

CFRP の空気潤滑絞り加工の検討

A study of Gas-Lubricating Forming of Fiber Reinforced plastics

○松野 裕希¹ 星野 倫彦² 名波 則路² 北林 和也³*Yuuki Matuno¹ Michihiko Hoshino² Norimichi Nanami² Kazuya Kitabayashi³

Abstract: There is an increasing demand for high strength and lightweight FRP. But carbon fiber reinforced thermosetting resin (CFRTS) that has been used great equipment for molding, requires many cost. Because CFRTS doesn't soften in heat. Therefore for shortening molding time and cost reduction, formability of fiber-reinforced thermoplastics (CFRTP) has been researched. Air is used for preventing that melt plastic clings to tools and decreasing environmental ill effect. This method is named gas lubricating forming. In this paper, gas-lubricating forming applied to CFRP which is thermoplastic polyurethane bases carbon fiber.

1 緒言

近年、軽量で強度の高い CFRP の需要が高まっている。しかし現状広く用いられている炭素繊維強化熱硬化性樹脂 (CFRTS) は加熱しても軟化しないことから成形に多大な設備また費用を必要とする。そこで加熱すると軟化する炭素繊維強化熱可塑性樹脂 (CFRTP) を用いて従来の塑性加工、ここでは深絞り加工において成形の可否を検討する。

さらに加工に際して樹脂が溶けて工具に付着することを避け、工具の洗浄及び脱脂の際に使用する有機溶媒によって樹脂が変質することを防ぐために潤滑剤を高圧ガスに置き換えた成形法（以下これを空気潤滑成形法と呼ぶ）の適用を検討する。

2 実験内容

2.1 実験装置

空気潤滑深絞り装置を Fig.1 に示す。特にダイ及びブランクホルダに空気潤滑工具を取り付けてある。空気潤滑工具には直径 0.3[mm]の孔が円周方向に 10[deg]間隔、半径方向に 2[mm]間隔に放射状に、またダイ肩部に 3 列配している。この孔より気体を噴出させ潤滑効果を得る。

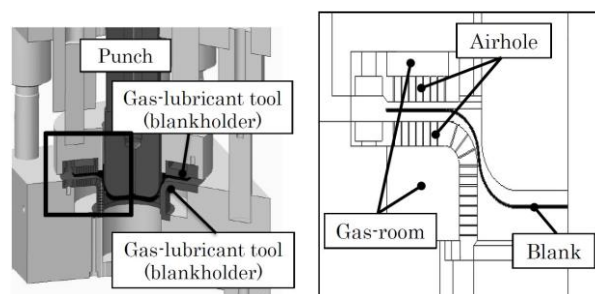
気体潤滑工具を fig.2 に示す

被加工材の加熱には、装置のダイとブランクホルダ周りに取り付けたバンドヒーター、フレキシブルヒーターにより工具ごと加熱を行う。

比較のため空気潤滑を行わないときは同一寸法の孔のない工具を用いる。

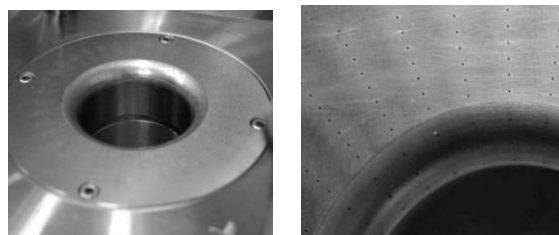
2.2 実験方法

実験条件を Table1 に示す。被加工材は BOND LAMINATE 社製 TEPEX208, 炭素繊維に TPU（融点 =190℃）含浸したものを用いる。



(i) Schematic illustration (ii) Enlargement

Fig.1 Deep drawing device



(i) Outside (ii) Enlargement

Fig.2 Gas-Lubricating tool (Die)

Table1 Experiment conditions

Diameter of blank: ϕ [mm]	100
Sheet thickness: t [mm]	0.5
Drawing ratio [-]	2
Forming Temperature[℃]	80~220
Blank Holding Pressure: P_b [MPa]	0.36
Gas Pressure: P_G [MPa]	0.4

3 実験結果・考察

3.1 空気潤滑絞り実験

流入圧力を 0.4[MPa], しわ押さえ圧力を 0.36[MPa]として温度を変化させた時の製品を Fig.3 に示す.

また温度, しわ押さえ圧力を変化させた時の製品の加工状態を Fig.4 に示す. ここで Fig.4 中○を異常なし, △をしわあり, ×を割れありとして表記した.

Fig.3 より 80℃未満では割れが生じ, 140℃未満ではフランジ部にしわが生じる. 160℃以上でフランジ部にはしわはなくなるが, 肩部に樹脂に離脱した繊維のしわが生じる. 220℃まで温度を上げると繊維単体のしわは減少する. このことから成形範囲は融点 190℃に近い温度が必要と考えられる. しかし 160℃, 220℃の成形時に製品フランジ部から樹脂が流出し, 空気潤滑工具の孔に樹脂が流入して孔を埋めるため空気潤滑は適用できなかった.

3.2 予備加熱による絞り実験

空気潤滑成形の実験結果で 160℃, 220℃で樹脂が流出したのは被加工材より工具温度が高い事が原因と考え, 炉を用いて予備加熱した被加工材で実験を行った. この実験条件を Table2 に, また製品を Fig.5 に示す.

Fig.5 の (i) よりしわ押さえ圧力 0.36[MPa]ではフランジの一方向が引き込まれ割れが生じている. 対して (ii) のしわ押さえ圧力 1.0[MPa]ではフランジ部に引き込みはなく割れも生じなかった. しかし肩部でしわを生じたことから良好な製品のためにはしわ押さえ圧力を上げるまたは温度を上げる必要がある.

しわ押さえ圧力がいずれの条件においても繊維から樹脂の流出がなかったことから空気潤滑を適用した際, 空気潤滑のための孔に樹脂が流入することは無い.

4 結言

- ・ 金型ごと, 被加工材を加熱する場合, 融点付近で加熱すると良好な形状を得るが樹脂が離脱する.
- ・ 金型ごと, 被加工材を加熱する場合, しわがない条件での空気潤滑の適用は不可であった.
- ・ 炉を用いて工具の温度より高い温度に被加工材を加熱してから成形することで, 樹脂の離脱を避けながら成形することが出来る.

5 参考文献

- (1) 塑性と加工, 53,613[2012-2], 米山猛, 他
- (2) 日本機械学会第 20 回機械材料・材料加工技術講演会[2012.11.30-12.], 早川邦夫, 他

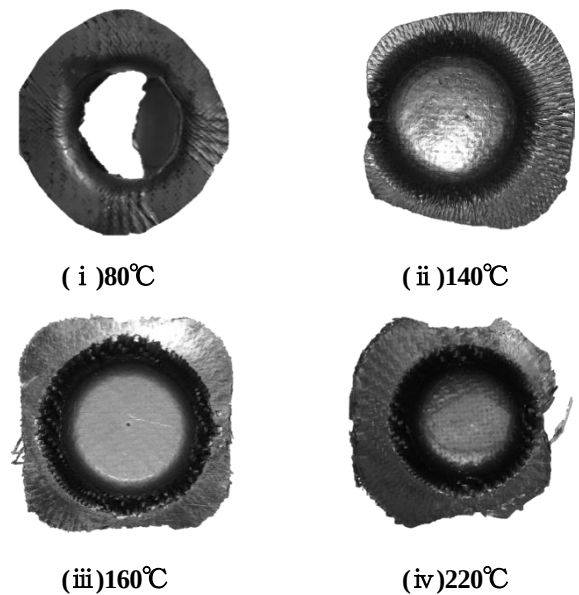


Fig.3 CFRP Product

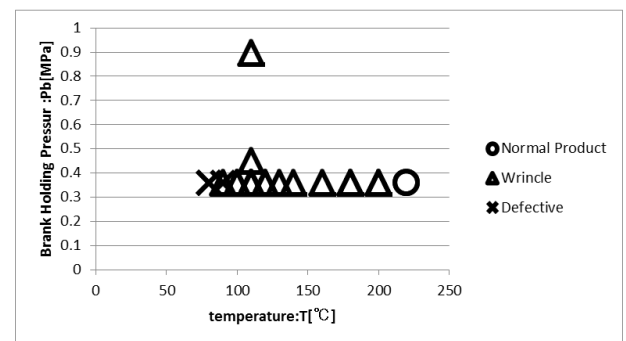


Fig.4 State of the CF product by the temperature

Table2 Experiment conditions (preheat)

Daiameter of brank: ϕ [mm]	100
Sheet thickness: t [mm]	0.5
Drawing ratio[-]	2
Metal mold temperature[°C]	70
Furnace temperature[°C]	250
Blank Holding Pressure: P_b [MPa]	0.36, 1.0

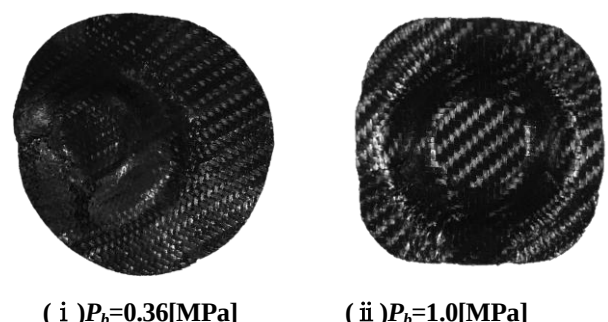


Fig.5 Product by preheat