

# 耐熱難燃性繊維“クラキス”のご紹介

株式会社クラレ 繊維カンパニー生産技術統括本部 遠藤了慶

## 1. 緒言

ポリエーテルイミド（PEI）は優れた難燃性、耐熱性、耐薬品性、誘電特性、低発煙性等の特長を兼ね備えた、非晶性の熱可塑性スーパーエンジニアリングプラスチックである（製造・販売元：SABIC Innovative Plastics）。その用途としては、自動車、電気電子、食品、医療など、幅広い分野で展開されているが、特に高度な難燃性が要求される航空機分野においては古くから広く認知された樹脂である。

最近、我々は、SABIC Innovative Plastics と共同で PEI の繊維化に成功した。本発表では、PEI 繊維（商標名：クラキス）の特徴と用途展開、ならびに、抄紙技術といった繊維加工技術を駆使して創出される熱可塑性コンポジットについて紹介する。

## 2. “クラキス”の特徴と用途展開

クラキスは、樹脂由来の特徴である難燃性、耐熱性、低発煙性を兼備し、更には良好な染色性を示す。また、不織布や織物などの二次加工性にも優れていることから、防護衣料や自動車や航空機の吸音材などに向けた用途開発を展開している。最近では、クラキスが熱可塑性であるという特長を活かし、炭素繊維などの補強繊維と複合した熱可塑性コンポジットの開発も進めている。

## 3. 繊維加工技術から創出される熱可塑性コンポジット

我々は繊維加工技術の一つである「抄紙技術」に注目して、クラキスを用いた熱可塑性コンポジットの開発を進めている。すなわち、クラキスと炭素繊維などの強化繊維を湿式抄紙法にて抄き上げ、それを熱プレスし、クラキスを熔融させてマトリックス化させることで、熱可塑性コンポジットを得ようとするものである。この製法の特徴は、コンポジット中の強化繊維の比率を 60wt%程度まで高められることや、使用する強化繊維の長さを 25mm 程度まで長くできることであり、これにより熱成型後に高い力学物性を有するコンポジットを得ることが出来る。また、成型加工時の複雑な金型への追従性にも優れ、厚み設計も容易であることから、射出成形では困難な複雑で大型、薄膜成形も可能となる。更には、強化繊維の織物とクラキスのみからなる抄紙体を積層、熱プレスすることにより、より高い力学物性を有するコンポジットを得ることもできる。当然ながら、高い難燃性も発現する。これら手法により得られた PEI/CF コンポジットの外観と代表的な物性を図 1 および表 1 に示した。



Fig.1 PEI/CF composite derived from paper making technologies.

Table 1 Typical properties of PEI/CF composite derived from paper making technologies

	Density (g/m <sup>3</sup> )	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (GPa)	Flexural Strength (MPa)	Flexural Modulus (GPa)	LOI (%)	Smoke Density (Ds)
PEI/CF (paper)	1.41	215	37	304	29	45	1.2
PEI/CF (cloth)	1.46	700	50	608	46	45	1.0

## 4. おわりに

クラキス、ならびに、それから創出される熱可塑性コンポジットは優れた難燃性を有している。各産業界にて安全安心に対する意識が高まる中で、このようなポリイミド材料が少しでも社会貢献できればと考えている。また、抄紙のような古くから伝わる繊維技術の活用が、新たな市場・技術展開の切り口として再考されることにも期待している。

## PEI繊維のコンセプト

**素材難燃**そして**染色**が可能な全く新規なエンブラ繊維素材。**低発煙性**と**風合い**も兼備し、**熱可塑性**であることから二次加工性にも優れる。**安心・安全**という高い社会性ニーズを満たす素材です。

▶ 単繊維織度	: 1.7dtex~
▶ 引張強度	: 2.6cN/dtex
▶ 伸度	: 70%
▶ ガラス転移温度(Tg)	: 215℃
▶ 熱収縮率 at 180℃	: <3%
▶ L.O.I.	: 31
▶ 発煙性	: 極めて少ない
▶ 染色性	: 良好
▶ その他	: 熱可塑性



\*All data were measured by Kuraray's method. Above indicated values are not guaranteed figure, all specifications are subject to change without notice.

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

1

## 難燃テキスタイル

### 特長

- 難燃性
- 染色性
- 良風合い

### 潜在用途

- 工場作業衣
- 壁布
- 各種シート生地  
(航空機、鉄道など)



Photo by Nihon Keori co., Ltd.

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

2

## フェルト

### 特長

- 難燃性
- 低発煙性
- 吸音性
- 断熱性

### 潜在用途

- カーペット(輸送機器分野)
- 建材(ファイヤープロッキング層)



All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

3

## 今、何故に“コンポジット”なのか？



All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

4

## 繊維加工技術を利用したコンポジット

(熱可塑性繊維＋強化繊維)×**繊維加工技術**

熱可塑性コンポジット用の中間基材。用途目的に合わせて4種類のタイプを提供します。『繊維加工技術』を活かして、従来手法では得られない成型品を、より簡便に製造することができます。



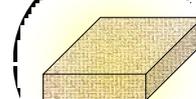
①混抄紙  
(抄紙技術)



②紙&クロススタック  
(抄紙技術)



③コミングルヤーン  
(混織技術)



④混合不織布  
(不織布技術)



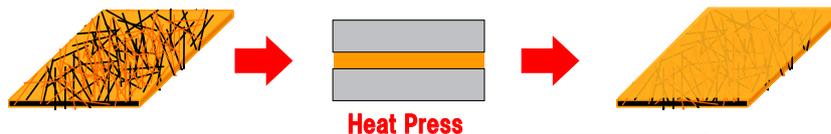
All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

5

## ①混抄紙

PEI繊維(短繊維) / GF or CF (短繊維)



この繊維基材により得られる特長…

### (対射出成型)

- 高い強化繊維含有率(～50wt%)
- 長い強化繊維を使用することができる(～25mm).
- 基本的に強化繊維の異方性がない
- 中～大型での薄物成形が可能(0.3mm厚～)
- 高い含浸性(熱可塑性繊維と強化繊維がZ軸方向にランダム)

### (対熱硬化性樹脂)

製造コストの低減



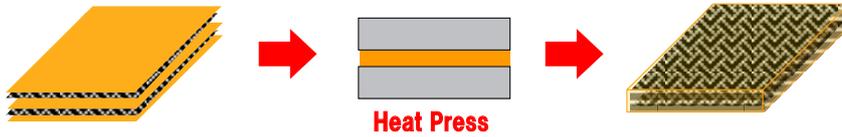
All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

6

## ②紙 & クロススタック

PEI繊維 (紙) / GF or CF (クロス)



この繊維基材により得られる特長…

(対混抄紙繊維基材)

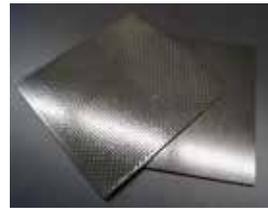
高い力学特性

(対フィルム・含浸法)

材料設計の自由度が高い(厚み、目付設計が比較的容易)

含浸性、脱泡性が比較的容易

高い賦形成型性

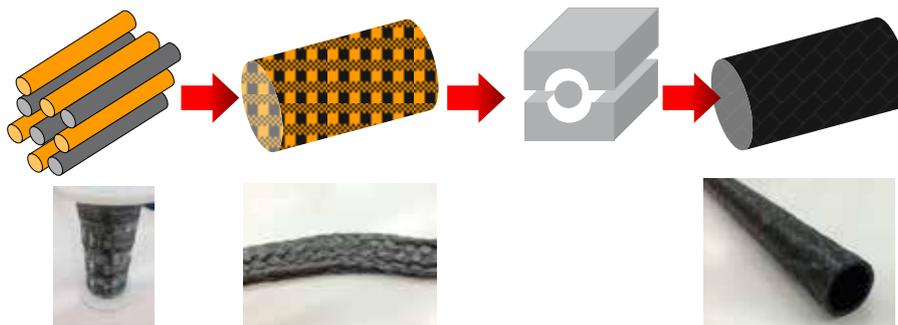


All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray 7

## ③コミングルドヤーン

PEI繊維 (フィラメント) / CF or GF (フィラメント)



この繊維基材により得られる特長…

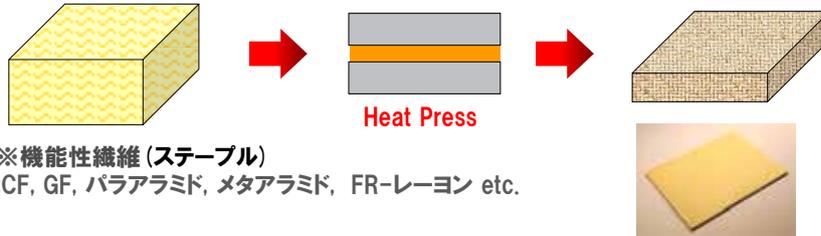
- パイプ型コンポジットの成型
- 高い力学特性(連続繊維使用による)

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray 8

## ④ 混合不織布

PEI繊維 (ステープル) / 機能性繊維 (ステープル)



この繊維基材により得られる特長…

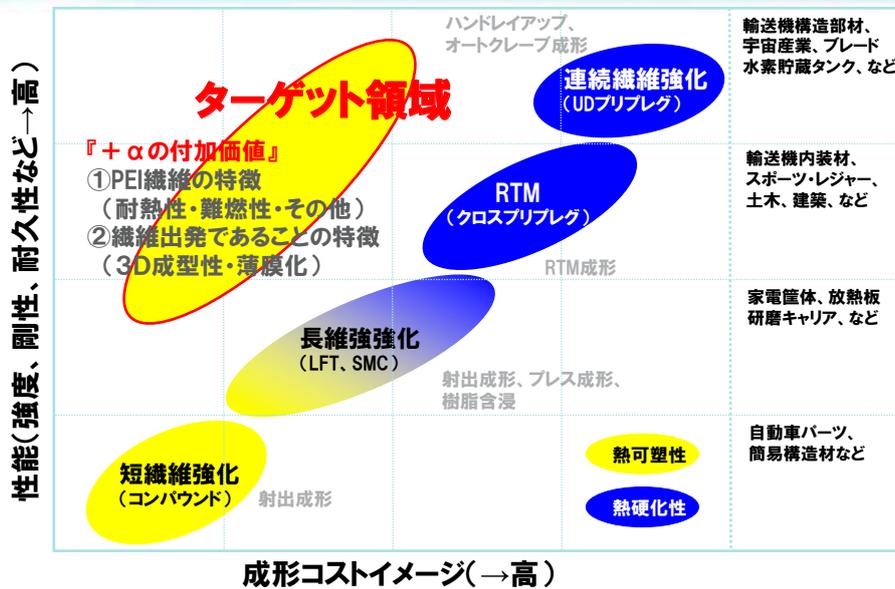
- 低密度ボード
- 吸音・断熱特性
- 高い賦形性

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

9

## 繊維技術を利用したコンポジットの位置づけ



All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

10

## PEI/GFコンポジットの外観

### 特徴

- 優れた耐熱性
- 優れた力学物性
- 3D立体成型
- 密度制御（吸音性の付与）
- 軽量性、リサイクル性
- 二次加工、賦形成型
- ウエルドレス



### 顧客価値

- システムコスト、軽量化
- 環境対応素材
- 航空機、車両鉄道認証（FAR、DIN、BS規格）

Photo by Oji Holdings co., ltd.

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

11

## PEI/GFコンポジットの代表物性

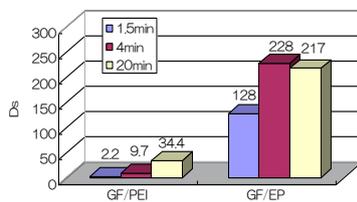
### Mechanical properties

	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Tensile strength (MPa)	Flexural Strength (MPa)	Flexural Modulus (GPa)
GF/PEI (paper composite)	1.64	159	259	12
	1.33	149	195	9
	1.12	99	110	6

### Flame & heat resistance

	LOI (JIS K 7201)	DTUL (JIS K 7191)	UL94 (UL94)
GF/PEI (paper composite)	43.3%	206°C	V-0

### Smoke density (ASTM E 662)



### Smoke density (BSS7239)

	HF	HCl	HCN	SOx	CO	NOx
GF/PEI (paper composite)	-	-	2	<20	80	<2
GF/EP (reference)	-	-	5	<20	180	<20

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray

12

## PEIコンポジットの物性例

		PEIコンポジット			
		射出成型	混抄紙 (短繊維)	紙&クロススタック (連続繊維)	
補強繊維		GF	GF	CF	CF
密度	g/cm	1.55	1.64	1.45	1.46
引張強度	MPa	130	159	268	700
曲げ強度	MPa	181	259	360	608
曲げ弾性	GPa	5	12	24	46
荷重たわみ温度	°C	200	206	209	209
LOI	%	45	45	45	45
UL94 (2mm)		V-0	V-0	V-0	V-0

耐熱性と難燃性を兼備した高性能コンポジット  
航空機、鉄道、船舶などへの適用が可能

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray 13

## PEIコンポジットのいろいろ

紙・不織布形態なので、金型追従性に優れる。また、厚みも自由に設計可能。



大型薄肉成形物  
(0.3 mm厚)



複雑な形状も  
しわ無く成型可能  
(協力:ラビート社)



複雑なエンボス加工  
構造により剛性付与  
(協力:ラビート社)

All contents (c) copyright KURARAY CO., LTD. All rights reserved.

kuraray 14