

## 폭발·연소 에너지의 개발 방향에 관한 연구

신창용<sup>1)</sup>, 안명석<sup>2)\*</sup>, 조명찬<sup>3)</sup>

### A Study on the Development Trend of Explosion and Combustion Energy

Chang-Yong Shin, Myung-Seog Ahn and Myung-Chan Jo

**Abstract** In view of physics, energy is defined as the ability to work. The use of natural gas and nuclear power have been increased since 1980s to replace fossil fuels such as coal and petroleum. Recently, solar energy, wind power, tidal power, and geothermal energy have been considered as promising alternative energy sources to overcome environmental pollution. However, their energy efficiencies are much lower than those of chemical energies such as nuclear power, explosive, and petroleum gas. In this study, the present situation of the green energy was reviewed to seek out the way to overcome the limit of the environmental (alternative) energy. Also, purification, application and development trend of the highly efficient alternative energy sources were investigated.

**Key words** Alternative energy, Chemical energy, Highly efficient energy

**초 록** 물리학적 측면에서 에너지의 개념은 일하는 능력으로 정의된다. 기존의 석탄·석유 등 화석연료를 대체하기 위해 1980년 이후부터 천연가스·원자력 등의 사용이 증가하였으나 환경오염문제로 태양열·풍력·조력·지열 등 대체에너지로의 전환을 촉진하고 있다. 그러나 에너지 이용효율 측면에서는 원자력 에너지와 화학에너지와 비교가 되지 않는다. 본 논문에서는 환경(대체)에너지의 한계점을 뛰어 넘을 수 있는 방안을 연구하기 위하여 그린에너지의 현황을 조사하였으며, 고효율 에너지원에 대한 청정화와 응용 및 개발방향에 대해 검토, 연구 하였다.

**핵심어** 대체에너지, 화학에너지, 고효율에너지

#### 1. 서 론

에너지는 물리학적 측면에서 “일하는 능력”으로 정의되며 운동에너지, 위치에너지, 열에너지, 전기에너지, 화학에너지 등으로 구분된다.

경제학적 측면에서의 에너지는 모든 경제활동의 필수재로 규정하고 있다. 산업활동에서 어떤 시스템에 적용되는 재료, 노동력, 자본과 함께 투입되어 얻게 되는 필수재가 에너지로서 우리 인류가 에너지 전쟁

이라는 사항에까지 이르고 있다.

에너지의 중요성은 대부분의 경제활동에 필수재임은 물론 산업생산, 가정, 상업용 및 수송에 이르기까지 그 이용성의 중요성이 너무나 크기 때문에 에너지원의 불균형으로 인하여 세계 및 국내 경제에 지대한 영향을 미치게 된다.

에너지는 신에너지 및 신대체에너지로 나누는데 일반적으로 ‘신에너지’라는 말이 갖는 이미지를 생각하는 데에 새로운 시대의 주역이 될 에너지, 지금까지 없었던 새로운 에너지라고 생각된다.

<sup>1)</sup> 동서대학교 대학원 석사과정

<sup>2)</sup> 동서대학교 에너지생명/건축토목공학부 겸임교수

<sup>3)</sup> 동서대학교 에너지생명공학부 전임교수

\* 교신저자 : amspeoff@chol.com

접수일 : 2009년 12월 10일

심사 완료일 : 2009년 12월 17일

게재 승인일 : 2009년 12월 28일

#### 2. 대체에너지의 정의

대체에너지란 1970년대에는 석탄·석유 등 화석연료를 대체한다는 의미에서 사용되었으나, 1980년 이후

천연가스, 원자력 등의 사용이 증가되고 환경오염의 문제가 심각해짐에 따라 최근에는 청정에너지(clean energy)로서의 재생에너지, 신에너지, 미래에너지 등을 의미한다. 대체에너지의 종류는 태양력이나 풍력, 조수 간만의 차, 지열 등이 있다. 개선된 에너지의 분류는 표 1과 같다.

여기서 우리 화약류는 저장에너지의 “폭발연소에너지”에 해당하며, 위험물류와 바이오매스 등 가스류와 같이 분류할 수 있다.

### 3. 에너지의 이용 기술

#### 3.1 화석에너지의 이용 기술

석탄은 탄소 외에 수소, 산소, 황, 질소, 수분 및 회분으로 이루어져 있다. 성분으로 보면 석탄 중에 포함되어 있는 고정탄소(Fixed Carbon)와 휘발분(Volatile Matter)과의 비를 연료비(燃料比)라고 하며 연료비에 따라 무연탄(無煙炭, Anthracite) 역청탄(瀝淸炭, Bituminous

Coal), 갈탄(褐炭, Brown Coal) 등으로 나눌 수 있다.

우리나라는 연료용 가스로 1935년 석탄을 건류하여 가스를 제조하는 석탄가스 제조시설부터 생산이 시작되었다. 서울과 부산지역에 주로 취사용으로 공급되었으나 1950년 한국전쟁으로 시설이 파괴되었다. 1964년 정유공장이 처음으로 가동되어 LPG가 공급되기 시작하면서 가스공급이 새로이 시작되었다고 볼 수가 있다. 1973년 국내 LPG 생산량이 100,000톤을 초과하기 시작하면서 전체 생산량 중 약 42%는 요업과 식품업 같은 산업용 연료로 사용되었고 25% 정도는 가정용과 상업용으로 사용되었다. 그리고 나머지는 수출까지 하게 되었다. 그러나 1970년대 후반에 급속한 산업의 발전으로 수요도 증가되었지만 정유공장의 증가로 LPG의 생산, 특히 부탄의 생산이 급격하게 증가하였다. 그러나 산업용으로서의 LPG의 사용은 고가임에도 불구하고 1980년대에 들어와서는 수요가 생산을 앞지르게 되었다.

천연가스의 도입은 1970년 이후 석유 위기에 자극

표 1. 에너지의 종류별 분류

대분류	소분류	에너지의 종류
저장에너지	생물에너지	신탄, 목탄, 바이오가스(메탄), 식량
	화석연료	천연가스, 석유, 석탄
	핵연료에너지	핵분열연료, 핵융합연료
	폭발연소에너지	화약, 폭약, 위험물, 가스(바이오매스)
	화학에너지	결합에너지, 가연물, 농도차 용액
	전지에너지	1차 전지, 2차 전지
불규칙에너지	열에너지	잠열, 현열, 고온체, 지열, 해양열, 열풍, 운수, 증기, 배기열
	압력에너지	고압가스, 진공, 폭발
	한랭에너지	냉수, 액화가스, 얼음, 드라이아이스
역학에너지	운동에너지	풍력, 파력, 조력, 수차, 고속유체, 고속회전체, 플라이휠
	위치에너지	고낙차, 탄성에너지
	진동에너지	진동체, 초음파, 폭음
전자기에너지	전류에너지	모터, 열전대, 전력량
	정전에너지	번개, 정전기
	자기에너지	지자기, 영구자석
복사에너지	태양열	집열기, 태양전지
	전자파	텔레비전, 라디오, 레이저, 광
	음파	마이크, 스피커
	방사능성	원자핵전지
	탄성파	지뢰파

을 받아 에너지원의 다변화 시책이 시작되면서 부터이다. 지난 10년 간 약 10배 정도로 그 수요가 증가하였으며 특히 가정과산업 및 운수업에서 증가속도가 두드러지게 나타나고 있는데 생활수준의 향상으로 청정에너지의 사용이 늘고 있기 때문이다. 1983년 8월 인도네시아와 연간 200만 톤씩 20년간 LNG 장기 도입계약을 체결 함에 따라 천연가스의 공급이 시작되었다. 수요가 계속 늘어나고 있고 더욱이 최근 지구환경과 관련하여 청정에너지의 요구가 늘어나면서 수요는 더욱 폭발적으로 늘어날 것으로 전망된다.

### 3.2 고효율 폭발·연소에너지의 이용기술

#### 3.2.1 원자력 에너지

우라늄 원자가 중성자의 충돌로 핵분열 할 때 발생되는 에너지를 증기 터빈을 통해 전기적 에너지로 활용하는 것이 원자력 에너지이다. 원자력발전이나 원자폭탄은 모두 우라늄의 핵분열에너지를 이용한다는 점에서는 같다.

원자폭탄은 일시에 많은 에너지를 발생시켜야 하므로 우라늄 235를 95%이상 농축하여 사용할 뿐만 아니라 그 주위에 화약을 함께 장전하여 폭발을 용이하게 한다. 이에 비하여 원자력발전은 필요한 만큼의 에너지를 장기간에 걸쳐 얻어야 하므로 비싼 비용을 들여서 연료를 고농축할 필요가 없으며 천연우라늄을 사용하거나 우라늄 235를 2~5%정도로 저 농축하여 사용하기 때문에 폭발의 염려가 전혀 없다. 더구나 원자력발전은 원자로 내의 핵분열을 조절할 수 있는 제어장치가 있어 원자로 내의 온도 및 압력을 조절하게 되므로 안전한 운전관리가 이루어지고 있다.

원자력 에너지의 효율성은 U-235 1g=석탄 3톤(2×1,010cal)=1KW 전기난로 23,000개와 맞먹는다. 즉 같

은 무게로 석탄의 300만 배, 석유연소 220만 배의 에너지를 발생한다.

#### 3.2.2 화약 에너지

화약은 일부에 열 또는 충격을 가하면 급격한 화학변화를 일으켜 많은 열량을 내고 동시에 다량의 가스를 발생하여 국부적으로 급격한 압력의 상승을 일으키고 고온 가스 중의 활성물질의 작용에 의해 다른 부분에 계속해서 급격한 분해를 일으킨다.

따라서 화약류의 폭발은 화학적 폭발이며 연소의 한 형태이다. 니트로셀룰로오스, 니트로글리세린, TNT, 다이나마이트, 뇌관 등은 대표적인 화약류이다.

석유, 석탄, 프로판 등의 연료는 주로 탄소와 수소로 되어 공기 중의 산소와 반응하여 탄산가스와 물로 되며 열을 발생한다. 대표적인 연료와 화약류에 대하여 1kg당 발생열 에너지를 비교하면 표 2와 같이 된다. 이것을 보면 화약류는 연료보다 발생열 에너지가 작다는 것을 알 수 있다.

그러나 이 경우 화약류는 공기 중의 산소공급을 받지 않는데 대하여 연료는 산소공급을 받고 있다. 그래서 연료의 연소에 필요한 산소량을 가하여 비교한 것이 B란이 된다. B란에서는 양자의 차이가 줄어들고 있는데 연료 쪽이 약간 발생열 에너지가 크다. 즉 화약류는 가열원으로서 연료와 비교하여 에너지적으로 특히 유리하지는 않다. 열 및 가스의 발생속도가 매우 급속하다는 점이 화약류의 특징이다.

연료에 필요한 산소를 가하여 체적 1리터당 비교한 것이 C란이다. 이 경우에는 화약류는 수소나 가솔린에 비하여 발생열 에너지가 수백내지 수천배로 크다. 발파 때 천공 내에 화약을 장전하여 발파한다. 천공의 비용을 생각하면 매우 커다란 구멍을 천공할 수 없다.

표 2. 화약류와 연료의 발생열 에너지의 비교

물 질 명	A		B		C		
	kcal/kg	比	kcal(물질+필요산소)kg	比	kcal(물질+필요산소)L	比	
수소	29,100	1.	3,230	1.	1.6	1	
가솔린	13,000	0.45	2,900	0.90	4.7	2.93	
탄소	일반적인 경우	7,900	0.28	2,100	0.65	4.1	2.56
	액체산소 연소	7,900	0.28	2,100	0.65	2,700	1690
화약류	니트로글리세린	1,520	0.05	1,520	0.47	2,430	1620
	TNT	950	0.03	950	0.29	1,570	950

그 때문에 C란의 체적에 의한 비교는 실용적인 의미를 가지고 있다.

### 3.3 신재생에너지의 이용기술

신재생에너지는 「신에너지 및 재생에너지 개발·개발·이용·보급촉진법」 제2조에 의해 기존 화석연료를 변환 이용하거나 햇빛·물·지열·상수생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변화시켜 이용하는 에너지를 말한다. 따라서 신재생에너지는 재생가능에너지와 신에너지를 합해서 지칭하는 용어이다. 신재생에너지는 신에너지 3종(수소, 연료전지, 석탄액화가스), 재생에너지 8종(태양열, 태양광, 바이오에너지, 풍력, 수력, 지열, 해양, 폐기물)이 합해진 개념으로 지속적으로 재생 가능한 에너지를 총칭하여 말한다.

대체에너지 분야에서는 우선 1차 에너지 자원 중 태양에너지, 해양에너지(조력), 풍력, 지열, 수력, 바이오매스에너지 등과 같은 자연에너지가 있으며, 한편 연료전지, 고효율 전동기, 열에너지 저장, 전력 저장 등과 같은 에너지 이용의 합리화 기술과 새로운 연료로서 화석연료의 대체에너지로 기대되고 있는 수소에너지 그리고 가스화 등과 같은 2차 에너지이용 기술도 넓은 의미에서 신에너지 기술에 포함되어 있다. 따라서 넓은 의미의 환경에너지 또는 그린에너지(Green Energy)는 대체에너지를 말하며, 좁은 의미의 환경에너지는 자연에너지만 말한다. 환경안전측면에서 획기적인 개선을 목표로 할때 고효율의 핵연료, 화약에너지는 대체에너지의 신에너지의 고효율 에너지로 분류할 수 있으며, 수소에너지와 메탄올·에탄올은 신연료로 분류할 수 있다.

### 4. 고효율 폭발·연소에너지의 개발방향

고효율 에너지원은 현실적으로 원자력에너지와 화약가스 등 폭발 및 연소에너지가 단연 으뜸이다. 금세기는 화석에너지의 산업구조에서 풍력, 태양열 등의 청정에너지 산업으로 전환하여야 하지만 그의 효율(경제성)은 매우 낮으므로 정책적 지원이 없으면 활용이 거의 불가능하다. 고효율 에너지원 이면서도 환경안전측면에서 불리한 원자력에너지는 원자핵 분열이 연쇄적으로 일어나면서 막대한 에너지를 활용하고

연쇄 반응을 서서히 조절하는 원자로의 개선으로 고효율 고경제성을 확보하였으나 이어서 오염된 폐기물 처리(방폐장)문제에 봉착하여 이의 해결방안에 전력을 기울이고 있다. 수소에너지 등 폭발성 가스에너지는 저장 및 사용에 따른 안전성과 경제성 확보에 노력하고 있으나 아직 경제성이 매우 희박하다. 이에 비하면 화약류는 수소나 가솔린에 비하여 발생열 에너지가 수백내지 수천이상 크다. 이러한 실용적 의미를 우리 기술자는 스스로 너무 간과하고 있는 실정이다. 그러므로 원자력 에너지의 기본활용 이론을 생각해보면 핵물질의 연소에서 탄소봉 등을 촉매로 사용함으로써 원자핵 분열을 서서히 일어나도록 조절할 수 있는 것과 마찬가지로 화약과 폭발가스 등에도 사용하고 있는 첨가제·지연제의 연구와 제어장치 개발, 활용시스템 개선 등의 노력에 관심을 기울이고 연구함으로써 보다 높은 고효율폭발연소에너지에 대한 고부가가치 창출 기술을 개발하고 청정화 기술에 대해 집중 연구한다면 시대에 부응하는 좋은 결과가 나올 것으로 생각된다.

### 5. 결 론

우리나라는 최근에 OECD 가입으로 선진국의 대열에 진입하기 위해 노력중이며 그중 환경선진화를 위해 화석연료를 위주로 한 에너지 활용구조에서 고도 선진화를 위해 태양열·풍력 등의 대체에너지 활용 구조로의 전화를 요구받고 있다. 그의 가능성에 도전하기 위하여 고효율 에너지원에 대해 다음과 같이 검토하였다.

- 1) 에너지 분류에서 화약, 폭발, 위험물, 가스(바이오매스) 등은 “폭발·연소에너지”에 해당하며, 저장에너지로 대별되고, 대체에너지의 연구분야 중에 중요한 요소로 생각된다.
- 2) 에너지 이용 측면에서는 기존의 에너지원에 비해 수백내지 수천배에 달하는 큰 효율성이 있는 화약에너지에 대한 일반인 및 전문가, 정치가 등이 더욱 관심을 가져야겠다.
- 3) 화약 기술인들도 인류 최고의 효율성을 가진 고효율에너지원인 원자력에너지에 이어 화약가스 등 화학에너지원에 대해 고효율 유지와 더불어 청정

화가 가능한 기술개발 등의 연구 노력에 더욱 박차를 가해야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 구헌서, 하상안, 2009 에너지 환경개론, 형설출판사, 서울, pp. 54, 68.
2. 이상철, 안명석, 2009, 대한화약발과공학회 추계학술 발표회 논문집, 서울, pp. 9-18.
3. 김술환, 1995, 화약학 (주)한화 인천
4. 하백현, 2007, 에너지공학개론 자원 및 응용, 청문각, 서울, pp. 12, 43, 44, 73, 74, 88, 89.
5. 부산안실련·경남안실련, 2009, 그린에너지 정책방향에 대한 전문가 심포지엄, 부산, pp. 1-49.
6. James P. Diehold, Townsen and Crew, LLP, 2007, method and apparatus for automated, modular, biomass power generation, pp. 11.
7. Amirale G. Rehmat, 2005, Biomass Energy Solutions Inc., Process and apparatus for biomass gasification, pp. 83.



#### 신 창 용

동서대학교 대학원 석사과정

Tel : 010-9381-6032  
E-mail : explosifs@nate.com  
holee@gdsu.dongseo.ac.kr



#### 안 명 석

동서대학교 에너지생명/건축토목공학부 겸임교수

Tel : 011-558-2593  
E-mail : amspeoff@chol.com



#### 조 명 찬

동서대학교 에너지생명공학부 전임교수

Tel : 010-5613-3951  
E-mail : mccho@dongseo.ac.kr