

# 공작기계 구조해석을 위한 이동형 및 고정형 결합부 자동 모델링

## FEM Modeling Automation for Moving and Fixed Joints of Machine Tools Structure Analysis

\*#이찬홍<sup>1</sup>

\*#Chan Hong Lee (chlee@kimm.re.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국기계연구원 초정밀시스템연구실

Key words : FEM Modeling, Moving and Fixed Joint, Machine Tools Structure Analysis

### 1. 서론

공작기계의 정적, 동적, 열적 구조해석은 설계단계에서 구조적 취약부를 규명해서, 설계개선을 실시한다는 의미에서 개발시간과 비용을 감축시키는 역할을 하고 있다. 많은 공작기계 제조업체에서는 상용화된 FEM 소프트웨어를 구입해서 구조해석을 실시하고 있지만, FEM을 이용한 구조해석은 과정이 매우 전문적이어서 사용자는 최소 수개월간 교육과정이 필요하고, 해석에 필요한 결합부의 강성값, 재료 물성치 등 DB가 필요해서 상용 소프트웨어의 구매가 구조해석의 완료를 의미하지는 않는다. 특히, 설계자들의 구조해석 욕구를 가장 많이 방해하는 과정은 공작기계 제작을 위해 만들어 놓은 3D 상세도면을 FEM 해석을 위해 반복된 단순화 과정이 하나이고, 다른 하나는 공작기계에 존재하는 이동형 및 고정형 결합부를 스프링으로 모델링하는 다중 계산 과정이다.

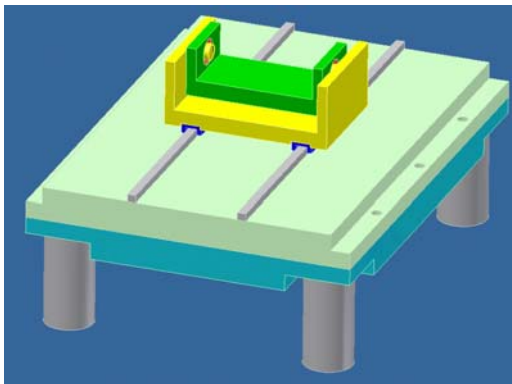


Fig. 1 Simple Structure of Machine Tools with moving and fixed joints

본 논문에서는 공작기계의 구조해석시 필수적인 이동형 및 고정형 결합부를 스프링 강성으로 자동 모델링하는 FEM 전처리 소프트웨어의 기법을 서술하였다.

### 2. 구조물의 FEM 모델링 자동화 과정과 순서

공작기계 설계자는 구조해석을 위해, 우선 장비 제작을 위해 그려 놓은 3D 상세도면을 단순화시켜야 한다. 이 단순화 과정은 FEM 해석과정에서 사용된 전산 Solid 요소의 크기를 증가시켜 해석시간을 대단히 감소시킨다. 이러한 단순화 과정은 개발된 FEM 전처리 소프트웨어에 포함시켜 놓았다.

다음으로 단순화된 구조물에서는 FEM 해석을 하기위해 결합부, 즉 볼트 결합면, 마운트 결합면,

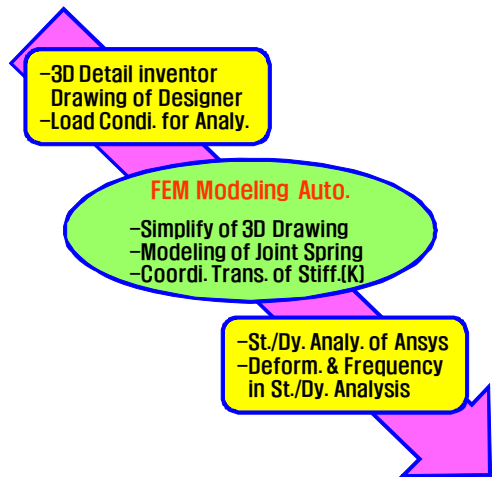


Fig. 2 FEM modeling automation process for machine tools structure

베어링 설치부, LM block 설치부를 스프링으로 모델링해야 비로소 전산모델이 완성된다(Fig. 2).

이 과정에서 사용된 스프링 요소는 볼트, 마운트, 베어링, LM 블록 결합요소의 수직과 수평 강성에 대해서 상응하게 대응되도록 Ansys의 Matrix 27 스프링 요소를 사용하였고, 각 Matrix 27 스프링 행렬에 있는 78개 스프링 강성 요소값은 스프링의 설치방향을 고려하여 적절하게 설정하였다. 만약 스프링 설치방향이 수직이나 수평이 아닌 경우에는 스프링 설치 경사면의 방향벡터를 이용해서 강성을 X, Y, Z축으로 분리해야 하므로, 3축에 대한 좌표변환 계산량이 매우 크게 되고, 78개의 강성요소가 모두 바뀌게 된다. 이러한 작업에서 한 개라도 강성요소 값이 틀릴 경우, 구조해석의 결과는 쓸모 없게 된다. 이 스프링 설치면의 좌표변환 과정도 개발된 FEM 전처리 소프트웨어에 포함시켰다.

스프링 모델링과 강성 행렬 요소값의 좌표변환이 완료되면 비로소 FEM 해석을 실시할 수 있다.

### 3. 구조물의 요소 결합부 모델링 자동화

Fig. 3에 보인 바와 같이 마운트는 구조물의 베드에 부착되어 있고, 4개의 배열 스프링으로 모델링되어 있다. 이 스프링의 기반 부착점들은 변위 자유도를 설정할 수 있게 하였다. 베어링은 8개의 반경 방향 스프링으로 모델링하였고, 반경 및 축방향 강성을 동시에 입력할 수 있게 하였다. 필요에 따라서는 감쇄계수도 입력할 수 있다. 이때 베어링의 조립 방향에 따라서 강성행렬 좌표변환이 실행된다. Fig. 4에 나타낸 볼트도 마운트와 같이 4개

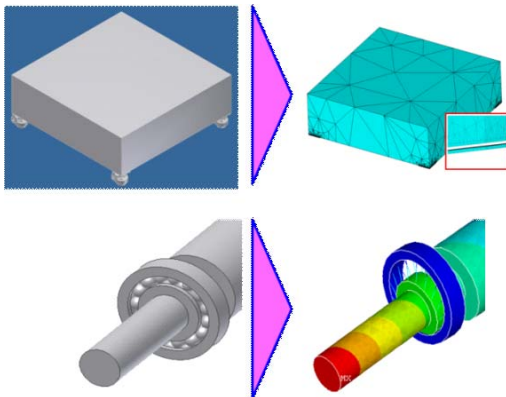


Fig. 3 Spring modeling for mount and bearing joint

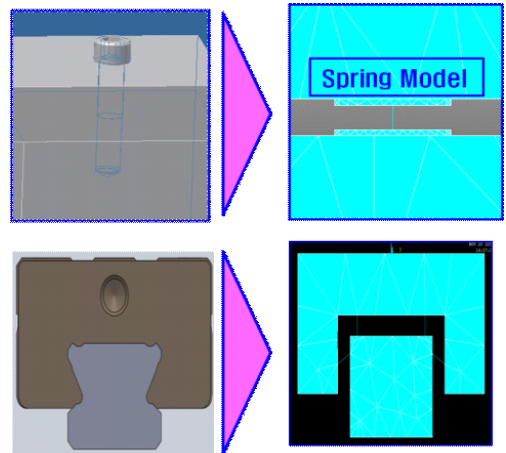


Fig. 4 Spring modeling for bolt and LM block joint

의 배열 스프링으로 모델링하였고, 기존 조립되어 있는 볼트와 구멍은 삭제하였다. LM 블록은 Rail과 연결된 8개의 스프링을 좌우상하에 배치된 모델링을 하였다. Fig. 5에는 단순화와 결합부 모델링을 완료한 구조물에 대한 정적 해석 결과를 보였다.

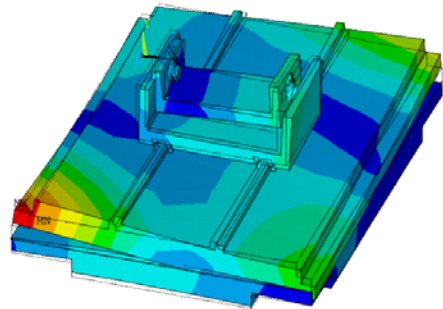


Fig. 5 Static displacement of simple machine tools

### 4. 결론

1. 설계자에게 구조해석에 대한 전산모델 구축 편리성과 해석 경험을 공급하기 위해서, 3D 상세도면의 단순화와 이동/고정형 결합부의 모델링 자동화 과정과 기법을 설명하였다.

### 참고문헌

1. Altintas, Y, Brecher C., Weck, M. and Witt, S., "Virtual Machine Tool," CIRP Annals Manufacturing, Vol. 54, Issue 2, pp. 115-138, 2005.