

軸承襯套元件的 真圓度改善分析與實務應用



Moldex3D ²⁰¹³ Innovation
Talent
Award

Moldex3D 全球模流達人賽
模流創新 無限可能

編號:010

單位:光寶科技

部門:機構核心能力事業群\影像事業部

負責人:丁聖倫

組員:王如浩、林啟豪、張朝欽

目錄

- > 參賽負責人簡介
- > 公司/產品介紹
- > 產品及模具開發流程與分工介紹
- > 產品發展趨勢與挑戰
- > CAE導入源由與應用流程
- > Moldex3D應用成功案例分享
- > Moldex3D應用價值分享與效益分析
- > Moldex3D未來應用及方向

參賽負責人簡介

- > 姓名:丁聖倫
- > 公司:光寶科技股份有限公司
- > 單位:機構核心能力事業群\影像事業部
- > 主要負責產品:微型投影機、掃描器、多功能事務機等產品的模具開發事前評估及事後模具問題與試模製程上的改善。
- > 專長:
 - 模流分析
 - 模具與射出成型問題解決
 - 本身在模流分析的應用上累積有八年以上經驗，分析過模具超過一千副模具。

公司介紹_光寶科技股份有限公司

- > 光寶科技為一家生產影像產品、機殼產品、電源產品、發光二極體(LED)等的領導供應商，其產品行銷海內外各地，在台灣與全球的市佔地位皆不容忽視。展望所有產品線，光寶科技致力於成為國內第一與全球前三大的製造商。在筆記型電腦供應器方面，光寶科技傲居全球第一的地位，市佔率約6成。其他主力產品包含投影機電源供應器、相機手機模組、鍵盤、電腦機殼等，皆在全球市場佔有舉足輕重的地位。

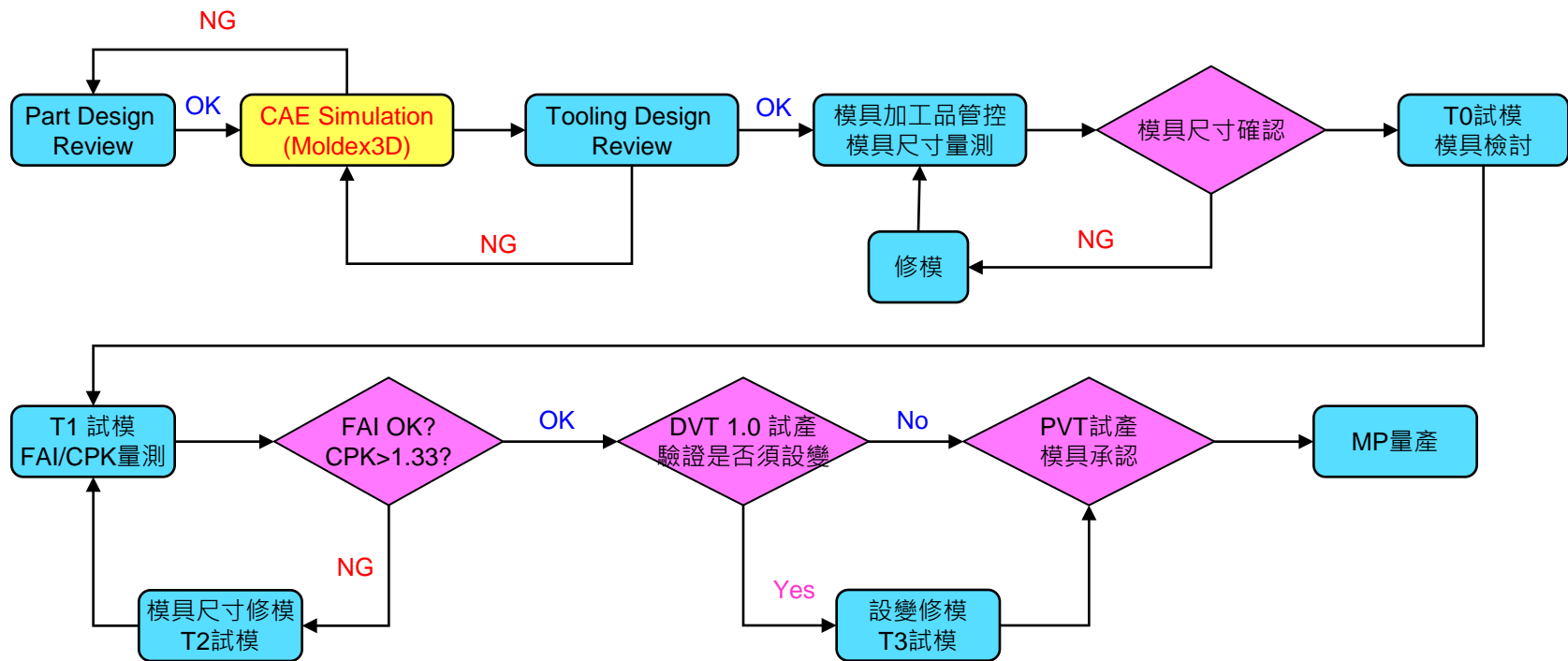


產品介紹

- > 軸承元件由於常需要與對手件搭配使用，故在材料上常會使用如POM等耐磨耗材料。
- > POM本身具有較高的機械強度、硬度與剛性，抗衝擊良好，耐疲勞性佳。且POM本身摩擦係數低，自潤滑性少，可以在少潤滑和無潤滑條件下使用，故常使用於軸承襯套等相關零組件的應用。但POM本身屬於結晶性材料，故本身的成型後收縮率較高，通常介於2%~3.5%之間。本身的配方不同，收縮率也有不同的變化。
- > 而後續將透過分析了解不同設計對產品真圓度的影響，藉由分析改善成品射出後的不良率，提高產品良率。



產品及模具開發流程與分工介紹



產品發展趨勢與挑戰

> 發展趨勢

- 由於軸承襯套本身會與對手件軸承搭配，所以本身的真圓度與尺寸在成型後需要控制，否則在轉動時會因為配合不佳而產生噪音，進而導致良率下降。
- 而因產品本身造型的關係，融膠流動是否平衡，將會決定整體產品成型後的真圓度與變形是否良好，且成品厚度設計亦會與變形息息相關。為了降低噪音，故須將真圓度控制在**0.05mm**以內。

> 面臨挑戰

- 真圓度不佳容易產生震動與噪音
- 尺寸精度要求高
- 真圓度**<0.05mm**

> 常見問題

- 流動不平衡
- 結合線
- 翹曲變形
- 真圓度不佳，轉動時產生震動噪音

CAE導入源由

> 產品遭遇問題與困難

- 真圓度要求高(<0.05mm)
- 避免軸承轉動時產生噪音

> 設計變更之項目與方法

- 方案1:原始三點進澆
- 方案2:三點進澆_圓周上下減膠
- 方案3:三點凸耳進澆_圓周不變
- 方案4:三點圓周進澆_圓周不變
- 方案5:原三點進_公模近圓周減膠
- 方案6:三點圓周進_公模圓周減膠

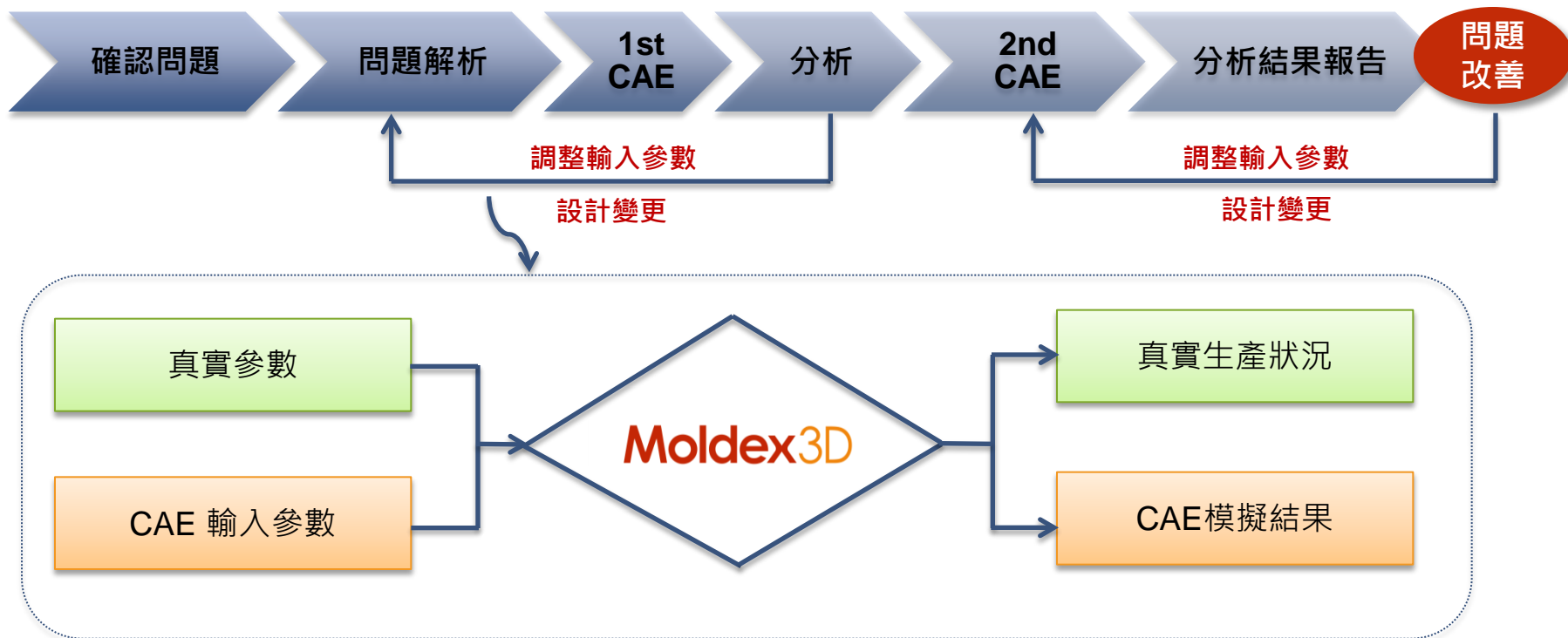
> 為何須要應用CAE模流分析

- 藉由CAE模流分析輔助找出產品潛在性問題
- 評估原始產品設計問題點
- 了解影響變形的主因
- 探討不同設計方向與討論
- 挑選較佳的設計去進行開模或修模

> 最希望或期盼之成果與目標

- 降低修模與試模次數
- 改善產品真圓度至0.05mm
- 改善變形問題
- 縮短成型週期

模流分析應用流程



Moldex3D應用成功案例分享

案例背景介紹

> 產品尺寸

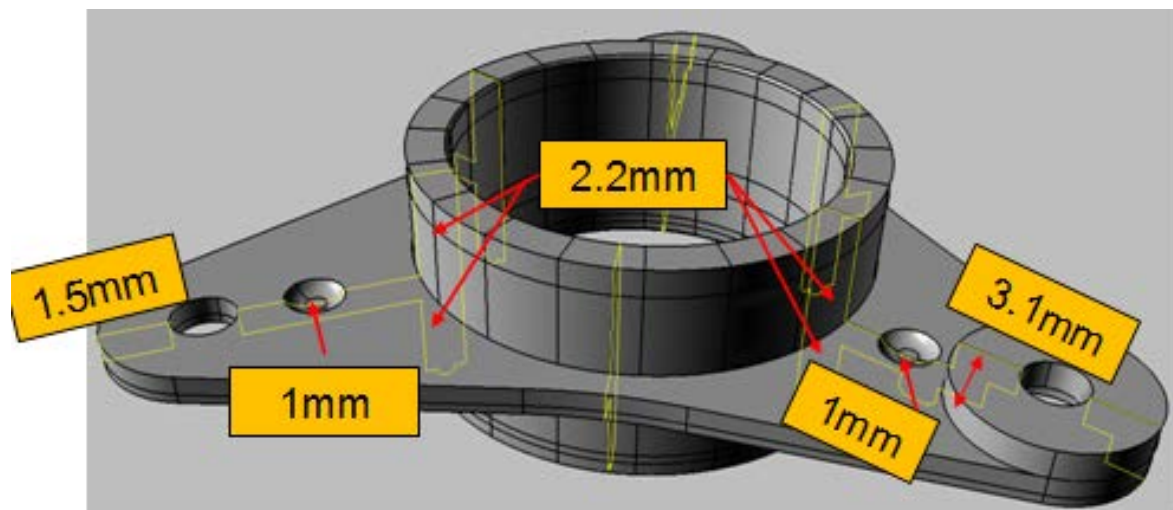
- 長：50 mm
- 寬：45mm
- 高：13 mm
- 主產品厚度：2.2 & 1.5 mm

> 塑料名稱

- POM

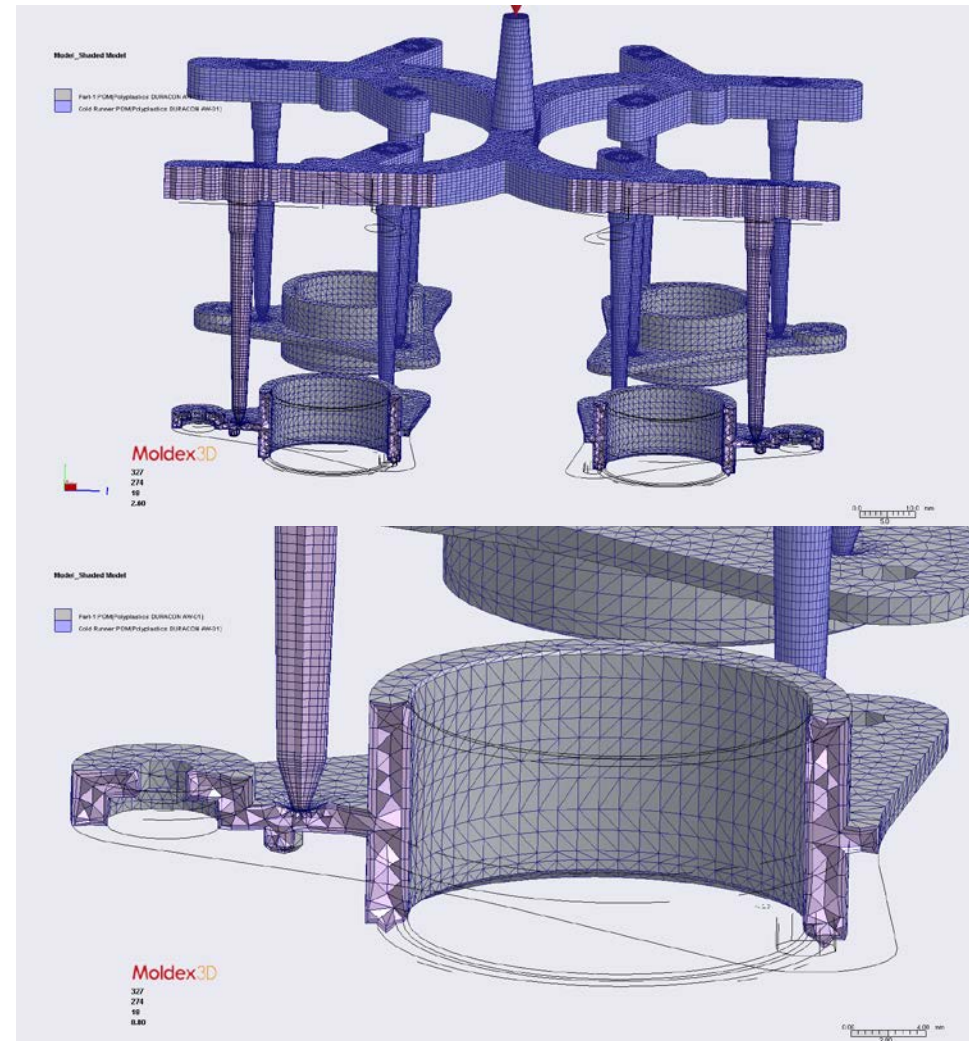
> 成型條件

- 充填時間：1 Sec
- 熔膠溫度：240 °C
- 模具溫度：50°C



網格模型

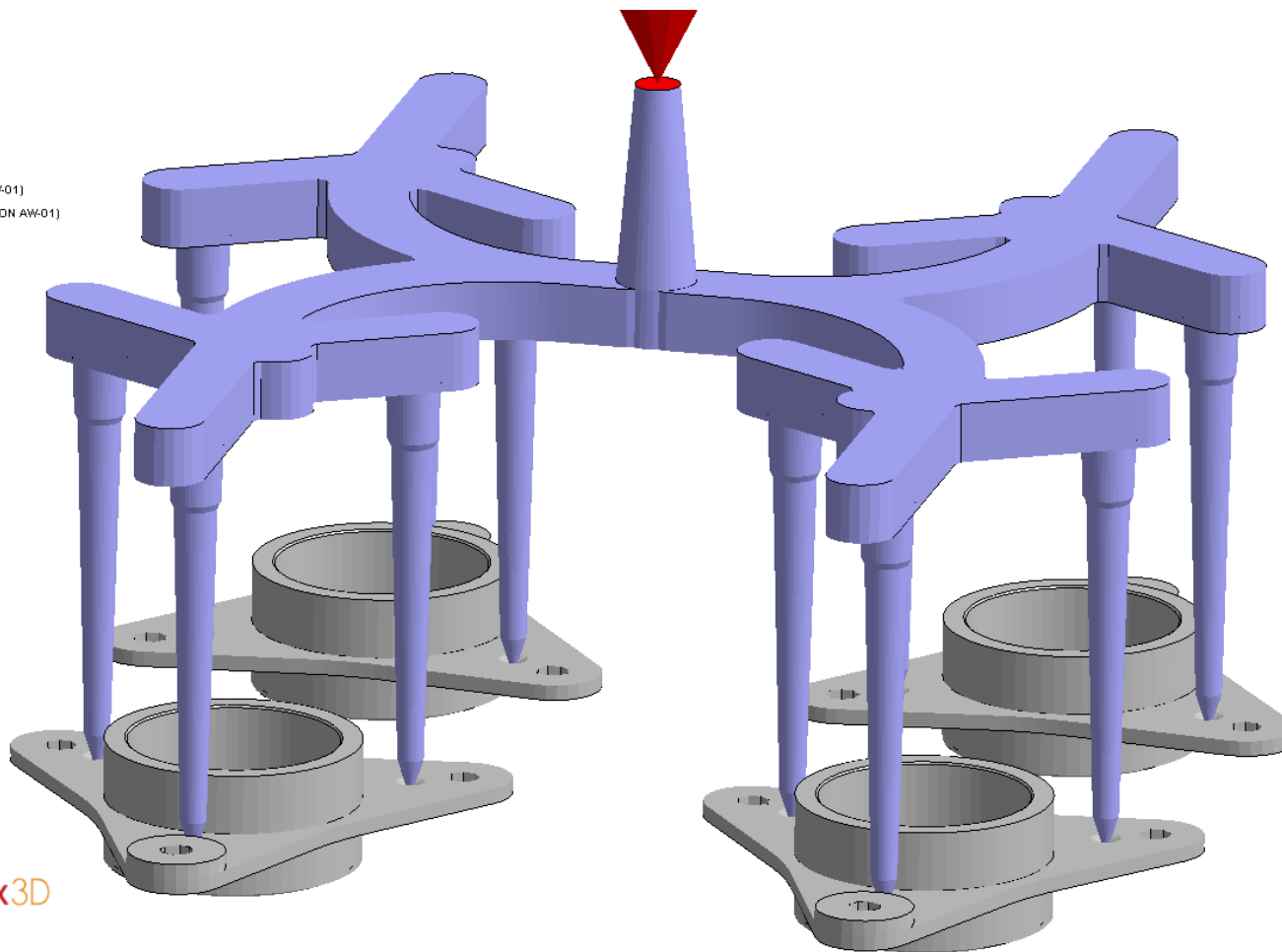
- > 網格型態
 - BLM Solid Mesh
- > 總網格數
 - Part Mesh:151,156 ;
 - Cold Runner Mesh:328,680
- > CPU 運算時間(共17min)
 - 充填: 4.6min
 - 保壓: 10.2min
 - 冷卻: 1.56min
 - 翹曲: 0.5min
- > 電腦資訊
 - CPU: Intel Core i7-3930K
 - @3.2GHZ 3.8GZ
 - RAM: 32 G *2



流道配置_一模四穴

Model_Shaded Model

- Part-1:POM(Polyplastics DURACON AW-01)
- Cold Runner:POM(Polyplastics DURACON AW-01)

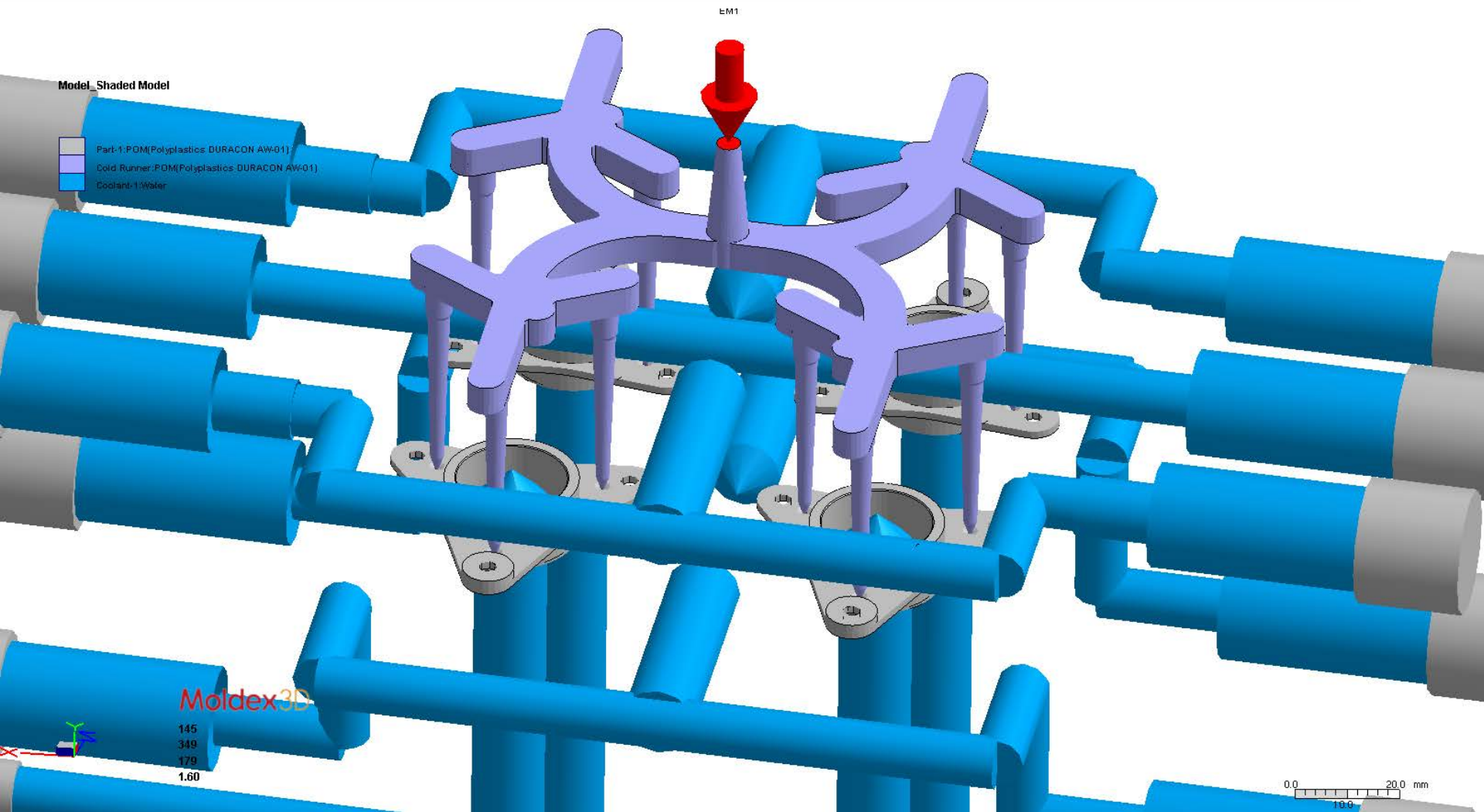


Moldex3D

163
346
180
2.40

0.0 5.0 10.0 mm

冷卻水路設計



分析項目與內容

1. 原始流道設計分析

- 了解流道設計平衡性、產品高體縮區、保壓效果是否完善

2. 設計變更

- 透過魚骨圖分析、C&E矩陣圖、專案路徑分析等選擇合適組別進行設計變更
- 透過實際量測可以發現內圈真圓度較差，並透過流道變更與內圈減膠不同組別的分析結果來比對，以便選出一組較佳的設計

3. 分析結果真圓度量測

- 透過在網格上放置量測點的方式，取出相關節點資料，以便做真圓度分析

4. 分析結果討論與實際真圓度量測驗證

原始設計分析與結果判讀

成型條件參數

流動波前時間與動畫

保壓分析_內部溫度剖面 &等位面分佈

翹曲分析 _ 各方向位移量分布

成型條件參數

Project Settings | **Filling/Packing Settings** | Cooling Settings | Summary

Filling setting
 Injection time : 5 sec
 Flow rate profile (3)...
 Injection pressure profile (1)...

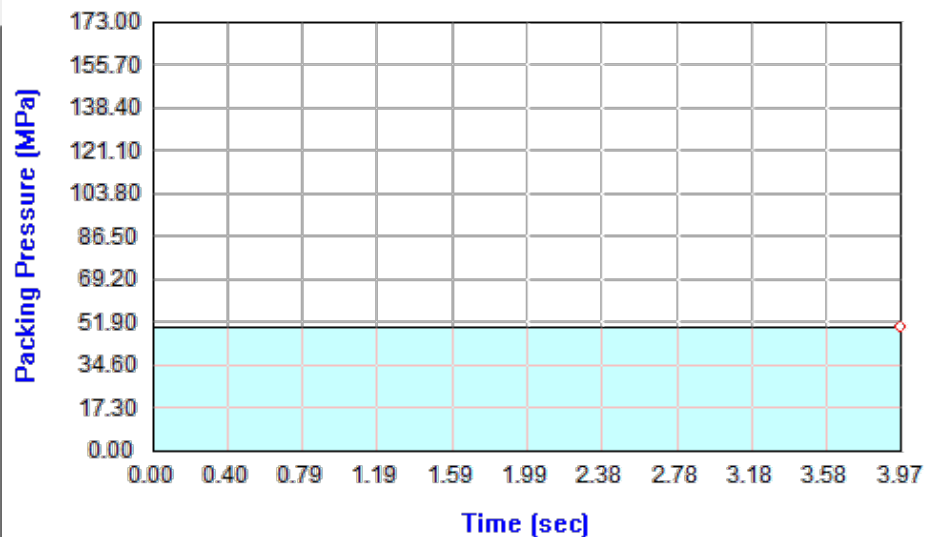
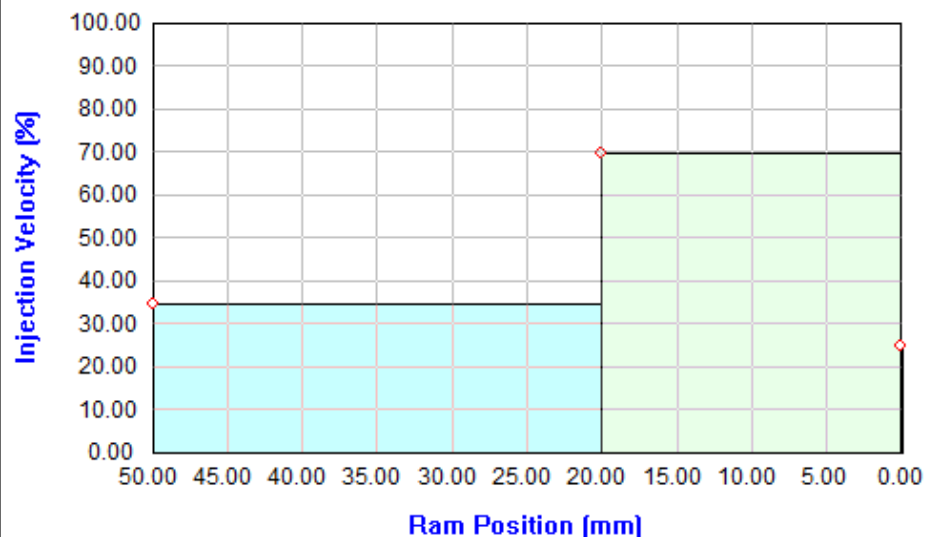
VP switch-over
 By ram position as 21 mm

Packing setting
 Packing pressure refers to machine pressure
 Packing pressure profile (1)...

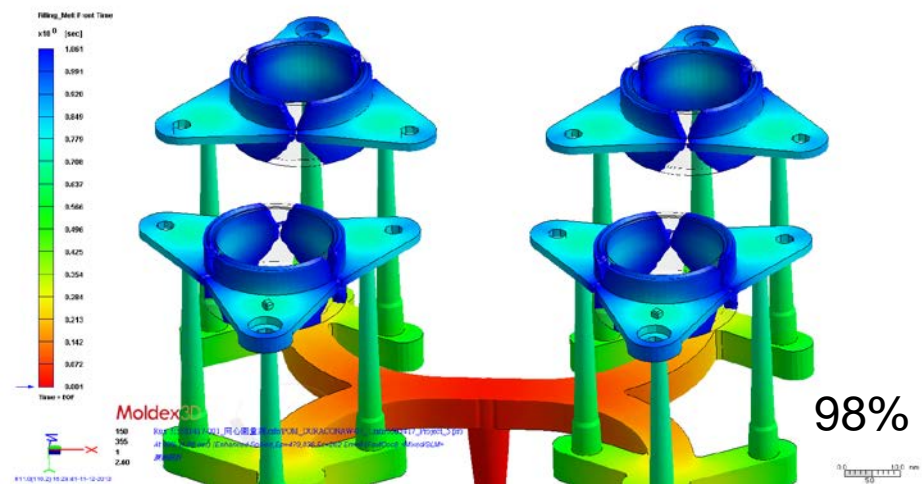
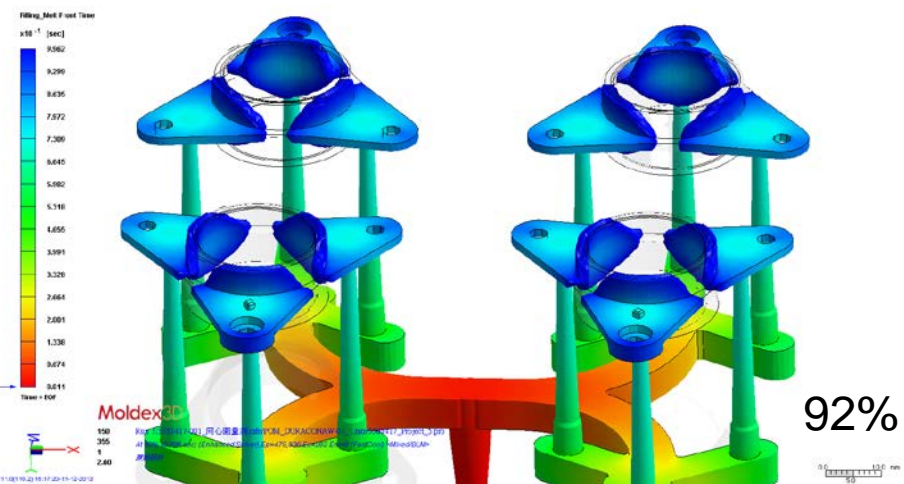
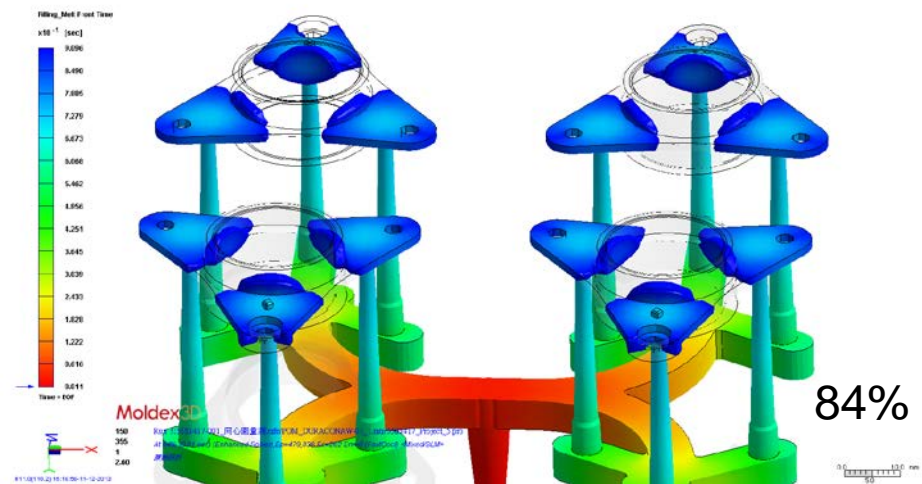
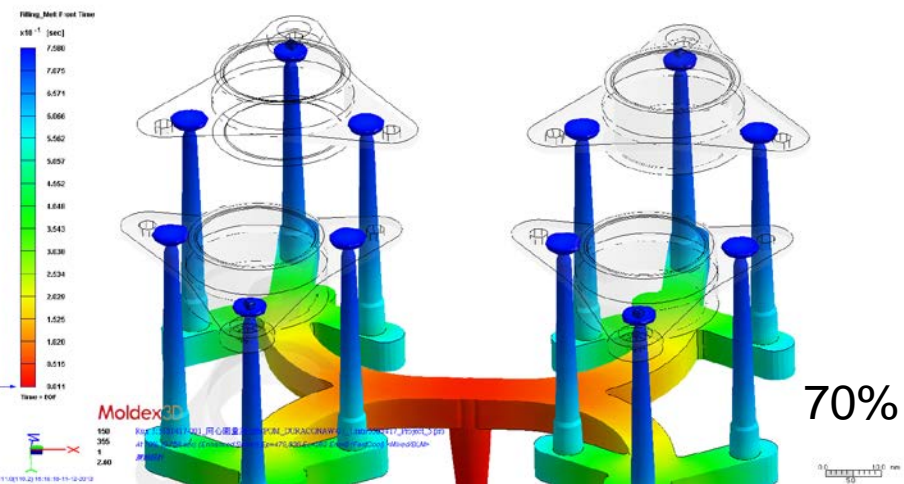
Melt Temperature 240 °C
 Mold Temperature 50 °C

Summary | **Injection Unit** | Clamp Unit | General

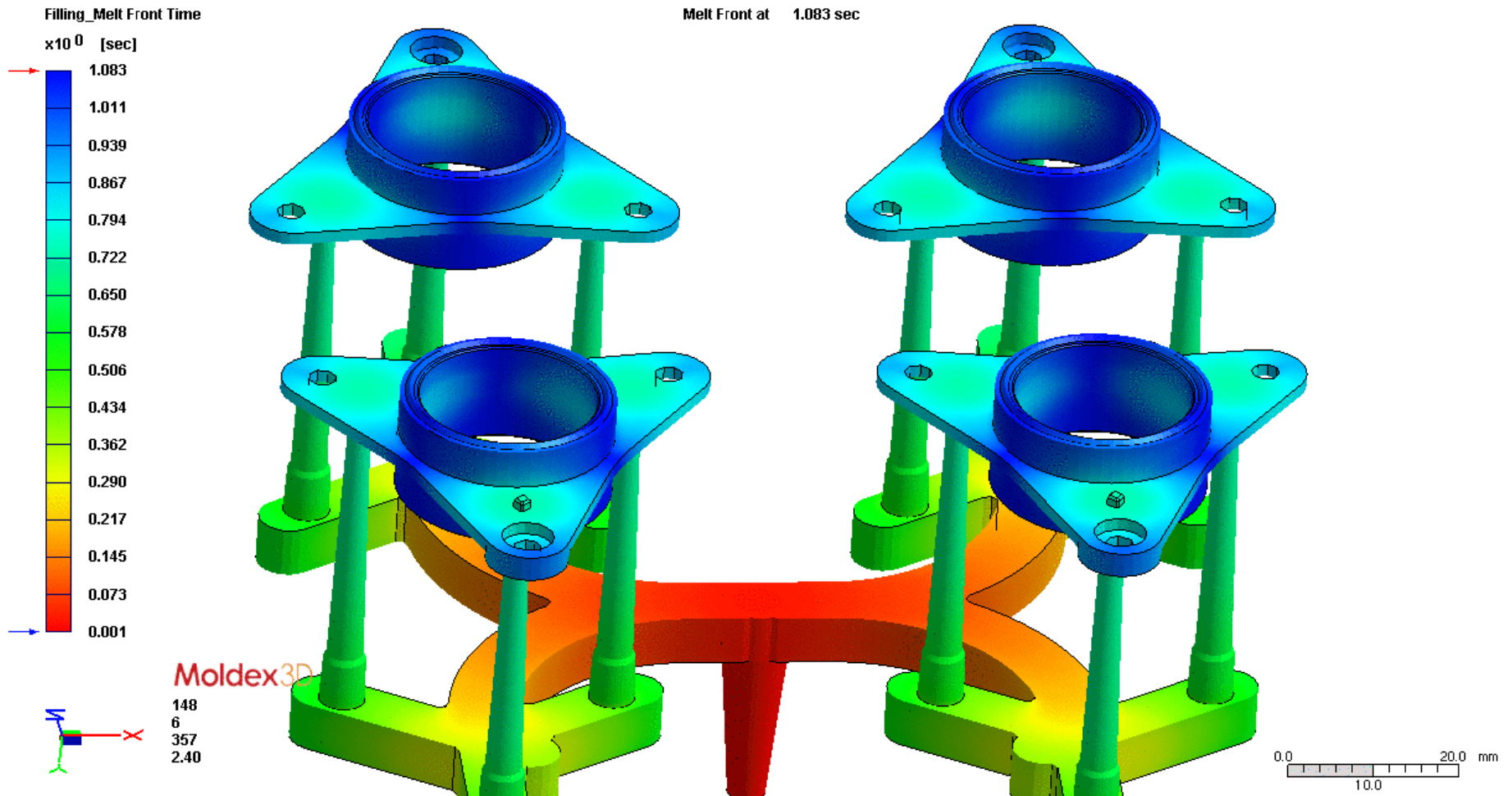
Item	Content	Unit
Maker	NanRong	
Grade	TNR130	
Last modified date (yy/mm/dd)		
Comment		
Screw Diameter	42	mm
Screw Stroke	163	mm
Shot Weight	227	g
Injection Pressure	173	MPa
Injection Rate	103.9	cm ³ /sec
Clamping Force	130	tf



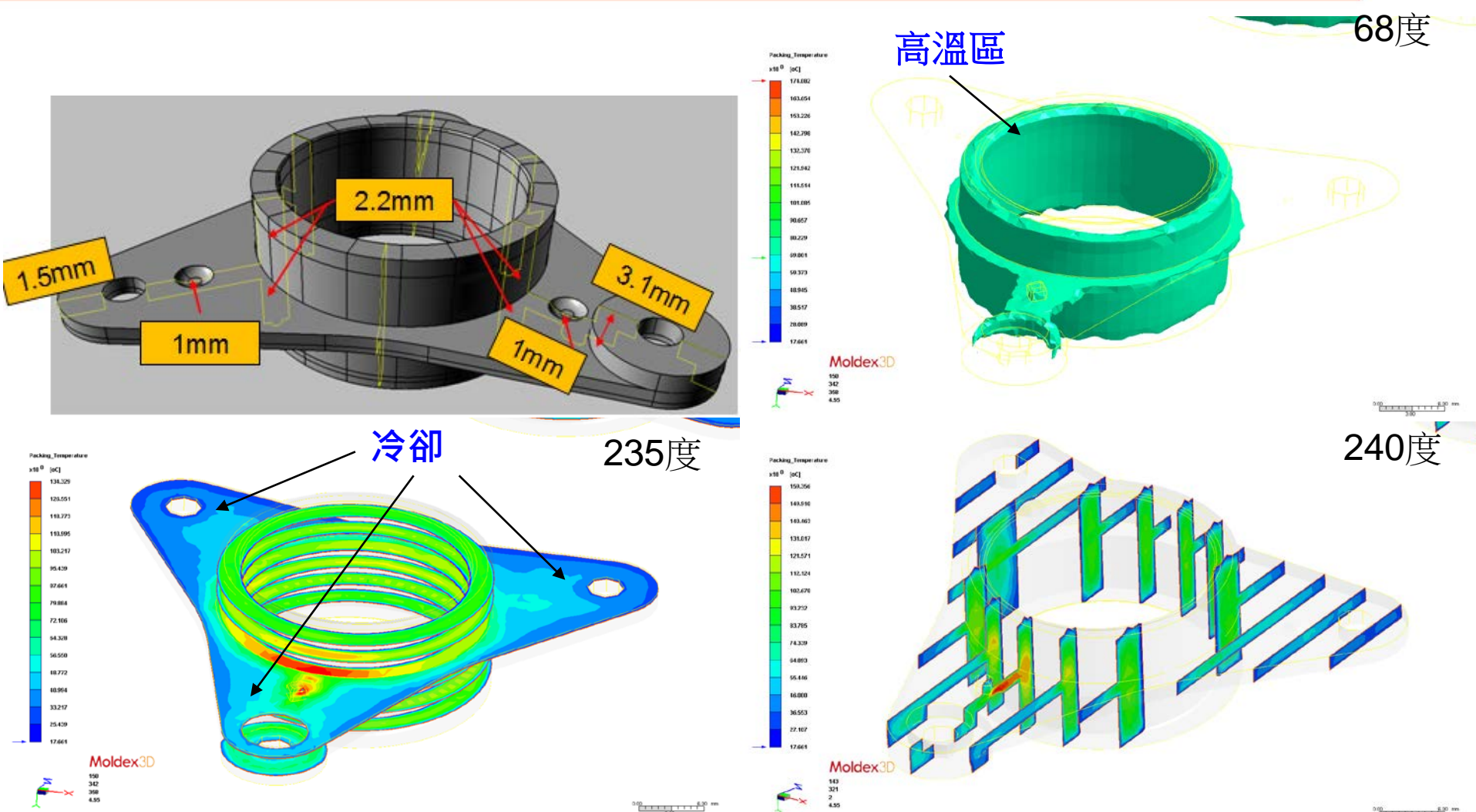
流動波前時間70%~98%



流動波前時間_動畫(GIF)_播放觀看



保壓分析_內部溫度剖面 & 等位面分佈



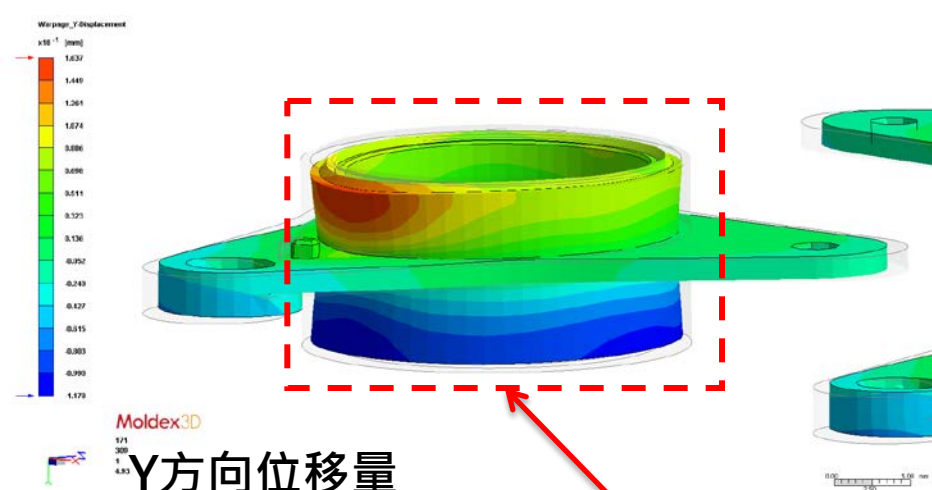
由分析可發現中間較厚(2.2mm)圓筒區在保壓結束後仍維持較高溫度，而進澆區與其餘區域因為厚度僅1mm&1.5mm，較薄，故保壓後皆已近乎冷卻，無法對末端圓筒區有良好的保壓作用，中間圓筒區後續容易有較高體積收縮拉扯變形，恐影響真圓度。

翹曲分析 _ 各方向位移量分布

放大倍數：5倍



X方向位移量
-0.266mm~0.267mm

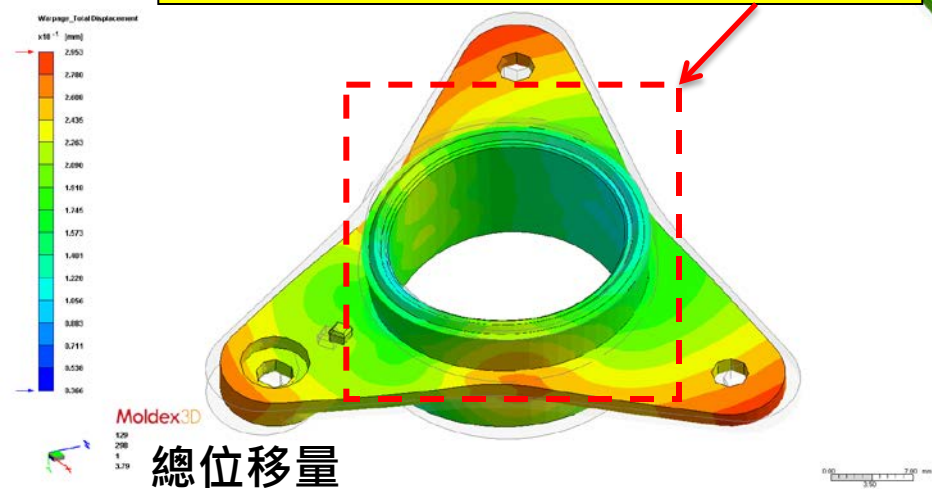


Y方向位移量
-0.117mm~0.163mm

中間筒身部分容易有較大的收縮變形



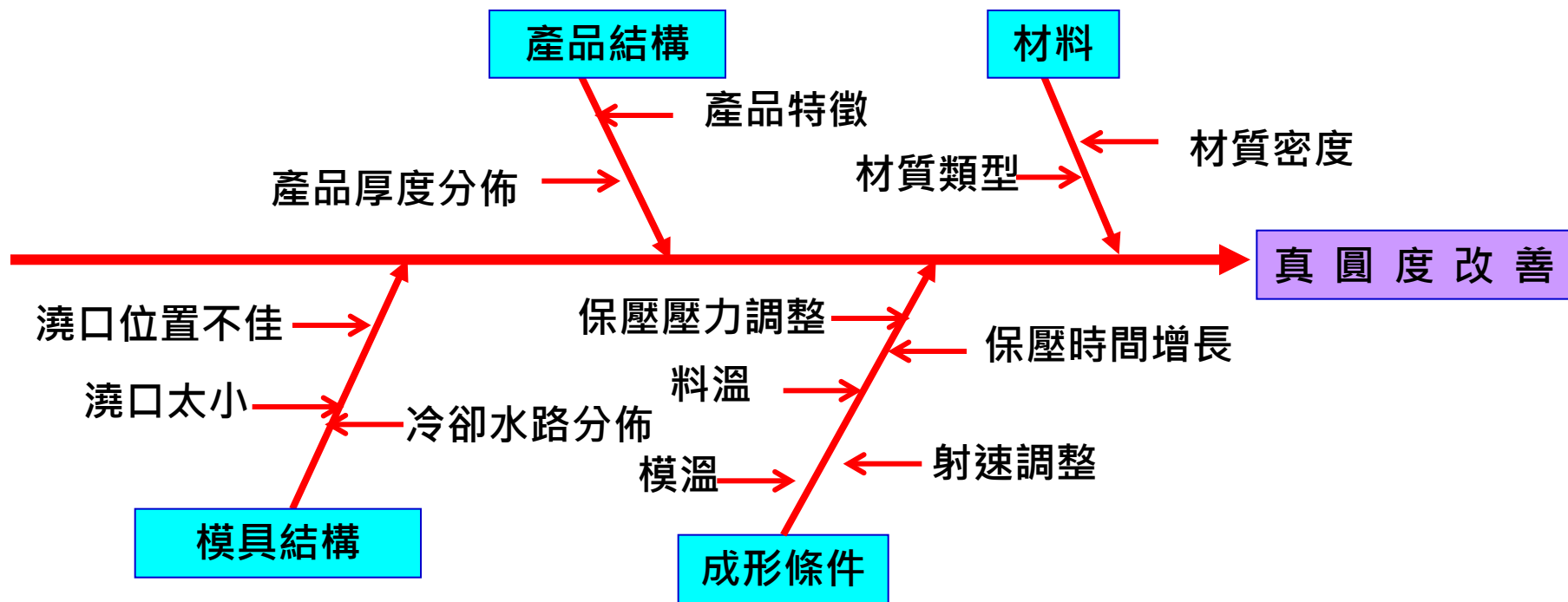
Z方向位移量
-0.268mm~0.269mm



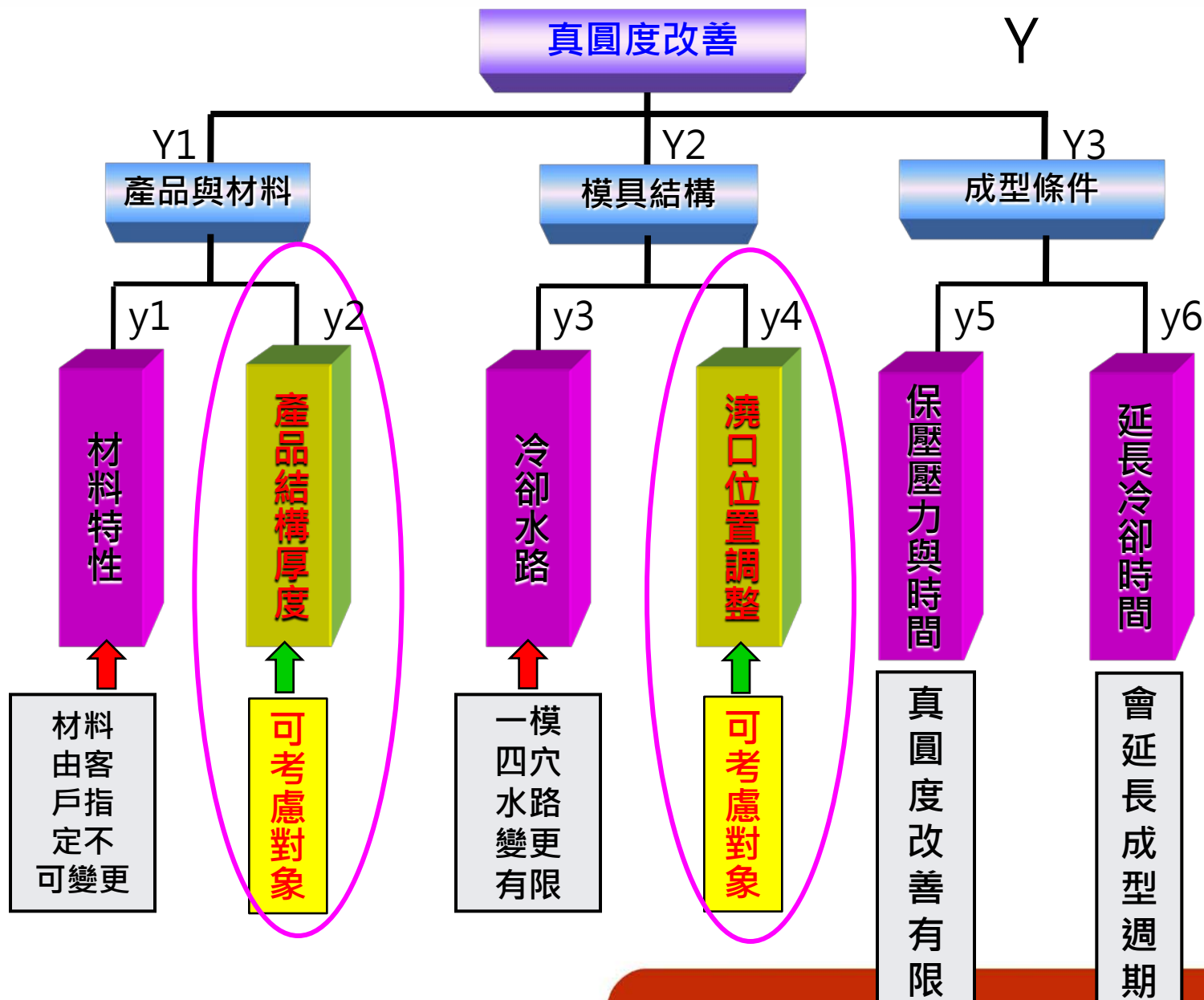
總位移量
0.036mm~0.295mm

設變之方向與流程討論

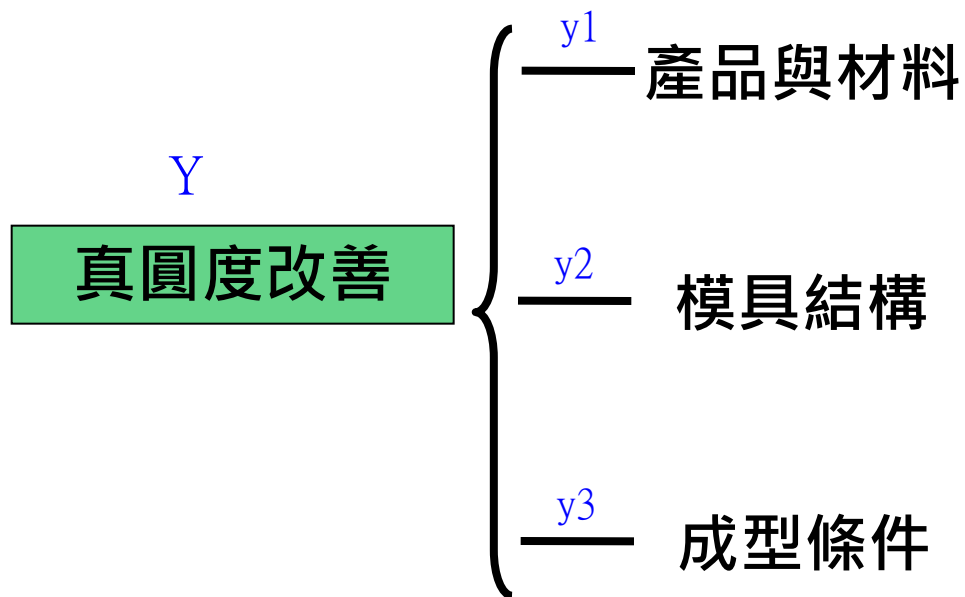
影響產品變形的主要因素:魚骨圖分析



設計變更方向討論



設計變更方向討論

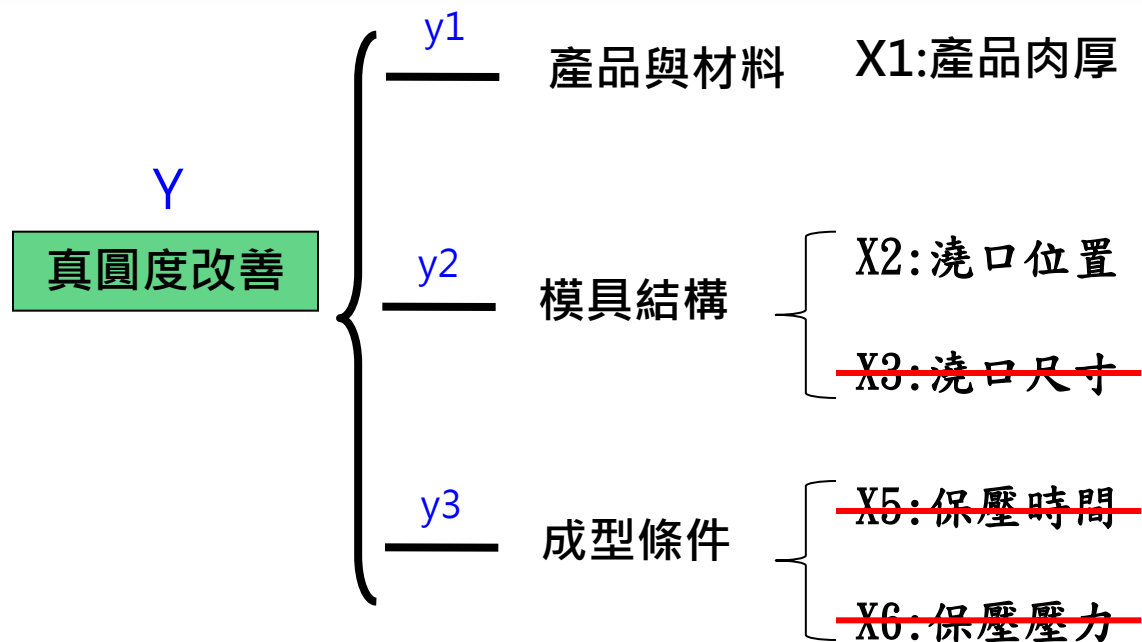


C&E矩阵分析

對顧客的重要程度	10	8	7	
影響度	1	2	3	Total
過程的輸入	真圓度	可執行性	改善成本	合計
產品肉厚	10	8	3	185
澆口位置	10	10	3	201
澆口尺寸	6	10	5	175
保壓時間長短	3	8	8	150
保壓壓力大小	3	8	8	150
冷卻水路分佈	2	5	5	95
材質密度	3	1	7	87
材質類型	3	1	7	87
射膠溫度	1	3	7	83
模具溫度	1	3	7	83
射膠速度	1	3	7	83

等級符號: 10=高重要性, 7=中高重要性, 5=中重要性, 3=中低重要性, 1=低重要性

專案路徑分析: Y-yi-xi



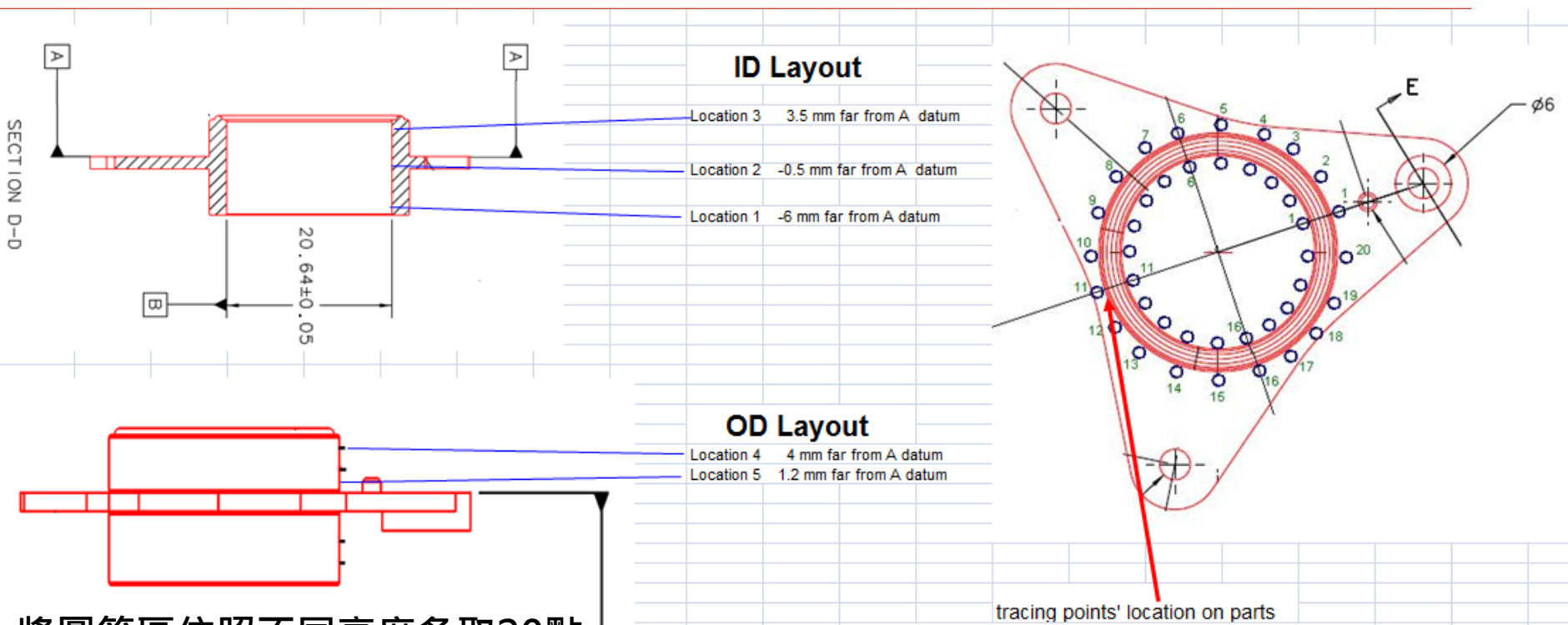
•由於保壓時間與保壓壓力僅在於保壓路徑傳遞效果較佳時，保壓效果才會展現，但目前此產品的澆口進膠位置較薄，在保壓結束後已經冷卻，壓力不易傳遞，故效果不易展現，故初步可先排除X5 & X6

•澆口尺寸大小可影響保壓效果的好壞，太小容易冷卻，保壓效率差；但澆口若太大也會影響流道與產品的切除困難；且由於進膠位置太薄(1mm)，故澆口區域也容易提早冷卻，故X3也可排除

故後續將針對產品肉厚設計與澆口位置去進行改善

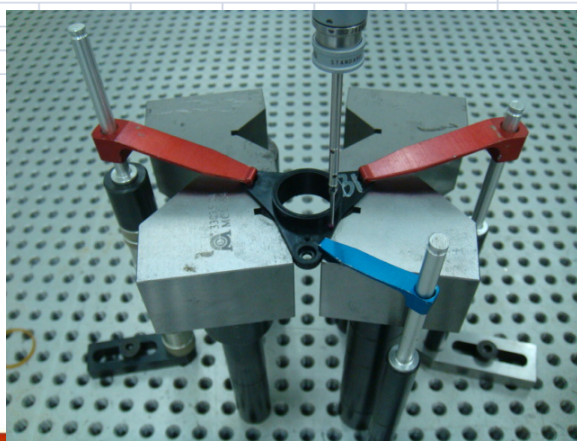
原始設計 真圓度量測取點方式

真圓度量測取點方式

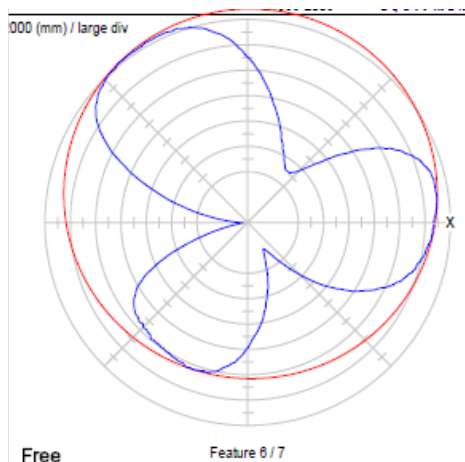


將圓筒區依照不同高度各取20點:

- 內圈: Location 1. 距離A基準-6mm
- Location 2. 距離A基準-0.5mm
- Location 3. 距離A基準+3.6mm
- 外圈: Location 4. 距離A基準+4mm
- Location 5. 距離A基準+1.2mm

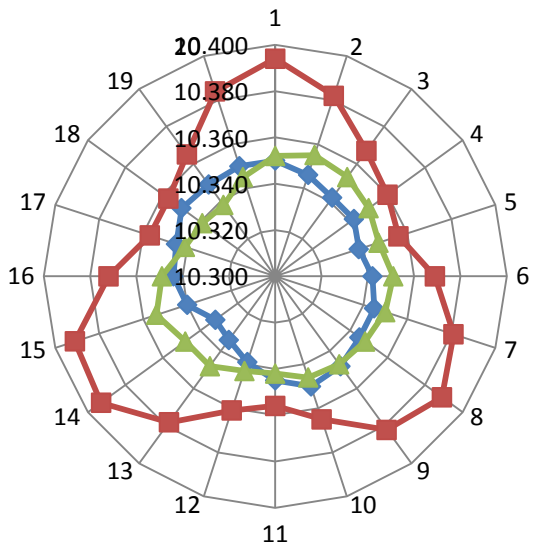


產品量測後問題點

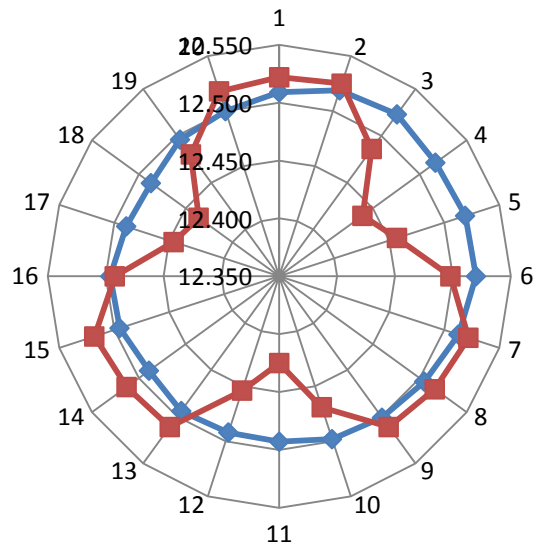


Shrinkage is big problem and must be improved in addition to diameter control and concentricity.

不同層以及內外徑的真圓度差異過大

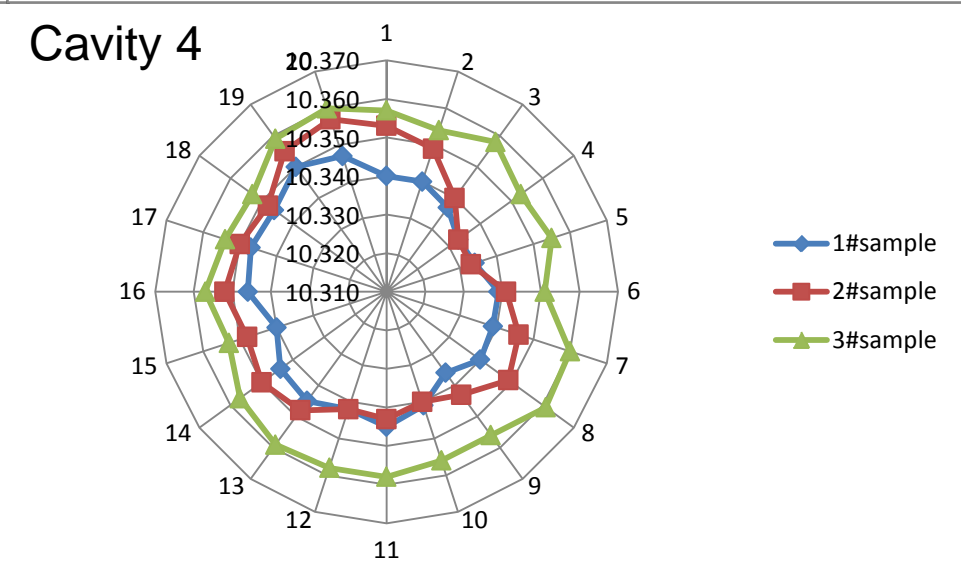
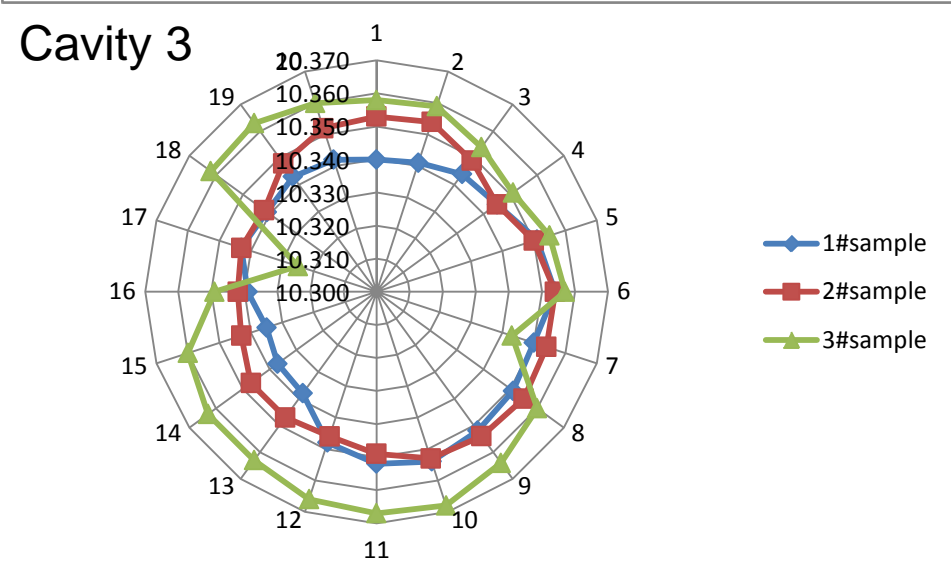
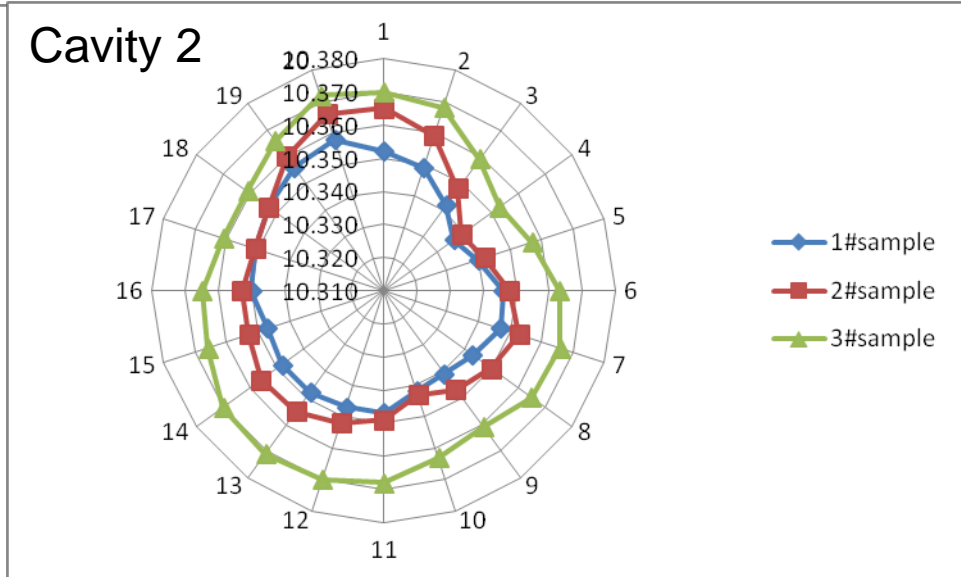
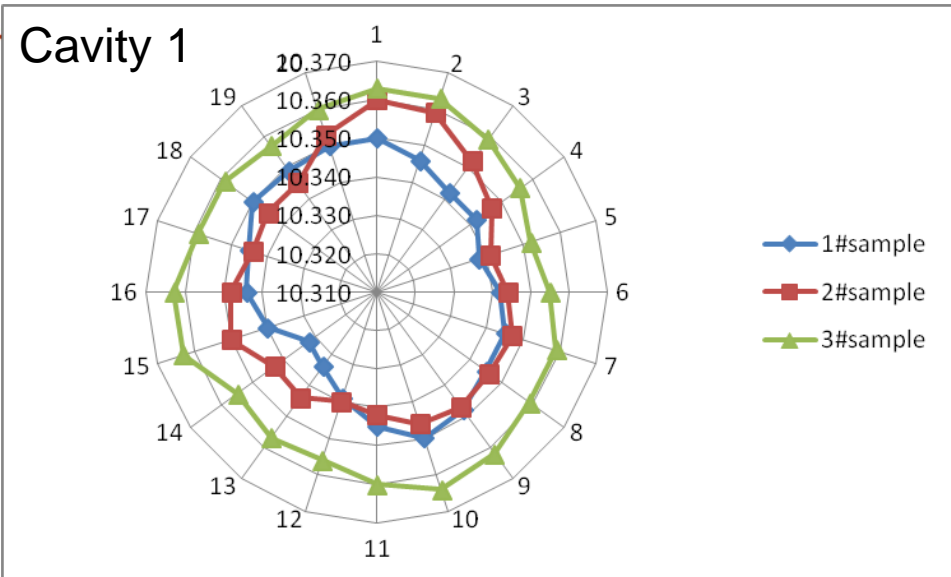


Location 1
Location 2
Location 3



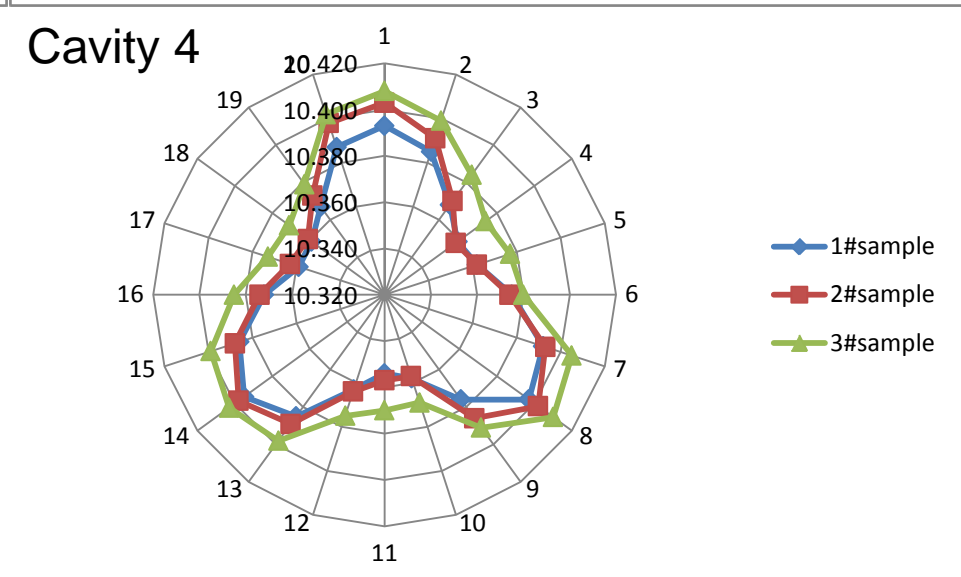
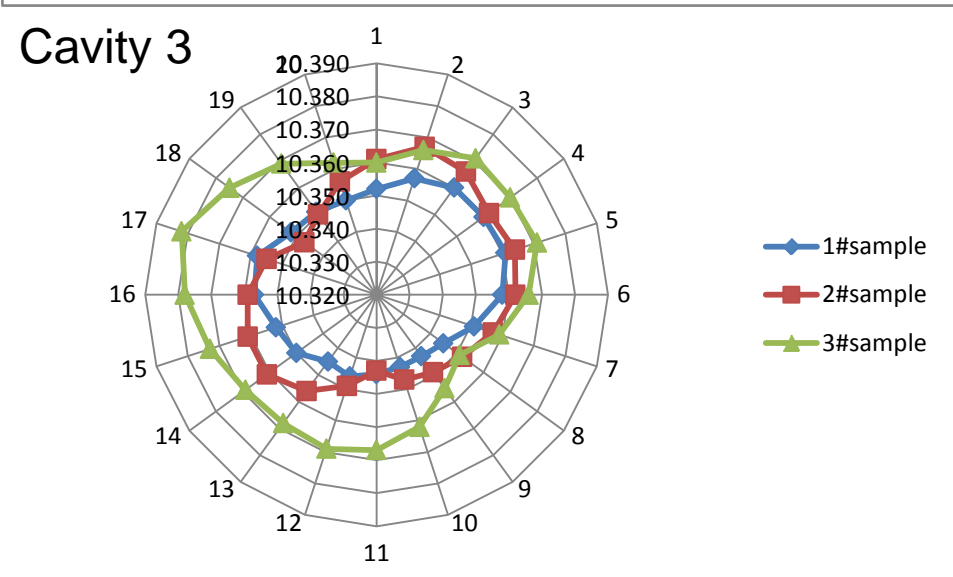
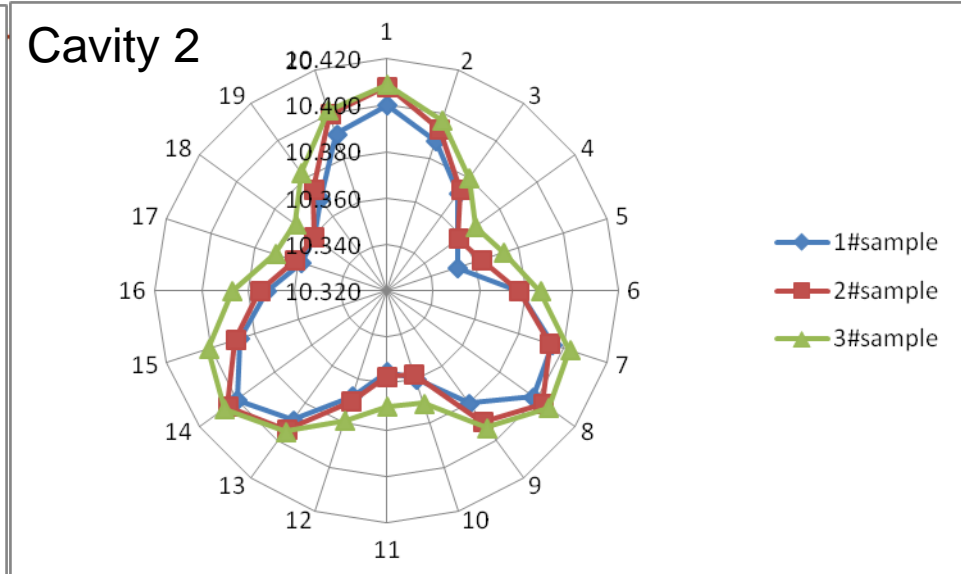
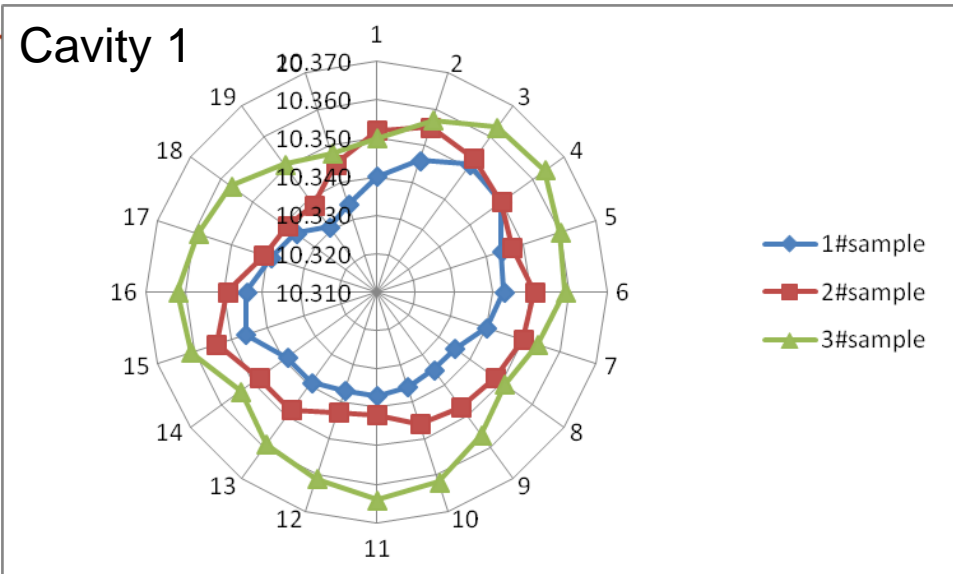
Location 4
Location 5

原始設計_真圓度實測分佈圖_Location 1 (內圈)



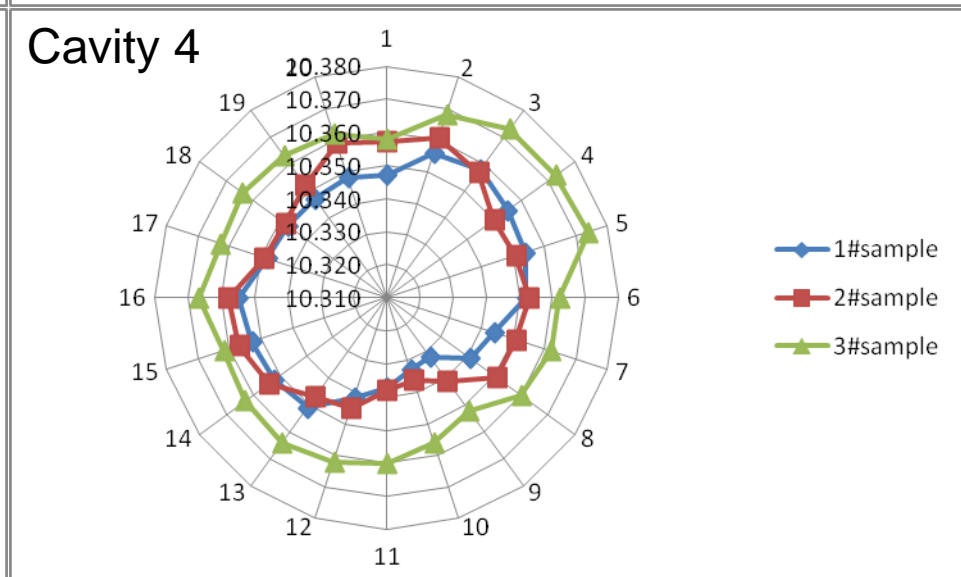
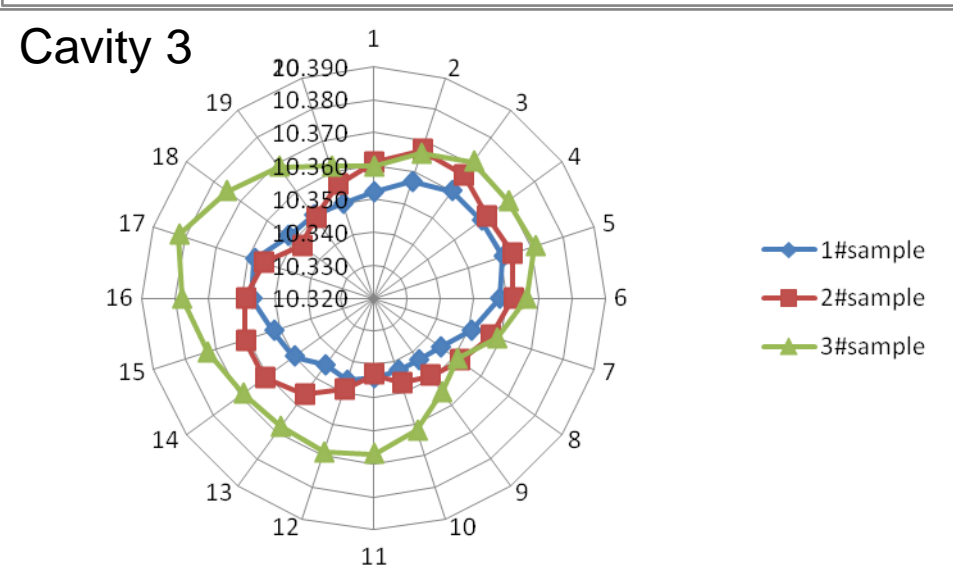
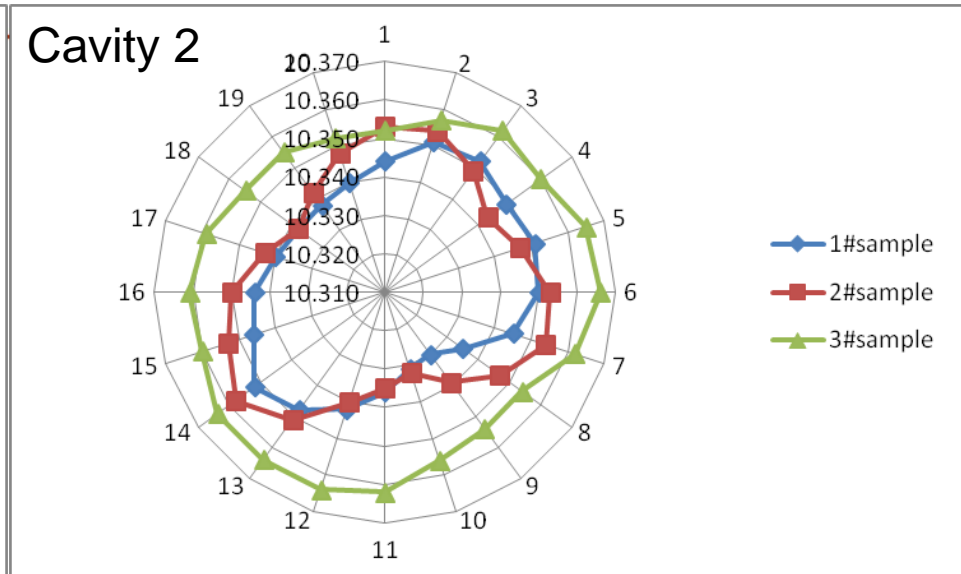
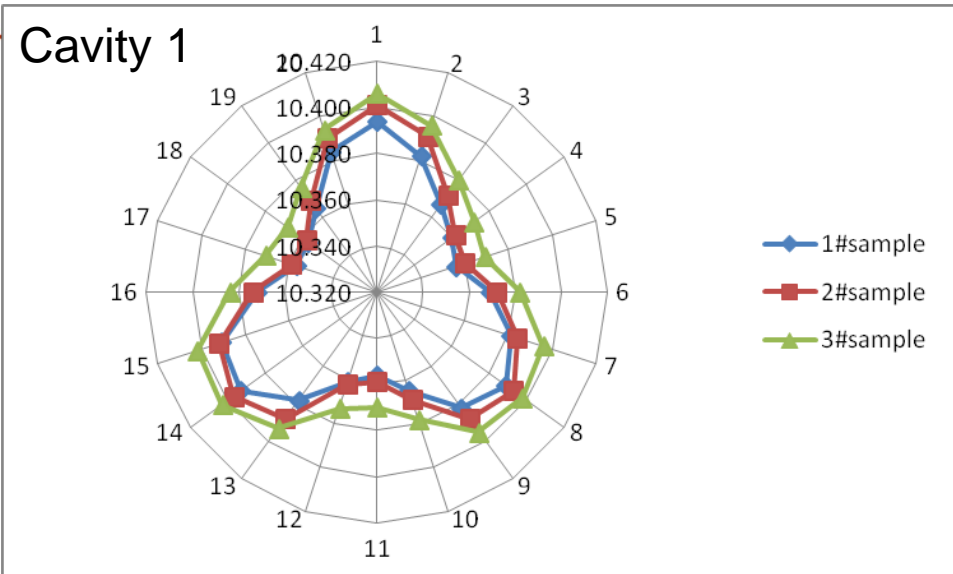
同一位置，但不同模穴，不同Sample，其真圓度差異頗大，品質不穩定

原始設計_真圓度實測分佈圖_Location 2(內圈)



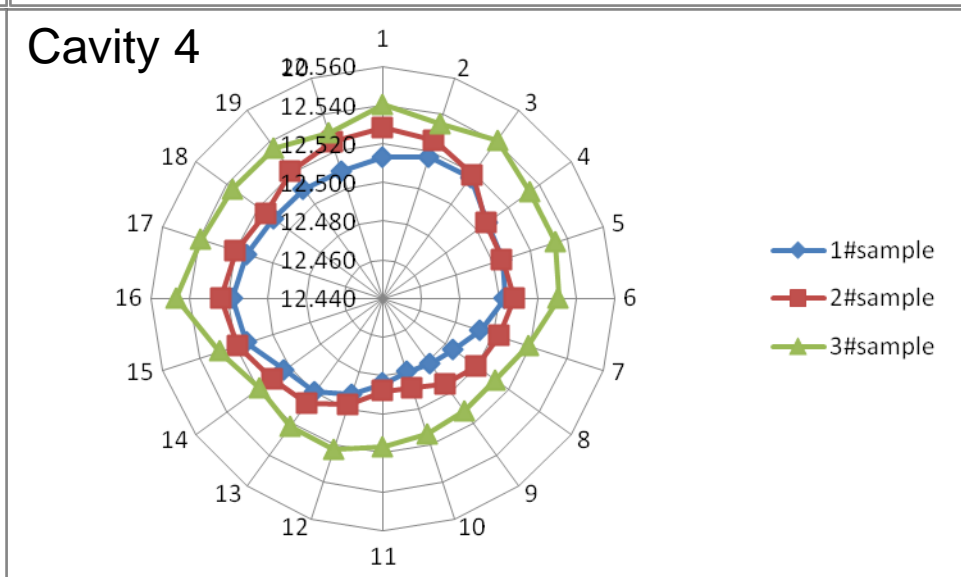
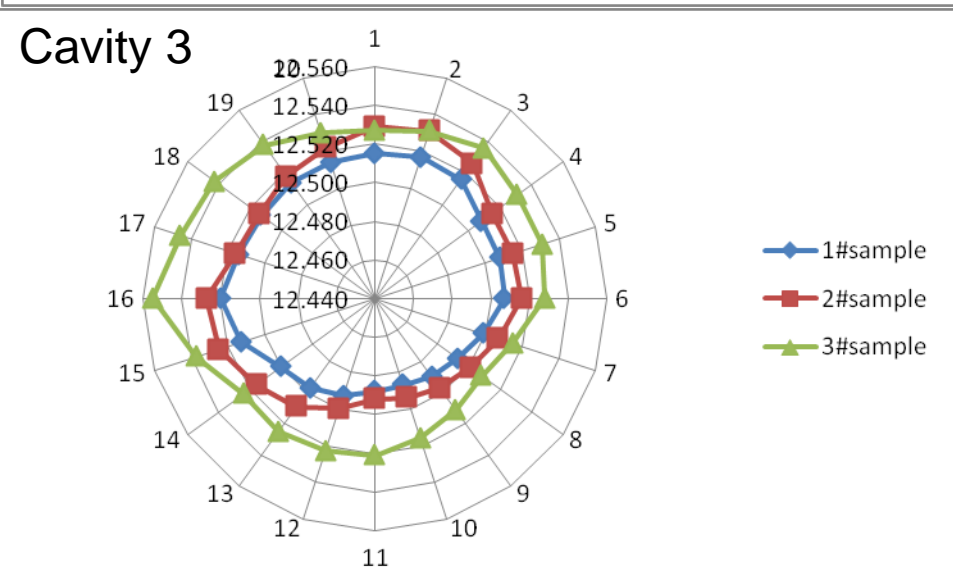
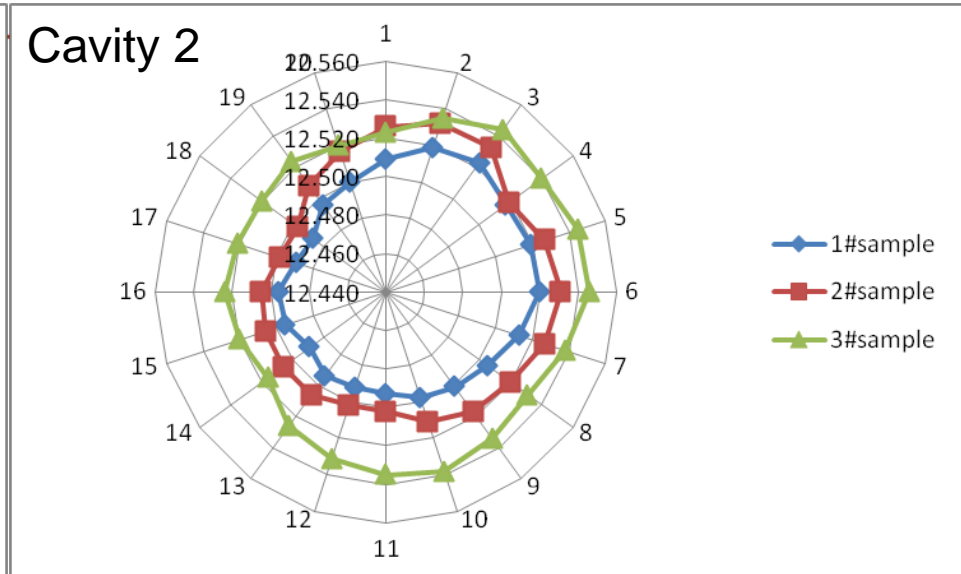
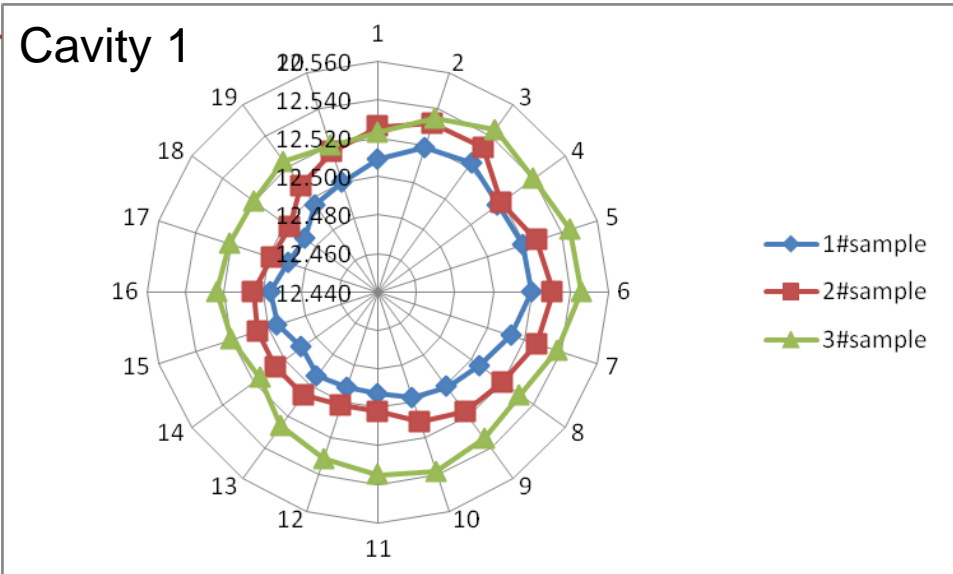
同一位置，但不同模穴，不同Sample，其真圓度差異頗大，品質不穩定
 Cavity 1 & Cavity 3較相近；Cavity 2 & Cavity 4較相近

原始設計_真圓度實測分佈圖_Location 3(內圈)



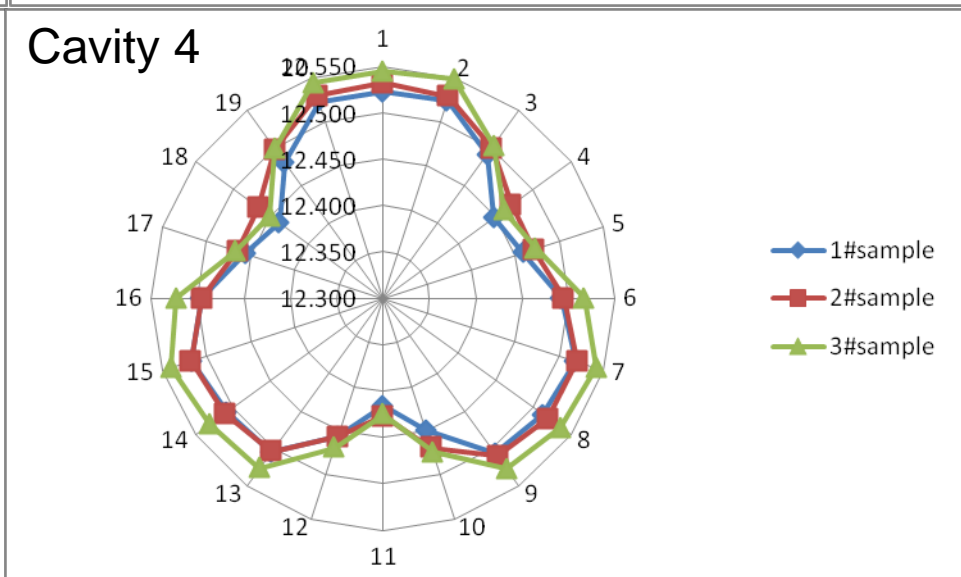
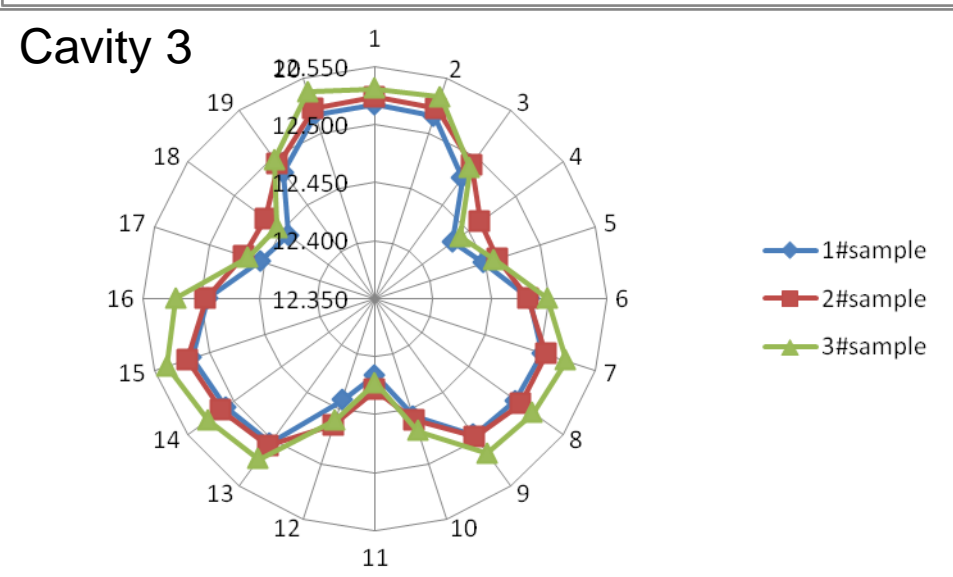
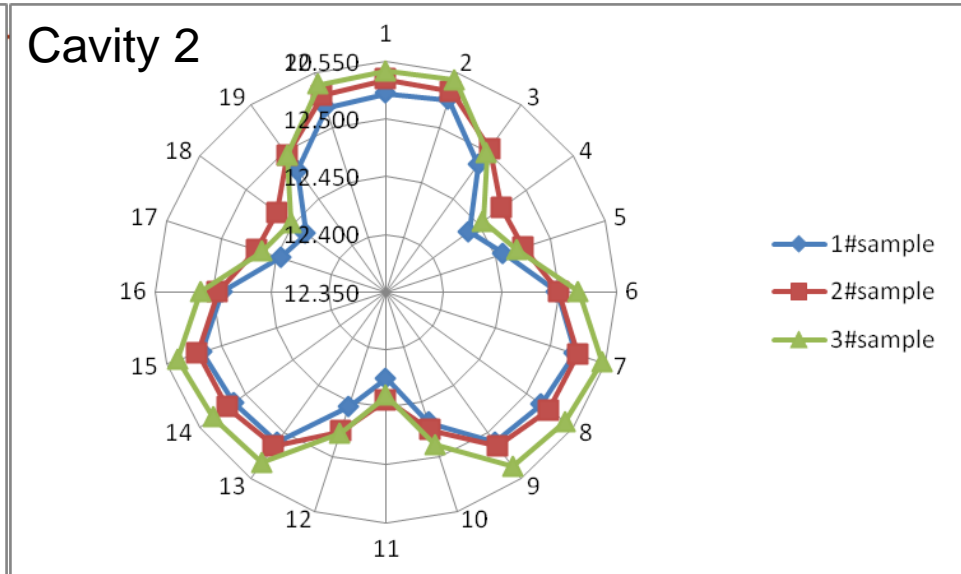
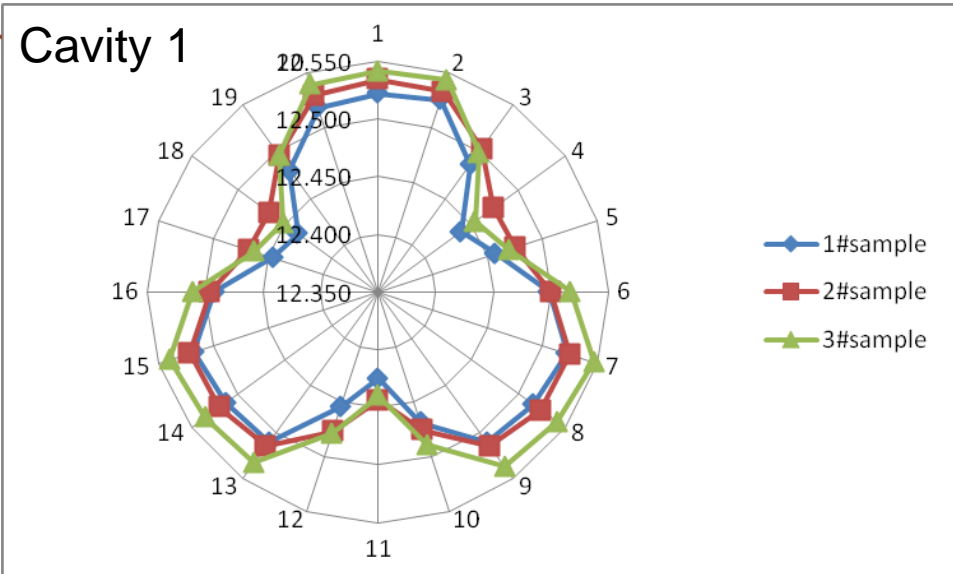
同一位置，但不同模穴，不同Sample，其真圓度差異頗大，品質不穩定
 Cavity 2 & Cavity 4較相近

原始設計_真圓度實測分佈圖_Location 4(外圈)



Location 4, 各穴較接近

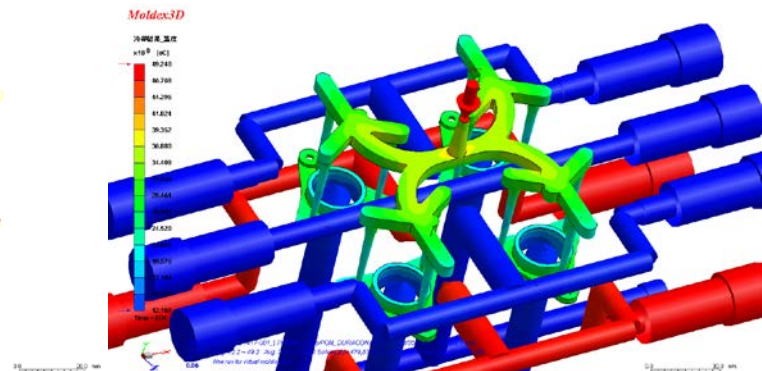
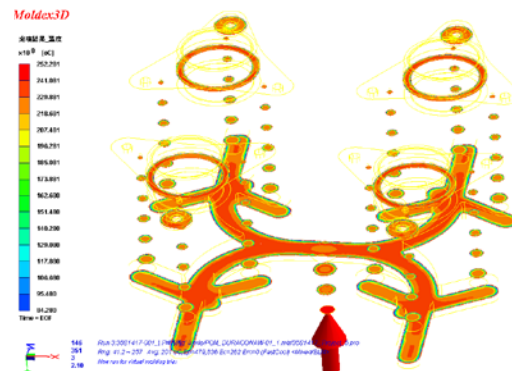
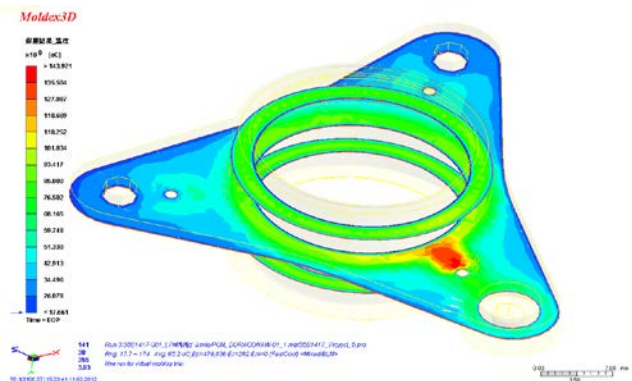
原始設計_真圓度實測分佈圖_Location 5(外圈)



Location 5, 各穴較接近

原始設計問題討論

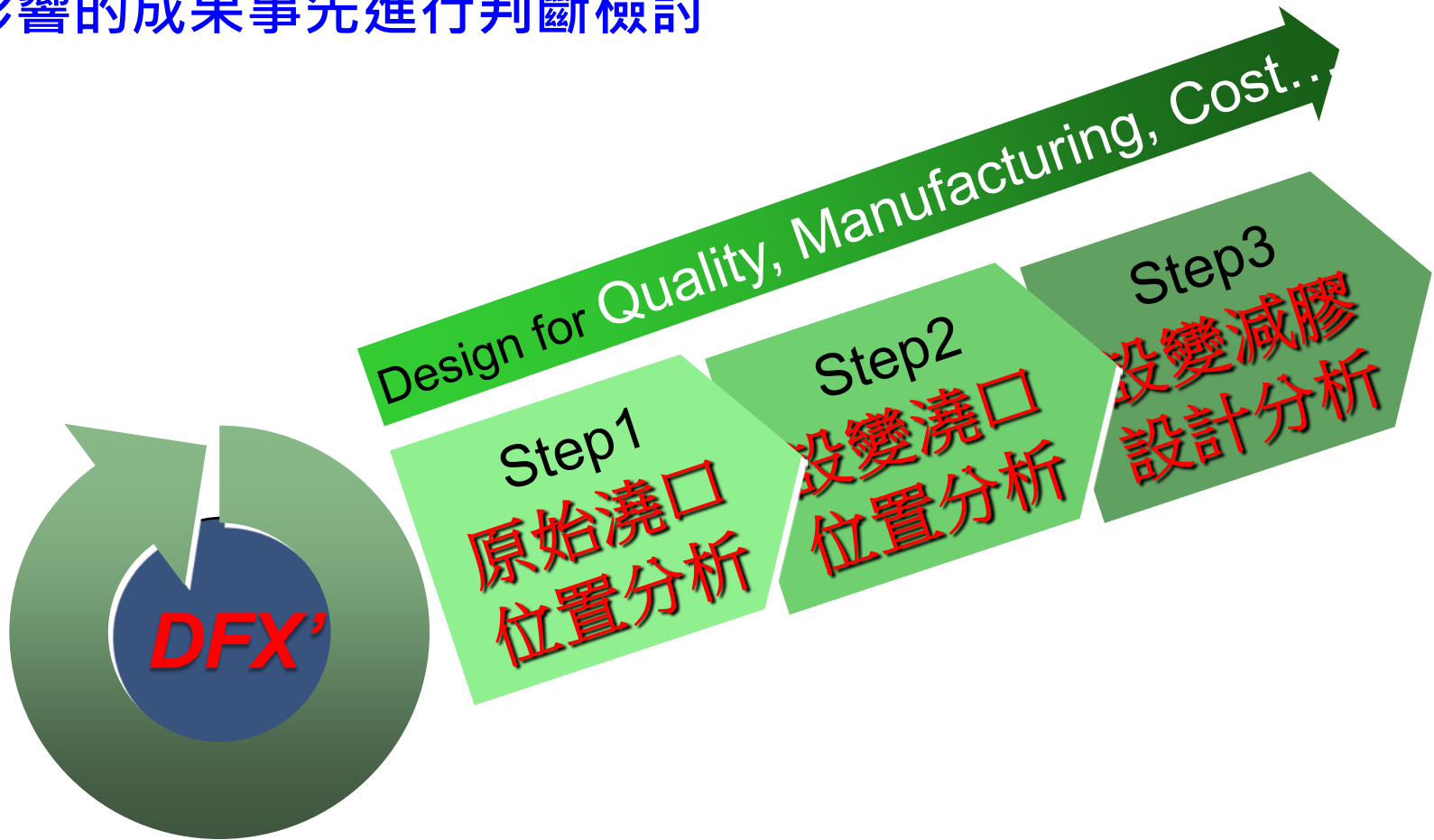
- > 實際量測可以發現，原始設計各穴品質不一，不同位置真圓度差異頗大，尤其是位於內圈的Location 1 & 2 & 3；位於外圈的Location 4 & Location 5變形趨勢較為接近。
- > 故可了解以下問題：
 - 內圈由於本身厚度較厚，內部積熱導致高體縮
 - 流道內的剪切升熱導致流動不平衡
 - 水路分佈以及模溫分佈容易導致產品各區位置有不同的熱收縮
 - 故四穴品質有較大差異
- > 故為了降低中間體縮與周圍差異過大問題，可朝下列方式調整
 - 變更中央圓柱公母模厚度，降低厚度影響的體縮差異
 - 調整澆口位置至圓柱進澆，以對該區做較完善之保壓



設變之方向與模擬分析

Design review --- DFX

運用CAE (Moldex3D)輔助軟體分析，針對設計變更所可能影響的成果事先行進行判斷檢討



設變的方向與原因說明

> 設變方向說明

- 為了降低中間體縮與周圍差異過大問題，可朝下列方式調整
 - 變更中央圓柱公母模厚度，降低厚度影響的體縮差異
 - 調整澆口位置至圓柱進澆，以對該區做較完善之保壓

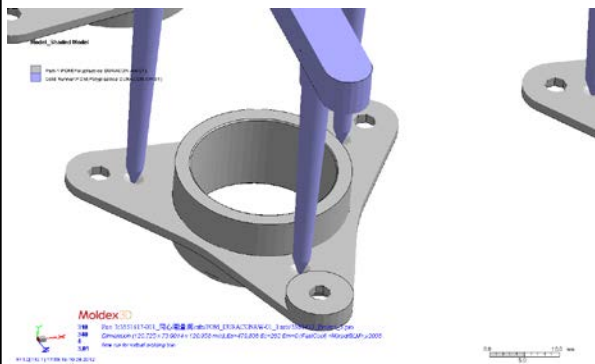
> 設變方式

- 方案1:原始三點進澆
- 方案2:三點進澆_圓周上下減膠
- 方案3:三點凸耳進澆_圓周不變
- 方案4:三點圓周進澆_圓周不變
- 方案5:原三點進_公模近圓周減膠
- 方案6:三點圓周進_公模圓周減膠

設計變更組別

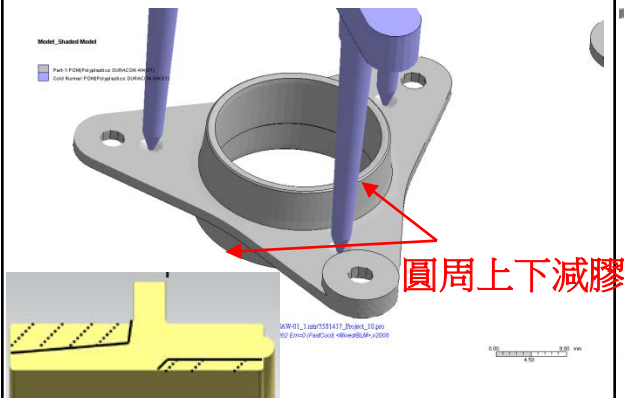
方案1

原始三點進澆



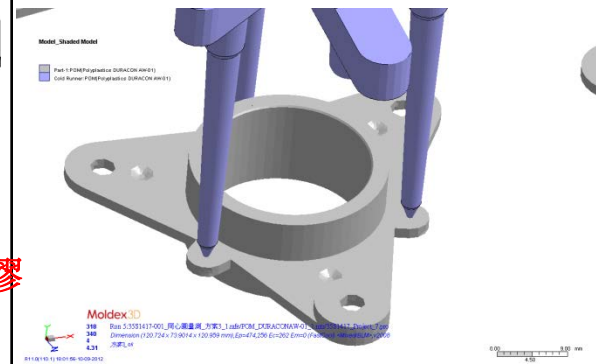
方案2

三點進澆_圓周上下減膠



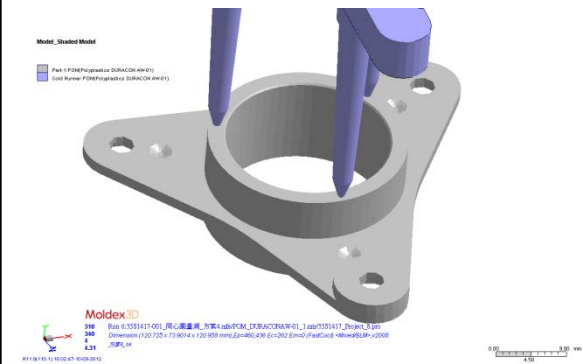
方案3

三點凸耳進澆_圓周不變



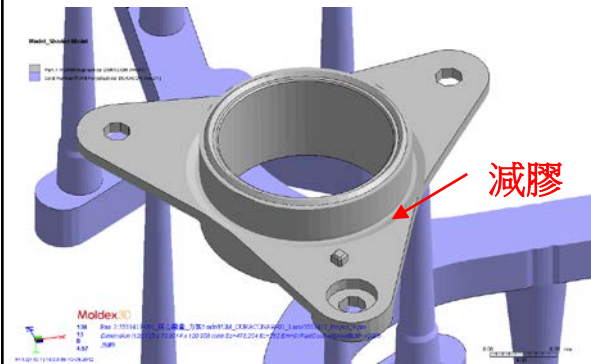
方案4

三點圓周進澆_圓周不變



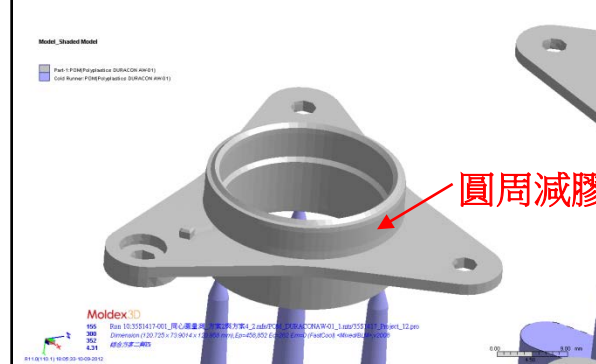
方案5

原三點進_公模近圓周減膠



方案6

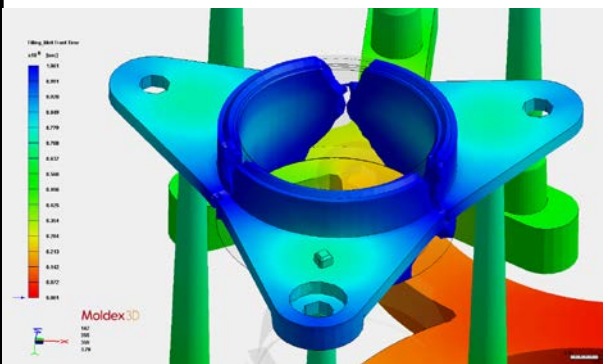
三點圓周進_公模圓周減膠



設計變更組別_流動分析結果比較_98%

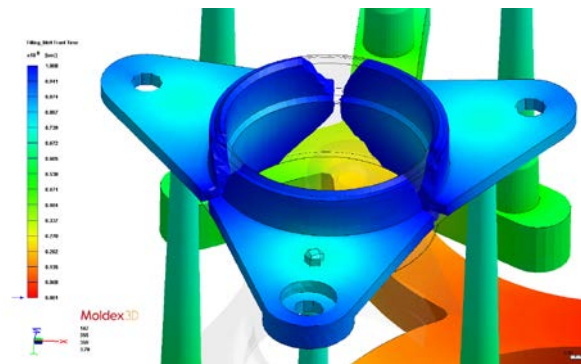
方案1

原始三點進澆



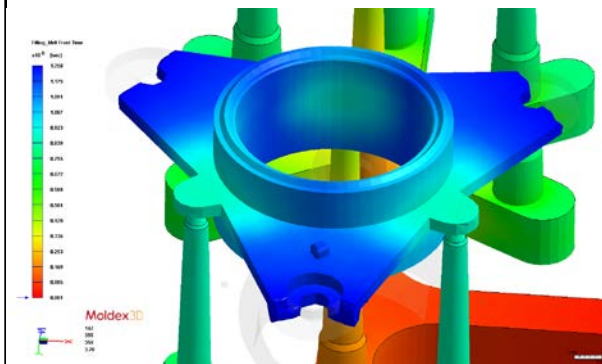
方案2

三點進澆_圓周上下減膠



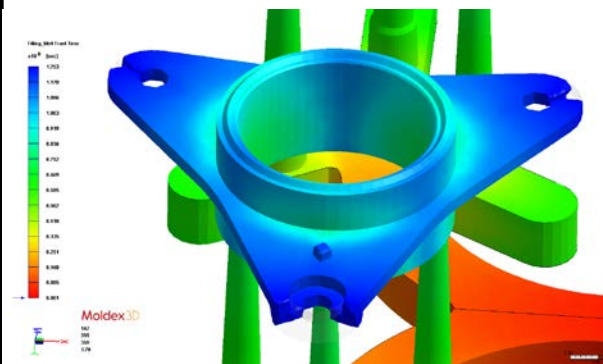
方案3

三點凸耳進澆_圓周不變



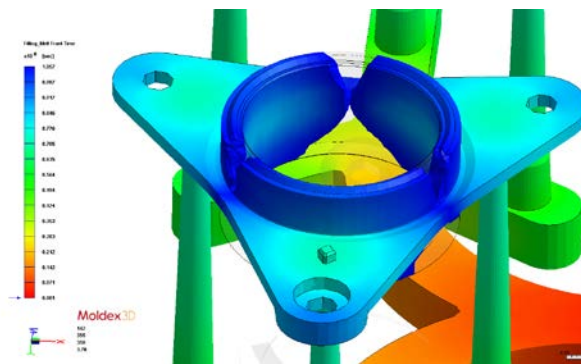
方案4

三點圓周進澆_圓周不變



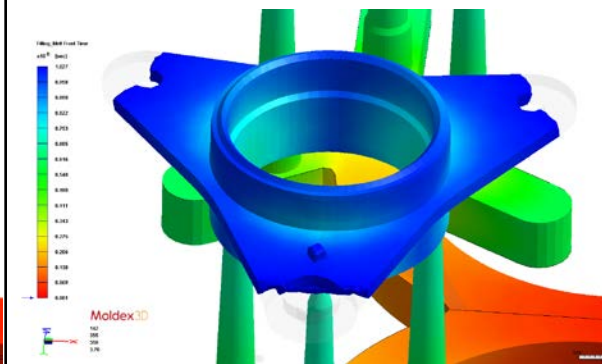
方案5

原三點進_公模近圓周減膠



方案6

三點圓周進_公模圓周減膠

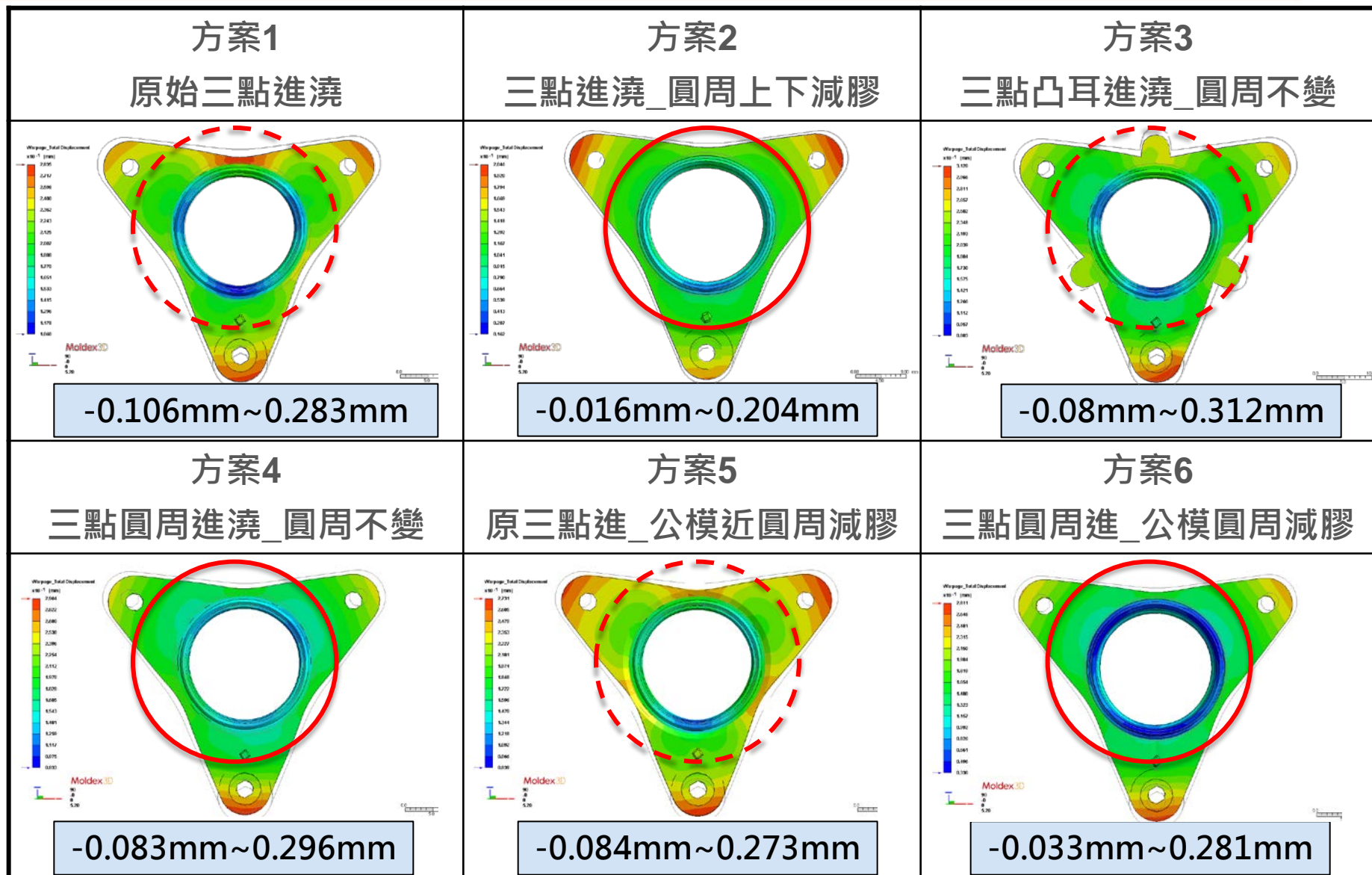


設計變更組別_體積收縮結果比較

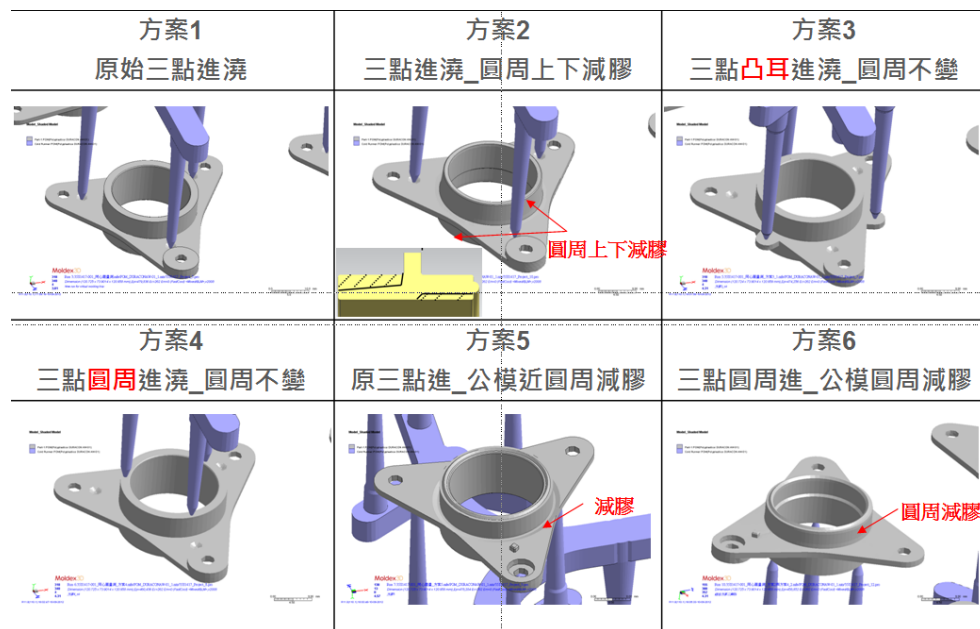
<p>方案1 原始三點進澆</p>	<p>方案2 三點進澆_圓周上下減膠</p>	<p>方案3 三點凸耳進澆_圓周不變</p>
<p>-0.228%~11.918%</p>	<p>-0.493%~8.038%</p>	<p>-0.319%~18.029%</p>
<p>方案4 三點圓周進澆_圓周不變</p>	<p>方案5 原三點進_公模近圓周減膠</p>	<p>方案6 三點圓周進_公模圓周減膠</p>
<p>-0.589%~13.867%</p>	<p>-0.337%~13.523%</p>	<p>-0.736%~11.282%</p>

設計變更組別_總位移量比較

放大倍數：5倍



設計變更組別_總位移量比較



單位mm	X方向位移量				Y方向位移量				Z方向位移量			
	min	max	total	改善率	min	max	total	改善率	min	max	total	改善率
方案1	-0.232	0.237	0.469		-0.129	0.12	0.249		-0.283	0.282	0.565	
方案2	-0.18	0.18	0.36	23.2%	-0.052	0.063	0.115	53.8%	-0.178	0.178	0.356	37.0%
方案3	-0.243	0.242	0.485	-34.7%	-0.138	0.121	0.259	-125.2%	-0.31	0.31	0.62	-74.2%
方案4	-0.208	0.208	0.416	14.2%	-0.121	0.122	0.243	6.2%	-0.295	0.294	0.589	5.0%
方案5	-0.247	0.242	0.489	-17.5%	-0.117	0.138	0.255	-4.9%	-0.262	0.26	0.522	11.4%
方案6	-0.174	0.173	0.347	29.0%	-0.126	0.149	0.275	-7.8%	-0.266	0.266	0.532	-1.9%

分析結果看來以方案2，方案4以及方案6的變形改善較佳，後續以此三組來比較

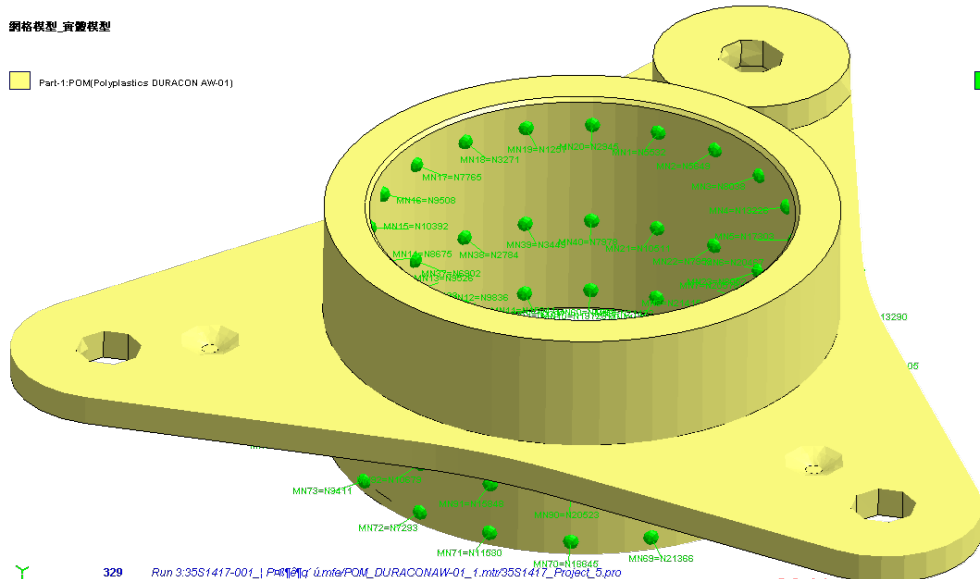
CAE分析內外取點位置

Moldex3D

網格模型_實體模型

Part-1:POM(Polyplastics DURACON AW01)

量測節點



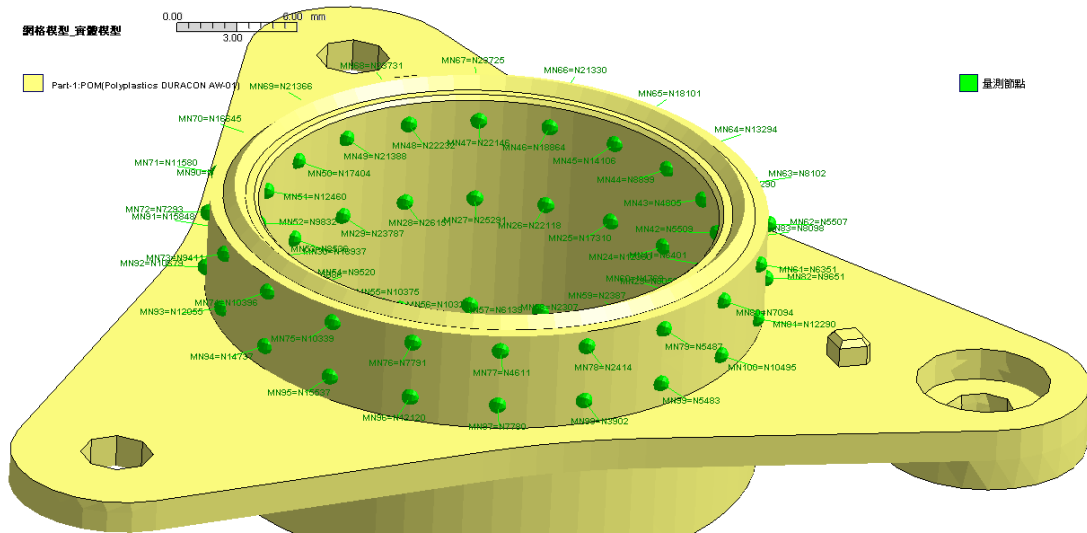
329 Run 3:35S1417-001_1_Prt[1] of úmfePOM_DURACONAW-01_1.mbr35S1417_Project_5.pro
 20 No. Measuring Nodes:100
 1 4.90 New run for virtual molding trial
 RS:1[9108.97] 14:17:32-11-02-2012

Moldex3D

網格模型_實體模型

Part-1:POM(Polyplastics DURACON AW01)

量測節點

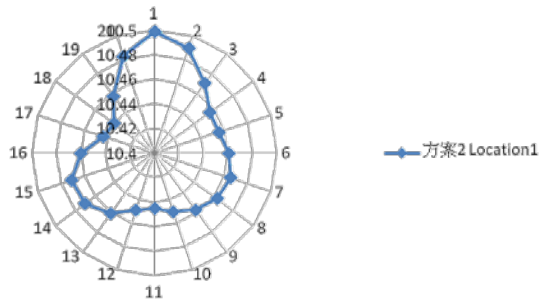


143 Run 3:35S1417-001_1_Prt[1] of úmfePOM_DURACONAW-01_1.mbr35S1417_Project_5.pro
 74 No. Measuring Nodes:100
 350 5.46 New run for virtual molding trial
 RS:1[9108.37] 14:19:31-11-02-2012

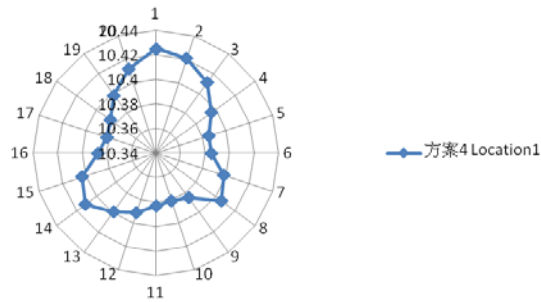
0.00 3.00 6.00 mm

方案2 & 4 & 6_Location1~3 CAE分析比較

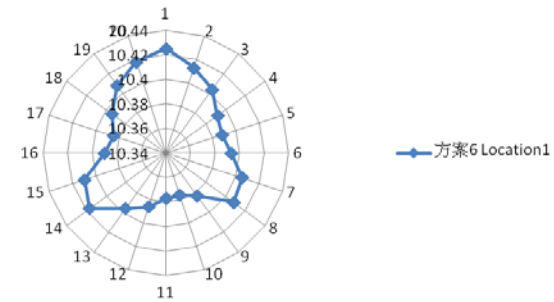
方案2 Location1



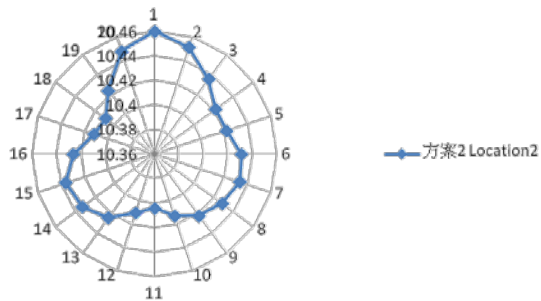
方案4 Location1



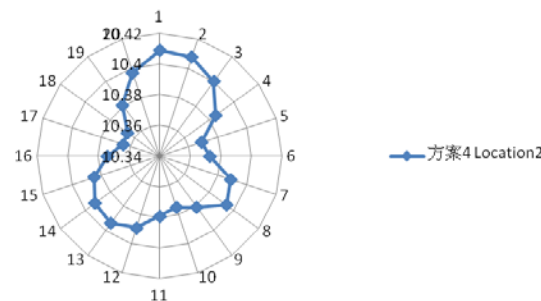
方案6 Location1



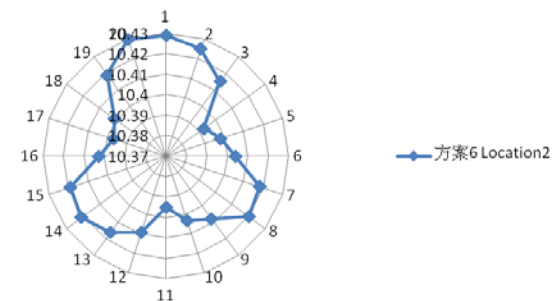
方案2 Location2



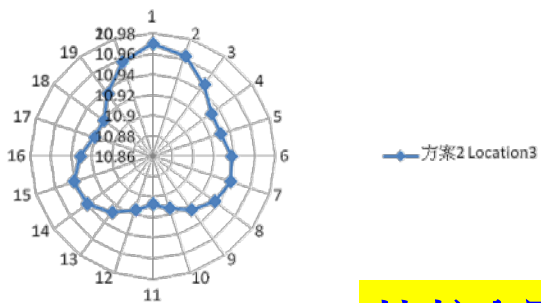
方案4 Location2



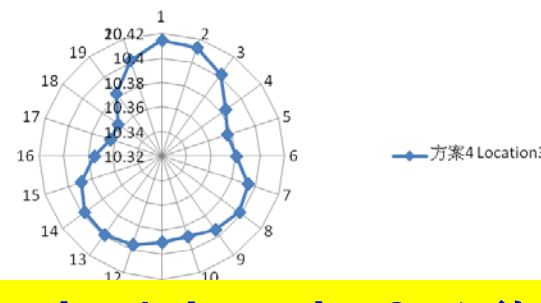
方案6 Location2



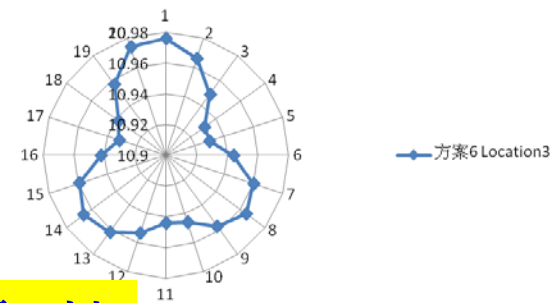
方案2 Location3



方案4 Location3



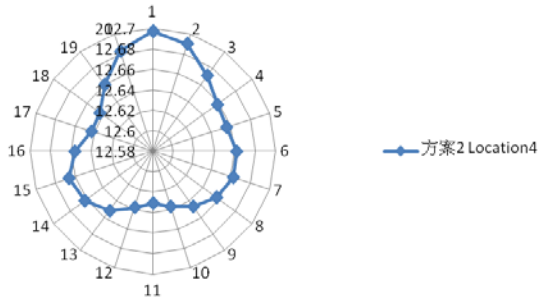
方案6 Location3



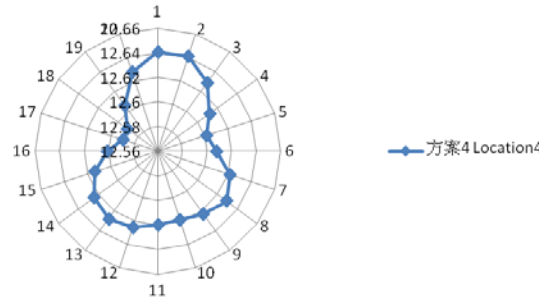
比較內圈Location1~Location3，可以發現，以方案2內外圈上下都減膠後，其真圓度較一致

方案2 & 4 & 6_Location4~5 CAE分析比較

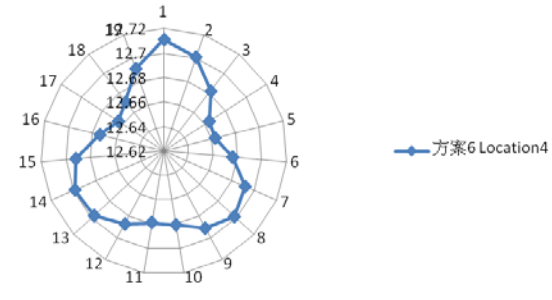
方案2 Location4



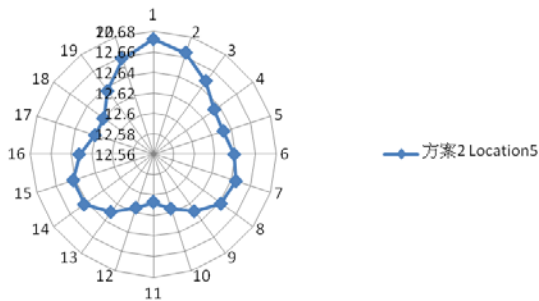
方案4 Location4



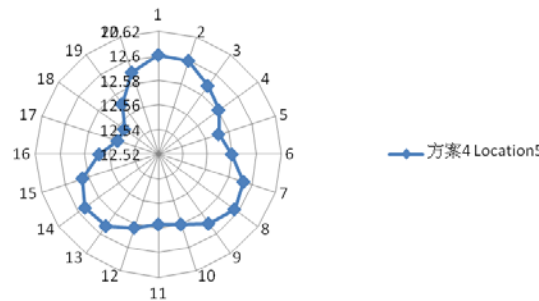
方案6 Location4



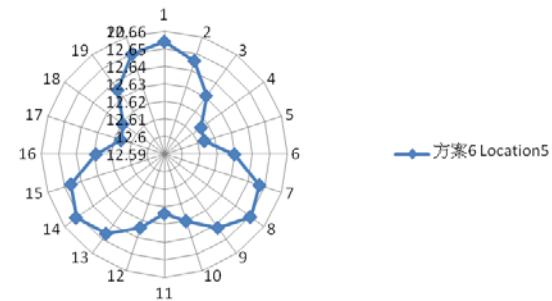
方案2 Location5



方案4 Location5



方案6 Location5



比較外圈Location4~Location5，可以發現，以方案2內外圈上下都減膠後，其真圓度較一致

討論

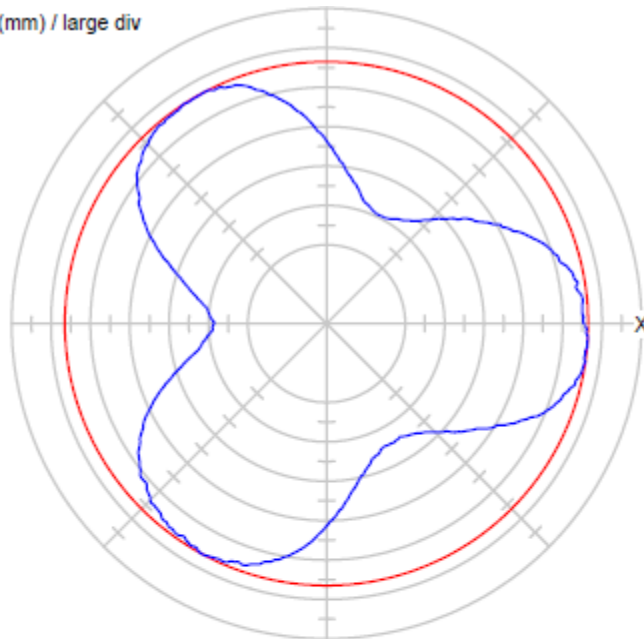
- > 產品經過設計變更分析過程後論，可得出以下結論：
 - 由CAE分析結果可以得知，主要厚度區是位於圓周區，一該區在原始設計流動行為上，屬於流動末端，故容易有較高的體積收縮。
 - 而方案2在不改變原始進澆流道的位置下，藉由對圓周區的上下圓柱減膠來降低末端收縮效應，使其收縮與周遭趨於一致，可以讓真圓度各層分布較為接近。
 - 而方案4雖然直接由圓柱進澆，有助於保壓壓力傳遞，但中央圓柱厚度未減，故整體還是容易在保壓結束後有較高的內收縮
 - 而方案6僅減少公模區圓周，且改由母模圓柱直接進澆，還是容易有上下層收縮不一的特性
 - 相較下以方案2最優；方案4次之，方案6較差。
 - 故可以以方案2 方式去進行。

方案2導入後的效果驗證

根據模流分析選擇方案2的設計方案
去進行後續的模具修模、製造與成形
並對於真圓度的成效再做一次實際量測

效果驗證_真圓度量測 I

0.02000 (mm) / large div

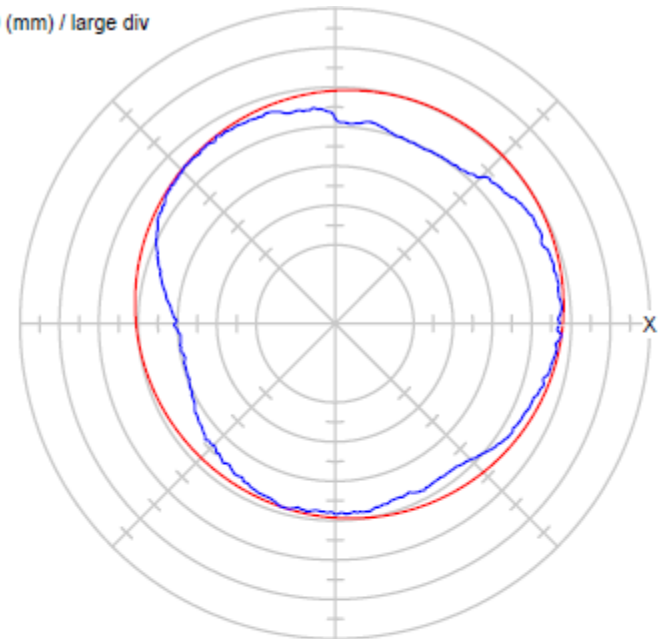


Datum

Feature 1 / 7

Point Count	1800	
Cycles Per Revolution	150	
Fit Type	MCC	Tolerances :
Roundness	0.07594	0.05000
Runout	0.07830	0.05000
Concentricity	0.00000	0.00000
Max Location	0.00°	
Mean Diameter	25.04135	
Min Diameter	24.95505	24.99000
Max Diameter	25.11165	25.09000

0.02000 (mm) / large div



Referenced

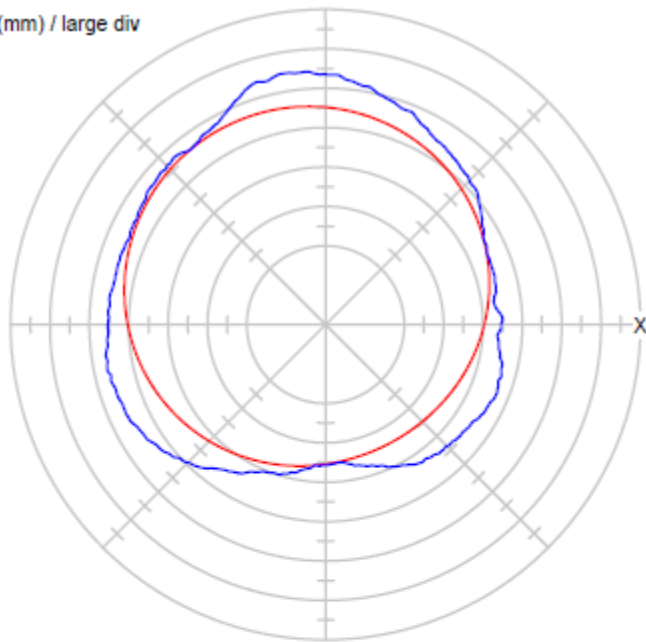
Feature 2 / 7

Point Count	1799	
Cycles Per Revolution	150	
Fit Type	MCC	Tolerances :
Roundness	0.02168	0.05000
Runout	0.03764	0.05000
Concentricity	0.02456	0.02000
Max Location	39.45°	
Mean Diameter	25.05269	
Min Diameter	25.00864	24.99000
Max Diameter	25.08391	25.09000

真圓度降至0.05mm以下

效果驗證_真圓度量測 II

0.02000 (mm) / large div

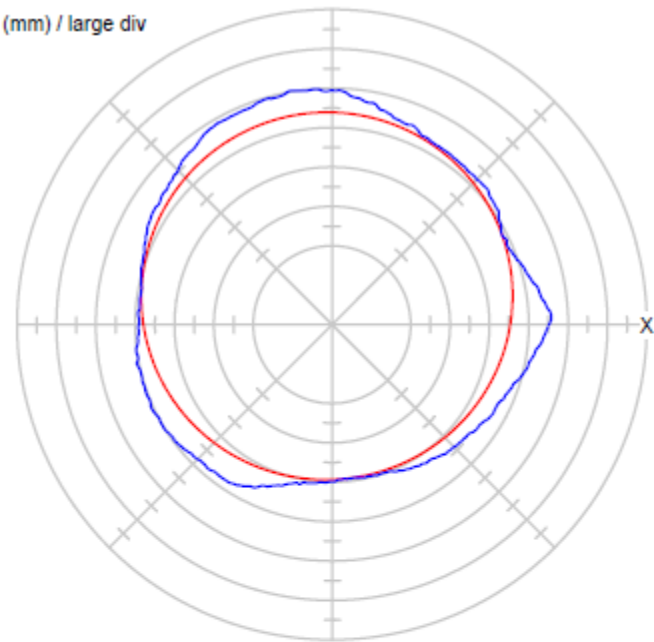


Referenced

Feature 3 / 7

Point Count	1799	
Cycles Per Revolution	150	
Fit Type	MIC	Tolerances :
Roundness	0.01989	0.05000
Runout	0.05897	0.05000
Concentricity	0.04426	0.05000
Max Location	117.93°	
Mean Diameter	20.60914	
Min Diameter	20.54988	20.59000
Max Diameter	20.66783	20.69000

0.02000 (mm) / large div



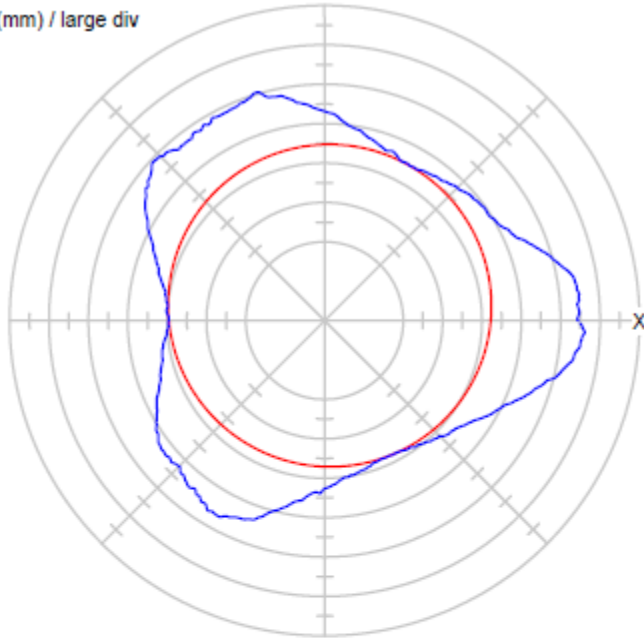
Referenced

Feature 4 / 7

Point Count	1800	
Cycles Per Revolution	150	
Fit Type	MIC	Tolerances :
Roundness	0.02052	0.05000
Runout	0.04210	0.05000
Concentricity	0.02956	0.05000
Max Location	98.66°	
Mean Diameter	20.63547	
Min Diameter	20.59231	20.59000
Max Diameter	20.67651	20.69000

效果驗證_真圓度量測 III

0.02000 (mm) / large div

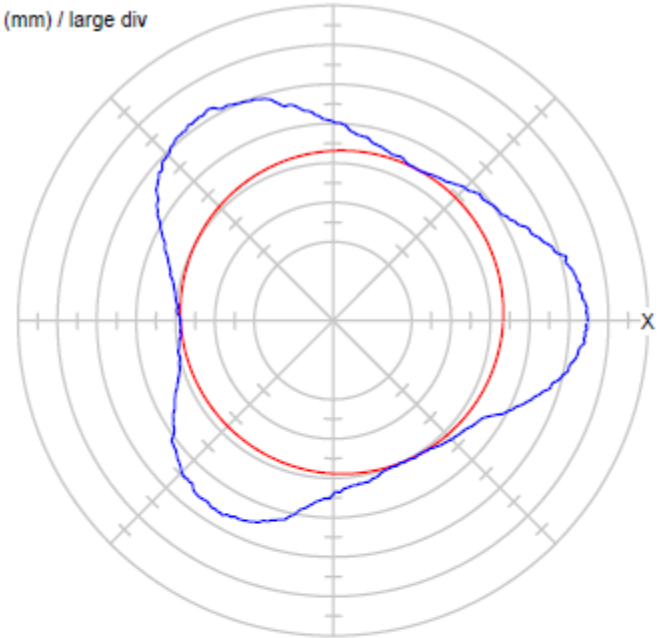


Referenced

Feature 5 / 7

Point Count	1800	
Cycles Per Revolution	150	
Fit Type	MIC	Tolerances :
Roundness	0.04825	0.05000
Runout	<u>0.05642</u>	0.05000
Concentricity	0.01620	0.05000
Max Location	68.65°	
Mean Diameter	20.66851	
Min Diameter	20.62040	20.59000
Max Diameter	20.73325	20.69000

0.02000 (mm) / large div



Referenced

Feature 6 / 7

Point Count	1799	
Cycles Per Revolution	150	
Fit Type	MIC	Tolerances :
Roundness	0.04301	0.05000
Runout	<u>0.05214</u>	0.05000
Concentricity	0.01243	0.05000
Max Location	58.25°	
Mean Diameter	20.66095	
Min Diameter	20.61559	20.59000
Max Diameter	20.71986	20.69000

結果討論與建議

> 產品設計階段評估:

- 產品的肉厚設計與澆口位置對於射出後的變形常有著很大的影響；適當的肉厚設計差異，可以減少產品因不均衡的體積收縮差異過大而導致的變形。

> 模具設計評估:

- 適當的澆口位置可以對於較厚區提供有效的保壓，不適當的澆口位置(澆口位於薄端)，會導致澆口區提前冷卻，導致產品不均勻收縮。

> 透過CAE的模流分析，能事先針對產品肉厚設計與澆口位置進行事先的評估，找出適當的設計，從而降低未來成形上可能遇到的同樣問題，也可對於成型品質達到較可控制的程度，此外此經驗也可複製到後續相類似產品上的應用。CAE皆能協助評估不同的設計變更想法與驗證。

> 新零件開發初期或是模具設計階段，透過基礎的分析，可藉由零件成本結構入門，並結合產品本身特點，發現所需的改善方向，進一步的降低相關的設計成本、模具開發成本、射出成型成本；使的相關品質要求皆能達到相關規範。

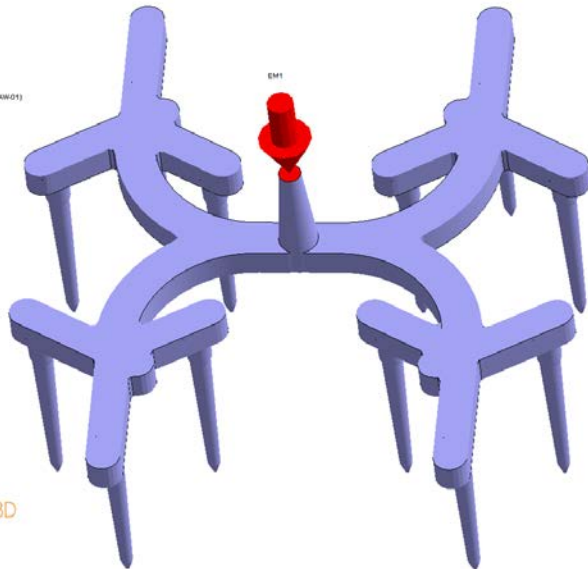
短射件與分析結果比對

短射件與分析結果比對



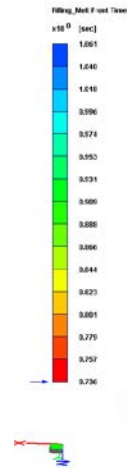
Model_Shaded Model

■ Cold Runner POM(Polyoxymethylene DURACON AKN01)



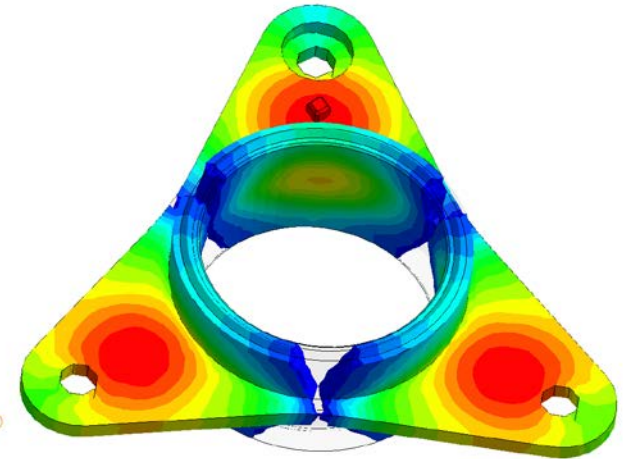
Moldex3D

130
356
185
2.81



Moldex3D

306
0
196
5.50



0.00 2.00 mm
3.00

效益分析與未來應用

Moldex3D應用效益分析

	產品單價	模具價格	機台費率 (NTD/min)	修模 (NTD/次)	試模 (NTD/2hr)	人力 (NTD/天)
單位:NTD	3	25,000	4	15,000	1050	2500

原始設計分析	射出	保壓	冷卻	開模	成型周期
	1	4	12	10	27
設計變更(方案2)	射出	保壓	冷卻	開模	成型周期
	1	4	8	10	23

項目	說明
Cycle time	$(27-23)/27=0.148$ · Cycle time節省約 15%
產品單價	<ul style="list-style-type: none"> • 周期所占成本=周期*機台費率 • 周期減少15%後的成本=周期*15%*機台費率 • 周期降低15%後的總成本節省約=15%*機台費率* Forecast 若假設以一個月產量10,000 Pcs計算的話，一年可以省約 =23 *0.15*4*10,000*12=1,650,600NTD
試模成本	每個月減少2次試模 每次試模費用約1050 NTD, 一年約可省2*1050*12=25,200 NTD
人工成本	一次約需1~2人, 一人力一天約2500 NTD $12*2*2*2500=120,000$ NTD
時間成本	由2工作天, 減少為1工作天, 一年節省1*12=12工作天
良率	原始設計良率0%, 設計變更後良率提高至99%
總節省	$1,650,600+25,200+120,000=1,795,800$ NTD

*數值為預估值，僅供參考

Moldex3D未來應用及方向

> 未來應用的延伸

- 希望藉由Moldex3D的應用平台，與客戶端與模具廠之間做更密切更完善的溝通與協調，協助找出最佳的設計方案。
- 同時未來也希望能夠藉由軟體的應用，去探討更多其他方面的應用，如熱流道、可變模溫等
- 期望藉此提升產品品質，創造出更好的價值

> 未來研究方向

- 肉厚設計上的優化
- **POM**適當加工條件的探討
- 澆口位置的優化

Thank you for your attention!