

정사각형 평판의 진동 진폭 측정을 위한 스트로보스코픽 ESPI 기법 적용

정현철*(조선대 LARC), 김경석(조선대교수), 강기수(조선대원)
이유황(조선대원), 지창준(조선대원)

주제어 : 진동 진폭 (Vibration Amplitude), 위상이동 ESPI (Phase Shifting ESPI), 알루미늄 평판 (Aluminium Plates), 음향광변조기 (Acousto-Optic Modulator), 스트로보스코픽 조사 (Stroboscopic Illumination)

본 논문에서는 4변이 고정된 정사각형 알루미늄 평판의 진동 진폭을 측정하기 위하여, 기존의 위상이동 ESPI에 스트로보스코픽 조사를 적용한 스트로보스코픽 ESPI 기법을 이용하였다. 일반적으로 시간평균 ESPI를 이용하면 진동하고 있는 대상체의 정성적인 진동 패턴을 측정할 수 있다. 그러나 시간평균 ESPI로는 진동하고 있는 대상체의 두께방향으로의 진폭량을 측정하기는 어렵다. 또한 일반적인 위상이동법을 적용시킬 경우, 대상체가 진동을 하게 됨으로써 정확한 진동 진폭을 측정하기 어렵다. 따라서, 진동하는 대상체의 진동 진폭을 정확히 측정하기 위해 대상체의 진동 주기에 맞춰서 연속파 레이저를 펄스화 할 수 있는 기법을 적용하게 되며, 이러한 방법을 스트로보스코픽 ESPI라고 부른다.

스트로보스코픽 ESPI에서는 일반적인 ESPI 구성과는 달리 레이저의 출력단에 음향광변조기(AOM: Acousto-Optic Modulator)라고 하는 장비를 설치하여 레이저의 +1차 빔을 간섭계로 입사시켜줌으로써 스트로보스코픽 조사가 가능하도록 한다. 음향광변조기는 대상체에 진동을 주는데 사용되는 함수발생기(Fuction Generator)에서 생성된 사인파의 주파수와 동일한 주파수로 제어되며, 연속파 레이저가 일시적으로 펄스파 레이저로써 작용하도록 만들어준다. 따라서, 진동하는 대상체는 정지 상태에서 면의 변형이 발생한 상태로 간주되며, 이때 위상이동 기법을 이용하면 진동 진폭을 쉽게 계측할 수 있게 된다.

4변이 고정된 알루미늄 평판에 대해 스트로보스코픽 ESPI를 이용하여 실험한 결과는 ANSYS를 이용한 수치해석 결과와 비교하였다. 각 모드에 대한 진동모드 형태가 일치하며, 스트로보스코픽 ESPI에 의해 얻어진 고유진동수가 ANSYS 해석으로 얻어진 고유진동수와 2% 편차 이내로 일치하고 있음을 알 수 있었다. 또한 진동 진폭을 정량적으로 계측할 수 있음을 확인하였다. 따라서, 추후 구조물의 진동을 해석하기 위해 스트로보스코픽 ESPI가 널리 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

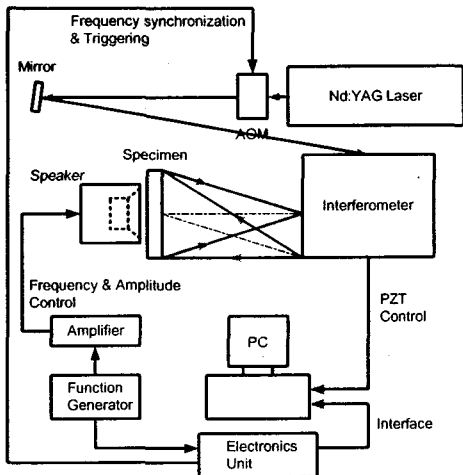


Fig. 1 Schematic of the stroboscopic ESPI system.

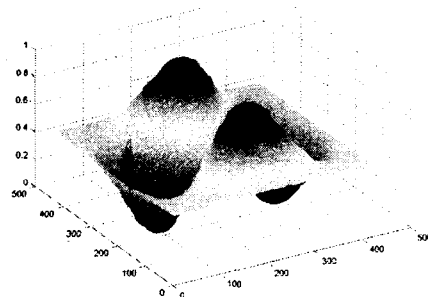


Fig. 2 The 3D phase unwrapping image of 4th mode shape at 2,141 Hz with its amplitude 1.698 μm .