

自動穴あけ機に関する研究*

Studies on automatic drilling

足立勝重¹⁾

Katsushige ADACHI

In drilling hard to machine materials, deep drilling increased drill's breaking torque could quickly cause worn tools to break, but the control system prevents such breakage by automatically reducing the feedrate or step feed. This paper describes the results of an investigation into sensor mechanism which consisted of a control system that automatically the step feed whenever motor torque on the tool reaches a preset limit, or motor power exceed and if the thrust load consumed by the drilling is beyond its rated capacity.

The merits controlled drilling system device built as a trial in this study include increased tool life by reducing the need for chipbreaking drills, protecting the motor from over loads, and less operator attention.

1. ま え が き

ドリル作業の機械加工に占める割合は非常に多く、とくに、加工の自動化が進めば進むほどドリル作業の重要さが認識され、進歩が要請されている。しかしながら、ツイストドリルによる穴あけ加工にいたっては、100年の歴史の中で基本的にはほとんど変わっておらず、切りくず処理の問題、とくに深穴加工における切りくずづまりによるドリル折損などの問題に対する解決策が急がれているのが現状である。

深穴加工にはガンドリル、B T A方式などがあり、 $\phi 5$ 以上の穴あけは比較的安定した加工ができるが、それ以下の深穴加工ではガンドリルの製作が困難なため、ツイストドリルによる加工が一般的である。

しかしながら、ツイストドリルの深穴加工はきりくずづまりによるドリル折損がはげしく、そのためにステップフィード装置を応用するとか、加工者のカンに頼る作業となるため、専用機にも組み込みにくく、穴あけの自動化はむずかしい。

近年のように工作機械が自動機からNC機、AC機と新しい機械が出現する時代において工具をいかに精度を保ち、また、工具交換なしに使用するかが切削加工の能率をはかるうえで重要なものといえる。

そのために、精度よく、効果的な穴あけを行なうために、切削加工時の加工動作の確認の連続が要求されるが、しかしながら、小径の穴加工では工具の破損のチェックはむずかしいので、一定時間ごとに、あるいは加工数量ごとに工具を交換するといった管理方式によっているのが通常である。

本研究の試作した自動穴あけ機は切削加工時の推進抵抗（スラスト）および切削抵抗（トルク）を自動的に検知し、これを検知機構からの指令によってドリルの前進およびそれらの速度の遅速を自動

*昭和53年1月10日原稿受理

1) 大阪産業大学工学部機械工学科

方向（図左方）に移動し、それにもなつてドリル3も被削材4から後退する。

この状態ではドリルは正転状態を維持したままであるから回転を止めたり、逆転させたりする場合と違って切りくずの除去はきわめて容易に行なわれ、被削材4から引出されたドリル3には必要により、潤滑剤の供給などが行なわれる。

後退端はリミットスイッチ15によって検知され、その信号は直接もしくはタイマーを介してステップ制御装置7に送られ、前述と同様にドリル3が進出して穴あけが行なわれる。

このときはドリル3は、たとえば l_2 長さ進出し、前述したようにドリル3の推進抵抗が設定値を越えるとドリル3の後退が自動的に行なわれる。このようにしてドリル3の繰り返し進退動作によって順次深穴が形成され、所定の深さ l_3 に達すると、その状態はリミットスイッチ16によって検知され、ドリル3は当初の位置まで退避して停止する。

すなわち、推進抵抗検知機構ではドリルの推進抵抗を推進駆動たる流体圧を介して直接的に検知し、逐次段階的に穴あけしていくものであり、圧力スイッチ9の作動圧を適正值に動ひずみ計22を介して設定していくことによってドリル3にかかる過負荷をほぼ完全になくすることができる装置になっている。

2.2 切削抵抗検知機

推進駆動源は前述と同様の流体圧を利用する方法を採用し、ドリル3における回転方向の切削抵抗を検知してステップフィードする機構である。

すなわち、ドリル3の切削抵抗はその回転駆動源たるドリル側回転モータ6に影響をおよぼし、切りくずつまりその他の原因によってドリル3の抵抗が増大すると、回転モータ6の消費電力すなわち電圧または電流が増大し、カレントセンサーを介してドリル3の進退を自動制御される。つまり、カレントセンサー11の作動点をドリル3や回転モータ6に過負荷がかからない程度にあらかじめ設定しておき、切削抵抗が設定値を越えて過負荷が生じる直前の電力量に達したときにセンサー11がこれを検知し、その信号をステップ制御装置に伝達する。そして前述と同様に流体圧送給方向を変換してドリル3の後退が行なわれる。

すなわち、切削加工時における過大抵抗を回転モータ6の消費電力量（電流量）によって正確に検知し、切りくずの除去および潤滑剤の供給を適宜行ないながら段階的に穴あけすることにより、ドリル3や回転モータ6に過負荷をおよぼすことなく安全で効率的な穴あけ加工が可能になる。

ここでドリル3の前進端はリミットスイッチ15および16で行なうことは前述と同様である。

このように本装置は圧力スイッチ9、10を用いた推進抵抗検知機構を介して自動的にステップフィード加工する方法とカレントセンサー11の電力変化検知装置による回転抵抗検知機構を介して行なう方法をとっており、前者はスラス

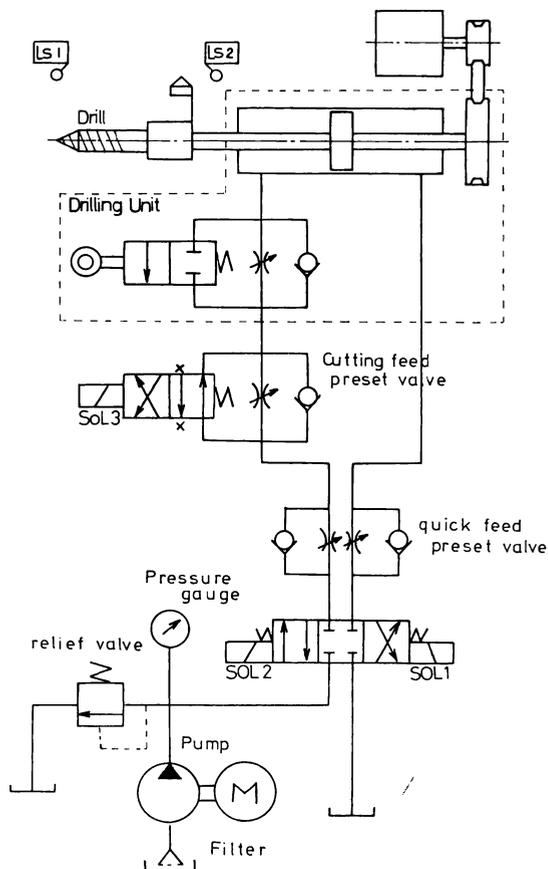


Fig. 2 Block diagram of oil pressure

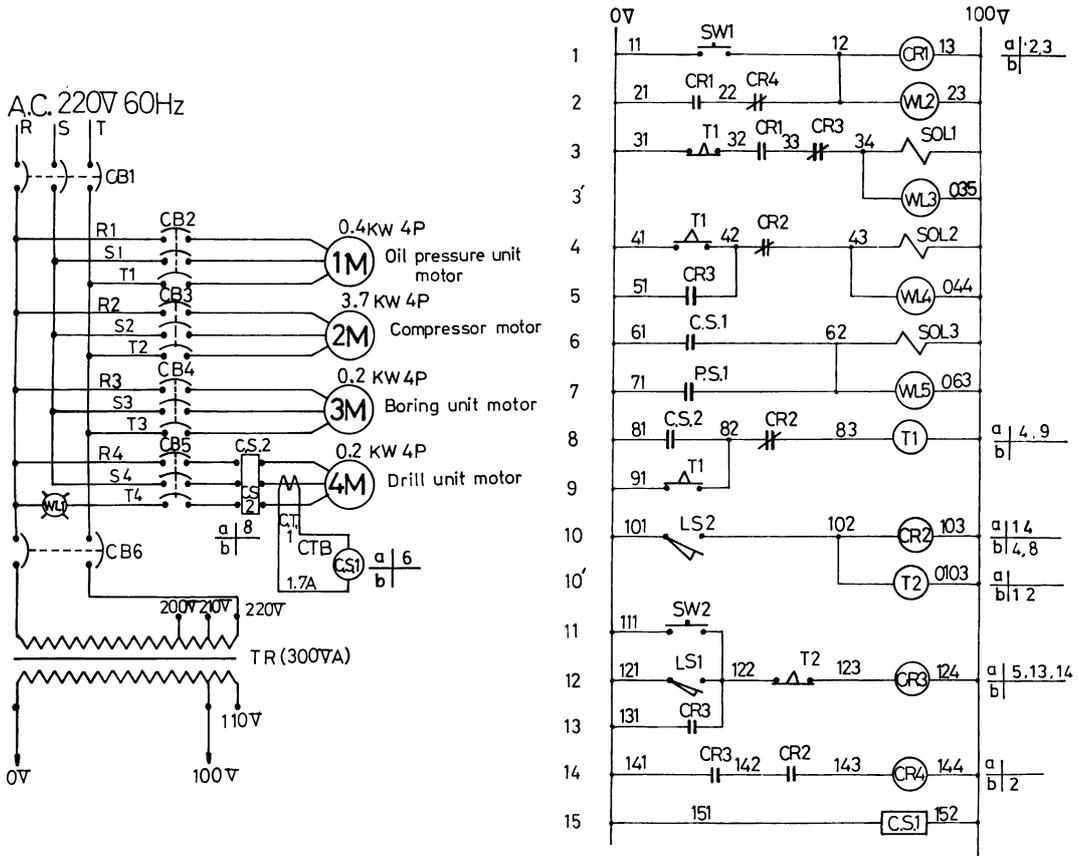


Fig. 3 Block diagram of electric circuit

ト方向，後者はトルク方向のそれぞれ異なる抵抗を検知するものであるから，両者を併設しておけば連動で優れた効果が発揮される。また，カレントセンサーに対して過電流検知装置を設置して，センサー回路から回転モータの過負荷電流を検知する方法もとった。

Fig. 2 に油圧回路図，Fig. 3 に電気回路図を示す。

たとえば，プッシュボタンSW₁を押すとSOL₁がonとなりドリルは早送りで前進し，T₁のケリでSOL₃が働き切削送りとなる。

切削加工が進行し，切りくずづまりなどによって駆動モータに負荷がかかるとカレントセンサーC.S.1または過負荷検出装置C.S.2あるいは切削送りに負荷がかかると推進抵抗検知装置P.S.1が連動し，ステップ装置が働いてステップ・フィード送りを行なわせることができる。その際確実に所定の位置まで後退して検出され，その確認信号によって以下同様の順序を経てシーケンス制御が行なわれる。

また，Fig. 3 の電気回路図を変えて，早送りから切削送り検知をC.S.1で行ない，過負荷検知をP.S.1またはC.S.2によるシーケンス制御などが可能である。

Fig. 4 は制御盤の内部を示す。

3. 試作実験機

Fig. 5 は試作したオートステップ・フィード付穴あけ機械の概観を示す。

被加工物側はボーリングユニットに回転シリンダ付エアチャックを取りつけ，変速機付モータで回転駆動させる。

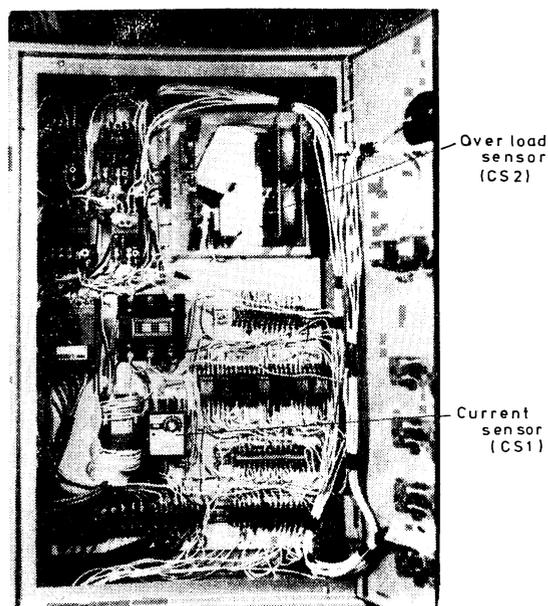


Fig. 4 Controlled box

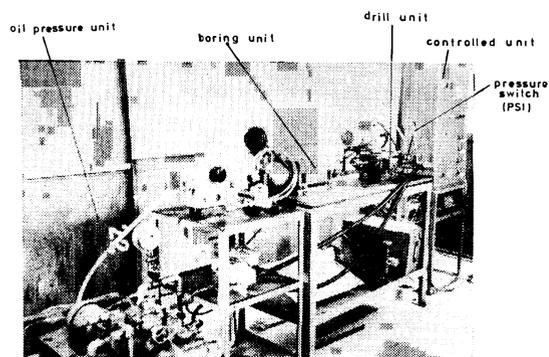


Fig. 5 Experimental equipment for step feed controlled drilling

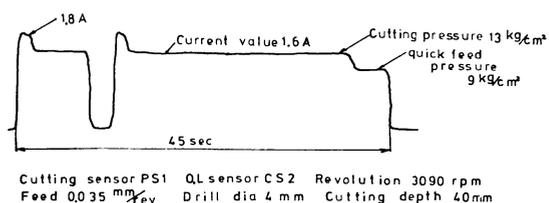


Fig. 6 Oscillogram in controlled drilling by automatically step feed

ドリル側はドリルユニットを用い、スピンドル先端にジャコブステーバNo.2を取りつけ締結したドリルは変速機付モータで駆動される。

切削送りは油圧ユニットからデセラレーション・バルブによって早送り早戻りする。切削送り速度はデセラレーション・バルブの調節によって自由に選択でき、0～10mm/secの範囲で無段変速することが可能で各種の送りパターンを選ぶことができる。

4. 実験結果と考察

試作した実験機でS45C、 $\phi 10$ の被削材を穴あけた結果、切削検知ならびに推進抵抗検知とも良好に作動した。また、ロスタイムを短縮するために早送りから切削送りに変わるセンサーを圧力スイッチ(PS1)ならびに切削検知(CS1)での実験も行なった。

Fig.6は切削検知をPS1で過負荷検知をCS2で行なった場合の油圧送りの推進抵抗を電磁オシログラフで表わしたものでステップ・フィードした一例を示す。

すなわち、穴深さが $10d$ (d :ドリル径)の深穴切削になると、切りくずづまりが原因となりドリル折損が生じる場合が多い。本例ではステップ1回を記録している。

本装置は上述のようにステップフィード加工における往復作動を推進抵抗または回転抵抗に応じて適宜に自動制御しつつ行なうもので、従来のあらかじめ設定された一定時間あるいは長さの周期によってステップフィード加工する場合に比べて、装置および被削材にかかる過負荷を抑制し得ることが可能で、これは深穴加工などのように頻度に往復運動をくり返さず場合など大変重要な意味をもってくる。

さらに、本装置はドリルが細ければ細いほど、穴が深ければ深いほど正味切削時間以外のロスタイムの排除とか刃先の冷却などの問題に有効である。

5. む す び

最近の加工機は自動化がさかんに行なわれており無人化が必要となる傾向にある現在、穴あけにお

ける破損ドリルの検出は今後ますます重要な問題となってくる。

本研究の試作した自動ステップ・フィード穴あけ機は推進抵抗検知機構と切削抵抗検知機構の両検知から指令によってドリルの前進、後退などを自動的に制御し得るフルオートステップ・フィード加工ができるので電力消費や時間的ロスも少なく、加工の高能率化を図ることを特徴としている。

今後は種々な実験的研究を行ない、被加工物の品質の確保、切削条件の選定などの実験研究を進めて、安価で単純な検出装置の開発を追求していきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 小菅・原, 小径穴加工の合理化, 機械技術, Vol.16, No.4. 43.