

A-74 誘導機の高調波とインバータ損失に関する一考察

小倉 工・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

誘導機の可変速運転にはインバータが広く用いられている。インバータのスイッチング周波数が下がるほど変換器の損失は低減するが，出力電圧の高調波成分が増加するため，誘導機で損失が増加する。すなわち，スイッチング周波数に応じてモータ損失と変換器損失はトレードオフの関係にあるが，これらの関係について論じている文献は少ないように見える。

本論文では，高調波成分による誘導機の損失と，インバータの損失をスイッチング周波数ごとに計算し，方形波駆動が効果的な条件について考察したので報告する。

2. 損失計算

図 1 に誘導機の一相分 T 形等価回路を示す。ここでは一例として，損失計算は，誘導機の定格点を想定して行う。また，制御方式は，PWM16, 10, 5, 1, 0.5kHz, 方形波駆動とする。誘導機の高調波による鉄損は他の損失に対して小さいため無視する⁽¹⁾。この時，各高調波次数の誘導機の銅損は(1)式で求められる。

$$P_n = (R_1 + R_2) I_n^2 \quad (1)$$

また，インバータのスイッチング損失を P_{sw} ，導通損失を P_{con} ，逆回復損失を P_{re} とすると，インバータの損失 P_{inv} は(2)式で表される。

$$P_{inv} = P_{sw} + P_{con} + P_{re} \quad (2)$$

各損失は，スイッチング素子のデータシートより文献(2)の方法により求めた。

3. 計算結果

図 2 にインバータの各キャリア周波数における損失解析結果を示す。誘導機の銅損は，スイッチング周波数が高くなるにつれて減少する。これは，高次高調波に対する電流が小さくなるためである。インバータの損失は，スイッチング周波数に比例して増加する。

図 3 に PWM16, 5kHz, 方形波での損失の内訳を示す。方形波駆動は，スイッチング損失は少ないが低次高調波損失が多いため，総合損失は増加する。一方，PWM16kHz は，高調波損失は少ないがスイッチング損失が増加する。結果として，このモータでは PWM5kHz での制御方式がインバー

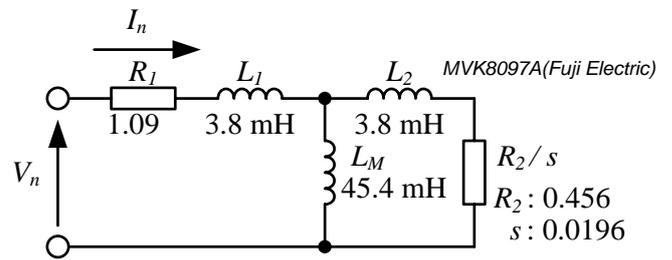


Fig. 1. T type equivalent circuit.(1.5kW)

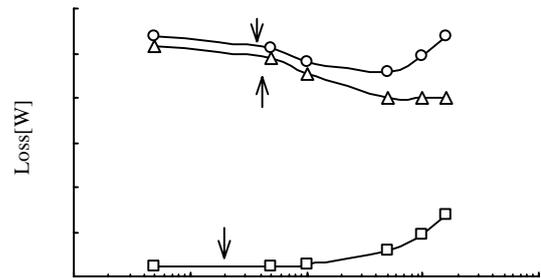


Fig. 2. Relationship between loss and switching frequency.

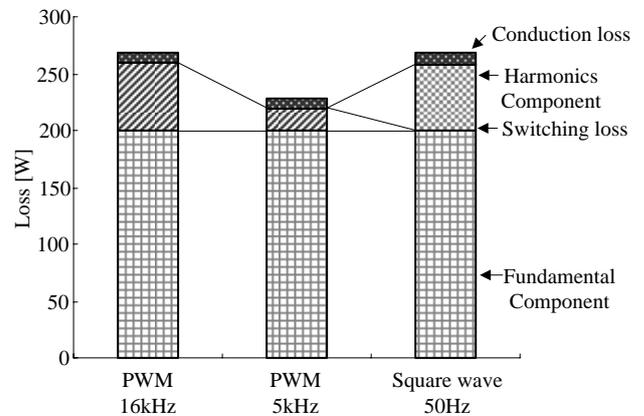


Fig. 3. Loss comparison for each frequency.

タの損失，誘導機の損失が少なく，最適なキャリア周波数といえる。

以上から，方形波制御で総合効率が良くなる条件として，1)基本波周波数が高いこと，2)一次，二次抵抗が小さいこと，3)漏れインダクタンスが大きいこと，があげられる。すなわち高速機であるほうが方形波制御の利点が得られやすい。

今後は，一般化した損失比較と鉄損や表皮効果を考慮した損失解析を行う予定である。

参考文献

- (1) 清・奥田・宮下・川又，電気学会全国大会，No.757，pp.937-938，1981年
- (2) トランジスタ技術 9月号，pp.255-257，CQ出版社，(1994)