

## 現場重合ポリアミド6を母材とするFRTPの機械的特性の 温度依存性に関する研究

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、CO<sub>2</sub>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<sup>1)</sup>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、強度・剛性・コストのバランスを考えたガラス繊維と炭素繊維を強化材とするハイブリッドFRTPの高温環境における機械的特性を評価した。

### 2 成形法

試験片は、金型内を真空にし樹脂を供給するVaRTM成形法によって製作した。成形法

の概要を図1に示す。本研究で使用した現場重合型PA6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た。強化繊維には、平織りガラス繊維（WEA22F-BX）と綾織カーボン繊維（CF3302H）を用いた。また、ハイブリッドFRTPは平織ガラスクロス10plyを内側に、その外側に綾織カーボンクロス2plyずつ用いた計14plyで対称構成されており、板厚は3mmとなる。また、繊維堆積含有率Vfは平均で42%となった。

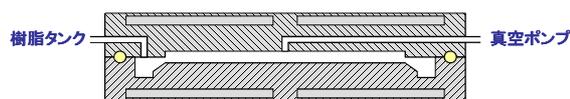


図1 VaRTM成形法

### 3 動的粘弾性試験

成形されたハイブリッドFRTP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。各温度における貯蔵弾性率の変化を図2に示す。また、試験における周波数は、それぞれ50, 20, 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02, 0.01[Hz]とし、log時間t[min]に換算して表示した。通常、プラスチック材料には、時間と温度の換算則が成り立つため、高温での試験は、長時間の試験に相当する。時間-温度換算則に基づき、長期の貯蔵弾性率に変

Temperature Dependence of Mechanical Properties for FRTP  
using In-situ PA6 as Matrix

Akiko HIRABAYASHI, Goichi BEN

換した結果を図3に示す。結果より、PA6のガラス転移温度である180℃以下でも貯蔵弾性率の低下が大きいことが明らかとなった。

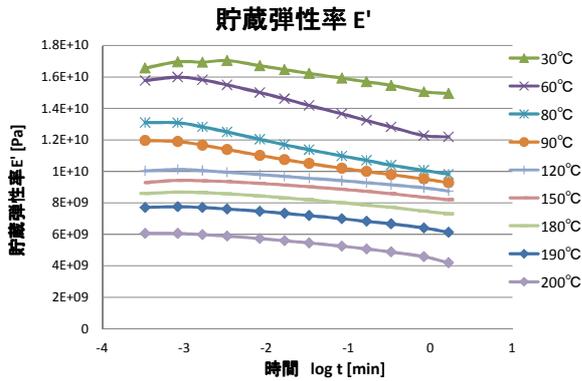


図2 各温度における貯蔵弾性率

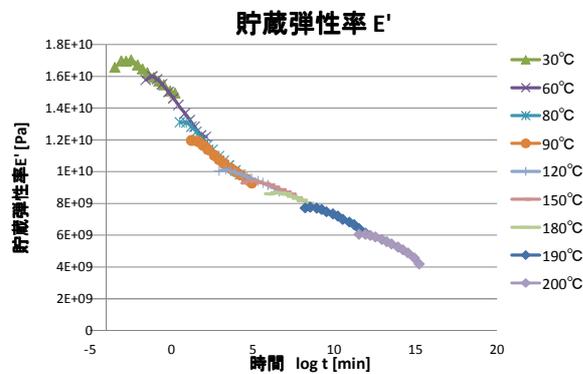


図3 換算時間に対する貯蔵弾性率

#### 4. 高温曲げ試験

成形されたハイブリッドFRTPを幅15mm、長さ100mmに切り出し、常温、60℃、80℃、120℃環境下での曲げ試験を実施した。試験は、JIS K 7017に準じて実施し、支点間距離80mm、試験速度1mm/minとし、材料の熱伝導率および比熱を考慮して、試験片を恒温槽にセットしてから15分後に実施した。

試験結果として、試験温度に対する曲げ弾性率の変化を図4に、曲げ強度の変化を図5に示す。結果より、高温環境下における曲げ弾性率の低下は比較的小さく、120℃環境下における弾性率は常温に対して85%程度となった。一方、曲げ強度に関しては、環境温度に対する低下が大きく、60℃環境下では70%、80℃環境下では60%、120℃環境下では半減する結果となった。

各試験温度での荷重たわみ線図を図6に示す。荷重-たわみ線図からも、弾性率の低下は大きくないが、高温になるにつれ破断伸びが小さくなり、それに伴い強度も低下していることがわかる。

この原因については、究明中であるが、炭素繊維あるいはガラス繊維と現場重合PA6の界面強度が高温化において低下していることが考えられる。

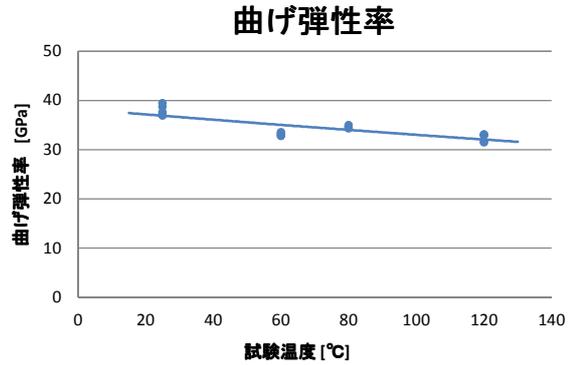


図4 曲げ弾性率の変化

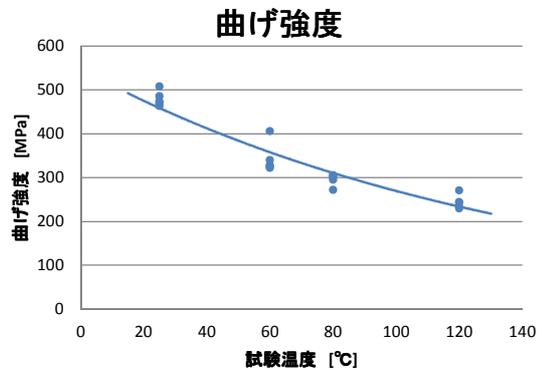


図5 曲げ強度の変化

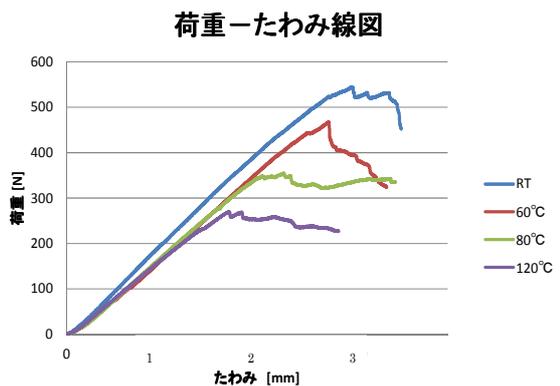


図6 荷重-たわみ線図

#### 「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GFRTP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