

시간평균 ESPI 를 이용한 대칭·비대칭 적층 복합재료의 진동 특성 비교에 관한 연구

홍경민* (전북대 대학원 기계설계학과), 유원재(전주기계산업리서치센터)
강영준, 강신재(전북대 기계항공시스템공학부)

A Study on the Vibration Characteristics of Symmetry, Asymmetry Laminated Composite Materials by using Time-Average ESPI

Kyung Min Hong* (Mech. Eng. Chonbuk Univ.), Weon Jae Ryu (Jeonju Machinery Research Center)
Young Jung Kang, Shin Jae Kang (Mech. Eng. Chonbuk Univ.)

ABSTRACT

The ESPI(Electronic Speckle Pattern Interferometry) is a real time, full-field, non-destructive optical measurement technique. In this study, ESPI is proposed for the purpose of vibration analysis for new material, composite material. Composite materials have various complicated characteristics according to the ply materials, ply orientations, ply stacking sequences and boundary conditions. Therefore, it is difficult to analysis composite materials. For efficient use of composite materials in engineering applications the dynamic behavior, that is, natural frequencies, nodal patterns should be informed. If use Time-Average ESPI, can analyze vibration characteristic of composite material by real time easily. This study manufactured laminated composite of symmetry, asymmetry two kinds that is consisted of CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics) and shape of test piece is rectangular form.

Key Words : Electronic Speckle Pattern Interferometry (전자 스펙클 간섭법), Time-average ESPI (시간평균 ESPI)
Laminated Composite materials (적층 복합재료), Natural Frequency (고유 진동수)

1. 서론

높은 비강도(강도/무게)와 비강성(강성/무게), 저열 팽창계수를 갖는 복합재료는 최근 항공우주분야 뿐만 아니라 자동차, 선박, 스포츠 용품 등 여러 산업 분야에서 구조물의 경량화 설계를 위해 사용되고 있으며 많은 종류의 복합재료들이 개발되고 있고 그 응용성이 더욱 증가되고 있다. 복합재료의 특성과 다양한 기능을 산업분야에 응용하기 위해서는 복합재료의 진동특성에 대한 보다 많은 연구가 필요하다.

진동하는 물체의 진동 진폭이나 전역적인 진동 패턴을 관찰하고자 할 때 여러 가지 방법들이 사용되고 있는데, 전자 스펙클 간섭법(Electronic Speckle Pattern Interferometry, ESPI)을 이용한 진동 측정 방법은 가속도계 등을 이용한 접촉식 측정법에서 나타나는 점단위 측정의 한계성 즉, 측정 시간이 비교적 길거나 점단위로 얻어진 데이터를 조합하는 과정에서 발생할 수 있는 오차를 극복할 수 있을 뿐만 아니라 진동 측정 장치가 피측정물의 진동모드에 영향을 미치게 되는 질량효과 및 댐핑효과 등의 단점을 극복할 수 있다. 또한 CCD 카메라를 기

록 매개체로 하여 추출된 화상 정보를 전자적으로 처리함으로써 실시간으로 진동 패턴을 관찰할 수 있다.

2. 실험 방법

두께를 같게 하고 적층각을 달리하는 대칭(8ply)과 비대칭(8ply) 2 종류의 CFRP 적층판을 시편으로 제작하였다. CFRP 적층판들은 두께가 0.375mm 인 T300 탄소 섬유 프리프레그(Carbon fiber prepreg)를 사용하여 필요한 적층각(섬유방향)과 적층수에 맞추어 적층을 한 후에 autoclave 에서 일정 주기의 온도와 압력의 조건에서 제작하였다. 본 연구에서는 단일방향 적층판이 아닌 페브릭 형태의 적층판을 사용하였고, CFRP 대칭 적층판의 적층각(섬유방향)은 $[0^\circ/90^\circ/45^\circ/-45^\circ]_2S$ 이고 두께는 3mm 이며 CFRP 비대칭 적층판의 적층각(섬유방향)은 $[45^\circ/-45^\circ/90^\circ/0^\circ]_2T$ 이고 두께는 3mm 이고 직사각형의 크기는 200mm X 150mm 이다.

본 실험에서는 최대 출력이 26mW 인 적색광의 다이오드 레이저를 사용하였고 구성된 시간 평균 ESPI 시스템은 Fig. 1 과 같다.

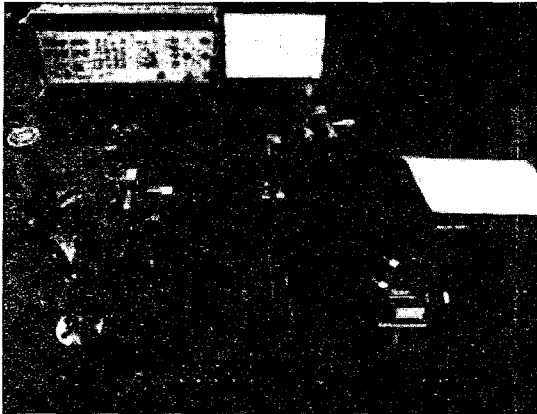


Fig. 1 Time-Average ESPI System Setting

3. 실험 결과

본 실험에서 구성한 시간평균 ESPI 시스템으로 찾아낸 대칭·비대칭 적층 복합재료의 각각의 고유진동수의 진동모드는 Fig.2~3 과 같다.

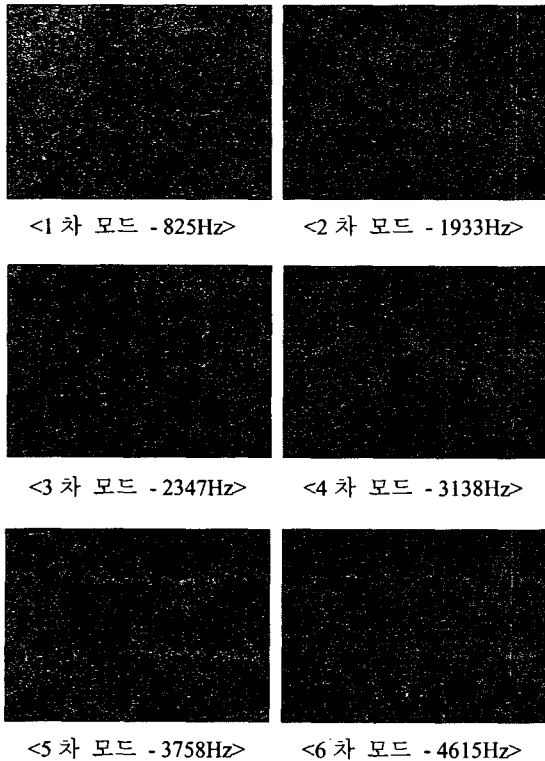


Fig. 2 대칭 적층 복합재료의 고유진동수

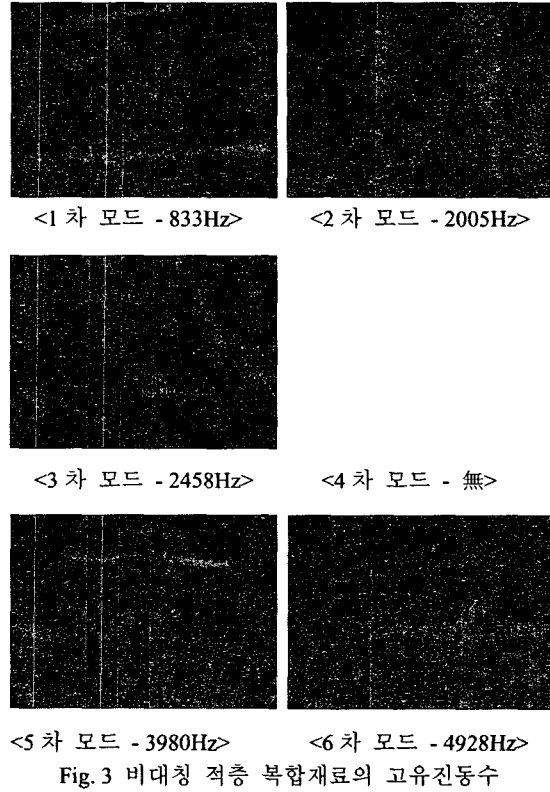


Fig. 3 비대칭 적층 복합재료의 고유진동수

4. 결론

본 연구에서 레이저를 이용한 시간평균 ESPI 시스템을 토대로 단일방향 적층판이 아닌 페브릭 형태로 이루어진 대칭·비대칭 적층 복합재료의 고유진동수를 검출해 내었고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비대칭 적층 복합재료의 고유진동수가 대칭 적층 복합재료에 비해 전체적으로 높게 나왔다.
2. 비대칭 적층 복합재료는 대칭 적층 복합재료보다 진동 모드 형상이 불안정해 보였고 4 차 모드가 검출되지 않았다.
3. 적층각에 따라서 고유진동수의 변화가 생기고 진동 모드 형상 또한 변하는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Ryszard J. Pryputniewicz, "Time average holography in vibration analysis", Optical Engineering, Vol. 24, No. 5, pp. 843~848, 1985.
2. 강영준, 최장섭, "시간평균 ESPI 를 이용한 진동 물체의 모우드 형태 계측법", 한국정밀공학회지, Vol. 13, No. 2, pp.84~93,1996.
3. 전의진, 이우일, 윤광준, 김태욱 : 『최신 복합재료』, 교학사, 1995.