한국공작기계학회 '98년도 춘계학술대회 논문집 pp. 190~195

유도심경의 인프로세스 측정시스템 개발

On the Development of In-process Measurement System for Guidance Core Diameter

김정두, *장종훈 (KAIST), 손한수(대성상사)

Kim Jeong-du, *Jang Jong-hun (KAIST), Son Han-su(Dea-sung co.)

Abstract

The guidance core is a principal part installed between the ink and the pen nib for the function of supplying ink to paper with requlority. The current measurement of this product, Guidance core, in service is done by on operator with a micrometer, which could result in the decrease of productivity and working efficiency as well as causing errors.

In this study, the existing measurement of the dialmeter of the Guidance core in the centerless grinding process is changed to the inprocessor measurement which enables consecutive measurement during the production of the Guidance core, and this system is also developed to work properly under bad circumstances and to have superior reliance and operational efficiency.

1. 서 론

유도심은 잉크와 볼펜축 사이에 존재하여 잉크가 종이에 일정하게 공급되는 역할을하는 핵심부품으로 본 연구에서는 연삭가공공정내에서 유도심직경의 자동측정을 목표로 하였다.

종래의 유도심 센터리스 연삭가공공정은 수공급→센터레스 연삭→수측정과 같이 공급 및 가공, 측정을 서로 직접적으로 연결시키지 못함에 따라 품질관리에 문제점이 발생하게 되며, 이러한 문제점의 보완을 위해서는 기존공정의 자동화가 조속히 이루어져야할 필요성이 있다. 따라서 종래의 가공방식에서 자동공급→센터레스연삭→자동측정과 같은 자동생산공정으로의 전환이 요구되었다. 본 시스템이 적용되는 측정부분의 기존 작업형태는 작업자가 직접 연삭공정중에서 유도심이 투입되는 부분과 가공완료된 부분을 감시하고 있으며, 그 중 가공완료과정의 제품치수측정에 있어서 작업자가 마이크로미터를 사용하여 제품배출구역을 순회하며 수작업으로 샘플측정을 하고 있다. 이 같은 방식은 앞서말한바와 같이 측정치수의 오차발생 가능성이 매우 높으며, 샘플측정중 누락된 유도심이 있을 경우, 그 부분의 정도측정이 불가능하게 되고 따라서 전 생산제품의 불량여부가 감지되지 않는다는 문제점을 안고 있다. 또한 단순한 반복작업으로 인한 작업효율성 및 생산성 등의 품질관리가 저해될 우려가 있다.

본 연구에서는 유도심 생산중 상시 측정이 가능한 인프로세스 측정방법을 개발하였으며 측정의 신뢰도를 높이기위한 방안으로 가공공정에 장해가 되지 않고 연삭액, 진동 등 가공현장의 환경에 견딜 수 있고 신뢰성, 측정정도, 조작성 등이 편리한 시스템을 제작하였다.

Fig.1은 유도심의 연삭가공 공정을 개략적으로 나타내고 있다.

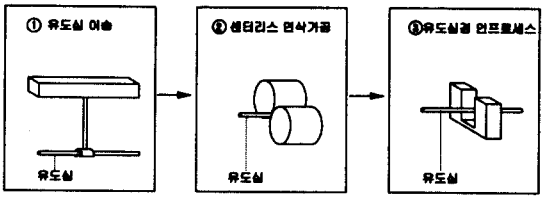

Fig. 1 유도심경 연삭가공공정 구성개략도

2. 인프로세스 측정시스템의 설계

2-1 측정원리

반도체레이저로부터 발사된 광선은 투광렌즈유닛으로 평형하게 이송되고 수광측의 슬릿을 통과후 수광소자에 집광된다. 이 평행한 레이저투광범위내에 대상물의 그림자를 광량변화를 시켜 받아들인후 아날로그전압으로 출력하게된다.

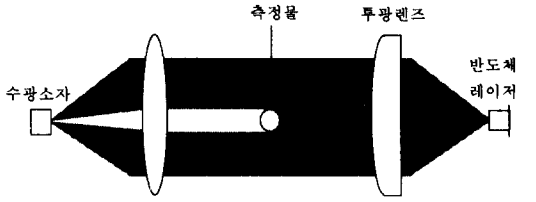

Fig. 2 유도심측정 원리도

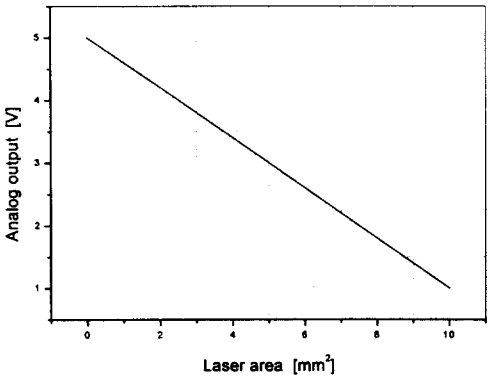

Fig. 3 아날로그 출력 대비 광량의 관계

Fig.2 수광된 광량대비 아날로그 전압변환 그래프이다.

2-2 유도심 측정센서부

연삭공정에서의 유도심의 측정정밀도를 향상과 반복측정에 대한 신뢰성을 유지토록 하기 위해서 광학식계측방법의 하나인 레이저센서를 이용한 비접촉식 계측방법을 적용하였다. Fig. 1과 같이 레이저 주사부에서 발사된 빛이 주사부와 수광부 사이를 통과하는 가공물의 직경만큼 가려지고 나머지부분의 빛이 수광부에 입력되면 그 값을 전압으로 변환하여 컨트롤러박스에 장착된 디지털 패널메타에 보내게 되며 패널메타는 변환된 전압값을 가시적인 디지털 값으로 변환하여 전면부의 화면에 표시되도록 하였다. 설치된 리니어 센서 디지털 패널메타의 주요기능으로는 2입력연산, 타이밍홀드, 측정치 평균회수 설정, 타이밍 딜레이, 출력오프딜레이 비교설정치 BANK, 강제제로, SCALING, 불휘발성메모리 등의 다양한 기능을 가지고 있어 최적의 계측조건으로 항시조절변경이 가능하다..유도심 측정센서부 성능은 Table 1와 같다.

Table 1 유도심 측정센서부 사양

성 능		
모델	센서헤드	Z4LS
	컨트롤러	K3TS
광 원		반도체 레이저 광
분 해 능		5㎛
검 출 폭		10mm
검 출 거 리		0~300mm
응 답 속 도		0.5㎲
측 정 정 확 도		±0.1%FS±DIGIT
측 정 치 평 균 횟 수		8, 16, 32, … 2048, 4096, 8192
입 력 전 압		1-5V
계 측 범 위		0.6-6.5V
A/D변환방식		축차변환식
샘 플 링 시 간		1.04ms
최 대 표 시 행		4행
사 용 온 도		0~50℃
사 용 습 도		35~85%

2-3 유도심 측정기구부

측정시스템 기구부의 설계는 가공공정에 방해가 되지 않고 주변환경에 적게 영향을 받으며 측정오차는 줄이면서 측정정도를 높일 수 있고 계속적으로 배출되는 유도심을 정체없이 연속적으로 측정할 수 있게 제작되었다. 연삭장치의 후면 배출부분과 연계할 수 있게 유도심 배출부와 동일선상을 유지하도록 가이드라인을 설계하였다. 배출된 유도심을 곧바로 측정할 경우 미처 빠져나오지 못한 유도심뒷부분에 연삭숫돌의 진동이 실리게 되어 측정정도를 떨어뜨리게 되므로 연삭된 가공물을 연삭장치에서 완전히 빼내어 센서가 장착된 측정구역으로 이송시킬 수 있게 하기위해서 실린더와 그리퍼를 이용 제품의 이송을 담당하도록 하였다. 이 때 사용된 실린더는 양단 도착점에서 속도를 줄여 멈추는 쿠션실린더를 적용하여 측정센서부에 전달되는 진동을 최소화 하였다. 그리퍼 또한 유도심과 닿는부위에 쿠션제 부착과 거리 조절나사를 통해 그리퍼 작동 시 유도심이 물리는 부분의 변형이 없도록 하였다. 유도심측정센서부에서의 측정이 끝나면 유도심을 잡고 있던 그리퍼와 유도심의 뒷부분을 받치던 가이드라인을 각각 전자밸브와 가이드라인 오픈용 실린더가 작동하여 가이드라인이 열리도록 하여 배출구역으로 떨어뜨리도록 하였다. 유도심 기구부의 액츄에이터인 2개의 실린더와 그리퍼는 내구성과 취급이 용이하며 공장내에서 사용되고 있는 공압을 동력원으로 이용하였으며 기구부를 최대한 소형으로 구성하여 연삭장치에 장착을 쉽게 할 수 있으면서 무리한 하중등을 주지않도록 고려하였다. 센서가 부착되는 센서 고정브라켓 및 가이드라인등은 위치조정이 가능하도록 하여 시스템의 장착 및 셋팅을 보다 쉽게 할 수 있도록 설계하였다. Table 2은 유도심경 측정시스템 주요 구성부품이며 Fig. 3은 유도심경 측정시스템의 구성부이다.

Table 2 유도심경시스템 구성 주요부품도

번호	품 명	재 질	번호	품 명	재 질
1	A-AIR CYL	회전방지형	12	CYL-BRACKET	S45C
2	B-AIRCYL	박형	12-1	END FORK	S45C
3	FIXED PLATE	AL6061	12-2	ROD	S45C
4	GUIDE	AL6061	13	CYL BRACKET	SUS
5	GUIDE OPNER	AL6061	14	PLATE	AL6061
6	GUIDE FIX-BAR	AL6061	15	CLAMP JAW	AL6061
7	SENSOR FIX B/K	AL6061	16	HOLDER	AL6061
8	보강대	AL6061	2-1	AIR CYL	
9	SENSOR FIX PLATE	AL6061	17	제품받침대	AL6061
10	OPENER 고정대	AL6061	18	CONTROL BOX	
11	CYL BRACKET	SUS			

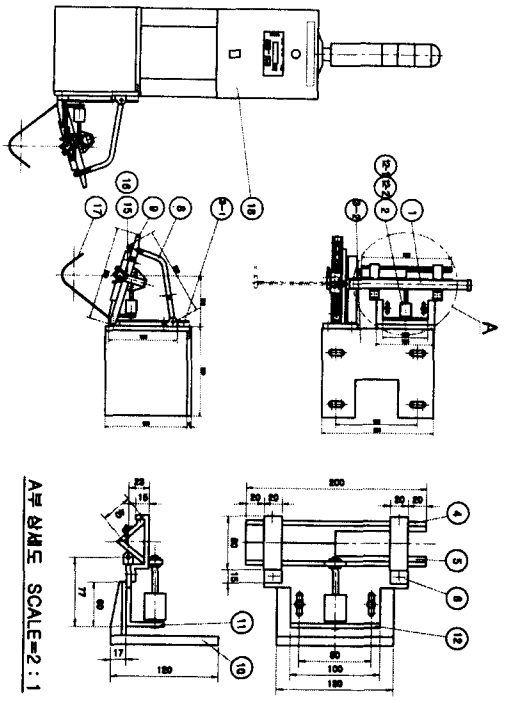

Fig. 4 유도심경 측정시스템 구성부

3. 실험결과 및 고찰

측정시스템의 장착은 연삭장치의 후미에 장착하여 정확한 조립과 셋팅을 하였다. 측정오차를

최소화하기 위해서는 시스템 장착시 첫째, 유도심이 가이드라인을 타고 들어올 수 있도록 배출지점과 가이드라인의 유도지점이 정확히 일치하도록 하며, 둘째 그리퍼와 실린더가 유도심을 센서 계측구역으로 이동할 때 유도심이 센서측정지점에서 처짐이나 어느 한쪽으로 편중되는일이 없도록 일련의 시험작동을 통해 위치를 교정하여 준다. 최초 측정시스템의 작동 전에 센서의 셋팅 및 파라메터조정등을 실시해야하며 방법은 컨트롤박스에 장착된 패널메타의 전면 키를 이용 입력하게 된다. 조작방법은 먼저 패널메타 설정모드로 들어가 측정표준값과 허용공차값 및 스케일을 입력하여주고 입력영역은 1~5V로 입력한다. 타이밍신호를 받고 실제로 계측을 개시할 때까지의 딜레이시간을 주어진 시간에 맞게 사용자가 임의로 선정해주고 마지막으로 연산모드의 설정과 타이밍 홀드모드설정한다. 센서의 파라메터 입력이 끝나면 실린더 및 그리퍼등의 액츄에이터 동작시간을 유도심의 연삭가공속도 및 측정시간에 맞게 설정하는 것으로 셋팅을 마치게 된다.

시스템의 작동순서는 유도심이 연삭되어 연삭기 배출구역으로 빠져나오면서 측정시스템의 가이드라인을 따라 가이드라인 끝부분에 부착되어 있는 동기센서를 통과하게 되고 이 때 동기센서는 신호를 컨트롤러에 보내어 그리퍼와 실린더를 동작시킨다. 유도심을 센서측정구역까지 이송시킬 때 에어실린더상단에 부착된 자기스위치가 작동신호를 발생시키게 되어 센서가 측정을 시작한다. 모든 측정이 종료되면 앞서 설정된 허용공차와 비교하여 기준치보다 높거나 낮음에 따라 부저음과 함께 Table 3과 같이 각기 다른색갈의 램프가 점등된다. 측정 및 판정과정이 끝나면 유도심을 받치고 있던 가이드와 그리퍼가 열리면서 유도심을 신속히 배출하고. 다시 원상태로 복귀한다. Fig. 5는 유도심경 인프로세스 측정시스템 컨트롤러를 나타내고 있다. Fig. 6은 유도심경 측정시스템의 작동순서도이다.

Table 3 측정치수에 대응한 램프점등색갈

측정치수	패널메타표시	점등램프색갈
설정값-설정공차이하	LOW	초록색램프점등
설정값±설정공차이내	PASS	노란색램프점등
설정값+설정공차이상	HIGH	붉은색램프점등

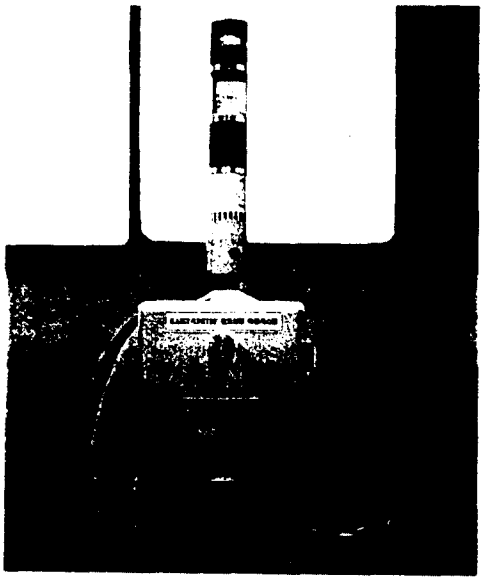

Fig. 5 유도심경 인프로세스 측정 컨트롤러

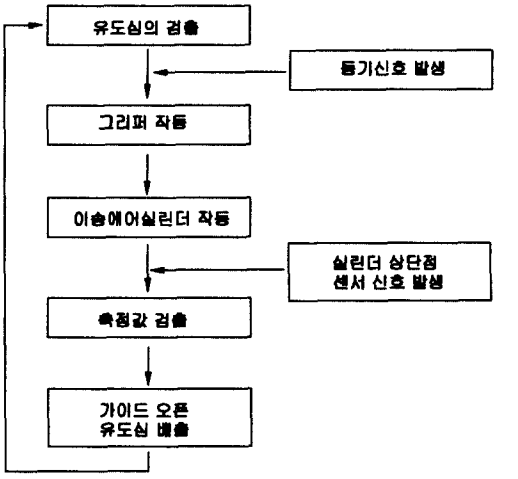

Fig. 5 유도심경 측정시스템 작동순서도

본 연구에서 측정되어지는 유도심의 검사항목은 유도심의 바깥직경측정이며 각 치수마다 허용되는 공차에 따라 실제 검사치수와 측정시스템을 이용한 검사치수를 비교해봄으로서 측정시스템의 측정정도 및 신뢰성을 평가할 수 있었다.

본 연구에서 측정한 유도심의 형태는 백색의 원형으로 치수는 각각 ϕ1470μm×45cm와 ϕ1520μm×45cm이며 직경치수 허용공차는 모두 ±20(μm) 으로 되어있다..컨트롤러에 각각의 설정치수와 허용공차를 전면 키 입력방식으로 입력저장 후 연삭장치를 구동 실제 연삭작업상에서 실험을 실시하였다. Fig 6은 제작된 유도심경측정시스템을 연삭가공장치에 부착 후 작동하고 있는 연삭가공 공정을 나타내고 있다.

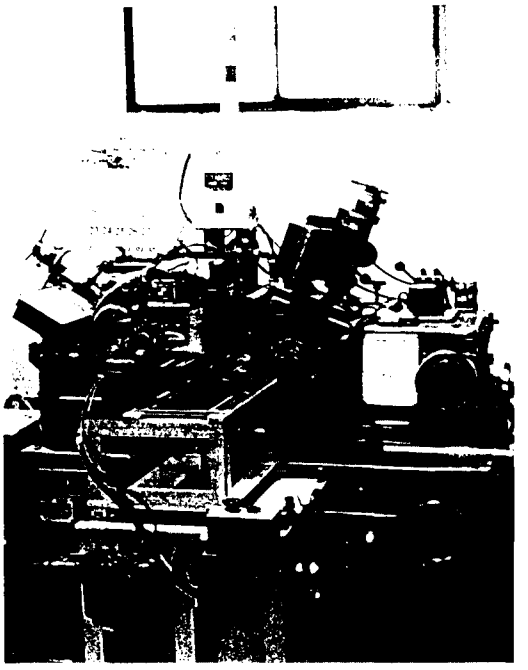

Fig. 6 유도심경 측정시스템

Table 4, 5는 유도심경 측정시스템을 연삭가공시스템에 장착하여 측정실험하여 검증한 결과를 그래프로 나타낸 것이며, 연삭가공장치의 설정치수를 각각 1470μm과 1520μm로 정한 후 검사시스템의 측정을 실시하고 기존의 검사방식과 측정치수를 비교한 결과이다. 1520μm치수의 가공물은 측정결과 불량품이 많이 검출되고 있는데, 이는 연삭공정의 전과정에서의 불량발생이 주된 원인으로 나타났다. Fig. 7, 8은 유도심 검사결과 그래프이다.

Table 4 유도심측정결과표 (1470μm)

횟수	연삭가공 설정치수	측정시스템 검사값	실제 검사치수	합부판정	표시램프 점등색갈
1	1470	1470	1470	합격	노란색
2	1470	1480	1480	합격	노란색
3	1470	1480	1470	합격	노란색
4	1470	1490	1490	불합격	붉은색
5	1470	1470	1470	합격	노란색
6	1470	1470	1470	합격	노란색
7	1470	1460	1460	합격	노란색
8	1470	1490	1490	불합격	붉은색
9	1470	1470	1470	합격	노란색
10	1470	1470	1470	합격	노란색
11	1470	1470	1470	합격	노란색
12	1470	1470	1470	합격	노란색
13	1470	1470	1470	합격	노란색
14	1470	1480	1480	합격	노란색
15	1470	1470	1470	합격	노란색
16	1470	1470	1470	합격	노란색
17	1470	1470	1470	합격	노란색
18	1470	1500	1490	불합격	붉은색
19	1470	1480	1470	합격	노란색
20	1470	1470	1470	합격	노란색

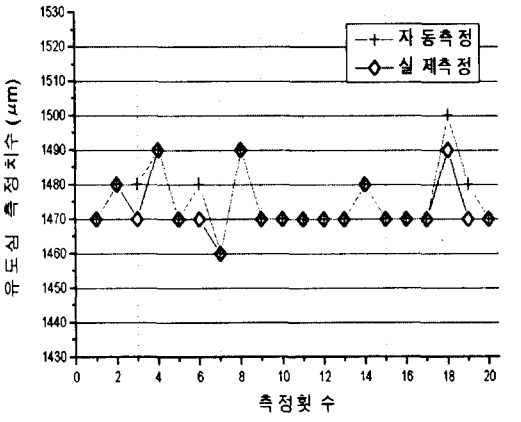

Fig. 7 유도심 직경검사 (1470μm)

Table 5 측정결과표 (1520 μm)

횟수	연삭가공설정치수	측정시스템검사값	실제검사치수	합부판정	표시램프점등색깔
1	1520	1520	1520	합격	노란색
2	1520	1520	1520	합격	노란색
3	1520	1530	1520	불합격	붉은색
4	1520	1520	1510	합격	노란색
5	1520	1480	1480	불합격	초록색
6	1520	1510	1510	합격	노란색
7	1520	1520	1520	합격	노란색
8	1520	1520	1520	합격	노란색
9	1520	1490	1490	불합격	초록색
10	1520	1540	1530	불합격	붉은색
11	1520	1510	1510	합격	노란색
12	1520	1520	1510	합격	노란색
13	1520	1500	1500	불합격	초록색
14	1520	1520	1520	합격	노란색
15	1520	1490	1490	불합격	초록색
16	1520	1520	1510	합격	노란색
17	1520	1520	1520	합격	노란색
18	1520	1470	1470	불합격	초록색
19	1520	1510	1500	합격	노란색
20	1520	1520	1520	합격	노란색

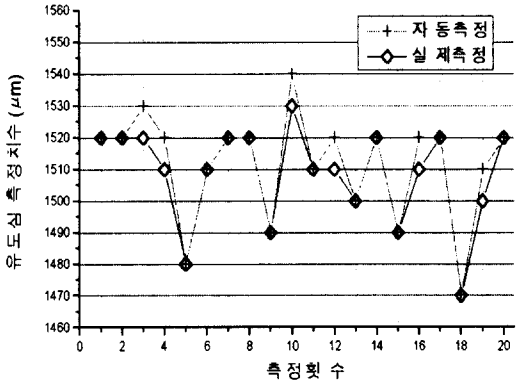

Fig. 8 직경측정 그래프 (1520 μm)

검사결과 각 치수에 대한 유도심의 측정은 인프로세스 측정장치를 구성하였을 때 측정오차가 약 +10 μm이내이었고, 측정오차범위는 위의치수로 연삭가공될 시 ±10 μm이내로 나타났다. 따라서 현재 요구되는 공차허용량 20 μm보다 작은 것으로 측정시스템의 측정정도 및 신뢰성이 입증되었다.

5. 연구결과

센터레스연삭에 의하여 생산되는 유도심의 직경측정을 인프로세스 측정시스템으로하여 현장라인에 설치한바 다음과 같은 결과로 인해 고능률 생산시스템의 자동화가 실현되었다.

1) 연삭장치의 이상유무의 체크가 가능함으로써 시스템의 고장률을 최소화시켜 시스템의 성능을 안정화.
2) 고감도센서의 활용으로 부품 및 제품상태를 정밀검사함으로써 품질을 향상.
3) 사람에의한 것보다 연속적으로 24시간 안정적 검사가 가능.

6. 참고문헌

1) Novak, A., Anales of CIRP, 30-1 (1981) 473.
2) Z. Fuzessy, A. Kiss. P. Pacher, "Laser Interferometer for Position Measurement and Control", Mechatronics, Vol. 3, no. 2, pp. 173~180, 1993.
3) Tanaka, "光學式 距離測定 System 의 設計", Transistor 技術, no. 7, pp. 288~303, 1993.
4) T. Lyon, "Laser Measurement Techniques Guide for Hazard Evaluation, Part 1", Journal of Laser Applications, vol. 5, no. 1, pp. 53~58, 1993
5) M. Obi and T. Sata, "In-process Measurement of a Work Diameter by a Friction Roller and Its Application", JJSPE, 43(1), PP. 61~66 (1977).
6) E. O. Deobelin, "Measurement Systems", 4th., McGraw-Hill, pp. 69 ~ 72, 1990.
7) G. F. Marshall, "Laser Beam Scanning", Marcel Dekker, pp. 341~345, 1985.