

# Lecture 07\_7.1

## 유동시스템 설계

2018  
노명재

# 본 강의 목표

1. 사출금형의 유동시스템 세부 설계 방법을 배운다.
2. 각 부위의 세부 치수 결정 방법을 배운다.
3. 각 부위의 설계 유의사항을 익힌다.

# 학습 순서

1. 스프루(Sprue)
2. 런너(Runner)
3. 게이트(Gate)
4. 콜드 슬러그 웰(Cold Slug Well)
5. 유동해석 관련 동영상

# 1. 스프루(1)

## ● Sprue

위치 : 금형의 입구, 원추형상, 노즐과 런너 혹은 캐피티를 연결

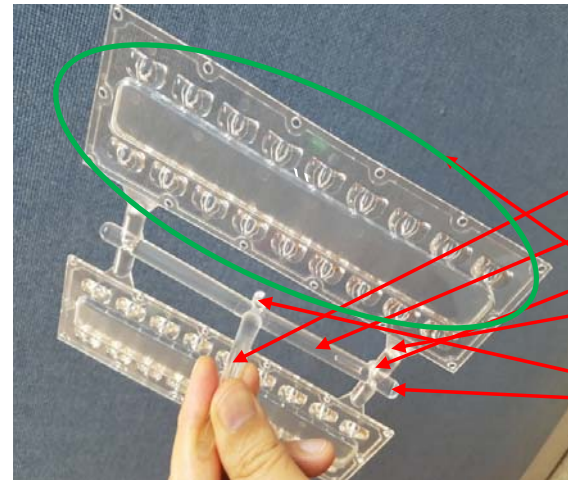
주요기능 : 가소화 및 용융된 수지를 런너나 캐피티에 보냄

## ● Sprue Bush

위치 : 금형의 입구 역할을 하고, Locate Ring과 조립 됨, 노즐 설계치수와 밀접함

## ● Sprue 설계 참고사항

- 1) 수지 손실을 적게 하려면 Sprue 크기를 가능한 작게 함
- 2) 충분한 Taper (금형이 열릴 때 잘 빠지도록)
- 3) Sprue 표면은 고정밀도 다듬질 필요
- 4) 성형품 Undercut부 피할 것



- ① : Sprue
- ② : 1차 Runner
- ③ : 2차 Runner
- ④ : Gate (4)
- ⑤ : Cavity (2)
- ⑥ : Cold Slug well

# 1. 스프루(2)

## ● Sprue Bush 설계시 유의사항

- 1) 성형기 Nozzle의 끝단 r과 Sprue Bush R의 관계 → 교재 p174 그림 7.2 참조  
→  $r \leq R$ ,  $R = r\{1 + (0 \sim 0.1)\}mm$ , 혹은 단순히  $R = r + 1mm$  (수지 Leak 방지)
- 2) Sprue 입구 지름 D와 Nozzle 구멍지름 d와의 관계 → 교재 p174 그림 7.3 참조  
→  $d < D$ ,  $D = d + (0.5 \sim 1.0)mm$
- 3) Sprue  $2^\circ \sim 4^\circ$  Taper 필요(냉각, 고화된 수지 분리 용이)  
→ 교재 p174 그림 7.4 참조
- 4) Sprue 길이는 짧게
- 5) Sprue 내측 길이방향 연마
- 6) Sprue Bush 재질  
: SM50C, SM55C(KS D 3752), STC3~STC7(KS D 3751), SCM4(KS D 3711) 등
- 7) Sprue Bush 열처리 경도 :  $H_R C40$  이상
- 8) Sprue 내면 표면거칠기  $1.5-S = \nabla = N5 = \nabla \nabla \nabla$
- 9) Sprue Bush 형상 및 치수 (KS B 4157) → 교재 p175 ~p179 A,B,C,D,E형 도면 참조
- 10) 핀 포인트 게이트 용 Sprue Bush는 섭동부(스크리퍼 플레이트 와 Sprue Bush 마찰부)  $2^\circ \sim 4^\circ$  의 각도로 하여 안정성 확보  
→ 교재 p179 그림 7.10 참조



# 1. 스프루(3)

- 특수형의 Sprue Bush → 교재 p179 그림 7.11-(b) 참조

<http://machineyh.co.kr/case.mc?fv=401&uid=80769&mcate=0>

: Nozzle과 Sprue Bush 접촉면이 납작함

가) 중심잡기 용이

나) Sprue 취출 용이

- Sprue Bush의 조립 → 교재 p180 그림 7.12, 표 7.6 참조

(1) 고정측 설치판의 Sprue Bush가 조립되는 구멍직경은 Sprue Bush의 직경보다 2mm정도 크게 함

(2) 고정측 형판의 구멍직경은 Sprue Bush의 직경 d와 동일, (단, 치수공차는 H7)

\* 일반적으로 많이 사용하는 형식 : A형

Direct Gate형에 사용하는 형식 : B형 (사출압에 후퇴 방지)



# 1. 스프루(4)

## ● 각종 Sprue Bush의 사용 예(1) → 교재 p181~p182 그림 7.13 참조

가) 형식 (a)

- Direct Gate에 사용
- 원형 선이 생기지 않음
- Sprue Bush의 Sprue 내경 직경  $d$ 와 Cavity의 Sprue 내경 직경  $D$ 의 관계

$$\phi d \leq \phi D, \quad D = d + (0.5 \sim 1.0)mm$$

나) 형식 (b)

- Side Gate용으로 사용

다) 형식 (c)

- Runnerless 금형의 Extension Nozzle용 Bush
- 접촉부가 2개소 이므로 동시접촉을 위한 치수공차 필요
- 특수형 Extension Nozzle 필요
- Bush의 원형선이 성형품에 생김



# 1. 스프루(5)

## ● 각종 Sprue Bush의 사용 예(2) → 교재 p181~p182 그림 7.13 참조

### 라) 형식 (d)

- 3단금형 Pin Point Gate용에 사용
- 사출압력에 의한 빠짐 방지 필요(Locate ring 접촉 부 단 필요)
- Runner Stripper Plaste와 접촉부 10°~30° Taper

### 마) 형식 (e)

- Direct Gate용으로 사용
- Sprue 길이를 짧게 하고 성형품에 Bush흔적을 작게 할 때 사용
- Extension Nozzle 필요

### 바) 형식 (f)

- Direct Gate용
- 성형품에 Bush흔적 남음
- 사출압력에 의한 빠짐 방지 필요(Locate ring 접촉 부 단 필요)





# 1. 스프루(6)

## ● 각종 Sprue Bush의 사용 예(3) → 교재 p181~p182 그림 7.13 참조

사) 형식 (g)

- Runnerless 금형의 Well Type에 사용
- 매 Shot마다 Bush를 Cavity와 분리(스프링)하여 단열 시킴
- Sprue Bush와 Cavity사이 접촉면을 최소화(Air Gap) 하여 충전시에도 단열 유지

→ 세부 설계 : 교재 p183 표 7.7 치수 참조

아) 형식 (h)

- Runnerless 금형의 Well Type에 사용
- Extension Nozzle 필요
- 형판과의 단열 위해 1~2mm 틈새를 둠
- 일반적 설계치수 :  $D \geq 16mm$ ,  $d \geq 2.0mm$ ,  $R = 35 \sim 50mm$

# 1. 스프루(7)

## ● 각종 Sprue Bush의 사용 예(4) → 교재 p181~p182 그림 7.13 참조

자) 형식 (i)

- 3단 금형용
- Runner에서 Cavity에 이르는 Nozzle용의 Pin Point Gate Bush용

차) 형식 (j)

- Runnerless 금형 중 Insulated Runner 금형에서 Pin Point Gate를 채용할 경우

예) 2 Sprue Bush

카) 형식 (k)

- Hot Runner 금형에 사용되는 **완전 단열 Bush**
- 형판과 Hot Runner Block 사이에 강제의 Thrust Ring Spacer 장착, Bush와의 사이에 수지가 압입 됨
- Bush는 Beryllium동을 사용(열전도는 좋으나 연질이므로 강제의 Spacer가 필요)

## 2. 런너(1)

- 런너의 기능

: Sprue와 Cavity를 잇는 용융 수지의 흐름 길

- 런너 설계 시 고려사항

- 1) 유동저항 및 열손실 최소화
- 2) 직경은 크게, 단면형상은 원형에 가깝게 → 주요 설계 인자 : 단면형상, 크기, 배열(Layout)
- 3) 게이트와 런너의 중심은 일직선상에 둬(수지 유동시 온도 및 압력 유지)
- 4) 런너의 체적은 가능한 작게
- 5) 콜드 슬러그 웰 → 온도 전하 된 수지를 수지경로상에서 빼주는 곳

- 런너 종류 및 단면형상 → 교재 p184 그림 7.14, 15 참조

- 1) 최대 단면적(압력전달) & 최소 외주길이(열전도)

$$\rightarrow \text{런너의 효율} = \frac{\text{단면적}}{\text{둘레길이}}$$

- 2) 원형이나 사다리꼴(정사각형이 취출이 어렵기에 구배가 주어짐)
- 3) 2단 금형의 평면의 파팅면 : 원형 런너 사용  
2단 금형에서 파팅면이 복잡한 경우와 3단 금형 : 사다리꼴 내지 반원형 런너 사용
- 4) 런너의 가공 : 원형 및 육각형은 상하 양형판 가공, 사다리꼴, 반원형은 한쪽 형판 가공

## 2. 런너(2)

- 런너의 배치(Layout) → 교재 p185 그림 7.16 참조

- 1) 다수 Cavity의 런너배치 변수

- a) Cavity의 수
    - b) 성형품의 형상
    - c) 구성 Plate 수
    - d) Gate의 형식

- 2) 런너의 길이와 수는 가장 적게 최적화

- 3) 런너의 균형 : Sprue에서 각 Cavity간 **거리를 동일하게**(동시 도달) 함 → 교재 p186 그림 7.17 참조

- 4) H형이나 원형의 구조가 유리

- 5) 원형 성형품 → 원형

- 각형 성형품 → H형

- 6) Runner의 끝단에 Cold Slug Well 설치(고점도 수지는 크게)

## 2. 런너(3)

### ● 런너의 치수 결정(1)

#### 1) 주 검토사항

- a) 성형품의 체적
- b) 주 Runner 및 Sprue에서 Cavity까지의 거리
- c) Runner의 냉각
- d) 금형제작용 Cutter의 범위
- e) 사용수지의 종류

#### 2) Runner의 굵기는 성형품 살두께보다 굵게

→  $\phi 3.2$ 이하 런너 : 25~35mm이하 길이 런너에 사용

#### 3) Sprue에서 Cavity까지 거리와 Runner단면적의 관계 예

- a) 성형품 2oz(57gf), Sprue에서 Cavity까지 거리 25mm →  $\phi 4.8mm$ 의 런너
- b) 성형품 2oz(57gf), Sprue에서 Cavity까지 거리 100mm →  $\phi 6.8mm$ 의 런너

#### 4) Runner의 단면적이 성형 Cycle에 영향력이 거의 없게 조율 → 교재 p188 표 7.8 참조

- a) 일반적으로 런너의 단면적은  $\phi 9.5mm$  이하로 함
- b) 다만 경질 PVC, PMMA같은 유동성이 나쁜 소재는  $\phi 13mm$  까지 허용

## 2. 런너(4)

### ● 런너의 치수 결정(2)

5) 살두께 3.2mm 이하, 중량 7oz(200gf) 이하의 성형품에 대한 런너의 경험식 → 교재 p188 그림 7.18 참조

$$D = \frac{\sqrt{W} \cdot \sqrt[4]{L}}{8}$$

D : 런너의 직경(in)

W : 성형품의 중량(oz)

L : 런너의 길이(in)

단, 런너의 직경 범위는  $\phi 3.2mm \sim \phi 9.5mm$ , 경질 PVC, PMMA는 25% 가산

6) 성형품의 중량 및 투영면적에 따른 Runner 직경 결정 방법

→ 교재 p189 표 7.9, 7.10 참조 : 폴리스티렌(PS) 적용이며 일반재료는 상대적 유동성에 따라 가감 함

7) 일반적 설계 치수 → 교재 p189 그림 7.19, p190 표 7.11 참조

- a) 원형
- b) U형
- c) 사다리꼴

# 3. 게이트(1)

## ● 게이트의 역할과 목적

- 1) 용융수지를 Cavity로 유입시키는 길목 → **교재 p191 그림 7.20 참조**
- 2) 충전되는 용융수지의 **유동방향**과 **유량**을 제어하고, 고화 될 때까지 Cavity내 **수지 봉입** 및 **역류 방지**
- 3) 좁은 Gate에서 마찰에 의해 수지 온도 상승 → **Flow Mark**, **Weld Line** 감소
- 4) 성형품 절단 및 마무리 작업 용이
- 5) 다수 Cavity나 다점 Gate의 경우 Gate의 모양(길이, 폭, 깊이)을 수정하여 Cavity 균형을 맞춤
- 6) 성형품과 Gate의 접점의 잔류응력 경감 → 균열(Crack), 변형(Strain), 휨(Warp) 등을 방지

## ● 게이트의 문제점

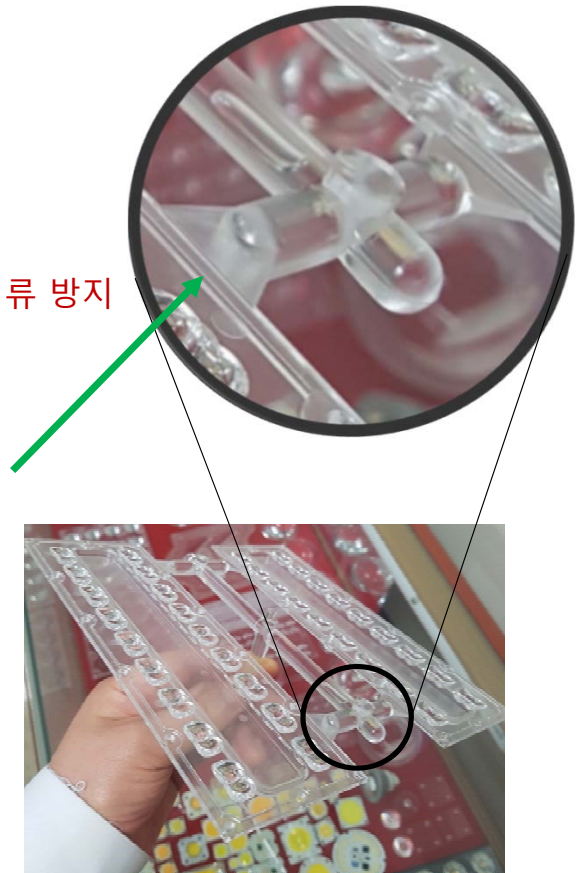
- 1) 유동저항 증가로 수지흐름이 어려워 짐
- 2) 게이트 부근 **Sink Mark** 발생하기 쉬움

## ● 게이트의 막힘(Seal) → **교재 p191 그림 7.21 참조**

: Gate부가 Cavity보다 얇기 때문에 Cavity 중앙부가 굳기 전에 Gate부가 먼저 굳는 현상

**장점** : 균열, 변형, 휨 등을 방지함

**단점** : Sink Mark 및 Void의 발생원인



## 3. 게이트(2)

### ● 게이트의 위치

- 1) Cavity 말단에서 동시 충전되는 위치에 설치
- 2) 성형품의 가장 두꺼운 부위에 설치 → 목적 : 수축 보정 용이 (Sink Mark 및 Void 방지 대책)
- 3) 눈에 띄지 않거나 마무리 작업이 간단한 위치에 설치
- 4) 수지가 균등하게 유동하는 위치 → 목적 : Weld line 방지 → 교재 p192 그림 7.22 참조
- 5) 가는 Core, Rib, Pin 위치 주변은 피함 (유동압력에 의한 변형 발생 가능) → 교재 p192 그림 7.23 참조
- 6) Air나 Gas 정체되기 쉬운 방향 피함 → Air Vent의 설치로 성능 개선 가능
- 7) 큰 하중이 작용하는 방향 피함 (보압에 의한 잔류응력이 커지므로 게이트 부위가 더욱 약해짐)
- 8) Jetting이 발생하지 않는 부위에 설치 → 교재 p192 그림 7.24 참조
- 9) 성형품 중심부근에 설치(3단금형, Pin Point Gate방식)
- 10) 성형품 의 기능, 외관과 무관한 위치에 설치
- 11) Insert및 기타 장애물이 부근은 피함





## 3. 게이트(3)

### ● 게이트의 크기

#### 1) Gate의 크기가 클수록

##### 가) 유리한 점

- ① 고속 성형 가능, 고품질 성형
- ② 수축 보정, 높은 치수정밀도, Sink Mark 및 Void(공동) 대책 유리

##### 나) 불리한 점

- ① 수지역류 방지 위해 성형사이클이 길어짐
- ② 과응력충전변형, 분자배향변형이 강하여 성형품 약해짐

#### 2) Gate의 크기가 작을수록

##### 가) 유리한 점

- ① 성형 사이클 단축 됨
- ② 잔류응력, 변형, 힘 등에 유리
- ③ Gate 제거 및 마무리 작업면에서 유리

##### 나) 불리한 점

- ① 수지유동저항이 커짐, 마찰열에 의해 수지가 타거나 Jetting 현상 일으킴
- ② Gate의 빠른 고화로 Cavity 체적 수축 보완이 힘들어 치수정밀도, Sink Mark, Void 대책에 비효과적

# 3. 게이트(4)

## ● 게이트의 종류(1)

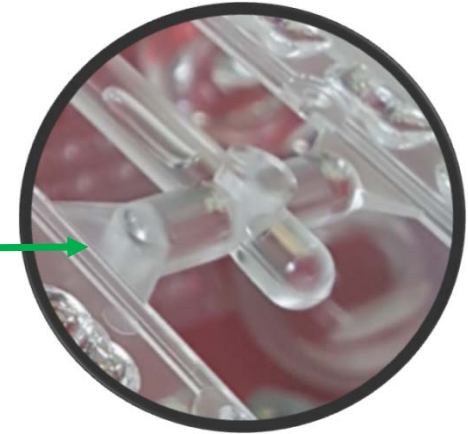
### 1) Gate의 절단 방식에 따른 분류(1)

#### 가) 비자동 절단 Gate

- ① Direct Gate (Sprue Gate)
- ② Extension Nozzle Gate (이면 Gate)

#### 나) 반자동 절단 Gate

- ① 표준 Gate (Edge Gate, Side Gate)
- ② Overlap Gate (Straight Top Gate)
- ③ Fan Gate
- ④ Film Gate (Flash Gate, Slit Gate)
- ⑤ Ring Gate
- ⑥ Disk Gate (Diaphragm Gate)
- ⑦ Tab Gate



## 3. 게이트(5)

### ● 게이트의 종류(2)

#### 1) Gate의 절단 방식에 따른 분류(2)

##### 다) 자동 절단 Gate

- ① Pin Point Gate (Pin Gate)
- ② Submarine Gate (Tunnel Gate)

#### 2) Gate의 단면적 변화방식에 따른 분류(1)

##### 가) 비제한 Gate

특성 ㉠ 사출압력손실 적음

㉢ 수지량 절약

㉡ 간단한 금형 구조

㉣ 성형사이클이 길어짐

㉤ Gate 후가공 필요

㉦ 잔류응력, 압력과 충전변형으로 Gate 균열발생이 쉬움

① Direct Gate (Sprue Gate)

② Extension Nozzle Gate (이면 Gate)

## 3. 게이트(6)

### ● 게이트의 종류(3)

#### 2) Gate의 단면적 변화방식에 따른 분류(2)

##### 나) 제한 Gate

특성 ㉑ Gate부근 잔류응력 및 변형 감소

㉒ 성형품 균열, 변형, 뒤틀림 및 힘을 감소

㉓ 성형 사이클 단축

㉔ 온도상승으로 유동성 개선

① 표준 Gate (Edge Gate, Side Gate)

② Overlap Gate (Straight Top Gate)

③ Fan Gate

④ Film Gate (Flash Gate, Slit Gate)

⑤ Ring Gate

⑥ Disk Gate (Diaphragm Gate)

⑦ Tab Gate

⑧ Pin Point Gate (Pin Gate)

⑨ Submarine Gate (Tunnel Gate)

㉕ 후가공 필요 없거나, 간단, Gate 흔적 거의 없어 상품가치 증가

㉖ 다수 Cavity, 다점 Gate일 때, Gate 균형 맞추기 쉬움

㉗ Gate 통과시 수지 압력 손실 큼 → Gate의 Land를 짧게하여 보정

\* 제한 Gate의 단면형상 → 교재 p196 그림 7.25 참조

① (a)의 직사각형, (b)의 원형 및 정사각형

: 균형 유지하기가 용이, 고정도의 치수 가공 가능

② (c)의 반원형, (d)의 타원형

: 균형 유지 어렵고, 정확한 치수가공 어려워 부적당

### 3. 게이트(7)

- Runner와 Gate의 접속상태 → 교재 p196 그림 7.26 참조

그림 (a) : 바람직함

그림 (b) : 서서히 좁아지는 형상 → 냉각이 빠르기에 불필요한 압력 손실

- Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(1)

- 1) Direct Gate (Sprue Gate)

- ① 대형이면서 깊이가 깊은 성형품에 사용
    - ② 사출압력 손실 적음
    - ③ 성형 Cycle이 길어 짐
    - ④ 절단 후 후가공 필요, Gate 자국이 남는 결점
    - ⑤ PE, PP등과 같이 유동방향과 직각방향의 수축률이 차가 큰 소재는 뒤틀림 힘이 발생 가능 → 교재 p197 그림 7.28 참조
    - ⑥ 잔류응력, 배향이 일어나기 쉬워 Gate 주변에 Ring모양 Rib를 돌려서 보강 함
    - ⑦ Gate부 이면에 성형품 살두께의 1/2되는 두께로 Cold Slug Well 설치 필요( $B = t/2$  → 교재 p197 그림 7.29 참조)
    - ⑧ Sprue 길이는 가능한 짧게
    - ⑨ Direct Gate의 치수
      - ① Sprue 입구지름  $d = \text{Nozzle 구멍지름} + 0.5 \sim 1\text{mm}$
      - ② Sprue Taper  $2^\circ \sim 4^\circ$ 기준, 고점도 수지에서 약간 굽게, 저점도 수지에서 약간 가늘게
      - ③ 일반적 사용 치수 → 교재 p198 그림 7.30, 표 7.12 참조

## 3. 게이트(8)

### ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(2)

\* Extension Nozzle Gate (이면 Gate) → [교재 p199 그림 7.31 참조](#)

① Sprue 짧게

② Ejector Pin(밀핀)과 Gate 흔적이 같은 쪽에 있음([수지 주입방향과 Ejecting방향이 동일함](#))

#### 2) 표준 Gate (Edge Gate, Side Gate)

- 가장 일반적인 형태

- 성형품 측면에 반장방형(직사각형) 또는 반원형의 제한 주입부를 설치

- [충전량 제한하여 Gate부 급속히 고화시켜 사출압력 손실 방지하는 방식](#) → [교재 p199 그림 7.32 참조](#)

① 단면형상 단순, 기계가공 용이

⑥ 표준 Gate 치수

② Gate 치수 정밀가공 가능

③ Gate 치수 수정 용이

④ 모든 수지에 가능, Gate 자국이 남음

⑤ 용융수지 충전속도 조절 용이

### 3. 게이트(9)

#### ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(3)

##### 2) 표준 Gate (Edge Gate, Side Gate)

##### ⑥ 표준 Gate 치수

##### ① Gate 깊이(h)와 폭(W)의 결정(경험식)

$$\therefore h = n \cdot t \qquad \therefore W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$$

- h : Gate 깊이 (mm)
- t : 성형품 두께 (mm)
- n : 수지 상수
- A : 성형품 외측의 표면적 (mm<sup>2</sup>)
- W : Gate의 폭 (mm)
- L : Gate Land (mm)

수 지 명	n
PS, PE	0.6
POM, PC, PP	0.7
PVAC*, PMMA, PA	0.8
PVC	0.9
*PVAC : Polyvinil Acetate(폴리초산비닐)	

② Gate 깊이는 살두께의 50%정도

③ Gate Land = Gate 깊이 (표준)

④ Gate 폭과 깊이의 비율 → 3 : 1

⑤ 표준 성형품의 경우 : Gate 깊이 0.5~1.5mm, Gate 폭 1.5~5mm, Gate Land 1.5~2.5mm

대형 성형품의 경우 : Gate 깊이 2.0~2.5mm(살두께의 70~80%), Gate 폭 7~10mm, Gate Land 2.0~3.0mm

## 3. 게이트(10)

### ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(4)

#### 3) Overlap Gate (Straight Top Gate)

: 성형품의 Edge부가 아닌 성형품의 평면부에 평행하게 설치한 Gate 방식 → [교재 p201 그림 7.33 참조](#)

- ① **Jetting방지 목적**으로 표준 Gate 대용으로 사용
- ② 파팅면에 자국이 남아 다음질 시 주의
- ③ Overlap Gate 치수

$\left\{ \begin{array}{l} h : \text{Gate 깊이 (mm)} \\ W : \text{Gate의 폭 (mm)} \\ t : \text{성형품 두께 (mm)} \\ L_1 : \text{Gate Land (mm)} \\ L_2 : \text{Gate의 Overlap 길이 (mm)} \\ N : \text{수지의 상수} \\ A : \text{성형품 외측의 표면적 (mm}^2\text{)} \end{array} \right.$

①  $h = n \cdot t$

②  $W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$

③  $L_1 = 2 \sim 3mm$

④  $L_2 = h + \frac{W}{2}$



# 3. 게이트(11)

## ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(5)

### 4) Fan Gate

: Cavity를 향하여 부채꼴로 펼쳐진 Gate 방식 → 교재 p201 그림 7.34 참조

- ① 면적이 비교적 큰 평판상의 성형품에 사용
- ② Gate 부근 결함을 최소화하는데 효과적
- ③ 경질 PVC이외의 범용수지에 적용 가능
- ④ Gate 위치는 성형성 및 후가공 고려하여 결정
- ⑤ Fan Gate 치수

$h_1$  : Gate 깊이 (mm)

$h_2$  : Gate입구의 깊이 (mm)

$L$  : Gate의 Land (mm)

$t$  : 성형품의 살두께 (mm)

$W$  : Gate의 폭 (mm)

$n$  : 수지의 상수

$D$  : Runner의 직경 (mm)

$A$  : 성형품 외측의 표면적 (mm<sup>2</sup>)

① Gate Land  $L$ 은 표준 Gate보다 약간 길게(6mm 전후)하나, Gate 양 끝은 더 깊게 함 (그림 7.34 우측 하단 그림)

② Gate 단면적이 Runner의 단면적보다 크지 않게 하고, Runner에 연결되는 부분은 Runner의 직경과 같게 함

③  $h_1 = n \cdot t$  ( 단,  $Wh_1 < \frac{\pi D^2}{4}$  )

④  $h_2 = \frac{W \cdot h_1}{D}$

⑤  $W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$  ( 단,  $W$ 는 35mm까지 사용 가능 )

## 3. 게이트(12)

### ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(6)

#### 5) Film Gate (Flash Gate, Slit Gate)

: 성형품에 평행하게 Runner를 설치하고, 성형품과 사이에 두께가 얇은 Gate를 설치 → 교재 p203 그림 7.35 참조

- ① 일반적으로 성형품 폭 전체에 Gate 설치하나, 후가공을 고려하여 가능하면 짧게 설치
- ② Acrylic 수지 등의 투명 평판형 성형품이나 잔류응력, 변형 억제에 효과적
- ③ 경질 PVC이외의 범용수지에 적용 가능
- ④ 수지 흐름이 균일하기에 얇은 두께나 저발포성 성형품에 적용 됨
- ⑤ Film Gate 치수
  - ⓐ 성형품 폭 = Gate 폭
  - ⓑ Runner는 Gate 폭과 관계 없이 길게 가능
  - ⓒ 일반적 Gate 깊이  $h = 0.2 \sim 1.0mm$ , Gate Land  $L = 1.0mm$  정도

\* Film Gate와 Fan Gate의 비교 → 교재 p204 그림 7.36 참조

둘 다 수지의 균일한 흐름을 유도함으로서 성형품에 기포 또는 Flow Mark 발생을 억제하기 위한 수단으로 사용 되나  
Film Gate는 일반적인 Side Gate로 도저히 불가능한 제품에 한하여 사용

# 3. 게이트(13)

## ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(7)

### 6) Ring Gate

: 원통형의 성형품을 성형하기 위해 성형품 원통상의 바깥 둘레에 성형품과 동심형상으로 Runner를 Ring 모양으로 돌리고 그 Runner에서 얇은 원판상의 Gate를 성형품 전체 둘레에 설치한 방식 → [교재 p205 그림 7.37 참조](#)

- ① 다수 Cavity 금형, 만년필 뚜껑과 같은 소형 원통형 성형품에 사용
- ② Weld Line 방지, Core 쓰러짐 방지 → **균일한 두께의 성형품 가능**
- ③ Runner 주입구 반대편에 Over Flow를 설치 (용착강도 유지)
- ④ Runner의 형상은 사다리꼴이 많음
- ⑤ Ring Gate 치수

$\left\{ \begin{array}{l} h : \text{Gate 깊이 (mm)} \\ L : \text{Gate의 Land (mm)} \\ t : \text{성형품의 살두께 (mm)} \\ n : \text{수지의 상수} \end{array} \right.$

①  **$h = 0.7 \cdot n \cdot t$**

②  **$L = 0.7 \sim 1.2mm$**

### 3. 게이트(14)

#### ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(8)

##### 7) Disk Gate

: 원통형의 성형품의 내측 둘레에 얇은 원판상의 Gate를 성형품 전체 둘레에 설치한 방식 → **교재 p206 그림 7.38 참조**

① 2단 금형의 1 Cavity 금형, 3단 금형 및 Runnerless금형의 다수 Cavity 금형에 적용

② 경질 PVC 이외의 모든 수지 적용 가능

③ 일반적 Core형으로 가공(하원판 Core에서 Gate 크기 결정), 성형품의 내경의 정밀도가 중요할 경우 Cavity형으로 가공  
(상원판 Cavity에서 Gate[Overlap] 크기 결정) → **교재 p206 그림 7.39 참조**

##### ④ Disk Gate 치수

$h, h_1$  : Gate 깊이 (mm)  
 $L$  : Gate의 Land (mm)  
 $L_1$  : Overlap 깊이 (mm)  
 $t$  : 성형품의 살두께 (mm)  
 $n$  : 수지의 상수

①  $h = 0.7 \cdot n \cdot t$

②  $h_1 = n \cdot t$

③  $L = 0.7 \sim 1.2mm$

④  $L_1 = h_1$

### 3. 게이트(15)

#### ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(9)

##### 8) Tab Gate

: 성형품 일부에 Tab을 만들어 Gate를 통과한 수지가 잠시 모인 후 Cavity에 충전되는 방식 → 교재 p207 그림 7.40 참조

① Gate에서 마찰열로 재가열 되고 Tab벽에 충돌, Tab을 채운 수지는 더욱 가소화 되어 압력은 완충되고 흐름성은 유지되어  
잔류응력, 변형이 없는 투명도 우수한 성형품 성형 가능

② Tab에 의해 Sink Mark 허용 가능, 과충전, 냉각수축변형 배제 됨

③ PVC, PC, PMMA 등과 같은 성형온도 폭이 좁고, 열안정성과 유동성이 나쁘며, 용융점도가 높은 수지에 적합

④ Tab Gate의 형상은 직사각형, Runner에 직각으로 붙이는 것이 일반적임

⑤ 성형품의 두꺼운 부분에 설치함

⑥ Tab Gate의 치수

- ① 위치는 성형품 테두리에서 150mm 이내  
성형품이 넓은 경우 Multi-tab Gaet 사용  
이때 Tab간 거리는 300mm이내

- ② Y : Tab의 폭 (mm)  
X : Tab의 깊이 (mm)  
Z : Tab의 길이 (mm)  
D : Runner의 직경 (mm)  
t : 성형품의 살두께 (mm)

$$Y = D$$

$$X = 0.9t$$

$$Z = 1.5D$$

③ Gate부는 표준 게이트보다 약간 작게(마찰열 발생 용이하게)

# 3. 게이트(16)

## ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(10)

### 9) Pin Point Gate (Pin Gate)

: 성형품 중앙에 Gate를 설치하는 제한 Gate의 일종, 단면적이 작아 수지 유동저항이 크므로, 저점도 수지(PS, PE, PP)를 사용하거나 사출압력이 높아야 가능, 투명제품 불가 → [교재 p208 그림 7.41 참조](#)

- ① Gate 위치가 비교적 자유로움
- ② Gate 부근 잔류응력 적고, 다수 Cavity일 경우 Gate 균형 유지 용이
- ③ 투영면적이 큰 성형품, 변형이 쉬운 성형품의 경우 → [다점 Gate](#) → [교재 p209 그림 7.42 참조](#)
- ④ 3단 금형에 주로 사용 → [교재 p209 그림 7.43 참조](#)
- ⑤ 사출압력 손실이 큼
- ⑥ Runnerless 금형 구조의 경우 Hot Runner나 Well Type Nozzle이 있는 2단 금형 사용 가능
- ⑦ 3단 금형 구조에는 성형 Cycle이 길어짐
- ⑧ Runner를 취출하기 위해 Runner Stripper Plate의 취출부 공간을 넓게 확보해야 함
- ⑨ Pin Point Gate의 치수 → [교재 p210 그림 7.44 참조](#)

① Gate Land,  $L = 0.8 \sim 1.2mm$

② Gate 직경,  $d(mm) = n \cdot C \cdot \sqrt[4]{A}$

여기서

$n$  : 수지상수

$A$  : Cavity의 표면적 ( $mm^2$ )

$C$  : 성형품 살두께의 함수 → [교재 p210 살두께의 함수 참조](#)

# 3. 게이트(17)

## ● Gate 종류의 각 특성 및 치수 결정(11)

### 10) Submarine Gate (Tunnel Gate)

: Runner는 파팅 라인면에, Gate는 고정측 또는 가동측 형판을 뚫고 Tunnel식으로 Cavity에 주입 → 교재 p211 그림 7.45 참조

① Gate는 형개(Mold Open)시 자동 절단

② Gate의 구조가 복잡, 가공 난이도 높음(현재는 표준품으로 나옴 → DME 카다로그 참조)

③ 유로가 길기 때문에 사출압이 커야 함

④ Gate 절단 자국이 성형품 측면에 남지 않아야 할 경우, Ejector Pin에 2차 Runner를 설치, 2차 Runner에 Submarine Gate를 설치하여 2차 Runner 말단부를 성형품 내측에 접속 간접 주입(사출압력 손실 매우 큼)

→ 교재 p211~p212 그림 7.46, 7.47, 7.48 참조

⑤ Submarine Gate의 치수 → 교재 p211 그림 7.45 참조

① PL(Parting Line)면과 Gate입구 경사각,  $\alpha = 25^\circ \sim 45^\circ$

② Tunnel 부분 Taper,  $\beta = 15^\circ \sim 25^\circ$

③ Gate Land는 가능한 짧게,  $L = 0.8 \sim 1.2mm$  ( $X = 2 \sim 3mm$ )

④ Gate 직경,  $d(mm) = n \cdot C \cdot \sqrt[4]{A}$

n : 수지상수

A : Cavity의 표면적 ( $mm^2$ )

C : 성형품 살두께의 함수 → 교재 p210 살두께의 함수 참조

## 3. 게이트(18)

### ● Runner 및 Gate 의 균형(1)

: 다수 Cavity 금형일 때, 각 Cavity가 균일하게 충전되지 않으면,  
성형 시 Flow Mark나 Sink Mark 혹은 충전부족, 치수정밀도 오차 및 중량의 편차 발생 가능

#### \* 각 Cavity 충전상태 균일하게 하는 방법

- ① Sprue로부터 각 Cavity까지의 수지 **유동거리** 같게 하는 방법
- ② Sprue로부터 각 Cavity까지의 거리에 따라 **Runner의 굵기** 조정 방법
- ③ Sprue로부터 각 Cavity까지의 거리에 따라 **Gate의 치수(폭, 깊이)**를 조정하는 방법

→ 일반적으로 ①, ③ 방법 사용, 특수한 경우 ② 또는 ②와 ③을 병용



### 3. 게이트(19)

#### ● Runner 및 Gate 의 균형(2)

##### 1) 동일 성형품 다수 Cavity의 Gate 균형(1)

: B.G.V.(Balanced Gate Vale)의 값을 일정하게 되도록 Gate 치수 결정

①  $B.G.V. = \frac{S_G}{\sqrt{L_R + L_G}}$

여기에서,  $\left\{ \begin{array}{l} S_G : \text{Gate의 단면적(mm}^2\text{)} \\ L_R : \text{Runner의 길이(mm)} \\ L_G : \text{Gate의 Land 길이(mm)} \\ B.G.V. : \text{Gate를 통과하는 수지의 질량에 비례하는 값} \end{array} \right.$

② Gate의 단면적과 Runner의 단면적의 비,  $\frac{S_G}{S_R} = 0.07 \sim 0.09$  정도로 조정

③ Gate가 사각형의 경우 폭과 깊이의 비,  $W : h = 3 : 1$  정도로 조정

### 3. 게이트(20)

#### ● Runner 및 Gate 의 균형(3)

1) 동일 성형품 다수 Cavity의 Gate 균형(2)

계산 예) → 교재 p213 그림 7.49 참조

Runner의 직경 :  $D = \phi 6mm$  (일정)

Gate Land :  $L_G = 1.5mm$

가) Cavity 2, 2A, 4, 4A의 Gate 치수 계산

$$\frac{S_{G2}}{S_{Rd}} = 0.07 \text{ 로 두면, } S_{R2} = \left(\frac{6}{2}\right)^2 \cdot \pi = 28.27mm^2$$

$$S_{G2} = 0.07 \times S_{R2} = 1.98mm^2$$

Gate 폭과 깊이의 비,  $W_2 : h_2 = 3 : 1 \rightarrow W_2 = 3 \cdot h_2$

$$S_{G2} = W_2 \times h_2 = 3(h_2^2) = 1.98mm^2$$

$$\rightarrow \therefore h_2 = 0.81mm, \quad W_2 = 2.43mm$$

나) Cavity 2의 Gate 치수를 기준으로 1, 1A, 3, 3A, 5, 5A 치수 계산

$$B.G.V. = \frac{1.98}{\sqrt{90} + 1.5} = \frac{S_{G1}}{\sqrt{40} + 1.5} = \frac{S_{G3}}{\sqrt{140} + 1.5}$$

$$S_{G1} = 1.32mm^2$$

$$\therefore h_1 = 0.66mm, \quad W_1 = 1.98mm$$

$$S_{G3} = 2.47mm^2 (= S_{G5})$$

$$\therefore h_3 = 0.91mm, \quad W_3 = 2.73mm$$

### 3. 게이트(21)

#### ● Runner 및 Gate 의 균형(4)

2) 서로 다른 성형품 다수 Cavity의 Gate 균형

: 충전량이 서로 다른 B.G.V.(Balanced Gate Vale) → **충전량에 비례**

- ①
- $V_1, V_2$  : 1, 2 Cavity의 각각의 충전량 (gf)
  - $L_{R1}, L_{R2}$  : 1, 2 Cavity까지의 Runner의 길이 (mm)
  - $S_{G1}, S_{G2}$  : 1, 2 Cavity의 Gate 단면적 (mm<sup>2</sup>)
  - $L_{G1}, L_{G2}$  : 1, 2 Cavity의 Gate Land의 길이(mm)

$$\frac{(B.G.V.)_1}{(B.G.V.)_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{S_{G1}}{\sqrt{L_{R1}} \times L_{G1}} \div \frac{S_{G2}}{\sqrt{L_{R2}} \times L_{G2}} = \frac{S_{G1}}{S_{G2}} = \frac{\sqrt{L_{R2}} \times L_{G2}}{\sqrt{L_{R1}} \times L_{G1}}$$

② Gate의 단면적과 Runner의 단면적의 비,  $\frac{S_G}{S_R} = 0.07 \sim 0.09$  정도로 조정

③ Gate가 사각형의 경우 폭과 깊이의 비,  $W : h = 3 : 1$  정도로 조정

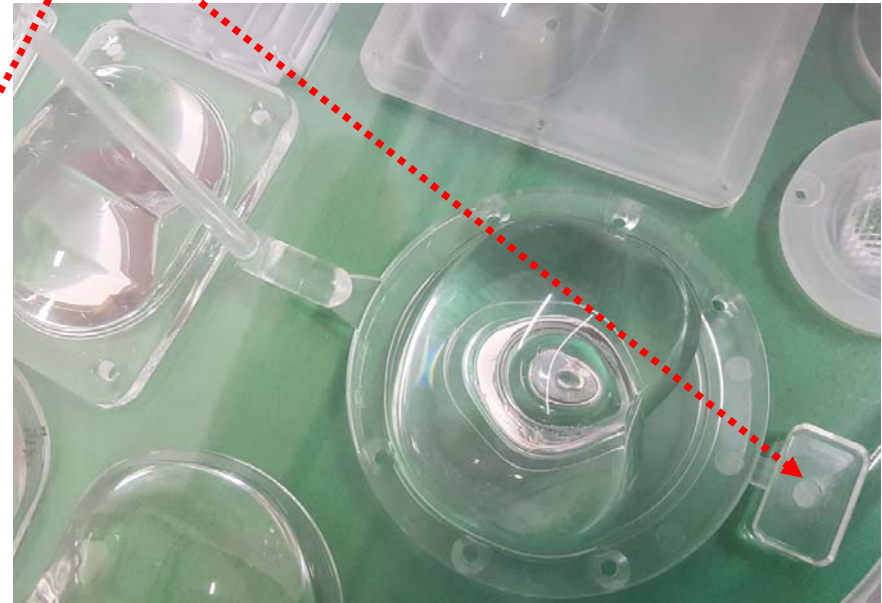
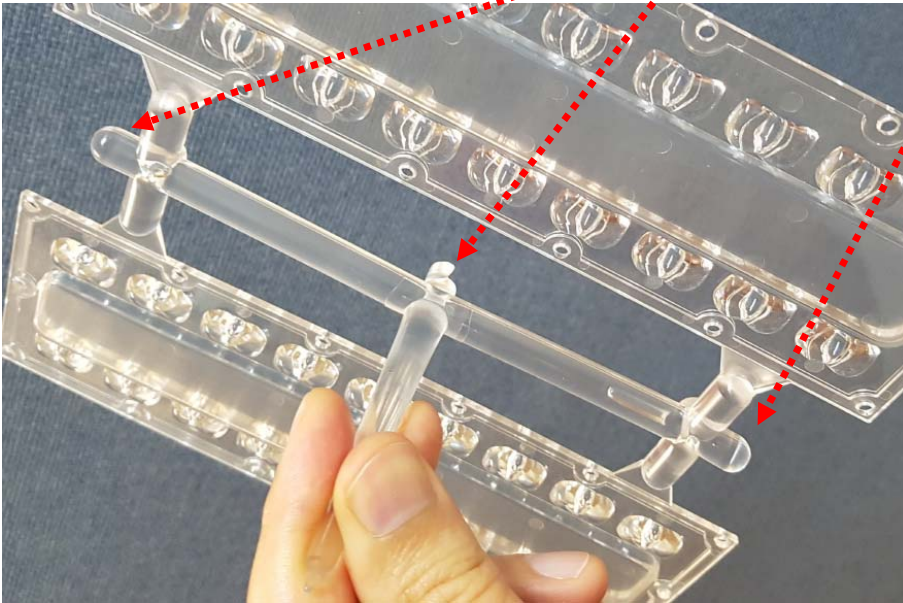
## 4. 콜드 슬러그 웰

● 수지가 금형에 접촉되면 수지 온도가 저하되어 냉각, 고화된 수지를 Cold Slug라 하고 성형품에 들어가면 Flow Mark가 생김

① Cold Slug로 인한 설형불량 방지 위해 Sprue 하단이나 Runner 말단에 설치

때로는 Weld Line의 강도를 감소시키기 위하여 Cavity 외측에 설치 → 교재 p215 그림 7.50 참조

② Cold Slug Well의 길이 : Runner 직경의 1.5~2.5배



## 5.유동해석 관련 동영상

- Moldflow 소개 : <https://www.youtube.com/watch?v=tj65wL0x8xs&app=desktop>
- Moldflow 기초 (PPT) : <https://www.youtube.com/watch?v=APeCRo6iQvI&app=desktop>
- Gate위치 최적화 (in Moldflow) : <https://www.youtube.com/watch?v=APeCRo6iQvI&app=desktop>
- Runner설계 및 분석 (PPT) : <https://www.youtube.com/watch?v=5WTulOCPIHk&app=desktop>
- Solidworks Plastics 소개 : <https://www.youtube.com/watch?v=UxVCHAFzDjl>
- Solidworks 사출성형해석 : <https://www.youtube.com/watch?v=KQWsDNmVD0E&app=desktop>
- Runner설계함수 (in Solidworks) : <https://www.youtube.com/watch?v=ujDwWWyrDIE&app=desktop>

# Report

□ 없음.

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

# 참조출처

■내용참조 1 : 사출성형금형설계, 김재원 외 2인, 선학출판사

■Website 참조 1 : Autodesk <https://www.autodesk.co.kr/>

<https://www.youtube.com/user/AutodeskSim360?app=desktop>

■Website 참조 2 : Soildworks

<https://www.solidworks.co.kr/sw/products/simulation/plastics.htm>

<https://www.youtube.com/user/AutodeskSim360?app=desktop>

■삽화출처 1 : L&S LED, 사내기술자료

■삽화출처 2 : Smart LED Lighting E/H, 한국산업기술대학교, 기술자료

■삽화출처 기타 : 다음 검색