

現場重合ポリアミド6をマトリクスとするFRTPの成形と高温特性

日大生産工 ○平林 明子 日大生産工 邊 吾一

1 諸言

現在、プラスチック系の複合材料を自動車等の輸送用機器に応用する技術開発が盛んに行われている。これは、軽量化による省エネ、CO₂の削減が産業界における命題であり、その解の一つが軽量、高強度な複合材料（以下FRP）であると考えられているためである。しかしながら、例えば車両構造において従来の金属材料による成形のスピード、自動化といったコストメリットは大きく、原価も高く成形コスト・時間もかかる複合材料はまだまだ実用化へのハードルが高い。

そこで、製造工程の簡略、ハイスピード、リサイクル性を兼ね備えた原料として、現場重合ポリアミド6による熱可塑性樹脂を母材とするFRTPの開発¹⁾が中村らによって行われている。熱可塑性樹脂は、加熱により形状変化できることから、FRTPのリユースの可能性は大きく、リサイクルにおいても長繊維を維持できることが期待されている。現場重合ポリアミド6は、モノマーであるε-カプロラクタムにラクタメート塩とヘキサメチレンジイソシアネートを触媒として、複合材の成形現場で直接ポリマー化するため、加工工程も少なく“エコロジー”な成形材料である。

本研究では、現場重合ポリアミド6による熱可塑性樹脂を母材とし、ガラス繊維を強化材とするGFRTPの高温特性を評価した。

2 成形法

現場重合型ポリアミド6を母材とするGFRTPの成形法として、金型内を真空にし樹脂を供給するVaRTM成形法や一方向材を連続的に成形可能な引抜成形法が挙げられる。引抜成形に関しては、現在、成形装置の開発と成形条件の確立を行っているが、まだ機械的特性の評価には至らない。よって本報告ではこれまでに実績のあるVaRTM成形により

成形されたGFRTPについて高温特性評価を行った。

VaRTM成形の概要をFig.1に示す。VaRTM成形は、金型内に強化繊維を配置し密閉後に真空ポンプで金型内を減圧し、真空圧で樹脂を充填する成形法となる。使用した現場重合型ポリアミド6は、アニオン重合触媒としてε-カプロラクタム・ナトリウム塩、活性剤としてヘキサメチレンジイソシアネートをそれぞれ用いて、モノマーのε-カプロラクタムを重合させることによって得る。金型温度および樹脂熔融温度は過去の研究よりそれぞれ140℃、110℃とした。強化繊維には、平織りガラス繊維（WEA22F、日東紡績㈱）を用いた。また、GFRTPは平織ガラスクロス15plyを用いており、板厚は約3mmとなる。また、繊維堆積含有率V_fの設計値は42%となる。Fig.2にVaRTM成形したGFRTPの外観を示す。

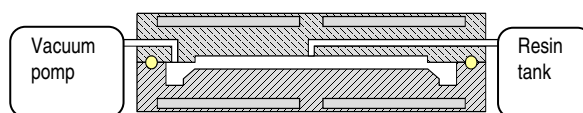


Fig.1 VaRTM facilities



Fig.2 GFRTP using in-situ polymerizable PA6

Fabrication and Evaluation of Mechanical Properties under High Temperature for FRTP using In-situ Polymerizable PA6 as Matrix

Akiko HIRABAYASHI, Goichi BEN

3 動的粘弾性試験

成形されたGF RTPを幅10mm, 長さ50mmに切り出し, 常温から200℃環境下までの動的粘弾性試験を実施した. 試験装置はセイコー製SII Exster 6100を使用した. また, 試験における周波数は, 1[Hz]で両端固定の曲げモードとした. 各温度における貯蔵弾性率の変化をFig. 3 に, 損失正接の変化をFig.4に示す. 損失正接の極大値はガラス転移点を示すが, 60℃付近に観察されており, 一般的なポリアミド6のガラス転移点50℃~60℃と同様である. 結果よりガラス転移温度である60℃以上でもGF RTPの貯蔵弾性率の大きな低下はないことが明らかとなった.

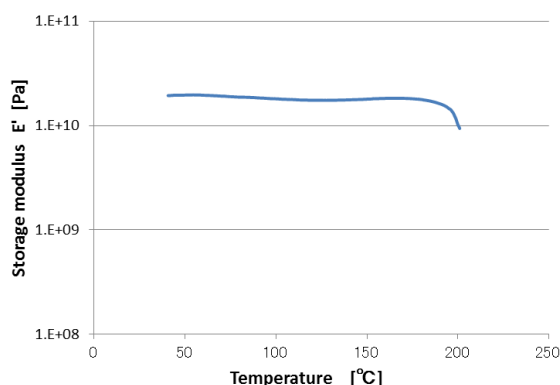


Fig. 3 Storage modulus of GF RTP

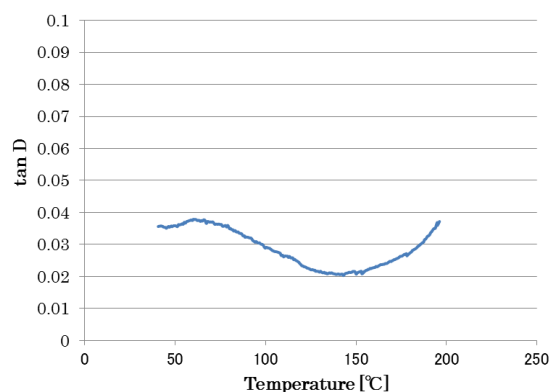


Fig. 4 Creep deflection of GF RTP

4. クリープ試験

成形されたGF RTPを幅15mm, 長さ100mmに切り出し, 常温での100時間の曲げクリープ試験を実施した. 試験は, JIS K 7017に準じて実施し, 支点間距離80mm, 応力レベルは50%とした. 試験結果として, Fig.4にクリープたわみ, Fig.5にクリープ弾性率を示す. 時間軸は秒とし対数で表示し, クリープ弾性率についても対数表示とした. 常温, 応力レベル50%におけるクリープ変形は徐々に増加するが5 log秒すなわち24時間程度でやや大きな変形を示し始めた. また, クリープ弾性率は動的粘弾性の結果同様に急激に変化しないものの徐々に低下した.

また, Fig.3およびFig.6を比較すると貯蔵弾性率の温度による変化とクリープ弾性率の時間変化は, 同様な傾向があることがわかる. これは, 動的粘弾性およびクリープ変形は, いずれも母材樹脂の粘弾性により引起される現象のためであり, その関係を明らかにすることで, 短時間の動的粘弾性試験で, 長期クリープ特性を予測できる可能性がある. 今後は, 高温で実施する加速クリープ試験を行い, 長期クリープ特性の予測および動的粘弾性との関係を明らかにする.

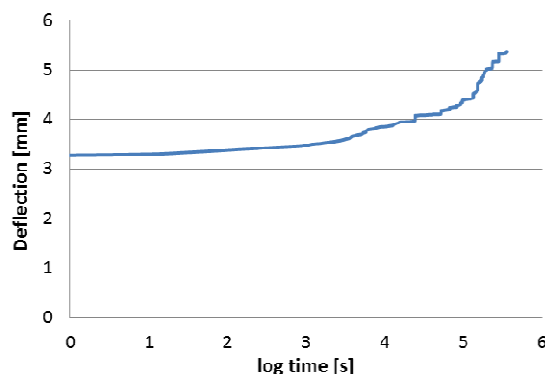


Fig. 5 Creep deflection of GF RTP

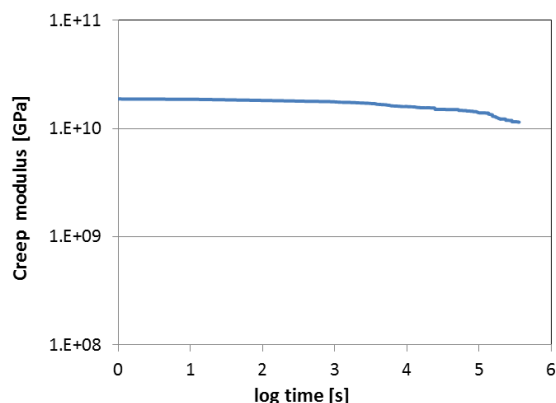


Fig. 6 Storage modulus of GF RTP

5 結言

現場重合型ポリアミド6を母材とするGF RTPをVaRTMにより成形し, 動的粘弾性試験およびクリープ試験を実施した. その結果, ポリアミド6のT_gである60℃付近での弾性率の大きな低下は見られず, 応力レベル50%の常温クリープ試験での傾向と相関があることが示唆された.

「参考文献」

- 1) 中村幸一, 邊吾一, 現場重合型ポリアミド6をマトリックスとするGF RTPの機械的特性に及ぼす成形条件の影響, 日本複合材料学会誌, 37(5), 182-189, 2011