



最近の独逸技術

大型碍子の電弧による損傷防止に就いて

梗概

Bitterfeld の昔の I.G. 染料会社の 110 kV の送電線、現在の Bitterfeld 電気化学連合体の送電線に於て、約 10 年前から化学的汚損に因る——特に 110 kV 開閉器具について——碍子の損傷に就いての対策を講ずる必要が生じた。そこで Siemens-Schuckert 工場との共同研究によつて電弧保護環が考案試験され、上述の送電線に該電弧保護環を取付け、爾後 10 年間の實際運轉でその効果が確認された。實際に完成されている構造を一般に公開しよう。

1. 電弧保護環の原理及び構造

上述の試験及び附随した初期の試験については 2 つの公開論文に示されてゐる。〔1〕

又殆んど同じ頃、他面から他の効果をあげた構造が述べられてゐる。〔2, 3, 4〕

当時それらの文献を研究した者にとつて本質的な点で各意見が異つていたため、電弧保護装置の正しい選択は簡単に出来なかつた。

Bitterfeld 送電線では特に乾燥期間中に隣接化学工場から著しいごみが溜り、霧の際に比較的少量の水によつて沈澱して碍子表面に厚く被ひかぶされ、その爲めに閃絡が度々生じて、碍子の磁器が多少共壊されるのが普通であつた。碍子を交換する爲に長時間運轉を中止するので、磁器の補充費のみならず、化学工場の操業中止損失さえも生じてくる。之を防止するには 2 方法がある。NK 3 及び K 2 型の頭巾附碍子 (Kappenisolator) を使用してゐる架空線で、前述の様な破壊時の閃絡の危険を除く爲には、連鎖数を増す事が推奨され、それ以來 Bitterfeld 送電線では架空線碍子の霧による閃絡は全く生じなくなつた。

此の様に送電線の絶縁を強化すると発電所の碍子が雷により閃絡されると云ふ異論が起り得る。然し汚損による閃絡の経験によると、場合によつては磁器を傷つけないで雷によつて発電所の碍子が閃絡するであろうと期待された。此の送電線では唯 1 回閃絡を起したが、其の時

の雷電流値は 130 kA であつた。

電弧保護環の良好な効果が明らかになつてからは、閃絡が如何なる原因で生じた場合でも、発電所で起つた場合には危険でなく、送電線での破壊はそれを調査するのが困難であると言う立場に吾々は立つてゐる。然し連結碍子 (Kettenisolator) に対する電弧保護環の開発は行われなかつた。電弧保護環をつけるより鎖を長くした方が安價であるからである。

Bitterfeld 送電線に於ける壁貫套管及びケーブルヘッドを含めての開閉器具には磁器が使用されてゐるので、絶縁の改善には碍子を交換するのが良いのではあるが、実際にはそれは出来ない。何となれば既に使用されてゐるものより、更に大きい壁貫套管を設ける事は出来ないし、又開閉器の構造を根本的に変えないで部分的に更に大きい磁器を用いる事は不可能であるからである。此処で新しい電弧保護環の廣い用途が生じて來た。然しながら次に説明する事は此の種の開閉器具の碍子に適用されない許りで無く、以前の長い碍子、即ち連結用金属のないものに対しても適用されない。

運轉時、電弧保護環が良い成績をあげるには、次の条件が必要である。

1. 環は碍子表面に発生した電弧を即座に引受けるに適してゐなければならない。
2. 電弧は環によつて引受けられた後は、碍子表面の些細な損傷さえも生じない様に碍子から出来るだけ遠くに保たれなくてはならない。
3. 環は電弧が或る位置に固定され、且つ狭い範囲に保たれ、更に近くの発電所部品 (他の碍子或は導線) に届かない様に、又其上へ移らない様に電弧を導かねばならない。
4. 電弧が保護装置、即ち第 1 にはラインリレー、次には近接の電力開閉器で遮断される迄保つておかねばならぬ。

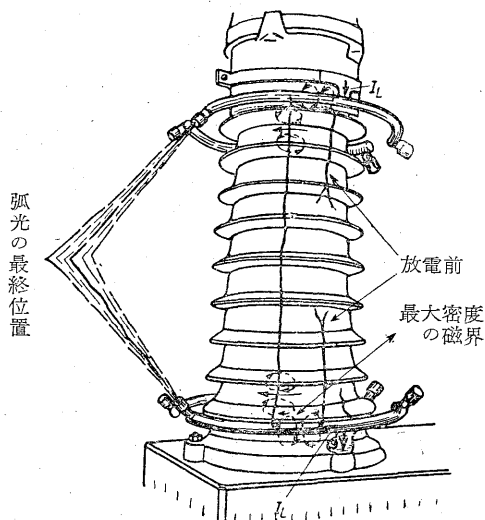
電弧保護環に電弧を消滅させる様要求する事は出来ない。かかる目的のためには、避雷器又は電力用遮断器がある。

電弧を更に範囲を大きくし、長さを増す事によつて自

力で切断できる電弧保護環が推奨された。然し試験場や弱い送電線に於ては或は成功するかも知れないが、短絡容量の大きい送電線や、開閉所内の器具や導体が比較的近接してゐる場合には、これは架空的であると考えられる。

前述の電弧保護環への原則的の條件は次の方法で達せられる。即ち第1の條件は碍子の最上部及び最下部のフランジの縁から 30~40 mm 離れた処に環を配置すればよい。第2及び第3の條件は環がフランジの縁から上述の距離に保たれれば満足される。更に電弧が1度環脚に捕えられた後、所謂焙鋳電極 (Abbrandelektrod) に移されるのは電弧の電気力学的作用によるのである。

第1図により解る如く、電弧は電弧周囲の自己の磁界によつて電弧の脚の点は環上を外方へ移動する。



第1図—電弧の制御の例
Fig. 1—An example of control of the electric arc.

電弧がその附近の部分に届かない様な範囲に電弧を固定する第3の條件は、環を接地された導電支持具或は碍子頭部につけられた導体に結ばばよい。環には導電支持具と全く反対側に1つの割れ目がある。然し例えば大型碍子の様に支持具が十分に安定でない時は更に大きい支持具を用ひる事が出来るが、此の場合は小さい碍子 (100 V 位の) の中間接統具によつて分割しなくてはならない。必ずしも環を一体から作る必要はない。例えば碍子の反対側にある2つの空間で電弧を安全に固着出来る。此の事はしばしば円周の大きい碍子に適應される。此処では2個の別の環 (大抵半環) が使用され、各々は中央で大地或は碍子頭部の導体に上述の方法で接続され

てゐる。電弧は磁器から導体支持具のどちらかの側に移され、更に環の端にある焙鋳電極の何れか一方に導びかれる。此の配置例を第1図に、又唯一の環の場合を後の図に示してゐる。

電弧保護環の構造についての第4の條件は、既に述べた様に環の割れ目にある焙鋳電極の軸と碍子の軸及び向ひ合つてゐる焙鋳電極の軸が同じ平面内にあれば満足される。研究及び約 10 年間の實際の経験に依ると此の焙鋳電極の長さは約 60~80 mm で且つ直径は 10~15mm の大いさである。電弧が來ると此の種の電極では電磁作用によつて電弧電流が約 2,000 A 以上になると電弧の軸は電極の軸の延長と一致する。小さな電流値の時は此の方向を保たせる事は多少不確實にはなるが、その必要性も少くなる。電弧がもし何かの影響で電極の軸となす角度が 180 度よりも少くなると、自動的に反対側よりも更に強い磁界が此の角度内に現われて、直ぐに電弧の軸は最初の方に戻される。一般には焙鋳電極は碍子の軸に対して約 45 度傾斜させるのが有効である。夫故、碍子頭部と下部の保護環によつて出来る弧光通路の角度は 90 度となる。

此の方向効果は円筒形の鉄製の焙鋳電極を Vinidur で被覆する事によつて更に増大される。此の Vinidur 被覆は所謂電弧の脚点の気体 (主として塩素ガス) の効果に依つて大きな圧力を與える。ガスは電弧の脚点で同心的に、且つ電極の軸の延長方向にまで流れるので、電弧は此のガスに包まれ、安定性は更に大きくなる。その際は熱電離が重要な役目をしてゐる。其の上電極の核と Vinidur 被覆で絶縁された鉄の被覆によつて上述の方向効果は尙強められる。焙鋳電極は 5,000~6,000 A の電流値の電弧を約 2 秒間余り消耗しないで持続する事が出来る。十分に保護されてゐる送電線では、此の持続時間で充分である。

ネジを廻せばはづす事が出来る焙鋳電極は、開閉器具の次の検査の時に交換され、その費用も少く 1 個当り原價は 1 DM である。近代の送電線保護では遮断時間が短いので閃絡の時の電極金属の消耗も少い。此の構造の電弧保護環を使用する時に、使用電圧が約 150 kV より高い時は、先駆放電を避ける様に各装置部品の曲率はその電圧に適合されて居る。焙鋳電極では外側の鉄の被覆の所に孔球或は球状物体を使用するのが良い。

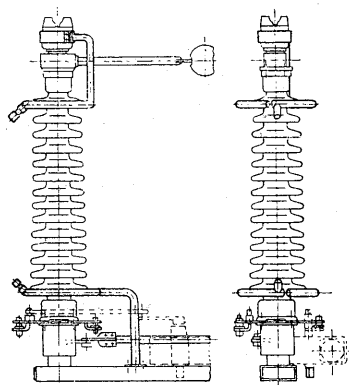
Bitterfeld 送電線では此の種の電弧保護環を完成後短期間の中に約 2,500 の発電所碍子及び長桿碍子 (Lang-

taeb)に設置した。その結果約10年間に全部で約250回の閃絡が生じたが、碍子を交換しなくてはならなかつた事は1度も無く、或は單に釉薬の表面を傷つけた程度である。然し此の中には組立の間違によつて生じた5~6個の失敗例は除外してあり、之も前に説明した構造上の條件に違反していた爲である。即ち碍子の上部及び下部の笠が傷つけられたのは電弧保護環の環がその笠の高さになかつたため、他の破損の場合は環の高さは正しかつたが碍子からの距離が色々違つて居たからである。第2の場合には焙鉍電極の環の間隔は約10mmでその反対側は更に接近して居た。此の時は所謂焙鉍電極の電弧の脚の点では釉薬が珪瑯質化していたが、磁器は交換する必要は無かつた。

110kVの設備で焙鉍電極の針端間を720mmの最小規程閃絡距離に保つ事は、此の電弧保護環では容易であり、此の閃絡距離が雷によつて閃絡したと云う事は最近の10年間の度々の雷雨の際には1度もなかつた。

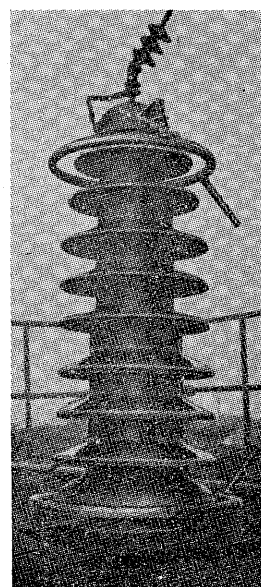
2. 實際に使用せられてゐる構造例

Bitterfeld送電線設備の中で、弱い部分の大半を占めてゐる110kV遮断器に急に電弧保護環を取付ける必要が生じた。第2図に吾々が推奨している電弧保護環をつ



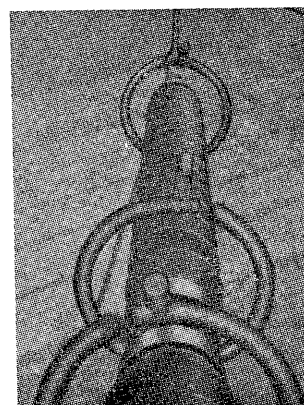
第2図—遮断器の電弧保護装置
Fig. 2—Arc-protecting device of circuit breaker.

けた110kV遮断器を示し、第3図にやはり電弧保護環をつけた屋根貫套管を示した、ここに示した環は一体であるが、大きいから充分な安定を得させる爲に更に2個の支持具が必要である。然し套管の端子で電弧保護環を套管の銅製キャップに止輪でしつかり固定しなくてはならないので、困つた事には、特別な化学作用の爲にその取付場所で亜鉛メッキした鉄製の環と銅製のキャップの間に腐蝕作用を生じ、此の部分では閃絡の際に比較的高



第3図—電弧保護装置をつけた
110kV屋根貫套管
Fig. 3—110kV Roof-bushing with
the arc-protecting device.

い電圧降下を生じて、電弧が正しく導かれなると云う事が偶然認められた。此の場合も磁器が傷つけられる事は無かつたが、銅製キャップと亜鉛メッキした鉄の環の間の腐蝕生成物が環の良好な効果を妨げた事が明かになつた。その結果銅製キャップと環はよく磨いて、良質な塗料を塗り、鉄製の環は短かい銅線で熔接し、端子にネジどめされてゐる。すべての同種の套管に此の様な設備改善を行つた後では、強い霧の際に度々閃絡が生じたが、すべて環が良く動作した。

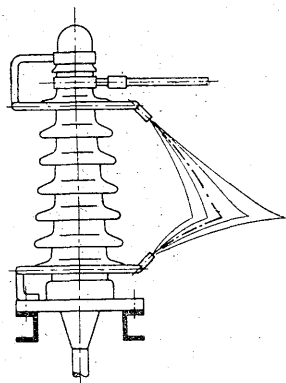


第4図—長桿碍子の電弧保護環
Fig. 4—Arcing ring for the
long rod type insulator.

長桿碍子にも多年來鉄製の電弧保護環が実用され、環は長桿碍子の鉄蓋の上に締付具で固定されてゐる。尙常に一定の接触抵抗を得る様に止輪の内被は少くと

も亜鉛メッキをするのが良い。

又電弧保護環の取付の時は、環の効果が磁界と関係があると前に述べた事は注意すべき事で、短絡電流は單に電弧附近に磁界を作る許りでなく、導体附近にも磁界を作る。この附近の磁界が電弧流に接近してると電弧自



第5図—ケーブルヘッドの不適当な導体の磁界による電弧の歪み

Fig. 5—Distortion of arc by the magnetic force of improper conductor of the cable head.

身に再び影響を與へる。第5図は電弧保護環をつけたケーブルヘッドで上記の影響を簡単に試験した結果、運転員が焙鉍電極で観察した思はしくない電弧の形状の場合を示してゐる。之を直すには環を約180度回轉すればよい。

3. 成 果

此の送電線では約2,500の碍子に此の構造の電弧保護環を取りつけ、約250回の閃絡が生じた事は既に述べた通りである。電弧保護環を取付ける前では閃絡後には磁器を交換しなくてはならない事を考慮すると、碍子1個当りの平均価格が戦前の価格で250DMとすると全部で約60,000~65,000DMの磁器分だけの費用を節約出来た事になる。其の上、上述の金額の約20~30%の取付費用を節約出来た。然し運轉の際は、その設備に直ぐ再び電圧をかけ得る事によつて生ずる節約が重要であつて、この節約は電弧によつて碍子の乾燥が行われるために更に大きくなる。此の節約を見積ることは重要な事で、例えば運轉中に單に1時間設備が中止すると、電流損失の爲に1,000~2,000DMの金額が出費する。

Bitterfeld 送電線に電弧保護環を取り付けた爲に著しく費用が節約されたと云う事は一般にも言い得る事であつて、亦電弧保護環が無い爲に運轉に適さない屋外開閉器具の代りに屋内開閉器具を用いる事は非常に高價なも

のになる。此の屋内設備でも汚損による閃絡は免れ得ない。然し此の事は接続されてゐる工場と殆んど同じ様に発電所の運轉の場合にも、とるに足らない事で、直ぐ再び回路は閉ぢられる。又電弧保護環の良好な効果のために、所員がやつてゐる設備を再投入する前に綿密に検査すると云う事をしないで済み得る。

又それ以來特に汚れた設備を通常電圧のかかつたまま水で洗滌出来、閃絡の回数が根本的に減つた事は重要な事である。然し單に長い積雪期間中洗滌が出来ず、雪解がする頃に現在でも閃絡は起る。

総 括

以上 Bitterfeld 送電線で実施され、且つ10年間に試験された電弧保護環について報告した。此の様に保護せられて居る碍子では、碍子に表われた電弧は磁器を少しも傷つけないと云う事が運轉経験によつて保証出来る。此の様な電弧保護環を取付ければ、例えば非常に汚損した爲に低い安定度になつてゐる設備を再び高め、或は電弧保護環の知識や、環を使用しなかつた爲に、非常に高價な屋内設備を使用しなければならなかつた場所に、屋外発電所を建設する事が出来る事となる。電弧保護環の費用は、その保護された碍子の價格に比べて比較的少ない。

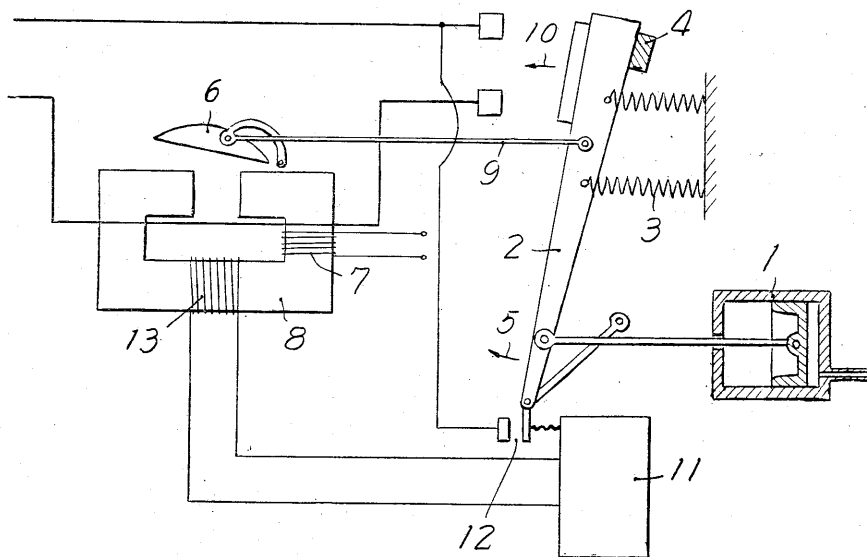
文 献

- [1] A. Roggendorf; Schutzarmaturen f. Hochspannungs-isolatoren, ETZ 92 (1941) S. 709.—Einflüsse der Verschmutzung auf Bau u. Betrieb v. Freileitungs-Hochspannungsanlagen, ETZ 64 (1943) S. 572.
- [2] H. Ziegler; Neue Erkenntnisse über den Lichtbogenschutz von Freileitungsisolatoren, ETZ 62 (1941) S. 325 u. 345.
- [3] F. Obenaus; Grundlegende elektr. u. mechan. Versuche an Langstabisolatoren aus Porzellan, Heschö-Mitt. (1938) H. 78/79.—Elektromechanisches Lenken des Kaskadenlichtbogens an mehrteiligen Isolatoren, ETZ 63 (1942) S. 467.—Lichtbogenvollschutz von Langstab-Isolatoren, Gemeinschaftsarbeit der Firmen Brown, Broveri & Cie. A.G./Hermstorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft/Rosenthal-Isolatoren Gmb H./ Steatit-Magnesia-A.G.
- [4] P. Hochhäusler; Die Wirkung von Schutzarmaturen an Langstabisolatoren, ETZ 61 (1940) S. 891.

(技術部変圧器課 前川定雄)

高速度遮断器 (特許第186607号)

高速度遮断器を閉路する場合、予め回路故障の有無を確認して、無い時だけ投入操作を継続し、有れば動作を中止して待期状態に戻る。此の様な操作が自動的に出来れば大変便利であります。



此処に紹介する発明は、此の様な操作を高速度遮断器独特の機構を利用して自動的に、而も確実にに行わせるものであります。之を説明する為に先ず高速度遮断器独特の複機構から説明しましょう。

図は開路の状態、之を閉路させるには先ず操作器(1)に例えば圧縮空気を入れます。然る時は接触子(2)の下部はばね(3)に抗してストッパ(4)を中心として時計方向に矢印(5)に示す様に動きます。従つて

接触子(6)は線輪(7)で附勢された電磁石(8)に接着し吸引固持されます。之が第一動作であります。次に操作器の空気を抜くとばね(3)の収縮力で接触子(2)は元の形に戻ろうとしますが、今度は接触子が固定している為当然桿(9)が支点となります。従つて接触子上方は矢印(10)の方向に回る事となり、嫌でも接触子は接点を閉成する事になります。之が高速度遮断器の普通の操作機構であります。

本発明では第一操作で接触子下方が一定の運動をする事を利用して、此の動作で開閉器(12)を閉じ検出装置(11)を働かせる様になっています。若し回路故障が検出されれば巻線(13)を附勢して巻線(7)の附勢を打消します。従つて接触子(6)は固定されず、第二操作を行う事が出来ず、閉路する事が出来ません。

此の発明によつて、今迄あつた様に別に故障検出装置を取付け高速度遮断器の操作前に之を予め回路に接続して試験し、無故障を検出すればおもむろに高速度遮断器投入のボタンを押す式の方法が如何にも原始的に見えて来ます。本発明品が之等に比べて構造簡單で作動の迅速確実な事は説明無しで御了解願えると存じます。

(技術部 池 上)

富士時報		第23卷	第4號
昭和26年3月20日印刷		昭和26年3月25日發行(3ヶ月1回發行)	
禁無斷轉載		非賣品	
編輯兼發行人	前 田 七 之 進		
印 刷 者	東京都千代田區神田多町2丁目7番地 佐 藤 保 太 郎		
印 刷 所	東京都中央區銀座3丁目4番地 株 式 會 社 文 祥 堂		
發 行 所	東京都千代田區丸ノ内2丁目6番地 富 士 電 機 製 造 株 式 會 社 内 「富士時報」編輯部 電話丸ノ内(23)2104		



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。