

진공용 5축 스테이지의 구동부 전자기장에 관한 연구 A Study of Electromagnetic field for Motor-driven applied to the 5-axis Stage in Vacuum

*정종규¹, 원종진²,#정재일²

*J.K.Jeong¹, C.J.Won², #J.I.Jeong(jayjeong@kookmin.ac.kr)²

¹국민대학교 기계설계학과, ²국민대학교 기계시스템공학부

Key words : Magnetic flux density, leakage, BLDC motor, Motor-driven

1. 연구 배경 및 목적

최근 들어 산업 원천 기술인 생산 기술에 관련한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이에 따라 여러 가지의 공정에 필수적인 스테이지의 연구 개발도 이루어지고 있다.

본 연구에서는 전자빔 고속정정 Finishing 공정에 이용되는 진공용 5축 스테이지의 구동부 전자기장에 관하여 다루고자 한다. 그중에서도 가공 정밀도 향상을 위한 구동부 전자기장에 대한 영향력을 확인하고자 한다. 구동 모터의 누설 자기장이 전자빔 가공 정밀도에 얼마만큼의 영향력이 존재하는지 연구하였다.

본 연구에서는 진공용 5축 스테이지에 적용된 구동 모터의 전자기장 등가 모델을 연구하고 시뮬레이션을 통하여 가공물에 어느 정도의 영향력을 끼치는지 시뮬레이션을 통해 밝히는 것을 목적으로 한다.

2. 구동모터의 자기장 실험 및 해석

진공용 5축 스테이지에 적용되는 구동모터의 전자기장 측정은 실험 결과를 토대로 등가 모델을 제시하여 예측 기법을 연구하였다. 실험을 통해 측정된 자기장의 세기를 파악하고 누설 자기장에 대한 등가 모델을 모델링 하였다. 구동 모터의 전자기장 등가 모델을 스테이지에 적용하여 공간상의 자기장 변화를 확인하고자 한다.

구동 모터는 Aerotech BMS100 모터를 이용하였으며, 가우스 미터를 이용하여 자기장 측정을 하였으며 실험 결과와 유사한 등가 모델을 시뮬레이션에 적용하였다. Fig. 1과 같이 모터 회전축으로부터 측정 거리가 30cm이상인 경우에 자기장 측정 결과로 2Gauss미만인 것으로 관찰되었다. 실험결과를

통해, Fig. 2과 같이 모터의 모델링 내부에 등가 모델을 적용하여 외부 누설 자기장을 확인하였다. 해석 결과 누설 자기장이 비교적 적었으나 여러 개의 구동 모터의 자기장 중첩으로 인하여 전자빔 가공에 편향을 끼칠 수 있기에 세기를 확인하고자 하였다.



Fig. 1 Experiment of Magnetic field for BLDC motor

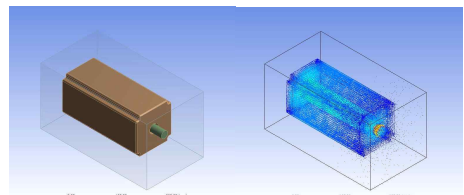


Fig. 2 Analysis of equivalent magnetic-field model

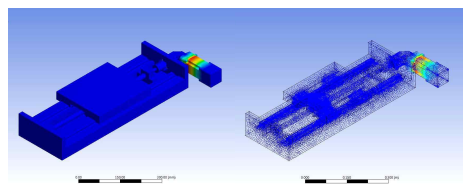


Fig. 3 Simulation of magnetic flux density for 1-axis stage

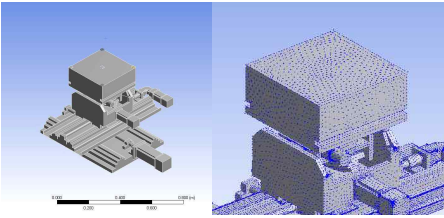


Fig. 4 Simulation of magnetic flux density for 5-axis stage

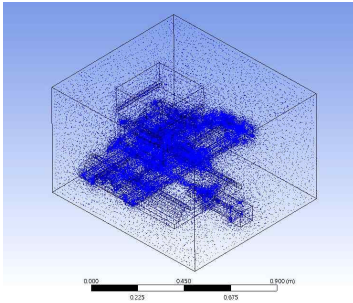


Fig. 5 Total magnetic flux density of 5-axis stage

3. 진공용 5축 스테이지의 정적 자기장 해석

구동 모터의 전자기장 예측을 위해 등가 모델을 연구하였고, 전자기장 등가 모델을 5축 스테이지에 적용하여 시뮬레이션 하였다. 구동 모터, 단축 스테이지, 5축 스테이지 순서로 등가모델을 적용하여 전자기장 해석 방법을 실시하였다.

적층식 5축 스테이지에서 Y축 이송 플레이트의 전자기장 해석의 결과는 Fig 3과 같다. 구동부 모터로부터 이송 플레이트에 끼치는 자기장의 변화를 시뮬레이션으로 확인하였다. 또한, Fig. 4는 X축, Y축, Tilt축, Theta축 순서로 적층되어있는 진공용 5축 스테이지의 해석 결과이다. Z축은 최하 단에 위치하며 구동부가 진공 챔버 바깥에 존재하여 해석은 5축 스테이지의 단순화 모델링으로 시뮬레이션을 실시하였다.

시뮬레이션 결과를 통해서 모터 근처의 누설 자기장 세기와 가공 플레이트에 걸리는 자기장 세기가 약 10^6 배 차이가 나는 해석 결과를 보이고 있다. 실제로 지구상의 자기장 밀도가 약 0.5Gauss 정도이기에 해석 결과로는 가공 정밀도에 영향이 극히 적을 것으로 예측된다. 또한, 구동 모터와의 거리가 멀어짐에 따라 급격히 감소하는 현상이 해석 결과로 예측되었다.

4. 연구 결론 및 토의

본 연구는 구동 모터의 누설 자기장을 파악하여 전자빔 가공에 끼치는 영향력을 파악하고자 하였다. 구동 모터의 누설 자기장으로부터 가공물까지의 자기장 변화를 시뮬레이션으로 예측하였으며, 전자빔의 가공 정밀도 향상을 위해 전자기장 등가 모델의 오차를 줄이는 연구가 되어야 할 것이다.

본 연구에서 고안해낸 전자기장 등가 모델은 전자빔 가공을 위한 진공용 5축 스테이지의 전자기장 연구로써 여러 가지 형태로 응용 개발 되어 다양한 산업분야에 활용될 수 있을 것이라 생각된다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원의 “정밀기계부품 가공용 고밀도 전자빔의 고속 청정 Finishing 공정 기술개발” 과제 연구비를 지원받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Selim Koroglu, Ali Ahmed Adam, Nurettin Umurkan, Kayhan Gulez, “Leakage magnetic flux density in the vicinity of induction motor during operation“ Electro Engineering 91: pp. 15-21, 2009