

# 장축 유정압 이송계의 안내면 형상오차 측정 Measurement of Guide Rail Profile Error for long Hydrostatic Feed Drive

\*정지훈<sup>1</sup>, 박천홍<sup>2</sup>, 김경호<sup>2</sup>, 오정석<sup>2</sup>

\*J. H. Jeong<sup>1</sup>, C. H. Park<sup>2</sup>, G. Khim<sup>2</sup>, #J. S. Oh(ojs6114@kimm.re.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>과학기술연합대학원대학교 나노메카트로닉스과, <sup>2</sup>한국기계연구원 첨단생산장비연구본부

Key words : Rail Profile, Hydrostatic Bearing, Mixed Sequential Two-point method

## 1. 서론

유정압 베어링은 안내면과 베어링 사이에 공급되는 유체막을 이용하여 마찰로 인한 이송력의 손실이 적고, 넓은 면적에 압력이 분포되는 평균화 효과로 운동정밀도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.[1] 따라서 최근 고정밀도가 요구되는 대형 미세가공 장비의 개발과 함께 장축 유정압 이송계의 연구가 계속되고 있다.

유정압 이송계는 구동부(리니어모터, 볼스크류/회전모터), 베어링부, 안내면부로 크게 분류할 수 있다. 이 요소들 중 안내면의 형상오차가 이송테이블의 이송 정밀도에 가장 큰 영향을 미치는 요소이다. 그러므로 직선 이송계의 안내면 형상오차 측정은 이송계의 이송 정밀도를 향상시키기 위한 필수 과정이다.[2]

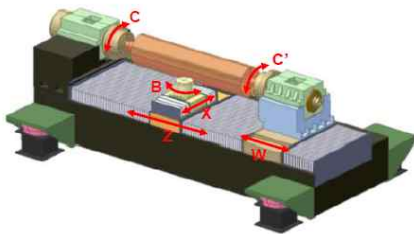


Fig.1 Roll Lathe Layout

본 연구에서는 Fig. 1[3]의 총 2400mm 이송거리를 갖는 고중량 대면적 롤 금형 가공기의 안내면 형상오차 측정을 위한 측정 원리, 측정실험 및 측정결과를 소개한다.

## 2. 안내면 형상오차 측정

연속적인 형상오차 측정을 위해 혼합 축차2점법 [4]을 적용하였다. 혼합 축차2점법의 경우 정전용

량형 변위센서와 레이저 간섭계를 이용한 측정방법으로 측정 치구의 회전오차를 레이저 간섭계로부터 얻은 각운동오차로 보정하는 원리이다. 이 방법은 오토콜리메이터나 레이저 간섭계를 이용한 방법보다 외부 환경적 영향에 의한 영향을 덜 받으며 연속적인 측정이 가능한 것이 장점이다. Fig. 2와 수식 (1), (2)에 혼합 축차2점법으로부터 얻을 수 있는 안내면 형상오차( $r$ )와 운동오차( $e$ )를 나타내었다. 이 때  $R_A, R_B$ 는 정전용량형 변위센서의 변위 측정값이며,  $\theta_y$ 는 레이저 간섭계로 측정된 각운동오차이다.

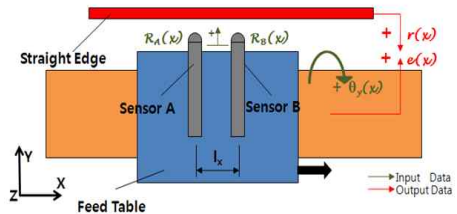


Fig.2 Concept of mixed sequential two point method

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

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

$$x_i = il_x, r(x_0) = e(x_0) = 0$$

Fig. 2는 안내면 형상오차 전용 치구를 이용한 실험을 보여준다. Fig. 2에서 볼 수 있듯이 측정장치는 별도의 안내면 없이 측정면을 안내면으로 사용하고 있다. 또한 두 안내면 사이를 이동하며 설치된 네 개의 정전용량형 변위센서로 두 안내면의 형상오차와 평행도 오차를 동시에 측정 가능하도록 설계되었다. 측정장치는 DD모터를 이용하여 구동시켰고 타이밍벨트와 풀리를 이용하여 연결하였다. 그리고 안내면과 접촉되는 네 개의 면에는 공기 베어링 패드를 사용하여 측정면과 일정 간극 부상

시켜 마찰을 최소화 하였고 간극은 가는 피치 볼나사를 이용하여 조정하도록 설계하였다.

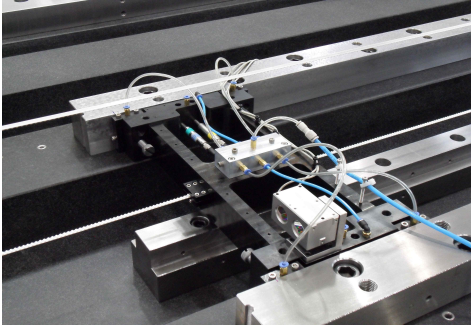


Fig. 3 Experiment for measurement rail profile

### 3. 측정결과 및 분석

Fig. 4는 측정 시스템의 센서 설치 개략도이다. 두 안내면 중 하나의 면을 기준면으로 설정하고 다른 한 안내면을 종동면으로 설정하였다. Fig. 5는 이번 실험으로부터 얻은 안내면 형상오차 측정결과로 기준면은  $8.26\mu\text{m}$ , 종동면은  $9.80\mu\text{m}$ 의 비슷한 수준의 형상오차를 갖는다는 것을 보여준다. 또한 기준면은 전체적으로 음의 방향으로 휘어있었고, 종동면은 350mm와 1800mm 부근에서 안내면 형상이 급격하게 변화했다. 이 원인은 안내면과 베드를 볼트 체결로 조립할 때 발생하는 변형으로 인한 결과라고 생각된다. 또한 두 안내면의 평행도 오차는  $1.13\mu\text{m/m}$ 이며 자세한 수식 설명 및 결과는 생략한다.

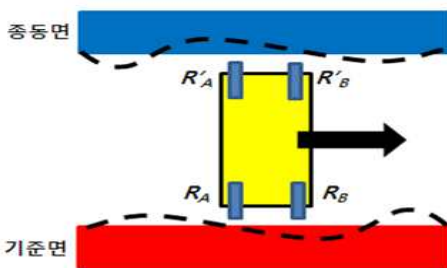


Fig. 4 Schematic of measurement system

### 4. 결론

본 연구에서는 고중량 미세 패턴 롤 가공기의 직선 운동 안내면의 형상오차와 평행도 오차 측정을 위한 측정실험 및 측정결과를 제시하였다. 혼합 축차2점법을 이용하여 안내면의 형상오차를 측정 한 결과는  $8.26\mu\text{m}$ (기준),  $9.80\mu\text{m}$ (종동) 이고 두 안내

면의 평행도 오차는  $1.13\mu\text{m/m}$ 이다. 향후 이 결과는 시작품의 교정을 위한 기본 자료가 될 것이며 또한 실험에 적용된 공기 베어링을 이용한 안내면 측정 장비의 개념은 차후 다른 장비의 안내면 측정에도 광범위하게 적용될 것으로 보인다.

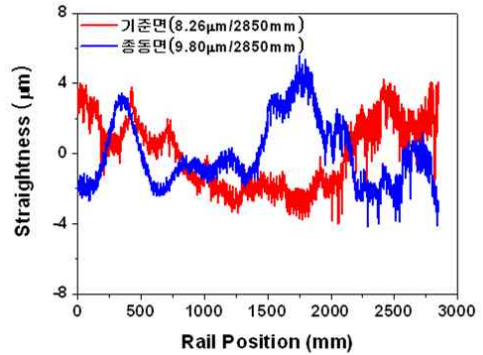


Fig. 5 Result of rail profile error

### 후기

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

### 참고문헌

1. C.H.Park, Y.J.Oh, C.H.Lee, "Theoretical Verification on the Motion Error Analysis Method of Hydrostatic Bearing Tables Using a Transfer Function", Int. J. of KSPE, Vol.4, No.2, pp.64-70, 2003.
2. 오정석, 김경호, 박천홍, 정성중, 이선규, 김수진, “직선운동 시스템의 정밀도 시뮬레이션 기술” 한국정밀공학회지 제 28권 3호 pp. 275-284.
3. 오정석, 박천홍, 심종엽, 황주호, “고중량 롤 미세가공기 개발”, 한국정밀공학회 2012년도 추계학술대회 논문집 pp.565-566
4. 오윤진, 박천홍, 황주호, 이득우, “초정밀 이송테이블의 5자유도 운동오차측정”, 한국정밀공학회지 제 22권 11호, 2005년, pp. 135-141