

모드 실험을 통한 FSMP용 틸트 테스트 베드의 진동 특성 분석 Experimental Modal Analysis for tip-tilt test bed of Fast Steering Mirror Prototype

*이원기¹, #김호상¹, 이찬희¹, 최준명¹, 이경돈¹, 김영수²

*#Won Gi Lee(wglee@iae.re.kr)¹, H. S. Kim¹, C. H. Lee¹, J. M. Choi¹, K. D. Lee¹, Y. S. Kim²
¹고등기술연구원, ²한국천문연구원

Key words : Modal Analysis, Finite Element Method(FEM), Tip-tilt system, Fast Steering Mirror Prototype

1. 서론

한국천문연구원에서는 미국, 호주 등의 국가들과 국제 공동협력을 통해 세계 최대급인 구경 25 m의 Giant Magellan Telescope(GMT)을 개발하고 있다. 그 일환으로 부경(Secondary mirror)의 주요 부품 중의 하나인 Fast Steering Mirror를 제작하기 위한 시험모델(Prototype)이 진행되고 있으며, 그 성능을 성공적으로 확보하고 조립 및 제작상의 절차들을 검증하기 위하여 Tip-tilt test bed가 개발되었다[1].

본 연구에서는 개발된 Tip-tilt test bed의 진동 특성을 알아보기 위하여 실험적 모드 해석을 수행하였으며, 이러한 모드 해석은 시스템의 진동 특성을 파악하는 기술로써 이에 관한 내용은 매우 잘 정립되어 있다[2-3]. 또한, 유한요소법을 이용한 해석을 수행하여 비교 검증을 수행하였다.

2. Tip-Tilt Test Bed

개발된 Tip-tilt test bed는 Fig. 1과 같이 고정부인 Mirror Cell에 3개의 Axial Support와 1개의 Lateral Support를 통해 Dummy Mirror가 매달려 있는 구조를 가지며, Axial Support에 구비되어 있는 Actuator를 이용하여 Mirror의 Tilting Motion을 구현한다.

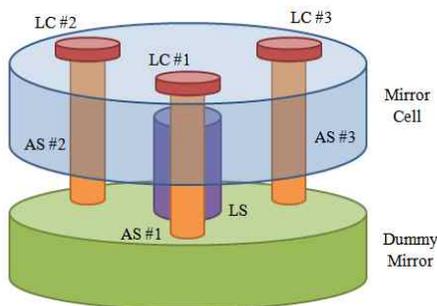


Fig. 2 Schematics of Tip-tilt Test Bed

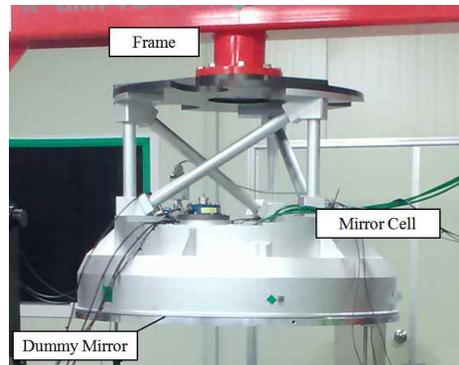


Fig. 2 Photograph of manufactured tip-tilt test bed

Fig. 2는 제작된 실제 Tip-tilt test bed의 모습이다.

3. 실험 장비 및 방법

본 연구에서는 시스템의 모드 측정을 위하여 Fig. 3과 같이 Impact Hammer와 가속도계를 이용한 충격 시험을 수행하였으며, 이러한 실험 방법은 시스템의 이동 및 구속이 제한적인 경우 유용하게 활용된다.



(a) Pulse Analyzer



(b) Impact Hammer



(c) Accelerometer

Fig. 3 Experiment setup

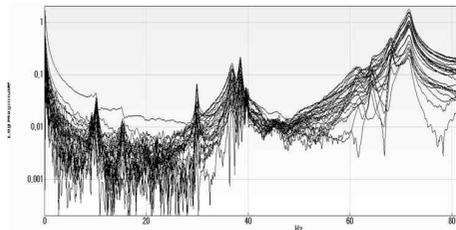
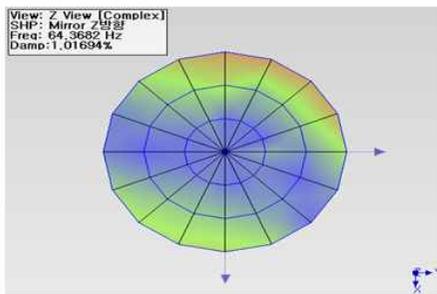
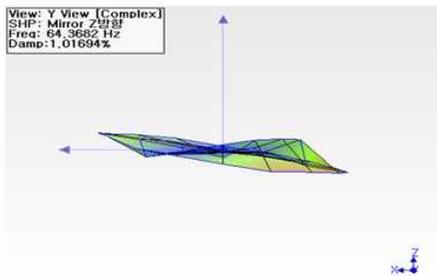


Fig. 4 Frequency Response of Tilting Mode



(a) Z view : Top



(b) Y view : Side

Fig. 5 Experimental Analysis of Tilting Mode

4. 진동 모드

본 연구에서 수행한 충격 시험을 통하여 Fig. 4와 같이 각 측정점에서 얻어진 신호를 이용하여 Frequency Response Function으로 구할 수 있으며, 이렇게 구한 값을 3차원 모델의 각 Node에 입력하여 Fig. 5와 같이 Test Bed의 Tilting Mode를 확인할 수 있다. 또한, 유한요소법을 이용하여 Fig. 6와 같이 Tilting Mode를 해석적으로 구할 수 있다.

충격 시험과 유한요소법을 이용하여 구한 Test Bed의 Tilting Mode는 Table 1에 나타내었다. Tilting Mode는 충격 실험을 통하여 64.37 Hz와 68.12 Hz에서 나타나며, 유한요소법을 이용한 해석결과 역시 이와 비슷한 주파수 영역인 61.79 Hz와 62.28 Hz에

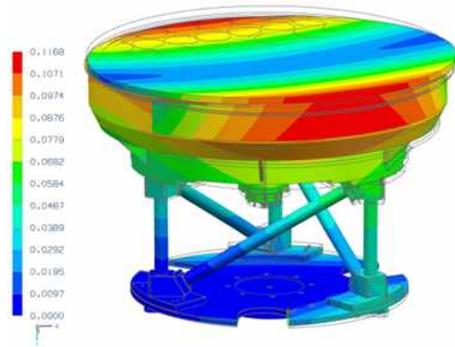


Fig. 6 FEM of Tilting Mode

Table 1 Tilting Mode of Tip-tilt Test Bed

Mode	Modal Test	FEM
Tilting	64.37 Hz	61.79 Hz
	68.12 Hz	62.28 Hz

서 나타나는 것을 확인할 수 있다. 측정치와 해석치 사이에서 발생하는 오차의 원인으로는 Test Bed의 조립오차와 유한 요소 모델을 위하여 설정한 각 연결 부위에 대한 파라미터의 실제값에 대한 오차로 예상된다.

5. 결론

본 연구를 통하여 개발된 Tip-tilt Test Bed의 Tilting Mode를 실험적으로 구할 수 있었으며, 이를 통하여 Tilting Motion에 대한 시스템의 진동 특성을 파악하여 FSM을 구동할 수 있는 주파수 영역을 확인할 수 있었다. 또한, 유한요소법을 이용하여 얻은 해석치와의 비교 분석을 통하여 차후 Test Bed 개발에 필요한 유한 요소 모델을 설정할 수 있었다.

참고문헌

- 이찬희, 최준명, 김호상, 허덕재, 이경돈, 김영수, “FSMP용 틸트 시스템의 성능시험장치 개발”, 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 35-36, 2012.
- 소음 및 진동제어 연구센터, “모드해석(제 20회): 이론, 시험기술 및 응용”, 한국과학기술원, 2002
- Ewins, D. J., “Modal Testing : Theory and Practice”, Research Studies Press Ltd., 1984