

# 三菱電機

MITSUBISHI-DENKI

昭和二十二年七月

7月

第21卷 第4號

## 目 次

220KV幹線用變壓器に關する考察	木村久男(1)
クライドメグラフ	藤山長三郎(10)
KR208型市街電車用制御器に就いて	龜井祐之(21)
坑内用油入開閉器附變壓器	松尾杉昇(25)
47-D型ラジオ受信機	松谷本俊郎(27)
糟谷野	→ 完

### 新製品紹介

三菱電氣釜  
3KW三菱ラジオヒーター

JULY 1947

三菱電機株式會社

# 220 KV 幹線用變壓器に關する考察

研究所 木村 久男

## 1. 緒 言

日發に於て過去數年來、計畫検討されて來た 200 KV 送電幹線に用いられる電力用變壓器に關し、協同研究會に於いても熱心に討議せられ、就中東芝の宮本茂業氏は「電機技術」(1)(2)(3)に連續的に種々の検討を加えられ、吾人の甚だ参考とするに足る御意見が少くない。

然るに、我々の主張する外鐵型サーデブルーフ變壓器と、Conventional な内鐵型變壓器の設計上の立場の相違から、100% 同意し難い御意見もあり、協同研究會の席上でも、盛んに論議された次第である。

本文は主としてこの論議の焦點になつた諸點につき我々の主張を説明し、讀者諸兄の御批判と御指導を仰ぎ度く考えて、次第である。

200 KV 送電幹線について變壓器設計上から見て最も問題となるのは接地方式である。「非接地」は問題外として次の3つが考えられる。

直接々地、抵抗接地、リアクトル接地

現在の工作物規程では試験電圧から、直接々地は禁止されて居る。變壓器から見れば此の方式が最も資材が少くなるわけであるが、規程の方から制限されて當面の問題として取上ごることとは困難である。

從來製作されて來た 161 KV 又は 230 KV 用變壓器は所謂 Full insulation である。然し工作規程の試験電圧と、日本電氣工藝委員會の試験電圧を比較すれば、中性點側は  $1/\sqrt{3}$  に落しても差支えない様である。中性點側のみでも絶縁寸法を減少すれば、それだけ資材は節約になるのであるから、今後この點に十分の關心を拂う必要があり、本文でもやゝ詳細に扱つて居る。之は抵抗接地及びリアクトル接地の兩方式に於いて、中性點の絶縁抵下は考え得ることである。

次に問題となるのは送電能力に大きい影響のある、インピーダンスである。出来るだけインピーダンスは小さい方がよいわけであつて、單巻變壓器、中性點絶縁抵下等がこの特性に好影響を與える。又一般的に云つて、變壓器としては多少の資材を増しても送電能力を増加せねばならないことは云うまでもない。

尙、機器の安全率の合理化が呼ばれて居る折から、200

KV 送電線に於ける絶縁レベルの低下も考慮し得るのであつて、最新設計のサーデブルーフ變壓器にあつては各部の絶縁強度が極度に平均化されて來て居るので、局部的に弱點のあつた舊設計のものに比し、一段低い試験電圧のものも實用上差支えないと思われる。

## 2. 200 KV 回路用變壓器の絶縁レベル

最高回路電圧が 230 KV か、200 KV か未決定であるが、工藝委員會の規程にある商用周波の試験電圧よりも、重要なのは衝撃電圧に關する絶縁レベルの問題である。

200 KV は 1050 KV, 1×40  $\oplus$

140 KV は 750 KV, 1×40  $\oplus$  (6)

の耐壓と云うことになつて居る。

然るに舊い Conventional な設計の 140 KV 用變壓器に於いては局部的弱點がある。即ち内部電位振動による層間破壊等の爲に、750 KV に耐えない筈の設計も少くなかつた。それが今日まで大した故障もなく、實用されて來たことを考えれば、最新のサーデブルーフ型絶縁方式に於いては、一段下の 650 KV 程度の設計であつても、舊い設計の局部的弱點と比較すれば、優劣はないと考えて居る。(7)

このことは 200 KV 用變壓器にも考えられるのであつて、140 KV と 200 KV の電圧比に従つて 1,050 KV, 1×40 の試験電圧が定められたが、之を最も新らしい完全遮蔽型たるサーデブルーフ方式による時は、900 KV 1×40 のレベルのものと故障率は異ならないと考えられる。

昭和 8 年以來實施されて居て、我國に於ける殆ど唯一の完全遮蔽を施したサーデブルーフ型變壓器は、雷その他の異常電圧による絶縁破壊は全然發生した例がないのであつて、10 年以上に及ぶ経験とその後に發達した内部電位振動による最大電位傾度及び絶縁組織の破壊試験結果等から考え合せると、200 KV 用變壓器の絶縁レベルを 900 KV, 1×40  $\oplus$  にしても、決して故障率は増加しないであらうと豫想して居る。

このことは變壓器各部分の安全率の平均化であつて全體としての安全率の低下を意味するものではないと考えられる。換言すれば多少安全率の低下があつても、安全

率の低下と故障率の増加とは或點以上では無関係であると云うことも考え得るのである。

具體的数字を詳細に發表し得ない憾があるが、兎に角費及び資材の節約が最重點となつて居る今日、絶縁レベルはサーデブルーフ變壓器に限つて 900 KV 推奨したい。

此の點に關して、宮本氏は「電機技報」昭 21 年 10 ～ 12 月號<sup>(2)</sup> 91 頁に 170 KV 級即ち衝擊電壓 900 KV 試験にした時には、現在の避雷器の制限電壓も亦下げねばならぬと主張して居られる。Conventional type の變壓器としては無理のない御主張であるが、筆者の云う 900 KV 級と云ふのは、變壓器設計上の裕度を切りつめて、現在の 200 KV 用避雷器をそのまま使つての話である。例へば現在のサーデブルーフ變壓器の設計上の寸法が試験電壓値に對し 140 % の裕度を持つて居るとすれば、一段下のレベルにすると云うことは之を 120 % の安全率に低下することに等しく、何等送電線の他機器の定格に影響を及ぼすものではないのである。サーデブルーフなるが故に現在の我々の Standard を一段下げることが出来ると言ふのは此の意味であつて、Conventional type には適用し得ない考え方なのである。

### 3. 中性點の絶縁低下

直接々地と Full Insulation の中間の絶縁寸法として  $1/\sqrt{3}$  に中性點の絶縁を低下することは、既に歐<sup>(8)</sup>、米<sup>(9)</sup>、滿<sup>(10)</sup>、鮮、等に於いて實施せられて居る。

目下、當社で製作中の 3 φ, 60 ～, 100,000 KVA, 220 KV Y/154 KV Y/11 KV △ の變壓器も 220 KV 側及び 154 KV 側の中性點絶縁を  $1/\sqrt{3}$  に低下せしめた。

之は消弧線輪を  $1/\sqrt{3}$  に耐壓を下げる實用したのが始めて、之が實用上何等の故障なく、運轉されて居ることから考えて、變壓器自身の中性點側も  $1/\sqrt{3}$  に下げるが、實用上差支えないと云はれるのである。資材の見地から超高壓變壓器には今後必ず考慮せらるべきものと信ずる。この絶縁レベルならば、前に述べた如く工作物規程による試験電壓には十分耐え得る。

この場合、 $1/\sqrt{3}$  に絶縁低下せる端子には、之と協調せる間隙又は避雷器を必ず取付けねばならない。避雷器の故障の主なるものは雷電流によつて發生せられた、即ち電流容量を超える落雷（特に直撃雷）があつた時に破壊した。然し、 $1/\sqrt{3}$  に絶縁を下げる中性點側に取付けられた避雷器に流れる電流は、變壓器のサーデインピーダンスを通つて居る爲、大電流は阻止せられる。例へば送電線のサーデインピーダンス 500 Ω とし、電流 5,000 A とすれば、變壓器は 5,000 Ω 以上のサー

デインピーダンスがあるから、電流は 500 A 以下となり、避雷器の責務は  $1/10$  に輕減せられる。それだけ故障率は減るのであつて中性點に於ける避雷器は、雷による破損例は全くなかつたことから考えても、容易に納得出来ることである。

從つて、避雷器を取付け、 $1/\sqrt{3}$  に絶縁低下した中性點は線端と同等かそれ以上に信頼度があると考え得るのである。

### 4. 200 KV-140 KV 單卷變壓器

變壓器を通過した衝擊電壓は、サーデインピーダンスの爲に大電流を伴うことが出来ないことは上記の如くであるが、この特性を利用すると 200 KV-140 KV の單卷變壓器の設計が可能になる。

即ち 200 KV 卷線に 140 KV のタップを付けた場合に、（中性點は當然  $1/\sqrt{3}$  に絶縁を低下する）之等の端子及び中性點には夫々 200 KV, 140 KV, 及び  $200/\sqrt{3}$  に相當した避雷器を附屬せしめる。200 KV, 140 KV の避雷器は夫々の送電線から襲來せる場合には通常の避雷器として作用する。結線圖は第 1 圖の如くで通常の 2 卷線の場合よりも、中性點側の避雷器が 1 ヶ省略出来る。

注目すべきは 140 KV 避雷器で、200 KV 側から襲來せる進行波が 140 KV 避雷器にも 200 KV 相當の波高値で襲來するわけである。然しこの時はサーデインピーダンス 5,000 Ω を通つて居るから、雷電流は 500 A 程度に制限せられ、斯の様な動作狀態では 140 KV 避雷器は本來の動作責務より輕負擔となるのである。

單卷變壓器とした時には、絶縁レベルの問題は斯様に解決可能であり、消弧線輪、工作物規程による試験も問題ないので筆者は 200-140 KV 變壓器は新らしい二つの巻線を作る要なく、單卷變壓器が此の場合、最も優秀な特性と最少量の所要資材の設計であると考えて居る。

200-140 KV を 2 卷線 60,000 KVA とすれば、之を等價容量 20,000 KVA 程度の小型のものになり、從つて資材も約 1/2 で済むこととなる。

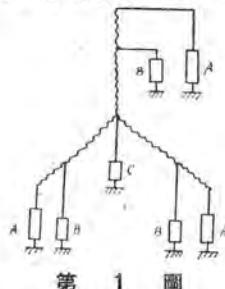
更に送電線の安定度及び最高送電容量の上から問題となるインピーダンスも、この例で 2 卷線の時を 12 % (60,000 KVA Base) とすれば單卷にすれば 5 % (60,000 KVA Base) 程度となり、甚だ優秀な特性を示すに至るのである。

次に構造上の問題であるが、サーデブルーフ構造の外鐵型に於いては何等問題なく、此の程度の單卷變壓器の設計が可能である。内鐵型にあつても圓筒形巻線とすることにより設計不可能とは考えられないが、宮本氏の御説明では構造上幾多の難點ありとされて居る。<sup>(2)</sup> 「200

KV 級變壓器で等價容量 20,000 KVA 位の變壓器は小さすぎて不經濟な部に屬する」と云つて居られるが 2 卷線變壓器の場合は或は「不經濟な部」に近いかも知れないが、單卷變壓器の場合は筆者の経験では、決して「不經濟な部」には屬さず、甚だ經濟的な設計が可能であることは以下述べるところである。「3相の場合は困難」なることは筆者も認めるが、従つて「單相構造を特に推奨する」次第なのである。この構造の問題を始めとして宮本氏の御意見と相違するものが少くない、以下數項にわかつて論旨を説明したいと思う。

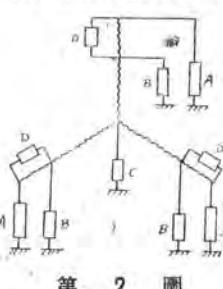
## 5. 避雷器配列の問題

避雷器取付の位置及び個数については第 1 圖に示した如くであるが、之に對し宮本氏は<sup>(2)</sup>第 2 圖の如き配列を提示して居られる。之を第 1 圖と比較すれば ABC の三種類の避雷器は共通であるが、之に D なる (200-140) KV 用の避雷器を挿入しなければならぬとされてゐる。



第 1 圖

A=200 KV 用避雷器  
B=140 KV 用避雷器  
C=200/V<sup>3</sup> KV 用避雷器



第 2 圖

A=200 KV 用避雷器  
B=140 KV 用避雷器  
C=200/V<sup>3</sup> KV 用避雷器  
D=(200-140) KV 用避雷器

併しかくすれば、前に述べた變壓器のサーディンピーダンスを利用して、タップ電圧に於ける避雷器の責務を軽減せんとする主旨に添はなくなる。

即ち D なる避雷器が動作すれば、直ちに B なる避雷器も當然動作することになり、200 KV 側の進行波電流を 140 KV 避雷器の中を通すことになり、避雷器の破損率は D のない場合より増加する虞がある。

概念的に云つて、衝撃電圧に關しては 200 KV 側と 140 KV 側を、高いサーディンピーダンスで隔離せよと主張するが筆者の意見であつて、D なる避雷器を用いて衝撃電圧に見て 200 KV 側と 140 KV 側を直結する様な意見には賛成し難い。

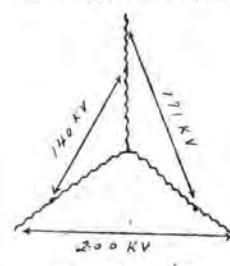
この爲に（即ち D を用いない爲に）200 KV と 140 KV の端子間（60~電圧では  $60/V^3$  KV）に 200 KV 相當の高い衝撃電圧に耐える構造にする必要が生じて來るのであるが、このことは外鐵型サーディブルーフ變壓器に於いては、特に設計上不經濟になる虞はないのである。

## 6. 商用周波に於ける異常電圧の問題

「一線接地時に 140 KV 端子に第 3 圖に示される如く 171 KV の電圧が印加される」ことを宮本氏は<sup>(2)</sup>述べ、避雷器の制限電圧を取り上げて論じて居られる。此の現象に對し筆者は次の見解を持つてゐる。

一線接地を起す現象は、徐々に起るものではなく、瞬間に起るものである。即ち對地  $140/V^3$  KV 即ち 81 KV の電位から、對地 171 KV に達しようとする。この差の  $171-81=90$  KV の振幅を持つて 171 KV の點を中心とした振動が短時間發生する。最大電圧は  $90 \times 2 + 171 = 351$  KV であつて、所謂 Switching surge と呼ばれるものである。140 KV 用變壓器の場合にはこの數字は 258 KV になるのであるが、之等の數字は 750 KV の衝撃電壓試験値に比し遙かに低い値であるから、避雷器に對する影響は殆んどないものと考えてよい。

Arching ground 等により此の振動が重疊されて、避



第 3 圖

雷器の放電開始電圧値に到達した場合に於いてのみ危険であるが、之は回路定数によつて又接地條件によつて決定せられることで、上記の數字に比例すると簡単に結論することは現在までの Data では出来ない。筆者の考え方としては Switching surge も雷電圧と同様エネルギーが短時間に集中したものであるから、200 KV 側で起つた Switching surge も變壓器巻線のサーディンピーダンスが前述の様に有効に作用して、140 KV の避雷器の責務は比較的軽くなるのではないかと考えて居る。

續流遮断の場合問題となる常規電圧 171 KV に對しては 140 KV 側避雷器の定格からの 196 KV の 60~電圧で續流を切ることが可能であるから<sup>(11)</sup>、171 KV の数字は何等恐れる要はないのである。

## 7. Inversion の問題

更に宮本氏は「稀な機會には單卷變壓器が Inversion を起すと、相當な異常電圧が生じる」ことを、前記文献<sup>(2)</sup>に述べて居られる。此の點については單卷變壓器設計上の常識とされて居る三角結線の存在を考える必要がある。

三角結線がない場合には Inversion を起した例は筆者も PT 等のリレー回路で經驗したことがあるが、この場合にも三角結線（主として開放三角結線）の零相インピーダンスが或限度以下になれば Inversion は起らな

かつた。

単巻變壓器の斯程の大容量のものには勵磁電流中の第三高調波を打消す爲にも、相當大きい三角補助巻線（主巻線の20%以上の容量を有するのが普通である）が用いられるのである。此の場合には絶対に Inversion が起る可能性はない。

更に衝擊電壓による Inversion の觀念が推定假定を重疊して進められて居るが、實驗的に全く、否定出来る。

當社に於いて製作中の前記 100,000 KVA 變壓器について過渡現象直視裝置を用いて、實測した例につき説明しやう。100,000 KVA 變壓器は2巻線變壓器であるが、此の結線を變更して単巻變壓器と類似のものとして實測した。

第4圖の様な結線に於いて各端子に於ける電位を實測したものは第5圖の如くであつて何等危険な振動は起つて居ない。第6圖及び第7圖は高壓端子即ち 200 KV 側で避雷器が動作した場合であり、第8圖及び第9圖は中壓側端子即ち 140 KV 側で截斷された場合であり、更に第10圖及び第11圖は、前の場合より截斷までの時間が長くなつた場合である。何れも単巻結線なるが故に危険と思はる電壓は發生して居ない。

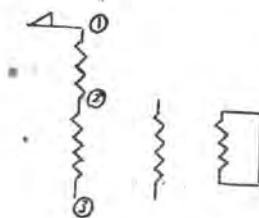
端子②にサーデインビーダンスに等しい 450 Ω を入れ

て接地した場合は第12圖乃至第15圖に示されるが、異常なる電壓は發生せず、更に端子②に 140 KV 側の母線の靜電容量を入れた場合を第18圖乃至第29圖に示されて居るが、衝擊電壓による Inversion は絶対に發生する可能性は認められない。

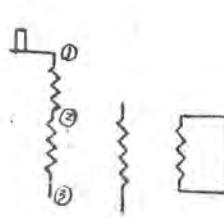
第19圖に於いて端子③は、この測定結果では端子①よりも最高電壓が上昇して居るが、之は中性點開放の場合に常に起ることであつて、その到達時間は 70 μs 程度のゆるやかなものは、中性點避雷器で十分電壓を制限せられて、絶縁系に何の影響も及ぼさないものである。

之等の實驗は協同研究會の席上、宮本氏等の御要求により當社に於いて行われたものであるが、從來の多數の實測結果から豫想されて居た結果を得た次第である。

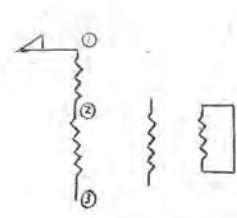
思ふに Inversion なる現象に對する定常狀態と過渡状態を混同して論を進めてはならない。即ち Inversion の状態が發生する爲には、定常狀態に或力を加え、或時間が経過せねばならない。Impulse の様な瞬間的な過渡現象は上述の如くその局部々々で過電壓は、避雷器によつて處理されるから、Inversion の状態に持ち來す Energy もなければ、時間的餘裕も與えられないと云うわけなのである。



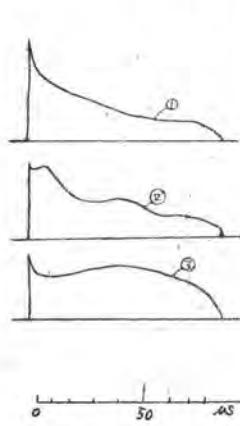
第 4 圖



第 6 圖

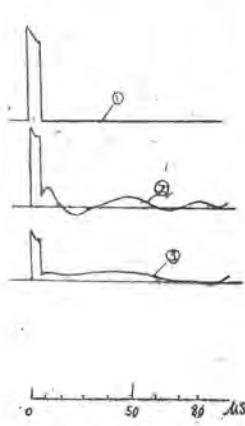


第 8 圖



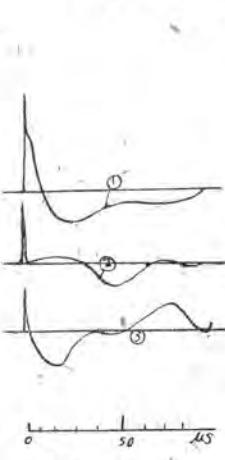
第 5 圖

波高値 %	周期 μs
100	25
75	30
65	—



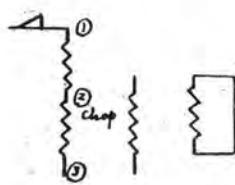
第 7 圖

波高値 %	周期 μs
100	—
89	35
61	—

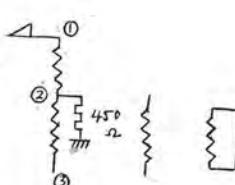


第 9 圖

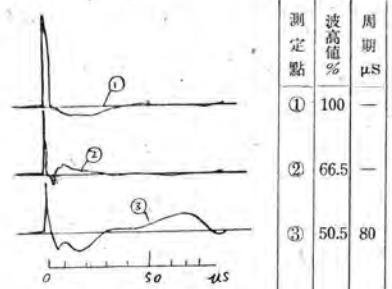
波高値 %	周期 μs
100	—
60	45
45	60



第 10 圖

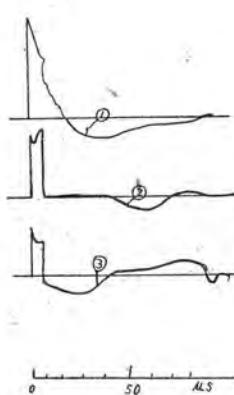


第 12 圖

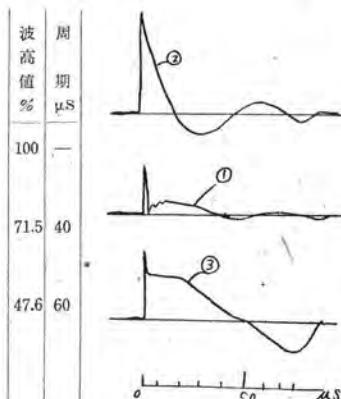


第 14 圖

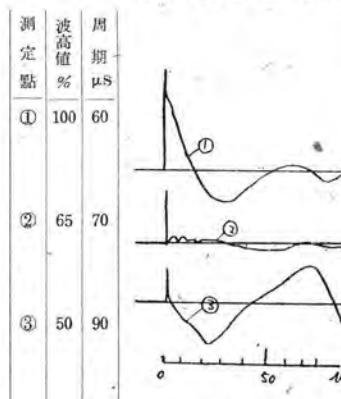
(口) 截斷波印加



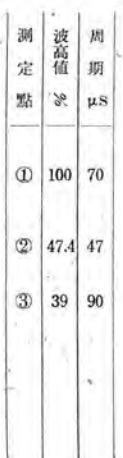
第 11 圖



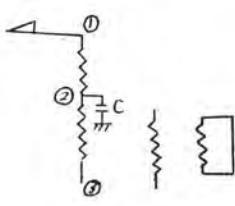
(イ) 截斷波印加



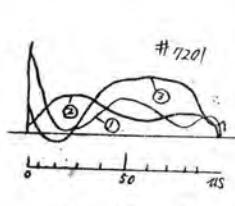
第 15 圖  
(ハ) ② ニテ 截斷



第 16 圖

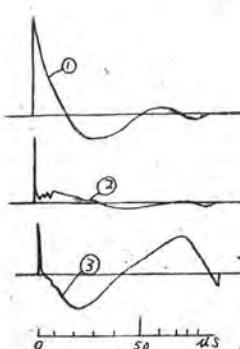


第 18 圖

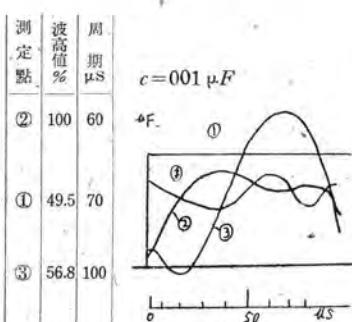


第 20 圖

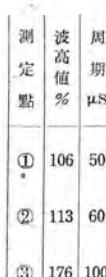
(イ) 衝擊波印加



第 17 圖  
(イ) 衝擊波印加

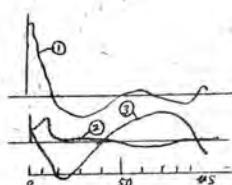


第 19 圖

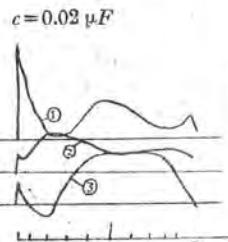


第 21 圖

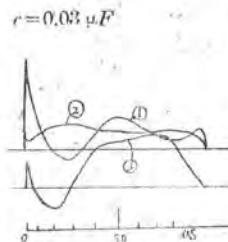
(口) 截斷波印加



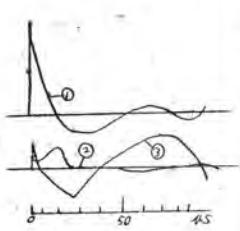
第 22 圖  
(八) ② ニ テ 截 断



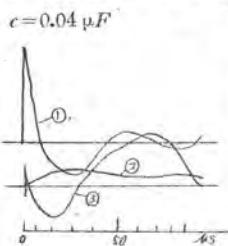
第 23 圖  
II (イ) 衝撃 波 印 加



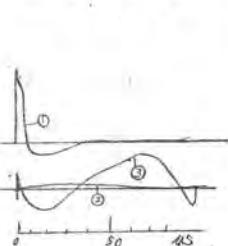
第 24 圖  
III 衝撃 波 印 加



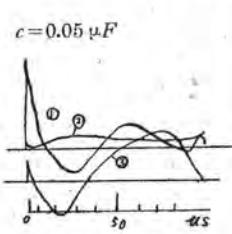
第 25 圖  
(口) ② ニ テ 截 断



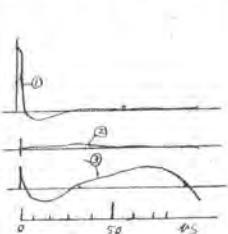
第 26 圖  
IV (イ) 衝撃 波 印 加



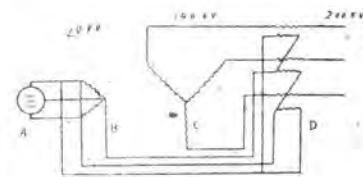
第 27 圖  
(口) 截 断 波 印 加



第 28 圖  
(イ) 衝撃 波 印 加



第 29 圖  
(口) 截 断 波 印 加



第 30 圖  
A = 敷 電 機  
B = 主 電 器 の 低 壓 線  
C = 主 電 器 の 高 壓 線  
D = 直 列 電 器

## 8. 200-100 KV 單巻變壓器

200-140 KV の單巻變壓器の場合に、200 KV 側で一線接地を起すと 140 KV 側端子が 171 KV まで上昇することが問題となつたが、200-100 KV の時はこの数字は 120 KV となる。

200 KV 側の中性點は  $1/\sqrt{3}$  程度以下には下げるのは困難とすれば 120 KV 級を使用することとなる。

この 2 つの数字からタップ及び中性點は 120 KV 級のレベルに設計すべきことがわかる。

この場合は 200-140 KV 場合よりも等価容量及び絶縁量の方から多少不経済になるが、2巻線の場合に比較すれば遙かに有利であることは以下述べるところである。

Switching Surge や雷の影響、避雷器の使用方法など全く上記述べたと同じ様な考え方で設計することが可能である。

100 KV より低い回路に對する單巻變壓器の應用は、以上の考え方から中性點開放及びインピーダンス接地の場合には考慮し難いが、直接々地ならば更に低い電圧まで單巻變壓器が使用可能となる。200 KV 直接々地の場合、通常接地側からも線端側の 20 %程度の衝撃波が襲来することが豫想されるから 40 KV 級の絶縁を施す必要がある。さうすれば、200 KV に對して、直接々地ならば 40 KV 以上の場合には單巻變壓器が可能と云うことになる。

## 9. 直列變壓器の場合

宮本氏は單巻の代りに、直列變壓器を推奨して居られる。

第 30 圖がその結線であるが、衝撃電壓、インピーダンスその他送電特性に對して影響のない設計は可能であつて、何等直列變壓器製作上に於いて外鐵型サードブルーフ變壓器に困難はない。

然るに次の點で直列變壓器は具合が悪いと考えられる。

第30圖のAなる發電機が 10,000 KVA, B.C. は 10,000 KVA であつたとする。發電機電流一定とすれば 10KV 側の電流は主變壓器 B に  $\frac{140}{200}$  即ち 70%、直列變壓器 D に 30% 流れることとなる。10,000 KVA の變壓器を 7,000 KVA で使ひ度いと云う考え方であるが、全般的に見て不經濟は免れないと思う。

この意味で賛成し難いのであるが、變壓器に比し發電機のみ 50% 程度も餘裕のあると云う様な、特殊な場合には差支えないものと思う。

## 10. 輸送の問題

よく知られて居る如く、我が國鐵はレールゲーデが 1067 であつて、歐米の 1435, ヨ聯の 1500 に比し輸送能力が少い。大容量超高压變壓器を考える場合には常に分解輸送及び現場組立作業が行われたのであつた。

然るに豫備の融通性、現場作業の省略等の見地から獨(12), 米(13)では組立てたまゝ送れる輸送用變壓器が實用せられて居る。之は資材の點から云つても、現場組立室等を省略し得るのである。

そこで筆者は、200 KV 變壓器が獨軌 1067 の國鐵で輸送し得たら面白いと思つて、研究してみた結果を簡単に記述しやう。

3φ, 60,000 KVA 又は 3φ, 40,000 KVA では 200 KV 用變壓器では、どうしても分解せねば輸送することが出来ない。

唯、1φ にすれば條件は極めて榮になり、特に外鐵型にあつては、横倒しにして、送油式を採用すれば、シキ-60 型貨車(60 トン輸送可能)で、約 30,000 KVA のものが送り得ることがわかつた。實際問題として、1φ, 30,000 KVA ならば、3φ, 90,000 KVA のパンク容量となり、我國の實狀として之以上の大きなパンクは必要ないものである。

特に 200-140 KV の様な組合せの場合、3φ 構造では高電壓の套管が 8 本も必要なことは、外部構造が複雑となり、複雑性が故障の原因となることは否定出来ない。この點でも 1φ にして、1 台の變壓器から出る套管の數を少くしなければならない。輸送の點及び套管配置の點のみから云えば、標準仕様書は 1φ とすべきである。

## 11. 資材比較表—(1)

今 200 KV 幹線に使用せらるべき變壓器として考えらるべき仕様を示せば代表的のものとして次の如きものがある。

220 KV 幹線用變壓器に関する考察・木村

### I. 60,000 KVA, 3φ, 50/60~送油送風式變壓器

①	230-220-210-200 KV Y	60,000 KVA
	154-140 KV Y	60,000 KVA
	21-10.5 KV △	30,000 KVA
②	230-220-210-200 KV Y	60,000 KVA
	77-70 KV Y	60,000 KVA
	21-10.5 KV △	30,000 KVA
③	230-220-210-200 KV Y	60,000 KVA
	21-10.5 KV △	60,000 KVA

### II. 40,000 KVA, 3φ, 50/60~送油送風式變壓器

①	230-220-210-200 KV Y	40,000 KVA
	154-140 KV Y	40,000 KVA
	21-10.5 KV △	20,000 KVA
②	230-220-210-200 KV Y	40,000 KVA
	77-70 KV Y	40,000 KVA
	21-10.5 KV △	20,000 KVA
③	230-220-210-200 KV Y	40,000 KVA
	21-10.5 KV △	40,000 KVA

### III. 30,000 KVA, 1φ, 50/60~送油送風式變壓器

230-220-210*-200-154-140 KV Y	30,000 KVA
77-70 KV Y	30,000 KVA
21-10.5 KV △	15,000 KVA

註、III に於いて 200 KV-140 KV の間では線容量 45,000 KVA (3φ にて 135,000 KVA) を有せしめることが可能である。尙電源 200 KV として 140 KV 側及び 70 KV 側の負荷のかり方により冷却装置に多少の變化を生ずる。

### IV. 20,000 KVA, 1φ, 50/60~送油送風式變壓器

230-220-210-200-154-140 KV Y	20,000 KVA
77-70 KV Y	20,000 KVA
21-10.5 KV △	10,000 KVA

上記各仕様に對し、單卷變壓器を除き一次二次のインビーダンスを 12% とした場合の資材比較表を示せば、第 1 表の如くなる。この表に於いて 1050 KV Test とあるは從來の設計のものであり、900 KV Test とあるはサーデブルーフなるが故に一段絶縁を低下すべしとの提唱に基くものである。尙 F は Full insulation とした場合の數値であり、 $N/\sqrt{3}$  は中性點絶縁を  $1/\sqrt{3}$  に低下せしめた場合である。數字は 1③ 即ち 60,000 KVA, 3φ, 200 KV/10 KV を 100% として、之に對する比較を各々% を以つて表わして居る。

		1050 KV Test		900 KV Test	
		F	N/ $\sqrt{3}$	F	N/ $\sqrt{3}$
I	①	140	116	116	96
	②	117	96	96	85
	③	100 %	83	83	72
II	①	116	94	94	80
	②	91	74	74	61
	③	77	63	63	52
III		50	41	41	34
IV		38	31	31	27

第 1 表

## 12. 某変電所用變壓器の資材比較

計畫せられた變電所の一例として、總受電容量 300,000 KVA で 70 KV 側に 180,000 KVA, 140 KV 側に 12,000 KVA を送る場合の變壓器資材につき比較を試みることとする。

3 豊 — 60,000 KVA — 200 KV/70 KV/10 KV

2 豊 — 60,000 KVA — 200 KV/140 KV/10 KV

を設置するものとすると、資材量は第 2 表に示す如くである。

		1050 KV Test		900 KV Test	
		F	N/ $\sqrt{3}$	F	N/ $\sqrt{3}$
3 豊	I	3×117	3×96	3×96	3×85
	②	=351	=288	=288	=255
2 豊	I	2×140	2×116	2×116	2×96
	①	=280	=232	=232	=192
合 計		631	520	520	447

第 2 表

單卷變壓器を用うれば、1  $\phi$ , 30,000 KVA 1種類で用が足りるのみならず、資材も遙かに少いのである。この場合 200/140 KV と云う變壓器を別に設置する必要がないから、30,000 KVA 6臺でよいことになる。参考として 20,000 KVA 9臺とした時の資材量も並記する。之等の數値は第 3 表に示される。

		1050 KV Test		900 KV Test	
		F	N/ $\sqrt{3}$	F	N/ $\sqrt{3}$
6 豊 — III	6×50	6×41	6×41	6×34	6×204*
	=300	=246	=246	=246	=243
9 豊 — IV	9×38	9×31	9×31	9×27	9×243
	=342	=279	=279	=279	=243

\* 印が最小値を示す。

第 3 表

二巻線變壓器を用うる從來の方法 631 % に對し、單卷變壓器を用い、サードブルーフにすることにより、204 % 即ち 1/3 以下の資材で同じ目的が達成し得るのである。

この場合 10 KV の進相容量が少いのであるが、之は巻線のインピーダンスが少いことで補えると思つて居る。

消孤線輪を用いた場合に、單相器は或るものか特に負荷を負ふことになる場合もある(14)ので、この點に對しては、送油式冷却装置を 1 バンク又は變電所全バンクを(共通と云ふ意味でなく)連絡すれば、熱せられた油は冷い油に比して流動性が大きいから、よく冷却器に達し局部的加熱も自働的に(3相器と同様に)平均することも出来る。冷却装置の配油管を連絡することは、豫備變壓器の冷却器をも常用し得ることとなるので、全體の溫度を引下げて、絶縁物の壽命を延すから、面白い方法ではないかと思つて居る。

## 13. 資材比較表—(2)

200~100 KV の變電設備に對する實際に起つた資料について、説明しよう。

20,000 KVA, 200 KV/100 KV/10 KV, 1  $\phi$ , 60~變壓器 6 豊と之を單卷變壓器にした場合である。單卷變壓器の時は之をまとめて 1  $\phi$ , 3 豊とする爲、バンク容量 100,000 KVA と云う仕様になつて居た。20,000 KVA の方は改造品で、鐵心とタンクの一部が使用可能と云う條件であつた。夫々の資材表を示せば第 4 表の如くである。

	20,000 KVA 6 豊	單卷 3 豊 100,000 KVA
銅	30 トン	12 トン
鐵心	* 200 トン	75 トン
鋼材	* 130 トン	50 トン
油	200 KL	75 KL
全重量	500 トン	200 トン
價格	新製 250 %	100 %
	改 造 △ 175~200 %	—

\* 印は改造の場合は使用可能。

△印は新製と改造の價格の比は 70~80 % と豫想される。

## 第 4 表

第 4 表に示す如く、若干の資材は改造の場合は利用出来るが、全體の cost は單卷變壓器にすることにより強烈に低減することが出来るのである。

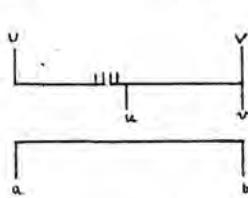
尙興味あることは場合 1  $\phi$ , 33,300 KVA 3 豊の新製を行ふと重量價格とも單卷變壓器の 170~180 % となり、20,000 KVA 6 豊の改造費と殆ど同じになると云う結果

も得られて居る。換言すれば改造案は 100,000 KVA Bank に對しては最も不經濟な方法と云うことが出來よう。

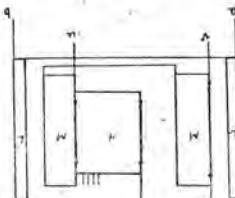
#### 14. 単巻變壓器の輸送姿と變電所現場組立設備

III の場合の単巻變壓器の結線圖は第 31 圖の如く、又巻線配置は第 32 圖の如くであつて、特に衝擊電壓に對する電位分布に注意してあることがわかる。

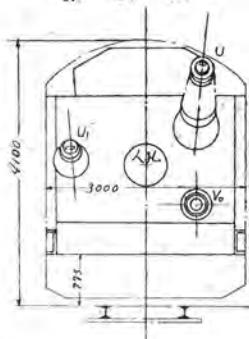
その輸送姿を示せば、第 33 圖の如くである。變電所に於いて組立する場合も簡単であつて、第 34 圖の様なレールを敷き、A 點に於いて貨車から吊り下して各相に引込む様にすることが出来る、吊上クレーンも高さが低いから價格は從來のものに比し低廉となる筈である。



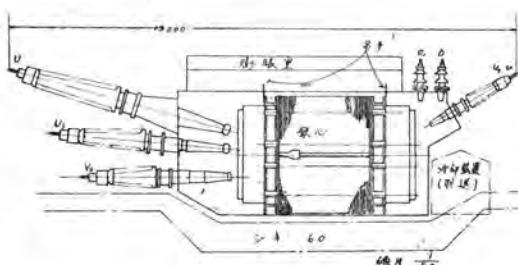
第 31 圖



第 32 圖



外形圖  
單相 50/60 サイクル  
30,000 KVA  
送油式輸送用變壓器



第 33 圖

一次 (H)  
230-220-210-200-154 KV Y (30,000 KVA)  
【但し 200/140 KV 間は 45,000 KVA】

二次 (M)  
77-70 KV Y ..... (30,000 KVA)

三次 (L)  
21-10.5 KV  $\Delta$  ..... (15,000 KVA)

床面積 3,000×12,000  
高さ 4,100  
吊上重量 約 60 噸

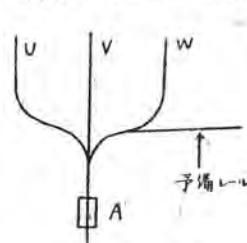
#### 15. 結 言

220 KV 送電幹線用變壓器についてはこの他に種々の問題があるのであるが、資材経費節約を目的とした単巻變壓器は必ずや我國の系統の何處かに實現せられねばならない。

之は資材のみならず、送電の安定度、輸送等の見地からも利點が少くないのであつて、徒らに從來の技術のみに頼ることなく、採用し得べきものと信ずる。

超高壓委員會席上での議論を取まとめて、今後の参考に資したいと思ひ、敢へて一文を草した次第であるが、委員各位の御叱正の程をお願ひ申し上ぐ。

從來の Data のみを根據とした単巻變壓器の可能性は



第 34 圖

認められたと思うが、今後之を實現する迄には、設計上工作上及び現場運轉上の種々の問題が起ることが豫想される。之等の問題については、當社の全力を擧げて、その都度解決に當り、以つて關係者各位の御期待に背かぬ様努力致し度い。

#### 文 獻

- (1) 宮本: 既設送電系統昇壓計畫に於ける機器設計上の諸問題 (抜萃)  
〔電機技報: 昭 20 年 6-8 月, 4 頁〕
- (2) 宮本: 既設送電系統昇壓計畫に於ける機器設計上の諸問題 (續篇)  
〔電機技報: 昭 21 年 4-6 月, 31 頁〕
- (3) 宮本: 超高壓送電計畫に於ける機器設計上の諸問題 (1)  
〔電機技報: 昭 21 年 10-12 月, 91 頁〕
- (4) 木村: 超高壓機器研究會資料, 日發 200 KV 幹線用變壓器 [昭 18 年 11 月]
- (5) 本文の内容の一部は、昭 19 年度電機學會懸賞論文募集に應じ、第 2 課題「資材節約を目的とする發送配電設備に於ける安全率合理化」の 2 等に當選せるものである。
- (6) 變壓器衝擊電壓試驗標準規格, [電學誌 66, 昭 21 年 4-6 月, 54 頁]
- (7) 木村、横須賀: サーダブルーフ型變壓器, [電學論 1, 1 號, 39 頁, 昭 15-1 月]
- (8) A. Maret: Die Nullpunktterdung in Wechselstrom-Höchspannungsnetzen.  
[B. B. Mit, Jubiläumsheft Okt. 1941. S. 294]
- (9) N. H. Meyers: The Ground Fault Neutralizer.  
[G. E. Rev. 49-10, Oct. 1946, p. 37-44]
- (10) 宮本、淺川他: 第 18 回聯合大會, 消孤リアクトルの絶縁低減。
- (11) 避雷器標準規程によれば避雷器は電壓の 140% の電壓に於いて續流が遮断出来ることが定められて居る、従つて 140 KV では  $140 \text{ KV} \times 1.4 = 196 \text{ KV}$  となる。
- (12) Von J. Biermans: Fortschritte im Transformatorenbau. [ETZ. Juni 1937]
- (13) Sporn & Putman: EE 60 10 [1941-10]
- (14) 日立評論, 昭 16 年 4 月。

# クライドノグラフ(衝撃電圧記録器)

衝撃電圧測定に用いるクライドノグラフについて、その原理は古くから知られているが、その特性、構造、使用法についてはあまりよく知られていない、之等につき當研究所で行つた實驗結果について述べ、その使用の簡便にして相當の精度を有する事、特に野外使用に便利な事を述べ、最後にクライドノグラフにて測定した日發の廣島變電所及び旭變電所に於ける、110 KV 並に 154 KV 送電線の線路開閉試験の結果について記す。

研究所 薩山長三郎

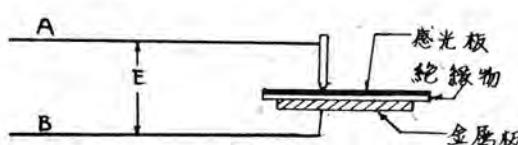
## 1. 緒 言

送電線、配電線等に於ては空中電氣の放電又は線路の開閉等に依つて過渡的異状電壓が誘起し、之がため屢々重大な故障を惹起することがある。而して之等の異状電壓は極めて短時間持続する衝撃電壓であるから、之れを測定するには特殊の陰極線オシログラフに依らねばならない。然し陰極線オシログラフは取扱に相當熟練を要し、實地に於て日常使用するには甚だ不適當である。之に對してクライドノグラフは頗る簡単な裝置で、而も衝撃電壓の波高値、極性、波頭の急峻度等を記録し得るものである。

近時衝撃電壓に對する機器の特性に關する研究が漸次進歩するに伴い、送電系統の絶縁を合理的に設計せんとする傾向があるが、之がためには先づ系統に發生する衝撃電壓の特性を闡明する必要がある。クライドノグラフは斯る目的に使用するのに最も實用的な測定器であるから茲に其の大要を述べ江湖に御紹介する次第である。

## 2. 原 理

クライドノグラフは所謂リヒテンベルヒ像として知られた現象を其の原理として居る。主要部分は第1圖に示す様に絶縁物上に寫眞に用いる感光板を乗せ、之を電極間に挿んだものより成立つて居る。而して電極としては一つは棒状のものを、他は平板を使用するのが普通である。斯の如き裝置に於て電極間に衝撃電壓を加へ、然る



第1圖 クライドノグラフの原理圖

後感光板を取出して現像すると、棒状電極の位置を中心として圓形に擴つた映像が見られる。之に類似した現象は夙にリヒテンベルヒ氏に依つて發見せられ、リヒテンベルヒ像と稱せられて居たが此映像が、加えられる衝撃電壓の波高値、極性、波頭の急峻度等と一定の關係があると云う事實から、之を衝撃電壓の測定器に利用したものが所謂クライドノグラフである。

## 3. 特 性

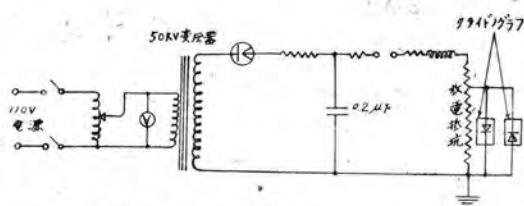
像の大きさ並に图形に影響する因子としては次のことが上げられる。

1. 波高値の大小。
2. 極性。
3. 波形即ち波頭の急峻度。
4. 單向性が振動性か。
5. 電極の形及びその配置。
6. 溫度、湿度、周囲の状況。
7. 乾板、フィルムの種類。

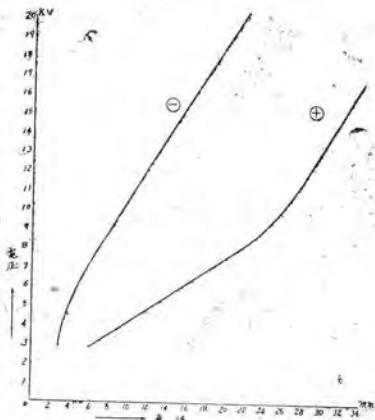
1. は最も重要な特性であり、波高値は其の映像の大きさと一定の關係を有するもので之れにより電壓の波高が測定出来、2. 3. 4. の特性により極性、波頭の急峻度、單向性が振動性であるかを解り得るのである。

較正曲線を得るため、第2圖の回路を用い衝撃電壓 140  $\mu$ s 波にて電壓 3 KV より 20 KV の間に於て電壓一像の直徑の關係をプロットした。第3圖は此の較正曲線である。電壓測定には陰極線オシログラフ及び 6.25 cm 球間隙を使用した。

3 KV 以下の電壓では像が發生せず、又 20 KV 位より上はクライドノグラフの構造上兩電極間に閃絡放電が起り測定出来なかつた。即ちこのクライドノグラフに依る直接の測定範囲は 3 KV 乃至 20 KV の間である。20 KV 以上の測定には適當な分壓器を用いる必要がある。



第2圖 衝撃電圧発生器



第3圖 較正曲線

尙後に述べる如く 20 KV 附近に於ては沿面プラッシュ放電が起り、圓形が甚だしく變形し電極間の閃絡放電がないとしても測定は不能となる。

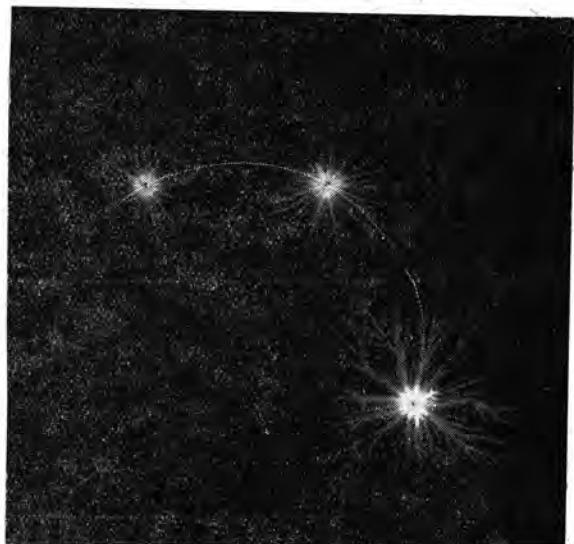
極性正負の内、負像の方はプロットの各點が割合一つの曲線上に乘る様であるが、正像の方は不揃である。即ち負像では同じ電圧に對して  $\pm 10\%$  位の範囲にあるが正像では  $\pm 20\%$  にもなるものがある。圖形をみても解る様に負像の方は全體が大體圓をなしているに反し、正像の方は電圧が高くなる程圓にまとまらなくなり幾つかの streamer が抜き出て長く伸びているのがみられ不同が大きい。圖形より大きさを測る場合にどの點の大きさを取つたらよいか判断に迷うが次の如き事項を考慮して測るのが適當と思われる。

1. 全圖形を包含する圓を取る、然し僅かの % の streamer tip を含める爲に大きな圓になるときはこれを無視する。
2. 大きな圖形はしばしば卵形である、恐らくこれは乾板又はフィルムの幅などによりセットが限られる爲である。かゝる圖形を測るときはセットにより限られる事の少い方向の streamer に weight をかける。
3. 多くの圖形の streamer は電極の位置を中心と

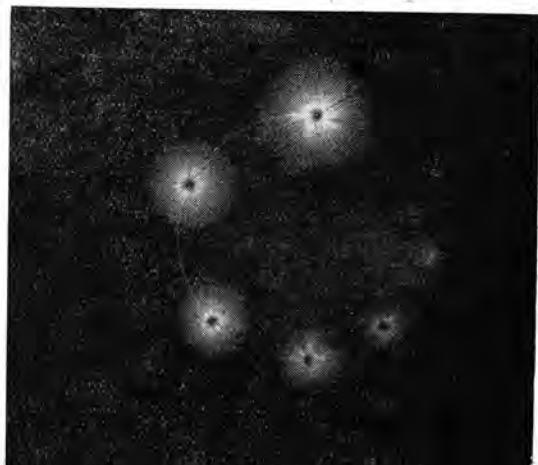
して一様の大きさでない偏心した像が現れいる。この原因は未だ不明であるが経験によると電極の位置を中心として測るのが最も適している様である。

以上の諸注意を以てしても像の大きさを  $\pm 0.5\text{ mm}$  より正確に測る事は困難である。

第4圖は正像、第5圖は負像に於て電圧を次第に上げた時のリヒテンベルヒ像である。正像は負像に比較して頗る威勢よく伸びているのに反し、負像はその伸びが少く極めて柔軟な感じを與えてゐる。正像の場合は樹枝状の模様に中心の濃い部分と外部の薄い部分とがあるが、



第4圖 電圧を次第に上げた時の正像

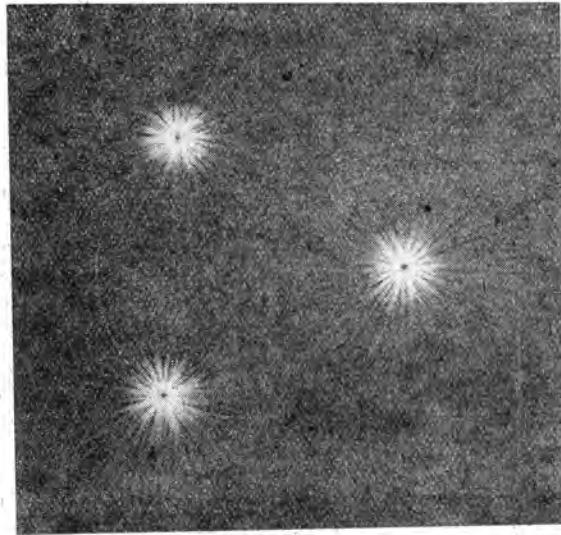


第5圖 電圧を次第に上げた時の負像

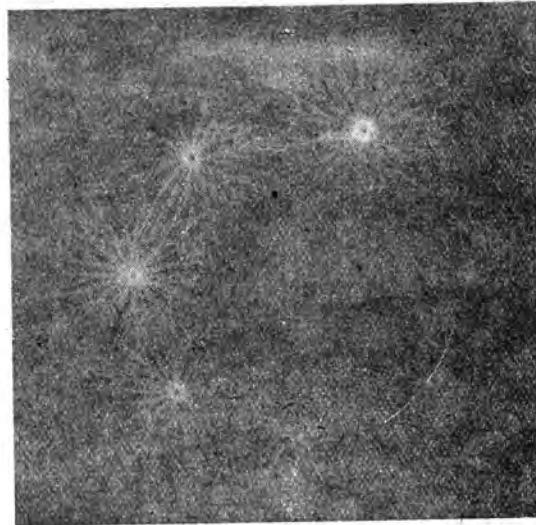
電圧の上昇すると共に初めは外部の薄い方の枝が伸び、中心の濃い部分は餘り伸びないが、電圧が 7~8 KV 以上になれば中央の濃い部分も次第に伸びて来る様である。負像の方は電圧の低い間は、はつきりした streamer が表われず全體がぼけてゐるが、電圧の高くなるに従い強烈な放射状を作り、更に此れをもととした扇形をなして伸びる。

第 6 圖から第 11 圖までは波形を變へた場合のリセテンペルヒ像を示すものであるが、之を仔細に観察すれば判明する通り加えられた衝撃電圧の極性、波頭の急峻度等によつて其の映像を著しく異にして居る。波頭の急峻度の影響は映像に生ずる放射状の線の數に現われておる、又正像に於ては波頭の急峻なる程放射状の枝の伸びが鋭く、波頭が緩かになるに従い枝の伸びも緩かになる。負像は正像の様に著しい變化はないが、波頭が緩かになるにつれて扇形が大きくなり、ついには扇形が消失して全體がボンヤリしたものになる。第 6 圖、第 7 圖及び第 8 圖、第 9 圖、第 10 圖及び第 11 圖は夫々正像及び負像の  $1 \mu\text{S}$ 、 $5 \mu\text{S}$  及び  $10 \mu\text{S}$  の波頭を有する衝撃電圧を加えた場合の映像を示してある。茲に波頭が  $1 \mu\text{S}$ 、 $5 \mu\text{S}$  及び  $10 \mu\text{S}$  と稱するのは、衝撃電圧が零より最大値即ち波頭頂に達する迄に夫々百萬分の一秒、百萬分の五秒及び百萬分の十秒を要することを表わしてゐる。

次に波形を變えた場合に較正曲線が變化するかどうかをみる爲に、波頭  $0.5 \mu\text{S}$ 、 $3 \mu\text{S}$  及び  $5 \mu\text{S}$  の各波に就いて調べたが、電圧一直徑の關係は大體同じ様で、波頭が急峻になる程電圧の高いところでは像の大きさが大きくなる傾向がある。尙商用周波數に對しても試みたが、商



第 6 圖 正 像  $1 \mu\text{S}$



第 7 圖 正 像  $5 \mu\text{S}$



第 8 圖 正 像  $10 \mu\text{S}$

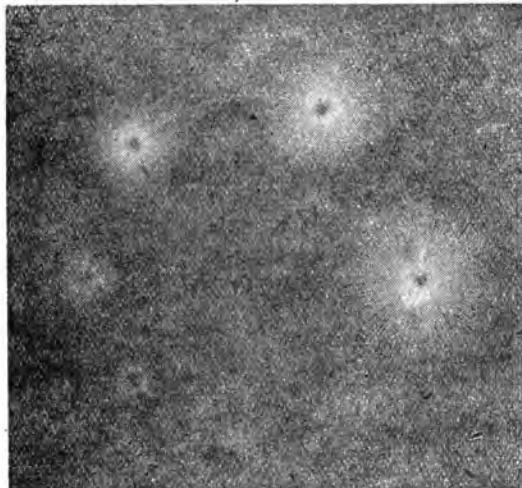
用周波數の像と衝撃波による正像との較正曲線は大略似てゐる。然し衝撃波によるものの方が商用周波數の像より幾分大きく出る、又幾つかの電圧を重疊した場合は像の大きさは印加された電圧の中で一番高い値になる。同じ電圧を重疊した場合も像が大きくなる様な事はない。この場合は唯一回印加した場合よりも密度の濃い像が作られるだけである。第 12 圖に  $60 \sim$  の線を示す。

以上の波形の相違による像の大きさの變化は商用周波數以外はクライドノグラフの誤差の範圍内に入る様で、

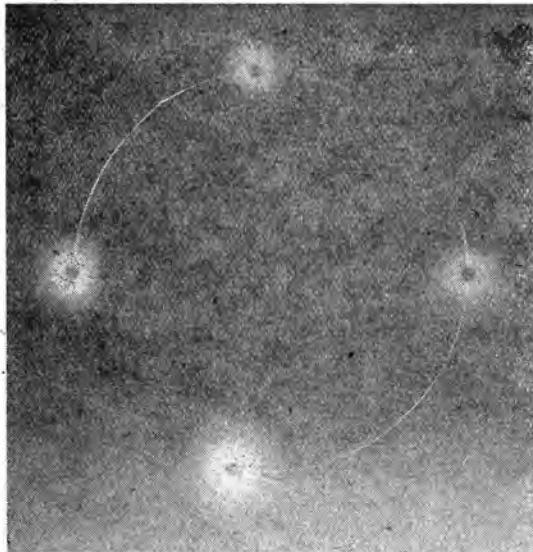
第3圖の較正曲線はそのまま使用出来る。商用周波数の場合はこれよりも15%程度高い値を取る方が正しい様である。

第3圖の較正曲線に依つて測定した結果は大體  $\pm 15\%$  位の精度を持っているが、實用的な衝撃電壓記録器としては此の程度で充分であると云わねばならない。

以上の外、图形に及ぼす因子の4.の振動性の場合は前記の重疊した場合と同一であり像の大きさには影響はないが、第13圖の様な減衰波の場合に第1波が正波か又は負波かにより較正曲線の正負どちらによるかを決定しなければならないが、重疊した映像上より之れを判別する事が困難な事が多いので、かゝる恐れのある場合に



第9圖 負像  $1\mu\text{s}$



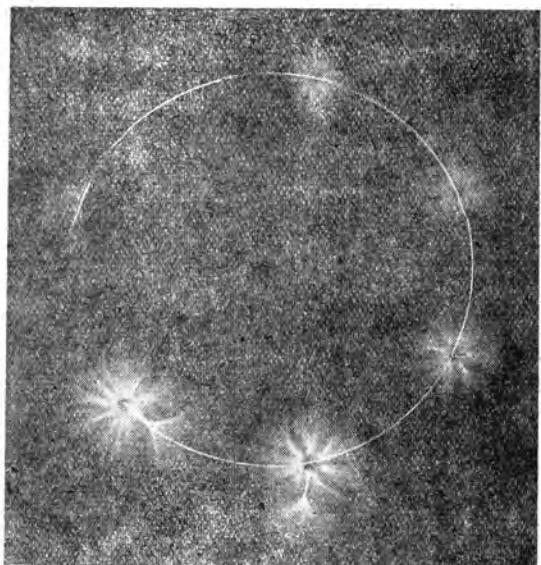
第10圖 負像  $5\mu\text{s}$

は第14圖の如くクライドノグラフ2個を極性を互に逆にして並列に取付けるべきである。

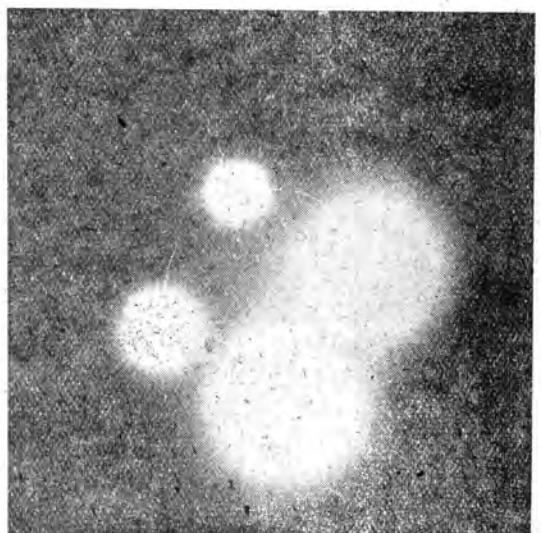
5. の電極の形による影響は電極が極端に相違しない限り影響は少ない、現在使用中の電極は第15圖(イ)に示す如きものであるが、之れを同圖(ロ)のものに替えてみたか同じ電極の場合像の大きさに相違はみられたかた。

6. 及び7. の因子は同一のクライドノグラフを用うる場合には映像に影響する事は少ない様である。

前にも述べた様に此のクライドノグラフに依る測定範



第11圖 負像  $10\mu\text{s}$

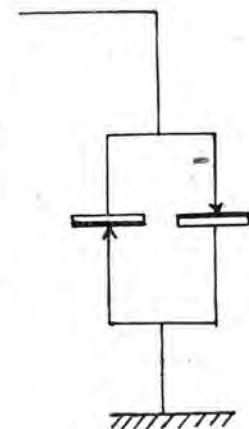


第12圖 60 ~ 像

圏は 3 KV 乃至 20 KV で 20 KV 附近になると沿面コロナ放電より沿面プラッシュ放電に移行する様で、特定の streamer が發達して伸び出し、まとまつた圖形を形成しなくなるため、之より像の大きさを計り電壓を測定する事が出来なくなる、此の沿面プラッ



第 13 圖 減衰波



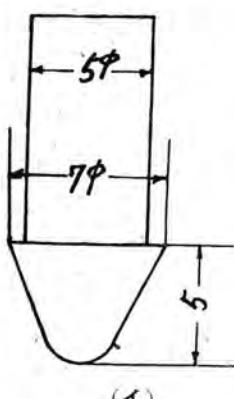
第 14 圖 互に逆極性に取付けたクライドノラフ

シュ放電に移行する時の電壓は正像、負像にて異なるわもとより、波頭の急峻度によりても異なる様で、大體の傾向として波頭が急峻になる程、又正像よりも負像の方が之の電壓が高い様である。第 16 圖及び第 17 圖に正像及び負像の較正範囲を越えた場合の像を示す。

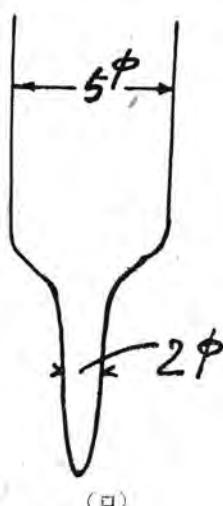
以上の特性より像の圖形から數量的に細かに印加波形を知る事は困難であるが、凡そ、其の形態から相當の程度までその急峻度を知る事が出来る。

#### 4. 構 造

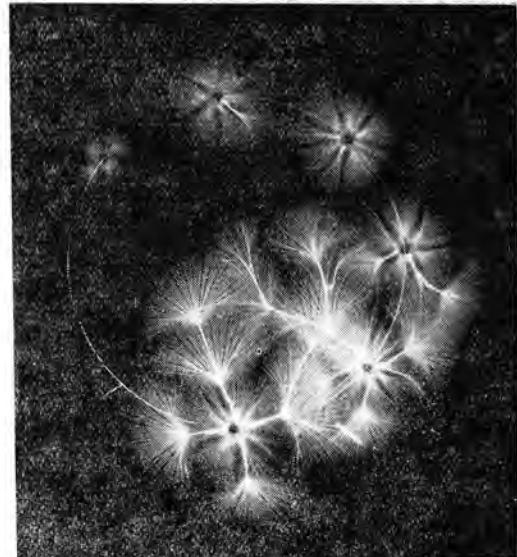
クライドノグラフの構造には種々の型式のものがあり、其の内四極ロールフィルム式可變速度クライドノグラフは最も高級なものであるが、茲に述べんとするのは、單極乾板型であつて比較的簡単な構造であり、防雨、防腐型に出来ているから、之れを野外に取付けるのに木箱等に納める必要がなく、



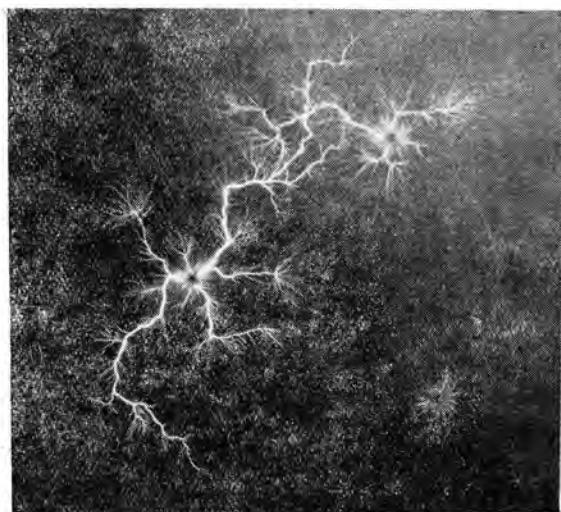
第 15 圖 電 極



第 15 圖 電 極



第 16 圖 較正範囲を越えた正像



第 17 圖 較正範囲を越えた負像

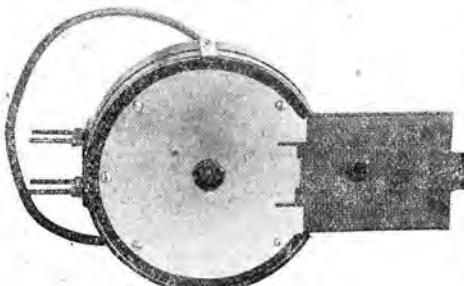
配電線等に於ける異状電壓を測定するのに適する様に設計されたものである。第 18 圖に示す寫真は其の外形を第 19 圖は其の上蓋を取除いた處を、第 20 圖は裏面より見たる處を、第 21 圖に其の大きさを示している。之に使用する感光板としては普通の寫真に使用する手札型乾板及び乾板入れを其の儘用いて差支え無いから至つて簡便である。乾板の取替えはクライドノグラフをその度に暗室へ持ち入れる必要はなく、上蓋を取り去り、乾板入れの蓋を差し込んだる後、之を引出し暗室で乾板を取替え後再び挿し込めばよいのである。第 19 圖に一部見えているのが乾板入れであつて、第 22 圖は現場で乾板入れを

装入したる後、その蓋を引出している處である、蓋を引出したる後、上蓋を冠せればもとの使用状態となる、豫備の乾板入れを用意して置き、之れに新しい乾板を装入して置けば、乾板の取替えに要する時間は一、二分で出来る。

第23圖は内部の電極部分を示す寫真で、棒状電極が下部より上部に向つて居り中心に對して離心的に取付けてあるから、下部のツカミを廻すことにより此の電極の位置を移動する事が出来る。従つて像は電極の動く圓周上に記録される。第4圖同一圓周上に5の像を記録した寫真である、下部に指針を附して電極の位置を表示せしめて居るから使用中時々切換えて新たな乾板の部分を使用す



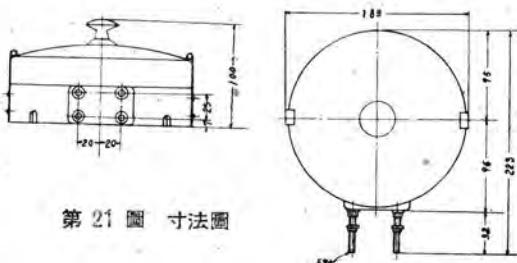
第18圖 外 形



第19圖 内 部



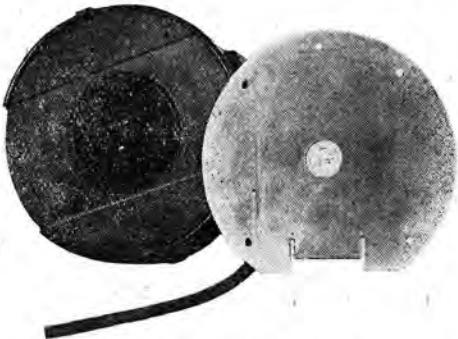
第20圖 裏 面



第21圖 寸法圖



第22圖 乾板入れの蓋を抜き取つてゐる處



第23圖 内 部 電 極

ることが出来る。指針の位置を明かにする爲め、圓周を等分して1から8迄の目盛が附してあるが、像が大きく互に重り合う様だつたら目盛に關係なく電極を適當に移動させればよい。

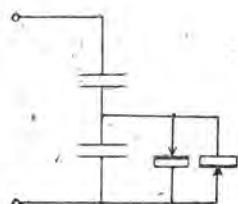
## 5. 使 用 法

クライドノグラフは前述の様に構造が至極簡単であり、使用法も、保守も手軽に出来るので此の利用方法は多い。次に今日迄に知られている使用法の二、三に就いて述べる。

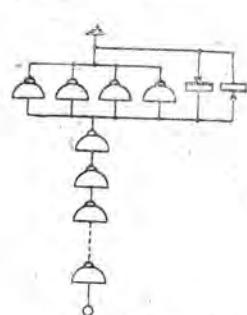
### イ 雷電壓の測定

送電線等に來襲する雷電壓を測定するには之れの測定範

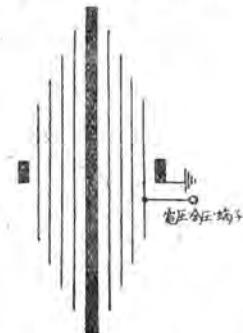
圧が 3KV 乃至 20KV なので適當な分壓器を使用しなくてはならない、分壓器としては専ら第 24 圖の様に電分壓器が用いられている。勿論特定の蓄電器を設計して使用するに越した事はないが、そうする必要もなく送電線に使用されている懸垂碍子を蓄電器として用いればよい、又結合用蓄電器を用いれば分壓比が正確に



第 24 圖 静電分壓器



第 25 圖 碍子分壓器



第 26 圖 コンデンサーブッキング

計算出來誠に好都合である。懸垂碍子を用いる場合分壓比が問題となるが、大體の計算には 254 mm 標準懸垂碍子 1 ケの靜電容量を  $35 \mu\mu\text{F}$  乃至  $40 \mu\mu\text{F}$  として計算すればよい様である。次の如き組合せの場合の分壓比を掲げて置く。

直列個数	並列個数	分 壓 比
6	4	25 ~ 30
10	4	45 ~ 60
14	4	65 ~ 85

(245 mm 標準懸垂碍子使用)

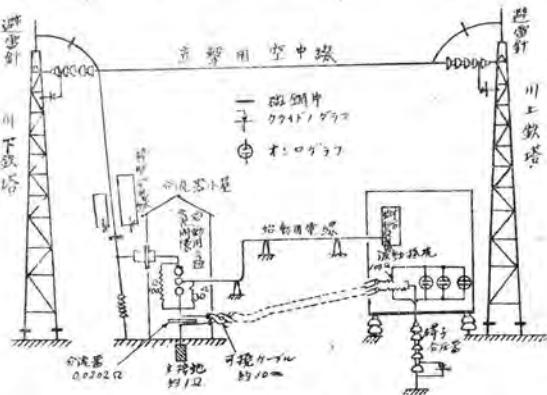
クライドノグラフは第 25 圖の様に並列碍子 4 ケに取付けるのである。襲来電圧の極性如何に不拘、正負両像を記録する様にクライドノグラフは互に極性を反対にして 2 ケ並列に取付ける。

當社製のコンデンサーブッキングには使用電圧の如何に不拘約 3KV 程度の電圧を取り出せる様に分壓端子が出て居るので、之れを利用すればよい。之の分壓端子は第 26 圖の如くブッキングの直列容量の最終端、即ち接地側に近い極板よりタップが出てあるのである。

第 27 圖は前橋地方で行われた日本學術振興會の雷實測に使用されたクライドノグラフの取付圖である。直撃空中線の兩側の引留碍子をそのまま静電分壓器として用いて居り、又空中線引下線の兩側に大小二つのループ

アンテナを造り、之れにクライドノグラフを取付け雷電流を測定している。測定室の浮動電圧を測る爲にも懸垂碍子を利用した靜電分壓器にクライドノグラフを取付けている。

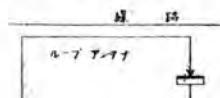
以上のクライドノグラフは終始看視する必要はなく、落雷時のみ、或は又一定の時間を置いて電極の位置の移動或は乾板の取換を行なえばよいのであつて、看視、保守の手数はすこぶる簡単である。



第 27 圖 雷實測配線圖

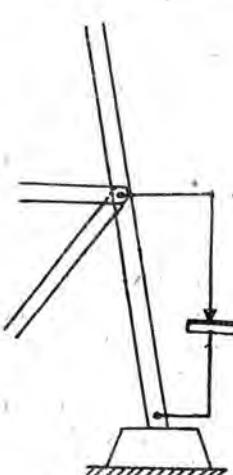
#### □ 雷電流及び進行波の測定

第 28 圖の如く鐵塔脚柱の二點間に接続する時は、その記録電圧値から脚柱内の電流波高を求める事が出来る。又第 29 圖の様に送電線に並行にループアンテナを造り、之れにクライドノグラフを接続して置けば、ループアンテナに誘導により発生する電圧値から送電線に來襲する進行波の移動方向、極性、波高測、峻度等が求められる。前述の前橋地方に於ける雷實測に使用した直撃空中線引下



第 29 圖 進行波の測定

げ線の途中に設けたループアンテナは之の應用である。



第 28 圖 脚柱電流の測定

此の測定は雷電圧の測定と同様に行なえばよい。コンデンサーブッキングのある回路には此の分壓端子に

クライドノグラフを取付けると非常に便利である、線路開閉に依る異常電圧の測定は當研究所に於て今迄に二回記録を撮つたので、之等について次に述べる。

## 5. 日發、廣島變電所及び旭變電所に於ける線路開閉試験

### 1. 廣島變電所に於ける試験

#### イ 測定送電線

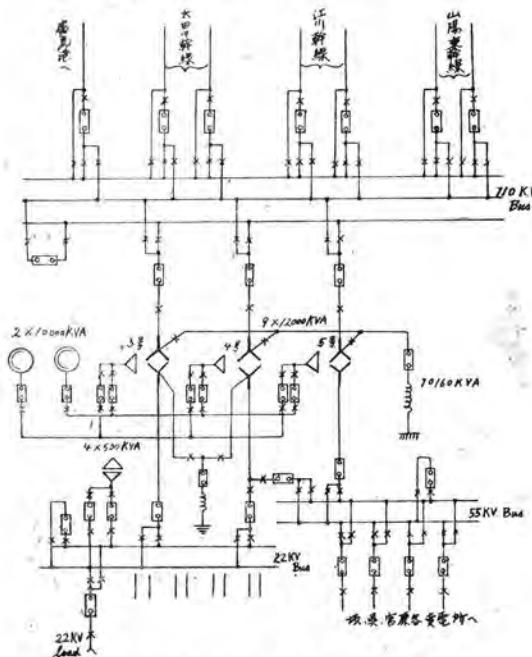
廣島變電所の系統圖は第30圖の如きであり、隨時に開閉出来る得る送電線並びに電圧分壓端子の付いているコンデンサー・サージ・シングのある送電線を選定し、下記2系統に付試験した。

##### a. 江川線

クライドノグラフ取付個所は第31圖の如く No. 1.O.C.B. のコンデンサー・サージ・シングの電圧端子に取付た。江川系統は1號線、2號線の2回線が来ており、今回の測定には両回線より送電中のものを No. 1 の O.C.B. を遮断して負荷を2號線に移した時及びクライドノグラフはそのままにして No. 1.O.C.B. を閉ぢたまゝにして、No. 2.O.C.B. を開いた時の異常電圧を記録した。此の時の他系統との接続は次の如くである。

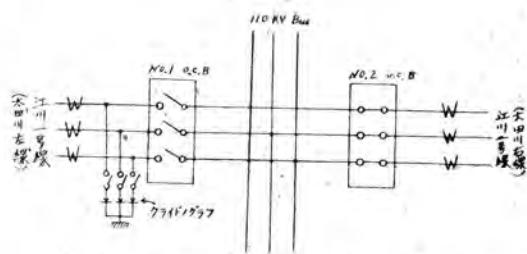
江川線 1號	並列に5號主變壓器に接続し、55KVを坂、吉原、吳の各變電所に送電。
同 2號	
山陽東幹線 2號	

太田川線 右線



第30圖 廣島變電所系統圖

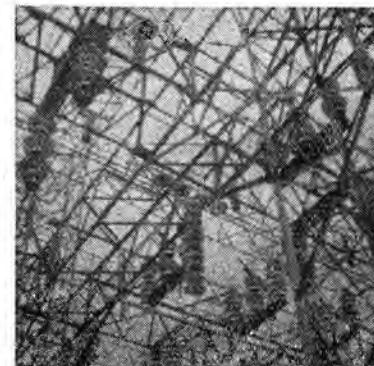
クライドノグラフ (衝撃電圧記録器)・藤山



第31圖 クライドノグラフ取付個所



第32圖 鐵塔に取付けたクライドノグラフ



第33圖 碍子分壓器

##### b. 太田川線

太田川系統には右線と左線の2回線が来て居り、第31圖と同じ状態にて、左線にクライドノグラフを取付けた。此の時の他系統は全部並列に接続されている。

第32圖の寫眞は山陽東幹線に取付けたクライドノグラフであり、此の線には重壓分壓端子の付いたサージ・シングがないので、第33圖の様に 254 mm 標準懸垂碍子を分壓器として用いた。寫眞の中央に見える、10直列になり、之れに4並列にした碍子がそれで、此の4並列の碍子にクライドノグラフを取付けた。

此の時の分壓比は大體 50 であり、分壓比が大きかつた

故か、此の線の測定は像が現われず失敗した。他日適當な分壓比にして再測定を變電所の方でして頂く様に御願いしてあるので他日發表出来る事と思う。

## 口 試 験 結 果

ブツシング電壓分壓端子の分壓比を求める爲め、定常状態に於ける電壓を先ず求めた。

系 統	クリドノ 直 徑	電 壓	分 壓 比	備 考
太田川 左線B相	4 mm	2.2 KV	88.6	線電壓(太田川、江川共) 104 KV
"	"	"	"	大地電壓 $104/\sqrt{3} = 60$ KV
江川 1 號線 C 相	6 mm	2.8 KV	30.4	他相は同一と思考し省略
"	"	"	"	

### 江 川 線

I. No. 2, O.C.B. は close No. 1, O.C.B. を close and open した場合。

相	クリドノ 番号	クリドノ 直 徑 mm	電 壓 KV	分 壓 比	大地間電 位 KV	倍 数 (1)	E の倍数 (2)
A	# 1	11	4.5	30.4	137	1.5	1.4
"	# 2	10.5	4.3	"	131	1.4	1.3
"	# 3	11	4.5	"	137	1.5	1.4
"	# 4	11	4.5	"	137	1.5	1.4
"	# 5	11.5	4.6	"	140	1.5	1.4
B	# 1	20	7.5	30.4	228	2.5	2.3
"	# 2	10	4.2	"	128	1.4	1.3
"	# 3	9.5	4.0	"	122	1.3	1.2
"	# 4	10	4.2	"	128	1.4	1.3
"	# 5	10.5	4.3	"	131	1.4	1.3
C	# 1	18	6.4	30.4	207	2.2	2.1
"	# 2	12	4.8	"	146	1.6	1.5
"	# 3	12	4.8	"	146	1.6	1.5
"	# 4	11.5	4.6	"	140	1.5	1.4
"	# 5	12	4.8	"	146	1.6	1.5

備考 1. クリドノ、グラフを取付けたまゝで 1 號線の Discon を入れて No. 1, O.C.B. を入れ、次に之れを切つたのでクリドノ、グラフは Switch in 及び off の場合の高い方が記録された事になる。

2. 倍数の計算には定常状態の時の電壓は  $110/\sqrt{3} = 63.5$  KV とする。

II. No. 1, O.C.B. は close No. 2, O.C.B. を open close した場合

相	クリドノ 番号	クリドノ 直 徑 mm	電 壓 KV	分 壓 比	大地間電 位 KV	倍 数 (1)	E の倍数 (2)
A	# 1	35	17.5	30.4	532	5.7	5.3
"	# 2	11	4.5	"	137	1.5	1.4
"	# 3	20	7.5	"	228	2.5	2.3
"	# 4	12	4.8	"	146	1.6	1.5
"	# 5	12	4.8	"	146	1.6	1.5
"	# 6	11	4.5	"	137	1.5	1.4
C	# 1	23	8.5	30.4	258	2.8	2.6
"	# 2	22	8.2	"	249	2.7	2.5
"	# 3	24	9.0	"	274	2.9	2.7
"	# 4	23	8.5	"	258	2.8	2.6
"	# 5	15	6.5	"	198	2.1	2.0
"	# 6	12	4.8	"	146	1.6	1.5

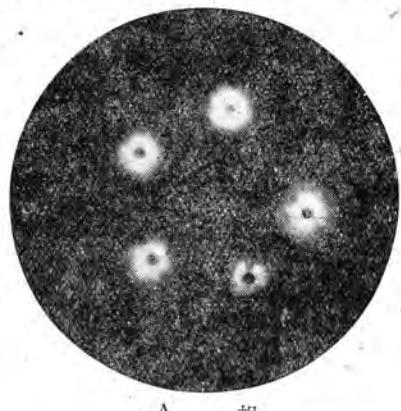
備考 1. B 相は乾板カブリ像不明。  
2. 今回よりクリドノに Switch を付して No. 2, O.C.B. を開く時のを記録する様にする。

3. A 相、C 相共 #1 は No. 1, O.C.B. の Discon は開いて置いて No. 1, O.C.B. を投入した時 (C.T. のみ charge) のもの。

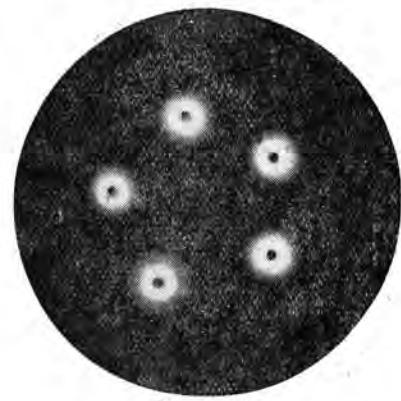
4. #2~#6 は No. 1, O.C.B. は close No. 2, O.C.B. を off した時のもの。

## イ ブツシングの分壓比を計る爲めの定常状態に於ける測定

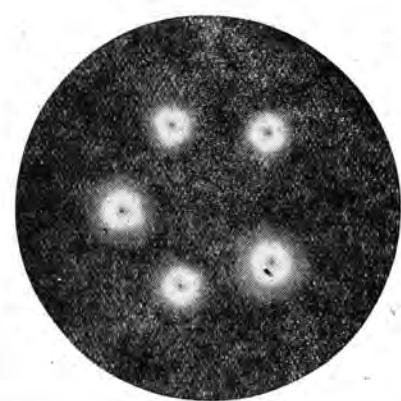
第34図に江川線 1. の場合の A 相、B 相、C 相のクリドノグラフの像を示す。現像不良の爲め乾板には出でる四方に伸びたストリーマが焼付寫真には表われず、従がつて實際より大分直徑の小さな象が表われてゐる。



A 相



B 相



C 相

第34図 池川線のクリドノグラフ像

## 太田川線

I. 右線 O.C.B. は close, 左線 O.C.B. を open or close した場合.

相	クリード ノ番號	クリード ノ直徑 mm	電 壓 KV	分 壓 比	大 地 間 電 位 KV	倍 數 (1)	備 考	Eの倍 數 (2)
A	# 1	10	4.2	38.6	162	1.7	O.C.B. in	1.6
"	# 2	10	4.2	"	162	1.7	" off	1.6
"	# 3	8	3.5	"	135	1.4	" in	1.4
"	# 4	11	4.5	"	174	1.9	" off	1.7
"	# 5	8	3.5	"	135	1.4	" in and off	1.4
B	# 1	20	7.5	38.6	289	3.1	O.C.B. in	2.9
"	# 2	15	5.8	"	226	2.4	" off	2.3
"	# 3	18	6.8	"	263	2.8	" in	2.6
"	# 4	18	6.8	"	263	2.8	" off	2.6
"	# 5	18	6.8	"	263	2.8	" in and off	2.6

II. 左線 O.C.B. は close, 右線 O.C.B. を open or close した場合.

相	クリード ノ番號	クリード ノ直徑 mm	電 壓 KV	分 壓 比	大 地 間 電 位 KV	倍 數 (1)	備 考	Eの倍 數 (2)
A	# 1	12	4.8	38.6	185	2.0	O.C.B. off	1.9
"	# 2	9	3.8	"	147	1.6	" "	1.5
"	# 3	8	3.5	"	135	1.4	" "	1.4
"	# 4	6	2.8	"	108	1.2	" in	1.1
"	# 5	10	4.2	"	162	1.7	" off	1.6
B	# 1	17	6.5	38.6	251	2.7	O.C.B. off	2.5
"	# 2	12	4.8	"	185	2.0	" "	1.9
"	# 3	11	4.5	"	174	1.9	" "	1.7
"	# 4	11	4.5	"	174	1.9	" in	1.7
"	# 5	12	4.8	"	185	2.0	" off	1.9

I, II 共 C 相は電圧分圧端子不良の爲め取付けず,

- 1) 回路最高電圧の波高値  $\sqrt{3}$  に対する倍数,  $(1.15 E \sqrt{2}) / \sqrt{3}$ , E は公称電圧)
- 2) 倍数  $\times \sqrt{2} / \sqrt{3} \times 1.15 E$

## 2. 旭電気所に於ける試験

この試験は日本發送電、電氣試験所を始め各メーカーの研究所に於て設けた、異常電圧分科會で行つたもので、後述の様に此の試験はクライドノグラフのみではなく陰極線オシログラフ、電磁オシログラフ及び波高電壓計等によつても測定したものである。試験結果についてはクライドノグラフによる測定結果のみを記す。

## 1 測定送電線

線路名 甲信幹線(第35圖)

區間 自、旭電気所(第36圖)

至、鹽尻開閉所(第37圖)

亘長 188.8 Km

試験項目 1號線(2號線は營業運轉)

クライドノグラフ(衝撃電壓記録器)・蔭山

## 口 試験項目

試験回路を第38圖に試験項目を第1表に、試験擔當を第2表にそれぞれ示す。

第38圖に示す如くクライドノグラフは赤相及び黒相の主變壓器のコンデンサープッシュングの電圧分圧端子に取付た、白相の主變壓器のプッシュングには電圧分圧端子がないので取付ける事が出来ず、クライドノグラフの結果とプラウン管オシロ及び電磁オシロの試験結果とを比較検討出来なかつたのは残念である。最初の計畫としては黒相の變壓器側に結合蓄電器を取付ける豫定だつたのを、何にかの間違いで白相の變壓器側は取付けてしまつたのである。

## 八 試験結果

試験結果を第3表に示す。分圧比の算定には正規電圧に於ける電圧端子の電圧をクリドノで測定する絶対測定より算出した。

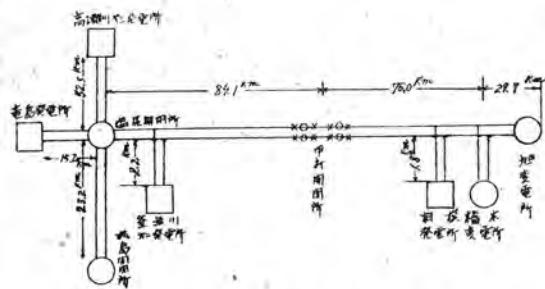
此の種異常電圧は統計的に調査すべきものであつて、その大きさに就いても頻度曲線によつてこれを論ずべき性質のものであるから、今後更に多數の記録を集成した上でないと確定的な結論には達し難いが、以上によつてみれば線路開閉により起る對地異常電圧の波高値は先づ正規波高値の3倍以下を普通とし、極めて稀に之れを超過する

試験番號	區間	連 繼 點	中 性 點	並 列 回 路	備 考
I	旭 - 甲府	旭	接 地	無	シ 各試験毎に Close Open を繰返し試験す
II	旭 - 鹽尻	"	開 放	"	
III	"	"	接 地	有	リ 旭の變壓器なし(クリドノ取れず)
IV	"	"	開 放	無	シ
V	"	"	接 地	"	ノ 中 止
VI	旭 - 高瀬川	旭	"	"	二相(白及び赤相)開閉に因り他の二相(黒相)に及ぼす影響試験
VII	旭 - 鹽尻	"	"	"	
VIII	"	"	"	"	

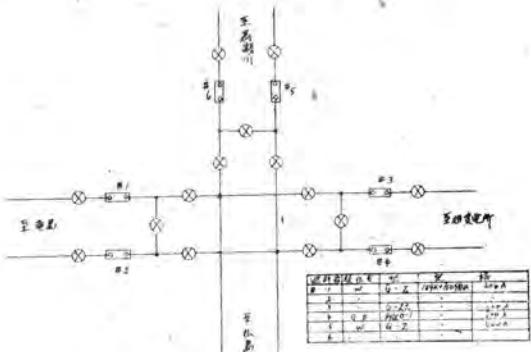
第1表 試験項目

機器測定 器	クリード ノグラフ	プラウン管オシログラフ				電磁オシログラフ	波高電壓計
		東 大	電 气 試 験 所	日 立	東 京		
機器測定 器	三菱研究所	第二工部	中央研究所	東工大	電 气 試 験 所	日立研究所	東 大
機器測定 器	(電 壓) 藤山、大木	藤 高	法 貴、木 谷	立 芝 大 學	山 田、日 原	第一工部	工 部
機器測定 器	白側 Line 倒	○	○	○	○		
機器測定 器	" Trans 倒	○	○	○	○		
機器測定 器	黒側 Line 倒	○	○	○	○		
機器測定 器	中 性 點	○			○		
機器測定 器	(電 流)						
機器測定 器	黒 相				○	○	
機器測定 器	白 相					○	
機器測定 器	赤 相					○	
機器測定 器	Trip					○	
機器測定 器	(電 壓)					○	
機器測定 器	赤相 Trans 倒	○					
機器測定 器	黒相 "	○					

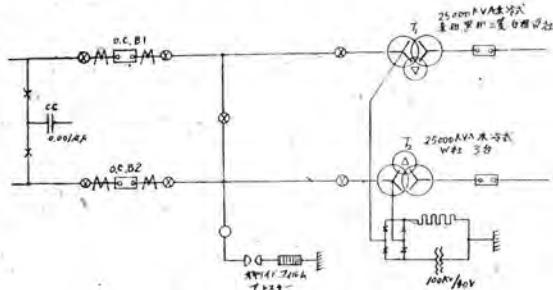
第2表 試験擔當



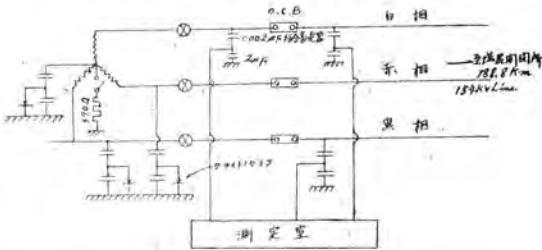
第35圖 甲信乾線系統圖



第37圖 鹽尻開閉所結線圖



第36圖 旭變電所結線圖



### 第38圖 試驗回路

第3表 甲信幹線線路開閉試験（クライドノグラフによる電圧測定結果）

備 考 ×印は像表われず、一印はクリドノ取らず、電壓は波高値を示す。

1) 回路最高電圧の波高値/ $\sqrt{3}$  に対する倍数 ( $1.15 E \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$ ) (E は公称電圧)

$$2) \text{ 倍数} \times \sqrt{2} / \sqrt{3} \times 1.15 \text{ E}$$

### 試験選體 III, IV, VI はタリドノ原毛走

ものがあると思われる.

## 6. 結 言

クライドノグラフはウエスチングハウスのビータ氏の創案したもので、GEでも之れと同様なものを造りサージレコーダと名付けてゐるものである。クライドノグラフには茲に述べた單極乾板式の他に4極フィルム式がある、之れは又可變速度型とも云い、時計仕掛けにてゴールフィルムを自働的に一定速度にて回轉し、不時の現象を記録すると同時にその時の時刻おも記入する様にしたものである。構造が複雑なだけに高價となり、單極乾板式の様に一般尚でない嫌いがある。線路の絶縁を脅かす異常電圧である。製雷の問題、線路開閉に依つて起る衝撃電圧等は今だ研究途上にあり、之が究明は現下の緊急題目である、之のクライドノグラフが之等の研究に今後益々活用される事を期待してやまない。

# 市街電車用多段式制御器

従来の市街電車用 KR-8 型制御器に代るものとして、今回

新しく KR-208 型多段高加速式制御器を製作納入し

た。本稿は其の概要を述べたものである。

神戸製作所 龜井祐之

## 1. 緒 言

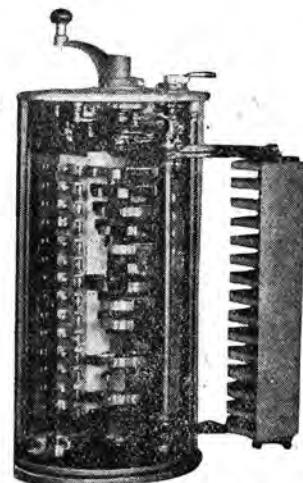
電氣鐵道部門は戦時中、戦力増強の一翼として酷使され加うるに資材補給難の爲め其の殆んど大部分の機器は、命數が盡きてゐるのではないかと考えられる。當社では終戦以後銳意電鐵用電氣機器の新型並びに修理に努力して來たが今回日本鐵道會向けとして、横濱市交通局に新製品 KR-208 型多段高加速式制御器を納入した。

多段高加速式の目的とする處は、多數の起動段數を設けて各段毎の電流變化を少なくせる爲め、電動機を其の整流浪度迄有効に利用して平均起動電流を高め、小容量の電動機を以つて高表定速度を得しめ、以つて輸送量の増大を計ると同時に、電力消費量を節約して運轉費の節減を計ろうとする點である。而かも起動時に於ける圓滑性を確保して、乗客に不愉快な衝動を與えない事である。

本稿は KR-208 型を従来の KR-8 型と比較し乍ら、其の概要を述べる事とし度い。

## 2. KR-208 型と KR-8 型との要目比較

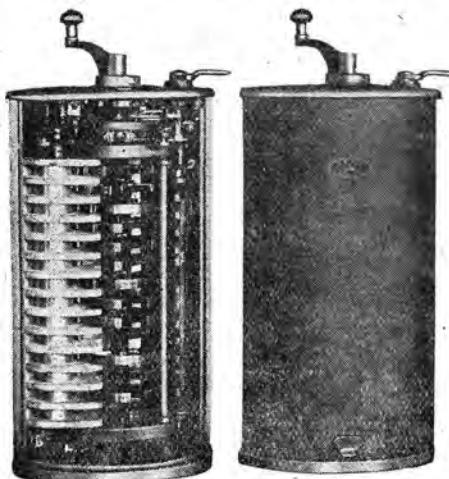
制御器の容量は、何れも 750 V, 50 HP 電動機 2 台を制



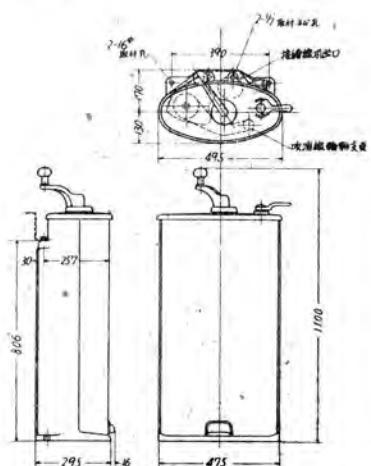
第1圖 寫 真

御するに充分な容量を有してゐる。

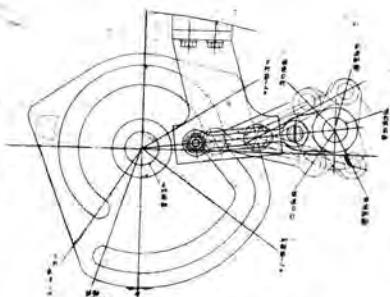
	KR-208	KR-8	
ノッチ數	直列	10	4
	並列	8	4
	制動	10	7
主圓筒直徑	耗	180	140



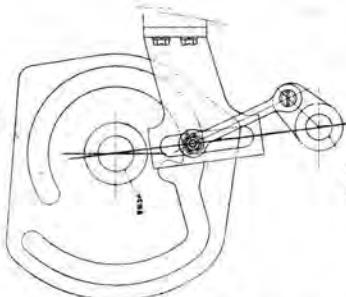
第2圖 寫 真



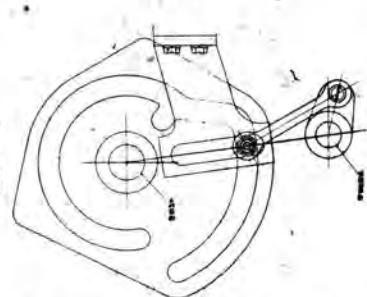
第2圖 KR-208型制御器外寸寸法圖



第3圖 機構圖断の時



第4圖 機構圖力行第1ノッチの時



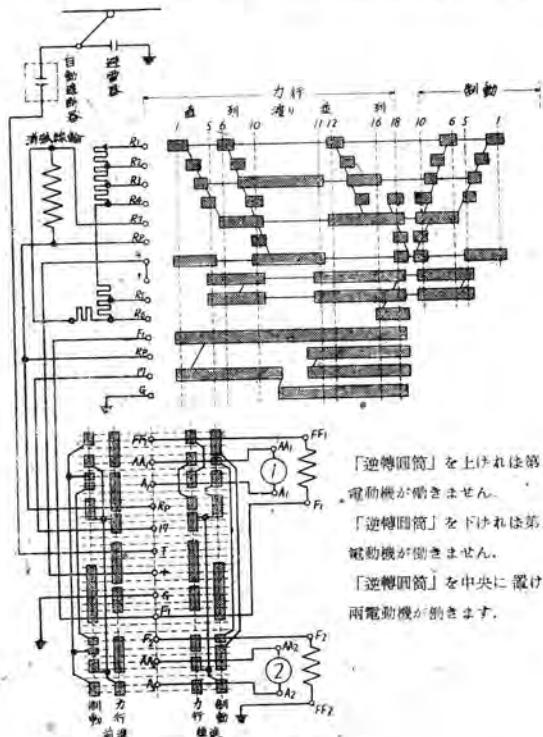
第5圖 機構圖制動第1ノッチの時

主圓筒接觸指數	14	12
逆轉圓筒接觸指數	12	14
制動圓筒接觸指數	制動圓筒ナシ	7
高×幅×奥行	耗 1100×475×310	1100×425×270
重量	160	150

### 3. 構 造

多段高加速式制御器は構造複雑に陥り易いが、本器はKR-8型と大差なく、以下述べる如く構造が簡単であつて且つ又前記の比較表にある如く小形軽量に出来ている。

多段加速式であるから上記の比較表にある如く、主圓筒



第6圖 KR-208型制御器接続圖

筒接觸指が2個増加した。之のために寸法が高くなるのを避けるため、制動圓筒を廃止し之を逆轉圓筒へ移した。それ故KR-8型では力行から制動への接続変換は主圓筒軸のみで行われたが、KR-208型では主把手を力行から制動方向へ廻せば、機械的運動装置により自動的に逆轉圓筒が力行位置から制動位置に回転して、制動接続となる様に出来ている。之の機械的運動装置は又主圓筒と逆轉圓筒間の連鎖装置をも兼ねて行わしめる様に工夫されてゐるので、機構が全體として非常に簡単になつてゐる。

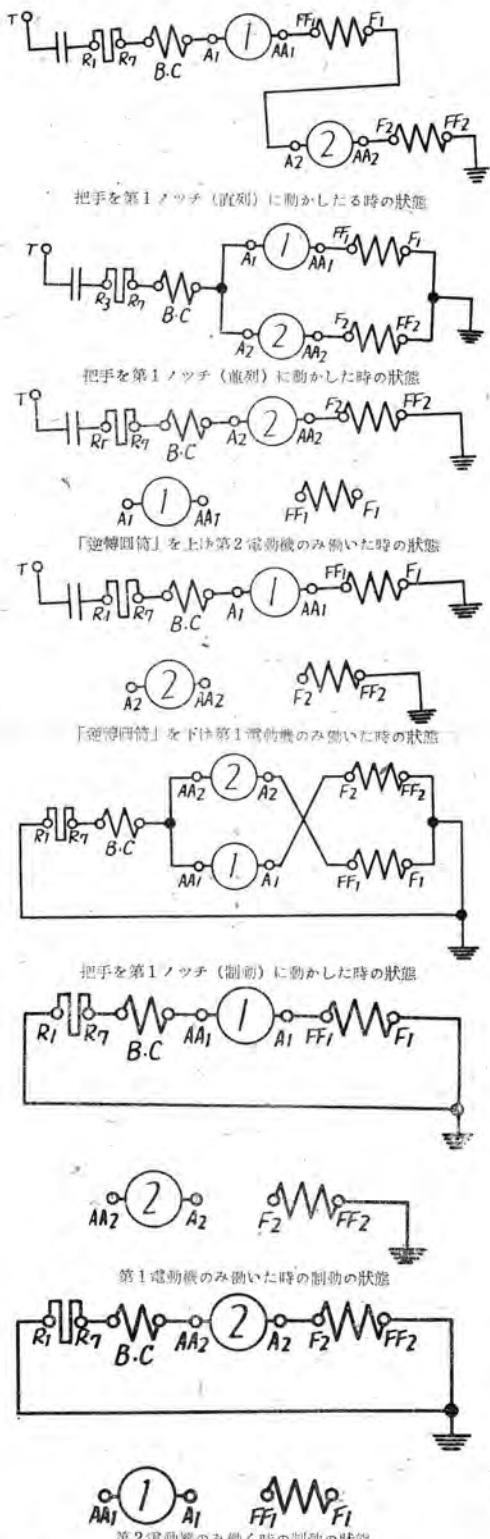
接觸指もKR-8型は主圓筒、制動圓筒及び逆轉圓筒用の3種類を有しているが、KR-208型では制動圓筒が無いから2種類である。又主圓筒及び逆轉圓筒用接觸指も從来のKR-8型と全然同一型を使用してあるから、兩方の制御器を使用しても、接觸指の補用品は同じもので間に合うから保修上の便宜がある。アーキ流し用バリアもKR-8型と同一型である。

### 4. 作用の大略

抵抗制御、直並列制御、電動機回転方向の轉換、故障電動機の切放し、發電制動等を行ひ得る事は從来のKR-8型と全く同様である。今回の製品は電動機1個の場合に發電制動を行う事は出来ないが、今後の製品は出来るようになつてゐる。

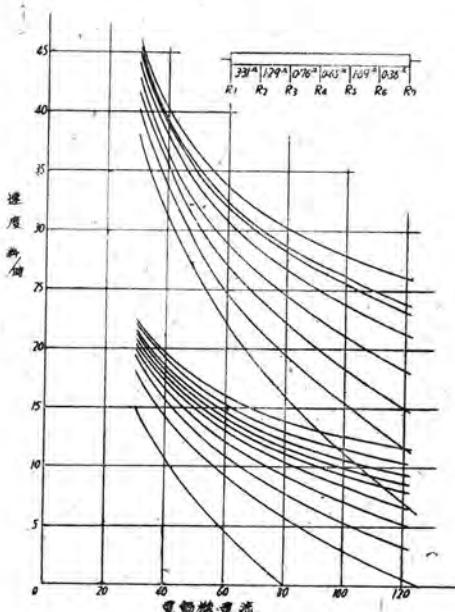
起動を圓滑ならしめる多段高加速式であるため、少數の主抵抗器区分を以つて數多くのノッチ数を得るよう考慮し、次の如き抵抗の組合せを行つてゐる。

接続	ノッチ	抵抗區分組合せ
直	1	R <sub>1</sub> —R <sub>2</sub> —R <sub>3</sub> —R <sub>4</sub> —R <sub>5</sub> —R <sub>6</sub> —R <sub>7</sub>
	2	R <sub>2</sub> —R <sub>3</sub> —R <sub>4</sub> —R <sub>5</sub> —R <sub>6</sub> —R <sub>7</sub>
	3	R <sub>3</sub> —R <sub>4</sub> —R <sub>5</sub> —R <sub>6</sub> —R <sub>7</sub>
並	4	R <sub>4</sub> —R <sub>5</sub> —R <sub>6</sub> —R <sub>7</sub>
	5	R <sub>5</sub> —R <sub>6</sub> —R <sub>7</sub>



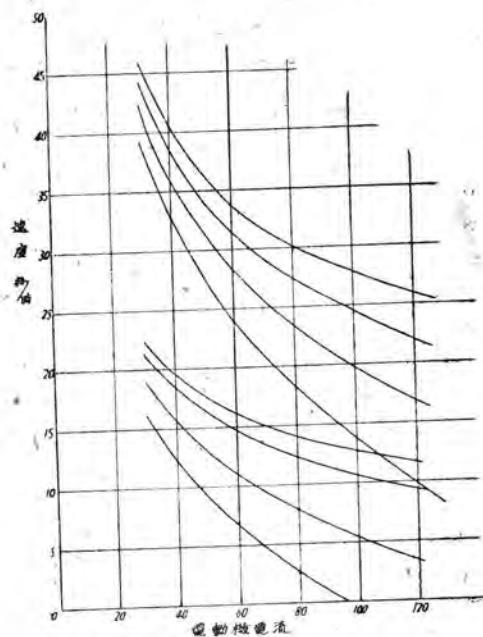
第7圖 KR-208型制御器接続変換圖

- 直列
- 6  $[R_5 - R_4 - R_3 - R_2 - R_1]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 7  $[R_5 - R_4 - R_3 - R_2]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 8  $[R_5 - R_4 - R_3]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 9  $[R_5 - R_4]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 10 0
- 渡り
- 11  $R_3 - R_4 - R_5 - R_6 - R_7$   
 $R_5 - R_6 - R_7$
- 並列
- 12  $[R_5 - R_4 - R_3 - R_2 - R_1]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 13  $[R_5 - R_4 - R_3 - R_2]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 14  $[R_5 - R_4 - R_3]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 15  $[R_5 - R_4]$   
 $[R_5 - R_6 - R_7]$
- 16  $[R_5 - R_4 - R_3]$   
 $[R_6 - R_7]$
- 17  $[R_5 - R_4]$   
 $[R_6 - R_7]$
- 18 0



第8圖 起動ノッキング曲線

電動機 750 V 50 HP (MT-60) 2臺  
 車輪直徑 660 mm  
 歯數比 4.07  
 制御器 KR-208



第9圖 起動ノツチング曲線

電動機 750 V 50 HP (MT-60) 2臺  
車輪直徑 660 mm  
齒數比 4.07  
制御器 KR-8

起動ノツチング曲線は第8圖に示す通りであつて、日本鐵道會標準の 750 V, 50 HP (MT-60) 電動機 2臺を KR-208 型で制御した場合を示し、第9圖は同一電動機を KR-8 型で制御した場合を示す。兩圖を比較すれば、如何に KR-208 型の方が優れているか一目瞭然であろう。

## 8. 装 備

KR-8 型を装備する時と殆んど大差がない、只異なるのは主圓筒と逆轉圓筒を取り外す際に、前述説明の機構の中の主圓筒と逆轉圓筒間の機械的運動を取外す必要がある事である。電線接続用の端子類も KR-8 型と全く同一型である。

## 6. 結 論

以上は新製品 KR-208 型多段高加速式制御器について其の大要を述べたものであるが、何分にも新製品であるため大方の御批判御叱正を仰ぎ、設計並びに工作上に益々完全なものと致し度い所存である。

## 新製品紹介

### 100 V 600 W 三菱電氣釜

生活様式の簡易化が望まれてゐる今日、御本を読み乍ら或は編物、御子様の御相手等をしながら御飯が炊ける外に御汁、煮物が出来、又附属の金網を御使用になれば蒸膳、茶碗蒸が出来、尙釜を外して蓋を被せれば簡単な「オープン」になり魚、肉の焼物も出来ると言う素晴らしい電氣釜が皆様の御家庭に御目見得致します。

- (1) 本器の外観は美麗な「クリーム」色仕上で
- (2) 胴體は鋼板二重張りの保温装置と、體裁よい頑丈な把手が取付けてあつて持運びに便利で
- (3) 底部には抵抗線を螺旋状に捲いて溝に納めた優秀な耐熱盤を設け
- (4) 下部には石綿を敷きつめ発生した熱量を最も有効に利用すると共に、床面を焦がす心配がない様に設計してあります。

#### その外形寸法と性能は次の通り

外 形 尺 法 徑 235 粪、高 320 粪  
白米一升を炊くのに (多期)  
通 電 時 間 約 45 分  
蒸 時 間 10 ~ 15 分  
出 來 上 り 55 ~ 60 分  
消 費 電 力 約 0.45 KWh  
料 金 ¥ 0.90/KWh 40.5 錢



# 坑内用高圧油入開閉器付變壓器に就て

石炭増産に資すべく開発した坑内用移動變壓器の解説であつて、J

EC 規定に基く防爆型 30 KVA 變壓器及油入遮斷器等を一

體として臺車上に設置し、コールカッター等の電源と

して坑内での移動を容易ならしめたものである。

松 尾 杉  
若

長崎製作所

昇 始

## 1. 緒 言

現在日本の産業復興は石炭の増産なくしては達成することは困難である。石炭の増産こそ實に日本再興の重大な鍵と云えよう。然るに現下の出炭状況は非常に悲觀的で誠に寒心に耐えない實情である。その原因には 8 時間労働制になりたるため作業時間短縮による出炭減或は戦時に於ける機械器具の酷使による能力低下其の他種々の惡条件がある事と思われるが、これ等の惡条件に對し出炭増加を計るためには人力稼働を極力機械化するとともに新しい能率的な機械の開發に努める事が必要である。

ここに紹介する坑内用高圧油入開閉器付變壓器はいさかでも以上の要求を満すべく開発したもので、切羽に使用されるチエーンコンベヤー或はコールカッター等に、使用される電動機の電源用として使用する坑内用移動變壓器である。

之は高壓側の油入開閉器と變壓器とを一體とし臺車上に取付け移設に便ならしめると共に極力小型軽量ならしめ狭隘な坑内の運搬に便利な様に考慮するとともに防爆構造も JEC 規定に従つて完全なものになつてゐる。従つて從來の如く一般の柱上變壓器と高圧油入開閉器とを坑内に持込み据付けて使用していたものに比較すれば遙かに能率的であり且安全である。

## 2. 容 量

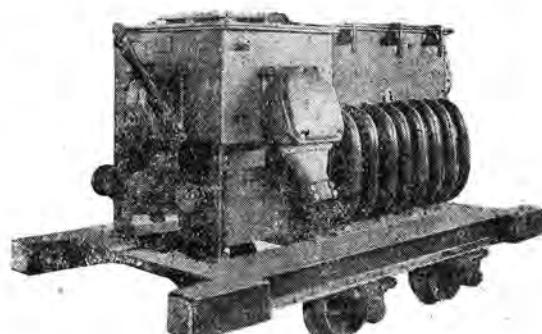
變壓器	30 KVA 50 サイクル (單相 10 KVA 3臺 三角結線)
	高壓側 3450—3300—3150—3000—2850V
	低壓側 210—105V
開閉器	定格 3500 V 200 A 遮斷容量 7000 KVA
重 量	變壓器 400 kg 開閉器 165 臺 (車軸及車輪を除く) 105 全重量 670 kg

## 3. 構 造

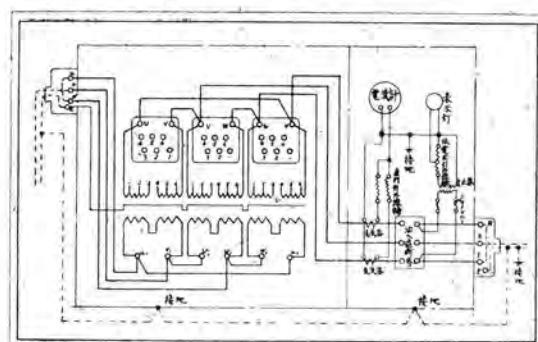
高圧油入開閉器付變壓器は坑内の切羽近くの特に狭隘な場所で使用するものであり、且屢々移設せねばならぬので手荒な運搬並に取扱に耐える構造にし而も高圧油入開閉器と變壓器とを一體として臺車上に取付け、高さは軌條面より 1m になつてゐる。

第 1 圖は高圧油入開閉器付變壓器の外觀。第 2 圖は内部接続を示す。

### (1) 高圧油入開閉器



第 1 圖 寫 真



第 2 圖

一次タップの切替は 4-3, 3-5, 5-2, 2-6, 6-1 の 5通りとする。

構造は手荒な取扱いに耐える様強固な鐵函中に下記の取付器具を納め防爆構造は JEC の防爆規定による狭隙付の油入防爆構造になつてゐる。

#### 取付器具

表示燈	1ヶ
交流電流計	1ヶ
三極油入遮断器	1ヶ
過負荷引外装置	1組
低電圧引外装置	1組
變流器	2ヶ
計器用變壓器	1ヶ

三極油入遮断器の主電路切斷部分は油面から 10 毫メートル以上の深さの所に設置し、且強力な遮断用發條を具備して速切の構造となつてゐるため弧光が直接外気にふれる惧はない。遮断器は自動遮断を行い得る所謂トリップフリーの機構となつており、手をはなせば把手は断の位置に戻る。過負荷並に低電圧引外装置は電磁線輪によつて遮断器の機構を直接引外し遮断する構造になつており、尙過負荷引外線輪には油入制動壺を付して反時限の性質を與え起動時に流れる瞬時過大電流に對しては作動せぬ様になつてゐる。

低電圧引外線輪の作動電圧は定格電圧の 60% 以下で普通の電路電圧の降下或は動搖に對しては不時遮断する事がない。運搬する場合における油槽の油の出し入れ反接觸子の點検手入れに便なる如く油槽昇降器を設けてあるので油槽の取外し取付は一人で簡単に行う事が出来る。尙運搬の際は油槽の油は抜いて行うのが立前であるが油を入れた儘でも油もれがない様特別の考慮がなされている。

#### (2) 變 壓 器

型式は内鐵型にして冷却方式は油入自冷式である。外函は良質の頑丈な鋼板を電氣熔接によつて接合し高さを低くするために兩外側に山形鋼を熔接し充分な取付面積を以て臺車上に堅固にボルト締めされている。

優秀技術を開放された

### 三菱の合金



磷青銅・洋白一級・線・棒  
15%磷銅・ニクローム  
鐵クローム一級・帶等各種  
電熱合金・ユーリカ・ウン  
スタンタン・フェリー・ア  
ドヴァンス・マンガニン  
線・帶等各種抵抗合金及  
エナメル・組合酸化被膜品  
銅用ニッケル極板

中身は互換性を考慮して單相 10 KVA 變壓器の中味を 3 個並べてあるが、單相變壓器を臺車使用する場合に比して冷却面積が縮少するので 16 本の冷却管を熔接して充分なる冷却効果を圖つてゐる。又各單相變壓器間には間隔片を熔接して移動の際にも摺動したり接近しないよう完全に固着している。油面の保持については兩側に油面計を設けて點検に便ならしめ排油のために排油栓を設けている。尙各變壓器には防爆規定に従い高壓線輪と低壓線輪との間に混觸防止板を挿入した外は凡て當社標準單相 10 KVA と同様である。

#### (3) 臺 車

臺車は各礦山によつて使用される軌條及車輪定規が必ずしも一致しないので、臺車だけ當社供給し車輪及車軸は使用者側にて取付けて戴くようとしている。

#### (4) 運搬並に設置

坑内用油入開閉器付變壓器を運搬するには炭車の最後部に連結し所定の設置場所まで運搬する。設置場所は坑道の片側に分岐軌條を設け此所に引込み設置する。

移設の際は既設場所より引出して次の設置場所まで運搬し同様の要領で設置するのである。

#### (5) 結 言

今回開発した坑内用高壓油入開閉器付變壓器は 30 KVA として計画したがこの容量では、コールカッター並にコンベヤーと一緒に使用する場合容量が小さすぎるるので、將來にコンベヤーのみ使用するときの 20 KVA 型とコンベヤー並にコールカッター兩用のときの 45 KVA の二種を製作する方針である。

終りに本器開発に當り種々の御援助を賜りたる三菱鐵業飯塚鐵業所の方々に對し深く感謝の意を表するものである。

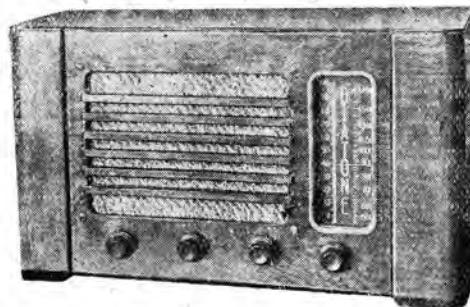
### ゴ ム

各種レインコート・雨衣類  
ゴム布類並同製品  
ゴムシート・マット類  
工業用各種パッキング類  
ゴム管・ガスケット類  
エボナイト製品  
工業用ゴム製品・ソリッド  
タイヤ・自轉車チューブ・  
各種ルーフィング類  
紙絆創膏テープ類

### メツキ

ニッケル鍍金  
クローム鍍金  
錫鍍金  
亜鉛鍍金  
其他各種鍍金

# 47-D型ラヂオ受信機



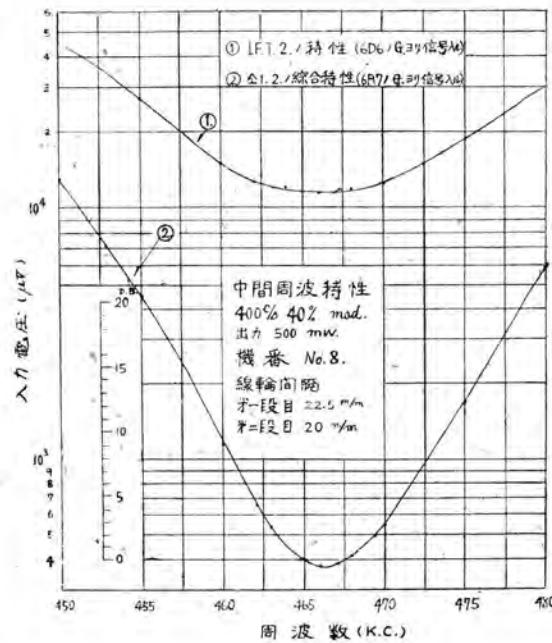
第1圖寫眞

## 1. 緒言

最近のラヂオ受信機は粗雑と言う聲が高い、實際我々も諸般の状況より粗雑になるのを肯定し度い立場に追い込まれているが、しかし何とかして何時迄も愛用し得る飽きの來ない受信機を作ろうと思い、47-D型は斯うした意圖の下に開発された最初の製品である。

從つて各構成部品を良くし十分な電氣的、音響的性能を具備せしめると共に外觀には特に意を用いた。以下其の概要を御紹介する。

## 2. 定格



第2圖 中間周波特性

伊丹製作所  
樺野 荘  
本谷 俊  
彌郎 完

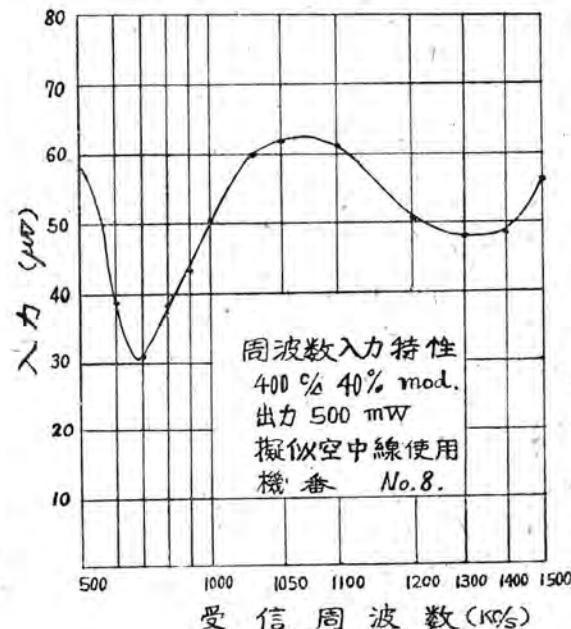
イ	回路方式	五線式超ヘテロダイン方式
ロ	受信周波數帶	550~1500K.C.
ハ	中間周波數	465K.C.
ニ	感度階級	極微電界級
ホ	電源	交流 50~60C/S 80~100V 65VA
ヘ	消費電力	電氣的出力 電率 10%にて 2W 以上
ト	電氣的出力	6%時ダイナミック
チ	高聲器	

## 3. 外觀並に重量

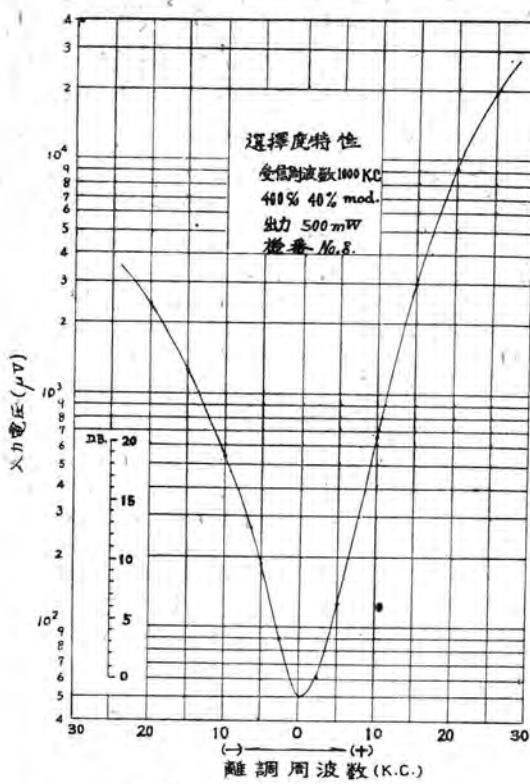
本機は第1圖寫眞の如く縦横奥行 242×420×205 のベニヤ板製キヤビネットに納められ、ダイヤルは縦型エッヂライト式を採用し和室にも洋室にもよく調和する。ダイヤル駆動比は 12:1. は重量は約 8 kg である。

## 4. 回路及び真空管

普通のヘテロダイン方式であつて特に變つた處はないが、空中線コイルは高インピーダンス式を採用し受信周波數帶に於ける感度偏差、並に使用空中線の變化による感度の變化を小さくした。音質調整は 6B7 陽極回路に



第3圖 感度特性



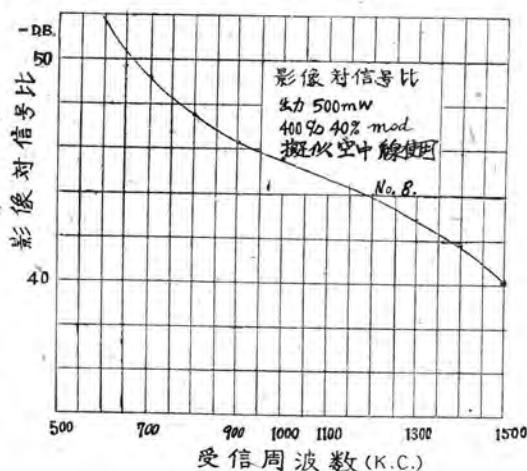
第 4 圖 選擇度特性

設け廣範囲に調整出来る様にしてある。使用真空管は

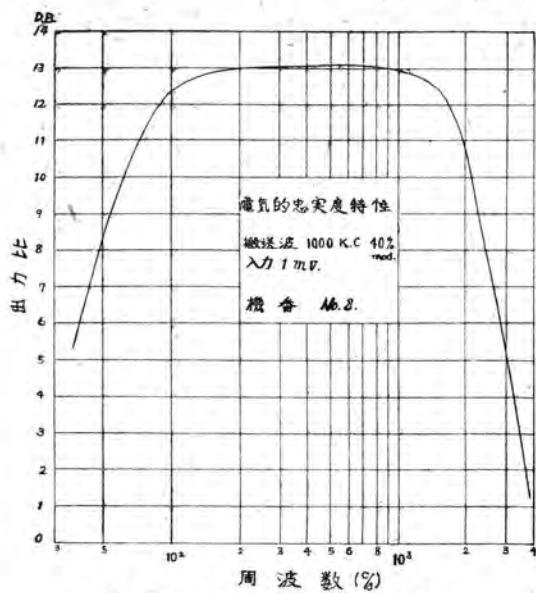
U t-6A7 周波数変換  
U Z-6D6 中間周波増幅  
U t-6B7 第二検波、自働音量調整、低周波増幅  
U Z-42 終段増幅  
KX-801 兩波整流

## 5. 電氣的諸特性

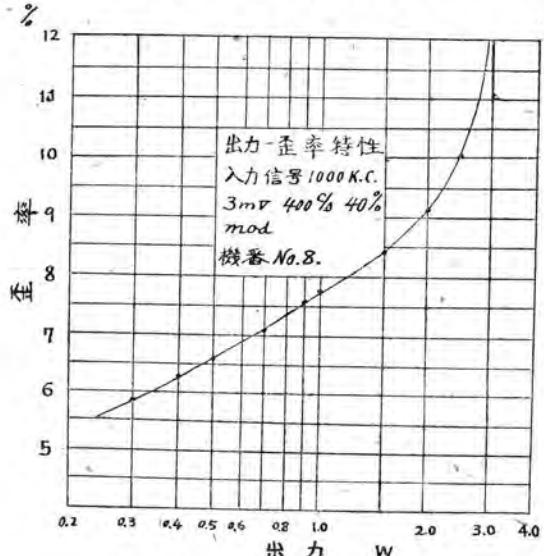
第 2 圖乃至第 7 圖は本機の電氣的諸特性を示す。



第 5 圖 影像対信号比



第 6 圖 電氣的忠實度特性



第 7 圖 出力歪率特性

## 6. 結 言

以上により 47-D 型の概要を紹介した。將來我國の家庭用ラジオとしては非この程度のものが普及さるべきであり、現に總司令部 CCS 嘉當では現在の國民型受信機では水準が低いとの理由で満足せず、本機程度の性能のものを國民型として要求して居り、近く 5 球スーパーが國民型の主體になる傾向にある。

選出ツマミを廻すのみにて自由自在に所望の局を分離聴取出来るのは超ヘテロダイン式のみの有する快味である。

## 新製品紹介

### 超短波の実用化 3KW 三菱ラジオヒーター

電波科学の枠とも言うべき超短波に依る乾燥器が、當社の研究により色々実現致しました。本器は高周波電流による乾燥装置で、乾燥せんとする物を乾燥電極に挿入すれば、極めて短時間に内部まで乾燥せしめ得る性能を有しています。

#### I. 仕 様

(1) 入力単相交流	220V 7KVA
(2) 出力	3KW (連続使用可能)
(3) 周波数	10MC (同波数監視器付)
(4) 電波発射除去装置	内蔵
(5) 使用真空管	US 157 2本 UV 972 2本

#### II. 用 途

(1) 木材の乾燥
(2) 木材、樹脂等の接着
(3) 樹脂類の成形
(4) 金属の高周波焼入
(5) 電気機器の内部乾燥
(6) 食料品の料理

尚、周波数は御希望により変更する事が出来ます。

(原理並びに実験結果に就いては本紙第21卷、第1号、1月「研究所、馬場文夫、RADIO HEATINGに就いて」を御参照下さい。)

#### 「三菱電機」第21卷 第3号 5月号掲載内容

V型碍子型遮断器	五十嵐芳雄
コロナ式油試験器	木村 久男 原 仁 吾
熱起電力による鍍金の 厚み測定について	上野 郁郎
Heaviside 演算子法に對する 新しい考察とその電気回路	菅野 正雄 解析に於ける應用 (XII)
新製品紹介	
三菱直流 3000V デロイ型電気機関車	
600W 三菱電気パン焼器	
三菱 1馬力アイスキヤンダー機	
豪華用三菱送風機	

#### 「三菱電機」第21卷 第5号 9月号内容豫定

交流電動機より見たる 周波数統一問題	片山仁八郎
三菱型電気バス	佐藤 久數 待鳥 正
210KV 110,000KVA 三相變壓器内部電位變動	安藤 安二
減速電動機の改良	安松 靖彦
Heaviside 演算子法に對する 新しい考察とその電気回路	菅野 正雄 解析に於ける應用 (XIII)

#### 新製品紹介

## 「三 菱 電 機」

7 月 号

第 21 卷 第 4 号

昭和 22 年 7 月 15 日 印刷

昭和 22 年 7 月 20 日 発行 (隔月 1 回 20 日 発行)

【禁無断轉載】

定 價 1 部 金 4 圓 (送料 1.20 銭)

編輯兼發行人

小 林 一 稲 城

印 刷 者

東京都中央区銀座 3 丁目 4 番地

佐藤 保 太 郎

印 刷 所

東京都中央区銀座 3 丁目 4 番地

文祥堂印刷株式会社

發 行 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番地

三菱電機株式会社内

「三 菱 電 機」編輯部

電話丸の内 (23) 3 3 4 4 (6)  
日本出版協会会員番号 B213013