

## 研究ノート

## 不連続繊維強化熱可塑性樹脂サンドイッチ構造材の開発

深谷憲男<sup>\*1</sup>、吉田清宏<sup>\*1</sup>、中西裕紀<sup>\*1</sup>、原田真<sup>\*1</sup>

## Development of Discontinuous Fiber Reinforced Thermoplastic Resin Sandwich Structural Material

Norio FUKAYA<sup>\*1</sup>, Kiyohiro YOSHIDA<sup>\*1</sup>, Yuki NAKANISHI<sup>\*1</sup> and Makoto HARADA<sup>\*1</sup>Mikawa Textile Research Center<sup>\*1</sup>

軽量で優れた力学的特性を有する炭素繊維は高価なことから、使用量を減らして質量効率の高い利用法が求められている。そこで、本研究では、炭素繊維に熱可塑性樹脂を半含浸させた繊維束を用いてランダム配向させたシート材を作製し、硬質発泡ウレタン樹脂と組み合わせてサンドイッチ構造材の開発を行った。3点曲げ試験を行ったところ、質量当たりの最大曲げモーメントの向上が確認された。

## 1. はじめに

近年、炭素繊維長が約 2~20mm の単糸を熱可塑性樹脂中に平面ランダムに配置させ、面内等方的な力学特性を示す不連続炭素繊維からなる熱可塑性プレス基材の開発が行われている<sup>1)</sup>。しかしながら、繊維の偏った配向や分散性が良好でないなどの理由から、繊維強度発現率の低下などの問題が発生していた。

そこで、本研究では、柔軟性を有し、ハンドリング性の良い、一方向に引き揃った熱可塑性樹脂繊維と炭素繊維を混織させた半含浸コミングルヤーンを約 25mm の長さにカットし、それらを繊維配向がランダムになるように積層して、熱プレスによりシート状に成形した。このようにして作成した炭素繊維ランダム配向シートを用いて、発泡させた硬質ウレタンにより接着させたサンドイッチ構造材を作製し評価を行った。

## 2. 実験方法

## 2.1 シート作製材料

シート作製の材料には、半含浸コミングルヤーン(カジレーネ(株)製、幅約 8mm、厚み約 0.1mm、1334dtex、Vf.48.7%、熱可塑性樹脂部:三菱ガス化学(株)製芳香族ポリアミド LEXTER8500、炭素繊維部:三菱ケミカル(株)製 TR50S-12k)を使用した。

コア材の硬質発泡ウレタン樹脂は、(株)エポック製 U-02-010、常温発泡(20℃、20 倍発泡)ハンドミキシング用を使用した。

## 2.2 不連続繊維強化熱可塑性樹脂シート成形

本研究における不連続繊維強化熱可塑性樹脂シートの作製工程を図 1 に示す。

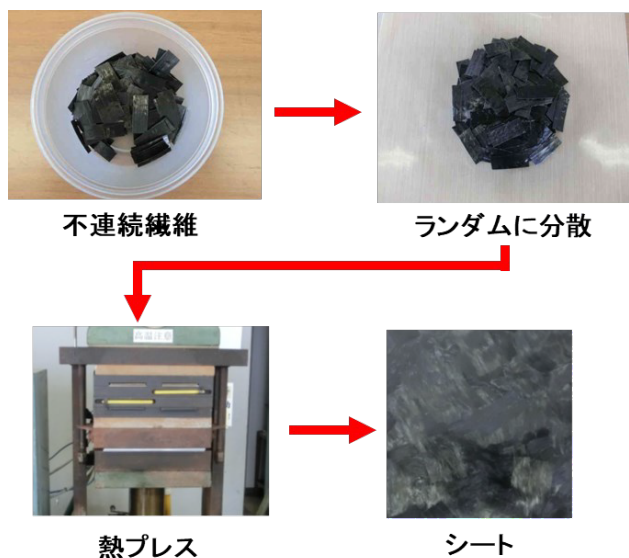


図 1 不連続繊維強化熱可塑性樹脂シート製作工程

半含浸コミングルヤーンを長さ約 25mm にカットした不連続繊維 5g を、離型シート(テトラス G105 日本ポリマー(株)製)の上にランダムに分散させた。そして、熱プレス((株)神藤金属工業所製)により 270℃、2.9MPa で 1 分間プレスし、その後、水冷式冷盤で 3 分間冷却した。

このように作製したシートを 1 層シート材とした。このシート材を用いた積層工程の概要を図 2 に示す。2 層シート材は、1 層シート材を 2 枚重ねて熱プレスにより 270℃、2.9MPa で 1 分間プレスし、その後、水冷式冷盤で 3 分間冷却した。そして、4 層シート材は、2 層シート材を 2 枚重ねて熱プレスで 270℃、0.98MPa で 3 分間プレスし、その後、水冷式冷盤で 3 分間冷却した。

<sup>\*1</sup> 三河繊維技術センター 産業資材開発室

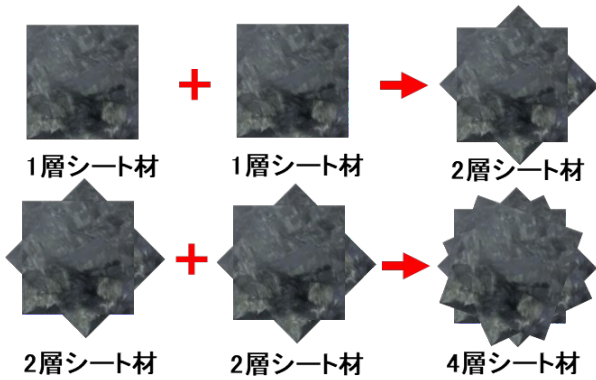


図2 シート材積層工程概要

2.3 サンドイッチ構造成形

2枚の2層シート材間に硬質発泡ウレタン樹脂を挟み発泡及び接着させた(図3)。2枚の2層シート材間に硬質発泡ウレタン樹脂8gを塗布し、2枚のアルミ板にはさみ、厚さ4mmのスペーサーを入れて、アルミ板の4辺をクリップで固定し、室温下で発泡接着し、そのまま硬化させた。

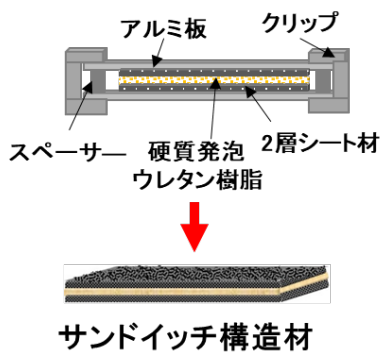


図3 サンドイッチ構造成材発泡接着工程

2.4 寸法・密度測定

成形したシート材とサンドイッチ構造成材から長さ80mm、幅10mmの試験片をそれぞれ5個切り出した。そして、質量と寸法を測定して密度を求めた。

2.5 3点曲げ試験

万能試験機(AG-50kNXPlus(株)島津製作所製)により、3点曲げ試験を行った。圧子半径は5mm、支点半径は5mm、支点間距離は30mm、試験速度は2mm/min、試験雰囲気は温度23℃、相対湿度50%とし、試験片が破壊するまでの荷重と変位を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 3点曲げ試験結果

4層シート材とサンドイッチ構造成材の試験後の様子を図4に示す。4層シート材は、圧子部分でV字に割れていた。一方、サンドイッチ構造成材は、コア材である硬質発泡ウレタン樹脂部分が変形し、構成しているシート材は、目立つ割れは生じていなかった。

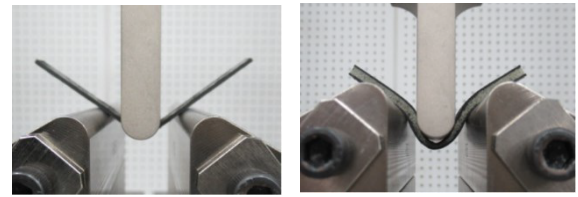


図4 左:4層シート材 右:サンドイッチ構造成材

3点曲げ試験結果から得られた算出した物性一覧を表1~3に示す。最大荷重に着目すると、2層シート材は20.8N、変動係数0.278、4層シート材は54.0N、変動係数0.244、サンドイッチ構造成材は、123N、変動係数0.108となり、4層シート材よりも2倍以上向上しており、変動係数も小さくなり、硬質発泡ウレタン樹脂によってバラツキが抑えられていることが確認された。また、質量当たりの最大曲げモーメントは、4層シートと比較して70%以上向上した。一方、曲げ強さと曲げ弾性率は、2層シート材と4層シート材と比べ、サンドイッチ構造成材は、1/5程度の値となったが、密度当たりの曲げ強さ(比曲げ強さ)、密度当たりの曲げ弾性率(比曲げ弾性率)に換算すると2層シート材と4層シート材と同等以上の結果となった。

表1 2層シート材試験結果

	曲げ強さ $\sigma$ (MPa)	曲げ弾性率 E (GPa)	比曲げ強さ ( $\sigma^{1/2}/\rho$ )	比曲げ弾性率 ( $E^{1/2}/\rho$ )	最大荷重 F(N)	曲げモーメント/質量 (Nm/g)
平均	167	6.61	13.2	1.91	20.8	1.45
標準偏差	48.0	2.39	2.64	0.248	5.77	0.441
変動係数	0.288	0.361	0.200	0.130	0.278	0.304

表2 4層シート材試験結果

	曲げ強さ $\sigma$ (MPa)	曲げ弾性率 E (GPa)	比曲げ強さ ( $\sigma^{1/2}/\rho$ )	比曲げ弾性率 ( $E^{1/2}/\rho$ )	最大荷重 F(N)	曲げモーメント/質量 (Nm/g)
平均	160	7.93	11.2	1.77	54.0	1.95
標準偏差	47.1	2.63	1.16	0.129	13.2	0.409
変動係数	0.296	0.332	0.103	0.0726	0.244	0.210

表3 サンドイッチ構造成材試験結果

	曲げ強さ $\sigma$ (MPa)	曲げ弾性率 E (GPa)	比曲げ強さ ( $\sigma^{1/2}/\rho$ )	比曲げ弾性率 ( $E^{1/2}/\rho$ )	最大荷重 F(N)	曲げモーメント/質量 (Nm/g)
平均	32.3	0.940	13.0	2.20	123	3.39
標準偏差	2.92	0.360	0.252	0.292	13.2	0.211
変動係数	0.0903	0.382	0.0194	0.133	0.108	0.0624

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 最大荷重は、4層シート材と比較してサンドイッチ構造成材は2倍以上向上した。
- (2) 質量当たりの最大曲げモーメントは、4層シートと比較して70%以上向上した。
- (3) サンドイッチ構造成材は、物性のバラツキが抑制される傾向が確認された。

文献

- 1) 橋本雅弘, 岡部朋永, 西川雅章: 日本複合材料学会誌, 37(4), 138(2011)