

逆流引外電磁石

技術部 廣瀬淳雄

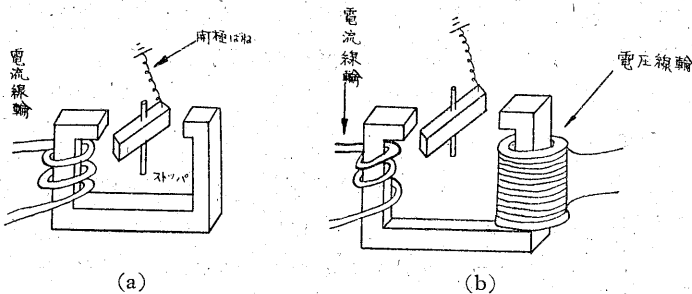
梗概

富士逆流氣中遮斷器は逆流引外電磁石に依つて引外される。本文に於いては此の電磁石の原理と特性と調整法に就いて述べる。

I 逆流引外電磁石の原理

逆流引外電磁石の原理を説明する爲の一段階として我々は先ず過電流引外電磁石に就いて考えて見よう。

過電流引外電磁石の最も簡単な一形式として第1圖(a)に示す様な廻轉接極子型の電磁石を考えれば、其の



第1圖

廻轉力 T と磁束量 ϕ との間には

$$T = f(\phi^2) \dots \dots \dots (1)$$

なる關係が成立する。

引外線輪の巻回数を n_1 として、之に流れる電流値を i_1 とすれば、更に

$$\phi = \varphi (n_1 i_1) \dots \dots \dots (2)$$

なる關係が成立する。

(1) 及 (2) 式から廻轉力 T は電流或は磁束の方向には無關係なる事、従つて電磁石は同圖 (b) の示す様に電流或は磁束の絶對値が臨界動作電流 i_{c1} 或は臨界動作磁束 ϕ_{c1} を超えた場合には正負に拘らず動作する事が知られる。即ち過電流引外電磁石は又同時に逆流引外電磁石でもある。

本文に於いて逆流引外電磁石と稱するものは此の過電流引外電磁石の逆流引外目盛を特に小さくした引外電磁石である。此の目的を達成する爲に逆流引外電磁石に於いては電流引外線輪の他に電壓線輪を附加えて一定のアンペア回数を加え、電流軸の原點を負の方向に移動させている。此の事は第1圖 (c) 及び (d) から明である。此處で注目すべき事は同圖 (d) に於いて磁束軸及びアンペア回數軸は (b) と變らない事である。

即ち (1) 式は逆流引外電磁石に於いても亦成立するが、(2) 式は成立せず、その代りに

$$\phi_2 = \varphi (n_2 i_2 - AT_0) \dots \dots \dots (3)$$

が成立する。

此處に n_2 は逆流引外線輪の巻數、 i_2 は其の電流値、 AT_0 は一定のアンペア回數である。

(3) 式或は第1圖 (d) から知られる様に逆流引外電磁石は逆流に對して動作すると共に或値以上の正電流に對しても動作する。

II 逆流引外電磁石の特性

1) 逆流目盛

逆流引外電磁石の逆流目盛は引外線輪の定格電流値に對して何%に定めるのが適當であろうか。例えば定格電流 100A の逆流氣中遮斷器は何 Amp. の逆流に對して動作すべきものであろうか。之は云う迄もなく常識的に考えても出来るだけ僅少の逆流に對しても應動する事が好ましいのである。然し乍ら無負荷となつた場合或は小電流の場合に誤動作をする事は好ましくない。特に此の様な電流を投入する場合には之に機械的衝撃が加わる故投入不能になる懼がある。又電壓線輪に加わる電壓の變動は該動作の原因となり得る。之等の點を考える時逆流目

盛は幾分の餘裕を見込んで定める必要がある事が認められる。

以上の點を考慮して當社に於いては逆流氣中遮斷器の逆流目盛を -7.5% とし居り、電氣規格標準調査會の氣中遮斷器標準規程 JEC-91 に於いては -10% と規定している。

2) 過電流目盛

前章に於いて既に述べた通り逆流氣中遮斷器は過電流に於いても亦應動するが、其の過電流目盛即ち過電流の臨界動作電流値は如何に定められるべきものであろうか。

我々は此問題を考えるに當つて、先ず過電流氣中遮斷器に用いる過電流引外電磁石に唯電壓線輪のみを附加する事に依つて逆流氣中遮斷器を作つた場合に、其の過電流目盛は如何になるかを検討して見よう。

今 ϕ_{c1} 及 ϕ_{c2} を過電流引外電磁石及逆流引外電磁石の臨界動作磁束とし、 i_{c1} 及 i_{c2} を同じく夫々の過電流臨界動作電流 I_0 を逆流引外線輪の定格電流とすれば

$$\phi_{c1} = \varphi (n_1 i_{c1}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\begin{aligned} \phi_{c2} &= \varphi (0.075 n_2 I_0 + AT_0) \\ &= \zeta (n_2 i_{c2} - AT_0) \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

となる。(4) 及 (5) 式に於いて $n_1 = n_2$, $\phi_{c1} = \phi_{c2}$, $i_{c1} = I_0$ なる故、此の兩式から

$$i_{c2} = 1.925 I_0 \approx 2 I_0 \dots\dots\dots (6)$$

を得る。

(6) 式から我々は第 1 圖 (b) の接極子の開始ばねを僅に強めれば、逆流目盛が -7.5% で過電流目盛が 200% の逆流引外電磁石を得る事となる。

即ち此の様な方法から得られた逆流引外電磁石には $100 \sim 200\%$ の過電流に対する保護能力を期待する事はできない。

それでは此の範圍の過電流に対しても保護能力を有し且つ -7.5% の逆流に対して應動する逆流引外電磁石を得る爲には如何なる條件が必要であらうか。

此の爲に (4) 及 (5) 式に於いて $i_{c1} = i_{c2} = I_0$, $\phi_{c1} = \phi_{c2}$ と置けば

$$n_2 = 1.86 n_1 \approx 2 n_1 \dots\dots\dots (7)$$

を得る。

即ち電流線輪の巻回数を同定格の過電流引外線輪の 2 倍とし、従つて電磁石の高さをも約 2 倍とし、接極子のばねを過電流電磁石の場合より稍強く張れば我々は目的にかなつた逆流引外電磁石を得る事ができる。

以上 2 種類の方式を比較する時、第一の方法は過電流引外電磁石との間の部品の共通性と云う大きな特徴を有して居り、過電流引外目盛が高い故負荷動機の起動等の短時間過負荷に対して應動し難いと云う利點を有している。第二の方法は之に対して定格電流値以上のあらゆる過電流に対して保護効果があるばかりでなく、後述の如く電壓變動に対する目盛の狂が少いと云う大きな利點を有している。短時間過負荷の問題とあらゆる範圍の過電流に対する保護効果の觀念とは明に矛盾する。然し乍ら氣中遮斷器の本來の使命を考える時、我々は過電流保護は定格電流以上のあらゆる電流値に対して働かせるべきであつて、短時間過負荷に依る應動はダッシュポット或は時計等の時限装置に依つて防ぐのが本筋である事を理解するであらう。直流電動機の起動電流は制御方式に依つては定格電流の 250% 程度に採られている。此の様な場合には第一の方法に於いても時限装置を必要とするのである。

從來我々は第一の法を採つて來たが、上述の點を考慮の上最近の設計に於いては第二の法を用いている。

3) 逆流目盛と過電流目盛の相互關係

本節に於いては逆流目盛と過電流目盛の相互關係に就いて述べる。

今逆流引外線輪の定格電流を I_0 とし、逆流引外電流値を $x I_0$ 、過電流引外電流値を $y I_0$ とすれば、第 1 圖 (d) から

$$-x n_2 I_0 + AT_0 = y n_2 I_0 - AT_0$$

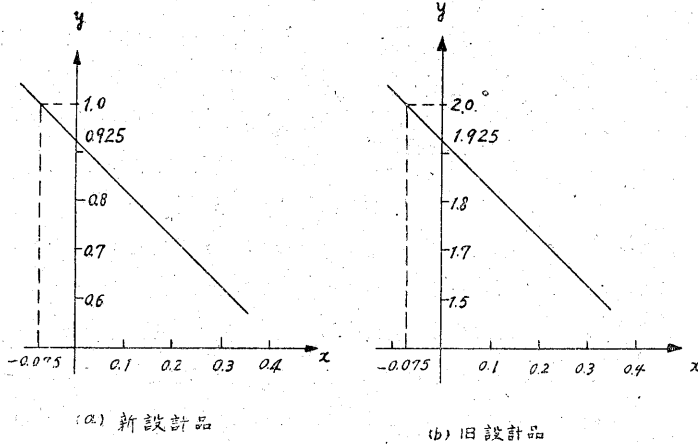
或は

$$x + y = 2m \dots\dots\dots (8)$$

を得る。但 $m = AT_0 / n_2 I_0$ 即ち電壓線輪と電流線輪のアンペア回數比である。此値を求める爲に

$$m = \frac{x+y}{2}$$

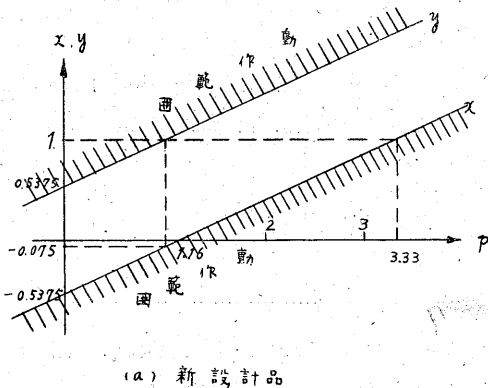
として $x = -0.075$ 、 $y = 1$ を此式に代入すれば、 $m = 0.4625$ を得る。之は新設計に依つた値で、舊設計に依るものは $x = -0.075$ 、 $y = 2$ を用いて得た値、 $m = 0.9625$ である。



第 2 圖

(8) 式を圖示すれば第 2 圖の様に xy 軸に對して 45° の傾斜を有する直線となる。之から判然とする事は假に逆流目盛を標準から 2.5% ずらせて -5% 或は -15% とした場合には過電流目盛も亦同量だけずれて 97.5% 或は 102.5% 又は 197.5% 或は 202.5% となつて、結局逆流目盛が比較的大幅に變動しても過電流目盛は比較的變化しないと云う事である。

4) 電壓變動と目盛變化



(a) 新設計品

逆流引外電磁石の引外目盛は標準電壓に於いて調整する。然し乍ら此の様にして調整された逆流氣中遮斷器の電壓線輪には實際に使用される場合には多少共標準電壓とは異つた電壓が印加される。此の様な電壓變動は引外目盛に如何なる影響を及ぼすであろうか。

之を檢べる爲に前節同様に逆流引外電流値を xI_0 、過電流引外電流値を yI_0 として、變動する電壓の標準電壓に對する比を p とすれば

$$-x m_2 I_0 + p \overline{AT}_0 = AT_c$$

$$y m_2 I_0 - p \overline{AT}_0 = AT_c$$

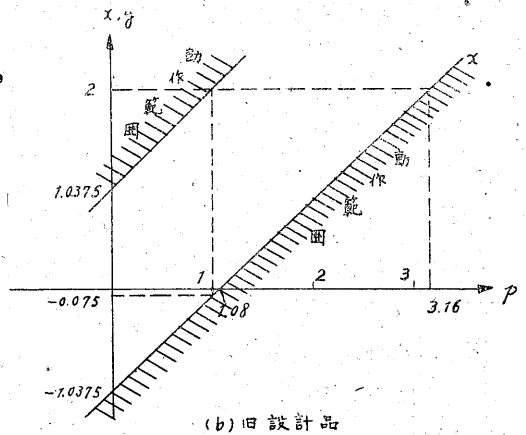
或は $x - mp = -C \dots\dots\dots (9)$

$y - mp = C \dots\dots\dots (10)$

但し m は前節同様な値であつて、 C は $AT_c / m_2 I_0$ 即ち臨界動作アンペア回數と引外線輪のアンペア回數の比である。(9) 式に $x = -0.075$ 、 $m = 0.4625$ 、或は $p = 1$ を代

入すれば $C = 0.5375$ 或は 1.0375 を得る。

此の値を以て (9) 及 (10) 式を圖示すれば、夫々第 3 圖 (a) 及 (b) を得る事ができる。(a) と (b) を比較した場合に新設計即ち $m = 0.4625$ の場合と、舊設計 $m = 0.9625$ の場合とでは相當な違がある事に氣が附く。第一に (a) 場合は (b) の場合に較べて不動作範圍の幅は約 $1/2$ になつてゐる。第二に (a) に於いては (b) に比して直線の傾斜が少い事である。之は新設計に依るもの、



(b) 旧設計品

第 3 圖

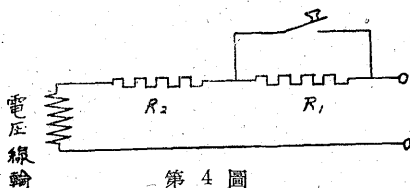
方が舊設計に依るものに比して電壓の影響を受ける事が少い事を示してゐる。影響の比を傾斜の比で表はせば、 $0.4625/0.6625=48\%$ となる。

目盛の狂が特に問題となるのは逆流目盛即ち x 直線に於いてであつて、其の中でも無負荷應動電壓は特に重要である。(a) 及 (b) から此の電壓は夫々標準電壓の 116% 強及 108% 弱なる事が知られる。即ち舊設計に依れば電壓が標準の 108% に昇れば既に動作するが、新設計に依る時は 116% に於いても誤動作する事は無い。

此の數字から結論される事は新設計は舊設計に比して愈に特性が優れている事と云う事、及び設計の逆流引外電磁石に於いても電壓電源としては出来るだけ電壓變動の少いものを選ぶべきであると云う事である。此の爲には電源としては電池を用いる事が好ましく、然らざる場合は確實で電壓變動の少い交流電源から適當な整流装置を用いて變動の少い直流電壓を得る事が望まれる。即ち電壓變動の大きな主回路から直接電壓を取る事は成る可く避ける可きである。

5) 逆流引外電磁石の人為引外

第 3 圖 (a) 及び (b) から我々は $p=3.33$ 及び 3.16 に於いて $x=+1$ 及 $+2$ となる事を知る。即ち正電流が夫々 I_0 及 $2I_0$ 流れて此の電磁石が過電流引外の臨界状態にある時に AT_0 を 3.3 倍及び 3.16 倍にする時は磁束の方向は逆になるが同じく臨界状態に達する。若し此の電流の値が I_0 或は $2I_0$ 以下なる時は電磁石は動作すべからぬ。



第 4 圖

AT_0 を強める爲には第 4 圖の如く電壓線輪の直列抵抗を短絡すれば良い。圖に於いては直列抵抗の一部を短絡する場合を示したが、 $R_2=0$ とせねばならぬ場合、即ち全抵抗を短絡せねばならぬ場合もある。

逆流氣中遮斷器を電磁投入方式とした場合には我々は此の遮斷器を配電盤から開閉する事ができる。

III 逆流引外電磁石の調整

逆流引外電磁石の調整をするには臨界動作磁束 Φ_0 と電壓線輪のアンペア回數 AT_0 を整定せねばならない。 Φ_0 は第 1 圖 (c) に示す回轉接極子のばねと開極位置を定めるストップに依つて決定される。ストップは成可く短くして開極距離を大きく取る方が良い。何となれば此の距離を大きく取つた場合には接極子は動作時に大きな慣性を有し確實に引外を行う故である。

AT_0 は直列抵抗値を加減する事に依つて調整することができる。

1) 電流線輪と電壓線輪を併用する方法

此の方法は工場試験に於いて行われる方法で、 Φ_0 を定める爲に電壓線輪を無電壓として新設計の品に於いては $0.5375I_0$ 、舊設計の品に於いては $1.0375I_0$ を流す。此の時電磁石が臨界動作状態に達する如くばねとストップを調整する。次に電流線輪に $-0.075I_0$ を流し、電壓線輪に加壓して直列抵抗を加減し臨界状態に達せしめる。此の際電壓線輪上電流線のアンペア回數は相加の様々に電壓線輪に加壓しなければならぬ。人為引外方式を使用するものでは電壓線輪を此の方向に勵磁して置いて電流線輪に過電流引外電流値に近い正電流を通じ、臨界状態に達せしめ第 4 圖の R_1 を短絡した場合に電磁石が確實に動作する事を驗證せねばならない。

2) 電壓線輪のみに依る方法

前の方法では電流線輪に電流を流し其値を調整せねばならぬ故、低壓の直流發電機を必要とする。然し場合に依つては電流電源を得られぬ場合がある。例えば使用中に電壓線輪が焼損して之を取換えようとする場合、或は過電流氣中遮斷器を逆流氣中遮斷器に改造しようとする場合が之である。

此の様な場合には我々は電壓線輪のみに依つて調整を行わねばならない。此爲には我々は電流線輪の巻數 n_2 と電壓線輪の巻數 n_0 を知る必要がある。 n_2 と n_0 の比を g とすれば、前節の電流線輪に $0.5375I_0$ 或は $1.0375I_0$ を

(23 頁に續く)



*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。