

## 1. 緒言

炭素繊維強化プラスチック(以下 CFRP)は炭素繊維に樹脂を含浸した複合材料である。比強度や比弾性など機械的性質に優れるとともに密度も低く、金属に代わる材料として航空機、宇宙産業、スポーツ用品などから注目されている。

CFRPの成形方法にはハンドレイアップ成形やレジントランスファモジュール、オートクレーブ成形法などが挙げられる。また、その成形型は一般的に雄型に積層するハンドレイアップ成形で製作される。

本研究では、現在有する資産を利活用したCFRPの成型方法を検討する。成型用雌型を高精度に製作するとともに製作時間を短縮するために、パールボード材をNCにより切削する工程を確立する。また、その工程をマニュアル化することでノウハウの普及を図る。CFRPを熱硬化させる工程では中型加熱炉の温度制御を手動で行っている。同作業についても人的コスト削減のために温度調整を自動化する。

## 2. NCによる成形型製作の自動化

SolidWorksによってモデリングした3DCADデータをstl形式ファイルに書き出し、MeshCAMによってGコード化する。このデータをBravoProdingyCNCに読み込み、NCで雌型を切削する。

表1に示す条件にて切削することで、図1に示す試作型のように良好な離形性を有する平滑な表面性状が得られた。

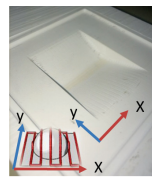


図1 試作型

表1 切削条件

切削工具[mm]	ボールエンドミル φ3.0 二枚刃
横送りピッチ[mm/min]	0.2
切削速度[mm/min]	250.0
降下速度[mm/min]	150.0

## 3. 中型加熱炉の加熱工程の自動化

加熱炉は、ジェットヒーターを固定設置し、シャッターで炉内の熱風を排気・排熱することで温度を調整する。このシャッターの開度を加熱工程に合わせて自動制御する。

まずCAEにて炉内の気流を簡易解析し、図2のように気流が還流するように熱風の流入口と排気・排熱シャッターの配置を最適化した。これをもとに図3に示すように熱風の流入口からダクトを45°

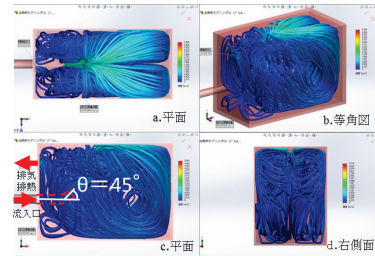


図2 流体解析結果

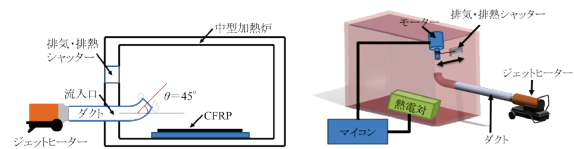


図3 加熱炉内のレイアウト 図4 加熱システム

上方に向け、流入口と同じ壁面にシャッターを設置するレイアウトに決定した。

温度調整は、CFRP製品周辺の温度を熱電対で計測し、マイコンによりシャッターを開閉する。設定温度を180[°C]とする温度保持制御の有無による炉内温度の変化を図5に示す。制御なしでは、温度が上昇し続けていることに比べ、温度制御することで180[°C]を概ね保持することができている。

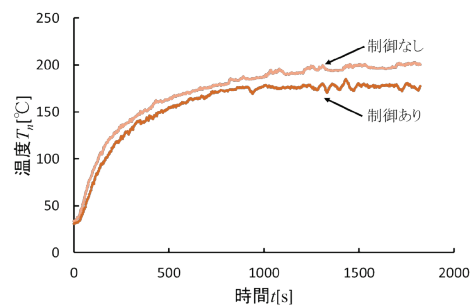


図5 加熱試験での炉内温度

## 4. 結言

資産を利活用した成形型製作法を確立し自動化した。またその工程をマニュアル化した。これにより課外活動等でCFRP製作技術を導入する活動が増加されることが期待できる。

中型加熱炉の加熱工程で温度維持の制御を自動化した。今後は、炉内温度の上昇・降下の制御を実装することが課題として挙げられる。