

B-3

원전 밸브용 경면처리용 합금의 cavitation erosion 거동에 관한 연구 (Study on the cavitation erosion behavior of hardfacing alloys for nuclear plant valves)

한양대학교 김윤갑 오영민 김선진

1. 서론

원자력발전소 1차 계통내 밸브의 경면처리(hardfacing)에 사용되는 재료는 90~343℃의 고온과 5~30ksi의 높은 접촉 응력 환경에서 작동되기 때문에 우수한 내마모성과 내식성이 요구된다. 현재까지는 Co계 합금이 1차 계통내 밸브의 경면처리용 재료로 사용되고 있으나, 마모 및 부식에 의해 합금으로부터 떨어져 나온 Co가 1차 계통의 방사선장을 형성하는 주요한 원소로 알려지면서 Co계 합금을 대체할 수 있는 Fe계 경면처리용 합금을 개발하기 위한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 Co계 Stellite 합금과 Co계 합금의 유력한 대체후보합금인 Norem 02 그리고 현재 개발중인 Fe-Cr-C-Si계 합금에 대하여 밸브의 주요 마모원인중의 하나인 cavitation erosion에 의한 재료의 손실거동을 조사하였다

2. 실험방법

Norem 02 시편은 Stoddy Deloro Stellite사에서 제조된 용접봉을 이용하여 200×40×12mm의 SUS 304판에 GTA(Gas Tungsten Arc) 용접으로 경면처리하여 제작하였다. Stellite 6의 경우에는 Stoddy Deloro Stellite사의 주조시편을 사용하였으며, 신합금의 경우에는 아르곤 분위기에서 유도로를 이용하여 진공 아크 용융 방법으로 제조하였다. Cavitation erosion 시편은 지름 15.9mm, 높이 5mm 크기의 button 형태의 시험시편으로 가공하였으며, #2000 SiC 연마지를 사용하여 연마한 후에 Al₂O₃로 표면을 연마하였다. Cavitation erosion 시험은 ASTM 32-92 규격에 따라 제작된 vibratory type 장치를 이용하여 50시간까지 수행하였으며, cavitation에 의한 재료 손실의 원인을 파악하기 위하여 시험 전후에 시편을 광학현미경, SEM, XRD, Vickers microhardness 측정기 등으로 관찰, 분석하였다.

3. 실험결과

1) Stellite 6는 비교적 우수한 cavitation erosion 저항성을 나타내었는데, 이는 이미 알려진 바와 같이 twin에 의한 효율적인 변형에너지의 축적 효과뿐만 아니라 상변태에 의한 기지상의 강화가 기지상과 탄화물의 경계에서 발생한 크랙이 기지상으로 전파하는 것을 효과적으로 억제하였기 때문이다.

2) Norem 02의 경우에는 erosion 저항성에 유리한 $\gamma \rightarrow \alpha'$ 상변태가 발생했음에도 불구하고 미세한 조직으로 인하여 크랙발생이 용이한 기지상과 탄화물의 경계 분율이 증가하였기 때문에 오히려 cavitation erosion에 대한 저항성이 감소한 것으로 보인다.

3) Fe-Cr-C-Si 신합금의 경우에는 $\gamma \rightarrow \alpha'$ 상변태에 따른 기지상의 경도증가가 매우 크기 때문에 기지상과 탄화물 경계에서 생긴 크랙이 기지상으로 전파하는 것을 Stellite 6보다 효과적으로 억제하였으며, 이에 따라 Stellite 6보다 우수한 cavitation erosion 저항성을 나타낸 것으로 생각된다.