

자기변형 패치 트랜스듀서의 상호 간섭 영향 분석

Analysis of Mutual Interference Effect in Magnetostrictive Patch Transducers

이준규† · 이주경* · 김윤영**

Jun Kyu Lee, Joo Kyung Lee and Yoon Young Kim

1. 서 론

다수의 자기변형 패치 트랜스듀서를 이용하여 초음파 신호를 집중시키고 이를 영상화하는 합성개구법⁽¹⁾이나 위상배열⁽²⁾에 관한 연구가 진행되고 있다. 이 때 트랜스듀서 간의 거리가 가까우면 상호 간섭이 발생하여 신호 측정에 영향을 주게 되는데 아직까지 이러한 자기변형 패치 트랜스듀서의 상호 간섭 영향에 대한 연구는 보고된 바가 없다.

본 연구에서는 전방향 램파(Lamb wave) 자기변형 패치 트랜스듀서(OL-MPT) 간의 거리에 따른 동자기장의 간섭에 대한 경향성을 제시하고 트랜스듀서 간의 거리와 방향에 따른 램파 신호의 크기 변화를 측정하여 정자기장에 의한 간섭 영향을 분석하였다.

2. 실험 및 시뮬레이션

2.1 실험 구성

자기변형 패치 트랜스듀서를 이용한 간섭 영향 측정 실험 구성을 Fig. 1에 나타내었다. 트랜스미터에 입력되는 신호는 주파수 400 kHz의 가보(Gabor) 신호이다. Fig. 1(a)의 실험 구성으로 거리 l_1 에 따른 동자기장 간섭에 의한 유도 신호 크기 변화를 알루미늄 평판에서 측정하였다. 또한 정자기장의 간섭 영향을 알아보기 위해서 Fig. 1(b)와 같은 실험 구성에서 트랜스미터 간의 거리 l_2 와 각도 θ 를 바꾸가며 램파 신호를 측정하였다.

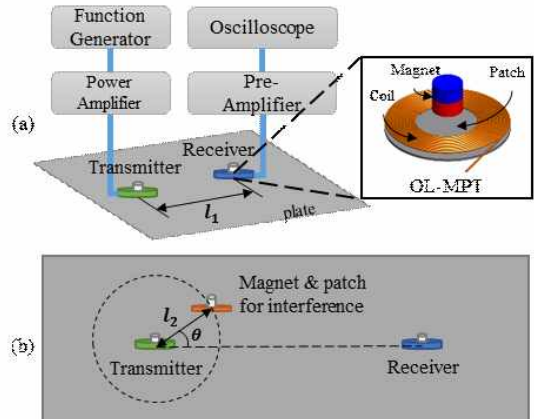


Fig. 1 Experimental setup using OL-MPTs for measurement of (a) crosstalk signals, (b) mutual interference effect caused by static magnetic field

2.2 동자기장 간섭 영향

알루미늄 평판에서 트랜스미터와 리시버의 거리 l_1 을 바꾸가며 유도 신호의 전압 진폭값(V_{p-p})을 측정해본 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과, 거리에 세제곱에 반비례하여 유도 신호의 크기가 줄어들을 볼 수 있다. 또한 전자기 차폐를 통해 유도 신호를 현저히 줄일 수 있음을 확인하였다.

2.3 정자기장 간섭 영향

(1) 실험 결과

거리 l_2 과 각도 θ 를 바꾸가며 램파 신호를 측정하였다. 이를 간섭용 자석이 없을 때 측정한 램파 신호의 전압 진폭값으로 정규화하여 Fig. 3에 나타내었다.

(2) 시뮬레이션 결과

자기변형 패치에서의 자기장과 변형을 관계를 나타내는 자기변형 구성 방정식을 이용한다⁽³⁾.

† 교신저자; 서울대학교 기계항공공학부

E-mail : ljk90@snu.ac.kr

Tel : (02) 880-1689, Fax : (02) 872-5431

* 서울대학교 기계항공공학부

** 서울대학교 기계항공공학부 정밀기계설계공동연구소

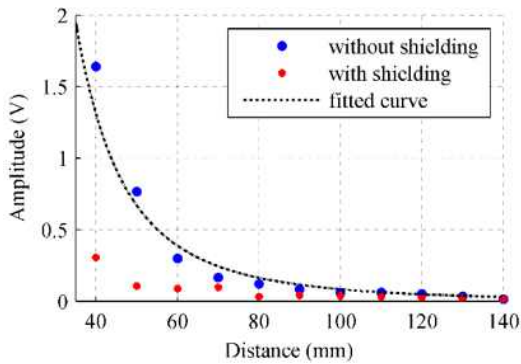


Fig. 2 Magnitude of cross-talk signals in an aluminium plate

$$\lambda = sT + d^T H_D$$

$$B_D = dT + \mu H_D$$

λ , T , H_D , B_D , s , d , μ 는 각각 변형률과 응력, 동자기장, 동자속 밀도, 컴플라이언스 (compliance) 행렬, 동적 자기변형 행렬, 투자율을 의미한다. 위 식에서 램파 발생에 지배적인 영향을 주는 코일의 동자기장에 의한 변형률만을 구하여 정규화한 값을 Fig. 3에 나타내었다.

(3) 결과 비교

Fig. 3의 실험과 시뮬레이션 결과를 보면 $0^\circ \sim 50^\circ$ 와 $140^\circ \sim 180^\circ$ 구간에서는 정규화된 신호의 크기가 1보다 작고, $60^\circ \sim 120^\circ$ 구간에서는 1보다 큰 경향성을 보여준다. 신호 크기가 1이 되는 지점은 시뮬레이션 결과에서 56° , 124° , 실험 결과에서 $50 \sim 60^\circ$, $130 \sim 140^\circ$ 로 잘 부합함을 알 수 있다.

또한 거리 l_2 가 멀어지면 간섭 영향이 감소하여 정규화된 신호 크기는 1에 가까워지게 된다.

3. 결 론

본 연구에서는 전방향 램파 자기변형 패치 트랜스듀서의 상호 간섭 영향에 대한 분석을 진행하였다. 거리에 따른 동자기장의 간섭에 대한 유도 신호 크기의 경향을 구하고 차폐를 통해 간섭 영향을 현저히 줄였다. 또한 정자기장의 간섭 영향에 따른 램파 방사패턴의 변화를 확인하고 거리가 멀어질수록 간섭 영향이 줄어드는 것을 규명하였다.

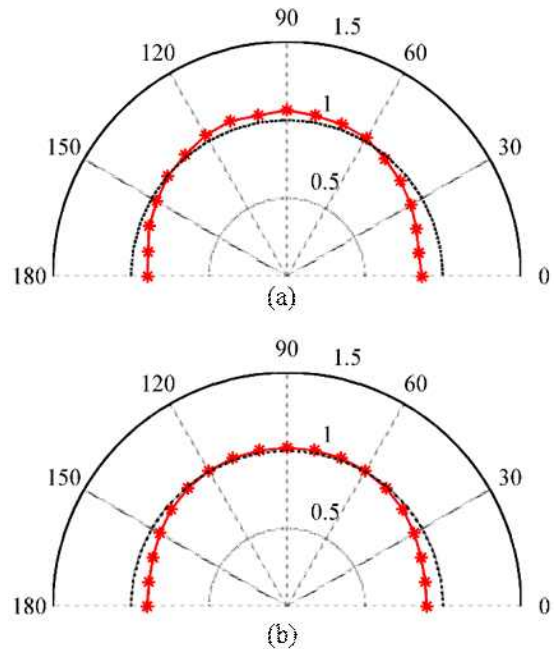


Fig. 3 Radiation patterns of peak to peak voltage of ultrasonic time signals at $l_2 = 25mm$ obtained by (a) experiments and (b) simulations

후 기

본 연구는 한국연구재단의 중점연구지원사업(과제번호: 2013-055323)과 미래창조과학부 첨단 비파괴 검사기술 사업(과제번호: 2013-043465)의 지원을 받은 것으로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) T. Hayashi and M. Murase, 2005, Defect imaging with guided waves in a pipe, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 117, No. 4, pp. 2134-2140.
- (2) J. K. Lee, H. W. Kim, H. Lee, and Y. Y. Kim, 2011, Basic Experiment for Lamb Wave Focusing by Phased Magnetostrictive Transducers in a Plate, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 21, No. 3, pp. 227-233.
- (3) M. Hirao and H. Ogi, 2003, EMATs for science and industry, Kluwer Academic Publishers, Boston.