

워터 캐비테이션 피닝된 선박용 알루미늄 합금의 해수 내 전기화학적 특성 및 캐비테이션 거동 평가

Electrochemical and cavitation characteristics by water cavitation peening of Al alloy

현광용^{a*}, 한민수^b, 장석기^c, 김성종^d

^{a*}목포해양대학교 기관시스템공학과 대학원(E-mail: masingaz@hanmail.net), ^b목포해양대학교대학교 기관시스템공학과, ^c목포해양대학교대학교 기관시스템공학과, ^d목포해양대학교대학교 기관시스템공학과

환경적인 문제와 레이다파 반사강도가 약하여 충돌의 위험을 갖고 있는 FRP 선박은 사용규제의 강화로 인해 경량화 및 친환경적 신소재인 알루미늄합금이 고부가가치 레저 선박 건조에서 큰 주목을 받고 있다. 그러나 선박의 고속 고출력 및 경량화에 따라 유속 및 회전 속도의 상승으로 고속 운동과 같은 큰 압력이 증기압까지 떨어지면 액체는 기화하고 금속 표면에서 기포 공동을 형성하게 되며 이 기포는 금속 표면에서 터지면서 액체에 의한 충격으로 손상된다. 이는 해양에서의 선박사고 등 치명적인 손상을 초래할 수 있다. 또한 금속의 표면은 응력적으로 불균일한 상태로 국부적인 미세 응력이 발생하게 된다. 이러한 미세응력이 작용하는 부위는 상대적으로 응력이 적은 주위의 부분과 함께 응력이 많이 걸린 부위가 양극으로 작용하는 국부 갈바닉셀을 형성하여 부식을 촉진하게 된다. 이런 문제들을 해결할 수 있는 방법 중에 열처리나 다른 가공법에 비하여 큰 에너지원이 없이도 내구성을 향상시킬 수 있는 것은 cavity에 의해서 충격을 가해줌으로서 압축잔류응력을 형성하여 경도 및 내구성을 향상시키는 것이 워터 캐비테이션 피닝이다. 또한 워터 캐비테이션 피닝을 하게 되면 cavity에 의해서 표면에 충격을 가해줌으로서 표면 전체가 압축잔류응력상태가 되어 표면 전체가 균일한 응력 상태가 되어 내식성을 향상 시킨다.

그래서 본 연구에서는 여러 내구성 향상을 위한 방법 중에서 캐비테이션 워터 피닝을 적용하였다. 시편은 2cm x 2cm이고 두께는 0.5cm로 제작하였으며, 에머리 페이퍼 2000번까지 연마를 실시한 후 아세톤으로 탈지하고 증류수로 세척하여 드라이기로 건조하였다. 우선 워터 캐비테이션 피닝을 한 것과 비교하기 위해 모재에 대해서 전기화학적 특성을 파악하였으며, 캐비테이션 거동을 평가하였다. 그리고 여러 시간 변수에 따른 조건하에서 증류수 속에서 워터 캐비테이션 피닝 처리를 하였으며, 마이크로 비커스 경도기를 사용하여 인가하중 9.807N, 유지시간은 10초로하여 워터 캐비테이션 피닝처리 부분의 경도를 측정하였다. 그리고 각각의 워터 캐비테이션 피닝 적용 시간에 따른 표면 경도의 증가율이 10%이하의 값을 보인 것들 중에서 현미경으로 언피닝 또는 오퍼피닝을 구별하여 최적의 피닝 시간으로 정하였다. 그리고 그 최적 조건하에서 워터 캐비테이션 피닝되어진 시편을 ASTM-G32 규정에 따라서 압전효과를 이용하여 진동 발생 장치를 사용한 캐비테이션 장비를 가지고 해수 속에서 실험을 하여 무게감량 및 3D 현미경으로 Damage depth를 측정 하였으며, 그 결과 값을 모재 Al 합금과 비교하여 내구성의 향상을 정량적으로 분석하였다. 이와 같이 내구성을 향상 시킨 최적의 워터 캐비테이션 피닝 조건에서 미소국부 영역에 대한 전기화학적 특성과 모재의 전기화학적 특성을 상호 비교하여 워터 캐비테이션 피닝으로 인한 내식성을 정량적으로 분석하였다.

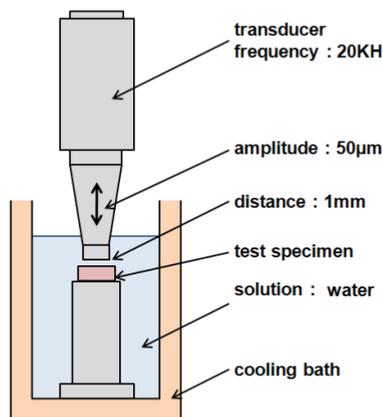


Fig. 1. Water cavitation peening

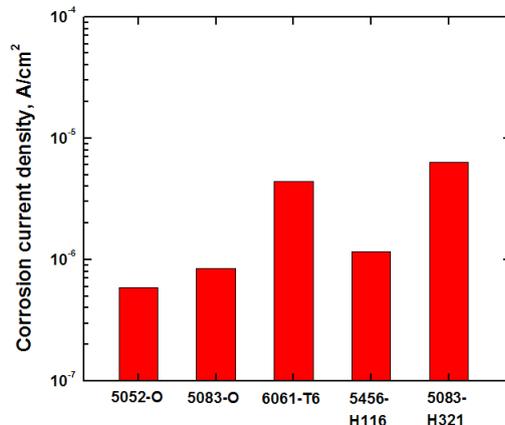


Fig. 2. Comparison of corrosion current density after tafel analysis for various non peened Al alloys in sea water