

차세대 수송용 엔진의 개발 동향과 전망

정동수 한국기계연구원 친환경엔진센터 책임연구원

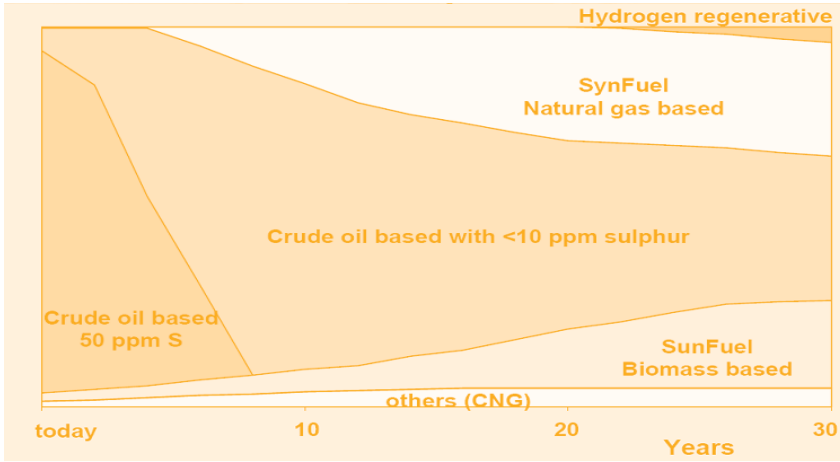
1. 차세대 수송용 엔진의 동향

최근 지속적인 고유가 상황과 기후변화협약에 의한 교토의정서 발효로 국제적인 각종 규제가 가시화되고 있는 시점에서 유럽을 비롯하여 전 세계적으로 자동차제조사와 정유 회사들은 너도 나도 환경 친화적이고 CO₂ 배출을 줄이면서도 성능면에서 기존 연료를 대체할 수 있는 저렴한 연료와 엔진 개발에 나서고 있다.

자동차기술 동향은 연료에 좌우되므로 <그림1>의 향후 2030년까지 유럽 자동차연료 보급전망 시나리오에서 알 수 있듯이 이미 유럽에서는 엔진효율이 우수한 디젤엔진이 선호되고 엔진효율이 열등한 전기점화 방식의 가솔린이나 CNG, LPG 엔진차량은 차세대 대상에서 입지가 약화되고 있으므로, 향후 하이브리드 차량을 포함한 대부분 엔진은 바이오연료와 디젤대체 합성연료를 사용하게 될 것이며, 수소연료전지차의 보급가능성은 불투명한 상황이다.

최근 중동의 정세 불안, 중국·인도의 에너지 기업 인수전과 같은 요인과 함께 유럽 일부지역의 가스 및 석유 공급 중단을 부른 러시아와의 분쟁 등은 위기감을 부채질 하고 에너지 안보의 중요성과 심각성을 각성시키는 계기가 되고 있다. 이제는 전 세계가 에너지 전쟁시대라고 불릴 만큼 국가 내에서 에너지의 중요성은 큰 비중을 차지하고 있는 실정이다.

〈그림1〉 유럽의 자동차 연료보급 전망 시나리오



자동차 보급의 급증으로 인하여 자동차에너지가 차지하는 비중은 점점 높아지고 있으므로 자동차 에너지의 올바른 선택은 국운을 좌우할 수 있을 만큼 중대한 사항임에 틀림없다.

식물성 바이오매스(Biomass) 연료의 가장 큰 장점은 배출된 CO₂가 식물에 다시 광합성 작용으로 흡수되므로 유엔기후변화협약에 따라 75%는 식물이 흡수하는 것으로 간주하여 25%만 순수 배출로 인정되고 있어 지역별 수급문제 등을 배제한 환경측면에서 고려할 때 CO₂저감을 위한 최적연료로 간주되고 있다.

따라서 차세대 유망한 수송용 엔진연료로서 고유가 대응용으로는 DME(Dimethyl Ether)와 천연가스 합성원료인 GTL(Gas-to-Liquids)을 들 수가 있고, 그리고 향후 CO₂저감까지 대응을 고려할 경우 바이오디젤과 바이오에탄올을 포함하여 아직은 생산성과 가격면에서 불리한 BTL(Biomass-to-Liquids) 등 이라고 할 수 있다.

2. 수송용 엔진 연료별 특성 비교 및 전망

상온 액체가 불가능하고 가솔린엔진에만 사용이 가능한 천연가스와는 달리, 천연가스를 원료로 사용하지만 상온 액체상태로 100% 디젤대체 가능한 GTL(Gas-to-Liquids)연료는 생산기술 상의 어려운 점이 있으나 가격이 저렴하고 기존 디젤엔진은 물론 연료탱크,

충진시설 등을 개조없이 그대로 활용할 수 있으며 세탄가(87)가 높고 착화지연이 짧아 열효율 면에서 유리하며, 방향족 및 유황 성분이 매우 적어 배기가스 중 PM, HC, CO 저감효과가 높은 장점이 있다. 또한 상온 액체상태이므로 차량운전에 적합하고 천연가스 산지로부터 원거리 수송이 용이하며 수송비용도 저렴하다는 큰 장점을 갖고 있다.

〈표1〉 토요타사 발표 근거 차세대 유망 연료별 특성 비교평가(만점 : 5점)

Future Automotive Fuels by Toyota										
Target	Clean Gasoline	Clean Diesel	LPG	CNG	Synthetic Fuel			Bio-Ethanol	Bio-diesel	Renewable Hydrogen
					DME	GTL	BTL			
Emissions (Urban air quality)	3	3	3	4	4	4	4	2	2	5
CO ₂ (Climate change)	2	3	2	3	2	2	4	4	4	5
Energy Alternative (Energy Security)	2	2	3	4	4	4	4	3	3	5
Market Availability (Cost & Supply)	5	5	3	2	2	4	2	3	2	1

이에 비해 DME(Dimethyl Ether)는 역시 100%디젤대체 가능 에너지로서 GTL과 비슷한 장점을 갖고 있으나 기존 디젤엔진에 사용 시 엔진의 구조를 많이 변경해야 하고 DME전용 엔진을 새로 개발해야 하므로 GTL에 비해 시장공급 가격면에서 불리하다. LPG의 시설물을 그대로 이용할 수 있고 생산기술이 쉽다는 장점 등으로 일본, 중국, 한국에서 관심을 갖고 있으나 Shell 등 세계적인 에너지회사는 이미 DME보다 GTL에 치중하고 있는 실정이다.

그리고 바이오디젤은 아직 CRDI(커먼레일 직분식)디젤엔진에는 10% 이하 정도로 혼합 연료의 한계를 벗어나지 못하고 있으므로 100% 대체가 가능한 GTL보다 불리하고 생산 가격도 기존디젤유나 GTL보다 높으나 생산기술이 쉽고 디젤엔진에 사용이 가능하며 식물성원료를 사용한다는 장점은 우수하여 기후변화협약시대를 맞이하여 일정부분 사용이 지속될 것이다.

바이오에탄올 역시 생산가격이 기존 휘발유나 GTL보다 높고 혼합연료의 한계를 벗어나지 못하며, 디젤엔진보다 연비가 열등한 가솔린엔진에만 사용되는 단점이 있으나 바이오디젤 처럼 생산기술이 쉽고 식물성원료를 사용한다는 우수한 장점에 혼합율이 최대 85%까지 가능하므로 미국을 중심으로 가솔린승용차 보급이 많은 시장에서 인기가 높다.



1



3



2

1. 독일 Choren사의 BTL공장
2. BTL 100% 시운전 차량
3. 시범충전소

그러나 옥수수 의존도가 높은 바이오 에탄올과 대두 의존도가 높은 바이오 디젤의 경우에 식용연료 사용으로 인한 식량부족 사태가 전 세계적으로 심각하게 제기되고 있으므로 조만간 식용연료 사용의 제한이 불가피하게 되어 향후 제2세대 바이오연료라고 불리는 목질계 등 비 식용 식물연료의 활용으로 전환 될 것으로 전망 된다.

이러한 제2세대 바이오연료의 경우 생산기술은 어려워지고 생산가격도 기존 연료나 GTL 보다 훨씬 높아지는 단점이 발생하게 되어 보급 활성화에 걸림돌이 될 수 있으나 에너지 안보와 CO₂저감 차원에서 정부의 보조지원 하에 정책적으로 지원될 것으로 전망된다.

제2세대 바이오연료인 BTL(Biomass-to-Liquids)은 비식용 원료인 나무조각, 톱밥, 식물줄기와 잎 등 목질계 바이오매스(Biomass)에서 기체화 과정을 거쳐 GTL연료처럼

F-T(Fischer Tropsch)공법으로 상온 액체가 만들어지므로 제조단가가 비싼 단점이 있으나 가장 큰 장점은 배출된 CO₂가 식물에 다시 광합성작용으로 흡수되는 것은 물론 비식용 원료를 사용하고 GTL과 연료특성이 유사하여 100% 디젤유의 대체가 가능하므로 향후 기후변화협약에 대응하기에 유리한 점이 많다고 판단되어 유럽에서는 '태양연료 (Sunfuel)' 의 대명사로 불리고 있다.

독일의 Choren사는 다임러크라이슬러와 폴크스바겐의 지원을 받아 BTL 합성연료 개발에 주력하여 2003년에 생산공정개발에 성공하였으며, SunDiesel이라는 고유 상표명으로 100% BTL연료를 여러 차종에 적용하여 시운전을 하고 있고, 최근 Shell사와 독일 북부에 세계 최초의 양산공장 건설을 추진하고 있다.

그러나 아직 유럽의 일부 몇 나라와 미국에서 시험공장을 가동하고 있는 실정이라 생산 단가가 높지만 향후 양산단계에서는 비용절감 가능성을 고려하면 2030년 시장점유율이 약 20%이상 육박할 것으로 전망하고 있다.



수도권 대기보전을 위해 천연가스 시내 버스 운행과 운행 중인 디젤차량의 LPG화 개조작업 등에 많은 국고를 지원하고 있으며, 전국으로 정책을 확대해 나가고 있으므로 우리의 정책방향이 기후변화협약과 고유가시대에 역행하지는 않는지 점검이 필요하다.

3. 결 론

기후변화협약과 고유가시대를 맞이하여 전세계가 기술개발과 대책마련에 전념하고 있으나 경제성 면에서 너무 불리한 연료전지차의 경우 2030년까지 여전히 전망이 불투명하여, 향후 30년까지는 하이브리드차를 포함하여 기존 엔진을 기본으로 연료가 다양화 될 전망이다.

따라서 고유가시대의 차세대 유망 수송용엔진 연료의 조건으로는 석유대체성이 우수하고 원료의 공급이 원활하여 경제성이 있어야 하며, 그리고 CO₂저감 시대의 차세대 유망연료의 조건으로는 가능한 비식용 식물성원료이어야 하며, 경제성도 있는 친환경 연료라야 한다. 이러한 여러조건을 고루 만족하면서 엔진효율이 좋은 기존 디젤엔진에 100% 대체사용이 가능한 연료이면 금상첨화라고 할 수 있다.

따라서 천연가스 합성 상온 액체 청정연료인 GTL(Gas-to-Liquids)연료는 가격이 저렴하여 고유가시대 대응용으로, 그리고 2세대 바이오연료인 BTL(Biomass-to-Liquids)은 향후 CO₂저감 시대 대응용으로 유럽에서 가장 기대하고 있는 차세대 연료이므로 토요타, 폭스바겐, 다임러크라이슬러 등 세계 유명 자동차회사 들이 다양한 차량에 적용을 하고 있으며 그 보급이 점차 확대되고 있는 실정이다.

우리나라는 수도권 대기보전을 위해 천연가스 시내버스 운행과 운행 중인 디젤차량의 LPG화 개조작업 등에 많은 국고를 지원하고 있으며, 전국으로 정책을 확대해 나가고 있으므로 우리의 정책방향이 기후변화협약과 고유가시대에 역행하지는 않는지 점검이 필요하다. 또한 국가 에너지안보 차원에서 우리나라가 보유하고 있는 산림자원, 유채, 해초류 등의 활용 및 활성화방안과 제2세대 바이오원료를 위한 해외농장 확보, 그리고 관련 기술의 개발 등 2030년을 대비한 우리나라의 종합적인 에너지대책 수립이 절실히 필요한 시점이다. ◆