

# 고속 선박용 엔진의 과열원인 및 대책

대우중공업(주) 엔진사업본부  
품질관리부 과장 함 상 호

## 목 차

- I. 서 언
- II. 과열현상 및 원인
  - (1) 엔진의 에너지 밸런스
  - (2) 선박엔진의 과열
  - (3) 선박엔진의 과열요인 분석
- III. 과열대책
- IV. 맺 음 말

고속엔진관리상 매우 중요한 과열현상에 대하여 기술하고자 한다.

## II. 과열현상 및 원인

### (1) 엔진의 에너지 밸런스(Energy Balance, Heat Balance)

엔진의 연료를 연소실 내에서 태워 얻은 고온·고압의 연소가스(연소열)로 피스톤을 밀어내려 크랭크축을 회전시킴으로써 필요한 힘(유효출력)을 얻게 된다.

## I. 서 언

최근 선박용 엔진의 동향은 경급속, 특수강 등 재료의 발달과 설계·제작기술의 발달로 고속화, 과급기화(Turbocharger), V-Type 등 발생 역량(力量)을 증대시키고, 기관중량과 용적을 경감하는 등 특히, 소형, 고속, 경량엔진이 눈부시게 발전하고 있어, 우리나라 어선에도 중·저속 엔진보다는 고속엔진 탑재가 증가하는 추세이다. 그러나 중·저속엔진에 익숙해진 사용자가 사용기술의 확실한 개념변화 없이 고속엔진을 사용하면 여러가지 문제가 야기될 수 있어, 이 중

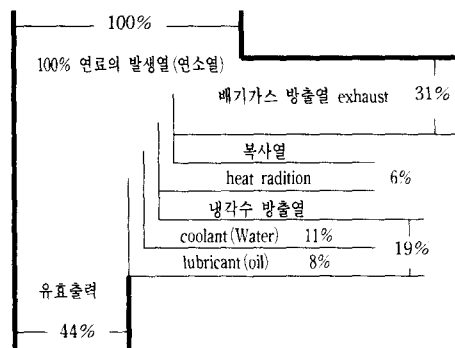


그림 1 에너지 밸런스

이때, 연소·팽창과정을 끝마친 연소가스는 엔진 부품을 가열시키면서 외부로 배출되며(배기가스 방출열), 가열된 엔진 부품은 대기로 직접 열을 방출시키기도 하고(복사열), 냉각수 및 윤활유에 의하여 적정온도 수준으로 식혀지게 된다(냉각방출열). 이러한 과정을 에너지(또는 열) 측면에서 보면 그림 1과 같이 에너지 밸런스를 이루게 된다.

**(2) 선박엔진의 과열**

엔진의 냉각계 설계는 그림 1 에너지 밸런스의 '배기가스 방출열'과 '복사열'이 계속적으로 외부로 잘 퍼져나간다는 가정 하

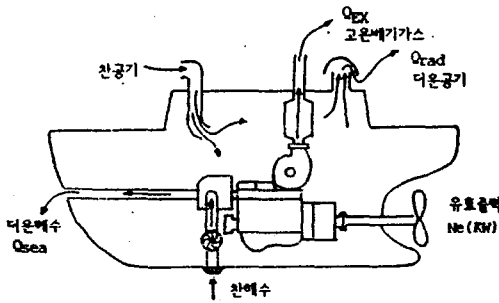


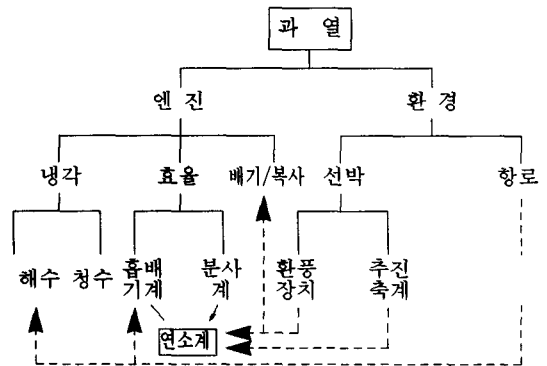
그림 2 선박엔진의 열흐름

- 유효출력  
 $Q_{Ne} (10^3 \text{Kcal/h}) = 0.86 \times N_e (\text{KW})$
- 냉각방출열  
 $Q_{sea} = (\text{해수유량}) \times (\text{해수밀도}) \times (\text{비열}) \times (\text{해수온도차})$
- 복 사 열  
 $Q_{rad} = (\text{기관실출구공기량}) \times (\text{비열}) \times (\text{기관실입·출구공기온도차})$
- 배기가스방출열  
 $Q_{ex} = (\text{엔진흡입공기량} + \text{밀도} + \text{연비} \times \text{출력}) \times (\text{배기가스의 비열}) \times (\text{터보후 배기가스온도} - \text{흡입공기온도})$

에서, 냉각수가 일정 온도일 때 엔진이 내는 '냉각 방출열'을 흡수해 주는 장치인 열교환기 또는 라디에이터를 설정하게 된다. 이때, 물의 비등점보다 훨씬 낮은 80°C~85°C를 냉각수 목표온도로 설정함으로써 여유를 갖게 하고 있다. 선박엔진에서 연료분사펌프에 의해 공급되는 연료의 연소열이 어떻게 분산되는지를 그림 2에 개략적으로 표시하였다.

결국 선박에서의 엔진과열현상은 열흐름(또는 열이동)이 비정상적인 경우에 발생하게 되며, 환경요인과 엔진의 상태 및 사용조건 등의 변화가 과열현상을 일으키는 직접적인 인자가 된다.

즉, 엔진출력, 해수유량 및 입출구온도, 기관실 통풍량 및 온도, 흡입공기량과 밀도(온도, 압력), 엔진의 연료소비율, 배기가스 온도에 영향을 주는 것은 과열현상과 직·간접적인 연관을 갖게 된다.



**(3) 선박엔진 과열 요인분석**

에너지밸런스 및 선박에서의 열 흐름을 기본개념으로 각 항목마다 과열현상으로 나타낼 수 있는 요인을 분석하였다.

| 열불균형  | 원 인                  | 관 련 부 품   |
|-------|----------------------|---|
| 냉 각 열 | · 해수유량부족<br>· 유로저항과대 | · 해수스트레이너 및 통로 막힘<br>· 급격한 급흡 배관<br>· 배관 단면부족, 길이과대 |

| 열불균형              | 원            | 인             | 관 련 부 품  |
|-------------------|--------------|---------------|--|
|                   |              |               | · 열교환기 이물퇴적  |
|                   |              | · 해수펌프토크출량 부족 | · 해수펌프회전수 미달<br>- 벨트 슬립, 이완<br>· 해수 임펠러 마모, 뒤집힘, 파손  |
|                   | · 해수출입구 온도이상 | · 청수순환량부족     | · 유로저항과대 및 순환불량<br>- 냉각통로부식발청 및 막힘<br>· 펌프회전수 미달<br>- 벨트슬립, 이완<br>· 청수 용량 부족 누수<br>· 공기혼입<br>- 캡불량<br>- 가스켓 파손   |
|                   |              | · 열교환효율저하     | · 열교환기 오염 및 파손<br>· 써모스탯(수온조절기) 불량   |
| 배 기 열             | · 배기열누적      | · 배기가스배출곤란    | · 배기관 막힘(부식 등)<br>· 급격한 급힘배관   |
| 복 사 열             | · 복사열누적      | · 환기불량        | · 통풍구 및 환풍장치 미비<br>· 기관실내 공기순환 불량  |
| 유 효 출 력<br>(효율저하) | · 유효출력의 열량손실 | · 흡입공기부족      | · 흡·배기계통의 누기(특히 과급엔진)<br>· 흡입공기 온도 상승<br>- 인터쿨러(공기냉각기) 내부오염<br>- 냉각성능저하<br>· 흡입저항 과다<br>- 공기여과기막힘<br>- 흡기관 오염<br>- 과급기 오염<br>- 공기냉각기 오염<br>· 체적효율 저하<br>- 밸브간극<br>- 캠 마모 |
|                   |              | · 연료량 과다      | · 노즐 개변압력 저하<br>· 과부하 연속 운전<br>- 프로펠러 과대 휨<br>- 추진축계 휨<br>- 상용 취출마력 과다<br>- 선박 톤수과대<br>· 연료분사펌프 임의조정   |

| 열불균형           | 원 인             |                   | 관 련 부 품  |
|----------------|-----------------|-------------------|--|
| 유효출력<br>(효율저하) | · 유효출력의<br>열량손실 | · 연료와 공기의<br>혼합불량 | · 연료분사시기 불량 및 타이머 작동불량<br>· 노즐 분무 불량<br>- 무화 불량<br>- 분사각도 불량<br>- 기밀불량 및 후적<br>· 스월(Swirl : 공기선회) 부족<br>- 실린더헤드 포트 및 밸브오염(이물질퇴적)<br>· 압축비 저하<br>- 피스톤링, 라이너 마모<br>- 헤드 가스켓 파열<br>- 밸브 및 씨이트 마모 |
|                |                 | · 마찰손실과대          | · 엔질오일 부족<br>· 엔진오일 열화   |

### Ⅲ. 과열대책

고속박용엔진은 중·저속엔진보다 더욱 정밀하고 민감하기 때문에 선박에서의 제반 설치기준과 엔진의 유지관리의 소홀이 결국은 엔진과열현상으로 나타나는 것이 대부분이다.

따라서, 과열현상에 효과적으로 대처할 수 있는 설치상·관리상의 주요대책을 계통별로 정리하면 다음과 같다.

#### (1) 연료계통

● 연료분사노즐은 주기적(약 6개월)으로 점검 교환 사용하는 것이 좋다. 노즐은 사용시간, 연료내 이물질 등에 의해 개변압력이 떨어지고 분구공이 막히거나 커져 엔진의 성능 저하 현상으로 인하여 연소상태가 나빠지고 과열의 원인이 된다.

● 연료분사펌프는 임의조정하여서는 안 되고, 반드시 테스터 장비에서 기준대로 조정하여야 한다. 임의 조정의 경우는 연료분사량 과다로 과열에 직접적인 원인이 된다.

#### (2) 흡·배기계통

● 흡·배기계통은 디젤엔진의 연소에 매우 중요하다. 특히 최근 보급되고 있는 과급기 부착, 공기냉각기 부착엔진에 대해서는 흡·배기계통의 이물질에 의한 심한 오염으로 엔진의 성능을 저하시키고, 엔진을 과열시키는 경우가 대부분이다.

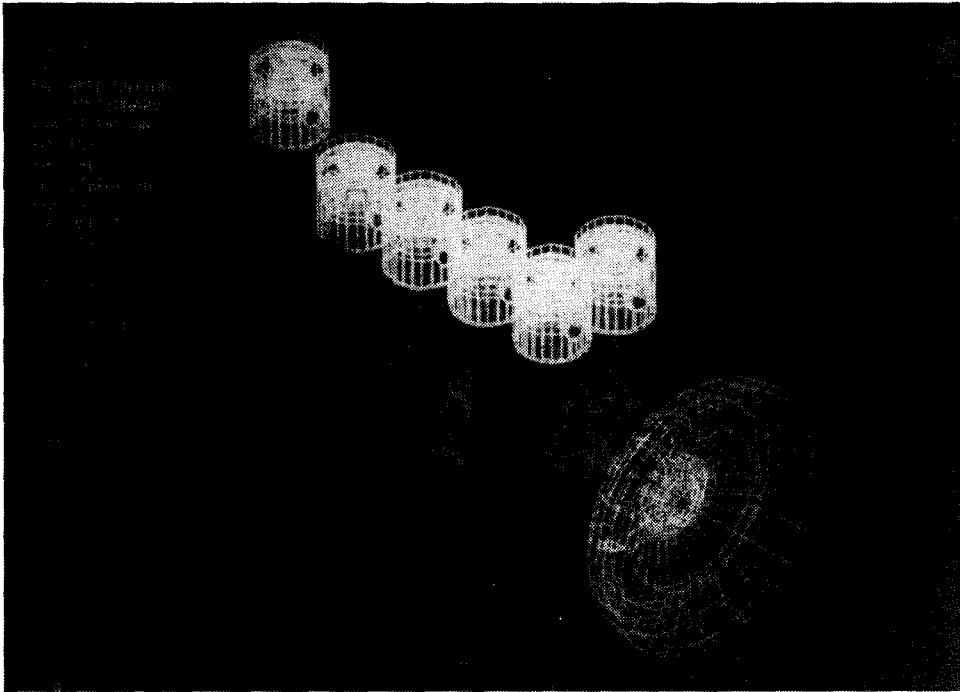
- 공기청정기(필터) : 청결유지, 주기적 교환

- 과급기, 공기냉각기 : 이물질 오염 여부를 수시 점검 세척 실시(경유 또는 솔벤트사용)

이때 오염상태가 심하면 흡기관, 실린더헤드의 공기통로도 점검하여 세척하여야 한다.

- 기관실 환기 : 기관실내에는 통풍구 및 환기장치가 설치되어 항상 신선한 공기가 순환할 수 있도록 하여야 한다. (대기온도 +10℃이내가 좋다)

- 배기관 : 배기관내 막힘(부식)상태를 수시 확인한다.



### (3) 냉각계통

- 청수는 반드시 수도물을 사용하여야 하며, 냉각계통의 발청(녹) 및 침식 등의 방지를 위하여 연중 최하 15% 이상의 부동액을 사용하는 것이 좋다.

- 해수 스트레이너는 반드시 설치해야 하며, 오염 및 막힘상태를 매일 점검한다. 해수 스트레이너가 없을 경우는 해초, 펄 등이 해수펌프, 열교환기를 오염시켜 과열의 직접적인 원인이 된다.

- 해수, 청수 펌프의 작동상태를 수시 점검한다. (특히, 벨트구동의 경우 벨트의 장력조정은 일상점검하여야 한다.)

- 열교환기는 수시 점검하여 이물질에 의한 오염이 발견되면 탈거하여 내부를 깨끗한 물로 세척하여야 한다. 오염이 심한 경우는 열교환 성능이 급격히 저하되면서 엔진이 과열된다.

- 청수계통에 있는 써모스탯(수온조절

기)은 청수의 온도를 조절해 주는 장치로 엔진과열시 응급조치사항으로 탈거하는 경우가 있는데 이때는 청수펌프로 연결되는 구멍을 막아주어야 효과가 있다.

### IV. 맺음말

지금까지 고속선박엔진의 과열원인 및 대책에 대하여 간략하게 소개하였다. 기본적으로 기관 설치시부터 발생하는 과열현상은 추진축계, 배관, 환기장치 등에 연관이 많으므로 선박 제작시 엔진의 연소조건이 최적상태가 될 수 있도록 노력하여야 한다.

그러나, 엔진의 상태가 사용시간의 경과에 따라 과열의 정도가 심해지는 경우는 앞에서 언급한 에너지 밸런스, 선박에서의 열흐름을 기본원리로 과열요인 및 대책을 충분히 숙지활용하면 보다 최적의 상태로 엔진을 장시간 사용 가능할 것으로 판단된다.