

정하중에 따른 마운트 강성 변화에 관한 연구

Effect of pre-load for stiffness of mount stiffness

*#하매호¹, 이재학¹, 김양진¹, 이찬홍¹

*T. H. Ha(taehoha@kimm.re.kr)¹, J. H. Lee¹, Y. J. Kim¹, C. W. Lee¹

¹한국기계연구원 초정밀시스템실

Key words : Mount, stiffness, pre-load,

1. 서론

기계 마운트는 공작기계, 반도체 장비 등의 하부에 설치되어 장비의 지지, 고정, 높이 조정 등에 사용된다. 기계장비를 실제 제작하기 전에 가상시뮬레이터를 통하여 문제점을 파악하기 위한 시뮬레이터 개발을 위하여 이와 같은 마운트의 강성 예측을 위하여 실험을 통한 강성 값의 측정 및 경향에 대한 연구를 행하고 있다. 일반적으로 마운트가 장비의 하중에 의해 pre-load가 부가된 상태에서 적용된다. 본 연구에서는 무게추를 이용하여 pre-load가 부가 가능한 실험 장치를 구성하여 pre-load의 강성 값의 영향에 대해 조사하였다. 또한, 고하중용 마운트의 한 종류인 레벨링 블록에 대하여 레벨링 위치에 따른 강성 값에의 영향을 실험을 통하여 파악하였다.

2. 정하중 강성측정 실험장치

마운트의 경우, 항상 장비의 자체 하중에 의하여 pre-load가 가해진 상태에서 사용되게 되므로 pre-load 값에 따른 마운트의 강성 값에 대하여 확인이 필요하다. Fig. 1은 pre-load 부가 하에 강성측정이 가능한 강성측정 실험 장치를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이, 무게 추를 이용하여 pre-load 설정 값의 변경이 가능하며 pre-load가 가해진 상태에서 추가적으로 상부에서 유압실린더를 이용하여 하중을 부가하여 이에 따른 변위를 측정이 가능한 시스템이다. pre-load는 최대 9,810 N까지 설정 가능하며 유압식 하중은 최대 20,000 N 까지 부가가 가능하다. 측정은 로드 셀을 이용하여 하중 측정, LVDT (Linear Variable Differential Transformer)를 이용한 변위측정을 행하게 된다. 실험은 pre-load를 고려하여 마운트의 허용하중 내에서 추가로 하중을 부가하였다.



Fig. 1 Experimental apparatus for stiffness measurement under pre-load condition

3. Pre-load에 의한 강성 값 영향

전술한 실험 장치를 이용하여 pre-load에 따른 강성 값의 영향을 조사하였다. Pre-load 조건으로는 pre-load를 부가하기 위해 기구부 자체의 하중인 415N과 무게 추를 부가했을 때의 하중인 3180N, 4998N의 3가지의 pre-load에 대하여 실험을 행하였다. 실험 대상 마운트의 주요스펙을 Table. 1에 나타내었다. 사용된 마운트는 하부에 NBR (Nitrile Butadiene Rubber) 패드가 장착된 모델이다. 이 모델은 이전 연구에서 고무재질임에도 불구하고 초탄성 성질보다는 선형적인 경향을 나타내어 선형적 해석이 가능하였던 모델이다. Fig. 2은 MR16 모델에 대하여 3종류의 pre-load 조건하에서의 하중-변위 그래프를 나타낸다.

Table 1 Specification of mounts

Unit	MR16	MR20	MR24
Bolt Spec.	M16	M20	M24
Total Height	196	229	257
Pad Diameter [mm]	78	78	98
Pad Thickness [mm]	10	10	10
Allowable Load [kg]	750	1,125	1,500

그림에서 보는 바와 같이 pre-load 조건의 변경에도 불구하고 강성 값 자체에는 큰 변화를 발견할 수 없었다. MR20 및 MR24 모델에 대한 실험을 행한 결과 MR16 모델과 마찬가지로 강성 값 자체의 큰 변화는 없었다. 이 결과로부터 하부 고무패드 모델의 마운트의 강성에 대한 pre-load에 대한 영향은 무시 가능한 것으로 판단된다.

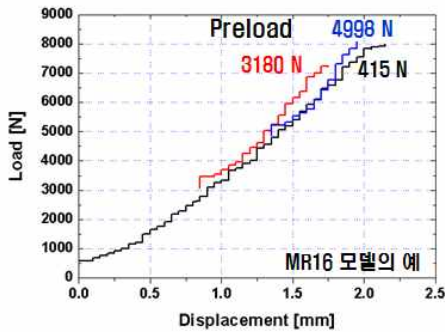


Fig. 2 Load-displacement graph under pre-load

4. 레벨링 블록의 강성 값 측정

고하중의 장비를 지지하는 레벨링 블록에 대하여 레벨링 위치에 따른 강성 값 변화를 확인하는 측정 실험을 행하였다. 실험에 사용된 레벨링 블록은 최대 허용하중 4.5 ton의 웨지타입으로 레벨링 위치를 최하, 중간, 최상 위치에 따른 강성 값을 측정하였다. 레벨링 블록의 경우도 하중 부가 실험 횟수에 따라 강성 값이 변하는 것을 알 수 있었다. 3회 이상의 반복 하중 실험을 통하여 강성 값이 안정화되는 경향을 보였으므로, 각 레벨링 위치에서 3회 반복 실험을 행한 후 안정된 강성 값을 이용하였다. Fig. 3에 레벨링 블록을 최하 위치, 중간 위치, 최상 위치로 변경시켰을 때의 하중-변위 그래프를 나타내었다. 그래프에서 보는 바와 같이 레벨링 위치에 따라 강성 값이 상이한 것을 확인할 수 있다. 이 때의 강성 값을 Table 2에 정리하였다.

레벨링 위치가 최상이었을 때의 강성 값이 45,410 N/mm로, 최하이었을 때의 강성 값 23,124 N/mm의 약 2배에 달하는 것으로 확인되었다. 이 결과로부터 레벨링 위치에 따른 강성 값의 고려가 필요함을 알 수 있다.

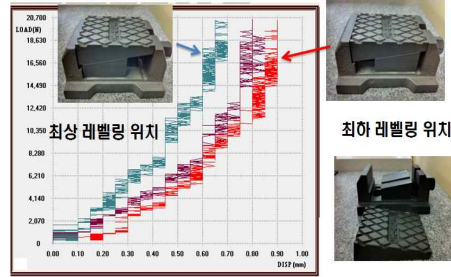


Fig. 3 Load-displacement graph due to leveling position

Table 2 Stiffness according to leveling position

Unit	Top position	Middle position	Bottom position
Stiffness [N/mm]	45,410	32,239	23,124
Ratio]	1.96	1.39	1.0

5. 결론

본 연구에서는 마운트가 일반적으로 장비에 의하여 pre-load를 받는 상태에서 사용되므로 pre-load 부가 조건을 변경하였을 때 이에 따른 마운트의 강성 값에의 영향 및 레벨링 블록의 레벨링 위치에 따른 강성 값의 영향을 실험을 통하여 확인하였다. 고무패드 타입의 마운트의 경우, pre-load의 조건에 무관하게 유사한 강성 값을 가짐을 확인하였다. 레벨링 블록의 경우, 레벨링 위치에 따라 강성 값이 크게 변화함을 알 수 있었으며, 최고 레벨링 위치와 최하 레벨링 위치 때의 강성값이 약 2배에 이르는 것을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

1. 하태호, 이재학, 김양진, 이찬홍, "기계장비 마운트 및 고정앵커 강성예측에 관한 연구", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 335-336, 2010
2. Yoshida, K., Shimura, H., Yoshioka, J., "Development of Special Mounting Elements with Damping for Surface Grinding Machines", Japan Society for Precision Engineering, 55, 05, 49-52, 1992, in Japanese