유한요소법을 이용한 미네랄캐스팅 베드의 정특성 해석

Static Characteristic Analysis in Mineral Casting Bed Using Finite Element Method

*#이은상[1], 고정환[2], 이상균[2], 김규동[3], 이석주[3], 최헌종[4],

*#E. S. Lee(leees@inha.ac.kr)[1], J. H. Ko[2], S. G. Lee[2], K.D.Kim[3], S.J.Lee[3], H. Z. Choi[4]

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

Key words : Hybrid grinding system, Finite Elements Method, Static Analysis

1. 서론

현대의 모든 산업분야에서는 정밀한 부품이 다양한 형태로 이용되고 있으며 점점 산업이 발달하면서, 새로운 첨단삼업이 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 대치하여 연삭공정을 복합화, 고효율화, 자동화, 고속화하여 제품의 생산효율을 극대화 하는 연삭시스템이다.

다기능 하이브리드 수직형 복합 연삭시스템은 다품종 소량생산, 자동차 부품가공공정에서 기종변경에 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 논문에서는 수직형 하이브리드 연삭시스템의 베드가 정하중에 안정성을 가지는지 유한요소법을 이용하여 구조해석을 하였다.

2. Mineral Casting 베드구조의 정특성 해석

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 베드구조는 Mineral Casting으로 선정하였다.

Table 1에서 보는 바와 같이 Mineral Casting은 비중이 알루미늄(2.4g/m^3) 정도로 가벼우며, 원하는 모양으로 제작하기 쉽고, 무엇보다 감쇠성능이 우수하여 가공 시 발생하는 진동의 영향을 크게 줄일 수 있어서, 채터링에 의한 공구 마모를 줄일 수 있고, 공작물의 가공 품위를 향상 시킬 수 있는 장점이 있다.

반면, Mineral Casting은 공작기계 베드에 주로 사용되는 Cast Iron에 비해 정강성이 취약한 단점을 가지고 있다. 그러므로 설계 시 베드의 구조 및 보강대의 두께, 위치 등을 적절히 선정하여 정강성이 우수하도록 설계하여야 한다.

Table 1 Specification of Mineral Casting Data

밀도 [g/m^3]	압축강도 [N/mm^2]	프아송비	탄성계수 [kN/mm^2]
2.4	135	0.3	43

3. 유한요소법을 이용한 정특성 해석

본 연구에서는 3D 모델링은 SolidWorks 2010, 구조해석은 ANSYS Workbench 12.1을 이용하고 2D 도면을 바탕으로 동일한 형상을 갖는 베드구조의 3D 모델을 완성 하였다. 수직형 하이브리드 연삭시스템이 갖는 구조 특성상 이송계, 자동공구교환장치, 가공스핀들, 공작물의 무게까지 모두 지탱해야 하지만, 베드 구조가 갖는 자체 하중에 의한 해석을 우선 수행 하였다.

수직형 하이브리드 연삭 시스템의 베드 총 질량은 약 4320kg인 것으로 계산 되었고, 자중에 의한 변형량, Von-Mises 응력과 최대전단응력을 해석

하였다.

Fig. 1은 수직형 하이브리드 연삭 시스템의 베드 부분 3D 모델로서 베드의 상부에 이송계가 장착되어 운동하게 된다. 또, 베드의 하부는 총 8곳에서 구조물과 고정된다.

수직형 하이브리드 연삭 시스템에서 다른 구성요소를 배제한 자중만을 고려했을 때의 시스템 해석 결과이다. 먼저, Fig. 2는 베드의 변형량을 해석한 결과이다. 변형량은 베드의 상단 부에서 최대0.829㎛ 발생하는 것으로 해석 되었다. 일반적인 공작기계 베드의 변형으로는 안정적으로 판단되나, 이송계, 스핀들, 공작물의 하중이 발생하면 변형량은 더 커질 것으로 예상된다. 또한, Fig. 3과 Fig. 4는 각각 Von-Mises응력과 최대 전단응력을 해석한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 전반적으로 매우 안정적인 구조를 가지고 있으나 공작물이 장착되는 윈도우 부분에서 응력이 집중됨을 알 수 있다. 현재의 시스템에서 발생되는 응력의 크기가 시스템에 영향을 주는지 여부는 면밀한 검토가 필요할 것으로 보인다.

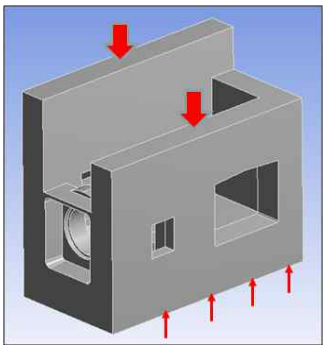

Fig. 1 Static Distribution of Vertical Hybrid Grinding System Bed

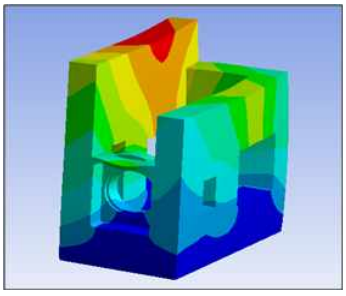

Fig. 2 Displacement of Vertical Hybrid Grinding System Bed

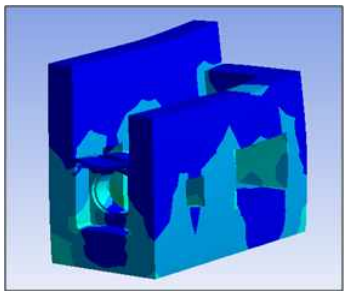

Fig. 3 Analysis of Von-Mises Stress in Machine Tool Bed

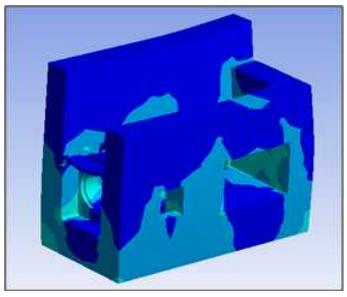

Fig. 4 Analysis of Shear Stress in Machine Tool Bed

4. 결론

수직형 하이브리드 연삭 시스템을 해석한 결과 베드의 하중을 고려했을 경우 안정적임을 확인할 수 있으며, 공작물의 윈도우 부분에 발생되는 응력 집중도 설계변경을 통해 해결 가능할 것으로 보인다.

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