

해수환경하에서 타 재료에 대한 아연프라이머 코팅의 영향 Effect of Zn primer coating for Rudder steel in the sea water

김성중^{1*}, 이승준², 장석기³

- (1*) 목포해양대학교, 기관시스템공학부
- (2) 목포해양대학교 기관시스템공학부 대학원
- (3) 목포해양대학교, 기관시스템공학부

1. 서론

국가간 무역이 활발해짐에 따라 선박에 의한 물동량이 계속 증가 추세에 있으며 세계 물류의 80% 이상을 선박이 담당하고 있다. 이에 발맞춰 선박의 대형화와 고속화가 동시에 요구되는 대형 컨테이너선이 출현함에 따라 통상적인 선박에서는 문제되지 않던 타 주위의 캐비테이션 현상이 타의 추진 성능을 결정하는 주요인자로 대두되고 있다. 선박에서 타는 선미의 추진기 바로 뒤에 위치하여 운항 시 추진기의 회전으로 발생하는 공동현상(cavitation), 침식(erosion)부식, 와류 등에 의해 선박의 다른 부위에 비해 대단히 가혹한 부식 환경에 노출되어 있다. 타의 부식으로 인해 선박이 조종성을 상실하면 운항 시 항로변경 불가로 인하여 대형사고의 유발 가능성이 있으며 그 결과 인적, 경제적 손실을 야기시킨다. 또한 충돌, 좌초는 물론 침몰로 이어져 선적화물과 선박에 의한 2차적인 환경오염을 유발할 가능성이 높다.

본 연구에서는 선박용 타 재료로 사용되는 KR-RA강에 대한 아연프라이머 코팅의 영향을 평가하였다.

2. 본론

파인커팅머신을 이용하여 KR-RA강 재료를 2cmX2cm의 크기로 절단한 다음 테프론으로 가공된 홀더에 삽입하여 일정 면적 1.13cm²가 노출되도록 하였다. 기준전극은 은/염화은 전극을 사용하였고 대극은 백금전극을 사용하여 2mV/s의 주사속도로 천연해수 용액 조건에서 실시하였다. 양분극 실험은 개로전위에서 +3.0V 까지, 음분극 실험은 개로전위에서 -2.0V까지 실시하였고 정전위 실험은 일정 전위에서 1,800초 동안의 전류밀도 변화와 1,800초 후의 전류밀도를 각 조건별로 비교하여 평가하였다. 타펠분석 실험에서는 개로전위를 기준으로 ±0.25V로 분극시켜 부식전위와 부식 전류밀도를 구하였다.

Fig. 1은 천연해수 용액에서 자연전위 측정 결과를 나타낸 그래프이다. 모재의 경우 침지와 동시에 높은 귀전위를 나타낸 후 급격히 비방향으로 이행하여 4,000초 전후에 안정된 전위를 나타내고 있음을 알 수 있다. 아연프라이머 코팅된 시편은 침지와 동시에 높은 귀전위를 나타낸 후 초기에 급격히 비방향으로 이행하여 3,000초 전후에 가장 비한

전위를 나타내었으나 아연이 용해($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$)되면서 생성된 Zn^{2+} 가 해수내에 포함된 OH와 반응하여 $Zn(OH)_2$ 를 형성하면서 전위가 서서히 귀방향으로 이행하여 50,000초 이후에는 안정된 전위를 나타내고 있음을 알 수 있으며 실험 종료 후 전위는 -0.635V를 나타냈다.

Fig. 2는 천연해수에서의 초기 지연시간이 600초인 경우에 대한 음분극 경향을 나타내고 있다. 모재의 경우 초기에 -0.6V의

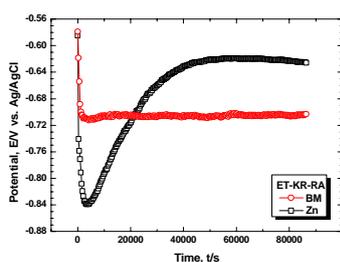


Fig. 1 해수용액에서의 자연전위 측정

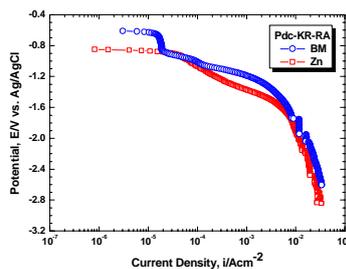


Fig. 2 해수용액에서의 음분극 경향

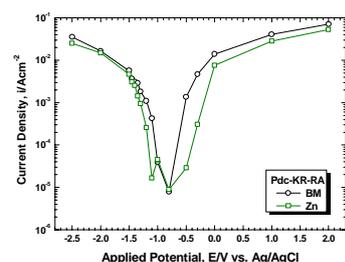


Fig. 3 정전위 실험 후 전류밀도 비교

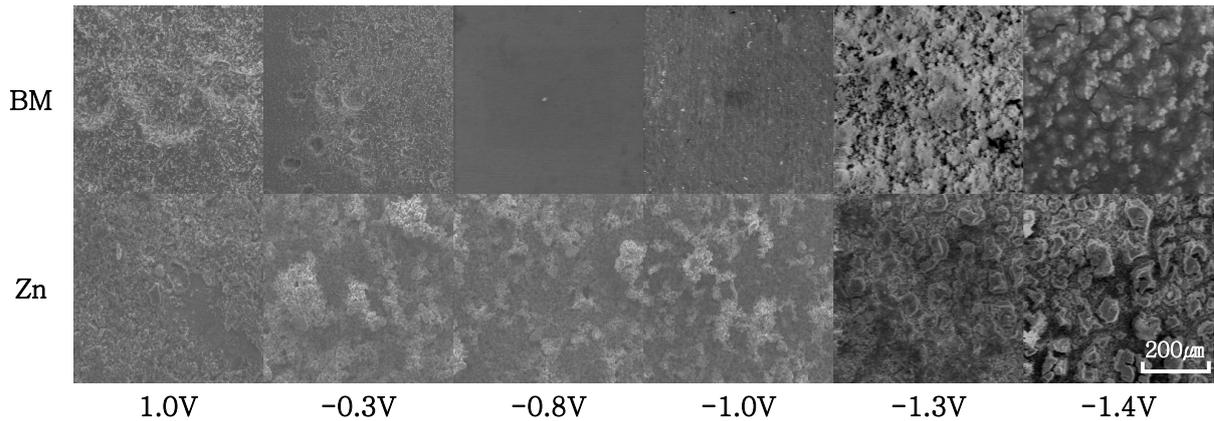


Fig. 4 정전위 실험 후 표면 형상

분극 경향을 나타냈다. 용존산소 환원반응과 활성화 분극의 변곡점은-0.9V로 나타났으며 이 전위는 음극방식 적용 시 한계전위에 해당된다고 할 수 있다. 해수용액에 침적된 금속의 경우 용존산소 환원반응에 의한 농도분극과 수소가스 발생에 의한 활성화분극의 경향을 나타내는 것이 일반적이지만 본 실험에서 사용된 아연 프라이머 코팅된 시험편은 전위 저하에 따라 완만하게 상승하는 경향을 나타낸 후 꾸준한 전류밀도의 상승이 관찰되었다.

Fig. 3은 천연해수에서 각 전위별 정전위 실험을 실시한 경우 1,800초 후의 전류밀도 평균값을 비교한 그래프이다. 모재의 경우 적용전위 -0.8V에서 가장 낮은 전류밀도값을 나타냈는데 이는 개로전위에 가까운 전위이기 때문으로 사료된다. -0.5 ~ 2.0V까지 양극 정전위 곡선에서도 꾸준한 전류밀도의 상승을 나타냈는데 이는 양분극 곡선에서도 일치하는 경향을 나타냈다. 또한 -1.0 ~ -2.5V로 음분극 시켜 정전위 실험을 실시한 경우 전위가 비방향으로 이행함에 따라 전류밀도가 상승하였으며 가장 낮은 2.5V인 경우가 높은 전류밀도를 나타냈다. 전체적으로 2.0V인 경우는 가장 높은 전류밀도를 나타냈으므로 손상이 가장 많이 되고 -0.8V인 경우는 가장 낮은 전류밀도를 나타냈으므로 부식이 가장 적게 발생했을 것으로 판단된다. 아연 프라이머 코팅된 경우, -1.1V~-0.5V에서는 대체적으로 낮은 전류밀도값을 나타냈으며 -0.5 ~ 2.0V까지 전위가 귀방향으로 이행함에 따라 전류밀도가 상승함을 알 수 있었다. 또한 -1.2V 이하로 음분극 시켜 정전위 실험을 실시한 경우 전위가 비방향으로 이행함에 따라 수소가스에 의한 활성화 분극의 영향으로 전류밀도가 꾸준히 상승하는 경향을 나타냈다.

Fig. 4는 정전위 실험 후 표면형상을 관찰한 것이다. 모재의 경우 -0.8V는 손상이 없는 깨끗한 상태를 나타냈으며 변곡점보다 약간 낮은 -1.0V는 미세한 손상만 관찰되었으며 -1.3V 이하에서는 수소가스의 영향이 관찰되었다. 한편 -0.8V에서 귀방향으로 이행할수록 활성용해반응에 의해 많은 부식이 발생하였음을 알 수 있다. 코팅된 모재의 경우는 -0.3V보다 귀방향으로 이행함에 따라 전류밀도가 상승하여 표면의 용해반응이 진전되었음을 알 수 있었다. 또한 -0.8V와 -1.0V에서는 거의 용해 반응이 발생하지 않은 건전한 코팅 상태가 유지되고 있음을 알 수 있다. 그러나 -1.0V 보다 비방향으로 이행하면서 수소가스에 의한 활성화 분극의 영향으로 아연 프라이머 코팅 표면이 손상된 것을 관찰할 수 있었다.

3. 결론

자연전위 측정결과 침지초기에는 모재가 귀한 전위를 나타냈으나 3,000초 전후에 안정화되기 시작하면서 20,000초를 기준으로 아연 프라이머 코팅된 시험편이 모재에 비하여 귀전위를 나타내면서 부식에 강한 경향을 나타냈다. 정전위 실험 후 전류밀도값을 비교한 결과 개로전위 주위에서는 비교적 낮은 전류밀도를 나타냈으나 이보다 전위가 비방향과 귀방향으로 이행할수록 전류밀도가 상승하였다. 또한 모재에 비하여 아연 프라이머 코팅된 시험편의 전류밀도값이 상대적으로 낮은 값을 나타냈다.

감사의 글 : 본 연구는 국토해양부와 한국해양수산 기술진흥원으로부터 지원받아 수행된 연구결과임.