

쇼트피닝된 알루미늄 청동(ALBC3)의 내캐비테이션 및 내식성에 미치는 쇼트피닝시간의 영향

김성종⁺·장석기¹·현광용²

Effects of peening time on cavitation characteristics and corrosion resistance by shot peened ALBC3

Seong-Jong Kim⁺, Seok-Ki Jang¹ · Koang-Yong Hyun²

원자력 발전소의 냉각 해수 펌프 임펠러 또는 대형 선박용 프로펠러의 경우에는 주로 Al 청동 합금의 재료가 이용되고 있다[1]. 청동은 다른 동합금에 비해 내마모성과 고강도 그리고 내부식성이 우수할 뿐만 아니라 비중이 작으며 열전도도가 비교적 높아 각종 특수용 밸브와 고정자유량조절용 대형 밸브축동의 수력기계에도 적합하고 고압용 실린더 등에 사용되어 자동차산업 및 항공 산업 등 여러 분야에 적용되고 있다. 그러나 Al 청동은 이러한 우수한 성질에도 불구하고 캐비테이션 침식이나 마모에 대한 저항성이 낮다. 더욱이 열악한 부식환경인 해수에서는 염소이온에 의한 공식 부식 손상이 증가하게 되며[2], 이러한 공식은 반복적인 기포 붕괴 압력에 따른 충격하중에 의해 재료가 손상으로 피로 파괴현상을 발생시키는 캐비테이션 손상을 가속화시키게 된다[3]. 이와 같은 원인들로 인하여 실제 영광발전소 해수 펌프 임펠러의 경우 캐비테이션에 의한 침식으로 인해 심각한 손상을 야기하여 보수유지를 위한 인적 및 비용적인 측면에서 손실을 보고 있다[1]. 또한 대형 선박용 프로펠러의 손상 같은 경우에는 교체작업 또는 수리시 많은 시간과 그 시간동안 운영하지 못한 운영손실 금액도 상당하다. 기존 수리 방법인 용접방법이나 그라인딩 처리를 하고 있지만 그에 따른 2차적인 결함으로 인해 완전한 수리가 어렵다[4]. 그래서 본 연구에서는 알루미늄 청동의 표면을 쇼트피닝방법을 통해 개질시킴으로써 사용 수명 시간을 연장시켜 기존의 수리에 따른 보수유지비를 절감하기 위한 방법을 연구하였다. shot peening은 내구성 향상을 위한 가공법으로 재료 중심부에 연성과 인성을 유지하면서 표면 경화시킨다. 그 결과 압축잔류응력이 형성되어 피로강도와 피로 수명을 증가시킨다. 이는 인장잔류응력이 존재하는 곳에서 발생하는 응력부식균열의 개선에도 효과적이다[5]. 쇼트피닝기는 한국 브라스트에서 제조한 공기식 투사 장치인 MPTB-01-T model을 이용하였다. 공기식 투사 장치는 기계식과는 달리 고압의 압축공기와 노즐을 이용하여 고속 기류를 발생시켜 쇼트볼을 투사하는 장치이다. Nozzle의 내부 직경은 7.9 ∅이며, shot ball은 직경이 0.4 mm이고, 경도가 50.6~54.5 HR/C인 conditioned stainless steel cut wire shot(sus304, SCCW16)를 사용했다. 적용 압력은 4 bar이며, 적용 시간은 0~20분까지 다양한 변수로 시간에 따른 내캐비테이션 특성 및 내식성을 분석하였다. 내캐비테이션 특성은 ASTM-G32 규정에서 정한 기기를 이용하여 Vibratory frequency와 peak-to-peak amplitude는 각각 20kHz와 30 μm이다. 혼과 시편과의 스탠드 오프거리를 1mm로 하여 천연해수에서 30℃를 유지하면서 5, 7, 10시간 동안 Cavitation test를 실시하여 무게감소량을 측정하였으며, 표면을 주사전자현미경(SEM)과 3D 현미경을 이용하여 상호 비교, 분석하였다. 전기화학 실험은 개로전위로부터 -0.25V ~ 2V 까지 2mv/s의 주사속도로 천연해수 용액 조건에서 실시하였다. 이와 같은 분석방법등을 이용하여 최적의 쇼트 피닝 시간을 규명하였다.

참고문헌

- [1] 이민구, 홍성모, 김광호, 이창규, “스테인리스 316강 및 8.8% 알루미늄 청동 합금의 캐비테이션 기포 충격 하중 및 침식 핏 손상 고찰”, 대한금속·재료학회지, 제 44권, 제 5호, pp. 350-358, 2006
- [2] 조관형, 김선일, 우달식, “동관에서 pH, 알칼리도, 염소이온이 부식에 미치는 영향”, 한국환경보건학회지, 제 33권, 제 1호, pp. 43-48, 2007.
- [3] 윤한기, 안원기, 박수진, “알루미늄청동(ALBC3)재의 부식 피로균열 전파 특성”, 산업기술연구지, 산업기술연구지, 제 13호, pp.111-118, 1999.
- [4] 임명환, 윤한용, 김태식, 정의정, “선박용 프로펠러의 강도에 대한 부식 pit 보수수법의 영향”, 한국정밀공학학회지, 제 21권, 제 3호, pp. 124-131, 2004.
- [5] Hitoshi Soyama, Tsutomu Kikuch, Masaaki Nishikawa, Osamu Takakuwa, Introduction of compressive residual stress into strainless steel by employing a cavitation jet in air, Surface & Coatings Technology 205, p3167-3174, 2011.

+ 김성종(국립목포해양대학교 기관시스템공학과), E-mail: ksj@mmu.ac.kr, Tel: 061)240-7410

1 국립목포해양대학교 기관시스템공학과

2 국립목포해양대학교 기관시스템공학과 대학원