

## 볼나사로 이송되는 공작기계 이송계의 진동해석

차상민\*, 배희은\*(창원대 대학원 기계설계공학과), 최영휴(창원대 기계설계 공학과),  
최진호(창원기능대학 자동화시스템학과)

주제어 : 공작기계, 이송계, 볼스크류, 사행동, 고유 진동해석, 과도 진동해석

볼나사 방식의 이송장치는 공작기계의 대표적인 이송장치로서, 공작기계의 위치 정밀도를 결정하는 주요 부분품이다. Fig. 1에서와 같이 볼나사로 이송되는 수직형 머시닝 센터 이송계의 경우를 보면, 리어패널(Rear Panel)에 쓰러스트 모터(Thrust Motor)가 장착되어 있고, 볼나사는 모터의 회전을 직선운동으로 변환시켜 헤드를 직선이송 시킨다. 이송계는 고속 이송 과정에서 리어패널의 구조강성 부족, LM 가이드 및 LM 블록의 강성 부족, 볼나사의 축강성 및 비틀림 강성 부족, 헤드 무게중심에 대한 모멘트 불균형, LM가이드와 LM 블록의 마찰 등으로 인하여 이송계에 스틱-슬립(Stick-Slip) 현상이나 심각한 진동이 발생할 수 있다.

본 연구에서는 Fig. 1에 보인 수직형 머시닝 센터의 헤드 이송시스템을 Fig. 2와 같이 5자유도계로 모델링 하였다. 제안된 5 자유도 모델은 모터의 회전축과 볼나사축의 회전 운동 자유도, 볼나사축의 축방향 운동 자유도, 쓰러스트 모터의 축방향 운동 자유도, 헤드의 축방향 운동 자유도, 헤드의 요잉(yawing)운동 자유도까지 고려 하였으며, 볼나사축의 축방향 운동은 회전 운동을 직선운동으로 변환시키는 기하학적 구속조건식으로 표현하였다. 그리고 모델링 파라미터인 리어패널의 구조강성, 볼나사의 축방향 강성, 볼나사의 비틀림 강성, 헤드 관성 모멘트등 총괄 집중 파라미터(Lumped Parameter)로 모델링 하였으며, LM 블록과 LM 가이드의 마찰 및 기하학적 형상 불균일은 무시하였다.

또한, 볼스크류 방식의 공작기계 헤드 이송장치를 축소 모델로 제작하고, 이송실험을 통하여 이송계의 진동을 측정하였다. 실험결과를 이론 해석결과와 비교함으로써 제안된 5자유도 이송계 모델의 타당성을 검증하였다.

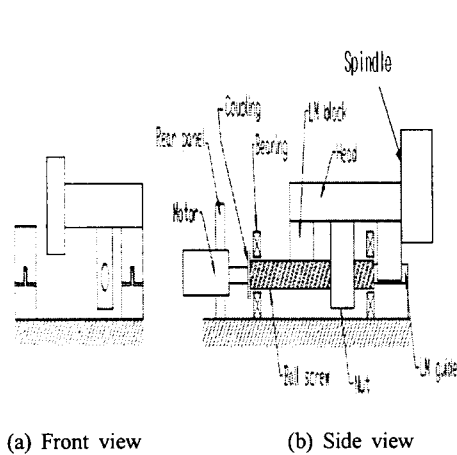


Fig. 1 Schematic of a vertical M/C feeding system using a ball screw

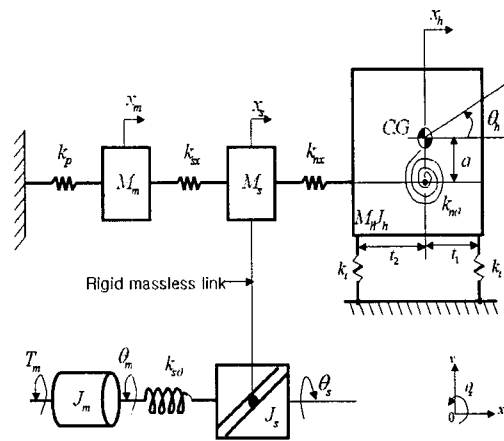


Fig. 2 A planer 5-D.O.F. model of a machine tool feeding system