

PHEV 및 EV 도입과 현황

안석호*, 김광운*, 임근희**, 김중수**, 류홍제*
과학기술연합대학원대학교*, 한국전기연구원**

Provisions and Status of PHEV and EV

S.H Ahn*, K.W. Kim*, G.H. Rim**, J.S Kim**, H.J Ryoo**,
Univ. of Science and Technology*, Korea Electrotechnology Research Institute**

Abstract - 본고에서는 최근 많은 관심을 불러일으키고 있는 전기자동차(EV)와 프리그인 하이브리드자동차(PHEV) 동향과 전기에너지를 중심으로 한 보급 환경에 대한 고려사항들을 검토하였다.

축을 추진하고 있으며, 우리나라의 경우도 2013년까지 그린카 4대강국 진입을 선언 한 바 있다.

<국내외 HEV 및 EV 동향>

1. 서 론

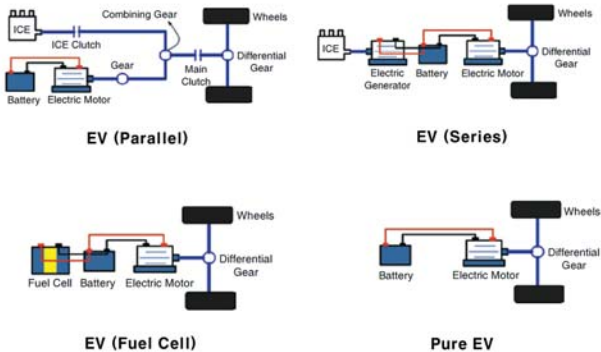
세계 각국의 환경과 에너지에 대한 관심이 고조되면서 환경오염의 최소화, 오염된 환경의 복원, 합리적인 에너지사용 등 환경을 우선 염두에 둔 경제적 성장 즉 녹색성장과 그것을 뒷받침 하기위한 녹색기술이 이 슈화 되고 있다. 자동차 산업 분야에서는 그린카로 대변되고 있으며, 연비향상을 목적으로 하는 저공해차량과 도심에서의 환경물질 배출 최소화를 목적으로 무공해차량(Zero Emission Vehicle)이 범주에 속한다. 특히 일부 또는 전부의 추진동력을 전기에너지로 사용하는 차량으로서 는 HEV(Hybrid Electric Vehicle), PHEV(Plug-in HEV), EV 및 FCEV(Fuel Cell EV)가 있다. HEV는 내연기관의 에서 발생하는 동력을 기계적 에너지로 직접 사용하나 저속운전 시 또는 브레이크 시 차량의 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 배터리에 그 에너지를 저장한 후 출발 시 등 차량이 필요로 할 때 재사용하므로 디젤 또는 휘발유를 사용하는 내연기관의 특성을 향상 시켜 차량의 연비를 크게 향상시킬 뿐만 아니라 차량의 출발 시 많이 발생하는 환경 오염물질 배출도 크게 개선하게 된다. HEV는 내연기관(ICE)의 전기에너지의 변환과 사용 방법에 따라 직렬형(series)과 병렬형(parallel) 형으로 구분된다.

<표 1> 병렬 플러그인 하이브리드

Model	Max. Speed	etc	Charging time	Driving distance
Toyota-Prius	68km/h에서 ICE 구동	일본	6h	32km (20mi) 64km (40mi)
M. Benz-Sprinter	디젤 배달 밴, 2004년	독일		30km (19mi)
GM-Saturn Vue	Li-ion, 2006년	미국		16km (10mi)
Ford-Escape	64km/h (40mph)	미국		50km (30mi)
AFS trinity XH-150	200Hp 전기모터	미국	150 MPG	64km (40mi)
폭스바겐 : Golf	82Hp 전기모터	독일		50km (30mi)
Fuji HI Subaru Stella	100km/h (62mph)	일본		88km (50mi)

<표 2> 직렬 플러그인 하이브리드

Model	Max. Speed	etc	Charging time	Driving distance
GM-Chevrolet Volt	161Km/h(100mph) 150Hp 전기모터	미국		64km (40mi)
GM - E-Flex	Opel Flextreme	미국	유럽버전	55km (34mi)
Raser Technologies	픽업 및 SUV용	미국		64km (40mi)
Fisker Karma Pnium	Fisker+Quantum Tec.	미국		80km (50mi)
Volvo C30 컨셉카		독일	3h	100km (62mi)
Swiss mindset AG	82Hp 전기모터	스위스		100km (62mi)



<그림 1>

PHEV는 HEV와는 달리 외부 전원에서 차량 내부에 구비되어 있는 배터리에 전기에너지를 외부전원에서 충전하여 사용하므로 HEV 보다는 큰 배터리용량을 가진다. PHEV의 경우 도심 등 환경 규제가 높은 지역에서는 배터리에 저장된 전기에너지를 사용하게 되고 도심 밖에서는 내연기관을 활용토록 의도된 것이다. EV는 순 전기에너지로 구동되므로 내연기관 없이 구동되지만 요구되는 배터리용량이 크므로 고가이면서 배터리 수명과도 직접 연관된다. FCEV의 경우 수소충전소등 큰 투자의 부대 인프라를 필요로 하며 아직까지는 기술적으로도 선결되어야 할 부분이 많은 것으로 알려져 있다.

<표 3> 국내 개발 전기자동차 사양

Company	Motor	Top Speed (km/h)	Battery	Charging Time	Range (Km)	Charger	Year	Link
CT&T	72V/5kW Single Motor	55	72V,16 5Ah(리튬 폴리머)	4-6Hours	73	240V/30A	2008	http://www.ctnt.co.kr
Leomotors	BLDC (9-15kW)	50 120	72V/150Ah	3Hour (fast)	75-130 160	220V/30A	2008 2009	http://www.leozone.co.kr/index.asp
AD-TECS	5.5kW, BLDC	60	72V Battery Pack	4-6Hours	125	220V/30A	2008	http://www.covi-aurora.com/

3. PHEV와 EV 도입

HEV, PHEV 및 EV 차량은 공통적으로 전기에너지를 차량구동에 활용하게 된다. HEV는 전기에너지를 차량내에서 발전하여 사용하며, PHEV와 EV는 외부로부터 전력을 공급받게 되어 있다. 따라서 3종류의 차량 모두는 어떤 형태이든지 전기에너지 저장기능을 필요로 한다. 전기에너지저장 장치는 배터리가 가장 널리 사용되며, 배터리용량은 HEV의 경우 1~2kWh, PHEV의 경우 5~15kWh, EV는 40kWh 이상을 필요로 한다. PHEV와 EV의 경우 배터리 용량은 1회 충전(full charging)으로 목적하는 최대 차량운행 거리에 비례하며, 충전/방전량 과충/방전회수는 배터리 수명과 직접 연계되며, HEV의 충전/방전력은 10초에 25~40kW를 달하게 되며, 배터리 수명은 30만회를 기준으로 한다. PHEV의 EV는 요구되는 운전 거리에 맞게 되는데 PHEV는 16~56km

2. 전기에너지를 기반으로 한 국내의 그린카 현황

지금까지 알려진 전기에너지 기반 그린카는 다음과 같으며, 각국의 지원책도 적극적으로 추진되고 있다. 미국의 경우 오바마 대통령이 2015년까지 PHEV를 100만대 보급하겠다고 공약한바있으며, 이스라엘, 덴마크, 캐나다, 호주 등에서는 전기자동차 활성화를 위한 국가차원의 인프라 구

를 운행거리를 기준으로하고, 충/방전 수명은 5,000회 정도, EV는 160km 이상을 기준으로하고 있다. EV용 배터리의 충/방전 수명은 1,000회 이상으로 예상되고 있다. 대량 배터리로는 에너지 밀도, 가격, 안전성 등 많은 요소들이 고려되고 있으며 세계적 추세는 리튬계인 리튬 이온, 리튬폴리머 배터리 등이 현실적인 방안으로 받아들여지고 있으며, 안전성면을 고려하여 급속 수소 배터리 등도 거론되고 있다. 납축전지의 경우 안전성과 가격 측면에서는 우수하지만 충전에너지 대비 높은 중량 때문에 특수한 경우를 제외하고는 배제되고 있다.

한편, 충전 관련해서는 PHEV는 경량의 소형 충전기를 필요로 하기 때문에 교류전력을 공급할 수 있는 충전 포스트를 설치하면 되고, 충전기 용량은 3kW이하로 5시간 정도를 충전하게 된다. 그러나 아파트와 같은 집단거주 형태의 국내 주거환경에서는 적절한 충전 설비를 구비하기가 쉽지 않다. EV의 경우는 현재의 주유개념으로 접근해야하며, EV의 보급을 위해서는 시급히 마련 되어야 할 사회적 인프라이다. 위에서 언급한 바와 같이 160km의 운전 범위와 40kWh급의 에너지를 30분 내에 저장 할 수 있는 충전기 용량을 환산 해 보면 80kW급의 충전기를 필요로 하게 되며, 효율, 역률 등을 고려하여 충전 스택당 전력용량은 거의 100kVA 가깝게 된다. 우리나라와 같이 대도시의 전력 공급이 이중화 되어있는 환경에서는 향후 EV가 활성화 될 때 다양한 문제가 발생 할 수도 있다. 그림2는 상업용 급속충전장치의 개념도를 보여 주고 있으며 안전한 충전을 위해서는 배터리에서 전력량계(WHM)까지의 정보교환이 필수적이다.



〈그림 2〉 급속 충전장치와 관련 시스템

4. 전기 그린카의 보급과 법규 등

현재 가정용의 세대별 전기공급 규정에서는 60㎡를 기준으로 최소 전기 공급용량은 3kW이며 매 10㎡ 증가 마다 0.5kW 이상씩 추가하도록 되어있다. 따라서 현재의 가정용 전력 용량으로서는 일반 가정에서는 PHEV충전이 쉽지 않다. 또한 아파트 주차장을 활용 할 경우 누진제가 적용되는 현재의 전력요금체계에서 가구 또는 세대간 분쟁의 소지도 내포 하고 있다. 가정용 전기료의 누진률의 예는 다음과 같으며, 아파트의 경우 관리소와 한전과의 계약에 의하며, 각 세대는 전기 사용량을 기준으로 전기료가 부과되고 있으므로 PHEV 나 EV 차량 소유 가구에 대한 전기료 책정은 미리 마련되거나 아파트용 전기료와는 와 별도의 공급계약도 고려 되어져야한다.

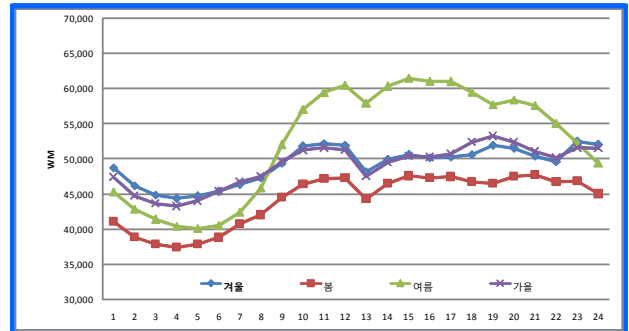
〈표 4〉 주택용 전력(저압) 2008년 11월 13일 시행

기본요금(원/호)		전 력 량 요 금 (원/kWh)	
100kWh이하 사용	370	처음 100kWh까지	55.10
101~200kWh사용	820	다음 100kWh까지	113.80
201~300kWh사용	1,430	다음 100kWh까지	168.30
301~400kWh사용	3,430	다음 100kWh까지	248.60
401~500kWh사용	6,410	다음 100kWh까지	366.40
500kWh초과 사용	11,750	500kWh초과	643.90

〈표 5〉 주택용 전력(고압) 2008년 11월 13일 시행

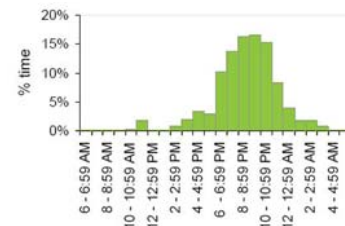
기본요금(원/호)		전 력 량 요 금 (원/kWh)	
100kWh이하 사용	370	처음 100kWh까지	52.40
101~200kWh사용	670	다음 100kWh까지	89.30
201~300kWh사용	1,150	다음 100kWh까지	132.50
301~400kWh사용	2,830	다음 100kWh까지	192.50
401~500kWh사용	5,360	다음 100kWh까지	288.90
500kWh초과 사용	9,770	500kWh초과	521.70

다음 그림3 에서 보이는바와 같이 4계절의 전력수요곡선에서 계절별 전력 수요는 물론 시간대 전력 수요를 고려한 전력요금 부과제도 도입을 통해서 PHEV 및 EV 보급에 따른 급속한 수요 증가로 인한 추가 발전 설비건설을 최소화 해야하며, 하절기 예비율 확보 및 기존 발전설비의 이용율을 극대화하기 위한 과금제 도입도 신중하게 고려되어야 할 것으로 보인다. 북미의 경우 PHEV소유자들의 충전빈도를 보면 그림4에서 보는바와 같이 주로 퇴근시간 후에 집중 되어있음을 알 수 있고, 국내에서도 이런 충전 패턴을 보인다면 하절기에 열대야 등과 겹치는 때에는 전력 수요 피크대가 오후 7시 이후에 나타날 가능성도 배제할 수 없다.



〈그림 3〉 계절별 전력 수요 (2007년)

또한 EV 용 충전설비가 대용량인 점과 집중 부하 및 고조파를 생성해 내는 것을 감안하면 현재의 증성선의 전류 용량에 대한 검토와 고조파를 절감시킬 수 있는 다 펄스 정류시스템 및 능동필터의 필요성도 검토 되어져야한다.



〈그림 4〉 PHEV 차량 소유자들의 시간대별 충전빈도

맺음말

전기에너지를 사용하는 그린카인 PHEV 나 EV의 도입은 전기에너지의 측면에서는 큰 패러다임의 변화이며, 자동차 산업은 물론이고, 관련 부품 산업과 전력 산업 전반에 걸쳐 많은 변화를 예고하고 있다. 또, 우리의 일상생활에서 필수품인 자동차는 이동 수단으로서의 편리성 만 볼 것이 아니라 우리의 미래를 담보하고 있는 환경 문제까지 연결 선상에서 보아야 하며 전기산업 한 면만이 아니고 국가의 중요 자원운용 측면에서도 종합적이고 복합적으로 검토되어져야한다. PHEV 나 EV 구매자의 입장에서 국제유가변동과 차량에 부과 될 전기요금에 절대적으로 민감할 수밖에 없으므로 에너지안보와 국익 차원에서 검토되어야하고 필요한 규정과 법적인 부분은 조속히 해결되어져야한다. 또한 높은 배터리가격과 급속 충전인프라는 전기차 보급에서 시급히 풀어야할 숙제로 남아있다.

[참 고 문 헌]

- [1] S.M. LuKIC and A. EMAD, "Charging Ahead", IEEE IE Magazine, December 2008
- [2] K.Morrow, D. Karnet, J. Francfort, "Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Infrastructure Review", Final Report Battelle Energy Alliance, November 2008
- [3] Heffner, R., Kurani, K, Turrentime, T. "Effects of Vehicle Image in Gasoline-Hybrid Electric Vehicles", Institute of Transportation Studies, University of California, Davis 2005.