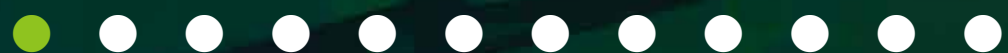




南亞 PC 工程塑膠

透明性 · 耐衝擊性 · 耐熱性 · 絕緣性 · 自熄性 · 機械性

COMPRESSED DIGITAL SIGNAL



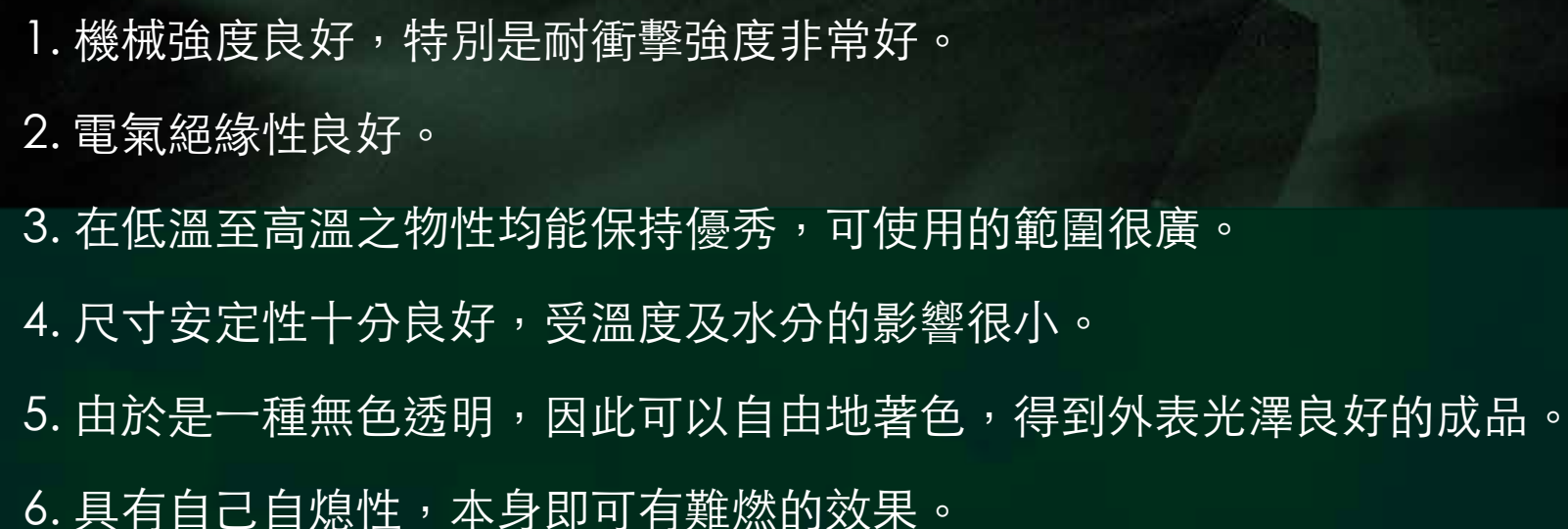


簡介

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，受溫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。

A large pile of small, clear, faceted crystals, likely sugar, against a black background. The crystals are densely packed and have a distinct hexagonal or prismatic shape. The lighting highlights their transparency and sharp edges.

業界	用途	要求性能
電氣、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、耐候性、輕量化
精密機械	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

業界	用途	要求性能
電氣、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、耐候性、輕量化
精密機械	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



其他物性

◆玻璃纖維對 PC 物性之影響及 PC 之特性：
對 PC 而言玻璃纖維、碳纖維都是良好的補強材料，但因玻璃纖維之價格較廉，目前市面上之規格以添加玻璃纖維者較多，例如添加玻璃纖維 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．添加玻璃纖維對 PC 物性之影響（玻璃纖維 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，添加玻璃纖維之 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

性 質		測試方法	單位	單位	
				GF 0% 南亞 5110	GF 30% 南亞 5210G6
一般級機械性質	比重		g/cm ³	1.2	1.43
	吸水率	ASTM D-570	%	0.24	0.20
	抗拉強度	ASTM D-638	kg/cm ²	630	1,300
	伸長率	ASTM D-638	%	130	3-5
	彎曲強度	ASTM D-790	kg/cm ²	950	1,600
	彎曲彈性率	ASTM D-790	kg/cm ²	23000	75,000
	IZDO 衝擊強度 (缺口 1/8")	ASTM D-256	kg·cm/cm	75	15
	Rockwell 硬度	ASTM D-785	---	M70	M90
	Taber 磨耗 (CS-17)	----	mg/10 ³ rpm	13	24
	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，而且添加玻璃纖維對 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。

其他物性

◆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		測試方法	單位	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		測試方法	單位	單位	
				GF 0% 5110	GF 30% 5210G6
耐熱性質	融點	DSC 法	℃	230	---
	比熱	ASTM D-792	cal/g℃	0.3	0.27
	熱變形溫度 (18.6kg/cm ²)	ASTM D-648	℃	135	145
	熱變形溫度 (4.6kg/cm ²)	ASTM D-648	℃	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

其他物性



◆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%
蠕變性	100kg x1000 小時	0.9%
	200kg x1000 小時	2.4%
熱收縮	經 120℃處理後	0.1%

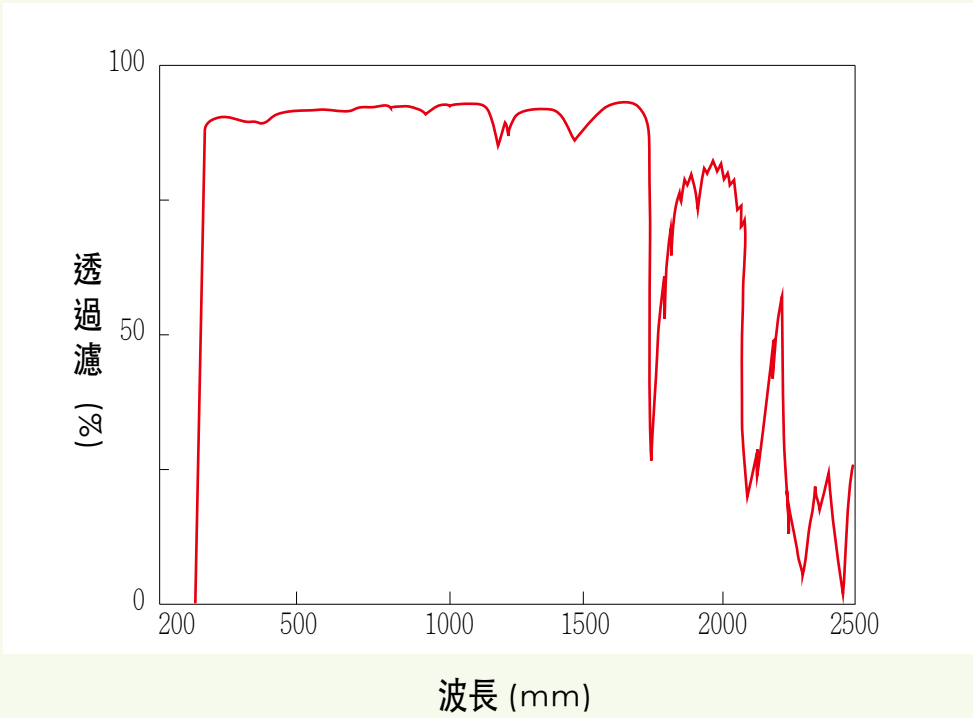


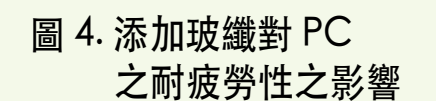
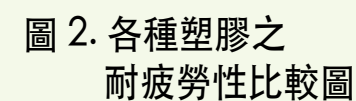
圖 1 PC 對光線之透過率光譜



◆耐疲勞性

在 PC 性質上 須加以注意之事項

試 験 條 件	試 験 結 果
ASTM-D635	自己消火性
UL 94 試片厚度 1.6 mm	V-2
3.2 mm	V-2
6.4 mm	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。

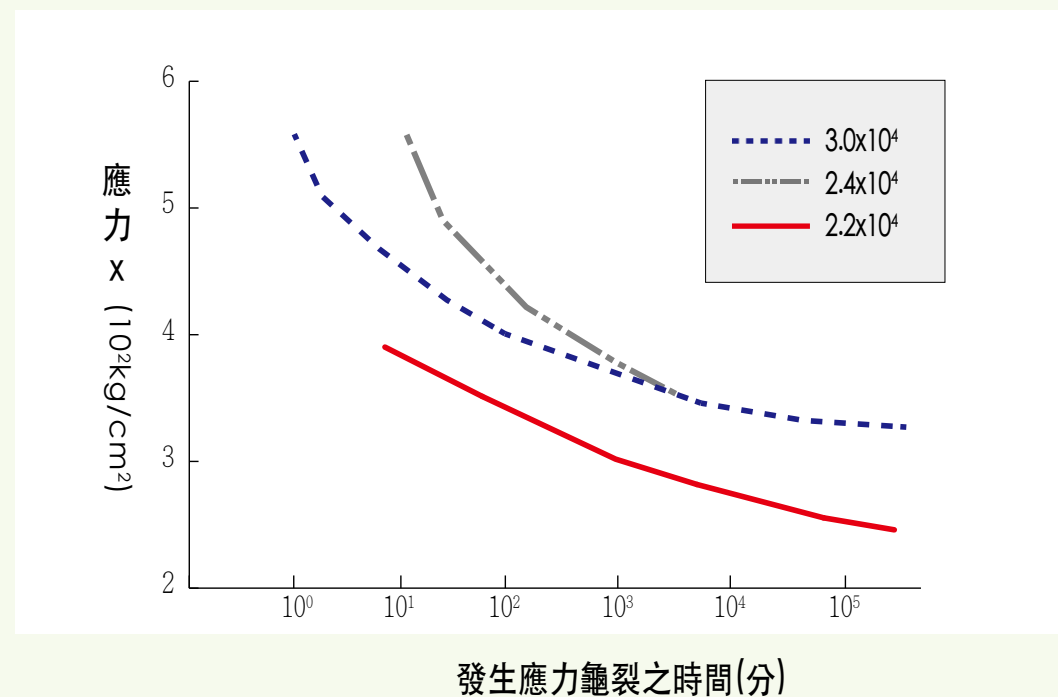


圖 5 PC 之分子量與耐應力龜裂性之關係

◆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	●	△	○	X	○	●	○	○	●	●	○	●
NYLON 6	○	X	○	○	△	○	○	●	○	△	●	●
POM	△	X	△	X	△	○	○	○	●	●	○	●
PC	●	△	○	X	○	△	X	X	X	△	X	X
變性 PPE	○	○	○	○	-	○	○	X	X	○	X	△

●：優 ○：良 △：普通 X：劣

在 PC 性質上 須加以注意之事項

◆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 $\text{mm}^3/\text{kg} \cdot \text{mm}$	摩擦係數 μ	PV 界線 $\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{cm/sec}$
POM	1.3×10^{-8}	0.21	124
NYLON 66	4.0×10^{-8}	0.26	89
NYLON 6	4.0×10^{-8}	0.26	89
PC	50.0×10^{-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。

表九．沸水對 PC 耐衝擊強度之影響

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

◆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。

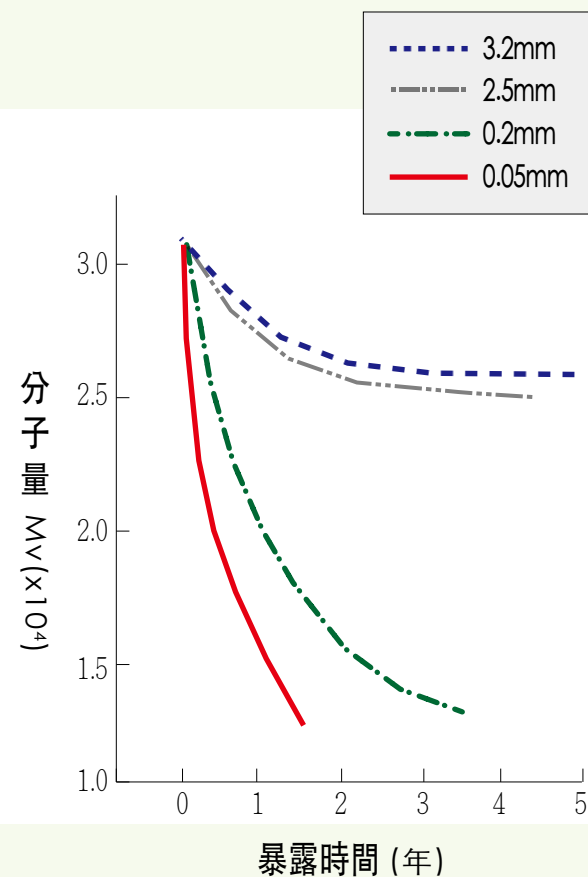


圖 6 PC 之厚度與曝曬劣化之關係

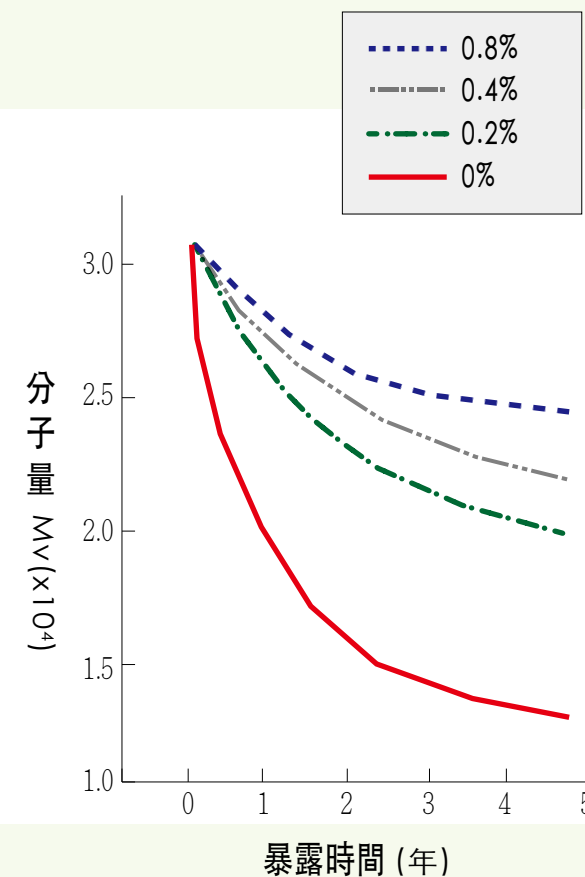


圖 7 增加紫外線防止劑對 PC 耐候性之改善情形

在 PC 在成型加工之應注意事項

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°C 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°C 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°C 以上之溫度乾燥。

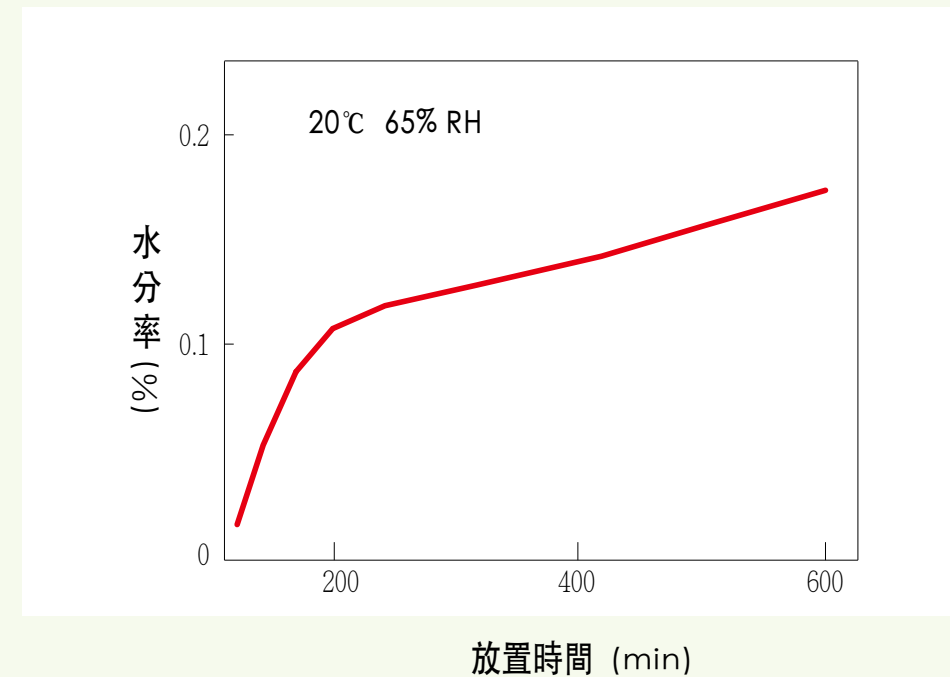


圖 8 PC 於空氣中之再吸濕性曲線

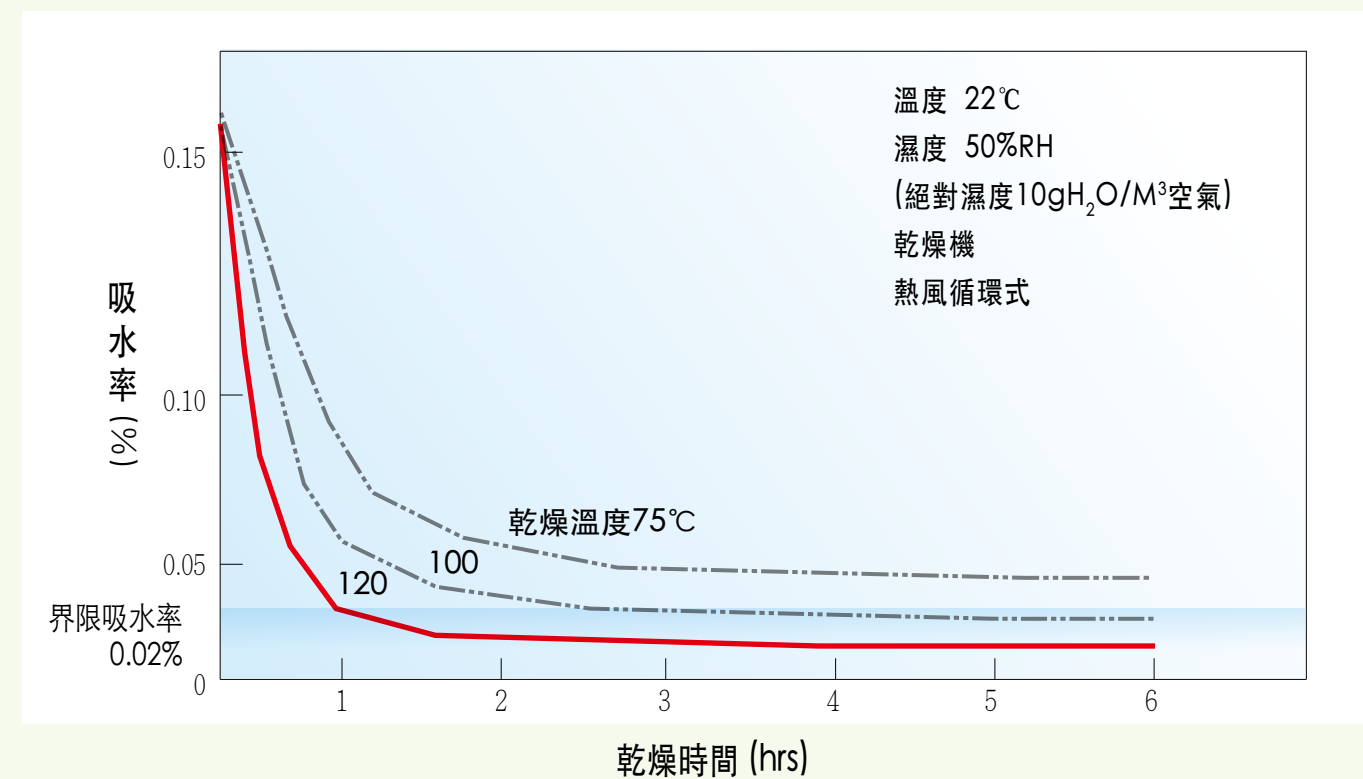


圖 9 PC 之乾燥溫度與吸水率之關係

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。



南亞塑膠工業股份有限公司

NAN YA PLASTICS CORPORATION

塑膠第三事業部・工程塑膠組

代理商：廣東和諧好科技

TEL: 076988499977