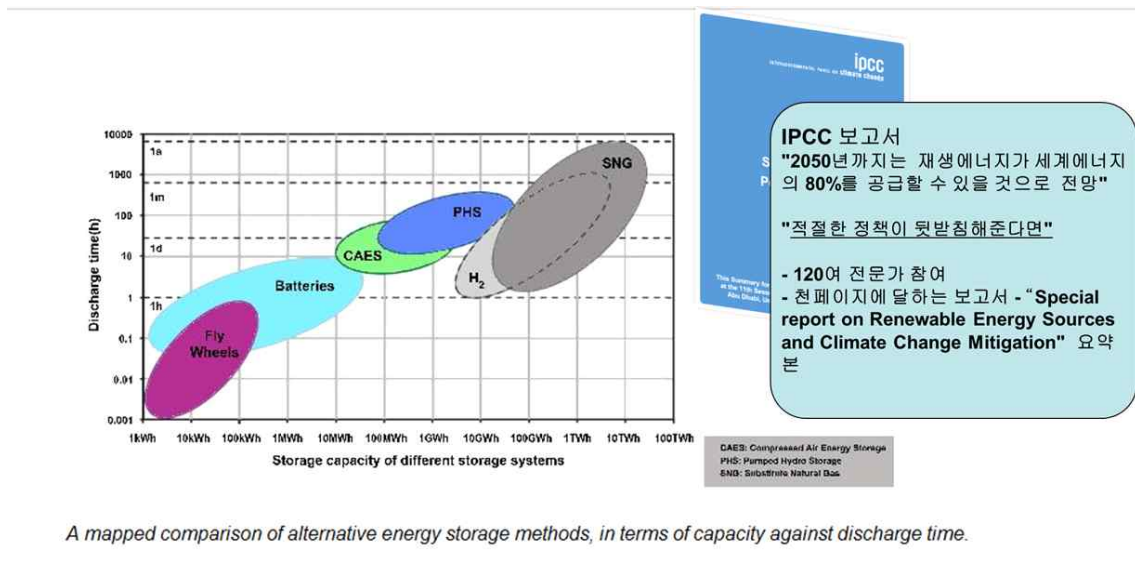
4회 재생에너지 수소저장에 대한 동향과 이슈

1) 시작하면서

풍력, 태양광 등 재생에너지의 보급 확대를 위해서는 햇볕이 있거나 바람이 불어야 발전이 된다고 하는 간헐성을 극복하는 수단이 필요하다. 대용량으로 이미 상업화된 양수발전은 장소 제약으로 늘리는 데 한계가 있어, 배터리를 이용하여 전기로 저장하는 방법에 관심이 높지만, 최근에는 수소로 저장하는 방법(HESS)의 가능성에 대한 실증도 진행되고 있다.

수소저장방법은 낙도 지역에서는 분산전원 발전소로 자체에너지 생산 및 사용이 가능하도록 해주며, 저효율 및 고발전단가의 기존 발전설비를 신·재생에너지원으로 대체할 수 있는 대안을 제공해준다. 또한 지역에 따라서는 수소충전소나 석유산업에서 필요로 하는 수소를 공급하는 역할도 가능하다.

본 고에서는 수소저장 동향과 시사점에 대하여 언급하고자 한다.



[그림 1] 용량과 저장기간에 따른 에너지저장기술 비교. IPCC는 적절한 정책이 뒷받침이 가능하다면 2050년까지는 재생에너지가 필요에너지의 80%를 공급해 줄 수 있다고 보고서를 통해 발표했다. 이렇게 되기 위해서는 에너지 저장기술은 필수적이다.

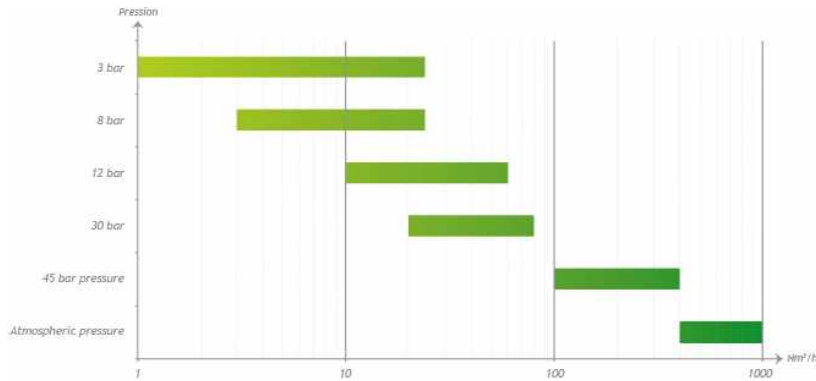
(자료: <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2014/07/hydrogen-energy-storage-a-new-solution-to-the-renewable-energy-intermittency-problem.html>)

HESS (hybrid(hydrogen) energy storage system) 의 특징

- 태양광이나 풍력에서 발전된 전기를 전력-수소 변화장치를 통해 수소로 바꿔 저장하여 활용하는 에너지저장시스템
- 리튬이온배터리, NaS 보다 오랫동안 저장이 가능하고 그 용량도 상대적으로 크며, 양수발전보다는 충방전 전력저장 용량이 작지만 양수발전이나 압축공기장치와 같은 장소 제약이 없음.

2) 수소저장 실증 동향

(1) 프랑스의 맥피에너지 (McPhy)는 알칼리 수전해기술과 수소화 마그네슘(MgH_2)을 이용한 독자적인 고체 수소 저장 기술을 가지고 있다. 수전해기술로는 약 3000기가 넘는 수전해장치 (상품명: McLyser) 를 설치한 바 있으며, 0.4~400 Nm^3/h 의 모듈화로 1200 Nm^3/h (6MW)까지 생산한 실적이 있다. 기종에 따라 45기압까지 공급압력을 높이는 것도 가능하다.



[그림 2] 맥피에너지 수전해장치 규모

맥피에서 사용하는 수소저장 재료인 MgH_2 는 전세계적으로 또 국내에서도 활발한 연구가 이루어져 온 분야이다. 이 재료의 수소저장용량은 이론적으로는 7.6wt%로 110 kgH_2/m^3 에 이르나 통상적으로는 5wt% 수준이다. 순수한 MgH_2 는 수소흡방출 속도가 느리고, 열전도도가 낮기 때문에 열전도도를 높이기 위해 그래파이트나 다른 촉매를 혼합하게 되는데, 그럼에도 불구하고 상온계의 수소저장합금의 2wt% 수준보다는 높으나 작동온도가 300°C 대로 높다는 단점이 있다. 맥피의 자료에 따르면, 디스크 형태로 성형한 수소 저장재 디스크 한 장은 수소 600리터를 저장하며, 1900°C 고온에서 5분간 가열해도 화재나 폭발이 없이 안전하고, 10년 정도의 내구성이 있다고 말하고 있다. 수소화 반응열을 저장해서 탈수소화에 이용하는 공정은 24kg 수소(830kWh용량), 외부열교환방식인 비단열(non-adiabatic) 저장은 100kg (3.3MWh)규모까지 실증되고 있다.



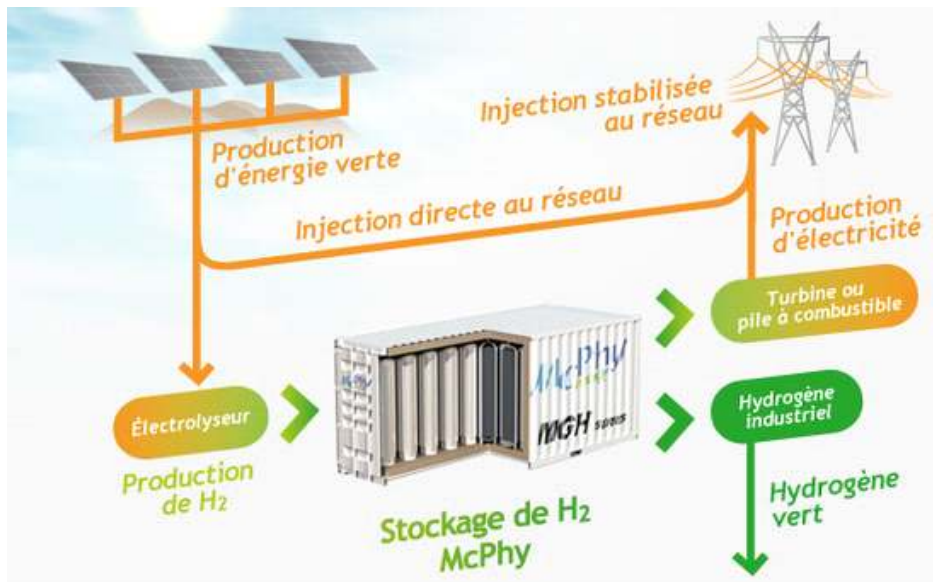
[그림 3] 맥피에너지의 저장 컨테이너와 수소저장합금
(자료: <http://www.mcphy.com>)

맥피가 각국에서 진행중인 실증사업에 참여한 사례는 다음과 같다.

① 2012년 11월, 프랑스의 GDF 수에즈·가스과 신 에너지 연구 이노베이션(innovation) 센터 (CRIGEN) 가 수행하는 GRHYD 프로젝트에 수소 저장 기술을 제공하였다.¹⁾ GRHYD 프로젝트는 풍력 발전에서 필요 이상의 전력이 만들어졌을 경우에 잉여 전력을 수소로 저장하며, 필요에 따라서 천연가스 공급망에 공급할 수 있도록 하기 위한 것이다.

② 2012년 12월에 착공된, 독일 베를린 브란덴베르크 공항의 충전소는 Enertrag (수전해조업체), 린데, 토탈, 맥피 (금속수소화물이용 수소저장업체), 2G Energietechnik 이 참여하였으며, 풍력, 바이오가스 등을 결합하여 수소를 공급하는 하이브리드 형태의 충전소로, 저공해차량을 위해서 CNG와 전기도 공급하는 복합충전소이다.²⁾ 이른바 재생에너지에서 비롯된 그린수소(green hydrogen) 활용하는 것이다.

③ 2013년 3월, 스페인 Ecowill 사와의 전략적 제휴로 콜롬비아의 보고타 근처에 재생에너지저장 시설을 만들기로 했다. 수소는 풍력과 태양광의 전원을 이용하여 수전해 방식으로 제조하며, 마그네슘과 반응시켜 하이드라이드 형태로 저장하게 된다. 마그네슘은 디스크 형태로, 수소를 10기압이내의 압력으로 저장하며, 크기가 2.5m인 컨테이너 6개를 이용하는데, 각각은 2MWh 규모를 저장한다. 외부 열교환기를 설치하면 같은 크기에 23MWh를 저장할 수 있다고 말하고 있다. 저장한 수소는 엔진, 연료전지 및 가스터빈 등을 이용하여 전기를 생산하거나 연료전지자동차의 연료로 사용할 수 있다.³⁾



[그림 4] 맥피의 HESS 개념도 (자료: <http://www.mcphy.com>)

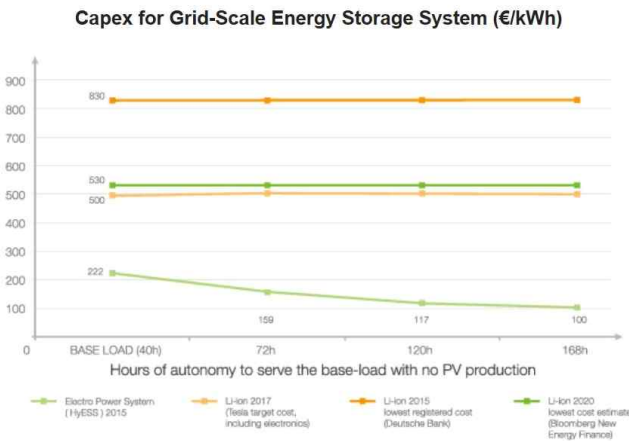
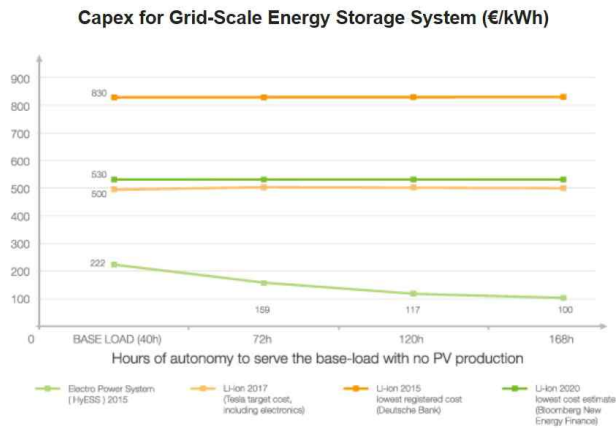
1) <http://www.jiji.com/jc/zc?key=%bf%e5%c1%c7&k=201211/2012112900401>

2) <http://www.fuelcelltoday.com/news-events/news-archive/2012/december/ground-broken-at-berlin-brandenburg-airport-hydrogen-refuelling-station>

3) <http://www.greenetvert.fr/2013/03/02/des-piles-a-hydrogene-geantes-pour-stocker-lenergie-renouvelable/72106>

④ H2Trust는 수소의 안전과 지속가능성 등 수소의 이점에 역점을 두는 컨소시엄이며, MATGAS, 에어프로덕츠, 유럽수소협회, 솔베이 스페셜티 폴리머, 폴리테크니코 드 밀라노, 맥 피에너지, 시아오테크, 아인트호벤기술대 등 9개의 파트너가 참여하고 있다.⁴⁾

(2) 일렉트로파워시스템⁵⁾은 HESS 기술이 기존 배터리 기반의 에너지저장 방식에 비해 장기적인 에너지저장에 대응하기 위한 투자비용(CAPEX : Capital expenditures) 및 전력단가(LCOE : Levelized cost of Electricity)면에서 경제적이라고 분석하고 있다.



[그림 5] HESS저장 방식의 장점
(자료: www.electropowersystems.com)

4) <http://www.fuelcelltoday.com/news-events/news-archive/2013/november/new-h2trust-consortium-will-stress-benefits-of-hydrogen-sustainability-and-safety-in-europe>

5) www.electropowersystems.com

(3) 캐나다의 하이드로제닉스는 수전해/연료전지업체로서, ① power to gas ② 수소 스테이션 ③ Remote communities 분야 프로젝트 (원격지역 마을의 에너지자립을 위한 프로젝트) 에 진출하고 있다.

(4) ITM power는 PEM 방식의 수전해 (HySTAT® electrolyzers), 연료전지를 생산하고 있으며, HYFIVE 프로젝트로 런던의 충전소 건설에 파트너로 참여하고 있다. 이외에 프랑크푸르트 THUGA P2G(power to gas) plant 과제, 캘리포니아 수소충전소, WAITROSE Renewable fertiliser (암모니아 제조용 수소생산, Innovate UK가 투자)에 참여하고 있다.

(5) 일본의 독립행정법인인 신에너지산업기술총합개발기구(NEDO)는 2014년 7월 28일, 풍력과 태양광 등 재생가능에너지로 발전한 전기에 수소발생장치를 연계하여, 만들어진 수소를 연료전지차에 공급하는 사업의 실용화를 목표로 할 것임을 밝혔다.⁶⁾ 이보다 앞서 2012년 일본 NEDO의 "재생에너지의 수소전력저장 총방전시스템에 관한 검토과제"를 수행한바 있는 도시바는 2013년 도쿄 모터쇼에 세키스이 하우스와 공동으로 "수소를 이용한 연료 전지 자동차, 주택 또는 기기를 융합 시키는 비전"을 발표했다.⁷⁾ 도시바는 2015년 4월 6일, 「 수소 에너지 연구 개발 센터 」를 府中 사업장 (도쿄도 府中 시)에 개설하여, 물과 전기로 고효율로 수소를 만드는 기술과 발전 효율을 향상 시키는 기술을 개발하기로 했다. 수소를 에너지로 사용하는 노력을 강화하고, 현재 150억 ~ 200억엔 정도의 수소사업 연매출액을 2020년도에는 1000억엔으로 끌어올리는 것을 목표로 하겠다는 것이다. 지방자치단체와도 협력하여, 도시바와 가와사키시는 2015년 4월20일 태양광 발전으로 얻은 전력을 수소로 전환하여 저장하고, 재해 시에 전기와 온수로서 이용하는 "자립형 수소 에너지 공급 시스템"의 실증 실험"을 시작했다. 실험 장소는 재해시 귀가 곤란자의 일시 체류 시설로 지정된 시임해부(臨海部)의 공공 시설로 약 300명분의 전기와 온수를 7일째 공급할 수 있는 장비를 갖췄다.

실험 기간은 2015~2020년도까지 6년간이며, 태양광 발전의 전력으로 물을 분해해 수소 형태로 저장하고, 필요할 때 연료전지를 이용, 수소와 산소를 화학 반응시켜 전기와 열과 물을 만든다. 컨테이너 모양의 설비는 재해지로 운반도 가능하다. 평상시에는 전력 소비가 많은 시간에 활용한다.

도시바에서 추구하는 자립형수소에너지공급시스템 비즈니스모델은 크게 4가지이다.

① BCP 모델 (Business Continuity Plan Model)은 사업계속계획으로 지역 재난시를 대비한 에너지자립 모델이다.

② 사업소 모델 (Business Facilities Model)은 재생가능에너지를 최대한 활용하여 에너지 비용을 저감함과 아울러 이산화탄소배출을 억제하고, 재해시에는 자립형에너지공급시설로서 사업계속에 공헌하기 위한 모델. 병원, 역, 공공시설, 항만, 공항 등

6) <http://www.jiji.com/jc/zc?k=201407/2014072800730&g=eco>

7) <http://www.jiji.com/jc/trend?c=leaders&k=2013112500599>

사업소를 대상으로 하는 에너지자립형 모델이다.

③ 이도(離島) 모델 (Remote Island Model)은 육지에서 먼 낙도를 대상으로 하는 에너지자립형 모델이다.

④ 수소스마트커뮤니티 (Hydrogen Smart Community) 모델은 대도시에서 대용량수소저장장치를 활용한 에너지 커뮤니티 모델이다.

3) 시사점

수소를 이용한 재생에너지 연계 에너지자립 시스템은 낙도가 많은 우리나라에서도 눈여겨 보아야 할 사업모델로 보인다. 시스템 전체적으로는 열의 공급까지 고려한 설계가 필요하며, 시스템 설계에 대한 노하우와 실증데이터를 확보하여 향후 시장 진입을 위한 기반을 만드는 것이 중요하다.

(한국에너지기술연구원 수소연구실 김종원)