

配電変電所用半導体遮断器の開発

次世代変電所への適用を目指して

Development of Solid-state Circuit Breaker for Distribution Substations

Applicable to Next-generation Substations

(電力技術研究所 電力研究室)

半導体遮断器は可動部がないことから従来の遮断器にみられる操作機構部の動作不良や電極消耗がなく信頼度が高い。また1サイクル以内の高速開閉能力を持つなど次世代の遮断器として注目されている。近年半導体素子も高電圧大容量化が進み、電力用遮断器への適用が可能となりつつある。そこで今回、配電変電所用6.6kV遮断器を半導体化することを目指し、その機能、構成、適用時の効果などを検討した。

(Electric Power Research & Development Center,
Electric Power Engineering Research Section)

A solid-state circuit breaker, having no movable parts, operates very reliably, free from mechanical malfunctions and wear of the contact points which are experienced by conventional circuit breakers. It also has a high-speed switching capability of within one cycle of the power frequency. Recent development of solid-state circuit breakers which can control high currents at higher voltages is enabling them to be used in more electrical applications. We conducted research and development of a 6.6 kV solid-state circuit breaker for distribution substations, studying its function ability, construction and the effects of its introduction.

1 開発の背景

半導体遮断器を開発する目的の一つは、遮断部を半導体化し可動部分をなくすことにより、遮断部の動作信頼性を高め、保守の省力化を図ることにある。

しかし現状の半導体素子でこれを実現することは困難である。すなわち整流器などに使用されているGTO (Gate Turn Off thyristor) を例にとれば、最大で耐電圧8 kV通電電流1 kAのものが製品化されているが、通電時の損失も大きく、これで6.6kVクラスの遮断器を作製しようとするとコスト、損失などの面から考えて実用的でない。

そこで今回は半導体素子のもう一つの特徴である高速遮断性能に着目し、その特徴を生かした限流機能付き半導体遮断器の開発を行なった。

この方式により健全他回線の電圧低下などの問題を解消できる。

3 半導体素子

半導体遮断器の基本構成を第3図に示す。遮断部に用いる半導体素子としてはGTOを用いる。通常のサイリスタでは高速遮断するために逆電流を挿入し、強制的に零点を作る必要があり、外部に高電圧パルス電源が必要となる。この点GTOはゲートに負パルスを入力するのみで高速遮断が可能で、通常のサイリスタに比べ開閉制御が容易である。

4 動作原理

動作原理としては、まず配電線の短絡事故による事故電流を電流検出器で検出すると、ただちに制御回路からGTOにゲート信号が送られ主回路が遮断する。すると事故電流は並列抵抗に転流され、設定された値に限流される。受電端遮断器との協調をとるため、ある一定時限待った後、電流検出器により事故電流が解消しているのが検出されればGTO遮断部を投入し負荷電流を主回路に復帰させる。また事故電流が継続しているようであれば直列開閉器を切り配電系統を切り離す。

ここで事故電流をいくらに限流すべきかという問題があるが、これは第4図に斜線で示したように、受電端の過電流保護継電器(OCR)の瞬時要素が動作できる最小値とする。

2 限流機能付き半導体遮断器

適用箇所としては第1図に示すように配電用変電所のフィーダ用遮断器を考える。

従来の配電線保護方式では、短絡事故が発生すると受電端遮断器との協調をとるため、ある一定時限(例えば0.2秒)待ち受電端遮断器の動作を確認した後、フィーダ用遮断器を動作させている。しかしこの方式ではその間に大きな短絡電流(例えば12.5kA)が流れ続けるので、同一母線の他の健全回線に電圧低下を生ずるなどの問題が起こる。

そこで、これらの問題を解決するために新たな保護方式を考える。すなわち受電端遮断器との協調をとる間、この短絡電流を受電端遮断器が動作する必要最小限の値(例えば2 kA)に限流してしまう(第2図)。

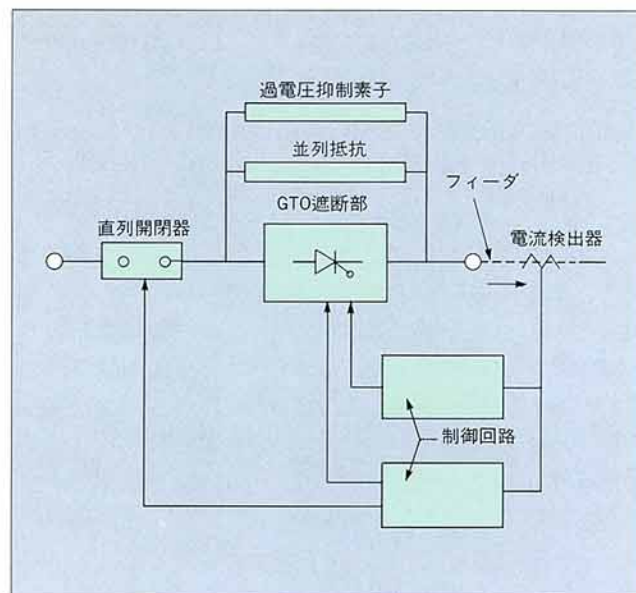
5 効果

この限流機能付き半導体遮断器が実用化された場合に、配電系統にどのようなメリットを与えるか以下に示す。

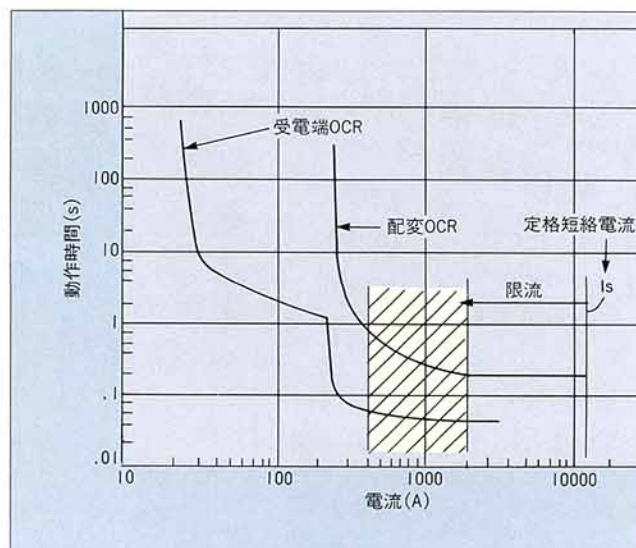
- ①高速遮断による事故電流限流で同一線母健全回線の瞬時電圧低下が大幅に短縮(1ms以下)
- ②限流作用により配電線、柱上変圧器の短絡強度並びに受電端遮断器の遮断容量が低減可能
- ③励磁およびコンデンサ突入電流抑制によるシステム信頼性向上

6 今後の展開

現在、このような設計思想に基づいた半導体遮断器をすでに試作しており、熱的特性、遮断特性、サージ特性など、その基本特性を把握するための諸試験を行っている。今後半導体遮断器の実用化に向けて基礎データの収集に努める。



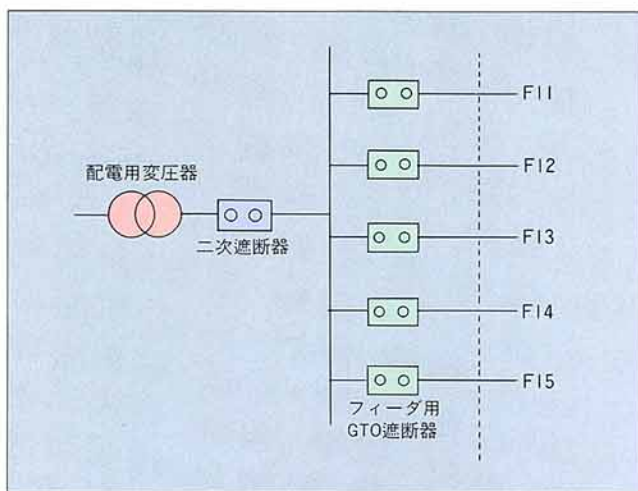
第3図 GTO遮断器の構成



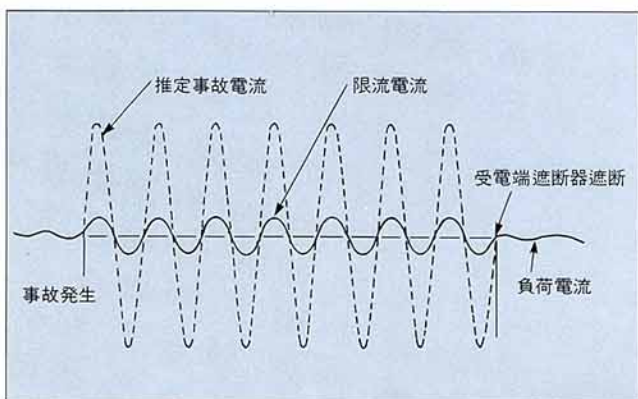
第4図 時限特性



第5図 GTO素子(4.5kV 800A)



第1図 GTO遮断器適用系統例



第2図 動作原理