정유공장의 燃料費 節減事例

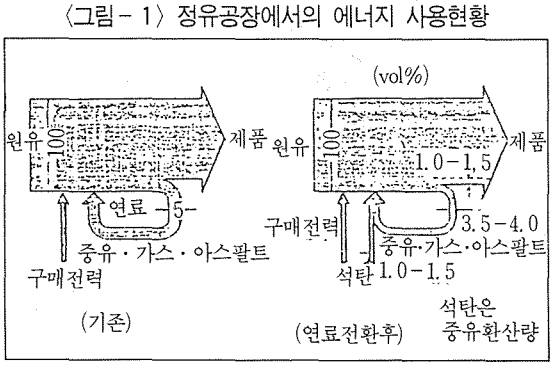
정유공장에서 소비하는 주요 에너지는 보일러, 가열로에서 사용하는 연료와 電力이다 (그림-1 참조). 연료 사용량은 原油 처리량의 약 5%이며 정제비를 낮추기 위해서는 이 비율을 낮추는 것과, 보다 값싼 에너지를 사용하는 것이 중요한 포인트가 되고 있다. 값싼 연료로서는 아스팔트나 석탄이 있으며, 이미 日本에서는 79년부터 보일러 연료로 아스팔트를 사용해 주목을 끌었다. 현재는 보일러 연료의 석탄전환을 추진하고 있다. 구매전력은 일반적으로 자가발전보다 비싸기 때문에 이를 최소화하는 방안을 연구해야 할 것이다.

보일러 연료의 石炭전환

日本의 한 석유화학 공장에서는 기존 重油보일러를 개조하여 石炭보일러(매시 110톤)을 운전하고 있으며, 여기서 발생한 증기를 인접계열 정유 공장에도 공급하고 있다.

일부 정유공장에서는 분말석탄 보일러를 건설중이며,

〈그림-1〉 정유공장에서의 에너지 사용현황



이들 정유공장에서 소비하는 대부분의 증기는 석탄보일러에 의해 공급되게 된다. 이 결과 정유공장에서 소비하는 연료의 20~30%가 석탄으로 대체되고 지금까지 사용해 온 중유는 제품으로써, 또는 분해장치연료로서 유효하게 이용될 것이다.

석탄보일러의 연소방식은 다음 3가지가 있다.

① 분말탄 보일러 : 분쇄기에 의해 석탄을 잘게 부수어 공기와 함께 보일러에 불어넣어 연소시킨다.

② 급탄기(Stoker)보일러 : 이동 받침목상에서 탄덩어리 그대로 연소시키는 방식으로 연소용공기는 받침목 밑에서 공급된다.

③ 유동층 보일러 : 보일러내의 미립탄에 하부에서 공기를 불어넣어 석탄을 재와 함께 유동상태로 하여 연소시키는 것으로 순환형과 비순환형이 있다.

연소방식은 보일러의 능력, 증기의 사용목적, 환경규제, 입수할 수 있는 연료의 종류와 가격, 건설비, 용지조건등을 고려하여 선정되며, 순환형 유동층 보일러는 최근 세계적으로 주목을 끌고 있는 연소방식으로 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

▲다양하고 값싼 연료의 사용이 가능하다. 일반탄은 물

〈表-1〉 최근의 정유공장 에너지 코스트 절감사례

	사 례
에너지 절약	• 후레온 터빈 발전에 의한 저온폐열회수
低코스트 에너지의 이용	• 보일러 연료의 석탄 전환
증기, 전력 밸런스의 개선	• 열병합발전 시스템의 도입

론이고 분말탄 보일러에서는 사용할 수 없는 저품질탄이나 석유 코크스도 사용할 수 있다.

▲석탄 분쇄기가 필요없다.

▲탈황장치가 필요없다 : 연소실에 직접 석회석을 투입함으로써 고효율의 炉内탈황을 하게 되며, NO_x발생을 억제하기 위한 저온연소, 2단연소에 의해 질소산화물 방지장치도 필요없다.

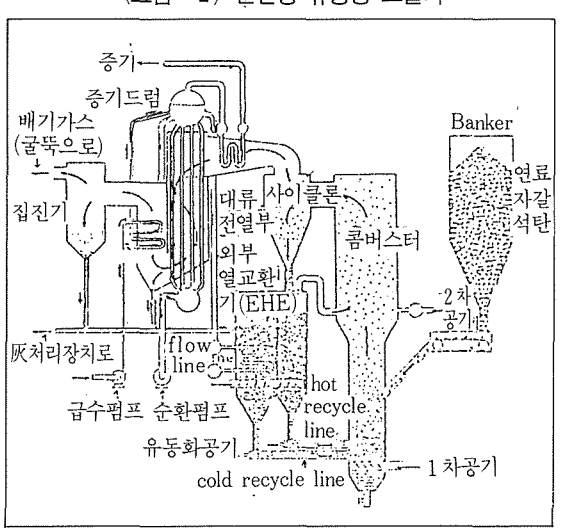
▲건설비가 저렴하다 : 분말탄 보일러에 비해 분쇄기, 탈황·탈질소 산화물 장치가 필요없기 때문에 그만큼 건설비가 싸진다.

이상과 같은 특징을 갖고 있는 순환형 유동층 보일러는 현재, 세계각국에서 20기 이상이 운전중이며, 시설능력은 200톤/시 이하가 대부분이다. 그러나, 건설중 또는 계획중인 프로젝트는 상당수가 있으며, 금년부터는 매시 300톤 이상의 능력을 지닌 대형 보일러도 가동될 것이다.

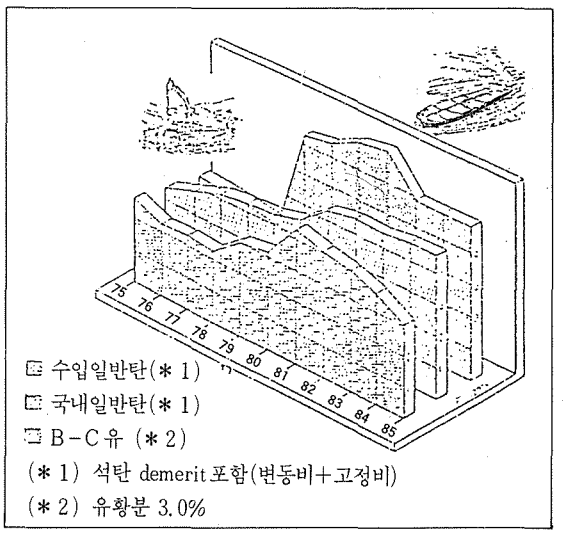
歐美에서 앞으로 석탄 보일러의 주류는 순환형 유동층이 될 것으로 보이며, 그 이유중의 하나로 각국의 환경규제 강화에 따라 석탄보일러 폐기 가스의 탈황처리가 필요하다는 것을 들 수 있다.

日本에서는 현재, 매시 70톤 규모의 보일러가 건설중이며, 매시 300톤 이상의 본격적인 대형 보일러로서는 「찌바 정유공장」에서 계획중인 보일러가 日本에서는 최초의 것이다.

〈그림-2〉 순환형 유동층 보일러



〈그림-3〉 石油·석탄 가격차의 추이



이러한 연료전환을 추진하는 배경에 대해서 살펴보도록 한다. 〈그림-3〉은 1975년 이후의 석유·석탄 가격차의 추이를 나타낸 것이다. 원유가격이 배럴당 10달러선에서 26달러로 급상승한 1979년 1차 석유위기때 B-C油와 석탄의 가격차가 일시에 역전되어 수입탄에 대해서는 1천Kcal당 2.3円의 차가 생겼다.

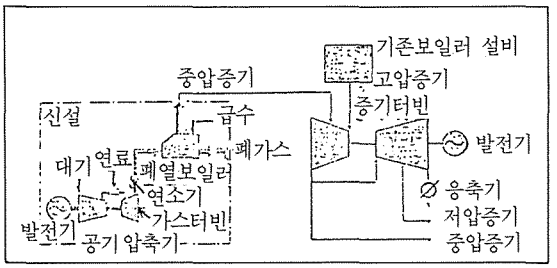
그후, 重油가격과 수입일반탄 가격은 대략 연동하는 형태로 작년까지는 1천Kcal당 1-2円의 가격차를 유지해 왔으나, 작년말 이후의 原油가격 급락에 의해 가격차는 급격히 줄어들었다.

그러나, 중장기적으로는 석유가격이 반등할 것이라는 견해가 일반적이다. 따라서 에너지의 양적, 가격적인 안정공급을 도모해 가기 위해서는 石油代替 에너지의 계획적이고도 착실한 개발·도입에 의해 석유의존도를 낮추어 가는 한편, 유한한 자원인 石油의 효과적인 이용을 추진해 갈 필요가 있다. 이와 같은 중장기적인 관점에서 석탄으로의 연료전환은 검토할 말한 가치가 있다.

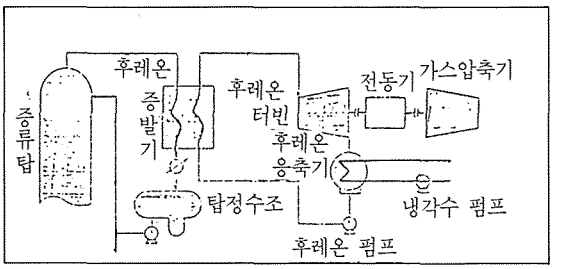
열병합발전으로 효율성 제고

정유공장에서 사용하는 電力의 대부분은 증기터빈에 의한 자가설비로 발전하고 있으며, 터빈에서 나온 증기는 정유공장내에서 가열원 또는 동력원으로서 균형있게 효율적으로 이용되고 있다. 에너지절약, 장치가동 밸런스의 변경,

〈그림－4〉 열병합 발전 시스템



〈그림－5〉 후레온 터빈 발전계통도



신장치의 건설등에 의해 정유공장에서의 증기와 전력의 소비비율이 크게 변했을 경우에는 증기·전력의 공급시스템 전체를 수정할 필요가 있다.

중유 유동접촉분해장치등의 가동은 전력 사용량의 증가를 가져와 어떤 방법으로든 자가발전 능력을 증강해야 할 필요성이 생긴다. 또한, 이 장치에서는 대량의 분해가스가 발생하기 때문에 보일러 연료는 석탄전환후에도 분해가스의 일부를 석탄 보일러로 연소하지 않으면 안되게 된다. 이와같은 배경하에서 최적 용역 공급시스템을 검토한 결과 분해가스를 연료로 한 이른바 열병합 발전 시스팀(그림－4 참고)의 도입이 바람직한 것으로 나타나고 있다.

이 시스팀은 약 1만2천kw의 출력을 지닌 고효율가스터빈 발전기와 연소 廢가스의 열을 회수하고 중압 증기를 발생하는 폐열 보일러로 되어 있다. 전기와 증기를 합친 종합열효율은 70%에 달한다. 발생한 증기를 모두 기존 발전용 復水터빈에 도입하고, 발전에 이용한 경우, 시스팀전체의 발전 단열 효율은 약 40%가 된다. 보일러와 복수터빈발전의 조합으로는 약 30%의 효율밖에 얻을 수 없다는 것을 고려하면 에너지의 유효 이용면에서도 뛰어난 발전시스팀이라고 할 수 있다.

Freon Turbine 發電

73년 1차 석유위기 이후, 정유공장에서는 철저한 에너지 절약 활동을 추진해 왔으나, 앞으로 좀더 적극적으로 추진하지 않으면 안되는 에너지 절약 대책중의 하나로서 저온폐열회수가 있다. 정유공장내의 폐열회수는 일반적인 방법으로서는 原油등으로 직접 열교환하고, 가열용 연료나 증기의 사용량을 감소시키는 방법이나 물로 열교환하고, 증기를 발생시키는 방법등이 있다. 그러나, 이들 방법으로는 기술적 또는 경제적 이유때문에 섭씨 100~150도가 폐열회수의 한계가 되고 있다.

저온 레벨까지 열회수하는 방법으로서는 가열펌프나 후레온 터빈 발전이 있으나, 실제 적용시에는 가열펌프에서 폐열을 회수하여도 온도수준의 상승은 적고, 회수열의 이용처가 한정되어 있다는 것과 후레온 터빈 발전은 에너지 이용효율이 극단적으로 낮다는 것등을 이유로 정유공장에서는 실현되지 않고 있었다. 그러나, 重油 유동접촉분해장치의 증류탑에서 나오는 섭씨100도의 가스폐열을 후레온 터빈에 의해 회수하여 약 2천K W상당의 동력으로서 이용할 수 있게 되었다(그림－5 참고). 이 시스팀이 경제성을 갖게 된 이유로서는 다음과 같은 점을 들 수 있다.

▲물등의 중간촉매를 개재시키지 않고 후레온과 증류탑 탑정 가스를 직접 열교환한 것.

▲후레온 터빈과 당해 장치내의 가스 압축기를 직접 연결하여 동력에너지로서 직접 이용한 것 등이다.

이상과 같이 연료비 절감 사례를 살펴보았다. 석유업계를 둘러싼 어려운 환경, 그리고 그 대부분을 수입에 의존하고 있다는 에너지 사정을 고려하여 정유공장에서는 지금까지 소개한 예를 바탕으로 에너지 코스트 절감대책을 더욱 강구해야 할 것이다. ☒ 〈월간「이데미쯔」6월호〉