



掌上型通訊產品薄殼成形翹曲 分析

吳智煬¹、粘世智²、黃明賢¹

¹國立高雄第一科技大學機械與自動化工程系

²國立台東專科學校動力機械科

報告人:吳智煬



目錄

- 前言
- 研究目的與動機
- 文獻回顧
- 實驗方法
- 流動平衡對薄殼翹曲之影響
- 模溫系統設計對薄殼翹曲之影響
- 結論



前言

- 隨著3C產品的快速發展，產品追求輕、薄、短，使得射出成型的困難度增加，尤其是翹曲變形的控制更加重要。
- 平板電腦的外殼為薄殼射出且肉厚分布不均容易產生翹曲變形，造成後續組裝之困難。





研究動機

- 薄殼產品因肉厚的減少導致結構強度較低，且需高射出壓力、高射出速度及高模溫，容易造成嚴重翹曲變形，是目前業亟欲解決的問題。
- 本研究嘗試使用流動平衡及分區模溫調整技術，解決薄殼件因肉厚分布不均所造成之翹曲變形。



研究目的

- 藉由流動平衡之澆口配置，降低澆口與流動末端的充填壓力差異，探討流動平衡對薄殼翹曲之影響。
- 分析產品的翹曲變形趨勢，劃定上彎曲及下彎曲區域，設計出適合之區域冷卻系統。
- 針對個別區域的彎曲趨勢，進行模具溫度調整，將產品截面之溫度分布重心往形心軸調整，解決產品翹曲之問題



文獻回顧 1/3

● 薄殼射出之定義

1. J, Fassett(1995)在厚度設計0.5~1 mm為薄殼，0.2~0.5 mm為超薄殼。

2. 產品流長對壁厚100:1到150:1或以上。

● 薄殼射出之影響

J, W, Bozzelli(1997)流動的阻力隨者厚度的減小而急遽增加，造成內部壓力差異太大，且流動中的熔膠容易被快速冷卻造成短射。



文獻回顧 2/3

- 薄殼射出之參數設計(H,Lee等人, 1997)
 1. **高射出速度**:避免充填過程中被快速冷卻。
 2. **高模溫**:降低熔膠黏度、降低充填壓力、避免充填過程中融膠被冷卻造成短射。
 3. **高保壓壓力**:薄殼流阻大，需要較高的保壓到流動末端。
- 薄殼射出之解決
 1. **高速射出**:機增設儲壓系統提高射出速度。
 2. **變模溫系**:統動態變換模具溫度較高溫度下充填，較低溫度下冷卻。
 3. **射出壓縮**:簡單形狀物品使用後壓縮進行保壓如:光碟片 利用模面移動進行產品保壓。



文獻回顧 3/3

- .薄殼射出之翹曲改善
 - M. Huang等人(2001)使用田口方法配合CAE模擬與實驗找出影響薄殼翹曲的參數，結果發現融膠溫度與保壓壓力都有助於改善產品的翹曲。
 - S. Chen等人(2002)實驗結果發現澆口在充填過程中需要對模具產生均勻的充填使保壓能達到最好的效果，更能降低產品翹曲。
- 模具溫度對薄殼翹曲之影響
 - H. Fritz等人(2011)的模內貼標實驗結果發現，當產品公母模側溫度不同時會造成產品翹曲，而藉由調整公母模溫度來改善翹曲。



實驗方法

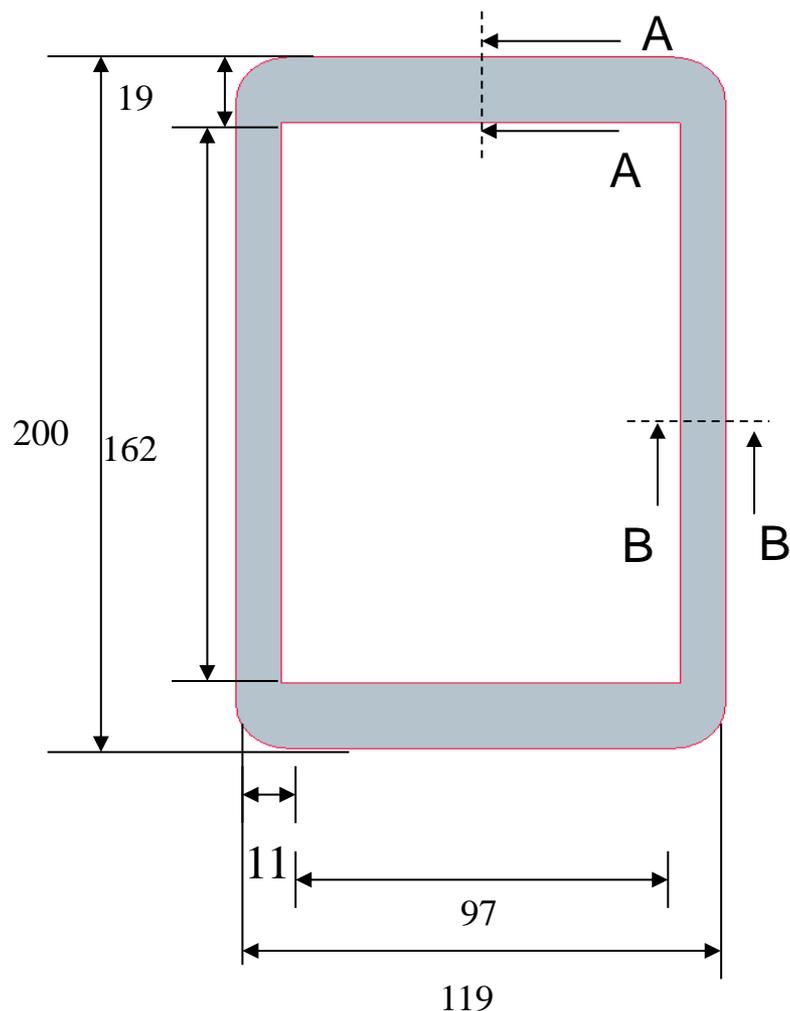
- 本研究運用Moldex3D分析軟體進行翹曲影響之研究
- 一. 針對**簡化平板外殼**進行模具澆口配置，驗證流動平衡是否有利於翹曲之改善。
- 二. 針對**厚薄不均之實際平板外殼**進行澆口位置之優化，求出具有最小翹曲變形之澆口設計。
- 三. 根據**翹曲趨勢**劃分出個別區域，設計出合適之冷卻系統，進而**調整各區域模具溫度**，將產品**截面溫度重心拉往形心軸方向**，降低翹曲量。



簡化平板－驗證流動平衡對薄殼翹 曲之影響



實驗設計



A-A剖面圖



B-B剖面圖

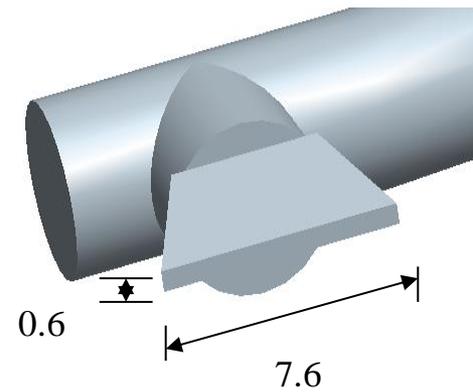
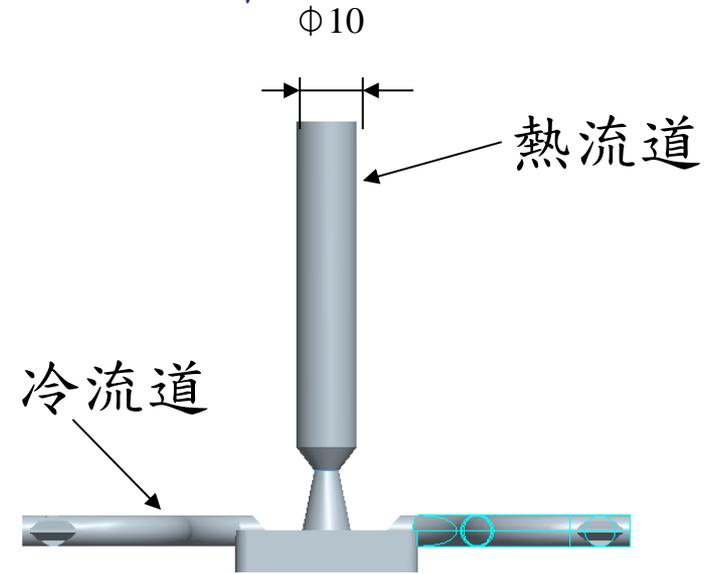
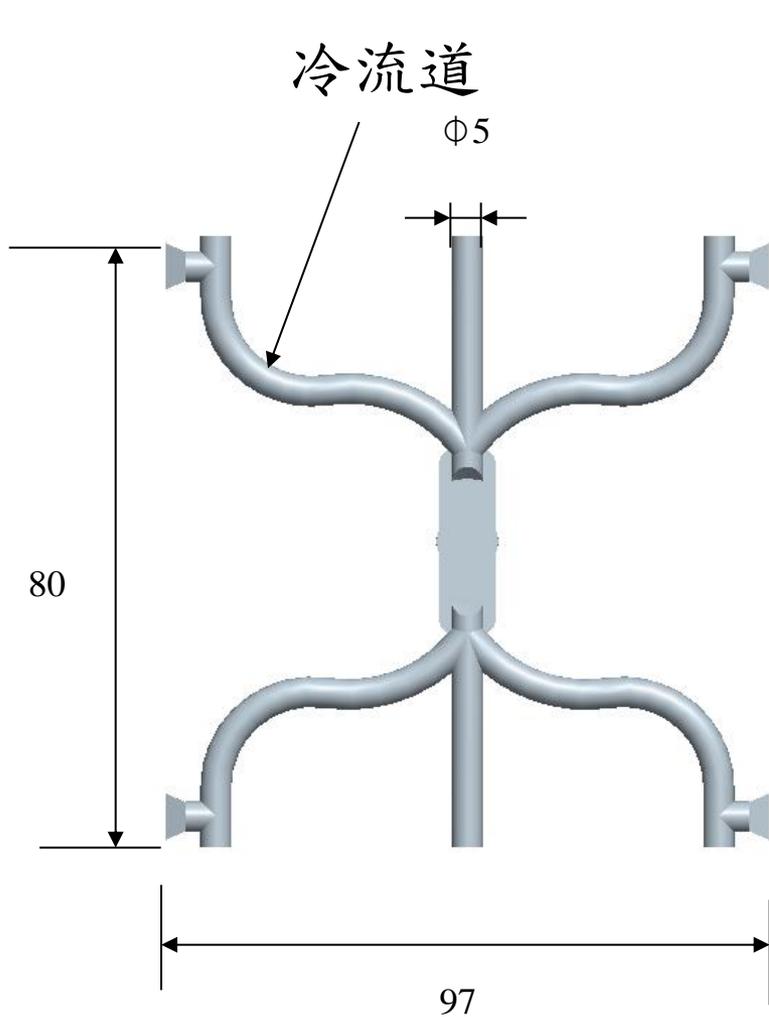


- 以7.5吋平板外殼為研究載具長為200 mm，寬為119 mm，厚0.8 mm之一模一穴對稱式熱流道接冷流道

單位:mm



流道與澆口設計



單位:mm 12

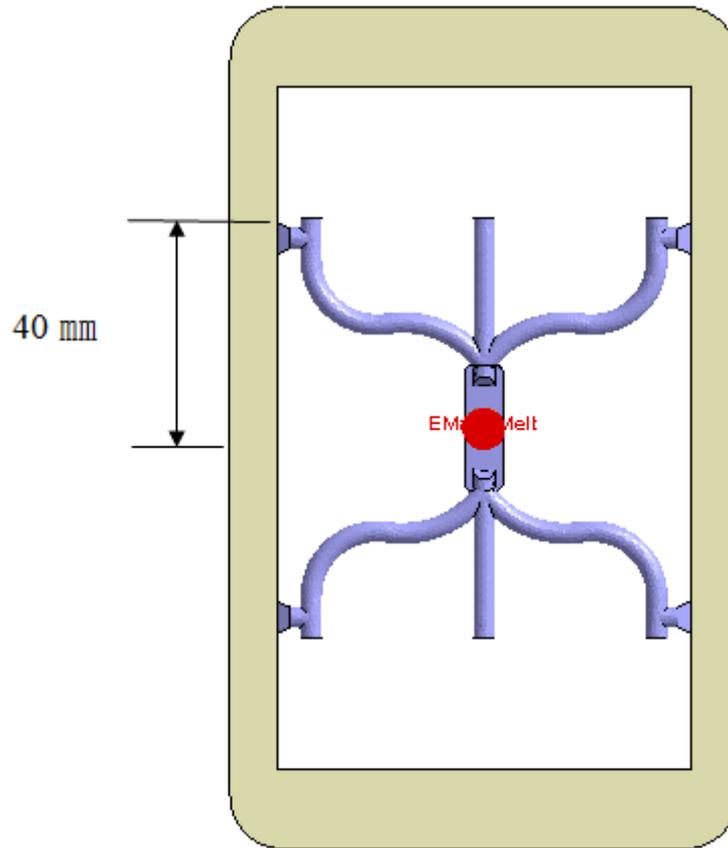


材料特性

說明	
PC+ABS	
材料型號	LUPOY HP-5008
製造商	LG chemicl
加工條件	
塑料溫度(最低限制)	240°C
塑料溫度(一般限制)	260°C
塑料溫度(最高限制)	280°C
模具溫度(最低限制)	50°C
模具溫度(一般限制)	70°C
模具溫度(最高限制)	90°C
頂出溫度	94°C
固化溫度	114°C



原始澆口配置

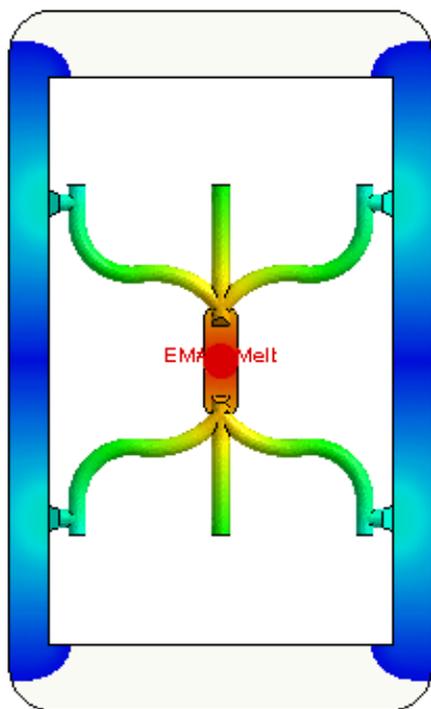


無流動平衡 距離40 mm

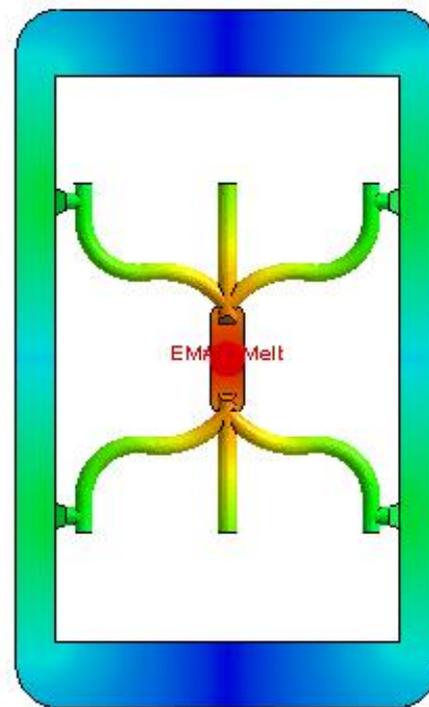


無流動平衡充填波前時間

- 充填時間78%時左右側先熔膠匯合，與上下兩側熔膠匯合相差22%



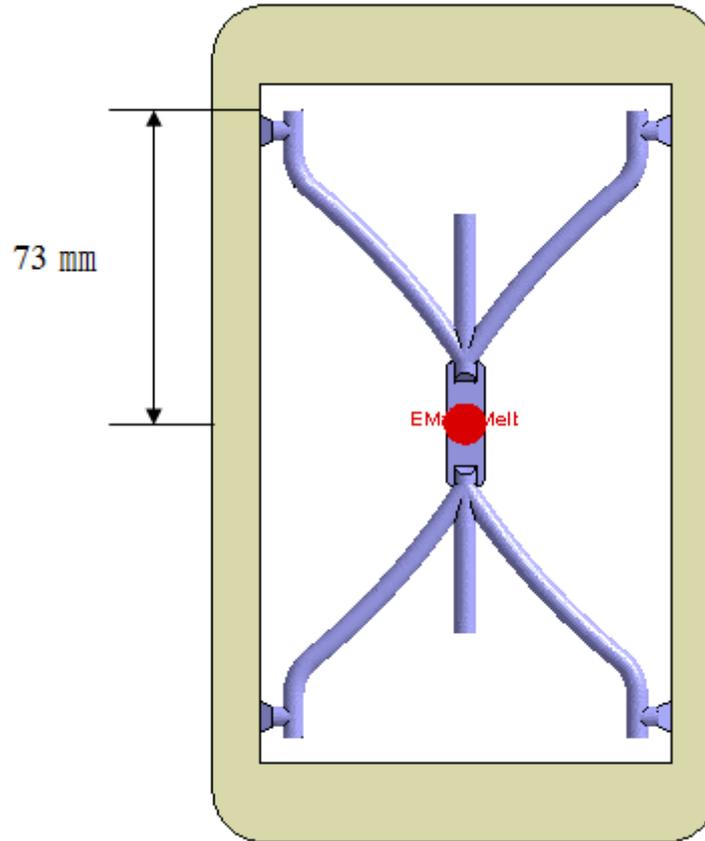
充填時間78%



充填時間100%



修改後澆口配置

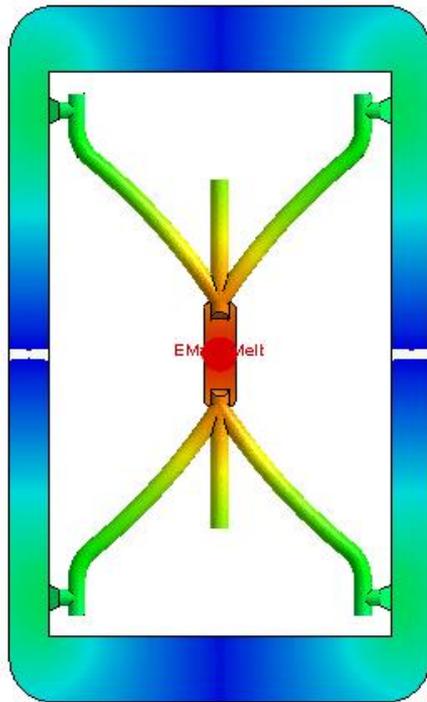


流動平衡 距離73 mm

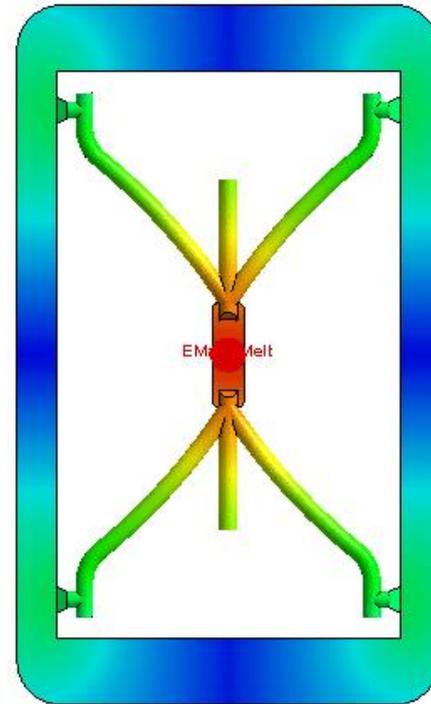


流動平衡充填波前時間

- 充填時間99%時上下側先熔膠匯合，與左右兩側熔膠匯合相差1%



充填時間99%



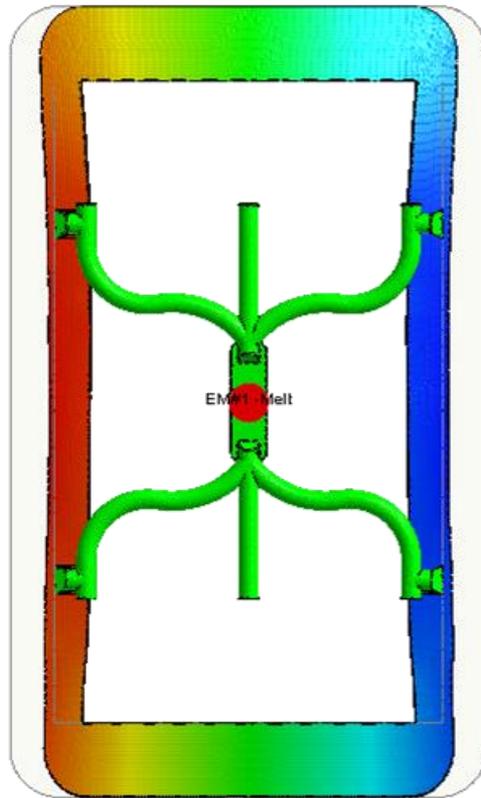
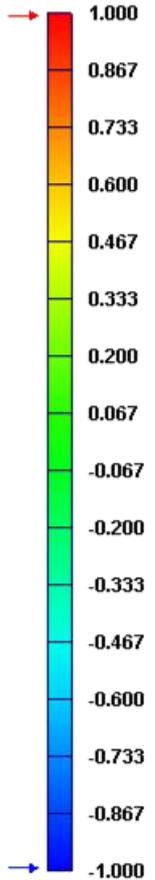
充填時間100%



X方向翹曲位移值

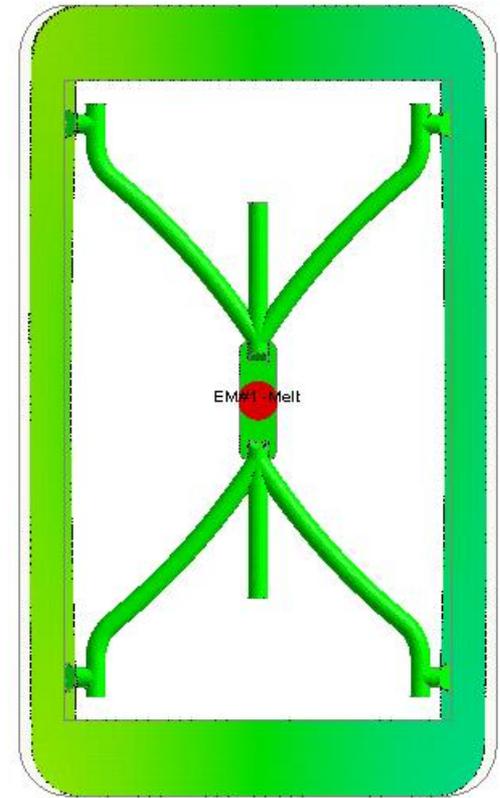
翹曲變形_x方向位移

$\times 10^0$ [mm]



無流動平衡

-0.995 mm ~ 0.953 mm



流動平衡

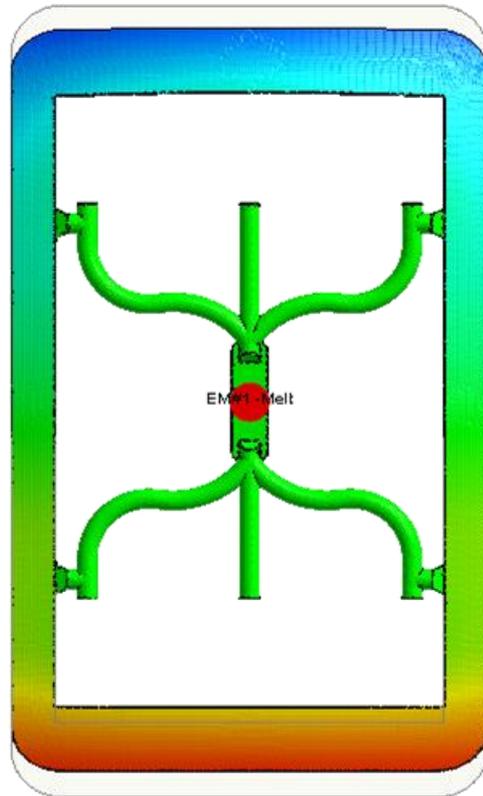
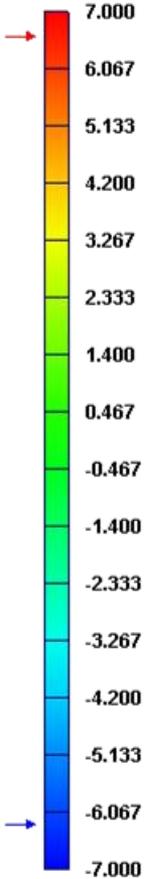
-0.311 mm ~ 0.311 mm 18



Y方向翹曲位移值

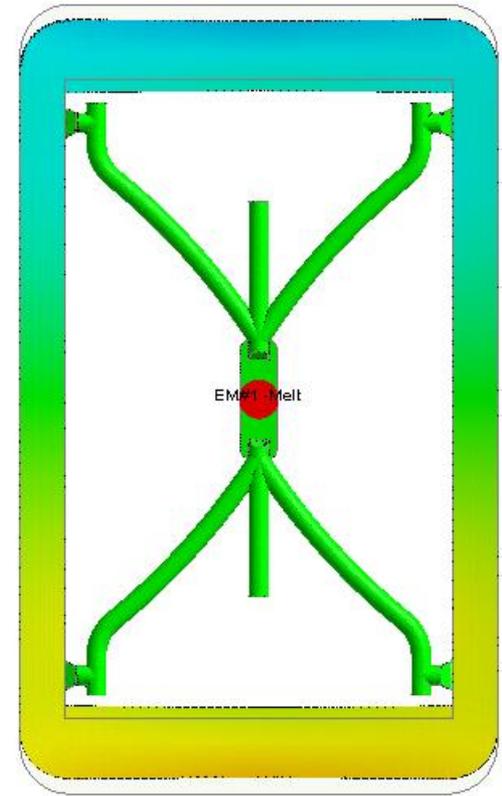
細曲變形_Y方向位移

$\times 10^{-1}$ [mm]



無流動平衡

-0.626 mm ~ 0.66mm



流動平衡

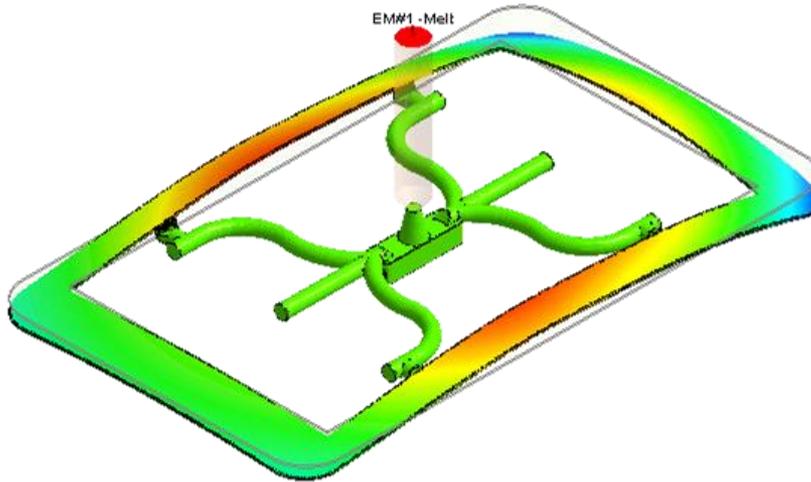
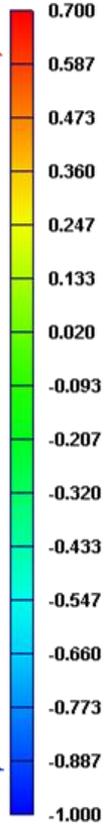
-0.426mm ~ 0.426 mm 19



Z方向翹曲位移值

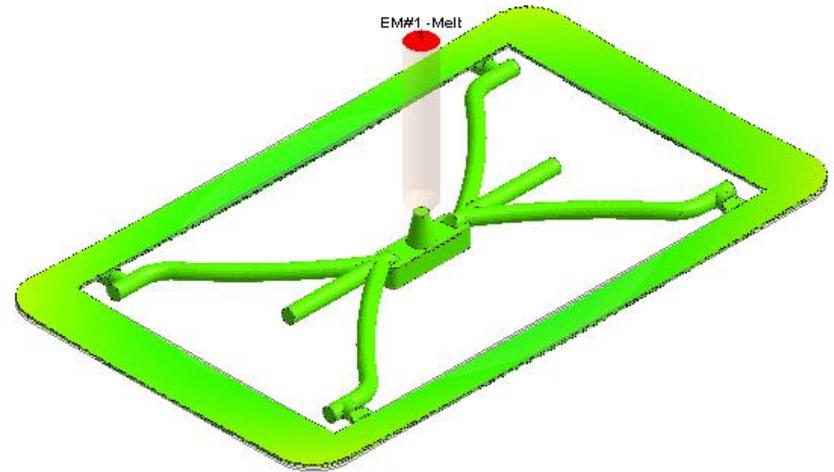
翹曲變形_Z方向位移

$\times 10^0$ [mm]



無流動平衡

-0.9057 mm ~ 0.677 mm



流動平衡

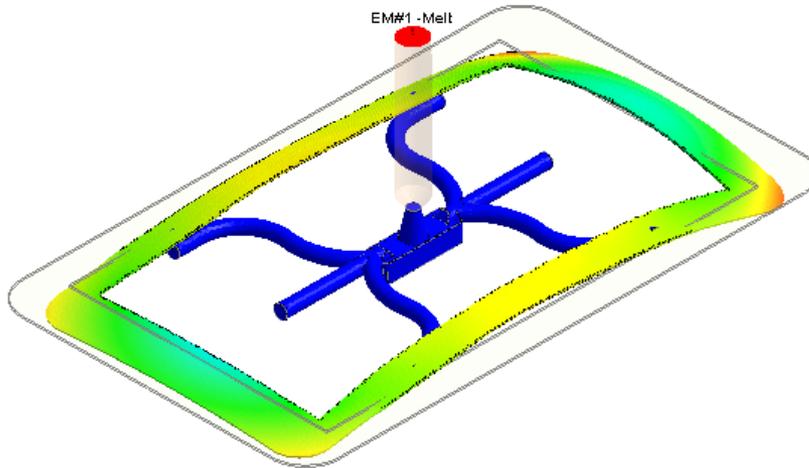
-0.124 mm ~ 0.152 mm



產品翹曲總位移

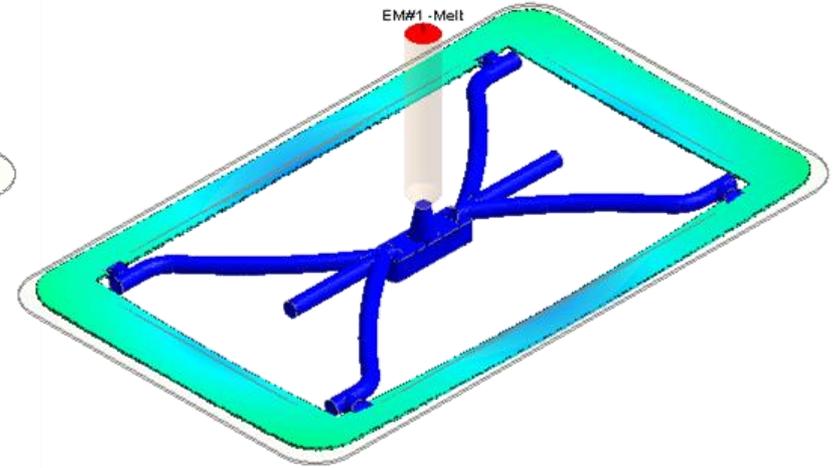
翹曲變形_總位移

$\times 10^0$ [mm]



無流動平衡

0 mm ~ 1.303 mm



流動平衡

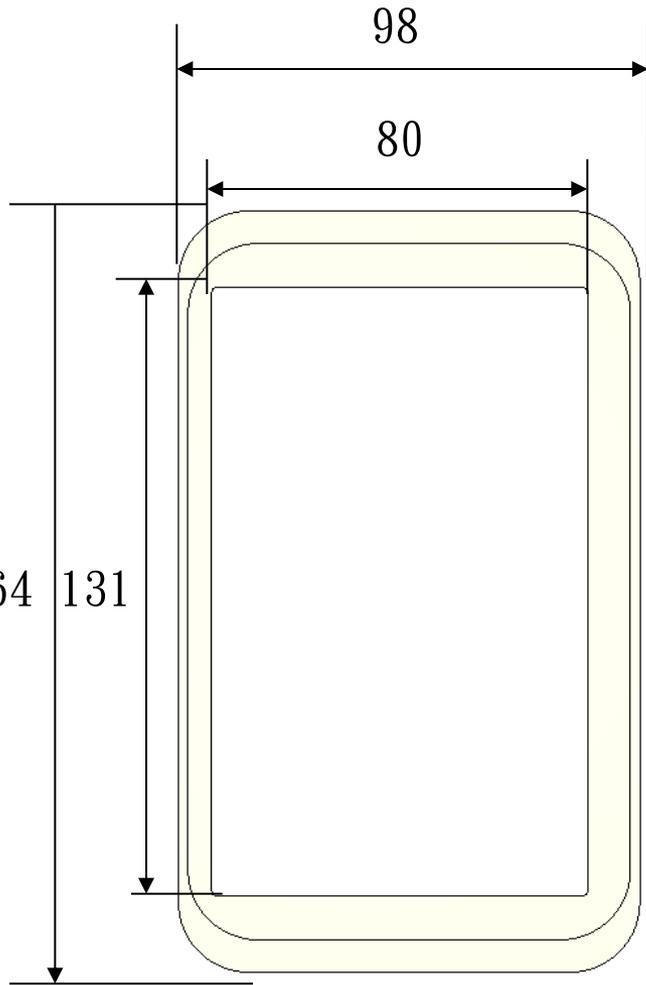
0mm ~ 0.503 mm



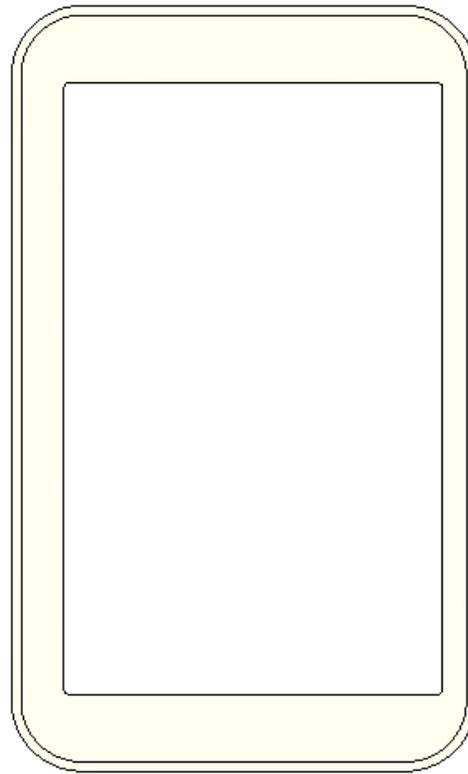
原始設計平板－澆口配置的優化



原始產品設計



正面



反面

外框:164*98

內框:131*80

最大厚度:2 mm

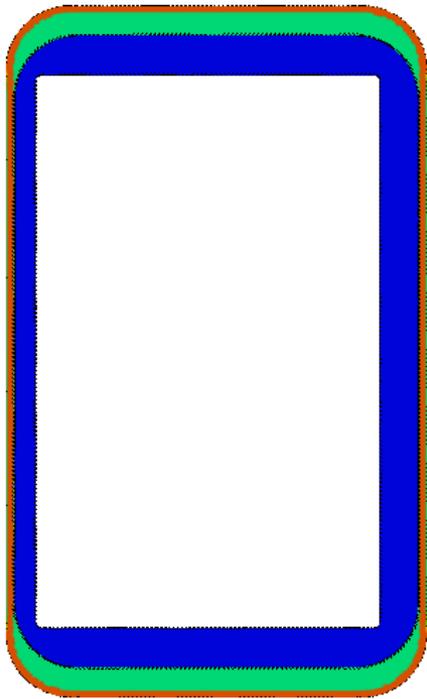
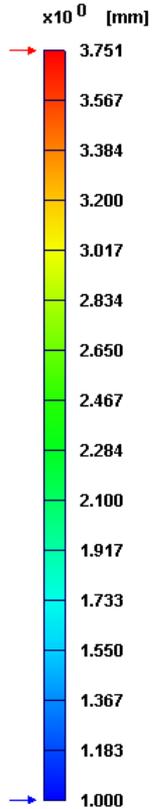
最小厚度:1 mm

單位:mm 23

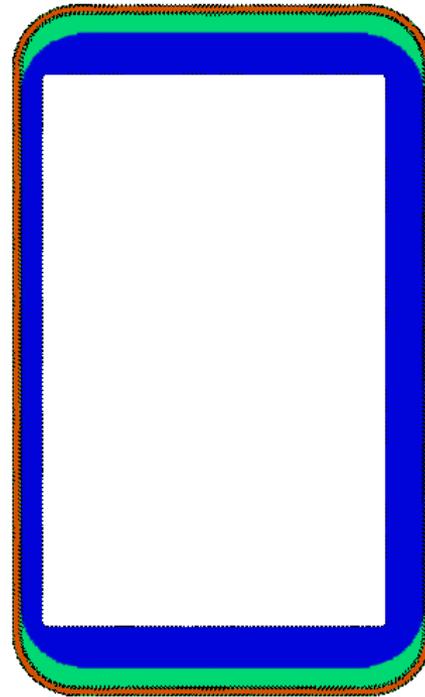


產品厚度分布

網格模型_厚度分布



正面



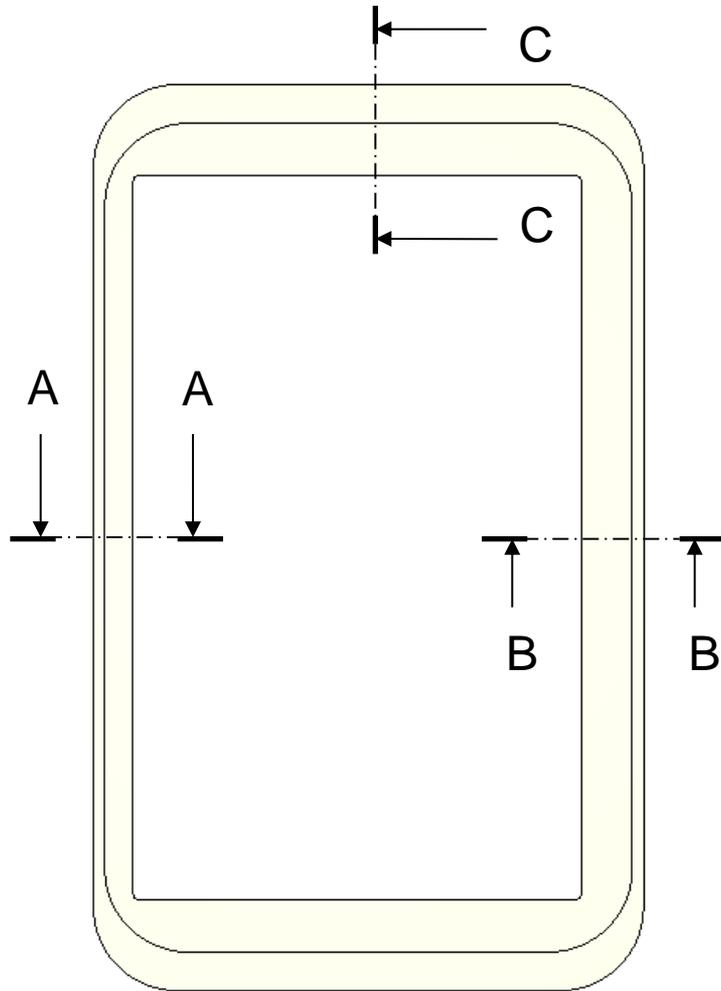
反面

外框:164*98
內框:131*80

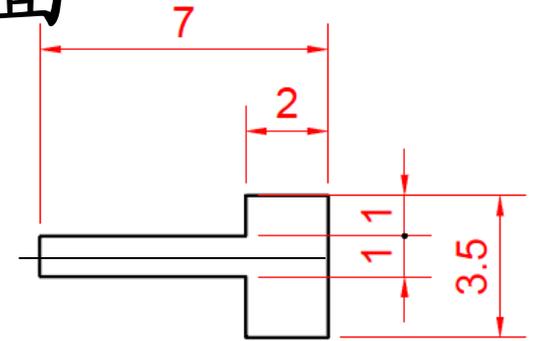
最大厚度:2 mm
最小厚度:1 mm



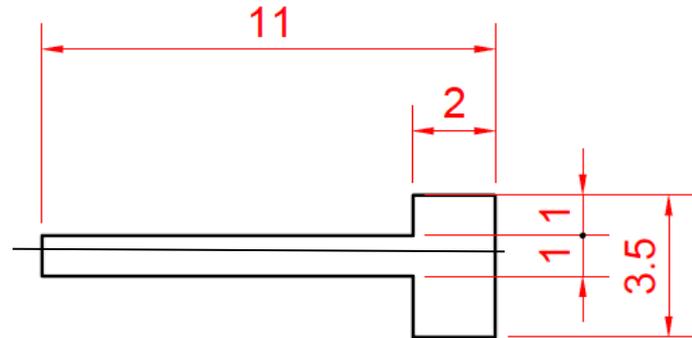
原始設計產品斷面



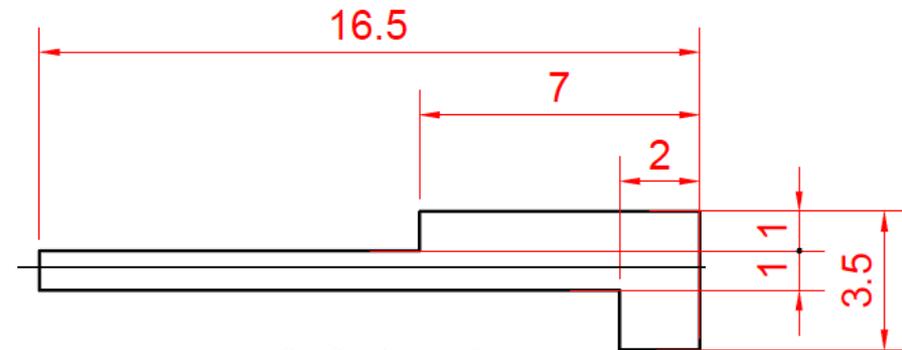
A-A剖面圖



B-B剖面圖



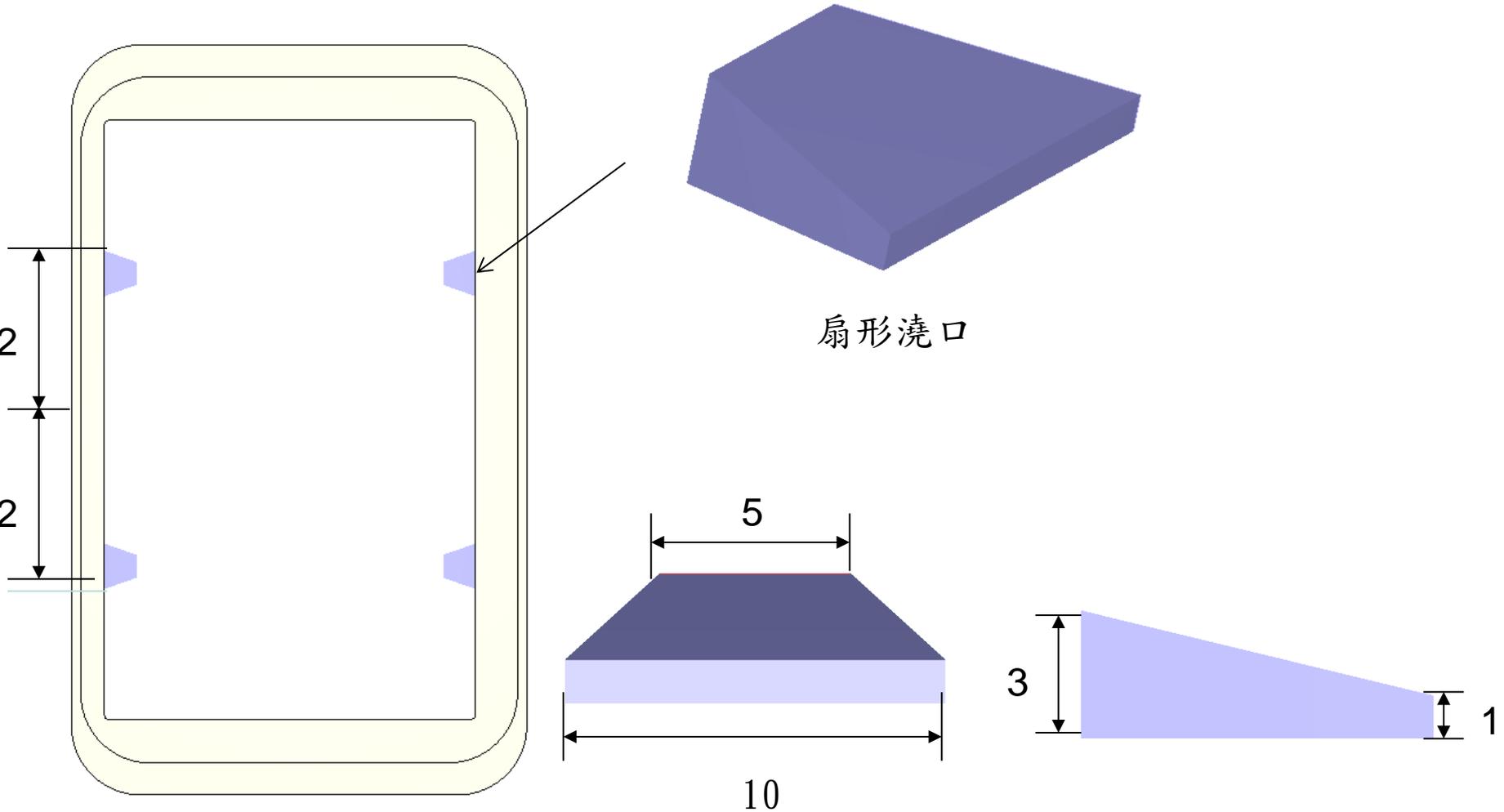
C-C剖面圖



單位: mm 25



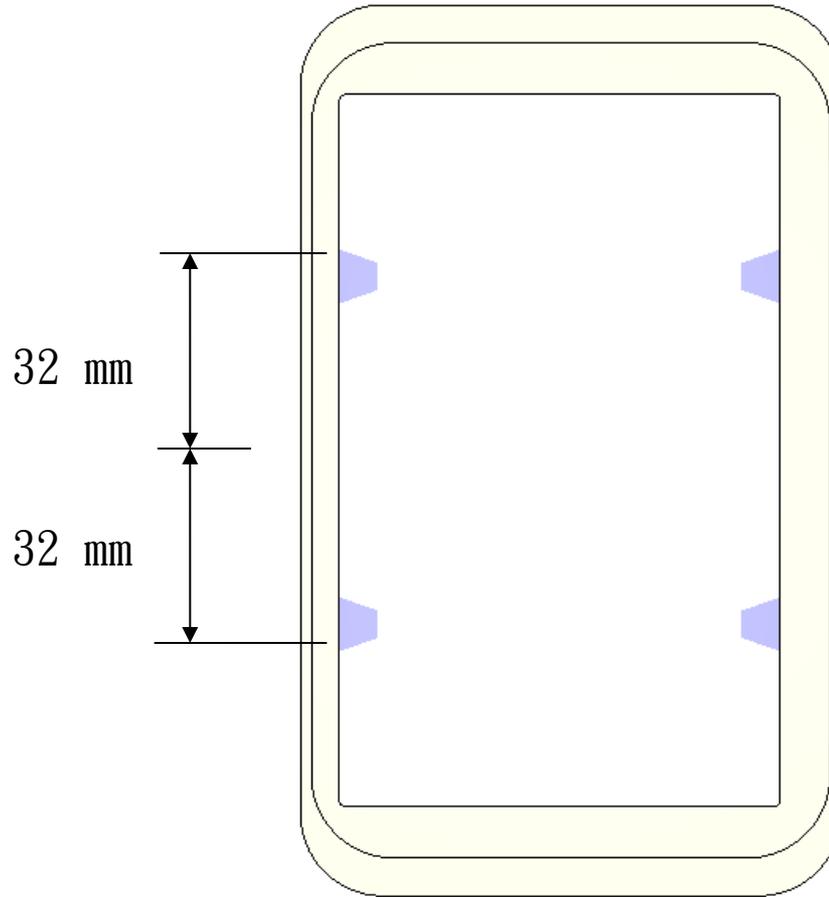
澆口設計



單位: mm 26



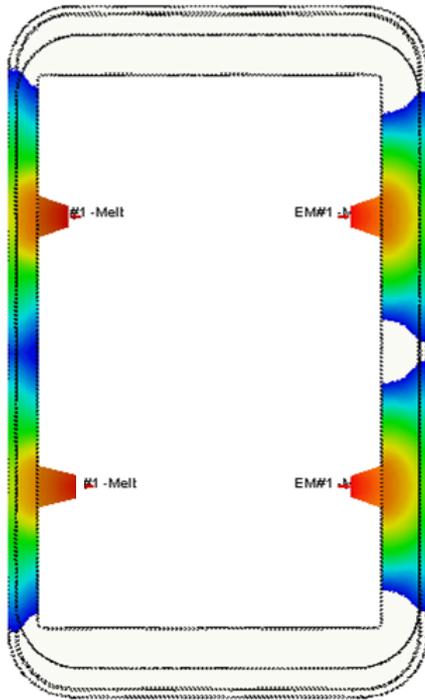
初始澆口配置



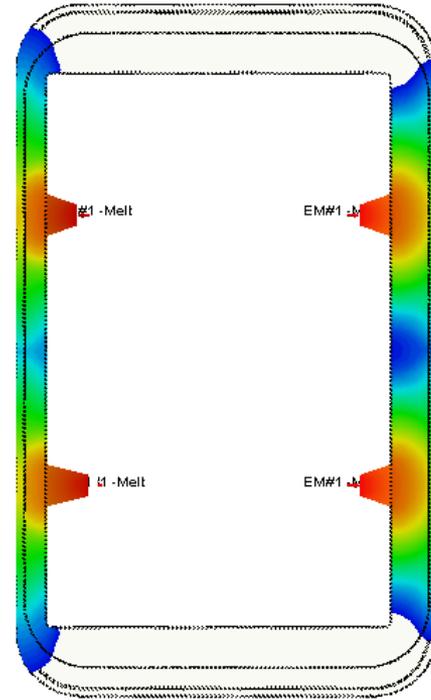


初始澆口配置流動波前時間

- 充填時間45%時左側先熔膠匯合，充填時間48%右側熔膠匯合與上下兩側熔膠匯合相差65%



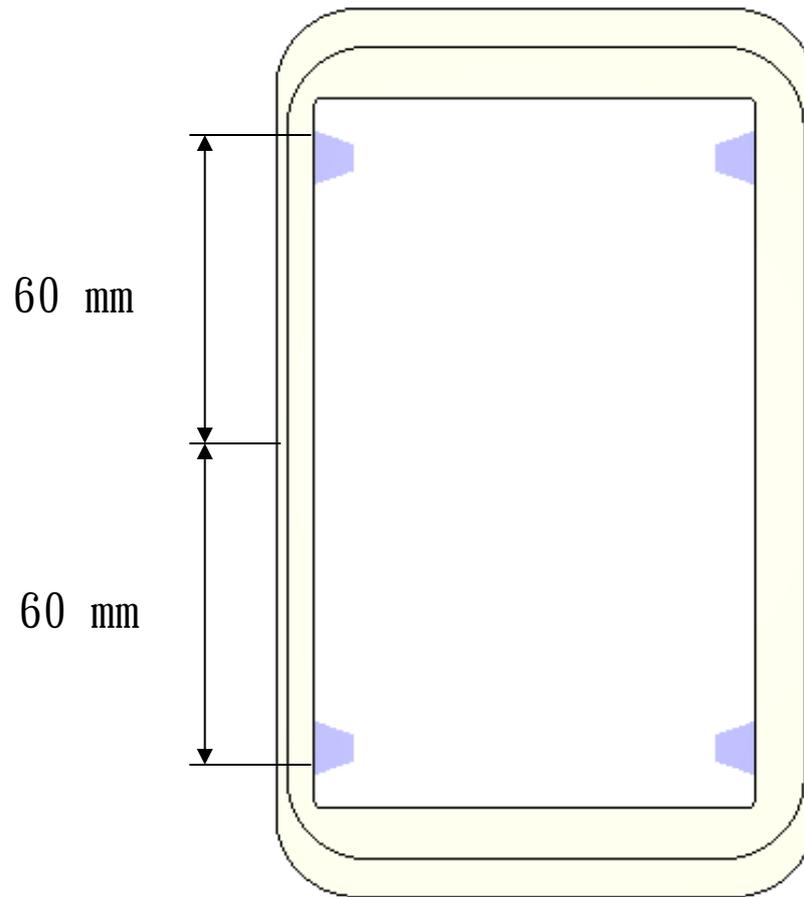
充填時間45%



充填時間48%



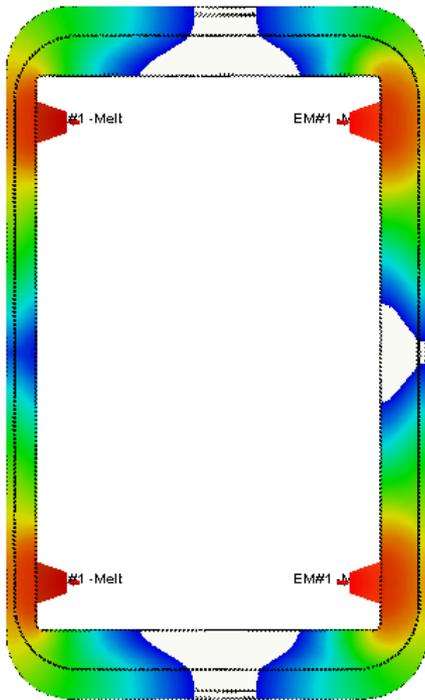
長邊澆口配置



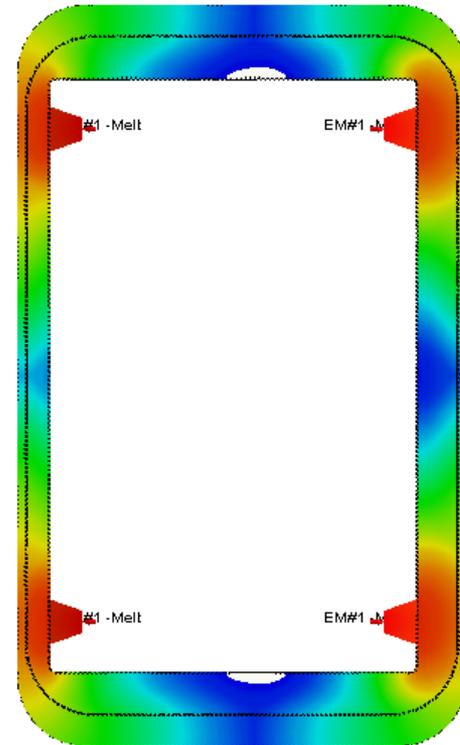


長邊澆口配置流動波前時間

- 充填時間85%時左側先熔膠匯合，99%時右側熔膠匯合，與右上下三側熔膠匯合相差15%



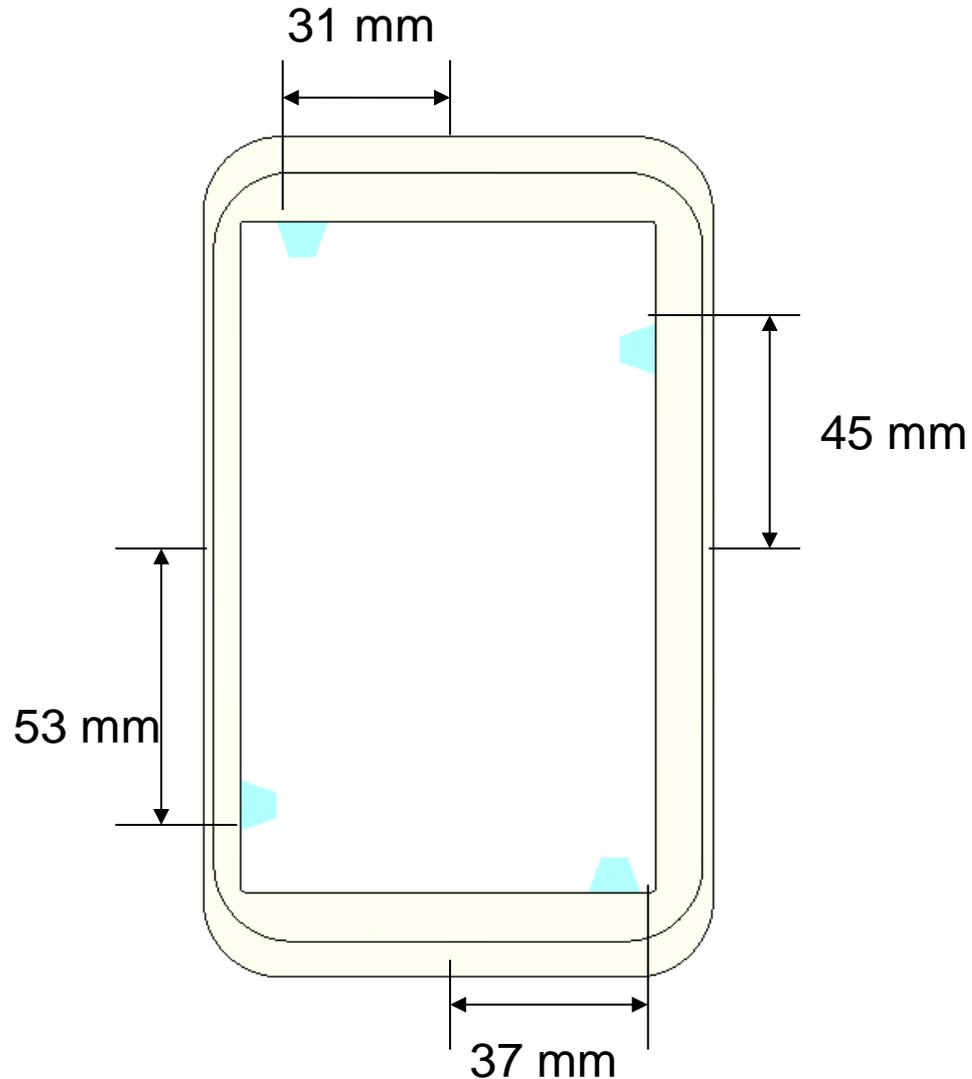
充填時間85%



充填時間99%



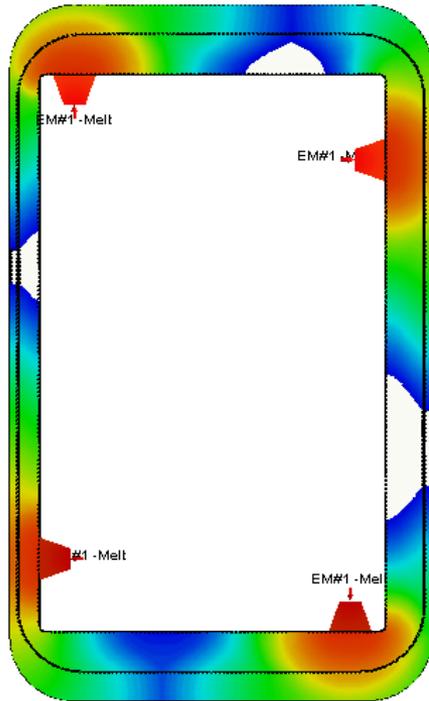
四邊澆口配置



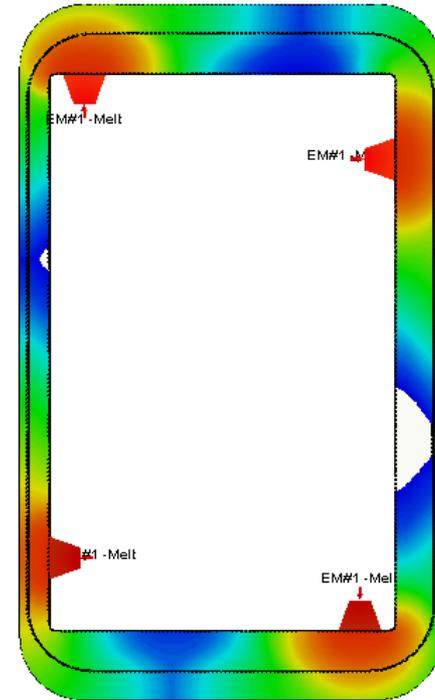


四邊澆口配置流動波前時間

- 充填時間92%時下側先熔膠匯合，充填時間96%上側及97%左側熔膠匯合與右側熔膠匯合相差8%



充填時間92%



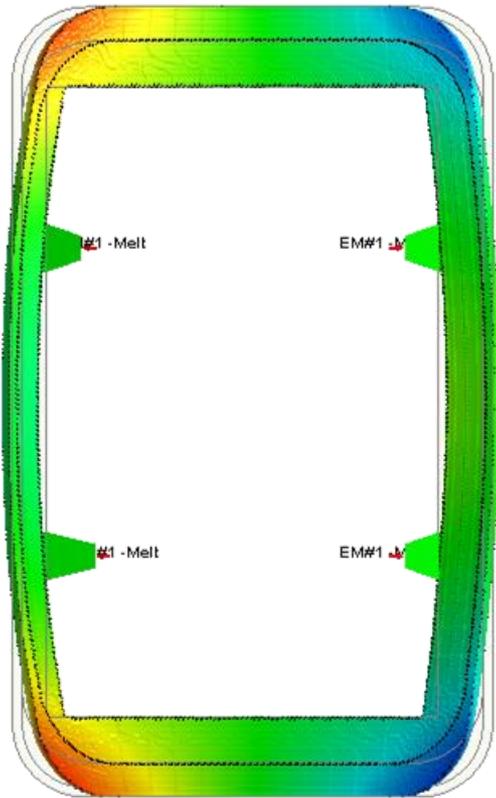
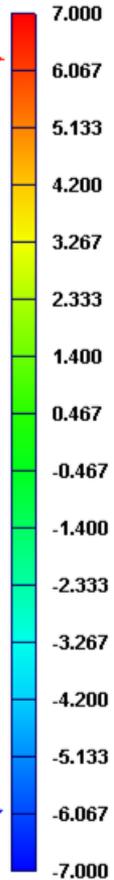
充填時間96%



X方向翹曲位移值

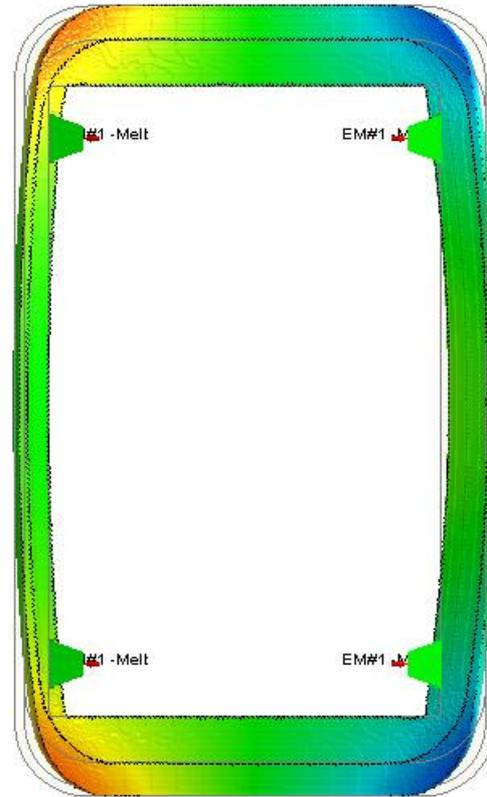
翹曲變形_x方向位移

$\times 10^{-1}$ [mm]



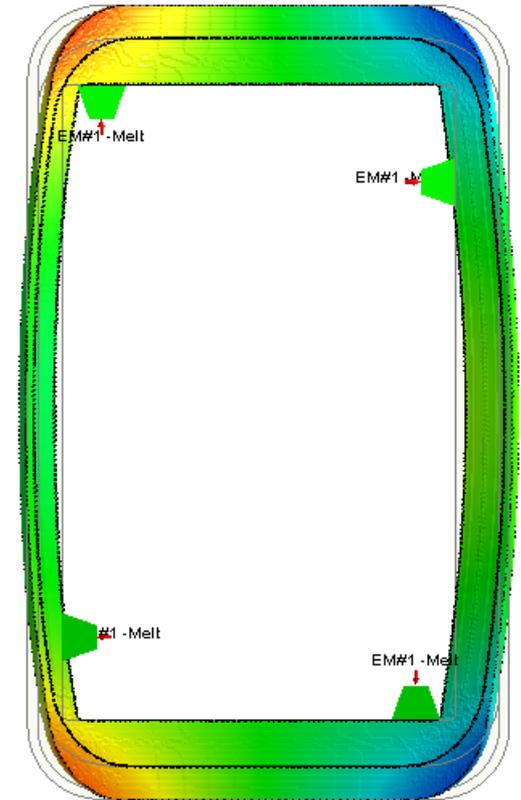
-0.6 mm ~ 0.62 mm

初始澆口配置



-0.57 mm ~ 0.56 mm

✓ 長邊澆口配置



-0.6 mm ~ 0.6 mm

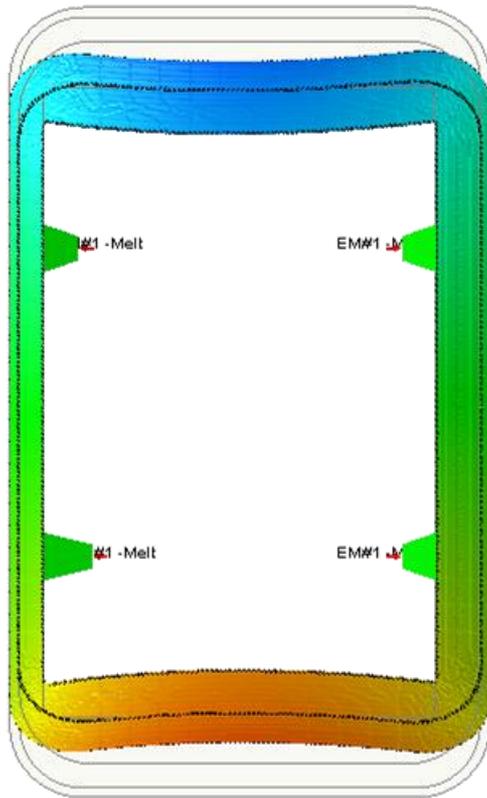
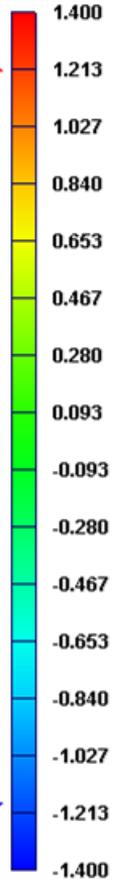
四邊澆口配置



Y方向翹曲位移值

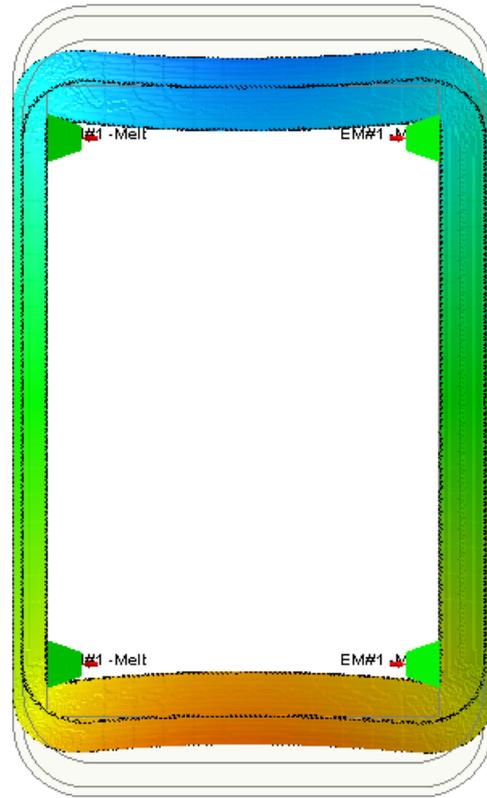
翹曲變形_Y方向位移

$\times 10^0$ [mm]



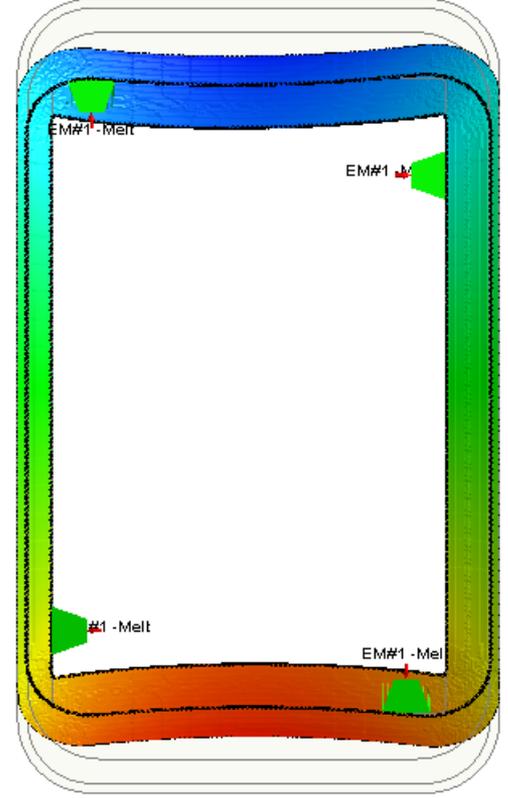
-1.1 mm ~ 1.2 mm

初始澆口配置



-1.1 mm ~ 1.1 mm

✓ 長邊澆口配置



-1.3 mm ~ -1.3 mm

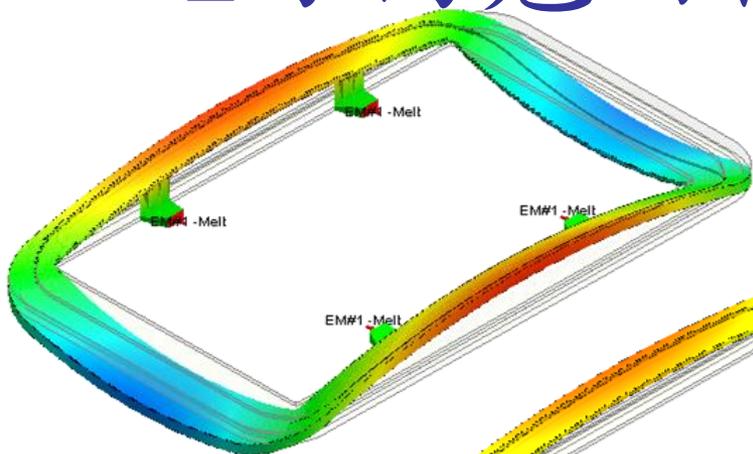
四邊澆口配置



Z方向翹曲位移值

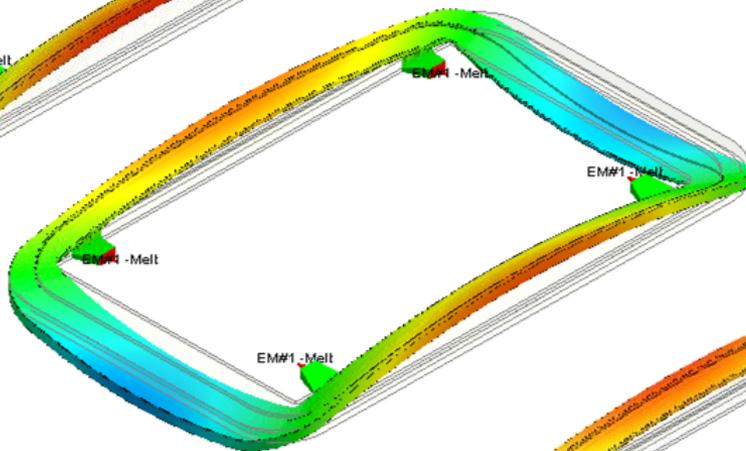
細曲變形_Z方向位移

$\times 10^0$ [mm]



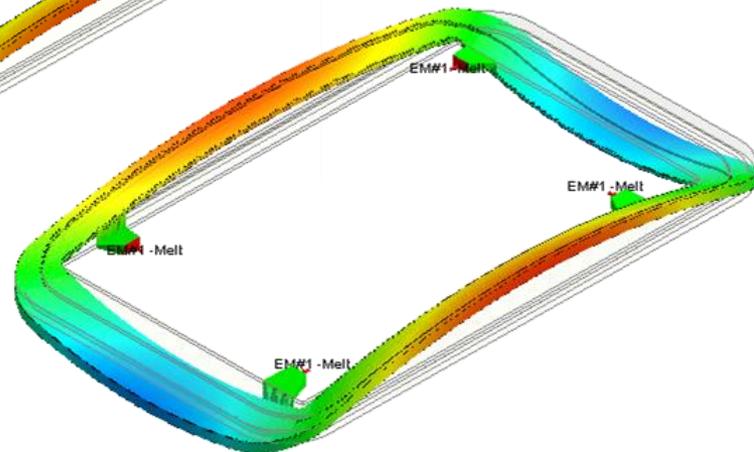
-0.9 mm ~ 1.2 mm

初始澆口配置



-0.88 mm ~ 1.0 mm

✓長邊澆口配置

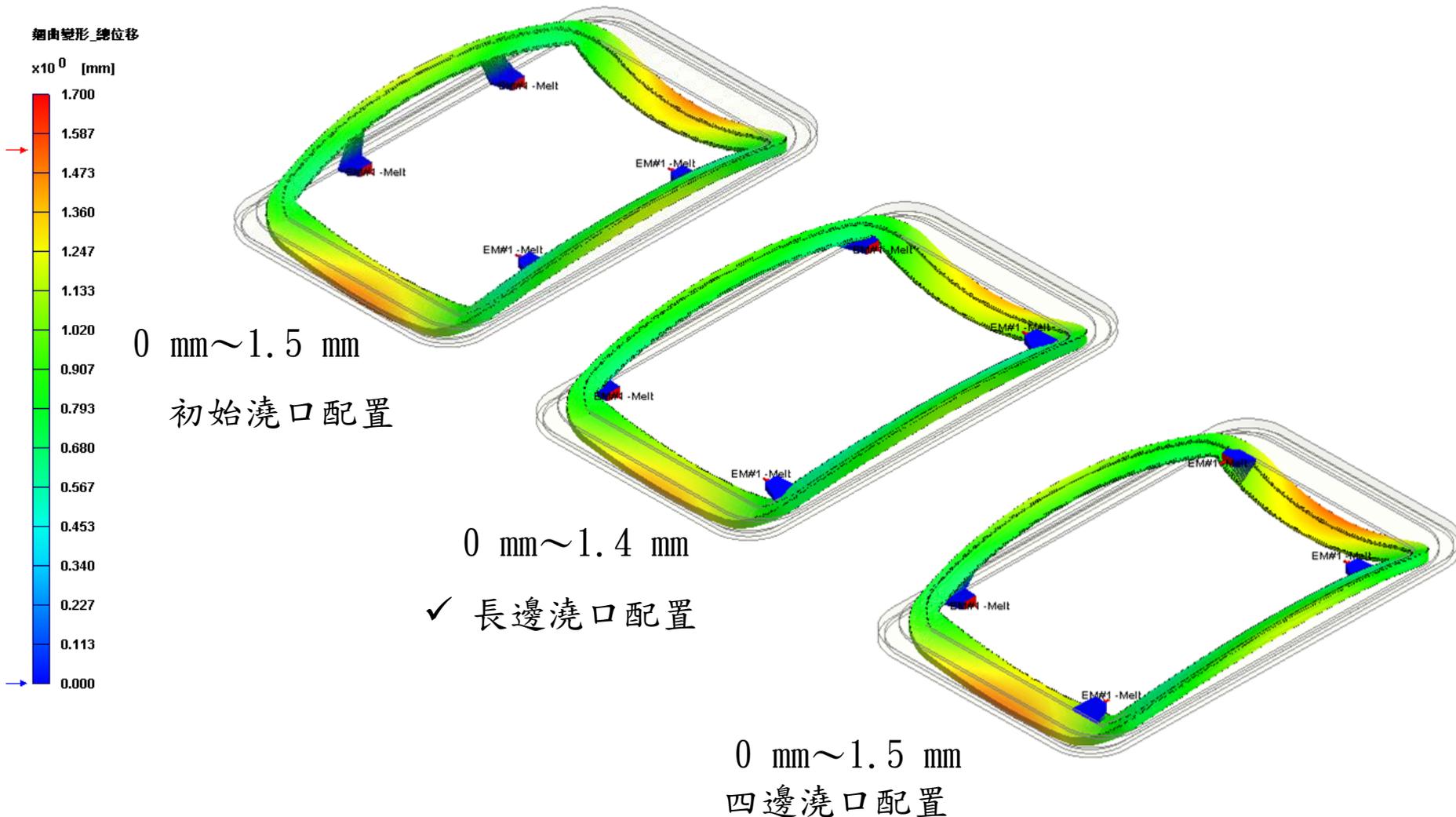


-1.0 mm ~ 1.2 mm

四邊澆口配置



產品翹曲總位移值

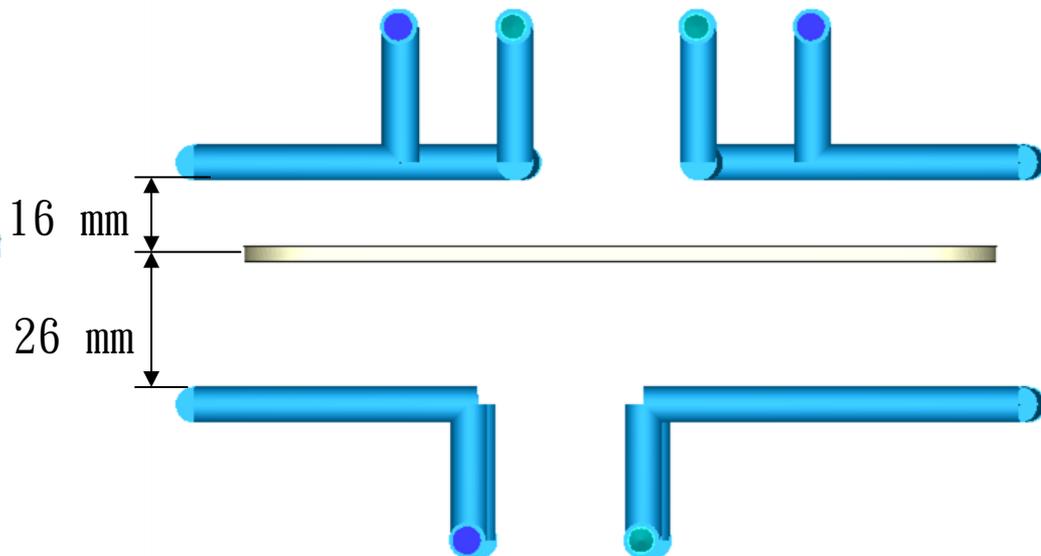
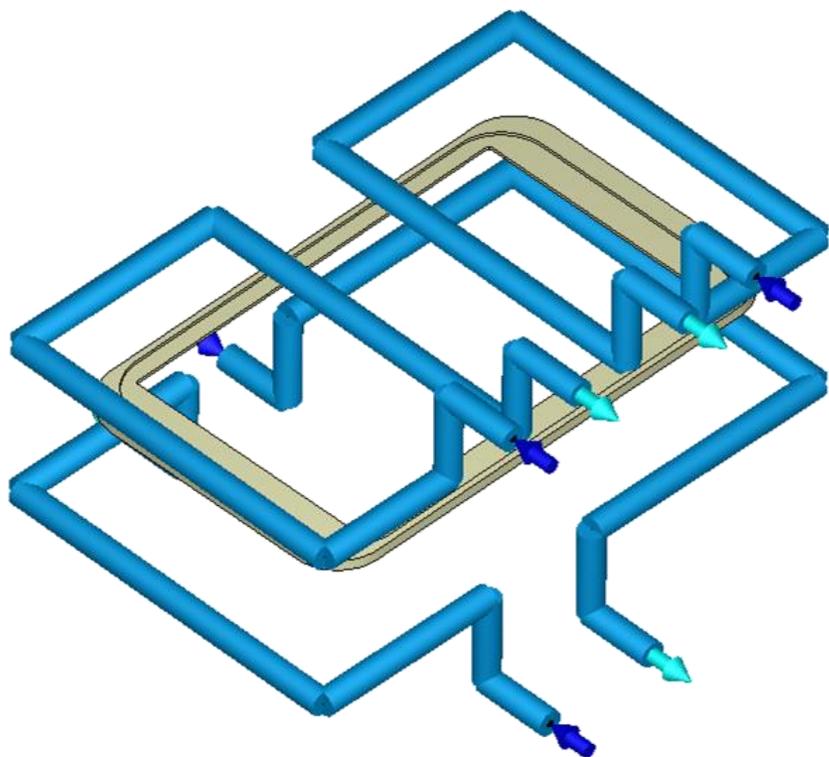




模溫系統設計 - 調整各區域模具 溫度對薄殼翹曲之影響



原始水路配置



上下水路非對稱

水路管徑: 8 mm

上水路與產品間距: 16 mm

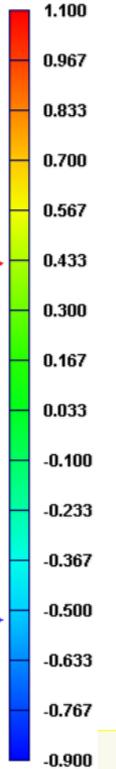
下水路與產品間距: 26 mm



Z方向翹曲變形

翹曲變形_Z方向位移

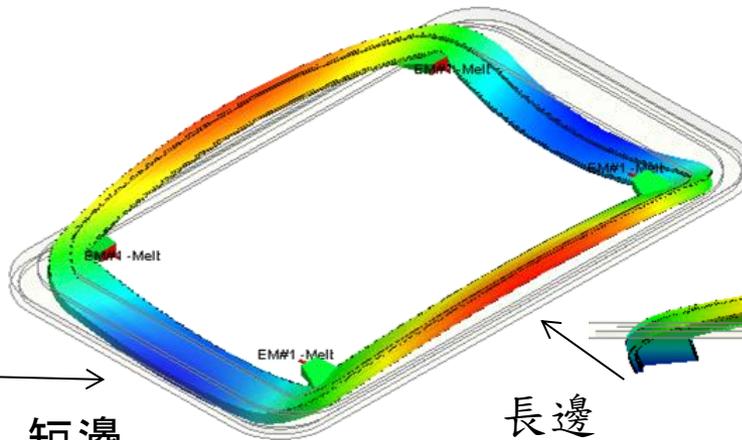
$\times 10^0$ [mm]



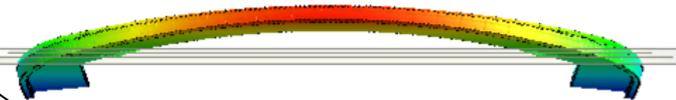
前視圖
短邊



短邊



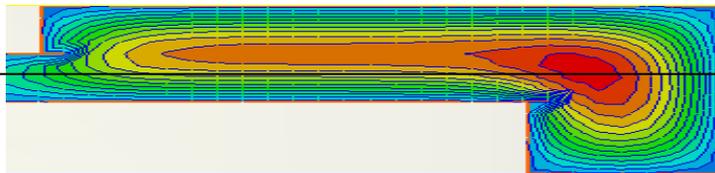
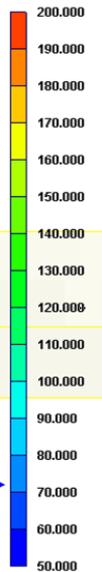
長邊



右側視圖
長邊

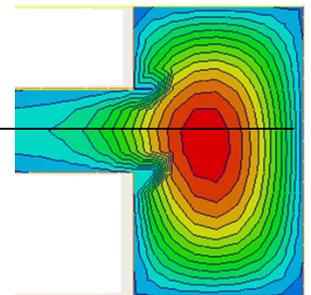
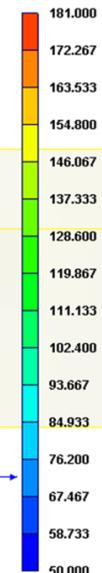
保壓結果_溫度

$\times 10^0$ [°C]



保壓結果_溫度

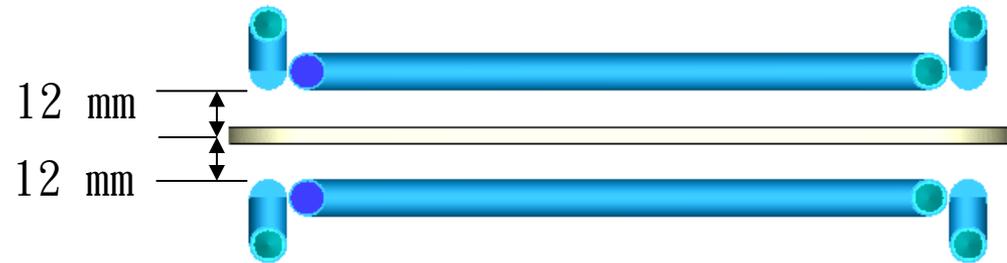
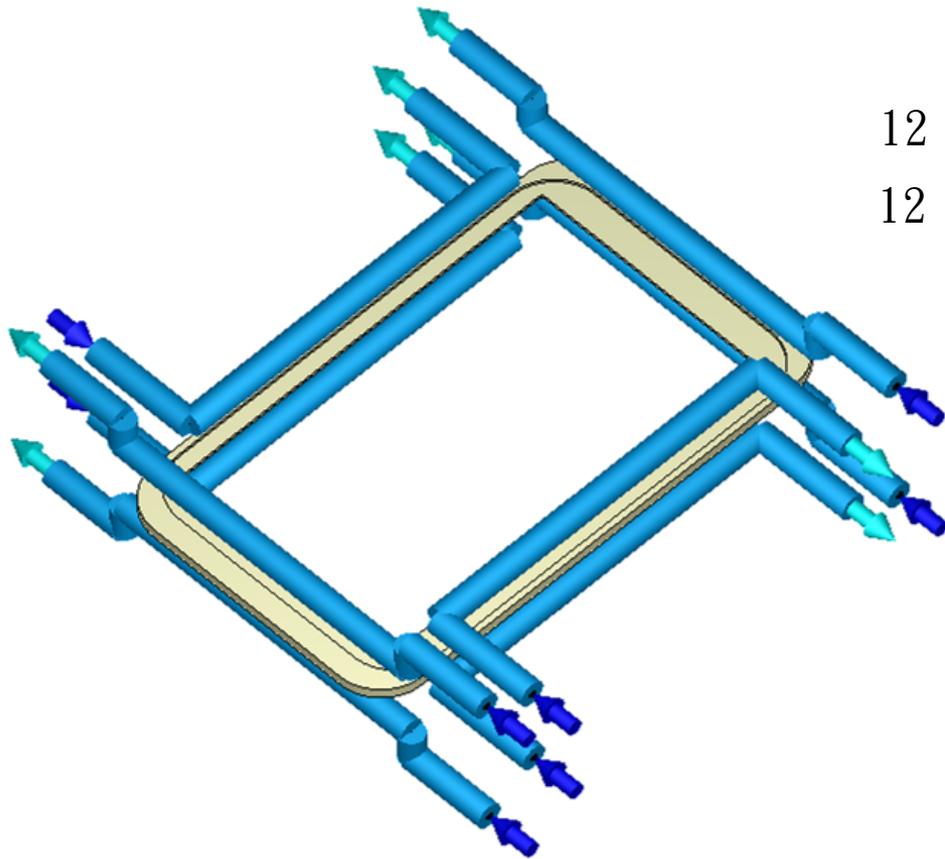
$\times 10^0$ [°C]



模面壓力為零時產品剖面溫度分佈圖



優化水路配置



上下水路對稱

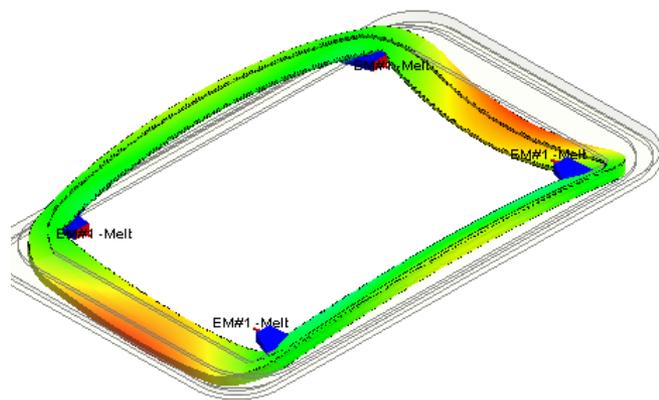
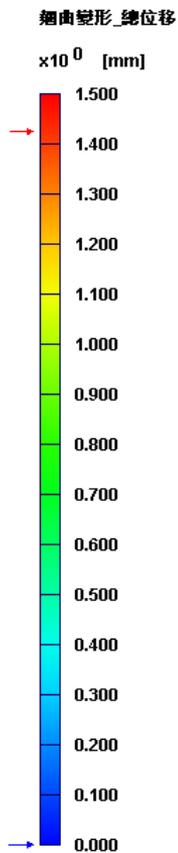
水路管徑:8 mm

上下水路與產品間距:12 mm

單位:mm 40

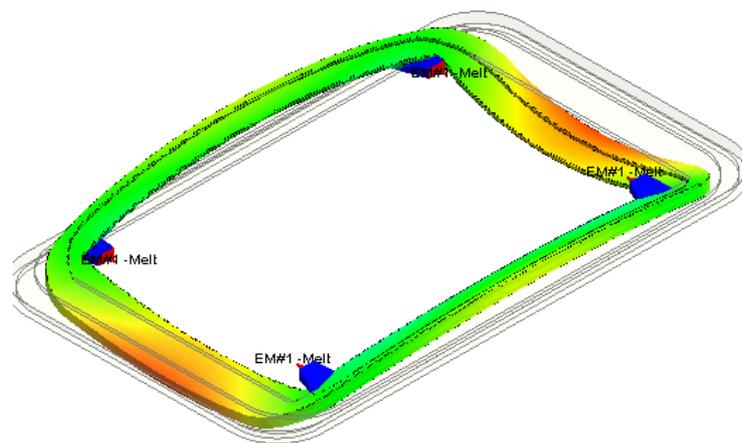


原始水路與優化水路之翹曲總位移比較



原始設計水路公母模為70 °C

-1.1 mm~1.4 mm



優化設計水路公母模為70 °C

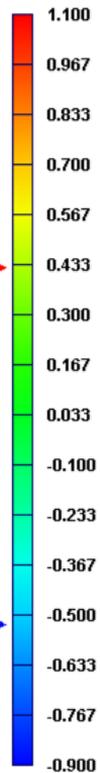
-1.1 mm~1.4mm



產品長邊水路溫度調整

細曲變形_Z方向位移

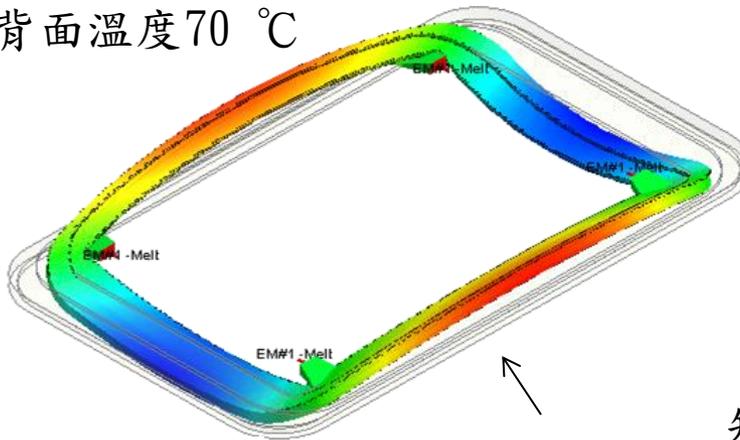
$\times 10^0$ [mm]



長邊

正面溫度70 °C

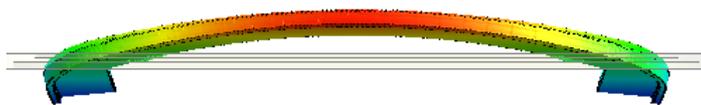
背面溫度70 °C



短邊:

正面溫度70 °C

背面溫度70 °C

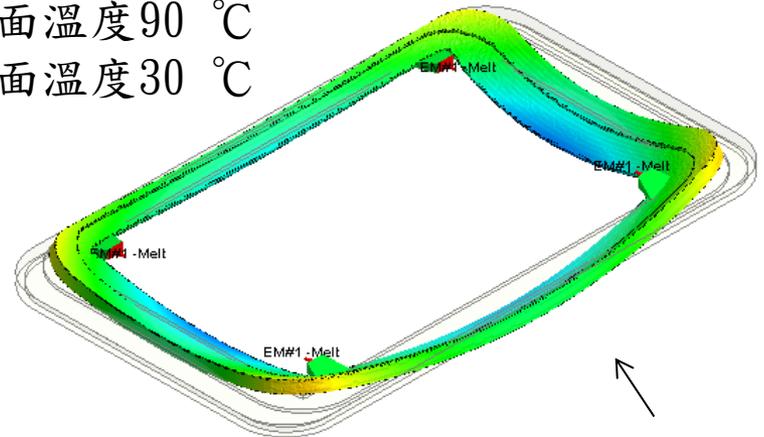


-0.88 mm ~ 1.0 mm

長邊

正面溫度90 °C

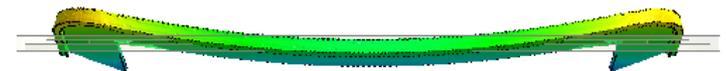
背面溫度30 °C



短邊:

正面溫度70 °C

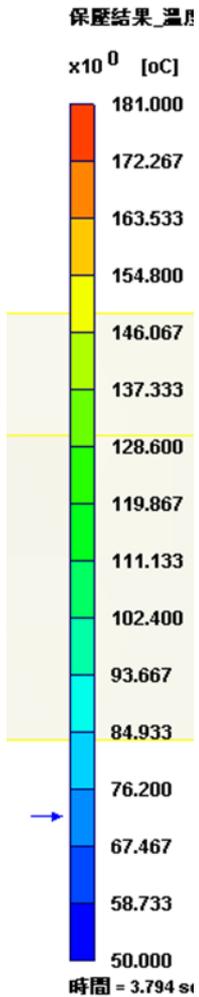
背面溫度70 °C



-0.66 mm ~ 0.7 mm

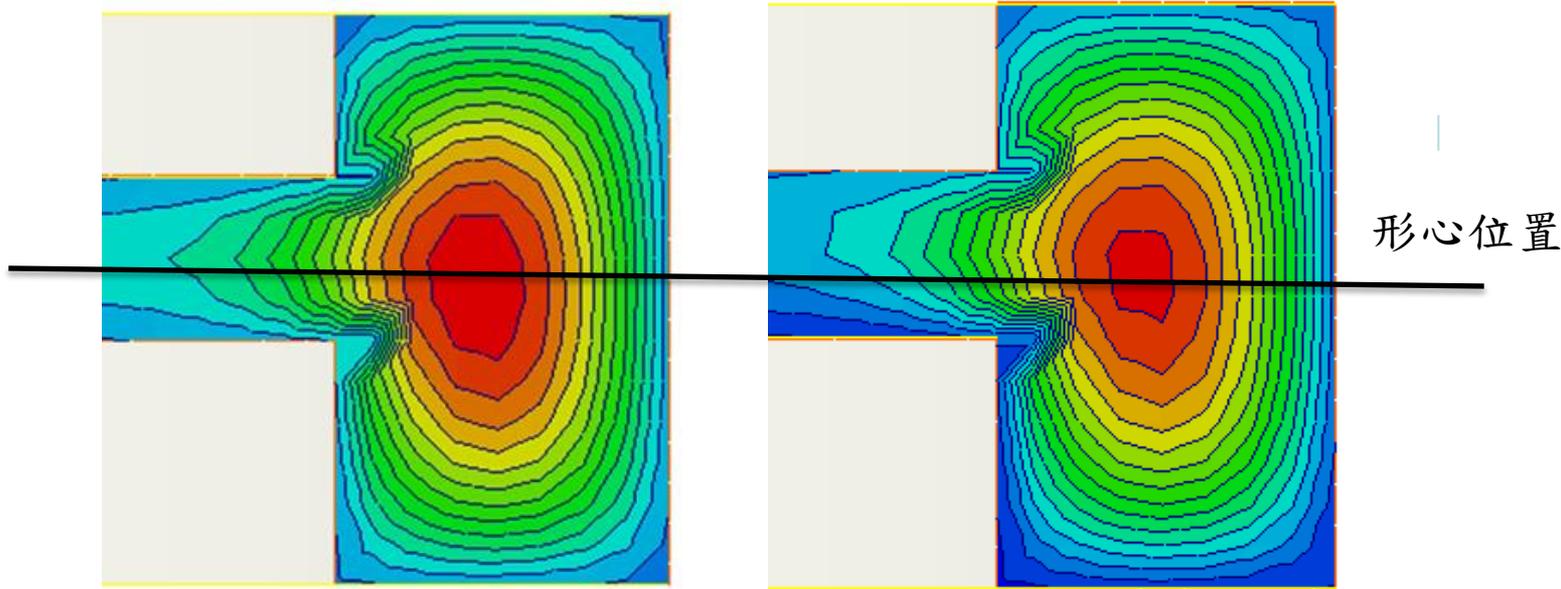


模型內壓力為零時的長邊溫度剖面圖



Cooling channel temp. 70°C

Cooling channel temp. 90°C



Cooling channel temp. 70°C

Cooling channel temp. 30°C

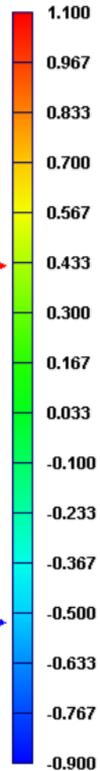
形心高度約1.9 mm



產品長邊水路溫度調整

細曲變形_Z方向位移

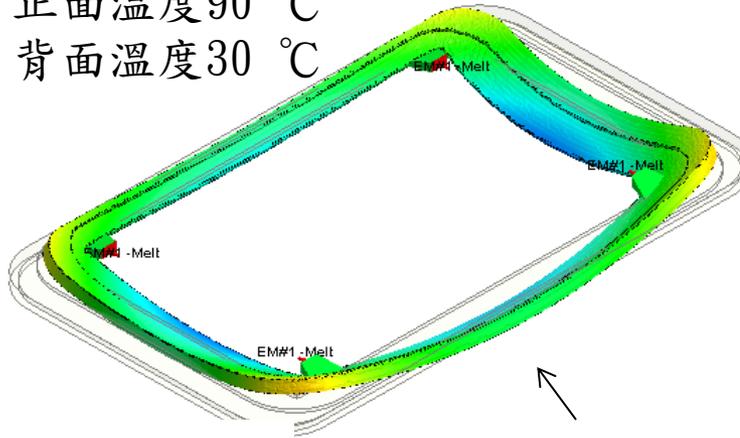
$\times 10^0$ [mm]



長邊

正面溫度 90 °C

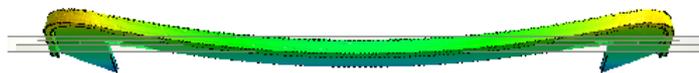
背面溫度 30 °C



短邊:

正面溫度 70 °C

背面溫度 70 °C

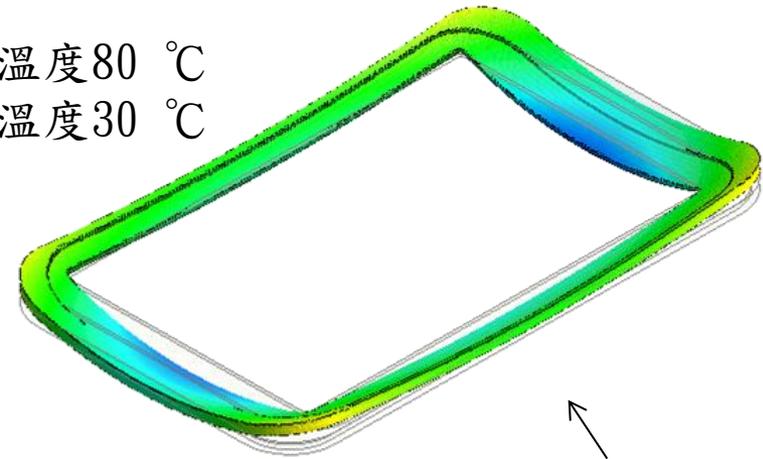


-0.66 mm ~ 0.7 mm

長邊

正面溫度 80 °C

背面溫度 30 °C



短邊:

正面溫度 70 °C

背面溫度 70 °C



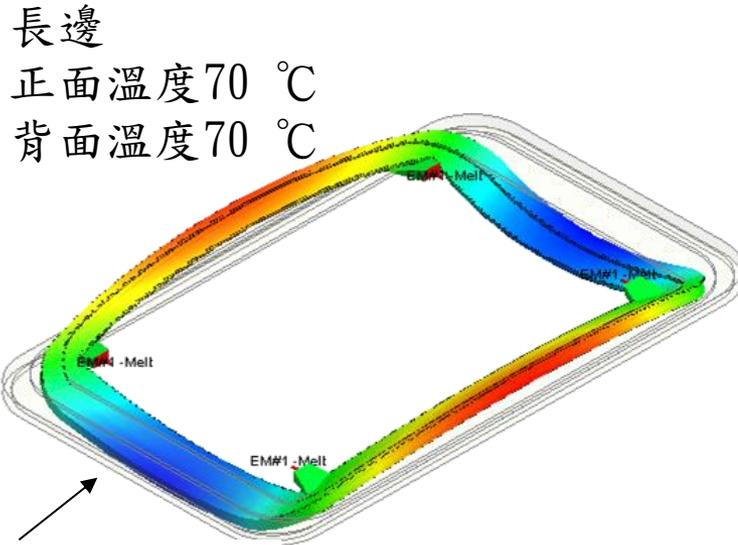
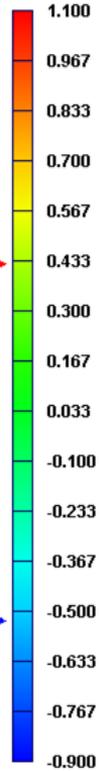
-0.62 mm ~ 0.7 mm



產品短邊水路溫度調整

細曲變形_Z方向位移

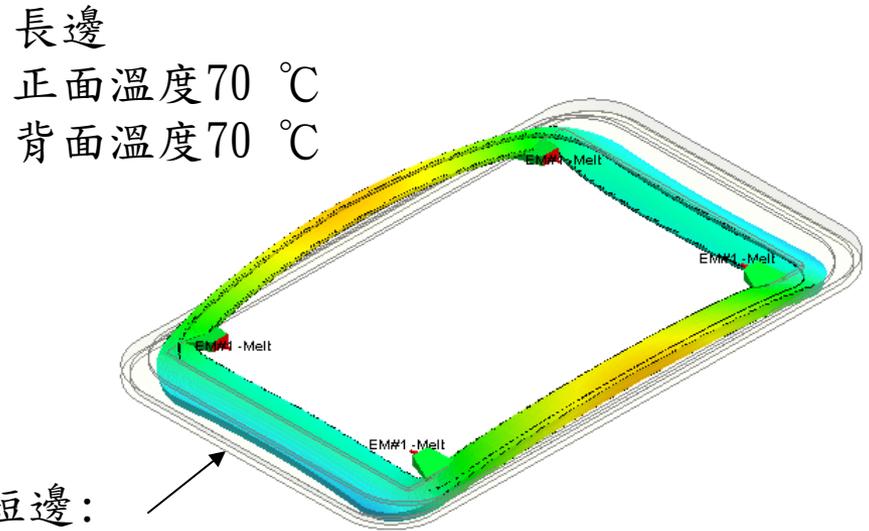
$\times 10^0$ [mm]



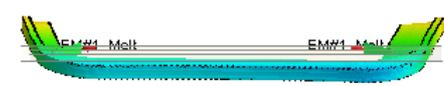
短邊:
正面溫度70 °C
背面溫度70 °C



-0.88 mm ~ 1.0 mm



短邊:
正面溫度30 °C
背面溫度90 °C



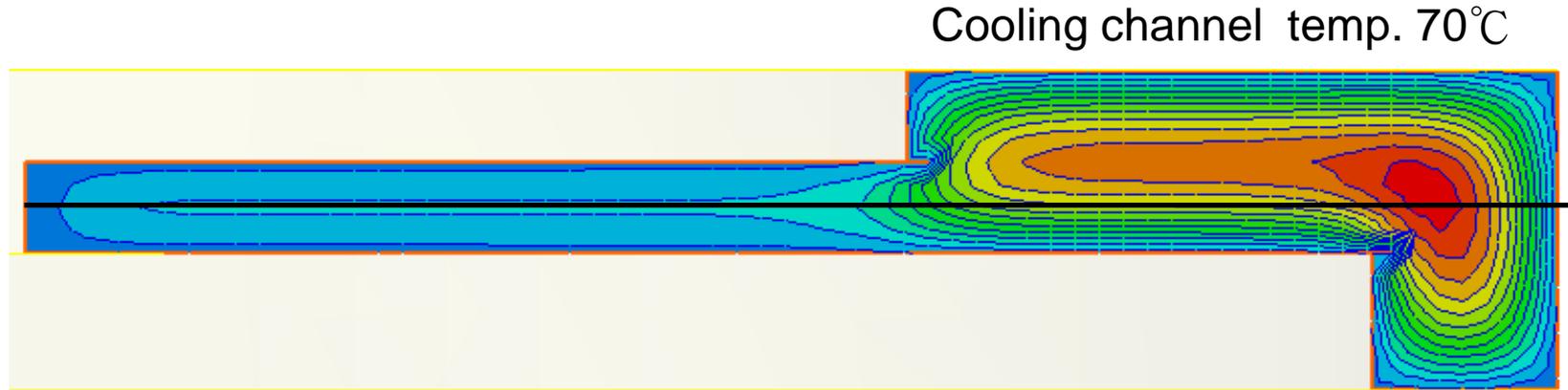
-0.54 mm ~ 0.74 mm



模型內壓力為零時的短邊溫度剖面圖

保壓結果_溫度

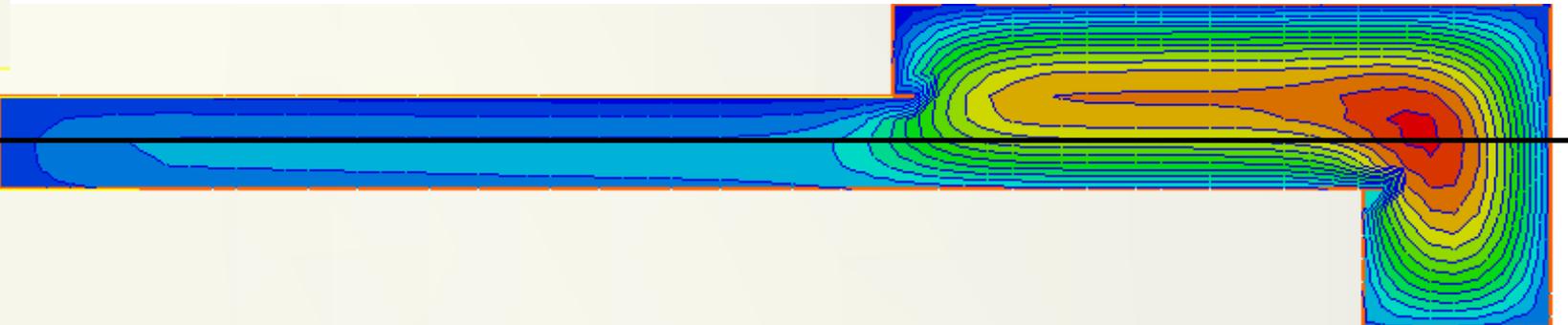
$\times 10^0$ [°C]



Cooling channel temp. 70°C



Cooling channel temp. 70°C



Cooling channel temp. 30°C

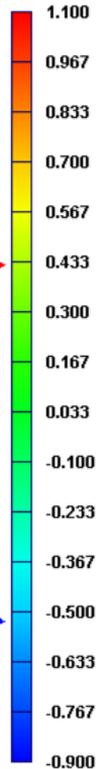
形心高度約2.1 mm Cooling channel temp. 90°C 46



產品長短邊水路溫度調整

細曲變形_z方向位移

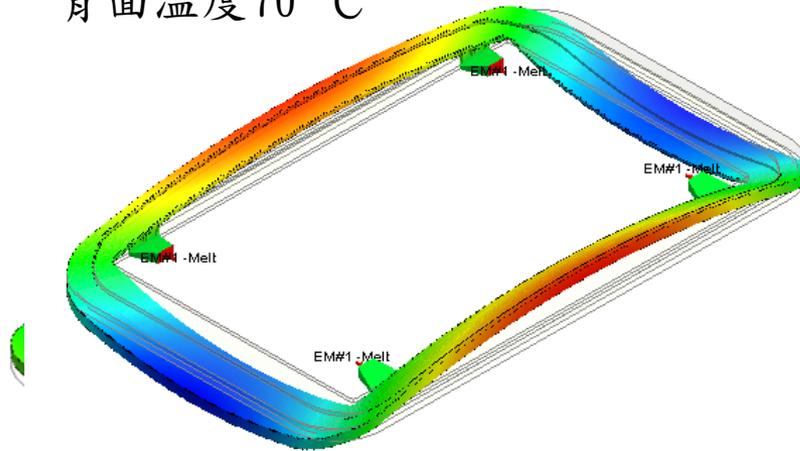
$\times 10^0$ [mm]



長邊

正面溫度70 °C

背面溫度70 °C



短邊:

正面溫度70 °C

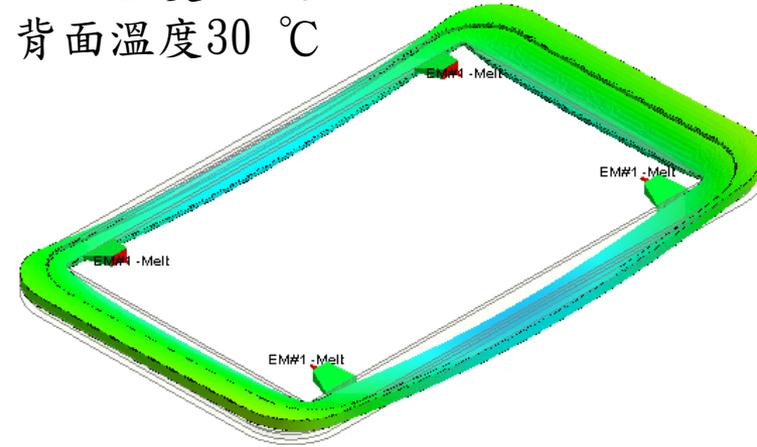
背面溫度70 °C

-0.88 mm ~ 1.0 mm

長邊

正面溫度90 °C

背面溫度30 °C



短邊:

正面溫度30 °C

背面溫度90 °C

-0.52 mm ~ 0.42 mm



結論

- 本實驗成功地運用流動平衡與分區模溫調整技術，大幅的減少產品的翹曲變形。
- 流動平衡設計之澆口配置能降低產品翹曲之變形。
- 利用上下模溫的調整，使產品剖面之溫度分布重心拉至形心上能有效降低翹曲值。



謝謝指教

Thank you for your listening