

廢衣回收再利用：3D列印應用

4A840055 郭承翰

4A8H0041 陳宜芳

4A840905 范芷瑄

4A840067 吳東諺

專題指導：蘇順發 老師

4A840053 王泊璟

4A840051 黃紹哲

組員分工

疫情前原定當次上完課做分工學習，不做死死安排誰固定甚麼工作，與指導老師蘇老師討論下決定當天實習完再來分工，例如當下誰對報告製作不夠熟悉就由他繼續多做練習那項分工，反之誰已經熟悉機台操作那就與其他也熟悉其他項的夥伴交換學習新的事物，隨時做討論解決任何突發問題，做滾動式調整。

疫情中分工:由於先前計畫因疫情受限暫緩實施，團隊改為老師授課學習新的知識，以便於疫情後開工能做的更順利更了解，也會適當提出許多問題讓團隊討論學習，從團隊配合查詢資料找出答案，不僅收穫新知識也提升團隊共同解決問題的能力，讓我們團隊默契可以如魚得水更上一層樓。

組員分工

疫情中下課後分工：(將持續增加)

黃紹哲-在專題線上大集會中代表團隊成果發表並協助組員完成許多問題

郭承翰-製作第二次線上報告

吳東諺-製作第二次線上報告

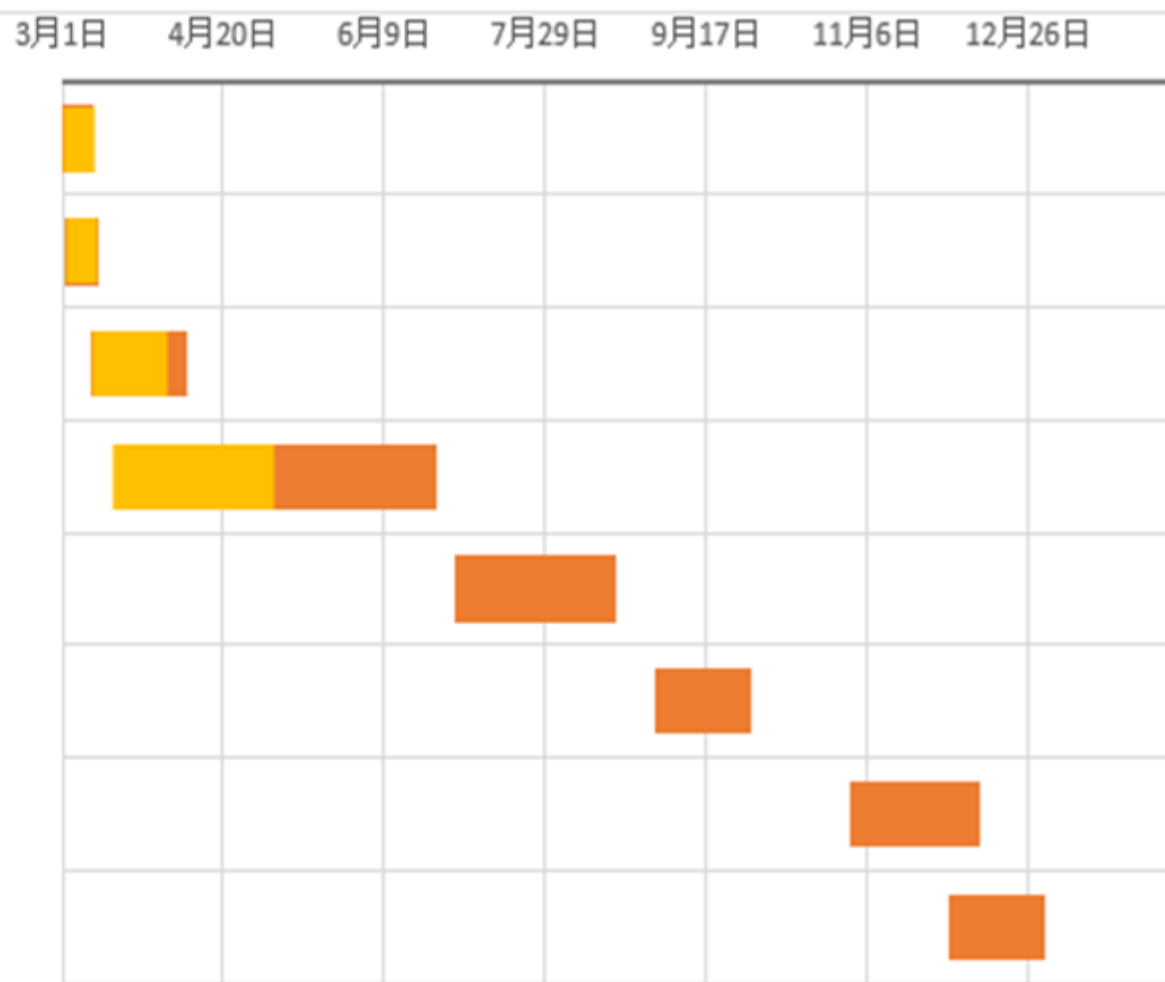
范芷瑄-工作進行中

王泊璟-工作進行中

陳宜芳-協助提出更改背景顏色意見讓人更好閱讀

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	10%
展示海報的製作	12月1日	30	12月30日	0%



目錄

- 一、專題動機與目標
- 二、前言：課程相關知識
- 三、實驗規劃：
 1. 實驗所使用之機台介紹
 2. 實驗所使用之材料
 3. 實驗步驟
 4. 儀器分析
- 四、結果與討論：
 1. 實驗結束後所觀察到的現象
- 五、目前實驗遇到的問題
- 六、未來工作

一、專題動機與目標

- 專題動機：近年來環保議題逐漸受到重視，為了能夠永續發展，最有利的辦法就是回收再利用，因此我們想到如果可以使用淘汰不用的舊衣服來加工製成膠線，不緊可以減少舊衣服，也可以獲得3D列印所需要的膠線。
- 目標：找出原料用量的比例以及合適的相容劑，讓製作出的膠線能夠應用於3D列印機上。

二、前言：課程相關知識

- 普通化學-分子間結構的鍵結
- 普通化學-聚合物種類
- 新能源與綠色科技-舊衣回收再利用

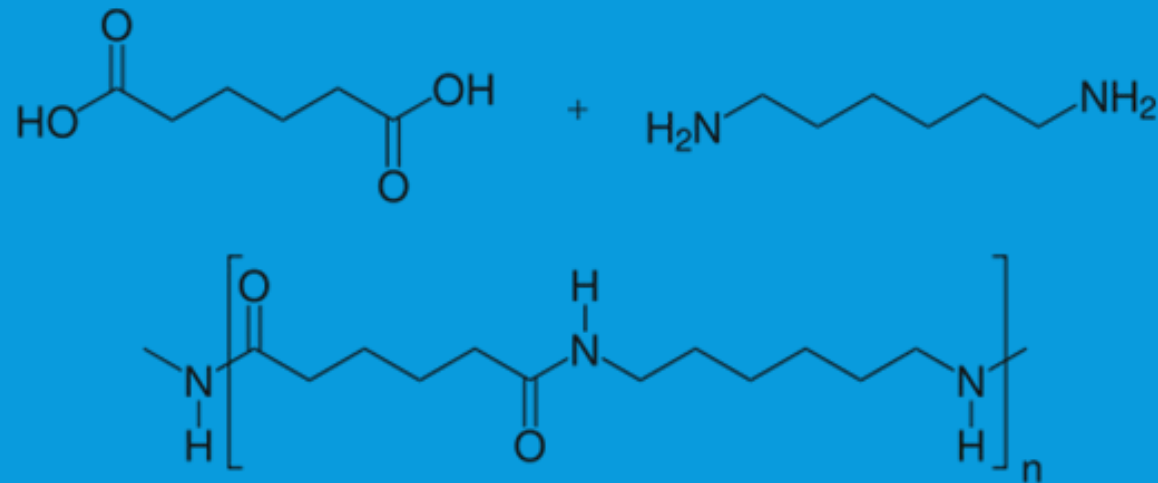
聚合物共混

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。

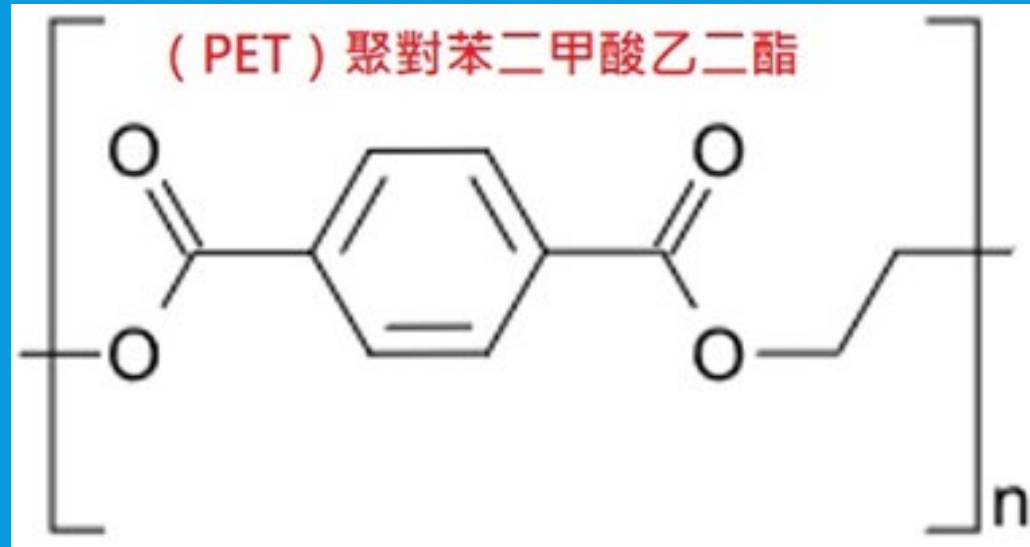
尼龍66

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。



形狀記憶高分子 (SHAPE MEMORY POLYMER，簡稱SMP)

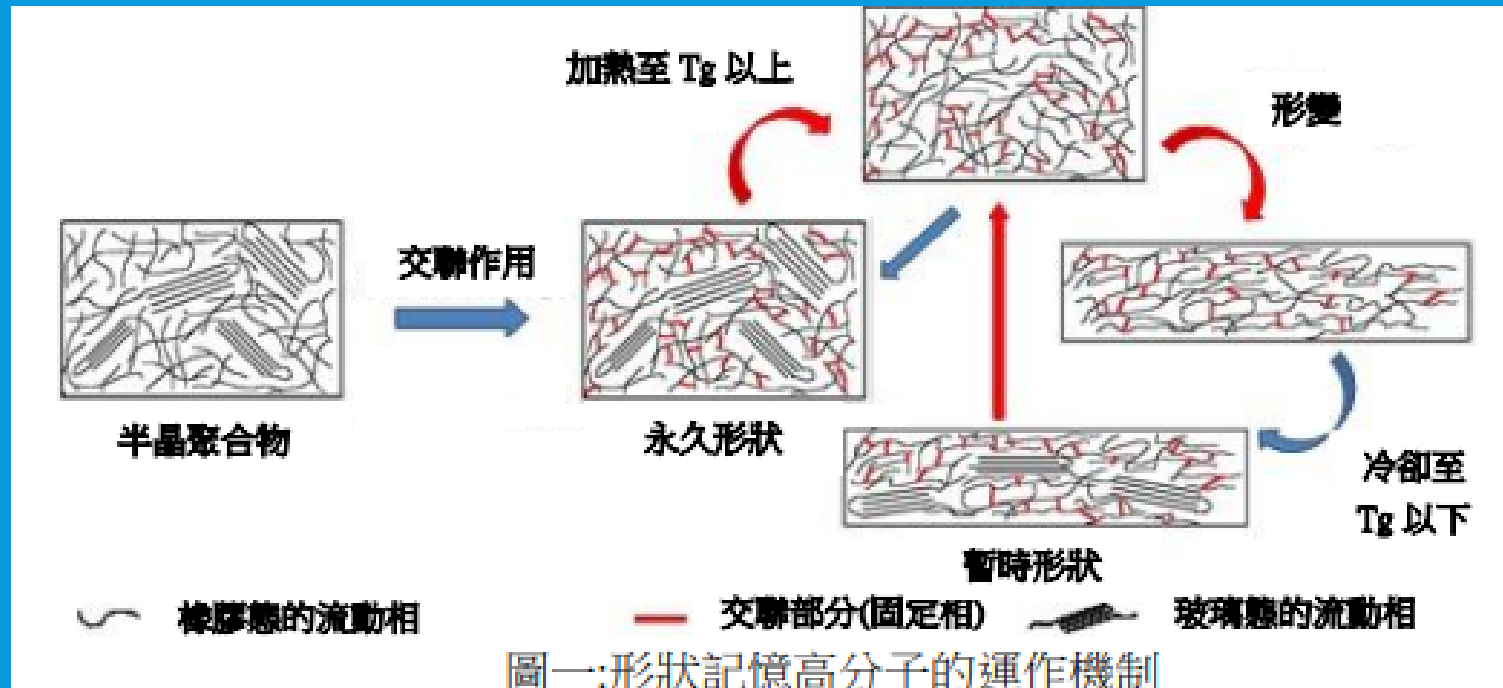
1.原理:

(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。

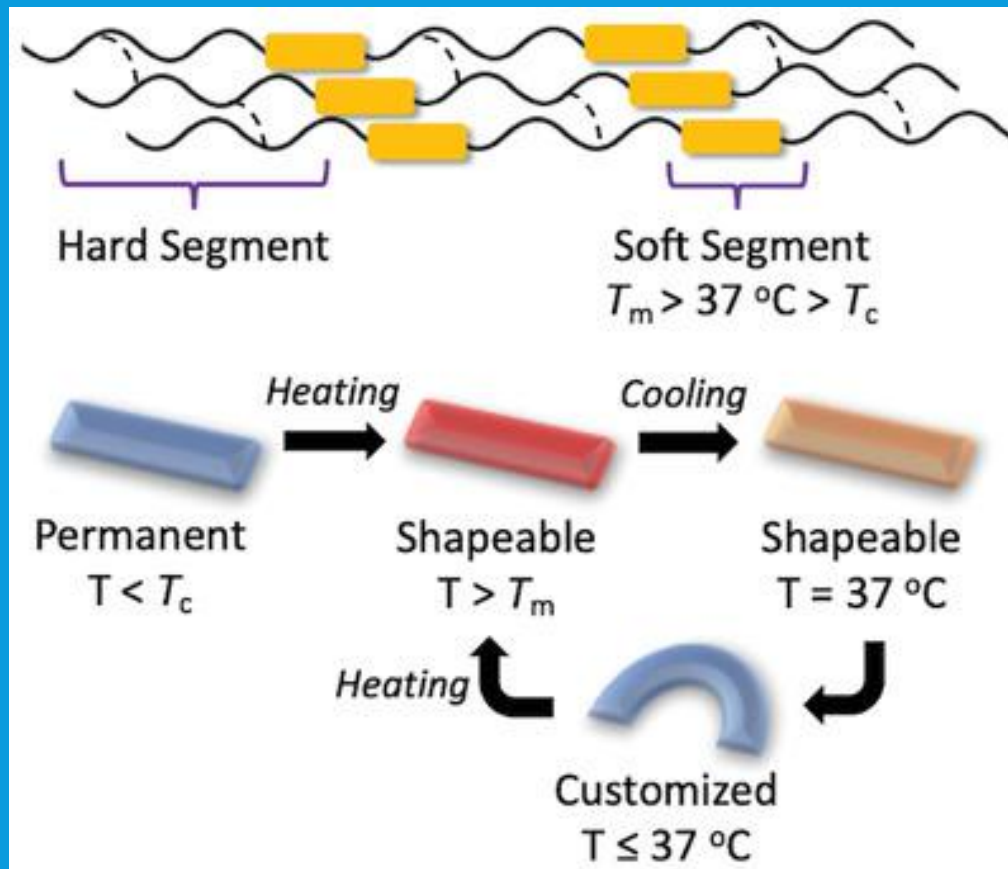
在高過某個特定溫度 T_m 時，部分高分子結晶溶解，就能彎曲；冷卻後又回到穩定的結晶狀態，變得堅硬固定。再度加熱，結晶又溶解失去固定力，另一種高分子纖維就伸展使整體回復原本的形狀。

形狀記憶機制: 交聯與結晶



1. 交聯PE
2. PE/交聯EVA

形狀記憶機制：應段與軟段PU



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

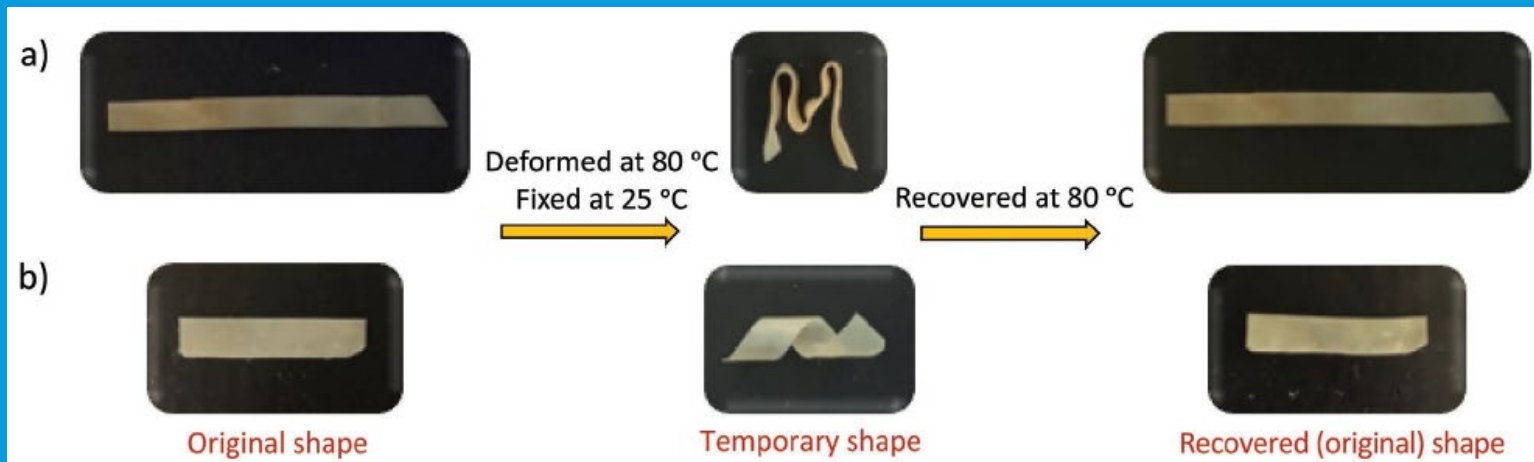


圖 4.

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。

三、實驗規劃：

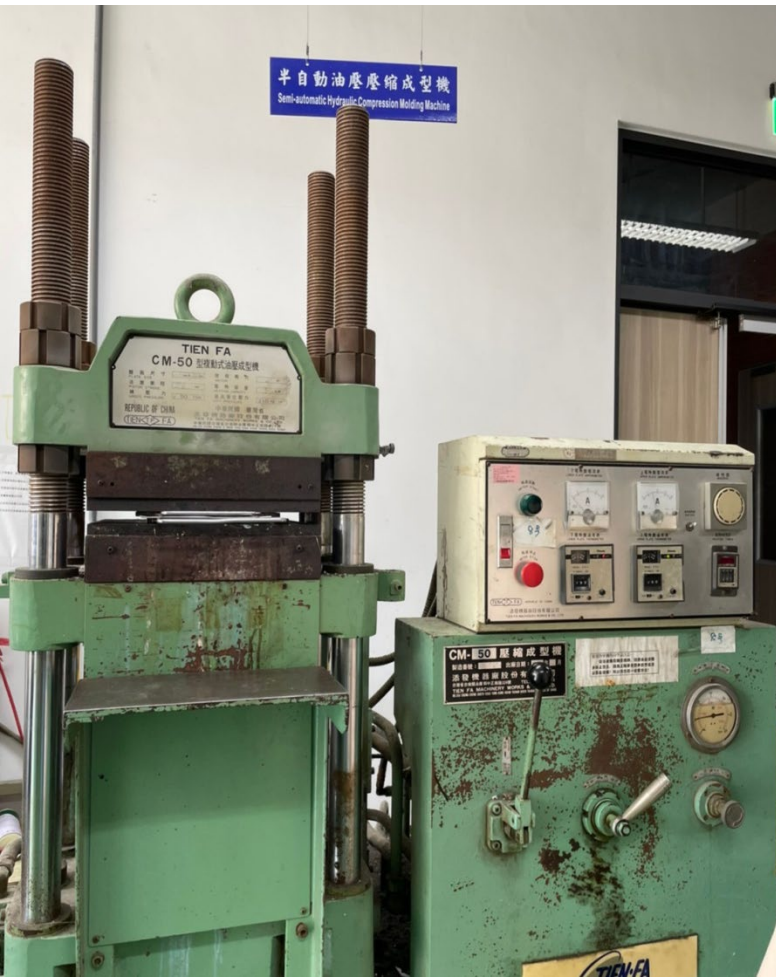
- 1. 實驗所使用之機台介紹

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熔融，看出其熔融與混摻狀況，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



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。

三、實驗規劃：

- 2. 實驗所使用之材料

本次實驗材料(5/12)



尼龍66



PET



硬酯酸

本次實驗材料



PP



回收舊衣粉碎料



馬來酸酐 DCP

三、實驗規劃：

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

相容劑

PP 200g

馬來酸酐 2g

DCP 0.5g

200度 轉數40 約3分鐘

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。



三、實驗規劃：

- 4. 儀器分析

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
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

四、結果與討論：

- 根據衝擊試驗得出的結果，有加入相容劑的膠條耐衝擊的效果更好。
- 膠條的硬度會隨著原料的用量發生改變，例如(PP.舊衣.馬來酸酐)。

熱壓機壓出之成品



測量數據記錄

試片種類	1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
實驗次數									
試片長度 (mm)	25.4			25.4			25.4		
試片寬度 (mm)	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 (kg-m)	0.369	0.447	0.302	0.335	0.436	0.335	0.469	0.313	0.447
衝擊值 (kg-m/cm 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		

測量數據記錄

試片種類	A(有加相容劑)			B		
	1	2	3	1	2	3
實驗次數						
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		

五、目前實驗遇到的問題

- 1.回收的舊衣沒有進行分類，所以可能有雜質混入其中，進而影響後續測量的衝擊試驗產生誤差。
- 2.做試片需要更多的量，以便做更標準的試片

六、未來工作

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

PET(聚酯)/PA(尼濃)高溫3D膠線

1. 相容劑原理
2. 合膠相容劑製作