

선박용 열교환기의 부식과 침식 거동에 관한 연구

임우조, 정해규*, 황재호**, 황태호**

부경대학교 · *현대중공업 · **강원전문대학

서론

선박건조 기술의 지속적인 발전에도 불구하고 선박운항 중에 반복적으로 발생하는 문제점중의 하나가 열교환기의 파손에 따른 문제점이다. 이러한 열교환기의 파손문제는 일반적인 기계류의 파손과는 달리 경우에 따라서는 주기관인 main engine을 정지시켜야 되는 등 선박운항에 미치는 영향이 매우 크다. 열교환기에 있어서 선박운항 중에 주로 발생하는 부식사례로는 원통부위의 각종 gauge의 thread부분의 간극부식과 침식-부식에 의한 세관의 파손 등이 있다. 이러한 세관의 파손은 각종 oil의 유출 및 sea water 혼입 등의 문제를 일으킨다.

선박용 원통다관형 열교환기는 다종의 이중금속으로 구성되어있다. 원통(shell)은 carbon steel, 세관(tube)은 Cu합금 등이 사용되고 있으므로 여러 가지 금속의 접촉에 의한 전지작용부식이 발생할 수 있고, 비저항이 낮은 해수 등을 냉각 매체로 사용할 때 전기화학적 부식과 기계적 침식의 상승작용에 의한 침식-부식(erosion-corrosion) 손상이 나타나는 것으로 보고되고 있다. 실제, 열교환기가 사용되는 환경은 여러 종의 열전달 매체 즉, 해수, 청수, 윤활유, 연료유 및 증기 등이고, 이러한 열전달 매체의 온도 및 유속의 범위가 다양하기 때문에 사용용도에 적합한 재료의 선택 및 시스템 구성이 요구되고 있다.

본 연구에서는 확관에 의한 변형 및 유속의 변화가 가장 심한 세관측 용액 유입구 부분을 모델로 하여 세관의 침식-부식 거동을 고찰하였으며, 원통과 세관의 분극특성을 파악하였다.

실험방법

본 실험에 사용한 실험장치는 실제 사용되고 있는 열교환기에서 세관측 용액 유입구를 모델로 하여 제작하였다. 또한 세관재료는 동세관 및 알루미늄황동 세관 그리고 원통 재료는 압력배관용 탄소강관을 도장하지 않고 실험하였다. 세관과 원통의 전기

화학적 부식특성을 파악하기 위하여, 30 °C와 70 °C 수도수 중에서의 동, 알루미늄황동 및 STPG 38재의 분극실험을 실시하였고. 또한 30 °C 해수 중에서 이들 재료에 대해 분극실험을 실시하였다. 그리고 세관 내부용액(해수)은 30 °C로 일정하게 유지하고 세관 외부용액(수도수)의 온도를 30°C에서 70°C 상태로 변화시켰을 때 유동수 중에서 세관의 침식과 부식 거동을 고찰하였다. 여기서, 세관의 침식-부식에 의한 무게 감소량의 측정은 168시간 동안 실험상태를 유지한 다음 측정하였다.

결과 요약

- 1) 30 °C 수도수 중에서 Al-Brass 및 Cu재료는 개로전위 보다 재부동태 전위가 약간 높게 나타나는 반면, STPG 38재료는 개로전위 보다 재부동태 전위가 낮아지는 경향을 나타내고 있다. 또 cyclic loop의 전류밀도는 Al-Brass < Cu < STPG 38의 순으로 나타난다.
- 2) 70 °C 수도수 중에서 양극분극곡선으로부터 Al-Brass재료는 약 210 mV/SCE의 양극전위에서 전류밀도가 급격히 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이러한 경향을 나타내는 이유는 30 °C 수도수 중에서보다 온도가 상승한 70°C인 수도수 중에서 아연의 활성화반응으로 탈아연이 일어나기 때문인 것으로 추정된다.
- 3) Al-Brass재료의 침식-부식실험으로부터 세관 외부온도가 30 °C의 수도수 중에서보다 70 °C의 수도수 중에서의 무게감소율이 더 크게 나타나고 있다.
- 4) 70 °C 수도수 중에서 cyclic loop의 전류밀도는 Cu < Al-Brass < STPG 38의 순으로 나타난다. 그러나 Cu재료는 개로전위보다 재부동태전위가 약 22 mV/SCE 높게 나타나지만, Al-Brass재료는 개로전위보다 재부동태전위가 약 43 mV/SCE로 더 높게 나타남으로써 Al-Brass재료는 공식 및 간극부식이 Cu재료 보다 더 억제될 것으로 판단된다.
- 5) 30 °C 해수 중에서 Cu재료는 개로전위와 재부동태전위가 거의 같게 나타나지만 Al-Brass재료는 개로전위보다 재부동태전위가 약 220 mV/SCE로 더 높게 나타나는 경향이다. 이러한 경향은 유동 중인 해수 환경에서 Cu재료는 Al-Brass재료보다 부식-침식의 영향에 더 민감할 것으로 추정된다.
- 6) 열교환기의 유동실험에서 Cu재료는 침식-부식에 의해 심각한 국부손상을 보이지만, Al-Brass재료는 Cu재료보다 부식-침식에 의한 손상이 둔감한 양상을 보이고 있다. 이러한 양상은 4)항의 전기화학적 국부부식(공식 간극부식)과 잘 일치하고 있음을 알 수 있다.

(참고문헌 생략)