

전기 이륜차 산업 및 기술 개발 동향

오 승 호*, 이 민 재**

(S & T모터스 *기술연구소장, **선행개발팀장)

현재 세계적으로 환경 규제를 강화하고 있고 화석 연료의 한정된 매장량으로 인하여 대체 에너지를 사용하는 추진 시스템의 개발이 많은 방면에서 이루어지고 있다. 전기 이륜차는 대기 오염 물질을 다량 발생시키고 소음이 심한 50cc급 2행정 엔진을 사용한 스쿠터의 대안으로 개발되었다. 전기 이륜차는 엔진의 소음과 배기가스로부터 나오는 대기오염 물질이 없고 유지비가 낮다는 특별한 장점이 있는 운송 수단이다. 차량의 크기와 출력이 작은 전기 스쿠터를 시작으로 출력과 크기가 상대적으로 큰 영업용과 레저용 이륜차까지 전기 이륜차로 확대할 것이라는 계획도 있다. 국내 타 완성차 제조업체들도 대기오염과 에너지 고갈이라는 시대적 사안 앞에 전기 자동차 및 대체 에너지 자동차 개발에 힘을 쏟고 있다. 본 기고를 통해 환경오염과 에너지 문제로 인해 각광을 받고 있는 전기 이륜차 시장의 전망과 내연기관을 사용한 차량과 동일하거나 오히려 뛰어난 성능을 위한 기술 개발 내용을 바탕으로 전기 이륜차 산업 및 기술 개발 동향에 대해서 이야기하고자 한다.

1. 전기 이륜차의 시장 전망

중국에서는 전기 이륜차와 자전거의 보급이 활발히 진행되고 있다. 기술 개발은 대만과 일본에서 진행 되었고 생산은 주로 중국에서 이루어 졌으며 보급은 대만과 중국을 중심으로 진행되고 있다. 중국은 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 대만의 기술들을 받아들여 1300여개의 업체에서 전기 이륜차와 자전거를 개발 및 생산하고 있다. 연간 생산량은 1200만대로 추산되며 대량 생산을 통해 원가 인하를 이루어 가격

경쟁력을 가지게 되었다. 중국에서 전기 이륜차 및 자전거의 보급이 활발하게 이루어진 요인 중 지리적 요인도 무시할 수 없다. 중국은 대부분 평지를 이루고 있어 성능이 저급한 제품이라도 일반적인 주행에 무리가 없다. 대만 정부도 중국 정부와 마찬가지로 전기 이륜차 및 자전거 개발에 많은 투자를 아끼지 않았고, 내연기관 이륜차 보다 가격이 비싼 전기 이륜차를 구매 시 차액만큼 구매 비용을 정부에서 지원을 하고 있으며 에너지 저장장치 보급 및 충전소와 같은 인프라 구축에도 아낌이 없었다. 일본의 경우 엔진 이륜차의 규제를 강화하는 시점과 고유가 시대와 맞물리면서 전기 이륜차 및 자전거의 판매가 급증하였다.

국내 전기 이륜차 보급의 경우는 일본, 중국, 대만과는 다른



그림 1 대만의 이륜차 운행 모습

모습을 보인다. 2005년부터 수도권 대기 개선책의 일환으로 정부의 정책적인 지원 하에 전기 이륜차의 보급이 공공부문부터 차츰 시작되어졌고, 공공기관의 구매물량의 일정 비율은 친환경 자동차를 구매하도록 법을 제정하여 시행하였지만 주무부처의 구체적인 실천계획 미흡으로 인하여 국내 전기 이륜차의 보급 현황은 주변국들에 비하여 매우 미비 하였다. 설상가상으로 2005년도부터 보급에 들어갔던 전기 이륜차들은 동력원으로 무거운 납산 Battery를 사용하는 등 아주 저급한 성능으로 인하여 전기 이륜차의 이미지에 찬 물을 끼얹었고 전기 이륜차의 인프라의 부실함이 전기 이륜차의 보급에 악영향을 끼쳤었다. 이제는 전기 이륜차 초기 구입비용을 정부에서 지원하는 등 점진적으로 정부의 지원 정책이 마련되고 있으며 기술 개발에도 투자금액을 늘려가고 있는 실정이다. 우리도 주변국들과 같이 국내 도로 사정에 맞는 전기 이륜차의 보급을 위해서 국가의 적극적인 지원을 받고 전기 이륜차 기술 개발을 위한 노력을 하고 있으며 전기 자동차에 비해 근거리 운송 수단의 목적과 이미지에 부합하며 상대적으로 에너지 저장 장치가 작고 인프라 구축 사업비용 등 많은 부분 때문에 조기에 상용화가 가능하여 단계적인 보급 사업을 추진 중이다. 이처럼 전기 이륜차의 보급도 활성화 되고 인프라의 구축이 원활하게 이루어진다면 국내 전기 이륜차의 시장 규모가 커지는 것은 시간문제라 전망한다.

2. 전기 이륜차의 기술 개발 동향

주변국들의 전기 이륜차 판매량은 국내 보다 월등히 앞서고 있지만 기술력 만큼은 국내 완성차 업체들이 가진 기술력이 월등하다고 자부한다. 국내 전력 전자 기술의 발달에 힘입어 전기 이륜차의 기술도 동반 성장하고 있다. 이는 동력 발생을 전담하는 대부분의 파트들이 전력전자 기술에 의존하기 때문

이다. 전기 이륜차의 많은 요소들에 대하여 기술 개발과 성능 개선이 있었음에도 내연기관을 사용하는 이륜차에 비해 아직 부족한 것이 한 가지가 있다. 주행 성능만 놓고 본다면 목표로 했던 50cc 내연기관을 사용한 스쿠터를 이미 넘어섰지만 이차전지의 용량에 따른 만 충전 시 가능한 주행 시간과 주행 거리에 제약이 있다는 것이다.

이는 battery 성능의 개선 이외에도 BLAC 모터의 효율을 높이기 위한 제어기 성능 개선과 동력전달 효율이 좋고 가벼운 변속 장치의 개발이 필요한 이유로서 충분하다.

2.1 BLAC 모터와 변속장치

현재 시판하거나 개발하고 있는 대부분의 전기 이륜차에는 In-wheel 방식이라고 부르고 있는 BLAC 모터와 감속기 일체 형태의 구동 장치를 사용한다. 후륜 휠의 림과 axle 사이의 공간을 활용 하여 제한된 전기 이륜차의 적재 공간을 확보하

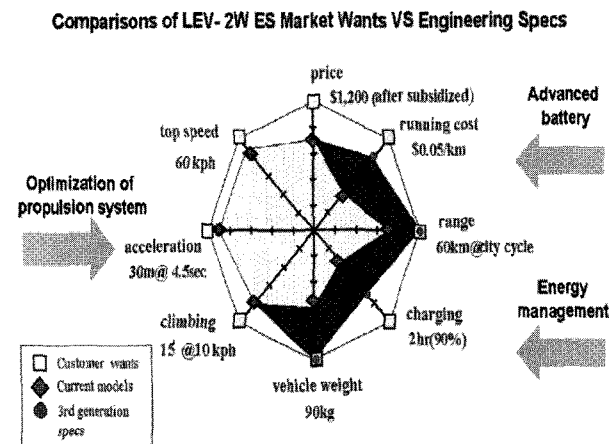


그림 3 소비자 요구사항 대비 전기차량 성능



그림 2 전기 이륜차 충전소 모습

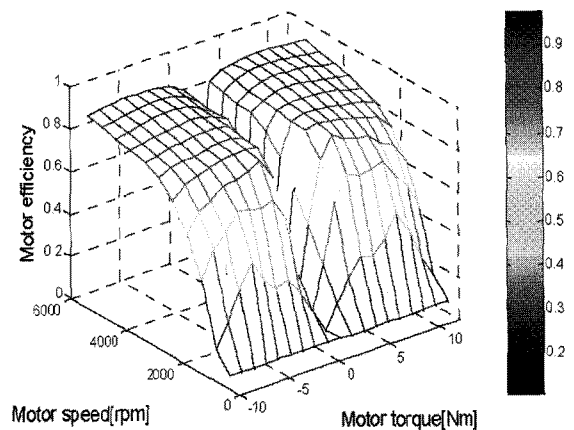


그림 4 BLAC 모터 성능 3D mapping

표 1 이차전지의 종류별 특성

특성	니카드전지 (Ni-Cd)	니켈-수소전지 (Ni-MH)	리튬이온전지 (Li-ion)	리튬폴리머전지 (Li-Polymer)	특성
양극활물질	NiOOH	Ni(OH) ₂	LiMO ₂	LiMO ₂	양극활물질
음극활물질	Cd	MH	Carbon	Carbon	음극활물질
전해액	KOH/H ₂ O	KOH/H ₂ O	LIX/유기용매	LIX/고분자전해질	전해액
평균전압(V)	1.2	1.2	3.8	3.8	평균전압(V)
에너지밀도 (wh/L)	160	240	350-400	250-350	에너지밀도 (wh/L)
수명(회)	1000	1000	1200	1000	수명(회)
자기방전율 (%/월)	20-25	20-25	less than 10	less than 10	자기방전율(%/월)
환경친화도	Bad	Bad	Good	Good	환경친화도
저온특성	Good	Good	Good	Bad	저온특성
안정성(Safety)	Very Good	Very Good	Explosive	Fire	안정성(Safety)
보호회로	불필요	불필요	필요	필요	보호회로

고 경량화를 이루었다. 하지만 이러한 구동 방식은 감속비가 일정하기 때문에 BLAC 모터의 특정 회전 구간을 빼고 나머지 구간에서는 모터의 최대 효율을 활용할 수 없다는 단점이 존재 한다.

BLAC 제어기와 모터, 변속기는 모두 연계가 되어 유기적으로 동작 하여야 전기 이륜차의 구동에 사용되는 전력 효율이 개선 될 것이다. 역기전력을 제어하여 모터의 구동 효율을 높이는 방법 등 BLAC 모터 드라이브에 관해서는 많은 연구와 개선이 이루어져 이미 많은 산업에서 활용되고 있다. 변속기는 수요자 요구 사항에 따라 무단 변속이 가능해야 하고 BLAC 모터의 효율을 충분히 살려 구동시킬 수 있어야 한다. 하지만 현재 이륜차에 쓰이고 있는 무단변속기(CVT)는 내연기관에 맞추어져 설계되어 있어 크고 무거우며 가장 치명적인 것은 BLAC 모터에 적용하기에는 동력 전달 효율이 나쁘다는 것이다. 이러한 단점을 보완하기 위해 전기 이륜차 전용 무단변속기를 개발 하여 주행 성능도 향상 시키고 만 충전 시 총 주행거리를 늘리며 주행 시간을 더 늘릴 수 있게 만들

어야 한다.

2.2 전기 이륜차 전용 Battery Pack

전기 이륜차에 있어 배터리는 전기 에너지를 사용할 수 있도록 저장 하거나 발생 시키는 장치이다. 한번 사용 후 폐기 해야 하는 일차전지와 달리 일정횟수 동안 충전과 방전이 가능하여 재사용을 할 수 있으므로 경제적이며 환경에도 이롭다. 이차전지는 노트북, 핸드폰, PDA 등 휴대용 전자기기에 사용되고 있으며, 배터리 전기용량의 증가로 인해 전기자동차 및 전기 이륜차 등의 운송수단에 주 동력원으로 사용이 확대되고 있다.

이차전지의 작동원리는 전기화학적 산화-환원반응에 의해 발생하는 이온의 이동으로 전기를 발생시키고 그 반대과정으로 충전되는 원리로 작동한다. 이차전지는 양극, 음극 및 전해질의 종류에 따라 구분되어지는데, 납축전지(Lead - acid), 니켈카드뮴전지(Ni - Cd), 니켈수소전지(Ni - MH), 리튬이온전지(Li - ion) 및 리튬이온폴리머전지(Li - ion -

표 2 각 차량별 도로 주행 성능

시험항목			전기이륜차(A)	전기이륜차(B)	전기이륜차(C)	휘발유 이륜차
평지시험	최고속도 (km/h)	1차	51.9	52.8	63.3	55.5
		2차	56.1	-	62.3	-
	가속도(s) (0m→100m)	1차	12.5	11.4	11.4	12.2
		2차	11.3	-	11.4	-
등판성능(km/h) (20%, 20m)	1차	15.1	20.9	18.1	16.1	
	2차	15.6	-	19.3	-	

polymer)등이 있다. 당연히 가볍고 에너지 밀도가 높은 리튬이온이나 리튬이온폴리머 이차전지를 이륜차에 적용시키는 것이 효과적이다. 최근에는 리튬이온 이차전지의 전해물질 특성에 따른 안정성 문제로 상대적으로 안정한 리튬폴리머를 사용하게 되었다.

리튬폴리머 이차전지의 경우 과 충/방전 시 셀(cell)이 파괴되어 수명이 급격하게 떨어지거나 화재가 발생할 수 있어서 취급 시 주의가 따른다. 사용 중 발생할 수 있는 과 충/방전과 온도에 따른 셀들의 전압 변화에 대응하기 위해 개발된 것이 BMS(Battery Management System)이다. 전기 이륜차 전용 Battery Pack에 탑재되어 있는 BMS를 통하여 각각 셀의 전압 제어를 함으로서 리튬폴리머 이차전지의 안정성에 대한 위험과 취급 방법의 까다로움을 해결하였다. 하지만 사용 온도가 극저온일 경우 방전 성능이 떨어져 전체적인 출력 저하 및 전기 이륜차의 운전시간 감소로 이어지는 문제가 있다.

2.3 내연기관 차량과 성능 비교


먼저 50cc 내연기관을 사용하는 스쿠터의 대안으로 전기 이륜차를 개발 하겠다고 했다. 그래서 내연기관 스쿠터와 개발이 완성 단계였던 전기 이륜차와 성능 비교 실험을 실시하였었다. 주행 성능은 일부 전기 이륜차를 제외하고 내연기관을 사용하는 이륜차 보다 앞서고 있음을 표 2를 통해 확인 할 수 있다.

내연기관 이륜차와 전기 이륜차 사이에 1회 주유 및 충전 시 운행할 수 있는 거리와 시간의 차이가 존재 하지만 이러한 단점은 앞으로도 개선될 여지가 충분하다.

3. 맺음말

앞서 전기 이륜차의 산업과 기술 개발 동향에 대해서 간략

하게 이야기 해 보았다. 각 기관은 관련 법규 손질 및 인프라 구축에 투자를 하고 기업은 전기 자동차 및 대체 에너지 운송 수단의 기술을 개발하여 곧 닥쳐올 변화에 유연하게 대처하여야 할 것이다.

근거리 운송 수단으로서 손색이 없으며 환경오염에 대해서 자유롭고 높은 에너지 효율로 활용이 가능한 전기 이륜차의 가능성은 앞으로도 무한대이며 시대가 요구하는 사항을 충족 시키기에 부족함이 없다고 생각한다. 전기 이륜차의 장점을 살려 IT분야와 접목도 시도하여 사용자 편의를 극대화 할 계획도 있어 기대가 된다. 내연기관 분야에서는 후발 주자였지만, 전기 이륜차를 시작으로 우리의 차세대 운송 수단 기술력을 세계 최고 수준으로 끌어올리는 것이 필자의 목표이다. 

〈 필 자 소 개 〉



오승호(吳承鎬)

1960년 3월 26일생, 1984년 경북대 전자공학과 졸업. 2002년~2006년 (주)대우정밀 기술연구소 전자/전장 사업본부부장. 2007년~현재 (주)S&T모터스 기술연구소 소장. (사)한국자동차공학회 이륜차연구회 위원장.



이민재(李旻宰)

1967년 8월 29일생. 1994년 울산대 산업디자인학과 졸업. 현재 (주)S&T모터스 기술연구소 선행개발팀장.