

기계장비 마운트 및 고정앵커 강성 예측에 관한 연구 Study of Mounting Device and Anchor Stiffness Estimation for Machinery

*#하태호¹, 이재학¹, 김양진¹, 이찬홍¹

* #T. H. Ha(taehoha@kimm.re.kr)¹, J. H. Leel¹, Y. J. Kim¹, C. H. Lee¹

¹한국기계연구원 나노융합·생산시스템연구본부

Key words : Stiffness, Mounts, Machinery

1. 서론

본 연구는 기계장비 시제작 이전에 발생가능한 문제점의 파악이 가능한 가상시스템 구축을 궁극적인 목표로 하고 있다. 특히, 이중에서도 기계장비의 하부에 지지, 고정, 높이 조정 목적으로 사용되며 장비의 정적·동적 안전 확보를 위한 마운트의 강성 값 및 감쇠 값 예측을 목표로 하고 있다. 본 논문에서는 이를 달성하기 위하여 현장에서 주로 사용되는 상용 마운트에 대해 강성측정 실험과 FEM 해석을 행하여 그 결과에 대하여 논하였다.

2. 강성 측정실험 장치 및 시료

Fig. 1은 마운트의 강성 측정 실험 장치 사진을 나타낸다.

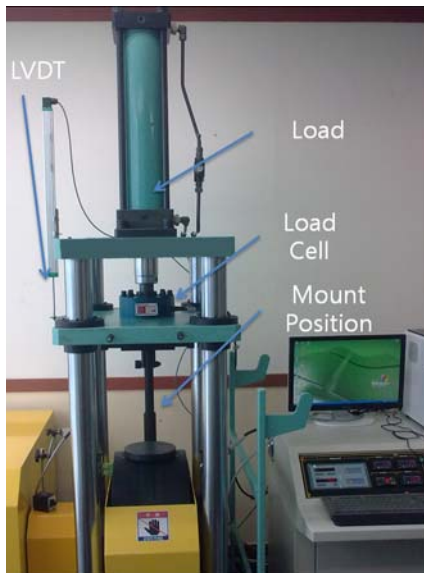


Fig. 1 Experimental apparatus

하중 부가 유압실린더, 부가 하중 측정을 위한 로드셀, 변위 측정센서 (LVDT : Linear variable differential transformer), 제어부로 크게 나누어진다. 이 장치를 이용하여 부가된 하중대비 변형량을 측정하게 된다. 이전 실험 기구와 비교하여 하중부가를 자동으로 행하며, 가이드를 설치하여 일정한 방향으로 마운트에 하중부가가 가능하게 되었다.[1] 이 실험 장치를 이용하여 현장에서 가장 많이 사용되고 있는 모델을 선정하여 강성 측정 실험을 행하였다. Fig. 2 와 Table 1 에 각각 실험에 사용된 마운트의 사진 및 사양을 나타내었다. 각 마운트는 장비에 체결되는 볼트의 크기 및 NBR (Nitrile Butadiene Rubber) 재질의 하부 패드의 직경에 따라 서로 다른 허용하중을 가지게 되어있다.



Fig. 2 Mounts

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

3. 강성 측정 실험 및 FEM 해석

각 마운트에 대하여 20,000 N의 하중을 가하였을 때의 하중-변위 실험결과 그래프를 Fig. 3 에 도시하였다

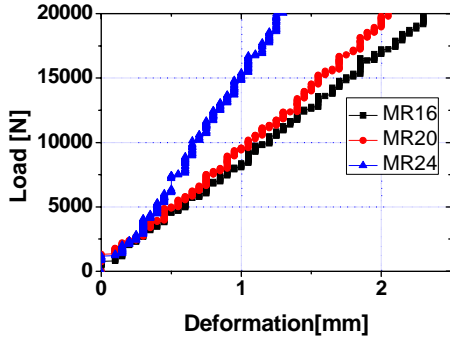


Fig. 3 Load-deformation graph

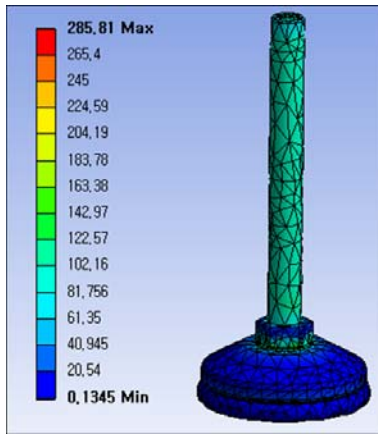


Fig. 4 FEM model (von-Mises stress)

3 종류의 마운트 전부 하부에 초탄성 특성을 가지는 고무재료인 NBR 패드가 있음에도 불구하고 선형적인 변형을 나타내고 있어 고무패드가 높은 강성을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한, 사용 하중 영역 내에서 선형적인 변화를 보이므로 강성의 선형화 추정이 가능할 것으로 판단된다. 일반적으로 고무의 경우, 하중과 변형의 관계가 비선형으로, 미소한 변형률일 경우를 제외하면 탄성계수로 재료의 거동을 나타낼 수 없다. 그러나 실험에 사용된 마운트의 경우 허용하중 내에서 선형적인 거동을 보이고 있어 인장시험, 전단시험, 압축시험 등을 통하여 Mooney-Rivlin 상수값 또는 Ogden 상수값

을 추출하여 이를 FEM 해석에 도입하는 대신 NBR의 포아송비를 0.49, 탄성계수를 10.6 Mpa, 밀도를 $1.15 \times 10^6 \text{ kg/mm}^3$ 으로 설정하여 해석을 행하였다. 실험과 동일하게 20,000 N을 마운트 체결 볼트의 최상부에 가하였을 때의 MR16 마운트의 FEM 해석 모델 및 등가응력 해석 결과 예를 Fig.4 에 나타내었다. 최대응력은 하부 겹과 체결볼트 부에 발생함을 확인할 수 있었다. 각 마운트에 대한 최대 수직방향 변형량의 실험치와의 비교, 오차 및 실험 강성치를 Table 2 에 정리하였다.

실험결과와 FEM 해석 결과가 8 % 오차이하의 좋은 일치율을 보여주고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 2 Comparison between Experiential results and FEM analysis

	MR16	MR20	MR24
Experiments	2.30 mm	2.05 mm	1.25 mm
FEM	2.13 mm	2.07 mm	1.19 mm
Error	7.4 %	1 %	4.8 %
Stiffness	8296 N/mm	9239 N/mm	9756 N/mm

4. 결론

기계장비 마운트의 강성예측을 위하여 하중-변위 실험 및 FEM 해석을 행하였다. 실험결과 고무패드가 장착된 모델임에도 허용하중 내에서 선형적인 거동이 확인되어, Mooney-Rivlin 상수 또는 Ogden 상수를 사용하지 않고도 선형화 가정을 통한 FEM 해석을 행하였다. 그 결과 실험치와 최대 8 % 미만의 오차를 보이며 상당한 일치율을 확인할 수 있었다. 향후, 21 Mpa의 압축강도를 가지도록 양생한 콘크리트 구조물에 고정된 앵커에 관한 강성예측을 행할 예정이다.

후기

강성측정 실험에 도움을 주신 (주) 오토씨에프티에 감사드립니다.

참고문헌

1. 하태호, 이재학, 김양진, 이찬홍, "공작기계 마운트의 강성 측정", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 467-468, 2010