



全方位體積收縮補償法於模具設計之優化

科盛科技

大綱

> 案例背景

- 塑膠翹曲品質控制因素
- 成型製品問題與挑戰
- 本專題目的

> 分析結果與討論

- 3種控制產品翹曲變形的的方法
 - 經驗式試誤法
 - 產業常見之整體收縮補償
 - **3D全方位體積收所補償法 (3DVSCM)**

> 總結

塑膠產業應用領域



汽車產業



電子3C



航太/航空



電腦



消費性產品



醫療



光學



IC 封裝

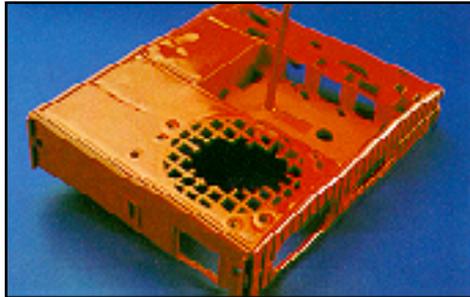
塑膠射出成型常見問題與挑戰

外觀表面

強度

尺寸精度

● 短射/欠注



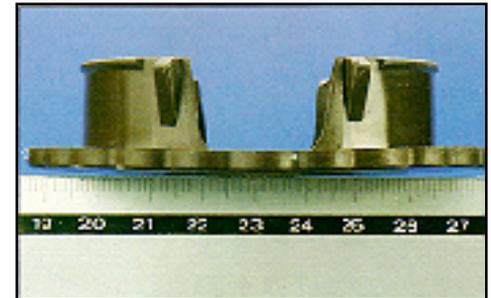
● 表面縮痕



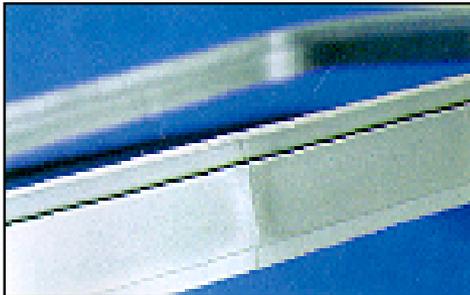
● 燒焦



● 翹曲



● 縫合線

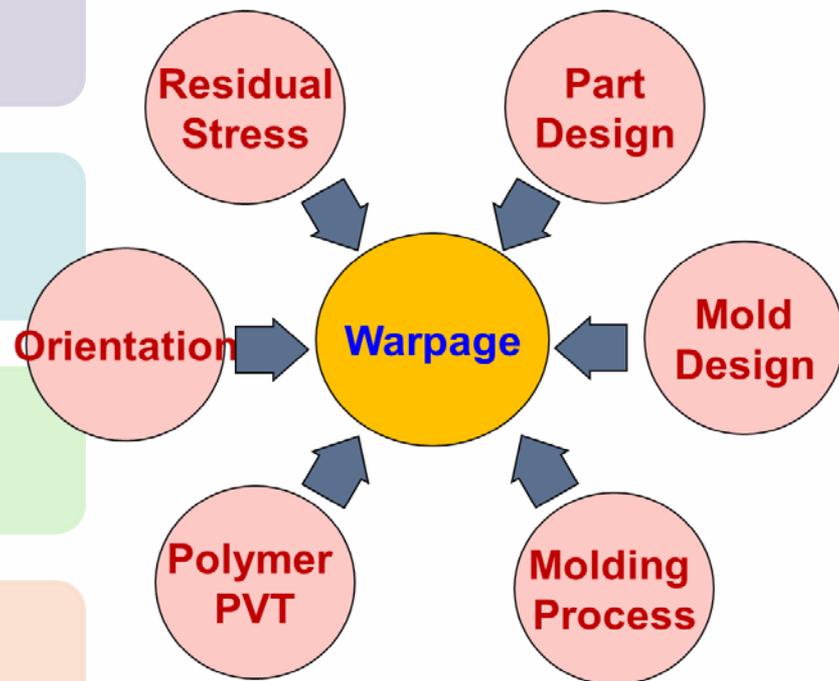


● 毛邊



影響成型品收縮與翹曲的因素

設計者可藉由調整以下參數來控制翹曲



射出成型必面對的議題

Moldex3D扮演的角色

1. 包風/困氣
2. 縫合線
3. 縮痕位移

1. 剪切率
2. 剪切應力
3. 縫合線角度
4. 縫合線溫度

外觀表面

強度

Moldex3D
MOLDING INNOVATION

尺寸精度/變形

1. 模面溫度差
2. 體積收縮率
3. 位移變形量

Moldex3D 如何 實現可製造性設計提升開模成功率



- > 塑膠射出成型品品質優劣與成敗，加總以下眾多複合因素，並在一個週期中相互影響
 - 產品設計，模具設計，材料特性，製程參數
 - 在產業界的產品開發中，常常需要同時達到多項的尺寸規格
- > 往往想要一步到位是何等困難!!
- > 如何應用Moldex3D達成可製造性設計提升開模成功率!!

全方位體積收
縮補償法
(3DVSCM)



實驗設計優化法
(DOE)

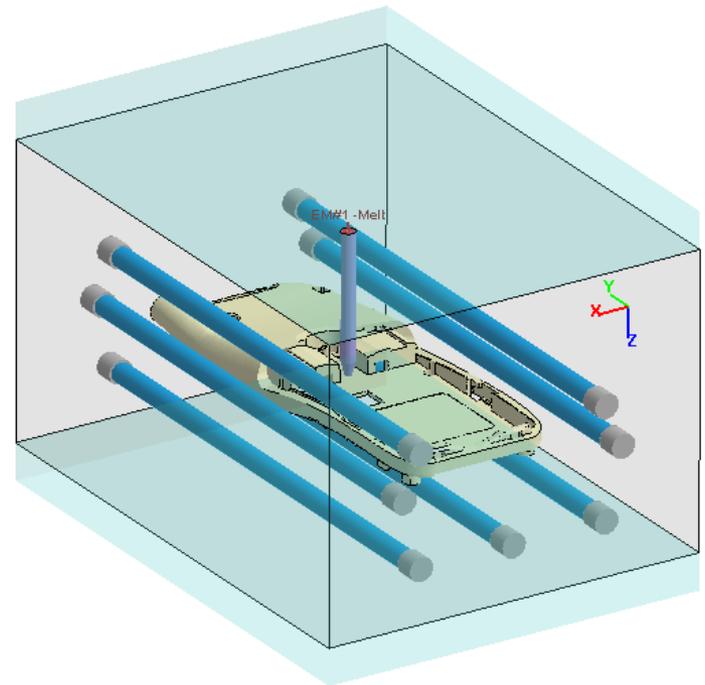
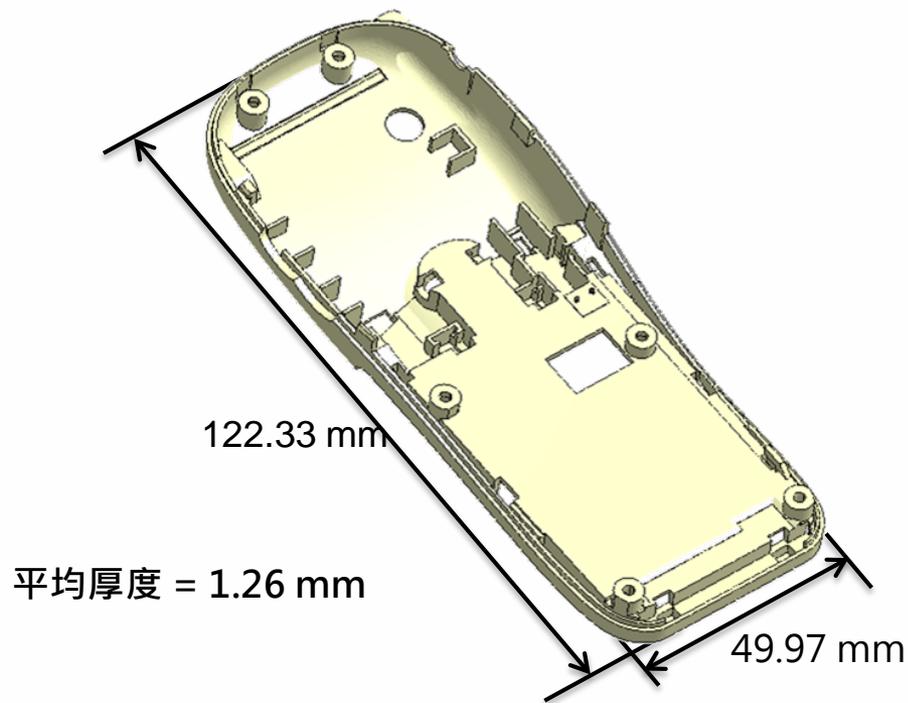
塑膠製品翹曲質量控制

產品翹曲變形品質控制手法

- > 此案例使用3種方法來相互應用比較，達到最佳化產品變形品質之控制：
 - 經驗式試誤法
 - 根據各射出成型師傅的經驗與習慣
 - 產業常見之整體收縮補償
 - 參考材料之熱膨脹係數與料商提供之成型收縮率
 - **3D 全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)**
 - **本專題重點**

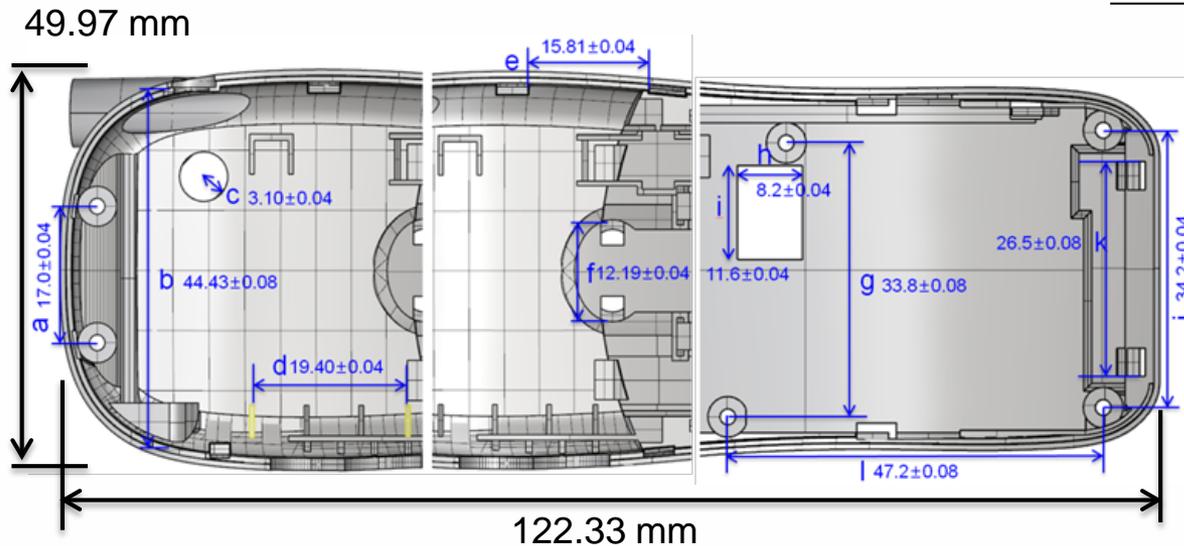
案例模型：手機背蓋

- > 網格種類: **Solid**
- > 網格數量: **878,732**



問題與挑戰

- > 本產品具有12項尺寸規格，各有不同公差；為了組裝的需求、要求一次到位。
- > 思考？用什麼方法可在最少的試模成本達到合乎規格的產品尺寸!!



平均厚度= **1.26 mm**
 塑膠材料: **ABS**

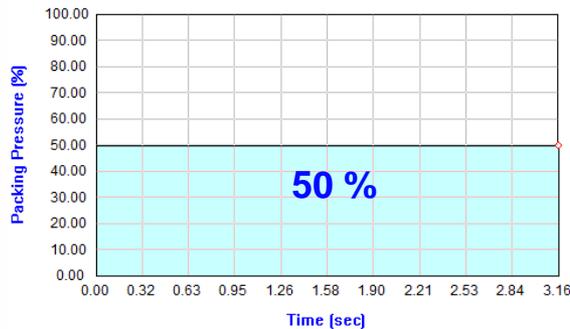
Specification	TD*
a	17.0±0.04
b	44.43±0.08
c	3.1±0.04
d	19.4±0.04
e	15.81±0.04
f	12.19±0.04
g	33.8±0.08
h	8.2±0.04
i	11.6±0.04
J	34.2±0.04
K	26.5±0.08
l	47.2±0.08

經驗式的試誤法

- > 一般而言, 成型工藝現場師傅如欲降低製品收縮與變形量, 會使用以下手法:
 - 提高的保壓壓力
 - 增加的保壓時間

原始設計 (T1)

保壓時間: 3 s

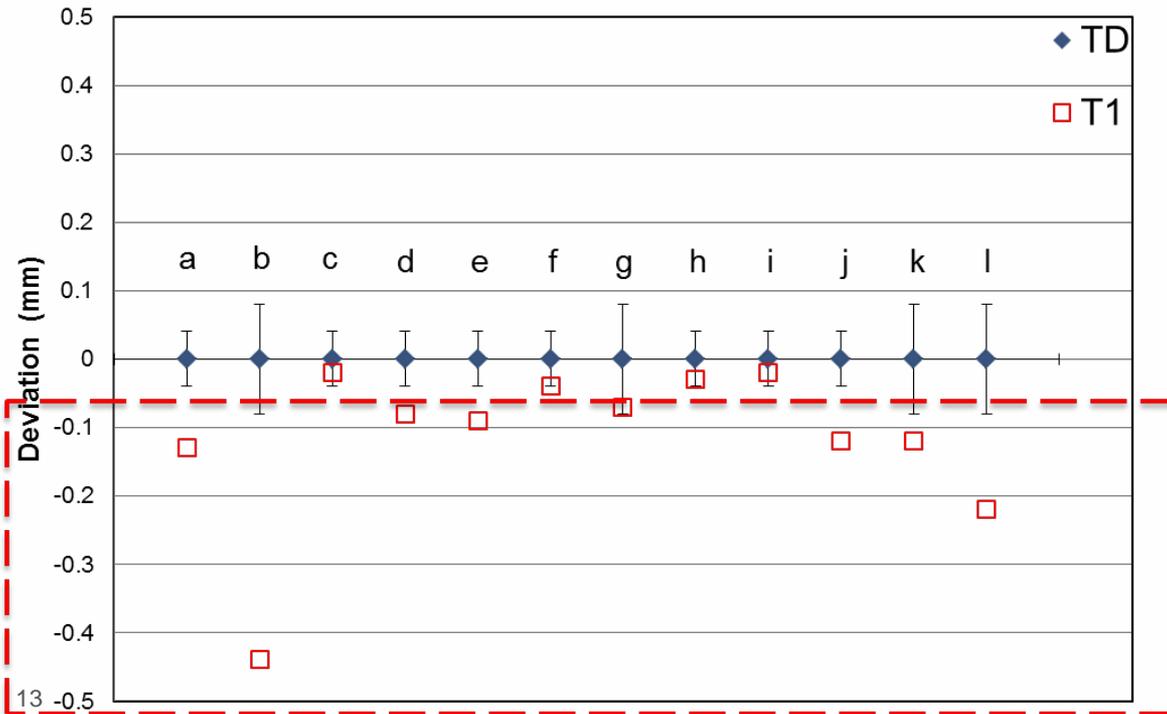
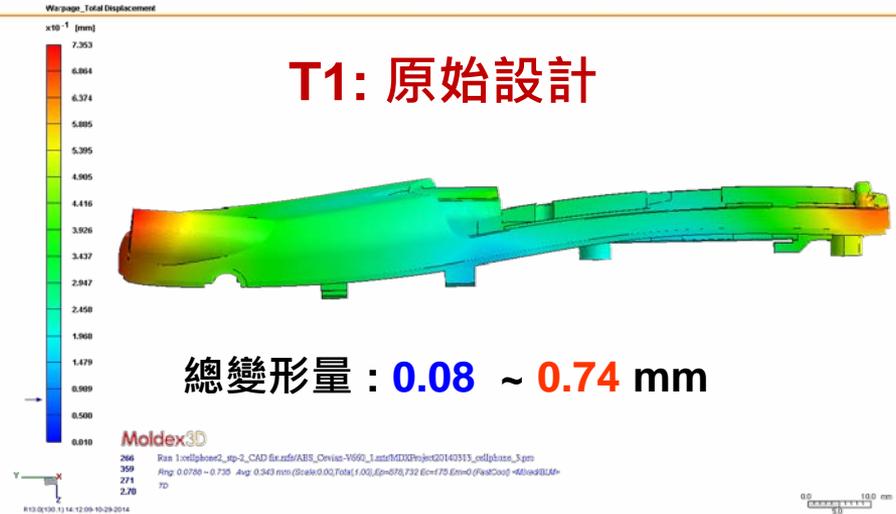


	成型組別		
項目	T1 (原始)	T2	T3
保壓時間	3 s	4 s	3 s
保壓壓力	$\frac{1}{2} P_{EOF}$	$\frac{1}{2} P_{EOF}$	P_{EOF}

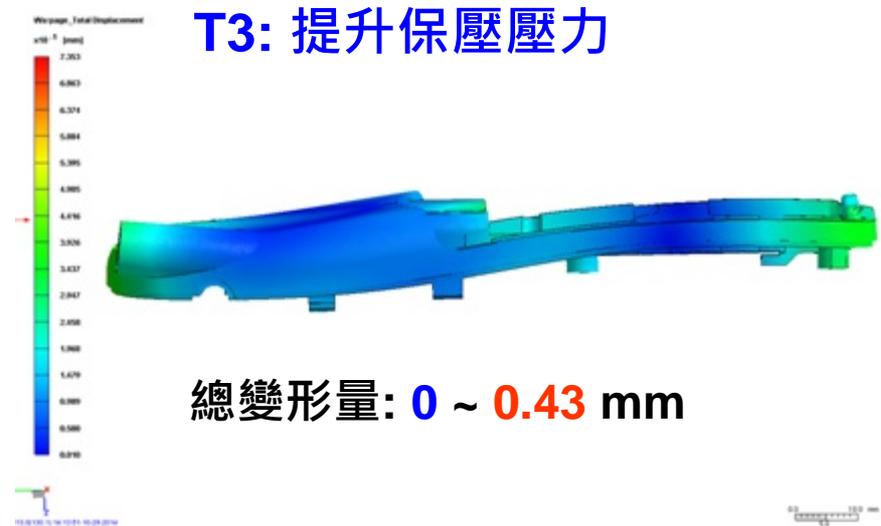
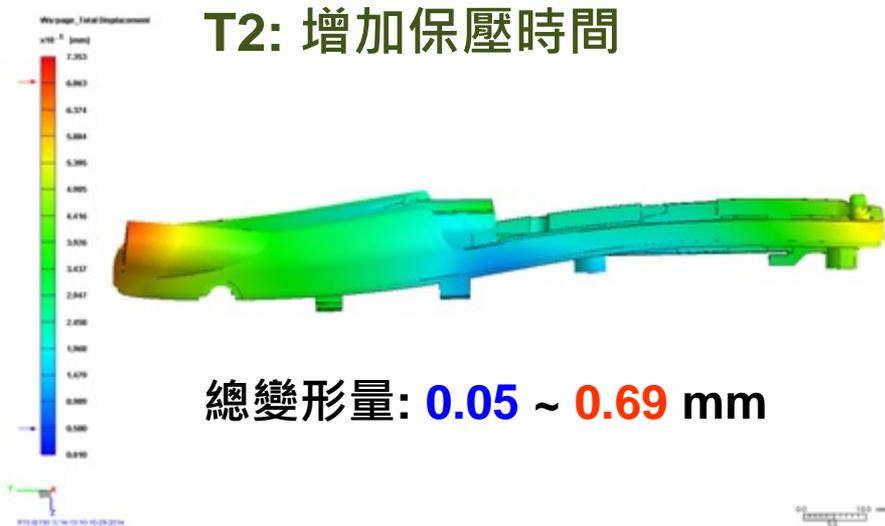
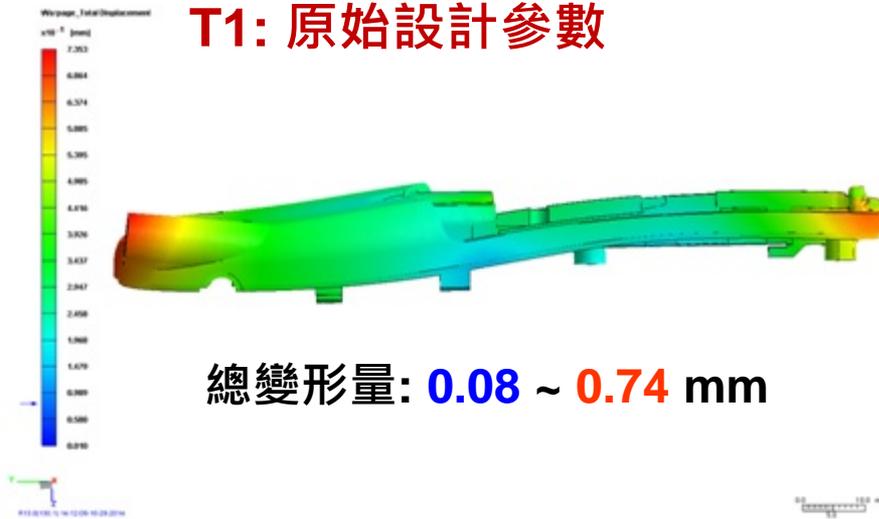
翹曲_原始設計變形量值

> 原始設計 (T1)

- 共有7項品質因子無法合乎變形量的品質規格



翹曲_試誤法變形量值比較



產業常見之整體收縮補償

產業常見之整體收縮補償

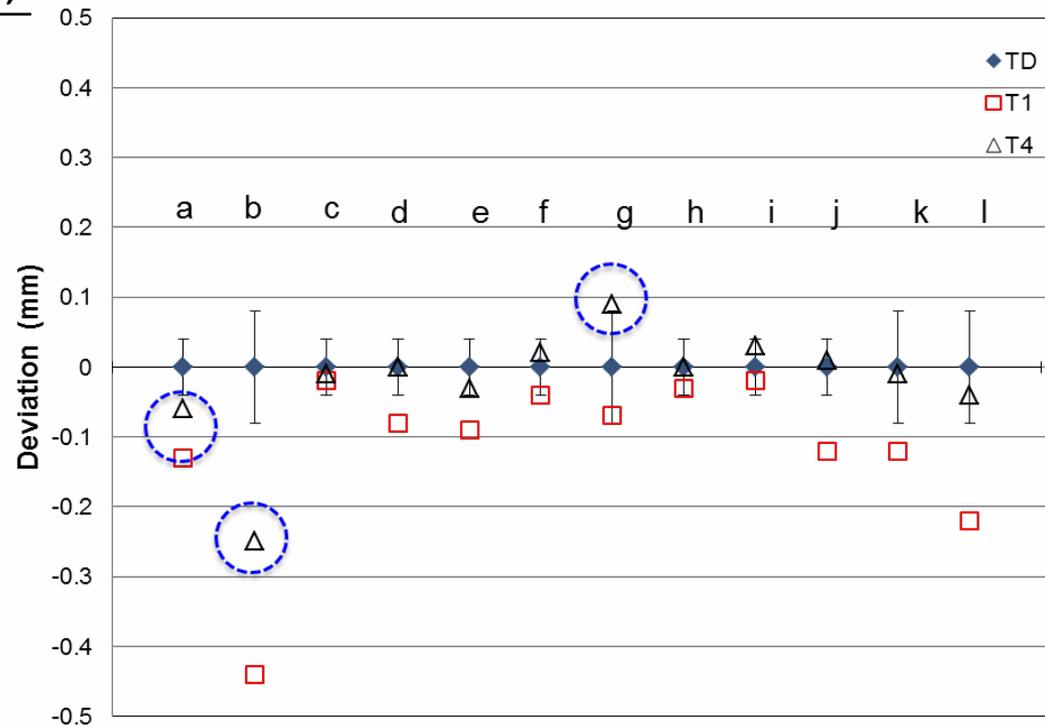
- > 進一步克服收縮, 產業界常用的手法-整體補償法
 - 使用材料之熱膨脹係數與料商提供之成型收縮率
 - 在此我們參照原始設計結果進行以下工序:
 - 分析後紀錄12位置尺寸之收縮值
 - 採用整體平均的收縮率當基準來放大
 - 分析結果細節如下頁

項目	成型組別	
	T1 (原始)	T4 (整體收縮補償)
保壓時間	3 s	3 s
保壓壓力	$\frac{1}{2} P_{EOF}$	$\frac{1}{2} P_{EOF}$
整體補償法	---	0.48%

產業常見之整體收縮補償

- > 在第一次分析試模成型後，取12項結果與標準的偏差值後，進行平均的縮放，本案例如下表經計算後可得**0.48%**
- > 在整體放大**0.48%**之預收縮平均值後，仍有**3項規格**超標

Specs.	TD	STD-T1	Shrinkage (%)
a	17.0±0.04	16.87	0.77
b	44.43±0.08	43.99	1.00
c	3.1±0.04	3.08	0.65
d	19.4±0.04	19.32	0.41
e	15.81±0.04	15.72	0.58
f	12.19±0.04	12.15	0.33
g	33.8±0.08	33.73	0.21
h	8.2±0.04	8.17	0.37
i	11.6±0.04	11.58	0.17
j	34.2±0.04	34.08	0.35
k	26.5±0.08	26.38	0.46
l	47.2±0.08	46.98	0.47
	Average		0.48

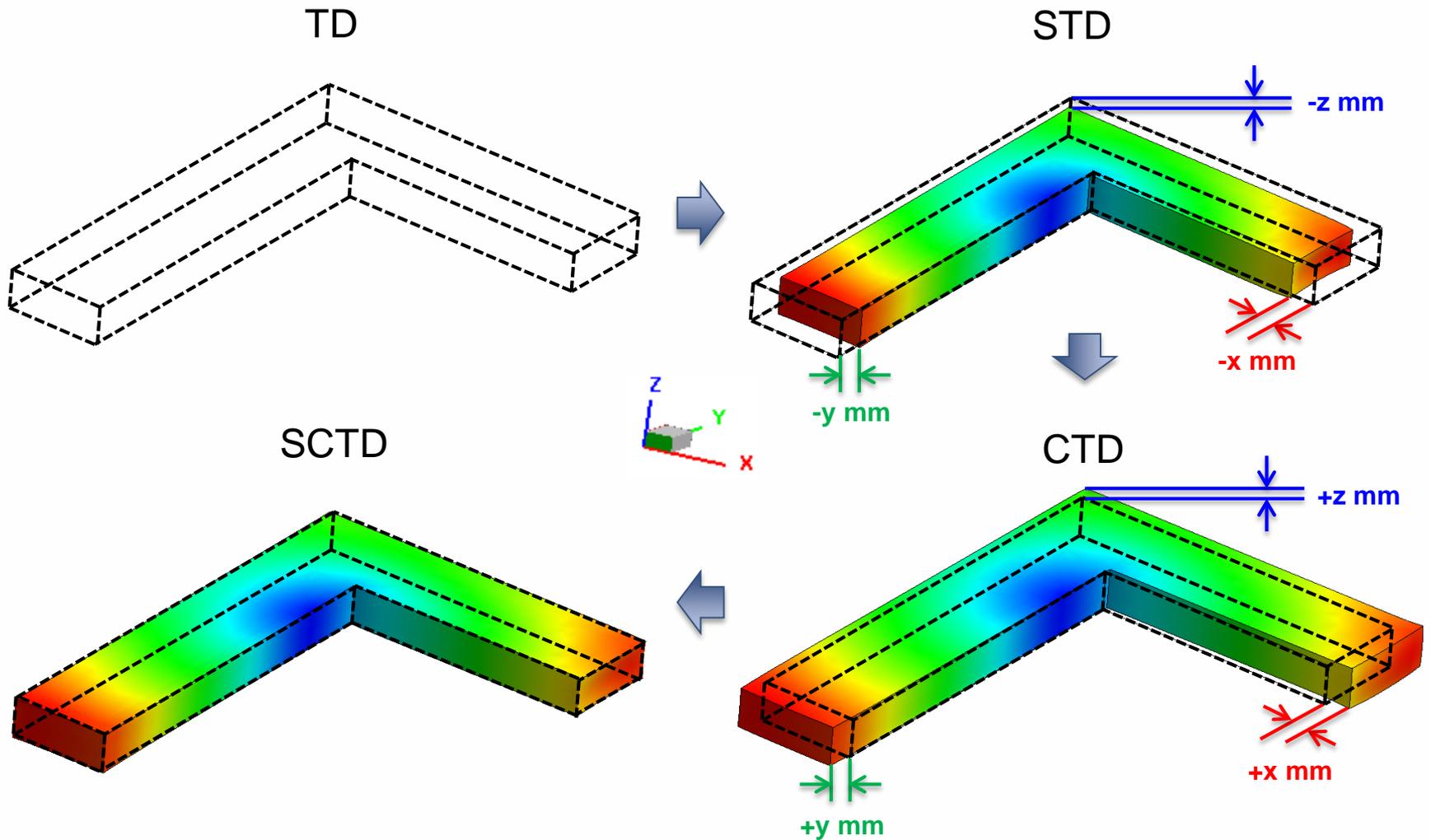


TD: 目標設計尺寸
 STD-T: 模擬目標設計尺寸
 •T1: 原始設計

$$\text{收縮率 (\%)} = \left(\frac{\text{TD}}{\text{STD-T1}} - 1 \right) \times 100\%$$

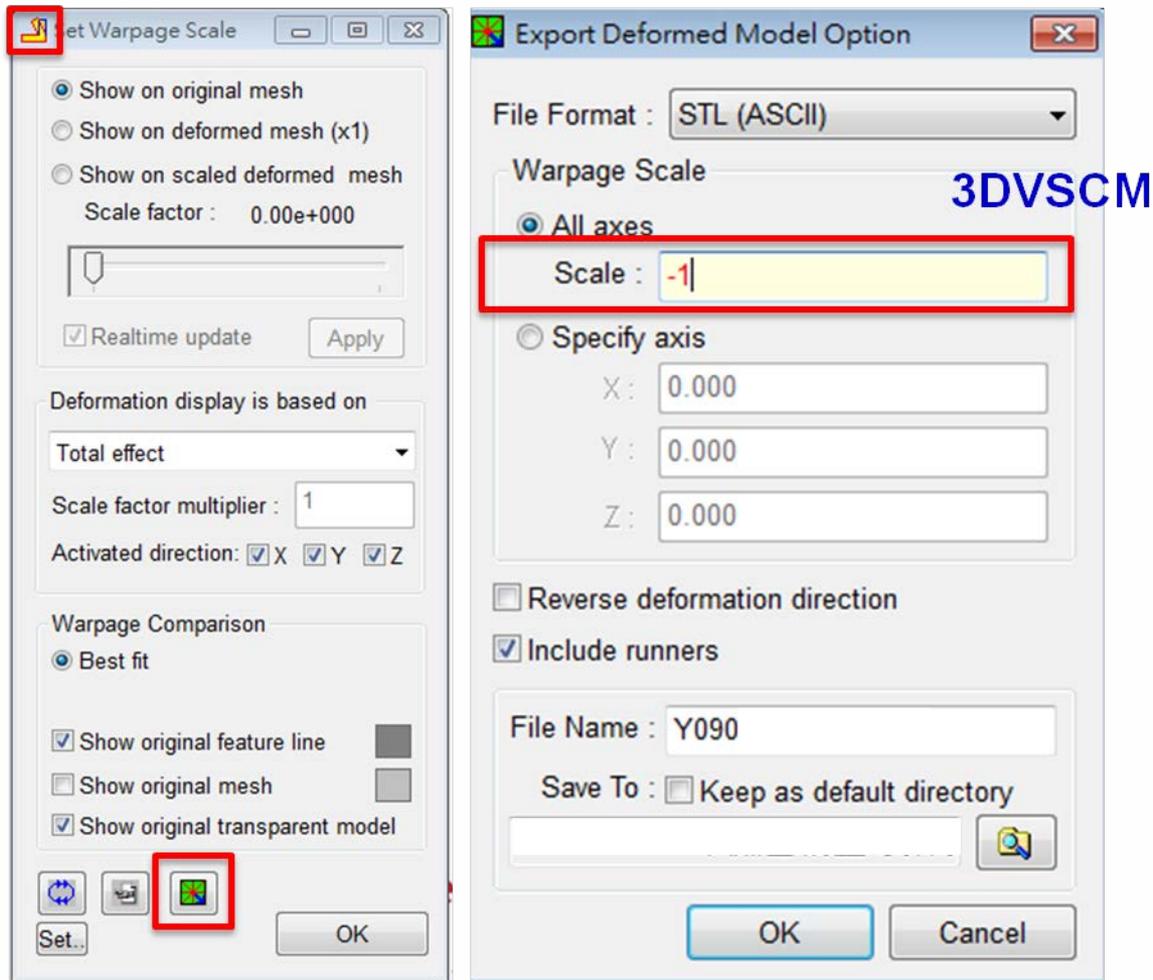
3D 全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)

全方位體積收縮補償法應用原理說明

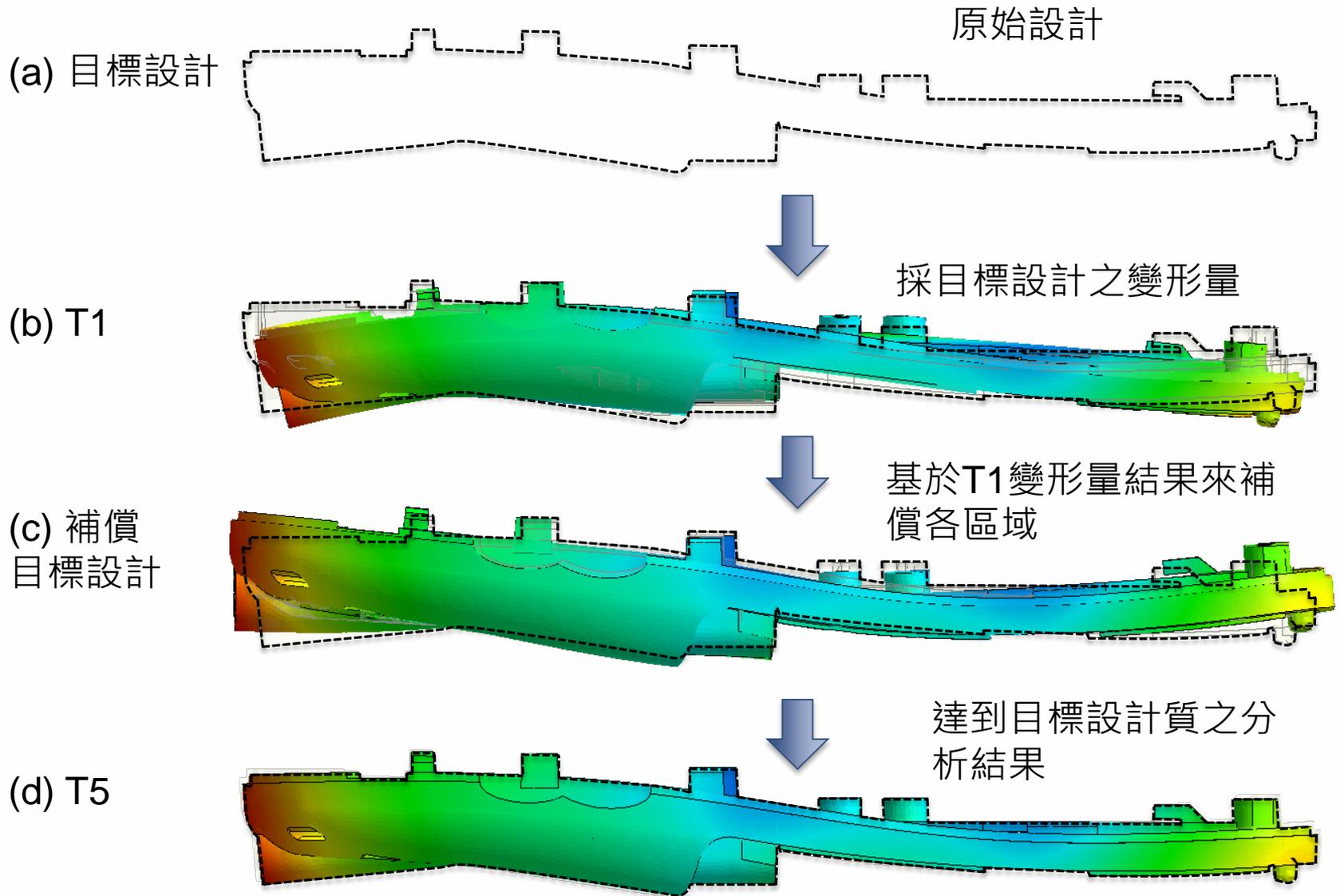


整體收縮補償 & 全方位體積收縮補償法

> 輸出變形後的網格作為新的產品尺寸



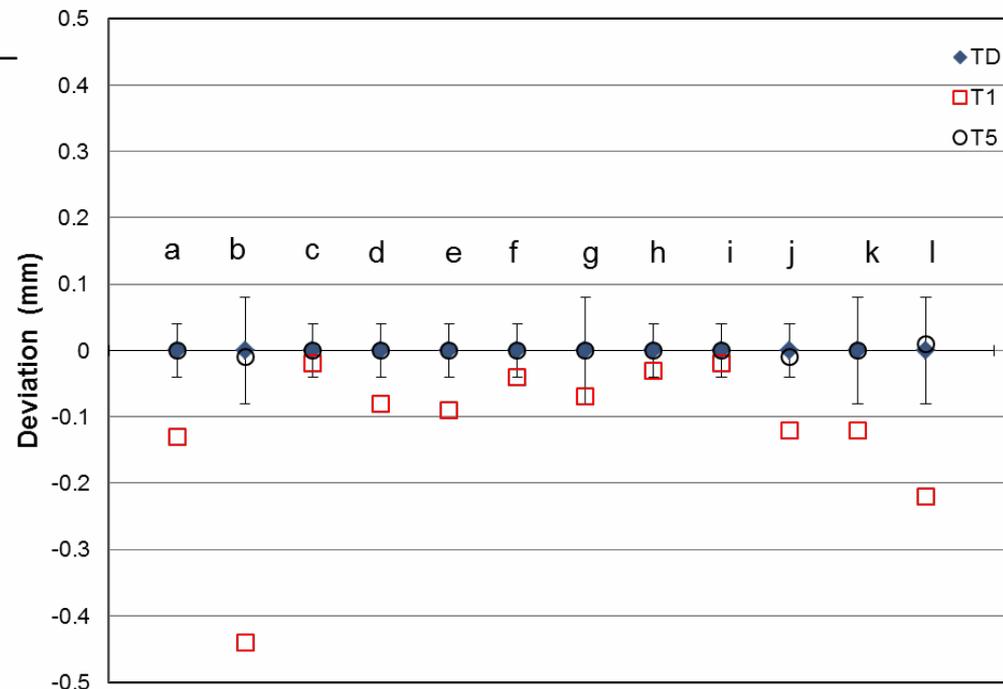
全方位體積收縮補償法應用流程



全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)

- > 如何克服收縮, 建議如下
 - 建立各區域的差異收縮補償, 縮多少就補多少
 - 方式就如同左下表呈現
- > 再補償所有區域的收縮值後, 12項規格都達標!

Specs.	TD	STD-T1	Specs.	Compensate (mm)
a	17.0±0.04	16.87	0.13	-0.13
b	44.43±0.08	43.99	0.44	-0.44
c	3.1±0.04	3.08	0.02	-0.02
d	19.4±0.04	19.32	0.08	-0.08
e	15.81±0.04	15.72	0.09	-0.09
f	12.19±0.04	12.15	0.04	-0.04
g	33.8±0.08	33.73	0.07	-0.07
h	8.2±0.04	8.17	0.03	-0.03
i	11.6±0.04	11.58	0.02	-0.02
j	34.2±0.04	34.08	0.12	-0.12
k	26.5±0.08	26.38	0.12	-0.12
l	47.2±0.08	46.98	0.22	-0.22



小結

> 經驗式試誤法

- 往往可使用經驗法則可程度上改善產品品質；但要一次符合**12**區域的規格，則是極困難的目標

> 產業常見之整體收縮補償法

- 利用平均收縮率的概念，方法會比試誤法來的有系統些，但以此複雜的規格案例來說，要同時間達到**12**項規格都達標，仍難成功

> 全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)

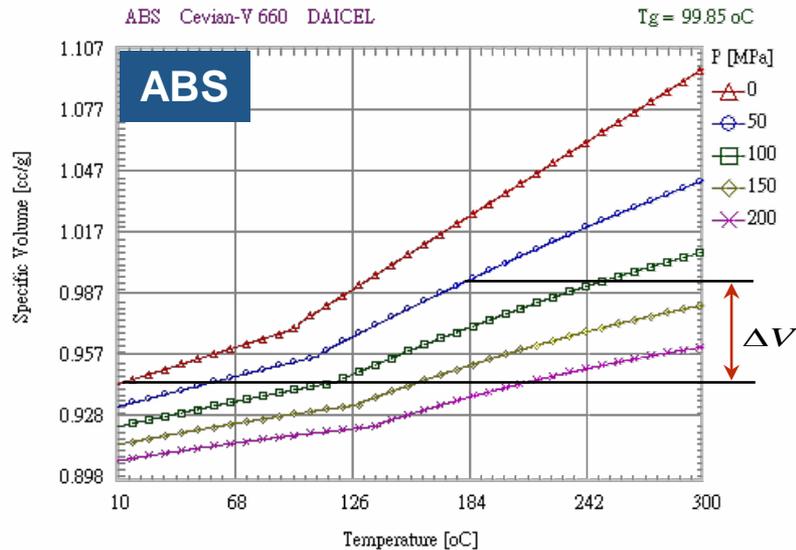
- 在搭配應用**CAE** 的操作之下, 可獲得每個區域的收縮量值.
- 將所有區域都預補償回變形到目標設計值後，**12**項規格即可較簡易的符合標準規格

全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)

應用在不同材料的說明

材料PVT性質影響效應

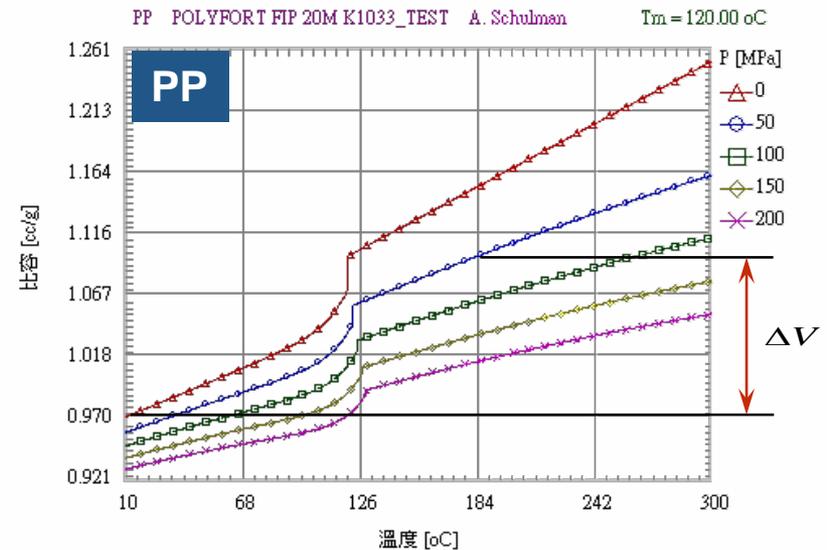
- > PVT行值對於收縮的影響性
- > 為了克服與改善收縮，有以下之建議
 - 應用在原始設計的改善
 - 利用Moldex3D確認收縮後各重點規格
 - 採用“全方法體積收縮補償法”



非結晶

線性收縮率:0.5%~0.8%

體積收縮率: 0.4~0.6%

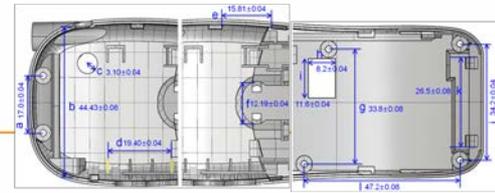


半結晶

線性收縮率:1%~3%

體積收縮率: 0.5~3%

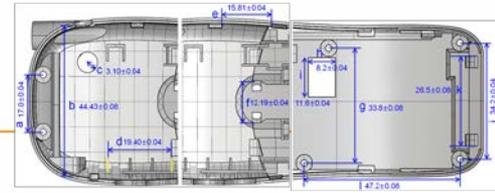
全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)



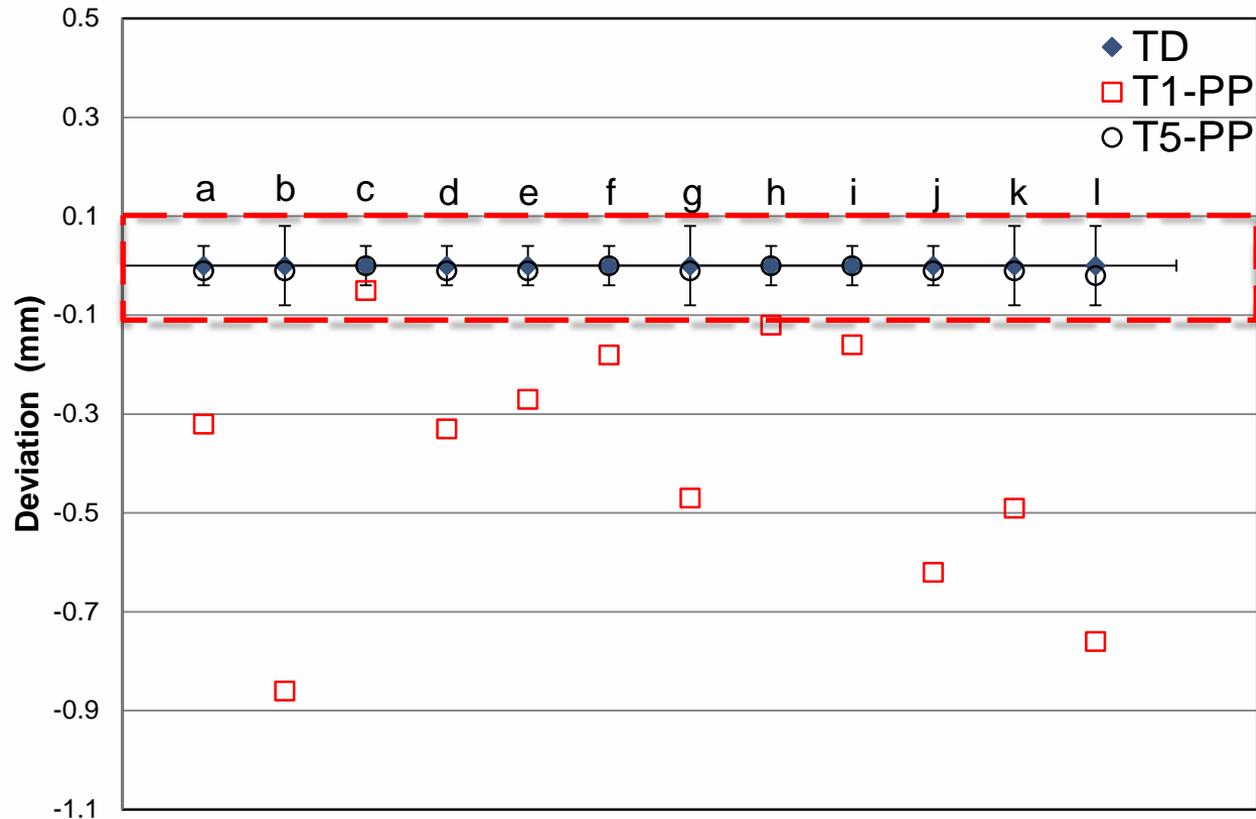
- > 全方位體積收縮補償法 (3DVSCM) 應用在高收縮率的PP
 - 建立各區域的差異收縮補償，縮多少就補多少
 - 方式就如同左下表呈現

Specification	TD	STD-T1 _{PP}	Shrinkage (mm)	Compensate (mm)
a	17.0±0.04	16.68	-0.32	0.32
b	44.43±0.08	43.57	-0.86	0.86
c	3.1±0.04	3.05	-0.05	0.05
d	19.4±0.04	19.07	-0.33	0.33
e	15.81±0.04	15.54	-0.27	0.27
f	12.19±0.04	12.01	-0.18	0.18
g	33.8±0.08	33.33	-0.47	0.47
h	8.2±0.04	8.08	-0.12	0.12
i	11.6±0.04	11.44	-0.16	0.16
j	34.2±0.04	33.58	-0.62	0.62
k	26.5±0.08	26.01	-0.49	0.49
l	47.2±0.08	46.44	-0.76	0.76

全方位體積收縮補償法 (3DVSCM)



- > 使用3DVSCM於高收縮率的半結晶材料(PP), 所有區域的收縮值後，12項規格都達標!



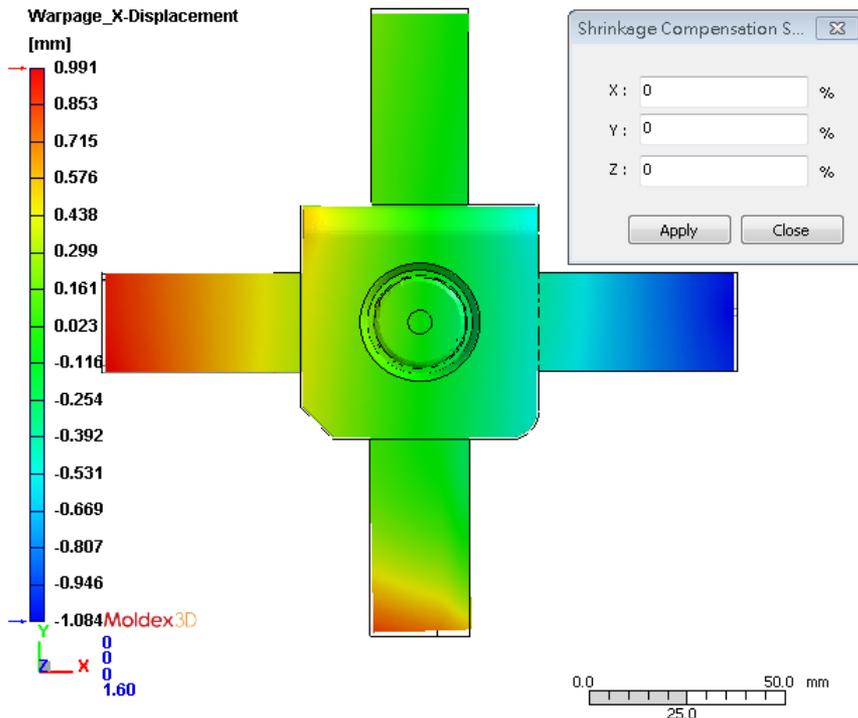
總結

- > 在選用高收縮率的半結晶材料(PP)配合全方位體積收縮補償法，可達到相同的效果；說明此方法不受限於材料的種類，預料具**不同比例含量的填充料**亦有近似效益。
- > 從本專案報告呈現出，使用全方位體積收縮補償法**3DVSCM**是一個有效起具體可優化產品翹曲變形的工藝。從結果顯示出**Moldex3D**協同模具設計階段，可一步達到有效的成型視窗、配合**實驗設計法(DOE)**來得到具體的高精度產品。

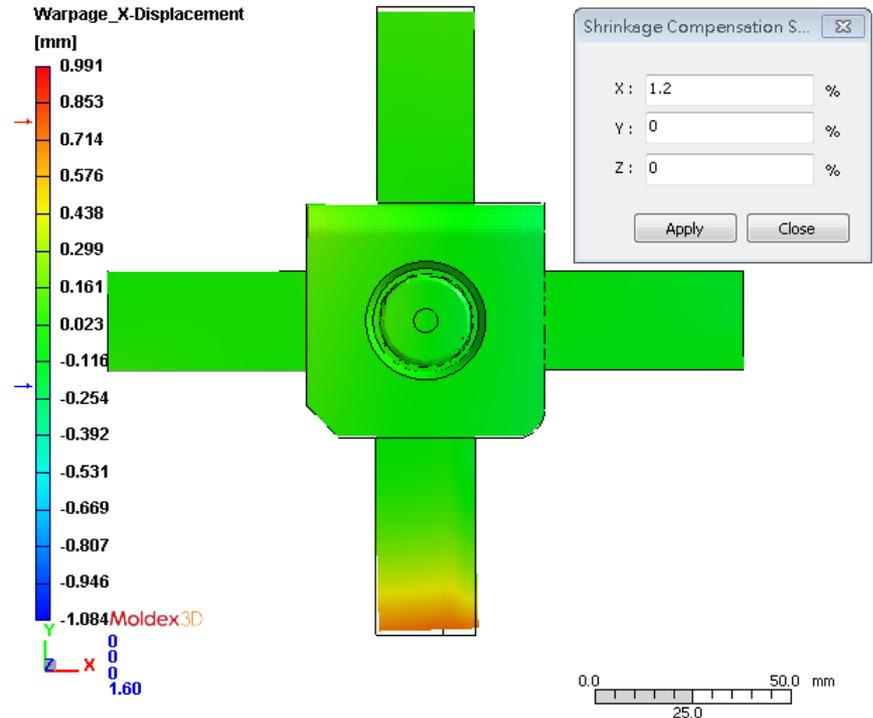
M O L D I N G I N N O V A T I O N

Shrinkage Compensation Function

- By clicking “Apply”, Moldex3D will show 1x deformed mesh after shrinkage compensation.



1x deformed mesh with 0% shrinkage compensation.



1x deformed mesh with 1.2% shrinkage compensation on X direction.