

레이저 광학 장비와 컴퓨터를 이용한 자동측정 장치의 개발

(축류 부품의 외경 자동측정 장치개발)

최 상 민 . 이 정 주
한 국 과 학 기 술 대 학

Development of an Automated Shaft Outside Diameter
Measuring System

Sangmin Choi and Jungju Lee
Korea Institute of Technology

Abstract

To meet tight tolerance requirements of mass produced shafts which are subcomponents of automobile parts, an automated measuring system has been developed. The system comprises of a non-contact shaft diameter measuring instrument using laser, a feed mechanism of a step motor and ball screw and a personal computer. The system can determine pass-fail of the piece under test and also analyze data for statistical process control.

1. 서론

가공물의 정밀도를 측정검사 하는것은 제품생산 공정에서 매우 중요한 과정이다. 특히 대량생산의 경우에는 불량율을 낮추기 위하여 제조과정 중간에서 가공물과 가공기계의 상태를 모니터하는 통계적 품질관리 기법을 사용하는 것이 최근의 동향이다. 이를 위해서는 측정 소요시간을 단축하고, 정확도를 향상시키는 자동측정 장치의 개발이 요구되며 이는 공정 및 공장자동화에 필수적인 단계로 생각된다.

최근 국내에서 각광을 받고 있는 자동차 및 그 부품의 생산은 규모가 대형화하고 있으며 아울러 고도의 신뢰성을 요구하고 있으므로 생산 제품의 철저한 품질관리의 필요성이 더욱 심각하게 인식되고 있다. 여기에서 소개하는 자동차 부품용축의 경우에도 진동 및 마모에 대비하여 높은 정밀도를 갖고 접합되도록 설계되었다. 또한 고도의 정밀도를 유지하면서 대량생산을 이루기 위하여 재류의 생산에서도 선삭보다는 연삭과 소성가공을 주요 공정으로 채택하고 있다. 이와같은 축류부품 생산에서 제품의 가공 정밀도를 최종 제품에서뿐 아니라 가공 중간 단계에서도 측정하여 공정의 효율화를 도모하려는 노력은 매우 의미있는 일이라고 하겠다. 이하에서는 자동차

전장품용 축류부품의 측정 요구 사항을 개략적으로 소개하고 측외경을 측정하기 위하여 개발한 자동화 시스템을 소개한다.

2. 측정대상물

피측정물은 소형 승용차용 스티어링 모터와 제너레이터용 축으로서 각 종류별로 전용생산라인에서 제작된다. 각 공정은 자동화된 일관생산 체제로서 단조, 선삭, 연마, rolling 또는 knurling 등의 소성가공, 열처리, 연마등의 공정으로 구성되어 있고 라인의 생산능력은 각 종류마다 10초당 1개씩 이다.

가공치수 및 측정정도 - 본 공정에서 생산되는 축 부품들은 매우 엄격한 치수정도 및 공차를 요구하고 있다. 그림1에서 축의 치수 및 가공정밀도의 예를 보여주고 있다. 측정 대상은 각 부위별 외경 및 내경, 길이, run-out, 치차 형상 등이다. 여기에서 run-out는 축의 잔직도를 측정하는 방법이며, 치차형상은 피치, 리이드, 프로파일등의 오차를 고려한다. 외경의 경우 회전 마찰을 하는 부분에서는 측정 정밀도가 0.001mm 단위이다.

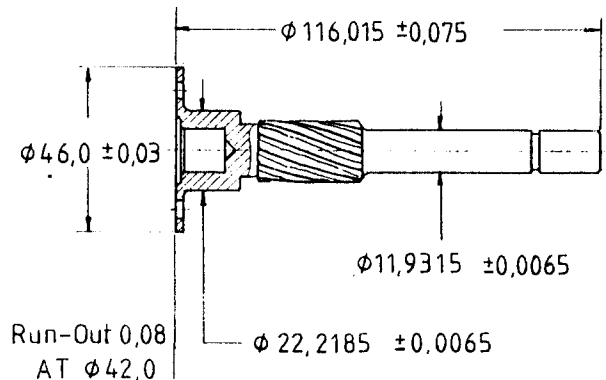
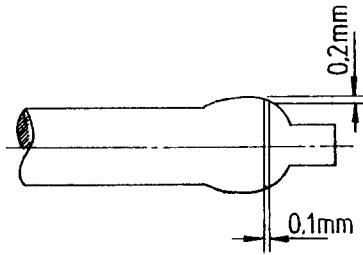
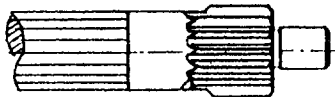


그림1. 축부품의 형상 및 가공 정밀도 예

또한 부품에 따라서는 치차부분의 rolling 공정에 들어가기전에 소성변형을 고려한 형상으로 수지제어 선반을 사용하여 가공하고 있다. 그림 2 에서 보이는 바와 같이 소성가공전의 형상이 테이퍼 라운드의 모양을 하고 있으며 이 형상의 정밀도는 소성가공후 기계 가공의 필요성을 배제하기 위하여 엄격하게 설정되어 있다. 축방향 길이 구간 0.1mm당 대략 0.2mm 정도의 치수차를 갖고 있는 외경을 10여군데 측정하는 것은 범용측정기 또는 수동의 방법으로는 매우 어렵고 측정시간도 많이 필요하게 된다.



a) 가공전



b) 가공후

그림2. 치차 소성가공 부위의 형상

측정 소요 시간 - 각각의 대상 부위를 기존의 방법으로 측정할때 소요시간을 표1에 정리하여 보여주고 있다.

| 측정부위 | 사용측정기 | 장착 소요 시간(초) | 측정 시간(초) | 측정 방법 |
|------------|------------------|-------------|----------|-------|
| Diameter | Micrometer | 10 | 10 | 수동 |
| Length | Vernier Calipers | 10 | 10 | 수동 |
| Run-Out | Indicator | 30 | 15 | 수동 |
| Gear Shape | Gear Tester | 30(분) | 90 | 반자동 |

표1. 부위별 측정 방법 및 소요시간

라인의 생산능력을 고려할때 대단히 많은 시간이 걸리고 있기 때문에 전수검사는 불가능하다는 것을 쉽게 판단할 수 있다. 또한 측정에 필요한 시간뿐만 아니라 검사자료를 정리하고 계산하여 공정관리에 활용하는데 필요한 인력도 필요하다는 것을 간과해서는 안된다.

통계적처리의 요구사항 - 대량생산제품의 통계적품질 관리를 위하여 고려하고있는 목표치로서 바이어스(bias)와 공정능력(process capability, PC)이 있다. 바이어스는 측정치의 평균값과 기준치수의 차이로 정의하며 이는 공구 수명과 연관이 있다. 공정능력(PC)은 장비의 정밀도와 관련되며 측정치의 표준편차와 허용 공차와의 비율로서 정의한다. 측정자료의 해석을 위해서는 가공물의 표본크기와 신뢰도 등을 고려한 통계적 처리과정이 필수적이다. 또한 축적된 자료를 통하여 불량품의 발생을 사전에 예측하여 공정을 개선해 가는것이 통계적 공정관리의 기본이 된다.

3. 자동측정 장치의 구성

시스템개요 - 축류 부품의 외경을 측정하는 시스템을 그림 3과 같이 구성하였다. 여기에는 축의 외경을 측정하는 측정부와, 피측정물을 이동시켜 부위별 측정을 가능케 하는 이송부, 그리고 측정기와 이송장치를 제어하고 측정 자료를 수집, 저장, 분석하는 컴퓨터로 구성되어 있다.

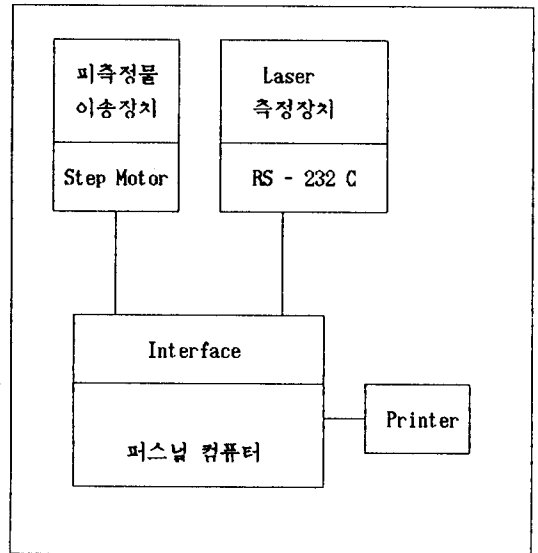


그림3. 시스템 구성도.

측정기는 Zygo사의 레이저 변치계이지 Model 1201-A를 사용하였다. 이 계기는 스캐닝레이저빔을 써서 피측정물이 차단하는 구간의 거리를 계산하고 마이크로 프로세서를 내장하고 있어서 최고 50mm까지의 빔 차단거리(예: 축의

외경, 간격 등)를 0.001mm의 정도로 측정한다. 컴퓨터와는 RS232C 방식으로 인터페이스 되고있다. 이송부는 스텝 모터와 볼스크류를 사용하여 컴퓨터의 지령으로 작동된다. 스텝모터는 도요전기사의 Vexta PH299를 스크류와 가이드 레일은 THK사의 BNF 1605를 사용하였다. 컴퓨터는 대우 통신사의 Pro 2000 퍼스널 컴퓨터이며 BASIC 언어로 프로그램 하였다.

측정방법 - 그림3과 같이 가공된시편이 이송장치에 장착되면 컴퓨터에 미리 기억된 거리를 이송하여 측정부위에도달시킨다. 이때 레이저계기를 작동시켜 외경의 측정치를 컴퓨터에 읽어 드린다. 기계 자체내에서 최소한 20회 이상의 반복 측정을 통하여 오차가 없을때에만 출력하기 때문에 데이터의 신빙성을 보장할 수 있다. 컴퓨터는 측정방향 위치에 상응하는 측정자료를 기억시키며, 이미 설정된 다음 측정부위로 이동하여 위의 과정을 반복한다. 이같이 한개 부품에 대하여 측정된 데이터는 오차한계와 비교하여 합.불합격 판정을 내린다. 화일에 저장된 측정치는 로트(Lot), 시간 또는 일간 측정결과를 보고할 수 있다. 결과의 출력은 CRT 또는 프린터를 사용한다.

자동측정장치의 평가 - 가공물의 측정, 측정치의 저장 및 자료화, 분석등을 포함하는 전체 측정 처리시간의 단축으로 생산성을 향상시킨다. 특히 소품종 대량생산의 경우는 그 의미가 매우크며, 유사한 재품을 다품종 소량생산 체제로 할경우에는 새로운 측정용 지그를 제작하지 않고서도 컴퓨터의 소프트웨어상에서 조작할 수 있게 된다. 레이저를 이용한 비접촉 측정방식을 활용함으로써 접촉식 측정에서 야기될 수 있는 접촉오차(측정압력, 피측정물과 접촉자간의 기하학적 상관관계등으로 인한 오차등)를 줄일

수 있으며 자동화 시스템의 적용으로 인간의 오류(human error)를 배제할 수 있다.

특정 가공물에 대한 전용 측정장비를 제작자에게 주문할 경우 생산현장의 특이한 기술사양의 전달 및 유사시 장비의 개조.사용등에 문제점이 있다. 본 시스템은 상업적으로 구입가능한 요소를 종합하여 사용한 것으로 유사한 컴퓨터 응용 시험기기의 작동개념이해와 활용방안 수립에 도움이 되었다. 소개된 외경 측정시스템은 앞에 열거한 측정 요구사항을 모두 만족시키지는 못하고 있다. 특히 관통되지 않은 내경 및 치차 형상들의 측정은 본 시스템만으로는 불가능하며 다른 측정수단과의 병용이 요구된다.

4. 요약 및 향후 추진방향

측류부품의 자동생산 라인의 각 공정 단계에서 필요한 외경측정을 자동화 하여 가공물 형상을 측정하고 그 자료를 저장하여 분석하는 시스템을 개발하여 측정시간을 단축하고 측정치의 정확도를 높이는 등의 공정의 생산성을 향상시키는데 기여하였다.

본 시스템을 확충 보완하는 방안으로 자동생산 라인에 적용할 수 있도록 공압장치등을 활용하여 자동 장.탈착 정치를 추가하고 통계적 공정관리를 전체 공장 수준으로 확장하는 공장 자동화에의 연결작업을 계획하고 있다.

후 기

본 개발 프로젝트는 대우 자동차부품(주)에서 수행하고 있으며 필자가 기술지원을 하고 있음. 배순훈 사장의 이해와 협조에 감사드립니다.