

고속증식로의 실현과 수송부문의 혁신전망

趙 基 成*

1. 머릿말

세계경제의 주기적 변화를 새로운 에너지원의 출현으로 설명하는 경제학자도 있다. 산업혁명은 석탄의 이용에서 시작된 것이며, 그 이후 석유, 가스의 이용과 대량생산으로 세계경제에 큰 변화를 가져왔기 때문이다. 즉, 고체에너지가 액체에너지로, 기체에너지로 바뀌었으며, 원자력에너지를 활용하는 단계에서 우리는 살고 있고, 1900년대 중반부터 꿈의 에너지라고 불리는 고속증식로(高速增殖爐) 및 핵융합로의 실현에 몸부림쳐온 것으로 이와같은 에너지가 실용화되는 단계에서 세계경제는 또한번의 큰 변동이 있을 것으로 예측되기 때문이다.

이러한 꿈의 에너지를 실현시키겠다는 계획과 중간단계의 성공사례가 금년 4월에 들어 속속 나타나고 있다. 4월 5일 일본은 고속증식로의 모체가 되는 원형로(原型爐)의 임계(臨界) 달성에 성공하였으며, 국제열핵

융합(國際熱核融合) 실험로의 건설을 위해 미국, 일본, EU, 소련의 4개국이 공동프로젝트로 핵융합실험로의 공학설계(工學設計)를 본격화하기로 했다.

고속증식로 및 핵융합로의 개발현황을 살펴보고 이에 따른 꿈의 에너지는 과연 언제쯤 실용화될 것이며, 실용화될 경우 수송부문, 특히 타이어제조업체 등 자동차 관련산업에 미칠 수 있는 영향을 예측해보고자 한다.

이러한 超長期豫測은 생각하는 관점에 따라서 극히 어리석은 일이 될 수도 있으나, 불확실한 장래의 상황을 예측하는 하나의 잣대가 될 수 있고, 이를 기준으로 상한선과 하한선을 그어 그 개념을 설정하는 데 장기예측의 의미가 있으며, 이러한 개념 설정은 기획, 연구, 개발에 많은 도움이 될 수 있다고 보아 미비하나마 이를 정리하기로 했다.

2. 고속증식로(FBR)의 개발현황

(1) 고속증식로 및 핵융합로란 무엇인가?

* 商工資源部 化學製品課 化工事務官

현행의 원자력에너지는 우라늄을 주연료로 사용하여 얻은 핵분열에너지로서 우라늄 매장량의 한계 때문에 석유, 석탄 등의 화석연료와 같이 고갈성자원에 속한다. 고속증식로 및 핵융합로는 자원의 한계를 극복하기 위한 원자료이며, 현행의 원자료와 비교할 경우 훨씬 적은 연료로 많은 에너지를 생산해낼 수 있기 때문에 고갈하지 않는 무한자원으로 분류한다.

고속증식로는 FBR(Fast Breeder Reactors) 또는 LMFBR(Liquid Metal Fast Breeder Reactors)을 번역한 것으로 증식로 또는 고속로라고도 한다. 연료로 우라늄과 플루토늄의 혼합산화물을 사용하며 고속증식자에 의한 핵분열연쇄반응에 따라 연료인 천연우라늄중에 포함되어 있는 플루토늄량보다 전력을 생산한 후의 연료속에 들어 있는 플루토늄 함유량이 더 많게 되며, 이 플루토늄이 원자료에 연료로 재투입된다. 즉, 핵분열시 우라늄을 플루토늄으로 전환함에 따라 전력을 생산하고도 전력생산을 위해 처음 투입된 연료보다 더 많은 새로운 핵연료를 생산해내기 때문에 같은 양의 우라늄 연료로 현행 원자료보다 더 많은 양의 에너지를 얻을 수 있게 된다.

핵융합로는 수소의 동위원소인 중수소(重水素)와 원자핵이 융합할 때 발생하는 에너지를 이용한 것이다. 온도를 1억도 이상으로 높이면 원자핵과 전자가 자유스럽게 혼재(混在)하는 상태가 되는데, 이러한 상태를 고온 플라즈마라고 하며, 고온 플라즈마 상태에서 핵융합반응이 일어날 수 있도록 용기중에서 연료를 고밀도로 장시간 유지하는 것이 필요하다. 여기에 사용되는 연료인 중수소는 천연의 물 25ℓ에 1g정도가 들어 있으며, 이를 전부 핵융합반응에 사용할 경우 약 10만kwh의 전력을 생산할 수 있다.

이와같은 의미에서 고속증식로 및 핵융합로를 「이상의 원자로」 또는 「구극(究極)의 에너지」라고 부르고 있다.

(2) 고속증식로 및 핵융합로의 개발현황

고속증식로는 화석연료 및 우라늄자원의 고갈을 고려할 때 매력있는 사업으로 평가되어 세계 주요 선진국의 개발경쟁을 불러 일으켰다. 고속증식로의 가능성을 최초로 실증한 것은 1946~1951년에 걸쳐 미국에서 실험로(FBR-1)의 임계를 달성한 것이며, 그 이후 구소련, 프랑스, 영국 등이 개발에 나섬으로써 1970년대에는 FBR 개발의 국제경쟁이 과열되기도 했다.

그 이후 최근 수년간 프랑스를 제외한 대부분의 국가에서는 플루토늄의 사용 및 핵 확산방지, 원자력의 안전성, 화석연료의 가격안정화 등에 따른 경제성 등의 측면에서 고속증식로의 개발계획을 사실상 동결한 상태였으나, 일본은 30년 이상을 지속적으로 개발하여 금년에 실험로보다 한단계 높은 원형로의 개발에 성공함으로써 오히려 다른 나라보다 조금 앞서게 된 것이다. 에너지자원이 풍부한 미국, 소련 등에 비해 자원빈국인 일본의 에너지자립에 대한 강한 의지가 중요한 요인으로 작용했으리라 본다.

원자로의 실용화 또는 상업화과정은 크게 보아 실험로, 원형로, 실증로, 상업화의 순서로 진화(進化)하는 것이 일반적이다.

일찍부터 고속증식로의 개발에 착수하였던 미국, 일본, 프랑스, 영국 등이 실험로를 보유하고 있으며, 일본, 프랑스는 현재 실험로를 가동중이다. 이번에 일본에서 임계를 달성한 것은 원형로이다.

핵융합로의 개발에 있어서 고온 플라즈마 상태를 유지, 핵융합을 시키는 핵융합실험장치를 미국, 일본, EU, 소련이 보유하고 있고, 금년에 이들 4개국이 공동 프로젝트

로(각국이 분담참여) 핵융합 실험로의 공학설계에 착수하였다. 이 공동 프로젝트에서 일본은 초전도 코일, 가열장치 등에 대한 설계를 담당한다. 따라서 핵융합로보다는 고속증식로가 현재로서는 한 단계 이상을 앞서가고 있는 실정이다.

(3) 이번에 가동된 일본의 고속증식로 원형로

이번에 가동된 일본의 고속증식로 원형로를 보면, 우선 그 이름부터 깊은 의미가 담겨져 있음을 알 수 있다. 원형로 이전단계인 실험로의 이름은 「상양(常陽)」이었으며, 다음 단계인 금번의 원형로는 「문수(文殊)」로 “몽주”라 읽는다.

문수는 불교의 “문수보살”에서 따온 이름으로 세조대왕이 몸에 난 종기를 치료하기 위해 계곡에서 발을 담그고 일념으로 염원하던중 친견했다는 그 문수보살을 일컫는 말이기도 한데, 문수보살은 지혜, 지식을 상징하는 부처로 알려져 있으며, 일설에 의하면 지리산의 이름도 대지(大智)문수보살에서 따온 것이라고 한다.

원형로 몽주는 전기출력이 28만kw로서 '85년 10월에 착공하여 금년 4월에 준공·가공된 것으로 투자비만 약 6천억엔이 소요되었다. 금번의 원형로 임계달성으로 증식로의 실용화를 향한 1차고비를 넘기게 되었으며, 앞으로 실증로 개발이라는 2차고비를 남겨놓고 있다.

임계달성이란 총 198개(몽주의 경우)의 燃料體數중에서 최소의 연료체수로 핵분열의 연쇄반응이 유지가능한 상태를 말하며, 금번 몽주의 임계달성이 시사하는 것은,

- ① FBR 기술의 평가
- ② Plant 기술의 고도화
- ③ 플루토늄 이용기술의 실증

이라는 점에서 큰 의미를 갖는 것으로 평가되고 있다.

향후 일본의 고속증식로인 실증로의 개발 목표는 현재의 경수로(輕水爐)와 동일한 수준의 안전성 및 신뢰성을 확보하고 경제적으로 경수로와 경쟁이 가능한 로(爐)를 실용화하는 데 있으며, 같은 출력규모의 경수로와 비교시 경수로의 1.5배 정도까지 접근시키겠다는 것이다.

이와같은 목표를 갖고 로형(爐型)과 출력규모 등 기본사양을 이미 선정된 것으로 출력규모는 몽주의 2배 수준인 66만kw로 하며, 향후 몽주의 운전실적 등을 반영하고 실증로 건설에 필요한 각종 신기술의 개발을 고려하여 2000년대초에 실증로를 착공한다는 것이다.

그러나 고속증식로의 실용화는 현재로서는 해결해야 할 과제가 너무 많아 그렇게 쉽지만은 않다. 우선 가장 기본적인 과제는 우라늄 연료를 원자소에서 연소시킨 후 미연소된 잔여 우라늄과 새로 생긴 플루토늄 이외의 반감기가 긴 핵분열성 생성물이 미량 포함되어 있는 것을 어떻게 완벽하게 제거하느냐가 중요한 과제중의 하나다.

현재 연구중인 방법중의 하나는 Recycle 계획으로 미량의 핵분열성 생성물을 고속증식로의 연료로 로심(爐心)에서 태움으로써 폐기물처리에 따른 안전성을 높이고 부담을 경감하자는 것인데, 종래에 방사성 폐액으로 처분했던 핵분열 생성물을 유용한 자원으로 이용한다는 데 착안한 것이나, 이들 미량원소(아메리슘, 넵투늄, 큐리움 등)만을 분리·추출하는 것이 또하나의 문제가 됨으로써 해결해야 할 과제가 꼬리에 꼬리를 물고 발생하는 것이다.

고속증식로를 건설하는 데 필요한 고온에서 견딜 수 있는 연료피복관의 재질개발 등 신기술이 지금과 같은 저에너지가격 여건에서 그렇게 빨리 개발이 가능하겠느냐가 또 하나의 관건이 되고 있으며, 안전성이라는

측면에서도 고속증식로는 열매체로 액체나 트륨을 사용하기 때문에 기존의 경수로 등과는 다른 차원의 안전상의 문제를 내포하고 있다. 또한 플루토늄 이용에 관한 세계의 눈을 무시할 수 없는 상황이 전개되고 있기 때문에 핵확산 방지, 플루토늄의 군사적 이용 방지 등에 대한 세계의 여론도 어느 나라가 고속증식로를 실용화하더라도 큰 걸림돌로 작용하게 될 것이다.

3. 고속증식로의 실용화시기

증식로의 실용화시기는 에너지가격 등 경제적 요인과 기술적, 정치·사회적 여건에 따라 다르기 때문에 이를 정확하게 예측하는 것은 사실상 어려운 일이다. 여기에서는 에너지가격 등 경제 및 정책적 요인만 고려하여 장기 총에너지 수요를 구하고 이를 충족시키기 위한 각 에너지원별 공급경로를 분석·예측함으로써 증식로가 우리나라에 언제쯤 도입·실용화될 것인가를 예측하였다.

(1) 분석방법에 대한 개요

오늘날의 에너지는 석유, 천연가스 등 채굴비가 저렴한 희소자원에 크게 의존하고 있다. 희소자원은 고갈성자원으로서 장기적으로 볼 때 시간이 경과함에 따라 가격이 상승한다. 고갈성자원의 가격상승은 대체에너지 등 새로운 에너지원의 개발을 가져오게 되며, 더 나아가 究極으로 무한정 풍부하게 존재하는 자원개발기술(Backstop technology)을 낳게 된다. 미래에는 이와같은 기술과 에너지원에 의존할 것이며, FBR은 Backstop 기술에 의한 대표적인 미래의 에너지원이다.

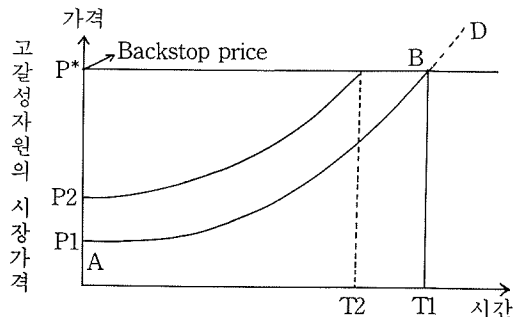
현재의 고갈성 에너지자원과 Backstop 기술에 의한 미래의 에너지원(신에너지)에

대한 공급특성을 분석한 미국의 카터 대통령의 경제자문위원으로 있었던 William D. Nordhaus에 따르면, Backstop 기술에 의한 에너지의 가격결정은 자본비용, 이자율, 고갈성자원이 신에너지로 전환되는 전환시점의 3요소로 결정된다는 것이다. 즉, 자본비용 및 이자율이 일정하다고 보면 석유와 같이 값싸고 풍부한 자원의 고갈시점의 가격이 Backstop 기술에 의한 에너지의 공급가격과 같아진다는 것이다.

석유를 예로 들어보면 [그림 1]과 같이 석유가격이 시간의 경과에 따라 ABD의 경로로 상승할 때 고갈시점인 T1에서의 석유가격이 Backstop 기술에 의한 에너지의 공급가격과 일치하게 되어 이 시기부터 신에너지가 본격적으로 공급된다.

이때 독점 등에 의해 석유가격의 상향(P1→P2)이 있을 경우는 Backstop 기술에 의한 에너지의 공급시기가 T2로 앞당겨지게 되고 석유의 고갈시점은 가격상향이 있기 전보다 지연된다. 즉, 고에너지 가격은 신에너지의 개발, 도입시기를 앞당기고 고갈자원의 고갈시점을 연장시킨다는 것이다.

화석연료의 사용을 억제시키기 위한 수단으로 탄소세를 도입한다든가 미국의 클린턴 대통령이 선거공약으로 주장했던 바와 같이 국내 석유산업 보호 및 소비억제를 위



[그림 1] 고갈성자원과 Backstop 기술에 의한 에너지의 공급

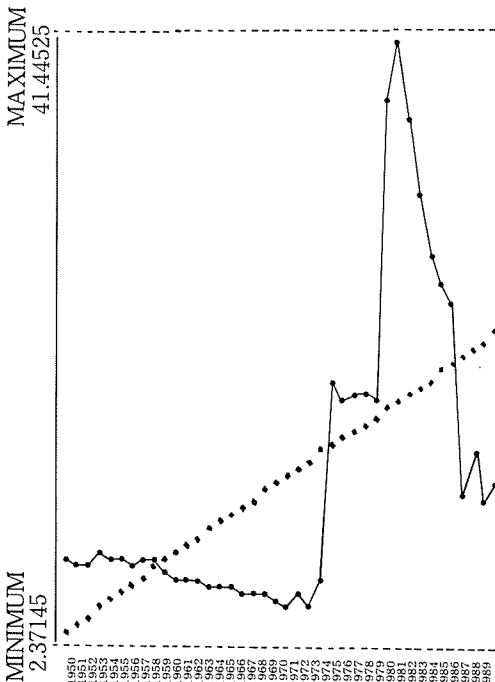
한 최저가격제(Floor Price) 도입을 위해 수입석유에 부과금을 부과할 경우 상기와 같은 효과를 가져오게 될 것이다.

이와같은 이론적 배경이 분석방법의 기본 개념이며, 향후의 에너지가격 상승, 인구, GNP 등을 변수로 하여 총에너지 수요를 추정하고 이를 만족시키기 위한 최적의 에너지원별 공급경로를 추적함으로써 FBR의 도입시기를 예측하였다.

(2) 분석에 사용된 에너지가격 등

석유가격의 상승률이 에너지가격의 상승률과 같다고 전제하고 1950년부터 1990년까지 40년간의 실질 원유가격 상승률을 구해보면 [그림 2]와 같이 원유 1배럴당 매년 0.52달러가 상승하였던 것으로 분석된다.

또한 우리나라의 인구는 2014년경에 5천만명에 도달(경제기획원 자료)하여 정체 또는 정상상태에 들어가는 것으로 보았다.



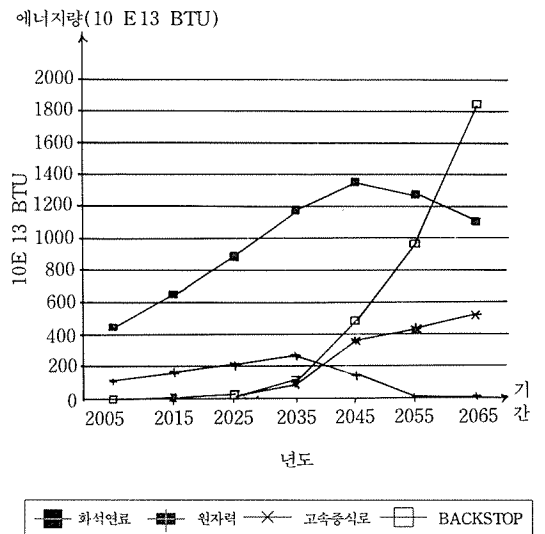
[그림 2] 실질 원유가격의 변동추이와 평균변동률

(3) FBR의 도입시기

분석결과를 요약하면 Backstop 기술에 의한 신에너지는 어떤 형태로든 2020년 전후에 도입되어 2050년대에는 총에너지 수요량의 반 이상을 차지하게 될 것으로 보인다. 특히, 증식로의 경우 늦어도 2030년경에는 도입되어야만 증가하는 전기수요뿐만 아니라 총에너지 수요를 충족시킬 수 있게 되며, 2050년대에 원자력 등 현재의 전력 공급원이 증식로로 본격적으로 전환되어 증식로에 의한 전력생산량이 더 많게 된다. [그림 3]은 이와같은 에너지 공급경로를 나타낸 것으로 1차에너지를 사용가능한 에너지로 변환하는 데 소요되는 에너지 및 로스를 제외한 순에너지량이며, 증식로 이외의 산업 및 수송, 가정용 신에너지를 Backstop 에너지로 구분하여 나타낸 것이다.

4. 고속증식로 도입과 자동차산업의 혁신

(1) 수송에너지의 변화



[그림 3] Backstop 기술에 의한 에너지의 도입과 공급경로 추정

증식로가 도입될 경우 부문별 과급효과는 전력부문을 제외하면 수송부문에 미치는 영향이 가장 클 것으로 예측된다. 수송에너지, 특히 자동차에 있어서는 지금까지 석유를 사용하는 것이 일반화되어 있고, 또 당연하게 생각되어 왔으나 2030년 무렵에는 증식로의 도입에 따라 현재의 액체연료인 석유가 가스 또는 전기로 본격적으로 대체될 것이기 때문이다.

증식로 도입초기의 전력가격은 도입당시의 전력가격과 비슷한 수준이 되겠지만 그 이후는 자본과 노동비에 가격이 좌우되기 때문에 보다 값싼 전력을 풍부하게 공급할 수 있는 여건이 마련됨에 따라 전기자동차 또는 전력을 활용한 수소가스의 제조가 손쉽게 이루어질 수 있고, 이 수소가스가 자동차에 많이 이용될 것이다.

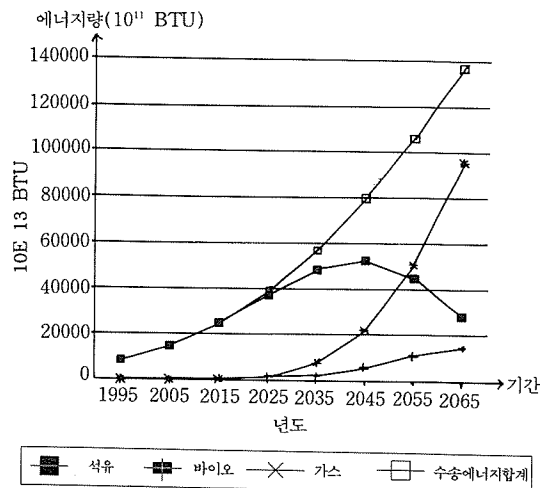
이와 유사한 사례를 보면 일본의 경우 ODA(해외원조사업)로 아프리카 등 오지에 있는 강수량이 풍부한 지역에 수력발전소를 건설하여 주위에 전력을 공급하고 남은 잉여전력을 활용하여 수소가스를 제조한다. 이 수소가스를 일본으로 운반하게 되는데, 국내에서 제조하는 것보다 저렴하다. 이와 같은 사례를 보더라도 증식로가 도입될 경우 수송부문 연료의 가스화는 충분히 예견할 수 있으리라고 본다. 그러나 현재의 석유가 바로 수소가스나 전기로 대체되기는 어려우며 과도기적인 중간단계를 거칠 것으로 보인다.

이는 현행 자동차의 연료사용효율이 25%를 약간 웃도는 것으로 석유 100ℓ를 사용할 경우 실제 자동차를 움직이는 데 드는 연료량은 26~27ℓ에 불과하기 때문에 일을 하지 못하고 없어진 연료로스를 고려하면 자동차 1대가 증가할 때마다 효율면에서 본 에너지 수요량은 3배가 넘는다. 이에 따라 급증하는 수송에너지 수요를 충족시키기

위해서는 자동차의 에너지 이용효율이 혁신적으로 개선되지 않는 한 연료의 질보다는 양에 의존할 수 밖에 없으므로 증식로가 도입되기 전까지는 과도기적으로 연료의 다양화가 진행될 것으로 보인다.

현재도 식물에서 직접 얻거나 발효 등의 방법으로 알콜 또는 가스 형태로 제조되는 바이오매스 에너지는 어느 정도 실용화되어 가고 있기 때문에 가장 빠른 시일내에 석유를 대체할 수 있는 수송연료가 될 전망이다. 그러나 바이오매스 연료는 비록 그 가격이 저렴하다고 하더라도 식물재배면적의 제한 등으로 향후 수송연료의 주종을 이루기에는 한계가 있으며, 기타 가스연료도 효율 및 자동차 엔진의 획기적 개발 없이는 당분간 주종연료가 되기에는 한계가 있다.

이러한 수송연료의 변화를 나타낸 것이 [그림 4]이며, 다양한 석유 대체에너지 자원을 편의상 바이오매스와 가스 및 전기로만 분류하여 표시하였다. 이것은 자동차에 사용되는 에너지가 대체적으로 유사한 수송수단은 사용하는 연료도 한 방향으로 진행될 가능성이 크기 때문에 하나의 연료로 통일한 것이다.



[그림 4] 수송연료의 공급경로

향후 바이오매스, 수소 등의 가스와 전기 에너지가 수송부문 에너지에서 차지하는 비중을 보면, 2010년을 전후하여 어느 정도 도입, 자리를 잡기 시작하여 2030년대에는 총수송에너지의 15%를 차지하게 되고, 2050년대가 되면 50%를 넘어 수송부문의 주종 에너지원이 됨으로써 중·장기적으로 자동차연료는 가스화 및 전기화로 모아질 것이다.

(2) 향후 자동차는 어떻게 변모할 것인가?

증식으로 도입으로 자동차연료가 수소가스 및 전기화되기 전까지는 바이오매스에서 얻는 액체 및 가스, 알콜, 석탄액화 및 석탄가스화 연료, 전기연료 등으로 다양화되고 이들 연료가 성분 등 질이 다르기 때문에 지금 생산되고 있는 자동차의 일부는 이와같은 연료 사용이 가능한 자동차로 변모할 수 밖에 없을 것이다. 다양한 연료가 하나의 규격으로 통일, 제조되든가 아니면 각 연료에 맞는 엔진개발, 가스연료를 안전하게 정착, 유지될 수 있는 자체개발이 이루어질 것이다.

현재도 CNG 등 가스자동차 및 알콜자동차가 나라에 따라서는 상당부분 실용화되어 가고 있으며, 전기자동차도 제작, 판매되고 있는 것을 보면 자동차 및 연료의 다양화는 이미 시작되고 있다고 보아야 할 것이다.

과도기적 자동차의 모습은 수송연료가격과 자동차 배출가스가 환경에 미치는 영향 등에 따라 결정될 것이다. 만일 석유가격이 과거 석유파동기와 같은 가격상승이 온다면 다양한 종류의 가스자동차와 알콜자동차가 증가할 것이고, 배출가스에 대한 규제가 급격히 강화되면 전기자동차 형태가 증가할 것이다.

환경측면에서 보면 수소가스는 탄소를 포함하지 않는 연료로서 이를 얻을 수 있는

원천(source)이 다양하고 연소시 수분과 공기성분만 배출되기 때문에 지금까지 실용화 가능한 액체 및 가스연료중에서 가장 이상적인 연료다. 배출가스측면에서 보면 당장 수소자동차가 바람직하나 가격이 비싸기 때문에 수소가스보다는 못하지만, 그래도 석유보다는 환경에 미치는 영향이 작은 가스자동차가 매력을 갖게 될 것이다.

현재의 전기자동차는 궁극적으로 환경문제를 해결하는 것이 아니고 배출가스의 이전에 불과한 것이다. 발전소에서 이미 화석연료를 사용하여 전력을 생산하기 때문에 전기자동차가 사용하는 전기량에 상당하는 배출가스를 발전소에서 이미 배출해버린 셈이다.

그럼에도 불구하고 향후 배출가스 문제를 해결하기 위한 수단으로도 전기자동차의 개발은 적극적으로 추진될 조짐이다. 이와같은 조짐은 최근의 환경관련 국제여건이 급변하고 있다는 데서도 이를 엿볼 수 있다. 미국의 캘리포니아주에서는 자동차 배출가스 억제에 위해 1998년까지 자동차 판매량의 2%를 전기자동차로 생산·판매토록 자동차 생산업체에 의무화시키고 있다. 또한 1992년 지구 서밋에서 채택된 지구온난화방지조약이 금년 3월 발효되었고, 스위스는 이산화탄소세 과세계획을 명확히 함으로써 탄소세 과세가 확대될 전망이다. 또한 유해물질의 국제간 이동 및 처분에 관한 바젤협약에서는 유해물질을 포함한 폐기물의 수출이 최종처리 목적일 때는 당장 수출을 금지하고 재생처리 목적일 때는 '97년말 이후부터 수출을 금지한다는 등 환경관련 국제여건이 강화되고 있기 때문이다.

이러한 제요인들을 고려할 때 중·장기적으로는 총 차량에서 차지하는 비중은 크지 않더라도 다양한 종류의 가스자동차와 전기자동차가 양립될 것으로 보인다. 그 후 연

료비용은 높지만 환경차원에서 전기자동차가 급증한 만큼 석유자동차가 급격히 감소하게 되고 증식으로 도입과 함께 수소가스 사용이 상대적으로 유리해짐에 따라 수소가스 자동차와 전기자동차가 경합될 것으로 예측되나 어느 연료를 사용하는 자동차가 일반화될지는 현재로서는 판단하기 힘든 과제이다.

(3) 자동차 및 타이어산업의 혁신

어쨌든 상기와 같은 자동차의 변모과정은 자동차뿐만 아니라 타이어산업에도 혁신적인 변화를 일으킬 것이다. 자동차연료의 이용효율 향상, 자동차의 콤팩트화, 자동차소음 감소 등이 어떻게 일어나고 그 영향이 타이어산업에 어떤 혁신을 가져올 것인가를 추측해 보자.

우선 대폭적인 에너지 이용효율, 즉 연비의 향상을 가져올 것이다. 증식으로 및 핵융합발전이 실용화될 경우 약 1억도에서도 사용가능한 재질 및 에너지 이용효율을 높이는 데 이상적인 초전도체 등이 일반화되고 이를 자동차에 도입·활용함으로써 자동차의 에너지 이용효율이 큰폭으로 향상될 것이다.

25%를 약간 웃도는 현재의 자동차 에너지 이용효율은 구시대의 유물이 되고 한자리숫자의 연비를 개선하기 위한 경량화, 희박엔진 등은 큰 의미가 없어지게 될 것이다. 연탄으로 취사를 하는 정도의 자동차 에너지 이용효율이 2030~2050년대에는 현재의 70~80% 열효율을 갖는 에너지 사용기기 수준으로 높아지기 때문이며, 에너지 이용효율 측면에서는 그때가 되어야 비로소 현재의 다른 에너지 사용기와 유사한 효율을 갖게 될 것으로 보인다.

다음으로 자동차가 콤팩트화되고 경량화될 것이다. 현재도 전기자동차의 경우 엔진 등 차의 앞부분은 불필요하여 차체가 크게

줄어들고 있기 때문에 상상이 가능하리라고 본다. 자동차의 콤팩트화는 경량화 등으로 연비향상에도 크게 기여하여 상기의 에너지 이용효율을 고려하면 자동차의 연료사용량이 현재보다 배 이상으로 줄어들게 될 것이다.

또한 초전도체, 고온재질 등의 일반화로 에너지 이용효율 향상과 함께 자동차의 소음은 큰폭으로 감소할 것이다.

자동차의 에너지 이용효율이 큰폭으로 향상되는 한편 콤팩트화되고 소음이 큰폭으로 감소할 때 타이어산업에는 어떠한 변화를 가져올 것인가?

금년 4월 정부에서는 타이어부문에 있어서 저편평 타이어, 고강도 타이어(Super single tire), 트레드가 깊은 장수명 타이어 및 항공기용 타이어를 첨단 타이어로 고시한 바 있다. 향후에도 이보다 더 기술수준이 높은 초저연비 타이어, 자동차의 수명과 타이어의 수명이 같을 수 있는 car-life 타이어 등 첨단 타이어의 개발이 지속될 것이나 전기자동차 및 수소자동차 등이 실용화될 경우 이러한 타이어는 첨단이 될 수 없을 것이다.

현재도 큰폭의 에너지 이용효율 향상과 차체의 무게가 크게 감소한 자동차가 있다면 지금의 타이어도 car-life 타이어가 자동적으로 가능하고 초저연비 타이어도 그 의미가 없어지게 된다.

장기적인 관점에서 볼때 타이어를 제외한 자동차의 소음이 대폭 줄어들기 때문에 자동차의 소음공해는 전적으로 타이어에 의존하게 되고 소음발생이 적은 타이어가 요구될 것이다. 타이어의 소음을 의외로 가볍게 생각할 수도 있으나 지금도 조용한 야간 고속도로를 주행하는 자동차의 소음을 멀리서 들을 때 엔진 등에 의한 소음보다 타이어에

(54 page에 계속)

에 그리프를 얻기 爲한 그루브가 붙여진 것은 20世紀에 들어와서이고 1905年製의 던롭타이어에는 짧은 鐵棒을 가로方向으로 밀어붙여서 생긴 홈이 남아 있다. 이것은 매우 單純한 홈이지만 非鋪裝道路에서는 路面을 이 가로홈으로 마구 긁어서 加速이 좋아지지 않았을까? 그밖에 홈 代身에 미끄럼防止를 爲하여 징을 박아넣은 일도 있었다.

얼마 안 있어 均一한 磨耗를 얻을 수 있

(23 page에서 이어짐)

의한 소음이 더 크다는 것을 고려하면 소음 발생이 적은 타이어의 개발은 타당성이 높아질 것이다.

또한 현재와 같이 공기를 넣어 운행시의 충격을 흡수하는 타이어는 존재하기 힘들 것이며, 새로운 충격흡수재를 개발·활용함으로써 펑크가 나지 않는 타이어가 등장할 것이고, 타이어의 밸런스, 마모 등 주행시 타이어의 안전상태를 감지하는 센서시스템 등이 타이어 자체에 내장되어 고속주행에 따르는 자동차의 안전을 도모하게 될 것이다.

이와같은 혁신적 여건을 고려할 때 타이어산업의 가장 큰 변모는 타이어를 제외한 자동차 자체가 복잡한 과정을 거쳐 단순화되어가기 때문에, 전기자동차의 경우 엔진 자체가 불필요하게 되는 등 타이어가 자동차의 부품이 아닌 핵심이 될 가능성이 크다. 타이어가 자동차에서 차지하는 비중이 지금보다 훨씬 높아질 것이며, 타이어의 성능, 첨단 여부 등이 자동차의 기능을 결정하게 될 때가 도래할 것이다.

5. 맺는말

넓은 바다를 항해하는 배도, 높은 하늘을 날아다니는 비행기도 다니는 길이 있다는 것을 어렸을 때는 알지 못했다. 먼 장래를

는 세로홈도 파이게 되어 1922년에는 美國人 사이프(J.F. Sipe)라고 하는 분이 칼로 줄무늬를 붙인것 같은 가는 커트(cut)를 넣었다. 그 가는 줄무늬는 現在에도 트레드패턴의 디자인에 使用되고 있고 사이프의 이름을 따서 「사이핑(sipping)」 또는 「나이프커트(knife cut)」라고 불리고 있다. 트레드패턴은 現在에도 타이어 開發의 重要項目의 하나로 되어 있다. (다음호에 계속)

예측하는 것도 이와 같아서 캄캄한 밤하늘 같지만 희미한 길을 찾아보는 데 그 의미가 있다고 보아 미비한 자료를 정리한 것이며, 대상기간이 분석하는 사람의 생존가능기간을 초월하기 때문에 그 결과가 자세할 수는 없고 개념적일 수 밖에 없다.

또한 에너지, 원자력, 자동차, 타이어, 공학, 경제학 등 넓은 범위를 다루다보니 비전문가인 나로서는 어쩔 수 없이 아는척 하고 분석하였지만, 잘못된 점이 많을 것이라고 본다.

하지만 크게 보면 고속증식으로 및 핵융합로의 개발은 필연적인 것이며, 이것이 실용화될 때 세계경제는 큰 변화를 가져올 것이고, 이를 개발하고, 실용화하는 나라가 세계의 경제권을 장악하게 될 것이다. 이에 따른 부문별 변화는 전력 등 에너지산업 자체를 제외하고는 수송부문에 미치는 영향이 가장 클 것으로 이는 오히려 혁신적 변화라고 불러야 할 것이다.

여기서는 이러한 변화가 왜, 어떻게, 어떤 경로를 통해서 올 수밖에 없는가에 대해 초점을 두고 분석하였기 때문에 자동차 및 타이어산업에 미칠 영향과 대책에 대해서 관심있는 사람들의 보다 집중적인 분석이 필요할 것이고 독자 스스로가 이러한 개념을 갖고 구체화하고 그 방향을 정립해 나가야 할 것이다.