

# 77kV 調相設備への GCB 適用に向けた取り組み

## 遅れ電流遮断と接触子消耗の考察

### Attempt to Apply GCB to 77kV Reactive Power Supplier

#### Discussion of Inductive Load Current Breaking and Contact Erosion

(送变电技術センター 技術G)

(Engineering Group, Transmission Engineering Center)

77kV 調相用開閉設備は動作頻度が多いことから、ガス遮断器 (GCB) ではなくガス開閉器 (GS) を適用してきた。本研究では GCB の適用と内部開放点検周期の延伸を目的に、調相設備特有の遅れ電流遮断に着目して、再発弧現象と接触子消耗について評価した。

Since the switching equipment for 77kV reactive power suppliers is operated frequently, a gas switch (GS) has been adopted instead of a gas circuit breaker (GCB). In this study, with a focus on inductive load current breaking peculiar to the switching equipment for the reactive power supplier, re-ignition events and contact erosion were evaluated for the purpose of adopting GCB and the extension of the internal major inspection frequency.

## 1 背景

当社では、77kV 母線に接続する分路リアクトルに対して、内部開放点検周期が 10,000 回まで不要な GS を専用機種として採用している。しかし、GS は開発から 40 年以上が経過していること、設備が少ないことから製造者の撤退が懸念され、将来的に保全対応が困難になることが想定される。

そこで、一般的な GCB の標準採用と、GS よりも内部開放点検周期の短い GCB の点検周期延伸について検討した。本検討では、GCB の調相設備開閉では遅れ電流遮断を評価すべきと考え、遮断試験の実施およびフィールド機器における接触子消耗状況の評価を行った。

## 2 遅れ電流遮断試験

### (1) 試験条件

遅れ電流遮断試験条件は、当社の 77kV 母線に接続されているリアクトル形態 (容量、接続方式、母線側諸定数) を調査し、将来系統変化も考慮した最過酷条件とした。なお、過酷条件の評価としては再発弧後の高周波電流に対する時間積分 (It 積) で評価した。

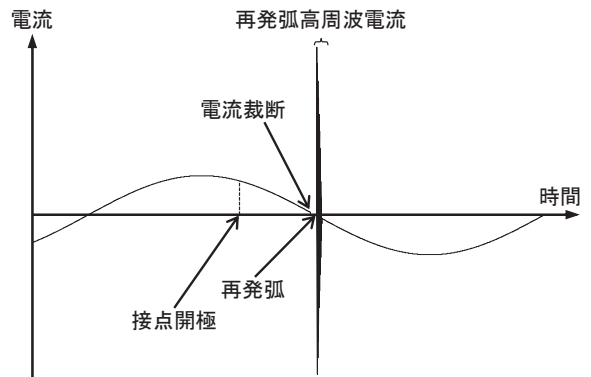
遮断試験に際しては、位相制御により電流遮断および高周波再発弧が発生する位相で合計 1,000 回の電流遮断を実施し、500 回時点および 1,000 回時点で内部開放点検により接触子消耗状況を測定した。なお、同位相にて連続して再発弧しない場合には 3° 位相を遅らせて試験を継続し、電流遮断および高周波再発弧発生を確認することとした。実際の試験電圧および電流値を第 1 表に、電流波形の一例を第 1 図に示す。

### (2) 試験結果

500 回時点および 1,000 回時点の接触子類の消耗状況を第 2 表に示す。可動アークコンタクトおよびノズルは構造上 500 回での寸法測定ができないことから、1,000 回時点のみの測定となっている。測定の結果、

第 1 表 遅れ電流遮断試験条件

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| 再発弧発生後の共振周波数 [kHz] | 94.3 (目標値)    |
| It 積 [kA・μs]       | 47.2 (目標値)    |
| GCB 極間電圧 [kV]      | 159.0 ~ 201.0 |
| リアクトル側電圧 [kV]      | 188.5 ~ 238.3 |
| 最大電流 [A]           | 1,680 ~ 2,120 |



第 1 図 再発弧電流波形

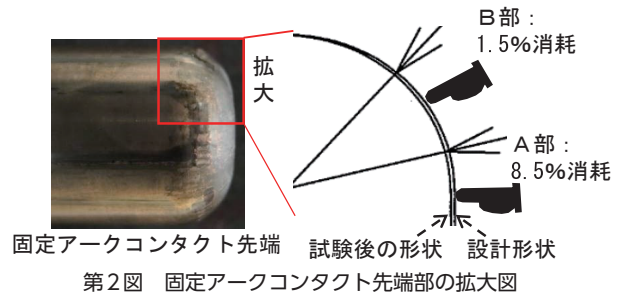
第 2 表 アークコンタクトとノズルの消耗量

|                   |       | 500 回時点 | 1,000 回時点           |
|-------------------|-------|---------|---------------------|
| 再発弧あり (685 回)     |       | 334 回   | 351 回 <sup>*2</sup> |
| 再発弧なし (315 回)     |       | 166 回   | 149 回 <sup>*2</sup> |
| 消耗量 <sup>*1</sup> | 固定アーク | 8.5%    | 0% <sup>*2</sup>    |
|                   | 可動アーク | —       | 5.5%                |
|                   | ノズル内径 | —       | 4.0%                |

※ 1 : 消耗量は管理限界値に対する % で示す。  
 消耗限界 = 5.0mm に対して 0.5mm であれば 10% と表記。  
 ※ 2 : 501 ~ 1,000 回における回数および消耗量を表記。

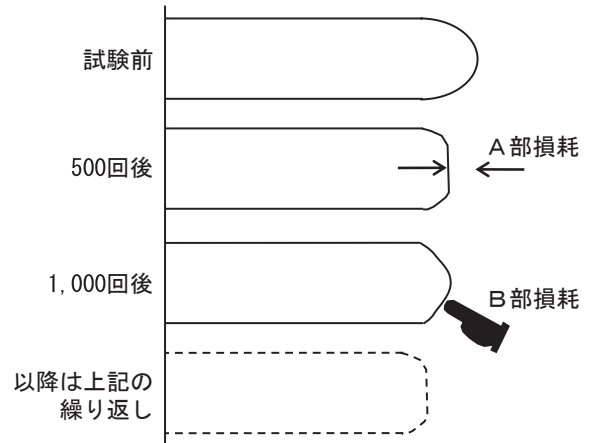
限界値に対する消耗割合が最も大きいのは固定アークコンタクトであった。

固定アークコンタクトの消耗は1,000回時点において0%であったため、測定者の測定バラつきについても検討したが、その範囲は1%以内であった。よって測定バラつき以外の要因について検討すべく、1,000回時点の固定アークコンタクトについて拡大観察したところ、第2図に示すような様相であった。



固定アークコンタクトの先端部（A部）は8.5%の消耗が認められたのに対して、角部（B部）についても1.5%の消耗が認められた。

内部開放点検における固定アークコンタクトの消耗量測定は先端部までの距離を測定していることから、B部の消耗量は反映されない。よって、500回～1,000回のある時点において、消耗様相が変化しているものと考えられる。この様相を第3図に示す。



新品から500回時点までは、接触子開極途中において固定アークコンタクトと可動アークコンタクトの距離が最も近いA部主体の消耗が進むが、その後、A部は平坦となり、B部の電界が上昇することにより、500回～1,000回のある時点において、A部主体の消耗からB部主体の消耗に変化するものと考えられる。なお、本様相は遮断器の定格電流より充分小さい負荷電流遮断によって発生するものと考えられる。

第3図 固定アークコンタクトの消耗傾向

### 3 フィールド調査

当社のシステムにおいても一部ではリアクトル用開閉器としてGCBを使用しているため、これらの内部開放点検を実施し、接触子の消耗状況について調査した。

調査結果を第3表に示す。いずれも遅れ電流遮断試験を実施したGCBと同一の固定アークコンタクト形状となっており、リアクトル容量は20MVAである。

第3表の最大消耗相の値を用いて、管理限界値に達するまでの動作回数（消耗限界動作回数）について算出した結果を、第4図に示す。①のみが極端に少ない動作回数となっており、②～⑥は15,000回を超える動作回数となった。これは、①は調査時の動作回数が380回であり、第3図で示す500回時点相当であったものと考えられ、②～⑥は第3図で示す1,000回時点の消耗様相であったためと考えられる。

以上から、第3図で示した固定アークコンタクトの消耗傾向がフィールド器でも確認できたと言える。

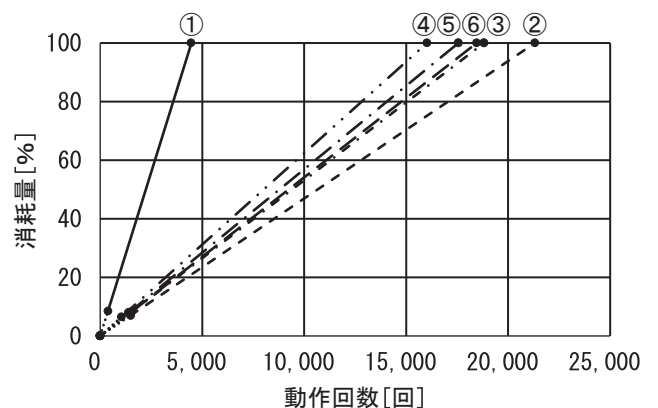
### 4 まとめ

遅れ電流遮断試験およびフィールド調査から、小電流領域での接触子消耗状況について明らかにし、接触子の消耗限界動作回数を把握した。これにより内部開放点検周期の延伸に資するデータを取得できた。

第3表 固定アークコンタクトの消耗量

| No. | 動作回数<br>[回] | 固定アークコンタクト消耗量 [%] |       |       |
|-----|-------------|-------------------|-------|-------|
|     |             | A相                | B相    | C相    |
| ①   | 380         | 6.0               | 7.0   | 8.5 ※ |
| ②   | 1,042       | 6.5 ※             | 4.5   | 5.5   |
| ③   | 1,405       | 8.0 ※             | 4.0   | 6.5   |
| ④   | 1,492       | 7.0 ※             | 5.5   | 6.0   |
| ⑤   | 1,506       | 7.0               | 8.0 ※ | 6.5   |
| ⑥   | 1,569       | 8.5 ※             | 6.5   | 7.5   |

※最大消耗相



第4図 固定アークコンタクトの消耗限界動作回数の推定



執筆者／若生海王