

空気遮断器による励磁電流遮断時の異常電圧

Over-Voltages due to Interruption of the Exciting Currents by Air Blast Circuit Breakers

山 崎 精 二* 細 川 正 男*

Seiji Yamasaki Masao Hosokawa

内 容 梗 概

変圧器の励磁電流遮断時に発生する異常電圧については、影響を及ぼす因子が多くて明確な取扱いがなされておらず、確率的な現象だと片付けられてきたきらいがある。異常電圧に及ぼす回路条件、動作責務(定常励磁電流か過渡励磁電流)、開極位相、遮断部構造の影響および並列非直線抵抗による抑制効果について、種々の単相工場試験を行った結果、異常電圧を決定する因子がほぼ明らかとなったので報告する。異常電圧を考える場合には、回路定数、動作責務、開極位相のほかに、極間絶縁耐力特性、並列非直線抵抗特性、遮断可能電流値などの遮断器固有の特性をも考慮しなければならない。一般に定常励磁電流遮断時には異常電圧は小さく問題にならないが、過渡励磁電流遮断時には場合によっては苛酷な異常電圧を発生することがある。しかし並列非直線抵抗を用いることにより、苛酷な異常電圧を抑制することができる。

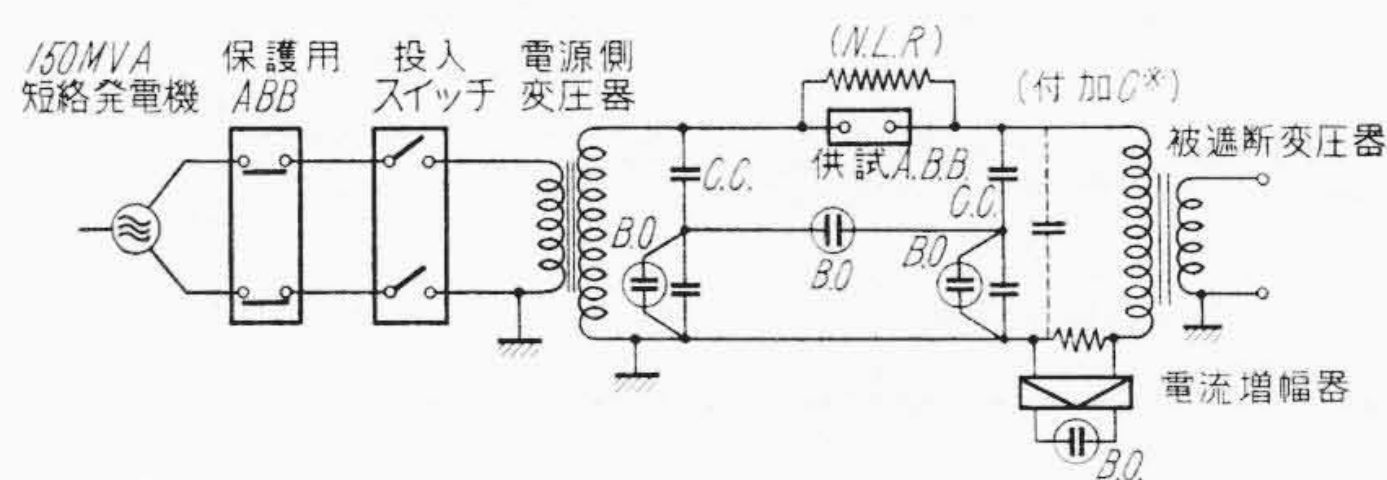
1. 緒 言

遮断器の開閉に伴う異常電圧として従来は無負荷送電線あるいはケーブル回路の遮断時の再点弧によるものが問題になっていた。最近の遮断器ことに空気遮断器(以下 A. B. B. と略称する)は強力な他力消弧方式であるためこの再点弧による異常電圧の問題はほとんど解決された。そして新たに無負荷変圧器およびシャントリアクトルなどの誘導性小電流遮断時の異常電圧が浮び上ってきた⁽¹⁾。

この現象は簡単にいえば強力な消弧力によって交流電流自然零値前のある有限値 i_c で直流遮断のごとく急激に電流値を絞って遮断する結果、変圧器、リアクトル巻線の大きなインダクタンスの両端に異常電圧を発生する現象である。見方を変えれば i_c で遮断したときインダクタンス L 中に貯えられていた磁氣的エネルギーが巻線の持つ漂遊容量 C との間に振動を発生する現象である。

したがってこのとき発生する異常電圧は遮断される変圧器およびリアクトルの特性とか、使用する遮断器の消弧特性などによって大幅に影響を受けることは明らかである。またこの異常電圧を制限するために遮断器に非直線抵抗(以下 n. l. R. と略称する)を並列に付加する場合があるが、その特性によっても制限効果は異なってくる。さらに細かく考えてゆくと励磁電流の波形、遮断器開極位相などによっても発生異常電圧が変化することがわかってきた。

この異常電圧発生についてすでに数多くの研究^{(2)~(4)}がなされているが、電流遮断の機構とか回路定数による影響などが主であり、異常電圧が実際にはどのような値になるかについてははっきりしていないように考えられ



第1図 試験回路

る。本報告では異常電圧発生に影響する因子について主として工場試験から総括的な検討を加えた結果と現地使用時の発生異常電圧を推定する方法とを述べる。

本論文で考察した因子を大別すると

- (1) 変圧器あるいはリアクトルのサージインピーダンス($\sqrt{L/C}$)と遮断電流値(i_c), $V_c = i_c \sqrt{L/C}$ で考える
- (2) 遮断器の固有の極間絶縁耐力回復特性(V_P 特性と略称する)。
- (3) 前記 n. l. R. 特性

以上3条件である。これらはいずれも使用変圧器、遮断器によっておのずから決定されるものである。

これ以外の電流波形、開極位相などが真の確率的現象を支配する因子であるので工場試験にはこのことを考慮して実施した。

2. 試験回路および試験結果

2.1 試験回路

試験回路は第1図のようにすべて単相回路である。回路条件として供試変圧器、遮断器を変更し、また n. l. R. およびコンデンサの有無による影響を検討した。試験を能率よく行うために対称あるいは非対称電流を流すように投入位相調整を行い、一方 A. B. B. の動作も開極位相調整を行って、電流波形、開極位相を一定に制御した。

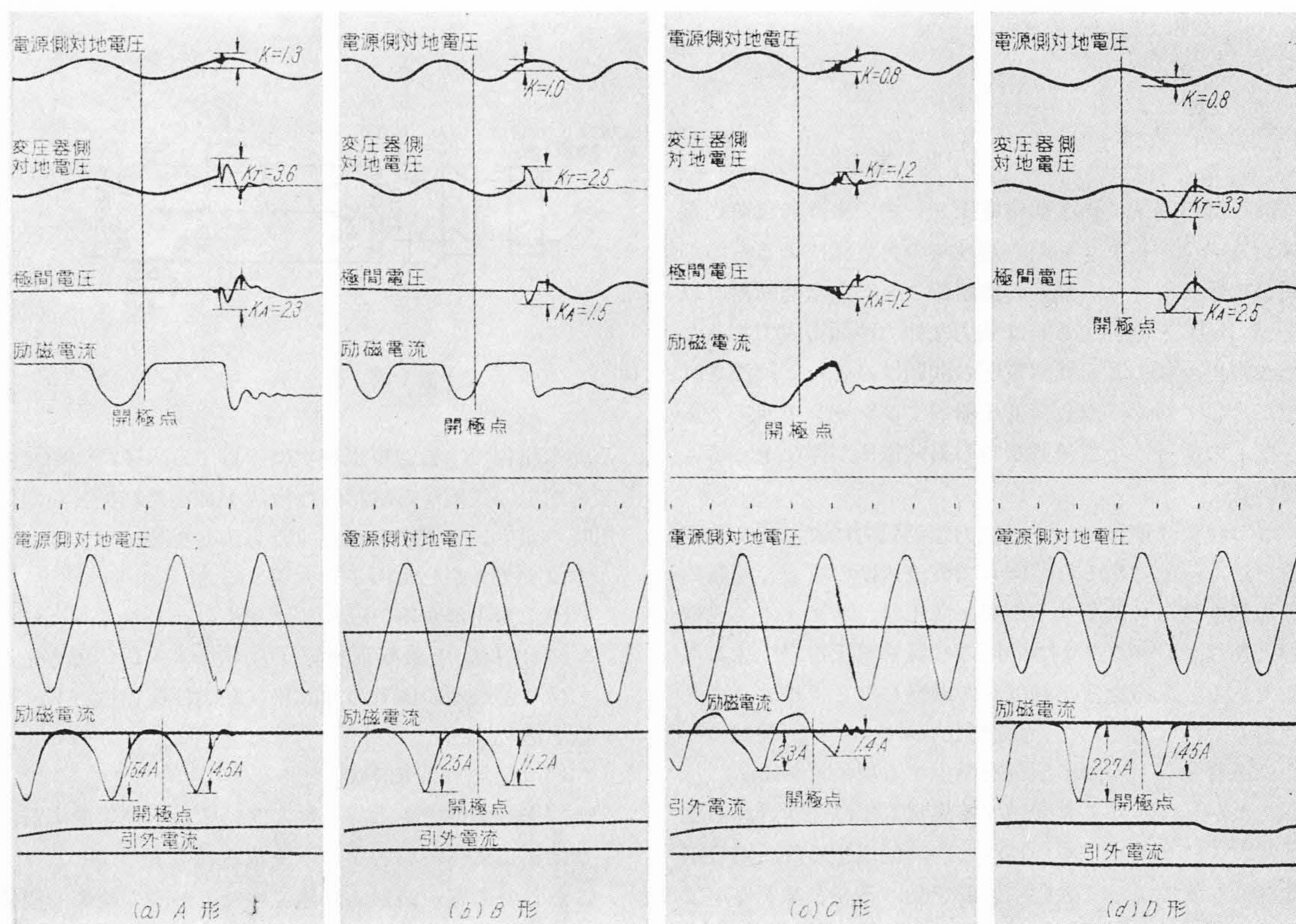
* 日立製作所日立研究所

第1表 モデルⅠ形遮断器試験結果

試験番号	試験電圧 (kV)	励磁電流波高値 (Ap)	アーク時間 (μ)	異常電圧倍数		波 形				試験回数	試験条件	
				A. B. B. 極 間	変圧器側	A	B	C	D		遮断電流	並列 n.l.R.
1	23	0.4~3.2	0.26~0.34	1.0~1.6	1.0~1.9			10/10		10	対称小電流	なし
2	23	1.4~2.7	0.24~0.32	1.0~1.2	1.0~1.6			8/s		8	対称小電流	あり
3	23	12.3~22	0.41~0.56	1.6~2.4	2.6~3.7	10/10				10	非対称大電流	なし
4	23	12.5~19.4	0.35~0.52	1.4~1.5	2.2~2.5		10/10			10	非対称大電流	あり

第2表 モデルⅡ形遮断器試験結果

試験番号	試験電圧 (kV)	励磁電流波高値 (Ap)	アーク時間 (μ)	異常電圧倍数		波 形				試験回数	試験条件	
				A. B. B. 極 間	変圧器側	A	B	C	D		遮断電流	付加 C
1	42	158~370	0.31~0.58	1.0~2.6	1.6~3.3	4/10		2/10	4/10	10	非対称大電流	あり
2	42	16~40	0.27~0.41	0.8~1.4	1.1~1.8			8/s		8	非対称小電流	なし
3	42	16~21	0.26~0.36	0.7~0.9	0.9~1.1			8/s		8	非対称小電流	あり



上: B.O.

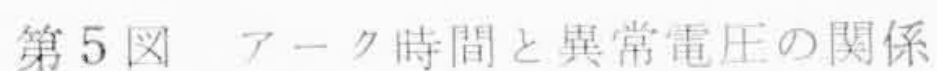
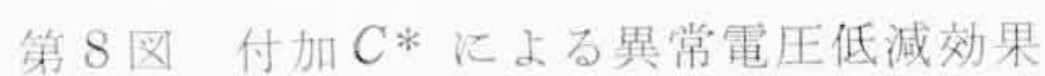
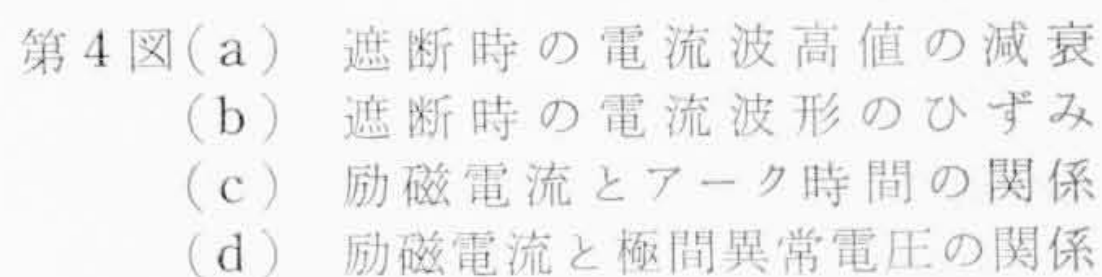
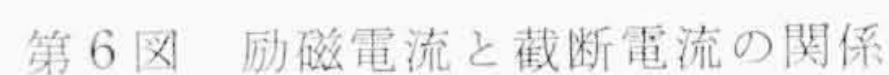
下: M.O.

第2図 励磁電流遮断時のオシログラム

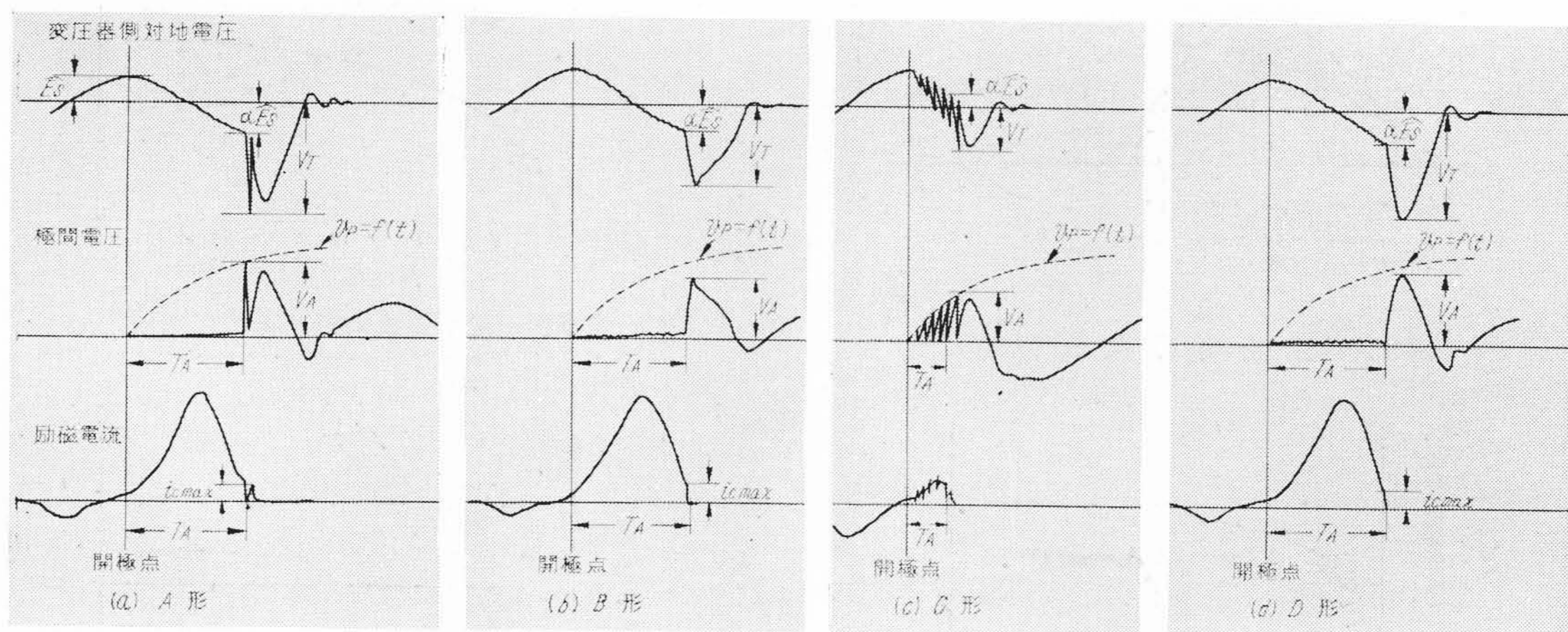
2.2 試験結果

2種のモデル遮断器について実施した試験結果を第1, 2表に示す。これらの表を一見すれば遮断電流が非対称波形で大きい場合は異常電圧が大きく、並列 n.l.R., 付加コンデンサにより異常電圧が低下していることが認められる。アーク時間も非対称電流のほうが長くなっているが、開極位相をほぼ一定にしているので、この差は電流値によるものであり、のちほど詳しく考察する。

代表的なオシログラムを、第2図に示す。遮断時の電流波形は、アークあるいは再点弧の繰返しなどにより減衰しひずんでいるが、この有様を第3図に模写的に示す。第4図は、遮断電流波高値 I_N と電流の減衰 i/I_N , ひずみ T_A/T_N , アーク時間 T_A , 極間異常電圧の関係を開極位相 t_0 をも含めて求めたものである。遮断電流波高値 I_N の増大とともにアーク時間 T_A , 並列 n.l.R. のない場合の異常電圧が大きくなっている。第5図は、アーク時間



と異常電圧の関係を求めたもので、並列 n. l. R. のない場合の極間異常電圧は、ほぼ V_P 特性曲線上の値となり、並列 n. l. R. のある場合には、ほぼ一定値となっている。第6図に遮断電流波高値と遮断電流の関係を示す。電流値の小さいところで最大遮断電流値も小さいが、これは再点弧の繰返しにより電流値自体が減衰し遮断器の遮断可能な値より小さいためである。第7図は、遮断完了時の遮断電流 i_c と異常電圧 V_C の関係を実測結果より求めたもので、(×印で表示)、並列 n. l. R. 特性、最大極間絶縁耐力値 V_{Pmax} をも併記した。アーク時間が長くて極間絶縁耐力値が大きい場合には、 $i_c < 1.3A$ では V_C により決まり、 $i_c > 1.3A$ では V_{Pmax} により抑制され、並列 n. l. R. のある場合には V_R により抑制される。第8図は、変圧器に並列に付加 C^* を用いた場合の例である。



第9図 異常電圧波形の分類 (第2図参照)

3. 異常電圧の決定因子

3.1 異常電圧波形の分類

励磁電流遮断時の異常電圧波形は第9図に示すように四つの形に大別することができる。この波形の差異はその原因と相まって異常電圧値とも関係がある。

A形：過渡励磁電流遮断時のごとく開極時の電流値が大きく、開極後安定したアークとなり電流瞬時値が小さくなって電流遮断を生じたときに発生する極間異常電圧が、 $V_P < V_C$ であるために再点弧時の V_P 値で与えられる場合をA形と名づける。

B形：電流値が大きく開極後安定したアークとなつて続き、電流遮断時の極間異常電圧が並列 n.l.R. により抑制され V_R 値で与えられる場合をB形と名づける。

C形：定常励磁電流遮断時のごとく開極時の電流値が小さく、開極後ただちに電流遮断、再点弧を繰返し、極間異常電圧が V_P 値で与えられる場合をC形と名づける。

D形：電流値が大きく開極後安定したアークとなつて続き、電流遮断時の極間異常電圧が $V_P > V_C$ で1回も再点弧せず、 V_C 値で与えられる場合をD形と名づける。

一般に極間異常電圧 V_A の値としては、A形>D形>B形>C形なる関係のあることは、以上の説明より明らかである。

3.2 異常電圧の決定因子

試験結果および異常電圧波形の分類より考えて、極間異常電圧 V_A は V_C , V_P , V_R を考えて初めて値が定まる。 V_A の値としては最後の電流遮断時あるいは一つ前の電流遮断時の V_C , V_P , V_R の最小値で与えられる。

$$V_C = \eta i_c \sqrt{L/C} : \text{電流遮断による発生異常電圧} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$V_P = [f(t)]_{t=T_A} : \text{遮断器極間の絶縁耐力による抑制電圧} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$V_R = \gamma K i_c^\beta : \text{並列 n.l.R. による抑制電圧} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに

η : 変圧器の損失、遮断電流波形により決まる常数

i_c : 遮断電流

$\sqrt{L/C}$: 変圧器のサージ・インピーダンス

$V_P = f(t)$: 極間絶縁耐力特性

γ : 回路定数、遮断電流波形により決まる常数

$V_R = K i_c^\beta$: 並列 n.l.R. 特性

変圧器側の異常電圧 V_T は、極間異常電圧 V_A に遮断瞬時の電源電圧瞬時値 $\alpha \hat{E}_S$ を加えた値となる。

$$V_T = V_A + \alpha \hat{E}_S \quad \dots\dots\dots (4)$$

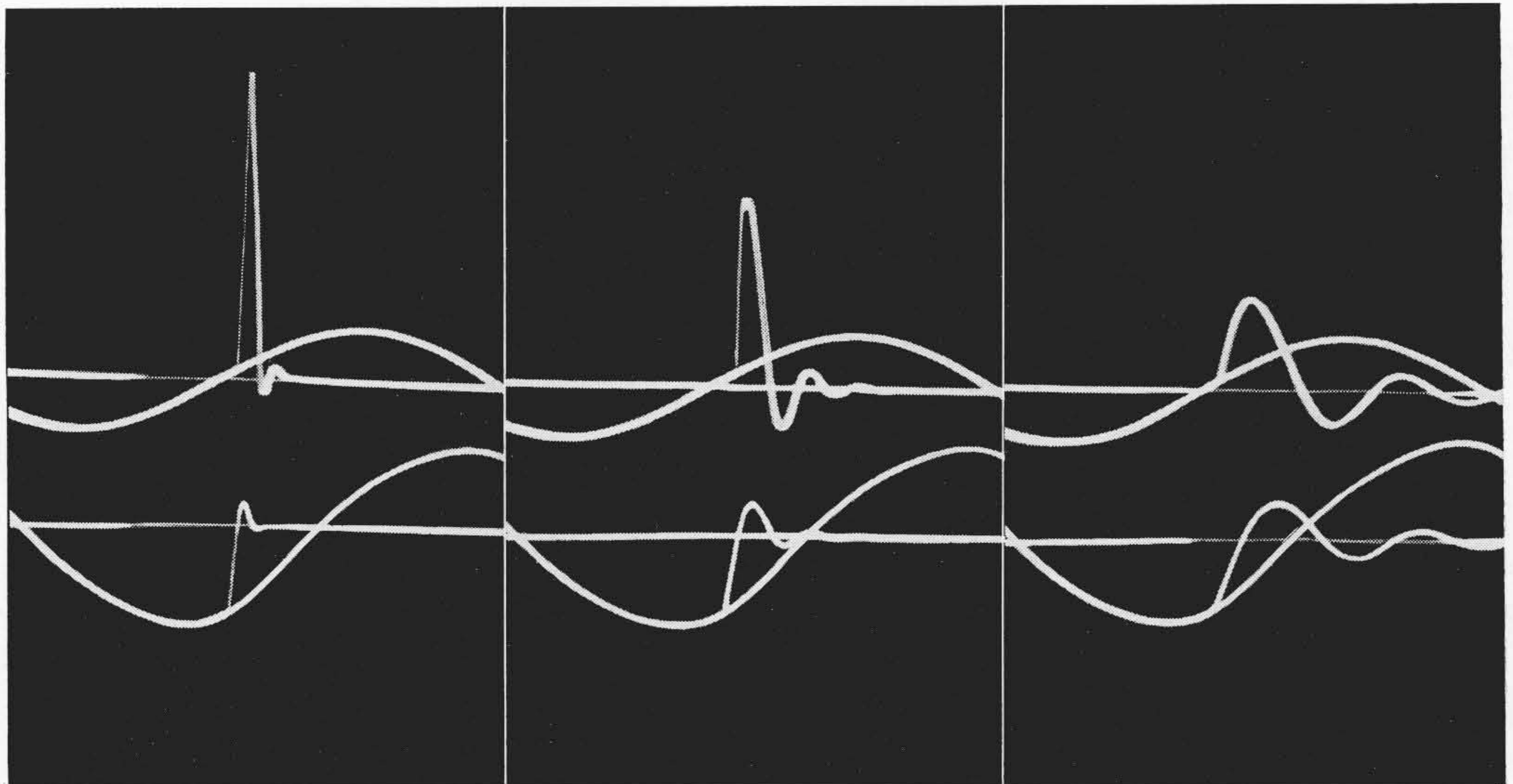
次にこれら V_C , V_P , V_R および V_T について検討する。

4. 異常電圧

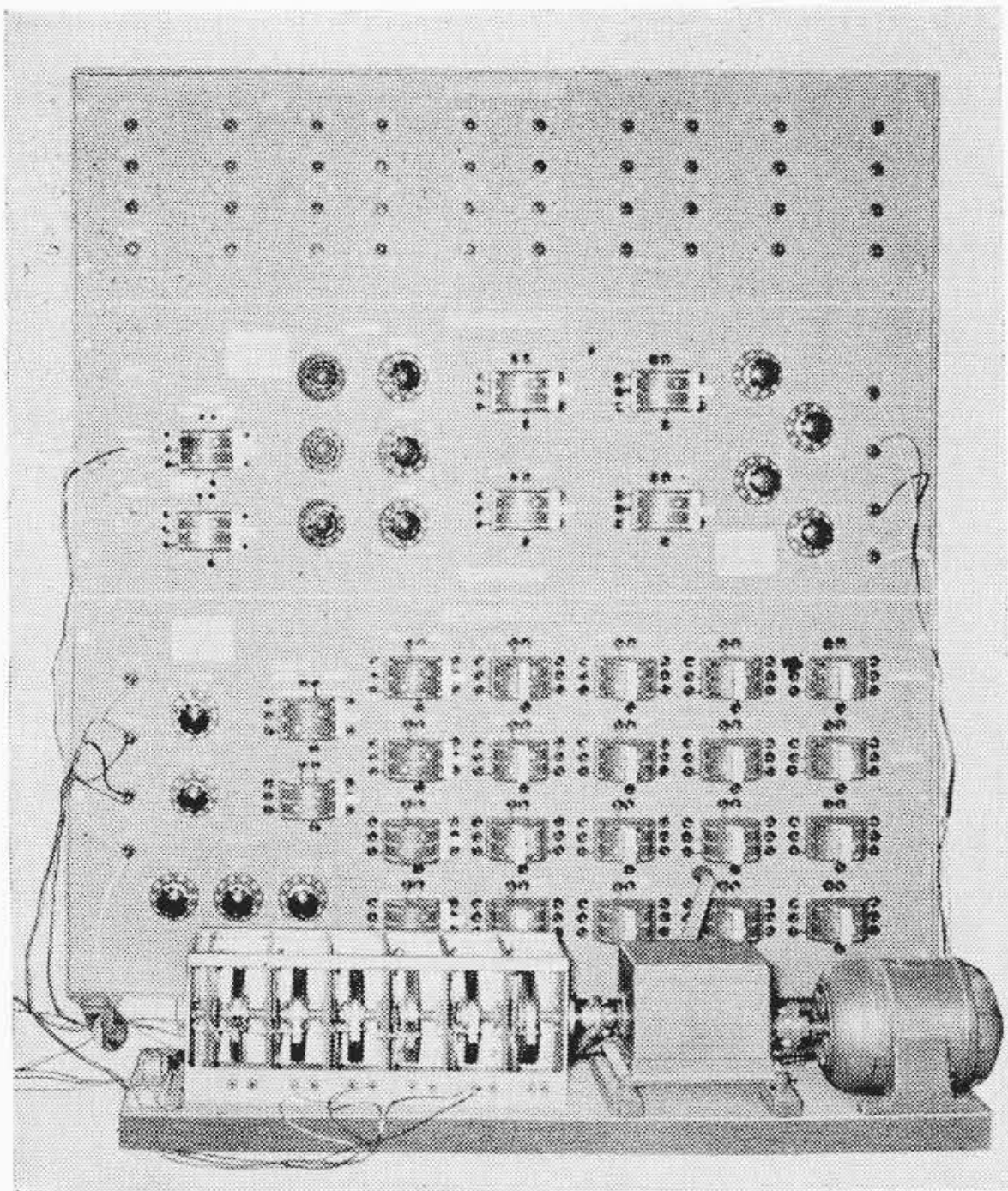
4.1 電流遮断による発生異常電圧 V_C

遮断電流値は第6図に示したように最大4.5Aで、同じ遮断電流でも遮断電流値は若干ばらついており、また遮断電流の小さい範囲では電流の減衰により遮断電流値も小さい。並列 n.l.R. の影響は認められないが、これは電流遮断時の電圧における n.l.R. のコンダクタンスが非常に低いためと考えられる。なお記述していないが、モデルⅡ形遮断器について遮断電流を20Aから370Aまで増加して遮断電流値を求めると、3.5Aから2Aとなり、結局遮断電流値の増加とともに遮断電流値が若干小さくなる傾向がある。

なお付加C*により遮断電流値が増大すると発表⁽²⁾⁽³⁾されているが、モデルⅡ形遮断器について行った結果からは有意差が認められなかった。いずれにしても遮断電



上：電圧波形（試験電圧 15V） 下：電流波形（試験電流 25mA）
 (a) $C=0.02\mu F$ (b) $C=0.1\mu F$ (c) $C=0.5\mu F$
 第10図 付加Cによる異常電圧低減効果



第11図 励磁電流模擬回路試験装置

流値は、試験電圧、電流値が与えられれば、遮断器固有の特性によりほぼ決まるもので遮断部構造、操作気圧により変るある値を中心とした確率的分布をなすものである。一般に消弧力の大なる遮断器では遮断電流値も大きい。

遮断電流が遮断器固有の特性により決まる結果、 V_C に及ぼすほかの要素は変圧器特性である。第8図はⅡ形遮断器を用いて、変圧器のサージ・インピーダンスを低減すべく静電容量を並列に挿入して影響を調べた実測結果であり、付加静電容量の異常電圧低減効果が明瞭に示さ

れている。第10図は模擬回路(第11図参照)を用いて付加静電容量の効果求めたオシログラムの一例である。(1)式の η としては0.7~0.8を考え、 L は定常インダクタンスの値を用いれば、実測値と計算値はほぼ満足すべき一致を見た。

4.2 遮断器極間絶縁耐力による抑制電圧 V_P

遮断電流による V_C の値は、開極後の V_P 値に比して大きいために再点弧し第5図に示したように V_P 特性曲線上の異常電圧しか実際には表われない。したがって逆にアーク時間と V_P 特性から極間異常電圧の推定も可能となる。

アーク時間 T_A は、電流波形、開極位相により異なり、またA、B、D形のように開極後アークとなって続く場合と、C形のように開極後、電流遮断、再点弧を繰返す場合とでも異なる。しかしひずみ $k = T_A / T_N \div 0.8$ は第4図に示したように、開極位相、遮断電流値に関係なくほぼ一定値となり I_N の大きい開極後安定なアークとなる場合はばらつきも小さい。したがって遮断電流半波の周期 $T(\sim)$ 、開極位相 $t_o(\sim)$ よりアーク時間 $T_A(\sim)$ はほぼ次式で与えられる。

$$T_A = k T_N \div k(T - t_o) \div 0.8(T - t_o) \dots \dots \dots (5)$$

開極後アークとなつてつづく場合は、変圧器のインピーダンスにアーク抵抗が加わり電流が減衰したと考えられ、一般に非対称大電流であるため電流下降時の dI/dt が大きく第3図に示すように $T_N = T - t_o$ と考えても大きな誤差は表われない。

開極後、電流遮断、再点弧を繰返す場合は、遮断完了までの時間をアーク時間と定めていることより考えて、

V_P 特性が変ればおのずからアーク時間も変り、 V_P 特性の立上りが早ければ T_A , k とも小さく、 $k \div 0.6$ なる値をⅡ形遮断器で得ている。小電流領域では k のばらつきも大きいが 0.6~0.8 と考えて差つかえない。なお K. Berger⁽⁴⁾ 氏の算出した計算式による値、(5)式を用い V_P 特性より求めた値および実測値は、対称小電流では、ほぼ一致した値を得た。

V_P 特性は、遮断部構造、操作気圧により決り短絡電流、充電電流遮断性能の良い遮断器では立上りが早く、またこのような遮断器では遮断電流値も大きい。したがって V_P 特性の立上りの早い遮断器で過渡励磁電流を遮断する場合には、立上りのおそい遮断器にくらべて T_A に対する V_P 値が大きく、また電流遮断による V_C が大きいために異常電圧を発生する可能性を増す。一方、定常励磁電流遮断時でも同様に考えられるが、電流の減衰、ひずみが大いいために T_A , k が小さく、実際にはほとんど異常電圧を発生しない。

A. B. B. には並列 n. l. R. が用いられ、次に述べる異常電圧抑制効果により、苛酷な異常電圧は抑制される。

4.3 並列 n. l. R. による抑制電圧 V_R

並列 n. l. R. の異常電圧抑制値について、すでに図式解法⁽⁵⁾⁽⁶⁾ が発表されているが、第7図に示すように並列 n. l. R. 特性と遮断電流値により概略値を求めることができる。(3)式の γ の値としては、第7図から求めると $\gamma \div 0.9$ であるが、ほかの試験では $\gamma \div 1$ の場合もある。回路定数、遮断電流波形の影響もはいるが、一般的に安全側に考えて $\gamma = 1$ とし差つかえない。

4.4 変圧器側の異常電圧 V_T

励磁電流遮断時に異常電圧として問題になるのは主として変圧器側である。一般に電源側のサージ・インピーダンスは変圧器側のそれに比べて無視できるので、変圧器側異常電圧 V_T は(4)式で与えられ $|\alpha| < 1$ である。(第5図で $\alpha > 1$ の場合もあるが、工場試験で電源側のサージ・インピーダンスがかなり大きかったためである)。 α の値は遮断完了位相により異なり、遮断電流波形によりほぼ次のとおり与えられる。

$$\left. \begin{array}{ll} \text{定常対称電流遮断時} & \alpha = -0.2 \sim 0.2 \\ \text{過渡大電流半波遮断時} & \alpha = 0.4 \sim 0.8 \\ \text{過渡小電流半波遮断時} & \alpha = -0.2 \sim 0.2 \end{array} \right\} \dots\dots (6)$$

4.5 異常電圧の推定法

供試 A. B. B. が与えられると最大遮断可能電流値 i_{cmax} が実験的に求まる。供試回路の励磁電流波高値 $I_N > i_{cmax}$ の場合には、変圧器特性、供試 A. B. B., および(5)式より、(1), (2), (3)式の V_C , V_R , V_P が求まる。このとき V_C , $V_R < V_P$ ならば遮断が完了し、D形あるいはB形となり V_C , $V_R > V_P$ なら再点弧し2回目の電流遮断を行う。 I_N が大きく安定なアークとなって続く場合は、2回目の遮断電流値は最初の値より小さく通常 V_C , $V_R < V_P$ で遮断が完了する。したがって $I_N > i_{cmax}$ の場合は結局 i_{cmax} における V_C , V_R , V_P の最小値で極間異常電圧が与えられることになる。

$I_N < i_{cmax}$ の場合は、開極後ただちに電流遮断を生じ異常電圧 V_C を発生しようとするが開極直後の V_P 値が低く再点弧し、電流遮断、再点弧を繰返し V_C , $V_R < V_P$ で遮断が完了する。厳密には V_C , V_R , V_P を電流遮断の瞬時瞬時に考えなければならない。一般にこの場合は V_C , V_R の絶対値も小さく V_P 値の小さいところで遮断が完了し、すべてC形となる。したがって簡単には(5)式の $k \div 0.6 \sim 0.8$ として T_A を求め V_P 値より推定できる。対称電流、非対称小電流半波を遮断する場合は T , T_N , したがって T_A も小さく異常電圧も小さい。

変圧器側の異常電圧は、(6)式を使って(4)式より求めることができる。

5. 現地試験結果⁽⁷⁾

第3表は現地試験結果である。定常励磁電流を遮断するときは異常電圧として問題ないことが明らかである。

6. 結 言

(1) 変圧器の励磁電流遮断時に遮断器極間に現われる異常電圧 V_A は

$V_C = \gamma i_c \sqrt{L/C}$: 遮断電流による発生異常電圧

$V_P = [f(t)]_{t=T_A}$: 遮断器極間の絶縁耐力による抑制電圧

$V_R = \gamma K i_c^{\beta}$: 並列 n. l. R. による抑制電圧

の最小値で与えられ、変圧器側の異常電圧 V_T は

$$V_T = V_A + \alpha \hat{E}_s$$

で与えられる。

第3表 現 地 試 験 結 果

供 試 A. B. B.	試 験 場 所	供試変圧器	試 験 電 圧 (kV)	励 磁 電 流 (A)	異 常 電 圧 倍 数		試 験 回 数	動 作 責 務
					変 圧 器 側	電 源 側		
80.5kV, 2,500MVA	中部電力玉川 S.S.	50 MVA	70	7	1.0~2.1	1.0	3	0
69kV, 2,500MVA	東北電力平 S.S.	50 MVA	63.5~64.2	10.2	1.0~1.8	1.0	7	0
161kV, 3,500MVA	東北電力会津 S.S.	50 MVA	152	3.0	1.0~1.8	1.0	7	0
161kV, 3,500MVA	中部電力新大高 S.S.	90 MVA	147	7	1.0~1.5	1.0	5	0

(2) 異常電圧概略値の推定法として、極間異常電圧 V_A は過渡大電流半波遮断時には、 $T_A \div 0.8(T-t_0)$ 、および $i_c = i_{cmax}$ として求めた V_C 、 V_P 、 V_R の最小値で与えられ、一方定常小電流遮断時、過渡小電流半波遮断時には、 $T_A \div 0.6 \sim 0.8(T-t_0)$ として V_P 値より与えられる。

変圧器側異常電圧は、前者では $\alpha = 0.4 \sim 0.8$ 、後者では $\alpha = -0.2 \sim 0.2$ により求められる。

(3) 一般に過渡大電流遮断時には定常小電流遮断時より異常電圧発生確率は大きい。しかし並列 n.l.R.

の使用により苛酷な異常電圧を抑制することができ
る。

参考文献

- (1) 福田：電力用遮断器便覧 100 (昭 30 オーム社)
- (2) L.R. Bergstrom etc: C.I.G.R.E. No. 117 (1954)
- (3) A.F.B. Young: P. I. E. E. 100 377 (Aug. 1953)
- (4) K. Berger, R. Pichard: Bull SEV, 35 560 (Oct. 1944)
- (5) 中西, 奥山: 電学誌, 73, 856 (昭 28-8)
- (6) 中西, 奥山: 電学誌, 75, 1354 (昭 30-11)
- (7) 細包, 山崎ほか: 日立評論 39, 381 (昭 32-12)

特許と新案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	251101	空 気 分 離 装 置	日立工場	松 本 嘉 雄	34. 4. 4
"	251280	素材切断時の圧延機急停止方法	日立工場	泉 岩 千 吉	34. 4. 8
"	251281	巻上機用ギヤドリミットスイッチ調整装置	日立工場	城 垣 秀 夫	"
"	251102	三 相 変 圧 器 組 立 方 法	国分工場	松 村 睦 夫	34. 4. 4
"	251106	高 速 度 電 路 遮 断 器	国分工場	角 田 睦 夫	"
"	251108	締 付 型 刃 型 開 閉 器	国分工場	小 川 健 太	"
"	251109	変 圧 器 絶 縁 装 置	国分工場	栗 田 健 太	"
"	251110	変 圧 器 巻 線 の 遮 蔽 装 置	国分工場	栗 田 健 太	"
"	251653	透視欄干を有するエスカレーター	国分工場	神 井 峯 次	34. 4. 21
"	251764	操 作 開 閉 器	国分工場	金 井 好 延	34. 4. 23
"	251770	電 気 車 保 護 装 置	水戸工場	古 山 義 雄	"
"	251282	石炭水力輸送装置における石炭供給装置	亀有工場	合 田 勇 茂	34. 4. 8
"	251283	斜坑巻上機のシャクリ現象防止用制動装置	亀有工場	野 村 昌 史	"
"	251766	プ レ ー ト ク ラ ッ チ	亀有工場	神 尾 昌 二	34. 4. 23
"	251100	揺 動 洗 濯 機	多賀工場	五 十 嵐 健 輝	34. 4. 4
"	251103	緩 衝 装 置	多賀工場	鈴 神 尾 昌	"
"	251767	気 化 器	多賀工場	田 沢 卓 夫	34. 4. 23
"	251279	変 圧 器 鉄 心	亀戸工場	森 川 通 重	34. 4. 8
"	251765	蓄 放 式 X 線 装 置 の 放 電 制 御 装 置	亀戸工場	福 村 勉 徳	34. 4. 23
"	251095	電話機交換機に於ける信号回路切換方式	戸塚工場	武 戸 和 正	34. 4. 4
"	251097	クロスバー式自動電話交換機	戸塚工場	波 田 林 正	"
"	251098	クロスバー式自動電話交換機	戸塚工場	戸 小 安 藤 文	"
"	251276	クロスバースイッチを使用せる共電式交換機	戸塚工場	二 清 木 宮 久	34. 4. 8
"	251277	電 話 交 換 機 の 中 継 線 装 置	戸塚工場	田 菊 島 喜 平	"

(次頁へ続く)



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その2)

(前頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	251278	クロスバー式自動電話交換機	戸塚工場	田島喜平太	34. 4. 8
"	251674	翻譯装置	戸塚工場	菊地森五郎	34. 4. 21
"	251768	蓄放式X線装置の波尾切断方式	茂原工場	中茂原利男	34. 4. 23
"	251096	紫外線発生放電管	中央研究所	中岡村純之助	34. 4. 4
"	251769	熱的負性抵抗体	中央研究所	二本久夫	34. 4. 23
"	251104	電力制御装置	日立研究所	小竹林栄克二	34. 4. 4
"	251105	高速度距離継電装置	日立研究所	小野邦男	"
"	251107	故障検出継電装置	日立研究所	小野邦男	"
実用新案	491974	三分割刷子	日立工場 (近畿鉄道と共有)	角野久夫 (近畿鉄道)	34. 4. 3
"	491975	分割刷子	日立工場 (近畿鉄道と共有)	角野久夫 (近畿鉄道)	"
"	491977	コットレル用放電線	日立工場	田中健太郎	"
"	491978	回転軸軸封装置	日立工場	安島賢亮	"
"	491980	軸受摩耗警報装置	日立工場	菅原忍	"
"	491981	推力軸受温度計取付装置	日立工場	菅原忍	"
"	491982	油槽内に挿入される温度測定素子の支持装置	日立工場	菅原忍	"
"	491985	誘導電動機回転子	日立工場	磯部昭寅二男	"
"	492000	誘導電動機	日立工場	菅原一夫	"
"	492001	横型交流発電機	日立工場	佐藤一一夫	"
"	492002	横軸交流発電機	日立工場	佐藤一一夫	"
"	492007	流路切換装置	日立工場	菊地松人	"
"	492008	多流路切換装置	日立工場	菊地松人	"
"	492013	流体切換弁	日立工場	和田静哉	"
"	492018	巻上機における自動停止装置	日立工場	浜島勝甫	"
"	492026	巻上機用巻上制限開閉装置	日立工場	角田勝美	"
"	492027	巻上機用巻上制限開閉装置	日立工場	松垣忠勝	"
"	492031	可動翼水車の速度検出装置	日立工場	白角野亥石	"
"	493028	軸受漏油防止装置	日立工場	長尾善石衛門	34. 4. 27
"	493033	軸封装置回転摩擦環	日立工場	安宮島賢亮	"
"	493034	軸受部に微粒土砂が侵入することを防止する装置	日立工場	角田勝美	"
"	493038	磁気選鉱機の精鉱受装置	日立工場	鈴木正明	"
"	493039	表示灯の遮光装置	日立工場	須田長治	"
"	493048	電動機の可逆制御装置	日立工場	渡辺垣忠登	"
"	493052	鉄槽整流器吊上運搬装置	日立工場	吉渡田幸治	"
"	493059	ドアインターロックスイッチ	日立工場	須田長治	"
"	493091	巻上用電動機の制御装置	日立工場	高根元	"
"	493096	防爆機器の端子引出装置	日立工場	鈴木正義	"
"	491976	保護装置を備えた蓄電器	国分工場	宮崎徳太郎	34. 4. 3
"	491992	エスカレータ欄干照明装置	国分工場	神峯次郎	"
"	492009	透明欄干を有するエスカレータの照明装置	国分工場	神峯次郎	"
"	493049	移動用変圧器	国分工場	渡辺政巳	34. 4. 27

(第22頁へ続く)