

고하중용 볼 스크류의 유한요소 해석 Analyzed a Heavy Load Ball Screw Using Finite Element Method

*남기범¹, 구현곤¹, 김현구², #송정일¹

*G.B. Nam¹, H. K. Ku¹, H. K. Kim² #J. I Song (jison@changwon.ac.kr)¹

¹창원대학교 기계공학과, ²㈜ 티아이씨

Key words : Finite element analysis, Natural frequency, Modal analysis, Contact angle

1. 서론

볼 스크류(Ball screw)는 다양한 분야에서 회전 운동을 직선 운동으로 바꾸는 도구로 쓰여지며 사출성형기와 같은 고하중 작동에 있어서 다양하게 응용되며 널리 쓰이고 있다.

본 연구에서는 볼 스크류의 부하 변형 저감을 위한 볼 순환회로 개선과 하중 작용점 변경에 의한 부하 변형 억제 및 정격하중을 평가하여 변경된 도안의 안전성과 효과를 평가하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 모달 해석과 하모닉 해석 및 볼 홈의 접촉각 조정시 볼 스크류에 가해지는 응력의 변화와 리테이너(retainer)의 재질에 따른 응력변화를 분석하였다.

2. 볼 스크류의 재료

수입품과 국산 볼 스크류의 재질 분석을 위하여 SEM 과 EDAX 를 이용하고, 기계적 성질을 확인하기 위하여 인장실험을 수행하였다. 수입품을 테스트해 본 결과 각 시편의 주요 소재는 크롬과 망간으로 각 1% 내외의 성분비를 가졌다. 인장테스트결과 각 시편 모두 440MPa 이상의 최대 인장 강도를 가짐으로 국내의 SCM 420 과 유사한 물성치를 가짐을 알 수 있었다.

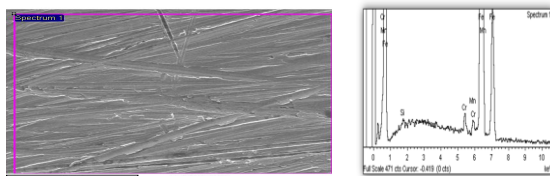


Fig. 1 SEM and EDAX image for 1st specimen.

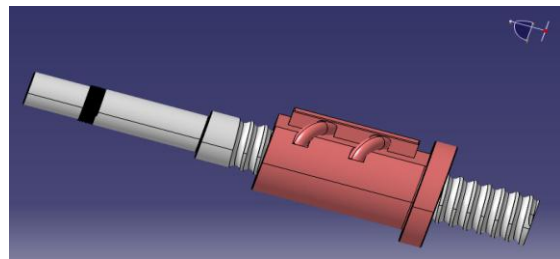


Fig. 2 3D Assembly drawing of a ball screw

3. 유한요소해석

Fig. 2 과 같은 형상을 CATIA V5 R17 을 이용해 3D 모델링하였다. 볼의 지름은 12.75mm, 볼과 축의 재질은 SCM420 로 설정하였다. ANSYS V12.1 이용한 모달 해석을 통해 Fig. 3 과 같은 20 개의 특별한 주파수를 찾았다.

하모닉 해석을 통하여 Fig. 4 와 같은 각 축 방향에서의 수개의 피크 점을 찾아내었다.

볼과 볼 홈의 접촉각의 변화에 따른 응력해석과 변형의 결과는 다음 Fig. 5 과 같다. 접촉각에 따른 변형의 차이는 0.02×10^{-3} mm 차이로 미세하지만 응력집중에 있어서는 45 도의 접촉각을 가지는 경우 151.88MPa 의

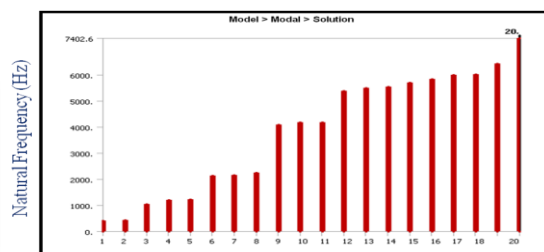


Fig. 3 Frequency at different mode

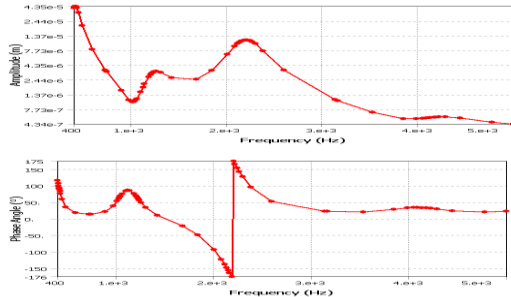


Fig. 4 Amplitude and phase angle varies with frequency along Y direction.

응력집중이 138.99MPa 로 감소하여 12.89MPa 의 차이를 보였다.

나일론(nylon)66 과 나일론 6 의 물성치를 가지는 리테이너에 대한 해석을 수행하였다. 나일론 66 이 나일론 6 에 비하여 변형은 0.57×10^{-3} mm 줄어들고, 응력집중은 52.77MPa 에서 51.61MPa 로 1.16MPa 이 줄어들었다.

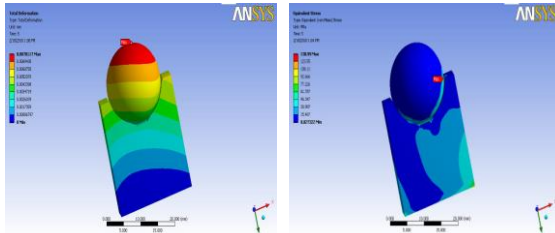


Fig. 5 Deformation and Equivalent stress developed with 50degree.

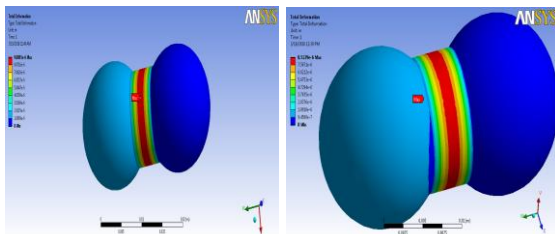


Fig. 6 Nylon retainer deformation developed with nylon6 and nylon66.

4. 결론

본 연구에서는 SEM 과 EDAX 를 통한 고하중용 볼 스크류용의 재질분석과 모달 해석과 하모닉 해석을 통한 진동해석 및 볼과 볼 홈의 접촉각에 따른 응력해석과 리테이너의 재질의 변경에 따른 해석에 관해 아래와 같은 결론을 얻었다.

1) 모달 해석과 하모닉 해석을 통해 주의해야 할 주파수 대역을 확인하였다.

2) 볼과 볼 홈의 접촉각이 50 도로 설정하는 것이 기존의 제품의 45 도와 0.02×10^{-3} mm 변형 차이를 보이면서 12.89MPa 의 응력집중이 해소되었다. 따라서 볼 홈과 볼간의 접촉각은 기존의 45 도의 설계에서 50 도로 개선하는 안을 제시한다.

3) 리테이너의 재질은 나일론 66 이 나일론 6 보다 변형과 응력분산 면에서 더 유리하다.

후기

본 연구는 2009 년 중소기업청(구매 조건부 과제)의 지원을 받은 것으로 ㈜티아이씨에 감사 드립니다. 또한 본 연구의 저자 중 일부는 Brain Korea 21 (Bk-21)의 지원에 의한 결과로 이에 감사 드립니다..

참고문헌

1. Kim, H J., 2008”Modal Analysis of Structures,” The Korean Society for Noise and Vibration Engineering Vol. 2008, No.2008,pp. 2~3.
2. Xuesong, M., Masaomi, T, Tao, T, and Nuogng, S, 2003, “Study on the load distribution of ball screws with errors” Mechanism and Machine Theory, Vol. 38, pp. 1257-1269.
3. Tae Sung FEA engineering, 2007, “ANSYS Workbench,” Sigmappress, pp.259~276