

천연가스 자동차 1

박정진

GLBRC, Michigan State University

To whom correspondence should be addressed e-mail: jjpark@msu.edu

2009년 7월, 미국의 에너지 부 장관인 스티브 추(Steve Chu)는 수소 연료 자동차에 대한 연구 지원을 중단할 것이라고 발표 했다.

그 이유로는 수소 연료 보급을 위해 새로운 시스템인 수소 충전소를 설치한다는 것이 비현실적이라는 것이다. 실제로 수소 연료 전지 자동차에 들어가는 연료 전지만 해도, 비현실적인 가격때문에 단기적(20~30년)인 관점에서는 실현 불가능하다고 보는 것이 맞을 것이다. 하지만 장기적인 관점에서는 그 누구도 수소 자동차의 실현 가능성을 부정하지는 못할 것이다.

어쨌든, 그는 수소 연료 전지 자동차 보다는 오히려 천연가스 자동차를 기존의 화석연료 자동차의 대안으로 내세웠다.

천연가스는 세계각지에 넓게 분포되어 있으며, 그 매장량은 현재 원유 매장량의 80% 정도인 124 조 입방 미터인 것으로 보고되고 있다. 이는 현재 원유를 생산할 수 있는 연수 (매장량을 소비량으로 나눈 연수)가 42년 정도로 생각되는 반면에 천연가스의 경우 약 65년으로 나타나고 있다.

<표 1> 천연가스의 특징

특성	천연가스	가솔린	디젤
분자식	CH ₄	C ₈ H ₁₈	C ₁₂ H ₂₆
액비중 (g/cm ³)	0.423	0.702	0.843
공기에 대한 비중 (g/l, 16 °C, 60 mmHg)	0.610	702	843
저위발열량 (kcal/kg)	11900	10600	10135

이론공연비 (중량)	17.2	14.9	15.1
이론공연비 대 가솔린 비	0.9	1.0	1.0
비점 (°C, 1 기압)	-162	100	-
기화열 (MJ/kg)	0.51 (122)	0.28 (68)	-
자연발화온도 (°C)	650	508	340
옥탄가 (RON)	120-136	90-100	-

천연가스 자동차는 원래 과잉 생산된 천연가스의 소비를 목적으로 했으나, 1970년대 이후 두 차례의 석유파동을 거치면서 석유 에너지의 절약수단으로 천연가스 자동차가 보급되었다. 그러다가 현재에는 자동차로 인한 대기오염문제를 해결하기 위한 수단으로 보급되고 있다.

천연가스는 현재 많이 사용되는 액화 석유가스와는 다르게 천연적으로 직접 채취한 상태에서 바로 사용할 수 있는 화석연료로서 메탄이 주성분으로 액화 과정에서 분진, 황, 질소 등이 제거되어 연소시 공해 물질을 거의 발생하지 않는 저공해 연료이다.

또한 천연가스는 공기보다 가볍기 때문에, 누출되어도 대기 중으로 빠르게 확산된다. 또한 연소 하한계(연소될 수 있는 공기 중의 연료농도의 하한선)가 다른 연료에 비해 높고 (약 4.5%), 자연발화온도도 높기 때문에 (<표 1> 참조) 다른 연료보다 안전하다.

흔히 비교되는 LPG 가스는 공기보다 무겁기 때문에 누출되었을 경우 아래로 깔리지만 천연가스는 공기보다 가벼운 메탄이 주성분이므로 쉽게 확산된다. 그리고 타 가스류보다 착화온도가 높아 새어나와도 쉽게 연소되지 않는다. 또한, 연소범위가 타 가스류보다 높아서 어느 정도 새어도 연소가 단되는 반면 다른 가스는 연소범위가 낮아 조금만 새어도 연소가 될 위험이 있어, 이러한 측면에서 천연가스가 안전하다고 할 수 있다.

천연가스는 옥탄가가 120 정도로 높기 때문에 일반적인 가솔린 엔진보다 압축비를 높이고도 엔진의 노킹없이 운전이 가능하며, 열효율과 출력향상을 도모할 수 있다. 또한 연소 한계 범위가 넓어서 희박연소의 위험성이 적으며 연비향상과 NOx 저감에 효과적이다. 그리고 엔진의 내구성이 향상되며, 유독성, 화재 위험성 및 폭발성 면에서 안전한 연료로 평가되고 있다.

또한 화염 전파 속도가 느리고 자기착화 온도가 높기 때문에 디젤 엔진보다는 점화플러그를 사용하는 가솔린 엔진의 대체에 적합하다.

그리고 에너지 밀도 측면에서 보면 천연가스를 200 기압으로 가압하여 사용할 경우 석유와 동일한 에너지를 갖기 위해서는 약 5 배의 용적이 필요하며, 액화시켜 LNG 상태로 저장하면 약 1.5 배 정도의 용적이 필요하다.

천연가스 자동차는 연료의 사용형태에 따라 압축된 천연가스를 연료원으로 사용하는 압축천연가스 (CNG) 자동차, 액화상태의 천연가스를 사용하는 액화천연가스 (LNG) 자동차, 그리고 천연가스를 연료용기에 흡착·저장했다가 사용하는 흡착천연가스 (ANG) 자동차로 구분되며 이들 모두를 일컬어 일반적으로 천연가스 자동차 (NGV, Natural Gas Vehicle) 라고 한다.

압축천연가스 (CNG) 자동차는 천연가스를 200~300 바의 고압으로 압축하여 연료용기에 저장해 사용한다. 현재 대부분의 천연가스 자동차가 사용하는 방식으로 타 연료와의 혼용 여부에 의해 다음과 같이 구분할 수 있다.

겸용 (Bi-Fuel): 압축 천연가스와 가솔린을 동시에 자동차에 저장하고 그 중 한가지를 선택하여 연료로 사용하는 방식이다. 천연가스 보급 초기에 천연가스의 충전 환경이 좋지 않을 때 사용하기 적합한 장점이 있다.

혼소 (Dual-Fuel): 압축천연가스와 경유를 동시에 저장하여 두가지 연료를 함께 사용하는 방식이다. 디젤은 엔진시동 및 운전중에 점화원으로 활용하도록 구성되어 진다. 그러나 현실적으로 천연가스의 가격이 디젤가격 대비 가격 경쟁력이 가솔린에 비해 높지 않으므로 많이 보급되지 않고 있는 실정이다.

전소 (Dedicated): 압축천연가스만을 저장하여 사용하는 방식으로, 천연가스 엔진으로 최적화 할 수 있으므로, 출력성능 및 배출가스 저감 능력이 우수하여 전세계적으로 가장 많이 보급되고 있는 방식이다.

액화천연가스 (LNG) 자동차는 -162 °C로 냉각 액화한 천연가스 (LNG)를 극 저온 단열용기에 저장해 연료로 사용하는 방식으로 LNG 를 기화기에서 기화해서 믹서나 흡기매니폴드에 분사해 연료를 공급하는 방식과 LNG 를 액상 그대로 실린더 내로 직접 분사해 실린더 내의 점화플러그에 의해 점화시키는 두가지 방법이 있다.

LNG 자동차는 연료저장 효율이 좋으므로 1 회 충전당 주행거리를 3 배이상 늘일 수 있는 장점이 있으나, LNG 단열용기 가격이 고가인 단점이 있다. 또한 LNG 단열용기에 전달되는 외부 열원에 의해 용기내의 LNG 성분 중 비점이 낮은 메탄 성분이 먼저 증발하므로, 시간이 경과함에 따라 용기 내에는 메탄 성분이 감소하고 고비점의 연료 성분이 농축되는 현상이 발생한다.

흡착식 천연가스 (ANG) 자동차는 활성탄 등의 흡착제에 천연가스를 30~60kg/cm³ 가압해 저장하는 방식으로 충전 압축기 등 충전 시설비용의 절감이 가능하나 흡착제의 비용이 고가이고 저장효율이 낮아 현재의 기술 수준으로는 실용화에는 많은 문제점이 있다.