

産業用 インバータ の変遷

VFシリーズの誕生

1970年代に入り、半導体の進歩に伴って構造が簡単で保守性に優れたかご形誘導電動機を、パワー半導体を用いた可変周波数電源によって可変速運転することが可能となってきた。当社においては、1976年に電流形インバータVF2000シリーズ、1977年には電圧形PWMインバータVF3000シリーズを完成させ、誘導電動機と組み合わせて各種製造ラインへの適用を開始した。このVF3000シリーズは、米国GE社のサイリスタ電圧形PWM方式を導入したもののだが、制御性に優れたパワートランジスタモジュールの実用化とマイコンの発展に伴い、1982年にマイコン制御による正弦波PWMを用いた電圧形VVVFインバータとしてVF5000シリーズを完成させ、インバータ駆動の誘導電動機を可変速モータとして広く適用することを可能とした。さらに1989年には、パラメータ設定器の標準装備化と通信による直接デジタル制御 (DDC) 機能を追加したVF5100HGシリーズを完成させ、多くの産業システムに採用されたことは、当社のインバータ専用誘導電動機 (UFシリーズ) の開発と相まって、産業システムの誘導電動機駆動化を躍進させた。



VF2000 (1976年)



VF3000 (1977年)



VF5100HGシリーズ (1989年)

ベクトル制御の開発

初期のインバータは、誘導電動機を対象としたV/f制御を用いていたが、これでは高精度な速度制御やトルク制御は不可能であり、これらが必要な用途では直流電動機を適用せざるを得なかった。1969年に誘導電動機を直流電動機と同様にトルク制御することが可能なベクトル制御の原理が考案されていたが、アナログ制御時代には実用化は困難であった。しかし、1980年代に入りマイコン技術が急速に進歩し、デジタル制御によってベクトル制御の実用化が可能となった。当社においては、1983年に過渡すべり周波数を補償することにより、汎用インバータにも搭載可能な電圧形ベクトル制御 (VVEC) を開発し、VF5000シリーズのオプションとして実用化した。さらに1986年には、従来のベクトル制御とは原理の異なる、瞬時空間電圧ベクトルによるトルク直接制御を用いた、瞬時空間ベクトル制御 (SVEC) を開発した。このSVECはVF5100HGシリーズに制御回路を変更することで搭載され、従来の直流電動機を遥かに凌駕する高トルク応答性能を実現し、自動車試験機や新聞回転機などのシステムに適用された。SVECによるトルク制御においては、従来のベクトル制御では必須だった速度センサが原理上不要

であり、高応答な速度センサレス制御としても適用された。

IGBTインバータの出現

1990年代に入ると、高速でのスイッチングが可能な素子としてIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が登場し、当社ではこれを用いたVF61シリーズを1993年に製品化した。PWM周波数を従来のVF5100HGシリーズより一桁速い最大15kHzとし、可聴周波数を超えたことでモータから発生するPWMの電磁音を一扫し、低騒音形とした。また、ベクトル制御モデルであるVF61S (速度センサレス)・VF61V (速度センサ付) には、SVECのトルク直接制御ベースに高周波キャリア比較PWM方式化したことで、高速・高応答な速度制御を可能とした。さらに、このVF61シリーズは、小型軽量化の実現と斬新なデザインにより、通商産業省 (現 経済産業省) の1993年度グッドデザイン商品に選定された。



VF61 (1993年)



VF64シリーズ (1999年)

インテリジェント化とEDモータ制御

1999年には、顧客の使い勝手を考えて、演算ブロックとラダーシーケンスをユーザーがインバータ内にプログラムすることでカスタマイズできる、インテリジェント化されたインバータVF64シリーズを他社に先駆けて開発した。また、VF64では、V/f制御・ベクトル制御・センサレスベクトル制御の3つの制御すべてを搭載し、選択して使用できるようになった。さらに、2001年にはVF64シリーズをベースに、永久磁石同期電動機 (EDモータ) のベクトル制御・センサレス制御を可能としたED64spシリーズを開発した。ED64spシリーズの開発によって、当社は他社に先駆けて、効率に優れた永久磁石モータを産業用ドライブ装置に広く適用し、産業界の省エネに大きく貢献することとなった。また、EDモータの永久磁石構造の採用で低慣性化を実現した自動車試験機用モータDSDシリーズも、このED64spにより制御され、自動車試験機の高性能化にも貢献した。

さらに2007年には、誘導電動機とEDモータの双方に駆動可能なインバータ、VF66Bシリーズを開発。モードを切り換えることによっていずれのモータも駆動できる他、演算ブロックとラダーシーケンスを統合したPLC機能を搭載し、操作もPC画面で簡単にカスタマイズできるようになった。このVF66Bシリーズをベースに、さらなる高応答を可能にしたVF66Cシリーズや、サーボ機能を搭載したVF66SVシリーズなども開発し、自動車試験機、印刷機、加工機のさらなる高性能・高機能化を実現した。



VF66B (2007年)