

C-중유와 물의 에멀전 연료화 장치의 효율예측

(The Estimation of heat transfer effect of Bunker C-oil Combustion by emulsified water addition.)



글 | 文承洙
(Mun, Sung Su)

· 수질관리기술사, 공학박사
· 동림건설기술(주)전무이사

E-mail : sungsumun@korea.com

Usually the combustion of Bunker-C oil limited in a special area and achieved certain clean air effect. Water added oil combustion has the ability enhance the effect by the Overall Heat Transfer Coefficient.

Every water adding step dedicated to reach an increase of the heat transfer effect. So, we can use this system and achieve reasonable energy consumption.

1. 서론

최근의 에너지 사용업계의 최대 화두는 고 에너지 비용으로 인한 생산 경쟁력 상실에 대한 대책을 어떻게 세우는가에 있다. 따라서 이에 부응하는 가능한 모든 수단을 동원하여 이의 타개책 마련에 진력하고 있다.

비교적 저렴한 C-중유와 물과의 유화에 대한 기술에 대하여 일반적으로 알고 있는 기술보다 상세한 증거를 제시하고 그에 따른 효율 증대에 대하여 논하고자 한다. 국내 상당수 업체가 화석연료에 물을 가하여 에너지 효율 향상을 기하기 위한 연구에 진력하고 있으며, 사활을 걸고 자구책을 마련하고자 하는 업체의 눈물겨운 노력을 관계당국이 수수방관해서는 안 된다고 생각된다.

연료의 연소는 탄소의 연소와 동시에 연료중의 수소가 산소와 결합하여 에너지와 상당량의 물과 탄산가스를 생성하는 반응이며 우리는 이러한 연료와 공기 중 산소가 결합하여 생성되는 에너지를 이용하게 된다.

C-중유 1kg당 생성되는 물은 연료와 거의 동량

인 약 1kg이 생성된다.

따라서 연소 후, 연소가스에 물이 상당히 포함되어 있는 것이다.

연료와 물을 적절한 비율로 혼합하여 유화제와 물리적인 외력으로 완전 혼합과 기름방울과 물방울의 Micro화로써 유화유를 제조하는 기술이 연료-물 혼합기술의 핵심이다.

물이 고온에서 가연성이 되는 것이 아니고, 또한 미연소 탄소에 의한 연소효율 저하의 해소 또한 미미한 수준의 열전달 효율이기 때문에 연소효율 증대의 원인을 찾아보면 열교환 대상과의 총괄 전열계수에서 그 답을 찾을 수 있다.

2. 본론

C-중유의 발열량은 9,850~10,800kcal/kg 정도이다. 또한 C-중유는 일반 가솔린과 같은 저비점 연료의 연소에 비해 연소조건이 까다롭다. 특히 미연소탄소가 배출되는 현상이 일반 저비점 연료와 비교하면 심하기 때문에 이를 해결하기 위하여 물을 첨가하는 기술에 관심을 가지고 많은 세계적

업체에서 이를 시도해 왔고 계속 개발하고 있는 것도 사실이다.

수분은 갑작스런 고온으로 인하여 수분폭발로 일컫는 용적팽창(1,000~1,800배)이 일어나기 때문에 기름방울 속에 포함된 미세한 물방울로 된 수분이 급팽창하여 기름방울의 파괴로 인하여 완전연소가 이루어진다. 따라서 이러한 완전연소로 인해 약 1~2%의 발열량 증가가 이루어진다.

가. 총괄전열계수 U°

열 교환이란 상호 교환하는 물체의 열용량과 온도 차 그리고 전열면적에 따라 열교환 량이 결정된다.

$$Q = U^{\circ} \cdot A^{\circ} \cdot \Delta T$$

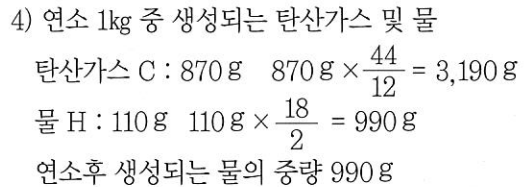
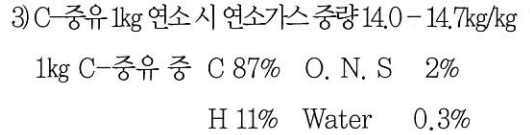
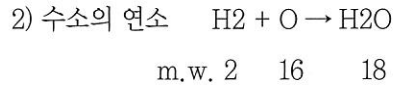
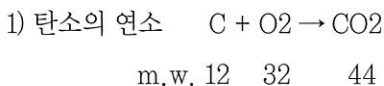
이러한 물체간의 열용량에 따라 총괄전열계수가 정해지는데 이에 대한 예는 아래표 Table 1 과 같다.

(참조 熱管理便覽)

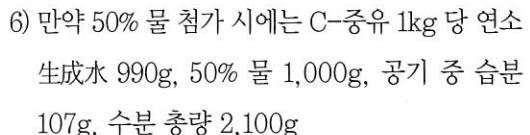
Approx. Overall Heat Transfer Coefficient U° (Table 1)	
Hot / Cold	U° Kcal/m·m2·°C
Liquid / Liquid	700 ~ 1,500
Liquid / Gas	15 ~ 60
Gas / Liquid	20 ~ 50
Liquid(water)/ Steam(condensing)	2,000 ~ 4,000 (강제대류)
Water / Steam(condensing)	240 ~ 1,000 (자연대류)
Water + Vapor / Water	150 ~ 340

총괄전열계수는 열 교환 대상 물질의 상대도에 따라 현저히 달라지는 것이 열전달의 특징으로서 효과적인 열교환을 위해서는 이러한 대상물질의 선정에 신중해야 한다.

나. 연소기구

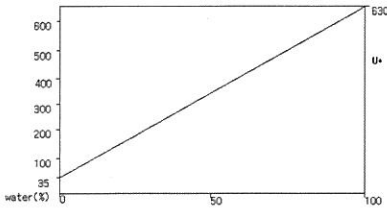


5) C-중유 혼합 유화유의 수분 조성 30%
 (C-중유 1kg, 물 428g)
 C-중유 1kg 연소 시 예상배출수량 :
 $990g + 428g = 1,418g$
 공기 중의 수분 포화 수분량: 17.3g/m3
 (절대 습도 100%일 때)
 통상의 조건 절대습도 50% 정도에서 수분:
 8.6g/m3
 B-C 유 1kg 당 이론 연소 공기량
 $10.8 \sim 11.8Nm^3/kg$
 과잉 공기 10% 적용 $11.88 \sim 12.98Nm^3/kg$
 계산의 근거 중간값 $12.43Nm^3/kg$ 을 취하면
 $12.43Nm^3/kg \times 8.6g/m^3 = 106.9g$
 따라서 30% 물을 첨가하는 조건에서 C-중유 1kg 당 $1,418 + 106.9 =$ 수분 1,525g



7) 총괄전열계수와 수분과의 변화관계를 Fig 1에 나타내었다.

총괄전열계수 /수분 의 변화도표(Fig 1)



8) 총괄전열계수 선정

보일러 노 내에서 연소 시 보통 자연대류를 초과하여 강제대류 부분으로 진입하나 원만한 효율 계산을 위하여

water/steam 240~1,000 범위에서 630 선정
Gas / Liquid 20~50에서 중간범위 35를 선정
0 → 35 , 100 → 630 (Fig 1 참조)

$$\text{기울기} = \frac{630-35}{2} = 5.95$$

9) 노 내 공기 수분 %에 따른 효율계산

배기가스 평균 14.5 ~ 15kg/kg

과잉공기 (10%) 14.75×1.1 = 16.25kg/kg

물 0% 1.1/16.25×100 = 6.77%

물 10% (0.1 + 1.1)/(16.25+0.1) ×100 = 7.35 %

물 15% (0.15 + 1.1)/(16.25+0.15) ×100 = 7.6 %

물 20% (0.2 + 1.1)/(16.25+0.2) ×100 = 7.9 %

물 30% (0.3 + 1.1)/(16.25+0.3) ×100 = 8.5 %

물 40% (0.4 + 1.1)/(16.25+0.4) ×100 = 9 %

물 50% (0.5 + 1.1)/(16.25+0.5) ×100 = 9.6 %

$$\text{전체 수분량} = \frac{\omega + 1.100}{(16.250 + \omega)}$$

10) 예측 효율 E 는

10% 물첨가 E = 5.95(7.35-6.77) = 3.45 %

15% 물첨가 E = 5.95(7.6-6.77) = 4.94 %

20% 물첨가 E = 5.95(7.9-6.77) = 6.72 %

30% 물첨가 E = 5.95(8.5-6.77) = 10.3 %

40% 물첨가 E = 5.95(9.0-6.77) = 13.3 %

50% 물첨가 E = 5.95(9.6-6.77) = 16.8 %

11) 첨가수의 비율에 따른 보일러 예측 효율 증가표(Table 2)

주입수ω (%)	예측효율(%)	주입수ω(%)	예측효율(%)
5	1.7	30	10.3
10	3.4	35	11.8
15	4.9	40	13.3
20	6.7	45	15.1
25	8.5	50	16.8

주입수량이 증가하면 효율은 상승하나 그만큼 불 꺼짐의 확률도 높아진다.

3. 결어

30%수분을 C-중유와 혼합 연소 시에는 미연소 연료의 완전 연소로 얻어지는 2% 정도의 절감효과와 물 注入로 인한 총괄전열계수의 증가로 인한 약 10%(Table 2)를 가득할 수 있는 효율 증가로서 약 12%의 보일러의 효율이 증가될 것으로 기대된다.

단, 증기 주입형 보일러의 경우는 주입량이 보일러내의 총괄전열계수를 변동시키기 때문에 여기에 적용되지 않는다. 열 공급시설에서의 치명적인 불 꺼짐을 예방할 수 있는 연료와 유화제 그리고 물에 대한 혼합 및 흐름에 대하여는 기계적으로 완전한 시설로 간주하고 이 논의에서 제외한다.

실제 보일러 있어서 각종 용도로 보일러에 상당량의 물이 주입되고 있으나 여기서 논의하는 경우

는 순수한 벙커유 연소를 예를 들었다.

노 내에서 발생하는 산성물질을 함유하는 고온 증기에 의한 금속부와 내화 또는 단열 벽돌에 대한 고온 부식에 대하여는 좀 더 검토가 필요한 사항이다.

또한 배기가스중의 수분의 증가로 고온화가 억제되므로 질소산화물의 오염물질 농도도 현저히 저감되며 금후, 배기가스의 열 회수 및 응축과정을 완벽하게 하면 물의 응축으로 오염 물질제거

또한 청정하게 이루어질 것이며 폐열회수 과정도 수분함유에 따른 효과적인 열전달이 이루어질 것이며, 이에 따른 금속합금재의 열 교환 또는 내산 세라믹 소재의 이용도 가능할 것이다. 이러한 선행조치가 이뤄지면 C-중유의 지역제한조치가 완화되어 지역 구애없이 생산에 소요되는 에너지 비용 절감이 가능할 것으로 사료된다.

(원고접수일 08. 29)

