

「S-MAC」システムのメガネフレーム製造機への応用

木村 良則

楠本 直子

Yoshinori Kimura

Naoko Kusumoto

1. まえがき

当社は、時代のニーズに合わせ FA オープン化宣言を行い、FA オープン化対応コントローラ「S - MAC」の発表を行った。モーションネットワークとして SERCOS や Device Net、上位ネットワークとして Ethernet を採用し、それらのオープンなネットワークに対応した製品を開発してきた。本稿では従来の NC (数値制御装置) にかわり当社のオープンなネットワーキングコントローラ「SMS-10」が採用されたメガネフレーム製造機への応用例を紹介する。

2. メガネフレーム製造機のソリューション概要

開発したシステムのメガネフレーム製造機外観を図 1 に示す。この装置は、三次元リム加工を行う三次元ベンディングマシンと、メガネフレームの型(以下玉型という)をトレースし、玉型の数値データを測定する玉型トレーサとの融合システムとなっている。

三次元ベンディングマシンでは、素材送り軸によって加工素材が送られ、曲げ軸と R 入れ軸によって三次元曲げ加工が行われる。加工が終了するとエア圧式カッターによってカッティングされ、1 個の製品が完成する。

玉型トレーサでは、装置にセットされた玉型をトレーサ軸によって回転させながらデジタルゲージによって玉型の数値データを測定し、管理用パソコン(以下「管理用 PC」という。)にその数値データを転送する。

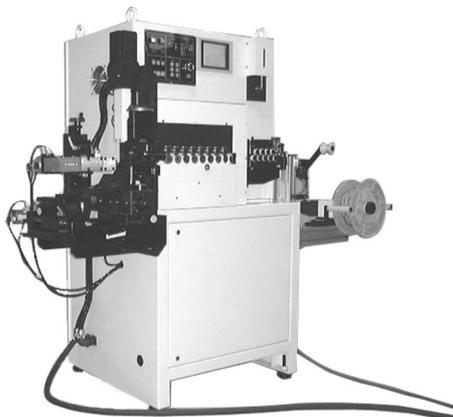


図 1 メガネフレーム製造機の外観

2.1 ソリューション概要

今回のシステムでは下記の課題に対するソリューションを目標にシステム開発を行った。

- PC ベース化による客先ノウハウの流出防止
- 開発期間の短縮
- 大幅なコストダウン
- 高機能化、高速化の可能性追求

2.2 ベンディング動作

ベンディング動作概要を図 2 に示す。ベンディング動作では、送り軸 (X 軸) によって送り出された素材の位置に同期して、回転動作を行う R 入れ軸 (Y 軸) による奥行き方向の R 入れ作業と上下動作を行う曲げ軸 (A 軸) による曲げ作業を行う。

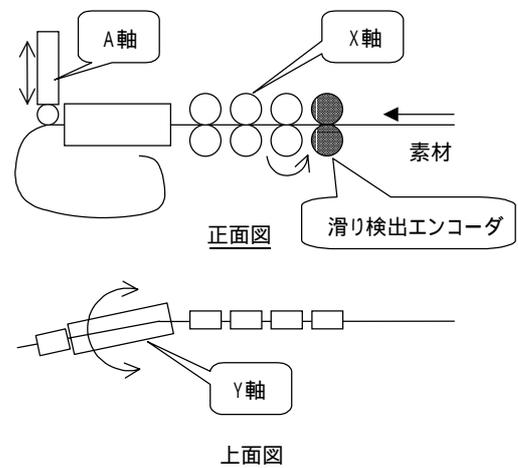


図 2 ベンディング動作概要図

2.3 トレース動作

トレース動作概要を図 3 に示す。メガネフレームの元型となる玉型をトレーサ回転軸 (T 軸) により回転させ、垂直方向に取り付けられたデジタルゲージにより玉型の角度毎の中心からの距離を測定する。また、測定ポイントは一周あたり 800 ポイントを測定する。この測定データを元にベンディング加工用のデータを作成する。

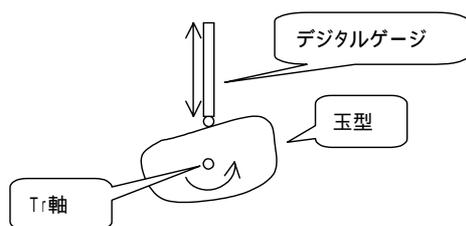


図 3 トレース動作概要図

2.4 加工データ作成作業

ベンディング加工データの作成は管理用パソコン(外部)により行われる。管理用パソコンは、トレースされたデータをもとに諸条件を加味して加工データの作成を行う。また、演算方程式だけでは得られない補正を直接加工データへ反映させることができる。

諸条件には、以下のようなものが存在する。

- 1) 素材の材質
- 2) 素材のバックラッシュ量
- 3) 素材の形状
- 4) 素材の厚み
- 5) 素材のロット
- 6) その他

2.5 機械仕様

マグネフレーム製造機の三次元ベンディングマシン機械仕様を表 1.1、玉型トレーサ機械仕様を表 1.2、システムの構成を表 2、ソフトウェアの仕様を表 3 にそれぞれ示す。

表 1.1 機械仕様(三次元ベンディングマシン)

項目	内容
用途	マグネフレーム加工
生産能力	10～20 個/分
加工内容	曲げ、カーブ入れ
許容誤差 (過渡応答を含む)	送り誤差: 1.5mm 曲げ誤差: $\pm 2^\circ$ R 誤差: $\pm 0.5\text{mm}$

表 1.2 機械仕様(玉型トレーサ)

項目	内容
用途	玉型数値データ測定
測定時間	30 秒/個(高速時) 60 秒/個(低速時)
加工内容	数値測定、データ転送
分解能	10 μm

表 2 システム構成

項目	内容
Controller	「S - MAC」 SMS10A016S005 AML
制御軸数	4 軸
Servo Amplifier	PQRAS3331166100
AC Servo Motor 送り軸	P50B08050DXS00
AC Servo Motor 曲げ軸	P50B08040DXV00
AC Servo Motor R 入れ軸	P50B07040DXV00
AC Servo Motor トレーサ軸	P50B05020DXS00
HMI	液晶タッチパネル
上位との通信	Ethernet
モーションバス	SERCOS
HMI機器との通信	RS-232C

表 3 ソフトウェア仕様

項目	内容
OS	VxWorks
Motion Language	AML 6.14 Runtime
その他	AML アプリケーションプログラム HMI 作画データ MAP 変換プログラム

3. 制御システムの概要

制御システムについて概要を説明する。

3.1 制御部のシステム構成

制御部のシステム構成を図 4 に示す。ブロック図の中で、ターゲット PC と呼ばれているのが制御部のコントローラ「S-MAC PC」の「SMS-10」である。「SMS-10」は SERCOS I/F カードを搭載し、サーボアンプと通信を行っている。

サーボアンプは、SERCOS に対応したドライバ「PQ」TypeR である。「SMS-10」とサーボアンプは光ファイバで接続されている。開発環境も含めた上位システムとは Ethernet でのネットワーク接続となっており、液晶タッチパネルとの通信は RS-232C で行っている。

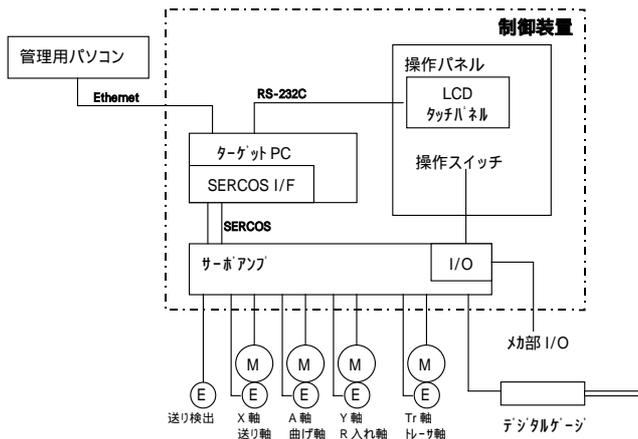


図 4 制御部のシステム構成図

3.2 サーボ制御概要

サーボモータは X 軸、A 軸、Y 軸、Tr 軸と 4 軸構成になっている。

1) X 軸の制御

X 軸はメガネフレームの素材を送るための送り軸として使用しており、滑り検出用エンコーダによってフルクローズ制御を行っている。X 軸用モータは素材送りローラを回転させ、素材によって連結された滑り検出エンコーダにより位置制御を行っている。よって、素材の送り動作時にローラと素材の間に滑りが発生すると、自動的に滑り量を補正して目的の送り量を補正している。また、この滑り量が一定量を超えた場合、滑り発生としてエラー検出を行う。

2) Y 軸の制御

Y 軸はメガネフレームをレンズの厚み方向の深みを作るための R 入れ軸として使用している。メガネフレームの深みを作る作業において、レンズの角にあたる部分は急激な曲げ方向の反転が必要なため、サーボ応答性が必要とされる。

3) A 軸の制御

A 軸は曲げ加工を行う曲げ軸として使用している。曲げ用ローラはある直径を持っているため、下降位置により素材に接触する面が変化する。よって、A 軸の制御は素材のバックラッシュなどの諸条件だけではなく、曲げローラの直径をも考慮して位置決めを行っている。

4) Tr 軸の制御

Tr 軸は玉型数値データ測定時に使用するトレーサの玉型を回転させる軸として使用している。また、

測定作業では玉型を一定速度にて回転させ、デジタルゲージによって玉型一周当たり 800 ポイントの測定を行う。

3.3 管理用 PC の概要

管理用 PC はトレースされたデータを AML プログラムで使用する加工用データに変換する演算を行っている。また、この PC は加工中には不必要となるため、複数台のペンディングマシンに共用されている。この切換は TCP/IP のアドレスおよびノード名により行われる。

1) 加工データ変換演算

この演算には素材の諸条件や曲げローラの直径などを考慮しているが、その他の機能としてグラフによる加工物の確認と設計値との誤差判別、および手動による数値補正機能を有している。また、加工時間の最適化を行うために動作速度の補正も行う。

2) MAP ファイル作成作業

コントロールソフトに「AML 言語」を使用しているため、ペンディングマシンの加工データは MAP ファイルを使用する。管理 PC は加工用データから X 軸、Y 軸、A 軸に対する 4msec 毎の MAP ファイルを作成する。また、MAP データに変換する際に、機械の衝撃減少（騒音防止）のために、S 字加減速動作やパスポイント動作を盛り込む。

3) レースデータの保管作業

トレースデータの保管機能ではコントローラから受信したデータに加工をして保管している。トレースを行う計測器の先端には、玉型と接触する直径 5mm 程度の球状のガラス玉が取り付けられている。このガラス玉が玉型に接触する位置（角度）は、玉型の角度によって変化するため、測定されたデータには実際の玉型寸法に対してこのガラス玉分の誤差を含んでいる。よって、トレースデータの保管作業では、測定データに対してこのガラス玉分の補正加工を行う演算を行っている。

4. 特化機能

1) 素材送りの滑り検出と補償

素材と送りローラには滑りが発生する可能性があるとして設計されている。これはローラの締め付け力により素材のキズなどを防止するためである。制御システムはこの滑りが発生しても補正できる構成になって

いる。すなわち、送りローラに対して、素材の実際の送り量を検出するエンコーダを配置し、フルクローズ制御を行っている。これにより、滑りが発生してもその滑り分の送りを補正するシステムとなっている。

2) 騒音対策

機械の品位を表す指標として、静粛性が上げられる。実際に数値的な値が示されているものではないが、モータが回転するサーボ音さえも騒音として扱われてしまうレベルである。実際の開発にあたり、各軸の加減速や動作反転の箇所でもメカを叩く音は発生し、大きな騒音問題となっていた。この騒音を排除するために、4msec 毎の MAP データ作成段階で、S 字加減速やパスポイント動作を組み込み、静粛性を実現した。

5. むすび

以上、「S-MAC」を使用したメガネフレーム製造機について紹介した。本システムの開発により、従来の NC 機に対してコントロールおよびサーボシステムのコストダウンが約 40% 図れた。さらに、HMI も従来機の NC 画面から、ユーザカスタマイズによる直接イメージ画面へ変更したことで操作性の向上も図れ、PC ベース化コントローラと「AML 言語」を使用することにより客先ノウハウの流出防止も図れた。また、これまで明確にされていなかったメガネフレーム用ベンディングマシンの特質も明らかになり、さらなる高速化が可能である指針が確立できた。これらソリューションの応用により他のベンディングマシンへの展開も今後期待できるものとする。

* DeviceNet は、ODVA (Open DeviceNet Vendor Association, Inc.) の登録商標。

* SERCOS は S ERial R ealtime C Ommunication S ystem の略

文献

- (1) 吉川：「ネットワークコントローラ「S-MAC」の開発コンセプト」
SANYO DENKI Technical Report No.4 Nov.-1997
- (2) 佐藤ほか：「Industrial PC「S-MAC PC」の開発と「S-MAC」
components」
SANYO DENKI Technical Report No.6 Nov.-1998
- (3) 吉川：「AML 言語の開発とその特長」
SANYO DENKI Technical Report No.7 May.-1999



木村良則

1985年入社

コントロールシステム事業部ソリューション第1部
デジタルコントローラの開発を経て、S-MACシステム
の開発に従事。



楠本直子

1999年入社

コントロールシステム事業部ソリューション第1部
ファンモータの開発を経て、S-MACシステムの開
発に従事。