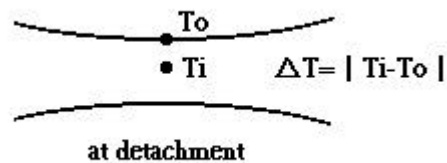
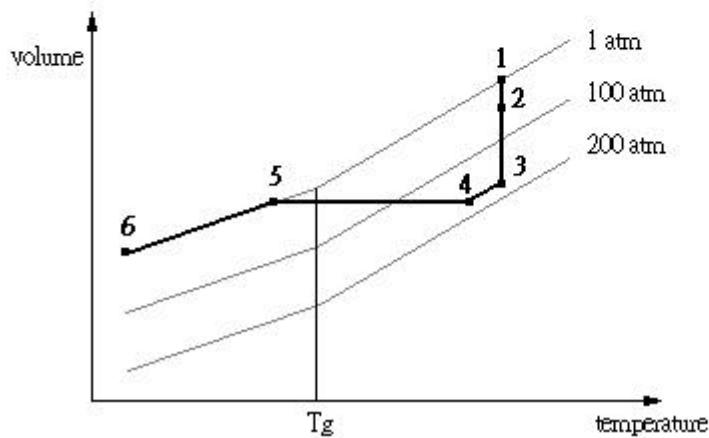
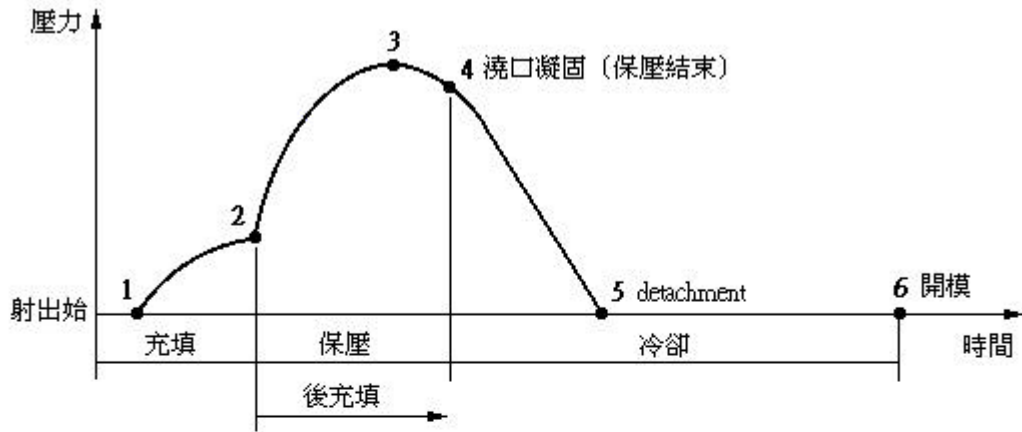


第六章 收縮與翹曲

【課堂精華】

保壓，收縮，翹曲



At detachment (5)

1. $T > T_g$ pressure shrinkage poor
2. $T < T_g$ & $T > 5$ uncontrolled shrinkage moderate
3. $T < T_g$ & $T < 5$ controlled shrinkage good

保壓系統 – gate 形狀、尺寸，冷卻水管

設計目標 – 均勻、快速收縮

設計工具 – gate 形狀、尺寸，冷卻水管配置

操作參數 – 保壓壓力、充填保壓轉換點、保壓時間

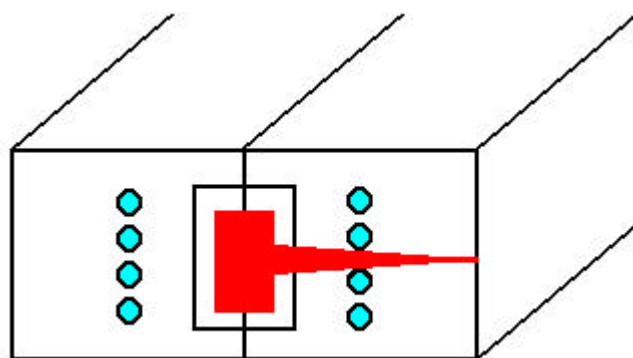
冷卻系統 – 冷卻水管，模仁材料 (鈹銅：c17200，Be1.8-2.0%，

Co/Ni0.2%，Co/Ni/Fe0.6%，K=130w/m ° k)，模仁兼作熱

交換器，將熱量帶走

冷卻系統的設計難度較高

1. 冷卻系統要求快速、收縮均勻
2. 熱傳遞比融膠傳輸難控制
3. 充填系統配置為 2-D，冷卻系統配置為 3-D



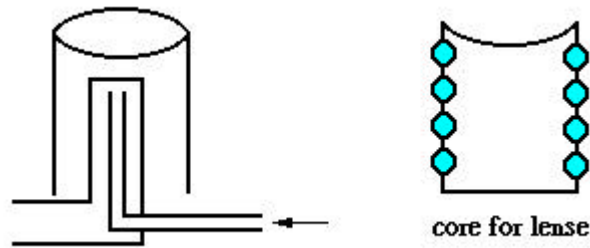
Conduction

$$\frac{Q}{A} = k \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Convection

$$\frac{Q}{A} = h(T_{wall} - T_{fluid})$$

Heat pipe, bubbler, spiral



設計目標：快速、收縮均勻

設計工具：冷卻水道數目配置，冷卻水道尺寸，其化熱導、對流元件

設計程序：

1. 定冷卻時間 t , $t \propto h^2$

2. 算冷卻液流量

$$T_{\text{out}} - T_{\text{in}} < T_{\text{max}}$$

$$M (C_p \Delta T + \text{latent heat}) / t_{\text{cycle}}$$

3. 水管直徑

$$Q = hA (T_{\text{coolant}} - T_{\text{wall}})$$

$$h = f (Re, \dots)$$

$Re > 4500$ turbulent flow

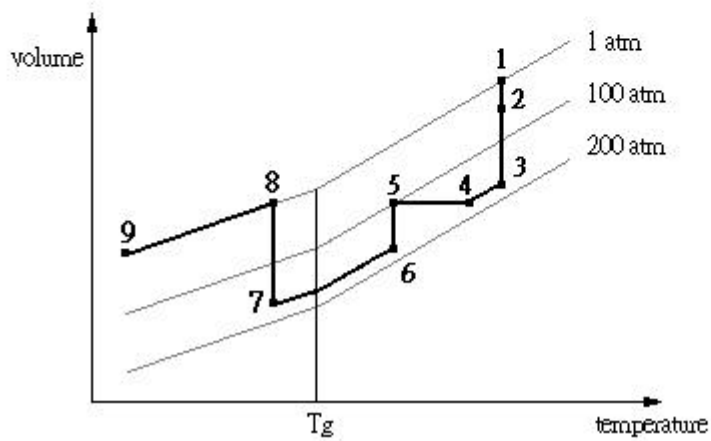
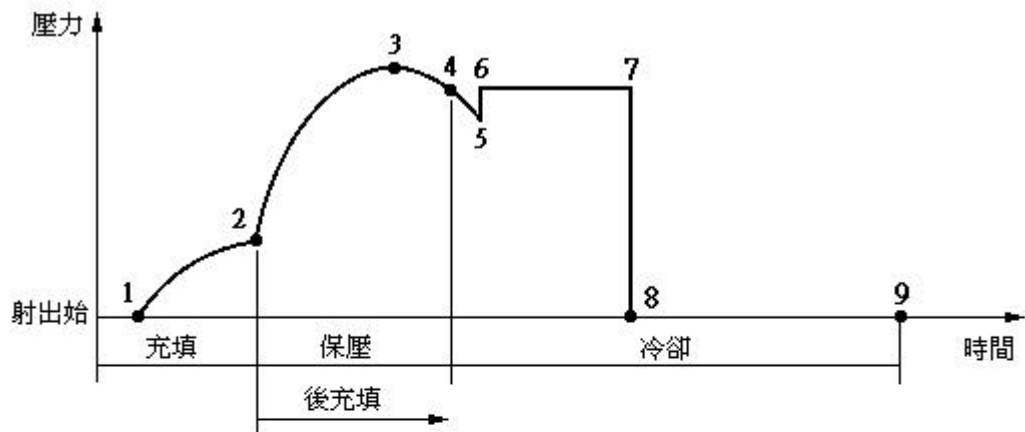
$Re < 2300$ laminar flow

$$Re = \frac{vD}{\mu} = \text{inertia force} / \text{viscous force}$$

4. 水管的配置

5. 決定壓力降

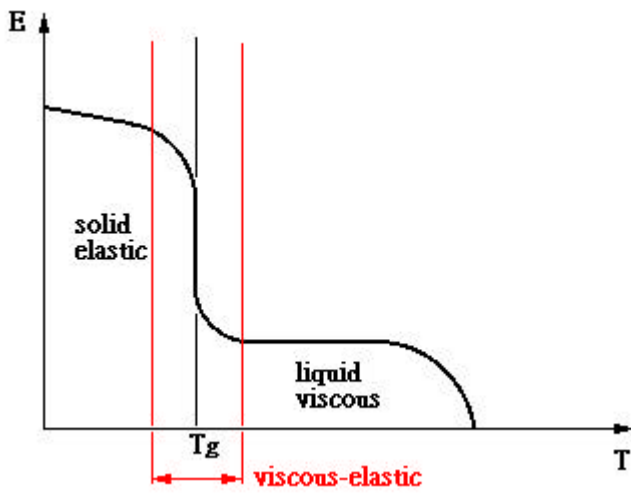
射出壓縮成型 injection compression molding



內應力的起因：收縮不平均

翹曲 warpage：剛度 rigidity < 內應力

rigidity：E 添加碳纖、玻纖，I 加肋 rib



室溫下：

$$\frac{T}{T_{melt}} > 0.5 \quad \text{viscous}$$

$$\frac{25 + 273}{230 + 273} = \frac{298}{503} > 0.5$$

viscous：長時間的效應相當

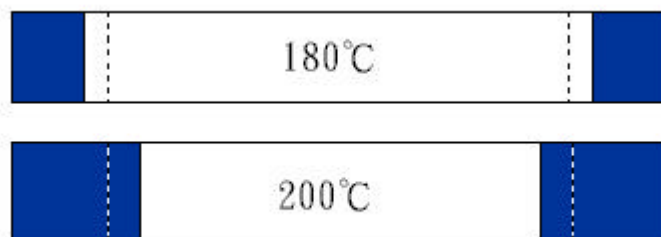
於溫度提高

收縮不均起因：

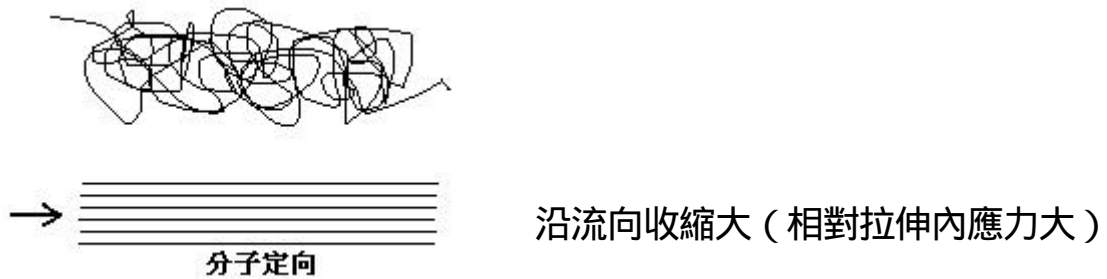
1. 尺寸不同



2. 融膠溫度不同



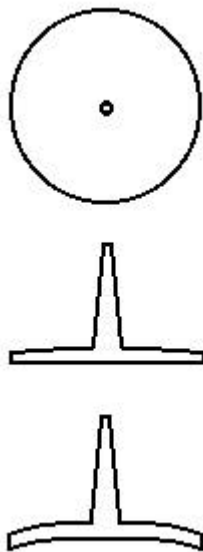
3. 流向（對非結晶材料）



4. 冷卻速率（結晶材料）不同

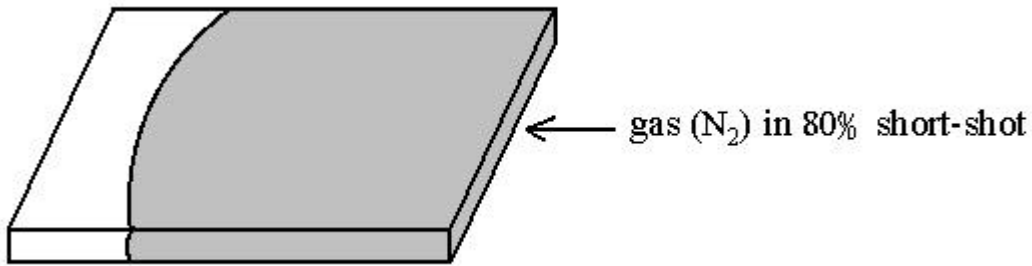
冷卻速率：快，收縮少

慢，收縮多（分子有時間排列）



製程：

1. 射出壓縮成形，底盤上升，密度升高；澆口補料較足，收縮較小
2. 氣體輔助射出成形（Gas-assisted Injection Molding）



掏空，收縮在裡面，避免收縮的小酒渦，可製出內部中空的產品

射出壓縮成形的優點：

1. 改善收縮、翹曲
2. 減少殘留應力、分子定向
3. 提高射出密度
4. 降低射出所需的鎖模力

(1)傳統充填 (2)模壁施壓 模穴充飽再壓縮 充飽一半壓縮

(2)壓縮冷卻 (4)開模 (5)取出

內應力可藉透明成品在偏極光下干涉階數判定，階數愈高，表示熱引起的內應力及流動所引起的分子定向越大

容易控制：於後充填階段可控制

氣體輔助射出成形：短射(80%) 吹氣 成形（中空零形）

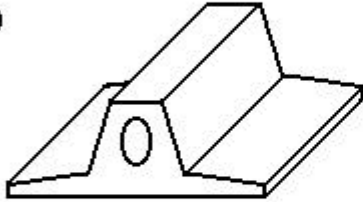
可減輕重量

(1)



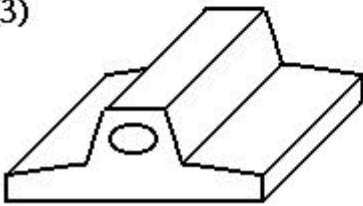
Tube-shaped parts

(2)



large flat parts with ribs

(3)



厚、薄不均勻

製作群

組長：R90522701 郭家豪

組員：R90522722 吳汶彥

R90522523 洪文琦