

変圧器励磁突入電流抑制用遮断器の開発

高品質の電気の供給を目指して

Development of a Magnetizing Inrush Current Suppressing Circuit Breaker for Transformers An Attempt to Supply Electric Power of Higher Quality

(工務部 技術開発G)

停止中の変圧器を加圧する際、瞬間的に大量の電流（励磁突入電流）が流れ込み、電力系統の瞬時電圧低下等が生じる場合があります、お客様への電気の質が低下する恐れがある。今回、内蔵した抵抗器により突入電流を抑制する新型遮断器の開発を行い、励磁突入電流の大幅な低減効果、瞬時電圧低下や高調波発生の抑制効果を工場およびフィールド試験で確認した。なお本研究は日立製作所との共同研究にて実施した。

(Electric Engineering Dept., Engineering Development Group)

Application of voltage to a transformer with no load causes an instantaneous inflow of a great amount of current (magnetizing inrush current); this may lead to an instantaneous voltage drop in the power distribution system, which in turn may affect the customer's use of electricity. In order to alleviate this problem, we have developed a new circuit breaker which suppresses the magnetizing inrush current by means of a built-in resistor. Through shop test and field test, the new circuit breaker demonstrated great results in reducing the magnetizing inrush current during energization and suppressing the instantaneous voltage drop and the generation of harmonic. This development project was conducted through joint research with Hitachi, Ltd.

1 開発の背景

短絡容量が比較的小さい154kV系統では、変圧器の加圧時に発生する励磁突入電流により瞬時の電圧低下や高調波が発生する場合があります、その際お客様の機器に影響を与える恐れがある。

この対策としてこれまでは、加圧の都度、変圧器の一次電圧を高め設定したり、加圧変圧器を別系統とするなどの系統操作により対処してきたが、操作が複雑である上に運用上の制約を伴う事から、突入電流そのものを抑制する根本的対策の実施が望まれていた。

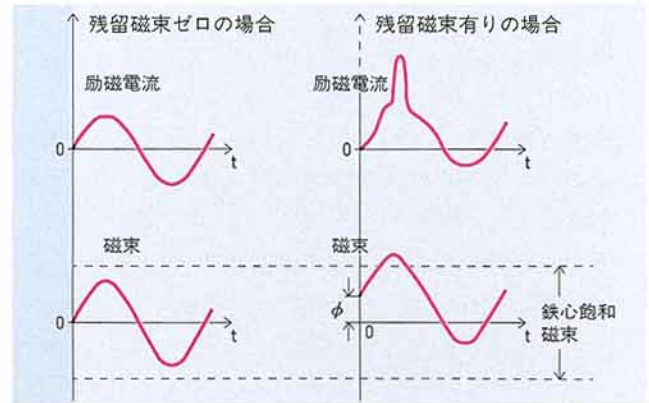
2 励磁突入電流

無負荷変圧器を励磁する場合、変圧器に印加される電圧により生じる磁束がその時の鉄心の残留磁束と同方向に重ね合わさると、定格負荷電流の数倍ないし数十倍の励磁電流が流れる過渡現象が起きる。この現象によって生じる電流は励磁突入電流と呼ばれており、電圧降下や高調波発生の原因となっている（第1図）。

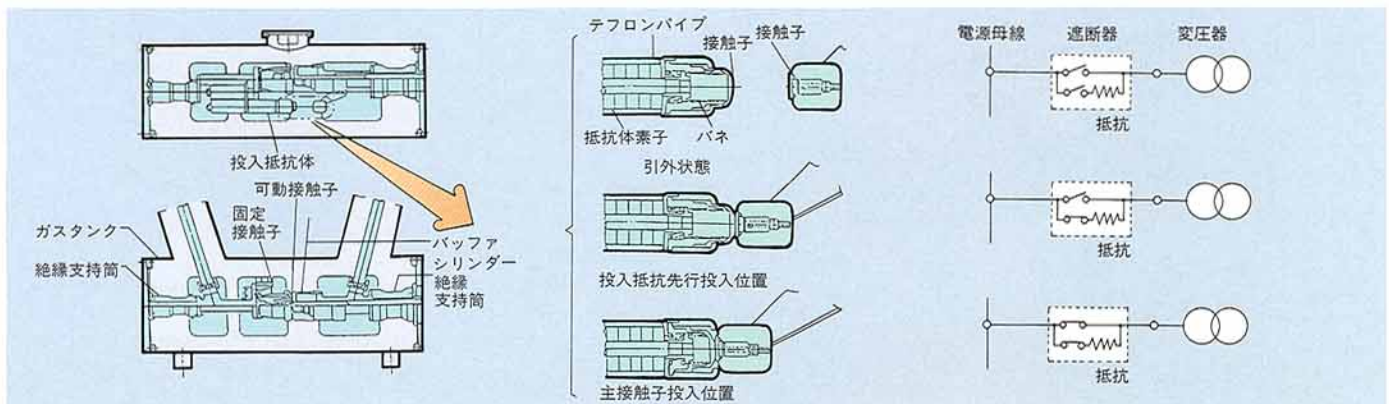
3 遮断器抵抗投入方式

励磁突入電流を抑制する方式として、開閉サージ抑制用として実績のある抵抗投入方式を採用した。

この方式は、遮断器の主接点投入前に抵抗接点を投入し、この抵抗部で変圧器巻線の分担電圧を低減することで、鉄心を飽和に至らせないものである。また、投入抵抗により残留磁束の減衰を促進することで、励磁突入電流を低減できる（第2図）。



第1図 励磁突入電流波形



第2図 励磁突入電流抑制遮断器の動作原理

4 開発の概要

今回開発品は従来仕様の遮断器をベースに、抵抗挿入部に送電用の開閉サージ抑制用として既実績がある物を使用しており、信頼性の確保と開発コストの低減を図っている。また、開発にあたっては以下のような検討を実施した。

(1) 抑制効果の検証

EMTP (Electromagnetic Transient Program) による解析結果より、必要な抵抗値と抵抗挿入時間の設定をした。また、実システムを対象としたシミュレーションにより抑制効果を確認した (第3図)。

(2) 設計の検証

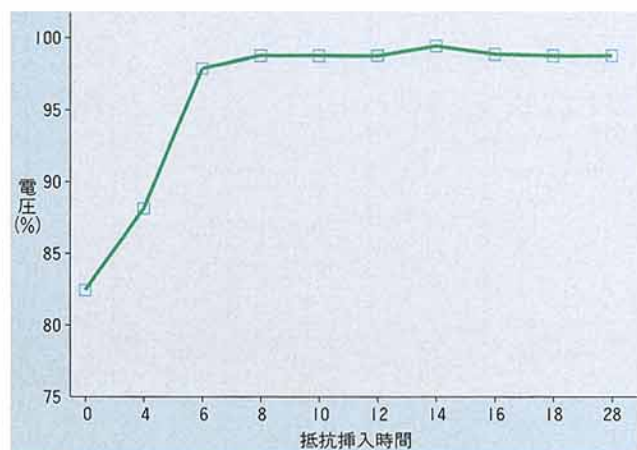
実システム使用の際に、本器に要求される性能を検証するために、投入抵抗体の熱容量や投入抵抗部の極間距離、遮断器主接点と投入抵抗接点との絶縁協調について十分検討し、問題が無いことを確認した。

(3) 工場試験による検証

単相遮断器を製作し、モデル変圧器と組合わせた実証試験を実施し、励磁突入電流抑制効果を確認した。また、これを用いることで遮断器単体としての性能検証試験も実施した。

5 フィールド試験

今回開発品は、静岡支店磐田変電所の2号変圧器の一次遮断器と取替え設置し、フィールド試験を実施した。新旧遮断器にて実システムで変圧器の加圧を実施し、励磁突入電流を実測し抑制効果を確認した。その結果、通常遮断器における加圧時では最大2,600A程度であった励磁突入電流が、開発遮断器による加圧では最大値でも100A以下となり、また高調波・電圧低下ともほぼ無くなっており、大幅な抑制効果が確認できた (第4図)。

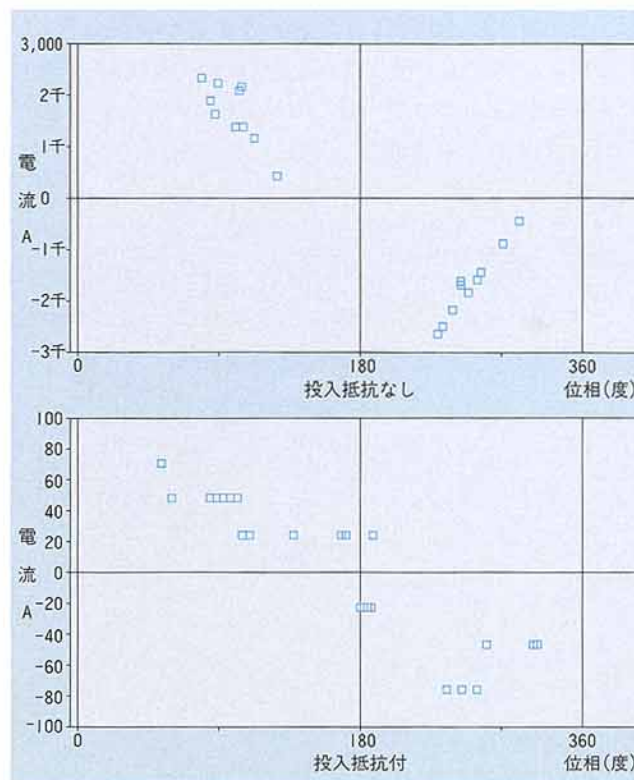


第3図 抵抗挿入時間と電圧低下

6 効果および適用

今回開発品は、既設遮断器と取替え設置するだけで確実に励磁突入電流を減少し、瞬時電圧低下や高調波が大幅に抑制できるため、お客様への高品質な電気の供給が可能となる。

また、ブッシングの変更のみで154kV、275kVの双方で使用でき、単相、三相操作いずれも対応が可能であるため、適用範囲が広く、励磁突入電流が問題となる箇所への適用が可能である。



第4図 励磁突入電流測定結果 (フィールド試験時)