



전기자동차 하와이 시범운행

Electric Vehicle Demonstration and Evaluation in Hawaii

유 기 호 / 현대자동차 선임연구원
Kiho Yoo / Hyundai Motor Company

현대자동차에서는 미국의 하와이주정부와 공동으로 최선의 배터리 기술을 갖춘 전기자동차에 대한 현지 적합성 여부를 판단하고 그 성능을 평가하고자 하와이를 무대로 2년간 현지 시범운행을 시작하였으며, 양산 차량업체 최초로 하와이에서 벌이는 본 시범운행 프로젝트에 대해 소개하고자 한다.

1. 서론

지구촌 환경 보호를 위해 세계 각국의 환경규제가 날로 강화되고 있고, 지구 온난화 등 제반 환경 문제를 야기하는 대기 오염물질의 발생원으로 자동차 배기에 대한 이목이 집중되면서부터 저공해 또는 무공해 자동차와 같은 환경친화형 차세대자동차에 대한 연구 및 개발이 세계 각 자동차 메이커 및 학계에서 활발히 진행되고 있다.

따라서 이러한 노력의 일환으로 전기자동차, 하이브리드 전기자동차, 연료전지차 등의 전기적 구동시스템을 이용하는 환경친화형 차량들이 앞을 다투어 개발되고 있는데, 현대자동차에서는 그 중 가장 먼저 개발이 시작된 전기자동차를 실용화하기 위하여 해외 현지 시험을 계획하던 중 하와이주정부와의 합의하에 공동으로 현지 시험을 실시하게 되었다.

사실 전기자동차는 1990년대 초반에서부터 개발을 시작해 왔으며, 현재 판매 및 사용에 대한 국내의 시장

여건의 미 조성으로 적절한 위치를 찾지 못하고 있었고, 해외 메이커의 경우 소량의 판매에 그치고 있는 실정이다.

하지만 100% 무공해 차량이라는 장점과 전기적 구동시스템을 탑재한 차량의 원천적 기술이 된다는 점에서 각 차량 메이커는 전기자동차의 개발을 소홀히 하지 않고 있다.

이러한 상황에서 본 전기자동차 하와이 시범운행은 국내 메이커의 환경친화형 차량 개발 단면을 해외에 극명하게 보여준다는 의미에서 그 의의가 크다.

특히 하와이주정부에서는 자국의 시범운행사업에 우수한 해외 메이커들 중에서도 한국의 업체를 선정했다는 점에서도 한국의 기술력을 인정했다고 할 수 있다.

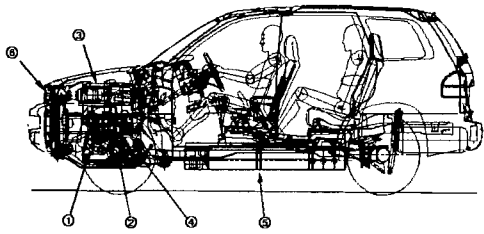
이러한 상황에서 전기자동차 하와이 시범운행은 각국의 환경법규 의무 대응에 항상 준비하고, 환경오염 예방이라는 자동차 메이커로서의 자발적인 사명을 다하기 위한 노력으로 볼 수 있다.

2 하와이 시범운행

2-1 시범운행용 전기자동차 개발

하와이 시범운행 차량으로는 해외에서 좋은 반응을 보이고 있고, 미국인을 대상으로 하기 때문에 현지 취향에 맞는 Sporty Utility Vehicle인 '싼타페'를 선정하고 2000년 6월 개발에 착수했다. 그 동안 전기자동차 개발에 대한 많은 경험을 바탕으로 기본적인 Layout이 정해지고, 이미 기술이 확보되어 있는 전기구동시스템을 차량에 맞도록 변경하여 차량 설계와 동시 개발을 진행하였다. 그 결과 짧은 기간 내 차량 제작을 위한 모든 준비를 끝낼 수 있었다.

1) 차량의 구성



- 주요 구성부품
- ① MOTOR ② 감속기 ③ 모터 콘트롤러
- ④ 파워 스티어링 ⑤ 배터리 ⑥ 충전 주입구

〈그림 1〉 싼타페 전기자동차 Layout

〈그림 1〉에서와 같이 구동용 모터와 1속의 감속기를 조합하여 기존의 엔진룸에 탑재함으로써 前輪구동할 수 있도록 하였으며, 구동용 배터리를 차량의 하부에 배치하여 승객탑승 공간을 그대로 유지함과 동시에 전후륜의 이상적인 중량분배와 YAW 관성모멘트의 최소화로 주행시 차량의 운전안정성을 극대화 할 수 있었다. 배터리 충전은 표준충전 및 급속충전 두 가지

를 대응할 수 있도록 하였으며, 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, 또한 전동 Compressor Type의 A/Con 시스템을 구비하여 운전의 편의성 도모 및 현지 고온에서 차량 운행시 탑승객에 대한 쾌적성 배려를 하였다.

2) 차량 제원 및 성능

싼타페 전기자동차는 하와이 시범운행용으로 기획되었으며, 현지의 운행 및 사용 조건에 맞춰 제작되었다. 아래의 〈표 1〉에 차량의 제원 및 성능을 나타냈다. 특히 급속충전은 국내는 물론 해외의 타사 전기자동차에서 조차 아직 적용이 되지 않은 기술로서 그 적용의 성과가 아직까지 짧은 일충전 주행거리를 가진 전기자동차의 실용화와 용도의 다변화를 가져올 수 있는 기술이다. 더욱이 일년 내 고온의 기후를 보여 주는 하와이에서의 급속충전 적용은 배터리의 열화 및 충전의 효율성 문제로 몹시도 까다롭고 해결하기 어려운 기술 중의 하나이다.

〈표 1〉 싼타페 전기자동차 제원		
전장 · 전폭 · 전고(mm)	4,500 · 1,820 · 1,675	
공차중량	1,860kg	
최저 지상고(mm)	190	
구동 모터	TYPE	AC 유도기
	출력	60kW
구동 배터리	TYPE	Ni-MH
	용량 및 전압	105Ah, 312V
최고 속도	130km/h	
가속 성능(0→100km/h)	19초	
일충전 주행거리(도심 모드)	160km	
충전 시간	표준 충전	8시간
	급속 충전	0.5~1시간



감속시는 제동 에너지를 배터리에 저장하여 일충전 주행거리를 늘일 수 있도록 제어를 수행하고 있다. 그 결과 도심 주행을 기준으로 했을 때 상당 수준의 거리를 주행할 수 있어 도심내 업무용 또는 출퇴근 용도로 충분히 차량을 활용할 수 있게 되었다.

차량의 주행성능 역시 만족할만하여 고속도로에서도 충분히 주행을 소화해냈다. 특히, 주행안정성 및 정속성은 일반 내연기관 차량에 비해 훨씬 뛰어났다.

2-2 차량운행 및 시험

1) 시범운행 배경

하와이는 미국 최초로 전기자동차 운행준비 완료 주임을 표방하고 주지사를 비롯하여 각 정부 공공기관 및 서비스 단체에서 적극적으로 전기자동차의 운행을 지원하고 있다.

특히, 사철 온화하고 따뜻한 휴양지로서의 천혜의 자원을 보호하고 관광객들에게 쾌적한 환경을 제공하기 위하여 대기 오염 예방에 대해 지대한 관심을 쏟고 있다. 그러나 캘리포니아주처럼 무공해차량 의무 법규가 발효된 것도 아니어서 단지 자율적인 노력을 기울이고 있을 따름이다.

따라서 수년전부터 이미 전기자동차 관련 업계에서는 이곳에서 전기자동차 운행을 시도해 오고 있어 하와이 내에서의 전기자동차는 낯설지 않다.

그러나 하와이주정부에서는 하와이를 전기자동차 운행에 적합한 곳이라 판단하고 본격적인 확대 및 보급을 위하여 양산 자동차 메이커와 시범운행 사업을 벌이기로 계획하고 현대자동차와 운행에 대한 합의를 함으로써 이번의 하와이 내 전기자동차 시범운행을 실시하게 되었다.

2) 차량 운행

하와이 내 시범운행 차량은 쉐타페 전기자동차 총 15대로서 각 단체에 차량을 2년 간 대여해 주고 각 기관의 이용자들은 자체적으로 업무 및 출퇴근용으로 사

용하면서 통상적인 차량에 대한 이상 유무 확인 및 관리를 통해 차량을 평가하고 있다.

〈표 2〉 전기자동차 시범운행 단체

하와이 전기차개발단	3대
호놀룰루 시	3대
HICKAM 공군기지	6대
하와이 전력회사	3대

각 운전자들은 차량을 이용하면서 겪게 되는 사항에 대해 운행 일지 및 점검 보고서를 Feedback해 주며, 대신 하와이 내에서 공공장소 주차 시 요금을 면제해 주며 사무실 및 가정에서의 충전에 따른 전기요금 할인 등의 혜택이 부여되고 있어 내연기관 차량 운영에 비해 적은 부담으로 각자의 차량을 운영하고 있다. 각 단체별 차량 운행 현황은 〈표 2〉와 같다.

차량 운행시 차량의 운행시 필요로 하는 사항에 대해서는 하와이 전기차개발단에서 일반적인 기술 지원을 하고 있으며, 정기적인 차량 점검 및 전기적 구동시스템에 대한 Upgrade를 통해 현지의 운행 여건에 적합한 차량으로 지속적인 개선을 진행 중이다.

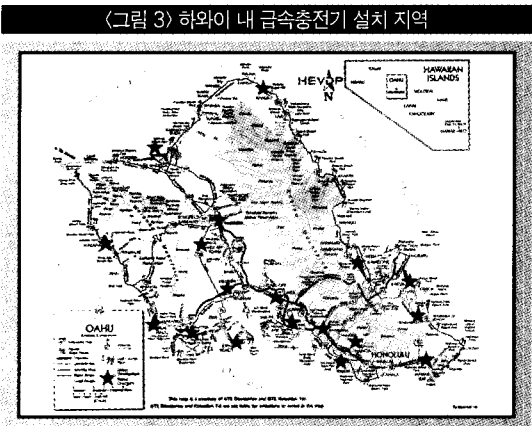
〈그림 2〉 호놀룰루 시가지를 주행 중인 시범운행차.



3) 급속충전

또 하나의 전기자동차 실용화 Issue로서 단시간 내에 배터리를 충전하여 상대적으로 짧은 전기자동차의 일충전 주행거리를 극복하고, 자유롭게 차량을 이용할

수 있도록 하는 것이 본 시범운행 사업 목표 중의 하나이다. 하와이 내 18곳에 전용의 급속충전기를 설치하고, 운행 도중 필요에 따라 차량을 충전할 수 있도록 하였으며, 현재 그 성능을 평가 중이다.



2-3 운행 DATA 수집 및 분석

1) DATA 수집

본 데이터 수집은 신타페 전기자동차 운행시 차량의 주행 및 충전시에 저장되는 데이터를 분석하여 차량 시스템 레벨에서의 차량성능 평가, 주행 패턴 및 주행 이력 평가, 차량 부품의 신뢰성 검증 및 운행데이터의 분석을 통한 차량 성능의 향상을 목적으로 하고 있다.

주행거리 및 운행 데이터는 차량 내부에 설치된 데이터 수집 장치인 Datalogger에 저장된다. 차량 주행(Motoring) 시에는 MCU(Motor Control Unit)와 BMS(Battery Management System)의 데이터를 Datalogger에 저장하고 있으며, 충전(Charging) 시에는 BMS의 데이터를 저장하고 있다. 이렇게 Datalogger에 저장된 데이터는 1개월 단위로 모아서 FTP(File Transfer Protocol) Server에 입력되고 있다. 입력된 RAW 데이터는 변환 전용 프로그램을 거쳐 분석 가능한 데이터로 변환된다.

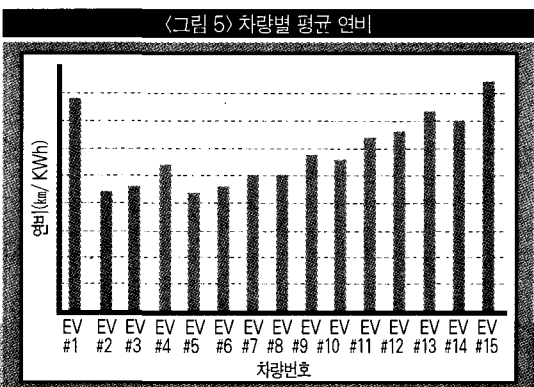
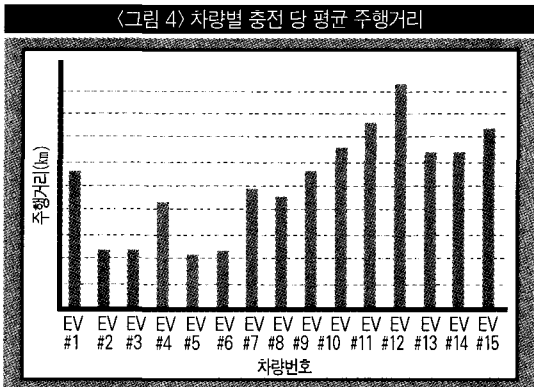
2) 분석 프로그램 개발

차량을 운행하는 동안 얻어진 방대한 양의 데이터를 효율적으로 관리하고 분석하여 시스템의 작동 상황을 점검하고 차량의 이력을 관리하기 위하여 데이터 분석 프로그램을 개발하였다.

개발된 프로그램으로는 다음의 분석이 가능하다.

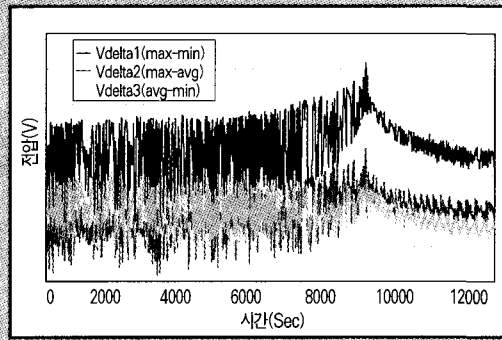
- 차량 시스템 레벨에서의 데이터 분석
- 차량 및 부품의 성능 분석
- Field 주행 데이터의 자동분석
(차량 History, 주행 패턴, 충전 패턴, 충방전 효율, 연비, 온도에 따른 차량성능 등)
- 차량 고장진단 및 시스템 Fault 자동분석
- 분석 데이터 Reporting

다음에 본 프로그램을 이용하여 분석한 결과의 몇 예를 나타냈다.

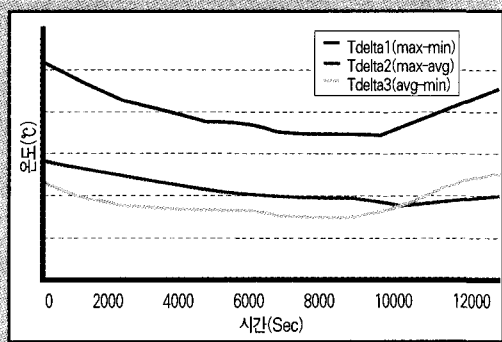




〈그림 6〉 충전시 배터리 전압 차



〈그림 7〉 충전시 배터리 온도 차



3. 향후 계획

현재 2년 동안의 전기자동차 하와이 시범운행을 성공적으로 진행 중이며, 본 해의 시범운행을 전기자동차 개발의 시험 무대로 삼아 양산개발에 대비한 차량의 신뢰성 확보에 힘을 기울일 계획이다.

또한 이어서 국내에서의 시범운행도 실시함으로써 여타의 환경친화차량과 함께 본격적인 차세대 대체연료 차량 개발의 분위기를 선도해 나갈 예정이다.

4. 결론

이상 현대자동차에서 차세대 환경친화형 차량 개발의 일환으로 진행 중인 전기자동차 하와이 시범운행에 대해 소개하였다. 하와이에서와 같이 제한된 공간에서의 전기자동차 운행은 지리적인 특수성 때문에 차량의 특성과 잘 맞아 그 활용도에 충분히 의미를 부여할 수 있으며, 우리의 생활환경을 공해로부터 예방한다는 차원에서 이상적인 정책이라 할 수 있다.

전기자동차 하와이 시범운행은 단지 그 운행 자체보다는 환경을 먼저 생각하는 정책과 자동차 업계에서의 노력이 결합된 것에 더 큰 의의가 있으며, 이러한 노력이 계속될 때 우리가 직면한 환경 문제를 해결하고, 미래의 환경친화형 대체연료 차량 개발에 대한 발전을 기대할 수 있을 것이다.

(김철수 편집위원 : kimcs@hyundai-motor.com)