



Title	消弧系一部分の不揃遮断による零相分電圧の低圧側移行について
Author(s)	小池, 東一郎; Koike, Tōichiro
Citation	北海道大學工學部研究報告, 13, 83-93
Issue Date	1955-12-15
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/40574">https://hdl.handle.net/2115/40574</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	13_83-94.pdf



# 消弧系一部分の不揃遮断による零相分 電圧の低圧側移行について

小池 東一郎

(昭和30年9月30日受理)

## On the induced Zero Phase Sequence Voltage by unsimultaneous switching in P. C. System.

Tōichiro KOIKE

### Abstract

If some part of Petersen Coil compensated system is switched off by a switch gear, of which contacts separates unsimultaneously, a transient zero phase sequence voltage generates for several cycles duration of switching process, and after that, it decreases to zero as a free oscillating voltage. These voltages are induced statically to the low voltage side through power transformer of that system, and leads to misoperation of low voltage side ground relay, moreover it is sometimes harmful to the system insulation. In this paper, these phenomena are discussed by theoretically and experimentally on mimic circuit and field system.

### I. 緒 言

送電系統に於て一線接地故障発生時、電源変圧器の静電容量を通して、発電機の接地継電器回路へ零相分が移行し、継電器の誤動作を来すことが考えられている。特に消弧線輪系統に於ては、系統一部開放の際に、接触子開離不揃があれば、断線状態を経た後に完全開放されることとなり、断線による零相分及び遮断後の零相自由振動分に依つて、系統に連る変圧器低圧側へ、可成り長時間に亘る移行が考えられ、非故障時に於ける継電器誤動作が発生し得る。本文は先づ不揃遮断による過渡零相分を解き、次で低圧側継電器諸定数による移行電圧の値に就て考察しものである。

### II. 消弧系に於て、不揃遮断により発生する過渡分

P点に於て、 $a$ 相開放後  $b, c$ 相同時開放が行われたものとする。 $b, c$ 相開放前の系統各部電圧電流はすべて計算可能であつて、 $a$ 相開放点両端子間に現れる電圧  $3v$  も既知である。

今  $i_a', i_b', i_c' \dots bc$  相開放前各相 P 点電流

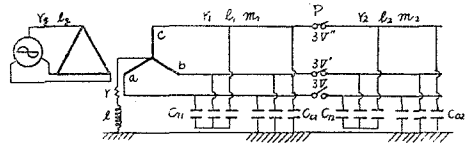
$i_a, i_b, i_c \dots bc$  相開放後各相  $P$  点電流

$i_a'', i_b'', i_c'' \dots bc$  相開放後各相  $P$  点に

於ける補償分電流

$3V, 3V', 3V'' \dots bc$  相開放後  $P$  点断線点

端子間に現れる各相電圧



第 1 図

とし、 $b$  相に就て計算する。

$$\left. \begin{aligned} i_{b0} &= \frac{1}{3}(i_b + i_c + i_a) \\ i_{b1} &= \frac{1}{3}(i_b + ai_c + a^2i_a) \\ i_{b2} &= \frac{1}{3}(i_b + a^2i_c + ai_a) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

$$i_a' = i_a = i_b = i_c = 0 \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore i_b = i_{b1} = i_{b2} = i_{b0} = 0 \dots \dots \dots (3)$$

又  $t=0$  に於ては  $3v=3V$  とする。

又  $3V, 3V', 3V''$  を対称分に分ければ

$$\left. \begin{aligned} V_{b0} &= \frac{1}{3}(3V' + 3V'' + 3V) = V' + V'' + V \\ V_{b1} &= \frac{1}{3}(3V' + 3aV'' + 3a^2V) = V' + aV'' + a^2V \\ V_{b2} &= \frac{1}{3}(3V' + 3a^2V'' + 3aV) = V' + a^2V'' + aV \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

$bc$  相開放後の各相分補償電流を  $i_{b0}'', i_{b1}'', i_{b2}''$ ,  $P$  点より眺めた系統の零相, 正相, 逆相分インピーダンスを夫々  $Z_0(p), Z_1(p), Z_2(p)$  とし, 又過渡解として

$$Z_1(p) = Z_2(p) \dots \dots \dots (5)$$

とすれば

$$\left. \begin{aligned} i_{b0}'' &= \frac{1}{Z_0(p)}(V' + V'' + V) \\ i_{b1}'' &= \frac{1}{Z_1(p)}(V' + aV'' + a^2V) \\ i_{b2}'' &= \frac{1}{Z_1(p)}(V' + a^2V'' + aV) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{又 } i_b'' = -i_b' \cdot 1 = i_{b0}'' + i_{b1}'' + i_{b2}'' \dots \dots \dots (7)$$

$$i_c'' = -i_c' \cdot 1 = i_{b0}'' + a^2i_{b1}'' + ai_{b2}'' \dots \dots \dots (8)$$

$$i_a'' = 0 = i_{b0}'' + ai_{b1}'' + a^2i_{b2}'' \dots \dots \dots (9)$$

が成立つ。

(7)+(8)+(9) に (6) を代入して整理すれば

$$-i_b' \cdot 1 - i_c' \cdot 1 = \frac{3}{Z_0(p)} (V' + V'' + V) \dots\dots\dots (10)$$

(9)-(7) に (6) を代入

$$i_b' \cdot 1 = \frac{3}{Z_1(p)} (V - V') \dots\dots\dots (11)$$

(9)-(8) 及び (5) より

$$i_c' \cdot 1 = \frac{3}{Z_1(p)} (V - V'') \dots\dots\dots (12)$$

(11)+(12) より

$$3V' + 3V'' = 6V - Z_1(p)i_b' \cdot 1 - Z_1(p)i_c' \cdot 1$$

上式に (10) を代入

$$V = \frac{1}{9} \{-Z_0(p)i_b' \cdot 1 - Z_0(p)i_c' \cdot 1 + Z_1(p)i_b' \cdot 1 + Z_1(p)i_c' \cdot 1\} \dots\dots\dots (13)$$

(11) に (13) を代入

$$V' = \frac{1}{9} \{-Z_0(p)i_b' \cdot 1 - Z_0(p)i_c' \cdot 1 - 2Z_1(p)i_b' \cdot 1 + Z_1(p)i_c' \cdot 1\} \dots\dots\dots (14)$$

(12) に (13) を代入

$$V'' = \frac{1}{9} \{-Z_0(p)i_b' \cdot 1 - Z_0(p)i_c' \cdot 1 + Z_1(p)i_b' \cdot 1 - 2Z_1(p)i_c' \cdot 1\} \dots\dots\dots (15)$$

(13), (14), (15) 及び (6) より

$$\begin{aligned} i_{b0}'' &= \frac{1}{Z_0(p)} \cdot \frac{1}{3} \{-Z_0(p)i_b' \cdot 1 - Z_0(p)i_c' \cdot 1\} \\ &= -\frac{1}{3} i_b' \cdot 1 - \frac{1}{3} i_c' \cdot 1 \dots\dots\dots (16) \end{aligned}$$

同様な方法に依り

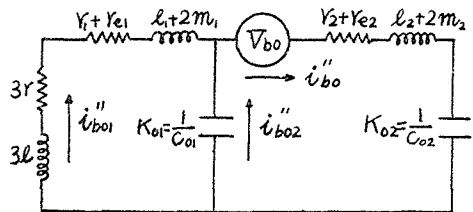
$$i_{b1}'' = -\frac{1}{3} i_b' \cdot 1 - \frac{a}{3} i_c' \cdot 1 \dots\dots\dots (17)$$

$$i_{b2}'' = -\frac{1}{3} i_b' \cdot 1 - \frac{a^2}{3} i_c' \cdot 1 \dots\dots\dots (18)$$

(16), (17), (18) 及び (1), (2), (3) 等より, a 相開放時の P 点 bc 相電流  $i_b' \cdot i_c'$  が判明すれば, b, c 相開放後の系統各部電圧電流が求め得る.

(A) 零相分計算

今 1 相分の値として



第 2 図

$3\gamma, 3l$  ……消弧コイルの抵抗及びインダクタンス

$\gamma_1, \gamma_{e1}, l_1, m_1$  ……  $P$  点までの線条抵抗, 大地抵抗, 自己及び相互インダクタンス

$\gamma_2, \gamma_{e2}, l_2, m_2$  ……  $P$  点より末端までの夫々の値,

とし、 $i_{b01}''$  を消弧コイルに流れる補償分電流とすれば、

$$i_{b01}'' = \frac{\frac{K_{01}}{p}}{3\gamma + 3pl + \frac{K_{01}}{p} + \gamma_1 + \gamma_{e1} + p(l_1 + 2m_1)} i_{b0}''$$

$$= \frac{K_{01}}{p^2 L_0 + pR_0 + K_{01}} i_{b0}'' \dots\dots\dots (19)$$

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= 3\gamma + \gamma_1 + \gamma_{e1} \\ L_0 &= 3l + l_1 + 2m_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (20)$$

(19) 及び (16) より

$$i_{b01}'' = -\frac{K_{01}}{3(p^2 L_0 + pR_0 + K_{01})} i_b' \cdot 1 - \frac{K_{01}}{3(p^2 L_0 + pR_0 + K_{01})} i_c' \cdot 1 \dots\dots\dots (21)$$

消弧線輪を流れる電流分  $i_{bon}$  は

$$i_{bon} = i_{b01}' + i_{b01}'' \dots\dots\dots (22)$$

但し  $i_{b01}'$  は  $b, c$  相開放前の消弧線輪電流

又電源変圧器中性点電位  $v_n$  は

$$v_n = -(3\gamma + 3pl) i_{bon} \dots\dots\dots (23)$$

(21) 式に於て、 $a$  相断線後定常状態に達してより後  $b, c$  相開放されたものとする場合には、断線過渡減衰項が、 $i_b', i_c'$  中に含まれていないので計算は容易となる。 $b, c$  開放直前の  $b, c$  相  $P$  点電流を夫々

$$\left. \begin{aligned} i_b' &= I_b \sin(\omega t + \theta_b) \\ i_c' &= I_c \sin(\omega t + \theta_c) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (24)$$

とすれば

$$i_{b01}'' = -\frac{y_0}{3} \{ I_b \sin(\omega t + \theta_b - \phi_{b0}) + I_c \sin(\omega t + \theta_c - \phi_{b0}) \}$$

$$= \frac{K_{01} e^{-(\alpha_0 + j\beta_0)t}}{3[(-\alpha_0 + j\beta_0)^2 + \omega^2][2L_0(-\alpha_0 + j\beta_0) + R_0]} \{ (-\alpha_0 + j\beta_0) \}$$

$$\times (I_b \sin\theta_b + I_c \sin\theta_c) + \omega (I_b \cos\theta_b + I_c \cos\theta_c) \}$$

$$- \frac{K_{01} e^{(-\alpha_0 - j\beta_0)t}}{3[(-\alpha_0 - j\beta_0)^2 + \omega^2][2L_0(-\alpha_0 - j\beta_0) + R_0]} \{ (-\alpha_0 - j\beta_0) \}$$

$$\times (I_b \sin\theta_b + I_c \sin\theta_c) + \omega (I_b \cos\theta_b + I_c \cos\theta_c) \} \dots\dots\dots (25)$$

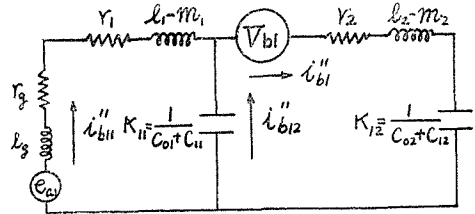
但し

$$\left. \begin{aligned}
 y_0 &= \frac{K_{01}}{\sqrt{(K_{01} - \omega^2 L_0)^2 + \omega^2 R_0^2}} \\
 \phi_{b0} = \phi_{c0} &= \tan^{-1} \frac{\omega R_0}{K_{01} - \omega^2 L_0} \\
 \alpha_0 &= \frac{R_0}{2L_0}, \quad \beta_0 = \frac{\sqrt{4L_0 K_{01} - R_0^2}}{2L_0}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (26)$$

(25) 式第1項は (22) 式の  $i_{b01}'$  と同大反対符号となるので  $i_{b01}$  は (25) 式の過渡分のみとなる。

(B) 正相分計算

線路側換算発電機回路1相分抵抗を  $\gamma_g$ 、インダクタンスを  $l_g$  とせば



第 3 図

$$i_{b11}'' = \frac{\frac{K_{11}}{p}}{\gamma_g + pl_g + \gamma_1 + p(l_1 - m_1) + \frac{K_{11}}{p}} \quad i_{b1}'' = \frac{K_{11}}{p^2 L_1 + pR_1 + K_{11}} i_{b11}'' \dots\dots\dots (27)$$

$$\left. \begin{aligned}
 R_1 &= \gamma_g + \gamma_1 \\
 L_1 &= l_g + l_1 - m_1
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (28)$$

(17) 及び (27) より

$$\begin{aligned}
 i_{b11}'' &= -\frac{y_1}{3} \{ I_b \sin(\omega t + \theta_b - \phi_{b1}) + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \sin(\omega t + \theta_c - \phi_{b1}) \} \\
 &\quad - \frac{K_{11} \varepsilon^{(-\alpha_1 + j\beta_1)t}}{3 [(-\alpha_1 + j\beta_1)^2 + \omega^2] [2L_1(-\alpha_1 + j\beta_1) + R_1]} \{ [I_b(-\alpha_1 + j\beta_1) \sin \theta_b \\
 &\quad + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} (-\alpha_1 + j\beta_1) \sin \theta_c] + [I_b \omega \cos \theta_b + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \omega \cos \theta_c] \} \\
 &\quad - \frac{K_{11} \varepsilon^{(-\alpha_1 - j\beta_1)t}}{3 [(-\alpha_1 - j\beta_1)^2 + \omega^2] [2L_1(-\alpha_1 - j\beta_1) + R_1]} \{ [I_b(-\alpha_1 - j\beta_1) \sin \theta_b \\
 &\quad + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} (-\alpha_1 - j\beta_1) \sin \theta_c] + [I_b \omega \cos \theta_b + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \omega \cos \theta_c] \} \dots\dots\dots (29)
 \end{aligned}$$

但し

$$\left. \begin{aligned}
 y_1 &= \frac{K_{11}}{\sqrt{(K_{11} - \omega^2 L_1)^2 + \omega^2 R_1^2}} \\
 \phi_{b1} &= \tan^{-1} \frac{\omega R_1}{K_{11} - \omega^2 L_1} \\
 \alpha_1 &= \frac{R_1}{2L_1}, \quad \beta_1 = \frac{\sqrt{4L_1 K_{11} - R_1^2}}{2L_1}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (30)$$

これより電源変圧器端正相分電流  $i_{b1}$  は  $i_{b11}'$  を  $b, c$  相開放前の正相分電流とすれば

$$i_{b1} = i_{b11}' + i_{b11}'' \dots\dots\dots (31)$$

又

$$v_{b1} = e_{a1} - (\gamma_g + pl_g) i_{b1} \dots\dots\dots (32)$$

ここで  $e_{a1}$  は電源電圧を示す。

(C) 逆 相 分

逆相分等価回路は第3図と等しく、電源変圧器端逆相分電流  $i_{b2}$  は、bc相開放前の電流を  $i_{b21}'$ 、開放後の補償電流を  $i_{b21}''$  として

$$i_{b2} = i_{b21}' + i_{b21}'' \dots\dots\dots (33)$$

$$i_{b21}'' = -\frac{y_1}{3} \{ I_b \sin(\omega t + \theta_b - \phi_{b1}) + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \sin(\omega t + \theta_c - \phi_{b1}) \}$$

$$- \frac{K_{11} \varepsilon^{(-\alpha_1 + j\beta_1)t}}{3 [(-\alpha_1 + j\beta_1)^2 + \omega^2] [2L_1(-\alpha_1 + j\beta_1) + R_1]} \{ (-\alpha_1 + j\beta_1) (I_b \sin \theta_b + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \sin \theta_c) + \omega (I_b \cos \theta_b + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \cos \theta_c) \}$$

$$- \frac{K_{11} \varepsilon^{(-\alpha_1 - j\beta_1)t}}{3 [(-\alpha_1 - j\beta_1)^2 + \omega^2] [2L_1(-\alpha_1 - j\beta_1) + R_1]} \{ -\alpha_1 - j\beta_1 (I_b \sin \theta_b + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \sin \theta_c) + \omega (I_b \cos \theta_b + I_c \varepsilon^{j\frac{2}{3}\pi} \cos \theta_c) \} \dots\dots\dots (34)$$

III. 移行電圧に対する2次側零相分インピーダンスの影響

変圧器を集中定数で表わし、1相分として

- $Z_1$  …… 高低圧巻線間インピーダンス
- $Z_2$  …… 低圧巻線大地間インピーダンス
- $Z$  …… 接地継電器等低圧回路零相インピーダンス
- $E_{01}, I_{01}$  …… 高圧1次側零相電圧, 電流
- $E_{02}, I_{02}$  …… 低圧2次側零相電圧, 電流

とすれば,

$$I_{01} = \frac{(Z + Z_2) E_{02}}{Z(Z_1 + Z_2) + Z_1 Z_2}$$

$$E_{02} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot \frac{Z E_{01}}{Z + (Z_1 Z_2) / (Z_1 + Z_2)} = K E_{01} \frac{Z}{Z + K Z_1} \dots\dots\dots (35)$$

$$K = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = K_1 - jK_2 \dots\dots\dots (36)$$

今第4図の如く仮定すれば

$$\left. \begin{aligned} Z_1 &= \frac{\gamma_{12} X_{c12}^2 - j \gamma_{12}^2 X_{c12}}{\gamma_{12}^2 + X_{c12}^2} = R_1 - jX_1 \\ Z_2 &= \frac{\gamma_{22} X_{c22}^2 - j \gamma_{22}^2 X_{c22}}{\gamma_{22}^2 + X_{c22}^2} = R_2 - jX_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (37)$$

又接地用変圧器のインピーダンス  $\gamma + jx$ , 変圧比  $n$ , 開放三角結線端子に挿入するインピーダンス  $\gamma_0 + jx_0$  であつて, (35), (36) より

$$E_{02} = KE_{01} \frac{\left(\gamma + \frac{n^2}{3}\gamma_0\right) + j\left(x + \frac{n^2}{3}x_0\right)}{\left(\gamma + \frac{n^2}{3}\gamma_0\right) + \alpha + j\left(x + \frac{n^2}{3}x_0\right) - j\beta} \dots\dots\dots (38)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= K_1R_1 - K_2X_1 \\ \beta &= K_1X_1 + K_2R_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (39)$$

開放三角結線端子に現れる電圧  $V$  は

$$V = \frac{3E_{02}}{n} \cdot \frac{\gamma_0 + jx_0}{\left(\gamma_0 + \frac{3}{n^2}\gamma\right) + j\left(x_0 + \frac{3}{n^2}x\right)} \dots\dots (40)$$

(38) 式にて

$$P_1 = \frac{\left(\gamma + \frac{n^2}{3}\gamma_0\right) + j\left(x + \frac{n^2}{3}x_0\right)}{\left(\gamma + \frac{n^2}{3}\gamma_0\right) + \alpha + j\left(x + \frac{n^2}{3}x_0\right) - j\beta} \dots\dots\dots (41)$$

と置けば、 $P_1$  の軌跡は

(a)  $\gamma_0$  可変の場合

$$\left. \begin{aligned} \text{中心 } C_1 &= 1 + \frac{\beta + j\alpha}{2\left(x + \frac{n^2}{3}x_0 - \beta\right)} \\ \text{半径 } R_{p1} &= \frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{2\left(x + \frac{n^2}{3}x_0 - \beta\right)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (42)$$

(b)  $x_0$  可変の場合

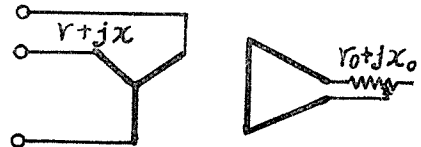
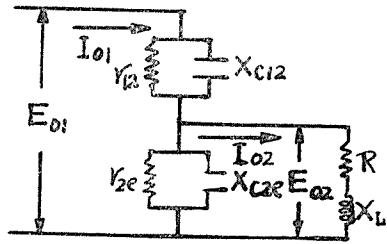
$$\left. \begin{aligned} \text{中心 } C_1' &= 1 - \frac{\alpha - j\beta}{2\left(\gamma + \frac{n^2}{3}\gamma_0 + \alpha\right)} \\ \text{半径 } R_{p1}' &= \frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{2\left(\gamma + \frac{n^2}{3}\gamma_0 + \alpha\right)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (43)$$

(c) 計算例

3 KVA 3450/105 V 柱上変圧器にて  $C_{12} = 1522$  PF,  $C_{22} = 1614$  PF,  $\gamma_{12} = 5.27 \times 10^5 \Omega$ ,  $\gamma_{22} = 3.74 \times 10^5 \Omega$

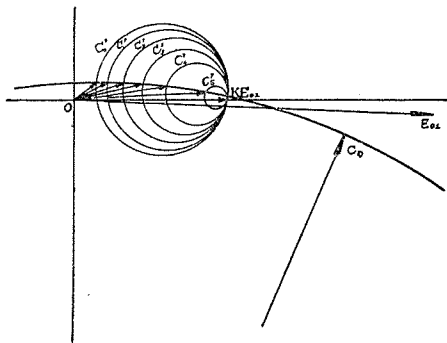
15 VA 計器用 P.T.  $\gamma + jx = (3.2 + j1.85) \times 10^4 \Omega$ .

$n = 30$  に就て計算すれば、第5図の如くなる。即ち  $x_0 = 0$  とし、(42) 式を示す  $C_0$  円、及び  $\gamma_0$  の値を夫々 0, 75, 250, 500, 1000, 5000  $\Omega$  とした時の (43) 式による円  $C_0'$ ,  $C_1'$  ……  $C_5'$  が得られ、 $\gamma_0 = \infty$  にて  $KE_{01}$  と一致する。 $\gamma_0$  及び  $x_0$  が与えられれば両円群中その値にて

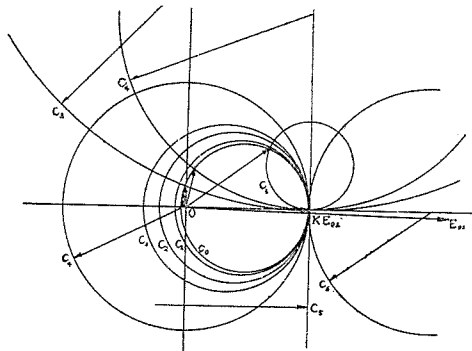


第 4 図

示された2円の交点へ、原点より引いたベクトルが、低圧側移行電圧を示すこととなる。



第 5 図



第 6 図

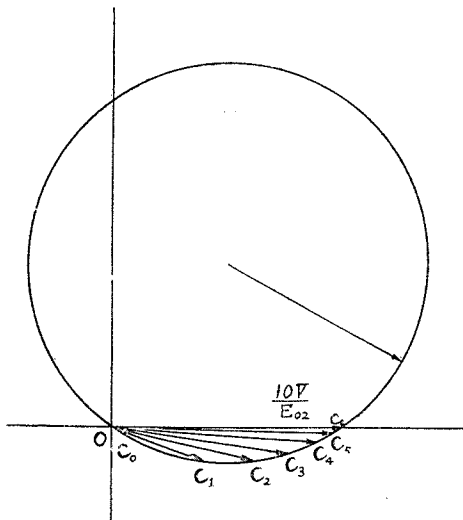
又第6図は、(37)式にて  $\gamma_{13} = \gamma_{20} = \infty$  とした場合であつて、(42)式の円群は夫々  $x_0$  を 0, 100, 500, 1000, 1622, 3371, 5122  $\Omega$  とした  $C_0, C_1, \dots, C_6$  で示されている。 $\gamma_0$  については第5図と同じ  $\gamma_0$  の値を用いている。

次に(40)式にて

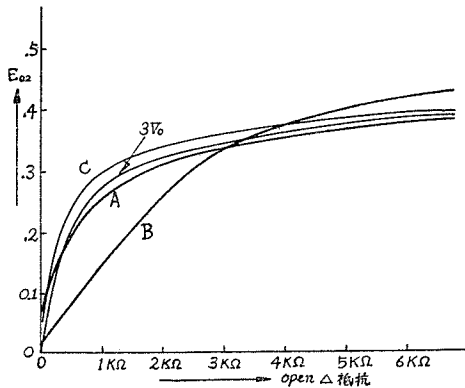
$$P_2 = \frac{\gamma_0 + jx_0}{\left(\gamma_0 + \frac{3}{n^2}\gamma\right) + j\left(x_0 + \frac{3}{n^2}x\right)} \dots\dots\dots(44)$$

と置けば  $P_2$  円は  $\gamma_0$  を可変として

$$\left. \begin{aligned} \text{中心 } C_2 &= \frac{1}{2} + \frac{n^2x_0 + j3\gamma}{2(n^2x_0 + 3x)} \\ \text{半径 } R_{p_2} &= \frac{3\sqrt{\gamma^2 + x^2}}{2(n^2x_0 + 3x)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(45)$$



第 7 図



第 8 図

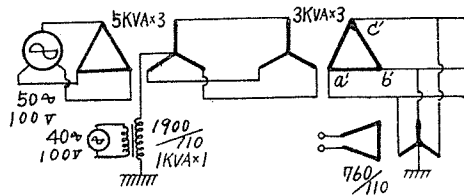
であり、第7図は  $x_0=0$  の時の円である。前と同じく、 $r_0$  値を仮定して画いた  $x_0$  可変円と  $C_2$  円との交点への原点からのベクトルは、 $x_0=0$  の時の  $10V/E_{02}$  を与えている。

第8図は第5図の計算値(A曲線)と、第6図の値(B曲線)及び実測値(C曲線)の比較であつて、この場合変圧器漏洩抵抗は省略し得ない。

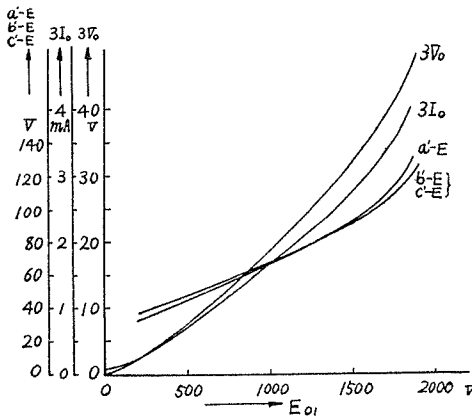
#### IV. 模擬回路に於ける実験

(a) 電源周波数と異なる周波数の零相電圧を印加した場合

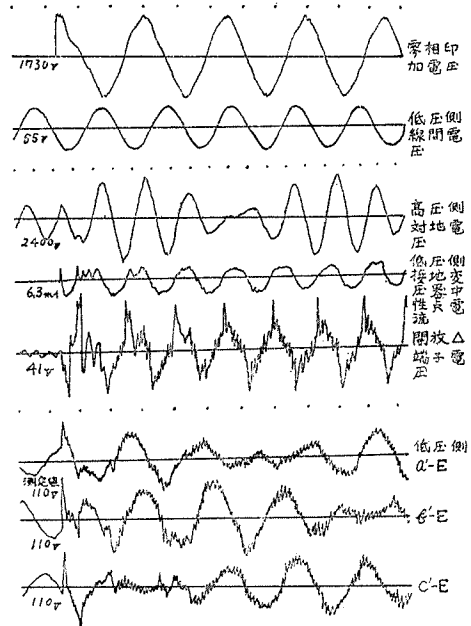
第9図の如き回路にて、開放三角結線端子開放のままとした場合の零相電圧移行は、第10図の如くであり、オシログラムの1例は第11図の如くである。当然低圧線間電圧は50サイクル、対地電圧は唸電圧、開放三角結線端子には40サイクルが現れている。



第9図



第10図

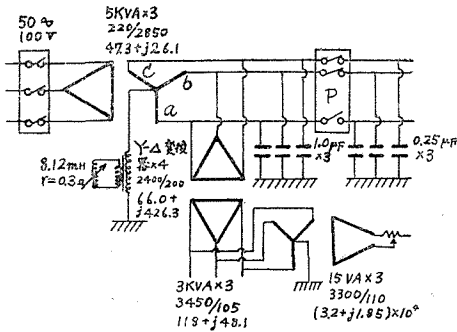


第11図

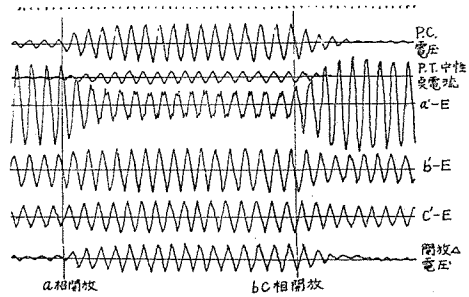
(b) 消弧線輪模擬系統

第12図に於て、先づ共振状態としてから、 $P$  点にて  $a$  相開放し、暫時の後  $b, c$  相同時開放した場合及び先づ  $b, c$  相開放し、次で  $a$  相開放した場合に就て、開放三角結線端子間に挿入する抵抗値を變へた時の移行電圧値等は夫々、第13図及び第14図の如く示される。又第15図は  $250\Omega$  挿入時、第16図は低圧二次側零相負荷開放時の第13図の場合のオシログラムを示している。1相開放状態に於ては、電源周波数の零相分電圧が、低圧二次側に移行し、正及び逆相分との合成によつて、夫々の相電圧が決定されるのであるが、第8図の場合と同様、実測値は計

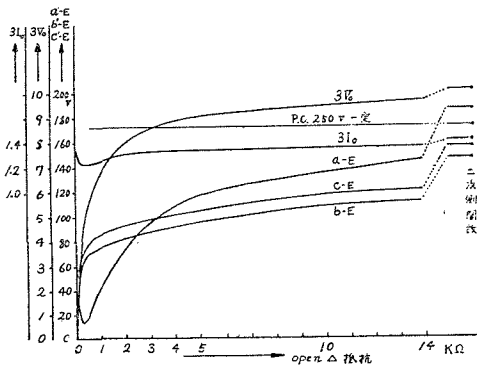
算値よりやや高く出ている。又残りの二相を開放した後の自由振動分移行により、対地電圧は唸現象を示している。



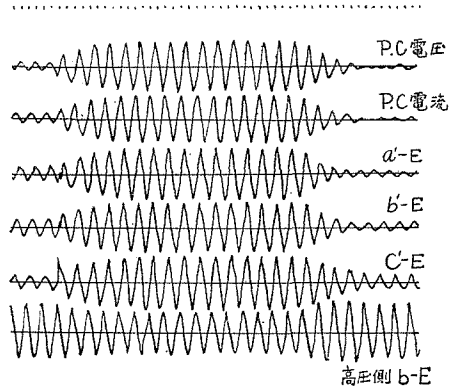
第 12 図



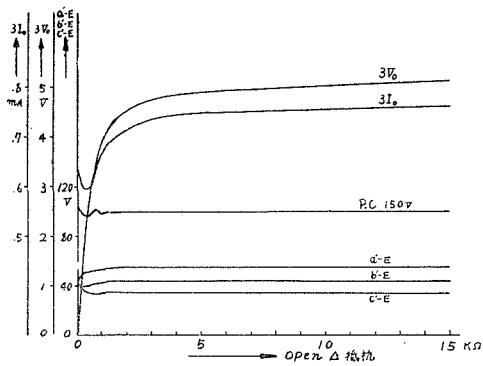
第 15 図



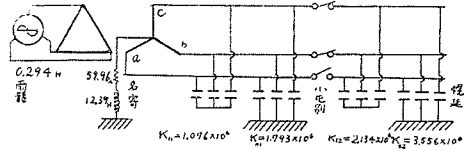
第 13 図



第 16 図



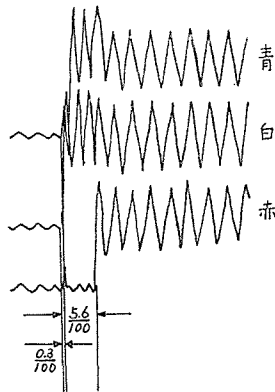
第 14 図



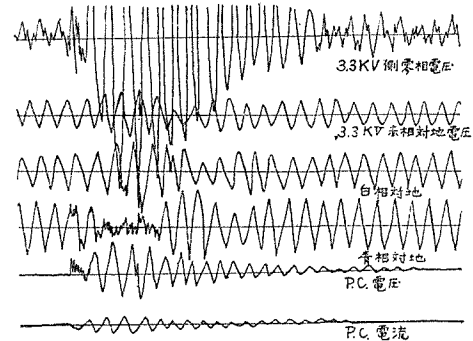
第 17 図

V. 実 測 例

第 17 図の系統に於て、第 18 図の如き不揃開離の遮断器を以て、小屯別にて幌延系統を開放した場合の名寄変電所設置変圧器及び P.C. のオッシュログラムが第 19 図である。この場合低圧



第 18 図



第 19 図

側を殆んど無負荷とし、系統電圧を 66 KV から 52 KV に下げた状態に於て行つたのであるが、消弧線輪電圧は 17.0 KV、電流 8.57 A、低圧側移行零相電圧は 5.2 KV となつている。低圧側対地電圧は、1 相開放の最初の約 3 サイクル間は 50 サイクルであるが、その後完全開放された直後からは、自由振動零相電圧が移行しており、その周波数が 56 サイクルであるため、唸現象を呈している。この場合は接地継電器用開放三角結線端子に挿入されているのは 2854  $\Omega$  の高抵抗になつているため、移行電圧が高いことは (38) 式等からも了解出来る。このような電圧は継電器誤動作は勿論、系統絶縁にも悪影響を及ぼすものである。

## VI. 結 言

消弧系に連る非接地変圧器の低圧側が無負荷に近く、且つ接地継電器回路開放三角結線端子挿入抵抗の比較的大なる時には、消弧系に於ける系統の一部開放の際に、若しその遮断器に不揃開離があれば、系統に生ずる零相電圧、及びそれに続く自由振動零相分が、主変圧器分布静電容量及び漏洩抵抗を通して、分圧により低圧回路に移行する。この電圧のエネルギーは比較的小さいものであるが、実系統に於ては継電器の誤動作、系統絶縁への悪影響を来し、自由振動の減衰が徐々であるため可成長く持続する。電流制限抵抗値の低いものを採用し、且つ低圧側の軽又は無負荷状態に於ける高圧側開閉操作を避けること等により防止出来るものと思われる。

## 参 考 文 献

- 後藤以紀：消弧コイル系統送電線の一線断線時の過渡現象，電学誌 70 卷 736 号 p. 43.  
 四国電力，三島変電所 異常電圧試験報告，昭和 27 年 12 月。