

第四章 剪切操作對於 PC/ABS 聚摻物之影響

4.1 實驗流程

在射出成形過程中，須針對不同的加工履歷如溫度、壓力及剪切操作等加工條件，成型出標準拉伸試片。首先，參考相關的文獻資料得知，DSC 分析圖譜可看出 PC 與 ABS 的相溶性 [27]，如圖 4-1 所示。PC/ABS 聚摻物在 20°C~160°C 之間，純 PC 和純 ABS 只有一個 T_g 峰值，而 PC/ABS 聚摻物則有兩個 T_g 轉移點峰值。純 PC 和純 ABS 的 T_g 峰分別為 153°C 及 110°C，而 PC/ABS 聚摻物兩個 T_g 值介於兩者之間。表示 PC/ABS 聚摻物之相溶性非完全相溶。然而，為執行剪切操作，模具溫度須大於兩者的 T_g 值，以利剪切操作之順利進行。故本實驗在射出成形之保壓階段的剪切操作過程中，模具溫度設定在 180°C，探討不同摻混比例下，聚摻物受到不同條件的剪切操作與成形品抗拉強度間的關係；且在冷卻階段迅速開啟冷卻水，將成形品冷卻至 30°C 以下，確保成形品之冷卻收縮不致影響物性之量測，最後開模取出試片。

在整個射出成形循環中大致可分為五個階段，如圖 4.2 所示。其中在保壓階段施加不同頻率的剪切操作，成形出的試片可分為一般型、高頻型剪切、低頻型剪切等三大類，分述如下：

1. 一般型試片

在保壓力 900 bar 下，保壓時間設定為 15 秒，此時模具溫度持溫在 180°C 且不做任何剪切操作，於 12 秒後開啟冷卻水，待冷卻固化後取出試片，如圖 4.3(a)所示。

2. 高頻型剪切試片

進入保壓階段後，因模具溫度持溫在 180°C，模穴內之塑料仍為熔融的狀態，此時立即啟動油壓驅動剪切機構進行連續式的模內剪切操作，在此過程中的實際剪切頻率約為 6.5 s⁻¹，歷時 12 秒後停止剪切操作並開啟冷卻水，待冷卻固化後取出試片，如圖 4.3(b)所示。

3. 低頻型剪切試片

進入保壓階段後，模具溫度持溫在 180°C ，啟動油壓驅動剪切機構且控制剪切頻率為 0.5 s^{-1} 及 1 s^{-1} 進行低頻型的模內剪切，剪切歷時 12 秒後開啟冷卻水，待冷卻固化後取出試片，如圖 4.3(c)所示。

射出成形循環中，開始進入鎖模階段後，立即使用資料擷取盒與電腦開始記錄模穴內部的壓力、模仁板溫度以及剪切機構的擠壓桿位移；圖 4.4 (a)、(b)為在保壓 900 bar 時模仁溫度及剪切機構擠壓桿位移量之數據擷取。

由於模壁厚度相較於成形品厚度的 10 倍以上，厚度方向可視為穩態之恆溫邊界條件，故本實驗在模具溫度之邊界條件控制合宜，不致產生劇烈變化。由實驗數據發現，在剪切操作時，模穴內部的壓力會受剪切力的影響產生約 200bar 的振盪變化，且在模仁溫度方面，模穴內熔融塑料因剪切作用所產生的熱量，造成材料溫度上升，模仁溫度上升約在 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之間。在剪切機構部分，由於本設計為油壓驅動的往復式機構，因此在剪切操作時的剪切應變率並不為定值；由實驗所擷取到的資料得知，在剪切機構部分速率可高達 200mm/s，由式 3-1 與式 3-2 換算成剪應變率為 1400 s^{-1} ，以平均速率來計算約為 100mm/s，平均剪應變率為 700 s^{-1} 。

4.2 實驗結果

4.2.1 PC/ABS 聚摻物機械性質

拉伸試驗之結果，係以塑膠射出成形法成形標準試片；在室溫下，使用高分子材料試驗機進行拉伸試驗，在定拉伸速率的模式下，拉伸速率設定為 4 mm/min ，拉至試片斷裂為止，記錄並繪製應力應變曲線。抗拉強度之結果，係以選用至少 5 支在相同加工條件下的試片，完成拉伸試驗後所計算出的平均抗拉強度。

一般型試片係指未施予剪切操作之試片，剪切型試片係指在保壓過程中施加剪切操作所成形的試片，剪切操作的類型包括高頻型及低頻型兩種型式，其中低頻型有兩種剪切頻率，分別為 0.5 s^{-1} 及 1 s^{-1} 。

實驗結果中，各個比例的聚摻物施加不同頻率的剪切操作對於成

形品機械性質的影響，如圖 4.5~圖 4.9。圖 4.10 為取自市售商用級 PC/ABS 聚摻物 MB1800 的應力-應變曲線圖，其抗拉強度值為 61MPa，屬於抗拉強度很高的材質，然該摻混物配方比例未知，僅知其中已含有促進相溶性之相溶劑，故對機械強度會有提升的效果。圖 4.11 顯示在不同比例的 PC/ABS 摻混後，未施加剪切操作與施以高頻型及低頻型(含 $0.5s^{-1}$ 及 $1s^{-1}$ 兩種頻率)剪切操作，所得的成型試片，經拉伸試驗後所得的抗拉強度值，由實驗結果發現：

不論是否施加剪切操作，抗拉強度均隨著 PC 含量增加而增加，顯見 PC 含量主導該聚摻物的機械強度大小。一般型(未施加剪切操作)試片在 PC /ABS (80/20)時，可得到最佳的抗拉強度值。在 PC/ABS (80/20)時，一般型與剪切型 1 次/秒之抗拉強度幾乎完全相同。在 PC/ABS (60/40)時，剪切型 1 次/秒之抗拉強度比一般型提高 2.7%。在 PC/ABS (50/50)時，剪切型 1 次/秒之抗拉強度比一般型提高 2.5%。在 PC/ABS (40/60)，剪切型 1 次/秒之抗拉強度比一般型提高 5%，為剪切作用效果最佳的情況。

在 PC 含量低於 80%以下，均適合執行剪切操作，且不同頻率之剪切操作對抗拉強度所造成的影響程度不一；故本聚摻物，幾乎全部比例均適合以剪切操作來提升製品物性。

綜觀本實驗結果，在所有比例之情況下，三種形式的剪切操作中，最適合剪切操作之頻率範圍在 0.5 次/秒 ~1 次/秒，其提升抗拉強度的效果最佳，且升高頻率至 2 次/秒或更高頻率之剪切，均無法再提升抗拉強度值，故幾乎可研判最佳之剪切頻率值約位於 1 次/秒附近。

圖 4.12 係針對市售商用級日本三菱 MB1800 PC/ABS 材料與不同摻混比例下一般型試片及剪切型試片之抗拉強度的比較，商用級 MB1800 的抗拉強度值與自行摻混，未添加相溶劑之一般型試片的抗拉強度值，相交於 PC 含量 68%，且與未添加相溶劑之剪切型試片的抗拉強度值，相交於 PC 含量 62%。顯見在未添加相溶劑的情況下，亦可藉由剪切操作達到商用級大致相同的物性效果。

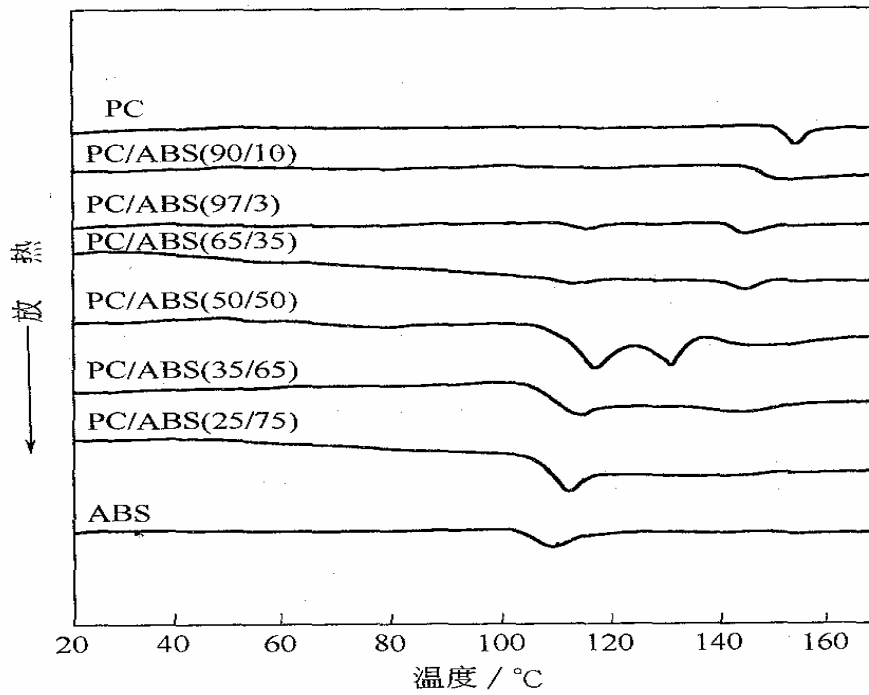


圖 4-1 PC/ABS 聚摻物的 DSC 分析圖譜

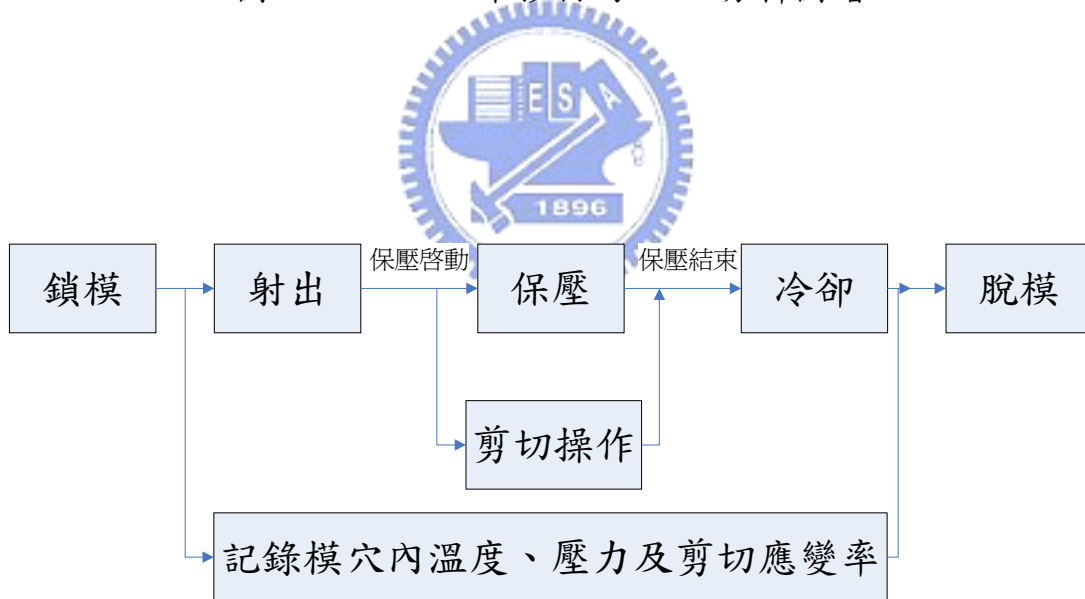


圖 4.2 射出成形循環示意圖

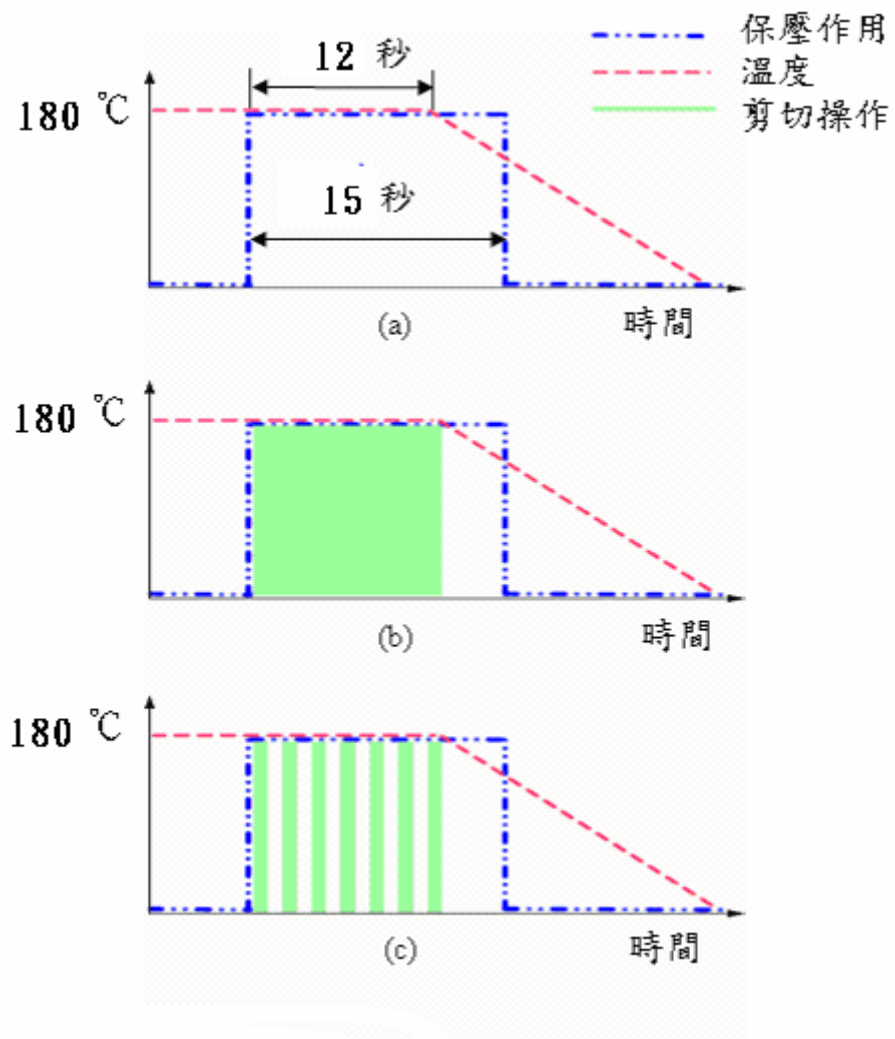
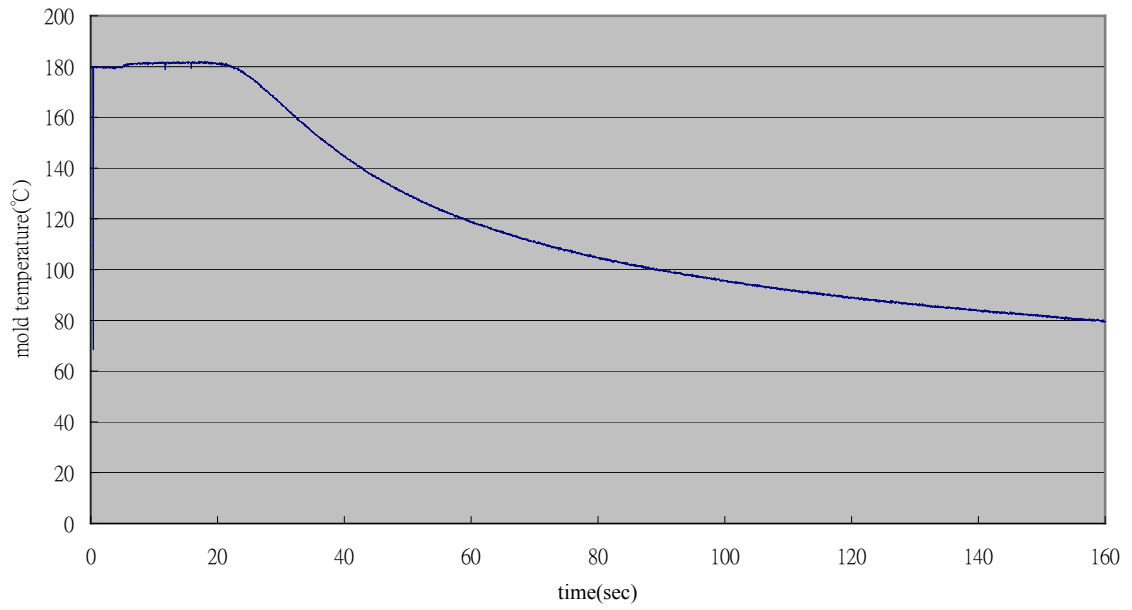


圖 4.3 各種剪切操作之加工流程示意圖 (a)一般型試片、(b)高頻型剪切試片、(c)低頻型剪切試片

(a)



(b)

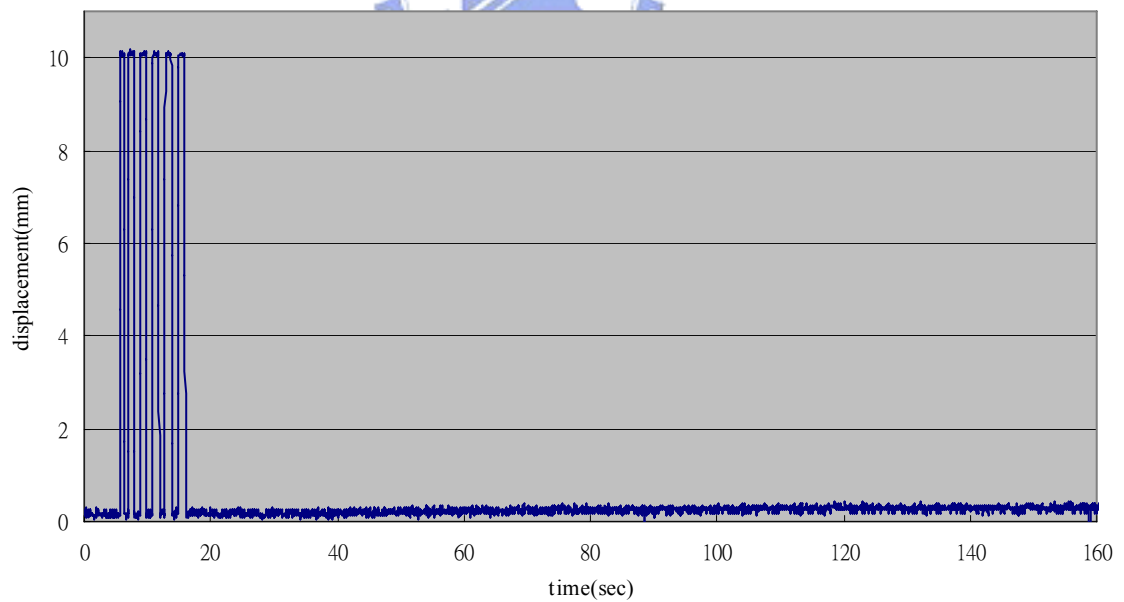


圖 4.4 模仁溫度及剪切機構擠壓桿位移之數據擷取

保壓力：900bar

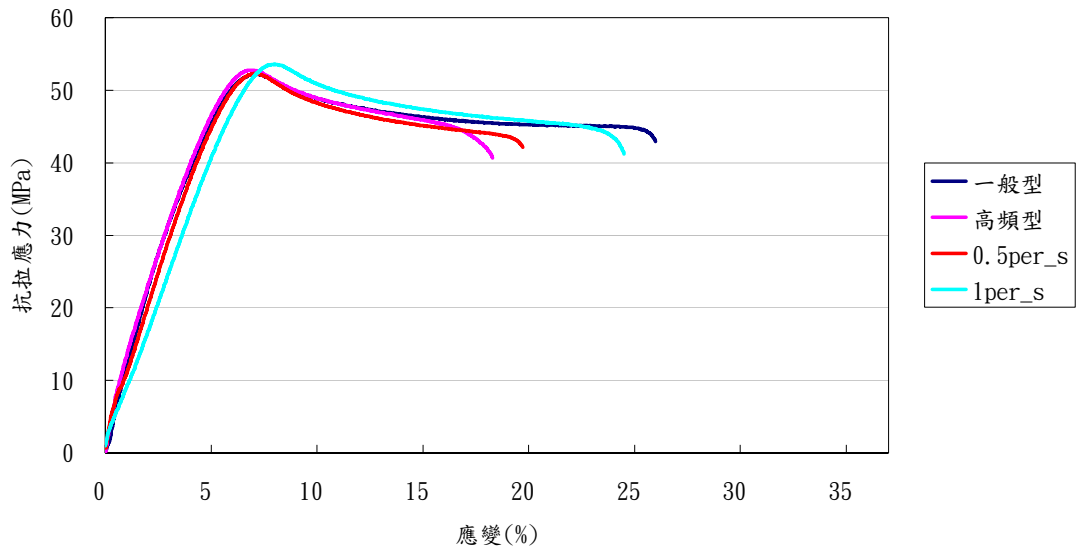


圖 4.5 應力—應變曲線 (PC /ABS (20/80))

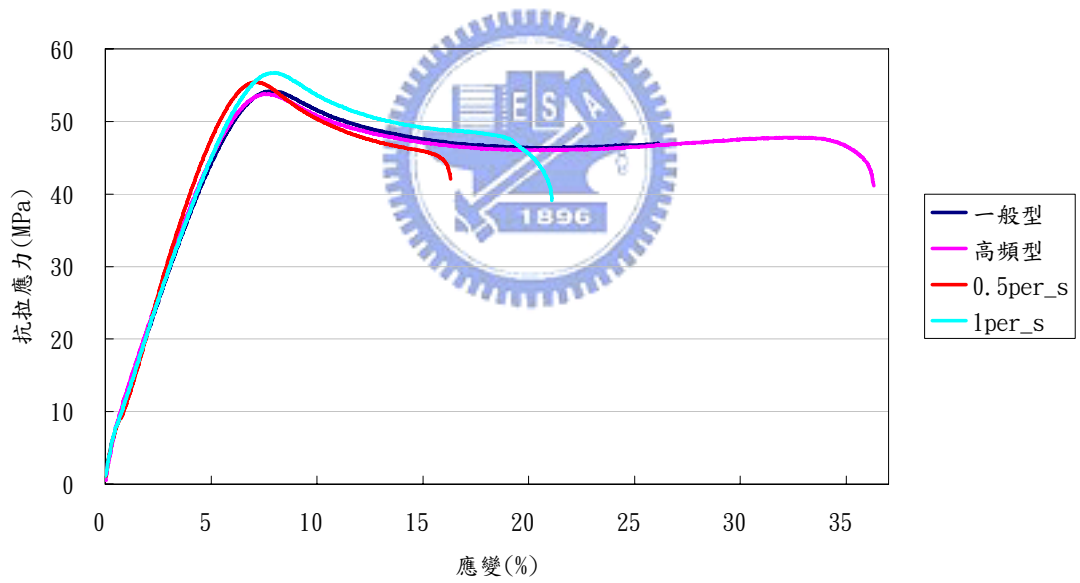


圖 4.6 應力—應變曲線 PC /ABS (40/60)

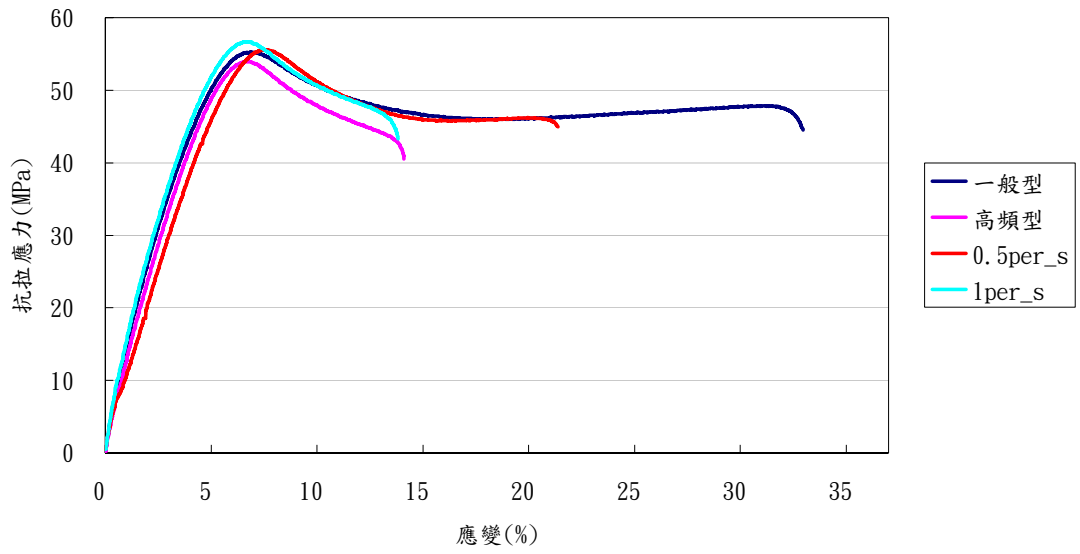


圖 4.7 應力—應變曲線 PC /ABS (50/50)

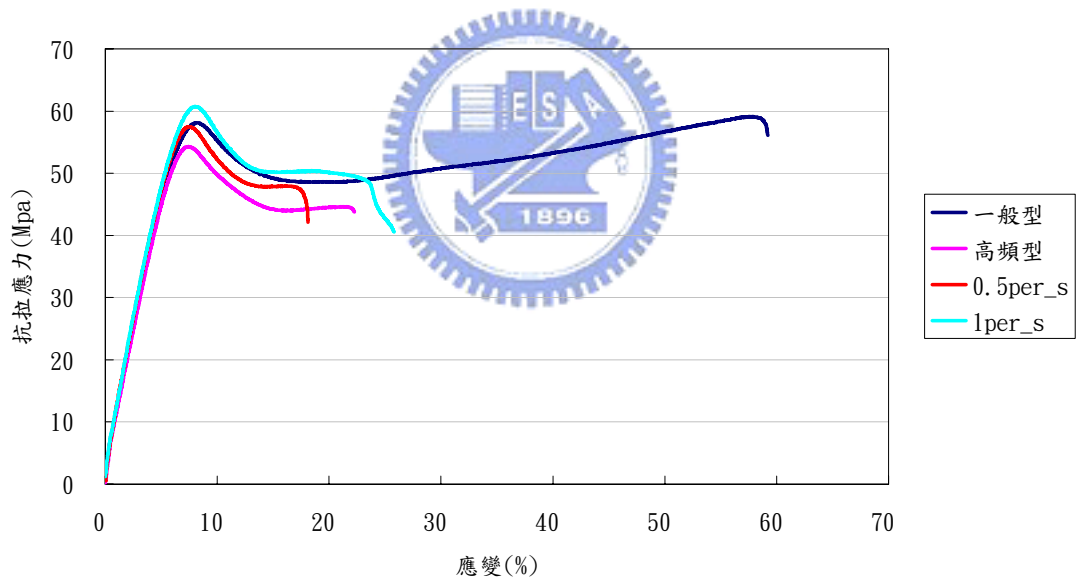


圖 4.8 應力—應變曲線 PC /ABS (60/40)

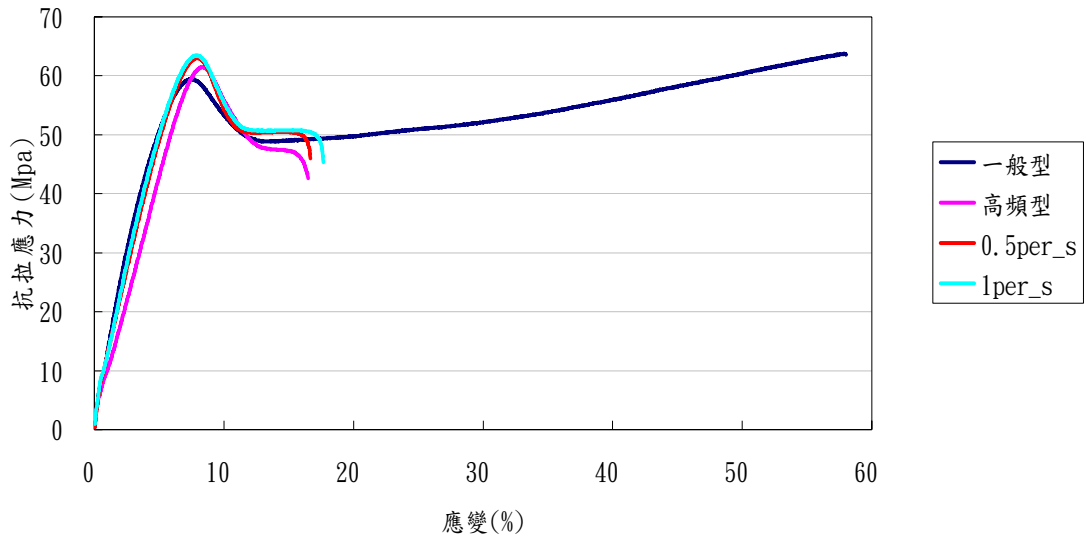


圖 4.9 應力—應變曲線 PC /ABS (80/20)



商用 MB1800

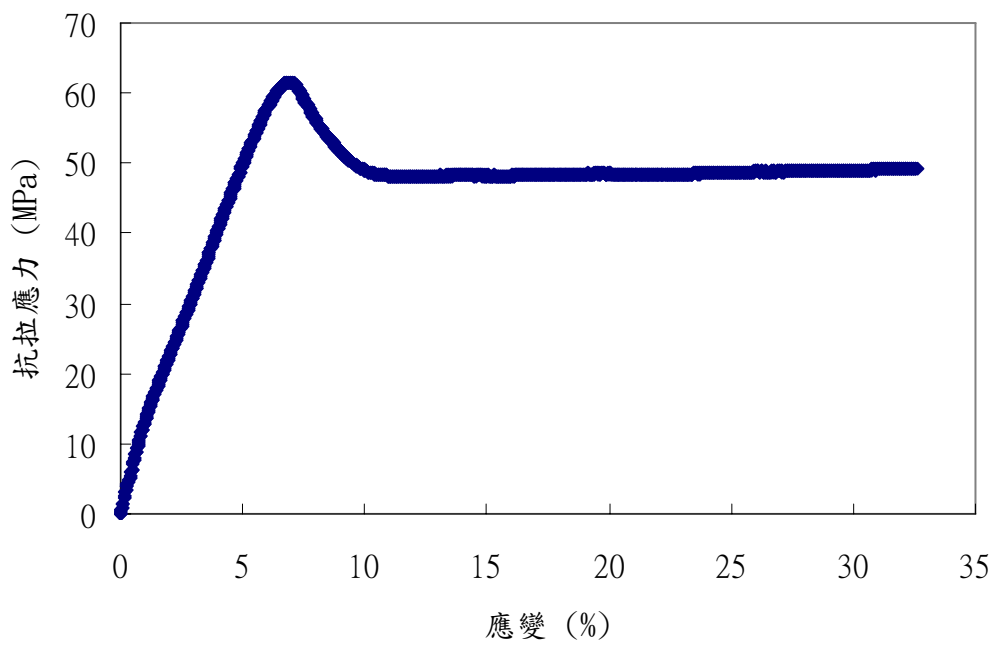


圖 4.10 應力—應變曲線 (商用級 MB1800)

不同剪切頻率下抗拉強度比較

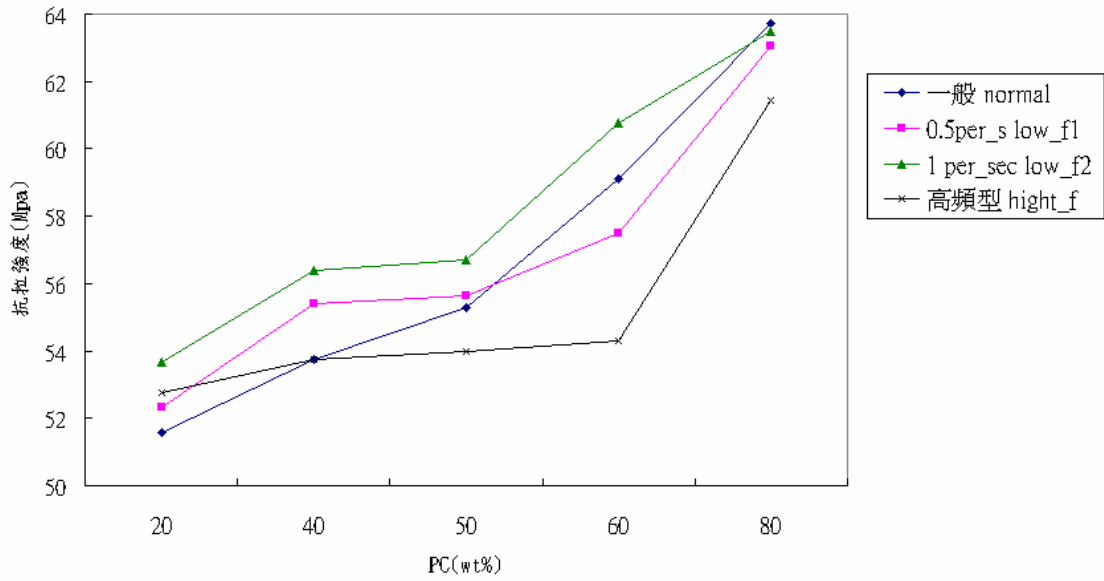


圖 4.11 PC(wt%)對抗拉強度值

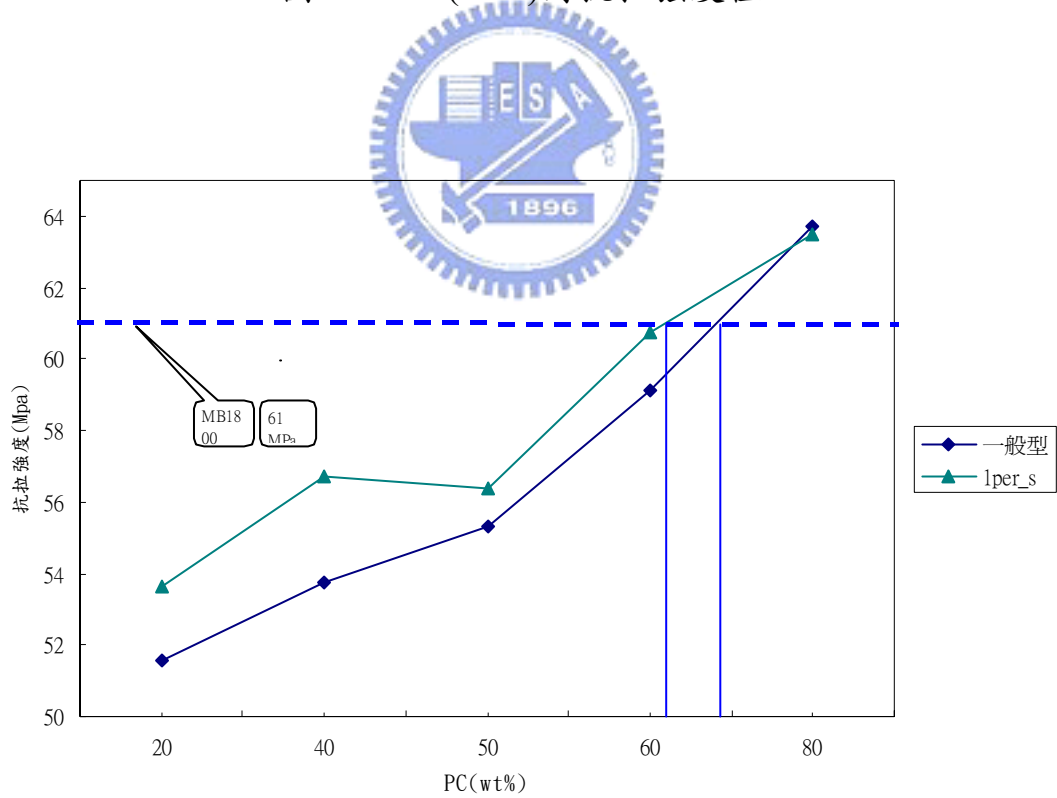


圖 4.12 PC(wt%)對抗拉強度值一般型、剪切型及商用級 MB1800)