

전기저장장치 & V2G 시설안전 기준(고시/공고) 현황



김 기 현 | 대한전기협회 기술기준처 팀장
신 성 수 | 대한전기협회 기술기준처 차장

1. 전기저장장치 시설기준

1.1 개요

전기 저장장치(EES System, Electrical Energy Storage System)는 생산된 전력을 기계적, 전기적, 화학적, 전기화학적 형태로 저장하여 필요시 전력계통 및 부하에 전력을 공급하는 시스템으로서 용도는 계통에 연계하여 상용전원으로 사용하는 것과 비상용 예비전원으로 사용하는 것으로 나눌 수 있다. 전기저장장치는 다양한 용도로 사용할 수 있어 아직 그 용도에 따른 시설 안전규정은 추가적으로 계속 검토 및 제정이 되어야 할 것이다. 상용전원용은 발전전력 평준화, 전력품질 향상, 수전전력 평준화, 부하 평준화 등으로 구분할 수 있다.

전기저장장치는 저장

표 1.1 저장 형태에 따른 전기저장장치의 예

저장 형태	저장장치의 예
기계적	양수발전(PS), 압축공기(CAES), 플라이휠(FES)
전기 화학적	축전지(LA), 니켈-카드뮴전지(NiCd), 리튬이온전지(Li-ion), 금속공기전지(Me-air), 나트륨-황전지(NaS), 나트륨니켈클로라이드(NaNiCl), 레독스플로우전지(RFB)
화학적	수소저장(H2), 합성천연가스(SNG)
전기적	이중층캐패시터(DLC), 초전도저장(SMES)

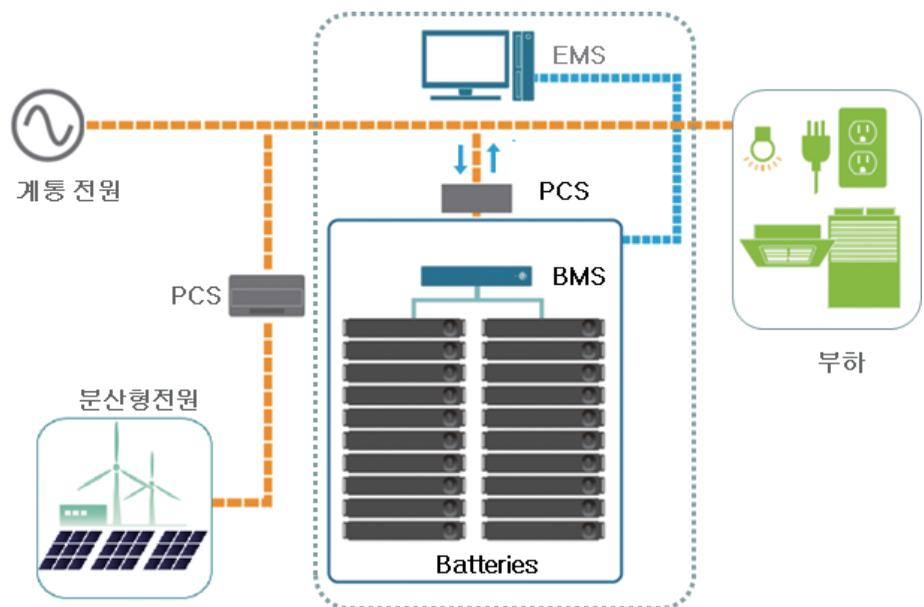


그림 1. 이차전지를 이용한 전기저장장치의 구성

형태에 따라서 기계적, 전기화학적, 화학적, 전기적인 저장장치로 구분할 수 있으며 저장 형태에 따른 전기저장장치의 예는 표 1.1과 같다.

대표적인 전기저장장치는 충·방전이 가능한 이차전지에 에너지를 저장하여 저장된 에너지를 AC-DC 변환 및 전력품질을 제어하는 PCS(Power Conversion System), 축전지의 상태 모니터링 및 충·방전을 제어하는 BMS(Battery Management System), 시스템의 운영을 제어하는 EMS(Energy Management System) 등으로 구성된다. 이차전지를 이용한 전기저장장치의 일반적인 구성은 그림 1과 같다.

1.2 전기저장장치 시설기준 고시

전기저장장치의 용어를 처음으로 사용한 것은 전기설비기술기준 제72조(비상용 예비전원의 시설)제2항에서 기존의 발전기 이외에 이차전지 등을 이용한 전기저장장치를 사용할 수 있도록 규정하였다. 이를 위해 대한전기협회에서 운영하고 있는 한국전기기술기준위원회에서 심의를 거쳐 정부에 보고하여 2013년 11월 18일에 고시(산업통상자원부 고시 제2013-162호)하였다.

제72조 (비상용 예비전원의 시설) ① <생략>

② 비상용 예비전원으로 발전기 또는 이차전지 등을 이용한 전기저장장치를 시설하는 공간에는 환기 등 필요한 시설을 갖추어야 한다.

전기저장장치에 대한 정의와 발전소에 전기저장장치를 추가적으로 정의하였고, 최소한의 전기저장장치의 안전을 위한 시설기준을 2014년 12월 18일에 고시(산업통상자원부 고시 제2014-245호)하였다. 제3조 정의에서 “발전소”란 발전기 및 원동기, 연료전지, 태양전지, 전기저장장치 등이 시설되어 있는 장소, 즉 발전 설비의 건물이 있는 구내를 가리키는 용어이다. 전기의 생산은 다른 에너지원을 이용하여 전기를 발생시키는 것과 전기저장장치 등을 이용하여 전기를 저장 후 공급하는 것을 포함하는 의미이다.

제3조 (정의)

1. “발전소”란 발전기·원동기·연료전지·태양전지·해양에너지발전설비·전기저장장치 그 밖의 기계기구[비상용 예비전원을 얻을 목적으로 시설하는 것 및 휴대용 발전기를 제외한다]를 시설하여 전기를 생산[원자력, 화력, 신재생에너지 등을 이용하여 전기를 발생시키는 것과 양수발전, 전기저장장치와 같이 전기를 다른 에너지로 변환하여 저장 후 전기를 공급하는 것]하는 곳을 말한다.

28. “전기저장장치”란 전기를 저장하고 공급하는 시스템을 말한다.

제53조의3에서 전기저장장치 설비로 인한 인체의 보호는 작업자, 관리자뿐만 아니라 일반인을 포함하여 전기적, 물리적 위험으로부터 보호하도록 하고 다른 전기설비에 대한 위해를 방지하도록 규정하고 있다. 또한 안전하게 전기를 저장하고 다양한 용도(피크전력 저감을 통한 수요관리, 신재생에너지원의 출력 안정, 주파수 조정 등의 전력품질 향상, 비상용 예비전원 등)로 사용되는 전기저장장치의 사용 목적에 따라 전력계통 또는 부하에 전기를 안정적으로 공급할 수 있도록 필요한 보호 및 제어장치를 갖추고 전기저장장치의 특성에 따라 폭발 등의 우려가 없도록 시설하도록 규정하고 있다.

제53조의3 (전기저장장치의 시설)

① 전기저장장치를 시설하는 경우에는 인체 감전, 화재 그 밖에 사람에게 위해를 주거나 다른 전기설비에 지장을 주지 않도록 시설하여야 한다.

② 전기저장장치는 사용 목적에 따라 전기를 안정적으로 저장하고 공급할 수 있도록 적절한 보호 및 제어장치를 갖추고 폭발의 우려가 없도록 시설하여야 한다.

1.3 전기저장장치 시설기준 공고(판단기준)

이차전지를 이용한 전기저장장치를 시설하기 위한 최소한의 안전요건을 규정하기 위해 ‘전기저장장치 활성화 및 안정성 확보를 위한 시설기준 연구’(전력기반조성사업 : '14.08.01~'14.10.31)를 통하여 용어 정의 및 일반 시설요건

등의 개정(안)을 작성했고, 기술세미나 등을 통하여 산업계 의견 수렴 및 한국전기기술기준위원회에서 심의를 거쳐 2016년 1월 29일에 공고(산업통상자원부 공고 제2016-34호) 되었다. 제2조 정의에서 전기저장장치를 분산형전원으로 포함하여 시설시 분산형전원 계통연계설비의 시설 기준을 준용할 수 있도록 하였다.

제2조 (정의)

14. “분산형전원”이란 중앙급전 전원과 구분되는 것으로서 전력소비지역 부근에 분산하여 배치 가능한 전원(상용전원의 정전시에만 사용하는 비상용 예비전원을 제외한다)을 말하며, 신·재생에너지 발전설비, 전기저장장치 등을 포함한다.

제295조의 전기저장장치 일반 요건으로서는 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 금속제의 외함 및 이차전지의 지지대를 접지하도록 규정하고 있다.

또한 이차전지에서 발생 가능한 폭발성 가스의 축적을 방지하기 위한 환기시설을 갖추고, 온도와 습도가 제조자가 요구하는 조건을 충족한다면 온도와 습도를 유지하기 위한 별도의

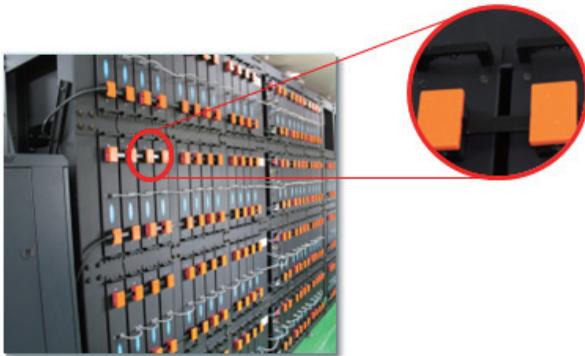


그림 2. 축전지의 충전부 절연

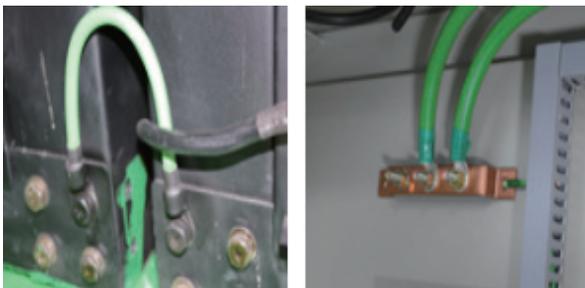


그림 3. 금속제 외함 및 지지대 접지 시설

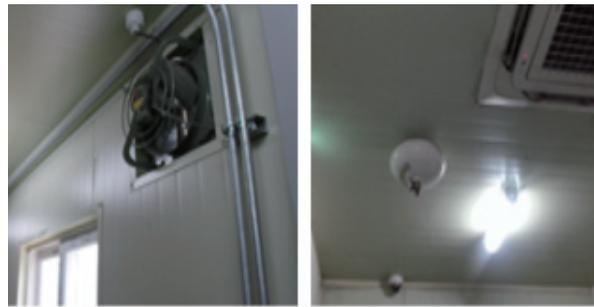


그림 4. 이차전지를 시설하는 장소의 환기 및 조명 시설

장치는 필요하지 않다. 보수 또는 점검을 위한 충분한 공간을 확보하고 조명설비를 시설하도록 규정하고 있고, 부식성 가스 또는 용액에 의해서 부식되지 않도록 하고 자중과 지진 등의 진동 또는 충격에 견딜 수 있도록 시설하고, 지하 전기실 또는 옥외에 별도로 시설되는 경우 침수의 위험이 없이 시설하도록 규정하고 있다.

제4절 이차전지를 이용한 전기저장장치의 시설

제295조 (전기저장장치 일반 요건)

① 이차전지를 이용한 전기저장장치는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.

1. 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 금속제의 외함 및 이차전지의 지지대는 제33조에 따라 접지공사를 할 것.
2. 이차전지를 시설하는 장소는 폭발성 가스의 축적을 방지하기 위한 환기시설을 갖추고 적절한 온도와 습도를 유지할 것.
3. 이차전지를 시설하는 장소는 보수점검을 위한 충분한 작업공간을 확보하고 조명설비를 시설할 것.
4. 이차전지의 지지물은 부식성 가스 또는 용액에 의하여 부식되지 아니하도록 하고 적재하중 또는 지진 등 기타 진동과 충격에 대하여 안전한 구조일 것.
5. 침수의 우려가 없는 곳에 시설할 것.

② 제8장 제4절에서 정하지 않은 전기저장장치의 시설은 관련 판단기준을 준용하여 시설하여야 한다.을 포함한다.

제296조의 전기저장장치 제어 및 보호장치에서는 전기저장장치가 계통에 연계되는 경우 제283조(계통연계용 보호장치의 시설) 제1항 및 제2항에 따라 전력계통으로부터 분리하고 해당 계통과의 보호협조를 하도록 규정하고 있고, 전기

저장장치가 비상용 예비전원의 용도를 겸하여 시설되는 경우에는 연계된 전력계통의 이상 또는 고장으로 정전이 되더라도 비상용 예비전원으로서 비상용 부하에 안정적으로 전력을 공급하도록 필요한 장치를 시설하도록 규정하고 있다.

또한 이차전지가 이상이 발생했을 때 자동적으로 전로로부터 차단하는 장치를 시설하고, 직류측 전로에 과전류 차단기 및 지락이 발생했을 경우에 이를 검출하고 전로를 차단하는 장치를 시설하도록 규정하고 있다.

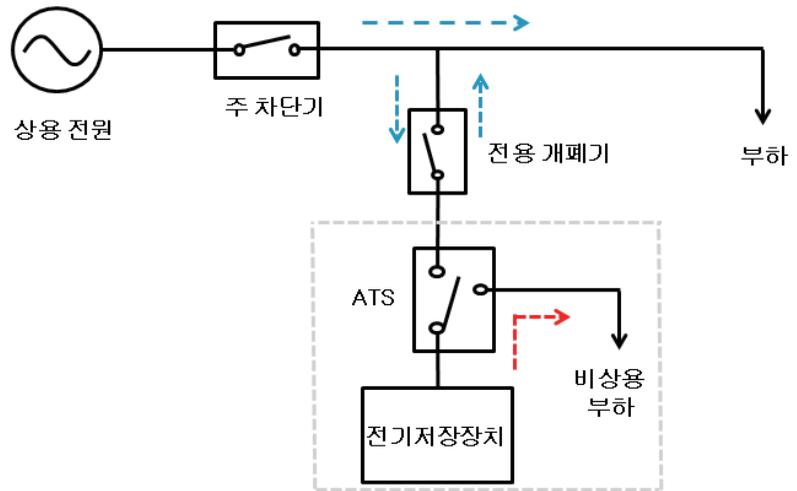


그림 5. 비상용 예비전원 용도를 겸하는 전기저장장치

제296조 (제어 및 보호장치)

- ① 전기저장장치를 계통에 연계하는 경우 제283조 제1항 및 제2항에 따라 시설하여야 한다.
- ② 제1항의 규정에도 불구하고 전기저장장치가 비상용 예비전원 용도를 겸하는 경우에는 비상용부하에 전기를 안정적으로 공급할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.
- ③ 전기저장장치의 접속점에는 쉽게 개폐할 수 있는 곳에 개방상태를 육안으로 확인할 수 있는 전용의 개폐기를 시설하여야 한다.
- ④ 전기저장장치의 이차전지에는 다음 각 호에 따라 자동적으로 전로로부터 차단하는 장치를 시설하여야 한다.
 - 1. 과전압 또는 과전류가 발생한 경우
 - 2. 제어장치에 이상이 발생한 경우
 - 3. 이차전지 모듈의 내부 온도가 급격히 상승할 경우
- ⑤ 제38조에 의하여 직류 전로에 과전류차단기를 설치하는 경우 직류 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 하고 “직류용” 표시를 하여야 한다.
- ⑥ 제41조에 의하여 직류전로에는 지락이 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다.

제297조의 전기저장장치 계측장치에서는 전기저장장치의 최소한의 계측범위를 규정하고 있으며 이차전지의 경우 집합체의 출력단자의 전압, 전류, 전력 및 충·방전 상태와 변압기의 전압, 전류 및 전력을 계측하여 표시하도록 하고 있고, 발

전소·변전소 등 중요 설비 또는 이에 준하는 장소에 시설되는 경우에 전기저장장치의 전로가 차단되었을 때에는 관리자가 이를 확인할 수 있도록 경보장치를 시설하도록 규정하고 있다.

제297조 (계측장치)

- ① 전기저장장치를 시설하는 곳에는 다음 각 호의 사항을 계측하는 장치를 시설하여야 한다.
 - 1. 이차전지 집합체의 출력 단자의 전압, 전류, 전력 및 충·방전 상태
 - 2. 주요변압기의 전압, 전류 및 전력
- ② 발전소·변전소 또는 이에 준하는 장소에 전기저장장치를 시설하는 경우 전로가 차단되었을 때에 관리자가 확인할 수 있도록 경보 장치를 시설하여야 한다.

2. 전기자동차 전원설비(충전설비 및 충·방전설비)

2.1 개요

정부는 전기자동차를 제주도에서 전국적으로 확산하여 2030년까지 100만대 이상 확산할 예정이다. 우선적으로 대중교통, 공공기관, 제주도를 중심으로 보급한다는 계획이다. 전기자동차 확산에 따라 전기자동차 충전인프라도 꾸준히 증설해 2020년까지 급속충전기 1400기를 확보할 방침이다. 전기자동차 전원을 공급하고 또는 전기자동차에서 저장된 전원을



그림 6. 전기자동차 충전설비(충전소)



그림 7. 전기자동차 충·방전설비(충전소)

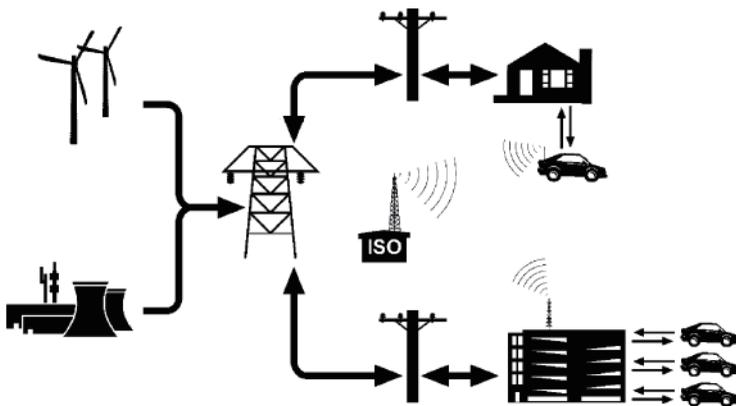


그림 8. 전기자동차 충·방전설비의 전원 구성도

계통 등에 연계 할 수 있는 시설 기준은 현재 꾸준히 검토 제·개정 하고 있다. 먼저 그림 6과 같이 전기자동차 충전설비는 현재 전국에 시설 되고 있고, 그림 7과 같이 충·방전이 가능한 시설은 현재 시범사업으로 국내 두 곳에서 시설 되어 있다.

2.2 전기자동차 전원설비 고시

전기자동차란 도로 운행용 자동차로서 그 목적상 전기 모터사이클 및 이와 유사한 유형의 차량과 산업용 트럭, 호이스트, 기중기, 트랜스포트, 골프 차량, 공항 내 승객 운반용 차량, 트랙터, 보트 및 이와 유사한 차량과 같은 비도로(off-road)용 자력추진식 전기자동차는 포함되지 않는다. 이러한 전기자동차의 전원설비는 전기자동차에 전기를 공급하기 위한 충전설비와 전기자동차에 충전하거나 저장된 전기를 전력계통 또는 부하에 공급하기 위한 충·방전설비(V2G)를 포함한다.

전기자동차의 전원설비는 기술기준 제2조(안전원칙)에 따라 감전, 화재 그밖에 사람에게 위해를 주거나 손상을 줄 우려가 없도록 시설하여야 하며 사용목적에 적절하고 안전하게 작동하도록 제어장치 및 보호장치를 시설하도록 규정하고 있다. 기술기준 제53조의 2는 2011년 1월 5일에 고시(지식경제부 고시 제2011-1호)되었을 때는 전기자동차 전원공급설비 즉 충전설비의 내용으로 고시되었고, 2016년 1월 29일에 고시(산업통상자원부 공고 제2016-15호)에는 기존의 전기자동차에 전기를 공급하는 공급설비(충전설비)에 충·방전설비를 구분하여 최소한의 시설안전 규정을 선언적으로 제정하였다.

제53조의2(전기자동차 전원설비의 시설)

전기자동차(도로 운행용 자동차로서 재충전이 가능한 축전지, 연료전지, 광전지 또는 그 밖의 전원장치에서 전류를 공급받는 전동기에 의해 구동되는 것을 말한다.)에 전기를 공급하기 위한 충전설비 또는 전기자동차에 전기를 공급하거나 저장한 전기를 방전하기 위한 충·방전설비는 감전, 화재 및 사람에게 위해(危害)를 주거나 물건에 손상을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다. 또한, 전기자동차 충전설비 및 충·방전설비는 안정적으로 충전 또는 충·방전할 수 있도록 제어 및 보호장치를 시설하여야 한다.

2.3 전기자동차 전원설비 공고

전기자동차 전원공급설비는 1 kV 이하의 표준 교류 전원전압 또는 1.5 kV 이하의 직류전압을 이용하여 전기자동차를 충전하는 장치와 그 충전장치에 전기를 공급하는 전기공급설비 또는 전기수용설비이기 때문에 전원공급설비의 단락 또는 지락, 과전류시 전기화재의 위험이 존재하며, 인체가 접촉하였을 때 감전사고의 위험이 존재한다. 이러한 사고를 예방하기 위한 전기자동차 전원공급설비의 기준은 전기설비기술기준의 판단기준 제37조(개폐기의 시설), 제38조(저압전로 중의 과전류

차단기의 시설), 제 41조(지락차단장치 등의 시설)를 참조하였으며, KS C IEC 61851-1과 KS R IEC 61851-22 및 NEC 625장, 스마트그리드 단체 기준을 참고하여 2011년 1월 5일에 제정 공고(지식경제부 공고 제2011-1호)하였다. KS C IEC 61851-1에서는 과전류보호를 위한 회로차단기는 정격전류의 125%를 기준으로 하고 있으며, 고장보호가 효과적이지 않거나 사용자가 부주의로 인한 감전 사고에 대하여 추가로 보호설비를 시설하도록 규정하고 있다. KS R IEC 61851-22에서는 과전류와 과전압에 대한 보호는 KS C IEC 60364-4-43 및 KS C IEC 60364-4-44의 요구사항에 따르도록 규정하고 있다. 또한, 제2항제6호는 감전 등의 사고를 방지하기 위하여 관리자 또는 점검자가 아닌 일반인이 충전장치 외함 등의 문을 쉽게 열수 없도록 잠금장치 등을 시설하도록 2016년 1월 29일 개정 공고(산업통상자원부 공고 제2016-34호)하였다. 이와 같이 전기자동차 전원공급설비의 전원측에는 전기화재와 감전사고를 예방하기 위한 전용의 과전류 차단기 및 지락사고 시 자동으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 하며 전기자동차에 전기를 공급하기 위한 저압전로의 배선기구는 현행 판단기준 제170조(옥내에 시설하는 저압용의 배선기구의 시설)과 제221조(옥측 또는 옥외에 배분전반 및 배선기구 등의 시설)의 규정을 준용하도록 하였다.

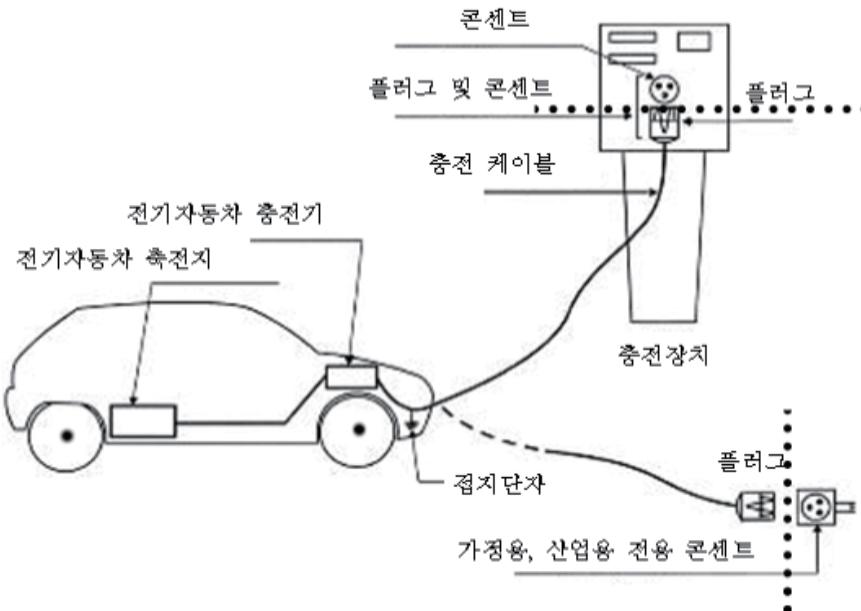


그림 9. 전기자동차에 부착된 충전 케이블과 충전장치 접속

제286조(전기자동차 충전설비의 시설)

- ① 전기자동차를 충전하기 위한 저압전로는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다. ~ <생략>
2. 배선기구는 제 170조 및 제221조에 따라 시설할 것.
- ② 전기자동차 충전장치는 다음 각 호에서 정하는 바에 따라 시설하여야 한다. ~ <생략>
6. 전기자동차의 충전장치는 쉽게 열 수 없는 구조일 것.
- ③ 충전 케이블 및 부속품(플러그와 커플러를 말한다)은 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다. ~ <생략>
- ④ 충전장치의 부대설비는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다. ~ <생략>
- ⑤ 그 밖에 전기자동차 충전설비와 관련된 사항은 KS C IEC 61851-1, KS C IEC 61851-21 및 KS R IEC 61851-22 표준을 참조한다.

전기자동차 충·방전설비의 시설에 대하여서는 전기자동차에서 저장된 전원을 방전하여 계통 연계 또는 기타 시설을 통해 부하에 전기를 공급 할 경우 최소한의 안전 규정을 검토 중에 있고, 충·방전설비의 시장 활성화에 따라 관련 규정을 제정 공고 할 예정에 있다.

3. 맺음말

정부는 지난 2015년 11월 23일 세종컨벤션센터에서 ‘기후 변화 대응 및 에너지 신산업 토론회’를 열고 ‘2030 에너지 신산업 확산전략’을 발표했다. 4대 에너지 신산업 분야 중에 소규모 신재생에너지, ICT 기술 등을 활용하여, 누구나 직접 전기를 생산하고, 소비하는 다양한 유형의 에너지 프로슈머와 순수 전기자동차 제조업과 더불어 전기자동차 연관 생태계 활성화를 위한 전기자동차 확산이 포함되어 있다. 따라서 대한전기협회에서는 정부의 신산업 확산 정책 방향에 따라 전기저장장치와 전기자동차 충전설비 및 충·방전설비의 최소한 안전 시설 규정을 계속적으로 연구 개발하여 제·개정 할 예정이다. 

참 고 문 헌

- [1] 전기설비기술기준, 산업통상자원부 고시 제2016-15호 (‘16.1.29)
- [2] 전기설비기술기준의 판단기준, 산업통상자원부 공고 제2016-34호(‘16.1.29)
- [3] IEC White paper, 2011, “Electrical Energy Storage”, TC 120
- [4] 대한전기협회, 전기저장장치 활성화 및 안정성 확보를 위한 시설기준 연구, 전력기반조성사업, 2014.10
- [5] 성균관대학교, V2G & 전기자동차 전원설비 관련 규정 연구, 대한전기협회, 2015.10