

インバータ駆動キャパシタモータの特性

長谷川 誠 一

Characteristics of Capacitor Motor Driven by Inverter

Seiichi HASEGAWA

(1994年8月22日受理)

Simple operation and a rugged design have made the single phase induction motor, especially capacitor motor the most reliable drive system of domestic use.

Lately, for reduced electric power consumption the inverter drive system begin to apply to the industrial motor.

This type of motor, however, is usually operated by producing alternating torque. For that reason, it is difficult to apply this system to capacitor motor.

When the capacity of the running capacitor was exchanged to find suitable operating conditions, this torque was likely to decrease, but the increase of the capacitor has led to increase in circuit current.

1. 緒 言

単相誘導電動機，なかでもキャパシタモータは家庭用の冷蔵庫や洗濯機のように堅牢で，取り扱いの簡便さを要求される小型モータとして広く使われてきた。近年，省エネルギーの観点から一般の産業用3相誘導電動機にインバータ駆動が適用されるようになってきている。これは3相誘導電動機に対してインバータによる可変速制御を行い負荷の要求する速度・トルク特性に応ずるものである。この方式は従来の速度制御法に比較して，効率が良好であるのみならず，速度の可変範囲が広範囲に拡大され，より精密なる速度制御が可能であることなど優れた点が多い。また電力用スイッチング素子およびマイクロプロセッサの小型化とコストダウンによってインバータによる可変速制御は，3相誘導電動機の応用範囲を飛躍的に拡大してきている。

これに対して，家電製品に最も多く使用されている単相誘導電動機の可変速は，トライアックなどによる一次電圧制御が適用されている程度で，インバータの適用はない。

一般に，キャパシタモータの場合，ギャップの磁界は主巻線とキャパシタと直列に接続された補助巻線によって供給されるが，商用電源で運転する場合

であっても，平衡した回転磁界を得ることは困難である。この不平衡磁界は振動トルク発生の原因となるので運転が不安定になる¹⁾。これを改善するには，モータ固定子のスロットの開口部にフェライト磁性くさびを打ち込む方法が報告されている²⁾。

インバータ運転の場合，後述のようにこの振動トルクの現象が強まる。さらに，周波数を高くした場合の，キャパシタが接続された補助巻線回路の電流増加や騒音の増加など困難な点が多い。

本研究では汎用のキャパシタモータをインバータ駆動した場合の特性について，実験的に検討を行った。その結果，キャパシタモータのインバータ駆動においては，キャパシタの静電容量を適当な値にすることによって可変速制御が可能であることを見いだした。

2. 実験方法

本研究で使用したキャパシタモータとインバータの仕様を表1に示した。

モータの回路定数を求めるに当たってはJEC-37³⁾にしたがい，無負荷および拘束試験を行った。インバータ駆動の特性を求める負荷試験の場合は，キャパシタモータに直結した3相誘導電動機を直流励

インバータ駆動キャパシタモータの特性

表1 供試機器仕様

キャパシタモータ

出力[W]	電圧[V]	電流[A]	周波数[Hz]	極数
90	200	1.0	50	4

インバータ

容量[kVA]	電流[A]	周波数範囲[Hz]	制御方式
2.0	5.0	0.5~160	正弦波PWM制御

磁してブレーキとし、種々のキャパシタ容量について実験した。

3. 実験結果と検討

3.1 インバータ駆動の特性

供試モータは、もともと正弦波形の商用電源による駆動を考えたものであるので、同一の周波数50[Hz]で商用の正弦波電源とインバータの比較をしたすべり・出力特性を図1に示した。キャパシタモータをインバータ駆動すると出力が減少する。モータにとって出力の低下は大きなデメリットである。

出力の低下はすなわち、トルクの減少である。そこで、キャパシタの静電容量を調整した場合のすべり・トルク特性を図2に示した。図のようにキャパシタ容量を増加することによって、トルクは若干改

善されるが、これを完全に補うことはできない。むしろ、静電容量が過大になると破線で示したような特性の不連続性があらわれる。さらに、電流も増加し、効率が低下する。

この不連続性は図3のキャパシタ容量を10 μ Fとしたときの出力特性に示したように速度の急変とい

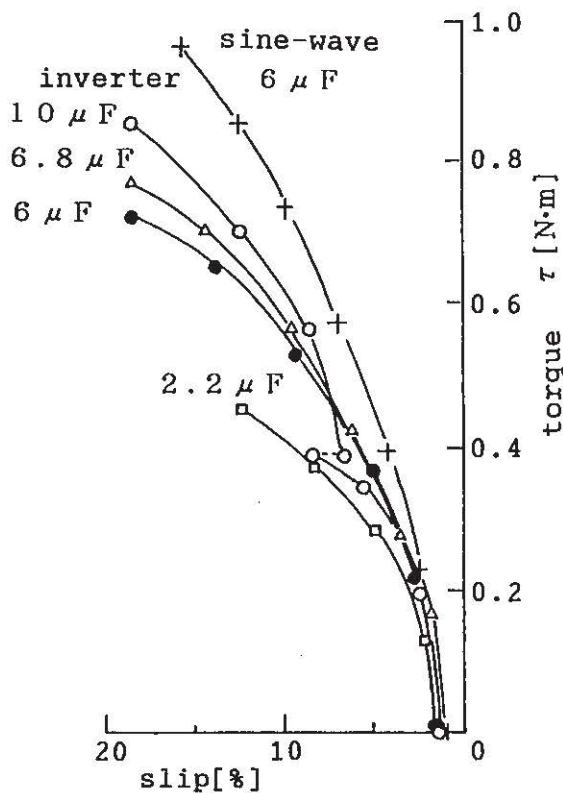


図2 すべり・トルク特性

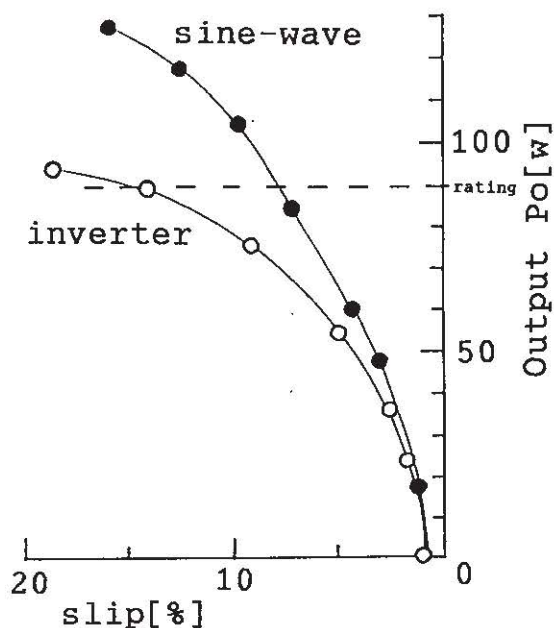


図1 すべり・出力特性

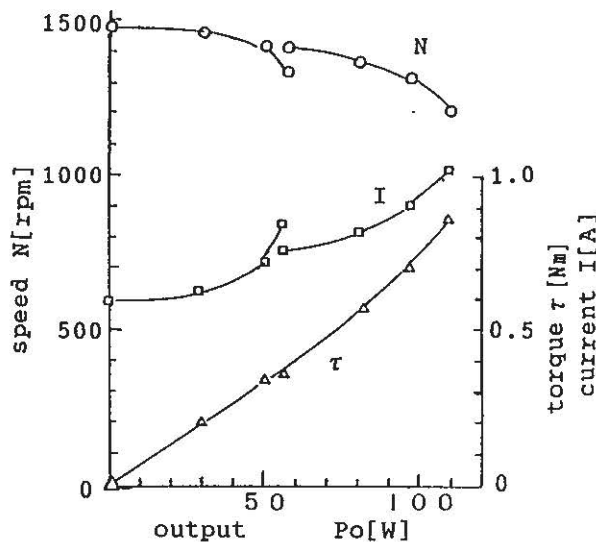


図3 出力特性 (10 μ F)

う形になり、安定な運転ができない。図に示したように電流も、不連続な変化をする。また、この状態ではモータの騒音と振動が大きくなる。

そこでキャパシタ容量を種々変化して負荷試験を行った結果、 $6.8\mu\text{F}$ において図4のような速度・トルク特性が得られた。各周波数においても速度変動率がほぼ等しい、良好な可変速特性が得られた。この様に適正なキャパシタが得られるならば一応、可変速制御が可能であることがわかった。

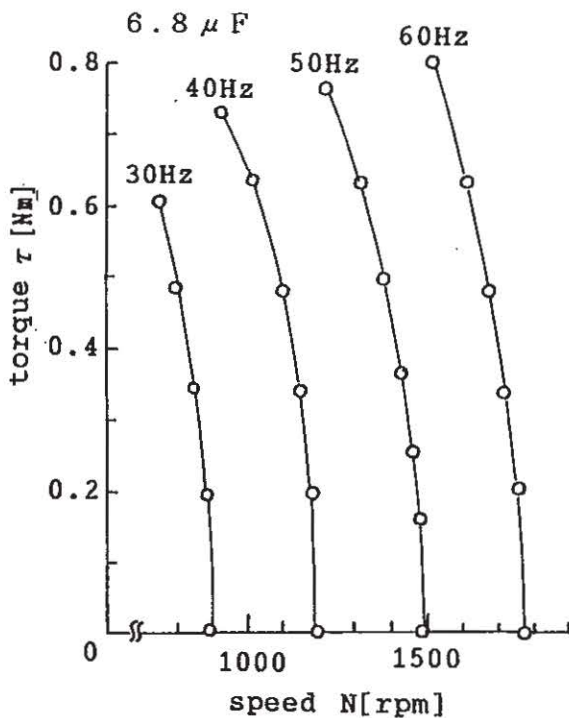


図4 速度・トルク特性

3・2 インバータ駆動時の回路定数

キャパシタモータのインバータ駆動時の特性を検討するため、規定にしたがって無負荷および拘束試験を行い回路定数を算定した。これらの定数を商用電源とインバータとの場合を対比して表2に示し

表2 等価回路定数

	主巻線抵抗 $r_1[\Omega]$	もれリアクタンス $x_1 = x_2[\Omega]$	2次1相抵抗 $r_2[\Omega]$	論蔵リアクタンス $x_m[\Omega]$
商用電源	42.5	27.5	59.5	395
インバータ	42.5	45.0	80.5	413

た。これらを二相対称座標法にもとづく等価回路⁴⁾に適用して検討してみた。

前述のように、インバータ駆動のキャパシタモータは出力低下が著しい。これを改善するにはキャパシタの静電容量の調整が有効であることは先に述べたとおりであるが、これを等価回路によるシュミレートした結果を図5に示した。各キャパシタ容量の場合とも、ほぼ実測に近い結果が得られている。ま

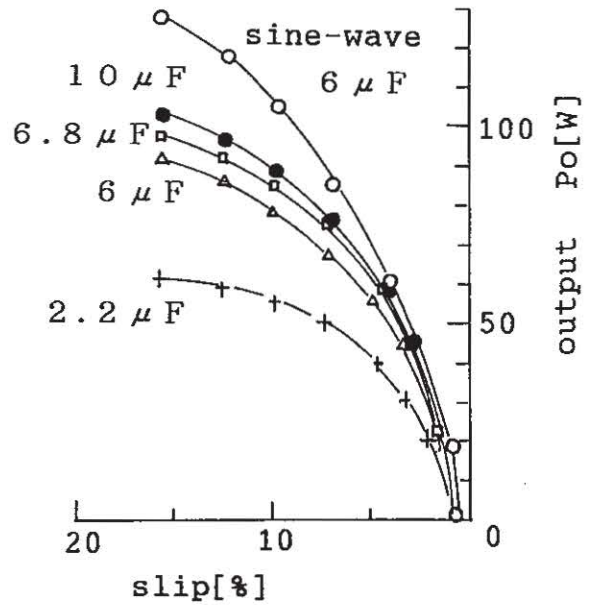


図5 すべり・出力特性の算定

た、速度の不連続変化現象の原因である振動トルクについては、有意の結果を得るには至らなかった。

4. 結 論

以上の結果から、キャパシタモータをインバータ駆動した場合の特性は次のように要約される。

- (1) キャパシタの静電容量を適切な値に選べば、一応、インバータによる可変速制御は可能である。しかし、可変速範囲は限定される。
- (2) インバータ駆動の場合、モータトルクの低下をキャパシタ静電容量の増加によって補うとき、静電容量が過大になると、速度の不連続変化現象があらわれ運転が不安定になる。また、電流の増加によって効率が低下する。
- (3) キャパシタ静電容量の増加によるトルク改善について等価回路によるシュミレートは一応の結果が得られた。

汎用のキャパシタモータでインバータによる可変速制御を行う場合、振動トルクについて解析が

インバータ駆動キャパシタモータの特性

目下のところ最も重要でそのほか、インバータ駆動固有の騒音の現象が実用化に向けて解決されるべき問題点である。

終りに、本稿を作成するに当たって熱心にこの研究に取り組んでくださった、本校第25回生の佐々木悟、山方義彦両君に深謝する。

会雑誌, Vol. 91, No. 3, 115, 1971

- 2) 穴沢他, “フェライト磁性くさびを用いた小型誘導電動機の特性とカータ係数” 電気学会論文誌 B, Vol. 104, No. 4, 46, 1984
- 3) JEC-37, “Induction Machines” I.E.E.J, 1, 1979
- 4) 三宅 博, “小型 AC モータの設計と制御” 総合電子出版社

参考文献

- 1) 横塚, “コンデンサモータの振動トルク” 電気学