

熱可塑性CFRPプレス成形品の形状精度向上技術 ～変形量の予測と対策～

機械金属部 ○根田崇史

企画指導部 次世代技術開発支援PJ室 多加充彦 森大介 齋藤譲司 奥村航

1. 目的

熱を加えると軟らかくなる熱可塑性樹脂を用いた熱可塑性CFRPの板材は、プレス成形が可能であることから量産が求められる分野で期待されている。プレス成形では成形品の形状精度を高めるために成形後の変形量を見込んだ型設計が必要であるが、熱可塑性CFRPは金属とは異なる特性を示すため、従来の知見が使えず設計に苦慮している。

そこで、本研究ではハット曲げを対象として成形条件を変えた際の成形品の変形量について調査を行い、その結果から変形量を予測する手法を構築し、その有効性を確認した。

2. 内容

2.1 ハット曲げ成形試験

成形は図 1 に示す凸部の高さが 15 mm、幅が 40 mm、曲げ部のRが 5 mmとなるハット曲げとした。成形試験に用いた金型の構成を図 2 に示す。金型の材質はSS400 を使い、表面を鏡面仕上げ後に硬質クロムメッキ処理を施した。また、金型内部にはヒータと熱電対を組み込んであり、金型温度を変えた成型が可能である。素材は一村産業(株)製の熱可塑性CFRPシート【樹脂：PA6，炭素繊維：3k-平織，積層構造：0/90-5 層，板厚：1 mm】を用いた。成形はサーボプレス(コマツ産機(株)製，H1F45)を用い、以下の手順で行った。

- (1)加熱：近赤外ヒータを用いてシートを 320℃ まで加熱
- (2)搬送：シートを金型上に搬送し成形温度である 260℃になるまで待機
- (3)成形：上型を平均速度 77.6 mm/sで下死点まで降下させ成形。下死点で 1 分間保持
- (4)排出：金型を上昇させ成形品を排出

本研究では金型温度を 3 条件(35℃，100℃，160℃)，金型曲げ角度を 3 条件(90°，95°，100°)変化させて成形試験を行った。

2.2 成形品の変形特性

成形試験で得られた成形品の外観を図 3 に示す。成形品の全体形状を 3 次元デジタル(Steinbichler製，Comet 6 16M)を用いて測定し、図 3 中に破線で示した断面形状から成形品曲げ角度を求めた。図 4 に成形品曲げ角度と金型曲げ角度の関係を示す。図中の破線は金型角度と成形品の曲げ角度が同じ値になることを意味しており、本試験の結果から成形品曲げ角度は金型曲げ角度に対して小さくなることがわかる。鉄やアルミ等、金属の成形では成形品曲げ角度が金型曲げ角度に対して大きくなることが知られており、熱可塑性CFRPが金属とは異なる変形特性を示すことがわかる。また、金型温度が高くなるに従って成形品曲げ角度が小さくなる傾向も見られた。これは本試験で樹脂として用いているPA6

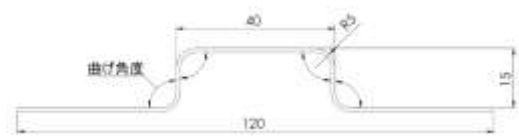


図 1 成形形状

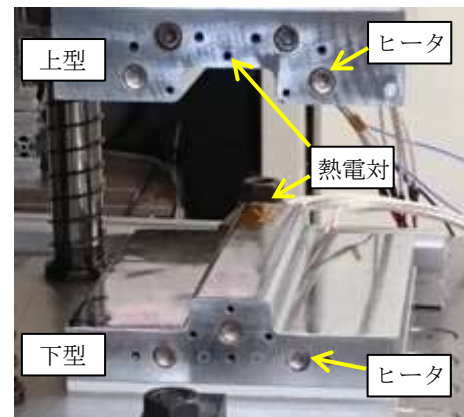


図 2 ハット曲げ金型の構成

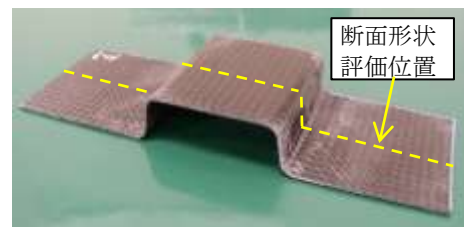


図 3 成形品の外観

の収縮量が金型温度の違いによって変化するため生じたものだと考えられる。

2.3 成形品の変形対策

成形品曲げ角度と金型曲げ角度の差を成形品の変形量と定義し、金型曲げ角度との関係を表したものを図5に示す。成形品曲げ角度の金型曲げ角度に対する変化は小さいが、金型温度の違いによって -1.5° ~ 3.3° と大きく変化することがわかる。

次に、目標とする曲げ角度に近い成形品を得るため、金型を補正する手法について検討を行った。図4に示す金型曲げ角度と成形品曲げ角度は直線関係にあることから、直線補間することで任意の金型曲げ角度に対する成形品の曲げ角度を予想することができる。これは、目標とする成形品曲げ角度から、必要な金型曲げ角度を導出できることを意味している。そこで、成形品曲げ角度を 90° 、金型温度を 160°C とした際の金型曲げ角度を求めたところ 93.02° となることがわかった。検証のため実際に曲げ角度 93.02° の金型を作製し成形試験を行ったところ、図6に示すように金型補正前は目標角度に対して -2.9° の誤差が生じていたが、金型補正を行うことで誤差を -0.2° まで低減することができ、本手法が有効であることが確認できた。

3. 結果

- (1) 熱可塑性CFRPのハット曲げ成形について、金型温度、金型温度に対する成形品の曲げ角度の関係を求めた。本結果から成形品の変形量予測や金型の補正が可能であり、試作回数の低減や製品の形状精度向上が期待できる。
- (2) 補正を加えた作製した金型を用いて成形試験を行い、成形品の形状精度を向上できることを確認した。

謝 辞

本研究の遂行にあたり協力いただいた金沢大学の皆様に深く謝意を表します。

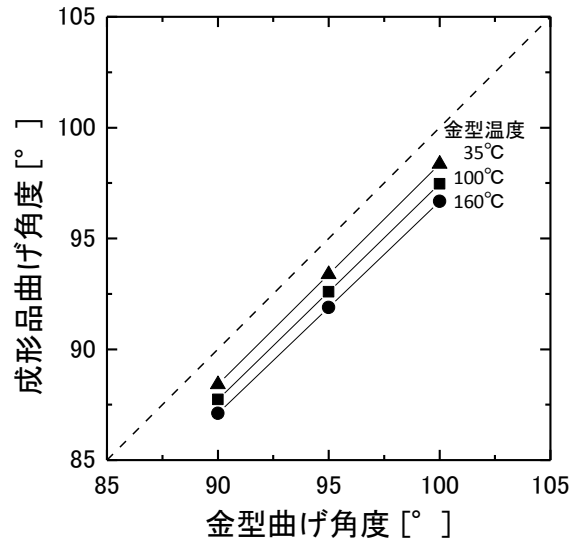


図4 成形品曲げ角度と金型曲げ角度の関係

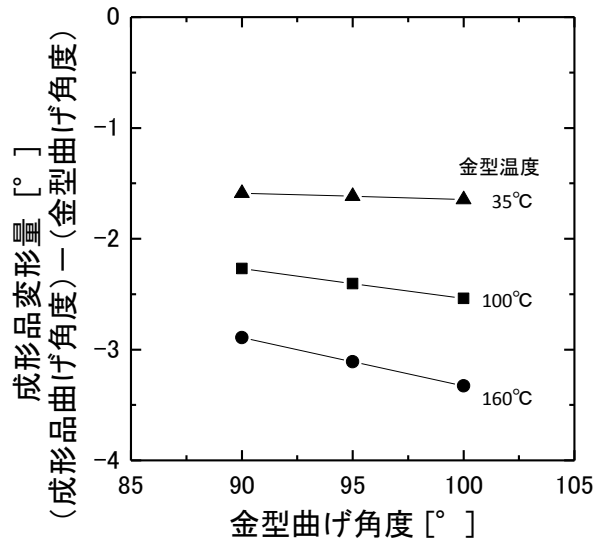


図5 成形品変形量と金型曲げ角度の関係

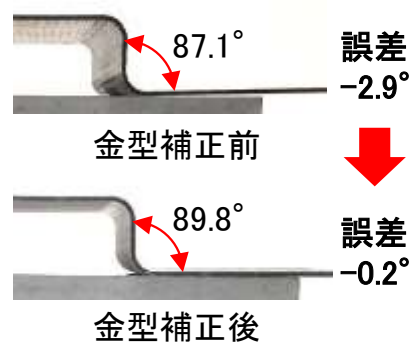


図6 成形品の曲げ角度比較
(目標曲げ角度: 90°)