

Lecture 10-7.3

언더컷성형품 금형 설계

2018
노명재

본 강의 목표

1. 언더컷 성형품의 금형에서 처리방법을 이해한다.
2. 각 처리방법에 따른 금형 구조 및 작동 공정을 이해한다.
3. 각 처리방법에 따른 특수 부품의 세부 설계방법 및 설계치수를 배운다.
4. 각 특수 부품의 설계 시 유의할 점과 각 공정 시 주의점을 익힌다.

학습 순서

1. 언더컷 부분 처리 방법
2. 강제로 밀어내기
3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계
4. 내부 언더컷 성형품의 금형설계
5. 나사가 있는 성형품의 금형설계
6. 언더컷 금형 동작 동영상

1. 언더컷 부분 처리방법(1)

● Undercut

성형기의 형 열림방향 운동만으로 성형품을 빼낼 수 없는 성형품의 돌출 혹은 오목한 부분

● Undercut 부분 처리

- 1) 강제로 밀어내기
- 2) 분할형 구조
- 3) Slide Block형 구조
- 4) 나사부가 있는 성형품의 경우
 - ① 강제로 밀어내기
 - ② 분할형 혹은 Slide Block형
 - ③ 고정 Core 방식
 - ④ 회전기구에 의한 방법
 - ⑤ Collapsible Core 방식



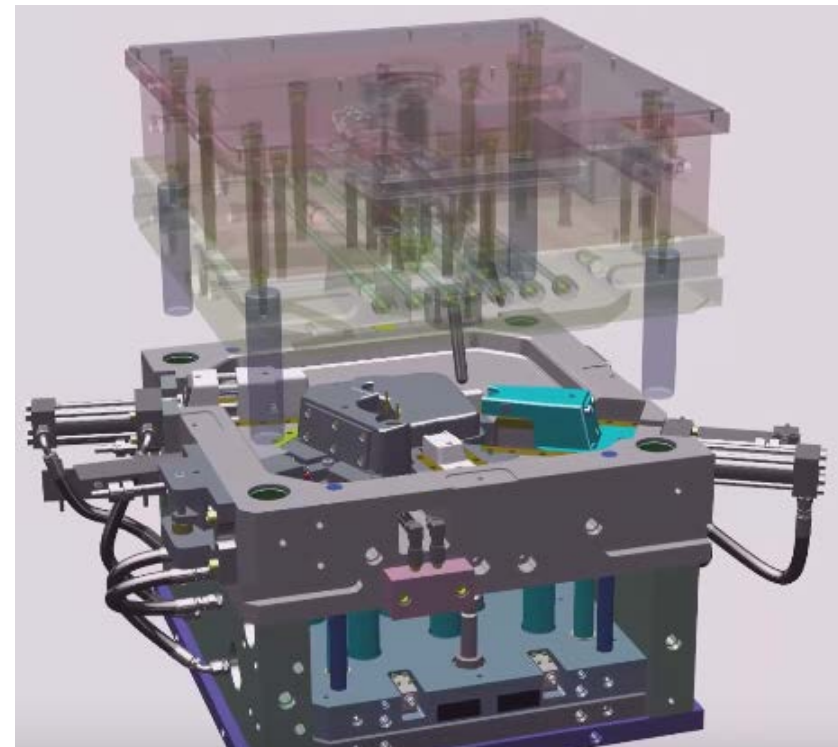
1. 언더컷 부분 처리방법(2)

● Undercut 처리 금형의 문제점

- 1) 금형구조가 복잡하여 비용 증가
- 2) 금형사고 발생 우려가 많음
- 3) 분할형, Slide Block에 의한 외관 불량 우려
- 4) 성형 Cycle 지연 초래



가능한 Undercut을 피함



2. 강제로 밀어내기

● 손으로 이형하는 방법

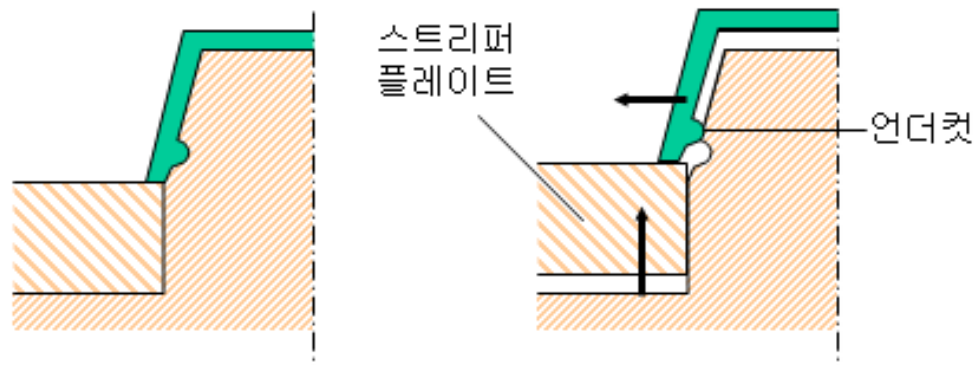
대형 성형품의 소재가 PE, PP 등과 같이 비교적 연질이고 탄성이 좋은 수지를 사용할 경우 약간의 Undercut은 손으로 뺄 수 있음

→ 교재 p226 그림 7.62 참조

● Stripper Plate를 사용하는 방법

PE, PP, 연질 PVC등과 같은 탄성이 크거나 Undercut 형상이 금형에서 빠지기 쉬운 형상일 때 적용 → 교재 p226 그림 7.63, 7.64 참조

- 언더컷 (Undercut)



삽화참조 : <https://m.blog.naver.com/dhghtjrdl/220583525923>

강제밀어내기 Undercut 허용량

최대 언더컷(%)

Material	Elongation at 65°C (%)
ABS	8
POM	5
PA	9
PMMA	4
LDPE	21
HDPE	6
PP	5
PS, SAN, PC	2

$Elongation = (D-d)/d \times 100 \%$

D : Maximum diameter

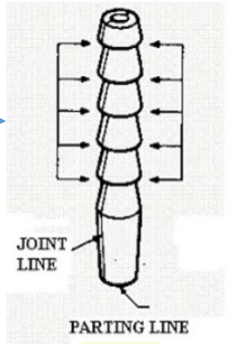
d : Minimum diameter

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(1)

● 분할형 (Split Mould)-1 → 교재 p227 그림 7.66 참조

1) 분할형(분할 Cavity형)의 구조 삽화 참조 → <http://slideplayer.com/slide/10099035/>

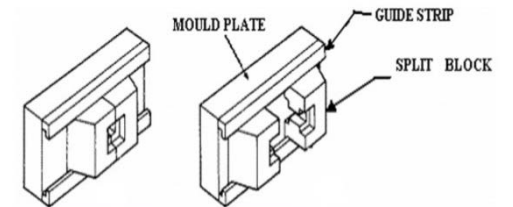
- Cavity부를 2개 또는 여러 개로 나누어 형열림과 동시에 기계적으로, 또는 공기압, 유압(유압실린더)을 이용 Sliding 시켜 Undercut 부의 간섭없이 성형품을 빼는 방법
- 고정측 혹은 가동측의 어느 한쪽의 형판 내에서 분할 Cavity가 Sliding하고, 사출시 닫혀진 분할 Cavity는 반대측 형판에 설치된 Locking Block에 의해 잠금이 이루어짐 → 교재 p228 그림 7.67 참조



2) 형판(Plate)의 설계

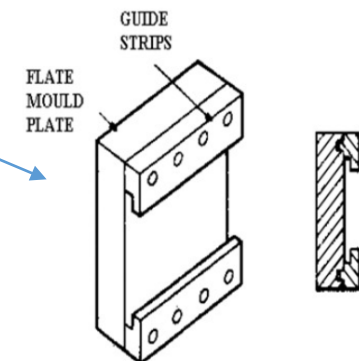
가) 형판에 붙이는 Sliding용 Guide

: 일반적으로 T 홈을 많이 사용, 기계가공으로 만든 별개의 Guide를 붙여 T형 홈으로 사용, 형판과 Guide는 Bolt와 Dowel (맞춤핀)로 정확하고 견고하게 조립 함 → 교재 p229 그림 7.68 참조



나) 분할형의 Sliding용 Guide 설계시 유의점

- ① 분할 Cavity는 항상 같은 위치에서 일치하는 Sliding 운동을 해야 함(공차관리 철저)
- ② Guide system의 부품은 금형 중량을 버틸 수 있는 강도로 해야 함
- ③ 2개 분할 Cavity와 다른 부품과의 간섭을 Check 함



다) Sliding용 Guide 재질

: **STC3~STC5**(일반), 마모 방지를 위해 분할 Cavity(**SM50C~SM55C**, 경도:**H_RC40**이상)와 경도차를 둠 (**H_RC52~56**정도)

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(2)

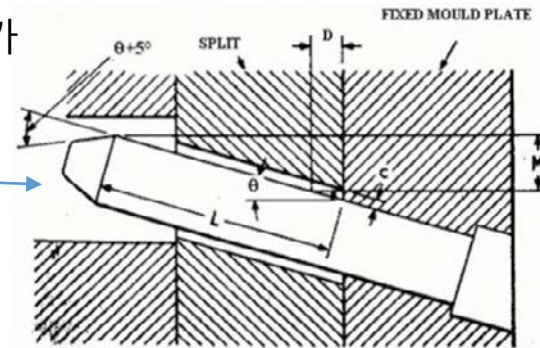
● 분할형 (Split Mould)-2

3) Angular Pin (Finger Pin)에 의한 작동(1)

: Angular Pin이라는 경사핀 이용, 금형의 개폐운동 시 분할 Cavity를 Sliding 작동시키는 방법 → 교재 p229 그림 7.69, 7.70 참조

- ① 형이 닫히고 사출압력에 의한 분할형의 후퇴를 방지하기 위해 고정측 형판에 돌기부나 Locking Block으로 받침
- ② 구조가 간단, 작동 확실, 분할 Cavity의 Stroke가 긴 경우 사용 불가
- ③ Angular Pin의 주요 설계 치수(1)

㉠ 유형 1 → 교재 p230 그림 7.71 참조



M = splits movement
θ = Angle of finger cam, 10-25 °
L = working length of finger cam
C = clearance (0.75mm)

M : 분할 Cavity의 이동량 (mm)

L : Angular Pin의 작용길이 (mm)

α : Angular Pin의 경사각도(°)

C : 틈새(Clearance) (mm)

b : 형 열리기 전에서 분할형 지연으로 인한 분할형이 작동하기 까지의 가동측 형판의 이동량 (mm)

㉡ $M = L \cdot \sin \alpha - \frac{C}{\cos \alpha}$ (또는 $L = \frac{M}{\sin \alpha} + \frac{2C}{\sin 2\alpha}$)

㉢ $b = \frac{C}{\sin \alpha}$

㉣ Angular Pin 선단부의 각도 : $\alpha + 5^\circ$

삽화 참조 → <http://slideplayer.com/slide/10099035/>

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(3)

● 분할형 (Split Mould)-3

3) Angular Pin (Finger Pin)에 의한 작동(2)

③ Angular Pin의 주요 설계 치수(2)

㉞ 유형 2 → 교재 p230 그림 7.72 참조

$$a) M = L_0 \cdot \sin \alpha - \frac{c}{\cos \alpha} + \frac{d}{2} \left(1 - \frac{1}{\cos \alpha} \right) + r \left(1 - \frac{\sin \alpha + 1}{\cos \alpha} \right)$$

$$b) L = L_0 + \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{d}{2}$$

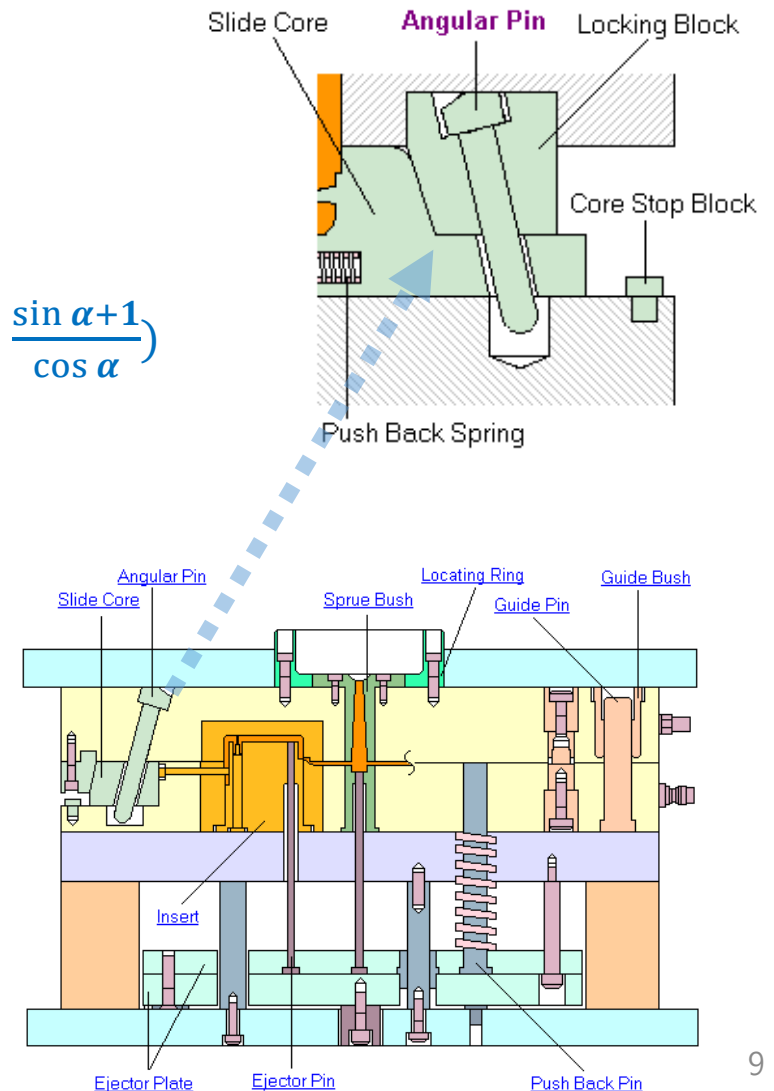
㉞ Angular Pin의 경사각 $10^\circ \rightarrow$ 긴 Angular Pin의 경우 $\sim 25^\circ$

㉞ 분할형 구멍과 Angular Pin과의 틈새(→ 교재의 c)는 $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$

㉞ 분할형과 Locking Block의 경사각 : $\beta = \alpha + 2^\circ$

접촉각 설명 → http://www.nttd-es.co.jp/products/e-learning/e-trainer/trial/en/mold/kiso/sample/yougo/parts_22.htm

삽화참조 : <http://www.apiwat.ie.engr.tu.ac.th/molddesign/step2/buhin.htm>



3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(4)

● 분할형 (Split Mould)-4

3) Angular Pin (Finger Pin)에 의한 작동(3)

④ Plastic 금형의 Angular Pin의 규격 (KS B 4162)-1

㉠ 재료 : KS D 3751의 STC3~STC5

KS D 3753의 STS2

KS D 3725의 STB2

㉡ 겉모양 : 흠, 균열, 녹 등 결함 없고 다듬질 양호 할 것

㉢ 다듬질 : 끼워 맞춤부는 연삭 다듬질

㉣ 거칠기 : 3 - S

㉤ 경도 : $H_R C55$ 이상 (SKD11 = $H_R C60 \sim 63$)

㉥ 종류(1): 사양 참조 사이트 → <https://us.misumi-ec.com/vona2/mold/K0600000000/K0601000000/K0601010000/>

㉦ A형 → 교재 p231 그림 7.73, p232 표 7.16 참조

→ 호칭법 : 규격번호 또는 규격명칭 및 호칭치수 x L x N

ex) KS B 4162 A형 20 X 100 X 30

플라스틱용 금형의 앵글러 핀 A형 20 X 100 X 30



3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(5)

● 분할형 (Split Mould)-5

3) Angular Pin (Finger Pin)에 의한 작동(4)

④ Plastic 금형의 Angular Pin의 규격 (KS B 4162)-2

㉮ 종류(2) : 사양 참조 사이트 → <https://us.misumi-ec.com/vona2/mold/K0600000000/K0601000000/K0601010000/>

㉮ B형 → 교재 p232 그림 7.74, 표 7.17 참조

→ 호칭법 : ex) KS B 4162 B형 20 X 100 X 30

플라스틱용 금형의 앵글러 핀 B형 20 X 100 X 30

㉮ C형 → 교재 p233 그림 7.75, 표 7.18 참조

→ 호칭법 : ex) KS B 4162 C형 20 X 100 X 30

플라스틱용 금형의 앵글러 핀 C형 20 X 100 X 30



3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(6)

DOG-LEG CAM

● 분할형 (Split Mould)-6

4) Dog Leg Cam (Finger Lever) 에 의한 작동

삽화 참조 → <http://slideplayer.com/slide/10099035/>

: 어느정도 금형이 열린 후 분할 Cavity를 후퇴시킬 필요가 있을 때 사용 → 교재 p234 그림 7.76 참조

① 금형이 D만큼 열린 후부터 Dog Leg Cam에 의하여 분할 Cavity가 작동 함 → 교재 p234 그림 7.77 참조

② 소형 금형에서 Cam의 단면은 13mm X 20mm정도가 적합 함 → 교재 p234 그림 7.78 참조

③ Cam의 경사각 $\alpha = 10^\circ$ 정도가 적당, 급형의 두께가 너무 크면 25° 까지 가능

④ Locking Block의 경사각: $\beta = \alpha + 2^\circ$

⑤ 분할 Cavity의 운동량과 Dog Leg Cam 치수관계

M : 각 분할 Cavity의 운동량 (mm)

L_a : Cam 경사부 길이 (mm)

L_s : Cam 직선부 길이 (mm)

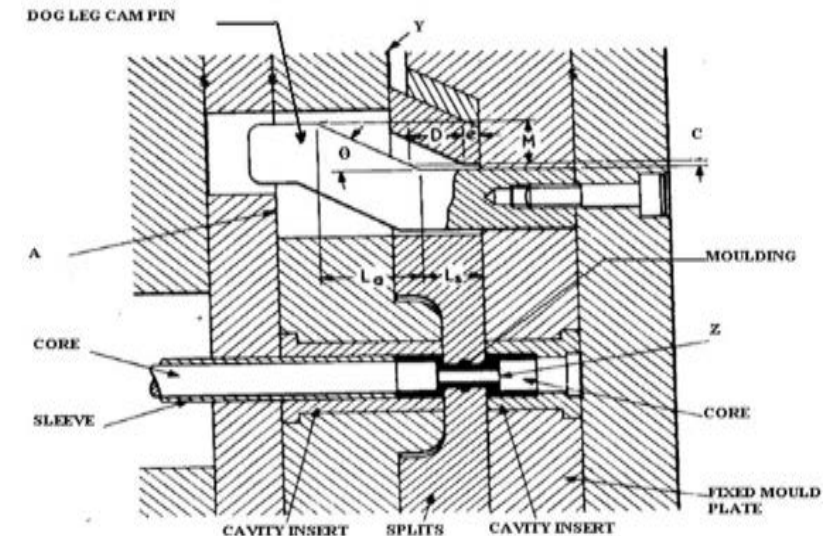
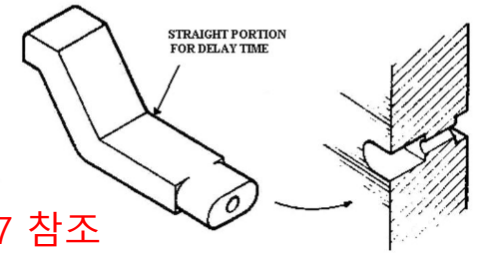
D : 지연량 (mm)

c : 틈새 (mm)

e : 구멍 직선부 길이 (mm)

⑥ Dog Leg Cam 선단부는 10° 정도 Taper 혹은 Round 형태

⑦ 분할형 폭 100mm이상일 경우 2개를 사용 함



$$\text{a) } M = L_a \cdot \tan \alpha - c \quad (\text{또는 } L_a = \frac{M+c}{\tan \alpha})$$

$$\text{b) } D = (L_s - e) + \frac{c}{\tan \alpha}$$

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(7)

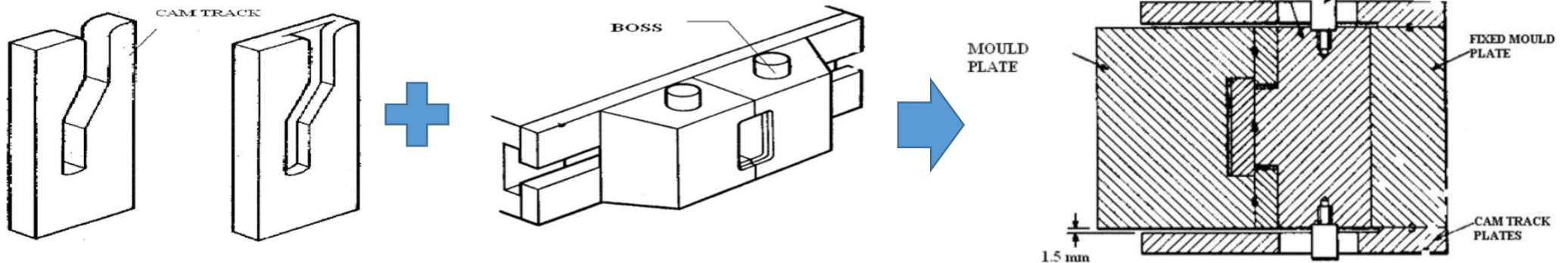
● 분할형 (Split Mould)-7

5) Plate Cam (Finger Plate, Angular Cam) 에 의한 작동(1)

삽화 참조 → <http://slideplayer.com/slide/10099035/>

: Slide Guide 홈을 가진 Plate Cam을 고정측 형판에 고정하고, 분할 Cavity의 Pin이 Slide Guide 홈을 따라 분할형이 이동하는 방법

→ 교재 p235 그림 7.79 참조



① Plate Cam과 가동측 형판 측면 사이 틈새 : 1.5 ~ 2.0mm

② 분할 Cavity의 운동량과 Plate Cam의 치수 관계

M : 각 분할 Cavity의 운동량 (mm)

L_a : Cam Track 경사부 길이 (mm)

L_s : Cam Track 직선부 길이 (mm)

α : Cam Track 경사각 (°)

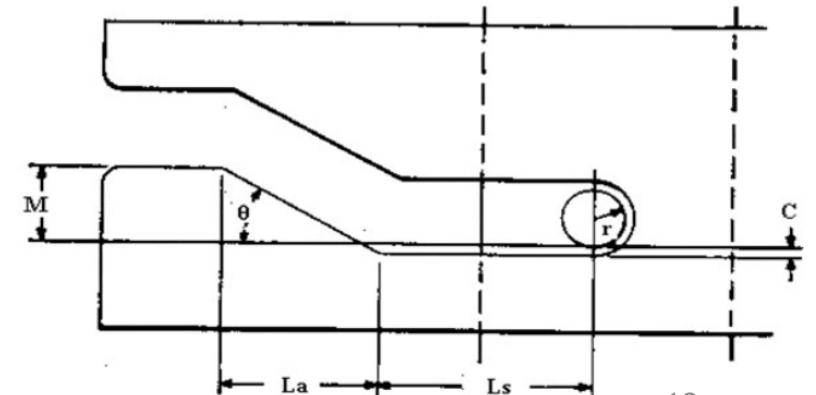
c : 틈새 (mm)

D : 지연량 (mm)

r : Pin의 반지름 (mm)

$$\text{㉑ } M = L_a \cdot \tan \alpha - c \quad (\text{또는 } L_a = \frac{M+c}{\tan \alpha})$$

$$\text{㉒ } D = L_s + \frac{c}{\tan \alpha} + r \left(\frac{1}{\tan \alpha} - \frac{1}{\sin \alpha} \right)$$



3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(8)

● 분할형 (Split Mould)-8

5) Plate Cam (Finger Plate, Angular Cam) 에 의한 작동(2)

③ 분할 Cavity의 운동량이 많은 경우 Angular Cam에 1단, 2단 경사각을 주는 방법을 사용 → 교재 p236 그림 7.81 참조

㉠ Angular Cam의 종류 : A형, B형 → 교재 p237 그림 7.82 참조

㉡ Angular Cam의 재료 : SM50C ~ SM55C (경도: $H_R C40$ 이상)

㉢ E(1단 + 2단)를 분할 Cavity의 필요한 끌어내기 양으로 함

㉣ $\alpha_1 \leq 25^\circ$, $\alpha_2 \leq 40^\circ$ 로 하며, Locking Block의 경사각 : $\beta = \alpha_1 + 2^\circ$

6) Spring에 의한 작동

: Spring의 힘으로 분할 Cavity를 Sliding시키는 방법 → 교재 p237 그림 7.83 참조

① 소형 금형에 사용 가능

② 주요부 설계 치수

M : 각 분할 Cavity의 운동량 (mm)

H_1 : Locking Block의 높이 (mm)

H_2 : 분할 Cavity의 높이 (mm)

α : Locking Block의 Taper각 ($^\circ$)

㉠ $M = 0.5H_1 \cdot \tan \alpha \approx 0.2H_1 \rightarrow (Slide 이동거리 \rightarrow H_1의 20\%)$

㉡ $\alpha = 20^\circ \sim 25^\circ$

㉢ $\frac{3}{4}H_2 \leq H_1 < H_2 \rightarrow (H_1 \rightarrow H_2의 75\%에서 H_2보다 작게)$

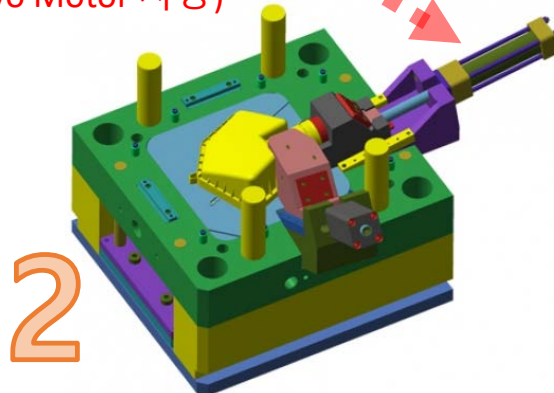
3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(9)

● 분할형 (Split Mould)-9

7) 유압 또는 공기압 Cylinder에 의한 작동

: 가동측 형판에 유압 또는 공기압 Cylinder를 고정하여 분할 Cavity를 Sliding시키는 방법 → 교재 p238 그림 7.85 참조

- ① 작동조절이 자유롭고 Sliding력이 강하다
 - 작동력 및 작동속도와 무단으로 조정가능
 - 성형기의 구동과 무관하게 작동가능
- ② 금형구조가 간단
- ③ 형개폐 Stroke가 작을 경우 사용
- ④ 성형기 부착시 장애요소가 됨
- ⑤ 성형기에 유압, 공기압 부속장치가 있을 경우만 사용가능
(전동식 성형기 : Servo Motor 사용)



삽화 참조

1. <https://www.pinterest.co.kr/pin/400890804301904050/>

2. <http://corelmould.com/portfolio-items/thin-plastic-sheet-moulding-design/>

3. <http://www.forwamould.com/sale-8448571-injection-molding-threads-mould-rotating-core-with-hydraulic-cylinder.html>

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(10)

● Slide Block형-1

: 성형품 외측에 Undercut이 있는 경우에 사용하는 방법으로, **Undercut 부분만 국소적으로 분할** 하는 방법 → 교재 p239 그림 7.86
→ 가동측 형판측에 가동부분 설치 (형개폐와 직각), 고정측 형판에 고정된 Angular Pin, Dog Leg Cam, Plate Cam, 공기압·유압 Cylinder 등으로 가동부분(**Slide Block** → **Side Core** 방식이란 용어를 현장에서 많이 씀)을 이동시킴

1) Slide Block형의 작동 방법 → 교재 p240 그림 7.87 참조

① Side Core식

형 닫힘 → Side Core 전진 → → Side Core 후퇴 → 형열림 → Ejecting

② side Cavity식

Side Cavity 전진 → 형 닫힘 → → 형열림 → Side Cavity 후퇴 → Ejecting

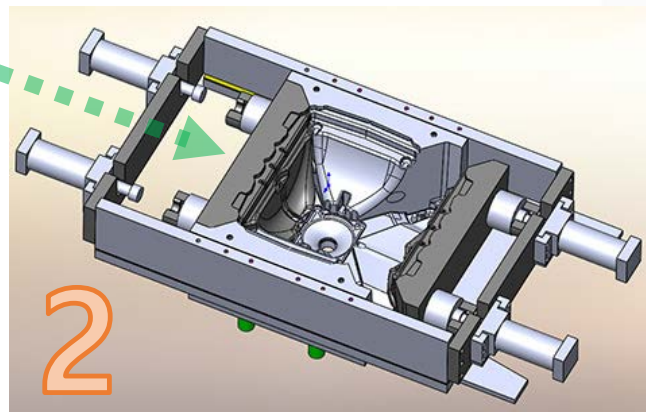
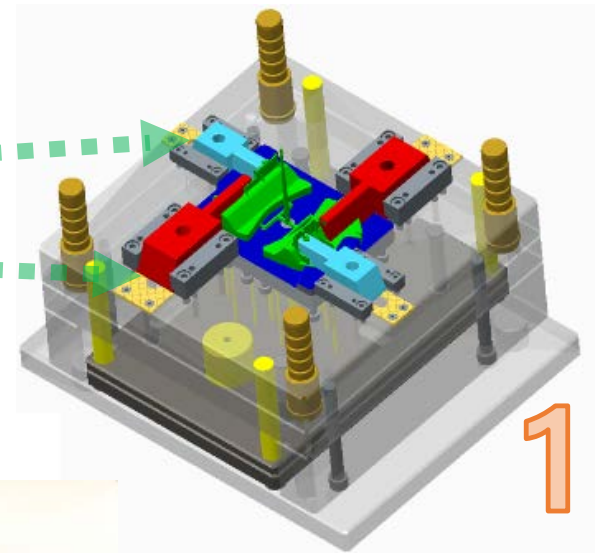
삽화 참조

1.

<https://grabcad.com/library/mold-with-side-core>

2.

<http://www.enterprisetd.com/custom-tooling-molds.html>



3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(11)

● Slide Block형-2

2) Slide Block형과 분할형의 비교 → 교재 p240 그림 7.88 참조

① 분할형

성형품의 외측에 Undercut이 있는 경우 사용, Cavity를 전체적으로 이등분

② Slide Block형

성형품의 외측에 Undercut이 있는 것은 분할형과 같으나, Undercut 부위만 부분적으로 분할

→ 형 두께 감소(하중) 및 형 개폐 Stroke 감소(시간)

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(12)

● Slide Block형-3

3) Angular Pin에 의한 작동(1)

: Side core의 반대 방향으로 Angular Pin을 경사지게 조립, 형개폐력으로 Side Core를 이동 → 교재 p241 그림 7.89 참조

- ① 구조가 간단, Stroke가 긴경우와, 형이 열리기전에 작동해야 할 경우 사용 불가
- ② Angular Pin의 최대 경사각 : 25° 이하(더 안전한 것은 20° 이하)
- ③ Angular Pin의 길이 (L) → 교재 p242 그림 7.90 참조

$$L = \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{M}{\sin \alpha} + \frac{d}{2} - H$$

- ④ Locking 면의 경사각 $\beta = \alpha + 2^\circ$ 접촉각 설명 → http://www.nttd-es.co.jp/products/e-learning/e-trainer/trial/en/mold/kiso/sample/yougo/parts_22.htm

- ⑤ Slide Core의 높이 H가 높을 경우 Slide core의 Guide부의 위력에 의해 작동 불량 우려되므로 → $\frac{l}{H} \geq 2$

→ 교재 p242 그림 7.91 참조

- ⑥ Angular Pin 구멍 정도 및 경사방향 공차관리 중요 → 마모 주의 → Angular Pin과 Slide Core 구멍 틈새 : 0.5 ~1.0mm
- ⑦ Slide Block의 Stroke(이동거리)는 되도록 짧게

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(13)

● Slide Block형-4

3) Angular Pin에 의한 작동(2)

⑧ Angular Pin과 Side Core의 작동 및 Locking → 교재 p243 그림 7.92 참조

㉠ 형식 (a) : Locking부 직접 조각, Stroke가 작고 Side Core의 힘이 클 때 사용
직접조각형1, 결점 → Locking부 맞춤 다듬질 곤란, 형판 커짐, 접촉면 조립 힘들

㉡ 형식 (b) : Locking부 직접 조각이나, Angular Pin과 성형품 사이에 Locking부를 설치, Side Core의 중량 감소
직접조각형2, 성형품 면적이 크고 Locking부의 면적을 넓게 할 때 사용

㉢ 형식 (c) : Locking Block을 형판에 Bolt로 체결한 것, 작동 Stroke가 작고, Side Core 압력이 작을 때 사용
부착형 → 가장 일반적 (범용)

㉣ 형식 (d), (e) : Locking block을 형판에 끼워 사용, 작동 Stroke가 작고, Side Core의 폭이 넓은 경우 사용
Bush형1,2 → (e) 형식은 Locking Block을 형판에 넣어(포켓) 설치, (d)보다 간단

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(14)

● Slide Block형-5

3) Angular Pin에 의한 작동(3)

⑨ Side Core의 형상 → 교재 p244 그림 7.93, 표 7.19, 표 7.20 참조

㉠ 구성 : 지지부 (본체)

성형품부

Sliding부 (섭동부) : Plate에 접촉하여 Sliding하는 부분(그림의 B)

㉡ 재질 : SM50C ~ SM55C

㉢ 경도 : Sliding부는 화염 퀴칭(담금질)하여 $H_R C40$ 이상

⑩ Side Core의 종류 → 교재 p245 그림 7.94 참조

㉠ 형식 (a) : 성형품부를 직접 가공한 것, 성형품부와 Sliding부 일체형, 성형품부가 간단할 때 사용

㉡ 형식 (b) : 성형품부를 별개 가공 후 조립, ㉠성형품부, ㉢Side Core 본체, ㉣다출용 구멍, ㉤Dowel
성형품부 복잡, 대형인 경우 사용

㉢ 형식 (c) : Sliding부에 퀴칭한 Liner 부착, Sliding부 굽힘과 마모 방지

㉠ Liner 재질 : STS3 ~ STS5

㉢ Liner 퀴칭 경도 : $H_R C53 \sim 55$

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(15)

● Slide Block형-6

3) Angular Pin에 의한 작동(4)

- ⑪ Side Core Support Plate → 교재 p246 그림 7.95, 표 7.21 참조

Side Core의 양측면을 잡도록 형판에 조립한 후, Bolt로 형판에 체결하여 Side Core의 Sliding면의 작동을 용이하게 함

- ① 재질 : STC3 ~ STC5
- ② 열처리 경도 : $H_R C_{52 \sim 56}$, Side core와 반드시 경도차를 둠

- ⑫ Slide Holder : Side Core의 양측면 및 아래면까지 잡게되는 형태

- ① 재질 : SM50C ~ SM55C
- ② A형 : 일체형 Holder, Side Core의 폭이 작을 경우 사용, 형판에 Bolt 체결
→ 교재 p247 그림 7.96, 표 7.22 참조
- ③ B형 : Side Core Support Plate형태에 밀면 일부만 받침이 있는 형태, 형판에 Dowel(정밀)과 Bolt로 체결
→ 교재 p248 그림 7.97, 표 7.23 참조
- ④ C형 : Side Core Support Plate가 Main Plate보다 튀어나올 경우, 이를 보강(처지지 않게)하기위해 사용
→ 교재 p248 그림 7.98 참조

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(16)

● Slide Block형-7

3) Angular Pin에 의한 작동(5)

⑬ Side Core Guide부의 실용상의 주의 → **교재 p249 그림 7.99 참조**

① Side Core Support Plate를 사용하는 경우 : Side Core의 Sliding부 및 홈의 가공 용이, Side Core Support Plate를
켄칭하여 스크래치가 적고 교환이 편리 함 (**그림의 c**)

② Slide Holder를 사용하는 경우 : Side Core의 활주량이 많은 경우, 형판이 커야 하는데, 형판을 키우지 않고 이를
보완하기 위해 Slide Holder를 Main Plate의 측면에 Bolt로 체결 (**그림의 B**)

③ Side Core의 굽힘을 적게 하기 위해, Side core의 **Slideing부의 길이 L을 폭 w의 1.5배** 정도로 함, Guide부의 홈에
Core의 Key(맞닿는 부위) 부분이 **2/3이상** 걸려있어야 함 → **교재 p249 그림 7.100 참조**

⑭ Locking Block : Side Core의 위치 고정 및 성형수지압력에 이동하지 않게 지지해 주는 부품

① 재질 : SM50C ~ SM55C, STC3 ~ STC5

② 켄칭 경도 : H_RC52 ~56

③ 형판 직접 조각 외 방법 → **교재 p250 그림 7.101 참조**

㉠ 형식 (a) : 측면 부착, Dowel-위치결정, Bolt-고정

㉡ 형식 (b) : 측면 끼워 넣기, 사출압력에 의한 볼트변형 우려시 사용, 가공 및 조립이 어려움

㉢ 형식 (c),(d) : 형판에 Bush방식으로 끼워 넣기, Side Core의 폭이 클 때 사용, (c)는 (a)보다 큰 사출 압력 견딤

㉣ 형식 (e) : Taper Pin 형태, 맞춤 가공, Bush 형식 대용

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(17)

● Slide Block형-8

3) Angular Pin에 의한 작동(6)

⑮ Side core의 Locating장치 : 상향형, 측면형, 하향형 → 교재 p251 그림 7.102 참조

㉠ 형식 (a) : 상향형, Side Core를 위쪽으로 빼낼 경우 사용, Coil Spring으로 Side Core를 끌어올리는 양을 일정하게 유지하여 Angular Pin과 Side Core의 충돌 방지, **Coil의 강도 Side Core의 무게의 1.5~2.0배**

㉡ 형식 (a') : 상향형, 밀어 올리는 방식

㉢ 형식 (b) : 측면형, 좌,우 측면 Sliding시 사용, Core의 뒷면에 90° ~ 120° 구멍 가공하여 위치결정 Pin 또는 Ball의 구멍에 압입되어 Side Core의 탈출을 방지 및 금형 닫힐 때 Angular Pin과 Side Core의 출동 방지 역할

㉣ 형식 (c) : 하향형, 아래로 Sliding시 사용, 금형이 열린 후 Side Core가 더 이상 낙하하지 않도록 고정

⑯ 측면활주 Side Core Locating장치 → 교재 p252 그림 7.103, 표 7.24 참조

금형이 열려 Side Core가 Angular Pin을 따라 형개 방향의 수직으로 Sliding 될 때 Side Core를 더이사 나가지 않게 잡아주는 장치

(a) Pin Type

(b) Ball Type

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(18)

● Slide Block형-9

4) Angular Cam에 의한 작동

- ① 통상 Cam Plate를 형의 외측에 부착하여 사용 → 교재 p253 그림 7.104 참조
- ② 힘이 작용하는 시작점의 각도를 선택적으로 감소시키는 기능, 각도를 자유롭게 선택 가능
- ③ 홈(Groove)으로 Guide될때 핀에 상당한 큰 회전력이 작용하므로 Pin은 회전구조로 할 것
- ④ Angular Cam과 Side core의 작동 및 Stopper → 교재 p254 그림 7.105 참조
 - ㉠ 형식 (a) : 형판에 Locking부를 직접 조각 방식, 가공 조립 어려우나, **Stopper 효과 좋음**
 - ㉡ 형식 (b) : Taper Pin Insert 방식, 금형을 Stopper부 l_1 의 높이만큼 열고 그후 필요한 각도 만큼 Cam으로 끌어냄
형판과 Side Core 동시 맞춤 가공 가능하여 위치 오차가 적으며, **Side Core의 폭이 넓을 때 사용**
 - ㉢ 형식 (c) : Camp Block 방식, Angular Cam의 Side Core와의 접촉부분이 Locking Block 역할
(a), (b)형식에 비해 Stopper효과는 떨어지나, 맞춤가공이 용이하여 **작은 하중에 적합 함**
Main Plate의 **형판을 작게 할 수 있는 이점**이 있음

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(19)

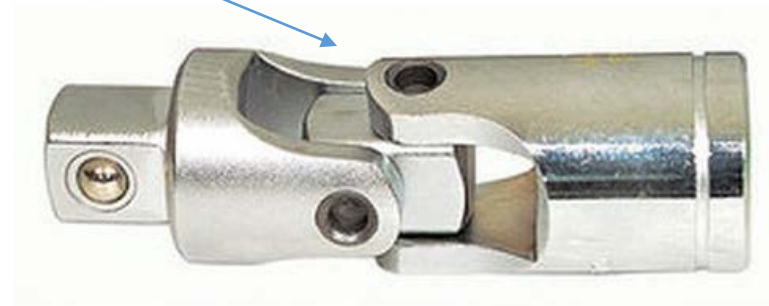
● Slide Block형-10

5) Dog Leg Cam에 의한 작동

- ① Side Core의 이동량이 큰 경우 → 교재 p254 그림 7.106 (a) 참조

: Dog Leg Cam 작동에 의한 Slide Block과 유압 Cylinder의 작동에 의한 Side Core를 병용, Slide Blok과 Side Core를 배출하는 순서 및 되돌리기 순서를 맞춰야 금형 파손이 안되므로, 전기적으로 Interlock(자동제어 시 하나가 선 진행되지 않으면 다음 진행을 하지 않겠 금 관리) 함

- ② 유압 Cylinder의 힘은 Side Core의 이동에 만 이용, 성형압력은 Locking Block을 이용
③ 유압 Cylinder와 Side Core와 결합은 Universal Joint로 함



3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(20)

● Slide Block형-11

6) 유압 및 공기압 Cylinder에 의한 작동

- ① Side Block의 Strock가 터도 관계 없음, 성형기 Cycle도 관계 없이 사용 가능 → [교재 p255 그림 7.107 참조](#)
- ② 구조가 간단함(설계,제작 편함), 제작비는 경우에 따라 다름
- ③ Slide Block에 작용하는 성형압력을 모두 Cylinder 힘으로 건딤, 작용력 범위 250 ~ 450kgf/cm² 정도
 - ㉠ 그림 7.107 (a)는 Cylinder 작동력만으로 충분한 상태
 - ㉡ 그림 7.107 (b)는 Cyliner 작동력 + 성형압력에 의한 작용력이 필요한 경우
- ④ Air Cylinder와 같이 압력이 낮을 경우에는 Toggle Link를 조립하여 사용함 → [교재 p255 그림 7.108 참조](#)
- ⑤ 단점 : 성형기에 전기적 회로를 조립해야 하며 금형 조립시 장시간 요구
- ⑥ 회전 Slide Block Type → [교재 p256 그림 7.109 참조](#)
 - : 유압 Cylinder의 힘을 Rack과 Pinion에 의하여 원형으로 된 Slide Block을 원호에 따라 회전하여 사용

3. 외부 언더컷 성형품의 금형설계(21)

● Slide Block형-12

7) Ejector Plate의 급속귀환기구

: Slide Block을 사용하는 금형에서 Ejector Pin으로 성형품을 취출 할 경우, Slide Block과 충돌 방지를 위해 필요

① Spring → [교재 p257 그림 7.110 참조](#)

: 금형구조나 가공이 간단, Ejector의 Stroke가 클 경우 Ejector Pin에 굽힘이 발생 마찰이 커져 귀환이 불확실 함

② Link → [교재 p257 그림 7.111 참조](#)

: 작동이 확실, 고정축 Bar가 길게 연장되므로 성형품의 취출시 지장이 없는 곳에 설치 함

③ Bar → [교재 p257 그림 7.112 참조](#)

: Link 방법과 유사, Ejector Plate의 후퇴 완료시 떨어지도록 시간조절에 주의 해서 설치 함

④ Rack과 Pinion에 의한 방법 → [교재 p258 그림 7.113 참조](#)

: 작동의 확실성은 Link와 Bar와 동일

4. 내부 언더컷 성형품의 금형설계(1)

● 내부 Undercut(1)

: 성형품의 내부, 즉 형의 개폐방향에서 빠지지 않는 Core형의 돌기 또는 오목부 (비 관통 구멍) → [교재 p258 그림 7.114 참조](#)

1) Angular Ejector Pin에 의한 작동

① Straight Pin type → [교재 p259 그림 7.115 참조](#)

: 성형품 방출시 자유낙하 시킬 수 없음

② Angular Pin type → [교재 p259 그림 7.116 참조](#)

: Undercut부분을 형성하는 각도 α 만큼 기울어진 Angular Ejector Pin이 Spring에 의해 Ejector Plate와 접촉되고, 형이 열려 Ejector Plate가 전진하면 Angular Ejector Pin의 가로방향 운동만큼 Undercut이 벗어나 자유낙하 가능

→ Angular Ejector Pin의 가로방향 이동량 M은

$\left\{ \begin{array}{l} M : \text{Pin의 가로방향 이동량 (mm)} \\ E : \text{Ejector Stroke (mm)} \\ \alpha : \text{Ejector Pin의 경사각} (^{\circ}) \end{array} \right.$

$$\therefore M = E \cdot \tan \alpha$$

4. 내부 언더컷 성형품의 금형설계(2)

● 내부 Undercut(2)

2) 분할 Core에 의한 작동 → 교재 p260 그림 7.117 참조

- ㉠ 형식 (a) : Angular Ejector Pin 방식과 유사하며 Undercut부는 Sliding 하는 분할 Core가 있음
Guide Pin의 경사각도 α 는 Core 접촉면 경사각 β 보다 작게 ($\alpha < \beta$)
- ㉡ 형식 (b) : Ejector Pin에 의하여 분할 Core가 전진, Guide Pin에 의해 방향 결정
Ejector Pin이 닿는 분할 Core의 바닥 폭 W 가 충분한 강도 필요
- ㉢ 형식 (c) : 양 측면에 Undercut이 있는 경우 (4개 방향도 동일), 전진 한계는 각 Core의 접촉 위치까지
최대 전진량은 Angular Ejector Pin의 각도 α 와 Core의 폭 W' 에 의해 결정 됨

*Spring 사용시 Ejector Plate의 전전한계가 Spring 전전한계전에 마무리되게 한다.

4. 내부 언더컷 성형품의 금형설계(3)

● 내부 Undercut(3)

3) Slide Block (Side core)에 의한 작동

: 내부 Undercut 성형품을 Slide Block을 이용하여 빼내는 방법

① Straight Pin에 분할 Core를 이용하는 방식 → 교재 p261 그림 7.118 참조

② 성형품 내부에 수평 Boss가 있을 때

: 수평 Boss가 있는 Slide Block을 Ejector Pin과 동시에 돌출시켜 손으로 이형 → 교재 p261 그림 7.119 참조

③ 성형품 내측에 Collar가 있을 때

: Ejector Pin이 금형 작동 방향으로 가동Core를 움직이게 하는 역할 함, Stripper와 가동 Core 일체형

Guide Pin이 경사져 있기에 양측이 좁아지면서 성형품 이형 작용 → 교재 p262 그림 7.120 참조

④ 성형품 내측에 비교적 작은 부분이 튀어나오거나 들어간 것

: 내측 Slide Core를 이용, Ejector Plate에 기울어진 Slide Core를 만들어 Ejector Plate가 전진 시 Slide Core가 성형품을 돌출과 동시에 옆으로 이동하여 Undercut 처리 → 교재 p262 그림 7.121 참조

4. 내부 언더컷 성형품의 금형설계(4)

● 내부 Undercut(4)

4) Stripping에 의한 작동

: 강제 밀어내기

- ① 성형품의 형상에 Undercut이 Parting Line 근처에 소량 있을 경우 → [교재 p263 그림 7.122 \(a\) 참조](#)
- ② 탄성을 이용, PE, PP가 적합 (연신률이 좋은 소재)
- ③ 밀어내기 도중 Undercut 반대방향으로 늘어질 수(Strain) 있는 형상인지, 탄성 정도 및 원형 복귀 가능성 확인
- ④ Stripping 방식
 - ㉠ Stripper Plate 사용 방식 → [교재 p263 그림 7.122 \(b\) 참조](#)
 - ㉡ Valve Ejector 사용 방식 : 선단 부분 강도가 허락하는 한 크게 함 → [교재 p263 그림 7.12e \(c\) 참조](#)

5. 나사부가 있는 성형품의 금형설계(1)

→ 교재 p264 그림 7.123 참조

1) 강제 빼내기

- ① 나사산의 높이가 지름에 비해 낮고, 둥근나사로서 탄성이 풍부한 수지에 적용 가능 → 교재 p264 그림 7.124 참조
- ② 강제 빼내기 할 때 변형을 흡수 할 수 있는 형태와 살두께
- ③ 암나사, 수나사 관계없음 → 교재 p265 그림 7.125, 7.126 참조

2) 분할형 (또는 Slide Block형)에 의한 방법 → 교재 p265 그림 7.127 참조

: 수나사에 적합

- ㉠ 장점 : 금형구조 간단, Ejecting도 확실
- ㉡ 단점 : 나사부 분할선 다듬질이 어려움, 상대 암나사와 맞춤 장해 우려

3) 고정 Core 방식 → 교재 p265 그림 7.128 참조

- ① 성형품 Ejecting시 나사 Core를 성형품과 같이 밀어냄, 손이나 공구로 Core에서 성형품 분리
- ② 나사 Core는 2개 이상, 교환 탈착식
- ③ 시험 제작, 극소량 생산, 강도 문제로 자동나사빼기 불가시 사용

5. 나사부가 있는 성형품의 금형설계(2)

4) 회전기구에 의한 방법

가) Rack과 Pinion에 의한 방법 → 교재 p266 그림 7.129 참조

- ① 고정축 형판 또는 설치판에 고정된 Rack에 물리는 Pinion과 다시 그 Pinion에 물리는 가로방향의 Rack에 의해 회전되는 회전 Core 축의 Pinion으로 구성
- ② 통상 회전기구에 의해 나사를 빼는 경우 나사와 Core가 일체가 되어 같이 회전하지 않도록 Slip방지 대책 필요

나) Rack과 Bevel Gear에 의한 방법 → 교재 p266 그림 7.130 참조

: 서로 맞물려 작동하는 Bevel Gear와 Rack, Pinion으로 구성

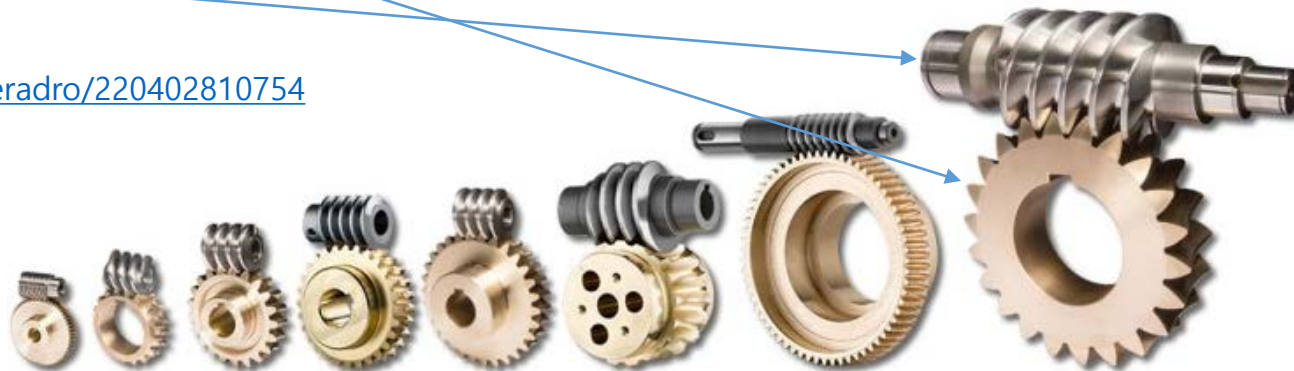
다) 나사축과 Nut에 의한 방법 → 교재 p266 그림 7.131 참조

: 고정된 Nut에 끼어있는 나사축이 금형형 열림방향으로 움직이므로써 나사축이 회전하는 구조

라) Motor와 Worm Gear에 의한 방법 → 교재 p266 그림 7.132 참조

: Motor에 연결된 Pinion에 Worm과 Worm Gear가 구동되어 나사 Core를 회전시키는 방식, 50~100RPM정도

삽화출처 : <https://blog.naver.com/everadro/220402810754>



5. 나사부가 있는 성형품의 금형설계(3)

☞ 성형품 Slip 방지대책

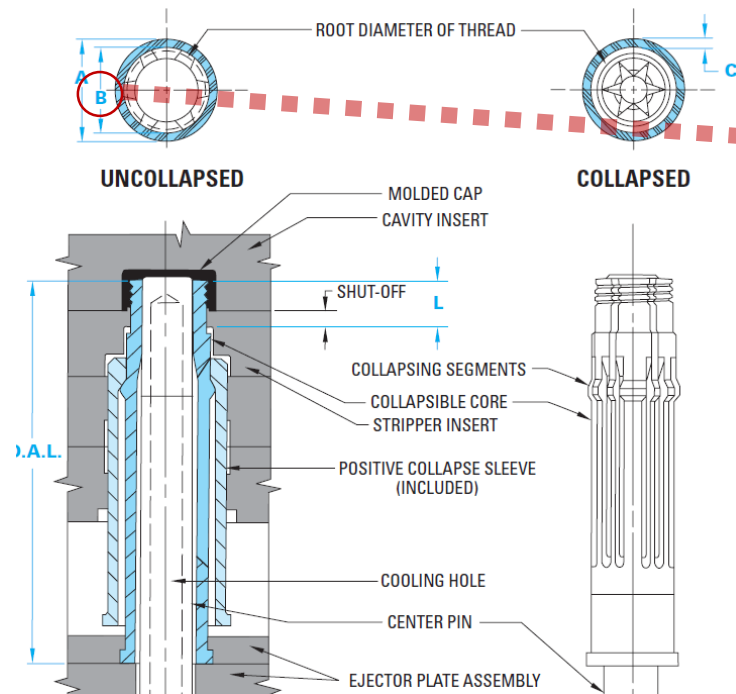
- ① 성형품 외부에 Slip 방지부가 있는 경우 → 교재 p267 그림 7.133 참조
: 성형품 외주에 Roulette 등이 있는 암나사 제품, 특히 (c)의 경우 Roulette길이 H가 나사부 길이 h와 같으면 회전 종료 후 자유낙하 됨, $H > h$ 일 경우 별도의 Ejecting 기구 필요, Pin Point Gate는 Gate 자동절단, Side Gate의 경우 불가
- ② 성형품 내부에 Slip 방지부가 있는 경우 → 교재 p268 그림 7.134 참조
: (a) 암나사 내측 천장부에 Slip방지부, 별도 Ejecting 기구 필요
(b) 수나사 내측 천장부에 Slip방지부, (a)와 같음
(c), (d) 암나사 내측면에 Slip 방지부, Stripper Plate로 Ejecting, (c)는 Pin으로 (d)는 Spring으로 Stripper Plate 밀어 올림
- ③ 성형품 끝면에 Slip 방지부가 있는 경우 → 교재 p269 그림 7.135 참조
: (a), (b) 모두 성형품 끝면에 Slip 방지부
(a)는 회전부의 회전에 의해 나사가 빠진 후 성형품의 Ejecting에 Stripper Plate(주변)와 Ejector Pin(중앙)을 사용 한 경우
(b)는 나사빼기 안내나사가 있는 Core를 회전시키고, 이후 별도 기구를 사용하여 Ejecting 함

* 작은 성형품에 Side Gate적용시 성형품을 Ejecting 하지 않고 Runner를 Ejecting하는게 가능하고, Gate를 제품 끝면에 설치하면 Slip 방지 역할하기에 별도의 Slip방지부 없이 가능함, 단 연질 수지를 사이드 게이트 방식으로 할 경우 Gate를 기울 것

5. 나사부가 있는 성형품의 금형설계(4)

5) Collapsible Core에 의한 방법 → 교재 p269 그림 7.136 참조

- ① Sleeve를 그림의 ①과 같이 Slitting 하여, A와 B의 Segment로 분할, 탄성에 의해 항상 안쪽으로 수축(B부분 → 그림의 ②) 이 상태에서 Core Pin을 안쪽에서 밀어 넣으면(그림 (a) 참조) B가 A와 재정렬하여 원상태 복귀(그림의 ①) Sleeve 외측에 나사산 가공해서 암나사 성형용 Core로 표준화 됨 (→ DME Catalogue 참조) ③ 성형상태, ④ 이형상태
- ② Rack이나 Gear가 필요 없이 간단하게 가능
- ③ ϕD_1 의 최소값 1.092mm, 최대값 3.566mm로 중간에 6종류로 표준화 됨 (DME 자료와는 상이 함)



ITEM NUMBER	A MAX O.D. OF THREAD OR CONFIG		B MIN I.D. OF THREAD OR CONFIG	
	inch	mm	inch	mm
CC-125-PC	.720	18.29	.620	15.75
CC-150-PC	.850	21.59	.700	17.78
CC-175-PC	.970	24.64	.760	19.30
CC-200-PC	1.270	32.25	.910	23.11
†CC-250-PC	1.270	32.25	.910	23.11
CC-202-PC	1.390	35.30	1.010	25.65
†CC-252-PC	1.390	35.30	1.010	25.65
CC-302-PC	1.740	44.19	1.270	32.25
†CC-352-PC	1.740	44.19	1.270	32.25
CC-402-PC	2.182	55.42	1.593	40.46
CC-502-PC	2.800	71.12	2.060	52.32
CC-602-PC	3.535	89.78	2.610	66.29
CC-652-PC	3.800	96.52	2.890	73.41
CC-702-PC	4.225	107.31	3.350	85.09

삽화출처 : DME Catalogue

6. 언더컷 금형 동작 동영상

- 언더컷 금형의 동작 : <https://www.youtube.com/watch?v=hiPO8w7Nlcl>
- 슬라이드 락 : <https://www.youtube.com/watch?v=xFNQ0xVUydY>
- 1축 슬라이드 : <https://www.youtube.com/watch?v=1VZwKAnmpAo>
- 2축 슬라이드 : <https://www.youtube.com/watch?v=m10zoaRChx4>
- 직선 & 회전 복합 슬라이드 : <https://www.youtube.com/watch?v=jtTA6IFBsQk>
- Worm Gear 구동 영상 : <https://www.youtube.com/watch?v=vaud7WVtVlg&app=desktop>
- 나사부 금형 사출 : <https://www.youtube.com/watch?v=rGwqvxoVD-0>
- Collapsible Core : <https://www.youtube.com/watch?v=rTTPBSpiFQU&app=desktop>
- Servo Control System : <https://www.youtube.com/watch?v=PnYYvVNLEu4>

Report

□ 없음.

* Remark : 반드시 Report는 손으로 직접 써서 제출할 것

참조출처

▣내용참조 : 사출성형금형설계, 김재원 외 2인, 선학출판사

▣Website 참조 : DME Company <http://www.dme.net/>

<https://www.youtube.com/channel/UCkJtVVkbyZMF4gEUrYRnSg?app=desktop>

▣삽화출처 : 내용에 언급 함