

사용후 배터리 이차사용 활성화를 위한 전문인력 양성에 대한 제언

진진택*

*한국폴리텍대학 전기공학과

e-mail:jinfind@kopo.ac.kr

Policy Recommendations for Developing Skilled Workforce to Promote Second-Life Applications of Used Batteries

Jin-Taek Jeon*

*Dept. of Electrical Engineering, Korea Polytechnic

요 약

최근, 전기자동차의 활발한 도입에 따라 사용후 배터리 발생량이 증가하고 있으며, 이에 따라 재사용 및 재제조를 중심으로 한 이차사용 산업의 중요성이 확대되고 있다. 이러한 사용후 배터리는 성능과 안전성에 대한 큰 편차로 인하여 표준 기반 평가 체계와 전문인력 확보가 요구되지만, 전문인력 양성에 대한 체계가 미비한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 산업 동향과 전문인력 수요 및 직무 특성을 분석하고, 이를 기반으로 인력양성 체계 구축에 대한 제언을 제시한다. 향후 본 논문에서 제시한 제언을 통해 사용후 배터리 이차사용 활성화를 위한 현장 적합형 인력 양성과 산업의 안전성 확보에 기여할 수 있기를 기대한다.

1. 서 론

최근, 전 세계적으로 탄소중립 실현과 운송부문 온실가스 저감을 위한 정책 기조에 따라 전기자동차(EV) 보급이 급격히 확대되고 있으며, 이에 따라 전기자동차용 배터리 시장 또한 빠르게 성장하고 있다. 특히, 전 세계 전기차 배터리 수요는 2030년 기준 약 3 257[TWh] 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균 36 7[%]의 높은 성장률을 보일 것으로 예상할 수 있다. 국내의 경우에도 전기자동차 누적 보급대수는 2020년 13.5만대에서 2025년 약 89.9만대 수준까지 증가하는 등 지속적인 성장세를 나타내고 있으며, 2026년 상반기에는 약 100만대를 돌파할 것으로 전망할 수 있다. 이와 같은 전기자동차 보급 확대에 따라 차량에 탑재된 리튬이온 배터리의 사용 종료 이후 발생하는 사용후 배터리의 배출량 또한 급격히 증가하고 있는 실정이다.

국내 기준으로는 2023년 약 389대 수준에서 2030년 약 1.9만대, 2035년 약 3.9만대 규모로 증가할 것으로 예측할 수 있으며, 이를 전력량으로 환산할 경우 2030년 약 1 2[GWh], 2035년 약 2.5[GWh] 수준에 이를 것으로 전망할 수 있다. 이에 따라 사용후 배터리를 단순 폐기하는 것이 아닌, 재제조, 재사용, 재활용 등 다양한 방식으로 활용하는 순환경제 기반 산업구조의 필요성이 요구되고 있다. 정부 또한 이러한 흐름에 대응하여 사용후

배터리 이차사용 활성화를 위한 정책 및 제도 정비를 추진하고 있으며, 관련 법 개정을 통해 안전성 검사제도 및 이력관리 체계 구축을 강화하고 있다. 이러한 정책적 지원은 사용후 배터리 산업의 성장과 함께 재사용 및 재제조 시장 확대를 견인하는 역할을 한다. 그러나 사용후 배터리 이차사용 활성화를 위해서는 경제성 및 친환경성 확보뿐만 아니라 배터리의 성능 및 안전성을 객관적으로 평가할 수 있는 기술적 기반 확보가 필수적이다.

특히, 다양한 적용 분야에서 활용하기 위해서는 표준화된 평가 체계와 신뢰성 확보가 요구되며, 이에 따른 검사 및 인증 수요 또한 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 실제로 재제조 분야에서는 3단계 검사체계 도입이 예정되어 있으며, 재사용 분야에서도 KC 10031 기반 안전성 검사체도가 시행되고 있어 평가 기술과 이를 수행할 전문인력의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 또한, 사용후 배터리 평가 및 검사 분야는 전기·전자, 안전, 법·제도에 대한 복합적 이해를 요구하는 고난이도 기술영역으로, 시험·검사 경험을 갖춘 고속련 인력 양성이 필수적이다. 그러나 현재 관련 산업에서는 법·제도에서 요구하는 전문인력 기준이 명확히 정립되어 있지 않으며, 산업 현장에서 요구하는 실무형 인력 또한 부족한 상황이다. 이는 향후 사용후 배터리 산업의 확산과 안전성 확보에 있어 주요한 제약요인으로 작용할 가능성이 있다. 따라서, 사용후 배터리 이차사용 산업의 안정적 성장과 제도 정

착을 위해서는 기술·제도·산업 수요를 반영한 체계적인 전문인력 양성 방안 마련이 필요하며, 이에 대한 구체적인 교육모델 및 운영 전략 수립이 요구된다.

2. 배터리 이차사용 산업 및 인력 현황 분석

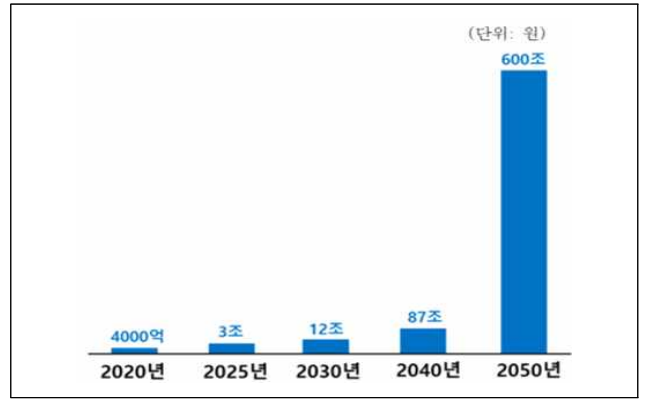
2.1 국내의 산업 동향

최근 전기자동차 보급 확대에 따라 사용후 배터리 발생량이 급격히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이에 따라 배터리의 재사용, 재제조 및 재활용을 중심으로 한 순환경제 기반 산업의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 전기자동차 배터리의 성능보증 기간이 통상 5~10년 수준임을 고려할 때, 향후 일정 시점을 기점으로 대량의 폐배터리가 시장에 유입되는 경향을 보일 것으로 예상할 수 있으며, 이는 관련 산업 성장의 직접적인 요인으로 작용한다. 국내의 경우, 정부는 사용후 배터리 산업 활성화를 위해 관련 법령 정비와 제도 개선을 지속적으로 추진하고 있으며, 민관 협력을 통한 산업 생태계 구축을 병행하고 있다. 이러한 정책적 지원은 배터리 산업 경쟁력 유지와 더불어 자원순환 기반 산업구조 전환에 기여하는 역할을 한다. 여기서, 표 1은 폐배터리 수출입 현황을 나타내며, 2024년 1분기 기준 국내 폐배터리 수출액은 전년 동기 대비 증가한 반면 수출 중량은 감소하는 경향을 보이고, 수입의 경우 금액은 감소하지만 중량은 증가하는 특성을 제시하고 있다. 이는 고부가가치 중심의 거래 구조로 전환되고 있음을 시사하며, 전반적인 무역 흐름은 안정적인 수준을 유지하고 있는 것으로 분석할 수 있다.

[표 1] 폐배터리 수출입 현황
(단위: 백만달러, ton %)

년	월	수출액	증감률	수입액	증감률
2024	1	3	795.8	38	-23.6
	2	1	-54.8	40	-11.1
	3	3	21.2	44	16.5
	4	3	55.6	47	23.0
2024년		10	43.4	167	-9.0
2023년		22	-8.7	535	3.0
2022년		24	0.0	520	0.0

한편, 그림 1은 글로벌 전기자동차 폐배터리 시장규모를 나타내는데, 글로벌 시장에서는 사용후 배터리를 단순 폐기물이 아닌 유용 자원으로 인식하고 있으며, 이를 기반으로 재활용 및 재사용 시장이 동시에 성장하는 추세를 보이고 있다. 특히 배터리 내 희유금속 및 소재 회수를 중심으로 한 재활용 시장은 장기적으로 대규모 성장이 예상되며, ESS 등으로의 전환 활용을 포함하는 재사용 시장 또한 지속적으로 확대되는 경향을 나타낸다. 이러한 시장 확대는 자원 확보 및 환경 규제 대응 측면에서 각국의 전략 산업으로 자리매김하고 있다.



[그림 1] 글로벌 전기자동차 폐배터리 시장 규모

또한, 주요 국가들은 사용후 배터리 산업 선점을 위해 제도 정비와 기술 개발을 병행하고 있으며, 배터리 이력관리, 안전성 평가, 재사용 기준 마련 등 산업 전반에 걸친 체계 구축을 추진하고 있다. 이는 사용후 배터리의 신뢰성 확보와 시장 활성화를 위한 핵심 요소로 작용하며, 향후 산업 경쟁력은 기술 수준뿐만 아니라 제도적 기반과 전문인력 확보 수준에 의해 좌우되는 특성을 가진다. 이와 같이 사용후 배터리 산업은 전기자동차 시장 성장과 연계하여 빠르게 확대되고 있으며, 재사용 및 재활용을 중심으로 한 새로운 산업 영역으로 발전하고 있다. 특히, 산업 고도화와 안전성 요구 수준 증가에 따라 배터리 성능 평가 및 검사 기술의 중요성이 더욱 강조되고 있으며, 이를 수행할 수 있는 전문인력 양성의 필요성 또한 지속적으로 증가하고 있다.

2.2 전문인력 수요 및 직무 특성 분석

사용후 배터리 이차사용 산업에서 안전성과 성능 확보를 위한 평가의 중요성이 증가함에 따라, 이를 수행할 수 있는 전문인력에 대한 수요 또한 급격히 증가하는 경향을 보이고 있다. 특히 사용후 배터리는 경제성 및 친환경성 측면에서 높은 활용 가치를 가지며, 전기자동차 및 에너지저장장치로의 활용 시 상당한 경제적 편익과 온실가스 저감 효과를 기대할 수 있다. 이에 따라 이차사용 이전 단계에서의 정밀한 평가 및 검증 수요가 지속적으로 확대되고 있으며, 평가·검사 업무를 수행하는 전문인력 수요는 제도 시행 시점과 연계하여 구조적으로 증가하는 특성을 보인다. 제도적 측면에서도 전문인력 수요를 뒷받침하는 환경이 조성되고 있다. 재제조 분야에서는 「자동차관리법」 개정을 통해 3단계 검사체계 도입이 예정되어 있으며, 재사용 분야에서는 KC 10031 기반 안전성 검사제도가 시행됨에 따라 검사기관 지정 및 운영이 확대되고 있다. 이러한 제도는 법적 기준에 부합하는 평가 인력 확보를 필수 요건으로 요구하며, 검사기관, 인증기관, 재사용·재제조 기업을 중심으로 전문인력 수요가 집중되는 경향을 나타낸다. 한편, 해당 분야의 직무는 전기·전자 기술을 기반으로 하면서도 안전공학 및 법·제도 이해를 동시에 요구하는 융합적

특성을 가진다. 주요 직무는 배터리 상태 진단, 성능 평가, 안전성 시험, 결과 판정 및 인증 대응 등으로 구성되며, 시험 절차 이해, 장비 운용 능력, 데이터 해석 및 판단 역량이 동시에 요구된다.

또한, 재제조와 재사용 분야에 따라 검사 항목과 기준이 상이하므로 직무의 전문화 및 세분화가 필요하다. 특히 평가 인력은 단순 측정 수준을 넘어 배터리 열화 상태와 잠재적 위험 요소를 종합적으로 판단하고, 관련 기준에 따라 적합 여부를 판정하는 고속런 직무를 수행한다. 따라서 실무 경험과 전문 지식을 동시에 갖춘 인력 양성이 필요하며, 시험·검사 경험을 기반으로 한 경력형 인력 수요 또한 높은 수준을 나타낸다. 그러나 현재 산업 현장에서는 이러한 수요를 충족할 수 있는 전문인력이 부족하며, 자격 기준 및 인력 양성 체계 또한 명확히 정립되어 있지 않은 상황이다. 특히 전기·안전·법 분야를 통합적으로 반영한 교육과정과 자격 체계가 미흡하여 산업 수요와 공급 간의 미스매치가 발생하고 있다. 따라서 사용후 배터리 이차사용 산업의 지속적인 성장을 위해서는 직무 기반 전문인력 수요를 체계적으로 분석하고, 이를 반영한 교육·훈련 및 자격 체계를 구축할 필요가 있으며, 현장 중심의 실무형 인력 양성을 위한 제도적 지원이 병행되어야 한다.

3. 사용후 배터리 이차사용 전문인력 양성에 대한 제언

3.1 인력양성 인프라 구축

사용후 배터리 이차사용 분야의 전문인력 양성을 위해서는 법·제도에서 요구하는 검사 수준을 반영한 실습 인프라 구축이 선행되어야 한다. 특히 재제조 분야에서는 「자동차관리법」 개정에 따른 3단계 검사체계 도입이 예정되어 있으며, 그림 2와 같이 재사용 분야에서는 KC 10031 부속서 A에 근거한 검사설비 보유가 요구됨에 따라, 교육기관 역시 동일 수준의 장비 인프라를 확보할 필요가 있다.

부속서A (규정)		
안전성검사기관이 갖추어야 할 검사설비 및 검사자격		
A.1 검사설비 및 검사자격		
해당 규정에 규정되어 있는 품질특성과 자체 및 제품을 검사하기 위하여 필요한 검사설비를 보유하고 설비의 정밀 정확도 유지를 위하여 국가표준기본법 제3조 제17항의 규정에 의한 교정을 실시하여 사용빈도·측정기의 특성 등을 감안하여 안전성검사기관의 실정에 맞는 검사설비의 관리규정을 정하고 이에 따라 실시한다.		
대상	검사 항목	검사설비 또는 검사자격
재사용전지모듈	6.3.1 개방회로전압(OCV)	직류전압측정기, 환온실
	6.3.2 충전 검사	절연저항측정기, 환온실
	6.3.3 용량 검사	충방전설비, 환온실
	6.3.4 내부 저항 검사	충방전설비, 내부저항측정설비, 환온실
	6.3.4.2 내부 d.c. 저항	환온실
재사용전지시스템	6.3.5 자가방전 검사	충방전설비, 직류전압측정기, 환온실
	7 기능 안전성 검토	「국가표준기본법」 제23조제2항에 따른 인정기구로부터 인정 (KC 62619의 8절 항목 적용)
	과충전 전압 제어	
과충전 전류 제어 과열 제어		

[그림 2] 재사용 전지 KC10031 요구 검사설비

실습 인프라는 배터리 해체-진단-평가-안전성 검증 전 과정을 포함하는 통합형 구조로 구축되어야 하며, 약 18종 이상의 핵심 장비로 구성되는 것이 적절하다. 주요 장비로는 해체 리프트, 충·방전 설비, 항온 챔버, 기밀 시험 장비, 침수조, 벤팅가스 감지기 등이 포함되며, 이는 실제 검사기관 및 재제조 사업자 설비 기준과 연계된다. 특히 충·방전 설비는 사용후 배터리의 성능평가 및 수명진단의 핵심 장비로서, 표 2와 같이 DC 내부저항(DC IR) 측정, Reference Performance Test(RPT), 충·방전 사이클 시험 등을 수행할 수 있는 고전압·고전류 사양이 요구된다. 최근 전기자동차 배터리의 고용량·고출력화 추세를 고려할 때, 최소 수백 암페어 이상의 전류 인가가 가능한 장비 구축이 필요하며, 2C~5C 이상의 고율 시험 대응이 가능한 설비 확보가 요구된다.

[표 2] 최신 전기차 배터리의 고용량화 및 고전류 요구 특성

출시 연도	모델명	배터리 용량 (kWh)		최대 출력(kW)		배터리 기준 최대 출력
		고용량화	↓	고출력화	↓	
2018	코나 EV	64	↓	99	↓	1.54CP
2021	아이오닉5 (롱레인지 2WD)	84	↓	168	↓	2.00CP
2025	아이오닉9 (성능형 AWD)	110.3	↓	315	↓	2.85CP

또한, 전기차 운행 조건을 반영한 시험을 위해 ms 단위의 빠른 응답속도(Rising/Falling time, Switching time 등)를 지원하는 장비가 필요하며, CSV 기반 전력 프로파일 입력 및 제어 기능을 통해 실제 운행 데이터를 반영한 평가가 가능하도록 구성되어야 한다. 이와 함께, 재제조 과정에서 부품 교체 이후의 기밀 성능을 검증하기 위한 기밀시험 장비와, 배터리 이상 상태에서 발생하는 벤팅가스를 조기에 감지하여 안전사고를 예방할 수 있는 가스 감지 시스템은 필수 안전 설비로 구축되어야 한다. 이러한 장비 구성은 단순 교육용 수준을 넘어 산업 현장의 검사·인증 업무를 모사할 수 있는 수준으로 설계되어야 한다.

3.2 기반 실무형 교육과정 개발

전문인력 양성을 위한 교육과정은 장비 인프라와 연계된 실무 중심으로 설계되어야 하며, 표준 기반의 평가 기술과 직무 수행 능력을 동시에 확보할 수 있도록 구성되어야 한다. 교육과정은 크게 기초이론-표준이해-시험실습-데이터 분석 단계로 구성할 수 있으며, 주요 내용으로는 배터리 구조 및 특성, 열화 메커니즘, 안전성 평가 요소(SOC, SOH, 내부저항 등), 국내외 표준(KC 10031, UL 1974 등) 및 검사 절차를 포함해야 한다. 특히, 평가 항목별 시험 시나리오를 기반으로 한 실습 교육을 통해 실제 검사 업무 수행 능력을 강화할 필요가 있다. 실습 교육에서는 DC IR 측정, 충·방전 프로파일 기반 성능 평가, 온도 조

건에 따른 특성 분석, 이상 상태(과충전, 단락 등) 대응 시험등을 수행하며, 측정 데이터의 해석 및 판정 기준 적용까지 포함하는 통합형 교육이 이루어져야 한다. 또한, 전기차 운행 프로파일을 반영한 동적 시험과 데이터 분석 교육을 통해 현장 적용성을 높일 필요가 있다.

아울러, 재제조 및 재사용 분야별 직무 특성을 반영하여 교육 과정을 세분화할 필요가 있으며, 검사기관, 재제조 기업, ESS 운영기업 등 진출 분야에 따른 맞춤형 교육 트랙을 구성함으로써 산업 수요에 대응하는 인력 양성이 가능하도록 해야 한다.

3.3 전문인력 양성 체계 및 운영 모델

전문인력 양성의 실효성을 확보하기 위해서는 교육-실습-현장 연계를 포함하는 체계적인 운영 모델 구축이 필요하다. 이를 위해 단계별 교육체계를 도입하여 기초 교육 이후 심화 과정 및 현장 실습으로 연계되는 구조를 설계할 필요가 있다. 특히, 산업체 및 검사기관과의 협력을 통해 현장 실습 및 인턴십 프로그램을 운영함으로써 교육 수료자가 실제 검사 및 평가 업무를 경험할 수 있도록 해야 한다. 또한, 법·제도에서 요구하는 검사 기준과 연계한 교육 이수 체계를 마련하여 향후 자격 인증 제도와 연계 가능한 기반을 구축하는 것이 중요하다.

더불어, 사용후 배터리 산업은 기술 및 표준 변화 속도가 빠른 분야이므로, 정기적인 재교육 및 보수교육 체계를 운영하여 최신 기술 및 규제 변화에 대응할 수 있도록 해야 한다. 이를 통해 전문인력의 지속적인 역량 유지와 산업 전반의 안전성 확보가 가능할 것으로 판단된다. 결과적으로, 사용후 배터리 이차사용 산업의 전문인력 양성은 단순 교육을 넘어, 법·제도 기반의 장비 인프라 구축, 표준 기반 실무교육, 산업 연계형 운영체계를 통합적으로 고려한 체계 구축이 필요하며, 이를 통해 고속련 기술인력의 안정적 공급과 산업 생태계 활성화가 가능할 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 논문에서는 사용후 배터리 이차사용 산업의 성장에 따른 전문인력 수요와 직무 특성을 분석하고, 이에 대응하기 위한 인력 양성 체계 구축 방안을 제안한다. 이를 바탕으로, 평가를 수행한 결과, 재제조 및 재사용 분야에서 배터리 성능 및 안전성 평가의 중요성이 증가함에 따라, 전기·전자, 안전, 법·제도를 아우르는 융합형 전문인력의 필요성이 확대되고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 실습 중심 인프라 구축과 표준 기반 교육과정, 산업 연계형 운영체계를 통해 현장 적합형 인력 양성이 가능하며, 이를 통해 사용후 배터리 이차사용 산업의 안전성 확보와 지속 가능한 성장

기반 마련에 기여할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

[1] 윤영삼, 전기차동차(EV) 폐배터리 기술자료집 국립환경과학원, 2024.12