

超伝導変圧器と超伝導ケーブルの限流協調に関する検討(2)

徳地 貴行* 吉田 幸市* 岩熊 成卓* 富岡 章** 今野 雅行** 足立 和久***
 (*九州大学) (**富士電機) (***)昭和電線)

1 まえがき

超伝導を電力機器に応用することにより、送電時の損失を低減し、電力系統における高効率な送電に大きく貢献すると期待される。また REBCO 超伝導巻線の特性を活かし、落雷時に発生する突発的な事故電流を抑制する機能(限流機能)を、変圧器自体に付加することも可能となる。我々はこれまでにこの限流機能付き超伝導変圧器の研究を行ってきた。

本研究では、将来、超伝導変圧器を実系統に投入する際には、ケーブルにも限流機能を持たせ、超伝導変圧器と超伝導ケーブルを組合せて、限流協調を行う方法が合理的であると考え、この検討を行った。

2 変圧器およびケーブルの設計、系統構成

Table.1 にケーブルの諸元を示す。ケーブル半径は 26.75[mm]で、磁界を3.67[μ T/A]の幅5mmの超伝導線材を24本円筒状に並べ、ケーブルとして構成し二次側に接続した。

Table.2 に変圧器の諸元を示す。

変圧器・ケーブルともに REBCO 線材を使用し、安定化材の Ag の厚さを 18[μ m]、Cu の厚さを 50[μ m]とした。

Fig.1 に系統構成のイメージを示す。落雷等が発生した場合、事故電流は超伝導変圧器とケーブルの両方により限流される。

3 数値解析

まず、有限要素法解析ソフトによる磁場解析を行い、この結果を磁束フロー抵抗まで考慮して過大電流に対する応答特性を解析する数値解析プログラムに代入し、突発短絡時の超伝導変圧器とケーブルの応答特性を解析した。本解析では、ケーブル長と変圧器巻線に使用した線材の臨界電流をパラメータとし、解析を行った。変圧器の臨界電流は、Table.2 に示した model 1-5 に設定した。また、ケーブルの温度勾配として液体窒素の温度を各部分ごとに値を変えて解析している。

4 解析結果

Fig.2 に短絡から 0.2 秒後の各 model でケーブル長を変化させたときの一次巻線の電流値、Fig.3 に一次巻線の温度を示している。

ケーブルが長くなるにつれ常伝導状態に転移しにくくなり、フラックスフロー抵抗によって限流効果が発揮された。また、変圧器巻線の臨界電流が大きくなるにつれて常伝導領域割合が少なくなり、各 model で複雑な電流変化が見られた。詳細な検討結果は当日報告する。

Table.1 Parameter of a superconducting cable

Superconducting wire	REBCO tape
Voltage	6.9kV
Current	1673A
Magnetic field	3.67 μ T/A
Ic	4400A

Table.2 Parameter of a 20MVA superconducting transformer

phase	3 ϕ	
Capacity	20MVA	
Superconducting wire	REBCO tape	
Voltage(Prim. /Sec.)	66kV/6.9kV	
Current(Prim. /Sec.)	175A/1673A	
Frequency	60Hz	
Conductor(Prim. /Sec.)	3 parallel / 24parallel	
%IZ	15%	
Magnetic field	1.4T	
Ic(Prim. /Sec)	model1	340A/3800A
	model2	420A/4500A
	model3	480A/5100A
	model4	550A/5700A
	model5	620A/6200A

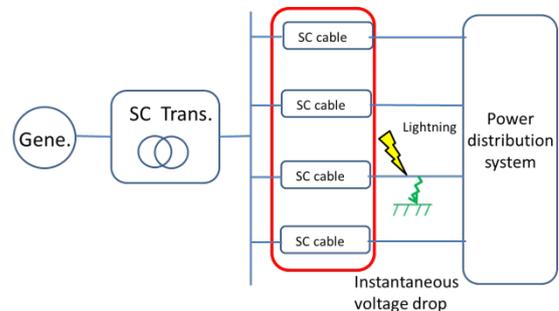


Fig.1 Superconducting grid composed of a superconducting transformer and cables

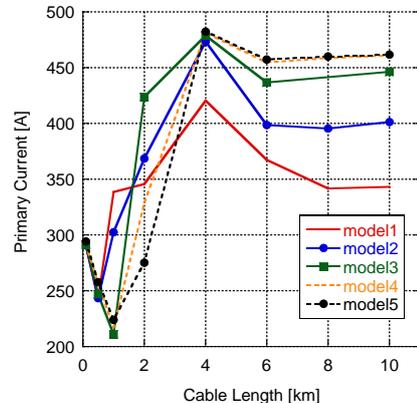


Fig.2 Primary Current 0.2s after the short circuit

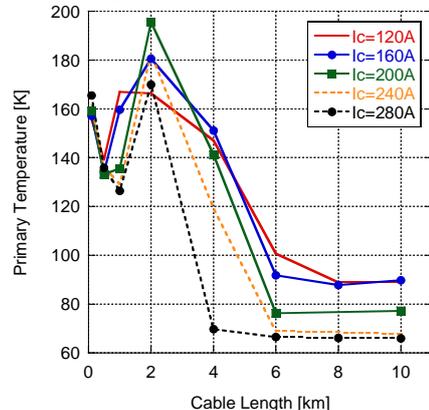


Fig.3 Primary Temperature 0.2s after the short circuit