

高分子功能性薄膜-技術資料

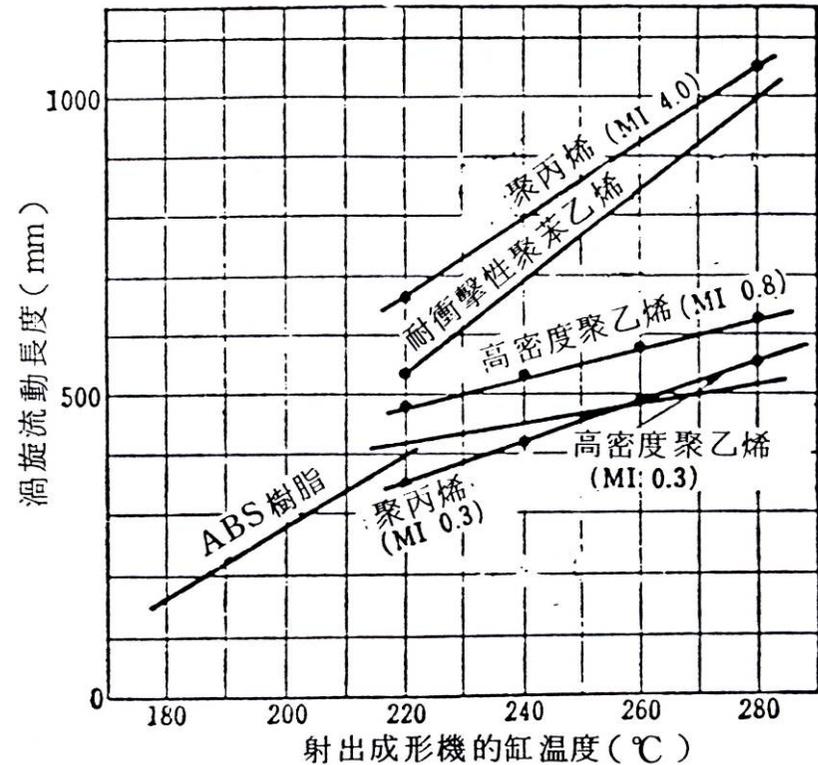
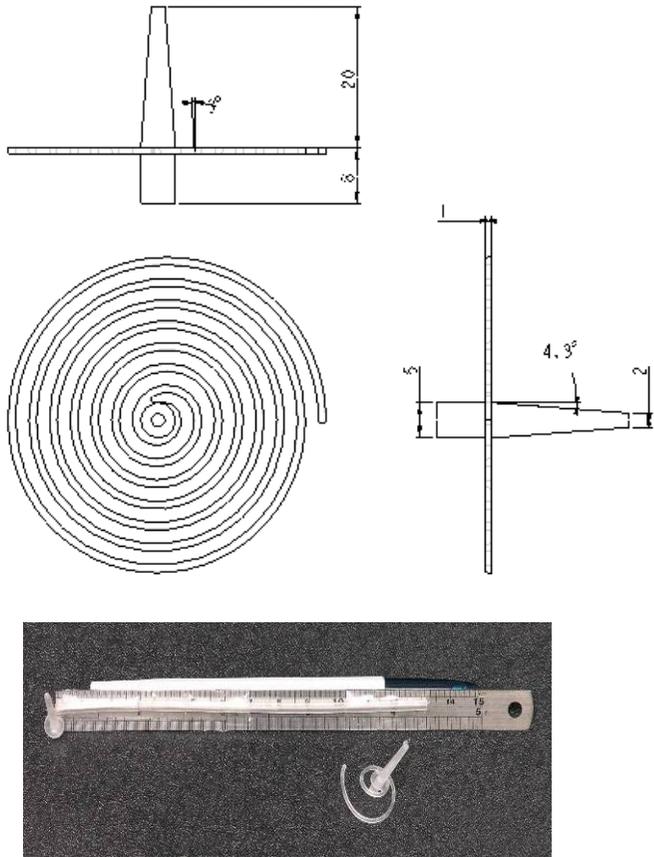
# 塑膠的加工性

國立高雄應用科技大學  
模具工程系 黃俊欽教授

# 塑膠的加工性

- 流動長flow length
- 熔融指數(MFI) melt flow index
- 黏度viscosity
- 剪切效應

# 流動長



射出壓力：1320kg/cm<sup>2</sup>，模具溫度：40℃  
 渦旋斷面：6 mm 半圓形

圖 8-16 各種塑膠材料的渦旋流動特性

■以射出成型方式將熔膠調整好成型條件之後，注入螺旋模具，依其流動長度作為流動性好壞之判斷。流動長度愈長表示流動性愈好。膠溫提高，壓力增加，射速加快，都會使流動長度增加。

# 各種塑膠材料的流動長/肉厚(L/t)

| 塑膠   | 射出壓力<br>kg/cm <sup>2</sup> | L/t     | 塑膠    | 射出壓力<br>kg/cm <sup>2</sup> | L/t     |
|------|----------------------------|---------|-------|----------------------------|---------|
| 聚乙烯  | 1500                       | 280-250 | 聚苯乙烯  | 900                        | 300-260 |
| 聚乙烯  | 600                        | 140-100 | 硬質PVC | 1300                       | 170-130 |
| 聚丙烯  | 1200                       | 280     | 硬質PVC | 900                        | 140-100 |
| 聚丙烯  | 700                        | 240-200 | 硬質PVC | 700                        | 110-70  |
| 聚苯乙烯 | 900                        | 300-280 | 軟質PVC | 900                        | 280-200 |
| 聚醯胺  | 900                        | 360-200 | 軟質PVC | 700                        | 240-160 |
| 聚縮醛  | 1000                       | 210-110 | 聚碳酸酯  | 1300                       | 180-120 |
|      |                            |         | 聚碳酸酯  | 900                        | 130-90  |

不同的塑膠流動性不同。

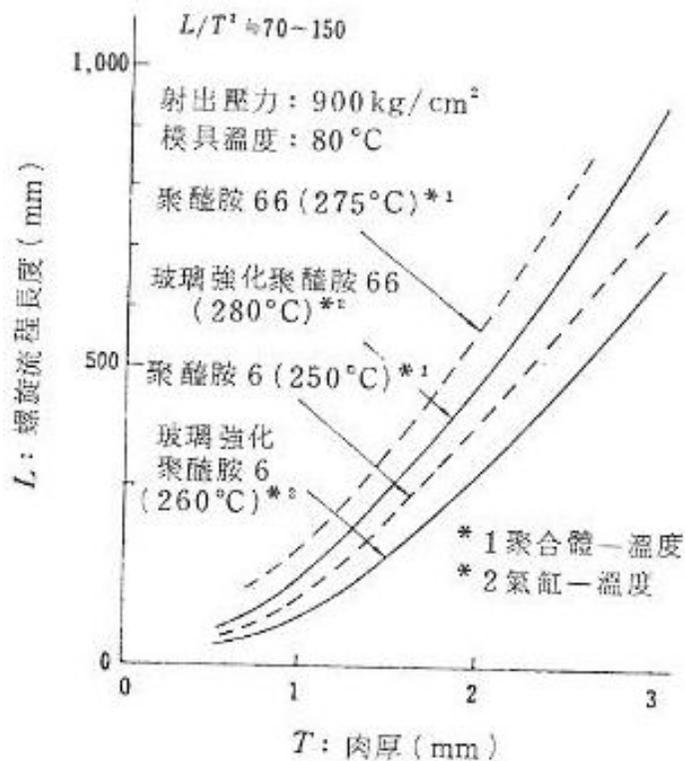


圖 1 聚酰胺肉厚及螺旋流程長度之關係

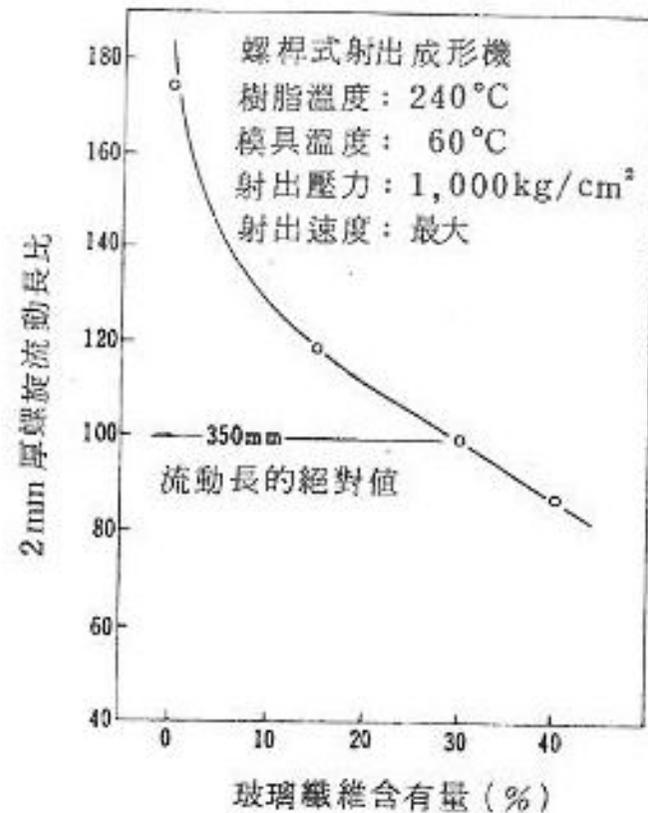
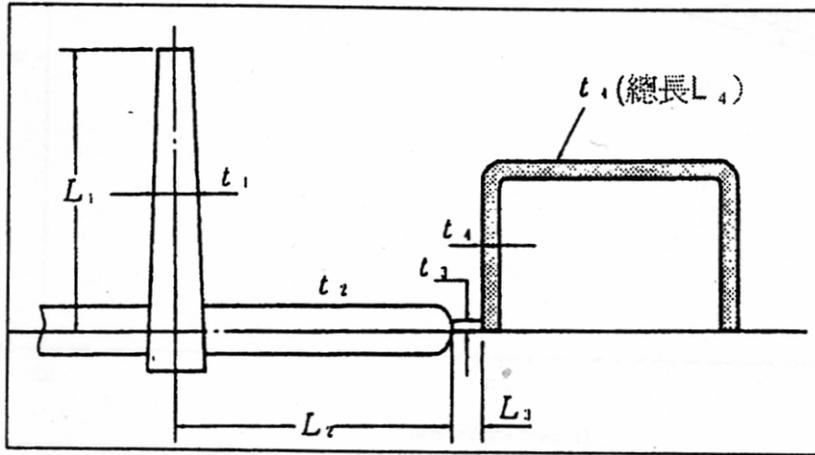


圖 117 PBTGF 品級的玻璃纖維量 (GF) 及螺旋長

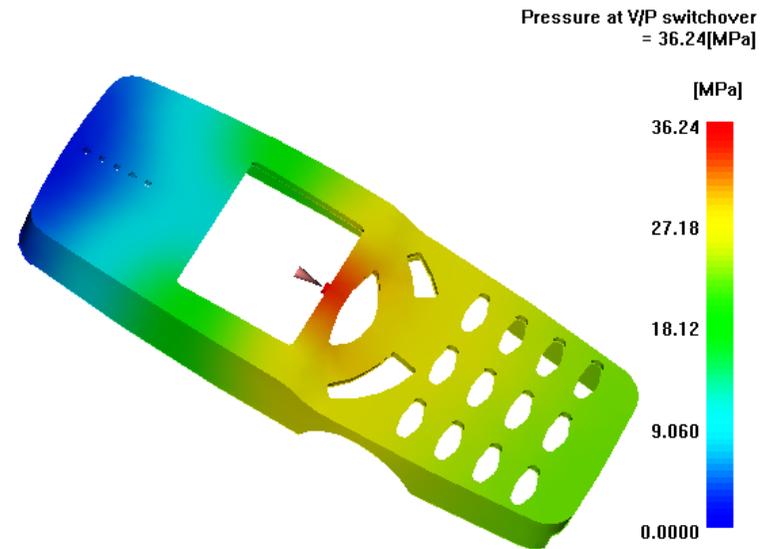
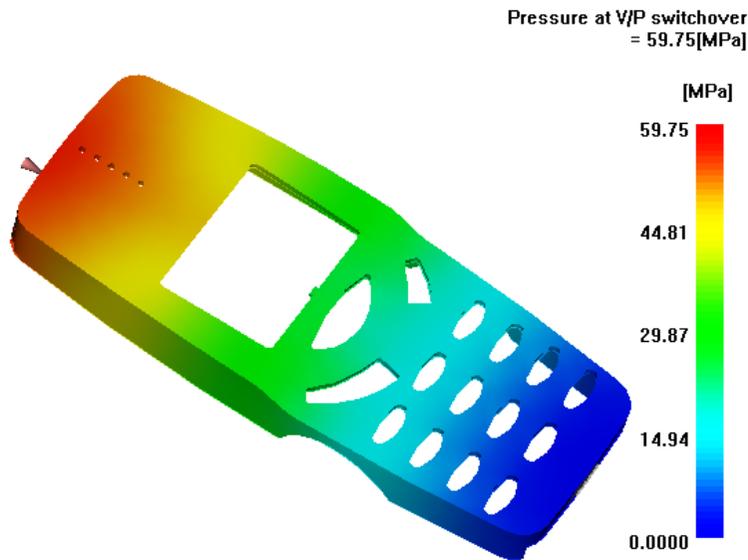
- 流長比隨產品肉厚的增加，而增加。
- 玻纖的加入，流長比降低，流動性變差。

# 流動長度的應用



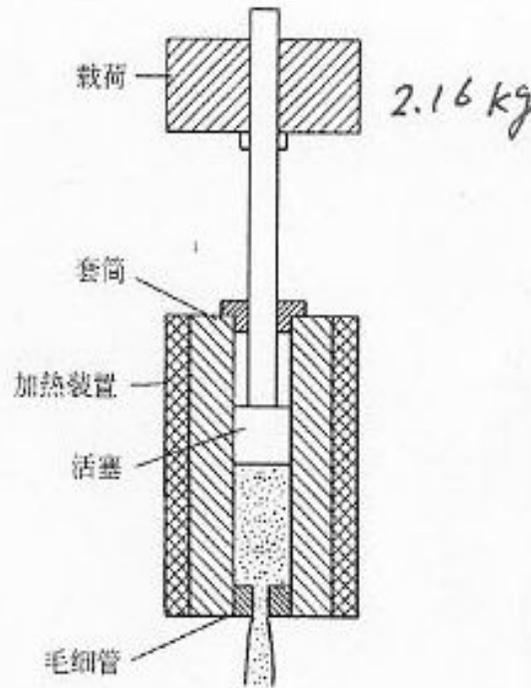
■流長比對模具設計，尤其是澆口位置的決定非常有效

流長比  $L/t$   
 $=L1/t1+L2/t2+L3/t3+L4/t4$



# 熔融指數 (MFI)

在一定荷重及溫度下，10分鐘所流出的熔膠克數



MI愈大，流動性愈佳

MI愈小，流動性愈差

图 3.19 熔体流动测试仪

# 不同塑料的測試條件

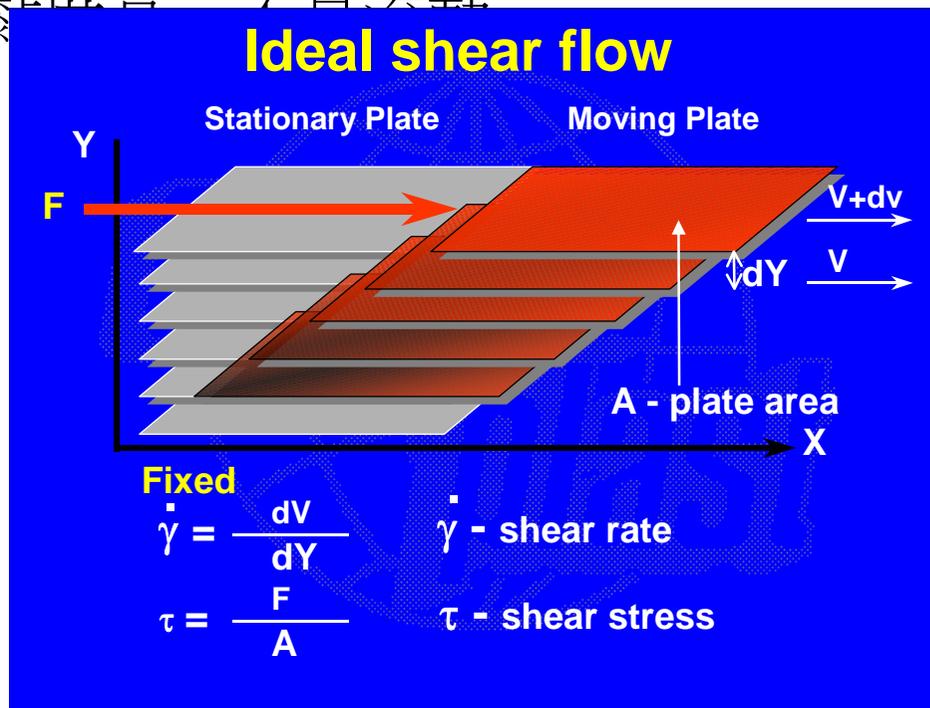
各種熔融指數隨塑料種類及測試溫度而異，ASTM-D1238規範如下：

| 塑料     | 測試條件(溫度/荷重kg)   |
|--------|---|
| POM    | 190/2.16、190/1.05                                     |
| PMMA   | 230/1.2、230/3.8                                       |
| ABS    | 200/5.0、230/3.8、220/10                                |
| ABS/PC | 230/3.8、250/1.2、265/3.8、265/5.0                       |
| Nylon  | 275/0.325、235/1.0、235/2.16、235/5.0                    |
| PE     | 125/0.325、125/2.16、190/0.325、190/2.16、190/21.6、190/10 |
| PC     | 300/1.2   |
| PP     | 230/2.16  |
| PS     | 200/5.0、230/1.2、230/3.8、190/5.0                       |

| Flow range (g/10min) | 建議的樣品量(g) | 測試時間(min) | 換算成g/10min的乘積因子 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------------|
| 0.15~1.0             | 2.5~3.0   | 6.00      | 1.67            |
| >1.0~3.5             | 3.0~5.0   | 3.00      | 3.33            |
| >3.5~10              | 4.0~8.0   | 1.00      | 10.00           |
| >10~25               | 4.0~8.0   | 0.50      | 20.00           |
| >25                  | 4.0~8.0   | 0.25      | 40.00           |

# 塑膠的流動性質-黏度

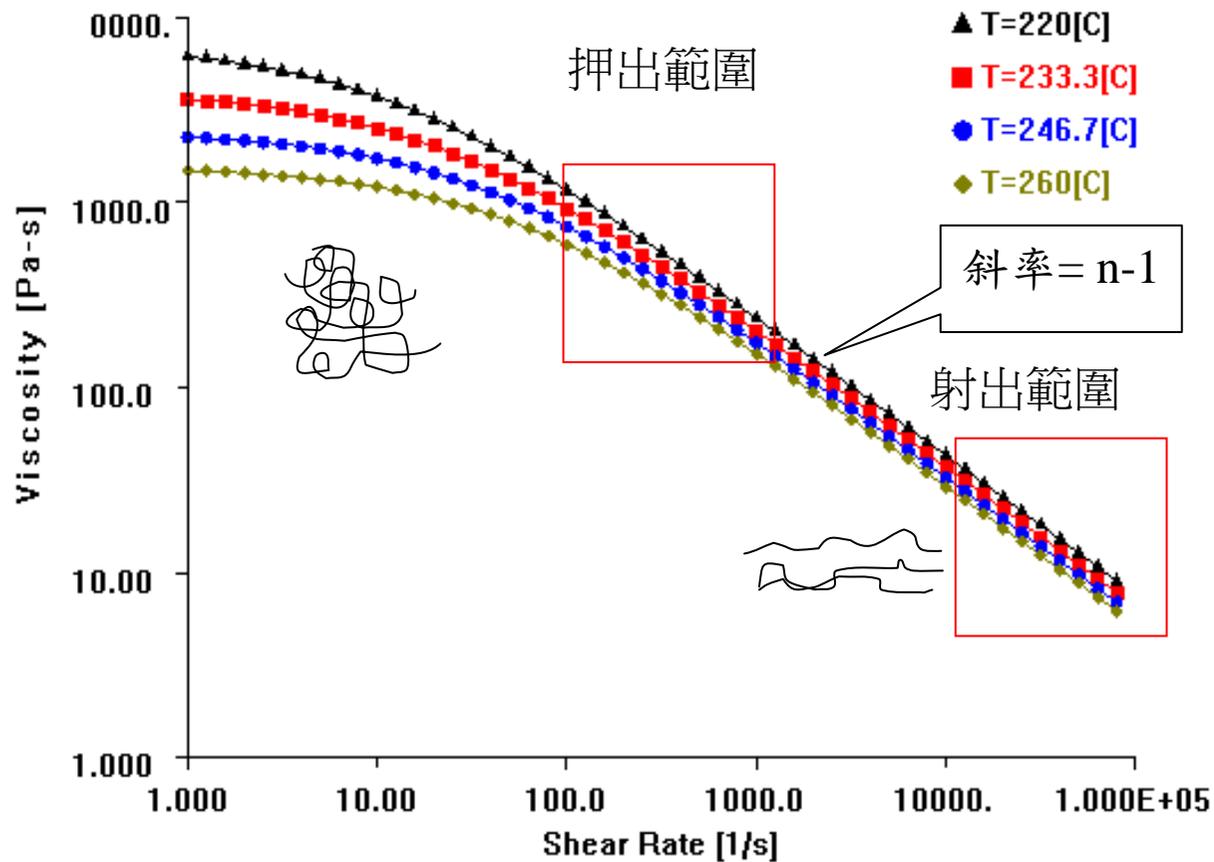
- 塑膠熔融狀態的黏度可視為塑膠分子糾纏的程度，此物理量可由剪切率(shear rate)及剪應力(shear stress)來定義。
- 黏度與剪切率成正比



$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

$\eta$  : 黏度

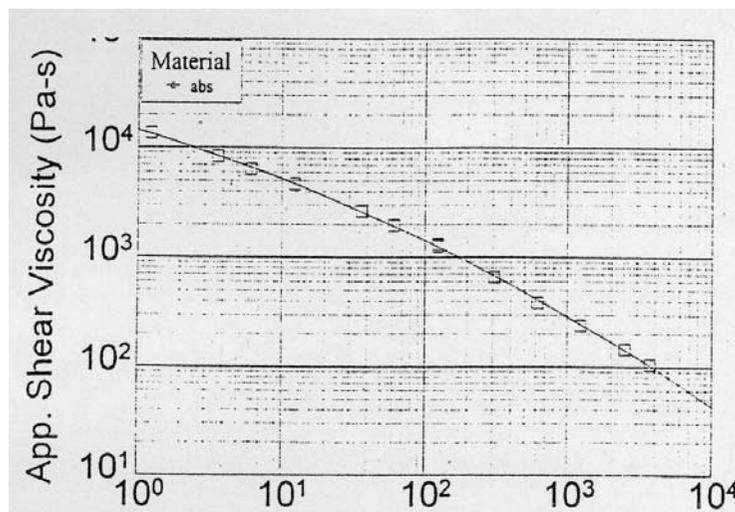
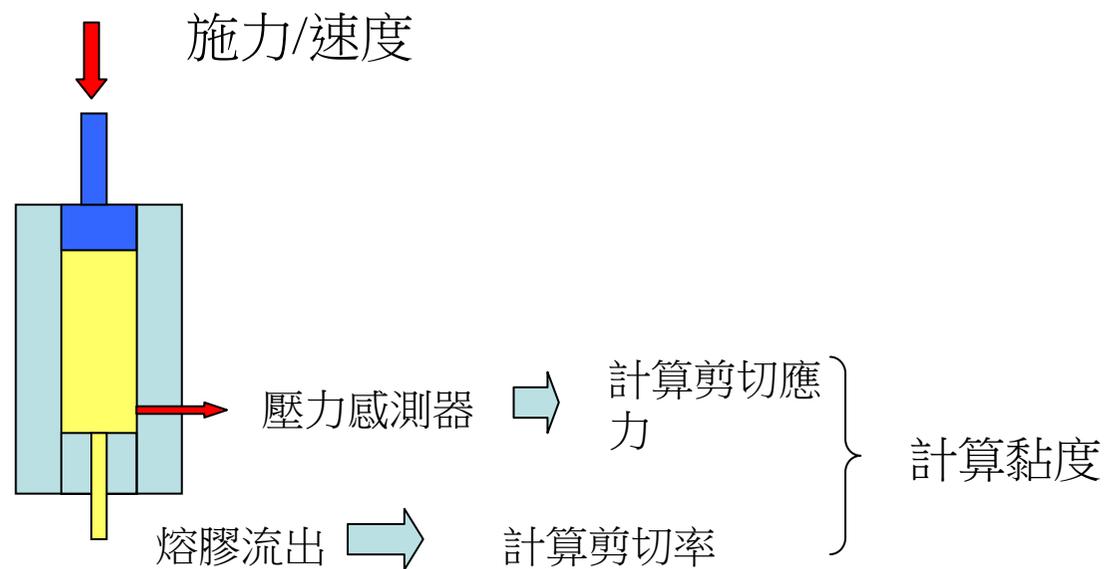
# 黏度曲線



- 影響黏度的主要因素有溫度及剪切率
- 溫度愈高則黏度愈低
- 剪切率愈高則黏度愈低。主要是因為在高流速時，剪切力已將分子拉伸，分子糾纏程度降低所致。此現象稱為剪薄(Shear thinning) 現象

# 黏度的量測

毛細管流變儀



剪切率

# 雙成份混合物的黏度

$$\log \eta_M = C_A \log \eta_A + C_B \log \eta_B$$

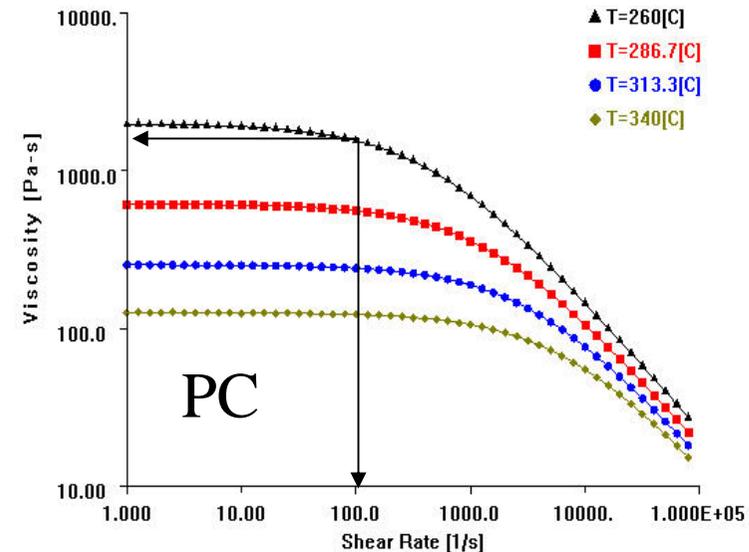
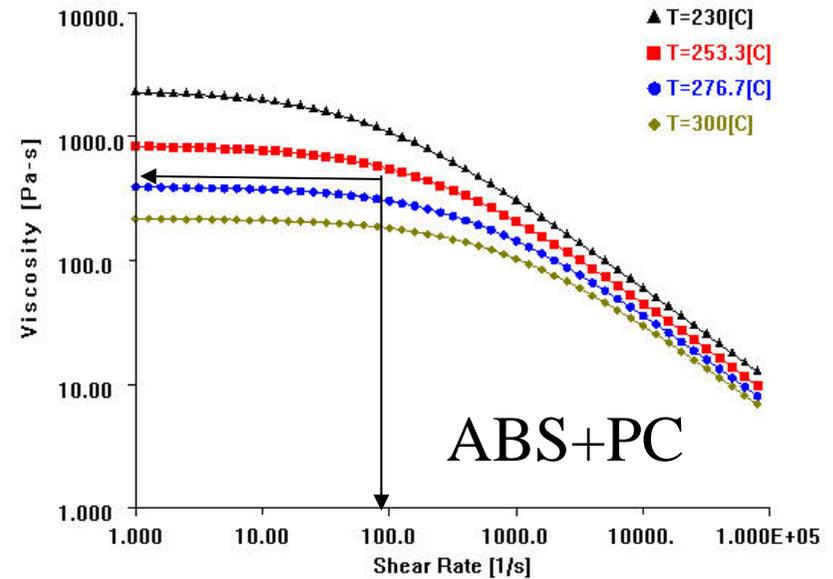
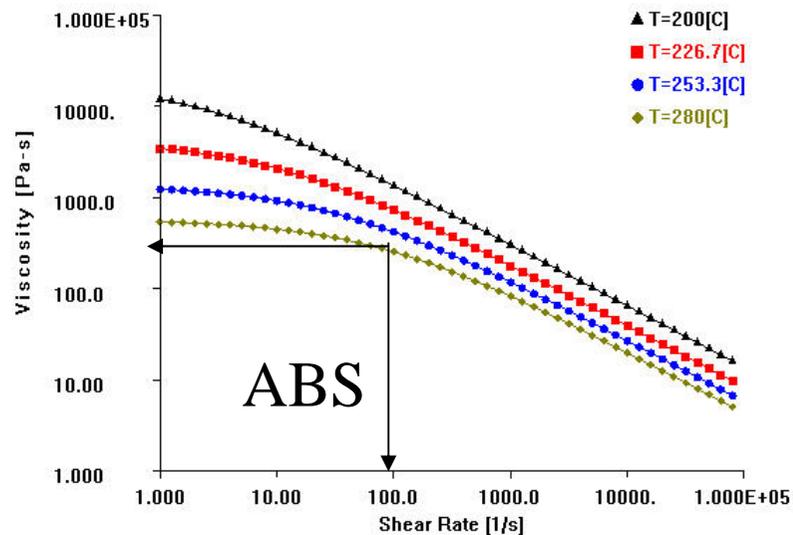
$\eta$  :黏度

C:各成份的重量百分比

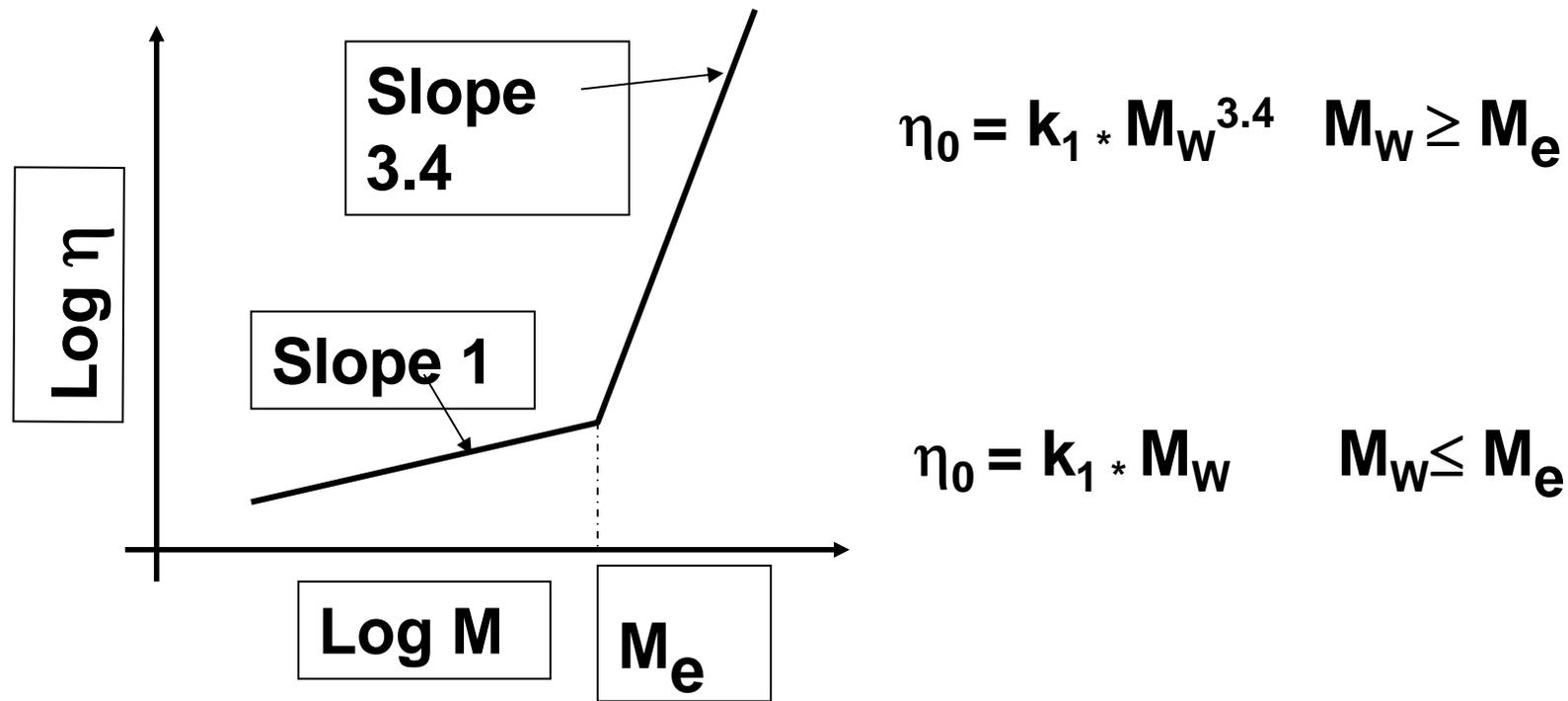
M:混合物

A,B:各組成

PC流動性差，加入ABS  
可改善流動性。



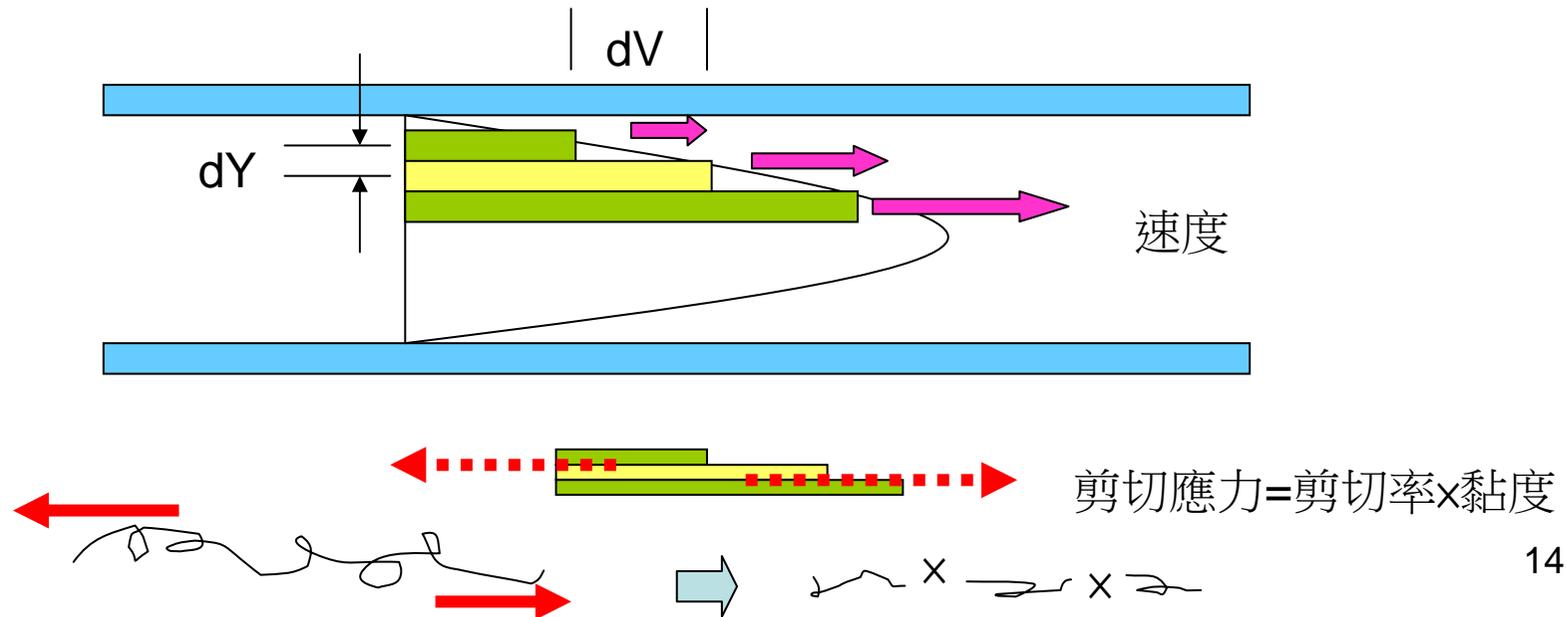
# 分子量大小對黏度的影響



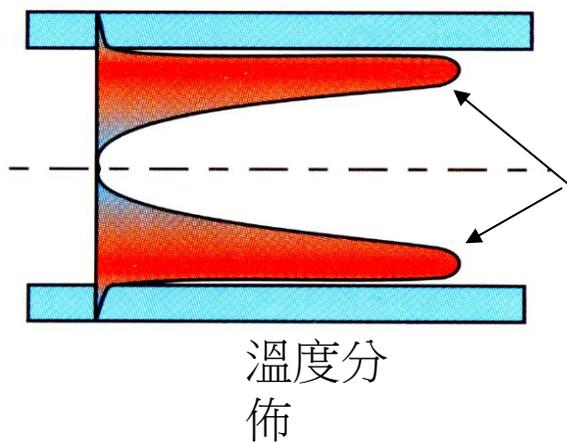
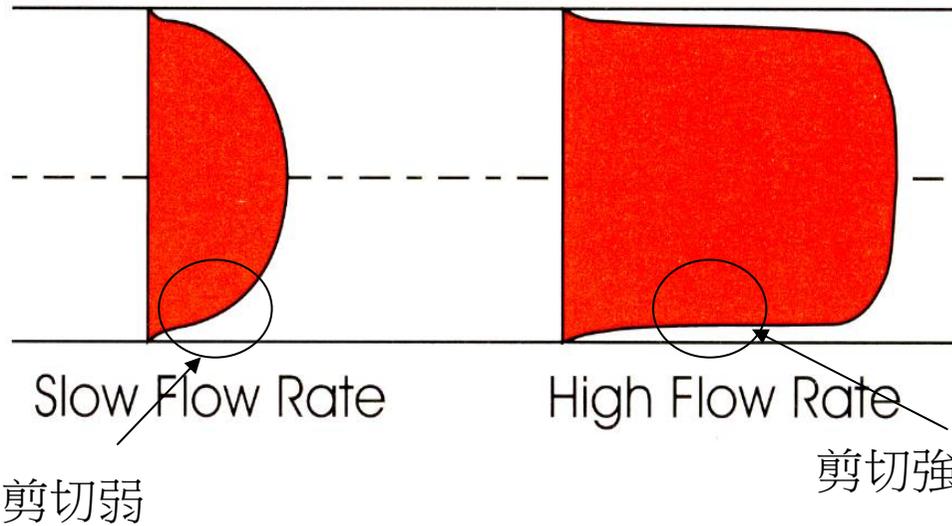
- 在低分子量時，黏度與分子量成一次方正比，在高分子量時，黏度與分子量成3.4次方正比。例如分子量為56000的PE比分子量為28000的PE，黏度高10~11倍。所以分子量增加會使流動性快速變差。

# 何謂剪切

- 熔膠在模具內流動會受模壁影響形成層狀剪切流動。
- 中間區流速快，靠近模壁附近流速慢，形成速度梯度( $dV/dY$ )。
- 速度梯度又稱為剪切率(**shear rate**)，剪切率過大表示相鄰兩層熔膠的速度差異很大，會造成滑動，形成表面瑕疵。
- 由於速度不同，相鄰兩層之間的作用力稱為剪切應力(**shear stress**)，熔膠受上下兩層剪切應力拉扯，如果剪切應力過大，熔膠的分子鏈會被扯斷稱為剪斷。



# 高黏度產生剪切摩擦生熱



剪切摩擦生熱導致升溫



# 塑膠材料的基本物性總結

|        | 高                   | 低               |
|--------|---------------------|-----------------|
| 降伏強度   | 性質強，可抵抗較大的拉力而不會永久變形 | 性質弱，受拉力易生永久變形   |
| 壓縮強度   | 性質堅硬，可抵抗較大的壓力而不破裂   | 性質軟，亦受壓力而產生破裂   |
| 衝擊強度   | 韌性大，不易被撞斷           | 質地硬脆，易被撞斷       |
| 硬度     | 表面性質堅硬，可抵抗較大的壓力而不凹陷 | 表面性質軟，亦受壓力而產生凹陷 |
| 彎曲強度   | 不易彎曲變形              | 受力易生彎曲          |
| 比熱     | 升溫慢且需要較多的能量         | 升溫快且需要能量較少      |
| 比容     | 質地較鬆(密度低)           | 質地較緻密(密度高)      |
| 熱傳導係數  | 傳熱快，熱阻小             | 傳熱慢，熱阻大         |
| 熱膨脹係數  | 熱膨脹時尺寸變化大           | 熱膨脹時尺寸變化小       |
| 玻離轉移點  | 抗寒性差                | 抗寒性優            |
| 相轉移點   | 熔化溫度高               | 溫度低即會熔化         |
| 熱變形溫度  | 耐熱性佳，高溫仍可維持其機械強度    | 耐熱性差            |
| 耐燃性    | 不易燃燒                | 易燃燒             |
| 介電常數   | 絕緣性佳                | 絕緣性差            |
| 絕緣破壞強度 | 抵抗高電壓能力強            | 抵抗高電壓能力差        |
| 吸濕性    | 易吸收水份               | 不吸收水份           |
| MI 值   | 流動性佳                | 流動性差            |
| 流動長    | 流動性佳                | 流動性差            |
| 黏度     | 流動性差                | 流動性佳            |
| 成形收縮率  | 相轉移時尺寸變化大           | 相轉移時尺寸變化較穩定     |

結束