

V2G 적용 사례 및 국내 시설기준 제정 방향



김철환

성균관대학교 전자전기공학부 교수

1 개황

V2G는 Vehicle-to-Grid의 줄임말로써, 전기자동차가 계통에 연계되어 전기자동차 내의 배터리에 충전을 하거나 저장된 전력을 계통으로 역송전하는 시스템을 의미한다. AC Propulsion, Inc.에서 최초로 이 용어를 쓰기 시작하였으며, 1997년 미국의 University of Delaware의 Willett Kempton 교수가 이 개념을 정립하였다.

국외에서는 미국을 중심으로 V2G 시스템에 대한 연구 및 실증이 활발히 이루어지고 있다. 특히, Smart Power Infrastructure Demonstration for Energy Reliability and Security(SPIDERS) 과제를 통해 양방향 EVSE(Electric Vehicle Supply Equipment)를 갖춘 V2G 테스트베드를 구축하였고, National Renewable Energy Laboratory(NREL)에서는 그림 1과 같이 V2G 시스템을 설치하여 실증하고 있다.





그림 1 Off-Board DC V2G 테스트베드



그림 2 광주과학기술원에 설치된 V2G 실증용 전기자동차 충전소

산업통상자원부는 자동차 관련법 개정 및 전기자동차 구매비용 보조, 세제혜택 부여 등 전기자동차 충전 서비스 사업을 위한 법제도와 인증 체계 구축 계획을 발표하였으며, 2013년부터 전기자동차용 배터리와 전력계통을 연계한 V2G 시스템을 새로운 사업 모델로 선정하였다. 우리나라에서는 광주과학기술원의 창조경제혁신센터와 서울대학교 공과대학에 V2G 실증용 전기자동차 충전소가 설치되어 운영 중에 있다.

V2G 시설 기준을 제정하기 위한 활동은 현재 여러 단체에서 수행 중이다. 국제 표준화 기구(ISO, International Organization for Standardization)나 국제 전기기술 위원회(IEC, International Electrotechnical

Commission) 등 국제 표준화 기구에서는 전기자동차의 국제 표준 선점 경쟁이 치열하게 진행되고 있으며, 우리나라에서도 전기자동차 상용화 기술 개발과 표준화 사업을 통하여 표준 개발을 진행하고 있다. 다음 표 1은 전기 자동차 계통연계 시 요구되는 ISO 및 IEC의 국제 표준제정 동향을 나타낸 것이다.

전기자동차의 V2G 동작을 위해서는 V2G 설비와 전기 자동차 계통연계에 대한 영향을 반드시 고려해야 한다. V2G 설비에 대한 규정으로는 대표적으로 UL 2231-1[1]과 UL 9741[2]이 있으며, 계통 영향에 대한 규정은 IEEE 1547[3]과 SAE J2836/3[4]이 대표적이다.

표 1 전기 자동차와 관련된 다양한 국제 표준 위원회 및 활동

구분	분야	내용
ISO TC 22/SC 3 Electrical and electronic equipment	자동차 전기전자장치	전기, 전자기기
ISO TC 22/SC 21 Electrically propelled road vehicles	전기 자동차 성능, 안전 등	HEV, FCEV 등 13종 및 PHEV 리튬 2차 전지 등 4종 표준개발
IEC TC 69 Electrical road vehicles and electric industrial trucks	충전장치, 모터 등 전기적 부품	IEC 61851, IEC 62576, IEC 61980, IEC 61981 등의 표준 제정
IEC TC 21 Secondary cells and batteries	배터리 셀, 모듈의 성능, 안전성	배터리 셀, 모듈의 성능, 안정성
IEC SC 23H Industrial plugs and socket-outlets	플러그, 소켓 등	IEC 62196

2 현황

현재 전기 자동차는 비용, 주행 거리, 충전 방식 등 여러 가지 문제점을 갖고 있는 것이 사실이다. 그러나 신규 모델 출시, 가격 인하를 통한 소비자의 관심 증가, 정부의 보조금 지급 및 환경 규제 강화, 배터리 성능 개선을 통한 주행거리 향상을 통하여 이러한 문제들은 점차 해결 것으로 예상된다. 특히 미래에는 전기 자동차의 보급이 점차적으로 증가될 것으로 예상된다. 이러한 경향에 따라 향후 다수의 전기 자동차 또는 하이브리드 전기 자동차 소유주가 V2G 시스템에 참여

할 것으로 기대되고 있다. 참고문헌 [5-6]에서는 V2G 시스템이 다음과 같은 4가지의 기능을 수행할 수 있을 것으로 언급하고 있다. 이 중에서, 가장 핵심적인 기능은 최대 부하 시에 계통으로 전력을 공급하는 것이다 (그림 3 참조).

- ① Load Leveling : 부하 평준화
- ② Regulation Service: 주파수 및 전압 조정
- ③ Spinning Reserves : 전력 예비력 공급
- ④ Stabilizing the Intermittency of Renewable Energy : 신재생에너지 출력 안정화

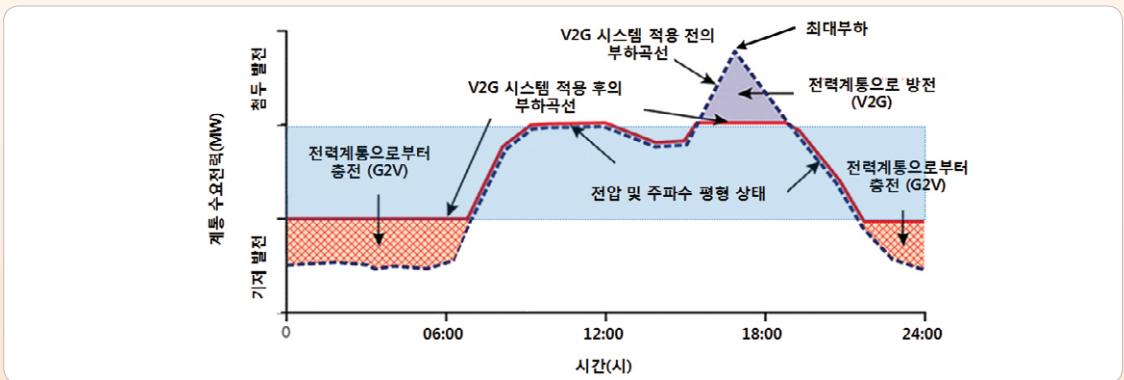


그림 3 V2G 시스템을 이용한 부하 평준화 개념

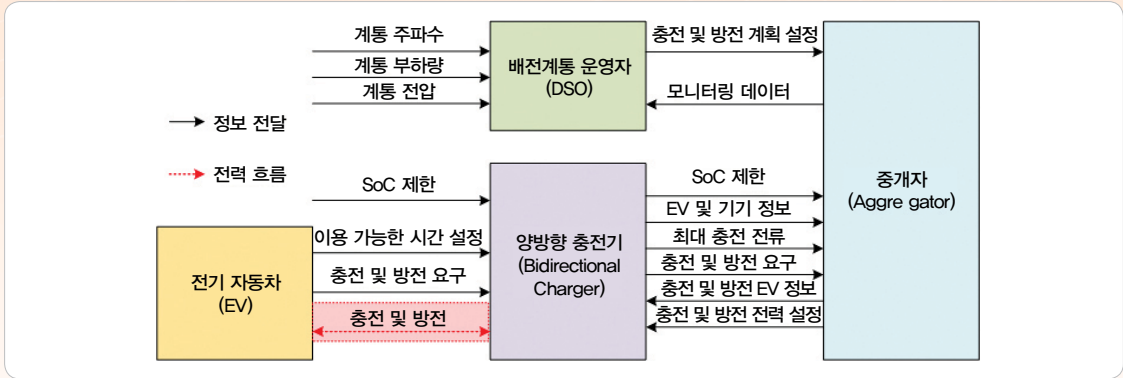



그림 4 V2G 시스템 구성요소간의 관계

또한, 전기자동차 소유주 입장에서는 계통으로 전력을 역송전하여 인센티브 지급과 같은 경제적인 이익을 취할 수 있으므로 V2G 시스템은 전력회사와 소비자 모두에게 이익을 가져다 줄 수 있는 시스템이 될 것으로 예상된다.

그러나 V2G 시스템은 그림 4와 같이 전력생산(전력회사) 단계로부터 최종 소비 단계(소비자)에 이르기까지 다양한 구성요소로 이루어진 복잡한 시스템이므로 기존의 전력계통과 비교하여 고려해야 할 사항이 매우 많다. 우선적으로 현재의 전력계통은 전력이 단방향으로 공급되는 것이 일반적이지만, V2G 시스템이 구축될 경우 전력 거래는 양방향으로 이루어지게 된다. 따라서 계통의 보호협조 문제, 전압 변동, 고조파 발생, 과도현상 발생, 잦은 충·방전으로 인한 배터리 수명 단축 등과 같은 문제가 발생할 것으로 예상되며 이러한 문제들에 대한 대책이 반드시 요구된다.

3 향후 계획

국내에서는 한전을 비롯한 전력회사들과 여러 대학에서 V2G 시스템에 대한 연구를 진행하고 있다. 또한, 대한전기협회에서는 현재 저명한 국제 표준 기구들에서 제정한 표준들을 기반으로 국내 실정에 맞는 V2G 설비 및 계통연계에 대한 기술기준, 판단기준 및 내선 규정을 제정 중이다.

성균관대학교에서는 앞으로 전기자동차 계통연계에 의하여 발생할 수 있는 문제점 분석 및 대책 개발, 그리고 스마트 충·방전 및 V2G 시스템 제어 알고리즘 개발 등에 대한 연구를 수행할 예정이다. 또한, 논문 작성 후 국제/국내 학술지 발표와 게재를 통해 연구결과를 타 연구자와 공유할 계획이며, 이러한 연구 활동을 통하여 전기자동차 보급, V2G 시스템의 구축 및 시설기준 제시에 기여해 나갈 예정이다. 

참고문헌

- [1] UL 2231-1, "Standard for Safety, Personnel Protection Systems for Electric Vehicle (EV) Supply Circuits: General Requirements", Sep. 2012
- [2] UL 9741, "Outline of Investigation for Bidirectional Electric Vehicle (EV) Charging", Mar. 2014
- [3] IEEE Standard Coordinating Committee, "IEEE Std 1547™, IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems", 2009
- [4] SAE J2836/3, "Use Cases for Plug-in Vehicle Communication as a Distributed Energy Resource", Jan. 2013
- [5] National Petroleum Council, "V2G White paper", Aug. 2012
- [6] Corey D. White, K. Max Zhang, "Using vehicle-to-grid technology for frequency regulation and peak-load reduction", Journal of Power Sources, 2010