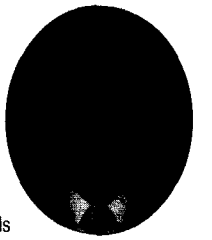
DaimlerChrysler의 연료전지자동차 신기술과 개발 동향

New Technology and R & D Trends of DaimlerChrysler's Fuel Cell Vehicles



정 동 수 · 한국기계연구원 책임연구원
Dong-Soo Jeong · Korea Institute of Machinery & Materials

DaimlerChrysler사는 1994년부터 생산개념의 연료전지자동차의 개발을 시작하여 약 6년동안 많은 기술적인 문제들을 해결하여 NECAR (New Electric Car)를 시리즈로 1, 2, 3, 4, 5와 NEBUS (New Electric Bus)까지 개발함으로써 세계에서 가장 앞서가는 회사라고 인정 받고 있다.

1998년에 캐나다의 Ballard Power Systems에 지분 18.6%의 참여로 Ford사(14% 참여)와 함께 Fuel Cell Alliance를 설립하였고 연료전지 Drive-System 분야 자회사에 51.5%의 지분을 갖고 있으며 전기 구동라인 분야의 자회사인 Ecostar사에는 19.2%의 지분을 갖고 있는 등 연료전지자동차 개발에 전력투구하고 있다.

최근 DaimlerChrysler사의 독일 Ulm Research Centre의 DMFC 프로젝트 책임자인 Jens T Mueller 박사가 연료전지자동차(FCV)를 궁극적으로 양산으로 유도할 수 있는 가능성이 가장 높은 차세대용 기술은 「Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)」이라고 주장하고 있다.

이 방법의 핵심은 메타놀에서 수소를 생산하기 위한 Reformer가 전혀 없어도 된다는 것이고 동력은 메타놀과 대기중의 산소가 반응하여 아무런 중간단계 없이 직접 발전되는 것이다.

DMFC기술의 핵심부품은 셀의 양극에 있는 물-메타놀 혼합체를 음극의 공기로부터 분리시키는 특수 개발된 멤버란이다. 이 멤버란은 양자는 통과할 수 있으나 전자는 통과할 수 없는 것으로 플라티늄을 포함하고 있는 촉매로 코팅되어 있다. 특수 코팅 기술 덕택으로 촉매에 필요한 플라티늄의 양을 최소화함으로써 생산 단가를 줄이고 있다. 섭씨 110도 근방에서 반응이 일어나 전기에너지를 발생시키게 된다.

DMFC기술을 적용한 첫 시제품차는 〈그림 1〉과 같은 Go-Kart로서 이미 DaimlerChrysler에서 소개하여 전시되었다. 성능은 최고 속도 35km/h의 속도로 14km 정도 연속 주행이 가능한 수준이고 배출

〈그림 1〉 Direct Methanol Fuel Cell의 첫 시제품 Go-Kart

물로는 순수 증기와 CO_2인데 CO_2 배출량은 기존 가솔린 차량에 비해 약 1/3 수준이며 시동 시에는 보통 손전등용 건전지를 사용하고 있다.

최근에는 60볼트에서 6kw 출력을 내는 좀 더 큰 시제품에 연구를 집중하고 있는데 그 다음 목표는 2002년 말까지 더 출력이 큰 실험용 시스템을 만들어 수개월 동안 연속 운전 상태에서 실험을 하는 것이라고 한다. DMFC시스템은 일반 자동차용 전지로 냉시동을 할 수 있고 또 물-메타놀 혼합체는 연료와 연료전지 스택용 냉각수로서 작용할 뿐 아니라 부동액 역할도 하기 때문에 동절기 운전에도 아무런 문제가 없다고 한다.

DaimlerChrysler의 연료전지자동차 개발 동향

DaimlerChrysler사는 DMFC 자동차가 양산 될 때까지 약 10년이 걸릴 것으로 예상하고 있는데 그 동안 DaimlerChrysler는 수소 동력자동차와 메타놀 동력자동차 둘 다 개발을 계속할 계획이라고 한다. 수소의 취급상 문제점으로 인해 수소 연료의 탑재는 특수 차고에서 전문 관리인에 의해 충진 과정이 이루어지는 상업화된 회사에게는 인기가 있겠으나 메타놀의 경우 현재의 충진시설을 활용할 수 있으므로 더 광범위하게 인기를 얻을 수 있다.

현재로서는 메타놀이나 수소 둘 다 미래의 연료로 권장할 단계는 아닌 것 같다. 「Hydro Gen 1」이라는 연료전지 콘셉트카가 2000년 여름에 소개되었을때 GM은 수소가 미래의 이상적인 연료라고 분명히 발표했다. GM 「Global Alternative Propulsion Centre」의 소장인 Erhard Schubert박사는 "수소 연료는 도로상의 엔진차량의 수가 점차적으로 증가함에도 불구하고 지속적인 CO_2 배출저감의 필요성을 충족시킬 수 있는 유일한 에너지다. 그 이유는 수소가 연료전지 내에서 산소와 전기화학적으로 반응하여 물을 생성하기 때문이다. 그리고 한정된 석유자원의 사용을 줄일 수 있게 하는 좋은 기회를 우리에게 제공하고 있다"라고 말했다.

Hydro Gen 1에 액화수소를 탑재해서 운행하기 위해 수소가스는 -253℃로 냉각되어서 길이 1m, 직경 400mm 크기의 스테인레스 스틸탱크(수소 75리터 저장가능)를 특수 글라스 파이버 재료로 여러 겹 단열시켜 보관해야 한다.

그러나 독일의 Mainz-Kastel, 뉴욕의 Rochester, 미시건의 Warren에 있는 GAPC 연료 전지 연구소 세 곳에서는 자동차용으로 수소를 운반하기 위해 다른 방법을 시도하고 있다. 압력탱크에 가스 상태로 저장하는 방법 외에 아주 유망하다고 생각되는 두가지 다른 방법이 있는데 하나는 수소원자들을 극소 튜브형 카본 화이버들의 표면에 부착시키는 'Nano-Storage' 방법이고 다른 하나는 금속수소화물 원리로 스폰지처럼 압축된 금속성 합금 분말의 틈새에 수소를 저장시키는 방법이다. GM은 이 원리를 2000년초 디트로이트 모터쇼에서 처음으로 공개하였다.

DaimlerChrysler는 수소가 CO_2와 다른 공해배출가스의 문제점을 해결할 수 있는 가장 좋은 연료로 여기고 이 개념을 증명하기 위해 Necar4와 Necar4a(Advanced)를 이미 개발하였는데 이 개발을 통해 수소연료의 단점을 알게 되었다.

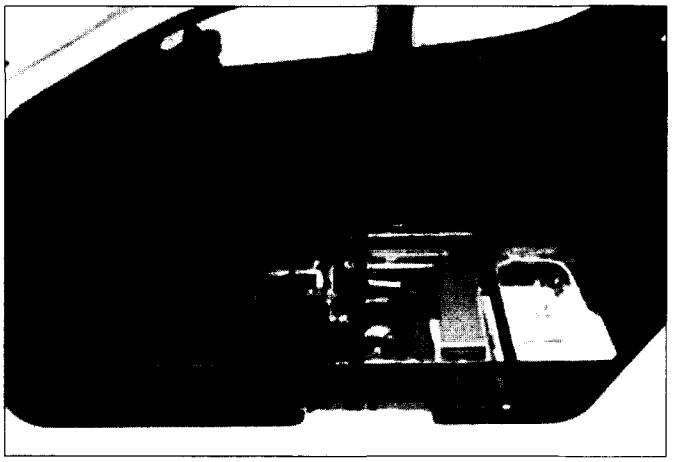
그것은 에너지 농도때문인 것으로 수소를 동력으로 했을 때 차량운행거리가 상대적으로 짧았다. 가솔린 차량과 비교하여 같은 거리를 주행할 때 액체수소는 약 3.6배 부피의 탱크를 필요로 하였다. 만약 액체 수소가 아니고 기체 상태 수소일 경우는 탱크 자체의 복잡함과 고가임은 물론 크기의 차이도 훨씬 더 커지게 된다.

"현재의 기술수준과 기반시설 수준으로는 수소연료는 단지 수소 탑재공간이 충분하든지 일회 충진으로 단거리만 운행하는 상황에서만 적합하고 자가운전자나 화물운송 회사들은 취급이 용이한 연료를 선호한다"고 독일의 Nabern에서 DaimlerChrysler 연료전지사업 담당자 Johannes Ebner씨는 말하고 있다.

이것이 가솔린이 연료전지 구동의 동력원으로 아직도 개발되어지고 있는 이유이다. Shell과의 공동연구를 통해 DaimlerChrysler사의 자회사인 Xcellsis사는 원리상 연료전지는 가솔린으로 작동이 될 수 있다고 입증하였다. 그러나 메타놀과 비교해 보면 가솔린 리포밍은 고온에서 이뤄지고 더 복잡한 시스템을 필요로 하고 있다. 그러므로 가솔린 연료전지 구동 시스템은 운행효율이 낮고 공해가스를 더 많이 배출하게 되며 냉 시동 능력도 제한되고 있으므로 가솔린 차량보다 큰 장점이 없으며 석유자원 탈피라는 장점도 없어지게 된다.

이러한 점들 때문에 메타놀이 가장 적합한 연료로 각광받고 있다. 수소와 같이 메타놀은 석유 원유의 사용없이 생산이 가능하면서 수소와 달리 상온에서 액체상태를 유지하고 가솔린과 디젤과 같은 방법으로 사용될 수가 있으므로 기존 연료공급을 위한 기반시설과 충진소를 약간의 개조를 통해 거의 사용할 수 있게된다.

DaimlerChrysler의 메타놀형 연료전지 자동차에 대한 최근 고안이 Necar5인데 연료전지에 필요한 수소가 메타놀로부터 차량에 탑재한 채로 생산될 수 있다는 것을 처음으로 보여주었던 Necar3의 직접 후계작품이다. Necar3에서는 메타놀 콘버터(리포머)를 포함하므로 전체 구동시스템의 부피가 매우 크다. Necar3 개발 후 약 3년만에 구동시스템의 부피가 약 $\frac{1}{2}$로 줄어들어 Mercedes-Benz A-class의 샌드위치 바닥안에 〈그림 2〉와 같이 충분히 장착시킬 수 있게 되었고 동시에 차의 무게도 약 300kg 가량 경량화 시킬 수 있게 되었다.



〈그림 2〉 Necar5의 샌드위치 바닥에 장착가능한 소형 메타놀 Reformer

Necar5의 구동시스템은 더 소형화되었을 뿐 아니라 Ballard Power System사의 연구개발로 Necar3보다 50% 더 출력이 증가되었다. 즉 Necar3가 2개의 연료전지 Stack에서 50kw의 전기를 발전할 수 있지만 Necar5는 1개의 Stack으로 75kw를 발전할 수 있어 에너지효율이 가솔린엔진의 약 두배로 시속 150km로 450km까지 연속주행이 가능하여 2004년부터는 상용화될 예정이라고 한다.

2000년 11월 독일 베를린 중심지에서 독일 수상 게하르트 슈리더가 독일 자동차산업의 탁월한 발명과 창의성을 자랑하는 축하연이 개최되었는데 이 자

리에서 DaimlerChrysler사의 회장인 Jurgen E Schrempp씨가 〈그림 3〉의 Necar5와 Jeep Commander 2 두 종류의 연료전지자동차를 새로 공개하였다.

〈그림 3〉 2000년 11월 새로 공개한 메타놀 연료전지자동차

A-Class 경차를 대상으로 스투트가르트에서 개발된 Necar5는 수소연료를 탑재한 Necar4와 Necar4a(Advanced)와는 달리 메타놀 동력원 차량으로 양산 준비가 된 가장 최신 모델이다. 미국에서 개발된 Jeep Commander 2는 콘셉트카로서 연료전지가 전후 전기모터 및 첨단 전지와 함께 작동되는 하이브리드 시스템으로 몸체는 팽창성이 있는 카본 화이버로 제작되었다.

DaimlerChrysler사의 회장은 대량생산을 위한 새 구동시스템을 개발하는데 약 20억 DM(10억 유로/7억 파운드/1조원)가 투자되었고 이 연료전지 사업만으로 첫 양산차가 출고하기 전에 이미 독일에서만 1,000명의 일자리를 창출했다고 발표했다.

2002년 내로 생산될 첫 양산차로는 30대의 Mercedes-Benz의 Citaro 버스이며 대당 약 2백만 DM(10억원)의 가격으로 유럽의 몇몇 도시에서 운행될 것이라고 한다. 그리고, 이어서 연료전지 승용차도 2004년부터 생산할 계획이라고 한다.

첫 단계에서는 액상이나 기상 수소가 연료로 사용되겠지마는 연료공급 기반시설비용이 너무 고가이므로 널리 보급 될 것이라고 예상하지는 않는다고 자인하고 있다. 그럼에도 불구하고 DaimlerChrysler는 연료전지의 일상사용 경험을 얻기 위해서 실생활 조건으로 베를린에서부터 시작해서 세계 여러 지역에서 시범운행을 계속할 것이라고 한다. 첫 단계에서 연료전지차량이 시장에 소개된 후 첫 3년 동안은 수소 충진소가 적어 불편하고 일상사용 시에 기술의 성숙도가 우선적으로 증명이 되어야하므로 많이 팔릴 것이라고 기대하지 않고 있다. 혁신적인 새로운 동력시스템의 개발을 위한 10년의 노력은 거대한 도전을 고려해보면 아주 짧은 기간이므로 물론 DaimlerChrysler의 단골고객은 시범차량의 구입을 원하지 않을 것이고 오히려 철저히 완벽하고 증명된 제품을 요구할 것이라고 DaimlerChrysler사에서도 생각하고 있다. 따라서 서서히 탱크 하나로 500내지 600km 주행거리의 메타놀 연료전지차의 대량생산으로 새로운 도약을 할 계획이라고 한다.

〈정동수 책임연구원 : dsjeong@mailgw.kimm.re.kr〉