

聚縮醛(POM)回收料於扣件製品應用之研究

蘇寶林^{*1} 郭宗祥² 張晉郡³

¹ 中州科技大學機械與自動化工程系 sb1581@dragon.ccut.edu.tw

² 中州科技大學機械與自動化工程系 csgou@dragon.ccut.edu.tw

³ 中州科技大學機械與自動化工程系 B10165005@dragon.ccut.edu.tw

摘要及關鍵詞

本文使用渦流模具、拉伸試片模具與扣件模具探討聚縮醛(POM)不同回收料含量比例對材料流動性、拉伸強度與扣件拉伸荷重之影響，並使用田口法實驗探討扣件拉伸荷重的最佳化製程條件。

從研究結果得知：隨著 POM 回收料的含量比例增加，流動性與拉伸強度皆有遞增趨勢，若考量降低材料成本，在生產製程中可以添加 25% 回收料於 POM 純料中。在田口法實驗中，影響 POM 材料扣件拉伸負載的主要因子為保壓時間、螺桿轉速、模具溫度、料溫與保壓壓力。

關鍵詞：射出成型、製程參數、聚縮醛(POM)、回收料

壹、緒論

近年來由於石油資源大量消耗與塑膠垃圾量大增，已造成了不可忽視的能源危機和環境污染問題，所以處理各種廢棄塑膠製品，不再是一個簡單的環境問題，在許多國家已經演變成社會和政治問題。為此，各國政府制訂相應的政策，研究發展廢棄塑膠製品處理的相關技術，其中研發可生物分解高分子和循環回收再生利用技術是兩條主要途徑。

一般而言，塑膠原料可大分為兩大類：「熱塑性塑膠」(Thermoplastic)及「熱固性塑膠」(Thermosetting)。熱塑性塑膠在常溫下通常為顆粒狀，加熱到一定溫度後變成熔融的狀態，將其冷卻後則固化成型，若再次加熱則又會變成熔融的狀態，可進行再次的塑化成型。因此，熱塑性塑膠可經由加熱熔融而反覆固化成型，所以熱塑性塑膠的廢料通常可回收再利用，亦即有所謂的「二次料」。然而熱固性塑膠則是加熱到一定溫度後變成固化狀態，即使繼續加熱也無法改變其狀態，因此，熱固性塑膠無法經由再加熱來反覆成型，所以熱固性塑膠的廢料通常是不

通訊作者

姓名：蘇寶林

E-mail：sb1581@dragon.ccut.edu.tw

可回收再利用的。一般的工程材料都是熱塑型，依 UL 746D 標準熱塑性塑膠不超過 25 %，一般建議在 10 % 以內[1]。

對於環境、成本等問題可以經由添加回收料來解決，何謂回收料(次料)包括溢料、流道、溶渣以及成品等，由射出成型中所產生的廢棄物。將這些溢料、流道、溶渣以及成品等絞碎成小顆粒的材料，再與新料混合再利用。

塑膠回收後再生方法有：熔融再生，熱裂解，能量回收，回收化工原料及其他等方法[2]。

日常生活中很多東西都有使用到扣件，例如背包、安全帽、腰帶、吊飾...等，扣件製品普遍使用 POM 材料製作，為了考量減量使用石化塑料之環保因素，本文將探討 POM 材料與其回收料使用於扣件製品之應用性研究。

貳、文獻探討

林[3]在實驗中對 ABS 添加不同次料比例(0 %, 25 %, 50 %, 100 %)，混鍊後的塑膠料作拉伸試驗與衝擊試驗，從拉伸實驗結果顯示，抗拉強度隨著添加次料的比例增加而降低。當次料由 0% 增加到 100 %，不同厚度 1 mm、2 mm、3 mm 單邊進澆之抗拉強度分別下降 13 %、10.11 % 與 4.92 %；而雙邊進澆之抗拉強度分別下降 19.26 %、13.82 % 與 6.50 %。衝擊試驗結果顯示，單邊進澆衝擊強度衰退 25.27 %，雙邊進澆則衰退 32.40 %。次料比例增加造成機械性質下降的原因，因為高分子材料在射出成形時，螺桿(Screw)剪斷高分子材料的分子鏈，分子鏈長度就會越短，射出成形後分子鏈之間的鏈結強度愈弱。

劉[4]探討回收料添加比例(regrinding ratio)與回收料重複加熱次數(repeat-heating times)對聚碳酸酯(Polycarbonate, PC)料機械性質之影響。結果顯示，熔融指數(MI)隨回收塑料比例增加而提升，而回收次數增加的效果則較不明顯。抗拉強度隨回收塑料比例與再加熱次數增加而降低，回收料添加比例的影響則大於再加熱次數。而材料添加回收料對衝擊強度的減損程度則比抗拉強度影響更為顯著。掃描式電子顯微鏡(SEM)斷面觀察發現，隨著回收料比例與重複加熱次數增加，試片斷面的致密性(closed properties)也變差；而傅立葉轉換紅外線光譜分析儀(FTIR)觀察發現，試片材料在特定吸收波頻範圍下，對應之透光率隨回收塑料比例升高有增加的狀態。

Chen [5]研究中使用材料為 ABS 材料為國喬-D350 及 Toray-100MPM，並作為最佳添加比分析與探討，研究 ABS 塑料的物性變化與機械強度。研究中所使用回收再生二次材是取材於成品的澆口流道做為本次配比材料，比率是採用 5 % 至 50 % 每次增加 5 % 的添加比例。其中在物性的變化以 ASTM 相關檢測標準來進行添加量的變化，研究測試中發現在材料添加到 45 % 時就產生不合格狀況，分別是國喬-D350 於-20°C 沖擊強度不足，以及 Toray 材 100MPM 的硬度過高，與標準不符。因此在物性當中添加 40 % 及為添加之上限。在進行了機械強度的測試，得到的結果為兩種添加回收再生二次材在 45 % 的添加比中，就會產生破壞之情形產生，因此以 40 % 為添加之上限。

Tantakom[6]的研究中指出對於要減少成品的充填時間可以使用更多的進澆口和更高的射出壓力來解決。在文中由於提高了料溫塑料的流動性增加但反而造成塑料的劣化，因此便可藉由提高模溫的方式來處理。

Chang & Faison 等人[7]利用田口實驗分析縫合線，製程參數為料溫、模溫、射出壓力、保



壓壓力、冷卻時間、保壓時間和背壓。其試片規格是由 ASTM D638，其塑膠材料為 HDPE，其探討縫合線寬度、拉伸強度以及衝擊強度。由實驗可以得知，料溫對縫合線寬度的影響較大，而模溫則是影響拉伸衝擊強度較大。

Huang & Tai[8] 利用田口方法對一長方型薄殼件進行參數最佳化，並對製程參數做變異分析，其中影響塑件收縮翹曲最大為保壓壓力，當塑件厚度越薄時其翹曲越大。

施[9]研究指出 POM，射出速度、料溫、模溫增加，試片的拉伸強度和試片重量有增加的趨勢，當保壓壓力下降試片的拉伸強度和試片重量有降低的趨勢。

李[10]指出回收料雖然價錢一定比新料低，但是一般塑膠廢棄物資源再生過程中分子會裂解、氧化或老化，使得再生料品質下降，要提昇回收料市場之競爭力，可透過降低回收料成本或提高回收料品質，才可以有競爭力。

綜合上述，考量塑膠扣件製品的回收處理環保問題，本研究將聚縮醛（POM）材料與其回收料應用於扣件，希望對於環保問題改善與降低材料成本有實質幫助。

參、研究方法

一. 使用設備

(一) 超高速射出成型機

本文使用鏈發射出機公司所生產的 LF107HSS 射出成型機，安裝高速射出閉迴路控制器，並搭配射出成型製程監控裝置；射出成型機的螺桿直徑為 18 mm，機器是使用油壓系統作為驅動單元，最高的射出率為 508 cm³/sec，最大射速為 2,000 mm/sec，最大熔膠射出量為 20 g，系統最大油壓為 200 kgf/cm²，最大射壓為 3,240 kgf/cm²，最大鎖模力為 100 ton。

(二) 除濕乾燥機

實驗中使用信易電熱機械公司所生產的 SD-50H 蜂巢轉輪除濕乾燥機，蜂巢轉輪在理想狀態下可達露點-40 °C 之乾燥度；除濕乾燥機另安裝露點計監測除濕效果，安裝濾油器確保蜂巢轉輪有最佳性能，本實驗之烘料溫度設定為 80 °C，烘料時間為 4 小時。

(三) 熔液流動指數試驗機

本實驗使用 HT-9431 融熔指數測定儀量測 POM 材料融熔指數(MI 值)，本研究 POM 材料設定溫度為 190 °C，荷重為 5 kg，量測 10 分鐘內所流出的重量，即可得知其流動性。

(四) 實驗模具

1. 使用渦流試片模具探討 POM 材料製程特性與不同回收料含量對於流動性之影響，渦流模具的直徑為 3 mm，渦流試片模具與成品如圖一所示。
2. 使用拉伸試片模具探討 POM 不同回收料含量對於有無縫合線試片拉伸強度之影響，模具尺寸按照 ASTM-D638 標準設計，製作 160 mm × 13.5 mm × 1.0 mm 的拉伸試片，並藉由單、雙邊進澆方式製作拉伸試片，如圖二所示。

- 扣件模具由聚鴻塑膠公司提供，如圖三、圖四所示，使用POM回收料製作扣件製品，藉由田口實驗法探討扣件製品拉伸負載之最佳製程條件。

二. 實驗材料

本實驗使用由台塑公司所生產的聚縮醛(FM090)材料，回收料含量添加比例分別為0 wt % (純料)、10 wt %、25 wt %、50 wt %與100 wt % (完全回收料)，POM材料烘料溫度設定80°C，烘乾4小時；射出套筒溫度介於185~210°C，模溫為40~90°C。

三. 實驗方法

本研究中回收料混合方式為先將一定比例重量的回收料放置容器內再將一定比例重量的純料放置容器內均勻混合，例如回收料含量10%之混合，為先將10g回收料放置容器內，再將90g純料放置容器內均勻混合，本研究每次混合以100g為一次量。

本研究之各項實驗每組條件皆製作10個試片，依據實驗項目需求量測實驗值，再從10個實驗量測值中取五個數值計算標準差，將五個量測值標準差最小者之平均值作為實驗結果分析與討論之實驗值。本研究實驗項目為：

- (一) POM不同回收料含量對於流動性之影響：本實驗使用POM不同回收料含量(0%、10%、25%、50%、100%)製作渦流試片，量測渦流試片長度，並作熔液流動指數(MI值)實驗，探討不同回收料含量之流動性，POM不同回收料含量製程條件如表一所示。
- (二) POM不同回收料含量對於拉伸強度之影響：本實驗使用POM不同回收料含量(0%、10%、25%、50%、100%)分別製作1.0mm厚度無縫合線拉伸試片與有縫合線拉伸試片，製程條件如表二所示。試片製作完先放置於恆溫恆溼櫃溫度23°C、溼度50%條件下調節24小時，然後再進行拉伸強度試驗。
- (三) POM不同回收料含量對於扣件拉伸荷重之影響：依照UL 746D標準規定熱塑性塑膠再生料的使用限制重量比在25%以下，因此本實驗使用POM不同回收料含量(0%、10%、25%)分別製作公母扣件製品，製程條件如表三所示。公母扣件製作完先放置於恆溫恆溼櫃溫度23°C、溼度50%條件下調節24小時，然後再進行拉伸荷重試驗。
- (四) 扣件拉伸荷重製程條件最佳化之探討：使用田口式實驗法L18直交表(如表四所示)做各組實驗試片，S/N比計算採用望大特性計算其S/N比，製程條件共取八個實驗因子，實驗因子之實驗水準如表五所示。

肆、研究結果與討論

一. POM不同回收料含量對於流動性之影響

POM材料的不同回收料含量中，隨著回收料的比例增加而流長增加，如圖五所示。若是與純POM原料比較，不同回收料含量(10%、25%、50%、100%)渦流試片流動長度值分別增加



了 4.7%、5.9%、8.8%、12.0%。

在熔液流動指數實驗中 POM 材料的不同回收料含量 MI 值，隨著回收料比例的增加而 MI 值隨之上升，如圖六所示，若與純 POM 原料比較，不同回收料含量（10%、25%、50%、100%）MI 值分別增加了 6.1%、13.6%、20.3%、21.9%。因此，在 POM 純料中添加適當比例的回收料有助於增加 POM 材料的流動性。

二. POM不同回收料含量對於拉伸強度之影響

POM 不同回收料含量對於有無縫合線試片拉伸強度有不同的影響，由圖七可知，對於無縫合線拉伸試片，隨著回收料含量添加量增加（10%、25%、50%、100%），拉伸強度有遞增趨勢，若與純 POM 原料比較，分別為-1.2%、-0.8%、-0.2%、0.4%，當使用 100%的回收料時，拉伸強度稍大於純料有 0.4%，此因為回收料分子鏈經再次的射出成型塑化加熱過程，分子鏈有被剪斷，所以添加 10%、25%、50%回收料的強度會低於純料；而 100%回收料的流動性比純料與添加 10%、25%、50%回收料等都好，流動性佳的材料在射出成型充填過程的流動阻力比較小，壓力降比較低，拉伸試片的殘留應力亦隨之降低，因此 100%回收料在分子鏈有被剪斷與增加流動性之相互作用之效應下，拉伸強度反而稍大於純料。

對於有縫合線拉伸試片，隨著回收料含量添加量增加（10%、25%、50%、100%），拉伸強度亦有遞增趨勢，若與純 POM 原料比較，分別為-0.6%、-0.4%、0.6%、0.9%，當使用 50%與 100%的回收料時，拉伸強度都稍大於純料。有縫合線拉伸試片回收料添加量 50%就大於純料，而無縫合線拉伸試片回收料添加量 50%仍低於純料，此因為有縫合線拉伸試片為雙邊進澆，充填流動長度比單邊進澆之無縫合線拉伸試片較短，壓力降比較低，拉伸試片的殘留應力亦隨之降低，所以才會有此現象。

三. POM不同回收料含量對於扣件拉伸荷重之影響

由圖八 POM 不同回收料含量扣件承受拉伸荷重之試驗結果可知，POM 材料添加 10 %與 25 %回收料製作之扣件承受拉伸荷重有增加趨勢，若是與純 POM 原料比較，扣件製品拉伸荷重不同回收料含量（10%、25%），分別增加 4.6%、7.8%。

因此，依照 UL 746D 標準規定，使用 POM 材料製作扣件製品時，若考量降低材料成本，在生產製程中可以添加 25%回收料於 POM 純料中，如此對於扣件拉伸荷重不僅沒影響還有助益的。

四. 扣件拉伸荷重製程條件最佳化之探討

本實驗由 POM 扣件拉伸荷重實驗量測值計算品質望大特性 S/N ratio，如表六所示；實驗量測的控制因子對 S/N 比值的反應表如七所示。由表七可知，各控制因子對 POM 扣件拉伸荷重之影響排序為：保壓時間>螺桿轉速>模溫>料溫>保壓壓力>回收料>射速>乾燥度。從圖九實驗量測的控制因子對 S/N 的因子反應圖可知，POM 扣件拉伸荷重實驗量測最佳製程控制因子組合為(A2B3C2D1E2F1G2H3)，亦即 POM 材料扣件製品於烘料乾燥度-40℃、回收料添加 25 wt %、塑化過程螺桿轉速 484 rpm、料溫 190℃、模溫 60℃、射速 80 mm/sec、保壓壓力 50 kgf/cm² 與保壓時間 1.5 sec 之製程條件可以得到較佳的拉伸荷重。

以最佳控制因子組合做確認實驗，所得到最佳製程控制因子確認實驗值 S/N ratio 為 37.67 (如表八所示)，經與表六 L18 實驗 S/N 值相比較，確認實驗 S/N 比值大於 L18 實驗之最大值 37.65。

將此實驗做變異分析，計算出各控制因子的變異數與貢獻度如表九所示。製程控制因子之貢獻度多寡如圖十所示，影響最重要的前五個主要因子的貢獻度依序為：保壓時間 18.86 %、螺桿轉速 15.37 %、模溫 11.51 %、料溫 8.76 %、保壓壓力 5.61 %，此結果與表七的因子反應排序一致。

伍、結論

本文探討 POM 不同回收料含量對扣件製品應用之研究，從整個研究過程中可以得到如下之結論：

- 一、隨著 POM 回收料的含量比例增加，渦流試片的流長與 MI 值皆有增加，亦即在 POM 純料中添加適當比例的回收料有助於增加 POM 材料的流動性。
- 二、POM 拉伸試片隨著含量比例增加而有遞增趨勢，無縫合線試片 100% 回收料在分子鏈有被剪斷與增加流動性之相互作用之效應下，拉伸強度會稍大於純料；而有縫合線拉伸試片使用 50% 與 100% 的回收料時，拉伸強度都稍大於純料。
- 三、POM 材料添加 10 % 與 25 % 回收料製作之扣件承受拉伸荷重有增加趨勢，若考量降低材料成本，在生產製程中可以添加 25% 回收料於 POM 純料中。

POM 材料的製程最佳因子組合為烘料乾燥度 -40°C 、回收料添加 25 wt %、塑化過程螺桿轉速 484 rpm、料溫 190°C 、模溫 60°C 、射速 80 mm/sec、保壓壓力 50 kgf/cm² 與保壓時間 1.5 sec 之。POM 材料各因子貢獻度排序為：保壓壓力 18.86 % > 螺桿轉速 15.37 % > 模具溫度 11.51 % > 熔膠溫度 8.76 % > 保壓時間 5.61 % > 回收料添加量 4.89 % > 射出速度 4.69 % > 露點 0.04 %。



參考文獻

1. UL746D, Polymeric Materials Fabricated Parts, (2003).
2. 塑膠e學苑，”技術專題：廢汽機車PP回收再利用”，塑膠工業技術發展中心，(2010)。
3. 林敏龍，“ABS添加二次料之機械性質研究”，台北科技大學碩士論文，(2010)。
4. 劉泰村，“聚碳酸酯回收料多次再製機械性質研究”，台北科技大學碩士論文，(2010)。
5. S.C. Chen “Influence of Recycled ABS Added to Virgin Polymers on Thephysical Properties”，(2010).
6. Tantakom, “Processing Strategies for Thin Wall Injection Molding”, SPE Tech. Paper, pp.367, (1998).
7. T. C. Chang and E. Faison, III, “Optimization of WeldLine Quality in Injection Molding Using an ExperimentalDesign Approach” Journal of Injection Molding Technology, Vol.3, NO.2, pp.61~66, (1999).
8. Huang, M. C. and C. C. Tai, “The Effective Factor in theWarpage Problem of an Injection-Molded Part with a Thin ShellFeature”, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 110, No. 1, pp. 1~9(2001).
9. 施政鋒，“POM射出成型件縫合線強度之探討”，中原大學碩士論文，(2007)。
10. 李汪章，以事業廢棄物資源化建立企業競爭優勢之研究—以台灣水產業為例，元智大學碩士論文，(2000)。

表一 POM 渦流試片製程條件表

料溫°C	模溫°C	射速 mm/sec	保壓壓力 kgf/cm ²	保壓時 間sec	射出時 間sec	射出壓力 kgf/cm ²
200	60	100	60	0.05	0.6	120

備註：V/P 位置 0mm

表二 POM 拉伸試片製程條件

料溫°C	模溫°C	射速 mm/sec	保壓壓力 kgf/cm ²	保壓時間 sec	射出壓力 kgf/cm ²
200	60	200	70	0.6	120

表三 POM 扣件製程條件

料溫°C	模溫°C	射速 mm/sec	保壓壓力 kgf/cm ²	保壓時間 sec	射出壓力 kgf/cm ²
210	50	120	50	1	120

表四 POM 扣件田口法實驗 L18 直交表

L18(2 ¹ ×3 ⁷) 直交表							
A	B	C	D	E	F	G	H
乾燥度	回收料	螺桿 轉速	料溫	模溫	射速	保壓 壓力	保壓 時間
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	2	2	2	2	2
1	1	3	3	3	3	3	3
1	2	1	1	2	2	3	3
1	2	2	2	3	3	1	1
1	2	3	3	1	1	2	2
1	3	1	2	1	3	2	3
1	3	2	3	2	1	3	1
1	3	3	1	3	2	1	2
2	1	1	3	3	2	2	1
2	1	2	1	1	3	3	2
2	1	3	2	2	1	1	3
2	2	1	2	3	1	3	2
2	2	2	3	1	2	1	3
2	2	3	1	2	3	2	1
2	3	1	3	2	3	1	2
2	3	2	1	3	1	2	3
2	3	3	2	1	2	3	1



表五 POM 扣件實驗因子與實驗水準

因子 水準	A	B	C	D	E	F	G	H
	乾燥 度°C	回收 料%	螺桿轉速 rpm	料溫°C	模溫°C	射速 mm/sec	保壓壓力 kgf/cm ²	保壓時 間sec
1	-10	0	396	190	50	80	20	0.5
2	-40	10	484	200	60	120	50	1
3		25	572	210	70	160	80	1.5

表六 POM 扣件實驗量測荷重 S/N 值

Exp	tensile strength(kgf)						Deviation	$\Sigma 1/y_i^2$	S/N
	P1	P2	P3	P4	P5	Average			
1	52.64	55.06	54.72	55.69	56.04	54.83	1.33	0.002	34.77
2	71.65	69.41	67.60	65.20	70.63	68.90	2.56	0.001	36.75
3	52.47	51.35	52.45	51.78	52.94	52.20	0.63	0.002	34.35
4	75.10	75.72	75.67	70.04	74.68	74.24	2.39	0.001	37.40
5	58.96	58.34	58.94	59.23	58.01	58.70	0.50	0.001	35.37
6	73.74	73.33	72.77	71.44	73.39	72.93	0.90	0.001	37.26
7	71.51	68.13	73.60	72.91	73.87	72.00	2.35	0.001	37.14
8	74.08	75.15	74.31	74.91	71.53	74.00	1.44	0.001	37.38
9	76.80	75.94	72.40	77.32	70.04	74.50	3.15	0.001	37.42
10	61.94	59.88	58.11	62.41	57.29	59.93	2.26	0.001	35.54
11	75.55	75.99	76.79	70.66	76.72	75.14	2.56	0.001	37.51
12	75.62	76.57	75.64	76.30	75.95	76.02	0.42	0.001	37.62
13	59.66	57.38	58.23	60.95	56.41	58.53	1.81	0.001	35.34
14	75.47	76.62	75.10	74.87	75.66	75.55	0.67	0.001	37.56
15	69.17	69.12	68.84	66.36	73.72	69.44	2.66	0.001	36.82
16	61.25	58.18	60.15	60.15	59.52	59.85	1.12	0.001	35.54
17	77.45	77.16	73.41	76.19	77.36	76.31	1.70	0.001	37.65
18	56.71	55.92	55.41	56.06	56.49	56.12	0.51	0.002	34.98

表七 POM 扣件因子反應表

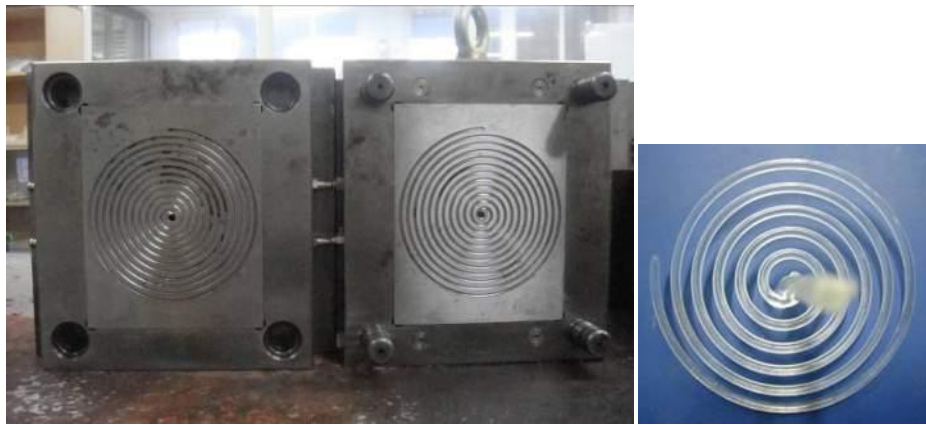
S/N	A	B	C	D	E	F	G	H
Level 1	36.43	36.09	35.95	36.93	36.54	36.67	36.38	35.81
Level 2	36.50	36.62	37.04	36.20	36.92	36.61	36.86	36.64
Level 3		36.68	36.41	36.27	35.94	36.12	36.16	36.95
Range	0.08	0.59	1.08	0.73	0.97	0.55	0.70	1.14
Rank	8	6	2	4	3	7	5	1

表八 POM 扣件最佳因子組合

Optimal Parameter : A2、B3、C2、D1、E2、F1、G2、H3									
Exp	tensile strength						Standard Deviation	$\Sigma 1/y_i^2$	S/N
	P1	P2	P3	P4	P5	Average			
Optimum	77.45	77.79	75.80	75.53	75.95	76.51	1.04	0.001	37.67

表九 POM 扣件拉伸荷重變異數分析與貢獻度

Factor	平方和 (SS)	自由度 (DOF)	變異數 (V)	F值	confidence	SS'	SS'貢獻度 %
A	5.84	1	5.84	1.75	81.03%	2.51	0.04
B	326.71	2	163.35	48.99	100.00%	320.04	4.89
C	1013.52	2	506.76	151.98	100.00%	1006.85	15.37
D	580.35	2	290.18	87.02	100.00%	573.68	8.76
E	760.47	2	380.23	114.03	100.00%	753.80	11.51
F	314.00	2	157.00	47.08	100.00%	307.33	4.69
G	373.83	2	186.92	56.06	100.00%	367.16	5.61
H	1241.84	2	620.92	186.21	100.00%	1235.17	18.86
Others	1692.51	2	846.26	253.79	100.00%	1685.84	25.74
Error	240.08	72	3.33	S	1.83		
Total	6549.16	89					

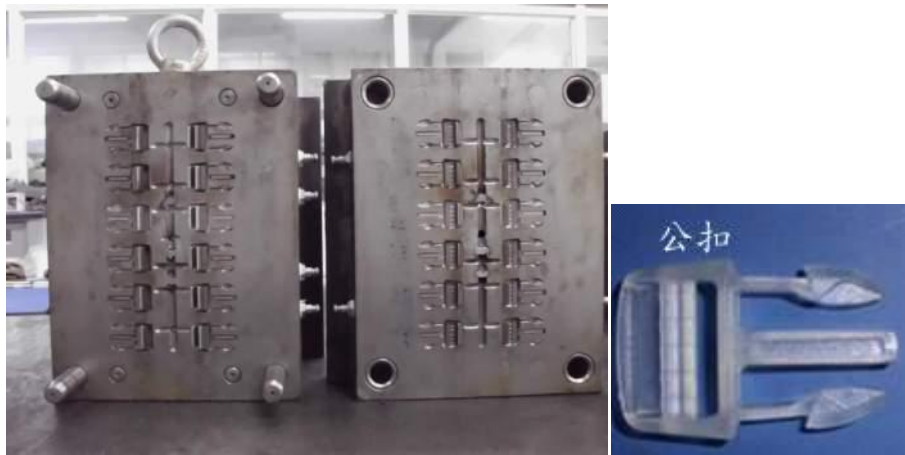


圖一 渦流試片模具與成品

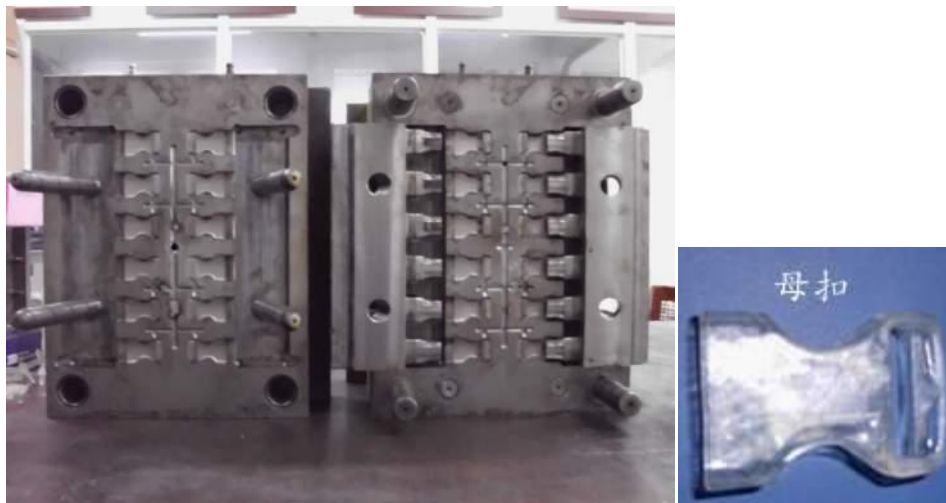




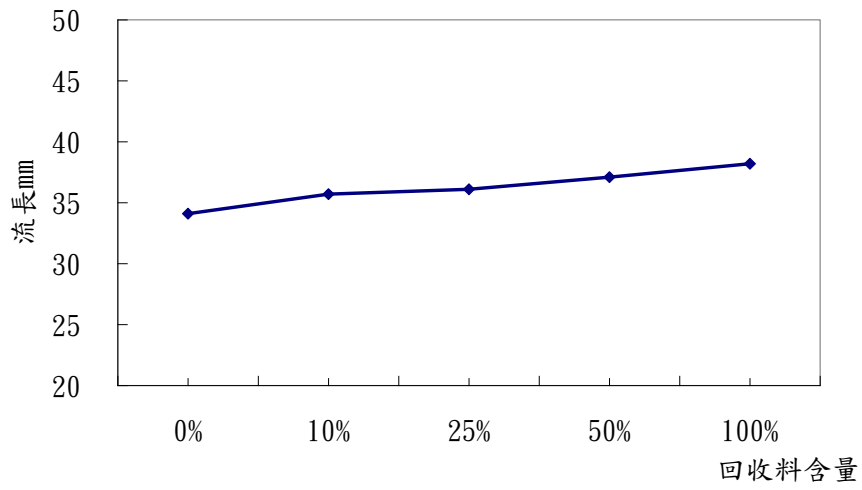
圖二 拉伸試片模具與成品



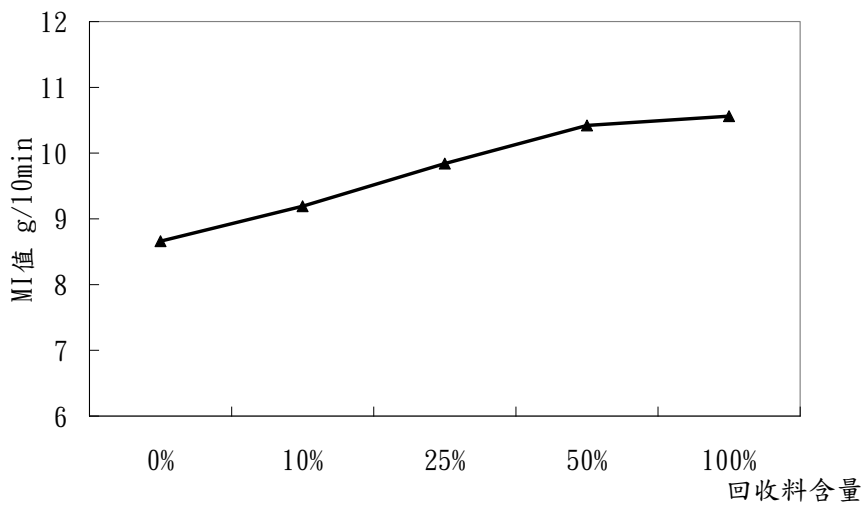
圖三 公扣件模具與成品



圖四 母扣件模具與成品

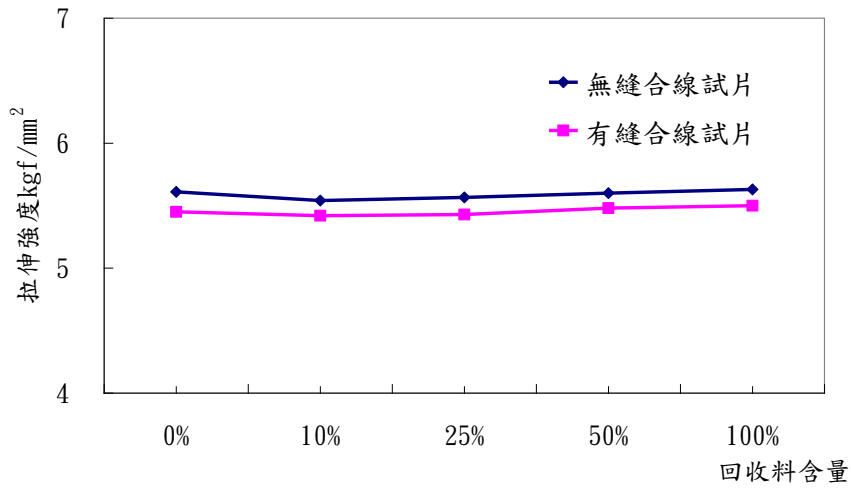


圖五 POM 不同回收料含量渦流試片之流長

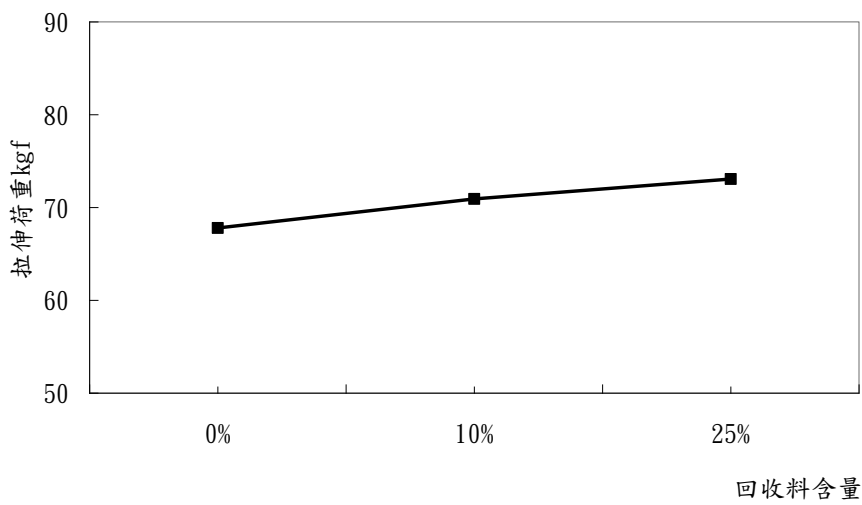


圖六 POM 不同回收料含量之 MI 值

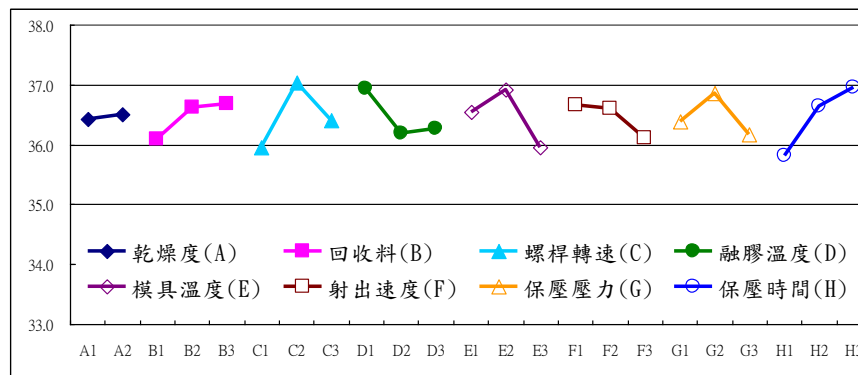




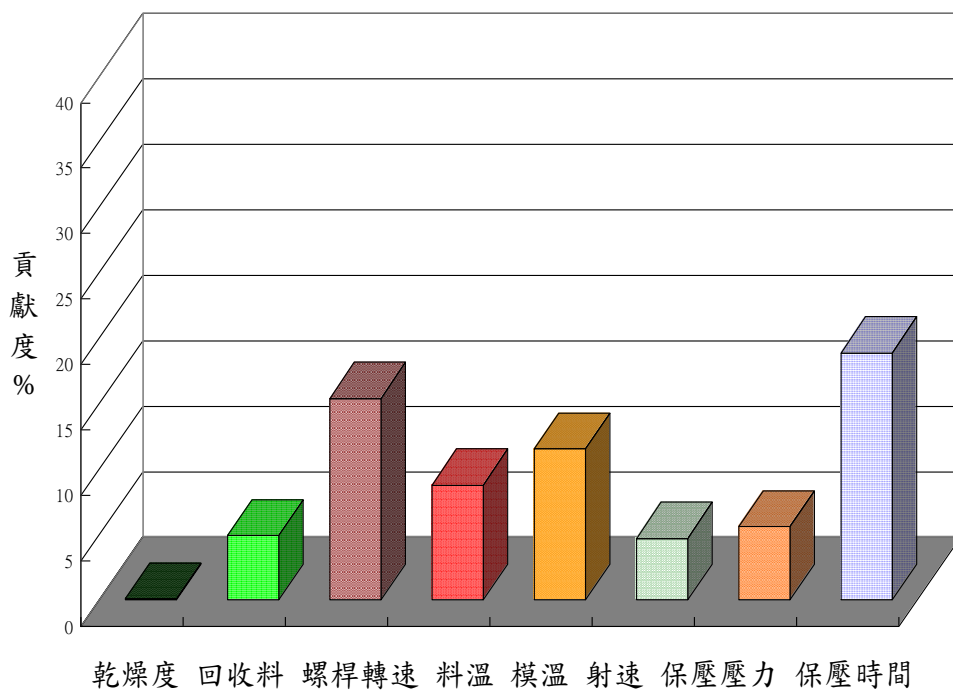
圖七 POM 不同回收料含量之拉伸強度值



圖八 POM 不同回收料含量扣件拉伸荷重值



圖九 POM 扣件拉伸荷重因子反應圖



圖十 POM 扣件拉伸荷重因子貢獻度

