

선박용 5052-O Al 합금에 대한 워터 캐비테이션 피닝 적용에 따른 내캐비테이션 및 전기화학적 특성

Anti-cavitation and electrochemical characteristics by water cavitation peening of 5052-O Al alloy for ship

김성중^{a*}, 한민수^a, 현광용^b

^{a*}목포해양대학교 기관시스템공학과(ksj@mmu.ac.kr), ^b목포해양대학교 기관시스템공학과 대학원

경제 성장에 따른 문화 레저 산업이 육성되면서 해양 레저 분야도 꾸준히 발전하고 있다. 특히 개인 요트를 소유하여 이용하는 인구가 증가하고 있어 고부가가치 요트 시장이 큰 성장을 해가고 있다[1-2]. 최근 녹색산업육성으로 기존의 FRP선의 폐선 시 환경 오염을 발생시켜 사용에 제약을 받게 되면서 친환경적이며 경량화에 따른 연료절감에 적합한 알루미늄 합금을 이용한 요트를 건조하는 추세이다[3]. 이러한 배경에서 알루미늄 선박 생산에 따른 기술과 재료에 대한 연구 및 개발이 요구되고 있다.

그러나 이러한 연구 개발 중에도 알루미늄 선박이 해수 환경에서 염소이온의 영향으로 부동태 피막이 파괴되어 부식된 사례가 많이 발생하였다. 또한 고속화로 금속과 액체 간 상대 운동으로 유속 및 회전속도가 상승하여 기포 운 캐비테이션이 발생된다. 기포 운 캐비테이션의 기포가 붕괴될 때 수 GPa에 이르는 큰 국소적인 충격압력 발생으로 캐비테이션-에로전 현상을 발생시켜 선체 손상을 가속화 시키게 된다. 최근, 표면층에 압축잔류응력을 형성시켜 피로강도 및 피로수명을 향상시키는 새로운 표면 개질 방법인 water cavitation peening 이 주목 받고 있다. 그 원리는 인위적으로 유체내에서 초음파 발생기로 캐비티를 발생시켜 표면경화시키는 방법이다. 이 방법은 기존 shot peening의 shot ball이 표면 충돌 시 발생할 수 있는 스파크가 발생하지 않으며, 열의 영향을 받는 영역이 생성되지 않는다. 또한 표면가공 시 미세한 먼지도 생성하지 않기 때문에 환경 친화적이다.

Water cavitation peening 실험은 ASTM G-32에서 규정한 Ultrasonic의 압전효과와 cavitation 효과를 이용하였다. Vibratory frequency와 peak-to-peak amplitude는 각각 20kHz와 10 μ m이다. 혼과 시편과의 스탠드 오프거리를 1mm로 하여 증류수에서 water cavitation peening을 실시하였다. 또한 캐비테이션 실험은 동일 장비로 시편과 혼의 거리를 1mm로 하여 5시간동안 해수에서 Cavitation test를 실시하였다. 시간변수에 따라 워터 캐비테이션 피닝 처리된 시편에 대하여 마이크로 비커스 경도기를 사용하여 인가하중 9.807N, 유지시간은 10초로하여 경도를 측정하였다. 그리고 워터 캐비테이션 피닝된 부위에 대하여 주사전자현미경으로 표면을 관찰하였다. 그리고 캐비테이션 실험 후 손상된 부위를 3D 현미경으로 Damage depth를 측정 하였다. 그리고 드로플릿 셀을 이용하여 2mV의 주사속도로 천연해수 속에서 실험을 실시하여 피닝 시간에 따른 부식전류밀도를 상호 비교하였다.

본 연구에서는 이와같은 실험 방법들을 통해 선박용 5000계열 알루미늄 합금에 대하여 water cavitation peening을 실시하여 최적의 내캐비테이션 특성을 나타내는 WCP 적용 시간을 규명하고자 한다.

참고문헌

1. Min-Jin Kang, Master's Thesis of Hongik University(2011), pp. 9-16,
2. S. H. Park, Journal of the Korean Society of Marine Environment & safety, Vol. 11, No. 1(2005), pp. 47-42
3. Seong-Jong Kim, Seok-Ki Jang, Journal of the Korean Society of Marine engineering, Vol. 33, No.2(2009), pp. 313-321