

# 気中断路器の外部診断技術の実用化

電動操作機構の動作時の電流波形による診断技術の確立

## Practical Application of External Diagnosis Technology for Air-insulated Disconnecting Switch

Establishment of Diagnosis Technology using a Current Waveform During Operation of the Motor Operation Mechanism

(工務技術センター 技術G)

(Technical Group, Electrical Engineering Technology Center)

気中変電所に数多く使われている断路器は屋外環境で風雨や塵埃などに長年曝されている。このため、断路器を構成する導電接触部、碍子、リンク機構および電動操作機構はその影響を受け、様々な状態変化が発生する。これらの変化を的確に捉え、点検・修理による機能回復や取替を行うことが重要となる。今回、電動操作装置の動作時電流波形の変化に着目した外部診断技術を確立した。

Many disconnecting switches used in air-insulated substations are exposed to the elements and dust for long periods of time in an outdoor environment. This affects contact parts of conductor, insulators, mechanical linkage, and motor operation mechanisms that are components of disconnecting switches, and causes various status changes. It is important to grasp these changes accurately and to perform function recovery or replacement through inspection and repair. This time, the external diagnosis technology is established focusing on the changes of operating current waveform of the motor operation mechanism.

### 1 断路器技術の進展とこれまでの診断技術

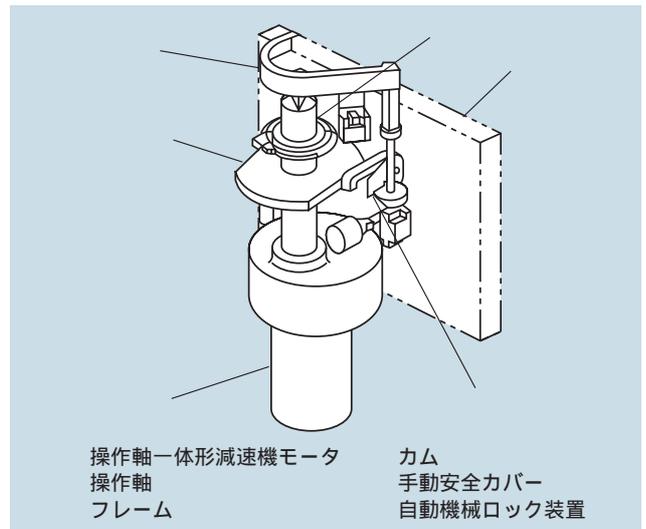
断路器は変電所での系統運用に伴う切替や機器点検時の開閉器として広く適用されている。屋外環境で使われている断路器の信頼度向上策として、導電接触部、連結機構部、電装部品などの改良とともに、操作装置も空気操作装置から電動操作装置へ変更し、点検周期や機器更新時期の延伸を図ってきた。現在では、当社の約70%が電動操作装置へ推移してきている。(代表的な断路器の外観を第1図に示す)

近年では、CBM(状態監視保全)の観点から、各種センサ(トルク・角度センサ、クランプCTなど)による外部診断装置の開発に取り組んできている。これらの診断技術を進展させることにより、的確に異常を捉え、部品交換や修理を効果的に行うとともに、寿命を見極めることは重要となる。

減速装置を介し、駆動軸へ出力し、断路器部へは駆動軸・リンク機構を介し、伝達される。(第2図)さらに、断路器部ではリンク機構から操作碍子を介し、導電部が駆動され、断路器としての開閉動作を行っている。この断路器の一連の動作により、変化する負荷に応じ、電動機出力は変動している。このため、電動機電流を測定することにより、断路器の状態を捉えることが考えられる。



第1図 断路器(左:水平一点切タイプ、右:水平二点切タイプ)



第2図 電動操作装置の構成

### (2) 検討プロセス

近年、導入した電動機電流測定では、その電流ピーク値・動作時間により診断してきた。この手法は異常の有無はわかるものの異常部位の特定や判定基準の設定に課題があった。この課題解決に取り組んだ検討プロセスを第3図に示す。

まず、断路器の動作プロセスの解明を行うことで、各部位の動作トルクを時系列的に解析し、そのトルクが電動機の電流波形にどのように現れるかシミュレーションするとともに、動作上の弱点となる部位の洗い出しを行った。

また、実機での測定を行い、シミュレーション精度向

### 2 研究の概要

#### (1) 断路器の構成と動作

断路器は主に断路器部と電動操作装置で構成されており、この動作は電動操作装置の直流電動機が歯車などの

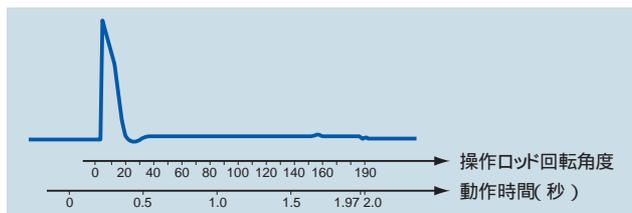
上を図った。さらに、外部診断技術の適用範囲に関する検討を行った。



第3図 検討プロセス

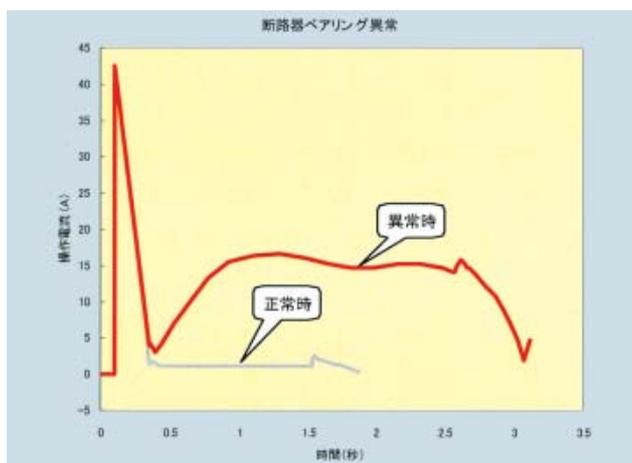
### (3) 電流波形のシミュレーション

水平一点切断路器の投入動作時（正常時）の電流波形を第4図に示す。動作開始とともに、始動電流によるピークが現れ、その後、電流は減少し、時間と共にわずかに変化しているのが見られる。



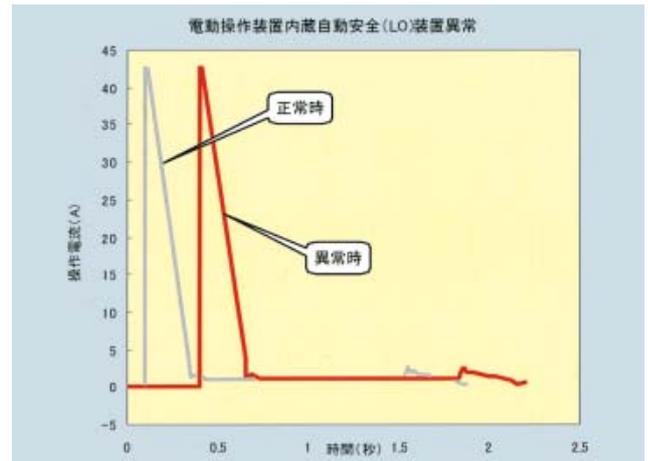
第4図 水平一点切断路器の電流波形（投入動作 - 正常時）

断路器部の碼子スラストベアリング部の異常を模擬した時の電流波形を第5図に示す。正常時に比べ、始動電流のピークの後、時間と共に電流が増大し、動作に長時間を要している状況がみられる。



第5図 水平一点切断路器の異常模擬  
（投入動作 - スラストベアリング異常模擬）

また、電動操作装置内での自動安全装置の異常模擬時の電流波形を第6図に示す。正常時に比べ、始動開始点が遅延しており、その後の波形形状は正常時と変化がないことがわかる。



第6図 水平一点切断路器の異常模擬  
（電動操作装置内の自動安全装置異常）

このように、異常状態の種類により、特徴を持った波形様相を示すことがわかる。

### (4) 動作プロセス上の弱点と診断の可能性

抽出した動作プロセス上の弱点部位を第1表に示す。断路器部では4項目、電動操作装置では5項目に分類される。これらの項目について、異常診断の可能性があった。

第1表 弱点部位の異常診断の可能性

動作プロセス上の弱点部位		異常診断の可能性	
断 路 部	主回路接触部接点		
	ヒンジ部ベアリング		
	スラストベアリング		
	駆動リンク連結ピン		
電 動 操 作 装 置	自動安全装置		
	歯止めローラ		
	電磁接触器	電機子接点	
		界磁接点	
制御系電装品			

## 3 効果

今回の電流波形での診断手法を活用することにより、的確な状態把握にもとづき、部品交換や修理時期の見極めなど、保守点検の省力化・最適化が期待できる。

## 4 今後の展開

電流波形での診断手法は断路器のみならず広く開閉機器への展開が考えられる。また、この手法は「開閉機器の異常診断手法」として、特許を出願中である。



執筆者 / 高橋一嘉  
Takahashi.Kazuyoshi@chuden.co.jp