

# 三菱電機

MITSUBISHI-DENKI

昭和二十二年三月

第21巻 第2號

3月

## 目次

過渡現象直視装置に依る線路の波動抵抗の測定……安藤 安二(1)

クレーマ接續水銀整流器の特性……………濱田 賢榮(12)

超短波通信機……………馬場 文夫(22)

### 新製品紹介

5球スーパー「ダイヤトーン」47-D型ラジオ受信機……………(21)

三菱電氣乗合自動車……………(26)

MARCH 1947

三菱電機株式会社

# 三 菱 電 機 株 式 會 社

## 製 作 品 目

タービン發電機・水車發電機・周波數變換機・調相機・同轉變流機・  
交、直發電機・交、直電動機・變壓器・遮斷器・斷路器・避雷器・配  
電盤・制御盤・計器用繼電器・電氣機關車・電車用電動機・電車用空  
氣制動裝置・水銀整流器・電氣自動車・鑛山用電氣機關車・鑛山用減  
速電動機・卷上機・送風機・エレベーター・電氣ホイス・家庭用ラ  
ジオ受信機・フォノモーター・漁船舶用無線機・鐵道災害用無線機・  
超短波發熱器・家庭用並商業用電氣冷蔵庫・電氣冷凍裝置・冷凍機・  
ミシン並ミシン針・電氣レンジ・電氣扇・アイロン・電氣釜・電氣オ  
ブデン・溫水器・電氣鋸・電氣ドリル・水銀燈・螢光燈・硝子水銀整流  
器・發條式自動坪・發電式自轉車燈・電氣工事・鑛金・其ノ他各種電  
氣機械器具並修理

本 店 東京都千代田區丸の内 2 丁目 2 番地 1 (丸ノ内ビル 2 階)

大阪營業所 大 阪 市 北 區 梅 田 1 (阪神ビル内)

福岡營業所 福 岡 市 天 神 町 58 番 地 (天神ビル 2 階)

神戸製作所 神 戸 市 兵 庫 區 和 田 崎 町 3 丁 目

名古屋製作所 名 古 屋 市 東 區 矢 田 町 18 丁 目 1 番 地

長崎製作所 長 崎 市 平 戸 小 屋 町 122 番 地

伊丹製作所 兵 庫 縣 川 邊 郡 園 田 村 南 清 水 字 中 野 80 番 地

郡山工場 福 島 縣 郡 山 市 境 橋 町 1 番 地

世田谷工場 東 京 都 世 田 谷 區 池 尻 町 437 番 地

大船工場 神 奈 川 縣 鎌 倉 郡 大 船 町 大 船 800 番 地

中津川工場 岐 阜 縣 惠 那 郡 中 津 川 大 字 駒 場 安 森 928 番 地 2

和歌山工場 和 歌 山 市 岡 町 91 番 地

姫路工場 姫 路 市 千 代 田 町 840 番 地

福山工場 廣 島 縣 福 山 市 沖 野 上 町 6 丁 目 709 番 地 6

福岡工場 福 岡 市 今 宿 青 木 690 番 地

札幌修理工場 札 幌 市 北 2 條 東 12 丁 目 98 番 地

研 究 所 兵 庫 縣 川 邊 郡 園 田 村 南 清 水 字 中 野 80 番 地

# 過 渡 現 象 直 視 装 置 に 依 る 線 路 の 波 動 抵 抗 の 測 定

架空線及び電纜等の波動抵抗等は既知のもので、別に新らしきものではないが、過渡現象直視装置を用いて簡単に測定出来且つ電纜の接地箇所の概略の見當を附け得たので、その結果を取り纏めて報告した。

研 究 所 安 藤 安 二

## I. 緒 言

架空線及び電纜等の波動抵抗は既に幾多の測定が實施され、又その値も既知のものであるが、過渡現象直視装置にても簡単に測定出来る。それに附隨して故障箇所の大略の見當をつける事が出来るという事も既知の事であるが、幸いに所内にて以上の測定をする機会に恵まれた。不備の點は多々あるがその結果を過渡現象直視装置の一應用例として報告する。

## II. 實 施 要 領

### (イ) 所内用街燈線の波動抵抗測定

所内用街燈線が現在故障の爲に用いられていないので、之を利用して約1000m程度のループを作つて第1圖の如き状態で測定した。なお所内用街燈線であるので、電柱高及び電柱の間隔は區々である故に第1圖及び第2圖乃至第12圖に距離及び寸法を記載した。又電球も附いている箇所及び取り外してある箇所もあつて、第1圖に示した様に#2, #4, #5, #9, #11, #12, #14, #16, #19, #20, #26, #27, #28電柱には100Wの電球が、#15電柱には300W電球が附いていた。又#1~#10電柱間及び#27~#29電柱間に

は數種の電話線が電柱に結び附けてあつた。

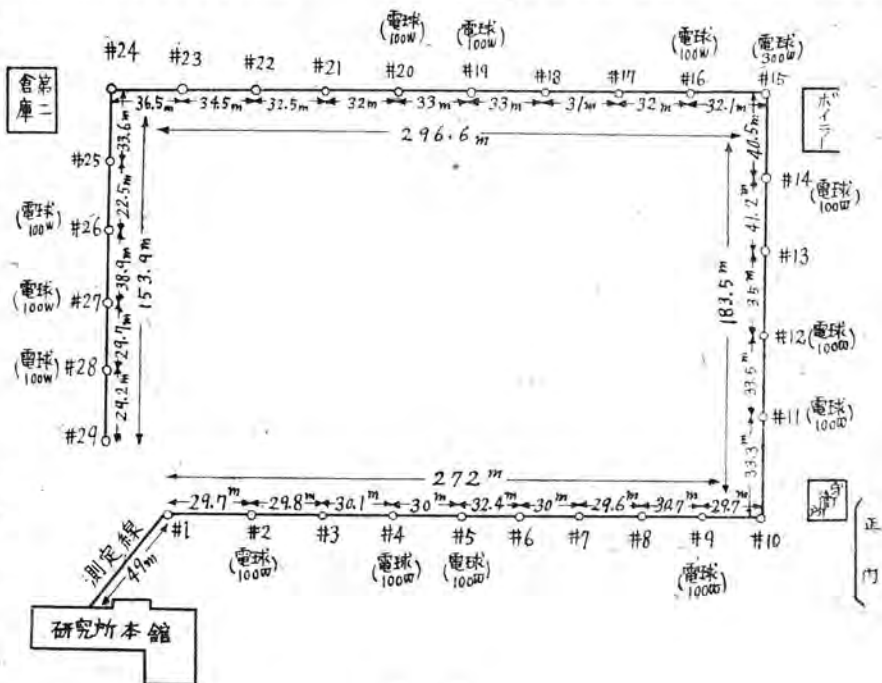
次に測定線として第三種絶縁電線(35/0.18), 外徑 3 mm  
#1~#24 電柱間は第三種絶縁電線(7/1), 外徑 2.5 mm  
#24~#29電柱間は ク ク (單線), 徑 2 mm  
である。

(1) 第13圖は電球を附けたまゝで、他端を開放したまゝで一端より衝撃波を印加して①及び②の波形を測定した。

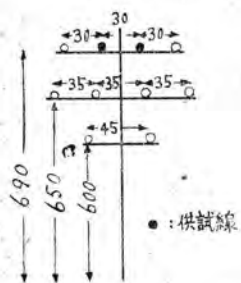
(2) 第14圖は(1)と同一状態にて截斷波を印加した。

(3) 第15圖は電球を附けたまゝ、他端を短絡接地して①より衝撃波を印加した。

(4) 第16圖は(3)と同一状態にて截斷波を印加した。



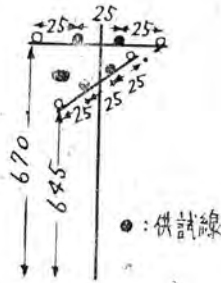
第 1 圖



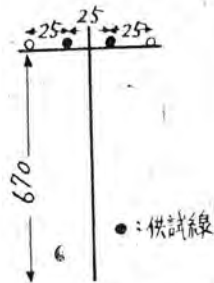
第 2 圖 # 1~# 5 電柱 (寸法 cm)



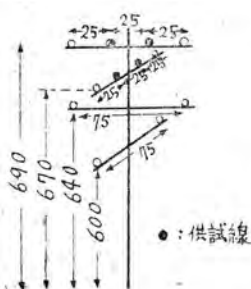
第 3 圖 # 6~# 9 電柱 (寸法 cm)



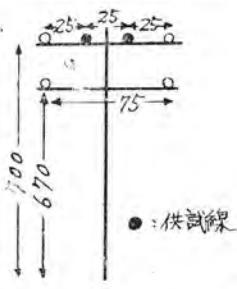
第 8 圖 # 15 電柱 (寸法 cm)



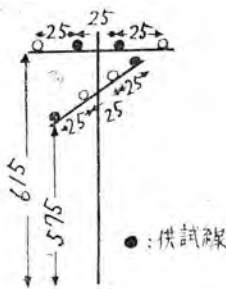
第 9 圖 # 16~# 23 電柱 (寸法 cm)



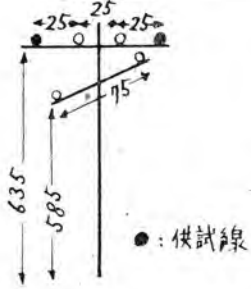
第 4 圖 # 10 電柱 (寸法 cm)



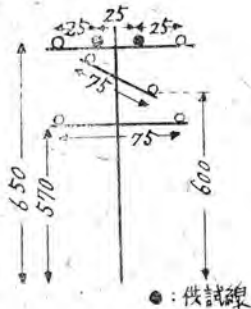
第 5 圖 # 11~# 12 電柱 (寸法 cm)



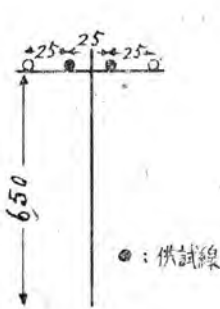
第 10 圖 # 24 電柱 (寸法 cm)



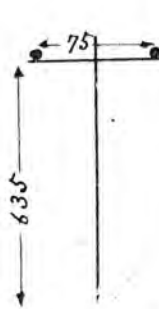
第 11 圖 # 25 電柱 (寸法 cm)



第 6 圖 # 13 電柱 (寸法 cm)



第 7 圖 # 14 電柱 (寸法 cm)



第 12 圖 # 26~# 29 電柱 (寸法 cm)

(8) 第 20 圖は # 15 電柱に 300W 電球を一個のみ残して、他端開放にして①より衝撃波を印加した。

(9) 第 21 圖は(8)と同様に 300W 電球を一個のみ残して、一線の両端を接地して①より衝撃波を印加した。

(10) 第 22 圖は電球を全部取り外して、他端を短絡して②に抵抗  $R'$  を

接続して、それを變化した。

(11) 第 23 圖は(10)と同様にして截斷波を印加した。

(12) 第 24 圖は(10)及び(11)と同様にして、 $R' = \rho_0$  として別に入口に抵抗  $R$  を入れてその値を變化した。

(13) 第 25 圖は二線の両端を夫々接続して、入口の

(5) 第 17 圖は電球を附けたまま、一線の両端を接地した場合に①より衝撃波を印加した。

(6) 第 18 圖は(5)と同一條件にて、入力端に抵抗  $R$  を接続してその値を變化した。

(7) 第 19 圖は(1)と同一條件にて抵抗  $R$  を變化した。

抵抗  $R$  を變化した。

(14) 第26圖は他線の兩端を接地して、且つ入口の抵抗  $R$  を變化した。

(15) 第27圖は他線の兩端開放にして、一線他端に接續した抵抗  $R'$  を變化した。

(16) 第28圖は(15)と同様にして截斷波を印加した。

(17) 第29圖は他線の兩端を接地して、一線他端に接續した抵抗  $R'$  を變化した。

以上の各場合に於ける番號を附した點の波形を夫々測定した。

(ロ) 電纜の波動抵抗測定及び接地箇所検出

3300V三心電纜(導體公稱斷面積 100 mm<sup>2</sup>, 全長655m)の絶緣低下し、饋電不能なる故にその故障箇所検出の一方法として過渡現象直視裝置を用いたのであるが、最初は地絡抵抗が波動抵抗に比して大き過ぎる爲に、測定波形の上では健全な電纜と同一結果を得るので、之より波動抵抗を測定し、然る後に電纜の故障箇所を完全に接地させて接地箇所を測定した。

なお本實驗に使用した過渡現象直視裝置は變壓器等の容量の小さなものの測定用に設計されたものであり、電纜の様な大容量のものには不

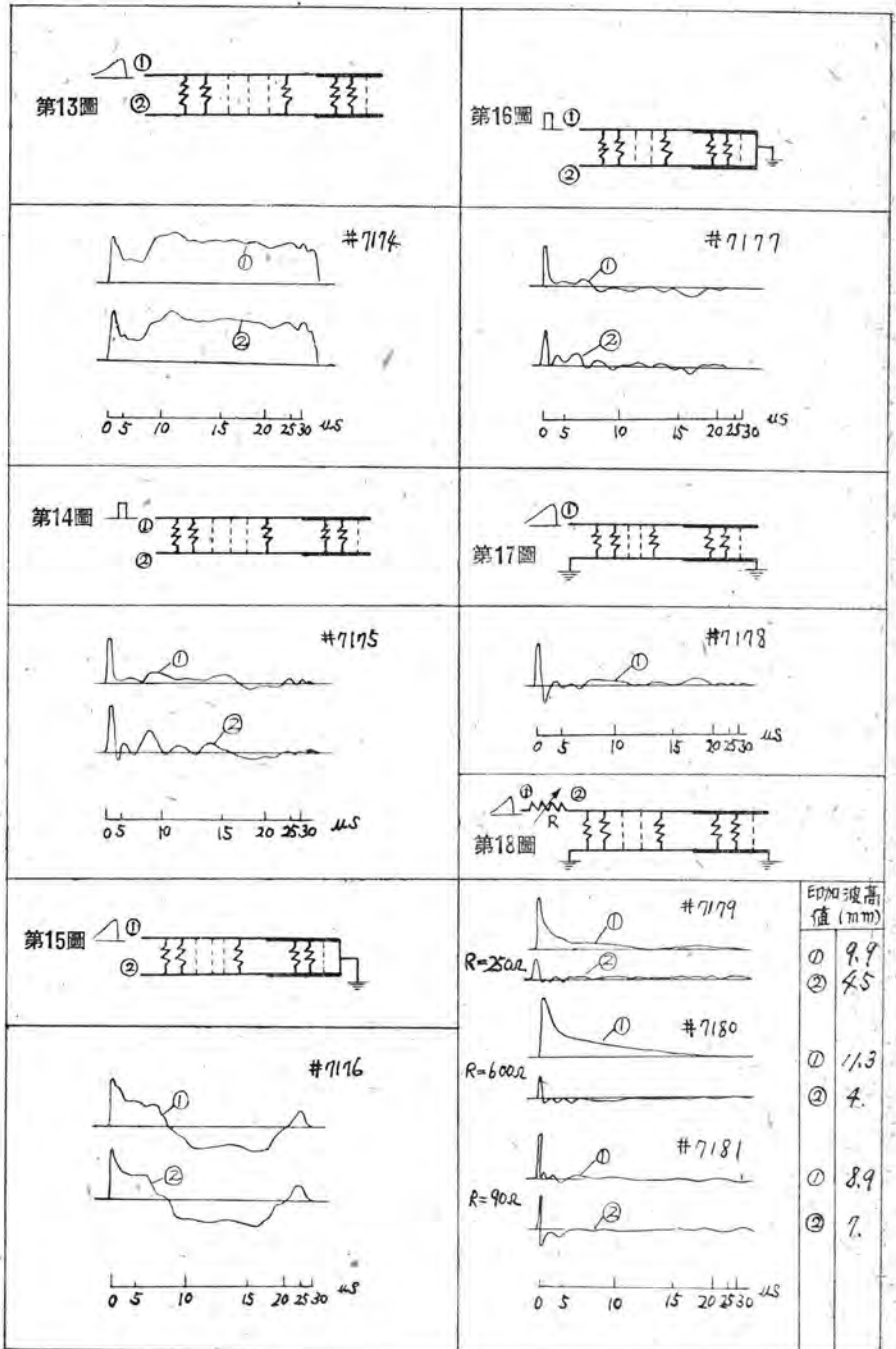
適當である事と、工事の都合上充分な測定が出来なかつた事は遺憾である。

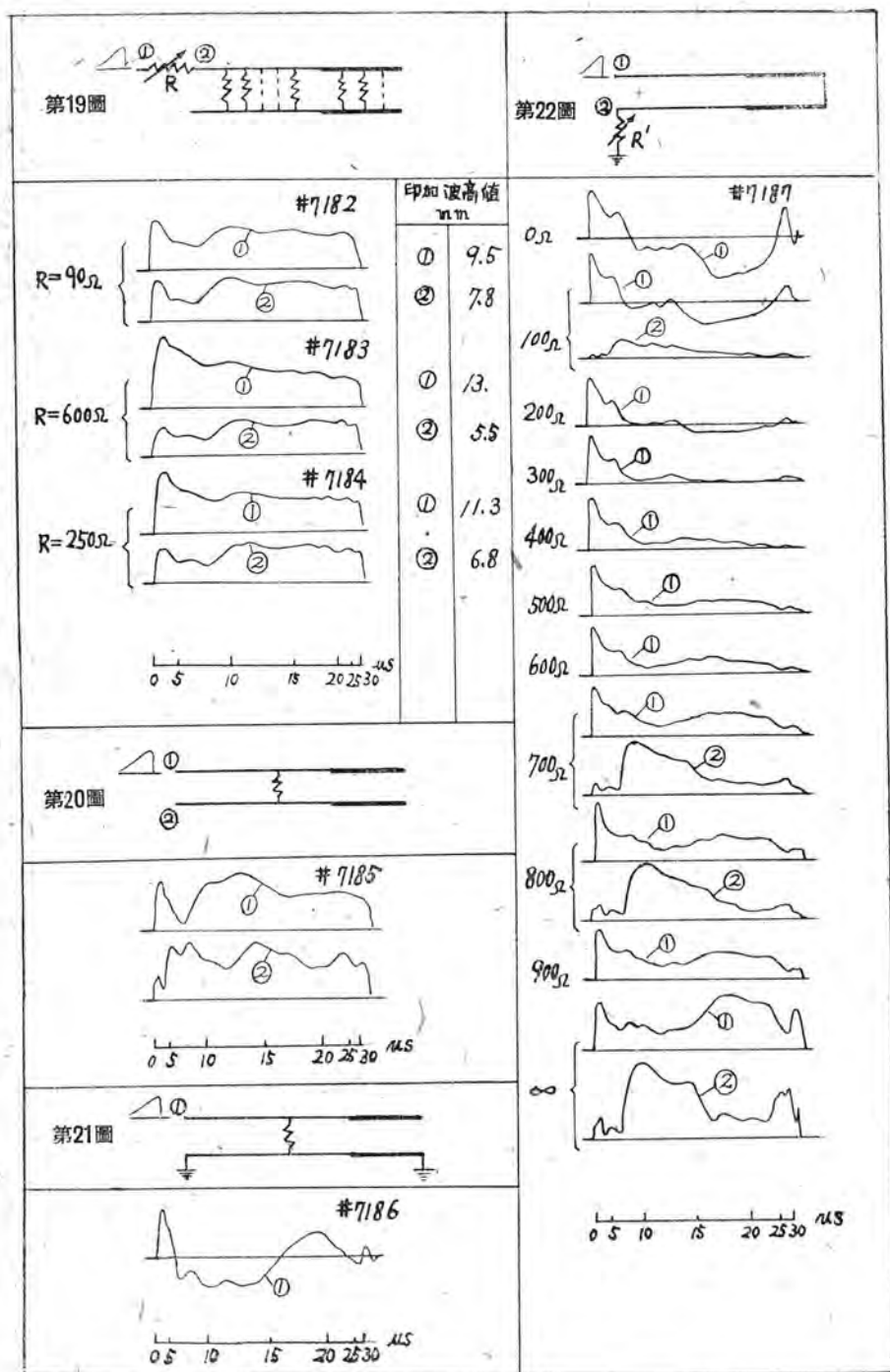
(1) メツガーに依る絶緣抵抗の測定。

A端子對大地間 64.5 K $\Omega$

B端子對大地間 30.00 K $\Omega$

C端子對端子間 100.00 K $\Omega$





及びC端子より衝撃波を加えて夫々番號を附した點の波形を測定した。

a.  $R=0\Omega$  の時

この場合は**第31圖**に示す波形となり、測定線の振動が入り複雑なる波形を生じたが、A、B及びC端子の場合共に同一の波形を生じた。

b.  $R=250\Omega$  の時

この場合は**第32圖**の如くなり、この $250\Omega$ が大體測定線の波動抵抗に合ひ、振動はなくなり、明瞭な反射を生じた。又A、B及びC端子に印加した場合に同一の波形を生じた。依つて $6K\Omega$ 程度の高抵抗にて地絡した場合は電線の波動抵抗( $50\Omega$ 程度)に比して非常に大なる故に、その點に於ける反射波は小さくなり表われて來ない。故にこの様な状態では健全回線と見做して波形を検討してよい。又**第32圖**を見ると衝撃波の開放端迄の往復の時間は $8\mu S$ かゝり、片

A端子對B端子間  $40.00 K\Omega$

B端子對C端子間  $130.00 K\Omega$

C端子對A端子間  $100.00 K\Omega$

なお電線鉛被は完全に接地した。

(2) 過渡現象直視装置にて**第30圖**の結線にてA、B

間 $4\mu S$ を要する事が解る。

(3) 其處で健全なる電線と見做して波動抵抗の測定を実施した。

a. **第33圖**は電線他端に於いてAとBを短絡してA端及びB端の波形を測定したものである。但



し  $R=0$  の場合である。

b. 第34圖及び第35圖は他端に於いて夫々AとB或はAとCを短絡して、且つ  $R=250\Omega$  の時の各部の波形を測定したものである。

c. 第36圖は  $R=250\Omega$  としてAの他端と大地の間を接続した  $R'$  を種々變化してA點の波形を測定したものである。なおB及びCは兩端共に開放である。

d. 第37圖は入力端抵抗  $R$  を變化した場合の①及び②の波形を測定した。B及びCは兩端共に開放である。

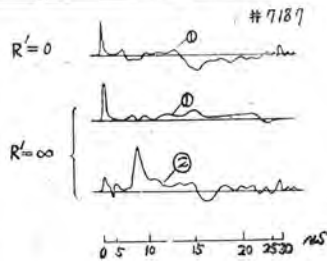
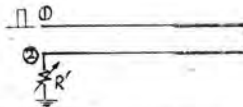
e. 第38圖はd.と同様に  $R$  を變化した場合であるが、Bのみを接地した。

(4) 故障點を見出す爲に電纜に高壓を印加して完全に地絡させた後の測定。

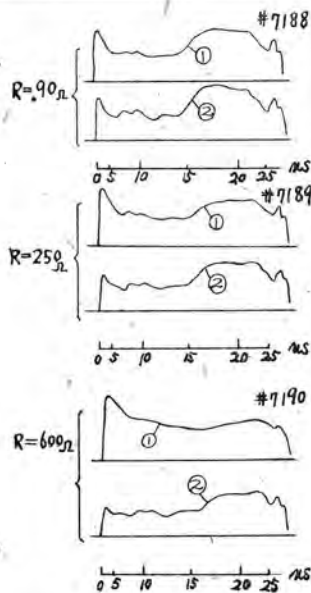
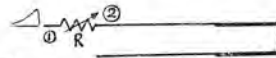
a. メツガーに依る絶縁抵抗の測定。

A端子對大地間	$0\Omega$
B端子對大地間	$55\text{ K}\Omega$
C端子對大地間	$110\text{ K}\Omega$
A端子對B端子間	$60\text{ K}\Omega$
B端子對C端子間	$120\text{ K}\Omega$
C端子對A端子間	$110\text{ K}\Omega$

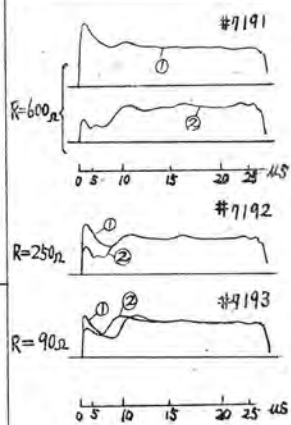
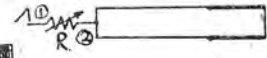
第23圖



第24圖



第25圖

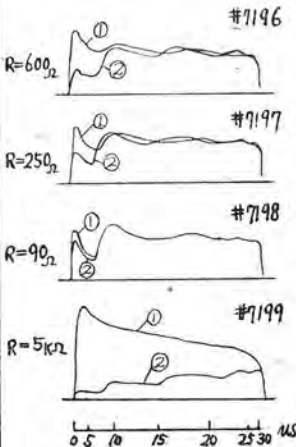
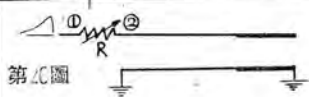


印加波高値  
mm

①	13.
②	4.8
①	11.
②	6.
①	9.
②	6.3

印加波高値  
mm

第26圖



印加波高値  
mm

①	13.5
②	5
①	12.
②	6.8
①	10.2
②	8.
①	19.
②	1.2

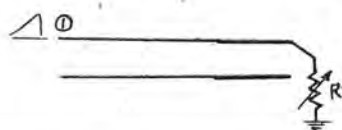
b. 第39圖はAを完全に地絡させた後に、B及びCは開放としてAより衝撃波を印加した場合の波形である。

### III 測定結果に對する考察

#### (イ) 所内用街燈線の場合

(1) 第13圖を見ると①及び②點の波形が大體の傾向が等しいのも當然であり、且つ電球を入れてあ

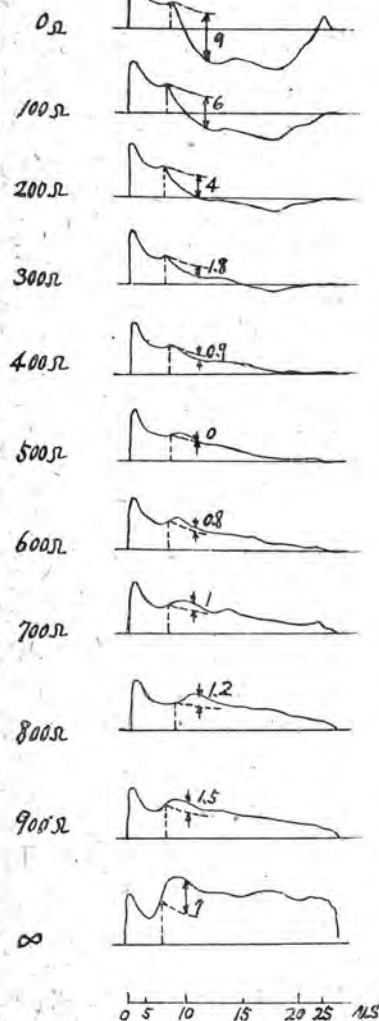
第27圖



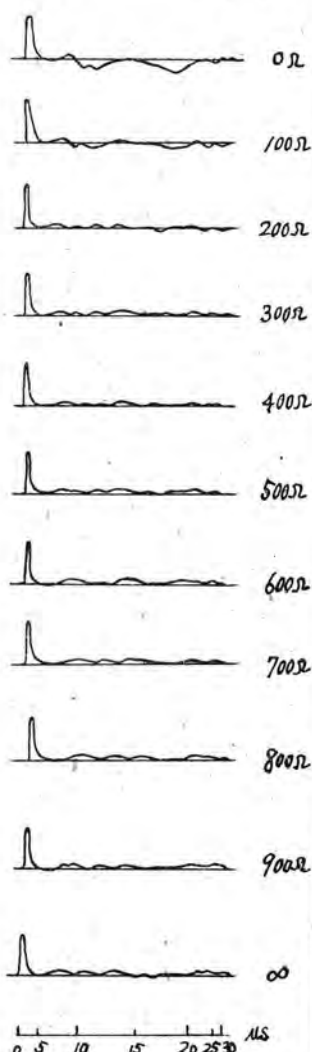
第28圖



#7194

反射  
波高値  
mm

#7194



明らかに他端の開  
放端よりの反射で  
ある。又  $6\mu\text{s}$  附  
近の山は#15電柱  
の  $300\text{W}$  の電球の  
所より侵入して來  
るものでないかと  
考えられるが、明  
らかでない、  
以上の事より考え  
ると第40圖に示  
す如く、② 點を  
線路の波動抵抗に  
等しい抵抗にて接  
地して、此の點の  
反射をなくしたな  
らば、線間の短絡  
箇所を検出出来る  
のであるまいか。

(2) 第15圖及び  
第16圖は他端を  
短絡接地した場合  
の衝撃波及び截斷  
波を印加した場合  
の波形であるが、  
(1) と同様に興味  
ある波形と思う。

(3) 第17圖は一  
線の兩端を接地し  
た時であるが、負  
の反射が非常に大  
きく表われている

(4) 第18圖及び  
第26圖に於いて  
抵抗  $R$  を變化して  
① 及び ② の波高  
より入力端の波動  
抵抗を求めると、  
第41圖より解る

る爲の反射はそれ程大きく表われていない。次に第  
14圖に示す如く、反射の歸つて來る時間を明らかに  
する爲に截斷波を入れて見たが、減衰が大きく期待  
した程ではなかつた。又第14圖は②端が開放で  
ある爲にその反射が強く表われて、② 點では波形  
を益々複雑にしている。然しの  $28\mu\text{s}$  附近の山は

如く

$$Z = \frac{R \times E_2}{E_1 - E_2}$$

となる。但し  $Z$  は波動抵抗を表わす。

故に第18圖より



$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{250 \times 4.5}{9.9 - 4.5} = 208 \Omega \\ Z &= \frac{600 \times 4}{11.3 - 4} = 329 \Omega \\ Z &= \frac{90 \times 7}{8.9 - 7} = 332 \Omega \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 289.7 \Omega$$

第26圖より

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{600 \times 5}{13.5 - 5} = 353 \\ Z &= \frac{250 \times 6.8}{12 - 6.8} = 327 \\ Z &= \frac{90 \times 8}{10.2 - 8} = 327 \\ Z &= \frac{5000 \times 1.2}{19 - 1.2} = 337 \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 336 \Omega$$

兩者を比較すると第18圖の方は電球が接続しており、此處よりの反射が早い爲に、第41圖のZに並列に電球に相當する抵抗を接続した場合に近くなり、値が少なくなつて来るのは當然である。故に一線兩端接地の場合は  $Z = 336 \Omega$  が波動抵抗を表わす事になる。

(5) 第19圖及び第24圖にて抵抗Rを變化してZを求めて見る。第24圖は他端にし二線は結んであるが、入口の波動抵抗は二線共に接地していない時に相當する。

故に 第19圖より

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{90 \times 7.8}{9.5 - 7.8} = 413 \\ Z &= \frac{600 \times 5.5}{13 - 5.5} = 440 \\ Z &= \frac{250 \times 6.8}{11.3 - 6.8} = 378 \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 410.3 \Omega$$

第24圖より

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{90 \times 8.9}{10.5 - 8.9} = 500 \Omega \\ Z &= \frac{250 \times 7.5}{11.9 - 7.5} = 426 \Omega \\ Z &= \frac{600 \times 5.6}{13.8 - 5.6} = 410 \Omega \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 445.3 \Omega$$

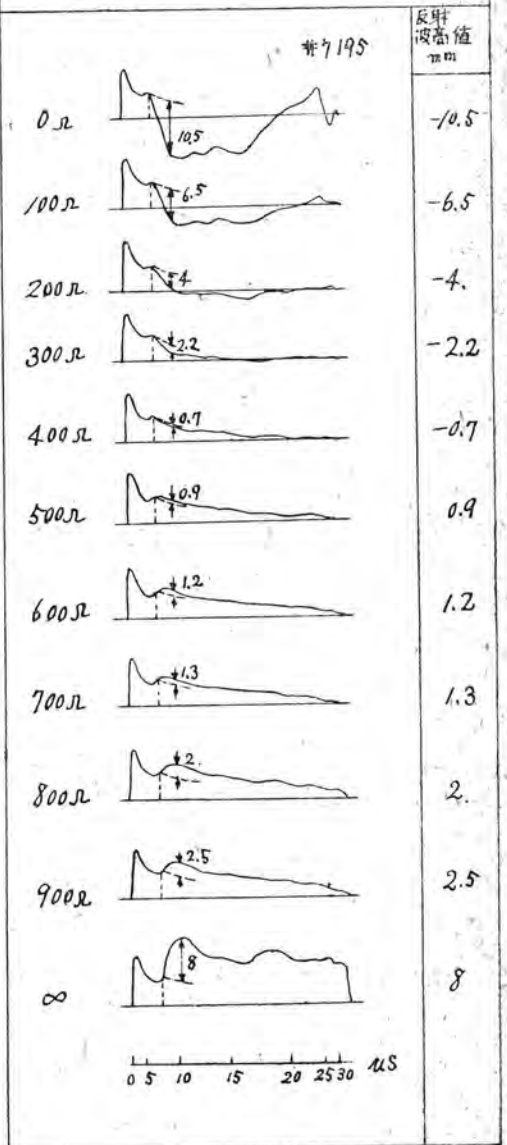
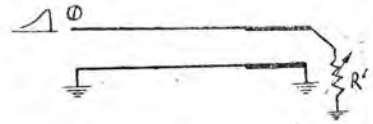
此の場合に第24圖の方の値が幾分大きく表われているのも(4)に述べた理由に依る。

(6) 第25圖より同様の方法にて波動抵抗を求めると

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{600 \times 4.8}{13 - 4.8} = 351 \Omega \\ Z &= \frac{250 \times 6}{11 - 6} = 300 \Omega \\ Z &= \frac{90 \times 6.3}{9 - 6.3} = 210 \Omega \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 287 \Omega$$

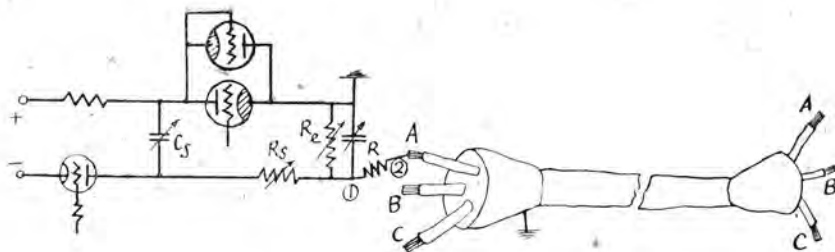
此の二線一括の場合は第24圖の場合の半分にな

第29圖

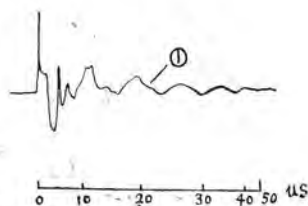


らねばならないが、此の程度の値が得られれば充分と思う。

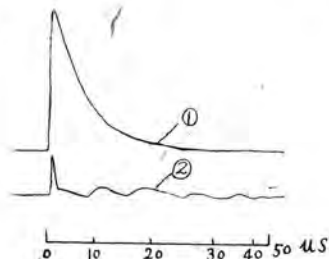
(7) 第20圖及び第21圖は±15電柱に300W電球を一個のみ残して測定したのであるが、電球のある個所及び開放端の反射が明瞭に表われていて仲々面白いと思う。



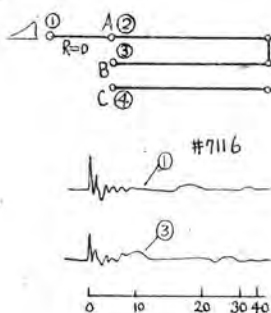
第 30 圖



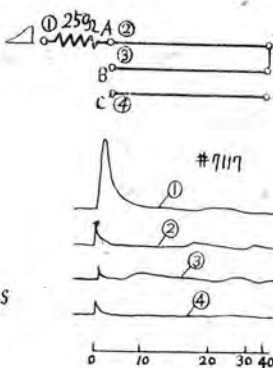
第 31 圖



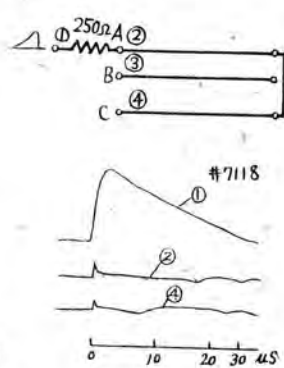
第 32 圖



第 33 圖



第 34 圖



第 35 圖

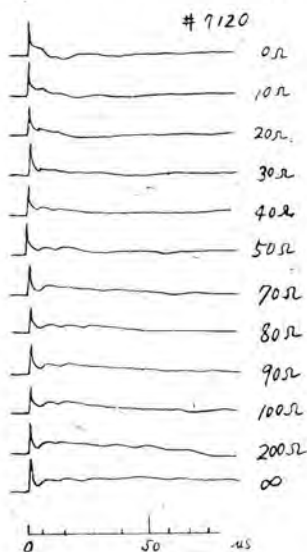
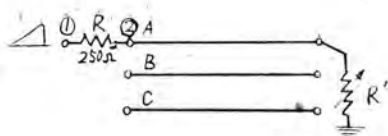
(8) 第 22 圖に示す場合は②點に接續した抵抗  $R'$  を變化して、①點に於ける反射の最小なる點を求め、二線共に非接續の場合の波動抵抗を求める目的により實施したのであるが、時間の關係等より考察すると、①點に②點よりの反射が歸つて來る前に他線の影響が入り、非常に複雑な關係を呈している。故に之を解析するには二導線系の解を求めねばならず、詳細なる検討は今回は省略する。

第 23 圖は第 22 圖と同様にして  $R' = 0$  及び  $R' = \infty$  の場合に截斷波を加えた場合であるが、印加波形が急峻な爲に、減衰が甚しく期待程に結果は得られなかつた。

(9) 第 27 圖にて一端に接續した抵抗  $R'$  を變化して、他線開放の場合の波動抵抗を求めて見る。此の場合に #24 電柱以降は線徑及び 2 線の間隔が異なる故に、此處で明らかな反射を生じている。そして架空線の場合<sup>(2)</sup>は傳播速度が光の速度に等しくなる事を考えて、その時間關係を見ると大體一致している。

例えば配電線の全長は 955 m であり、其の往復に大略 7  $\mu$ s を要するのであるから、傳播速度は 273 m/ $\mu$ s となる。且つ此の開放端の反射より約 1  $\mu$ s 前に小さな反射があるのも、#24 ~ #29 電柱の距離が 153.9 m である事より解る。

次に反射の大きさより波動抵抗を求める場合には



第 36 圖

$Z > R'$  及び  $Z < R'$  の時に應じ、第 42 圖 (イ) 及び (ロ) の場合が出來て來る。そして (イ) の場合は 2 つの反射が差となり、(ロ) の場合は和となる。其處で #24 電柱の所の小さな反射が何處迄成長するかは確然としないのであるが、又その求めた結果も誤差を免れないのであるが、大體第 42 圖の A を求めて反射波高値として反射の零となる  $R'$  の値を求めた。又比較する高さは時間的に同じ所より求めた。(第 27 圖は電源の不具合により掃引速度に遲速を生じて甚だ残念なのであるが、波形よりその同一場所を推定した。) その結果を第 43 圖に示す。

波動抵抗として

$$Z = 500 + 8 = 508 \Omega$$

但し  $8 \Omega$  は接地抵抗である。

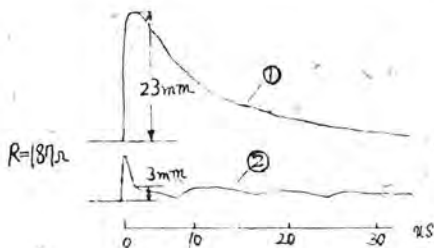
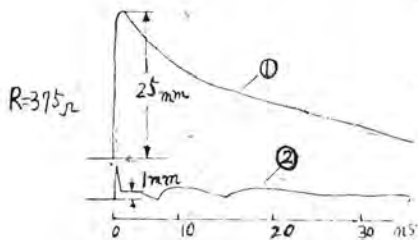
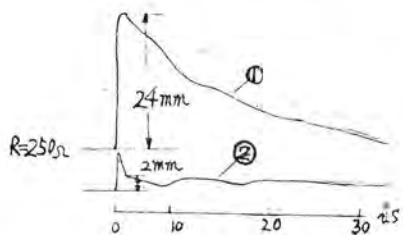
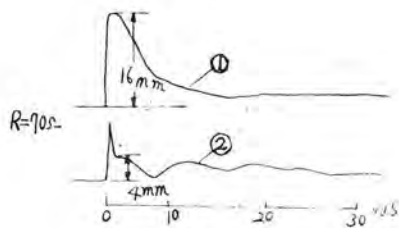
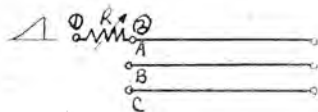
第 27 圖と同一状態にて截斷波を加えた時が第 28 圖であるが、減衰甚しく満足すべき結果は得られなかつた。

(10) 第 29 圖は他線再端接地の場合の一線の波動抵抗を  $R'$  を變化して求めたのであるが、その結果は第 43 圖に示す如くであり

$$Z = 450 + 8 = 458 \Omega$$

但し  $8 \Omega$  は接地抵抗である。

以上要するに線端側に接續した抵抗  $R'$  を變化して波

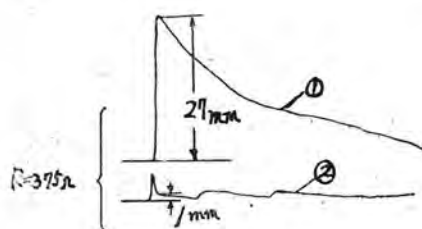
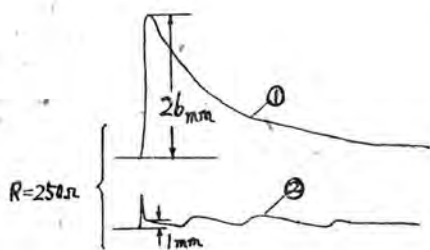
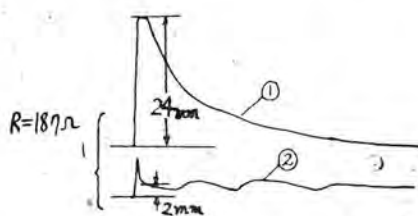
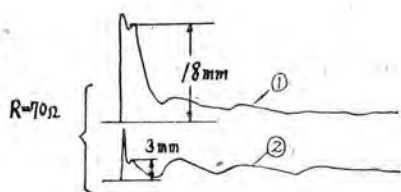
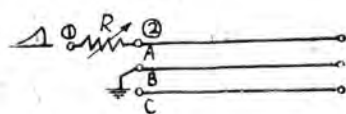


第 37 圖

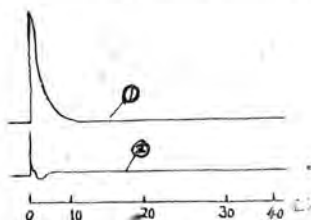
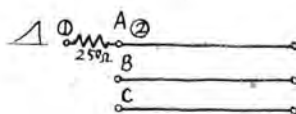
動抵抗を求めた場合、及び入力端に接續した抵抗  $R$  を變化して波動抵抗を求めた場合は何れも #24 電柱以降が波動抵抗が大きく、常に此處で正の反射をなしている所より又他線兩端接地の場合は開放の場合より波動抵抗が減少する所より妥當な値であると考え。

(ロ) 電線の場合

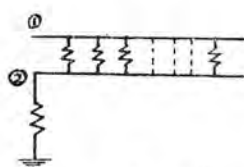
(1) 傳播速度に就いて



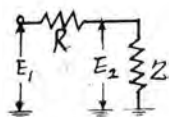
第 38 圖



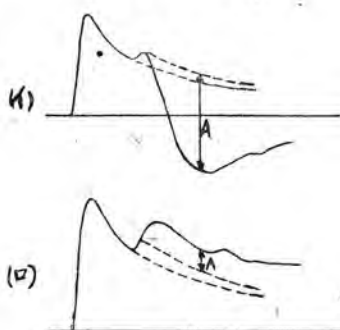
第 39 圖



第 40 圖



第 41 圖



第 42 圖

b. 入口の波高値の比より求める場合

之は第 41 圖に示したと同様にして波動抵抗  $Z^{100}$  を求めるのである。其處で第 33 圖を見ると測定線は 10m 程の長さには過ぎないのであるが、測定線の波動抵抗は電線よりも相當に大きく明瞭な負の反射を生じ、且つその往復反射を生じている事が解る。そして第 37 圖及び第 38 圖では R が大體測定線の波動抵抗に合つて、反射は一回限りで終るのである。なお抵抗 R は直視装置のすぐ近くにあつて、それより測定線が出ており、②の波形は抵抗 R と測定線の接続部の波形であるから、誘導が大きく入る事は出来ないであつて、第 37 圖及び第 38 圖の最大波高値は測定線の波動抵抗に相當するものである。(然し反射が短時間に來るのであるから、印加波形により最大波高値が異なり、此の高さでは測定線の波動抵抗は正確に求められない。)依つて Z に相當する高さは圖に寸法を入れた高さに相當する。故に第 37 圖より

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{70 \times 4}{16 - 4} = 23.3\Omega \\ Z &= \frac{250 \times 2}{24 - 2} = 22.7\Omega \\ Z &= \frac{375 \times 1}{25 - 1} = 15.6\Omega \\ Z &= \frac{187 \times 3}{23 - 3} = 28.0\Omega \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 22.15\Omega$$

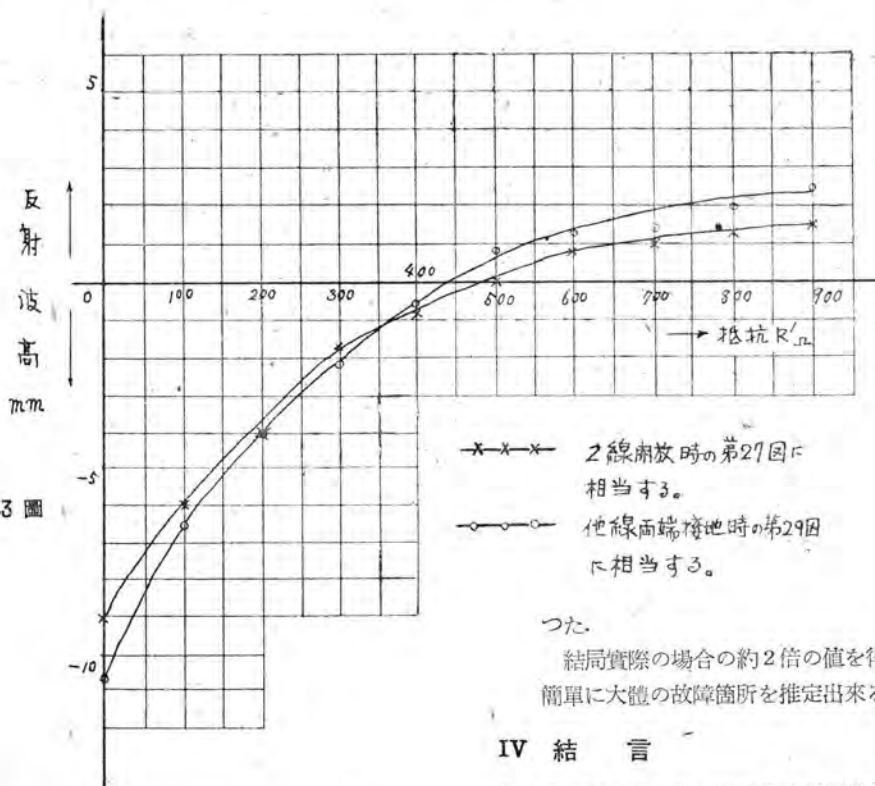
第 38 圖より

第 32 圖、第 34 圖、第 35 圖 及び 第 36 圖等に就いて波形より傳播速度を求めると、一往復に要する時間は  $8\mu\text{S}$  を要する。故に  $655\text{ m}$  を  $4\mu\text{S}$  にて走る事になるので、傳播速度は  $655/4 = 163.7\text{ m}/\mu\text{S}$  となる。

## (2) 波動抵抗の測定

a. 他端に接續した抵抗  $R'$  を變化して求むる場合  
第 36 圖を見ると  $20\Omega$  及び  $30\Omega$  附近にて反射が最少になる。故に波動抵抗は  $20\Omega \sim 30\Omega$  である。

第 43 圖



$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{70 \times 3}{18 - 3} = 14.0\Omega \\ Z &= \frac{187 \times 2}{24 - 2} = 17.0\Omega \\ Z &= \frac{250 \times 1}{26 - 1} = 10.0\Omega \\ Z &= \frac{375 \times 1}{27 - 1} = 14.4\Omega \end{aligned} \right\} \text{平均 } Z = 13.85\Omega$$

依つて a. と對比して

B 線, C 線開放の場合の A 線の波動抵抗は  $22.15\Omega$

B 線接地, C 線開放の場合の A 線の波動抵抗は  $13.85\Omega$

を得た。

### (3) 接地箇所の検出

第 39 圖の如く急峻な波形を印加した場合に明瞭な反射を得た。反射時間を圖より求めると大略  $1\mu s$  を得る。故に

$$163.7/2 = 81.85 \text{ m}$$

の所に故障箇所がある事が推定出来る。なお之には測定線の長さも含んでいる。又大體の故障箇所の推定出来る場合はなお好都合である。

なお Kelvin's Double Bridge にて測定した結果は  $49.8\text{m}$  であり、實際の故障箇所は  $38\text{m}$  の所であ

つた。

結局實際の場合の約 2 倍の値を得たのであるが、簡単に大體の故障箇所を推定出来る事が解る。

## IV 結 言

以上の測定結果より、過渡現象直視装置を用い入力端に接続した抵抗  $R$  を變化して、その波高値の比より簡単に波動抵抗を求め得る事が解る。又線路に色々の器具の附屬している場合は以上の結果の如く、その測定値を低くする故に、最初の反射が邪魔をしない程度に、はじめのものを取り外す必要があると思う。然し柱上變壓器の様なものはそのままにしておいても邪魔にならぬと考えられる。

次に一線より電壓を印加して他線に生ずる波形を測定して、線路の状態を知る事も出来るのではないかと思考する。

以上の實驗は全部標準波に近い衝撃波を印加して測定したのであるが、矩形波を印加出来たならば、更に良好な結果を得る事も勿論である。

なお地絡點の検出としては電纜の場合に實施した如く多大の誤差はまぬがれぬのであるが、簡単に大體の箇所を推定出来るのであるから、有用な一手段と考える。

最後に終始指導を仰いだ木村課長、横須賀技師及び多大の便宜を與えられた動力課の諸氏に篤く感謝する次第である。

### 参考文献

- (1) 横須賀, 第 14 回聯合大會豫稿。
- (2) 古賀, 岡本譯, 送電系統に於ける進行波。



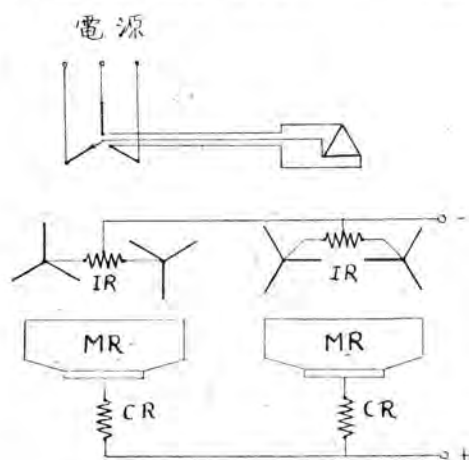
# クレーマ接續水銀整流器の特性

水銀整流器の直流電壓の調整範圍を廣くする一方法としてクレーマ接續法がある。この場合の格子制御の實驗的特性を相間リアクトル附六相と比較して述べ更にクレーマ接續の利害得失及び使用要領を説明している。

濱 田 賢  
研 究 所 津 崎 一 榮

## I. 緒 言

直流電壓が夫々  $E$  なる 2 臺の水銀整流器を用いて、略  $E/2$  なる直流電壓を得る一手段としてクレーマ接續の方



第 1 圖 水銀整流器のクレーマ接續

MR: 銀水整流器    IR: 相間リアクトル  
CR: 陰極リアクトル

法がある。即ち第 1 圖の如く二次が 6 相なる 2 臺の變壓器の一次が夫々  $\Delta$  及び  $Y$  なる時、一次を直列に結んで 12 相の接續とする方法である。これは電氣化學工業に於いて水銀整流器を使用するに際し、直流電壓の調整範圍を擴大する簡便なる手段として有効なるものである。本方式は普通用いられる相間リアクトル附二重星型結線などと著しく特性を異にし、且外國でも餘り實施例を聞かないものであるが、昭和 19 年我國に於いて始めて本方式を實施した昭和電工株式會社喜多方工場に於ける使用經驗と、ガラス製水銀整流器を用いた豫備實驗とを基礎にして、この方式の特性を述べることにする。

## II. 格子制御特性

### 1. 實驗設備

豫備實驗に用いた設備は次の通りである。

#### (1) ガラス製水銀整流器

$\Delta$  側 10A, 3 極 2 臺

$Y$  側 6A, 2 極 3 臺

#### (2) 變壓器 (三相内鐵型)

$\Delta$  側 2.2 K.V.A. 一次 210 V, 二次相電壓 105V,  
轉流リアクタンス 6.49% (實測)

$Y$  側 2.2 K.V.A. 一次 210 V, 二次相電壓 105 V  
轉流リアクタンス 8.47% (實測)

(3) 相間リアクトル  $\Delta$ ,  $Y$  側整流器兩者に 800V A 單相變壓器を使用した。

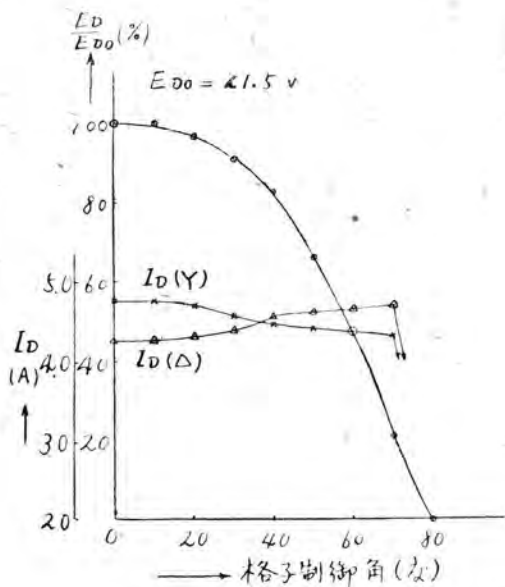
(4) 陰極リアクトル  $\Delta$ ,  $Y$  側整流器兩者に 11.5mH 直流抵抗 1.3 オームの空心インダクタンスを使用した。

尚格子制御には尖頭波變壓器を使用した。整流器の負荷は抵抗である。

### 2. 直流電壓及び電流

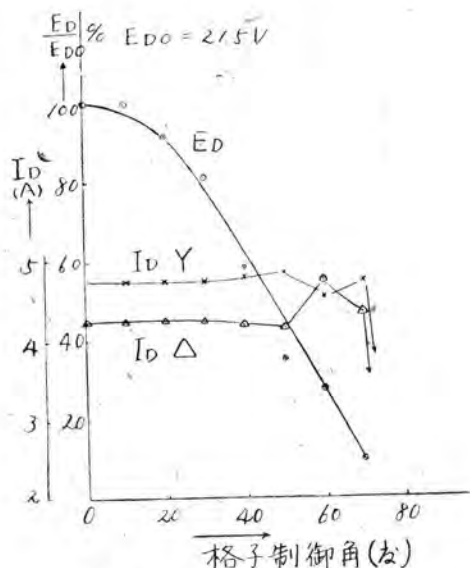
クレーマ接續では  $\Delta$  側整流器及び  $Y$  側整流器 (變壓器の一次が夫々  $\Delta$  及び  $Y$  なる整流器、以下このような呼び方をする) を同時に格子制御を行つても直流電壓を調整し得るは勿論であるが、一方の整流器例えば  $\Delta$  側整流器の格子角を一定に保ち、他の  $Y$  側整流器のみの格子角を變化せしめても直流電壓の制御を行い得る。逆に  $Y$  側整流器の格子角を一定に保ち、 $\Delta$  側整流器のみの格子角を變化しても同様に直流電壓の制御が行われる。これはクレーマ接續の著しい特徴の一つである。第 2 圖 a, b, c は負荷電流を 9A 一定に保つて上記三種の格子制御を行つた場合の直流出力電壓 (負荷の兩端子間電壓を格子制御角  $=0^\circ$  に於ける直流電壓 21.5V に對する % で現わしている) 及び各整流器の陰極電流の變化を示すもので、各種の格子制御法により各陰極電流が夫々異つた變化をしている。但し格子角が  $70^\circ$  になると直流電壓が小さくなつて負荷電流を 9A に保つことが出来なかつた。又 b, c 圖の如く、何れか一方の整流器のみの格子制御する





第2圖 直流電壓及び陰極電流

(a)  $\Delta$ , Y側整流器を同位相で格子制御す



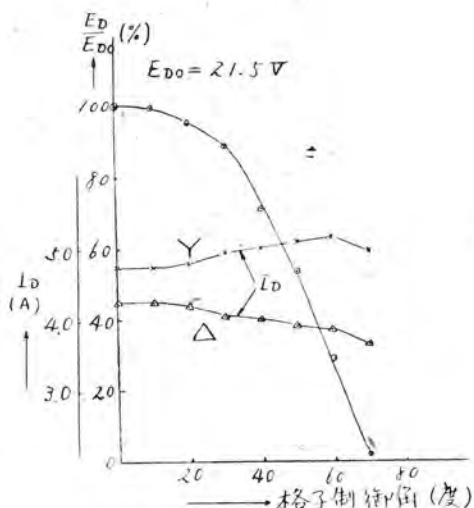
第2圖 直流電壓及び陰極電流

(b) Y側整流器のみ格子制御  
 $\Delta$ 側整流器の格子率 100% 一定

場合、格子角が  $40^\circ \sim 50^\circ$  以上になると放電が不安定になる。

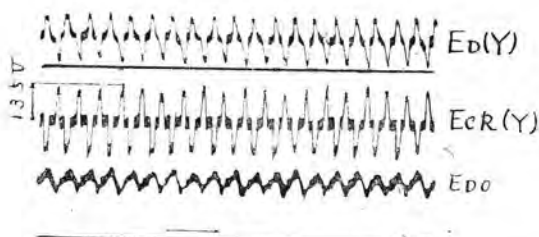
第3圖、第4圖は實際運轉中の整流器について撮影したオシロで、直流電壓、陰極リアクトル電壓、相間リア

クレマ接続水銀整流器の特性・濱田・津崎



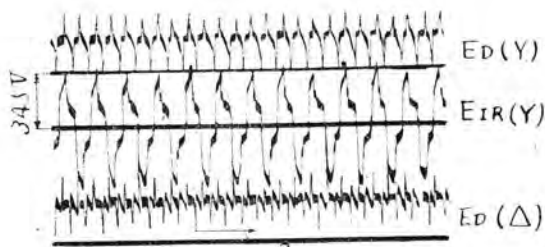
第2圖 直流電壓及び陰極電流

(c)  $\Delta$ 側整流器のみ格子制御  
Y側整流器の格子率 100% 一定



第3圖 直流電壓及び陰極リアクトル電壓

直流電壓  $E_D(Y) = 180 V$ 、陰極リアクトル電壓  
 $E_{CR}(Y) = 39 V (r.m.s)$ 、 $E_{D0}$  = 二直流母線電壓  
180V 陰極電流 = 4.1 KA、格子制御角  $29^\circ$  變壓  
器タップ = No. 3

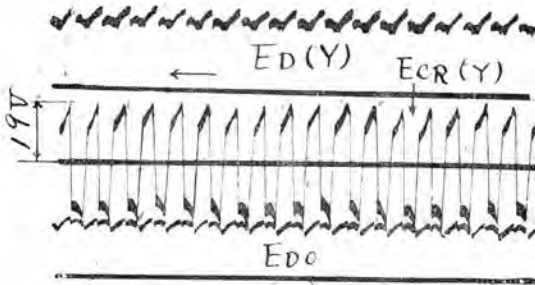


第4圖 直流電壓及び相間リアクトル電壓

直流電壓  $E_D(\Delta) = E_D(Y) = 190 V$ 、相間リアク  
トル電壓  $E_{IR}(Y) = 216 V (r.m.s)$ 、陰極電流 =  
2.5 KA (Y), 2.6 KA ( $\Delta$ ) 格子制御角  $45^\circ$ 、變壓  
器タップ = No. 4.

クトルの電壓の波形である、第3圖、第4圖の  $E_D(Y)$ 、 $E_D(\Delta)$  は夫々 Y 側整流器及び  $\Delta$  側整流器の陰極と相

間リアクトル中性点との間の電圧、 $E_{n0}$ は電解槽につながる直流母線の電圧である。 $E_n(\gamma)$ 、 $E_n(\Delta)$ は深い切込みを有し、それに應じて陰極リアクトル電圧は尖鋭である。この同じ整流器設備をクレーマ接続にしないで各変圧器一次を電源に並列に接続した場合の陰極リアクトル電圧波形を参考の爲第5圖に示す。即ちクレーマ接



第5圖 並列相の直流電圧及び陰極リアクトル電圧

直流電圧  $E_D(Y) = E_{D0} = 360V$  陰極電流  $= 3.6KA$   
陰極リアクトル電圧  $= 15.8V$  (r.m.s) 格子制御角  $= 5^\circ$

続の場合の方が、陰極リアクトル電圧は尖鋭で値も大きいことが分る。但し陰極リアクトルは第3, 4, 5圖の場合何れも  $0.13 nH$  の鐵心入りのものである。

以上クレーマ接続の三種の格子制御法及び電圧波形の一部を示したが、格子制御法の種類によつて陰極電流の値のみならず、逆電圧、阻止電圧、陽極電流通流期間、相電圧等何れも夫々獨特な變化をする。順次之等につき述べることにする。

### 3. 陰極電流の平衡度

第2圖によれば、 $\gamma$  各整流器の陰極電流には相當の開きがあるが、これは先に記した如き兩變壓器の轉流リアクタンスの差違に基くものと思われる。喜多方工場に於ける各變壓器の轉流リアクタンスは凡て等しくとつてあるが、實測によれば各陰極電流が極めてよく平衡を保つことは第一表の如くである。

格子制御角		陰極電流		直流母線電壓	變壓器タップ
$\gamma$ 側	$\Delta$ 側	$\gamma$ 側	$\Delta$ 側		
$5^\circ$	$5^\circ$	4000A	4000A	170V	389V
$24^\circ$	$24^\circ$	4000A	4000A	140V	389V
$34^\circ$	$34^\circ$	2400A	2400A	150V	389V
$12^\circ$	$12^\circ$	4000A	4000A	210V	482V

第1表 クレーマ接続の陰極電流

第1表に於いて運轉中の整流器の格子制御角を正確に

測定することは困難な事情があつた爲、表中の格子制御角は極く概略値である。又變壓器タップの各電圧は、この變壓器をクレーマ接続にしないで、一次に正規の電壓を受電した場合の二次相電圧である。又制御角  $= 34^\circ$  の場合は、他の整流器群に比し、特に此の供試兩整流器のみを大きく制御した場合である。之等の整流器をクレーマ接続にしないで、變壓器一次を並列に電源に結んで得られる12相(假りに並列12相と云ふことにする)では、變壓器の特性により、又各整流器の僅かな格子制御角の差違により、ある程度の陰極電流の不平衡は避けられないものである。これを第2表に示す。

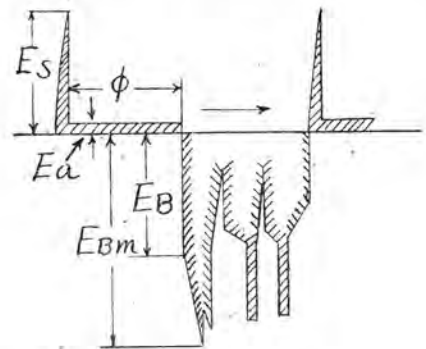
格子制御角		陰極電流		直流母線電壓	變壓器タップ
$\gamma$ 側	$\Delta$ 側	$\gamma$ 側	$\Delta$ 側		
$0^\circ$	$5^\circ$	3350A	3500A	365V	389V
$0^\circ$	$5^\circ$	3450A	3700A	370V	389V
$5^\circ$	$0^\circ$	3400A	3900A	365V	389V
$0^\circ$	$0^\circ$	3300A	3150A	370V	389V

第2表 並列12相の陰極電流

以上の如く、クレーマ接続12相と並列12相では陰極電流の平衡の程度において格段の差があり、クレーマ接続では陰極電流が良く平衡することは此の方法の著しい特徴の一つである。

### 4. 飛躍逆電壓

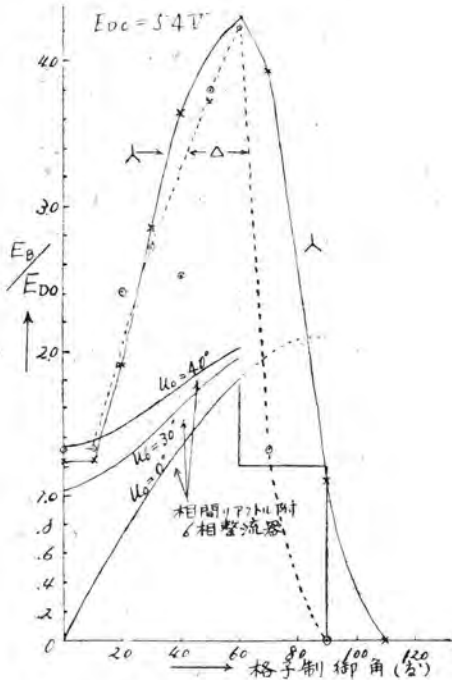
第6圖は陽極と陰極間にかかる電圧波形で、陽極電流の終つた次の瞬間、陽極には  $E_B$  なる逆電圧が飛躍的に印加される。この  $E_B$  と逆電圧最大値  $E_{Bm}$  が普通逆弧の因子として考えられている。第7圖 a, b, c は格子制御した場合の飛躍逆電圧  $E_B$  を無負荷直流電圧  $E_{n0}$  に對



第6圖 陽極陰極間電圧波形

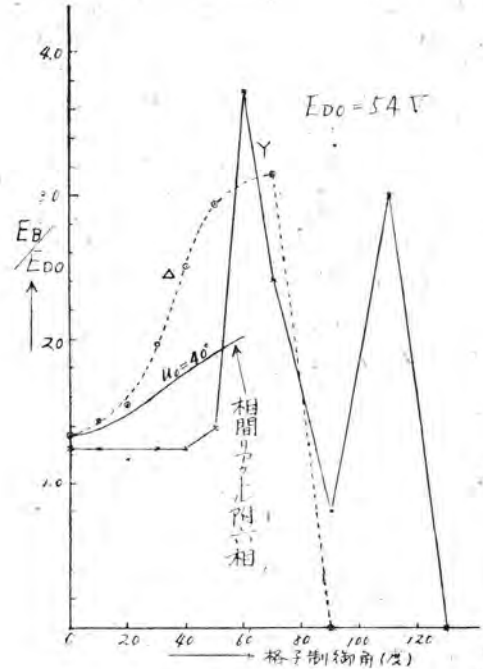
$E_S$  阻止電圧  $E_a$  電弧電圧  
 $E_B$  飛躍逆電圧  $\phi$  陽極電流通流期間  
 $E_{Bm}$  逆電圧最大値

する比で表わしたものである。但しクレーマ接續の 12 相整流器は、あだかも相間リアクトル附二重星型結線の場合の如く、軽負荷に於いて直流電圧が上昇するが、第 7 圖の  $E_{D0}$  はこの推移電流に於ける電圧で 54V (電弧電圧 20 V を含む) である (以下第 9, 10 圖の  $E_{D0}=54V$ )。



第 7 圖 飛躍逆電壓

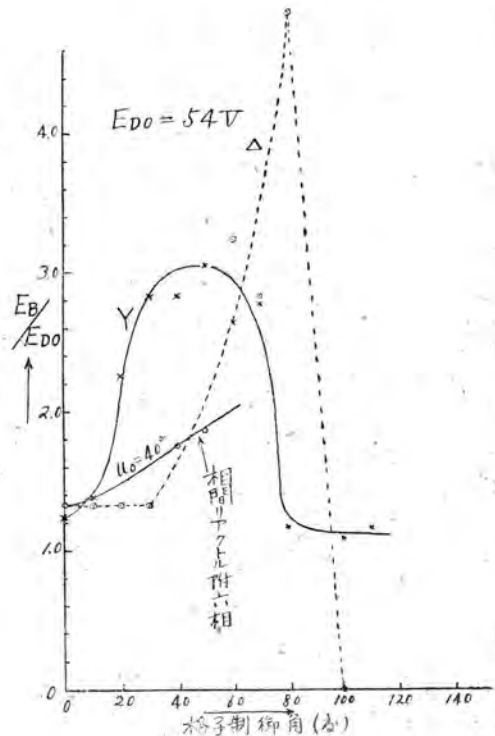
(a)  $\Delta$ . Y 側整流器を同位相で格子制御す



第 7 圖 飛躍逆電壓

(b) Y 側整流器のみ格子制御  
 $\Delta$ 側整流器格子率 100% 一定

圖中相間リアクトル附二重星型結線の場合の飛躍逆電壓 (計算値) を比較の爲記入してあるが、パラメータの  $u_0 = 0.30^\circ, 40^\circ$  とは格子制御角  $= 0^\circ$  の時の重疊角で、三本の曲線はこの時の直流電流を一定に保つて格子制御した場合の  $E_B$  である。 $u_0 = 0^\circ$  の曲線の點線の部分は無限大の陰極リアクトルのある場合である。圖の如く a, b, c 三つの制御方法で  $E_B$  は夫々異つた変化を示し、制御角の小さい時の  $E_B$  は相間リアクトル附六相と略々等しいが制御角が大になるに従つて  $E_B$  は著しく増大し、相間リアクトル附六相に現われる最大値  $E_B/E_{D0} = 2.09$  を遙かに凌駕する。又 b, c の場合は制御角が大となるに従い放電が不安定となり、 $E_B$  は不規則な変化をする。但し第 7 圖の實驗値は、制御角  $0^\circ$  において負荷電流 9A で、負荷抵抗一定のまま格子制御を行つている。即ち格子制御と共に直流電流は減少している。以下第 9, 10, 11 圖は何れも同様である。

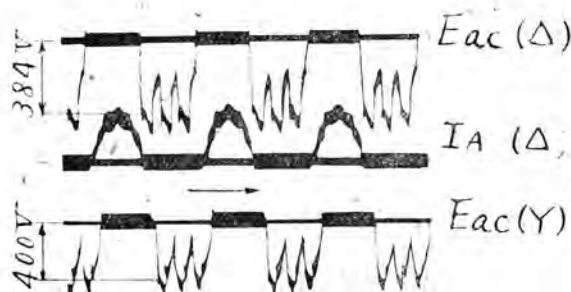


第 7 圖 飛躍逆電壓

(c)  $\Delta$ 側整流器のみ格子制御  
Y 側整流器格子率 100% 一定

第 8 圖は實際運轉中の整流器について撮影したオツシ

ロで、 $E_{ac}(\Delta)$ 、 $E_{ac}(Y)$ 、 $I_A(\Delta)$ は夫々△側、Y側整流器の陽極陰極間電圧波形、及び△側整流器の陽極電流波形である。陽極電流が階段的に変化することも注目すべきである。



第8圖 極陰極間電圧波形

$E_{ac}$ =陽極陰極間電圧、 $I_A$ =陽極電流、直巻電圧=180V、  
変圧器タップ=No. 2 陰極電流 3.7 KA (Y),  
3.9 KA(Δ) 格子制御角=10°

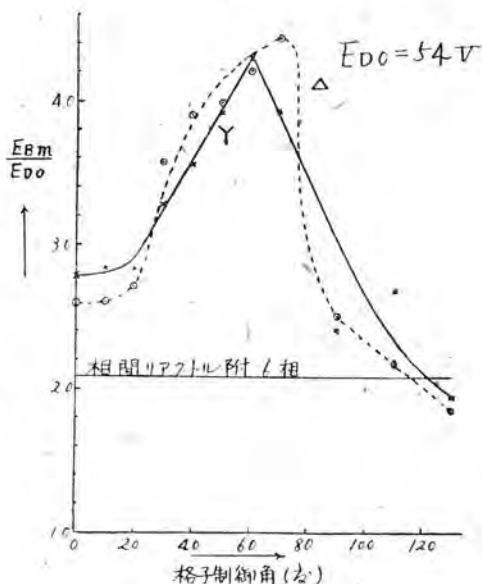
## 5. 逆電圧最大値

相間リアクトル附六相等では逆電圧波形に二つの最大値が表われるが、クレーマ接続では第6圖第8圖の如く三つの最大値が表われるのが特徴である。そして逆電圧が最大の値をとるのは、第6圖の波形の第一の山に於いて起るのが普通であるが、格子制御角の小さな範囲では三個の山は高さが大體相等しい。第9圖 a, b, c は格子制御した場合の逆電圧最大値  $E_{Bm}$  を示すもので、三種の制御方法により夫々異つた変化をする。相間リアクトル附六相、一般にクレーマ接続ならざる結線では、 $E_{Bm}$  は格子制御角に無関係に一定であるが、此の方式では  $E_{Bm}$  が格子制御するに従つて大きく変化するのが著しい特徴である。又その大きさは相間リアクトル附六相より遙かに大である。

## 6. 阻止電圧

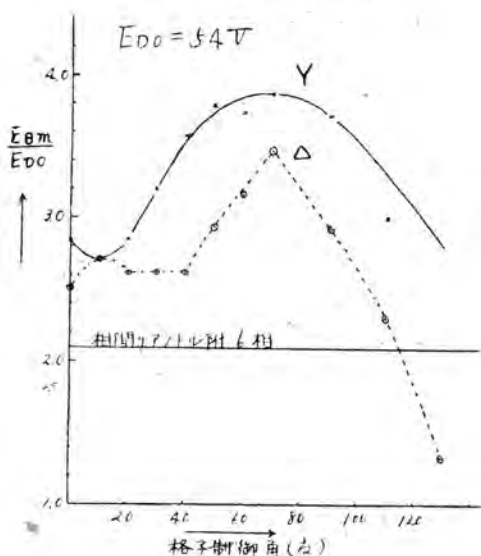
整流器の格子制御を行うと、陽極には第6圖の  $E_s$  なる正電圧が加わる。逆に云えばこの正電圧による陽極の點弧を制御格子が抑壓して始めて格子制御が行われる。

格子が制御能を失つて  $E_s$  により陽極が點弧するのが所謂通弧で、従つて  $E_s$  の値を知つておくことは制御格子及び制御回路の設計上、並に本方式の使用上必要である。第10圖 a, b, c は格子制御を行つた場合の  $E_s$  の値で、三種の格子制御法により夫々異つた変化を示している。何れの場合も相間リアクトル附六相より大きな値となつている。b 圖は△側の格子率を 100% に保ち、Y側整流器のみを格子制御したもので、尖頭波變壓器の電圧の中が大體 40° であるから、制御角が略 40° まで△側整



第9圖 逆電圧最大値

(a) △、Y側両整流器を同位相で格子制御す



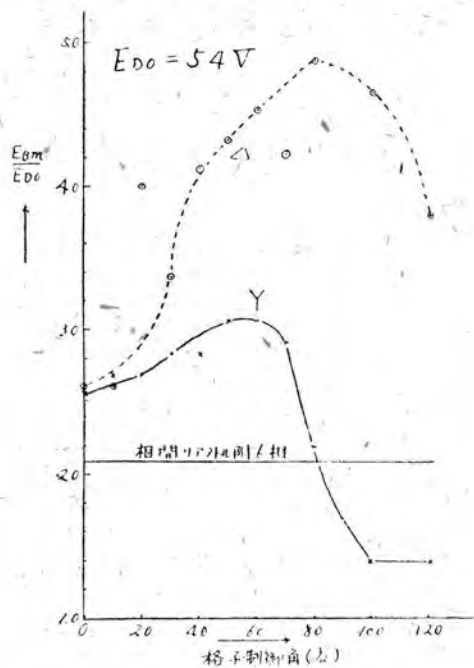
第9圖 逆電圧最大値

(b) Y側整流器のみ格子制御  
△側整流器格子率 100% 一定

流器の  $E_s$  が 0 となるのは合理的であるが、c 圖の如く逆に△側整流器のみを格子制御した場合、全制御角に於いてY側整流器の  $E_s$  が 0 になつている。Y側整流器が通弧しているか、又は回路に特異な現象を生じているものと思われる。

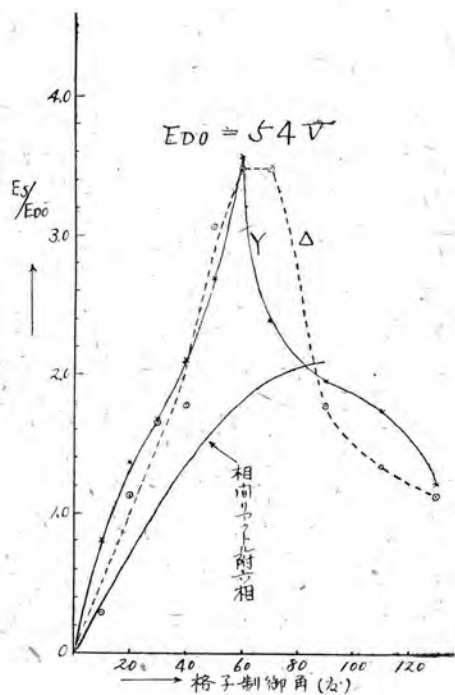
## 7. 陽極電流通流期間

第11圖 a, b, c は夫々各種の格子制御を行つた場合の陽



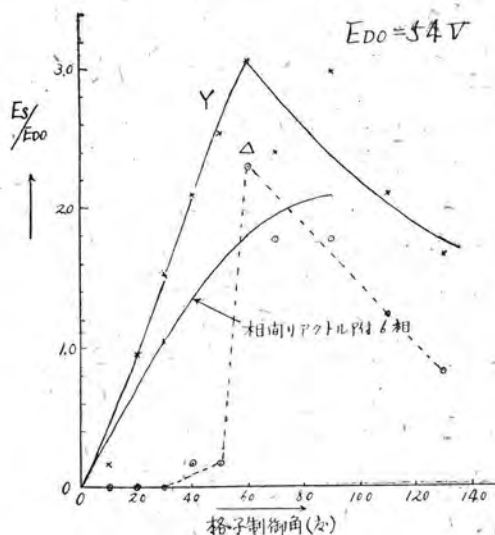
第9圖 逆電壓最大値

(c)  $\Delta$ 側整流器のみ格子制御  
Y側整流器格子率 100% 一定



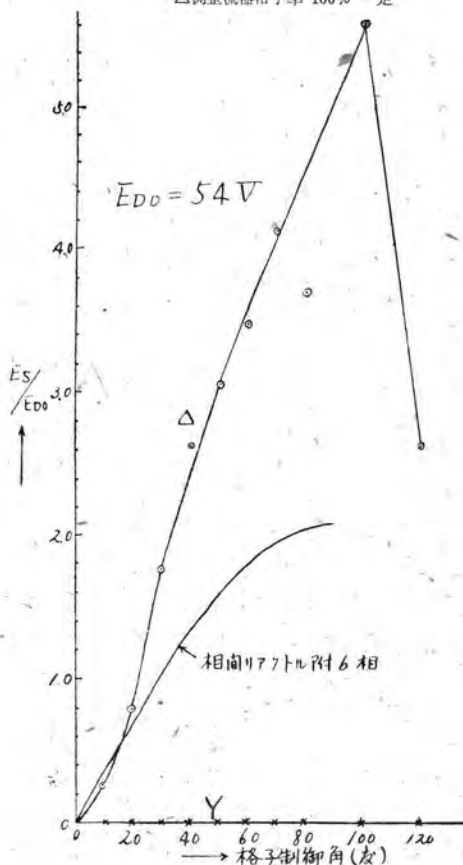
第10圖 阻止電壓

(a)  $\Delta$ , Y側兩整流器を同法相で格子制御す



第10圖 阻止電壓

(b) Y側整流器のみ格子制御  
 $\Delta$ 側整流器格子率 100% 一定



第10圖 阻止電壓

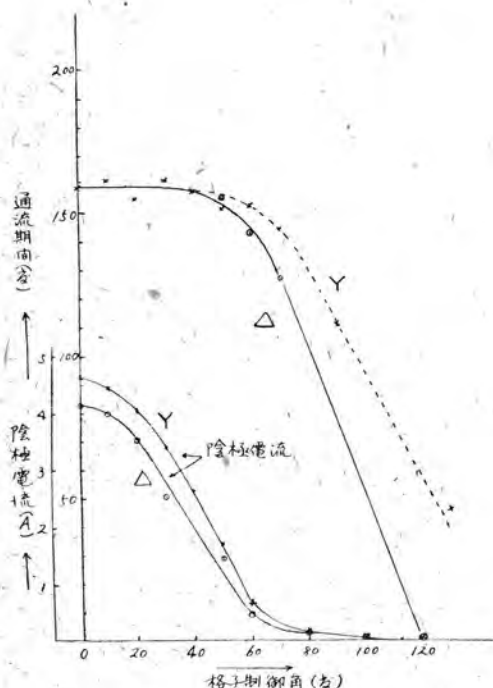
(c)  $\Delta$ 側整流器のみ格子制御  
Y側整流器格子率 100% 一定



極電流が流れる期間、及び各整流器の陰極電流である。  
b, c 圖の如く、何れか一方の整流器のみを格子制御した場合、制御角略  $50^\circ$  以上では放電が不安定になる。而してこの放電が不安定になる角度は尖頭波變壓器の尖頭電壓の幅に關係するものと思うのである。

## 8. 二次相電壓

第12圖 a, b, c は夫々各種の格子制御を行つた場合の二次相電壓  $E_2$  (二次端子と Y の中性點間の電壓) で、格子制御により相電壓が大きく變化するのは此の方式の著

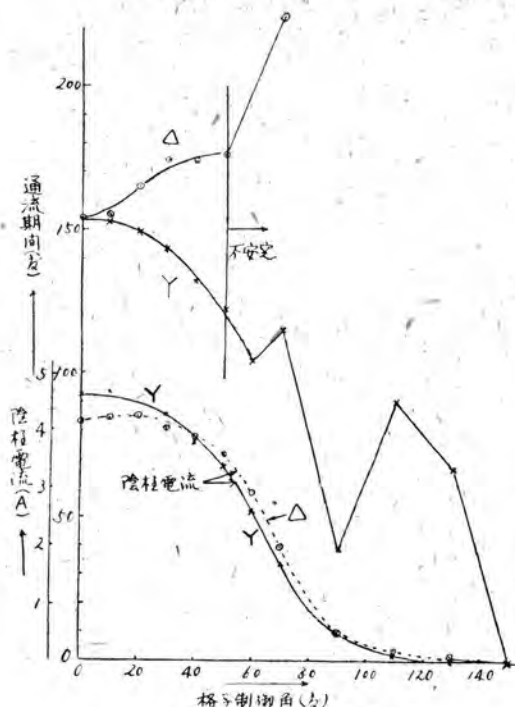


第11圖 陽極電流通流期間

(a) Δ, Y側兩整流器を同位相で格子制御す

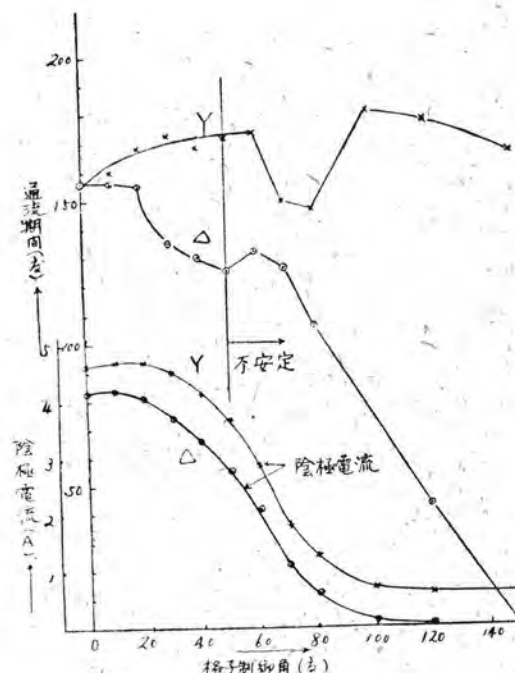
しい特徴の一つである。但し二次相電壓の大きさは、格子制御角  $0^\circ$  に於ける値に對する % で表わしている。 $0^\circ$  における二次相電壓は Y 側  $46V$ ,  $\Delta$  側  $49V$  である。又第12圖では負荷電流  $= 9A$  一定に保つて格子制御を行つている。

二次相電壓は正弦波形ではなく、第13圖の如き著しい歪波形であつて、これが逆電壓、阻止電壓等を高める一因と考えられる。第13圖は實際運轉中の整流器について撮影したオツシロで、 $E_2(\Delta)$ ,  $E_2(Y)$  は夫々 $\Delta$ 側, Y側整流器の二次相電壓波形,  $I_A(\Delta)$  は $\Delta$ 側整流器の陽極電流波形である。



第11圖 陽極電流通流期間

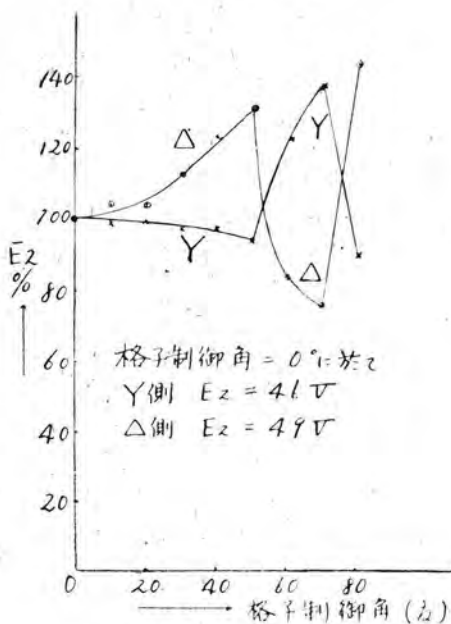
(b) Y側整流器のみ格子制御  
Δ側整流器格子率 100% 一定



第11圖 陽極電流通流期間

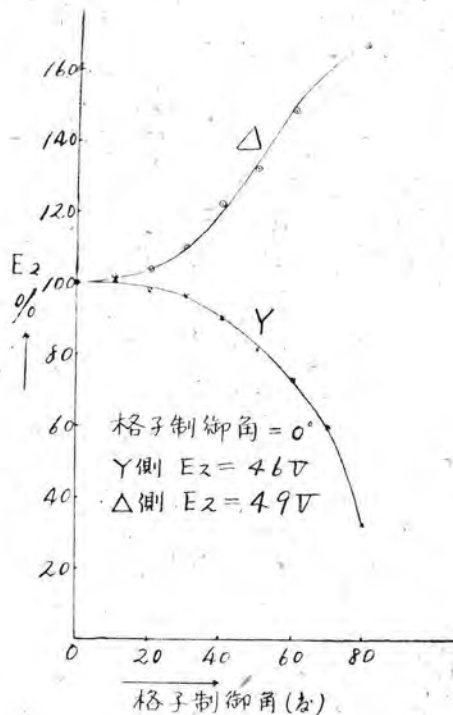
(c) Δ側整流器のみ格子制御  
Y側整流器格子率 100% 一定





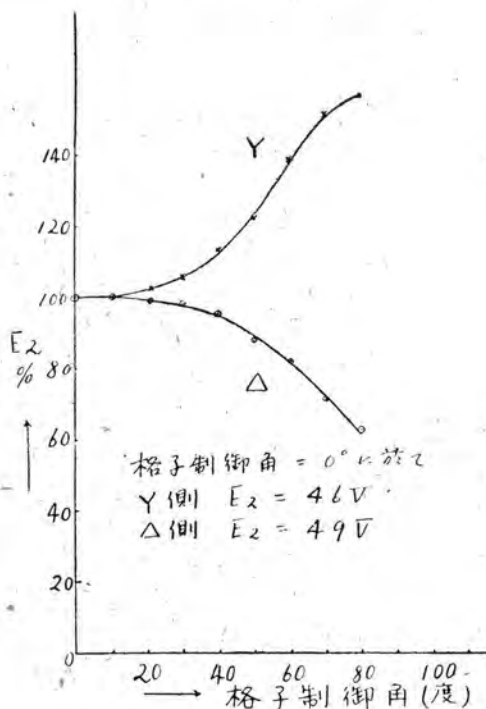
第12圖 變壓器二次相電壓

(a)  $\Delta, Y$  側兩整流器を同位相で格子制御す



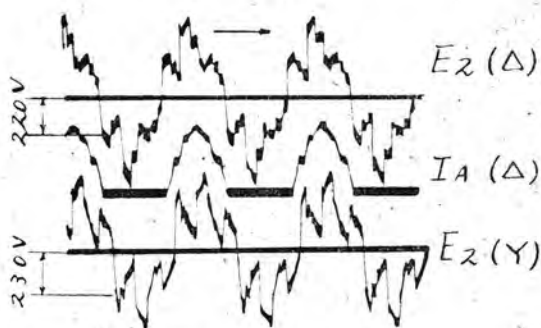
第12圖 變壓器二次相電壓

(c)  $\Delta$  側整流器のみ格子制御  
 $Y$  側整流器の格子率 100% 一定



第12圖 變壓器二次相電壓

(b)  $Y$  側整流器のみ格子制御  
 $\Delta$  側整流器の格子率 100% 一定



第13圖 變壓器二次相電壓

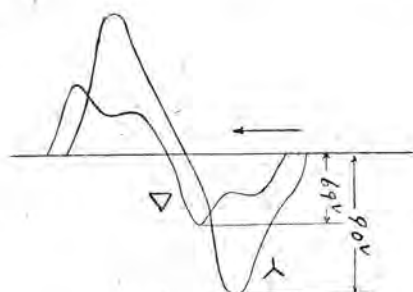
$E_2$  = 變壓器二次相電壓  $E_2(\Delta) = 220V$  (r.m.s.)  
 $E_2(Y) = 230V$  (r.m.s.) 陰極電流 =  $4.3KA$  ( $Y$ ),  
 $4.4KA$  ( $\Delta$ ) 直流電壓 =  $180V$ , 格子制御角 =  $18^\circ$   
 變壓器タップ = No. 3

## 9. 其の他

(1) 變壓器の無負荷電壓 供試變壓器をクレーマ接続にして一次に  $210V$  を印加すると、一次二次の電壓は次の如くなる。

	Y側變壓器 (rms)	△側變壓器 (rms)	註
一次	64V	.89V	3 相の平均
二次	51V	48V	6 相の平均

第3表 クレーマ接續變壓器の無負荷電壓



第14圖 無負荷二次相電壓

この時の二次相電壓波形は第14圖の如く高調波を含み、しかもスイッチを入れて圖の如き定常波形に達するのに数秒を要し、その間大きな波高に及ぶことがある。

(2) 第7, 9, 10圖中、相間リアクトル附6相の曲線は電弧電壓、點弧電壓を無視した理論値である。實際の場合逆電壓は電弧電壓だけ低く現われ、阻止電壓は電弧電壓だけ高く現われる。故に供試ガラス整流器の電弧電壓を20Vとして、測定した飛躍逆電壓、逆電壓最大値には20Vを加え、測定した阻止電壓からは20V差引いて校正を施した。又格子率100%の場合、阻止電壓の如く現われる電壓は實は點弧電壓である筈であるから、これを零とした。

### III. クレーマ接續の利害

上述せる處より本方式の利害得失は自ずから明らかであるが、今之を改めて考えてみる。

#### 利 點

(1) 電氣化學用水銀整流器は力率逆弧頻度及び通弧の點より格子率にある限度があり、この爲直流電壓を廣範圍に變化せしめる爲には、變壓器に多數のタップを設けるのが普通である。クレーマ接續の方法は、一次側Yの變壓器にその中性點端子を設けて一次側△の變壓器と組合せると云う簡単なことにより、いたずらに變壓器のタップの數を増すことなしに、容易に直流電壓の使用範圍を廣くすることが出来る。このことは變壓器の資材、機械的強度及び工作の點より喜ばしいことである。そしてこの事がクレーマ接續の使用され

る所以である。

(2) 二臺の變壓器は互に30°位相を異にする爲、本方式は12相となつて誘導障害防止に有利に働く。

(3) 變壓器のリアクタンスを適當に選べば、各整流器の陰極電流は極めて良く平衡を保つ。一方の整流器のみを格子制御しても全出力を調整し得。しかも尙且陰極電流は良く平衡を保つ。即ち各整流器互に格子制御角を多少異にしても、それによつて電流の不平衡は生じない。この點他にみられない特徴である。

(4) 變壓器を直列に結ぶことにより、回路のリアクタンスが増加するから、逆弧電流を減少せしめるのに役立つ。

#### 缺 點

(1) 一臺の整流器に故障を生じて停止せねばならぬ場合、これと對になつてゐる健全な整流器も停止を餘儀なくされる。

(2) 飛躍逆電壓、逆電壓最大値、阻止電壓は何れも普通最も多く使用される相間リアクトル附6相より大きいことは先に示した通りである。然しクレーマ接續の場合は直流電壓が低いのが普通であるから、特に逆弧通弧の頻度を増す恐れは少ない。

(3) 直流電壓(相間リアクトル中性點と陰極間)の波形は切れ込みが深い。従つて陰極リアクトルに加わる電壓は尖鋭で値が大きいため、リアクトルの値の選定及び構造に注意を要する。

### IV. クレーマ接續整流器の運轉要領

前述の如く、この接續ではY側整流器或いは△側整流器一方のみを格子制御する方法及び兩者同時に制御する三種の方法がある。然らば實際問題として、かゝる整流器群の格子制御は如何に行うのが妥當であるかを考えねばならぬ。

既述の實驗結果によれば、逆電壓、阻止電壓は三種の格子制御法により△側Y側夫々獨特な變化をする。第7圖によれば、△側整流器のみを制御せる場合の $E_B$ は略40°まで△側では一定であり、Y側整流器の $E_B$ は増大する。

而してこのY側整流器の $E_B$ は、△、Y側兩整流器同時に制御せる場合より小さい。逆にY側整流器のみを制御せる場合、Y側整流器の $E_B$ は略40°まで一定であり△側整流器の $E_B$ は増大し、且その値は△、Y側兩整流器を同時に制御せる場合より小さい。40°以上の格子制御も可能であるが、この時は放電に不安定を生ずる。△Y側兩整流器を同時に格子制御すれば、かゝる放電の不安定を生ずることなく直流電壓0まで圓滑に變化せしめ

得る。かくの如くして第 7, 9, 10 圖の逆電壓阻止電壓の格子制御に伴う変化を観察するに、實際整流器の運轉には格子制御を次の如く行ふのが妥當であると思われる。

即ち小範圍 ( $<40^\circ$ ) の格子制御には  $\Delta$  又は  $\gamma$  側整流器一方のみを制御するのがよい。そして小型設備を使用した如上の實驗では  $\gamma$  側整流器を格子制御した方がよい。

又整流器を起動し、又は停止する場合、一方の整流器のみを格子制御すると、途中で放電が不安定になるからこの場合は兩整流器を同時に格子制御せねばならぬ。然し多數の整流器を運轉する場合の保守には上記の方法は却つて混亂を生じ易い。故にこの場合は、起動停止の場合は勿論、小範圍の格子制御にも常に全器同位相で行う方がよい。即ち全器は共通の主移相器で格子制御を行い、12相整流器群間の負荷電流の不均衡も、常に各群の  $\Delta$ 、 $\gamma$  兩整流器を同時に制御して調整を行うべきである。

## V. 結 言

水銀整流器のクレーマ接續の特性、特に格子制御特性については、理論的實驗的に取扱われた文献を著者等は寡聞にして未だこれを知らない。故にこゝにその實驗的特

性を述べた次第であるが、未だ甚だ不充分で今後検討すべき幾多の問題を残している。

例えば  $\Delta$  又は  $\gamma$  側整流器一方のみを制御した場合、電弧の不安定になる現象は尖頭波變壓器の電壓の幅と關係ありと豫期せられるが、果して如何。陰極リアクトルの大小は直流電壓、逆電壓の波形に如何に影響し、且リアクトルの値は如何に定むべきか。又變壓器の轉流リアクタンスの不同は陰極電流の不均衡及び逆電壓阻止電壓に如何に影響するか等幾多の問題を残している。更に格子制御特性の理論的検討は亦残された仕事である。將來クレーマ接續が我國に於いて使用せられるか否かは、一に今後の電氣化學工業の消長にかゝると思われるが、他日の爲に本文を草した次第である。

終りに現場實驗に種々便宜を與えられた昭和電工喜多方工場電氣課長須々木忠一氏、及び實驗に協力された黒田豊君に感謝の意を表する。

## 文 献

古新居憲；電機技報 昭和 20 年 6~8 月(合本)

## 新製品紹介

### 5 球 スーパー

### 「ダイヤトーン」47-D 型 ラジオ受信機

寫眞は當社新製品「ダイヤトーン」47-D 型ラジオ受信機である。

當社の技術の粋を盡し、現下の資材難を克服して、戦前を遙かに凌駕するスマートな外觀と吟味された内容を持つ逸品である。

まず 1 臺を御求めの上、繊細な感度、完全な分離、素晴らしい音質、三拍子揃つた本極の性能に御酔い下さい。

#### 定 格

ア. 回 路 方 式	5 球 スーパーヘテロダイソ 中間周波 1 段 第二檢波低周波 2 段 交流式
イ. 受信用波數帶	放送波帶 (550~1500KC)
ウ. 感 度 階 級	極微電界級
エ. 電 源	交流 50~60 サイクル、80~110 ボルト
オ. 消 費 電 力	65VA
カ. 使用真空管	UT-6A7 UZ-6D6 UT-6B7 UZ-42 KX-80
キ. 高 聲 器	6 吋半 エレクトロダイナミック高聲器 界磁抵抗 1500Ω



# 超 短 波 通 信 機

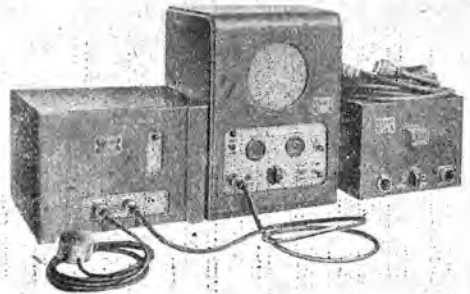
研 究 所 馬 場 文 夫

## I. 緒 言

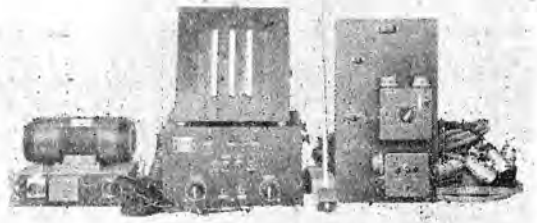
終戦後電波公開に當り、鐵道、警察等に於いて無線電話が有線電話と並行して取り上げられ、より一層迅速確實な連絡を行い、就中移動機關の連絡に無線を最大限に利用し、業務遂行上劃期的な能率を上げんとする機運に到つた。弊社は昭和 20 年 10 月 AM 式超短波簡易通信機の第一回試作機を完成、直ちに京阪神急行電鐵會社に於いて固定局間の野外試験を実施、その後運輸省大阪鐵道局の御指導により、移動中の機關車並びに省線電車に裝備數回の試験を行い、充分實用に供し得る確信を得たので茲に試作機の概要を報告し、大方諸彦の御批判を仰ぐ次第である。

## II. 機器の説明並びに實驗結果

試作した機器は半固定用、車輛用及び移動携帯用の三種類であつて、各機とも製作容易、取扱い簡便なるを主旨とした。送信機は水晶制御式とし、受信機は檢波利得の高い超再生式とした。第 1 圖は該器の構成圖であつて固定車輛共に同様である。寫眞第 1 は半固定用 CMD-10A 型送受信機、寫眞第 2 は車輛用 CMD-5A 型送受信機の外観である。次に各部の實驗結果に就いて述べる。



寫 眞 第 1



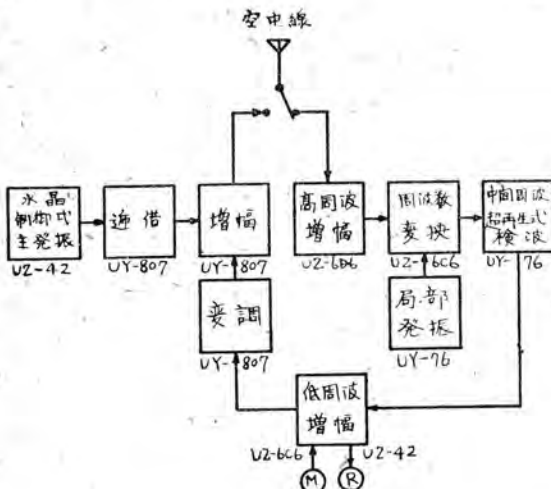
寫 眞 第 2

### (1) 送 信 機

移動携帯用の如く比較的輕便なものを必要とする時は真空管數の制限を受けるため自勵式とした。自勵式は多少の周波數ズレを伴い、規定の安定度を保つのは甚だ困難であるが、カソード、グリッド間の主發振回路と陽極回路とを電子結合せしめると、周波數ズレは非常に改善された。時間による周波數變化の關係は第 2 圖の如く纖條點火を通信開始 15 分前に行えば許容し得る周波數安定度となり、例えば 35, 44 M.C. の主發振周波數に對し最大變化量 2 K.C. であつた。半固定、車輛共に無調整を必要とするため水晶制御式となし、 $\pm \frac{1}{10000}$  の周波數安定度を確保するのに努力した。

### (2) 受 信 機

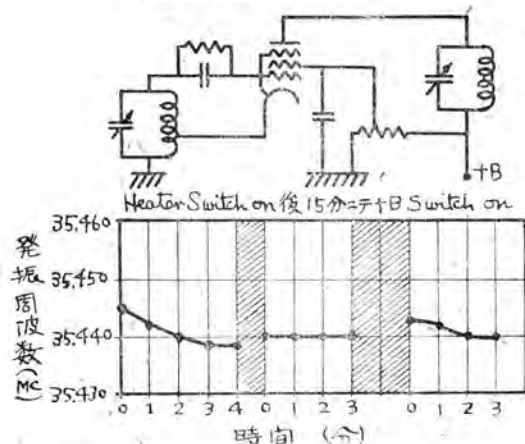
超再生受信方式は恰も時代に逆行したかの如き觀がある



第 1 圖



## 試験回路

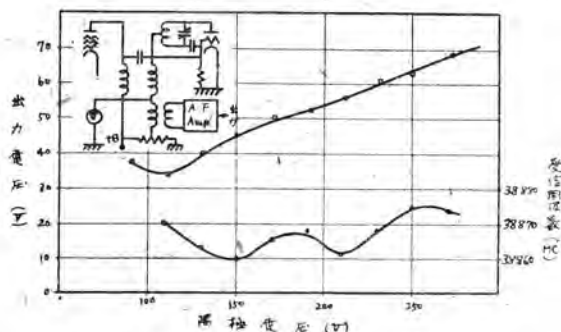


第2圖 送信機の時間による周波数変化

が、超再生方式の缺點を補い得たならば、これ程僅少の真空管にて高利得を得る検波方式はないと思つたので、超再生方式の主たる缺點である。

- (i) 自己輻射による同時多通信の不能
- (ii) 選擇度の不良
- (iii) 固有雑音

を除くために、Ⅲ項記述の方式に依り (i) (ii) を解決し呼出装置の附加により (iii) の苦痛を除去し、最大限に長所を生かしたのである。次に超再生方式に對して求めた 2, 3 の實驗結果を示す。第3圖は檢波管の陽極電壓對



第3圖 陽極電壓と受信周波数

受信周波数の關係を示し、電源の變動程度では實用上差支え無く、出力は電壓の高くなると共に増大する。第4は周波数 37, 62 M.C. の超再生受信の高周波檢波特性である。信號の最大値と超再生雑音の最低値とは一致しておらず、入力が大になるに従ひ信號の最大値は周波数の低い方へ移動している。然るに雑音の消失點は信號の強

弱に拘らず一定である。

従つて電界の強い所では、この雑音消失帶域が廣いため、本當の信號の最大値は不明である。若し強電界に於いて信號の最大なる如く受信調整をして置いて弱電界で受信すれば全く受信不能となる。即ち超再生受信の調整は必ず固有雑音の最低値に於いて同調調整を爲さねばならぬことが解つた。この特性は明らかに A.V.C. 作用であつて、鐵道の操車場に於ける實驗に於いて架空線、鐵柱等の影響によるフェーディングの如き性質は、この特性に依り全く認められなかつた。第5圖にこの A.V.C. 特性を圖示した。試作機の檢波利得は最大 60 db あり、到底他の檢波方式では得られない高能率である。移動携帯用は全部 UN-955 ニューコン管を用い小型機とした。第6圖は入力が増すとクエンチング周波数が同時に増加することを示した。尙實驗結果は凡て G.R. 製の信號發振器によつて求めた。

### (3) 呼出裝置

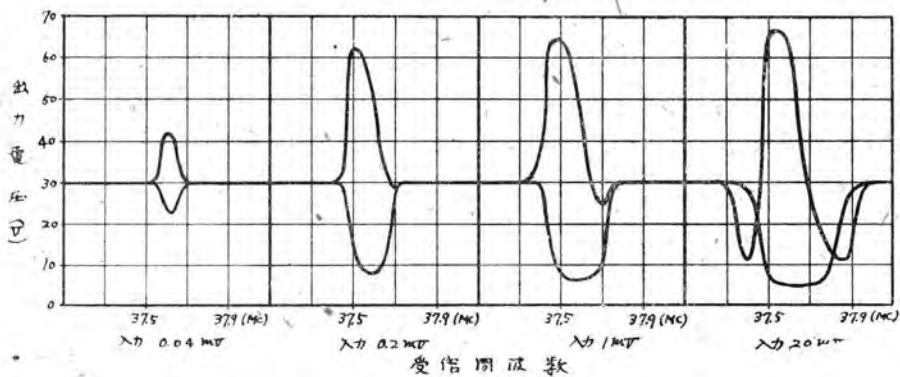
超再生受信方式では待受の場合、擴聲器は常に雑音を發する缺點があるから、この缺點を除くために呼出裝置を附加した。即ち呼出信號  $f_1$  のみを濾波する回路を附加し、 $f_1$  以外の周波数の平均出力では動作しないテレホン・リレーを使用し、常時は擴聲器の代りに電鈴があり、雑音及音聲ではこの電鈴は動作しない。ベルの代りに擴聲器が入る場合は常に相手局から電波が放射されているから、超再生雑音は抑制されている。

### (4) 空中線

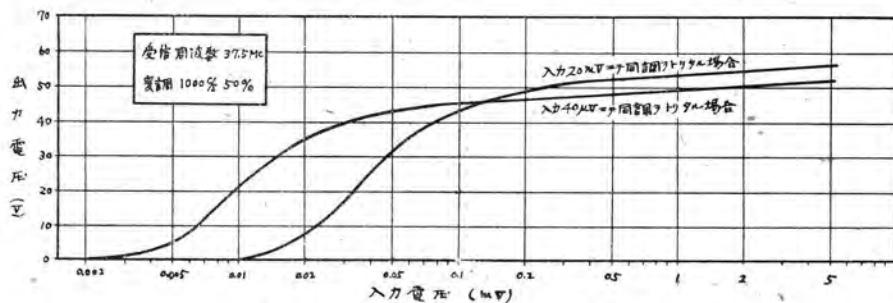
固定用は八木式指向性空中線を用いた。導波器とダイポールとの間隔は  $1/10$  波長毎に、反射器は  $1/4$  波長の間隔に配列した。周波数 70 M.C. (水晶制御式發振器) の場合の導波器の本数による指向特性及び前後兩方向に指向性を持たせる特性、或いは前方へ後方より 2 倍又は 3 倍と要求によつて指向性をもたせる場合の特性を圖示したのが第7、第8圖である。車輛用空中線としては可及的小寸法を必要とするため、 $1/4$  波長反射板型を使用し、イムピーダンス整合を適當に行えば、 $1/2$  波長ダイポール空中線と何等遜色のない事を確かめ得た。

## III. 超再生受信方式に於ける自己輻射の除去及び選擇度の改善に對する一案

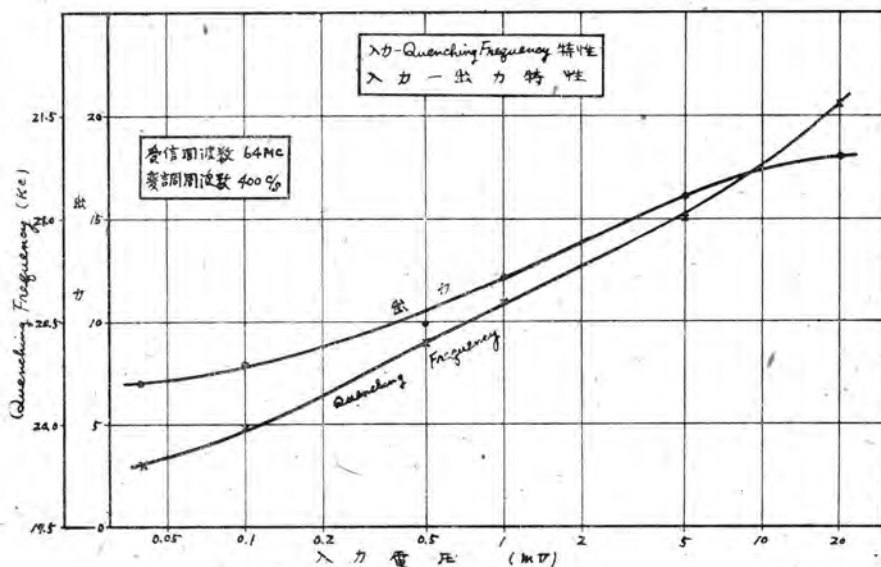
超再生受信方式に於いて自己輻射を皆無にすることは非常に困難であり、普通高周波増幅によつて防ぐか、中和法によるかであるが、後述の選擇度を向上せしめようとすることと互に相反する關係にある。筆者はこの問題を解決せんとして一案を提した譯である。



第 4 圖 超再生受信機の検波特性



第 5 圖 超再生受信機に於ける入力對出力



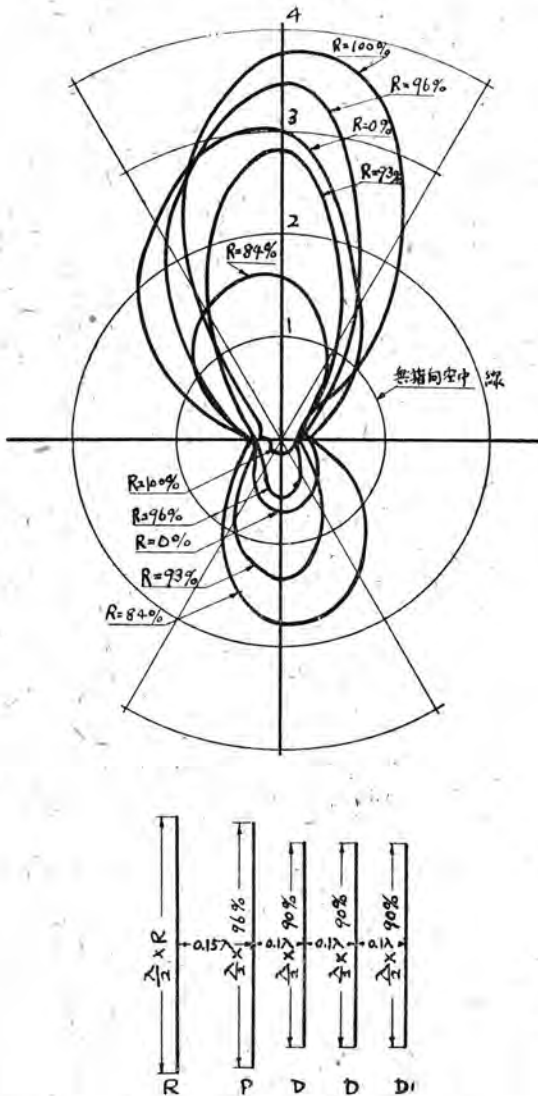
第 6 圖 超再生受信機に於ける入力電壓對クエンチング周波数

#### (1) 原 理

超再生受信の撰擇度は受信せんとする周波数の 1% 以下

の帯域を有しているのが普通である。例えば 70 M.C を受信せんとすれば 700 K.C 程度の廣い帯域となる。





第7圖 5-element 八木空中線の指向特性  
(スケールは無指向空中線ミーム空中線の検波電流の比)

又 5 M.C を受信せんとすれば 50 K.C の帯域となる。従つて 70 M.C を 5 M.C に周波数變換し得たならば、70 M.C 波の振擧度は 50 K.C となり、非常に改善されたことになる。又自己輻射をなくするにはこの變換周波数を適當に選べば、絶対に再輻射しないことは明らかで、試作機材を數臺列べて同時運轉を行つても、互に無干渉であつた。原理は第9圖の如く僅かな真空管にて之等の缺點を除き得るのが特徴である。

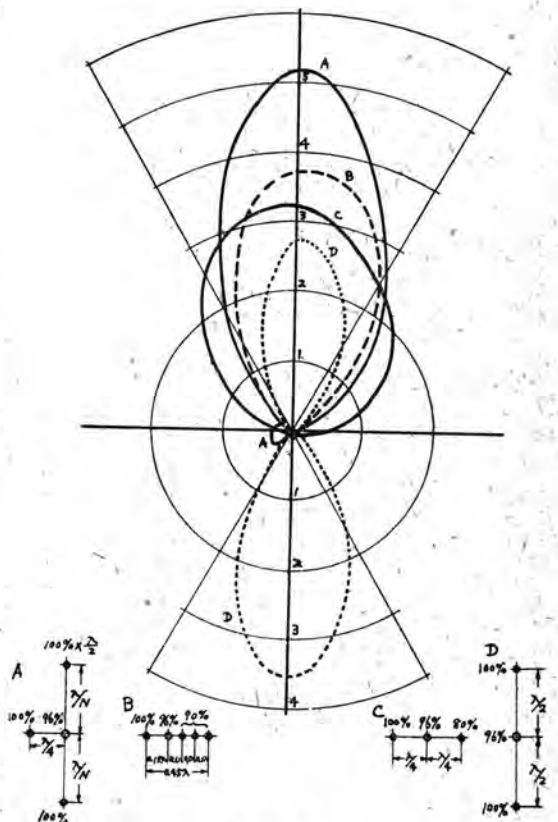
本方式を利用すれば受信範圍にあつて檢波管自身は無調整であるから、ある範圍の受信周波数に對して檢めて

安定に働かせしめることが出來、又水晶制御式超再生受信も可能となる諸特性を持つ。

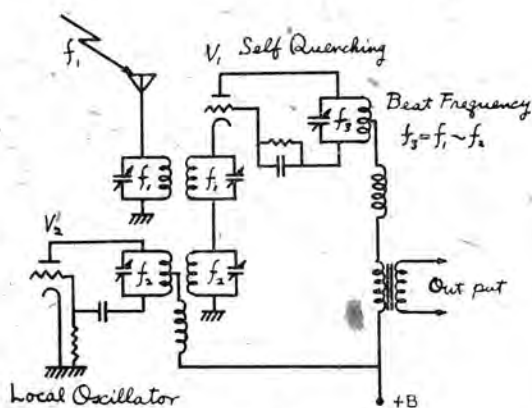
## (2) 實驗結果

UZ-6C6 真空管のグリッド、カソード間で局部發振 37 M.C を起し、入力を 50 M.C として檢波周波数を 13 M.C とした。これらの周波数は互に影像の關係にない適當なものである。即ちこの方式を用ゐる時は常に局發として適當な周波数を選ばねばならぬ。入力的大小による帶域幅を第10圖に示した。信號發振器は G.R. 製で、變調度 70~50% にて求めた結果である。振擧度の一尺度として、出力電壓の 1/2 になる點に於いて、帶域は入力 100  $\mu$ V にて 58 K.C であり、普通言われる -3db の點に於ける帶域は遙かに狭くなる。

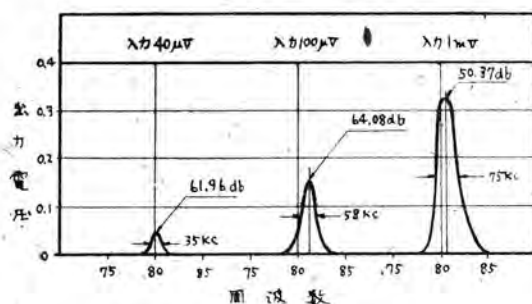
次に混信の問題を研究したが、 $f_{v1}$ ,  $f_{v2}$  の同一 2 周波を同時に受信した場合、恰も周波数變調の時の如く、弱い電波は強い電波にマスクされ、例えば  $f_{v1} > f_{v2}$  とすれば、 $f_{v2}$  のみを受信した時の出力  $W_{f2}$  は  $f_{v1}$  が同時に到來した時、急激に減少し、振擧度も上記で求めた値よりもつと狭いものとなる。



第8圖



第 9 圖



第 10 圖 入力と帯域幅の関係

## IV. 結 言

野外試験結果については、別の機会に発表したいが、京阪神急行電鐵會社の好意に依り、實施した神戸—大阪—京都間の實距離試験は完全に成功し、實用上何等支障ない感度、明瞭度を有していることを確立した。最大試験距離は 45 Km であつた。又電車中に超再生式受信機を裝備し、空中線を運轉臺前につけ、電車より發する雑音をしらべたところ、思ひの外雑音がなく、コントローラの切換、ドアースキツチの操作、パンタグラフからのスパーク等によつて顯著に雑音を捉えることが出来なかつた。即ち電車には A.M 式のものも充分利用出来ることを確信した。但し自動車の如きイグニッション雑音は特別の方法を行わない限り、A.M 式では實用にならぬことも確かめた。

上記に終戦後一年半の研究開發の結果を發表し、再建日本の復興に僅かながらも盡し得たとすれば、關係者一同の喜びは此の上ない。將來は發展的歸結として、多重通信機への結合及び有線電話への中繼、或いは地域的に限られるこの種波長の電波中繼の實現等考慮すべきと思ふ。

本文は弊所無線研究課第六班會員の協同一致して研究した綜合成果であつて、班員諸氏の倦まざる努力に對し絶大なる敬意を表したい。擲筆するに際し、堀所長並に薄井課長の御指導御鞭撻に對し感謝の意を表する次第である。

(21-11-24)

## 新製品紹介

### 三菱電氣乗合自動車

本バスの車體は總ヂェラルミンを用い、嶄新なる流線型を加味し、優美、堅牢、實用的な點に於いて絶対に他の追従を許さないものである。

其の特色は蓄電池を電源とする電動機により走行し、主に市街地の運轉を目的とする新型電氣バスで概略仕様は次の如くである。

電 壓	直流 160 V (電源 蓄電池)
積 載 量	定員 40 名 (座席 25 立席 18 乗務員 2)
最 高 速 度	毎時 39 浬
常 用 速 度	毎時 30 浬
登 坂 能 力	1/10
軸 間 距 離	4.100 耗
全 長	7.050 耗
全 幅	2.160 耗
電 動 機	15KW 150V 115A 1,800 回轉/毎分
齒 數 比	9.41 二段減速
制 御 方 式	遠方制御方式
制 御 段 數	前進 5 ノツチ 後進 2 ノツチ

尙本バスは關東地方に初御目見えの大型電氣バスとして、近く東京急行笹塚線に甲州街道を颯爽と乗出す事になつてゐる。

「三菱電機」 第21卷 第1號 1月號掲載内容

断熱材料の熱傳導率に就いて .....	尾長 沼 辰 二 郎
RADIO HEATING に就いて .....	馬 場 文 夫
Heaviside 演算子法に對する新しい考察と その電氣回路解析に於ける應用 (XI) .....	菅 野 正 雄
電氣絶緣塗料用溶劑に就いて .....	石 黒 克 己
三菱石英水銀燈 .....	小 椋 義 正
C型ラジオ受信機 .....	榎 木 田 俊 忠 彌 光

新製品紹介

三菱機帶用電氣鋸  
發條式斜面上皿自動秤  
三菱發電式自轉車燈

「三菱電機」 第21卷 第3號 5月號内容豫定

V型碍子型遮斷器 .....	五十 嵐 芳 雄
コロナ式油試驗器 .....	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 その電氣回路解析に於ける應用 (XII) .....	菅 野 正 雄

新製品紹介

「三菱電機」 3月號 第21卷 第2號

昭和22年3月15日印刷 昭和22年3月20日發行 (隔月1回20日發行)  
【禁無斷轉載】 定價1部 金4圓 (送料30錢)

編輯兼發行人 小 林 稻 城

東京都中央區銀座3丁目4番地

印刷者 佐 藤 保 太 郎

東京都中央區銀座3丁目4番地

印刷所 文 祥 堂 印 刷 株 式 會 社

東京都千代田區丸の内2丁目2番地

發行所 三菱電機株式會社內

「三菱電機」編輯部

電話丸の内(23)3344(6)