

피스톤로드 검사공정의 자동화 시스템 구축 방안

Study on Automation of Inspection System in the Piston Rod Manufacturing Process

*신 동 주, **김 경 록, ***정 호 연

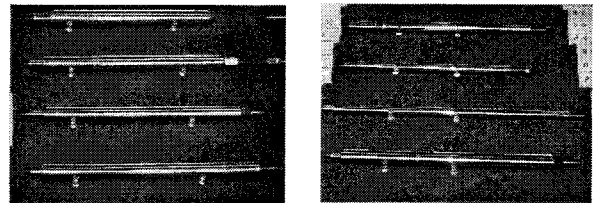
*전주대학교 대학원 산업공학과 박사과정
**전주대학교 기업정보화혁신연구소 Post Doc.
***전주대학교 공과대학 생산디자인공학과 교수

전북 전주시 완산구 효자동 3가 1200번지

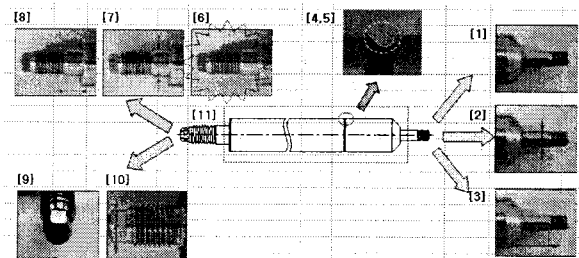
Abstract

For Shock absorber piston rod is launched to the market through turning, milling, grooving, rolling, inspection and finally packing processes. To this time around 11 items, that is, out diameter and length etc..for the piston rod are inspected strictly as a total inspection. Piston Rod is being produced 30,000 a day and its excessively repeating inspection is getting induce repetition strain injury and reduce production rate as fatigue accumulation of worker increase inspection errors. Therefore, for the inspection process is severely needed a progressive improvement through the automation. In this study, we consider automation method of piston rod inspection process and suggest an efficient automation strategy as improving the various problems in present manual inspection way.

및 검사공정을 거쳐 최종 제품으로 출하 된다. 이 때 검사 공정은 전수검사 과정으로서 피스톤로드의 외경이나 길이 등 11개 항목에 대한 요소가 엄격히 검사된다.



<그림1>속음소비용 피스톤 로드



<그림2> 피스톤로드 11개 검사항목

1. 서론

자동차 속음소비용 피스톤로드(shock absorber piston rod)는 선삭, 밀링, 전조, 홈가공

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

그러나 작업자 1인이 하루 평균 3만개에 달하는 제품을 육안으로 검사·운반 처리해야 하는 매우 과도한 업무가 발생하고 이로 인한 불량률 증가와 작업의 피로도 및 근골격계 질환 유발 등 많은 문제점을 안고 있는 실정이다. 따라서 이러한 문제점을 해결을 위한 검사

공정의 자동화 기술개발이 시급히 제기되고 있다. 본 연구에서는 현재 수작업에 의존하고 있는 피스톤로드의 검사공정을 자동화시켜 기존 공정에서 안고 있는 제반 문제점을 개선할 수 있는 피스톤 로드 검사공정 자동화 방안에 관하여 고찰하고 그 효율적인 대책을 제시한다.

2. 연구현황

현재 피스톤 로드는 선삭, 밀링, 전조 및 홈가공의 과정에서 형태의 변형이 이루어지게 되는데 로드에는 단(step)이 형성되고, 나사 및 홈이 가공된다. 그러나 성형과정에서 불량 발생되는데 피스톤 로드 (step piston rod)의 불량을 판별하기 위하여 외경(out diameter)이나 길이(length) 등에 대한 엄격한 검사가 수행되고 있다.

<표1> 피스톤 로드 검사수준

평가항목 (주요성능 Spec ⁴⁾)	단위	현재 수준 (성능수준)	개발목표치
1.검사속도	초/ea	10	5
2.외경측정정밀도	mm	0.01	0.001
3.길이측정정밀도	mm	0.05	0.005

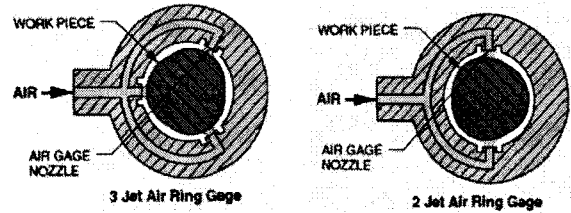
대개 불량률의 원인으로는 이중밀링, 전조의 깊이, 나사선의 버(burr), 나사선의 찍힘 등에 의해 발생이 되는데 따라서 이러한 불량원인을 선별하는 데 있어서 작업의 정확도와 능력을 높이기 위해서는 기존의 작업자에 의한 수작업 방식에서 자동화 방식으로의 전환이 필요하다.

<표2> 각 검사방식의 장·단점

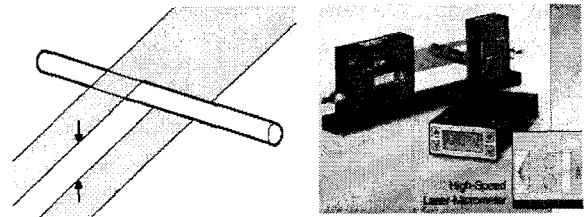
방식	장점	단점
AIR Probe	비용이 저렴	잘은 JIG의 교체
투과형 비접촉 방식	JIG의 교체 불필요	고비용
반사형 비접촉 방식	JIG의 교체 불필요	고비용, JIG의 조정
영상방식	반도체 검사에 적합	설치공간이 크고 고비용, 주위환경에 대한 차단장치 필요

현재 단이 있는 피스톤 로드의 불량을 선

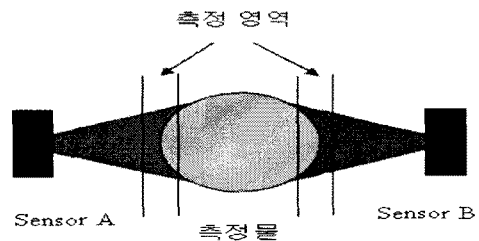
별하기 위한 외경 및 길이를 측정하는 방식에는 AIR Probe, 투과형 비접촉 방식, 반사형 비접촉 방식 및 영상방식 등을 고려할 수 있다. 각 방식에 대한 장단점은 <표2>과 같다.



<그림3> AIR probe 검사방식



<그림4> 투과형 비접촉 검사방식



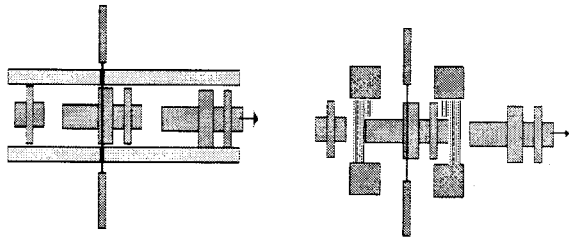
<그림5> 반사형 비접촉 검사방식

현재 측정방식, 비용, 정밀도 등을 고려했을 때 피스톤 로드의 검사 방식으로는 투과형 비접촉 방식이 적합한 것으로 파악되고 있다. 본 시스템은 피스톤 로드와 검사기능과 함께 검사데이터를 실시간으로 제어, 해석이 가능한 통계적 처리기능을 동시에 갖춘 시스템이다.

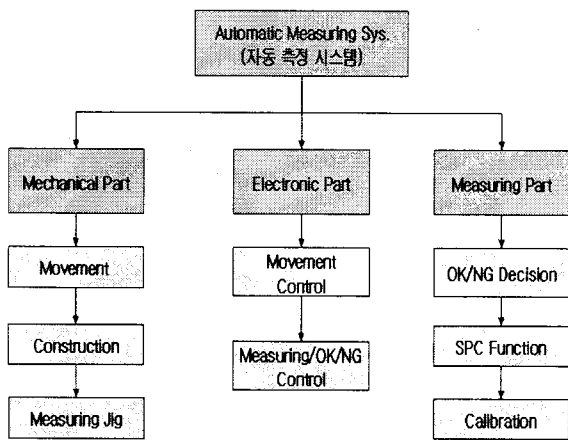
3. 개발내용 및 방법

투과형 비접촉 방식으로 단이 있는 피스톤 로드의 외경 및 길이를 측정하였을 때 <그림 6>와 같이 레이저를 이용한 센서를 사용하여

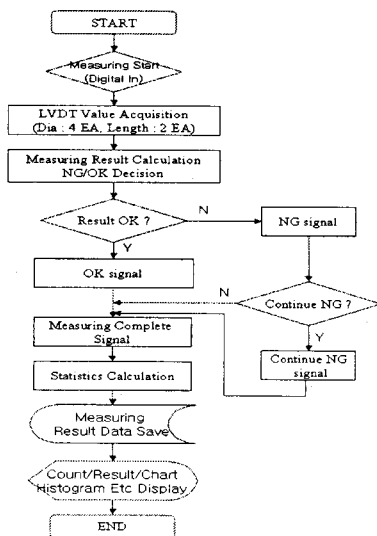
제품을 통과 시켜 외경 및 길이를 측정하게 된다.



<그림6> 외경 및 길이 측정 센서구조



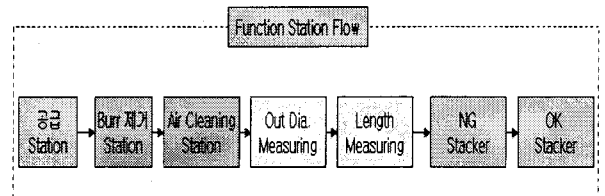
<그림7> 자동 측정시스템의 구성



<그림8> 자동 측정 시스템의 작업순서도

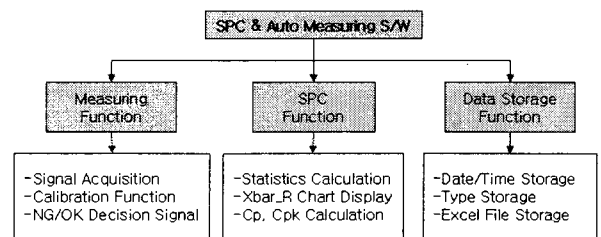
투과형 비접촉 방식의 검사시스템은 피스

톤 로드의 외경 및 길이를 측정하고 측정된 데이터를 공정관리 기법에 의해 실시간으로 처리 통계적으로 관리하게 된다. 본 방식은 제품의 성형 시 발생하는 이물질 등 여러 가지 노이즈(noise)를 제거한 후 외경과 길이의 규격을 측정하는 방식으로서 <그림9>은 검사작업을 위한 각 기능에 따른 스테이션 구성 순서를 나타내 주고 있다.

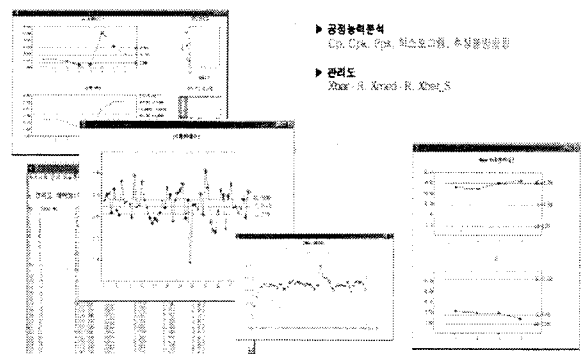


<그림9> 기능 스테이션 구성

본 시스템의 품질의 체계적 분석 및 관리를 위하여 통계적 프로그램 (SPC : Statistical Process Control)을 적용하게 되는데 게이지의 반복성과 재현성(R&R), \bar{X} -R 관리도 공정능력평가(Cp, Cpk), 히스토그램을 통해 생산시스템을 모니터 하고 품질을 관리하게 된다. <그림10>와 <그림11>은 SPC 구성도 및 결과분석 화면을 나타내 주고 있다.

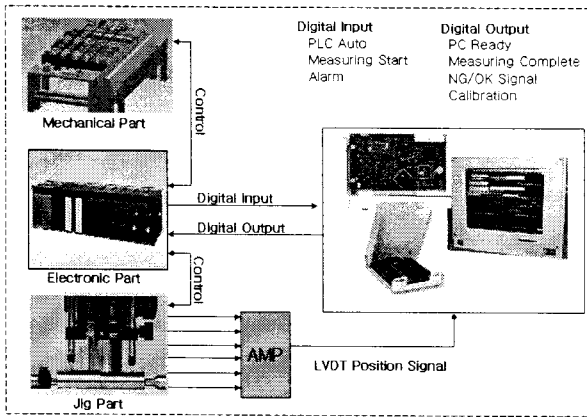


<그림10> SPC 구성도

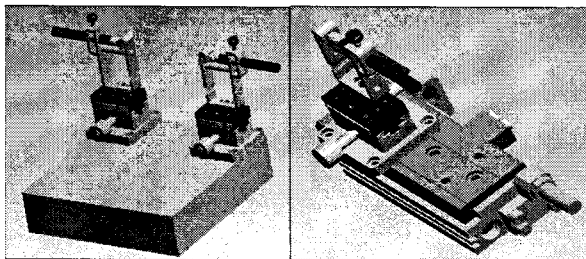


<그림11> SPC 결과분석 화면의 예

투과형 비접촉 방식의 검사측정시스템의 개략적인 장치의 구성은 <그림12>과 같다. 성형된 제품은 공압 실린더를 이용하여 이송하고, 세팅 후 버(burr)등 노이즈를 제거하고 Air cleaning을 한다. 특수 측정장치(Measuring Unit)로 성형부의 불균일한 외경 및 길이를 측정하고 양품과 불량품을 구분한 후 스택에 저장한다. 측정된 데이터는 컴퓨터에 저장되고, 개발된 품질관리 프로그램에 의해 데이터가 통계적으로 분석되어 생산시스템과 생산품의 품질을 체계적으로 관리한다.



<그림12> 투과형 비접촉 방식의 layout



<그림13> 외경 및 길이측정을 위한 특수 측정장치와 지그(JIG)의 예

4. 결론 및 추후과제

본 연구에서는 현재 수작업에 의존하고 있는 피스톤로드의 검사공정을 자동화시켜 기존 공정에서 안고 있는 문제점을 개선할 수 있는 피스톤 로드 검사공정 자동화 방안을 제시하였다. 본 시스템은 단이 있는 피스톤로드의 성형부에 대한 외경 및 길이를 자동으로 측정하고 측정된 데이터를 분석하여 생산제품을 통계적으로 관리해주는 자동화 시스템이다.

본 시스템을 현장에 적용할 경우 수작업의 검사가 불필요해지고 이로 인해 발생하는 불량률증가, 근골격계 질환 유발 및 생산성 저하의 원인을 효과적으로 해결할 수 있을 것으로 예상된다. 향후 과제로서 제품의 출하를 위한 자동적재 시스템의 개발과 현장에서 측정된 데이터의 통합관리용 DB시스템의 구축에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

<표3> 검사자동화 시스템 개발 전후 비교

구분	개발 전	개발 후	목표(정량화)
측정	1.수작업측정 2.전수검사 시 수치화 불가능	1.자동측정 2.전체 생산품에 대한 측정치 화면에 표시	R&R : 20% 이하(가공오차 범위 250 μ m)
측정 데이터 관리	수작업으로 Sampling Paper Work 작업	1.전체 측정 데이터 Type. 날짜별로 관리 2.Excel 데이터 저장으로 관리자 업무에 참조	1.전체 측정 데이터 저장 : 100% 2.Excel로 데이터 저장 : 100%
품질관리	측정의 정량화 불가능으로 양품/불량 수량에 의한 단순 품질관리	1.수작업 측정 2.전수검사 시 수치화 불가능	1.Xbar_RChart 표시 : 100% 2.Cp., Cpk계산 : 100% 3.결과 Report 출력 : 100%
OK/NG 자동 선별 및 처리	1.작업자 판단에 의한 양/불 판정 2.양/불 제품 적재 시 수작업	1.S/W에 Setting 된 Type 별 수치 범위에 의한 자동선별 2.양/불 신호를 받아 자동으로 분리적재	1.Type 별 치수관리 가능 : 100% 2.양/불 자동분리 적재 기능 : 100%

참고문헌

- [1] 권영국, 산업인간공학, 형설출판사, 1996
- [2] 노병욱, 성하경 "Vision을 이용한 PCB Pattern의 검사 자동화 기술", 대한산업공학회 IE 매거진, 2000
- [3] 이형호, 신동주, 정호연, "자동차 정밀부품 가공공정에서 효율적 설비자동화 구축에 관한 연구", 한국산업경영시스템학회, 2007 춘계학술대회논문집
- [4] 장영순, 배도선 "조립제품을 구성하는 부품에 대한 전수검사 방식의 경제적 설계", 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2001
- [5] 조문수, 안재경, 김종화, 통합정보화시대의 공장설비계획, 사이텍미디어, 2005