

제주지역에서의 전기자동차 주행 특성

양원호*, 김홍석**, 현명택***

The Driving Characteristics of Electric Vehicles in Jeju

Won-Ho Yang*, Hong-Suk Kim**, Myung-Taek Hyun***

Abstract

Air pollution from auto-vehicle exhausted gas accounts for 70% of entire air pollution in Jeju. The introduction of electric vehicles which do not generate discharge emissions will improve the clean image in Jeju and boost tour industry. Driving tests have been conducted on the 5·16 and Ilju Roads to investigate the driving characteristics of electric vehicles, using Santa Fes provided by HyunDai Motor Co. The state of charging battery decreases rapidly on the uphill road of 5·16 Road, while it shows linear decreases on the flat road of Ilju Road. It is required to improve the charging ability of battery to adopt the electrical vehicle in Jeju.

Key Words : Electric vehicle, road testing, state of charging battery, driving characteristics

1. 서론

최근 지구촌 환경 보호를 위해 세계 각국의 환경규제가 날로 강화되고 있다. 지구 온난화 등 제반 환경 문제를 야기하는 대기 오염물질의 발생원을 규제하고자 노력중이며 특히 그 원인으로 자동차 배기에 이목이 집중되면서부터 저공해 또는 무공해 자동차와 같은 환경친화형 차세대

대 자동차에 대한 연구 및 개발이 세계 각 자동차 메이커와 학계에서 활발히 진행되고 있다.

이러한 노력의 일환으로 세계 유수의 자동차 회사에서는 전기자동차, 하이브리드 전기자동차, 연료전지차 등의 전기적 구동시스템을 이용하는 환경친화형 차량들이 앞을 다투어 개발되고 있으며 이를 위한 연구도 발표되었다[1,2].

환경친화형 차세대 자동차에 대한 연구를 진작시키고 개발된 차량의 시장 여건을 조성하기 위해 선진국을 필두로 각종 제도를 도입하고 있다. 우리나라에서도 내년부터 자동차 메이커들이 일정 비율의 저공해차 판매 의무화 제도를 도입하는가 하면 공공기관에서는 신차 구입시 20%를 저공해차로 구입하는 제도를 시행할 계획이다.

- * 제주대학교 대학원
Graduate school, Cheju Nat'l Univ.
- ** 제주산업정보대학 자동차기계열
Division of Automobile & Machine, Jeju College
of Technology
- *** 제주대학교 기계·에너지·생산공학부, 첨단기술연구소
Faculty of Mechanical Energy & Production Eng.,
Cheju Nat'l Univ., Res. Inst. of Adv. Tech.

본 연구에서는 국내에서 가장 먼저 개발된 전기자동차인 현대자동차의 싼타페 전기자동차를 이용하여 제주도 지역에서의 도로특성에 대한 주행성능을 평가하고자 한다. 이 전기자동차의 하와이에서의 주행 특성에 관한 연구는 2002년에 발표되었다[3].

II. 제주도지역의 특성

2004년 1월 말 현재 제주도에 등록된 자동차는 20만586대(전국의 1.37%)이며 이는 도민 2.65명당 1대로 0.83세대당 1대인 셈이다. 전국 평균 4.47명당 1대, 1.44세대당 1대보다 월등히 많은 전국 최고 수준이다. 이러한 과다한 자동차 보유로 인하여 제주도 대기오염 원인의 70% 이상이 자동차 배출가스에 의한 오염으로 진단되고 있다. 따라서 에너지 소비가 큰 수송분야에 있어서 대체에너지(전기, LPG, 태양광 등)를 사용하는 자동차의 도입을 위한 노력이 절실하다고 하겠다.

또한 제주도는 국제자유도시 추진과 함께 맑고 깨끗한 환경을 유지하기 위해 전적으로 석유 제품에 의존하는 에너지 공급체계를 가스, 전력 등 청정에너지 중심으로 전환할 계획이며 2010년까지 그 비율을 전체 에너지 소비량의 5%까지를 목표로 하고 있다. 이의 원활한 추진을 위해서는 대기환경오염의 주범인 수송분야에서 전기자동차를 비롯한 청정에너지를 이용한 수송수단의 도입을 위한 검토가 필요하다.

제주도는 섬지역이라는 특수성과 함께 해안선 일주도로가 200km 이내로 제한되어 있고, 장기주행이 불필요함으로 전기자동차의 단점인 짧은 주행거리의 문제점이 크게 문제시되지 않는다. 이런 연유로 전기자동차의 최적의 시범지역으로 지목되고 있다. 또한 전기자동차의 도입은 청정 이미지 극대화로 제주도의 최대산업인 관광산업에 큰 시너지 효과를 줄 것으로 예상되어 그 도입 가능성에 대한 검토가 절실한 상황이다.

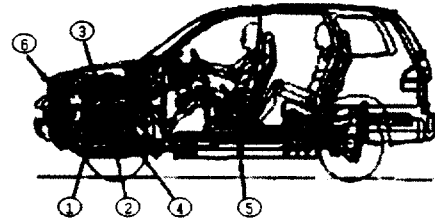
III. 주행성능 시험

3.1. 차량의 구성 및 제원

전기자동차는 Fig. 1에서와 같이 구동용 모터와 1개의 감속기를 조합하여 기존의 엔진룸에 탑재함으로써 전륜구동 할 수 있도록 하였다. 구동용 배터리를 차량의 하부에 배치하여 승객탑승 공간을 그대로 유지함과 동시에 전후륜의 이상적인 중량분배와 요(yaw) 관성모멘트의 최소화로 주행시 차량의 운전안전성을 극대화 할 수 있다.

배터리 충전은 표준충전 및 급속충전 두 가지를 대응할 수 있도록 하였다. 표준 충전의 경우 차량 전방에서 충전할 수 있도록 라디에이터 그릴 위치에 충전 주입구를 설치했고, 급속충전의 경우 기존의 연료주입구 위치에 전용의 급속충전 주입구를 배치하였다.

조향장치로는 모터 구동의 파워 스티어링 시스템을 적용하였으며, 전동 콤프레샤 타입의 에어컨 시스템을 구비하여 운전의 편의성 도모 및 차량 운행시 탑승객에 대한 쾌적성을 배려했다.



MAIN PARTS		
① Motor	② Final drive	③ Motor controller
④ Power steering	⑤ Battery	⑥ Charge cap

Fig. 1 Layout of a electric vehicle

Table 1 Specification

Length * Width * Height(mm)		4,500 * 1,820 * 1,675
Empty vehicle weight(kg)		1,860
Minimum road clearance(mm)		190
Motor	Type	AC Induction motor
	Power(kW)	60
Battery	Type	Ni-MH
	Capacity, Voltage	105Ah, 312V
Max. velocity(km/h)		130
Accelerating ability (0→100km/h, sec)		19
A full charge driving distance (City mode, km)		160
Charge time (hr)	Normal	8
	Fast	0.5-1

실험용 전기자동차의 제원은 Table 1에 제시하였다. 기존 신타페 모델에 전기구동용 장치인 구동모터, 구동배터리를 장착하였기 때문에 모든 제원은 기존 신타페와 유사하다. 다만 배터리 무게로 인하여 공차중량이 1,860kg으로 증가하였고, 동력전달용 구동모터로는 AC유도기(60kW)형 모터를 사용하였으며, 구동배터리는 Ni-MH 전지로 용량은 105Ah, 전압은 312V이다. 이 전기자동차의 최고 속도는 130km/h이고, 정지상태에서 100km까지의 가속 성능은 19초이다. 일회 충전으로 주행할 수 있는 거리는 도심에서 160km이고, 충전시간은 표준충전으로 8시간, 급속충전으로 30분에서 1시간 정도이다.

3.2. 주행 시험 방법

전기자동차의 주행특성을 조사하기 위해서는 다양한 도로 조건에서의 주행이 필요하다. 이를 위해 급경사도로인 5-16도로, 1,100도로 그리고 비교적 고속주행이 가능한 서부산업도로, 정속주행(60km/h)이 가능한 일주도로, 그리고 정지,

출발이 반복되는 시내주행에 대한 주행시험을 수행하였다.

Table 2 Driving Test Data on 5-16 Road

	First driving	
	Cheju Nat'l Univ → Seogwipo	Seogwipo → Cheju Nat'l Univ
Section distance	27.5km	28.3km
Section discharge	18%	23%
Total distance	27.5km	55.8km
Total discharge	18%	41%
SOC	81%	58%
Road condition	Up & Down	Up & Down

	Second driving		
	Cheju Nat'l Univ → Seongpanak	Seongpanak → Cheju Nat'l Univ	Cheju Nat'l Univ → Jeju College of Technology
Section distance	12.9km	13.7km	3.7km
Section discharge	20%	0%	8%
Total distance	68.7km	82.4km	86.1km
Total discharge	61%	61%	69%
SOC	38%	38%	30%
Road condition	Up	Down	Up

Table 3 Driving Test Data on Ilju Road

	First driving	
	Cheju Nat'l Univ	Pyosun→

	→ Pyosun	Cheju Nat'l Univ
Section distance	66.0km	68.5km
Section discharge	29%	40%
Total distance	66.0km	134.5km
Total discharge	29%	69%
SOC	70%	30%
Road condition	Flat	Flat

주행 시험 방법은 충전율 100%(완전충전)에서 충전잔량이 30%(계충전 경고시점)까지의 주행거리를 기록하고 에어컨 및 기타 부속장치는 미작동을 조건으로 하고 차량중량은 적차상태(운전자/시험자 탑승포함)기준으로 하였다.

Table 2에서는 5·16도로에서의 주행시험 데이터를 Table 3에서는 일주도로에서의 주행시험 데이터를 제시하였다.

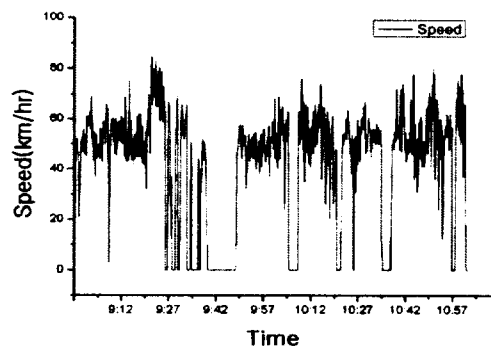
IV. 주행시험결과

제주도내 다양한 도로 조건에 대한 주행시험을 행하였는데 이들 주행기록 중 가장 대표적인 급경사도로(5·16도로)와 평탄도로(일주도로)에 대한 결과를 Fig. 2와 3에 각각 제시하였다.

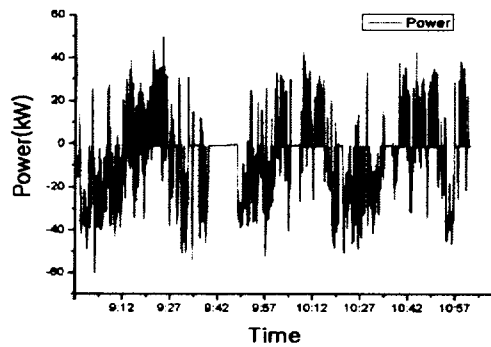
5·16도로의 경우 Table 2에서 보듯이 제주대학교를 출발하여 서귀산업과학고등학교까지 왕복 운행(1차 주행)한 후 제주대학교에서 성판악까지 왕복 운행하고 제주산업정보대학까지 운행(2차 주행)하였다. 1, 2차 주행모두 오르막길과 내리막길의 반복이다. Fig. 2에 제시된 결과는 제주대학교에서 출발한 후 서귀산업고등학교까지 이르는 동안의 경과 시간에 따른 (a) 속도, (b) 소모된 전력을 제시한 것인데 도로 조건에 따라 속도가 다양하게 변하고 이에 따라 소모된 전력도 소비 또는 재생산되는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 Fig. 2(c) 배터리 잔량에서 더욱

분명하게 알 수 있는데 경사로 등판시는 급속하게 전력이 소모되며, 내리막길 주행시는 전력소모가 거의 되지 않고 오히려 약 2~3%정도 보조충전이 이루어지고 있다.

이러한 현상은 전기자동차의 회생제동 시스템의 특성이 발휘된 것으로 제동시 차량의 운동에너지를 전기에너지로 변환시켜 이를 배터리에 저장하고 저장된 에너지로 모터를 구동하여 차량의 연비 개선효과를 제공하기 때문이다. 이 시스템의 성능이 개선된다면 경사로에서의 급격한 전력소모를 상쇄하고 더 나아가 충분한 주행거리를 제공할 수 있을 것으로 보인다.



(a) Speed



(b) Power

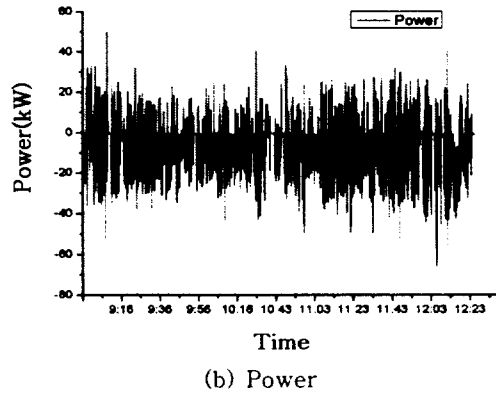
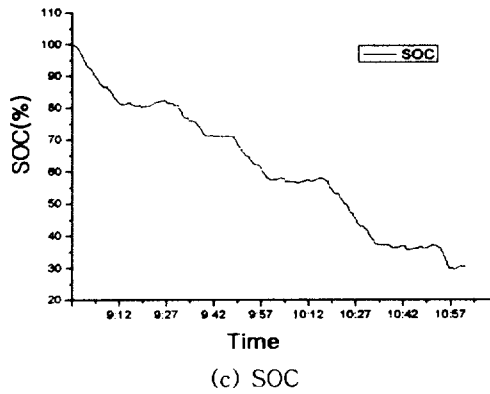


Fig. 2 Driving characteristics on 5.16 Road

본 결과에는 제시하지 않았지만 5.16도로는 제주시에서 서귀포 방면은 급경사도가 많지 않고 평지와 혼합되어 있으나, 서귀포에서 제주시 방면은 급경사도가 성판악까지 계속됨으로 인하여 전력소모량이 5%정도 추가 소요되고 모터가 쉽게 과열되는 현상을 보였다.

일주도로에서의 주행 특성을 조사하기 위해 제주대학교를 출발하여 표선까지 왕복 주행하였

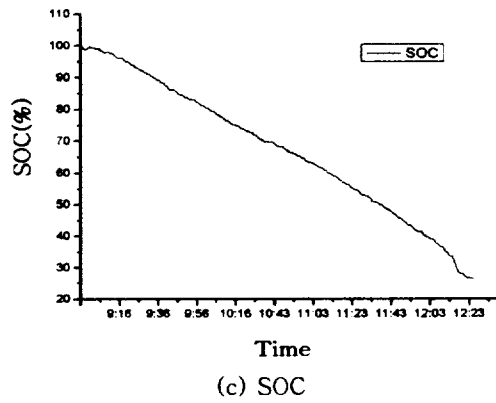
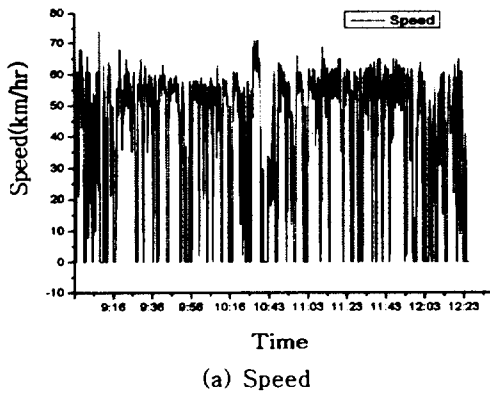


Fig. 3 Driving characteristics on Ilju Road



다. 일주도로의 경우(Fig. 3)에는 평탄도로이기 때문에 5.16도로에서와 달리 주행 중 속도의 증감이 적음을 Fig. 2(a)와 3(a)에서 알 수 있다. 또한 소모된 전력(Fig. 3(b))도 재충전의 절대치가 Fig. 2(b)에 비하면 미미하고 따라서 배터리 잔량(Fig. 3(c))도 거의 일정한 비율로 직선적으로 감소함을 알 수 있다. 이러한 특성상 1회 충전시 주행할 수 있는 거리(충전잔량이 30%일 때까지)가 5.16도로의 경우 86.1km인 반면 일주도로의 경우 134.5km로 50% 이상 길어짐을 알 수 있다.

V. 결론

현대자동차에서 개발한 산타페 전기자동차를 이용하여 제주지역에서의 주행 특성을 조사하였다. 주행시험 결과 경사로의 비율이 많은 5.16도로에서는 오르막 등판시 배터리 소모가 극심하게 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 그러나 일주도로의 경우 비교적 평탄한 도로가 연속이기 때문에 배터리 소모가 일정한 비율로 이루어져 1회 충전으로도 134.5km를 주행할 수 있었다. 반면에 5.16도로의 경우 86.1km에 불과하여 불편함이 없이 전기자동차를 이용하기에는 성능 개선이 필요한 것으로 연구되었다.

참고문헌

- 1) 오경철, 여훈, 김현수, 2001, 병렬형 하이브리드 전기자동차의 운전전략과 회생제동, 자동차공학회지, 제23권 5호, pp. 12-21
- 2) 오재용, 이준일, 이충휘, 조용구, 이유엽, 이정윤, 2003, 전기자동차용 제동시스템 해석 및 최적화에 관한 연구, Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 11 No.1, pp. 172-178
- 3) 유기호, 2002, 전기자동차 하와이 시범운행, 자동차공학회지, 제24권 제4 호, pp. 37-41