

피스톤 로드 제조공정에서 검사 및 이송 자동화시스템 개발¹⁾

신동주*, 김경록*, 이형호**, 정효연*

*전주대학교 생산디자인공학과

**태산ENG

e-mail:hychung@jj.ac.kr

Development of a Automation System for Inspecting and Transferring System in the Piston Rod Manufacturing Process

Dong Joo Shin*, Kyeong Rok Kim*, Hyung Ho Lee**, Hoyeon Chung*

*Dept of Manufacturing & Design Engineering, Jeonju University

**Taesan ENG.

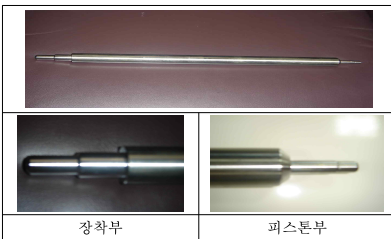
요 약

피스톤 로드는 자동차의 진동과 충격을 흡수해 주는 현가장치인 속흡소버의 주요 부품의 하나로서 속흡소버의 성능에 중요한 영향을 주기 때문에 높은 치수정밀도와 표면 매끄러움을 요구한다. 피스톤 로드의 생산공정은 원자재 입고 및 적재→절단→열처리→선삭→홈가공→밀링→전조→검사 및 포장 순으로 작업이 진행된다. 생산공장에서는 하루 평균 1만5천개 정도의 피스톤 로드를 생산하고 있기 때문에 사이클 타임을 줄이고 생산의 효율성을 향상시키기 위해 자동화가 필요하다.

본 연구에서는 피스톤 로드의 생산공정중에서 검사공정과 피스톤 로드에서 나사산을 만드는 전조 공정후에 가공부품을 넘겨주는 수작업 공정을 성력화하고 사이클 타임을 획기적으로 줄일 수 있는 자동화시스템 구축방안을 제시한다. 이를 위해 검사 및 이송장치에 대한 세부적인 검사장치, 정렬장치, 이송장치, 적재장치에 대한 세부 설계 방안과 모델링 수행 결과를 분석하고 제시한다.

1. 서론

자동차 속흡소버(shock absorber)용 피스톤 로드(piston rod)는 자동차의 진동과 충격을 흡수해 주는 현가장치인 속흡소버의 주요 부품의 하나로서 속흡소버의 성능에 중요한 영향을 주기 때문에 높은 치수 정밀도와 표면 매끄러움을 요구한다.



[그림1] 속흡소버 피스톤 로드 형상

피스톤 로드의 가공은 보통 원자재 입고 및 적재→절단→고주파 열처리→선삭(1차,2차)→홈가공→밀링가공→전조가공→검사 및 포장 순으로 진행된다. 여기에서 검사공정과 가공부품을 그 다음 공정으로 넘겨주는 작업이 수작업으로 이루어져 이로 인해 불량률 증가와 산업재해 유발 및 공간간 불균형으로 인한 휴식시간 증가 등 많은 문제가 야기되고 있다.

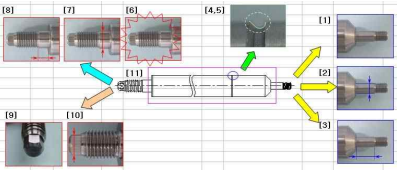
따라서 본 연구에서는 피스톤 로드의 생산공정중에서 검사공정과 피스톤 로드에서 나사산을 만드는 전조 공정후에 가공부품을 넘겨주는 수작업 공정을 성력화하고 사이클 타임을 획기적으로 줄일 수 있는 자동화시스템 구축방안을 제시한다. 이를 위해 검사 및 이송장치에 대한 세부적인 검사장치, 정렬장치, 이송장치, 적재장치에 대한 세부 설계 방안과 모델링 수행 결과를 분석하고 제시한다.

2. 피스톤 로드 검사공정 자동화

1) 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

피스톤 로드 검사 공정은 전수검사 과정으로서 피

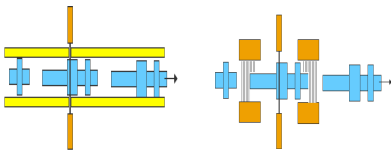
스톤 로드의 외경이나 길이 등 아래의 11개 항목에 대한 요소가 엄격히 검사된다.



[그림 2] 피스톤로드 11개 검사항목

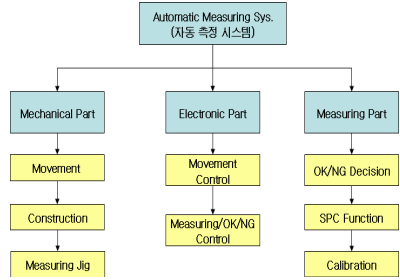
그러나 작업자 1인이 하루 평균 1만개 이상의 제품을 육안으로 검사·운반 처리해야하는 과도한 업무 때문에 불량률 증가와 작업자의 피로도 증가 및 근골격계 질환 유발 등 많은 문제점을 안고 있어 시급히 검사공정 자동화가 필요한 상황이다.

피스톤 로드 검사공정을 자동화 시킬 수 있는 방안으로는 압력의 차를 이용하는 Air Prove 방식과 레이저를 이용하는 투과형 비접촉 방식 및 반사형 비접촉 방식, 마지막으로 Vision방식이 검토되었다. 이 중에서 피스톤 로드의 측정 정밀도(0.001mm)와 작업장의 환경 및 구축비용 등을 고려하여 외경은 Air Prove 방식이, 길이는 전자마이크로미터의 측정 방식이 채택되었다. Air Prove 방식과 전자마이크로미터를 사용하여 단이 있는 피스톤 로드의 외경 및 길이를 측정하였을 때 <그림3>과 같이 센서를 사용하여 제품을 통과 시켜 외경 및 길이를 측정하게 된다.

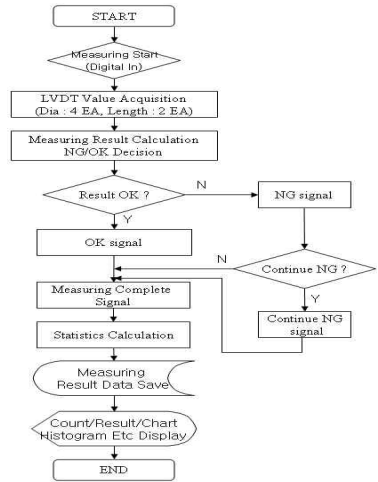


[그림 3] 외경 및 길이 측정 센서구조

피스톤 로드 검사자동화시스템은 <그림 4>와 같이 크게 기계부(Mechanical Part), 전자부(Electronic Part) 측정부(Measuring Part)로 구성되며, 시스템의 flow chart는 <그림 5>와 같다.

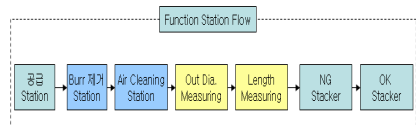


[그림 4] 자동 측정시스템의 구성



[그림 5] 자동측정 시스템의 작업순서도

피스톤 로드의 검사 과정을 공정별로 나타내면 <그림 6>과 같다.



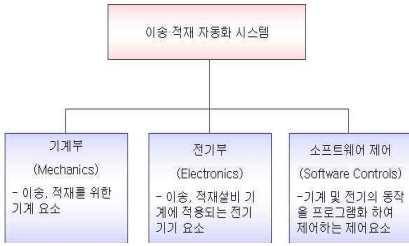
[그림 6] 기능 스테이션 구성

3. 이송 및 적재 공정 자동화

이송 및 적재 공정은 피스톤 로드 검사 공정 후 또는 나사산을 만드는 전조공정 후 작업자가 검사나 가공이 끝난 피스톤 로드를 손으로 일일이 수거하여

적재함에 담은 다음 그 다음 공정으로 이동시키는 공정이다. 이러한 작업도 동일한 반복작업으로 인한 낮은 작업 만족도와 항상 고정적인 작업자가 필요해 성력화를 위해 자동화가 반드시 필요한 공정이다.


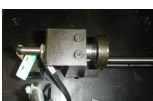


본 연구에서는 이송 및 적재 자동화를 실현하기 위해 검사 자동화 시스템과 마찬가지로 <그림 7>과 같이 이송 및 적재 자동화 시스템을 구축하였다.





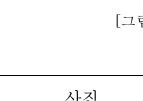
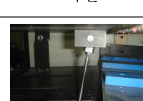
[그림 7] 이송 및 적재 자동화 시스템

이송 및 적재 자동화시스템의 중요한 평가 지표는 이송 및 적재의 속도와 중량 및 적재 수량이다. 본 연구에서는 개당 5초 이내의 적재속도, 회당 50kg의 적재 중량, 회당 50개의 적재 수량을 목표로 개발하였다.

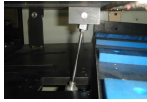
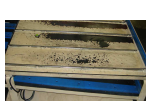

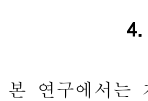
다음 <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>은 이송 및 적재 자동화시스템의 정렬, 이송 및 적재장치의 세부 사양을 나타낸다.

사진	주요 구성 부품	사양/기능	비고
	정렬 V블록	PR18-5DN	감지센서
	정렬실린더	CDM2F20-200A-C73L	
	낙하 블럭	NC nylon	상치·꺾힘 방지
	완충 스톱퍼	PR8-2DN	감지센서

[그림 8] 정렬장치 사양 및 기능

사진	주요 구성 부품	사양/기능
	이송 V블록 및 가이드	연마 가공 후 알칼리 착색
	상하 실린더 및 감지 센서	CDQ2B50-40D-A73L
	좌우 실린더 및 감지 센서	CDM2F25-150A-C73L
	이송 가이드	연마 가공 후 알칼리 착색

[그림 9] 이송장치 사양 및 기능

사진	주요 구성 부품	사양/기능	비고
	1. 배출 실린더	CDM2F16-60A-C73L	-
	2. 배출 가이드	양품 및 불량품 구분 배출	-
	3. 양품 배출대	양품 배출 (길이 : 700mm)	30ea 적재
	4. 불량품 배출대	불량품 배출 (길이 : 700mm)	30ea 적재

[그림 10] 적재장치 사양 및 기능

4. 결론 및 추후과제

본 연구에서는 자동차 속업서버의 피스톤 로드 가공 공정에서 필요한 검사공정과 이송 및 적재 공정의 자동화시스템을 개발하였다. 먼저 피스톤 로드 검사공정의 자동화를 위해 측정방식을 결정하였는데 외경 측정은 Air Prove 측정 방식을, 길이 측정은 전자 마이크로미터를 사용하여 측정하는 측정방식을 제안하였다. 검사자동화시스템은 크게 기계부, 전자부, 측정부 3부분으로 구성되어 자동 검사가 가능하도록 설계하였다. 이송 및 적재 자동화시스템은 검사공정후 또는 나사산을 만드는 전조공정 후에 수작업에 의해 일일이 적재함에 담은 반복작업을 자동적으로 이송되어 원활하게 적재함에 담겨지도록 하는 시스템이다. 본 연구에서는 개당 5초 이내의 적재속도, 회당 50kg의 적재 중량, 회당 50개의 적재 수량을 처리할 수 있는 이송 및 적재 자동화시스템을 구축하였다.

본 연구에서 개발한 검사 및 이송 자동화 시스템의 개발 전후의 효과를 분석한 결과 작업인원은 4명에서 2명으로 50% 감소하였고, 불량률은 2.5%에서 0.55%로 78% 감소하였으며, 일일 평균 생산량이

14,400개에서 17,000개로 18% 증가하였다. 아래 <표 1>은 자동화 시스템의 개발 전후의 효과를 분석한 표이다.

[표 1] 개발 전/후의 효과분석

항 목	단위	개선전	개선후	개선효과
작업 인원	명	4	2	50%감소
보조 검사 인원	명	2	1	50% 감소
불량률	%	2.5	0.55	78% 감소
일평균 생산수량	개	14,400	17,000	18% 증가

참고문헌

- [1] 이철수, 생산자동화의 기초, 북스힐, 2007.
- [2] 신동주, 김태철, 김경록, 이형호, 정호연, “지동차 피스톤 로드 가공공정에서 이송 및 적재 자동화시스템 개발에 관한 연구”, 2008 대한산업공학회 추계 학술대회 발표논문.
- [3] 신동주, 김경록, 정호연, “피스톤 로드 검사공정의 자동화 시스템 구축방안”, 2007 한국경영과학회 추계 학술대회 발표논문.