

# 断続負荷に対する誘導電動機のトルク特性(2)

長谷川 誠 一・田 畑 季 章

Characteristics of Induction Motor Torque to Intermittent Load(2)

Seiichi Hasegawa, Toshiaki Tabata  
(昭和54年10月31日受理)

The shaft torque of induction motor has complicated wave form for influences of electromagnetic force and mechanical force.

In this paper, analysis of this torque was tried, therefore the wave forms of instantaneous torque were measured at various conditions of load, and it's frequency distribution was obtained.

As the results, it has been found that the resonance phenomena on the torque occur at the specified condition of load, and that the specified dominant torque spectrums exist independently of condition of load.

## 1 ま え が き

負荷にカップリングで直結された誘導電動機において、その軸伝達トルク波形は多くの脈動成分を含んだ形となる。負荷に直結された電動機を力学的に単純化すると、負荷および電動機のそれぞれの慣性モーメントを、ある値のばね定数をもった一つの軸で連結した形とみなすことができる。この軸系は回転軸のねじりによって振動する回転振動系となる。したがって、電動機の軸伝達トルク波形にも、電動機が発生する電磁的トルクの変動に加えてこのねじり振動が含まれてくる。

筆者らは前報<sup>(1)</sup>において、この軸伝達トルクの振動が負荷の断続によって助長され、一種の共振状態が発生することを報告した。この現象は、たとえば往復動コンプレッサのような、負荷トルクに脈動分をもった負荷を駆動する誘導電動機にもみられ、電動機電流に大きな動揺をもたらすことが報告されている<sup>(2)</sup>。今回は、この現象を解明する一段階として軸伝達トルク波形の周波数分布について検討した。その結果、軸伝達トルクの周波数分布は、ねじり振動のほかに供試回転系の固有振動が大きく影響していることがわかった。

## 2 実 験 方 法

本実験に供した誘導電動機は定格2(KW), 200(v), 6極の三相巻線形で、負荷は定格3(KW)の渦電流形

動力計である。軸伝達トルクの測定は、電動機と負荷を連結する伝動軸表面にとりつけたストレインゲージによって行なった。なお、本文中の断続負荷と称しているものは、前報<sup>(1)</sup>で報告したサイリスタの無接点スイッチング回路によって渦電流形動力計を一定周期で断続的に励磁して行なった負荷方法のことである。また軸伝達トルクの周波数分布は、トルク変動の繰り返しの周期で考慮した時間幅で測定し、波形分析を行なった。

## 3 軸伝達トルクの周波数分布

### 3-1 無負荷時および定常負荷時のトルク

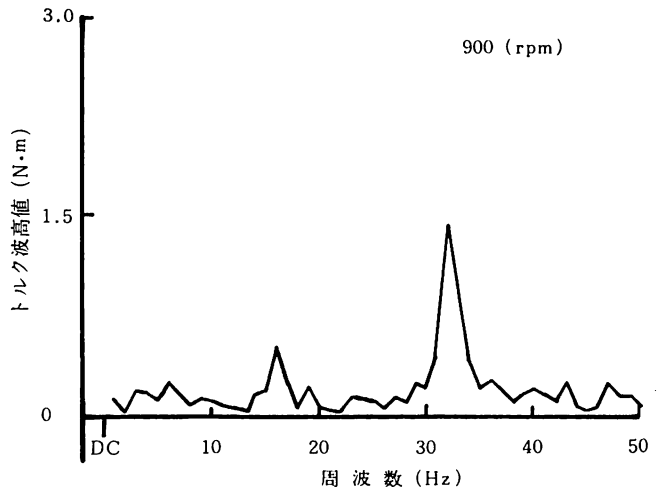


図1 無負荷時のトルク

断続負荷に対する誘導電動機のトルク特性(2)

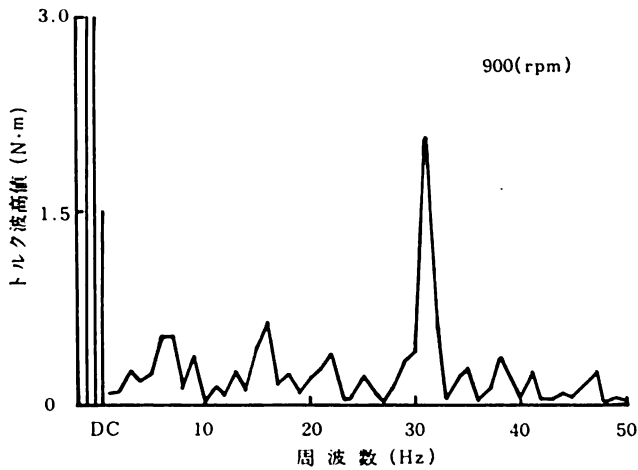


図2 定常負荷時のトルク

負荷の渦電流形動力計を無励磁とした無負荷時において、軸伝達トルクは負荷の機械損を供給するだけの小さな値となる。しかし、そのトルク波形は脈動成分が直流成分よりもはるかに大きい。図1にその例として回転速度900(rpm)の場合について示した。この場合、直流成分は僅かであるが負の値をもっている。これは負荷と電動機の慣性モーメントの差からくるものとみなされる。周波数分布では、この回転速度におけるねじり振動の周波数15(Hz)近傍と、その約2倍の30(Hz)近傍にピークをもった形となっている。

つぎに渦電流形動力計を一定直流電流で励磁した定常負荷時の場合、軸伝達トルク波形は直流成分に脈動成分が重畳した形となる。図2は回転速度900(rpm)の場合の周波数分布曲線である。分布の様子は無負荷の場合と比較して、直流成分が大きくなっているが、脈動成分の分布状態はほぼ同様である。すなわち、無負荷および定常負荷状態においては軸

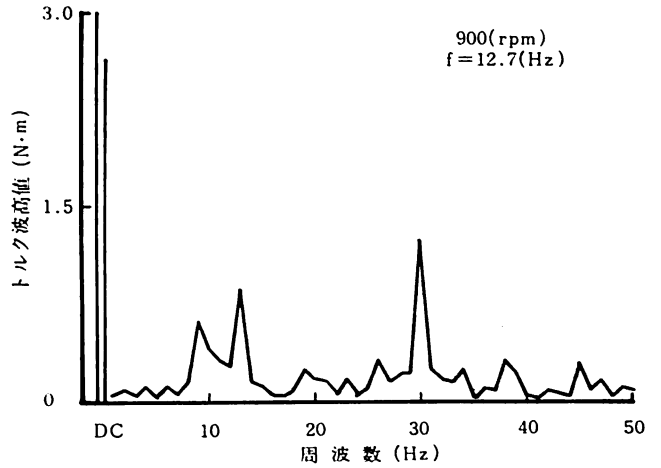


図4 断続負荷時のトルク

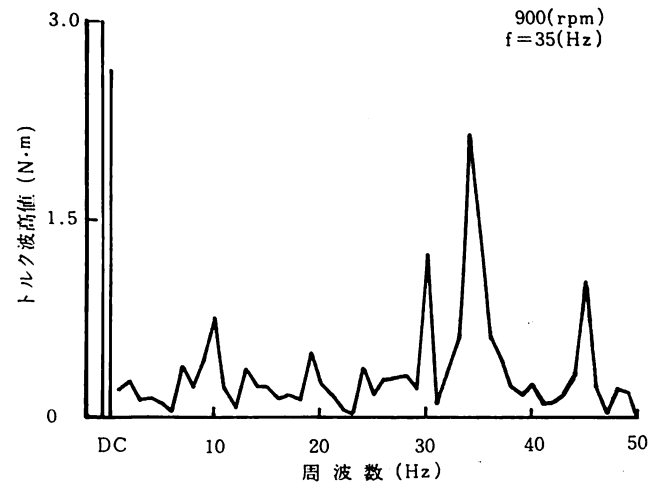


図5 断続負荷時のトルク

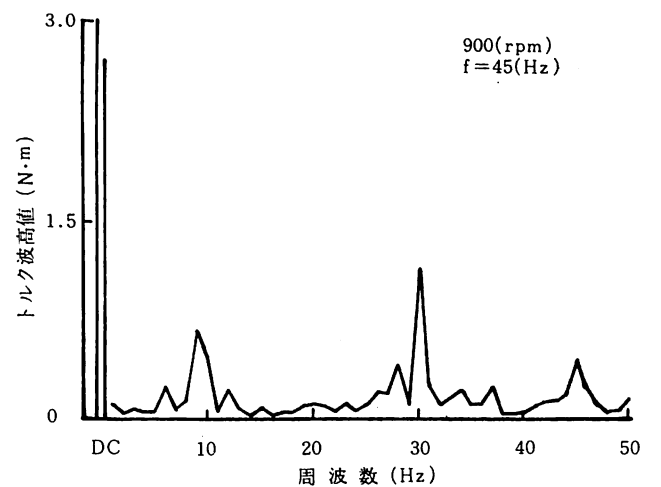


図6 断続負荷時のトルク

伝達トルクの波形に対してねじり振動の影響が大きい。

3-2 断続負荷時のトルク

渦電流形動力計の励磁電流を、前述の装置で一定周期で断続させた場合、ある断続周波数において軸

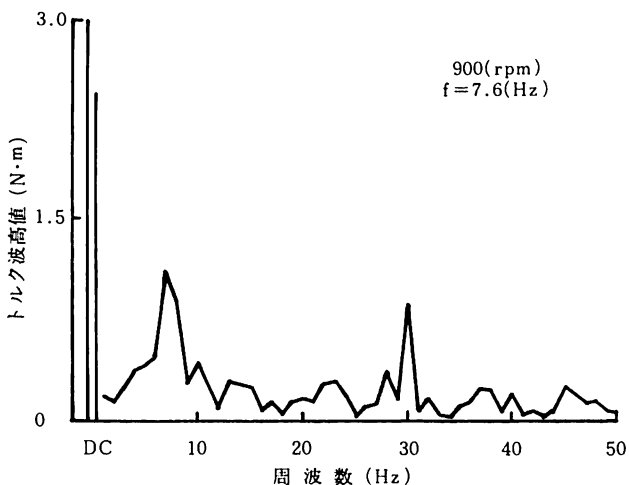


図3 断続負荷時のトルク

伝達トルク波形に一種の共振状態が生ずる。すなわち、軸伝達トルクの波高値が増大し、非共振時の数倍に達する。また、その波形は特定の周波数成分が優勢な正弦波状に近づく。この断続負荷時の軸伝達トルクの共振現象は、電動機の回転速度の如何にかかわらずいくつかの断続周波数においてあらわれる。断続周波数が35(Hz)近傍では特に顕著で、低速回転時には一種の乱調状態におちいり、運転がきわめて不安定になる。図3～図6に回転速度が900(rpm)の同一負荷状態において、負荷の断続周波数を7.6(Hz), 12.7(Hz), 35(Hz), 45(Hz)とした場合の軸伝達トルク波形の周波数分布を示した。いずれの場合も断続負荷の影響が明らかで、特に35(Hz)において顕著である。この傾向は900(rpm)以下の回転速度においてもあらわれる。この点から、供試回転系の軸の固有振動がこの周波数近傍で発生しているものと推測される。なお断続負荷時においても、無負荷時および定常負荷時の周波数分布と同様に、30(Hz)近傍においてピークがあらわれている。

#### 4 ま と め

以上の結果から、本実験に供した誘導電動機■電気動力計の回転系においては、軸伝達トルクに35(Hz)近傍に軸系の固有振動によるピークをもつため、負荷トルクの脈動成分にこの周波数に近いものが含まれるときは、トルクに一種の共振現象を生ずることがわかった。特に低速回転時には、一種の乱調現象を引き起こすので注意を要する。

また、負荷を断続的に加えることによって強制的な振動現象を与え、軸系の固有振動数を推定できることがわかった。今後、トルクの周波数分布において、断続負荷による一種の強制振動周波数以外にあらわれるピークについてもさらに検討を続けていく予定である。

#### 参 考 文 献

- 1) 長谷川, 田畑: 断続負荷に対する誘導電動機のトルク特性 秋田高専研究紀要 No. 14 1979
- 2) J.J. Middlemiss: Current pulsation of induction motor driving a reciprocating compressor PROC. IEE, Vol. 121, No. 11, 1974