

“全球最新MoldFlow成功案例分享”

暨第二屆Autodesk Moldflow高峰論壇

演講人：黃明忠

時間：17:20 - 18:00

Autodesk®

A 3D CAD model of a mechanical assembly, possibly a robotic gripper or a specialized tool. The model is rendered with a color gradient from blue to red, indicating the results of a MoldFlow simulation, likely showing temperature distribution or stress analysis. The assembly consists of several interconnected parts, including a handle, a central mechanism, and a base. The background is black, making the colored model stand out.

# 全球最新MoldFlow成功案例分享

黃明忠 (David Huang)  
Autodesk Taiwan Ltd.  
June 7, 2011

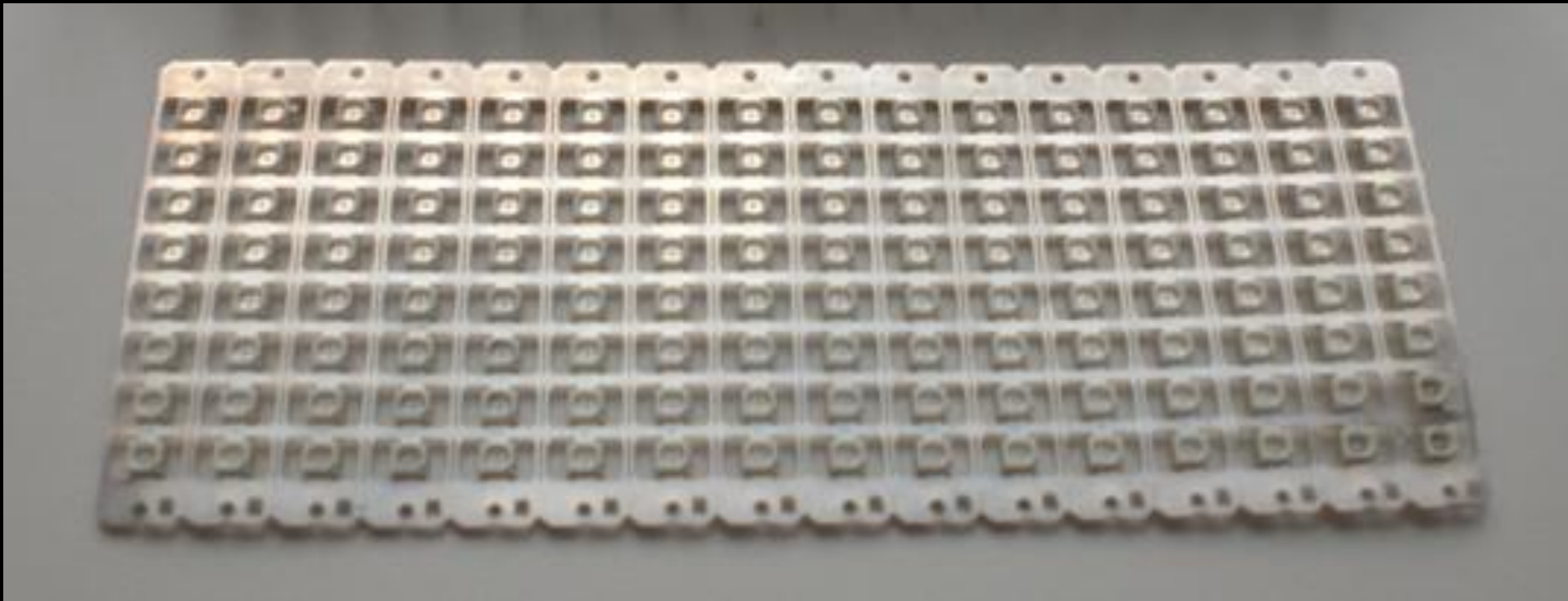
# 議程

- 多模穴產品模擬應用 – LED產品
- 熱流道動態設定 – 後保險桿
- 大型模具氣輔應用案例 – LCD後殼
- 3C模具應用案例 – 連結器

- 多模穴產品模擬應用 – LED產品
- 熱流道動態設定 – 後保險桿
- 大型模具氣輔應用案例 – LCD後殼
- 3C模具應用案例 – 連結器

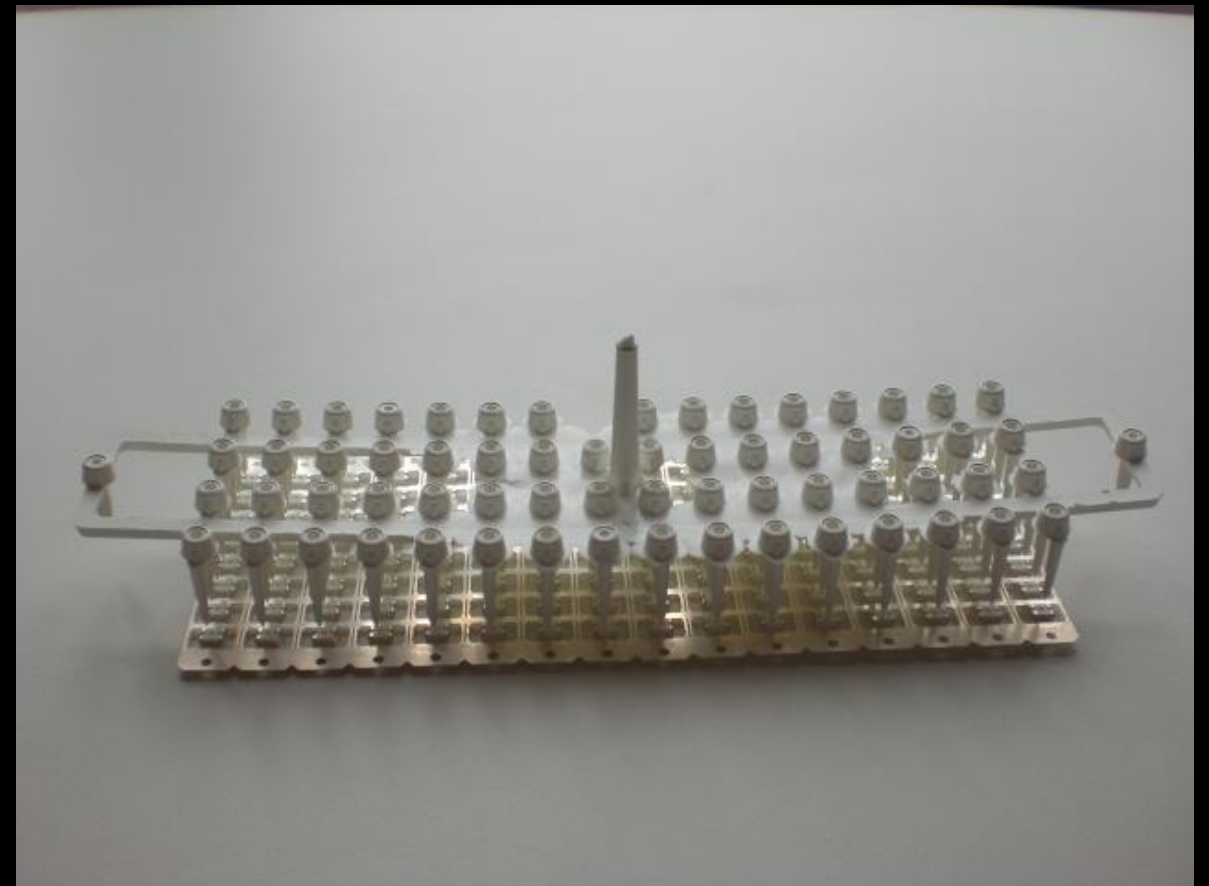
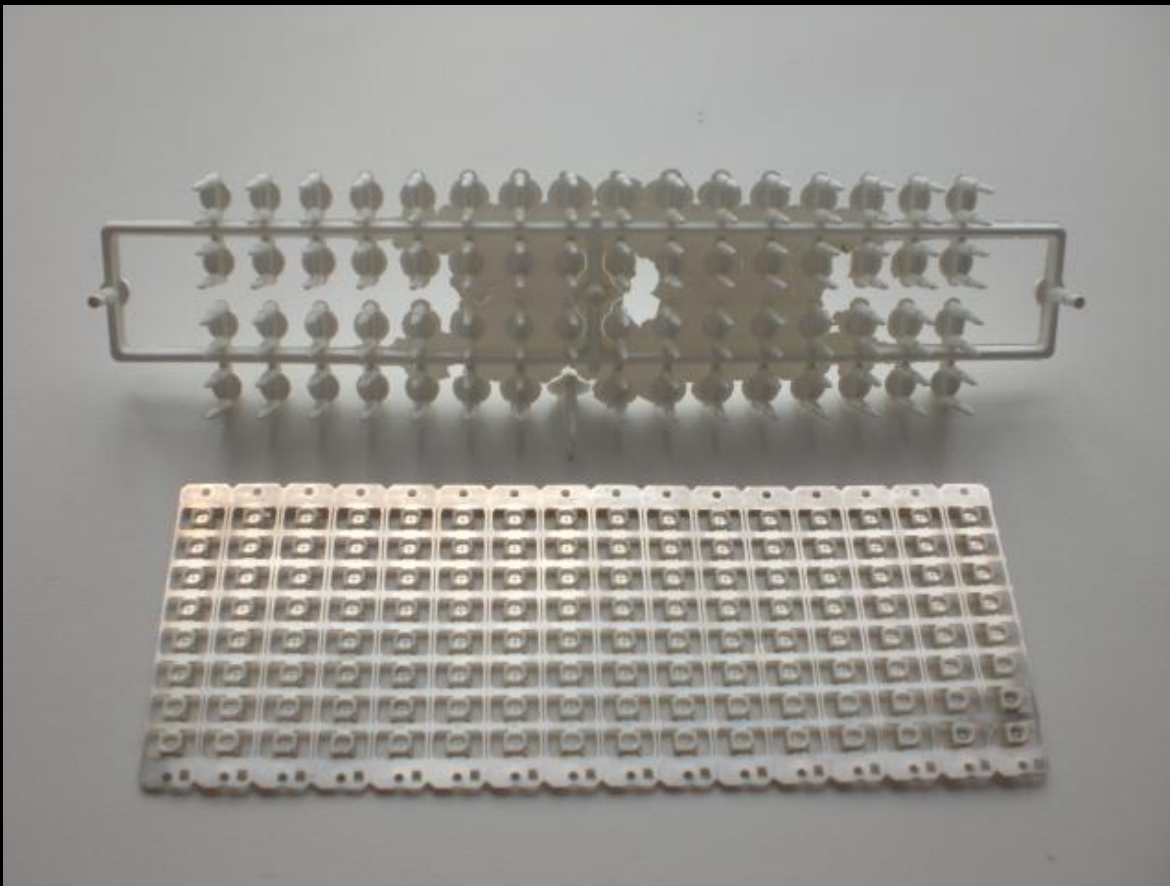


# LED產品

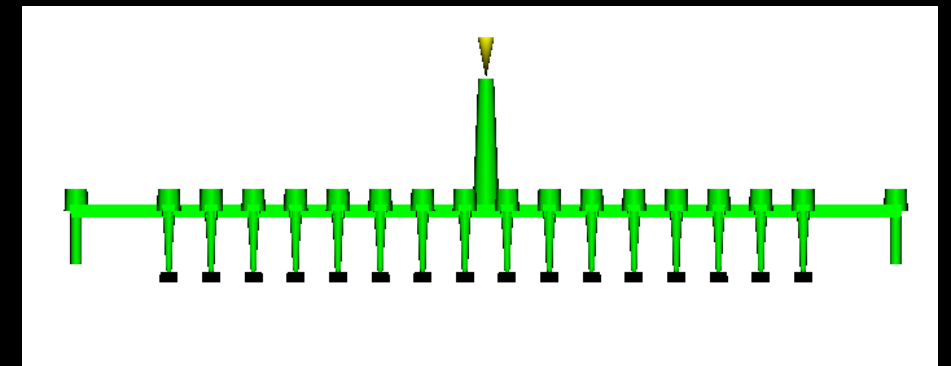
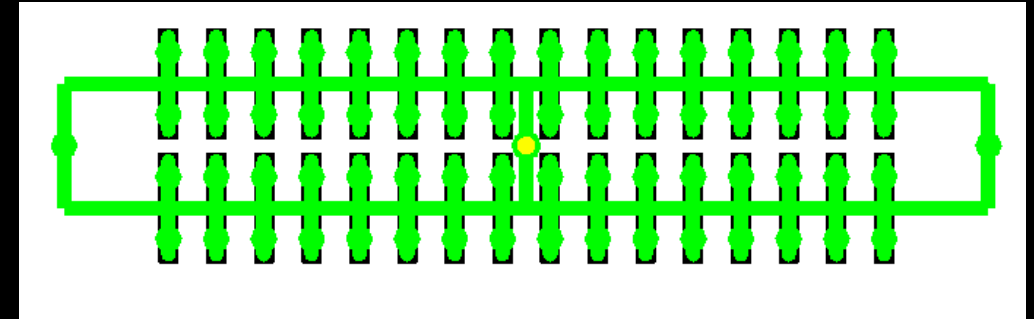
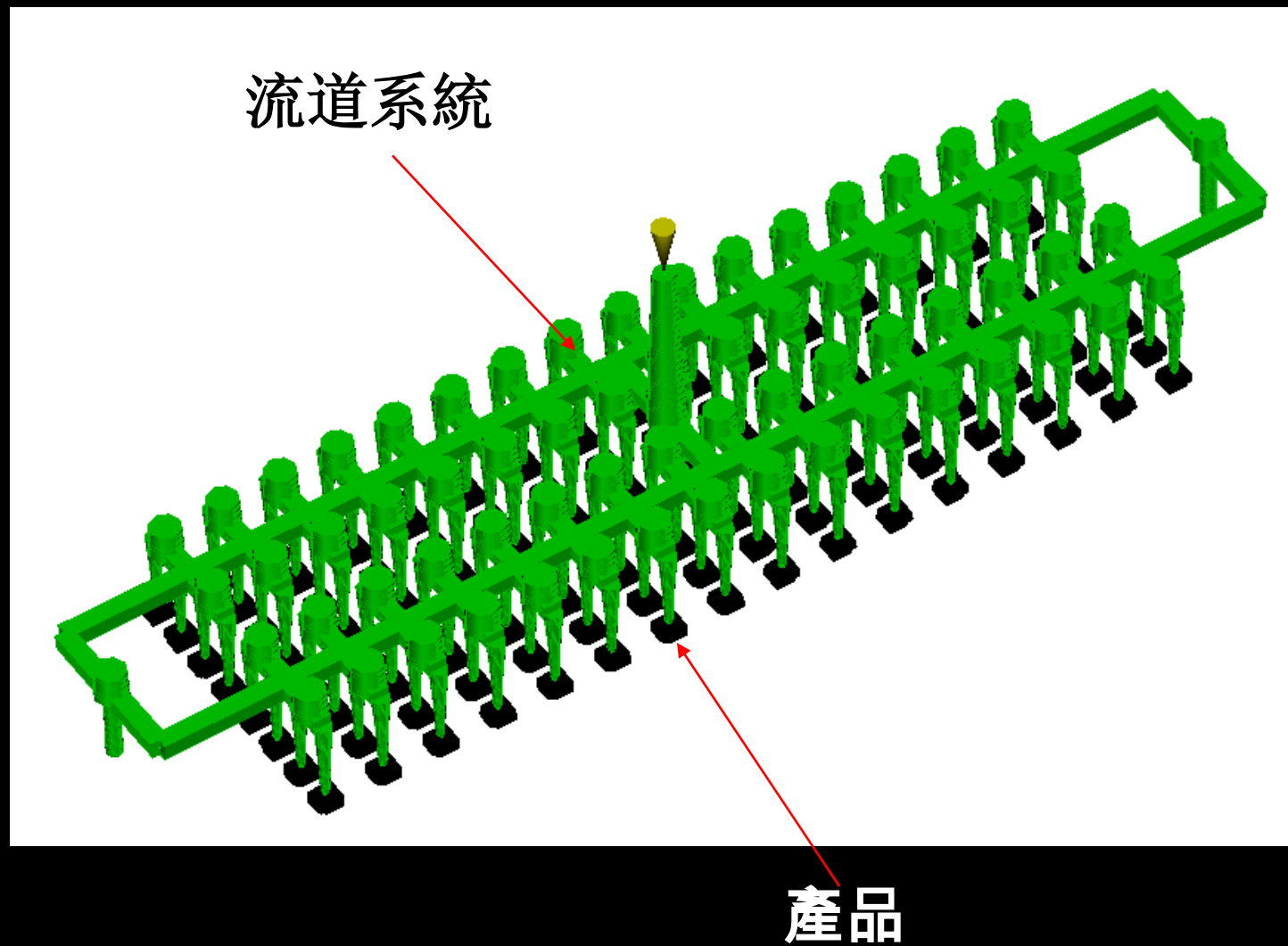


# 問題描述

問題點：1. 充填時易發生產品短射  
2. 毛邊  
3. 產品有黏模現象發生



# 產品流道系統配置圖



# 分析成型條件

充填時間：0.49 sec

熔膠溫度：328 °C

模具溫度：160 °C

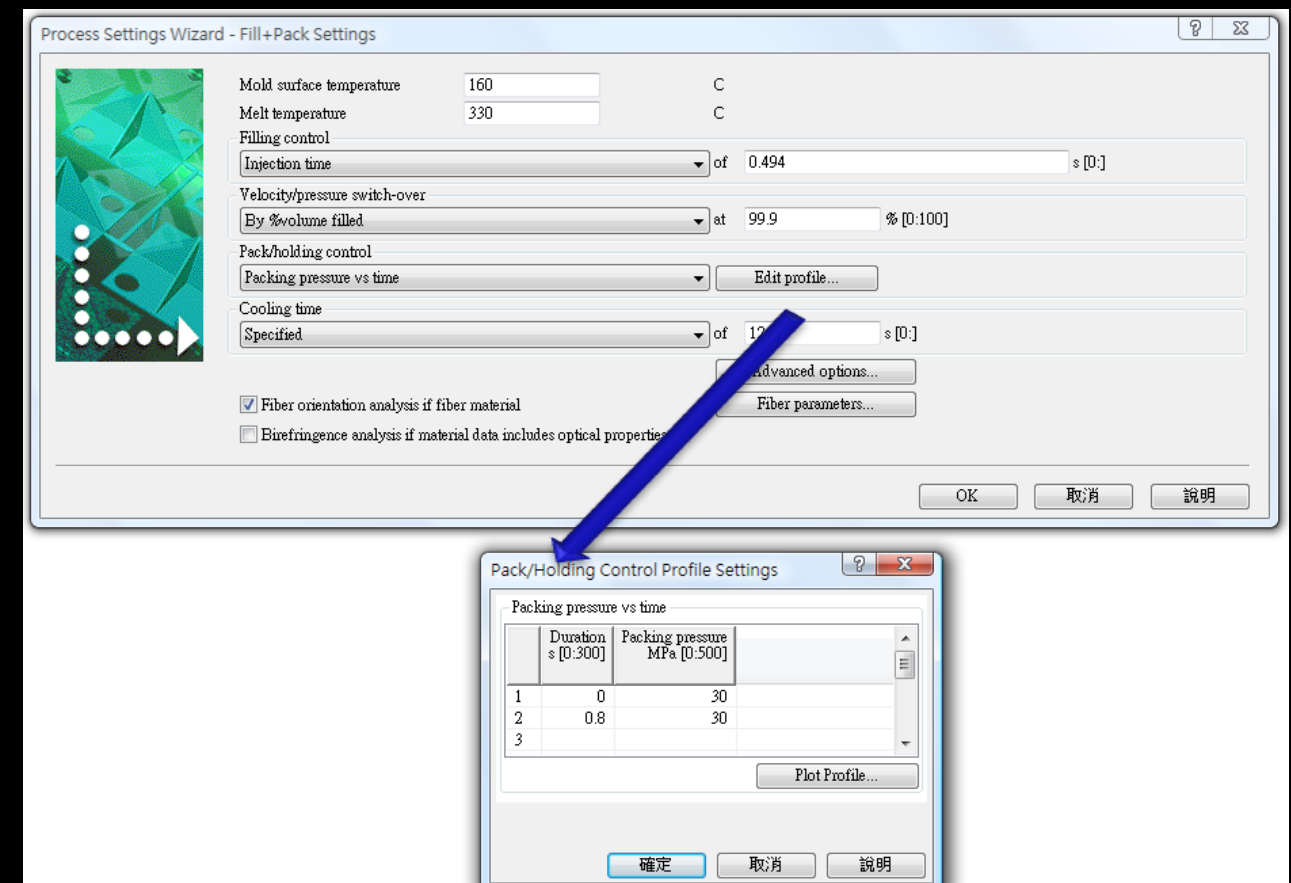
充填/保壓切換點：容積 99.9 %

保壓時間：0.8 sec

保壓壓力：30 MPa

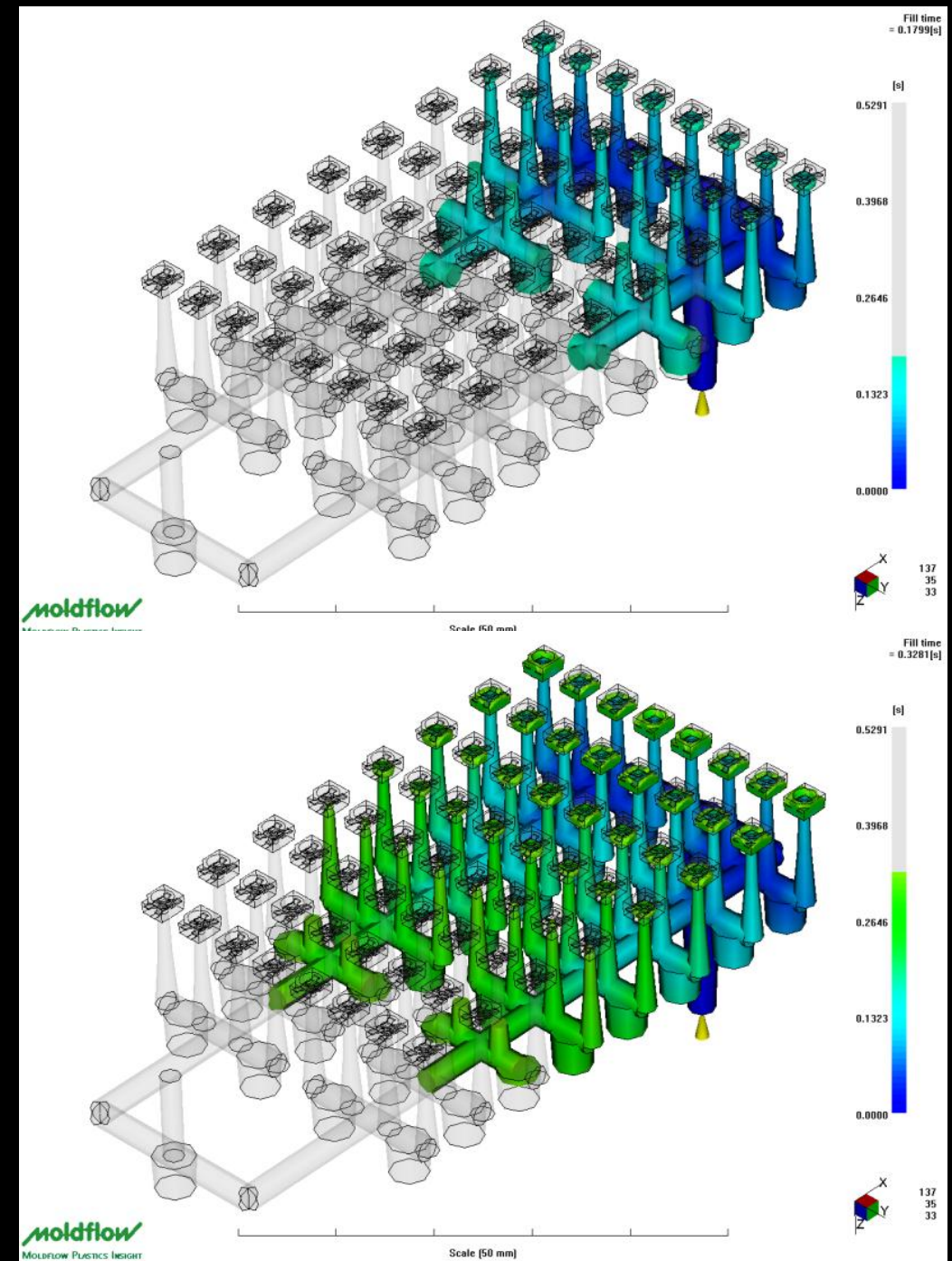
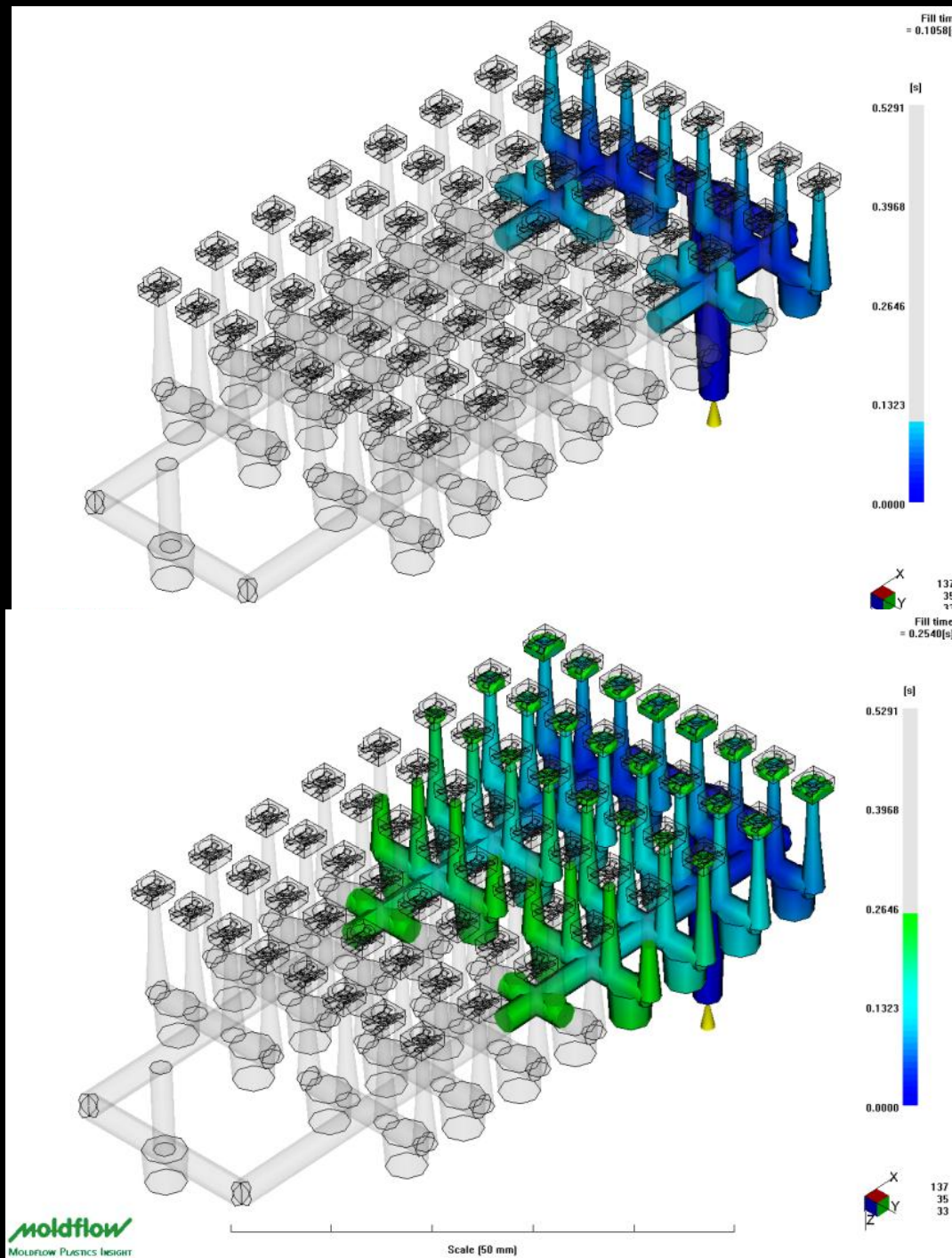
週期時間：19.75 sec

材料：Amodel A-1133 /PPA



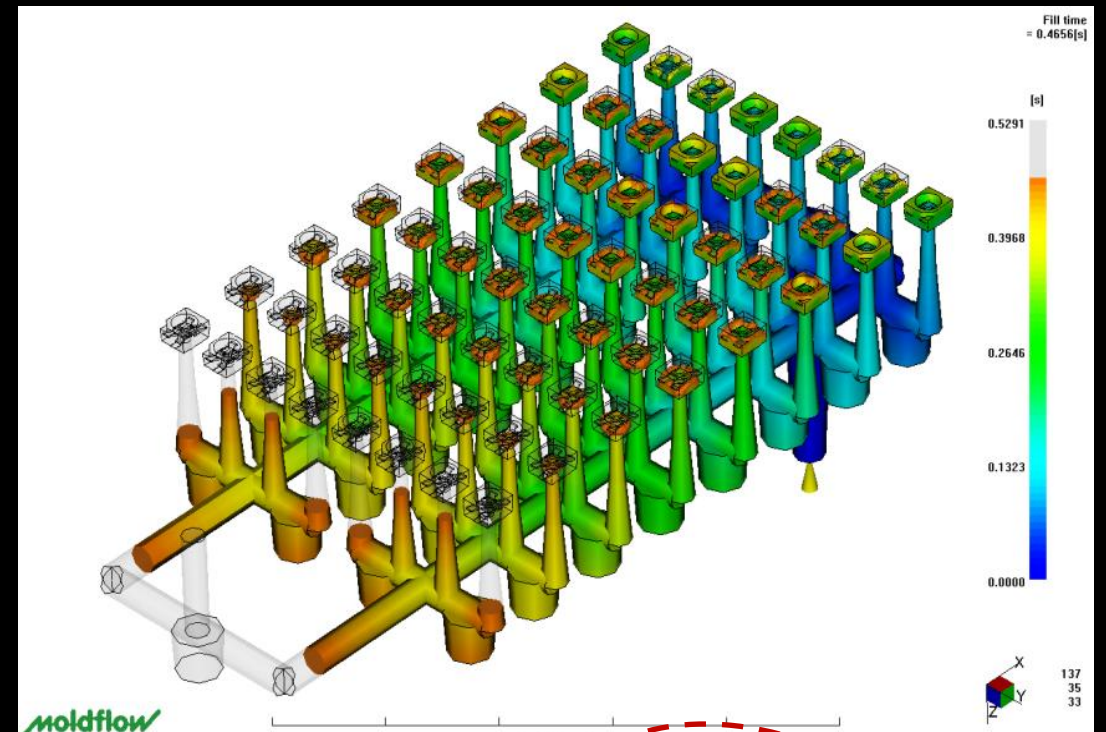
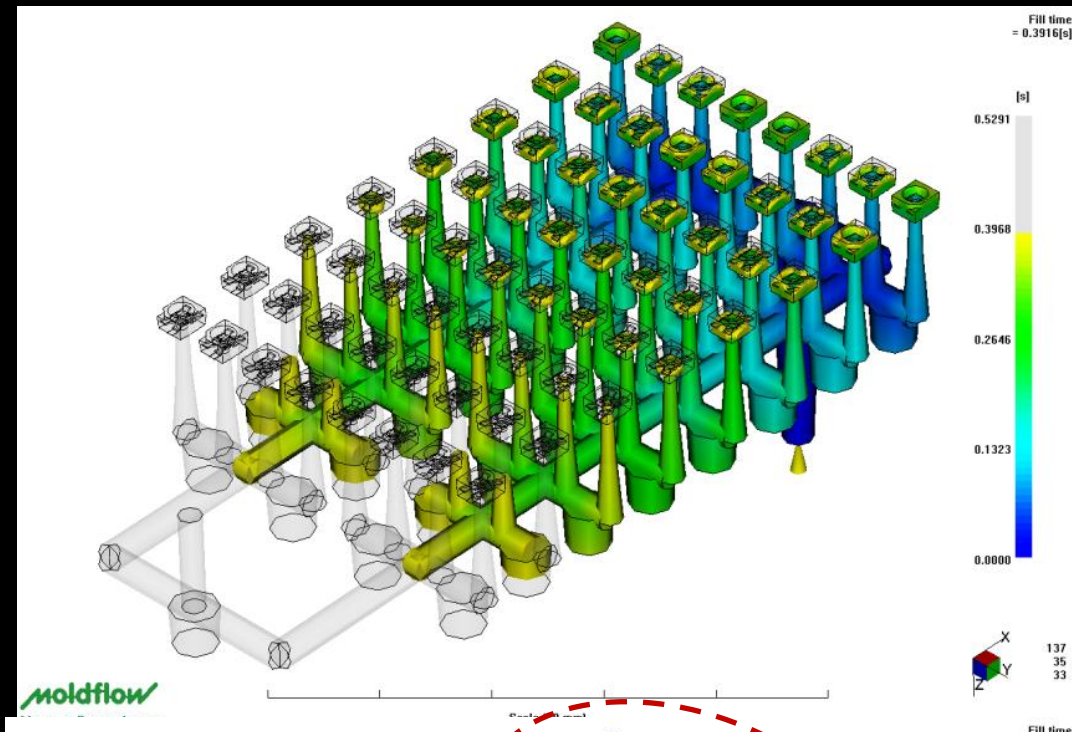


# 流動波前短射分佈圖(一)

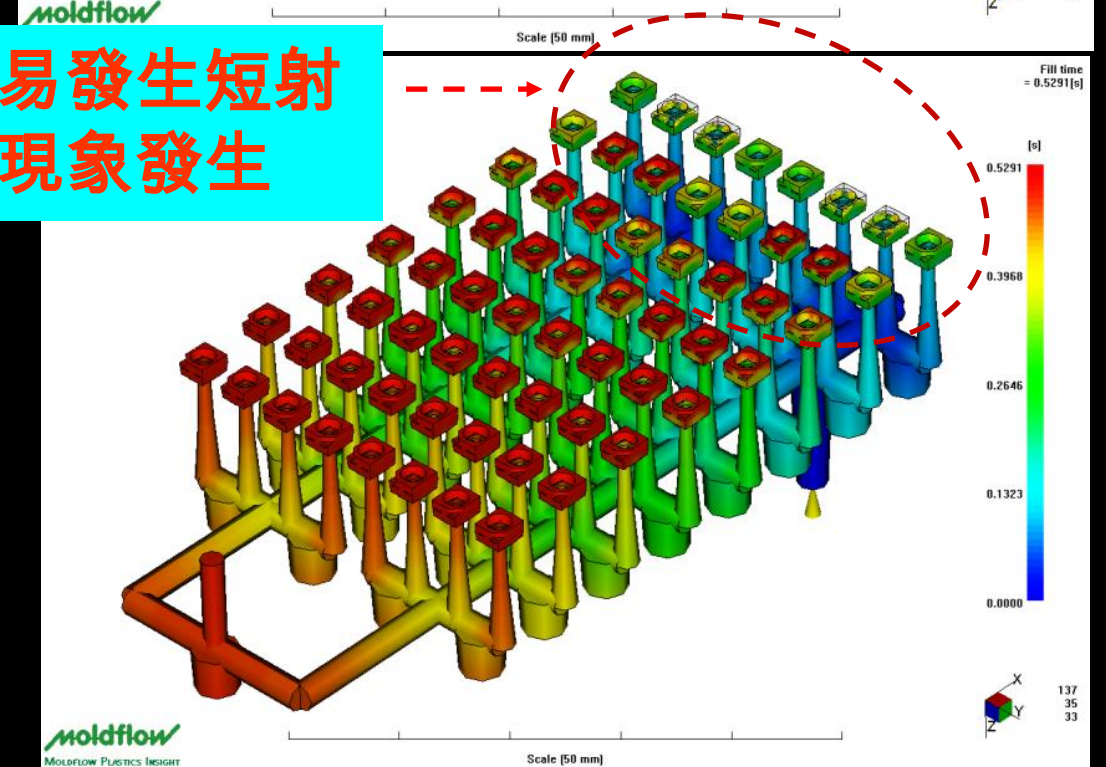
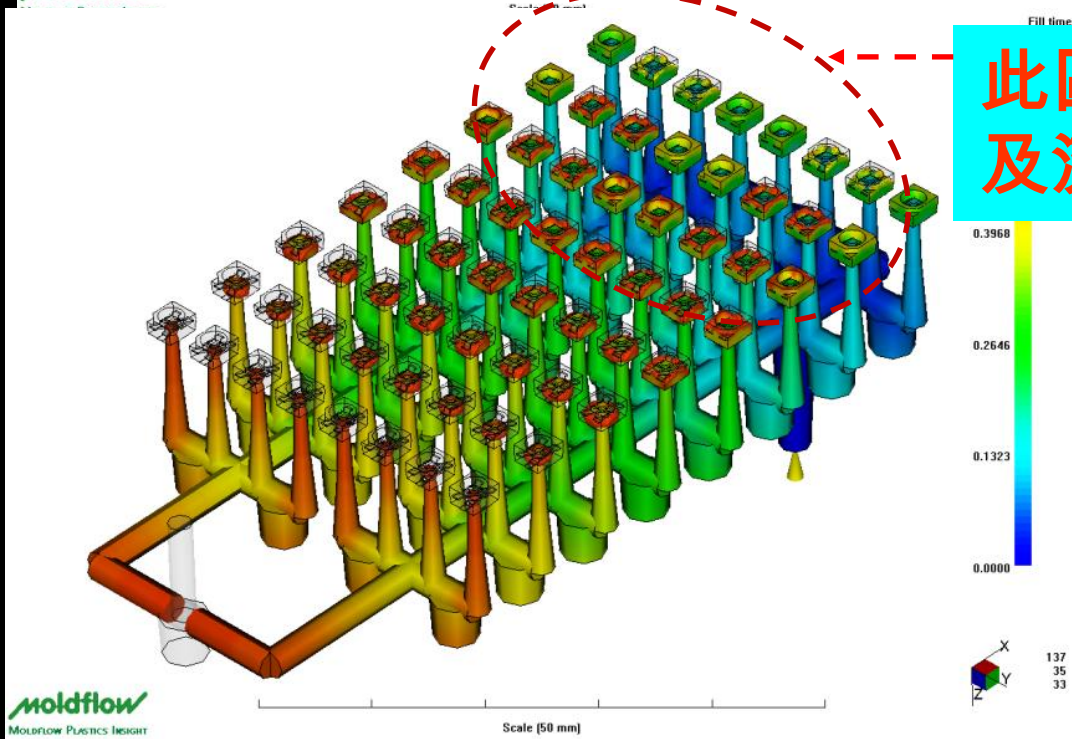




# 流動波前短射分佈圖(二)



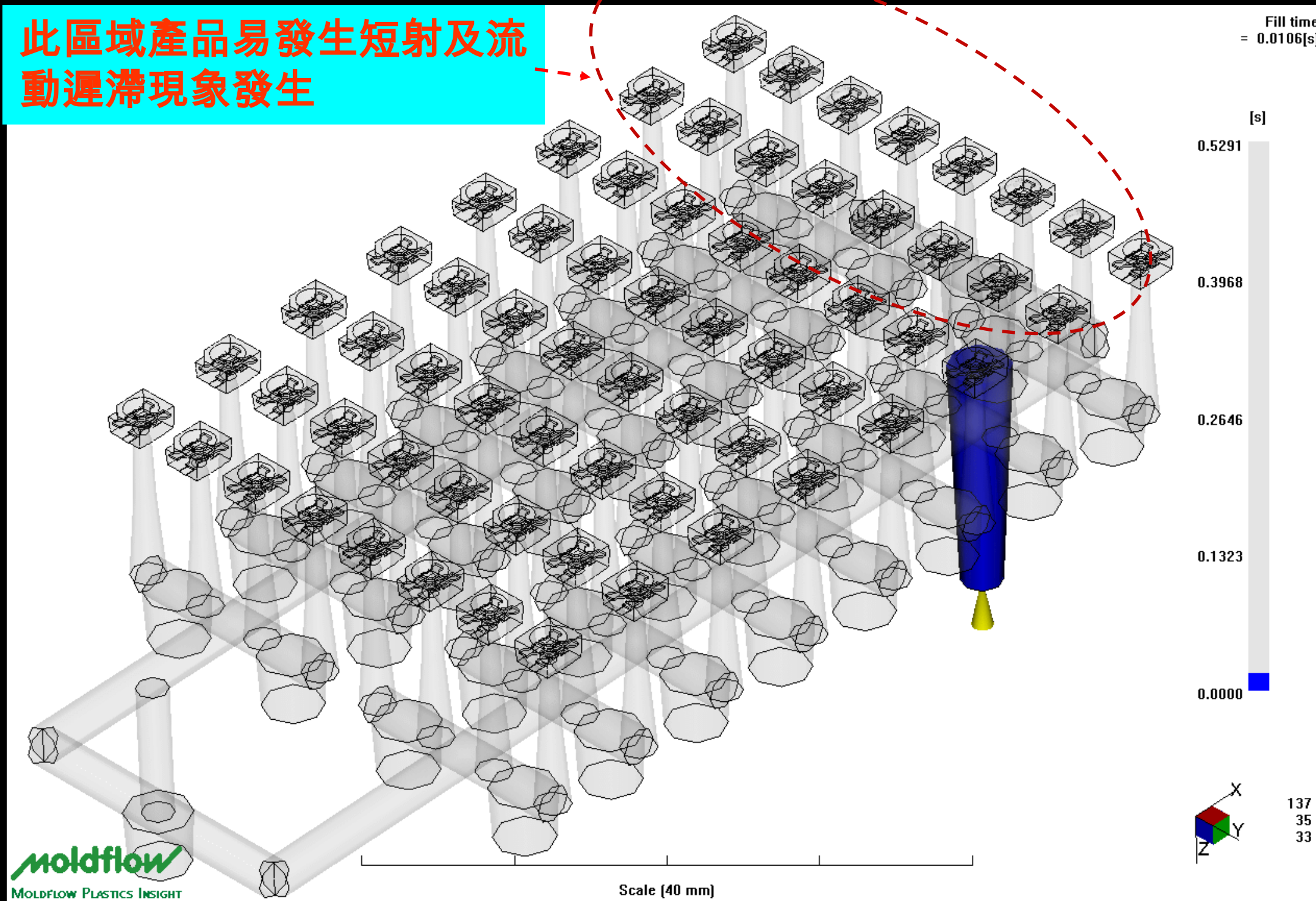
此區域產品易發生短射  
及流動遲滯現象發生





# 動態流動波前圖

此區域產品易發生短射及流動遲滯現象發生



# 熔膠波前溫度圖

此區域產品易發生冷料及流動遲滯現象發生

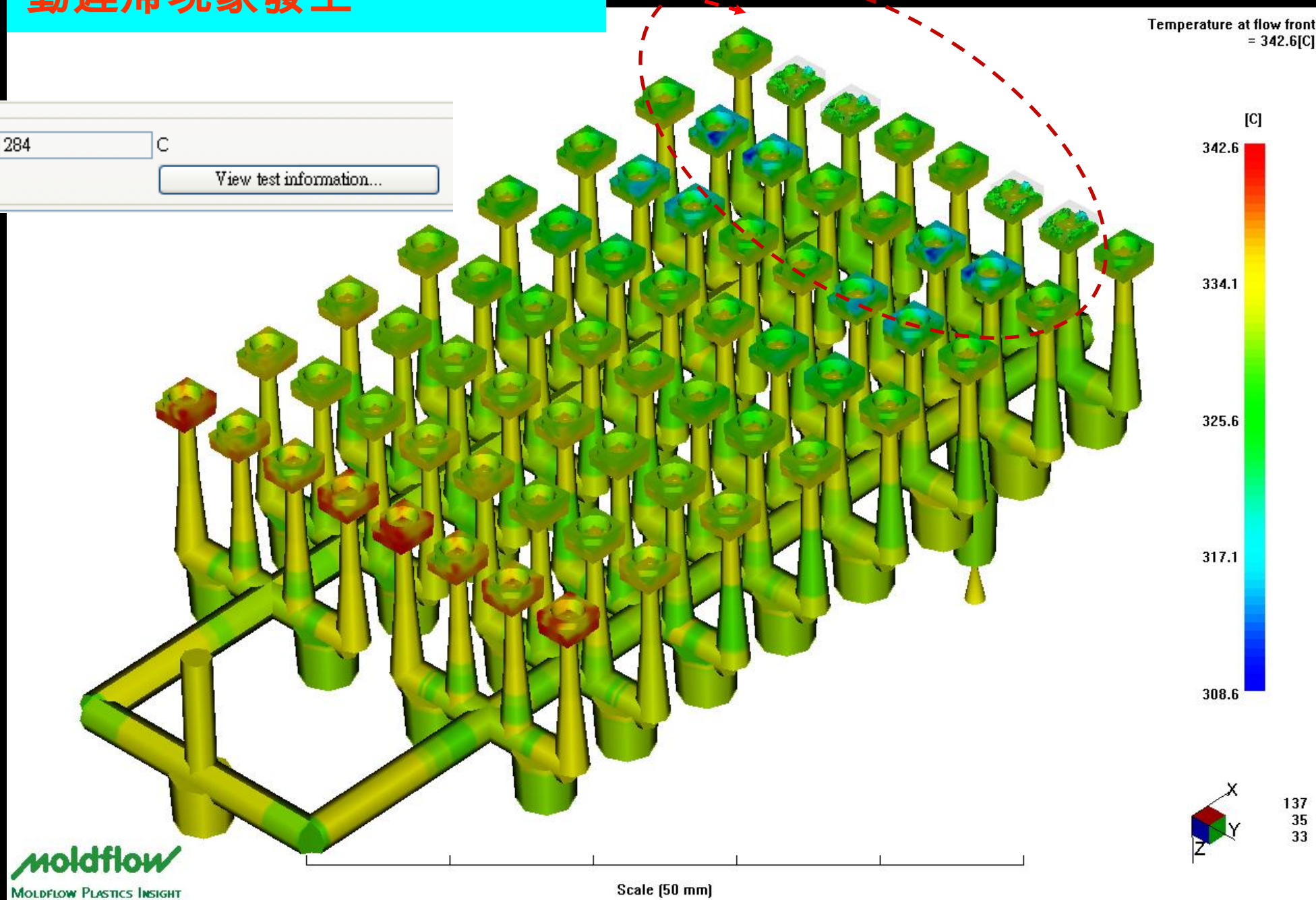
Transition temperature

Ttrans

284

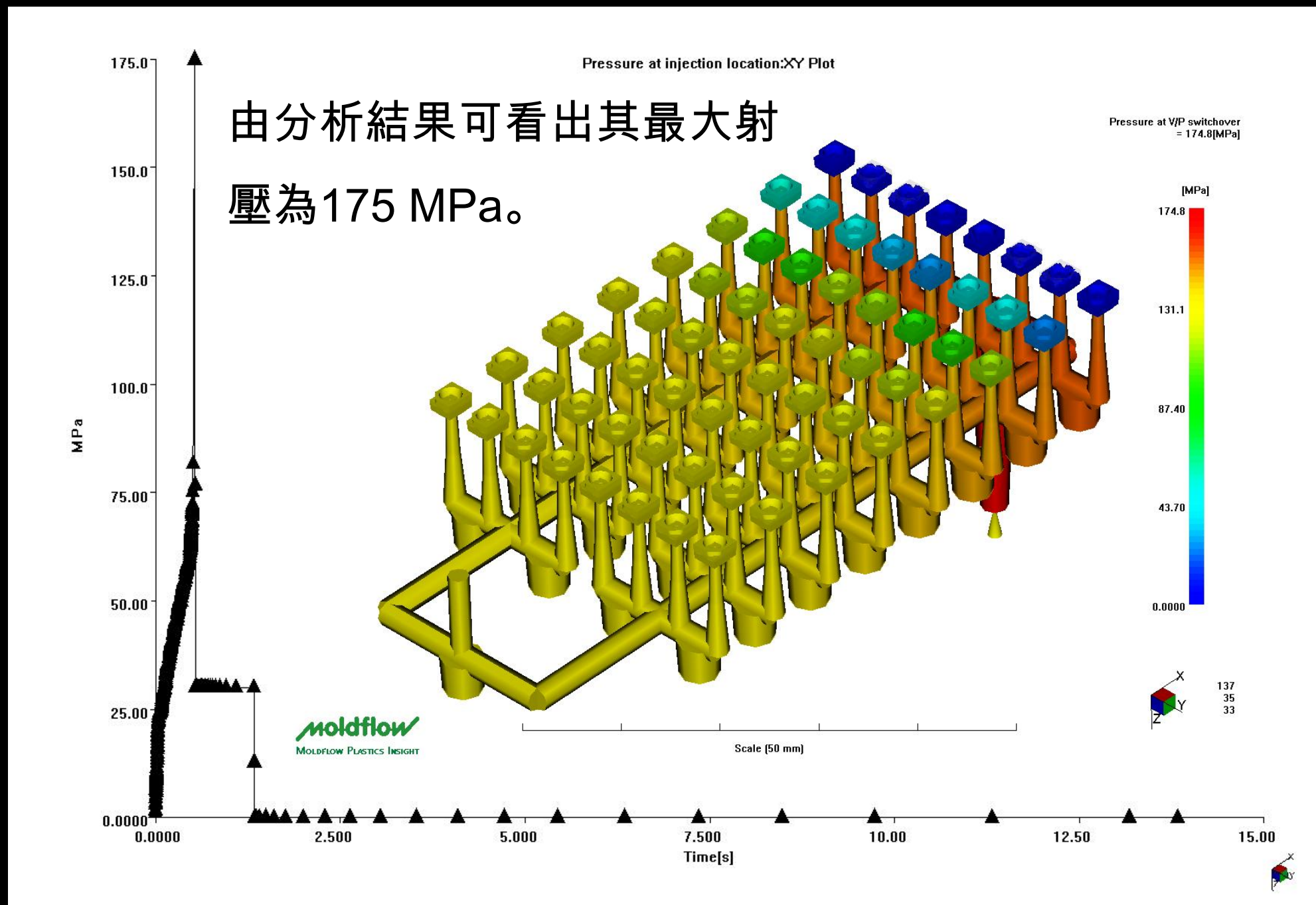
C

View test information...





# 壓力曲線圖



**材料 : Amodel A-1133 /PPA**



**材料 : Amodel A-4422 HR /PPA**



# 分析成型條件

充填時間：0.45 sec

熔膠溫度：328 °C

模具溫度：120 °C

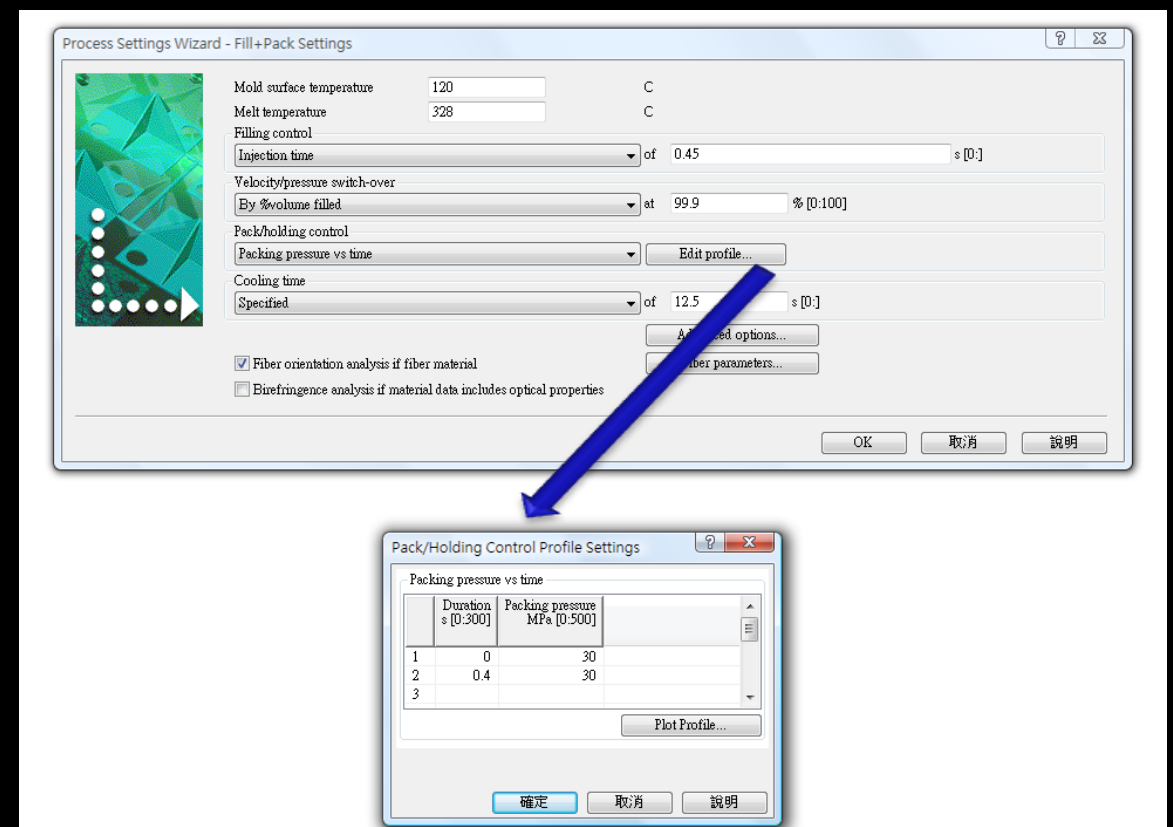
充填/保壓切換點：容積 99.9 %

保壓時間：0.4 sec

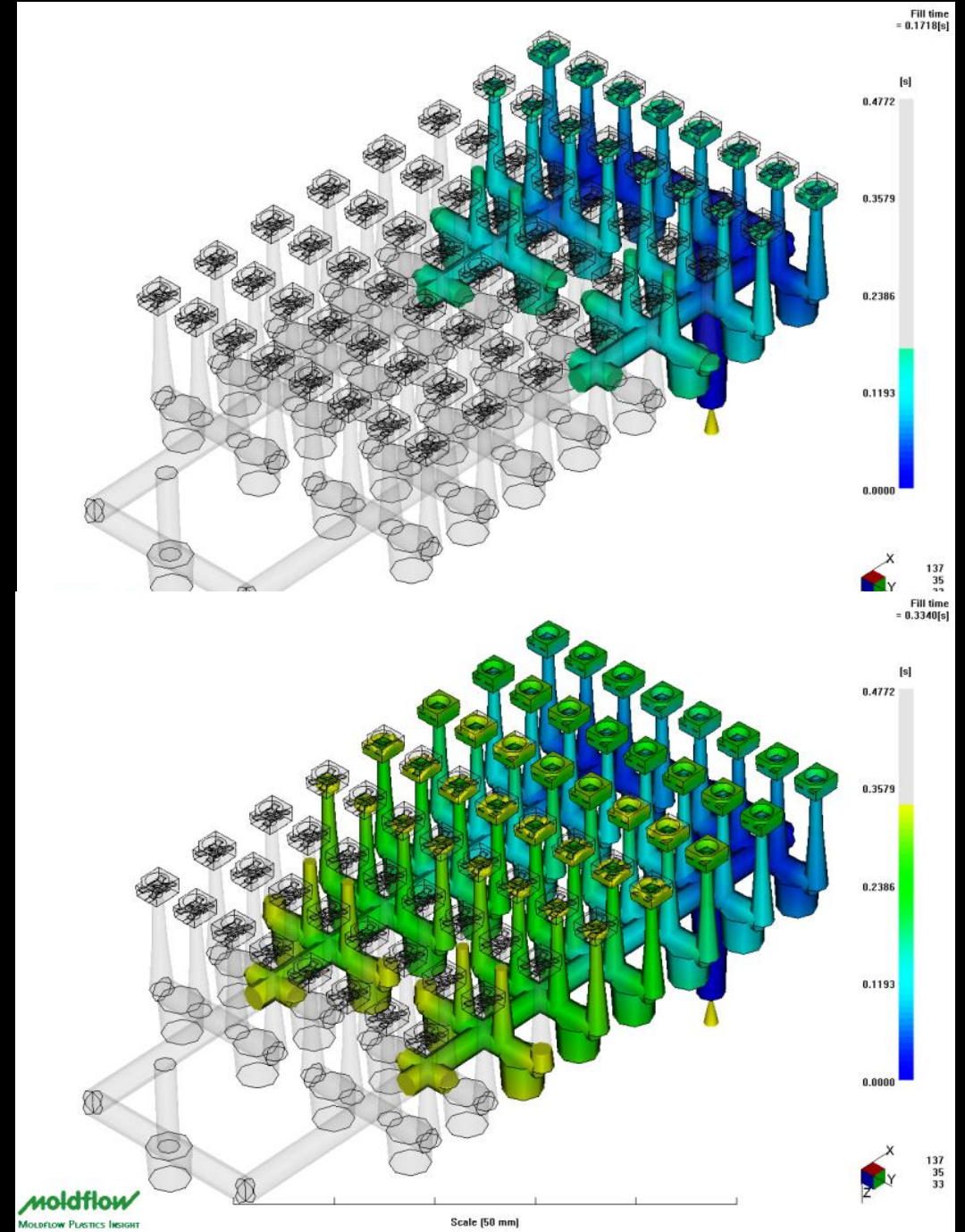
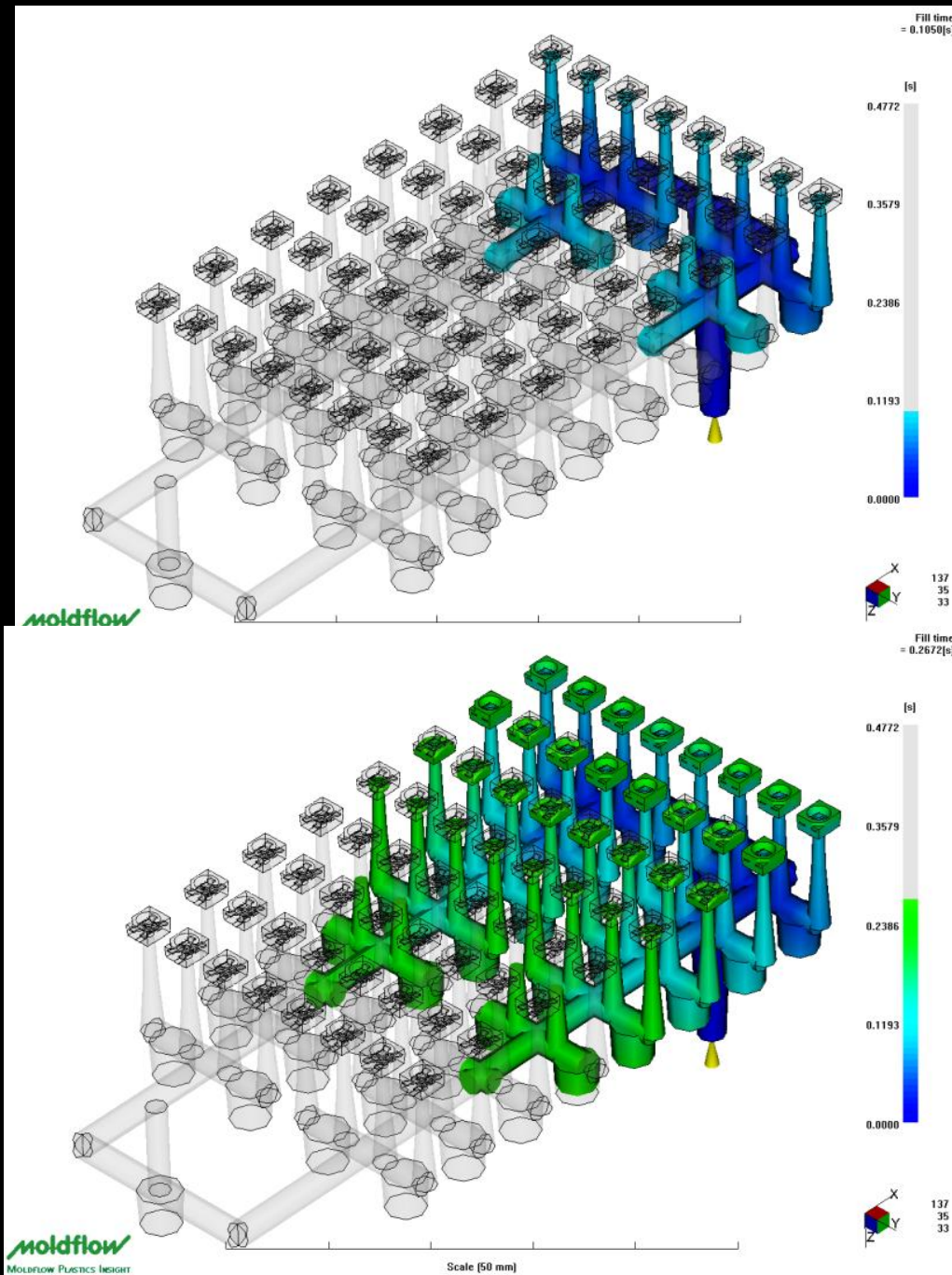
保壓壓力：30 MPa

週期時間：15 sec

材料：Amodel A-4422 HR /PPA

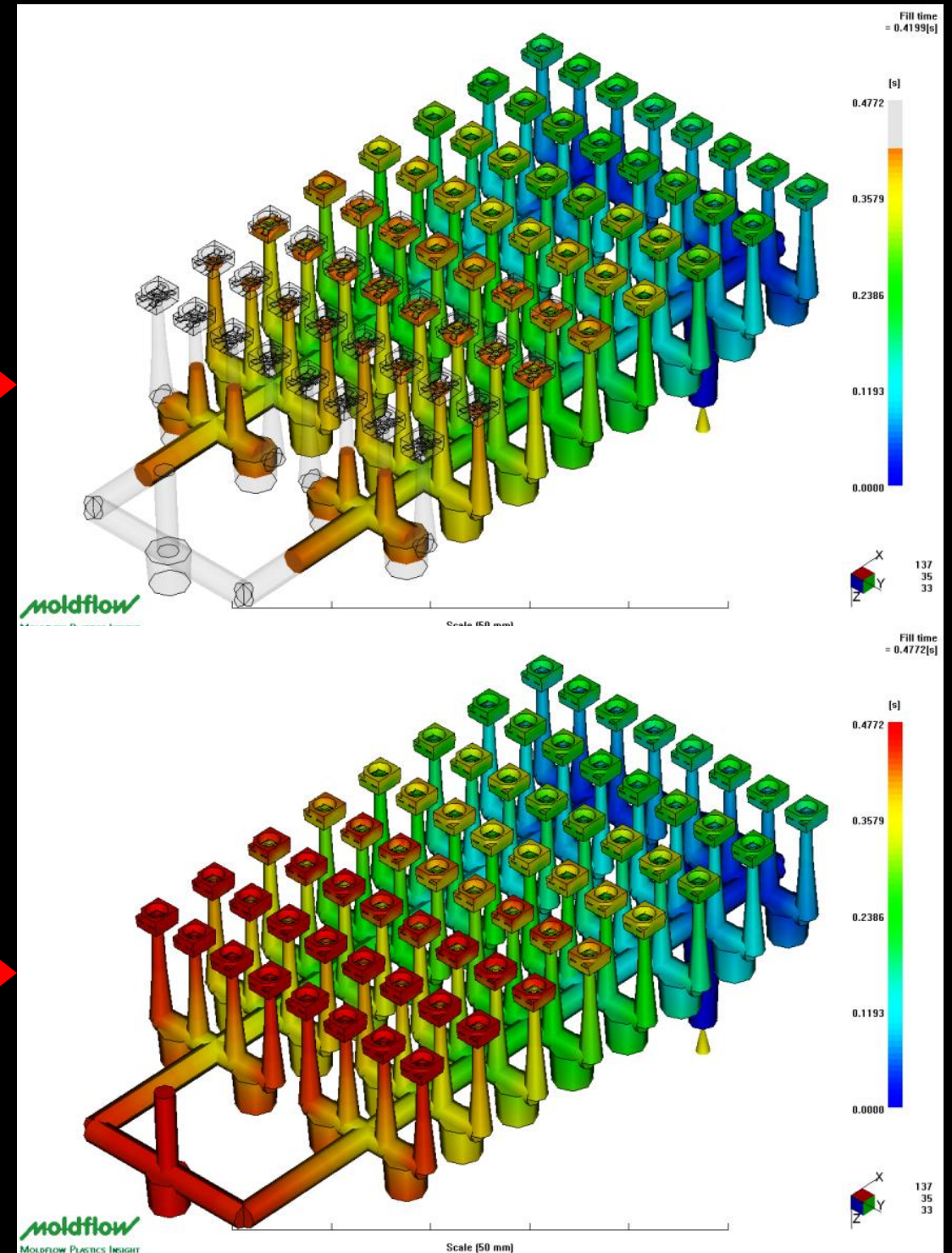
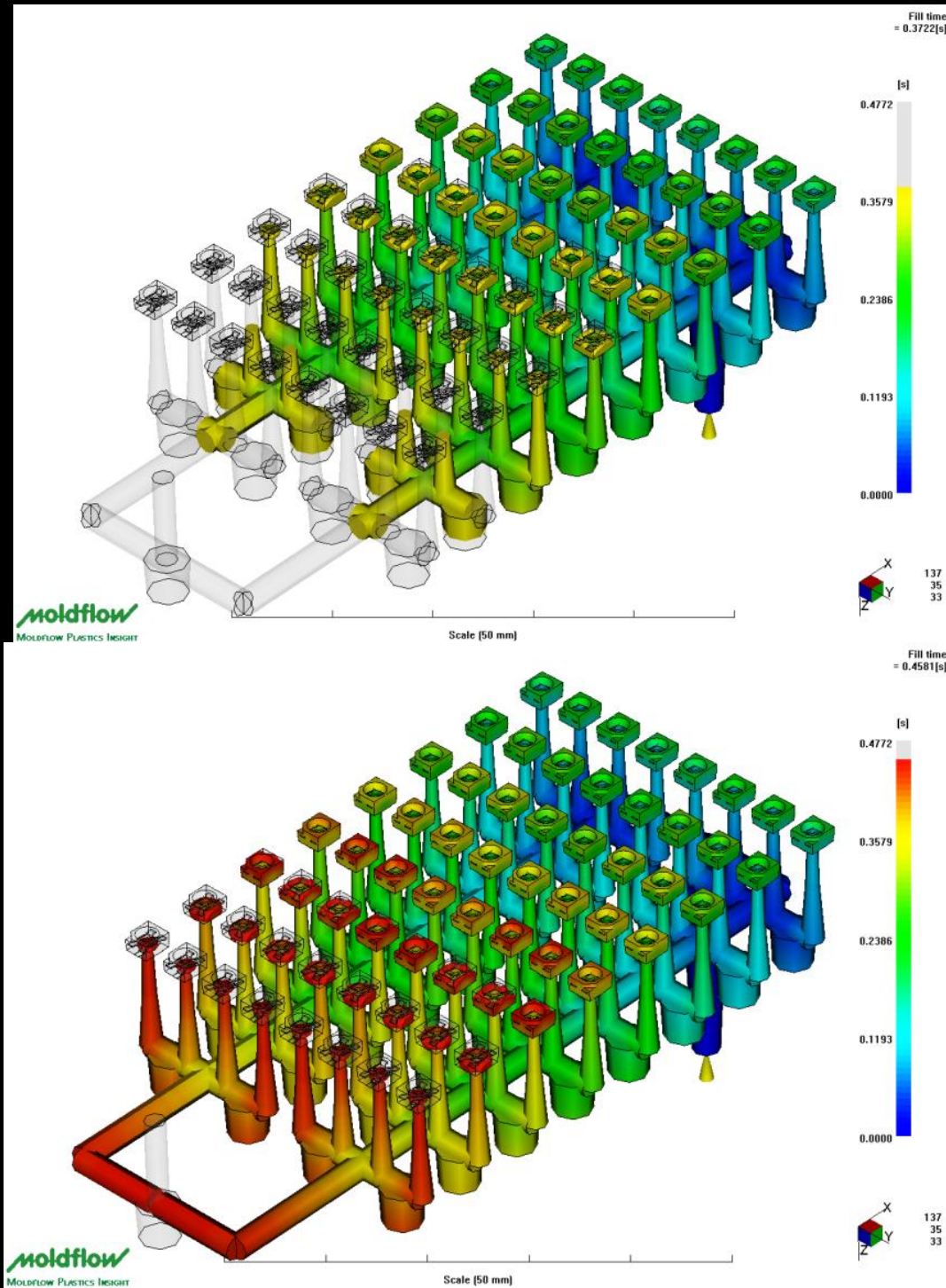


# 流動波前短射分佈圖(一)



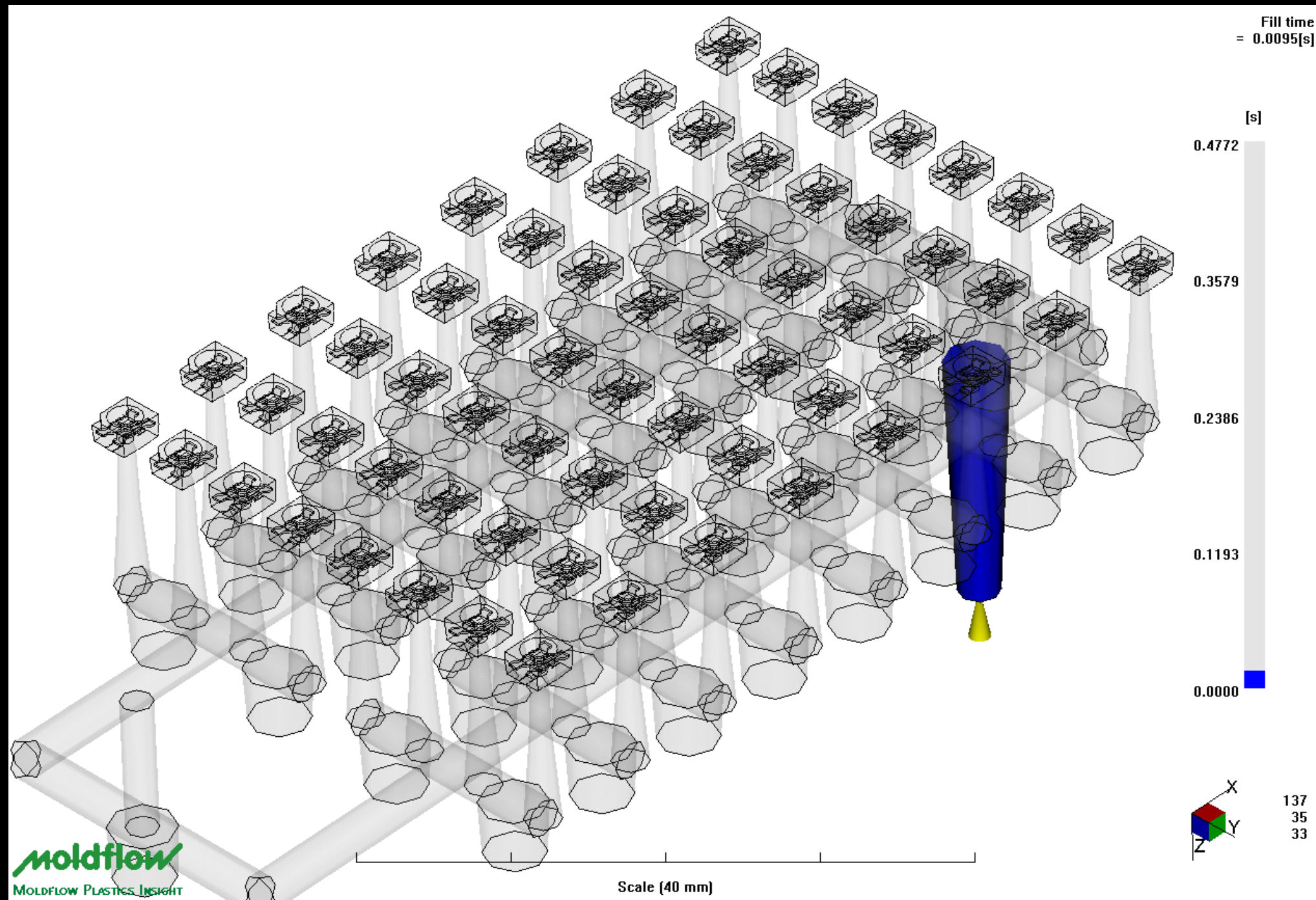


# 流動波前短射分佈圖(二)

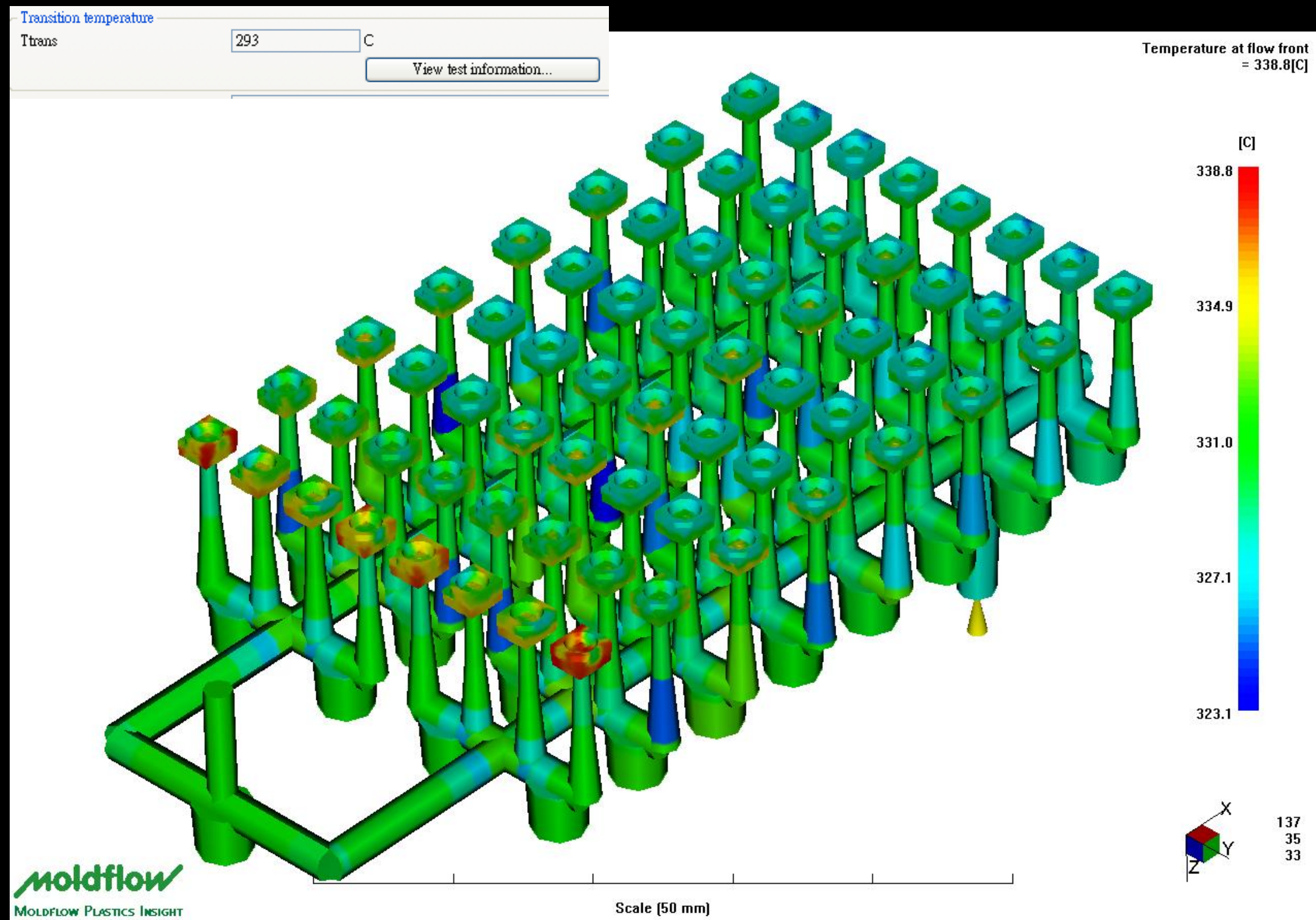




# 動態流動波前圖

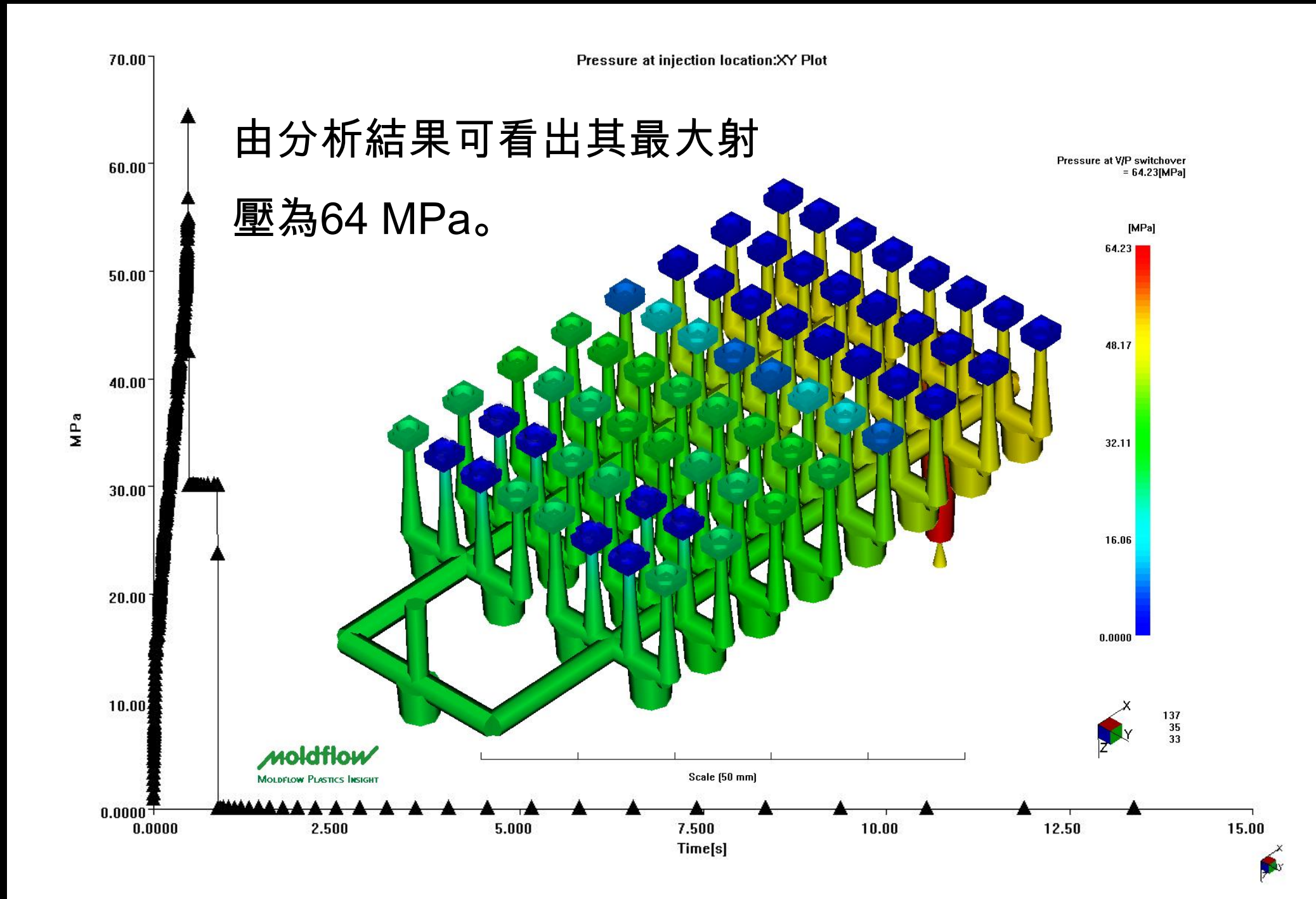


# 熔膠波前溫度圖





# 壓力曲線圖



# 分析結果比對

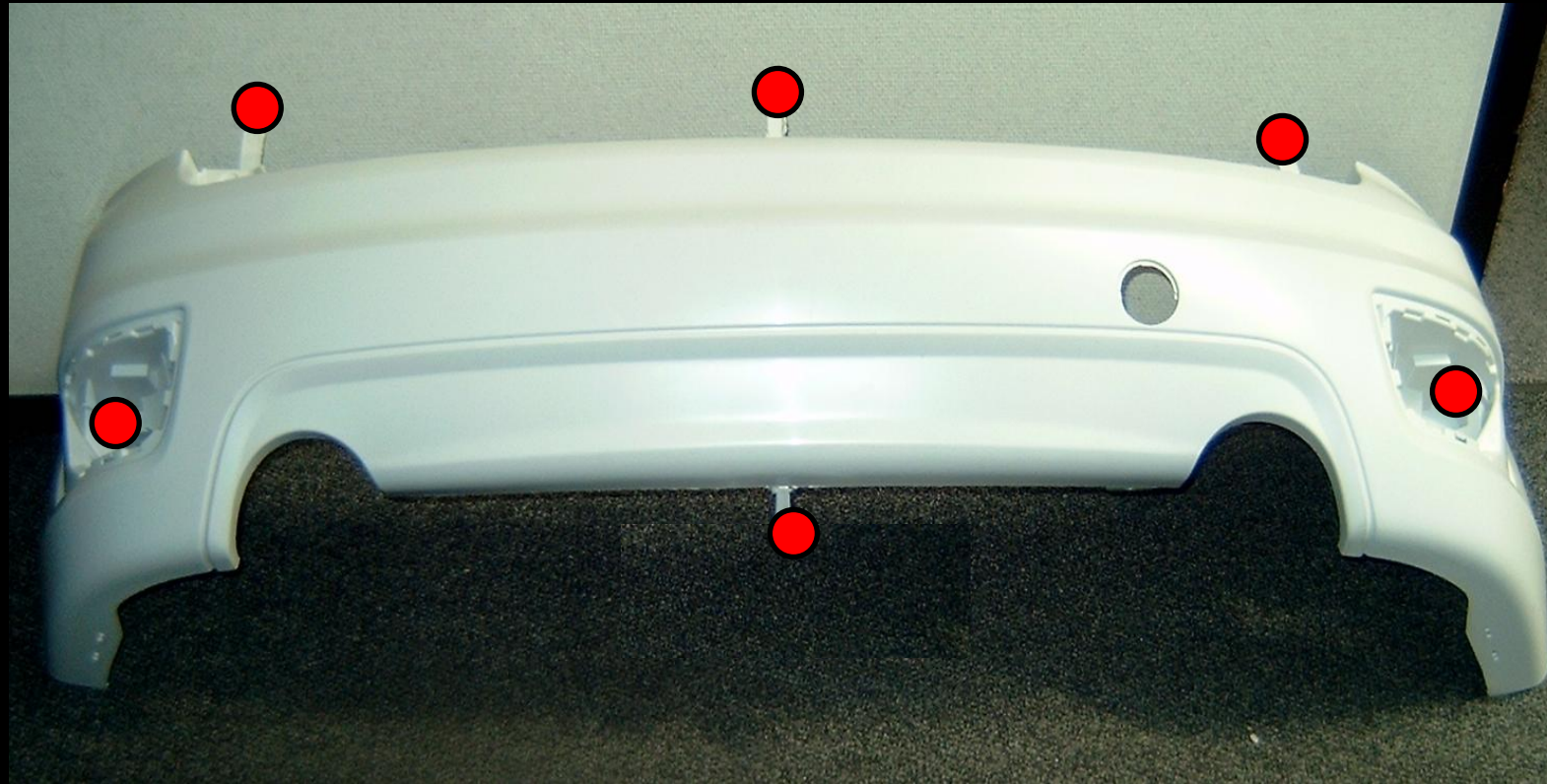
材料 (PPA)	A-1133	A-4422
問題點		
射出壓力 (MPa)	175	65
遲滯短射	有	無
黏模現象	有	無

# 結論

- 此產品之流道設計為魚骨形排列模式一模128穴，其進澆位置為中央處，因此易造成中間區域產品發生遲滯流動現象，因塑膠流動有一特性會往壓力較低處充填，等壓力較低處充填完畢後在來回填產品流動遲滯區所以易造成產品發生不飽模現象發生。
- 因為膠口附近產品發生不飽模現象,所以在射出時會將壓力增加,因此產品雖然填滿了,但也因增壓之關係產品發生了撐模現象進而可能發生毛邊及黏模現象發生
- 故於產品開模前，若能先行使用模流分析軟體進行線上試模，了解其產品可能發生之問題點，並搭配經驗值先行補正，必能有效縮短其開發週期及成本。

- 多模穴產品模擬應用 – LED產品
- 熱流道動態設定 – 後保險桿
- 大型模具氣輔應用案例 – LCD後殼
- 3C模具應用案例 – 連結器

# 熱流道時序控制與動態壓力設定應用 - 汽車後護桿



● 澆口位置

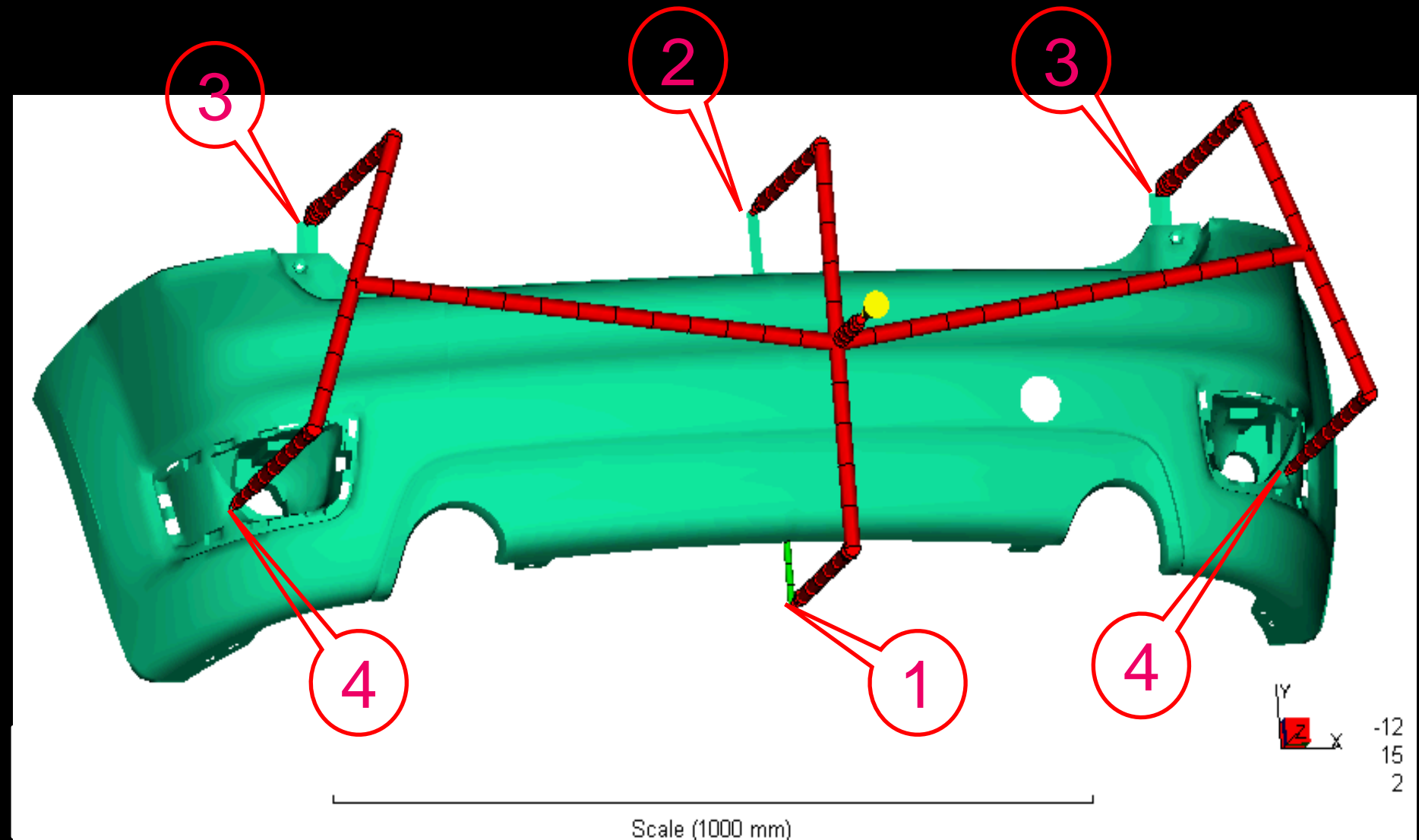
- 流道系統配置使用6個噴嘴
- 按時序的流動方式避免產品外觀有熔合線
- “完美的”表面品質與產品尺寸精準性要求

抽樣檢驗：表面有明顯缺陷 → 被要求做Moldflow模擬分析



# 時序控制過程 (充填階段)

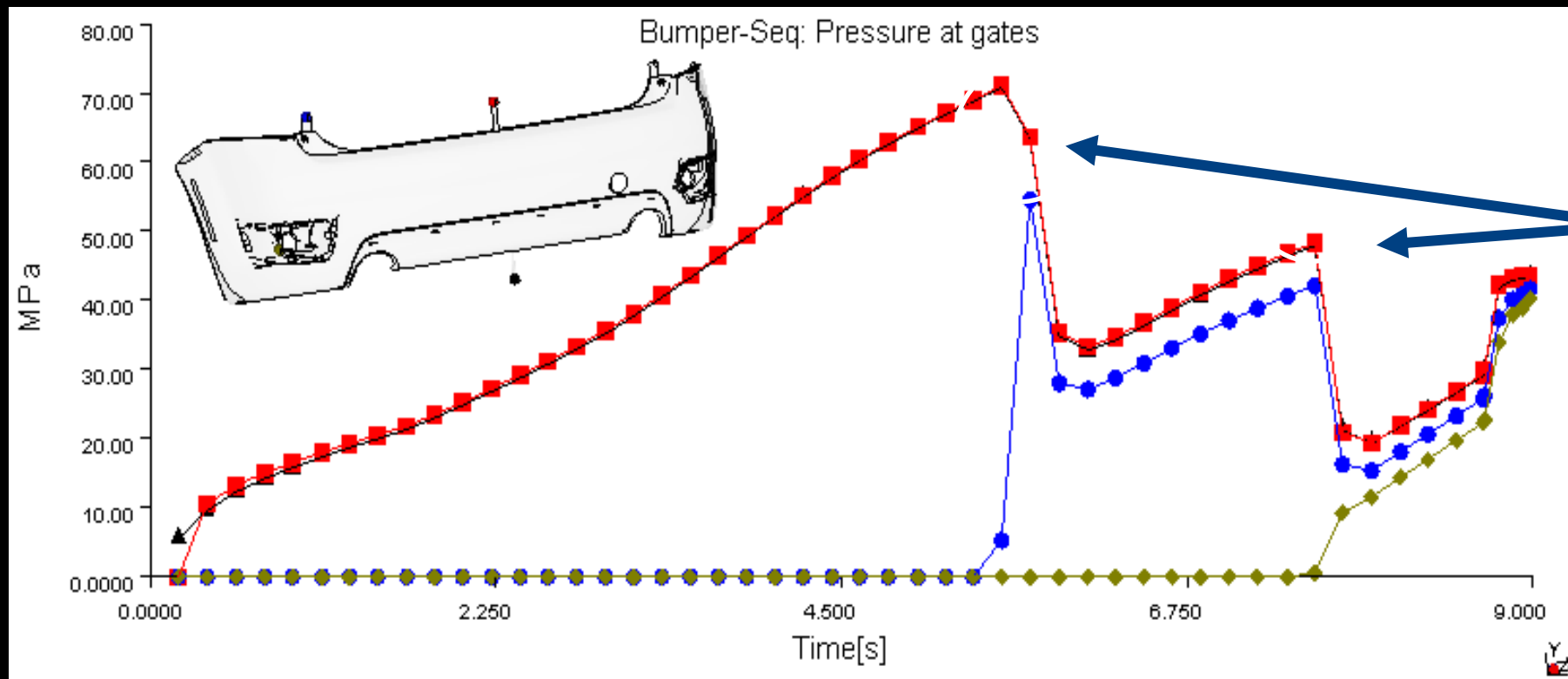
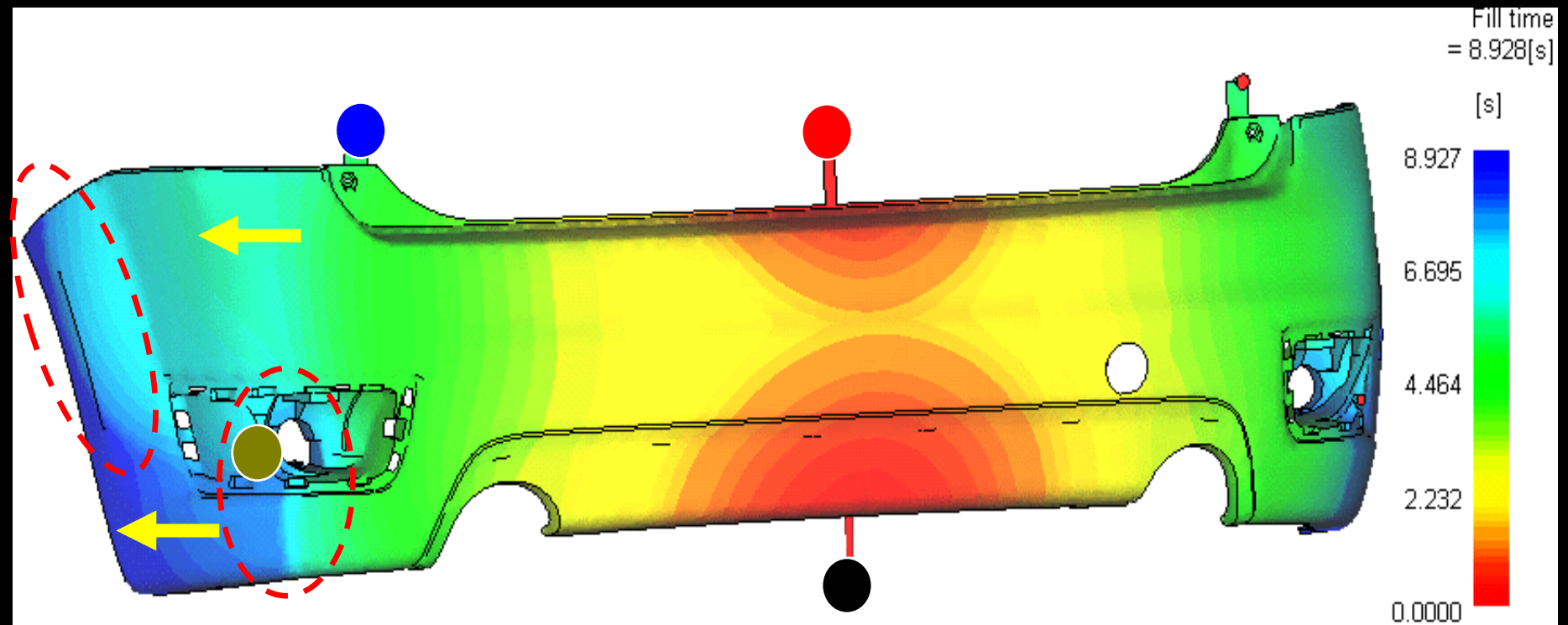
- 總充填時間：8,9 s
- 澆口打開在：
  - 1 – 0 秒
  - 2 – 0,2秒
  - 3 – 5,7秒
  - 4 – 7,7秒



# 充填模式 (時序控制過程)

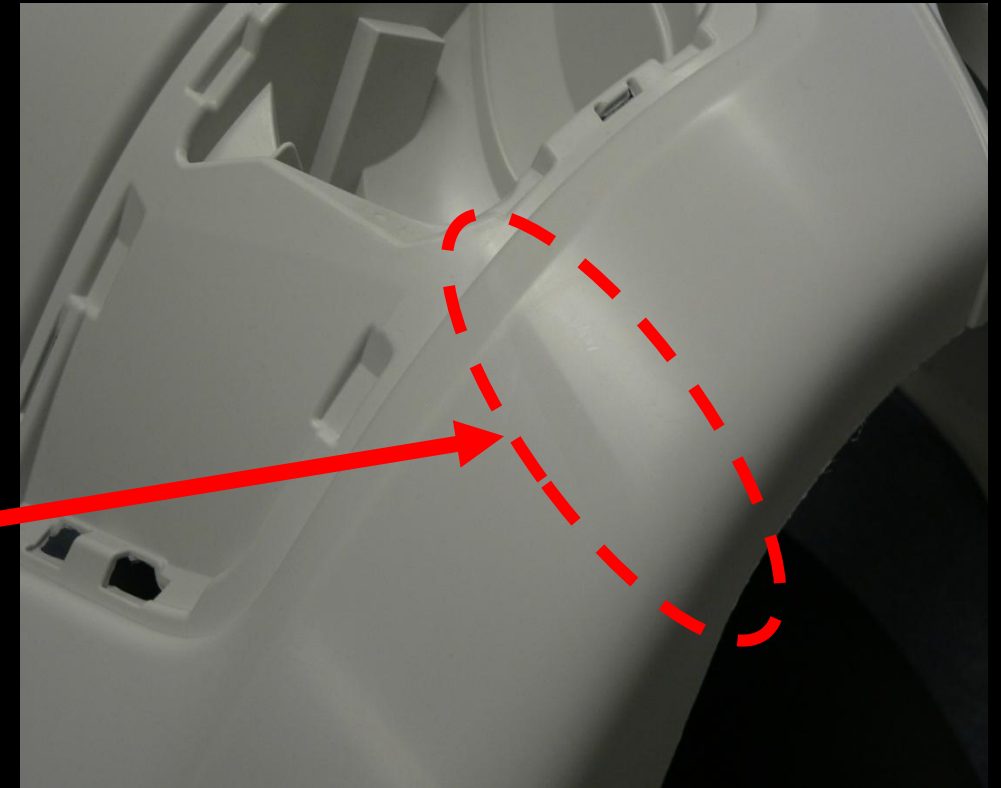
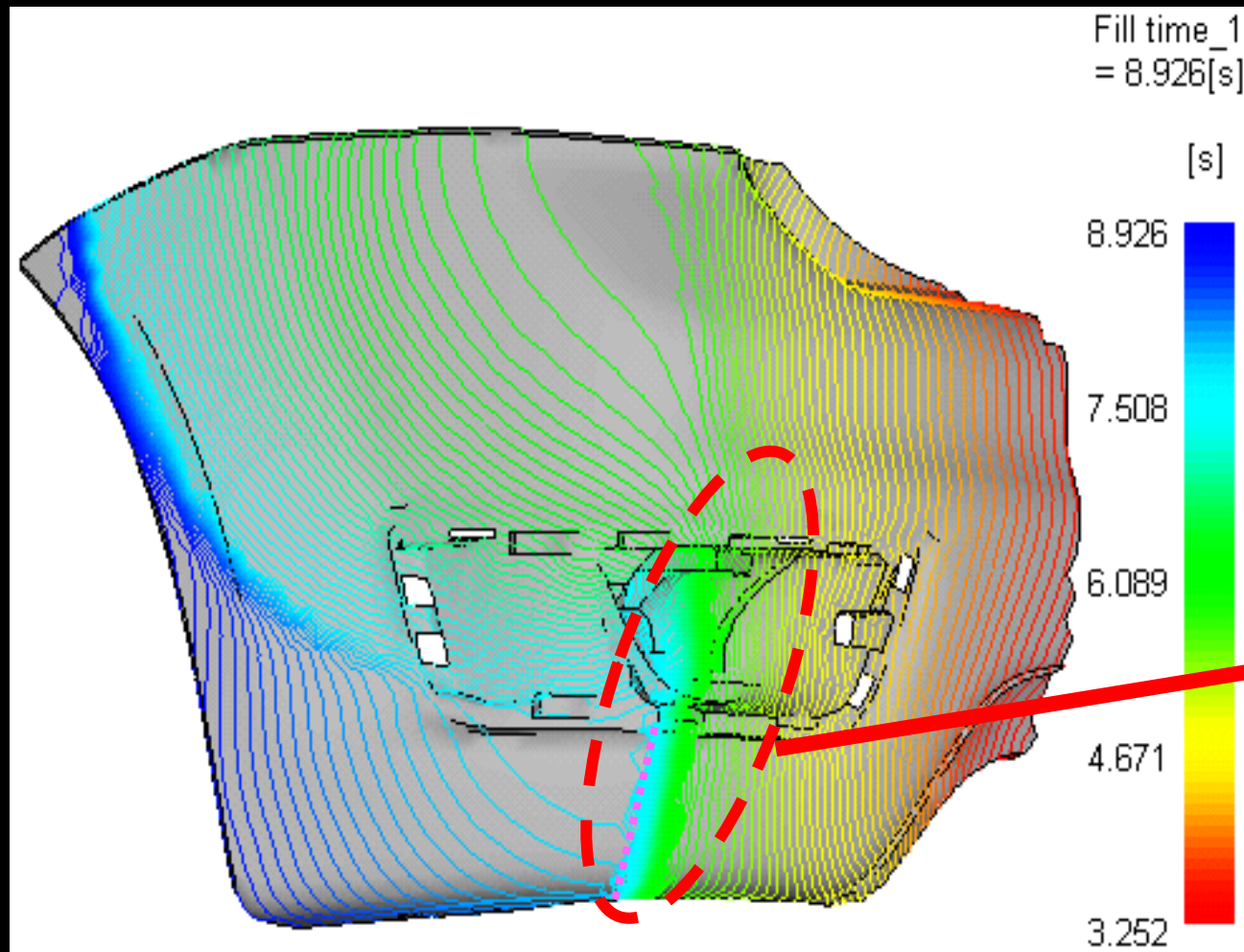
流動波前加速

流動波前遲滯



在流道系統中打開外部澆口導致突然的壓力降

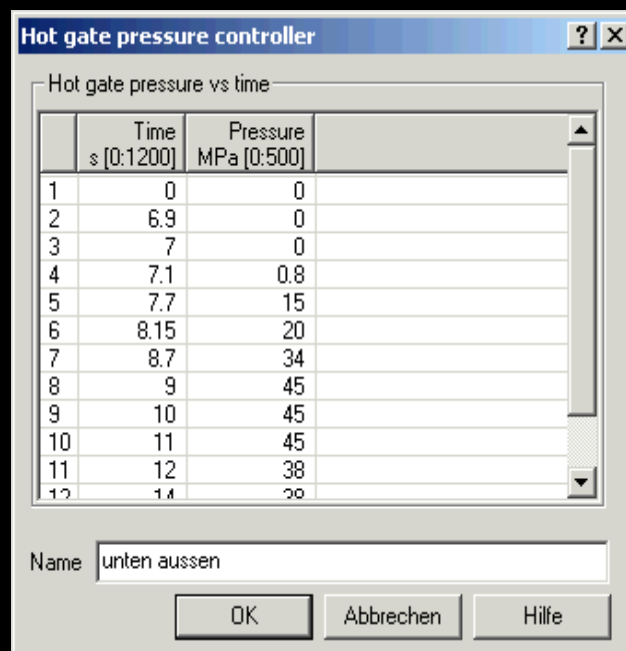
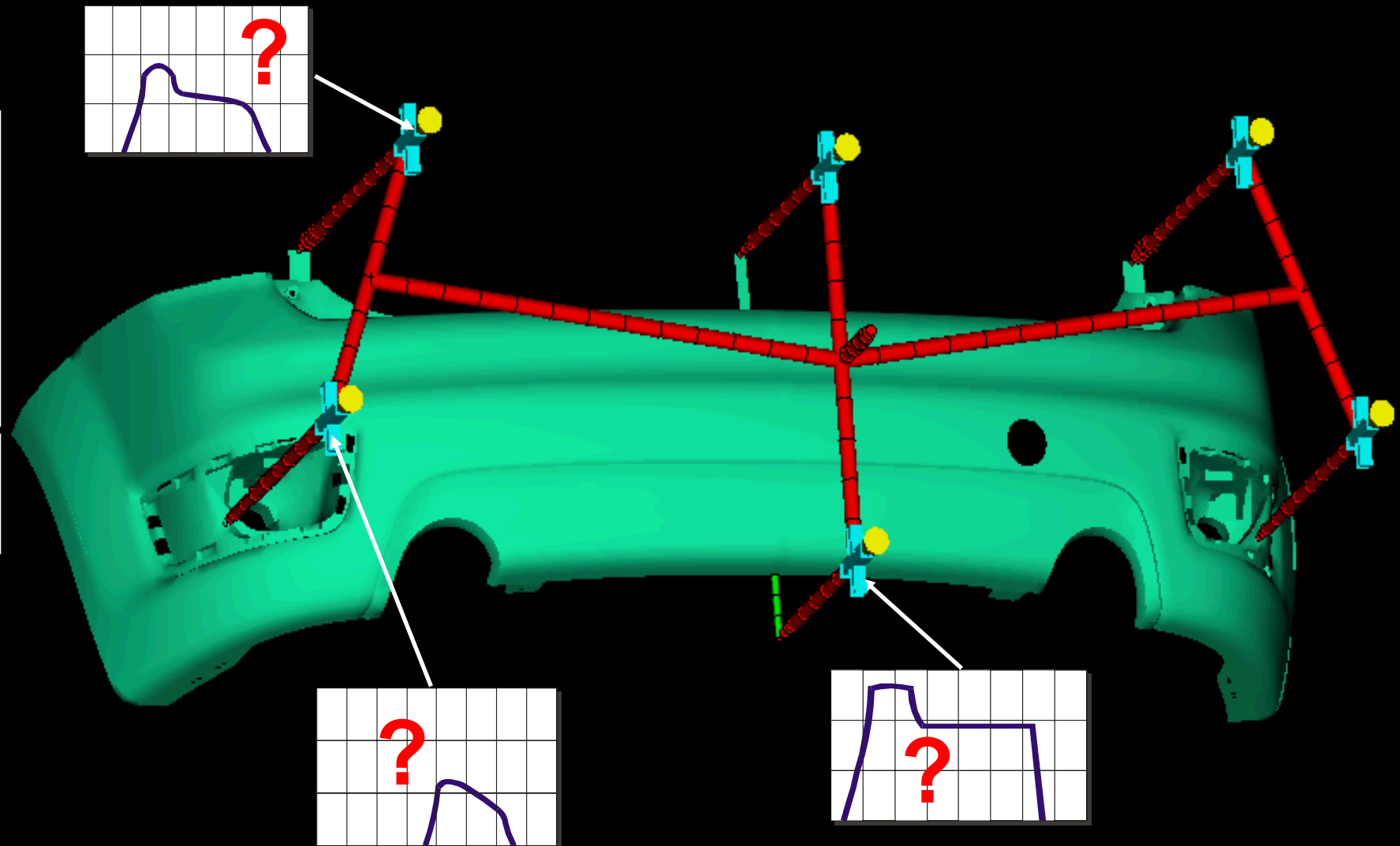
# 充填模式 (細節)



- 流動波前的遲滯與熔合線造成產品表面有嚴重的缺陷!
- 使用熱流道動態壓力設定系統可以解決這問題嗎?

# 動態壓力設定系統在Moldflow

- 在流道系統中增加射入點與控制點
- 輸入壓力曲線

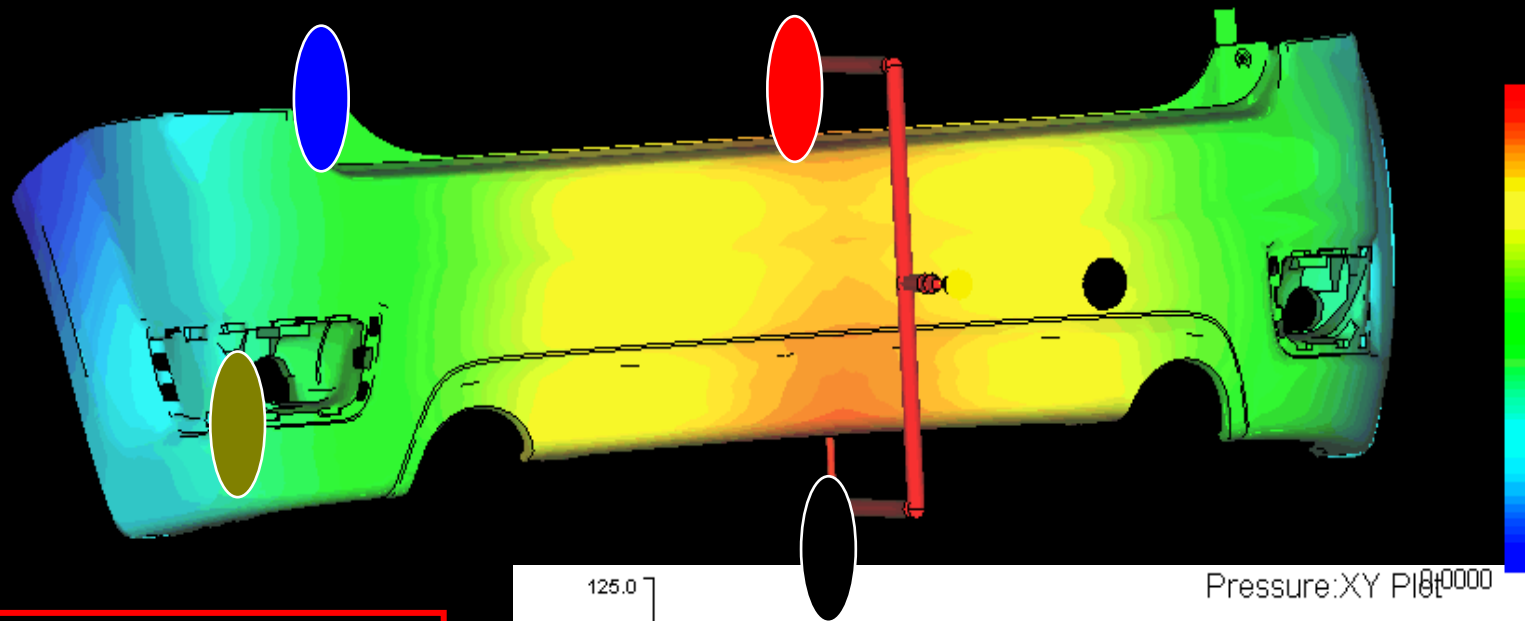


- 你怎樣得到合適的曲線設定呢？

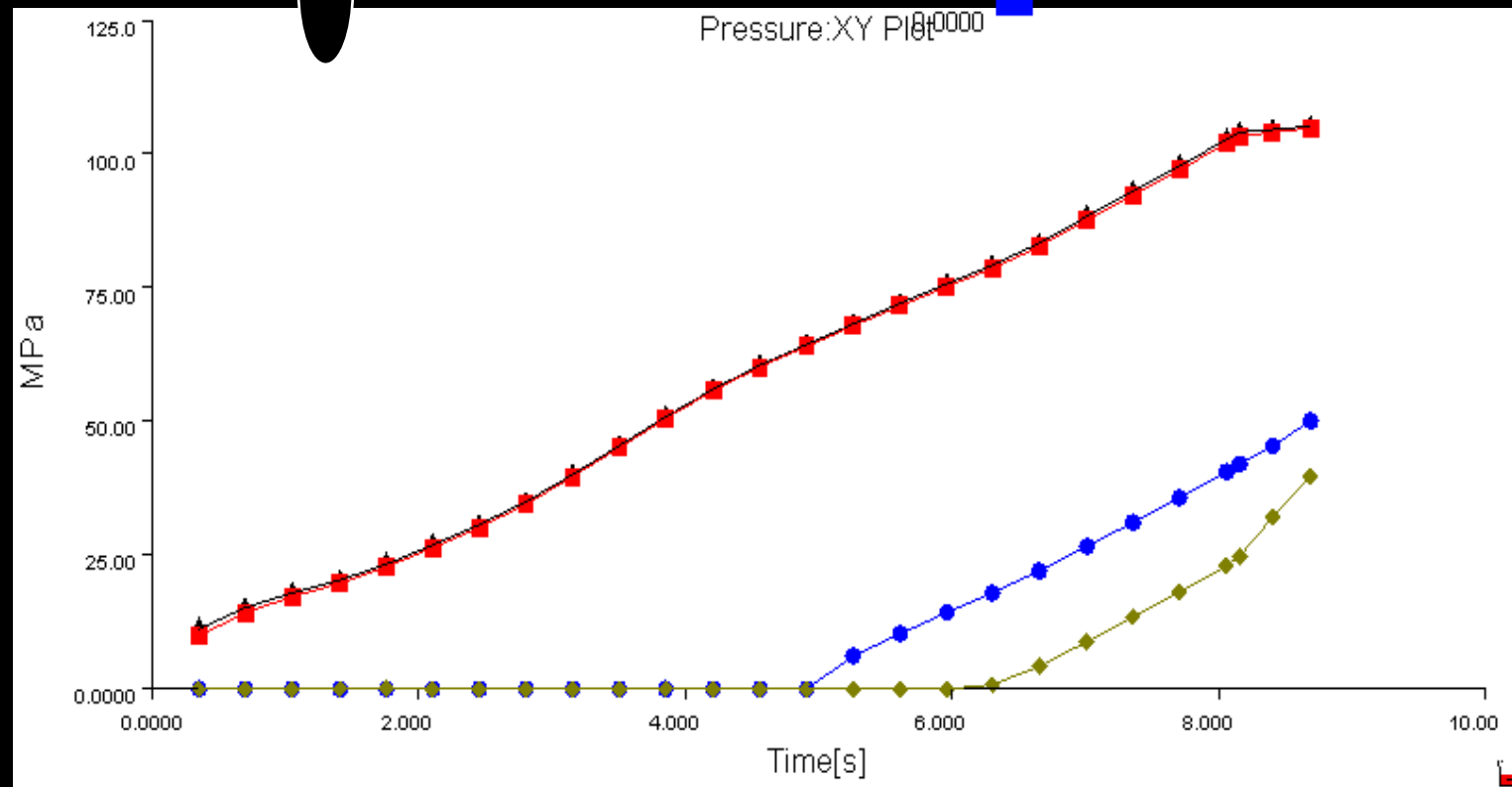


# 動態壓力設定曲線設置

步驟一：只選用中心點膠口模擬充填階段 ...

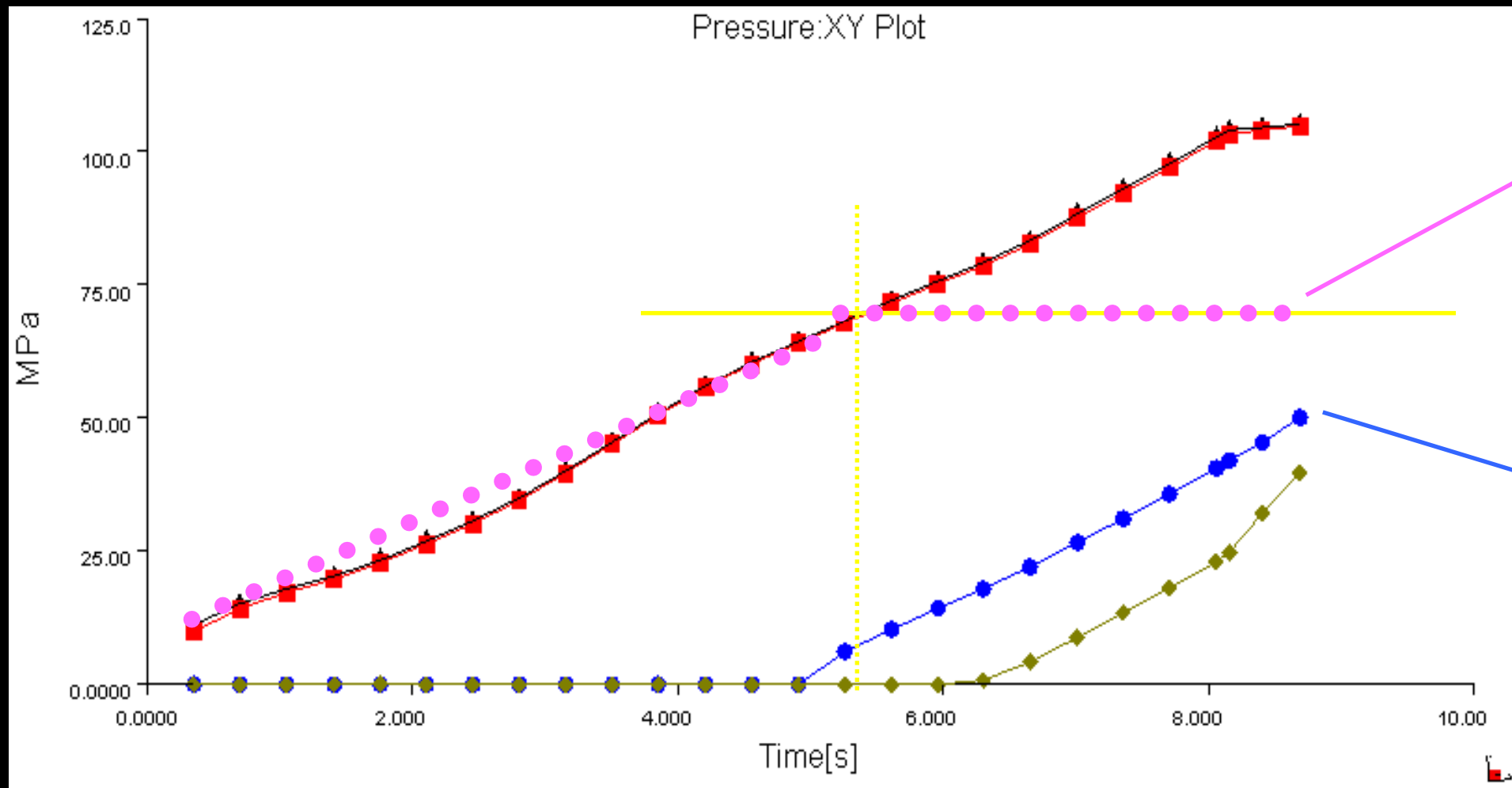


... 並且看澆口  
節點上的XY  
Plots的壓力曲  
線圖



# 動態壓力設定曲線設置

步驟二：“切割”多段曲線以中心膠口...



Hot gate pressure controller

Hot gate pressure vs time

	Time s [0:1200]	Pressure MPa [0:500]
1	0	0
2	6.9	0
3	7	0
4	7.1	0.8
5	7.7	15
6	8.15	20
7	8.7	34
8	9	45
9	10	45
10	11	45
11	12	38
12	14	20

Name: unten aussen

OK Abbrechen Hilfe

Hot gate pressure controller

Hot gate pressure vs time

	Time s [0:1200]	Pressure MPa [0:500]
1	0	0
2	6.9	0
3	7	0
4	7.1	0.8
5	7.7	15
6	8.15	20
7	8.7	34
8	9	45
9	10	45
10	11	45
11	12	38
12	14	20

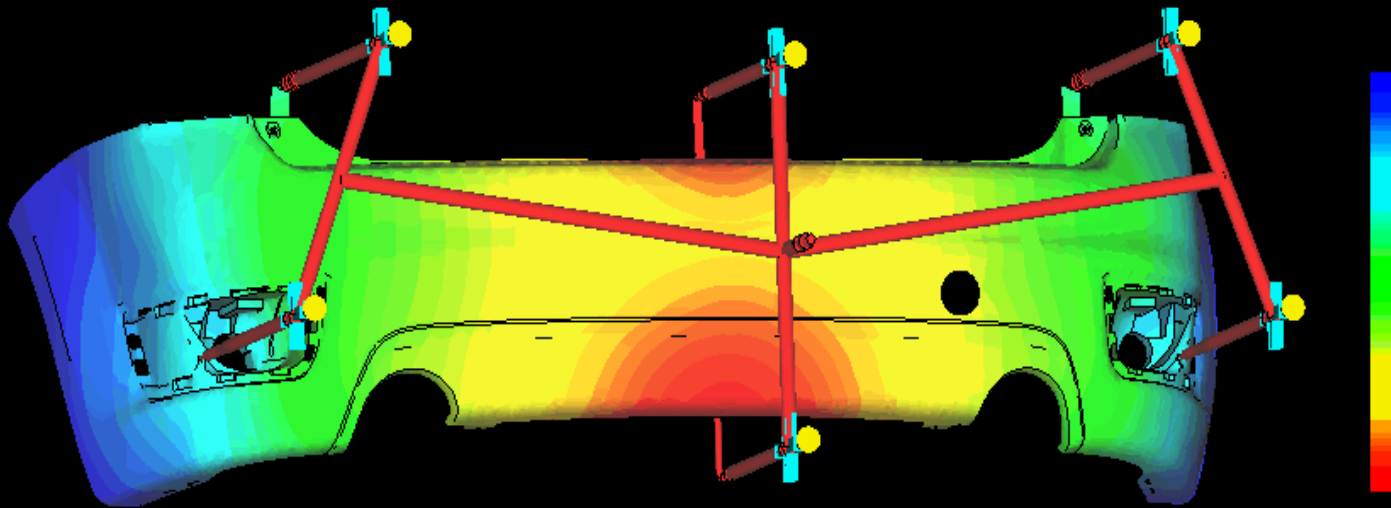
Name: unten aussen

OK Abbrechen Hilfe

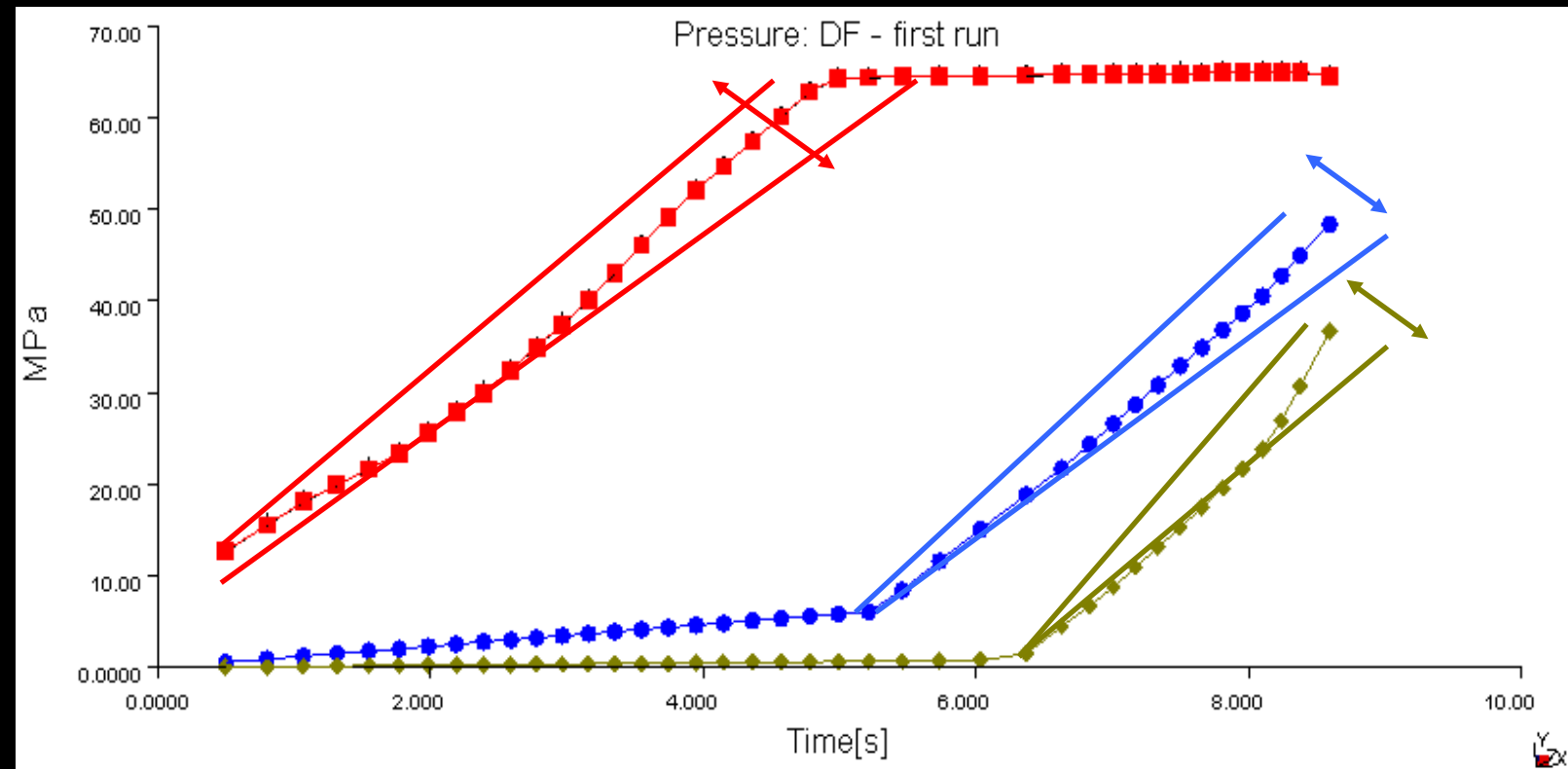
... 單獨對各曲線設定並且輸入分析結果的壓力外形曲線

# 動態壓力設定曲線設置

步驟三：執行分析，評估分析結果...

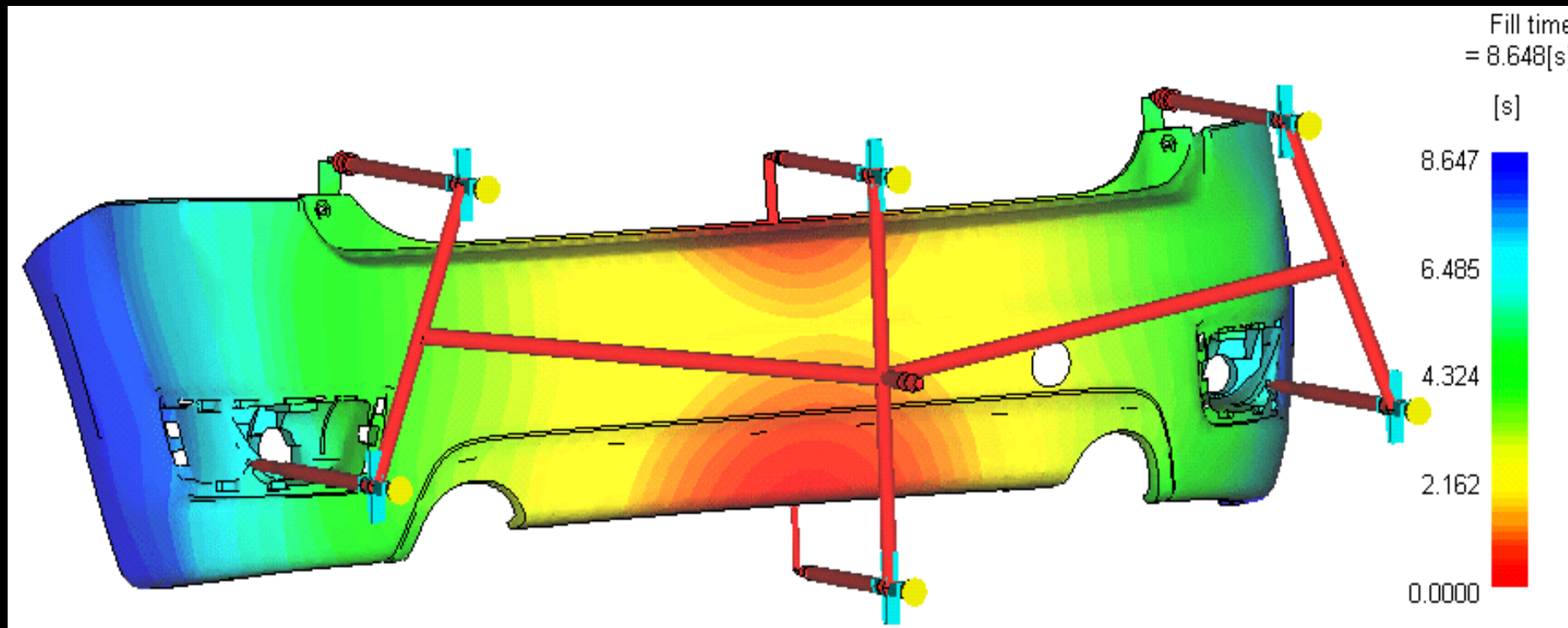


... 並且稍微的修正壓力外形曲線去優化分析結果

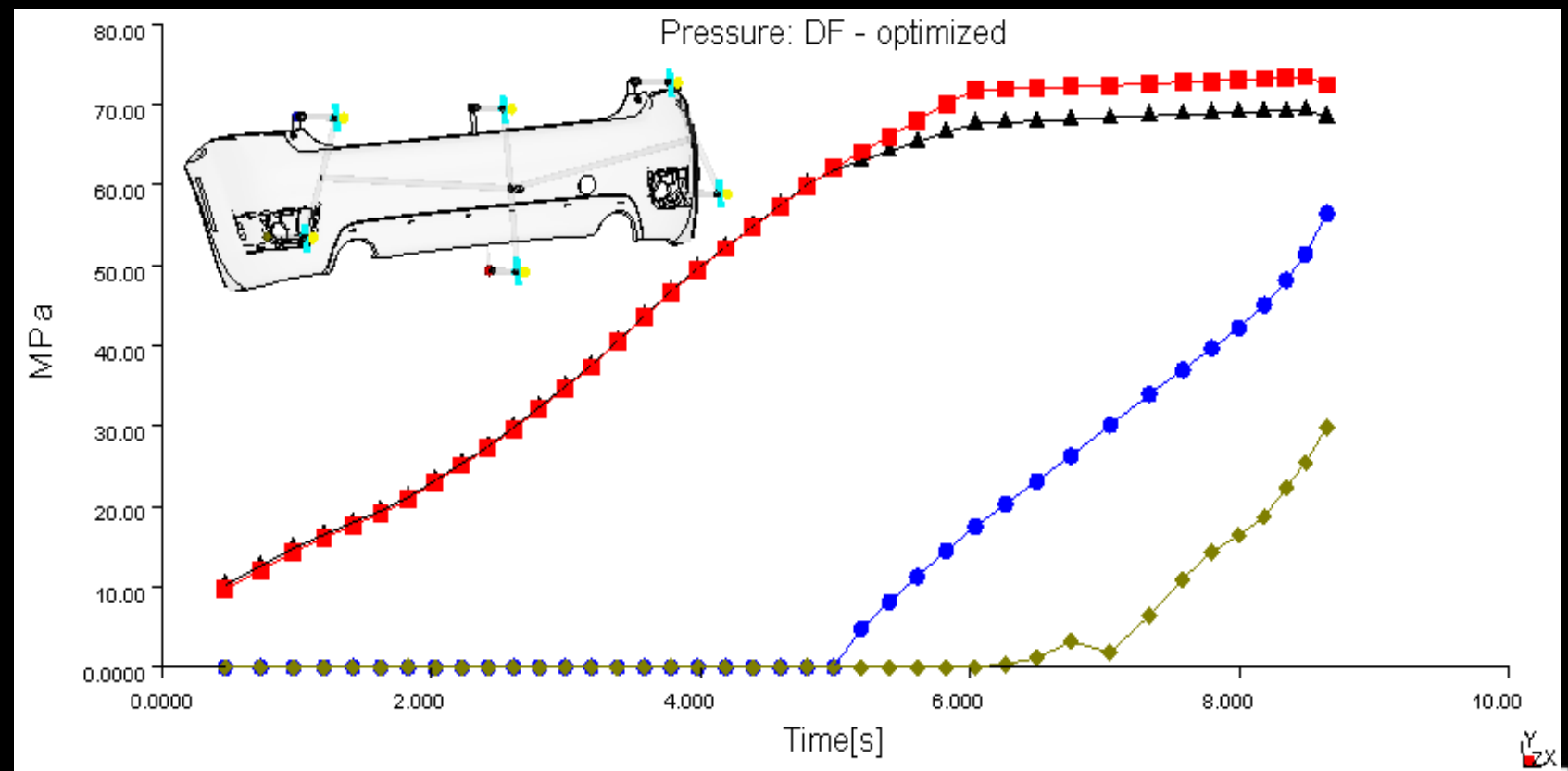




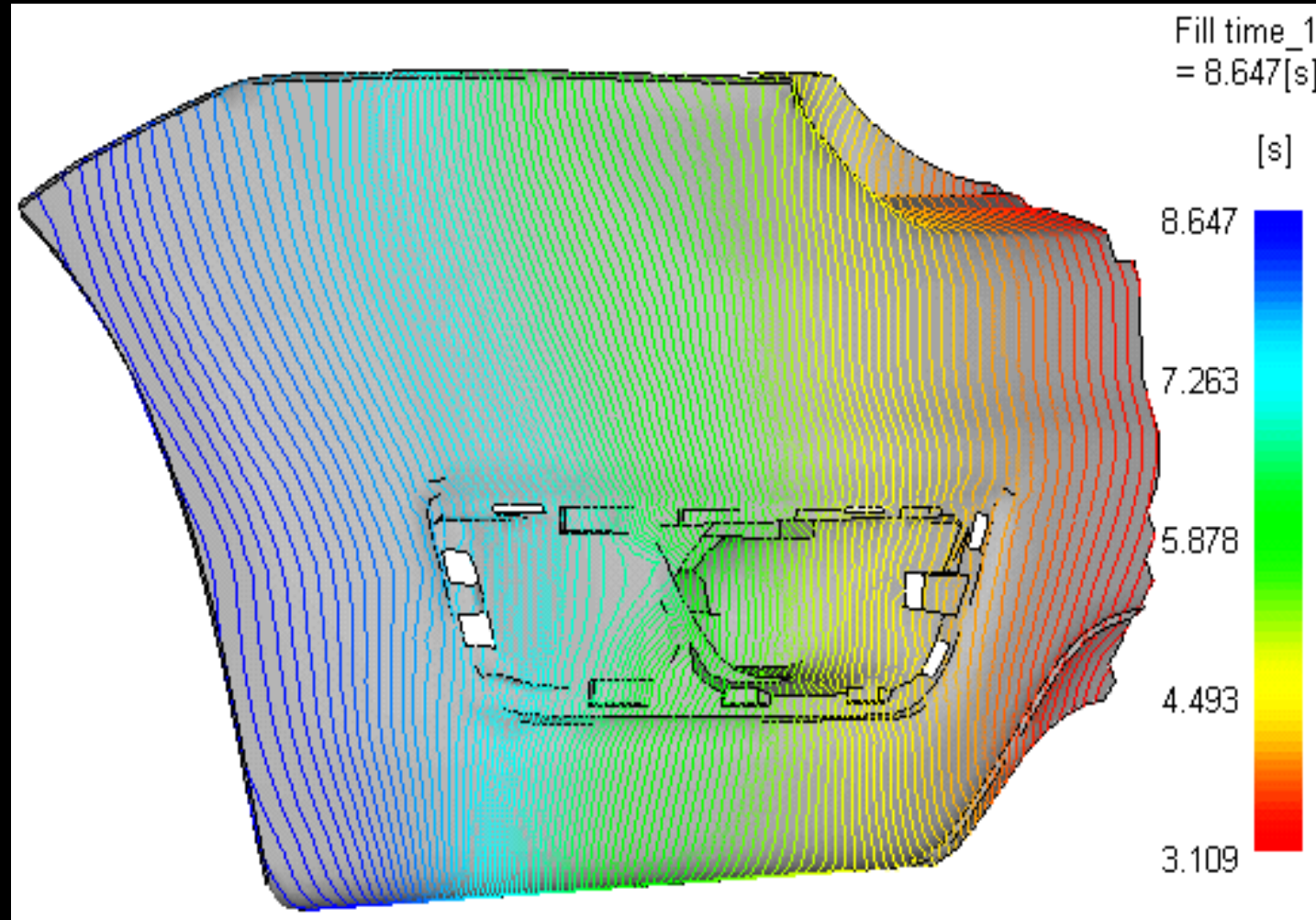
# 充填模式 (動態壓力設定)



流道系統沒有突  
然的壓力降發生



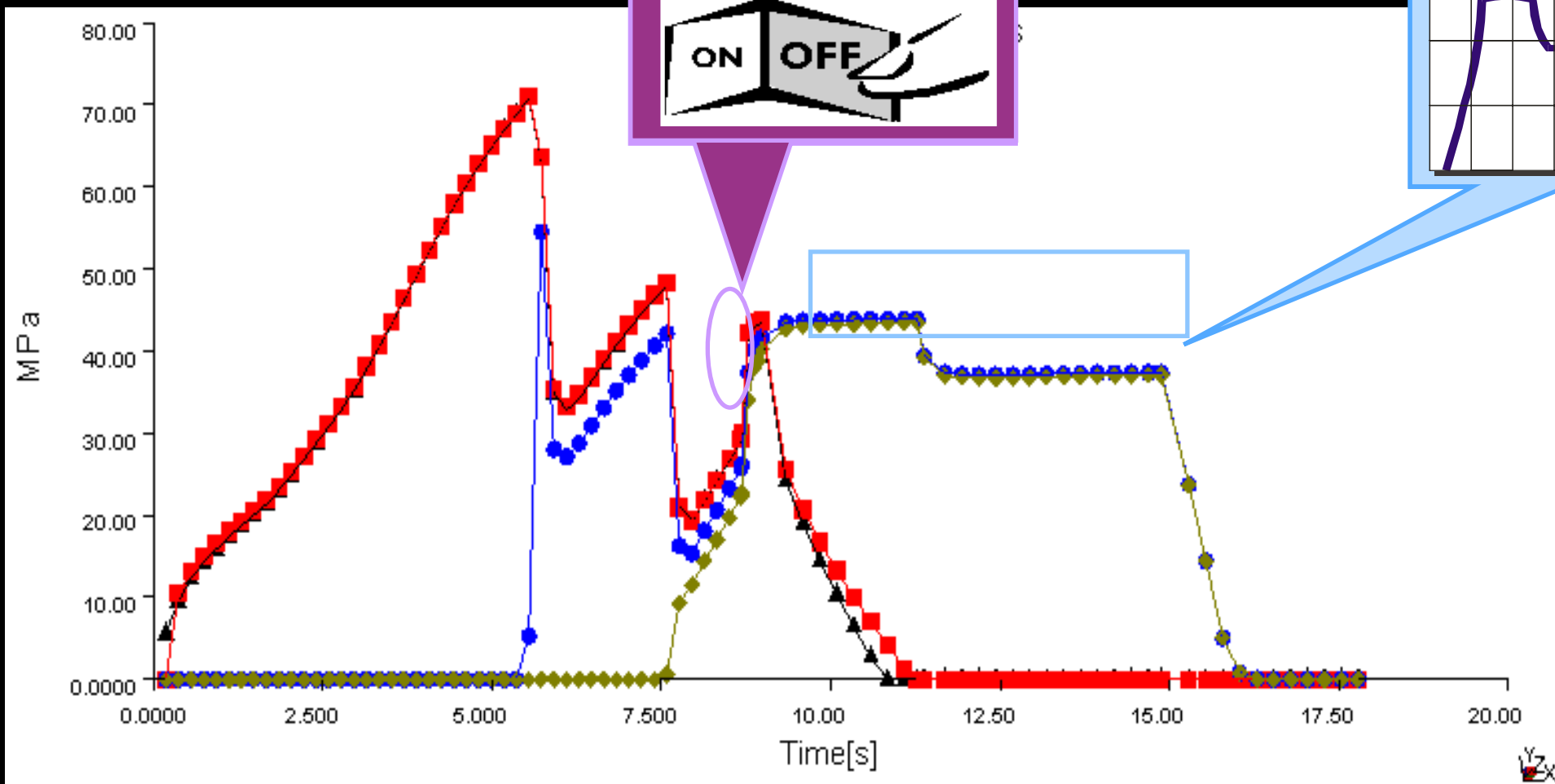
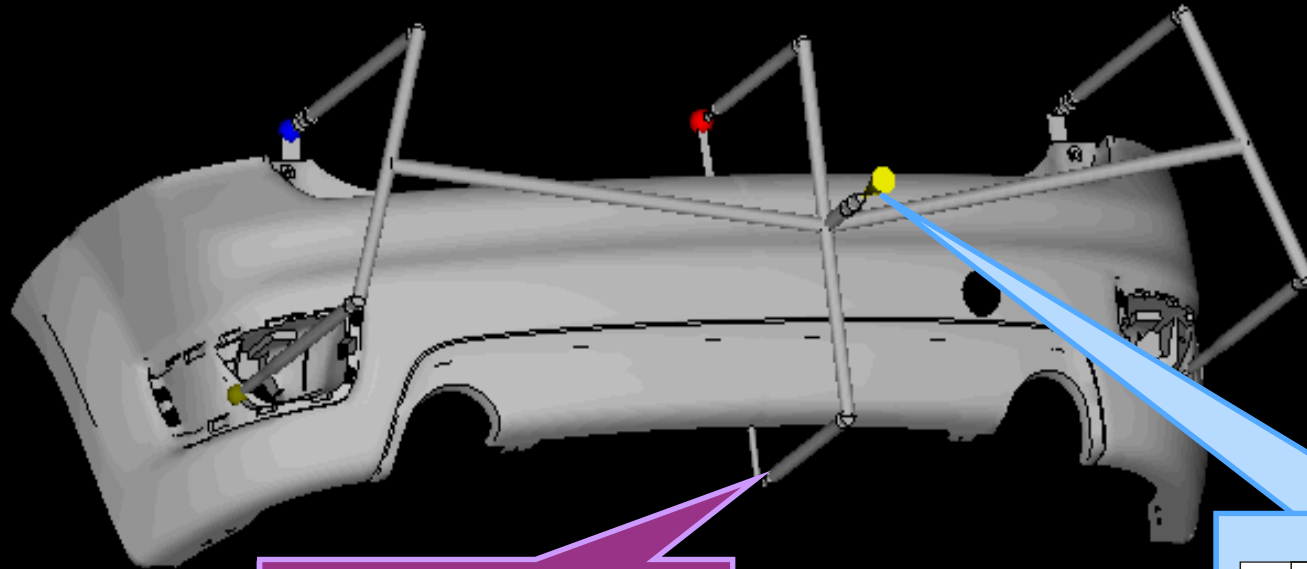
# 充填模式 (動態壓力設定)



- 流動波前的遲滯與熔合線減到最小!
- 動態壓力設定系統顯示驚人的改進

# 保壓階段(時序控制過程)

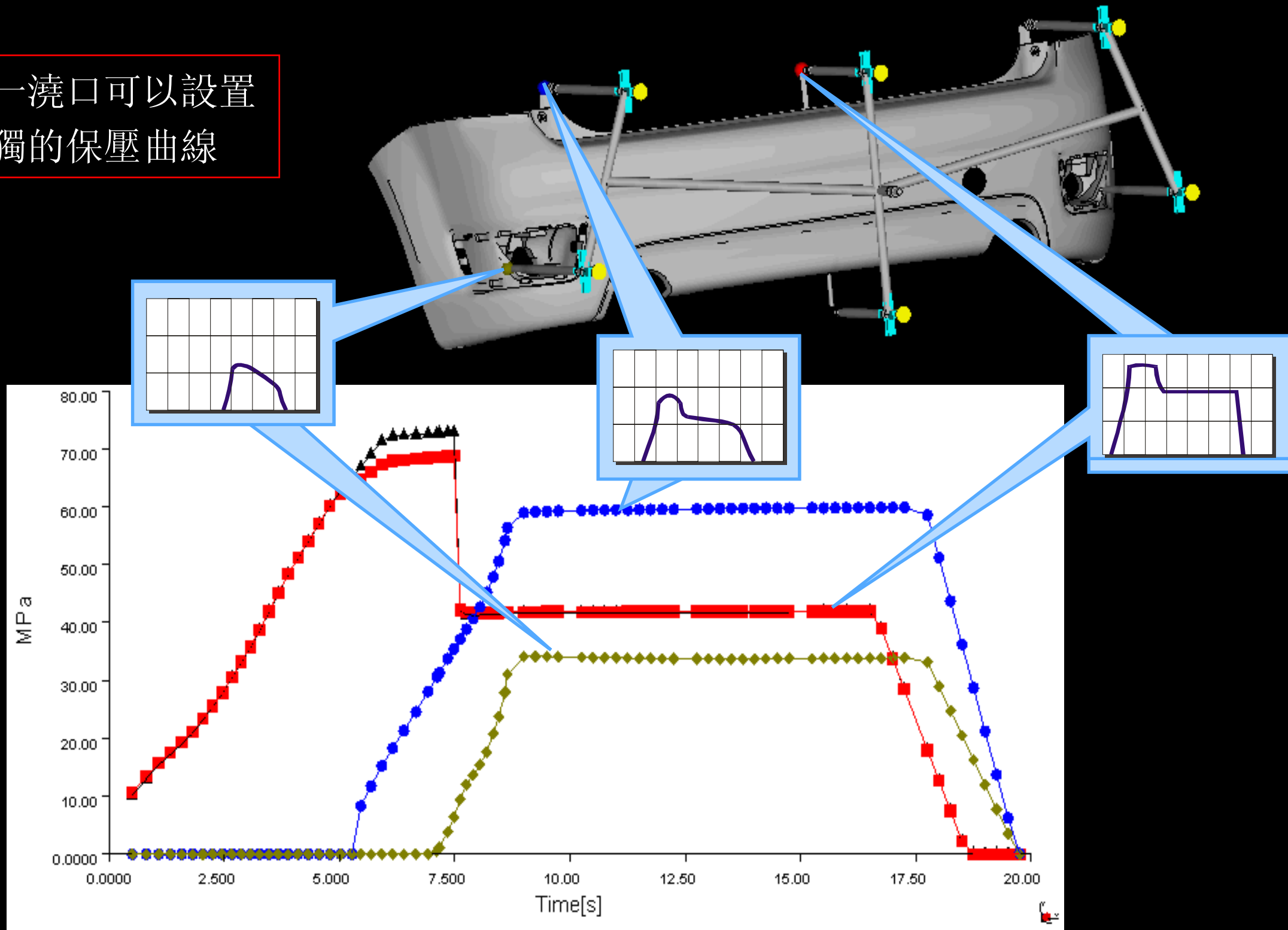
- 一種保壓曲線模式完成所有流道系統
- 各澆口可以選擇切換開 / 關





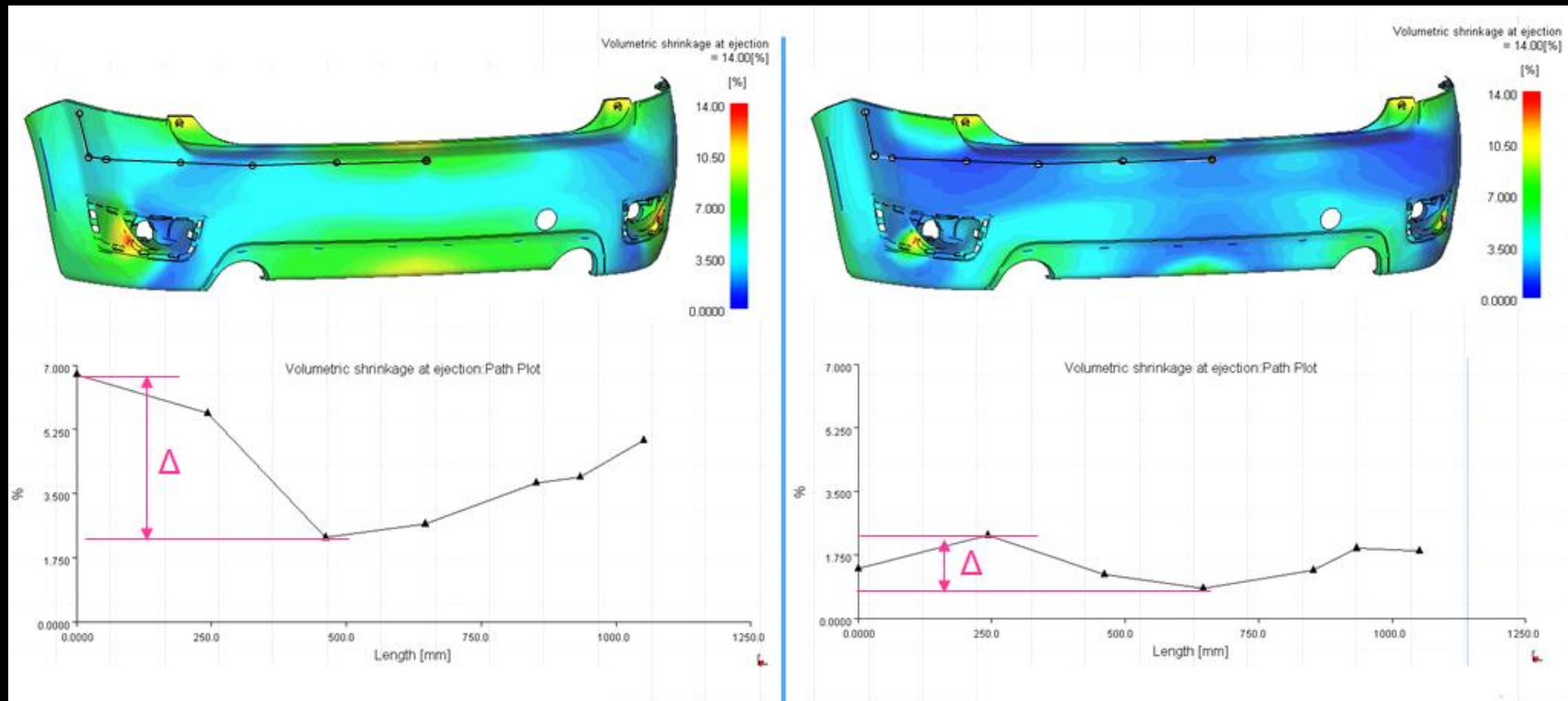
# 保壓階段 (動態壓力設定)

- 每一澆口可以設置單獨的保壓曲線



# 保壓階段 (時序與動態壓力設定)

比對分析結果預測產品尺寸精準：頂出時體積收縮



時序設定

動態壓力設定

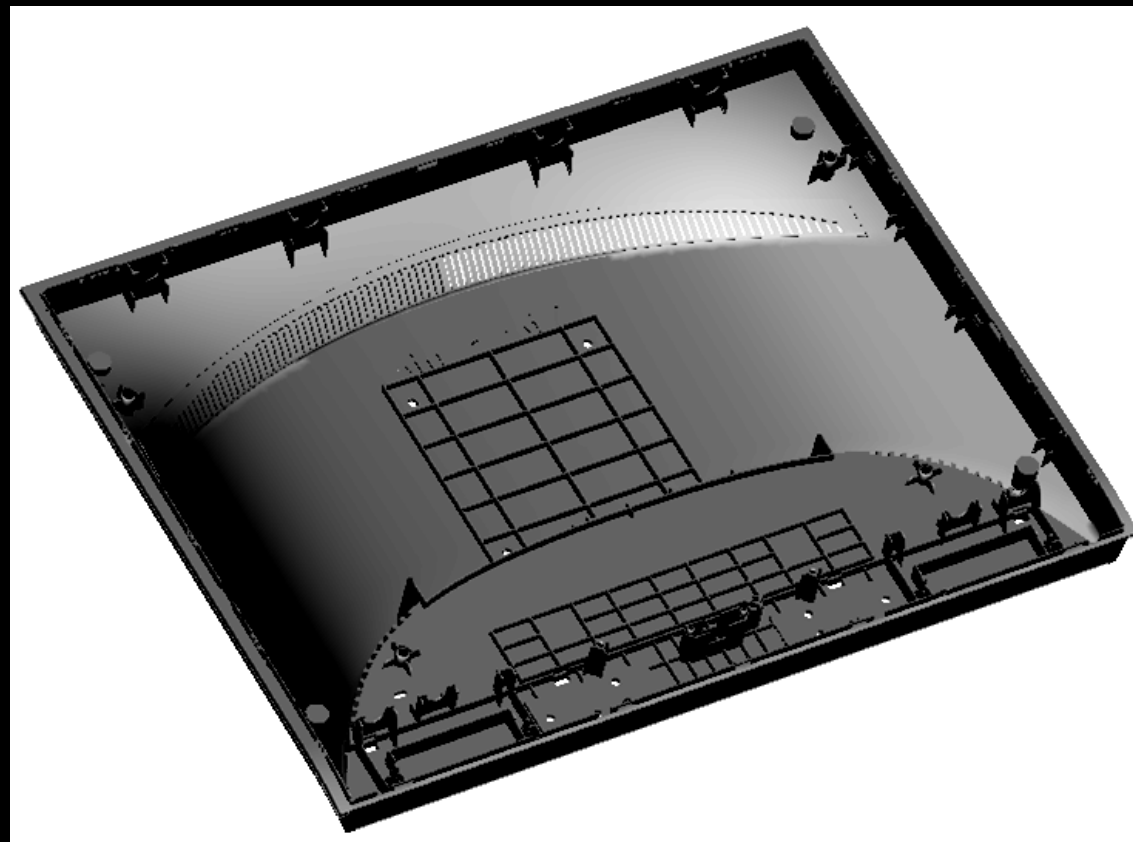
# 結論

- 這例子顯示使用熱流道動態設定可以幫助製程控制與產品質量會有驚人的改善。
- Moldflow確實有效幫助我們確認產品品質與改進，並且幫助使用者決定每一種不同的設計構想。
- 在一個合理的時間內透過Moldflow特殊的技術“動態壓力曲線模式”幫助達成分析任務與問題解決。



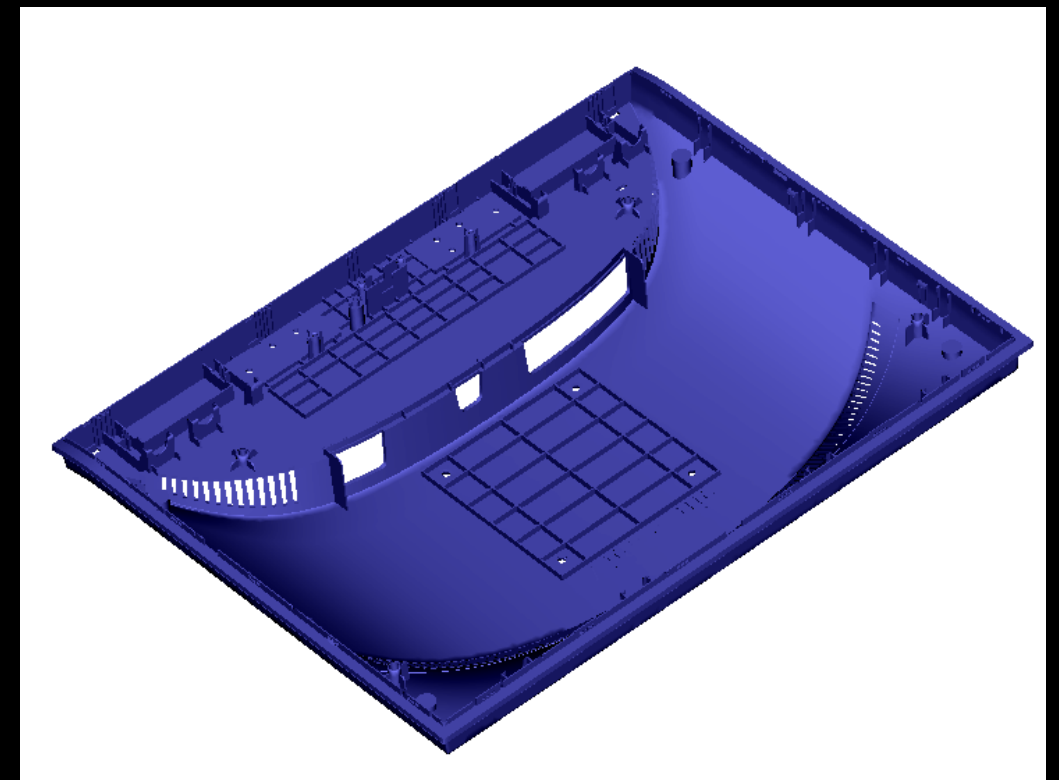
- 多模穴產品模擬應用 – LED產品
- 熱流道動態設定 – 後保險桿
- 大型模具氣輔應用案例 – LCD後殼
- 3C模具應用案例 – 連結器

# 氣體輔助射出應用案例 – LCD後殼



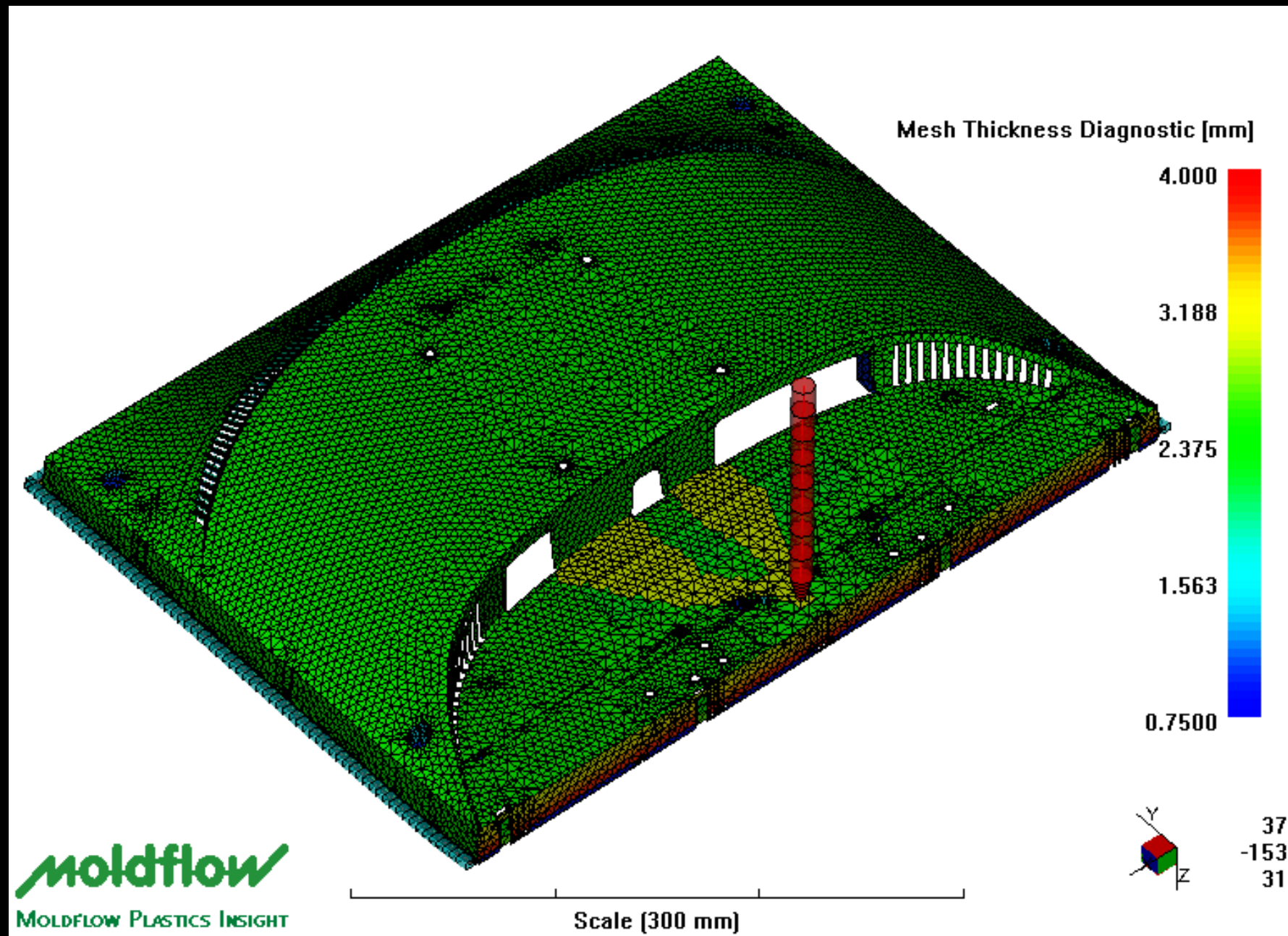
# 問題描述

- 本產品為氣輔產品零件，尺寸大小為450 x 340 x 60。
- 針對此產品以Moldflow / Gas來做分析驗證，進行充填、保壓於實際開模前先了解其模穴內之狀態。
- 產品外觀不能有明顯融合線與縮痕。



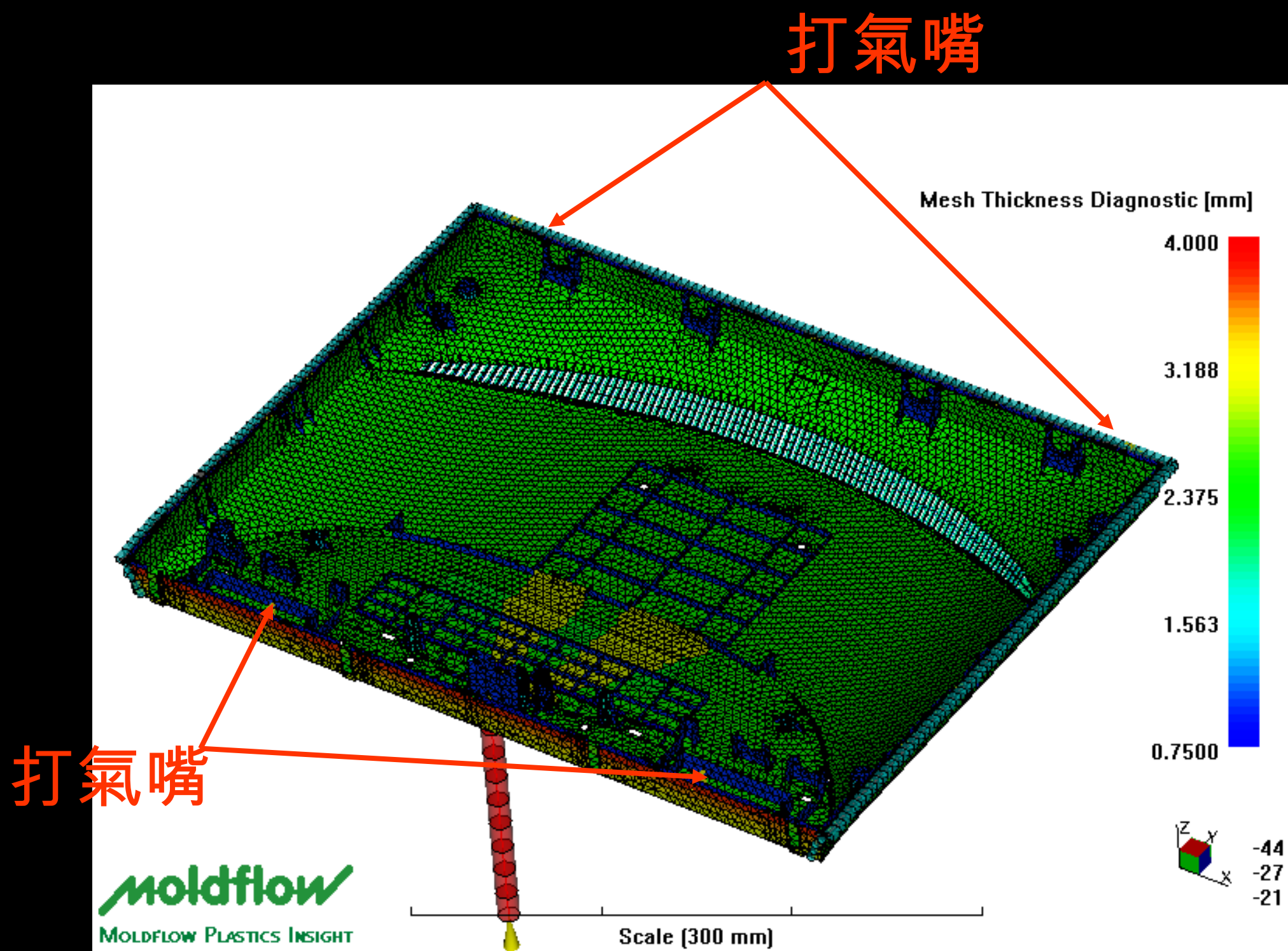


# 流道系統及厚度分佈圖



藍色表示厚度較薄區域,紅色表示厚度較厚區域,由此圖可看出產品主平面厚度設計約為2.5mm。

# 氣針位置示意圖



# 成形條件設定

充填時間：2.5 sec

熔膠溫度：270 °C

模具溫度：60 °C

充填/Gas保壓切換點：容積 100 %

進氣時間：25 sec

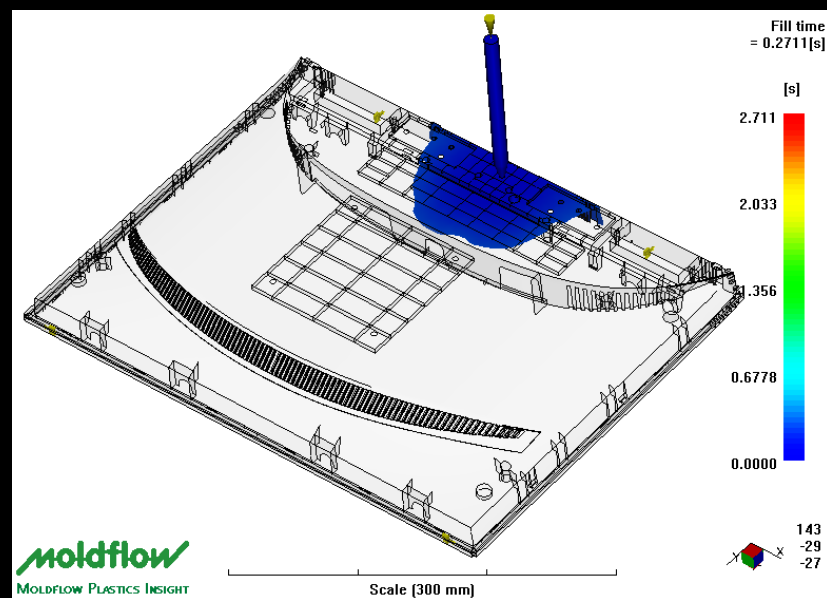
開模時間：5 sec

成型週期時間：57 sec

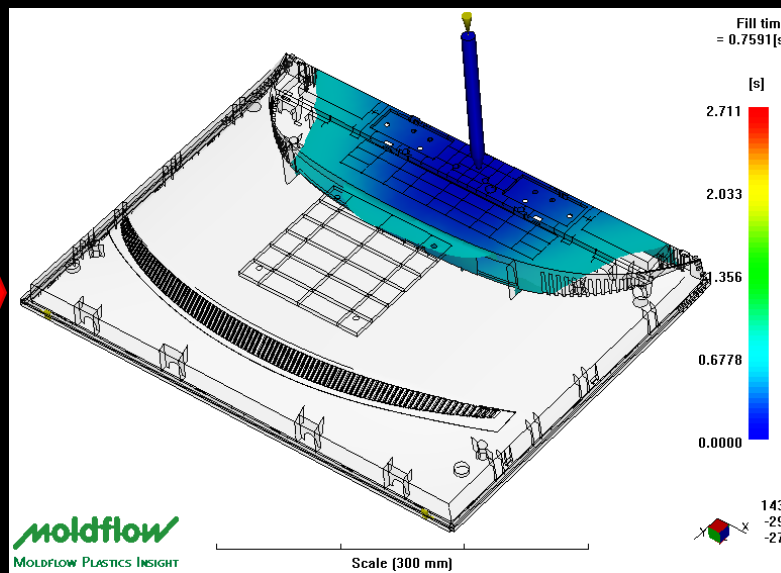
塑料：Terluran GP-22



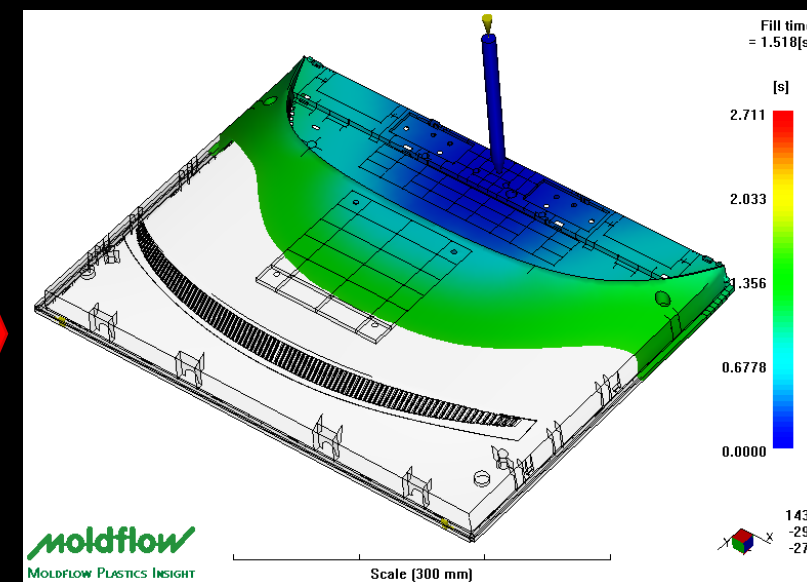
# 流動波前短射圖



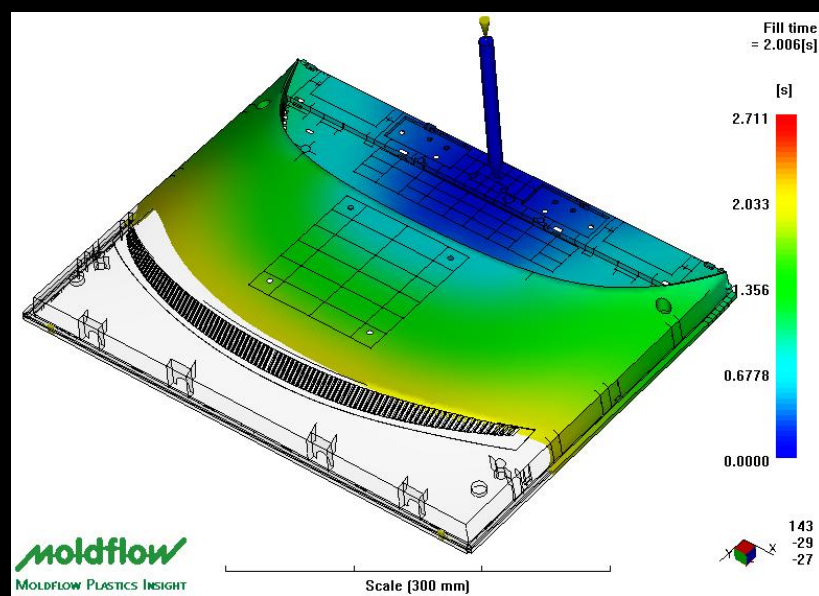
Time:0.27sec



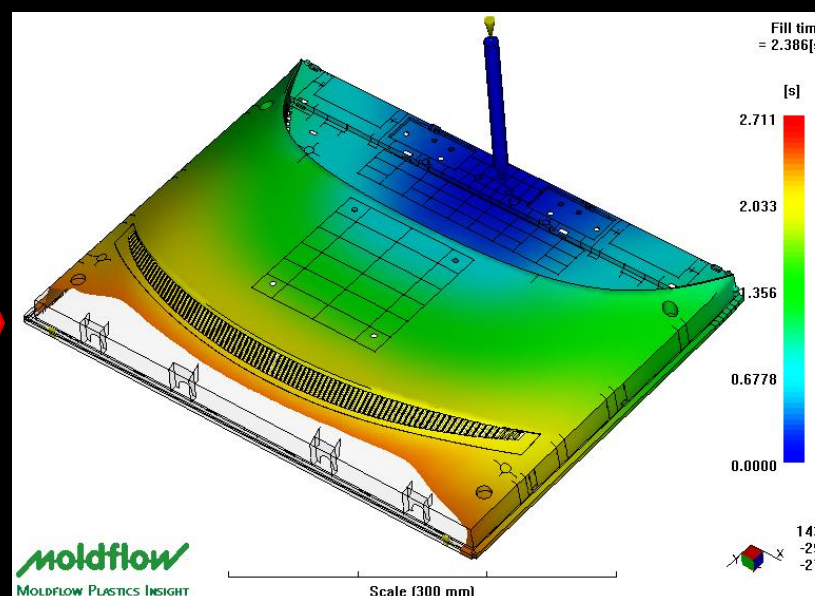
Time:0.75sec



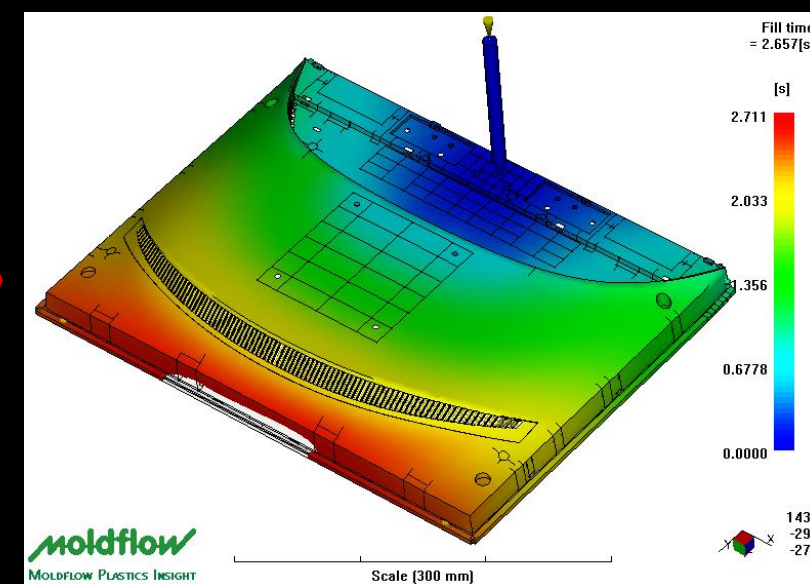
Time:1.51sec



Time:2.01sec

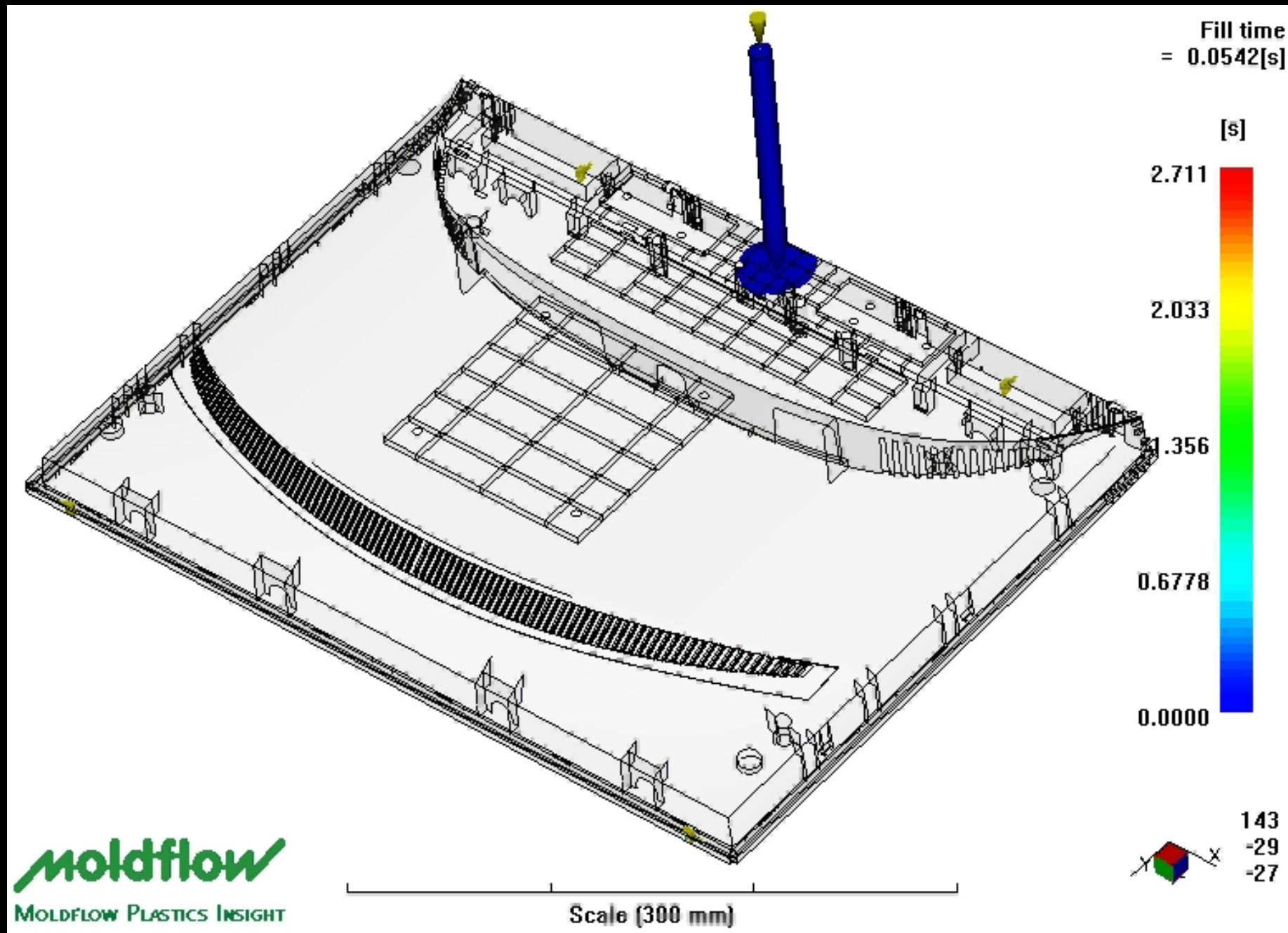


Time:2.38sec



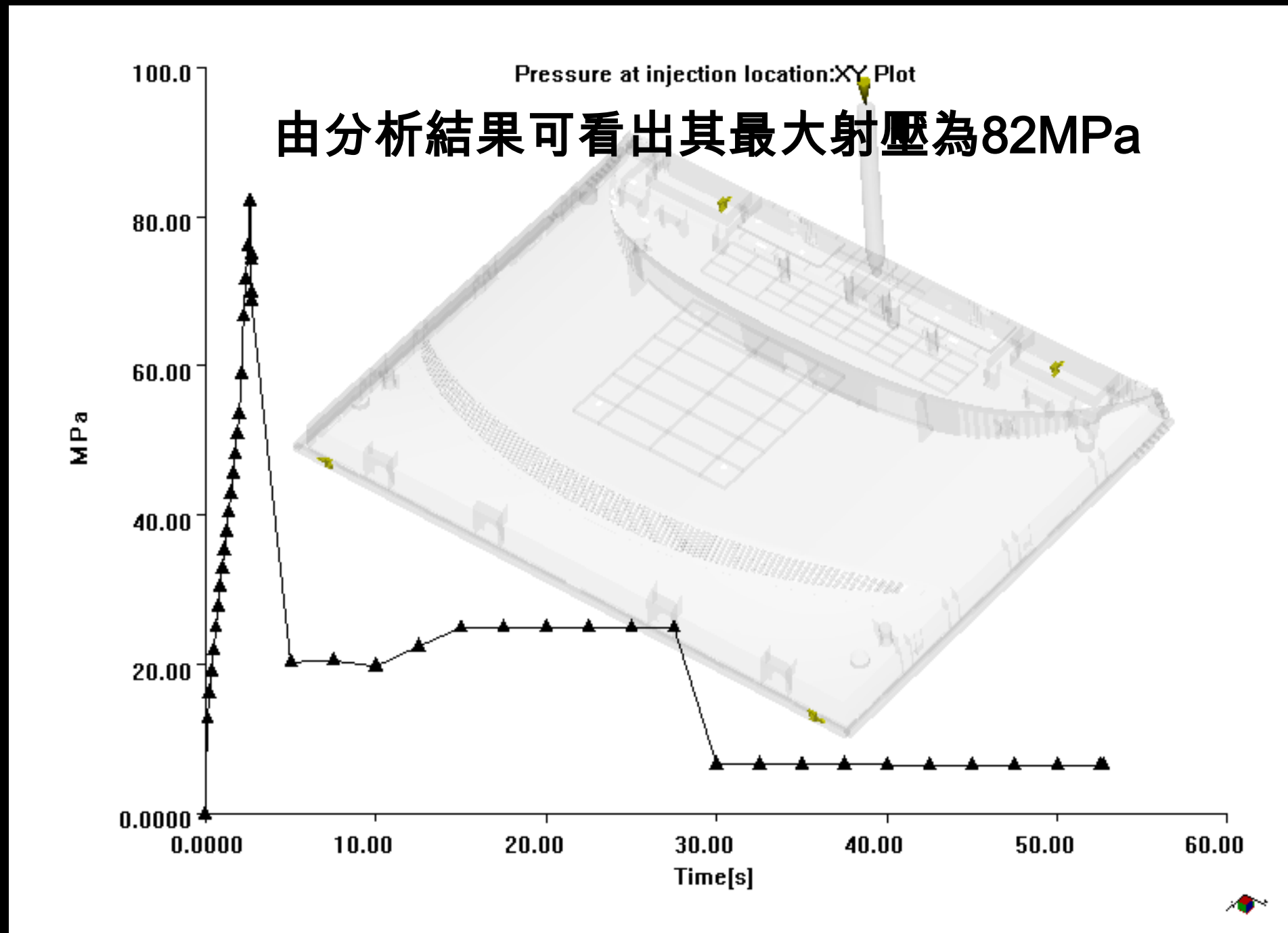
Time:2.67sec

# 動態流動波前動畫圖



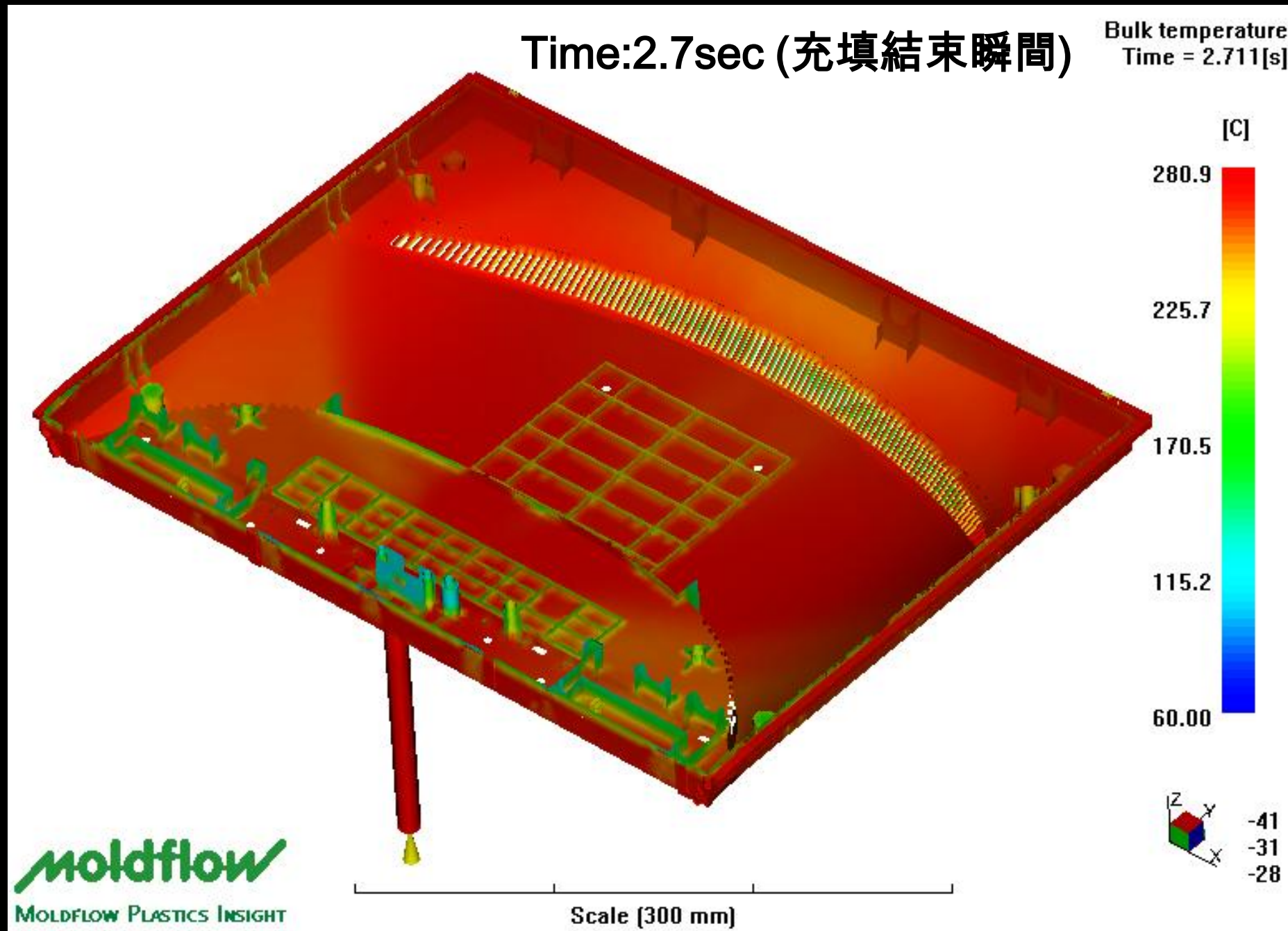
波前流動圖一般用來判斷充填是否平衡。紅色代表最後充填的位置，藍色代表最早充填的區域，灰色代表未填滿的區域。

# 壓力曲線分佈圖





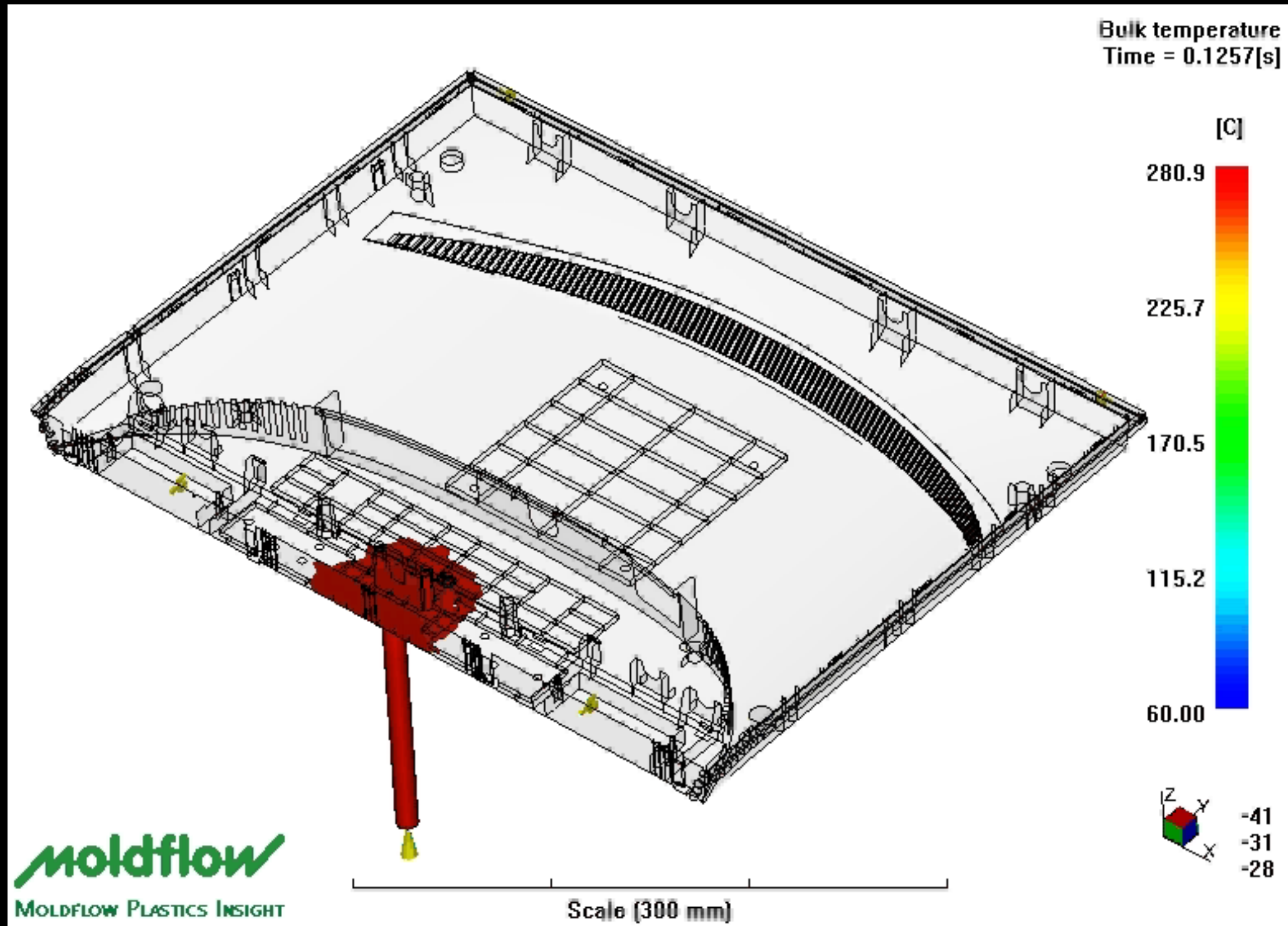
# 溫度分佈圖



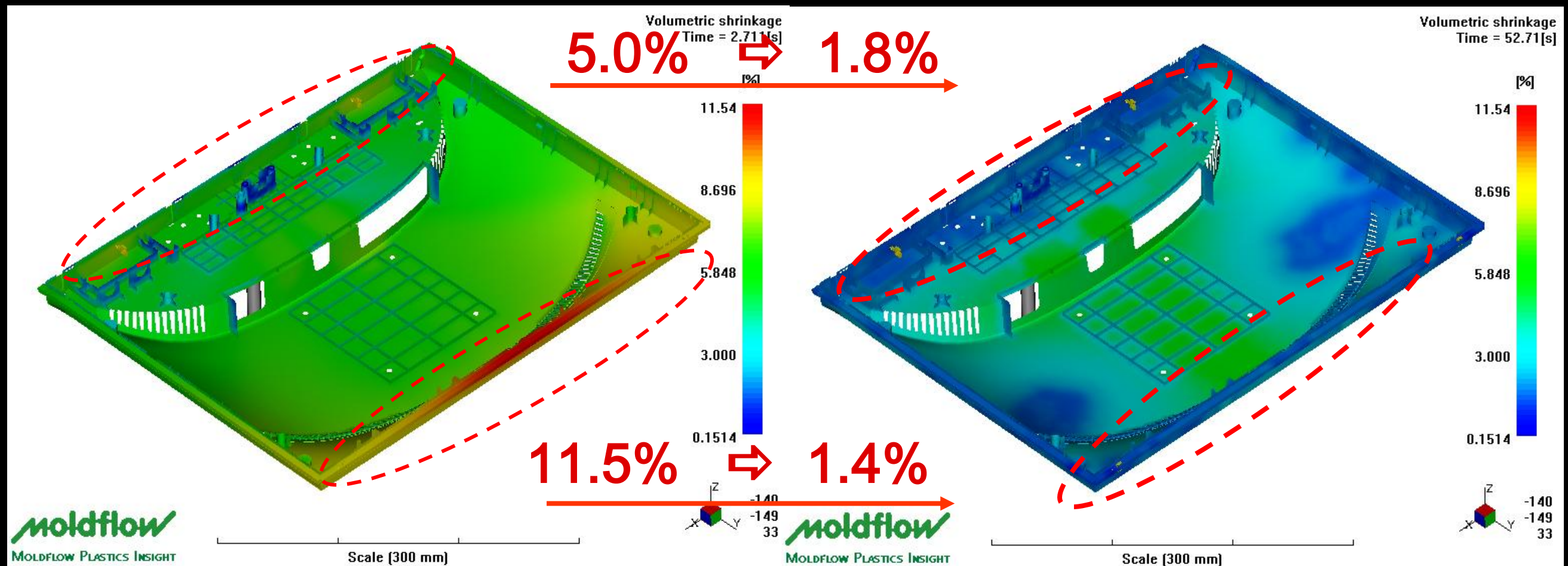
經由分析結果可看出，時間在2.7sec時，其產品中間網孔區及下方區域肋骨已冷卻到130℃，產品平均厚度溫度約為持在265℃左右。



# 溫度分佈動態圖



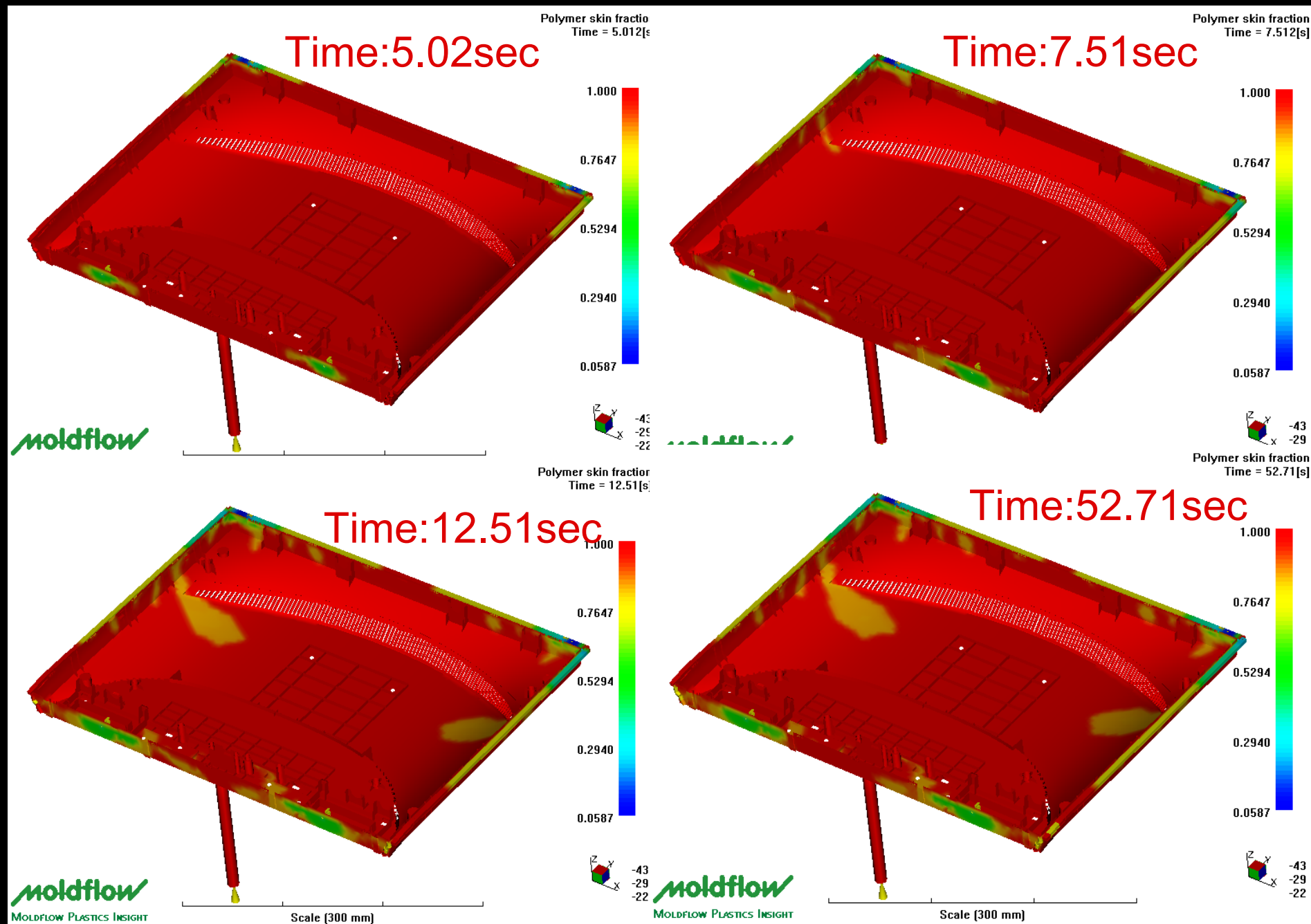
# 體積收縮率分佈圖



產品充填滿尚未保壓前

產品氣體保壓後

# 塑膠皮層厚度比分佈圖

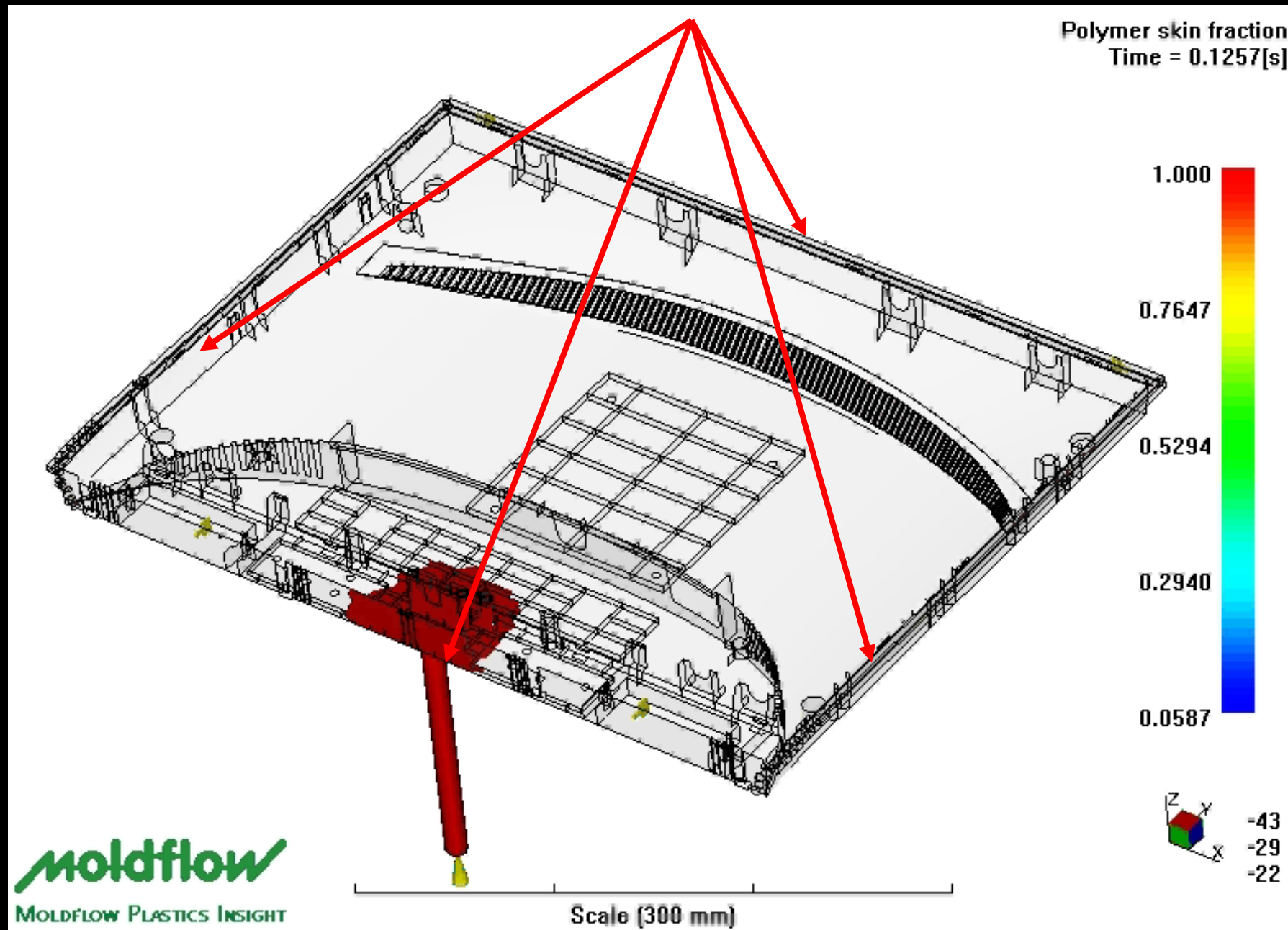


紅顏色區域代表塑料皮層厚度100%，厚度斷面呈現實心狀態，藍色區域代表塑料掏空率愈高，呈現中空現象。一般用來判斷氣體體積掏空是否合宜。



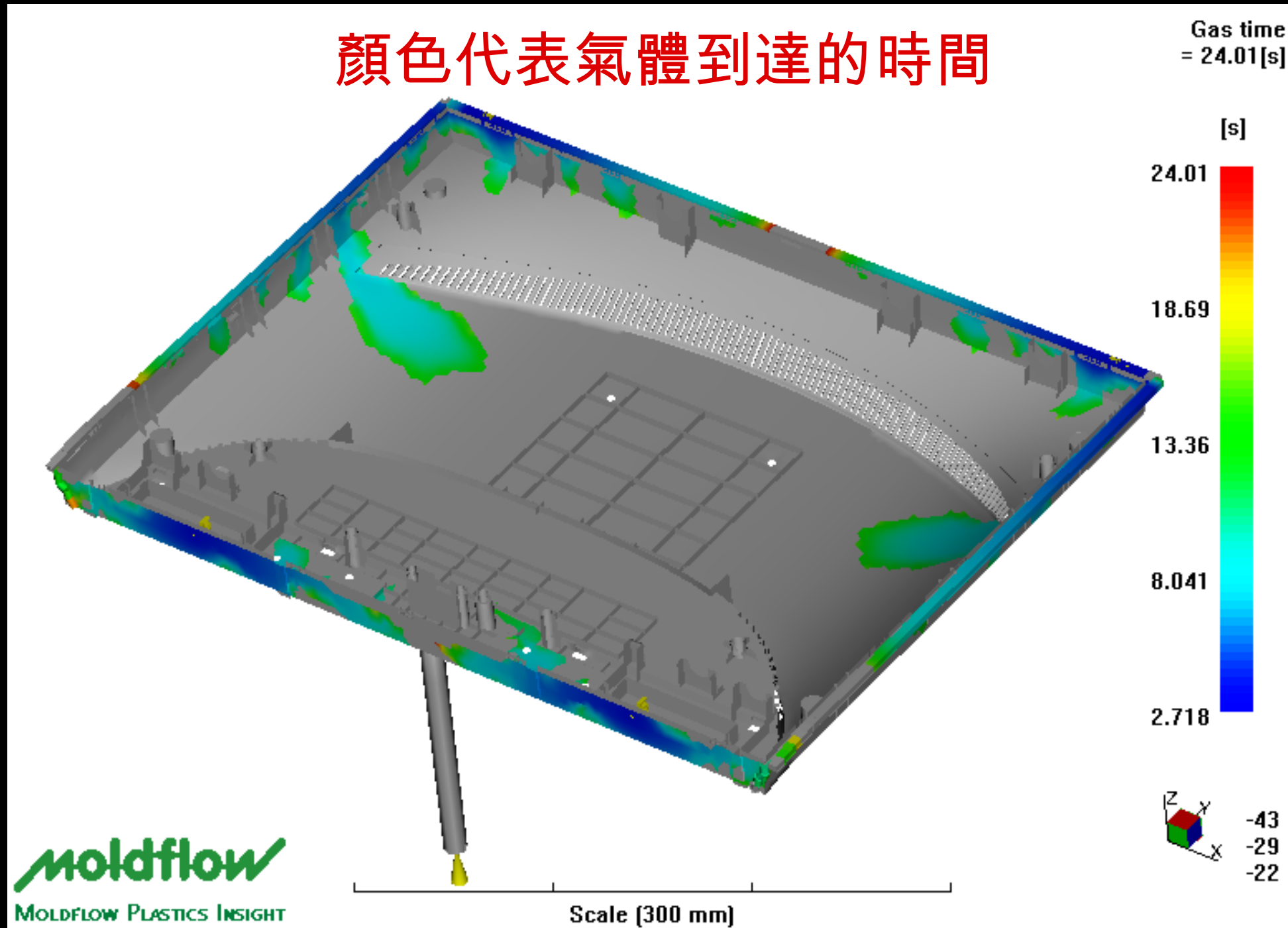
# 塑膠皮層厚度比分佈圖

氣體無滲透到底 (實心)

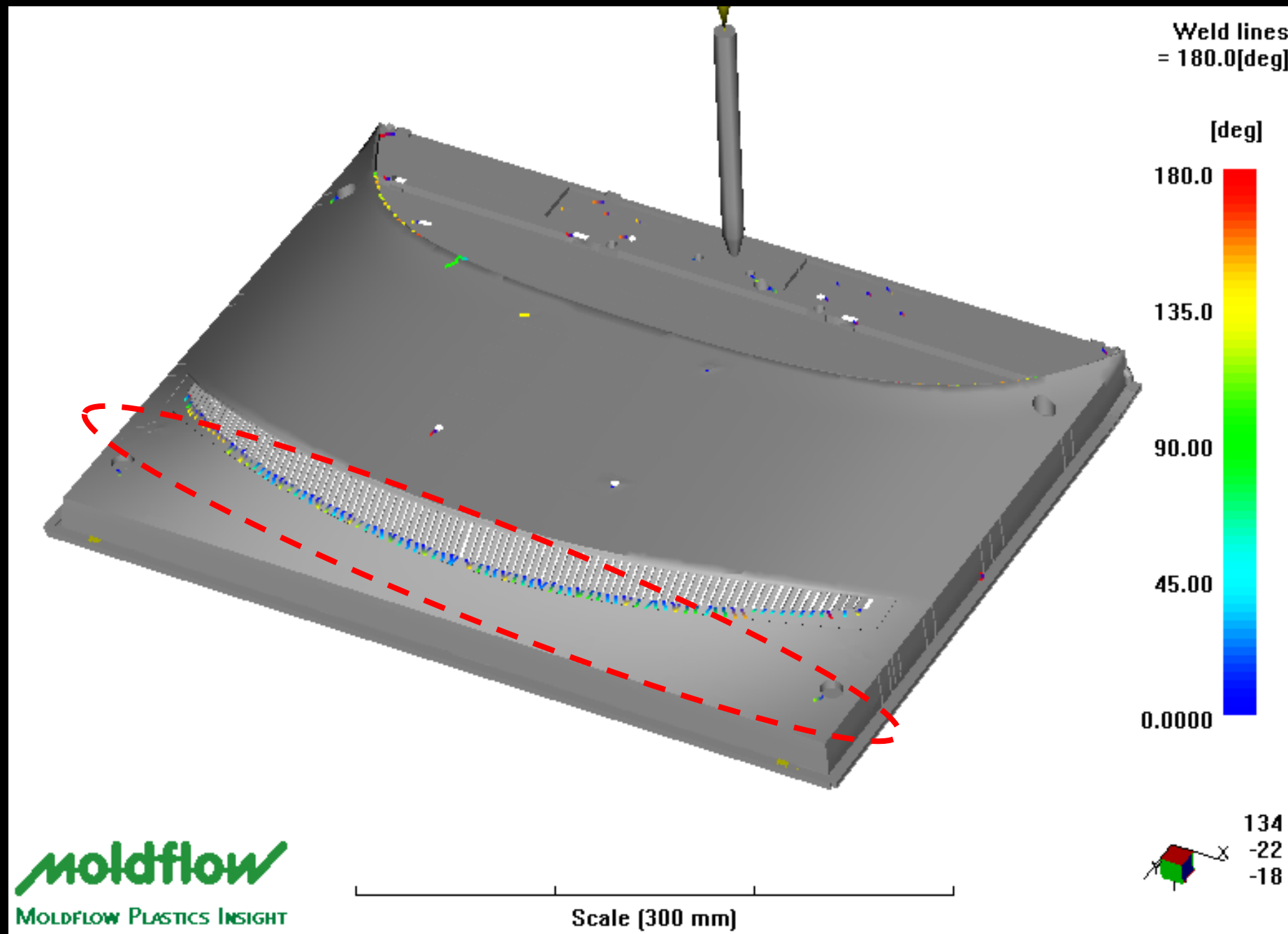




# 氣體滲透時間圖



# 熔合線位置分佈圖

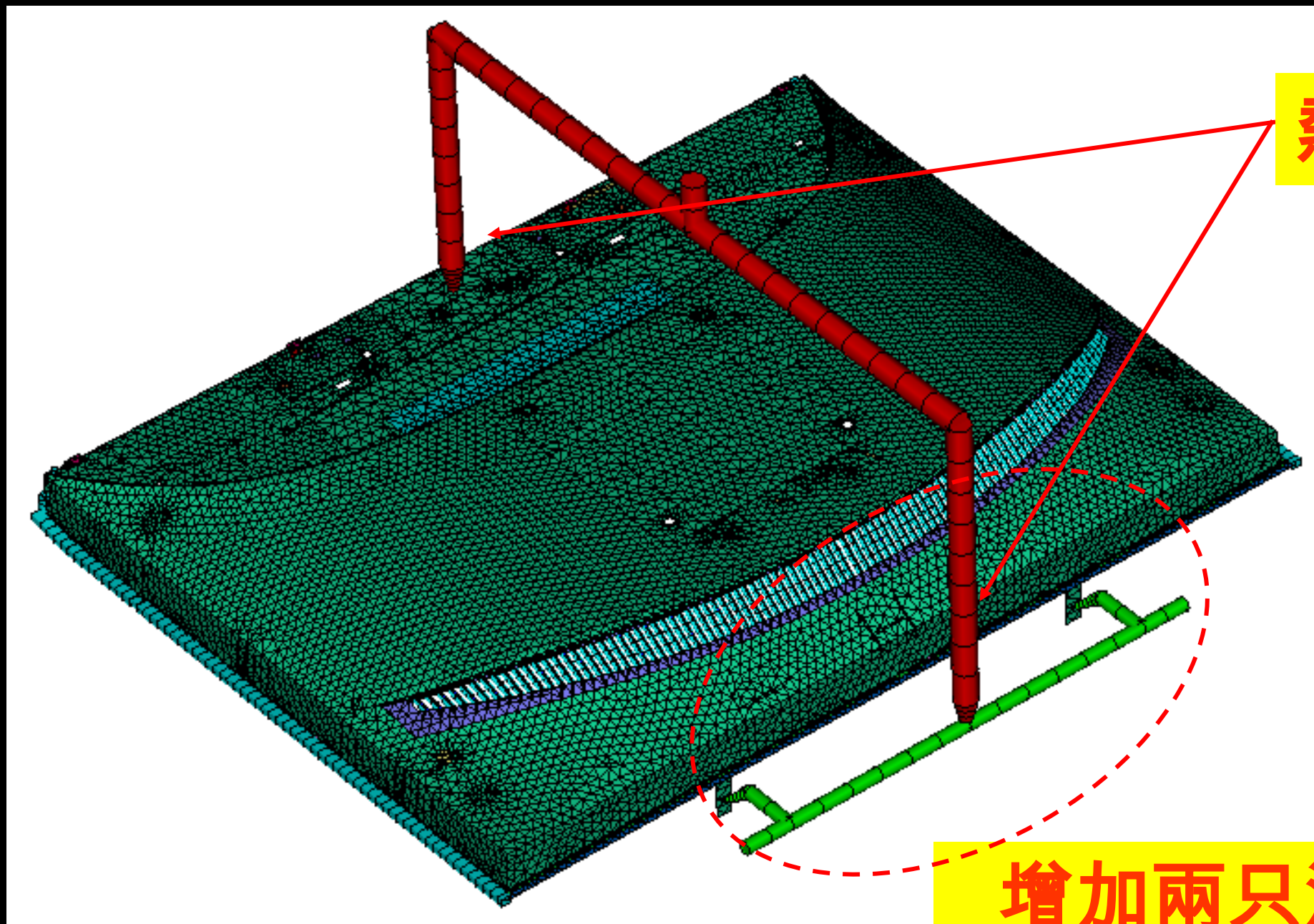


由圖中線條為熔合線位置，並可對照色桿了解其兩側波前匯流之角度...等。

# 建議設計-增加澆口

將熔合線逼近孔洞肋骨區域內,增加產品表面品質

# 模穴內流道配置圖

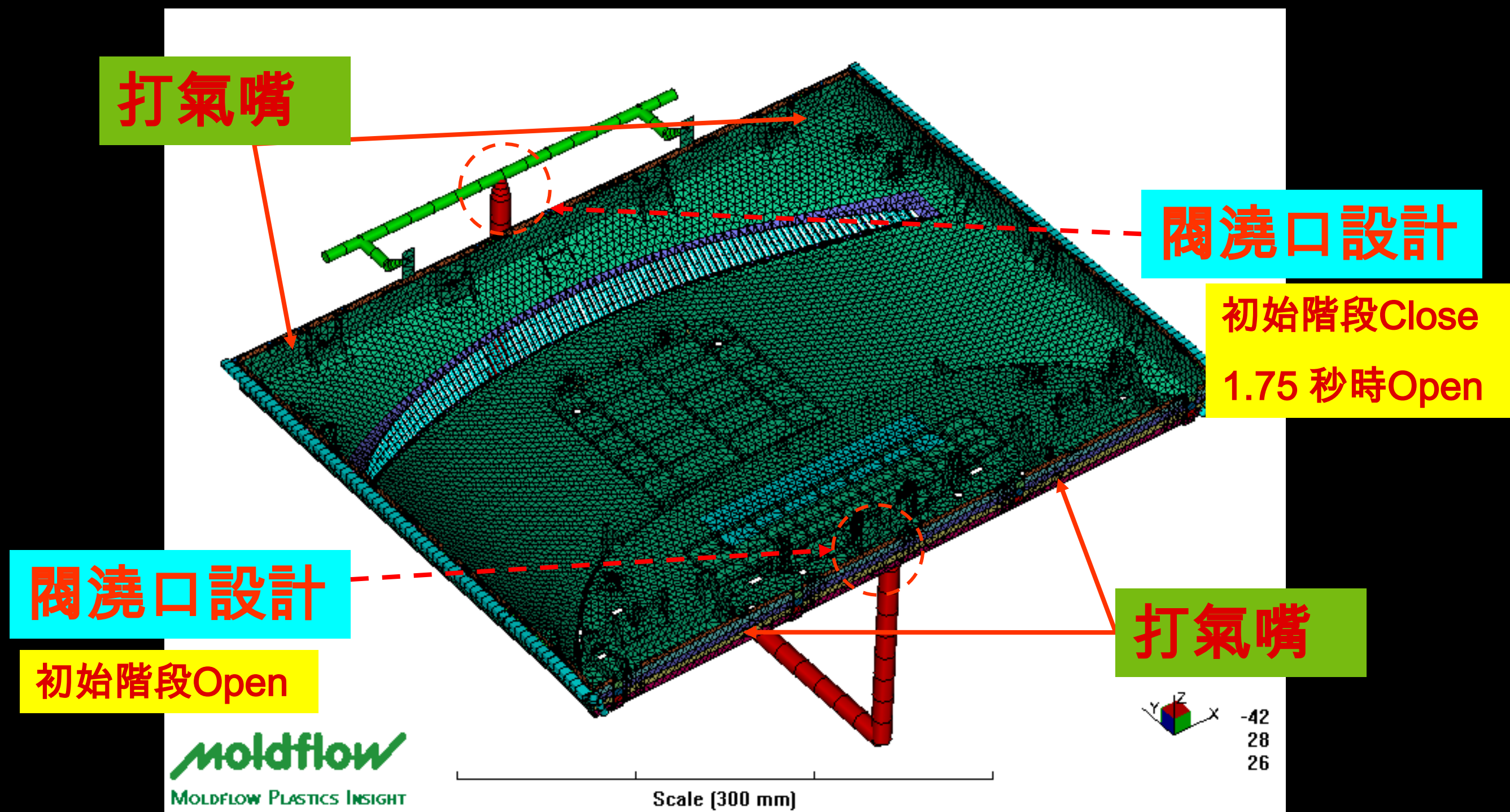


熱流道設計

增加兩只潛伏式澆口



# 氣針位置示意圖



# 成形條件設定

充填時間：2.5 sec

熔膠溫度：270 °C

模具溫度：60 °C

充填/Gas保壓切換點：容積 100 %

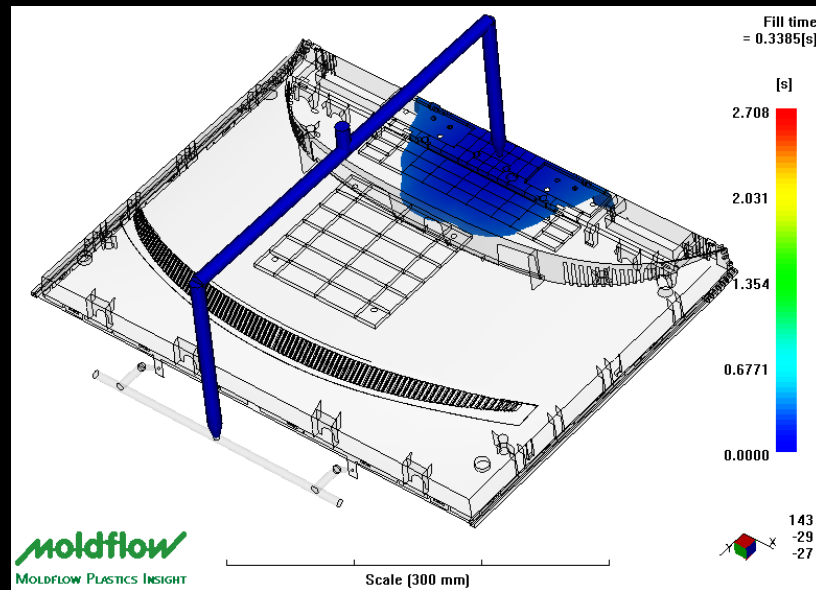
進氣時間：25 sec

開模時間：5 sec

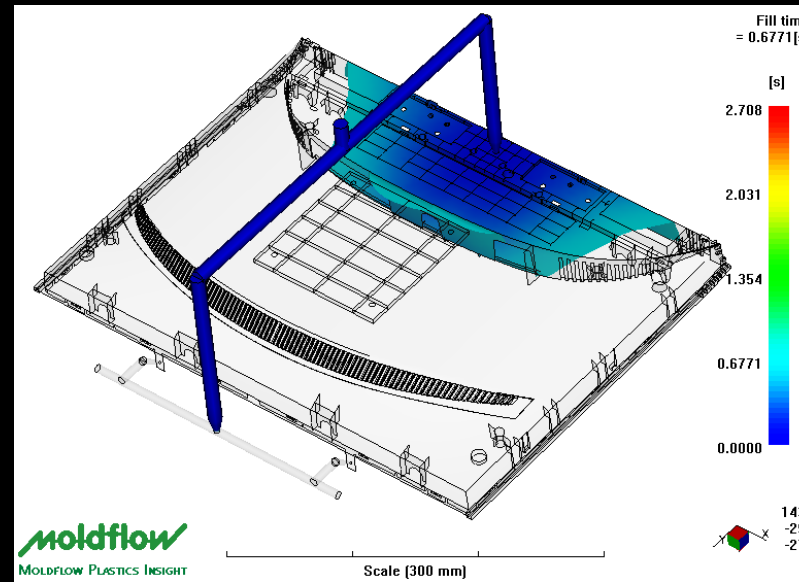
成型週期時間：57 sec

塑料：Terluran GP-22

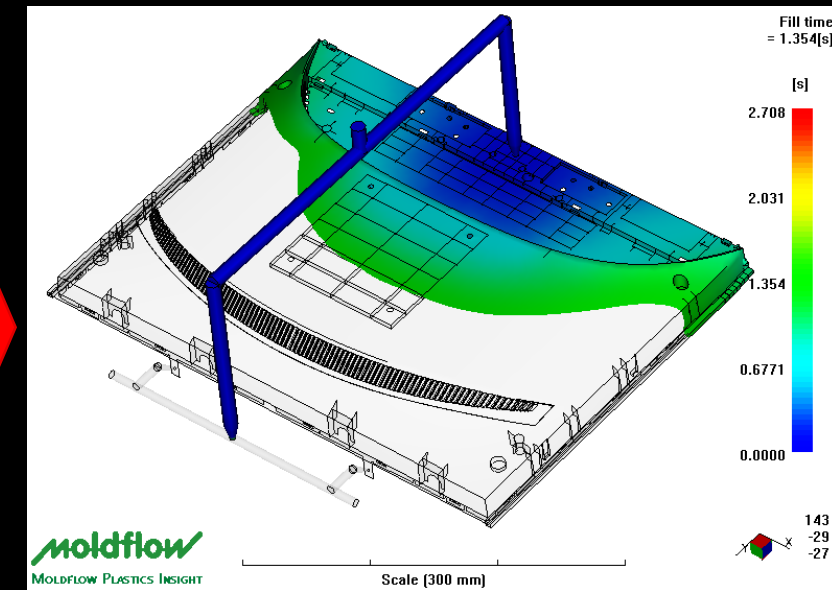
# 流動波前短射圖



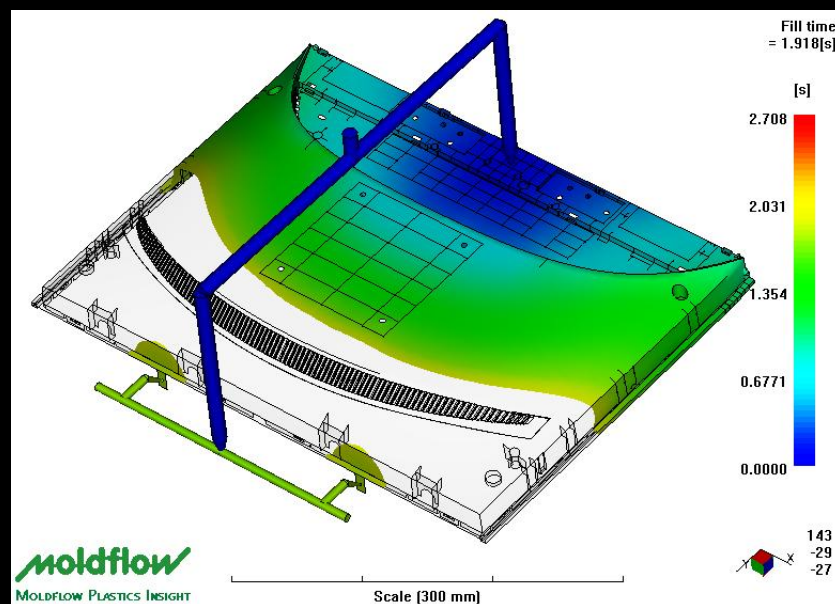
Time:0.33sec



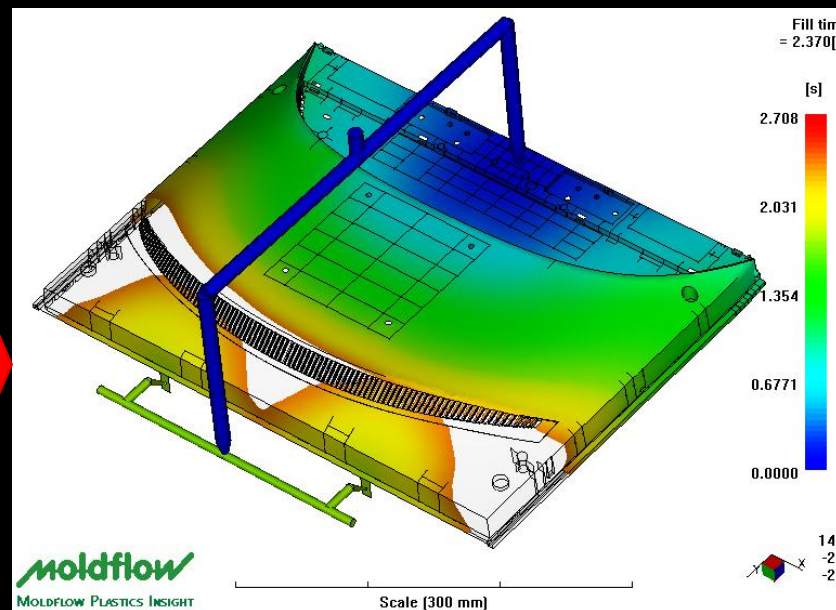
Time:0.67sec



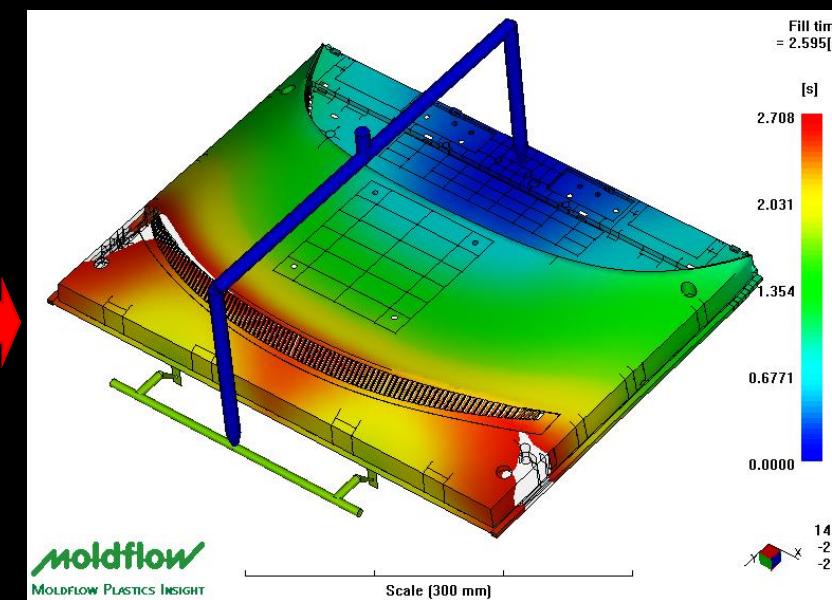
Time:1.35sec



Time:1.91sec



Time:2.37sec



Time:2.59sec

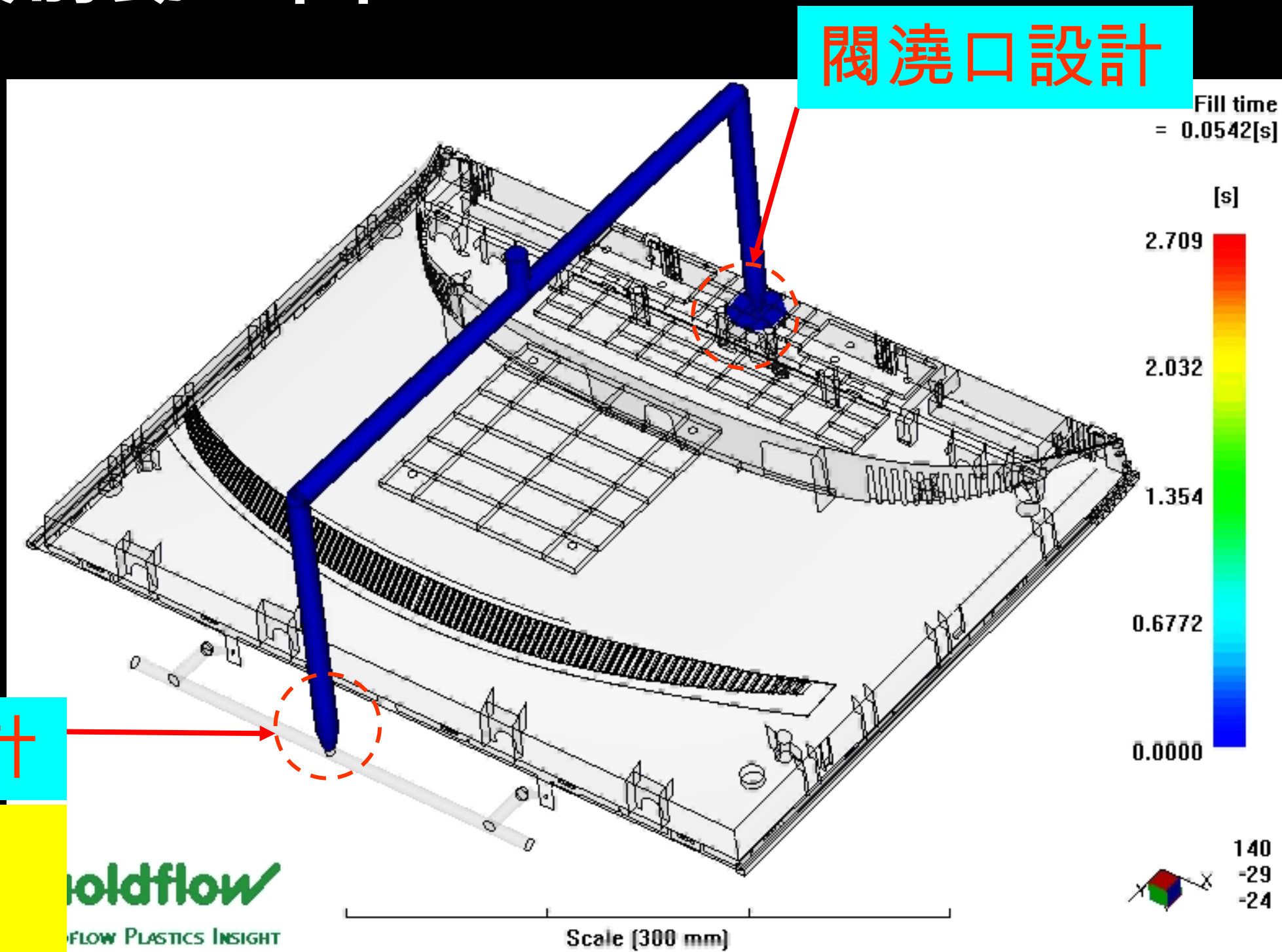


# 動態流動波前動畫圖

波前流動圖一般用來判斷充填是否平衡。紅色代表最後充填的位置，藍色代表最早充填的區域，灰色代表未填滿的區域。

閥澆口設計

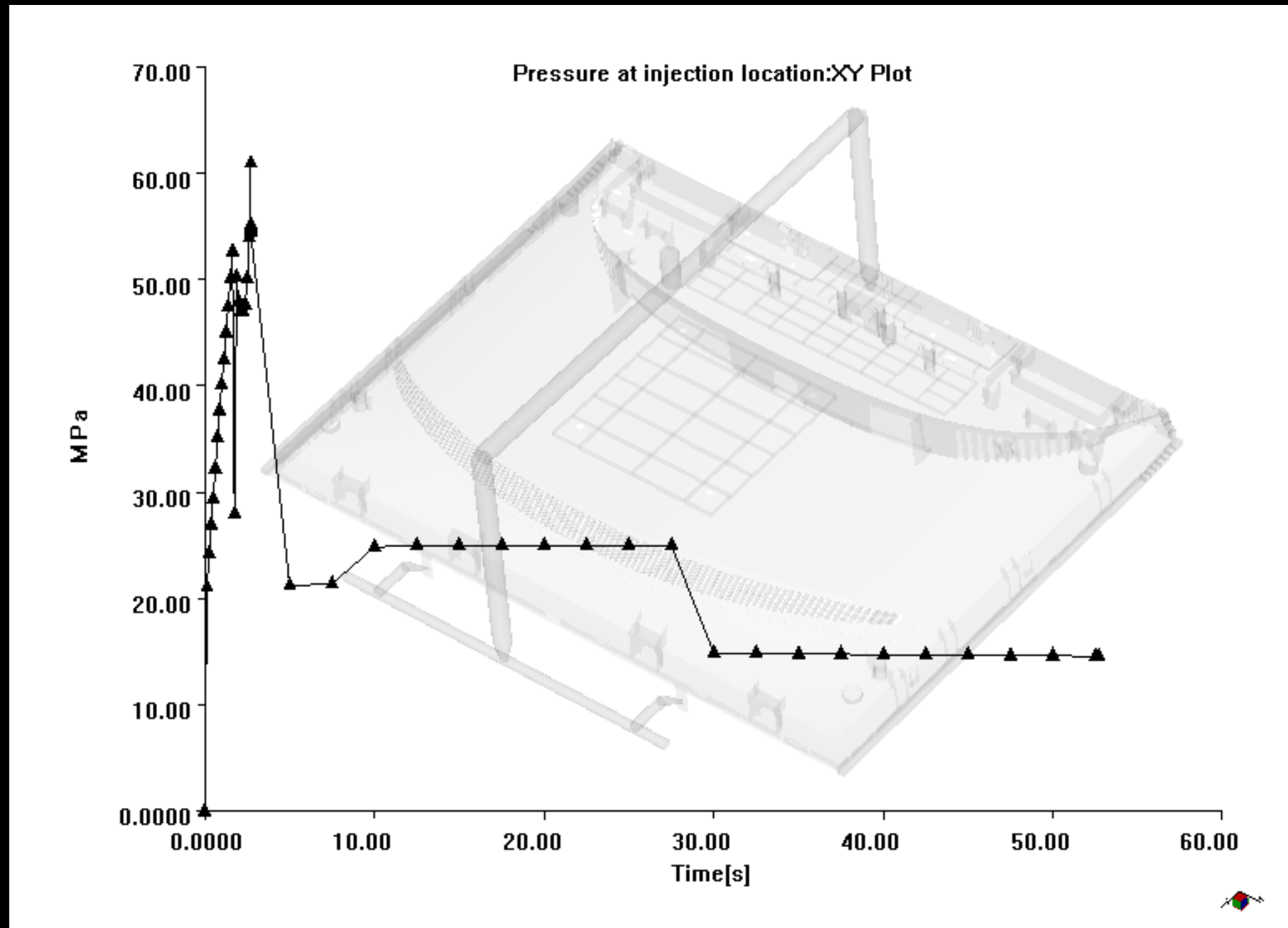
初始階段Close  
1.75 秒時Open



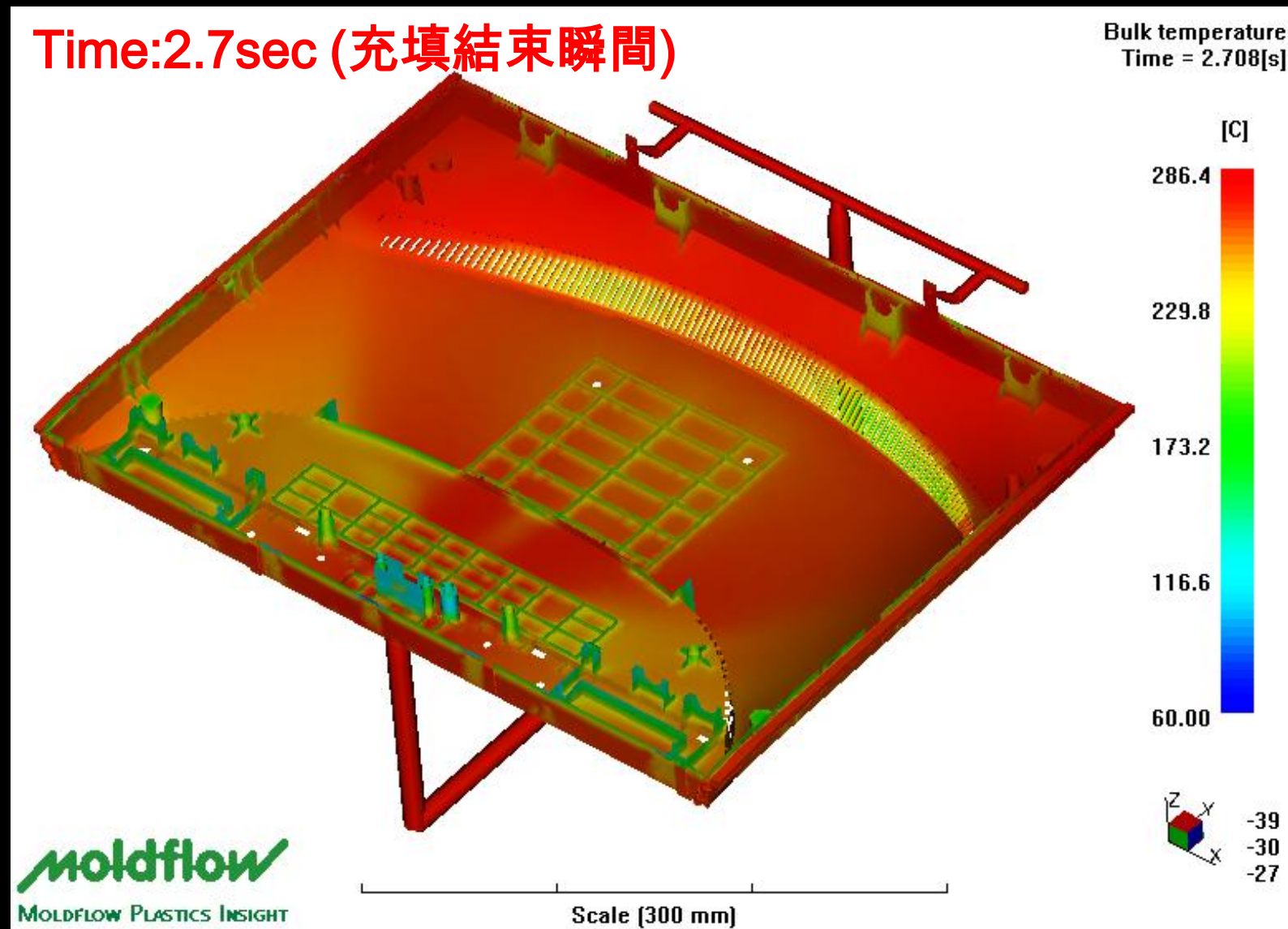


# 壓力曲線分佈圖

由分析結果可看出其最大射壓為61MPa

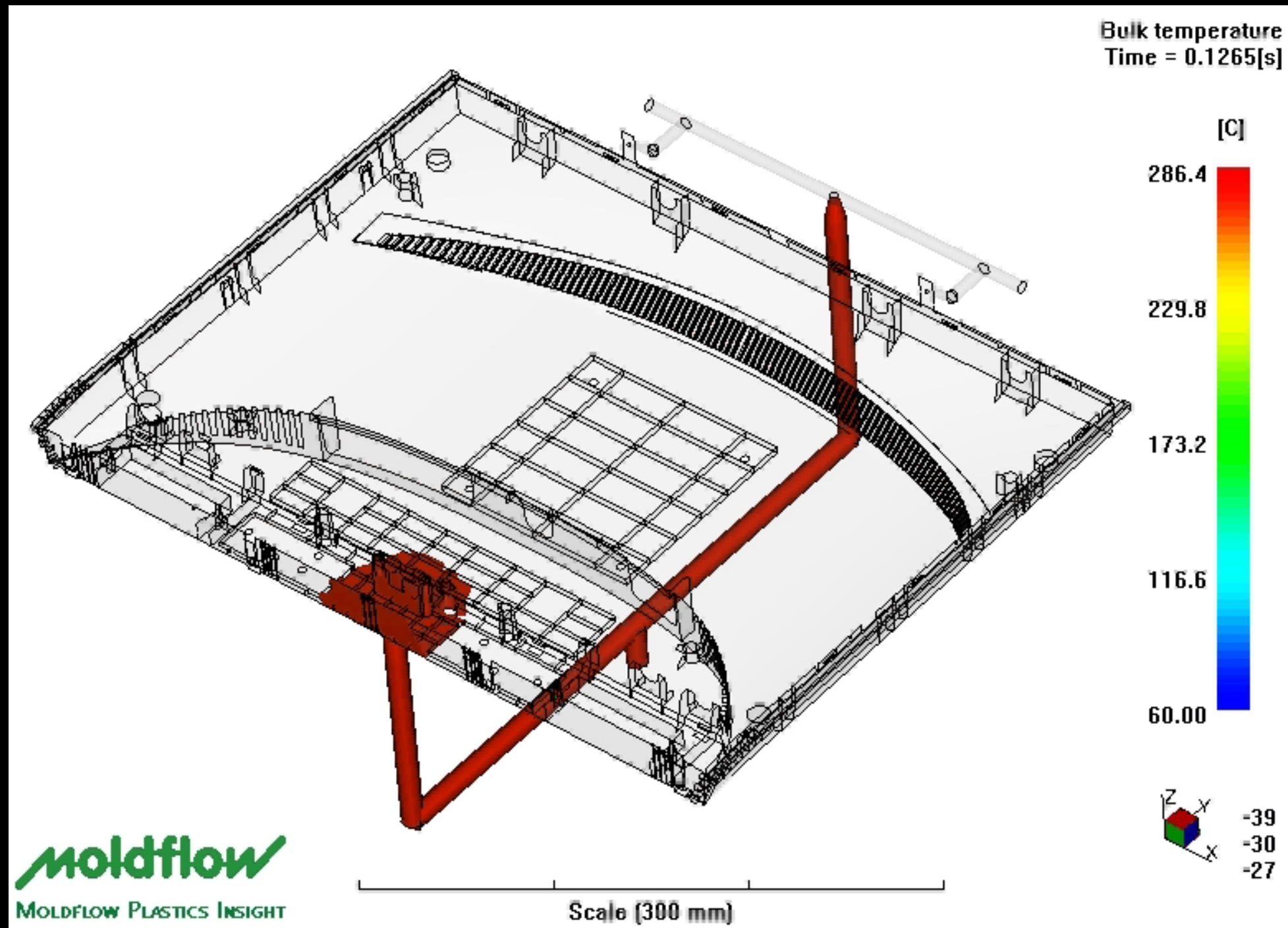


# 溫度分佈圖



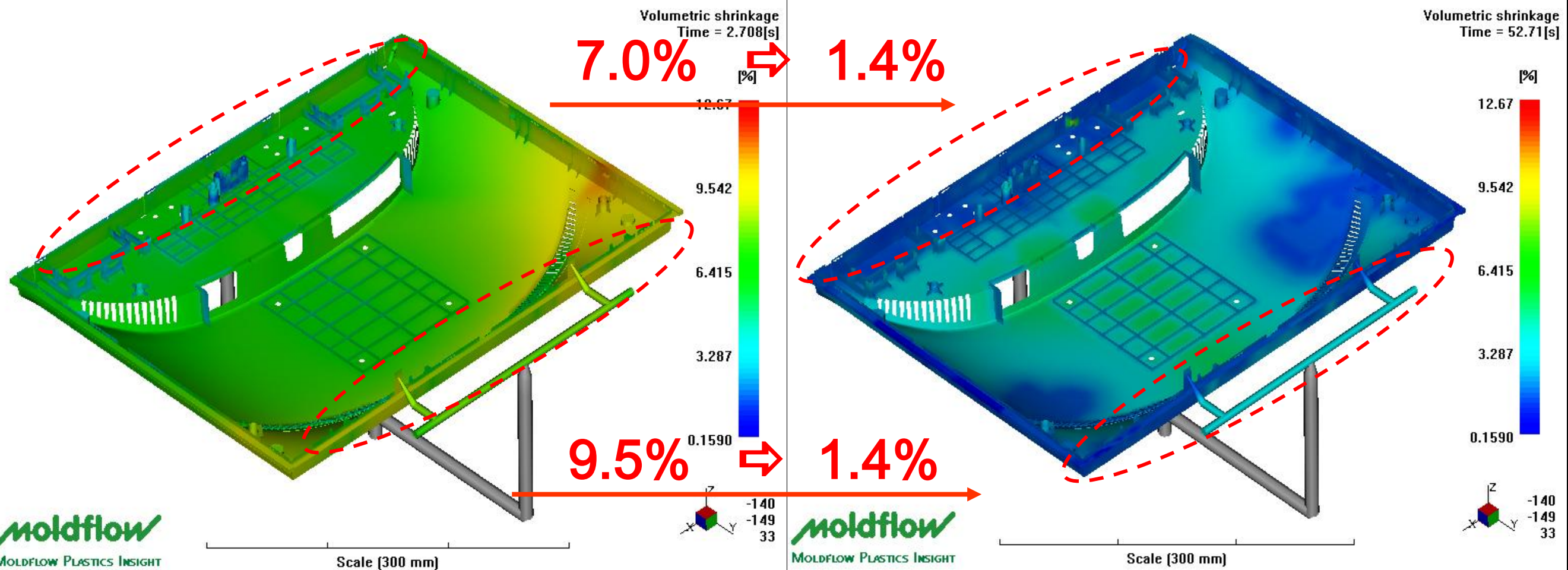
經由分析結果可看出，時間在2.7sec時，其產品中間網孔區及下方區域之肋骨已冷卻到130℃，產品平均厚度溫度約為持在270℃左右。

# 溫度分佈動態圖





# 體積收縮率分佈圖

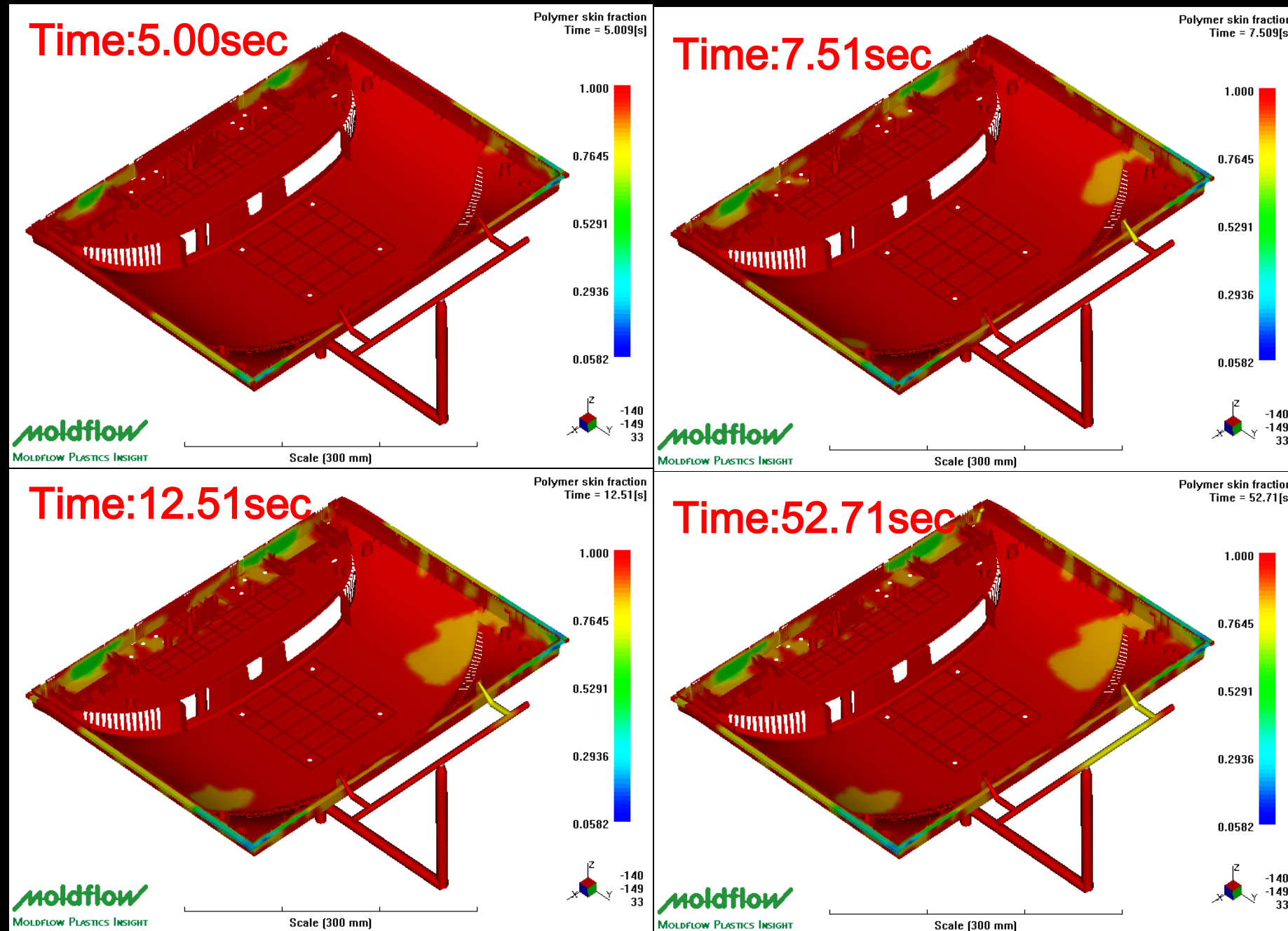


產品充填滿尚未保壓

產品氣體保壓後



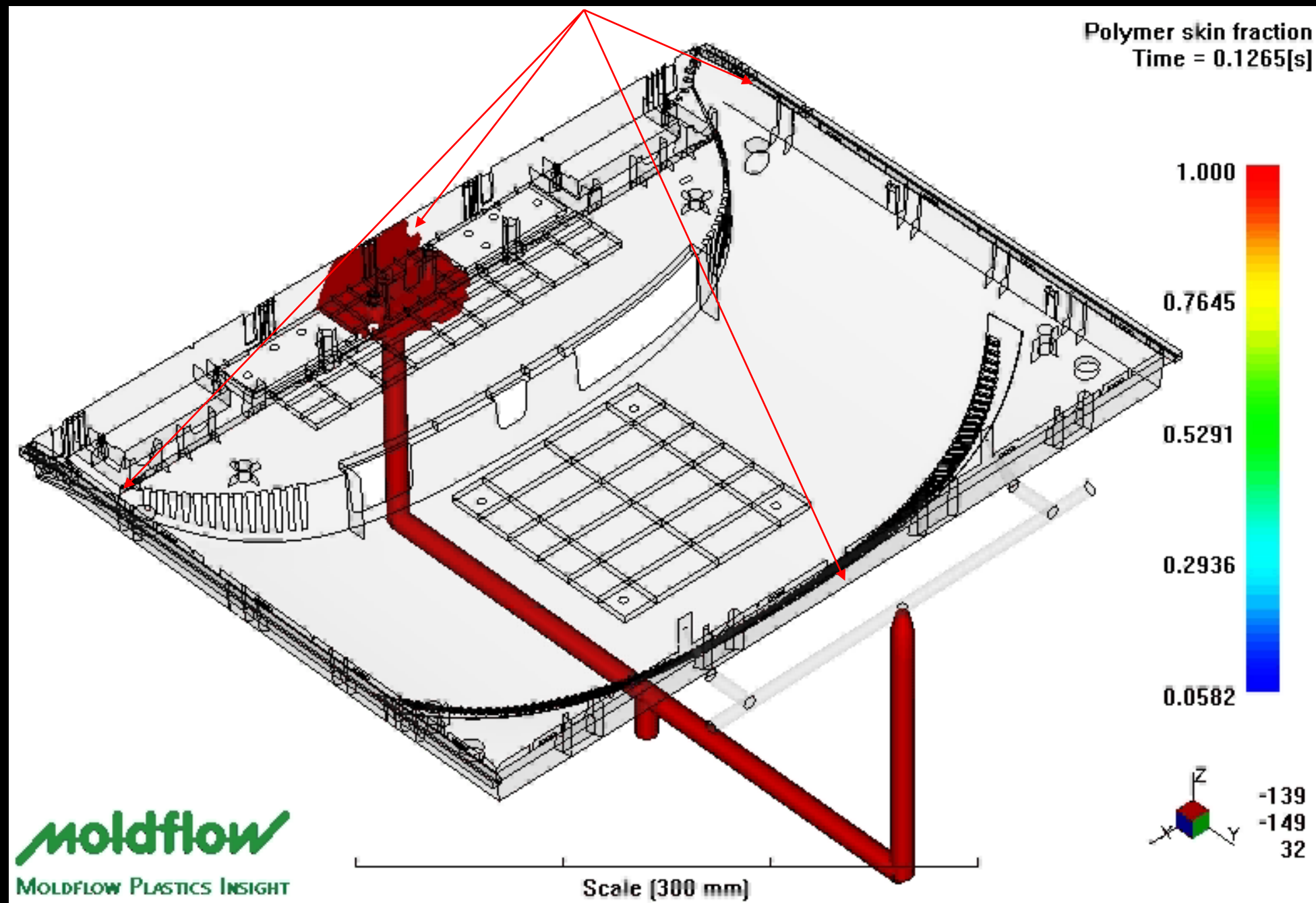
# 塑膠皮層厚度比分佈圖



紅顏色區域代表塑料皮層厚度100%，厚度斷面呈現實心狀態，藍色區域代表塑料掏空率愈高，呈現中空現象。一般用來判斷氣體體積掏空是否合宜。

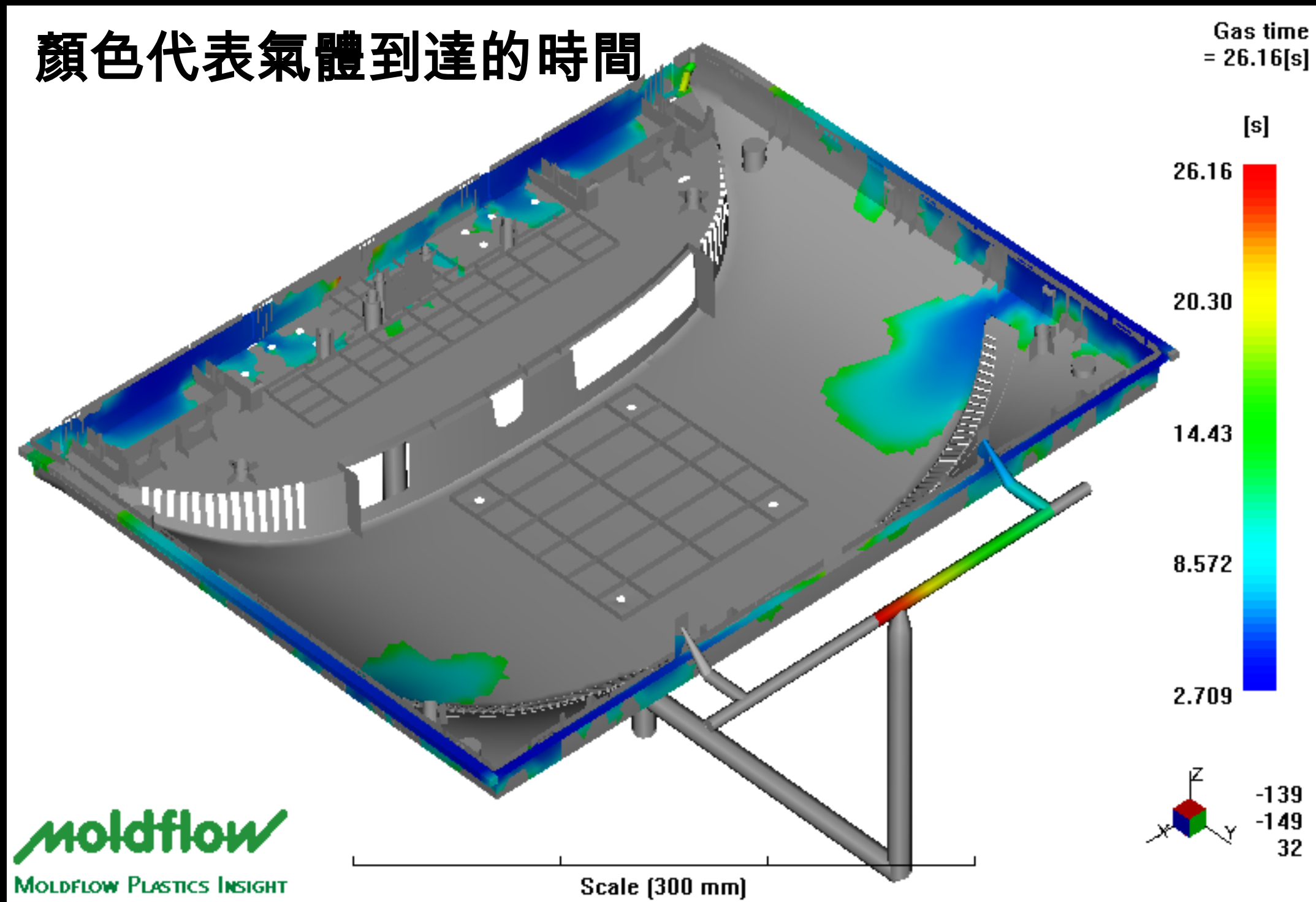
# 塑膠皮層厚度比分佈圖

氣體無滲透到底 (實心)

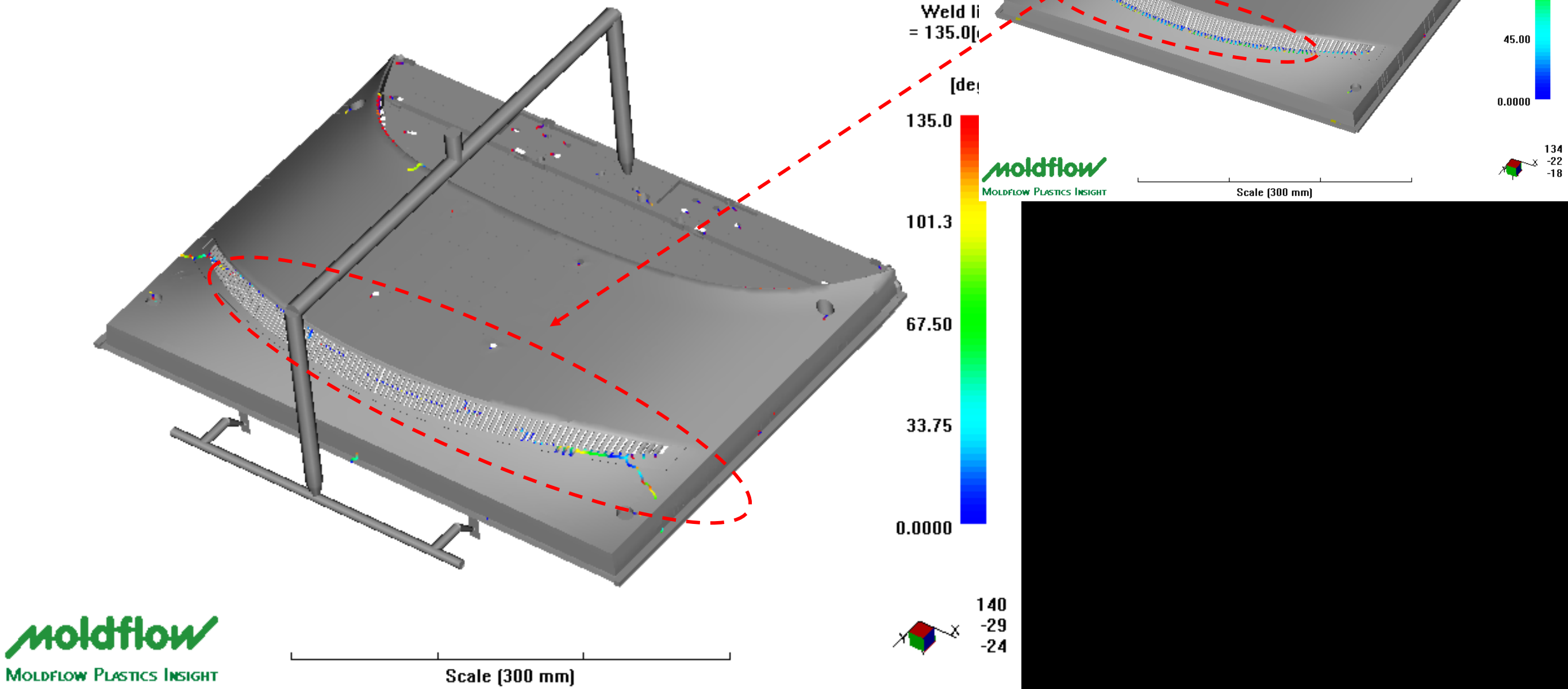


# 氣體滲透時間圖

顏色代表氣體到達的時間



# 熔合線位置分佈圖



由圖中線條為熔合線位置，並可對照色桿了解其兩側波前匯流之角度...等。



# 結論

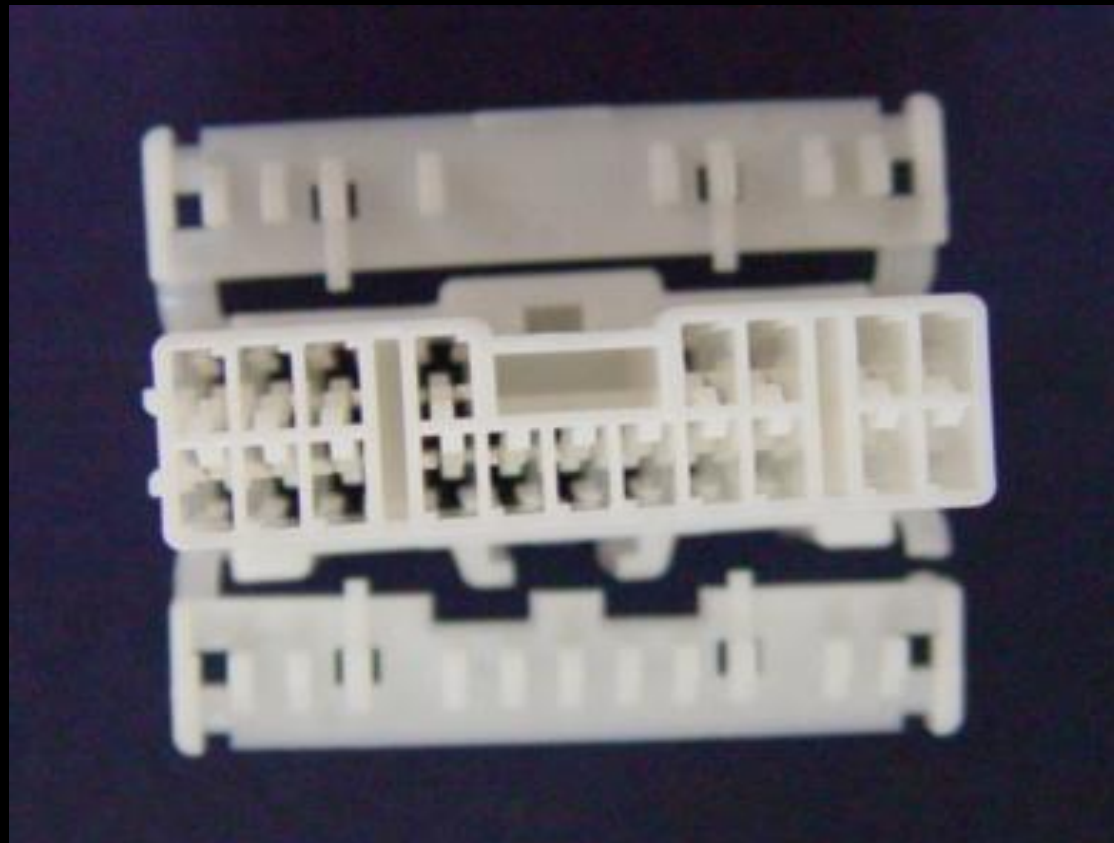
一般氣輔設計應避免封閉氣道迴路，因為封閉迴路難免會氣體滲透不完全形成實心氣道段，不儘浪費塑料、冷卻時間長、容易產生凹陷，而且由於收縮不均，翹曲可能性提高。

建議設計增加兩只潛伏澆口，藉由熱流道閥膠口控制將結合線逼到孔洞區之肋骨中間區域。

藉由Moldflow氣輔分析結果，可先行了解其氣道、氣針與澆口位置的排列是否仍具優化空間，若可於產品開模前，能先行使用模流分析軟體進行線上試模，了解其產品可能發生之問題點，並搭配經驗值先行解決，必能有效縮短其開發週期及成本，擁有較寬廣的成形視窗。

- 多模穴產品模擬應用 – LED產品
- 熱流道動態設定 – 後保險桿
- 大型模具氣輔應用案例 – LCD後殼
- 3C模具應用案例 – 連結器

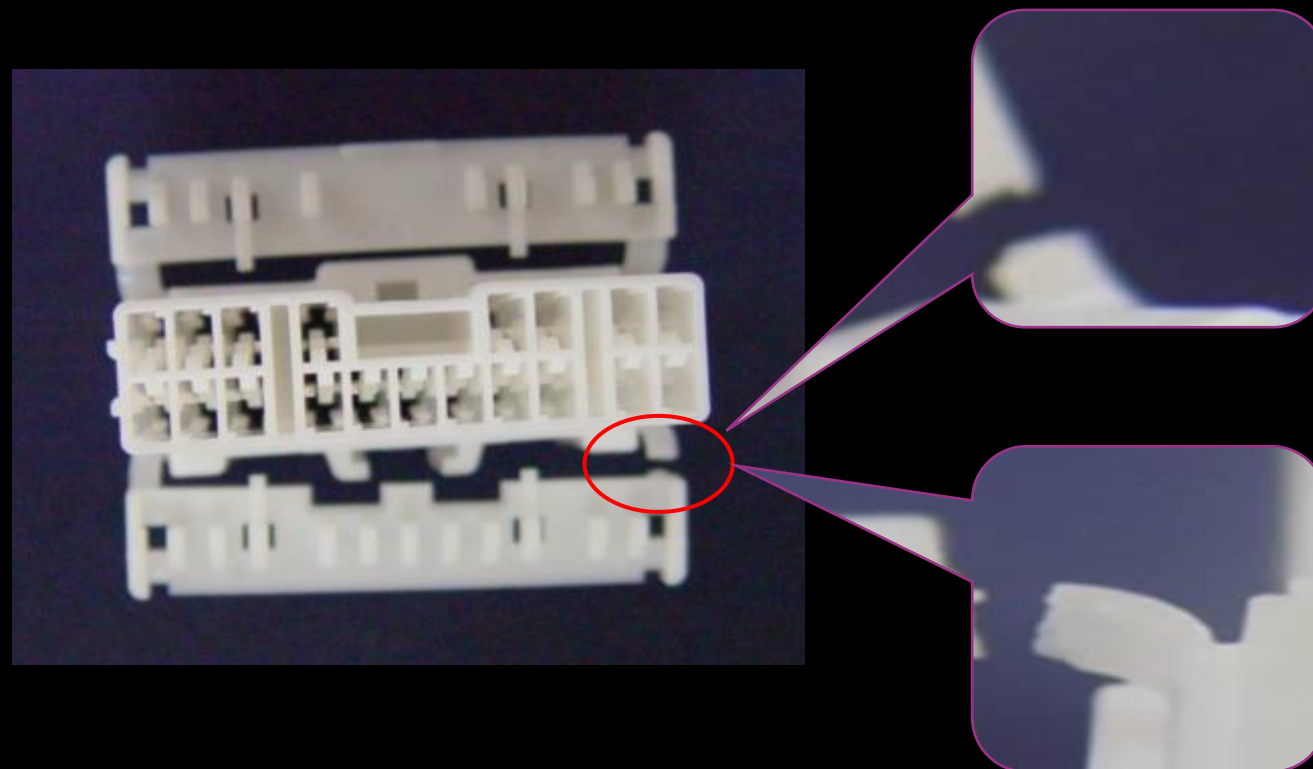
# 以Moldflow改進連接器的品質



# 產品問題

- 問題點：Hinge 斷裂
- 在採購後運輸期間Hinge會有斷裂現象發生
- 發生頻率：6,409/43,900EA/1month

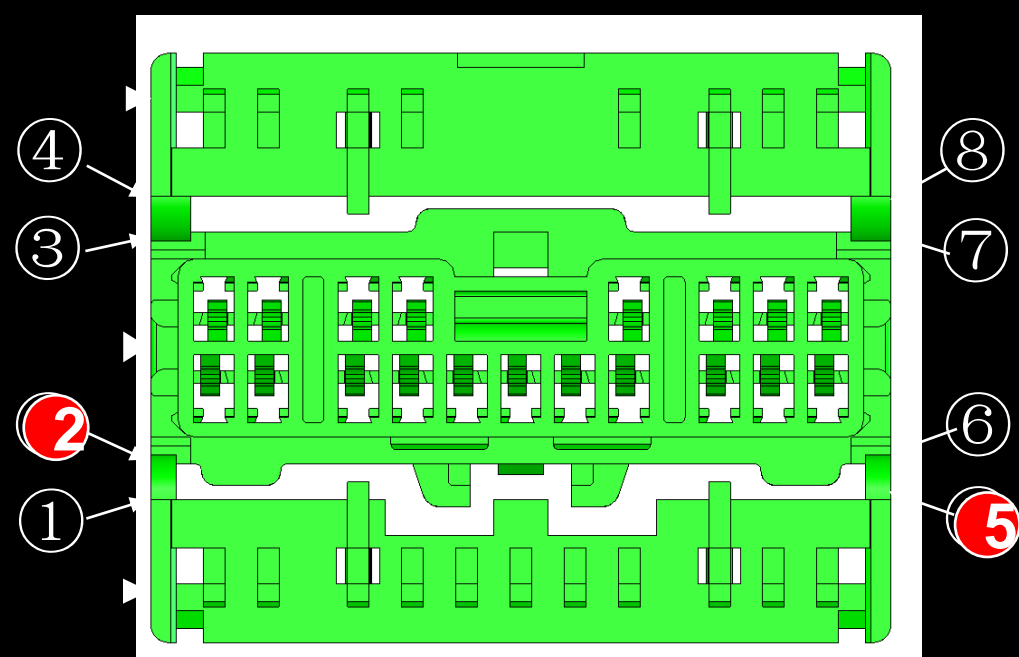
(不良率14.6%)





# 產品問題

- 典型的Hinge斷裂
  - 產品② 與 ⑤ 處易斷裂.  
(∴此處寬度是狹窄的.)
  - 不良率高達: 73/500EA  
(14.6%)



CAV. POS.	1	2	3	4	SUM	Occupancy (%)
1	7	5	6	2	20	27.4
2	-	1	2	22	25	34.2
3	-	-	1	1	2	2.7
4	3	4	4	1	12	16.4
5	-	1	8	18	27	37.0
6	3	5	2	1	11	15.1
7	-	2	-	-	2	2.7
8	-	-	7	2	9	12.3
Concurrent damage	3	6	12	14	35	-
SUM	10	12	18	33	73	100
occupancy (%)	13.7	16.4	24.7	45.2	100	-

# 預測Hinge斷裂的原因

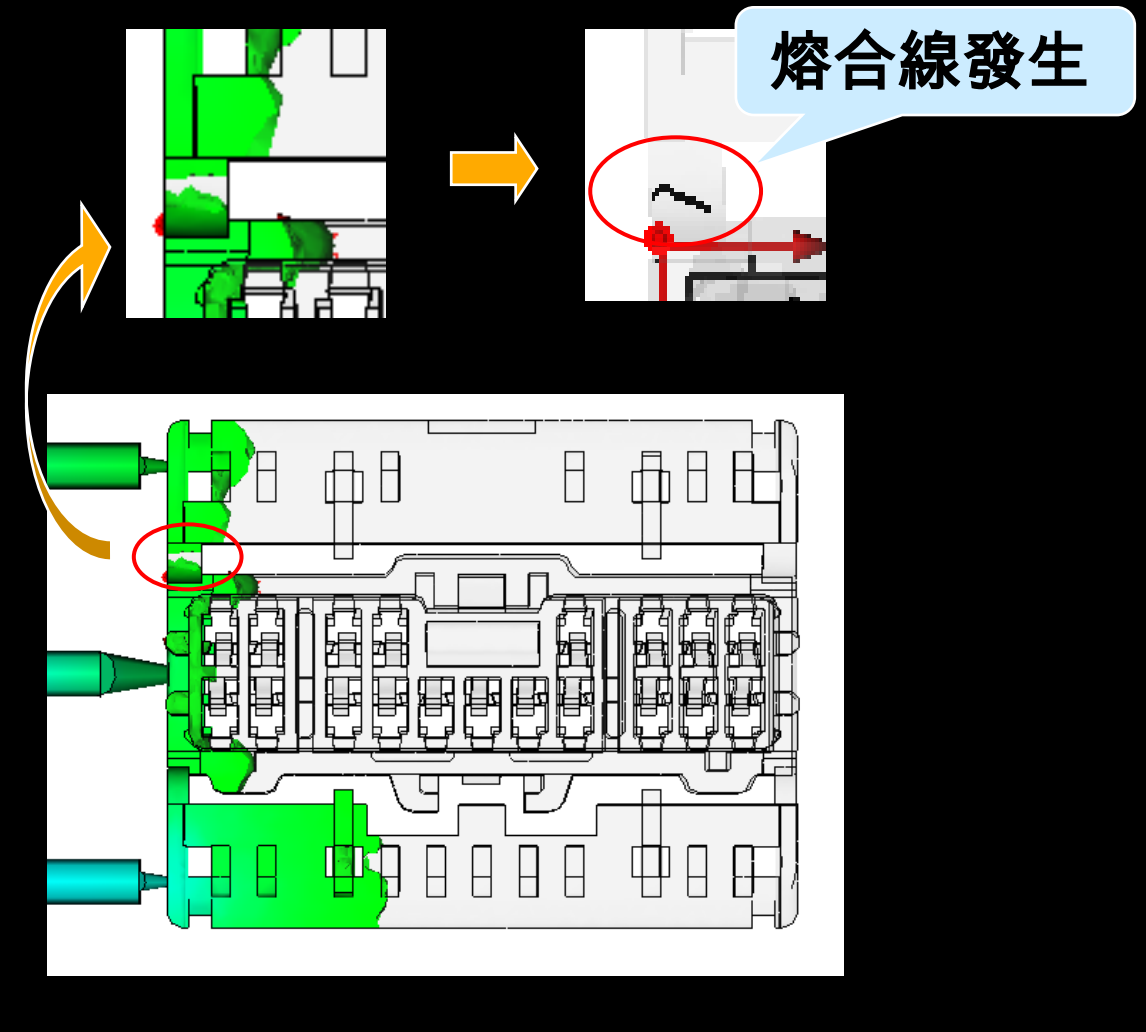
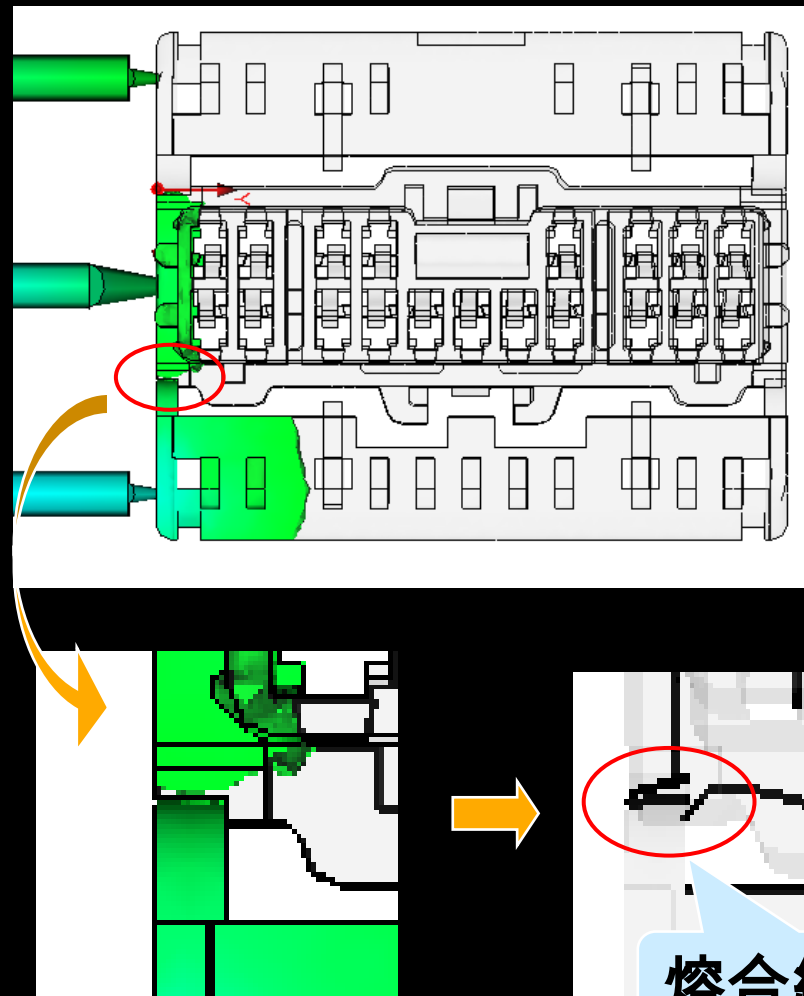
- 在Hinges區域有熔合線發生
- Hinges 區域較薄
- 在Hinges區域有流動遲滯現象

# 分析成型條件

- 材料：PBT B4520 ( BASF )
- 充填時間：1.2s
- 模溫：55°C
- 料溫：260°C
- 射出機台：LG 100 ton

# 產品分析

- 在Hinges區域有熔合線發生

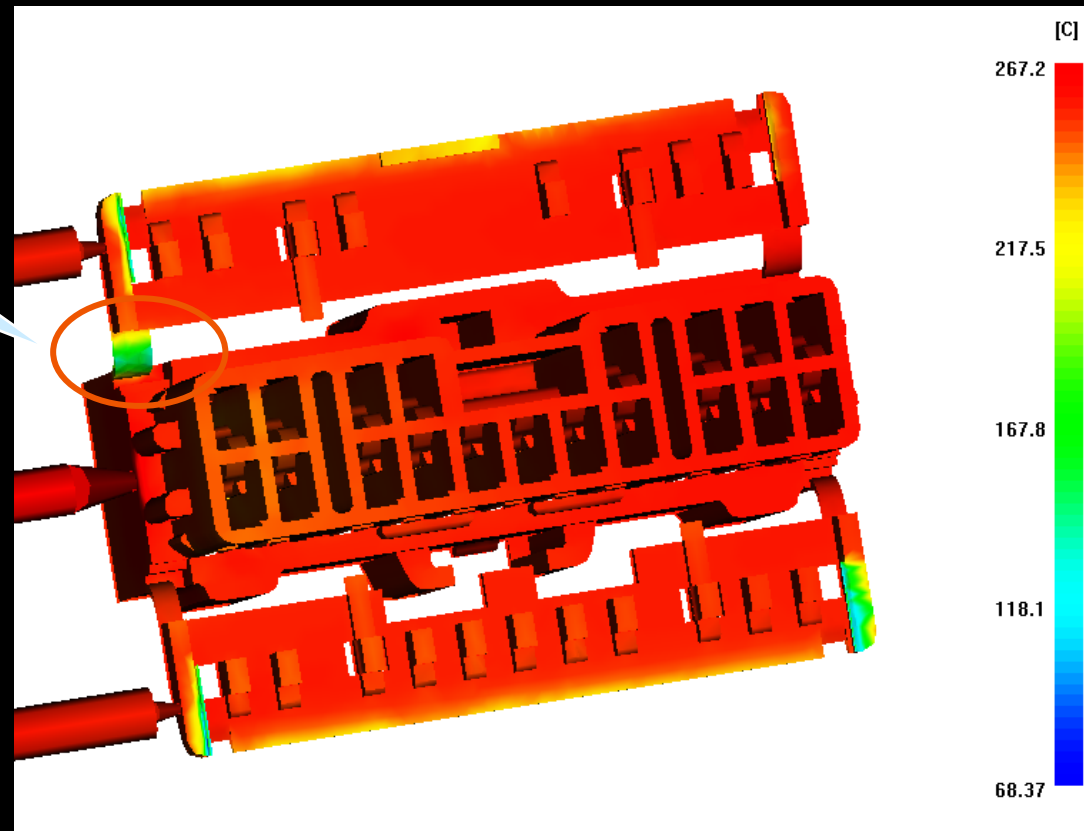




# 產品分析

- 有流動遲滯現象
  - 在Hinges區域有較大的厚度變化
  - 在Hinges區域有較大的溫度變化

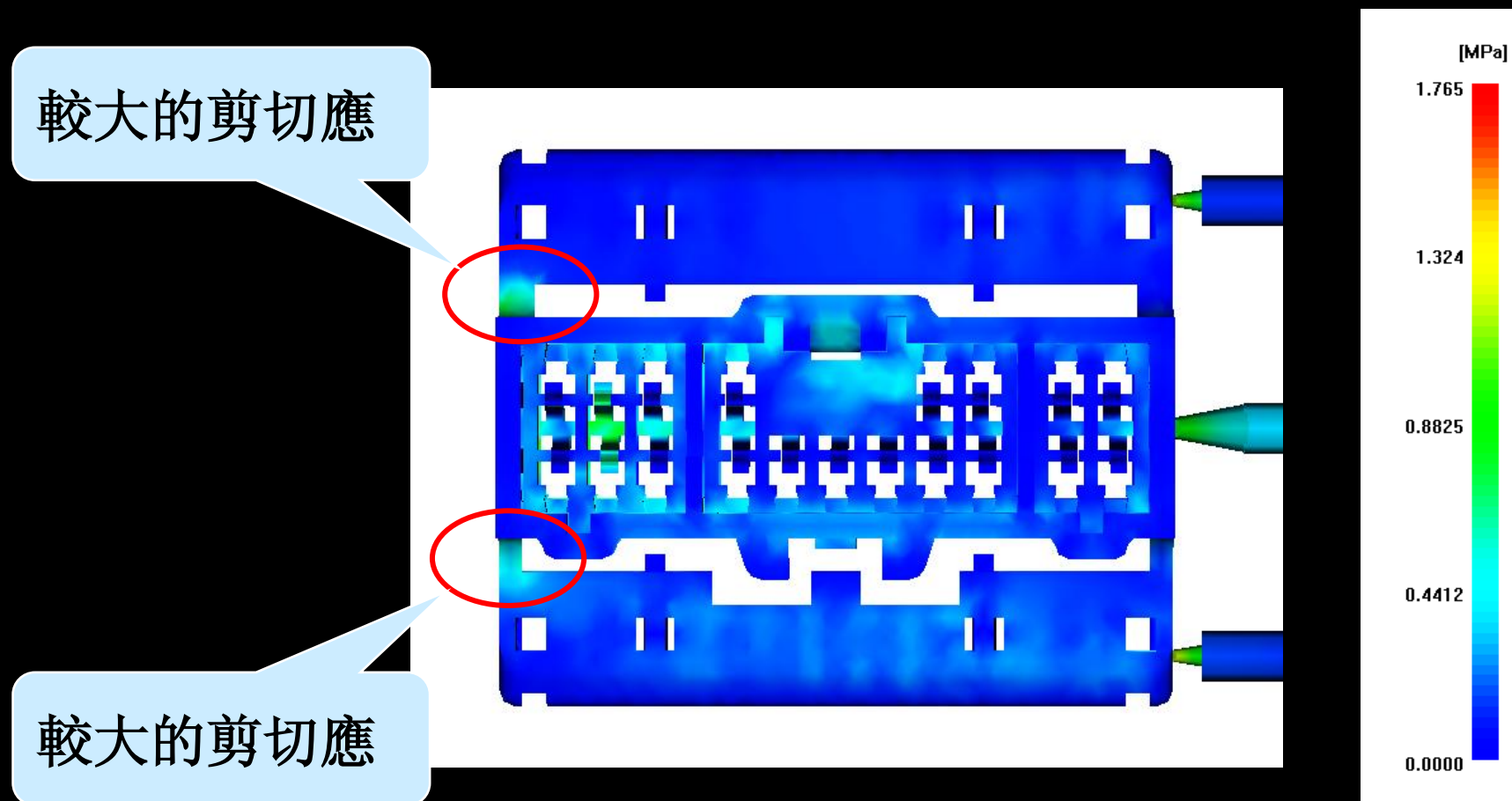
溫度變化較大



[ 溫度分佈圖 ]

# 產品分析

- 剪切應力(Shear stress)
  - 在澆口對面Hinges區域有較大的剪切應例發生

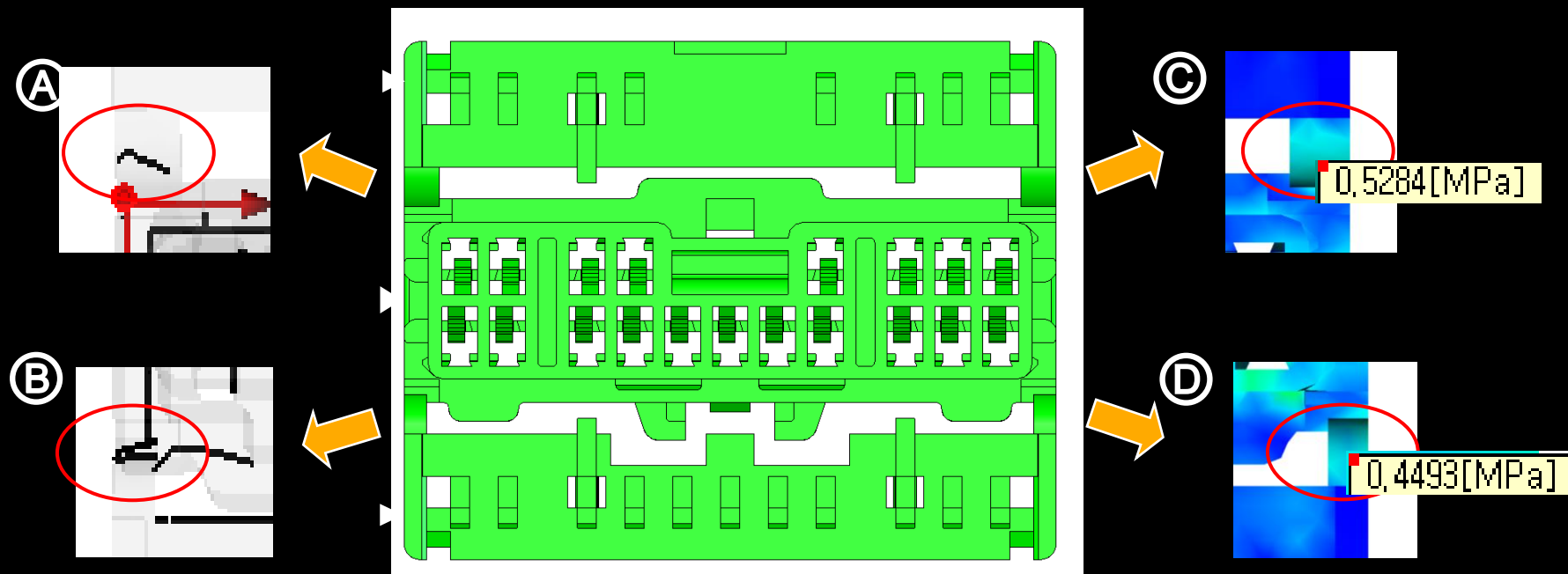


# 產品分析的結果

## ■ 產品分析的結果

### ■ Hinge 斷裂的原因

- 在hinges區域中有明顯的熔合線(Ⓐ, Ⓑ)
- 相對而言此區有較大的剪切應力發生(Ⓒ, Ⓓ)



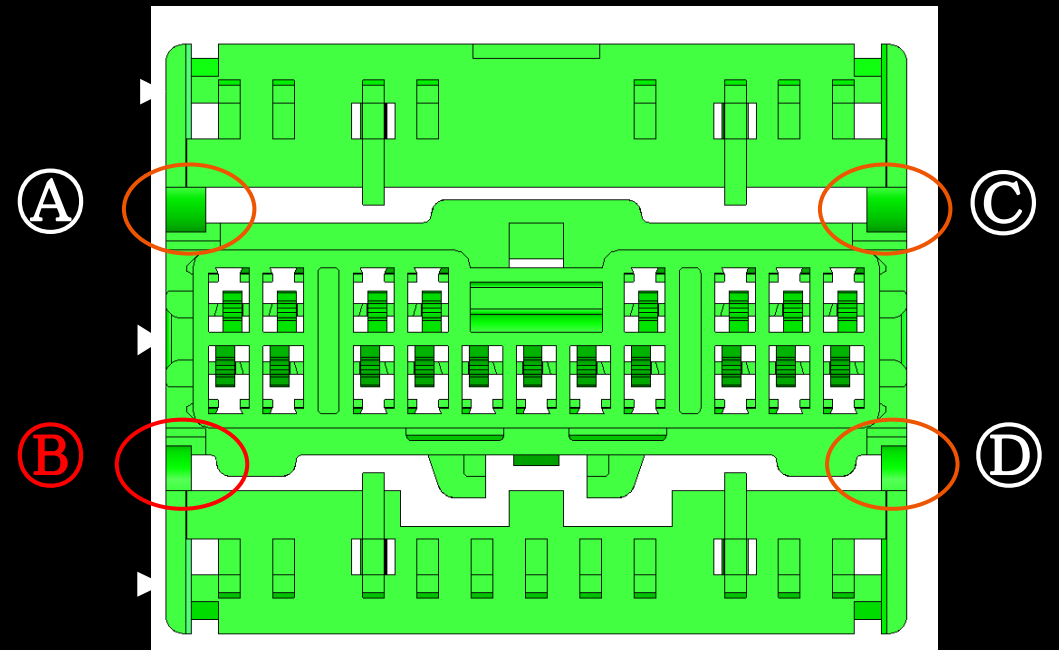
✎ 剪切應力中Ⓒ 比Ⓓ要高, 但是不良率中 Ⓓ 有比Ⓒ 高; 整個是件與hinge 的寬度相關連

✎ Ⓐ, Ⓑ, Ⓒ, Ⓓ在不良率中Ⓑ 是最高的; 所以由此可以得知hinge 的主要斷裂主因是由熔合線造成的

# 改進對策

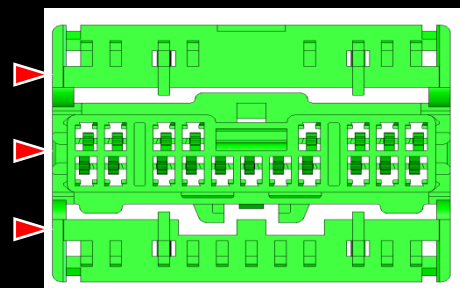
## 改進對策

- 移除熔合線②  
(∵在不良率中② 比④要來的高)
- ☞ 改變澆口位置與澆口數目

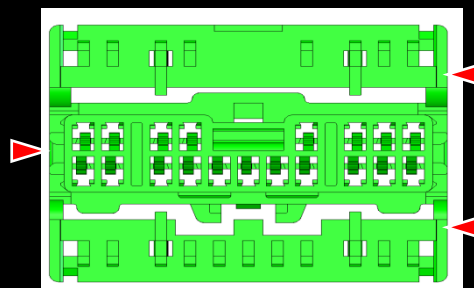


## 對策步驟

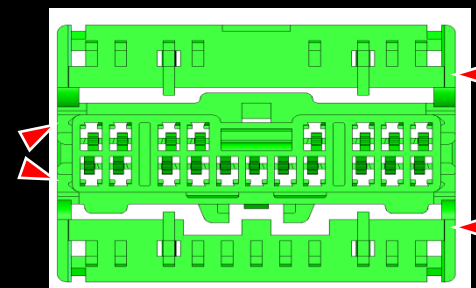
- 步驟 1：3 個澆口 I
- 步驟 2：3 個澆口 II
- 步驟 3：4 個澆口



[ 3 個澆口 I ]



[ 3 個澆口 II ]

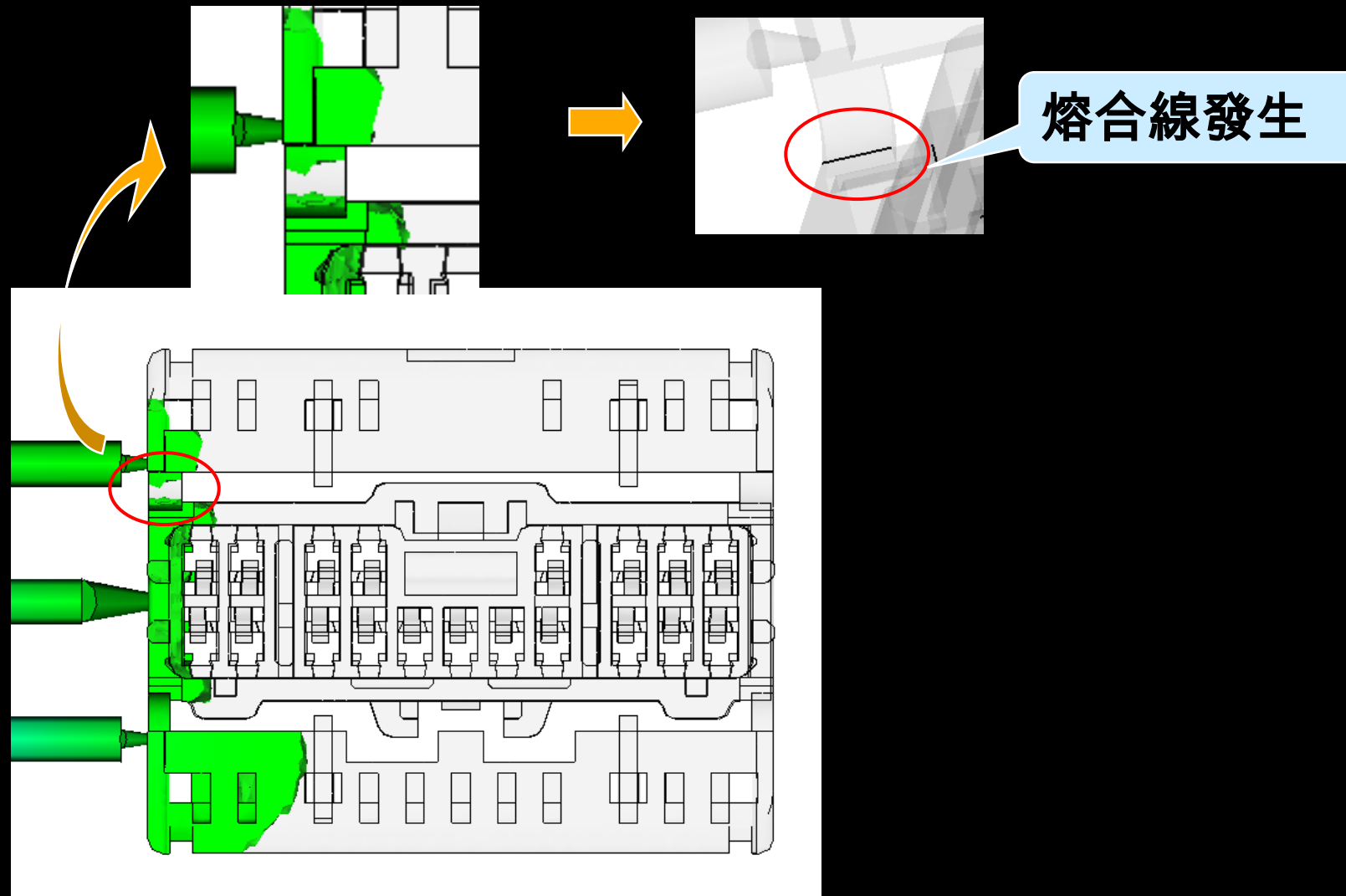


[ 4 個澆口 ]



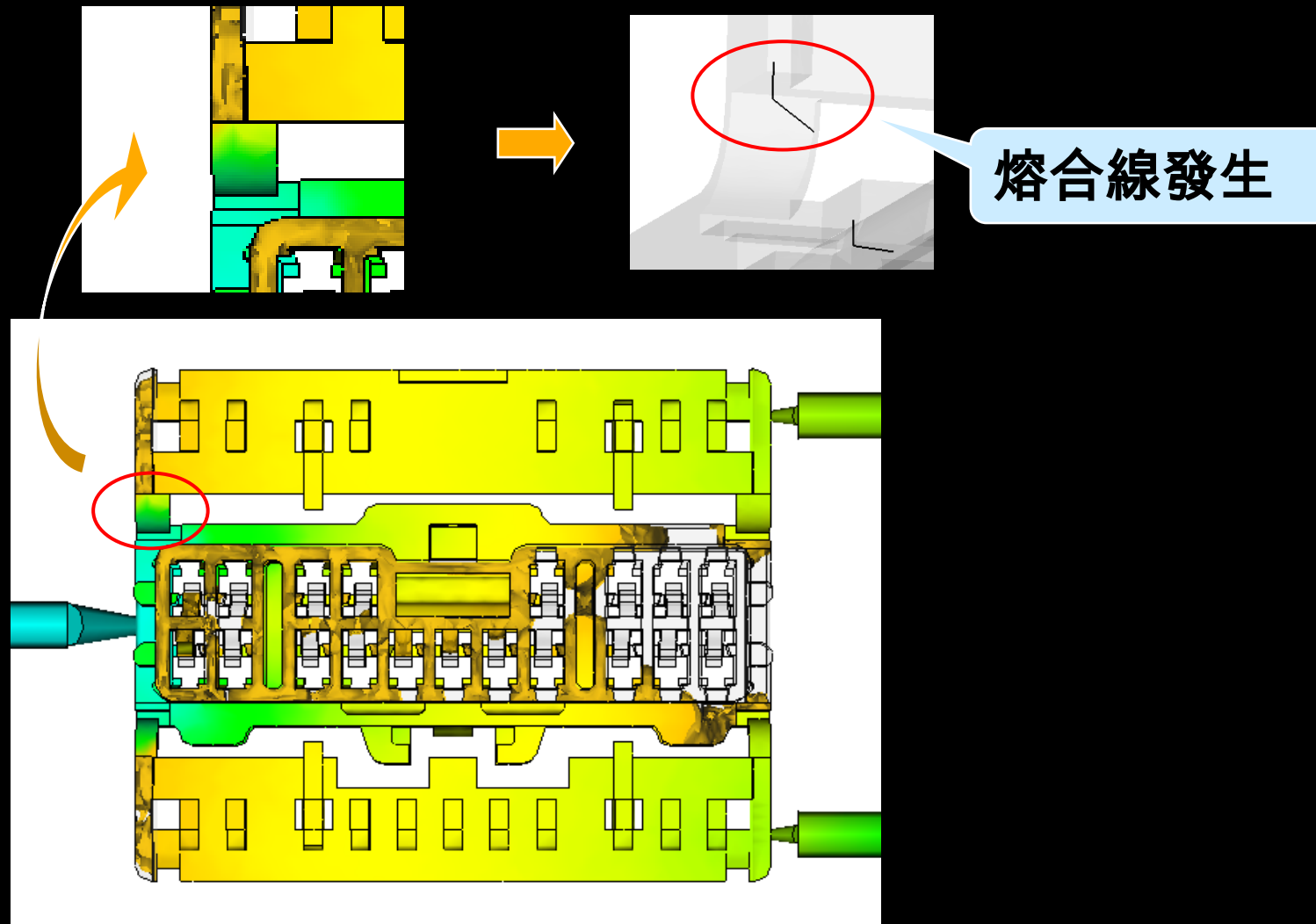
# 步驟 1

- 3 個澆口！
  - 移動澆口位置,還是無法移除Hinges區的熔合線



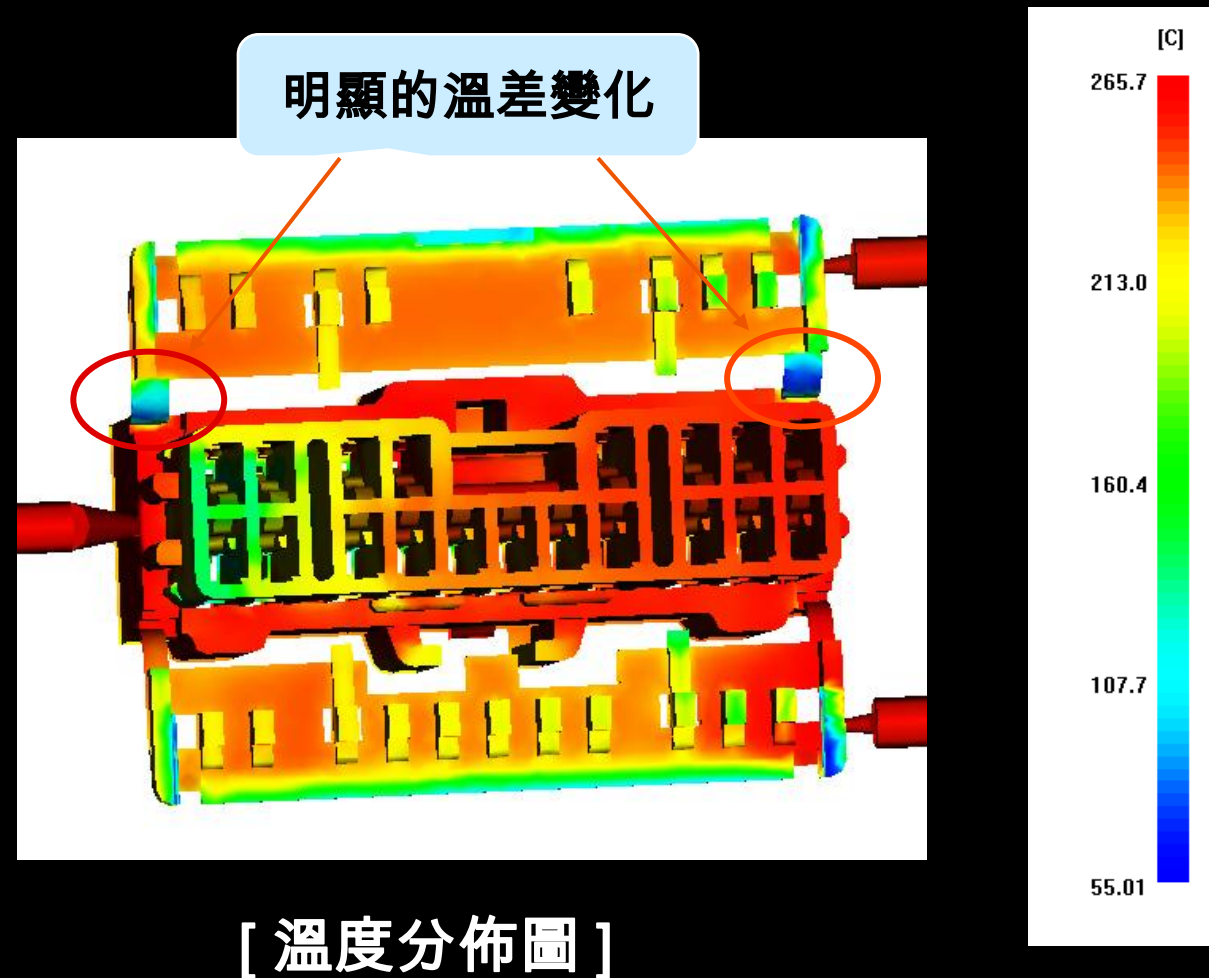
## 步驟 2

- 3 個澆口 II
  - 移動澆口位置,還是無法移除Hinges區的熔合線



## 步驟 2

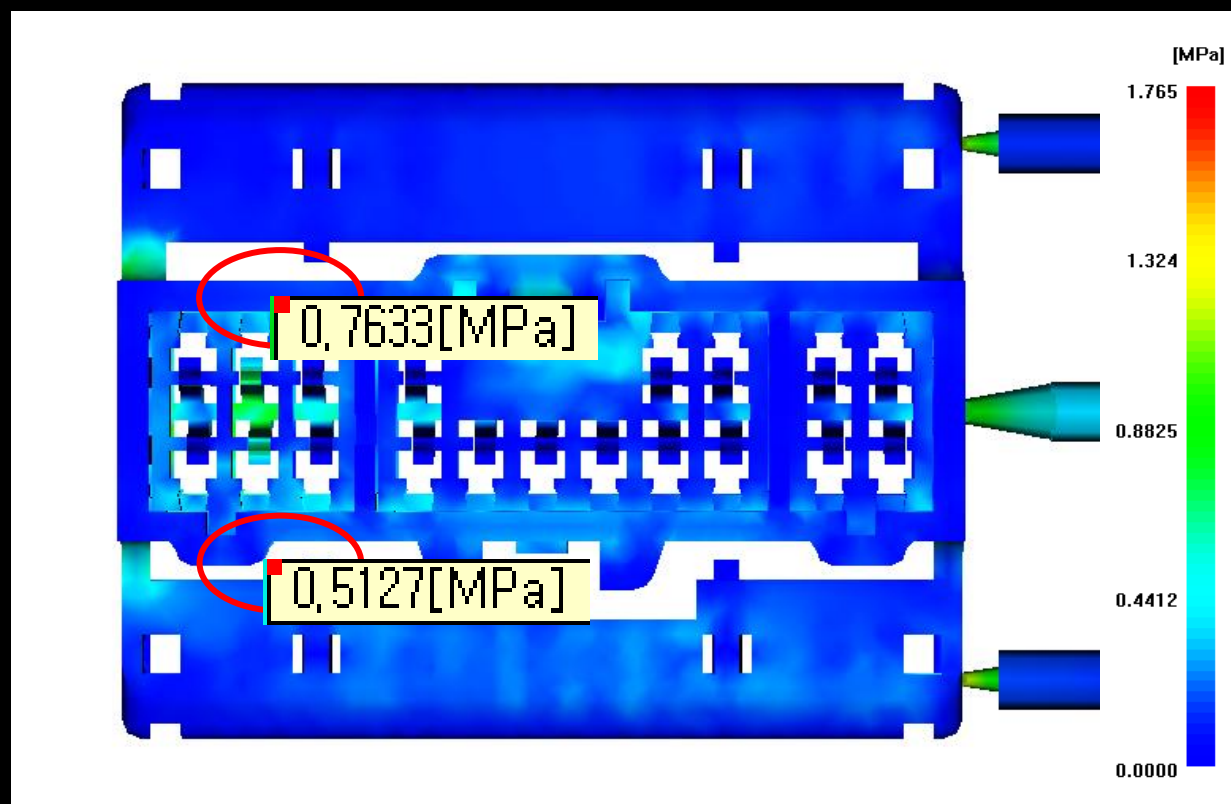
- 3 個澆口 II
  - 在Hinges區域有明顯的溫度變化
    - 發生流動遲滯現象



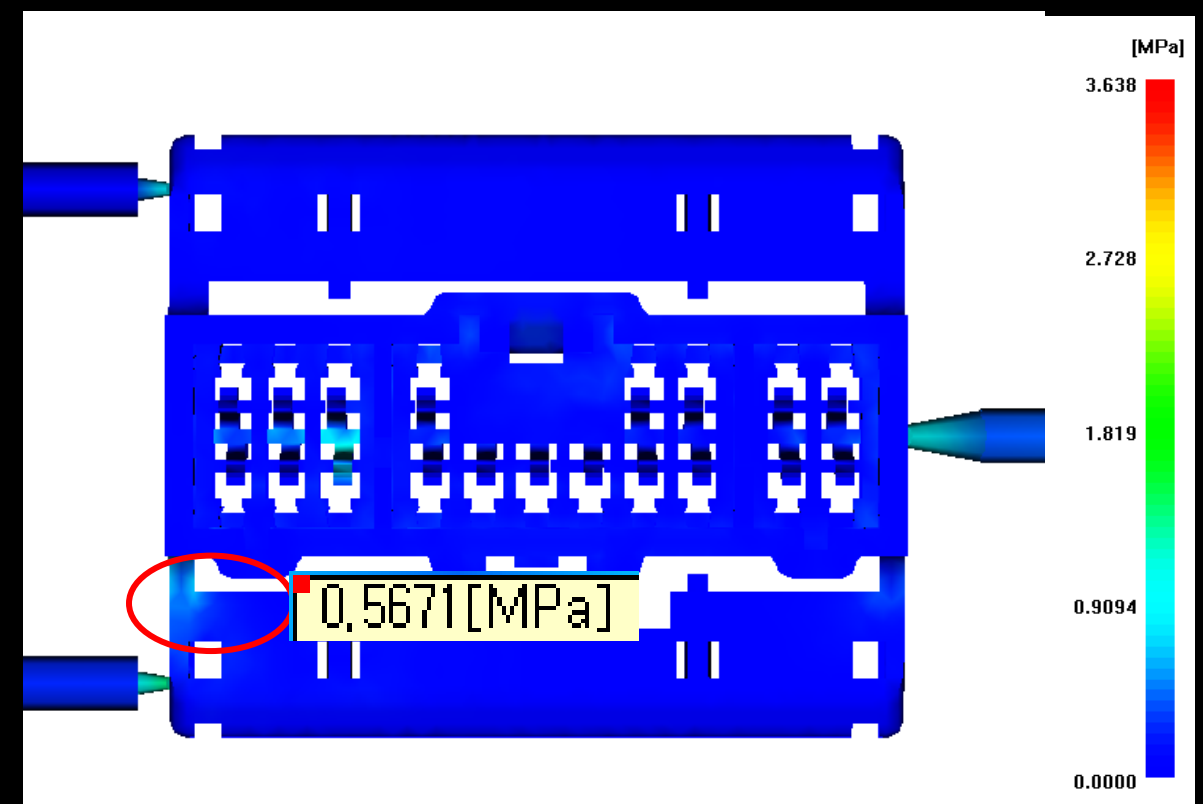
# 步驟 2

## ▪ 3 個澆口 II

- 在產品中間較寬的Hinges：剪切應力減小
- 在產品中間較窄的Hinges：剪切應力變大



[ 3 個澆口 I ]

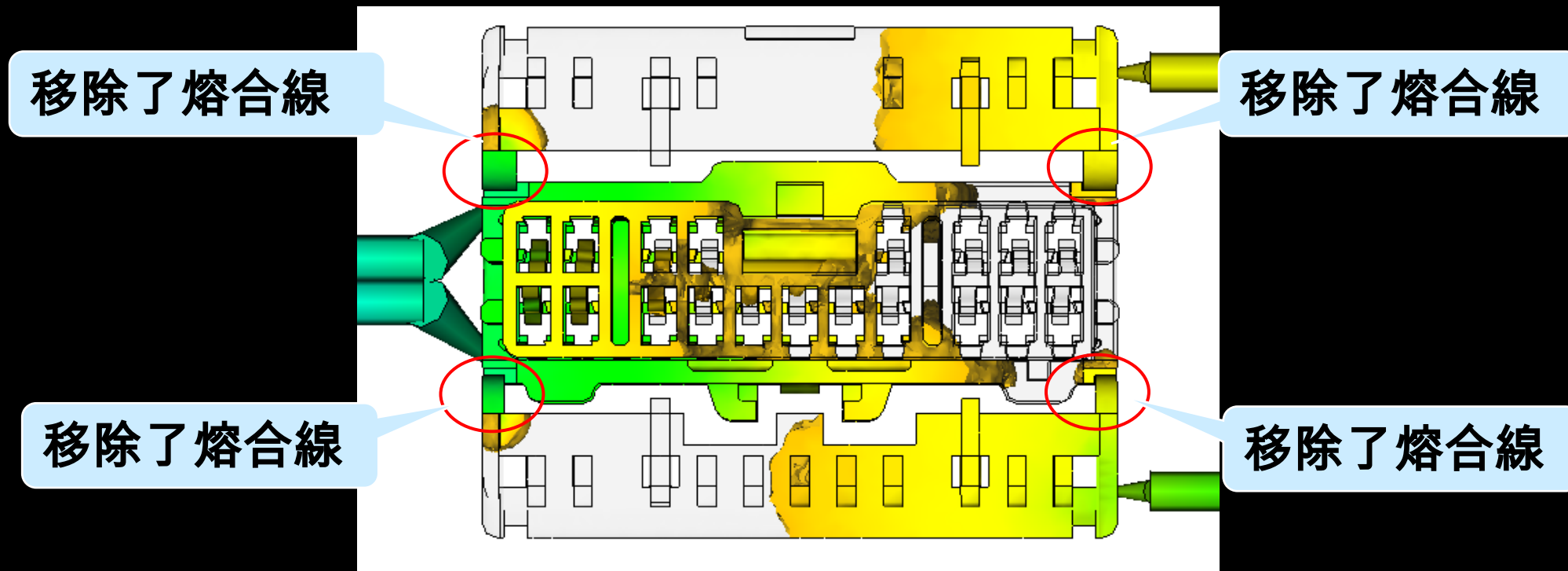


[ 3 個澆口 II ]



# 步驟 3

- 4 個澆口
  - 在Hinges區域移除了熔合線

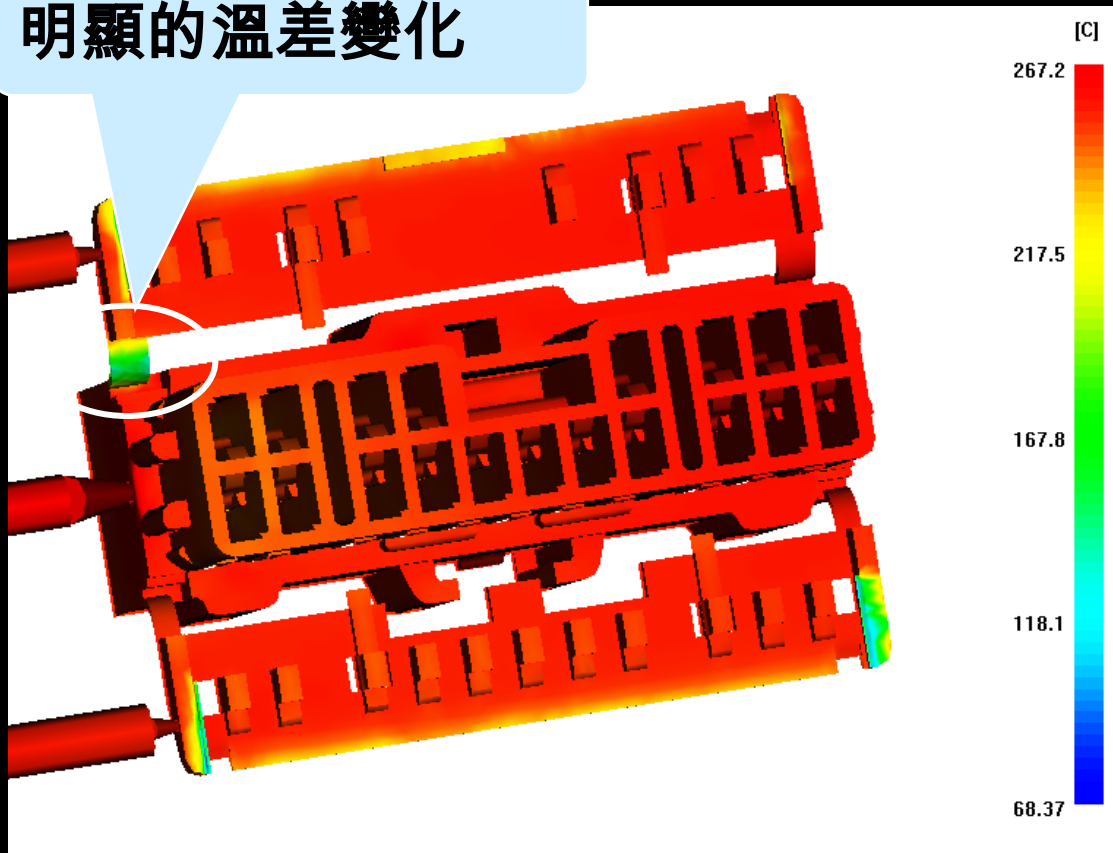


[ 充填：4 個澆口 ]

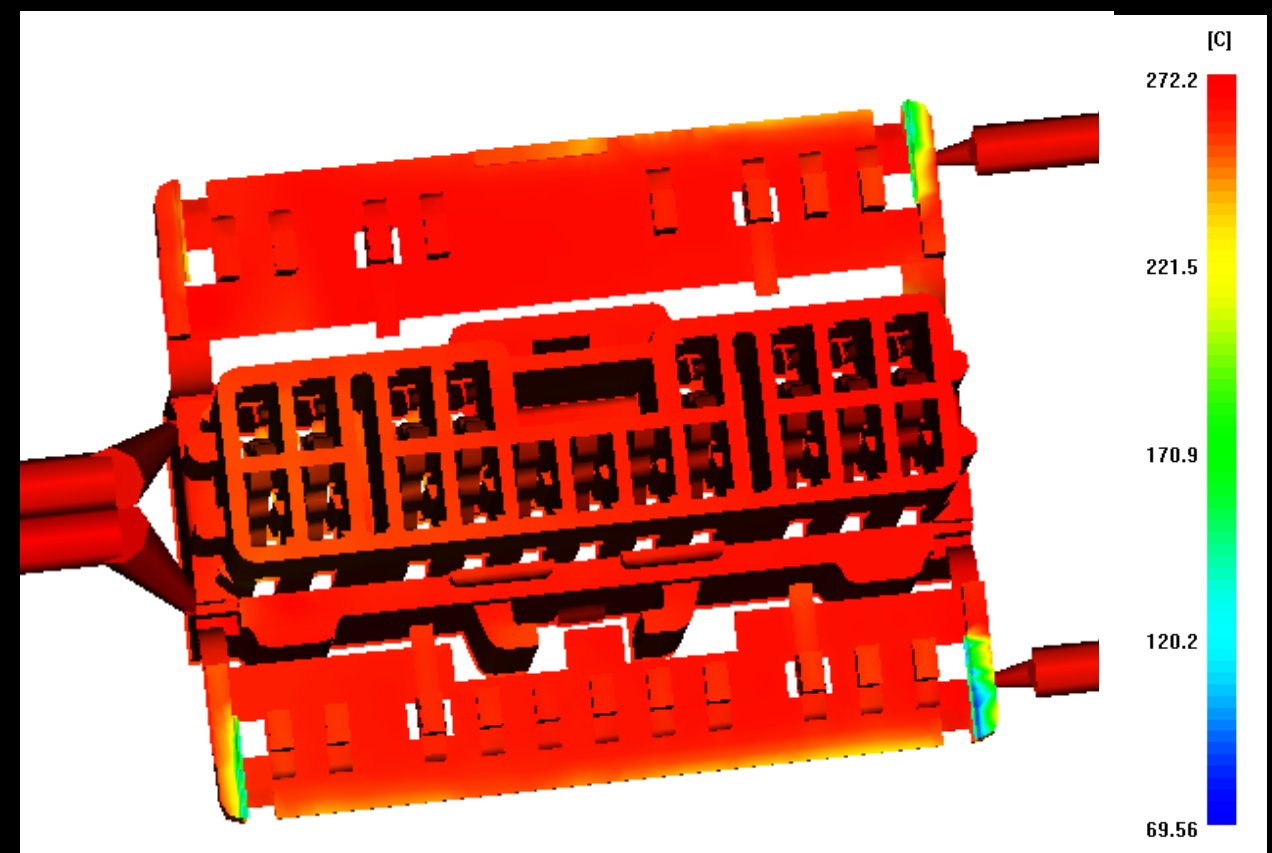
# 步驟 3

- 4 個澆口
  - 由結果可明顯看出4個澆口比3個澆口 | 溫度分佈要來的均勻

明顯的溫差變化



[ 3 個澆口 ]

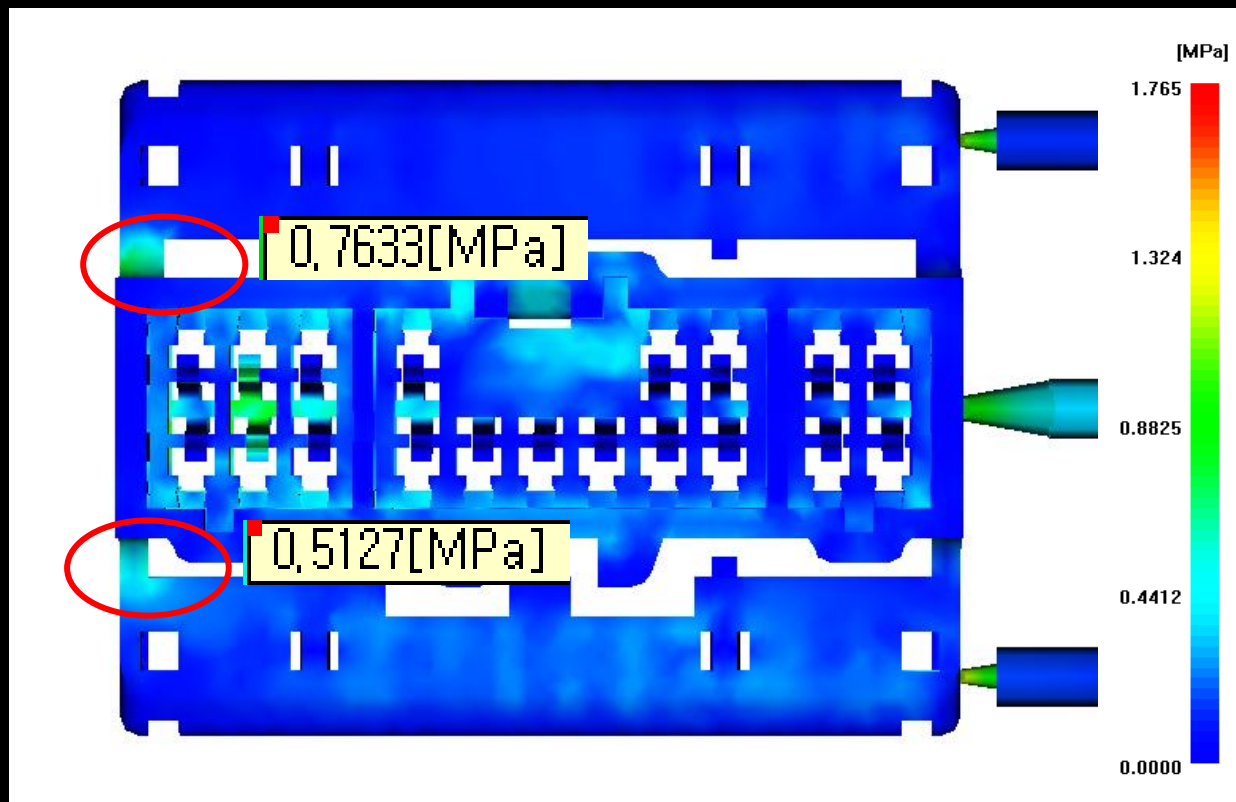


[ 4 個澆口 ]

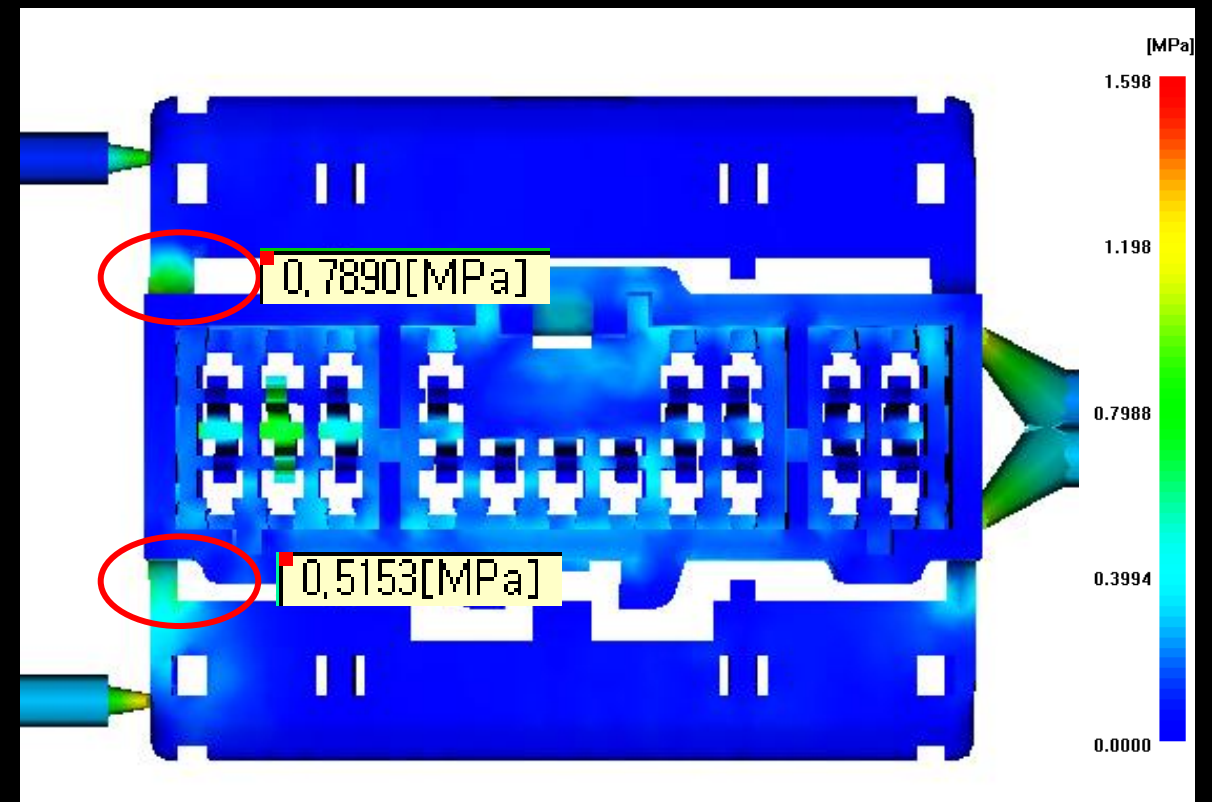
# 步驟 3

## 4 個澆口

- 由結果可明顯看出4個澆口與3個澆口 | 剪切應力相似



[ 3 個澆口 | ]



[ 4 個澆口 ]

# 測試驗證

- 測試4個澆口設計方案
  - 測試所有模穴
  - 減少不良率：約 80%
- 產品測試比對

Cavity Product	1	2	3	4	sum	Inferiority ratio(%)
Original products (3 point gates)	10	12	18	33	73 / 500	14.6
Improved products (4 point gates)	4	8	3	2	17 / 500	3.4



# 結論

- 這些是Hinge斷裂的主要因素
  - 在Hinges區域有熔合線發生
  - 在Hinges區域因流動持製造成較高的剪切應力
- 根據產品分析結果證明熔合線是造成hinge斷裂的主要原因
- 改變hinges區域的流動模式移除熔合線位置
  - 兩潛伏式澆口位於3個澆口 I 設計的對面側
  - 熔合線發生在Hinges的原因是主要澆口產品充填的體積比潛伏式澆口多且快所以成塑料有遲滯現象發生
- 增加一澆口在主要澆口測(3 個澆口 → 4 四個澆口 )
  - 降低主要澆口的充填時間並且移除Hinges區域的熔合線
- 據實際射出結果，4個澆口設計的Hinges不良率是最低並且生產出質量最好的產品

**Autodesk®**