

고체입자충격에 의한 분산강화 스테인리스강의 침식메커니즘 및 침식저항성 고찰 Study of the Cavitation Erosion Mechanism and Erosion Resistance on the Dispersion Strengthened Stainless Steel by Solid Particle Collapse

한병선^{1*}, 홍성모², 이민구³, 박진주⁴, 이상훈⁵, 이창규⁶
(1~6) 한국원자력연구원 원자력나노소재응용랩

초 록 : 본 연구에서는 분산강화 스테인리스강을 이용하여 케비테이션 발생 시 고체입자충격에 의한 재료의 침식메커니즘 및 침식저항성을 고찰하고자 하였다. 케비테이션 시간에 따른 침식저항성 측정결과, 기존재료에 비해 분산강화된 시편의 무게손실량이 낮았으며 침식잠복기가 짧고 침식속도가 낮아 전반적으로 우수한 저항성을 보였다. 이것은 침식표면의 손상메커니즘 관찰을 통해 확인할 수 있었다.

1. 서 론

원자력발전소의 해수 임펠러 재료는 높은 접촉 응력 환경에서 작동되기 때문에 우수한 마모저항성과 케비테이션 침식 저항성 및 내식성이 요구된다. 스테인리스강의 경우 내식성 및 내산성이 양호하고 강도가 커서 주로 플랜트나 선박용 기계등에 널리 이용되고 있으나 실제 해수환경에서는 고체입자충격에 의한 케비테이션 침식저항성이 낮아 취약성을 드러내고 있다[1,2]. 이에 따라 본 연구에서는 분산 강화된 스테인리스강을 이용하여 고체입자충격 시 재료표면의 침식메커니즘을 고찰하였고, 케비테이션 침식시간에 따라 측정된 무게손실량을 통해 재료의 침식잠복기 및 침식속도를 결정하였다.

2. 본 론

2.1 실험

본 연구에 사용된 재료는 현용 임펠러 소재인 스테인리스강계 합금 중 Cr 함량이 높은 High-Cr 스테인리스 주조재와 개량재가 첨가되어 주조된 스테인리스 개량 주조재를 사용하였다. 침식 시편은 실험결과의 신뢰성을 높이기 위하여 한 홀더에 두 시편이 동시 장착되도록 하였다. 또한, 실험의 재료가 해수에서 쓰이고 있음을 고려하여, 뿔을 함유한 해수 분위기 내에서의 침식 특성을 비교하기 위해 제작된 케비테이션 침식 시험 장치에 고체 입자(SiO₂)를 교반기를 통하여 고르게 분산시키면서 실험을 진행하였다.

2.2 실험결과

두 시편에 고체입자인 SiO₂를 사용한 침식에 대한 저항성을 고찰하고자 침식 실험을 진행하였고, 침식 저항성을 비교 평가하였다. 고상입자에 의한 침식 시간에 따라 측정된 각 재료의 무게감량 Δm 의 변화와 MDP(mean depth of penetration)의 변화를 [그림1]에 나타내었다. MDP는 아래의 식과 같으며, 무게 손실량 Δm 과 재료의 밀도 ρ 와 관련이 있다. 또한 여기서 밀도 화학조성이 다른 스테인리스강이기 때문에 개량되지 않은 시편과 개량된 시편의 실험밀도인 7.765g/cm³, 7.907g/cm³를 각각 사용하였다.

$$MDP = \frac{m}{\rho} \tag{1}$$

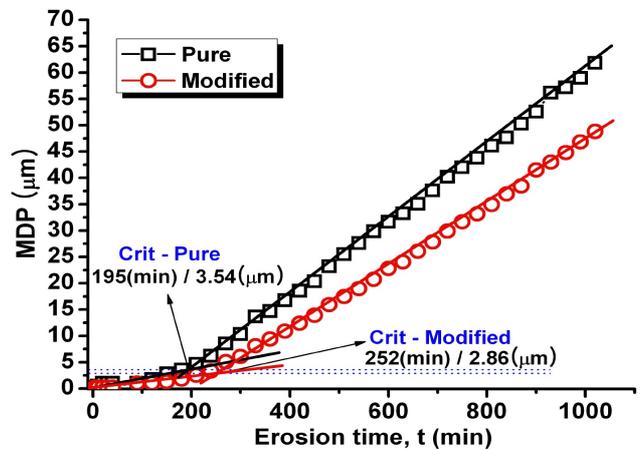


그림 1. 스테인리스강 및 개량 스테인리스강의 고체입자 침식 잠복기 및 침식 손상량

3. 결 론

고체입자 침식 시간에 따른 침식 거동은 전형적으로 재료 손실이 거의 없는 잠복기와 재료손실이 공식시간에 따라 일정한 기울기를 가지고 발생하는 정상상태로 구성되어 있는데, 경도가 유사함에도 불구하고 개량합금의 재료 손실량 및 MDP가 낮게 나타났음을 알 수 있었다. 이에 개량합금의 침식 저항성이 좋아짐을 보이고 있음을 알 수 있었다.

감 사 의 글

본 연구는 산자부 원자력중장기 연구 개발사업의 “나노개량 장수명 내침식 해수임펠러 제조기술개발” 과제의 재정적 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

[1] Karimi, A. and Heuze, J.L., “Cavitation erosion of high damping manganese and copper based alloys”, *Houille Blanche* 47 (7-8), pp. 617-624, 1992.
[2] Al-Hashem, A., Caceres, P.G., Abdullah, A., Shalaby, H.M., “Cavitation Corrosion of Duplex Stainless Steel in Seawater”, *Corrosion* 51 (5), pp. 331-342, 1995.