

直流遮断器により直流線路事故を除去可能とする自励式直流送電システム

- 長距離架空線路を有する双極システムの動作検証 -

キーワード：直流送電システム，自励式変換器，直流遮断器，直流線路事故，
架空送電線

報告書番号：R12007

背景

風力発電の導入拡大が期待されているが、国内の風力資源は偏在するため、大規模に導入し、広域での活用を図るためには長距離送電が必要となる。この場合の送電方式として、交流送電の他に、多端子の直流送電が考えられ、多端子構成において潮流制御が容易な自励式直流送電システムの適用が考えられる。このシステムにおいて、直流架空線路事故を速やかに除去できる方式として、当所では直流遮断器を適用した方式を検討している^[1]が、直流遮断器による直流線路事故の除去特性は未だ十分に解明されておらず、遮断器に要求される仕様も明らかではない。

目的

直流遮断器を用いた自励式直流送電システムにおける、直流線路事故の除去特性を解明し、直流遮断器に要求される仕様を明らかにする。

主な成果

1. 直流遮断器による直流線路事故の除去特性の解明

架空線送電距離 600 km の自励式双極直流送電システムを想定し、シミュレーションによる動特性解析を行った。解析では、事故種別、電力潮流、送電距離、事故発生極を変更し、事故除去特性に与える影響を評価した（図1、表1）。

- ・ 事故種別がいずれの場合でも、直流線路事故を検出して電流を遮断できる（図1）。
- ・ 送電側の遮断器の方が、定常時の線路電流を増加させる方向に事故電流が重畳し、過電流しきい値^{注1)}に速く到達するため、高速な事故検出を必要とする（図1）。
- ・ 事故点遠方の遮断器の方が、線路に蓄積された誘導性エネルギーを処理するため、事故電流遮断時に遮断器の限流要素で処理するエネルギーが大きくなる（図1）。
- ・ 正極と負極では直流遮断器の構成の一部に非対称な部分があるが、正極側と負極側で同種の直流事故を発生させた場合、遮断動作に差異は見られない。

2. 直流遮断器に求められる仕様の明確化

今回検討した系統条件下で事故を除去するためには、事故発生から遮断開始までの時間が 0.28 ms 以内、処理エネルギーが 4.5 MJ 以上となる遮断器を要することを示した（表1）。また、系統条件が異なる場合にも仕様を算出できるよう、解析的な導出手法も示し、シミュレーションで得られる結果とほぼ一致することを確認した。

注1) 過電流検出により直流遮断器の遮断動作を開始する際の電流整定値。

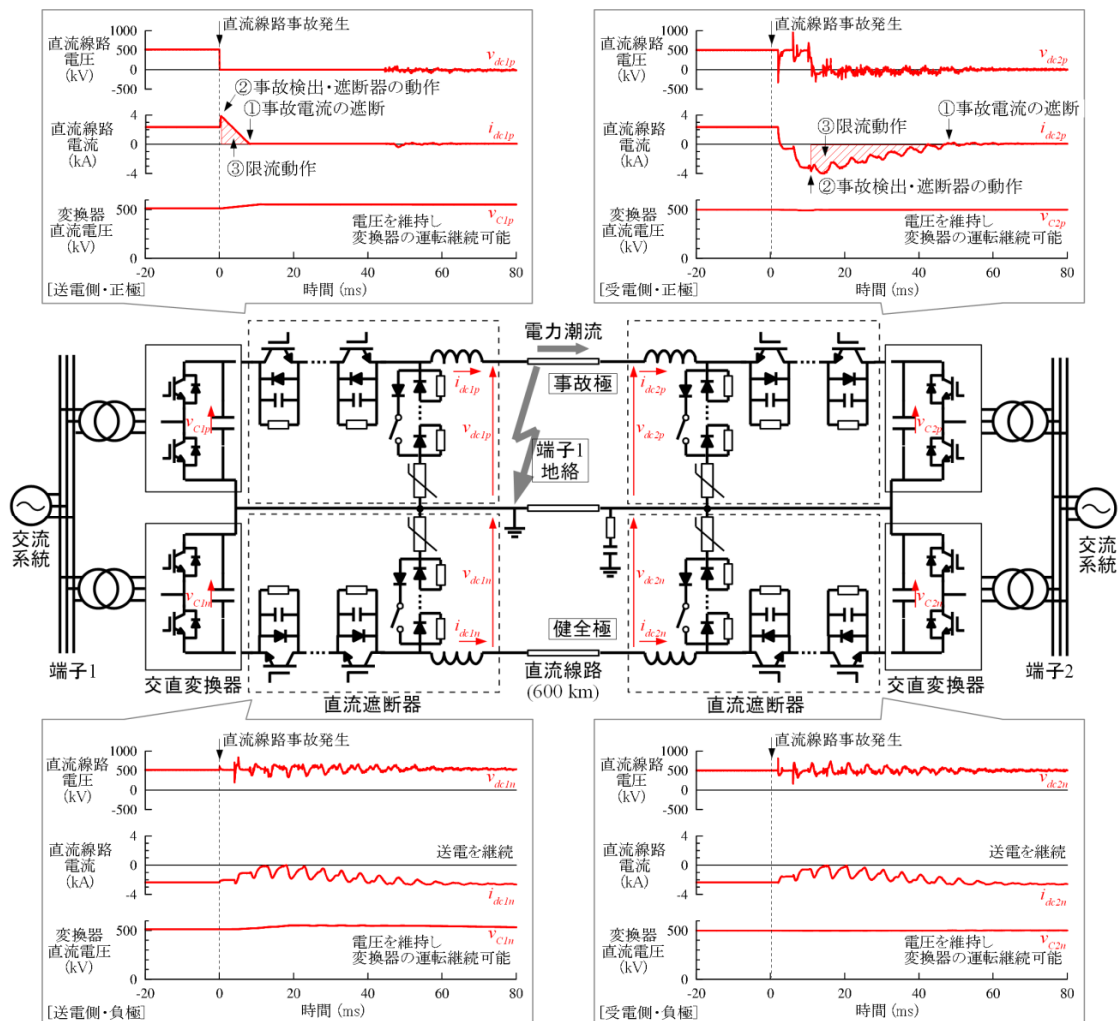


図 1 直流遮断器を適用した双極構成の自励式直流送電システムとシミュレーション波形 (送電容量 2.4 GW, 送電距離 600 km, 端子 1 から端子 2 への送電, 正極端子 1 地絡の場合)

表 1 シミュレーションの設定条件と直流線路事故の遮断特性 (送電容量 2.4 GW の場合)

設定条件				シミュレーション結果				
送電距離	電力潮流	事故種別	事故発生極	過電流しきい値に到達するまでの時間		遮断器の限流要素で処理するエネルギー		
				送電側	受電側	事故点近傍	事故点遠方	
100 km	端子 1 端子 2	端子 1 地絡	正極	0.30 ms	2.48 ms	0.74 MJ	1.3 MJ	
		端子 2 地絡		0.32 ms	2.48 ms	0.95 MJ	0.46 MJ	
		端子 2 短絡		0.28 ms	1.26 ms	0.74 MJ	1.5 MJ	
600 km	端子 1 端子 2	端子 1 地絡		0.30 ms	8.96 ms	0.75 MJ	3.2 MJ	
		端子 2 地絡		4.70 ms	9.66 ms	0.56 MJ	2.2 MJ	
		端子 2 短絡		0.28 ms	1.26 ms	0.74 MJ	4.5 MJ	
	端子 2 端子 1	端子 1 地絡	0.28 ms	1.26 ms	0.74 MJ	4.5 MJ		
		端子 2 地絡	0.42 ms	9.18 ms	0.32 MJ	1.8 MJ		
		端子 2 短絡	0.30 ms	8.94 ms	0.75 MJ	3.2 MJ		
端子 1 端子 2	端子 1 端子 2	端子 1 地絡	負極	0.30 ms	8.96 ms	0.75 MJ	3.2 MJ	
		端子 2 地絡		4.70 ms	9.66 ms	0.56 MJ	2.2 MJ	
		端子 2 短絡		0.28 ms	1.26 ms	0.74 MJ	4.5 MJ	
シミュレーション結果の最過酷値				0.28 ms		4.5 MJ		
解析的に得られる最過酷値				0.29 ms		4.9 MJ		

関連研究報告書	[1] R11018 「半導体直流遮断器により直流線路事故を除去可能とした自励式電圧形変換器による直流送電システム」(2012.05)
研究担当者	佐野 憲一郎 (システム技術研究所 電力システム領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 システム技術研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 046-856-2121(代) E-mail : serl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

報告書の本冊(PDF版)は電中研ホームページ <http://criepi.denken.or.jp/> よりダウンロード可能です。