

레이저 스펙클법에 의한 부분관통된 원공판의 면내변위 정량적 평가

백태현* (군산대학교 기계공학부), 김명수 (군산대학교 전자정보공학부), 김환 (군산대학교 대학원 기계공학과), 이춘태 (군산대학교 대학원 기계공학과), 박태근 (군산대학교 기계공학부)

주제어 : 전자처리 스펙클 패턴 간섭계(ESPI), 4단계 위상 이동법, 유한요소법

최근 산업계 기술 동향은 첨단화, 고정도화 그리고 초소형화하고 있으며, 초정밀 가공 기술(nano technology)의 발전에 따른 고정밀의 계측기술이 요구되고 있는 실정이며, 기계구조 재료가 다양한 조건하에서 사용되어지고 있다. 이에 따라 새로운 정밀계측기술 또한 급속히 발전하고 있으며, 특히 비접촉 정밀 계측 분야에서는 레이저(laser)를 이용한 광계측 방법이 선호되고 있다. 레이저를 이용한 비접촉 계측방법은 기계구조물의 미소하중, 미소균열검출, 미소변형계측, 정밀계측 등의 분야에 장점을 가지고 있어 관심이 높아지고 있다.

레이저 스펙클 계측법은 일반적으로 노이즈(noise)의 정보를 이용한다. 홀로그래픽 등에서는 노이즈 제거에 노력을 기울이고 있지만 스펙클 계측법에서는 본질적으로는 물체표면의 스펙클이 갖는 정보를 화상신호로 변환하여 처리한다. 스펙클은 물체의 변형이나 스트레인에 따라 이동한다. 이러한 특성을 이용하여 물체의 변형이나 스트레인을 측정하는 방법이 스펙클법이다. 스펙클법을 이용하면 측정부 전체의 변형상태를 한번에 기록할 수 있으며, 온도 보상 등의 문제도 없다.

본 연구에서는 변위 성분에 관한 정보를 직접 얻을 수 있는 스펙클 패턴 간섭법에 CCD 카메라와 화상처리장치를 도입한 전자처리 스펙클 패턴 간섭법(ESPI : Electronic Speckle Pattern Interferometry)을 이용하였다. 계측의 정밀도를 향상시킬 수 있도록 4단계 위상 이동법(4-step phase shift method)을 사용하였고, 노이즈를 제거하기 위해 상용 화상처리 프로그램인 photoshop에 내장된 가우시안 블러(Gaussian blur) 필터(filter)를 사용하여 변위의 정보를 갖고 있는 위상도(phase map)를 구하였다. 실제 변위도(displacement map)를 얻을 수 있도록 위상도의 2π 특성에 의한 불연속성을 제거하여 위상펼침도(phase unwrapped map)를 얻었다. 레이저 스펙클 실험법을 이용하여 인장하중을 받는 원공판, 부분 관통된 원공판의 면내 변위 성분을 측정하고 이론과 유한 요소법에 의한 해석 결과와 비교하였다.

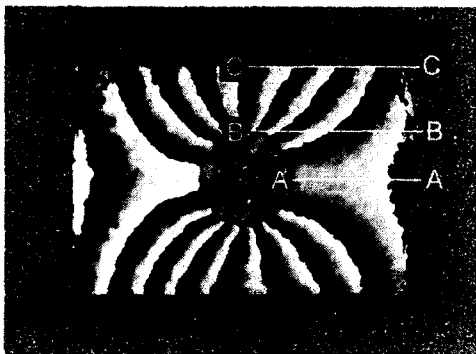


fig. 1 Horizontal lines for indicating intensity in phase map

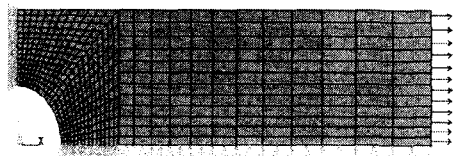


fig. 2 ANSYS discretization of the plate with a circular hole