

# 690V電源対応大容量インバータ

The large capacity inverter for 690V power supply

Motor drive inverters are used in various fields, for example automobile test, metal processing and distributed generation such as wind power generation. Toyo Denki has released VF66 Series as motor drive inverter. It has an extensive lineup from AC200V to AC400V, and from 2.2kW to 1000kW.

In overseas, Large capacity inverter that is supplied AC690V power supply is required to cope with enlargement of facility.

To meet the demands, Toyo Denki developed the inverter that is supplied AC690V power supply. It is maximum capacity 2000kW. Similarly, we developed rectifier and PWM sinusoidal wave converter.

We report those results.

松田 真一  
Shinichi Matsuda

鍵谷 尚樹  
Naoki Kagiya

## 1. まえがき

当社は、モータドライブ用インバータとしてVF66シリーズを販売し、自動車試験機、鉄鋼・金属加工装置、風力発電等の分散電源用発電機などさまざまな分野でご採用いただき、好評を得ている。同シリーズでは、交流電源電圧200V系および400V系において、2.2kWから最大容量1000kWまでの製品をラインナップしている。近年、海外では設備の大型化に伴い、商用最大電圧である交流690V系への電源電圧の高圧化、大容量化が要求されている。

こうした要求に応えるため、従来のインバータ最大容量を1000kWから2000kWに拡大した。交流電源電圧690Vのインバータを開発したので紹介する。また、整流器および正弦波コンバータについても同容量のラインナップを開発したので、あわせて紹介する。

## 2. 特長

図1に500kWインバータ盤、図4にフィルタ盤、図5に正弦波コンバータ盤の外観をそれぞれ示す。

- (1) インバータ、正弦波コンバータおよび整流器共通で、単位容量を90kWと500kWの2機種とし、最大4台を並列接続して90kWから最大容量2000kWの8機種をラインナップした。
- (2) 大容量が要求される鉄鋼圧延機や各種加工装置のほか、標準キャリア周波数を6kHzとし、自動車試験機をはじめとする高応答が必要な試験装置など幅広い用途に適用可能とした。
- (3) 電力変換部の各相はスタックで構成し、その他冷却ファンや制御部などをすべてスタックおよびユニット化し、組み立ての容易化を図った。スタックはキャスタ付きとし、専用リフトを使用することで保守時の着脱を容易にした。

- (4) 電力変換部の各相スタックは、インバータと正弦波コンバータで共通化し、保守メンテナンス性の向上を図った。
- (5) 主回路直流部の平滑コンデンサには、高圧フィルムコンデンサを採用することで、製品の長寿命化を実現した。
- (6) 従来の交流電源電圧400V系のシステムと比較した場合、交流電源電圧690Vへ高電圧化することにより、電流が低減され配線部材の低減や設置作業の容易化が実現できる。



■ 図1 500kWインバータ盤  
Fig.1 500kW inverter

### 3. 高圧・大容量化

図2に500kWインバータの構成図、表1にインバータ仕様を示す。

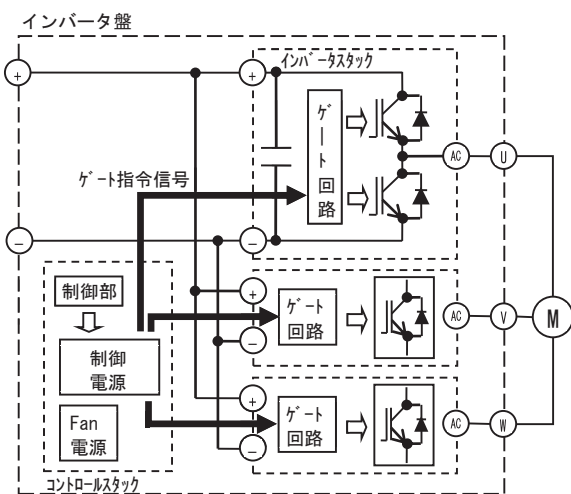
主回路構成は、従来どおり2レベル変換回路の回路構成としている。主回路素子には、高周波でも適用可能な高圧・大電流化された高圧IGBTモジュールを並列接続し、構造の簡素化と組み立ての容易化を図っている。IGBTのゲート指令信号は、制御部からインバータスタック間を差動信号で出力することで信頼性を強化している。IGBT冷却体として格子状のブレージングフィンを採用することで、冷却部の小型化と冷却性能の向上を図った。

従来大容量機種のIGBTスナバ回路は、RCD回路で構成していたが、以下の改善によりスナバ回路の小型化を図っている。

- ・インバータスタック内部の主回路銅バーと絶縁板の形状は、平行平板を重ね合わせて磁束を打ち消すことにより、低インピーダンスとなるようにした。
- ・内部インダクタンスが小さい高圧フィルムコンデンサを平滑コンデンサに適用した。

### 4. 配線スペースの省スペース化

インバータ、正弦波コンバータおよび整流器盤を大容量化するためにおのおの並列接続する場合や、正弦波コンバータまたは整流器盤とインバータ盤を接続する場合など、入力・出力・直流母線は各盤間貫通で接続可能な構造とした。各盤間の入出力配線を盤内で接続することで、配線の省スペース化を図っている。



■ 図2 インバータ構成図  
Fig.2 Construction of inverter

■ 表1 インバータ仕様  
Table1 Specification of inverter

項目	仕様	
型式	N100-9069, 50069	
適用モータ容量 [kW]	ND	90/180/270/360/500/1000/1500/2000
	LD	110/220/315/450/630/1260/1890/2520
定格出力電流 [A]	ND	100/200/300/400/540/1080/1620/2160
	LD	130/260/390/520/700/1400/2100/2800
最大出力電圧	575 ~ 690V(入力電圧に対応)	
入力電圧	DC776 ~ 1200V	
過負荷耐量	ND	150% 60sec / 200% 3sec
	LD	110% 60sec
キャリア周波数	1 ~ 6kHz	
制御方式	V/f制御, 速度センサレスベクトル制御, 速度センサ付ベクトル制御	
出力周波数範囲	(誘導モータ) 0.1 ~ 400Hz (EDモータ) 0 ~ 1000Hz	
保護機能	出力過電流, 直流過電圧, IGBT過熱, IGBT保護動作, 冷却ファン異常など	
コンソールパネル	5桁7セグメントLED	
冷却方式	強制空冷	
保護構造	IP2X	
外形寸法	90kW	W600×H1950×D1200 [mm] (天蓋除く)
	500kW	W1400×H1950×D1200 [mm] (天蓋除く)
使用環境	設置場所: 屋内 周囲温度: 0 ~ 40℃ 周囲湿度: 20 ~ 90%RH以下 (結露ないこと) 標高: 2000m以下 (1000m以上は出力電流、耐電圧低減) 雰囲気: 腐食性ガス・金属粉・油・ハロゲン・DPOなどの可塑剤が含まれないこと 汚染度: 2以下 過電圧カテゴリ: III以下	

※ND: 標準, LD: 軽負荷

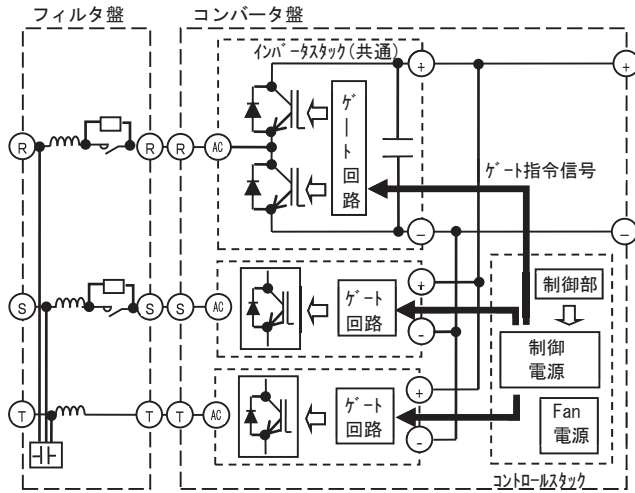
### 5. 保守メンテナンス性の向上

従来、冷却ファン故障やIGBT異常などは三相で一つの保護回路構成であったが、制御用CPUのメモリ容量を増加させ、保護回路を各相個別に設ける構成とした。これにより、トラブルシューティングの効率化を図っている。

### 6. 正弦波コンバータ

図3に500kW正弦波コンバータの構成図、図5に500kW正弦波コンバータの外観、表2に正弦波コンバータ仕様を示す。電源高調波を大幅に抑制することができ、電流総合ひずみ率は5%以下を達成している(定格負荷運転時)。

電源力率は定格負荷運転時で99%以上、30%以上の負荷時でも95%以上となり、電源設備容量の低減が可能となる。



■ 図3 コンバータ構成図  
Fig.3 Construction of PWM sinusoidal wave converter



■ 図4 500kWフィルタ盤  
Fig.4 500kW filter



■ 図5 500kW正弦波コンバータ盤  
Fig.5 500kW PWM sinusoidal wave converter

■ 表2 正弦波コンバータ仕様  
Table2 Specification of PWM sinusoidal wave converter

項目	仕様	
型式	N100R-9069, 50069	
適用モータ容量 [kW]	90/180/270/360/500/1000/1500/2000	
直流出力電圧	DC900 ~ 1074V 可変	
入力電源電圧	三相3線AC575 ~ 690V-15%,+10% 50/60Hz	
入力力率	0.99以上 (定格負荷時) 0.95以上 (負荷30%以上時)	
過負荷耐量	定格電流の150% 60sec	
キャリア周波数	6kHz	
高調波含有率	電流総ひずみ率: 5.0%以内 (定格負荷時、40次まで) 各次高調波: 3.0%以内	
制御方式	PWM正弦波コンバータ	
直流出力電圧制御	2種類を切り替え可能 1.電源電圧によりスライド 2.定電圧設定	
保護機能	出力過電流, 出力過負荷, 直流過電圧, IGBT過熱, IGBT保護動作など	
コンソールパネル	5桁7セグメントLED	
冷却方式	強制空冷	
保護構造	IP2X	
外形寸法	90kW	【フィルタ盤】 W800×H1950×D1200 [mm] (天蓋除く) 【コンバータ盤】 W600×H1950×D1200 [mm] (天蓋除く)
	500kW	【フィルタ盤】 W1000×H1950×D1200 [mm] (天蓋除く) 【コンバータ盤】 W1400×H1950×D1200 [mm] (天蓋除く)
使用環境	設置場所: 屋内 周囲温度: 0 ~ 40℃ 周囲湿度: 20 ~ 90%RH以下 (結露ないこと) 標高: 2000m以下 (1000m以上は出力電流、耐電圧低減) 雰囲気: 腐食性ガス・金属粉・油・ ハロゲン・DPOなどの可塑剤 が含まれないこと 汚染度: 2以下 過電圧カテゴリ: III以下	

7. むすび

当社では、本稿の高電圧化・大容量化技術をベースにドライブ装置をはじめ、モータを含めたシステム全体の大容量化を推進しており、海外をはじめとする新たな市場要求に応えるべく、より環境にやさしく、お客さまに使い勝手のよい製品の開発に一層の努力をしていく所存である。

## 参考文献

- [1] 上田、松田、山本:「500kWモータドライブ装置の小型化」  
東洋電機技報132号, 2015年10月,pp.21-24

## 執筆者略歴



松田 真一

2005年入社。現在、産業事業部産業工場開発部に所属し主に産業用インバータ装置の開発設計に従事。



鎌谷 尚樹

2016年入社。現在、産業事業部産業工場開発部に所属し主に産業用インバータ装置の開発設計に従事。