

스퀘어 초음파를 이용한 SS400 강재의 피로 수명 평가 Evaluation of fatigue life of using square ultrasonic for SS400

*선상원¹, 박희동², 권덕인¹, 김보명¹, #이원¹

*S. W. Seon¹, H. D. Park², D. I. Kwon¹, B. M. Kim¹, #W. Yi(yiwon@ssu.ac.kr)¹

¹승실대학교 기계공학과, ²한국건설생활환경시험연구원

Key words : Evaluation Fatigue life, Ultrasonic, Square, SS400

1. 서론

최근 공업기술의 발전과 함께 기계구조물의 사용 환경이 가혹해지고 또한 대형화, 고속화, 경량화 되어 가고 있다. 이에 따라 기계부품 및 구조물의 안정성과 신뢰도의 확보가 대단히 중요한 실정이다.

교량과 같은 구조물은 오랜 시간이 지나게 되면 균열, 부식, 피로 등 여러 요인에 인하여 기계적 열화 현상이 생기고 이런 경우 보수·보강을 필요로 하며 심할 경우에는 교체를 필요로 한다.

하지만 구조물의 정확한 수명을 예측하지 못하고 경험에 의존하고 있는 실정이며 법적 사용내구연한 결정에 따라 실제 사용·구동 중 외부환경에 의한 변수는 고려하지 않고 처음 제시한 설계안대로 교체되고 있다. 이는 막대한 경제적 손실 및 예기치 못한 파손으로 사고를 유발하는 원인이 된다.

현재 피로가 원인이 되는 기계적 열화(피로)의 측정방법으로는 비커즈 경도측정법을 이용하여 피로하중에 의한 재료 표면 경화로 인한 경도 상승으로 파악하는 방법이 있으나 실제 구조물에서 적용하기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 비파괴 검사 방법 중 가장 널리 사용되는 초음파 검사를 이용하여, 피로에 의한 열화 진행도를 파악하여 보다 안전하고 경제적으로 보수·보강 및 교체 할 수 있도록 정확한 방향을 제시하고자 한다.

2. 실험재료 및 실험방법

본 연구에서 사용된 주요 기기로는 피로시험기 (10 ton), 디지털 오실로스코프(IWATSU 5512, 100MHZ), 초음파 발생 수신 장비(MKC KOREA, XTR-2020), 초음파 신호를 송수신하는 수직



Fig. 1 Fatigue testing machine and Ultrasonic test instrument

탐촉자(중심 주파수 : 10MHz, 진동자 크기: Ø10 mm) 등이며, 실험에 있어서는 구조용 강재 SS400을 KS B ISO 1099¹의 규격에 따라 피로시험편을 제작 후 Fig. 1의 기기를 이용하여 처음 모재 부신호를 획득한 후 30만 번 피로시험을 진행한 후, 피로 파단 후 각각의 초음파 신호를 획득하였다.

3. 실험결과 및 고찰

피로시험 결과 Fig 1-3에서 보는 바와 같이 피로 시험 횟수와 초음파신호의 상관관계를 확인하였다. 피로 시험 횟수가 증가 할수록 초음파 선도 포락선의 면적이 감소하는 것을 가시적으로 확인할 수 있었다.

Table 1은 피로시험 후 초음파 선도의 최대 피크 값에서 차이가 크지 않은 8개 부분을 고려하지 않고 다음 18개의 합한 값과 모재부와 피로시험 후 합친 값을 비교 정리한 값이다. 초음파는 시험편 내부를 진행할 때 결정립경계에서 산란감쇠가 일어나고 결정립의 크기가 반파장보다 클 경우 음파가 결정에 부딪치며 산란 반사가 심하게 일어나는 특징이 있다.^{2,3} 따라서 구조물에 피로하중이 작용

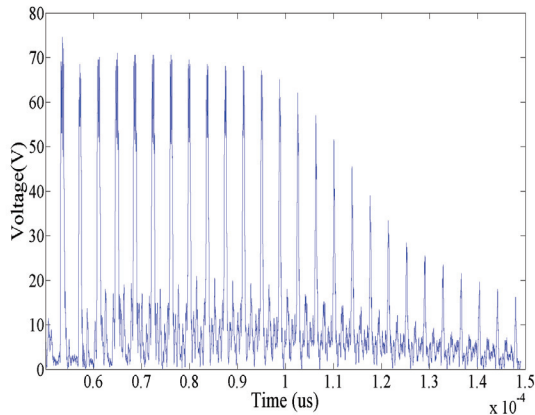


Fig. 2 Ultrasonic signal of SS400 (cycle 0)

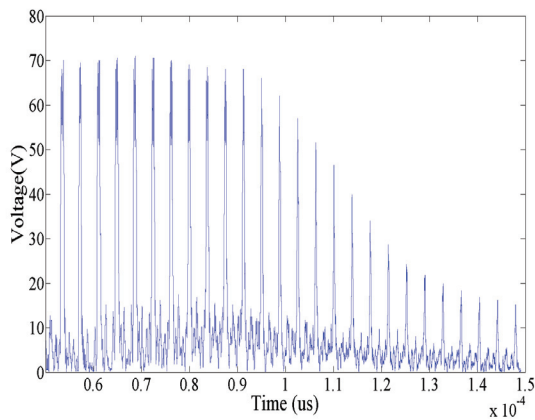


Fig. 3 Ultrasonic signal of SS400 (cycle 30×10^4)

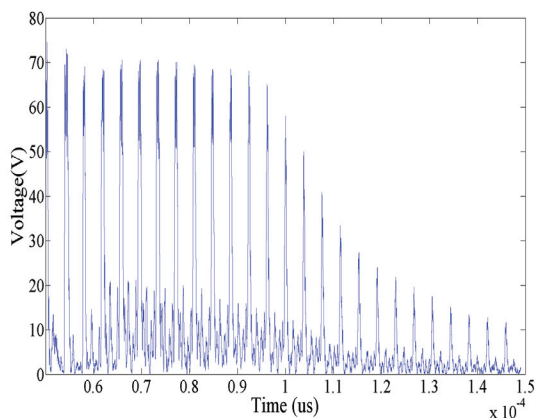


Fig. 4 Ultrasonic signal of SS400 (cycle 58×10^4)

되어 구조물을 구성하고 있는 결정립이 하중방향으로 늘어나고 결정립계도 명확해 지면서 초음파의 산란감쇠가 심하게 일어나는 조건이 만들어

Table 1 Ultrasonic test result at cycle

	0	0×10^4	58×10^4
Sum of Peak	1079	648	412
Peak reduce rate(%)	0	40	62

졌다. 결과적으로 모재부를 기준으로 피로 시험 횟수 증가시 초음파 피크의 합의 값이 선형적으로 줄어드는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 산업현장에서 널리 사용되고 있는 SS400 강재로 피로시험편을 제작하고, 초음파를 이용해 피로시험 횟수와 초음파신호의 상관관계를 비교 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

모재 부를 기준으로 피로시험을 진행한 시험편은 피로시험 횟수에 반비례적으로 초음파 피크의 합의 작아지는 것을 정량적으로 확인하였다. 추후 연구를 통해 다양한 재료의 피로시험과 관련한 초음파 신호 데이터를 획득한다면 실제 현장에서도 정확한 피로수명 예측이 가능할 것으로 기대된다.

후기

“본연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음”

(NIPA-2012-H0401-12-1004)

참고문헌

1. KS B ISO 1099, Metals - Axial load fatigue testing, 2012.
2. Tusty, J., Smith, S. and Zamudia, C., "Operation Planning Based on Cutting Process Model," Annals of the CIRP, **39**, 517-521, 1990.
3. 이충현, 김경애, “초음파탐상 검사,” 세진사, pp. 51-54, 1998.