

# 自動車ボディ溶接治具用 100軸DeviceNet「S-MAC」の開発

石塚 よし  
Yoshi Ishizuka

永井 弘  
Hiroshi Nagai

## 1. まえがき

コントロールシステム事業部は、これまでにいくつかの「S-MAC」システムによるソリューションの実例を紹介してきた。それらのうち、モーションコントロールに関するほとんどが、「AML言語」とSERCOSデバイスによるソリューションの紹介であった。

そこで本稿ではこれまでの例とは違ったソリューションの実例として、「S-MAC PC」シリーズの「SMS-30」をプラットフォームにDeviceNetデバイスを使用した超多軸の溶接治具の位置決めコントローラを紹介する。

## 2. 開発の経緯

自動車部品などの溶接においては、部品間の位置を確保するために、位置決めピンなどを用いた溶接治具を使用している。従来の溶接治具は、車種ごと、あるいは仕様ごとに用意しておき、その都度交換して生産をしていた。そのため、従来の治具では、段取り換えに時間がかかり、生産効率を上げるためには同一車種、同一仕様をまとめた生産計画が必要であった。また、仕様ごとに作られた専用治具であるため、仕様の数だけ治具が必要であり、準備しておくためのスペースの確保も問題であった。

これら専用治具の問題点を解決する治具、すなわち生産計画の自由度が高く、実質的な設置面積が狭い治具が要求されていた。そこで日産車体株式会社殿では、位置決めピンを可動式にした超多軸溶接治具を企画し、そのモーションコントロール部を当社が開発した。[図1](#)に溶接治具に部品を実装した概念図を、[図2](#)に超多軸溶接治具の外観を示す。

---

### 3. 仕様

---

溶接治具のモーションコントロール部のシステム仕様を表1に、工業用パソコン「S-MAC PC」仕様を表2に、コントローラ仕様を表3に示す。

表1 システム仕様

| 項目            | 内容                             |
|---------------|--------------------------------|
| S-MAC PC      | SMS30DC03S200                  |
| DeviceNet I/F | 5136-DNP-ISA                   |
| PLC           | C200PC-ISA03DRM<br>C200PC-EXP  |
| サーボアンプ        | 4軸制御アンプ                        |
| サーボモータ        | ブレーキなし<br>ブレーキ付                |
| 制御軸数          | 最大100軸(4軸アンプ×25台)              |
| OS            | WindowsNT Embedded 4.0 class 2 |

表2 「S-MAC PC」仕様

| 項目        | 内容                                                 |
|-----------|----------------------------------------------------|
| CPU       | K6-2E 233MHz(AMD製)                                 |
| メモリ       | 64MB                                               |
| ストレージデバイス | コンパクトフラッシュカード(Type I)<br>ドライブC:96MB     ドライブD:48MB |
| LAN       | 100BASE-TX、10BASE-T                                |
| 拡張スロット    | ISAスロット×3(PLC、DeviceNet I/F搭載)<br>PCIスロット×1        |
| CPU用FAN   | なし(放熱フィンにより冷却)                                     |
| 供給電源      | DC+5V ±5%                                          |

表3 コントローラ仕様

| 項目         | 内容                            |
|------------|-------------------------------|
| 操作         | PLCの共有メモリ経由でPLCから操作する         |
| 応答         | PLCの共有メモリに応答を返す               |
| 運転モード      | サイクル運転、ステップ運転、JOG運転<br>原点復帰運転 |
| プログラム数     | 最大64プログラム                     |
| ステップ数      | 最大250ステップ／プログラム               |
| インターロックI/O | 入力:16点／アンプ、出力:16点／アンプ         |
| 起動遅れ時間     | 最大300msec                     |
| 簡易ABS機能    | 立上時に位置を復元する機能                 |
| 停電対応       | 不意の電源遮断にも故障のないこと              |

100軸もの超多軸をDeviceNetで実現するにあたり、1台で4軸を制御するアンプを開発した。4軸アンプの外観を図3に示す。このアンプにより、DeviceNetプロトコルの1ネットワークあたり64ノード(局)の制限を回避して、100軸の制御を実現した。また、4軸制御での小型化にあわせて防滴仕様とすることにより、アンプを溶接治具内部に設置することができ、システム全体での小型化を実現した。また従来よく用いられてきたシリアル通信に比べて、随所にフィールドネットワークを用いた特長がある。

## 4. 制御システムの概要

超多軸溶接治具の制御システムについて概要を説明する。

### 4.1 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。

モーション制御は「SMS-30」がDeviceNetインタフェースを経由して行う。工程全般のシーケンス、HMI(Human Machine Interface)、溶接治具に搭載された各種センサ情報の取り込み、バルブの制御などは、I/O制御用PLCが行う。ハードウェア構成上は、PLCがPCの筐体に内蔵されているが、制御の構成上はPLCが最上位に位置している。

サーボアンプは溶接治具内部に設置し、DeviceNetインタフェースにより、配線の総延長を短縮するとともに、制御盤を大幅に小型化している。

### 4.2 ソフトウェア構成

ソフトウェアの構成を図5に示す。

本装置では、OSは組み込み型の「Windows NT 4.0 Embedded」を使用し、システムを小規模化することにより、コンパクトフラッシュでの動作を実現できる。また、「WindowsNT4.0 Embedded」固有のライトフィルタ機能を使用し、システムドライブへの物理書き込みを禁止し、電源遮断の事故からファイルシステムを保護している。

## 4.3 主な機能

アプリケーションの主な機能として以下のものがある。

### 4.3.1 モーション制御機能

モーション制御機能はPLCの指令により定められたモーション制御を行う。主な運転モードには、プログラム自動運転のサイクル運転モード、プログラムデバッグ運転のステップ運転モード、JOG運転モード、原点復帰運転モード、パラメータ変更モードがある。

プログラム(ティーチデータ)は最大64プログラム保存でき、1プログラムあたり250ステップまで記述ができる。プログラムはEthernet経由でロードされる。

一斉起動時の時間ずれは、100軸のプログラム運転時に300msec以下とし、超多軸溶接治具の軸間の干渉を防いでいる。

### 4.3.2 PLC通信機能

PLC通信機能は、PLCのデータメモリの内容とモーション制御機能とをつなぎ、HMIからの指示をモーション制御へ渡している。本機能を独立させ、この部分を変更することにより、別なPLCやソフトウェアとの接続が実現できる。

### 4.3.3 エラーロギング機能

エラーロギング機能は、アプリケーション実行中の異常、警報、情報などを表示しファイルに記録する。さらに、e-mailなどによるメッセージ送信により異常発生を管理者へ通知する機能と、遠隔地から異常などの情報を閲覧する機能を備えている。

### 4.3.4 UPS監視機能

UPS監視機能は、UPS(無停電電源装置)からの接点信号により、停電事故発生時のシステム停止を実現している。

---

## 5. むすび

---

本開発の目的である自由度の高い生産については、タクトタイムを延長することなく顧客要求を実現した。また、治具の占有面積は1台では従来の150%となるものの、1台で全ての車種に対応できるほかに、新たな治具を必要としないなどの大きな改善をもたらした。

本件では、顧客要求でPLCを搭載し、ラダープログラムを実行できるようにした。これは、PLCを使い慣れたエンドユーザへの配慮であり、新規開発した超多軸溶接治具の導入を容易にするための方策であった。その点においてPLCを搭載したことは成功したと言える。

しかしコストを考えると、シーケンス制御部分をアプリケーションで受け持つこともできる。その考えから、本件のアプリケーションではPLCとの通信を独立させ、将来の変更を容易にしている。

本稿ではコントローラについてのみ述べたが、今回のソリューションは、サーボシステム事業部と共同で開発した4軸一体アンプとモータの存在無しには実現不可能であったことを明記しておきたい。

最後に、本開発にご協力していただいた日産車体株式会社殿ならびに関係各位に感謝申し上げます。

\* 文中の商品名は各社の登録商標または商標です。

---

石塚 よし  
1984年入社  
コントロールシステム事業部ソリューション第2部  
サーボシステムの開発、設計を経て、S-MACシステムの開発に従事。

永井 弘  
1988年入社  
コントロールシステム事業部ソリューション第2部  
電源監視システムの開発、設計を経て、S-MACシステムの開発に従事。

---

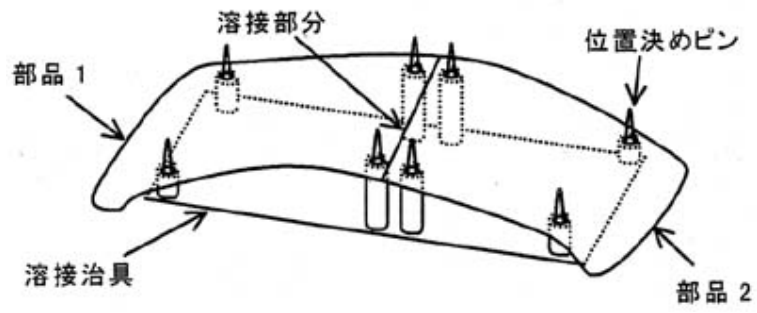


図1 溶接治具に部品を実装した概念図



図2 超多軸溶接治具の外観



図3 4軸アンプ外観(右:テニスボール)



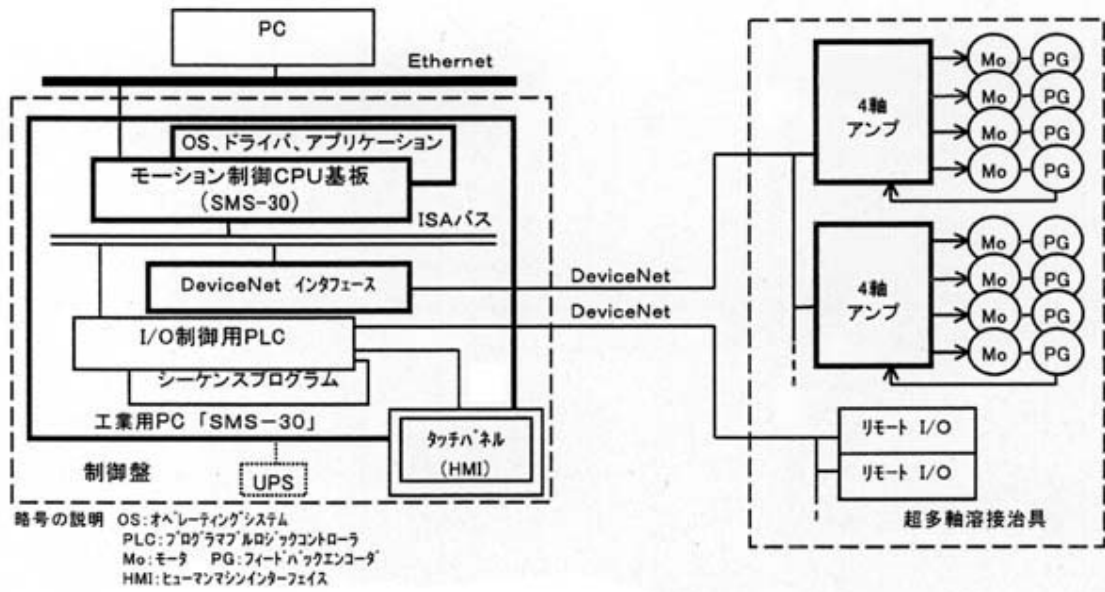


図4 制御部ブロック図

|             |                         |                   |
|-------------|-------------------------|-------------------|
| Application |                         |                   |
| OS          | DeviceNet<br>I/F Driver | PLC I/F<br>Driver |
|             | WindowsNT4.0 Embedded   |                   |
| Hardware    |                         |                   |

図5 ソフトウェア構成