

미국 자동차 기술 동향

Automotive Technology Trend in USA

한 상 명 · 대우자동차 책임연구원

Sangmyeong Han · Daewoo Motor Co., Ltd.

세계 인구의 4%에 불과하지만 전세계 에너지 25%를 소비하는 미국에서도 원유의 수입을 줄이고 지구 온난화 가스를 감축하기 위해서 북미 시장의 절반을 차지하고 있는 SUV 및 경 트럭의 연비 개선을 우선적으로 시행되어야 한다는 목소리가 점점 높아지고 있다. 미국 자동차 연비 규제 방향을 제시할 NAS(National Academy of Sciences)가 발표한 보고서, "Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy Standards"는 1975년 이후 도입된 CAFE(Corporate Average Fuel Economy) 규제의 효과와 영향에 대하여 분석하고, 연비 향상에 관련하여 최근 발표된 자료들을 기초로 기술 개발 현황과 그 적용 가능성을 가격 효과적인 면에서 검토하고 있다. 또한 현재의 CAFE 규제를 연비에 대한 트레이드가 가능한 크레딧제로 할 수 있는 시스템으로 전환하여 자동차 업계에 연비를 개선하기 위한 인센티브와 유연성 및 옵션을 제공할 것과 안전성과 연비 관계를 명확히 하기 위해 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)가 이 분야에 더 많은 연구를 할 것을 제시하고 있다.

여기서는 NAS 보고서의 내용 중에서 자동차 연비 향상을 위한 기술에 관련된 내용을 소개하고자 한다. 자동

차 연비를 향상할 수 있는 기술은 대부분 엔진 및 트랜스미션 관련 기술이며, 신기술로 평가되는 자동차 시스템 기술은 주로 장기적인 개발 항목으로 분류되어 있다.

〈표 1〉은 승용차의 연비 향상 기술의 기대 효과와 관련 기술의 적용을 위한 가격 상승 범위를 나타내는 것이다. 여기서 현재 양산 적용 가능(Production-intent) 기술은 연비에 민감한 일본이나 유럽에서 부분적으로 양산 적용되고 있거나 가격 경쟁력 차원에서 관련 기술의 양산 적용 시기를 주시하고 있는 기술이며, 잠재적(Emerging) 적용 기술은 향후 10~15년 내에 양산 가능할 것으로 예측되거나 많은 연구 개발이 필요한 기술이다.

일본이나 유럽에서 판매 중인 직접 분사식 가솔린 엔진은 10%이상의 연비 향상 가능성을 가지고 있으나 배출 가스 규제를 만족하기 위해서 그 효과는 4~6% 향상으로 줄어든다. 또한 고속 직접 분사식 최신 기술을 적용하고 있는 디젤 엔진은 현재의 가솔린 엔진 대비 약 30~40%의 향상을 기대할 수 있다. 하지만 이 직접 분사식 가솔린/디젤 엔진은 현재의 후처리 기술로는 미국의 배기 규제 Tier 2 및 SULEV를 만족하기 어렵기 때문에 〈표 1〉에서와 같이 미국 시장에서 디젤 엔진이 연비 향상을 위한 잠재적 양산 적용 가능 기술로는 평가되지 않고 있다. 〈표 1〉의 기술들을 적용하여 기대되는 효

〈표 1〉 승용차의 연비 향상 기술 및 가격 상승

Technology - fuel consumption Improvement	Improvement %	Retail Price Equivalent(\$)	
Baseline - OHC, 4V, Fixed Timing, Roller Finger Follower	(gal/100 miles)		
Engine Technology			
Production-Intent Engine Technology		Low	High
- Engine Friction Reduction	1 ~ 5 %	\$35	\$140
- Low Friction Lubricants	1 %	\$8	\$11
- Multi-valve, Overhead Camshaft	2 ~ 5 %	\$105	\$140
- Variable Valve Timing	1 ~ 2 %	\$35	\$140
- Variable Valve Lift & Timing	3 ~ 8 %	\$70	\$210
- Cylinder Deactivation	3 ~ 6 %	\$112	\$252
- Engine Accessory Improvement	1 ~ 2 %	\$84	\$112
- Engine Supercharging & Downsizing	5 ~ 7 %	\$350	\$560
Emerging Engine Technology			
- Intake Valve Throttling	3 ~ 6 %	\$210	\$420
- Camless Valve Actuation	5 ~ 10 %	\$280	\$560
- Variable Compression Ratio	2 ~ 6 %	\$210	\$490
Transmission			
Production-Intent Transmission Technology			
- 5-Speed Automatic Transmission	2 ~ 3 %	\$70	\$154
- Continuously Variable Transmission	4 ~ 8 %	\$140	\$350
- Automatic Transmission w/ Aggressive Shift Logic	1 ~ 3 %	\$0	\$70
- 6-Speed Automatic Transmission	1 ~ 2 %	\$140	\$280
Emerging Transmission Technology			
- Automatic Shift Manual Transmission (AST/AMT)	3 ~ 5 %	\$70	\$280
- Advanced CVT: allows High Torque	0 ~ 2 %	\$350	\$840
Vehicle			
Production-Intent Vehicle Technology			
- Aero Drag Reduction	1 ~ 2 %	\$0	\$140
- Improve Rolling Resistance	1 ~ 1.5 %	\$14	\$56
Emerging Vehicle Technology			
- 42 Volt Electrical Systems	1 ~ 2 %	\$70	\$280
- Integrated Starter/Generator(Idle Off-Restart)	4 ~ 7 %	\$210	\$350
- Electric Power Steering	1.5 ~ 2.5 %	\$105	\$150

과의 분석을 보면, 현재 평균 연비가 27.93 mpg인 소형차의 단기 전망 기술의 조합으로 얻어지는 연비는 30.75 mpg 로 10% 향상시키는 데 평균 \$465로 예측되고, 장기적인 전망의 기술의 조합으로는 41.94 mpg로 50% 향상하는 데 약 \$2,125 정도로 차량 가격이 올라갈 것으로 전망하고 있다.

파워트레인 기술은 그 효과가 크다고 할지라도 투자 규모와 투자에 대한 회수 기간을 고려하여 전체 시장에 도입되는 데는 상당한 기간이 소요되는데, 현재 4 벨브

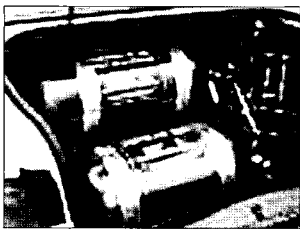
엔진이 미국 시장의 60%를 차지하기까지는 약 15년이 걸렸다. 따라서 연비가 자동차 구매력을 크게 좌우하지 않는 미국 시장의 특성으로 CAFE 법규를 강화하여 연비를 규제하지 않는 한 〈표 1〉의 기술들이 조기 양산 적용되기는 어려울 것이다.

NAS 보고서의 상세 내용은 <http://www.nap.edu/>에서 참고할 수 있다.

수소 내연 기관 엔진/차량의 개발 통합

수소를 연소하면 이론적으로 수증기 형태의 물만 배출되나, 실제 수소 내연 기관 엔진은 엔진 윤활유의 연소나 증발로 생기는 미량의 THC, CO와 연소 과정에서 NOx를 발생한다. 최근 포드는 수소를 사용하는 내연 기관 즉 H2ICE라고 불리는 수소 엔진을 발표했다. 포드의 수소 엔진은 ZETEC 2.0L를 기초로 하여 개발된 엔진으로 수소를 연료로 하나 엔진 작동은 일반 가솔린 엔진과 같은 구조를 갖는다.

그 동안 BMW는 화석 연료를 사용하지 않고 수소 연료와 내연 기관을 결합한 동력원이 현실적으로 접근할 수 있는 저공해 자동차라고 주장하며 수소 엔진 차량의 개발에 상당한 노력을 기울여 오고 있다. 가솔린과 액체 수소를 동시에 사용할 수 있는 연료시스템의 V12 엔진을 장착한 7-시리즈 차량들을 개발하고 있으며, 15대의 수소 자동차를 제작하여 독일에서 지난 2년 동안 도로 주행 시험을 진행했고 금년 7월부터 캘리포니아 지역에서 도로 주행 시험을 진행중이다. 액체 수소 연료는 -425°F 온도에서 저장되어야 하기 때문에 BMW는 수소 차량 시험을 위해 로봇을 이용한 연료 주입 시스템과 저온 수소 저장고를 캘리포니아 Oxnard에 설치하였다. 수소 엔진으로는 가솔린 엔진의 파워의 약 2/3 정도의 출력을 얻을 수 있어 V12 수소 엔진으로 V8의 가솔린 엔진 수준의 차량 성능을 유지할 수 있으며, 37 갤런의 수소 연료로 200마일, 즉 5.4 mpg 연비로 동급 가솔린 차량의 18~20mpg 연비에 비하면 낮은 수준이라고 BMW는 밝히고 있다.



〈그림 1〉 수소 연료탱크

에 침낭 크기의 수소 탱크 2개를 탑재한 수소 자동차의 언론 시승회를 가졌다. 〈그림 1〉은 차량의 트렁크에 장

BMW가 \$93,000의 고급 차량에 수소 엔진을 장착한 반면에 포드는 소형 승용차에 수소 엔진 H2ICE를 탑재하여 개발을 진행 중이다. 포드는 트렁크

작된 수소 저장 탱크로 이 수소 연료 탱크는 조만간 개선되어 현재의 62마일 주행거리에서 150마일로 주행 거리를 증가시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다. 포드 수소 차량은 느린 출발과 디젤 차량과 유사한 아이들 특성으로 시승 평가되고 있다. 마력과 가속도 및 토크는 저속에서 약 30~35% 감소되고 고속에서는 약 50% 줄어들지만, 시내 주행모드로 약 33mpg, 시내주행과 고속도로 주行的 복합 모드에서는 약 47 mpg로 이는 현재의 가솔린 차량 대비 약 30%이상의 연비 개선을 보이고 있다고 포드는 발표하였다. 배출 가스 측면으로 보면 300대의 H2ICE 탑재 차량의 CO₂ 발생량이 비슷한 크기의 가솔린 차량과 유사한 결과를 보이고 있으며, NOx는 75%, HC와 CO는 SULEV차량의 1/10 정도의 ZEV에 유사한 저공해차에 해당된다는 것이다.

연료 전지 차량에 비하여 수소 엔진은 현재의 가솔린 엔진과 유사하기 때문에 쉽게 대규모의 양산이 가능하며, 수소 엔진 탑재 차량의 대규모 공급은 수소 연료 공급 인프라 시스템의 구축을 촉진시킬 수 있다. 연료 전지 차량의 개발이 완료되어 가격 경쟁력이 현재의 내연 기관 차량과 유사한 시점이 되어도 수소 공급 인프라 문제가 대두되는 데 이를 해결하는 방법으로 수소 내연 기관 차량 개발의 필요성이 제시되고 있다. 따라서 수소 엔진은 현재의 가솔린 엔진과 향후 내연 기관을 대체할 주 동력 기관으로 전망되는 연료 전지차량에 가교 역할을 할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 현재 수소 내연 기관 엔진의 가격은 가솔린 엔진 대비 비싸지만 기술 개발이 더욱 진행되면 엔진 가격은 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 예측하고 있다. 포드는 현재 출력 문제와 수소 저장 문제를 해결하기 위해 개발을 진행하고 있으며, 수소 엔진 탑재 차량을 5년 내에 시장에 출시할 수 있을 것으로 전망하고 있다. 따라서 수소 엔진 차량의 공급으로 수소 연료 공급 인프라 구축의 필요성과 경제성이 동시에 달성될 수 있다면 연료 전지 차량의 양산 시기를 앞당길 수 있을 것으로 기대된다.

〈한상명 편집위원 : smhan@dwmc.co.kr〉