

트럭 적재함 가공용 자동 드릴링 머신 개발

오성훈*

*전북대학교 기계시스템공학부

e-mail: oshun0305@hanmail.net

The Development of Automatic Drilling Machine for manufacturing the Truck Cargo Box

OH Sung-hoon*

*Division of Mechanical System Engineering, Chon-Buk National University

요약

대형 트럭의 적재함 제조 공장의 경우 전 공정이 인력에 의존하는 강도 높은 제조 현장이다. 특히 적재함의 양 측면 게이트 고정 작업의 경우 약 7명 정도의 인력이 투입되어 드릴링 및 조립 작업을 수행한다. 또한 드릴링 작업은 작업자의 손목이 손상되는 사고를 빈번히 일으키고 있는 위험 작업이다. 본 연구에서는 이와 같은 일련의 작업을 작업자 2인이 수행할 수 있도록 설계하고 제작하는 것에 그 목적이 있다. 본 논문에서는 자동 드릴링 머신을 개발하기 위한 기구적 및 시스템 설계, 제어 방법에 대해 소개한다

1. 서론

최근의 제조 현장에서는 인건비의 절감 및 작업 강도의 완화, 생산성 향상 등을 위하여 자동화 장비의 도입이 다양한 분야에서 폭넓게 시도되고 있다. 대형 트럭의 적재함 제조 공장의 경우 전 공정이 인력에 의존하는 강도 높은 제조 현장이다. 특히 적재함의 양 측면 게이트 고정 작업의 경우 약 7명 정도의 인력이 투입되어 드릴링 및 조립 작업을 수행한다. 본 연구에서는 이와 같은 일련의 작업을 작업자 2인이 수행할 수 있도록 설계하고 제작하는 것에 그 목적이 있다. 본 논문에서는 자동 드릴링 머신을 개발하기 위한 기구적 및 시스템 설계, 제어 방법에 대해 소개한다.

트럭 적재함은 프레임 위에 골격으로 없어지는 크로스실(Cross Sill), 크로스실 상부에 나열된 플로어 보드(Floor Board), 플로어 보드의 형상을 고정시키는 사이드 프레임(Side Frame), 사이드 프레임에 결합되는 게이트(Gate)로 구성된다. 그림. 1의 왼쪽 사진은 적재함 게이트와 플로어와의 결합을 위해 작업자가 게이트를 플로어에 클램프를 사용해 고정하는 모습을 보여준다. 여기서 수직 하방향으로 늘어

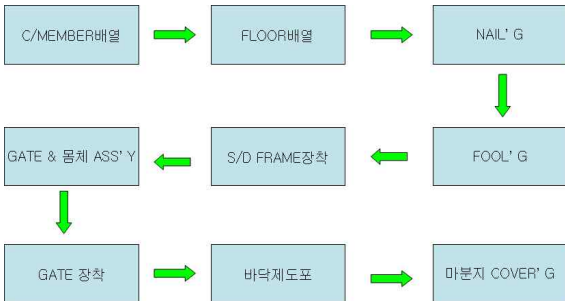
뜨려진 막대가 힌지이다. 오른쪽의 사진은 힌지 부착 작업이 완료된 적재함 게이트를 보여준다.



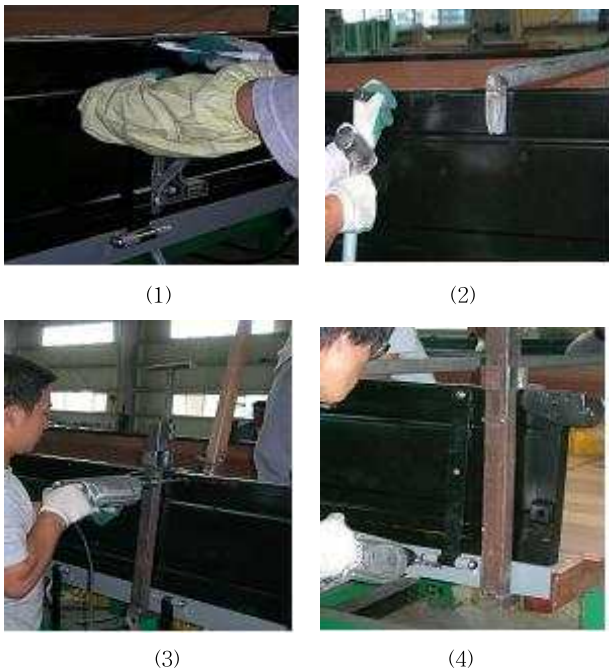
[그림 1] 적재함의 힌지된 게이트

본 연구에서는 힌지의 수직위치 고정 및 힌지 홀 가공을 위한 자동 가공 장치를 개발한다. 그림. 2는 적재함 가공 순서를 보여준다. 본 연구는 트럭적재함 제작과정 중 게이트 & 몸체 조립 공정 수작업을 자동화 하고자 자동화 장비를 개발한 것이다. 게이트 & 몸체 조립의 수작업 공정은 그림. 3에 보여준다. 적재함 게이트를 플로어에 클램프로 고정하고(그림. 1) 하방향으로 늘어뜨려진 힌지를 수작업으로 걸어 올리고 수직 위치를 마킹한 후 수동 드릴을 이용하여 힌지홀을 통과하는 구멍을 게이트에 뚫는다. 힌지에 뚫어진 구멍의 수 대로 드릴링 작업을 수행

하며, 형성되어진 구멍을 통하여 볼팅 함으로 힌지를 게이트에 고정한다. 본 연구에서는 수작업에 의한 그림. 3의 과정(힌지 거치, 힌지 드릴링 위치 마킹, 드릴링 작업, 볼팅작업)을 전용 장비를 사용하여 자동화 한다.



[그림 2] 적재함의 제조 공정



[그림 3] 수작업 제조공정

그림. 4는 본 연구에서 개발한 자동 드릴링 머신을 이용한 작업 순서를 보여준다. 장치의 제어 및 구동을 위한 제어반은 장치에 탑재하고, 작업자가 따라 이동하며 안전을 요하는 부분은 수동으로 조작 보정하도록 설계하였다.



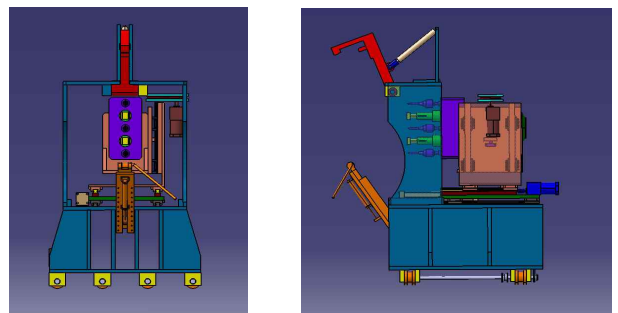
[그림 4] 자동 드릴링 머신을 이용한 작업 순서

본 연구에서 개발된 자동 드릴링 머신은 구동을 위하여 AC 모터와 레일을 사용하였고, 작동을 위해 공압 실린더 및 볼스크류, L/M 가이드 등을 사용하였다. 센싱을 위하여 비접촉 근접 센서를 사용하였다. PLC 프로그램을 사용하여 전체적인 동작을 제어하였다.

2. 기구 및 구조 설계

2.1 구조 설계

구조 설계는 3차원 설계 소프트웨어인 CATIA V5를 사용하였다. 그림. 5는 3차원 설계 도면을 보여준다. 각각 정면도와 측면도를 보여준다.



[그림 5] 자동 드릴링 머신의 3차원 설계 도면

2.2 구동부 설계

구동은 3상 220V용 모터를 사용하여 구동하도록 하였다.(1.5 마력) 축에 대한 동력 전달은 체인을 사용하였고 구동축은 총 4개를 채용하여 공정상의 레일에 중단된 부분을 지나는 경우도 원활히 지날 수 있도록 설계하였다.

2.3 다축드릴 작동부

다축 드릴은 드릴이 3개가 동시에 회전 할 수 있도록 설계 하였다. 다축드릴은 220V 3상5kW의 용량을 가지며, PLC에서 제어 하도록 설계 하였다. 전·후진은 1차로 공압 실린더를 사용하고 실제 드릴링 작업에 필요한 추력은 볼스크류를 사용한 2차 전·후진 공정에서 이루어 지도록 설계하였다.

2.4 상부 고정부

적재함의 게이트를 작업위치에 고정시키고 드릴 작업에 따른 추력에 의한 반력을 생상하기 위하여 상부에 클램프를 설치하여 위치가 결정되면 공압 실린더를 조작하여 게이트를 고정할 수 있도록 설계하였다. 클램프의 형상은 게이트의 뒤편 목재부분을 지지할 수 있도록 설계하였다.

2.5 힌지 고정부

힌지 고정부는 장치의 진행에 따라 힌지를 걷어 올려 상승 위치까지 올려주는 암(Arm)과 실린더 구동부로 이루어진다.

3. 센싱 및 제어부 설계

제어부는 기계의 측면에 부착되어있고, PLC 유닛을 포함하고 있다. 그림. 6은 제어패널을 부착한 기계의 모습과 제어 패널의 모습이다.



[그림 6]

3.1 제어 프로그램

본 개발의 센싱부는 레일의 시작점과 끝점에서 장치를 멈추기 위한 스톱퍼, 힌지의 1차 감지를 위한 비접촉 센서, 힌지의 회전 위치를 감지하는 2차 센서, 다축 드릴의 최종 전진, 최종 후진 위치를 감지하기위한 비접촉 센서, 다축 드릴의 상하 이송 한계를 감지하는 비접촉 센서 및 각 실린더의 전, 후진 위치 파악 센서로 구성된다. 장치의 제어를 위한 제어 프로그램은 PLC로 작성하였다. 그림. 7은 힌지간의 이송을 포함한 센싱 및 작동 제어의 세부 흐름도를 보여준다.



[그림 7] 공정 과정의 흐름도

4. 결과 및 고찰

본 개발에서 제작한 장치는 적재함의 좌, 우에 대해 각각 1기 썩의 장치를 제작하여 현장 설치하였다. 그림. 8은 현장 설치 형상을 보여준다. 본 개발을 통한 가시적인 생산성 향상 및 작업 강도의 저하 효과는 표 1에 정리한 바와 같다. 게이트 및 플로어 조립 작업에서 볼팅 작업을 제외한 투입 인원은 기존의 5~6인에서 2인으로 감소시킬 수 있었고, 전체적인 작업 시간은 볼팅을 포함하여 30~40 분의 소요 시간에서 25~30분으로 감소시킬 수 있었다.



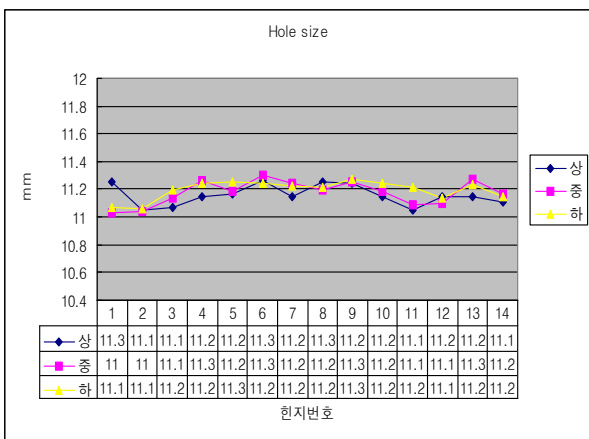
[그림 8] 설치된 패널의 형상

[표 1]. 자동드릴 머신의 개선점

구 분	기존 수작업	개발 장비 적용 후
작업 인원 (불팅 제외)	5~6	2
구멍 정밀도(mm)	11.2±0.8	11.2±0.3
작업시간	35~40 분	25~30 분
작업 강도	매우 높음	낮음
산재 발생 위험도	존재함	거의 없음

본 기술 개발을 수행한 결과 한지(구멍)간 작업 시간에 있어서 구멍 1개당 작업하는데 걸리는 cycle time은 측정된 결과 모두 3분 이내(반자동)작업이 완료되는 것을 볼 수 있다. 14개의 한지를 작업하는데 총 1621초의 시간이 소요되었고 한지간 작업은 평균 115.8초로 약 2분 정도의 시간이 소요되었다.

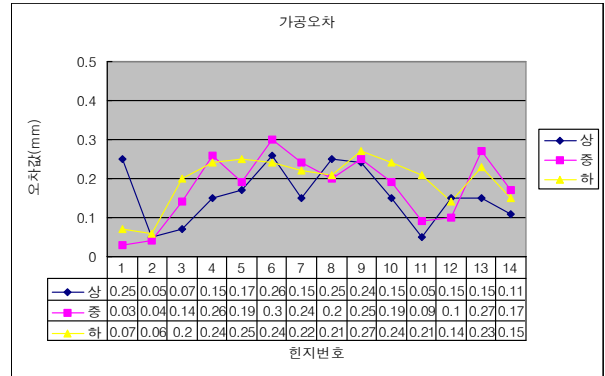
그림. 9는 가공된 홀(hole)의 크기를 측정하여 평가한 결과이다. 3회의 반복 작업을 통해 측정된 결과 모두 11.0에서 11.3 mm의 범위 내에 결과가 있음을 알 수 있다. 홀 위치에 따라 큰 편차가 없음을 알 수 있다. 상측 홀의 경우 평균 11.19 mm, 중간 홀의 경우 평균 11.18 mm, 하부 홀의 경우 11.19 mm로 평균치가 거의 같은것을 알 수 있다. 이는 수작업이 아닌 기계 장치로 고정된 상태로 가공하기 때문에 홀 크기의 편차가 거의 나타나지 않음을 시사한다.



[그림 9] 홀 크기와 작업 홀의 관계

그림. 10은 위치 정밀도 측정 결과를 보여준다. 각 한지에서의 측정 작업을 통해 측정된 결과 모두 0.3mm 이내의 오차범위 내에 있는 것을 볼 수 있다. 상측 홀의 경우 평균 0.16 mm, 중간홀의 경우 평균 0.18 mm, 하부 홀의 경우 평균 0.2 mm의 위치 오차가 발생하며 이는 매우 경미한 정도의 위치

오차라고 볼 수 있다. 수작업의 경우와 달리 자동화 작업의 경우 드릴이 한 몸체에 부착되어 있으므로 무시할 수 있을 정도의 오차가 발생하는 것으로 판단된다.



[그림 10] 작업 결과 관측 오류의 관계

5. 결론

본 연구에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 기존의 인력 의존 작업인 상용차 적재함 가공용 전용 장비를 제작함에 따라 인력 저감 및 작업 강도를 대폭 감소시킬 수 있었다.
2. 전용 자동화 장비의 도입으로 작업에 따른 안전 사고 발생 가능성을 대폭 저감하였다.
3. 전용 자동화 장비의 도입으로 생산성 향상 및 불량률 저감 및 품질 산포를 저감시킬 수 있었다.

참고문헌

- [1] 서남섭, 절삭학 및 응용, 동명사, 1996
- [2] Frank D. Pertruzella, PLC 기초와 응용, 광문각, 1998
- [3] 전도연 외 편저, 시퀀스 및 PLC 제어, 사이텍미디어, 2001
- [4] 김병희 외 7인 공저, 생산제조공학, 북스힐, 2003
- [5] 고태조 외 6인 공저, 공작기계, 문운당, 2001
- [6] 오성훈, 무진동 PBD 시공장비 구조 최적설계, 제8권 제5호 2007년, 한국산학기술학회