



碳纖維回收與再生

Upcycle CFRP Wastes for a Greener Tomorrow

Thermolysis Co., Ltd.

安能聚綠能股份有限公司



使用獨家熱解技術，回收高品質碳纖維
提供完整回收方案，實現循環經濟模式



關於安能聚綠能

安能聚綠能股份有限公司成立於2016年，總部位於台灣，是一家致力於持續創新公司。我們專注於微波裂解技術的研發和設備創新，並擁有多項專利技術。專精於高溫熱處理系統的開發與整合，特別是應用於高階碳材料，包括目前最具挑戰性的碳纖維回收領域。

安能聚綠能採用獨家且先進的熱裂解技術與設備，經過多次測試和改良，成功回收「再生碳纖維絲」，並進一步加工成各類再生碳纖維原料產品及消費性產品。Thermolysis在台灣建立了廠房和完整的產線，能夠大規模處理各種類型的碳纖維廢棄物，並實現高品質的再生碳纖維大規模生產。

我們的目標是提供最具成本效益和環保意識的碳纖維回收解決方案，以消除碳纖維廢棄物，並成為全球領先的碳纖維回收者。





► 前處理

- ① 收受來自客戶端的碳纖維廢棄物
- ② 建立來料履歷
- ③ 進行分類
- ④ 前處理製程

► 熱裂解還原

- ① 熱裂解製程
- ② 產出「再生碳纖維」

► 再生加工

- ① 再生碳纖維表面改質
- ② 加工製成中間產品，紙、無紡布、塑膠粒

► 成品量產

- ① 製作終端產品並進行銷售

► 可處理廢料種類



邊角廢料



固化廢料



CFRP廢料

► 經安能聚綠能處理後的再生碳纖維 (Recycled Carbon Fiber)





再生碳纖維 (Recycled Carbon Fiber)



- ◆ 樹脂表面去除率達九成以上，同時碳纖維表面保持完好無損。
- ◆ 100%還源自碳纖維廢料，是環保的回收材料。
- ◆ 進行回收處理的的廢料通過UL2809再生料含量驗證，具清楚可追溯的來源履歷。
- ◆ 回收與再生製程獲得ISO14067產品碳足跡標準認證，確認再生料的碳排放僅為新料的五分之一。
- ◆ 推出多款表面改質再生碳纖維產品，可以滿足不同客戶的應用需求。

產品規格

項目	單位	RCF	RCF-PT ^{#1}	RCF-CM ^{#2}
來源等級	-	混合等級		
纖維長度	mm	客製化	6-10 mm	6-10 mm
長度公差	%	± 20		
外觀顏色	-	黑色		
濕度	Wt. %	< 3		
容積密度	-	0.08-0.1		
纖維純度	%	≥ 99		
上漿	Wt. %	-	2±1	-
上漿類型	-	-	PC、TPU、PP	表面改性
應用說明	-	針刺無紡布，濕法無紡布，BMC工藝等	TP塑膠粒混煉製程	作為水泥增強材料

#1. PT代表適用於RCF混合製成塑膠粒。
#2. CM代表適用於RCF混合製成混凝土水泥。
※ 產品數據為本公司分析數據，可供參考，精準數值以生產設備及製程為主。

► 適用加工技術

品項：RCF

- 適用於針扎無紡布製程 (Needle-punch nonwoven)
- 適用於溼式無紡布製程 (Wet-laid nonwoven)

品項：RCF-PT

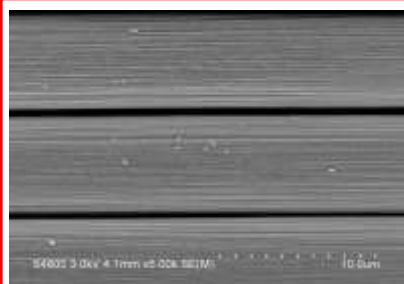
- 適用於塑膠粒混煉製程 (Compounding for pellet)

品項：RCF-CM

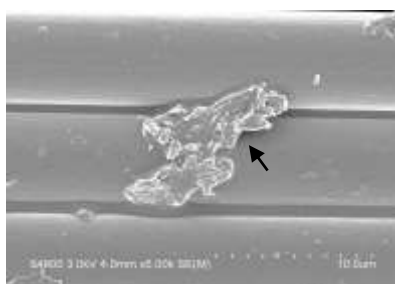
- 適用於製作水泥增強材料 (Cement reinforced material)

► 高品質再生碳纖維，表面潔淨無損傷

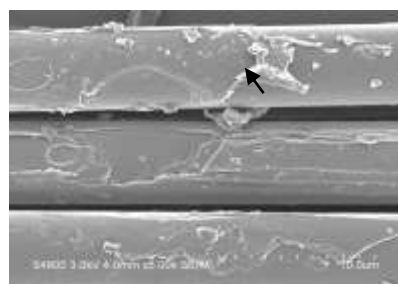
◆ 電子顯微鏡(SEM)下的再生碳纖維表面分析比較



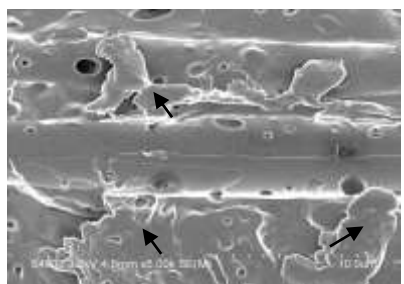
THERMOLYSIS的RCF



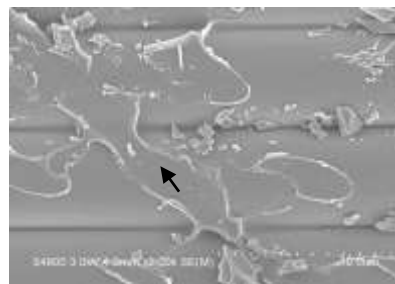
競爭者A的RCF



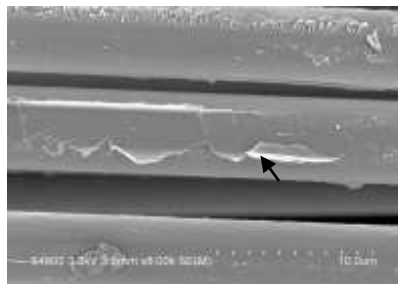
競爭者B的RCF



競爭者C的RCF



競爭者D的RCF



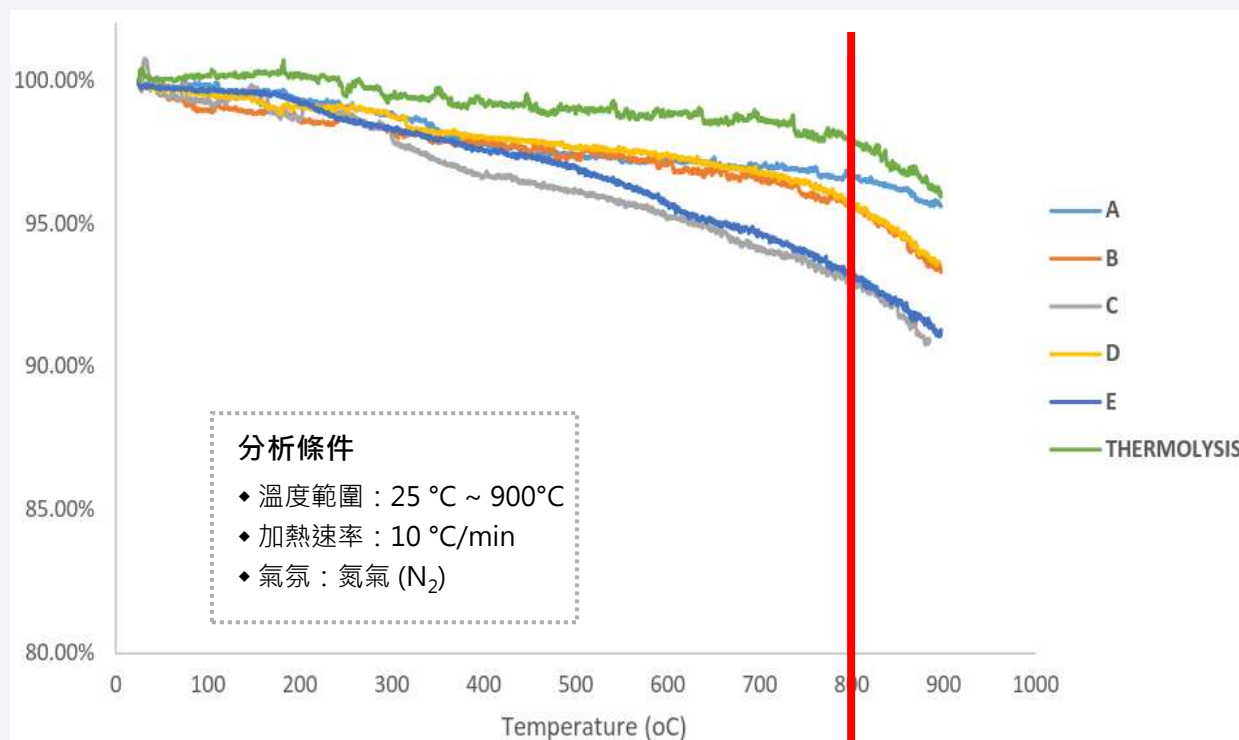
競爭者E的RCF

//

與市場競品相比，THERMOLYSIS的再生碳纖維表面更清潔且無雜質

//

▶ 再生碳纖維 TGA 分析 (與競爭者比較)



“

- ◆ $T_{d3\%}$ 數值越高，表示樣品的雜質含量較低，檢測結果代表Thermolysis的RCF在所有被檢測的產品中，**雜質最少、品質最佳**。
- ◆ Thermolysis的RCF在溫度升高到800°C時**具有穩定且最低的重量損失百分比**。

”

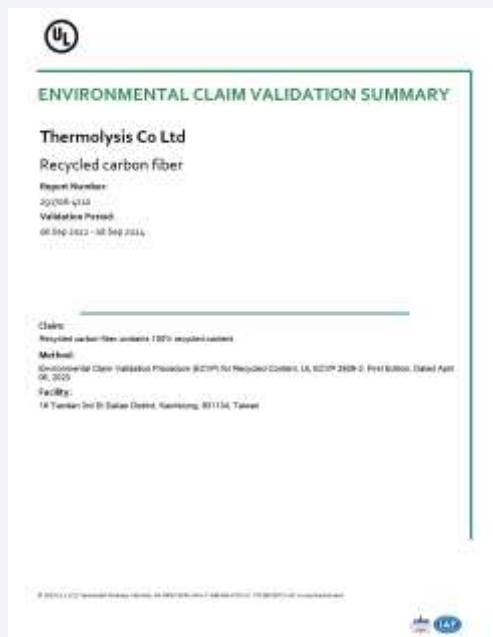
競品	$T_{d3\%}$
Thermolysis	809.57
A	717.24
B	584.23
C	353.10
D	656.65
E	461.34

※ $T_{d3\%}$: 3% 重量損失時的溫度

► 取得UL 2809再生料含量驗證

由於過去未發展出成熟且具規模化的回收技術，回收料的來源一直不透明且難以追溯。此外，回收料的品質參差不齊，這些因素都降低了業界對使用再生材料的信心。

為了取得客戶的信賴，安能聚綠能委託第三方公正機構UL對廢料來源進行認證。我們於2022年首次獲得UL 2809回收料含量驗證，提供全程透明且可追溯的來料履歷，以證明安能聚綠能所處理的確實為再生料。



► 取得ISO14067碳足跡認證

為讓客戶了解採用再生料能大幅減少產品的碳排放，因此我們委託德國萊因TÜV對我們的再生碳纖維的製程進行ISO14067碳足跡認證。

我們於2023年取得認證資格，確認「再生碳纖維」碳排數值為每公斤5.047公斤的二氧化碳當量排放，相較於碳纖維新料的製造，Thermolysis提供的再生碳纖維，其碳排量僅為新料的五分之一。

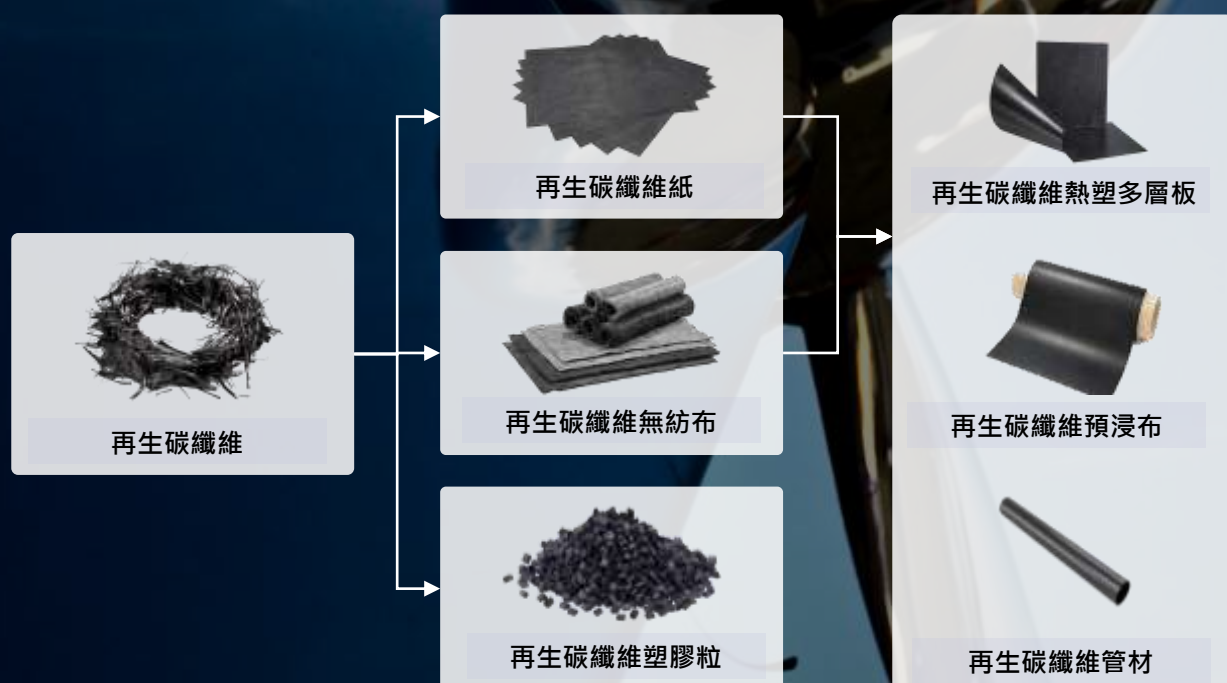


 再生碳纖維系列_原料產品

“

再生碳纖維作為一種全新的原材料，難以與現有的加工設備兼容，直接使用存在困難。Thermolysis通過表面改質和改造加工設備等方法，將再生碳纖維轉化為易於使用的產品形式，如碳纖維紙、無紡布和塑膠粒，讓再生材料能更順利地回到原有的產線進行加工。此外，還進一步擴展至中間產品，包括再生碳纖維預浸布、再生碳纖維熱塑多層板和再生碳纖維管材。

”





- ◆ 使用100% 再生碳纖維製作而成，是環境友善的再生材料。
- ◆ 經濕式製程將再生碳纖維均勻混合分散於黏合劑中後，沉積並經烘乾，形成再生碳纖維紙。
- ◆ 紙張表面平滑均勻，易於與各種熱固性及熱塑性樹脂結合，以再製成複合材料。
- ◆ 同樣具備碳纖維耐腐蝕、具導電性、透氣性和高機械強度等優異特性。
- ◆ 產品可量產的基重範圍為30~70g/m²，常規產品基重為30 g/m²和70g/m²。
- ◆ 提供客製化服務。

▶ 產品規格

項目	單位	數值	
基重	g/m ²	30	70
厚度	mm	0.180	0.370
密度	g/cm ³	0.179	0.189
幅寬	mm	1030±10	
抗張強度 (0°)	N/15mm	3.3	20.0
抗張強度 (90°)	N/15mm	1.0	4.0

※ 產品數據為本公司分析數據，可供參考，精準數值以生產設備及製程為主。

▶ 適用加工技術

◆ 手糊成型
(Hand Lay-up)

◆ 樹脂轉注成型
(Resin Transfer Molding, RTM)

◆ 熱成形
(Thermo Molding)

再生碳纖維紙 (Recycled Carbon Fiber Paper)

產品應用



可與樹脂類含浸成為預浸布

預浸布



適用熱固或熱塑性樹脂加工成為複合材料

熱固或熱塑製程



產品輕量化材料的最佳選擇

輕量化材料



可作為產品結構上的補強材料

補強材料

應用產品實例 (以下產品皆採用Thermolysis的再生碳纖維所製造而成)



鍵盤支撐片



管材



蛙鞋



露營桌



行李箱



Paddle Tennis 球拍



再生碳纖維無紡布 (Recycled Carbon Fiber Nonwoven Fabric)



- ◆ 採用乾式無紡布製程，再生碳纖維經過針刺後，製成再生碳纖維無紡布。
- ◆ 使用的再生碳纖維長度介於6~10公分。
- ◆ 可量產100%純RCF的無紡布，亦可客製化混紡熱塑材料（如TPU, FRPC, PA6, PP, PPS, PET等）。
- ◆ 純RCF無紡布可量產的基重範圍為100~300g/m²，混紡產品基重範圍為100~500g/m²。
- ◆ 再生碳纖維無紡布具有優異的機械特性，相較於其他短纖維加工品更具競爭優勢。
- ◆ 可使用熱固及熱塑性樹脂與碳纖維無紡布一起含浸，製備成為預浸布。亦可再加工製作成為熱塑多層板及熱壓產品。

產品規格

項目	單位	純 RCF	混紡
熱塑高分子種類	-	non	TPU, FRPC, PA6, PP, PPS, PET, etc.
再生碳纖維比例	%	100 %	10~90 %
再生碳纖維長度	mm	20~60	20~60
基重	g/m ²	100~300	100~500
幅寬	m	公規品幅寬：1M；客製品幅寬：1-2M	

※產品數據為本公司分析數據，可供參考，精準數值以生產設備及製程為主。

適用加工技術

- ◆ 手糊成型
(Hand Lay-up)
- ◆ 樹脂轉注成型
(Resin Transfer Molding, RTM)
- ◆ 熱成形
(Thermo Molding)



再生碳纖維無紡布 (Recycled Carbon Fiber Nonwoven Fabric)

▶ 產品應用

			
可與樹脂類含浸成為預浸布	適用熱固或熱塑性樹脂加工成為複合材料	產品輕量化材料的最佳選擇	可作為產品結構上的補強材料
預浸布	熱固或熱塑製程	輕量化材料	補強材料

▶ 應用產品實例 (以下產品皆採用Thermolysis的再生碳纖維所製造而成)

		
自行車擋泥板	電動自行車電池蓋	電動滑板車輪轂
		
運動鞋中底	安全鞋鞋頭	筆電外殼



再生碳纖維塑膠粒 (Recycled Carbon Fiber Pellets)



- ◆ 使用100% 再生碳纖維製作而成。
- ◆ 再生碳纖維塑膠粒混合了再生碳纖維和熱塑性樹脂，可用來增強材料的強度和剛度。
- ◆ 可根據客戶需求添加範圍為10%~30%的工程塑膠，如PA6、TPU、PP、PC。
- ◆ Thermolysis的再生碳纖維品質佳，仍具有高強度的物理特性，製成的塑膠粒也保持高強度、高剛性、耐磨耗、具導電性及輕量等優異性能。
- ◆ 顆粒狀材料形式便於注塑、擠出和壓縮成型等常見熱塑性加工方法。

產品規格

項目	單位	數值						
熱塑高分子種類	-	PA6		TPU	PP		PC	
再生碳纖維比例	%	10	20	20	20	30	20	30
抗張強度 (ASTM D638)	MPa	132	177	68	78	109	132	145
彎曲強度 (ASTM D790)	MPa	189	262	49	107	155	184	196
彎曲模數 (ASTM D790)	GPa	6.0	10.1	1.6	7.3	10.6	12.2	14

※ 產品數據為本公司分析數據，可供參考，精準數值以生產設備及製程為主。

再生碳纖維塑膠粒 (Recycled Carbon Fiber Pellets)

▶ 產品應用



可應用於射出製程

射出製程



易於加工，可實現大量
製造生產

大規模量產



產品輕量化材料的最佳
選擇

輕量化材料



可實現電流傳導、靜電
防護、電磁屏蔽等功能

導電材料

▶ 應用產品實例 (以下產品皆採用Thermolysis的再生碳纖維所製造而成)



自行車水壺架



自行車坐墊



自行車踏板



公路車鞋底



自行車擋泥板



鞋中底板



鞋墊



梳子



太陽眼鏡



再生碳纖維熱塑多層板 (Recycled Carbon Fiber Thermoplastic Laminate)

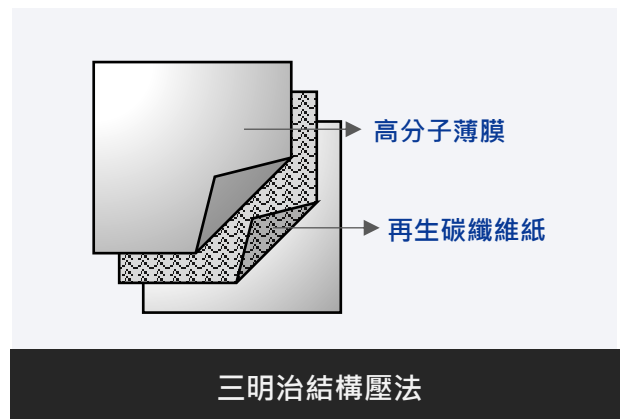
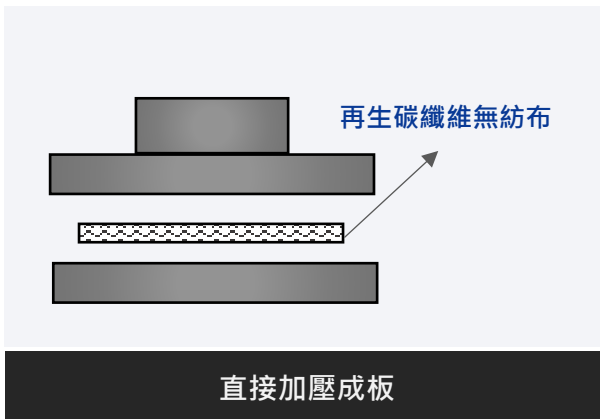


- ◆ 使用100% 再生碳纖維製作。
- ◆ 以再生碳纖維紙或無紡布再加工而成，可依據客戶的需求，添加TPU、PA、PC、PP等熱塑高分子材料，製作成不同的厚度、及不同樹脂碳纖比例、及強度方向的熱壓板。
- ◆ 具高強度、耐磨性和導電性等特點。
- ◆ 通過熱壓成型的方式進行生產，適合用於體積較大的零件和複雜工藝品的批量生產。
- ◆ 目前廣泛地應用於民生及工業領域包含汽車、電氣設備、及運動用品等產業。

適用加工技術

- ◆ 片狀模塑膠壓縮成型 (Sheet Molding Compound, SMC)

熱壓成型方式





再生碳纖維熱塑多層板 (Recycled Carbon Fiber Thermoplastic Laminate)

▶ 產品規格

再生碳纖維紙熱壓板	單位	數值			
熱塑高分子種類	-	PC		TPU	
再生碳纖維比例	%	34		34	
疊層	-	PC：8層 再生碳纖維紙：7層		TPU：9層 再生碳纖維紙：8層	
厚度	mm	1.0		1.0	
彎曲強度	MPa	283		102	
彎曲模量	GPa	19.7		10.7	
電阻	Ω	10^3			
最大尺寸	m	1m*1m			

再生碳纖維無紡布熱壓板	單位	數值			
熱塑高分子種類	-	FRPC	TPU	PA6	PP
基重	g/m ²	350			
再生碳纖維比例	%	40			
疊層	-	再生碳纖維無紡布：4層			
厚度	mm	1.0			
0° 抗張強度	MPa	189	280	290	223
90° 抗張強度	MPa	235	361	358	237
0° 彎曲模量	GPa	13.7	14.4	13.8	13.9
90° 彎曲模量	GPa	16.2	22.4	19.1	14.0
電阻	Ω	10^3			
最大尺寸	m	1m*1m			

※ 產品數據為本公司分析數據，可供參考，精準數值以生產設備及製程為主。



再生碳纖維預浸布(Recycled Carbon Fiber Prepreg)



- ◆ 使用100% 再生碳纖維製作。
- ◆ 再生碳纖維預浸布以熱固性環氧樹脂作為基體，並與再生碳纖維紙或無紡布一同浸漬製備而成。
- ◆ 產品固化溫度介於130°C~150°C，是專為高性能結構應用而設計的材料。
- ◆ 有兩種樹脂可供選擇，包括 M 型（一般）和 K 型（快速固化）。
- ◆ 適用於汽車、運動器材、電子產品、醫療設施和工業製造中應用，以製造輕量化、高強度的結構部件。

適用加工技術

- ◆ 片狀模塑膠壓縮成型
(Sheet Molding Compound, SMC)
- ◆ 壓力釜成型
(Autoclave Molding)
- ◆ 捲繞成型
(Winding)

加工條件

成型溫度 (°C)	成型時間 (min)	
	M 型 (一般)	K 型 (快速固化)
130	60	15
140	45	12
150	30	9



再生碳纖維預浸布(Recycled Carbon Fiber Prepreg)

▶ 產品規格

產品	項目	單位	數值	說明
再生碳纖維紙 預浸布	0° 抗張強度	MPa	228	1. Matrix : RCF paper 2. M Type Resin 3. FAW = 70 g/m ² 4. RC = 65% 5. Width = 1000 mm
	0° 彎曲強度	MPa	382	
	0° 彎曲模量	GPa	21.4	
	90°抗張強度	MPa	140	
	90°彎曲強度	MPa	246	
	90°彎曲模量	GPa	15.1	
產品	項目	單位	數值	說明
再生碳纖維無紡布 預浸布	0° 抗張強度	MPa	185	1. Matrix : RCF nonwoven 2. M Type Resin 3. FAW = 100 g/m ² 4. RC = 70% 5. Width = 1000 mm
	0° 彎曲強度	MPa	293	
	0° 彎曲模量	GPa	16	
	90°抗張強度	MPa	258	
	90°彎曲強度	MPa	412	
	90°彎曲模量	GPa	23	

※ 產品數據為本公司分析數據，可供參考，精準數值以生產設備及製程為主。

“

Thermolysis以「RCF」為品牌名稱，打造了一個具有全面責任的綠色品牌。該品牌的系列產品使用Thermolysis回收處理的再生碳纖維為材料，精心設計並製造出高品質的運動休閒產品和日常用品。Thermolysis不僅以再生碳纖維創造新產品，還承諾對自家產品負責，未來將全面回收所有生產的產品，確保不對環境造成污染，並持續推動碳纖維的循環利用。

”



自行車水壺架



自行車椅墊



自行車踏板



公路車鞋底



梳子



太陽眼鏡



蛙鞋



Paddle Tennis 球拍

安能聚綠能股份有限公司

Thermolysis Co., Ltd.

總公司

【地址】 43241 台中市大肚區萬興路68號

【電話】 +886 4 2698 0329

【傳真】 +886 4 2698 0330

工廠

【地址】 83162 高雄市大寮區田單三街16號

【電話】 +886 7 787 7497

【傳真】 +886 7 787 7508

【網 站】 <https://www.thermolysis-asia.com>

【電子郵件】 info@thermolysis-asia.com

