

せん断加工機の 高精度化機構の研究

明治大学工学部機械工学科

教授 矢吹 豊

(昭和62年度研究開発助成 AF-87017)

1. 研究の背景

せん断加工は確立した技術として材料加工に広く使われているが、一般にせん断加工製品の精度は、切削加工製品に比べて劣るので、精密な製品のためには、せん断後さらに仕上げ加工が必要である。そこで、最近では精密せん断法が注目され、種々の方法が提案されていて、一部は実用化されている。本研究はこれらの点に注目した、せん断加工の精度についての基礎研究である。

2. 研究の目標

せん断加工は一見、単純なせん断応力のみでの加工のようにみえるが、実際には複雑な多軸応力状態にあり、せん断のみならず引張り、圧縮変形も同時に起こる。これらの複雑な変形の結果、せん断方向に直角な方向に、いわゆる側方力が生じ、これが切刃の横方向変位を生じさせ、せん断における重要因子である刃のクリアランスを変化させて寸法精度の低下、断面形状の劣化などを生じる。これらの点は経験的にもよく知られており、現象の定性的な説明もある程度なされているが、側方力発生メカニズムの解明にしても、その大きさの定量的把握にしても、研究は驚く程なされていない。その理由の一つに材料中の多軸応力の測定が非常に困難な点があり、最も重要と思われる側方力にしても測定例は極めて少なく、せん断機構の解析をすすめるうえで大きな障害となっている。そこでまず側方力の測定を試みる。

せん断実験装置は自製で、ダイセットに刃先角度 90° の直刃をシヤ角なしに取り付けた、いわゆるギロチン型のもので、油圧で駆動する。板押えは油圧式で、最大せん断荷重の2割の力で板材を拘束する。これで板厚4mm、板幅100mmのアルミ及び銅材をせん断する。この時の刃にかかる側方力は、刃を取り付けたダイスの基部の二か所表裏にはりつけたひずみゲージで測ると同時に、刃先端部の四か所に取り付けた、高感度の対向電極間隔変化型の静電容量式変位計でその分布を測る。せん断荷重はダイセットに取り付けたひずみゲージ式のロードセルで測る。ダイセットには四か所に誘電率変化型の静電容量式変位計を取り付け、ダイストロックと同時に出力の演算処理によってダイセットの傾きがわかるようにする。測定点数が多いので測定値12ビット、変換時間 $25\mu\text{S}$ のADコンバーターでデジタル信号に変換したうえでパソコンによりディスクに記録する。こうすれば、時間を追った多数のデータの収集が容易なばかりでなく、データの解析が極めて容易になる。

以上の測定・解析システムは自製の部分が多く、システムの構築自体が多くの問題を含み、本研究の重要な部分となっている。

3. 成果の概要

1) 側方力測定装置

ダイスのたわみを測るひずみゲージ式荷重計は、ダイス基部での全側方力を測るもので、大きな問題はない。しかし、刃先端変位を測る静電容量式荷重計は刃先の状態の影響を直接受けるので、高い測定精度を要求されるとともに、設置場所の制約がきびしく、極めてむずかしい測定といえる。測定上の多くの問題、例えば浮遊容量の影響、非線形出力の補正、ノイズのキャンセルを解決して、ADコンバーターにより安定してデータをパソコンに取り入れ、ディスクに読み込み、データ処理をして出力できるまでにはかなり時間が必要であった。

2) ダイ変位測定装置

ダイセットの四すみの変位を測る静電容量式変位計は、上記と異なる方法で、大变位に適したものである。すべて自製であるため感度変動があり、スケールリングア

ンプが必要である。また四か所の出力のアナログ演算により、ダイスの二次元の傾きがもとめられるようにしてある。

3) データ収集・解析装置

12ビットADコンバーターと16ビットパソコンを組み合わせたものである。用いたコンバーターは差動8チャンネル、25 μ Sの変換速度であるが、各チャンネルの独立したサンプルホールドを行っていないので、データの取り込みがシリアルになり、切り換え時間の影響が大きい。付属のプログラムはベーシックで切り換えが遅く、油圧のような低速の場合には十分であるが、実際のせん断のように高速のときは遅すぎるということがわかったため、アセンブラでプログラムを作り、この問題を解決した。データはディスクに入れ、パソコンで適当な処理をしてプリンター、カラープロッターに出力し、解析した。

4) 測定結果と考察

測定の結果、側方力の挙動には従来知られなかったいくつかの点があることがわかった。まず、側方力は一般にせん断部から外側に向かって生ずるとされているが、条件によっては初期に逆方向の負の側方力が現れる点である。この負の力にはダイセットの剛性が大きく関係しており、刃とダイセットにかかる力によってダイセットが傾いて生ずることが解析の結果わかった。

つぎに、刃の上面の位置が材料面と僅かに段差があっても、側方力がかなり変化する点である。これを利用すると、段差によって好ましい結果を得られる可能性がある。

さらに、刃先での側方力分布測定の結果、部分的な刃の摩耗等の刃先状態の変化が検出できることがわかり、側方力が刃の状態のモニタリングに使える可能性があることがわかった。せん断機構の力学的解明にはまだ多くの情報が必要であり、この点では不十分といえるが、上記のような、従来知られていなかったいくつかの現象を発見し、解明できたのは大きな成果といえる。

4. おわりに

天田金属加工機械技術振興財団の研究助成金で、有意義な研究を進めることができたこと、また、研究室の設備も一段と充実させることができ、今後の研究にも資することができたことを感謝する。なお、本研究は当研究室 村田良美助手との共同研究であることを付記する。