

# 모터 기반의 접착식 제본기 시스템 설계에 관한 연구

송제호\*, 이인상\*\*, 이유엽\*\*\*

\*전북대학교 융합기술공학부(IT 응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

\*\*전북대학교 IT 응용시스템공학과

\*\*\*호원대학교 자동차기계공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

## A Study on the Design of motor based adhesive binding machine system

Je-Ho Song\*, In-Sang Lee\*\*, You-Yub Lee\*\*\*

\*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering), Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

\*\*Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

\*\*\*Dept. of Automotive & Mechanical Engineering, Howon University

### 요약

본 논문에서는 현재 국내에 시판되고 있는 접착식 제본기의 구동 방식이 대부분 공압 실린더(컴프레서) 구동 방식으로 소음, 분진, 복잡한 내부 구조 등의 단점이 확연하다. 따라서, 복잡한 내부 구조를 단순화하여 제품의 부피, 무게를 감소시키고 지능형 위치 제어 시스템(Over Run Free Stop System)을 적용하여 모터 및 감속기의 내구성을 보장한다. 또한, 제본물 겹표지 투입을 수동 투입에서 자동 투입으로 변경하여 제품에 반영함으로써 별도의 작업 공간을 마련할 필요가 없고 작업시간을 획기적으로 줄일 수 있는 내구성 개선을 위한 Motor제어와 재료 자동투입이 융합된 지능형 제본기를 개발하였다.

### 1. 서론

현재 도서 제본은 고정하는 방식에 따라 크게 두 가지 방법으로 구분된다. 첫째, 스프링 모형의 링을 사용하는 링 제본기와 둘째, 접착제를 사용하는 접착식 제본기이다. 국내 시장의 구조는 스프링 모형의 링을 사용하는 링 제본 방식이 국내시장의 20%를 점유하고 있으며 주로 펜시류와 기념품 등 한시적 사용을 위한 기록노트 및 소모성 필기도구에 집중되어 있다. 착식 제본기는 국내 제본기 시장의 80%를 점유하고 있으며 주 분야는 교과서, 참고 서적, 일반 구독 도서, 교육자료 등 다방면에 사용되고 있다. 그러나 핵심 부분인 설계 난이도 때문에 순수 국산화가 어려워 대부분 완제품을 수입하거나 핵심부품을 수입 후 국내에서 조립하여 제품을 생산하고 있다.

현재 국내의 접착식 제본기 시장을 점유하고 있는 제품들의 90%가 수입품 혹은 부품 수입 후 조립제품들로 유통시장이 형성되어 있다. 지금까지 국산 제품이 시판된 적이 전무하기 때문에 자동 투입 기능과 소형화의 장점으로 충분한 경쟁력과 함께 접착식 제본기 시장을 선점할 수 있을 것으로 사료된다.

개발 제품의 예상 가격을 측정하면 기존보다 20% 이상 저렴한 가격 경쟁력이 확보됨으로 완제품 수입 대체는 물론 부품 수입 후 조립 생산하여 시판되는 제품과도 무리 없이 가격 경쟁이 가능할 것으로 예상된다.

수입 제품을 분석해 보면 독일 제품은 부품이 견고하며 성능이 우수하나 외형이 크고 가격이 고가이고 일본 제품은 외형이 비교적 적당하나 컴프레서가 기기의 외부에 장착되고 견고성이 독일 제품에 비해 떨어지며 수동을 제외한 제품은 작업자가 2명 필요하다. 더욱이 국내 조립 제품은 가격 대비 제본 치수가 제한적이고 작업 속도가 느린 단점이 있다.

현재 모든 제본기의 동력은 컴프레서 방식을 채택하고 있어 극심한 소음이 발생과 제본의 주요 공정인 접착제 투입 공정에서 접착제 투입 부위 사전 가공 시 다량의 미세 분진이 발생하는 구조적 문제점이 대두된다.

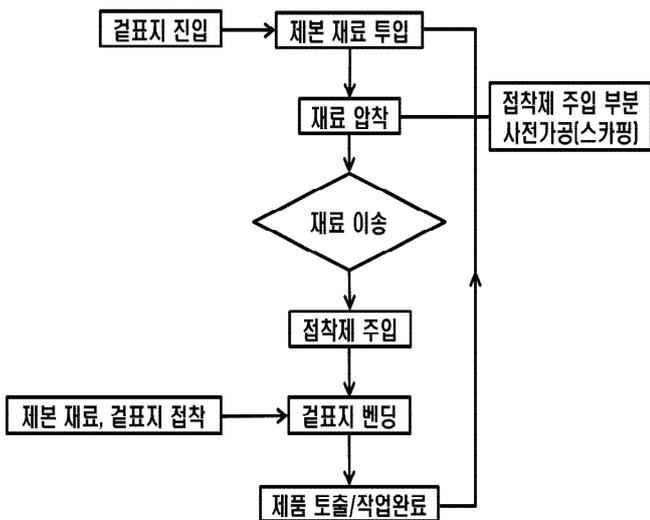
본 논문은 국내 제조업체에서 제본기의 동력을 컴프레서에서 AC 모터로 변경하여 개발을 추진하여 개선을 시도하고 있으나 모터의 특성상 동력 전달 과정에서 정·역회전이 발생하는 급제동과 급가속이 반복되면서 모터의 과부하로 인해 모터 및 감속기가 파손되는 치명적 단점이 발생되어 결국 개발이 중단되었다.[1,2]

따라서, 이러한 모든 문제점들을 해결하기 위해 본 논문에서는 잡한 내부 구조를 단순화하여 제품의 부피, 무게를 감소시키고 지능형 위치 제어 시스템(Over Run Free Stop System)을 적용하여 모터 및 감속기의 내구성을 보장한다. 또한, 제본물 겉표지 투입을 수동 투입에서 자동 투입으로 변경하여 제품에 반영함으로써 별도의 작업 공간을 마련할 필요가 없고 작업시간을 획기적으로 줄일 수 있는 내구성 개선을 위한 Motor제어와 재료 자동투입이 융합된 지능형 제본기를 개발하였다.모터 기반의 접착식 제본기 시스템을 설계하였다.

## 2. 본론

### 2.1 기술의 개요

지능형 위치 제어를 위한 모터 기반의 접착식 제본기의 개요도 및 흐름도를 그림 1과 그림 2로 나타내었다.



[그림 2] 모터 기반의 접착식 제본기의 흐름도

### 2.2 모터 기반의 접착식 제본기 시스템

모터 기반의 접착식 제본기 시스템의 주요 설계는 소음 개선, 모터 및 감속기의 내구성 보장, 접착제의 효율적인 온도유지 및 관리를 목표로 하고 있다.

구동 동력을 기존의 컴프레서를 이용한 공압 실린더 방식의 복잡한 구조를 단순화하고 특유의 소음을 제거하기 위하여 AC 모터 구동 방식으로 변환하여 설계하였다.

구동 모터 및 감속기의 파손현상을 방지하는 제어 시스템은 정확한 규격의 제본을 완성하기 위한 필수 공정인 제본 재료의 투입, 이송, 급정지, 절곡, 역회전 이상 5개 과정이 감속 모터의 회전 동력에 의해 진행된다. 이 과정에서 급제

동 및 급가속, 역회전이 반복되기 때문에 모터 및 감속기에 반복 작업으로 인한 충격과 피로가 직접 전달되어 파손되는 현상을 방지하도록 하였다. 그리고 부품의 작동으로 무동력 상태에서 원래의 설정 위치를 찾아가게 하는 방식을 구현하였다.[3,4]

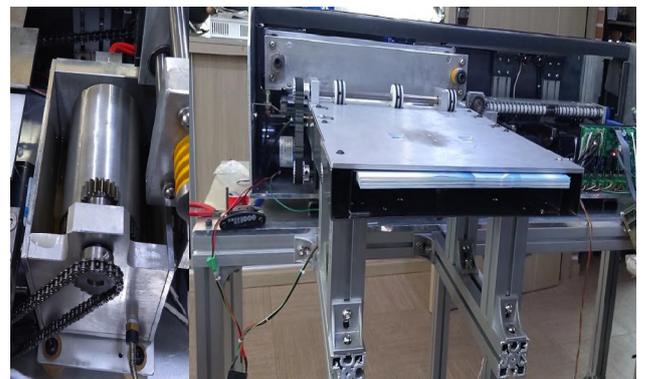
AC 모터 구동은 마이크로프로세서(PIC16F1517-I/PT 4K byte)를 설계하여 각 기능별 기구물의 변화지점에 설치하였다. 재료투입 후 조임, 스카핑, 이송, 밴딩 등 높은 압력이 필요한 곳은 AC 180W 인덕션 모터 1개 및 AC 60W 인덕션 모터 1개를 사용하고, 접착제 접착 히터의 롤러회전과 재료 투입 직후 이루어지는 스카핑 동작에는 AC 40W 토크 모터 1개 및 AC 15W 인덕션 모터 3개를 사용하였다.

제본기 초기 작업 과정인 제본 재료 투입 및 고정에서는 해당 기구물의 신속한 작동과 함께 상당한 중량의 높은 압력이 작업시간 동안 유지해야 되기 때문에 제본 재료를 높은 압력 상태로 고정 및 유지가 가능한 회전 인장 방식의 볼스크류 연결 구조를 적용하였다.

접착부위 사전가공 수평 핀 롤러 설계는 스카핑 작업의 순서를 제본 재료 초기 투입 후 압착하는 과정과 동시에 진행되는 순서로 변경하고 흠집 가공 방식도 고회전 방식에서 저회전 PIN 접촉 방식으로 설계하였다.

접착제 접착 장치 온도 관리유지 제어시스템 설계는 고체 상태의 접착제를 액화시켜 사용하기 위해 열을 가하는데 이때, 가해지던 열량의 작은 변화에도 다시 고체 상태로 회귀하는 특성이 있어 액화 상태를 유지하기 위한 적정온도 필요하다. 급속으로 된 접착제 용기에 내장되어있는 가열 히터의 온도유지가 외부환경에 따라 자주 변하기 때문에 온도센서(LM2904)를 설치하여 0℃ ~ 200℃의 온도 제어한다.그리고 급격한 온도변화 발생 시 접착제의 성능이 현저하게 떨어지므로 유지 및 관리를 위해 400W 열선 히터의 온도 조절이 되도록 하였다.[5,6]

그림 3은 모터 기반의 접착식 제본기의 종합 제어 시스템을 나타낸 것이다.



[그림 3] 모터 기반의 접착식 제본기의 종합 제어 시스템

### 3. 결론

현재 접착식 제분기는 국내 제분기 시장의 80%를 점유하고 있으며 주 분야는 교과서, 참고서적, 일반 구독도서, 교육자료 등 다방면에 사용되고 있다. 하지만, 기기의 핵심인 접착제 주입 기기의 설계 난이도 때문에 순수 국산화가 어려워 대부분 핵심부품을 수입 후 국내에서 조립하여 제분기를 생산하고 있다.

본 논문에서는 모터 기반의 접착식 제분기 시스템을 설계하였다. 소음 개선을 위해 기기의 동력을 기존 컴프레서 방식에서 AC 인덕션 모터 방식으로 변경하였고 모터 및 감속기 파손 현상을 방지하기 위해 제어 시스템을 구현함으로써 모터의 안정적 동작과 내구성을 보장하였다. 따라서, 모터 기반의 접착식 제분기 시스템에 관한 연구를 통해 제분기 분야의 새로운 성장 동력이 될 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] 윤만수, “자동제어 공학”, 일진사, 2007
- [2] 김상진, 송병근, 오세준, “최신 자동제어”, 북스힐, 2012
- [3] 김대성, “생생 자동제어 기초”, 성안당, 2010
- [4] 김일진, “전기전자의 기초 및 응용”, 산화전산기획, 2013
- [5] 이지홍, “마이크로프로세서응용실험”, 인터비전, 2008
- [6] 김보연, “센서를 활용하자”, 한진, 2014

### 감사의 글

본 논문은 전라북도 R&D지원사업의 지원(201805-11-C1)에 의해 수행되었습니다.