

高效能模組化單穴針閥式熱嘴系統 澆口外觀缺陷個案分析



報告人：映通 林建志

日期：2017/04/07



報告大綱

- ✓ 映通公司簡介
- ✓ 單穴針閥式熱嘴 SVG 介紹
- ✓ 從熱澆道澆口設計變動分析
- ✓ 與成型參數設定時機最佳化研究
- ✓ 來佐證提升注塑成型良率可靠度的可行模式



映通簡介

1. 熱澆道領域有29年(1989創立)
2. 創新Innovation與知識管理KM。
有40篇論文及6本熱澆道書籍。
3. 有4個事業部：**熱澆道**、
LSR液態矽膠閥式系統、
精微射出成型、**數位學習教材**。
4. 每年超過上千個案例在成長著。
5. 目前在亞洲地區設有12個據點。
台灣：台北、台中、台南。
大陸：上海、昆山、成都、
廈門、廣州
越南：河內、泰國：曼谷、日本：東京
印尼：雅加達、俄羅斯：莫斯科



榮獲獎項



2016 SVG熱嘴榮獲【2016年第24屆台灣精品獎】
Taiwan Excellence Award 2016

2015 榮獲經濟部工業局的知識管理專題競賽，企業組【知識分享獎】

2014 榮獲【2014年塑橡膠機械研究發展創新產品競賽】佳作獎
Taiwan Plastics & Rubber Machinery Award for Excellence in Research & Innovation



2012 榮獲新北市卓越企業獎
Excellent enterprise of New Taipei City

2008 榮獲經濟部評鑑為前300名最有活力中小企業之一
300 of Taiwan's Dynamics SMEs



2005 榮獲經濟部94年國家發明創作獎
National Invention and Creation Award



2004 榮獲經濟部第11屆創新研究獎
Innovation Research Award



2004 通過ISO9001認證 ISO 9001:2000



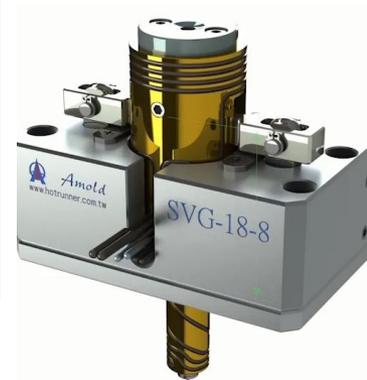
2001 榮獲經濟部第10屆台灣精品獎
Taiwan Excellence Award



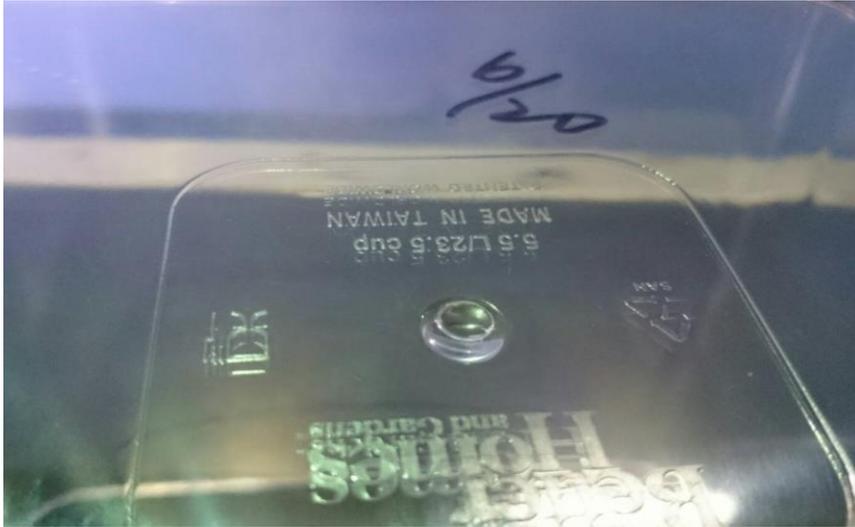
單穴針閥式熱嘴 SVG 介紹



台灣精品 2016
TAIWAN EXCELLENCE



澆口外觀缺陷現象



閥針無法打到底



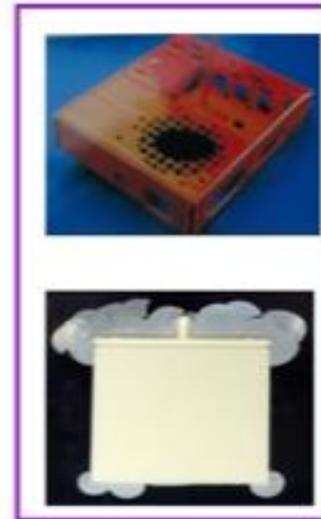
澆口沾黏

產品外觀缺陷與模具機能關係

■ 澆口因素: 噴流痕、熱暈、白霧暈、料花、黃化
縫合線、包封、色差

■ 充填末端排氣: 燒焦、短射、披風

■ 冷卻差異: 縫合線、咬花光澤不均
縮水、波紋、變形



產品外觀不良缺陷大多來自質感不足

→材料品質變異和模具澆口規畫不當和成型參數安排有關。例如，黃化、燒焦、熱暈、溶合線...等等。

產品機能不良缺陷大多來自尺寸偏離和變形造成無法舒適操控

→模具加工精度和成型溫度安排有關。因此，要控制產品機能不良缺陷，首先要先穩定注塑成型加工模式，再來觀察產品變形量，最後再調整尺寸。

澆口位置設定及形式大小考量

Gate Location Considerations

考量
加工成本 VS. 產品品質 VS. 材料成本

澆口位置設定考量

- 根據產品外觀要求或限制區域。
- 觀察熔膠波前流動，力取流速均衡。
- 產品肉厚分佈，厚進薄出。
- 產品結構幾何，注意孔洞與斷差。
- 鎖模力最小化，注意澆口數量。
- 壓力密度分佈，注意流長比 L/t 。
- 分子流動配向，考量收縮效應。
- 縫合/溶合線位置。

澆口形式大小考量

- 根據產品入澆位置肉厚。
- 澆口流速。
- 產品澆口區域外觀不良效應。
- 保壓成效:縮水/變形/毛邊。
- 射壓損耗。
- 保壓策略與持壓時間。



塑料 VS. 流長比

澆口塑料流長比參數 / 澆口數量與位置考量

| 塑料流長比 | | | | |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| 塑料 | 理論值 | 防火等級 | 高亮面 | RHCM |
| ABS | 180~200 | 150~180 | 190~210 | 200~230 |
| ABS + PC | 150~180 | 130~150 | 160~190 | 180~200 |
| ABS + PMMA | 150~180 | 130~150 | 160~190 | 180~200 |
| HIPS | 180~200 | 15~180 | 190~210 | 200~230 |
| PC | 80~120 | 60~80 | 90~130 | 100~140 |
| PMMA | 80~120 | 60~80 | 90~130 | 100~140 |
| PP | 200~250 | 180~200 | 210~260 | 220~270 |
| PE | 200~250 | 180~200 | 210~260 | 220~270 |
| PS | 180~200 | 160~180 | 190~210 | 200~230 |
| POM | 60~80 | 40~60 | 70~90 | 80~100 |

L/t參考參數表

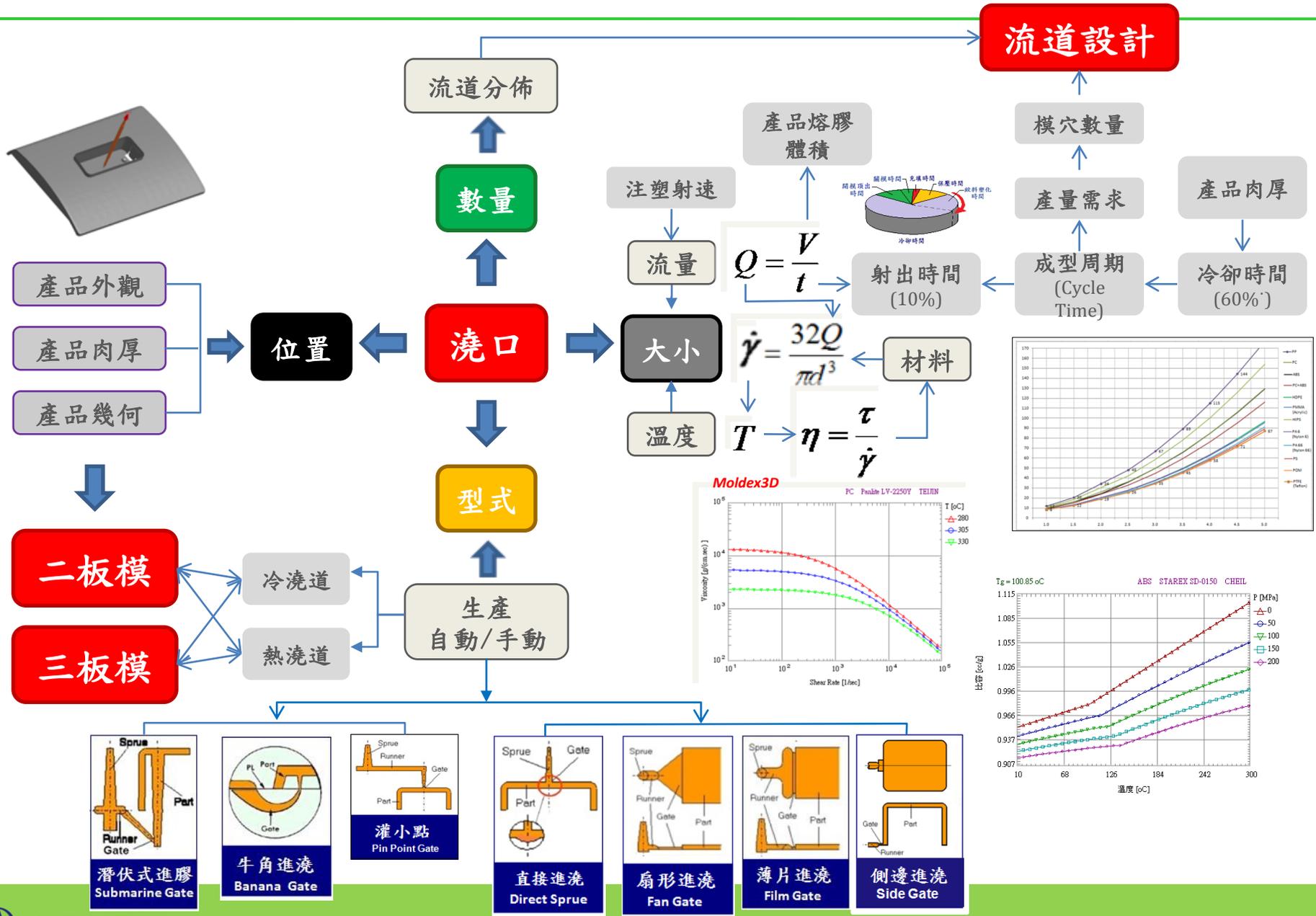
-20%

+10%

+20%



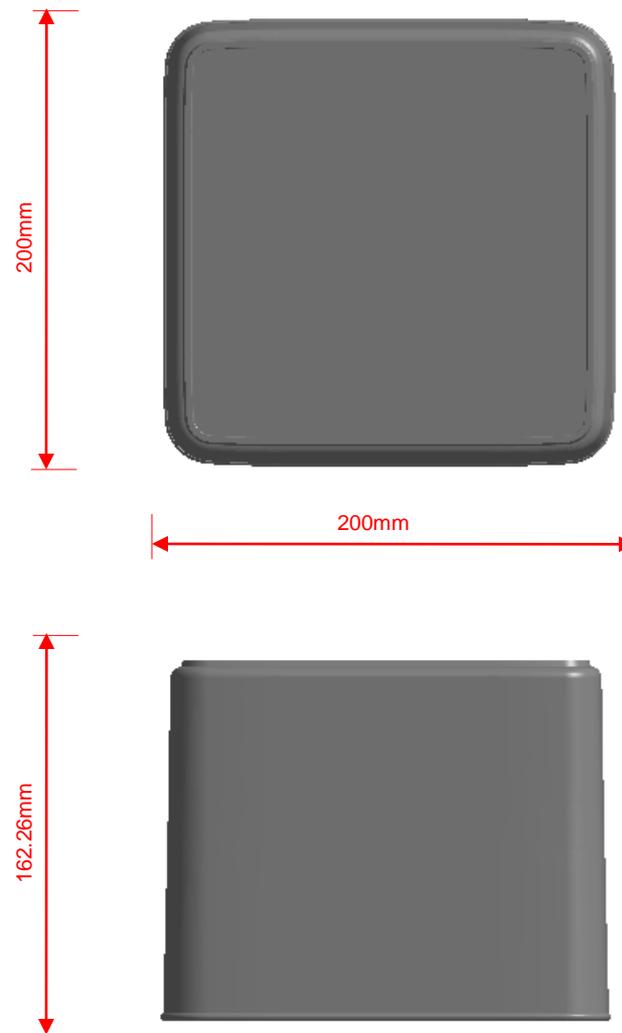
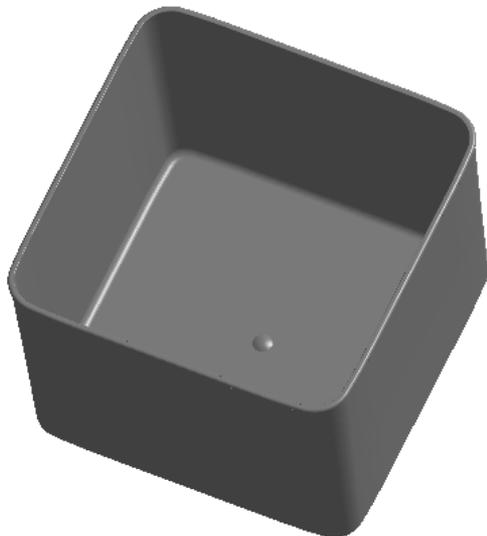
模具入料系統設計規格演化分析



產品簡介

產品資料

| | | | |
|-------------|-------------------|---------|------------|
| 產品尺寸 (mm) : | 長 : 200 | 寬 : 200 | 高 : 162.26 |
| 材料 : | AS | | |
| 替代料 : | ASA_StarexWR-9120 | | |
| 模穴數 : | 1模1穴 | | |
| 產品體積 (cc) | 330.56/穴 | | |

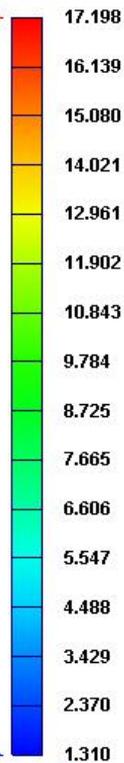


肉厚分佈(公模面)

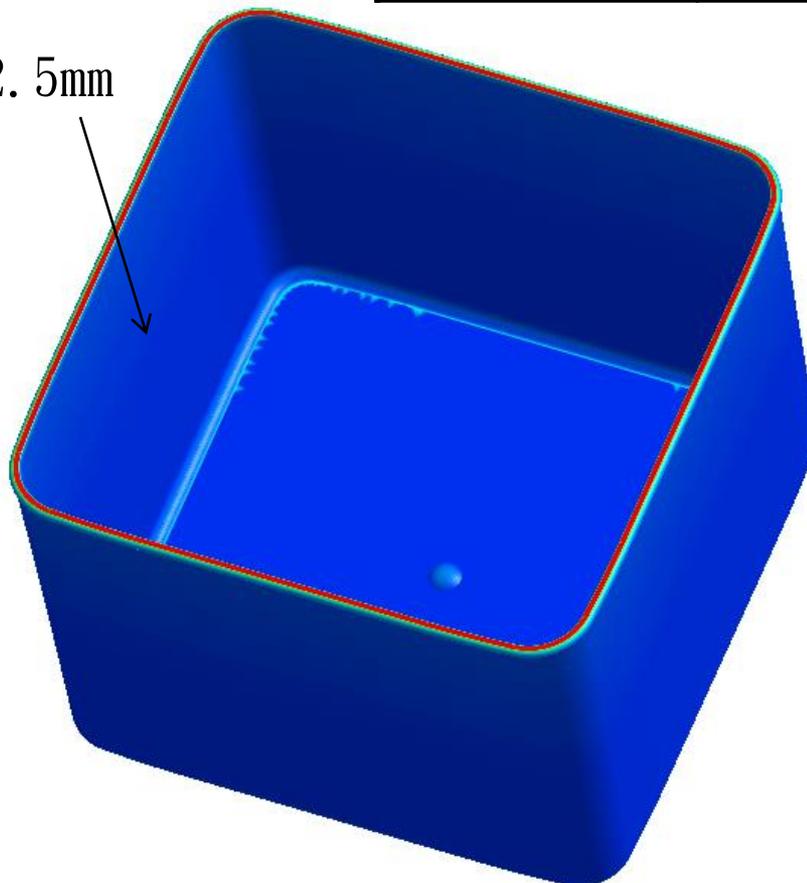
| | | | |
|----------|--------|-----------|--------|
| 主要平面肉厚 | 2.5mm | 肋條的厚度 | mm |
| 最大肉厚(紅色) | 17.2mm | 最小肉厚(深藍色) | 1.31mm |
| 平均肉厚 | 2.27mm | | |

網格模型_厚度分布

[mm]



肉厚2.5mm



網格模型_厚度分布 [-]: +P



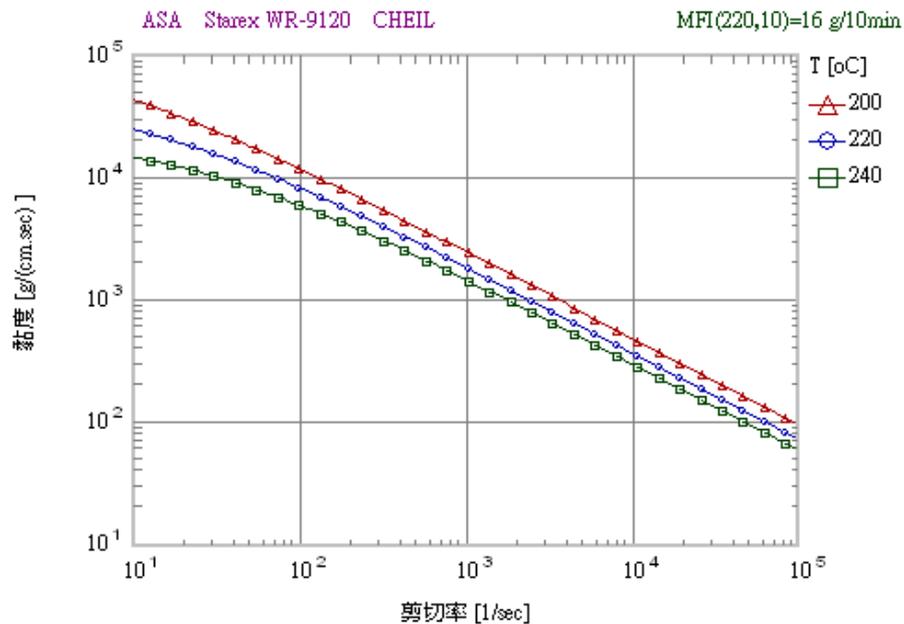
Moldex3D

210
354
158
1.20

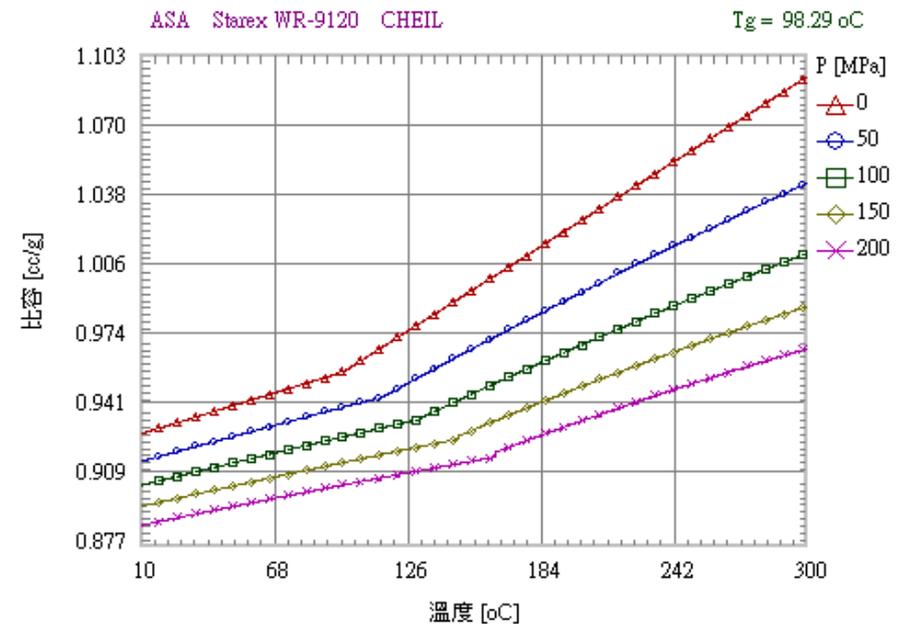


材料資料

| ASA_StarexWR-9120 | | |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 比熱(Heat Capacity) | 1.889×10^{-3} , (a = 7) | [erg/(g.°C)] |
| 熱傳導係數(Thermal Conduction) | 1.595×10^{-3} , (a = 4) | [erg/(sec.cm.°C)] |
| 塑料溫度(Melt temperature) | 200~240 | °C |
| 模具溫度(Mold temperature) | 40~80 | °C |
| 黏度(viscosity) | 如圖(A)所示 | [g/(cm. sec)] |
| PVT關係(PVT Relationship) | 如圖(B)所示 | [cc/g] |



圖(A)



圖(B)

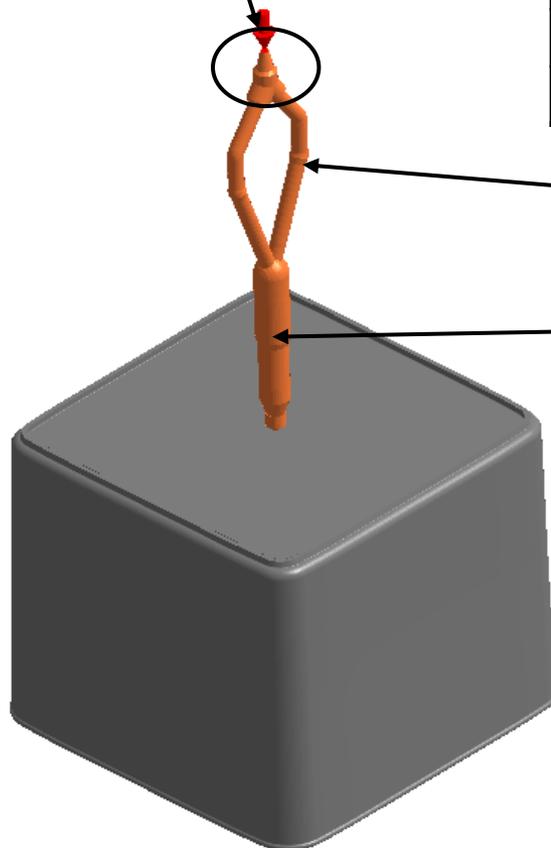


流道尺寸—澆口 $\Phi 6.0/\Phi 4.0/\Phi 3.5\text{mm}$

網格模型_實體模型

Part-1:ASA(CHEIL Starex WR-9120)
Hot Runner:ASA(CHEIL Starex WR-9120)

灌嘴尺寸 $\Phi 4.0\text{mm}$



| | | | |
|--------------------|----------|-------|----------|
| 產品體積 | 330.67cc | 射出總體積 | 330.67cc |
| 冷流道體積 | cc | 熱流道體積 | 31.58cc |
| **射出總體積=產品體積+冷流道體積 | | | |

熱流板流道尺寸 $\Phi 8.0\text{mm}$

熱嘴流道尺寸 $\Phi 20\text{mm}$;
閥針 $\Phi 9.8\text{mm}$

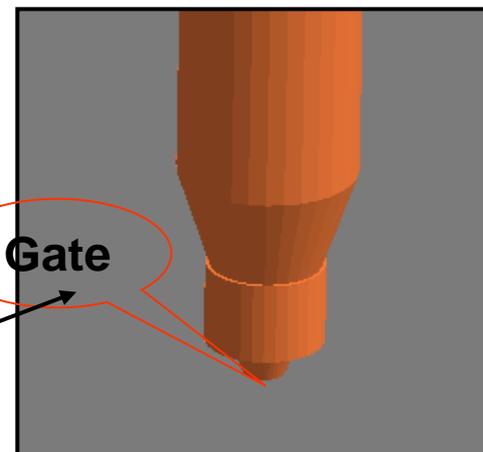
“Gate” 熱嘴澆口尺寸:

分析A1: $\Phi 3.5\text{mm}$

分析B1: $\Phi 4.0\text{mm}$

分析C1: $\Phi 6.0\text{mm}$

Gate

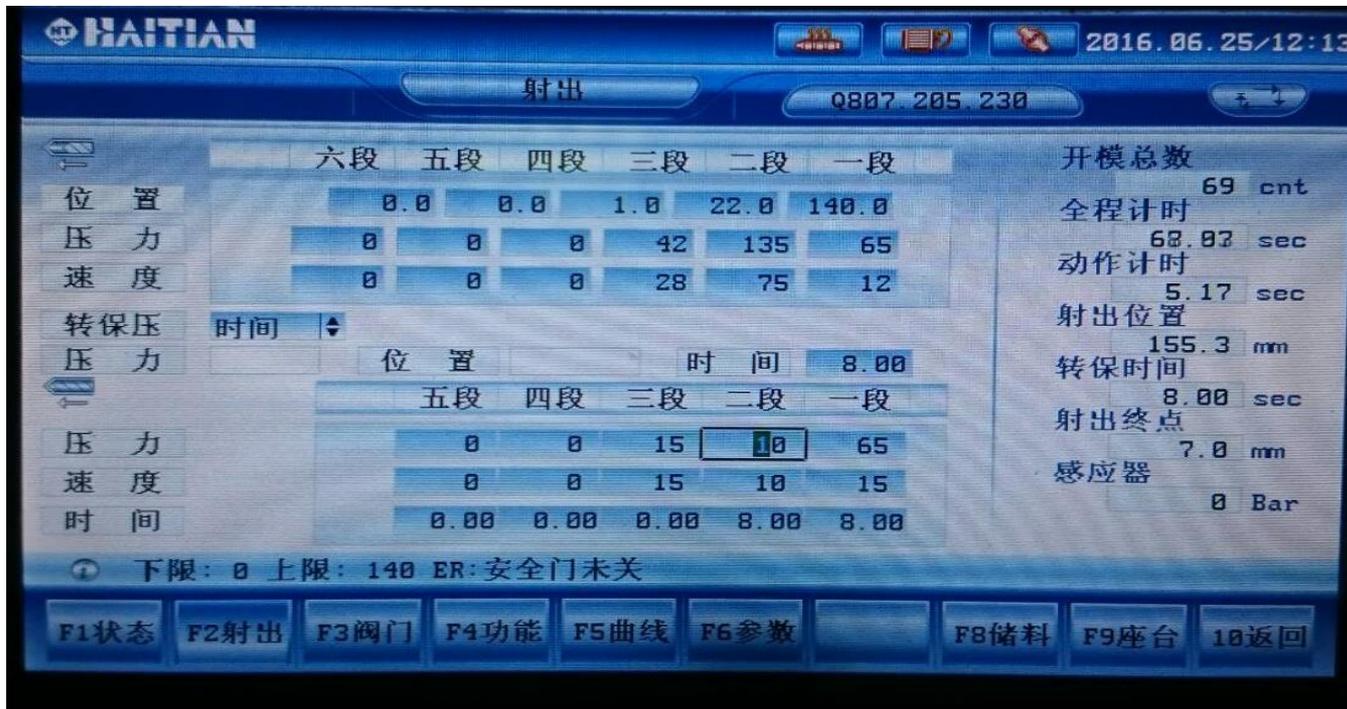


Moldex3D

57
1
44
1.50



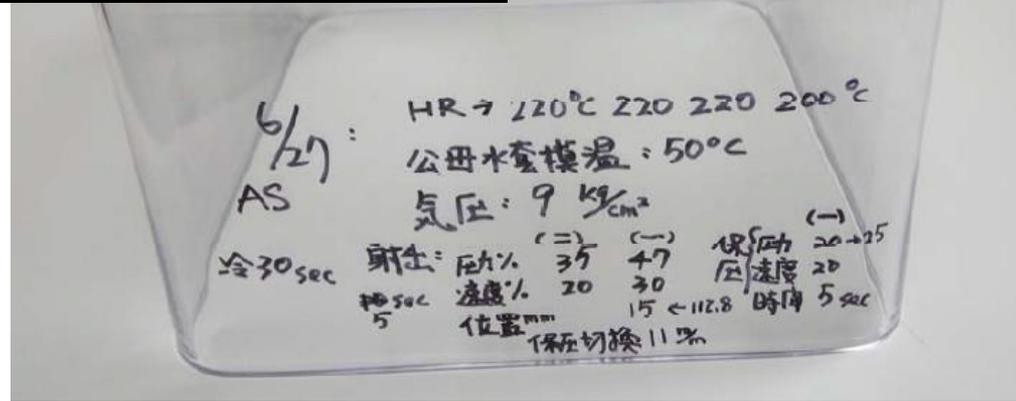
射出成型條件



成型條件20160625—產品澆口外觀NG

AS的罐身，使用SVG60的閥澆口來進澆，**問題：產品澆口沾黏；閥針無法到底**

澆口 ϕ 6，成型參數：射出8秒，保壓16秒；有降到12秒閥針還是打不進；產品末端皺褶...



成型條件20160627—產品澆口外觀OK



成型條件設定

| | | | | |
|---------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|
| 注塑機 (Ton) | 最大射壓 (MPa) | 螺桿直徑 (mm) | 螺桿行程(mm) | 流率設定(%) |
| 380T | 158 | 75 | 110-15 | 30-20 |
| 塑料溫度 (°C) | 模具溫度 (°C) | 水管溫度 (°C) | V/P切換 (螺桿位置mm) | |
| 220 | 50 | 50 | 11 | |
| 充填時間 (sec) | 充填壓力 (MPa) | 保壓時間 (sec) | 保壓壓力 (MPa) | 冷卻時間 (sec) |
| 3.12 | 126.4 | 16 | 20 | 14.2 |

專案設定 | 充填/保壓設定 | 冷卻設定 | 專案摘要

設定界面: 射出機台設定界面 1 (由多段設定)

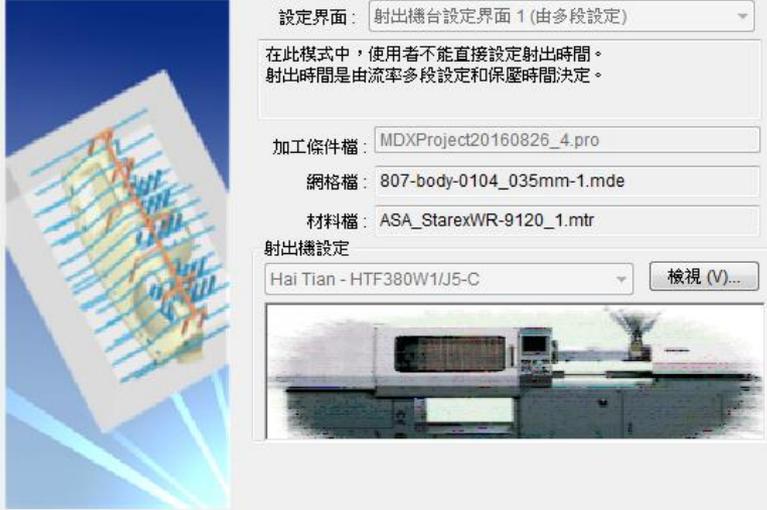
在此模式中，使用者不能直接設定射出時間。
射出時間是由流率多段設定和保壓時間決定。

加工條件檔: MDXProject20160826_4.pro

網格檔: 807-body-0104_035mm-1.mde

材料檔: ASA_StarexWR-9120_1.mtr

射出機設定
Hai Tian - HTF380W1/J5-C



專案設定 | 充填/保壓設定 | 冷卻設定 | 專案摘要

| | |
|----------------|---------------------------|
| [充填分析 - F] | |
| 行程時間 (sec) | 3.11684 |
| 料溫 (oC) | 220 |
| 模溫 (oC) | 50 |
| 最大射壓壓力 (MPa) | 158 |
| 射出體積 (cm^3) | 485.965 |
| [保壓結果] | |
| 保壓時間 (sec) | 16 |
| 最大保壓壓力 (MPa) | 158 |
| [冷卻分析 - C] | |
| 冷卻時間 (sec) | 14.2 |
| 開模時間 (sec) | 5 |
| 頂出溫度 (oC) | 90 |
| 空氣溫度 (oC) | 25 |
| [其它資訊] | |
| 循環時間 (sec) | 38.3168 |
| [熔膠停滯時間] (sec) | 40.2875 |
| 網格檔 | 807-body-0104_035mm-1.mde |

專案摘要 | 射出單元 | 鎖模單元 | 一般 | 螺桿資訊

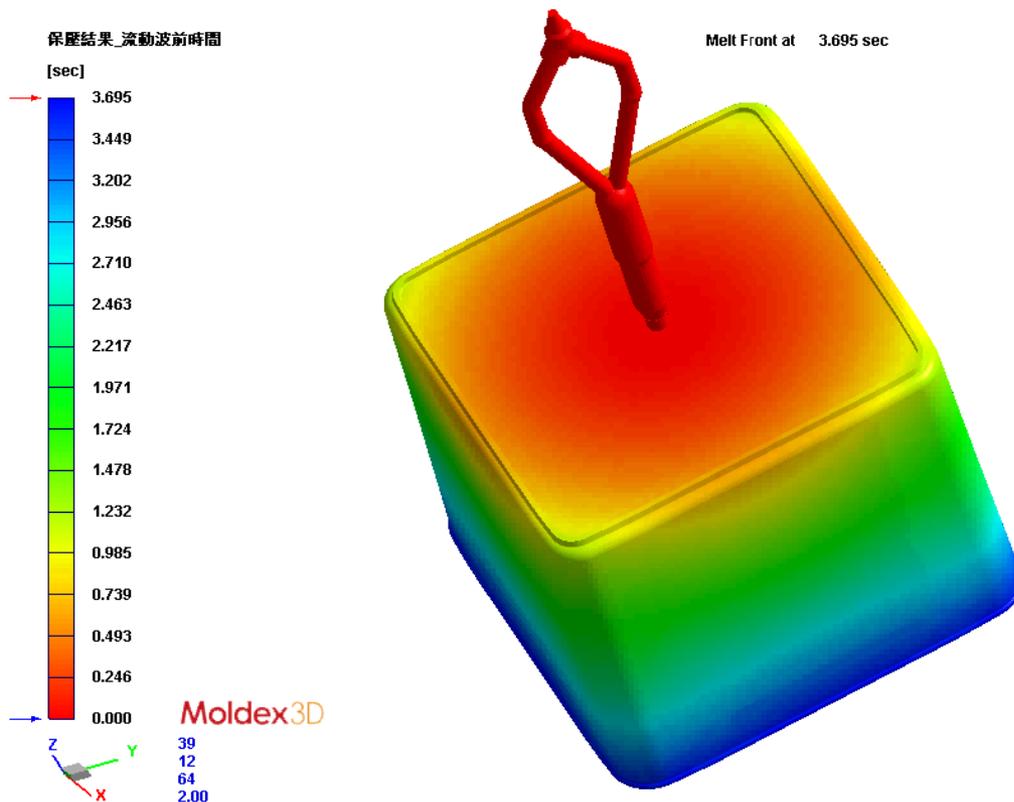
| 項目 | 內容 | 單位 |
|-------------------|---------------|----------|
| 製造商 | Hai Tian | |
| 型號 | HTF380W1/J5-C | |
| 最後修改日期 (yy/mm/dd) | | |
| 備註說明 | | |
| 螺桿直徑 | 75 | mm |
| 最大螺桿行程 | 320 | mm |
| 射出量 | 1295 | g |
| 射出壓力 | 158 | MPa |
| 最大流率 | 356.19 | cm^3/sec |
| 鎖模力 | 380 | tf |



充填- Review 流動行為

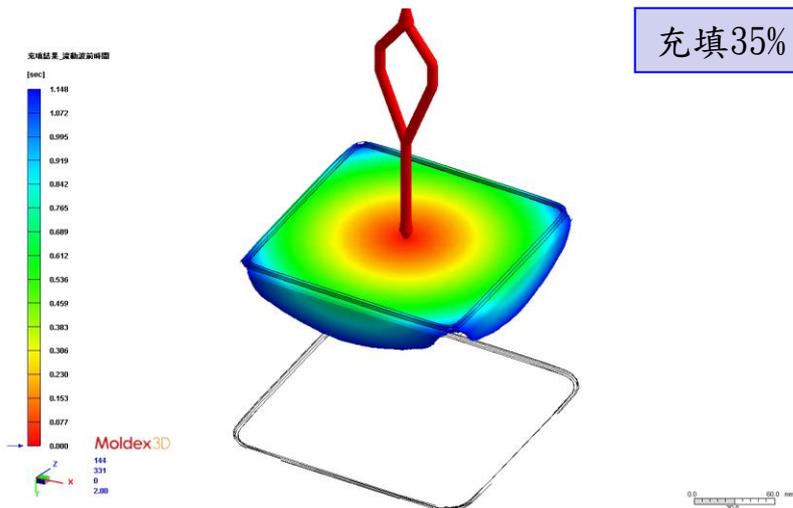
熱嘴型式

單穴針閥式—SVGT68

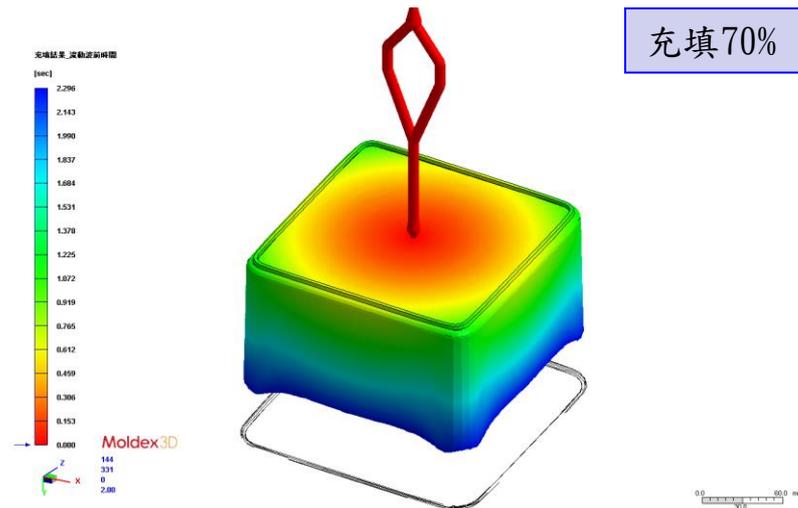


充填—短射

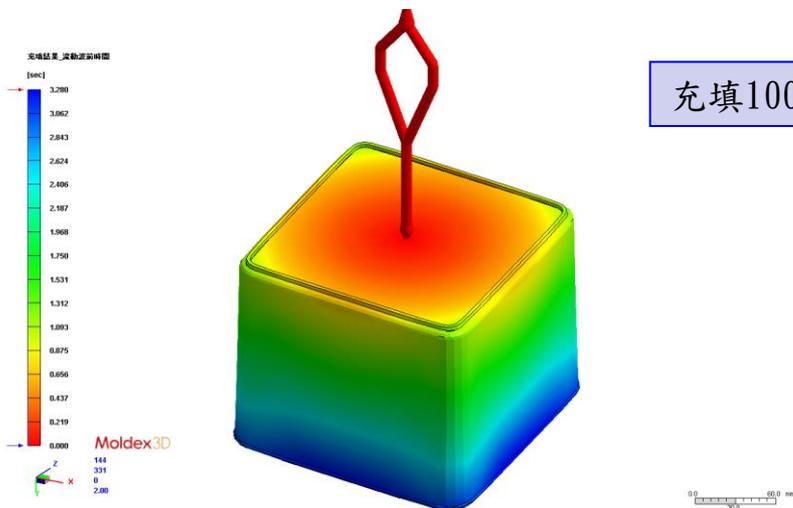
充填35%



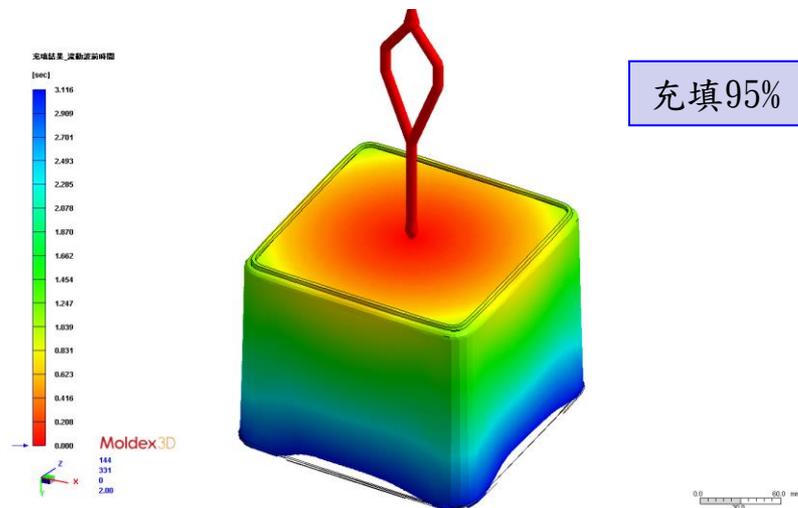
充填70%



充填100%



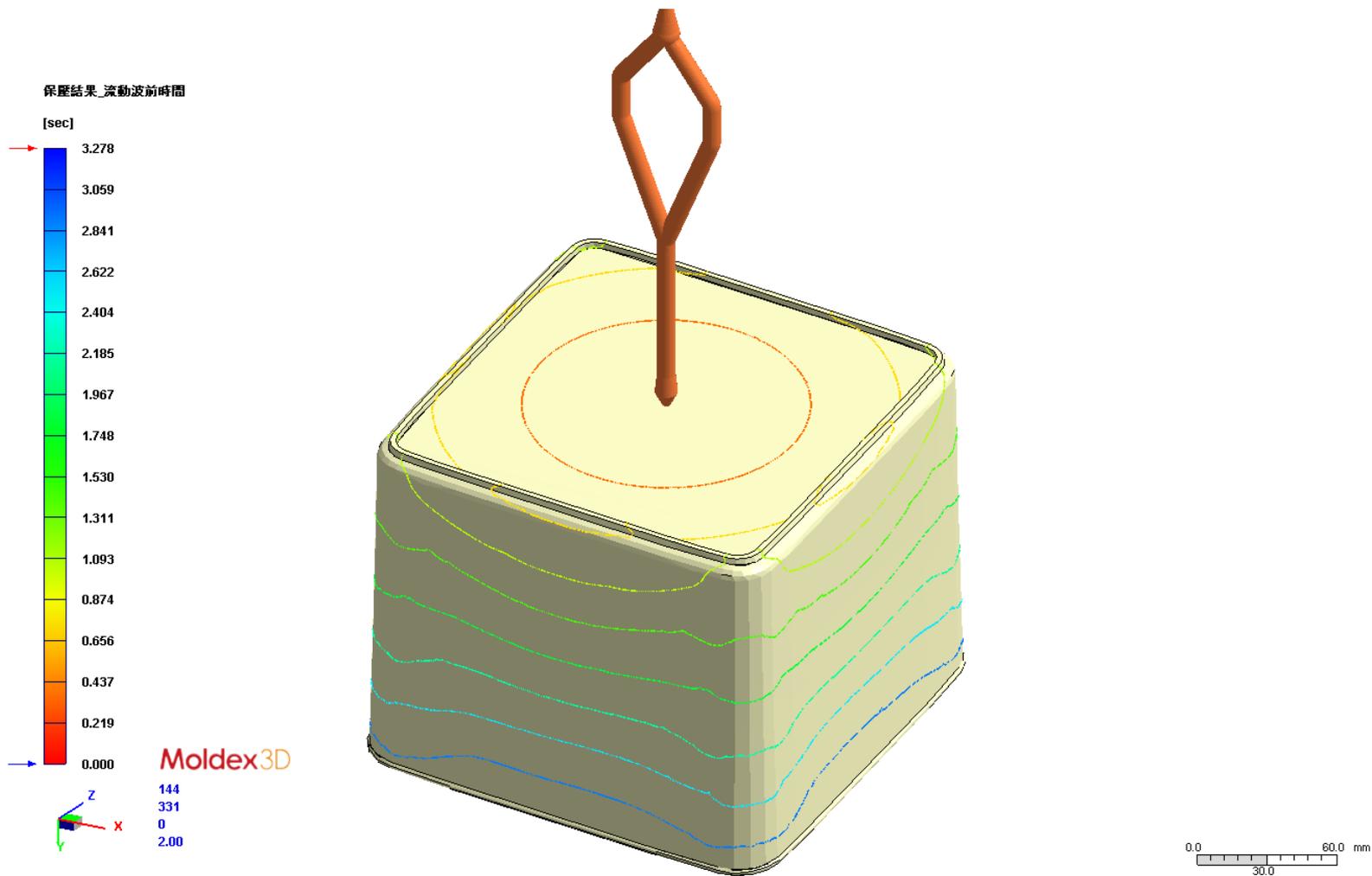
充填95%



V/P切換：11mm轉保壓

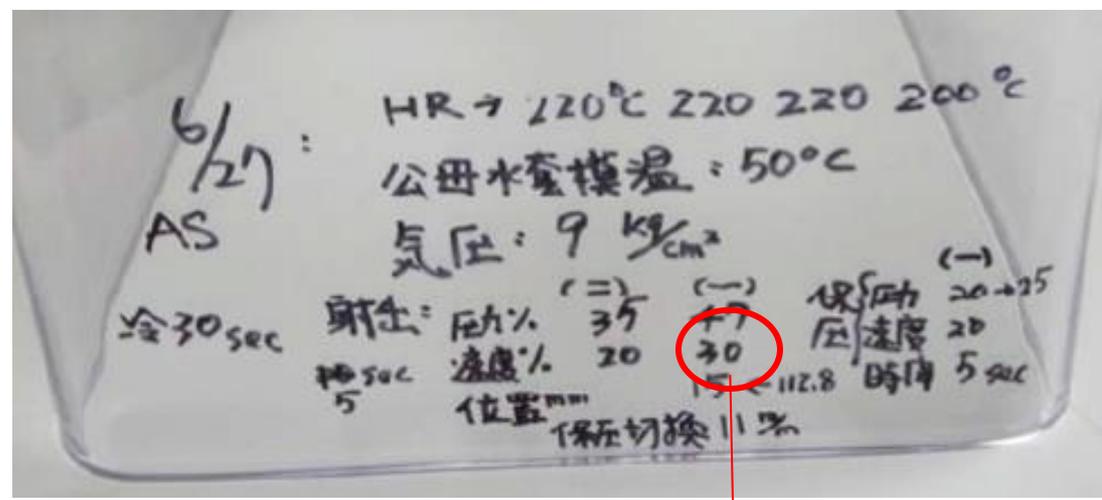


充填一流動波前等值線

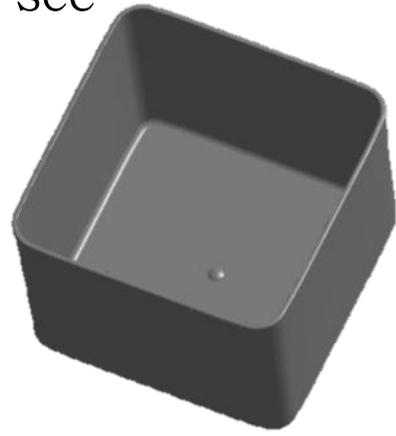


Review 射出時間 vs. 澆口

成型條件20160627—產品澆口外觀OK



射出機100%流量=356 cm³/sec
 射出流量30%=106.8 cm³/sec
 產品體積=330.56 cm³
 射出時間_{ø6} ≥ 3.1 sec



$$\frac{A_{\phi 6} = 9\pi}{A_{\phi 3.8} = 3.61\pi} = 2.5$$

射出時間_{ø3.8} ≥ 7.75 sec

Review 剪切熱 vs. 澆口

Input Q(料管射出量) 不變條件下

圓管流剪切率 $\dot{r} = \frac{4Q}{\pi R^3}$

剪切熱 $H = \eta \dot{r}^2 = m C_p \Delta T$

澆口

$\phi 3.5$

$$\frac{1}{R_{3.5} = (1.75)^3} = 0.187$$

$$H_{\phi 3.5} = (0.187)^2 = 0.035 \rightarrow 224\%$$

$\Phi 4.0$

$$\frac{1}{R_{4.0} = (2)^3} = 0.125$$

$$H_{\phi 4.0} = (0.125)^2 = 0.0156 \rightarrow 100\% \text{ 以 } H_{\Phi 4.0} \text{ 為當量}$$

$\Phi 6.0$

$$\frac{1}{R_{6.0} = (3)^3} = 0.111$$

$$H_{\phi 6.0} = (0.111)^2 = 0.0123 \rightarrow 79\%$$

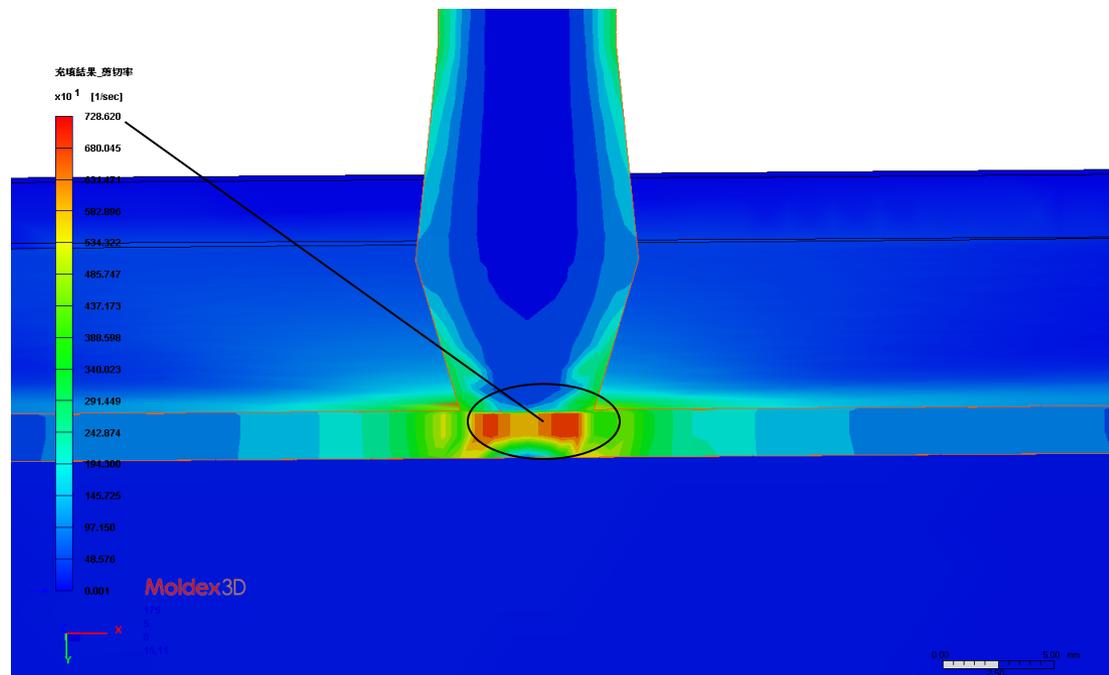
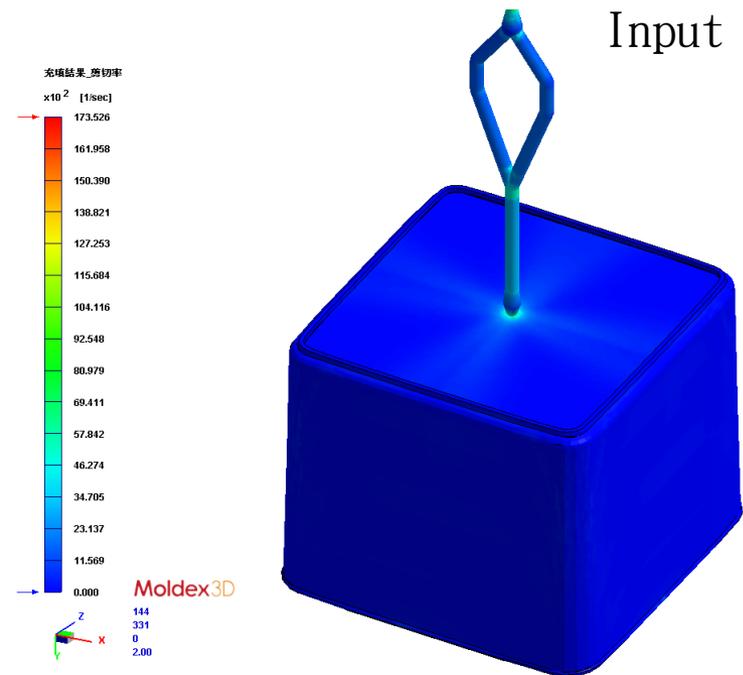
Q : 體積流率
R : 直徑
 η : 熔膠黏度
m : 熔膠質量
 C_p : 熔膠比熱
 ΔT : 溫差



充填結果—剪切率

| 熱嘴澆口尺寸 | Φ3.5mm | Φ4.0mm | Φ6.0mm | 分析 C將於 10,000(1/S)以下 ， 塑料產品不易產生 因剪切率過高所產生 的缺陷 |
|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| 剪切率(澆口處) | 16,966 (1/sec) | 12,478 (1/sec) | 7,286 (1/sec) | |

Input Q(料管射出量) 不變條件下



材料資料

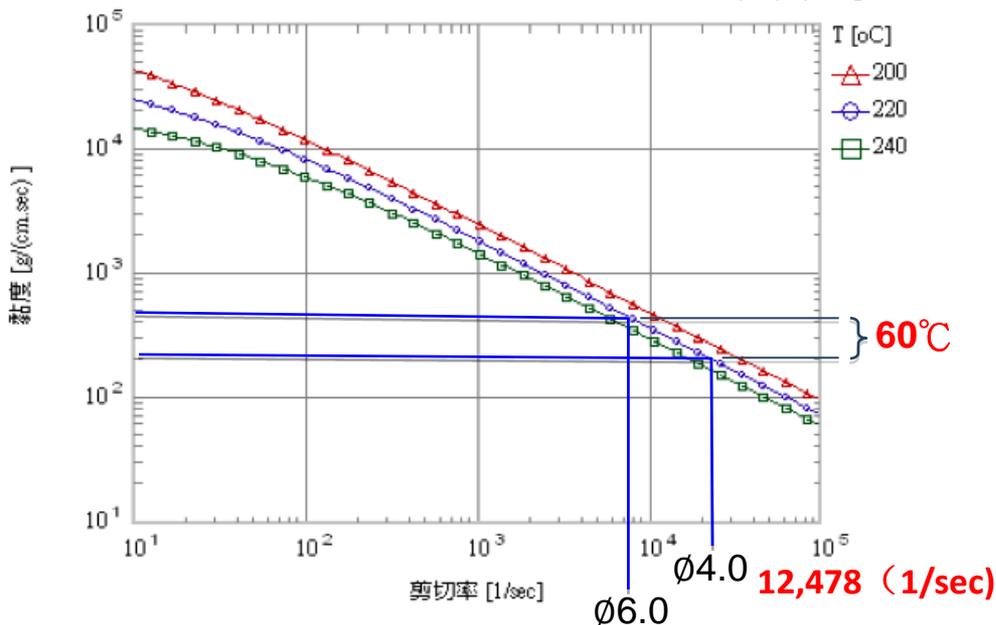
| ASA_StarexWR-9120 | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| 比熱(Heat Capacity) | $1.889 \times 10^{-3} \cdot (a = 7)$ | [erg/(g.°C)] |
| 熱傳導係數(Thermal Conduction) | $1.595 \times 10^{-4} \cdot (a = 4)$ | [erg/(sec.cm.°C)] |
| 塑料溫度(Melt temperature) | 200~240 | °C |
| 模具溫度(Mold temperature) | 40~80 | °C |
| 黏度(viscosity) | 如圖(A)所示 | [g/(cm. sec)] |
| PVT關係(PVT Relationship) | 如圖(B)所示 | [cc/g] |

ASA Starex WR-9120 CHEIL

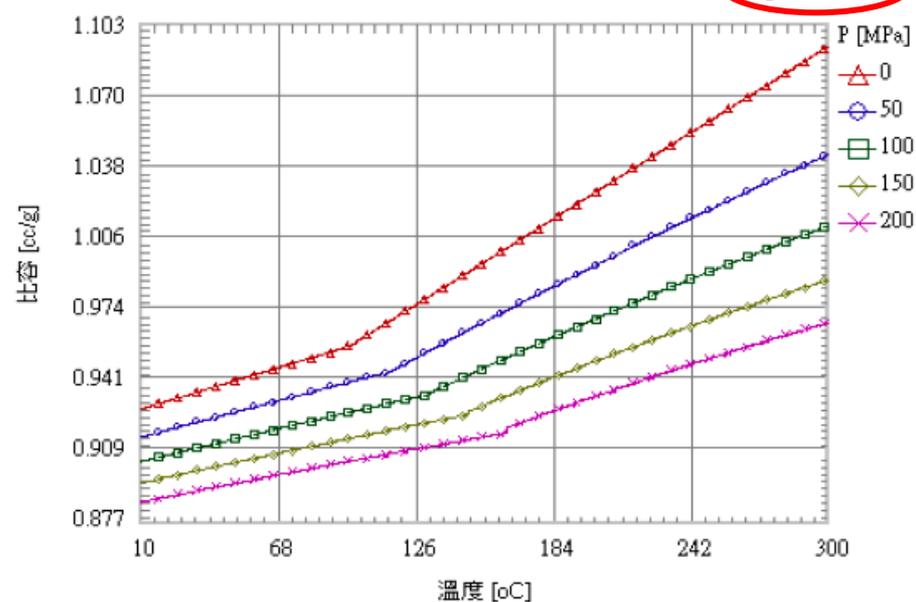
MFI(220,10)=16 g/10min

ASA Starex WR-9120 CHEIL

$T_g = 98.29 \text{ } ^\circ\text{C}$



圖(A) 7,286 (1/sec)

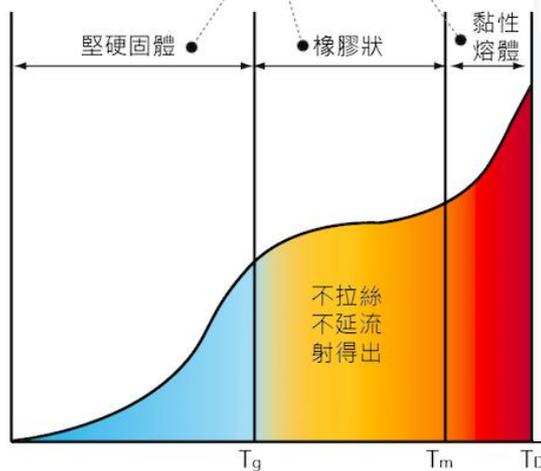
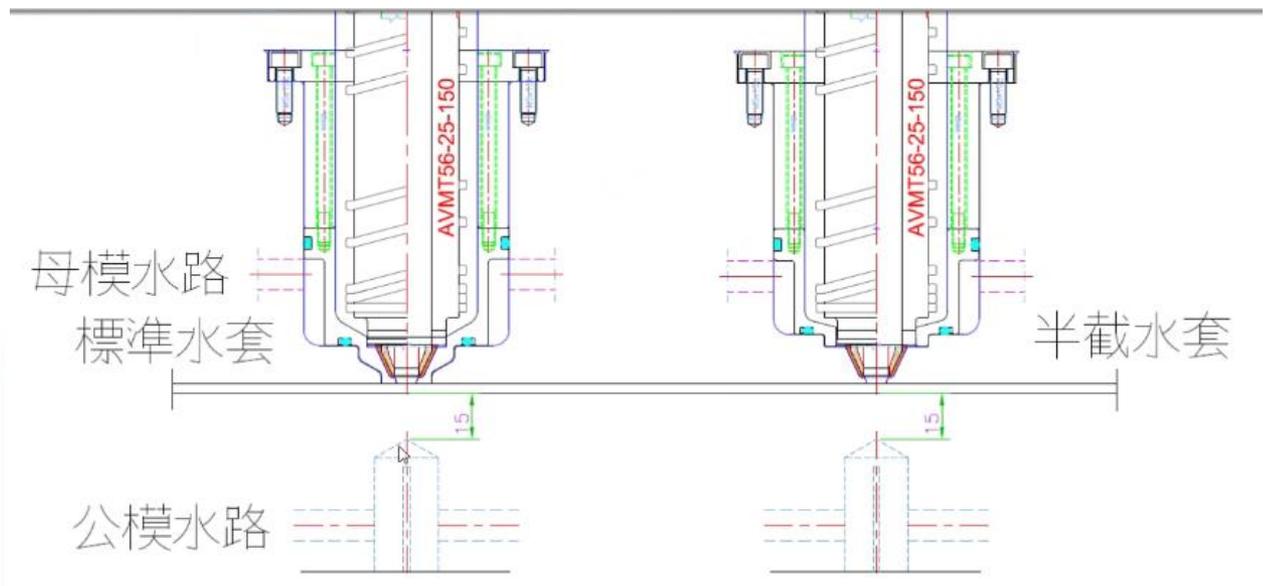
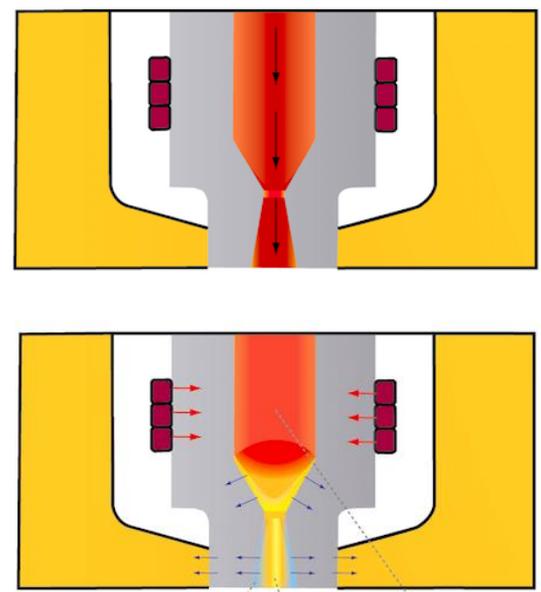


圖(B)



Review 封針時機 vs. 塑料溫控

1. 正常塑料流動時的情況

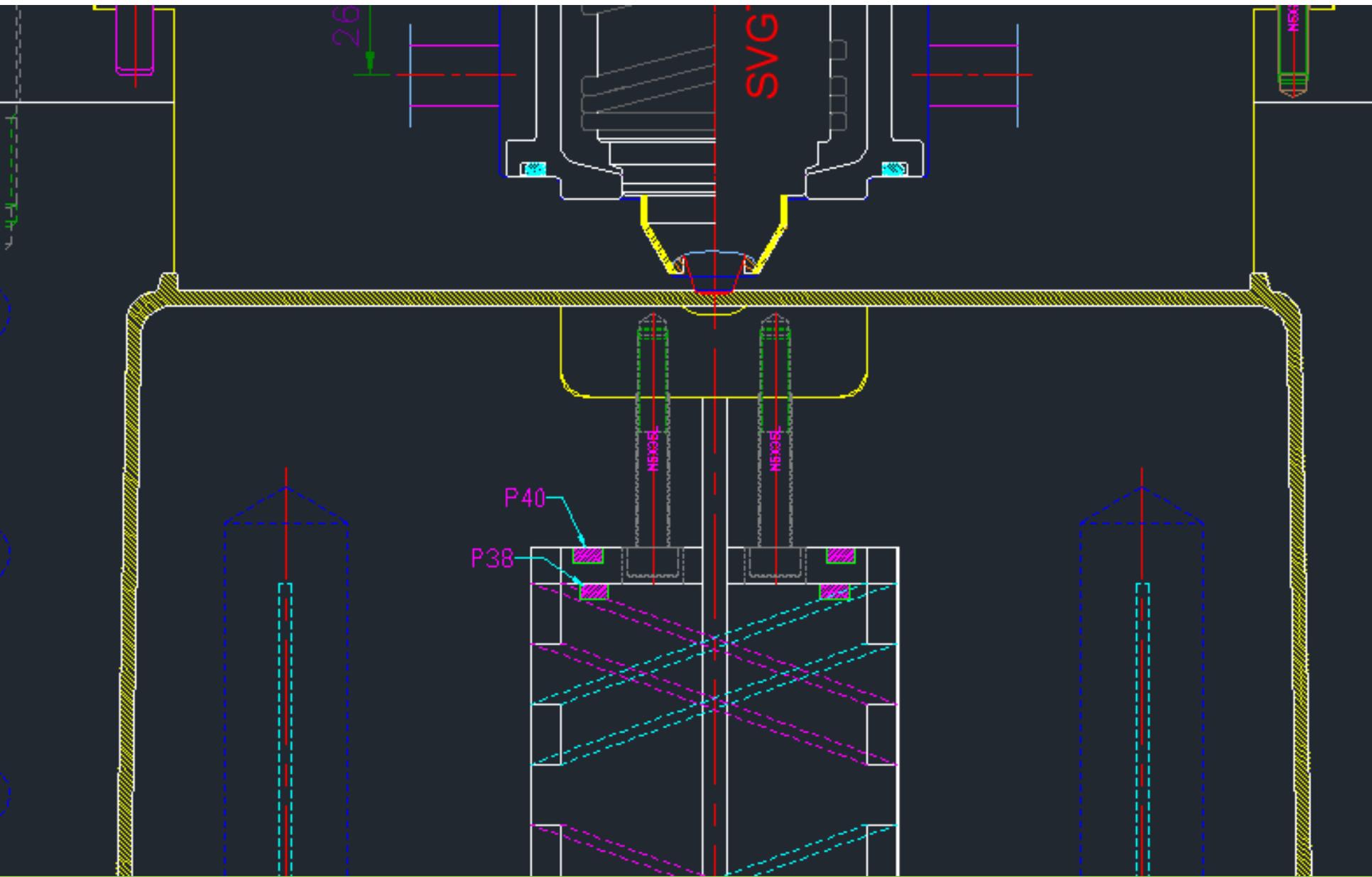


3. 塑料的溫度特性

| 形態 | 塑料 | 溫度 T/°C | | | 溫度範圍 ΔT/°C | | | |
|------|------------|---------|----------------|----------------|--|----|-----|-----|
| | | 模具 | T _g | T _m | 45 | 90 | 135 | 180 |
| 非結晶性 | ABS | 75 | 110 | 250 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | ASA | 75 | 105 | 245 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | CAB | 55 | 140 | 215 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PC | 90 | 220 | 300 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PEI | 100 | 215 | 370 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PES | 150 | 230 | 350 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PPO | 80 | 120 | 300 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PS | 45 | 100 | 225 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PSU | 150 | 200 | 315 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |
| | PMMA | 70 | 100 | 245 | [Bar chart showing range from 45 to 180] | | | |

T_g=98°C T_m=220°C

模具澆口區公母模水路設計討論



結 論

澆口位置、大小與數量的設計考量：

- ✓ 產品大小與射出機規格確認：流量與射出時間
- ✓ 產品肉厚考量：厚 \Rightarrow 薄
- ✓ 產品結構幾何：平均肉厚/中間區域 \Rightarrow 中心點
- ✓ 流動長度肉厚：L/T 值的計算與澆口數量確認
- ✓ 澆口流速與材料剪切承受力：剪切率的計算
- ✓ 澆口剪切熱計算/澆口溫度上升：模具澆口區水路的設計
- ✓ 材料T_g~T_m間的橡膠態的閥針關閉時機：
適當保壓策略使澆口美觀





報告結束

