



기술연황분석



# 보일러의 고성능화 및 에너지절약을 위한 기술개발동향

**상**업용 및 업무용 보일러는 경제성장 둔화에 따라 생산대수가 근래에 와서 크게 감소하고 있으며, 지금까지의 수년동안 계속 수평상태를 유지하고 있다고 말할 수 있다. 이와 같이 보일러 시장의 형세가 좋지 않은 반면에 보일러에 있어서의 연료선택이나 에너지절약을 기술적 진보측면에 있어서의 사용자들의 요구는 상당한 변화를 보이고 있다.

특히, 보일러의 연료 측면에 있어서는 지금까지 보일러용 연료의 주역을 이루고 있던 기름은 두차레에 걸친 Oil Shock로 인하여 기체 연료로의 전환이 서서히 진행되고 있을 뿐만 아니라, 공해규제강화 등의 측면으로부터 가스보일러의 수요가 수년동안 크게 증가하고 있으며, Clean 연료의 특성을 살린 에너지절약화를 위한 기술도 다방면으로 개발되어 한층더 가스보일러의 고효율화가 실현되고 있고, 이러한 추세와 더불어 에너지수급에 대한 안정화 문제도 중요한 과제로 부각되는 등, 석유의존도를 저감시키기 위한 석유대체에너지의 도입촉진도 구체적으로 진행되고 있는 추세에 있다.

보일러분야에 있어서의 고성능화 및 에너지절약화는 보일러의 효율을 보다 더 높인다는 의미와 목표를 두고 있으며, 여기에는 에너지절약에 대한 요청이 그 배경이라고 말할 수 있다.

종래의 에너지절약은 어떻게 보면 탈석유라는 사고방식이 강했으나, 오늘날에 와서는 이산화탄소 배출억제를 위한 열에너지 총수요량의 절감이 강하게 요구되고 있으므로 보일러효율 향상에 관해서는 많은 연구개발이 진행되고 있으며, 이와 함께 보일러의 콤팩트화에 관한 기술도 최근 수년 동안 급속적으로 진전하고 있는 추세를 보이고 있을 뿐만 아니라, 시대의 흐름에 따라 마이콤 이용도 실용화되어 보일러의 운전관리측면에 있어서의 에너지절약을 위한 기술도 계속적으로 개발되고 있다.

또한, 보일러분야에 있어서의 에너지절약은 본체부분과 주변기기부분 및 말단(末端)의 사용기기부분에 대한 각각의 기술검토가 행하여지게 되어 상당한 성과를 올리고 있으며, 본고찰에서는 연료측면과 주변기기 및 열설비에 대한 합리화를 중심으로 기술하고자 한다.

## ■ 연료사용측면에서의 에너지 절약

액체연료에서는 연소에 앞서 연료인 기름을 미립화시키지 않으면 안되며, 일반적으로 미립화 매체로서는 증기를 사용하게 된다.

예를 들면, 유류버너에 있어서 미립화에 필요한 증기량은 보일러의 부하가 100%인 경우 보일러의 증발량의 1~2%에 상당하고, 부하가 저하함에 따라서 미립화용 증기량은 지수함수적(指數函數的)으로 증가하게 된다. 에너지절약화를 추진하여 저부하영역에서 운전할 기회가 많아질수록 소비증기량의 비율이 높아지고, 이러한 미립화용 증기량의 비율은 비교적 용량이 적은 노통연관식 보일러인 경우에서도 동일한 경향을 나타낸다.

따라서, 연소성이 우수한 기체연료로 전환함에 따라 액체연료의 미립화에 필요한 증기가 불필요하게 되며, 이외에도 Scot Blow용 증기나 기름에 열용 증기 등이 불필요하게 되어 전체적으로 1~2% 정도의 에너지절약화를 실현시킬 수 있다.

특히 액체연료인 경우에는 연소과정에서 매연 등이 발생하기 때문에, 이러한 것이 전열면에 부착하게 되어 효율저하가 경시적으로 일어나는 반면에, 기체연료인 경우에는 매연발생이 없어 효율저하등과 같은 문제가 발생하지 않는다.

## ■ 저공기비 제어

연소설비의 배기가스로 인한 손실대책으로서 연소배기가스중에 함유되어 있는 잔존산소를 검출하여 공기비를 제어시키는, 소위 O<sub>2</sub> Trimming 방법이 있다. 이것은 근년에 와서 가격이 저렴하고 신뢰성이 높은 질코니아 소자(素子)를 응용한 O<sub>2</sub> 센서가 개발되어짐과 더불어 에너지절약화로의 요청이 높아짐에 따라서 실용화 및 제품화가 추진되어진 것이다.

액체연료에서는 매연발생한계로부터 극단적인 저공기비 운전은 기하기가 어려우나, 기체연료인 경우에는 연료가체의 연소성이 양호하므로 효

과적으로 사용할 수 있다.

연소용 공기제어방식 으로서는 FDF 전동기의 회전수를 제어시키는 방법과 Damper의 미세한 조정을 행하는 방법 등이 있으나, 전력에 대한 에너지절약도 함께 기할 수 있는 전자(前者)인 경우에 대하여 기술하고자 한다.

### ① O<sub>2</sub> Controller의 구성

O<sub>2</sub> Controller의 Link 구성부에는 일체 손을 대지 않고도 개조가 가능한 것이 하나의 큰 특징이며, 공사비를 저감시킬 뿐만 아니라 공사기간을 단축시킬 수 있다.

O<sub>2</sub> Controller의 동작에 있어서는 연소배기가스 중의 O<sub>2</sub> 농도가 O<sub>2</sub> 센서에 의해 검출되며, 이때 검출되어진 신호는 O<sub>2</sub> 변환부에서 증폭되어져 Feed Back 신호로서 O<sub>2</sub> Controller부로 들어가게 된다.

한편, O<sub>2</sub>의 설정치는 보일러부하에 따라 변화하는 것이 일반적이며, 연료밸브의 개도에 의해 보일러부하를 검출할 수 있고 O<sub>2</sub> 개도변환부로부터 부하에 대한 함수로서 구할 수 있다. O<sub>2</sub> Controller부는 설정치 Feed Back값에 대한 편차에 따라서 속도명령을 VWF로 보낸다. 또 VWF부는 속도명령을 P로 연산시키고, 소정의 주파수와 이에 비례하는 전압을 만들어 내어 전동기의 회전수를 제어시킨다.

### ② O<sub>2</sub> 센서

O<sub>2</sub> 센서는 Ytria에서 안정화된 산화 질코니움 세라믹으로, 고온에서 열을 가하게 되면 산소 Ion만이 이동가능한 고체전해질인 성질을 이용하고 있으며, 질코니아 소자(素子)인 양면에 백금전극을 달구어 붙이고 양면에 산소농도가 다른 가스를 흘려 보내면 산소 Ion의 이동을 기 전력으로 만들어 냄으로서 산소농도를 알아낼 수 있다.

이와 같이 VWF O<sub>2</sub> Controller를 적용한 경우에

대한 하나의 예를 들면, 이때 나타난 연료절감율은 약 1%, 전력은 약 25%정도 절감시킬 수 있었다.

## ■ 열설비의 합리화

열소비기기에 있어서의 에너지절약을 위한 대책을 위한 대책을 추진함에 따라 보일러설비는 저부하영역에서 운전되는 경우가 많아지고, 또 보일러의 정지시간도 상당히 증대하고 있는 실정이 많다. 일반적으로 보일러의 정지시간이 운전시간의 2배가 되면 보일러의 효율은 약 5%정도 저하하게 된다는 경험적 실험 Data가 있다.

따라서, 요구되는 열부하에 적합한 보일러용량의 적정화 내지는 소용량의 보일러를 조합시켜 대수제어(臺數制御)를 검토하는 기법도 바람직한 방법중의 하나라고 말할 수 있다.

증기소비설비에 있어서는 증기직접흡입 또는 열교환에 의하여 결과적으로 온수를 사용하고 있는 경우의 예도 적지 않다. 증기수송손실이나 열교환 효율 등의 관점으로부터 온수보일러로 대체시킴으로서 연료절약을 기할 수가 있으며, 특히 앞에서 언급한 잠열회수형을 선정함으로써 얻어지는 이점은 클 것으로 평가되고 있다.

또한, 온수보일러에 관해서는 온수저장탱크내의 전량(全量)에 대한 온도를 올리지 않고 필요한 량만을 가열시키는 계면제어방식(界面制御方式)도 실용화되고 있으며, 이러한 방식을 사용할 경우 고효율적인 운전도 가능하게 된다.

특히, 최근에 와서는 보일러본체에 대한 고효율화도 상당히 요구되고 있으며, 그 수준도 상당한 수준에 와 있고, 현재상황에서는 주변기기에 의한 시스템의 효율상승에도 주력을 기울이고 있는 실정에 있을 뿐만 아니라, 앞으로는 마이크론 시스템에 의한 운전관리측면에서의 합리화도 한층 더 추진될 전망에 있다.

이전까지는 연소기술의 진보와 함께 보일러의 고효율화가 진행되어 왔으나, 지금에 이르러서는 거의 미약한 감이 없지 않다. 최근에 와서는 새로운 연소기술로서 펄스연소기술이 소규모 용량급인 연소기기 등에 적용되어 상업화되고 있으나, 이들의 에너지절약화나 고성능화 등을 위해서는 많은 기술적 문제를 해결하지 않으면 안된다.

## ■ 잠열회수기술

보일러의 효율을 높이기 위한 하나의 방법으로서 연소용 공기를 예열시키거나 급수를 예열시키는 등을 위하여 연소배기가스로부터 열을 회수시키는 방법은 종래부터 적극적으로 행하여져 오던 기법중의 하나이며, 이러한 경우 Air Heater나 Economizer에 의한 열회수에서 각 조건에 따라 다르게 나타나 수%정도의 효율향상을 기대할 수 있다.

더욱이, 연소배기가스의 온도를 저감시킬 수 있다면 저위발열량을 기준하였을 경우 배기가스중에 함유되어 있는 수증기의 보유잠열을 회수시킴으로서 보일러의 효율을 약 100% 전후까지 얻을 수 있으나, 일반적으로는 재질상의 문제로부터 거의 검토되고 있지 않다가 근래 이를 이용한 실용화 기술이 한창 추진되고 있다.

연소배기가스의 노점은 연료와 공기비에 따라서 다르게 나타나며, 액체연료인 경우에는 유황분(S)이 함유되어 있으므로 연소배기가스의 온도를 노점이하로 낮추면 저온부식이 일어나기 때문에 배기가스온도를 150~170°C 정도로 억제시키는 경우가 많다.

기체연료인 경우에는 특수한 경우를 제외하고는 유황분(S)을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 액체연료에 비하여 조건적으로 유리하나, 연소배기가스 성분으로 인하여 Drain의 pH가 저하하는 현상은 피할 수 없으므로 부식에 대한 대책을 충분히 유의하여 검토할 필요가 있으며, 최근에는 Drain의 pH를 조절하기 위한 중화제로서 마그네슘(Mg)을 사용하고, 이 경우 pH=6 정도가 된다.

잠열회수기술을 이용한 예로서는 연소량 10만㎥/h인 온수보일러의 효율은 저위발열량을 기준하여 약 105%를 달성시킨 경우가 있으며, 이 경우의 배기온도는 거의 대기온도와 같다.