

디스플레이용 평판 유리의 모달 테스트 방법

Method for Modal Test of Flat Panel Display Glass

송원길† · 정규철* · 백재호* · 안채현**

Won-Gil Song, Kyu-Chul Jung, Jea-Ho Back and Chae-Hun An

1. 서 론

현재 평판 디스플레이 소자는 시장의 요구 및 수출 증가를 위하여 패널용 평판 유리의 대형화와 더불어 두께가 얇아지는 추세이다. 따라서 이에 대응하는 제조 장비들 또한 대형화와 더불어 고속화가 급격히 진행되고 있다. 이로 인해 평판 유리의 고유진동수 저하 및 제조 장비의 구동 주파수 증가를 유발하여 공진 현상에 대한 취약성이 커지고 있다. 따라서 평판 유리의 동특성 파악은 공진 현상 회피에 필요한 주요한 정보로 활용된다. 그러나 평판 유리는 면적에 비하여 두께가 매우 얇고, 길량이 작으며, 투명한 재질로써 가진 및 측정이 어려운 시스템이다. 본 논문에서는 평판 유리의 모달 테스트를 수행하여 고유진동수와 모드 형상을 확인하였고, 유한요소법과 비교하여 평판 유리의 파라미터를 확인하였다.

2. 평판 유리의 동특성 해석

2.1 평판 유리의 모달 테스트

Fig. 1은 평판 유리의 모달 테스트를 수행하는 장면이다. 자유단 지지의 구속 조건을 부여하기 위하여 평판 유리의 상부 두 부분을 얇은 선으로 지지하고 수직 방향으로 매달아 실험을 수행하였다. 이는 시편의 강성이 매우 낮기 때문에 중력에 의한 형상 변형으로 고유진동수가 변화하는 것을 방지하기 위함이다. 또한 시편의 길량이 매우 작으므로 센서 질량의 영향성을 배제하기 위하여 비접촉식 레이저 센서를 이용하였다. 초소형 충격 해머(Impact

hammer)를 이용하여 한 지점을 가진 하고, 9개의 지점에서 그 응답을 측정하였다. 평판 유리의 가진 점과 측정 점을 fig. 2에 나타내었다. 실험 시 약간의 가진으로도 평판은 낮은 주파수의 큰 강체 모드로 진동하는 성향이 있으므로 매우 주의하여 가진할 필요가 있다. 실험적으로 추출한 모드형상 중 가장 낮은 주파수를 나타낸 mode 1은 구속조건에 의한 강체 거동으로 판단되어 배제하였다. Fig. 4에 실험적으로 추출된 모드형상을 나타 내었다.

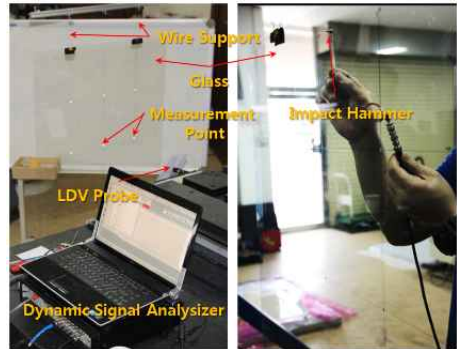


Fig. 1 A picture of modal test of glass

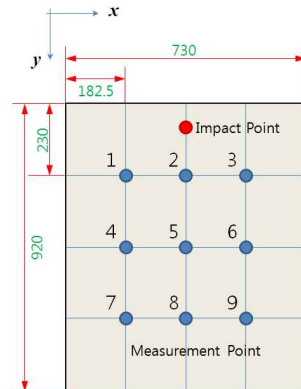


Fig. 2 Impact point and measure point

† 교신저자; 알엠에스 테크놀로지(주)
E-mail : rmstech@rmstech.co.kr
Tel : 041)556-7600 , Fax : 041)556-7603
* 알엠에스 테크놀로지(주)
** 한국생산기술연구원

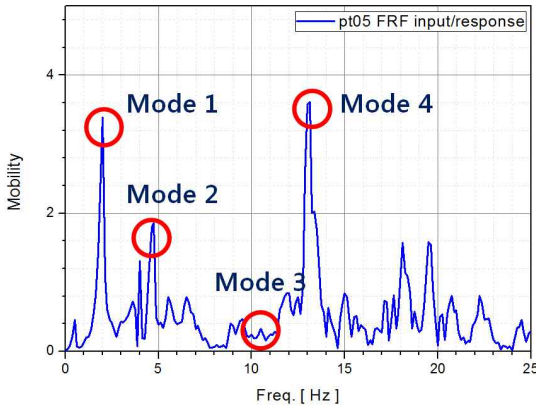


Fig. 3 Result of test frequency response function

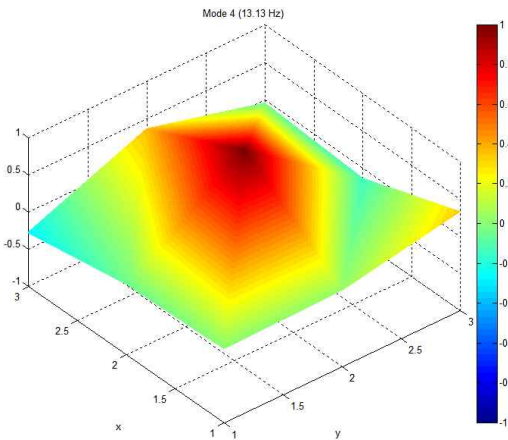


Fig. 4 Mode shape obtained with modal test 13.13Hz

2.2 평판 유리의 유한 요소 해석

실험적으로 추출된 고유 진동수와 모드 형상을 유한요소해석의 결과 값과 비교하면 물성치를 검증하는 용도로 사용할 수 있다. 평판 유리의 유한요소 해석은 2차원 요소(shell element)를 이용하여 모델링하였으며, 상용유한요소해석 프로그램인 ABAQUS를 이용하여 진동 해석을 수행한다. Table 1 은 이때 사용된 재료의 물성치이다. fig. 5에 유한 요소 해석을 통해 추출한 모드 형상을 나타내었다. 실험을 통해 얻은 fig. 4와 주파수 및 모드 형상이 유사한 것을 확인 할 수 있다. 실험 및 해석 결과의 고유진동수를 모드별로 비교하여 Table 2 에 나타내었다.

Table 1 Properties of glass

Item	Value
Young's modulus	75.0 GPa
Density	2384.16 kg/m ³
Poisson's Ratio	0.23
Thickness	0.5 mm

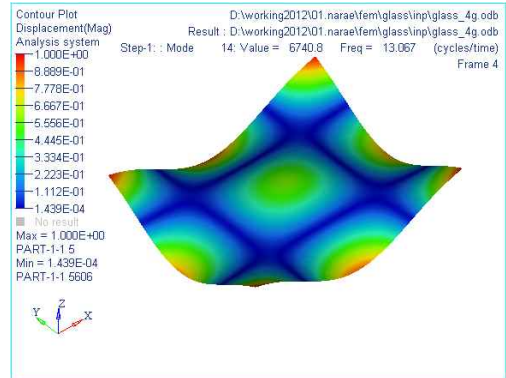


Fig. 5 Mode shape obtained with FEM 13.07Hz

Table 2 Comparison between experiment and analysis

Experiment (Hz)	F.E.M (Hz)	Error (Hz)
4.75	3.40	1.35
10.75	9.66	1.09
13.13	13.07	0.06

Table 2에서 보는 바와 같이, 실험 결과와 해석 결과는 높은 주파수에서 비교적 잘 일치하며, 낮은 주파수에는 비교적 큰 오차가 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 실험 조건에 기인하는 강체 모드가 저주파에 큰 영향을 끼치며 구속조건, 공기 마찰, 중력 등 여러 가지 효과에 기인하는 것으로 판단된다.

3. 결 론

충격 햄머를 사용하여 자유 지지된 평판 유리의 모달 테스트를 수행하였고, 유한 요소 해석을 이용한 해석결과와 모드형상과 고유 진동수를 비교하여 평판 유리의 물성치를 검증하였다. 실험 결과 모드 형상은 비교적 일치 하며 높은 주파수 대역은 잘 일치하는 것을 확인하였다.