

국내 수소발전(연료전지) 현황과 과제

KDB미래전략연구소 산업기술리서치센터
김 신 희 (shinhee@kdb.co.kr)

- ◆ 수소발전(연료전지)은 발전효율이 높고 도심에도 설치 가능한 친환경적인 전원으로 지속적인 시장 규모의 확대가 전망됨
- ◆ 수소발전(연료전지) 보급 확대가 HPS제도 입법 추진으로 기대되나, 보급의 근본적인 촉진을 위해서는 발전단가 경쟁력 확보가 필요함

□ 수소발전(연료전지)은 수소와 산소의 전기화학 반응으로 전기를 생산하는 방식으로, 발전효율이 높고 친환경적이며 소요 면적도 적어 도심에도 설치 가능

- 수소발전(연료전지)은 에너지 변환효율이 높고, 오염물질, 소음, 진동이 적은 친환경 전원설비
 - 기존 화력발전 방식이 화학에너지→열에너지→기계에너지→전기에너지 순으로 에너지 전환이 일어나는 반면, 수소발전(연료전지)은 화학에너지→전기에너지로 변환되는 직접 발전* 방식
 - * 연료인 수소와 산소의 전기화학 반응에 의해 바로 전기를 생산
 - 에너지 전환 과정에서 발생하는 손실이 적어, 기존 화력발전보다 발전 효율이 높음
 - 또한, 물 이외의 부산물이 없어 오염 물질 발생이 미미하고 소음·진동도 적어 친환경적
- 수소발전(연료전지)은 도심에서도 설치가 가능한 분산형 전원*이며 여타 분산형 전원 대비 안정적 생산 가능
 - * 분산형 전원은 전기가 필요한 곳에서 직접 전기를 생산함으로써 송전탑·송전선로 등이 필요하지 않아 송전 과정에서의 전력손실이 발생하지 않는 발전시설
 - 연료전지는 태양광, 풍력 등 다른 분산형 전원 대비 설비의 크기가 작고 적층 설치가 가능하여 소요 면적이 작음*
 - * 1MW의 전기를 생산하기 위한 필요 면적은 연료전지 180m², 태양광 2만m², 풍력 4만m²
 - 태양광, 풍력 등 기상 상태에 따라 전기 생산에 제한이 따르는 전원 대비 안정적으로 전기를 수요처에 공급할 수 있음

□ 수소발전(연료전지) 산업은 미국과 우리나라가 기술력에서 우위를 점하고 있으며, 지속적인 시장 규모의 확대가 전망됨

- 미국은 Fuel Cell Energy, Bloom Energy가 독보적 기술을 바탕으로 시장을 선도
 - Fuel Cell Energy는 MCFC(Molten Carbonate Fuel Cell) 분야에서 독보적 기술을 보유하고 있으며, SOFC(Solid Oxide Fuel Cell) 분야에서도 차세대 기술을 개발 중
 - Bloom Energy는 SOFC 분야의 선도적 기업으로 미국 내 IT, 물류, 전력회사 등에 350MW이상의 연료전지를 판매했으며, 국내 기업과 협업도 활발히 진행
- 국내 발전용 연료전지 주요 제조사들은 PAFC(Phosphoric Acid Fuel Cell), MCFC 제품을 중심으로 글로벌 시장에서의 입지를 구축
 - 국내 발전용 연료전지 제조사로는 두산퓨얼셀, 한국퓨얼셀, 블룸SK퓨얼셀이 대표적
 - 국내 발전용 연료전지 제조사들은 해외 우수 업체 인수·합병 또는 합작 법인 설립*으로 높은 기술 경쟁력 확보

* 두산퓨얼셀은 '14년 미국의 클리어엠티파워(CEP)를 인수하며 시장에 진출하였으며, 블룸SK퓨얼셀은 SK에코플랜트(舊. SK건설)와 미국 Bloom Energy의 합작법인으로 설립된 회사

발전용 연료전지 종류

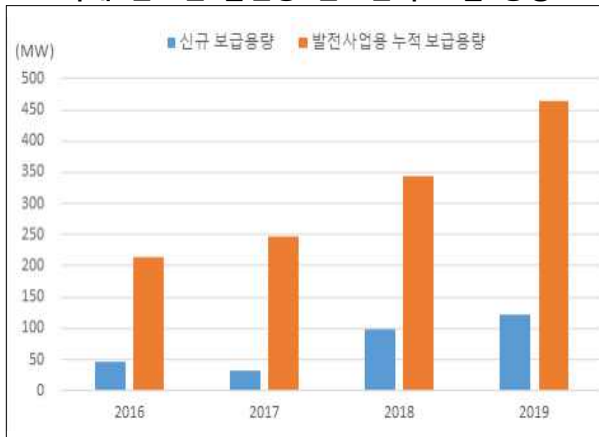
구분	고체산화물 연료전지 (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)	인산염 연료전지 (Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC)	용융탄산염 연료전지 (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)
전해질	세라믹	인산염	탄산염
작동온도(°C)	1,200 이하	250 이하	700 이하
효율(%)	85	70	80
주 촉매	니켈	백금	Perovskites
주 용도	대규모발전, 중소사업소 설비, 이동체용 전원	중소사업소 설비, Biogas Plant	대규모발전, 중소사업소 설비
특징	발전효율 높음, 내부개질 가능, 복합발전 가능	열병합 대응 가능	발전효율 높음, 내부개질 가능, 열병합 대응 가능

자료 : 한국에너지공단, 미래에셋대우

- 국내 수소발전(연료전지)은 점진적으로 확대되고 있으며, 글로벌 발전용 연료전지 시장규모는 '17년 670MW에서 '30년 25.4GW까지 성장할 전망
 - '19년 기준 국내 발전사업용 연료전지 누적 보급량은 464MW이며, 지속 확대 전망

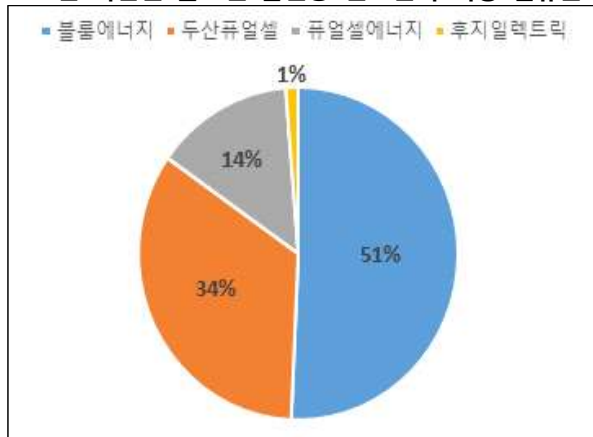
- 글로벌 발전용 연료전지 시장은 '13년 215MW, '17년 670MW로 연평균 33% 성장했으며, '30년까지 연평균 11% 성장할 전망(Hydrogen Council)
- '19년 기준 글로벌 시장에서 국내 업체들의 시장 점유율은 약 48% 수준임

국내 연도별 발전용 연료전지 보급 용량



자료 : 한국에너지공단

'19년 기업별 글로벌 발전용 연료전지 시장 점유율



자료 : 한국과학기술기획평가원

□ 정부는 수소발전(연료전지) 보급 촉진을 위해 HPS(수소발전의무화) 제도를 입법 추진 중

- 기존 RPS(신재생에너지 발전의무화) 제도에 수소발전(연료전지)이 포함되어 있으나, 수소발전(연료전지) 보급 촉진을 위해 수소를 별도로 분리하여 HPS 제도 도입 추진
 - RPS의 경우 의무 발전 총량만 정해져 있고 발전원별 의무를 부과하지는 않아 태양광, 풍력대비 단가 경쟁력 열위로 수소발전(연료전지) 보급 확대에는 한계 존재
- HPS 의무 이행 대상자는 아직 미정이며 관련 논의가 진행 중
 - 의무 이행 대상자로서는 현재 RPS 의무사업자인 발전사업자와 판매사업자(한국전력공사) 중 하나를 선정하는 방안이 검토되고 있음
 - 의무 이행 대상자가 발전사업자가 될 경우 새 제도에 빠르게 적응할 수 있다는 장점이, 판매사업자가 될 경우 연료전지 발전 사업자간 경쟁 유발로 인한 비용 절감 효과를 기대할 수 있다는 장점이 있음

□ 수소발전(연료전지)의 근본적인 보급 확대를 위해서는 발전단가 경쟁력 확보가 선행될 필요

- 수소발전(연료전지)은 타 신재생에너지원 대비 발전단가가 높아 보급확대를 위해서는 기술개발을 통한 가격 경쟁력 확보 필요
 - 태양광, 풍력의 경우 기술개발과 대형화로 발전 단가 절감
 - * '19년 기준 수소발전(연료전지) 발전단가는 241원/kWh, '20년 기준 태양광 발전단가는 112원/kWh
 - 연료전지의 대형화와 내구성 제고 등의 효율성 향상 관련 기술 개발 필요
 - 아울러, 원료 생산 단가를 낮추기 위한 수소의 대량생산 기술* 개발이 필요
 - * LNG 수소 추출 관련 대형 추출기 기술, 물 대신 암모니아를 활용한 고순도 수소 대량 생산 기술 등