



炭素繊維のリサイクル と再生

CFRP廃棄物をアップサイクルし、より環境に優しい未来のために

Thermolysis Co., Ltd.
サーモリシス株式会社



独自の熱分解技術で良質な炭素繊維を回収
全面的なリサイクルソリューションを
提案して循環型経済を実現



サーモリシスについて

弊社サーモリシスは2016年に台湾で設立され、革新的な技術を専門としています。高温熱分解装置によるCFRPリサイクル技術の研究と開発および設備の改革に取り組み続けており、特に炭素繊維などの高度な炭素材料のリサイクルを目的としています。複数の特許を保有しています。

マイクロ波を用いたCFRPリサイクル技術は、画期的な新しい方法でCFRPの中に含まれる樹脂などを効率よく分解し、高品質な炭素繊維を回収できます。この技術の最大のメリットは、マイクロ波が樹脂を加熱・分解する際に炭素繊維のロスが少ないです。リサイクルされた炭素繊維は新しい製品に再利用する際、高い品質ソリューションを提供できます

さらに、マイクロ波を使用することで加熱時間が短縮され、エネルギー効率が向上します。従来的高温熱分解法と比較して環境への影響を低減し、CO2排出量を削減すると共により環境に優しい未来進んでいる。このユニークな技術を持つことで、炭素繊維リサイクル業界のリーダーになることを目指しています。





▶ 前処理

- ① 顧客から炭素繊維廃棄物を受け取る
- ② 入庫材料記録
- ③ 材料を分類
- ④ 前処理工程

▶ 熱分解による回収

- ① 熱分解プロセス
- ② 再生炭素繊維(RCF)生産しました

▶ RCFの処理

- ① RCFの表面改質
- ② 紙、不織布、およびペレットなどの製品への加工

▶ 製品の量産

- ① 最終製品の製造と販売

▶ 取り扱う廃棄物の種類



スクラップ廃棄物



硬化処理済み材料



使用済み廃棄物

▶ サーモリシスのリサイクル炭素繊維





- ◆ 樹脂除去率は90%を超え、リサイクル炭素繊維の表面はきれいでダメージを受けていません。
- ◆ 炭素繊維廃材から回収されて環境に優しい。
- ◆ UL2809で認証されたリサイクル材料、追跡可能な供給源。
- ◆ リサイクルプロセスは、ISO 14067製品のカーボンフットプリント基準に認証されて、リサイクルプロセスでCO₂排出量は新品炭素繊維より80%削減。
- ◆ 表面改質処理された各種リサイクル炭素繊維製品が、多様な顧客ニーズに対応しています。

▶ 製品仕様

項目	単位	RCF	RCF-PT ^{#1}	RCF-CM ^{#2}
繊維グレード	-	ミックスグレード		
繊維長さ	mm	カスタマイズ	6-10 mm	6-10 mm
長さトレランス	%		± 20	
色	-		黒	
湿度	Wt. %		< 3	
密度	-		0.08-0.1	
繊維純度	%		≥ 99	
サイジング含有量	Wt. %	-	2±1	-
サイジングタイプ	-	-	PC、TPU、PP	特定の改質
用途	-	ニードルパンチ不織布、ウェットレイド不織布、BMCプロセスなど	TPペレット混練プロセスなど	セメント補強材など

#1 PTは、プラスチックペレットの製造にRCFとブレンドする適性を示します。

#2 CMは、セメントの製造にRCFとブレンドする適性を示します。

※ 製品データは当社の分析に基づいており、参考用です。正確な数値は生産設備およびプロセスに依存します。



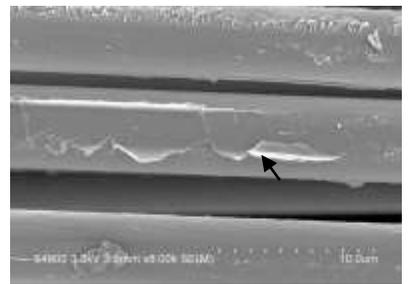
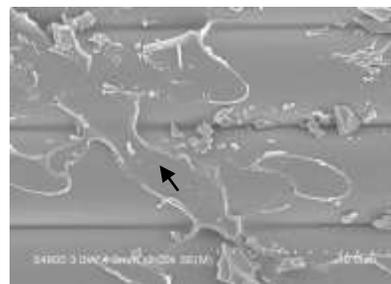
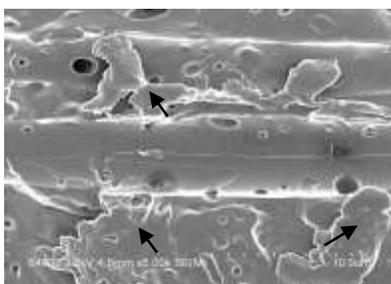
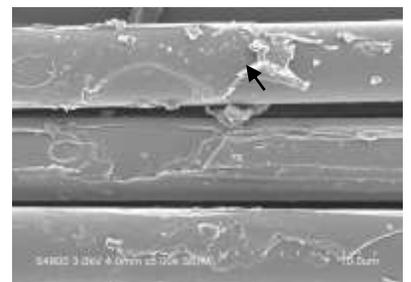
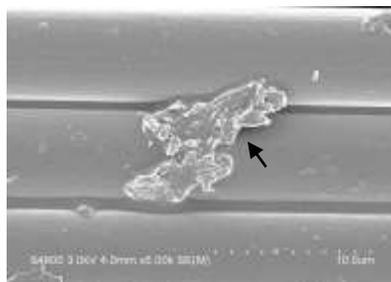
リサイクル炭素繊維 (RCF)

適用可能な加工技術

RCF	RCF-PT	RCF-CM
<ul style="list-style-type: none"> ▶ニードルパンチ不織布プロセス ▶ウェットレイド不織布プロセス 	<ul style="list-style-type: none"> ▶RCFとプラスチックを混用してペレット製造すること 	<ul style="list-style-type: none"> ▶セメント補強材として適用する

高品質なリサイクル炭素繊維

◆ SEM下での他社のリサイクル炭素繊維表面確認と分析



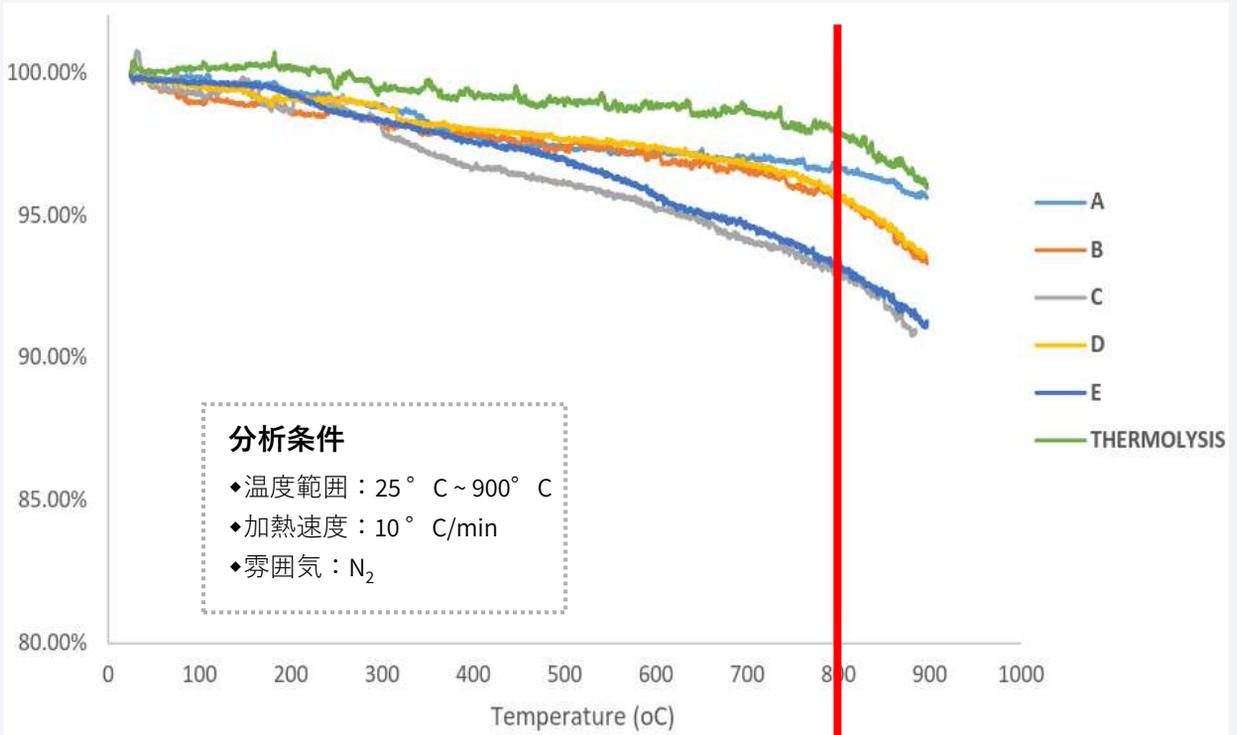
//

競合他社の製品を比べて、弊社の炭素繊維は純度が高い、
汚れやダメージもない材料を提供できます。

//



リサイクル炭素繊維のTGA分析（競合他社との比較）



“

- ◆ 目標温度が3%ほど高くなっても、サンプルの純度が高いことを表します。
- ◆ 弊社のRCFは、温度が800°Cまで上昇するにも安定し、高温の条件で損失が低い。

”

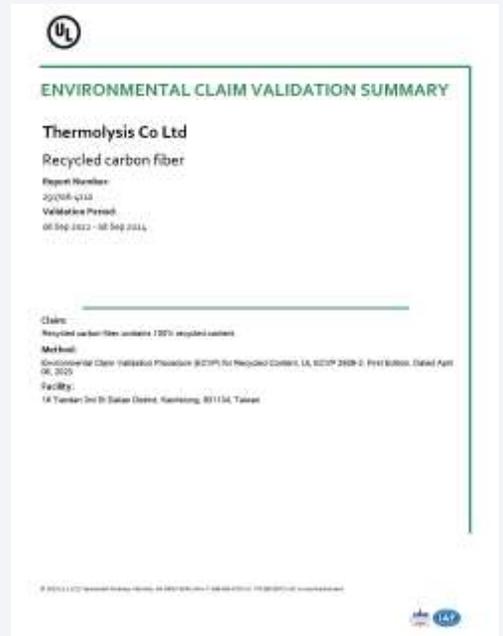
競合他社	T _{d3%}
Thermolysis	809.57
A	717.24
B	584.23
C	353.10
D	656.65
E	461.34

※ T_{d3%} : 重量損失が3%に達する温度

▶ **UL 2809 再生含有物の環境性能検証手順**

過去のリサイクル技術は未熟で、再生された材料の品質が不安定でした。また、原料の追跡もできなかったため、リサイクル材料への信頼性が低く、懸念が持たれていました。

顧客の信頼を得るために、リサイクルカーボンファイバーの品質と安全性に対する信頼度の向上を目指す、ULの取り組みしていました。完全透明なソースや追跡することが可能な材料を提供します。



▶ **ISO 14067カーボンフットプリント検証**

再生材料の使用によって大幅な炭素排出削減が達成されたことを示すために、弊社の再生炭素繊維製造プロセスはISO 14067基準に従って、ドイツのTÜV Rheinlandに認証されていました。

2023年、弊社の再生炭素繊維が1キログラムあたり、わずか5.047キログラムのCo2の量を排出することを確認し、認証を受けました。新品炭素繊維の製造するより80%削減しました。弊社の再生炭素繊維の材料は環境に優しいことを示しました。

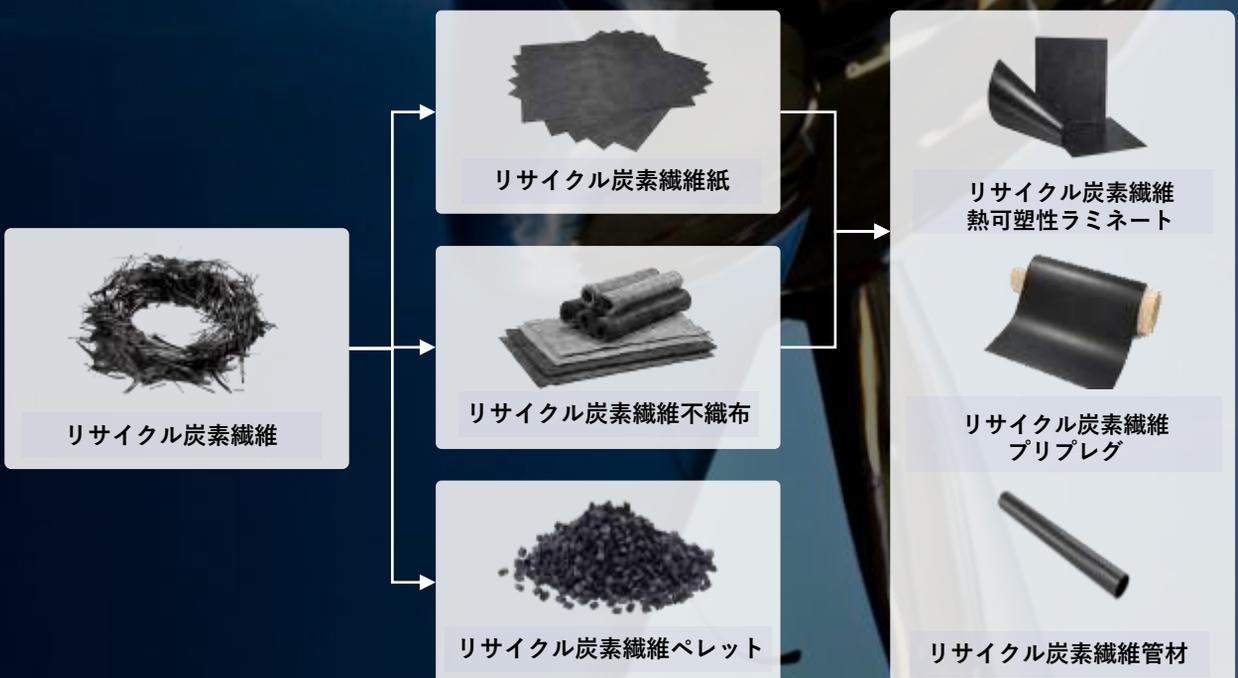


リサイクル炭素繊維素材シリーズ

“

再生した炭素繊維は既存のプロセスなどに互換性がないため、直接使用することが難しいです。弊社のユニークな熱分解技術により再生した原材料を炭素繊維紙、不織布、プラスチックペレットなどにして、再生材料を生産プロセスにスムーズに統合させることができます。さらに、再生炭素繊維プリプレグ、熱可塑性ラミネート、炭素繊維管などの中間製品にも展開可能です。

”



リサイクル炭素繊維紙 (RCF Paper)



- ◆ 100%再生炭素繊維から作られており、環境に優しい素材です。
- ◆ 湿式ハンドレイアップ法を使用して、繊維が均等に結合剤に分散され、乾燥後に再生炭素繊維紙が作成されました。
- ◆ 滑らかな表面を持ち、多様な樹脂と組み合わせして複合材料として使用するの是最適です。
- ◆ 炭素繊維特有の耐腐食性、導電性、通気性、高い機械的強度といった優れた特性
- ◆ 対応可能な製品は30~70g/m²で、スタンダード製品は30g/m²、70g/m²です。
- ◆ 受注数量によるカスタマイズサービスも提供しています。

▶ 製品仕様

項目	単位	値	
面密度	g/m ²	30	70
厚さ	mm	0.180	0.370
ロール幅	mm	1030±10	
密度	g/cm ³	0.179	0.189
引張強度 (0°)	N/15mm	3.3	20.0
引張強度 (90°)	N/15mm	1.0	4.0

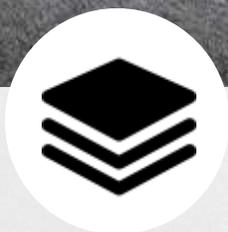
※ 製品データは参考資料として弊社が分析しました。正確な値は製造設備やプロセスによって異なります。

▶ 適用可能な加工技術

- ◆ ハンドレイアップ成形
- ◆ 樹脂トランスファー成形(RTM)
- ◆ 熱成形

リサイクル炭素繊維紙 (RCF Paper)

製品アプリケーション



樹脂に含浸させてプリプレグを作成することができます

プリプレグ



熱硬化または熱可塑樹脂との複合材料のプロセスに適用されます

熱硬化性または熱可塑性プロセス



軽量アプリケーションに最適です

軽量化材料



製品構造の補強材として使用することができます

補強材料

製品例 (下記の製品は弊社のリサイクル炭素繊維で製造されています)



キーボードサポート



チューブ



水泳フィン



キャンプテーブル



スーツケース



パドルテニスラケット



リサイクル炭素繊維不織布 (RCF Nonwoven Fabric)



- ◆ 取り出された再生炭素繊維はニドルパンチの工法で、再生炭素繊維不織布作成します。
- ◆ 再生炭素繊維の長さは6~10cm。
- ◆ 100%炭素繊維不織布を量産することができます。また、TPU、FRPC、PA6、PP、PPS、PETなどの複合材料とカスタマイズすることも可能です。
- ◆ 100%炭素繊維不織布の量産可能な仕様は100~300g/m²、混紡製品の仕様は100~500g/m²です。
- ◆ 炭素繊維不織布に熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂を含浸させて、プリプレグを作ることができます。
- ◆ 熱可塑性ラミネートや熱成形製品に加工することも可能です。

製品仕様

項目	単位	純粋なRCF製品	複合材料製品
マトリックス樹脂	-	なし	TPU, FRPC, PA6, PP, PPS, PET, etc.
RCF含有率	%	100%	10~90%
RCFの長さ	mm	20~60	20~60
ベース重量	g/m ²	100~300	100~500
ロールの幅	m	標準製品：1M；カスタム製品：1~2M	

※ 製品データは参考資料として弊社が分析しました。正確な値は製造設備やプロセスによって異なります。

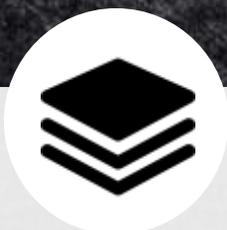
適用可能な加工技術

- ◆ ハンドレイアップ成形
- ◆ 樹脂トランスファー成形(RTM)
- ◆ 熱成形



リサイクル炭素繊維不織布 (RCF Nonwoven Fabric)

製品アプリケーション



樹脂に含浸させてプリプレグを作成することができます

プリプレグ



熱硬化または熱可塑樹脂との複合材料のプロセスに適用されます

熱硬化性または熱可塑性プロセス



軽量アプリケーションに最適です

軽量化材料



製品構造の補強材として使用することができます

補強材料

製品例 (下記の製品は弊社のリサイクル炭素繊維で製造されています)



自転車のフェンダー



EVバイクのバッテリーカバー



電動スクーターホイールカバー



運動靴のミッドソール



安全靴のつま先キャップ



ノートパソコンカバー



リサイクル炭素繊維ペレット (RCF Pellets)



- ◆ 100%RCF炭素繊維から作られています。
- ◆ 弊社のペレットは、再生炭素繊維をプラスチック樹脂と混合物で材料の強度と剛性を向上させます。
- ◆ 顧客のニーズに応じて、PA6、TPU、PP、PCなどの複合材料を10%~30%の範囲でカスタマイズ対応可能。
- ◆ 弊社ユニークな工法で再生された炭素繊維ペレットは品質が抜群で、高強度の物理的特性をキープしています。プラスチック材料と混合されたペレットは高い強度、高剛性、耐摩耗性、導電性、軽量性など、優れた特性を持っています。
- ◆ ペレットで粒の形は、インジェクション、押出成形、圧縮成形などに特に最適です。

製品仕様

項目	単位	値						
		PA6	TPU	PP	PC			
マトリックス樹脂	-	PA6	TPU	PP	PC			
RCF含有率	%	10	20	20	20	30	20	30
引張強度 (ASTM D638)	MPa	132	177	68	78	109	132	145
曲げ強度 (ASTM D790)	MPa	189	262	49	107	155	184	196
曲げ弾性率 (ASTM D790)	GPa	6.0	10.1	1.6	7.3	10.6	12.2	14

※ 製品データは当社の分析に基づいており、参考用です。正確な数値は生産設備およびプロセスに依存します。

リサイクル炭素繊維ペレット (RCF Pellets)

▶ 製品アプリケーション



射出成形プロセスに最適です

射出成形



大量生産に対応可能

大量生産



軽量アプリケーションに最適です

軽量化材料



電気伝導、静電防護、電磁波シールドなどの機能を対応可能

導電性材料

▶ 製品例 (下記の製品は弊社のリサイクル炭素繊維で製造されています)



自転車ボトルケージ



自転車サドル



自転車ペダル



ロードバイクのシューソール



自転車のマッドガード



靴のミッドソール



靴のインソール



梳き櫛



サングラス



リサイクル炭素繊維熱可塑性ラミネート (RCF Thermoplastic Laminate)

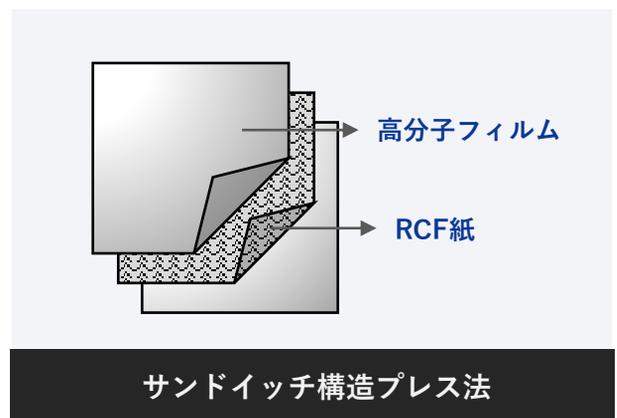
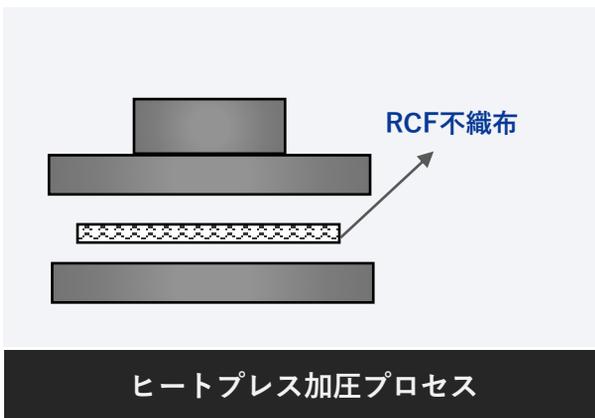


- ◆ 100%RCF炭素繊維から作られています。
- ◆ 再生炭素繊維の紙や不織布は顧客のニーズに応じてTPU、PA、PC、PPなどの材料を組み合わせ、機能が異なる熱圧シートを製作することができます
- ◆ 高強度、耐摩耗性、電気伝導性など特徴を持ちます。
- ◆ 熱圧成形による大型部品やや特殊な工芸品の大量生産に対応可能
- ◆ 自動車、電気機器、スポーツ用具など、様々な業界で幅広く使用されています。

▶ 適用可能な加工技術

- ◆ シート成形複合材料 (SMC)

▶ 熱プレス方式





リサイクル炭素繊維熱可塑性ラミネート (RCF Thermoplastic Laminate)

製品仕様

再生炭素繊維紙ラミネート		単位		値	
マトリックス樹脂	-	PC	TPU		
RCFの含有率	%	34	34		
積層	-	PC：8層 RCF Paper：7層	TPU：9層 RCF Paper：8層		
厚さ	mm	1.0	1.0		
曲げ強度	MPa	283	102		
曲げ弾性率	GPa	19.7	10.7		
電気抵抗	Ω	10 ³			
最大サイズ	m	1m*1m			
再生炭素繊維不織布ラミネート		単位		値	
マトリックス樹脂	-	FRPC	TPU	PA6	PP
ベース重量	g/m ²	350			
RCFの含有率	%	40			
積層	-	再生炭素繊維不織布ラミネート：4層			
厚さ	mm	1.0			
曲げ強度 (0°)	MPa	189	280	290	223
曲げ強度 (90°)	MPa	235	361	358	237
曲げ弾性率 (0°)	GPa	13.7	14.4	13.8	13.9
曲げ弾性率 (90°)	GPa	16.2	22.4	19.1	14.0
電気抵抗	Ω	10 ³			
最大サイズ	m	1m*1m			

※ 製品データは当社の分析に基づいており、参考用です。正確な数値は生産設備およびプロセスに依存します。



リサイクル炭素繊維プリプレグ (RCF Prepreg)



- ◆ 100%RCFから作られています。
- ◆ 熱硬化性エポキシ樹脂をマトリックスとして使用し、RCFから作られた紙または不織布と共に含浸してプリプレグを作成します。
- ◆ 対応可能な硬化温度は130° Cから150° Cの範囲です。高性能な構造や製品向けに設計されています。
- ◆ Mタイプ（通常）とKタイプ（ファスト硬化）の2種類の樹脂が選択可能。
- ◆ 航空宇宙と自動車の内装部品、スポーツ用品、電子機器、医療施設、製造工業において軽量で強度が要求されている製品に汎用可能です。

▶ 適用可能な加工技術

- ◆ シート成形複合材料 (SMC)
- ◆ オートクレーブ成形
- ◆ 巻き取り

▶ プロセス条件

成形温度 (°C)	成形時間 (min)	
	Mタイプ (通常)	Kタイプ (ファスト硬化)
130	60	15
140	45	12
150	30	9



リサイクル炭素繊維プリプレグ (RCF Prepreg)

製品仕様

製品	測定項目	単位	値	説明
リサイクル炭素繊維 紙プリプレグ	引張強度 (0°)	MPa	228	1. Matrix : RCF paper 2. M Type Resin 3. FAW = 70 g/m ² 4. RC = 65% 5. Width = 1000 mm
	曲げ強度 (0°)	MPa	382	
	曲げ弾性率 (0°)	GPa	21.4	
	引張強度 (90°)	MPa	140	
	曲げ強度 (90°)	MPa	246	
	曲げ弾性率 (90°)	GPa	15.1	
製品	測定項目	単位	値	説明
リサイクル炭素繊維 不織布プリプレグ	引張強度 (0°)	MPa	185	1. Matrix : RCF nonwoven 2. M Type Resin 3. FAW = 100 g/m ² 4. RC = 70% 5. Width = 1000 mm
	曲げ強度 (0°)	MPa	293	
	曲げ弾性率 (0°)	GPa	16	
	引張強度 (90°)	MPa	258	
	曲げ強度 (90°)	MPa	412	
	曲げ弾性率 (90°)	GPa	23	

※ 製品データは当社の分析に基づいており、参考用です。正確な数値は生産設備およびプロセスに依存します。

リサイクル炭素繊維シリーズ

“

弊社サーモリシスは、自社でリサイクルされた炭素繊維を使用し、「RCF」ブランドを立ち上げました。このブランドは、高品質のスポーツ、レジャー、日常用品を提供しています。

また、弊社の目標として将来的にはすべての製品を再びリサイクルし、環境に配慮した炭素繊維リサイクルを推進することを目指しています。

”



自転車ボトルケージ



自転車サドル



自転車ペダル



ロードバイクの
シューソール



梳き櫛



サングラス



水泳フィン



パドルテニスラケット

Thermolysis Co., Ltd.

サーモリシス株式会社

本社

【住所】 43241 台中市大肚区万興路68号

【電話】 +886 4 2698 0329

【ファクス】 +886 4 2698 0330

工場

【住所】 83162 高雄市大寮区田单三街16号

【電話】 +886 7 787 7497

【ファクス】 +886 7 787 7508

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

【メールアドレス】 info@thermolysis-asia.com

