

초정밀 롤 가공기의 설계 변경에 따른 구조 특성 해석 Structural Characteristic Analysis by the Design Change of A Ultra-Precision Roll Die Machine

*이원재¹, #김석일², 권진만¹

*W. J. Lee¹, #S. I. Kim(sikim@kau.ac.kr)², W. J. Kwon¹

¹한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 대학원, ²한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

Key words : Structural characteristic analysis, Design change, Ultra-Precision, Roll die machine

1. 서론

초정밀 롤 가공기는 롤 금형에 주기적인 미세 패턴을 정밀하게 가공할 수 있는 장비이다. 특히 롤 금형이 3톤에 이르는 매우 무거운 공작물이기 때문에 주기적인 미세 패턴을 정밀하게 가공할 수 있게 하기 위해서는 롤 가공기의 고 강성 구조가 필수적이라 할 수 있다. 본 논문에서는 초정밀 롤 가공기의 설계 단계에서 구조해석을 실시하고 취약부분을 미리 예측하여 설계 변경을 수행, 초정밀 롤 가공기의 구조 강성을 향상시키고자 하였다.

2. 초정밀 롤 가공기의 구조

Fig. 1 은 초기 설계 단계의 초정밀 롤 가공기의 구조를 보여 주고 있다. 초정밀 롤 금형 가공기는 롤 금형을 회전시키는 주축(C축) 및 롤 금형의 길이에 맞추어 금형을 가공기 상단에 지지하기 위해 사용되는 심압대(W축), 롤 금형의 길이 방향으로 이송하며 롤 금형 가공을 수행하는 직선축(Z 축), 절삭 깊이를 정밀하게 조절할 수 있는 X축, 공구의 각도 조절

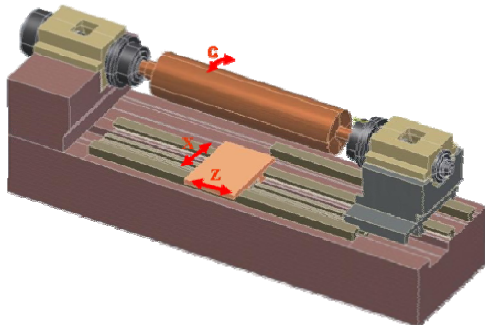


Fig. 1 Shape of a ultra-precision a roll die machine

및 복수의 공구를 사용할 수 있도록 하는 B축으로 이루어져 있다. 본 논문에서 해석한 롤 가공기는 설계 초기 단계 모델로 X축, Z축, B축의 설계가 완성되지 않은 상태이다.

3. 설계 변형 및 구조 해석 모델

Fig. 2 는 심압대 테이블의 설계 변경 모델을 보여주고 있다. 심압대 테이블은 해석 결과를 참조로 하여 3 차에 걸쳐 구조 강성 향상을 위한 설계 변경이 이루어졌으며, Fig. 3 및 Fig. 4 는 설계 변경을 토대로 한 초정밀 롤 가공기의 구조 해석 모델을 보여주고 있다. 구축된 구조 해석 모델은 272,329 개의 절점, 686,171 개

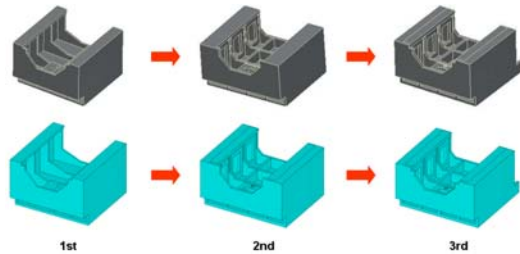


Fig. 2 Design changing of the roll die machine

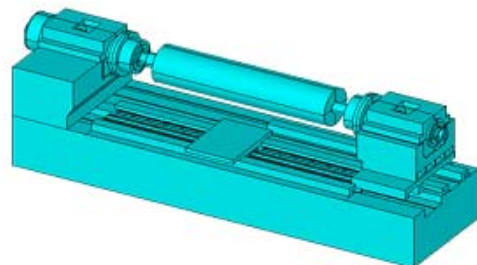


Fig. 3 Virtual prototype of the roll die machine

의 요소가 사용되었다. 그 중 Solid 요소(Solid 45)는 685,763 개이며, Matrix 요소(Matrix 27)는 408 개로 이루어져 있다. 초정밀 롤 가공기의 해석 조건으로 베드 바닥 전체를 고정 지지하고, 심압대 및 Z축 테이블에 이용된 유정압 안내면의 강성을 무한 강성으로 가정하였다. 또한 자중 효과를 고려하여 구조 해석을 수행하였다.

4. 초정밀 롤가공기의 구조해석

Fig. 4는 3차 설계 모델의 구조 변형 해석 결과를 보여주고 있다. 최대 변형은 약 183um로 롤의 좌측에서 나타나는 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 심압대 테이블의 1~3회까지의 설계 변경에 따른 3톤 중량 롤의 구조 변위를 보여주고 있다. 이때의 최대 편차는 상하 방향(Y축)으로 나타나고 있으며, 설계 변경에 따라 그 편차가 줄어들고 있음을 알 수 있다. 최대 편차는 1차 설계 모델의 경우 37.61um로 나타났으며, 2차 설계의 경우 23.60um, 3차 설계 모델의 경우 19.22um로 나타났다. 1차와 2차 설계 모델의 최대 편차의 차이는 약 14.01um로, 2차와 3차 설계 모델의 최대 편차의 차이는 약 4.38um정도 줄어들은 것으로 나타났으며, 이를 통하여 설계 변경으로 약 18.39um의 개선 효과가 있었다고 말할 수 있다.

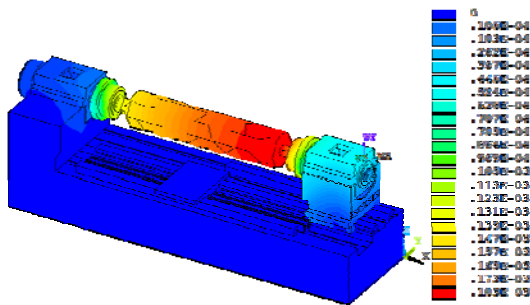


Fig. 4 Structural deformation of the virtual prototype

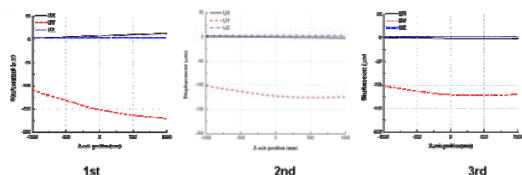


Fig. 5 Displacement of the 3-ton roll

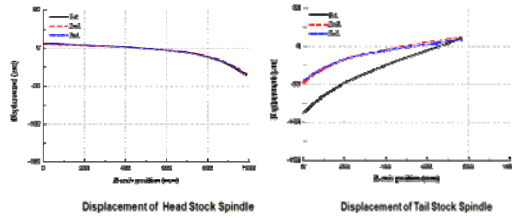


Fig. 6 Displacement of the spindle

Fig. 6은 설계 변경에 따른 주축대와 심압대 스피들의 변위를 그래프로 나타낸 것이다. 1차, 2차, 3차 설계 모델에서 주축대의 최대 편차는 각각 47.72um, 38.61um 그리고 38.42um로 나타났다. 한편 1차, 2차 3차 설계 모델에서 심압대 스피들의 최대 편차는 각각 94.60um, 59.08um, 그리고 51.83um로 나타나는 것을 알 수 있다. 이를 통해서 설계 변경으로 인한 스피들의 변위 편차가 줄어들었음을 알 수 있으며, 설계 변경을 통한 초정밀 롤 가공기의 강성 향상이 이루어 졌다고 말 할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 구조 해석을 통하여 초정밀 롤 가공기의 취약 부분을 설계 단계에서 예측하고 설계 변경을 통하여 초정밀 롤 가공기의 구조 강성 향상을 도모하고자 하였다. 이를 위하여 총 3번의 설계 변경이 이루어졌으며, 이에 따른 구조 특성 해석을 각각 수행하였다. 설계 변경에 따라 3톤 롤, 주축대 그리고 심압대 스피들의 변위 편차가 각각 18.39um, 9.30um, 그리고 42.77um 정도 줄어들었음을 알 수있으며, 이를 통하여 설계 변경으로 인한 초정밀 롤 가공기의 구조 강성 향상이 이루어졌음을 알 수 있다.

후기

본 연구는 지식경제부의 전략기술개발사업 “대면적 미세 가공장비 원천기술 개발” 과제의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 오정석, 송창규, 박천홍, “초정밀 롤 금형 가공기 설계,” 한국정밀공학회 2008년도 춘계 학술대회논문집 pp. 737-738.