

고전원 전기장치 기반 전기자동차 교육 체계 구축과 자격 부여의 제고 방안 연구

손병래* · 박창신* · 류기현**

A Study on the Establishment of an Electric Vehicle Education System based on High-voltage Electric Devices and Improvement of Qualifications

Byeong Rae Son*, Changsin Park*, Ki Hyeon Ryu**

Key Words: Electric vehicle(전기자동차), High-voltage electric devices(고전원 전기장치), 교육 체계(Educational system), Qualification(자격)

ABSTRACT

With the transition from internal combustion engine vehicles to eco-friendly cars, it has become essential to systematically construct an education system for electric vehicles based on high-voltage electric devices. In this study, we discussed the establishment of an educational system for electric vehicles based on high-voltage electric devices and proposed methods for qualifications after completing the education. To ensure systematic education, we presented a classification of learners according to their levels and job competencies. Additionally, we emphasized the importance of providing adequate practical training equipment for courses that require higher qualifications. Finally, to distinguish between the levels of completion of training and practical skills, we highlighted the necessity of implementing a system to certificates to individuals who have successfully completed the systematic training program.

1. 서론

자동차는 인간의 이동수단이자 화물운송의 도구로 120여년을 함께하며 인간의 삶을 풍요롭게 해주는 동반자이다. 하지만 이면에는 지구온난화를 발생시켜 지구를 병들게 하는 주범으로 인식되고 있어, 친환경의 이동수단이자 화물운송의 도구로 변화를 갖추어야 한다. 친환경으로 각광받는 자동차는 크게 전기에너지만을 사용하는 전기자동차(EV), 내연기관 자동차와 전기자동차의 장점을 결합

한 하이브리드 자동차(PHEV) 및 수소를 원료로 사용하여 전기에너지로 구동하는 수소자동차(FCEV)로 구분할 수 있다. 이러한 친환경 자동차는 모두 고전원 전기장치를 이용한다는 공통점을 가지고 있고, 이는 곧 100여년 넘게 운영하고 관리 및 진단하던 내연기관의 시스템 개념에서 새로운 동력원인 고전원 전기장치 기반의 시스템을 공부하고 기술을 연마해야 하는 교육과정이 필요함을 나타낸다. 새로운 시스템에 대한 교육과정은 교육생의 수준에 따른 다양한 교육 체계와 실습용 교육장비를 활용한 프로그램 구축 등이 요구된다. 또한, 교육 이수 후 수료자에게 수여해야 하는 자격 부여 제도가 수반되어야 한다.

본 연구는 친환경 자동차의 교육과정에서 고전원 전기장치 기반 전기자동차의 교육 체계와 교육 이수 후 수반되

* 호남대학교 미래자동차공학부, 교수

** (주)한국쓰리축, 전무이사

E-mail: sbl@honam.ac.kr

어야 할 자격 부여의 제고 방안에 대해 논의하고자 한다. 이에, 저자의 교육시설에서 자동차 정비업에 종사하는 종사자, 고전원 동력장치의 교육이 필요한 기업의 실무자 및 관련학과 학생들을 직접적으로 교육하면서 기존의 교육 대비 필요한 이론적, 기술적 내용과 실습용 장비를 교육에 활용하는 내용들을 기반으로 하였다.

2. 전기자동차 교육의 필요성

2022년 기준 대한민국의 자동차 보유 현황을 살펴보면, 총 자동차 등록 대수는 약 2,500만대이며(Fig. 1), 친환경 자동차의 등록 대수는 30만대를 넘어 서고 있다. 이중 전기차는 전분기 대비 16.3%, 수소차는 10.8% 및 하이브리드차는 5.9%로 각각 증가하였다.⁽¹⁾ 그리고 자동차 산업 중 자동차 정비업체는 2022년 기준 약 36,000곳이며, 약 9만 여명이 종사하고 있는 것으로 나타났다.⁽²⁾ Fig. 2는 지난 10년간의 자동차 정비업 종사자의 변화를 나타

내며, 2012년 10만 여명에서 2022년 약 9만 여명으로 지속적인 감소 추세를 알 수 있다. 이는 친환경 자동차의 보급으로 내연기관 정비업에서 전기자동차의 정비업으로 넘어가는 과정 중 정비업 종사자들은 대부분 전기·전자 전공자가 아닌데다가, 전기자동차의 정비 시스템에 대한 체계적인 교육이 제대로 보급되지 않아, 전기자동차의 정비 가능한 종사자가 부족하여 종사자 감소에 직·간접적으로 영향이 있는 것으로 고려해볼 수 있다.⁽³⁾ 이에, 자동차 산업에서 고전원 전기장치의 동력 전환에 따라 자동차 정비업 종사자는 전기자동차에 대한 체계적인 교육 과정이 필요하다.

3. 전기자동차 교육의 체계화

3.1. 전기자동차 교육등급 구분

전기자동차 교육을 체계적으로 구축하기 위해서는 교육 대상자의 구분을 명확히 하고 그에 따른 교육 등급을 마련해야 한다. 전기자동차를 관리하고 운행하는 대상과 전기자동차를 직접적으로 다루는 대상으로 크게 구분할 필요가 있다. 게다가, 전기자동차를 운행하는 일반 운전자의 경우에는 직종에 따라 차량 운영 체계가 다른 점을 고려하여 직업별 특성에 맞도록 구성하고, 전기자동차를 다루는 정비업 종사자와 같은 경우에는 급수별로 차이가 있는 점을 고려하여 교육의 중점 사항을 달리해야 할 것이다. 현재 자동차 관리법 규정 중 정비업의 직종별 구분은 1급, 2급 및 3급으로 구분되어 작업의 범위를 달리하고 있다. 여기에 급수별 작업자의 종합적 기술로 정밀 진단을 하는 하이테크, 판금, 도장 등의 기술적 부분이 분류되어 있는 점을 고려한다면, 교육 대상자별로 중점적 기술 교육이 이루어 질 수 있는 세분화된 교육으로 구성 되어야 한다.

국내에서도 점점 고전원 전기장치의 점검 및 안전 등에 대한 필요성이 대두되고 있어 관련 교육 수요가 높아지고 있다. 전기자동차나 에너지저장장치(ESS)와 같은 고전원 전기장치에 대한 고전압 안전교육을 살펴보면, Level 1부터 Level 3까지 체계적으로 구분된 교육 시스템으로 국내 외에서 안전교육이 실시되고 있다. 이러한 체계적인 고전압 안전교육은 외국계 시험인증기관인 TUB 라인란드가 마련한 독일 기준의 고전압 안전교육(Fig. 3)이며, 전기자동차 제조사, 부품·납품사 및 정비업 종사자부터 일반인들에게까지 고전압 안전 교육과 충전 요령 및 에터켓 교육을 이론과 실습을 병행하여 진행하고 있다.⁽⁴⁾

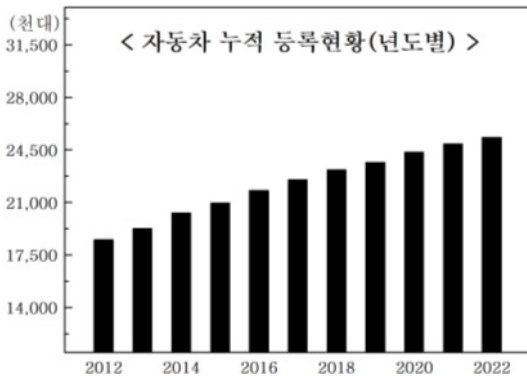


Fig. 1 Annual automobile registration status

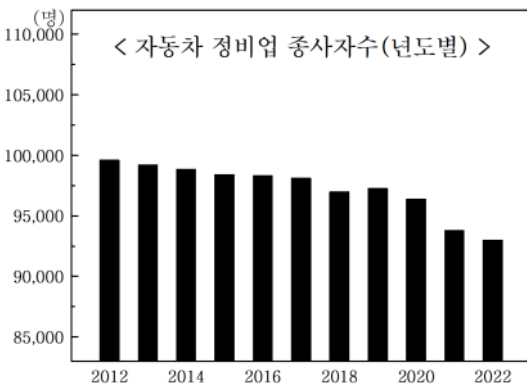


Fig. 2 Annual automotive maintenance workers

| 교육 대상자 | 이수 시간 | 교육 범위 |
|--|------------------------|--|
| 누구나 신청가능 | Level 1 8시간 | <ul style="list-style-type: none"> • 훈련배경 • EV 소개 및 일반 안전장치 • 감전 위험 • 응급 처치 • 시험 |
| 현장 관련 직업군 / 관련 전문직 / 유경험 숙련 정비사 | Level 2 16시간 | <ul style="list-style-type: none"> • 기본 전기 지식 • 차량의 HV 시스템 사용 • 모터 및 모터 제어 • 전기 작업의 안전과 보건 • 전기적 위험 • 응급 처치 • 감전 및 고장 방지 대책 • 전기자동차 충전 • 필기시험 |
| 비밀수 교육이수 필수 / 현재 관련 직업군 / 관련 전문직 / 유경험 숙련 정비사 | Level 3 24시간 | <ul style="list-style-type: none"> • HV 시스템의 이론 안전 교육 • HV 시스템의 실무 안전 교육 • 차량에 탑재된 HV 시스템 작업의 안전 및 보건 기본사항 • HV 위험 • 심폐소생술 / 응급처치 • 작동 지침 / 작업 지침 • 안전조치 • PPE(개인 보호 장비)의 사용, 유지 관리 및 테스트 • 필기시험 / 실기시험 |

Fig. 3 High-voltage safety training for electric vehicles in TUV Rheinland

이와 같이 전기자동차의 교육 체계화를 위해 고전압 안전교육과 같은 Level 등급을 활용하여, 교육 대상자별 교육에 필요한 최소 이수시간과 내용과 관련된 범위를 구분 하였으며, 이를 Fig. 4에 나타내었다. Level 등급은 총 4단계로 분류하였으며, 이는 교육 대상자를 세분화한 자동차 관련 전공분야학생, 전기차를 운행하는 운전자, 전기차를 정비하는 종사자 및 전기자동차 관련 전문 교육과 강의를 진행하는 교육자로 구분 및 적용하였다. 먼저 자동차 관련 전공분야 학생에 해당하는 대상자는 최소 10시간 이상의 교육이수를 기반으로 자동차와 관련된 전반적인 기초 지식부터 전공과정과 관련된 이론과 실습교육을 기반으로 하였다. 그리고 전기자동차를 관리하고 운행하는 EV 운전자에 해당하는 대상자는 Level 1 과정에 Level 2 과정을 이수하는 교육으로 친환경 자동차관련 이론과 고전원 전기장치 관련 안전교육 등을 교육의 범위로 설정하였다. 전기자동차를 직접적으로 다루는 정비업 관련 종사자는 마찬가지로 Level 1부터 Level 3까지를 이수해야하며, 실무 위주의 실습을 위해 실차와 유사한 시뮬레이터나 실습용 차량을 활용하여 진단분석부터 진단기 활용 및 배터리 관련 교육까지를 범위로 설정하였다. 마지막으로 Level 4에 해당하는 전기자동차 관련 교육과 강의를 담당하는 전

| 교육 대상자 | 이수 시간 | 교육 범위 |
|---------|---------------------------|---|
| 관련 전공자 | Level 1 10시간 이상 | <ul style="list-style-type: none"> • 자동차 기초 • 자동차 기초실습 • 자동차 동력장치 • 자동차 진단분석 • 친환경 자동차 기초 |
| EV 운전자 | Level 2 20시간 이상 | <ul style="list-style-type: none"> • HV 안전교육 • EV 배터리(충전 및 안전) 교육 • EV 구성 부품 관련 교육 |
| 정비업 종사자 | Level 3 30시간 이상 | <ul style="list-style-type: none"> • EV 부품 진단 및 정비 • HV 배터리 진단 및 정비 • 배터리 충방전 관련 안전교육 • 배터리 및 EV 부품 탈거/조립 • 시뮬레이터 및 실차 활용 진단분석 교육 • 진단분석 장비 활용법 |
| 전문 교육자 | Level 4 40시간 이상 | <ul style="list-style-type: none"> • 전기전자 전공지식 • 전동기의 구동원리 • EV 구성 부품별 작동원리 • 배터리 소재, 구조와 작동 원리 • EV 제조사별 전문교육 |

Fig. 4 EV education contents for training targets using level grade

문교육자는 심화된 교육 내용을 비롯하여 전기자동차 제조사별 전문교육까지를 이수해야 하는 교육의 범위로 제고해 볼 수 있다. 다만, 이렇게 구분하여 적용하더라도 Level 3에 해당하는 정비업 종사자의 경우 기본적으로 내연기관 자동차에 대한 이론과 정비자격을 부여받은 자로서 전기자동차 교육 시 동력원 변화 부분만 추가로 교육을 이수하면 되지만, 자동차 정비자격을 부여 받지 않는 신규 정비사의 경우에는 자동차에 대한 전반적인 이론 교육을 이수한 후에 고전압 기반 전기자동차 교육이 이루어져야함을 추가로 고려해야 한다. 또한, 자동차 관련 자격을 보유한 상태에서 현장경험 능력에 따라 차이가 발생할 수 있기 때문에 기본적으로 자동차에 대한 이해와 국가 공인 자격을 보유 및 현장 경험이 충분한 대상자여도 추가적인 심화교육을 적용해야 할 것이다.

3.2. 전기자동차 실습 교육과 장비 활용

전기자동차와 관련한 이론 교육을 이수하고 실습과정을 통해 숙련된 엔지니어를 배출하는 것은 매우 중요하다. 특히 전기자동차의 고전원장치를 취급하고 진단과 정비를 담당해야 하는 전문 인력에게는 더욱더 요구되는 조건이

다. 더불어, 고전원장치와 관련된 실습 교육을 위한 장비와 장비의 성능을 파악하고 교육을 통해 교육자의 역량을 키우는 것은 전기자동차 실습 교육의 핵심 요소이다. 실무에서 전기자동차를 접하고 고장이 발생 할 수 있는 요소를 점검 및 직접 진단하여 정비할 수 있는 장비야말로 실제 현장에서 발생할 수 있는 문제를 해결할 수 있는 역량에 도움을 줄 수 있다. 현장에서 일어나는 전기자동차의 고장 점검 사례를 실제로 접하기에는 긴 시간이 필요하므로 실제 차량과 유사한 시뮬레이터를 활용하여 전기자동차를 진단 및 분석할 수 있는 실습이 동반되어야 할 것이다.⁽⁵⁾

Fig. 5에는 전기자동차 교육을 위한 기본 안전장비와 실



Fig. 5 Basic safety equipments and training equipments for EV education

습 교육을 위한 필수 교육장비로, Fig. 4에 나타난 Level 1에서 Level 2에 해당하는 대상자들의 교육에 활용해야 한다. 또한, Fig. 6에 나타난 장비들은 전기자동차의 배터리 점검에 사용되는 교육장비로 고전압 배터리의 구성과 제어시스템 등의 학습을 위한 장비와 고전압 배터리의 탈부착이 가능한 리프트 및 배터리 밸런싱 장비 등을 나타낸다. 추가적으로 고전압 배터리 팩 전체를 교환하는 경우도 있지만, 경제적인 면을 고려해 배터리 모듈 별로 교환하는 경우가 많아 배터리 셀별 전압과 전류를 동일하게 맞추는 셀 밸런싱 장비가 확보되어야 한다. 마지막으로, Fig. 7은 전기자동차 실습 교육 전문화 과정에서 필수적으로 갖추어야 하는 장비인 시뮬레이터로 Fig. 6의 장비들과 함께 Level 3에서 Level 4에 해당하는 대상자들의 교육에 필요하다. 특히, Fig. 7에 해당하는 장비들은 본 저자가 소속된 교육시설에 구축된 장비로 실제 차량과 동일하게 구동되

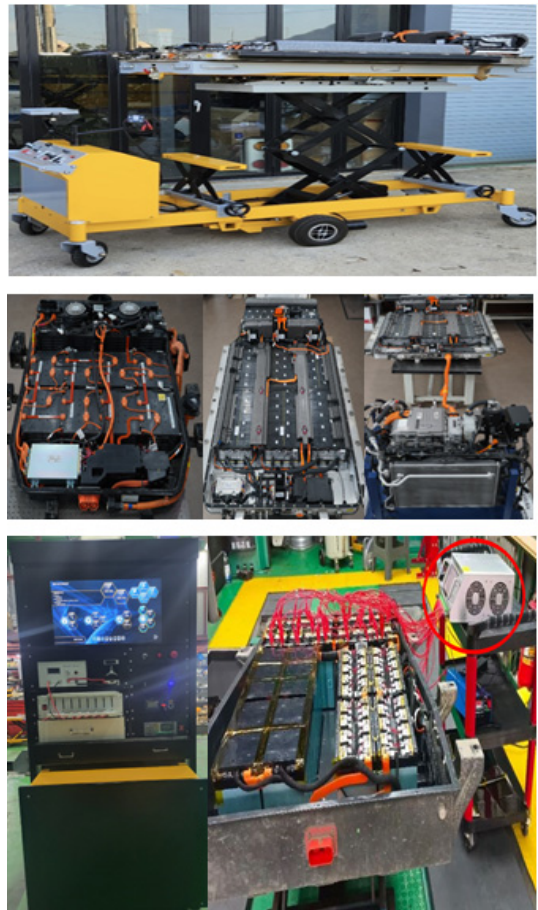


Fig. 6 Educational equipments for the qualification of EV

고 고전압 차단부터 절연과피, 인터락 회로, 충전기 회로의 점검 및 진단을 비롯해 고전압 배터리의 충전 중 화재 예방을 위한 온도 센서와 VPD(Voltage Protection Device) 센서를 진단할 수 있는 특징을 갖추고 있다. 현재 고전원 장치와 관련된 실습용 교육장비가 체계적으로 구축되지 않고 자격검증을 위한 실증장비의 구분이 명확하지 않는 상황에서 교육을 실시 한다는 것은 정비업 종사자나 엔지니어들에게 위험을 감수해야 하는 부담이 존재한다. 그리고 실습 교육은 안전성문제도 충분히 고려되어야 하므로

언급한 실습용 교육장비나 시뮬레이터들을 충분히 활용하면, 교육 대상자를 안전하게 보호하면서 숙련된 엔지니어를 배출할 수 있는 실습 교육 진행이 될 수 있을 것으로 사료된다.

4. 전기자동차 교육 이수 후 자격 부여

4.1. 전기자동차의 자격 구분

자동차의 동력 변화에 따라 친환경 자동차에 대한 다양한 교육이 이루어지고 있으며, 교육 이수자의 기준을 명확하게 구분하기 위해 이수자의 능력을 인정해 주어야 한다.⁽⁶⁾ 교육 이수자를 인정하기 위해서는 국가가 공인하는 자격을 부여해야 하며, 자격을 발부하기 전에 교육기관의 교육 내용에 대한 체계적인 교육이 선행되어야 한다. 기존 내연기관 자동차 관련 국가 공인 자격을 보유한 대상자가 전기자동차 관련 자격을 취득하고자 할 때와 신규로 전기자동차 교육을 이수하여 자격을 취득하고자 하는 대상자들 사이에서는 복잡한 관계가 얽혀 있으므로 전기자동차 관련 자격 부여는 매우 복잡하다. 예를 들어 고전원장치와 관련된 고전압 안전교육을 이수한 대상자가 친환경 자동차 관련 직무에 근무를 할 경우 직무의 범위를 어디까지 인정해야하는지는 쉽게 판단할 수 없다.

앞으로 친환경 자동차는 전 세계적으로 기하급수적으로 증가할 것이다. 증가하는 친환경 자동차를 관리하고 진단하여 고장 요소를 해결하기 위해서는 국가가 인정하는 자격증 제도는 필수적이다. 기존에 자동차 관련 자격과의 차별성도 분명히 필요하다. 자격을 발부하는 조건에서도 엄두 해야 할 부분은 기존의 자동차관련 자격증을 보유하고 기능을 인정받은 대상자가 전기자동차 교육 수료와 자격시험을 응시하여 추가 합격한 경우에는 새로운 자격증 형태로 발급하여 기존의 자동차관련 자격과 전기자동차를 취급할 수 있는 자격이 일원화되어야 한다. 그리고 신규 자동차 자격을 발부 받고자 하는 대상자는 기존 자격증 제도에 전기자동차를 추가하여 실시하면 될 것이다. 하지만 새로운 자격증 제도에서 추가한 전기자동차의 경우 자격시험 응시자가 어느 정도 수준인지에 따라 시험 중에 위험 발생을 고려해야 한다. 시험을 주관하는 주관자와 감독관의 경우 시험 응시자가 고전압에 노출될 가능성이 매우 높기 때문에 시험응시자가 고전압 안전교육을 이수한 수료증을 제출할 경우만 시험을 응시할 수 있도록 하여야 할 것이다. 그리고 전기자동차 교육 이수에 대한 기준 또한 매우 중요하다. 현재 친환경 자동차 및 고전압 안전교



Fig. 7 EV educational simulators

육 등 여러 단체와 기관에서 실시하고 발급하는 수료증에 대한 신빙성에 의문을 가져야한다. 이러한 교육을 위해 정부와 지자체 등에서는 많은 예산을 드려 교육을 진행하고 있으나 추후 교육생들의 자격 부여를 위한 수준 평가에 문제점이 발생할 수 있으므로, 본 논문에서 제시한 기본적인 실습용 기자재를 충분히 구축하고 구축된 교육장을 중심으로 체계적인 교육과 강의자의 수준도 검토된 교육을 실시해야 한다.

4.2. 전기자동차 자격 부여의 당위성

자동차 분야와 전기 분야의 자격증 활용분야⁽⁷⁾를 정리하여 Table 1에 나타내었으며, 자동차 관련 자격증의 활용도는 자동차 관련 정비업에서만 활용되지만, 전기 관련 자격증은 전기가 사용되는 모든 분야에 활용될 수가 있어 한 분야가 아닌 여러 분야로 확장할 수 있다는 장점이 있다. 이에, 전기 관련 자격에 전기자동차 관련 교육 및 시험을 만들어 자격 검증을 받고 자격을 부여하면, 전기 분야에 대한 전반적인 내용을 인지하고 있기 때문에 친환경 자동차나 배터리 관련 사고에 신속하게 조치할 수 있고 안전사고를 예방하는 전문가를 양성하는 효과를 볼 수 있다.

또한, 유럽연합 집행위원회(EU)는 오는 2025년부터 강화된 배기가스 규제인 유로7을 도입할 예정이다. 이에 따라 국내의 승용, 상용차는 물론 건설기계, 농기계, 철도 또한 친환경 시스템을 구축해가고 있는 실정이다. 친환경 건설기계 및 농기계를 운영하기 위해서는 운행 중 발생하는 안전사고를 대비하고 사고 발생 시 기본적인 조치가 가능하도록 고전압 안전교육 관련 자격 취득을 조건으로 고전압 관련 기본 지식을 갖추고 운행을 해야 한다. 추가로 건설기계, 농기계, 자동차 검사직 종사자들은 해당 차량의 문제점과 안전사고의 원인을 파악

하고 사전에 조치할 수 있도록 해야 하기 때문에 전문가급 고전원장치 관련 자격 취득을 필수로 두어 고전압에 대한 심화 내용을 파악하고 있어야 한다. 더불어 자동차의 동력장치 전환 및 기존의 자동차에 국한하지 않고 모빌리티라는 테마로 통합되고 있는 현시점에서 고전원장치에 대한 전문 지식과 취급을 위한 자격 부여는 필수적으로 도입되어야 한다.

5. 결론

내연기관 자동차에서 친환경 자동차로 동력이 전환됨에 따라 고전원 전기장치를 기반으로 하는 전기자동차의 체계적인 교육 구축은 필수적이다. 이에, 전기자동차의 교육 대상자별 등급과 최소의 교육 이수시간 및 교육의 범위를 기반으로 체계적인 교육 방법을 제시하였고, 높은 수준의 자격이 요구되는 교육은 충분한 실습 교육장비를 보유한 상태에서 교육이 진행되어야 함을 제안하였다. 마지막으로, 교육 이수자의 기준을 명확하게 구분하기 위해 교육 이수 수준 및 실무 능력으로 구분하고, 그에 맞는 적절한 자격을 부여할 수 있는 제도가 필수적으로 도입되어야 함을 시사하였다.

후 기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역 혁신 사업의 결과입니다.(과제관리번호: 2021RIS-002).

참고문헌

- (1) 국토교통부, 2022, “자동차 누적등록대수 2,535만대-전기차 30만대 돌파,” pp. 1~19.
- (2) 국민권익위원회, 2023, “소상공인 부담 경감을 위한 규제혁신 제도개선-자동차 정비업 등록기준 합리화,” pp. 1~21.
- (3) Gover, James E., Mark G. Thompson, and Craig J. Hoff, 2010, “Design of a hybrid electric vehicle education program based on corporate needs,” 2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, pp. 1~4.
- (4) ZVEI – German Electrical and Electronic Manufacturers’ Association Centre of Excellence Electric

Table 1 Application of automobile-related certificates and electricity-related certificates

| 활용분야 | |
|------------|--|
| 자동차 관련 자격증 | 자동차 제조 및 판매업, 자동차 A/S업, 외제차 수입업, 자동차정비업, 자동차부품 제조업, 중고차 매매업, 자동차 검사업, 자동차 운수업, 자동차 정비업, 자동차 인테리어 및 튜닝업 등 |
| 전기 관련 자격증 | 전기공사 시공업, 전기직 공무원, 전기안전관리대행업, 전기안전관리사, 전력기술인, 전기안전관리자 등 |

- Mobility, 2013, "Voltage Casses for Electric Mobility," pp. 1~44.
- (5) Economics & Policy Analysis Group, 2012, "Eeetric Vehicles: The Market and Its Future Workforce Needs," pp. 1~90.
- (6) 전주수, 전진원, 2021, "전기자동차 관련 전문자격 제도의 개선방향과 과제," 자동차안전학회지, 제3호, pp. 26~31.
- (7) 대한전기기술교육원, "전기기사 자격증이란?-자격 활용방안," <http://daehan-e.co.kr/>