

Cu와 Cu-35Zn 합금의 저주기 피로에 대한 음향특성 평가

김정석(고려대원)*, 권숙인(고려대교수), 안봉영(KRISS), 이승석(KRISS)

주제어 : Ultrasonic velocity, Attenuation, Nonlinear parameter, Dislocation structure, Low cycle fatigue

대부분의 금속 재료는 제조 공정 중에 인장, 압축, 압연, 압출, 인발 등 소성 변형을 수반하는 가공의 단계를 거치게 된다. 가공 단계에서 가해진 변형을 및 이에 따라 형성된 전위구조 등은 생산재의 기계적 성질에 많은 영향을 미친다. 그리고 소성 변형이 수반되는 또 하나의 과정은 피로, 크리프 손상 등의 소성 변형을 수반하게 되는 기계적 손상이다. 이러한 기계적 손상에 의해서도 전위가 도입되며, 전위의 집적부위에서 균열이 생성되기도 한다. 따라서 기계적 손상을 비파괴적으로 평가하는데 있어서도 소성 변형의 영향을 파악하는 것이 하나의 중요한 문제가 된다. 그러나 아직까지 소성 변형에 의해 형성된 전위구조에 따른 초음파 전파 특성에 미치는 영향에 대한 이해가 선행되어 있지 않기 때문에 소성 변형 과정을 모니터링 하는데 있어서 초음파 비파괴평가법을 적용하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 소성 변형에 따른 초음파 특성(속도, 감쇠 그리고 비선형파라미터)의 변화를 미세조직적 관점에서 고찰하고자 하였다. 특히 소성 변형과 가장 직접적으로 관계가 있는 미세구조는 변형 과정에서 발생하는 전위이기 때문에, Cu와 Cu-35Zn 합금의 저주기 피로손상재에서 초음파 전파특성에 미치는 전위의 영향을 고찰하는데 초점을 맞추었다.

Fig. 1은 Cu 및 Cu-35Zn 합금의 저주기피로시험 결과 사이클에 따른 응력의 변화(S-N)를 나타낸 것이다. 0.7%의 변형을 진폭에서 두 재료 모두 피로초기 높은 경화율을 보이고 반복경화를 나타내었다. Fig. 2는 피로수명소비율 증가에 따른 초음파특성 파라미터의 변화를 나타낸 것이다. 초음파의 속도는 피로수명소비율이 증가함에 따라서 약 1%의 감소를 나타내었고 감쇠계수는 약 20%의 증가를 보였다. 특히, 비선형 파라미터의 경우 Cu-35Zn 합금은 60%, Cu는 약 120%의 변화를 나타내었다. 이상의 결과로부터 저주기피로에 대한 초음파특성 파라미터는 비선형파라미터의 변화가 가장 민감하며 피로에 의해 발달한 전위에 대해서 Cu-35Zn 합금보다도 Cu에서 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

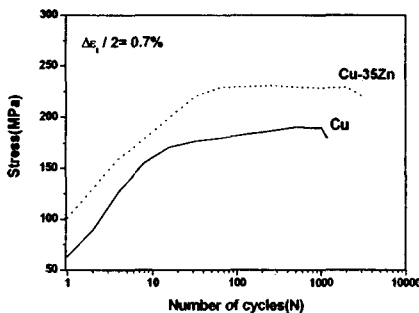


Fig. 1 The curve of stress vs. number of cycles in low cycle fatigue at 0.7% strain amplitude

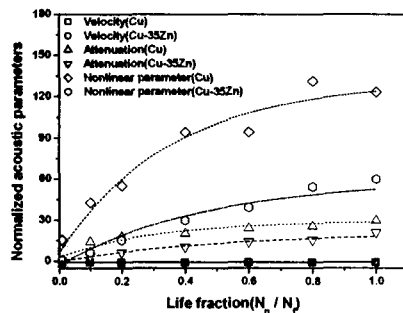


Fig. 2 Change of normalized acoustic parameters with the life fraction(N_n/N_f)