

架橋剤の添加量が CF RTP の成形条件と機械的特性に及ぼす影響

日大生産工 (学部) ○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、低分子量(モノマー)すなわち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、母材樹脂に熱可塑性樹脂を採用した炭素繊維強化熱可塑性プラスチック (CFRTP) が注目されている¹⁾。CFRTPは、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。しかし、熱可塑性樹脂は高分子量(ポリマー)すなわち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に比べ低いことが知られている。本研究では、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の向上を試みた。しかし、架橋剤を添加したことにより、熱可塑性樹脂の特徴である再溶融が困難になる可能性がある。また、適した成形温度が変化する可能性が考えられたため、架橋剤を添加した際の適した成形温度と再溶融が可能であるかについて検討する。

2. 実験方法

2.1 成形

強化材として炭素繊維の一方向織物、母材として水系エマルジョン状熱可塑性 PU(第一工業製薬(株)のスーパーフレックス 130)を用いた。架橋剤は水性樹脂用架橋剤を使用した。含浸方法は浸漬含浸を行った。炭素繊維に純水で 1.2 倍に希釈した水系エマルジョン状熱可塑性 PU を、ローラーを用いて脱泡を行い

ながら 30 秒ほど浸漬し、余分な樹脂を落として室温で 24 時間以上乾燥させた。架橋剤を添加する場合は、架橋剤を水系エマルジョン状熱可塑性 PU に添加し攪拌をした後に浸漬を行った。架橋剤は、第一工業製薬(株)より推奨されている添加量を添加した。次に、真空状態で 100℃ 5 時間の乾燥を行った。

こうして準備したプリプレグ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。プリプレグを 8 枚積層させ、0.5MPa600s で溶融、6.8MPa600s で加熱加圧を行った。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 1 に示す。

Table 1 Molding conditions and results

Molding temperature[°C]	PU only		PU+Crosslinking agent		
	230	240	230	240	250
Thickness[mm]	2.14	2.04	2.15	2.08	2.01
VF[%]	58.7	61.4	58.3	60.2	62.5

2.2 CFRTP の機械的特性評価

CFRTP の機械的特性評価として、三点曲げ試験を行った。100mm×15mm に切断し、試験片とした。試験本数は 3 本とした。その他は JIS K 7074 に準拠して実施した。

2.3 二次加工

架橋剤を添加し、一部架橋させた複合材料は再溶融が可能かどうか、簡易的な二次成形を行った。手順としては 220℃の炉で 10 分間溶融、取り出した後に V ブロックを使用し荷重を加えた。二次成形を図解したものを Fig.1 に示す。

Effect of addition amount of cross-linking agent on molding conditions and mechanical properties of CFRTP

Ken OGIHARA, Akiko HIRABAYASHI
Norio HIRAYAMA and Masaharu HIROSE

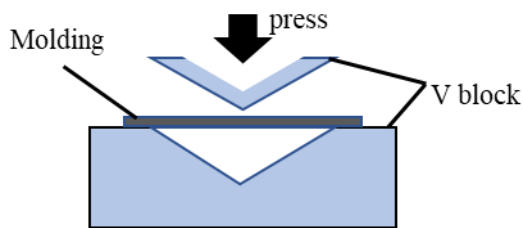


Fig.1 Illustration of secondary molding

3. 実験結果

3.1 三点曲げ試験

Table 1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、得られた応力ひずみ線図をFig.2に示し、曲げ弾性率及び強度をFig.3に示す。

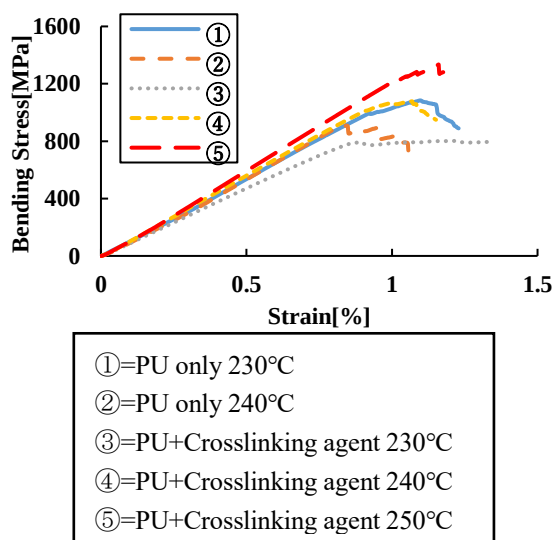


Fig.2 Bending stress-strain curves

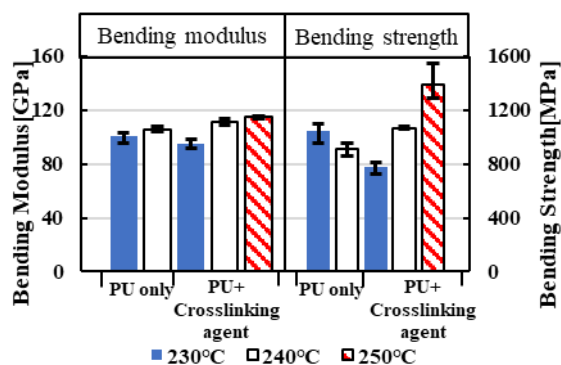


Fig.3 Bending modulus and strength

PUのみは230°Cと240°Cに差が出なかったのに比べ、架橋剤を推奨量添加した場合、プレス温度の上昇に伴って機械的特性が向上した。しかし、250°C以上になるとPUは熱分解を開始する。したがって、本研究で実施した成形法では、架

橋剤を添加する場合の適性温度は250°Cと考えられる。

3.2 二次成形

架橋剤を添加しても、再溶融可能かどうか二次成形により検証を行った。結果をFig.4に示す。適切な架橋剤の添加量であれば再溶融が可能であることが分かった。

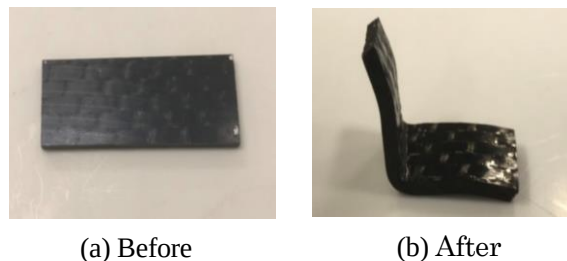


Fig.4 Secondary molding

4. 結言

- CF RTPに架橋剤を添加することで適した成形温度が変化するのはと考えた。結果、架橋剤を添加すると適した成形温度が上昇する。
- 一部架橋反応を起こさせても再溶融可能かどうかを検証した。その結果、推奨の量であれば再溶融が可能である。
- 架橋剤を添加したことにより、曲げ強度が3割上昇した。

参考文献

- 1) 入澤寿平, 橋本玲央, 荒井政大, 田邊靖博, 熱耐性CF RTP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CF RTP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