

現場重合型 CFRTP シートの開発および LFT-D の複合化に関する研究

日大生産工(院) ○萩野谷 健吾 日大生産工 平林 明子 平山 紀夫
名古屋大 石川 隆司 井沢 省吾

1 緒言

現在、自動車業界においては、高速成形やリサイクルは重要な要素となるため、再熔融・再成形が可能である熱可塑性の樹脂を用いた繊維強化熱可塑性プラスチック (Fiber Reinforced Thermal Plastics : FRTP) の開発が求められている。しかし、従来の成形法においては粘度の高いポリマー状態の樹脂を成形に用いていたため、樹脂を含浸させる際に高温・高圧が必要となり、また連続繊維を強化材とするのは困難であった。

そこで近年、母材を低粘度のモノマー状態で連続繊維へ含浸させ、成形現場で重合反応を起こす現場重合ポリアミド6(以下 PA6)を使用した、連続繊維にて強化されたプラスチックが開発され、従来の短繊維 FRTP では強度不足であった構造材への適用が検討されている。しかし、現場重合型PA6は低湿度環境が必要なため、従来の研究²⁾はVaRTM法を採用しており、より生産性の高い連続成形法の開発や成形形状の自由度向上が次の課題として挙げられる。

そこで本研究では、現場重合型PA6を母材としたFRTPの連続成形を行う。

また、名古屋大学ナショナルコンポジットセンターが開発した、長繊維を用いた新たなCFRTPであるLFT-D材との複合化を行い機械的特性の評価を行う。

2 成形方法

2.1 供試材

母材には、ナガセケムテックス(株)の現場重合型PA6を用いた。この製品は樹脂 A,B の二種類があり、樹脂 A は ϵ -カプロラクタムと触媒、Bは ϵ -カプロラクタムと活性剤が混合されたもので、これらを熔融・混合することで重合し、PA6 となる。先行研究³⁾により現場重合型PA6 のアニオン開環重合において、表面処理剤に含まれているカルボン酸がモノマーの重合を阻害するため強化材には、比較的

害の起こりにくい、帝人株式会社の HTS40-F22-12Kを選択した。

2.2 樹脂供給法

本成形法では樹脂を連続的に供給する必要がある。また、 ϵ -カプロラクタムと活性剤はともに常温個体であり、先行研究により 110°Cでの熔融攪拌が必要となるので、樹脂 A,B を加熱した状態で繊維に供給できる装置を開発した。

2.3 成形方法

炭素繊維は引取機によって、220°Cに保持された重合金型内部へ引き取られる。金型の長さは 1m、成形部寸法は幅 150mm 厚さ 0.6mm である。樹脂供給装置により樹脂は重合金型へ入る直前に繊維へと供給され、表面を保護するためのフィルム(日東電工(株) NITOFLO® No.970- 2UL 厚さ:0.07mm)に挟まれながら引き取られる。また、加熱時間は重合に必要な 4分30秒とした。



Fig.1 Sheet Molding Machine

3 成形結果

3.1 寸法評価

得られた連続成形品についてノギスを用いて、成形品の厚さ、幅を測定した。各5カ所を測定した平均は、厚さ 0.45mm、幅 24mm であ

Development of in-situ polymerization type CFRTP sheet and research on composite of LFT-D

Kengo HAGINOYA, Akiko HIRABAYASHI, Norio HIRAYAMA
Takashi ISHIKAWA and Shogo IZAWA

った。

3.2 繊維体積含有率

前節で測定した寸法と、繊維の物性値から成形品に含まれる繊維の体積を算出し、成形品全体の繊維体積含有率を算出したところ 37.7% となった。

3.3 未反応モノマー残存率

得られた成形品について未反応モノマー残存率を測定²⁾した。試験片は、成形したシート材から切断した後、60℃で24時間乾燥し、この時の質量を初期質量(M_0)とした。その後、80℃の温水に72時間浸漬し、この工程で未反応モノマーを抽出した。未反応モノマーを抽出した後の試験片を再度60℃にて72時間乾燥させ、この時の質量を抽出後(M_1)質量とした。以上の方法で測定した各質量と次式より未反応モノマー残存率(M_u)を求めた。

$$M_u(\%) = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

成形品から5か所切り出した未反応モノマー残存率の平均値は3.8%であった。

3.4 3点曲げ試験

成形品の曲げ強度及び曲げ弾性率を評価するために JIS K 7074 に準じた3点曲げ試験を行った。連続成形品を所定の長さで切断し、5枚積層し、230℃・3MPaにて10分間加熱・3分間加熱・加圧したものを切り出して試験片とした。試験条件と結果を Table1, Fig.2 に示す。

3.5 LFT-D 材との複合化

LFT-D 材をコア材とし、得られた成形品を表層に1層0°方向に使用したサンドイッチ材をプレス成形にて製作し、3.4節同様の曲げ試験を行った。プレスに用いた真空金型成形部寸法は長さ220mm、幅15mm、厚さ2mmであり、220℃にて10分加熱・5秒加熱・加圧し、切り出すことで試験片とした。試験条件と結果を Table1, Fig.2 に示す。

試験条件、結果ともに値は平均値で、試験片数はCFRTPが5本、サンドイッチ材については4本であった。

ここで、VaRTM成形品については先行研究²⁾より引用した値であり、成形に用いている繊維の表面処理剤が未処理のものである。また、綾織の繊維を用いているため値を2倍にして

比較に用いている。

先行研究と比較し、同等の曲げ特性を持つCFRTPの成形ができた。しかし、繊維にアセトン洗浄を行うことで曲げ強度、曲げ弾性率共に2倍程度の値になるという報告²⁾から繊維に適切な処理を行うことでCFRTP、サンドイッチ材共に特性の向上を図ることができると考えられる。

Table1 FRTP and Bending Properties

	CFRTP	Sandwich Composite
Thickness	2.11mm	2.19mm
Width	14.89mm	15.01mm
Span	80mm	80mm
Test speed	5mm/min	5mm/min

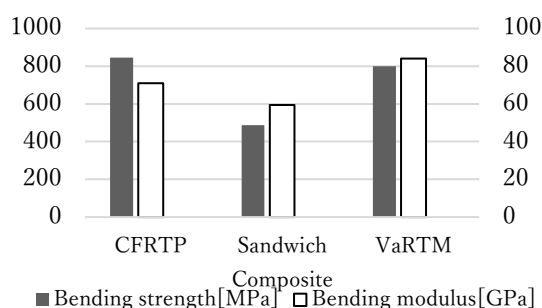


Fig.2 Bending test results

4 結言

- 1) 現場重合型PA6を用いた本成形法では、従来では困難であった連続成形を、短時間で行うことが可能であることを示した。
- 2) 炭素繊維に適切な処理を行うことでCFRTPの機械的特性の向上を図る。

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

「参考文献」

- 1) 西田裕文, MATERIAL STAGE, 1(2002), 58
- 2) 中村幸一, 平山紀夫, 西田裕文: 日本複合材料学会誌, 35, 5(2009), 195-202.