

IEC対応高圧インバータの開発

🔊 IEC, 高圧, インバータ, 省エネ

* 金森教明 Noriaki Kanamori

** 村上英樹 Hideki Murakami

*** 小倉和也 Kazuya Ogura

**** 庄司 豊 Yutaka Shoji

概要

インバータの市場は、省エネニーズの高まりと新たな用途への適用により、拡大を続けている。水処理分野においても海水淡水化設備や浄水場などの様々なプラントに適用されている。

直接高圧形インバータ ^{サイフレック} THYFREC VT730Sは、かご形モータを可変速駆動させる装置であり、高い効率で大きな省エネ効果を上げることができる。また、業界最小クラスの設置面積、既設モータの流用が可能で、メンテナンスが容易など多くの優れた特長を持つ製品である。



THYFREC VT730S

1. ま え が き

温室効果ガスの排出による地球温暖化対策として省エネ・CO₂削減など環境負荷低減技術への関心が高まっている。当社は高圧電動機向けに直接高圧形交流可変速装置 ^{サイフレック} THYFREC VT710S/P（準拠規格JIS, JEC, JEM）を製品化し、国内の水道施設のポンプ・送風機の省エネ運転を実現してきた。

一方で海外に目を向けると、中東・アジア圏では、経済発展に伴い上質な水の供給が求められている。安全で安心な水を供給できる大規模な水道設備が建設されており、ポンプの大形化に伴って大容量の高圧インバータの需要も高まっている。

本稿では、海水淡水化プラントをはじめとした海外市場向けの国際規格に対応した高圧インバータ THYFREC VT730S（以下、VT730S）を紹介する。

2. VT730Sの特長

2.1 準拠規格

VT730Sは、IEC61800・CEマークなどの国際規格に準拠した。

2.2 主回路

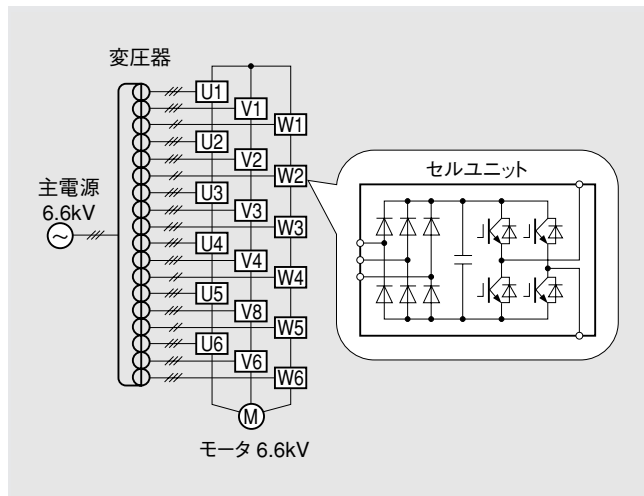
第1図に主回路構成を示す。VT730Sは、セル直列多重方式の直接高圧形インバータで、多重変圧器とインバータ部により構成される。インバータ部はセルユニットと称する単相インバータを多段接続し、これらをスター接続することにより3相高電圧を出力する。

3kV系ではセルユニットを3段直列に接続し、3相で9個、6kV系ではセルユニットを6段直列に接続し、3相で18個を使用する。

2.3 盤構造

変圧器盤・インバータ盤・制御盤から構成され

*新規事業推進部 **水・環境事業部 営業技術部 ***パワートロ製品開発部 ****電動力応用事業開発部



第1図 主回路構成
VT730Sの主回路の構成を示す。

る。前面メンテナンス構造であり、背面にスペースが必要ないため、必要な設置面積が小さくなる。

入力変圧器は盤内に収納しており、別に設置場所が必要ない。また、変圧器を盤内に収納したままの輸送ができるため、輸送費用の低減・設置時間の短縮が可能となった。

2.4 高効率・高力率

インバータのスイッチング損失低減により、定格負荷において装置効率は約97%である。電源力率は低負荷時においても0.95以上を確保した。

2.5 高効率運転機能

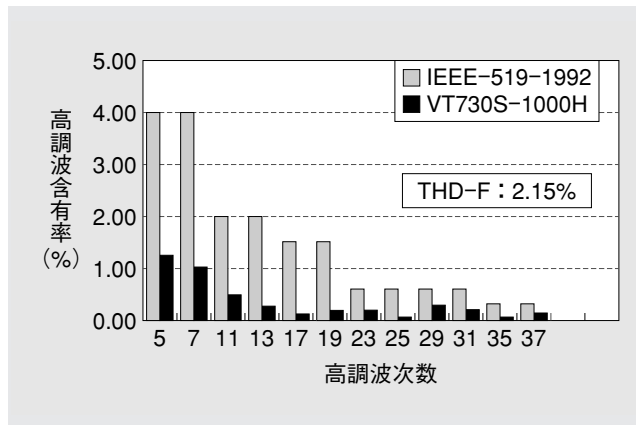
負荷トルクに応じて自動的に出力電圧を低減し、電動機の無負荷損失を抑え、総合効率を向上させる。ファン・ポンプなどが回転速度低下時の軽負荷運転する用途では大きな効果が得られる。

2.6 既設電動機流用

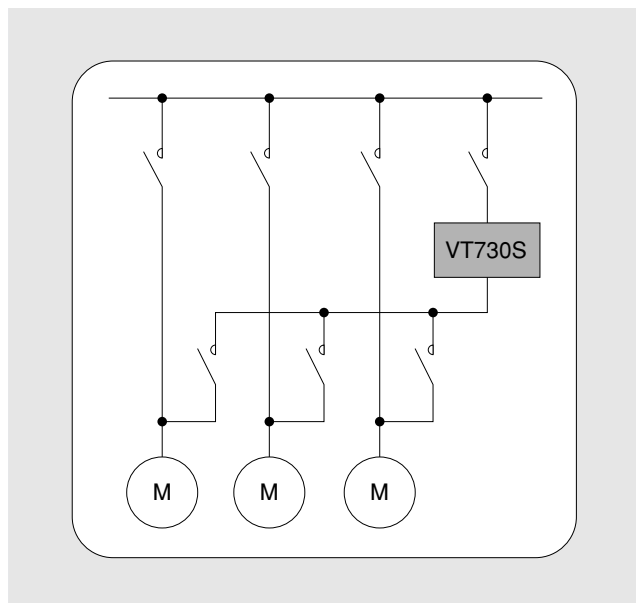
マルチレベルPWM (Pulse Width Modulation) で、ひずみの少ない電圧を出力する。線間電圧で6kV系は25段、3kV系は13段と階段の高さが小さく、より正弦波に近い波形である。また、当社独自のPWM波形の生成法により、大きなサージ電圧の原因となる「2段電圧変化」を防止した。サージ電圧を抑えることで電動機へのストレスが軽減される。

2.7 高調波の低減

入力変圧器を36相(6kV)又は18相とすることで低次の高調波を大幅に低減した。第2図の高調波含有率に示すように、インバータ単機でIEEE519をクリアしている。



第2図 高調波含有率 (社内評価)
高調波含有率が国際規格であるIEEE-519-1992を下回っていることを示す。



第3図 商用同期切り替え
インバータをスタータとして用いる。始動容量の低減ができる。

2.8 制御

VT730は、以下の制御モードを搭載している。

- (1) V/f低減トルク制御モード
- (2) V/f定トルク制御モード
- (3) センサ付きベクトル制御モード

ファン・ポンプの省エネ運転のほか、押出機をはじめとした定トルク特性の大形産業機械にも適用可能である。

2.9 商用同期切り替え

商用電源とインバータ相互間を無瞬断に切り替える機能である。第3図に商用同期切り替えを示す。1台のインバータをソフトスタータとして用いれば、始動容量の低減や電源容量の低減が可能である。可変速を必要としない容量の大きい送水ポンプ



第1表 VT730Sの仕様

VT730Sの仕様を示す。

項目	仕様														
	3kV系					6kV系									
形式 (VT730S-□□□□□)	110L	235L	335L	475L	950L	110H	220H	330H	475H	710H	1000H	1500H	2000H	2500H	
定格容量 (kVA)	140	300	420	570	1200	140	275	400	570	850	1200	1800	2400	3000	
連続定格電流 (A)	34	66	90	122	225	17	31	44	61	87	118	169	219	267	
適用電動機 (kW)	110	235	335	475	950	110	220	330	475	710	1000	1500	2000	2500	
過負荷耐量	120%・1分間														
電源	主回路	三相3000/3300V±10% 50/60Hz±5%					三相6000/6600V±10% 50/60Hz±5%								
	制御回路	三相200/220V±10% 50/60Hz±5% (標準)													
		三相400/440V±10% 50/60Hz±5% (オプション)													
出力	定格出力電圧	三相3000/3300V					三相6000/6600V								
	出力周波数	0.1~120Hz													

ンプなどにソフトスタータとして適用できる。

2.10 瞬時電圧低下への対応

上水道向けの配水ポンプや化学プラントなどのポンプは、瞬間的な電源電圧低下が起こった場合、被害が甚大となることが少なくない。本機は、瞬時電圧低下があっても一定時間運転を継続して電源電圧復帰後に再加速する機能を有する。

2.11 メンテナンス

セルユニット引き出し構造により交換が容易である。セル内部の設定項目を無くすなどメンテナンス性に配慮している。メインコントロールユニットは累積通電時間・累積運転時間を積算する機能があり、冷却ファンや電解コンデンサの交換の目安となる。安全に配慮し、盤面のフィルタは外側からの交換が可能である。

2.12 仕様

第1表にVT730Sの主な仕様を示す。3kV系で最大950kWまで、6kV系では最大2500kWまでをシリーズ化した。

第2表にVT730Sの外形寸法を示す。内部構造を見直し、セルユニットを小形化することで、業界最小クラスの設置面積とした。

3. インバータ適用による省エネ効果

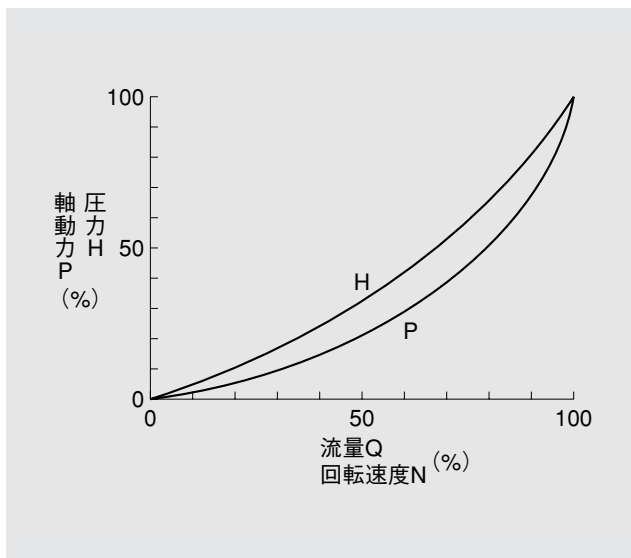
機械設備の所要動力はトルクにより変化する。ファン・ポンプなどの風水力設備は、一般的に回転速度が低下するとトルクも二乗で低減するため、省エネ効果が高くなる。

第4図にファン・ポンプの負荷特性を示す。回転速度Nを変えた場合の流量Q・圧力H・軸動力P

第2表 VT730Sの外形寸法

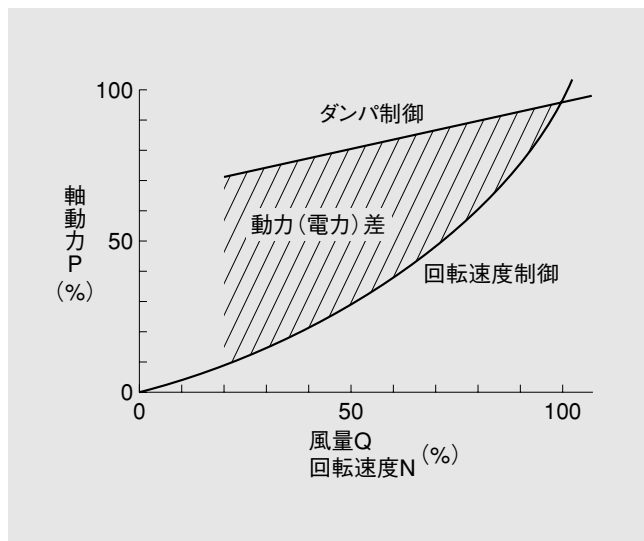
VT730Sの外形寸法を示す。

形式	幅 (mm)	高 (mm)	奥行 (mm)	ファンカバー (mm)	
3kV系	110L	2000	2350	1100	450
	235L	2000	2350	1100	450
	335L	2000	2350	1100	450
	475L	2000	2350	1100	450
	950L	3400	2350	1200	450
6kV系	110H	3600	2350	1000	450
	220H	3600	2350	1000	450
	330H	3600	2350	1000	450
	475H	3600	2350	1000	450
	710H	3900	2350	1000	450
	1000H	3900	2350	1000	450
	1500H	4800	2350	1300	450
	2000H	4800	2350	1300	450
2500H	5200	2350	1300	450	



第4図 ファン・ポンプの負荷特性

圧力と流量，軸動力と回転速度の特性をそれぞれ示す。



第5図 可変速運転による省エネルギー
ダンパ制御と回転速度制御による必要な軸動力の差を示す。

に次の関係式が成立する。

$$N \propto Q, H \propto Q^2, H \propto N^3, P \propto Q^3, \text{ 又は } P \propto N^3$$

ファンを例にとって概算検討すると、出側ダンパで風量を調節する場合は、ダンパを全閉にして風量を0にしても軸動力は約65%程度必要である。例えば、風量を1/2にしたいとしてダンパを調節すると、軸動力は65% + 35% × 1/2 = 82.5%となる。しかし、インバータで運転を行い、回転速度を調節して所要の風量を得る場合は、軸動力が (1/2)³ すなわち12.5%となり、その差 (82.5 - 12.5 = 70%) の電力が第5図で示すように節電され省エネルギーとなる。

4. む す び

以上、高圧電動機を可変速駆動するための装置VT730Sを紹介した。業界最小クラスの設置寸法や高効率であるという特長を持つ本インバータは、省エネに大きく貢献する製品である。これからも社会のニーズに適した製品を提供していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



金森教明 Noriaki Kanamori
水・環境分野のエンジニアリングに従事



村上英樹 Hideki Murakami
水・環境分野のエンジニアリングに従事



小倉和也 Kazuya Ogura
可変速装置の開発に従事



庄司 豊 Yutaka Shoji
可変速装置の開発に従事