

## 해상 선박용 주·보기관의 냉각수 시스템의 방식(방청)처리에 관하여

쌍용중공업(주) A/S품질보증실  
부 장 문 영 훈

### I 배 경

해상을 운항하는 선박용 주·보기관에 대한 적절한 냉각수처리제(방식제)를 통한 냉각수처리의 중요성에 대하여 일부 사용자측에서는 아주 소홀히 취급되고 있거나, 전혀 수행되지 않는 경우를 당사 A/S 부서에서 경험한 바 냉각수처리의 중요성, 방법 및 유의사항에 대하여 소개하고자 한다.

특히 냉각수처리의 소홀은 실린더 라이나 및 실린더 커버에 크랙을 유발시킬 수 있다는 것을 강조하며 아래 요약된 사항에 대하여 철저한 관리가 수행되어야 한다.

①냉각수 처리는 윤활유나 연료유 처리의 중요성과 동등하게 취급되어야 한다.

②냉각수 계통에 녹과 침전물이 생성되지 않도록 하여야 한다.

③냉각수로 사용될 물에 대한 수질의 기준은 반드시 지켜져야 한다. 즉 선박에서는 탈이온수(이온제거된 물) 또는 증류수를 사용하여야 한다.

④양질의 방식제의 선정 및 첨가가 중요하다.

⑤본선에서 주1회 테스트 키트를 이용한 냉각수 검사를 실시하여야 하며, 매 3개월마다 윤활유 샘플과 마찬가지로 냉각수 샘플을 채취하여 시험소에 분석의뢰 한다.

⑥많은 양의 냉각수를 교환 또는 보충할 시는 반드시 냉각처리제의 농도를 검사하여 적정수준을 유지한다.

### II 냉각수 처리

#### 1. 개 요

냉각수도 윤활유, 연료유와 같이 주의 깊게 선정, 처리, 유지 및 감시되어야 한다.

만약 그렇지 않으면 냉각수가 접에되는 계통내의 표면에 부식(corrosion)에 의한 피로(corrosion fatigue) 및 캐비테이션이 생기게 되고 침전물이 형성된다.

부식과 캐비테이션은 관련부품의 수명과 안전도를 감소시키며, 침전물은 열전달을 방해하여 냉각되어야 할 부분에 과도한 열부하를 주게 된다.

냉각수 처리 공정은 설비가 처음 가동되기 전에 수행되어야 한다.

즉, 조선소 또는 발전설비에 설치된 직후에 시행한다.

설비를 운전하면서 주기적으로 샘플링, 테스트하여 냉각수처리제 제조업자가 규정한 방식제의 농도를 유지하여야 하며, 필요시 농도를 조절하여야 한다.

냉각수 처리가 적절하게 시행되지 않을 경우 다음 사항이 유발된다.

1) 부식(corrosion)

이것은 강과 주철에서 철분이 산화 또는 가수분해되는 화학작용으로써 표면의 물질이 떨어져 나간다.

2) 부식피로(corrosion, fatigue)

이것은 동시에 일어나는 동적 응력과 화학적 부식에 노출되는 부분에 생기는 현상으로 수명이 되며 기계적으로 응력을 받는 부분품, 즉 실린더 라이나와 실린더 커버에 크랙을 생성하게 되며 내재적인 크랙형성(potential crack formation)을 가속화시킨다.

3) 공동현상(cavitation)

이것은 냉각수내의 국부적인 기포형성에 의한 현상이다.

예를 들면 냉각표면/냉각수 공유영역에서 냉각수 유속이 높거나 국부적으로 고압과 저압에 의한 기계적 진동이 그 원인이다.

기포들이 연쇄적으로 생성되고 다시 소멸(쭈그러짐) 되는 현상이 반복되어 고압과 온도상승이 초래되고 적절한 방식제 농도가 유지되지 않았을 경우 국부적으로 부식과 부식피로로 발전하게 된다.

**2. 엔진냉각수처리**

앞에서 언급된 유형의 손상은 냉각계통내의 표면에 화학적 부동체에 의한 보호피막을 형성하고 다음에 명시된 양질의 냉각수를 사

용함으로써 방지할 수 있다.

원칙적으로 냉각표면의 보호피막과 부동체는 화학적 부식방지제를 사용함으로써 이루어질 수 있다.

종전에는 유화성 방식유를 사용하였는데 이것은 냉각표면에 조절이 불가능 침전물을 형성하고 또한 환경오염문제 때문에 사용되지 않거나 더이상 추천되지 않고 있다.

냉각수 처리에 대하여 계속적으로 연구 발전되어 왔으며 실제 운전상태에 준한 시험 및 결과치는 부식을 일으키는 캐비테이션과 연관되는 손상은 물론 부식과 피로에 대하여 화학적 첨가제가 효과가 있는 냉각수처리제 임이 증명되었다.

그러므로 반드시 다음과 같은 순서로 냉각수처리를 실시할 것을 권장한다.

① 냉각수 계통의 소제

② 청수를 채운다. 가능하면 증류수나 광물성분이 제거된 물(청수발생장치로 만든 물)을 사용토록 한다.

③ 부식방지제를 첨가한다.

④ 주기적으로 냉각수를 검사하고 방식제의 함유량을 분석한다.

이와같은 사항을 준수할 때, 냉각수로 인한 사용상의 문제점은 최소화될 것이다.

**3. 냉각수계통의 세척**

이 과정은 가동되기 전에 새 엔진 설치시 및 설치직 후에 해당한다.

엔진의 사용 중에 매 4~5년 마다 엔진의 주요부 오버홀시나 선박 도크시 이와같은 세척절차가 시행되어야 한다.

또한 장기간 엔진을 운전하지 않았을 때도 냉각계통을 세척하여야 한다.

첫번째 세척작업의 목적은 공장시운전 후에 엔진과 냉각수 계통의 구성물을 운반 및 저장하는 과정에서 생성된 녹, 석회질, 유성 침전물 등을 제거하여 냉각수계통내를 청결한 상태로 하고 방식제를 첨가함으로써 보호

효과를 얻는데 있다.

상기 과정이 실시되어야 하는 실제적인 이유중의 하나는 엔진제조자에 따라 공장시 운전시 방식 처리된 냉각수를 사용하고 있지 않기 때문이다.

세척작업은 기름기, 찌꺼기, 제거작업과 녹과 석회분의 퇴적물 제거 작업으로 구성된다.

냉각수 계통 세척을 위하여 특별히 만들어진 "기혼합 세척제"는 냉각수전문업체에서 구입할 수가 있으며 사용방법과 세척방법 도움을 받을 수 있다.

일부 제조업체에 대해 별첨 목록에 소개되어 있다. 냉각수 처리제 사용시 다음사항에 유의하여야 한다.

세척 후에 냉각수 계통을 완전히 플러싱하는 것이 중요하다.

약알칼리성 세척제는 물론 물에 용해되는 세척제가 degreasing (기름기, 찌꺼기, 제거작업)에 사용될 수 있으나 화재위험이 있는 기혼합 세척제는 사용하여서는 안된다.

descaling (퇴적물 제거작업)을 위한 산 세척제로서는 아미노-설편산, 구연산, 주석산으로 특별히 제작된 제품들이 사용되며 이 제품들은 고형물질로써 물에 쉽게 용해되며 유독성 증기를 발생하지 않는다.

세척제는 직접 혼합되어서는 안되며 물에 타서 냉각수 계통에 투입되어야 한다.

일반적으로 세척은 엔진을 분해하지 않고 시행될 수 있으며 세척시 효과를 증대시키기 위하여 냉각수를 계통내에 계속 순환시켜야 한다.

세척으로 인하여 불완전하게 조립된 조인트 부위 또는 부분적으로 손상된 가스켓 부위로 누수할 염려가 있으므로 세척과정 중 주의하여 관찰하여야 한다.

시스템 오일의 산정도(strong acid number)는 세척직 후 반드시 검사되어야 하며 24시간이 지난 후 재검사하여야 한다.

#### 4. 미처리 냉각수의 수질

세척된 표면 위의 녹 형성을 방지하기 위하여 냉각수 보충과 방식제 투여 및 혼합은 세척 후에 바로 실행되어야 한다.

모든 경우에 아래 기본 요구사항들은 반드시 만족되어야 한다.

①water type : 이물질이 오염되지 않은 깨끗한 물.

②hardness : max 10° dh.

③ph-value : 6.5~8

④chloride ion content max : 50ppm (mg/litre)

⑤sulphate ion content max : 50 ppm (mg/litre)

⑥silicate max : 25ppm (mg/litre)

반드시 염소, 황하물, 암모니아는 포함되어 있지 않아야 한다.

실린더 라이나와 실린더 카버에 스케일(석회층)이 형성되면 전열도를 감소시켜 재질에 비정상적인 고온상승 현상을 초래한다.

따라서 탈이온수 또는 증류수를 사용하는 것을 권장한다.

그럼으로써 냉각수 열전달을 경감시키고 냉각효율을 저하시키는 주요 침전물인 석회와 염분층 형성을 방지한다.

해수, 염기성의 물, 강물, 공업용수 그리고 빗물은 사용되어서는 안된다.

만일 탈이온수, 증류수를 구할 수 없으면 일반적인 음료수가 예외적인 경우로 사용될 수 있다.

증류수 또는 탈이온수는 일반 경수보다 더 부식을 초래한다.

왜냐하면 증류수나 비이온수는 부식에 대한 일시적 보호역할을 해주는 얇은 석회보호막을 냉각수 벽에 형성할 수 없기 때문이다.

또 다른 중요한 이유는 증류수가 부식을 가속시키는 높은 산소용해성을 가지고 있기 때문이다.

앞서 설명한 이유들이 증류수가 특별한

주의로 취급되고 물을 채운 후에 즉시 냉각제를 넣고 더 나아가 방식제의 농도를 주기적으로 점검하여야 하는 이유이다.

물의 전 경도는 언급한 것처럼 10° dh를 넘어서는 안된다.

물의 전 경도는 순간 경도와 영구 경도로 구성되어 있다.

그것은 전반적으로 칼슘염과 마그네슘염에 의하여 결정된다.

순간경도는 칼슘염, 마그네슘염의 수소-탄소 내용물에 의하여 결정된다.

순간 경도는 냉각계통내의 석회침전물 형성에 결정적인 영향을 준다.

독일경도 10도 이상되는 물은 증류수와 연수로 섞여져야 한다.

연화과정은 필요에 의하여 행해질 수 있다. 물의 연화는 물속의 황산이온과 염산이온 내용물을 경감시키지 않는다는 것에 주의해야 한다.

만일 물의 경도가 방식제의 제조업자가 명시한 것보다 낮으면 그것은 반드시 경화수 혼입 또는 화학물 첨가에 의하여 재경화되어야 한다.

주의 : 독일경도 1°는 아래와 같다.

- 10mg(ppm)cao in 1 litre of water
- 18mg(ppm)caCO<sub>3</sub>in 1 litre of water
- 1.79degree Franch hardness(fh)
- 1.25 degree English hardness(eh)
- 17.9 degree American hardness(usah)

## 5. 부식방지제(방식제)

부식방지제는 정지 또는 운전 중인 엔진의 부식 및 캐비테이션을 방지하여야 함은 물론 냉각수계통의 금속 및 가스켓류 등에 손상을 주지않는 제품으로 선정 사용하여야 한다. 부식방지제로서는 질산나트륨-붕산염, 아크롬산염, 인산염, 용해성 오일 등이 사용되고 있으나 이미 언급한 바 있는 용해성 오일은 사용하지 않는 것이 좋다. chromate

는 중독성이 있으므로 폐수배출에 대한 규정을 고려해 볼때 선박에 설치된 조수기를 통해 식수를 오염시킬 가능성이 있으므로 않는 것이 바람직하다.

질산나트륨 또는 질산나트륨-붕산염으로 제조된 방식제가 효과가 좋은 것으로 알려져 있다. 참고로 이런 종류의 냉각수 처리제를 아연도금된 파이프류나 보호아연봉이 설치된 냉각수 계통에 사용할 경우 아연 침전물이 생겨 부식을 초래하게 되므로 주의하여야 한다.

그러므로 아연도금 파이프류나 보호아연봉이 설치된 냉각수계통에서는 별도 관리하여야 하며, 냉각수 처리가 필요시 아연도금 및 보호아연봉을 제거한 후 실시하여야 한다. 또한 일부 냉각수 처리제 중에는 부식성 유기물질의 생성을 중화시키기 위해 살균성 약품이 첨가되어 있으며 종류에 따라 독성을 갖고 있으므로 눈 또는 피부에 접촉되지 않도록 주의하여야 하며 제조업자의 사용설명서를 숙지하여야 한다.

이러한 배경으로 우리는 통상 nitrite-borate base의 방식제 사용을 권유한다.

방식제는 누설 또는 증발손실을 제외하고는 냉각수의 소모가 많지 않은 폐쇄배관에만 사용하다.

증발로 인한 냉각수 손실에 대하여는 냉각수 수질의 기준에 알맞고 첨가제가 투입되지 않은 청수로 보충할 수 있으나, 누설에 의한 손실은 반드시 방식처리된 청수로 보충해야 한다.

각각의 실린더를 분해할 경우 작업완료후 필요하다면 새로운 방식제를 즉시 투입하여야 하고 방식제의 농도를 점검해야 한다. 냉각수 처리제의 투입량에 대한 규정과 함께 몇몇의 잘 알려진 제조업체 목록을 별첨으로 소개하였다.

일반적으로 제조업체에서는 농도의 범위를 규정하고 있는데 실제 농도는 상한선을 유지시키는 것이 바람직하며 제조업체에서

제공되는 지침은 엄격히 지켜줄 것을 권유하고 싶다.

### 6. 운전중 점검사항

냉각수 처리를 통한 적절한 방식상태를 확인하게 하기 위해 주기적인 냉각수분석과 냉각수 계통의 점검이 필요하다.

냉각수가 운전 중 오염되었다면 찌꺼기 또는 침전물이 형성될 것이다.

따라서 냉각수 계통의 상태가 주기적으로 점검되어야 하며 특히 탈이온수 또는 증류수를 쓰지않는 경우는 더욱 그렇다.

만약 냉각공간에 침전물이 끼면 이 공간은 소제해야 하며 필요하다면 전 시스템을 소제해야 한다.

냉각수 상태는 되도록이면 일주일에 1회 정도는 주기적으로 점검해야 한다.

냉각수 처리제의 농도 즉 냉각수의 pH정도는 20℃에서 7-10, 그리고 chloride ion 농도는 50ppm(50mg/litre)가 넘지 않도록 관리해야 한다.

통상 냉각수 관리를 위하여 냉각수처리제 제조업체에서 간단한 테스트 키트를 공급한다.

또한 일부 특수 회사에서는 완전한 테스트 키트 구입이 가능하다.

다량의 냉각수를 교환 또는 보충할 때에는 방식제 농도를 점검하고 적정선인가를 확인해야 한다.

갑작스런 또는 점진적인 chloride농도의 증가로써 냉각수에 염수가 우입됨을 알 수 있으며 점식의 원인이 된다.

이러한 염수의 누설은 즉각 조사하여 처리하여야 한다.

경우에 따라서 냉각수의 chloride농도가 50ppm이상으로 규정하는 제조업체가 있거나 상한선을 넘어서는 안되며 어땡든 100ppm이상의 chloride ion 농도의 냉각수를 사용하지 말것을 권유하고 싶다.

갑작스런 또는 점진적인 ph의 감소 또는 황산염 농도의 증가는 배기가스의 누설로 보아야 한다. pH농도는 방식제 투여로 증가될 수 있으나 방식제의 양이 많아야 될 경우 냉각수를 교체해야 한다.

방식제의 농도는 어떠한 일이 있어도 제조사의 권장하는 수준을 유지하여 부식으로 인한 부담을 줄여야 한다.

제조업체가 정상농도의 정도를 규정한 경우에는 실제농도를 상한선으로 유지할 것을 권장하고 싶다. 동 테스트를 위한 냉각수는 순환되는 물에서 채취하여야 하며 팽창탱크 또는 팽창탱크로 가는 배관에서는 채취하지 말아야 한다.

되도록이면 매 3개월마다 냉각수 샘플을 분석 실험실에 보내어 특히 방식제의 농도, 황산염과 철분 그리고 총염기도를 확인해야 한다. 또한 측정결과를 확실하게 기록 유지하여 실제 상태와 시스템의 변화를 주기적으로 확인하고 평가하여야 한다.

**수산물은 맛도 일등!!**  
**영양도 일등!!**