

状態にし、d 軸電機子反作用によりモータ端子間電圧を低減することで短絡電流を抑制する⁽²⁾。仮想インバータ側ではフェーズ 1 中に遅れ電圧ベクトルを印加することで、充放電でフィルタコンデンサ電圧上昇を抑制しながら、瞬時無効電力で弱め磁束状態にし、過大な短絡電流を防止する。なお、弱め磁束領域下では提案手法は緊急停止前の d 軸電流に q 軸電流分を流して、より端子間電圧を下げるため、弱め磁束領域下でも同様に動作可能である。提案手法は、フェーズ 1 に移行時に必ず d 軸電流を負方向に増加させるので、低速から弱め磁束領域まで適用可能である。ただし、無負荷誘起電圧がスナバ電圧よりも大きい速度では、ゲート遮断時と同様に無負荷誘起電圧の値までスナバ電圧が上昇する。

図 3 に MC に回生電流を循環させることでスナバ電圧の上昇を防ぐフェーズ 2 を示す。MC は双方向スイッチを用いるため、転流を考慮せず電流を遮断すると、スナバ回路に電流が流れこむ。そこで、双方向スイッチの電流経路を片方向のみに限定しながら転流させ、モータ短絡をしつつ、還流ダイオードの自然消弧により電流を遮断する。

3. 実験結果

図 4 にゲート遮断による緊急停止時の動作波形を示す。回転速度は 900r/min である。実験では電磁接触器が開放状態になった後、フィルタコンデンサ電圧が 400V に達した際に、ゲート遮断により全スイッチがオフしている。ゲート遮断により全スイッチがオフになった後、回生電流により、スナバ電圧が 400V まで上昇する。その後、DB 回路が動作し、スナバ電圧が急激に減少する。この方法では大容量の DB 抵抗を必要とし、システムの大規模化とコスト増加を招く。

図 5 に提案シーケンスによる緊急停止時の動作波形を示す。遅れ電圧を印加することで d 軸電流はゼロから負方向に流れ、q 軸電流はゼロになる。1ms で q 軸電流はゼロに達した後、フェーズ 2 が開始する。フェーズ 2 で各出力電流がゼロクロスした時、それぞれで電流が遮断され、短絡モードから単相モード、ゼロ電流モード(全遮断モード)になり、想定した通りの動作が来ている。また、提案シーケンスを適用することで出力電流を 20A 以下に抑制している。加えて、スナバ電圧の変動も定格の 10% 以下に抑制している。

4. まとめ

本論文では、DB 回路を用いずスナバ電圧上昇を防ぐ文献[2]の手法を基に MC の電流経路を考慮した緊急停止シーケンスを提案し、その有用性を明らかにした。今後は解列直後の動作について検討する予定である。

文 献

(1) J. Itoh, I. Sato, H. Ohguchi, K. Sato, A. Odaka and N. Eguchi: "A Control Method for the Matrix Converter Based on Virtual AC/DC/AC Conversion Using Carrier Comparison Method", IEEJ Trans. IA, Vol. 124, No. 5, 457-463 (2004)
伊東淳一・佐藤以久也・大口英樹・佐藤和久・小高章弘・江口直也: 「キャリア比較方式を用いた仮想 AC/DC/AC 変換方式によるマトリックスコンバータの制御法」電学論 D, 124 巻 5 号, 457-463, (2004)

Table 1. Switching pattern of rectifier at Phase I.

	Max/Mid/Min			State of switch of rectifier					
	v_r	v_s	v_t	S_{rp}	S_{sp}	S_{tp}	S_{rn}	S_{sn}	S_{tn}
I	MAX	MID	MIN	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
II	MID	MAX	MIN	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
III	MIN	MAX	MID	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF
IV	MIN	MID	MAX	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
V	MID	MIN	MAX	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF
VI	MAX	MIN	MID	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF

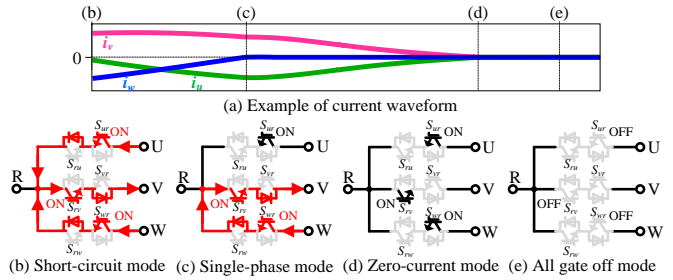


Fig. 3 Operational modes in Phase II of the proposed halt sequence.

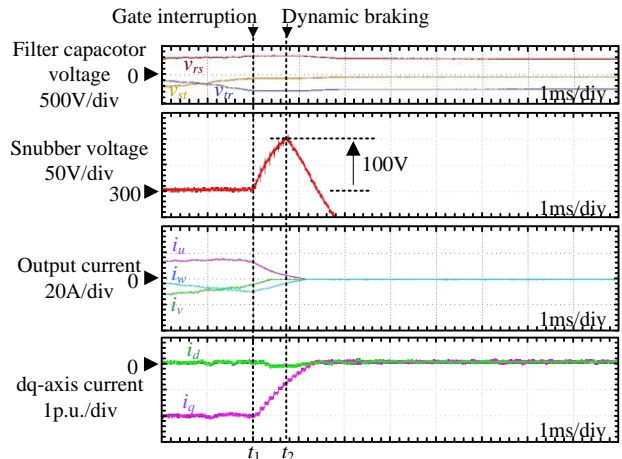


Fig. 4. Experimental results when all gate signals are interrupted.

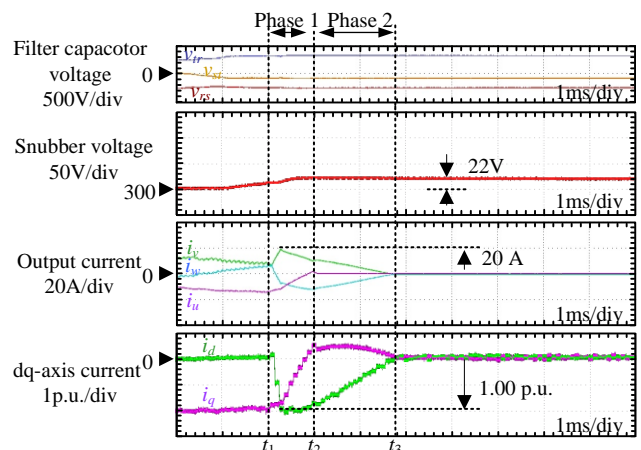


Fig. 5. Experimental results when the proposed halt sequence is applied.

(2) J. Itoh, T. Nagano, W. Aoki and A. Toba: "Proposal for Control Method to Suppress Increase in DC Voltage when Inverter Stops during Motor Regeneration", IEEJ Trans. IA, Vol.136, No.2, pp.90-99 (2016)
伊東淳一・長野剛・青木渉・鳥羽章夫: 「回生中のインバータ緊急停止時における直流コンデンサ電圧上昇抑制制御法」, 電学論 D, 136 巻 2 号, 90-99 (2016)