

다구찌 방법을 이용한 초고속 컬럼 이동형 머시닝 센터의 진동 저감 방안 연구

정원지, 이춘만(창원대학교 기계설계공학과), 조영덕*(창원대학교 기계설계공학과 대학원), 윤상환(창원대학교 클러스터 전임연구원)

Study on decreasing displacement of the MC(machining center) moved column with high-speed for the Taguchi method

W. J. Chung, C .M. Lee(Mecha. Design. Eng. Dept. CNU), D. Y. Cho(Mecha. Design. Eng. Dept. CNU), S, H, Yoon(R&D cluster)

ABSTRACT

By the reason of increased demand of high productivity, the researches on manufacturing process and equipments for reducing cycle time have been made in many directions of a machine tool industries. Among these, this paper proposed method of decreasing displacement in MC(machining center). Factors affecting displacement are a motor mass, head thickness, column thickness and base thickness. In this paper We could find design factors has much influence on decreasing the unclamping time using the Taguchi method and optimized the level of the factors using ADAMS®.

Key Words : Decreasing displacement(진동 감소), Machining center(머시닝 센터), Taguchi method (다구찌 기법), ADAMS®

1. 서론

요즘 초고속 공작기술은 고속 기술이 발전함에 따라 시간 단축에 따른 생산성 향상 및 가공 품질 개선을 목적을 추구하고 있다. 현재 머시닝 센터에서 가공시간을 단축을 위해 스피들의 가속화만 중요한 것이 아니라 그 외의 요소인 컬럼 및 새들 부분 등의 이송시 걸리는 시간 역시 중요하다.

이를 위해 본 논문은 급이송식 수직형 머시닝 센터를 해석 대상으로 삼았으며 머시닝 센터의 헤드, 새들 및 컬럼 부위가 60m/min 의 속도로 급이송할 때 가공하는 헤드 톨 부근의 진동을 줄임으로써 제품의 가공 품질을 향상시키는 방안을 연구하였다.

2. 다구찌 기법

다구찌 방법은 시간이 많이 소요되는 복잡한 해석을 수행할 때 최소한의 실험 횟수의 해석으로 인자들이 시스템에 미치는 영향 및 주인자의 판단여부를 파악할 수 있으며 최적 변수의 조합으로 최적 조건을 발견할 수 있다.

제어할 수 있는 영향력이 큰 인자를 찾아내어 품질을 강건하게 유지하기 위하여 S/N(signal to noise)비를 사용하며 이 S/N 비는 특성치(characteristic value)에 의해서 망목, 망소, 망대 특성으로 나누며 본 연구에서는 진동을 저감하는 조건을 찾는 목적이므로 망소특성을 선정하였다.

3. 급이송형 머시닝 센터 진동 저감 연구

3.1 머시닝 센터의 구성

본 연구의 대상은 H 사의 급이송식 머시닝 센터를 모델로 하였으며 Fig. 1 와 같이 헤드, 컬럼, 새들, 베이스로 크게 4 부분으로 나누어진다. 각각 볼스크류 방식으로 60m/min 의 속도로 급이송하며 헤드 끝부분에 가공물이 부착되어 공작물을 가공한다.

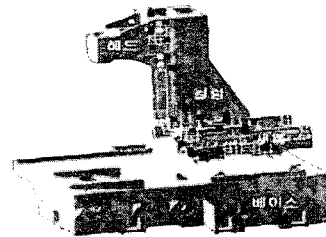


Fig. 1 Composition of the MC(machining center)

3.2 진동에 영향을 주는 제어인자 선정

Fig.1 의 머시닝 센터에서 진동에 영향을 크게 주는 요소는 헤드, 새들, 베이스 부분의 두께와 헤드를 이송해주는 모터무게가 중요한 파라미터로 작용하고 있다. 모터의 속도 제원은 모터 고유의 속성이므로 변경할수 없는 요인으로 선정했다. 따라서 이를 고려하여 4 개의 인자에 대해 본 개발 담당자와의 기술적 교류를 통하여 아래 Table 1 과 같은 수준수들을 결정하였다.

또한 이를 바탕으로 직교배열표(Orthogonal array)를 만들면 총 2x3³인 54 번의 실험이 아닌 18 번의

실험으로 주인자 및 S/N비를 찾아낼수 있다.

Table 1 Factors and levels used in experiment

No	제어인자	수준-1	수준-2	수준-3
1	모터 무게(kg)	15	20	-
2	헤드 두께(mm)	15	17.5	20
3	컬럼 두께 (mm)	15	17.5	20
4	베이스 두께(mm)	15	17.5	20

3.2 동특성 해석

우선 동특성 해석이 강한 ADAMS[®]로 해석을 수행하기 위해서 ANSYS[®]상에서 모달해석 정보가 강한 mmf 파일 변환이 필요하다. 헤드, 새들, 베이스, 컬럼 부위를 mmf 파일로써 유연체로 변환 후, 이 변환한 파일을 ADAMS workspace상으로 불러들여 동특성 해석을 수행한다. LM guide 부분은 강성이 아주 크다고 보고 ADAMS상에서 강체로 모델링하여 Fig. 2와 같이 결합하였다.

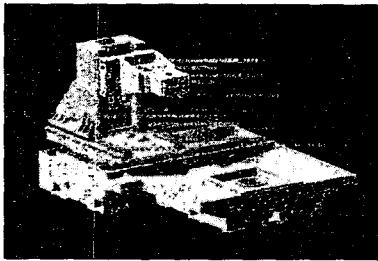


Fig. 2 Flexible body assembly for ADAMS[®]

본 머시닝 센터의 각 모터의 속도는 60m/min이며 공작기계 가감속도 기준인 5G를 바탕으로 가속시간, 등속시간을 계산하여 사다리꼴 속도 함수를 생성하였다. 가공 톨의 진동 측정을 위해 헤드 끝부분에 질량이 없는 더미파트(dummy part)를 심어 주어 그 중심부분의 변위를 측정하였다.

본 대상은 급이송을 하기 때문에 정확한 기준의 진동을 측정하기 어렵다. 그러므로 먼저 전체를 강체로 해석한 다음 다시 유연체로 해석하여 두 변위 그래프의 차이 정도를 발생한 진동으로 파악하였다. Fig. 3의 그래프가 강체와 유연체의 그래프의 차이를 나타낸 그래프이며 Min 값과 Max 값을 합한 결과 발생한 진동 정도를 나타낸다.

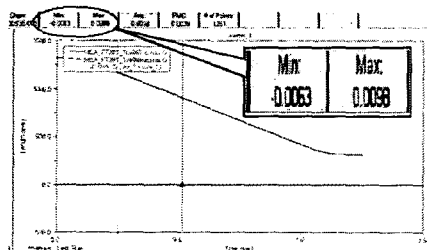


Fig. the Displacement graph for ADAMS[®]

3.3 최적인자 도출

각 경우에 따라 해석을 수행하여 발생한 진동의 결과 값으로부터 통계프로그램인 MINITAB[®]을 이용하여 S/N비와 평균값을 도출하고 최적 수준을 결정하였다. Fig. 4는 인자별 S/N비를 나타내었으며 헤드 부분 두께가 시스템에 영향을 가장 많이 미치며 베이스 부분 두께가 가장 적은 영향을 미친다고 판단할 수 있다.

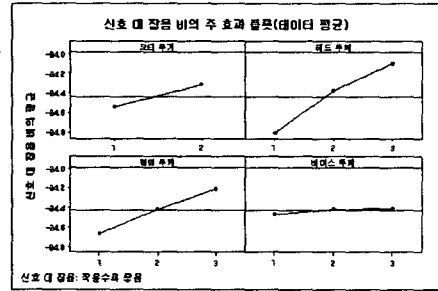


Fig.4 S/N ratio for design variables using MINITAB[®]

3.4 최적조건 검증

Fig. 5의 그래프에서는 모터 무게 2 수준, 헤드 무게 3 수준, 컬럼 무게 3 수준, 베이스 무게 역시 3 수준이 S/N 비 값이 가장 좋은 값을 나타내는 최적인자라는 사실을 알 수 있다. 앞의 도출한 최적인자를 적용하여 최적사양에 대한 해석을 재수행한 결과 18 번의 실험결과보다도 우수한 14.3 μm의 진동 결과가 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 초고속 컬럼 이동형 머시닝 센터의 진동에 고려해야 할 4 가지 제어인자를 다구적 방법과 해석 소프트웨어를 통해 검증하였다. 그 결과 헤드 부분 두께가 가장 큰 영향을 미치는 사실을 발견하였으며 각 제어인자들의 최적 조건으로 모의 해석 수행결과 가장 적은 진동이 발생하였다. 앞으로의 연구 방향을 소프트웨어 상에서의 모의 실험이 아닌 실제 머시닝 센터를 대상으로 실험을 한다면 최적조건 타당성이 더 입증될 것이라 여겨진다.

후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Park, S.H, "Modern Design of Experiments," Miyongsa, PP. 16~18, 2001
2. "ADAMS-Full Simulation Training Guide", Seomoon technologies, 2004