

유한요소법을 이용한 수직형 하이브리드 연삭시스템의 구조해석

Structural Analysis of Vertical Grinding System 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, Mineral casting, Main Spindle, Electro Spindle

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 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 연삭 시스템의 주요 유닛인 Main Spindle, Electro Spindle, 이송계 System이 정하중에 안정성을 가지는지 유한요소법을 이용하여 구조해석을 하였다.

2. Mineral Casting 선정

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 선정 하였다.

Mineral Casting의 물성치는 Table 1에서 보는 바와 같이 비중이 가볍고, 감쇠성능이 우수하여 가공 시 발생하는 진동의 영향을 크게 줄일 수 있다.

Table 1 Specification of Mineral Casting Data

밀도 [kg/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 주요 유닛의 3D 모델을 완성 하였다.

Fig. 1은 수직형 하이브리드 연삭 시스템의 주요유닛들의 3D 모델로서 왼쪽부터 Main Spindle, Electro Spindle, 이송계 system이다. 또한, 수직형 하이브리드 연삭 시스템에서 다른 구성요소를 배제하고 자중과 하중을 고려했을 경우의 해석

결과만을 나타냈다.

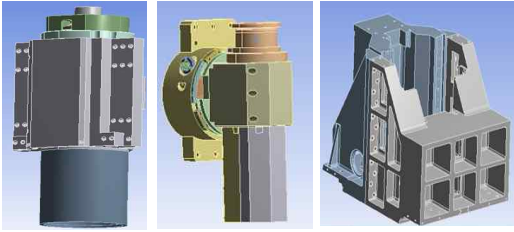


Fig. 1 3D Modeling of Vertical Grinding System Units

먼저, Fig. 2는 Main Spindle의 변형량과 응력을 해석한 결과이다. 변형량의 경우 Work를 Cucking 하는 부분에서 최대1.67 μm 로 발생하였고, 응력의 경우 LM 가이드 연결부분에서 최대 3.14MPa로 발생하는 것으로 해석 되어졌다.

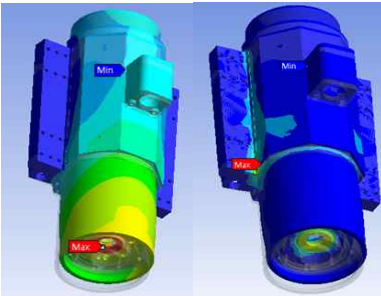


Fig. 2 Analysis of Vertical Grinding System Main spindle

Fig. 3은 Electro Spindle의 변형량과 응력을 해석한 결과이다. 최대 변형량은 0.25 μm 로 Spindle 고정 부분에서 나타났고, 최대응력은 0.85MPa로 베드의 연결부분에서 발생하는 것으로 해석 되어졌다.

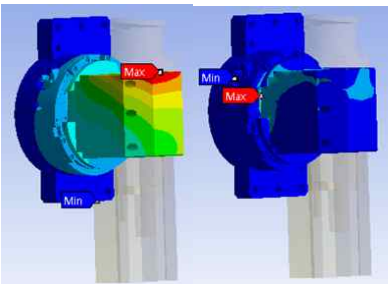


Fig. 3 Analysis of Vertical Grinding System Electro spindle

Fig.4는 이송계 system의 변형량과 응력을 드릴 가공과 연삭가공시 해석한 결과이다. 드릴가공시, 최대변형량이 0.95 μm 로 Main Spindle 연결부분 상단에 나타났으며, 최대 응력은 1.63MPa로 나타났다.

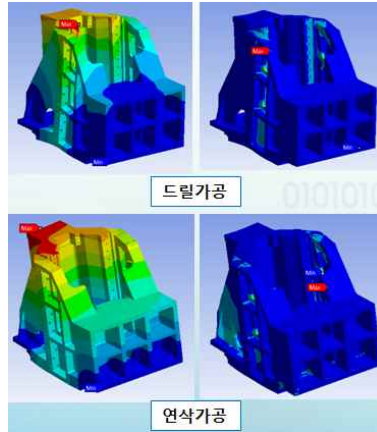


Fig. 4 Analysis of Transfer system according to work

연삭가공시, 1.05 μm 로 구조물 상단에 최대변형량이 나타났으며, 응력의 경우 1.17MPa로 측면 구조물 측에서 나타나는 것으로 해석 되어졌다.

4. 결론

수직형 하이브리드 연삭 시스템의 주요유닛을 해석한 결과 Main Spindle, Electro Spindle, 이송계 System에서 하중을 고려했을 경우 시스템에 영향을 미치지 않아서 시스템적으로 안정적임을 확인할 수 있었다.

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, 손재물 "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