

F 型 送 電 線 故 障 点 標 定 器

星 武 夫* 平 井 善 一 郎**

Type F Transmission Line Fault Locator

By Takeo Hoshi

Hitachi Research Laboratory, and

Zen'ichirō Hirai

Kokubu Branch Works, Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Detection of any fault point on a transmission line has, in general, been solely left to the care of line-keepers, but the task represents for them a major difficulty specially when the transmission line extends over 100 km.

Hitachi's Type F fault locator, designed on the so-called Broun analyzer, can locate a fault point automatically within 5 to 10 cycles after the occurrence of the fault even if the line exceeds 150 km.

The field tests for this locator were carried out first on the Shinanogawa Transmission Line in June, 1952, and it had taken several times of the tests repeated on many other lines before the Company could put it on the market.

The writers disclose in the article the details of the apparatus and the results of the test giving several important data.

〔I〕 緒 言

送電線に事故が発生した場合、この復旧を迅速に行うためには、先づ事故点を発見してその障害の程度を調査する事が必要である。これは従来保線員の入念な巡回点検に委ねられていたが 100 km 前後に及ぶ送電線に対し確実を期す事は困難であり、その回復には 1~2 日を要する事も少なくなく、比較的軽微な故障は発見不能の場合もある実状である。

昭和 25 年 1 月送電線故障点指示装置委員会（電力中央研究所主催）が設置され、各研究機関により各種の方式が研究されて今日に到っているが、日立製作所に於ては、従来の高電圧測定、及び雷観測の技術を基に、東大藤高教授の考案になる F 型送電線故障点標定器を主体として研究を進めているので、以下装置の内容と、これ迄の実測結果を併せて報告し、故障点標定器の将来の健全な発展の一助としたい。

* 日立製作所日立研究所

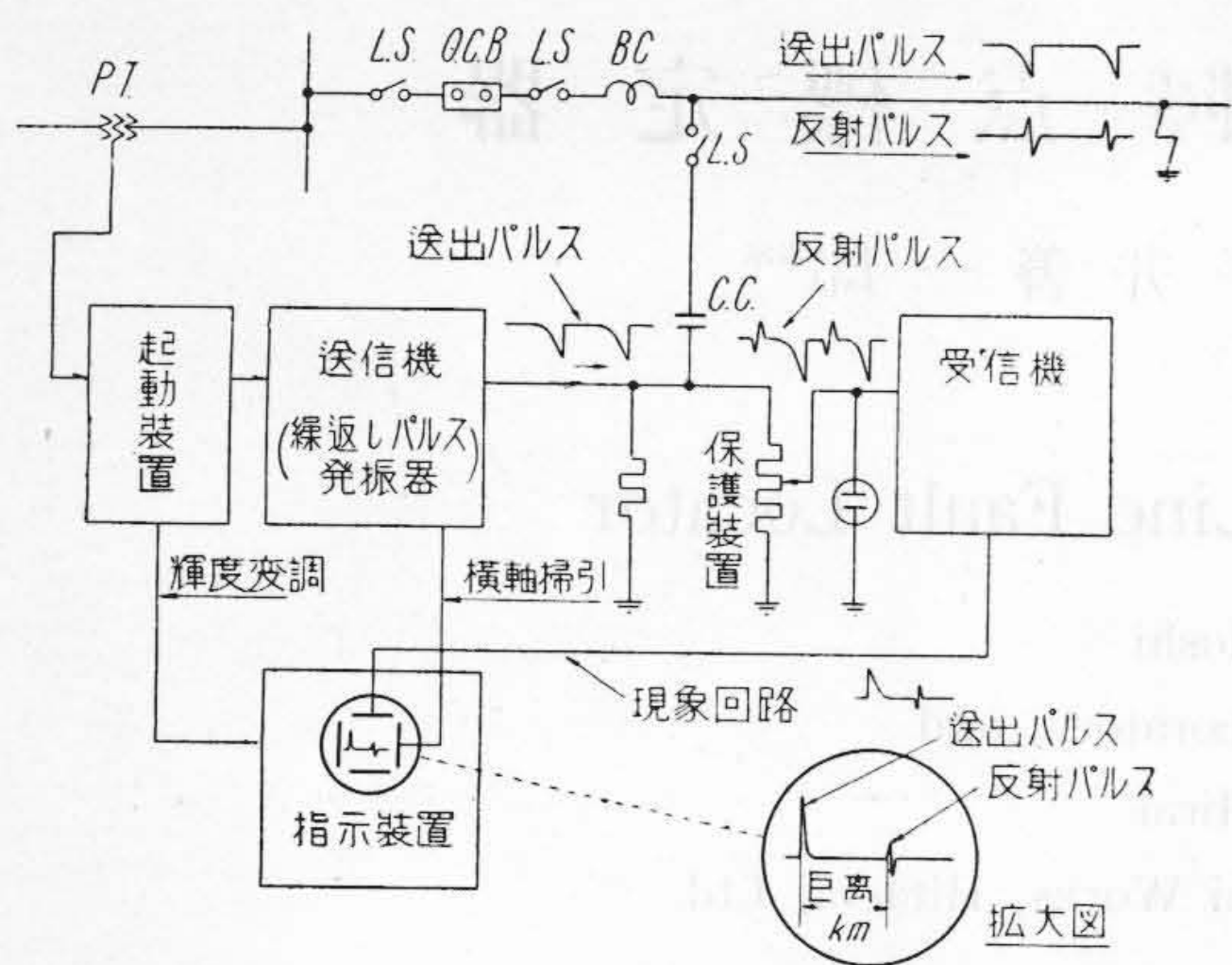
** 日立製作所日立工場国分分工場

〔II〕 F 型故障点標定器の原理

送電線の事故の大部分は、一線の弧光接地であつて、故障回線が自動遮断した後は故障点は相当の絶縁耐力を回復するのが普通であるから、回復後の発見は非常に困難となる。従つて事故発生後、遮断される迄の短い時間、即ち 3~10 秒の間に測定を完了し、正確な記録を自動的にとるためにレーダの原理を応用した方式が考案されたのである。

標定器の送電線への結合方法及び起動方法には種々の方式があるが、最も一般の方法として第 1 図（次頁参照）のものに就いて説明する。即ち結合蓄電器を通じて送受器を送電線に結合し、起動回路は接地変圧器に接続する。

接地変圧器の二次には、故障或は強行送電等の際に零相電圧が現われるので、この零相電圧により起動装置を動作させる。故障時に発生する故障サージ雑音は、0.5~1 秒後には著しく減衰する事が知られているので、起動装置により故障発生後 2~3 秒たつて送信器を起動し、やゝ遅れてブラウン管に現象を画かせる間だけ輝度を与



第1図 F型送電線故障点標定器説明図

Fig. 1. Schematic Diagram of the Type F Transmission Line Fault Locators

える。送信器は 1,000~5,000 V 程度の電源周波数に同期した繰返しパルスを線路に印加し、線路上のインピーダンス整合点から反射波が帰って来る迄の状態を、ブラウン管面上の静止像として画かせ、これを写真に自動撮影して、反射地点迄の距離を測定するものである。

送電線に於けるパルスの伝播速度は、殆ど光速 3×10^{10} cm に等しいから、1 km を往復する伝播時間は約 $6.6 \mu s$ 、100 km で $666 \mu s$ である。勿論正確には、やゝ光速より遅いので伝播時間は、これより若干長いが測定誤差の程度なので、送出パルスと反射パルスの間の所要時間を $6.6 \mu s$ で割れば、パルス反射点（例えば故障点）迄の距離が算出出来るのである。尚送信パルスの繰返し周波数を電源周波数以上に上げないのは、比較的簡単な装置で、出来るだけ高い電圧パルスを送出する事と、増幅器の誤差及び事故等を防ぐためである。

本装置は実用的見地に立つて製作されており、下記の如く多くの特長を持つている。

- 1) 主要部分はサイラトロン2本を用いた送信器と、低速ブラウン管1本より成り、構造が比較的簡易で高電圧部分が少いので、保守、取扱いが容易である。
- 2) 繰返しパルス式であるため、雑音と繰返し周波数が同期しない場合は、雑音と信号とが重畳して映像上に現われるので、標定上致命的な妨害とならない。
- 3) 分岐点等の固定反射は却つて、距離目盛として利用出来るので、標定が確実である。
- 4) 必要があれば、後述の平衡受信法を応用する事により、固定反射は一定値以下に容易に制限出来る。
- 5) 平衡受信法に依れば、送出パルスの印加に際して、故障相を選択する必要がないのみならず、並行送電線数の制限なしに、常に故障相を含む標定を行う事が出来る。

6) 落雷等の瞬時標定は勿論、強行送電時並びに営業運転中に随時監視が出来る。

7) 自動シャッター装置を附属しているので、フィルムがかぶらず、鮮明な撮影が出来る。

8) 装置は安定で、且つ測定精度が高い（100 km で 1 km 以内）。

以上特長に就いて述べたが、写真撮影をするため現像という手数を要する事が欠点であるが、1 分間現像のカメラ（例えばポラロイドカメラ）を用いれば現像の手数を省ける。この場合レンズの明るさ、及びブラウン管の輝度等の問題を考慮する事が必要である。この方式は故障の記録が保存出来る点に意義がある。

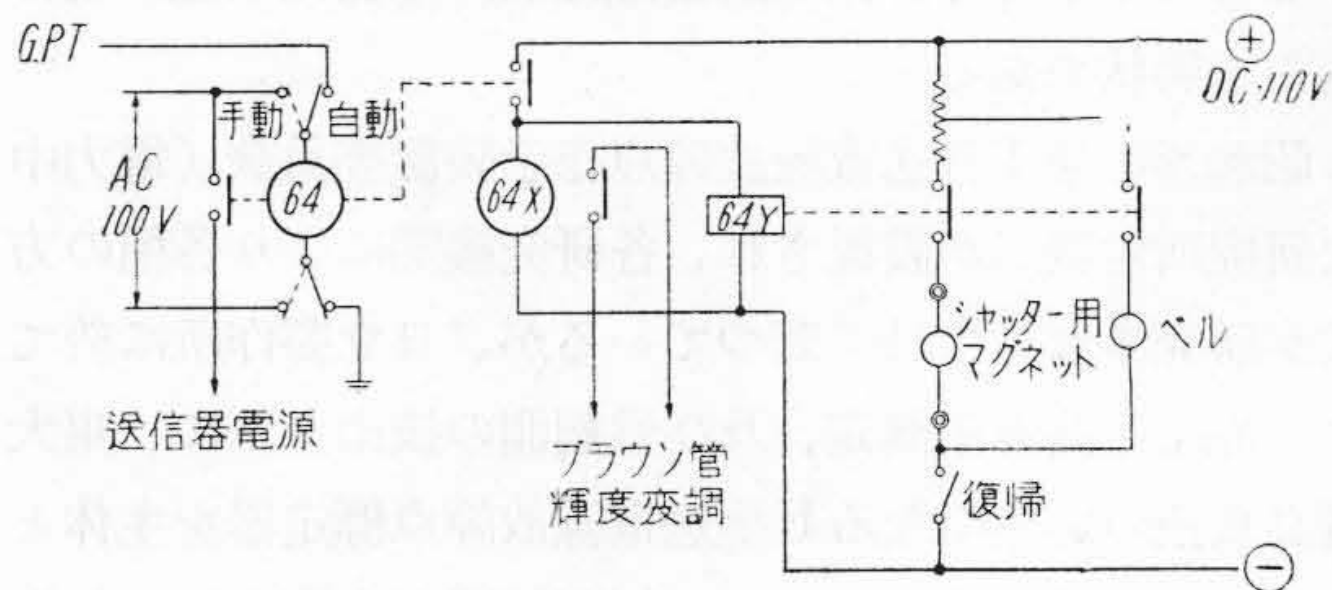
〔III〕装置の機能

（1）起動装置

起動装置の回路図は第2図に示してある。自動起動の場合は、接地変圧器の二次に故障或は強行送電等の際に発生する零相電圧にて、接地継電器（64）を動作させ、送信管へ陽極電圧を、又ブラウン管に輝度変調を与えると同時に撮影用写真機のシャッター回路を閉成する。シャッターの開き時間は $1/25$ 秒又は $1/10$ 秒程度に調整され、遮断器が遮断する前に撮影を完了し、又本装置が動作したときには警報をする。送電中に監視を行う場合に随時に手動で起動し、ブラウン管像を直視しながら線路状況を調査すると同時に、装置を点検する事も出来る。

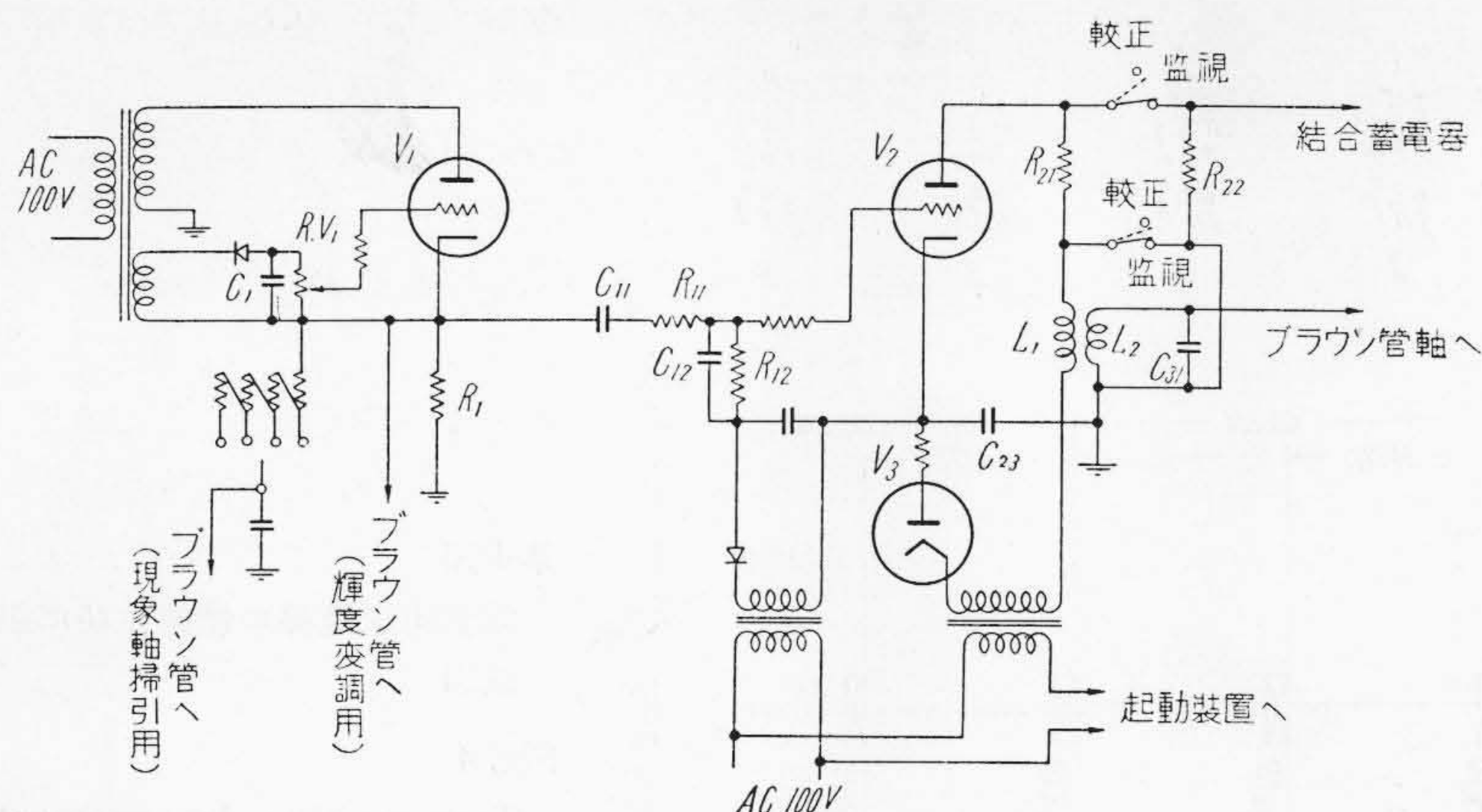
（2）送信器

サラトロン2本と整流管1本で構成され、その基本回路は第3図に示す如くである。交流電源の半サイクルで C23 を充電しておき、次の半サイクルで V_1 , V_2 を放電させ、 C_{23} , R_{21} , R_{22} によりきまる時定数を持つたインパルスを、結合蓄電器等を通じて送電線に印加する。送電線に送出されるインパルス幅は、結合蓄電器 2,000 PF と線路インピーダンス約 500Ω とで約 $1 \mu s$ 波尾長となる。又 V_1 が放電したとき陰極側の負荷抵抗に発生する



第2図 F型送電線故障点標定器用起動装置展開接続図

Fig. 2. Connection Diagram of Starting Relay System for the Type F Transmission Line Fault Locator



第3図

F型送電線故障点標定器用送信器展開接統図

Fig. 3.

Connection Diagram of Transmitter for the Type F Transmission Line Fault Locator

電圧をブラウン管の格子に与え、現象の現われる時間だけ輝度を上げている。尚ブラウン管の映像から故障点の位置を標定する際に、映像面上で印加パルスの基点が明瞭に読みとられるように、微積分回路 $C_{11}, R_{11}, C_{12}, R_{12}$ で現象軸掃引の初めより $10 \mu s$ 程度遅れて V_2 を放電させるようにしてある。

距離較正の際は V_2 の負荷抵抗の中 R_{22} を送信器より切離し、 R_{21} と直列に振動回路を挿入し、この振動回路の発振波形を利用する。発振周波数を 150 kc, 75 kc, 30 kc と選んでおけば、それぞれ 1 $\sim$ は 1 km, 2 km, 5 km として直ちに較正出来るので便利である。

(3) 指示装置

普通は低速（特殊の場合のみ高速）ブラウン管を使用し、標定の時のみ送信器から短時間強力な輝度を与えられ、瞬時撮影を容易にしてある。その他焦点、輝度、上下、左右の調整等は、一般のブラウン管回路と同一である。又配電盤室の操作盤には、別に監視用に残光性ブラウン管を併置する事が望ましい。

(4) 摄影装置

映像の撮影は瞬時自動撮影方式になつており、シャッターは前述の如く起動装置により、自動的に適確な操作が行われる。又カメラは大口径の明るいものを使用する必要があるので、 $f4.5 \sim 1.8$ のレンズを用い 120 ϕ のブラウン管像をブローニ判X線フィルムに撮影する。

[IV] 附 属 器 具

(1) 結合蓄電器及び碍子分圧器

監視線路に標定器を結合する方法として、種々の方式が考えられるが、その内で次の2方式に就いて述べよう。

a) 送受信共結合蓄電器による方法

1 本の結合蓄電器を送電線の特定の一線に結合して、全線を監視する方法と、各線毎に結合蓄電器を設

けてこれを行う方法の二つがある。前者は結合しない相に発生した故障をも正確に標定するには、その線路の線間結合係数が十分大きい事が必要で、一般に結合した相に比べて結合しない相に故障が発生した場合には、相当受信利得が減少する事が知られているから、適用については注意する必要がある。後者は標定に先立つて故障相を瞬時に選択し、故障相にのみ標定器を結合するのであるが、結合蓄電器は送電線の本数だけ必要である。

b) 送信のみ結合蓄電器、受信は碍子分圧器による方法

送信は結合蓄電器により送出パルスを有効に送出させ、受信は簡単な碍子分圧器により送電線の全線から同時に行う方法で、受信方式は後述の平衡受信法によるものである。この方式では必らず故障相を含んだ標定を行う事が出来るので、標定洩れの心配がない。

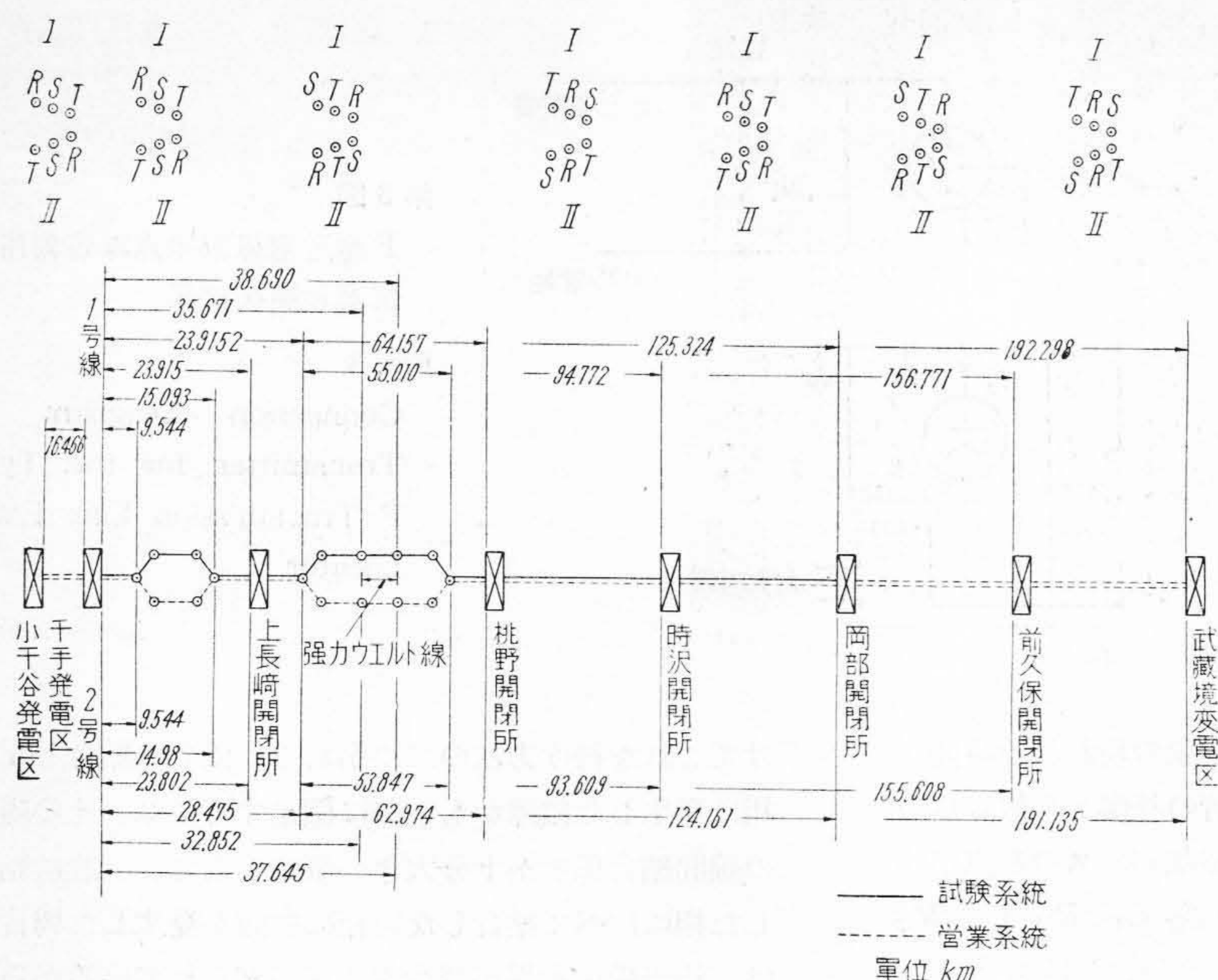
(2) ブロツキングコイル

一般に送電線の末端には変圧器、母線、遮断器等が接続されるので、大容量となる程、その総合浮遊容量等が大きくなり、送出パルスは結合蓄電器と上記の浮遊容量とに分圧され、又受信パルスは側路されるので、送信及び受信能率は低下する。この損失を避けるために一般に線路にブロッキングコイルを挿入する。しかしブロッキングコイルのリアクタンスと系統の特性により、パルスは振動波形となる事があり、このような場合は伝送中の減衰や変歪が直流パルスの場合より増加し、標定上障害となる事もあるので注意を要する。

〔V〕 F型標定器の実験結果に就いて

(1) 国鉄信濃川送電線標定器設置に関する基礎試験

昭和 27 年 6 月国鉄千手発電所に設置する F 型標定器仕様決定のため、広範囲にわたる試験を行つたので、以下これらの測定結果につき略述する。



第4图

信濃川送電線の撚架並びに距離図

Fig. 4.

Transposition Arrangement and Distance of Conductors on the Shinanogawa Transmission Line

a) 試験線路の概要

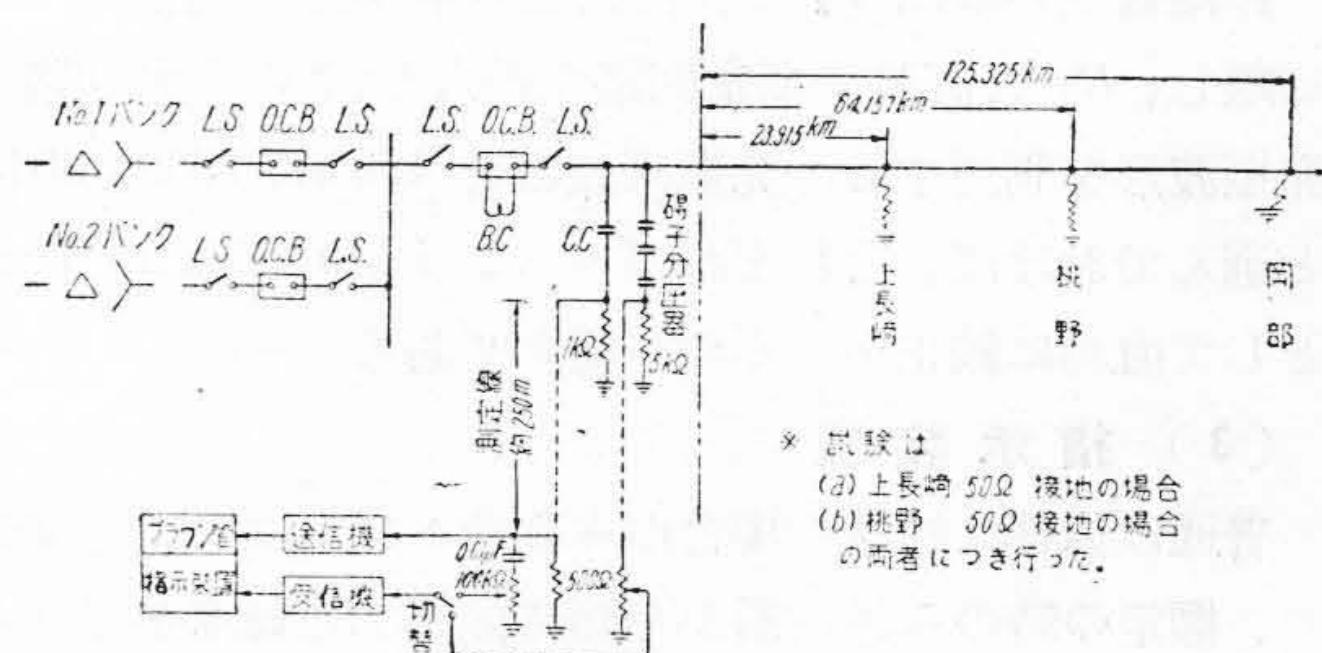
国鉄信濃川送電線は 140 kV 並行 2 回線（千手発電区より武蔵境変電区迄亘長約 192 km）で、途中約 60 km 間隔に桃野、岡部の二つの開閉所がある。尙千手、桃野間で、2 箇所一回線鉄塔部分がある。試験系統図は第 4 図に示してあるように、1 号線の千手発電区から岡部開閉所迄の亘長約 125.3 km を、営業系統から切離し、擬似故障点は現地の都合上、上長崎及び桃野開閉所で、 50Ω 及び 0Ω 抵抗接地とし、故障相を R 、 S 、 T の各相別にそれぞれ想定し、又印加相、受信相の組合せを種々変えて、標定試験を行つた。

b) 結合蓄電器による送受信法の検討

試験回路の単線接続図は**第5図**で、受信器入力端子を結合蓄電器側に入れて行われた。試験記録の一例を**第6図**に示す。これは R, S, T 相の内、 T 時印加、 T 相受信で桃野にて $50\ \Omega$ 抵抗接地した場合の反射波入力を微分増幅したものを (C)、増幅器を通さず直接受信したものを (D) に示す。前述の〔IV〕1) — a) の場合に対して検討した結果は、

i) 一相印加、印加相受信(故障相又は健全相標定)

一相に印加し、印加した相にて受信し、故障相を R, S, T と変えた場合は、第1撚架点の上長崎迄に就いては、故障相に対して標定を行つた場合が最も受信利得が大きい。上長崎以遠桃野迄の第2撚架区間の受信利得は、必しも故障が大きくなり、 R, S, T の何れの相が故障の場合でも T 相印加、 T 相受信が最も大きく、且つ T 相の受信利得は R 相故障の場



第5図 故障点標定器の試験回路

Fig. 5. Testing Circuit for the Fault Locator

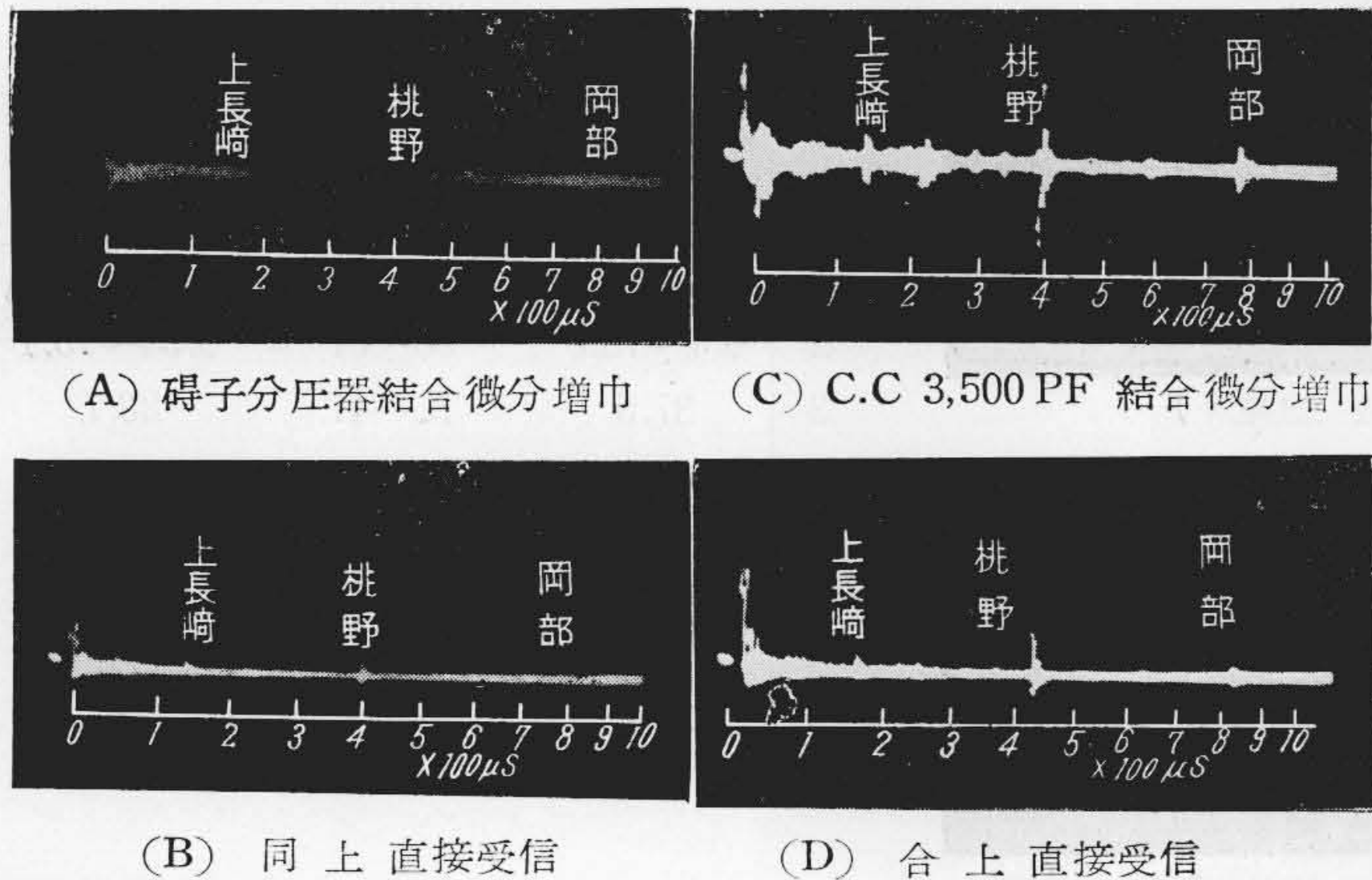
合が最も大きく、次いでS相T相という結果であった。

ii) 一相印加他相受信 (線間受信)

一相印加し、他相にて受信を行つた所、上長崎迄の第1撚架区間に就いては、 S 相印加 T 相受信が、上長崎以遠桃野迄の第2撚架区間では、 T 相印加 R 相受信が、それぞれ故障相の如何にかゝらず最良であつた。この結果は第4図の撚架で各線の配列を見ると何れも中線と上線である事、及び試験中上長崎の固定反射は、i)の場合に比較して全般的に大きい、線間受信の内では T 相印加 R 相受信が割合小さい事の二つの理由が、大きく影響しているように思われる。

c) 結合蓄電器の容量の大きさによる比較

標定器を線路に結合する方法として一般に結合蓄電



第6図 碍子分圧器と結合蓄電器とのT相受信利得の比較T相結合蓄電器送信、桃野 50Ω T相接地

Fig. 6. Comparison of the Receiving Gain on T Phase between the Connecting Method of Insulator Type Voltage Divider (A, B) and Coupling Condenser (3,500 PF) (C, D) at the Shinanogawa Transmission Line.

Impulses Travel on T Phase, through Coupling Condenser (3,500 PF). Grounded at Momono with 50Ω Resistance on T Phase.

A, C: Receiving through the Differential Type Amplifier

B, D: Receiving Direct without Amplifier

器が用いられており、この結合蓄電器の容量 C と、線路の波動インピーダンス R とで送出パルスは微分されて波形が決るので、結合蓄電器の容量の大小は直接送出直流波形の決定要素となり、従つてパルスの線路伝播の減衰、変歪に対する条件、並びに受信能率が決る事は一般に認められているが、定量的な資料がないので3,500 PFと1,000 PFに就いて比較した。その結果は測定相により相当の差異が認められ、上長崎(23.91 km)接地の場合は、3,500 PF 送受信の方が1~2倍、桃野(64.157 km)接地の場合は、3,500 PFの方が3.5~8.7倍であつた。これは1,000 PFによる送出パルス波尾長 $0.5\mu\text{s}$ と3,500 PFによる送出パルス波尾長 $1.75\mu\text{s}$ とでは、近距離(20 km程度)区間標定には大きな影響なく、遠距離標定(60 km程度)になる程、大きく影響する事を示しているものと考えられる。

d) 碍子分圧受信の場合の受信利得

前項〔IV〕1) b)で述べた如く、結合蓄電器にて送出パルスを印加し、受信は支持碍子5箇積2本を並列にしたものを用いた。この試験の単線接続図は第5図で、受信入力を碍子分圧器側に入れて行われた。試験により得られた記録は第6図に示してあり、比較しやすいように前述の結合蓄電器の場合(C)(D)と同一条件のものを示してある。微分増幅したものを(A)に直接

受信したものを(B)に示している。尚故障点は桃野で50Ω抵抗接地であつた。受信利得の比は、碍子分圧器の方が結合蓄電器の場合の $1/2\sim 1/3$ 程度で、碍子分圧器は割合に安定した浮遊容量を含めて、100 PF程度の容量を取り得たものと考えられる。

e) ブロッキングコイルの大きさの影響

ブロッキングコイルの効果は送出波形により、又適用する系統により相当の差異がある筈であるが、信濃川送電線に就いて試験した所、ブロッキングコイルのない場合に比較して $100\mu\text{H}$ の合場は約4~6倍、 $300\mu\text{H}$ の場合は約8倍であつた。このようにブロッキングコイルの効果は非常に大きく、少くとも大容量の発電所に対しては設置すべきものと思う。

f) 測距精度

固定反射も含めた測距例を第7図(次頁参照)に示してある。この例より上長崎、桃野、岡部に就いて、誤差を纏めて見ると第1表の如くなる。

以上の結果により標定誤差が100kmについて約1km以内という仕様を略々満足して

いる事が判る。

g) 平衡受信に就いて

F型故障点標定器では固定反射は殆ど標定上の妨害とはならない。却つて距離の目盛となるから消去する必要はないが、甚しく固定反射の多い線路や計数器を使用するときは、これらの固定反射を減少させるか、或は全く消去する必要がある。このための一つの方法として平衡受信法(特許申請中)を考案したので、その試験を行つた。

この原理図は第8図(次頁参照)に示してある。同図に就いて説明すると、印加相の反射と他相の反射とは、

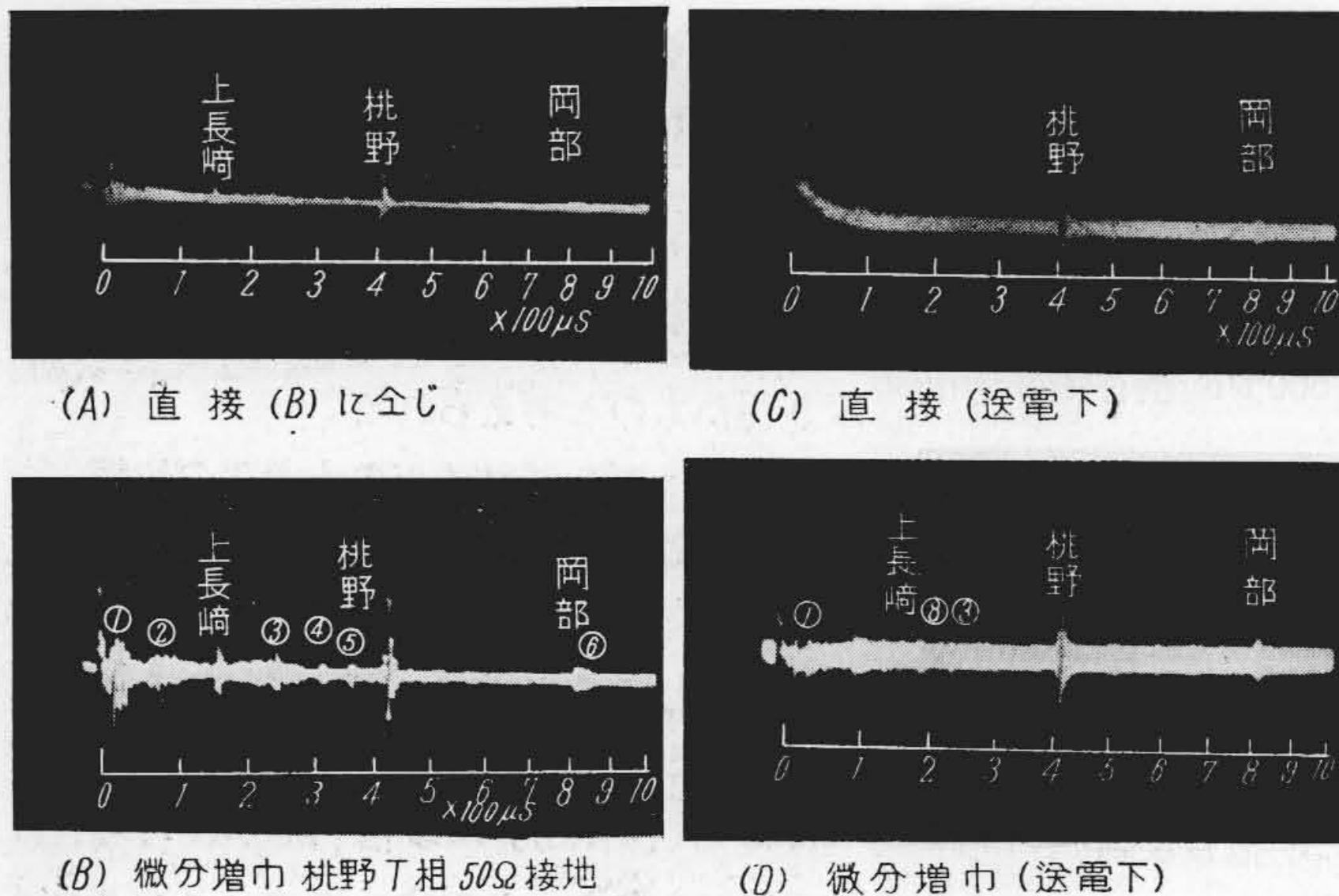
第1表 測 距 誤 差
a) 無電圧下 b) 通常送電中

Table 1. Measuring Error of Distance at the Shinanogawa Line

a) On the No Voltage Line

b) On the Normal Voltage Line

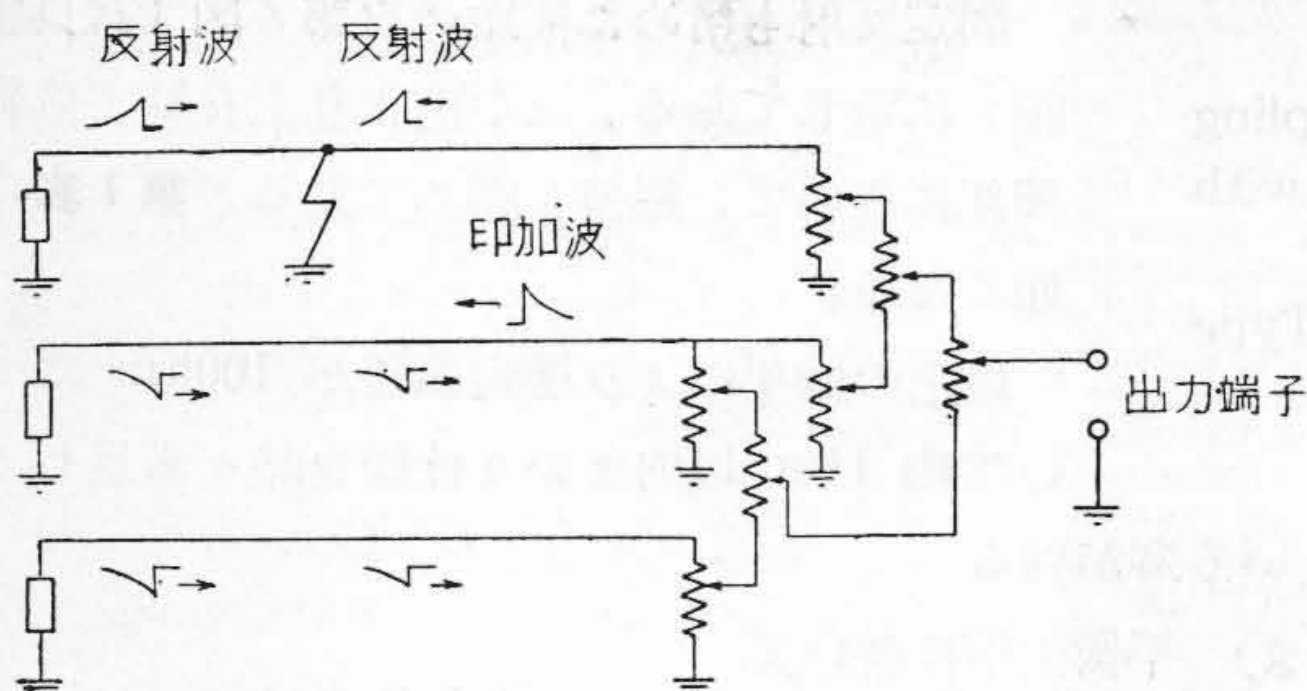
	上 長 崎 (km)	桃 野 (km)	岡 部 (km)
a) による測距	24.4	63.8	122.0
b) による測距	—	63.8	125.8
真 値	23.91	64.15	125.3
誤 差 {	a) + 0.49	— 0.35	— 3.3
	b) —	— 0.35	— 0.5



第7図 測距の1例 左: 無電圧下 右: 通常送電中

Fig. 7. Measuring Example of Distance at the Shinanogawa Line

Left: On the No Voltage Line Right: On the Normal Voltage Line



第8図 平衡受信の原理説明図

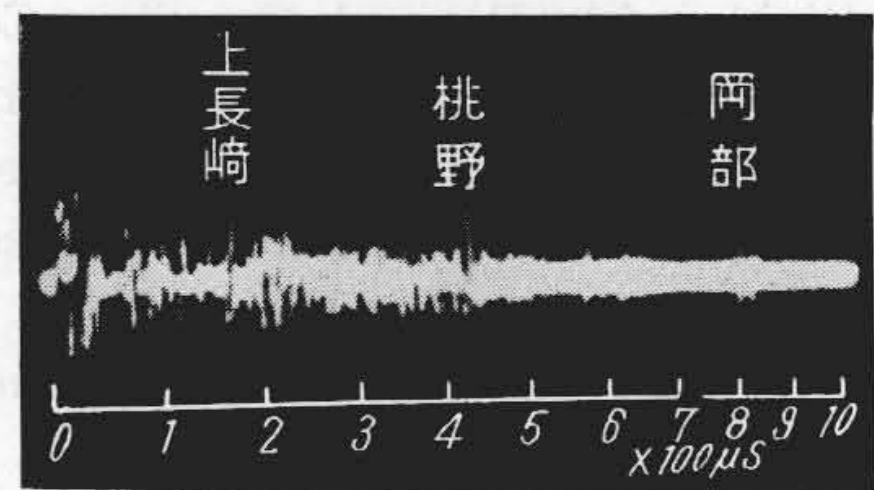
Fig. 8. Schematic Diagram of the Balanced Receiving Method

その極性が正負の逆極性になるから、三相線路の内印加相を含んだ二相づつを組として、これを同図の如く合成すれば出力端子の対地電圧を必ず零に調整することが出来る。即ち常時の固定反射に対しては、出力端子電圧は完全に平衡して出力端子電圧は現われない。ところが線路の何処かで接地が起きると、ここからの反射に対しては、前述の平衡条件は満足されないから、出力端子には、その地点に相応した反射が現われる筈である。信濃川線に於けるこの実測結果は第9図に示してあり、A)は固定反射に対して平衡条件をくづした場合で、B)は完全に平衡をとった場合である。このときは接地点以外の反射は完全に消去されている。

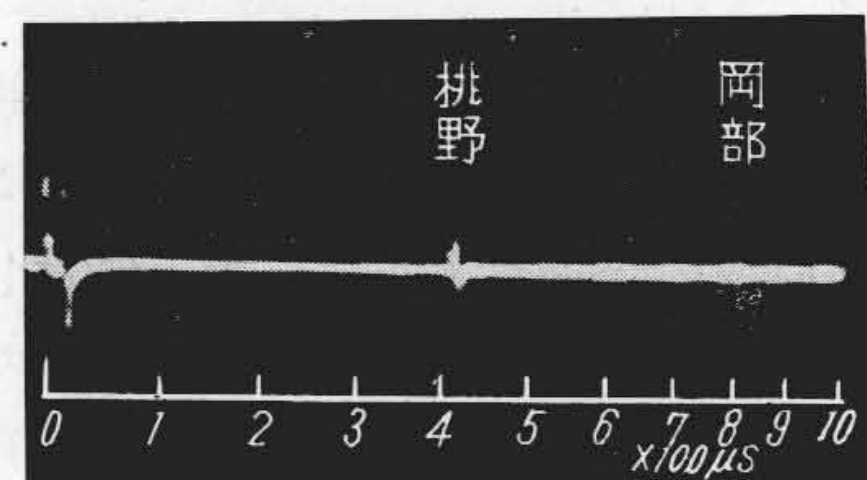
(2) 各地に於ける標定試験に現われた障害例

日立製作所に於ては、毎年夏期には雷害の多い発電所で雷実測を行つてゐるが、特に昭和24年8月の茨城変電所に於ける雷実測以来、同時にF型標定器の試験を行つて来たので、その実測結果と京北変電所に於ける人工故障試験等に現われた標定障害の例に就いて述べる。

No.	測定距離 (km)	推定位置	実距離 (km)
1	3.0	—	—
2	9.4~15.0	36—61	9.54~15.1
3	37.5	A—47	38.7
4	48.0	上長崎第2	47.8
5	54.3	第4分岐点	55.0
6	127.0	桃野第2	128.3
7	15.1	61及び小千谷	15.1~
8	30.2	同上第2反射	16.46 32.92



(A) 不平衡の場合



(B) 平衡をとった場合

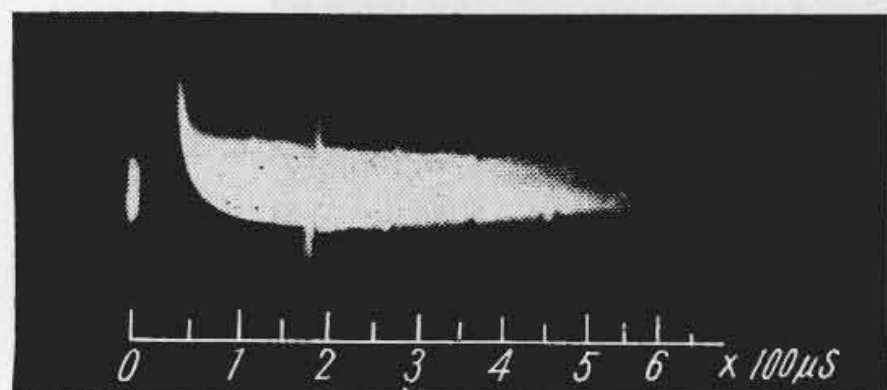
第9図 平衡受信法による測定例

Fig. 9. A Measuring Example of the Balanced Receiving Method at the Shinanogawa Line. Grounded at Momono with 50 Ω Resistance

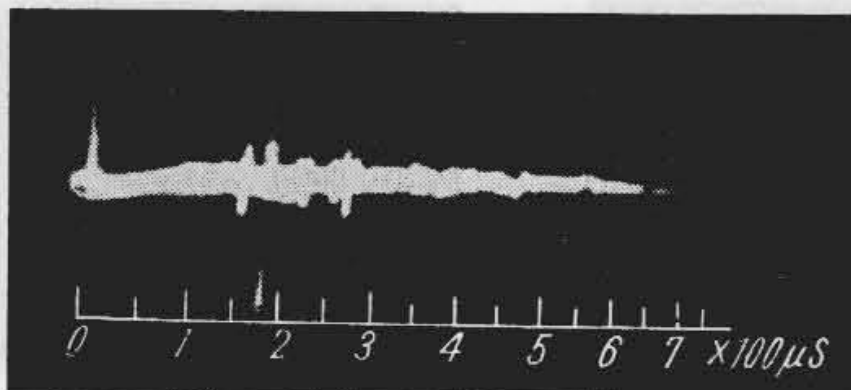
送電線の経由する地域により放送無線、或は電力線搬送等の変調周波数の混入、又は近傍の固定反射及び線路中間全般にわたつて固定反射の多い線路等、それぞれ特別の対策を考慮しなければならない。

a) 放送無線の誘導雑音

昭和26年2月埼玉県京北変電所に於て、電力技術研究所主催の下に、標定器のための人工故障試験が行われたが、第10図はその際の無電圧試験の記録で、同図a)は直接受信した場合で約60Vの誘導雑音が現われている。これは線路途中の川口にあるN.H.K.放送所よりの放送電波の誘導であつて、このような単一周波数の雑音は除去が割合に容易であり、入力端子に0.01 μFのコンデンサーを挿入し微分増幅する事によ



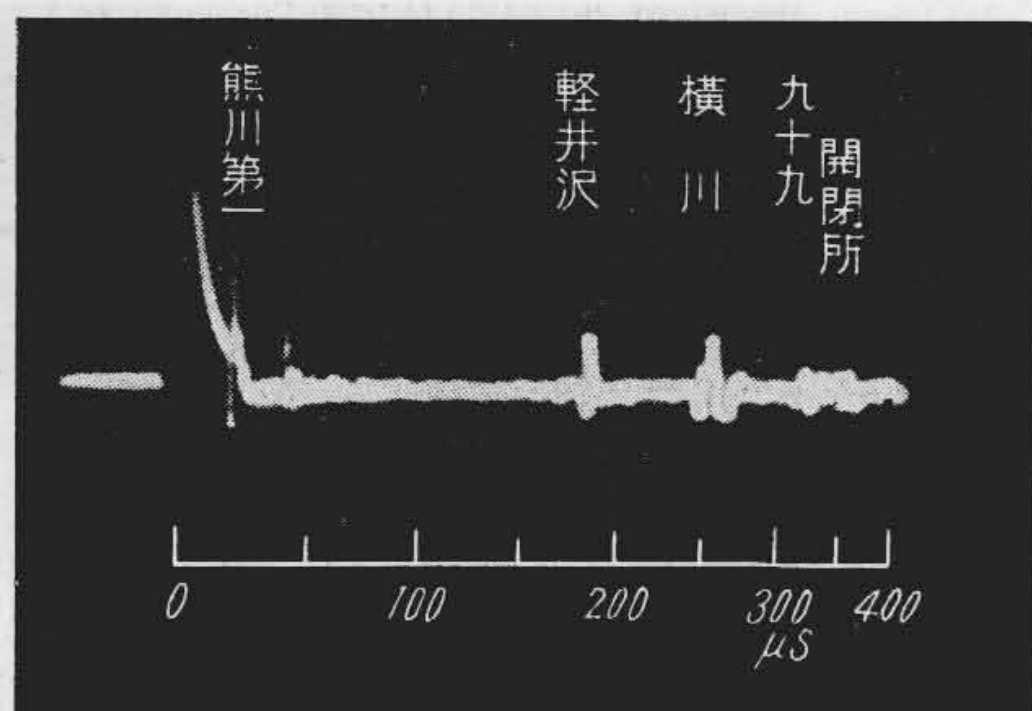
(A) 無電圧試験-1



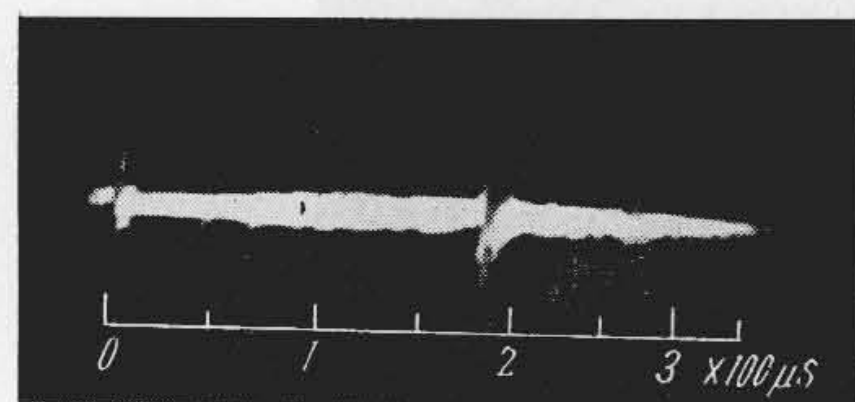
(B) 無電圧試験-2

第 10 図 京北変電所に於ける無電圧標定時の放送周波数の誘導雑音のある例

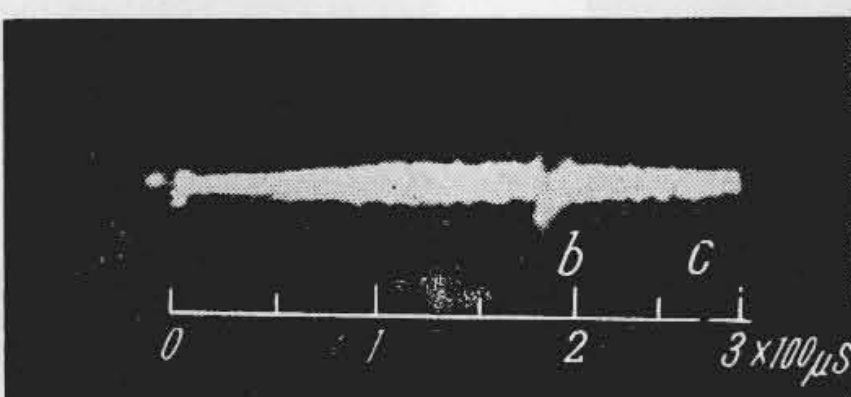
Fig. 10. An Example of the Induced Noise from the Radio Modulating Frequency at Keihoku Substation, then Line Voltage Is Zero. Grounded at Miyoshi. Opened at both Ends, Keihoku and Toyooka Substation



(a) 増巾器を通さない波形



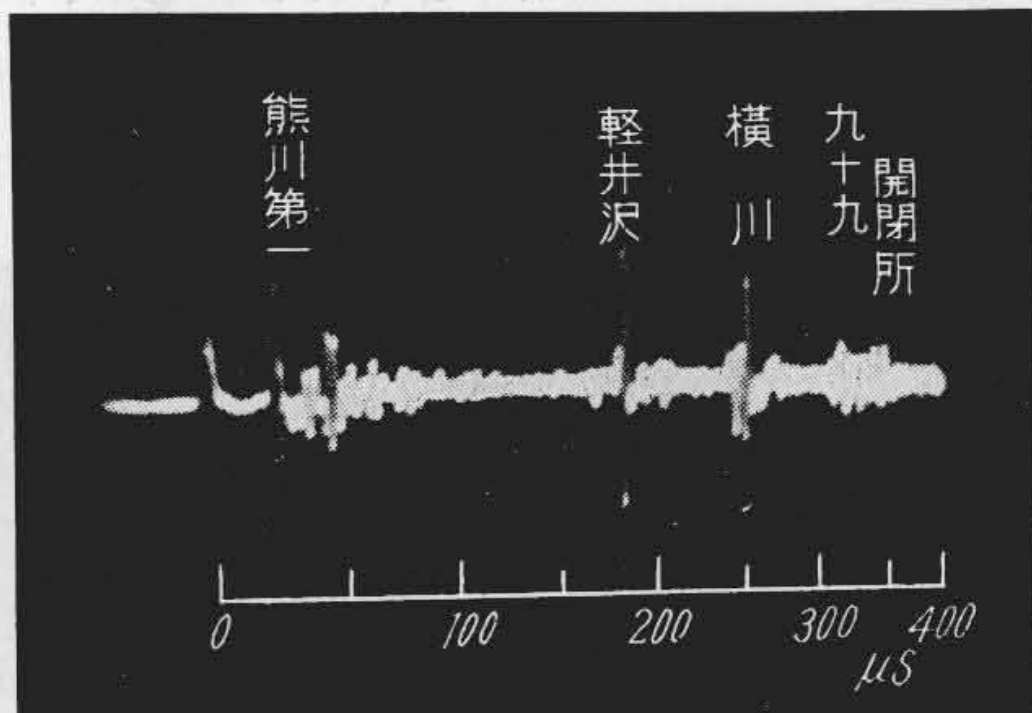
(A) 人工故障試験 M-11



(B) 人工故障試験 M-12

第 11 図 京北変電所に於ける人工故障試験オシログラム

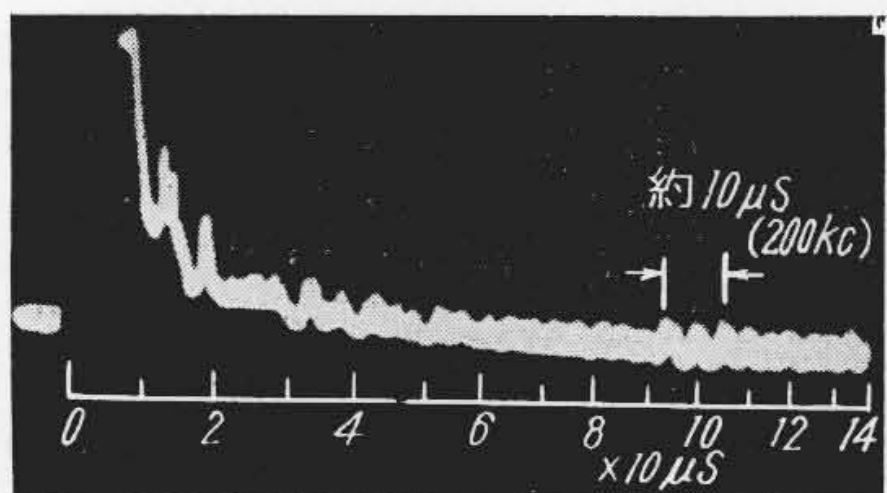
Fig. 11. Oscillogram of Artifical Line Fault Test at Keihoku Substation



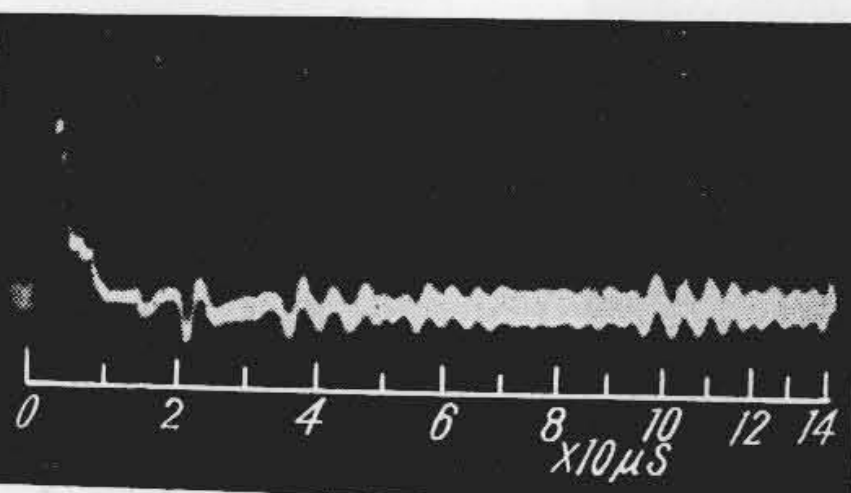
(b) 微分増巾器で増巾した波形

第 14 図 羽根尾発電所に於ける固定反射の例

Fig. 14. An Example of the Stationary Reflection at Haneo Power Station on Kumagawa Transmission Line.



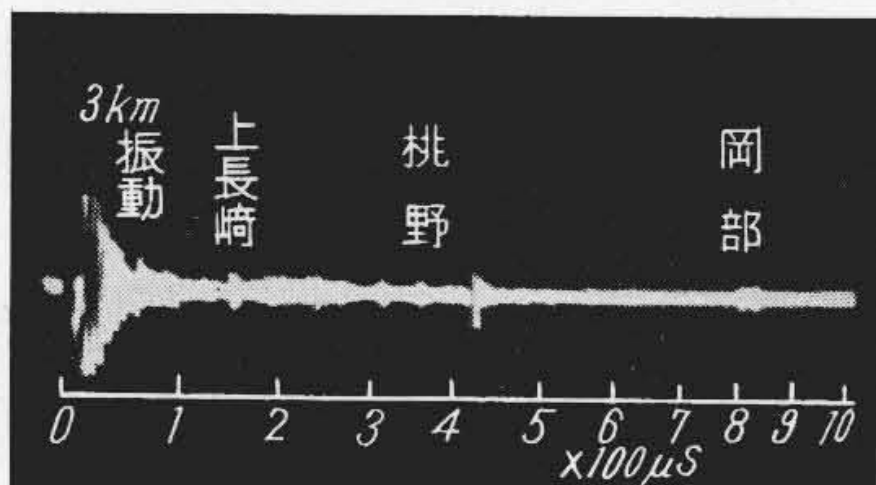
(A) 直接受信



(B) 微分増巾

第 12 図 信濃川送電線千手発電所に於けるキャリア混入雑音の例

Fig. 12. An Example of the Mixing Noise from Carrier Current Frequency at Senju Power Station of 154 kV Shinanogawa Transmission Line



第 13 図 千手発電所より 3 km 地点に於ける振動の一例

Fig. 13. An Example of Reflecting Impulse's Vibration at the Distance of 3 km from Senju Power Station. Direct Grounded at Momono, and Transmitting on T Phase, Receiving on S Phase.

り、b)図のように非常に鮮明な像を得る事が出来る。150 kV の充電で行われた人工故障時の記録は第11図でこの場合にも接地点は明瞭に現われている。

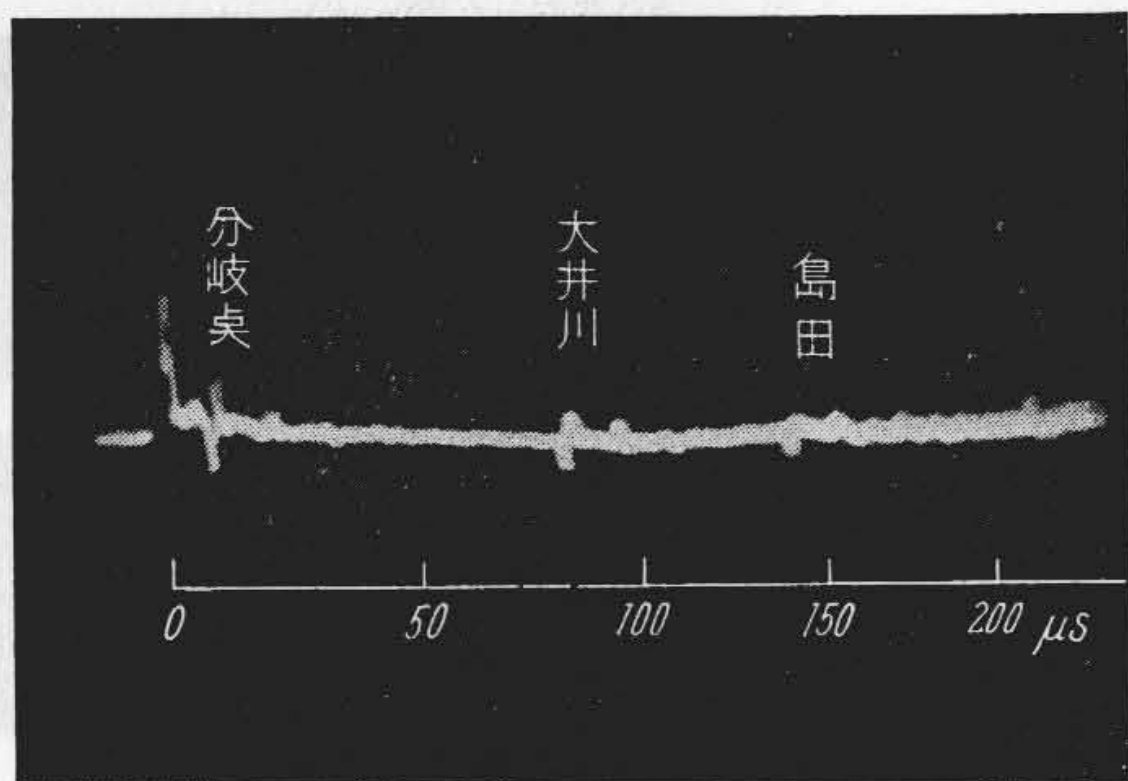
b) 電力線搬送からの混入雑音

昭和 27 年 6 月の国鉄信濃川送電線の基礎試験の際には、第12図の如く電力線搬送約 200 kc が混入していた。同図は雑音測定のため掃引を早くして、搬送周波数を明瞭に現わしたものである。

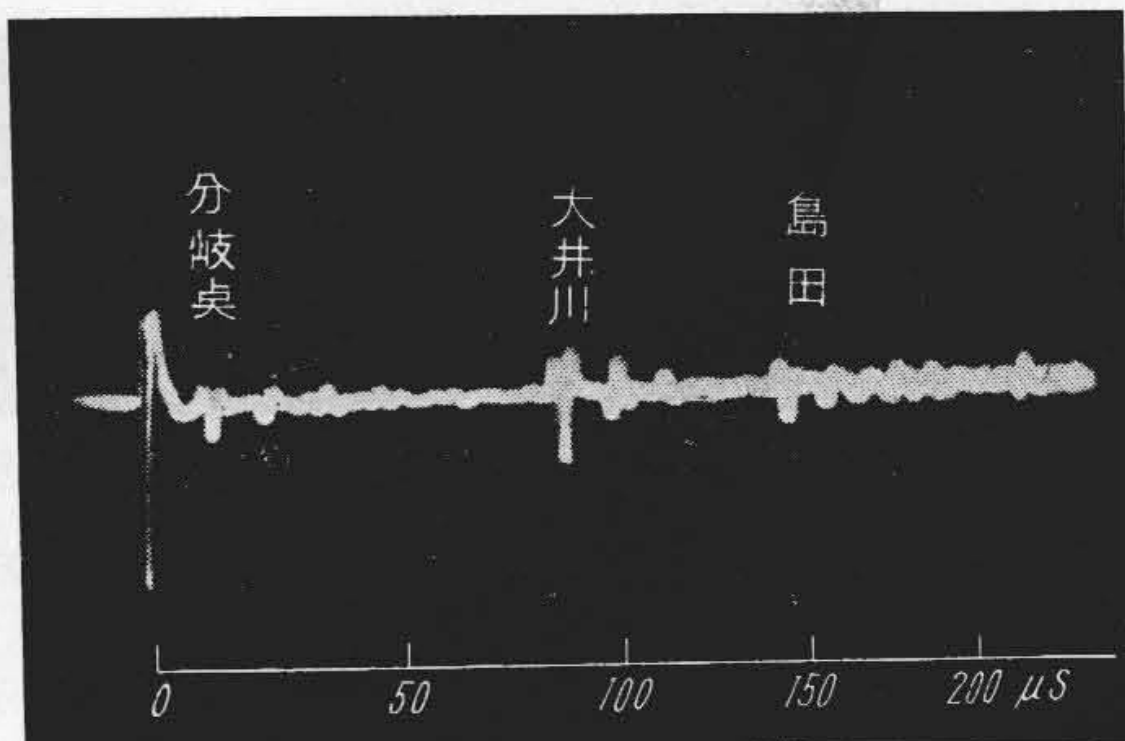
c) 固定反射の多い場合

標定器設置点より近距離区間にある分岐点や、低圧送電線の線路の中間に於ける多数の分岐は、パルス式標定器にとつては相当の標定障害になる事がある。特に計数器を利用する場合は問題であり、この対策は今後の大きな研究課題とされている。これらの例を第13図～第16図に示してある。第13図は信濃川送電線(140 kV)の千手発電所より 3 km の地点の振動で、これは平地より地上高 100 m 程度の山林地帯を 3 箇所程経由するためのものと思われる。

第14図は熊川線 (60 kV) の羽根尾発電所に於ける



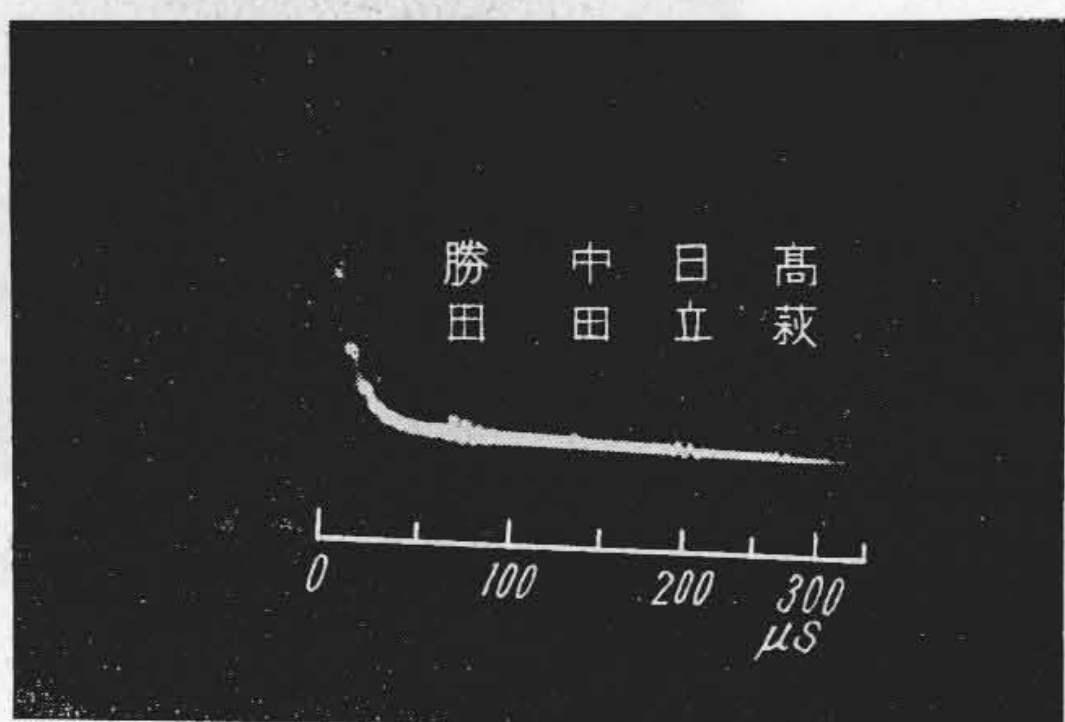
(a) 増巾器を通さない波形



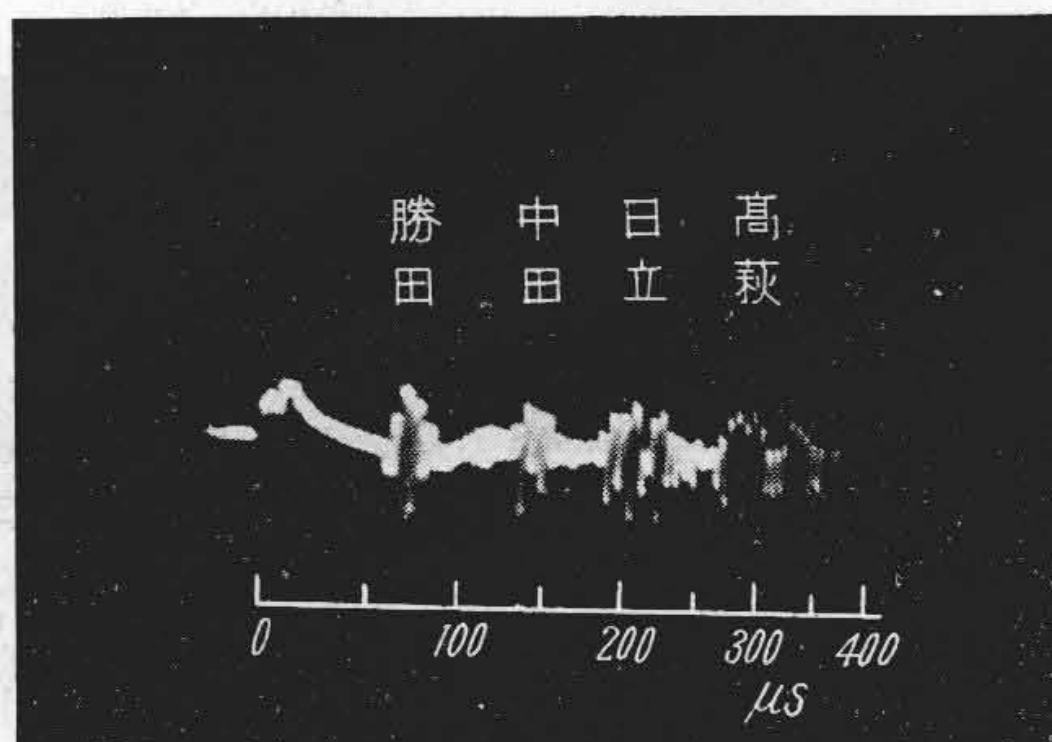
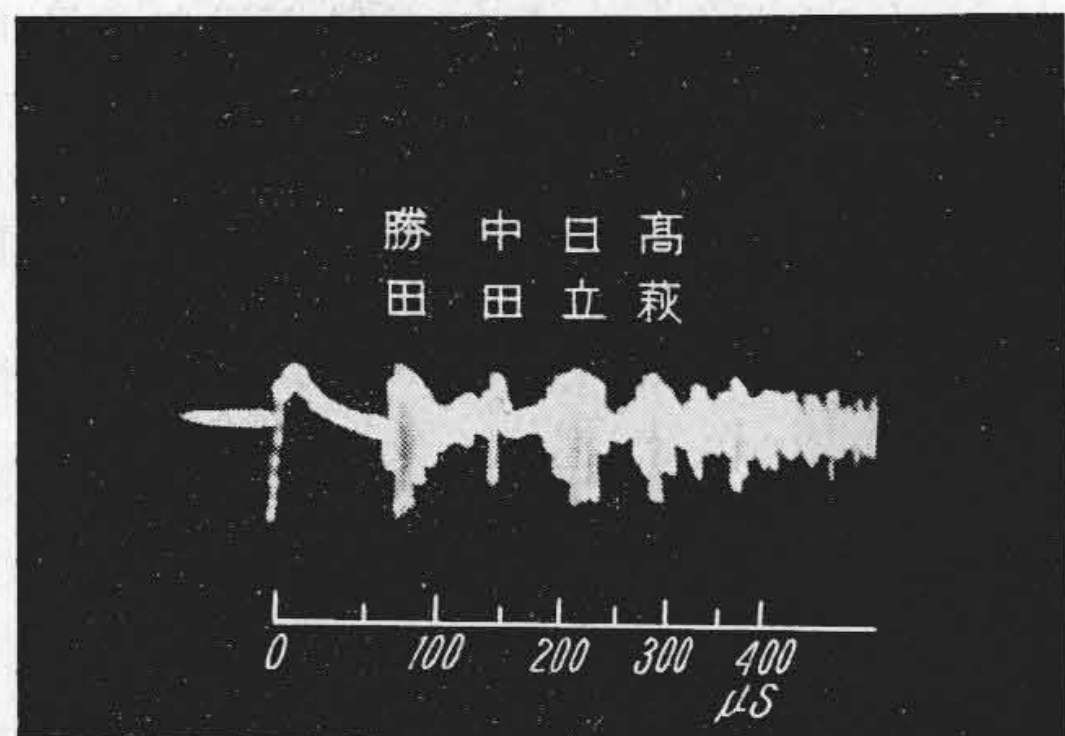
(b) 微分増巾器で増巾した波形

第15図 久野脇発電所に於ける固定反射の例

Fig. 15. An Example of the Stationary Reflection at Kunowaki Power Station



(a) 増巾器を通さない波形

(c) 微分増巾器を通した波形
(結合蓄電器直下)(b) 微分増巾器で増巾した波形
(測定線を含む)

第16図 茨城変電所に於ける固定反射の例

Fig. 16. An Example of the Stationary Reflection at Ibaragi Substation

合蓄電器の下より測定室迄約 100 m 測定線を引込んだ場合、(c)は結合蓄電器直下の測定結果で、(b)、(c)を比較して見れば、測定線はあまり影響しておらず、線路の特異性によるものと考えられる。

〔VI〕 結 言

以上F型送電線故障点標定器に就いて、装置の内容及び附属機器並びに現地試験の結果等に就いて述べた。F型標定器はこの種の装置としては、比較的簡易で実用装置としての具備条件は多数の試験結果により、一応満足する事が裏付けられており、我々としてはその性能向上のため尙一層の努力を尽す積りである。

尙、国鉄千手発電所納入予定のF型故障点標定器に就いては目下工場にて細部にわたり試験中である。

最後に当りF型送電線故障点標定器の試作研究に対し、種々有益な御教示を賜っている東大藤高教授、電気試験所法貴課長初め委員会の方々、又特にF型標定器の製品化に対し並々ならぬ御援助を賜っている電化協会小林理事、国鉄給電事務所森尻主幹並びに国鉄千手発電所大平区長、他関係各位に対し深甚なる謝意を表すると共に今後益々御鞭撻の程を御願い申上げる次第である。

もので、熊川第1発電所よりの第1, 第2反射の他、鉄塔と木柱との連絡点、及び導体の不連続点の反射が現われている。

第15図は中部電力の久野脇発電所に於けるもので、発電所より約3 kmの地点に分岐点があり、この距離が近いので反射の減衰が少く、したがって第2, 第3, 第4等の往復反射が多数出ている。こゝでは送出端と線路とを整合させて、第2反射以下を吸収する方法が効果があつた。

以上は近傍反射に就いての例であるが、標定区間に多数の分岐を含む例として、東京電力の茨城変電所(60 kV)に於けるものを第16図に示す。これは極端に振動的になつている一例であつて、このような振動は測定の精度からいつて望ましくなく、同図中(b)は結