

投稿類別:工程技術類

篇名:

塑料與石膏的脫模

作者:

張王胤。臺北市立松山高級工農職業學校。機械三仁

張士鈺。臺北市立松山高級工農職業學校。機械三仁

鄭子彥。臺北市立松山高級工農職業學校。機械三仁

指導老師:

胡銘軒 老師

林俊呈 老師

壹、前言

一、研究動機

一年級時學到跟機械製造相關的鑄造後，對鑄造過程有極大的興趣，課後就去問老師有沒有材料與設備能讓我們鑄造小鑄件，後來得知科裡有石膏、錫和 3D 列印等設備，因此我們就想以石膏為鑄模、PLA 為模型、錫為澆鑄金屬來進行鑄造實驗。然後我們設計了 PLA 材質的模型與石膏液做結合，待石膏凝固後卻發現 PLA 與石膏無法分離，

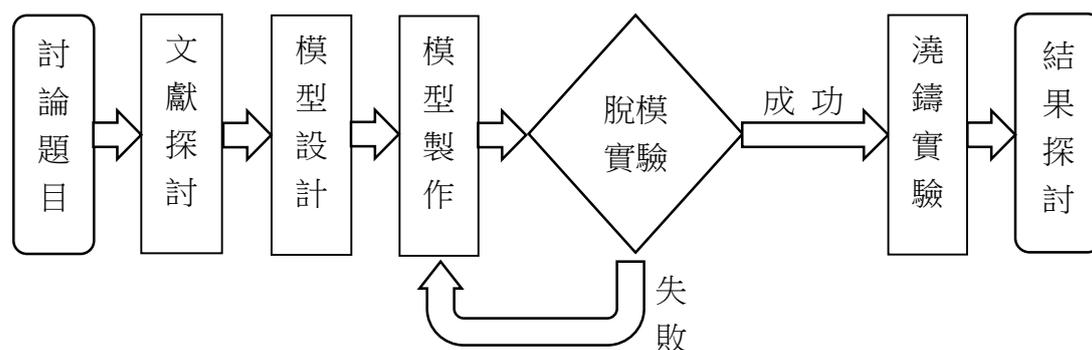
二、研究目的

石膏與 PLA 是生活中常見的材質，但因結合性太強，使 PLA 模型與石膏不易分離，且模型本身多孔隙的特性使得脫模更加困難。因此本研究想探討石膏與 PLA 的脫模介質

- (一) 研究能分離石膏與 PLA 的脫模介質。
- (二) 測試脫膜後的石膏鑄模能否澆鑄錫材。

三、研究方法

本研究是以鑄造的概念做變化，並在 PLA 與石膏兩種高結合性材料中找到合適的脫模介質，並且進行澆鑄，其研究流程如圖(一)所示。



圖(一)研究流程圖

貳、正文

一、文獻探討

針對本研究使用的材料與設備進行說明，並且找出能使 PLA 與石膏順利脫模的介質進行實驗，本研究分別對鑄造、拔模角、3D 列印、石膏、保鮮膜之原理探討如下。

(一)鑄造

鑄造是「將熔化成液體的金屬，在適當溫度下，澆入鑄模內，待金屬液體冷卻凝固後取出鑄件。」(謝旻淵、陳春明、鄧翔宇，2010)，傳統鑄造有場地限制及設計上的限制等缺點，而使用 3D 列印製造鑄模可以改善其缺點，且能快速試作、減少砂心組裝並能使鑄件更為精緻。本研究以 PLA 代替傳統模型外框，以石膏代替鑄模。

(二)拔模角

當模型從砂中取出時，與模型相接觸之模砂，往往有被拉破的情況，「若在取模方向之平面做成小斜度，則取模就容易多了。模型的傾斜面稱為拔模斜度。」(謝旻淵、陳春明、鄧翔宇，2010)，若無斜度，則模型會被拉破，拔模角度的選擇對於成品尺寸角度可以盡量放大，減少黏膜或是脫模不順等等的問題，而較大的拔模角也可以增加模具壽命，鑄件形狀「外型用 1° 到 3° 。」(王千億、王俊傑，2015)，本研究在實驗時是由 3° 、 2° 、 1° 依序由大而小來做試驗。

(三)3D 列印

本校使用的 3D 列印設備為台灣自行研發的盒裝機(Ultimaker)F1 機型，「透過噴嘴頭熔融塑料，一層層地堆疊，直到成品完成。」(3D 印機介紹，2015)，其原理是採用熔融沉積造(Fused Deposition odeling,FDM)，此技術最常採用的材料為 PLA。PLA「由玉米澱粉和甘蔗衍生物混合而製成，在自然界中可生物分解，是環保型塑料。列印溫度約在 220°C 左右，耐熱溫度 90°C 。」(吳顯東、陳賜賢，2014)，是我們學校採用的材質，不釋放有毒物質。因為是由玉米、甜菜、小麥等再生生質所製成，所以是塑料界中最環保的一種材料，且具有變形小、無氣味的特質。本研究使用 PLA 材質為模型。

(四)石膏

石膏是本研究所採用的鑄模材質，「亦稱為半水硫酸鈣，是由礦場採得，經鍛燒研磨呈粉狀。」(石膏的性質，2000)，利用石膏加水調和會凝固成硬塊的特性製成鑄模或其他用途。本研究將石膏液倒入 PLA 模型進行脫模實驗，但因 PLA 孔隙太多，使得石

膏液流入，凝固時無法與 PLA 分離。本研究調製石膏時「石膏粉和水的比例為 100:80。」(模製成形，2000)。

(五)保鮮膜

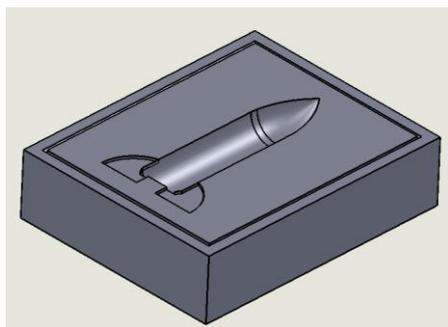
使用材質為 PE (Polyethylene 聚乙烯)，是日常生活中常用的高分子材料之一，耐熱溫度-60~120°C，不含氯，焚燒時不會釋放有毒物質。「聚乙烯的晶體融化溫度也受到枝鏈個數的影響，分佈於從 90 攝氏度到 130 攝氏度的範圍，枝鏈越多融化溫度越低。」(ABS、PE、PP、PVC 材料的區別是什麼？，2011)，本研究想嘗試使用此材質利用吹風機加熱，使它附著在 PLA 模型表面上。

(六)凡士林

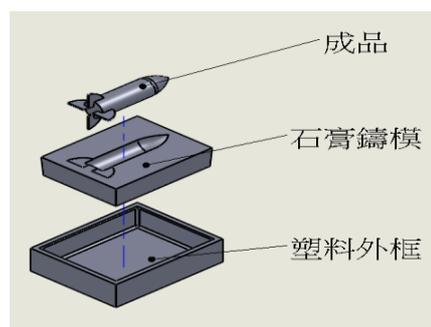
凡士林是從石油中提煉出來的副產品，其原名為石油膏，「所有常見的化學物質都不會和它起化學反應。」(除了潤滑凡士林這 12 個妙用意想不到。，2014)，而且與液體的隔離效果也相當好，對物體也有潤滑的效果，因此本研究想要利用上述特性塗抹在 PLA 模型上，嘗試是否能使石膏脫模更加順利。

二、模型設計

本研究設計的模型本體和外框由 SolidWorks 2010 進行草圖繪製，而模型外框拔模角由 3°、2°、1° 依序大而小進行設計，所預想的鑄模圖形如圖(二)，預想的脫模步驟圖形如圖(三)。



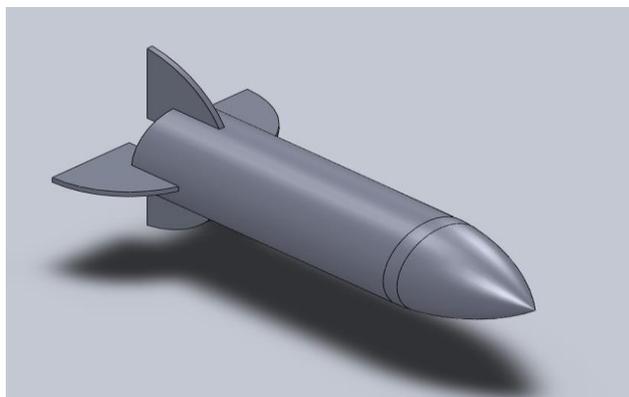
圖(二)預想的鑄模圖形



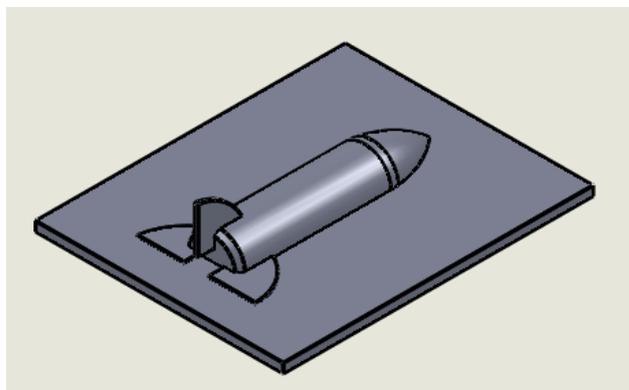
圖(三)脫模步驟圖形

(一) 模型

本研究本體參考飛彈形狀如圖(四)進行模型設計，如圖(五)。



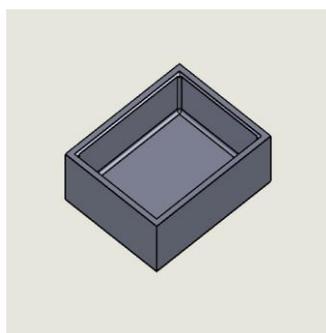
圖(四)飛彈形狀



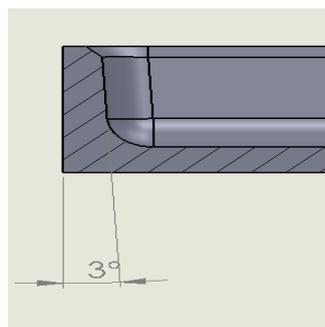
圖(五)模型等角圖

(二) 外框

外框如圖(六)，拔模角為 3° 如圖(七)，



圖(六)模型外框等角圖



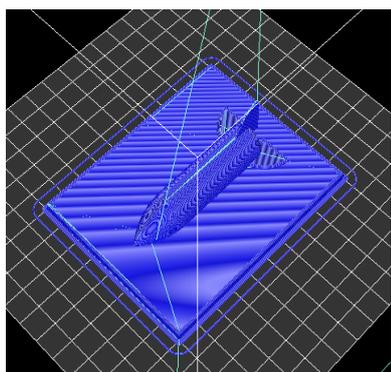
圖(七)拔模角 3°

三、模型製作

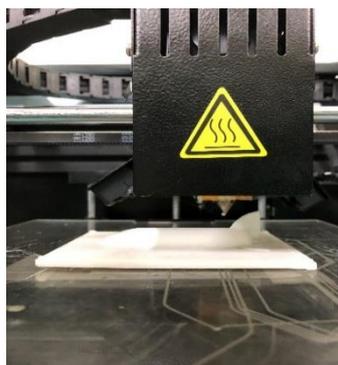
將繪製好的模型與外框圖檔，另存為 STL 檔案，在使用 AURORA 3D Printer 進行模擬切層，最後將切層後的檔案儲成 gco 檔案，並且輸入至 3D 列印機進行列印。

(一)模型

本研究將切層後的模型，如圖(八)，轉檔後用 SD 卡輸入至 3D 列印機台進行製作，如圖(九)，列印完成的模型，如圖(十)。



圖(八)模型模擬切層等角視圖



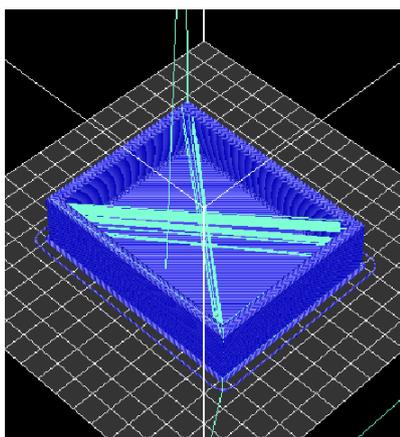
圖(九)模型列印



圖(十)模型

(二)外框

本研究將切層後的外框，如圖(十一)，轉檔後用 SD 卡輸入至 3D 列印機台進行製作，如圖(十二)，列印完成的外框，如圖(十三)。



圖(十一)外框模擬切層等角視圖



圖(十二)外框列印



圖(十三)外框

四、脫模實驗

本測試將使用石膏、容器、拔模角為 3° 的 PLA 模型、保鮮膜與凡士林，作為測試的材料。分別以不加任何介質、使用保鮮膜、凡士林，進行拔模測試。首先將介質鋪蓋在 PLA 模型上，然後將水倒入容器中，再依比例混入石膏粉，加以攪拌，直到石膏液有黏稠貌，倒入 PLA 模型，等待石膏凝固後，取出石膏，證明上述兩種介質是否能順利使 PLA 模型與石膏分離。

(一)無介質

首先以不加任何介質進行脫模實驗，可知不加任何介質無法成功脫模，只能破壞 PLA 模型取出石膏，如圖(十四)。由於 3D 列印出的 PLA 模型不緊密容易滲水，石膏液滲進模型內，如圖(十五)，必須破壞模型取出石膏，如圖(十六)。



圖(十四)脫模後的成品



圖(十五)石膏滲進模型內



圖(十六)破壞後之鑄模及模型

(二)保鮮膜

將保鮮膜覆蓋在 PLA 模型上，如圖(十七)，並使用吹風機加熱，發現保鮮膜雖然能使石膏脫模，但是吹風機無法將保鮮膜加熱使之均勻的附著在 PLA 模型上，導致脫模時保鮮膜容易破裂且石膏表面凹凸不平，如圖(十八)。



圖(十七) 保鮮膜覆蓋在模型上



圖(十八) 石膏表面凹凸不平

(三)凡士林

將凡士林塗抹於模型上，如圖(十九)，發現凡士林能使石膏順利脫模，且石膏表面平整，比起保鮮膜，脫模時更不費力，證明凡士林為本實驗的最佳介質。



圖(十九)凡士林塗抹於模型上

(四)脫模結果

由以上實驗可知，若要將石膏從塑料中脫模時，必須加入介質，而凡士林是最佳介質，無論在何種方面都比保鮮膜優良，脫模結果，如表(一)。

優點 \ 介質	無介質	保鮮膜	凡士林
可否脫模	否	可	可
脫模順利	不可	不易	易
表面平整	否	不佳	佳
脫模所需力量	大	大	小
可否重複使用	不可	不可	可
防止石膏液滲入	不可	可	可

表(一)結果比較

五、澆鑄

石膏的熔點約為 1450°C，只能澆鑄低熔點的非鐵金屬，而錫為本研究最適合的材料且相對其他金屬而言比較沒有危險性，所以本研究以錫作為澆鑄溶液。首先將取出的石膏鑄模利用 C 型夾把上下鑄模夾緊，如圖(二十)，之後將錫塊鋸下，並融化錫塊，最後把溶融好的錫金屬倒入模內，如圖(二十一)，待金屬凝固後將上下鑄模分開，如圖(二十二)，再把完成品從模內取出，如圖(二十三)。



圖(二十)夾緊鑄模



圖(二十一)金屬倒入模內



圖(二十二)上下模分開



圖(二十三)成品取出

參、結論

一、研究結果

本研究完成了幾次測試證明無論拔模角度為多小，凡使用凡士林為脫模介質即可脫模，比起傳統鑄造小零件更能節省時間、人力、成本及材料，且 3D 列印目前為製造工業的趨勢，只要擁有性能優良的 3D 列印機台，就能製造客製化以及精密的小零件，

(一)以凡士林脫模為最佳

經過測試後，發現以凡士林脫模為最佳，以此方式能夠順利將石膏從 PLA 模型上分離，比起保鮮膜，凡士林更能使脫模後石膏表面更為平整。

(二)使用保鮮膜亦可脫模

經過測試後，發現保鮮膜也可脫模，只是吹風機無法使保鮮膜平整的附著在模型上，反而使模型產生些許變形，使得石膏不易脫模，但對澆鑄沒影響。

二、研究心得

很高興本研究能找出使石膏與 PLA 模型分離的介質，解決了我們當初的困擾，在這過程中我們遇到了許多的困難，例如資料不足、天氣潮濕使得石膏不易乾燥，但最我們還是克服了這些阻礙，也學到了團結合作、尊重對方的意見和互相學習，為了提高製作效率，我們組員學會了分工，向指導老師學了很多課本上不會教的鑄造經驗。這其間我們學到的團隊合作，和經驗都讓我們覺得很值得。

三、未來展望

本研究在過程中使用保鮮膜和凡士林作脫模介質，其兩種介質均能脫模，但是經過測試後證實凡士林的脫模效果較保鮮膜來的好，而保鮮膜因為加熱溫度不足造成附著不平均，影響脫膜後的表面，若使用適合的加熱器使保鮮膜均勻附著在模型上，那麼保鮮膜脫模後的表面可能就能平順許多。本研究因應 108 學年度機械群新課綱的鑄造實習，提供了一個有別於傳統鑄造的方法

肆、引註資料

- 一、謝旻淵、陳春明、鄧翔宇 (2010)。機械製造 I。新北市:新文京出版社
- 二、王千億、王俊傑 (2015)。機械製造 I。新北市:全華圖書股份有限公司
- 三、3D 印機介紹 (2016) 。2017 年 12 月 25 日，取自 <https://goo.gl/1mDNcF>
- 四、吳顯東、陳賜賢 (2014)。新興科技剖析與應用產品發展趨勢。台北市:財團法人資訊工業策進會產業情報研究所 MIC
- 五、3D 列印的起源 (2015) 。2017 年 12 月 25 日，取自 <https://goo.gl/j2Pk1P>
- 六、石膏的性質 (2000) 。2017 年 12 月 25 日，取自 <https://goo.gl/YyVTUW>
- 七、模製成形 (2000) 。2018 年 1 月 3 日，取自 <https://goo.gl/H2wDMr>
- 八、ABS、PE、PP、PVC 材料的區別是什麼？ (2011) 。2017 年 12 月 25 日，取自 <https://goo.gl/H9f2Xf>
- 九、除了潤滑凡士林這 12 個妙用意想不到。(2014) 。2018 年 1 月 10 日，取自 <http://www.epochtimes.com/b5/14/11/26/n4304828.htm>