

次世代高機能汎用インバータ “FREQROL-A800シリーズ”

田中哲夫* 仁木雄大***
日比野槇也*
古谷真一**

Next Generation High Performance Inverter "FREQROL-A800 Series"

Tetsuo Tanaka, Shinya Hibino, Shinichi Furutani, Yuta Niki

要 旨

汎用インバータは、搬送機械、繊維機械、ファンポンプ等、適用用途がますます拡大している。このような中、機能・性能の向上は当然のことながら、安心・安全、使いやすさ、システム対応力、環境適合等の新たなニーズに応える必要があり、好評を博している高機能汎用インバータ“FREQROL-A700シリーズ”に対して、次世代高機能汎用インバータ“FREQROL-A800シリーズ”を開発・製品化した。

FREQROL-A800シリーズの主な特長を次に示す。

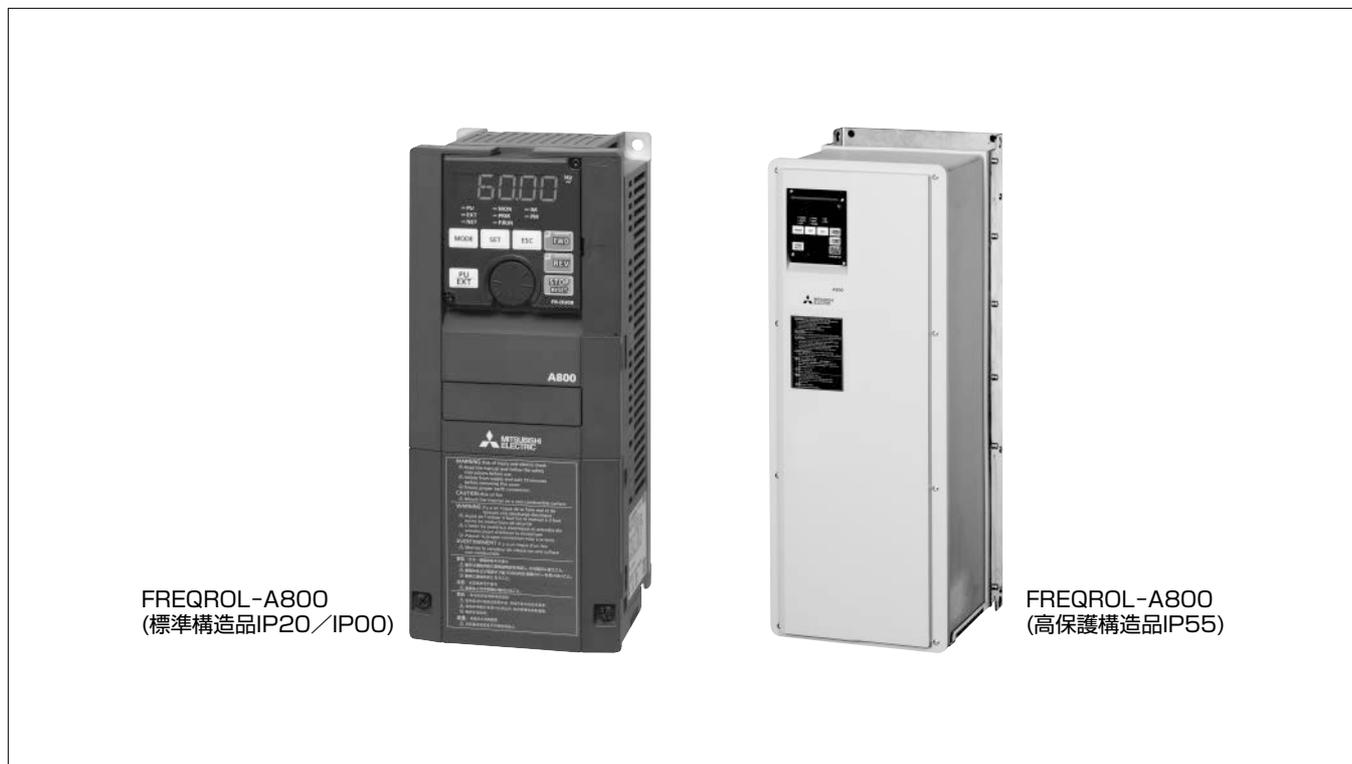
(1) ダントツの駆動性能

- ・速度応答の向上、高速運転対応
- ・PM(Permanent Magnet)センサレスベクトル制御による高精度運転
- ・PMオートチューニング機能

(2) 安心・安全

- ・安全規格適合

- ・DC24V制御電源対応
- (3) 使いやすさ (easy to use)
 - ・USB(Universal Serial Bus)メモリによるパラメータコピー
 - ・インバータセットアップソフトウェア“FR Configurator2”による簡単セットアップ
 - ・見やすい操作パネル(“FR-DU08”“FR-LU08”)
- (4) システム対応力
 - ・シーケンス機能内蔵
 - ・高保護構造品(IP55)による盤外設置対応
 - ・インバータとコンバータの分離構造品
- (5) 環境適合
 - ・ノイズ対策
 - ・基板コーティング対応



FREQROL-A800
(標準構造品IP20/IP00)

FREQROL-A800
(高保護構造品IP55)

次世代高機能汎用インバータ“FREQROL-A800シリーズ”

FREQROL-A800シリーズは、ダントツの駆動性能は当然として、安心・安全、使いやすさ (easy to use)、システム対応力、環境適合等の新たなニーズに対応した次世代高機能汎用インバータである。200V系は0.4~90kW、400V系は0.4~500kW(315~500kWはインバータ、コンバータ分離構造品)、高保護構造品(IP55)として400V系0.4~160kWまでの幅広い容量レンジをラインアップしている。

1. ま え が き

汎用インバータは、搬送機械、繊維機械、ファンポンプ等、適用用途がますます拡大している。このような中、機能・性能の向上は当然のことながら、安心・安全、使いやすさ、システム対応力、環境適合等の新たなニーズに応える必要があり、次世代高性能汎用インバータFREQROL-A800シリーズを開発した。

本稿では、FREQROL-A800シリーズで採用した、最新技術、機能について述べる。

2. 製品概要

2.1 機種構成

FREQROL-A800シリーズの機種構成を表1に示す。

従来機種であるFREQROL-A700シリーズ⁽¹⁾⁽²⁾からの置き換えに適した標準構造品(IP20/IP00)に加えて、インバータ、コンバータ分離構造品(IP00)、高保護構造品(IP55)を新たにラインアップした。

2.2 多重定格対応

FREQROL-A800シリーズでは、負荷定格に合わせて4つの定格をパラメータで選択できる多重定格を採用した(表2)。用途に合わせて最適なインバータが選択できるため、特に、SLD定格、LD定格ではインバータ容量よりも大きい容量のモータを駆動できるため、設備の小型化を図ることができる。

また、多重定格対応に当たり、インバータの製品形名を従来のkW表記に加えて、定格電流(SLD定格)表記を選択できるようにしたことで、グローバル統一形名となり、国内、海外に同じ形名の製品を提供できるようになる(表3)。

表1. FREQROL-A800シリーズの機種構成

機種構成 (IP等級)	ラインアップ	
標準構造品 (IP20/IP00)	3相200V	0.4~90kW
	3相400V	0.4~280kW
インバータ、コンバータ分離構造品 (IP00)	3相400V	315~500kW
高保護構造品 (IP55)	3相400V	0.4~160kW

表2. FREQROL-A800シリーズの多重定格対応

定格	SLD	LD	ND	HD
	超軽負荷	軽負荷	標準負荷	重負荷
用途	ファン・ポンプ			
	シールドマシン、巻取り・巻出し、印刷機械			
	クレーン、プレス			
	搬送			
Pr.570 (E301) 設定値	0	1	2(初期値)	3
過負荷電流定格 (反限時特性)	110% 60s, 120% 3s	120% 60s, 150% 3s	150% 60s, 200% 3s	200% 60s, 250% 3s
周囲温度	40℃	50℃	50℃	50℃

3. ダントツの駆動性能

3.1 速度応答の向上、高速運転対応

FREQROL-A800シリーズでは、高速演算が可能なマイクロプロセッサや、独自開発した駆動専用ICを搭載することで、従来機種であるFREQROL-A700シリーズに対して、速度応答、端子応答の高応答化と運転周波数の高速化を実現した(表4、図1)。例えば、紙、糸、電線等の長尺材の加工に必要なライン制御では、ライン速度の変化に対する素早い追従が要求されるため、高応答化が有効である。また、切削、研磨を行う工作機械では、鏡面のような精緻な加工が要求されるため、高速運転が有効である。

3.2 PMセンサレスベクトル制御による高精度運転

センサ(エンコーダ)を使用せずに、磁極位置、速度を検出してPMモータを制御するPMセンサレスベクトル制御をFREQROL-A800シリーズで新たに搭載した。インバータ内部で速度検出を行うため、センサがなくてもACサーボに迫る速度制御を実現し、高精度でPMモータを駆動することが可能となった。例えば、プリント基板の搬送装置の位置制御では、正確な搬送を要求されるため、有効である。

3.3 PMモータオートチューニング機能

他社製PMモータのセンサレスベクトル制御を可能とするために、FREQROL-A800シリーズでは、PMモータの磁気飽和特性を利用したパルス電圧印加方式によるPMオートチューニング機能を搭載した。図2に示すように、オ

表3. FREQROL-A800シリーズ形名(例: 0.4kWの場合)

容量表記	形名	備考
kW表記	FR-A820-0.4K-1	国内標準は従来互換のため、kW表記とする。
定格電流表記 (SLD定格)	FR-A820-00023-1	定格電流表記も選択可能。(グローバル統一形名)

表4. FREQROL-A800シリーズの性能仕様

項目	FREQROL-A700	FREQROL-A800	
速度応答	リアルセンサレスベクトル制御	20Hz	50Hz
	ベクトル制御	50Hz	130Hz
端子応答, 通信応答	V/F制御	5~20ms	2~3ms
運転周波数 (上限)	V/F制御	400Hz	590Hz
	リアルセンサレスベクトル制御, ベクトル制御	120Hz	400Hz

V/F: Voltage/Frequency

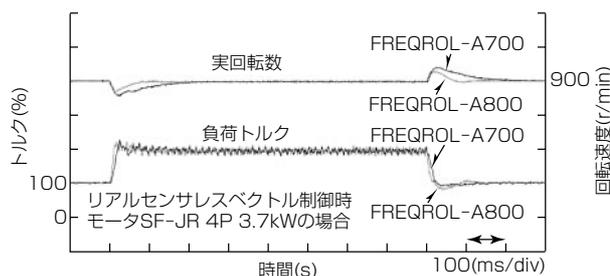


図1. インパクト負荷時の実回転速度変化

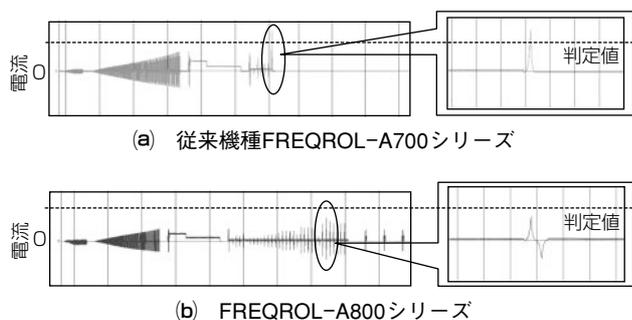


図2. PMオートチューニング中の電流波形

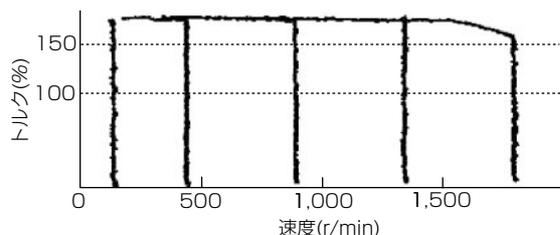


図3. 他社モータ駆動時の速度-トルク特性

オートチューニング中のパルス電圧を最適化することで、過電流を防ぐことができ、他社製PMモータでもインダクタンス推定が可能になった。図3は、他社製モータでの速度-トルク特性の測定結果であり、他社モータを駆動した際にも速度変動なく定格150%トルクを得ることができた。他社製PMモータが駆動可能となることで、三菱製、他社製の誘導モータ、PMモータがいずれも駆動可能となり、在庫、予備品が削減できる。

4. 安心・安全

4.1 安全規格適合

FREQROL-A800シリーズでは、安全規格(EN ISO13849-1など)に適合する安全回路を搭載している(表5)。従来機種であるFREQROL-A700シリーズでは、外部回路としてMC(electro Magnet Contactor)を2個使用して安全遮断回路を構成する必要があったが、それらが不要となり、低コスト、省スペースで安全規格に適合できるようになる。近年は更に高いレベルの安全規格や安全機能、安全ネットワーク対応を要求されることが増えてきており、それらに対応する内蔵オプションを準備する(対応予定)。

4.2 DC24V制御電源対応

インバータの制御電源は、従来機種であるFREQROL-A700シリーズでは単相交流入力であったが、FREQROL-A800シリーズでは、単相交流入力に加えて、DC24V入力を新たに追加した。外部からDC24V電源を入力した場合には、CPUや通信オプション等の制御電源が動作するため、主回路電源をオフした状態でも、パラメータ設定や通信が継続できるようになり、安全にメンテナンスが行うことができる。

表5. FREQROL-A800シリーズの安全規格対応

		項目	FREQROL-A800
標準対応	安全規格	EN ISO 13849-1 EN 61508, EN 61800-5-2	PLd, Cat.3 SIL2
	安全機能	IEC/EN 61800-5-2	STO
オプション対応 (対応予定)	安全規格	EN ISO 13849-1 EN 61508, EN 61800-5-2	PLe, Cat.4 SIL3
	安全機能	IEC/EN 61800-5-2	STO, SS1, SS2, SLS, SOS
	安全ネットワーク		CC-LINK IE Safety, PROFIsafe

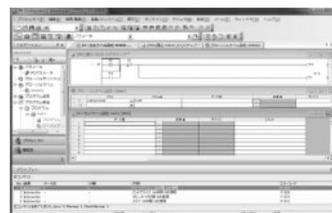


図4. FR Configurator2のDeveloper機能画面

5. 使いやすさ(easy to use)

5.1 USBメモリによるパラメータコピー

FREQROL-A800シリーズでは、従来機種であるFREQROL-A700シリーズで搭載していたUSBデバイスコネクタ(ミニBコネクタ)に加えて、USBホストコネクタ(Aコネクタ)を追加した。USBホストコネクタにはUSBメモリなどの外部デバイスが接続可能であり、パラメータ設定値やシーケンスプログラム等を外部デバイス保存し、FREQROL-A800本体にコピーすることで、セットアップ作業やメンテナンス作業がより簡単になる。

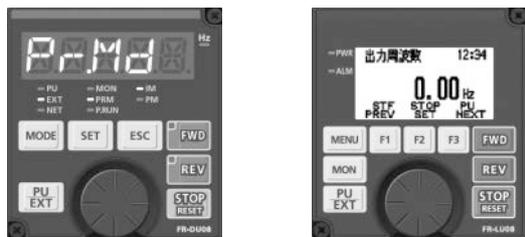
5.2 FR Configurator2による簡単セットアップ

FREQROL-A800シリーズでは、従来のFR Configuratorを使いやすく進化させたFR Configurator2を使用することによって、パソコン画面上から更に簡単にセットアップ作業ができるようになった。

FR Configurator2は、従来機種であるFREQROL-A700/A500シリーズからのリニューアル時に便利なパラメータ自動変更機能、運転状態を表示するグラフ機能、インバータ部品の寿命診断機能(対応予定)等の基本機能に加えて、後述するシーケンス機能に対応するためにDeveloper機能を新たに追加し、シーケンスプログラムの作成とインバータへの書き込みが可能になった(図4)。

5.3 見やすい操作パネル

従来機種であるFREQROL-A700の操作パネルFR-DU07の4桁7セグメント表示に対して、FREQROL-A800シリーズでは5桁12セグメント表示を採用したFR-DU08と、漢字表示、メニュー表示、グラフ表示が可能なLCD(Liquid Crystal Display)パネルを採用したFR-LU08の2種類の操作パネルを準備することで、用途に応じて使い分けることができるようになった(図5)。FR-DU08を



(a) FR-DU08(5桁12セグメントタイプ) (b) FR-LU08(LCDタイプ)

図5. 新型操作パネル

表6. FREQROL-A800シリーズのシーケンス機能仕様

項目		FREQROL-A800
プログラム言語	シーケンス制御言語	リレーシンボリック語 ファンクションブロック
	作成ツール	FR Configurator2
	メモリカードインタフェース	USBメモリ
命令数	シーケンス命令	25
	基本命令	84
	応用命令	37
処理速度(インバータ処理に影響)		40ms/1Kステップ
入出力アナログ点数		19点(入力12点, 出力7点)
プログラム容量		6Kステップ

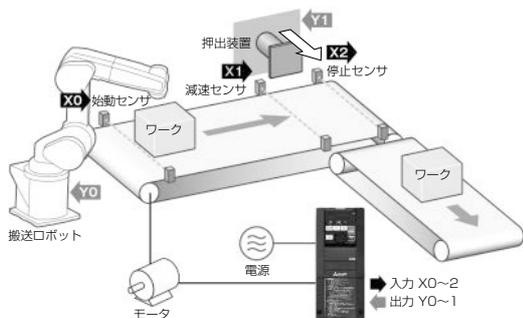


図6. シーケンス機能の適用例(搬送コンベヤ制御)

標準装備し, FR-LU08はオプションである。

6. システム対応力

6.1 シーケンス機能内蔵

FREQROL-A800シリーズでは, 入力信号に対するインバータの動作や, インバータの運転状態に応じた信号出力, モニタ出力等, 機械の仕様に合わせて自由にカスタマイズできるシーケンス機能を標準内蔵した。小規模なシーケンスプログラムであれば, インバータ単独で制御可能となるため, システムコストが低減できる(表6, 図6)。

6.2 高保護構造品(IP55)による盤外設置対応

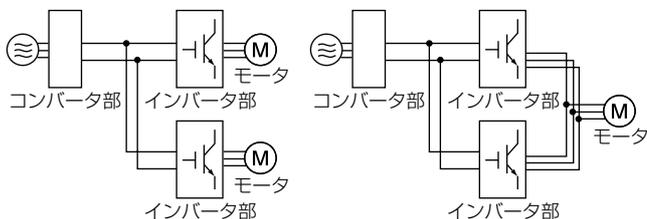
FREQROL-A800シリーズでは, 標準構造品(IP20/IP00)に加えて, 新たに高保護構造品(IP55)をラインアップすることで, 盤外設置対応を実現した(図7)。盤外設置によって制御盤の小型化が可能となり, システムコストが低減できる。また, IP55の保護構造によって, 多湿, 粉塵(ふんじん)といった悪環境下でも使用できるため, 設置可能な場所が広がる。

6.3 インバータとコンバータの分離構造

FREQROL-A800シリーズでは, 315kW以上の容量では,



図7. 高保護構造品(IP55)



(a) 共通母線接続

(b) 並列駆動

図8. インバータ, コンバータ分離構造品の適用例

インバータとコンバータを分離した構造とすることで, 共通母線接続, 並列駆動等, 様々なシステムに柔軟に対応することができ, 取付けスペースの省スペース化や低コスト化を実現する(対応予定)(図8)。

7. 環境適合

7.1 ノイズ対策

FREQROL-A800シリーズでは, EMC(Electro Magnetic Compatibility)フィルタを標準内蔵することで, インバータ単体で工業環境対応のEMC規格(EN61800-3 2nd Environment Category C3)に適合できる。また, 高保護構造品(IP55)では, 工業環境対応フィルタに加えて, 住環境対応フィルタを準備しており, これを使用することで, 住環境対応のEMC規格(EN61800-3 1st Environment Category C2)に適合できる。

7.2 基板コーティング対応

耐環境性向上を目的に, FREQROL-A800シリーズでは, 基板コーティング仕様を, 特殊品として準備した。基板コーティング対応によって, IEC60721-3-3 3C2に準拠できる。

8. む す び

次世代高機能汎用インバータFREQROL-A800シリーズの最新技術, 機能について述べた。今後も更なる機能性能の向上と, 高付加価値を目指した製品開発に努めていく所存である。

参考文献

- (1) 白石康裕, ほか: 次世代省エネインバータ“FRE-QROL-F700シリーズ”, 三菱電機技報, 79, No.3, 189~192 (2005)
- (2) 池田克司, ほか: 次世代高機能汎用インバータ“FRE-QROL-A700シリーズ”, 三菱電機技報, 79, No.11, 735~738 (2005)