

省エネルギー製品開発のためのウェブベース生産システム の構築に関する研究

— 可変治工具の開発 (第3報) —

泉川達哉、國吉和男、比嘉眞嗣、棚原 靖

アルミサッシの組み立て工程で用いるプレス治工具を改良し、複数の加工形状に対応できる可変治工具の開発を行った。可変治工具による加工精度やパンチの耐久性は従来品と同等程度であるが、可変治工具を用いることで必要治工具数が低減され得ることを示した。また、可変治工具にネットワーク機能を付加し、インターネット上から加工情報を自動収集する生産システムの構築を行った。

1 はじめに

本研究は NEDO (新エネルギー産業技術総合開発機構) の地域コンソーシアム事業において、製品指向・プロセス指向・物流指向の三つの観点に基づく総合的な省エネルギー化を目標としたものである。工業技術センターでは、これら三つの省エネ指向のうち、プロセス指向の省エネルギーに取り組み、アルミサッシの製造工程について改善を行った。

押し成形によって加工された形材をアルミサッシ製品として組み立てるためには、プレス治工具を用いた打ち抜き加工を行う必要がある。従来使用されているプレス治工具は、安価で加工時間が短い等の長所はあるが、基本的にパンチと加工形状の組み合わせは一通りしかなく、組み立てに必要な加工形状の数だけプレス治工具が必要になっている。そのため三次加工の現場では、加工を行うまでの段取り作業が多いことや治工具を保管する場所が足りないなどの不都合が生じている。また、ここ数年インターネットをはじめとする情報通信環境は著しく発達したが、三次加工の現場において、このような通信インフラを業務の効率化に活用した例は少ない。

本プロジェクトでは、このような三次加工の現状を踏まえ、複数の加工形状に対応できる可変機構を持ち、ネットワーク機能を有する可変治工具の開発を行った。可変治工具を利用した場合、加工情報はエージェントプログラムにより自動的にインターネット上から集められ、その内容に基づき治工具が変形するシステムを作ることができる¹⁾。

今年度は、前年度に製作した試作1号機を見直し、加工精度や加工箇所数の面で改良された試作2号機を製作した。また、ネットワーク機能についても三カ所以上を移動するエージェントプログラムを開発することで、ウェブベース生産システムと可変治工具を連携させることが可能となった。

2 試作2号機の仕様

前年度に製作した試作1号機の場合、加工精度に関して以下の問題点があった。

- ①パンチ接合部が接触する部分において0.07mm程度の段差が生じた。(図1)
- ②パンチ先端が接触する部分において、引きちぎり痕のようなシワが生じた。(図2)

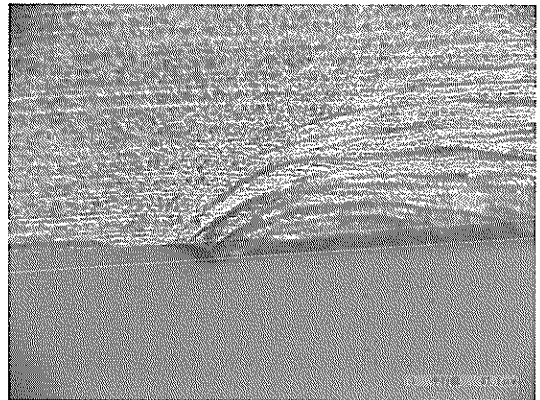


図1 剪断面の段差

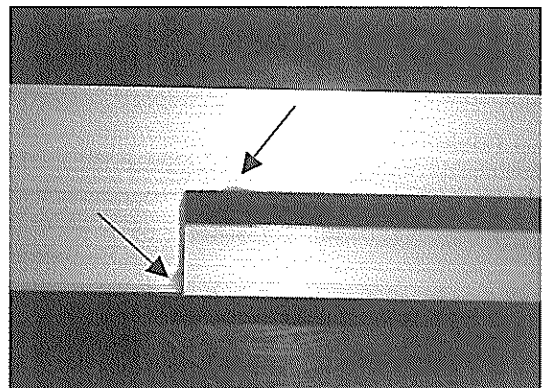


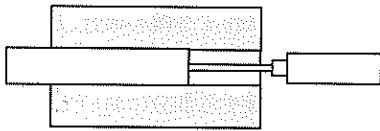
図2 剪断面のシワ

①については、集合パンチを構成している各パンチの先端が不揃いであることが原因であり、②に関しては、ダイとパンチのクリアランスが大きすぎることで、およびパンチの下面が不連続であることが原因であった¹⁾。

試作2号機はこれらの不具合が生じないように、以下の三点の改良を行った。

①パンチ先端を揃えるため、パンチの押出機構を当て止め型に変更した。試作1号機ではエアシリンダのストロークが完全に伸びきった状態でパンチの先端を揃えるようにしていたが、改良後はパンチ後部に当たり部分を設けた。(図3)

【試作1号機】



【試作2号機】

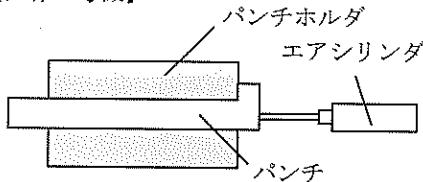
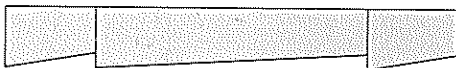


図3 パンチ押出機構の改良

②加工時のダイとパンチのクリアランスを最適値に保つため、ダイの移動方式をモーター駆動方式からエアシリンダによる当て止め型に変更した。

③パンチ下面を連続的に変化させ、剪断加工が各集合パンチの端部から連続的に行われるようにした。(図4)

【試作1号機】



【試作2号機】



図4 パンチ下面形状の改良 (パンチ正面図)

図5に示すように形材の三次加工は、形材の中央部分を切り落とす中間加工と両端部を切り落とす上下の加工に分けられる。試作1号機は中間加工のみに適用する仕様であったが、試作2号機では、上下加工にも適用できるように設計し、加工形状数を16とした。また、パンチの幅寸

法については、前年度に幅2mmのパンチが破断したことから、最小パンチ幅を5mmとした。駆動方式については、パンチ、ダイともにエア方式としたため機器制御が簡単になった。

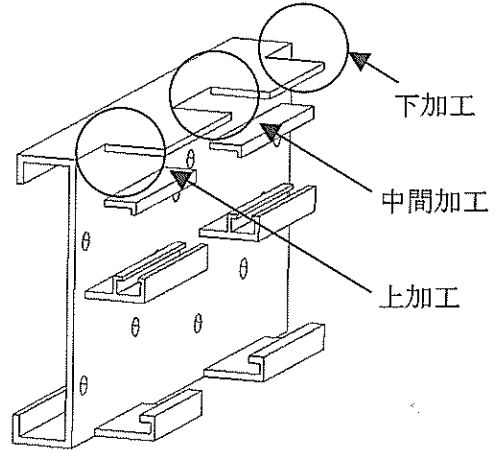


図5 適用部の拡大

図6に試作2号機の構造図を示す。試作2号機は形材の三つのリブを加工することができるが、そのうち下部二つのリブは同時に加工できるようにダイを四個備え、各々エアシリンダにより移動できるようにした。また、治工の下部プレートに備えたセンサにより、加工回数をカウントし、所定の回数を行うと次の加工形状へ変形するようにした。試作2号機の外観を図7に示す。また、図8には各パンチの幅寸法と加工する形材形状を示し、表1には16種類の加工寸法とパンチの組み合わせを示す。

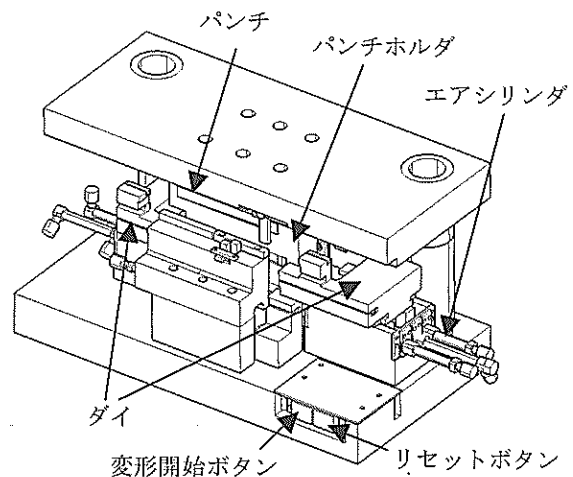


図6 試作2号機構造図

制御プログラムの表示画面を図9に示す。エージェントによって収集された加工情報は、①のテキストボックスに表示され、三次加工に必要な躯体の幅や高さの寸法、加工図面番号および加工数量を知ることができる。また、現在の加工形状は、②のテキストボックス中で表示され、加工回数は③に表示されるようにした。

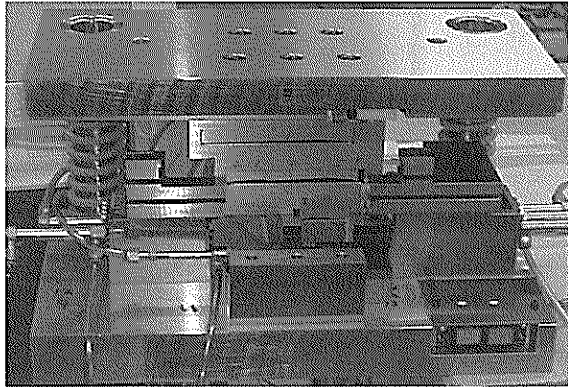


図7 試作2号機

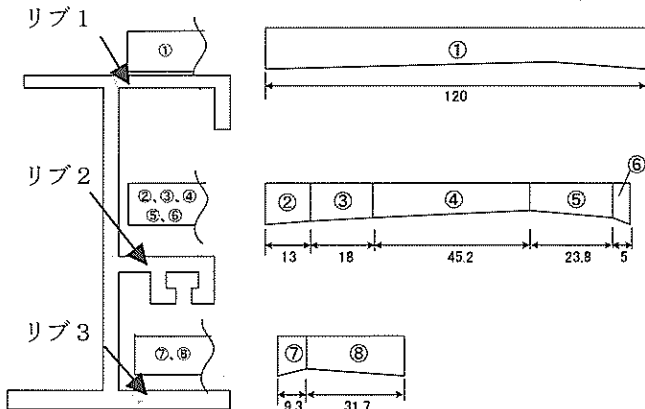


図8 パンチ幅と材形状概略

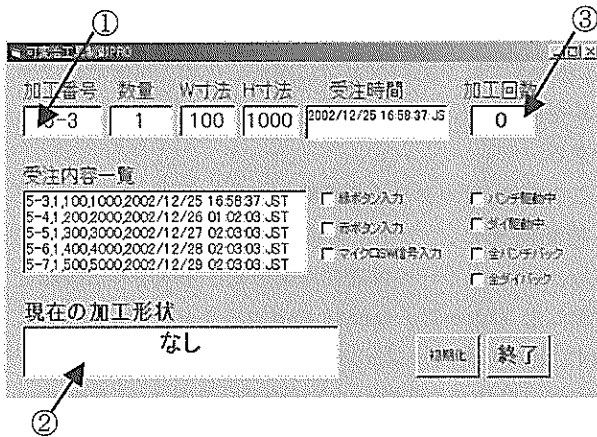


図9 制御プログラム

表1 加工寸法とパンチ組み合わせ

リブ番号	加工種類	加工寸法	パンチ番号
1	中間加工	120	1
2	〃	45.2	4
〃	〃	76.2	2,3,4
〃	〃	74	4,5,6
〃	〃	63.2	3,4
3	〃	31.7	8
〃	〃	41	7,8
1	上加工	30	1
2	〃	6.2	4
〃	〃	30	4,5
3	〃	30	8
1	下加工	90	1
2	〃	39	4
〃	〃	70	2,3,4
3	〃	1.7	8
〃	〃	11	7,8

3 加工実験

加工実験は前年度と同様、㈱三晃機械製作所製 15ton パワープレスに可変治工具を備え付けて行った。使用した材材は金秀アルミ工業㈱製の引き違い左縦枠（図番 KA-70SAT）である。

3-1 可変機構の動作評価

16種類の加工形状について、材材の加工を行い可変機構の動作に不具合がないか確認した。特に、前年度に加工精度の不良原因となったパンチ先端の不揃いやダイとパンチのクリアランスについて確認した結果、集合パンチの先端は±0.01mmの範囲で揃っていること、ダイとパンチのクリアランスは0.15mm程度で確保されていることを確認した。

3-2 加工精度の評価

パンチ7,8の組み合わせ（加工寸法41mm）で材材を加工し、剪断面の観察を行った。加工後の材材は図10に示す形状になるが、その図の丸印部分を上部から拡大して見たのが図11である。図11から分かるように、パンチの接合部の段差は殆ど見られなかった。またパンチ先端が最初に接触する部分のシワも少なくなっていることを確認した。

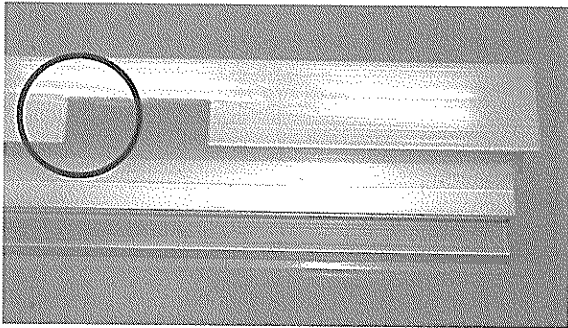


図10 加工後の形材

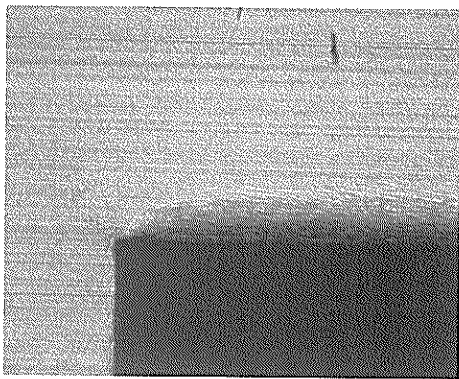


図11 切断面の様子 (×150)

3-3 耐久性の評価

パンチの耐久性は、その材質と加工時に発生する応力値を基に疲労特性線図を用いて推測することができる。加工時に発生する応力値については、有限要素法による構造強度解析において、パンチ先端の外周に、標準のアルミ材を打ち抜く際に発生する剪断抵抗を作用させると精度良く近似できることが確認されている¹⁾。今年度も同様の手法で最小パンチ幅(5mm)を持つパンチ6について解析を行った結果、加工時の最大発生応力は図12に示すように1.08GPa(108kgf/mm²)となった。これは図13の疲労特性線図²⁾によると約4万回の繰り返し加工に耐えるものであるといえる。

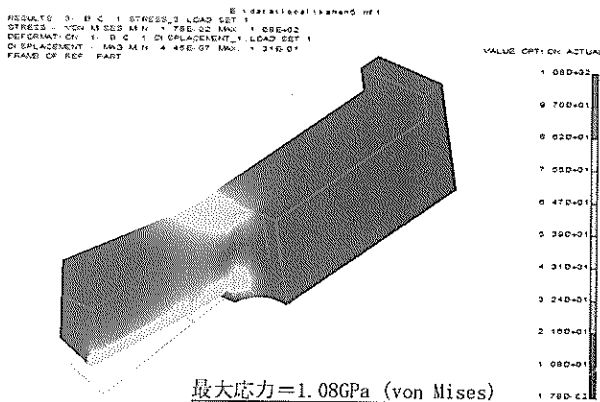


図12 強度解析結果 (応力コンタ図)

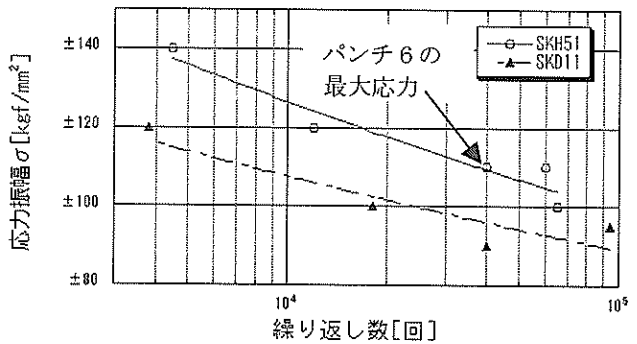


図13 SKH51の疲労特性

4 エージェントプログラムの開発

ここでのエージェントプログラムとは、ネットワーク中を移動するプログラムのことであり、一度起動すると、予め設定された複数のIPアドレスを巡回し続け、移動先において特定の作業を行うプログラムのことである。エージェントの移動先には、エージェントを動かすためのサーバーソフトを立ち上げておく必要があるが、起動後の操作は特に必要としない。また、移動先のパソコンが立ち上がっていない場合でも、その移動先を飛び越し、次の目的地へ移ることができる。

このようなプログラムを利用すると、現在、三次加工業者と発注者の間で行われている受発注業務の多くが自動化され、発注者側から考えると、数多くの加工業者の中からコストや納期の面から最適な業者を自動選定することが可能になる。また、加工業者側では、発注情報から必要な加工形状や治工具を抽出する作業を効率的に行うことができる。図14にエージェントと可変治工具を用いた三次加工システムの一例を示す。図示したように可変治工具は、その可変機構を制御するパソコンを介して、インターネットへ接続されており、そのパソコンをエージェントが巡回するようになってきている。エージェントは発注者側に備えたウェブベース生産システムのサーバーから、加工番号や数量などの発注情報を取り出し、それと共に巡回を始める。移動先では予めパソコンに用意した加工可能形状ファイルを検索することで、受注可能な加工業者を選ぶことができる。

ここでは、プログラムを簡略化するためエージェントを二種類開発し、一つは最適な発注先を選定する機能 (Agent1)、もう一つは発注情報を発注先へ届ける機能を付加した (Agent2)。Agent1のフローチャートを図15に示す。起動したエージェントプログラムは、最新の発注情報が無い場合でも定期的に巡回を続けるため、各移動先において時間チェックファイルを用意し、エージェントの持っている情報の新規性を判断させるようにした。そうすることで新しい発注情報が入った場合にのみ、各移動先で

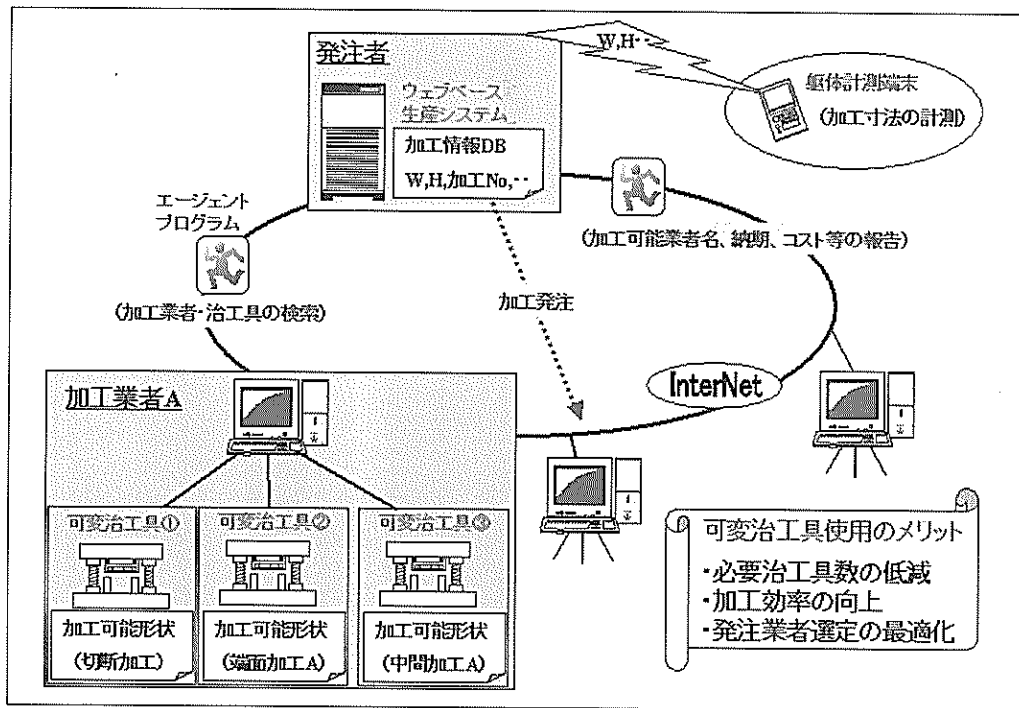


図14 エージェントを活用した三次加工システム

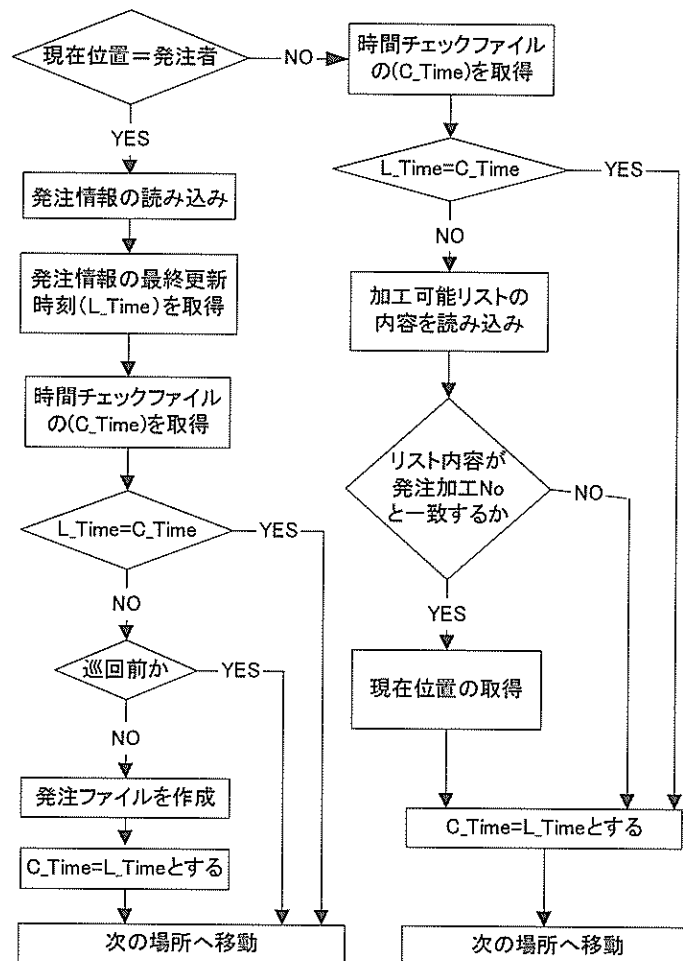


図15 フローチャート (エージェント1)

の検索作業を実行し加工業者の選定を行うことができる。

5 まとめ

ネットワーク機能を持ち、複数の加工形状に対応できる可変治工具を試作した結果、以下のような成果が得られた。

- ①1台で16個の形状を加工できるようになった。
- ②加工精度やパンチの耐久性は、従来品と同等の性能が得られた。
- ③エージェントプログラムを開発し可変治工具と組み合わせることで、インターネットを活用した新しい三次加工システムを提案した。

また製造コストや必要台数について従来の治工具と比較し表2に示す。加工対象としている型材の加工寸法は29カ所あり、従来はこれらを13台の治工具を用いて加工していたが、可変治工具を用いると二台で済む。製造コストについては可変治工具の場合、治工具本体の他にエア配管部や制御機器等が含まれるためコスト低減効果は少ないが、これらの本体以外の機器は可変治工具間で流用することが可能であり、適用箇所が多くなるに伴いコスト低減効果も大きくなると考えている。

表2 従来品との比較

	従来	可変治工具
価格	211万円	180万円
必要台数	13台	2台

可変治工具の課題としては、型材の形状によって、複雑な可変機構をその都度設計する必要があること、またパンチとダイの組み合わせパターンが多くなった結果、部品間の位置調整作業に時間を要するようになったことが挙げられる。

参考文献

- 1) 平成13年度 地域新生コンソーシアム研究開発
「省エネルギー製品開発のためのウェブベース生産システムの構築に関する研究」成果報告書
- 2) 株式会社ミスミ 「プレス金型用標準部品カタログ」
2000.5
- 3) 岩井俊弥 「Java モバイル・エージェント」 ソフトリサーチセンター 1998.11

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。