

Co계 Stellite 6 내마모 합금의 Cavitation Erosion 거동에 미치는 초기표면조도의 영향

(The Effect of Surface Roughness on the Cavitation Erosion Behavior
of Co-Based Wear Resistant Stellite 6 alloy)

한양대학교 재료금속공학부 안삼열·김준기·김선진
전력연구원 신형원전개발센터 백하충·고영·문주현·김확수
한국전력공사 원자력기술실 박규완

1. 서론

Cavitation erosion은 고압의 유체가 밸브 등과 같은 장치에 의해 유로의 폭이 변화되는 부분을 통과할 때 순간적인 압력강하로 인해 발생된 기포가 금속의 표면에서 파열되면서 표면을 손상시키는 현상으로 이러한 cavitation erosion은 실제로 발전소 등과 같은 고온고압의 환경에서 사용되는 밸브에 있어서 가장 주요한 손상원인으로 알려져 있다. 기포 파열시 충격압은 아직 정확하게 보고되어 있지는 않으나 대략 수백 MPa ~ 수 GPa 정도에 이를 것으로 생각되고 있다. 재료의 cavitation erosion 거동에 영향을 미치는 인자에는 수온, 시편의 표면상태 등이 있는 것으로 알려져 있다. 수중의 용존 산소량과 포화증기압의 영향을 고려할 때 cavitation erosion이 가장 많은 것은 약 70°C 정도인 것으로 알려져 있다. 304SS의 경우에 있어서 시편의 표면상태는 실패면적과 scratch의 notch효과 등이 영향을 미치는 것으로 보고된 바가 있으나 이에 의한 효과가 분명치 않은 상태이다. 본 연구에서는 현재 화력 및 원자력 발전소의 고온·고압의 극심한 마모환경에서 hardfacing재료로 널리 사용되고 있는 Stellite 6 합금에 대해서 표면상태가 재료의 cavitation erosion 거동에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2. 실험방법

Cavitation erosion 실험장치는 초음파를 이용하여 미세한 기포를 발생시키는 vibratory type 으로 ASTM G-32 규격에 따라 제작하였다. 시편은 지름 16mm, 두께 5mm로 horn 끝단부에 부착하여 종류 수속에 잠긴 상태로 25±5°C의 온도에서 실험하였다. 표면상태의 영향을 관찰하기 위해 emery paper #100, #320, #800, #2000을 사용하여 각각 $R_a=0.6\mu\text{m}$, $0.3\mu\text{m}$, $0.07\mu\text{m}$, $0.02\mu\text{m}$ 의 표면조도를 갖는 시편을 준비하여 cavitation erosion 실험시간에 따른 무게감소량을 측정하였다. 또한 시편의 표면과 단면을 광학현미경, SEM으로 관찰하였고 debris를 XRD로 상분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Stellite 6의 표면조도에 따른 cavitation erosion 손실량은 가장 rough한 $R_a=0.6\mu\text{m}$ 가 가장 많았고 $R_a=0.02\mu\text{m}$ 가 가장 적게 나타나 초기표면조도가 rough할수록 erosion량이 증가하는 경향을 보였다. SEM 관찰결과 미세한 표면조도인 $R_a=0.02\mu\text{m}$ 의 경우 Stellite 6의 erosion은 matrix와 carbide 경계에서 발생하는 micro-crack에 기인한 반면, $R_a=0.6\mu\text{m}$ 의 거친 표면조도에서는 matrix와 carbide의 경계 이외에도 표면연마에 의한 scratch가 micro-crack의 발생 site로 작용하는 notch효과로 인해 erosion량이 증가한 것으로 생각된다.

4. 참고문헌

- 1) EPRI Report NP-6737, *Cobalt Reduction Guidelines*, 1990
- 2) S. M. Ahmed et al. : Proc. 3rd Japan-China Joint Conf., Osaka, Japan, I (1990), p.331