

NCパンチングプレス複合加工用ロータリシヤの開発

小山職業能力開発短期大学校 生産技術科

助教授 坂本和人

(昭和63年度研究開発助成 AF-88022)

1. 研究の背景

板金材料の切断は、直線せん断であるシャーリングマシンをはじめ、多くのせん断加工用機械が用いられているが、近年では、直線及び曲線のせん断を精度よく行うためにNCタレットパンチプレスが用いられてきた。NCタレットパンチプレスのパンチとダイを用いたせん断において、単発の穴加工では問題がないが、丸パンチによるニブリング加工ではせん断形状を滑らかな直線や曲線を得ることは困難である。最近では、丸パンチによるニブリングの部分にレーザ加工を組み込んだ複合加工機が用いられてきている。

NCタレットパンチプレスでの加工では、連続打ち抜きのためせん断作業の速度に限界があり、加工時の騒音も問題とされる。また、レーザパンチ複合加工機では、設備費及びランニングコストが高いなどの難点がある。ロータリシヤは、板金を直線や円形に切断するために用いられている生来加工法の板金機械である。ロータリシヤでは、板金の刃断で切り出し点を板金の内部から始め、閉じた曲線を切り出すことができ、切断時には騒音を生じることはないなどの特色をもっている。

この在来加工機であるロータリシヤの特色をNCタレットパンチプレスの一部に組み込むことで複合加工機とするのが可能であると考えられる。

2. 研究の目標

ロータリシヤの切れ刃をNCタレットパンチプレスのパンチとダイの代わりに組み込むことにより直線や曲線の連切断を切断形状が滑らかで、より高速に、より低騒音で工することができる、切断工具であるロータリシヤの切れ刃の開発を目指した。

来ロータリシヤでは、二軸平行、一軸傾斜、二軸傾斜のイブがあり、いずれも片刃である。円形の切断には一軸傾斜や二軸傾斜が用いられており、NCタレットパンチプレスのパンチとダイのホルダに組み込むには構造的に無理があり、新たな構造の切れ刃の開発が必要である。

切れ刃の開発では、直線切断における切れ刃の形状から進み、曲線切断の切れ刃、更に自由曲線の切断まで可能な切れ刃の形状を探るものとした。

3. 実験方法

3.1 供試材

供試材には、冷間圧延鋼板 (SPCC-SD) 板厚 0.6mm、0.8mm、1.0mm 及びアルミニウム板 (A1100P-0) 板厚 1.0mm を用い、切断方向は圧延方向として実験を行った。

3.2 実験装置

ロータリシヤの上刃と下刃を組み込む装置として、図1に示すようにトルクパックプレスを用いた。このプレスは、電動スライド調整装置があり、スライドを下降させることによって上刃を食い込ませることとした。

上刃と下刃の調整は、上刃部をシャンク押えで固定し、下刃部をボルスタ上面に固定具で位置を調整しながら固定した。

切断は、スライドを下降させ上刃を板材の内部に切り込み、供試材を移動させる荷重によって行った。直線切断では、供試材を切れ刃の方向と同方向に移動させる荷重を掛けた。曲線切断では、供試材の端部に穴を明け、その穴を支点として切断する円弧の接線方向に移動させる荷重を掛けて切断した。

供試材を移動させる荷重は、切れ刃と水平な位置に配置した手巻きウィンチで引張ることとし、切れ刃が供試材に食い込み切断を開始するときの張力を測定し移動荷重とした。

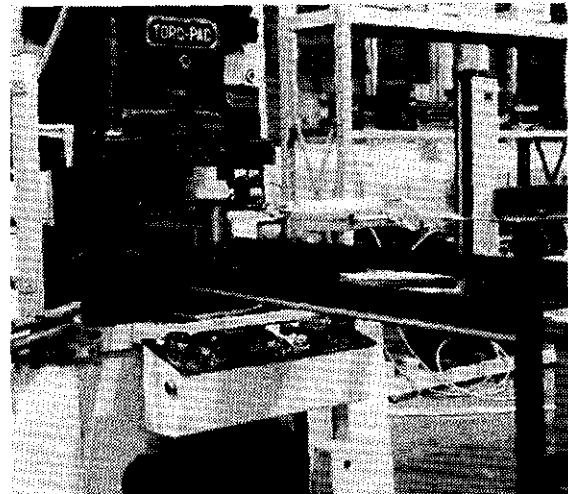


図1 プレスに組み込んだ実験装置

3.3 実験用切れ刃

実験用切れ刃は、切れ刃及び支持する部分がNCタレットパンチプレスの金型のホルダに収納できる方法を限界として設定した。

①直線切断用

直線切断用には、図2に示すように切れ刃の形状を両刃、片刃、斜刃の3種類とした。両刃では上刃の直径を20mm、30mm、40mm、下刃の溝幅を1.0mm、2.0mm、上刃と下刃のクリアランスを片側0.05mmとした。片刃と斜刃は、切れ刃の直径を30mm、40mm、刃の厚さを4.0mm、斜刃の傾斜角を14度、上刃と下刃のクリアランスを0.05mmとして実験を行った。この直線切断用切れ刃形状を線接触切れ刃タイプと呼ぶこととする。

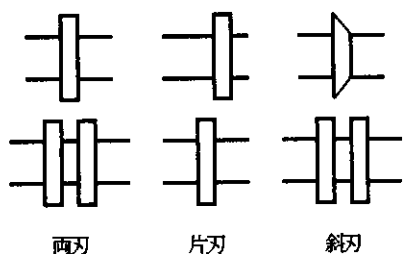


図2 直線切断用切れ刃形状

②曲線切断用

曲線切断用には、図3に示すように上刃を垂直回転、下刃を2対の円形切れ刃が水平回転する二軸直交型を基本として各種の上刃及び下刃の形状を試作し、曲線切断を行った。この曲線切断用切れ刃形状を点接触切れ刃タイプと呼ぶこととする。

4. 実験結果

4.1 切断の可否

直線切断では、線接触切れ刃タイプでも点接触切れ刃タイプでも可能であった。しかし、線接触切れ刃タイプの片刃と斜刃では切断された板材の変形が大きく、精密板金加工としての切れ刃としては無理である。

曲線切断では、線接触切れ刃タイプで切断した場合、切断後に上刃に切断された板材が干渉すること、特に両刃では切断された帯が下刃の溝に直線としてなじむため切断された板材を変形させる。点接触切れ刃では、切断は可能であった。

切断可能であったとしても、NCタレットパンチプレスに組み込むロータリシヤとしては、板材をキャリッジで移動させることによって切断に必要な荷重を得るものとして考えた場合、キャリッジのクランプやNCサーボモータによる駆動での移動させる荷重に限界がある。本実験においては

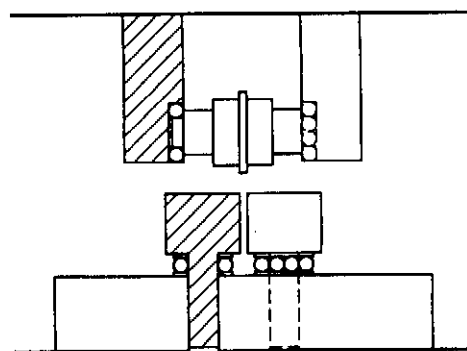


図3 二軸直交型の切れ刃形状

移動荷重の範囲を100kgfとして切断可能であるか、切れ刃の形状と寸法による移動荷重の変化、切れ刃の上刃と下刃の食い込み量による移動荷重の変化、切断する曲線と切れ刃の形状の関係などを明確にする必要がある。食い込み量は、両刃の場合、上刃が供試材より更に下降し、下刃の溝に入り込む量を指す。

4.2 直線切断

直線切断では、線接触切れ刃タイプの両刃を用いて各種供試材における切断ができたときからの食い込み量を0.1mmずつ増加させた場合の移動荷重の変化程度、また、両刃の径や刃及び溝の幅の違いによる形状がどのように影響を及ぼすか切断を行った。

図4に冷間圧延鋼板、板厚0.8mmの場合の食い込み量と

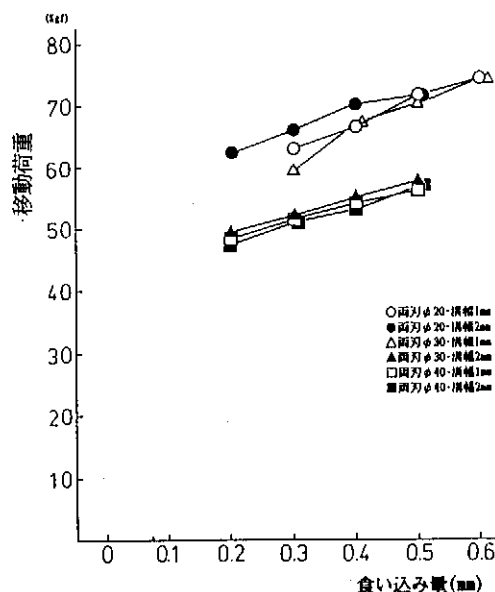


図4 SPCC0.8mmの板材の各種切れ刃形状における食いつ込み量と移動荷重の関係

移動荷重の関係を示すが、切れ刃の径が小さい程、溝幅が狭いほど大きな移動荷重を必要としている。また、食い込み量が増加すると移動荷重は増加する傾向を示した。板厚が1.0mmの場合を図5に示すが、切れ刃の径が30mm以上でないと100kgf以下の移動荷重で切断することができず、溝幅が大きいほど必要な移動荷重は小さいことを示した。

4.3 曲線切断

線接触の切れ刃で曲線を切断すると板材と切れ刃が干渉し、切断後の板材は切断の円弧の外側がまくれあがる大きな変形を生じ、移動荷重も過大となり円弧の支点としている穴が変形してしまう状況であった。

上刃が切断された板材と干渉しないためのモデルを図6とし、上刃の形状を側面にRを付けた形状とした。このモデルでは切断しようとする曲線の曲率を切れ刃の側面のRとすれば切断後の板材と切れ刃が干渉しないですみ、切断幅も下刃との接点の幅で制御できることになる。

図7は、モデルに基づいて曲率半径が50mmまでの曲線が切断できると設定した曲線切断用切れ刃の上刃である。先端部に2.0mmの幅で円筒形状の平坦部を付け、側面にR50の曲面とした。下刃には、直径45mmの円形切れ刃をすき間を2.0mmとして配置して曲線の切断を行った。

この結果、図8の(a)のように切断する曲率半径が120mmまでは切断部の周囲に変形を生じることがないが(b)のように曲率半径が100mmになると切断部の周囲に大きな変形を生じた。曲線切断における移動荷重は、直接切断の数倍以上の荷重が掛かり前提とした100kgf以下では正ても切断できないものであった。

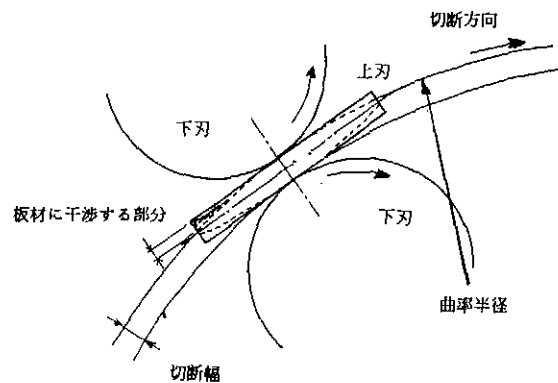


図6 曲線切断の切れ刃と板材が干渉しないためのモデル

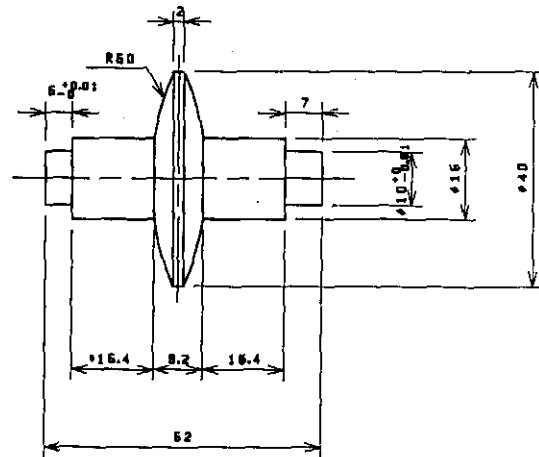


図7 モデルに基づいて作成した曲線切断用上刃の寸法、形状

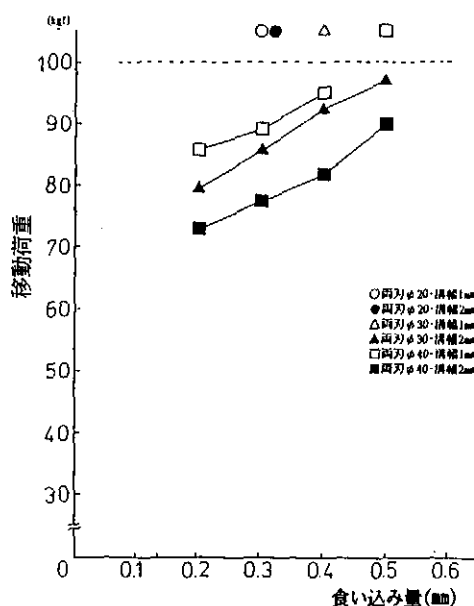


図5 SPCC1.0mmの板材の各種切れ刃形状における食い込み量と移動荷重の関係

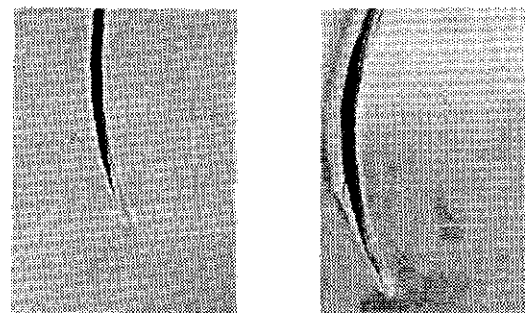


図8 (a) 曲線切断の曲率半径が120mmの切断状態

(b) 曲線切断の曲率半径が100mmの切断状態

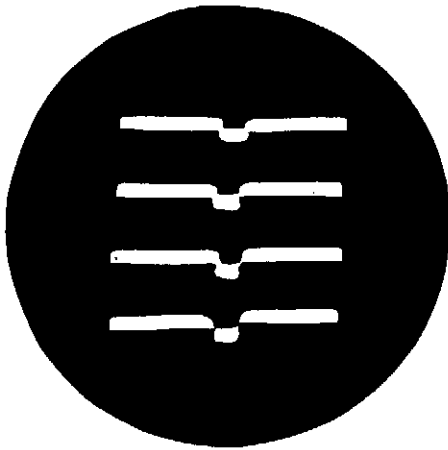


図9 二軸直交型切れ刃による切断状況及び切り口面形状

切断切り口面を図9に示す。上刃を両刃用、下刃を円形水平回転の二軸直交型の切れ刃で切断した状況である。上刃を押し込んで板材が切断された状態では、かなり大きな“だれ”が生じている。直線切断用の線接触切れ刃では、このタイプより小さかった。

5. まとめ

在来板金加工方法であるロータリシヤをNCタレットパンチプレスに組み込むために切れ刃の開発を目指してさまざまな切れ刃を検討し、試作して切断実験を行った結果、以下のことがわかった。

直線切断では、線接触切れ刃タイプの両刃を用い、ホルダ等に収納可能な範囲で刃の径を大きく、溝幅を板厚の2倍程度にすることによって切断に必要な材料を移動させる力が小さい。また、切断した部分を変形させないで切断を行える。

曲線切断では、切れ刃に対する材料の負荷が非常に大きく、材料は切断する曲線の接線方向へ移動しようとするため、切断部に大きな変形を生じる。材料の切断曲率半径に応じて上刃の側面にRを付け、下刃を円形の回転刃とする二軸直交型の切れ刃を開発して切断したが、材料を変形させないで切断できたのは、目標の切断曲率半径の2倍以上の曲率半径までであった。

切断面の形状は、一般の金型を用いたせん断より大きな“だれ”が生じる。

以上の結果からは目標達成はできていないが、これらの切れ刃の形状を糸口更に研究を継続させたいと思う。