

板金 FMS 用計測システムに関する研究

東京工業大学 工学部 機械工学科

教授 加藤 和典

(昭和62年度研究開発助成 AF - 87008)

板金加工の分野において、FMSの導入が盛んになるに従って多様な成形品の形状精度の計測が大きな問題になっている。そこで、本研究では特にタレットパンチプレスによる各種成形品を対象として高速かつ高精度で計測できるシステムを開発する。

さて、タレットパンチプレスによる加工は①種々の形状の穴の打抜き加工と②浅い曲げ、張り出し、パーリング等の面外への変形に大別することができる。これらを光学的方法によって測定する場合前者の測定が2次元的事であることは当然であるが、後者においても CCD、イメージセンサ等による撮像を想定すると測定対象はまず2次元的事な画像として検出され、処理される。よって、3次元測定固有の問題は、3次元情報を2次元情報におきかえる手法を(たとえば光切断法)の開発と複数の2次元画像の解析結果から3次元形状を認識するアルゴリズムの開発とに限られる。以上より、2次元画像の計測がすべての場合の基本になるものと考え、本研究では測定対象を前者の抜き穴の計測に限定する。

計測の方式としては種々のものが考えられるが、ここでは、レーザビームを測定対象に照射して透過・遮断を光電素子で検出し、一方エンコーダで位置測定する、という最も単純な方式を採用する。この方法においては測定対象の並進移動装置の速度変動、信号処理回路各部の処理時間の変動等が測定値に誤差を与えるので、それらの影響の大きさを検討し、実用的な目標精度(10 μm)を達成できる方式を確立することが必要である。また、打抜き穴の種類と位置については加工時の情報から通常は計測に先立って分っているが、こ

のような場合の有効な計測方式等、ソフトに関する問題についても検討する。

研究成果の概要

板金 FMS の対象とする製品は形状が多様でまた成形品精度の管理に多くの計測を必要とするため、高能率かつ高精度な計測システムの開発が必要である。そこで、本研究では板金 FMS の中で特にタレットパンチプレスによる成形品を対象として高速かつ高精度な計測システムの開発を行なう。

まず、計測において問題となる誤差の低減方法について検討し、以下の結果を得た。

(1) 本研究の計測システムでは、被測定物をレーザ光束で走査し、測定対象の抜き穴のエッジによって光束が通過・遮断されるのを光電法によって検出し、被測定物並進装置の移動量より位置を計測する。このような計測システムについて計測誤差と種々の要因関係を分析し、要因図(要因樹形図)を作成した。

(2) 要因図の各段階における誤差発生の原因を調べるために、

①2つの光電素子・信号処理系に同時入力して、それらの出力の差より処理時間等の特性を求めめる比較測定法、

②信号処理中の速度変動の影響を取り除いた計測などのいくつかの基本的な計測方法を考案した。

(3) レーザ光束によるエッジの計測においては、光電変換後の信号処理法が精度に影響を与える。本研究では光電素子により検出された電圧の微分値を用いる方法と電圧の絶対値を直接用いる方法

について検討したが、後者の方が処理時間、ノイズに対する安定性、検出可能な信号間隔などの点ですぐれており、実用的にも十分な特性の得られることがわかった。

(4) 上記の(2)で提案した方法を用いて個々の信号処理要素における処理時間及びばらつきについて検討し、精度向上のために重要な要点を明らかにした。すなわち、

①被測定物並進装置における送り速度の変動による誤差が大きいため、信号処理時間はできるだけ短くする。

②光学系の中で特に鏡は除振して並進装置からの振動を受けないようにする。

③レーザ光束には絞りをいれて光束周辺のノイズを除去し、また、被測定物の面で集光させるようにして信号の立ち上がりをよくする。

(5) 以上の改善を施した上で成形品モデルの計測を行った結果、誤差は約 $50\mu\text{m}$ になることがわかった。なお、並進装置の速度変動を除いた状態で測定した場合の計測値の再現性は $\pm 5\mu\text{m}$ であり、速度変動の除去及び振動の除去を完全に行うことによって、この値までを向上できるものと思われる。

次に、計測能率の向上について検討を行い、以下の結果を得た。

(6) 光電素子を複数個(たとえば4個)配置することにより複数の走査を同時に行う方法を提案した。走査手順についても、まずX方向の走査を行った後、次のY方向走査においては必要な部分だ

けを選択的に行うことにより処理を短縮した。

(7) 抜き穴を円と長方形に限定した場合について、簡便な形状識別アルゴリズムの例を示した。

以上、本研究の結果2次的に分布する抜き穴の計測に関しては、当初目標としていた $\pm 10\mu\text{m}$ の精度は被測定物並進装置として速度の安定したものが利用できれば可能になるとの見通しが得られた。

なお、タレットパンチプレスによる成形の中で浅い曲げ、張り出し、パーリング等の面外変形の計測が他の一つの重要な課題になる。本研究ではこの課題まで取り上げるには至らなかったが、予備的検討によれば光切断法により $100\mu\text{m}$ 程度の精度の計測は可能であり、形状の認識等は測定後のデータ処理の問題であって本質的な困難はないものと思われる。

発表論文

(1) 加藤、北沢、岡田、遠藤：板金FMS用2次元計測システムの研究、平成元年度塑性加工春季講演会講演論文集、(1989-5)、73。

(2) 研究成果報告書「板金FMS用計測システムに関する研究」*

*上記(2)の内容については計測システムの一部(並進装置駆動系)を改造し計測データを補足した上で学会発表する予定。