

미래형 자동차 기술

미래의 자동차산업 경쟁력을 확보하는 데 주요한 기술로는 친환경-고효율-고안전 자동차 기술을 들 수 있다. 고성능 고효율 엔진, 하이브리드자동차, 연료전지자동차, 지능형 안전 자동차, 텔레매틱스 분야의 최근의 기술개발 동향은 본 기계저널 특집호에 각 분야의 전문가들의 글을 통하여 소개되어있다. 이 글에서는 자동차산업과 관련된 국내외적인 환경의 변화, 시대적인 동향, 미래기술에 대한 다양한 의견을 간략히 소개한다.

이 경 수 / 한양대학교 기계공학부, 교수

e-mail : kyongsu@hanyang.ac.kr

34

2005년 4월 13일 영국 파이낸셜 타임스(FT)는 몇 년 전만 해도 값싸고 질이 나쁜 차라는 혹평을 받았던 현대자동차가 변신에 성공, 이제는 성공가도에 들어섰다고 보도했다. 파이낸셜 타임스는 현대자동차의 가격 경쟁력과 브랜드 이미지가 최근 몇 년간 빠르게 개선돼 왔으며 품질 면에서도 일본 업체에 견줄 만하다고 평가했다. 현대자동차는 2004년 판매량 310만 대로 세계 7위이며 2010년까지 500만 대 판매목표를 달성, 세계 5대 자동차 기업으로 부상하기 위해 미국, 중국, 인도, 유럽에 집중하고 있다. 같은 날 교통개발연구원은 '2003년 교통사고 비용 추정' 보고서에서 2003년 도로, 철도, 해운, 항공 모든 분야에서 발생한 피해를 화폐 가치로 환산하면 15조 5,000억 원에 달한다고 밝혔다. 이는 우리나라 연간 국내 총생산(GDP)의 2.15% 수준으로 행정중심복합도시 건설비(8조 500억 원)의 1.8 배, 인천국제공항 건설비(7조 9,000억 원)의 두 배 규모다. 이중도로 교통사고 비용이 15조 1,000억 원으로 전체의 97.5%를 차지해 압도적으로 많았다. 자동차 사고 건당 피해규모는 3,540만 원 이라고 한다.

2005년 4월 12일 The Detroit News는 약간 심각한 표

정으로 Gas를 넣고 있는 미국의 Suanne Zettler의 사진을 1면에 실었다(그림 1). Sussane Zettler는 SUV 차량의 탱크를 가득 채우는 데 \$67.78이 들었고, 기름을 덜 먹는 차로 바꾸는 것을 고려하고 있다고 설명했다. The Detroit News는 미국의 Big 3가 Gasoline 가격의 급등으로 인해 올해 큰 고통을 받을 것이라고 보도했다. 1990년대에 Detroit의 Big 3에 큰 이익을 가져다준 SUV가 기름값의 급등으로 올해는 판매량이 크게 위협받을 것으로 예측되고 있다. Ford의 이익은 2005년 예상치보다 9억 달러 감소할 것으로 예상하고 있고, GM은 SUV 등 대형차의 판매부진으로



그림 1 약간 심각한 표정으로 Gas를 넣고 있는 미국의 Suanne Zettler(The detroit News, 2005년 4월 12일)



그림 2 미국 기름값과 차량 소유주들의 차량 교체 성향 조사(2004년 1월 CNW Marketing Research)

1분기에 막대한 손실을 예상하고 있다.

한 신문의 조사에 의하면 미국인들은 기름값이 Gallon(1gallon은 3.61liter)당 \$ 1.75 이상의 되면 장기적으로 연비가 좋은 소형차량으로 교체할 것을 고려하기 시작하고, 3달러(\$ 3)를 넘어가면 15% 이상의 차량 소유주들이, 3.75달러를 넘어가면 30% 이상이 즉시 차량을 바꿀 것으로 응답했다고 한다(그림 2). 미국의 기름값은 2002년 이후 두 배로 상승했고, 2005년 4월 기준, 미국 평균 기름값은 Gallon당 2달러 20센트를 넘어섰고 샌프란시스코에서는 3달러에 육박하고 있다.(그림 3)

이라크 전쟁이 석유전쟁으로 알려졌듯이 현대 문명이 의존하고 있는 화석연료 중 가장 비중이 큰 석유의 경우 소비와 생산량은 계속 증가하는 반면 유전의 개발 분량은 1970년대 이미 고점을 친 것으로 알려져 있다(그림 4). 이미 1990년대 초반에 석유

발견량보다 생산량이 초과하였다. 최근의 고유가는 정치적인 문제뿐 아니라 근본적인 자원의 부족에 기인한다고 볼 수 있다.

미래형 자동차의 기술 동향

자동차에 대한 시대적인 요구는 연료를 적게 쓰고, 환경오염을 최소화하고, 안전하고 편리한 자동차이다. 이러한 자동차의 개발을 위해 미국, 일본, 유럽의 자동차 선진국에서는 친환경 고효율 엔진개발, 수소를 사용하는 무공해 연료전지자동차(fuel cell vehicle), 하이브리드자동차(hybrid vehicle), 지능형안전

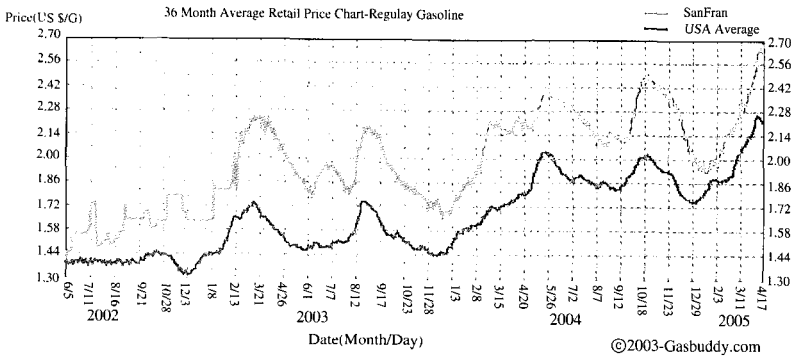


그림 3 최근 3년간 미국 기름값 가격상승 추이(미국 평균과 San Francisco)

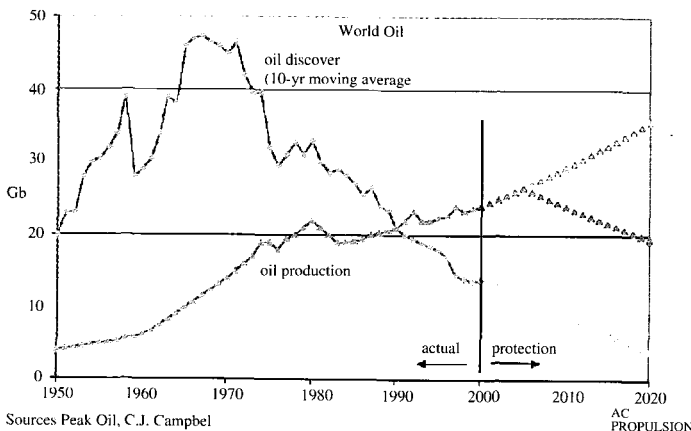


그림 4 석유 발견량과 생산량 추이(2002 Peak Oil, CJ Campbell)

자동차(intelligent safety vehicle) 기술, 텔레매틱스 구현기술을 개발하고 있다. 자동차같은 이동수단은 다른 수단이 나오기 전까지는 인류문명에 필수적이므로 친환경 고효율 엔진의 개발은 계속 될 것으로 예상된다.

연료전지자동차는 수소를 사용하는 자동차로서 석유를 대체하는 대안으로 또한 친환경 무공해 자동차

로 '90년대부터 각광받는 기술로 떠올랐으나, 석유를 대체할 수 있고 100% 무공해라는 고유의 장점으로 유망한 대안으로 보는 시각과 현실적으로 경제성 있는 제품으로 실현될 수 없다고 보는 시각이 모두 존재한다. 다음은 2004년 6월 자동차공학회에 기고된 내용의 일부이다.

연료전지는 실용화된 지 이미 50년이 넘는다. 잘 알려진 바와 같이 1969년 달 착륙선에서 이미 연료전지가 사용되었다. 연료전지가 갑자기 주목받기 시작한 것은, 전기자동차의 실패에 기인한 것이다. 즉, 기존의 전지를 이용한 에너지 저장방법이 실용성이 없다고 판명되자, 전기 에너지의 공급원으로 연료전지가 주목되었다. 처음에는 가솔린에서 수소를 추출하여 연료전지에 공급하는 방법이 연구되었으나 경제성은 물론 에너지 효율에 있어서도 실용성이 없다고 판명되자, 이번에는 압축 수소를 바로 연료 전지에 공급하는 방안이 고려되고 있다.

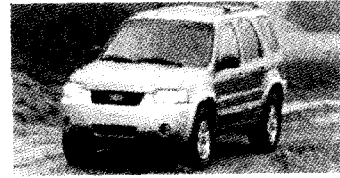
여기서 주목할 것은, 수소는 자연 상태에서 에너지원으로 존재하지 않으며, 다만 에너지의 변화된 한 형태일 뿐이다. 에너지는 변환할 때마다 그 양이 줄어드는 것은 더 말할 필요가 없다. 수소는 공업용으로 매우 오랫동안 사용되어 왔으며 주로 천연가스로부터 추출되고 있다. 그 이유는 경제성 즉 에너지 변환의 효율성 때문이다. 참고로 물을 전기분해하여 수소를 얻는 방식의 에너지 효율은 매우 낮다(30% 미만). 따라서 수소로의 에너지 변환 효율을 고려한다면 연료전지의 전체 에너지 효율은 그 다지 높지 않다. 현재 자동차의 분포를 보면 주로 겨울이 추운 지역에 치우쳐 있으며, 가솔린 혹은 디젤 엔진의 폐열은 난방에 아주 효과적으로 이용되고 있다. 따라서 난방 에너지를 전체 에너지 사용 효율에 포함시킨다면 내연기관의 에너지 효율은 더욱 높게 나타날 것이다. 이외에도, 수소의 금속 부식성, 오존파괴효과, 초고압 저장 안정성, 에너지 배급 시스템의 부재 등 수소 에너지는 해결해야 할 문제가 산적해있다. 즉, 에너지 공급 시스템의 전체효율과 동력기관 자체의 높은 비용(제작 과정의 높은 에너지 사용)을 고려할 때 연료 전지는 물론 하이브리드 내연기관 또한 전체 시스템의 에너지 이용 측면에서 별다른 이점이 없다. 현재 시가로는 연료전지에 사용되는 백금 촉매의 가격만으로도 동급 내연기관의 가격을 상회하며, 백금의 공급량 또한 연료전지자동차를 대중화하기에 충분하지 않은 것으로 알려져 있다. 연료 전지의 또 다른 장애물인 수소의 저장에 있어서도, 고압 탱크의 경우 초고압의 특성상 탱크 제작과 수소의 압축과정에 많은 에너지가 사용되므로 근 시일 내에 가격의 하락을 기대하기 매우 힘들다. 초저온 액화의 경우, 그 과정에 드는 에너지가 수소 자체 에너지의 약 40%에 이르는 것으로 조사되고 있다. 현재 엔진 분야에서 최고의 명성을 자랑하는 BMW 사의 경우 하이브리드 엔진 및 연료전지에 전혀 투자하지 않고 있으며, Toyota 사의 자체 개발 결과에 의하면 하이브리드 엔진의 전체 에너지 효율이 오히려 연료 전지의 효율을 상회하고 있다. 또한 Ford 사의 연구에 의하면, 설사 수소가 공짜로 주어진다 해도 수소를 바로 내연기관에서 연소시키는 방법이 훨씬 경제적이라는 결과가 나왔다. 재미있는 사실은, 현재 연료전지의 최고 지지자인 GM 사의 경우 아직도 대부분 구식의 푸시로드 방식의 엔진을 생산하고 있으며, 신형 6기통 엔진을 일부 Honda 사로부터 수입하고 있다. 미국 월스트리트의 기술 분석가들 역시 연료전지는 현실성이 없다고 결론지었으며, 이는 연료전지 회사들의 주식 가격에 그대로 반영되고 있다.



Toyota Prius



Hybrid Honda Accord



Hybrid Ford Escape

그림 5 상용화 하이브리드 자동차

The cost of driving

A look at how much it would cost to drive 300 highway miles in select vehicles, using gas priced at \$2.31 a gallon — the current average across Metro Detroit:



2005 Ford Explorer

Vehicle	Type	Engine size	Fuel tank capacity	EPA MPG City/highway	Cost
Chevrolet Tahoe	SUV	4.8-liter V-8	26 gallons	14/18	\$38.50
Ford Explorer	SUV	4.0-liter V-6	22.5	15/20	34.65
Toyota Highlander	SUV	3.3 V-6	19.1	16/24	28.88
Dodge Ram	Pickup	4.7-liter V-8	26	14/17	40.76
Dodge Grand Caravan	Minivan	3.3 V-6	20	19/26	26.65
Chevrolet Impala	Sedan	3.4-liter V-6	17	21/32	21.66
Nissan Altima	Sedan	2.5-liter 4-cylinder	20	23/29	23.90
Honda Civic hybrid	Sedan	4-cylinder	13.2	48/47	14.74

Sources: Company data, AAA Michigan

Fig. 13 Detroit News

그림 6 EPA 연비 비교

하이브리드 자동차는 일본의 도요다, 혼다, 미국의 포드자동차에서 양산하고 있다. 하이브리드 자동차 중 best로 평가받는 2005년형 혼다 하이브리드 Accord 모델은 약 3만 달러에 판매되고 있으며 기존의 가솔린엔진 차량에 비해 3,400달러 비싸다.

미국 AAA Michigan의 자료에 의하면 EPA에

의해 평가된 연비는, 4기통 혼다 하이브리드 Civic 은 갤런당 도시에서 47마일, 고속도로에서 48마일을 주행할 수 있다고 하는데 이는 SUV의 3배, 일반 승용차의 2배에 해당하는 연비이다(그림 6). EPA test에 의하면 도요다 프리우스는 도시에서 60mpg(mile per gallon 갤런당 마일)로 주행 가능하다고 한다. 그러나 Consumer Reports 'real-world driving test'에 의하면 도시주행의 경우 혼다 Civic 하이브리드는 26mpg, 도요다 프리우스는 35mpg의 연비를 나타냈으며, 이는 EPA 연비 47mpg, 60mpg의 60% 이하이다. Consumer Reports 'real-world driving test' 에서 고속도로 주행의 경우는 EPA 추정 연비와 유사한 결과를 보였다. 다음은 John Gartner의 "Hybrid Mileage Comes Up Short"라는 기사의 일부이다. (<http://www.autoforumz.com/>)

자동차는 단순한 이동수단에서 '움직이는 업무/휴식/오락 공간(mobile entertaining office)'으로 변화하고 있다. 이러한 자동차의 변화는 컴퓨터,

Consumer Reports' senior auto test engineer Gabriel Shenhar says that while the EPA test is a lab simulation, Consumer Reports puts the cars on the streets and measures the fuel consumed to more accurately reflect gas mileage.

The 19-year-old EPA tests for city and highway mileage actually gauge vehicle emissions and use that data to derive an estimated fuel-efficiency rating. According to the EPA website, "The tests measure the waste substances emitted from consuming the fuel, not the actual fuel consumed. From the measurement of emissions, EPA can estimate the miles per gallon achieved by the vehicle on average."

The (EPA) test needs to include more fundamental engineering," says John H. Johnson, an automotive expert who co-authored a 2002 National Academy of Science report on fuel-efficiency standards. "They haven't been updated to encompass hybrids."



그림 7 고효율(?) 무공해 자동차

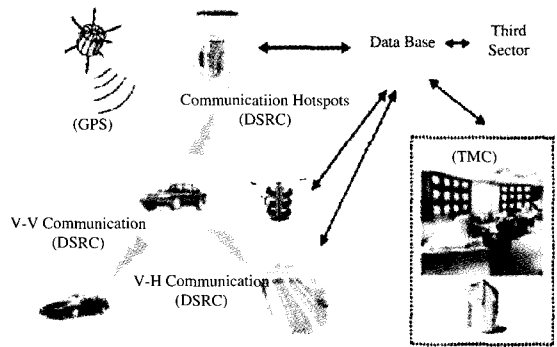
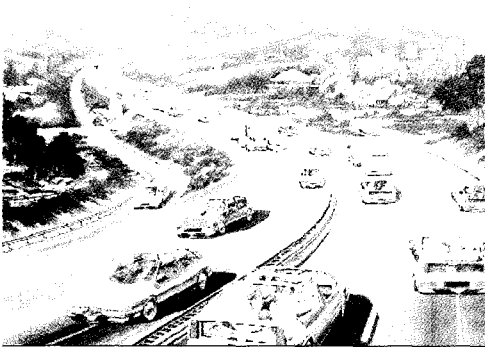


그림 8 미래의 친환경-고효율-지능형 안전 자동차를 기반으로하는 CVHS(Cooperative Vehicle Highway Systems) (2005 CVHS Forum, US DOT VII vision, 문영준 박사)

전자, 통신 등의 IT 기술과 기계-전자-정보-시스템 기술의 급속한 발전으로 가능해지고 있다. 주행안전성과 편리성의 확보는 자동차 개발의 필수적인 항목이 되고 있다. 우리나라에서 자동차 산업의 비중은 2003년 기준 전체 GDP의 9.5%, 국가세입의 18.2%이며, 무역수지 250억 달러 흑자로 우리나라에서 가장 중요한 산업이라고 볼 수 있다. 석유의 경우 50년분 정도의 매장량이 남아있다고 알려져 있으며, 유전 발견 기술과 소비량의 변화에 따라 다소 고갈 시점은 길어 질 수도 있다고 보고 있다. 현재의 80~200마력의 승용차는 에너지 관점에서 지나치게 사치스러운 자동차라고 볼 수 있다(그림 7). 대체 에너지의 개발은 하루아침에 이루어질 수 없고, 에너지 자원의 확보를 위한 세계적인 경쟁, 안전 및 환경이 중요해지는 시대적인 필요성, 전자-통신-컴

퓨터 기술의 발전에 힘입은 정보 통신 시대의 새로운 패러다임 등을 고려할 때 향후 자동차의 발전 방향은 'ITS(Intelligent Transportation Systems) /TELEMATICS 연계-경량화-친환경-고효율-지능형 안전 자동차'가 될 것으로 예측된다(그림 8). 기술의 가능성을 종합적으로 연구/검토하고 미래에 실현 가능성 높은 기술을 확보하고 선점하는 것이 자동차 산업의 경쟁력을 유지하는 길일 것이다. 국가 총생산에의 기여, 고용효과, 국가 경쟁력을 고려할 때 자동차 산업의 세계적인 경쟁력 확보 없이는 우리나라가 선진국이 될 수는 없을 것으로 보인다. 우리나라 자동차 산업이 일본을 제치고 세계최고 수준의 기술력을 확보하여 파이낸셜 타임스의 보도대로 계속해서 성공가도를 달리기를 기대한다.