

## 炭素繊維複合材料 (CFRP, CFRTP) の 自由曲面を有する三次元深絞り成形システムの開発

小川 仁\*, 日開野 輔\*, 池田 博行\*, 森本 巖\*

### 抄 録

軽量・高強度特性を有する炭素繊維複合材料 (CFRP および CFRTP) の三次元形状部品の製作を目的として、成形システムおよび本成形システムを用いた CFRP 部品の試作を試みた。成形システムについては電動サーボユニットを用いることにより、加圧力および加圧速度を自由にコントロールできる。本成形システムを用いて角 R の異なる CFRP の絞り成形品の試作を行った結果、角 R が小さくなるにつれ炭素繊維の流動が顕著となるものの、しわやの底抜けなどの成形不良は確認されず、比較的良好な成形面が得られることが確認できた。

### 1 はじめに

本県では、大手自動車部品メーカーおよび本部品メーカーの下請け企業からなる自動車部品関連の産業集積があり、中でも、金属材料を塑性加工技術を用いて成形するプレス加工（絞り加工）を行う企業が多数存在する。

一方、軽量・高強度特性を有する炭素繊維複合材料 (CFRP および CFRTP) が注目され、自動車や航空機および自転車などの輸送機器、スポーツ・レジャー部品、ロボット・介護機器など様々な分野に用いられるようになった。特に、輸送機においては軽量化が燃費向上に直接寄与することから、車体のみならず各種構成部品に対して既存金属材料からの転換が積極的に行われている。

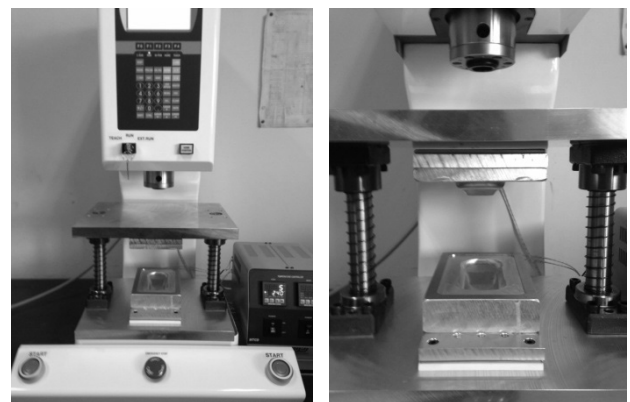
一般的に、CFRP (CFRTP) は異方特性の強い材料であり、板やパイプなどの単純形状の部品製作は比較的簡単であるが、自由曲面を有する三次元形状部品の製造では、熟練技能者による手作業に頼ることが多く、生産性が低いという課題がある。そこで、本県得意技術であるプレス加工（絞り加工）技術を応用した CFRP (CFRTP) の三次元形状部品の製作を高効率に実施することを目的として、成形システムの開発および本システムを用いた絞り成形品の試作を試みた。

### 2 深絞り成形システムの開発

深絞り成形システムの概要および加熱ヒーター、絞り金型部の詳細を図 1 に示す。加圧力および加圧

速度を自由にコントロールできるように、電動サーボユニット（蛇の目マシン工業（株）製 JPU-1004）を用いた。最大加圧力は 10kN であり、また、ラムの移動速度は 0.01mm/sec～35mm/sec の間で自由に設定できる。また、ラム部には 20N の分解能を有するロードセルが組み込まれており、フィードバックにより加圧力を正確に制御できる。

また、CFRP (CFRTP) の成形ではマトリクス樹脂が含浸されたプリプレグを素材に用いており、CFRP についてはマトリクス樹脂の硬化温度である 80℃～130℃、一方、CFRTP については熔融温度である 230℃～250℃まで金型を加熱する必要がある。そこで、300℃まで加熱できるプレートヒーターを上下金型と断熱版の間に挟み込み、熱電対により金型が所定の温度に達したのを確認した後、素材を投入し成形を行った。



システム全体

加熱ヒーター・絞り金型

図 1 深絞り成形システム

\*機械技術担当

### 3 CFRP の深絞り成形実験

#### 3・1 成形条件

深絞り成形品の試作は、図2に示す箱形状を想定し、その深さは15mmとした。また、金型（雄型）のダイRを2.75mmとし、四隅の角Rを2.75mm、4.75mm、9.75mmおよび14.75mmに変化させた。成形品の肉厚が0.25mmになるよう、雌型には雄型に対して0.25mmのオフセットを設けた。

素材となるCFRPは、130℃硬化タイプのエポキシ樹脂が含浸されたプリプレグ（三菱レイヨン製クロスプリプレグ：3K平織り）を用い、その1枚当たりの厚さは約0.23mmである。

金型温度が130℃に達した後素材を投入し、加圧速度および加圧力を変化させ絞り成形を行い、加圧力および金型温度を一定のまま1時間保持した。

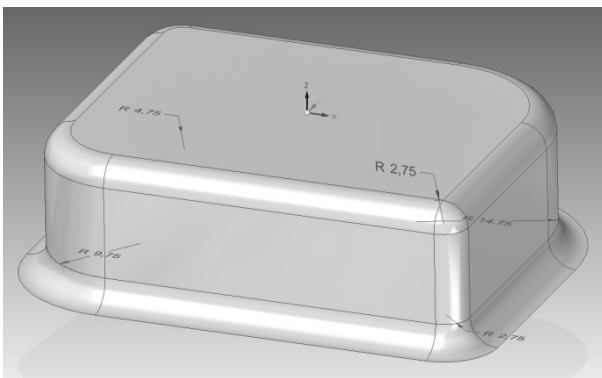
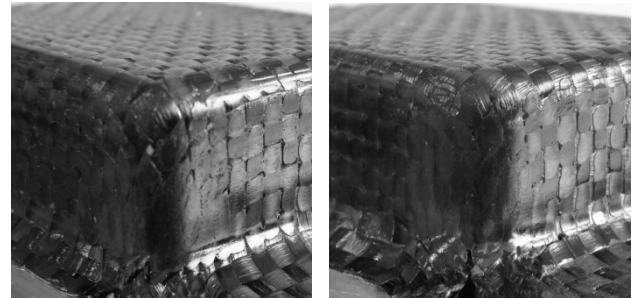


図2 成形用金型モデル(雄型)の概要

#### 3・2 成形結果

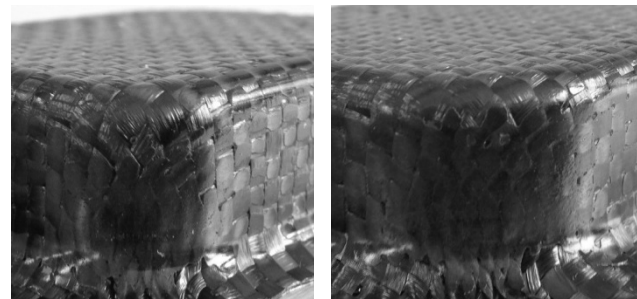
図3にプリプレグ1枚を金型により成形した場合の状態を示す。加圧速度は5mm/sec、加圧力は5kNであり底面に加わる圧力は約2.5MPaである。雄雌金型の0.25mmのオフセットに対して、素材の板厚が0.23mmであるため、成形品の側面では十分な加圧力が得られておらず空孔が確認できる。

角Rが小さくなるにつれ炭素繊維の流動が顕著になっているものの、全体的に角部にしわは確認されなかった。また、成形品の底抜けおよび側面での傷も見られず、全体的には良好な成形状態である。



R3mm

R5mm



R10mm

R15mm

図3 成形品の角Rの状態

### 4 まとめ

本県得意技術であるプレス加工（絞り加工）技術を応用したCFRP（CFRTP）の三次元形状部品の製作を高効率に実施することを目的として、成形システムの開発および本システムを用いた絞り成形品の試作を試みた。

角Rの異なる絞り成形品の試作を行った結果、角Rが小さくなるにつれ炭素繊維の流動が顕著になるものの、今回の成形実験において最少であるR3mmにおいてもしわは見られず、比較的良好的な成形面を得られることが確認できた。