

# 사출성형기 작업안전

대한산업안전협회 경기북부지회 임병철 대리

## I. 머리말

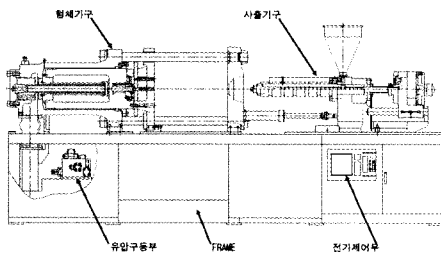
우리 생활에서 플라스틱 제품을 제외하면 생활자체가 어렵다. 이처럼 많은 플라스틱 제품은 모두 사출성형기를 통해 생산되고 있으며 현대사회의 발전과 함께 사출성형기도 대형화되고 복잡해졌다. 하지만 대부분 사출성형기를 취급하는 근로자는 이에 미치지 못하는 지식과 안전의식을 가지고 있어 재해가 지속적으로 발생되고 있다.

## II. 본문

### 1. 사출성형기란?

열(熱)가소성의 플라스틱 원료를 가열과 압력을 가하여 용해시킨 다음에 적당한 유동상태로 만든 것을 폐쇄된 금형 내에 고속으로 유입시킨 후 고화시켜 성형품을 생산하는 기계를 말한다.

### 2. 사출성형기의 구성



#### 가. 사출장치

사출장치(injection system)는 성형품의 품질을 좌우하는 중요한 부분으로 1회 사출에 필요한 재료를 계량하고 용융시킨 다음에 고압 고속으로 금형의 캐비티 안으로 유입시키는 장치이며 호퍼(hopper), 가열실린더(heating cylinder), 노즐(nozzle), 유압실린더(hydraulic injection cylinder) 등으로 구성되어 있다.

#### 나. 형체장치

형체장치(mold clamping system)는 사출시에 금형이 열리지 않도록 강력한 형체력으로 금형을 닫고, 사출된 수지가 고화하면 금형을 열고 성형품을 빼낼 수 있도록 한 장치로서 금형설치(mold plate), 타이바(tie bar), 형체실린더(clamping cylinder), 이젝터(ejector), 안전문(safe door) 등으로 구성되어 있다.

#### 다. 프레임

사출장치, 형체장치, 유압장치 등이 조립되어 있는 기계의 토대로서, 기계 각 부가 발생하는 힘을 받아서 진동에 견디고 오랫동안 정밀

도를 유지하도록 충분한 강도와 강성을 가져야 한다.

#### 라. 유압장치

사출성형기의 동작원은 전기이지만 각종 실린더의 작동이나 스쿠류 회전 등의 구동장치에는 유압장치를 사용하고 있으며 유압장치는 각종 실린더, 유압펌프, 유압모터, 각종제어밸브, 기름탱크, 배관 등으로 구성되어 있다.

#### 마. 전기제어장치

사출장치와 형체장치의 동작과 가열 실린더 및 노즐의 온도를 제어하며 그 구성은 전동기나 히터에 동력을 공급하는 동력회로 부분과 각동작을 단독 또는 연속적으로 하게 하는 동작제어 회로부분과 실린더 각 부분 및 노즐의 온도를 검출하고 히터의 전류를 제어함으로써, 이들을 설정온도로 유지하는 가열제어 회로부분으로 이루어져 있다.

#### 바. 기타 주변기기

##### (1) 호퍼로더

성형재료를 재료탱크로부터 파이프 관을 통하여 호퍼에 자동적으로 공급하는 장치이다.

##### (2) 건조장치

수분이 있는 재료를 사용하여 성형을 하게 되면 실버스트릭, 기포 등 여러 가지 불량 발생하게 되는데 이러한 것을 방지하기 위한 장치이다.

##### (3) 분쇄기

스프루, 런너, 불량성형품 등을 분쇄하는 장치이다.

##### (4) 금형온도조절장치

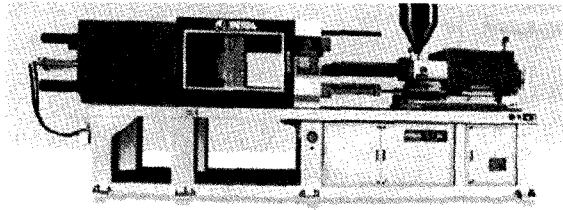
용융된 고온의 수지가 금형 내에 사출되고 이것이 반복되면 서서히 금형의 온도가 올라가게 되어 우수한 성형품을 얻을 수 없어 금형의 온도를 제어하기 위해 설정온도보다 높을때 냉수를 설정온도보다 낮을 때 온수를 순환시켜 금형을 적정온도를 유지시키는 장치이다.

##### (5)형상기억장치

성형품을 금형에서 취출한 후 다시 금형이 닫히기 전에 금형 내에 런너나 성형품의 잔류물질의 유무를 체크하는 장치이다.

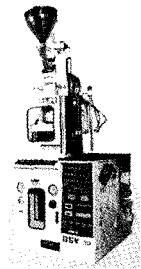
## 3. 사출성형기의 종류

### 가. 수평형 성형기



표준성형기로서 가장 많이 보급된 종류의 성형기이다. 형체부와 노즐부가 수평방향으로 조합이 된 것으로 고속 성형이 가능하며, 조작이 편리, 금형교환이 용이, 성형품의 취출과 보수 점검이 편리, 성형재료의 공급이 편리하다는 특징이 있다.

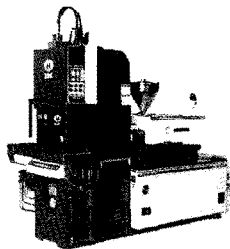
#### 나. 수직형 성형기



형체부와 노즐부가 모두 수직으로 구성되어 있는 성형기로서 일반적으로 형체부 위에 노즐부가 배치된다. 수직 성형기는 기계의 설치면적을 적게 차지하고, 인서트 사출시에 인서트 부품삽입이 쉽고, 안정적이며, 노즐부가 세로로 놓임으로 수지의 흐름이 균일하다는 특징이 있다.

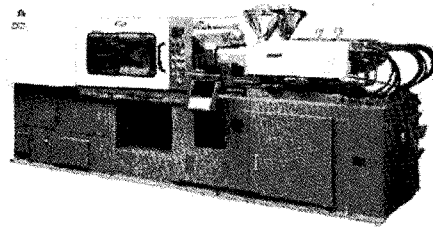
#### 다. 복합형 성형기

형체부가 수직으로 구성되고 노즐부가 횡형으로 구성된 사출성형기를 말한다. 수평과 수직형의 이점만을 살려 만든 성형기임으로 양방의 장점을 고루 갖춘 성형기라 할 수 있다. 복합형 사출성형기는 설치면적이 적고, 인서트 성형시 인서트 부품의 삽입이 쉽고 안정되며, 고속 성형이 가능하며, 조작과 보수·점검 그리고 성형재료의 공급이 편리하다는 장점이 있다.



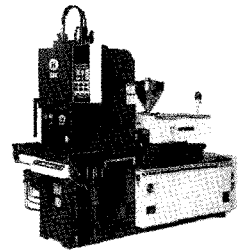
#### 라. 2색 성형기

2가지 색의 성형품을 만드는 것으로 주로 부가가치가 높은 제품에 사용이 된다. 2색 성형기는 범용성형기와 같은 형상을 하고 있으나 노즐부가 2개의 실린더로 구성되어 실린더의 배치에 따라 (L)자형으로 배치한 것과 상하로 배치한 것이 있다.



#### 마. 로터리 성형기

냉각시간이 긴 제품 성형시에 사이클 시간이 길어져 생산성이 약화되므로 2개의 금형을 준비하여 회전원반상에 배치하여 차례로 사출을 하여 회전원반이 1회전할 시간과 성형사이클 시간을 맞추도록 한 것이 로터리 성형기이다. 금형이 회전하는 방식과 실린더가 회전하는 방식이 있으며 그 외 유압작동유를 사용하지 않고 전기모터에 의해 구동되는 전기서보모터 구동식성형기, 2가지 색상을 섞어서 성형하는 혼색성형기, 블로우 성형기 등이 있다.



### 4. 사출성형기의 위험성

사출성형기의 위험은 일반적 위험, 기계영역에 관한 위험, 대형기계 등의 특징설계에 관련한 위험, 사출성형기와 보조장치 사이의 상호작용에 기인한 위험으로 분류할 수 있다

#### 가. 일반적 위험

##### (1) 기계적 위험

동력으로 작동되는 가동도어, 압력 5MPa 이상의 플렉시블 호스에 의한 타격이나 끼임 및 충돌위험이 있으며 유압 또는 공압시스템 또는 온도조절시스템 으로부터 예상하지 못한 가압유체의 비산 위험이 있다.

##### (2) 전기적 위험

통전부분과의 직접·간접적인 접촉에 의한 전기 쇼크 또는 화상 위험이 있다.

##### (3) 열적 위험

온도조절시스템의 플렉시블 호스·배관과 그의 접속기구와 이로부터 유출되는 유체에 의한 화상위험이 있다.

##### (4) 소음에 의한 위험

유압시스템과 공압 시스템으로부터의 가스의 배출 그리고 동력전달기구(예:볼나사, 타이밍벨트 등)에서 발생하는 소음에 의한 청력손

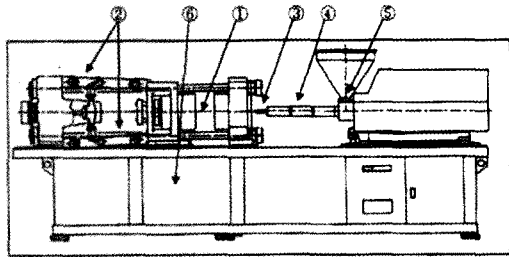
실 위험이 있다.

(5) 가스, 증기 및 분진에 의한 위험  
 가소화 사출시 또는 퍼지중인 재료, 금형내 성형품의 고화나 가유(加流)처리 중이나 금형이 열린 뒤에 유해한 가스, 증기 및 분진 흡입에 의한 위험이 있다.

(6) 미끄러짐, 넘어짐 및 추락의 위험  
 사출성형기 상부 등 작업자가 통상 적으로 작업을 행하는 위치로부터 전도 및 추락 위험이 있다.

나. 기계영역에 관한 위험

- ① 금형부착 형판간 영역      ② 형체기구의 영역,
- ③ 노즐영역                      ④ 가열실린더의 밴드히터 영역,
- ⑤ 호퍼구멍 영역              ⑥ 제품 취출 영역



사출성형기(안전문, 커버를 제거한 상태)

(1) 금형취부 형판간 영역  
 ① 기계적 위험 : 형폐동작, 금형 취부 형판간 영역에 진입하는 가열실린더의 동작, 코어 이젝터 및 이들의 구동기구의 동작에 의한 끼임 및 충돌 위험

② 열적위험 : 금형, 금형 및 가열실린더의 가열장치, 금형 또는 가열실린더로부터 방출된 용융수지에 의한 화상

(2) 형체기구의 영역  
 형체기구의 동작, 금형 취부 형판 간 영역의 안전문이 열린 상태에서 이동형판의 배후, 코어와 이젝터 구동기구의 동작에 의한 끼임 위험

(3) 노즐영역  
 가열실린더 및 노즐을 포함한 사출장치의 전진 동작과 섷 오프 노즐(Shut-off Nozzle) 및 그 구동장치의 동작에 의한 끼임 위험

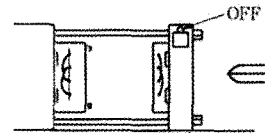
(4) 가열실린더 영역  
 의도하지 않은 중력에 의한 동작과 호퍼 구멍으로부터 접촉하는 것이 가능한 가열실린더 내의 스크류 및 사출플런저의 동작에 의한 끼임 및 말림 위험

(5) 제품 취출 영역  
 제품 취출용 개구부에 접촉하는 것이 가능한 금형 취부 형판 간 영역의 가동부분에 의해 끼임 및 충돌 위험

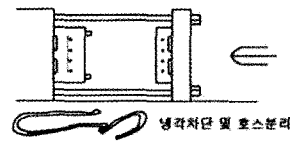
5. 안전작업방법

가. 금형교환

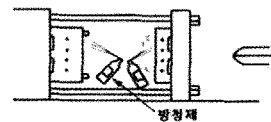
- (1) 금형분리  
 ① 작업이 끝난 금형은 형개 완료된 상태에서 기계의 시동을 OFF 시킴



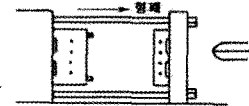
- ② 냉각 호스를 금형 니플(Nipple)로부터 분리시킴



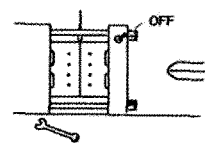
- ③ 물기가 없더라도 금형의 캐비티 내에 성형품의 찌꺼기가 붙어 있을 수 있으므로 깨끗이 붙어낸 후 방청제를 뿌림



- ④ 기계조작 패널의 절환 스위치를 금형 교환 쪽에 위치시킨 후 금형을 닫고(완전히 형폐시키지 않음) 시동을 OFF 시킴

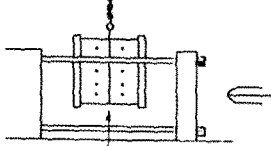


- ⑤ 금형에 규정된 아이볼트를 장착하고 호이스트 등을 이용하여 아이볼트에 걸어 놓은 금형 고정용 클램프를 분리시킨 후 다시 시동을 ON 시킴

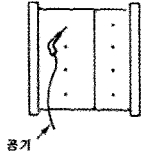


⑥ 조작패널의 절환 스위치가 금형 교환 쪽에 위치하고 있는지 확인 후 형개를 시킴

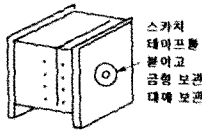
⑦ 형개 완료까지 완전히 도달하면 다시 시동을 OFF하고 안전하게 금형을 기계로부터 분리시킴



⑧ 금형 보관대에 보관하기 전에 금형의 냉각회로 내에 고여 있는 냉각수를 공기로 깨끗이 불어냄



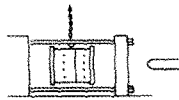
⑨ 금형의 스프루 부서에 이물질 등이 유입되지 않도록 막음조치



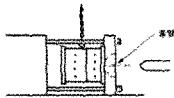
⑩ 안전하게 정해진 금형 보관대에 청결히 보관함

② 금형부착

① 호이스트나 짐부르크를 사용해서 금형을 올려 형판 사이에 넣음(금형을 형판사이에 넣기 전에 바(Bar)를 확인)



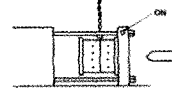
② 금형과 사출기 노즐의 센터를 맞춤(금형에 로케이트 링(Locate ring)이 부착되어 있으면 센터 맞춤은 신경쓰지 않아도 됨)



③ 형판에 위치한 금형의 현재 센터 위치를 기계의 고정 형판에 바깥 붙여 정중앙에 오도록 눈으로 확인(로케이트 링이 부착되지

않은 경우)

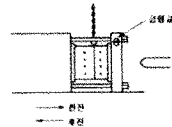
④ 기계 시동을 ON 한다



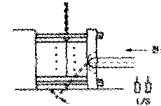
⑤ 위치절환 스위치가 금형 교환 쪽에 위치해 있는가 확인한 후 형폐를 시킴

⑥ 위치절환 스위치를 수동에 위치시키고 형폐완료를 시킴

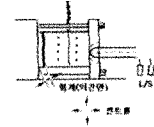
⑦ 형폐 완료시 압력 게이지의 압력을 체크했을 때 눈금 바늘이 순간적으로 수치 50kg/cm<sup>2</sup>~60kg/cm<sup>2</sup> 정도를 가리키면 두께 조절이 완료된 것임(만일 수치가 미달이나 과다되면 다시 전진 혹은 후진을 시켜 주면서 두께 조절이 완료될 때까지 반복함)



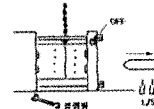
⑧ 두께 조절이 끝나면 금형과 노즐의 센터 맞춤작업을 함



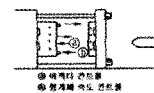
⑨ 형폐완료 후 사출대 노즐이 금형의 스프루와 터치될 수 있도록 사출대를 완전히 전진시킴

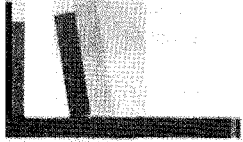


⑩ 조정이 끝나면 시동을 OFF 시키고 클램프로 금형을 조임

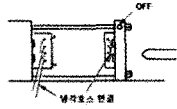


⑪ 금형을 체결한 후 호이스트 등을 철거하고 시동을 ON 시킨 후 이젝터 거리 및 전·후진 속도 컨트롤 기타 형개·폐 속도 컨트롤을 실시 함





⑫ 다시 시동을 OFF 시키고 금형의 냉각호스를 연결



나. 시험사출 요령

- (1) 신작 금형의 경우 형개 · 폐 속도는 가급적 저속으로 컨트롤 함
- (2) 유압 코어(Hydraulic core) 금형의 경우에는 코어 작동과 코어 선택에 유의한다.
- (3) 그형 교환 후 형개를 시켜 내부를 살펴봄
- (4) 형개 · 폐 컨트롤을 시켜서 원만한 작동상태를 확인한 후 냉각수 연결상태와 유입상태를 점검하고 필요시 금형의 가이드 핀, 슬라이드 등에 그리스를 도포

다. 스크류 · 실린더 교체

(1) 교체시기

정확히 몇 개월 혹은 몇 년마다 교체를 해야 한다는 규정은 없으며 단지 그 수명을 다 했다고 판단될 때 교체하도록 한다.

(2) 교체여부 판단 근거

- ① 사출압력을 올려도 내렸을 때보다 더 많은 미성형이 발생하는 등 성형조건이 전반적으로 불안정할 경우(이 경우 역류방지 밸브의 마모로 인해 역류가 발생하여 생긴 현상이므로 수리 및 필요시 교체를 해야 한다.)
- ② 스크류 헤드(Screw head)가 부러졌을 경우
- ③ 성형작업 중 특히 P.O.M(폴리아세탈) 작업의 경우 성형품에 황화 현상 발생 등의 이유로 온갖 조치를 다 해봐도 해결이 안 될 때는 스크류 및 실린더 내벽의 긁힘이나 마모 등으로 인해 그 마모된 부분에 수지(P.O.M)가 체류함으로써 과열 · 분해되어 이런 현상이 생기지 않았나를 한번쯤 의심해 볼 필요가 있다.(긁힘 등의 원인은 분쇄재료의 과다 사용으로 이물질이 유입되어 발생한다.)

(2) 교체방법

- ① 가열실린더 내의 수지를 완전히 배출시킴(호퍼 하단부의 원로 투입구를 차단시켜 놓은 상태에서 실시)
- ② 노즐과 실린더 헤드부분의 열만 OFF 시키고 밴드히터도 함께 제거한 후 노즐과 실린더 헤드를 풀
- ③ 사출대 고정용 볼트를 한 개만 남기고 다 풀
- ④ 사출대를 작업자 방향으로 돌려놓되 필히 기계 시동은 OFF 시키고 실린더 몸체에 남은 밴드히터도 완전히 제거시킨 후 실행

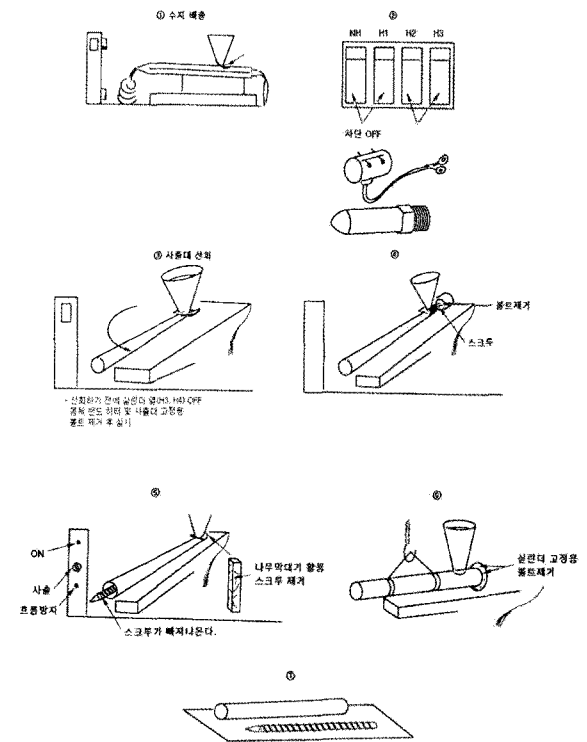
(단 스크류를 빼내는 과정에서 실린더 내부가 식으면 실린더 내벽과 스크류에 묻어있는 수지가 굳어서 스크류가 잘 빠지지 않게 됨에 유의할 것)

⑤ 스크류를 잡고 있는 볼트를 제거한다.

⑥ 시계의 시동을 ON 시키고 사출과 흐름방지(Suck back)를 반복 하면서 일단 스크류만 제거한다.

⑦ 실린더를 지지해 주는 볼트를 풀어낸 후 호이스트 등을 이용하여 가열실린더 몸체를 기계에서 분리한다.

<주의> 작업 중 사고의 방지를 위해 스크류 정면에 작업자가 위치 하지 않도록 할 것



스크류 · 실린더 교체 요령

III. 맺음말

사출성형기를 취급하는 사업장은 대부분 영세하며 외국인 근로자를 사용하고 있어 사출성형기의 올바른 취급방법 습득과 안전의식의 고취가 무엇보다도 필요하다. 안전교육 자료의 개발 및 보급, 사출성형기 Check list의 개발 및 보급 등 제도적으로 뒷받침이 이루어진다면 사출성형기에 의한 재해를 예방할 수 있을 것이다. (주)