

目錄

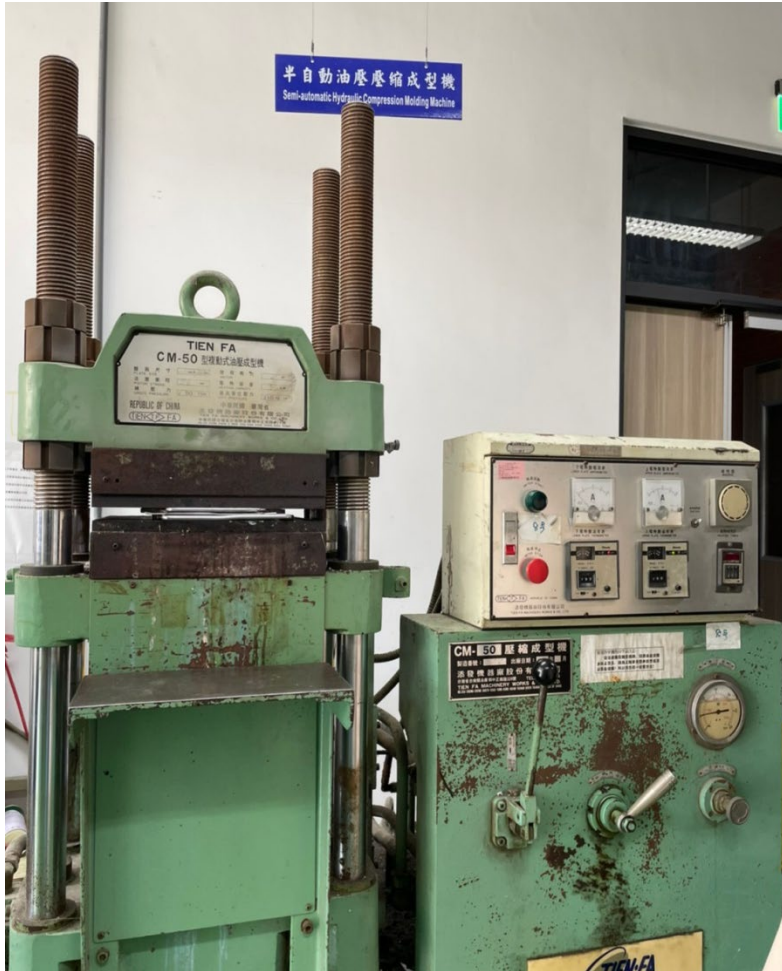
- 本次實驗所使用之機台介紹
- 本次實驗所使用之材料
- 實驗流程
- 實驗結束後所觀察到的現象



Brabender 塑譜儀

塑譜儀可以精確控制轉速的旋轉軸以及扭力計，還具有均勻穩定的溫度控制系統。實務上可以依據加工所需要的剪切率更換適當尺寸設計的轉子或螺桿。塑料依照不同配方步驟加以溶融，看出其溶融與混摻狀況，再由熱壓機壓片成測試標準試片，作為相關檢測。

半自動油壓壓縮成型機



將混摻均勻材料經熱壓成測誦之標準誦片，藉由高溫高壓而形成。

注意事項：

1. 熱壓塊預熱溫度非常高，放入與取出材料需小心，以免燙到。
2. 熱壓塊很重，操作時不要靠近，以免壓到身體。

衝擊試驗機

原理就是能量守恆定律，按照擺錘打斷衝擊試樣後損失多少計算衝擊功。但是這種試驗方法天生就有一個缺點，不能像拉伸試驗機那樣直接顯示試驗時的曲線，因為我們測量出來的結果只能是衝擊功，所以衝擊功這一數值不能直接說明材料的韌性如何，不能描述材料在打擊過程中產生的變化，只能作為一個參考。



本次實驗材料



PP



回收舊衣粉碎料



馬來酸酐 DCP

操作過程



步驟1.

開啟塑譜儀電源及開關。



步驟2. 設定加熱溫度，內層外層及中間溫度都為260度，（依材質的不同，所需要的溫度也會有差異）。



步驟3. 開啟半自動油壓壓縮成型機，並將兩塊鐵片放入壓縮機中，啟動壓縮機，在壓縮到鐵片的時候停止。

步驟4.

秤取要混合的材料。



舊衣粉碎料



PP



馬來酸酐



DCP



步驟5.

溫度加熱到達穩定時，調整
馬達轉速到40。

步驟6. 戴上手套
將材料倒入塑譜儀，
倒完之後，入料口
需要用蓋子壓住，
等待10分鐘讓材料
充分混合。



(需要用手幫忙按住，否則料太多的情況下會溢出來)



步驟7.

等待10分鐘過後，關閉加熱器
及旋轉馬達。

（高溫注意，請戴兩層手套）



步驟8.

拿開蓋子，使用工具盡速將混合好的料填入模具中，趁熱移到壓縮機成型機，上下各墊一塊鐵片，啟動壓縮機將料壓成模具中的形狀。

步驟9.

壓好之後，靜置使其凝固定型，再將多餘的料撥掉。



熱壓機壓出之 成品



衝擊試驗機測試耐衝擊程度

衝擊試驗機



操作說明

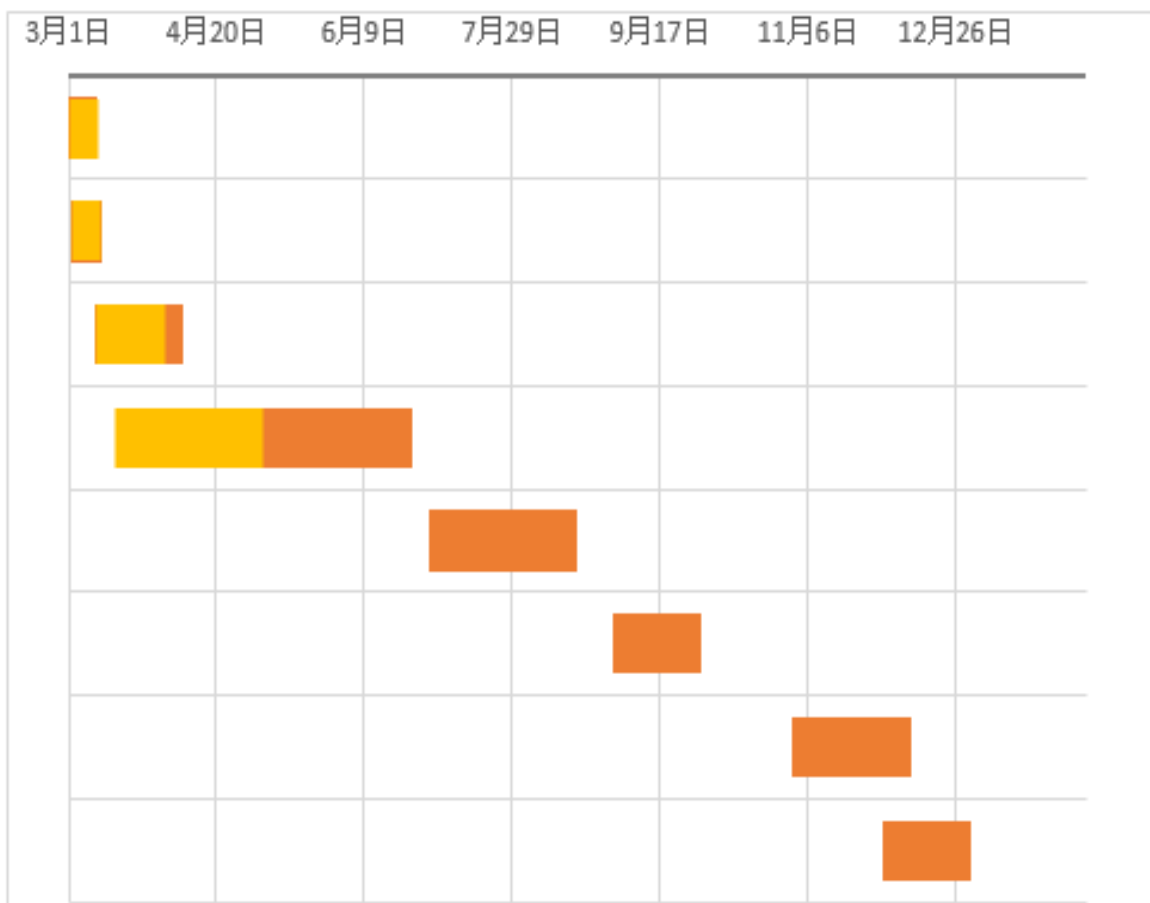
1. 將擺錘置放在定點(指針需擺在原點上)
2. 把試片放置在下方固定之位子
3. 壓下固定之啟動點使擺錘得以自由落下而衝擊試片
4. 在觀察指針 讀取衝擊後上升的最高點
5. 再由能量換算表計算試片吸收之能量

測量數據記錄

試 片 種 類↵	1↵			2↵			3↵		
實 驗 次 數↵	1↵	2↵	3↵	1↵	2↵	3↵	1↵	2↵	3↵
試 片 長 度 (m m)↵	25.4↵			25.4↵			25.4↵		
試 片 寬 度 (m m)↵	5↵			5↵			5↵		
擺錘角度 α ↵	150↵			150↵			150↵		
擺錘角度 β ↵	123↵ ↵	118↵	127↵	124.5↵	119↵	125↵	117↵	126.5↵	118↵
吸 收 能 量 (k g - m) ↵	0.369↵	0.447↵	0.302↵	0.335↵	0.436↵	0.335↵	0.469↵	0.313↵	0.447↵
衝 擊 值 (k g - m / c m ^ 2) ↵	0.290↵	0.352↵	0.238↵	0.264↵	0.343↵	0.264↵	0.369↵	0.246↵	0.352↵
破 斷 口 狀 況↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵	凹 陷↵
衝 擊 平 均 值↵	0.293↵			0.290↵			0.322↵		
耐 衝 擊 大 小↵	中↵			小↵			大↵		

甘特圖

任務名稱	開始日期	天數	結束日期	完成百分比
資料收集	3月1日	10	3月10日	100%
原料採購	3月2日	10	3月11日	100%
設計3D列印圖檔	3月10日	30	4月8日	80%
確認原物料最佳比例	3月17日	100	6月24日	50%
製作3D列印膠條	7月1日	50	8月19日	0%
使用自製膠條3D列印	9月1日	30	9月30日	0%
撰寫報告	11月1日	40	12月10日	0%
展示海報的製作	12月1日	30	12月30日	0%



本次實驗材料(5/12)



尼龍66



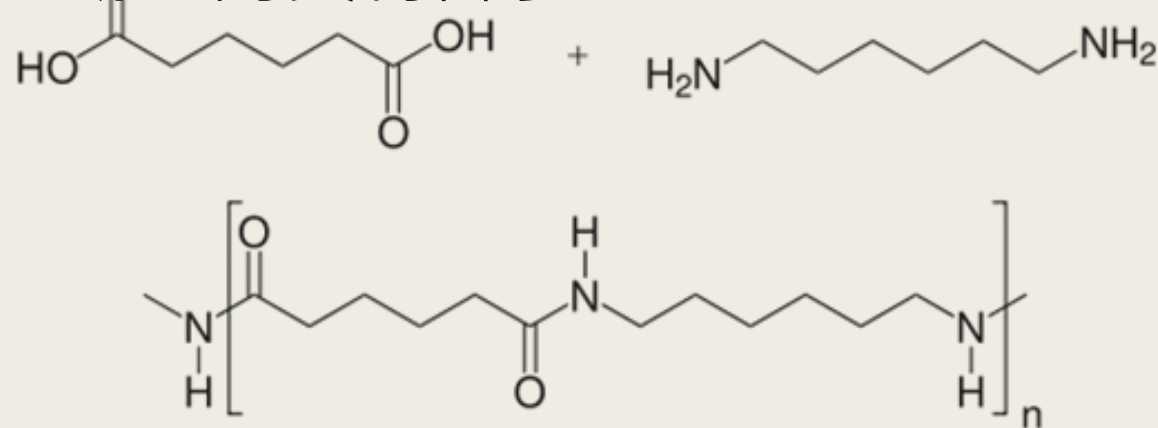
PET



硬酯酸

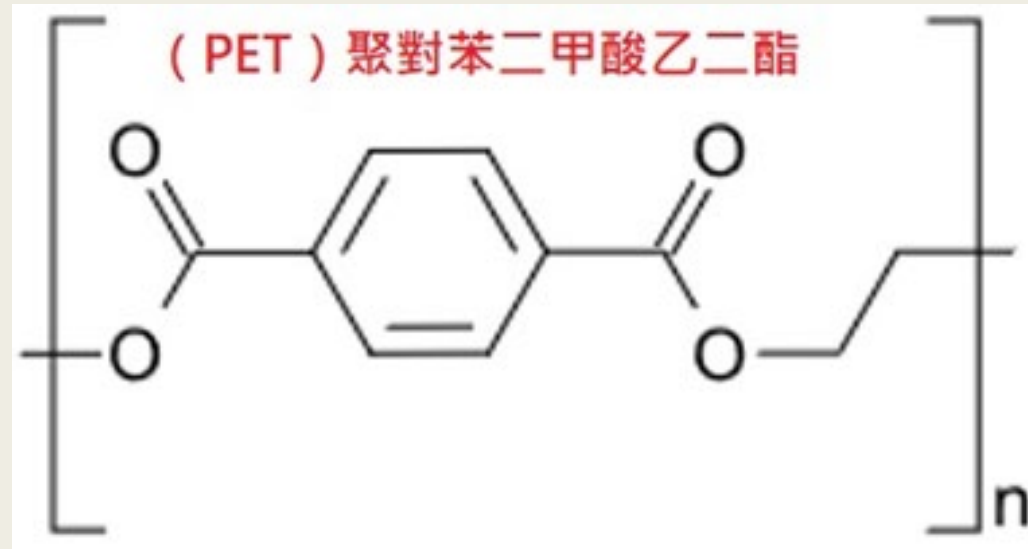
尼龍66

- 尼龍(Nylon)，化學名稱為聚醯胺纖維，因為尼龍屬於天然纖維性質的合成纖維，所以非常適合與其它纖維交織混合，尼龍66命名源自於己二胺和己二酸所含的六個碳原子。尼龍66比尼龍6的耐熱性要好一些，而在價格上，尼龍66的價格比尼龍6的貴得許多



PET

- 聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET) 是目前最重要的合成材料之一，主要應用於生產纖維、薄膜及中空容器等。PET 價格低廉，具有優良的耐磨性、耐熱性、耐化學藥品性、電絕緣性和力學強度高等特性。目前PET 工程塑料已應用於汽車、電機、電子、家用電器及機械等行業。



相容劑

PP 200g

馬來酸酐 2g

DCP 0.5g

200度 轉數40 約3分鐘

聚合物共混

- 聚合物共混是開發新聚合物材料的便利途徑。聚合物共混分為均相混合物和非均相混合物。在均相混合物中，兩種共混物組分都失去了部分特性，最終性能通常是兩種共混物組分的算術平均值。在非均相共混物中，存在所有共混物組分的性質。一種聚合物的弱點可以在一定程度上被另一種聚合物的強度掩蓋。

- 當部分混溶或者不混溶的兩種聚合物混合後形成了好的相形態並且結合了兩種聚合物的優異性能，則稱相容性好；相反則不相容。可以通過增容過程將不相容的聚合物的相容性提高。增容是通過提升共混物的相容性來進一步增強共混物的性能。它的作用主要是：（ 1 ）降低兩相介面處的介面張力；（ 2 ）在共混過程中促進相的分散；（ 3 ）阻止分散相的凝集，穩定相形態結構；（ 4 ）提高介面黏結力。

實驗步驟

- 1.製備馬來酸酐接枝PP熔膠
- 2.以熔膠PP做為改質劑與尼龍66和PET相混
- 3.壓製成厚片狀，做衝擊試驗
- 4.比較有無添加PP改質劑的PA66-PET合膠之衝擊值

測量數據記錄

試片種類	A(有加相容劑)			B		
實驗次數	1	2	3	1	2	3
試片長度 (mm)	25.4			25.4		
試片寬度 (mm)	5			5		
擺錘角度 α	150			150		
擺錘角度 β	90	90	85	129	130	121
吸收能量 (kg-m)	0.972	0.972	1.069	0.269	0.254	0.397
衝擊值 (kg-m/cm ²)	0.765	0.765	0.842	0.212	0.200	0.313
破斷口狀況	凹陷	凹陷	凹陷	凹陷	凹陷	凹陷
衝擊平均值	0.791			0.242		
耐衝擊大小	大			小		

PET/PA高溫 3D膠線

1.相容劑原理

2.合膠相容劑製作

形狀記憶高分子 (Shape Memory Polymer，簡稱SMP)

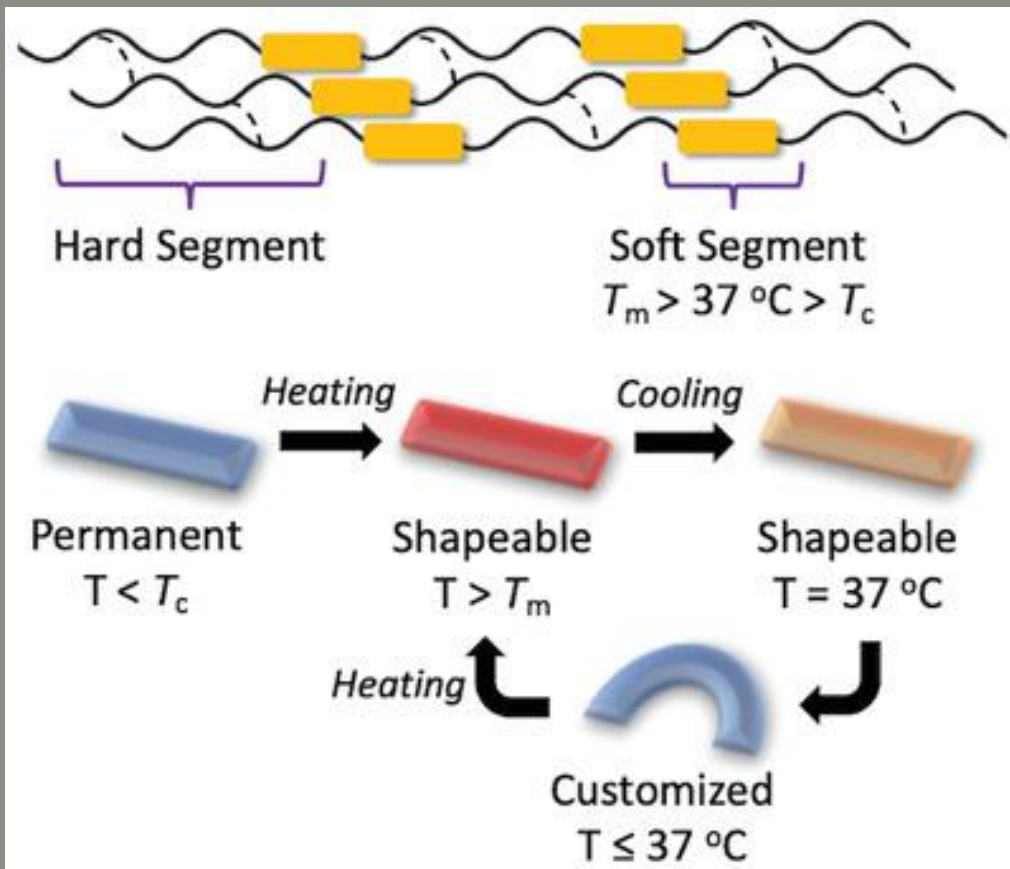
1.原理:

(兩種)

形狀記憶高分子塑膠材料由兩種在同溫度下變形程度不同原料組成。

在高過某個特定溫度 T_m 時，部分高分子結晶熔解，就能彎曲；冷卻後又回到穩定的結晶狀態，變得堅硬固定。再度加熱，結晶又熔解失去固定力，另一種高分子纖維就伸展使整體回復原本的形狀。

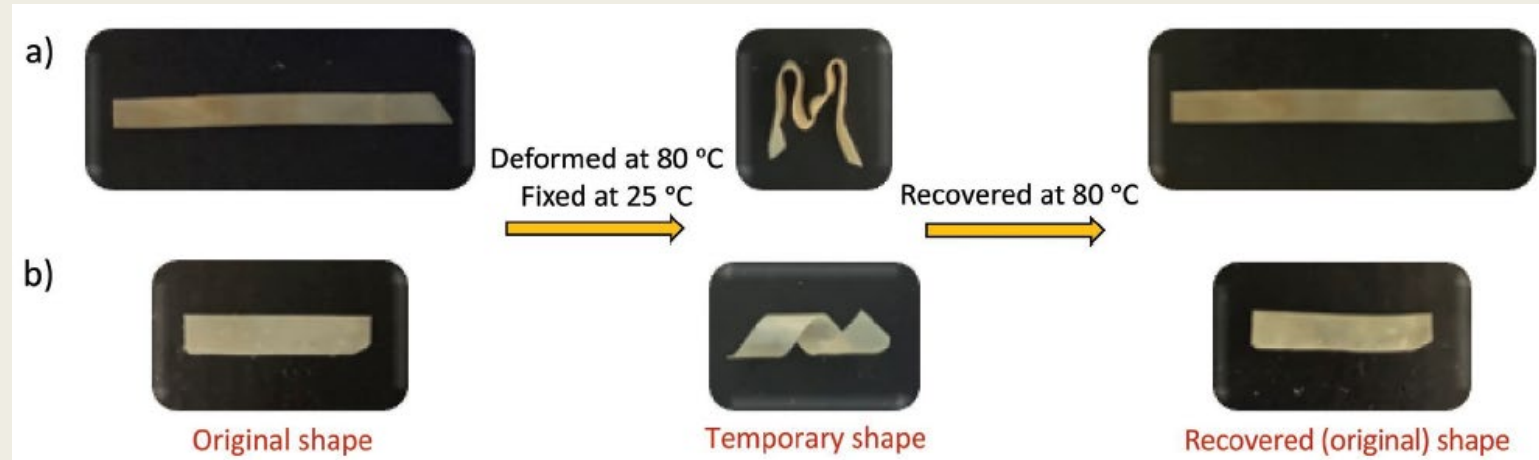
形狀記憶機制 ：應段與軟段



通過聚酯轉換段的性質變化形
狀軌蹟的

現， *Macromolecular
Materials and Engineering* ,
Feyza Karasu, Christoph
Weder

形狀記憶機制: 行為圖片



- 圖 4.
- 展示(a) PUPHD1
- (b) PUPHD2
- 薄膜形狀記憶行為的圖片。臨時形狀在 80 °C 下編程，在約 25 °C 下固定。3 分鐘，原始形狀在 80 °C 下恢復。

記憶高分子材 質四大類:聚 氨酯



聚胺酯發泡海綿

(一) 聚氨酯 建築、醫學

是指主鏈中含有氨基甲酸酯特徵單元的一類高分子。這種高分子材料廣泛用於黏合劑，塗層，低速輪胎，墊圈，車墊等工業領域。在日常生活領域聚氨酯被用來製造各種泡沫和塑料海綿。聚氨酯還被用於製造保險套（對乳膠保險套過敏的人適用）和醫用器材和材料。由於聚氨酯具有非常低的導熱係數，其材料為基礎的新型牆體保溫材料開始在歐美等西方國家逐步發展成熟。

記憶高分子材 質四大類:聚 酯



電腦滑鼠墊

(一) 聚酯 耐熱、耐化學藥品-醫用

聚酯纖維是由飽和的二元酸與二元醇通過縮聚反應製得的一類線性高分子聚合物，品種繁多，共同特點是大分子的各個鏈節間都是以酯基「 $-\text{COO}-$ 」相聯，通稱聚酯。編織後的聚酯或聚酯纖維被廣泛利用於日常生活，如：衣褲，帽子，外套，床單，電腦滑鼠墊板等等。工業用的聚酯材料如一些纖維，繩子繩索，還有傳送帶的面料，安全帶，塗層織物等等。聚酯纖維還用於家具填充物，填充枕頭等等。

記憶高分子材 質四大類:交 聯聚烯烴



PVC保鮮膜

(一)交聯聚烯烴 耐高溫、腐蝕場合

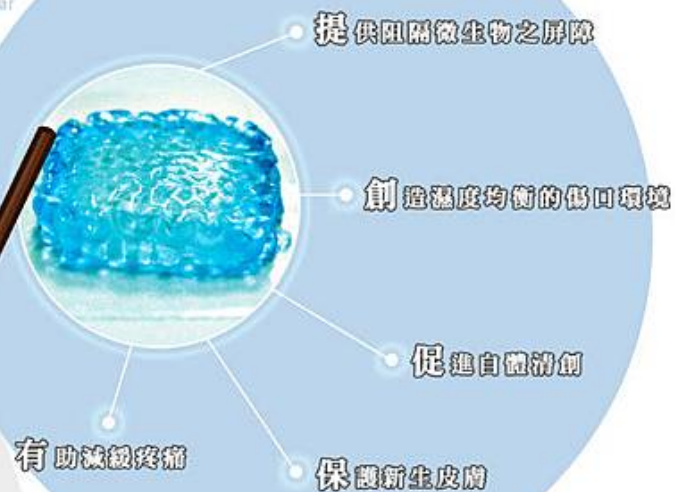
形狀記憶交聯聚烯烴包含了聚乙烯 PE、氯化聚乙烯、聚氯乙烯(PVC)、聚四氟乙烯、聚降冰片烯、反式聚異戊二烯等等。通常其回復形狀的時間 短，且屬於熱塑性聚合物。

※曾經參訪的華新麗華有類似產品

記憶高分子材 質四大類:凝 膠與水凝膠

水凝膠是什麼？

Total Care From Wound To Scar



水凝膠

(一)凝膠與水凝膠

類似OK蹦,五大專題夥伴曾介紹過

此類形狀記憶材料為流體狀，通常容易因外界的刺激做出巨大的體積改變。其可以進行和外界交換能或物質的應用，如藥物釋放和環境工程等 等。

是一種固體的、類似果凍的材料。它可以很柔軟，也可以很堅硬。凝膠是一種充分稀釋的交聯系統，在穩定狀態下沒有流動性。

舊衣回收3D列印專題工作:

- 1.收集100公斤舊衣，買材料、助劑。
- 2.對內、對外聯系工作: 專題進度、總務帳單、比賽、研討會等
- 3.專題研發工作: 塑譜儀試配方、押出造粒、押出膠條、射出成品(C60模具)、3D列印機
- 4.月報告、海報製作

8/19 專題實驗

這次我們用塑譜儀來混
這材料，使用與以往不
同的方式來加入材料。
我們先將200克的PP、1
克DCP和8克MA混合做
長條形，長度約為5公分
左右，用於以下實驗。

以及探討結晶狀PET與片
狀PET做出來成品的差異



混合後的樣子

實驗流程

實驗A.依序將下列的材料分次加入塑譜儀中，先倒入100克PET(結晶狀)再倒入100克PA6之後在將上方混合好的40克PP混料加入。

實驗B.倒入150克PET(片狀)再倒入50克PA6加入40克PP混料

塑譜儀溫度設定為170度 轉速為40rpm

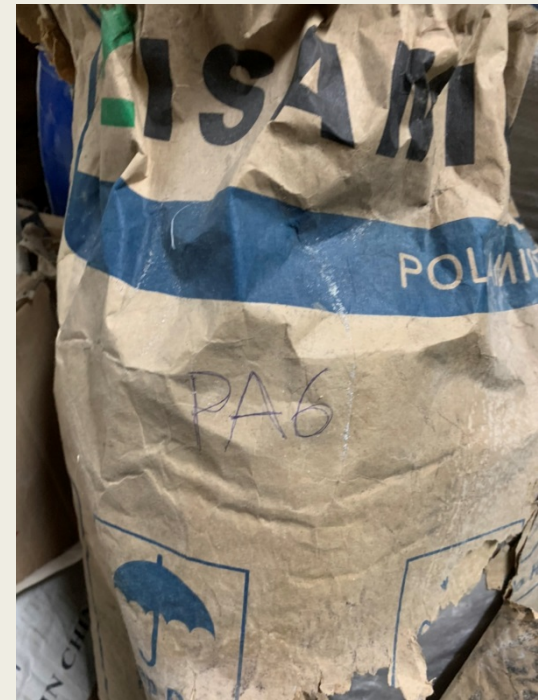
實驗中所使用的材料



晶體PET



片狀PET



PA6【尼龍6】



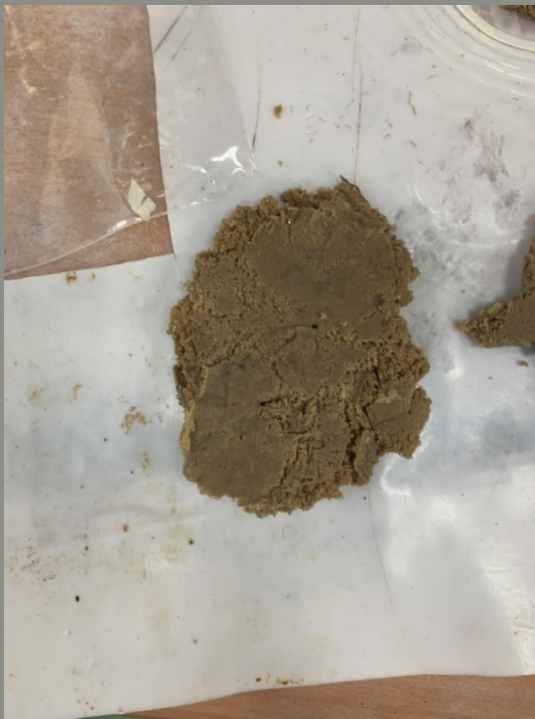
實驗A做出的成品

有明顯未混合的膠粒

■ 實驗A

實驗A中發現PET與PA6都有未膠化的現象，所以在做實驗B時將本次實驗的配方進行修改。

實驗A所發現的問題主要有三點，一是所使用的PET是成結晶狀的，二是塑譜儀加熱的溫度不夠高，三是加入的PP混料不足。



實驗B做出的成品

■ 實驗B

實驗B有些許調整先將PET換成片狀再把PP混料的用料增加到60克然後把所有的溫度加高到220度左右，攪拌約3分後加入50克尼龍6膠粒，再攪拌約5分鐘結束。

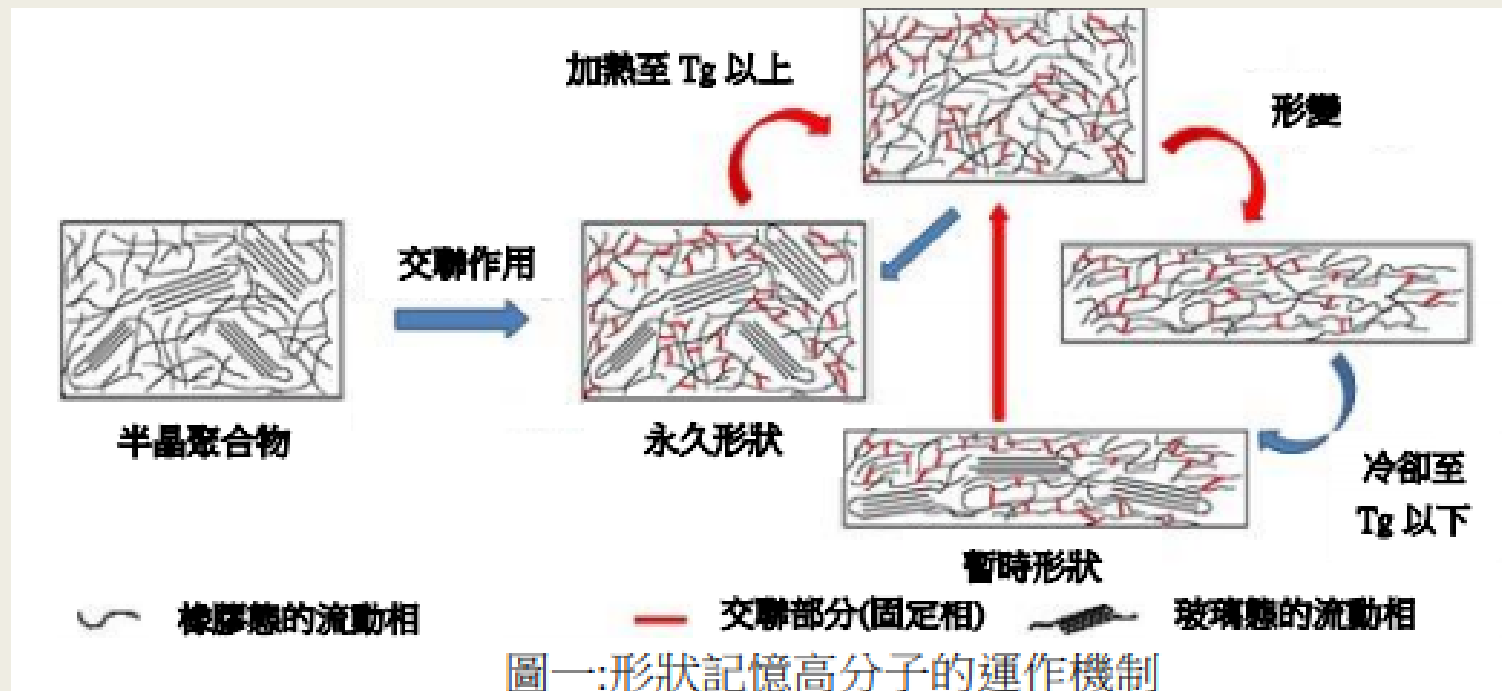
結果為土褐色硬脆樣品，混合均勻沒有發現顆粒。

總結

- 1.實驗A在做出成品時明顯看到出來各個材料是不相融的，而實驗B做出來時雖然看的出來有相融，但在取出時是有點成粉狀的，冷卻後的特性成脆性容易折成粉狀。
- 2.尼龍與PET的熔點各不相同，我們現在加工的溫度在尼龍熔點之上，所以低溫的先熔融了，沒辦法跟高熔點的PET膠粒混合，先熔的尼龍6變成滑劑的角色，作為相容劑的改質PP,無法起到相容劑的作用。

8/26 形狀記憶塑膠修復試驗

形狀記憶機制原理: 交聯與結晶



1. 交聯PE
2. PE/交聯EVA

實驗流程

首先需要製作形狀記憶塑膠，我們做了兩種配方可作為實驗對照。

配方1使用的材料為100克PETG、200克PE、10克MA、1克的DCP。

配方2是用的材料為100克PETG、200克SBR、10克MA、1克的DCP。

塑譜儀溫度設定160度 轉速40RPM 持續時間5MIN

實驗流程

將塑譜儀混合好的塑膠快速取出，倒入熱壓機的模具內啟動壓縮，等待幾分鐘，確認塑膠壓實之後，取出靜置冷卻。

脫模之後使用工具將多餘的邊角去除。



配方2成品

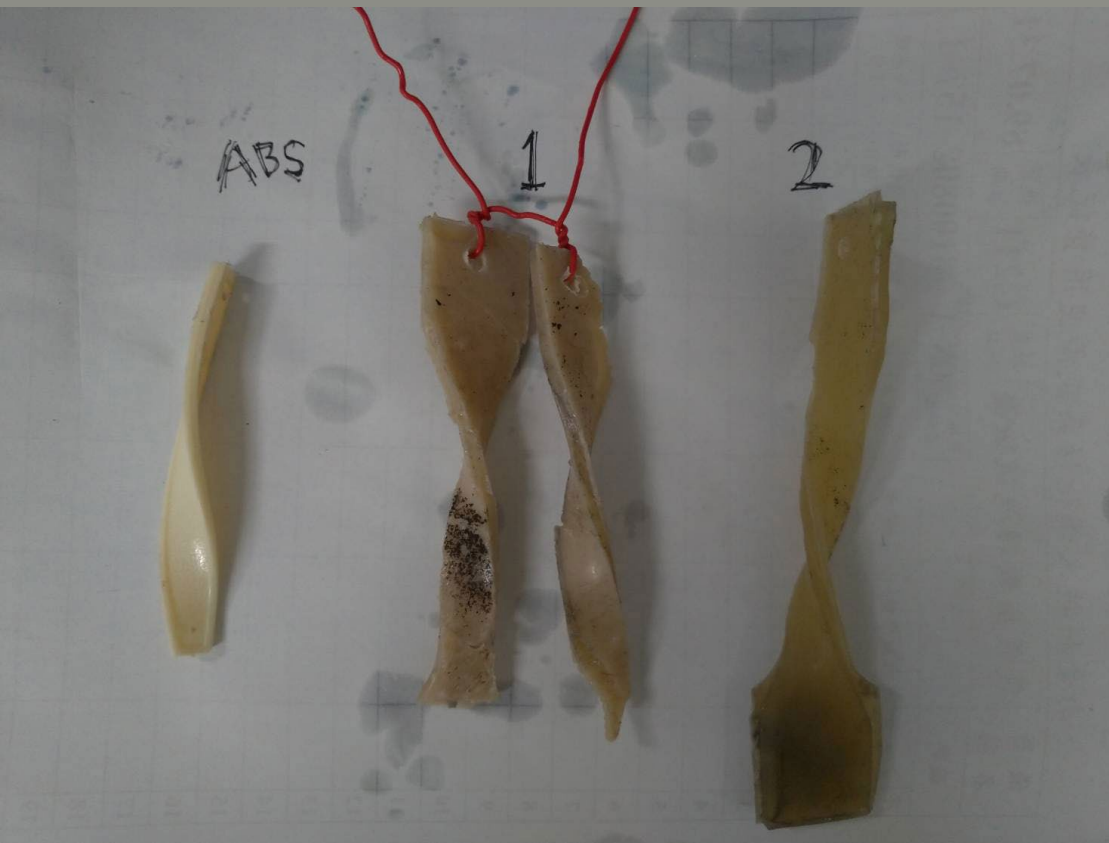
配方1成品

因為此次的成品主要是用來測試形狀記憶塑膠的修復能力，所以熱壓機的模具也跟以往不同，成品是呈沙漏型的。

進行形狀記憶塑膠修復試驗



取熱水置於加熱器上，加熱到塑膠完全軟化，使用夾子在熱水中把塑膠扭成麻花狀，接著取出靜置，使其定型。

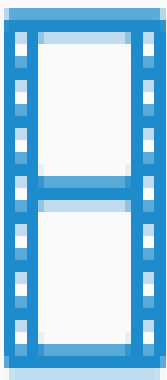


我們多找了一個材質為ABS的塑膠刀柄來進行對照，可以看得出來塑膠刀柄能夠捲的幅度不大。

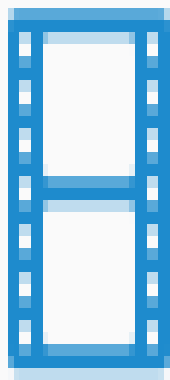
ABS

PE

SBR



最後將這三種塑膠，同時放入熱水中，觀察其修復的程度及速度。



從實驗結果中得出的結論

形狀記憶塑膠恢復能力最佳的是PE，其次是SBR，而ABS則是前後一至看不出有什麼變化。

廢衣回收製成可利用膠條

專題指導：蘇順發 老師

4A840055郭承翰

4A8H0041陳宜芳

4A840905范芷瑄

4A840067吳東諺

4A840053王泊璟

4A840051黃紹哲

A thick black L-shaped frame is positioned on the left and bottom edges of the slide, framing the central text.

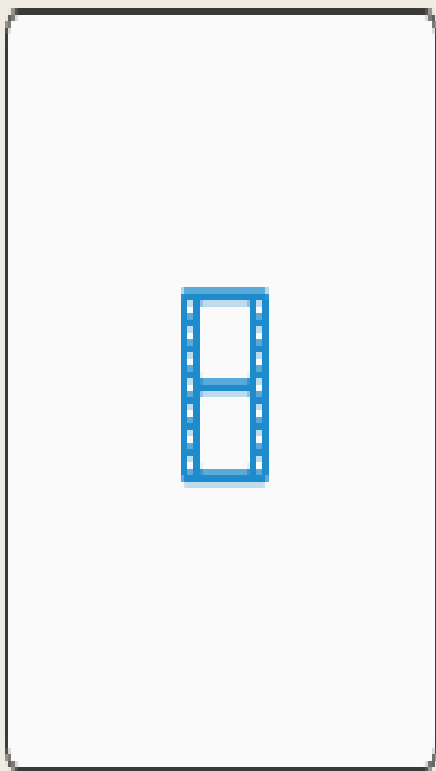
塑料相容劑比例探討

- 最開始以與老師討論比例下去做，溫度經過180(改質)，190(試樣)呈右圖所示毫無相容跡象呈現抹茶椰果狀。

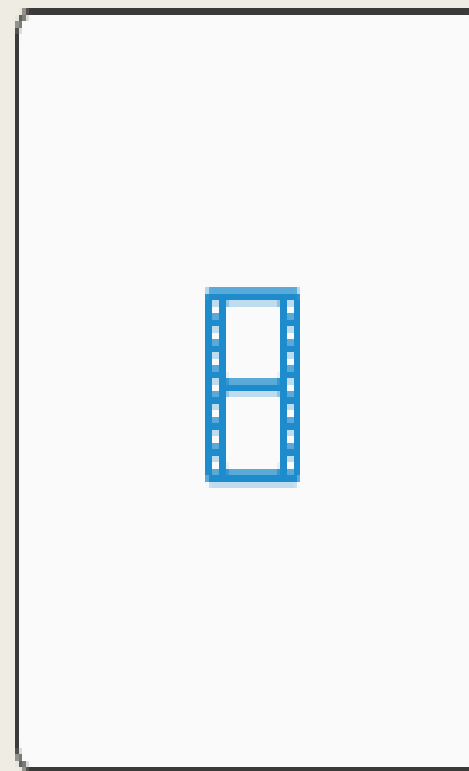
改質	PP	MA	DCP
1.	200	4	1
試樣	PA66	PET	改質
1.	75	75	50



- 如下方影片超連結，持續升溫觀察是否因溫度而造成不相容



- 如下方影片超連結，持續升溫後發現幾乎完全沒有變化，變成金沙巧克力，暫時排除是因溫度而發生的事故。



- 下圖為添加改質劑40g，做一個呈現有無添加改質劑的差異。

試樣	PA66	PET	改質
1.	100	100	40



- 下圖為沒添加改質劑。
- 似乎有所關聯，討論後下一次實驗探討。

試樣	PA66	PET	改質
1.	100	100	0



- 試樣1: 以改質劑為 15.2g

試樣	PA66	PET	改質
1.	100	100	15.2



- 試樣2: 以改質劑為 40g

試樣	PA66	PET	改質
2.	100	100	40

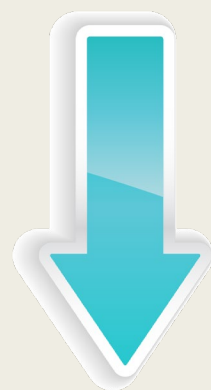


- 試樣3: 以改質劑為6.4g

試樣	PA66	PET	改質
3.	100	100	6.4



相容劑	擺錘角度	擺錘角度	擺錘角度
6.4g	124	128	130



+10%

相容劑	擺錘角度	擺錘角度	擺錘角度
15.2g	117	119	120

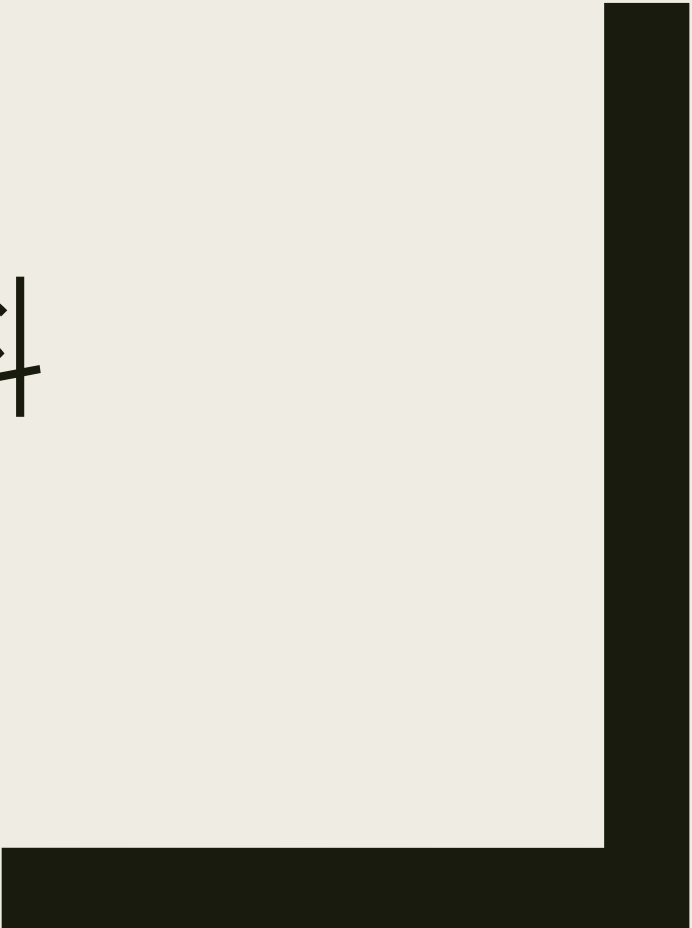


有關課程內容-高分子





形狀記憶材料



PET的製程

設定塑譜儀的條件：

- 溫度為內.外.中間層220度
- 轉速40rpm
- 時間10分鐘

- 配方一

由於第一次設定塑譜儀的溫度較低只有180度，所以無法完全混合，因此導致加熱時間過長，使成品看起來乾裂呈粉末狀。



- 配方二

此次有增加了塑譜儀的溫度，改為220度，成品質地較硬、表面粗糙並且仍有混合不均的現象。



- 配方三

基本上跟配方二沒有太大差異，顏色稍微偏黃。



PET的製作配方比例

配方	一	二	三
片狀PET重量(g)	120	100	80
改質後PP重量(g)	80	100	120

PETG的製程

設定塑譜儀的條件：

- 溫度為內.外.中間層165度
- 轉速40rpm
- 時間10分鐘

- 配方一

PETG混合PE的成品，質地較軟、表面光滑，混合好的成品剛取出的時候，容易塑形。



- 配方二

混合效果對比配方一有進步。



- 配方三

配方三明顯看得出混合效果更佳。



配方	一	二	三
PETG原料重量(g)	120	100	80
改質PE重量(g)	80	100	120

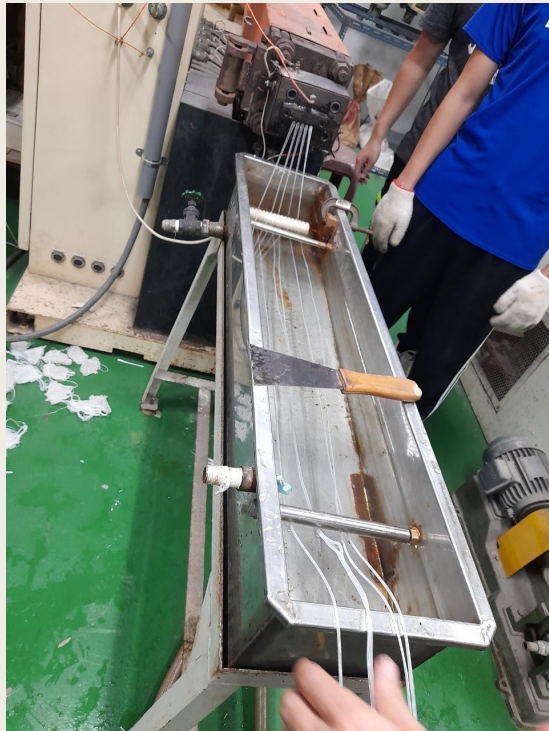


形狀記憶材料-膠條製作



比例的問題與討論

PE	馬來酸酐	DCP
2kg	50g	5g



Q1:出料口易出現異常噴發現象？

Q2:出料口膠條容易混在一起？

Q3:前期出料時有顏色不一現象？

目錄

- 介紹本次實驗機台
- 使用之材料
- 實驗流程
- 問題討論

機台介紹

— 押出機

將塑料材料從料斗送入押出機料管。材料通過螺桿和沿著料管所設計的加熱器產生的攪拌混料而逐漸熔化。然後將熔融塑料聚合物押入模具中，再經過冷水冷卻，得到產品。



PP改質製程

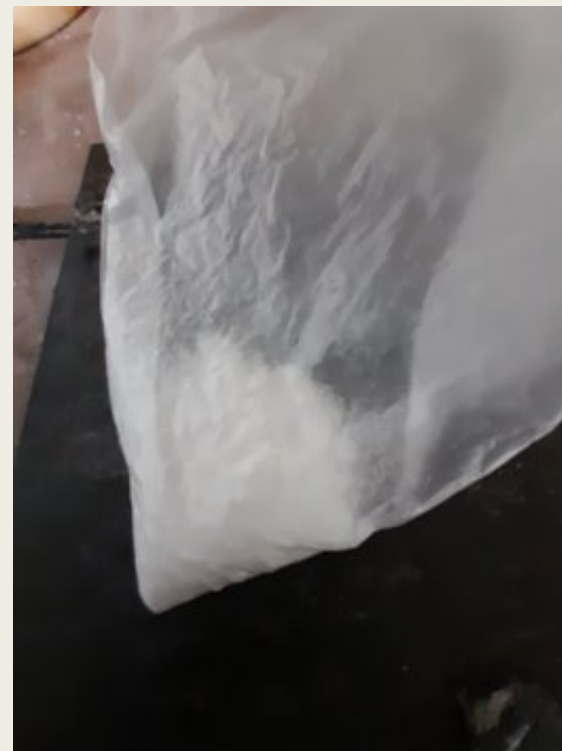
設定的條件：

- 溫度分別為200 200 190 170 度
- 轉速5rpm



材料

- PP 2kg
- 馬來酸酐 30g+DCP 3g



馬來酸酐、DCP需要在取出後壓成粉末，才可充分混和

注意事項

在投料前需用PP清洗機台，確保機台裡無雜質

拉膠條時必須經過冷水來降溫，使膠條變硬冷卻，要注意在拉的過程需要一起拉，保持膠條不互相黏住





拉出來的膠條進行切粒，
以利之後進行混料

成品



PP改質(PP+馬來酸酐+DCP)

再利用前個實驗所造的粒進行第二次混料

材料

- ✓ 改質PP 200g
- ✓ 尼龍66 1kg
- ✓ PET 1kg



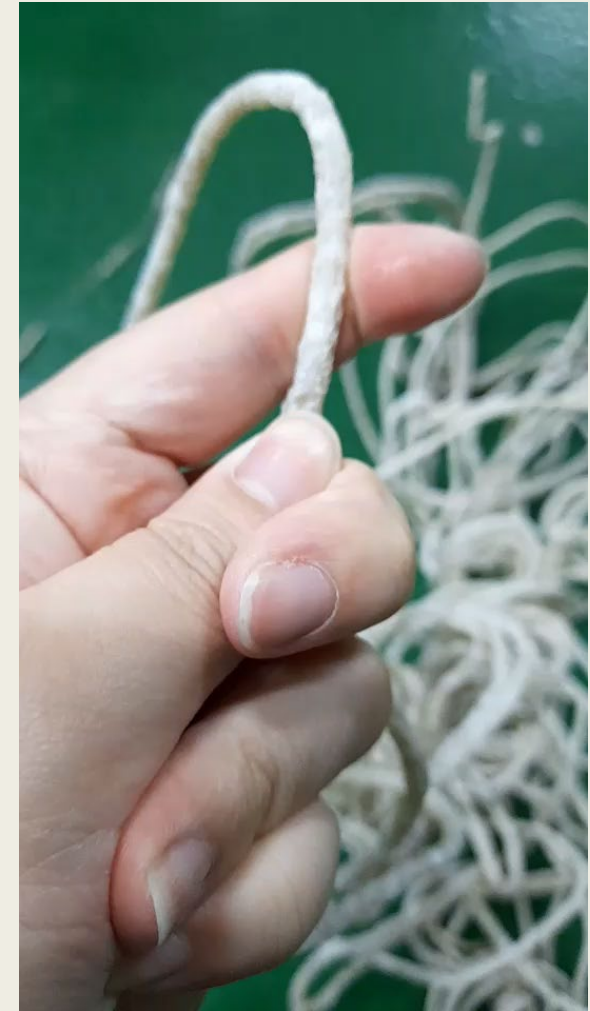


- ✓ 首先我們的溫度一開始先和上一組相同
- ✓ 發現尼龍未溶解，膠條還可清楚看到完整顆粒

- 可得知應該與溫度有關
- 溫度加熱至230度

經過多次溫度調整，可以發現混料有比之前混得好，但是離完全混和還有一段距離

剖面呈現不平滑，中間尚有孔洞





上圖為調整溫度後成品變化

遇到問題

- 倒料槽容易堵塞，影響膠條流出
- 溫度過低，尼龍無法完全混和

解決辦法

- 到料時以少量多次放置，並且轉速可再做調整
- 目前還無法確切得知適當溫度，需要再進行多次實驗

報告到此結束
謝謝大家