

레이저 초음파를 이용한 수중 이면 결함 측정에 관한 연구

A Study on The Measurement of Opposite-side Defect in The Underwater Using Laser Ultrasound

이승훈, 박승규*, 백성훈*, 강영준**, 이정식*, 김운일***

전북대 기계설계 대학원, *한국원자력연구소, **전북대 기계항공시스템공학부, ***배재대학교 대학원

jeosungsaja@chonbuk.ac.kr

레이저가 발명되어 다양한 과학 기술 분야에 적용되어 오면서, 최근에는 비파괴 검사 및 평가 분야에서도 보편화되고 있다. 이러한 레이저를 이용한 초음파 발생 및 감지 기술은 본질적으로 비접촉식 초음파 송수신 기술이라는데 주목받고 있다⁽¹⁾. 레이저 초음파 장치는 펄스레이저 빔을 이용하여 초음파 신호를 발생시키고 레이저 간섭계를 이용하여 발생된 초음파 신호를 측정하는 장치이다⁽²⁾. 이 장치는 비접촉식이기 때문에 고온 재료에 대한 품질검사와 곡면부나 거친 표면에 대해서도 검사가 가능하고, 원자력 발전소와 같이 사람의 접근이 용이하지 않은 곳에서도 결함 검사용으로 사용되고 있다⁽³⁾. 본 논문에서는 펄스레이저와 CW레이저, 공초점 페브리-페롯 간섭계, 스캐닝 장치, 검출기 등을 사용하여 레이저 초음파 장치를 구성하였고, 레이저 초음파 중에서도 횡파를 이용하여 수중에서의 이면 결함 검출 실험을 수행하였다.

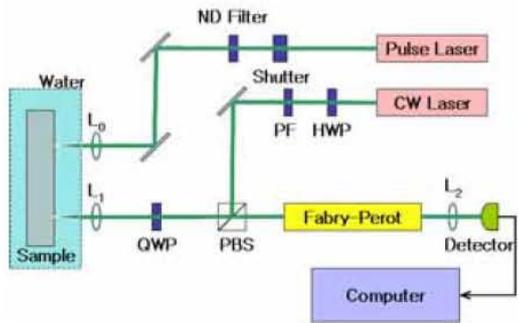


Fig.1 Configuration of the laser ultrasonic inspection system

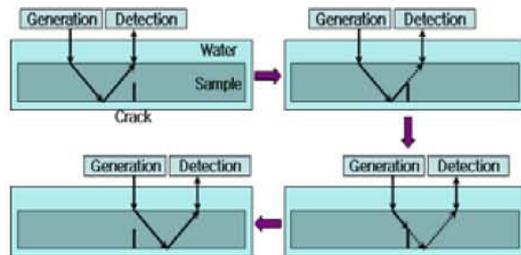


Fig.2 Inspection process using a laser shear wave

Fig.1 은 레이저 초음파 검사 장치의 구성도이다. 펄스레이저는 순간적으로 열에너지를 유입시켜 초음파를 발생시키고, 단일 주파수 녹색 CW 레이저를 사용한 페브리-페롯 간섭계는 시편에 발생한 초음파의 측정을 위하여 사용되었다⁽⁴⁾. 광검출기는 간섭계에 획득된 초음파 정보를 전기적으로 신호처리를 위하여 사용되었고, 시편을 스캔하기 위하여 컴퓨터에 의해 제어되는 이송장치를 사용하였다. 시편은 sus304 재질로 10 mm 두께에 앞면은 CW레이저 빔을 잘 반사시키게 하기 위하여 폴리싱이 되어있고, 이면에는 깊이 5 mm, 폭 0.5 mm의 결함이 생성되어 있는 시편을 사용하였다. Fig.2 는 횡파를 이용하여 이면결함을 측정하는 과정을 나타낸 그림으로 펄스 레이저 빔이 generation 부분에서 초음파를 발생시키면, 초음파는 화살표 방향을 따라 진행하여 detection 부분에서 수신된다.

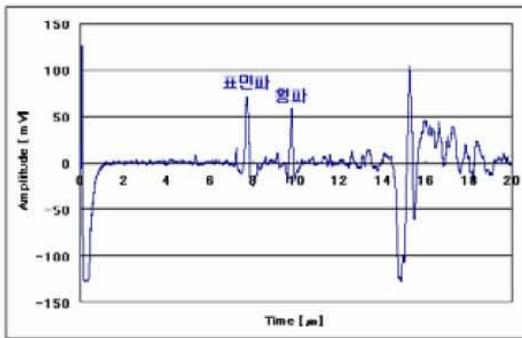


Fig.3-(a) Before passing a defect

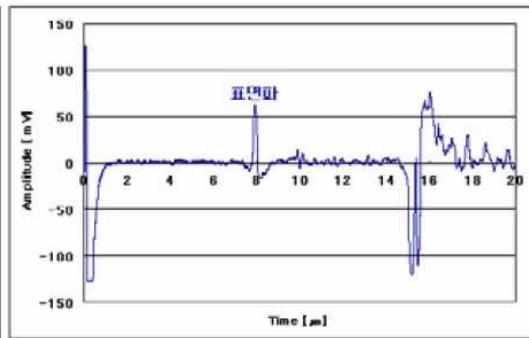


Fig.3-(b) While passing a defect

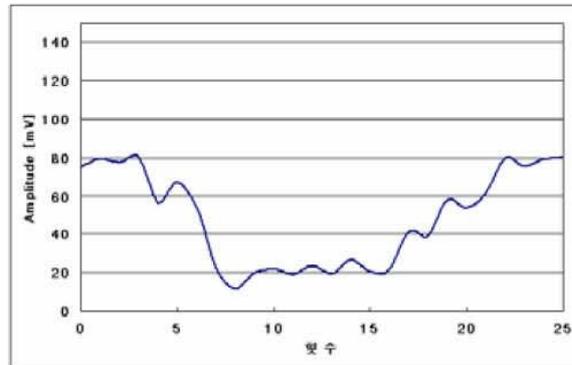


Fig.4 Amplitude of laser shear wave

본 실험에서는 시편을 스캐닝 장치인 이송장치를 이용하여 25 mm를 1 mm씩 25 회에 걸쳐 이동하였고, 각 회마다 총 40 번씩 초음파를 발생시켰다. Fig.3 의 (a), (b)는 수신 된 초음파 정보를 시간영역에서 신호처리를 수행한 그래프이다. (a)는 결함부를 지나기 전으로 표면파와 횡파가 함께 수신되었다. 하지만 (b)는 결함부를 통과하는 과정으로 표면파는 수신 되었지만 횡파는 수신되지 않는 것을 확인 할 수 있었다. Fig.4 는 수신된 횡파의 peak to peak 값 즉, 횡파의 최대·최소값의 차를 나타낸 그래프이다. 약 6번째와 21번째 사이에서 결함의 출현으로 횡파가 수신되지 않는 것을 관찰 할 수 있다.

본 논문에서는 레이저 초음파 검사 장치를 이용하여 수중 이면 결함 검출 실험을 수행하였다. 이는 비접촉식이면서 수중에서 수행되었지만, 기존의 접촉식 기술과 마찬가지로 이면결함의 측정이 가능하다는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 본 실험은 원거리 측정으로써 물이라는 매질을 통과하는 과정에서 물의 흔들림 등으로 인한 굴절률의 변화로 이득이 변화하는 문제가 발생하였고, 이를 해결하기 위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 이승식, 장태성, "레이저 유도 초음파에 대한 이해", 비파괴검사학회지, Vol. 22, No. 1, p. 74-87 (2002)
2. C. B. Scruby and L. E. Drain, "Laser ultrasonics : techniques and applications", Adam-Kilger, New York (1990)
3. Thoshiba Review, "Laser based maintenance technology for PWR power plants", p. 20, (2005)
4. 박승규, 백성훈, 박문철, 임창환, 나성웅, "적용적 에러보정과 다이나믹 안정기를 이용한 레이저 유도 초음파 검사시스템 개발", 한국비파괴검사학회지, Vol. 25, No. 5, p. 391-399 (2005)