複素数幾何学の円線図への応用（第2報）

（四端子回路の電力型円線図）

藤　井　　真　一

（昭和36年6月15日受理）

1.　緒　　言

もし複素量として表される交流回路の諸量の軌跡円に関する問題が，複素数的取扱いのみで解決できれば，円線図の諸問題は極めて単純化することは論をまたないが，前報[7]で明らかにしたように，円，直線に関する諸性質は複素数幾何学で，ほとんど完全に取扱い得るから，円線図の諸問題は複素数幾何学を応用して，その取扱いを極めて単純化出来る．しかし円線図に複素数幾何学を応用するのは極めて基礎的な事で電気回路円線図の全般に及ぶので，この小論文で述べ尽すことは勿論不可能なことは云うまでもなく，また今後の研究にまつ点も多いと思うが，ここでは複素数幾何学を応用することによって円線図の諸問題を如何に根本的に，また普遍的に解決し得るかを示す例として，四端子回路の一連の円線図を選んだ．四端子回路を選んだ理由は，この回路は送配電回路，通信回路，電気機器回路等多くの電力授受の基本的回路と考えたからである．

円線図の作製には円の決定外に変数尺度の設定が重要であるが，尺度の問題は次報にゆずることとし，本報では円の決定についてのみ述べる．しかし筆者の方法ではこの円の決定が変数尺度の作製と直接関連している．

四端子回路の諸量に関する円線図のみでも，小串孝治氏著「円線図」にも示されているように極めて多種類である．送電端の電力 $\dot{W}_1$，電圧 $\dot{E}_1$，電流 $\dot{I}_1$，アドミッタンス $\dot{Y}_1$，インピーダンス $\dot{Z}_1$ 等を数平面とする，いわゆる送電端側円線図群と，受電端の電力 $\dot{W}_2$，電圧 $\dot{E}_2$，電流 $\dot{I}_2$，アドミッタンス $\dot{Y}_2$，インピーダンス $\dot{Z}_2$ 等を数平面とする受端側円線図に大別出来る．この報告の目的は，これらの総ての円線図を示すことでなく，複素数幾何学が交流回路円線図の問題を如何に単純統一化するかを例証するのが本旨であるので，ここではよく利用される送電端電圧 E_1 が一定の条件を持つ，$\dot{W}_1$ 数平面上の諸円線図と，受電端電圧 E_2 が一定の条件を持つ，$\dot{W}_2$ 数平面上の諸円線図を求めることに止める．ここに $\dot{W}_1$ および $\dot{W}_2$ とは P_1 を送電端の送電電力，Q_1 を送電端の無効電力とすれば

$$\dot{W}_1 = P_1 + jQ_1. \qquad (1-1)$$

また受電端の受電電力を P_2，受電端の無効電力を Q_2 とすれば

$$\dot{W}_2 = P_2 + jQ_2. \qquad (1-2)$$

なお四端子回路の常数には線型パラメーター $\dot{A}$, $\dot{B}$, $\dot{C}$, $\dot{D}$ を用いた．すなわち

$$\dot{E}_1 = \dot{A}\dot{E}_2 + \dot{B}\dot{I}_2, \qquad (1-3)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{C}\dot{E}_2 + \dot{D}\dot{I}_2. \qquad (1-4)$$

また

$$\dot{A}\dot{D} - \dot{B}\dot{C} = 1 \qquad (1-5)$$

の関係がある．上の3式から

$$\dot{E}_2 = \dot{D}\dot{E}_1 - \dot{B}\dot{I}_1, \qquad (1-6)$$

$$\dot{I}_2 = -\dot{C}\dot{E}_1 + \dot{A}\dot{I}_1. \qquad (1-7)$$

次章以後，四端子回路送電の色々の条件のもとの $\dot{W}_1$ および $\dot{W}_2$ 円線図を求めるがその基本原理は全く単純で，前報(7)．式(16)の型の円方程式を導くにある．

2. 四端子回路の諸電力型円線図

2. 1 開放および短絡時の電力

四端子回路でよく送電端，受電端の語が使われるが，必ずしも送電端は電源があって，ここから電力を供給する側，受電端は負荷が接続されて，ここに電力の供給を受ける側を意味しない．一般には送電端，受電端というのは理論的には電流の方向の取り方に関することで，電流の方向が送電端と呼ぶ所から受電端と呼ぶ所に向って取っていると云うことである．

四端子回路の円線図で，よく現れる点に開放点，短絡点があるから，ここにそれ等を示しておく．

2. 1. 1 受電端開放時の $\dot{W}_1$. 受電端開放時の送電端複素量型式の電力を $[\dot{W}_1]_{\dot{I}_2=0}$ と表せば，受電端開放時の下の関係

$$E_1 = \dot{A}\dot{E}_2, \qquad (2.1\text{—}1)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{C}\dot{E}_2 \qquad (2.1\text{—}2)$$

（ただし $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る）から

$$[\dot{W}_1]_{\dot{I}_2=0} = \frac{\dot{C}}{\dot{A}}E_1{}^2 \qquad (2.1\text{—}3)$$

2. 1. 2 受電端短絡時の $\dot{W}_1$. 受電端短絡時の送電端複素量型式の電力を $[\dot{W}_1]_{\dot{E}_2=0}$

と表せば，受電端短絡時の下の関係

$$E_1 = \dot{B}\dot{I}_2, \tag{2.1—4}$$

$$\dot{I}_1 = \dot{D}\dot{I}_2 \tag{2.1—5}$$

（ただし $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る）から

$$[\dot{W}_1]_{\dot{E}_2=0} = \frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2. \tag{2.1—6}$$

2. 1. 3　送電端開放時の $\dot{W}_2$. 送電端開放時の受電端複素量型式の電力を $[\dot{W}_2]_{\dot{I}_1=0}$ と表せば，送電端開放時の下の関係

$$E_2 = \dot{D}\dot{E}_1, \tag{2.1—7}$$

$$\dot{I}_2 = -\dot{C}\dot{E}_1 \tag{2.1—8}$$

（ただし $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る）から

$$[\dot{W}_2]_{\dot{I}_1=0} = -\frac{\dot{C}}{\dot{D}} E_2^2. \tag{2.1—9}$$

3. 1. 4　送電端短絡時の $\dot{W}_2$.　送電端短絡時の受電端複素型式の電力を $[\dot{W}_2]_{\dot{E}_1=0}$ と表せば，送電端短絡時の下の関係

$$E_2 = -\dot{B}\dot{I}_1, \tag{2.1—10}$$

$$\dot{I}_2 = \dot{A}\dot{I}_1 \tag{2.1—11}$$

（ただし $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る）から

$$[\dot{W}_2]_{\dot{E}_1=0} = -\frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2. \tag{2.1—12}$$

2. 2　E_1 と E_2 が一定の条件の円線図

2. 2. 1　$\dot{W}_1$ 数平面の円線図. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取れば式（1－6）は

$$\dot{E}_2 = \dot{D}\dot{E}_1 - \dot{B}\dot{I}_1. \tag{2.2—1}$$

これから，ϕ_{e2} を $\dot{E}_2$ の位相角とすれば

$$\dot{W}_1 = P_1 + jQ_1 = \frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2 - \frac{E_1 E_2 \varepsilon^{j\phi_{e2}}}{\dot{B}}. \tag{2.2—2}$$

この場合は上式だけで $\dot{W}_1$ は受電端短絡点 $\frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2$ を中心とし，半径が $\left|\frac{E_1 E_2}{\dot{B}}\right|$ の円であることが求まったが，後の計算のため，変数 ϕ_{e2} を消去した方程式を求めておく，式

(2. 2—2) から

$$\dot{W}_{1k} = \frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} E_1^2 - \frac{E_1 E_2 \varepsilon^{-j\phi_{e2}}}{\dot{B}_k}. \qquad (2.2\text{—}3)$$

上の両式から ϕ_{e2} を消去すれば

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} \dot{W}_1 + \frac{\dot{D} E_1^2}{\dot{B}} \dot{W}_{1k} \right) + \frac{\dot{D}\dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k} = 0. \qquad (2.2\text{—}4)$$

2. 2. 2 $\dot{W}_2$ 数平面の円線図. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取れば式 (1—2) は

$$\dot{E}_1 = \dot{A} E_2 + \dot{B} \dot{I}_2. \qquad (2.2\text{—}5)$$

これから, ϕ_{e1} を $\dot{E}_1$ の位相角とすれば

$$\dot{W}_2 = P_2 + jQ_2 = -\frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2 + \frac{E_2 E_1 \varepsilon^{j\phi_{e1}}}{\dot{B}}. \qquad (2.2\text{—}6)$$

この場合は上式だけで $\dot{W}_2$ は送電端短絡点 $-\frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2$ を中心位置とし, 半径が $\left| \frac{E_2 E_1}{\dot{B}} \right|$ の円であることが求まる. 式 (2.2—6) から ϕ_{e1} を消去すれば

$$\dot{W}_2 \dot{W}_{2k} + \left(\frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B}_k} \dot{W}_2 + \frac{\dot{A} E_2^2}{\dot{B}} \dot{W}_{2k} \right) + \frac{\dot{A}\dot{A}_k - E_2^2 E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_k} = 0. \qquad (2.2\text{—}7)$$

2. 3 I_1 あるいは I_2 が一定の場合

I_1 と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円は $\dot{I}_1$ の $\dot{E}_1$ に対する位相角を ϕ_1 とすれば $\dot{W}_1 = E_1 I_1 \varepsilon^{j\phi_1}$, I_2 と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円は $\dot{I}_2$ の $\dot{E}_2$ に対する位相角を ϕ_2 とすれば $\dot{W}_2 = E_2 I_2 \varepsilon^{j\phi_2}$ であって説明の要もないから, ここでは E_1 と I_2 が一定の条件のときの $\dot{W}_1$ 円, E_2 と I_1 が一定の条件のときの $\dot{W}_2$ 円を求める.

2. 3. 1 E_1 と I_2 一定のときの $\dot{W}_1$ 円. E_1 と I_2 が一定に保たれるとき, E_1 を基準ベクトルに取れば, 式 (1—7) は

$$\dot{I}_2 = -\dot{C} E_1 + \dot{A} \dot{I}_1. \qquad (2.3\text{—}1)$$

これから ϕ_{i2} を $\dot{I}_2$ の位相角とすれば

$$\dot{W}_1 = \frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 + \frac{E_1 I_2 \varepsilon^{j\phi_{i2}}}{\dot{A}}. \qquad (2.3\text{—}2)$$

この場合は上式だけで, $\dot{W}_1$ は受電端開放点 $\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2$ を中心とし, 半径が $\left| \frac{E_1 I_2}{\dot{A}} \right|$ の円で

あることが求まる．上式から ϕ_{i2} を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{C}_kE_1^2}{\dot{A}_k}\dot{W}_1+\frac{\dot{C}E_1^2}{\dot{A}}\dot{W}_{1k}\right)+\frac{\dot{C}\dot{C}_kE_1^4-E_1^2I_2^2}{\dot{A}\dot{A}_k}=0. \qquad (2.3\text{—}3)$$

2. 3. 2 E_2 と I_1 一定のときの $\dot{W}_2$ 円. E_2 と I_1 が一定に保たれるとき，$\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取れば，式（1—4）は

$$\dot{I}_1=\dot{C}E_2+\dot{D}\dot{I}_2. \qquad (2.3\text{—}4)$$

これから，ϕ_{i1} を $\dot{I}_1$ の位相角とすれば

$$\dot{W}_2=-\frac{\dot{C}}{\dot{D}}E_2^2+\frac{E_2I_1\varepsilon^{j\phi_{i1}}}{\dot{D}}. \qquad (2.3\text{—}5)$$

すなわち $\dot{W}_2$ は送電端開放点 $-\frac{\dot{C}}{\dot{D}}E_2^2$ を中心とし，$\left|\frac{E_2I_1}{\dot{D}}\right|$ を半径とする円である．上式から ϕ_{i1} を消去すれば

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k}+\left(\frac{\dot{C}_kE_2^2}{\dot{D}_k}\dot{W}_2+\frac{\dot{C}E_2^2}{\dot{D}}\dot{W}_{2k}\right)+\frac{\dot{C}\dot{C}_kE_2^4-E_2^2I_1^2}{\dot{D}\dot{D}_k}=0. \qquad (2.3\text{—}6)$$

2. 4 電力あるいは無効電力一定の円線図

E_1 と送電端電力 P_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡は P_1 軸に直交する直線，E_1 と送電端無効電力 Q_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡は Q_1 軸に直交する直線，また E_2 と受電端電力 P_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡は P_2 軸に直交する直線，E_2 と受電端無効電力 Q_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡は Q_2 軸に直交する直線であることは説明をまつまでもないと思う．よってここでは E_1 と P_2 あるいは Q_2 が一定に保たれるときの $\dot{W}_1$ 円と E_2 と P_1 あるいは Q_1 が一定に保たれるときの $\dot{W}_2$ 円を求める．

2. 4. 1 E_1 と P_2 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る，式（1—6）と式（1—7）から

$$\begin{aligned}\dot{W}_2&=P_2+jQ_2=\dot{I}_2\dot{E}_{2k}\\&=(\dot{A}\dot{I}_1-\dot{C}E_1)(\dot{D}_kE_1-\dot{B}_k\dot{I}_{1k})\\&=-\frac{\dot{A}\dot{B}_k}{E_1^2}\dot{W}_1\dot{W}_{1k}+\dot{A}\dot{D}_k\dot{W}_1+\dot{C}\dot{B}_k\dot{W}_{1k}-\dot{C}\dot{D}_kE_1^2. \qquad (2.4\text{—}1)\end{aligned}$$

この共役量を取れば

$$P_2-jQ_2=-\frac{\dot{B}\dot{A}_k}{E_1^2}\dot{W}_1\dot{W}_{1k}+\dot{B}\dot{C}_k\dot{W}_1+\dot{D}\dot{A}_k\dot{W}_{1k}-\dot{D}\dot{C}_kE_1^2. \qquad (2.4\text{—}2)$$

両式から Q_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2\dot{W}_1+\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2\dot{W}_{1k}\right)$$

$$+\frac{(\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k)E_1{}^2+2P_2}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2=0. \qquad (2.4\text{—}3)$$

よってこの場合 $\dot{W}_1$ は中心位置 $\dot{C}_{1P_2}$ および半径 R_{1P_2} が

$$\dot{C}_{1P_2}=\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2, \qquad (2.4\text{—}4)$$

$$R_{1P_2}=\sqrt{\frac{(\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k)(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k)}{(\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k)^2}E_1{}^4-\frac{(\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k)E_1{}^2+2P_2}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2}$$

$$=\sqrt{\frac{E_1{}^4}{(\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k)^2}-\frac{2E_1{}^2P_2}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}} \qquad (2.4\text{—}5)$$

の円である.

2. 4. 2 E_1 と Q_2 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. 式 (2.4—1) と式 (2.4—2) から P_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k-\dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{B}_k}E_1{}^2\dot{W}_1+\frac{\dot{C}\dot{B}_k-\dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2\dot{W}_{1k}\right)$$

$$+\frac{(\dot{C}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{C}_k)E_1{}^2+2jQ_2}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2=0. \qquad (2.4\text{—}6)$$

よって, この場合 $\dot{W}_1$ は中心位置 $\dot{C}_{1Q_2}$ および半径 R_{1Q_2} が

$$\dot{C}_{1Q_2}=\frac{\dot{C}\dot{B}_k-\dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2, \qquad (2.4\text{—}7)$$

$$R_{1Q_2}=\sqrt{\frac{(\dot{C}\dot{B}_k-\dot{D}\dot{A}_k)(\dot{A}\dot{D}_k-\dot{B}\dot{C}_k)}{(\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k)^2}E_1{}^4-\frac{(\dot{C}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{C}_k)E_1{}^2+2jQ_2}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2}$$

$$=\sqrt{\frac{E_1{}^4}{\left(\frac{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}{j}\right)^2}-\frac{2Q_2E_1{}^2}{\frac{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}{j}}} \qquad (2.4\text{—}8)$$

の円である.

2. 4. 3 E_2 と P_1 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取れば, 式 (1—3), 式 (1—4) から

$$\dot{W}_1 = P_1 + jQ_1 = \dot{I}_1\dot{E}_{1k}$$
$$= (\dot{C}E_2 + \dot{D}\dot{I}_2)(\dot{A}_kE_2 + \dot{B}_k\dot{I}_{2k})$$
$$= \dot{C}\dot{A}_kE_2^2 + \dot{D}\dot{A}_k\dot{W}_2 + \dot{C}\dot{B}_k\dot{W}_{2k} + \frac{\dot{D}\dot{B}_k}{E_2^2}\dot{W}_2\dot{W}_{2k}. \qquad (2.4\text{—}9)$$

上式の共役ベクトルを取れば

$$P_1 - jQ_1 = \dot{A}\dot{C}_kE_2^2 + \dot{B}\dot{C}_k\dot{W}_2 + \dot{A}\dot{D}_k\dot{W}_{2k} + \frac{\dot{B}\dot{D}_k}{E_2^2}\dot{W}_2\dot{W}_{2k}. \qquad (2.4\text{—}10)$$

上の2式から Q_1 を消去して

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k} + \frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_2 + \frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_{2k}$$
$$+ \frac{(\dot{A}\dot{C}_k + \dot{C}\dot{A}_k)E_2^2 - 2P_1}{\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k}E_2^2 = 0. \qquad (2.4\text{—}11)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は中心位置 $\dot{C}_{2P_1}$ および半径 R_{2P_1} が

$$\dot{C}_{2P_1} = -\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k}E_2^2, \qquad (2.4\text{—}12)$$

$$R_{2P_1} = \sqrt{\frac{(\dot{A}\dot{D}_k + \dot{C}\dot{D}_k)(\dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k)}{(\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k)^2}E_2^4 - \frac{(\dot{A}\dot{C}_k + \dot{C}\dot{A}_k)E_2^2 - 2P_1}{\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k}E_2^2}$$
$$= \sqrt{\frac{E_2^4}{(\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k)^2} + \frac{2P_1E_2^2}{\dot{B}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{B}_k}} \qquad (2.4\text{—}13)$$

の円である．

2. 4. 4 E_2 と Q_1 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.4—9) と式 (2.4—10) から P_1 を消去して

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k} - \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k - \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{B}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_2 + \frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k}E_2^2\dot{W}_{2k}\right)$$
$$+ \frac{(\dot{C}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{C}_k)E_2^2 - 2jQ_1}{\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k}E_2^2 = 0. \qquad (2.4\text{—}14)$$

よって，この場合中心位置 $\dot{C}_{2Q_1}$ および半径 R_{2Q_1} が

$$\dot{C}_{2Q_1} = \frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k}E_2^2, \qquad (2.4\text{—}15)$$

$$R_{2Q_1}=\sqrt{\frac{(\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k)(\dot{B}\dot{C}_k-\dot{D}\dot{A}_k)}{(\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k)^2}E_2^4-\frac{(\dot{C}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{C}_k)E_2^2-2jQ_1}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}E_2^2}$$

$$=\sqrt{\frac{E_2^4}{\left(\frac{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}{j}\right)^2}+\frac{2Q_1E_2^2}{\frac{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}{j}}} \qquad (2.4\text{—}16)$$

の円である.

2. 5 線路損失一定の場合および線路無効電力一定の場合

2. 5. 1 線路損失 P_L と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る.

$$\dot{W}_L=P_L+jQ_L=\dot{W}_1-\dot{W}_2=\dot{W}_1-\dot{I}_2\dot{E}_{2k}$$

$$=\dot{W}_1-(-\dot{C}E_1+\dot{A}\dot{I}_1)(\dot{D}_kE_1-\dot{B}_k\dot{I}_{1k})$$

$$=(1-\dot{A}\dot{D}_k)\dot{W}_1-\dot{C}\dot{B}_k\dot{W}_{1k}+\frac{\dot{A}\dot{B}_k}{E_1^2}\dot{W}_1\dot{W}_{1k}+\dot{C}\dot{D}_kE_1^2. \qquad (2.5\text{—}1)$$

この共役量を取り両式から Q_L を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k-1}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_1+\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k-1}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_{1k}\right)$$

$$+\frac{(\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k)E_1^2-2P_L}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2=0. \qquad (2.5\text{—}2)$$

よって, この場合 $\dot{W}_1$ は中心位置 $\dot{C}_{1PL}$, 半径 R_{1PL} が

$$\dot{C}_{1PL}=\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k-1}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2, \qquad (2.5\text{—}3)$$

$$R_{1PL}=\sqrt{\frac{(\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k-1)(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k-1)}{(\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k)^2}E_1^4-\frac{(\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k)E_1^2-2P_L}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2}$$

$$=\sqrt{\frac{2-(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k+\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k)}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^4+\frac{2P_L}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2} \qquad (2.5\text{—}4)$$

の円である.

2. 5. 2 線路無効電力 Q_L と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. 式 (2.5—1) から P_L を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left\{\frac{1+(\dot{B}\dot{C}_k-\dot{A}\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{B}_k}E_1^2\dot{W}_1+\frac{1+(\dot{C}\dot{B}_k-\dot{D}\dot{A}_k)}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1\dot{W}_{1k}\right\}$$

$$+\frac{(\dot{C}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{C}_k)E_1^2-2jQ_L}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2=0. \tag{2.5—5}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{1QL}$ および半径 R_{1QL} は

$$\dot{C}_{1QL}=\frac{1+(\dot{C}\dot{B}_k-\dot{D}\dot{A}_k)}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2, \tag{2.5—6}$$

$$R_{1QL}=\sqrt{\frac{\{1+(\dot{C}\dot{B}_k-\dot{D}\dot{A}_k)\}\{1+(\dot{B}\dot{C}_k-\dot{A}\dot{D}_k)\}}{(\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k)^2}E_1^4-\frac{(\dot{C}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{C}_k)E_1^2-2jQ_L}{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2}$$

$$=\sqrt{\frac{2+(\dot{B}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{B}_k-\dot{A}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{A}_k)}{\left(\frac{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}{j}\right)^2}E_1^4+\frac{2Q_L}{\frac{\dot{A}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{A}_k}{j}}E_1^2}. \tag{2.5—7}$$

2. 5. 3 線路損失 P_L と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る.

$$\dot{W}_L=P_L+jQ_L=\dot{W}_1-\dot{W}_2=\dot{I}_1\dot{E}_{1k}-\dot{W}_2$$

$$=(\dot{C}E_2+\dot{D}\dot{I}_2)(\dot{A}_kE_2+\dot{B}_k\dot{I}_{2k})-\dot{W}_2$$

$$=\frac{\dot{D}\dot{B}_k}{E_2^2}\dot{W}_2\dot{W}_{2k}+(\dot{D}\dot{A}_k-1)\dot{W}_2+\dot{C}\dot{B}_k\dot{W}_{2k}+\dot{C}\dot{A}_kE_2^2. \tag{2.5—8}$$

上式の共役量を取り2つの式から Q_L を消去すれば

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k}-\left(\frac{1-\dot{D}\dot{A}_k-\dot{B}\dot{C}_k}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_2+\frac{1-\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_{2k}\right)$$

$$+\frac{(\dot{A}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{A}_k)E_2^2-2P_L}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2=0. \tag{2.5—9}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2PL}$ および半径 R_{2PL} は

$$\dot{C}_{2PL}=\frac{1-\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2, \tag{2.5—10}$$

$$R_{2PL}=\sqrt{\frac{(1-\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k)(1-\dot{D}\dot{A}_k-\dot{B}\dot{C}_k)}{(\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k)^2}E_2^4-\frac{(\dot{A}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{A}_k)E_2^2-2P_L}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2}$$

$$=\sqrt{\frac{2-(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{A}_k+\dot{B}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{B}_k)}{(\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k)^2}E_2^4+\frac{2P_LE_2^2}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}}. \tag{2.5—11}$$

2. 5. 4 線路の無効電力 Q_L と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.5—8) から P_L

を消去すれば

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k}-\left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k-\dot{B}\dot{C}_k-1}{\dot{B}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{B}_k}E_2{}^2\dot{W}_2+\frac{\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k-1}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}E_2{}^2\dot{W}_{2k}\right)$$

$$+\frac{(\dot{C}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{C}_k)E_2{}^2-2jQ_L}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}E_2{}^2=0. \qquad (2.5\text{—}12)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2QL}$ および半径 R_{2QL} は

$$\dot{C}_{2QL}=\frac{\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k-1}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}E_2{}^2, \qquad (2.5\text{—}13)$$

$$R_{2QL}=\sqrt{\frac{-(\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k-1)(\dot{D}\dot{A}_k-\dot{B}\dot{C}_k-1)}{(\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k)^2}E_2{}^4-\frac{(\dot{C}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{C}_k)E_2{}^2-2jQ_L}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}E_2{}^2}$$

$$=\sqrt{\frac{2+(\dot{B}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{B}_k-\dot{A}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{A}_k)}{\left(\frac{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}{j}\right)^2}E_2{}^4+\frac{2Q_LE_2{}^2}{\frac{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k}{j}}}. \qquad (2.5\text{—}14)$$

2. 6 送電能率が一定の場合

2. 6. 1 送電能率 η と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円.

$$\eta=\frac{P_2}{P_1}. \qquad (2.6\text{—}1)$$

上式と式 (2.4—1) および式 (2.4—2) から，$\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取れば

$$\eta(\dot{W}_1+\dot{W}_{1k})=\dot{I}_2\dot{E}_{2k}+\dot{I}_{2k}\dot{E}_2$$

$$=-\frac{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}{E_1{}^2}\dot{W}_1\dot{W}_{1k}+(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k)\dot{W}_1$$

$$+(\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k)\dot{W}_{1k}-(\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k)E_1{}^2. \qquad (2.6\text{—}2)$$

上式を整理すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k-\eta}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2\dot{W}_1+\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k-\eta}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^2\dot{W}_{1k}\right)$$

$$+\frac{\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1{}^4=0. \qquad (2.6\text{—}3)$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{1\eta}$ および半径 $R_{1\eta}$ は

$$\dot{C}_{1\eta}=\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k-\eta}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2, \tag{2.6—4}$$

$$R_{1\eta}=\sqrt{\frac{(\dot{D}\dot{A}_k+\dot{C}\dot{B}_k-\eta)(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k-\eta)}{(\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k)^2}E_1^4-\frac{\dot{C}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^4}$$

$$=\sqrt{\frac{\eta^2-\eta(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{B}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{B}_k+\dot{D}\dot{A}_k)+}{\dot{A}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{A}_k}E_1^2}. \tag{2.6—5}$$

2. 6. 2 送電能率 η と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.6—1) と式 (2.4—9) および式 (2.4—10) から，$\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取れば

$$\frac{\dot{W}_2+\dot{W}_{2k}}{\eta}=\dot{I}_1\dot{E}_{1k}+\dot{I}_{1k}\dot{E}_1$$

$$=\frac{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}{E_2^2}\dot{W}_2\dot{W}_{2k}+(\dot{D}\dot{A}_k+\dot{B}\dot{C}_k)\dot{W}_2$$

$$+(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{C}\dot{B}_k)\dot{W}_{2k}+(\dot{A}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{A}_k)E_2^2. \tag{2.6—6}$$

これを整理して

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k}+\left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k+\dot{B}\dot{C}_k-\frac{1}{\eta}}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_2+\frac{\dot{A}\dot{D}_k+\dot{C}\dot{B}_k-\frac{1}{\eta}}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2\dot{W}_{2k}\right)$$

$$+\frac{\dot{A}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{A}_k}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^4=0. \tag{2.6—7}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{2\eta}$ および半径 $R_{2\eta}$ が

$$\dot{C}_{2\eta}=\frac{\frac{1}{\eta}-(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{C}\dot{B}_k)}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2, \tag{2.6—8}$$

$$R_{2\eta}=\sqrt{\frac{\left\{\frac{1}{\eta}-(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{C}\dot{B}_k)\right\}\left\{\frac{1}{\eta}-(\dot{D}\dot{A}_k+\dot{B}\dot{C}_k)\right\}}{(\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k)^2}E_2^4-\frac{\dot{A}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{A}_k}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^4}$$

$$=\frac{\sqrt{\frac{1}{\eta^2}-\frac{1}{\eta}(\dot{A}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{A}_k+\dot{B}\dot{C}_k+\dot{C}\dot{B}_k)+1}}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k}E_2^2 \tag{2.6—9}$$

の円である.

2. 7 実効コンダクタンス一定の場合および実効サッセプタンス一定の場合

2. 7. 1 受電端実効コンダクタンス G_2 と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る. 式 (1—6), 式 (1—7) から

$$G_2 + jB_2 = \frac{\dot{I}_2}{\dot{E}_2} = \frac{-\dot{C}E_1^2 + \dot{A}\dot{W}_1}{\dot{D}E_1^2 - \dot{B}\dot{W}_1}. \tag{2.7—1}$$

あるいは

$$\dot{W}_1 = \frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2 - \frac{E_1^2}{\dot{B}\{\dot{A} + (G_2 + jB_2)\dot{B}\}}. \tag{2.7—2}$$

原点を $\frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_1' = \dot{W}_1 - \frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2 = -\frac{E_1^2}{\dot{B}\{\dot{A} + (G_2 + jB_2)\dot{B}\}}. \tag{2.7—3}$$

あるいは

$$G_2 + jB_2 = -\frac{E_1^2}{\dot{B}\,\dot{W}_1'} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}}. \tag{2.7—4}$$

この共役量を取り, 両式から B_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1'\,\dot{W}_{1k}' + \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{B}\dot{B}_k G_2}\dot{W}_1' + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{B}\dot{B}_k G_2}\dot{W}_{1k}'\right) = 0. \tag{2.7—5}$$

よって, この場合 $\dot{W}_1$ は, その中心位置 $\dot{C}_{1G_2}$ および半径 R_{1G_2} が

$$\dot{C}_{1G_2} = \left\{\frac{\dot{D}}{\dot{B}} - \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}(\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{B}\dot{B}_k G_2)}\right\} E_1^2$$

$$= \frac{\dot{C}\dot{B}_k + \dot{D}\dot{A}_k + 2\dot{D}\dot{B}_k G_2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{B}\dot{B}_k G_2} E_1^2, \tag{2.7—6}$$

$$R_{1G_2} = \left|\frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{B}\dot{B}_k G_2}\right| \tag{2.7—7}$$

の円である.

2. 7. 2 受電端実効サッセプタンス B_2 と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. 式 (2.7—4) から G_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1'\dot{W}_{1k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k + 2j\dot{B}\dot{B}_k B_2}\dot{W}_1'\right.$$

$$\left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k - 2j\dot{B}\dot{B}_k B_2}\dot{W}_{1k}'\right) = 0. \qquad (2.7\text{—}8)$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は，その中心位置 $\dot{C}_{1B_2}$ および半径 R_{1B_2} は

$$\dot{C}_{1B_2} = \left\{\frac{\dot{D}}{\dot{B}} + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}(\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k - 2j\dot{B}\dot{B}_k B_2)}\right\}E_1^2$$

$$= \frac{\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k + 2j\dot{D}\dot{B}_k B_2}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k + 2j\dot{B}\dot{B}_k B_2}E_1^2, \qquad (2.7\text{—}9)$$

$$R_{1B_2} = \left|\frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k - 2j\dot{B}\dot{B}_k B_2}\right| \qquad (2.7\text{—}10)$$

の円である．

2. 7. 3 送電端実効コンダクタンス G_1 と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式（1—3）と式（1—4）から，$\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取れば

$$G_1 + jB_1 = \frac{\dot{I}_1}{\dot{E}_1} = \frac{\dot{C}E_2^2 + \dot{D}\dot{W}_2}{\dot{A}E_2^2 + \dot{B}\dot{W}_2}. \qquad (2.7\text{—}11)$$

あるいは

$$\dot{W}_2 = -\frac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2^2 + \frac{E_2^2}{\dot{B}\{\dot{D} - \dot{B}(G_1 + jB_1)\}}. \qquad (2.7\text{—}12)$$

原点を $-\dfrac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_2' = \dot{W}_2 + \frac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2^2 = \frac{E_2^2}{\dot{B}\{\dot{D} - \dot{B}(G_1 + jB_1)\}}. \qquad (2.7\text{—}13)$$

あるいは

$$G_1 + jB_1 = -\frac{E_2^2}{\dot{B}^2\dot{W}_2'} + \frac{\dot{D}}{\dot{B}}. \qquad (2.7\text{—}14)$$

この共役量を取り 2 式から B_1 を消すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{E_2^2}{\dot{D}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{D}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_1}\dot{W}_2'\right.$$

$$+\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{E_2{}^2}{\dot{D}\dot{B}_k+\dot{B}\dot{D}_k-2\dot{B}\dot{B}_k G_1}\dot{W}'_{2k}\Big)=0. \qquad (2.7\text{—}15)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2G_1}$ および半径 R_{2G_1} は

$$\dot{C}_{2G_1}=\left\{\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}(\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k-2\dot{B}\dot{B}_kG_1)}-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}\right\}E_2{}^2$$

$$=\frac{-\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k+2\dot{A}\dot{B}_kG_1}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k-2\dot{B}\dot{B}_kG_1}E_2{}^2, \qquad (2.7\text{—}16)$$

$$R_{2G_1}=\left|\frac{E_2{}^2}{\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k-2\dot{B}\dot{B}_kG_1}\right|. \qquad (2.7\text{—}17)$$

2. 7. 4 送電端実効サッセプタンス B_1 と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式(2.7—14)から G_1 を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}'-\Big(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{E_2{}^2}{\dot{B}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{B}_k+2j\dot{B}\dot{B}_kB_1}\dot{W}_2'$$

$$+\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{E_2{}^2}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k-2j\dot{B}\dot{B}_kB_1}\dot{W}'_{2k}\Big)=0. \qquad (2.7\text{—}18)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2B_1}$ および半径 R_{2B_1} は

$$\dot{C}_{2B_1}=\left\{\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}(\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k-2j\dot{B}\dot{B}_kB_1)}-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}\right\}E_2{}^2$$

$$=\frac{\dot{A}\dot{D}_k-\dot{C}\dot{B}_k+2j\dot{A}\dot{B}_kB_1}{\dot{D}\dot{B}_k-\dot{B}\dot{D}_k-2j\dot{B}\dot{B}_kB_1}E_2{}^2, \qquad (2.7\text{—}19)$$

$$R_{2B_1}=\left|\frac{E_2{}^2}{\dfrac{\dot{B}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{B}_k}{j}+2\dot{B}\dot{B}_kB_1}\right|. \qquad (2.7\text{—}20)$$

2. 8 実効抵抗一定の場合および実効リアクタンス一定の場合

2. 8. 1 受電端実効抵抗 R_2 と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る．式（1—6）と式（1—7）から

$$R_2+jX_2=\frac{\dot{E}_2}{\dot{I}_2}=\frac{\dot{D}E_1{}^2-\dot{B}\dot{W}_1}{-\dot{C}E_1{}^2+\dot{A}\dot{W}_1}. \qquad (2.8\text{—}1)$$

あるいは

$$\dot{W}_1 = \frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 + \frac{E_1^2}{\dot{A}\{\dot{B} + \dot{A}(R_2 + jX_2)\}} . \tag{2.8—2}$$

原点を暫く $\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_1' = \dot{W}_1 - \frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 = \frac{E_1^2}{\dot{A}\{\dot{B} + \dot{A}(R_2 + jX_2)\}}. \tag{2.8—3}$$

あるいは

$$R_2 + jX_2 = \frac{E_1^2}{\dot{A}^2 \dot{W}_1'} - \frac{\dot{B}}{\dot{A}}. \tag{2.8—4}$$

この共役量を取り，2式から X_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \Big(\frac{\dot{A}}{\dot{A}_k} \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{A}\dot{A}_k R_2} \dot{W}_1' + \frac{\dot{A}_k}{\dot{A}} \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{A}\dot{A}_k R_2} \dot{W}_{1k}'\Big) = 0. \tag{2.8—5}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{1R_2}$ および半径 R_{1R_2} は

$$\dot{C}_{1R_2} = \left\{\frac{\dot{C}}{\dot{A}} + \frac{\dot{A}}{\dot{A}(\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{A}\dot{A}_k R_2)}\right\} E_1^2$$

$$= \frac{\dot{C}\dot{B}_k + \dot{D}\dot{A}_k + 2\dot{C}\dot{A}_k R_2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{A}\dot{A}_k R_2} E_1^2, \tag{2.8—6}$$

$$R_{1R_2} = \left| \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k + 2\dot{A}\dot{A}_k R_2} \right|. \tag{2.8—7}$$

3. 8. 2 受電端実効リアクタンス X_2 と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. 式 (2.8—4) から R_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \Big(\frac{\dot{A}}{\dot{A}_k} \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k - 2j\dot{A}\dot{A}_k X_2} \dot{W}_1' + \frac{\dot{A}_k}{\dot{A}} \frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k + 2j\dot{A}\dot{A}_k X_2} \dot{W}_{1k}'\Big) = 0. \tag{2.8—8}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{1X_2}$ および半径 R_{1X_2} は

$$\dot{C}_{1X_2}=\left\{\frac{\dot{C}}{\dot{A}}+\frac{\dot{A}_k}{\dot{A}(\dot{B}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{B}_k+2j\dot{A}\dot{A}_kX_2}\right\}E_1^2$$

$$=\frac{\dot{D}\dot{A}_k-\dot{C}\dot{B}_k+2j\dot{C}\dot{A}_kX_2}{\dot{B}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{B}_k+2j\dot{A}\dot{A}_k\,X_2}E_1^2, \tag{2.8—9}$$

$$R_{1X_2}=\left|\frac{E_1^2}{\dfrac{\dot{B}\dot{A}_k-\dot{A}\dot{B}_k}{j}+2\dot{A}\dot{A}_kX_2}\right|. \tag{2.8—10}$$

2. 8. 3 送電端実効抵抗 R_1 と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る. 式（1—3）と式（1—4）から

$$R_1+jX_1=\frac{\dot{E}_1}{\dot{I}_1}=\frac{\dot{A}E_2^2+\dot{B}\dot{W}_2}{\dot{C}E_2+\dot{D}\dot{W}_2}. \tag{2.8—11}$$

あるいは

$$\dot{W}_2=-\frac{\dot{C}}{\dot{D}}E_2^2-\frac{E_2^2}{\dot{D}\{\dot{B}-\dot{D}(R_1+jX_1)\}}. \tag{2.8—12}$$

原点を暫く $-\dfrac{\dot{C}}{\dot{D}}E_2^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_2'=\dot{W}_2+\frac{\dot{C}}{\dot{D}}E_2^2=-\frac{E_2^2}{\dot{D}\{\dot{B}-\dot{D}\,(R_1+jX_1)\}}. \tag{2.8—13}$$

あるいは

$$R_1+jX_1=\frac{E_2^2}{\dot{D}^2\dot{W}_2'}+\frac{\dot{B}}{\dot{D}}. \tag{2.8—14}$$

この共役量を取り，2式から X_1 を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}'-\left\{\frac{\dot{D}}{\dot{D}_k}\frac{E_2^2}{2\dot{D}\dot{D}_kR_1-(\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k)}\dot{W}_2'\right.$$

$$\left.+\frac{\dot{D}_k}{\dot{D}}\frac{E_2^2}{2\dot{D}\dot{D}_kR_1-(\dot{B}\dot{D}_k+\dot{D}\dot{B}_k)}\dot{W}_{2k}'\right\}=0. \tag{2.8—15}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円となり，その中心位置 $\dot{C}_{2R_1}$ および半径 R_{2R_1} は

$$\dot{C}_{2R_1}=\left\{\frac{\dot{D}_k}{\dot{D}(2\dot{D}\dot{D}_kR_1-\dot{B}\dot{D}_k-\dot{D}\dot{B}_k)}-\frac{\dot{C}}{\dot{D}}\right\}E_2^2$$

$$= \frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{C}\dot{B}_k - 2\dot{C}\dot{D}_k R_1}{2\dot{D}\dot{D}_k R_1 - \dot{B}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{B}_k} E_2^2, \tag{2.8—16}$$

$$R_{2R_1} = \left| \frac{E_2^2}{2\dot{D}\dot{D}_k R_1 - \dot{B}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{B}_k} \right|. \tag{2.8—17}$$

2. 8. 4 送電端実効リアクタンス X_1 と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.8—14) から R_1 を消去すれば

$$\dot{W}_2' \dot{W}_{2k}' - \left(\frac{\dot{D}}{\dot{D}_k} \frac{E_2^2}{\dot{B}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{B}_k - 2j\dot{D}\dot{D}_k X_1} \dot{W}_2' \right.$$
$$\left. + \frac{\dot{D}_k}{\dot{D}} \frac{E_2^2}{\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k + 2j\dot{D}\dot{D}_k X_1} \dot{W}_{2k}' \right) = 0. \tag{2.8—18}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円となり，その中心位置 $\dot{C}_{2X_1}$ および半径 R_{2X_1} は

$$\dot{C}_{2X_1} = \left\{ \frac{\dot{D}_k}{\dot{D}(\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k + 2j\dot{D}\dot{D}_k X_1)} - \frac{\dot{C}}{\dot{D}} \right\} E_2^2$$
$$= \frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{C}\dot{B}_k - 2j\dot{C}\dot{D}_k X_1}{\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k + 2j\dot{D}\dot{D}_k X_1} E_2^2, \tag{2.8—19}$$

$$R_{2X_1} = \left| \frac{E_2^2}{\frac{\dot{D}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{D}_k}{j} + 2\dot{D}\dot{D}_k X_1} \right|. \tag{2.8—20}$$

3. 9 アドミッタンス一定の場合，インピーダンス一定の場合および力率一定の場合

ある回路の実効アドミッタンスを $\dot{Y}$，その実効インピーダンスを $\dot{Z}$ とすれば

$$\dot{Z} = \frac{1}{\dot{Y}}. \tag{2.9—1}$$

すなわち

$$|\dot{Z}| = \frac{1}{|\dot{Y}|}, \qquad \dot{Z} = -\dot{Y}. \tag{2.9—2}$$

すなわちアドミッタンス一定の条件とインピーダンス一定の条件は同一である．また力率一定の条件は $\dot{Y}$ または $\dot{Z}$ 一定の条件と同一条件である．よって本節では $|\dot{Y}|$ 一定の場合と $\dot{Y}$ 一定の場合を取扱う．

2. 9. 1 受電端実効アドミッタンス Y_2 と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. $\dot{E}_1$ を基準べ

クトルに取る．式 (1—6) と式 (1—7) から

$$Y_2\,\varepsilon^{j\theta_2}=\frac{\dot{I}_2}{\dot{E}_2}=\frac{-\dot{C}E_1^2+\dot{A}\dot{W}_1}{\dot{D}E_1^2-\dot{B}\dot{W}_1}. \tag{2.9—1}$$

あるいは

$$\dot{W}_1=\frac{\dot{D}}{\dot{B}}E_1^2-\frac{E_1^2}{\dot{B}(\dot{A}+\dot{B}Y_2\,\varepsilon^{j\theta_2})}. \tag{2.9—2}$$

暫く原点を $\frac{\dot{D}}{\dot{B}}E_1^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_1'=\dot{W}_1-\frac{\dot{D}}{\dot{B}}E_1^2=-\frac{E_1^2}{\dot{B}(\dot{A}+\dot{B}Y_2\,\varepsilon^{j\theta_2})}. \tag{2.9—3}$$

あるいは

$$Y_2\,\varepsilon^{j\theta_2}=-\frac{E_1^2}{\dot{B}^2\dot{W}_1'}-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}. \tag{2.9—4}$$

これの共役量を取り 2 式からθ_2を消去すれば

$$\dot{W}_1'\dot{W}_{1k}'-\left(\frac{\dot{A}}{\dot{B}_k}\frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k}\dot{W}_1'+\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}}\frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k}\dot{W}_{1k}'\right)$$

$$-\frac{E_1^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k)}=0. \tag{2.9—5}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{1Y_2}$ および半径 R_{1Y_2} は

$$\dot{C}_{1Y_2}=\left\{\frac{\dot{D}}{\dot{B}}+\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}(\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k)}\right\}E_1^2$$

$$=\frac{\dot{D}\dot{B}^kY_2^2-\dot{C}\dot{A}_k}{\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k}E_1^2, \tag{2.9—6}$$

$$R_{1Y_2}=\left|\sqrt{\frac{\dot{A}\dot{A}_kE_1^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k)^2}+\frac{E_1^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k)}}\right|$$

$$=\left|\frac{Y_2E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_kY_2^2-\dot{A}\dot{A}_k}\right|. \tag{2.9—7}$$

2. 9. 2 受電端力率 $\cos\theta_2$ と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. 式 (2.9—4) から Y_2 を消去すれば

$$\dot{W}_1'\dot{W}_{1k}' - \Big(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{E_1^2\,\varepsilon^{j\theta_2}}{\dot{A}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2} - \dot{B}\dot{A}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2}}\dot{W}_1'$$

$$+\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{E_1^2\,\varepsilon^{-j\theta_2}}{\dot{B}\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_2} - \dot{A}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2}}\dot{W}_{1k}' = 0. \qquad (2.9\text{—}8)$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円となり，その中心位置 $\dot{C}_{1\theta_2}$ および半径 $R_{1\theta_2}$ は

$$\dot{C}_{1\theta_2} = \Big\{\frac{\dot{D}}{\dot{B}} + \frac{\dot{B}\,\varepsilon^{-j\theta_2}}{\dot{B}(\dot{B}\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_2} - \dot{A}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2})}\Big\}E_1^2$$

$$= \frac{\dot{D}\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_2} - \dot{C}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2}}{\dot{B}\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_2} - \dot{A}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2}}E_1^2, \qquad (2.9\text{—}9)$$

$$R_{1\theta_2} = \left|\frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_2} - \dot{A}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_2}}\right|. \qquad (2.9\text{—}10)$$

2. 9. 3 送電端実効アドミッタンス Y_1 と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.7—14) から

$$Y_1\,\varepsilon^{j\theta_1} = -\frac{E_2^2}{\dot{B}^2\dot{W}_2'} + \frac{\dot{D}}{\dot{B}}, \qquad (2.9\text{—}11)$$

これから θ_1 を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - \Big(\frac{\dot{D}}{\dot{B}_k}\frac{E_2^2}{\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2}\dot{W}_2' + \frac{\dot{D}_k}{\dot{B}}\frac{E_2^2}{\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2}\dot{W}_{2k}'\Big)$$

$$+\frac{E_2^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2)} = 0. \qquad (2.9\text{—}12)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{2Y_1}$ および半径 R_{2Y_1} は

$$\dot{C}_{2Y_1} = \Big\{\frac{\dot{D}_k}{\dot{B}(\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2)} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}}\Big\}E_2^2$$

$$= \frac{-\dot{C}\dot{D}_k + \dot{A}\dot{B}_kY_1^2}{\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2}E_2^2, \qquad (2.9\text{—}13)$$

$$R_{2Y_1} = \left|\sqrt{\frac{\dot{D}\dot{D}_kE_2^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2)} - \frac{E_2^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2)}}\right|$$

$$= \left|\frac{Y_1E_2^2}{\dot{D}\dot{D}_k - \dot{B}\dot{B}_kY_1^2}\right|. \qquad (2.9\text{—}14)$$

2. 9. 4 送電端力率 $\cos\theta_1$ と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.9—11) から Y_1 を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{E_2^2\,\varepsilon^{j\theta_1}}{\dot{B}\dot{D}_k\,\varepsilon^{j\theta_1} - \dot{D}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_1}}\dot{W}_2'\right.$$

$$\left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{E_2^2\,\varepsilon^{-j\theta_1}}{\dot{D}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_1} - \dot{B}\dot{D}_k\,\varepsilon^{j\theta_1}}\dot{W}_{2k}'\right. = 0. \qquad (2.9—15)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2\theta_1}$ および半径 $R_{2\theta_1}$ は

$$\dot{C}_{2\theta_1} = \left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\varepsilon^{-j\theta_1}}{\dot{D}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_1} - \dot{B}\dot{D}_k\,\varepsilon^{j\theta_1}} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}}\right)E_2^2$$

$$= \frac{-\dot{C}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_1} + \dot{A}\dot{D}_k\,\varepsilon^{j\theta}}{\dot{D}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_1} - \dot{B}\dot{D}_k\,\varepsilon^{j\theta_1}}E_2^2, \qquad (2.9—16)$$

$$R_{2\theta_1} = \left|\frac{E_2^2}{\dot{D}\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_1} - \dot{B}\dot{D}_k\,\varepsilon^{j\theta_1}}\right|. \qquad (2.9—17)$$

2. 10 相互コンダクタンス一定の場合および相互サッセプタンス一定の場合

2. 10. 1 送電端から見た相互コンダクタンス G_{21} と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡. $\dot{E}_1$ を基準ベルトルに取る．式 (1—7) から

$$G_{21} + jB_{21} = \frac{\dot{I}_2}{E_1} = \frac{-\dot{C}E_1^2 + \dot{A}\dot{W}_1}{E_1^2}. \qquad (2.10—1)$$

この共役量を取り，2式から B_{21} を消去すれば

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = (\dot{C} + \dot{C}_k + 2G_{21})E_1^2. \qquad (2.10—2)$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は $\dot{A}_k$ に直交する直線である．式 (2.10—3) 直線と，$\dot{A}^k$ に平行で原点を通る直線

$$\dot{A}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = 0 \qquad (2.10—3)$$

との交点，すなわち式 (2.10—2) 直線に原点から下した垂線の足 $\dot{N}_{1G_{21}}$ は

$$\dot{N}_{1G_{21}} = \frac{(\dot{C} + \dot{C}_k + 2G_{21})E_1^2}{2\dot{A}}. \qquad (2.10—4)$$

2. 10. 2 送電端から見た相互サッセプタンス B_{21} と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡.

式 (2. 10—1) から G_{21} を消去すれば

$$\dot{A}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = (\dot{C} - \dot{C}_k + 2jB_{21})\,E_1{}^2. \tag{2. 10—5}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は $\dot{A}_k$ に平行な直線となる．この直線と，$\dot{A}_k$ に直交し原点を通る直線

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = 0 \tag{2. 10—6}$$

との交点，すなわち式 (2. 10—5) 直線に原点から下した垂線の足 $\dot{N}_{1B_{21}}$ は

$$\dot{N}_{1B_{21}} = \frac{(\dot{C} - \dot{C}_k + 2jB_{21})\,E_1{}^2}{2\dot{A}}. \tag{2. 10—7}$$

2. 10. 3 送電端から見た相互コンダクタンス G_{21} と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る．式 (1—3) から

$$G_{21} + jB_{21} = \frac{\dot{I}_2}{\dot{E}_1} = \frac{\dot{W}_2}{\dot{A}E_2{}^2 + \dot{B}\dot{W}_2}. \tag{2. 10—8}$$

あるいは

$$\dot{W}_2 = -\frac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2{}^2 + \frac{\dot{A}E_2{}^2}{\dot{B}\{1 - \dot{B}(G_{21} + jB_{21})\}}. \tag{2. 10—9}$$

暫く原点を $-\dfrac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2{}^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_2{}' = \dot{W}_2 + \frac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2{}^2 = \frac{\dot{A}E_2{}^2}{\dot{B}\{1 - \dot{B}(G_{21} + jB_{21})\}}. \tag{2. 10—10}$$

これから

$$G_{21} + jB_{21} = \frac{1}{\dot{B}} - \frac{\dot{A}E_2{}^2}{\dot{B}^2\dot{W}_2{}'}. \tag{2. 10—11}$$

この共役量を取り，2式から B_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_2{}'\dot{W}_{2k}{}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{\dot{A}_kE_2{}^2}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kG_{21}}\dot{W}_2{}' + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}E_2{}^2}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kG_{21}}\dot{W}'_{2k}\right) = 0. \tag{2. 10—12}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2G_{21}}$ および半径 $R_{2G_{21}}$ は

$$\dot{C}_{2G_{21}} = \left\{ \frac{\dot{A}\dot{B}_k}{\dot{B}(\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21})} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}} \right\} E_2^2$$

$$= \frac{\dot{A}(2\dot{B}_k G_{21} - 1)}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21}} E_2^2, \qquad (2.10\text{—}13)$$

$$R_{2G_{21}} = \left| \frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21}} \right|. \qquad (2.10\text{—}14)$$

2. 10. 4 送電端から見た相互サッセプタンス B_{21} と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡. 式 (2.10—11) から G_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_2' \dot{W}_{2k}' - \left\{ \frac{\dot{B}}{\dot{B}_k} \frac{\dot{A}_k E_2^2}{2j\dot{B}\dot{B}_k B_{21} + (\dot{B} - \dot{B}_k)} \dot{W}_2' \right.$$

$$\left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A}E_2^2}{-2j\dot{B}\dot{B}_k B_{21} + (\dot{B}_k - \dot{B})} \dot{W}_{2k}' \right\} = 0. \qquad (2.10\text{—}15)$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2B_{21}}$ および半径 $R_{2B_{21}}$ は

$$\dot{C}_{2B_{21}} = \left\{ \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A}}{-2j\dot{B}\dot{B}_k B_{21} + (\dot{B}_k - \dot{B})} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}} \right\} E_2^2$$

$$= \frac{\dot{A}(2j\dot{B}_k B_{21} + 1)}{\dot{B}_k - \dot{B} - 2j\dot{B}\dot{B}_k B_{21}} E_2^2, \qquad (2.10\text{—}16)$$

$$R_{2B_{21}} = \left| \frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B}_k - \dot{B} - 2j\dot{B}\dot{B}_k B_{21}} \right|. \qquad (2.10\text{—}17)$$

2. 11 相互インピーダンスの抵抗分一定の場合リアクタンス分一定の場合

2. 11. 1 送電端から見たインピーダンスの抵抗分 R_{21} と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る．式 (1—7) から

$$R_{21} + jX_{21} = \frac{E_1}{\dot{I}_2} = \frac{E_1^2}{-C\dot{E}_1^2 + A\dot{W}_1}. \qquad (2.11\text{—}1)$$

あるいは

$$\dot{W}_1 = \frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 + \frac{E_1^2}{\dot{A}(R_{21} + jX_{21})}. \qquad (2.11\text{—}2)$$

暫く原点を $\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_1' = \dot{W}_1 - \frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 = \frac{E_1^2}{\dot{A}(R_{21}+jX_{21})}. \tag{2.11—3}$$

あるいは

$$R_{21} + jX_{21} = \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{W}_1'}. \tag{2.11—4}$$

この共役量を取り，2式から X_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_1'\dot{W}_{1k}' - \left(\frac{E_1^2}{2\dot{A}_k R_{21}}\dot{W}_1' + \frac{E_1^2}{2\dot{A}R_{21}}\dot{W}_{1k}'\right) = 0. \tag{2.11—5}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{1R_{21}}$ および半径 $R_{1R_{21}}$ は

$$\dot{C}_{1R_{21}} = \left(\frac{\dot{C}}{\dot{A}} + \frac{1}{2\dot{A}R_{21}}\right) E_1^2, \tag{2.11—6}$$

$$R_{1R_{21}} = \left|\frac{E_1^2}{2\dot{A}R_{21}}\right|. \tag{2.11—7}$$

2. 11. 2 送電端から見た相互インピーダンスのリアクタンス分 X_{21} と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. 式 (2.11—4) から R_{21} を消去して

$$\dot{W}_1'\dot{W}_{12}' - \left(\frac{E_1^2}{-2j\dot{A}_k X_{21}}\dot{W}_1' + \frac{E_1^2}{2j\dot{A}X_{21}}\dot{W}_{1k}'\right) = 0. \tag{2.11—8}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{1X_{21}}$ および半径 $R_{1X_{21}}$ は

$$\dot{C}_{1X_{21}} = \left(\frac{\dot{C}}{\dot{A}} + \frac{1}{2j\dot{A}X_{21}}\right) E_1^2, \tag{2.11—9}$$

$$R_{1X_{21}} = \left|\frac{E_1^2}{2\dot{A}X_{21}}\right|. \tag{2.11—10}$$

2. 11. 3 送電端から見た相互インピーダンスの抵抗分 R_{21} と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る．式 (1—3) から

$$R_{21} + jX_{21} = \frac{\dot{I}_2}{\dot{E}_1} = \frac{\dot{W}_2}{\dot{A}E_2^2 + \dot{B}\dot{W}_2} \tag{2.11—11}$$

あるいは

$$\dot{W}_2 = -\frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2 + \frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B}\{1 - \dot{B}(R_{21} + jX_{21})\}}. \tag{2.11—12}$$

暫く原点を $-\dfrac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2$ に移して考えれば

$$\dot{W}_2' = \dot{W}_2 + \frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2 = \frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B}\{1 - \dot{B}(R_{21} + jX_{21})\}}. \tag{2.11—13}$$

あるいは

$$R_{21} + jX_{21} = \frac{1}{\dot{B}} - \frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B}^2\dot{W}_2'} \tag{2.11—14}$$

この共役量を取り，2式から X_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - \Big(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{\dot{A}_kE_2^2}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kR_{21}}\dot{W}_2' + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kR_{21}}\dot{W}_{2k}'\Big) = 0. \tag{2.11—15}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{2R_{21}}$ および半径 $R_{2R_{21}}$ は

$$\dot{C}_{2R_{21}} = \Big(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kR_{21}} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}}\Big)E_2^2 = \frac{\dot{A}(2\dot{B}_kR_{21} - 1)}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kR_{21}}E_2^2, \tag{2.11—16}$$

$$R_{2R_{21}} = \left|\frac{\dot{A}E_2^2}{\dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_kR_{21}}\right|. \tag{2.11—17}$$

2. 11. 4 送電端から見た相互インピーダンスのリアクタンス分 X_{21} と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 円. 式 (2.11—14) から R_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - \Big(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{\dot{A}_kE_2^2}{2j\dot{B}\dot{B}_kX_{21} + \dot{B} - \dot{B}_k}\dot{W}_2' + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}E_2^2}{-2j\dot{B}\dot{B}_k + \dot{B}_k - \dot{B}}\dot{W}_{2k}'\Big) = 0. \tag{2.11—18}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2X_{21}}$ および半径 $R_{2X_{21}}$ は

$$\dot{C}_{2X_{21}} = \Big(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}}{-2j\dot{B}\dot{B}_k + \dot{B}_k - \dot{B}} - \frac{\dot{A}}{\dot{B}}\Big)E_2^2 = \frac{\dot{A}(2j\dot{B}_kX_{21} + 1)}{-2j\dot{B}\dot{B}_k + \dot{B}_k - \dot{B}}E_2^2, \tag{2.11—19}$$

$$R_{2X_{21}} = \left|\frac{\dot{A}E_2^2}{-2j\dot{B}\dot{B}_kX_{21} + \dot{B}_k - \dot{B}}\right|. \tag{2.11—20}$$

2. 12 相互アドミッタンスの大きさ一定の場合および偏角一定の場合

相互アドミッタンスの大きさ一定であれば勿論，相互インピーダンスの大きさは一定であり，相互アドミッタンスの偏角が一定であれば，相互インピーダンスの偏角も一定であるから，ここでは表題のもののみを述べる．

2. 12. 1 送電端から見た相互アドミッタンス Y_{21} と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 円. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る．式 (2. 10—1) は

$$Y_{21}\varepsilon^{j\theta_{21}} = \frac{\dot{I}_2}{E_1} = \frac{-\dot{C}E_1^2 + \dot{A}\dot{W}_1}{E_1^2}. \tag{2. 12—1}$$

これから θ_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_1 + \frac{\dot{C}}{\dot{A}}E_1^2\dot{W}_{1k}\right) + \frac{\dot{C}\dot{C}_k - Y_{21}^2}{\dot{A}\dot{A}_k}E_1^4 = 0. \tag{2. 12—2}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{1Y_{21}}$ および半径 $R_{1Y_{21}}$ は

$$\dot{C}_{1Y_{21}} = \frac{\dot{C}}{\dot{A}}E_1^2, \tag{2. 12—3}$$

$$R_{1Y_{21}} = \sqrt{\frac{\dot{C}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{A}_k}E_1^4 - \frac{\dot{C}\dot{C}_k - Y_{21}^2}{\dot{A}\dot{A}_k}E_1^4} = \frac{Y_{21}}{\sqrt{\dot{A}\dot{A}_k}}E_1^2. \tag{2. 12—4}$$

2. 12. 2 送電端から見た相互アドミッタンスの偏角 θ_{21} と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡. 式 (2. 12—1) から Y_{21} を消去すれば

$$\dot{A}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}}\dot{W}_{1k} = (\dot{C}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}} - \dot{C}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}})E_1^2. \tag{2. 12—5}$$

よって，この場合 $\dot{W}_1$ は $\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}}$ に平行な直線である．この直線と $\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}}$ に直交し原点を通る直線

$$\dot{A}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}}\dot{W}_{1k} = 0. \tag{2. 12—6}$$

との交点，すなわち式(2. 12—5)直線に原点から下した垂線の足を $\dot{N}_{1\theta_{21}}$ とすれば

$$\dot{N}_{1\theta_{21}} = \frac{\dot{C}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}} - \dot{C}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}}}{2\dot{A}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}}E_1^2. \tag{2. 12—7}$$

2. 12. 3 送電端から見た相互アドミッタンス Y_{21} と E_2 が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る．また暫く原点を $-\dfrac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2^2$ に移して考えれば，式 (2. 10—11) から

$$Y_{21}\,\varepsilon^{j\theta_{21}}=\frac{1}{\dot{B}}-\frac{\dot{A}E_2^{\,2}}{\dot{B}^2\dot{W}_2'}\,. \tag{2.12—8}$$

これから θ_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}'-\left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}_k}\frac{E_2^{\,2}}{1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^2}\dot{W}_2'+\frac{\dot{A}}{\dot{B}}\frac{E_2^{\,2}}{1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^{\,2}}W_{2k}'\right)$$

$$+\frac{\dot{A}\dot{A}_k}{\dot{B}\dot{B}_k(1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^2)}E_2^{\,4}=0. \tag{2.12—9}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円であって，その中心位置 $\dot{C}_{2Y_{21}}$ および半径 $R_{2Y_{21}}$ は

$$\dot{C}_{2Y_{21}}=\left(\frac{\dot{A}}{\dot{B}}\frac{1}{1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^{\,2}}-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}\right)E_2^{\,2}$$

$$=\frac{\dot{A}\dot{B}_kY_{21}^{\,2}}{1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^{\,2}}E_2^{\,2}, \tag{2.12—10}$$

$$R_{2Y_{21}}=\sqrt{\frac{\dot{A}\dot{A}_kE_2^{\,4}}{\dot{B}\dot{B}_k(1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^{\,2})^2}-\frac{\dot{A}\dot{A}_kE_2^{\,4}}{\dot{B}\dot{B}_k(1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^{\,2})}}$$

$$=\frac{\sqrt{\dot{A}\dot{A}_k}\,Y_{21}E_2^{\,2}}{1-\dot{B}\dot{B}_kY_{21}^{\,2}}\,. \tag{2.12—11}$$

2. 12. 4 送電端から見た相互アドミッタンスの偏角 θ_{21} と E_2 が一定であるときの $\dot{W}_2$ 軌跡. 式 (2.12—8) から Y_{21} を消去すれば

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}'-\left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k}\frac{\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\theta_{21}}}{\dot{B}\,\varepsilon^{j\theta_{21}}-\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}}E_2^{\,2}\dot{W}_2'\right.$$

$$\left.+\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}}{\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}-\dot{B}\,\varepsilon^{j\theta_{21}}}\boldsymbol{E}_2^{\,2}\dot{\boldsymbol{W}}_{2k}'\right)=0. \tag{2.12—12}$$

よって，この場合 $\dot{W}_2$ は円で，その中心位置 $\dot{C}_{2\theta_{21}}$ および半径 $R_{2\theta_{21}}$ は

$$\dot{C}_{2\theta_{21}}=\left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}\frac{\dot{A}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}}{\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}-\dot{B}\,\varepsilon^{j\theta_{21}}}-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}\right)E_2^{\,2}$$

$$=\frac{\dot{A}\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}}{\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}-\dot{B}\,\varepsilon^{j\theta_{21}}}E_2^{\,2}, \tag{2.12—13}$$

$$R_{2\theta_{21}}=\frac{\dot{A}E_2^{\,2}}{\dot{B}_k\,\varepsilon^{-j\theta_{21}}-\dot{B}\,\varepsilon^{j\theta_{21}}}\,. \tag{2.12—14}$$

2. 13 電流減衰一定の場合および電流位相差一定の場合

2. 13. 1 $\dfrac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}=\alpha_I$ と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡. $\dot{E}_1$ を基準ベクトルに取る. 式 (1—7) から

$$\alpha_I\,\varepsilon^{j\beta_I}=\frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}=\frac{-\dot{C}E_1^2+\dot{A}\dot{W}_1}{\dot{W}_1}=\dot{A}-\frac{\dot{C}E_1^2}{\dot{W}_1}. \tag{2. 13—1}$$

この共役量を取り, 2 式から β_I を消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{A}\dot{C}_kE_1^2}{\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2}\dot{W}_1+\frac{\dot{C}\dot{A}_kE_1^2}{\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2}\dot{W}_{1k}\right)$$

$$+\frac{\dot{C}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2}E_1^4=0. \tag{2. 13—2}$$

よって, この場合 $\dot{W}_1$は円で, その中心位置 $\dot{C}_{1\alpha_I}$ および半径 $R_{1\alpha_I}$ は

$$\dot{C}_{1\alpha_I}=\frac{\dot{C}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2}E_1^2. \tag{2. 13—3}$$

$$R_{1\alpha_I}=\sqrt{\frac{\dot{A}\dot{A}_k\dot{C}\dot{C}_kE_1^4}{(\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2)^2}-\frac{\dot{C}\dot{C}_kE_1^4}{\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2}}$$

$$=\frac{\sqrt{\dot{C}\dot{C}_k}\,\alpha_I}{\dot{A}\dot{A}_k-\alpha_I^2}E_1^2. \tag{2. 12—4}$$

2. 13. 2 $\left|\dfrac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}\right|=\beta_I$ と E_1 が一定のときの $\dot{W}_1$ 軌跡. 式 (2. 13—1) から α_Iを消去すれば

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k}-\left(\frac{\dot{C}_k\,\varepsilon^{j\beta_I}}{\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\beta_I}-\dot{A}\,\varepsilon^{-j\beta_I}}E_1^2\dot{W}_1\right.$$

$$\left.+\frac{\dot{C}\,\varepsilon^{-j\beta_I}}{\dot{A}\,\varepsilon^{-j\beta_I}-\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\beta_I}}E_1^2\dot{W}_{1k}\right)=0. \tag{2. 13—5}$$

よって, この場合 $\dot{W}_1$ は円で, その中心位置 $\dot{C}_{1\beta_I}$ および半径 $R_{1\beta_I}$ は

$$\dot{C}_{1\beta_I}=\frac{\dot{C}\,\varepsilon^{-j\beta_I}}{\dot{A}\,\varepsilon^{-j\beta_I}-\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\beta_I}}E_1^2, \tag{2. 13—6}$$

$$R_{1\beta_I}=\left|\frac{\dot{C}E_1^2}{\dot{A}\,\varepsilon^{-j\beta_I}-\dot{A}_k\,\varepsilon^{j\beta_I}}\right|. \tag{2. 13—7}$$

2. 13. 3 $\dfrac{\boldsymbol{I}_2}{\boldsymbol{I}_1}=\alpha_I$ と $\boldsymbol{E}_2$ が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡. $\dot{E}_2$ を基準ベクトルに取る. 式 (1—4) から

$$\alpha_I\,\varepsilon^{j\beta_I}=\frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}=\frac{\dot{W}_2}{\dot{C}E_2^2+\dot{D}\dot{W}_2}. \tag{2.13—8}$$

あるいは

$$\frac{1}{\alpha_I\,\varepsilon^{j\beta_I}}=\dot{D}+\frac{\dot{C}E_2^2}{\dot{W}_2}. \tag{2.13—9}$$

この共役量を取り, 2 式から β_I を消去すれば

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k}-\left(\frac{\dot{D}\dot{C}_k}{\dfrac{1}{\alpha_I^2}-\dot{D}\dot{D}_k}E_2^2\dot{W}_2+\frac{\dot{C}\dot{D}_k}{\dfrac{1}{\alpha_I^2}-\dot{D}\dot{D}_k}E_2^2\dot{W}_{2k}\right)$$

$$-\frac{\dot{C}\dot{C}_k}{\dfrac{1}{\alpha_I^2}-\dot{D}\dot{D}_k}E_2^4=0. \tag{2.13—10}$$

よって, この場合 $\dot{W}_2$ は円で, その中心位置 $\dot{C}_{2\alpha_I}$ および半径 $R_{2\alpha_I}$ は

$$\dot{C}_{2\alpha_I}=\frac{\dot{C}\dot{D}_k\,\alpha_I^2}{1-\dot{D}\dot{D}_k\,\alpha_I^2}E_2^2, \tag{2.13—11}$$

$$R_{2\alpha_I}=\sqrt{\frac{\dot{C}\dot{C}_k\dot{D}\dot{D}_k\,E_2^4}{\left(\dfrac{1}{\alpha_I^2}-\dot{D}\dot{D}_k\right)^2}+\frac{\dot{C}\dot{C}_kE_2^4}{\dfrac{1}{\alpha_I^2}-\dot{D}\dot{D}_k}}$$

$$=\frac{\sqrt{\dot{C}\dot{C}_k\,\alpha_I}}{1-\dot{D}\dot{D}_k\alpha_I^2}E_2^2. \tag{2.13—12}$$

2. 13. 4 $\left|\dfrac{\dot{\boldsymbol{I}}_2}{\dot{\boldsymbol{I}}_1}\right|=\beta_I$ と $\boldsymbol{E}_2$ が一定のときの $\dot{W}_2$ 軌跡. 式 (2.13—9) から α_I を消去すれば

$$\dot{W}_2\dot{W}_{2k}-\left(\frac{\dot{C}_k\,\varepsilon^{-j\beta_I}}{\dot{D}\,\varepsilon^{j\beta_I}-\dot{D}_k\,\varepsilon^{-j\beta_I}}E_2^2\dot{W}_2\right.$$

$$\left.+\frac{\dot{C}\,\varepsilon^{j\beta_I}}{\dot{D}_k\,\varepsilon^{-j\beta_I}-\dot{D}\,\varepsilon^{j\beta_I}}E_2^2\dot{W}_{2k}\right)=0. \tag{2.13—13}$$

よって, この場合 $\dot{W}_2$ は円で, その中心位置 $\dot{C}_{2\beta_I}$ および半径 $R_{2\beta_I}$ は

$$\dot{C}_{2\beta_I} = \frac{\dot{C}\,\varepsilon^{j\beta_I}}{\dot{D}_k\,\varepsilon^{-j\beta_I} - \dot{D}\,\varepsilon^{j\beta_I}} E_2{}^2, \tag{2.13—14}$$

$$R_{2\beta_I} = \left| \frac{\dot{C}E_2{}^2}{\dot{D}_k\,\varepsilon^{-j\beta_I} - \dot{D}\,\varepsilon^{j\beta_I}} \right|. \tag{2.13—15}$$

3 結　　言

以上四端子回路電力型円線図の主なものを示したが，これを通覧すると

$$\dot{W} = \dot{Q} + \dot{R}\,\varepsilon^{jz} \tag{3—1}$$

の型の方程式に導かれるもの〔2.2.1項，2.2.2項，2.3.1項，2.3.2項，2.12.1項〕，

$$\dot{W} = \frac{\dot{a} + \dot{b}z}{\dot{c} + \dot{d}z} \tag{3—2}$$

の型の方程式に導かれるもの〔2.7.1項，2.7.2項，2.7.3項，2.7.4項，2.8.1項，2.8.2項，2.8.3項，2.8.4項，2.9.2項，2.9.4項，2.10.3項，2.10.4項，2.11.1項，2.11.2項，2.11.3項，2.11.4項，2.12.4項，2.13.2項，2.13.4項〕，

$$\dot{W} = \frac{\dot{a} + \dot{b}\,\varepsilon^{jz}}{\dot{c} + \dot{d}\,\varepsilon^{jz}} \tag{3—3}$$

の型の方程式に導かれるもの〔2.9.1項，2.9.3項，2.12.3項，2.13.1項〕，

$$\dot{W} = \dot{a} + \dot{b}z \tag{3—4}$$

の型（直線）の方程式に導かれるもの〔2.10.1項，2.10.2項，2.12.2項〕，

以上の何れの型の方程式にも導かれないもの〔2.4.1項，2.4.2項，2.4.3項，2.4.4項，2.5.1項，2.5.2項，2.5.3項，2.5.4項，2.6.1項，2.6.2項〕となっている．

式 (3—1) の型に導かれるものは，その中心位置および半径はそれぞれ Q および R で円の決定にあと何の計算も必要としない，最も都合のよい円方程式である．しかし見られる通り，この型の方程式に導かれる数は少ない．式 (3—2) の型に導かれるものは，その数が非常に多い．しかし従来は，これから円の中心位置，半径を求めるのに更に手のかかる計算を要した．式 (3—3) の型に導かれるものも若干あるが，この型に導かれた場合従来は式 (3—2) の型と同様，その円の中心位置，半径を求めるのに更に手数を要した．式 (3—4) の型に導かれるのは軌跡が直線の場合である．

従来取扱かいの特にめんどうであったものは上に示した円方程式の何れの型にも導かれない最後のものである．

しかし何れの型の方程式に導かれる円も，またこれ等の円方程式に導かれない円も

$$\dot{W}\dot{W}_k + (\dot{Q}_k\dot{W} + \dot{Q}\dot{W}_k) + \dot{Q}\dot{Q}_k - \dot{R}\dot{R}_k = 0. \qquad (3—5)$$

の型の方程式には自然と思われる程容易に導かれることを本報告は示している．そして，この式に導かれた円の中心位置，半径はそれぞれ，$\dot{Q}$ および R であって，これを求めるのに殆ど手数を要しない．更にこの方法は次回に発表さして頂く円線図付設の均等目盛り尺度を求めるのに非常に都合のよい型の方程式である．

終りにこの研究にたえず貴重な助言を頂いた石橋教授（現 電機大学），東京工業大学森田教授（現 沖電気工業株式会社），粟屋教授，中野教授を初め本学電気工学科，通信工学科，数学教室の先生方に厚くお礼申し上げ，又研究結果の整理に尽力して頂いた中村浩君，宮下登君に謝意を表する．

参 考 文 献

1) 森田清：円線図と円図表．
2) 小串孝治：円線図．
3) 早田・鬼頭・本間：複素数幾何学の工学への応用．
4) 竹内端三：函数論．
5) 鳳秀太郎：変圧器および誘導電動機．
6) 磯野達一郎：誘導機械．
7) 藤井真一：信州大学工学部紀要第10号，195頁．
8) La Cour and Bragstad : Theory of Alternating Currents.
9) Dover : Theory and Practice of Alternating Currents.

Summary

Application of Complex Geometry to Circular Diagram

(Power-type Circular Diagram of Four Terminal Circuit)

Shinichi FUJII

(Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering)

This paper gives the methods about the finding and the decision of many power-type circle diagram of a four-terminal a. c. circuit by the complex geometric treatment on circular diagram. And it also shows that by the new method of treatment on circle diagram can be dealt with more easily the problems which are difficult to treat by the old method, and that generally the arangement of circular diagram can be made simplified by the new method.