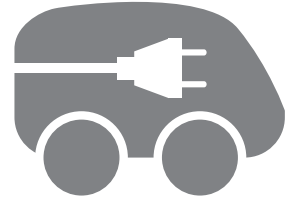


전기자동차 및 지능형 충전인프라 국제표준화 동향

김현수 (주)그리드위즈 연구원
김현웅 (주)그리드위즈 연구소장
박창민 (주)그리드위즈 전무이사



1. 머리말

오늘날 전 세계에 수백만 대의 전기자동차(EV, Electric Vehicle)가 운행 중에 있으며, 2040년경에는 도로 위 자동차의 33%가 전기자동차로 대체될 것으로 전망된다[1]. 전기자동차를 이동형 에너지 저장 장치(ESS, Energy Storage System)로 볼 경우, 약 1,800TWh 규모로 추산된다. 우리나라도 이러한 흐름에 대응하여 환경부는 2022년까지 35만 대의 전기자동차 보급을 목표로 하고 있으며, 산업통상자원부는 ‘재생에너지 3020 이행계획’을 통해 전기자동차의 이동형 에너지 저장장치 기능을 기반으로 하는 신에너지서비스 창출·확산에 대한 의지를 나타냈다[2].

전기자동차 충전 시 전력공급의 안정성을 보장함과 동시에 충전량, 종료 시한과 같은 소비자 요구사항들을 충족하기 위해서는 지능형 충전(Smart Charging) 인프라의 보급을 필요로 한다. 더 나아가 전기자동차에 저장된 에너지를 계통과 연계하는 V2G(Vehicle to Grid) 및 가정에서 활용하는 V2H(Vehicle to Home) 서비스를 제공하기 위해서는 전기자동차와 충전인프라 사이의 통신이 필수적

이다. 단순하게는 전기자동차와 전기자동차 충전 장비(EVSE, Electric Vehicle Supply Equipment) 사이의 일대일 통신부터 궁극적으로는 스마트 그리드(Smart Grid)와의 연계까지 통신이 이루어져야 하며, 이를 위해서는 스마트 그리드와의 상호운용성(Interoperability), 사이버 보안(Cyber Security)과 같은 다양한 정보통신기술(ICT)과의 접목이 필요하다.

기존의 내연기관(ICE, Internal Combustion Engine) 중심으로 발전해온 자동차 산업에 정보통신기술을 적용시킴에 있어 전기자동차와 충전인프라 관련 국제 표준은 국제표준화기구(ISO)와 국제전기기술위원회(IEC)에서 분담 및 협력을 통해 진행되고 있다. ISO는 차량시스템, IEC는 충전기를 포함하는 충전인프라에 집중을 하고 있으며, 전기자동차와 전기자동차 충전 장비 사이의 유무선 충전 인터페이스, 통신과 관련된 사항은 ISO와 IEC가 공동작업반(JWG)을 구성하여 표준화 작업을 추진하고 있다.

본고에서는 다방면으로 진행되는 전기자동차 관련 국제 표준 가운데 전기자동차와 전기자동차 충전 장비 사이의 통신을 정의하는 ISO/IEC 15118 ‘도로차량-V2G 통신 인터페이스(Road vehicles-



[그림 1] 초기 전기자동차 및 지능형 충전인프라 표준 지도

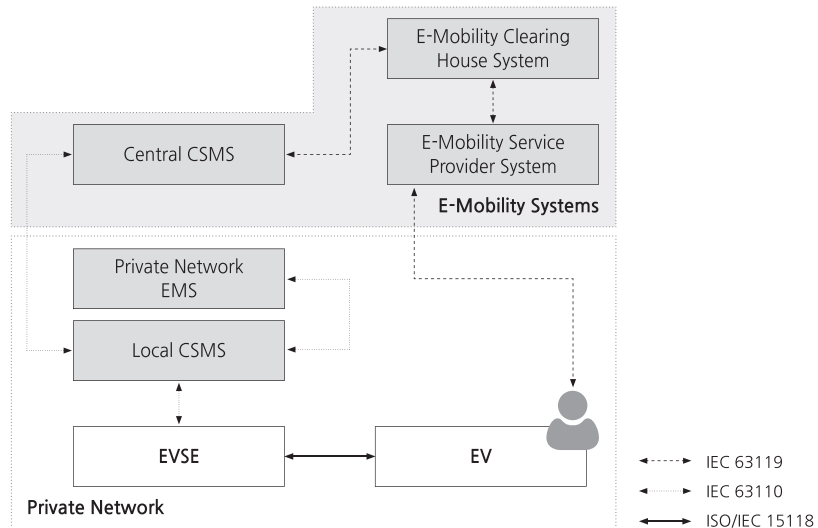
Vehicle to grid communication interface)’의 표준화를 담당하는 국제표준화기구 기술위원회22 분과위원회31(ISO TC22 SC31) ‘데이터 커뮤니케이션(Data communication)’과 국제전기기술위원회 기술위원회69(IEC TC69) ‘전기자동차 및 전기 산업용 트럭(Electric road vehicles and electric industrial trucks)’ 간 JWG1 ‘V2G 통신 인터페이스(Vehicle to Grid Communication Interface)’의 표준화 동향과 전기자동차 충전 장비의 관리와 전력에너지 정보 교환 방법을 정의하는 IEC TC69와 IEC TC57 ‘전력시스템관리 및 관련정보교환(Power systems management and associated information exchange)’ 간 JWG11 ‘전기자동차 충전 및 방전 인프라 관리(Management of Electric Vehicles charging and discharging infrastructures)’의 표준화 동향, 그리고 마지막으로 충전서비스 로밍을 정의하는 IEC TC69 WG9 ‘전기자동차 충전 로밍 서비스(Electric vehicle charging roaming service)’의 표준화 동향을 집중적으로 살펴보고자 한다.

2. 전기자동차 및 지능형 충전인프라 국제 표준화 동향

초기의 전기자동차 충전은 [그림 1]과 같이 전기자동차(EV)와 전기자동차 충전 장비(EVSE) 사이의 통신을 중점적으로 다뤘다. 현재 국내외 전기자동차 충전은 교류(AC) 단상을 기반으로 하는 완속 충전과 교류 3상 및 직류(DC)를 기반으로 하는 급속 충

전으로 구성되어 있다. AC 충전은 IEC TC69에서 제정한 IEC 61851-1 ‘전기자동차 전도성 충전 시스템 - 제1부: 일반 요구사항(Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements)’을 기반으로 하고 있으며, DC 충전의 경우 일본의 자동차 제조업체들 중심으로 표준화한 차데모(CHAdEMO), 중국 규격인 GB/T 27930, 그리고 마지막으로 독일의 DIN SPEC 70121 혹은 미국의 SAE J2847/2를 따르는 DC콤보(CCS, Combined Charging System) 등이 있다. DIN SPEC 70121과 SAE J2847/2의 경우, 제정 당시 ISO/IEC JWG1에서 작업 중이던 ISO/IEC 15118의 국제표준초안(DIS)의 DC 외부인증수단(EIM, External Identification Means) 충전 시나리오를 기반으로 작성되었다. 따라서 결과적으로 DC콤보(CCS)의 통신 규격은 ISO/IEC 15118로 단일화 될 것이며, CCS 표준을 표방하는 국제전기차충전협회 차린(CharIN)은 DIN SPEC 70121 기반의 CCS 1.0 표준에 이어, CCS 2.0 표준에서는 ISO/IEC 15118을 통신 규격에 포함시킬 계획이다[3].

현재 ISO/IEC JWG1는 기존 ISO/IEC 15118의 단방향 유선 충전(Conductive Charging)을 위한 유선 통신 인터페이스에서 벗어나, 양방향 유·무선 충전(Inductive Charging)이 가능하게 만드는 무선 통신 인터페이스의 표준화를 진행하고 있다. 또한 IEC JWG11과 IEC WG9에서는 [그림 2]와 같이 초기의 전기자동차와 전기자동차 충전 장비 간 통신의 영역을 벗어나, 전기자동차 충전 장비와 충전인프라



[그림 2] 현재 전기자동차 및 지능형 충전인프라 표준 지도

운영사업자(CPO, Charge Point Operator)의 운영 관제시스템(CSMS, Charging Service Management System) 사이의 통신 규격인 IEC 63110 ‘전기자동차 충전 및 방전 인프라 관리 프로토콜(Protocol for Management of Electric Vehicles charging and discharging infrastructures)’ 표준과 충전인프라운영사업자 및 충전서비스사업자(E-Mobility Service Provider) 사이의 통신·로밍 서비스 제공을 위한 통신 규격인 IEC 63119 ‘전기자동차 충전 로밍 서비스를 위한 정보 교환(Information exchange for Electric Vehicle charging roaming service)’ 표준을 각각 표준화하고 있다. 특히 IEC JWG11은 스마트 그리드 핵심 표준 가운데 하나인 IEC 61850 ‘전력산업 자동화를 위한 통신 네트워크 및 시스템(Communication networks and systems for power utility automation)’을 관리하는 IEC TC57과 공동작업반을 구성함으로써 전기자동차와 충전인프라를 에너지 분산 자원(DER, Distributed Energy Resource)으로 확장하는데 심혈을 기울이고 있다.

2.1 국제표준화기구/국제전기기술위원회 공동작업반1 (ISO/IEC JWG1) 표준화 동향

현재 ISO/IEC JWG1에서 담당하는 ISO/IEC 15118은 <표 1>과 같이 총 5개의 프로젝트팀(PT)이 활동 중이며, 총 6개의 파트 문서를 제정하였고, 3개(음영 처리)의 파트 문서를 제·개정 작업 중에 있다. ISO/IEC JWG1은 2011년 구성된 이후, 전력선 통신(PLC)을 기반으로 전기자동차와 전기자동차 충전 장비가 유선 통신을 수행하는 시나리오에 대한 표준을 우선적으로 정의하였다. 이후 2018년 3월 제정된 ISO/IEC 15118-8 ‘무선 통신을 위한 물리 및 데이터 링크 계층 요구사항(Physical and data link layer requirements for wireless communication)’을 시작으로 IEEE Std 802.11n에 기반을 둔 무선 통신을 적용한 표준들의 작업을 계속하고 있다. 본고 가 작성된 2018년 5월 기준으로 표준화 작업이 진행 중인 PT1, PT2, 그리고 PT6의 현황을 살펴보면 다음과 같다.

<표 1> ISO/IEC JWG1 표준화 현황

프로젝트명	관리 표준	표준 제목	표준현황	유선	무선
PT1	ISO/IEC 15118-1 ED1	General information and use-case definition	IS (2013)	○	
	ISO/IEC 15118-1 ED2	General information and use-case definition	DIS	○	○
PT2	ISO/IEC 15118-2 ED1	Network and application protocol requirements	IS (2014)	○	
	ISO/IEC 15118-2 ED2	Network and application protocol requirements	DIS	○	○
PT3	ISO/IEC 15118-3 ED1	Physical and data link layer requirements	IS (2015)	○	
PT6	ISO/IEC 15118-4 ED1	Network and application protocol conformance test	IS (2018)	○	
	ISO/IEC 15118-5 ED1	Physical and data link layer conformance test	IS (2018)	○	
	ISO/IEC 15118-9 ED1	Physical and data link layer conformance test for wireless communication	ACD		○
PT7	ISO/IEC 15118-8 ED1	Physical layer and data link layer requirements for wireless communication	IS (2018)		○

※ 출처: ISO/IEC JWG1 V2G CI

PT1은 전력선 통신(PLC)을 기반으로 하는 전기자동차 충전에서의 일반 정보 및 활용사례(Use-case)를 정의하는 ISO/IEC 15118-1 ED1 ‘일반 정보 및 활용사례 정의(General information and use-case definition)’ 문서를 2013년에 제정하였으며, 현재는 IEEE Std 802.11™-2012 기반의 무선통신, 무선충전(WPT, Wireless Power Transfer), 판토티프를 통해 전기버스를 고속충전하기 위한 자동접촉장치(ACD, Automatic Connection Devices), 전기자동차에서 계통으로의 역송을 다루는 양방향 전력전송(BPT, Bidirectional Power Transfer)의 일반 정보 및 활용사례에 대한 작성을 거의 다 완료하였다. ISO/IEC 15118-1 ED2는 2018년 말 개정을 목표로 하고 있다.

PT2는 PT1과 유사하게 전력선 통신(PLC)을 기반으로 하는 전기자동차 충전에서의 상위 계층 통신을 규정하는 ISO/IEC 15118-2 ED1 ‘네트워크 및 응용 프로토콜 요구사항(Network and application protocol requirements)’ 문서를 2014년에 제정하였으며, 현재는 WPT, ACD, BPT를 위한 메시지와 엘

리먼트 등을 정의하는 내용이 추가된 ED2 개정을 2019년 중반을 목표로 작성 중이다. 두 번째 DIS 작성을 위해 PT2는 전문가(Expert)들을 WPT/ACD 태스크포스(TF), 컨트랙트(Contract) TF, BPT TF, 충전 스케줄 재협상(Renegotiation) TF로 세분화하여 작업을 진행하고 있다.

PT6은 2018년 3월, ISO/IEC 15118-2 ED1에 대한 표준적합성 시험을 정의한 ISO/IEC 15118-4 ED1 ‘네트워크 및 응용 프로토콜 표준적합성 시험(Network and application protocol conformance test)’ 표준 그리고 ISO/IEC 15118-3 ED1 ‘물리 및 데이터 링크 계층 요구사항(Physical and data link layer requirements)’에 대한 표준적합성 시험을 정의한 ISO/IEC 15118-5 ED1 ‘물리 및 데이터 링크 계층 표준적합성 시험(Physical and data link layer conformance test)’ 표준을 제정하였다. 2017년 12월, 마찬가지로 2018년 3월에 제정된 ISO/IEC 15118-8 ED1에 대한 표준적합성 시험 표준에 대한 신규제정안(NP)이 승인되어 현재 ISO/IEC 15118-9 ED1 ‘무선 통신을 위한 물리 및 데이터 링크 계

<표 2> IEC TC69 JWG11 & WG9 표준화 현황

작업팀	관리 표준	표준 제목	표준현황	발행 예정
JWG11	IEC 63110-1 ED1	Basic Definitions, Use Cases and architectures	WD	2020.5
	IEC 63110-2 ED1	Technical protocol specifications and requirements	NP	2020.12
	IEC 63110-3 ED1	Requirements for conformance tests	NP	2021 ~
WG9	IEC 63119-1 ED1	General	CD	T.B.D
	IEC 63119-2 ED1	Cyber Security	NP submit	T.B.D

※ 출처: IEC TC69 JWG11 & WG9

층 표준적합성 시험(Physical and data link layer conformance test for wireless communication)’ 문서를 작업 중에 있다. PT6는 2018년 말 위원회원안(CD) 등록을 목표로 하고 있다.

2.2 국제전기기술위원회 기술위원회69 공동작업반 11(IEC TC69 JWG11)과 작업반9(IEC TC69 WG9) 표준화 동향

IEC TC69 JWG11은 2017년 1월에 만들어졌으며, 현재 19개국 57명의 전문가들로 구성되어 있다. <표 2>와 같이 총 3개의 문서로 이루어졌으며, 파트1은 활용사례와 아키텍처를 정의하고, 파트2는 프로토콜 요구사항을 정의하고, 마지막 파트3은 파트2의 표준적합성 시험에 대한 요구사항들을 정의한다. 현재 3개 파트 가운데 파트1이 2018년 6월 첫 번째 위원회원안(CD) 단계에 들어갈 예정이며, 파트2와 파트3은 작업원안(WD) 준비 단계에 있다.

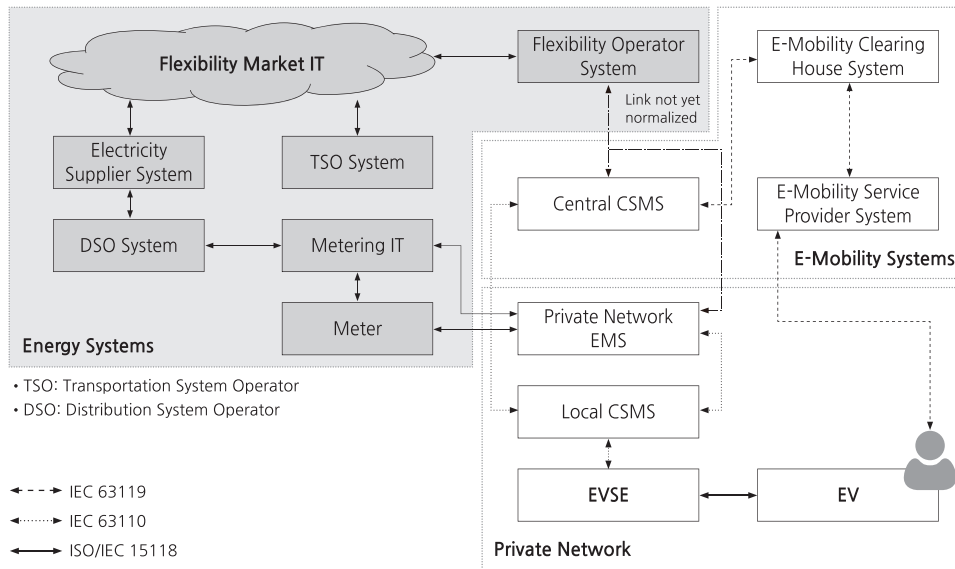
IEC TC69 WG9는 2017년 3월에 만들어졌으며, 현재 11개국 27명의 전문가들로 구성되어 있다. 현재 작업 중인 문서는 위원회원안(CD) 단계의 파트1이 유일하며, 시스템 아키텍처와 프레임워크 그리고 활용사례들을 정의하였다. 이에 추가적으로 사이버 보안을 다루는 파트2 신규제정안(NP)을 제출한 상태이며 2018년 중순에 승인이 이루어질 예정이다. IEC TC69 JWG11과 WG9에서 작업중인 표준들은

모두 2020년 이후에 발행이 예정되어 있다.

3. 맺음말


본고에서는 전기자동차 및 지능형 충전인프라에서의 통신을 중심으로 국제표준화 동향을 소개하였다. [그림 3]은 다음단계(next step)로 전기자동차 및 지능형 충전인프라 표준에서 다뤄져야할 영역을 나타내고 있다.

[그림 1], [그림 2], [그림 3] 순으로 살펴보면 알 수 있듯이 전기자동차 및 지능형 충전인프라에서 다루는 영역은 점차 넓어지고 있으며, 근 미래에 스마트 그리드와의 연계가 이루어질 것으로 전망된다. 비록, IEC TC69 JWG11에서 전기자동차 충전인프라와 계통간의 연계를 주안점으로 삼고 IEC 63110 작업이 진행되고 있지만, 이는 데이터의 정렬(Alignment)에 치중을 두는 것으로 실제 Central CSMS 혹은 Private Network EMS와 계통 사이의 통신 인터페이스를 정의하는 작업을 하는 것은 아니다. [그림 3]에서의 Flexibility Operator System과 앞서 언급한 두 시스템 간의 연계는 IEC에서도 아직 작업이 시작되지 않는 연결고리로 정의하고 있으며, 해당 작업은 궁극적으로 에너지 시스템(Energy Systems)과 전기자동차 충전인프라(E-Mobility Systems)의 연결을 의미한다.



※ 출처: IEC TC69

[그림 3] 미래 전기자동차 및 지능형 충전인프라 표준 지도

이를 통해 우리는 전기자동차 및 지능형 충전인프라 표준이 지금과 같은 독립적인 영역이 아니라 신재생발전원, 에너지 저장 시스템(ESS), 수요반응(DR, Demand Response) 자원과 같은 분산 에너지 자원(DER)으로써 광범위한 표준화가 이뤄질 것을 전망해볼 수 있다. 우리나라는 이미 전 세계에서 두 번째로 큰 규모의 에너지 저장 시스템을 운영하고 있으며, 2014년 수요반응 시장 제도가 도입된 이후 산업, 중소형을 거쳐 국민DR까지 뻗어나가며 성장 중인 에너지 산업을 갖고 있다. 전기자동차 및 지능형 충전인프라 영역에서도 정부, 기업, 대학 및 연구소가 서로 협력하여 기술을 개발하고 국제표준화에 적극 참여한다면 에너지 선진국으로서 더욱 크게 도약할 수 있을 것이다. 

[참고문헌]

- [1] Finance, Bloomberg New Energy. 'Electric Vehicle Outlook 2017.' New York (2017).
- [2] 산업통상자원부, '재생에너지 3020 이행계획', 2017. 12.
- [3] CharIn, 'CCS 1.0 Specification.' 2017. 01.
- [4] ISO/IEC 15118-1:2013, 'Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 1: General information and use-case definition.' 2013. 04.
- [5] ISO/IEC 15118-2:2014, 'Road vehicles -- Vehicle-to-Grid Communication Interface -- Part 2: Network and application protocol requirements.' 2014. 03.
- [6] ISO/IEC 15118-3:2015, 'Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 3: Physical and data link layer requirements.' 2015. 05.
- [7] ISO/IEC 15118-4:2018, 'Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 4: Network and application protocol conformance test.' 2018. 03.
- [8] ISO/IEC 15118-5:2018, 'Road vehicles - Vehicles to grid communication interface - Part 5: Physical and data link layer conformance tests.' 2018. 03.
- [9] ISO/IEC 15118-8:2018, 'Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 8: Physical layer and data link layer requirements for wireless communication.' 2018. 03.