

サーボプレスと潤滑油流路付きパンチを用いたパルス穴あけ加工

1. はじめに

現在、塑性加工分野においてはサーボモータを駆動源とした AC サーボプレスの利用が急拡大している。サーボプレスはスライド位置・速度が制御可能であることから、これまで実現困難であったフレキシブルな塑性加工プロセスの提案、実用化が進められている。

一方、輸送機器をはじめ多くの構造物で軽量化が要求されており、中空部品の製造が増加している。塑性加工による穴あけ加工では、加工前にパンチや試験片表面に潤滑油を塗布するのみに留まり、穴深部まで潤滑状態を十分に保つことが困難なため、深穴化は困難である。一方、ドリル加工では、外部ノズルによる潤滑油の供給や内部に潤滑油流路を設けたドリルによって小径深穴化が図られている。

筆者らはサーボプレスと潤滑油流路を有するパンチを用いて加工途中でパンチを後退させることにより、パンチ先端部から潤滑油を穴加工部に逐次供給するパルス穴あけ加工法を考案した。ここでは、パルス穴あけ加工法の原理とその潤滑効果について紹介する。

2. 加工原理

図 1 はパルス穴あけ加工法の加工原理およびパンチモーション線図である。内部に潤滑油流路を有するパンチを用いて、パンチの前進・後退を繰り返しながら穴あけ加工を行う。穴あけ加工途中でパンチを後退させることによって、穴加工部の圧力を低下させ、パンチ先端部に設けた潤滑油流路から加工穴部に潤滑油を負圧によって引き込ませる。穴底部へ潤滑油を逐次供給し、穴深部まで焼付き・かじり傷を生じることなく深穴あけ加工を行うことをねらった加工法である。

パルス穴あけ加工におけるパンチモーションを表すために加工段数を n_{total} 、加工各段でのパンチ前進ストロークを s_{ai} ($i=1\sim n_{total}$)、パンチ後退ストロークを s_{ri} ($i=1\sim n_{total}$)、パンチ加工ストロークを s_{fi} ($=s_{ai}-s_{ri}$) ($i=1\sim n_{total}$)、全加工ストロークを s_{total} とそれぞれ定義する。以降では、加工各段での s_{ai} 、 s_{ri} 、 s_{fi} が一定であるため、 i を省略して単に s_{ai} 、 s_{ri} 、 s_{fi} と表現する。

3. アルミニウム合金のパルス穴あけ加工⁽¹⁾

リンク式 AC サーボプレス (コマツ産機 (株): H1F45) を用いて、加工初期速度 150~200mm/s、室温でパルス穴あけ加工を行った。試験片には A6061-T6 アルミニウム合金、潤滑油には鉱油 (40℃での動粘度 32mm²/s)

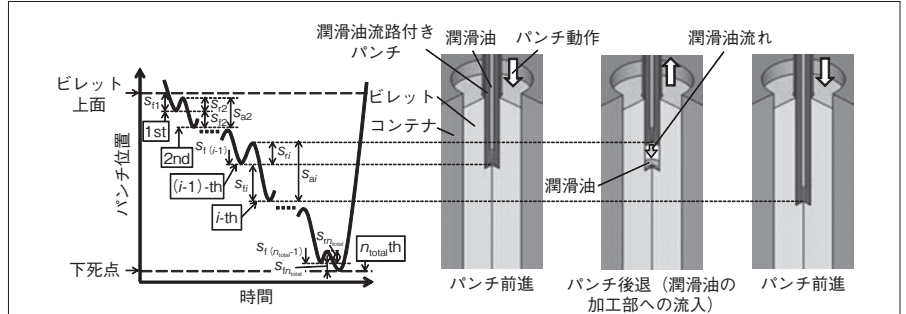


図 1 パルス穴あけ加工法の加工原理

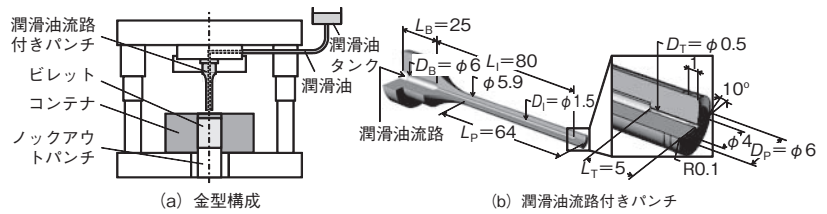


図 2 金型構成および潤滑油流路付きパンチ

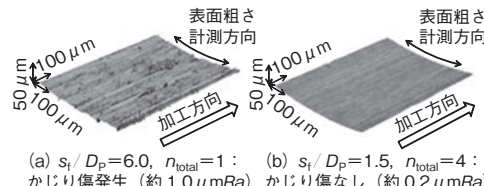


図 3 加工後の穴側面の表面プロファイル

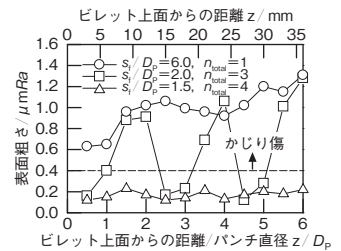


図 4 加工後の穴側面の表面粗さ

をそれぞれ使用した。

図 2 は金型構成および潤滑油流路付きパンチの形状である。パンチ内部の潤滑油流路と潤滑油タンクはチューブによって接続し、潤滑油流れを制御するためのポンプ等は使用しない。ここでは、パンチモーションは $s_{fi}/D_p=1.5\sim 6.0$ 、 $s_{ri}/D_p=1.0$ とし、プレスの特性上、 s_{total} は最長で 36mm、 n_{total} は最大で 5 回とした。

図 3 は $s_{total}/D_p=6.0$ の穴あけ加工後の穴側面の表面プロファイルであり、図 4 は周方向の表面平均粗さの計測結果である。 $s_{fi}/D_p=6.0$ 、 $n_{total}=1$ の一段穴あけ加工では、穴全面に加工方向と平行にかじり傷が発生する (図 3 (a))。一方、 $s_{fi}/D_p=1.5$ 、 $n_{total}=4$ のパルス穴あけ加工では、穴側面にかじり傷が発生せず (図 3 (b))、穴深さ位置によらず滑らかな穴表面が得られる。また $s_{fi}/D_p=2.0$ 、 $n_{total}=3$ の場合には、図 4 に示すように各段での加工開始位置では低い、加工途中でかじり傷が発生する。

さらに $s_{fi}/D_p=1.5$ では穴深さ位置に

よらず表面粗さが一定であることから、加工段数を増やし、全加工ストロークを長くした場合も焼付き・かじり傷を生じることなく深穴あけ加工が可能であることが示唆される。

以上より、考案したパルス穴あけ加工法はかじり傷の発生を抑制する効果があり、各段におけるパンチ前進ストロークには最適値が存在する。最適なパンチモーション (各段の前進、後退量) は使用する潤滑油の成分、粘度、被加工材によって異なるものと考えられる。

4. おわりに

本稿ではサーボプレスを活用したパルス穴あけ加工について紹介した。今後、チタンやステンレス等の難加工材への適用や深絞り加工や鍛造加工等其他加工への応用に取り組む予定である。(原稿受付 2011 年 4 月 18 日)

[松本 良 大阪大学]

●文献

- (1) Matsumoto, R., ほか, Prevention of Galling in Forming of Deep Hole with Retreat and Advance Pulse Ram Motion on Servo Press, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 60-1 (2011), 315-318.