



사출금형설계

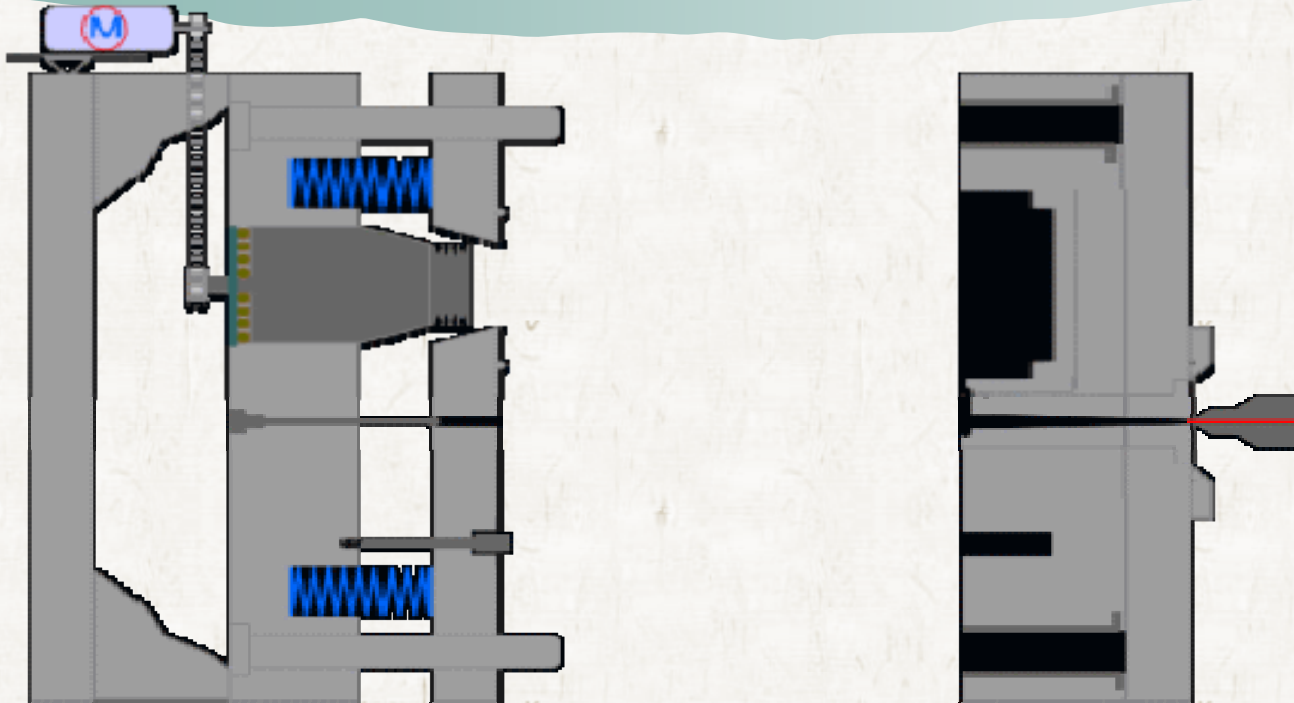
공학박사 윤 천 한



금형의 기초2

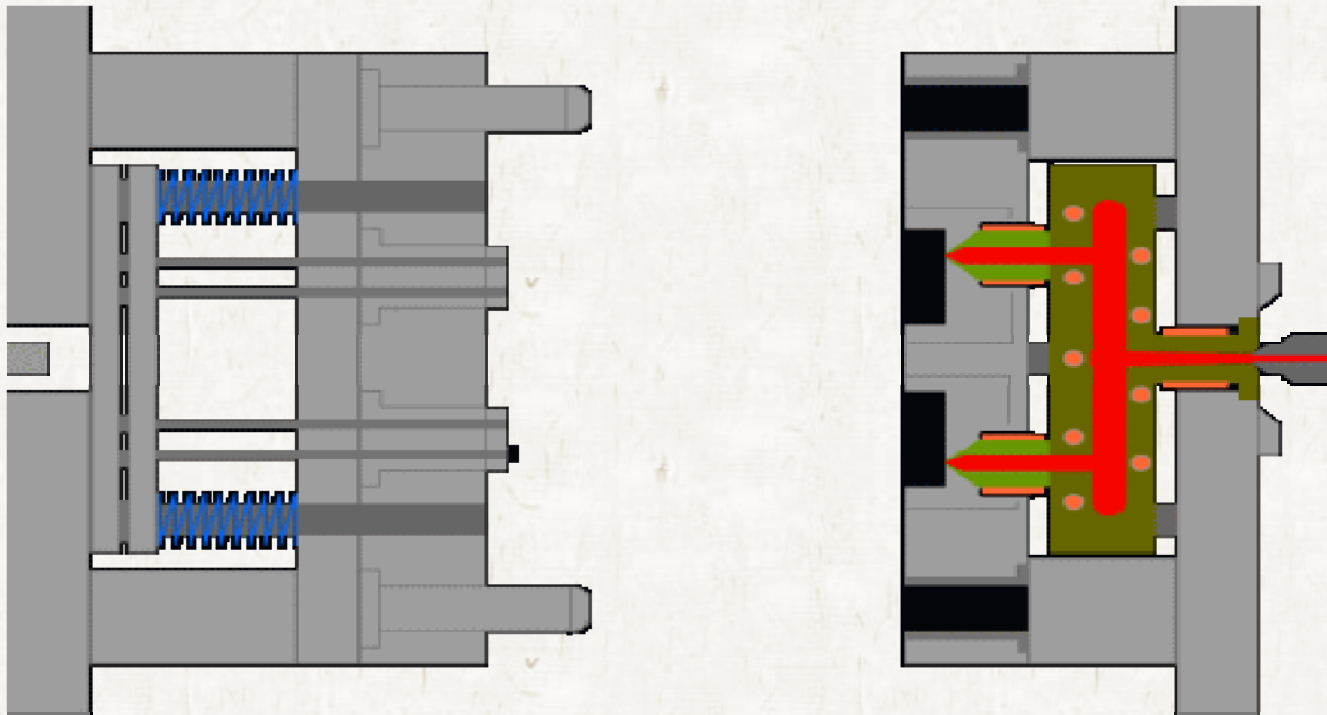


모터사용 나사빼기 금형



- 코어 나사산을 모터로 회전시켜 plate를 spring으로 빼내며, 지금은 모터를 사용하지 않는 여러 가지 나사빼기 장치가 있다. 이런 언더컷 처리 방법은 시판되고 있는 장치도 있으나, 제품형상 등에 따라 달라지므로 자체 노하우에 의한 제작으로 처리

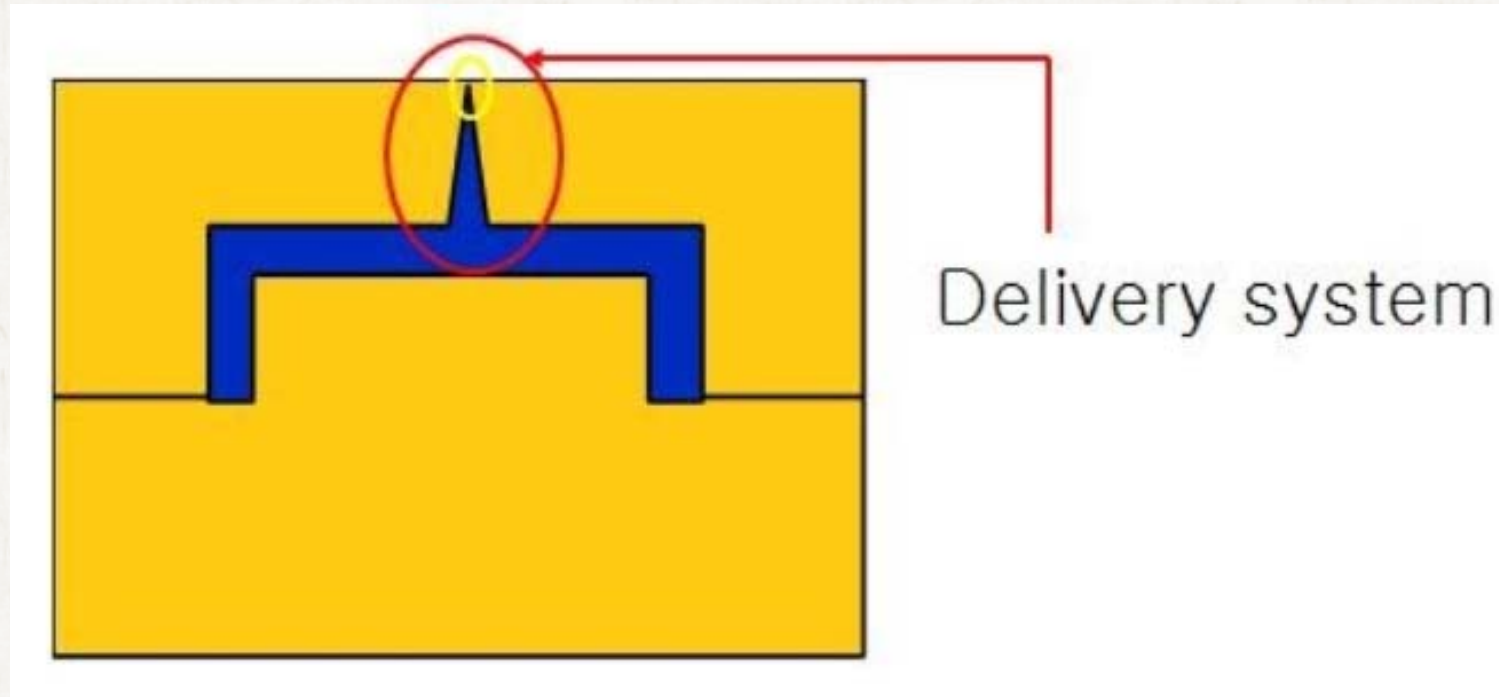
핫 런너(Hot runner) 금형



- sprue와 runner 부분을 히터로 가열 제어해서 항상 유동화 상태로 보존해주어 재료 loss 발생이 없는 장점이 있다.

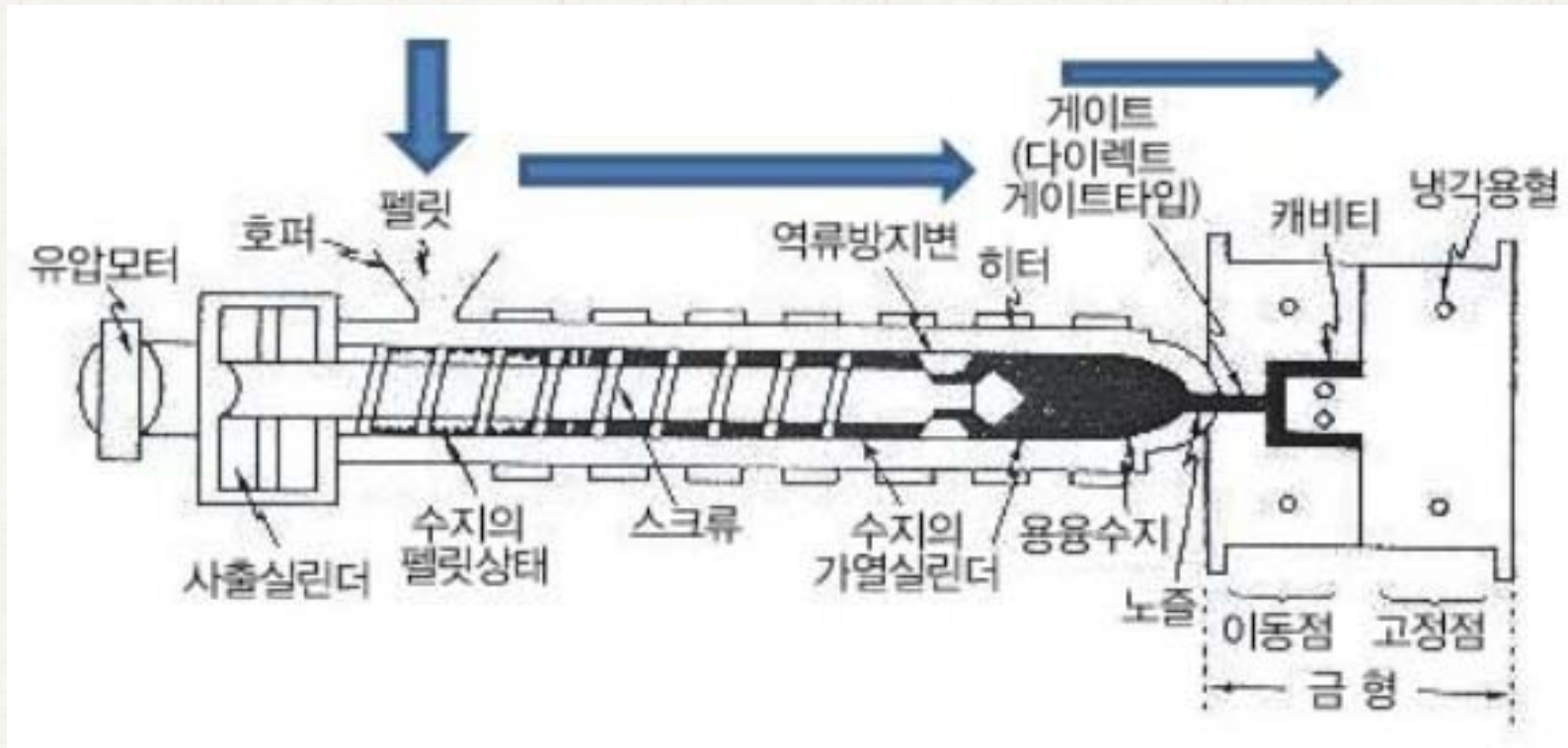
여러 가지 장점은 있으나, 금형 제작비가 비싸므로 대량생산이 아니면 금형의 감가상각 문제가 있다.

스프루부시(sprue bush)



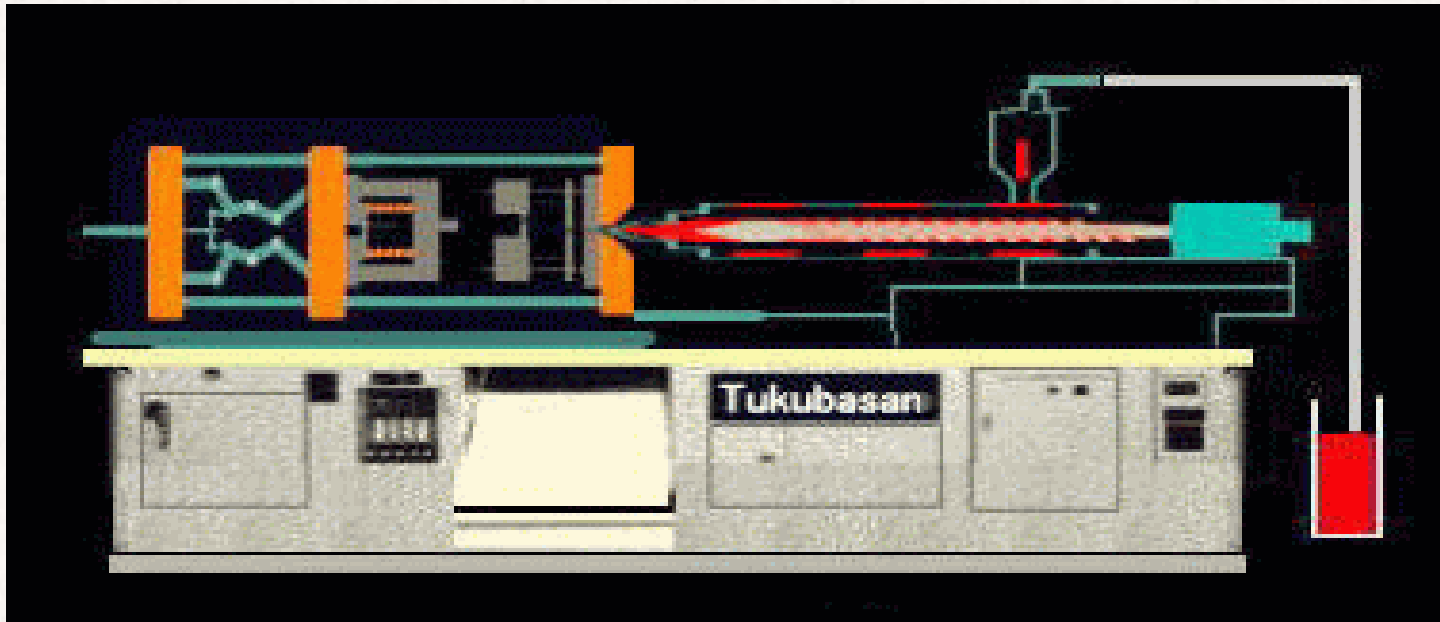
- 금형 부품 중 하나로서 사출기의 가소화부에서 용융된 소재가 금형내부로 처음 들어오는 입구부분

사출금형의 구조



스푸르 ⇒ 런너 ⇒ 게이트 ⇒ 제품

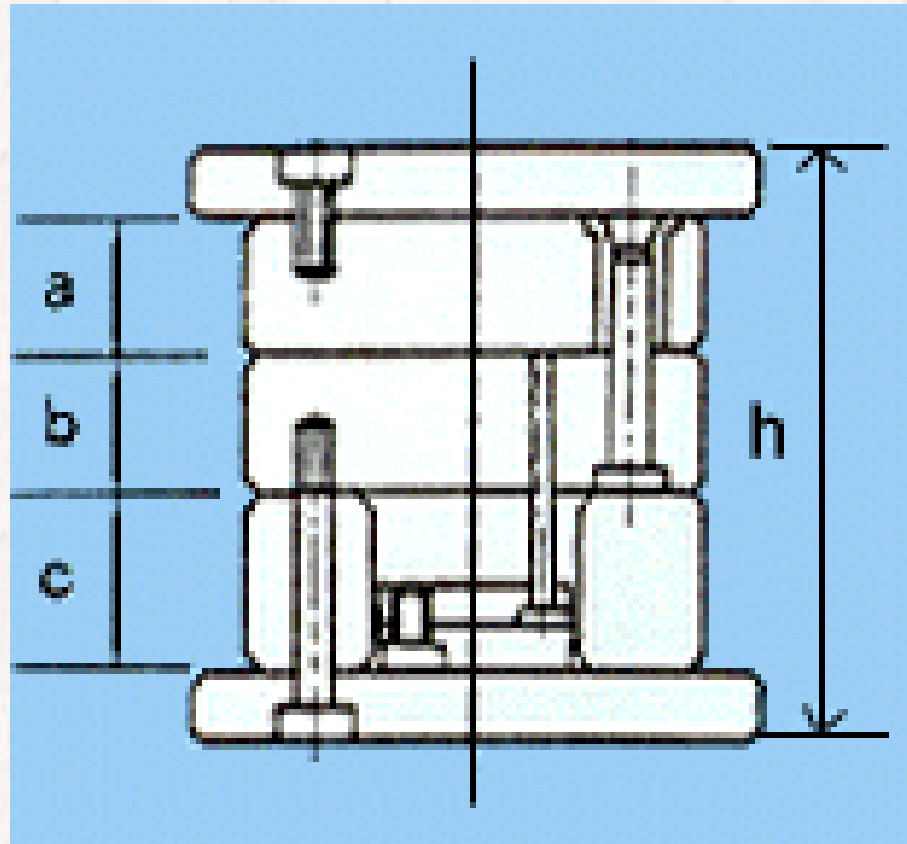
플라스틱 사출 성형의 이해



1. 형개.형폐: 저속.고속.저속.금형보호.고압.형폐
2. 사출.보압: 속도와 압력을 위치나 시간으로 단계적으로 변화시킴
3. 냉각.배압.스크류 회전: 사출.보압공정 종료 뒤 냉각.계량공정에 들어감. 스크류가 회전하고 재료 공급이 이루어지면서 설정값까지 후퇴
4. 형개: 저속.고속.저속.정지, 5. 이젝팅(제품 추출): 상황에 따라 속도조절로 2, 3회 이젝팅 ⇒ 제품 빼내기

4. 금형의 요소

4-1. 기본구조



금형은 Mould Base와 Core 및 기타 요소로 이루어진다.

4-2. Mould Base

- 금형을 사출기에 설치하여 성형을 할 수 있도록 만든 Tool

4-3. Core

- Cavity를 구성하는 요소. (Upper Core, Lower Core, Slide Core)

4-4. 기타 요소

- Locate Ring
- Ejector Pin
- Spring
- Return Pin
- Stop Pin
- Sprue Bush
- Guide Pin
- Support Pin
- 인장봉

6. Core의 구조 및 기능

6-1. Upper Core

- 제품 외관을 결정하는 Tool
- 보통 재질은 NAK80이고, 질화 열처리를 한다.
- 가공 순서는 일반적으로 다음과 같다.

- ① 표면 연마 & 각처리
- ② 1차 기계 가공 (Tap, 냉각 Hole 등)
- ③ 2차 기계 가공 ; 형상면 황삭
- ④ 3차 기계 가공 ; 중삭 및 열처리 후 재 연마
- ⑤ 4차 기계 가공 ; 정삭용 방전
- ⑥ 사상 : 경면 사상 후 습합 확인
- ⑦ 금형 조립

- 열처리를 안 한 금형은 수명이 보통 15~20만 Short

- 열처리를 한 금형은 수명이 30~40만 Short

6-2. Lower Core

- 제품의 내부를 결정하는 Tool
- 보통 재질은 NAK80이고, 질화 열처리를 한다.
- 가공 순서는 일반적으로 다음과 같다.
 - ① 표면 연마 & 각처리
 - ② 1차 기계 가공 (Tap, 냉각 Hole 등)
 - ③ 2차 기계 가공 ; 형상면 황삭
 - ④ 3차 기계 가공 ; 중, 정삭 및 열처리 후 재 연마
 - ⑤ 4차 기계 가공 ; 정삭용 방전
 - ⑥ 사상 : 경면 사상 후 습합 확인
 - ⑦ 금형 조립

6-3. Slide Core

- 제품의 Under Cut을 처리하는 Tool
- 보통 재질은 NAK80이고, 질화 열처리를 한다.
- 가공 순서는 일반적으로 다음과 같다.
 - ① 표면 연마 & 각처리
 - ② 1차 기계 가공 (Tap, 냉각 Hole 등)
 - ③ 2차 기계 가공 ; 형상면 황삭
 - ④ 3차 기계 가공 ; 중, 정삭 및 열처리 후 재 연마
 - ⑤ 4차 기계 가공 ; 정삭용 방전
 - ⑥ 사상 : 경면 사상 후 습합 확인
 - ⑦ 금형 조립

※ Under Cut이란?

성형품을 금형으로부터 빼내기 어렵게 장애를 주는 돌기 혹은 홈 부분

7. 제품의 구조 및 기능

- 일반적인 기구 제품은 기본적인 형상과 두께를 가지고 디자인 및 각 부분의 기능적 역할

7-1. 형상

- 일정 모양을 가진 디자인을 말함
- 외관 Design을 기본으로 기능성을 추가

7-2. 구조

- 금형이라는 Tool을 이용하여 형상을 이루기 위해 디자인에 일정 제약을 가지게 되는데, 그로 인해 구조적인 형상을 추가하여 각 Part 간의 조립을 할 수 있도록 하는 것으로 기구적인 설계 요소가 추가됨

7-2-1 제품두께 (WALL THICKNESS)

부품의 기본구조나 외관을 형성하는 기본 벽 두께로서 모든 다른 사항들이 이 부품의 기본구조에 추가됨
 이와 같은 이유에서 기본벽두께는 적절하게 설계되어야 함

적절한 기본벽두께 선정은 성공을 좌우함

기본 벽 두께가 너무 얇으면 구조적인 파손을 일으킬 수 있고 전지절연 특성이 나빠질 수 있음

반대로 기본 벽 두께가 부분적이라도 너무 두꺼우면 외관결함과 중량이 초과된 제품을 생산하게 되거나 필요 이상으로 좋은 부품을 생산 이와 같은 문제점을 없애거나 최소화 시키기 위하여 설계자가 기본벽두께 선정 시 고려하여야 할 사항들을 아래에 설명

어떤 제품의 경우에는 기하학적인 고려사항, 구조적인 고려사항 및 기능적인 고려사항 때문에 모든 지침을 따를 수 없는 경우도 있지만 모든 열가소성 Plastic은 그 성형 방법에 따라 기본 벽 두께 범위를 갖고 있음

사출 성형된 부품의 경우 거의 대부분이 0.5mm~4mm까지의 기본벽두께 범위를 짐

일반적으로 실제의 제품 두께는 제품의 전체 크기와 관계가 있음

이들 두께 치수의 결정은 최대 또는 최소 성형가능두께로서 선정되어서는 안 됨

즉 큰 부품의 경우 얇은 두께를 선정하여서는 안되고 작은 부품의 경우는 두꺼운 두께를 선정하여서는 안됨

기본벽두께 치수 선정 시 설계자는 **사용할 특정재료의 흐름특성**
을 고려하여야

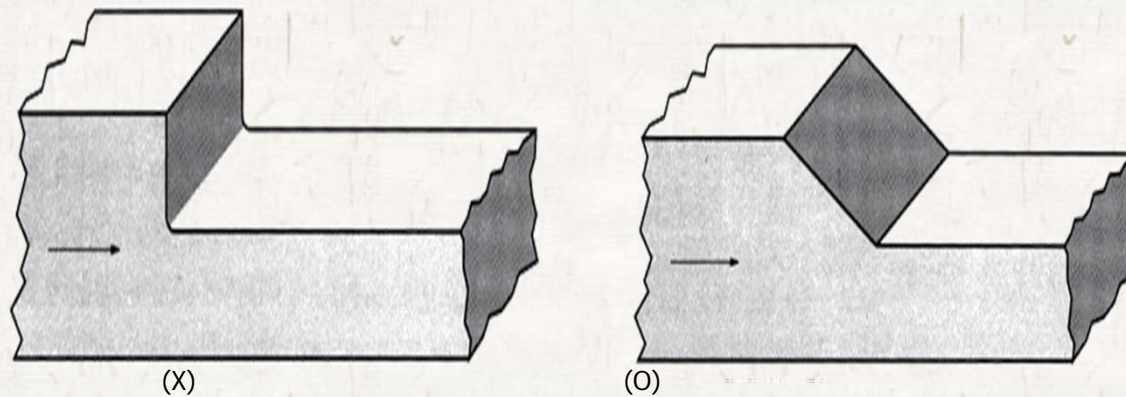
설계자가 일정한 기본 벽 두께를 유지하는 것이 이상적이나
실제로는 거의 불가능

- 1) 성형 수축율이 적은 재료를 설계 시에는 벽두께 변화량이 기본 벽 두께의 25%를 넘지 말아야
- 2) 성형 수축율이 큰 재료 설계 시에는 벽두께 변화량이 기본 벽 두께의 15%를 넘지 말아야

위의 사항이 적용되지 않았을 경우에 설계자는 여러 단계를 거쳐 점진적으로 두께를 증가(혹은 감소)시켜야

벽두께는 성형품의 냉각속도에 영향을 주고 불 균일한 두께는 냉각 불 균일의 원인이 되고 성형 시 흐름 문제를 일으켜서 제품이 뒤틀리거나 외관 결함 발생

또한 예리한 모서리는 응력 집중장치로 작용하여 가끔 조기 파손



7-2-2 리브 (RIB)

Plastic 구조물의 하중에 견디는 능력과 강성을 증가시키기 위하여 Plastic 재료의 물성을 보강하거나 구조물의 단면특성을 보완하는 것이 필요

전체 제품두께를 증가시키지 않고 크게 제품중량을 증가시키지 않으면서 부품의 강성을 증가시키는 한 방법은 Rib를 사용하는 것

Rib는 설계자에게 구조물의 원하는 성능을 얻는데 어느 정도의 가능성을 주나 제품의 뒤틀림이나 외관문제점을 일으킬 수 있음

- Rib 설계 방법

- 1) 주요외관표면에 수축자국을 줄이기 위하여, Rib의 기본두께는 근접한 제품 벽 두께의 60%를 초과하지 말아야
- 2) Rib는 최소한 기본 벽 두께의 2배 이상 간격을 띄워야
- 3) 금형에서의 빼내기를 쉽게 하기 위하여 Rib의 각 측면은 최소 0.5° 의 구배가 주어져야
- 4) 가스가 모이기 쉬운 곳은 적절한 가스빼기를 설치하여야

- SUPPORT RIBS

보조Rib는 모서리나 측벽 또는 보스를 보강하는 방법으로 사용

1) 보조Rib의 기본두께는 부품 벽 두께의 50%~60%정도

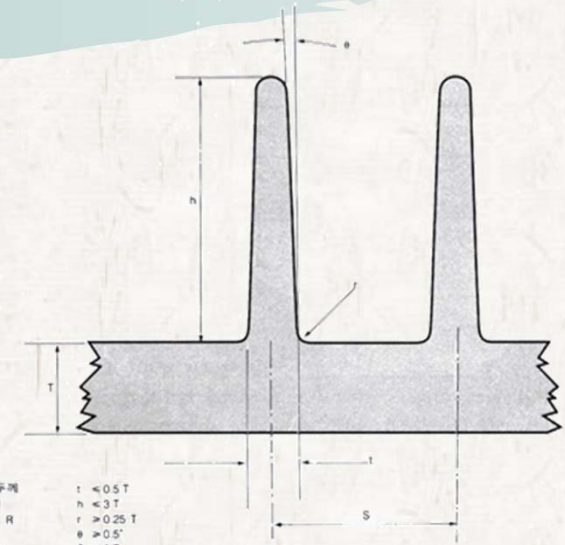
2) 보조Rib 사이의 최소 간격은 부품 벽 두께의 2배

3) 부품 벽에 부착되는 보조Rib의 바닥부 최소길이는 부품 벽 두께의 2배

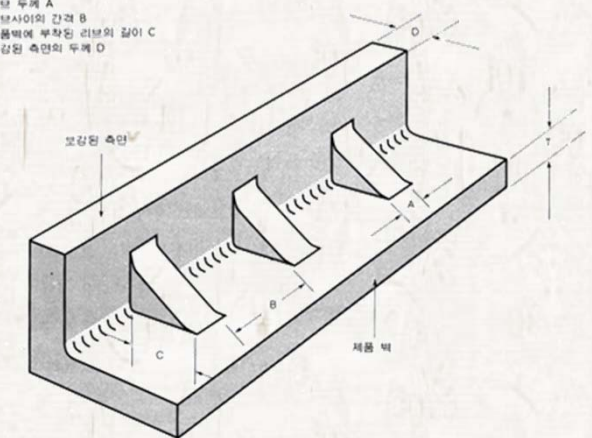
4) 보조Rib의 끝 부위는 상당히 큰 R 들로 연결되어야

5) 보조Rib는 최소 0.5°의 구배가 주어져야

6) Boss에 부착된 보조Rib의 바닥길이는 부품 벽 두께의 최소4배



1. 제품 벽두께 T
2. 리브 두께 A
3. 리브사이의 간격 B
4. 제품벽에 부착된 리브의 길이 C
5. 보강된 측면의 두께 D



- $0.6T \geq A \geq 0.5T$
- $B \geq 2T$
- $C \geq 2T$

7-2-3 보스 ; BOSS

보스는 부품의 기본벽두께로부터 변화된 부위로서 보통 기계적인 조립을 용이하게 하기 위하여 사용
 최종 사용 시에 보스는 부품의 다른 부위에는 작용하지 않는 하중을 받음

구멍이 있는 보스는 Tapping Screw나 초음파 또는 강제 압입(PRESS-FIT)으로 조립을 하거나 성형 중 인서트를 삽입하여 조립하므로 보스 벽에 과잉의 후프(HOOP)응력이 미침

이것은 다음과 같은 추천되는 보스설계원칙을 적용함으로써 완화시킬 수 있음

@ 후프 응력[hoop stress, -應力]

내압(內壓)을 받는 원통 등에 있어 원주 방향으로 작용하는 수직 응력. 박육(薄肉) 원통에서는 후프 응력은 두께 방향으로 근사적으로 고르게 작용하며, 내압을 P , 원통의 반지름을 R , 관 두께를 t 라고 하면 후프 응력은, $\delta=(R/t)P$ 로 주어짐

1) 부품의 바닥에 접하는 보스의 벽두께는 부품 벽 두께의 50%~60%를 추천

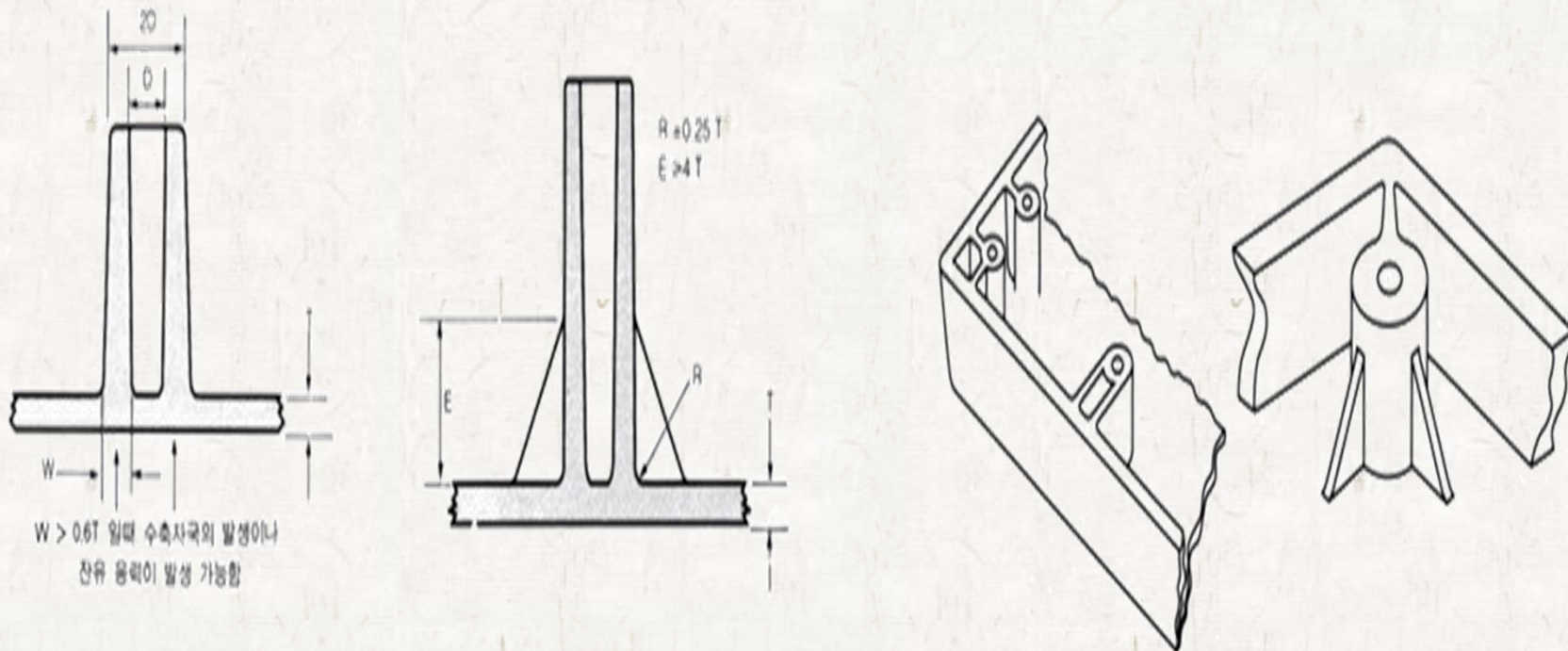
이것은 인서트에 의하여 발생한 응력을 견디는데 필요한 충분한 강도를 유지하지 못할지도 모르나, 강도를 증가시키기 위하여 보스두께를 더 증가키는 경우에는 수축자국과 높은 잔류응력을 일으킴

2) 보스에 작용되는 외력이 부품 벽에도 작용을 하게 되므로 보스의 바닥에 부품 벽 두께의 최소25%정도의 R을 주어야

3) 더 이상의 강도는 아래 그림과 같이 이음판(GUSSET PLATE)를 사용 함으로서 얻을 수 있음

4) 보스에서 근처의 부품 벽까지 Rib를 연결 함으로서 강도를 증가시킬 수 있음. 따라서 성형 시에 가스가 쉽게 빠지게 해줌

5) 보스 반대 면의 수축자국을 최소화하기 위하여 Core Pin의 일부가 제품 벽으로 들어가는 것이 좋다
 성형 시 응력집중을 피하고 재료의 난류흐름을 최소화하기 위하여 Core Pin의 끝에 상당히 큰 R을 주어야



7-2-4 살빼기(CORING)

사출성형공정에서의 "살빼기"라는 용어는 부품의 특정 부위의 재료를 줄이거나 제거하기 위하여 금형에 쇠를 용접하는 것

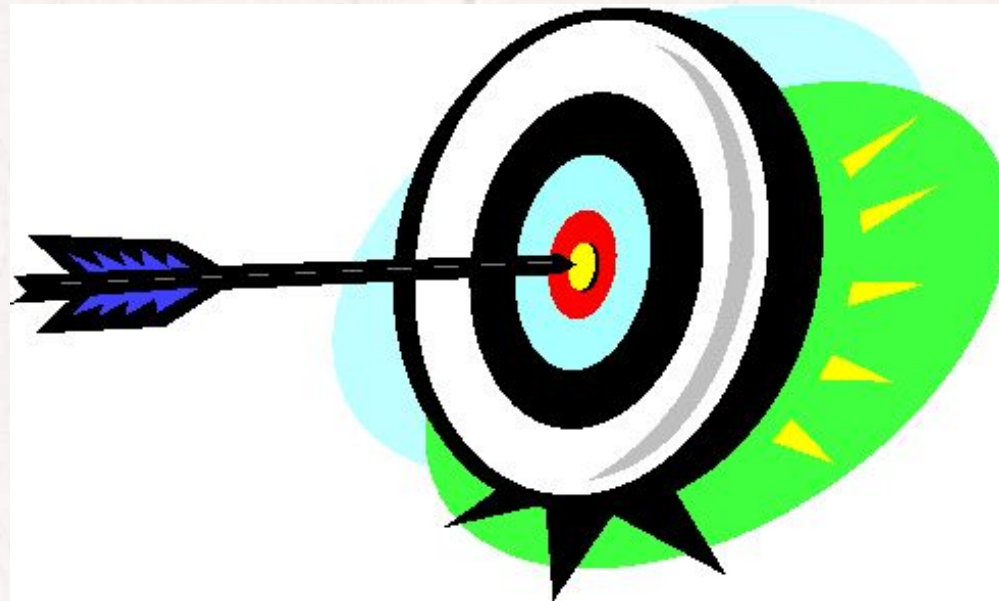
구멍이 있는 부품은 용융수지가 Core 주위를 흐르므로 용융수지의 흐름을 방해

용융수지가 다시 합쳐지는 부위에 웰드라인(WELD LINE) 형성이 부위는 항상 웰드라인이 없는 부위보다 약하고 외관 품질상 바람직하지 않음

이 문제점들을 최소화하고 웰드라인 부위를 강하게 하기 위하여 다음 사항들을 추천

1) 2개의 구멍이나 홈의 끝 단 사이의 최소거리는 기본 벽 두께의 2배 이상 되어야

- 2) 부품의 끝 단 근처에 구멍이나 홈을 설치할 때 구멍의 끝 단과 부품 사이의 최소거리는 기본 벽 두께의 2배 이상 되어야
 막힌 구멍은 금형의 한쪽 편에 고정된 코어핀에 의해 형성
 이 코어핀의 최대 깊이는 사출성형시의 수지흐름에 의한 굽힘 하중에 견딜 수 있는 코어핀의 강도에 의해 결정
- ① 막힌 구멍의 깊이는 그 직경의 3배 이내 이거나 최소단면 두께의 3배 이내 이어야
 - ② 6mm보다 작은 직경의 구멍은 길이 대 직경의 비를 2로 유지하여야. 관통된 구멍은 금형의 양쪽 편에 지지 받는 긴 코어핀을 사용하는 것이 가능



Boys be ambitious!

