

# インバータの利用技術習得と応用

福森 勉 熊沢正幸

名古屋大学全学技術センター・部局系技術支援室工学技術系 第一技術課

## はじめに

自動化、省力化、省エネルギー化などのためには、モータの可変速運転が重要な役割を果たす。そこで、本研鑽では汎用インバータ利用の基礎技術の習得を目指し、センサからの外部信号によりインバータを制御しモータの可変速制御運転を試みた。インバータ制御用信号の作製については、オペアンプを利用し、増幅、整流、コンパレータ回路等の試作を行った。応用として、先端技術共同利用センター内に設置してある実験用冷却水循環システム用ポンプに実際に製作した回路とインバータ取り付け動作検証を実施した。検証できた省電力化結果等を報告する。

## 1. 汎用インバータの利用基礎技術の習得

インバータは図1のように、大きく分けて①コンバータ部と②インバータ部から構成されている。

### ① コンバータ部

コンバータ部は6個のダイオードの組み合わせで構成されており、3相交流の商用電源電圧を全波整流し得られた電圧は平滑コンデンサに蓄積される。

### ② インバータ部

6個のパワースイッチング素子トランジスタなどを用いてスイッチ動作を制御することで可変周波数・可変電圧の交流を作り出している。また、還流ダイオードは、モータからの還流電流の通路としてパワースイッチング素子と並列に接続されている。

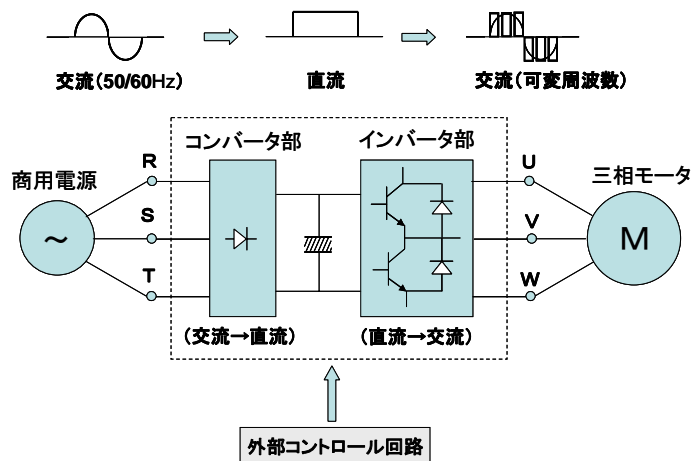


図1. 可変周波インバータの構成

現在用いられている汎用インバータのほとんどは電圧型インバータ(他に電流型がある)であり、中でもPWM方式がもっとも多く用いられている。この方式は、コンバータ部とコンデンサで平滑された一定の直流電圧(パルスの高さ一定)を、インバータ部でチョッピング(切り刻む)し、パルス幅と周期の比を変化させて、電圧を制御する方法である。

## 2. 汎用インバータの外部入力運転

汎用インバータの外部入力運転を確認するため図2に示す回路を製作した。後に行うチラーの動作検出を考慮してCT(電流センサ)を用いた。CTは、図のように電線を通る電流が作る磁界の変化によって生じる誘導起電力を検出するしくみである。CTからの交流信号をオペアンプを利用して増幅、全波整流、コンパレータ回路を通してデジタル化してチラー電源のON-OFF信号として検出し、汎用インバータの周波数設定器へ取り込んでモータが制御できるか確認した。

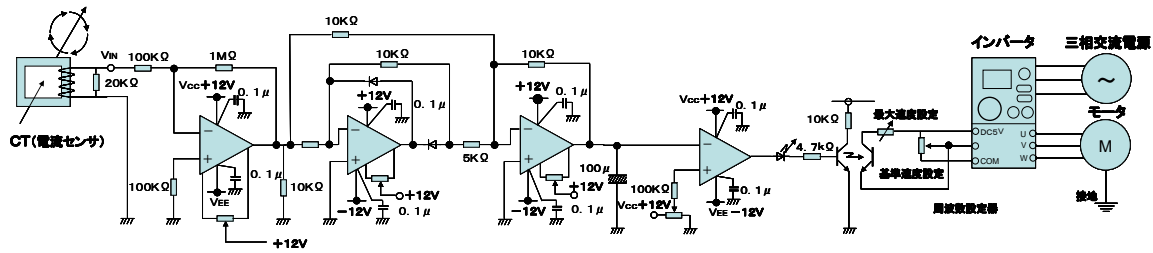


図 2. 製作した外部信号回路

### 3. 省電力化への利用可能性調査

省電力化への応用として、先端技術共同利用センター新館にある冷却水循環システム用ポンプへ、製作回路と汎用インバータ、および水温・室温・気温センサ等を設置して温度変化と電力量について調査を行なった。

図 3 に冷却水循環システムの構成を示す。汎用インバータは図の右側にある、チラー→熱交換器→バイパス弁→クショントタンクへ帰還する水路（一次側）用ポンプに取り付け測定した。なお、図左側の二次側にある実験設備の熱負荷としては、24 時間稼働設備として真空排気用ターボポンプ・拡散ポンプの冷却が多数を占め、短時間利用設備としては X 線解析装置、MBE 装置等がある。

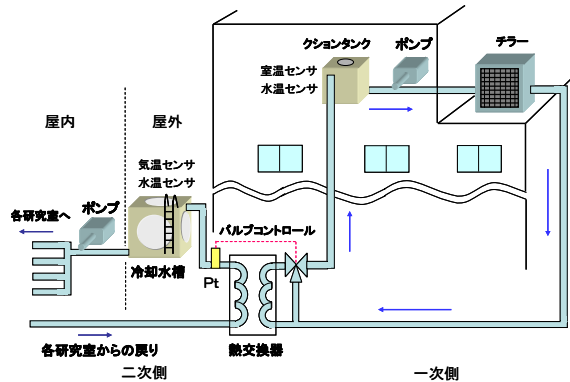


図 3. 先端センター新館冷却水循環システム

汎用インバータは図の右側にある、チラー→熱交換器→バイパス弁→クショントタンクへ帰還する水路（一次側）用ポンプに取り付け測定した。なお、図左側の二次側にある実験設備の熱負荷としては、24 時間稼働設備として真空排気用ターボポンプ・拡散ポンプの冷却が多数を占め、短時間利用設備としては X 線解析装置、MBE 装置等がある。インバータ設置によるポンプ出力の低下（流量低減）がチラーへ及ぼす影響や冷却水槽温度への影響が予測できないため、始めにチラー動作時は現状の 60 Hz 運転、チラー停止時は 40 Hz、45 Hz 運転で稼働し調査した。その後、冷却水槽の水温変化がないことを確認してから、50 Hz、45 Hz、40 Hz の一定周波数によるポンプ運転で調査した。調査結果を表 1 にまとめた。これをもとに、仮にポンプを 45 Hz 一定で稼働させた場合の年間省エネ効果を計算する。

先端技術共同利用センターが平成 16 年度に使用した総電力量は 1061817kwh である。

$(20410-9023) \div 1061817 \times 100 = 1.07 (\%)$  となり省エネ法による 1 年分の削減目標を達成することが可能である。

また、年間経費削減効果 (1kwh=15 円計算) としては、表 1 より 170,805 円となる。

### 4. まとめ

今回の研鑽により、速度制御・省電力化への応用に有効なことが確認できた。実験例で、45 Hz 一定で稼働しても水温や実験装置に支障がないことを確認したが、今後の課題として、冷却水槽水温は季節による影響が大きく、夏季に実験装置をフル稼働した熱負荷状態での調査が必要である。

表 1. 測定結果 (平成 17 年 11 月)

ポンプ運転条件	電力 (kw)	日電力量 (kwh)	年間電力量 (kwh)	年間電気料金 (1kwh=15円)
60Hz 一定 (1800 rpm)	2.33	55.9	20,410	306,150
50Hz 一定 (1500 rpm)	1.37	32.9	12,001	180,015
45Hz 一定 (1350 rpm)	1.03	24.7	9,023	135,345
40Hz 一定 (1200 rpm)	0.718	17.2	6,290	
40Hz、チラー動作時60Hz	—	20.5	7,482	112,230
45Hz、チラー動作時60Hz	—	26.9	9,818	147,270
40Hz、チラー動作時50Hz	—	18.3	6,679	100,185