

## インバータ駆動誘導電動機の特性改善

## － 交流リアクトルによる位相調整 －

## Characteristic improvement of Inverter driven Induction motor.

## - Phase adjustment by Alternating Current Reactor. -

○一柳 龍伸<sup>1</sup>Tatsunobu Ichiyanagi<sup>1</sup>

By slip frequency controlled inverter equipment using fast switching, etc., the induction motor used as constant-speed motor is utilized in great numbers for the wide and variable-speed operation from low speed to high speed.

The examination is advanced as an auxiliary equipment for power-factor improvement and current phase adjustment as a utilization of the alternating current reactor for drive unit that the guideline was instituted by the decrease voltage.

## 1. まえがき

可聴周波数ノイズを嫌い、定速度電動機として使用されることが多かった三相かご形誘導電動機は、キャリア周波数を10kHz程度とするIGBTなど最近のすべり周波数制御形インバータ装置により、広範囲の可変速運転に多数利用されている<sup>(1)</sup>。

ただ、半導体素子を利用した高速スイッチングにより、伝導性と放射性の電磁妨害や、コモンモード電圧・電流による絶縁の複合劣化などが新たな問題とされ、ガイドラインが制定されている<sup>(2)</sup>。このガイドラインで利用が求められている交流リアクトルについての利用方法として、減電圧による力率改善と電流位相調整が可能な補助装置とする検討を進めている。

## 2. 本論

現在検討を進めている相間鉄心付き三相リアクトル(二段式リアクトル)のコイル配置を図1に示す<sup>(3)</sup>。

相間鉄心の有無および相間コイルの解放および短絡などの条件によって、磁気回路が大きく異なるので、その数値解析と各巻き線の比率調整による特性変化について検討した結果をまとめた。

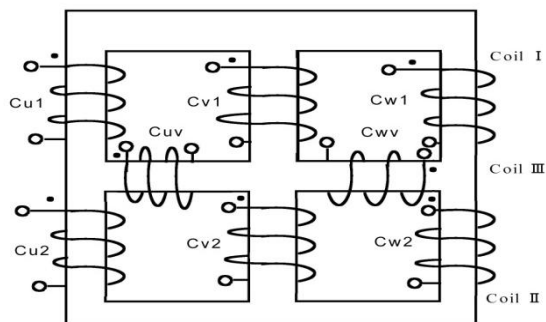


図1 二段式リアクトル

Fig.1 Two-stage reactor.

## 2-1 Mathematica による起磁力解析

UX 接続(同相接続)では、第一巻線と第二巻線がひとつのコイルとして働くので、中間の鉄心に磁束が流れずに上下両端の連絡鉄心に磁束が流れる。これにより、磁気回路が形成されて供給磁束が各巻き線に等分に配分され、誘導起電力に大きな違いを生じることはない。

これに対して、WZ 接続(逆相回転位相接続)では、供給巻線による起電力以上の大きさで示される誘導起電力が測定される。つまり、供給磁束に対して増幅される形で他の巻き線に振り分けられることになり、他の巻線と位相の異なる磁束が配分されるようにエネルギーバランスが取れることになる。これは、第一巻線と第二巻線をつなぐ磁気回路は、常に中間の鉄心を含む形で形成され、誘導される起磁力を拒むように働かせる巻き線の動作が、他の巻き線に生ずる起磁力を増すように働き、その総和にほとんど変化が表れない。

## 2-2 リアクトルによる位相調整回路

リアクタンスおよび交流抵抗は、巻回数に比例してリアクトルが変化するので、これを利用した電流位相調整はできない。これに対して、各相ごとに巻線を分離して2巻線としてそれぞれに別の励磁エネルギーを印加すると、三相電源を供給しない状態でも、巻線に電流位相を加えることができる。

その変化は、単相電源により一部の巻線を励磁した場合に、他の巻線への誘導起電力の変化から表現することができ、田の字型の磁気回路においても同様の関係が得られる。偏位相励磁することにより磁束が集中して起電力が大きくなる鉄心およびコイルもあれば、相殺されて常に磁束が発生しない巻線も存在する。

## 2-3 8個の巻き線の極性測定

HIOKI 製 8430 レコーダーによる UX 接続および WZ

1 : 日大短大・教員・基礎

接続について測定を行った。

UX 接続の通常接続では、第一巻線および第二巻線にそれぞれ「1 pu」の電位を与えたときに、他の巻線において発生する誘導起電力の和は「2 pu」となり、比例する。ところが、WZ 接続では、それぞれの巻線に「1pu」ずつ加えても他の巻線に誘導される起電力の和は「2pu」とならず、「3pu」を基準に多少前後する数値で測定された。また、この時の各コイルの起電力の向きは図 2 のように示される。この変化は、第 3 コイル（中間鉄心のコイル）の ON/OFF に係わらず、変化しないが、WZ 接続では図 3 および 4 のように異なる極性で示される。（数値変化はスペースの関係で省略）

今回 8ch.測定により、基準となる巻き線の起電力に対して、他の巻き線の誘導起電力が、UX 接続と WZ 接続では大きく特性が異なることが確認された。これらによる接続方式の違いによる電流の微調整システムを組むことも可能といえる。

(A1~A3:上段第 1 コイル R,S,T, A4~A6:下段第 2 コイル U,V,W, A7・A8:中間第 3 コイル UV・VW 間)

A1	*P	A1	N	A1	N
A2	N	A2	*P	A2	N
A3	N	A3	N	A3	*P
A4	*P	A4	N	A4	N
A5	N	A5	*P	A5	N
A6	N	A6	N	A6	*P
A7	P	A7	P	A7	P
A8	P	A8	P	A8	P

図 2 UX 接続における起電力

Figure 2 Electromotive force in UX connection.

A1	*P	A1	N	A1	N
A2	N	A2	*P	A2	N
A3	P	A3	N	A3	*P
A4	P	A4	*P	A4	N
A5	N	A5	P	A5	*P
A6	*P	A6	N	A6	P
A7	P	A7	P	A7	P
A8	P	A8	P	A8	P

図 3 WZ 接続（第 3 コイル短絡）における起電力

Figure 3 Electromotive force in WZ connection (Third coil short circuit).

A1	*P	A1	N	A1	N
A2	N	A2	*P	A2	N
A3	N	A3	N	A3	*P
A4	N	A4	*P	A4	N
A5	N	A5	N	A5	*P
A6	*P	A6	N	A6	N
A7	N	A7	P	A7	N
A8	P	A8	N	A8	P

図 4 WZ 接続（第 3 コイル開放）における起電力

Figure 4 Electromotive force in WZ connection (Third coil release).

## 2-4 LCR メータによるインピーダンスの周波数特性

数 Hz 付近では、交流抵抗成分の影響を受けるけれども、10Hz 前後から、リアクタンス成分の要素が大きくなる。インバータ装置の可動範囲（キャリア周波数の設定範囲）である 1kHz から 20kHz 前後の信号範囲では、リアクタンス成分に対してインピーダンスに交流抵抗成分の占める比率が大きくなるので、十分に検討の必要性がある。また、100kHz 前後において、インピーダンスの共振点があり、その前後で抵抗およびリアクタンスがゼロとなる点がある。

表皮効果による電流の成分要素の変化により、誘導電動機の実験特性変化が異なることになるので、単心線と多心線では得られる特性が大きく異なることになる。

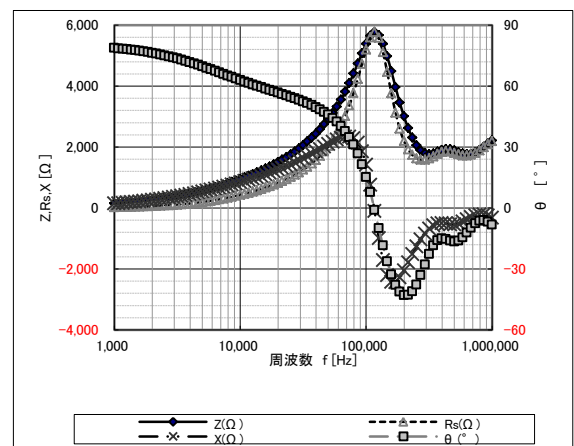


図 5 の周波数特性

Figure 5 Impedance characteristics by Induction motor..

## 3. まとめ

インバータ装置に対して接続する交流及び直流リアクトルによる力率改善及び接続する必要性について、磁気回路の磁気抵抗より起磁力の分布状態の確認と実験による起電力の分布確認を行ってきた。

コンデンサを利用すると、突入電流が大きくなり機器の故障原因となるので、好ましくないことから、通常のリアクトルは電流位相を遅らせるように働かせるけれども接続の仕方によっては電流位相を進ませることも遅らせることによる利用方法についてさらに、検討を進めていきたい。

## 4. 参考文献

- (1):渡辺博巳・原島文雄「産業用 AC ドライブの高効率化と高調波抑制技術について」都立科学技術大学紀要第 13 巻(1999.11) P102-106
- (2):JEM-TR226 汎用インバータの高調波抑制指針
- (3):一柳 「4-105 インバータ駆動誘導電動機の実験特性改善」平成 17 年電気学会全国大会