

電気工作物設備技術研究

(同期発電機の空極型について)

山下電気保安管理事務所

空極機に対する電機子反作用による電機子電流(負荷電流)の位相によって異なる。

その理由は回転子の磁極の形状が、空極で、内部誘起電圧を正弦波に近づけた後に右図の形状となるから。

レガレ固定子巻線に電機子電流が流れ、空隙部に磁束が生じると、電流最大値との軸が一致していようと空隙の長さが短く、空隙の磁束密度が大きくなる。(A図)

逆に電流最大値が子軸と一致してると左隙の磁束密度分布は小さくなる。(B図)

A図およびB図とも磁極の形状と内部誘導起電圧を正弦波に近づけた後の形状であるが、逆に電機子反作用にはひみ波となる。

②および③の磁線、

このひみ波を省き、基本波のみは③と③'となる

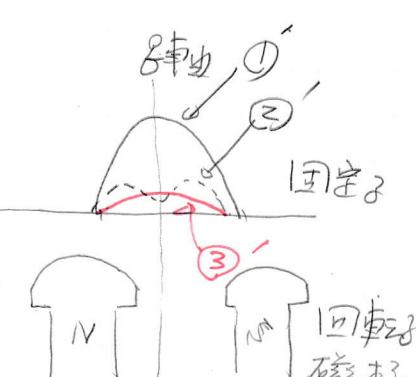
① 直軸電機子反作用

② 空隙磁束密度(ひみ波)

③ は②の基本波分

A図

B図



の直軸電機子反作用

② は①の空隙磁束密度(ひみ波)

③' は②'の基本波分

B図

したがって空極機では電機子電流が任意の位相であれば、電流位相と子軸と子軸を分かれ、直軸回路と直軸回路のことを分けて考える。

[2] [3] へとベクトルと回路図を示す。

空極機では $x_d > x_q$ となり $x_d = x_{ad} + x_{qd}$ (C図) $x_{ad} > x_{qd}$, $x_q = x_{qg} + x_{dg}$ (D図)

x_d : 直軸同期リアクタンス

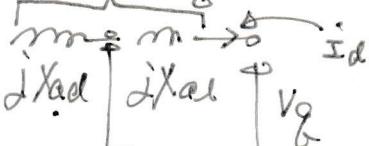
NO2. [2]

R 6.7.1

x_{ad} : 直軸電機子反作用リアクタンス

x_{al} : 漏れリアクタンス

$$x_d = x_{al} + x_{ad}$$



C図

突極端の複素電力($P+jQ$)は次式(エレクレ位法)で表す直軸回路

$$P+jQ = V \bar{I} \quad (1) \quad V: 端子電圧$$

主: 電機子電流(負荷電流)

x_{ag} : 横軸電機子反作用リアクタンス

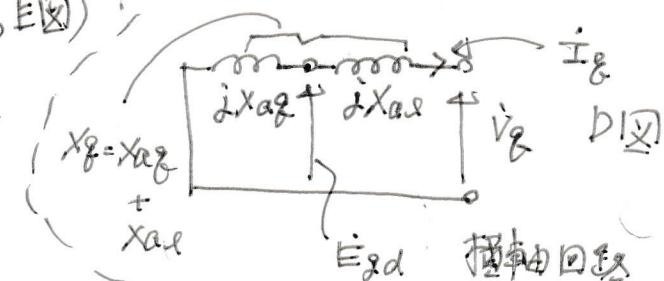
バッハ回路と各等価回路式(C図, D図, E図)

$$I = I_g + I_d = I_g - j I_d \quad \bar{I} = I_g + j I_d$$

$$V = V_g + V_d = V_g - j V_d$$

$$P+jQ = (V_g - j V_d)(I_g + j I_d)$$

$$P+jQ = (V_g I_g + V_d I_d) + j(V_g I_d - V_d I_g) \quad (2)$$



D図 横軸回路

(2) 式より P, Q を求め次式

$$P = V_g I_g + V_d I_d = \frac{V^2 \sin \delta \cos \delta}{x_g} + \frac{V E_s}{x_d} \sin \delta - \frac{V^2 \sin \delta \cos \delta}{x_d}$$

$$P = \frac{V E_s}{x_d} \sin \delta + V^2 \sin \delta \cos \delta \left(\frac{1}{x_g} - \frac{1}{x_d} \right)$$

$$P = \frac{V E_s}{x_d} \sin \delta + V^2 \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{x_d - x_g}{x_g \cdot x_d} \right) \sin 2\delta \quad (3)$$

(3) 式は突極端の有効電圧。

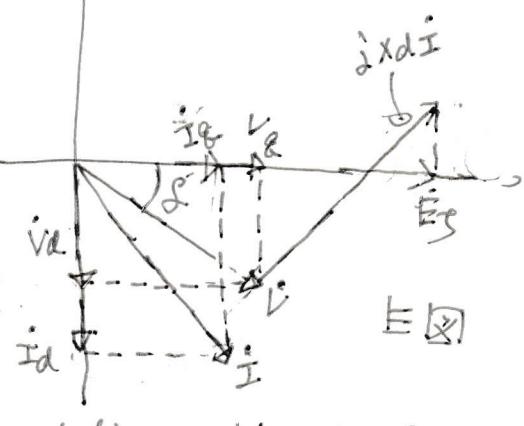
$$2Q = V_g I_d - V_d I_g = \frac{V E_s \cos \delta - V \cos^2 \delta}{x_d} - \frac{V^2 \sin^2 \delta}{x_g}$$

$$Q = \frac{V E_s \cos \delta}{x_d} - \left(\frac{\cos^2 \delta}{x_d} + \frac{\sin^2 \delta}{x_g} \right) V^2 \quad \text{式変形}$$

$$Q = \frac{V E_s \cos \delta}{x_d} - \left[\left(\frac{\cos^2 \delta}{x_d} + \frac{\sin^2 \delta}{x_d} \right) + \left(\frac{\sin^2 \delta}{x_g} - \frac{\cos^2 \delta}{x_d} \right) \right] V^2$$

$$Q = \frac{V E_s \cos \delta - V^2}{x_d} - \frac{x_d - x_g}{x_g x_d} \sin^2 \delta \cdot V^2$$

$$Q = \frac{V E_s \cos \delta - V^2}{x_d} - \frac{x_d - x_g}{2 x_g x_d} (1 - \cos 2\delta) \quad (4)$$



E図

$$V_g = V \cos \delta$$

$$V_d = V \sin \delta$$

$$I_g = \frac{V_d}{x_g} = \frac{V \sin \delta}{x_g}$$

$$I_d = \frac{E_s - V \cos \delta}{x_d}$$

(4) 式は突極端の無効電圧

(1) 式と (4) 式の jQ の部分は漏れリアクタンスによる還元無効電圧である。

補足図(F図)

空隙電圧 E_g は $E_g = E_{gq} + E_{gd}$
C図、D図、

ND: 漸近アーティス $i = j_{ad}$
電圧降下 $j_{ad} i$

ϕ_s : 複極子差線と導磁路との
鎖交磁束数

ϕ_a : 空隙磁束と複極子差線との
鎖交に因る電動子及作用電動
磁束数 ϕ_{ad} と ϕ_{ag} を生ず

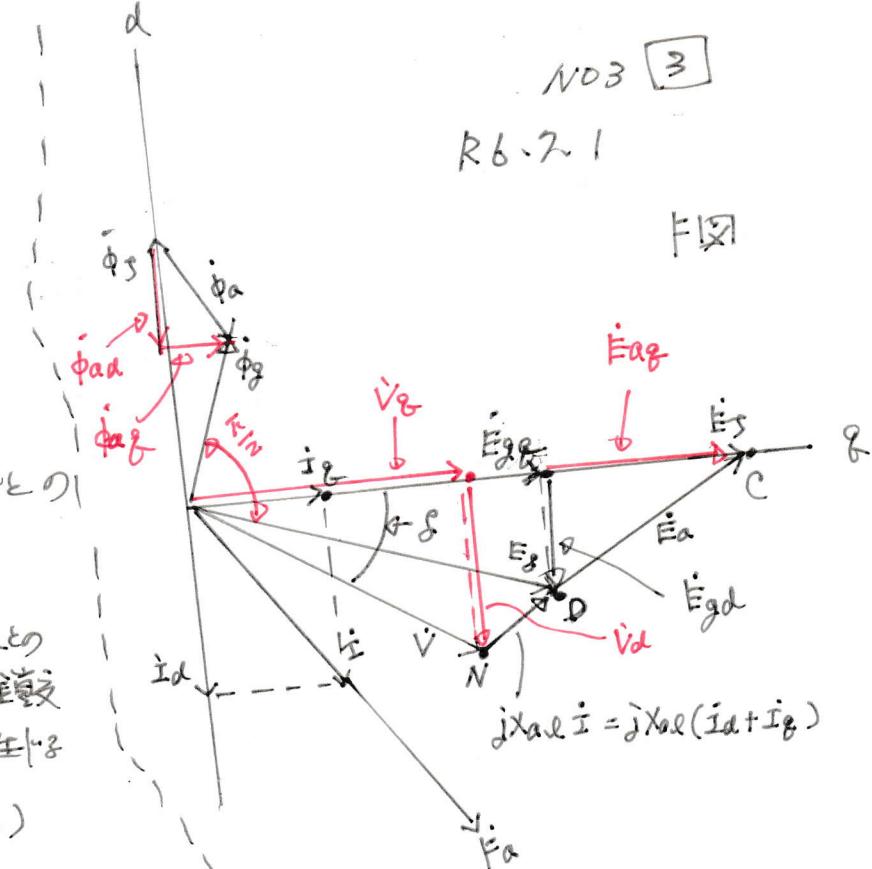
$$\phi_a = \phi_{ad} + \phi_{ag} \quad (\text{合体})$$

Fa: 合成複極子及作用起磁極及
の実部 (±と同様)

NO3 3

R6.2.1

F図



全体式

$P + jQ = V_d \sin \delta$ で E_g と V の相差角 δ (±) 空隙電圧計算

$\delta = 2\pi - \phi_a$ と

また (3)、(4) 式で 内筒端の $P + jQ$ で下記である。 定極端では (3)、(4) 式

(5) $P = \frac{V E_g}{X_d} \sin \delta$
(6) $Q = \frac{V E_g \cos \delta - V^2}{V_d}$

(5)、(6) 式で 内筒端の $P + jQ$ で下記である。 定極端では (3)、(4) 式

ただし、出力 P は内筒端と定極端を
比較すると C 図より最大の f_{max} で 内筒端の
 $f_{max} = 90^\circ$ で 定極端では $70 \sim 80 < 90^\circ$ と小さい。

次回休講予定 (2)

