

私設交換機に於ける漏話

田島喜平太* 江森五郎**

Crosstalk in P. B. X.

By Kiheida Tajima, Goro Emori
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Transmission current on the telephone line which is unbalanced to the ground often causes crosstalk current to the other telephone line. So we must take care especially for the telephone line in P.B.X not to be unbalanced to the ground.

In this thesis authors described about the phenomena of crosstalk current and the crosstalk formulae in P.B.X.

[I] 緒 言

私設交換機に於ける加入者相互間の漏話の防止のために、製造後の漏話のテストは現在迄も行われて来たが、此の試験に合格した私設交換機を實地に使用して見ると、時々漏話を生ずることがある。此は電流供給方式にストーン式を採用した共電式私設交換機に多く見受けられる現象である。何故にかういう現象が起るかを主に共電式私設交換機につき述べて見ようと思う。

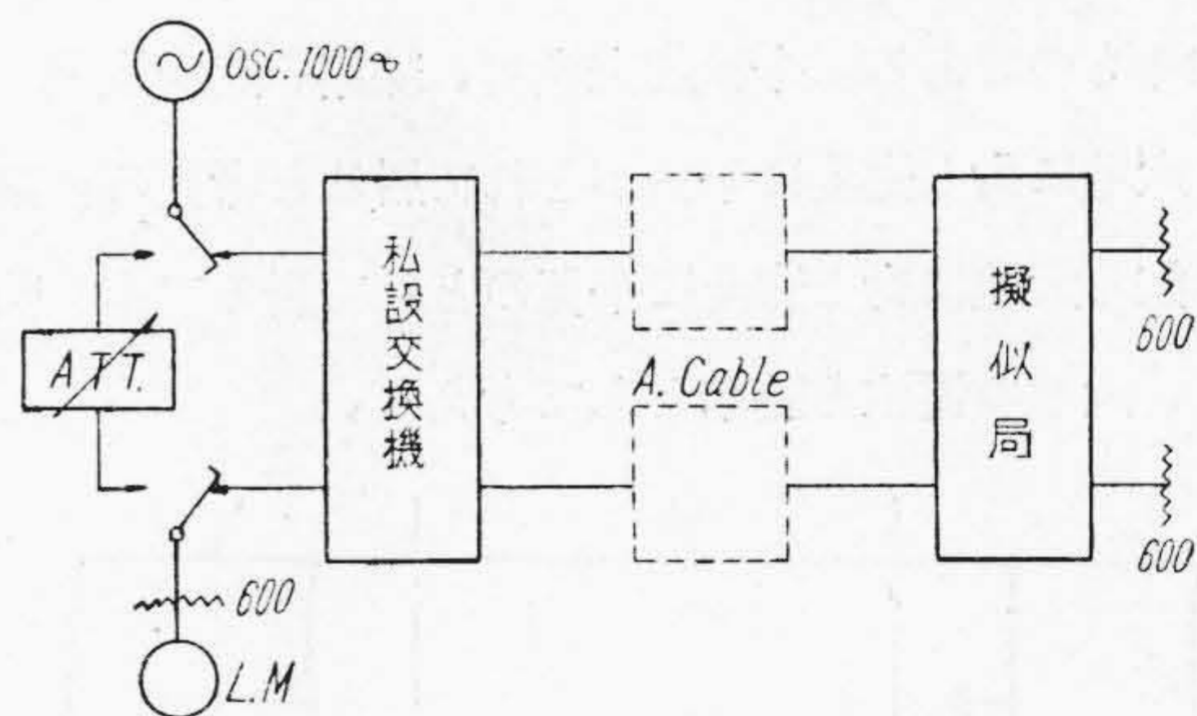
[II] 私設交換機に於ける漏話の原因

(1) 現在迄の漏話試験回路で見出し得るもの

現在迄普通用いられた測定回路は第1圖の如きものであつて、擬似ケーブルは入れることもあるが、入れない場合の方が多い。又私設交換機自體の漏話を測るのであるという理由の爲に、ケーブル相互間の静電容量は入れて居らなかつた。

(1)~(1) 電流供給装置間の漏洩磁束

此は磁氣遮蔽が悪いと屢々起る問題であつて大きな



第1圖 従來の漏話測定回路

Fig. 1 Old method of measuring crosstalk.

漏話の原因ではあるが、本論の主題ではないので此處では論じない。

(1)~(2) 電源及び電池母線の抵抗

普通は小であるから、大した問題にはならない。

(1)~(3) 線間絶縁劣化

特殊条件のもとでは甚しく絶縁が劣化し、此による漏話を生ずるが、これも此處では割愛する。

(2) 現在迄の漏話試験回路で見出し得ぬもの

(2)~(1) 電流供給装置の對地インピーダンス不平衡

(2)~(2) 交換機内部に於ける對地絶縁劣化

(2)~(3) 交換機の接續過程に於ける對地不平衡

* ** 日立製作所戸塚工場

以上の3つは、要するに交換機の二線の對地インピーダンスの不平衡の事を意味して居るのであつて、此は現在迄の測定方式では多少は分ることもあるが、大體は分らない。次章に於て詳しく述べる。

(2)~(4) 電源陽極の接地不完全

此も(2)~(1)、(2)~(2)、(2)~(3)項と關連して居るのであつて、次章に於て述べる。

(2)~(5) 直列抵抗の不平衡

(2)~(6) 直列蓄電器の不平衡

此の2つは實際の交換機では餘り考えられない。

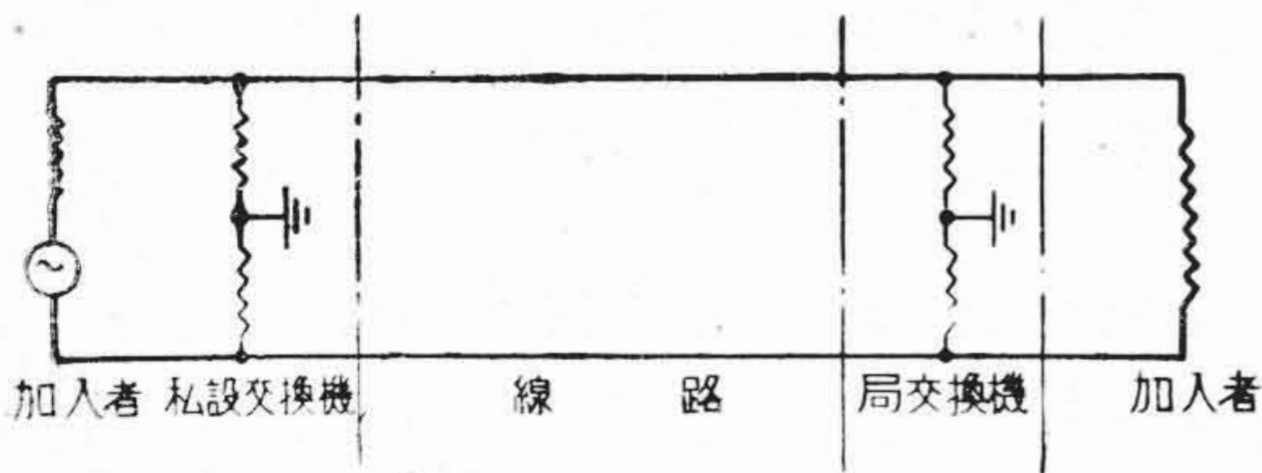
(2)~(7) 直列蓄電器の絶縁不良

此は普通は交換機の動作上の事故として表れるので分り易く防ぐ事は容易である。

[III] 各種の漏話について

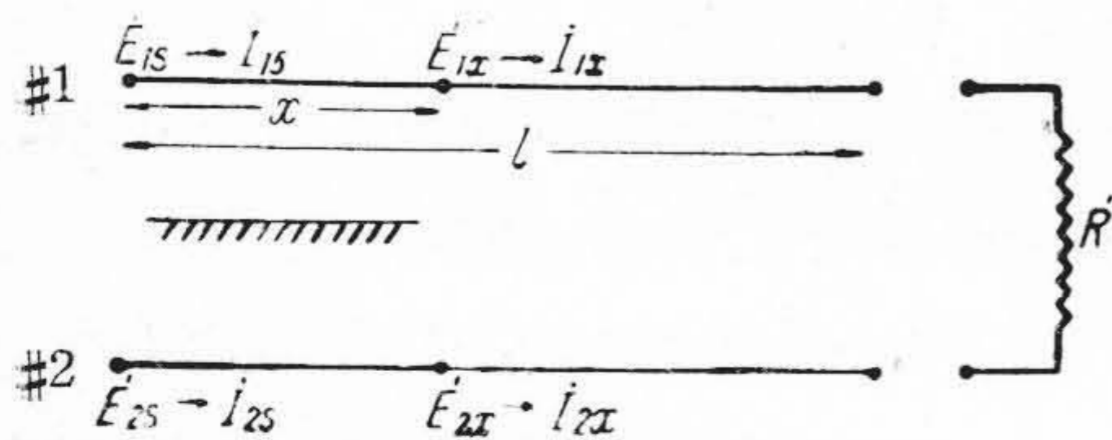
(1) 私設交換機の通話回線の對地不平衡

私設交換機よりの通話回線の狀況を考えると、第2圖の如きものである。今私設交換機、線路、局交換機がともに大地に對し完全に平衡がとれて居ると考える。第3圖の如く大地に對し完全に平衡のとれて居る二本の線を考え、大地の電位を基準として考えて、



第2圖 私設交換機加入者と局加入者との通話回路

Fig. 2 Transmission circuit between subscribers in P. B. X and ordinary subscribers.



第3圖 電流電壓の分布

Fig. 3 Distribution of current and voltage.

#1 の送端の電壓電流を夫々 $\dot{E}_{1s}, \dot{I}_{1s}$
 #2 の送端の電壓電流を夫々 $\dot{E}_{2s}, \dot{I}_{2s}$ とし
 #1 の送端より x の點での電壓電流を夫々 $\dot{E}_{1x}, \dot{I}_{1x}$
 #2 の送端より x の點での電壓電流を夫々 $\dot{E}_{2x}, \dot{I}_{2x}$
 とする。#1 の直列定數を \dot{Z} , #2 と大地間の並列定數を \dot{Y} とすれば、#2 に於ても全く同様である。單位長當りの #1, #2 間の相互インピーダンスを \dot{Z}_m , 相互アドミッタンスを \dot{Y}_m とする。此の二本の往復線路 #1, #2 を終端で其の特性インピーダンス \dot{R} で成端したとすると

$$\dot{E}_{1x} = \frac{1}{2} \left[(\dot{E}_{1s} + \dot{E}_{2s})(\cosh \dot{\gamma}_1 x - \tanh \dot{\gamma}_1 l \sinh \dot{\gamma}_1 x) + (\dot{E}_{1s} - \dot{E}_{2s})(\cosh \dot{\gamma}_2 x - \sinh \dot{\gamma}_2 x) \right] \dots (1)$$

$$\dot{E}_{2x} = \frac{1}{2} \left[(\dot{E}_{1s} + \dot{E}_{2s})(\cosh \dot{\gamma}_1 x - \tanh \dot{\gamma}_1 l \sinh \dot{\gamma}_1 x) - (\dot{E}_{1s} - \dot{E}_{2s})(\cosh \dot{\gamma}_2 x - \sinh \dot{\gamma}_2 x) \right] \dots (2)$$

$$\dot{I}_{1x} = \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{R}\dot{\gamma}_2} (\dot{E}_{1s} + \dot{E}_{2s})(\tanh \dot{\gamma}_1 l \cosh \dot{\gamma}_1 x - \sinh \dot{\gamma}_1 x) + \frac{1}{\dot{R}} (\dot{E}_{1s} - \dot{E}_{2s})(\cosh \dot{\gamma}_2 x - \sinh \dot{\gamma}_2 x) \dots (3)$$

$$\dot{I}_{2x} = \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{R}\dot{\gamma}_2} (\dot{E}_{1s} + \dot{E}_{2s})(\tanh \dot{\gamma}_1 l \cosh \dot{\gamma}_1 x - \sinh \dot{\gamma}_1 x) - \frac{1}{\dot{R}} (\dot{E}_{1s} - \dot{E}_{2s})(\cosh \dot{\gamma}_2 x - \sinh \dot{\gamma}_2 x) \dots (4)$$

となる。但し此處では線路をRC線路と考えて \dot{Z}_m を無視し、又電流供給装置のインピーダンスを無限大として計算して居る。

又上式に於て $\dot{\gamma}_1 = \sqrt{\dot{Y} \cdot \dot{Z}}$ $\dot{\gamma}_2 = \sqrt{\dot{Z}(\dot{Y} + 2\dot{Y}_m)}$

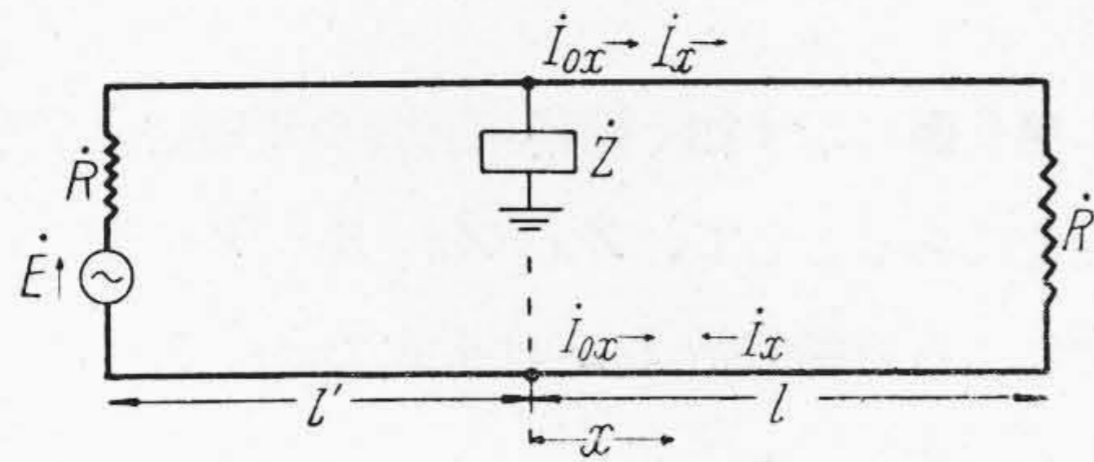
とおいてある。

次に第4圖に示す如き位置で \dot{Z}_1 なるインピーダンスを通し片線が地氣されたとすると、其の時の電壓、電流は(1)~(4)式及び鳳テブナンの定理を使用して

$$\dot{E}_{1x} = \dot{E}_{0x} + \dot{E}_x + \frac{\dot{E}}{4} \epsilon^{-\dot{\gamma}_2(l+x)} \dots (5)$$

$$\dot{E}_{2x} = \dot{E}_{0x} - \dot{E}_x - \frac{\dot{E}}{4} \epsilon^{-\dot{\gamma}_2(l+x)} \dots (6)$$

$$\dot{I}_{1x} = \dot{I}_{0x} + \dot{I}_x + \frac{\dot{E}}{2\dot{R}} \epsilon^{-\dot{\gamma}_2(l+x)} \dots (7)$$



第4圖 對地不平衡を生じた位置の表示
Fig. 4 Demonstration of the position of impedance unbalance to ground.

$$\dot{I}_{2x} = \dot{I}_{0x} - \dot{I}_x - \frac{\dot{E}}{2R} e^{-\dot{\gamma}_2(l'+x)} \quad \dots (8)$$

上式の如く平衡分と不平衡分に分けて考えることが出来る。但し

$$\begin{aligned} \dot{E}_{0x} &= -\frac{\dot{E}}{2} e^{-\dot{\gamma}_2 l'} \\ &\times \frac{1}{1+8 \frac{\dot{Z}_1}{R} \frac{\dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}{2\dot{\gamma}_2 + \dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}} \\ &\times \frac{\cosh \dot{\gamma}_1 x - \tanh \dot{\gamma}_1 l \cdot \sinh \dot{\gamma}_1 x}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')} \quad \dots (9) \end{aligned}$$

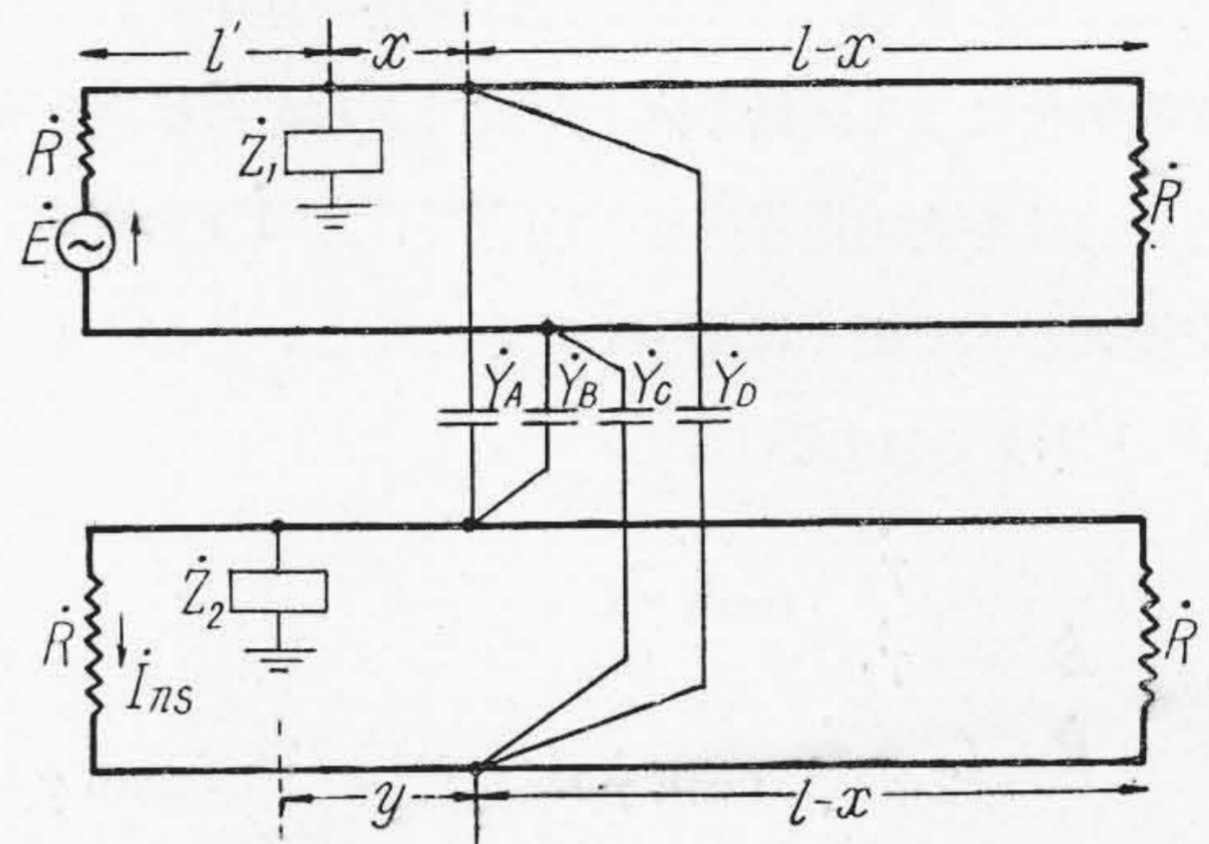
$$\begin{aligned} \dot{E}_x &= -\frac{\dot{E}}{4} e^{-\dot{\gamma}_2 l'} \\ &\times \frac{1}{1+8 \frac{\dot{Z}_1}{R} \frac{\dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}{2\dot{\gamma}_2 + \dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}} \\ &\times \frac{\dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l') (\cosh \dot{\gamma}_2 x - \sinh \dot{\gamma}_2 x)}{\dot{\gamma}_2 \left(2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l') \right)} \quad \dots (10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{0x} &= -\dot{E} e^{-\dot{\gamma}_2 l'} \\ &\times \frac{1}{1+8 \frac{\dot{Z}_1}{R} \frac{\dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}{2\dot{\gamma}_2 + \dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}} \\ &\times \frac{\dot{\gamma}_1 \tanh \dot{\gamma}_1 l \cdot \cosh \dot{\gamma}_1 x - \sinh \dot{\gamma}_1 x}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')} \quad \dots (11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_x &= -\frac{\dot{E}}{2} e^{-\dot{\gamma}_2 l'} \\ &\times \frac{1}{1+8 \frac{\dot{Z}_1}{R} \frac{\dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}{2\dot{\gamma}_2 + \dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}} \end{aligned}$$

$$\times \frac{\dot{\gamma}_1 (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l') (\cosh \dot{\gamma}_2 x - \sinh \dot{\gamma}_2 x)}{R \dot{\gamma}_2 \left(2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l') \right)} \quad \dots (12)$$

次に第5圖の如き回路を考えて、兩回線共夫々 \dot{Z}_1, \dot{Z}_2 なるインピーダンスを通し片線が地氣されて居るとし、又線路相互間の靜電結合を $\dot{Y}_A, \dot{Y}_B, \dot{Y}_C, \dot{Y}_D$ で表すと、近端漏話となるべき電流 \dot{I}_{ns} は (5)~(12) 式を應用して次の如く表せる。



第5圖 對地不平衡に基く靜電結合漏話
Fig. 5 Illustrating the way in which an unbalance to ground, such as would be caused by a poor insulator, occurs crosstalk current by electro-static effect.

尙、 $\dot{Y}_A, \dot{Y}_B, \dot{Y}_C, \dot{Y}_D$ は實際は分布容量であるが、簡單のため集中定數として表した。

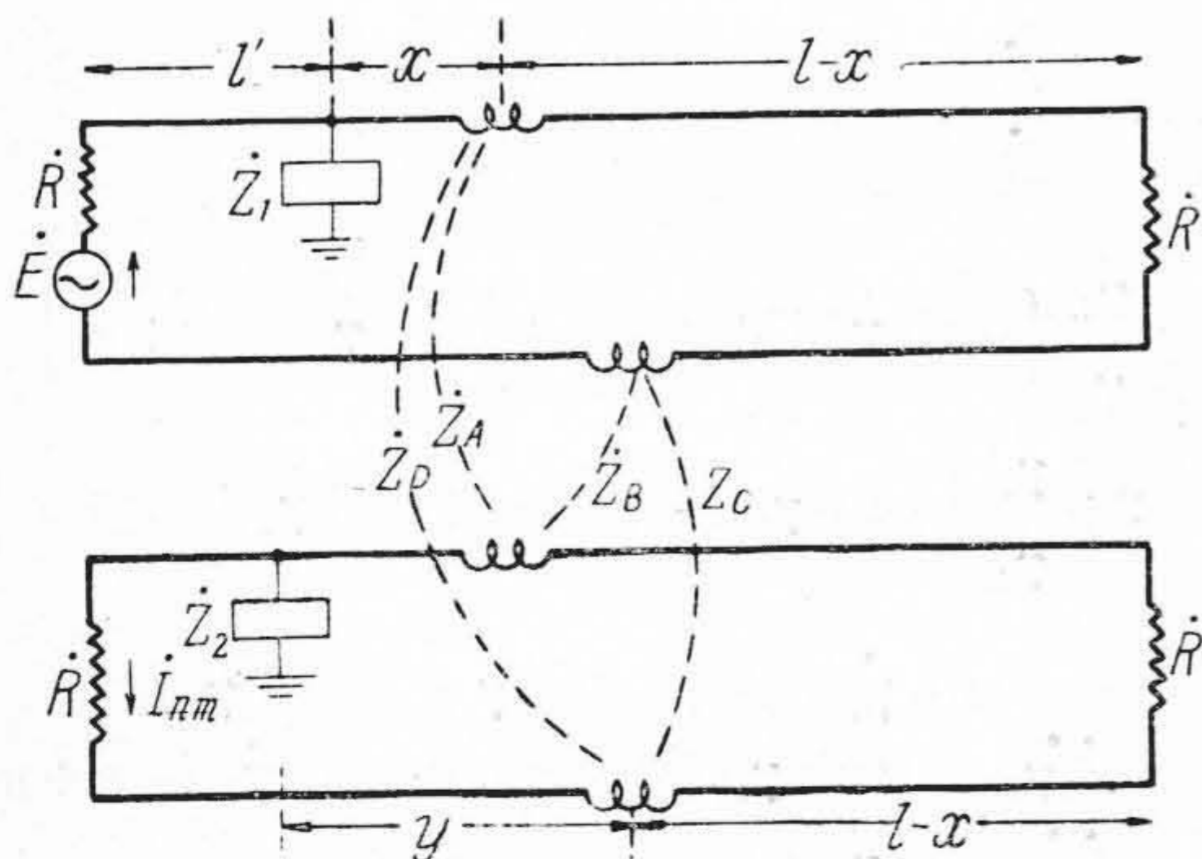
$$\begin{aligned} \dot{I}_{ns} &= -\frac{\dot{E}}{R} \\ &\times \frac{\frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \left\{ \tanh \dot{\gamma}_1 (l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1 (l-x+y) \right\}}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \left\{ \tanh \dot{\gamma}_1 (l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1 (l-x+y) \right\}} \\ &\times \frac{\tanh \dot{\gamma}_1 (l'+x) \cdot \sinh \dot{\gamma}_1 y - \cosh \dot{\gamma}_1 y}{1+8 \frac{\dot{Z}_2 \dot{\gamma}_1}{R \dot{\gamma}_2} \frac{\tanh \dot{\gamma}_1 (l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1 (l-x+y)}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \left\{ \tanh \dot{\gamma}_1 (l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1 (l-x+y) \right\}}} \\ &\times \frac{\dot{Y}_A (\cosh \dot{\gamma}_1 x - \tanh \dot{\gamma}_1 l \cdot \sinh \dot{\gamma}_1 x)}{\dot{Y}_A + \frac{\dot{\gamma}_1}{R \dot{\gamma}_2} \left\{ \tanh \dot{\gamma}_1 (l'+x) + \tanh \dot{\gamma}_1 (l-x) \right\}} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')} \times \frac{e^{-\dot{\gamma}_2(2l'+x-y)}}{1 + 8 \frac{\dot{Z}_1 \dot{\gamma}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l'}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}} \dots (13)$$

但し線路は完全なものと考えて、 $\dot{Y}_A = \dot{Y}_B = \dot{Y}_C = \dot{Y}_D$ として計算した。

上式は頗る複雑であるが、此は線路の途中に於ける對地絶縁劣化による漏話を表した式であるから私設交換機内部に於ける對地絶縁劣化の場合で、且 \dot{Y}_A を便宜上私設交換機のすぐ近くに集中して考えると、 $l'=0, x=0, y=0$ と考えられるから、

$$\dot{I}'_{ns} = \frac{\dot{E}}{\dot{R}} \cdot \frac{\frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \cdot \tanh \dot{\gamma}_1 l}{\left(2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l\right)^2} \cdot \frac{\dot{Y}_A}{\dot{Y}_A + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \cdot \tanh \dot{\gamma}_1 l} \times \frac{1}{\left(1 + 8 \frac{\dot{Z}_2 \dot{\gamma}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{\tanh \dot{\gamma}_1 l}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l}\right)} \times \left(1 + 8 \frac{\dot{Z}_1 \dot{\gamma}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{\tanh \dot{\gamma}_1 l}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l}\right) \dots (14)$$



第 6 圖 對地不平衡に基く磁氣結合漏話
Fig. 6 Illustrating the way in which an unbalance to ground, such as would be caused by a poor insulator, occurs crosstalk current by electro-magnetic effect.

で表せる。

次に第 6 圖に示す如く線路相互間の電磁結合を考え線路は完全であるとして、 $\dot{Z}_A = \dot{Z}_B = \dot{Z}_C = \dot{Z}_D$ とすれば電磁結合による近端漏話 \dot{I}_{nm} は次式で表せる。

$$\dot{I}_{nm} = \frac{4 \dot{\gamma}_1^2 \dot{Z}_A}{\dot{R}^2 \dot{\gamma}_2^2} \times \frac{\tanh \dot{\gamma}_1(l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1(l-x+y)}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \left\{ \tanh \dot{\gamma}_1(l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1(l-x+y) \right\}} \times \frac{\tanh \dot{\gamma}_1(l'+x) \cdot \sinh \dot{\gamma}_1 y - \cosh \dot{\gamma}_1 y}{1 + 8 \frac{\dot{Z}_2 \dot{\gamma}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{\tanh \dot{\gamma}_1(l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1(l-x+y)}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \left\{ \tanh \dot{\gamma}_1(l'+x-y) + \tanh \dot{\gamma}_1(l-x+y) \right\}}} \times \frac{\left\{ \tanh \dot{\gamma}_1(l-x) \right\} (\tanh \dot{\gamma}_1 l \cdot \cosh \dot{\gamma}_1 x - \sinh \dot{\gamma}_1 x)}{\left\{ \tanh \dot{\gamma}_1(l-x) + \tanh \dot{\gamma}_1(l'+x) \right\} \left\{ 2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l') \right\}} \times \frac{\dot{E} \cdot e^{-\dot{\gamma}_2(2l'+x-y)}}{1 + 8 \frac{\dot{Z}_1 \dot{\gamma}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l'}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} (\tanh \dot{\gamma}_1 l + \tanh \dot{\gamma}_1 l')}} \dots (15)$$

此は矢張り線路の途中に於ける對地絶縁劣化があつた際の近端漏話を表した式であるから、私設交換機内部に對地絶縁劣化があり、且磁氣結合を私設交換機のすぐ近くに集中して考えると $l'=0, x=0, y=0$ なるから

$$\dot{I}'_{nm} = - \frac{4 \dot{Z}_A \dot{E} \dot{\gamma}_1^2}{\dot{R}^2 \cdot \dot{\gamma}_2^2} \cdot \frac{(\tanh \dot{\gamma}_1 l)^2}{\left(2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l\right)^2} \times \frac{1}{1 + \frac{\dot{Z}_2}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{8 \dot{\gamma}_1}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l}} \times \frac{1}{1 + \frac{\dot{Z}_1}{\dot{R} \dot{\gamma}_2} \frac{8 \dot{\gamma}_1}{2 + \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l}} \dots (16)$$

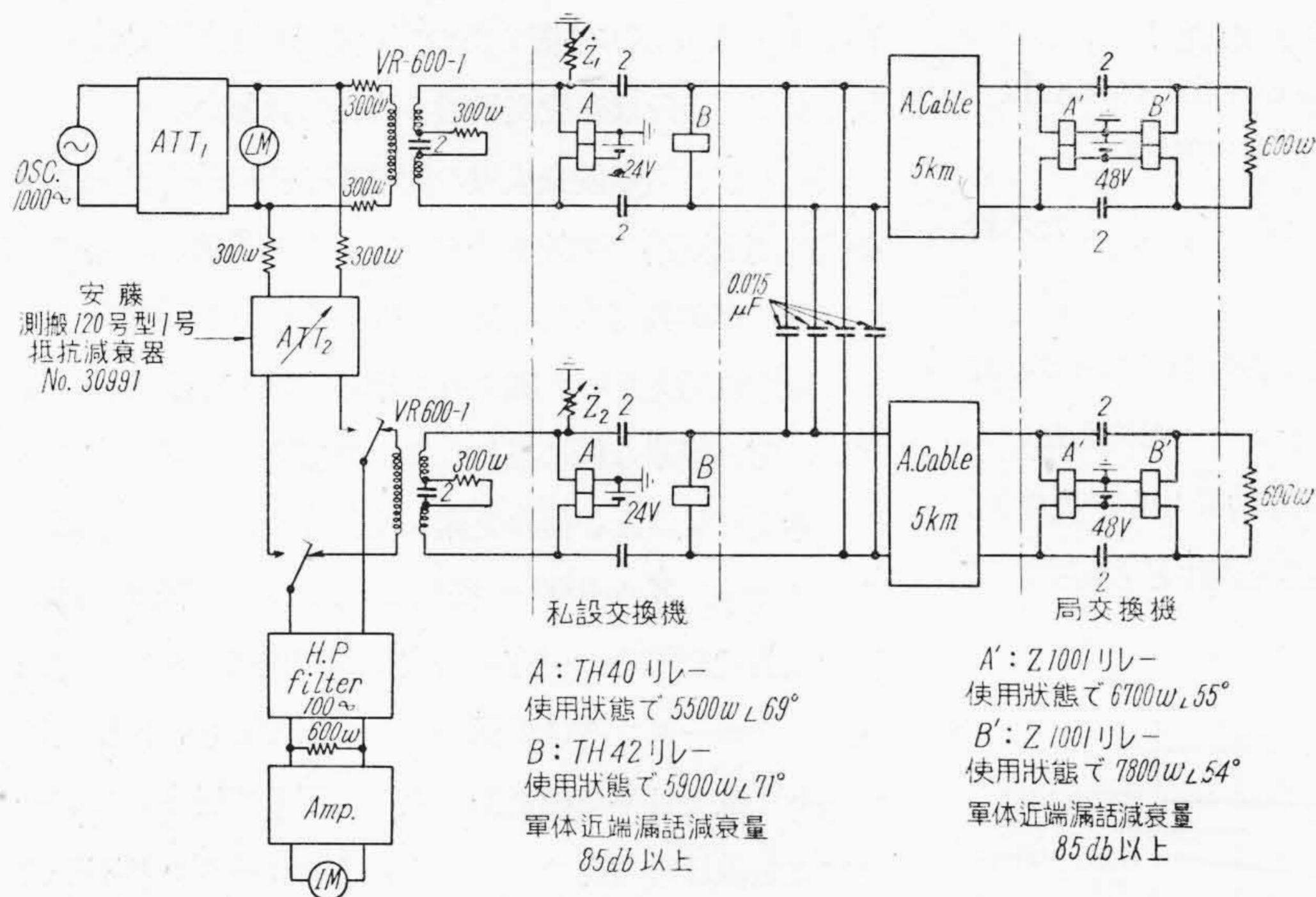
此處で考えるべきことは片線をインピーダンスを通して地氣したと言うことは、電流供給装置の不平衡と等價であり、且又對地絶縁劣化とも等價であるから、此等の式は (2)~(2), (2)~(3), (2)~(4) の何れにも該当す

ると考えられる。

普通の電話線路では \dot{Y}_A の方が \dot{Z}_A よりも問題である。従つて \dot{I}'_{ns} について吟味を進めて行くことにする。先づ我々が (14) 式を見て感じることは他の条件が全部同じであるならば、 \dot{Z}_1, \dot{Z}_2 の減少すればする程、即ち對地不平衡の増せば増す程、漏話がふえるということである。線路の定数が 1 km 當り $\dot{Z}=28 \omega$, $\dot{Y}=0.07 \mu F$, $\dot{Y}_m=0.015 \mu F$ である 5 km の擬似ケーブルを使用し、

又 $\dot{Y}_A=0.075 \mu F$ として第7圖の如き測定回路で測定した近端漏話減衰量と (14) 式による計算値を比較したのが第8圖である。實驗の結果も \dot{Z}_1, \dot{Z}_2 が減る程漏話はふえて傾向は一致して居る。

計算値と實測値の異りは先づ電流供給装置のインピーダンスが無限大でないこと、實測の際は終端インピーダンスを 600ω としたこと、及び $\dot{Y}_A, \dot{Y}_B, \dot{Y}_C, \dot{Y}_D$ の間の平衡が完全でないことが考えられる。尙ケーブル相互



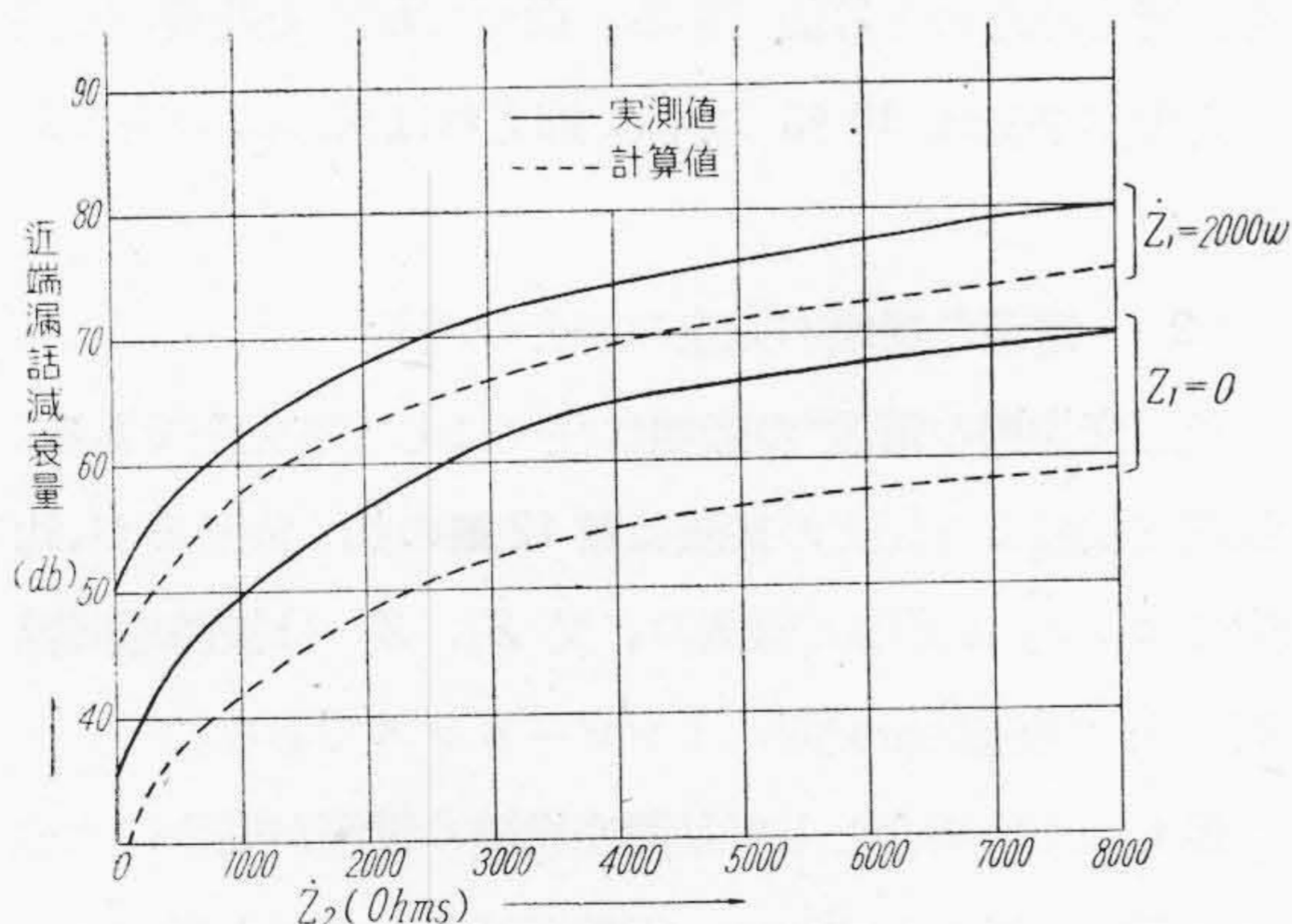
第7圖 本實驗に於ける漏話測定回路

Fig. 7 Test circuit for measuring crosstalk used in our experiment.

間の近端漏話減衰量、即ち $\dot{Y}_A, \dot{Y}_B, \dot{Y}_C, \dot{Y}_D$ の不平衡に基く近端漏話減衰量は 600ω を終端して 90 db 以上に抑えて本實驗を行つた。

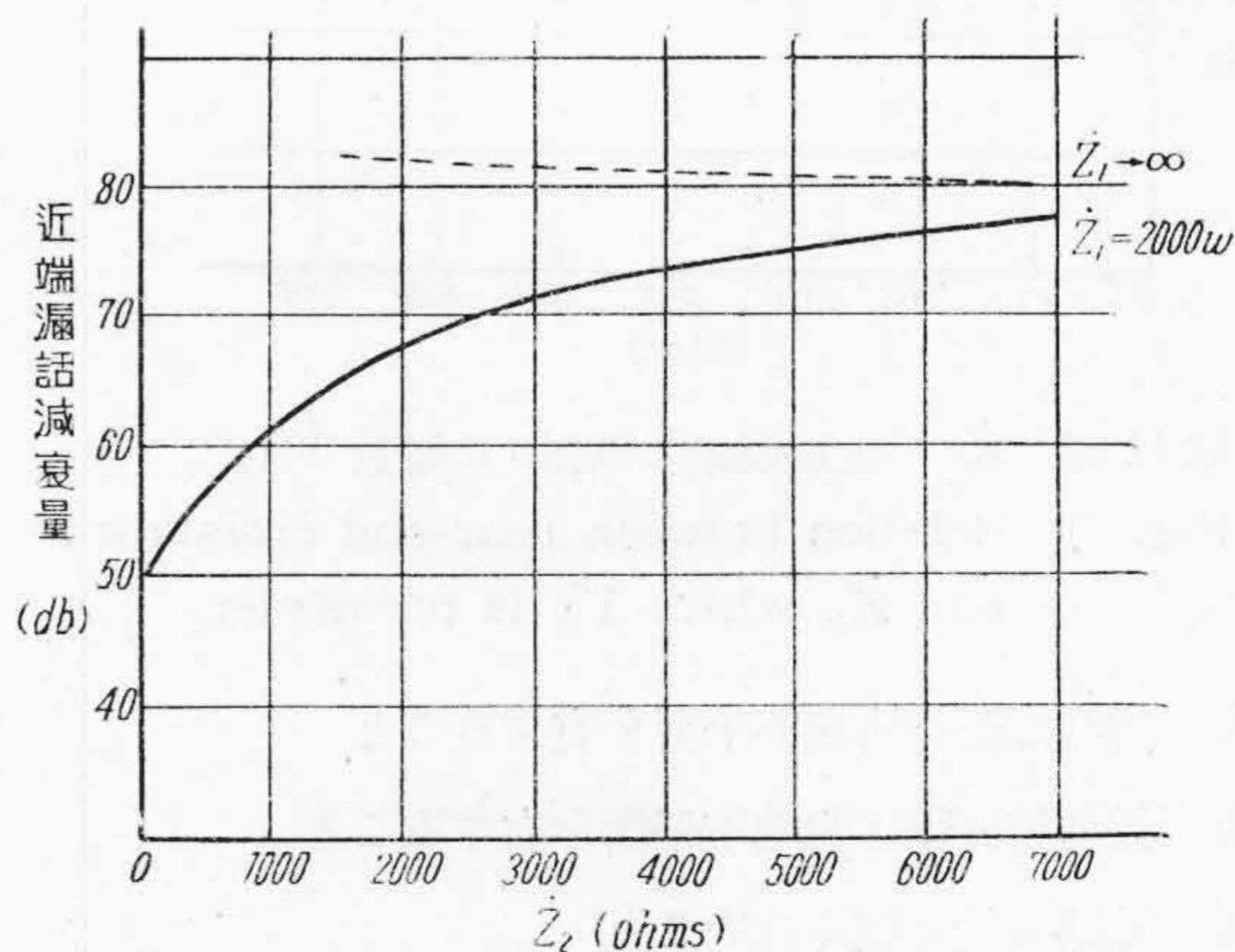
次に $\dot{Z}_1 \rightarrow \infty$ で \dot{Z}_2 の値を變化させた實測の結果が第9圖であるが、(14)式よりも分る如く、 $\dot{Z}_1 \rightarrow \infty$ では $\dot{I}'_{ns}=0$ となるので、實測値も \dot{Z}_2 を低い値にしても漏話は大きくない。

次に $l=0$ の場合の測定結果が第10圖であるが、此の場合も對地不平衡があつても漏



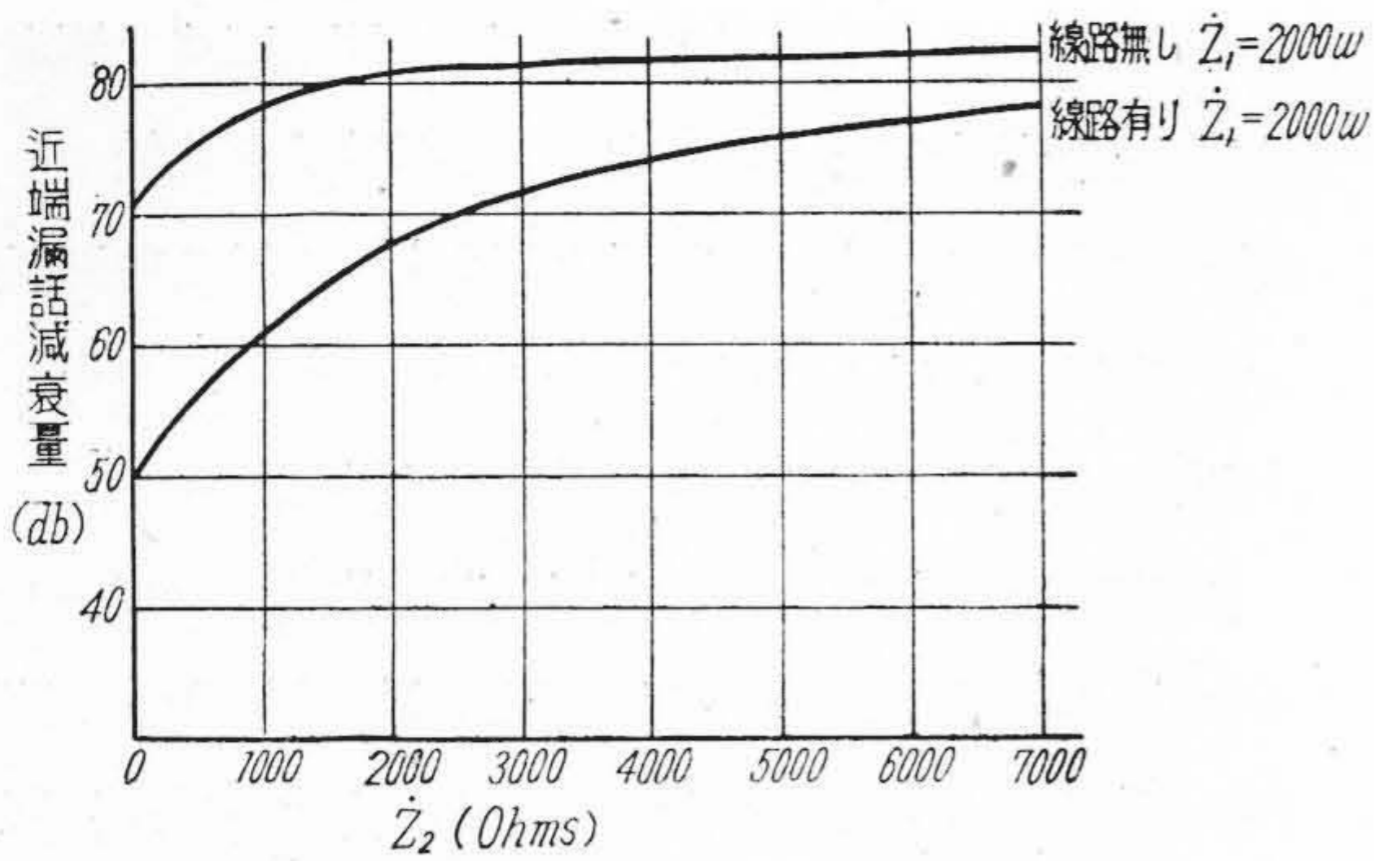
第8圖 7圖の條件により生ずる近端漏話の實測値と計算値の比較

Fig. 8 Comparison of measured value of near-end crosstalk using the method of Fig. 7 and the calculated value.



第9圖 \dot{Z}_1 と近端漏話の関係 (助變數 \dot{Z}_1)

Fig. 9 Relation between near-end crosstalk and \dot{Z}_2 , where \dot{Z}_1 is parameter.

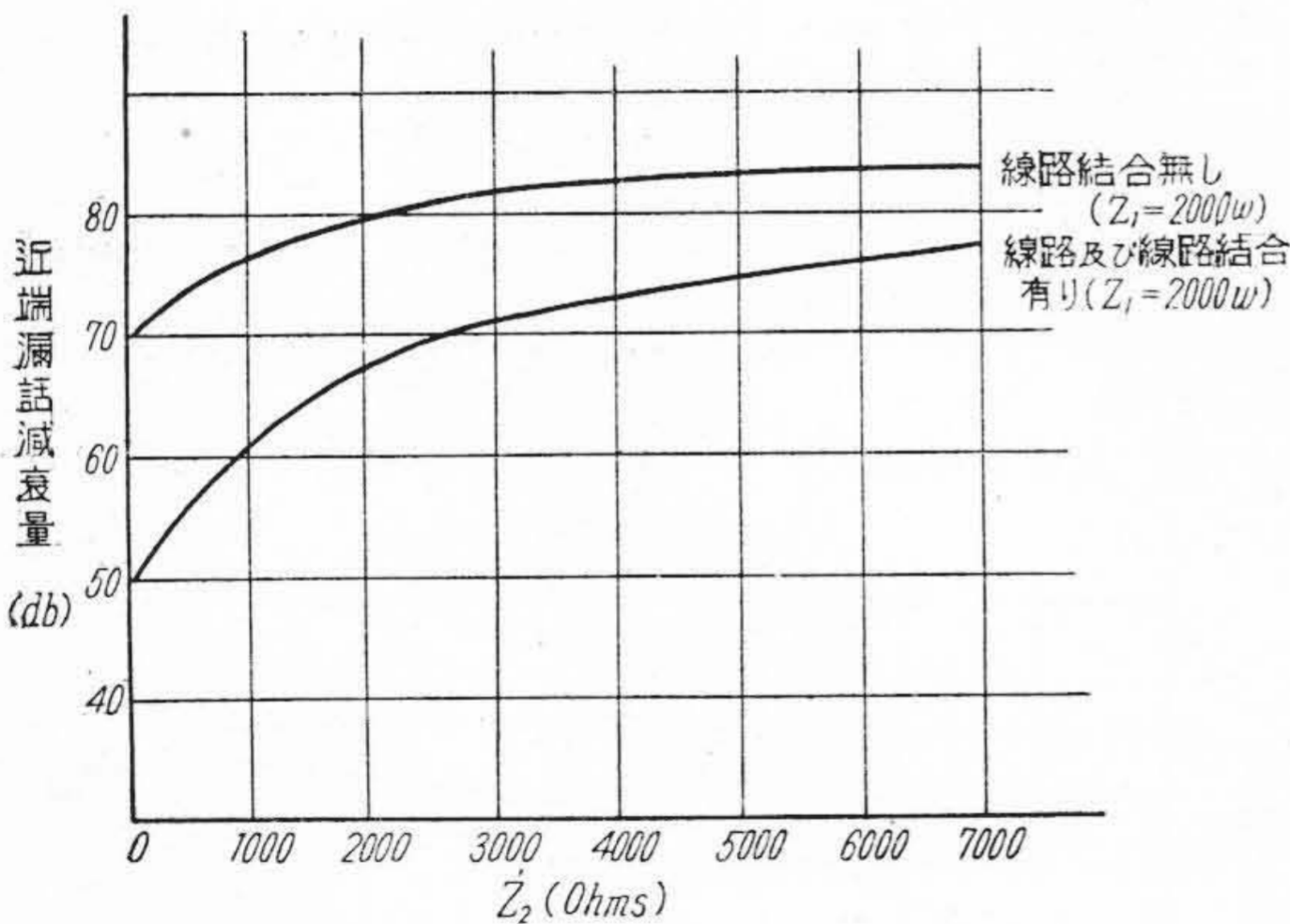


第 10 圖 Z_2 と近端漏話の関係 (助變數 l)
 Fig. 10 Relation between near-end crosstalk and, Z_2 , where l is parameter.

話は大してふえない。此は $l=0$ なら $I'_{ns}=0$ となる計算結果とも一致して居る。

次に $\dot{Y}_A=0$ の場合の測定結果が第 11 圖であるが、此の場合も對地不平衡があつても漏話は大してふえない。此は $\dot{Y}_A=0$ なら $I'_{ns}=0$ となる計算結果とも一致する。

以上の結果から漏話が起るべき必要條件として次の諸點が上げられると思う。



第 11 圖 Z_2 と近端漏話の関係 (助變數 \dot{Y}_A)
 Fig. 11 Relation between near-end crosstalk and Z_2 , where \dot{Y}_A is parameter.

1. 誘導回線は對地不平衡を有すること
2. 被誘導回線は對地不平衡を有すること
3. 線路は餘り短くないこと
4. 線路相互間の結合容量も餘り小でないこと。但し此は線路の不良を意味するのではなく、先に述べた \dot{Y}_A が或程度以上の値を有する事と云う意味であ

る。従つて線路自體として見た時は $\dot{Y}_A=\dot{Y}_B=\dot{Y}_C=\dot{Y}_D$ であるから何等漏話を生ぜぬのである。

以上の 4 點の中 1 つが缺けても對地不平衡に基く漏話は餘り増大しない。従つて此處に一つの對地不平衡を有する私設交換機回線があつても其の通話の相手が相當離れて居り、もう一つの回線にも對地不平衡があり、且兩回線相互間の結合容量が大でなければ漏話は大とならぬ。従つて此が漏話を時々生じ常に生ずるとは限らないということの説明になると思う。但し線路相互間の $\dot{Y}_A, \dot{Y}_B, \dot{Y}_C, \dot{Y}_D$ が不平衡であつて、漏話を生ずる時は別問題であつて、此は私設交換機の責任では無い。

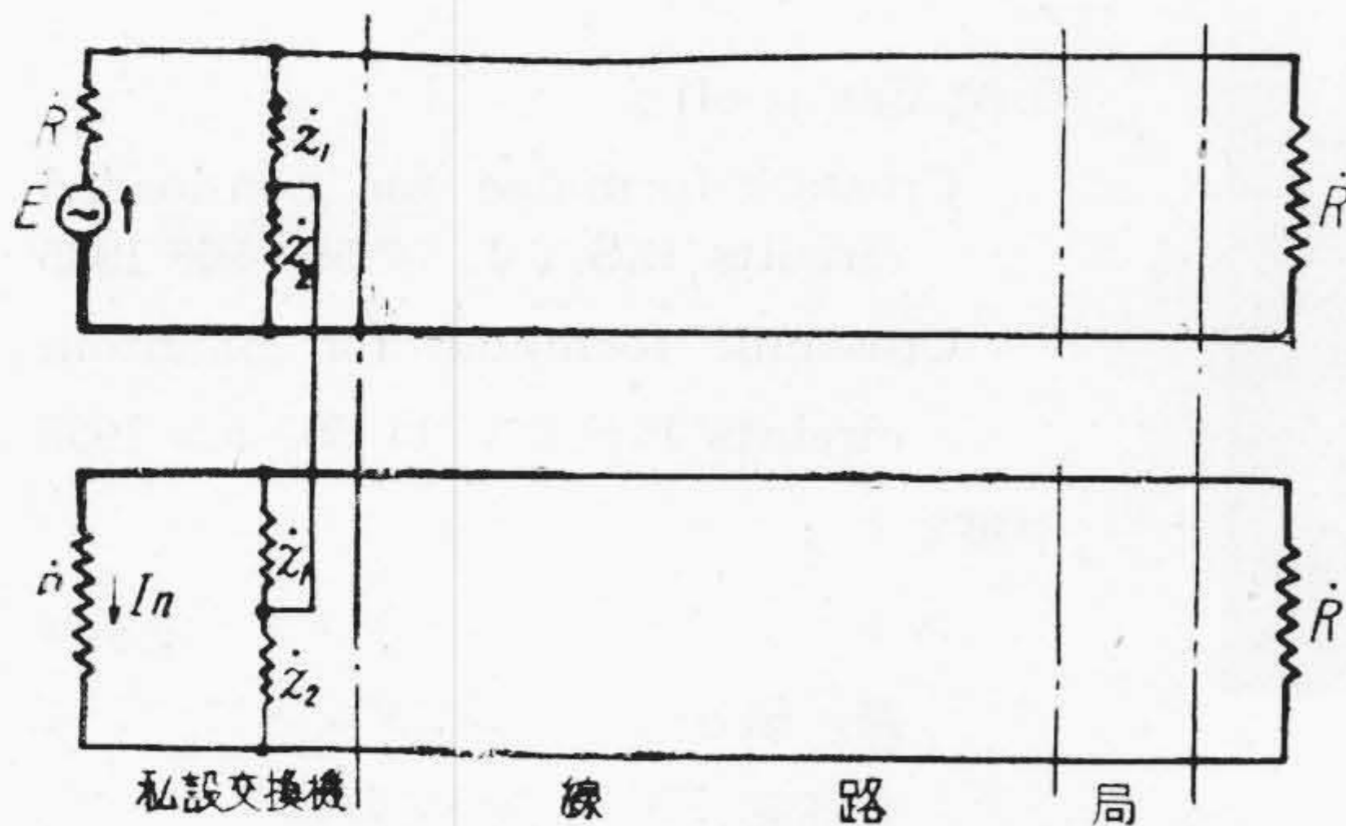
以上の事から私設交換機の對地不平衡に基く漏話は現在迄の測定回路では餘り分らないが、第 7 圖の回路によれば分る事が判明した。併し一々かういふ實驗を行うことは繁雜に耐えない。其よりも寧ろ對地不平衡の程度を定めた方が簡単な様に思われる。さて再び (14) 式に戻つて考えて見ると、他の要素が全部完全であるならば $Z_1 \doteq 4000 \Omega, Z_2 \doteq 4000 \Omega$ 程度ならば 75 db 程度の近端漏話減衰量を得る。一方共電式私設交換機の電流供給装置のインピーダンスは最低 4000 Ω 位であり、位相角は $60^\circ \sim 80^\circ$ 位で且平型繼電器を主に使用して居るので、一次二次捲線は密結合であるから、インピーダンス不平衡を兩捲線の差と和の比で表せば、片線と大地間に 4000 Ω を入れたということは約 10% のインピーダンス不平衡を生ぜしめたのと等價である。従つて私設交換機の回線の對地不平衡は 10% 以下に抑えれば先づよい筈である。

(2) 電源の接地不完全の場合の漏話

私設交換機の電源*の接地は往々にして不完全である。私設交換機より局えの接続は第 12 圖の如く表せるが、此處で z_1, z_2 は誘導回線側の、又 Z_1, Z_2 は被誘導回線側の夫々電流供給装置のインピーダンスである。

最も甚しい場合として私設交換機の電源が完全に大地より浮いて居るとすれば、近端漏話となるべき電流は

* 此の場合私設交換機の電源とは中性點を意味する。



第 12 圖 私設交換機の中性點接地不良の場合の通話回路

Fig. 12 Transmission circuit between subscribers in P.B.X. and ordinary subscribers under the condition of imperfect grounding of the neutral point in P.B.X.

$$I_n = \frac{E \cdot (Z_2 - Z_1)(z_2 - z_1) \frac{\dot{\gamma}_1}{R \dot{\gamma}_2} \tanh \dot{\gamma}_1 l}{2(z_2 + z_1) \left\{ 2Z_1 + 2Z_2 + R + \frac{8\dot{\gamma}_1}{R \dot{\gamma}_2} Z_2 Z_1 - \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} Z_1 - \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2} Z_2 \right\} \tanh \dot{\gamma}_1 l} \dots (17)$$

上式より分る漏話を生ずべき条件は

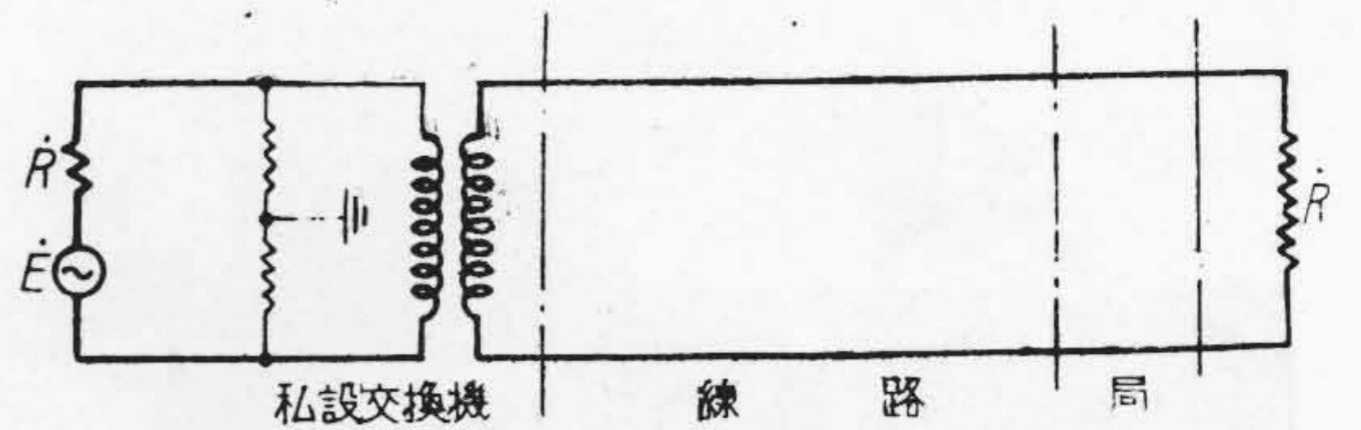
1. 誘導回線に對地不平衡のあること
2. 被誘導回線に對地不平衡のあること
3. 線路の距離の餘り短くないこと

以上の3つである。此の中1つが缺けても漏話は減少する。さて(3)~(1)項の漏話を生ずべき条件と比較して見ると、静電結合或は電磁結合の有無に拘らず漏話を生ずることになる。従つて私設交換機の電源の接地は完全にする必要がある。

(3)~(3) 漏話の防止

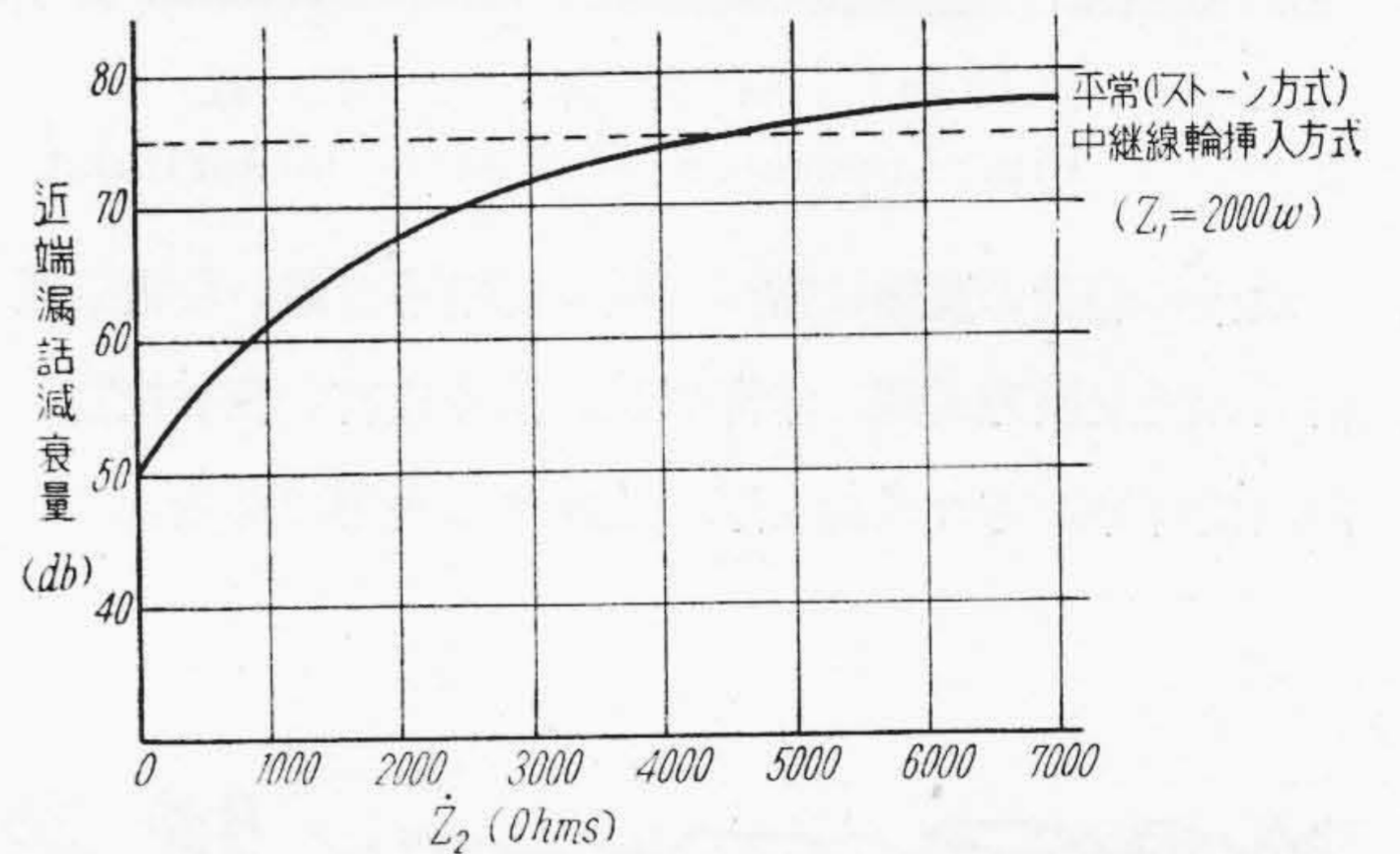
私設交換機内部の對地不平衡による漏話、或は電源の接地不完全による漏話、或は接続過程に於ける對地不平衡による漏話等は其の根本原因を除けばよいのであるが私設交換機の特徴上、電源の接地は常に完全であるとは云い難く、又接続過程に於ける對地不平衡も避け難い場合がある。

其處で其の對策としては第 13 圖に示す位置に中繼線輪を入れて、其の影響を取除いて了えばよい。其の結果



第 13 圖 中繼線輪の挿入位置

Fig. 13 Inserting point of repeating coil.



第 14 圖 中繼線輪の挿入による漏話の減少

Fig. 14 Illustration of the effect of inserted repeating coil on crosstalk reduction.

を測定したのが第 14 圖である。併し此の方式は通話損失は増大し、且費用がかゝり、又場所も多くとると云う缺點がある。

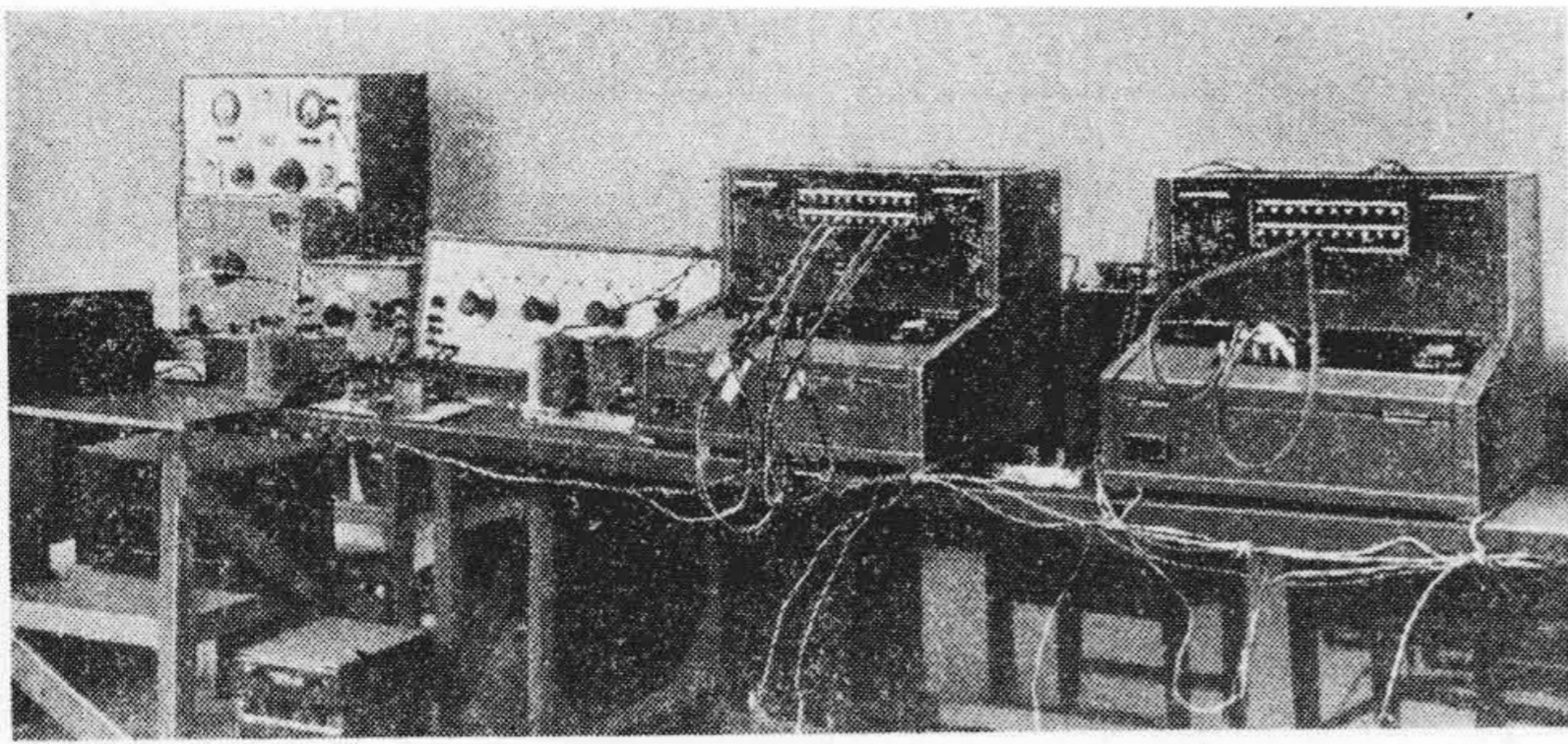
ストーン式の私設交換機を使用する限り、私設交換機内部の對地不平衡はあく迄もさげねばならぬ。前述の 10% というのも他は全部完全であるとしての假定であるので、少ければ少い程よいことは言う迄もない。

共電式私設交換機の電流供給装置は H 型或は G 型繼電器を使用して居るので、此の繼電器の巻線には細心の注意を要する。

[IV] 結 語

以上で私設交換機に缺陷があり乍ら、ケーブルに接ぐ迄は分らぬ漏話の原因である對地不平衡について述べたが、此の計算結果には相當多くの假定を伴つて居るので、必ずしも妥當であるとは考えて居らぬ。今後も妥當な結果を得る様努力する積りである。

此の他電流供給装置相互間の漏洩磁束等は重大な問題であつて、今後とも吟味すべき點は多々あるのである。



第15圖 漏話測定装置
Fig. Apparatus of crosstalk measurement.

最後に漏話の實驗に當つて種々御指導を戴いた電氣通信研究所交換方式課 米澤課長、油井技官、花谷技官、梅田技官等の方々に對し厚く感謝する次第である。

参考文献

G.A. Campbell ;
Crosstalk formulae for non-loaded circuits B.S.T.J. 14 559-566 1935
Crosstalk formulae for phantom circuits B.S.T.J. 14 567-570 1935
中根安夫 ;
ストロージャー式コネクタ-電話回路の繼電器インピーダンスについて 信話誌 116號 Nov. 1932
F. Pfeider :
Dämpfung und Symmetrie in Fernsprechämtern
T. F. T. 11 8-19 1935
T. F. T. 13 33-35 1936

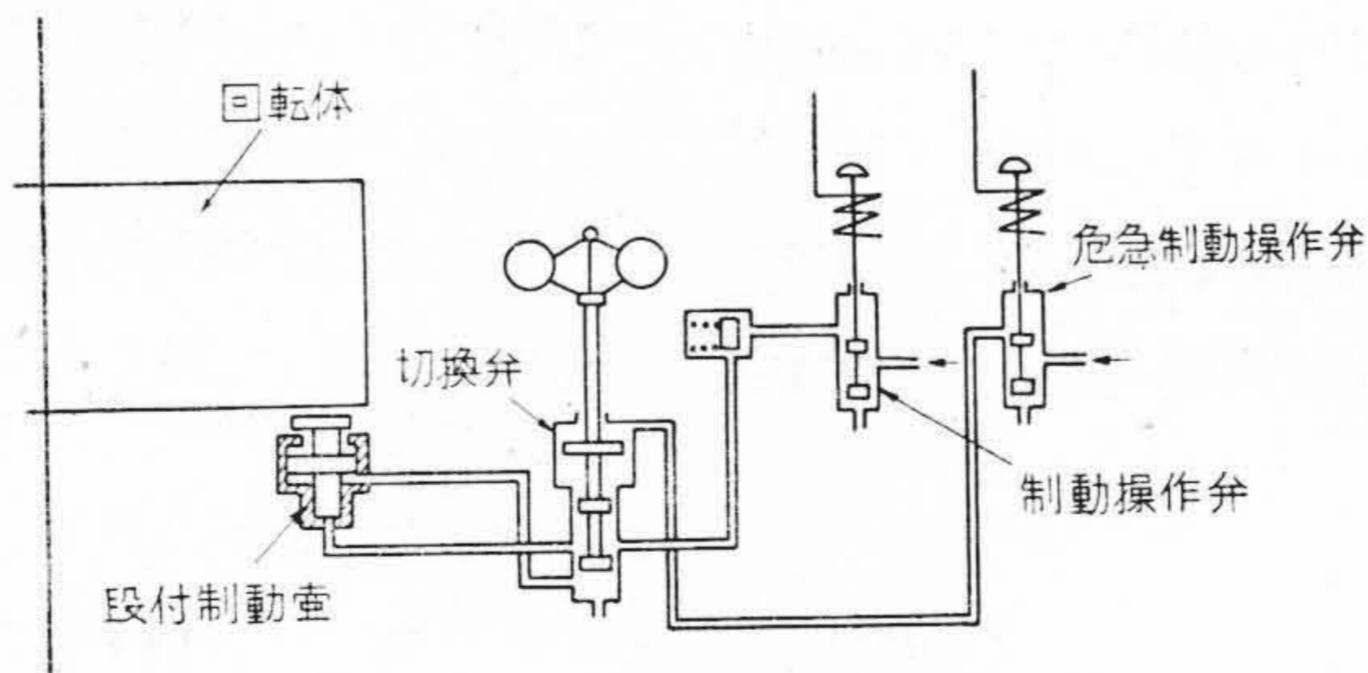
特許紹介

油壓制動装置

實用新案第 367944 號

深 栖 俊 一

大容量水車發電機のように、回轉慣性の大きい回轉體を、油壓制動機により停止させる場合、急速に制動をかけると、制動沓の損耗を早むるばかりでなく、摩擦熱により、回轉體の制動輪を局部的に過熱して、龜裂を生ぜしめる虞れがある。本案はこの點に鑑み、圖に示すように、油壓制動機を、大徑シリンダ及び小徑シリンダを備えた段付構造とし、且つ各シリンダへの送油を、回轉體の速度變化に應動する、スピード付自動切換弁により、自動的に切換え、速



度大なる間は小徑シリンダに送油して弱い制動力をかけ、速度減少するに及び大徑シリンダに送油して制動力を強大とし、回轉體の停止を早めるようにしたものである。回轉體の回轉を停止する平常の制動は制動操作弁の制御により、壓面を切換弁に供給するも、危急停止の場合は、危急制動操作弁の動作により、壓油を切換弁に送り、速度に無關係に、切換弁を動作させて油壓制動機の大徑シリンダに送油し、回轉體の非常停止制動を行い得るものである。