

CFRTP モールディング材の連続成形条件の検討

日大生産工(院) ○萩野谷 健吾

日大生産工 平林 明子

日大生産工 平山 紀夫

1 緒言

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型ポリアミド 6(PA6)を使用した連続繊維強化 FRTP が開発¹⁾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、低湿度環境が必要とし、従来の研究²⁾は密閉金型を使用する VaRTM 法を採用しており、より生産性の高い成形法の開発や形状の自由度が課題として挙げられる。そこで本研究では、フィルムを用いることで、空気に触れることを防ぎながら連続成形を行った新規な FRTP モールディング材の開発について報告する。

2 成形法および成形装置概要

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、これらを溶融・混合することで重合し、PA6 となる。先行研究¹⁾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、比較的に重合阻害の起こりにくい、東邦テナックス株式会社の HTS40-1200 を選択した。本成形で使用した炭素ロービングの物性値を 表1 に示す。

表1 炭素ロービングの物性値

名称	密度 [g/cm ³]	Tex [g/1000m]	縦弾性係数 [GPa]
HTS40-1200	1.77	800	240

2.2 保護フィルムの選定

本成形法においては成形品を一對の保護フィルムにて挟み込んだ状態で加熱することで重合阻害の要因となる空気への接触を防ぎ、

かつ摩擦の小さいフィルム(NITOFILON® No.900 UL)を採用することで引取時成形品にかかる摩擦を減らし、成形品の表面性状を向上させることを目的としている。

2.3 樹脂供給法

ϵ -カプロラクタムと活性剤は共に常温固体であり、先行研究より 110℃での溶融攪拌が必要となる。そこで樹脂A,Bを、110℃で加温し、スタティックミキサーで攪拌、炭素繊維に供給・含浸させる。図1 に本研究で開発した樹脂の連続混合供給装置の概略図を示す。

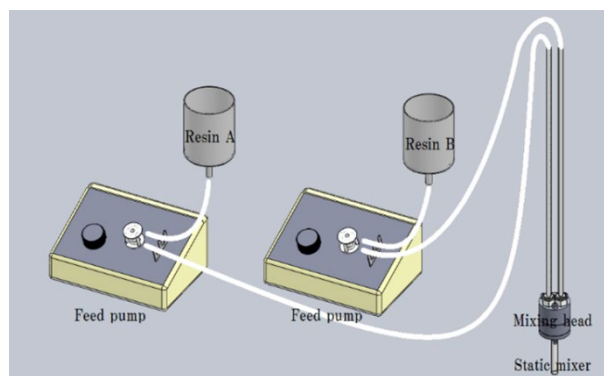


図1 樹脂供給装置概略図

2.4 加熱時間の選定

成形に必要な重合時間の把握のため樹脂単体の重合時の温度測定を実施した。加熱温度を 200℃とした場合の結果を図2 に示す。温度低下が5分後に観測されたことから重合が完了していると考えられるが、十分な重合を確保するため加熱時間は6分とした。

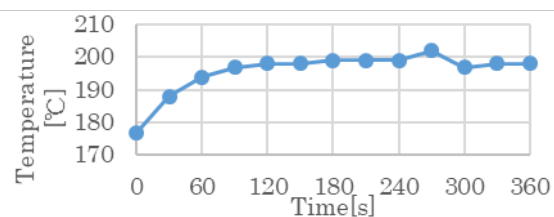


図2 樹脂温度履歴

Consideration of continuous molding method of CFRTP molding material

Kengo HAGINOYA, Akiko HIRABAYASHI and Norio HIRAYAMA

2.5 成形方法

炭素繊維は成形ライン方向に引出され、保護フィルムとともに重合金型入口を通過する。重合金型は入口下型が 300mm 突出した上下合わせ型であり、この突出部で繊維は予備加熱される。金型の成形部寸法は長さ 1m 幅 150mm 厚さ 0.6mm である。加熱時間は重合に必要な 6 分とした。



図3 成形装置

3 表面処理法の検討

表面処理剤が重合反応を阻害するため、アセトンによる洗浄と 0.2%水酸化ナトリウム・メタノール溶液による中和処理を施したものと未処理のものの三種類の未反応モノマー残存率を比較した。測定法については、成形方向の先端から順に 4 か所取得した試料を 24 時間 60℃にて乾燥後に重量測定し、80℃の温水に 72 時間浸漬後、再度 60℃で 72 時間乾燥、その重量変化から算出した。なお、処理方法を比較するため、供給装置は用いずに成形を行い 200℃で重合させた。結果の平均値は未処理が 6.6%、アセトン洗浄が 5.6%、中和処理が 5.0%であった。

4 成形品の評価

検討した条件において一番良好な未反応モノマー残存率を得た条件である、中和処理を施した繊維について、本研究で開発した成形装置を用いて連続成形を行った。成形品の未反応モノマー残存率を表 3 に示す。また、図 4、断面図を図 5 に示す。



図4 成形品表面



図5 成形品断面図

図5より、成形品中央部まで樹脂が含浸していることが確認できた。しかし、内部に複数のボイドが発生していることも確認された。ボイドの一部は未反応モノマーが顕微鏡サンプル作成時の湿式研磨で流出したものと考えられる。

また、繊維体積含有率については、形状寸法より成形品の体積を求め、使用した繊維の質量を密度で除して算出し、27%となった。

5 結言

本研究では、モノマーである ϵ -カプロラクタムに触媒、活性剤を添加した現場重合型 PA6 をマトリックスとし、連続成形による新規な CFRTP モールドイング材の成形条件の検討を行った。また、樹脂供給装置の製作を行い、得られた成形品の評価を行った。以下に本研究で得た結果をまとめる。

- 1) 炭素繊維ロービング材に中和処理を施し、200℃に設定した予備加熱金型、重合金型を用いて 6 分間、加熱・成形することにより、良好な成形品を得ることができた。
- 2) 保護フィルムを用いることで成形品にかかる摩擦を抑え、表面を美しく成形することができた。
- 3) 樹脂供給装置を開発したことにより、連続的に安定した樹脂の供給が可能となり、均一な厚さ、幅の成形品を作ることができるようになった。

「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.