

# 수소자동차 핵심부품 재활용 기술개발사업 기획 연구

2025. 08



# 제 출 문

한국환경산업기술원 귀하

본 보고서를 『수소자동차 핵심부품 재활용 기술개발사업 기획 연구 용역』 최종보고서로 제출합니다.

2025. 08.

수 행 기 관 : 주식회사 엔디렉션  
주관 책임자 : 박 지 형

참 여 연 구 원 : 권도은  
이한솔  
강병주  
심민아

# 요 약 문

## 1. 연구 추진 배경 및 필요성

- 탄소중립 목표 달성을 위한 수송부문의 주요 감축 방안으로 친환경자동차 보급 확대 정책 추진
  - 2024년 기준 수소차 보급대수는 약 3.8만대이나, 정부는 국내 2030년까지 30만대 목표 아래 각종 보급지원정책 추진 중
  - 2025년 환경부 예산에 118대의 수소 버스의 연료 전지를 버스 대당(스택 2대) 1억1천만원의 보조금으로 교체할 예정이나 배출되는 폐연료전지의 재사용 재활용 방안 없음
- 수소자동차 수명은 평균 연료 전지 수명으로 결정되며 약 160,000km ~200,000km 운행 기준 사용 년수는 약 5~12년 정도로 추정. 이에 5년 이내 폐수소자동차가 본격적으로 발생할 것으로 예상되나 폐수소자동차에 대한 순환 체계 부재
  - 2018년 이후로 2019년~2021년에 수소자동차 등록 대수가 급증하였으며, 이에 2030년대 다량의 폐수소자동차가 발생할 가능성이 존재
  - 대량 발생이 예상되는 폐수소자동차의 폐차 과정에서 수소저장용기 내에 남아 있는 잔류 수소 기인 화재 위험성 존재하나, 현재 일선 폐차시설에서는 수소자동차 폐차 및 분해 매뉴얼 및 전용 설비 부재하여, 대량 발생 시점에 처리의 어려움 및 안전사고 발생 우려
- EU 「차량순환성 및 폐차관리 규정」 등을 통해 자동차의 순환성 규제 강화 추세
  - EU 집행위원회는 2023년 7월 13일 「차량순환성 및 폐차관리 규정(안)」(이하 ELVR) 을 제안. 이는 지침(Directive)으로 관리되던 기존의 「폐차지침 (ELV)」과 「자동차 재활용성 형식 승인 지침(RRR)」을 폐지하고 이를 규정(Regulation)으로 승격, 일원화시켜 자동차 산업에서의 차량순환성 규제 강화
- (수소자동차 보급 정책 이행의 효율성 제고) 수소자동차 보급 확산 정책의 효율적 이행을 위해서 순환 단계에서는 폐차로 배출되는 시점을 대비한 순환 체계 구축, 제조 단계에서는 해외의존도가 높은 핵심 소재/부품의 재순환을 통한 안정적 공급망 구축이 시급
  - 정부는 탄소중립, 청정수소 생태계 전환을 위한 주요 이행 수단으로 수소자동차 보급 확대 목표를 수립하고 있으며, '30년도 보급 목표의 경우 관련 계획별로 상이하나, 최근에 발표된 제6차 수소경제위원회 보도자료에 따르면 '30년 까지 수소차 30만대 보급 목표 발표(제4차 친환경자동차 기본계획상 2030년까지 수소차 85만대 보급 목표 발표)
- (산업 지원) EU를 중심으로 한 폐차의 순환성 규제 강화(ELVR)로 신제품내 제품 내 재생원료의 사용, 폐차의 재활용률 등 규제화로 국내 유관 산업의 수출 경쟁력 강화 등을 위해 기술 지원 시급
  - 동 법안에서 규정하는 재활용 원자재 사용 요건 등을 충족하지 못할 경우, 수소자동차의 유럽내 수출에 차질 발생 우려되어 수소자동차 핵심 소재 및 부품 제조사 등의 밸류체인 전반에 걸친 규제 대응을 위한 지원 필요

## 2. 국내 기술 및 정책 동향

- 국내 수소차 자원순환 기술의 경우 수소차 핵심부품인 연료전지, 수소저장용기와 관련된 해체 및 재활용 연구는 아직 적극적으로 수행되지 않은 상황
  - 국내 수소차의 통합 해체 관련 기술은 최근 사전 연구 성격의 기술개발이 수행되어 아직 활발하게 수행되고 있지 않음
  - 국내 폐연료전지 재활용 연구는 연료 전지 2대 부품 중 하나인 막전극집하체(MEA)에서 백금 회수 연구만 일부 이루어지고 있는 실정
- 최근 수소경제 활성화를 위해 필수 인프라 중 하나인 발전용 연료전지에 대한 재활용 연구는 여러 발전용 연료 전지 중 백금을 함유하고 있는 PEMFC를 대상으로 연구가 시작되는 단계이며, SOFC와 MCFC의 고온형 연료전지의 재활용 연구는 아직 수행된 바 없음
  - 수소경제 시대에 전기에너지의 저장 및 생산을 동시에 가능하게 하는 핵심 수단인 발전용 연료전지는 고체산화물연료전지(SOFC), 인산염연료전지(PAFC), 용융탄산염연료전지(MCFC) 등으로 구분할 수 있음
  - 포항산업과학원에서 고체 고분자연료전지를 포함한 다양한 연료전지 재활용 기술개발을 수행한 적이 있으나, 제강공정에 사용되는 스크랩 및 제강 슬래그 등으로 재활용하는 수준
- 전기자동차 및 수소자동차 등 친환경 자동차 관련 자원순환 정책 및 규제는 정부 주도의 보급 정책에 따라 보급이 확대되고 있는 전기자동차 사용 후 배터리 위주로 전개
  - 사용 후 배터리의 자원순환과 관련하여 [제 1차 자원순환 기본계획], [K-순환경제 이행 계획], [2030 이차전지 산업(K-Battery) 발전 전략] 등 다수의 정책 및 규제가 전개
  - 그러나 수소차, 마이크로 모빌리티, 자율주행차, 철도차량의 경우 보급 위주의 정책만 전개되고 있으며, 자원순환과 관련된 내용을 포함한 정책은 소수에 불과

## 3. 글로벌 기술 및 정책 동향

- 차량 관련 주요 환경 규제는 차량 온실가스 목표제, 연비제도 등의 친환경차 중심의 차량 제조사들의 비즈니스 전환을 유도하기 위한 제도와 폐차 재활용을 의무 부과를 통한 순환 경제 전환 촉진에 집중
  - 특히 2023년 7월 13일 EU는 「차량순환성 및 폐차관리 규정(안)」(이하 'ELVR'이라 함)을 통해 자동차 산업에서의 탄소 감축을 위한 차량 순환성 방안의 초안을 제시
- 배터리 관련 국제 규제 및 정책은 크게 EU 배터리 규정, ELVR 등을 통한 배터리 자원순환 및 탄소발자국 규제 강화와 미국 IRA, EU CRMA 등의 탈중국을 목적으로 하는 공급망 재편에 대한 규제 강화 두 방향으로 집중되어 있음
  - EU 배터리 규정은 2023년 8월 발효, 배터리 수거 및 물질 회수, 재생원료 사용 의무 등의 순환경제 및 환경 영향 요건을 강화할 목적으로 도입된 규정

□ 미국(U.S.) : 자원보존 및 회복법(Resource Conservation and Recovery Act)

- 자원보존 및 회복법(Resource Conservation and Recovery Act)는 1976년 제정된 연방법으로, 폐기물의 적절한 관리와 자원 보존을 목적으로 하고 있으며, 배터리와 같은 유해 폐기물의 처리 및 재활용에 대한 규제가 지속적으로 강화
- EPA의 사용 후 배터리 관리 정책은 최근 리튬 이온 배터리를 일반폐기물 중 새로운 카테고리 제1로 제안하였으며, 이는 배터리의 수거·저장·재활용 과정에서의 화재 위험 등을 효과적으로 관리하기 위함

□ 중국(China)

- 폐자동차 처리 규제 : 폐자동차 처리에 관한 의무사항 및 재활용 전 과정에 관한 규정으로, 중국 역내에서 판매, 등록되는 자동차 수리, 폐기, 재활용 등에 대한 내용을 명시함
- 사용후 배터리 관련 규제 : 중국의 전기차 폐배터리 재활용 산업은 성장잠재력이 높은 분야 중 하나로, 중국은 전자 생산이 급증함에 따라 폐배터리 재활용을 확대하려는 움직임을 보이고 있음

□ 일본(Japan)

- 폐자동차 처리 규제 : 폐자동차로부터 발생하는 폐기물의 감량을 위한 재생자원, 재생 부품으로 이용 및 폐기물의 적정 처리와 자원 활용에 대한 규제 정책
- 일본의 신재생에너지를 연구하는 신에너지 및 산업기술종합개발기구 NEDO는 2005년부터 연료 전지 및 수소 기술 개발을 위한 로드맵을 발표하여 산업계, 학계, 정부가 장기적인 관점을 공유하고 기술개발에 임할 수 있도록 함

□ 유럽(EU)

- 에코 디자인 규정 : ESPR(혹은 지속가능한 제품을 위한 에코디자인 규정)이란 EU 내 유통되는 모든 물리적 상품의 지속가능성을 향상 시키기 위해 제품 생산, 유통, 판매자가 준수해야 할 환경적 지속가능성을 고려한 규제
- ELVR(End-of-Life Vehicles Regulation) : 2023년 7월 13일 EU는 「차량순환성 및 폐차관리 규정(안)」 (이하 'ELVR'이라 함)을 통해 자동차 산업에서의 탄소감축을 위한 차량순환성 방안의 초안을 제시

## 4. 국내외 특허 동향

□ 본 연구 관련 기술의 국내외 현황을 파악하기 위해 수소전기차 재활용 관련 기술 분류 및 키워드를 통해 기술 동향 분석을 실시

○ 연료 전지 시스템 재활용 기술

- 연료 전지 시스템 재활용 기술 분야의 연도별 전체 특허 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 미국은 점진적으로 특허출원 건수가 감소하고 있지만, 특허출원 활동이 가장 활발함. 한국, 일본 및 유럽은 전체적으로 출원 건수가 저조한 가운데 뚜렷한 특징없이 증가와 감소를 반복하고 있음

○ MEA 재활용 기술

- MEA 재활용 기술 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 미국은 점진적으로 특허출원 건수가 감소하고 있으며, 특허출원 활동이 가장 활발함. 유럽은 전체적으로 출원 건수가 저조한 가운데 뚜렷한 특징없이 증가와 감소를 반복하고 있음

○ 폐구동모터 재활용 기술

- 폐구동모터 재활용 기술 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 미국은 점진적으로 특허출원 건수가 증가하고 있으며, 특허출원 활동이 가장 활발함. 한국 및 유럽은 전체적으로 출원 건수가 저조한 가운데 뚜렷한 특징없이 증가와 감소를 반복하고 있음

○ 수소자동차 핵심부품 상태 진단 및 해체 기술

- 수소자동차 핵심부품 상태 진단 및 해체 기술의 연도별 전체 특허 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 미국은 점진적으로 특허출원 건수가 증가하고 있으며, 특허출원 활동이 가장 활발함. 유럽은 전체적으로 출원 건수가 저조한 가운데 뚜렷한 특징없이 증가와 감소를 반복하고 있음

## 5. 주요 이슈 및 문제점

□ 국내외 폐수소자동차 발생 현황 및 처리현황 분석, 정책, 시장/산업동향, 기술개발 동향 분석 등을 통해 주요 이슈 및 문제점을 아래와 같이 제시함

<p><b>1</b> 정부는 국내 수소차 2030년까지 30만대 보급 목표 달성을 위해 각종 지원 정책 추진 중</p> <p><b>2</b> 국내 수소차 핵심부품 및 소재 수입 의존도가 높아 대외 통상 환경 변화에 취약</p> <p><b>3</b> EU ELVR 등을 통해 차량 주요 부품의 순환이용성에 대한 규제 강화(철, 알루미늄, 희토류 자석 등)</p> <p><b>4</b> 국내 재활용산업체 72%가 종업원수 10인 이하의 영세업체로 해외 규제 등의 대응을 위한 자체 기술개발 역량 부족</p>	<p><b>5</b> 양산된 수소전기차(넥쏘, 일렉시티, 엑시언트) 폐차 시기 도래, 자원순환 인프라 및 기술 부재</p> <p><b>5.1</b> 수소차 저장탱크의 잔류수소 등으로 안전한 해체기술 필요하나, 현재 안전 해체 관련 매뉴얼 및 인프라 부재</p> <p><b>5.2</b> 수소차 핵심부품(저장탱크, 연료전지) 고가로 재이용 필요하나, 연료전지를 제외한 기타 부품의 진단 기술 부재</p> <p><b>5.3</b> 수소차를 포함한 xEV내 구동모터의 희토류자석 재활용 기반 미흡으로 해외 유출 등 미활용 되고 있음</p>
---	--

