

現場重合型樹脂を使用したサンドイッチ材の VaRTM 成形法

日大生産工(院) ○塚田 裕雅 日大生産工 坂田 憲泰
日大生産工 平山 紀夫 金沢工大 西田 裕文

1 緒言

繊維強化熱可塑性プラスチック (FRTP) は従来の熱硬化性樹脂を用いた繊維強化プラスチック (FRP) と比較して、2次加工性、リサイクル性に優れているため、自動車分野を中心に注目されている。本研究では、現場重合型ポリアミド6の原料モノマーである ϵ -カプロラクタムと熱可塑性の心材を用いて、複合材料の簡易的な成形方法であるVaRTM法でGFRTPサンドイッチ材を一体成型する方法を検討した。さらに、成形したサンドイッチの衝撃試験を実施し、GFRTPの結果と比較した結果について報告する。

2 使用材料

強化材には繊維密度が縦19本/25mm、横18本/25mm、目付質量200g/m²、厚さ0.212mmの平織りのガラス繊維を用いた。マトリックスは ϵ -カプロラクタムに重合触媒と重合活性剤を加え、110℃で熔融・混合することで現場重合型ポリアミド6となる。 ϵ -カプロラクタム溶液の粘度は110℃で3~4 mPa・sと低く、140℃でのゲル化時間は約100秒である。心材にはPMI (ポリメタククリルイミド) を原料とした硬質プラスチック独立気泡発泡体であるROHACELL 71 XTを使用した。

3 GFRTPサンドイッチ材の成形

3. 1 成形方法

現場重合型ポリアミド6の原料モノマーである ϵ -カプロラクタムのアニオン触媒は、空気中の水分により触媒能が失活するりため、本研究では真空ポンプを用いて密封した型内で繊維に樹脂を含浸させるVaRTM法を用いた。はじめに、厚さ10mmの心材を縦横に360mmに切断し、エタノールに水酸化ナトリウムを0.05wt%希釈させた溶液に浸した²⁾。次に、心材と同じサイズに切断したガラス繊維を心材の上下に各6枚積層させた。金型温度は140℃とし、真空

ポンプで型内を60kPaまで減圧させた。VaRTM法では注入口と吸引口の位置で基材への含浸状態が大きく変化する。そのため、本研究では図1に示した上型中央1点注入、下型1点吸引としたType1と、上型端2点注入、上下型中央2点吸引としたType2の2通りで成形を行った。なお、Type2では基材の外側にランナーとしてスパイラルチューブを置いた。

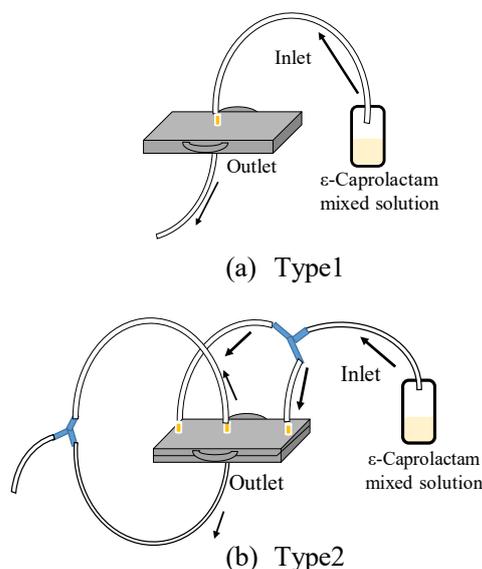


図1 成形における注入口と吸引口

3. 2 成形結果

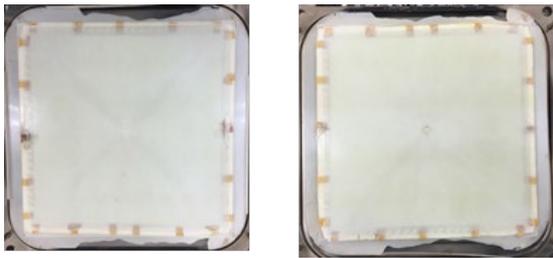
Type1とType2の成形後の様子を図2と図3に示す。Type1では上側の四隅と下側の四隅から吸引口のラインに未含浸部が確認された。これは上型中央から注入された ϵ -カプロラクタムが円状に流れ、注入口から最も距離が短い四辺の中央部に達した後、下側の四辺中央部から吸引口に向けて流れたためだと考えられる。一方、Type2では上型面の端2点から注入された ϵ -カプロラクタムが素早くランナー部全体を流れ、その後、外周全体から上型中央と下型中央の吸引口に向けて一様に流れたため未含浸部のない成形品が得られたと考えられる。

VaRTM method for sandwich plate using *in situ* polymerizable PA6

Yuga TSUKADA, Kazuhiro SAKATA, Norio HIRAYAMA and Hirofumi NISIDA



(a) 上型側 (b) 下型側
図2 Type1の成形結果



(a) 上型側 (b) 下型側
図3 Type2の成形結果

3. 3 未反応モノマー

Type2で得られた成形品の未反応モノマー残存率 M_u を式(1)から求めた。

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

ここで M_0 は100°Cで72時間乾燥させた際の初期質量、 M_1 は80°Cの温水に24時間浸漬後、100°Cで72時間真空乾燥させたときの質量である。Type2で成形したサンドイッチ材の未反応モノマー残存率は1.52%で、これはBenらが成形した現場重合ポリアミド6をマトリックスとするGFRTPと同程度の値³⁾であった。

4 衝撃試験

4. 1 実験方法

GFRTPサンドイッチ材の衝撃試験はJIS K7089に準拠して行った。試験片寸法は幅15mm、長さ280mm、厚さ12mmで、支点間距離240mmはである。また、サンドイッチ材との比較のために、GFRTPの衝撃試験をJIS K 7084に準じて行った。試験片寸法は幅15mm、長さ120mmで、支点間距離100mmとなっている。実験では2.5kgの落錘子を高さ1mから落下させた。荷重は支点間部にあるロードセルで計測し、ひずみは供試体下側中央のひずみゲージで測定した。衝撃特性評価には比エネルギー吸収量を用い、ひずみ0.5%までの応力-ひずみ線図の面積を質量で除すことで求めた。試験片本数は各3

本とし破壊様相の観察には高速度カメラ(MEMRECAM HX-3, ㈱ナックイメージテクノロジー)を用いた。

4. 1 実験結果

GFRTPサンドイッチ材とGFRTPの比エネルギー吸収量の比較を図4に示す。GFRTPサンドイッチ材の比エネルギー吸収量は594J/kg、GFRTPは241J/kgとなり、GFRTPサンドイッチ材の比エネルギー吸収量の方が47%高い値となった。

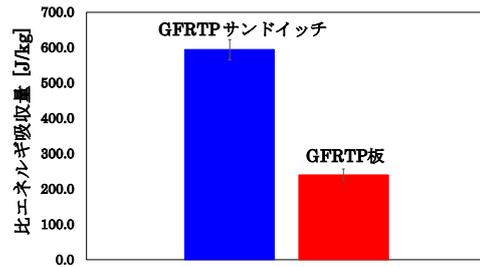


図4 比エネルギー吸収量の比較

5 結言

現場重合型ポリアミド6をマトリックスとするGFRTPサンドイッチをVaRTM法で成形し、衝撃試験を行った結果、以下の結論が得られた。

- (1) 上型端2点注入，上下型中央2点吸引でVaRTM成形を行った結果，未含浸部のない成形品を得ることができた。
- (2) 成形したGFRTPサンドイッチの未反応モノマー残存率は1.52%であった。
- (3) GFRTPサンドイッチ材の比エネルギー吸収量はGFRTPより47%高くなった。

参考文献

- 1) 中村幸一，平山紀夫，西田裕文，“現場重合型ポリアミド6をマトリックスとするFRTPの機械的特性”，日本複合材料学会誌，35，5，195-202 (2011)
- 2) 坂田憲泰，佐々木裕太郎，平山紀夫，西田裕文，“現場重合型ポリアミド6をマトリックスとするGFRTPサンドイッチ材の開発”，強化プラスチック，63(8)，393-398，2017-08 (2017)
- 3) G.Ben, A. Hirabayashi, K.Sakata, K. Nakamura and N. Hirayama, Evaluation of new GFRTP and CFRTP using epsilon caprolactam as matrix fabricated with VaRTM, Science and engineering of composite materials, Volume 22, Issue 6, 633-641 (2015)