

“냉동장치” 콘덴서관의 부식

일신흥업(주)한국사무소

소장 채 영 일

어선장치에서는 육상설비와는 달리 출항후부터 주기관을 비롯하여 기계·장치류는 승선한 기관 부원에 모든 것이 맡겨지는 상태이다.

선체를 비롯하여 각종 기계설비는 그 주요재료가 금속성이며 또한 주어진 환경이 해양이라는 조건 때문에 보수는 항상 “부식”과의 싸움이며 그 발생상황도 다양하며 또한 대책도 일정하지가 않다.

냉동장치에 있어서도 부식에 의한 장애는 각부에서 발생하나 그 대부분은 정기적인 점검 및 보수로서 별로 큰 문제시 되어진 것은 거의 없었다. 냉매가 “암모니아” 시절에는 “콘덴서” 내관은 강관이었으며, 정기검사(4년) 이후에 충분한 점검(압력테스트)을 하여도 해상에서 가끔 누설이 발생하여 “튜브스토파”로서 응급처치를 해왔던 시기도 있었다.

또한 콘덴서 자체가 커서 도크 중에 관을 교환하려면 선체의판을 절단하여 선외로 취출하여 수리하는 등, 이것하나 만으로도 대수리를 하는 것이 되었었다. 그러나 냉매가 프레온화가 된 이후에는 콘덴서관 재질이 흑관으로 되었으며 구조도(내관) 로우 핀 튜브를 사용하게끔 되었기 때문에 규격도 소형화되고 또한 방청성능도 많이 향상되어 부식에 의한 누설사고도 최근에는 거의 없어진 상태이다. 최근에는 항해의 장기화에 따르는 도크 상거기간의 연장과 외지에서 도크 및 노후선의 증가 추세로 보수 및 검사 등에 다소의

문제점이 발생하는 경향이 있다. 이러한 점에 유의하여 기관부의 책임을 맡고 있는 담당자는 건조업을 무사히 마치고 귀중한 어획물을 가장 좋은 선도를 유지한 상태에서 양륙을 할 수 있게끔 항상 도크 중에 완벽한 정비를 기하지 않으면 안된다. 즉 콘덴서관의 내부를 충분히 청소하고 카버 주변의 부식방지 대책과 누설검사 등을 철저히 하여야 한다.

콘덴서관의 부식은 냉매측 외면에서는 발생되지 않으나 내면 해수측에서는 부식이 발생되기 쉽기 때문에 내면의 상태를 확인할 필요가 있으나 지금까지는 이 검사가 잘 이루어지지 않고 있었다.

안심하고 항해를 마치기 위한 상태과약 및 교환시기 등을 판단할 수 있는 적절한 방법이 선주 및 냉동업자 간에 강구되어 왔던 사항이 일본에서는 수년전부터 점검 방법으로서 “와류탐상검사”라는 방법을 채용하여 왔으며 좋은 실적 및 성과를 거둘 수 있었다.

지금부터 이 방법의 원리와 실태를 소개하고자 한다.

1. 냉동장치열교환기의 구조와 결함의 발생

어선용 냉동장치는 저온을 생성하는 열펌프이기 때문에 열교환기가 주요한 요소라고 할 수 있으며, 저압부의 증발기 즉 어창냉각관, 동결실관 봉, 브라인 쿨러 및 해수쿨러 등이 있으며, 고압

부에서는 취득한 열을 해수로 버리는 역할을 하는 콘덴서(凝縮器)나 냉동기의 유냉각기 등이 있다. 냉각관 등에서의 부식 및 누설점검은 겹지거나 육안으로 판단하기 쉬우나, 원통다관식 구조인 브라인 쿨러 및 콘덴서에 있어서는 냉각수부의 카버를 개방하여 점검하지 않으면 안되기 때문에 누설개소를 발견하는데 대단히 복잡한 절차가 따른다.

브라인 쿨러 등에 있어서는 사용상황이 저온상태이며 또한 압력도 낮기 때문에 누설사고는 거의 발생하지 않으나 콘덴서는 온도 및 압력이 높아 부식발생율이 높고 용이한 상황에 놓여져 있기 때문에 그만큼 보수에 충분한 배려가 필요하다.

콘덴서는 선박에서 일반적으로 모형 원통식으로 되며 그림 1에서 보는 바와 같이 리시버(수액기)의 상부에 있다.

그림 1, 2의 콘덴서나 열교환기 등은 그림 3에

서 보는 바와 같이 모두 내부에 다수의 열교환용 내관을 보유하고 있다.

이들 용기의 전열관은 제조공정과정에서 여러 가지 비파괴검사를 시행한 후 열교환기로서 구성되며 완성시에는 내압 및 누설테스트를 실행하는 것이 일반적으로 되어 왔다. 그리고 이 열교환기가 플랜트로서 가동한 후 보수검사를 위한 내관 내면의 점검은 "와류탐상검사" 방법이 실용적으로 이용되고 있다.

어선냉동장치용 콘덴서의 내관은 그림 3에서 보는 바와 같이 판 판에 로우핀 튜브를 수십~수백 본을 확관 고정한다.

운전 중에는 관내를 해수가 흐르고 관외의 냉매가스와 열교환(냉각)되어 응축액화되고 있다. 또한 냉동기 윤활유를 냉각시키는 유냉각기도 동일한 구조로 되어 있는 것도 있다. 이러한 과정에서 콘덴서의 주요한 장애는 판내면의 해수와의 접촉면에서 발생되며 그 부식의 발생상태는 여러가

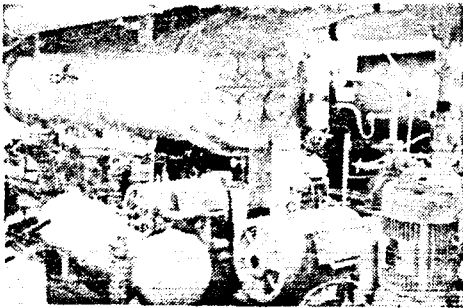


그림 1 선내에 설치된 콘덴서(응축기)

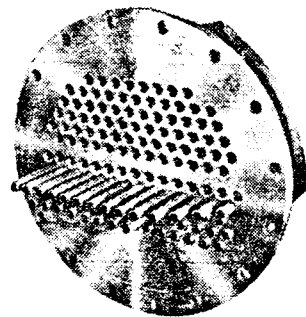


그림 3 열교환기관관부

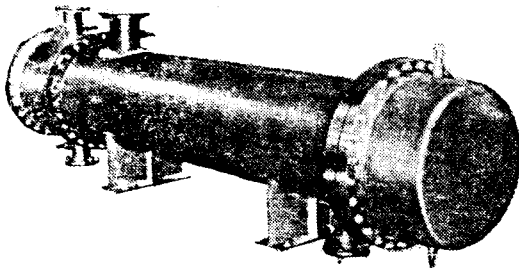


그림 2 모형원통다관식 열교환기

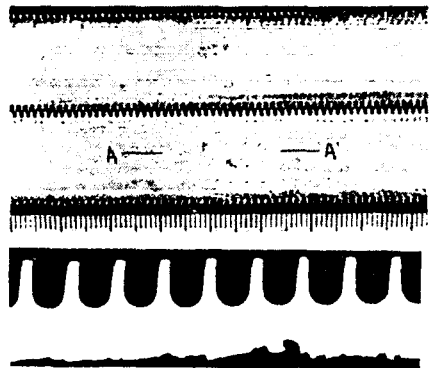


그림 4 콘덴서관 내면부식 예(1)

지이나, 냉각용 해수의 수질, 온도, 스케일의 부착상태 및 판내유속 등에 의하여 전열판내면 전체에 미세하게 침식이 되거나 일부분이 비교적 큰 부식상태에 놓여진 것 등이 있다.

부식발생 상태를 보면 그림 4, 5, 6 에서 보여 주는 것과 같이 비교적 넓은 면에서의 부식상태가 부분적으로 깊은 부식으로 판을 통하는 것을 알 수 있다.

금속재료를 사용할 때 만약에 금속면 전체가 일괄적으로 부식되면 원래의 두께가 감소되어 가기 때문에 수명을 예측할 수 있어 보수가 용이하나, 실제적으로는 전기한 바와 같이 공식상태가 일괄적으로 균등하지 못하고 부분공식 등 사고 위험도도 크다.

냉동용기기 중 주로 열교환기 등에서 발생하는 여러가지 부식상태와 주요한 발생요인을 표 1 에서 볼 수 있다.

육상설비에서의 부식에 의한 공식사고의 발생시기에 대한 통계조사(일본)를 보면 1년 이내가 33%, 1~2년이 31%, 2~3년이 17%, 3~4년이 14%, 4년 이후가 5%로 나와있다. 이 통계로 보면 대체적으로 2년 이내에 발생하는 부식율이 전체의 약 70%가 되는 것을 알 수 있다.

또한 어선에서의 R-22 콘덴서 판의 내부누설 사고는 냉장운반선, 조어선, 근해오징어채낚기어선 및 증·소형의 참치어선 등에서는 거의 찾아 볼 수 없으나, 한번 출항하면 10개월을 조업하므로 대형참치어선 및 원양오징어선 등에서는 발생되고 있다. 약 4년간에 걸쳐 출어 중인 어선을

표 1 부식형태와 주요인

부식상태	요 인
전 면 부식	균일환경(유속·온도·구조)
공 식	부착물·충격물·유속과대
깨 식	유속과대, 파류·이물의 충격
부착물부식	이물의 부착(모래·돌·스케일)
접촉부식	이종금속의 전위차(재료선정의 잘못)
선택부식	환경악화, 재료선정의 잘못
부식피로	반복응력(진동·열)
찰과부식	진동에 의한 변위
입계부식	재료결함, 열처리온도 부적정, 용접취화
유전부식	접지불량, 구조불비
미생물부식	박테리아 번식, 수질관리불철저
온도차부식	스케일부착, 국부가열

대상으로 부식사고를 조사하였더니 발생 67건중 콘덴서 판내부 누설건수는 약 5~6건이 있었으며 발생시기는 거의 4~8년을 경과한 것이었다. (일신흥업 통계조사).

- 이 부식사고의 원인으로 생각되는 것은,
- 재질불량
 - 열점부식
 - 와류에 의한 부식
 - 탈아연부식
 - 패류 등 이물부착에 의한 부식

등과 같은 원인을 볼 수 있다. 지금까지 누설사고를 일으킨 판에 대한 조사결과에 의하면 다음과 같은 3개 항목으로 원인이 좁혀지며 재질불량에 대한 원인으로서는 나타나지 않고 있다.

(다음호 연재)

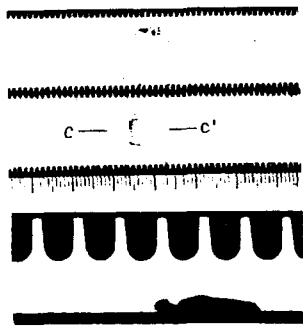


그림 5 내면부식 예(2)

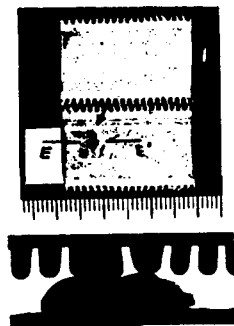


그림 6 내면부식 예(3)

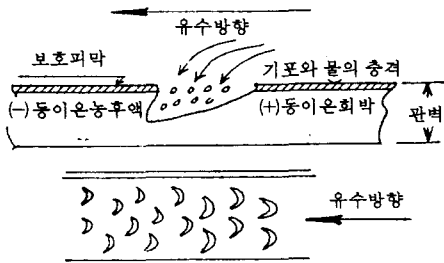


그림 7 부식의 발생