

# 負荷特性に応じた汎用インバータの取扱いに関する 実習教材の開発

## Development of Training Tool about Control of Induction Motor with Mechanical Load using General Purpose Inverter

五十嵐 智彦\*1 子川 昌浩\*2

Tomohiko IGARASHI Masahiro NEGAWA

**要約** 筆者らは、平成 30 年度職業訓練教材コンクールにおいて、特別賞（機構理事長賞）を受賞したことからその内容を報告する。

生産設備における高精度制御や省エネへの期待から、汎用インバータが広く普及するに伴い、汎用インバータに関する訓練ニーズも増加しつつある。筆者らは、工場等の生産設備やビル設備における保全業務従事者を対象とした、汎用インバータの適用、操作方法、省エネ・経済性の判断等を習得するための訓練に供する実習教材を開発し、教材としての妥当性を検証した。その結果、「定トルク負荷」及び「二乗低減トルク負荷」について、実習装置を開発した。

### 1 はじめに

工場やビル設備等の技術の進展や省エネ意識の高まりとともに、インバータが広く普及しつつある。それに伴い、インバータに関する教育・訓練に対する需要も増加している。

そこで、離職者訓練のカリキュラムに適合するよう、回路設計ではなく、汎用インバータの取扱い方法を中心としたカリキュラムを適用し、その教材を整備することとした。また、単なる汎用インバータの取扱い方法の習得ではなく、負荷の種類に応じたパラメータ・運転方法の選択、負荷変動時の電動機及びインバータの動作、設備の省エネ性能の評価、投資判断の方法などのインバータ導入で必要となる実際的な知識・技能を習得できるものとした。

### 2 教材の開発コンセプトと作製

生産設備等で汎用インバータが導入される目的は大きく 2 つある。1 つ目は、「回転数制御」でありスピー

ド調整を要する攪拌機や位置決めを要するコンベアなど自在に回転数を制御し、より高度な制御を達成するためである。2 つ目は、「省エネ」であり、ポンプ、ファンなど「2 乗低減トルク負荷」とよばれる機械負荷の省エネを達成するためである。

汎用インバータに関する実習では、これらの 2 要素について学んだほうが、より訓練効果が高まることから、本開発では、両方に対応可能な教材を開発することとした。この教材の特長は、定トルク負荷に対する特性の実習用として『定トルク負荷実習装置 (図 1)』、ポンプ負荷の特性実習用として『ポンプ負荷実習装置 (図 3)』を使用して、これらを組み合わせることによって、汎用インバータの操作方法及び、適用方法を一体的に学習できることである。

#### (1) 定トルク負荷実習装置

本装置は、汎用インバータの基本操作及び定トルク負荷に対するインバータの特性を学ぶためのものである (図 1)。構造は三相誘導電動機 (SF-JR 0.4 kW 4P) にパウダブレーキ (ZX-0.6YN-24) を機械的に結合したものであり、パウダブレーキに流す電流に比例したブレーキトルクが発生させ

\*1 電気エネルギー制御科 Department of Electricity energy and control Engineering

\*2 香川職業能力開発促進センター Kagawa Polytechnic Center

られることから、パウダブレーキによって任意 (0%~200%) の大きさの定トルク負荷を再現することができる。測定した機械負荷と回転数の関係を図 2 に示す。

この実習は、電動機の  $V/f$  制御 (オープンループ制御) 及びセンサレスベクトル制御 (フィードバック制御) の低速回転時のトルクと回転数の特性を評価するものである。一例として 10 Hz で運転した場合を示す。同図より  $V/f$  制御のときはトルクが大きくなるほど滑りが大きくなり、回転数が減少するが、ベクトル制御の場合は、大きなトルクをかけてもほぼ回転数が変わらないことが確認できた。

## (2) ポンプ負荷実習装置

本装置は、汎用インバータをポンプ負荷に適用した時の操作方法及び経済性の判断方法を学ぶためのものである (図 3)。

これは、電動機で駆動する渦巻ポンプを水槽に接続し、水槽内の水を高さ 1.5 m 程度まで汲み上げた後、再び水槽内に戻す水流循環式の装置である。ポンプ入口側の配管には連成計、出口側の配管には圧力計を接続し、それぞれの圧力水頭が計算できるようにした。また、ポンプ出口側の配管には、流量調整弁 (玉形弁) と流量計を接続し、バルブによって流量を調整できるようにした。

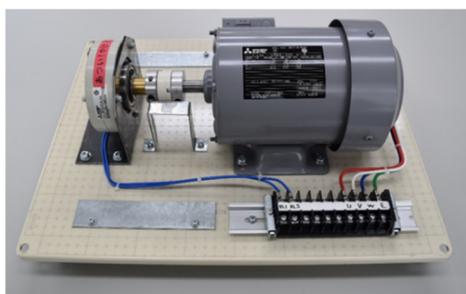


図 1 定トルク負荷実習装置 (一式)

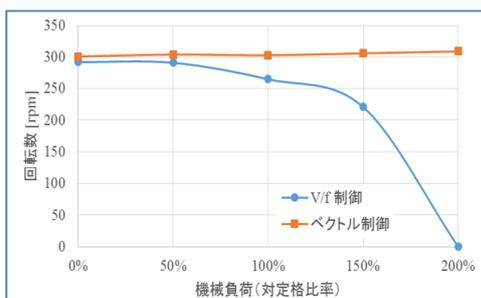


図 2 回転数指令値 10 Hz のときの回転数比



図 3 ポンプ負荷実習装置

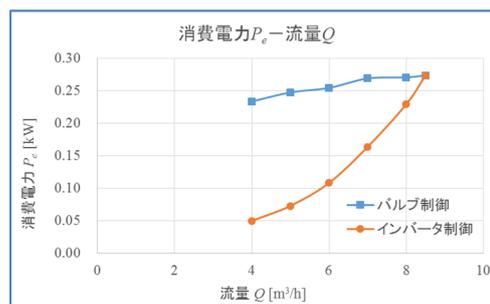


図 4 ポンプの軸入力と流量の特性

測定した流量と消費電力の関係を図 4 に示す。この実習は、ポンプの運転周波数を 60 Hz とし、流量調整弁によって流量を制御した場合 (バルブ制御) と、流量調整弁を全開にし、インバータを使って周波数を変化させることによって流量を制御した場合 (インバータ制御) の消費電力を比較するものである。同図から流量が小さいほど、消費電力で比較した場合のインバータ制御の優位性があることを確認できた。特性曲線も概ね理論値どおりであることから、この実習装置はポンプ設備の負荷特性を再現できており、省エネ診断の実習に供することが可能である。

## 3 あとがき

本稿では、『定トルク負荷実習装置』及び『ポンプ実習装置』をそれぞれ作製し、その特性を評価して教材としての妥当性を検証した。前者は、 $V/f$  制御、およびセンサレスベクトル制御における電動機の特性を確認した。後者は、流量と消費電力・ポンプ揚程・ポンプ効率等の特性を確認した。

いずれもおおむね理論どおりの特性を示したことから、職業訓練の教材としては妥当であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 船渡寛人, 桜井知之, 小笠原悟司: 「マイクロ水力発電システム試験装置の開発」, 電学論 D, Vol. 130, No. 12, pp. 1288-1289, 2010