

복합가공기의 구조 안정성에 관한 해석적 연구

신성우*(창원대 대학원 기계설계공학과), 이춘만, 정원지(창원대 기계설계공학과),
김재실, 이원창(창원대 기계공학과)

An Analytical Study on the Structure Stabilities of Multi-Tasking Machine

S. W. Shin, C. M. Lee, W. J. Chung(Mech. Design & Manuf. Eng. Dept., Changwon National Univ.),
J. S. Kim, W. C. Lee(Mech. Eng. Dept., Changwon National Univ.)

ABSTRACT

Multi-tasking machines are widely used in machine tool industries nowadays. This study focuses on the effect of load on the structure stabilities of laser multi-tasking machine which is comprehensively combined turning center and laser machine. For design of the machine, simulation of structural analysis is carried out varying number of elements. The analysis is carried out by FEM simulation using the commercial software, CATIA V5. This method showed a proper number of elements can be selected to obtain good result by reduced computation time.

Key Words : Multi-tasking machine (복합가공기), Finite element analysis (유한요소해석), Static analysis (정적해석), Convergence analysis (수렴해석)

1. 서론

최근 세계적인 공작기계 기술흐름은 고속화, 다축화, 복합화, 정밀화 되는 추세이다. 이런 흐름의 영향으로 밀링과 선반작업이 하나의 기계에서 가능한 복합가공기의 개발이 늘고 있다. 본 연구에서 고려될 레이저 복합가공기는 Fig. 1에서와 같이 터닝머신에 레이저 가공기가 추가로 얹혀지는 형태로 보강된 구조의 안정성에 대한 검증이 필요하다.

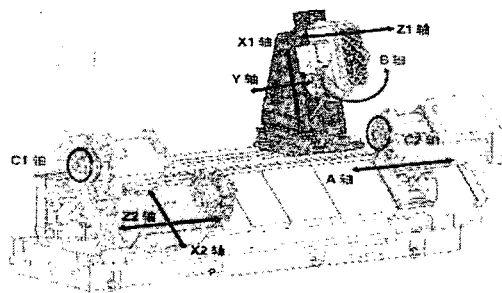


Fig. 1 Schematic drawing of laser multi-tasking machine

일반적으로 일정 크기 이상의 공작기계의 경우 유한요소해석을 위한 3차원 모델링에 상당한 시간이 소요된다. 때문에 복잡한 형상의 공작기계 파트를 맵드 메쉬(Mapped mesh)를 염두에 둔 모델을 만드는 것보다 오토 메쉬(Automatic mesh)를 사용한다는 전

제하에 모델을 구축하는 것이 훨씬 빠르게 결과 값을 얻을 수 있다. 이는 해석 모델이 이미 완성되어 있는 경우도 마찬가지이다.

본 연구에서는 비교적 짧은 시간에 복합가공기의 구조적 안정성에 대한 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해 완성된 3차원 모델을 이용하여 유한요소해석을 실시하고 분석하였다.

2. 유한요소해석

복합가공기의 구조 안정성에 대해 우선적으로 고려되어야 할 사항은 폭 2845 mm, 높이 1348 mm의 베드(Bed) 상단에 상부 구조물이 올려졌을 때 이로 인한 처짐 등이 상부 구조물의 이송에 미치는 영향을 파악하는 것이다.

해석에 사용된 모델은 CATIA V5로 생성되어 있으며 해석에도 동일한 프로그램을 사용하였다. 경계 조건으로는 볼팅에 의해 바닥에 고정되는 8개의 지지점을 전방향에 대한 이동과 회전이 없도록 구속(DOF = 0)하였고, 자중만을 고려하였으며, 해석에 적용된 재료의 기계적 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1 Mechanical properties of material

Material	Young's Modulus [GPa]	Poisson's Ratio	Density [Kg/m ³]	Yield Strength [MPa]
GC300	110	0.28	7200	240

적용된 요소 타입(Element type)은 사면체 메쉬(Tetrahedron mesh)의 Parabolic 타입이며, 요소 분할(Meshing)에는 오토 메쉬를 사용하였다. 적절한 요소수를 선정하기 위해 먼저 상부 구조물을 제거한 베드 부분의 요소수를 늘려가며 수렴해석을 하였다.

3. 해석결과 및 분석

Table 2는 요소수에 따른 해석결과를 보여주고 있다. 관심부분인 최대변위는 Fig. 2에서 보듯이 베드 상단부에서 일어났으며 요소수가 증가함에 따라 변위량도 증가하였다. 최대변위량은 15 μm 정도에서 수렴하였고, Table 2 (5)의 경우부터는 해석시간이 이전 이전보다 약 4배 정도 급격히 증가함에 따라 Table 2 (4)의 경우가 가장 적절한 해석조건이라 판단된다. 이때의 평균 요소 사이즈(40 mm)를 적용하여 상부 구조물을 결합시킨 후 실시한 해석결과는 Table 3과 같다.

Table 2 Static analysis results by varying number of elements

No.	Elements	Nodes	Max. Stress [MPa]	Max. Displacement [μm](Average-iso)
(1)	81226	151900	24.4	14.8
(2)	96526	181185	23.5	14.8
(3)	136575	249470	25.6	14.9
(4)	166285	306007	27	15
(5)	245881	438734	26.3	15

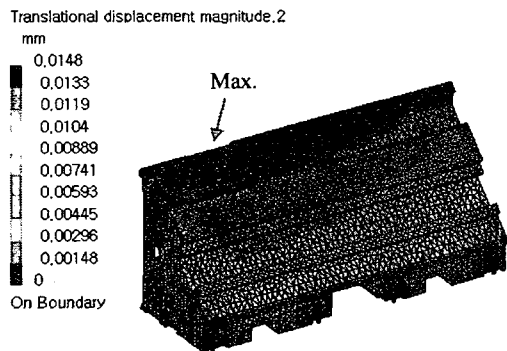


Fig. 2 Displacement of bed part

Table 3 Static analysis results of the multi-tasking machine

Elements	Nodes	Max. Stress [MPa]	Max. Displacement [μm](Average-iso)
260290	289674	31.5	32.3

Table 3에서의 최대변위는 상부구조물에서 나타났지만 알고자 하는 베드 부분에서는 15.7 μm 의 처짐이 발생하였다.

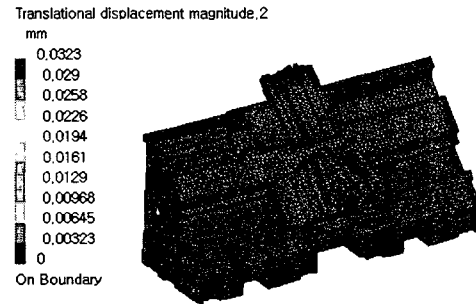


Fig. 3 Displacement of the multi-tasking machine

4. 결론

복합가공기의 안정성 검증을 위해 유한요소해석을 실시한 결과, 베드 부분에서의 처짐량은 15.7 μm 로 나타났지만 아직 상단부에 추가로 올려지게 될 파트가 고려되지 않은 상태로 이후 처짐량은 더 증가할 것이다.

본 연구에서는 주어진 해석 모델을 활용하여 수차적인 해석을 통해 적절한 해석조건을 선정하였다. 이로 인하여 추가될 파트에 대한 해석이 용이해졌으며 해석결과를 얻기 위한 시간이 단축되었다. 이 해석결과는 사용된 프로그램에서는 최적의 결과값이지만 프로그램 자체의 신뢰도는 낮은 편이다. 따라서 이후 필요에 따라서는 모델의 일부 수정을 통해 다른 프로그램을 사용하여 해석하거나 맷드 메쉬를 전제로 새로운 모델을 구축하여 확인해 보는 작업이 필요하다.

후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업 [RTI04-01-03] 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Daryl L. Logan, "A First Course in the Finite Element Method - Third Edition," Brooks/Cole, 2001.
2. Hibbeler. R. C., "Structures Analysis," Pearson Education Korea, pp. 375~382, 2004.
3. J. Y. Son, H. H. Park, "Performance Improvement of M/C(BC-500) via Structure Analysis," Spring Conference of KSPE, 2002.
4. 이석순, 황영진, 김효진, "CATIA V5 응용 Release 14," 경성대학교출판부, pp. 846~958, 2005.