



太陽에너지의 利用技術 開發現況

全 烘 奭
(太陽에너지研究所先任研究員)

1. 太陽에너지 利用의 必要性

원시시대부터 자연을 이용하며 자연속에서 삶을 누려온 인류는 하나씩 둘씩 그 이용법을 발전시켜 산업혁명 이후 급격한 물질문명의 발달을 이룩하였고, 20세기에 들어 지속적인 과학기술의 혁신과 산업의 대량 생산화로 이제까지의 발전 속도로는 예측할 수 없는 정도의 엄청난 속도로 자연을 변모시켜가고 있다. 이러한 변화 속에서 에너지소비는 급속히 늘어가고, 주 에너지원인 화석연료는 한정되어 있으니 세계의 쟁점으로 대두되고 있는 에너지 문제는 필연적인 것인지도 모르겠다.

화석연료가 나타나기 이전에 우리 조상들은 대부분의 에너지를 태양열, 풍력, 수력, 나무 등 자연 에너지에 의존하여 왔다. 그러나, 값싸고 풍부하며 사용하기 편리한 화석연료가 등장하면서 이러한 것들은 서서히 뒷전으로 밀려나고 화석연료가 인간 물질문명의 주에너지원으로서 확고한 위치를 견지하여 왔다. 그러나, 이제 화석연료는 싸

지도 풍부하지도 않게 되었으며, 수십년내에 고갈될 위기에 직면하게 되었다. 우리는 다시 자연에너지로 돌아가지 않을 수 없다.

자연에너지는 태양에너지 이외에 풍력, 수력, 조력, 해양열 및 지열에너지 등 여러가지가 있으나, 태양에너지는 사실상 무진장이고, 무공해이므로 아무리 이용한다 해도 지구의 자연현상의 열평형에 영향을 미치지 않으며, 한번 이용 방법을 개발하면 무료로 얼마든지 얻을 수 있는 유일한 에너지원이다. 세계 어느 곳이라도 태양이 비치지 않은 곳은 없다. 태양을 독점하여 세계 경제를 장악하고 달러를 벌어들이는 사람은 없다. 누구라도 어느 곳에서나 태양에너지는 이용할 수 있는 것이다.

우리나라의 일사조건은 평균 2,500~3,000Kcal/m²·day로서 세계적으로 볼때 상위권이며, 추운 겨울에 맑은 날이 많기 때문에 태양에너지 이용에 적합하다. 특히, 부존 에너지 자원이 부족하여 에너지의 해외 의존도가 큰 우리나라의 경우 에너지 자립을 위하여 태양에너지 이용 기술의 개발 및 실용화는 시급히 추진되고 보급되어야 할 과제인 것이다.

2. 太陽에너지의 利用分野 및 開發現況

가) 太陽熱溫水器 및 冷暖房시스템

태양열을 가장 손쉽게 이용할 수 있는 방법은 태양열을 받아 그대로 실내공기를 데우거나 물을 데우는 일이다. 태양열온수기는 태양열에 의하여 물을 40~70℃ 정도로 데워 더운 물로 사용하는 방법으로 현재 여러나라에서 많이 이용되고 있다. 일본에서만 해도 4 백만개 정도가 설치되었으며, 이스라엘은 그 이용가치가 높아 1985년까지 전주택의 50~60%에, 2000년까지는 전주택에 태양열 온수기를 설치할 계획이다. 연료값이 비싼 북오스트레일리아에서는 새로 짓는 건물에 대하여 태양열 온수기의 설치를 법률로 의무화시키고 있고, 미국에서는 산업계에서 대량생산을 서두르고 있다.

태양열냉난방은 태양열을 받아 사용할 수 있는 열에너지로 집열 및 변환하여 이 열을 실내 난방에 사용하거나, 냉동기의 열변환에 의하여 실내 냉방에 사용하는 방법이다. 그러나, 태양열 냉방은 고효율 집열기와 넓은 집열 면적을 필요로 하고, 짧은 냉방 사용기간에 비하여 설비비가 너무 많이 든다. 현재 여러지역에서 시험, 가동되고 있으나, 아직은 연구 단계이고 실용화되려면, 저렴한 가격의 고효율, 고온용 집열기가 개발되어야 할 것이다.

태양열 난방은 별다른 열변환 없이 집열된 열을 축열조에 저장하였다가 필요시 난방에 사용하게 되므로 기술적으로 어려운 문제점이 없으며 쉽게 실용화할 수 있는 이용 방법이라 하겠다.

태양열난방 시스템은 자연형 시스템(Passive System)과 설비형 시스템(Active System)의 두 가지로 구분되며, 자연형 시스템은 건물구조상 온실이나 태양창을 넓게 하여 태양열을 받아 들여 열전도, 열대류, 열복사 등 자연적인 방법으로 열의 유통을 유지하여 난방하는 방법이고, 설비형 시스템은 집열기, 축열조, 방열장치, 보조보일러, 팬, 펌프, 열분배관 등으로 구성되어 외부 동력에 의하여 열의 유통을 시키는 난방 방법이다.

자연형 시스템은 설비형보다 건축 비용이 적게 들고, 일반주택에 사용되는 건축자재 및 기술을 그

대로 이용할 수 있으며, 기기를 사용하지 않으므로 고장날 염려가 없다는 장점이 있다. 설비형 시스템은 집열기에서 물을 38~93℃까지 가열시켜 축열조에 저장하거나 방열장치를 통하여 난방을 하게 되므로 기계적 제어장치를 포함한 다소 복잡한 설비가 설치된다. 따라서 자연형보다 효율은 높으나 추가 건축비가 더 많이 든다. 우리나라에서 현재 생산되고 있는 집열기는 4자×8자 크기가 약20여만원 정도이며, 보통 난방 소요 면적의 3분의 1 이상을 집열면적으로 한다.

미국에는 약 5 만동 정도의 각종 태양열 주택이 있으며, 1985년까지 250만동의 주택에 태양열난방 시스템을 설치할 목표를 세워놓고 있다. 일본에도 태양열주택은 700여동이나 되며, 우리나라는 전국적으로 현재 약 40여채의 태양의 집이 있고, 연차적으로 급속히 증가될 전망이다.

나) 農業 및 産業에의 利用

예로부터 우리나라의 농사는 태양열을 떠나서는 생각할 수 없다. 곡식이 태양에너지로 자란다는 것 이외에 농촌에서의 곡식 건조, 관리 방법 등을 보면, 우리 조상들은 태양에너지 이용 기술을 오래 전부터 활용하여 왔다고 하겠다. 이러한 기존 이용 방법에 태양열 이용장치를 추가하면 효율적인 태양열 시스템이 되는 것이다.

태양열 건조기는 옥수수, 밀, 콩, 담배, 목초 등은 물론, 목재 및 직물의 습기를 제거시키는데 사용되고 있다.



태양열 증류기는 염분을 제거하여 음료를 얻을 수 있는 장치로서 사막지대 및 도서지방의 식수난 해결에 이용된다. 빌케된 장치에서 투명한 창을 통해 태양열을 투과시켜 밑바닥에 흡열부(보통 검은색 아스팔트나 고무)에 흡수시키면 흡열부의 온도 상승에 따라 바닷물이 증발하여 경사진 투명창에서 응축되어 흘러내린다. 이 흘러내리는 물을 받아 담수로서 이용하는 것이다.

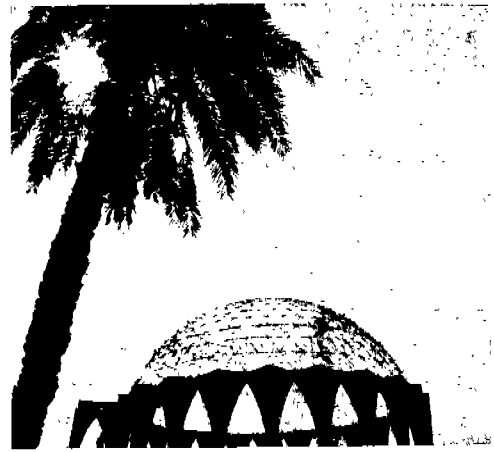
이외에도 태양열은 축사 난방 및 온실 등의 농축산업에 활용된다. 또한 산업 공정열에 직접 이용되기도 한다. 공장 공정열 중 100°C 이하의 저온 에너지 수요는 평판형 집열기로 쉽게 얻을 수 있다. 100°C 이상의 고온 공정열도 집광식 집열기나 관상 집열기 등을 이용하여 얻을 수 있으므로 태양열은 거의 모든 산업 공정열에 이용될 수 있다고 할 수 있으며 이 분야의 시장성은 매우 좋다.

다) 太陽熱 發電

태양열 발전의 원리는 돋보기로 햇빛을 모아 검은 종이를 태우는 것과 마찬가지로 넓은 지표면에 떨어지는 태양열을 한곳으로 집중시켜 고온을 얻어 냄으로써 발전을 하는 것이다. 현재 개발 중인 태양열 발전 시스템에는 중앙집중형 시스템과 분산집열 시스템의 두가지 종류가 있다.

중앙집중형 시스템은 태양열을 추적하는 많은 반사경으로 태양광선은 중앙에 세운 전력탑에 집광시켜 여기에 놓여진 보일터블 가열하여 고압의 스티름을 생산하고 이 고압의 스티름에 의해 터빈을 돌려 발전한다. 이 시스템을 이용하면 50~300MW의 대규모의 발전이 가능하며, 현재 미국, 프랑스 등에 대규모 발전시설이 설치되어 있고 일본에서도 1980년까지 1000KW급 태양열발전소를 건설할 계획이다.

분산집열 시스템은 집광장치마다 흡열기가 붙어 있어 각각의 집광장치에서 가열된 전열유체가 중앙발전소로 이송되어 열교환기를 통하여 고압의 스티름을 발생시키고 이 스티름으로 터빈을 돌려 발전하는 방식이다. 이 시스템을 이용하면 소규모의 발전이 가능하고 관개용 펌프나 소규모 전력 공급원으로 적합하다. 현재 태양열 발전의 시설단가는 와트당 7~10달러 정도로 화력발전보다 훨씬 높으나, 앞으로의 에너지 가격 추세로 본다면 수년 내에 경제성이 입증될 것이다.



라) 太陽光 發電

태양전지를 이용하면 태양광을 직접 전기로 변환할 수 있으며, 이렇게 발생되는 전기를 직렬 및 병렬로 연결시키면 대규모 발전이 가능하다.

태양전지는 이제까지 우주선의 전력원으로 많이 이용되어 왔으며 지상에서는 무인등대, 철도 차당기, T.V.중계소, 마이크로 웨이브 중계소, 통신중계장비 등에 많이 사용되고 있다. 이러한 태양광발전 시스템은 어떤 외부로부터의 동력이 필요 없고, 연료가 필요 없으며 한번 설치하면 계속적으로 전기를 생성한다. 또한 내구성이 높아 수명이 길고 공해가 전혀 없다. 그리고 태양전지는 모듈로 제조되기 때문에 소규모 발전에서 대규모 발전에 이르기까지 쉽게 활용될 수 있고, 건물 옥상에 설치하면 송전이나 축전 문제를 간소화할 수 있다. 태양광 발전에는 기술적인 문제점은 거의 없다. 단지 태양전지의 가격이 비싸다는 것이 가장 큰 문제점이라 할 수 있다. 현재 광전변환 효율이 13%인 실리콘 태양전지의 가격은 와트당 10달러 정도이나 앞으로 더 싸질 가능성이 크다. 전자제품의 경우 처음에는 가격도 비싸고 제품의 크기도 대형이지만 생산량이 증대되고 기술이 개발됨에 따라 그 가격은 엄청나게 싸지고 제품은 소형화되는 것이 일반적이다. 미국은 태양전지의 가격을 감소시키기 위하여 1975년 1월부터 저가 태양광 발전 계획(LSA Project)을 추진하고 있으며, 1986년까지 1와트당 0.5달러까지 감소시킬 것을 목표로 하고 있다. 와트당 1달러 정도만 되어도 기존 발전설비와 경쟁할 만한 경제적 여건이 된다고 할 수 있

으므로 앞으로 1980년대는 태양광 발전의 전환기가 될 것으로 전망된다.

다) 其他 間接利用 分野

이상의 설명은 태양열이나 태양광을 그대로 직접 이용하는 방법이다. 이밖에 풍력발전, 해양온도차 발전, 바이오매스 자원 등도 간접적인 태양에너지 이용의 범주라고 할 수 있다. 화석연료가 발견되기 이전에 풍력은 인간문명의 중요한 에너지원으로 이용되어 왔다. 바람으로 배를 움직이고, 물을 퍼내며 곡식을 찧는 등 돛단배와 풍차는 근세시대 수송과 농업 수단의 상징이었다. 이제 우리는 한동안 잊었던 옛날의 자연 이용 방법을 다시 찾아야 한다. 보다 효율적이고 경제적인 풍력 이용방법을 개발하여야 한다.

미국은 100KW급 풍력발전 시설을 1975년에 완성하여 시험시설로 가동하고 있고, 200KW급, 1.5MW급, 3MW급 등 연차적으로 대형 발전시설의 건설을 계획하고 있다. 우리나라에서도 도서지방에 태양열 및 풍력 복합발전 시스템을 설치하여 시험중에 있다.

해양온도차 발전은 지구표면의 3분의 2를 덮고 있는 바다를 이용하자는 것이다. 바다는 그 자체가 거대한 태양열 집열기라 할 수 있다. 태양에너지에 의해 더워진 바닷물 표면은 열대바다의 경우 23~29℃ 정도되며 수십 수백미터의 물의 온도는 4~7℃ 정도밖에 되지 않아 약 20℃ 정도의 온도차가 있다. 이 온도차를 이용하여 발전이 가능하다. 즉 비등점이 낮은 액체는 밀폐계에서 표면의 높은 열에 의하여 증발되며 여기서 생긴 증기로 터빈을 돌린 후 차가운 물에 의하여 응축되어 다시 액체로 된다. 이러한 순환을 계속하는 원동력은 바닷물의 온도차이다. 해양온도차 발전의 장점은 공해가 없으며 연료의 수송이 필요없다는 것이다. 그러나, 이의 개발을 위해서는 막대한 초기 투자가 필요하며 전력을 육지까지 송전하기 위한 해저 케이블, 수십 수백미터로부터 차가운 물을 끌어 올리기 위한 거대한 설비, 효율 높고 부식에 오래 견딜 수 있는 열교환기의 개발 등 기술적인 문제점이 따른다. 현재 미국, 프랑스 등지에서 실용화를 위한 상세한 연구 개발 계획 및 설계를 수행하고 있으며 1900년대의 시설단가는 와트당 1.5~2달러 정도로 추산하고 있다.

바이오매스 자원에는 목재를 비롯하여 에너지 추출용으로 재배되는 식물 등이 있으며, 농업 및 임업에서 나오는 폐기물, 또는 사람이나 가축 등 동물의 분뇨도 이에 포함된다. 자연계의 유기물은 어느 것이나 미생물의 효소작용으로 최종 산물인 물과 탄산가스, 메탄가스로 분해되며, 기타 유황, 질소 등의 함유물도 소량 생긴다. 이중 비교적 다량의 메탄가스를 생산할 수 있는 동물의 분뇨, 하수도 오물 등을 발효탱크에서 발효시켜 메탄가스를 발생시킨다. 메탄가스는 천연가스가 할 수 있는 대부분의 일을 할 수 있으며, 내연기관을 움직이게 할 수도 있고, 연료로도 사용할 수 있으므로 화석연료 대신 사용하면, 자연 오염도 방지하고 연료도 절약하는 일석이조의 효과를 거둘 수 있다. 특히, 농촌이나 어촌의 변소를 개량하여 메탄가스 발생장치를 만들고, 이를 취사용 연료로 사용하게 한다면 단위 부락당 에너지 자립의 좋은 방안이 될 것이다. 미국에서는 농업, 임업 폐기물을 직접 연소시켜 에너지 수요의 상당한 양을 충당하고 있다.

각종 식물로부터 추출되는 알코올(에탄올 또는 메탄올)은 그 이용 분야가 점차 확대되고 있다. 특히 알코올 10%와 가솔린 90%를 혼합한 가소올은 자동차용 연료로 매우 유망하다. 미국에서는 가소올에 대하여 갤론당 4 센트의 가솔린 소비세를 면제해 주면서 가소올의 사용을 권장하고 있고, 브라질에서도 가솔린에 에탄올을 혼합하도록 법제화하고 있다.

바이오매스 자원의 활용은 그 이용범위가 넓고 화석연료를 대신할 대체자원으로서 전망이 좋다. 직접적인 태양에너지 이용 방법과 더불어 폭넓은 간접이용분야의 개발로 다양해지는 에너지소비 추세에 발맞추어 가야 할 것이다.

太陽에너지의 利用技術 開發現況

3. 앞으로의 展望

몇차례에 걸친 유류 파동은 우리가 지향하고 있는 산업 근대화과 경제 발전에 너무나 큰 타격을 주었다. 선진 기술을 도입하고 제품의 국산화 및 대량생산화를 추구하는데 있어 에너지 소비 성향의 다양화는 필연적으로 병행되어야 하는 기본 명제인 것이다. 에너지를 소비하지 않고서야 어떤 기술 개발도 산업화도 이룩할 수 없는 것이 아닌가? 이제 막 근대적 산업 형태를 갖추어 본격적인 생산 활동을 하려고 하니, 에너지 문제가 닥친 것이다.

1977년의 우리나라 에너지 수요는 1.33Quads 이었으며, 연차적으로 증가추세에 있어 2000년에 가서는 약 11.22Quads로 증가될 전망이다 (1Quads = 10^{15} Btu = 무연탄 5,000만톤에상당). 또한, 에너지의 수입 의존율도 65% 이상으로 대부분의 에너지원을 수입해야 하는 실정이다. 이에 반하여 석유값은 계속 폭등하고 있으며, 산유국에서의 국제정세는 앞으로의 일을 예측하기 힘들만큼 불안정하다. OPEC의 석유 가격 인상은 계속될 것으로 보이며, 앞으로의 석유문제는 가격이 문제 아니라 안정 확보의 보장이 없다는 것이 더 큰 문제인 것이다. 언제까지나 에너지 원료를 수입할 수는 없는 것이다. 이러한 근본적인 문제를 효율적으로 해결하기 위해서는 에너지 소비를 최소로 줄이고 대체 에너지 자원을 개발하여야 한다.

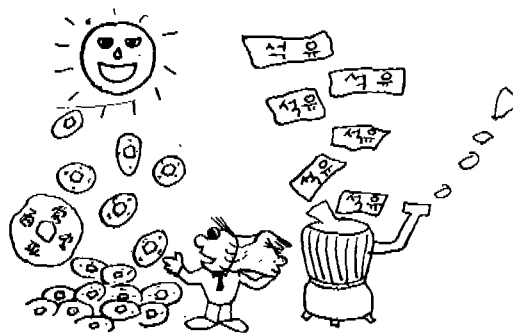
다른 에너지 자원과 달리 태양에너지는 지역적, 사회적 여건 및 주거 환경, 생활 습관에 밀접한

관계가 있다. 따라서 태양에너지의 실용화 연구개발은 각국에서 지역적 특성을 살려 독자적으로 수행되어야 할 것이다.

우리나라에서는 1978년부터 종합적이고 본격적인 연구개발 사업이 추진되어 이제 태양열 난방시스템은 대량 보급 단계에 와있다. 태양열 주택의 난방 효율 및 연료 절감 효과는 실험주택을 통하여 이미 입증되었고, 이에 따른 태양열 주택에 대한 세계상의 혜택은 널리 알려진 바이다. 1980년대는 태양에너지의 실용화 시대가 될 것이다. 1979년에 40여채의 태양의 집이 지어지는데 이어 1980년에는 수백채의 태양의 집 건립계획이 세워져 있다. 태양열 난방시스템이 널리 보급되고 보다 많은 태양의 집이 지어짐에 따라 태양에너지에 대한 우리의 생각도 달라지는 것 같다.

공기 속에 살면서 공기의 고마움을 모르듯이 우리는 태양에너지 속에 살면서 태양에너지를 외면하여 왔다. 자연이 주는 가장 값싼 에너지를 등한히 하고 써버리기 좋고 소비하기 좋은 화석연료에만 너무 의존하여 왔다. 이제 다시 태양을 찾을 때가 왔다.

태양열에 의해 따뜻하게 난방된 태양의 집에서 태양열 발전 및 태양전지에 의한 태양광 발전으로 생성된 전기를 이용해 각종 전자기기를 동작시키고, 바이오메스에서 발효되어 생긴 메탄가스로 밥을 지어먹는 무공해 태양의 마을을 상상해 보라. 연료 가격 걱정이 덜어지고 복잡한 송전의 문제가 없으며 환경 오염에 시달리지 않으니, 이같은 지상의 낙원이 어디 있겠는가? 그러나, 이러한 태양의 시대는 결코 먼 훗날의 이야기는 아니다. 이제 서서히 우리들의 앞에 도래하고 있는 것이다.



OPEC諸國의 가스터어빈發電設備의 特殊仕樣

최근 OPEC 諸國에서는 發電設備의 建設이 매우 활발하게 進行되고 있다. 急速한 공업화로 매년 20%선의 電力需要增加를 나타내고 있다. 이 電力需要를 충족하기 위하여 가령 카탈 도하의 Ras Abu Fontas 發電兼造水플랜트에서는 100MW 급의 대형 가스터어빈의 채용으로 總發電력이 1000 MW 에 달하는 설비의 建設이 추진되고 있다. 동시에 가스터어빈의 高温排氣가스를 이용하여 造水能力 180000m³/日의 설비도 建設되고 있다.

가스터어빈은 현재 高温化, 大型化되어 熱效率은 30%에 육박하고 있으나 蒸氣터어빈의 熱效率이 40% 전후인데 비하면 이를 下廻함에도 불구하고 OPEC 諸國이 가스터어빈을 대량적으로 채용하는 주요 원인은 첫째로 풍부하고 저렴한 연료를 용이하게 얻을 수 있기 때문에 建設비, 운전비, 보수비를 합한 경제적 比較면에서도 증기 터어빈보다 유리하다는 점이다.

또한 가스터어빈은 冷却수가 필요 없거나 소량으로 족하므로 냉각수를 얻기가 곤란한 사막지대에서는 安성맞춤이라는 점, 建設까지의 納期가 짧기 때문에 급속한 전력수요에 대응할 수가 있다는 것, 自動化가 발달하여 운전이 용이하다는 것, 그리고 최근 가스터어빈의 信賴性이 현저하게 向上되었다는 점 등을 들 수 있다.

가스터어빈發電設備을 建設하는데에는 이 지역의 특수성에 대하여 충분한 인식이 필요하다. 가령 砂漠地帶 또는 海岸地帶에 설치되는 수가 많다는 것, 大氣溫度가 매우 높다는 것, 운전원의 자질이 先進國 水準으로 기대할 수 없다는 것, 電力系統網의 未發達로 系統網과는 獨立的으로 운전되는 수가 많다는 것 등을 들 수 있다. 여기서 이 문제점들에 대하여 알아보기로 한다.

(1) 砂塵對策

가스터어빈 안에 砂塵과 같은 固體粒子가 들어가면 壓縮機翼, 터어빈翼은 침식작용을 받아 性能低下의 원인이 된다. 침식이 進行되면 날개의 折損, 折損으로 進전되기도 한다. 침식은 粒子의 物性, 衝突速度, 角度 및 날개의 材質 등에 따라 다른데 粒子徑이 10 μ 이상이 되면 그 영향이

커진다. 따라서 砂漠地帶에서는 空氣吸入 필터는 통상보다도 엄격한 사양이 요구된다, 그런만큼 吸入壓損이 증가하여 標準壓損이 50mmAq 정도인 것이 80~100mmAq나 된다. 일반적으로 100 mmAq의 吸入壓損이 있으면 가스터어빈 出力은 2%, 熱效率은 0.8% 감소된다.

(2) 大氣溫度의 영향

가스터어빈의 특성은 大氣溫度에 크게 영향을 미치며 기온이 높아지면 出力, 熱效率이 모두 감소된다. 이것은 吸入空氣流量의 감소, 壓縮機 作業량의 증가가 주요 원인이다. 10 $^{\circ}$ C 상승할 때마다 出力은 7%, 熱效率은 2% 감소한다. 이 지역에서는 大氣溫度가 여름에는 50 $^{\circ}$ C로 매우 높은 사양을 요구하며 ISO기준(15 $^{\circ}$ C)에 비하여 出力은 25%, 熱效率은 7%로 대폭 저하된다.

(3) 運轉의 自動化

가스터어빈의 시동에서 정지까지의 全과정에서의 制御, 監視, 保護시스템의 自動化가 요구된다. 시동은 補機類의 운전으로 點火, 着火 그리고 回轉上昇으로 모두 프로그램化 되어 있다.

(4) 燃料의 多樣性

사용연료는 다양하여 여러 가지의 액체 또는 가스연료, 거기에 液體-가스燃料의 混燒도 있다. 燃燒器의 燃料噴射弁은 사용연료에 적합한 구조를 선정해야 된다. 混燒일 때는 운전 중에 연료의 전환이 원활히 되는 制御가 필요하다. 原油를 연료로서 사용하는 경우도 많은데 原油에는 부식의 원인이 되는 바나듐이나 나트륨 같이 유해한 성분과 灰分이 다량으로 함유되어 있다.

海外技術토크