

유한요소법을 이용한 수직형 하이브리드 연삭 시스템의 베드 정특성 해석

Structural Analysis of Hybrid Vertical Grinding System Bed by using Finite Element Method

*#이은상¹, 최승건², 김성현², 최웅걸², 김규동³, 최현종⁴

*#E.S.Lee¹(leees@inha.ac.kr), S.G.Choi², S.H.Kim², W.K.Choi², K.D.Kim³, H.Z. Choi⁴

¹인하대학교 기계공학과, ²인하대학교 대학원, ³ (주)대영기계공업, ⁴ 한국생산기술연구원

Key words : Hybrid vertical grinding system, Cast iron, High Stiffness Bed

1. 서론

현대의 모든 산업분야에서는 정밀한 부품이 다양한 형태로 이용되고 있으며 점점 산업이 발달하면서, 새로운 첨단산업이 발달하게 되고 품질향상과 더 높은 정밀도를 요구하게 되었다. 이러한 부품이나 기계의 정밀도를 향상시키는 가공공정들은 여러 가지 방법이 있으나 그 중에 연삭가공은 부품의 정밀도 향상과 대량생산을 위한 정밀가공법 중 가장 중요한 공정이다.[1][2][3]

특히, 하이브리드 연삭시스템은 기존의 연삭공정을 대체하여 연삭공정을 복합화, 고효율화, 자동화, 고속화하여 제품의 생산효율을 극대화 하는 연삭시스템이다.

다기능 하이브리드 수직형 복합 연삭시스템은 다품종 소량생산, 자동차 부품가공공정에서 기중변경에 유연대응이 가능한 복합 연삭시스템이다.

공작기계에 있어서 강성은 가공정밀도와 표면거칠기와 같은 공작물의 품질에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 특히 이송계, 주축, 가공물의 하중을 지지하는 베드는 공작기계의 안정성에 가장 큰 영향을 미치는 요소 중에 하나이다. 그러므로 공작기계 베드에 대한 정강성 특성을 정확히 해석한 후에 공작기계의 구조적 안정성을 확보하는 것이 중요하다.[2][3]

본 연구에서는 수직형 하이브리드 연삭 시스템의 베드를 Cast iron 베드와 제관형식의 베드를 유한요소법을 이용하여 각 포지션별로 구조해석을 진행한 후, 정하중에 대한 강성을 비교분석 하였다.

2. 고강성베드의 재료선정

공작기계의 베드는 주축, 이송계, 테이블과 공작물의 하중을 모두 지지해야 하며, 강성이 우수하여, 변형에 안정적으로 설계, 제작되어야 한다. 또한, 주축의 고속회전, 이송계의 고속 운동에 의해 발생되는 진동에 우수한 감쇠성능을 가지고 있어야 한다.

이에 수직형 하이브리드 연삭 시스템에 적용될 베드는 본 연구를 통하여 SS41와 FC300재료의 베드 정특성을 통하여 선정하려 한다.

Table 1 Specification of SS41 and FC300

재료	인장강도 [MPa]	영율 [GPa]	전단탄성계수 [GPa]	연신율
SS41	400~550	200	80	20%
FC300	276	100	40	1%

3. 유한요소법을 이용한 정특성 해석

본 연구에서는 3D 모델링은 SolidWorks 2010, 구조해석은 ANSYS Workbench 12.1을 이용하고 2D 도면을 바탕으로 동일한 형상을 갖는 주요 유닛의 3D 모델을 완성 하였다.

Fig. 1은 수직형 하이브리드 연삭 시스템 베드의 3D 모델로서 베드의 상단부에 이송계 대신 더미를 올려서 해석을 진행 하였다.

또한, 수직형 하이브리드 연삭 시스템에서 다른 구성요소를 배제하고 자중과 하중을 고려했을 경우의 해석 결과만을 나타냈다.

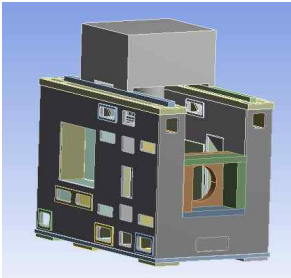


Fig. 1 3D Modeling of Vertical Grinding System Bed

먼저, Fig. 2는 베드의 성분을 Cast Iron으로 하여, 각각의 포지션 별로 해석을 진행한 결과이다. 각 포지션 별로 Turning에서 15.57um, Grinding 7.44um, Gauging 7.78um, Loading 7.4um으로 해석 되었다.

	Turning	Grinding	Gauging	Loading
CAST IRON BED				
최대 변형 (인식 가공부의 500kgf 적용)	15.57um	7.44um	7.78um	7.4um

Fig. 2 Analysis of Vertical Grinding System Cast Iron Bed

Fig. 3은 고강성을 위하여 리브를 추가 하여서, 3D 모델링을 수정한 것이다.

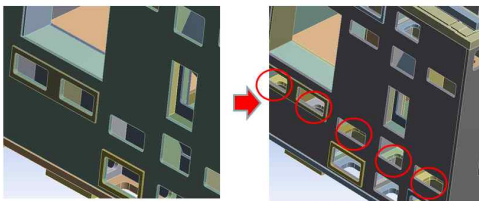


Fig. 3 Add Ribs of Vertical Grinding System Bed

	Turning	Grinding	Gauging	Loading
CAST IRON BED				
최대 변형 (인식 가공부의 500kgf 적용)	15.57um	7.44um	7.78um	7.4um
CAST IRON BED (리브 추가)				
최대 변형 (인식 가공부의 500kgf 적용)	14.69um	6.73um	6.80um	6.68um

Fig. 4 Comparison of Iron Cast Bed

Fig.4는 Cast Iron베드의 리브를 추가하기 전과 후의 해석결과를 비교한 것이다. 리브를 추가 하여서 각 포지션 별로 평균 0.8um의 변형량이 감소하는 것을 알 수 있었다.

	Turning	Grinding	Gauging	Loading
CAST IRON BED				
최대 변형 (인식 가공부의 500kgf 적용)	14.69um	6.73um	6.80um	6.68um
STEEL BED (제관형식)				
최대 변형 (인식 가공부의 500kgf 적용)	8.57um	3.82um	4.08um	3.80um

Fig. 5 Comparison of Iron Cast Bed and Steel Bed

Fig.5는 Cast Iron베드와 제관형식의 베드를 해석 결과를 비교한 것이다. Steel의 제관형식의 베드가 평균 3um의 변형량이 감소하는 것을 알 수가 있었다.

4. 결론

수직형 하이브리드 연삭 시스템의 Cast Iron 베드의 리브를 추가하여 해석한 결과 리브를 추가하기 전보다 변형량이 적다는 것으로 해석되었다.

수직형 하이브리드 연삭 시스템의 Cast Iron 베드와 Steel 제관베드를 해석한 결과 Cast Iron 베드보다 Steel의 제관베드가 고강성이라는 것으로 해석되었다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 “차세대 하이브리드 연삭시스템 개발” 과제로 진행되었습니다.

참고문헌

1. Y. Altintas, C. Brecher, M Weck, S. Witt "Virtual Machine Tool", CIRP Annals Vol. 54, Issue 2, 115-138, 2005
2. 정선환, 최성대, 권현규, 손재률 "라인센터의 성능 향상을 위한 동특성 해석" 한국기계가공학회, 제2권 75-83, 2003. 6
3. 김기만, 최성대, 허빈, 홍종필, 이달식 "지능형 공작기계 베드의 구조물 해석" 한국기계가공학회, 189-190, 2010