



Moldex3D
MOLDING INNOVATION

最新3D-CAE模流分析 金屬射出成型之應用

發表人: SZS BU5-RD 許哲豪
Kenji.hsu

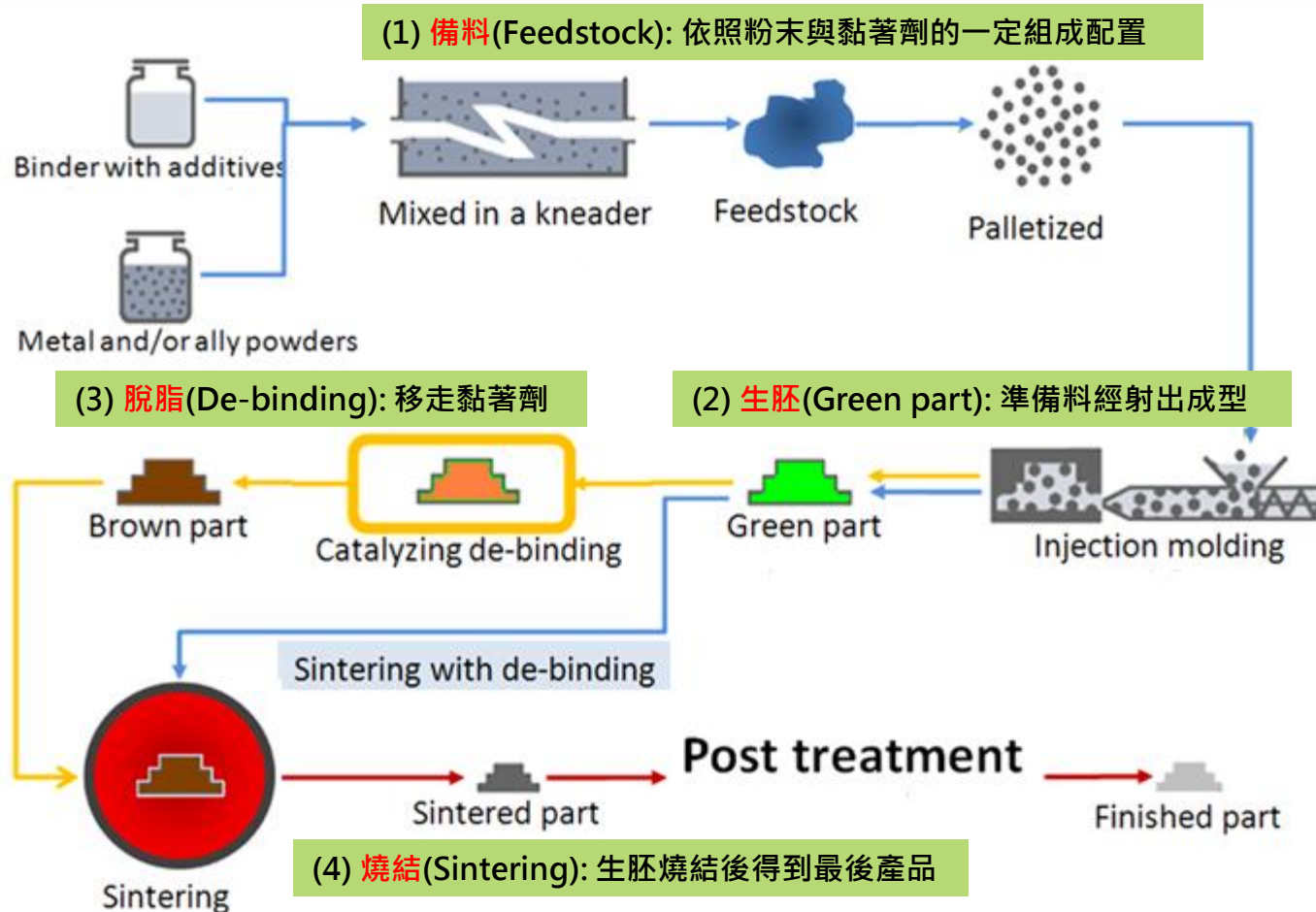
大綱

- > 加工製程原理簡介
 - 金屬射出成形原理
 - 應用領域
- > MIM開發議題
- > Moldex3D粉末射出成型模組
 - Moldex3D粉末射出成型模組的功能
- > 實際案例分享
- > 總結

簡介

粉末射出成型程序

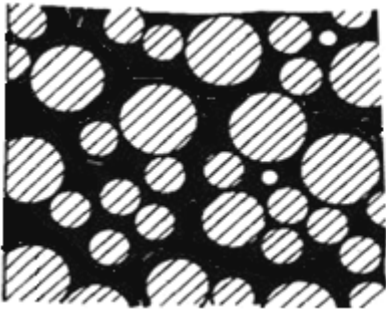
- > 粉末射出成型程序具有簡單四個步驟：
 - 備料, 生胚, 脫脂, 燒結



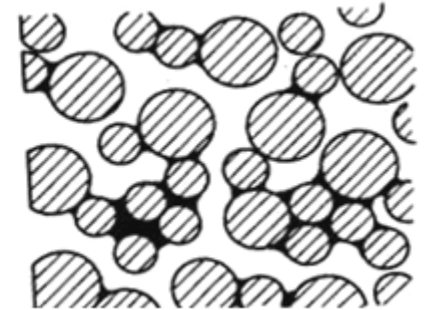
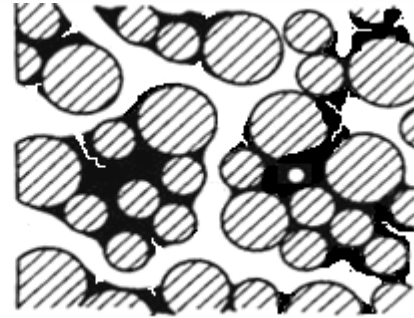
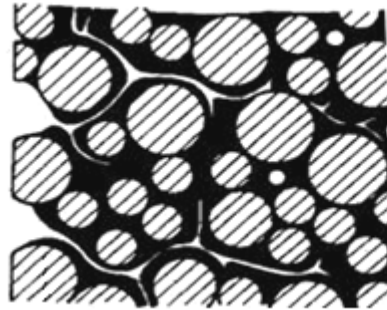
粉末射出成型程序

- > 脫脂(De-Binding)
 - 棕胚 (Brown part)
- > 脫脂完成後強度會大大降低

生胚 (Green part)



棕胚 (Brown part)



初期 (Initial)

中期 (Middle)

終期 (Final)

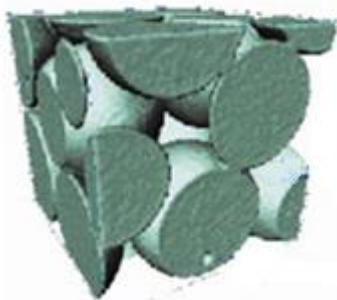
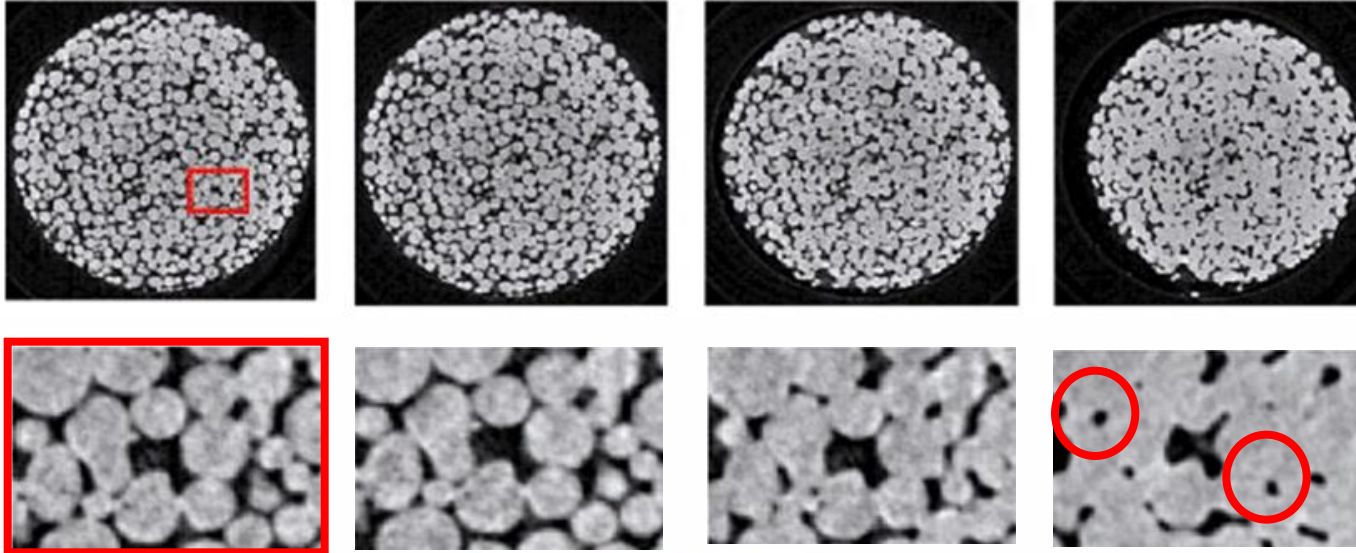
粉末射出成型程序

> 燒結程序 (Sintering Process)

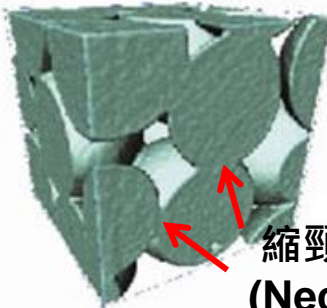
棕胚 (Brown part)



燒結品 (Sintered part)

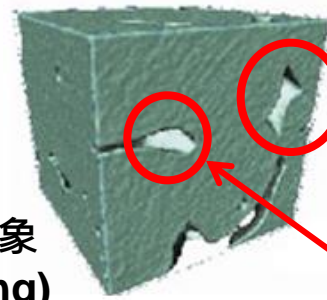


起始



中期

縮頸現象
(Necking)



最後

閉孔
(Closed pore)

Moldex3D

金屬粉末射出成型產品應用領域



手機零組件



光通訊產業零組件



平板電腦零組件



平板電腦零組件



平板電腦零組件



生醫產業零組件



筆記型電腦零組件



PDA零組件



筆記型電腦零組件



耳機零組件

MIM開發議題

MIM開發議題

> 混合條件

- 備料中金屬粉末與黏著劑的混合條件。



> 表面黑線

- MIM在燒結後的產品，其閃亮表面上總是會出現光澤瑕疵，明亮與灰暗的差異，對於灰暗區域工業界俗稱黑線。基本上此現象在生胚時期就發生問題，是歸咎於粉膠分離現象導致。
- 黑線是剪切率過大造成的粉末與黏著劑分離。

> 粉末濃度

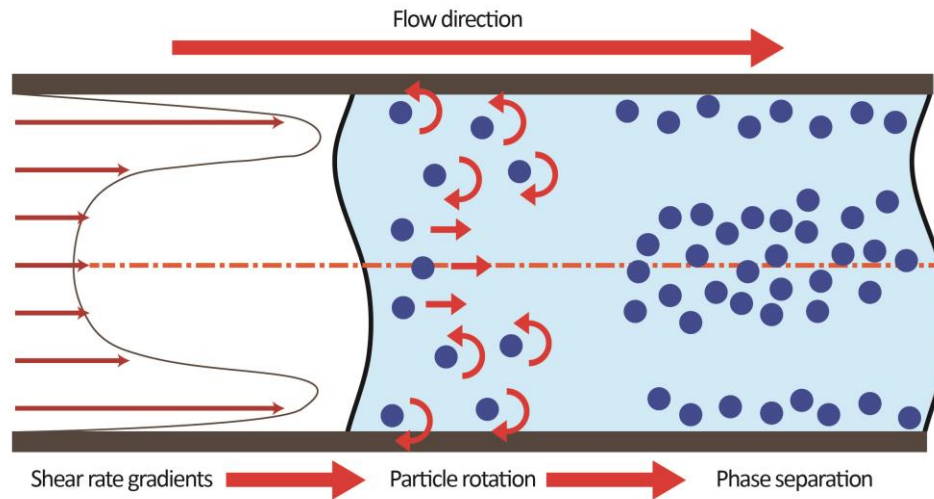
- 射出成型過程中因粉末濃度分布不均，造成生胚成品表面產生黑線。
- 控制粉末濃度分布，有效減少表面黑線是MIM製程最關鍵的挑戰。

> 傳統缺陷

- 與傳統射出成型製程相同，MIM產品仍需要克服結合線、包封、體積收縮、翹曲變形等問題。

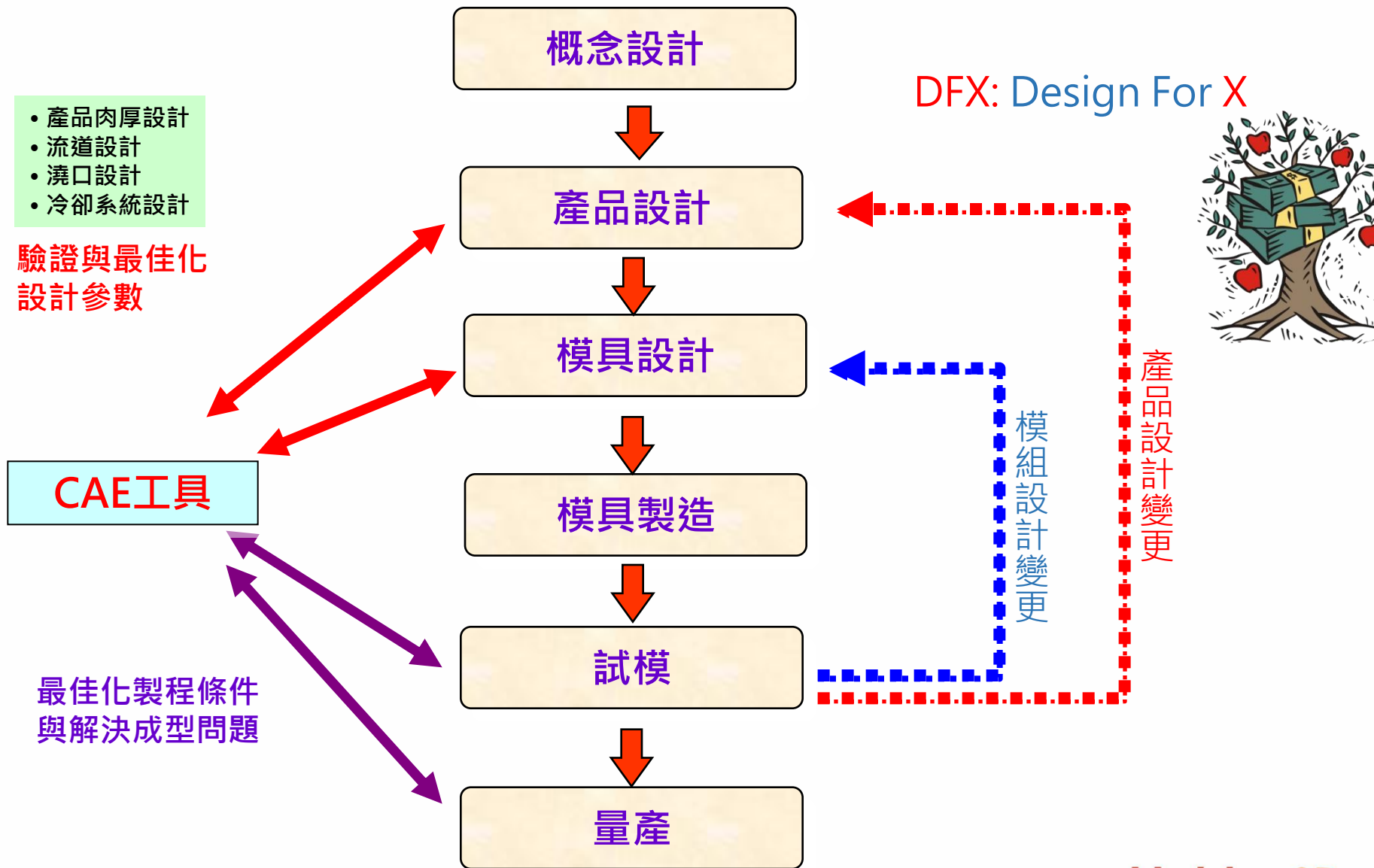
粉與膠的相分離現象 (Phase Separation)

- > 粉末與黏著劑產生**相分離**是生胚最常見的問題。
- > 相分離又稱剪切誘發粒子遷移現象(Shear-induced Particle Migration)：
 - 由於在壁緣處具有**最大剪切率**，故會產生**較低的粉末濃度**；反之，在流動中心處因**剪切率較小**，則會產生**較高的粉末濃度**。



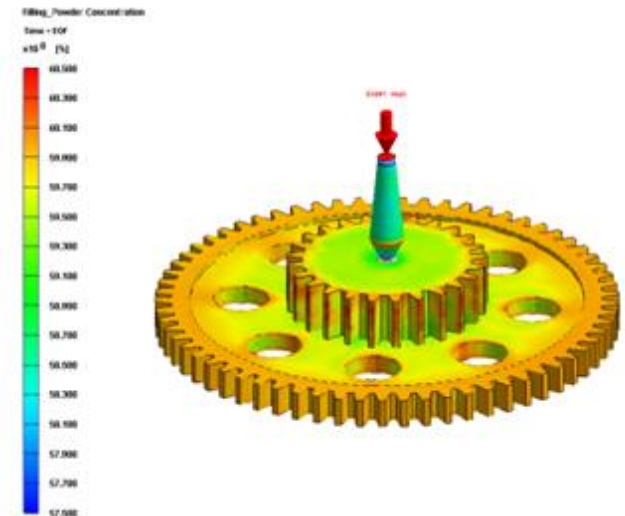
Moldex3D粉末射出成型模組功能 (Powder Injection Molding, PIM)

應用CAE工具後的產品開發流程



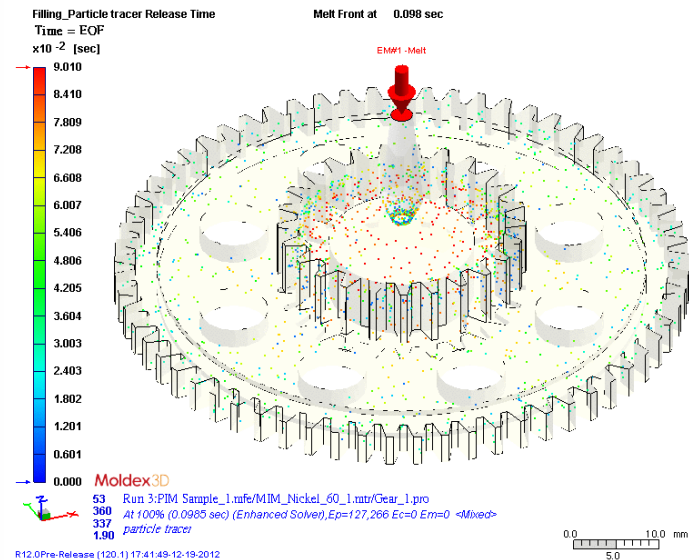
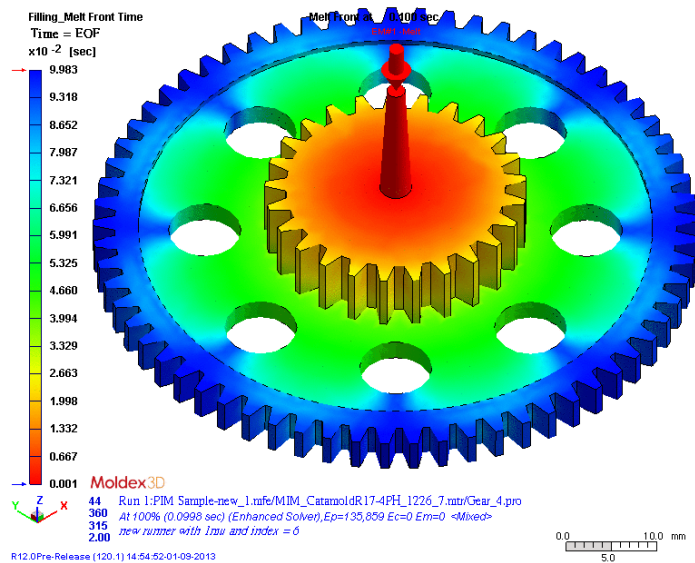
Moldex3D粉末射出成型

- > 涵蓋流動到翹曲的分析結果
- > 支援金屬粉末射出成型
- > 可預測粉末濃度
- > 配置粒子追蹤技術
- > 支援平行計算
- > 支援eDesign與實體(Solid)網格專案



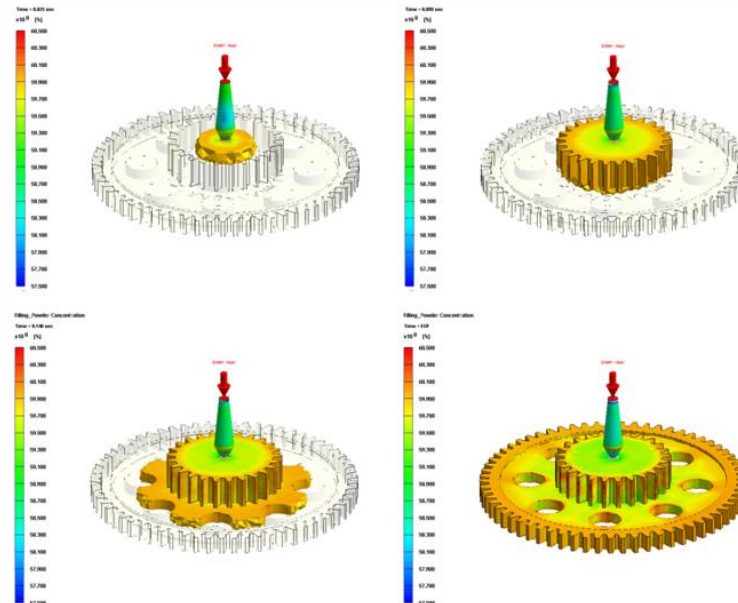
粒子追蹤分析 (Particle Tracer Analysis)

- > 觀察流動過程中的相分離現象。
- > Moldex3D粉末射出成型模組支援粒子追蹤分析，提供流動波前顯示，讓使用者精確了解相分離行為與粉末濃度的分布關係。



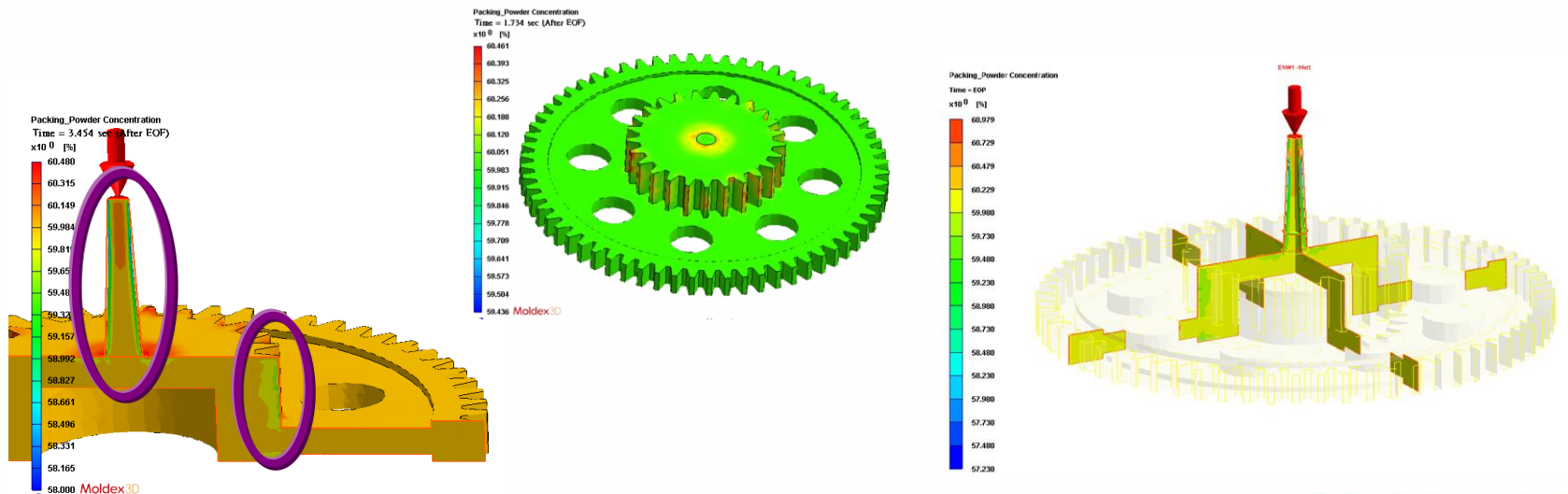
Moldex3D粉末濃度分析

- > 粉末濃度在粉末射出成型上是一項非常關鍵的問題。
- > 藉由精確的流動結果，Moldex3D可以預測在生胚的射出成型過程中粉末濃度的分布變化。
- > 提供有效的模擬結果，預測黑線的潛在問題，優化高精度且複雜的金屬射出成型產品。



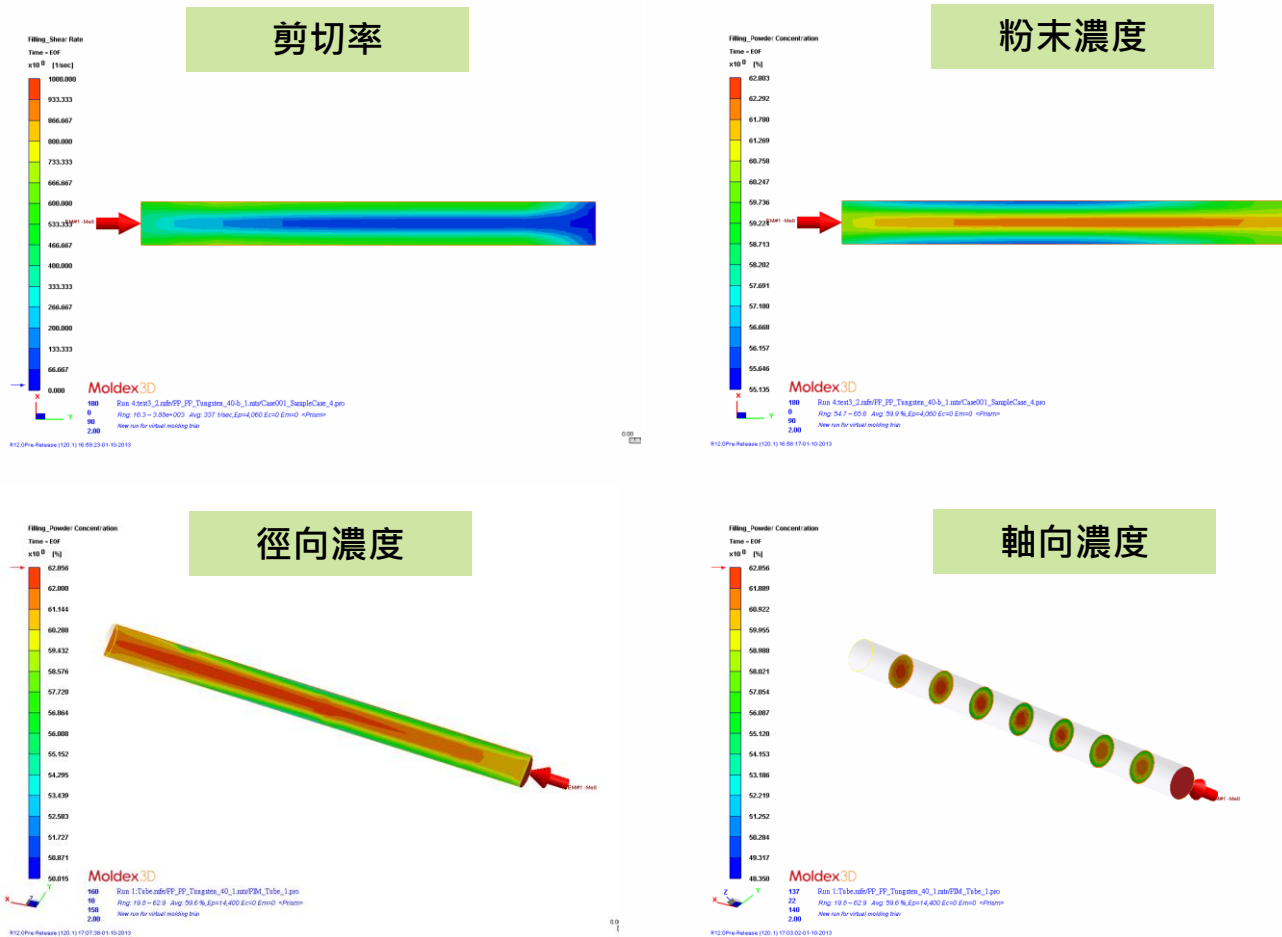
Moldex3D粉末濃度分析

- > Moldex3D可以提供不同厚度方向的粉末濃度分布。
- > 可以看出壁緣處因為高剪切率關係，粉末濃度較低，而相對內部中心的低剪切率，則有較高的粉末濃度分布。
- > 透過粉末濃度的分布結果，可以進而評估黑線的潛在位置及內部的相分離現象。



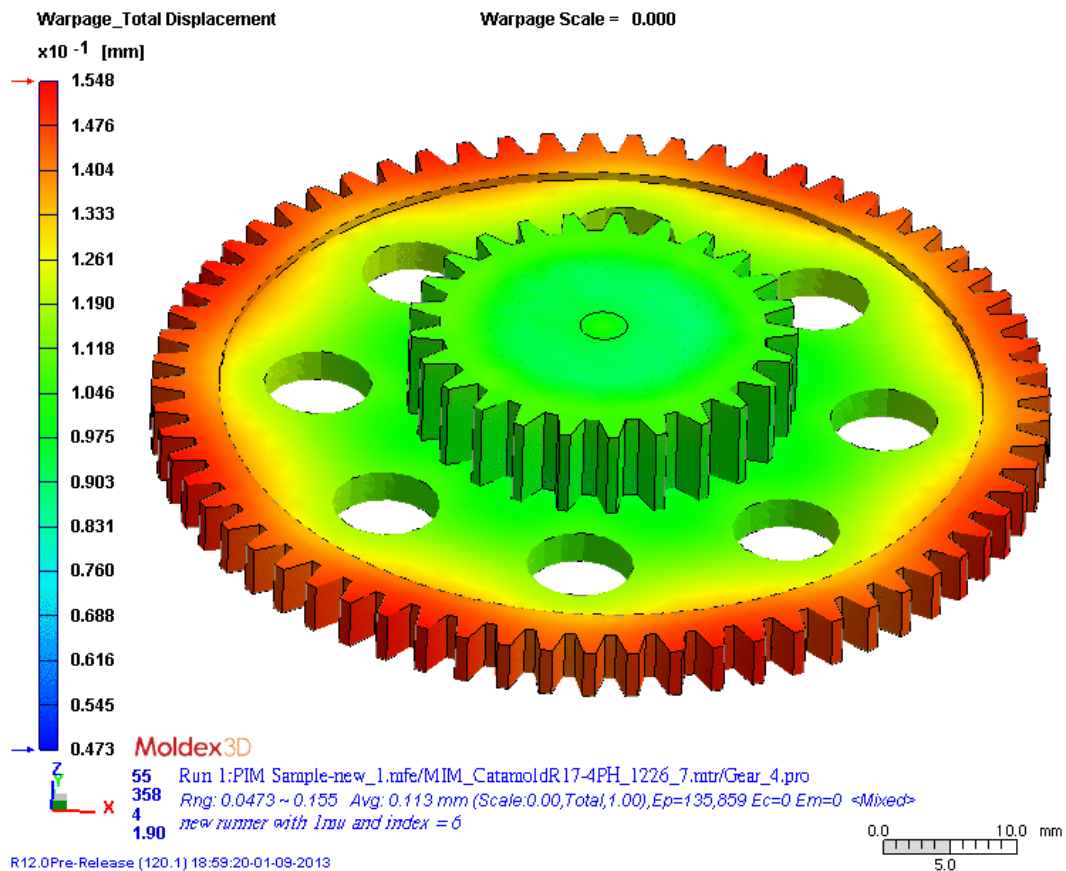
Moldex3D粉末濃度分析

- 在簡單的幾何模擬上，驗證了中心區域的低剪切率有較高的粉末濃度分布。



翹曲預測

- > 燒結之前，透過粉末濃度的分布效應進而評估體積收縮率與翹曲變形結果。



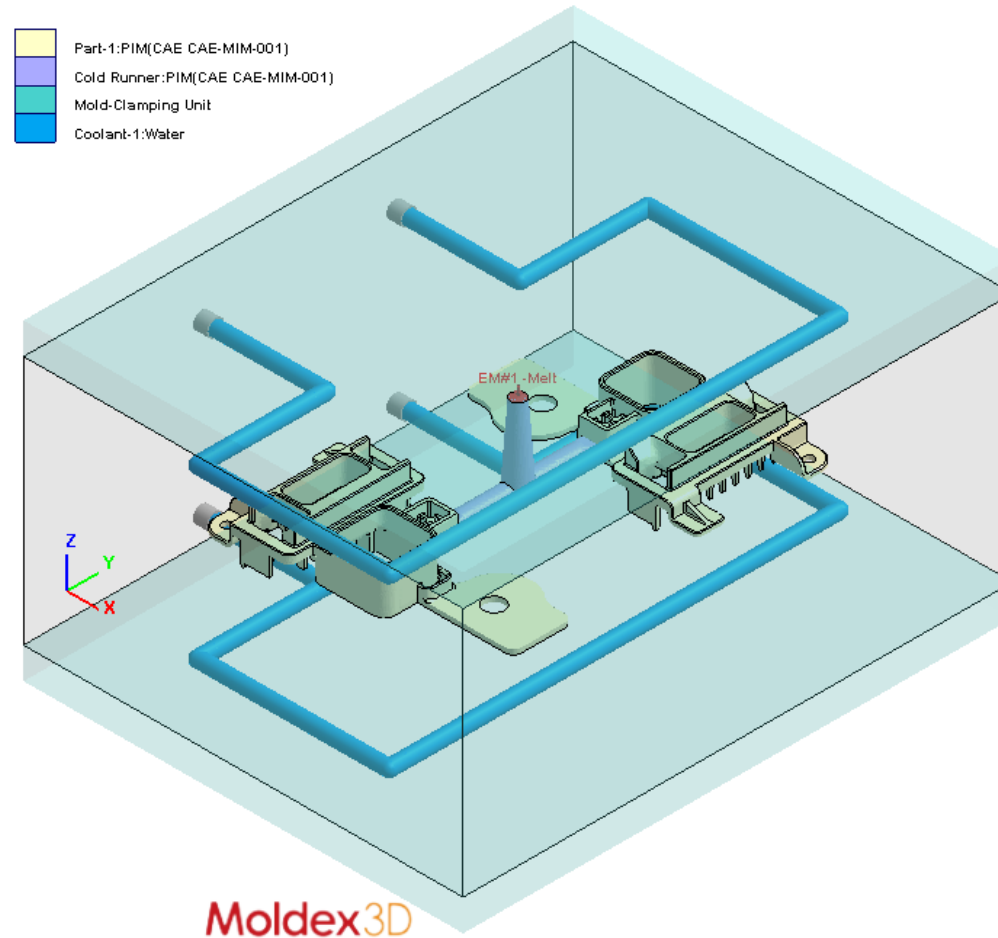
實際案例分享

實際案例分享1

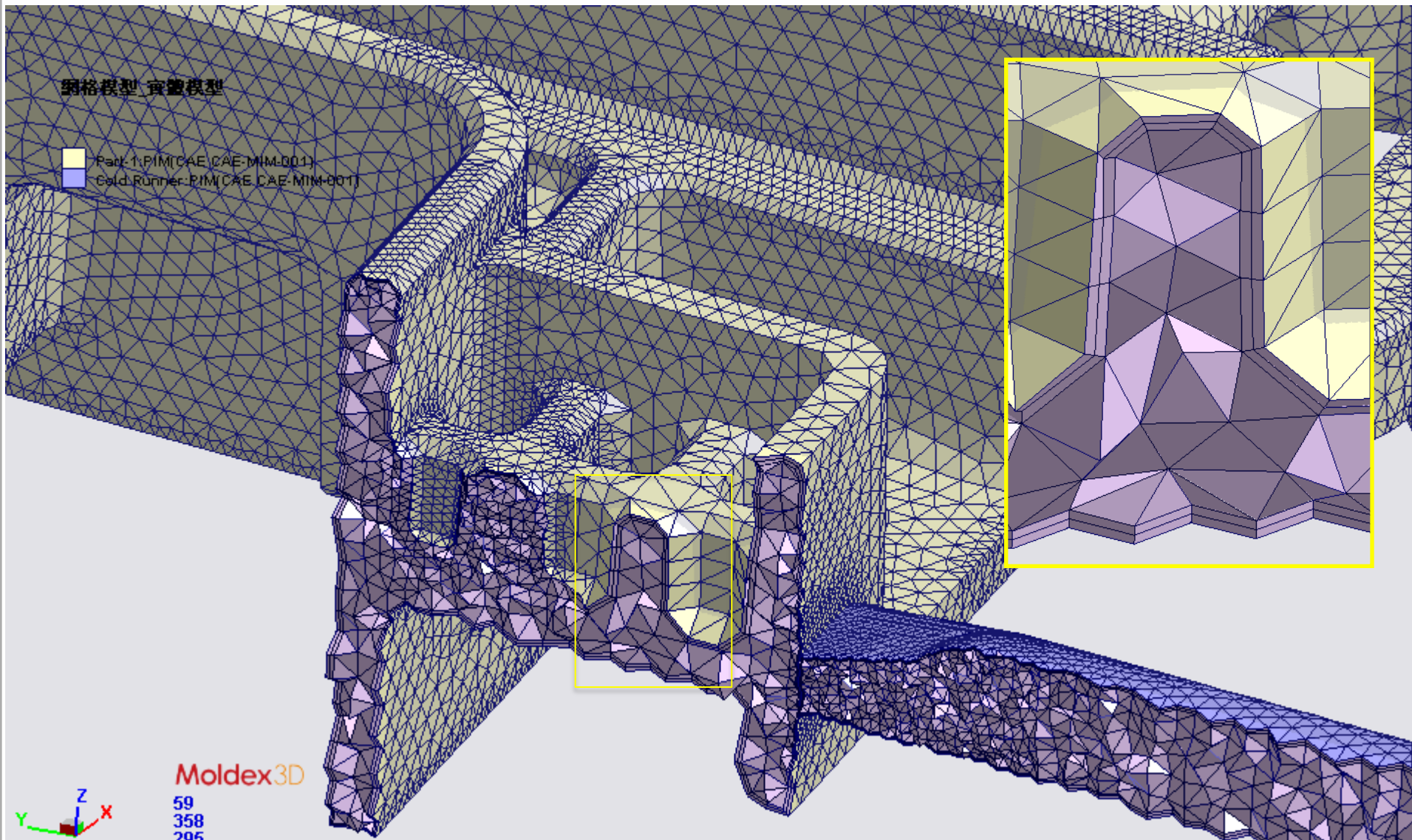
實際案例分享1

> 產品為一個工業用PDA的內部連結器

Model_Shaded Model



網格

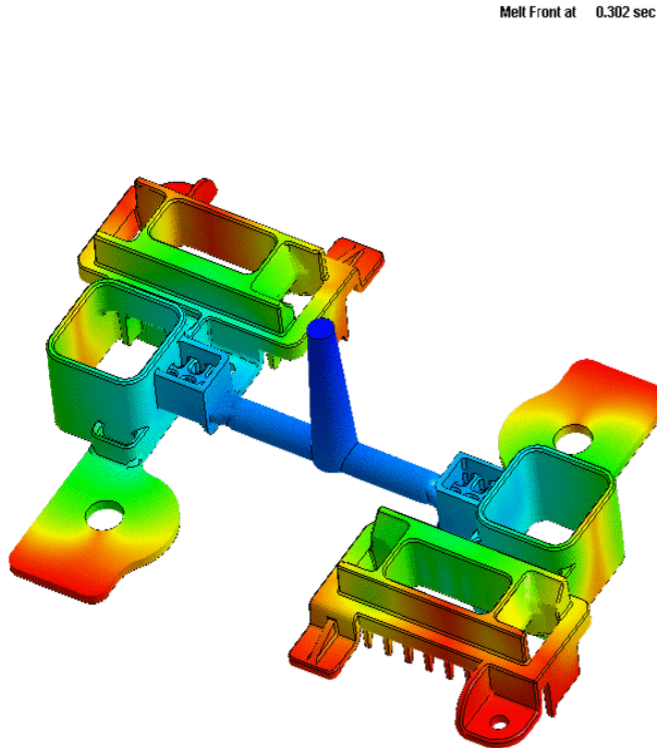
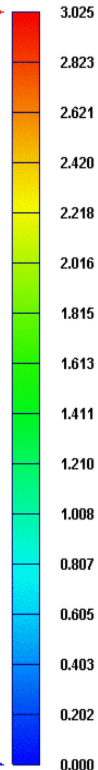


Filling Animation

Filling_Melt Front Time

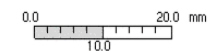
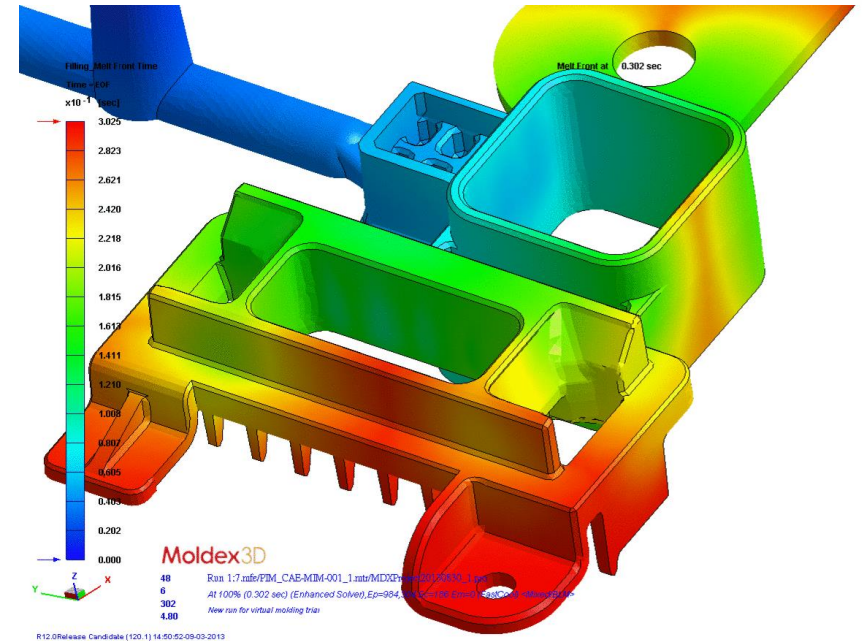
Time = EOF

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

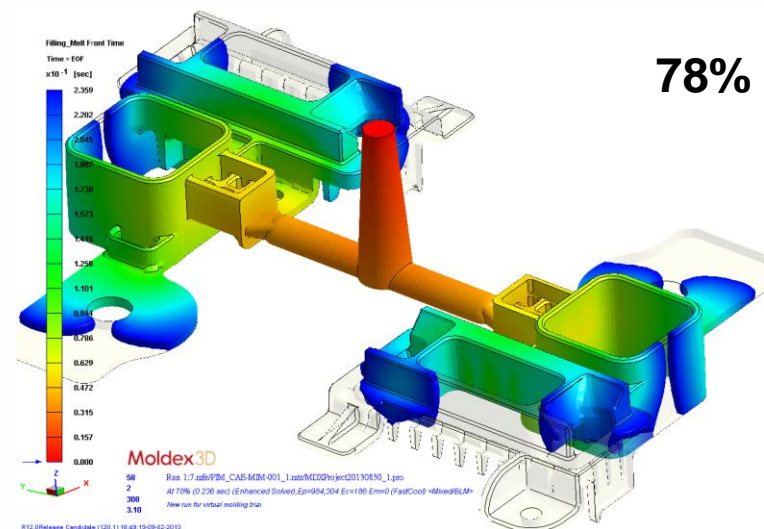
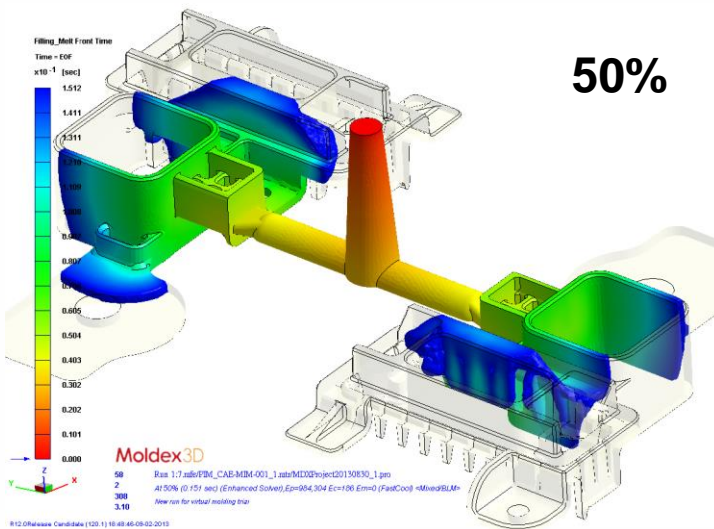
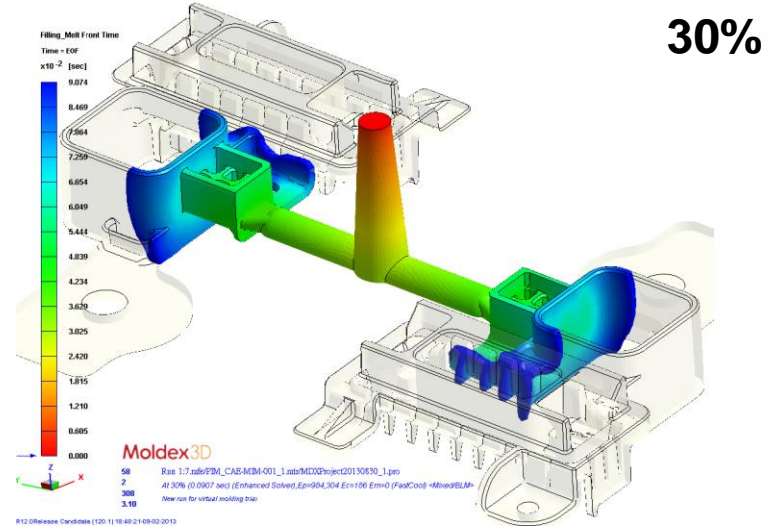
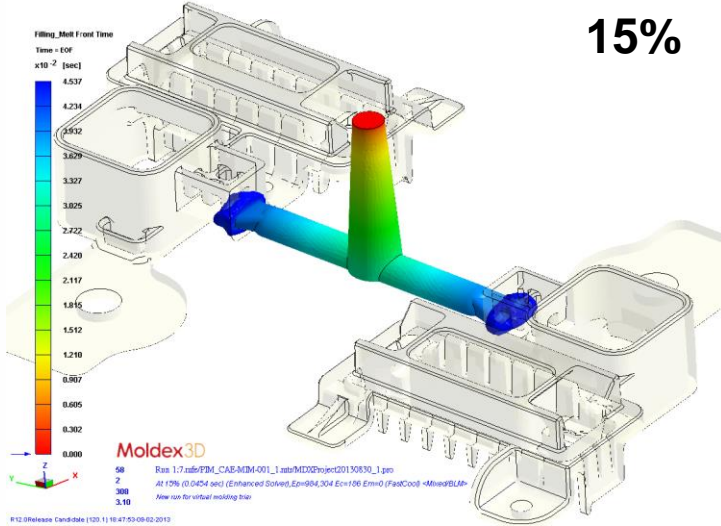


Moldex3D

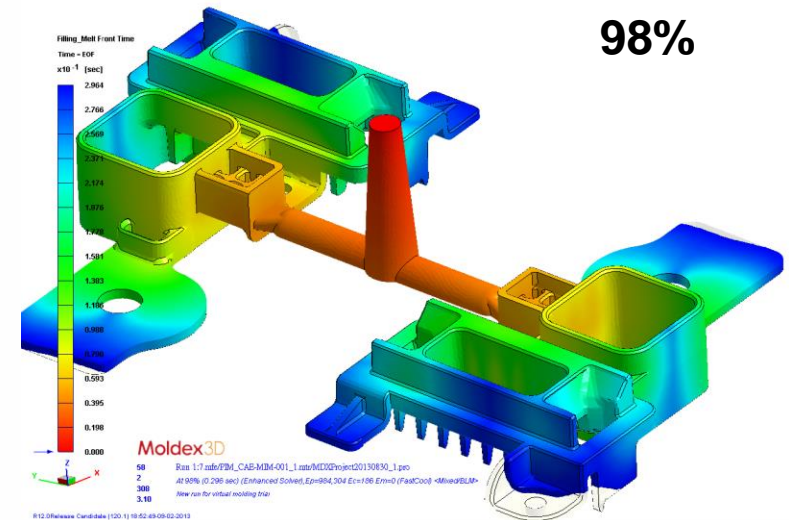
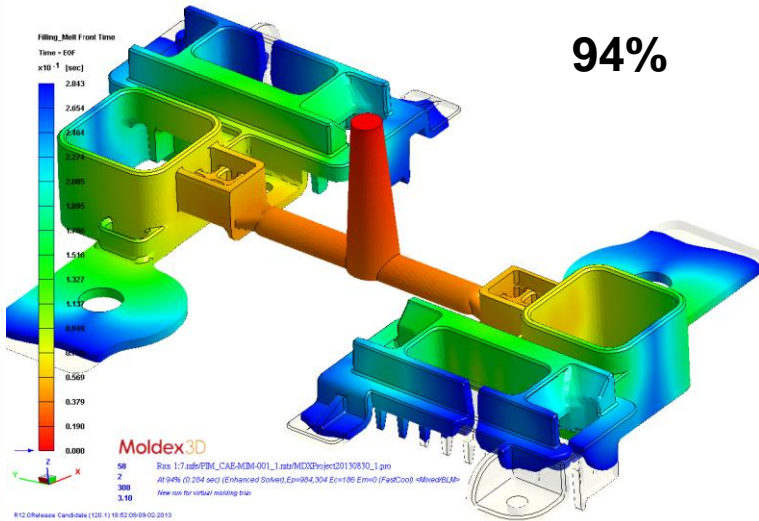
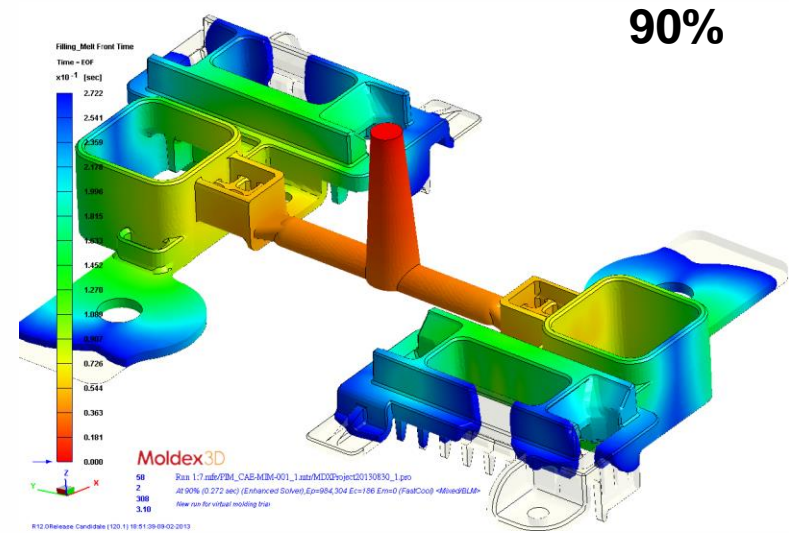
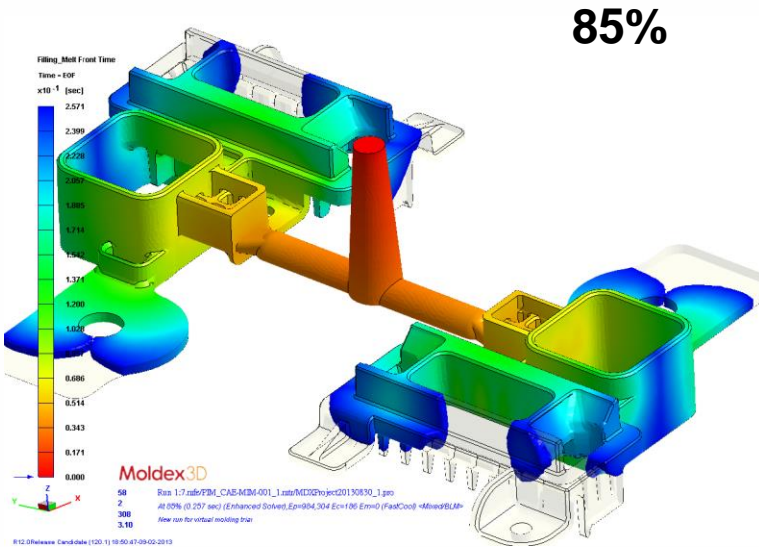
48 Run 1:7.mfe/PIM_CAE-MIM-001_1.mtr/MDXProject20130830_1.pro
6 At 100% (0.302 sec) (Enhanced Solver), Ep=984,304 Ec=186 Em=0 (FastCool) <Mixed/BLM>
302
1.50 New run for virtual molding trial



Filling Melt Front (I)



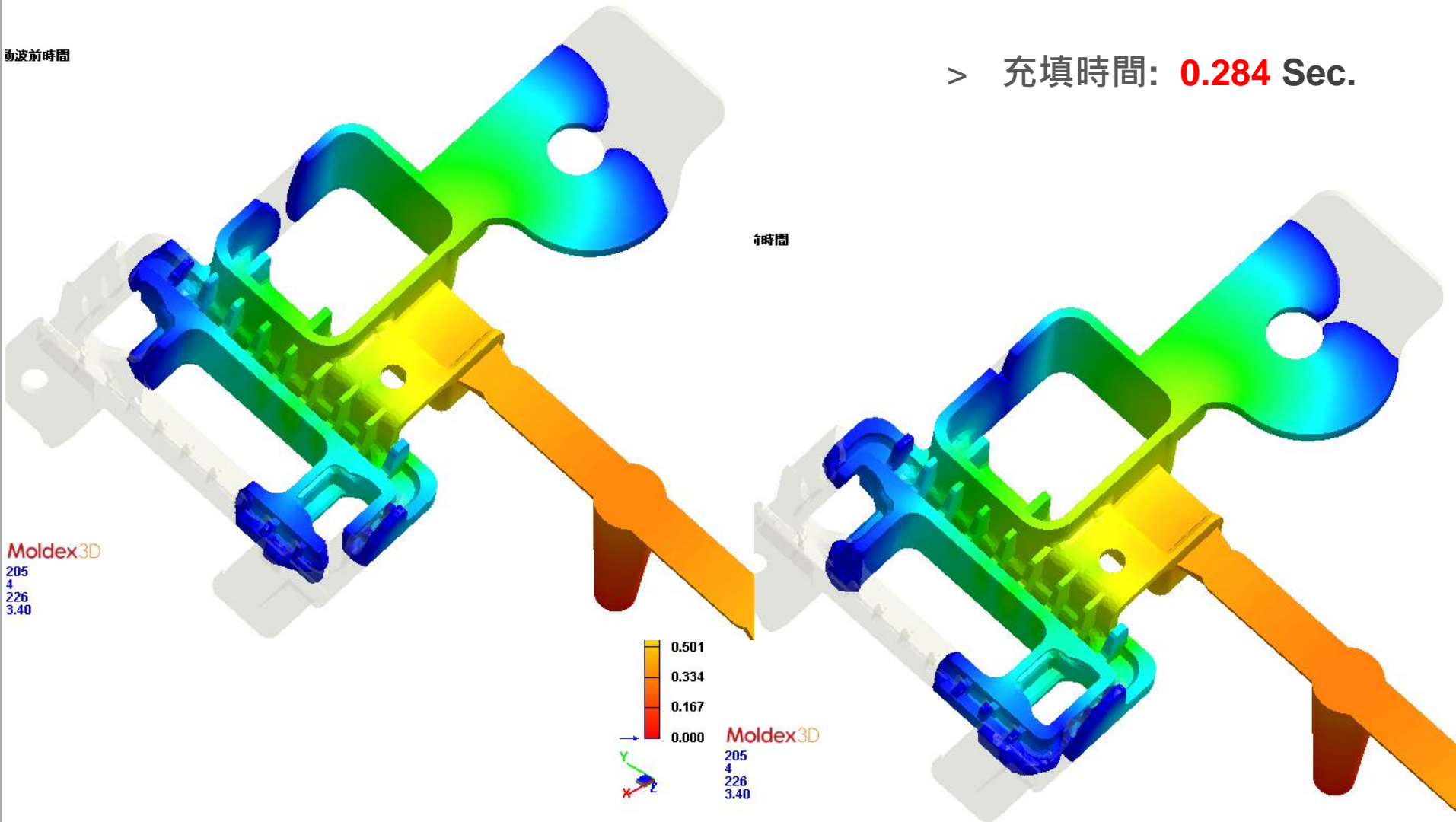
Filling Melt Front (II)



充填_流動波前

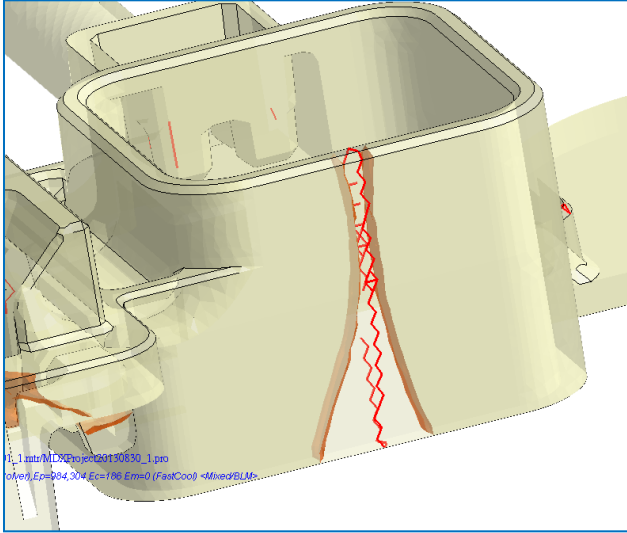
波前時間

> 充填時間: **0.284 Sec.**

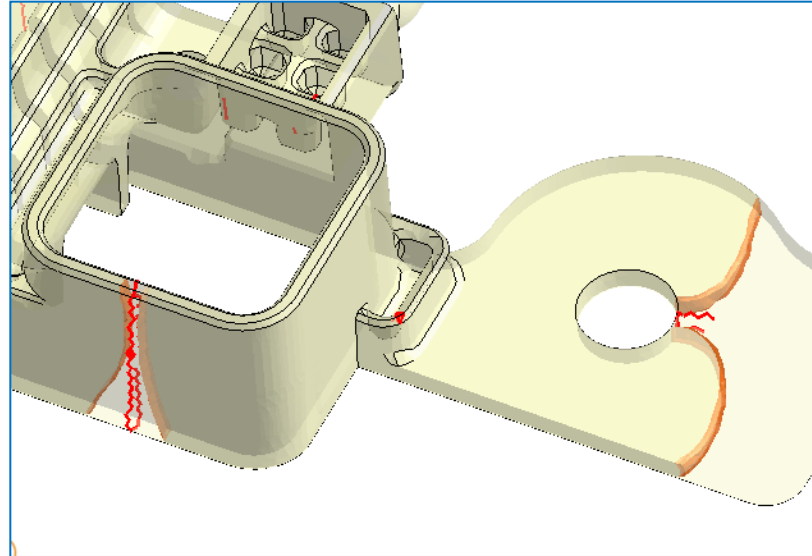


縫合線位置

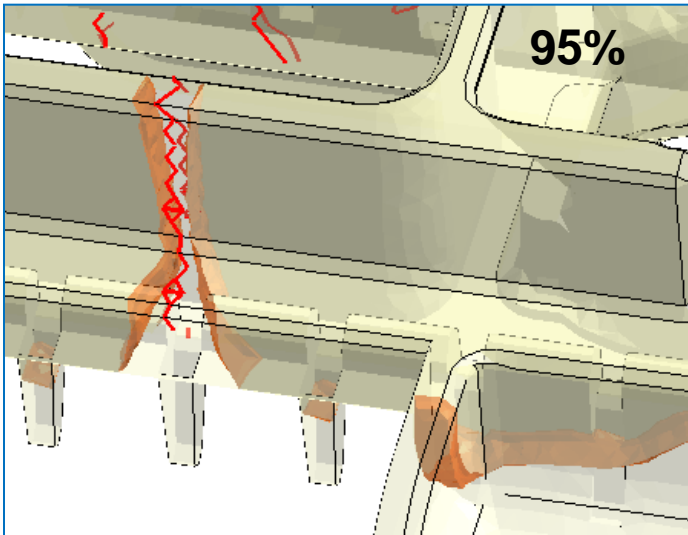
80%



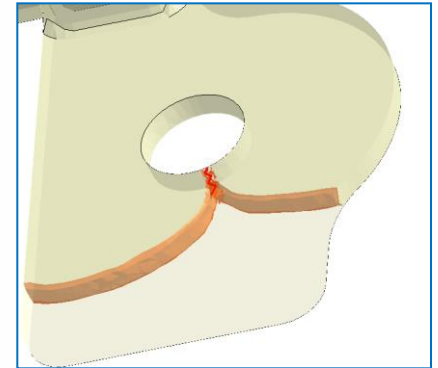
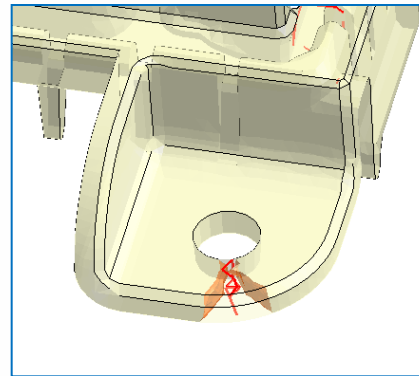
82%



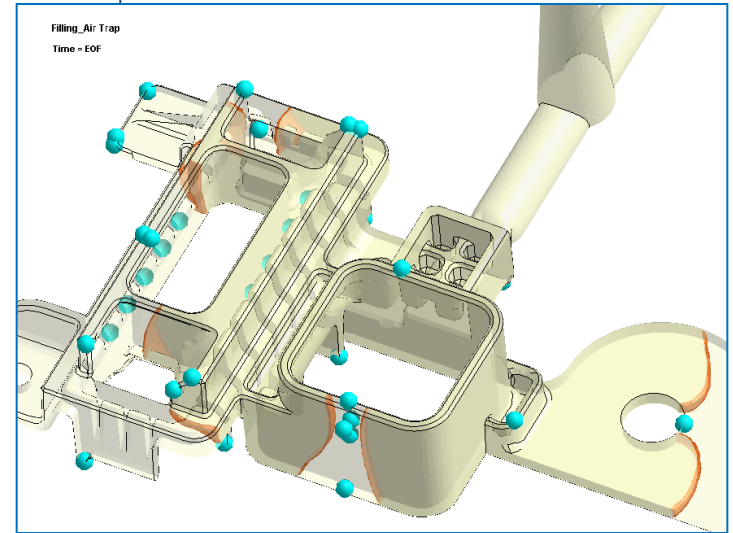
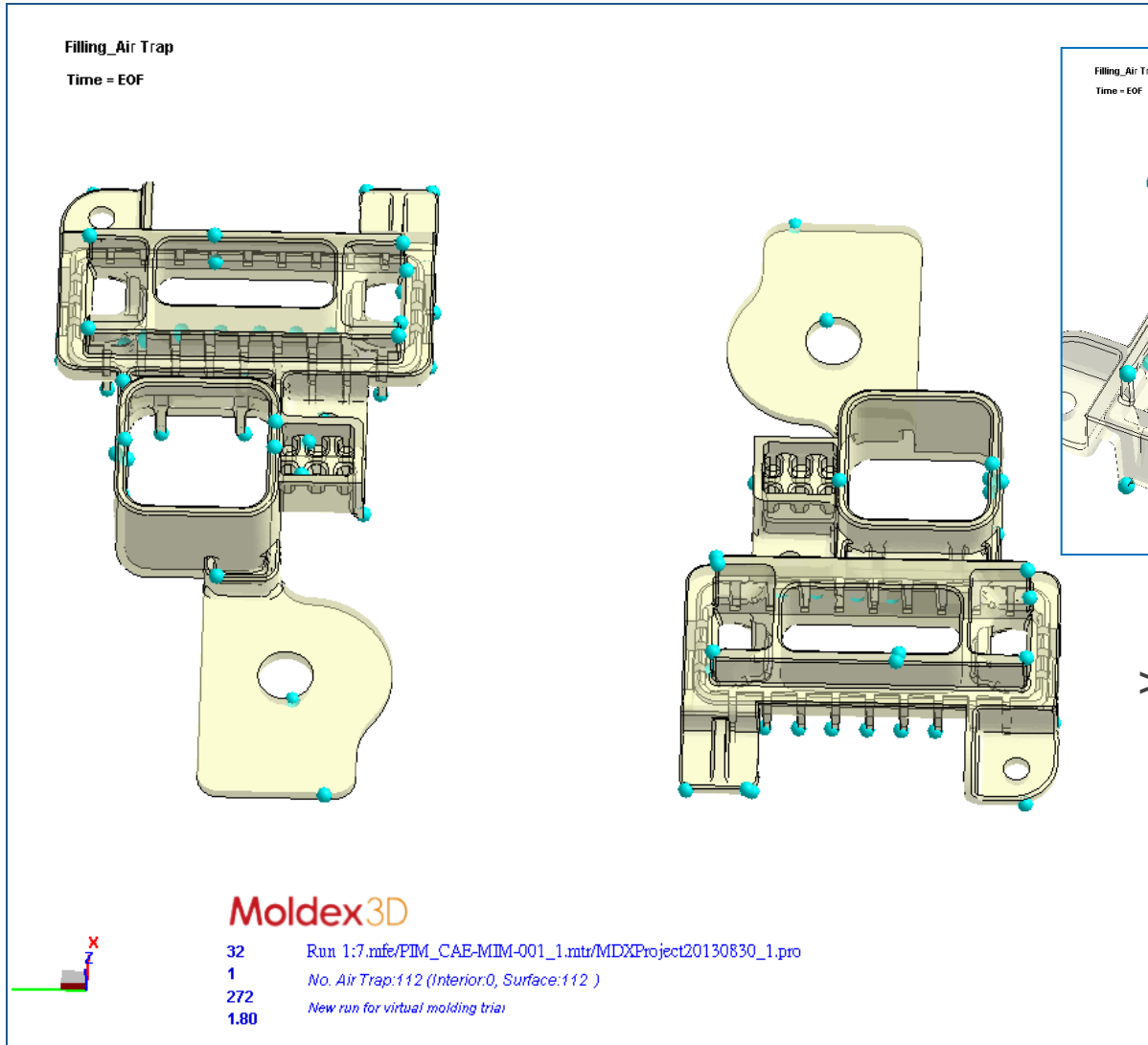
95%



99.9%



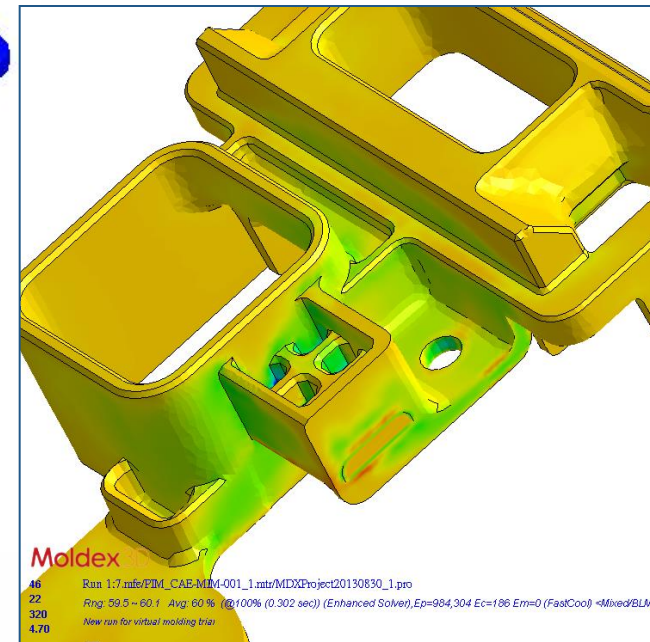
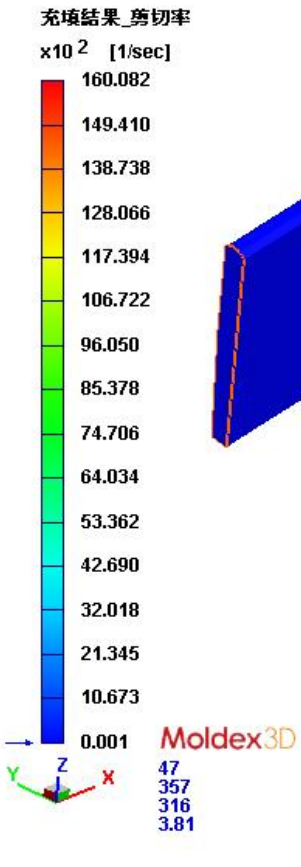
排氣位置



> 於流動波前交會處以及流動末端，容易產生包封

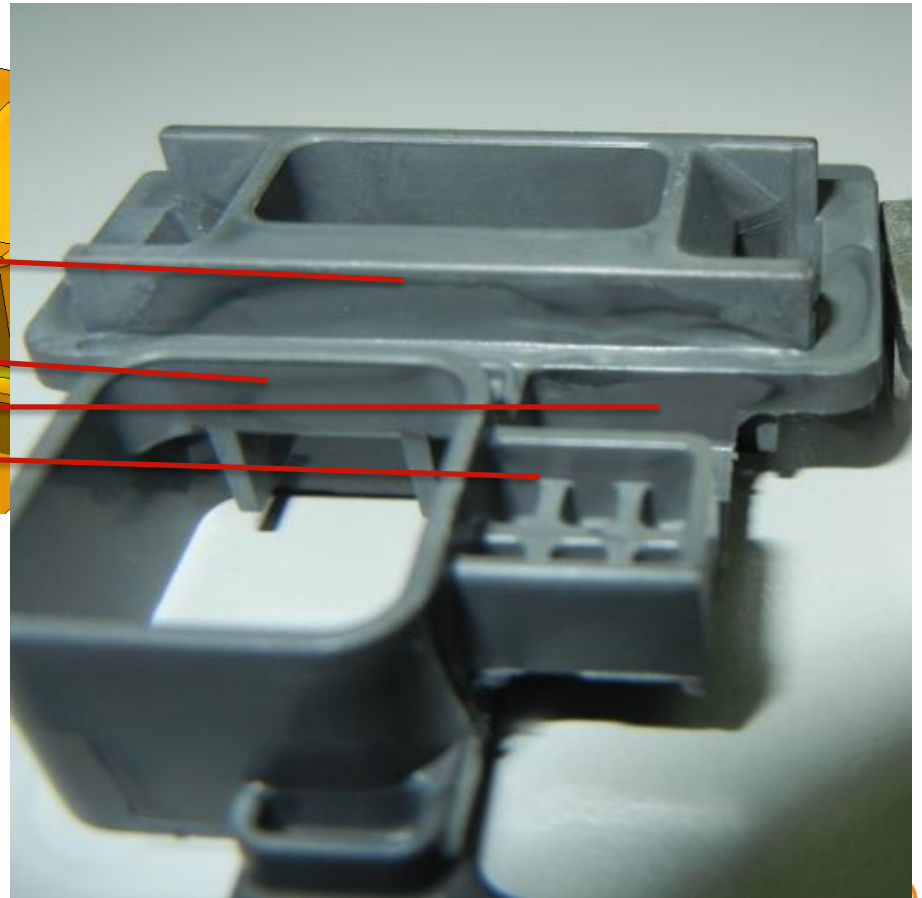
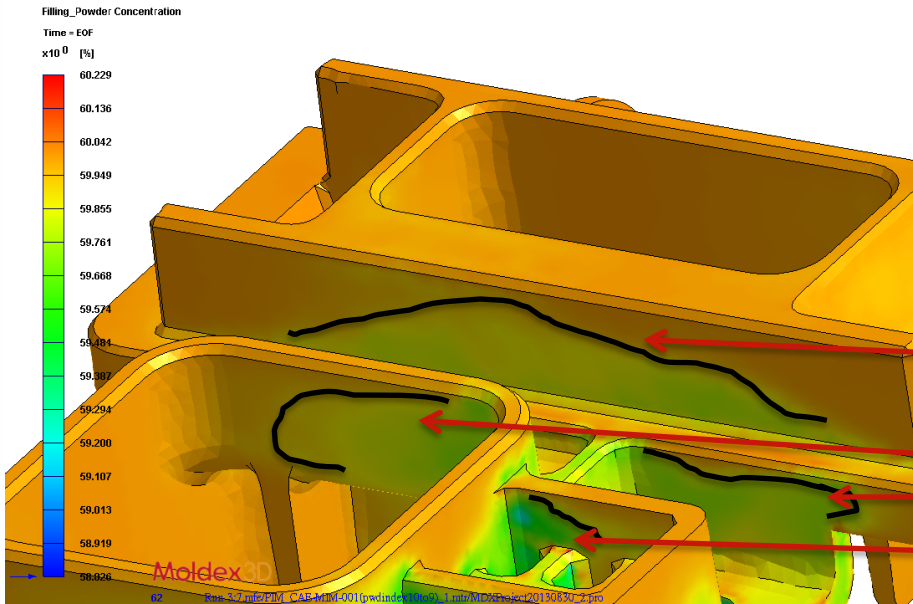
剪切速率

- > 剪切速率顯示與粉末濃度具有負相關。
- > 剪切速率越高的地方，塑料分布越不均勻，粉末越不容易堆積，造成粉末濃度較低之結果。



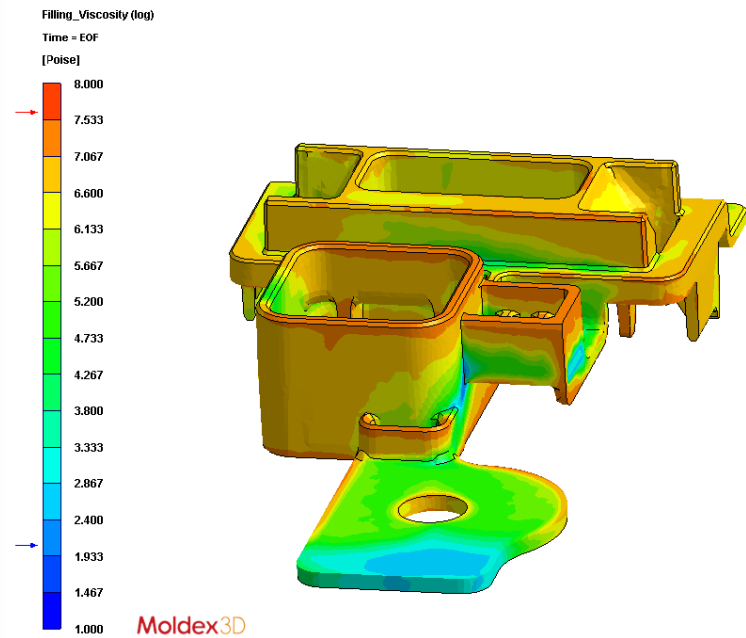
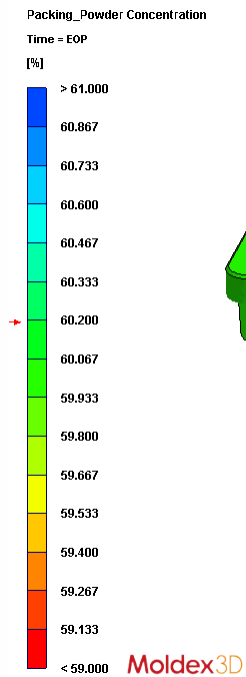
A Comparison with practical MIM part

- > Low powder concentration is most possible to be black lines .



Cause: Effect of Viscosity

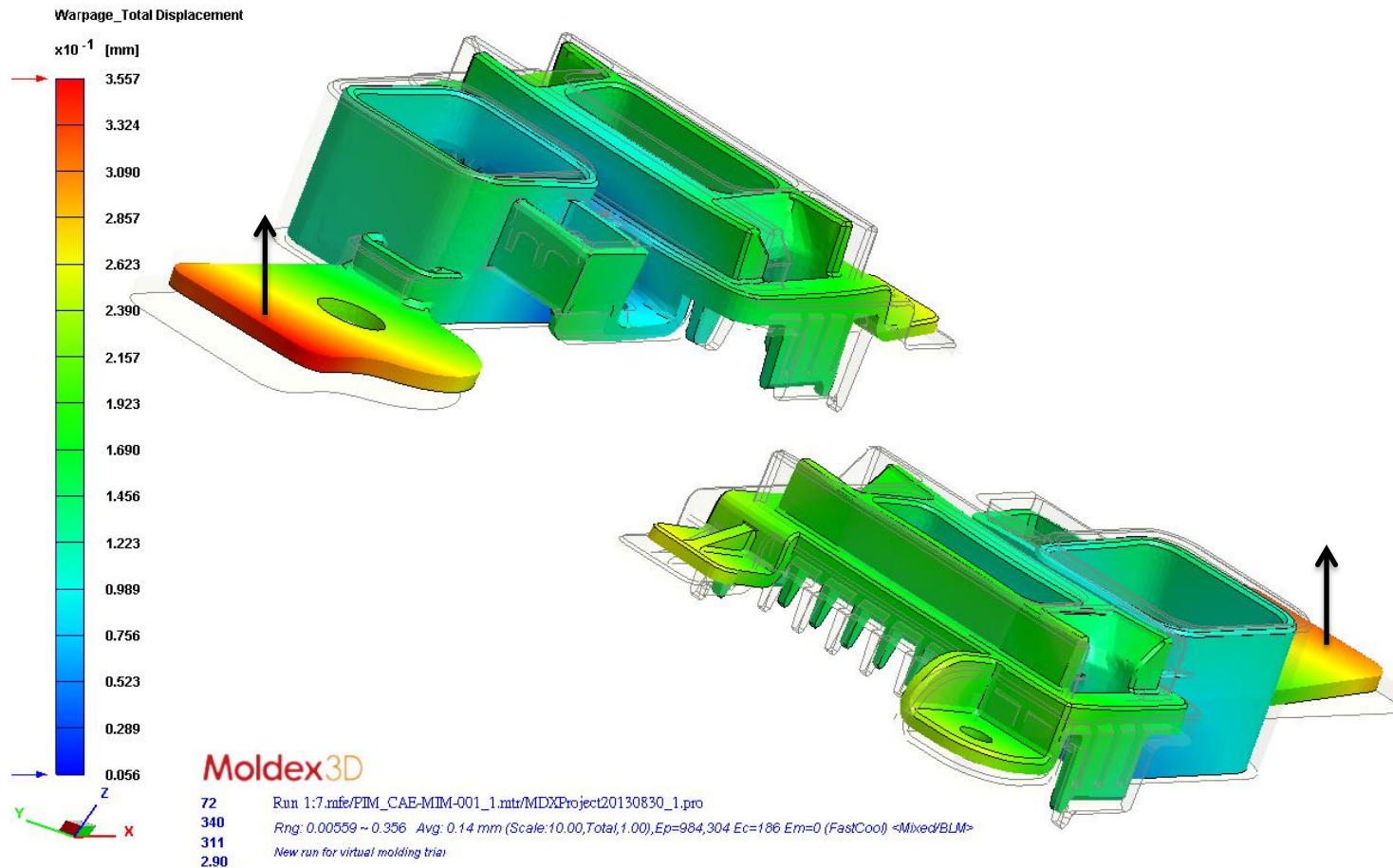
- > 可以觀察出濃度過低的紅色區域，相對應出示黏度分布的綠色到紅色區域，可視為高黏度區域。因此，如果可以降低這些區域的黏度狀況，是有可能改善表面瑕疵的機會。



翹曲變形 總位移

放大倍率10

- > 翹曲變形主要發生在末端較薄處，如箭頭所示往上翹曲。



黑線位置預測



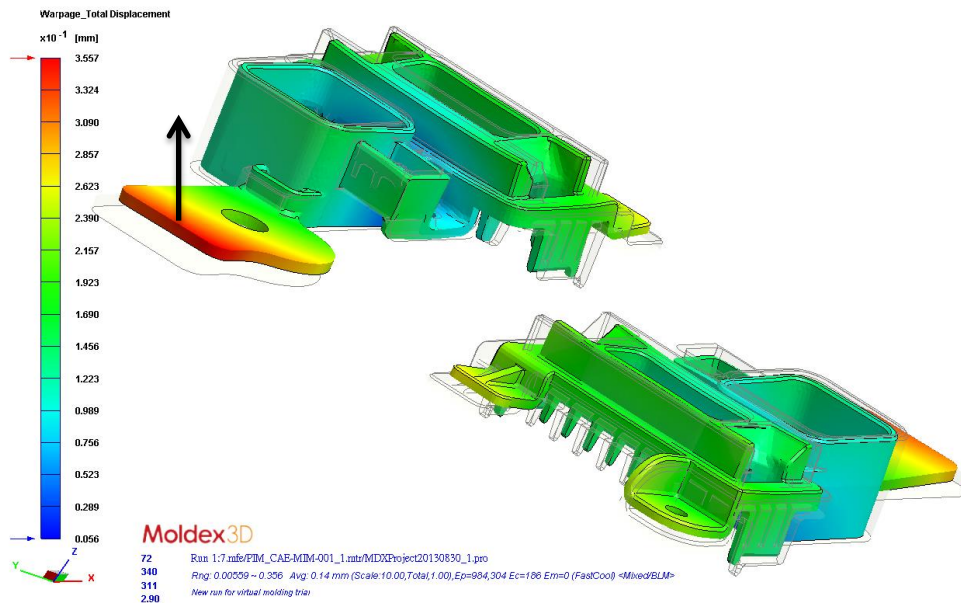
Green part

After sinter



黑線位置預測

- > 在翹曲結果上，分析結果與實際狀況吻合度相當高。
- > 實品在薄末端的翹曲方向與分析結果一致，肉眼可見，其他地方則與分析結果相同沒有太大的翹曲產生。



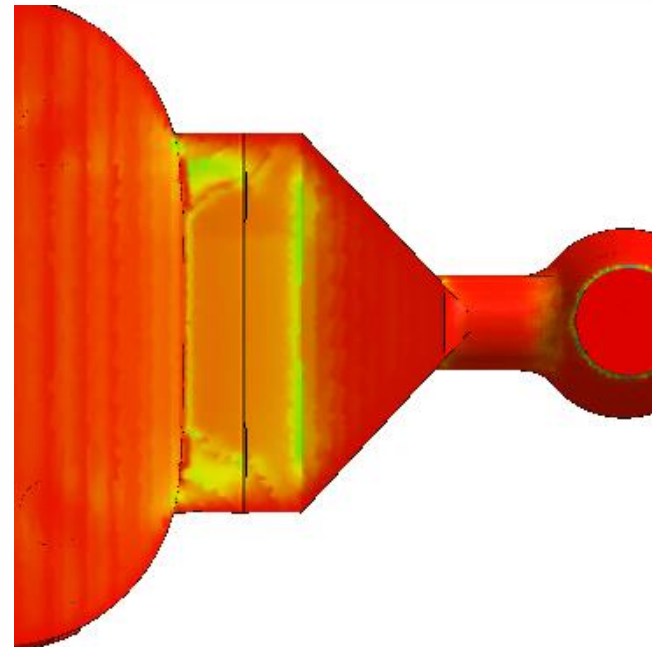
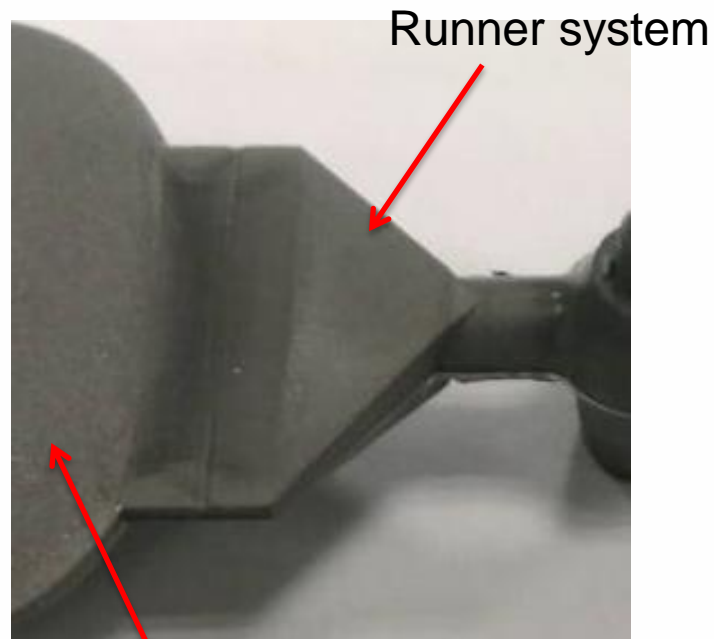
總結

- > 本研究係以一個工業界的實際MIM產品為載具，使用Moldex3D-PIM軟體預測黑線的可能區域，與實際發生位置幾乎是一致的，更進一步，以縮短射出時間的方式，改善了此載具的黑線問題。最後，依模流分析的結果，歸納以下三點：
 - 1) 表面粉末濃度大部分都是均勻的，出現濃度過低的區域，即表示黑線的可能區域。
 - 2) 濃度過低區域附近，是相對應是中高黏度區域，即表示因流動阻力大造成。
 - 3) 黏度分布的高低落差太大，是造成粉末濃度不均的主要原因之一。

實際案例分享2

A Comparison with practical MIM part

- > **Low powder concentration is most possible to be black lines .**
- > **The black line has been controlled out of class A surface by Moldex MIM function.**



總結

總結

- > **Moldex3D**提供完整的金屬射出成型製程，評估材料與黏著劑的混合條件。
- > 在生胚的射出成型階段，透過其流動行為，使用者可清楚觀察粉末與黏著劑的相分離現象，進而預測粉末濃度分布。
- > 有效減少體積收縮、變形翹曲與黑線問題，實現高品質產品的標準。



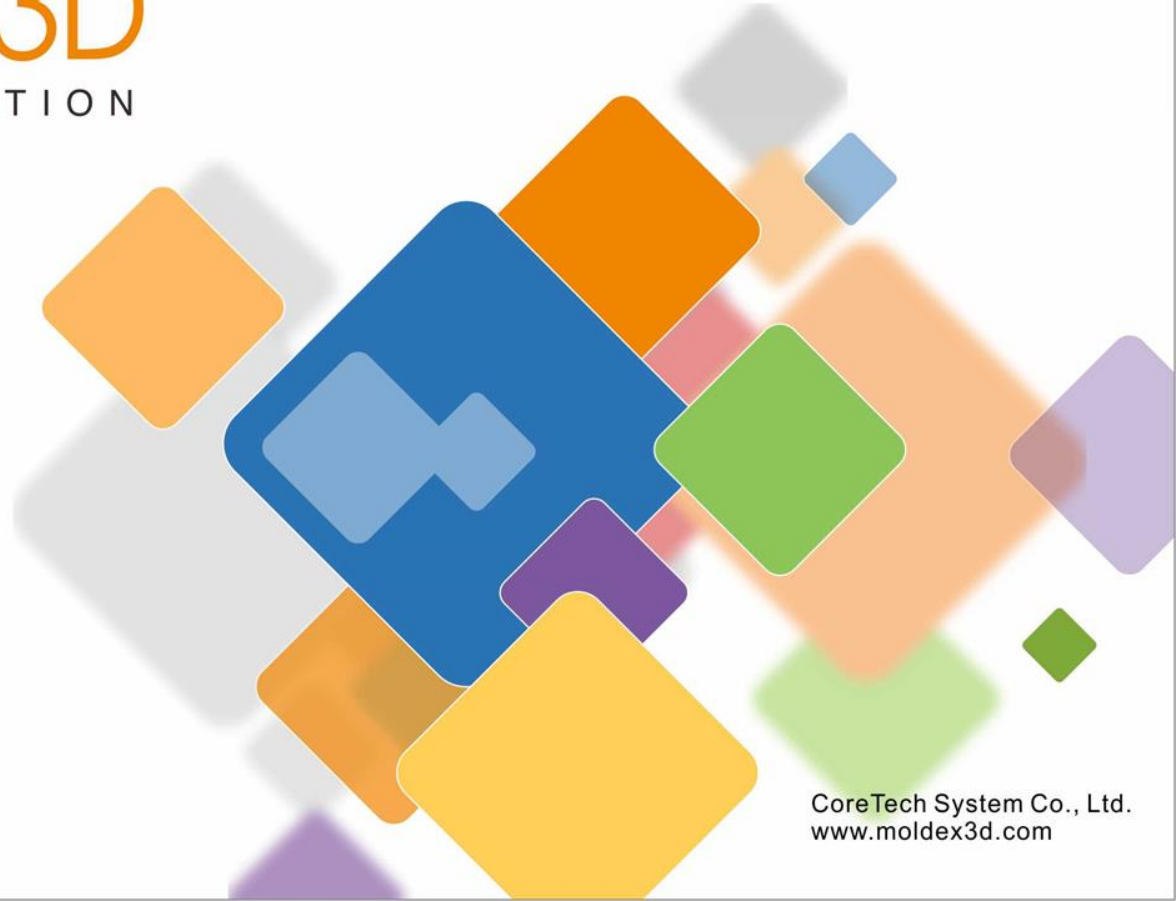
Ref: http://tw.asiamachinery.net/supplier/product_details.asp?ProID=11627&SupID=2375

Ref: <http://www.borun.cn/qxcp/dzmy/tccl/index.asp>



Moldex3D

MOLDING INNOVATION



CoreTech System Co., Ltd.
www.moldex3d.com