

簡介

聚碳酸酯 (PC) 是五大工程塑膠 (PC、PBT、NYLON、POM、變性 PPE) 之一種,在五大工程塑膠中,PC 是一個各種性質較為平衡,缺點較少的塑膠,PC 之用途十分廣泛,目前最主要被應用於電氣、機械等之用途。PC 之最引人重視的特性是其具有十分優良的透明性、耐衝擊性以及耐熱性質。

南亞 PC 工程塑膠特性

在所有的工程塑膠中 PC 是一種特性最多,且各種物性之平衡性相當良好的塑膠,主要代表特性如下:

- 1. 機械強度良好,特別是耐衝擊強度非常好。
- 2. 電氣絕緣性良好。
- 3. 在低溫至高溫之物性均能保持優秀,可使用的範圍很廣。
- 4. 尺寸安定性十分良好,受温度及水分的影響很小。
- 5. 由於是一種無色透明,因此可以自由地著色,得到外表光澤良好的成品。
- 6. 具有自己自熄性,本身即可有難燃的效果。

南亞 PC 的應用

••••••••

在各種塑膠之用途上,以 PC 之應用分佈最廣,由於 PC 在物性上之特點很多,因此在電子、電氣、汽機車、機械、光學零件等各方面的應用例相當多,PC 亦可以和氟素樹脂、PBT、PET、ABS 等其它塑膠製成合膠而得到改質的效果,應用在各行各業之許多用途上。

業界	用途	要求性能
電気、電子類	線軸、接頭、繼電器、燈罩、電腦零件、電話交換機、端子台、開關、磁帶計數器、端末機、按鍵基座、電視、收音機、錄音機、吹風機等之外殼、及底盤、咖啡爐、刮鬍刀、冰箱、音響、熨斗、煮蛋器、唱機、信號燈凸鏡、船燈、照明燈、安全燈、手電筒、指示燈配件、避雷管、天線絕緣材及外殼、行動電話外殼、IC 底盤、電磁爐、CD 光碟基板 OA FAN 葉片、LED 外殼、機體外殼	耐衝擊性、耐熱性、透明性、尺寸安定性、難燃性、電氣性、輕量化
汽、機 車工業 類	暖氣風扇、保險桿、大燈、儀錶板、尾燈、 表盤、計數盤、分油頭蓋、攪流板、軌道絕 緣板扶手、擋風窗、信號燈體、車輪蓋、光 纖維、絕緣材、防風板、外飾板、安全玻璃	耐衝擊性、耐熱性、耐燥性、輕量化
機械	照相機體零件、顯微鏡、錶、放映機、閃光燈、望遠鏡、電動工具外殼、馬達、壓力盤、壓力計、自動販賣機、螺母、螺絲、自黏貼機、打印機等零件、複印機、登錄機、計算機外殼、電腦、文字機、記憶盤傳動座、傳真機、製圖用品等零件、紡織用線軸、攝影機外殼、信號燈、燈罩、時鐘零件、照相機鏡頭、儀表安全玻璃、燈座外殼	耐衝擊性、透明性、尺寸安定性、耐候性、電氣性、安全性、輕量化







00000000000

◆玻纖對 PC 物性之影響及 PC 之特性:

對 PC 而言玻纖、碳纖都是良好的補強材料,但因玻纖之價格較廉,目前市面上之規格以添加玻纖者較多,例如添加玻纖 30% 時,對 PC 物性的影響如表一所示:

◆機械強度良好:

PC 具有優良的耐衝擊強度,在五大工程塑膠中,以 PC 之耐衝擊強度最佳,此種特性使 PC 能適用於許多對耐衝擊強度要求嚴格的產品,例如:電動工具外殼、工具箱、汽車門把手、燈罩、頭盔,如表二所示。

表一.添加玻纖對 PC 物性之影響(玻纖 30%)

物性	影響
拉伸強度	增加 2 倍
彈性率	增加 3 倍
熱變形溫度	提高 10℃
熱膨脹率	減為 1/3
成型收縮率	減為 1/6

如上所述,添加玻纖之 PC 物性提高很多,更適合 用來生產精密度較高、要求強度較高之成型品。

表二.PC 工程塑膠之一般級機械強度物性

				單位			
	性質	測試方法	單位	GF 0%	GF 30%		
				南亞 5110	南亞 5210G6		
	比重		g/cm ³	1.2	1.43		
	吸水率	ASTM D-570	%	0.24	0.20		
般	抗拉強度	ASTM D-638	kg/cm²	630	1,300		
級	伸長率	ASTM D-638	%	130	3-5		
機	彎曲強度	ASTM D-790	kg/cm²	950	1,600		
	彎曲彈性率	ASTM D-790	kg/cm²	23000	75,000		
械	IZDO 衝擊強度 (缺口 1/8")	ASTM D-256	kg:cm/cm	75	15		
性	Rockwell 硬度	ASTM D-785		M70	M90		
質	Taber 磨耗 (CS-17)		mg/10 ³ rpm	13	24		
只	摩擦係數(對鋼)	ASTM D-1894		0.38			

由上表可知 PC 之其它機械強度如抗拉強度、彎曲強度亦相當良好,而且添加玻纖對 PC 之大部份機械強度有明顯的補強作用。耐衝擊強度,以純 PC 較佳,高達 75 Kg·cm/cm。

◆電氣絕緣性良好

PC 之各項電氣性如體積固有阻抗、絕緣破壞強度以及耐電弧性等均相當良好,如表三所示,添加 30% 玻纖之 PC, 其絕緣破壞電壓可達 18kv/mm, 在五大工程塑膠中是屬於較高的。又 PC 是一種疏水性的塑膠, 其吸水率較小, 濕度對 PC 之電氣性幾乎沒有影響。

◆耐熱性質良好,可使用之溫度範圍廣

依 ASTM D 746-57T 之試驗方法,PC 之脆 化溫度可達到 -100℃以下,是一種在低溫也 能保持相當好之物性強度的塑膠。

PC 之耐熱性質相當優秀,尤其是 PC 之 UL 長期耐熱溫度在五大泛用工程塑膠中是屬於較好的,僅次於 PBT 而優於 NYLON6、POM 及變性 PPE,添加 30% 玻纖之 PC 可以在很廣的範圍內 (-100℃~130℃),長期地被使用,是一種耐熱性相當好的塑膠,如表四所述。

表三.PC 工程塑膠之電氣性質

性質				單位			
		測試方法	單位	GF 0% 5110	GF 30% 5210G6		
電氣性質	體積固有 抵抗	ASTM D-257	Ω·cm	10 ¹⁶	10 ¹⁶		
	絕緣破壞強 度	ASTM D-149	kv/mm	16	18		
	介電質常數 (10 ⁶ HZ)	ASTM D-150		2.31	3		
	介電質正切 (10 ⁶ HZ)	ASTM D-150		0.01	0.009		
	耐電弧性	ASTM D-495	sec	120	120		

GF 30%:加玻纖 30% 補強

表四.PC 工程塑膠之耐熱性質

性質				單位			
		測試方法	單位	GF 0% 5110	GF 30% 5210G6		
	融點	DSC 法	°C	230			
耐熱性性質	比熱	ASTM D-792	cal/g°C	0.3	0.27		
	熱變形溫度 (18.6kg/cm²)	ASTM D-648	℃	135	145		
	熱變形溫度 (4.6kg/cm²)	ASTM D-648	°C	141			
	線膨脹係數	ASTM D-696	10⁻⁵ x1/℃	3.8	2.18		
	燃燒性	UL 94		V-2	V-0		
	長期耐熱溫度	UL 746B	℃	120	130		

GF 30%:加玻纖 30% 補強

◆尺寸安定性良好[,]受溫度及水分的影響 很小

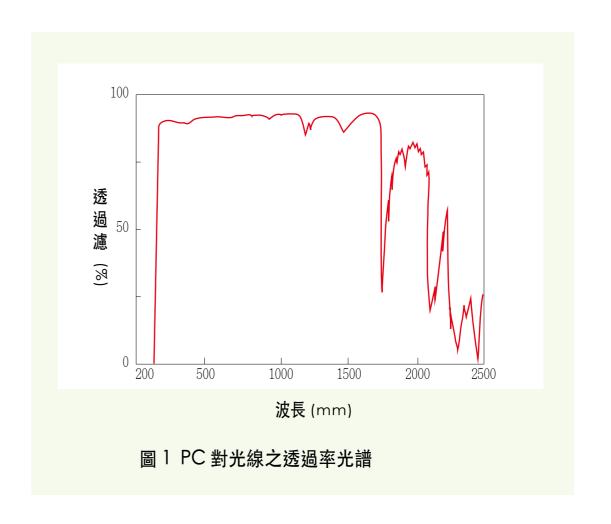
PC 之尺寸安定性在五大工程塑膠中是屬於較優秀的,影響塑膠之尺寸安定性的因素有吸水性、蠕變形性以及熱收縮性等,他們對PC 之尺寸變化影響如表五所示:

◆透明性優良:

PC是一種非結晶性樹脂,一般而言非結晶性塑膠之透明性較結晶性塑膠為佳,PC對光線之透過率光譜如圖 1 如所示,在可視光波長 (400mµ~800mµ) 之可視光域的透過率達 90%,因為 PC 具有其它工程塑膠少有之透明特性,大大地增廣了 PC 之用途領域。PC 已被認為是一種高級的透明材料,且有耐熱、質輕等優點,因此 PC 已被廣泛地採用於照明燈、燈罩、雷射碟片、光學鏡片、安全玻璃等用途。

表五.吸水性、蠕變性及熱收縮率對 PC 之尺寸變化率之影響

	條件	影響尺寸變化率
吸水性	每吸水 1%	0.002%
her 상숙시나	100kg x1000 小時	0.9%
蠕變性	200kg x1000 小時	2.4%
熱收縮	經 120℃處理後	0.1%



◆難燃性良好

未添加難燃劑之 PC 樹脂即具有自己消火性,如表六所示,且 PC 亦是一種可以藉添加難燃劑來得到良好難燃效果之塑膠,經選擇適當之難燃劑,PC 之難燃性可以達到UL94V-0 之水準(如南亞 PC-531P PC-5420 等規格)

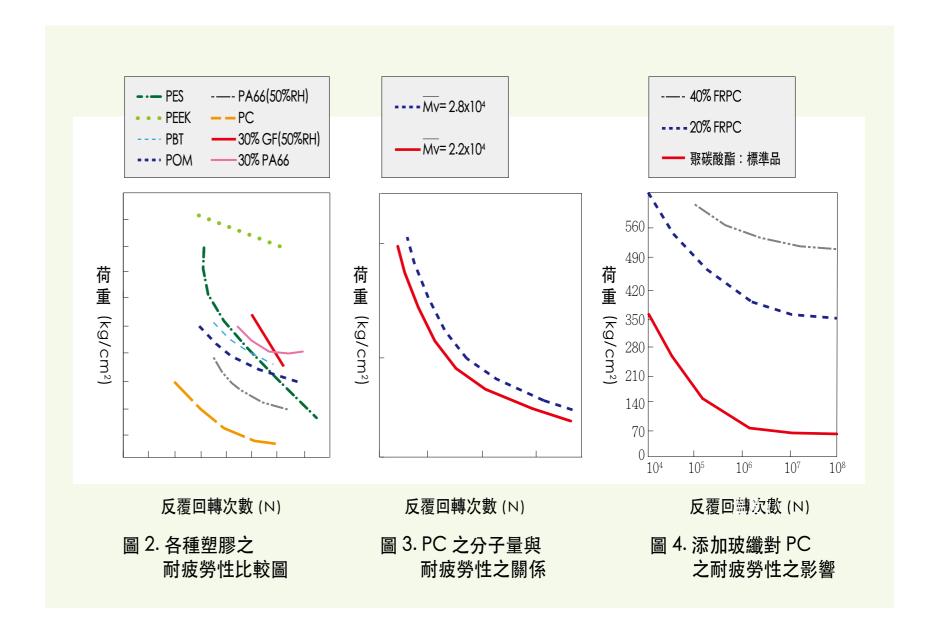
在 PC 性質上 須加以注意之事項

◆耐疲勞性

PC 之耐疲勞性並不是算好,如圖 2 所示,PC 之耐衝擊疲勞性較尼龍、PBT、POM 為差、但是可以藉添加玻纖或提高 PC 之分子量來大幅度提高 PC 之耐疲勞性,如圖 3 及圖 4 所示。

表六 · PC 樹脂 之難燃性 (未加難燃劑)

試 驗 條件	試驗結果
ASTM-D635	自己消火性
UL 94 試片厚度 1.6 mm 3.2 mm 6.4 mm	V-2 V-2 V-1
Oxygen Index	25~27



在 PC 性質上 須加以注意之事項

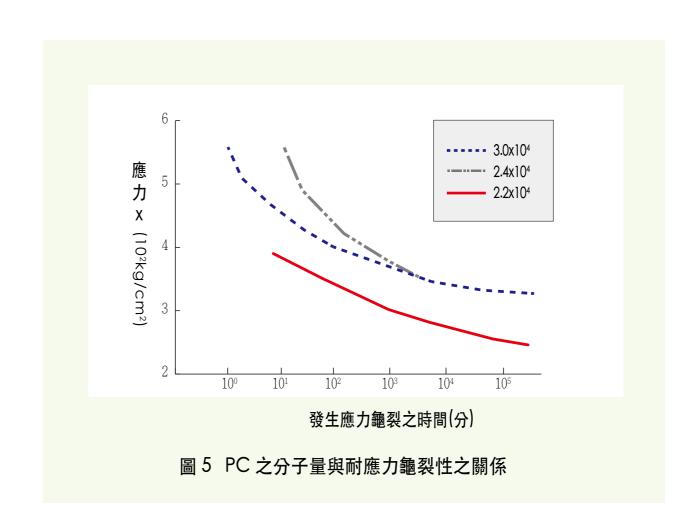
◆耐應力龜裂性

PC之耐應力龜裂性並不算好,而且油、溶劑、葯水、塑膠添加物、溫度等環境因素等,均會促進PC之龜裂現象。一般可以將PC浸泡在四氯化碳中,來觀察PC之耐應力龜裂現象。PC和聚酯類之合膠可以改善PC之耐應力龜裂性。又如圖5所示,提高PC之分子量亦可以改善PC之耐應力龜裂性。

◆耐藥品性

如表七所示,雖然 PC 在常溫下 對弱酸、弱鹼及活性氣體之抵 抗性良好,但一般而言 PC 對強 鹼、苯、丙酮、四氯化碳、酯類、 汽油等之抵抗性稍差,會產生 溶解或分解的現象,在使用上 應事先加以注意。

PC 和聚酯類如 PBT、PET 等樹脂之合膠亦可以改善 PC 之耐藥品性。



表七. 五大泛用工程塑膠之耐藥品性比較

	弱酸	強酸	弱鹼	強鹼	活性氣體	油	丙酮	苯	四氯化碳	酒精	酯 類	汽油
PBT	•	Δ	0	X	0	•	0	0	•	•	0	•
NYLON 6	0	Х	0	0	Δ	0	0	•	0	Δ	•	•
POM	Δ	Х	Δ	Х	Δ	0	0	0	•	•	0	•
PC	•	Δ	0	Х	0	Δ	Х	Х	Х	Δ	Х	Х
變性 PPE	0	0	0	0	_	0	0	Х	Х	0	Х	Δ

●:優 ○:良 △:普通 X:劣

在 PC 性質上 須加以注意之事項

00000000000

◆耐摩擦摩耗性

如表八所示,與其它塑膠比較,PC之耐摩擦性、耐摩耗性並不算好。表中之PV值是代表PC之耐摩擦特性,PV值越高表示耐摩擦特性越好,在摩擦時能承受較高之荷重P及較高之滑動速度V而不會發生因發熱而熔融、變形之現象。

PC 由於較缺乏自己潤滑性,致耐摩擦摩耗之特性較差,故一般不被採用在齒輪等傳動用途上,但由於 PC 之尺寸安定性十分良好,極適合要求高精密度之製品,近來已有藉添加氟素樹脂、潤滑劑來改善 PC 之耐摩擦摩耗性規格而用在精密齒輪之應用例。

◆流動性

由於 PC 在熔融時之粘度較高,在成型時之流動速度較低,因此在厚度較薄之零件成型時較為不易,但近來由於市面上已有不少針對 PC 之高流動性而開發出來改良成型專用機,此種專用成型機主要是提高射出壓力、提高螺桿之馬力、提高射出速度、提高成型溫度、模具設計技術之改善等方法而使 PC 之成型性得到改善。

表八:各種塑膠之摩擦、摩耗特性比較

塑膠	比摩耗量 mm³/kg•mm	摩 擦 係 數 µ	PV 界 線 Kg/cm²• cm/sec
РОМ	1.3 x 10 ⁻⁸	0.21	124
NYLON 66	4.0 x 10 ⁻⁸	0.26	89
NYLON 6	4.0 x 10 ⁻⁸	0.26	89
PC	50.0 x 10 ⁻⁸	0.38	18

在模具之設計上,適度地縮短主流道 (sprue)、副流道 (runner) 之距離,以及提高噴嘴 (nozzle)、入料口 (gate) 之口徑亦可以改善 PC 在成型上之流動性不良問題。同時市面上亦有藉降低 PC 之分子量或添加 PS、ABS 等方法來改善 PC 流動性之規格出現,現在 PC 已較少發生成型上之流動性不良之問題。

在 PC 性質上 須加以注意之事項

◆耐熱水性

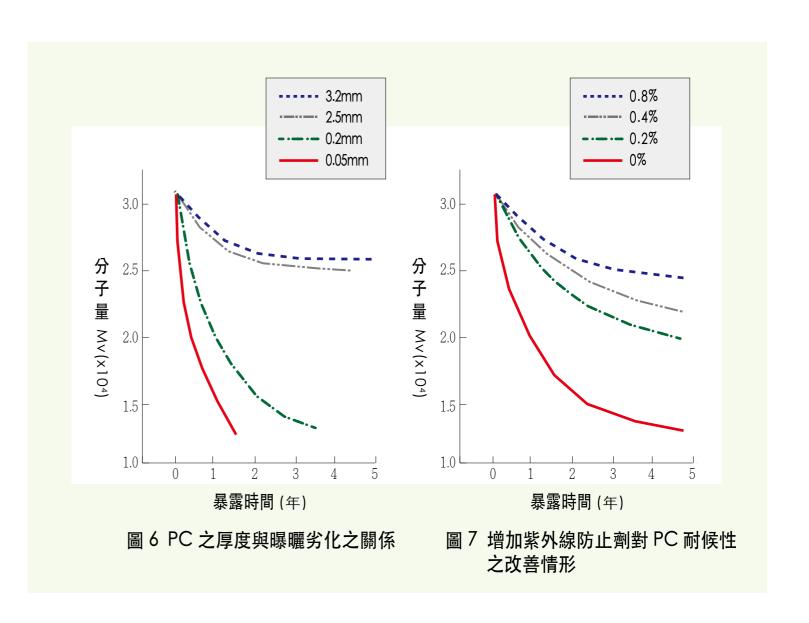
由於 PC 是屬於聚酯類的塑膠,而一般而言聚酯類均會有因遇到水份,分解而使物性降低的現象,PC 亦不例外,經試驗 PC 若長期浸漬在 60℃以下的水中時,對物性幾乎沒有影響,但若水溫超過 80℃時,則對 PC 物性之影響較大,因此不宜長期將 PC 浸漬在 80℃以上之熱水中。例如供應熱水之管槽不宜使用 PC 為材料,但是 PC 仍可以適用於間斷性施加熱水之用途。表九為沸水對 PC 耐衝擊強度之影響。

◆耐候性

PC在一定厚度以上時,對耐候性良好,對紫外線之抵抗強度佳,如圖 6 所示,厚度在 2.5mm 以上時,經長期曝曬,觀察其劣化情形,顯示十分優秀之耐候性。但 PC 之厚若在 0.2mm 以下時則耐候性並不算好。因此在屋外使用之用途,應選用一定厚度以上之 PC,對紫外線有較良好的抵抗效果。又如圖 7 所示,添加紫外線防止劑對 PC 之耐候性有良好的效果。

表九. 沸水對 PC 耐衝擊強度之影響

耐衝擊強度	沸水中 0	沸 水 中 24	沸 水 中 74	沸 水 中 120	沸 水 中 240	沸 水 中 360 小	沸 水 中 720
保持率	時	時	小 時	時	時	時	小 時
	100%	111%	94%	88%	65%	73%	64%



在 PC 在成型加工 之應注意事項

000000000000

PC 在成型加工上,水分管理及成型加工條件之選擇是影響品質最大之二大因素,茲分述如下:

◆水份管理:

雖然 PC 之吸水率相當低,但如圖 8 所示,PC 在放置中,會有再吸濕之現象,由於 PC 亦是屬於聚酯類塑膠,而聚酯類塑膠遇到即使非常低之水份亦會產生加水分解而有斷鏈、分子量降低、物性強度降低之現象,因此在成型加工前應嚴格地控制 PC 粒之水份在 0.02% 以下,以避免成型品有耐衝擊強度降低或成型品之表面有氣泡、銀紋等外觀上之異常。

為避免因水份所產生之異常,PC 粒在成型加工前,應先經熱風乾燥機乾燥 120℃ x 4~5 小時,同時在漏斗處亦應安裝有加熱器以確保不在漏斗處再吸水份,如圖 9 所示,若乾燥溫度設定在100℃以下時,即使是長時間乾燥,效果亦不大,同時為避免 PC 粒產生變色之異常,應避免在150℃以上之溫度乾燥。

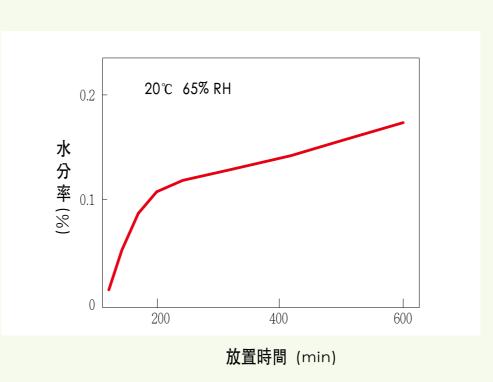


圖 8 PC 於空氣中之再吸濕性曲線

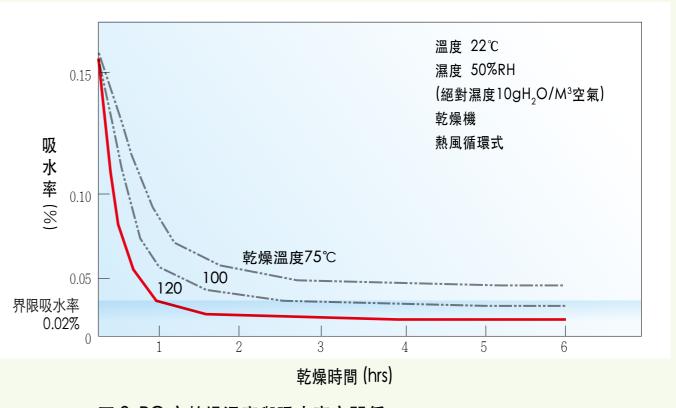


圖 9 PC 之乾燥溫度與吸水率之關係

在 PC 在成型加工之 應注意事項

◆成型條件:

一般而言,下列之加工條件可以得以到較佳之製品,但是 PC 之最佳加工條件會因成型機種、成型品之形狀以及 PC 之品級之不同,而有相當之差異,應依實際之情形加以調整。

- 套筒溫度:因PC品級之不同而有所差異,一般螺桿型射出機之料管溫度設定在230~310℃之間, 提高成型溫度能降低熔融液之粘度,改善流動性但是溫度太高時會發生分解、劣化之現象,應加以注意。
- 射出壓力:一般設定在 1000~1400kg/cm²,因
 PC 於熔融時粘度較高,流動性不是很好,有時若不以高壓高速射出,常不易充填,但若射出壓力太高,較易有殘留變形應變發生。
- 螺桿轉速: 40~160 rpm (依機台大小而定)
- 螺桿壓縮比: 2.4
- L/D: 15~24
- 模溫:設定在80~120℃之間,但一般在110℃左右可以得到良好之成品,若提高模具溫度,成型品的表面狀態能得到改善,成型之內應變力減小,可以減少龜裂現象,但成型週期會延長。
- 射出速度:一般而言,薄者快,厚者慢,射出速度控制不當會產生表面剝離或破裂之現象。

