

産業用低圧インバータ「FRENIC4000VM6」

“FRENIC4000VM6” Low-Voltage Industrial Plant Inverter

日夏 遼 HINATSU, Ryo

プラントの生産性向上を図るため旧システムの合理化と集約が進められる中、従来機種との外形寸法や、機能互換対応が求められる。さらに既存設備の持続性や、保全の省力化が一層求められると同時に、改正された日本産業規格（JIS）への対応が必要である。富士電機は、これらに対応した産業用低圧インバータ「FRENIC4000VM6」を開発した。高速大容量通信を可能とする「E-SXバス」を新たに搭載したことで、制御速度が向上し、かつ1台のコントローラに対するインバータの接続可能台数を大幅に増加できるため大規模なプラントシステムをシンプルに構築できる。

As conventional plant control systems are being streamlined and consolidated to improve productivity, compatibility is required for external dimensions and functions. These control systems are also needed to comply with the revised Japanese Industrial Standards (JIS), while simultaneously securing sustainability of existing equipment and saving maintenance work. To meet these demands, Fuji Electric developed the “FRENIC4000VM6” low-voltage industrial plant inverter. It is first equipped with the high-speed E-SX bus, capable of handling high-capacity communications, enabling it to improve control speeds and greatly increase the number of inverters per controller. These enhancements facilitate the building of large-scale plant systems.

1 まえがき

富士電機の可変速制御装置は、鉄鋼・非鉄金属製造や製紙などのプラント制御において、製造プロセス高速化や製品の高品質化、安定操業などのユーザーのさまざまな要求に応じて製造業の発展に貢献している。

近年では、プラントの生産性向上を図るため旧システムの合理化と集約が進められている。新しい機種にリプレースするには、既存設備からの持続性を担保するため従来機種との外形寸法や機能において互換性が求められる。さらに、保全の省力化が一層求められると同時に、2019年7月1日に改正されて国際規格や安全規格などの国際標準との整合性を持った日本産業規格（JIS）への対応が必要である。

富士電機は、これらのニーズやJISに準拠した産業用低圧インバータ「FRENIC4000VM6」を開発した。

本稿では、FRENIC4000VM6の特徴とプラントへの適用例について述べる。

2 「FRENIC4000VM6」の特徴

FRENIC4000VM6の外観を図1に、主な仕様を表1に示し、その特徴を次に述べる。

2.1 日本産業規格への準拠

2019年7月1日の法改正により日本工業規格が、日本産業規格に変わった。JIS B 9960-1やJIS C 61800-5-1における電気装置や可変速駆動システムの安全性の規定は、国際規格との整合性をとるため、接地システムや設備の安全停止の要求内容が変わったことで、従来の可変速駆動装置のシステムのままでは準拠できない場合がある。



図1 「FRENIC4000VM6」

そのため国内外のさまざまなシステムへの導入が可能となるように、FRENIC4000VM6は、新しいJISに準拠している。

2.2 盤設置の省スペース化

インバータ回路とコンデンサなどの周辺機器をまとめてユニット化し、プラグイン構造としたものをインバータユニット（以降、ユニット）と言う。盤1面当たりのユニットの収納構成を図2に示す。従来機種と同様に300kVA以下はユニットを段積みで収納する盤構造、450kVA以上はユニットを使わない盤構造としている。25kVA以下のユニットは業界最多の12段積みが可能であり、10～300kVAまでの異なる容量のユニットは自由な配置で混在ができるため、限られたスペースへの盤配置が可能となり、大幅な省スペース化を実現する。

表1 「FRENIC4000VM6」の主な仕様

項目	標準仕様		備考
準拠規格	JIS : JIS B 9960-1 : 2019, JIS C 6180-5-1 : 2016, JIS C 4421 : 2008 IEC : IEC 60204-1 : 2016, IEC 61800-3 : 2017, IEC 61800-5-1 : 2007+A1/2016		PWMコンバータ適用時
標高	海拔1,000m以下		ディレーティングによる非標準対応可能
周囲温度	0~+40℃		—
相対湿度	20~90%RH		結露なきこと
インバータ容量 (kVA)	ユニットタイプ	10、15、25、38、50、75、100、150、225、300	1,200 kVA以上は多重対応
	パネルタイプ	450、600、900、1,200、1,800、2,700、3,600、4,500、5,400	
過負荷耐量	150% -1 min		—
インバータ出力電圧	三相 AC400V		—
最高周波数	200 Hz (最大)		—
速度制御	ASR定周期1 ms		—
制御方式	ベクトル制御	センサレスベクトル制御	—
速度制御精度	±0.005%	±0.5%	—
速度制御応答	40 Hz	4 Hz	機械系は除く
速度制御範囲	1 : 1,000	1 : 100* ¹	*1 : 0.5 Hz以上
トルク精度	定格トルクの±5%、±3%* ²	定格トルクの±5%	*2 : 電動機との組合せ試験による
キュービクル構造	前面保守、IP20、強制風冷式		—
ケーブル引込	下部引込		—

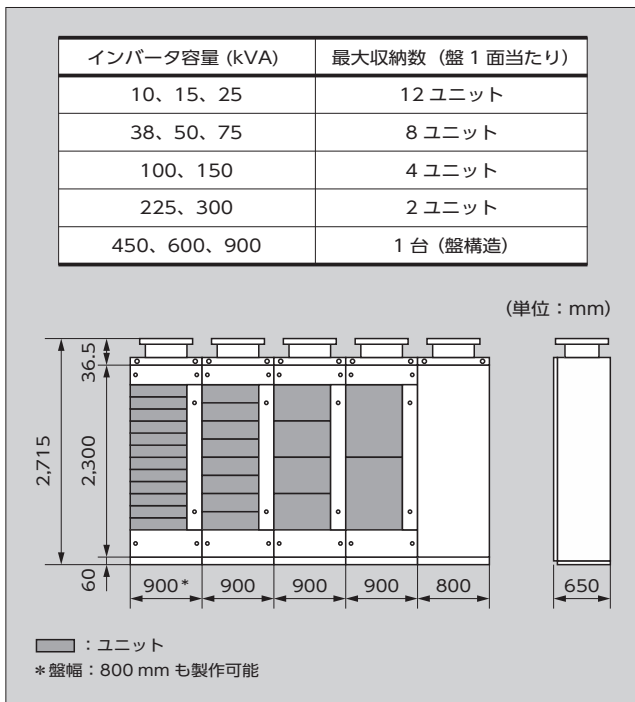


図2 インバータ収納盤

2.3 従来機種のリetrofit対応

旧機種「FRENIC4000VM5R」の置換え需要に対して、外観や寸法、機能に互換性があるレトロフィットタイプを用意している。既存の盤体を流用したユニット単体の置換え更新など、顧客のさまざまな予算やニーズ、制約に合わせた柔軟な対応ができる。

2.4 アクセシビリティの向上

ロード機能や監視機能、トレース機能を従来機種よりも充実させたので、保全の省力化を一層図ることができる。今回充実させた機能を次に示す。⁽¹⁾

(1) 運転表示画面機能

モニタ上のブロック図に実際のパラメータ値と内部のパラメータ値を比較表示して、運転状況を一目で認識できる。

(2) 故障履歴画面機能

従来機種のロードでは故障表示が最大40件であったが、発生順に100件まで表示できるようにした。過去にさかのぼって要因を確認することで、傾向管理や予防保全に役立てることができる。

(3) 低速トレース機能

従来機種のロードでは、故障時に1ms間隔で225点のサンプリングができる高速トレース機能のみを持っており、故障発生前後の瞬間的な電気挙動は解析できたが、故障発生前後の機械挙動の推測は困難であった。新たに、200ms間隔で225点のサンプリングができる低速トレース機能を追加したことで、従来に比べて約200倍長い時間の挙動を記録できるようになった。これにより、故障発生前後の電気挙動の変化から機械要因の推測ができるようになり、解析時間が従来より短くなった。

(4) ロードとインバータの1:N接続機能

ロードとインバータの接続方式を従来からの1:1接続から複数台を一括で監視・管理を可能とする、1:N接続に拡張した(図3)。これにより、数百台のインバータの状態とパラメータ管理を1か所で行うことができようになり、ユーザーの保守作業を大幅に削減する。

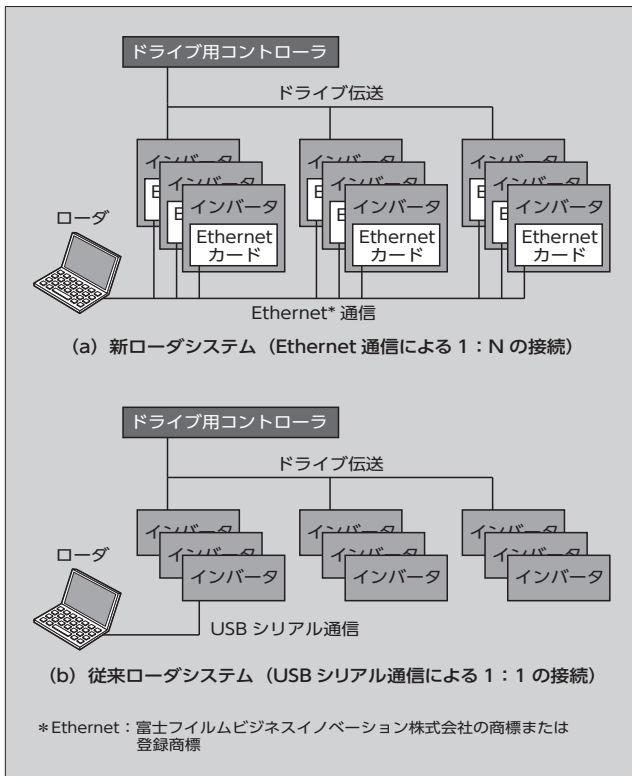


図3 ローダの接続方式

2.5 「E-SXバス」の搭載

超高速システムバス「E-SXバス」を搭載した。入出力は、従来の最大512ワードから4,096ワードに拡大した。専用コントローラと組み合わせることで、1台のPLC (Programmable Logic Controller) に接続できるインバータの台数が最大126台となり、これは従来の約8倍の台数である。これにより、大規模プラントシステムにおいてもシンプルな構成が可能である。また、「XCS-3000 TypeE」と組み合わせることでループバック制御により、1か所の通信線の断線であれば運転が継続できるため、設備の安定操業を実現する。E-SXバスの性能を次に示す。

- (1) バス伝送速度：100 Mbps
- (2) バス距離 (局間・総延長)：100 m、1 km
- (3) I/O 容量：4,096 ワード
- (4) リフレッシュ性能：512 ワード /ms

③ 「FRENIC4000VM6」の適応例

鉄鋼プロセスラインにおける更新例を図4に示す。

連続溶融亜鉛めっきラインでは、表面にめっきを施した鋼板材に対し、数百台に及ぶモータが直結したローラで適切な速度・張力を与えるために、高速・高精度の揃速 (せんそく) 制御、張力制御、負荷バランス制御を行うことが要求される。従来機種のインバータのデータ伝送では、高速制御と単位時間当たりの入出力ワードにトレードオフ関

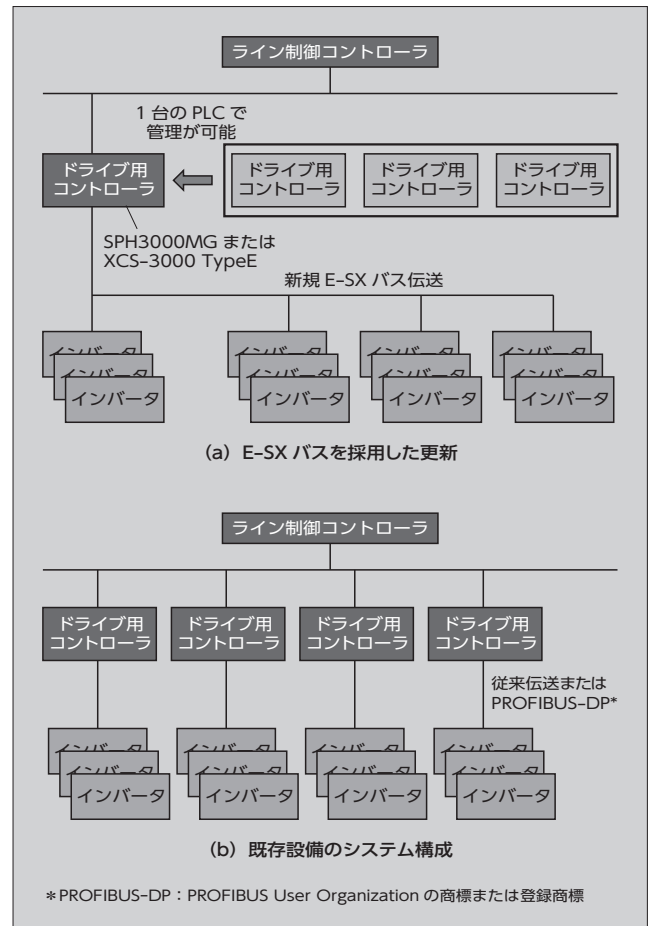


図4 鉄鋼プロセスラインにおける更新例

係がある。そのため、モータを制御するために十分な伝送容量を確保できない場合には、インバータ接続用として多数のドライブ用コントローラを配置していた。近年、このような既存システムに対して、保守・保全業務を合理化するため、ドライブ用コントローラを集約する要望が高まっている。このような要望に対して、高速制御と大容量I/O領域を両立するE-SXバス伝送を新たに搭載したことにより、従来のドライブ用コントローラ台数を8分の1まで集約できるようになり、プラントの保守・保全が合理化できるようになった。

④ あとがき

産業用低圧インバータ「FRENIC4000VM6」について述べた。今後も柔軟なシステム構築を可能とする製品を開発し、付加価値の高いソリューションを提案していく所存である。

参考文献

- (1) 宮下勉ほか. ユーザの多様なニーズに応える水冷式高圧大容量インバータ「FRENIC4800VM6」. 富士電機技報. 2018, vol.91, no.1, p.22-25.



日夏 遼

産業プラント用電動力応用システムの企画・エンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社パワエレシステム インダストリー事業本部開発統括部パワエレ機器開発企画部主任。





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。