

국내 V2G 개발 동향 및 표준 개발 방향

김준혁*, 이순정*, 김철환*, 김기현**, 신성수**
 성균관대학교*, 대한전기협회**

Development Direction of Standardization of V2G in Korea

Jun-Hyeok Kim*, Soon-Jeong Lee*, Chul-Hwan Kim*, Gi-Hyun Kim**, Seong-Su Shin**
 Sungkyunkwan University*, Korea Electric Association**

Abstract - These days most of countries concern about eco-friendly energy. With this trend, the interests for Electric Vehicles(EVs) have been increased not only for its eco-friendly characteristics but also for the possibility that it can be used as Distributed Generation(DG). However, in terms of using EVs as DG, it requires specific standards. If there is no regulation and many of EVs start to discharge, it could cause severe instability in power system. As there is no proper standards or regulations of Vehicle-to-Grid(V2G) system, we suggest the development direction of standardization of V2G system in the Republic of Korea by examining other countries' V2G standards.

1. 서 론

근래에 많은 국가들은 친환경 에너지에 대하여 관심을 가지고 있으며, 교도의정서, 코펜하겐 기후변화회의 등이 그 방증이라 할 수 있다. 이러한 추세에 따라서 화석연료를 사용하지 않고 유해가스를 배출하지 않는 전기자동차에 대한 관심 역시 증가하고 있다. 또한 전기자동차가 분산전원으로 동작이 가능하다는 점 역시 전기자동차에 대한 관심을 증폭시키고 있다. 전기자동차가 분산전원과 유사하게 동작하여 계통에 전력을 공급하는 것은 자동차(Vehicle)로부터 계통(Grid)으로 전력을 공급한다는 의미에서 Vehicle-to-Grid(V2G)로 명명하기도 한다.

전기자동차가 V2G로 동작할 수 있다는 점은 전기자동차가 가지는 특성이자 장점 중 하나이지만, 적절한 규정이 수반되지 않는 V2G 동작은 계통에 심각한 불안정을 야기할 수 있다는 문제점을 가진다. 따라서 본 논문에서는 전기자동차의 V2G 동작, 더 나아가 전력계통의 효율적인 구성 및 운영을 위하여 우리나라 V2G 개발 동향을 살피고 관련규정의 제정에 대한 개발 방향을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내 V2G 실증

제주 스마트그리드 실증단지에서는 한국전력과 전력거래소가 공동으로 운영하는 통합관제센터에서 종합운영센터로 전송한 방전 지시에 따라 완속 충전기에 연결되어 충전 중에 있는 전기자동차에서 V2G 실증을 수행하였다. 이 기능은 제주실증단지에서 운영한 가상 전력시장의 피크 시 부하감축을 목적으로 시행하였다. V2G 실증을 완료함으로써 전기자동차가 배터리를 활용해 가상발전소의 역할을 할 수 있음을 실증하였다 [1].



〈그림 1〉 광주 과학기술원 내의 V2G 실증용 전기차 충전소



〈그림 2〉 광주 과학기술원 내 설치된 V2G 설비

또한 2015년 1월 산업통상자원부는 현대·기아차, 서울대학교, 광주과학기술원과 함께 광주과학기술원에 V2G용 테스트 베드를 설치하였다. 그림 1~2는 광주 과학기술원에 설치된 “V2G 실증용 전기차 충전소”와 설치된 설비를 보여준다. 해당 충전소에 설치된 V2G 설비의 경우, 전기자동차의 충전 및 방전 동작을 모두 수행할 수 있도록 설치되어 있다.

2.2 현행 국내 전기자동차 관련 규정

현재 국내 전기자동차 관련 규정은 전기설비기술기준, 전기설비기술기준의 판단기준, 내선규정에서 명시하고 있다. 전기설비기술기준의 경우, “제53조의2, 전기자동차 전원 공급설비의 시설”에서 전기자동차에 대한 기술기준을 명시하고 있으며, 전기설비기술기준의 판단기준에서는 “제286조, 전기자동차 전원공급설비의 시설”에서 전기자동차에 대한 판단기준을 명시하고 있다. 내선 규정의 경우, “제43장 지능형 전력망”의 “제4310절, 전기자동차 전원공급 설비”에서 전기자동차의 내선규정에 대하여 명시하고 있다. 표 1에 국내 전기자동차 관련 기술기준, 판단기준, 내선규정을 요약하여 나타내었다 [2~4].

〈표 1〉 국내 전기자동차 관련 규정

구분	내용	
기술기준	전기자동차에 전기를 공급하는 설비는 감전, 화재, 위해 및 물건에 손상을 줄 우려가 없어야 한다.	
판단기준	<ul style="list-style-type: none"> 전기자동차에 전기를 공급하기 위한 저압전로, 충전장치, 충전 케이블 및 부속품, 부대설비는 규정에 따라 시설해야 한다. 기타 전기자동차 전원공급설비 관련된 사항은 KS C IEC 61851-1, KS C IEC 61851-21 및 KS R IEC 61851-22 표준을 참조한다. 	
내선규정	제4310-1	전기자동차 전원공급 설비의 적용범위
	제4310-2	전기자동차 전원공급 설비의 저압전로 시설
	제4310-3	전기자동차의 충전장치 시설
	제4310-4	전기자동차의 충전 케이블 및 부속품 시설
	제4310-5	충전장치 등의 방호장치 시설

그러나 상기의 기술기준, 판단기준, 내선규정의 경우, 전기자동차의 충전에 초점을 맞추어 작성되었기 때문에, 전기자동차 V2G 동작에 적용하기 위하여 현행 규정의 개정 또는 신설이 요구된다.

2.3 국내·외 전기자동차 및 분산전원 관련 규정

현재 국내에 전기자동차의 V2G 동작과 관련된 규정 및 표준이 전무하기 때문에 본 논문에서는 국내의 전기자동차의 V2G와 분산전원 관련된 표준을 검토하고 이를 통하여 국내 V2G 표준 개발을 위한 방향을 제시하고자 한다.

2.3.1 UL 9741[5]

이 표준은 Underwriters Laboratory(UL)에서 제정한 표준으로 양방향 충전기에 대한 내용을 기술하고 있다. 전기자동차의 충전 동작과 V2G 동작에 있어 가장 큰 차이점을 가지는 부분은, 전기자동차의 충전은 계통으로부터 전기자동차로의 단방향성을 가지는 것에 반해, V2G 동작의 경우 양방향성을 가진다는 것이다. 이러한 방향성과 직접적으로 관련이 있는 부분이 충전기로 UL 9741의 경우, 전기자동차가 계통으로 전력을 공급할 때 양방향 충전 장비에 요구되는 사항들에 대하여 기술하고 있다. 해당 표준에서 기술하고 있는 주요 사항은 다음과 같다.

- ① 전기자동차 양방향 충전기 및 충전기 외함의 부식 방지 처리에 대한 규정
- ② 전기자동차 양방향 충전기 및 충전기 외함의 접지에 대한 규정
- ③ 전기자동차 양방향 충전기에 과전류가 발생한 경우의 보호시스템 요구조건에 대한 규정
- ④ 전기자동차 양방향 충전기의 감전에 대한 규정

2.3.2 UL 2231-1[6]

이 표준은 UL 9741과 마찬가지로 UL에서 제정한 표준으로써 전기자동차 전력공급 설비에 대한 대인 보호 시스템의 일반적인 요구사항을 기술하고 있다. 그러나 UL 9741보다 상세히 대인 보호 시스템에 대하여 기술하고 있으며, 해당 표준에서 기술하고 있는 주요 사항은 다음과 같다.

- 전기자동차 양방향 충전기 사용자 또는 점검자의 안전을 보장하기 위한 요구조건에 대한 규정

2.3.3 SAE J2836/3[7]

이 표준은 Society of Automotive Engineers(SAE)에서 제정한 표준으로 전기자동차가 분산전원으로 동작하는 경우에 대하여 기술하고 있다. 즉, 전기자동차의 방전 동작에 대하여 초점을 맞추어 기술하고 있으며, 기술하고 있는 주요 사항은 다음과 같다.

- ① V2G 동작 시 역조류에 대한 규정
- ② 인버터 기반의 분산전원의 종류 및 정의
- ③ V2G의 적용 사례 및 Use case

2.3.4 IEEE Std.1547[8]

앞선 표준들이 V2G 설비에 대하여 초점을 맞추고 있는 반면, Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE)에서 제정한 분산전원 관련 표준인 IEEE Std.1547은 분산전원 연계 시 계통의 측면에 대한 내용을 기술하고 있다. 해당 표준에서 기술하고 있는 주요 사항은 다음과 같다.

- ① 분산전원의 계통 연계 시 계통의 전압 변동에 대한 규정
- ② 분산전원의 계통 연계 시 계통의 주파수 변동에 대한 규정
- ③ 분산전원의 계통 연계 시 계통의 고조파에 대한 규정
- ④ 분산전원의 단독 운전에 대한 규정

2.3.4 분산형 전원 배전계통 연계 기술기준[9]

국내에도 분산전원의 배전계통 연계에 대한 기준이 존재하며, 이는 한국전력에서 제정한 “분산형 전원 배전계통 연계 기술기준”이다. 이 기술기준은 IEEE Std.1547과 상당부분 유사한 내용에 대하여 기술하고 있다. 그러나 IEEE Std.1547과는 달리 보호계전장치와 단락용량에 대하여 추가적으로 명시하고 있다.

2.4 국내 V2G 표준 개발 방향

향후 국내 V2G 표준을 개발하기 위하여, 국내 전기자동차 충전과 관련된 규정을 검토하여 수정 및 보완이 요구된다. 또한 앞서 설명한 국내외 V2G 및 분산전원 관련 표준을 참고하여 국내 V2G 표준 혹은 규정을 제정해야 할 필요성이 있다. 표준을 개발함에 있어, 설비 측면에서는 사용자의 안전이 최우선적으로 고려되어야 하며, 계통 연계측면에서는 배전계통 연계 시 발생 가능한 영향에 대하여 분석하고, 악영향을 최소화

화하는 방향으로 표준이 개발되어야 할 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 국내 V2G 개발 동향을 파악하고 국내외 V2G 및 분산전원 관련 표준을 참고하여 향후 국내 V2G 관련 표준 및 규정을 개발하기 위한 방향을 제시하였다. 해당 표준 및 규정 제정 시, V2G 설비에 대한 부분과 V2G의 계통연계에 대한 부분을 고려하여야 할 것이며, 사용자의 안전을 보장하고 계통의 악영향을 최소화 하도록 표준 및 규정이 개발되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 최진영, 박은성, “스마트그리드 환경에서 전기자동차 배터리를 이용한 V2G의 활용방안에 관한 연구”, 전기학회논문지 제63P권 제1호, 2014
- [2] “전기설비기술기준”, 산업통상자원부, 2015
- [3] “전기설비기술기준의 판단기준”, 산업통상자원부, 2015
- [4] “2013 내선규정”, 대한전기협회, 2013
- [5] “UL 9741: Outline of Investigation for Bidirectional Electric Vehicle (EV) Charging System Equipment”, UL, 2014
- [6] “UL 2231-1: Personnel Protection Systems for Electric Vehicle(EV) Supply Circuits: General Requirements”, UL, 2012
- [7] “SAE J2836/3: Use Cases for Plug-in Vehicle Communication as a Distributed Energy Resource” SAE, 2013
- [8] “IEEE 1547: IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems”, IEEE, 2008
- [9] “분산형 전원 배전계통 연계 기술기준”, 한국전력, 2010