

# Lecture 04. 사출성형기

2018. 03 .29

노 명 재

# 본 강의 목표

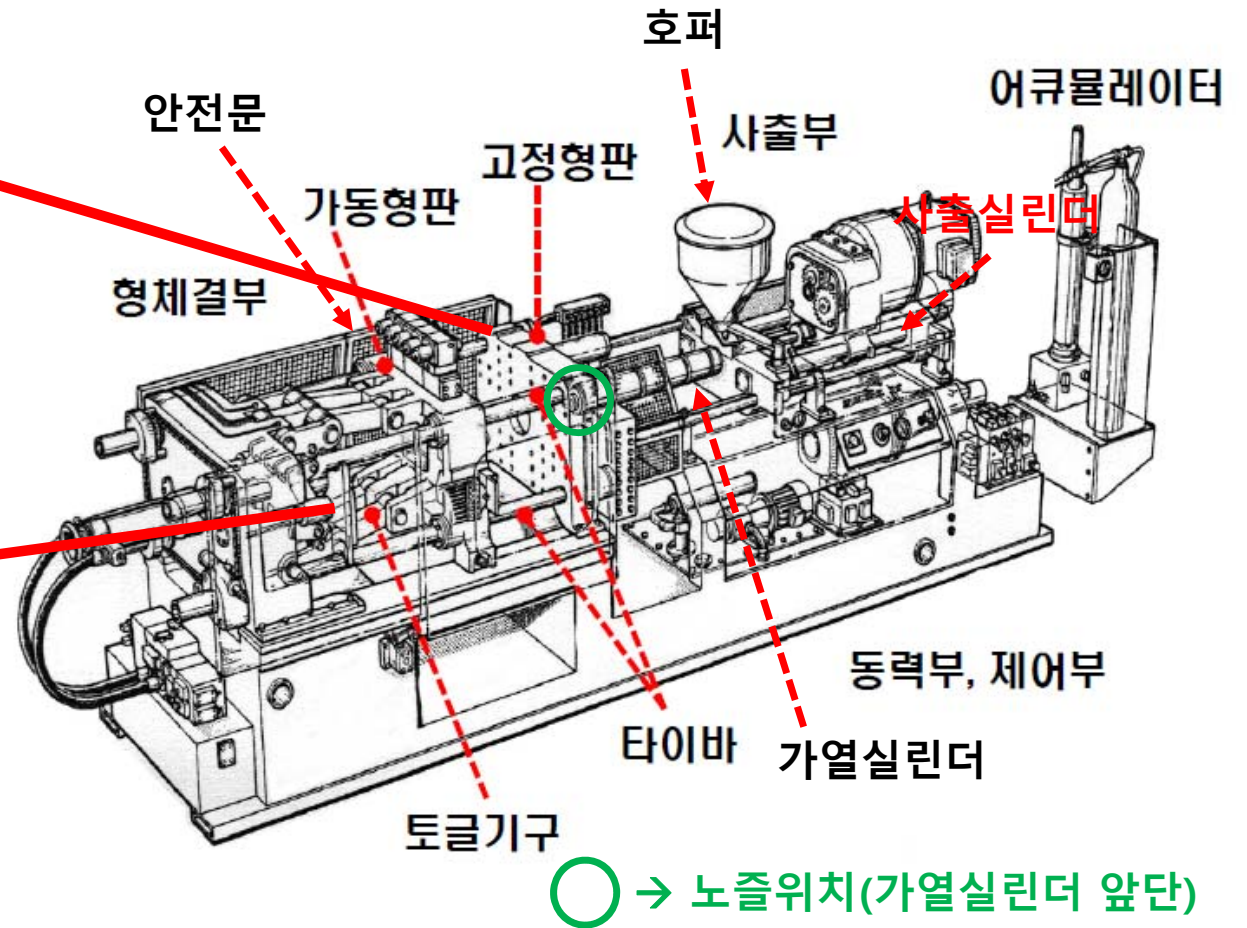
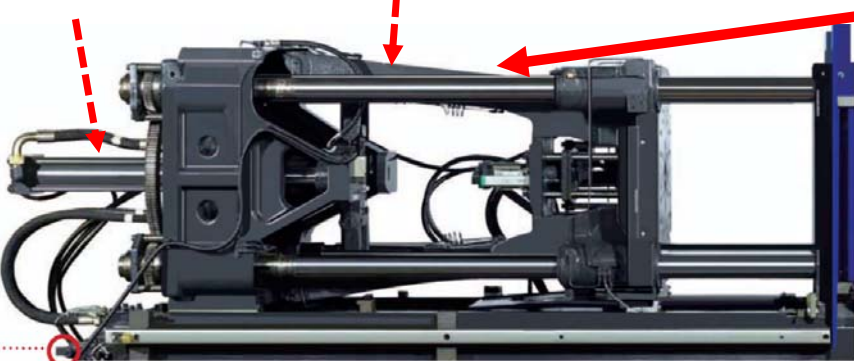
1. 사출성형기의 구조와 기능에 대해 알아본다.
2. 사출성형기의 종류 및 사양에 대해 알아본다.

# 사출성형기의 구조(1)



형체실린더

형체링크(토글)



## 사출성형기의 구조(2)

### ◇ 타이바

클램프(Clamp Shafte)라고도 하며,형체시의 형체력을 지탱하는 축이다.

### ◇ 형체 실린더, 형체크링크

금형을 개폐하여, 형체력을 발생시키는 유압실린더로,직압식에서는 피스톤이 가동반에 연결되어 있지만, 토글식일 때는 가동반과의 사이에 링크 기구가 조립되어 힘이 확대되는 구조로 되어있다.

### ◇ 형후 조정장치

금형의 두께를 조정할 때 사용되는 장치.

### ◇ 이젝터(Ejector)

형개 공정시 금형에서 고화된 성형품을 취출하는 장치.

## 사출성형기의 구조(3)


### ◇ 안전 문

작업자가 손 등을 금형에 넣지 못하도록 보호하는 문이고 이것이 열려있을 동안은 형체가 되지 않게 되어 있다.

### ▣ 사출기구

### ◇ 호퍼

가열실린더에 공급하는 플라스틱 수지의 저장 용기이며



## 사출성형기의 구조(4)

### ◇ 노즐

가열 실린더의 선단에 취부 되었고, 금형의 스푸루부쉬에 밀착하여 용융수지를 금형에 흘려 보내는 역할을 한다.

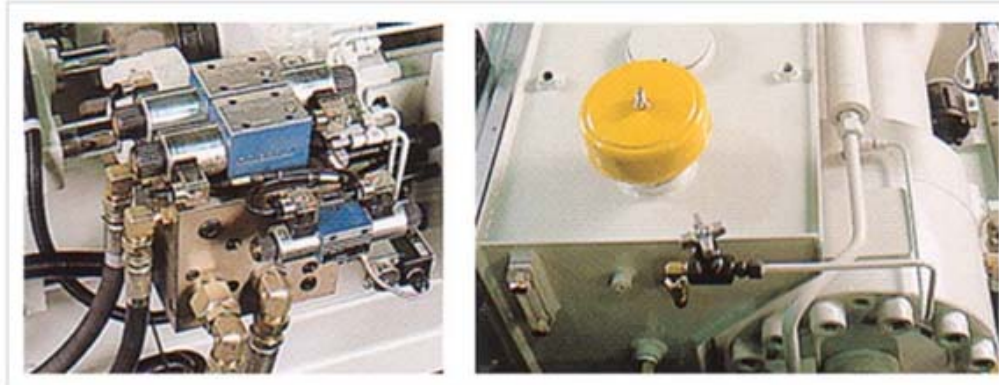
### ◇ 사출 실린더

스크류를 전진 시키는 장치이며, 유압모터나 전동기와 감속장치로 되어있다.

유압 모터일 때 감속장치가 없는 것도 있다.

## 사출성형기의 구조(5)

### ◇ 유압 구동 제어부



(유압유닛 -사진출처: DHC)

형체기구나 사출기구의 기계적 작동은 유압 실린더에 의하여야 하지만 그 실린더에 압력유를 공급하는 장치이다.

유압펌프, 압력제어변, 유량제어변, 방향제어변, 스트레이너, 쿨러, 오일탱크, 배관 등과 출력장치인 실린더, 유압모터 등으로 구성된다.

# 사출성형기의 구조(6)

## ◇ 온도 제어부

가열 실린더나 노즐 온도를 검출하여, 히터에의 전기를 제어하여 설정온도를 유지 하는 역할을 한다. 자동온도 조정계나 열전대가 사용된다.

## ◇ 동력 제어부

전동기나 히터에 동력을 공급하는 부분이고, 마그네트 콘넥터, 휴즈 브레커 등으로 구성.



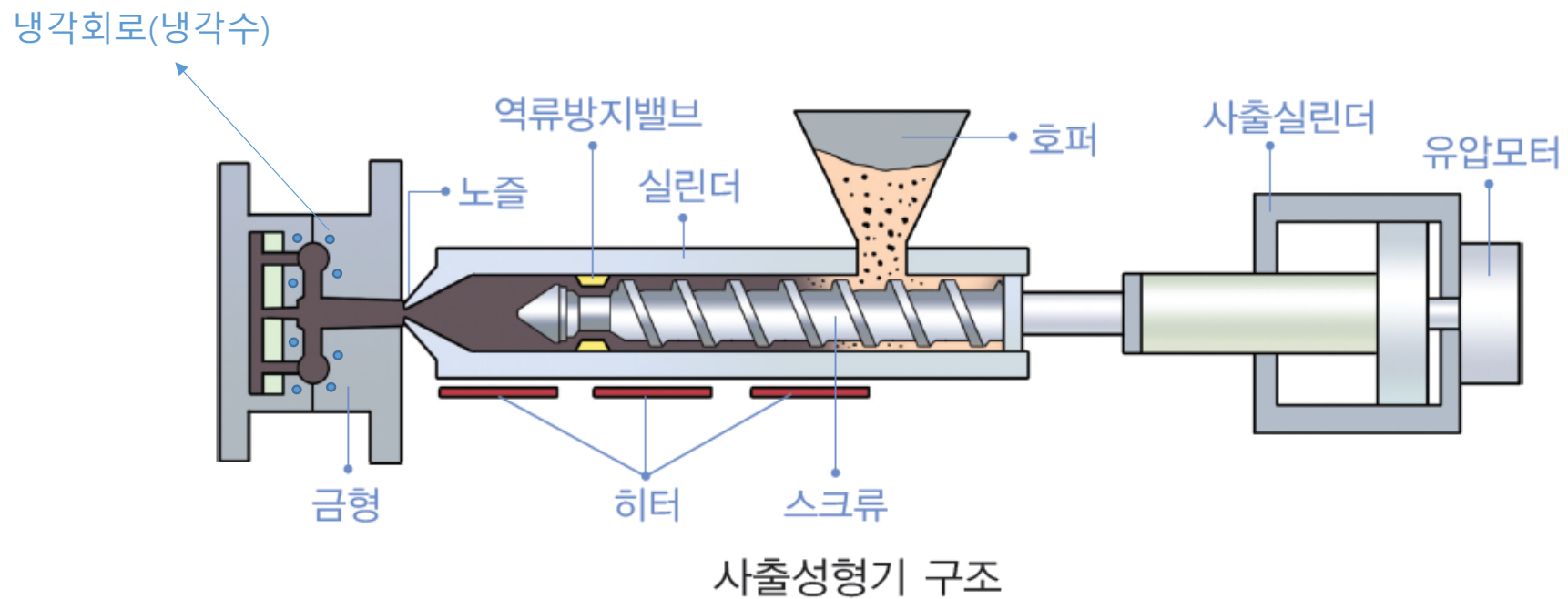
## 사출성형기의 구조(7)

사출 성형기는 페레트(작은 입자모양의 수지) 등의 원료를 가열하여 녹인 다음 높은 압력으로 금형 안에 제품을 만들어내는 기계이다.

이 때 금형은 물로 냉각시키기 때문에 수지는 금방 고체화 되어 제품으로 뽑아낸다.

근래 사출 성형기는 로봇이 결합되어 성형품을 뽑아내고 제품 상자까지 이동해주는 것도 있다.

## 사출성형기의 구조(8)



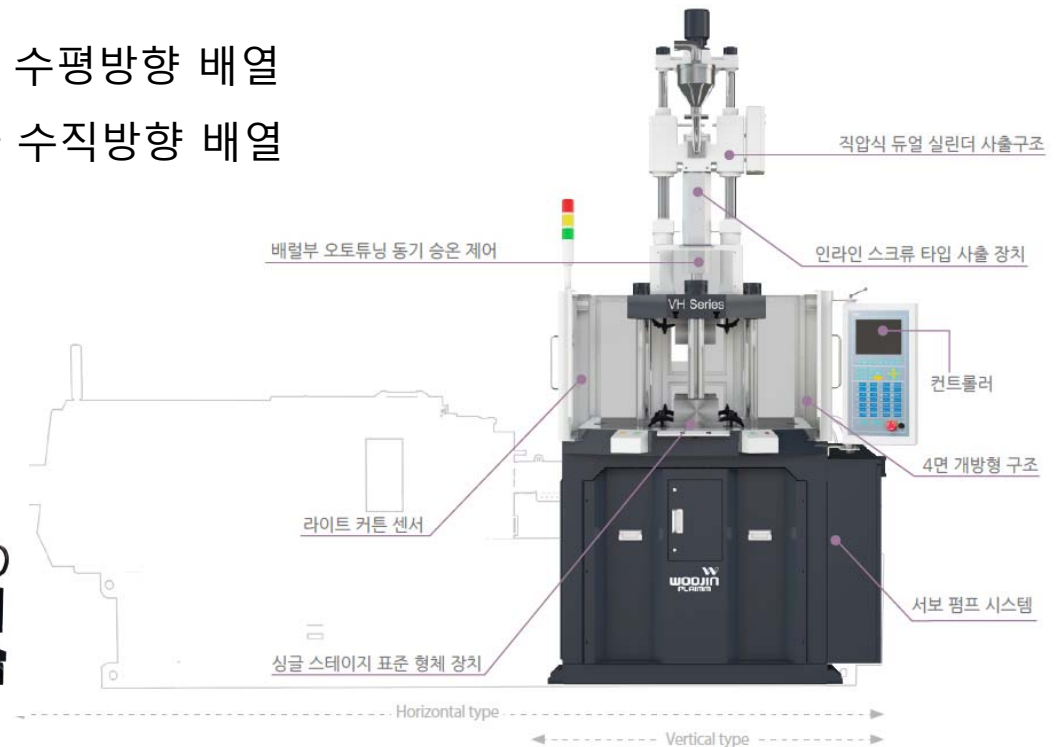
# 사출성형기의 분류(1)

(1) 사출기구와 형체기구의 배열에 의한 분류

- a) 수평식 사출 성형기 : 사출부와 형체부가 수평방향 배열
- b) 수직식 사출 성형기 : 사출부와 형체부가 수직방향 배열



수평식 사출 성형기

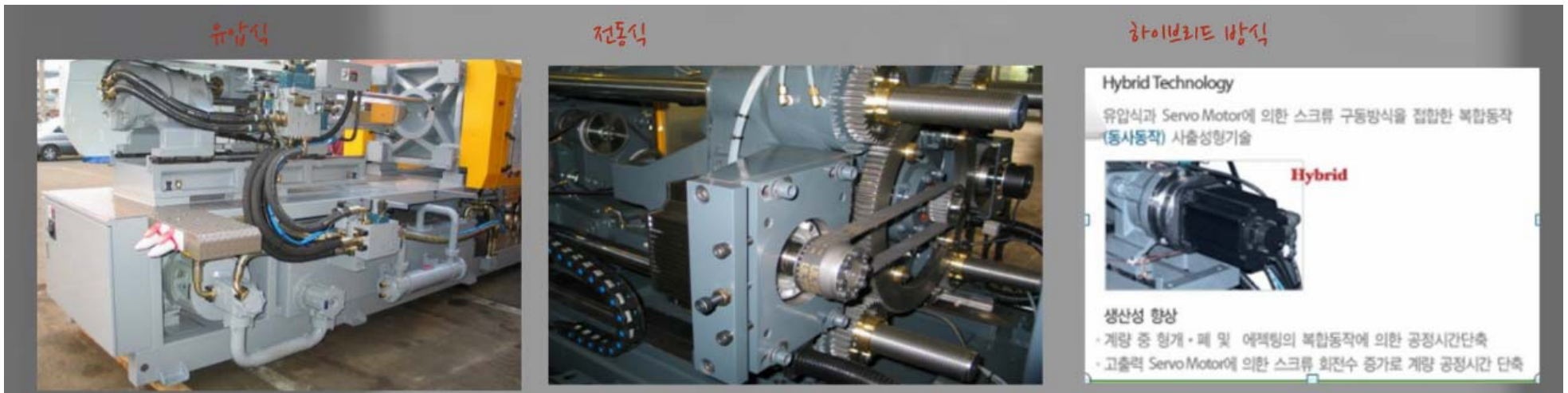


수직식 사출 성형기

## 사출성형기의 분류(2)

### (2) 제어 동력에 의한 분류

- a) 유압식 사출 성형기 : 파스칼의 법칙, 유압회로, 작동유를 이용
- b) 전동식 사출 성형기 : AC 서보모터를 각 동작부분에 설치 볼스크류를 이용
- c) 하이브리드 방식 사출성형기 : 유압과 필요한 부분에 AC 서보모터 설치 – 계량, 형체등



## 사출성형기의 분류(3)

### (3) 형체 방식에 의한 분류

- a) 토글식 : 유압실린더를 움직여 링크를 동작시키고 링크에 의해 형체력을 유지하는 방식
- b) 직압식 : 유압의 힘으로 형체력을 유지하며 종류는 다이렉트 직압식, 투 플레이트 방식 등임
- \*c) 타이바리스식 : 이동측 형판을 지지해 주는 타이바가 없는 형식



# 사출성형기의 분류(4)

## (4) 사출 방식에 의한 분류

### a) 인라인 스크류 방식

: 스크류의 원리를 이용하여 용융 및 혼련

### b) 플랜저 방식

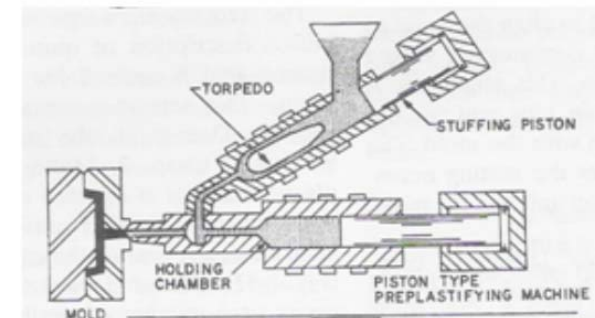
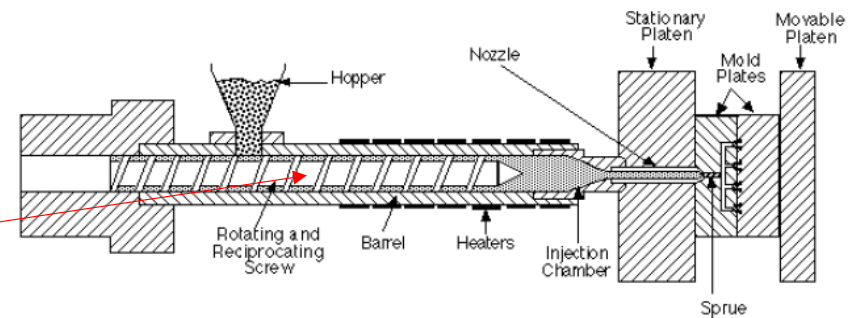
: 플랜저를 이용해 수지를 사출하는 동시에 토피도를 통과하며 수지 용융

### c) 스크류 프리플라 방식

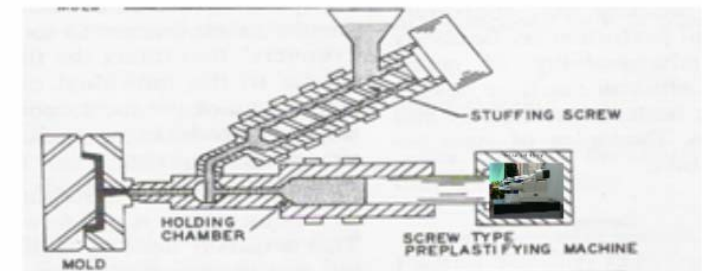
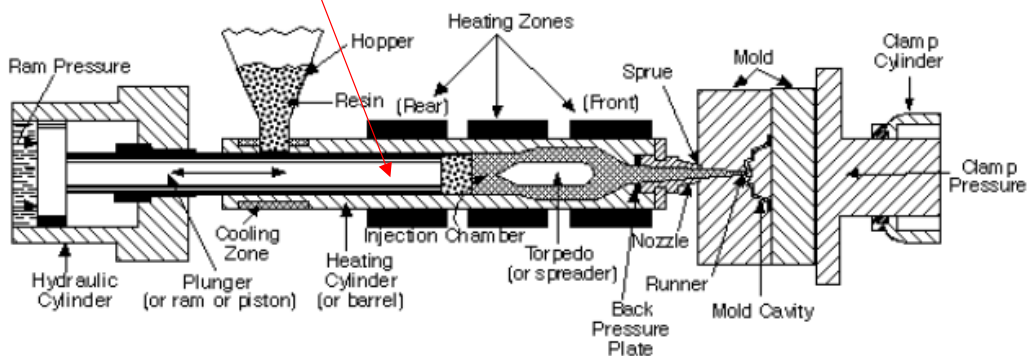
: 용융부위는 스크류, 사출은 플랜저 방식

### d) 플랜저 프리플라 방식

: 용융부위는 토피도, 사출은 플랜저 방식



플랜저 프리플라 방식



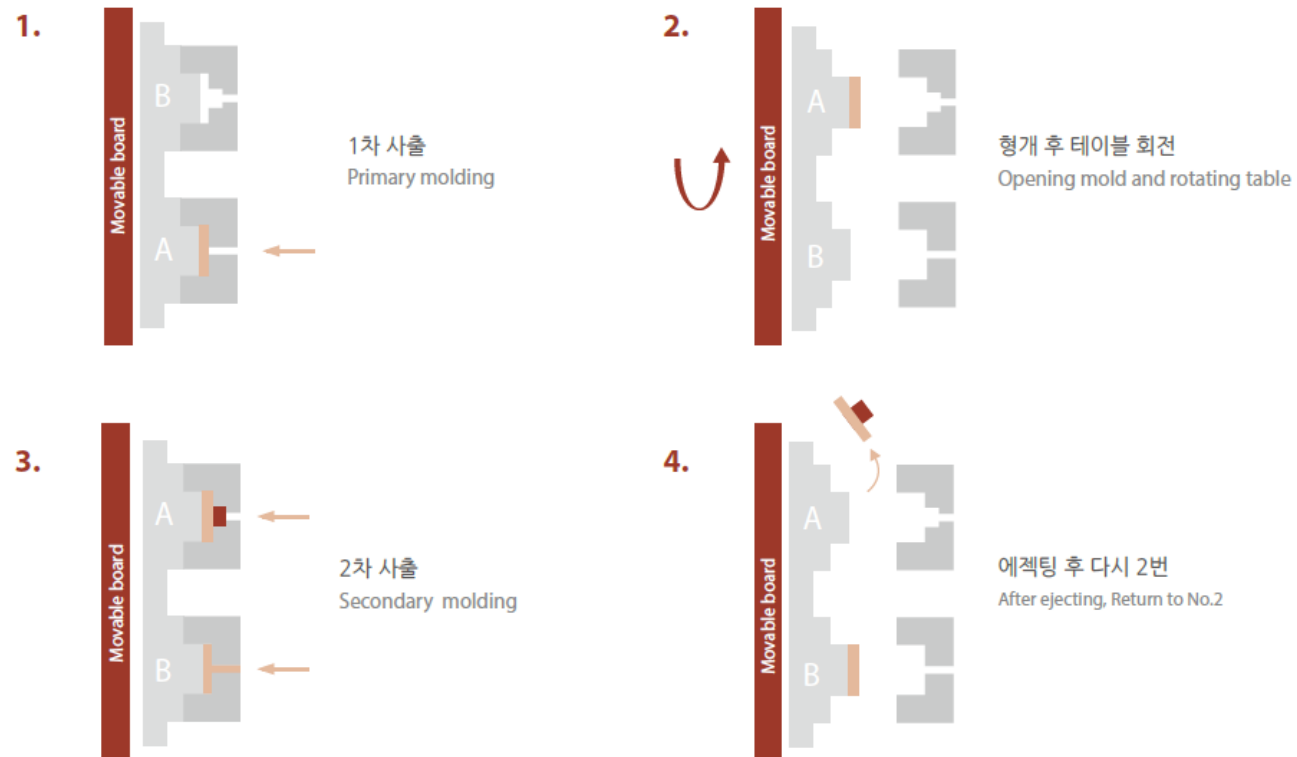
스크류 프리플라 방식



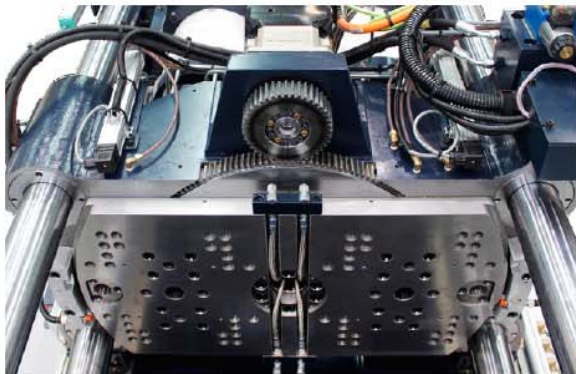
# 이중사출 성형(1)

## 이중사출성형

Two-shot Injection molding process



## 이중사출 성형(2)



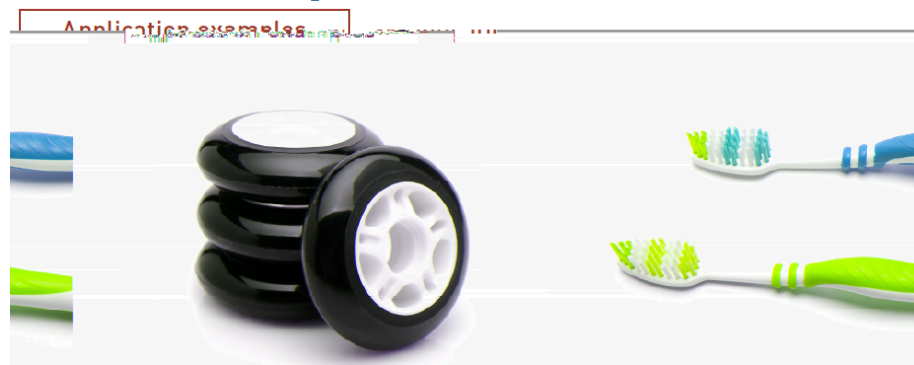
▲ 서보모터 제어 회전 테이블



▲ 2중 사출 구조

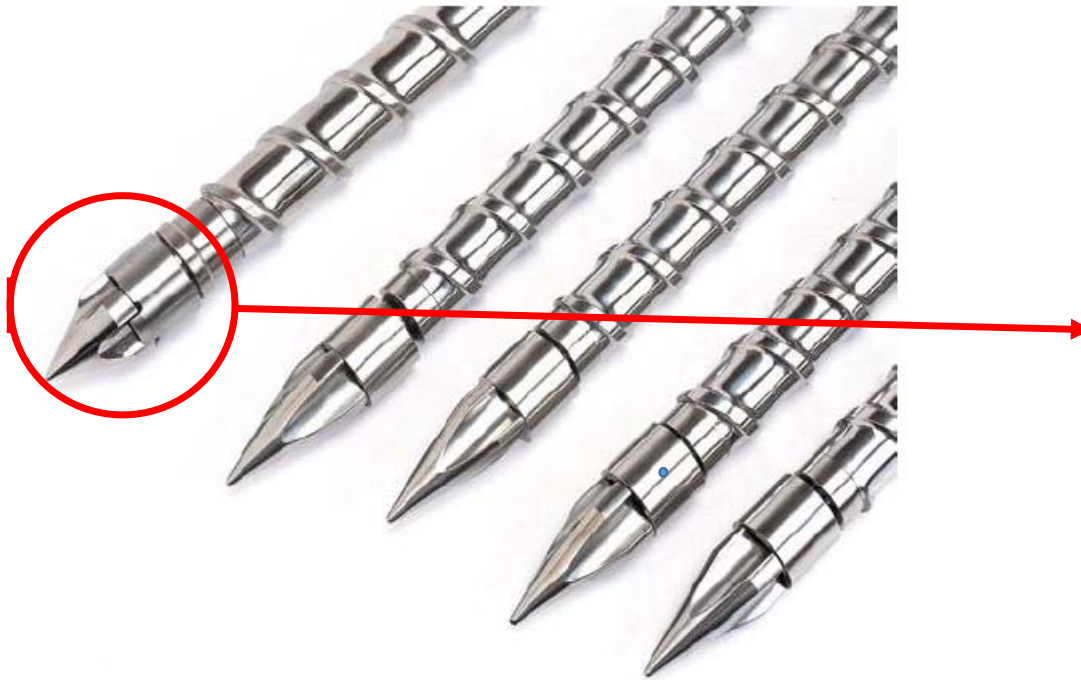


▲ Closed-loop 비례 배압 제어





## 스크류 구조(1)

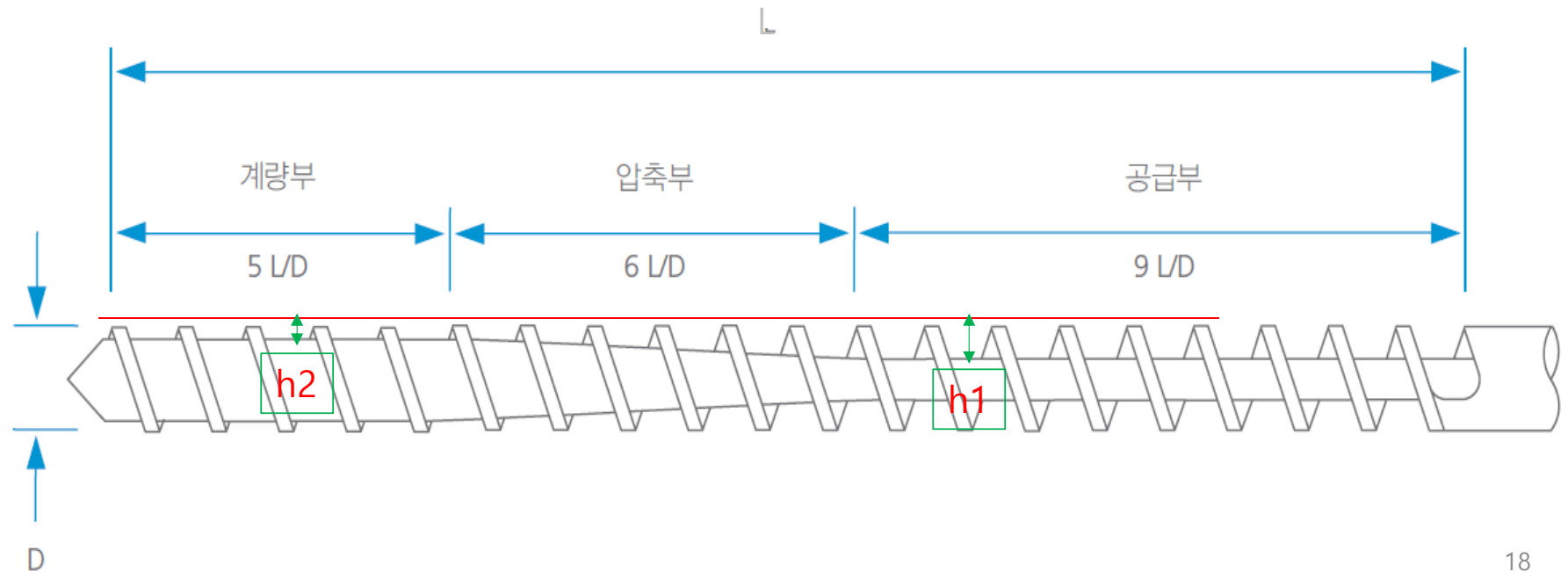


## 스크류 구조(2)

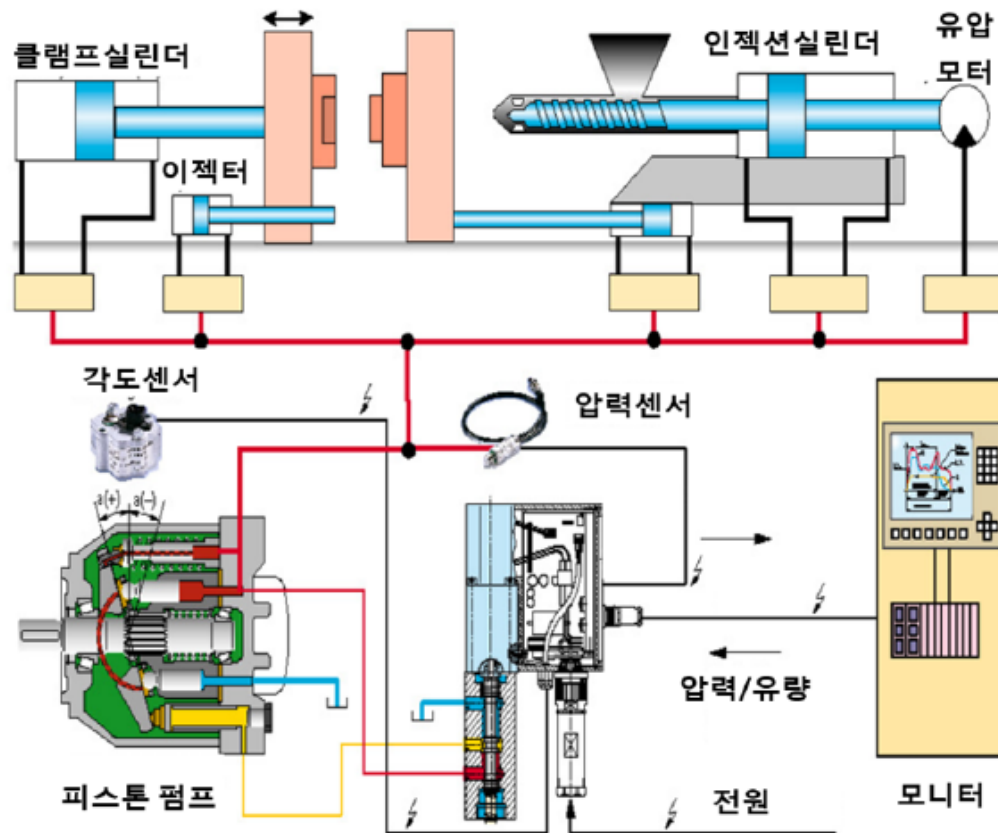
a)  $L/D$ 비 : 클수록 가열이 쉽고 혼련이 잘된다. → 12~30 (열경화성 → 12~18)

b)  $h_1/h_2$  (압축비) : 열가소성 수지 → 2~3.5

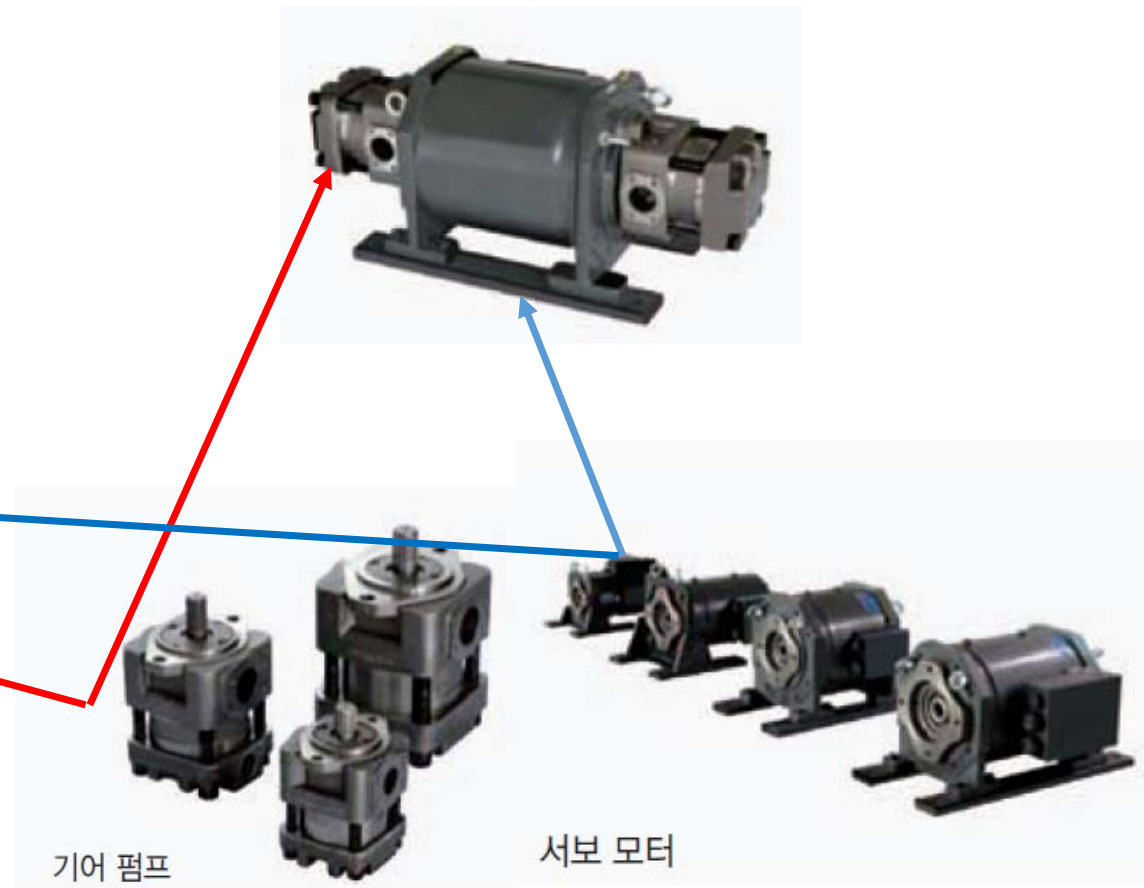
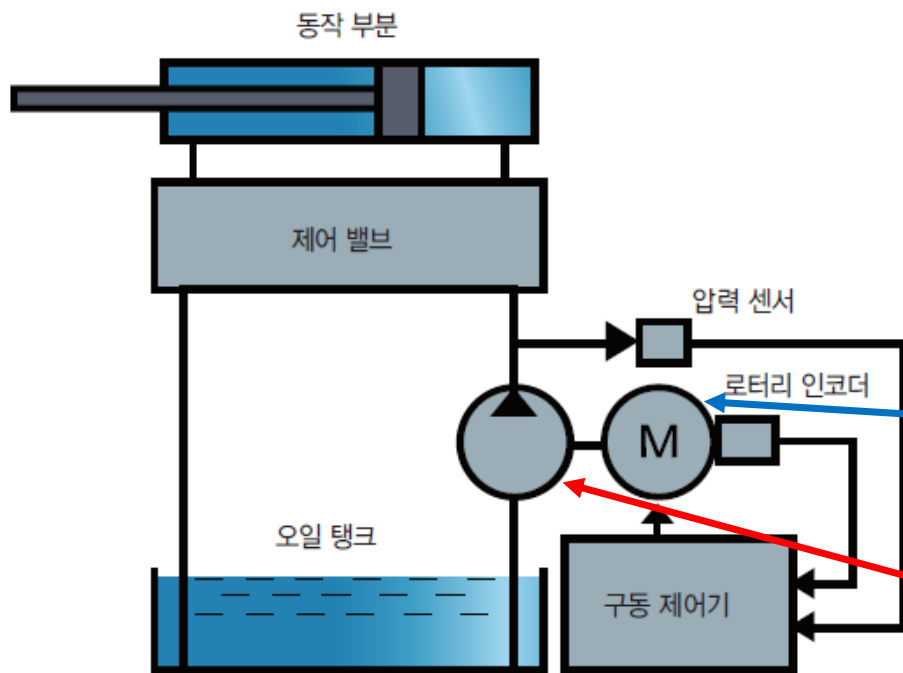
열경화성 수지 → 1 (마찰억제 → 조기경화 방지 목적)



# 사출 성형기 제어



# 계량(배압), 보압 제어부



# 사출성형기의 사양(1)

## (1) 사출용량

: 1 Shot 최대 사출량

### a) 사출용적

-V : 사출용적(cm<sup>3</sup>)

-d<sub>2</sub> : 스크류의 직경(cm)

-S : 스크류의 스트로크(cm)-이동거리

$$V = \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 \pi \times S$$

### b) 사출량

-W : 사출량(gf)

-V : 사출용적(cm<sup>3</sup>)

-ρ : 충전할 때의 온도와 압력에서 용융수지 비중량(gf/cm<sup>3</sup>)

-η : 사출효율 = 85~95%

$$W = V \cdot \rho \cdot \eta$$

## 사출성형기의 사양(2)

### (2) 가소화 능력

: 사출성형기가 시간당 재료를 가소화 할 수 있는 능력(kgf/hr)

- $Q_m$  : 이론 가소화 능력(kgf/hr)

- $p$  : 스크류의 pitch(cm)

- $d$  : 스크류의 직경(cm)

- $h$  : 스크류 선단부 홈깊이(cm)

- $e$  : 스크류 플레이트 폭(cm)

- $\alpha$  : Flank각(나사산각의  $\frac{1}{2}$ )

- $N$  : 스크류 회전수(rpm)

- $\rho$  : 용융수지 비중량(gf/cm<sup>3</sup>)

$$Q_m = \delta \cdot N \cdot \rho \cdot \frac{60}{1000} (kgf/hr)$$

여기서  $\delta = \pi \cdot p \cdot h(t-e) \cdot \cos^2 \alpha / 2$

$$t = d/p$$

## 사출성형기의 사양(3)

### (3) 사출압력(Injection Pressure)과 사출력(Total Injection Force)

a) 사출력 : 유압실린더에 가해지는 전체적인 힘의 최대값

- $P_t$  : 사출력(ton)

- $d_1$  : 유압실린더의 직경(cm)

- $p_1$  : 유압(kgf/cm<sup>2</sup>)

$$P_t = \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \pi \cdot p \times 10^{-3}$$

b) 사출압력 : 사출 스크류의 끝면에서 수지에 작용하는 단위면적당 힘

- $p_i$  : 사출압력(kgf/cm<sup>2</sup>)

- $d_2$  : 스크류의 직경(cm)

$$p_i = P_t \times 10^3 / \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 \cdot \pi$$

$$= \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot p_1 \times 10^{-3} \times 10^3 / \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 \cdot \pi$$

$$= p_1 \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

## 사출성형기의 사양(4)

### (4) 사출률(Injection Rate)

: 노즐에서 사출되는 수지의 속도, 단위시간 사출되는 최대용적(cm<sup>3</sup>/sec)

-Q<sub>2</sub> : 사출률(cm<sup>3</sup>/sec)

-d<sub>2</sub> : 스크류의 직경(cm)

-S : 스크류의 스트로크(cm)-이동거리

-v : 사출속도(cm/sec)

-t : 사출시간(sec)

-V : 사출용적(cm<sup>3</sup>)

-Q<sub>1</sub> : 작동유의 유량(cm<sup>3</sup>/sec)

-d<sub>1</sub> : 유압실린더의 직경(cm)

$$Q_2 = \frac{V}{t} = \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot S/t = \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot v$$






만약  $Q_1 = \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot S/t$  라고 하면

$$\begin{aligned} Q_2 &= \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot Q_1 / \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot \pi \\ &= Q_1 \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \end{aligned}$$



## 사출성형기의 사양(5)

(5) 스크류의 직경과 스트로크 관계

- a) 스크류 직경이 클수록  → 사출용량, 사출률, 가소화 능력   
사출압력 
- b) 스트로크가 길수록  → 사출용량 

## 사출성형기의 사양(6)

### (6) 스크류 회전수와 구동출력(Screw Motor Power)

: **가소화** 특성에 큰 영향

-H : 출력(kW)

-T : 토크[회전력](kgf·m)

- $\omega$  : 각속도(rad/sec)

-N : 회전수(rpm)

(1kW = 102kgf ·m/sec, 1HP = 0.7461kW)

$$\begin{aligned} H &= \frac{T \cdot \omega}{102} \\ &= \frac{T}{102} \cdot \frac{2\pi \cdot N}{60} \\ &= T \cdot N \times \frac{1}{974} \end{aligned}$$

## 사출성형기의 사양(7)

### (7) 히터의 용량(Heater Capacity)

-P : 히터의 용량 (kW)

-G : 런너 블록의 중량 (kgf)

-C : 런너 블록의 비열 (kcal/kgf°C)

-t<sub>1</sub> : 런너 블록의 온도 (°C)

-t<sub>2</sub> : 대기온도 (°C)

-η : 효율 (0.5~0.7)

-τ : 희망 상승시간(hr) → 대략 30분에서 1시간

$$P = \frac{G \cdot C \cdot (t_1 - t_2)}{860 \cdot \eta \cdot \tau}$$

(1kW = 860kcal/hr)

## 사출성형기의 사양(8)

(8) 호퍼 용량

(9) 형체력 및 성형면적

- 형체력 : 금형을 조이는 최대 힘
- 성형면적 : 성형 가능한 최대 투영면적
  - F : 형체력(ton)
  - $P_{mean}$  : 금형 캐비티 안의 압력 (kgf/ cm<sup>2</sup>)
  - A : 런너, 게이트 등을 포함한 성형품 총 투영면적(cm<sup>2</sup>)

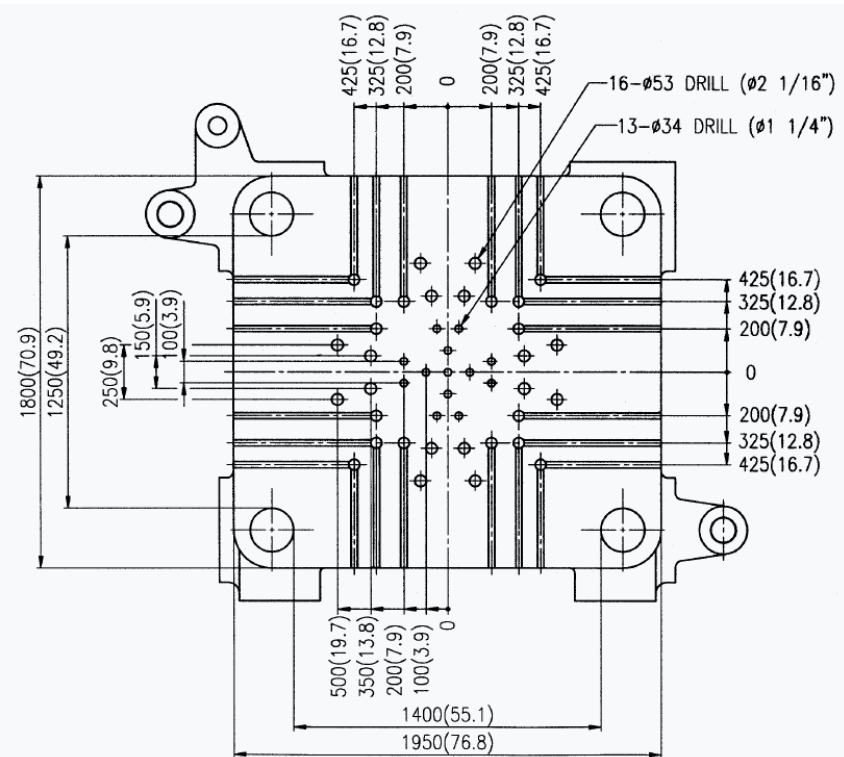
$$F \geq P_{mean} \cdot A \cdot 10^{-3}$$

## 사출성형기의 사양(9)

(10) 형 개방력 (Mould Opening Force)

●형체력의 1/10 ~ 1/15)

(11) 형판(Die Plate) 크기 타이바(Tie Bar) 간격

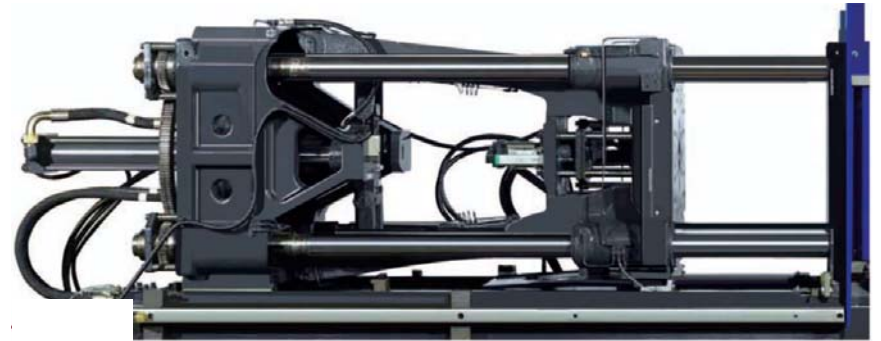


# 사출성형기의 사양(10)

## (12) 형체스트로크 (Mould Clamping Stroke)

: 클수록 좋고,

→ 형체스트로크 > (성형품 깊이 x2) + 런너 + 스푸루



## (13) 직압식 최대 최소 금형 두께

- $L_2$  : 최대 형판 간격 (=데이라이트-Daylight)

- $L_1$  : 최소 형판 간격

- $S_0$  : 형체 스트로크(이동거리)

- $T$  : 금형 두께

$$S_0 = L_2 - L_1$$

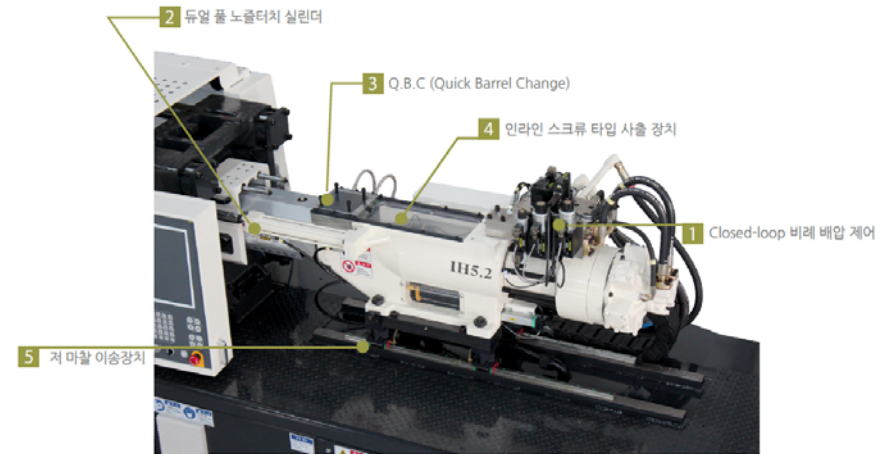
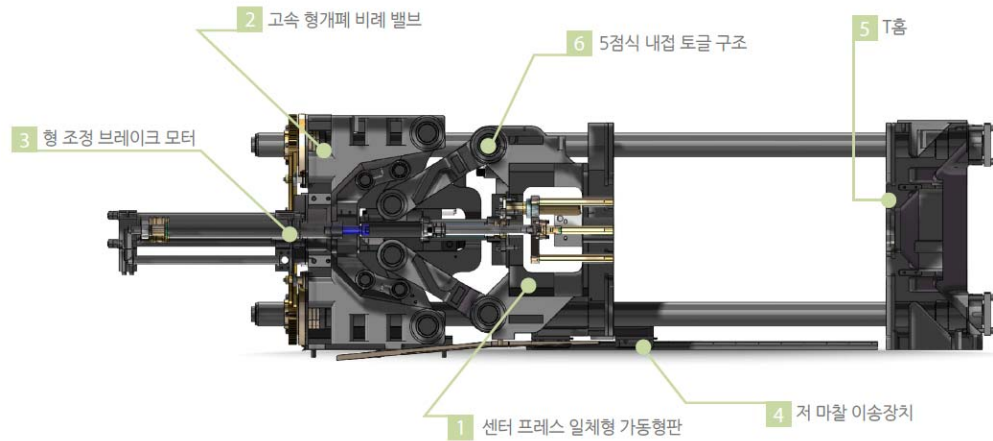
부착가능한 금형 두께  $T$

$$: L_1 (= L_2 - S_0) < T < L_2 (S_0 + L_1)$$

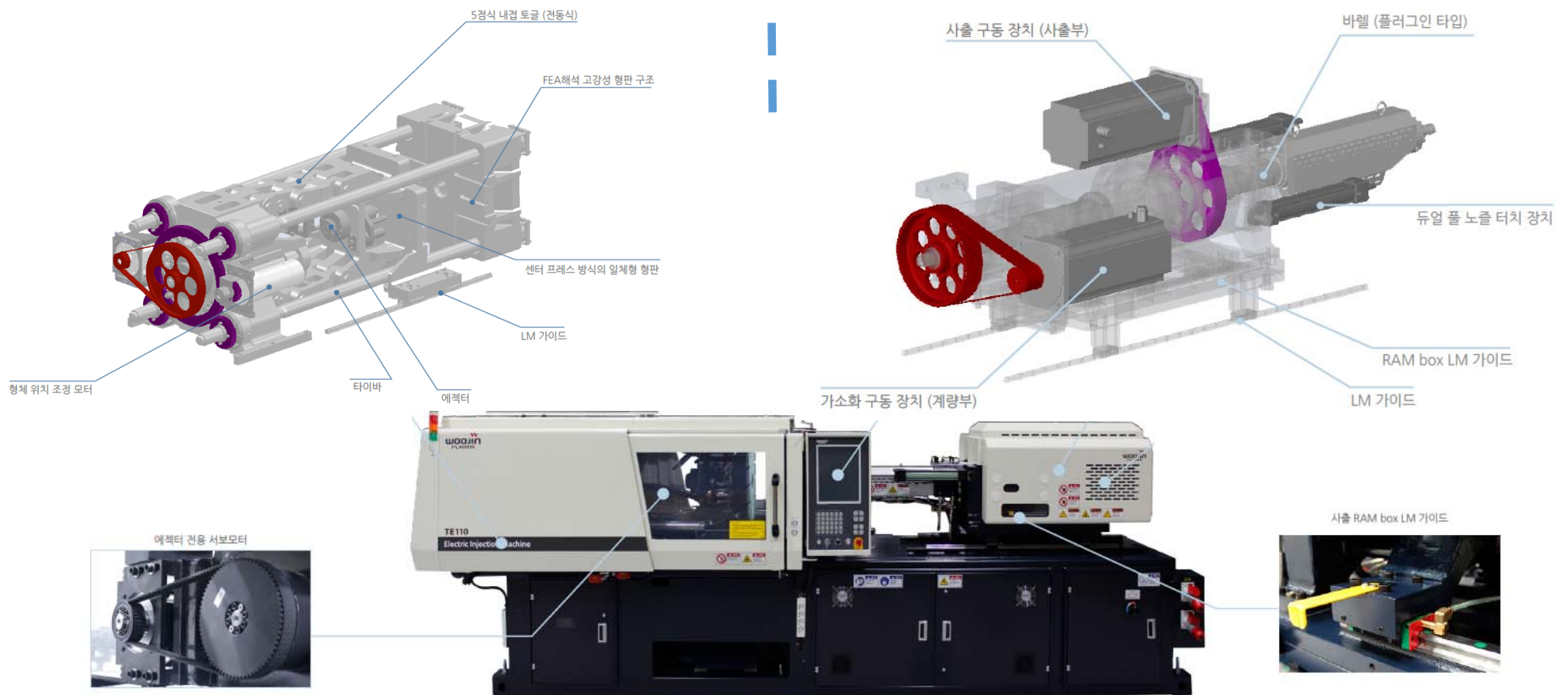
## (14) 토글식 최대 최소 금형 두께

: 최대치에서만 형체결력이 발생하므로 금형두께 조절장치의 조정범위와 같음 : 형체스트로크 일정

# 유압사출기 (영체부, 사출부)

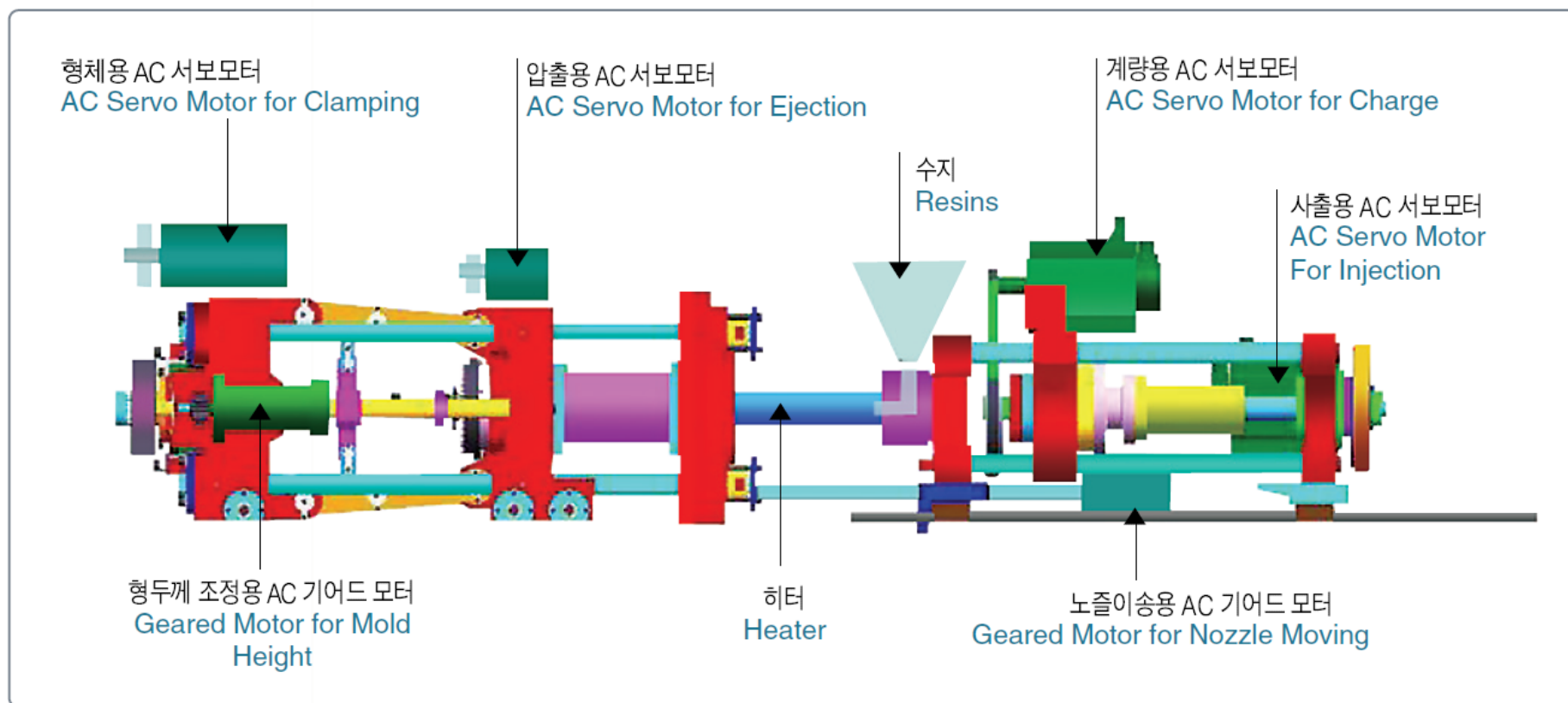


# 전동사출기 (영체부, 사출부)



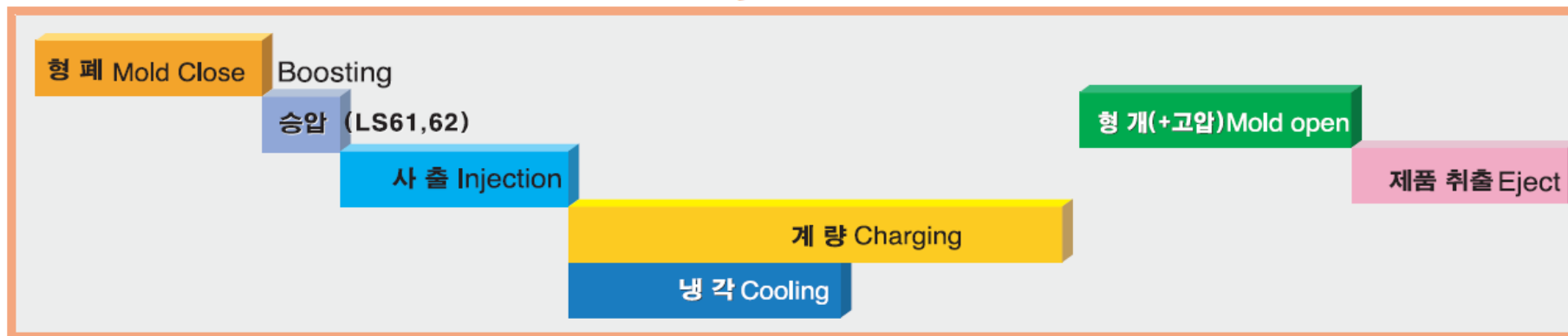


# 전동사출기에 사용되는 모터 종류



# 사출성형 기본 동작

## Cycle Time



# 사출성형조건

## ● 사출성형의 주요 공정 변수 (온도, 압력, 시간, 속도, 양)

- ①가소화 단계 : 스크류 회전속도, 가열실린더의 온도, 배압(Back Pressure)
- ②충진 단계 : 수지온도, 금형온도, 사출압력(1차압, 2차보압 + 보압시간), 사출속도(사출시간)
- ③냉각 단계 : 금형온도, 금형내 냉각시간(냉각 속도)
- ④이형 단계 : 형열림 속도
- ⑤계량 단계 : 성형재료 예비건조의 온도 및 시간, 형단힘 속도, 형체결력

# 사출성형기

- 사출성형기 작동 동영상

- 수평 유압(토글식) 인라인 스크류 방식 사출기

<https://www.youtube.com/watch?v=a8HQG2PUPik>

# Report

□ 없음

**\* Remark : 반드시 Report는 손으로 직접 써서 제출할 것**

## 참조출처

▣내용참조 1 : 사출성형금형설계, 김재원 외 2인, 선학출판사

▣내용참조 기타 : 유튜브 검색 동영상 Capture

▣삽화출처 1 : Mold Design, 전남대학교 기계시스템공학과 이봉기 교수 수업자료

▣삽화출처 2 : 사출기 카다로그, 우진사

▣삽화출처 3 : 사출기 가타로그, LS엠트론사

▣삽화출처 기타 : 다음 검색