

초미세 고기능 동축가공 연삭 시스템의 구조 최적화 및 특성 평가

안건준*, 이호준, 김기주, 김기환(크루셜텍(주))

Structural Optimization and Performance Evaluation of Ultra Precision Co-axial Ferrule Grinding Machining System

K. J. Ahn, H. J. Lee, G. J. Kim, G. H. Kim(Crucialtec co., Ltd.)

ABSTRACT

Fiber optic connector, ferrule, is a device to connect and align fiber optics cable on fiber-optic communication system. In general ZrO₂ ceramic ferrule is manufactured by grinding process because the demands precision is very high. For the precision grinding machining, it is very important that structure of co-axial ferrule grinding system is optimized. In this paper, Structural analysis was performed to analyze bed and frame structure of co-axial grinding machine. Deformation and modal analysis for natural frequency was performed using ANSYS design space program to analyze structural characteristics. New improved model of bed and frame structure was proposed based on initial basic model. Therefore, we estimated the structural characteristics precision co-axial grinding machining system.

Key Words : Ferrule (페룰), Structural analysis (구조해석), Modal analysis (모드해석), Structural optimization (구조 최적화)

1. 서론

현재, FTTH(Fiber To The Home)사업이 활발히 진행되어 전세계적으로 초고속 인터넷 광통신망이 구축되고 있다. 광통신에서 광섬유의 정렬과 광신호를 장거리로 전송하기 위해서는 광커넥터의 핵심 부품인 페룰의 초정밀 동축 가공이 필수적이다.

본 연구에서는 양산 개발장비인 초미세편을 이용한 페룰 동축가공 연삭장비인 초미세 동축가공 연삭 시스템의 구조적인 특성을 파악하고, 이를 설계에 반영하여 구조적으로 안정된 시스템을 제작하고자 유한요소 프로그램인 ANSYS의 Design Space를 이용하여 구조물 자중에 의한 변형량 및 고유진동수 모드해석을 설계단계에서 수행하였다. 또한 개선된 구조로 제작된 베드에 대한 특성 평가를 충격 시험을 통해 검증해 보았다.

2. 연삭시스템의 구조 최적화

페룰은 미세한 오차도 허용하지 않는 초정밀 제품이다. 페룰을 초고정밀 동심도를 가지도록 가공하기 위해서는 먼저, 여러 장치들을 구조적으로 안정하게 설계해야 한다. 그 중에서도 베드와 프레임 구조 설계는 가장 기초가 되며, 연삭시스템 제작의 핵심이 된다[1, 2].

연삭시스템 자체 하중과 구동 시 부하에 의한 동적하중을 지지하고 가공정밀도를 유지하기 위해서는 베드 위 강성과 이를 지지하는 하부프레임의 강성이

중요할 것으로 판단되어 베드의 자중을 포함한 베드 위의 구조물의 하중에 의한 변형량을 해석하였으며, 베드를 포함한 전체 형상에 대한 고유진동수 모드해석을 수행하였다. 베드는 주물로 제작되었고, 하부 프레임은 탄소강재로 되어 있으며 구조해석은 ANSYS의 Design Space를 이용하여 해석을 수행하였다.

다음의 Fig. 1(a)는 설계 초기에 제안된 모델에 대한 정적 해석결과를 나타낸다. 전체 변형량은 베드 상판의 큰 하중이 작용하는 부위에서 가장 크게 나타났으며(29.4 μ m), 이는 대부분 베드의 수직방향(Z축)에 대한 처짐에 기인한다. 진동특성을 파악하기 위해 모드해석을 Fig. 1(b)와 같이 수행하였으며, 결과는 1, 2차 모드에서 좌우방향(X축) 및 전후방향(Y축)으로의 진동모드가 나타났는데 이에 대한 보강이 필요한 것으로 보인다.

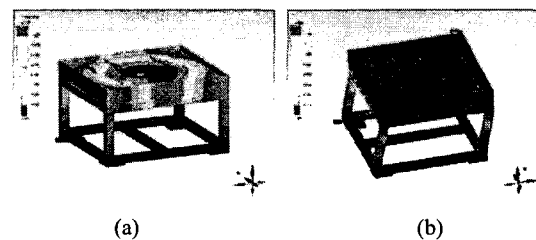


Fig. 1 Static(a) and modal(b) analysis results of basic model(Type I)

기본 형태(Type I)의 베드와 하부프레임에 대한 구조해석 결과 강성을 보강하고자 하부 프레임을 보강하는 모델을 제안하였다. Fig. 2(a)는 1차적인 개선 형태인 Type II의 구조해석의 수행결과이다. 전체적인 변형량은 보강된 하부지지대에 의해 일부 감소하였으나, 모드해석의 결과 일부 모드에서 정상 운전 조건에 해당하는 모드특성을 보이고 있어 이에 대한 강성의 대책이 필요한 것으로 파악되었다. 이러한 부분을 개선하고자 Fig. 2(b)와 같이 베드에 인접한 프레임의 상단부에 삼각형 웨지를 추가한 형상을 제안하였으며, 구조해석 결과인 전체변형량을 나타내었다. Table 1에 Type I, II, III에 대한 전체변형량 해석 및 모드해석의 결과를 정리하였다. Type III의 결과가 가장 안정적인 형태로, 설계에 반영하여 구조변경을 수행하였다.

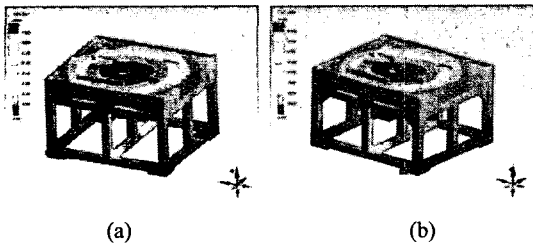


Fig. 2 Results of total deformation of Type II(a) and Type III(b)

Table 1 Results of natural frequency (ANSYS analysis Test)

		Type I	Type II	Type III
Total deformation (μm)		29.4	26.2	24.3
Mode (Hz)	1st	39.2	49.5	59.0
	2nd	40.0	52.1	60.5
	3rd	60.6	72.5	85.3
	4th	159.2	170.7	179.2
	5th	228.5	250.2	257.7

3. 연삭시스템의 구조 특성 평가

앞 절에서 수행한 결과를 반영하여 최종적으로 제작된 페룰의 초정밀 가공을 위한, 초미세 고기능 동축가공 연삭 시스템(양산 장비)의 사진을 Fig. 3(a)에 나타내었다. 시스템의 고유진동 특성을 찾기 위해 임팩트 해머를 이용한 충격 가진 실험을 Fig. 3(b)와 같이 수행하였다[3]. 충격력은 100N으로 10회 가진하여 평균적으로 나타나는 주파수 특성을 분석결과로 나타냈으며, 결과는 Table 2와 같다. 모드에 따른 고유진동수는 Table 1의 Type III의 해석결과와 유사하였으며, 제안된 구조를 설계 및 제작에 반영하여 구조적으로 안정된 시스템을 구축할 수 있었음을 나타낸다.

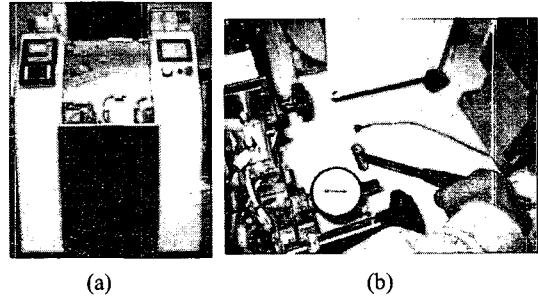


Fig. 3 Ultra co-axial grinding machining system(a) and experimental Setup(Impact Excitation Test)(b)

Table 2 Results of natural frequency (Impact Excitation Test)

Mode	1st	2nd	3rd	4th
Natural Freq. (Hz)	34.9	60.0	87.6	179.9

4. 결론

본 연구에서는 초미세 동축가공 연삭 시스템의 제작을 위해 초기 설계 구조에 대하여, 해석결과를 통해 개선된 형태를 제안하였고, 실제적으로 최종적인 개선형태인 Type III를 설계 및 제작에 반영하여 시스템을 구축할 수 있었으며, 이에 대한 제작된 구조물에 대한 특성평가를 수행하여 실제적으로 검증하였다. 향후, 구축된 시스템을 통해 가공 특성 평가수행을 통해 양산장비의 안정화에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 중기거점 사업인 "고기능성 부품가공용 지능형 연삭시스템"의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정일용 황정호 외, "페룰 동축가공 연삭기 특성해석에 관한 연구", 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2004.
2. Kim, S. I. and Cho, J. W., "Structural Characteristic Analysis of a High-Precision Centerless Grinding Machine with Concrete-Filled Bed", Journal of KSPE, Vol. 22, No. 2, pp. 172-179, 2005.
3. M. Yoshimura, "Design Optimization of Machine Tool Dynamics Based on an Explanation of Relationships between Characteristics", JSPE, Vol.53, No. 4, pp601 606, 1987.