

## 표면경화를 위한 워터 캐비테이션 피닝 효과에 대한 연구

## Investigation on the water cavitation peening effect for surface hardening

박재철<sup>a\*</sup>, 한민수<sup>b</sup>, 김성중<sup>c</sup><sup>a\*, b, c</sup>목포해양대학교 기관시스템공학부 (E-mail:romagain@mmu.ac.kr)

해수환경에서의 수중운동체 표면에서 발생하는 부식손상은 캐비테이션에 의한 기계적 손상 및 염소이온에 따른 화학적 부식손상이 복합적으로 발생하는 것이다. 이러한 캐비테이션-부식 손상은 국부적으로 대단히 큰 충격압을 전달하여 표면에 응력을 부여함으로써 재료 표면의 경도 상승 또는 내식성의 향상 등 일련의 표면개질 효과를 나타내기도 하는데 이에 대한 연구는 국내외의 의료, 환경, 재료 등의 다양한 공학 분야에서 연구가 활발하게 진행되고 있다. 캐비테이션 기포의 충격압은 수 GPa정도로 매우 크며 이는 국소표면에 큰 손상을 발생시키게 된다. 이와 같이 표면에 큰 충격압이 발생하게 되면 손상을 발생시키나 반대로 표면을 강화시키는 피닝가공의 효과를 나타내기도 한다. 본 연구에서는 알루미늄-청동에 대하여 캐비테이션 환경하에서 시간에 따른 표면의 경도변화를 측정하였으며 마이크로 전기화학 실험을 이용한 부식특성도 평가하였다. 실험결과, 모재의 경우 표면의 평균경도가 203.6Hv로 측정되었으나 그 외 시간변수에 따른 cavitation 피닝을 받은 영역은 현저하게 증가하였음을 알 수 있다. 특히 35시간까지의 cavitation 피닝부는 모재대비 대략 90~100Hv 이상 높은 경도를 나타냈으며 100시간에서는 247.1Hv로 다소 감소하였다. 이와 같이 주조합금에 대하여 cavitation 충격압에 의해 표면에 피닝효과를 나타내는 경우는 타 연구자들에 의해 많은 연구가 진행되고 있으며 이러한 경화는 표면 결정립 미세화 및 압축잔류응력의 분포 등에 기인한 것으로 사료된다[1-3]. 해수환경에서의 cavitation 손상은 cavitation-부식 손상을 발생시키며 앞서 표면 관찰을 통해 언급한 바와 같이 cavitation 피닝에 의해 경도가 증가할 경우, 직접적인 표면보다는 재료 내부의 일정 깊이에서 압축 잔류응력에 기인하여 최고 경도치를 나타내는 것으로 알려져 있다. 결과적으로 cavitation 충격압에 의해 ALBC3 합금의 표면 경도는 현저하게 증가하였으며 이러한 결과는 cavitation 피닝효과에 기인한 것으로 재료 내부에 부여된 압축잔류응력과 밀접한 연관이 있을 것으로 판단된다. 반면, 피닝효과에 따른 경도의 상승은 일반적으로 내식성을 감소시키는 결과를 초래하며, 특히 해수환경에서의 내식성은 염소이온의 국부부식 손상에 의해 저하할 수도 있다. 캐비테이션 피닝부에 대한 마이크로 전기화학 실험 결과, 모재의 평균 부식전류밀도와 부식전위는  $2.3408 \times 10^{-10} \text{A/cm}^2$  그리고  $-0.74967\text{V}$ 이며 이후 캐비테이션 피닝에 의해 부식전류밀도가 급격하게 증가하여 100시간 이상 지속되었을 경우에는  $9.0921 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$ 을 나타냈다. 결과적으로 피닝효과에 의해 경도가 증가함으로써 내식성은 급격하게 감소한 것으로 판단되며 결과적으로 캐비테이션 피닝에 의해 표면이 손상되어 거칠기가 증가함으로써 산화피막이 안정적으로 형성되기 어려운 것으로 판단된다. 뿐만 아니라 손상된 표면은 요철의 형상으로 국부적인 영역에서의 갈바닉 부식이 발생함으로써 표면의 거칠기의 증가에 따른 부식전류밀도 또한 증가하게 되는 것으로 사료된다. 평균부식전위는 캐비테이션 시간이 3시간인 경우,  $-0.50926\text{V}$ 로 측정되어 모재 대비 급격하게 상승하는 경향을 보였으며 그 외의 조건에서도 모재보다 귀한 전위를 나타냈다.

## 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

## 참고문헌

- [1] B. Han, D. Y. Ju, X. G. Yu, Materials and design. 31 (2010) 3317.
- [2] Hitoshi Soyama, Tsutomu Kikichi, Masaaki Nishikawa, Osamu Takakuwa, Surface & coating technology. 205 (2011) 3167.
- [3] A. Kai, H. Soyama, Scripta materialia. 59 (2008) 272.