

# 공작기계 configuration 최적화를 위한 시뮬레이터 개발 Development of Simulator for Optimal Machine Tools Configuration

\*이창호<sup>1</sup>, 하재용<sup>2</sup>

\*C.H.Lee(changho.dean.lee@doosan.com)<sup>1</sup>, J.Y.Ha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>두산인프라코어(주) 공기 자동화 BG

Key words : lay-out, configuration, optimization, natural frequency, static stiffness, accuracy

## 1. 서론

공작기계의 다기능화가 요구됨에 따라 복잡한 기계 구성의 high-end 공작기계가 점점 더 많이 나오고 있으며, 사용 조건이 확대됨에 따라 다양한 하중 조건과 경계 조건을 고려한 공작기계의 설계가 점점 더 요구된다. 복잡해지는 공작기계의 설계 조건들에 반해, 적기의 제품개발을 통한 시장 선점이 무엇보다 중요시 되고 있다. 제품의 기획에서 설계단계를 거쳐 양산화 과정까지 일련의 제품개발 과정을 단축시키기 위해서는 Lay-out 설계 단계에서 구조적인 변화에 따른 성능 변화 추이를 쉽게 예측할 수 있어야 하지만, 현재는 복잡한 유한요소해석(FEA)의 과정을 통해 성능의 변화 추이를 판별하므로 상당한 시간이 필요하게 된다. 또한, 이송계의 경우 모터, 드라이브, 기계 구동부, 구조 형상, 구동 점의 위치 등의 복잡한 메커니즘으로 구성되어 있어 설계 단계에서 쉽게 성능 예측을 통한 설계 검증에 어려움이 있어 왔다.

본 논문에서는 초기 Lay-out 설계 단계에서 공작기계의 구조 및 이송계 구성의 변화에 따라 설계자가 쉽게 성능 예측이 가능 하도록 하고, 이를 설계에 빠르게 반영할 수 있도록 하는 공작기계 구조(configuration) 최적화 설계 Tool 의 개발 내용을 다루었다.

## 2. 공작기계 configuration 최적화

### 2.1 공작기계 구조형상 모델링

상용해석 소프트웨어를 통한 구조해석에 앞서 Lay-out 구조 설계 단계에서 구조 형상, 축 구성, 안내면 배치, 안내면 강성 등의 설계 파라미터 변경에 따라 설계자가 쉽게 성능 변화 추이를 예측할 수 있고, 최적화된 설계

파라미터의 도출을 통해 보다 신속하게 장비의 개발 목표에 부합하는 Lay-out 선정을 할 수 있는 기술적인 수단이 필요 하였으며, 이를 위해 공작기계의 3 차원 강체 모델을 이용하여 기본 성능지표가 되는 정적, 동적 강성 예측을 용이하게 할 수 있는 방법론을 제시하였다.

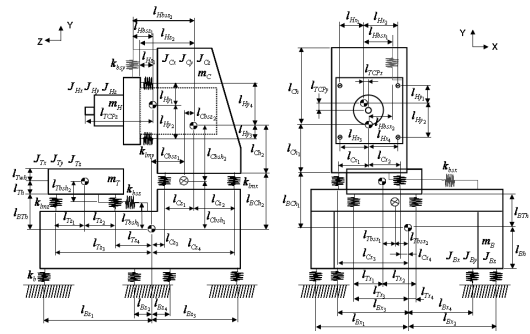


Fig. 1 Rigid body 3D-model of Horizontal machining center

### 2.2 이송계 모델링

이송계의 경우 서보모터 및 드라이브의 제어부와 구조물, 볼스크류, 커플링, 지지 베어링 등의 기계부가 함께 구성된 복잡한 메커니즘으로 되어 있어 설계 단계에서 성능 예측을 위해서는 제어부와 기계부를 함께 고려한 메카트로닉스 관점의 통합 설계가 필요하다. 이를 위해 서보 제어부와 이송계 기구부의 통합 모델 구성을 통해 장비의 실 가동 환경 조건을 컴퓨터를 통해 시뮬레이션 가능하도록 하였다.

## 3. Configuration 최적화 시뮬레이터

### 3.1 구조형상 최적화 설계 프로그램

설계자들이 쉽게 사용가능 하도록 장비 외형 치수 및 강성, 무게, 절삭력 등의 설계

파라미터를 입력하게 되면, 정/동강성 등의 기본 성능들이 계산 될 수 있도록 그림 2 와 같이 프로그램화 하였다.

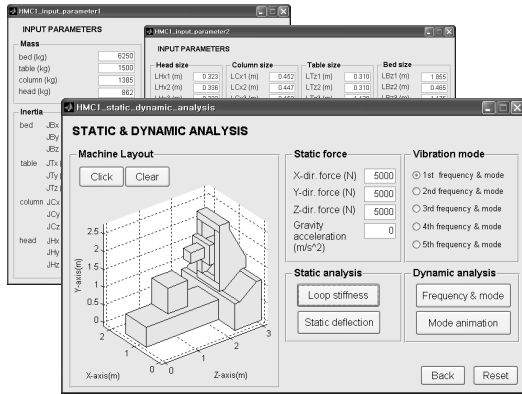


Fig. 2 Composition of optimal configuration design simulator

그림 3 은 시뮬레이션을 통해 나온 결과들로서, 각 방향의 루프 강성, 정적 변형, 각 구조물의 강성 기여도 분석이 가능하도록 하였으며, 또한 진동모드 분석을 통해 lay-out 단계에서 기계 구조 최적화를 가능하도록 하였다.

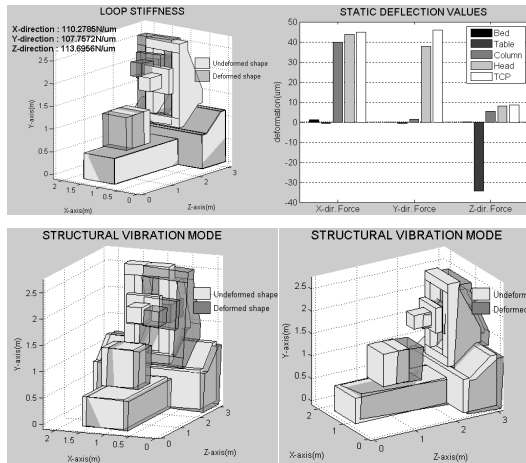


Fig. 3 Examples of static and dynamic behavior analysis

### 3.2 이송계 최적화 설계 프로그램

또한, 이송계의 기구부 및 제어부 설계 파라미터 입력을 통해 시간역, 주파수역 응답 특성, 원호보간 정밀도 등이 예측 가능하도록

구성하였다. 그림 4 는 2 축 원호보간 정밀도의 시뮬레이션 결과가 장비의 실거동을 잘 반영해 주고 있음을 나타내고 있다.

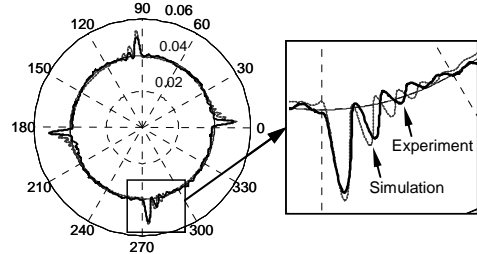


Fig. 4 Experiment and simulation results of circular trajectory

그림 5 는 이송계의 직선 운동 시 진동 특성을 시뮬레이션 한 결과로써, 기구부의 최적화된 조합을 통해 진동을 최소화 시킬 수 있음을 보여 준다.

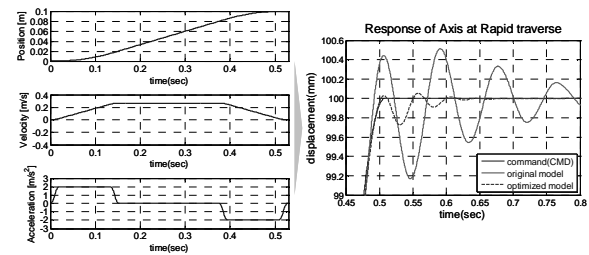


Fig. 5 Simulation result of residual vibration at linear motion

## 4. 결론

초기 Lay-out 설계 단계에서 설계자가 쉽게 설계 파라미터 변경을 통해 성능변화 추이의 파악이 가능하도록 공작기계 구조(configuration) 최적화 시뮬레이터를 개발하였으며, 이를 통해 설계 검증에 소요되는 시간 단축 및 설계 품질 향상에 기여 할 것으로 본다.

### 참고문헌

1. Ryuta SATO, Masaomi Tsutsumi, "Modeling and controller tuning techniques for feed drive systems", 2005 ASME, Proceedings of IMECE2005, 669-679.
2. Ramon Maj, Giacomo Bianchi, "Mechatronics analysis of machine tools," 9th SAMTECH Users Conference 2005.