

산업분석 Vol. 121

배터리 교환식 전기차의 가능성과 필요성

산업분석실
이서현 선임연구원

KATECH Insight

- ◆ 배터리 교환식(Battery Swapping) 전기차는 충전시간·전력부하관리·배터리 회수 등 문제를 보완할 수 있다고 평가되나 소비자 수용성·표준화·안전성 등 단기 해결이 어려운 문제를 안고 있음
- ◆ 배터리 교환식은 유선충전의 단점을 보완하는 기술로서 가능성은 갖고 있으나, 현행 기술·시장 여건 등을 고려할 때 그 필요성은 제한적일 수 있음

» 전기차 유선충전 방식의 단점을 보완하는 기술로 배터리 교환식 전기차가 거론

- 전기차 충전방식으로 현재 유선충전이 일반적으로 사용되나, 충전시간 등 단점을 보완하는 대안으로서 교환소에서 배터리 모듈 또는 팩을 교환하는 배터리 교환식(Battery Swapping)이 검토되고 있음
- 전기이륜차(e2w)의 경우 배터리 팩 표준화가 진행되며 배터리 교환식이 보편화된 데 비해 배터리 교환식 전기차(e4w)의 경우 중국 기업 중심으로 투자가 지속되고 있으나 성공한 기업 사례는 없음
 - 참고로 전기이륜차용 배터리 팩을 초소형 모빌리티, 전기사륜차(e4w) 등에 적용하려는 시도는 존재하나 실효성은 아직 낮다고 평가('23.3월 日 Honda 경차 N-VAN의 개조 전기차 등)
 - 배터리 교환식 전기차 및 교환소, 교환 서비스 기업은 대다수가 중국 기업이며, 일반 소비자에 배터리 교환식 전기차를 일정 대수 판매하는 기업으로는 중국의 NIO가 거의 유일하나 창업 이래 계속 적자를 기록 중
 - * NIO 외에 중국 車 제조사 Geely, BAIC 등도 배터리 교환식 전기차를 생산하나 택시·카셰어링 등에 제한적 활용
- 한편 대형전기상용차의 경우 일각에서는 주행 경로가 일정하여 배터리 교환소를 특정 구간에만 설치하면 되므로 배터리 교환식이 성공할 가능성이 높다고 평가
 - * 중국 중대형트럭(重卡) 판매량 중 배터리 교환식 전기차 비중은 '22년 1.8%→'30년 27.7%로 증가 전망(开源证券)

» 배터리 교환식 전기차는 충전시간·전력부하관리·배터리 회수 등 문제를 보완할 수 있다고 평가되나, 최근 유선 충전기술이 발전하면서 그 가능성·필요성이 약화되고 있음

- 일반적으로 배터리 교환에는 약 5분이 소요되므로 수십 분 이상이 소요되는 유선충전 대비 충전시간을 단축할 수 있으나 급속충전 기술이 발전하면서 격차가 줄어들고 있음
 - 최근 현대차그룹, 美 Lucid, 中 Xpeng 등이 800V 아키텍처 적용을 통해 유선 급속충전 속도를 크게 개선하고 있는데 아이오닉5·6 등 현대차그룹 E-GMP 기반 전기차는 약 18분 만에 전기차 배터리 잔량을 10%에서 80%까지 충전 가능
- 교환소에서 전력 수요를 고려하여 배터리를 사전에 충전하므로 전력부하관리가 용이해지나 유선충전 방식도 원격제어 기능을 적용하면 충전을 탄력적으로 조절할 수 있어 전력부하관리 능력 개선 가능
 - 영국은 지능형 전력 수요관리를 위해 '22.6월부터 가정용·직장용 완속 충전기에 원격제어 기능 적용을 의무화했으며, 일본도 '23.3월부터 충전기에 원격제어 기능 적용을 의무화하는 방안을 검토 중

» 배터리 교환·구독 서비스에 대한 소비자 수용성, 표준화, 안전성 등 문제도 단기 해결이 어려움

- 車 제조사는 배터리 교환구독 서비스*를 통해 배터리를 쉽게 회수할 수 있으며 새로운 수익도 창출할 수 있으나 배터리 교환구독 서비스에 대한 소비자 수용성이 단기에 개선되기는 어려울 전망

* 배터리 회수 촉진책으로 배터리 위치를 추적하는 커넥티드 기술을 적용하는 방식, 배터리 회수 협력 시 보상을 지급하는 방식 등도 있으나 전기차 제조사는 수익성이 높은 교환·구독 서비스(BaaS) 방식을 선호할 것으로 생각됨

- 中 NIO는 배터리 교환식 전기차를 '22년 약 12만대 판매했으며 배터리 교환소를 계속 증설하는 성과를 보이고 있으나 이는 소비자 수용성을 높였다기보다 공격적인 무료 배터리 교환 서비스에 기인한 바가 큼

* 무료 배터리 교환 서비스를 '20.10.11. 이전 구매자에는 평생 무제한, '20.10.11.~'23.6.11. 구매자에는 월 4~6회 제공했으나 적자를 줄이기 위해 '23.6.12. 이후 구매자에는 유료 옵션을 선택해야 월 4회 제공함

- 또 NIO는 유럽진출 당시 배터리 구독 옵션만 제공했으나 소비자 반응이 좋지 않아 2달 만에 배터리 구매 옵션을 제공함

* 세제 혜택으로 신차 판매 중 법인차량의 비중이 50% 수준으로 높은(산업동향 Vol. 95 '脫하이브리드를 지향하는 EU 친환경차 정책' 참조) 유럽에서도 배터리 소유권 분리 방식에 대한 소비자 수용성은 높지 않다는 점을 시사

- 규격이 표준화되지 않아 다른 제조사 전기차 간에 배터리 교환소 교차 이용이 어려우며 중국 CATL, 미국 Ample 등이 모듈식 배터리 교환 솔루션을 개발하고 표준화를 추진하고 있으나 한계가 존재

- 中 배터리 기업 CATL은 최근 모듈식 배터리 교환 솔루션 Choco-SEB(승용차용), QiJi(대형상용차용)을 발표, 다양한 제조사의 차와 호환할 수 있다고 주장하나 전기차 제조사들의 수용 가능성은 낮을 것으로 예상

- 中 배터리 충전·교환 서비스 기업 Aulton은 다양한 제조사*의 차에 배터리 교환 서비스를 제공하는 협업 관계를 맺고 있으나, 협업 대상은 대부분 배터리 분야 경쟁력이 약한 제조사임

* FAW, Dongfeng, Changan, SAIC, BAIC, GAC, Dongfeng-Nissan, Hozon 등 16개 사로 알려져 있음

- 美 스타트업 Ample은 모듈 용량을 낮춰 교환소 설비 비용을 절감하고 다양한 차와 호환할 수 있다고 주장하나, 일반적 전기차에 필요한 전력량을 공급하기 위해서는 모듈 수십 개를 교환해야 하므로 교환시간이 길어져 장점이 희석됨

- 배터리 교환을 반복하는 과정에서 결합부가 손상·노후되어 안전 문제가 발생할 가능성이 있음

* '23.6월 말 中 Geely의 카헤일링 차량에서 배터리가 주행 중 분리되는 사고 발생

▮ 유선충전 대비 배터리 교환식 전기차의 상대적 장·단점 ▮

상대적 장·단점		설명
장점	충전시간 단축	유선충전보다 충전시간을 단축할 수 있음. 단 급속충전 기술개발로 격차가 줄어들 수 있음
	전력부하관리 용이	배터리 교환소에서 배터리 충전을 일괄 관리하므로 전력부하관리가 용이해짐
	배터리 회수 용이	배터리를 교환 서비스 기업이 관리하므로 배터리 회수·재활용이 용이해짐
	소비자 부담 경감	초기 구매비용이 낮아지고 배터리 감가분이 없어 잔존가치가 높게 보존되므로 소비자 부담이 경감된다는 견해 존재(단 中 NIO의 非인증 중고차는 무료 배터리 교환 서비스 혜택을 승계할 수 없으며 중국에서도 배터리 교환식 전기차 중고 거래는 아직 활발하지 않음)
	배터리 성능 유지	배터리를 교환 서비스 기업이 관리하므로 배터리 성능을 양호한 수준으로 유지할 수 있음
단점	소비자 수용성	배터리-전기차 간 소유권 분리 방식에 대한 소비자 수용성은 단기 개선이 어려울 전망
	대량의 배터리 필요	전기차 대수보다 더 많은 수의 배터리를 갖춰야 하므로 원자재 수급·배터리 비용 부담 가중
	안전성 문제	배터리 교환을 반복하는 과정에서 결합부가 노후되어 안전 문제가 발생할 가능성 존재
	높은 교환소 건설·운영유지 비용	교환소 건설비용이 유선충전소 건설비용보다 높은데다 전기차 배터리 교환에는 로봇 등 자동화 설비가 반드시 필요하므로 대중화가 진행되어도 운영유지 비용 또한 낮추기 어려움
표준화 문제	규격이 표준화되지 않아 다른 제조사 전기차 간에 배터리 교환소를 교차 이용하기 어려우며, 현재 시장 점유율을 고려할 때 배터리 교환소가 유선충전소와 입지 경쟁에서 이기기 어려움 中 배터리 기업 CATL, 美 배터리 교환 스타트업 Ample은 모듈식 배터리 솔루션을 개발하여 표준화를 추진하고 있으나 전기차 제조사는 타사와의 차별성 유지를 위해 이를 수용하지 않을 가능성이 높음	

Ⅰ 현행 전기 승용차, 대형상용차용 배터리 교환 서비스 현황 및 비교 Ⅰ

(단위: kWh, 위안/월, 위안/kWh)

구분	기업명	배터리 교환 서비스 종류	배터리용량 (kWh)	기본요금 (위안/월)	충전 요금 (위안/kWh)	비고
승용차	中 NIO	표준	75	980	13.07	배터리는 CATL이 공급. 표준·대용량 배터리별 에너지밀도는 142.1, 185.4Wh/kg이며 車 가격 할인 폭은 7만, 12.8만위안
		대용량	100	1,680	16.80	
	中 Aulton	BAIC EU급속 배터리 교환식	45	458	10.18	Aulton은 현재 주로 택시, 카셰어링에 교환 서비스를 제공하며 배터리·전기차는 자체 생산하지 않음. 배터리 교환식 옵션 선택 시 BAIC 車 가격 할인 폭은 5만위안
	中 CATL	Choco-SEB (巧克力换电块)	모듈 1개당 26.5	399	15.06	필요에 따라 모듈 3개까지 탑재 가능. 에너지밀도 160Wh/kg 이상이라 주장
	美 Ample	Ample	모듈 1개당 2.5	-	-	명시한 바 없으나 교환소에서 하루에 50kWh 배터리 48개를 교환 가능하다고 했으므로 모듈 20개까지는 탑재 가능
유선	국가별, 충전사업자별로 기본요금·충전요금이 상이하여 직접 비교는 어려움. 보통 중국에서 가정용 충전기를 이용한 완속충전 요금은 약 0.6위안/kWh, 상업용 전기를 사용하는 공공충전기 급속충전 요금은 약 1.6~1.8위안/kWh					
대형상용차	中 CATL	QiJi (骐骥)	모듈 1개당 171	-	-	필요에 따라 모듈 3개까지 탑재 가능. 에너지밀도 500Wh/kg라 주장
		현재는 J3068 완속충전만 이용 가능. 급속충전 규격 ①~③이 개발되고 있으며 모두 '24년 출시 목표 ① Megawatt Charging System(유럽 주도): 1,250V, 3,000A, 출력 3.75MW / 45분 내 완충 목표 ② Tesla Megacharger(북미 주도): 1,000V, 불명, 출력 1MW 이상 / 30분 내 70% 이상 충전 목표 ③ Ultra-ChaoJi(일-중 주도): 세부 내용은 불명('21년 당시 1,500V, 600A×2, 출력 1.8MW 목표)				

» 한편 대형전기상용차의 경우 배터리 교환식 도입 가능성이 높다고 평가되나 실제 필요성은 주요국의 운전자 법정 의무 휴식시간 규정 등에 따라 달라질 것임

- 中 CATL은 QiJi를 통해 대형상용차 배터리를 수 분 내에 교환할 수 있어 수익을 높일 수 있다고 주장하나 충전시간이 단축되어도 법정 의무 휴식시간으로 인해 운전자의 편익에는 큰 차이가 없을 수 있음
 - 우리나라·미국·EU·중국·일본 등 주요국은 화물차 운전자 등에 대해 의무 휴식시간을 규정(15~45분)
 - * 우리나라는 화물차를 2시간 이상 연속 운전한 운전자에 15분 이상, 일본은 화물차를 4시간 이상 운전한 운전자에 30분 이상, 중국은 자동차를 4시간 연속 운전한 운전자에 연속 20분 이상의 휴식을 의무화
 - * 미국은 화물차를 8시간 이상 운전한 운전자에 연속 30분 이상, EU는 3.5톤('26.7월부터 2.5톤) 이상 화물차·승차정원 10인 이상인 승용차를 4.5시간 연속 운전한 운전자에 45분 이상의 휴식을 의무화
- 미국유럽에서 개발 중인 대형전기상용차 급속충전 규격은 의무 휴식시간 내 70% 이상 충전을 목표하는데, 이들 규격이 출시되면 유선충전과 교환식 간 가동률 차이는 크지 않을 전망
- 다만 의무 휴식시간 규정은 운전자에만 적용되므로 법인 소유의 대형전기상용차를 교대하여 운전한다면 배터리 교환식을 도입함으로써 급속충전을 도입했을 때보다 더 높은 가동률을 달성할 수도 있음

» 종합하면 배터리 교환식은 유선충전의 단점을 보완하는 기술로서 가능성이 있으나, 현행 기술·시장 여건 등을 고려할 때 필요성은 제한적일 수 있음

- 전기이륜차의 경우 전 세계적으로 배터리 교환식이 보편화되고 있으므로 우리나라 기업도 배터리 교환식 전기이륜차 및 그 교환소 보급, 교환 서비스 운영 등에서 새로운 사업 기회를 창출할 수 있음
- 그러나 배터리 교환식 전기차(e4w)를 보급하기 위해서는 여러 난제를 해결해야 하며, 주요국의 현행 법·제도상 배터리 교환식 대형상용차의 도입 필요성 또한 제한적일 수 있음