

# 低次高調波除去型同期式 PWM インバータのパルスを省いた際の高調波含有率に及ぼす影響

Study on Influence of Relative Harmonic Content of Harmonic Component Elimination Method Synchronous PWM Inverter when Omitted Pulse

EE18 佐藤 慶和  
指導教員 渡邊 聡

## 1. まえがき

非同期式 PWM インバータは、キャリア周波数と基本波の比が大きいほど高調波次数を多く低減できるが、キャリア周波数が高くなり転流数が増すとスイッチング損失増加につながる。一方、転流角度を指定する同期式 PWM インバータの場合、半周期の刻み数と同じ個数の高調波を除去することが可能なため、スイッチング回数を抑えられる。しかし、除去した高調波次数付近とその整数倍に残留高調波が現れ、残り的高調波成分が大きくなる。しかし刻み数を多くすると残留する高調波次数は高くなり、誘導負荷では影響が少なく、フィルタを設けた際には容量を小さくできる。本研究では、低次高調波を除去する転流角度  $\alpha$  の算出結果を基に残留高調波成分を算出、理論値と試作回路の実測値を比較し、同期式 PWM インバータの刻みを省いた際の影響について動作時の周波数及びすべりを変更した場合の歪率の算出及び検討を行う。

## 2. 高調波解析の理論値計算及び実測結果

出力電圧に含まれる  $n$  次高調波の割合  $f(n)$  は、パルス数  $k$ 、高調波次数  $n$  ( $6m \pm 1$ ,  $m$  は自然数)、転流角度  $\alpha$  ( $\alpha < (T/4)$ ) とすると次式より表すことができる<sup>[1]</sup>。

$$f(n) = \frac{1}{n} \{ 1 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} (-1)^i \cos n\alpha_i \} \quad (1)$$

高調波解析の理論値計算は(1)式を用いて出力電圧に含まれる基本波及び  $6m \pm 1$  次高調波成分の割合を絶対値で求め、基本波成分を基準とした高調波含有率を刻み数 2~62 まで求め、試作回路を用いた出力波形の高調波解析を行ったところ、計算値とも一致した。

## 3. 転流角度間隔が狭い刻みを省いた際の影響

刻み数が多くなるにつれ、転流角度間隔が小さくなりスイッチング数も多くなる。図 1 に、転流角度間隔が狭い刻みを順に省いたとき、誘導負荷 (3  $\phi$  I.M., 3.7[kW], 50Hz,  $s=5\%$ ) 及び抵抗負荷の負荷電流歪率を示す。図 1 より抵抗負荷では刻みを省くと歪率が小さく、誘導負荷においては歪率が大きくなる。また誘導負荷においては、省略しても直線推移の場所があることから、刻みを省略しても問題のないものと考えられる。そこで、誘導機の条件及び刻み数を変更せず、 $s=5\%$ 、周波数を変更した際の歪率の変化を図 2 に示す。図 2 の横軸は、刻み数 36 の波形

を基に各刻みを作成した場合の値となっており、刻み数 36 が省き刻み数 0 に該当する。結果からも分かる通り、周波数変動があったとしても刻みを省くことが可能である。また、すべりを変更した際、影響がないことも確認した。

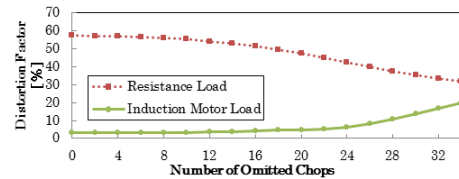


図 1 刻みを省いた際の影響 (刻み数 36)

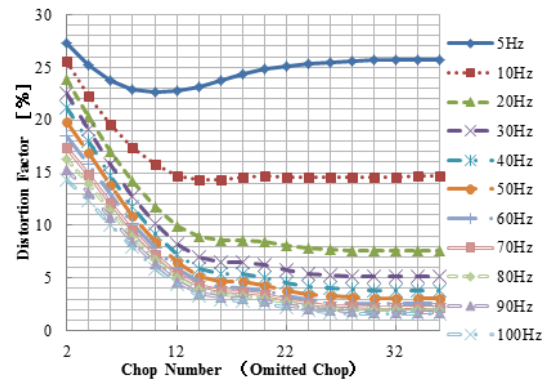


図 2 負荷変動時の刻みを省いた影響 (刻み数 36)

## 4. 結論

高調波含有率の理論値と実測値を比較したところ、理論値通りの結果が得られた。また、誘導負荷の場合、刻みを省いても影響のないことを確認した。また、刻み数を省いた際、歪率が低くなる結果が出ているところもあるが、低次高調波が現れており、誘導電動機を動作させた際、高調波の影響を受けるものと考えられる。

## 5. 今後の発展

歪率だけでは低次高調波による影響を含めた検討を行えないことから、今後、低次高調波の影響も含めた高調波解析の検討を行なう必要がある。また、刻み数が多くなるにつれ、転流角度を指定する際に精度が必要となることから、現状では省かなくても小さな残留高調波が現れている。これより、精密に転流角度を指定できるよう改良する必要がある。

## 文献

- [1] 渡辺聡・松岡宏, “PWM インバータ転流角度の図式化”, 半導体電力変換研究会資料 SPC-91-69(1991)
- [2] H.S.Patel, R.G.Hoft, “Generalized Techniques of Harmonic Elimination and Voltage Control in Thyristor Inverters: Part I-Harmonic Elimination”, IEEEtrans. Vol.IA-9, No.3, p310-317(1973)