

## 現場重合型 PA6 を用いた FRTP の高含有率成形に関する研究

日大生産工 (院) ○佐々木 裕太郎 日大生産工 邊 吾一

日大生産工 坂田 憲泰 日大生産工 平山 紀夫

## 1. 緒言

VaRTM ( Vacuum assisted Resin Transfer Molding) 法は RTM 成形の一種であり真空ポンプで金型内を真空圧にし、大気圧との差圧で樹脂を繊維強化基材に含浸させる成形法である。オートクレーブのような大型設備が不要で、コスト面や簡便性に優れているため様々な場面から注目をされている。しかし、成形品の強度を上げるために繊維体積含有率 (Volume Function, 以下  $V_f$ ) を高くして成形を行うと、繊維強化基材全体に樹脂が含浸し難くなる。本研究では、現場重合型ポリアミド 6 をマトリックスとした CFRTP の高  $V_f$  化を目的に、樹脂の注入口と吸引口を変化させて成形実験をおこなった結果について報告する。

## 2. 成形実験

## 2.1 VaRTM 金型を使用した成形方法

本研究で使用する現場重合型 PA6 はモノマーの  $\epsilon$ -カプロラクタムに重合触媒 (原料 A) と重合活性剤 (原料 B) を加熱溶融の後、2 液を混合することで現場重合型 PA6 となる<sup>1)</sup>。本触媒は、空気中の水分により触媒能が失活するため、成形には水分管理が可能で、比較的簡便な真空ポンプで金型内に樹脂が注入可能な VaRTM 法が適している<sup>2)</sup>。強化繊維には、炭素繊維の綾織物 (CO

6347B) を裁断したものをを用いたが、この炭素繊維の表面に付着している集束剤に含まれているカルボン酸成分が重合阻害する可能性があるため、成形前にはアセトン洗浄による集束剤の除去をおこなった。

## 2.2 従来の成形方法

これまでの研究では、140°C に加熱した金型内に炭素繊維の綾織物を 11 枚積層し、金型内を真空ポンプで 10 kPa に減圧し、110°C で加熱・溶融した  $\epsilon$ -カプロラクタムに触媒と活性剤を混合してモノマー溶融とし、金型中央から一点注入した。成形後の CFRTP 板を Fig.1 に示すが、平行部の縦方向が 315 mm、横方向が 415 mm、板厚が 3 mm で、燃焼法により計測した  $V_f$  の値は 39% であった。

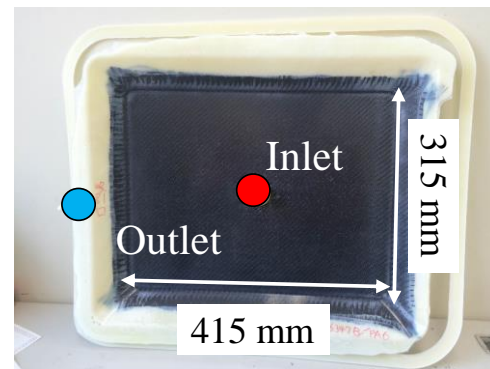


Fig.1 Fabricated CFRTP plate (11 ply)

## 3. CFRTP 板の高含有率成形

## 3.1 成形条件

成形後の CFRTP 板の  $V_f$  の目標値を 49%、

Study on fabrication of FRTP with high  $V_f$  using in-situ polymerizable polyamide6 as matrix

Yutaro Sasaki, Goichi Ben, Kazuhiro Sakata and Norio Hirayama

53%, 56%の3通りとし、炭素繊維の綾織物を13, 14, 15枚積層した成形条件をおこなった。

### 3.2 1点注入での成形結果

成形条件を2.2節と同様にしたときの、炭素繊維の綾織物の積層枚数と樹脂の含浸距離の関係をFig.2に示す。積層枚数が13枚 ( $V_f$ : 49%) になると、縦方向には樹脂は金型の平行部端部まで含浸したが、横方向の含浸距離は繊維全体に含浸せず、樹脂の含浸距離は注入点から370mmとなった。また、積層枚数が14枚 ( $V_f$ : 53%) では樹脂の含浸距離は280mm、積層枚数が15枚 ( $V_f$ : 56%) では樹脂の含浸距離は180mmとなり、 $V_f$ が高くなるにともなう樹脂の含浸距離は短くなった。これは、金型内の空隙率が $V_f$ の増加によって減少し、繊維抵抗が大きくなったため、樹脂の流動性が低下したことが原因と考えられる。

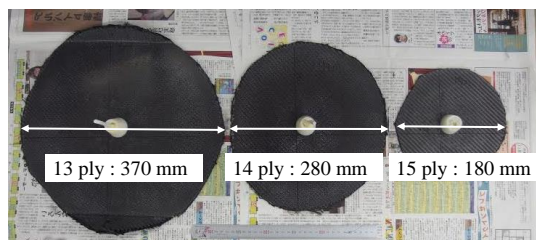


Fig.2 Relationship between number of lamination and flow distance

### 3.3 2点注入での成形結果

炭素繊維の綾織物の積層枚数を13枚以上にした場合、1点注入では金型全体に樹脂が含浸しないため、Fig.3に示すように金型の端部2箇所から樹脂を注入し、中央1箇所から吸引する2点注入法で成形を行った。積層枚数が13枚のときの成形結果をFig.3に示す。樹脂の含浸距離は端部の注入点から129mmとなり、繊維全体に樹脂は含浸することができなかった。次に、樹脂のゲル化時間を遅くするために、金型温度

だけを135℃に低下させて成形したCFRTP板をFig.4に示すが、金型温度を140℃から135℃に変更したことで、繊維織物全体に樹脂を含浸させることができた。

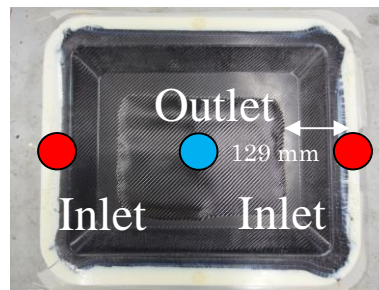


Fig.3 Fabricated CFRTP plate (13 ply, 140℃)

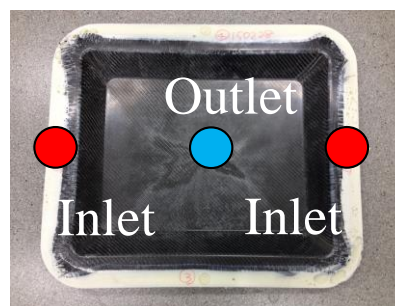


Fig.3 Fabricated CFRTP plate (13 ply, 135℃)

## 4. 結言

- 1) これまでの成形条件でCFRTP板を成形する場合、金型の平行部全体に樹脂が含浸できる炭素繊維の積層数は11枚となった。
- 2) 注入口を2点にし、金型温度を低下させることで、 $V_f$ が49%のCFRTP板の成形をすることができた。

### 参考文献

- 1) 邊吾一, 大関輝, 中村幸一, 他4名, カーボン織物と現場重合熱可塑性樹脂を用いたCFRTPの機械的特性と成形条件, 日本複合材料学会誌, 39, 4, 2013, 127-134.
- 2) 中村幸一, 邊吾一, 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GFRTTPの機械的特性に及ぼす成形条件の影響, 複合材料学会誌, 37, 5, 2011, 182-189.