

초정밀 롤 가공기의 온도 상승 해석

Analysis of Temperature Rise of Ultraprecision Roll Die Machine

*박한식¹, #김석일², 이원재¹

*H.S.Park¹, #S.I. Kim(sikim@kau.ac.kr)², W.J.Lee¹

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

Key words : Analysis, Temperature Rise, Ultraprecision Roll Die Machine

1. 서론

최근들어 디스플레이의 대화면화는 빠르게 진행되고 있으며 2015년 60" 이상의 TV 수요는 전체 평판 TV 시장의 2.6% 를 차지할 것으로 전망되고 있다. 이러한 추세에 따라서 대면적 대응 생산기술의 필요성은 더욱 커지고 있다. 롤 금형 가공기는 대면적 미세형상을 롤 금형에 가공하는 것을 의미하며 성형공정을 통하여 대면적 미세형상 필름 등의 폐품의 대량 생산을 가능하게 한다. 1m 이상의 크기가 요구되는 LCD BLU 용 광학필름 등을 중심으로 대면적화 및 대량생산에 적합한 연속성형 형태의 롤 성형기술이 주목받고 있으며 이에 따라 대면적 롤 금형에 미세 패턴을 가공할 수 있는 초정밀 롤 금형 가공기에 대한 요구는 점점 커지고 있다. 따라서 설계 및 제작 단계에서의 시행착오를 최소화하기 위해서는 초정밀 롤 가공기의 구조 특성과 열 특성에 대한 체계적인 평가가 필요하다.

본 연구에서는 초정밀 롤 가공기의 온도 상승을 초기 설계 단계에서 검토하기 위한 선행 연구로서 가장 열이 많이 발생하는 주축대의 열 해석 모델을 구축하고, 150 rpm 에서의 운전 조건이 초정밀 롤 가공기의 온도 상승에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 초정밀 롤 가공기의 구조

Fig. 1 는 본 연구의 해석 대상인 초정밀 롤 가공기의 구조를 보여 주고 있다. 초정밀 롤 가공기는 롤 금형을 회전시키는 주축 C 축 및 롤 금형의 길이에 맞추어 금형을 가공기 상단에 지지하기 위해 사용되는 심압대 W 축, 롤 금형의 길이 방향으로 이송하며 롤 금형 가공을 수행하는 직선축

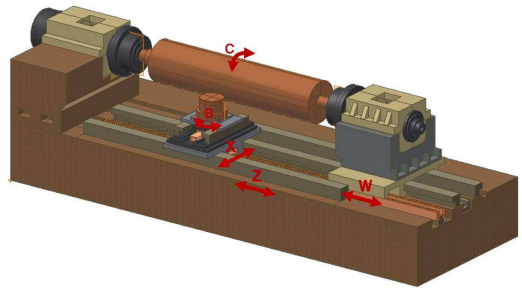


Fig. 1 초정밀 롤 가공기의 구조

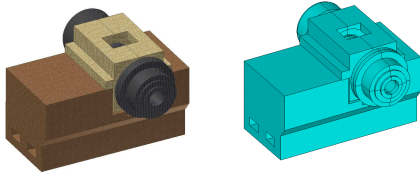
Z 축, 절삭 깊이를 정밀하게 조절할 수 있는 X 축, 공구의 각도 조절 및 복수의 공구를 사용할 수 있도록 하는 B 축으로 이루어져 있다.

3. 초정밀 롤 가공기 주축대의 열 특성 해석

3. 1 열 해석 모델

Fig. 2 는 본 연구에서 초정밀 롤 가공기 주축대의 온도 상승을 해석하기 위해서 175,394 개의 절점과 819,452 개의 솔리드 요소 (Solid 70)로 구성된 형상 모델과 열 해석 모델을 구축 한 것을 보여 주며 총 중량은 약 2905 kg 이다. 또한 구조 재료의 물성 Table. 1 을 열 해석 모델에 반영하였다.

열 특성을 해석하는 과정에서 대기 온도는 일정하고, 주축대의 유정압 저널 베어링과 유정압 스톱스트 베어링으로 공급되는 기름의 온도는 대기 온도와 같다고 가정하였다. 초정밀 롤 가공기 주축대의 운전 조건으로는 롤 금형을 회전시키는 주축 C 축이 150 rpm 으로 회전하는 것으로 상정하였으며, 그 경우에 대한 유정압 저널 베어링의 발열량은 45.041 W 이며, 유정압 스톱스트 베어링의 발열량은 21.384 W 로 산정되었다.



(1) 형상 모델 (2) 유한 요소 모델
Fig. 2 초정밀 롤 가공기 주축대의 형상 모델 및 유한 요소 모델

Table. 1 구조 재료의 물성

Material	GC 300	SCM 440	Fe-Si	Cu	Granite	Oil
Density (kg/m^3)	7,300	7,860	7,700	8,930	2,700	822
Young's modulus (Gpa)	90	205.8	21	123	50	1.5
Possion's ratio	0.25	0.3	0.3	0.34	0.3	0.5
Thermal conductivity ($W/m^{\circ}C$)	55.8	42.7	42.7	397.5	1.7	0.12
Thermal expansion ($\mu m/m^{\circ}C$)	17.1	10.4	15	16.5	7.9	0
Specific heat ($J/Kg^{\circ}C$)	565	473	477	385	477	2600

3. 2 초정밀 롤 가공기 주축대의 온도 상승

초정밀 롤 가공기 주축대의 온도 상승 분포는 Fig. 3 에서 볼 수 있으며, 최대 온도 상승은 6.84 $^{\circ}C$ 로 주축대 스피들 앞단에서 나타났다. Fig. 4 는 유정압 저널 베어링과 유정압 스러스트 베어링이 직접 닿아 회전하는 스피들의 최대 온도 상승은 7.12 $^{\circ}C$ 로 이 또한 스피들 앞단에서 나타나는 데 축 방향으로의 온도 분포는 Fig. 5 와 같다. 주축대 및 스피들 모두 낮게 예측되었다.

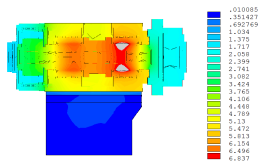


Fig. 3 주축대의 온도 상승 분포

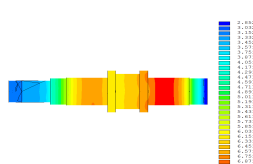
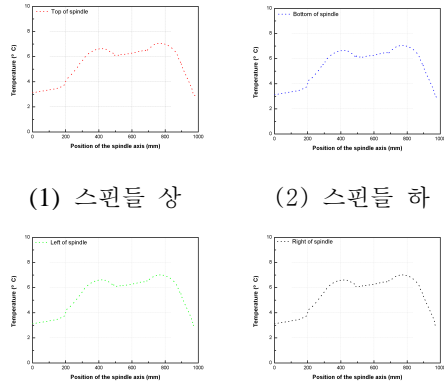


Fig. 4 스피들의 온도 상승 분포



(1) 스피들 상 (2) 스피들 하

(3) 스피들 좌 (4) 스피들 우

Fig. 5 스피들의 축 방향 온도 분포

4. 결론

본 연구에서는 초정밀 롤 가공기의 주축 C 축이 150 rpm 으로 회전할 때의 온도 상승을 검토하기 위해서 열 해석 모델을 구축하고, 운전 조건이 초정밀 롤 가공기 주축대의 온도 상승에 미치는 영향을 평가하였다. 초정밀 롤 가공기 주축대의 최대 온도 상승은 6.84 $^{\circ}C$ 로 주축대 스피들 앞단에서 발생할 것으로 나타났고, 스피들의 최대 온도 상승은 7.12 $^{\circ}C$ 로 나타났다. 이와 같이 최대 온도 상승이 매우 낮게 예측되었다는 사실로부터 초정밀 롤 가공기의 열적 안정성은 매우 높을 것으로 판단된다. 향후 계획은 롤 금형의 길이에 맞추어 금형을 가공기 상단에 지지하기 위해 사용되는 심압대 W 축, 롤 금형 가공을 수행하는 직선축 Z 축, 절삭 깊이를 정밀하게 조절할 수 있는 X 축의 온도 상승 및 열 변형 해석을 수행할 예정이다.

후기

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

참고문헌

- 오정석, 심종업, 박친홍, “초정밀 롤 금형 가공기의 열특성에 관한 연구,” 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회논문집 “