

熱可塑性ポリウレタンを母材とする複合材の中間基材と機械的特性に関する研究

日大生産工（院） ○荻原 研 日大生産工 平林 明子
日大生産工 平山 紀夫 第一工業製薬（株）廣瀬 成相

1. 緒言

実用化が進む炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は、母材である樹脂を炭素繊維で強化した複合材料である。一般的に、CFRPには熱硬化性樹脂が採用されている。熱硬化性樹脂は、低粘度状態で炭素繊維に含浸させることができる。一方で、熱硬化性樹脂の特徴から、リサイクルは難しい。そこで近年、熱可塑性樹脂を母材に採用した炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(CFRTTP)が注目されている¹⁾。CFRTTPは、軽量化に貢献が可能であり、熱可塑性樹脂を採用しているため、再溶融が可能であることから、リサイクル性に優れている。そのため、自動車などの構造部材への使用が検討されている。しかし、熱可塑性樹脂は高粘度状態で含浸を行うため、含浸が困難である²⁾。また、機械的特性もCFRPに比べ低いことや、熱の影響を受けやすいことが課題になっている。そこで、水系エマルジョン状の熱可塑性樹脂を採用することで容易に含浸可能な成形法であることを検証した³⁾。さらに、母材樹脂に架橋剤を添加し、一部架橋させることにより機械的特性および熱的特性の向上することを検証した。本研究では、中間基材作製の際の乾燥温度を検討した。また、本研究で母材として用いるスーパーフレックス 130(sf130)には造膜助剤(N-メチル-2-ピロリドン、以降 NMP)が含まれている。造膜助剤が含まれていないスーパーフレックス 130NS(sf130NS)を母材に使用し、造膜助剤が成形品のボイド率に影響を与えるか検討を行った。

2. 成形方法

2.1 含浸

強化材として炭素繊維(T300-12K, 東レ株式

会社)の一方方向織物(サカイ産業株式会社)、母材として水系エマルジョン状熱可塑性 PU(スーパーフレックス 130, 第一工業製薬株式会社)を用いた。含浸方法は浸漬含浸を行った。PU エマルジョンに炭素繊維を、30 秒ほど浸漬し、ローラーを用いて脱泡を行った。その後、予備乾燥として室温で24時間以上静置し、本乾燥として真空乾燥炉で乾燥を行った。乾燥時間は、100℃の真空状態において5時間で中間基材の質量変化が収束したため、5時間とした。乾燥温度は中間基材に悪影響が出ない範囲、100℃、120℃、140℃、160℃、180℃で検討した。

2.2 ホットプレス

準備した中間基材を以下の手順に従い、ホットプレス法によって成形した。成形は真空金型を用いて真空状態で行った。中間基材を8枚積層させ、0.5MPaで600s溶融、6.8MPaで600s加熱加圧を行った。次に、水冷で50℃まで冷却し、板厚2mmの成形品を得た。温度条件とそれぞれの厚さ、厚さから算出した繊維体積含有率をTable 2に示す。

Table 1 Molding material

Carbon fiber fabric		
Fiber direction	Warp	Weft
Type	T300-12K	Glass yarn
Tex	0.8 g/m	0.037 g/m
Weave density	8.4/25mm	7.2/25mm
Fiber density	1.76 g/cm ³	2.58 g/cm ³
Matrix		
	Superflex 130	Superflex 130 NS
Nonvolatile content	35 ± 1 wt%	30.6 wt%
Average particle diameter	0.03 μm	0.02 μm
Melting point	216℃	
Film forming assistant	○	×

Studies on the mechanical properties of composite materials based on thermoplastic polyurethane

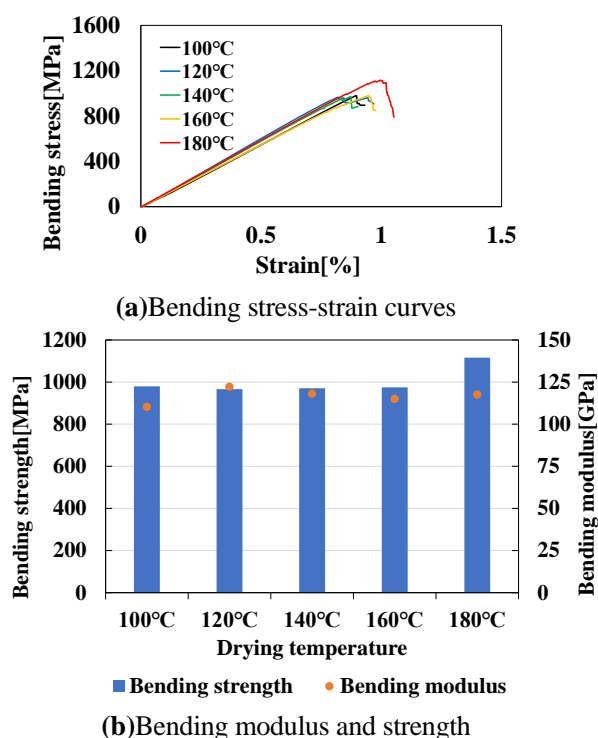
Ken OGIHARA, Akiko HIRABAYASHI
Norio HIRAYAMA and Masaharu HIROSE

Table 2 Molding conditions and results

Drying temperature[°C]	100	120	140	160	180
Molding Temperature[°C]	240				
Thickness[mm]	2.07	2.00	2.06	2.07	2.08
Vf [%]	60.6	62.1	60.3	59.9	59.5

3. 曲げ試験

機械的特性評価として、JIS K 7074に準拠し、三点曲げ試験を行った。100mm×15mmに切断し、試験片とした。Table 2の条件で成形した複合材料の三点曲げ試験結果について、各乾燥温度条件から得られた応力-ひずみ線図の代表値と曲げ弾性率および強度の平均値をFig. 1に示す。中間基材の乾燥温度を上げた場合、曲げ弾性率にあまり変化はみられなかったが、曲げ強度に関しては強度の向上がみられた。180℃乾燥に関しては、100℃乾燥の試験片に対して曲げ強度が13.9%向上した。

**Fig 1** Bending test result (drying temperature)

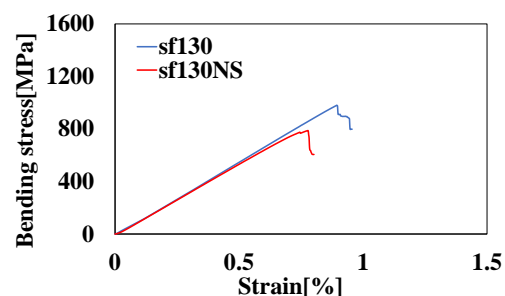
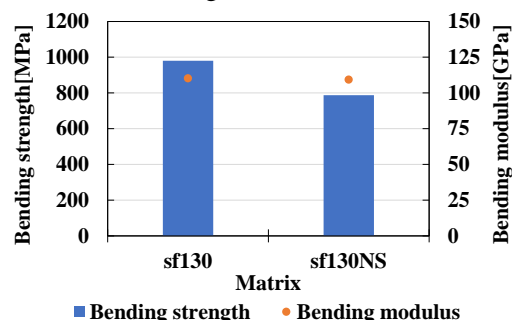
4. 造膜助剤の影響

母材の樹脂に含まれているNMPが成形品内のボイド率に影響を与えている可能性を考え、比較を行った。乾燥温度は100℃として、2.1と同様に試験片を作製した。母材にsf130を使用した成形品とsf130NSを使用した成形品の、それぞれの厚さ、厚さから算出した繊維体積含有

率をTable 3に示す。また、比重を計測してボイド率を算出した結果として、ボイド率は0.6%の差しかみられなかった。応力-ひずみ線図と曲げ弾性率および強度をFig. 2に示す。

Table 3 Molding results

Matrix	MNP	Thickness [mm]	Vf [%]	Specific gravity [-]	Void ratio [%]
sf130	○	2.07	60.6	1.51	1.06
sf130NS	×	2.16	57.3	1.51	1.65

**(a)** Bending stress-strain curves**Fig 2** Bending test result (with or without NMP)

5. 結言

- 1) 中間基材の乾燥条件を比較した。その結果、乾燥条件が100℃に対して180℃は13.9%の強度向上がみられた。
- 2) 曲げ弾性率に関して、差はみられなかった。
- 3) NMPが成形品内のボイドに影響を与える可能性は低い。

参考文献

- 1) 入澤寿平, 橋本玲央, 荒井政大, 田邊靖博, 熱耐性CFRTP母材としての非晶性芳香族系熱可塑高分子の適合性調査, J. Fiber Sci. Technol, 73(3), 61-66(2017)
- 2) 大野秋夫, 安江昭, 井上茂樹, 西田正三, 羽生芳史, セミプレグを用いた革新的CFRTP成形加工技術の開発, 日本製鋼所技報 No.66(2015.10)
- 3) Atsushi Sumida, Hitoshi Kazama, Akiko Hirabayashi, Norio Hirayama, Comp-2-3-12, ACCM-11, P.48