

超 高 圧 空 気 遮 断 器 の 電 圧 分 布

Voltage Distribution on Ultra High Voltage Air Blast
Circuit Breaker with Multi-Interrupters山 崎 精 二*
Seiji Yamasaki

内 容 梗 概

定格電圧 400 kV に及ぶ多重切空気遮断器においては直列各遮断点への電圧分布が均一に保たれていることが最も重要である。本論文ではその実測方法, 300 kV 空気遮断器についての実測結果, 並列非直線抵抗の特性の影響, 電圧分布の計算法, 大電流遮断時の残留イオンの影響, 部分放電現象などについての考察結果を報告している。その結果 300 kV A. B. B. においても測定誤差範囲内で電圧分布は均一化されており, また 30 kA の大電流遮断時にも電圧分布の均一が保たれていることを明らかにしている。

1. 緒 言

空気遮断器 (以下 A. B. B. と略称する) で定格電圧 72 kV 以上はすべて多重遮断点形式となっている。この理由は現在常用されている 15~20 kg/cm² の圧縮空気では 1 点あたりの定格電圧を 40~50 kV に選定するのが遮断性能上最適であるためであるが, 同一遮断部を直列に構成することにより定格電圧を上げられることは量産上きわめて有利である。また A. B. B. の短絡遮断性能を検証するのに単位試験法を適用できるので試験設備が簡単になる。

単位遮断点の性能が明らかになれば 300 kV, 400 kV A. B. B. の遮断性能上の問題は電圧分布の均一化といっても過言ではない。本報告はこの電圧分布に関する問題について主として 300 kV A. B. B. を対象として電圧分布の測定, 計算結果ならびに一般的に直列遮断時の特異現象などについて報告する。

2. 電圧分布について一般的考察

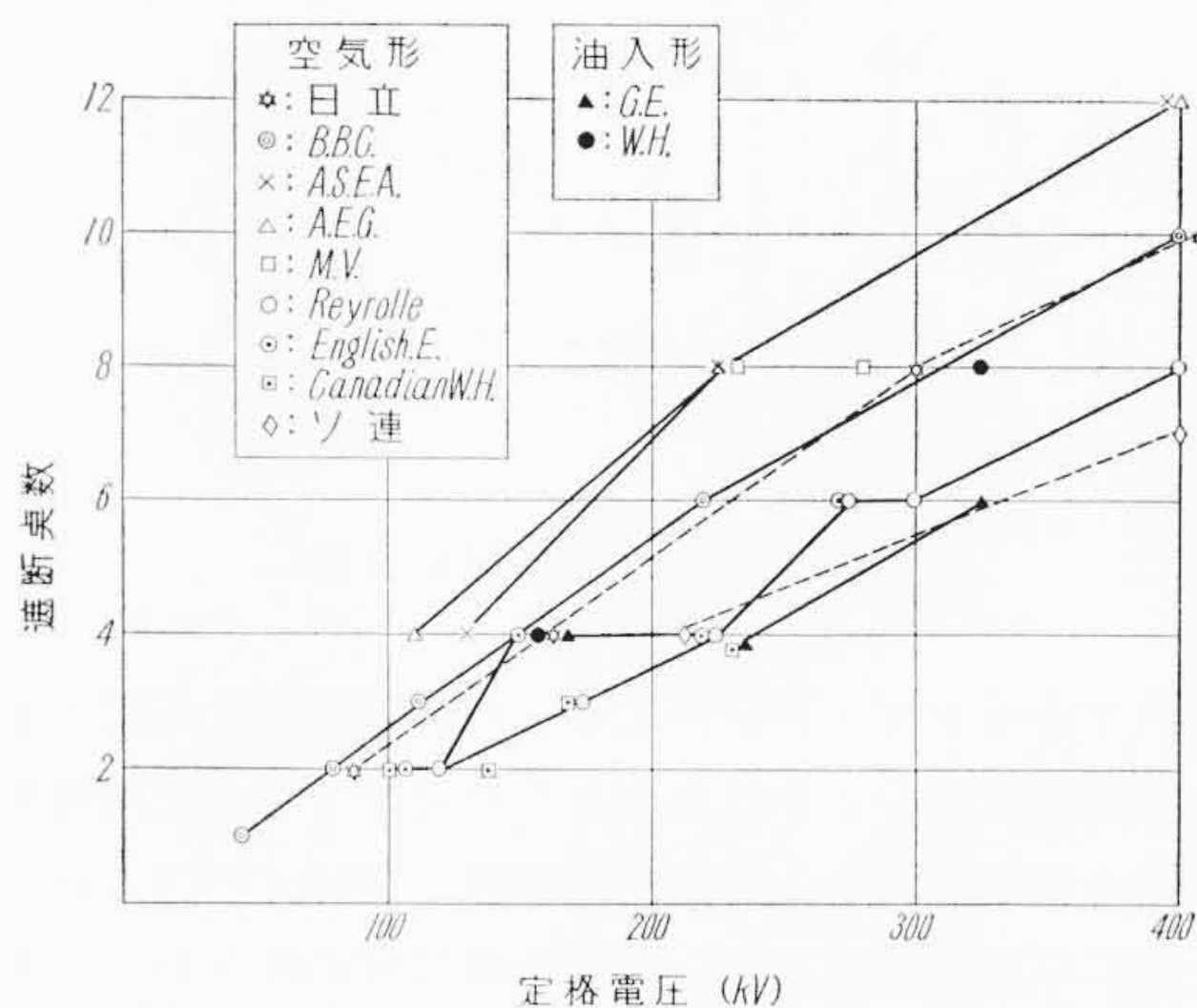
第 1 図は各社 A. B. B. 遮断点数と定格電圧の関係を示したものである⁽¹⁾。

さて, かかる多重遮断点形式になると遮断時に直列の各点への電圧分布を均一にすることが最も重要なことである。電圧分布が不均一になる原因は接地故障時第 2 図のように遮断部極間の漂遊容量 C_0 以外に各点の対地漂遊容量 C_n が存在するため高圧側の遮断点ほど分担電圧が高くなる。この分担電圧を均一にするためには C_n のインピーダンスに対して十分低いインピーダンス Z を各遮断点に並列に接続すればよい。この Z として並列コンデンサ, 非直線抵抗および直線抵抗が用いられる。

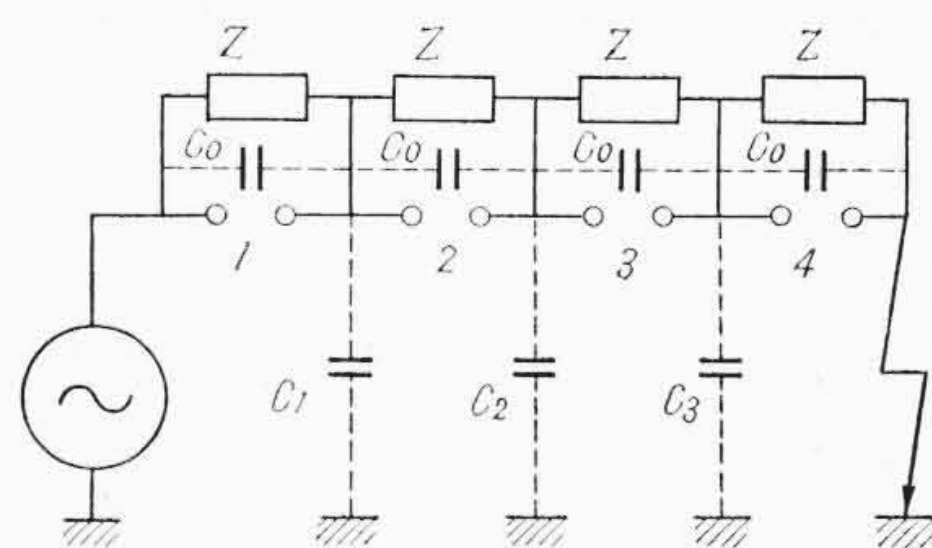
第 1 表は各社 A. B. B. の電圧分布均一化方式である。

いま第 3 図のような 2 遮断点の場合を考える。屋外形の絶縁はすべて碍子を使用しているので塩害などの特別

* 日立製作所日立研究所



第 1 図 各社遮断器の定格電圧と遮断点数の関係

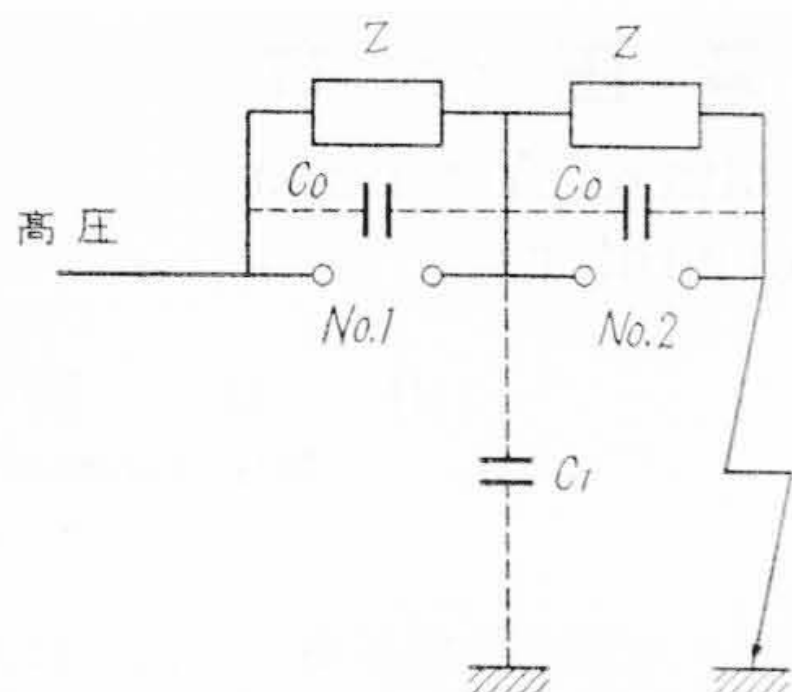


第 2 図 4 点直列遮断点漂遊容量分布図

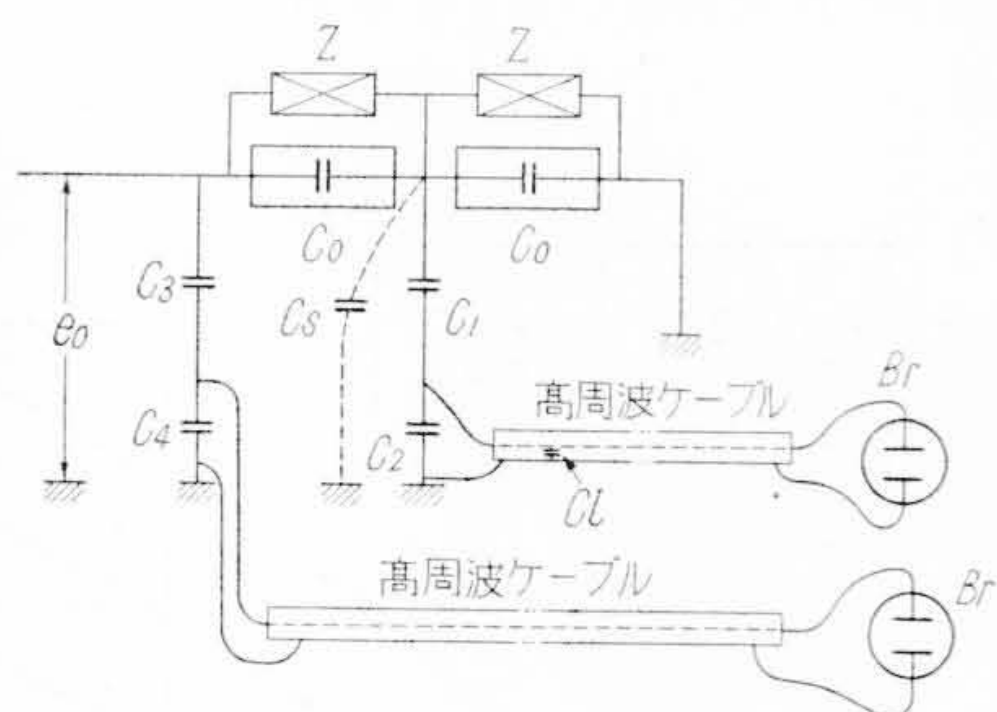
第 1 表 各社遮断器電圧分布均一化方式

並列インピーダンス	採用遮断器
コンデンサ	B.B.C., A.E.G., Reyrolle
直線抵抗	A.S.E.A., ソ連
非直線抵抗	日立, M.V., English E., B.B.C., G.E., W.H.
コンデンサ+直線抵抗	
コンデンサ+非直線抵抗	B.B.C.

な場合を除いては分担電圧を変化する因子は漂遊容量である。日立製作所製 84 kV A. B. B. を例にとると $C_1/C_0 \approx 2$ である。No. 2 側接地故障時の No. 1 側の分担電圧は 67% である。電圧分布を 53:47 に改善する並列インピーダンスとしては約 $5C_1$ のコンデンサ, あるいは約 $25C_1$



第3図 日立 84 kV A. B. B. の漂遊容量分布



第4図 中間点電圧測定回路

に相当するインピーダンスをもった直線抵抗を必要とする。非直線抵抗のときはおよそその見当として使用電圧における等価抵抗を上記直線抵抗値に選定すればよい。

一般には直線抵抗あるいは非直線抵抗のほうがコンデンサより寸法的に小さくできる利点がある。また各遮断点の遮断性能の差に基いて残留抵抗の不均衡が発生したときコンデンサによる分布均一化は悪影響を受けやすい。

直線抵抗と非直線抵抗を比較すると後述のように非直線性があまりにもはなはだしいと電圧分布均一化にはかんばんしくない。しかし励磁電流遮断時の異常電圧抑制を考慮すると直線抵抗は具合が悪く、結局適当な非直線性をもった非直線抵抗が並列インピーダンスとして最適ということになる。

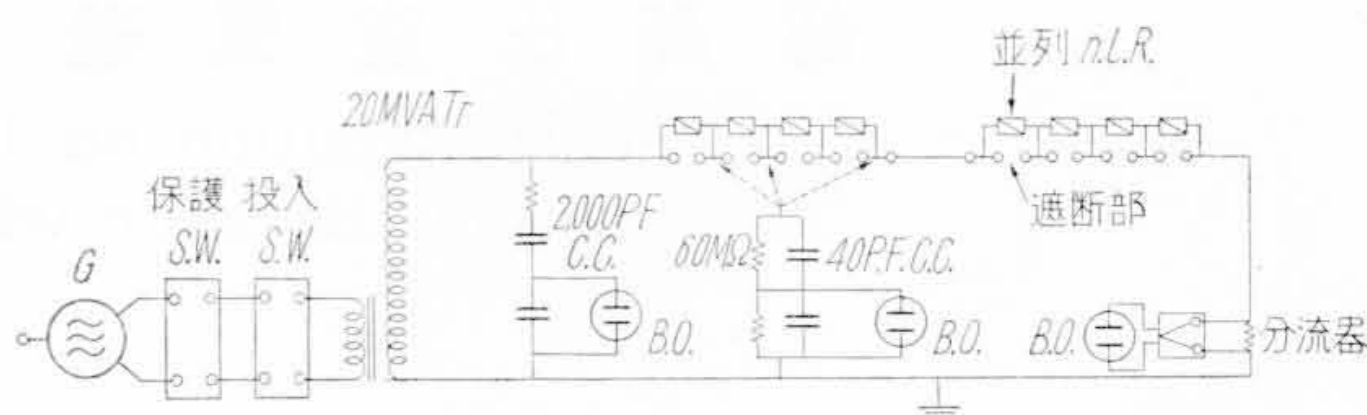
3. 電圧分布の実測

3.1 使用分圧器の条件

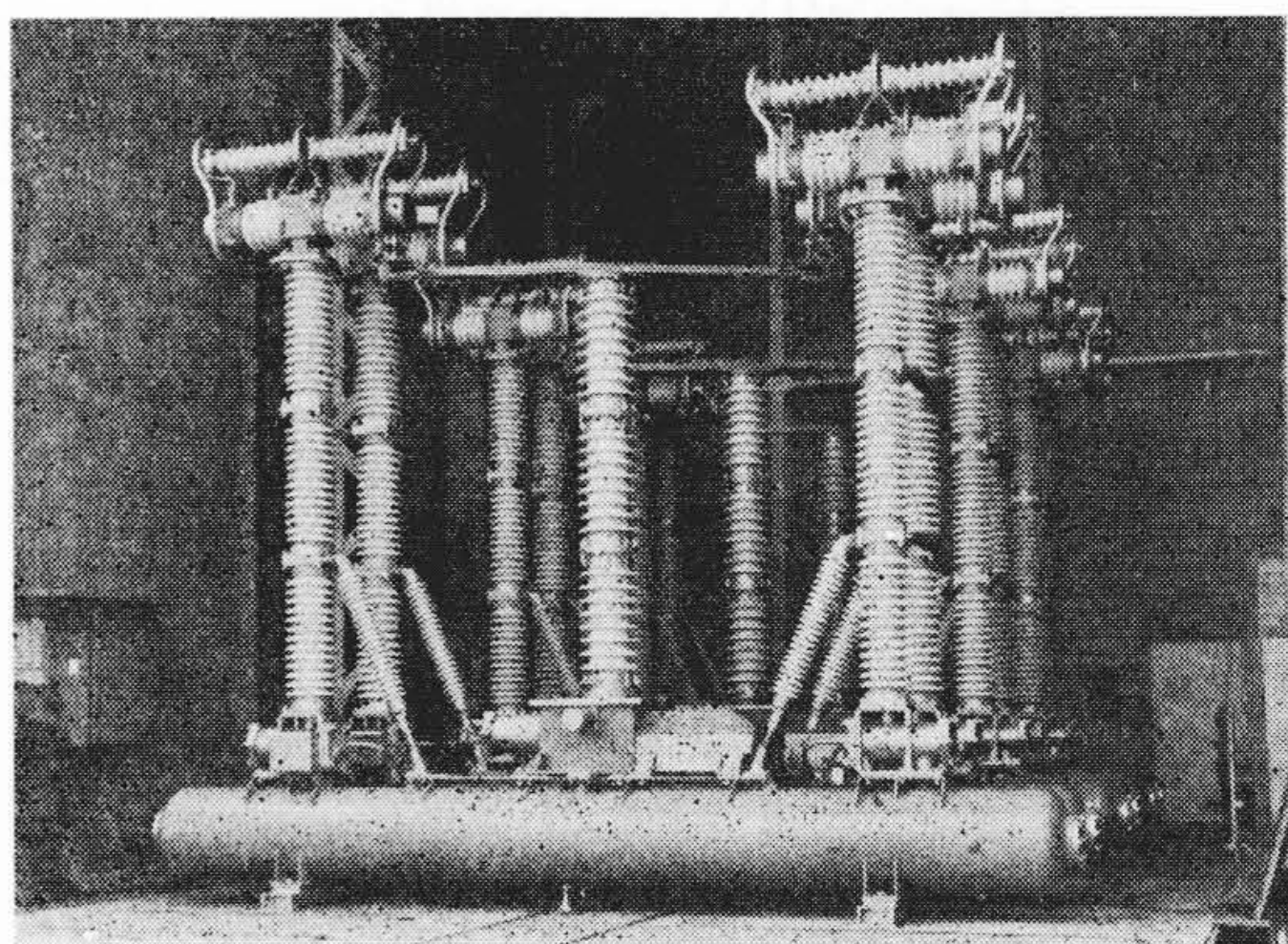
実遮断試験時に予定どおり電圧分布が均一化されているかどうかを確認するためには、第4図のように中間点の対地電圧と全体の対地電圧を測定する必要がある。電圧測定には当然分圧器を使用するわけであるが、全体の対地電圧測定には普通分圧器でさしつかえない。しかし、中間点分圧器は特別な条件がある。

(1) 接地側遮断部の並列インピーダンスよりも相当高いインピーダンスであること。

(2) 必要周波数範囲にわたって忠実に電圧波形を分



第5図 300 kV A. B. B. 電圧分布測定回路



第6図 300 kV 15,000 MVA A. B. B.

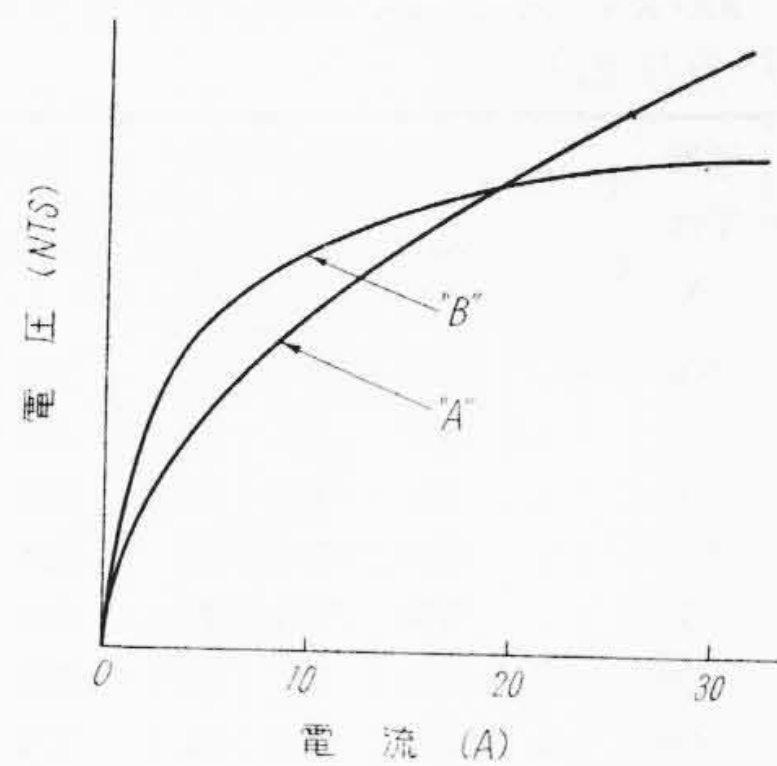
圧し、ブラウン管オシログラフで測定できる適当な分圧比になること。

(3) 使用電圧に対して耐圧、絶縁に問題ないこと。

以上3条件を満足しなければならない。ピン碍子分圧器、高抵抗分圧器など種々検討したが、(2)の条件を満足せず、結局40 pFのカップリングコンデンサと60MΩの抵抗を並列にしたCR分圧器を使用することにした。この分圧器では50～5 kcの範囲内では周波数特性はきわめて良好であった。容量値が40 pFより相当大きければA. B. B. 本来の分布にひずみを与え、逆にあまり小さいと周波数特性が悪くなった。

3.2 試験回路ならびに結果

多重切A. B. B. ではいずれも同様であるが、最も問題になる1相8遮断点形式の300 kV A. B. B. を対象として測定した結果を述べる。測定回路を第5図供試A. B. B. を第6図に示す。接地側7点、6点、4点の極間電圧と全極間電圧を測定した。試験電圧は運転電圧287.5 kVの相電圧に相当する167 kV一定とした。並列非直線抵抗(以上 n. l. R. と略称する)の特性として試験電圧が高くなるほど分布は均一になるのでこの電圧値を選定した。試験条件は計算結果と比較するため等価抵抗値の異なる n. l. R. A, B, の2種を使用した。並列抵抗の定性的特性を第7図に示した。第2表はAの n. l. R. を付加したときの試験結果である。 $7/8$ 点(8点中接地側7点を示す)の再起電圧波高値分布は86～88%, $4/8$ 点では47.5～51%となり均一化されている。代表的オシログラムを第8, 9, 10図に示す。

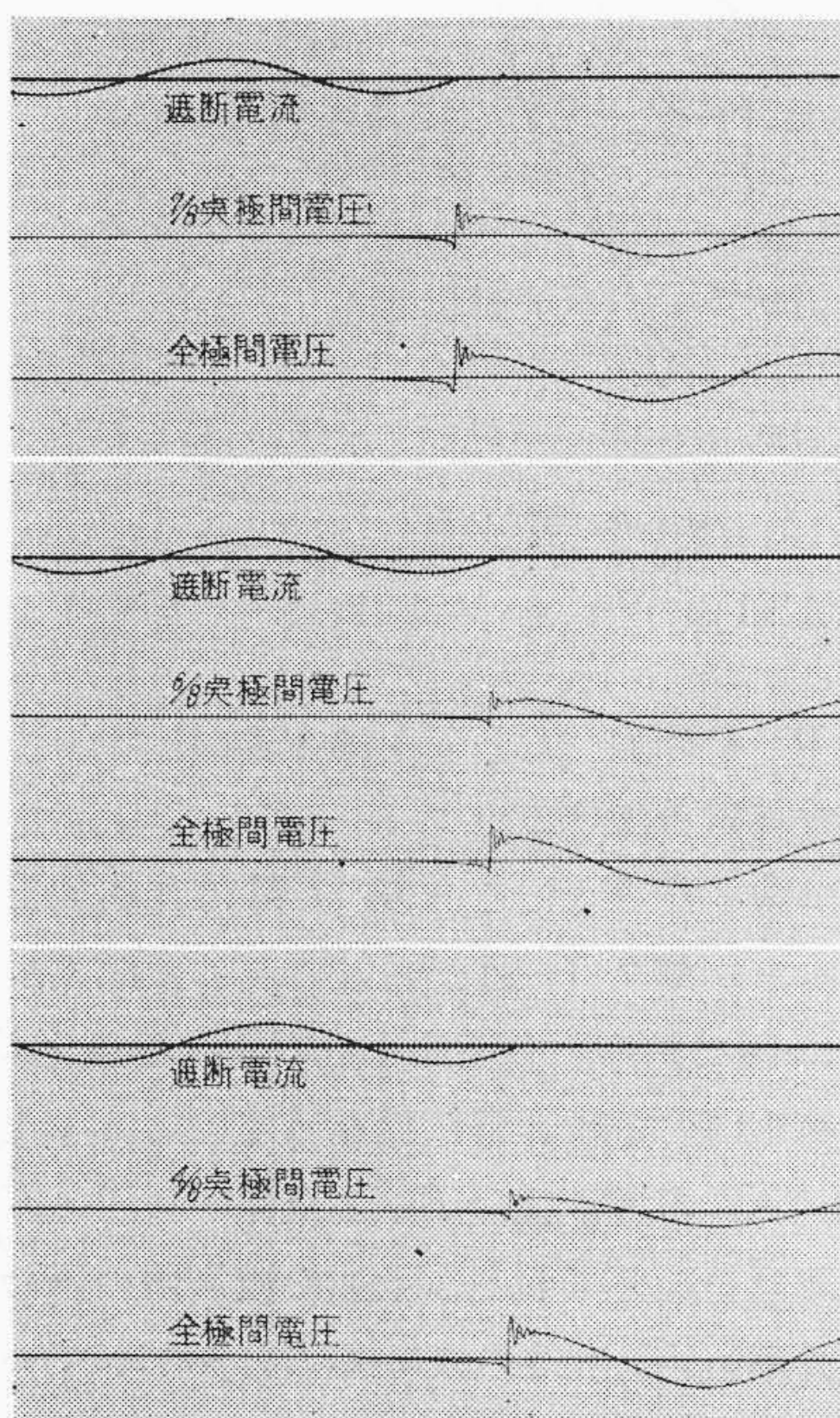


第7図 並列 n.l.R. 特性図

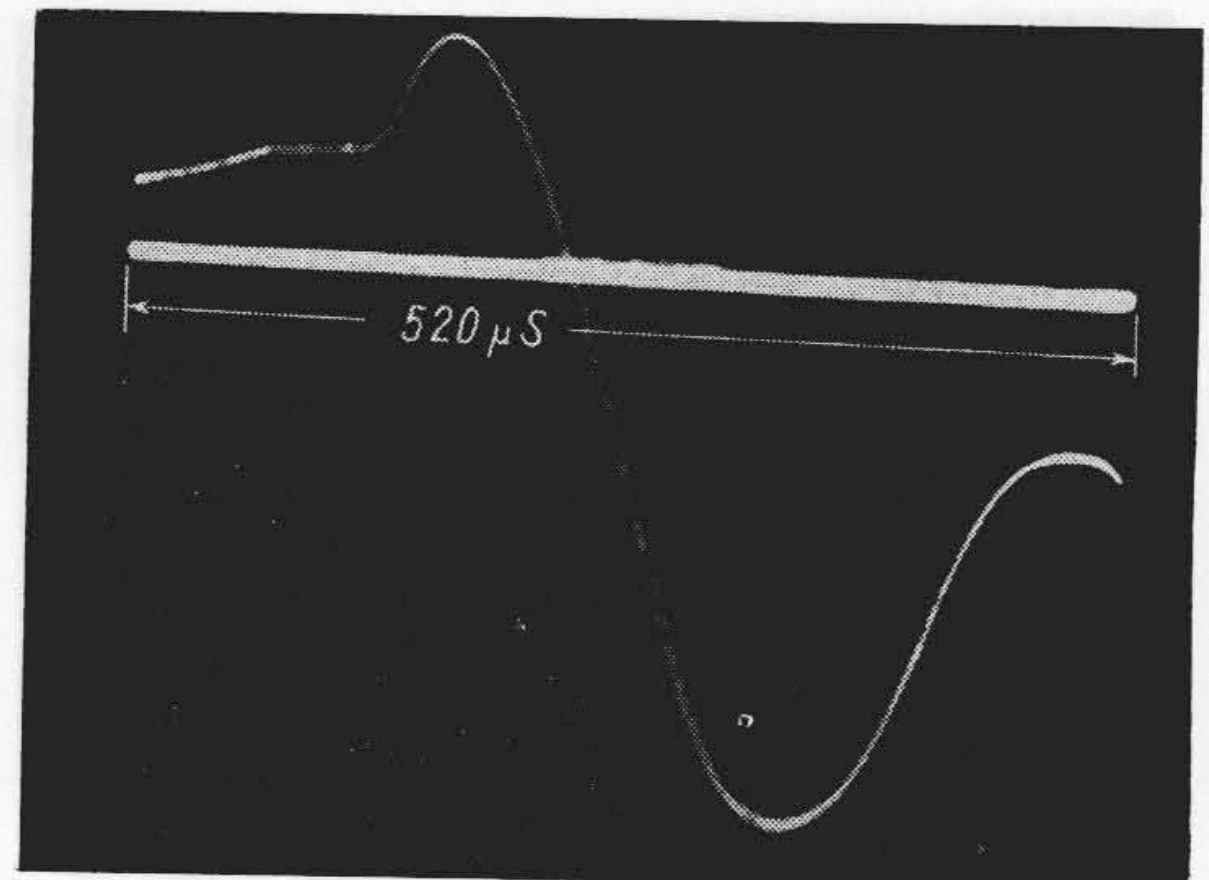
第2表 300 kV A. B. B. 電圧分布実測結果
n.l.R. "A" 各点並列

試 験 番 号	試験 電圧 (kV)	遮断 電流 (A)	中 間 測定点	再起電圧波高値*			商用周波波高値		
				全極間 (kV)	中間点 (kV)	中間点 (%)	全極間 (kV)	中間点 (kV)	中間点 (%)
AL-131	167	500	4/8	368	188	51	223	111	49.8
132	167	500	4/8	318	156	49	232	111	47.6
133	167	500	4/8	353	172	48.6	217	111	51
134	167	500	4/8	362	172	47.5	220	114	51.8
135	167	500	7/8	368	315	86	226	199	88
136	167	500	7/8	362	315	87	226	196	87
137	167	500	7/8	355	312	88	219	192	87.8
138	167	500	7/8	355	309	87	226	196	86.8
139	167	500	6/8	358	260	72.8	223	168	75.3
140	167	500	6/8	351	256	73	223	166	74.5
141	167	500	6/8	341	246	72	219	166	75.6
142	167	500	6/8	330	243	73.8	226	168	74.7

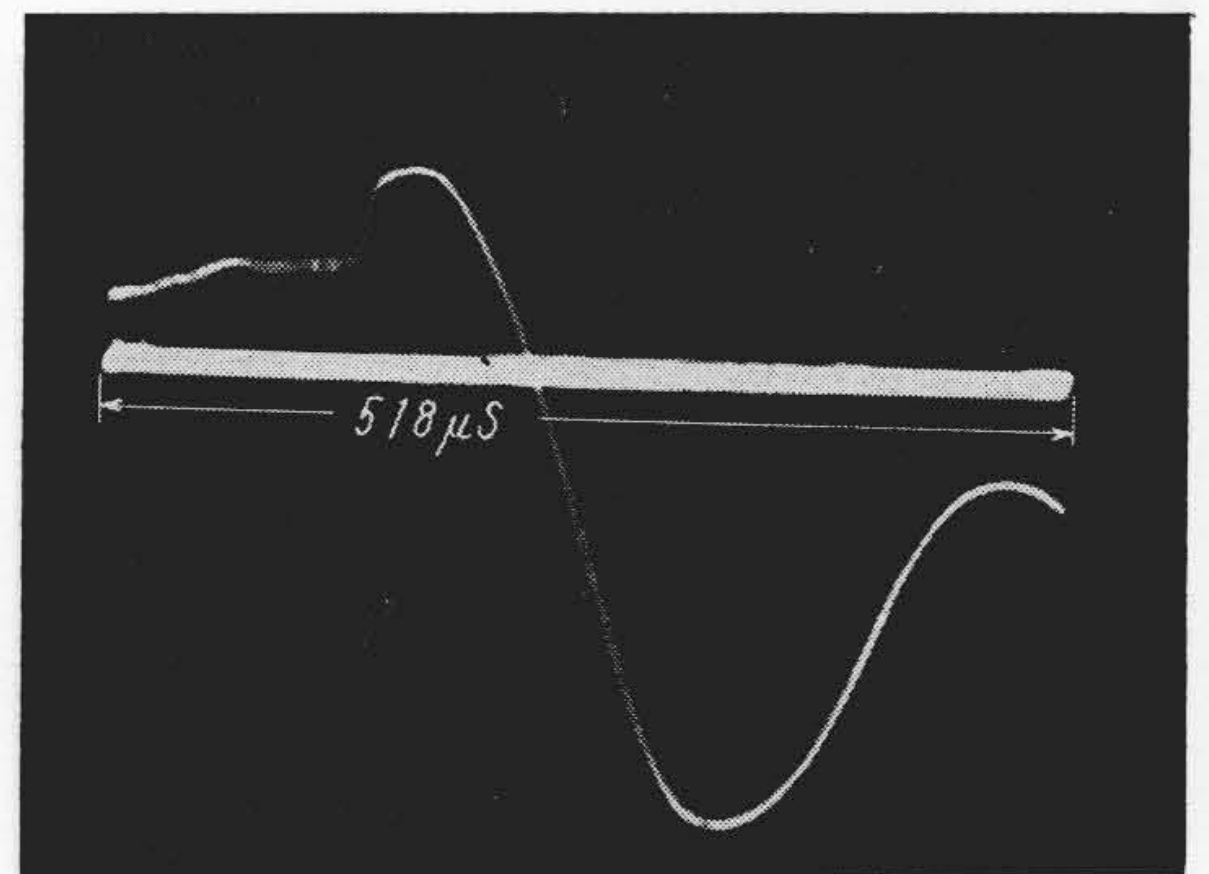
注：* 固有周波数 2.5kc



第8図 n.l.R. "A" 付加時の電圧分布測定オシログラム

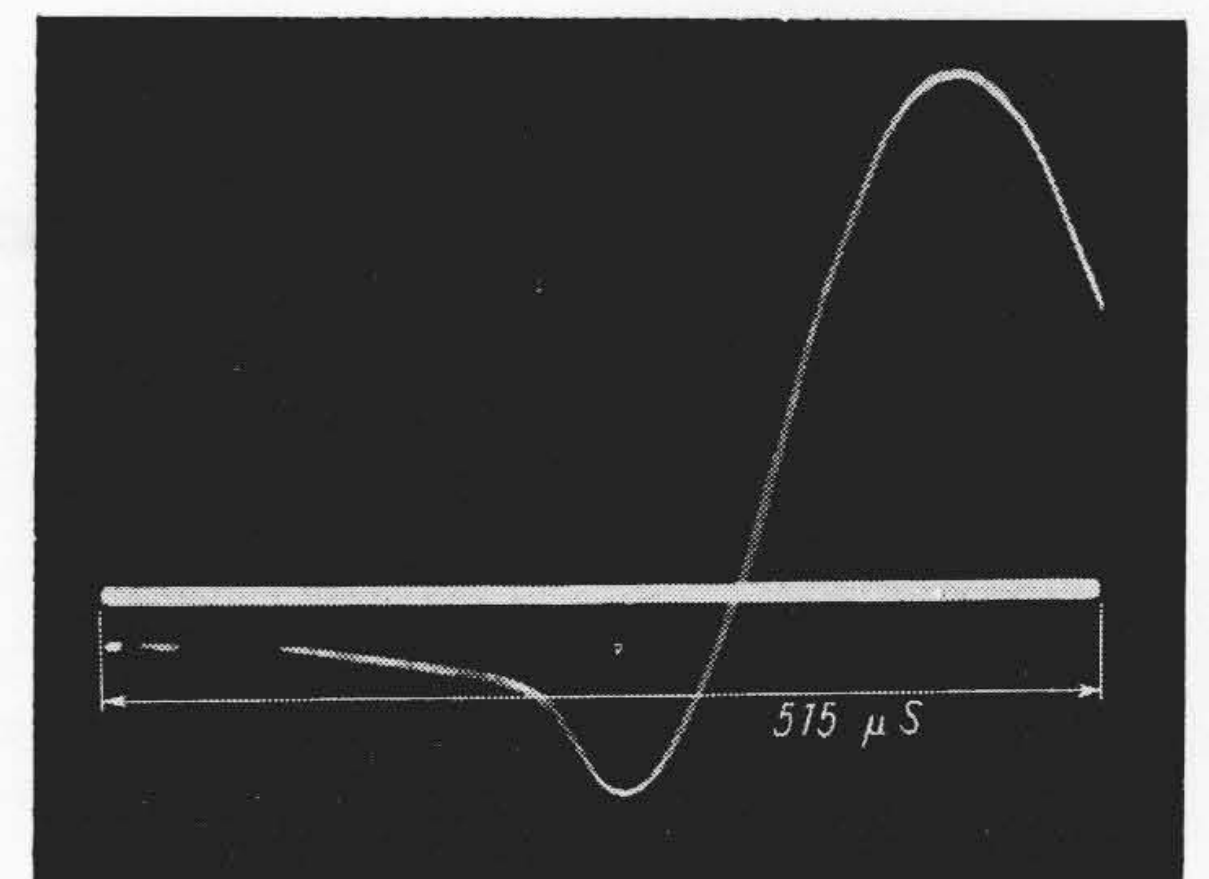


(a) 全極間電圧

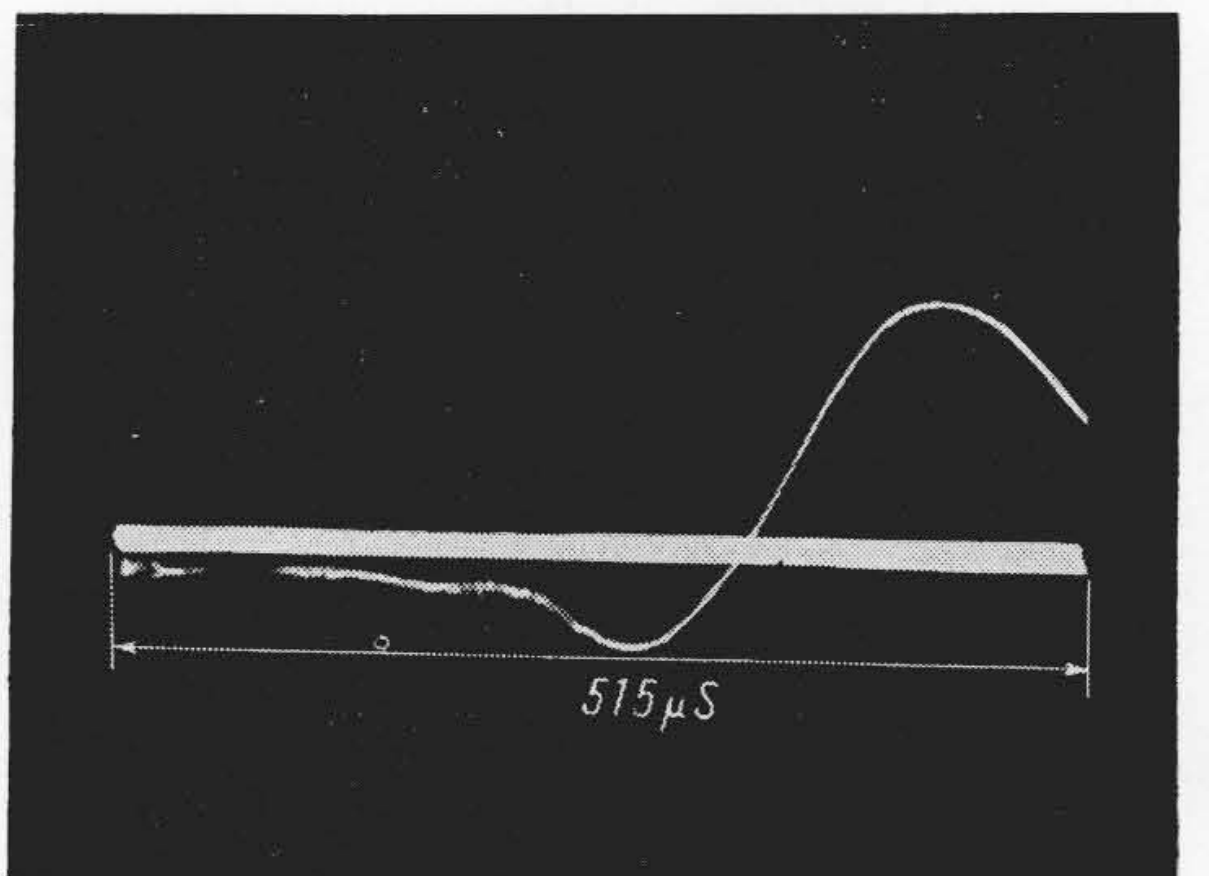


(b) 7/8点極間電圧

第9図 n.l.R. "A" 付加時再起電圧分布オシログラム

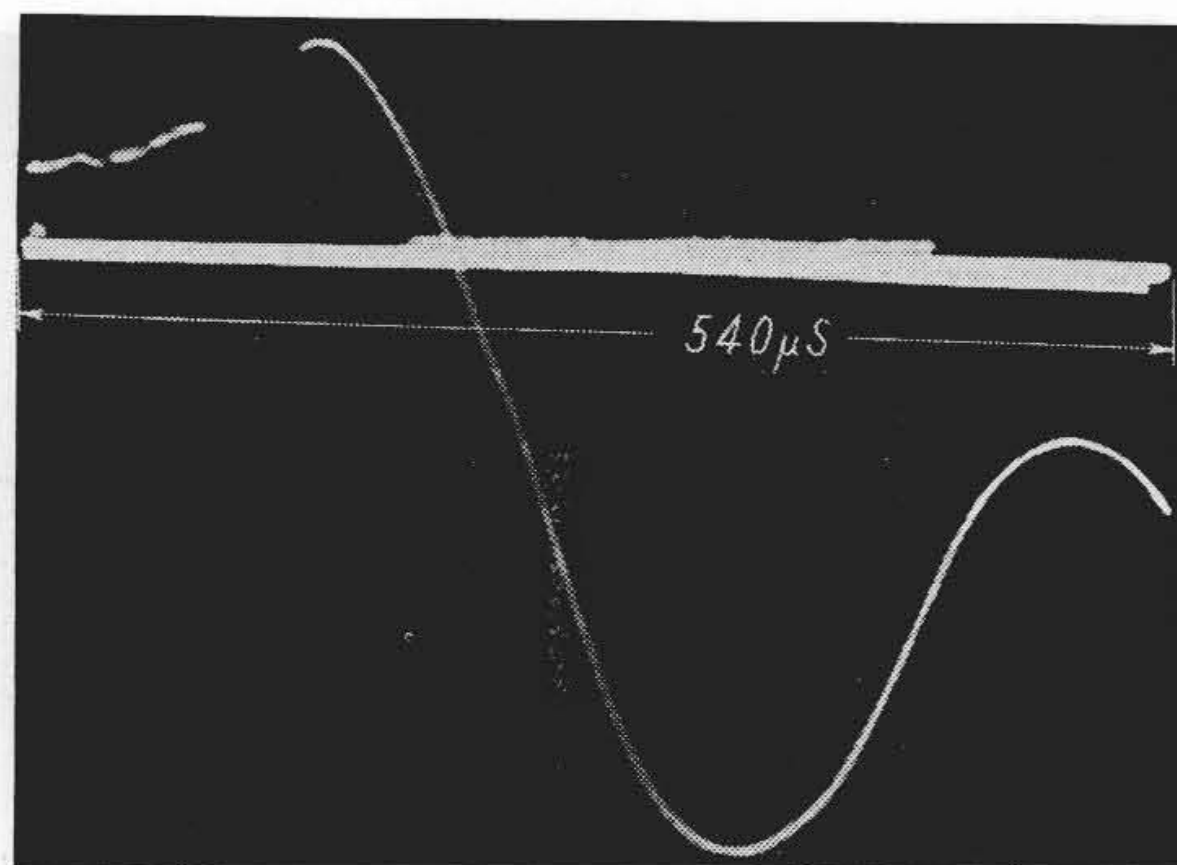


(a) 全極間電圧

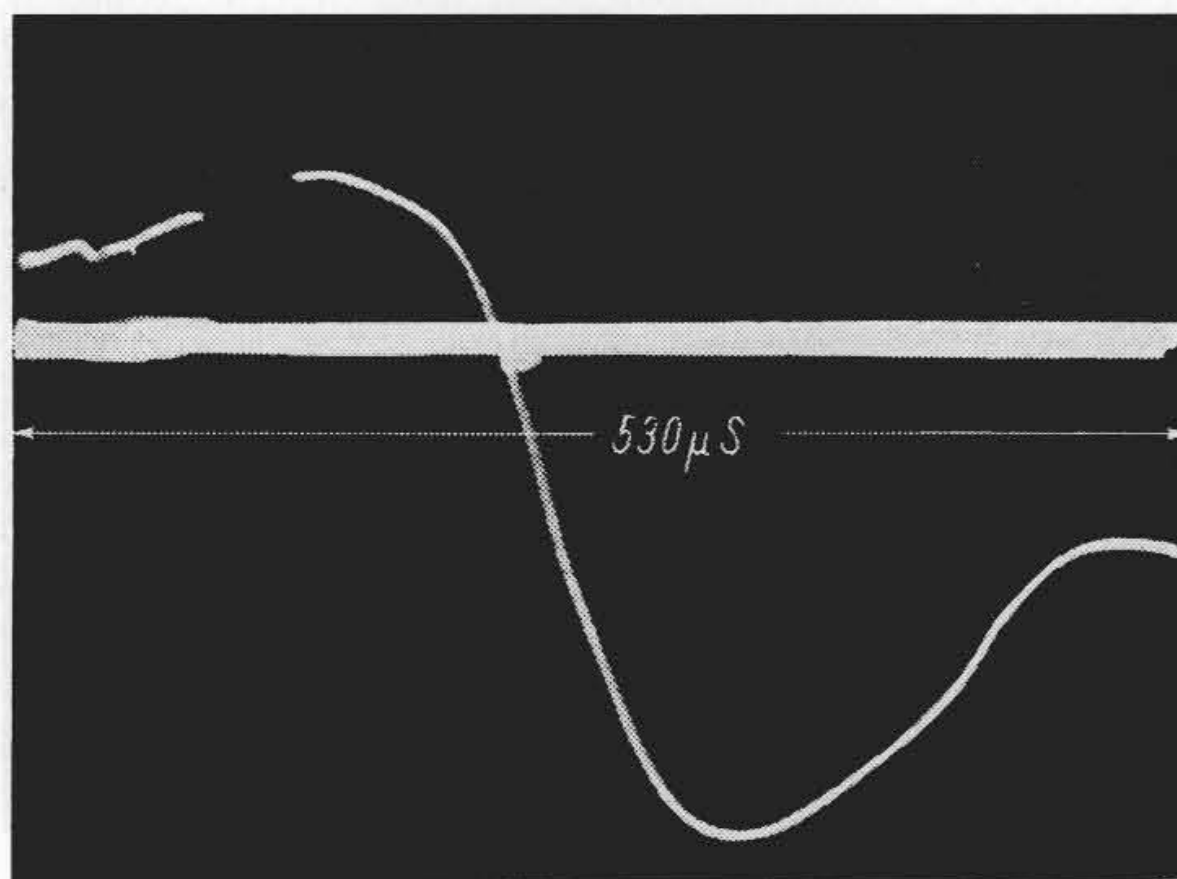


(b) 4/8点極間電圧

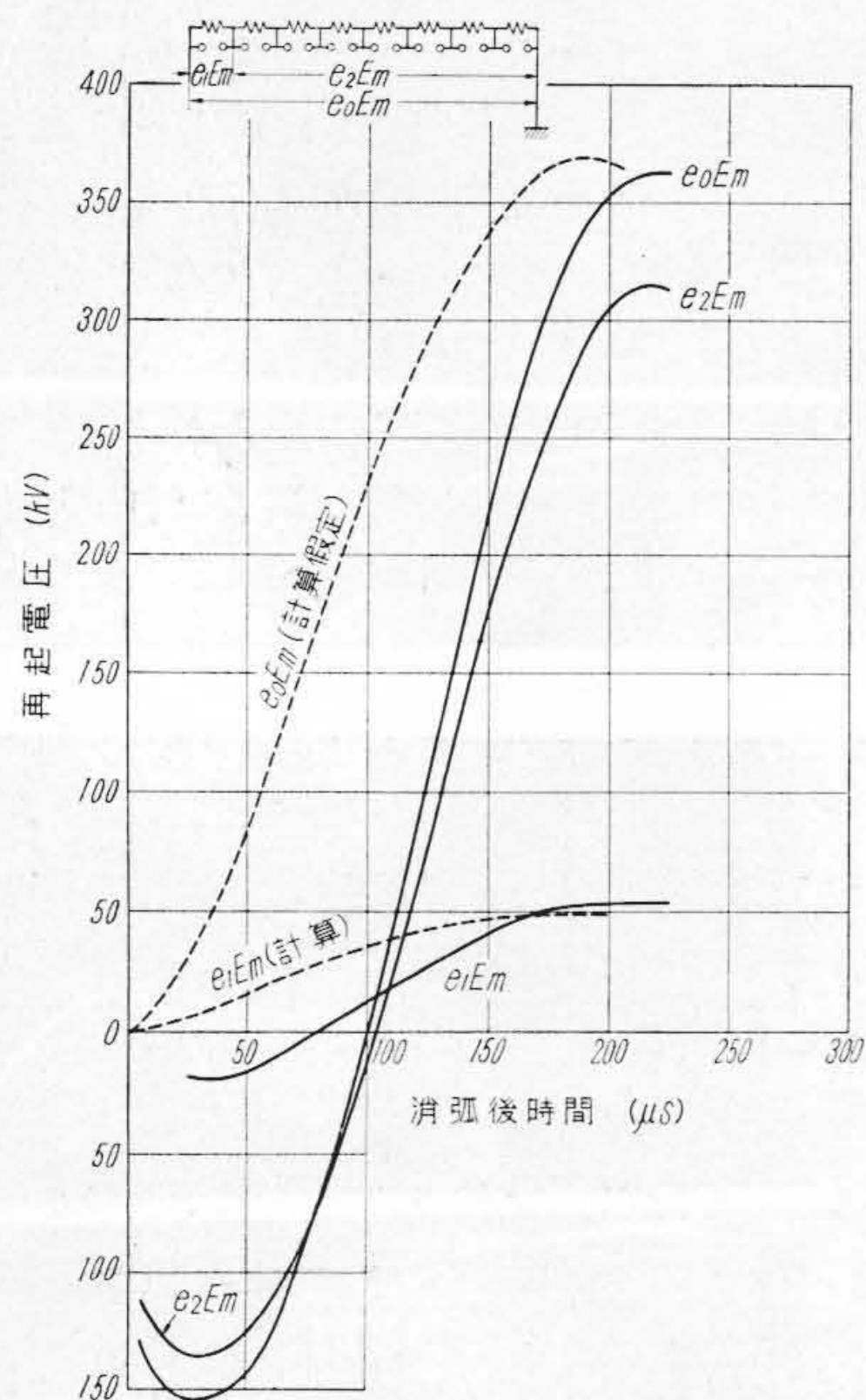
第10図 n.l.R. "A" 付加時再起電圧オシログラム



(a) 全極間電圧



(b) 7/8点極間電圧

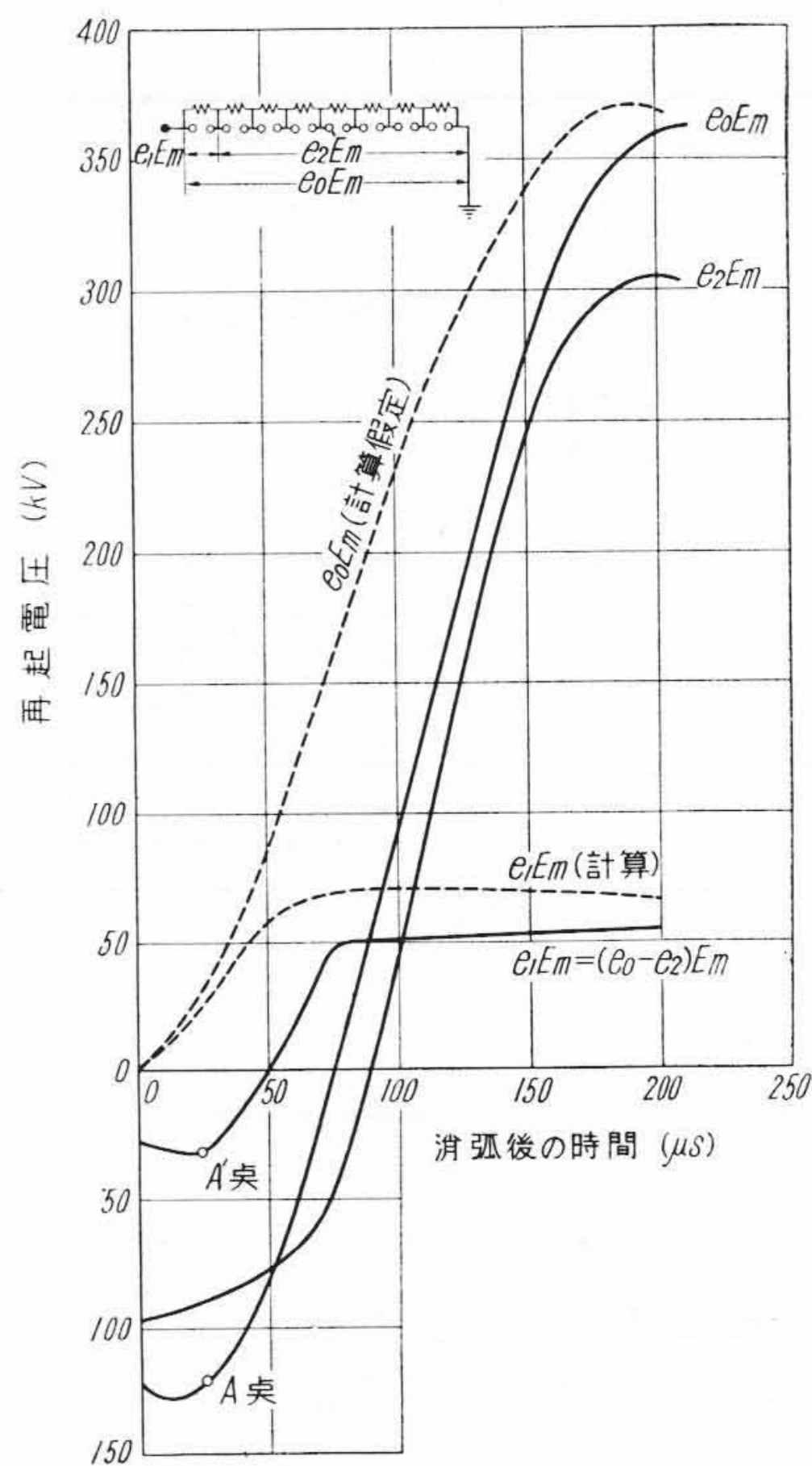
第11図 n.l.R. "B" 付加時再起電圧分布
オシログラム(n.l.R. "A" 並列
40 pF 測定用分圧器接続)

第12図 7/8点再起電圧波形

第3表 300 kV A. B. B. の電圧分布実測結果
(40 pF 分圧器付加)

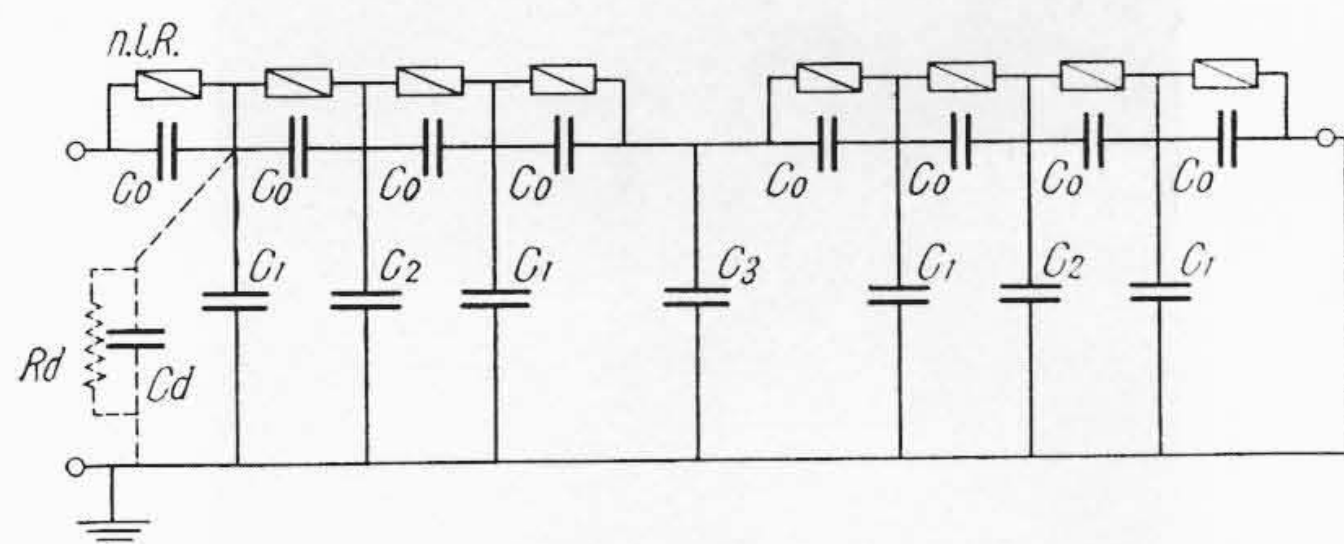
試験 番号	試験 電圧 (kV)	遮断 電流 (A)	中間 測定点	再起電圧波高値*			商用周波波高値		
				全極間 (kV)	中間点 (kV)	中間点 (%)	全極間 (kV)	中間点 (kV)	中間点 (%)
AL-105	167	500	7/8	366	306	84	227	183	81
106	167	500	7/8	360	306	85	224	186	83
107	167	500	7/8	364	303	83.3	231	187	81
108	167	500	7/8	380	323	85	221	180	81.5
AL-109	167	500	4/8	352	114	32.4	224	96.5	43
110	167	500	4/8	376	127	33.6	221	93.5	42.3
111	167	500	4/8	376	130	35.2	224	100	44.5
112	167	500	4/8	348	127	36.5	237	96.5	40.8

注: * 固有周波数 2.5 kc

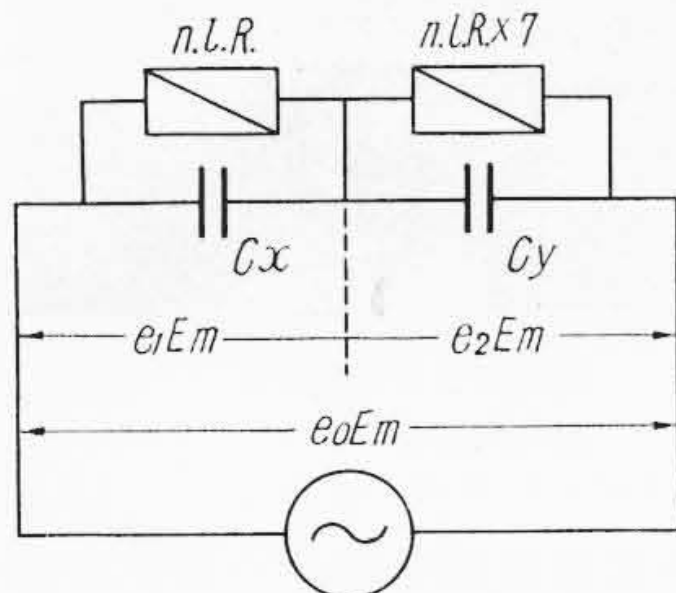
(n.l.R. "B" 付加
測定用 40 pF 分圧器接続)

第13図 7/8点再起電圧波形

B の n.l.R. を付加したときを第3表に示す。この場合再起電圧波高値では 7/8 点で 83~85%, 4/8 点で 32~37% で分布が悪くなっている。第11図は代表的なオシログラムである。第9, 11図から読みとった結果がそれぞれ第12, 13図である。高圧側1点の極間電圧 e_1E_m は第12図と第13図では非常に異なっている。すなわち並列 n.l.R. "A" のときは e_1E_m と全極間電圧 e_0E_m はほぼ相似な波形をなしており、上述の波高値のみならず再起電圧上昇率も均一化されていることを示している。これに反し等価抵抗値が適切でない B の n.l.R. では e_1E_m の電圧上昇率が高く、固有周波の半周期の1/3程度



(a) 300kV A.B.B. 等価回路



(b) 高圧側 / 分担電圧計算回路

C_0 : 極間漂游容量
 $C_1 \sim C_3$: 対地漂游容量
 $C_x \approx C_0$ C_d : 分圧器容量
 C_y : No.2~No.8 の遮断点の C_0, C_1, C_2, C_3, C_d , より求めた等価容量

第 14 図 300 kV A. B. B. 電圧分布計算回路

で飽和しそれ以後はほぼ平坦で波高値そのものは均一分布とさほど異なっていない。このことは $n.l.R.$ の特性として印加電圧が高くなると等価抵抗値が低くなるため分布は均一になる。一方上昇率分布は極間電圧の低い範囲の等価抵抗値が影響するため選定が不適当であると上昇率分布が悪くなる。

4. 電圧分布についての検討

4.1 実測結果と計算結果の比較

日立製作所製 300 kV A. B. B. に測定用分圧器 $C_d = 40 \text{ pF}$, $R_d = 60 \text{ M}\Omega$ を付加した等価回路第 14 図で $7/8$ 点の再起電圧波形を求める。 $n.l.R.$ の特性を 1 遮断点あたり

$$i = g_1 v^\beta \dots\dots\dots (1)$$

とおく。高圧側 1 点の極間再起電圧 $e_1 E_m$ を求める基本式は次のとおりである。

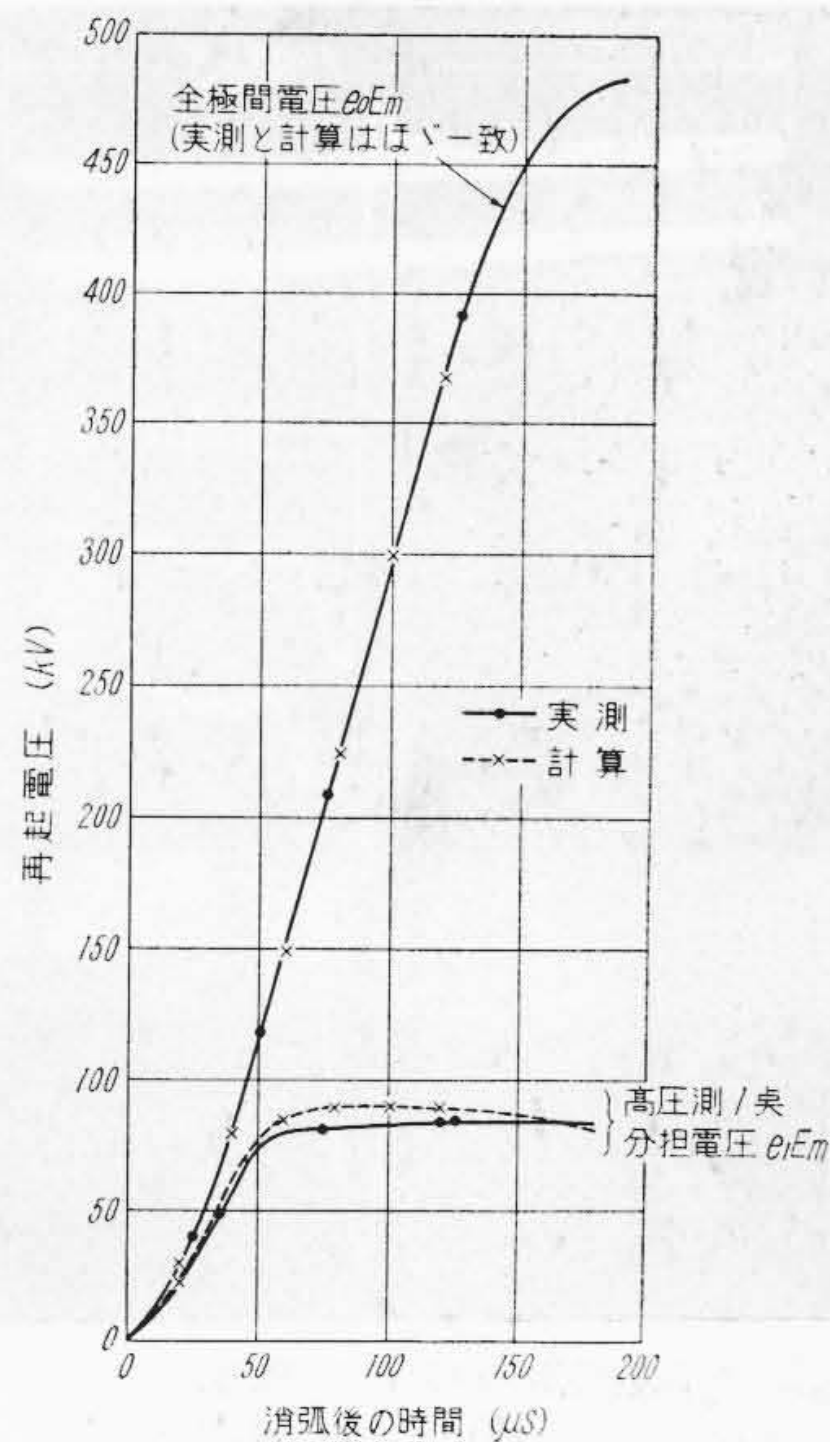
$$\frac{de_1}{d\tau} = \frac{g_1 E_m^{\beta-1}}{7^\beta (C_x + C_y) \omega} \times A \left\{ \frac{(e_0 - e_1)^\beta - (7e_1)^\beta}{A} \right\} + \frac{C_y}{C_x + C_y} \frac{de_0}{d\tau} \dots\dots\dots (2)$$

ただし A : 任意係数

$$\tau = \omega t \quad \omega = 2\pi f_n$$

$$e_0 E_m = E_m (1 - \varepsilon^{-\alpha\tau} \cos \tau) \dots\dots\dots (3)$$

(3) 式中の $\varepsilon^{-\alpha\tau}$ は再起電圧波形の減衰項である。さ



($n.l.R.$ “B” 並列
 40 pF 分圧器接続)

第 15 図 電圧分布実測結果と計算結果比較

て (2) 式は解析的には解き得ないので図式解法によった。図式解法として中西氏の発表例⁽²⁾を 8 点の場合と再起電圧波形に減衰ある場合に拡張して適用した*。実測オシログラムの遮断電流は 500 A であるのでアーク電圧が相当高く出ているが、計算ではアーク電圧を無視した。

(3) 式において実測条件の $E_m = 230 \text{ kV}$, $\alpha = 0.162$, $f_n = 2.5 \text{ kc}$ としての計算結果を第 12, 13 図に併記した。アーク電圧のため実測と計算は相当異なっているようにみえるが、アーク電圧に対する考慮を払うとよく一致する。たとえば第 13 図の A 点, A' 点をそれぞれ $e_0 E_m$ および $e_1 E_m$ の電圧, 時間の原点として書き直すと第 15 図の実線となる。次に第 13 図の計算波形を電圧軸のみ 1.3 倍に拡大すると第 15 図点線 $e_0 E_m$ のごとく実測波形と合致する。

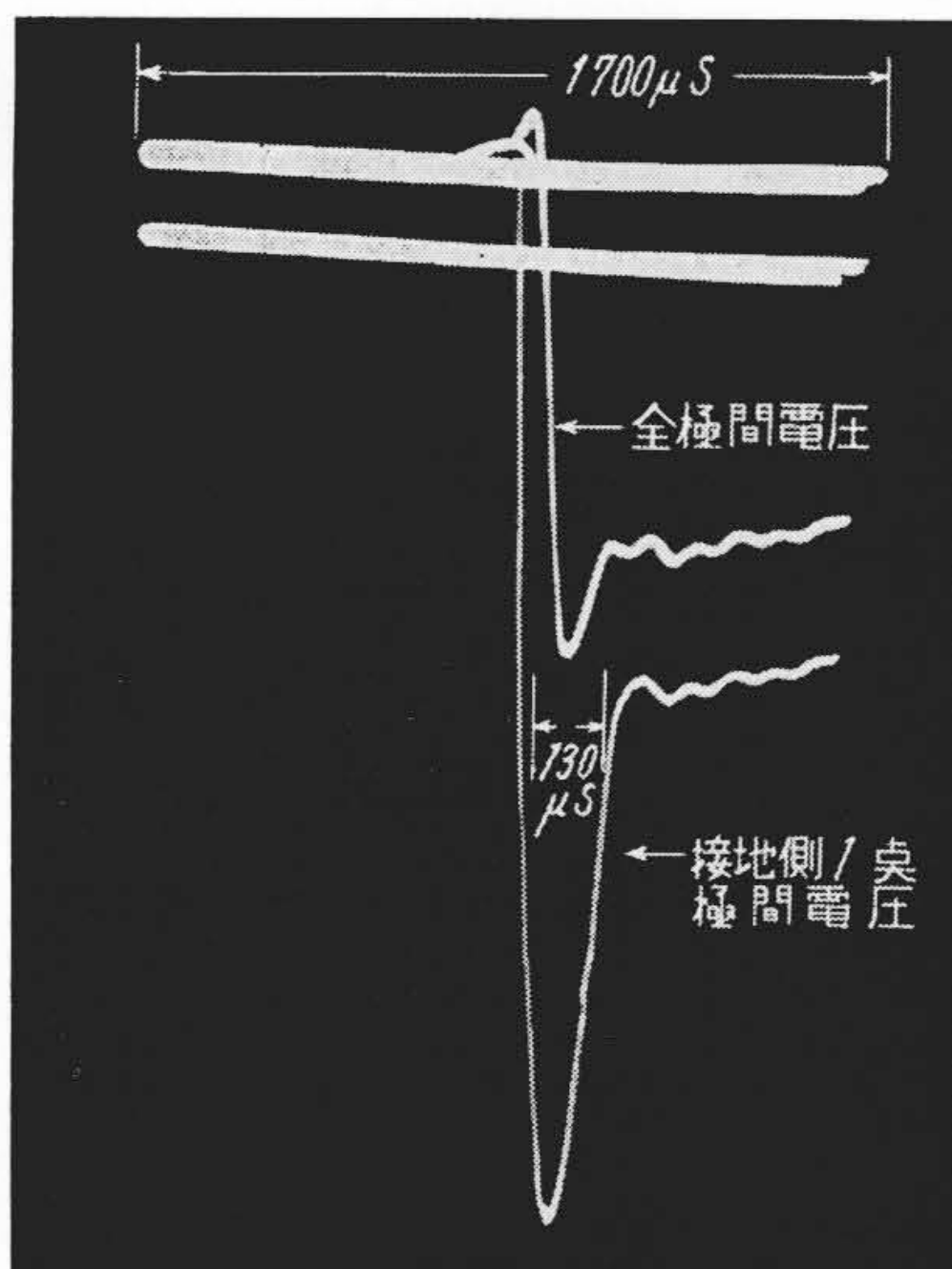
そのときの $e_1 E_m$ 波形も実測結果とほぼ一致する。すなわち、実測時の全極間電圧と同一な波形で計算すれば、分担電圧は実用的には完全に一致している。問題になる定格遮断電流ではアーク電圧はせいぜい 5 kV であるのでアーク電圧を無視して (3) 式で計算すれば十分である。

以上のように不均一分布時でも実測と計算がよく一致したことは計算法、計算の基礎となる容量値、測定結果の正当さを示していることになる。

4.2 単位試験電圧

前節までの測定結果、計算結果から明らかなように

* 付録参照



試験条件 84 kV A. B. B.
110 kV 1,400 A 遮断
固有周波数 11 kc
下側：接地側1点極間電圧
上側：全極間電圧
(2 ビーム B.O. 波形)

第16図 部分放電現象の実例

300 kV A. B. B. はもちろん全定格について綿密な検討を加えて電圧分布のみならず異常電圧抑制の見地からも適正なる並列抵抗を選定している。

しかし前節A抵抗のときでもほぼ均一分布とはいえず第2表のように数パーセントのばらつきはまぬがれない。この原因としては測定誤差、アーク電圧、遮断電流の直流分による全極間再起電圧瞬時値のばらつきによるものである。したがって単位試験によって遮断容量を検証する場合試験電圧として1相全体の規定試験電圧の $1/n$ より若干高い値を選定するのが安全であろう。日立製作所製 300 kV A. B. B. は1相8点形式であるので1点規定試験電圧として定格遮断電流遮断時には直接接地系統であることを考慮して、

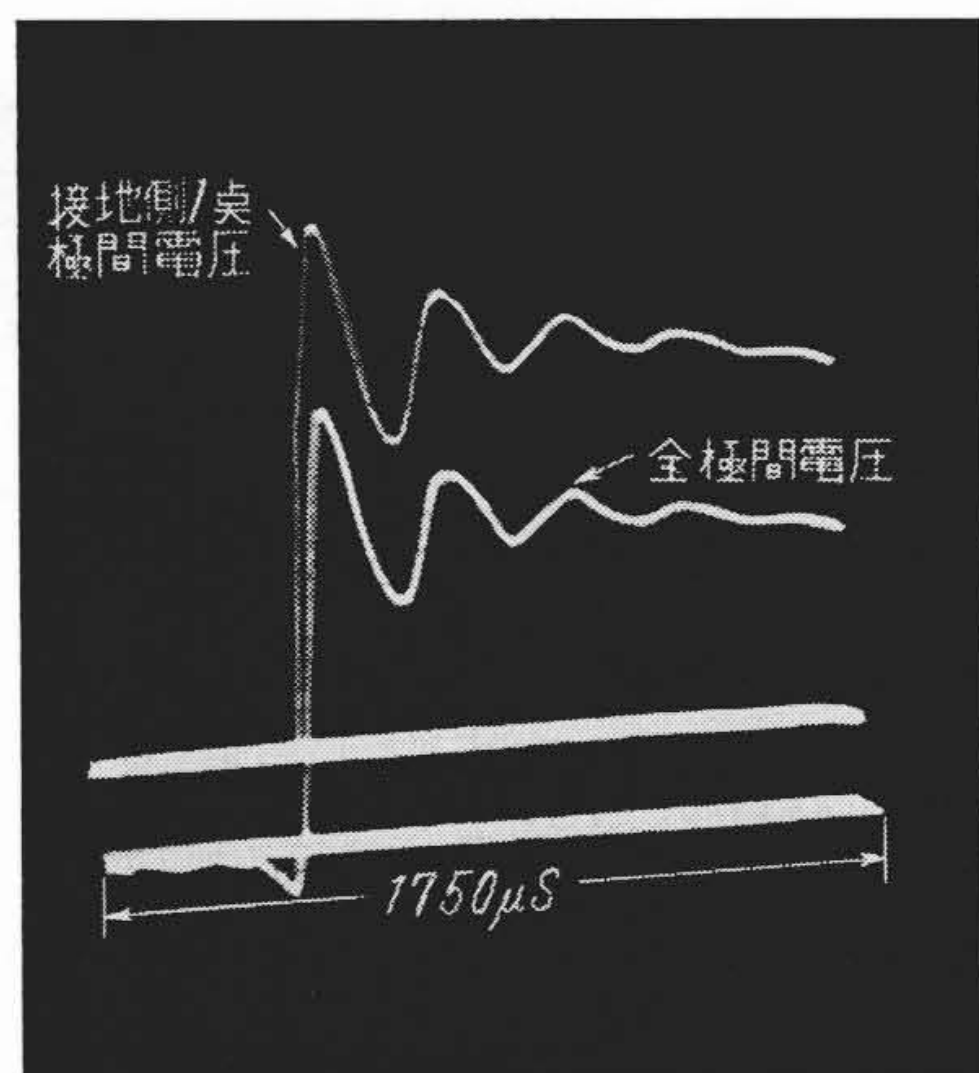
$$300 \text{ kV} \times 1.1 / \sqrt{3} \times 1/8 \times 1.10 = 26.5 \text{ kV} \dots (4)$$

を選定している。

4.3 大電流遮断時の分布

以上の検討で電圧分布の問題は解決されたように思われるが、重大な疑問は定格遮断電流のごとき大電流の場合の残留イオンの影響である。計算時はもちろん、実負荷試験時の電圧分布の測定時は設備出力の制限により1相規定試験電圧で比較的小電流であるため残留イオンの影響は考察できない。

よってこの影響を確かめるため新しく開発した等価試験法⁽³⁾により多重遮断点に対する遮断限界を検討した。その詳細は別に報告する⁽⁴⁾が、一例として1相2点構成の 84 kV 2,500 MVA A. B. B. について検討した結論を



上：接地側1点極間電圧
下：全極間電圧
(2 ビーム B.O. 波形)

第17図 汚損状態模擬試験時の電圧分布

示す。まず単位遮断点について 30 kA 遮断後の絶縁耐力回復特性から遮断限界は1点試験電圧 36.5 kV 遮断電流 30 kA、固有周波数 0.7 kc と判定された。次いで2遮断点で n. l. R. 付加時の同様な試験から遮断限界は2点試験電圧 73 kV、電流 30 kA、周波数 0.7 kc と判定され、1遮断点の正確に2倍の遮断容量を有することが明らかになった。すなわち 30 kA の大電流遮断時にも日立製作所製 A. B. B. は電圧分布の均一が保たれていることを確認した。

4.4 部分放電現象

A. B. B. 開発途上において多重遮断点のとき1部の遮断部のみが再発弧するいわゆる部分放電現象を経験した。第16図は2遮断点すなわち 84 kV A. B. B. を使用して単相試験電圧 110 kV、固有周波数 11 kc で電圧分布測定時部分放電したオシログラムである。このとき接地側1点極間電圧のブラウン管波形の較正は全極間の約2倍になっている。接地側1点の極間電圧において約 130 μs 間はほぼ全極間電圧に等しい電圧が印加されている。この間だけ高压側遮断部が放電した結果である。この部分放電現象は試験電圧、固有周波数の高いことならびに電圧分布の不均一が主たる原因である。もちろん遮断部の遮断性能自体にも関係がある。かかる部分放電現象は単位試験では起り得ないので、単相全体の試験で十分確認する必要がある。

以上記述のように多重切 A. B. B. においては単位試験を一般的に適用できるが、その基礎として電圧分布の実情、部分放電現象、大電流遮断時の残留イオンの影響などを十分確認する必要がある。

4.5 碍子汚損時の問題

近時塩塵害による碍子汚損により閃絡電圧が低下し問

題になっている⁽⁵⁾。閃絡電圧低下については別にとりあげているが、電圧分布がいかになるかを検討するため 84 kV A. B. B. について予備的な模擬試験を実施した。塩害により碍子表面の漏洩抵抗は極端に低くなるので正規の n. l. R. に並列に高圧側に 140 kΩ 低圧側に 110 kΩ の水抵抗を付加して汚損時の模擬とした。遮断部碍管について換算すればこの抵抗値は約 5 mg/cm² の汚損塩分に相当する。代表的オシログラムは第 17 図であるが、予想したように 0.1 MΩ 程度の直線抵抗付加による分布は本来の n. l. R. のみの分布とほとんど変化なく均一である。もちろん実際の汚損状況は単なる抵抗で代表させるわけにはいかないであろうが、おおよその見当としては電圧分布の点からは問題ないと考えられる。なお第 17 図の波形で均一分布のときほぼ同じ振れになるように接地側波形の感度を約 2 倍にしている。

5. 結 言

多重切 A. B. B. 特に 300 kV A. B. B. を対象として各遮断点に対する電圧分布の問題、そのほか特異現象を検討した結果以下の点が明らかになった。

(1) 電圧分布の実情を明らかにするための測定法を検討し、300 kV A. B. B. の実負荷試験時に実測に成功した。

(2) その結果適切なる n. l. R. を使用することにより各遮断点に対する電圧分布は測定誤差範囲内で均一になることを確認した。

(3) 全極間再起電圧波形に減衰項を考慮し、さらにアーク電圧の修正をした結果計算結果と実測結果は完全に一致した。

(4) n. l. R. の特性の選定が不適切であれば再起電圧波高値においてはほとんど均一分布であっても再起電圧上昇率の分布は不均一となる。

(5) 大電流遮断時に残留イオンにより電圧分布が変化するおそれがあるので、新等価試験法により検証した結果 30 kA の大電流遮断時にも電圧分布の均一が保たれていることを確認した。

(6) 試験条件がきびしく、かつ電圧分布が不均一であると遮断部構造によっては直列多重遮断点の一部のみ放電する部分放電現象を確認した。

(7) 最終結論として多重遮断点 A. B. B. の単位試験法を適用する際には電圧分布の実測によりその均一性を確認し、部分放電、残留イオンの悪影響のないことを検討する必要がある。

従来多重切空気遮断器では電圧分布の均一が問題であるといわれながら、きわめて断片的あるいは抽象的な結果しか発表されていない。本文が空気遮断器に対する理解の一助になれば幸である。

参 考 文 献

- (1) 福田：電学誌；77, 771 (昭 32-6)
- (2) 中西：同上；74, 1493 (昭 29-12)
- (3) 山崎：日立評論 40, 1047 (昭 33-9)
- (4) 山崎：電学誌に発表予定
- (5) 閃絡電圧専門委員会：電学誌 77, 55 (昭 32-1)

付 録 分 担 電 圧 計 算 法

本文第 14 (b) 図の等価回路において並列抵抗と静電容量に分流する電流の和は等しいことから

$$g_1(e_1 E_m)^\beta + C_x \frac{d(e_1 E_m)}{dt} = g_1 \left\{ \frac{e_0 E_m - e_1 E_m}{7} \right\}^\beta + C_y \frac{d(e_0 E_m - e_1 E_m)}{dt} \quad (4)$$

$$\tau = \omega t, \quad \omega = 2\pi f_n$$

と変換して整理すれば

$$\frac{de_1}{d\tau} = \frac{g_1 E_m^{\beta-1} \times A}{7^\beta (C_x + C_y) \omega} \times \frac{(e_0 - e_1)^\beta - (7e_1)^\beta}{A} + \frac{C_y}{C_x + C_y} \frac{de_0}{d\tau} \quad (5)$$

本文(2)式が得られる。(5)式を階差の式に書き直せば以下の式となる。

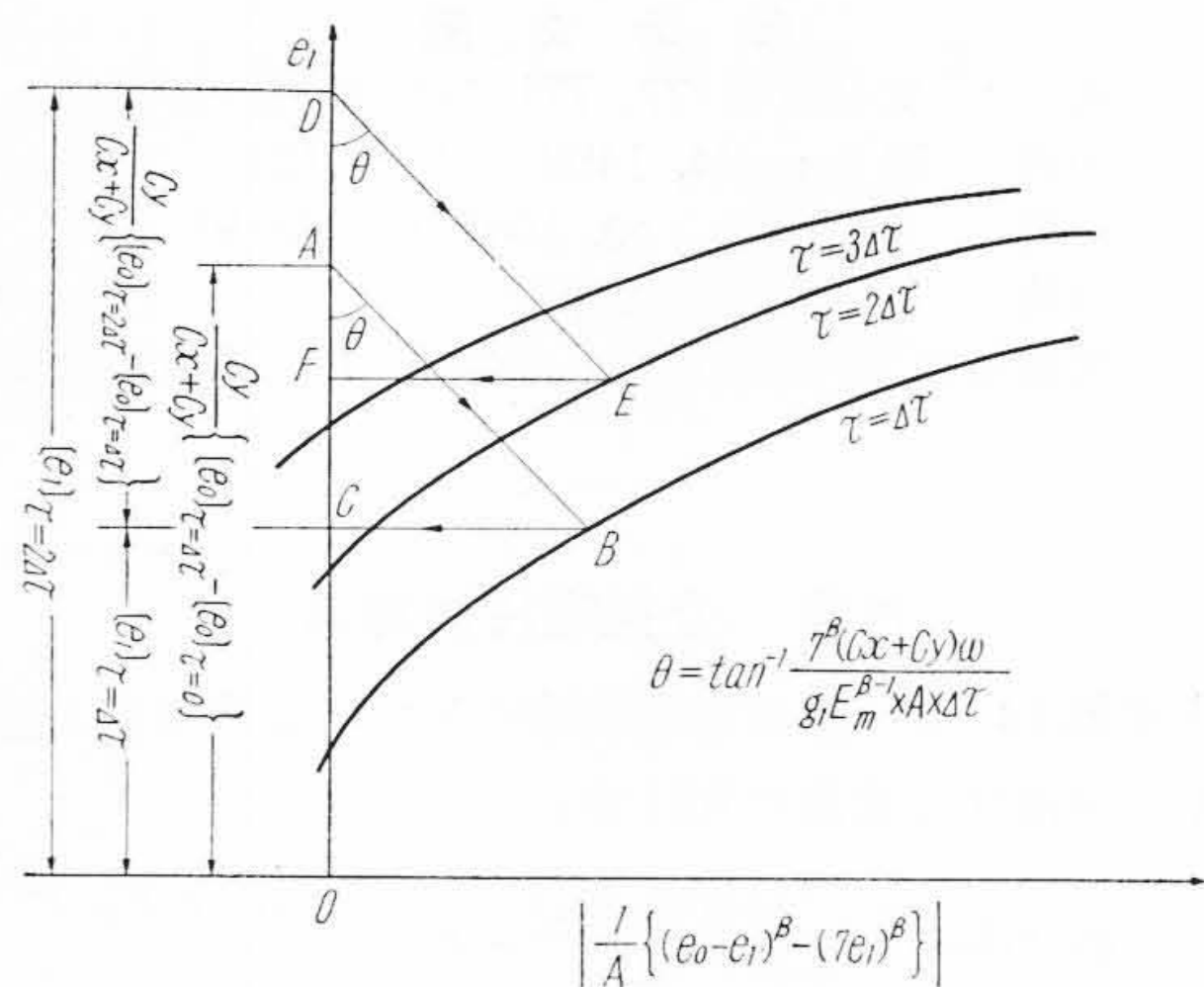
$$\Delta e_1 = \frac{g_1 E_m^{\beta-1} \times A}{7^\beta (C_x + C_y) \omega} \Delta \tau \times \frac{\{(e_0 - e_1)^\beta - (7e_1)^\beta\}}{7} + \frac{C_y}{C_x + C_y} \Delta e_0, \quad \Delta e_1 = \frac{1}{\tan \theta} \times F(e_0, e_1) + \frac{C_y}{C_x + C_y} \Delta e_0 \quad (6)$$

$$\therefore \tau = 0 \quad e_1 = 0$$

$$\tau = \Delta \tau \quad [e_1]_{\tau=\Delta \tau} = 0 + [\Delta e_1]_1 = \frac{1}{\tan \theta} \times [F(e_0, e_1)]_{\tau=\Delta \tau} + \frac{C_y}{C_x + C_y} \left\{ [e_0]_{\tau=\Delta \tau} - [e_0]_{\tau=0} \right\} \quad (7)$$

$$\tau = 2\Delta \tau \quad [e_1]_{\tau=2\Delta \tau} = [e_1]_{\tau=\Delta \tau} + [\Delta e_1]_2 = [e_1]_{\tau=\Delta \tau} + \frac{1}{\tan \theta} \times [F(e_0, e_1)]_{\tau=2\Delta \tau} + \frac{C_y}{C_x + C_y} \left\{ [e_0]_{\tau=2\Delta \tau} - [e_0]_{\tau=\Delta \tau} \right\} \quad (8)$$

$$\tau = n\Delta \tau \quad [e_1]_{\tau=n\Delta \tau} = [e_1]_{\tau=(n-1)\Delta \tau} + [\Delta e_1]_n = [e_1]_{\tau=(n-1)\Delta \tau} + \frac{1}{\tan \theta} \times [F(e_0, e_1)]_{\tau=n\Delta \tau} + \frac{C_y}{C_x + C_y} \left\{ [e_0]_{\tau=n\Delta \tau} - [e_0]_{\tau=(n-1)\Delta \tau} \right\} \quad (9)$$



第18図 電圧分布波形計算説明図

第18図のように縦軸に e_1 をとり τ を副変数として $F(e_0, e_1)$ すなわち $\{(e_0 - e_1)^\beta - (7e_1)^\beta\} / A$ を横軸に描

く。この場合計算値は負の付号をとるので絶対値のみを仮に右側に描く。

このとき(5)式の A は θ が30度前後になるように選定すると作図しやすい。まず(7)式を作図する。

$\tau=0$ では $e_1=0$ であるから e_1 軸上に原点から上方に(7)式第2項をとって A 点とする。角度 θ の直線を A 点より引き $\tau=\Delta\tau$ の $F(e_0, e_1)$ 曲線の交点を B とする。 B 点より e_1 軸への垂線の足を C とすれば OC は $[e_1]_{\tau=\Delta\tau}$ である。この結果が(7)式を満足していることは容易に理解される。

次いで同様の手順により D, E, F と作図すればよい。かくすれば OC, OF がそれぞれ $\tau=\Delta\tau, \tau=2\Delta\tau$ における e_1 であるから e_1 の波形を任意の波形 e_0 に対して求めることができる。



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3)

(第14頁より続く)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	493050	変圧器鉄心	国分工場	栗山卓	34. 4. 27
"	493069	大型変圧器の油槽	国分工場	伊藤武夫	"
"	493070	変圧器冷却装置	国分工場	栗山卓	"
"	493072	車輛用変圧器	国分工場	大前川愛一	"
"	493073	横型油入変圧器の冷却装置	国分工場	前川愛一	"
"	493074	横型油入変圧器冷却装置	国分工場	前川愛一	"
"	493075	横型油入変圧器	国分工場	前川愛一	"
"	493076	車輛用横型変圧器冷却装置	国分工場	滑川清一	"
"	493077	車輛用横型変圧器冷却装置	国分工場	滑川清一	"
"	493080	大電流変圧器の端子引出装置	国分工場	沢幡寅治	"
"	491987	電動車用歯車接手	水戸工場	有井英俊	34. 4. 3
"	491988	定油面式車軸承箱	水戸工場	佐々木義雄	"
"	491991	車輛の砂まき装置	水戸工場	大和田敬治	34. 4. 3
"	493032	車輛用給電保護装置	水戸工場	五島正巳	34. 4. 27
"	493064	電気車主電動機横動防止装置	水戸工場	佐々木義雄	"
"	491989	両側開き運搬車の扉装置	笠戸工場	進藤好文	34. 4. 3
"	492016	引戸装置	笠戸工場	斎藤節夫	"
"	492023	窓枠釣合装置	笠戸工場	大谷徹太郎	"
"	493047	カーバイド貯蔵タンク	笠戸工場	中山栄二郎	34. 4. 27
"	493086	反応槽	笠戸工場	高木収夫	"
"	493097	懸垂式車輛の動揺抑制装置	笠戸工場	村田師男	"

(第58頁へ続く)