

デュアルインバータの低変調率時における出力電圧波形改善法

◎水越 彰仁, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

電気自動車や空調機等, 可変速駆動するモータが普及しており, 低速度から高速度の広範囲で高効率化が求められている。これまでに著者らは, 低速度(低変調率)における巻線電圧波形改善を目的として, デュアルインバータの出力電圧の差が巻線に印加されることに着目した, 巻線電圧波高値低減方法を提案した⁽¹⁾。そして, RL 負荷を用いたシミュレーションにより, 電圧高調波の低減を確認した。

本稿では, オープン巻線誘導機を用いた実機実験にて, 提案した電圧波形改善法の動作確認をするとともに, 相電流波形の高調波低減を確認したので報告する。

2. 巻線電圧低減方法

Fig. 1 にデュアルインバータ回路を示す。二つのインバータ (INV.1, INV.2) の直流電圧比を $V_{dc1}:V_{dc2} = 200V:100V$ 固定とする従来方式⁽²⁾では, 低変調率時において INV.2 のみを駆動することで, INV.1 で発生する損失を低減できる。しかし, 直流電圧が100V固定としたシングルインバータと同じ動作となるため, 巻線電圧波高値が一定値となる。

一方, デュアルインバータの差の電圧を巻線に印加する提案方式⁽¹⁾では, INV.1, INV.2 の出力電圧パルスの位相を同期させることで, V_{dc1}, V_{dc2} の差に応じた波高値の PWM 波形を巻線に印加できる。

Table 1 に, U 相電流が Fig. 1 の向きに流れているときに U 相の上アームスイッチ (S_{up1}, S_{up2}) が ON の状態から, 下アームスイッチ (S_{un1}, S_{un2}) が ON となる場合のスイッチングパターンを示す。このようなパターンを, 各相電流の極性により分岐させることで, デッドタイムを設けつつ意図しない電圧ベクトルの発生を回避することが可能となる。

3. 実験結果

実験は運転周波数10Hz, ロータ回転数 300min^{-1} , 無負荷にて行った。Fig. 2(a)に INV.2 ($V_{dc2} = 100V$) のみを駆動した場合, Fig. 2(b)に INV.1 と INV.2 の差の電圧を出力した場合の相電圧 v_u , 相電流 i_u の波形を示す。相電圧波形を見ると, 波形が乱れている部分を除けば, 直流電圧差の2/3倍の40Vを波高値として PWM 波形を出力されることが確認できる。相電圧波形が乱れる原因は, 電流の零クロス付近で極性判定に失敗することで, 意図した転流パターンになっていないことが考えられる。また, 還流ダイオードが導通しないために誘起電圧が相電圧として現れている可能性がある。

Fig. 3 に, Fig. 2 で示した相電流波形の40次までの高調波解析結果(基本波10Hz)を示す。提案方式を用いることで相電流の5次, 7次成分が減少し, THD が4.7%から2.2%に低減できることを確認した。

4. おわりに

本稿では, オープン巻線誘導機を用いた実機実験にて提案動作が可能であることを確認し, 相電流の歪を低減可能であることを示した。巻線電圧波高値の低減により, モータ鉄損の低減が期待できる。

参考文献

- (1) 水越彰仁, 芳賀仁:「デュアルインバータ駆動オープン巻線誘導機の低変調率時における電圧波形改善法」, 産業応用部門大会, 3-51(2017)
- (2) 満留健星, 芳賀仁, 近藤正示:「異なる直流電圧を有するデュアルインバータの出力電圧波形改善法」, 電気学会 半導体電力変換研究会資料, Vol. SPC-15-042(2015)

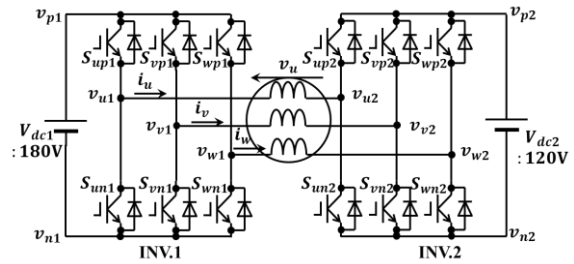
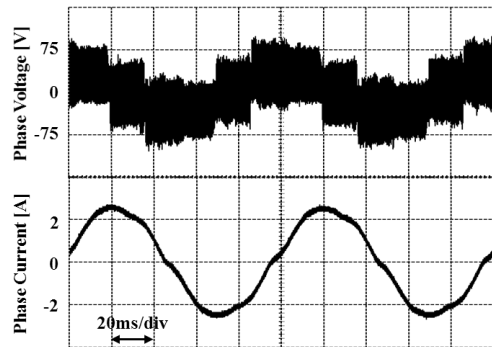


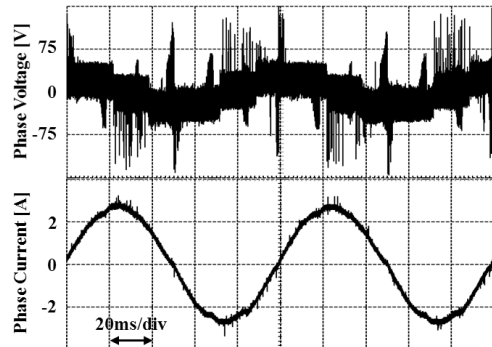
Fig. 1 Dual-inverter circuit for open-winding machine.

Table 1 A example of commutation pattern for U-phase leg.

Step	S_{up1}	S_{un1}	S_{up2}	S_{un2}	v_{u1}	v_{u2}
0	ON	OFF	ON	OFF	v_{p1}	v_{p2}
1	ON	OFF	OFF	OFF		
2	OFF	OFF	OFF	ON	v_{n1}	v_{n1}
3	OFF	ON	OFF	ON		

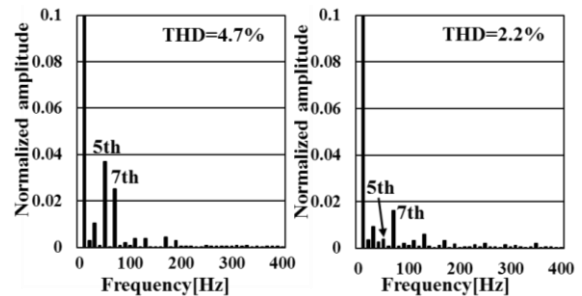


(a) Conventional method ($V_{dc2} = 100V$).



(b) Proposed method ($V_{dc1} - V_{dc2} = 60V$).

Fig. 2 Experimental results of U-phase voltage and current.



(a) Conventional method.

(b) Proposed method.

Fig. 3 FFT analysis results of U-phase current.