

타공파이프 절단을 위한 이송시스템 개발에 관한 연구

A Study on the development of transfer system of cutting punched pipes.

박진석 · 윤두환 · 정찬세 · 김용석 · 양순용

J. S. Park, D. H. Yoon, C. S. Jung, Y. S. Kim and S. Y. Yang

Key Words: Punched Pipe(타공 파이프), Cutting system(절단 시스템), Vision System(비전 시스템), Transfer system(이송 시스템), PLC(PLC)

Abstract: A punched pipe in a muffler for an automobile has many important variables, like location of holes in the pipe and length of the pipe related to noise reduction of a diffuser. This pipe is cut depending on length of product and this process, generally workers cut pipes by hands. In this process, there are many errors and it relies on the skill of workers, so it can happen that cycle time for complete product gets long and productivity gets low. Therefore, we need a vision system to distinguish holes in the punched pipe and a transfer system to set the cutting position automatically by moving the pipe depending on forward and backward part of the holes.

This paper explains the development of an automatic transfer device which will cause the beating pipe to be cut correctly, exactly the same length as the product.

1. 서론

자동차의 흡기장치를 통해 엔진으로 들어온 공기는 실린더 내에서 연소된 후 배기 매니폴드와 삼원 촉매장치, 배기 파이프, 소음기를 거쳐 외부로 방출된다. 소음기 내부는 몇 개의 타공 파이프로 구성되며 파이프의 구멍의 위치와 파이프의 길이가 배기소음 저감의 중요한 변수이다.¹⁾

타공 파이프는 제품 길이에 맞도록 절단하게 되는데, 절단 작업은 일반적으로 작업자가 파이프를 제품별로 그 길이에 맞게 수작업으로 절단하게 된다. 이러한 과정에서 상당부분 공차가 발생하게 되며 작업자의 숙련도에 따라 그 정밀도가 달라진다. 정확한 제품의 길이를 결정하기 위하여, 절단 위치 지점의

두 사이클을 판독하여 누적공차를 최소로 줄일 수 있도록 비전 시스템을 이용하여 타공 파이프의 구멍을 판독하고 타공 부분의 전후의 길이에 따라 이송시켜 절단 위치를 자동으로 설정하는 이송시스템이 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 조관된 타공 파이프를 제품의 길이에 맞게 절단할 수 있도록 하는 자동화 이송장치 개발에 관하여 기술하였다.

2. 시스템 설계

이송 시스템은 이송부와 검사부로 구성된다. 이송부는 절단해야하는 타공 파이프를 절단기까지 이송을 시켜주는 부분이며, 제어기의 신호에 따라 타공 파이프를 절단부의 정확한 위치까지 이동시키게 된다.

검사부는 이송되어진 타공 파이프를 정확한 위치에서 절단이 가능하도록 비전시스템을 이용하여 정밀한 위치를 제어하도록 한다.

2.1 이송부

이송부는 타공 파이프가 공급되면 타공 파이프를

접수일: 2010년 6월 7일

박진석(발표자): 울산대학교 기계자동차공학과

E-mail: human677@hanmail.net, Tel: 052-259-2731

정찬세, 김용석: 울산대학교 기계자동차공학과

양순용: 울산대학교 기계자동차공학부

윤두환: 울산대학교 자동차선박대학원

검사부까지 이송할 수 있도록 에어척과 그리퍼 (Gripper)가 작동하여 파이프를 잡게 되고 리니어 모듈이 서보모터에 의하여 구동되면서 타공 파이프를 비전시스템이 있는 검사부까지 이송하게 된다. 이러한 시스템은 제어기의 신호에 의하여 작동되며 PC신호에 의하여 PLC와 서보모터가 구동되도록 구성된다.^{2,3)} 이송부의 개략도는 Fig.1에 나타내었다.

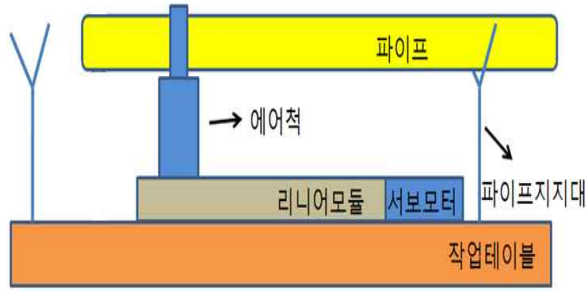


Fig. 1 Schematic of Transfer Device

타공 파이프의 그림은 공압을 이용한 에어척을 사용하였다. 에어척의 작동은 PLC를 통해 솔레노이드 밸브의 ON/OFF제어에 의하여 이루어진다. 솔레노이드 밸브의 ON/OFF제어에 따라 컴프레서를 통해 들어오는 공기를 이용하여 에어척의 열림과 닫힘을 제어하며 이를 통하여 타공 파이프를 잡고 놓을 수 있도록 설계하였다.

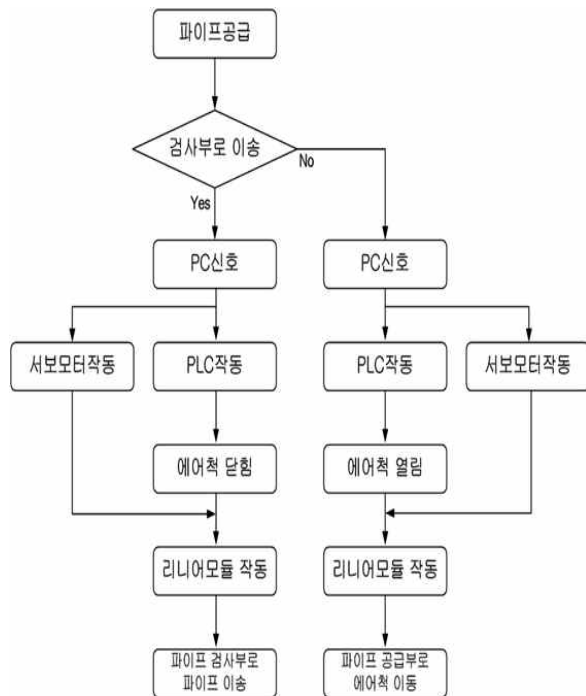


Fig. 2 Flowchart of Transfer Device

서보모터는 에어척이 작동을 하여 타공 파이프를 잡으면, 리니어 모듈이 서보모터 컨트롤러와 제어기를 통하여 입력된 일정 길이의 이동 값으로 이동을 시키게 된다. 리니어 모듈에 부착되어있는 에어척을 통해 타공 파이프를 검사부까지 이동시키도록 구성한다. 이송부 장치들의 작동은 타공 파이프가 이송부로 공급되면 PC신호를 이용하여 서로 연계적으로 움직이게 되므로 이를 고려하여 시스템을 설계하였다. 이송부 시스템 알고리즘의 흐름도는 Fig.2와 같다.

2.2 검사부

검사부는 비전시스템과 Control PC로 구성된다. 비전시스템은 이송부를 통해 공급된 타공 파이프가 검사부로 들어오게 되면 타공 파이프의 타공을 인식하여 타공 파이프의 정확한 절단부를 검출한다.

비전 카메라를 통해 획득한 영상은 LAN을 통해 Control PC로 영상이 전송이 된다. Control PC로 전송된 영상은 Vision Program을 통하여 영상을 분석하고 파이프 타공의 위치를 인식하여 정확한 절단부로 파이프 이송이 가능하도록 제어한다.^{4,5)}

검사부 시스템의 알고리즘 흐름도는 Fig.3과 같다.

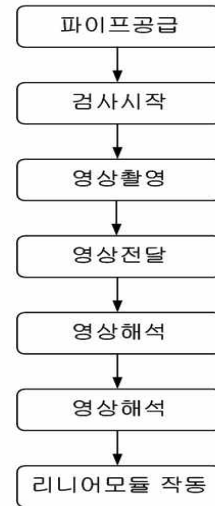


Fig. 3 Flowchart of Inspection Device

3. 실험장치

3.1 이송부

이송부 실험장치는 파이프를 이송시킬 리니어 모듈장치와 에어척, 그리퍼(Gripper)를 제어를 위한 Control Box 두 가지가 있다.

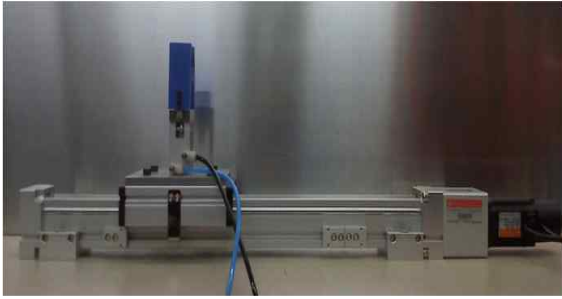


Fig. 4 Linear Module System

리니어 모듈에는 에어척과 그리퍼가 부착된다. 실제 타공 파이프의 길이는 약 6m정도의 길이이며 이는 제품에 따라 250mm에서 350mm정도로 절단하게 된다. 그러므로 리니어 모듈 제작에서는 타공 파이프의 최대 길이가 절단될 수 있도록 약 400mm 길이의 리니어 모듈 제품을 사용하였다. 에어척은 개폐 Stroke가 최대 열림 폭이 23mm이므로 약 50mm에 해당하는 타공 파이프를 잡기에는 불가능하다. 따라서 별도의 그리퍼(Gripper)를 제작하여 타공 파이프를 확실하게 잡고 이송이 가능하도록 제작하였다. 리니어모듈의 제작모습은 Fig.4와 같다.

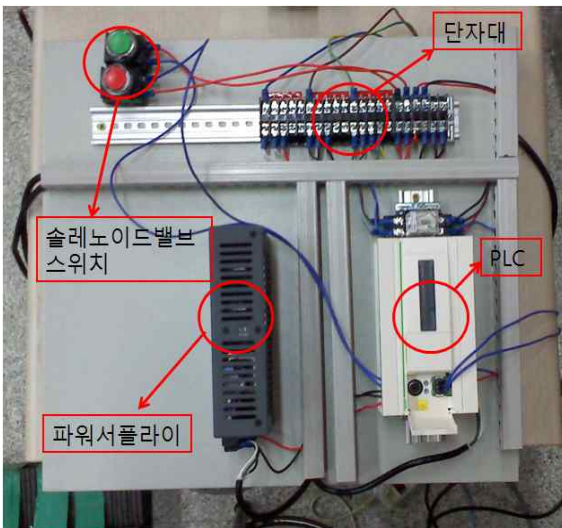


Fig. 5 Control box of Transfer Device

에어척을 이용하여 파이프를 잡고 놓는 것은 제어기와 PLC를 이용한 ON/OFF 제어를 통해 이루어진다. 파이프가 공급되었을 때 PC신호를 주면 PLC를 통하여 솔레노이드 밸브로 ON/OFF 신호를 보낸다. 이때 컴프레셔에 연결된 솔레노이드 밸브는 신호에 따라 솔레노이드 밸브의 A,B 두 가지의 밸브로 공기를 공급하여 에어척의 열림과 닫힘이 이루어진다. 제작된 Control Box는 Fig.5와 같다.

3.2 검사부

검사부는 타공 파이프를 촬영을 하는 비전카메라 부분과 촬영된 영상을 분석 할 제어기로 구성된다. 비전카메라는 카메라의 화각을 고려하여 파이프가 이송되었을 때 파이프의 타공 전체가 보이는 지점에 설치되어야 하므로 검사부로 들어오는 타공 파이프의 타공 전체를 촬영할 수 있도록 앵글을 이용하여 거치대를 제작하였으며 거치대에 비전 카메라를 설치하였다. 비전카메라와 PC사이의 통신은 GigaEthernet Lan을 통하여 Grabber없이 바로 영상을 전송할 수 있도록 제작 하였으며 비전 프로그램은 COGNEX사의 VisionPro를 사용하였다. 설치된 비전카메라 모습은 Fig.6과 같다.



Fig. 6 Vision Camera

4. 실험 결과

타공 파이프를 확실하게 이송시키기 위한 중요한 변수는 에어척의 파지력으로 사용되는 컴프레셔의 공기압에 의하여 결정된다. 에어척의 사용압력은 최대 10kgf/cm² 이므로 컴프레셔의 압력을 1kgf/cm²부터 10kgf/cm²까지 증가시키면서 실험을 하였다. 타공 파이프를 파지하고 이송시키기 위하여 약 5kgf/cm²의 공기압이 요구되며 5kgf/cm² 이하의 압력에서는 파이프의 처짐현상이 발생하였다.

공기압이 5kgf/cm²일 때 타공 파이프를 잡은 모습을 Fig.7과 같다.



Fig. 7 Transfer Device on 5kgf/cm²

검사부는 타공 파이프가 검사부로 이송되었을 때 비전 카메라를 통하여 파이프의 타공을 직접 촬영하고 그 영상을 Control PC로 전송하여 영상을 분석한 결과 타공 파이프의 타공을 인식하였지만 타공의 전체를 정확하게 인식하지는 못 하였다.

비전카메라로 타공 파이프의 타공을 인식한 모습을 Fig.8과 같다.



Fig. 8 Image of Beating Pipe

5. 결론

자동차의 소음기에 중요한 부품 중 하나인 타공 파이프를 제품의 길이에 따라 정확하게 절단이 가능한 자동화 이송시스템을 개발하였다.

타공파이프를 파지하고 절단부로 이송시키는 장치를 개발하였고 공기압이 5kgf/cm² 이상일 때 이송을 위한 충분한 파지력이 형성되는 것을 검증하였다.

타공파이프의 타공을 비전시스템으로 인식하여 정확한 절단부를 찾을 수 있는 시스템을 구축하였다.

정확한 위치제어를 위하여 리니어 모듈 및 서보모터의 캘리브레이션(calibration)이 요구되며 신뢰성있는 타공인식을 위하여 압전 및 조명 설치와 소프트웨어의 보완이 필요하다.

참고 문헌

1) Kim, M. H., Chung W. I. and Chyun I. B., "Study on the Flow Characteristics of Steady state and Pressure Variation inside the Muffler with the inflow of Pulsating Exhaust Gas," Trans. of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol.7, No.8, pp.150~159. 1999.
 2) Kim, S. T., "Industrial Trend of Precision Motors for control," Technical Report of Korean Agency for Technology and Standards.

2004,
 3) Hong, Y. K., Jang, J. H., Cho, S. H. and Kim, K. Y., "C Servo Motor/Driver Dynamometer," Conference of KIEE and IEEK, pp. 62~65. 1995.
 4) Yoon-Su Kim, Su-Woo Park, Byung-Hun Lim, Tae-Gyun Kim, Byung-Jae Choi, Cheol-Young Park, Moon-Rak Lee, Yong-Tae Do, "Automatic Metal Ball Inspection System Using Machine Vision," The Journal of Computer & Communication Research, Vol.5 No.1, 93-98. 2008.
 5) S. K. Bae., I. Y. Park., S. W. Kang. and J. H. Cho., "High Speed LAPS System for pH Image Using Line Scanning with a Chopping Wheel," IEICE transactions on electronics, Vol. E86-C No.6, pp.1109-1113, 2003.