

第32回芦原科学賞の受賞者と研究内容等

<芦原科学功労賞>

○テーマ 世界最速を実現した気中直流高速度遮断器の開発

○概要 電気鉄道電力系統等で利用されている直流電力系統では、短絡等の事故が発生すると事故電流が増え続け、接続される機器や電力系統に大きな負荷がかかり被害が拡大する可能性がある。このため、遮断器には事故電流が最大値に達する前に高速で遮断する機能が求められる。表彰対象者らは、世界最速の遮断時間 13ms かつ国内規格の最高スペックである定格短絡遮断容量に唯一対応可能な気中直流高速度遮断器を開発した。

○受賞者 三菱電機株式会社 受配電システム製作所（丸亀市）
 仲田 知裕（なかつ たもひろ）氏
 佐々木 央（ささき ひろし）氏
 上松 航星（うえまつ こうせい）氏
 前田 大輝（まえだ だいき）氏
 松村 康平（まつむら こうへい）氏
 三菱電機エンジニアリング株式会社 丸亀事業所（丸亀市）
 鳥羽 慎司（とば しんじ）氏
 田中 翔（たなか しょう）氏

○推薦者 三菱電機株式会社 受配電システム製作所 所長 吉田 大輔 氏

○研究内容と成果

〔研究の背景〕

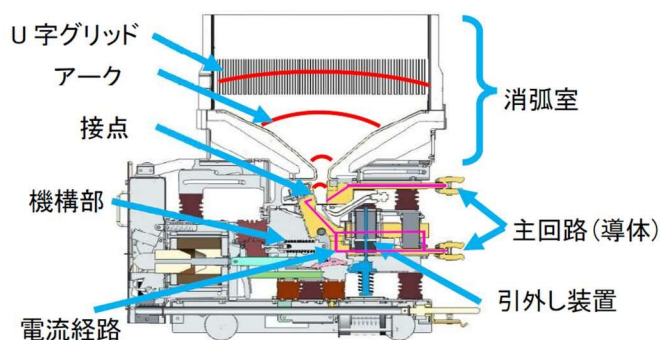
直流電力系統では、交流電力と異なり遮断するために必要な電流ゼロ点が自然に来ないため、遮断器によってアークを引き延ばし電流を絞る（限流方式）ことで、強制的に電流ゼロ点を作り出す必要がある。また、事故が発生すると事故電流が増え続けて、接続される機器や電力系統に大きな負荷がかかり被害が拡大する可能性があるため、遮断器には事故電流が最大値に達する前に高速で遮断する性能が求められる。

一方、近年、都市圏を中心に電車運行本数増加などにより交通変電所の電力容量が増大し、遮断器の定格短絡遮断容量の増大が必要とされていた。

〔研究開発した技術概要〕

遮断器の主な機能は、「（通常時）電流を通電する」と「（事故発生時）電気回路を安全に切り離す」ことの2つがあり、電流は主回路である導体を流れ、引外し装置を介した後、接点を流れる経路となる。

（参考1）遮断器の構造（断面図）



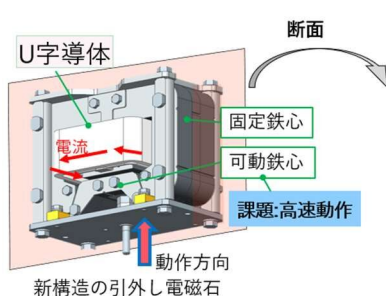
（参考2）事故発生時の遮断動作

- ①事故検出・・・引外し装置を動作させ、接点を開極させる。
- ②接点开極・・・接点を開極し、接点間にアークを発生させる。
- ③アーク走行・・・アークを消弧室の中で伸展させる。
- ④限流消弧・・・アークをグリッドと呼ばれる複数枚の磁性体に当て、線路電圧より大きなアーク電圧を発生させることで電流を限流(絞り抑制)し、最終的に消弧する(電流をゼロにする)。

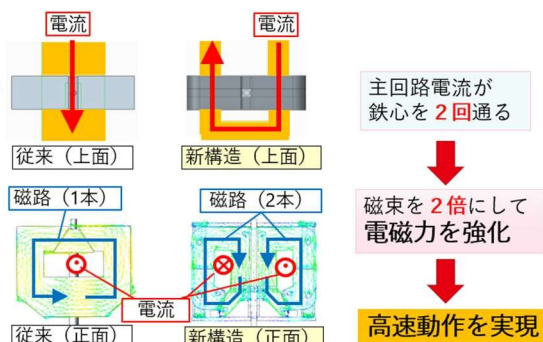
直流電力系統での高速遮断及び遮断容量増大には、「高速動作（迅速に事故を検出し動作する）」と「高速遮断と安定遮断（迅速にアーク電圧を高め、電流を絞る）」が重要であり、今回、新技術を開発・適用することで実現した。

(1) 高速動作（迅速に事故を検出し動作する）

引外し装置は、事前に設定した目盛り値を超えると動作する機構となっており、主回路電流が作り出す磁束を利用した電磁石となっている。今回、引外し装置にU字導体を適用し、鉄心への印加磁束を2倍にして電磁力を増大させることで、高速動作を実現した。



(参考3) 引外し装置にU字導体適用

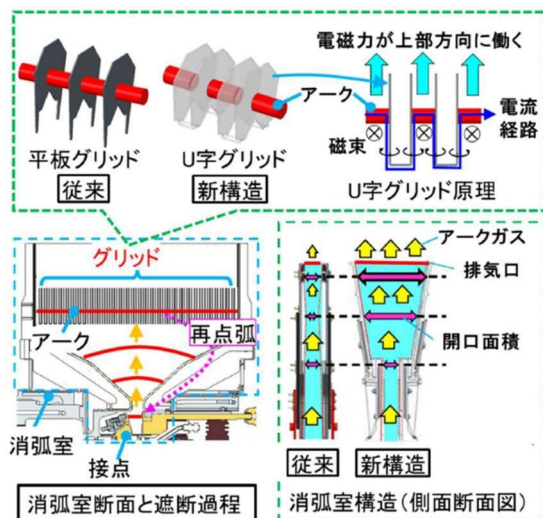


(2) 高速遮断と安定遮断（迅速にアーク電圧を高め、電流を絞る）

遮断時に発生するアークは数千度を超える超高温であるため、接触した金属の一部が蒸発し導電性の高いアークガスが発生する。このアークガスを排気できずに接点付近に滞留すると、消弧室上部まで伸長したアークが接点部に逆戻りし、再点弧を引き起こし、遮断性能低下の原因となる。このため、遮断容量増大には消弧室上部に設けた排気口から効率的にアークガスを排気し再点弧を防止するとともに、遮断完了までグリッド部でアークを留めるための技術が必要となる。

新構造による消弧室は、開口面積を上部にいくにつれ徐々に拡大させることで、アークガスの排気性能を向上させるとともに再点弧を抑制した。さらに、グリッドの形状をU字にすることで、アークガスの排気性能を向上させるとともにアークに上部方向の電磁力を発生させグリッドからアークが外れにくくし、高速遮断と安定遮断を実現した。

(参考4) 新構造の消弧室とU字グリッド



(3) 小電流遮断

電気抵抗が非常に大きい地絡故障（大地に電流が流れる現象）などの場合は、数A～数百A 程度の小電流が発生するため、遮断器には定格電流（常時流れている電流）以下の小電流に対する性能も求められる。本装置は消弧室側面への磁性体の配置などにより、小電流においても優れた遮断性能を実現した。

[成 果]

定格短絡遮断容量 100kA に対応可能な気中直流高速度遮断器は同社製だけであり、遮断時間を従来比 50% の 13ms まで高速化し、世界最速の遮断時間を実現した。この高速遮断により事故発生時に流れる電流はピーク値に到達する前に低減されるため、接続される機器や電力系統への負荷が低減され、機器の小型化が可能となり、設備の省スペース化及び設備費用の低減が可能となった。また、電力系統の安全性が向上し、重要な社会インフラである電車運行の安全性及び信頼性を向上させた。

[産業の振興]

今回開発製品は国内シェア 50%を獲得しており、丸亀市の工場で開発から量産、保守まで一貫生産を行っている。また製品の構成部品の約 70%は香川県内の企業で製造されており、地域産業の活性化に寄与している。近年、国内において直流高速度遮断器を新規開発したのは同社だけであり、その技術力は、今後、適用拡大が想定されるデータセンター、駅、ビルなどの電力系統の直流化への貢献も期待できる。

[問合せ先]

三菱電機株式会社 受配電システム製作所
〒763-8516 香川県丸亀市蓬萊町8番地
TEL 0877-24-2611 FAX 0877-25-5892