

스테인리스강의 케비테이션 고체입자충격에 의한 침식손상 특성 Characterization of Cavitation Damage on the Stainless steel alloy by Solid Particle Collapse

홍성모^{1*}, 한병선², 이민구³, 박진주⁴, 이상훈⁵, 이창규⁶
(¹~⁶) 한국원자력연구원 원자력나노소재응용랩

초 록 : 해수 임펠러(impeller) 재료로 사용되고 있는 스테인리스강을 이용하여 케비테이션 발생 시 고체입자 충격에 의한 충격하중 및 침식손상을 조사하였다. 충격하중은 압전센서를 이용하여 측정되었으며, 고체입자충격의 경우 기포붕괴에 비해 전체적으로 높은 충격하중을 가한 것으로 나타났다. 또한 충격하중과 침식손상과의 관계를 고찰하기 위해 침식표면에 형성된 침식핏(pit)을 측정하였으며, 고체입자충격 및 기포붕괴 조건에서의 임계충격하중을 구하였다.

1. 서 론

케비테이션 발생 시 해수(sea water)의 경우 기포붕괴에 의한 충격이외에도 해수내에 함유된 수많은 고체입자(solid particle)들과의 충돌[1,2]이 발생하게 되는데 이러한 고체입자 충돌에 의한 침식손상은 부품의 손실량을 증가시키고 대형 크랙등을 전파시킴으로서 부품에 매우 심각한 손상을 유발시키게 된다. 특 서해안의 경우 해수내에 함유된 고체입자의 양이 많아 이로 인한 침식손상이 심하게 발생되는데, 이러한 고체입자충격 시 재료가 받은 충격하중과 그에 따른 침식메커니즘을 규명하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 임펠러 재료인 스테인리스강을 이용하여 케비테이션 발생 시 기포붕괴 및 고체입자에 의한 충격조건에서 재료가 받은 충격하중 및 침식손상을 고찰하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 고체입자충격 시 충격하중 측정

케비테이션 발생 시 고체입자 유무에 따라 고체입자 및 기포들의 개수와 충격하중의 분포를 측정하였고 그림 1에 나타내었다. 전체적으로 충격하중이 큰 입자들의 개수가 작은 하중의 개수에 비해 현저 감소하는 것을 볼 수 있다. 또한 고체입자충격 시 기포충격에 비해 재료가 받은 충격하중이 전체적으로 크게 나타났으며, 최대충격하중 또한 고체입자가 약 33.7N, 기포충격의 경우 약 28.2N으로서 고체입자충격 시 재료표면에 가해진 충격하중이 훨씬 더 컸던 것으로 나타났다.

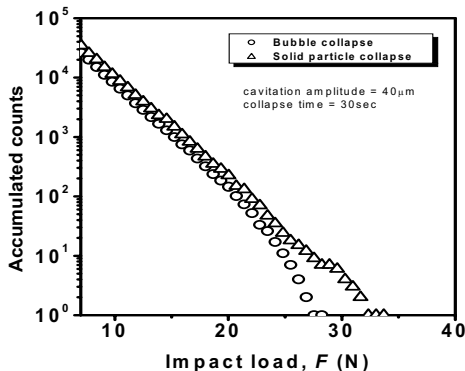


그림 1. 고체입자 및 기포 충격조건에서의 충격하중 분포

2.2 고체입자충격 시 충격하중과 침식핏 손상과의 관계

케비테이션 발생 시 고체입자충격 및 기포붕괴조건에서의 충격하중 분포와 핏의 크기와의 관계를 고찰하였다. 침식핏 측정결과 고체입자충격의 경우 기포붕괴에 비해 재료표면에 형성된 핏의 개수가 전반적으로 많았으며, 최대 침식핏의 크기도 컸던 것으로 나타났다. 그림 2는 핏의 크기분포와 충격하중 분포와의 상관성을 나타낸 것이다. 고체입자 및 기포붕괴 조건에서 재료표면에 핏을 형성시키는 임계충격하중(IL_{crit})은 각각 약 16.6N, 19.6N으로 나타났으며, 높은 충격하중 및 큰 크기의 핏의 수가 매우 적은 것을 확인할 수 있었다.

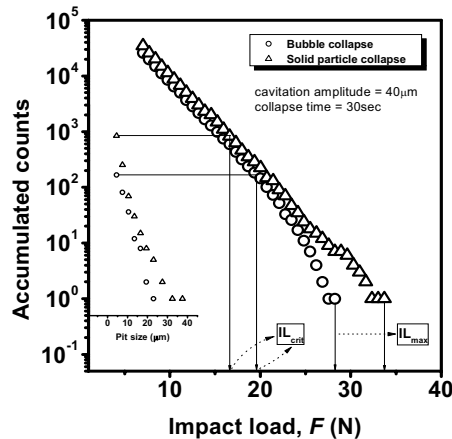


그림 2. 충격하중과 침식핏 손상과의 관계

3. 결 론

케비테이션 발생 시 고체입자충격의 경우 기포붕괴에 비해 전체적으로 높은 충격하중을 가한 것으로 나타났고, 이에 따라 표면에 형성된 핏의 개수도 매우 높게 관찰되었다. 재료표면에 침식핏을 형성시키는 임계충격하중은 고체입자충격 및 기포붕괴 시 각각 약 16.6N, 19.6N으로 나타났다.

감 사 의 글

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

참 고 문 헌

- [1] S. Hattori and E. Nakao, Wear, 249, 839-845 (2002).
- [2] S. Huang and A. Ihara, J. F. Eng. 118, 749 (1996).