

광폭 센터리스 연삭기 이송계 안내면의 형상오차 측정 Measurement of Guide Rail Profiles for Centerless Grinding Machine

*#오정석¹, 김경호¹, 정지훈²

*#J. S. Oh(ojs6114@kimm.re.kr)¹, G. Khim¹, J. H. Jeong²

¹ 한국기계연구원 첨단생산장비연구본부, ² 과학기술연합대학원대학교 나노메카트로닉스과

Key words : rail profile, centerless grinding machine, mixed sequential two-probe method

1. 서론

직선 이송계는 측정 또는 가공 대상물을 원하는 위치로 직선 이동시키는 기구로서 LM/유정압/공기정압/슬라이드 가이드 등의 베어링, 볼스크류/랙엔피니언 등의 이송기구, 커플링/감속기 등의 동력전달요소, 서보모터와 같은 액츄에이터 및 리니어스케일과 같은 변위센서 등의 조합으로 구성되며 이들 요소들의 영향이 중첩되어 6 자유도 방향의 운동오차를 갖게 된다. 이중 이송계의 운동오차에 가장 큰 영향을 주는 요소는 이송계 베어링 또는 베어링 안내면의 형상정밀도이며 이를 개선하여 이송계의 운동정밀도를 향상시키기 위해서는 안내면의 정밀도를 정확하게 측정하는 것이 무엇보다도 중요한 과제이다.

본 연구에서는 슬라이드 가이드로 설계된 광폭 센터리스 연삭기의 안내면 형상오차를 측정하기 위한 측정장치 및 측정방법과 측정결과에 관해 소개하고자 한다.

2. 안내면 측정장치 설계

안내면의 형상오차를 측정하는 방법으로는 우선 레이저 간섭계나 오토콜리메이터를 사용하는 방법이 있으나 이 방법의 경우 바닥진동이 있을 때 측정 안정성이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 축차이점법의 경우, 고분해능 프루브의 적용을 통해 형상오차에 대한 측정정밀도를 상당히 높일 수 있다는 장점이 있으나 프루브 이송테이블의 회전오차 성분이 진직도 측정값에 영향을 미치는 문제가 있다. 따라서, 본 연구에서는, 축차이점법 알고리즘을 기반으로 하여, 측정 시에

발생하는 프루브 이송테이블의 회전오차 성분을 레이저 간섭계로 측정하여 보정해주는 혼합축차이점법¹을 측정방법으로 적용하였다.

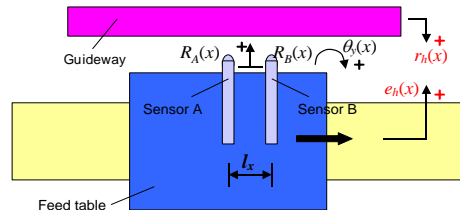


Fig. 1 Concept of mixed sequential two-probe method

Fig. 1 은 혼합축차이점법의 원리를 나타낸다. 수평방향의 안내면 형상오차를 측정할 때 센서 테이블의 각운동 오차를 θ_s , 두 센서간의 간격을 l_x , 두 변위센서에서 측정된 변위를 각각 R_A , R_B 라 정의하면 안내면의 형상오차 r_h 와 센서 테이블의 운동오차 e_h 는 각각 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$r_h(x_{i+1}) = r_h(x_i) + R_B(x_i) - R_A(x_i) + l_x \theta_s(x_i) \quad (1)$$

$$e_h(x_{i+1}) = e_h(x_i) + R_A(x_{i+1}) - R_B(x_i) - l_x \theta_s(x_i) \quad (2)$$

Fig. 2 는 측정시스템의 레이아웃을 보여 준다. 측정장치는 별도의 이송테이블 없이 측정대상 안내면을 따라 이동하도록 설계되었으며 이를 위하여 수직방향의 경우 측정장치 본체에 자성보상형 공기베어링과 진공예압용 포켓을 가공하였고 수평방향의 경우 양면지지형 공기베어링을 사용하였다. 수평/수직안내면 간의 직각도 오차가 발생했을

경우를 대비해 수평방향의 경우 공기베어링 패드를 볼나사를 이용해 밀어붙이는 구조로 간극을 조정하였으며 변위센서는 정전용량형 센서를 사용하였다. 측정장치의 각운동오차는 레이저 간섭계를 이용하여 측정하였다. 센서 간격은 25 mm 이며 측정장치의 이송은 측정구간이 3 m 이상임을 감안하여 타이밍 벨트와 풀리, DD 모터를 이용하였다. Fig. 3 는 수평방향 형상오차를 측정하고 있는 사진을 보여 준다.

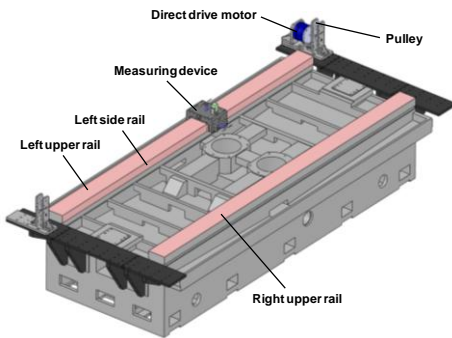


Fig. 2 Layout of roll lathe



Fig. 3 Picture of experiment for horizontal direction

3. 측정결과 및 분석

Fig. 4 는 수평방향 안내면의 형상오차를 비교한 결과를 나타내었다. 왼쪽 수평 안내면의 형상오차는 10.8 μm , 오른쪽 수평 안내면의 형상오차는 10.6 μm 로 측정되었으며 두 안내면 공히 측정 시작점에서 약 800 mm 구간이 다른 영역에 비해 휘어 있는 경향을 볼 수 있다. 흰 방향은 두 레일이 동일하며 이는

안내면을 연삭한 연삭기의 오차 또는 베드의 구조적 뒤틀림에 의한 것으로 판단된다. 지면상 측정장치 및 원리에 대해서는 설명하지 못하나 수평방향 두 안내면의 평행도 오차는 0.8 $\mu\text{m}/\text{m}$ 로 측정되어 양호한 결과를 보였다.

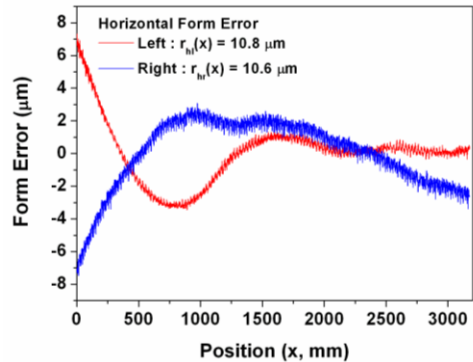


Fig. 4 Measurement results for horizontal direction

4. 결론

본 연구에서는 슬라이드 가이드로 설계된 광폭 센터리스 연삭기의 안내면 형상오차 측정장치를 설계하였고 실제 시작품에 적용하여 측정을 수행하였다. 측정장치의 경우 혼합축차이점법을 적용하여 안내면을 따라 이송할 수 있도록 설계되었으며 광폭 센터리스 연삭기 시작품 안내면 측정결과 수평방향 안내면 형상오차는 각각 10.8 μm (좌)/10.6 μm (우)로 측정되었다. 본 측정결과는 향후 시작품 안내면의 교정에 사용될 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부의 산업원천기술개발사업 “차세대 하이브리드 연삭시스템 개발” 과제의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Park, C. H., Oh, Y. J., Shamoto, E., Lee, D. W., “Compensation of Five DOF Motion Errors of Hydrostatic Feed Table by Utilizing Actively Controlled Capillaries,” Precision Engineering, 30, 299-305, 2006