

液体窒素冷却 1000kVA 酸化物超電導変圧器の開発

5. モデルコイルを用いた絶縁試験

Development of a 1000kVA-Class oxide superconducting transformer cooled
by liquid nitrogen 5. Electrical insulation tests using a model coil

九州大学^A, 富士電機^B, 九州変圧器^C 末廣純也^A, 小松宏彰^A, 櫛永稔^A, 原雅則^A, 岩熊成卓^A, 船木和夫^A,
上出俊夫^B, 能瀬眞一^B, 今野雅行^B, 坊野敬昭^B, 丸山博^C

J.Suehiro^A, H.Komatsu^A, M. Kushinaga^A, M. Hara^A, M.Iwakuma^A, K.Funaki^A, T.Uede^B, S.Nose^B, M.Kon-no^B, T.Bohno^B
and H.Maruyama^C Kyushu University^A, Fuji Electric Co., Ltd.^B, Kyushu Transformer Co., Ltd.^C

E-mail : suehiro@ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

著者らは電力系統での連系試験を念頭に置いた酸化物超電導変圧器(定格1000kVA, 22/6.9kV)の開発を進めている.実系統での安定した運転の為に,定格電圧だけでなく雷サージなどの過電圧に対する電気絶縁を十分に考慮する必要がある.本報では,実器と同じ材料と構造を持つモデルコイルを製作し,交流および雷インパルス電圧に対する絶縁試験を行った結果について述べる.

2. 実験装置と方法

従来の常電導電力機器の絶縁試験は, JECに定められた試験法に沿って行われる.しかしながら,超電導電力機器に関しては絶縁試験法が明確に定められていないのが実状である.そこで,今回の試験では従来の常電導機器に関する規格(JEC-2200「変圧器」, JEC-0301「静止誘導器インパルス耐電圧試験」)に準拠して試験電圧を決定した.インパルス試験に際しては,実器コイルに雷サージが侵入した際の電位振動を数値解析した結果に基づき試験電圧値を決定した.超電導機器に固有の現象であるクエンチ時の環境を考慮した絶縁試験は,窒素ガスの気泡をコイル内部で発生させて実施した.

モデルコイル(直径150mm, 高さ200mm)は層間絶縁試験用,ターン間絶縁試験用の2種類を作成した.何れも実器コイルと同様の形状,絶縁構成となっており, GFRPの3層巻枠の溝内部に導体を巻き,上からガラスバインドテープで固定した.高圧側導体には実器と同じBi2223酸化物超電導線材,低圧側導体にはこれと同じ形状の銅線を用いた. Fig.1 にモデルコイルを用いた絶縁試験方法の概要を示す.層間絶縁試験では,中間層のコイルに試験電圧を印加し,その両側の内外層コイルは接地した.クエンチ時の熱気泡発生状態を模擬する場合には,中間層と外槽の間のギャップ空間に窒素ガスをコイル下端から導入する.ターン間絶縁試験では,中間層コイルの隣り合うターンの巻線が高圧・接地に交互に接続されており,内外層のコイルは接地した.熱気泡は中間層コイルに設置したヒータ線により発生した.モデルコイルはFRP製クライオスタット中で大気圧飽和沸騰液体窒素(77K)により浸漬冷却され,FRP製高圧ブッシングを介して試験電圧を印加した.絶縁破壊ならびに部分放電の検出は,電圧波形ならびに接地回路の電流波形の観測により行った.更に部分放電測定装置を用い,電圧位相電荷量特性(-q特性)などの部分放電特性を詳細に観測した.

3. 実験結果

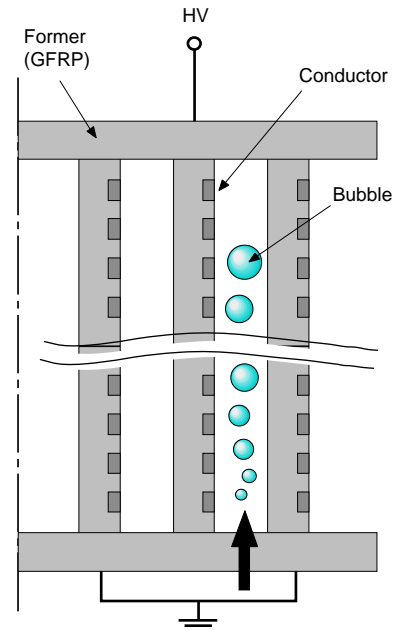


Fig.1 Construction of a model coil

層間絶縁試験,ターン間絶縁試験の結果は何れも所定の絶縁レベルを満たすものであり,実器コイルで採用される絶縁構成が実器換算で交流50kV,雷インパルス150kVに耐え得る設計であることを実証することができた.また,クエンチ環境を模擬した絶縁試験の結果,絶縁破壊特性,部分放電共に気泡の影響は顕著には認められなかった.これは実器コイルで採用したコイル構造では,導体が巻枠の溝の中に埋め込まれているためグラディエント力によって気泡の運動が影響されにくいためであると考えられる¹⁾.結果の詳細な説明は講演時に譲る.

4. まとめ

実器コイルと同じ絶縁構造をもつモデルコイルを用いて液体窒素中での絶縁試験を行った.その結果,実器換算で交流50kV,雷インパルス150kVに対する耐絶縁性を確認した.更に,超電導体のクエンチを模擬するためコイル内部の冷却チャンネル内に気泡が存在する条件下で試験を行い,気泡による絶縁性能の低下がないことを確認した.

参考文献

- 1) B.Y. Seok, N. Tamuro and M. Hara: IEEE Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation **6** (1999) 109