

2024 하반기 유럽 수소 저장·운송 연구 및 정책 동향

작성자: 양한나(수소 분야 KERCO 서포터즈)

유럽은 수소 기술을 중심으로 한 다양한 프로젝트와 연구를 추진 중이다. 철강 산업에서는 수소를 이용한 **환원 제철 기술**이 중요한 혁신으로 주목받고 있다. 수소를 사용하여 철광석의 산소와 결합시키면 이산화탄소 배출을 대폭 줄일 수 있으며, 이를 위해 수소 생산을 위한 재생에너지 기반 인프라와 기존 고로 기반 제철 공정의 수소 환원 공정으로의 전환이 필요하다. 또한 **수소 연료전지의 효율성을 높이고 내구성을 개선**하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 고성능 촉매 개발과 백금 사용을 줄이기 위한 **저비용 대체물 연구**도 진행 중이다. 알칼리 전해조, 양성자 교환막 전해조, 고온 전해조 등 다양한 기술이 개발되고 있으며 이산화 탄소를 활용해 수소를 생산하거나 합성 메탄, 액체 연료를 만드는 연구도 진행되고 있다. **수소차 보급을 촉진하는 정책과 지원**도 강화되고 있는데 유럽 각국은 수소 생산, 저장, 운송을 위한 투자를 통해 수소 경제를 활성화되고 있으며, 수소 에너지와 관련된 다양한 프로젝트와 협력을 통해 탄소 중립 목표를 달성하려고 하고 있다.

<Key words> 수소 생산, 수소 환원제철, 수소 충전소, 수소 연료전지

1. 유럽의 수소 연구 동향

□ 개요

- 2025년까지 러시아 가스 의존도를 낮추고 청정 에너지원으로의 전환을 가속하기 위해 수소 생산과 파이프라인 네트워크 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음
- 주요 연구 분야로는 전기분해를 통한 청정 수소 생산과 이산화탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 기술을 활용한 수소 생산이 있음, 또한 수소 환원 제철과 수소 연료 전지 기술 개발도 활발히 이루어지고 있음

□ 철강 산업의 수소 환원 제철 기술

- 전통적인 탄소 기반 환원제인 철광석 대신 수소를 사용하여 철광석을 환원시키면, 수소는 철광석의 산소와 결합하여 물을 생성하면서 이산화탄소 배출을 획기적으로 줄임
- 이 기술은 대량의 수소를 필요로 하며, 이를 경제적으로 생산하려면 재생에너지

기반의 그린 수소 생산 인프라 구축이 필수. 또한, 고로 기반 제철 공정을 수소 환원 공정으로 전환하기 위한 기술 개발과 투자도 요구됨

○ 유럽 주요 수소 환원 제철 프로젝트

- 스웨덴의 SSAB, LKAB, Vattenfall이 공동으로 추진하는 HYBRIT 프로젝트¹⁾는 세계 최초로 화석 연료를 사용하지 않는 철강 생산을 목표로 함. 새로운 철 제품인 스펀지 철은 화석 가스를 사용한 철보다 훨씬 우수한 특성을 가지고 있음
- 독일은 SALCOS 프로젝트²⁾를 통해 수소 기반의 직접 환원 철 생산을 추진함, 이 프로젝트는 단계적으로 수소 사용 비율을 늘려 2050년까지 탄소 중립을 달성하는 것을 목표로 함
- 스웨덴의 H2 Green Steel³⁾은 북부 스웨덴에 대규모 수소 기반 제철소를 건설하고 있으며 이 시설은 연간 500만 톤의 무화석 철강을 생산할 계획임

□ 전해조 연구

- 전해조는 물을 수소와 산소로 분리하는 장치로, 재생 수소 생산의 핵심 기술임
- 주요 전해조 기술로는 알칼리 전해조(AEL), 양성자 교환막 전해조(PEM), 고온 전해조(SOEC)등이 있으며, 현재 알칼리 전해조와 PEM전해조가 주로 사용됨
- 전해조의 효율성 향상과 안전성 확보를 위해 핵심 부품인 전극 촉매, 내식성 소재, 고전도성 멤브레인에 사용되는 희귀금속과 특수 소재의 안정적인 공급과 대체 소재 개발이 중요
- 유럽 주요 전해조 연구
 - 프랑스와 독일 정부의 지원을 받아 에어리퀴드와 지멘스 에너지가 대규모 PEM 전해조 프로젝트 생성⁴⁾
 - 미국의 Cummins inc.는 유럽의 Hy2Tech 프로그램의 지원을 받아 벨기에 오벨 공장에서 PEM 전해조 제조 용량을 4GW로 확장할 예정⁵⁾
 - 스페인의 여러 연구기관 연구진이 공동으로 양극에 희토류 원소인 이리슘을 사용하지 않는 수전해조 개발 성공, 사이언스 저널게재⁶⁾

□ 이산화탄소 포집 · 활용 및 저장(CCUS)

- 이산화탄소와 수소를 결합하여 합성 메탄(Synthetic Methane)이나 합성 액체 연료를 생산하는 기술 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 재생 가능한 전력을 이용한 수소 생산 기술도 개발되고 있음
- 유럽은 이 기술들의 효율성과 경제성을 높이기 위해 수소 생산과 CCUS기술의 연계를 강화하는 연구를 진행중⁷⁾

1) <https://www.hybritdevelopment.se/en/>

2) <https://salcos.salzgitter-ag.com/en/index.html>

3) <https://stegra.com/>

4) <https://www.airliquide.com/stories/hydrogen/pem-electrolyzers-produce-renewable-hydrogen-how-does-it-work>

5) <https://hydrogen-central.com/cummins-scaling-belgium-electrolyzer-manufacturing-capacity-1-gigawatt-through-ipcei-support/>

6) https://www.netzeronews.kr/news/articleView.html?idxno=1214&utm_source=chatgpt.com

□ 수소 연료전지 기술 개발

- 연료 전지 효율 및 내구성 향상 연구
 - 고성능 촉매 개발, 백금 기반 촉매의 비용 절감을 위한 저가형 대체물(니켈, 코발트, 철 기반 촉매)연구
- 내구성 향상연구
 - 연료 전지의 주요 구성 요소(전해질막, 전극, 분리판)의 장기 안정성 개선 및 전해질막의 열화 방지 기술 개발
- 운전 조건 최적화
 - 저온 및 고온 환경에서의 연료 전지 성능 최적화 연구, Start-Stop 반복에도 성능 저하를 방지하는 운영 기술 개발
- 차세대 연료 전지 기술 연구
 - 고체산화물 연료전지(SOFC)의 상용화를 위한 소재 및 시스템 개선
 - 저온형 연료전지(PEMFC)개선
 - 수소 운송 및 저장이 쉬운 암모니아 기반 연료 전지 개발
 - 유럽연합 주관의 ‘미라넷3 (M-era.Net 3)’⁸⁾ 프로그램을 통해 오스트리아 기술 연구소(AIT)와 프랑스 국립과학연구센터(CNRS)와 독일 프라운호퍼 연구소등이 수소 연료 전지개발을 위한 공동연구를 진행 중, 이번 컨소시엄에서는 한국의 에너지 기술연구원도 참여⁹⁾

□ 모빌리티

<수소차와 전기차 비교>¹⁰⁾



	수소차	전기차
동력원	수소 연료 전지	배터리 전기 모터
연료	수소(연료 전지에서 전기생성)	전기(배터리에서 저장된 전기 사용)
충전/충전소	수소 충전소에서 수소 충전(3-5분)	전기 충전소에서 전기 충전 (몇시간 소요)
주행거리	약 500-700 km	약 250-500 km
배출물	물	없음
환경 영향	수소 생산에 따라 환경 영향	전기 생산 방식에 따라 다름
에너지 효율	상대적으로 낮음(전기 변환 과정에서 손실)	높음(직접 전기사용)
장점	빠른 충전시간, 긴 주행거리	높은 에너지 효율, 충전소 확장
단점	수소 충전소 부족, 수소 생산 비용문제	긴 충전시간, 배터리 용량제한

7) https://www.ft.com/partnercontent/eni/advancing-technologies-that-put-carbon-to-good-use.html?utm_source=chatgpt.com

8) <https://www.m-era.net/>

9) https://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=105148&utm_source=chatgpt.com

10) <https://bacancysystems.com/blog/hydrogen-vs-electric-cars>

- 수소 충전소에는 일반적으로 액체수소(LH2) 또는 기체수소(H2) 형태로 저장이 되며 충전 시는 고압기체로 변환되어 충전됨(승용차 70 MPa, 버스 35 MPa)
- 고압 저장 용기로 구성되어 있는 수소차의 연료탱크는 충전자가 노즐을 차량에 연결하면 자동으로 압력 및 온도를 감지하여 3-5분내에 충전됨
- 충전 시간을 단축하기 위해 고속 충전 기술이 연구되고 있으며 트럭, 기차, 항공기용을 위해 100 MPa 초고속 충전 시스템이 활발히 연구 중, 데이터 기반 AI를 이용하여 최적 충전소 배치를 위한 네트워크 최적화 연구 중
- 수소차는 빠른 충전시간과 긴 주행거리를 장점으로 가지고 있으므로 버스 및 트럭 분야에서 선호됨

2. 유럽의 수소 지원 정책

□ 수소 관련 연구비 지원

- 유럽연합은 수소 산업 육성을 위한 정책을 경쟁적으로 추진 중이나 우크라이나 전쟁으로 인한 에너지 부족과 경제 불황으로 인해 투자 계획이 일부 지연되고 있음
- 미국 트럼프 2기 정부가 수소 경제 강화를 예정했고 중국이 풍부한 자원과 압도적 규모의 내수시장으로 시장을 확대 중인 상황에서 유럽도 발맞춰 따라갈 것으로 기대
<2025년 유럽과 미국의 수소 정책 비교>11)



	유럽연합	미국
수소 경제 강화를 위한 정책 방식	청정 수소 생산과 탈탄소화 목표를 중심으로 수소 경제 강화	수소 생산을 위한 기술 개발과 수소 에너지 상용화 촉진
수소 생산 방식	그린 수소	블루 수소
주요 초점	재생 가능 에너지를 통한 청정 수소 생산, 탄소 배출 제로 목표	화석 연료 기반 수소생산과 수소 연료전지 활용
정책 지원 및 투자	대규모 재정 지원과 탄소 배출권 거래제, 수소 인프라 구축 지원	세계 혜택과 투자 유인책 제공, 전통 에너지 산업과의 연결 중심
수소 인프라 구축	수소 파이프라인, 충전소 등 수소 인프라 구축 및 강화	연료전지 자동차와 관련된 인프라 지원, 저탄소 수소 생산에 집중
기술 개발	그린 수소 전기분해 기술, 수소 저장 및 운송 기술 개발	블루 수소 기술, 탄소 포집 및 저장(CCS) 기술 개발
국제 협력 및 파트너	글로벌 수소 시장 리더십 추구, 북아프리카 및 중동과 협력	국내 수소 산업 강화, 일부 국제 기술 협력
수소 생산 목표	2030년까지 연간 10백만 톤의 그린 수소 생산 목표	블루 수소 확대, 천연가스를 기반으로 한 저탄소 수소 생산

- 독일은 그린 수소 생산을 촉진하기 위해 전력 부과금을 면제하고, 33개국과의 협력을 통해 그린 수소 수입 전략을 수립, 북아프리카의 청정 수소 프로젝트와 중부 유럽의

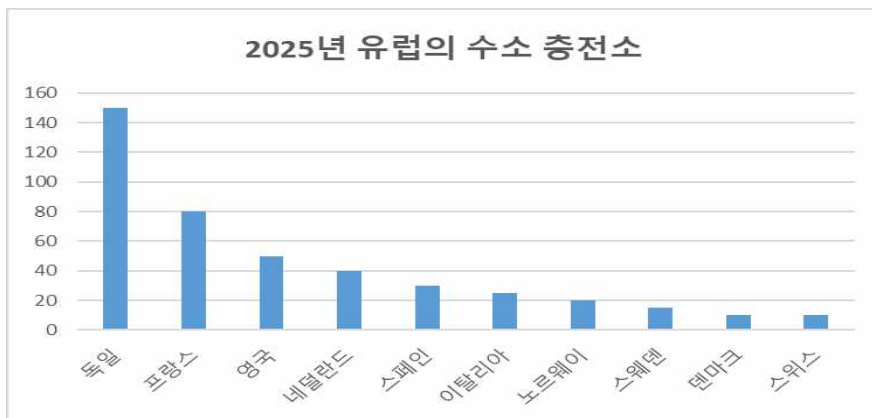
11) https://www.fnnews.com/news/202501221037545942?utm_source=chatgpt.com

수소 센터를 연결하는 4000m의 수소 파이프라인 네트워크 개발에 참여 중¹²⁾

- 스페인은 국가의 재생 에너지와 녹색 수소로의 전환을 가속화하는 것을 목표로 23억 유로 규모의 자금 조달 패키지 발표, 이 패키지는 녹색 수소 생산 및 소비, 재생 에너지 가치사슬, 에너지 커뮤니티, 혁신적인 재생 에너지 프로젝트에 초점을 맞춤¹³⁾
- 오스트리아와 이탈리아는 북아프리카 청정 수소 프로젝트와 중부 유럽의 수요센터를 연결하는 4,000 km의 수소 파이프라인 네트워크 개발에 참여 중¹⁴⁾
- 영국 정부는 에너지 안보 전략의 일환으로 2억4천만 파운드 규모의 ‘넷 제로 수소 펀드(Net Zero Hydrogen Fund, NZHF)’ 를 설계하여 저탄소 수소 생산을 지원하고 있음¹⁵⁾

□ 유럽의 수소충전 인프라

- 유럽의 수소 충전 인프라는 각국의 정책과 투자에 따라 지속적으로 확장되고 있음
<유럽의 국가별 수소충전 인프라 (2025년)>¹⁶⁾



- 유럽 각국의 수소 자동차 보급을 촉진하기 위한 혜택과 지원 정책
 - 독일¹⁷⁾과 프랑스¹⁸⁾는 약 7000-9000유로의 보조금을 지급하며 추가적인 세제 혜택을 제공함, 고배출 차량에 대한 패널티도 강화하고 있음
 - 영국은 수소차 구매 시 일정 금액의 보조금 도입을 약속했고¹⁹⁾, 수소 충전소 구축을 위한 지원도 병행하고 있음
 - 노르웨이는 수소차 구매 시 세제 혜택과 보조금을 제공하며, 친환경 교통 수단의 보급을 적극적으로 추진 중²⁰⁾

12) https://www.hydrogeninsight.com/policy/ministers-from-five-countries-pledge-to-develop-4-000km-hydrogen-pipeline-from-north-africa-to-central-europe/2-1-1768058?zephrr_sso_ott=9QIMLg

13) <https://fuelcellworks.com/news/spain-launches-e2-3-billion-initiative-to-boost-green-hydrogen-and-renewable-energy>

14) https://www.hydrogeninsight.com/policy/ministers-from-five-countries-pledge-to-develop-4-000km-hydrogen-pipeline-from-north-africa-to-central-europe/2-1-1768058?zephrr_sso_ott=9QIMLg

15) <https://www.hydrogeninsight.com/production/first-subsided-green-hydrogen-production-contracts-in-uk-sign-guaranteeing-12-per-kg-for-15-years/2-1-175730>

16) <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/distribution-and-storage/hydrogen-refuelling-stations>

17) <https://www.bmw.de/Redaktion/EN/FAQ/Electric-Mobility/faqs-purchase-grant-for-electric-vehicles.html>

18) <https://www.fleeteurope.com/en/new-energies/europe/features/hydrogen-and-fuel-cell-incentives?a=JMA06&t%5B0%5D=Hydrogen&url=1>

19) <https://www.pv-magazine.com/2024/12/10/uk-commits-to-hydrogen-to-power-subsidy-mechanism/>

20) <https://www.regjeringen.no/contentassets/40026db2148e41eda8e3792d259efb6b/y-0127e.pdf>

3. 시사점

- 수소는 물리적으로 부피가 크고 가볍기 때문에 고압 저장과 액체 수소의 기술이 중요, 이를 위한 고속 충전 시스템과 충전소 최적화 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 수소차 및 대형 운송 수단의 수소 활용을 촉진
- 전기차와 가격경쟁을 위해선 수소 연료전지 기술의 향상이 중요한 연구 분야임, 특히 저비용 촉매와 내구성을 개선을 위한 연구가 중요함
- CCUS 기술을 활용하여 합성 메탄 및 액체 연료를 생산하는 연구를 강화하고 있으며, 이는 수소 생산 효율성을 높이고 탄소 배출 저감에 기여하는 중요한 요소로 작용
- 유럽은 2030년까지 탄소제로를 목표로 하고 있으며 수소 생산과 탈탄소화 목표를 중심으로 수소 경제를 강화할 전망이다, 2030년까지 탄소제로를 목표로 하고 있음, 이는 수소 경제 활성화를 통한 자국 내 경제 활성화에 집중한 미국의 정책과는 확연한 차이를 보임
- 유럽은 북아프리카 및 중부 유럽과 협력하여 수소 파이프라인과 인프라를 연결하고, 수소 시장을 활성화하려는 노력이 강화되고 있음