

# 「SANMOTION R」シリーズ ADVANCED MODEL PROFINET インタフェース搭載 AC サーボアンプ

小林 剛

Tsuyoshi Kobayashi

伊藤 直弘

Naohiro Itoh

小菅 泰幸

Hiroyuki Kosuge

町田 晃一

Kouichi Machida

中村 靖夫

Yasuo Nakamura

石崎 圭介

Keisuke Ishizaki

## 1. まえがき

ACサーボシステムは、小型・高性能・高機能・低価格に加え、システムのトータルコスト削減を目的として、シリアルインタフェース化が求められている。そのようなニーズの中、次世代モーションネットワークとして、2009年にEtherCATインタフェース搭載ACサーボアンプを市場投入した。しかしながら、現製品群では顧客選択肢が限られてしまい、提案が難しいケースが増えている。また、国際マーケットにおいて幅広く普及しているPROFIBUSに対して、より高速な次世代ネットワーク（PROFINETなど）への切り替えが期待されている。このような状況に応えるべく、今回、さらなるシリーズの拡充として、欧州やアジア市場で圧倒的なシェアを獲得しているPROFIBUS & PROFINET International（以下、PIという。）のオープンネットワークのひとつであるPROFINETインタフェース搭載アンプを開発した。

本稿では、「SANMOTION R」シリーズADVANCED MODEL PROFINETインタフェース搭載ACサーボアンプ（以下、本開発品という。）の製品概要と特長について紹介する。

## 2. PROFINETについて

オープン規格（IEC61158/61784）であるPROFINETは、PIによりサポートされている。PROFINETの特長を以下に挙げる。

- (1) IEEE802.3準拠のため、完全な標準イーサネットのコンポーネントが使用可能。
- (2) 1つのトポロジーでイーサネット接続のIO通信や標準ITデータ（TCP/IP）を制限なしで同時に並行して処理ができる。
- (3) ネットワーク1つあたりのノード数はIPアドレスのみで制限され、事実上無制限。
- (4) ネットワーク帯域幅は、複数のポートのスイッチとフィールドデバイスにより賢く分散可能。
- (5) RT（Real-time）、IRT（Isochronous Real-time）、NRT（Non Real-time）と用途に合わせたパフォーマンスレベルが存在。

## 3. 製品概要

### 3.1 仕様

本開発品は、「SANMOTION R」シリーズADVANCED MODEL Type Sアナログインタフェース資産を継承し、モーションプロファイル性能を向上させるため、制御マイコンを一新、さらにはPROFINET対応入出力制御装置用1チップLSIを採用して実現したモデルである。

適用モータは、ロータリモータとして「SANMOTION R」を基本とし、「SANMOTION Q」、「SANMOTION P」シリーズ、リニアモータそして、ダイレクトドライブモータにも対応している。適用エンコーダは、調歩同期シリアルエンコーダを標準とし、アプソリュートシステム、インクリメンタルシステムのどちらでも動作可能である。このほか、フルクローズシステムにおいて、RS-422通信の距離計もオプション対応している。

図1に本開発品の外観、表1に製品の概略仕様を示す。



図1 開発品アンプ外観

表1 製品仕様

電源電圧	AC200V (15A, 30AはAC100Vも可)
アンプ出力容量	15A, 30A, 50A, 100A, 150A, 300A
適用モータ容量	30W ~ 15kW (Rシリーズ)
対応エンコーダ	2048 ~ 1048576 P / R (シリアル) 500 ~ 65535 × 4 P / R (A, B, Zパルス)
外部エンコーダ	パルス, RS422シリアル
制御機能	位置, 速度, トルク制御, フルクローズ制御
制御方式	正弦波PWM制御
周波数特性	R ADVANCED MODEL Type Sと同等
シーケンス信号	入力6ch, 出力2ch
内蔵機能	R ADVANCED MODEL Type Sと同等
入出力信号	PROFINET インターフェース仕様
通信PC I/F	R ADVANCED MODEL Type Sと同等
使用周囲温度	0 ~ 55°C
構造	トレイタイプ
準拠規格	UL, CE, RoHS 指令

### 3.2 機能・性能

機能・性能とも「SANMOTION R」シリーズ ADVANCED MODEL Type S アナログインターフェースと同等レベルを実現した。また、メンテナンス性も考慮し「SANMOTION R」シリーズ ADVANCED MODEL セットアップソフトウェアに対応し、シリーズ全モデルと同等の環境下で使用できる。そのほか、適用する機械の安全性を向上するため、標準で安全機能を搭載した。表2に主な制御機能を示す。

表2 機能

制御モード	位置, 速度, トルク, ホーミング, JOG
高応答	高出力トルク制御, モデル追従制御
高精度	位置指令移動平均フィルタ, 摩擦補償機能
制振制御	モデル追従制振制御 (フィードフォワード制振制御併用可)
軌道生成プロファイル	台形, ジャーク, S字プロファイル
使い勝手向上	セットアップソフトウェア (マルチウィンドウ, 運転トレース, システムアナリシスなど), モータ自動識別機能
安全性	ハードウェアゲートオフ機能
保安全性	アラーム発生時の状態表示, アラーム履歴のタイムスタンプ, アラーム複数発生モニタ

### 3.3 外形・構造

全ソフトウェア処理を1CPUで行い、制御とインターフェース処理を集約することで、小型化・低コストを実現した。また、アナログインターフェースモデルと同一サイズのため、取り付け互換があり、ユーザー制御盤を変更することなく、PROFINETへの置き換えを容易にした。

### 3.4 PROFINET インタフェース仕様

表3にPROFINET インタフェース仕様を示す。

表3 PROFINET インタフェース仕様

フィジカル層	IEC61158-2, IEEE802.3u (100BASE-TX)
データリンク層	IEC61158-3, -4 Type10
アプリケーション層	IEC61158-5, -6 Type10
通信用ポート	RJ45 コネクタ (2ポート) FastConnect RJ45 プラグ推奨
ケーブル	FastConnectケーブル推奨 (高速イーサネットネットワーク用4芯)
通信速度	2 × 100 Mbaud (全二重)
トポロジー	ライン型
伝送距離	最大 100m (ノード間)
PROFINET 通信	PROFINET IO
リアルタイム通信	RT (real-time), IRT (isochronous real-time)
LED表示	Port1/2 リンク表示, Port1/2 アクティブ表示

### 4. 特長

「SANMOTION R」シリーズ ADVANCED MODEL EtherCAT インタフェースで好評であった「ホーミング方式」, 「タッチプローブ機能」および「安全機能」は踏襲しつつ、さらに次のような特長を持っている。

#### 4.1 速度ジャーク, S字プロファイル

従来の位置決め運転ジェネレータは、台形位置指令しか出力できなかった。したがって、移動平均フィルタを用いたスムージングフィルタによる簡易S字で対処していた。本開発品はジャーク, S字ジェネレータ機能を搭載した。

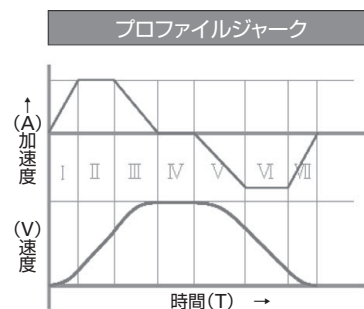


図2 ジャークプロファイル

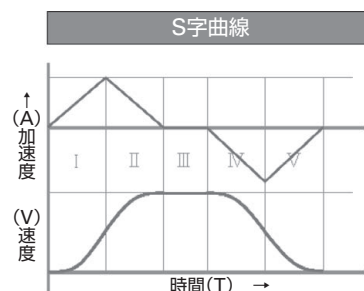


図3 S字プロファイル

### 4.2 シーケンシャル位置決め機能

位置決め動作において、最大5ブロックの連続動作を実現し、目標位置まで複数の動作パターンでの位置決めを可能とした。

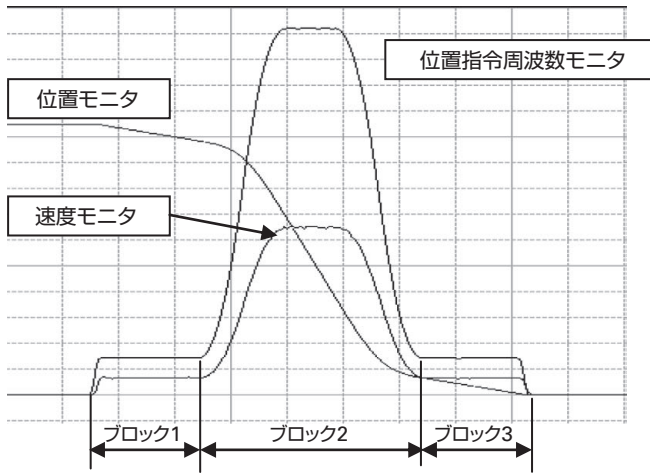


図4 連続3ブロック動作

### 4.3 安全機能の標準搭載

本開発品は従来の「SANMOTION R」シリーズ ADVANCED MODEL Type S アナログインタフェースではオプション対応としていた「IEC61800-5-2:セーフトルクオフ」と「IEC60204-1 ストップカテゴリ0」定義の安全機能を標準搭載した。これらの安全機能の要求に対してすぐに応えることができる。

### 4.4 ホーミングモードの拡充

ステッピング、クローズドステップシステムで、一般的に用いられているハードストップ(突当て)ホーミングに対応した。

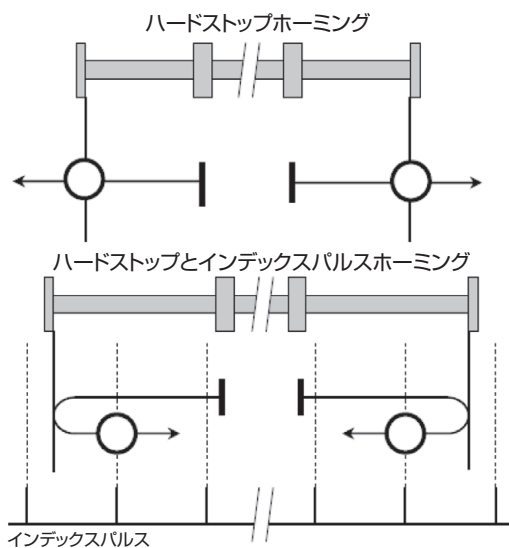


図5 ハードストップホーミング

### 4.5 デュアル位置フィードバック補償機能

フルクローズ制御において、装置応答が上がらない問題があった。これを改善すべく、加減速時にはセミクローズ制御比率を高め、等速・停止時にはフルクローズとして位置決めするフルクローズエンコーダとセミクローズエンコーダのハイブリット制御を実装している。

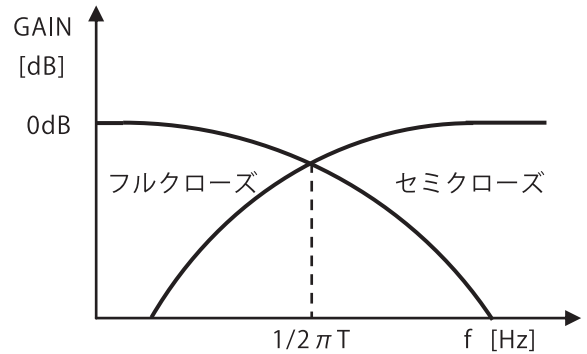


図6 デュアル位置フィードバック補償

### 4.6 フィードフォワード制振周波数改善

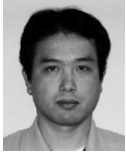
「SANMOTION R」シリーズで搭載されたフィードフォワード制振制御の抑制範囲5～500Hzでは、これより低い振動抑制には限界があった。本開発品では抑制周波数範囲を1Hzまで制御できるように改善した。これにより剛性が低い装置にも適用できる。

## 5. むすび

本稿では、PROFINET インタフェースを搭載した AC サーボアンプの概要を紹介した。

「SANMOTION R」シリーズ ADVANCED MODEL Type S アナログインタフェースと同等の機能・性能を維持し、ネットワークインタフェース処理と機能追加のためCPUを一新した。アナログインタフェースモデルと同サイズで実現できたことで、金型などの設備と部品を共通化できた。よって、EtherCATモデル同様、当社ネットワーク製品、さらには国内外他社メーカー製品と比較しても競争力の高い製品が開発できたものと考えられる。

今後、DC24/DC48V電源入力への展開を進め、多様な顧客ニーズに応じていく所存である。



**小林 剛**

1991年入社  
サーボシステム事業部 設計第二部  
サーボアンプの開発、設計に従事。



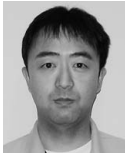
**伊藤 直弘**

1992年入社  
サーボシステム事業部 設計第二部  
サーボアンプの開発、設計に従事。



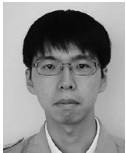
**小菅 泰幸**

1987年入社  
サーボシステム事業部 設計第二部  
サーボアンプの開発、設計に従事。



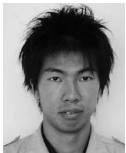
**町田 晃一**

1994年入社  
サーボシステム事業部 設計第二部  
サーボアンプの設計に従事。



**中村 靖夫**

2009年入社  
サーボシステム事業部 設計第二部  
サーボアンプの設計に従事。



**石崎 圭介**

2008年入社  
サーボシステム事業部 設計第二部  
サーボアンプの構造設計に従事。