

電圧形フルブリッジ/V結線/電流形インバータの 雑音端子電圧の比較

Comparison of Conducted Emission between Full Bridge and V-connection Voltage Source, and Current Source Inverter

加藤 康司*, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

Koji Kato, Jun-ichi Itoh, (Nagaoka University of Technology)

1. はじめに

近年、電気機器の EMC 規制に伴い、電力変換機のスイッチングで生じる電磁のノイズ問題の対策が重要になっている。電圧形インバータでは、そのスイッチングの際の急峻な電圧の変化に起因して、高調波漏れ電流、伝導性と放射性の電磁妨害(EMD)による周辺機器の誤作動などさまざまな障害が発生している⁽¹⁾⁽²⁾。

本論文では、電圧形フルブリッジインバータと電圧形 V 結線インバータ、電流形インバータについて、中性点電圧の高調波解析と雑音端子電圧の実測を行った。その結果、各インバータにおいて、今回の測定条件では雑音端子電圧に大きな差異が無いことを明らかにしたので報告する。

2. 構成

図 1 に電圧形フルブリッジインバータの構成を示す。制御には三角波キャリア比較方式を用いる。

図 2 に V 結線インバータの構成を示す。制御には電圧形フルブリッジインバータと同様に三角波キャリア比較方式を用いる。ただし、電圧利用率が 1/2 であるため、直流電圧はフルブリッジ形の 2 倍とした。

図 3 に電流形インバータの構成を示す。整流した後、降圧チョップで直流リンク電流を一定に制御し、電圧形/電流形双対変換⁽³⁾を用いて電圧形フルブリッジインバータと同様に三角波キャリア比較方式を用いる。

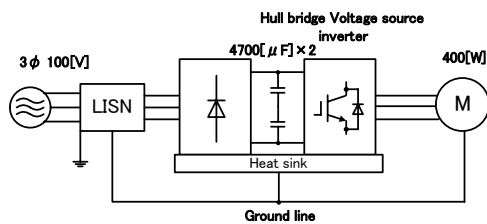


図1電圧形フルブリッジインバータ

Fig.1 Hull bridge Voltage source inverter.

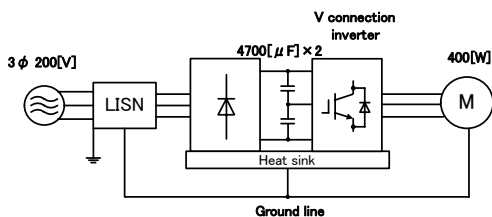


図2 V結線インバータ

Fig.2 V connection inverter.

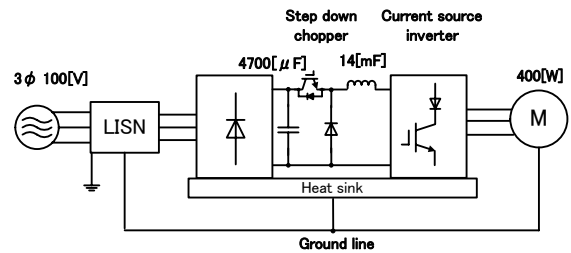


図3 電流形インバータ

Fig.3 Current source inverter.

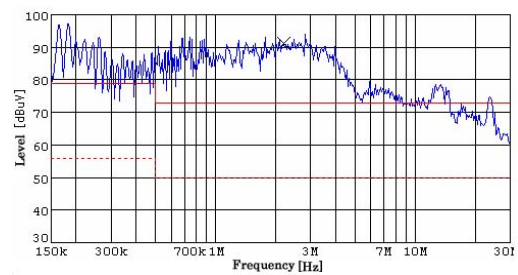


図4 電圧形フルブリッジインバータの雑音端子電圧

Fig.4 Conducted emission of Hull bridge Voltage source inverter.

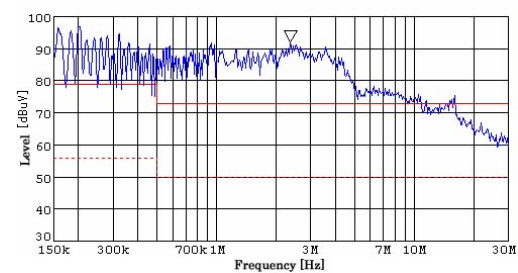


図5 V結線インバータの雑音端子電圧

Fig.5 Conducted emission of V connection inverter.

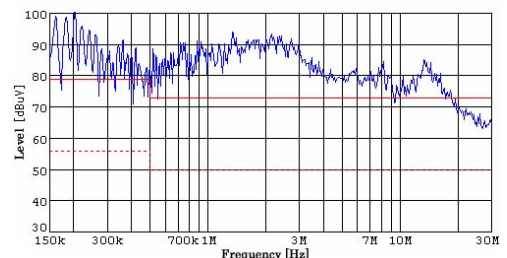


図6 電流形インバータの雑音端子電圧

Fig.6 Conducted emission of current source inverter.

3. 実験結果

図 4, 5, 6 に雑音端子電圧の測定結果を示す。測定条件は、出力電圧を同一にするために、V 結線インバータは入力電圧 200[V],50[Hz]で行い、それ以外は、入力電圧 100[V],50[Hz], 出力周波数 20[Hz], スwitching周波数 10[kHz]とし、負荷は 400[W]の汎用誘導機(無負荷、励磁電流の 1.6[A])である。

各雑音端子電圧を比較すると三者とも大きな差異がない。この結果について以下に考察する。

電圧形フルブリッジインバータと V 結線インバータでは、V 結線インバータの電圧利用率は電圧形フルブリッジインバータの 1/2 倍であり、同一の出力電圧を得るには 2 倍の直流電圧が必要になる。その結果、電圧の変化量は大きくなるので、測定結果のように大きな差が現われていない。

電圧形フルブリッジインバータと電流形インバータでは、電流形インバータの出力電圧が正弦波であり、またスitchingの際の dv/dt が小さいため、電圧形フルブリッジインバータより雑音端子電圧が少なくなることが予想される。しかし、電流形インバータの出力電圧が正弦波であること、コモンモード電圧変動が小さい事は等価ではない。

図 7 は電流形インバータの出力側をモデル化した図である。モータ-GND 間の浮遊容量を介してコモンモード電流が流れるが、それはコモンモード電圧に起因して発生するので出力電圧の波形が何であってもコモンモード電流には影響しない。この場合の主なコモンモード電圧源は降圧チョップパでのスitchingによるものであると考えるが、そのスitchingの際の dv/dt は電圧形フルブリッジインバータと同様であるため、電圧形フルブリッジインバータ、電流形インバータ両者の差異が無いと考える。したがって、電流形インバータでノイズ低減を行うのであれば、電流源の生成方法を工夫する必要がある。

図 8, 9, 10 はシミュレーションにより、雑音端子電圧に相関が深いコモンモード電圧を FFT 解析した結果である。シミュレーション条件は実験条件と同様であるが、負荷は RL 負荷を用いる。

実験が妥当であることを示すため、雑音端子電圧と相関が深い、コモンモード電圧についてシミュレーションを行った。シミュレーション結果においても、各インバータに大きな差異は見られない。よって本測定結果は妥当であると考えられる。

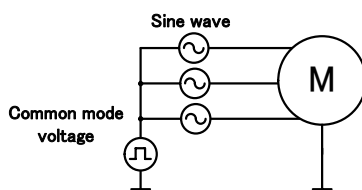


図 7 電流形インバータの出力側等価回路

Fig.7 Output side equivalent circuit of Current source inverter.

4. まとめ

本論文では電圧形フルブリッジ、V結線、電流形の各インバータの雑音端子電圧の測定を行った。その結果、それぞれの雑音端子電圧に大きな差異が無いという実験結果を得た。その理由として、

1. V結線インバータは、電圧形インバータと同一の出力電圧を得るには2倍の直流電圧が必要になるため。
2. 電流形インバータは、出力電圧が正弦波でもコモンモード電圧には影響しないため。

以上の理由により、各インバータの実験結果に大きな差異が無いと考える。

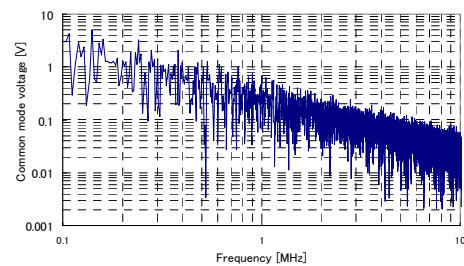


図 8 電圧形フルブリッジインバータのコモンモード電圧 FFT 解析

Fig.8 FFT analysis of Common mode voltage of Hull bridge Voltage source inverter.

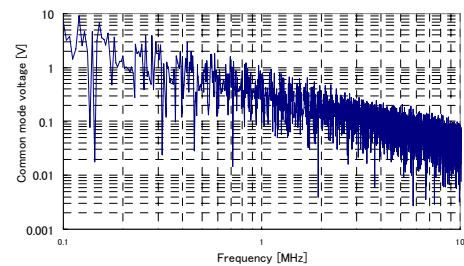


図 9 V 結線インバータのコモンモード電圧 FFT 解析
Fig.9 FFT analysis of Common mode voltage of V connection inverter.

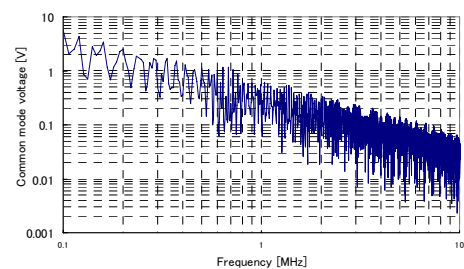


図 10 電流形インバータのコモンモード電圧 FFT 解析
Fig.10 FFT analysis of Common mode voltage of Current source inverter.

文献

- (1) 小笠原：「インバータのノイズ特性(1)」平成12年電気学会全国大会, 4-S22-7
- (2) 地福「パワーエレクトロニクス機器の電磁波ノイズの現状」平成10年電気学会全国大会, S19-1
- (3) 竹下・外山・松井：「電流形三相インバータ・コンバータの三角波比較方式PWM制御」電学論D, 116巻1号, 106-107 (平成8)