한국정밀공학회지 제 20 권 제 6 호 (2003 년 6 월)
Journal of the Korean Society of Precision Engineering Vol. 20, No. 6, June 2003.

◆특집◆ 지능형 연삭가공 시스템 II

초정밀 CENTEERLESS GRINDER 의 개발에 관한 연구

조순주*, 김형길*, EBIHARA*, TUSKISIMA*

The Study on the Development of Ultra Presision Centerless Grinder

Soon-Joo Cho*, Hyung -Gil Kim*, EBIHARA*, TUSKISIMA*

Key Words : CENTERLESS GRINDER (무심연삭기)

1. 서론

광 관련 부품 등 최근 들어 통상의 연삭가공에서는 도달 할 수 없는 또는 유지 할 수 없는 가공정도가 요구되는 CENTERLESS 연삭기 예가 눈에 띄고 있다.

또 이러한 고기능성 부품들 FINE CERANICS 등의 취성재료가 대부분이다. 이와 같은 요구에 대응하는 초정밀 CENTERLESS GRINDER 의 개발을 실현하기 위하여, 기계시스템 각부의 고정도화, 고강성화 또는 열변위를 고려한 BLANCE 가 뛰어난 소형기의 제작을 개발 목표로 하였다. 특히 치수 관리폭이 극히 좁다는 것에서 극미량 절입이 가능한 SLIDE 구조의 채용이 필요하게 되어, 50nm 단위의 치수 추종을 목표로 설계 계획하여 완성 하였다.

한 예로 광 커넥타용 부품인 FERRULE 의 요구정도(참고치)를 살펴 보기로 하면

가공물형상: Φ 2.5× 10
가공 물질재질: ZIRCONIA 계 CERAMICS
진 원 도: 0.1 μm 이하
원 통 도: 0.5 μm 이하
면 조 도: 0.5 μm Ry 이하
치수정도: ±0.2 μm

* (주)세스코
Tel. 032-575-1944, Fax. 032-571-9551
Email : cesco@korea.com

이와 같은 요구를 충분히 만족하는 관리 목표로서는 다시 1/3 에서 1/5 유지 할수 있는 기계사양이 필요하게 되고, 절입 추종정도에 관하여는 50nm 를 목표치로 할 필요가 있다고 판단 하였다.

2. 고정밀연삭기의 설계 SPEC'

2.1 개발 연삭기 각 UNIT 의 SPEC'

개발 연삭기의 숫돌은 취성재료를 대상물로 하기 때문에 DIAMOND WHEEL 의 장착을 기본으로 하였다.

DIAMOND WHEEL 을 채용 함으로써 지석마모가 작아지므로 장시간의 치수안정화에 유리하기 때문이다.

연삭숫돌축과 조정자축의 구조는 강성의 높은 양단지지 구조를 채택 하였으며, 베어링구조는 저속 사양 및 고속 사양에서의 대응과 높은 회전 정밀도, 고 강성을 고려 하여 유정압 베어링을 채택 하였다.

조정차 테이블의 구조는 유정압 슬라이드 구조를 체택하였다. 이는 페룰가공을 위해 50nm 의 미소절입 분해능을 목표로 하고 있기 때문에 최종 정밀도 향상을 고려 해야 하기 때문이다.

이송 방식은 SERVO MOTOR+BALL SCREW 의 직결 방식을 채택 하였다.

조정차대 구조는 곡면 지지방식을 채택 하였다. 곡면 지지방식에서는 좌우 대칭에 가까운 구조를 가진 구동계의 장착이 가능 하기 때문에, 테

이블 상부의 중량 밸런스가 종래 방식의 구조보다 향상되고, 미소절입 추종정밀도에도 유리하게 작용하기 때문이다.

BED 구조는 내부에 콘크리트를 충진 하여 진동 방지 및 열 변위량의 감소를 하였다(그림 2.1).

또 열 변위가 완만하게끔 COLLANT 용량 및 PUMP 토출량을 크게 선정하여, BED 가 코너에서 세정 겸용으로 주수하여 온도의 균일화와 안정화 시켰다.

COLLANT TANK 에는 정밀 수온 관리 장치의 장착을 검토하고 정압 베어링용 유압 UNIT 에도 정밀유온관리장치의 장착을 검토하고있다. 설치환경 및 정비도, 치수정도, 기계시스템 안전조건이기 때문에 최대한 환경의 영향을 받지 않게끔 전체 COVER 에 대해 검토중이다.

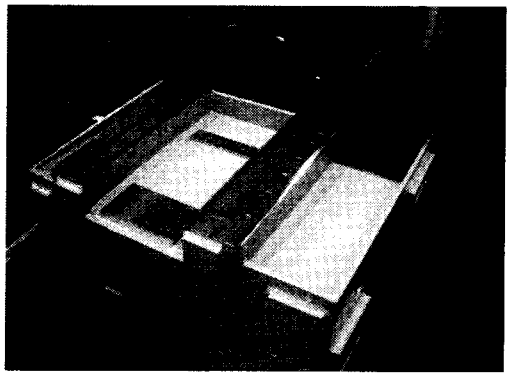

Fig 2.1 Structure of bed

위에서의 서술한 내용을 표 2.1 에 나타내었고, 그림 2.2 에서는 고정밀 연삭기의 LAYOUT 를 나내었다.

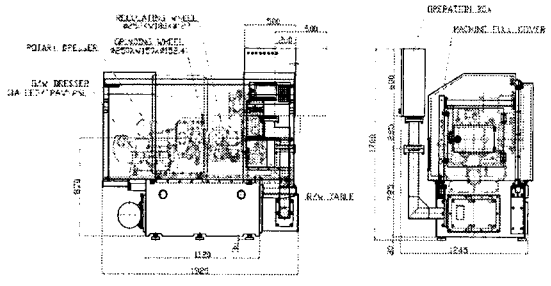

Fig 2.2 Lay out of grinder

Table 2.1 Specification of grinder

	UNIT	SPIVIFCATION
1	연삭가공능력	Ø0.5~10mm
2	연삭지석치수	Ø250× 150× Ø152.4
3	지석축베어링 구조	유정압베어링/(양단지지)
4	지석축 구동 MOTOR	3.7k\
5	조정차 치수	Ø250× 180× Ø127
6	조정차베어링의 구조	유정압베어링/(양단지지)
7	조정차 회전수	10~300rpm
8	조정차 경사각	+5°~-1°
9	조정차 TABLE 구조	유정압 SILDE/BALL SCREW/SERVO MOTOR
10	미양 절입 최소 단위	0.00005mm(μm)
11	본체치수	110×765×900

2.2 TALBLE 이송 설계제작

표 2.2 는 1 차년도의 실험치 결과를 나타내었다. 그림 2.3 은 유정압 슬라이드용으로 제작된 레일의 형상과 볼 스크류의 조립 상태를 나내었다.

유정압 테이블은 양면 지지형이며 수평방향과 수직 방향은 동일한 패드 형상을 갖도록 설계하였다. 수직방향의 경우에는 1 열에 3 패드식 좌우 2 열로 되어 있으며, 수평방향의 경우에는 1 열로 구성 되어 있다. 그림 2.4 는 이를 나타내고 있다.

Table 2.2 Objective of Hydrostatic slide

목표항목	최종목표	1 차년도 목표	2 차년도 목표	비고
이송분해능	0.05μm	0.01μm	0.05μm	1 차년도목표달성
반복정밀도	±0.2 μm	±0.5 μm	±0.2 μm	1 차년도목표달성
축방향강성	500N/ μm	400N μm	500N/ μm	1 차년도목표달성

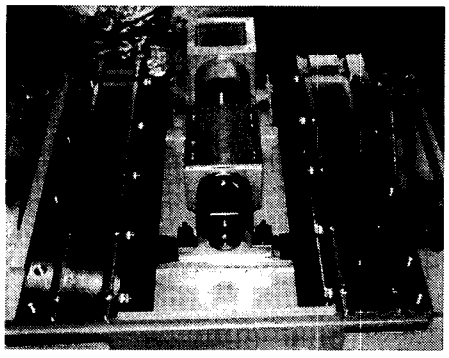

Fig 2.3 Structure of Hydrostatic slide

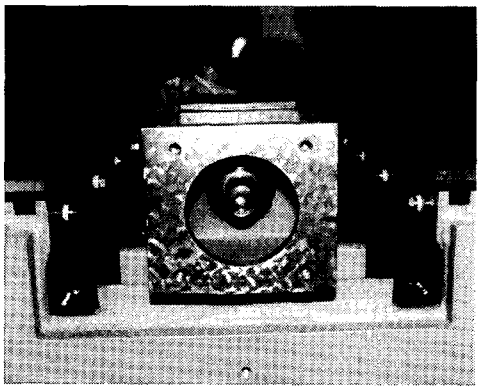

Fig 2.4 Structure of Hydrostatic drain

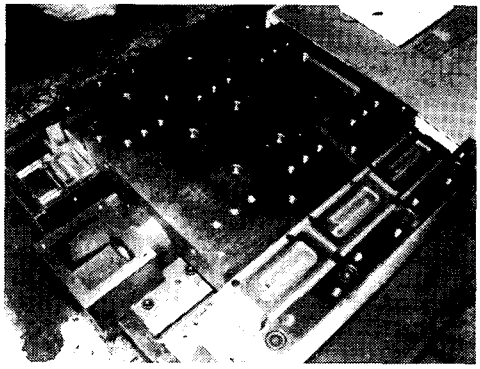

Fig 2.5 Structure of Hydrostatic

유정압 테이블의 배관 구조는 각 형구조로 전후, 좌우 모두 밸런스를 중시한 안정된 구조로 하였으며, 열변위 대책으로서 DRAIN 측은 최대한 빨리 외부로의 회수가 가능하도록 BED 내에 구배를 가진 GUTTER 부품을 배치하고, PORT 의 수도 최대한 증가 시켰다(그림 2.5).

2.3 DRESSER 이송장치의 설계제작

Table 2.3 Objective of Hydrostatic slide

목표항목	최종목표	1 차년도 목표	2 차년 도목표	비고
이송분해능	0.01μm	0.2μm	0.1μm	진행
반복정밀도	±0.5 μm	±0.5 μm	±0.5 μm	진행
Straightness	2.0 μm	3.0 μm	2.0 μm	진행

DRESSER 이송계 구조는 DIA FEED 는 SERVO MOTOR+BALL SREW+LM GUIDED 의 구조로 되어있고, TRAVERSE 는 MOTOR+BALL SCREW+LM GUIDED 의 구조로 되어있다. 그림 2.6 는 이를 나타내고 있다.

그림 2.7 은 TEMPLATE 의 부착위치 및 구조를 나타내고 있다.

Fig 2.6 Structure of Dresser

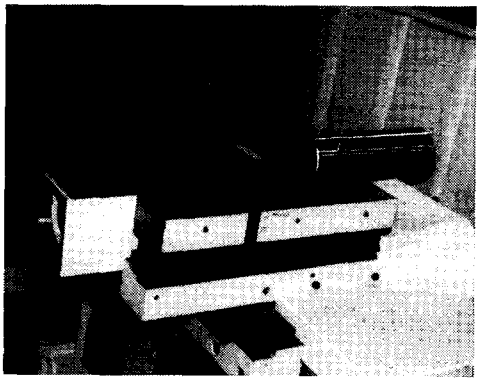

Fig 2.7 TEMPLATE

DRESSER 이송계의 주요 재원은 다음과 같다.
-LM GUIDE: LY250480BNC1-019P43(NSK)
LY250480BNC1-019P43(NSK)
-BALLSREW: W2503SS-1P-C1Z4(NSK)
- SERVO MOTOR MAKER: FANUC

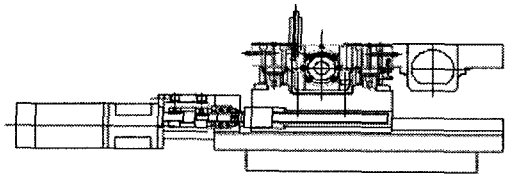

Fig 2.8 Front view of dresser

3. 결론

전체적인 초고정도 CENTERLESS GRINDER 의 LAYOUT 및 설계 SPEC'을 살펴 보았다.

우선 지석축 DRIVE 방식에 대하여도 정지축 등 여러가지 방안을 검토와 실질적 TEST 가 병행되어야 하며, 효율적인 전기제어 시스템의 선정 및 COSTOM MACRO 의 개발, INPROCESS GAGE SYSTEM 의 운영 등 기계시스템의 고정도, 고강성에 적합한 연삭조건과 주변환경의 연구도 비중있게 진행되어야 할 것이다. 아울러 직접적인 현장 사용의 목소리, TOOL MAKER 현항, 그리고 선진 기술의 동향과 함께 2 단계에서 실시 할 실제 제작에 따른 문제점을 도상에서 도출, 설계에 반영하는 것이 남은 과제로 사료 된다.

고정밀 연삭기의 각 UNIT 의 설계 SPEC'은 결정되었으나 앞으로 주변장치와 작업조건의 지능화 / 주변기기의 지능화가 갖추어야 할 기능에 대하여 검토가 필요하다.

작업조건의 지능화란 G/W, R/W 회전수, 가공물을 심고, 경사각/수정각/드레싱 회전수/ R/W 얌 DLTHDTHREH/GUIDE PLATE 입출량등의 다양한 연삭조건을 어떻게 지능화 시키며 어디 까지 무인화가 가능토록 할 것인가를 말한다.

주변기기의 지능화란 GAGUE SYSTEM/SCALE 의 CLOSE LOOP SYSTEM/ AUTO BLANCE SYSTEM/LOADIN 및 반송장치/온도제어 SYSTEM 등을 말한다.

후 기

본 연구는 산업 자원부 주관하는 "고기능성 부품 가공용 지능형 연삭시스템"의 지원에 의해 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고 문헌

1. Kim, S. I., Seong, H. K., "Structural Characteristic Analysis of a Centerless Grinding Machine with Concrete Bed," KSPE Spring Conference, 2002, pp. 32-37, 2002.
2. Choi, H. J., "Development of Inteligent Grinding System far High Performance Part," KSPE Spring Conference, 2002, pp. 46-52. 2002.
3. Park, C. H., et al., "A Study on the Feeding System of Centerless Grinder for Machining the Ferrule," KSPE Spring Conference, 2002, pp. 65-70, 2002.