

# 블로우 성형품 자동 패키징 시스템 개발

김건희<sup>†</sup> · 정우철 · 허영무 · 윤길상 · 장성호 · 신광호

인하대학교 기계공학과 대학원

(2007. 12. 19. 접수 / 2008. 2. 28. 채택)

## Development of the automatic packaging system for blow molding products

Gun-Hee Kim<sup>†</sup> · Woo-Chul Jung · Young-Moo Heo · Gil-Sang Yoon · Sung-Ho

Chang · Gwang-Ho Shin

Graduated school of mechanical engineering, Inha University

(Received December 19, 2007 / Accepted February 28, 2008)

**Abstract :** In this paper, the automatic assembly and packaging system was developed for PET blow molding products. The PET blow molding products mainly are used in groceries case and are in great demand. Generally, the molding process is composed of 4 processes such as plastic resin injection, molding, ejecting and packaging. In case of packaging process, although amount of work per hour is very large, all processes are still performed by the manual work. For this reason, the automatic packaging system was developed with the function of automatic hand-grip part assembly. For the development of system, the existing processes and the shape of molding product were analyzed and specifications were deducted. Finally, the automatic assembly and packaging system was developed and applied to the manufacturing field.

**Key Words :** Automatic packaging system, Blow molding product, Automatic assembly

### 1. 서 론

플라스틱 사출 성형품은 현대 사회에서 쓰이지 않는 곳이 없을 정도로 그 용도와 종류가 매우 다양하다. 금형을 이용한 사출 성형은 생산성, 단가, 기능 면에서 타 공정에 비해 매우 우수하기 때문에 국내의 금형시장의 50% 이상을 점유하고 있다. 그러나, 중국, 인도 등 아시아 신흥국가의 기술력이 향상되면서 사출 성형품의 수요 또한 증가하고 있는 실정이다. 현재 국내 사출 성형업계의 공통적인 어려움은 인건비 상승, 중소기업형 구조, 설비 미흡 등이 있으며 이를 해결하기 위한 방안으로 기술력 향상, 인건비 절감 등을 통하여 이를 극복하고 있으나 여전히 난관을 겪고 있다.

금형을 이용한 사출공정은 금형의 개폐 사이클로 이루어지고, 완제품을 얻기 위하여 수지 주입, 성형, 취출 후 포장 등의 후공정이 이루어져야 한다. 현재 성형 공정의 경우 수지의 주입부터 취출 공정은 사

출업계에서 특수한 재질 및 금형 구조에서 자동 취출을 고려하지 않은 구조로 제작되지 않은 경우를 제외하고는 일반적으로 자동화 공정이 구축되어 있다. 그러나, 제품이 취출된 후부터 제품 불량 검사, 수량 및 중량 확인 등의 제품 패키징까지 포함되는 후공정은 여전히 수작업으로 이루어지고 있으며 이로 인하여 많은 인력이 소요되고 있다. 일련의 공정들은 고된 노동력이 투입되어야함과 동시에 노동자 한사람이 여러 가지 일을 수행해야하는 부담과 단순 반복적인 공정으로 인해 작업의 어려움이 가중되고 있는 실정이다. 특히 사출 성형품의 소형화 및 형상의 다양화 등으로 인해 체계적인 후공정 수립이 어려움에 따라 관련 업체의 어려움이 배가되고 있다. 이러한 이유로 인해 관련 공정의 인력 수급이 매우 어려운 실정이며, 이러한 기피요인을 분석하여 제거함으로써 인력유입을 좀더 유도할 수 있는 방안이 절대적으로 요구되고 있는 실정이다. 생산 환경적인 측면에서도 성형품의 적재, 패키징 공정까지

의 작업 공정이 성형공정의 생산량을 소화하지 못함에 따라 심각한 병목현상이 발생하고 있으며, 이로 인해 작업공간의 협소 등 열악한 공정이 바로 사출성형 이휴의 공정이다. 따라서, 본 공정의 어려움 및 고강도 노동작업을 해소시킬 수 있는 장비 개발이 시급한 실정이다.

사출성형 관련 기술들은 지속적으로 개발되어 왔으나, 주로 사출성형용 금형설계, 금형가공기술, 사출성형해석기술 등 소프트웨어 측면의 기술들이 주류를 이루었으며, 사출성형공정의 편의성이나 위험요인 해소를 위한 시스템, 장비개발등 현장 직무기피 요인 제거를 위한 시스템 개발은 외면되고 있는 것이 현실이다. 국내 금형업체가 2004년 총 수출이 10억불을 넘어선 국내의 산업 규모를 고려할 때 세계 플라스틱 사출성형품 시장 선점을 위한 노력으로써 사출성형 공정의 인력 유입 및 작업환경 개선을 위한 시스템 개발은 매우 시급하다.

본 연구에서는 사출 후 공정개선을 위하여 식품용기로 이용되는 블로우 성형품을 자동으로 패키징하는 시스템을 개발하였다. 본 블로우 성형품은 식품용기로 이용되기 때문에 작업 현장 및 관련 시스템의 청결성이 유지되어야 한다. 따라서, 기존의 수작업 패키징 공정을 분석하여 자동화 공정소요를 파악하고 제품의 형상 및 시스템 요구 특성 등을 분석하여 시스템 설계 및 제작을 진행하였다.

## 2. 공정 분석 및 시스템 설계

### 2.1 기존 공정 분석

블로우 성형품 패키징 관련 기존 공정은 Fig. 4와 같이 블로우 성형 후 성형품이 일정한 방향으로 성형기에서 자동 이송 라인으로 취출되지 않고, 노동자가 허리를 굽힌 상태에서 초기 제품 적재 박스에서 수동으로 취출한 후 육안 검사를 통하여 제품 불량여부를 판단하고 출고 박스에 일정하게 정렬하여 패키징한다. 제품의 성형 시간에 비해 패키징 공정 한 명의 작업자가 불량검사, 출고박스 제작, 성형품 이동, 제품을 담은 출고 박스 이동 등 다양한 작업 수행함에 따라 많은 시간이 소요되어 생산 라인간의 병목현상이 발생하며 작업 노동강도가 매우 높다. Fig. 4에 나타낸 블로우

성형품의 경우 출고 박스 당 약 100개가 패키징되며 소요시간은 약 6분 정도 소요된다. 작업자가 이 공정을 수행하기 위해서는 출고 박스 당 약 50회 정도의 성형품 이동 및 반복작업을 수행해야 하며, 작업자의 동선 및 반복 동작을 분석한 결과 작업 피로도 상승, 허리통증 등의 산업재해 가능성이 높은 것으로 판단된다. 기존 공정에서 성형제품 불량여부는 노동자가 직접 검사할 필요성이 있지만, 직무 기피 요인이 발생되고 있는 취출 후 제품 정렬, 출고 박스 내 성형품 적재, 출고 이송 기능 등은 자동화 구축이 필요할 것으로 판단된다. 기존 공정 분석을 통하여 다음과 같은 공정 개선 사항 및 자동 패키징 시스템의 요구 기능을 도출하였다.

- 식품용기로 이용되는 블로우 성형품이므로 청결성이 보장되어야 하며, 작업자의 육안 검사 공정은 그대로 적용할 필요가 있음.
- 제품에 따라 형상이 다양하며, 기능에 따라서는 별도의 손잡이 부착 공정이 수행되기 때문에 손잡이부의 사출품을 정렬하여 제공하는 별도의 시스템이 필요.
- 출고 박스 내의 견고한 제품 적재를 위해서는 적재 방향의 교차가 필요.
- PET 재질의 성형품으로서 외부 충격에 민감하고, 식품 용기임에 따라 청결성이 보장되어야 하므로 제품 그립부 설계 및 구현 시 상기 사항을 고려해야 함.

### 2.2 시스템 설계

본 연구의 대상 성형품은 식품용기로 이용되는 PET 재질의 블로우 성형품(Fig. 2)으로서 패키징 과정에서도 청결성이 보장되어야 한다. 특히, 필요 기능에 따라서는 별도의 손잡이부 조립이 필요함에 따라서, 대상 성형품의 자동 패키징 시스템을 손잡이부 공급 시스템, PET 용기 자동 패키징 시스템 등 2가지 부분으로 나누어서 설계를 진행하였다. 기존 공정과 마찬가지로 출고 박스내 적재는 20개 단위로 층 적재가 이루어지도록 설계하였으며, 특히, 제품 형상을 고려하여 적재 방향이 교차가 되도록 하였다. 또한, 출고 박스의 종이 재질을 감안하여 제품 투입시 투입구 확보가 되도록 별도의 지그를 설계하였다. 앞서 언급한 바와 같

이 대상 성형품이 식품용기임에 따라 출고 박스 투입시 제품이 투입구에 걸려 낙하하는 경우 불량품으로 선별되기 때문이다. 본 연구에서 개발한 시스템의 설계 시 고려사항은 다음과 같다.



Fig. 1 General packaging process of blow molding

- PET 용기 형상이 손상되지 않는 상태에서 그립(grip)/이동이 가능한 방법 선정
- PET 용기를 그립할 수 있는 적절한 압력 계산
- 제품 적재시 교차 적재를 수행할 수 있는 방법 선정
- 20개의 제품을 한번에 그립할 수 있도록 하는 제품 정렬 방법 선정
- 다수의 제품 그립 후 이동시 제품이 낙하지 않는 제품 정렬 방법 선정
- 작업시 청결을 유지하기 위한 외부 케이스(case) 설계
- 출고 박스내 제품 투입시 원활한 투입을 위한 대책 마련
- 전원은 일반적인 현장 전원을 고려하여 AC 220V 60Hz로 설계
- 작업자가 시스템 운영을 쉽게 할 수 있도록 easy user interface를 구축하고 자동화간에 발생하는 오작동에 대하여 알람을 표시하는 기능 적용

상기 사항은 주로 PET 용기 자동 패키징 시스템 설계 시 고려사항이며, 손잡이부 자동 공급 시스템은 기존의 자동 조립 시스템이

현장에 투입되어 있는 관계로 조립 속도에 맞게 공급되도록 설계하였다. 개발 시스템은 적용되는 현장의 특성(소수의 작업자)과 제품의 개별 육안검사가 필요하므로 작업자가 제품을 투입하는 방법을 채택함으로써 소수의 작업자들이 전체 공정 속도를 적절히 조절할 수 있도록 설계하였다. Fig. 3은 출고 박스내 적재 방법을 나타낸 그림이며 Fig. 4, 5는 손잡이부 자동 공급 시스템과 PET 용기 자동 패키징 시스템의 설계 도면을 각각 나타낸 것이다.

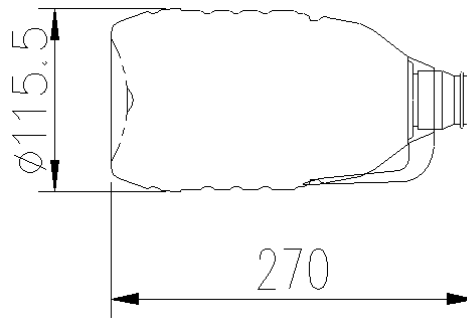


Fig. 2 Standard of target PET

### 3. 시스템 제작 및 시운전

Fig. 6은 제작된 손잡이부 자동 공급 시스템과 PET 자동 패키징 시스템을 나타낸 사진이다. 손잡이부 자동 공급 시스템은 특정 형상의 PET 용기 손잡이부를 일정 방향으로 정렬하여 자동 조립 시스템으로 공급하는 역할을 하며, 비교적 간단한 구조로 제작되었다. 호퍼에 수집된 손잡이부는 상승 컨베이어 벨트를 통하여 제품을 정렬하는 bowl

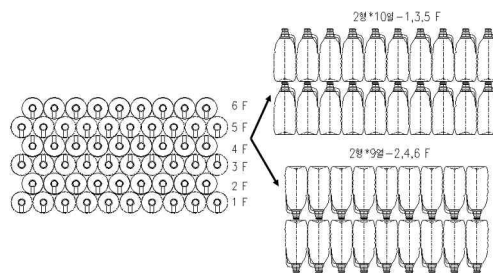


Fig. 3 Loading method of PET in delivery box

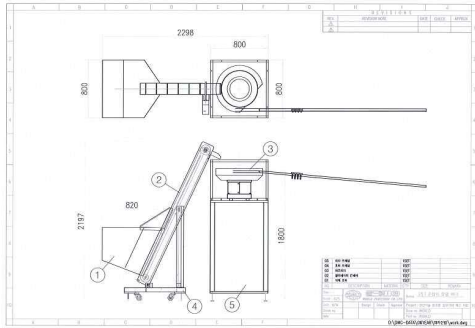


Fig. 4 Drawing of handle parts of automatic feeder system

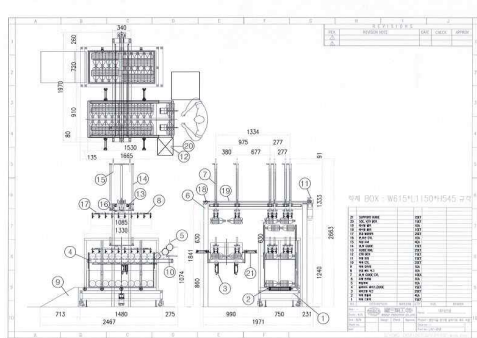


Fig. 5 Drawing of automatic packaging system for PET

피더에 공급되며 정렬된 손잡이부가 자동 조립 시스템으로 하강하며 공급된다. PET 용기 자동 패키징 시스템은 용기를 출고 박스내 교차 적재하여 패키징하는 장치로서 작업자가 육안 검사 후 PET 용기를 투입하게 되면 용기 지그로 차례로 밀어 넣어 정렬하게 된다. 20개의 PET 용기 투입이 완료되면 진공패드와 부착된 그립부가 하강하여 PET 용기를 그립한 후 출고 박스로 이동·적재하도록 제작되었다. 제품이 식품용기로 사용되기 때문에 청결성 유지를 위하여 외부 케이스를 제작하였으며 제품을 그립하는 부분도 진공패드의 흡착 원리를 적용하여 제작하였다. 특히 진공패드의 성능을 확보하기 위해서는 시스템에 공기압을 공급 (5~6Kg/cm)하는 배관으로 단독배관을 사용해야 하며 공동배관을 사용할 경우 진공발생기의 진공도에 영향을 주어 작동중 진공패드의 불완전 흡착이 발생하여 PET 용기가 떨어지는 현상이 발생할



Fig. 6 Automatic packaging system of manufactured PET



#### 4. 결 론

본 연구에서는 사출 성형품의 패키징 공정을 자동화하기 위한 시스템 개발을 수행하였으며, 그 결과 식품용기로 이용되는 PET 블로우 성형품의 자동 패키징 시스템을 개발하였다. 부수적으로 용기의 손잡이부 자동 공급 시스템도 개발하였으며, 개발된 시스템들을 현장에 적용하였다. 이로써 패키징 공정을 개선 효과를 얻을 수 있었으며, 작업자의 직무기피요인을 해소할 수 있었다. 또한, 패키징 공정에 투입되었던 기존 인력들을 타 공정에서 적극 활용함에 따라 생산성 증대 및 제품 품질 향상 효과를 기대할 수 있으며, 시스템 개발 및 관리 인력 등의 인력 유입 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 효과들은 기업의 경쟁력 강화 및 이윤 증대에 직접적으로 영향을 미칠 것으로 사료된다.



Fig. 7 Detail picture of automatic packaging system for PET



Fig. 8 Input of delivery box using jig

수도 있다. 출고 박스 내 적재는 교차로 진행을 해야하므로 진동패드 그룹부가 회전되도록 구현하였다. 패키징 장치로의 제품 공급은 손잡이부 조립이 완료된 PET 용기를 컨베어 벨트를 통해 공급되도록 제작하였다. 출고박스 규격은 615×1150×545 로서 PET 용기 114개를 적재할 수 있고 총 6회에 걸쳐 교차 적재를 수행할 수 있도록 하였다. Fig. 7은 본 시스템의 세부적인 부분을 나타낸 사진이다.

또한, 개발된 시스템을 현장에 적용 후 발생하는 문제점들에 대한 개선과정을 수행하였다. 앞 절에서 언급한 바와 같이 수 회 재사용되는 종이 재질의 출고박스의 노후화로 인하여 제품 투입구 확보가 어려운 관계로 출고 박스 투입구 크기를 고정할 수 있는 별도의 지그를 제작하여 작업자가 설치하도록 하여 문제점을 개선하였다.(Fig. 8)