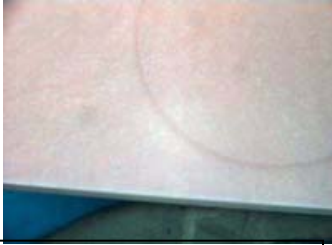


# **LCP起泡問題對策**

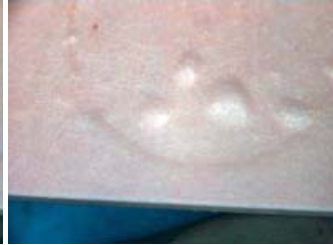
**Polyplastics Co. Ltd**  
**R&D center**

## 簡報內容

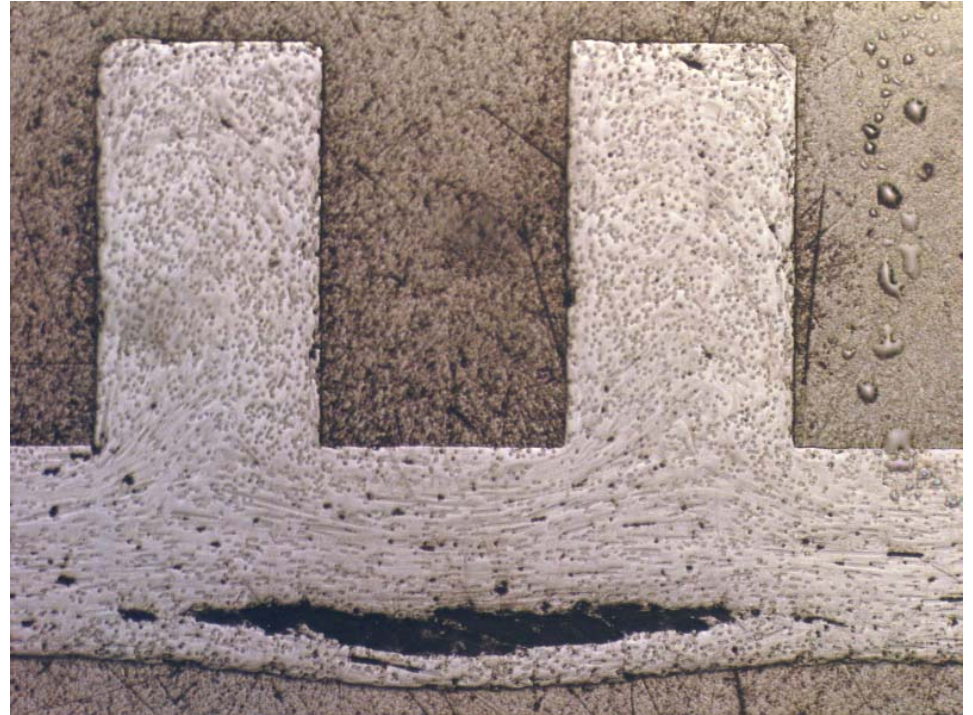
1. 造成起泡原因 (P4)
2. 檢討及找出起泡原因 (P11)
3. 設備選擇 (P19)
4. 材料準備 (P30)
5. 模具及產品設計 (P33)
6. 成型條件 (P35)



產品正常表面



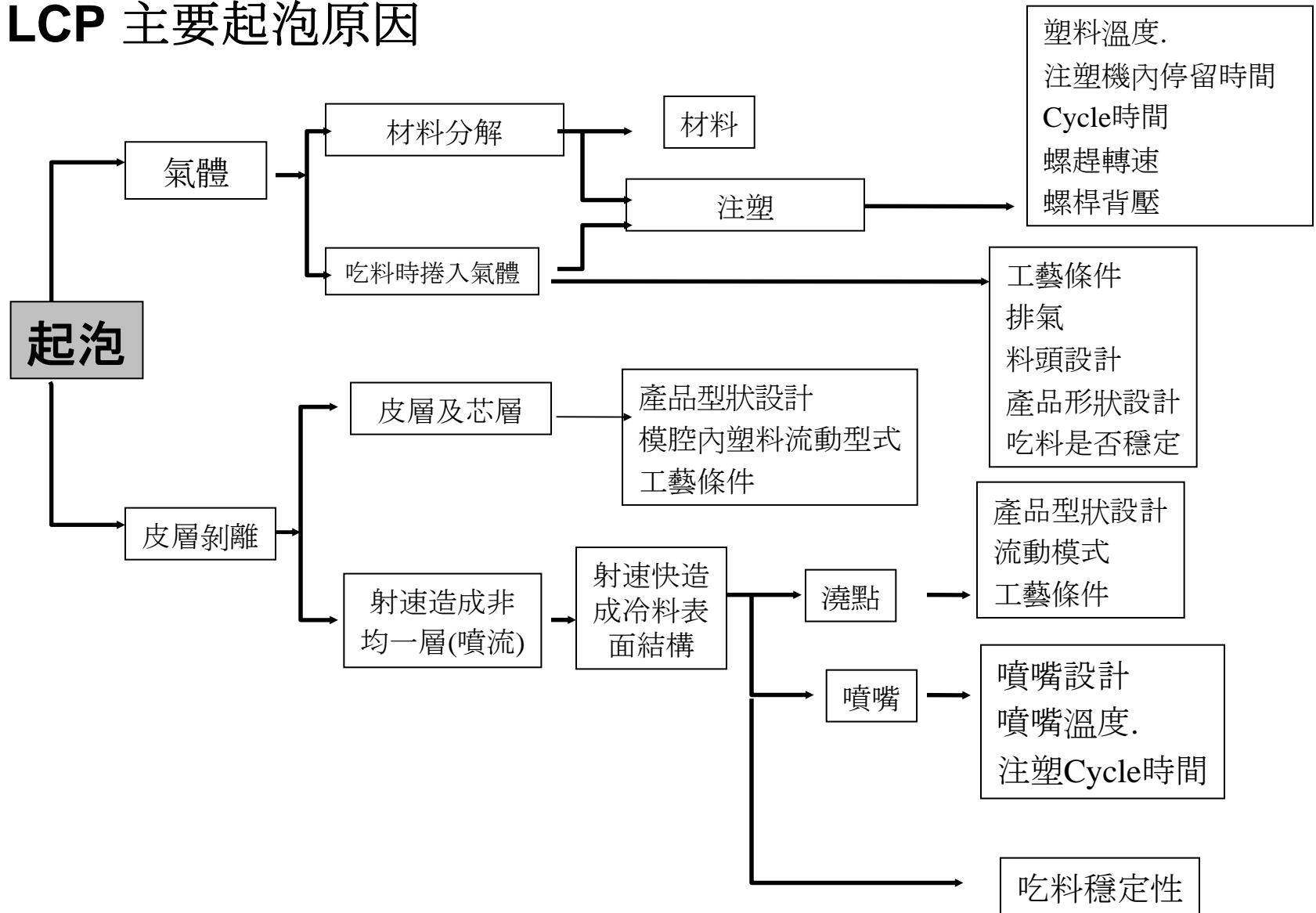
起泡表面



起泡樣品橫斷面

材料: Vectra E130i

## I. LCP 主要起泡原因



## 起泡因素及其對策

因素	表面情況	工藝條件影響	對策
1.吃料捲入氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 氣泡較小</li> <li>✧ 剝動末端或結合位置</li> <li>✧ IR 前就可看到</li> <li>✧ IR 後變大或消除</li> </ul>	料溫高或料管內停留時間長  吃料時間不穩定，造成塑料劣解	降低氣體產生 讓吃料穩定 加強排氣
2. 注塑產品皮層及芯層剝離	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 氣泡較大</li> <li>✧ 澆點附近</li> <li>✧ IR 後才會看到</li> </ul>	射速過低 塑料溫度過低	增加流動性
3. 非均一層之皮層及芯層剝離	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 氣泡相對較大</li> <li>✧ 氣泡延著流動方向，如規律之跳石狀</li> <li>✧ 過 IR 後看到</li> </ul>	射速太快 噴嘴溫度低	避免噴射狀塑料流動 避免噴嘴內有斷裂冷料

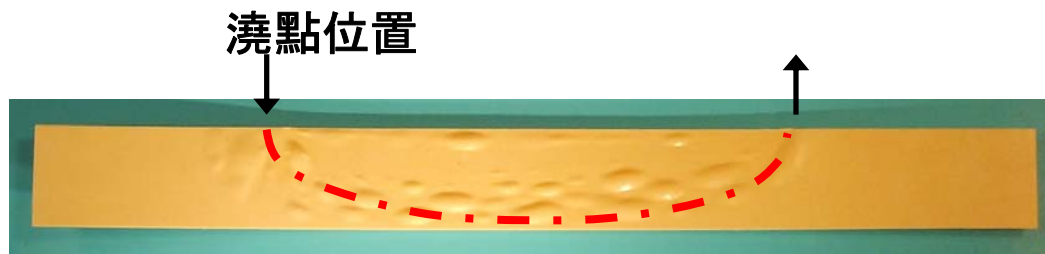
## 起泡表面現象

### 氣體為主因



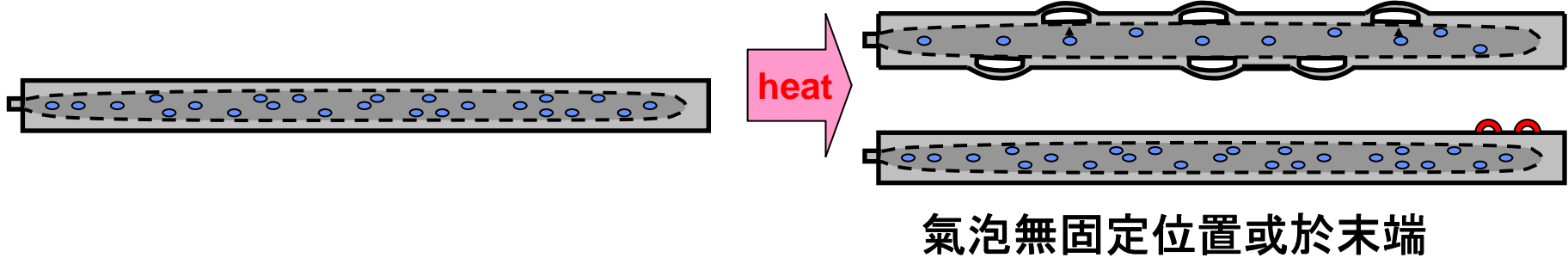
每一成形品皆會有氣泡, 因氣體被包覆  
氣泡在流動末端或是無固定位置)

### 皮層芯層剝離之氣泡

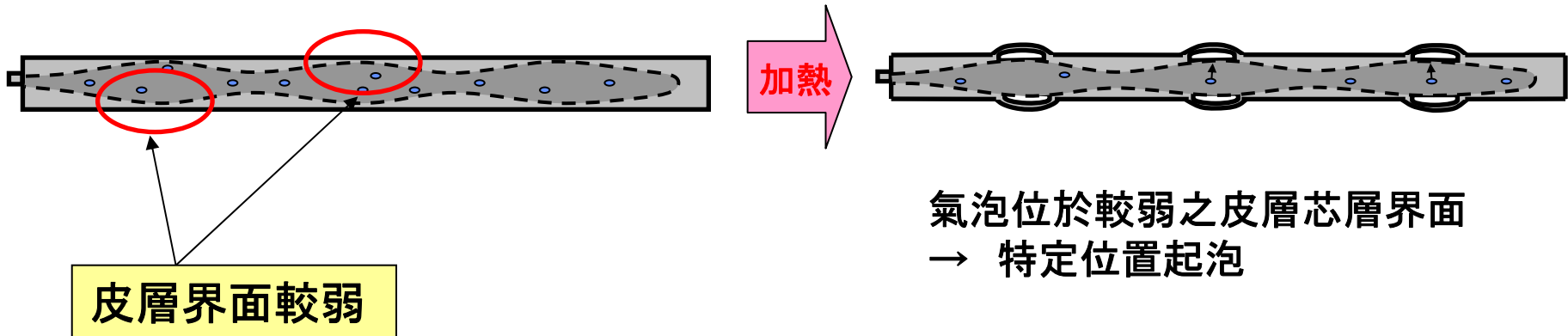


氣泡從澆點開始, 延著流動方向

## ○空氣或氣體被包覆



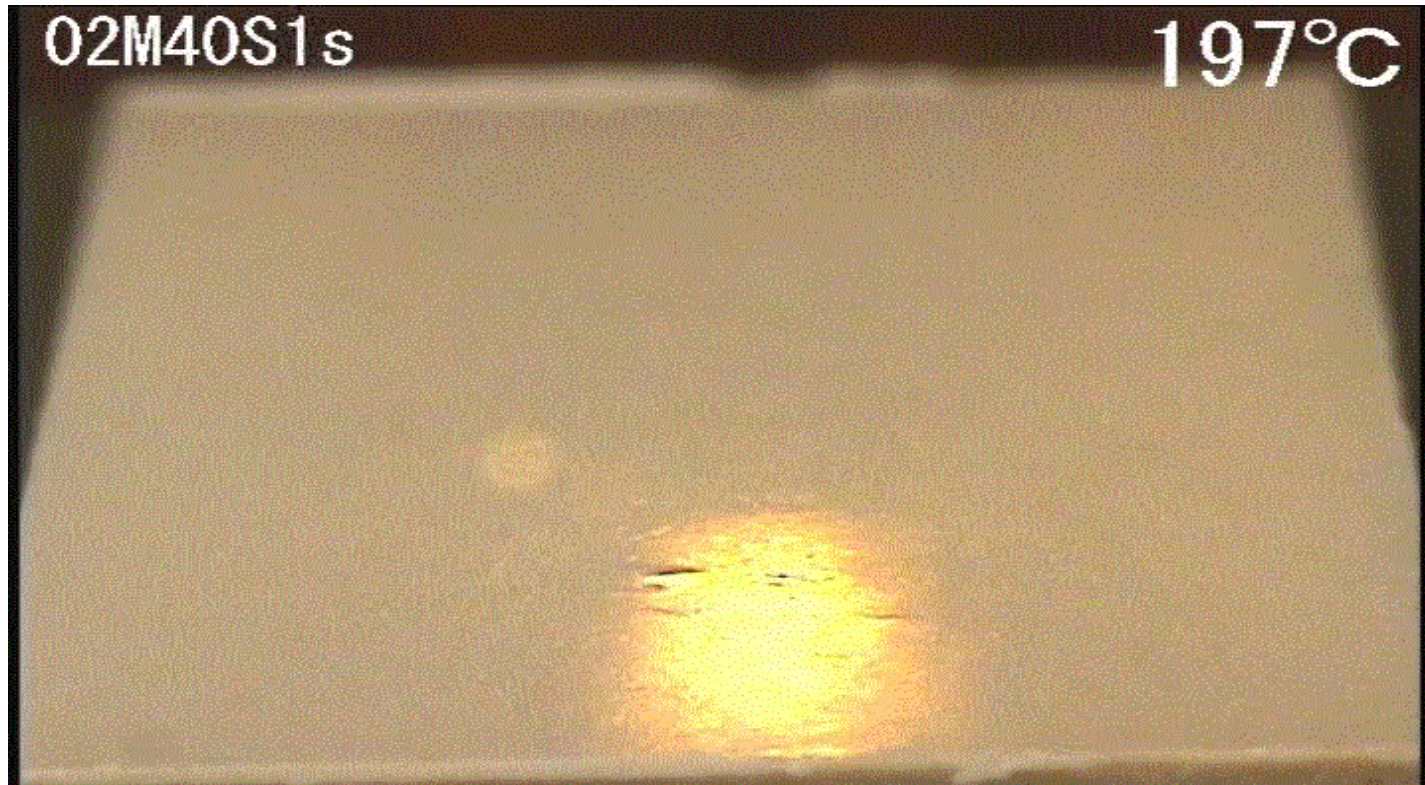
## ○非均一層造成皮層芯層剝離



二種起泡的解決方法不同.



## ○較弱之皮層/芯層剝離

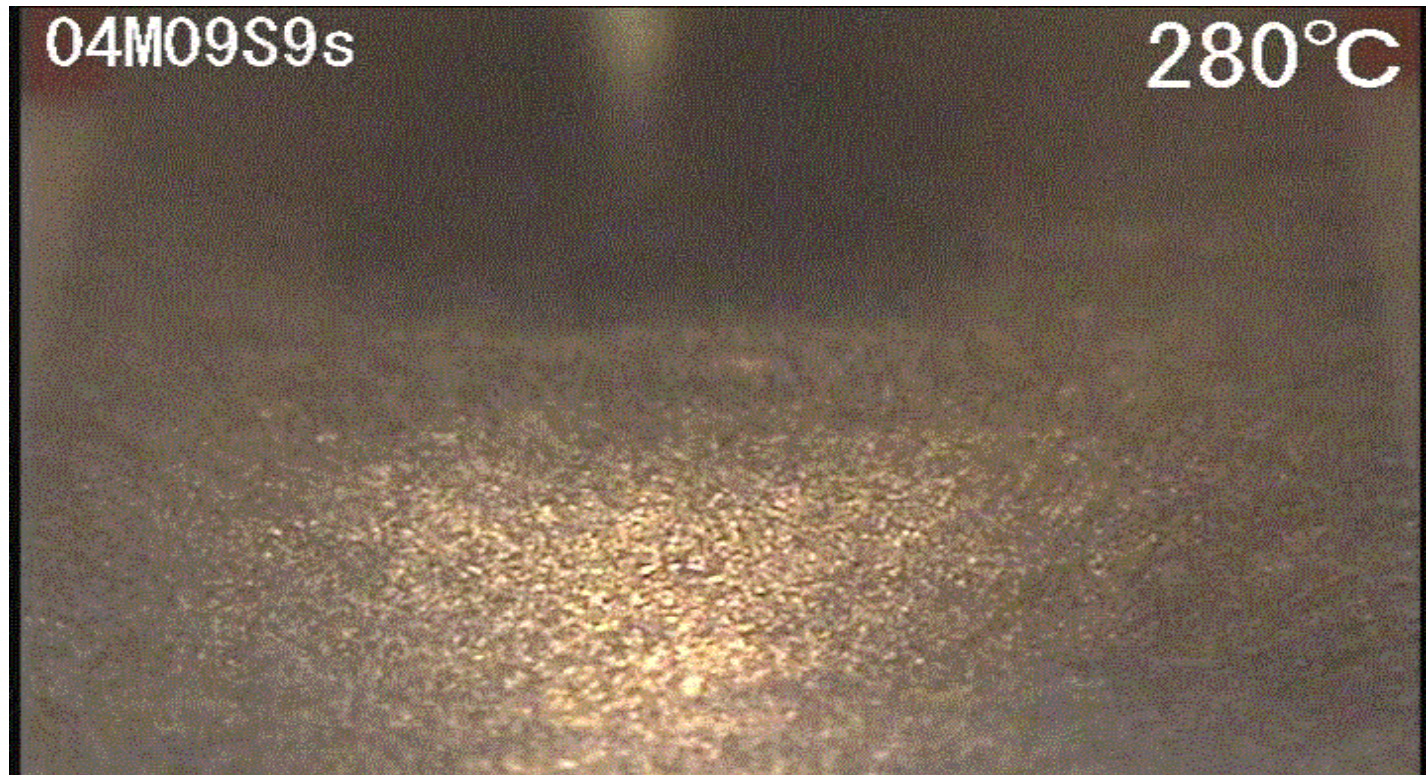


射出速度: 300mm/sec

→ 起泡主因為皮層/芯層剝離, IR過程, 低溫就會產生氣泡



## ○氣體產生之起泡



射出速度: 50mm/sec

→ IR過程時, 較高溫才會產生氣泡

## 2. LCP起泡主要原因:

### 重點確認原因

1.確認造成起泡原因.

確認起泡3個主要原因.

氣體, 空氣及非均一層狀流動(不是整個面流動, 將氣體趕出)

2.確認原因及採用適當之對策.

# 過程

## 1. 確認起泡原因

工藝條件, 起泡頻率, 氣泡外觀, 射出壓力圖(射出數十模之射壓是否變化軌跡圖)

## 2. 工藝條件之影響

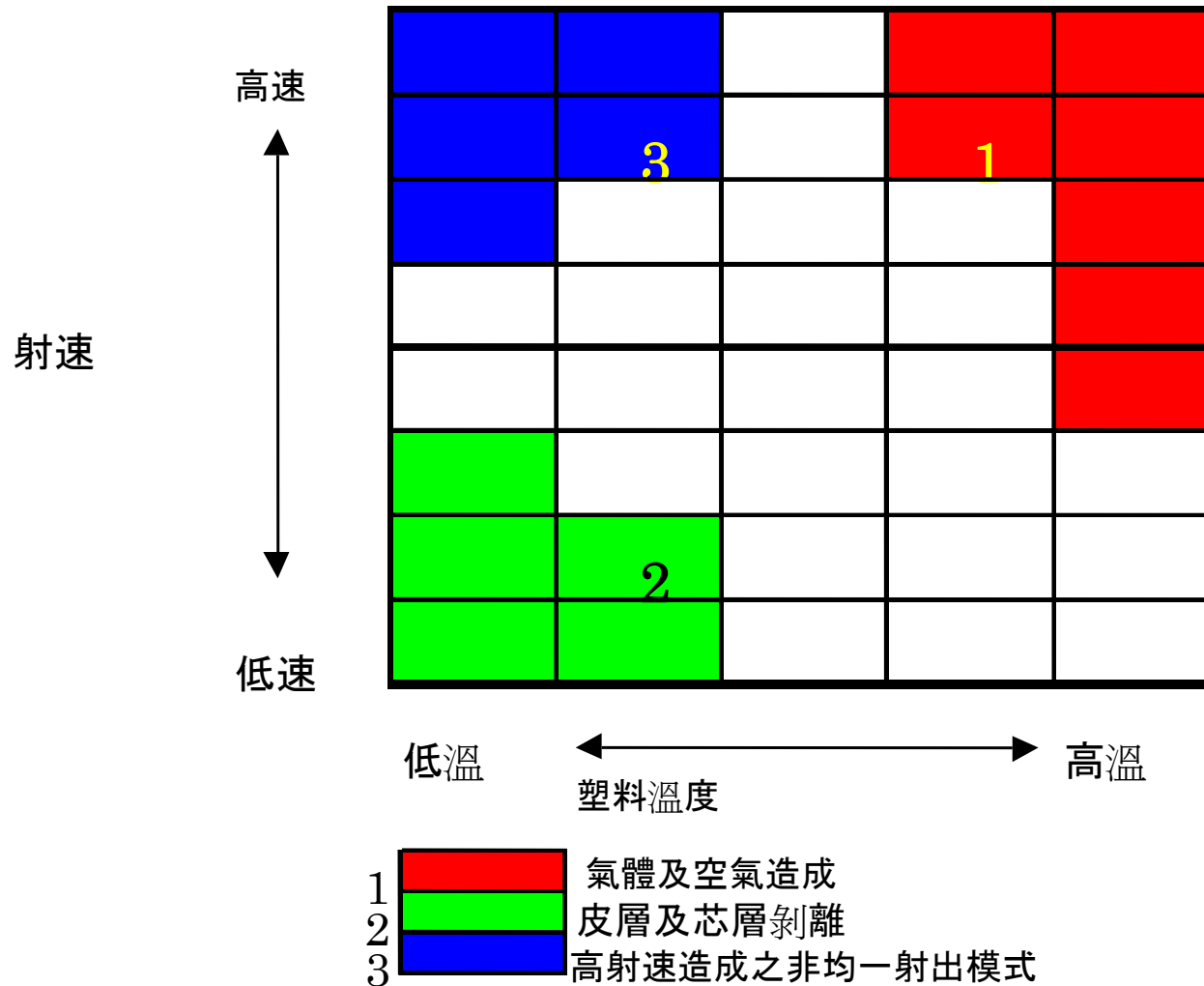
短射, 確認其流動模式

調整射出機溫度設定及射出速度, 以了解何種條件較容易產生起泡現象.

## 3. 針對不同原因找出適當之解決對策.

排氣, 適當直徑之噴嘴, 適合之澆點位置

## 工藝條件和起泡之關係圖



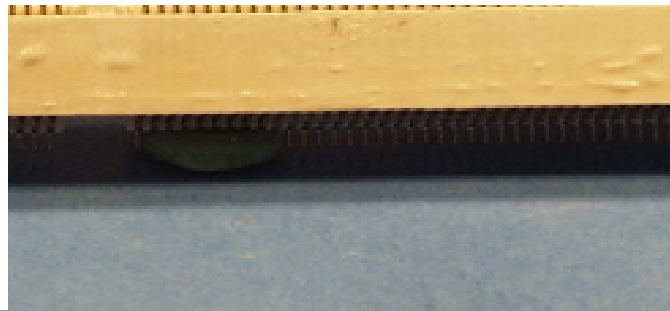
## 起泡問題範例

產品 :板對板聯接器

材料 :Vectra C130

起泡頻率:小於 1%

起泡發生於 IR re-flow後



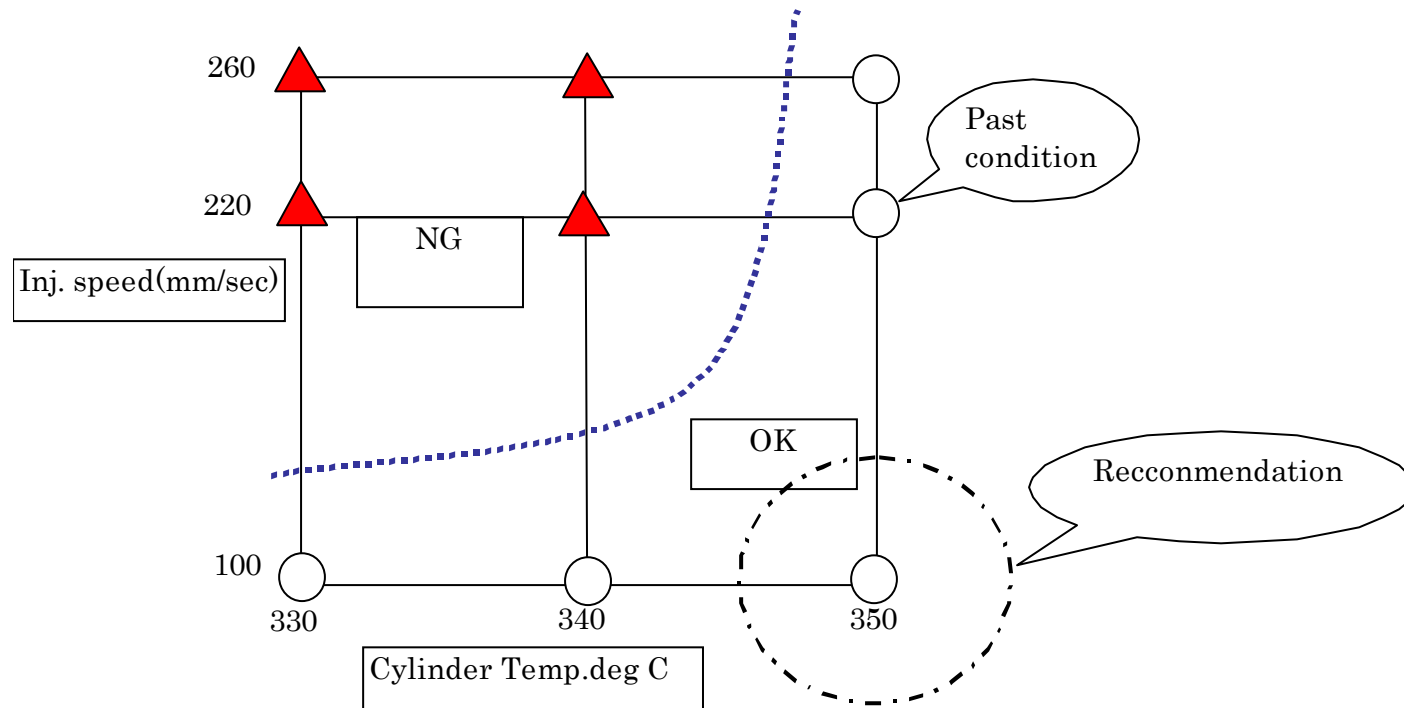
## 起泡案例(1)

工藝條件影響		Table. 工藝條件影響				
Exp. No.	料管溫度	噴嘴溫度	射出速度 mm/sec	試驗數量	起泡數量	比例
1	350	330-340	220	103	0	0.0%
2	350	330-340	100	102	0	0.0%
3	350	330-340	260	101	0	0.0%
4	330	330-340	260	105	12	11.4%
5	340	330-340	260	165	16	9.7%
6	340	330-340	220	96	10	10.4%
7	340	330-340	100	102	0	0.0%
8	330	330-340	100	110	0	0.0%
9	330	330-340	220	118	10	8.5%
1	350	330-340	220	140	0	0.0%

### 結論

1. 較低料管溫度及高射速易產生氣泡.
2. 低噴嘴溫度也較容易產生氣泡.

## 起泡問題案例(1)



處理對策:

1. 暫時將注塑條件調整成高料管溫度及降低射速.
2. 改變噴嘴及料頭設計



### 3. 射出機選擇

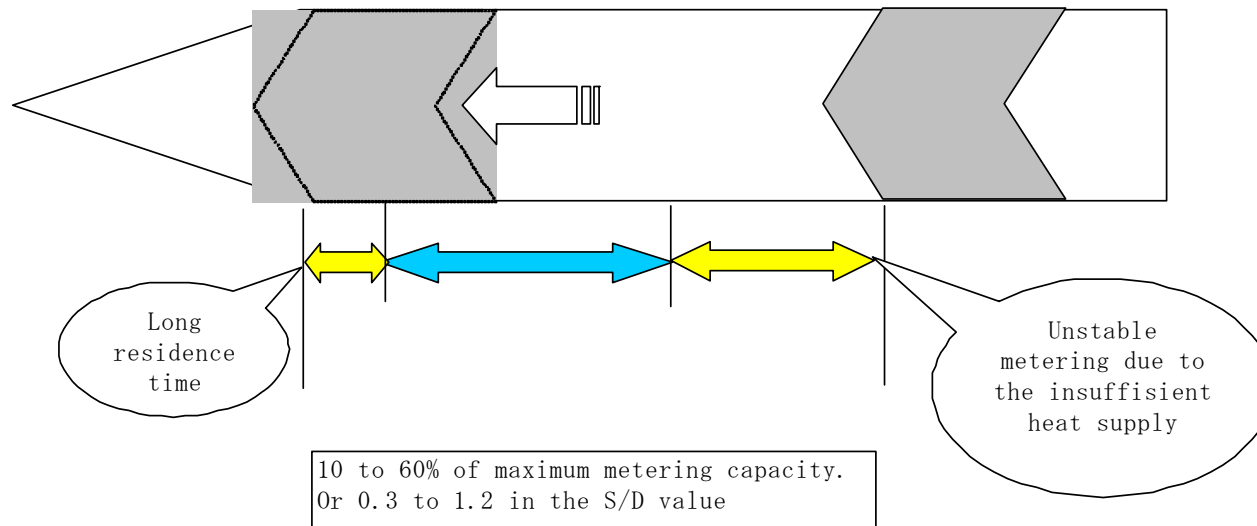
- ☐ 射出機大小
- ☐ 螺桿設計及止回閥
- ☐ 料管加熱系統
- ☐ 噴嘴設計

# 射出機大小

吃料計量為最大吃料計量的10~50 %.

吃料計量太小, 致塑料在料管高溫時間過長.

吃料計量太大, 加熱系統供應熔化塑料熱量不足, 造成計量時間不穩定, 螺桿空轉產生氣體



## 螺桿設計, 止回閥

- ✓ 對於LCP材料, 標準螺桿即可, 不需特別設計之螺桿.
- ✓ <標準螺桿>
- ✓ 壓縮比; 1.8 to 2.5
- ✓ 料管區域分配; 1(計量段) : 1(壓縮段): 4(進料段)
  
- ✓ 避免使用高剪切力及雙螺溝之螺桿, 以免使塑料劣解, 產生氣體.
- ✓ LCP注塑可用一般止回閥. 若止回閥受摩損, 造成止回閥有間隙, 可能引起材料逆流, 造成吃料計量時間不穩定.

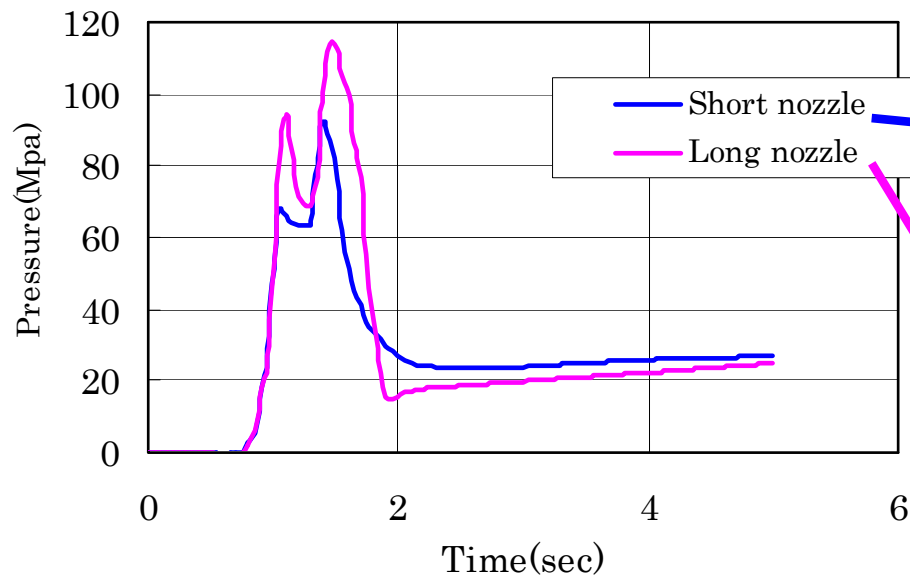
## 噴嘴設計

- ✓ 依我們經驗, 噴嘴設計是預防起泡之最重要因素.
- ✓ 因為高噴嘴溫度會產生拉絲, 操作人員習慣性將噴嘴溫度調低. 但是低噴嘴溫度易造成噴嘴內塑料冷卻斷裂在噴嘴裡, 使下一模射出時, 射出機需達到很高壓力將斷在噴嘴的冷料衝出, 但此模射出之瞬間壓力及射出速度很高, 並不是原來所設定的壓力或速度.

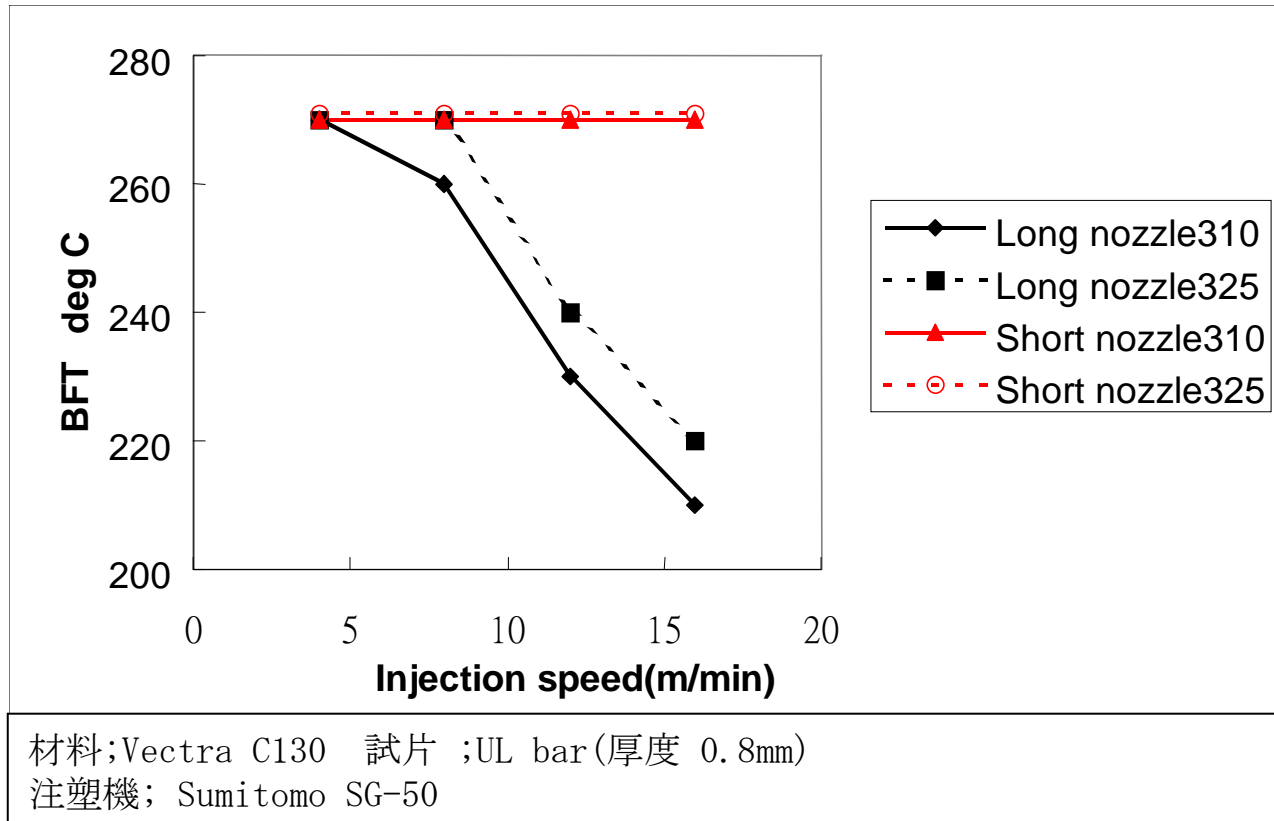
# 噴嘴設計

- ✓ 噴嘴設計是預防起泡最重要因素.
- ✓ 注塑時拉絲, 降低噴嘴溫度, 但易造成冷料斷裂, 使注塑條件之穩定性降低.
- ✓ 採用適合LCP注塑之噴嘴設計.
- ✓ 下圖為射出壓力及射出時間圖形. 藍色線為短噴嘴設計, 噴嘴內無斷裂塑料. 紅色線為長噴嘴, 有冷料斷裂. 故紅色線有一瞬間壓力升高.

Fig. Pressure Profile  
Nozzle Temp. 310deg C



## 冷料斷裂造成起泡之溫度影響



不適合噴嘴設計, 造成冷料斷裂於噴嘴內, 起泡之溫度(BFT)低

短噴嘴設計, 無冷料斷裂於噴嘴內, 起泡之溫度(BFT)高

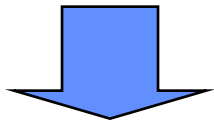
✓ 若噴嘴被冷料堵塞, 瞬間射出速度快, 起泡之溫度降低

## 噴嘴設計

### 【一般處理拉絲方法】

直接降低噴嘴段溫度

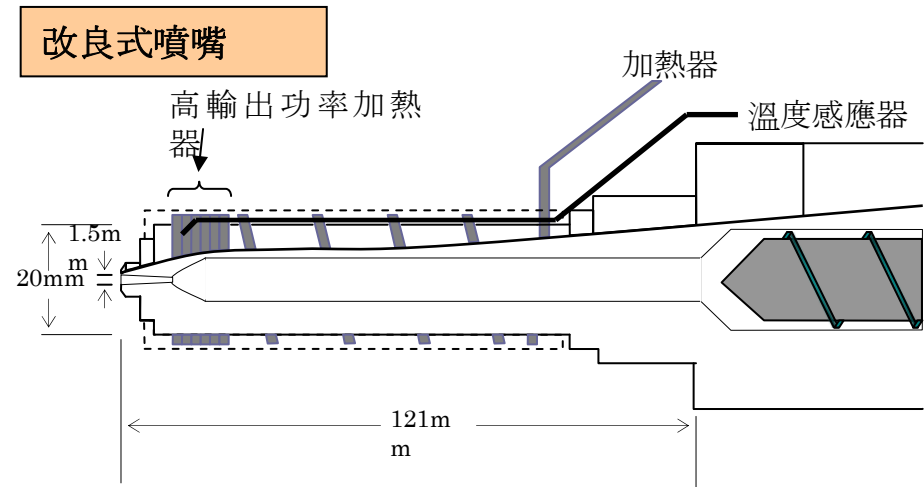
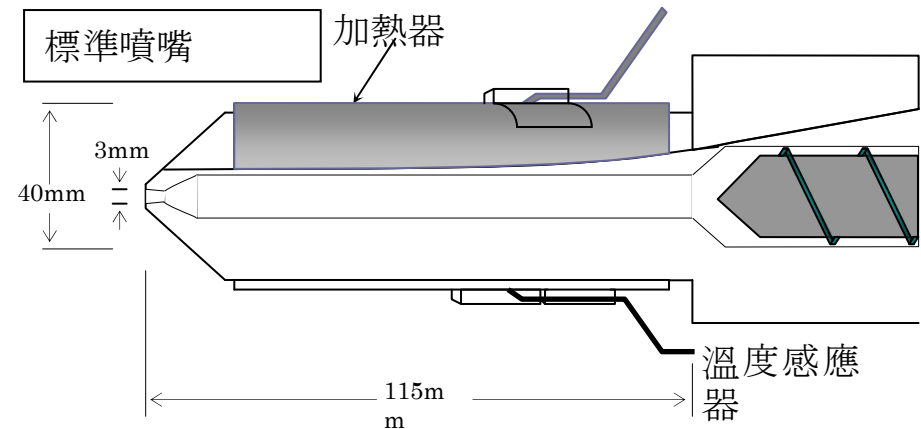
→ 低噴嘴溫度產生之問題 (起泡)



### 【建議】

適當的噴嘴設計

- 噴嘴孔倒角設計  
(適當的噴嘴及料頭直徑配比)
- 尾端加熱器使用較大加熱功率  
(或是二段式加熱控制)
- 將感應溫度訊號插於前端

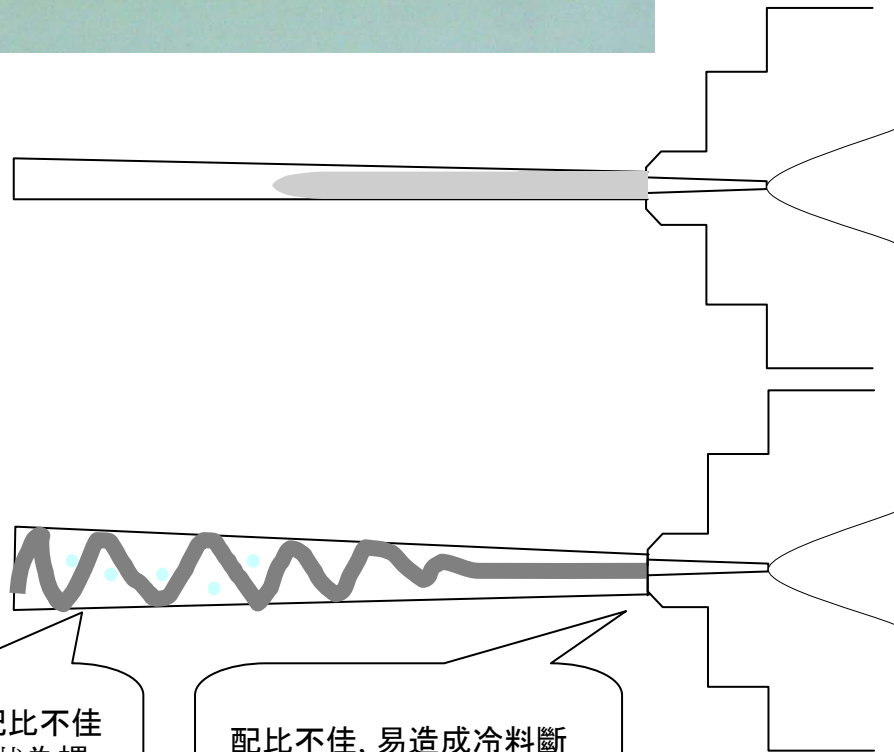




# 噴嘴及料頭設計



好的設計射出模式

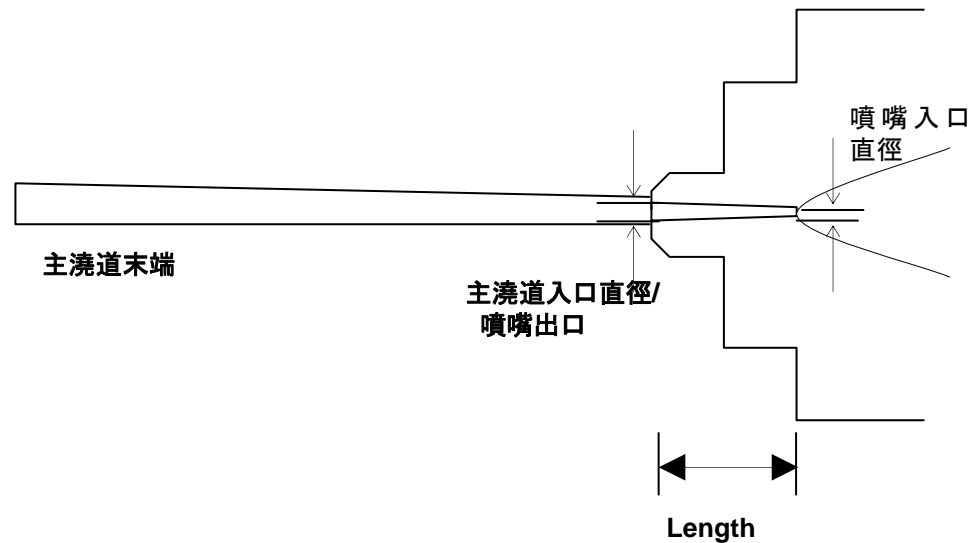


噴嘴及料頭直徑配比不佳

噴嘴及料頭直徑配比不佳時，射出之塑料形狀為螺旋狀，將空氣包在裡面。

配比不佳，易造成冷料斷裂在噴嘴裡面。

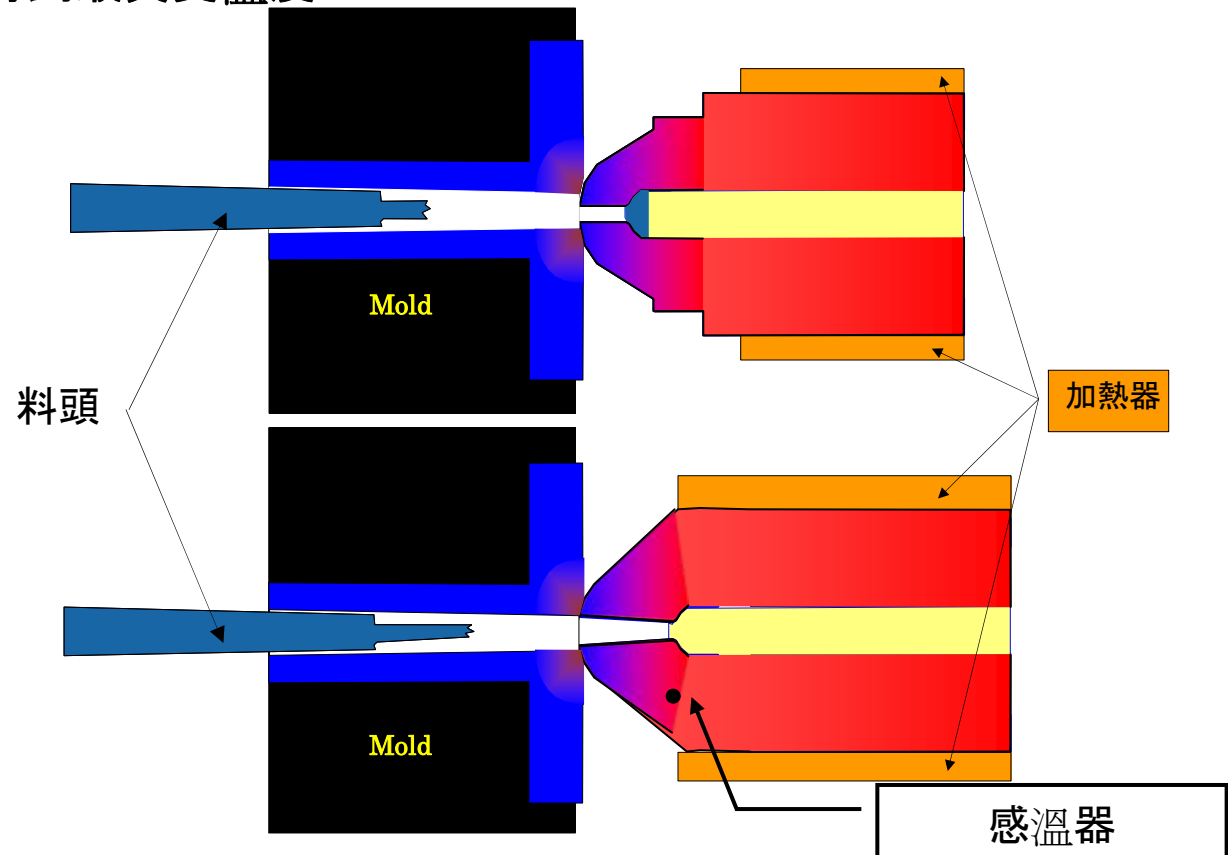
# 噴嘴(主澆道)及料頭設計建議



主澆道		噴嘴		
末端直徑	主澆道入口	噴嘴出口	噴嘴入口	噴嘴長度
2.5	1.8	1.5	0.8	6to8
3	2.3to2.5	2	1.2	7to9
3.5to4	2.8to3.0	2.5	1.5	8to10

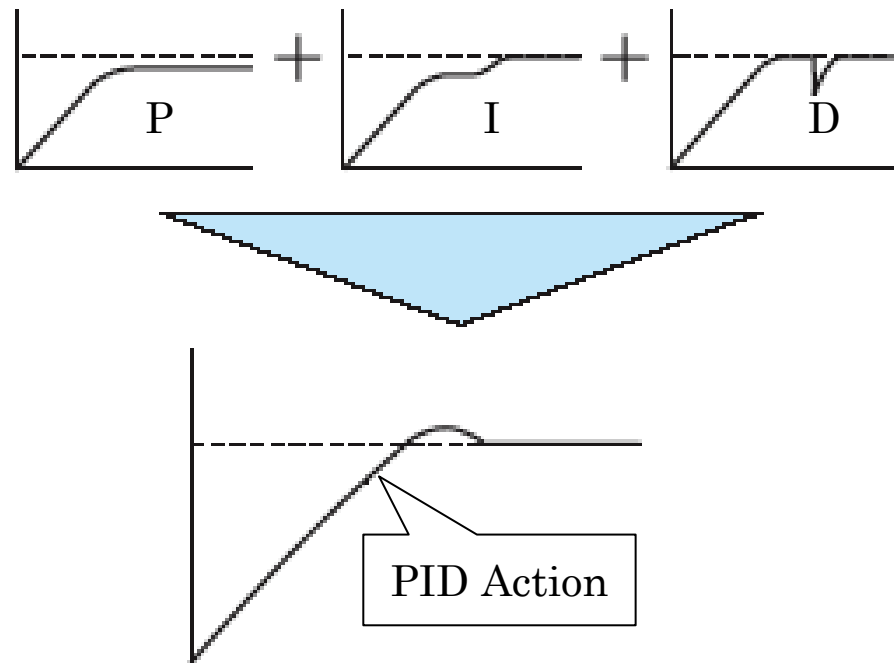
## 噴嘴末端加熱器設計

- 噴嘴尾端加熱器選用較高輸出功率加熱器, 加熱片最好能覆蓋整個噴嘴.
- 將感溫器插於最前端. 以得到最真實溫度



## 料管加熱控制

- ✓ 因為LCP對吃料時熱能供應很敏感, 熱能供應不夠, 造成吃料時螺桿打滑, 吃料時間不穩定, 易捲入空氣及產生塑料不穩定氣體.
- ✓ 若塑料實際溫度(實際量測)與料管設定之溫度差距大時, 很難達到塑料融化的均一性, 也容易造成塑料裂解. 所以溫度控制器 (PID) 及溫度感應器之位置就很重要.



## 4. 材料準備

- ☐ 烘料
- ☐ 粉碎料控制

-烘料-

[ 建議 ]

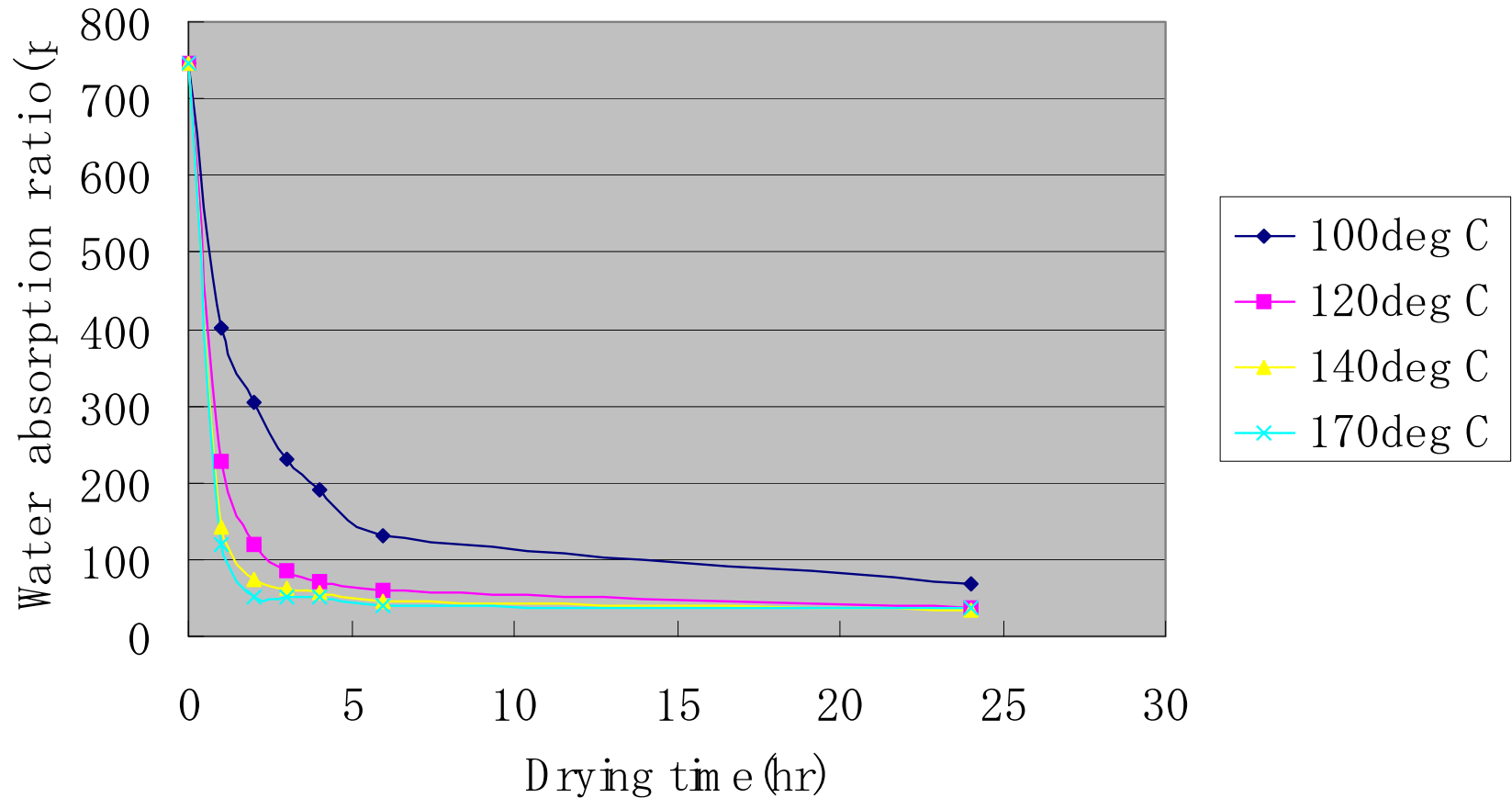
140 to 160度 超過4 小時, 但小於 24 小時.

對所有聚酯類塑料, 烘料是非常重要的, 因塑料含水在高溫料管內, 會產生水解反應.

LCP對於水份吸收少, 但少量的水份, 易使塑料高溫水解

A950 ; 25 deg C, 50 % RH ; 300 ppm

Drying condition of E130i



將水份控制低於 60ppm

烘料溫度高於140deg C

除濕乾燥對於烘料效果會有幫助

## -粉碎料控制 -

塑料劣解產生氣體及降低塑料黏度對起泡之影響

- i. 檢查加入粉碎料對塑料黏度之影響.
- ii. 將粉碎料粉末篩除.
- iii. 加入粉碎料勿超過 30%.
- iv. 粉碎料重新造粒, 注意材料劣解問題.



## 5. 模具及產品設計

- ☐ 模具設計
- ☐ 產品設計

# 模具設計(1),

## ❑ 料頭

- 料頭直徑及體積太大, 容易包覆氣體或空氣,適當的 料頭直徑對塑料的流動及避免包覆氣體有幫助.

## ❑ 澆點位置

- 適當的澆點位置, 避免塑料射出時產生噴射狀( jetting), 了解塑料在模腔內流動形式, 以決定排氣位置.

## ❑ 排氣

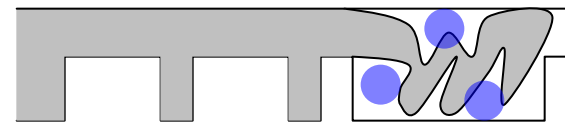
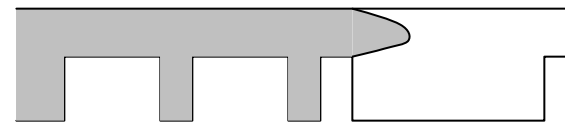
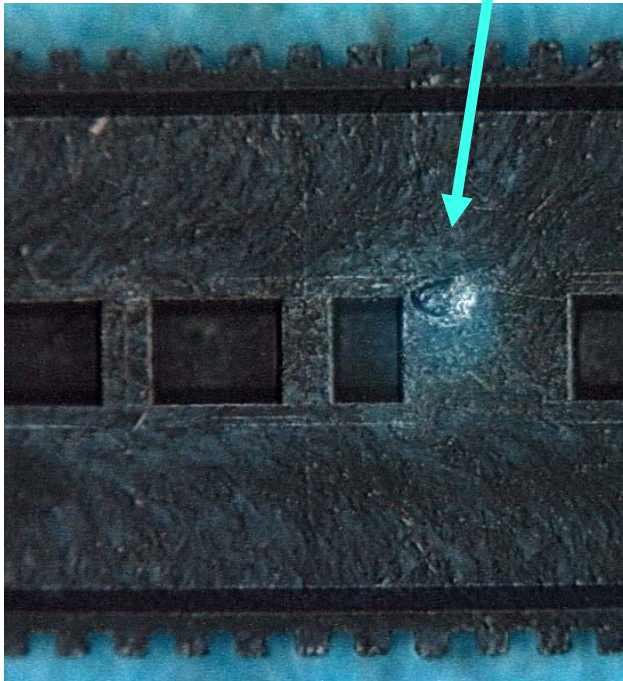
- 排氣深度 0.005 to 0.010mm
- 位置在流動末端
- 外加真空抽氣, 對於排氣堵塞及在厚度薄部位的充填有幫助.

## 產品設計

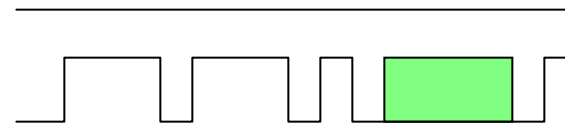
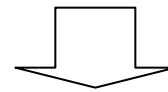
- ❑ 避免肉厚差異太大, 因塑料流到薄肉處時, 因受阻壓力大, 塑料在此停滯, 但停滯塑料易冷卻, 與後來回包之熱塑料無法完全融合, 易產生起泡.
- ❑ 避免結合位置位於產品重要部位.

不平均肉厚易包覆氣體或空氣

包覆氣體造成之起泡



模腔內氣體無法順利排出

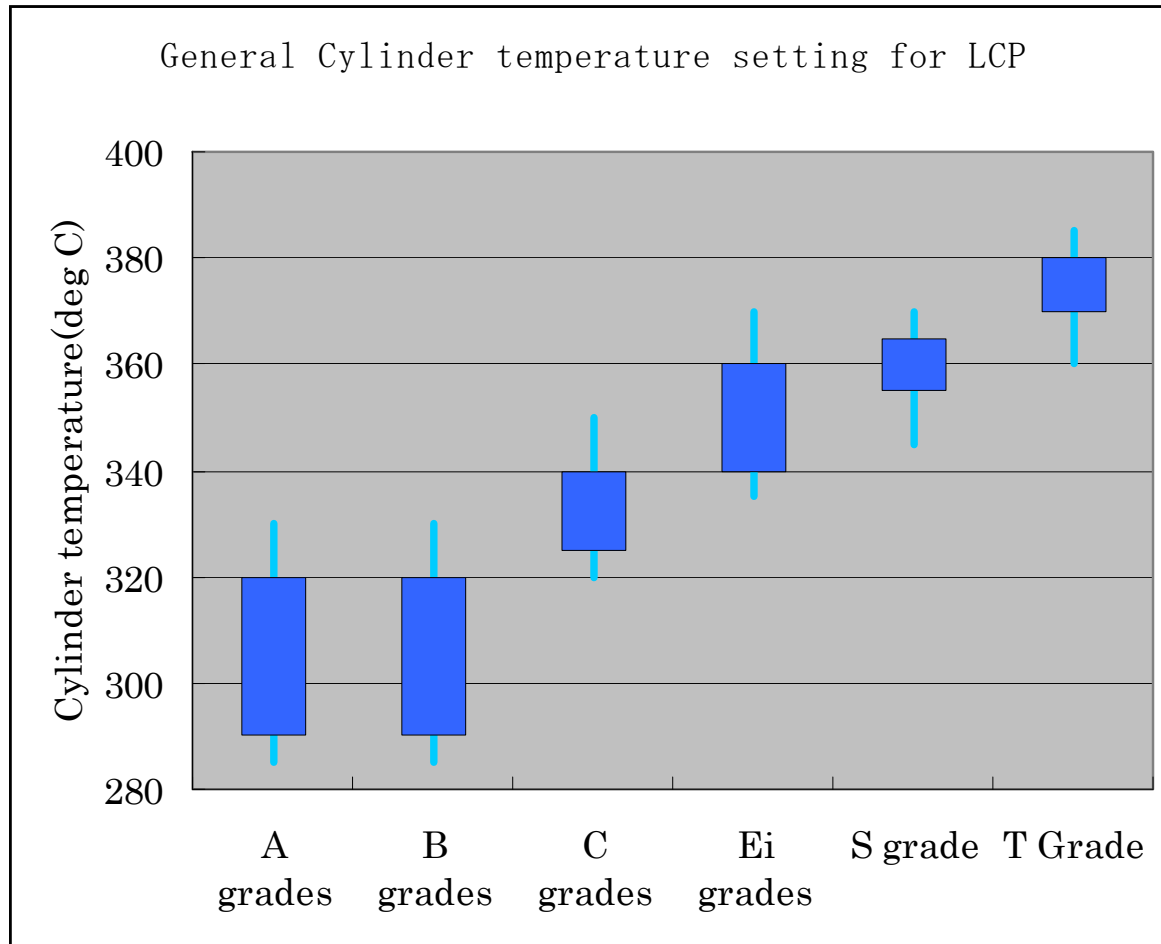


起泡解決方法為在厚肉處作逃肉設計及加強排氣

## 6. 注塑條件

- ☐ 射出機料溫設定
- ☐ 速度控制
- ☐ 其他

# 料管溫度設定



✓ E130i; 350-350-350-350deg C(同溫式設定)

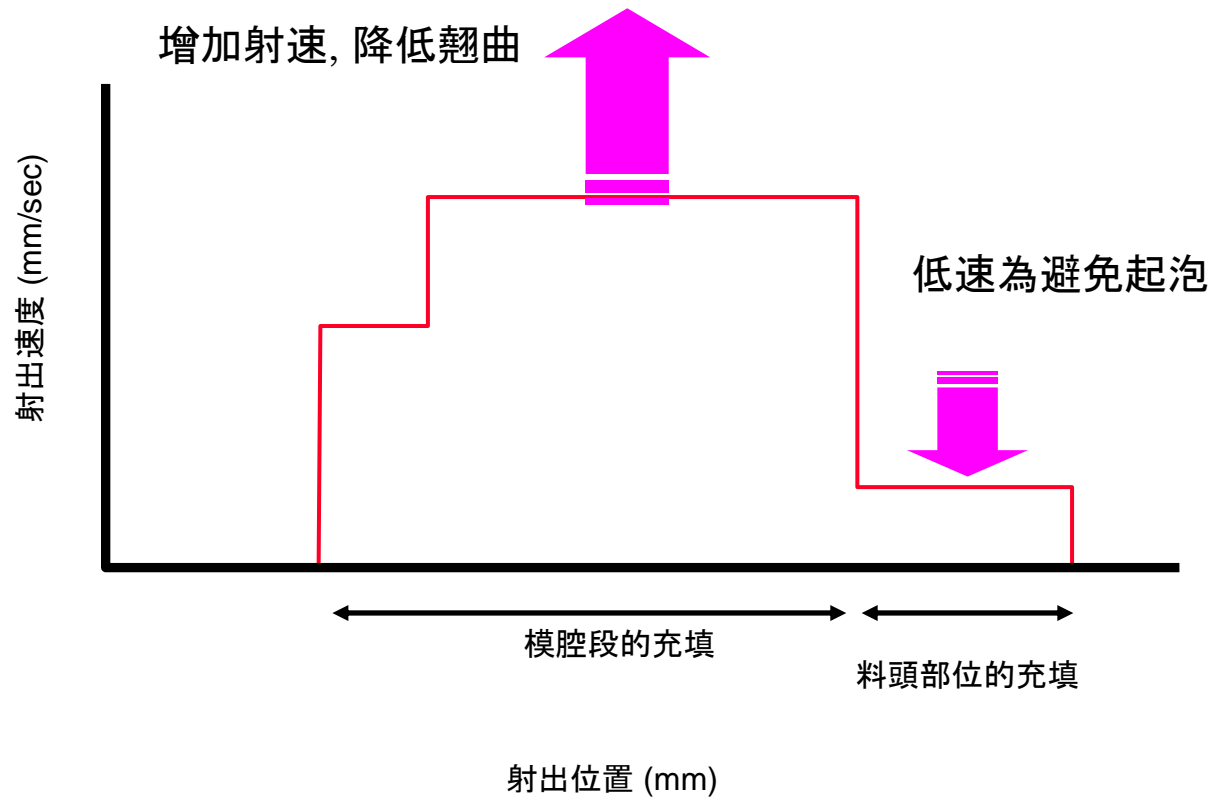
✓ 避免噴嘴內有冷料堵塞

## 射速控制

- ✓ 主要二因素, 例如被包覆氣體, 或因高射速產生噴流(非均質結構層) .
- ✓ 故降低射出射速, 避免起泡風險.
- ✓ 高射速, 降低充填壓力, 也降低翹曲. 所以, 二段式射出速度, 是不造成起泡前題下降低翹曲變形很好的方法.(參考下頁)



# 射出速度設定



## 其餘成型條件

### ☐ Suck Back

Suck Back太大對於起泡有不良影響.

Scuk Back最好低於1mm.

### ☐ 背壓

適當背壓可避免吃料時將外界空氣捲入, 另可避免計量不穩定.

### ☐ 螺桿轉速

螺桿轉速太高, 易因高剪切力使塑料劣解.

## 起泡檢查重點

