

誘導電動機

- 3.1 三相誘導電動機の始動方法
- 3.2 〃 の速度制御方法
- 3.3 〃 の制動方法
- 3.4 単相誘導電動機の始動方法
- 3.5 三相誘導電動機の定格周波数とは異なる周波数
- 3.6 〃 の不平衡電圧の下での^{どの}運転
- 3.7 誘導発電機の概要と、同期発電機との比較

誘導電動機

P_2

P_{c2}

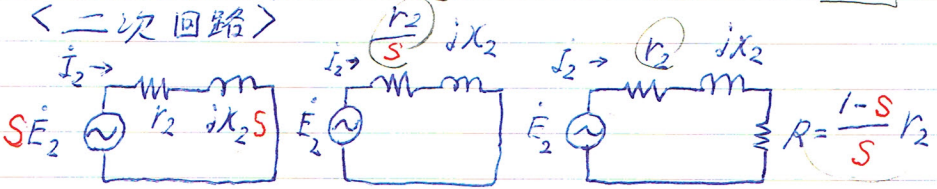
P_0

I

S

$1-S$

<二次回路>

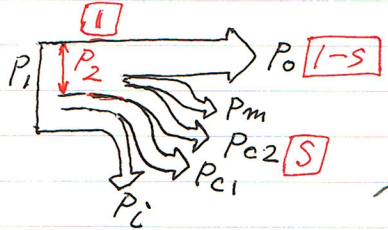


$$I_2 = \frac{SE_2}{r_2 + jSX_2} = \frac{\frac{E_2}{S}}{\frac{r_2}{S} + jX_2} = \frac{E_2}{r_2 + \underbrace{\frac{1-S}{S}r_2}_{R} + jX_2}$$

二次入力 = 二次銅損 + 出力

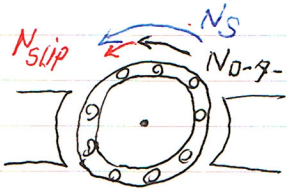
$$P_2 = I_2^2 \frac{r_2}{S} = I_2^2 r_2 + I_2^2 R$$

$$(1 : S : 1-S)$$



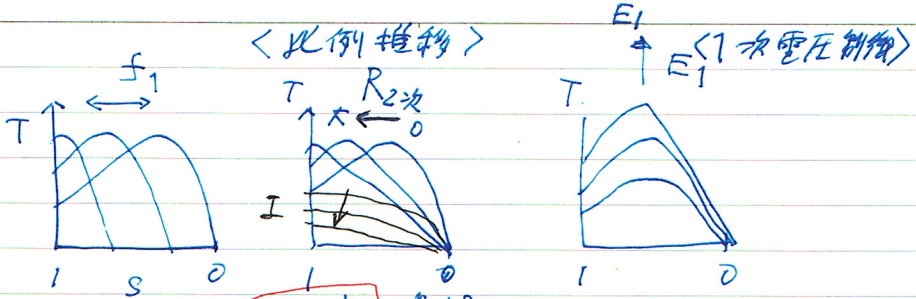
$$N_s = \frac{120f}{P} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

$$S = \frac{N_s - N}{N_s}, N = (1-S)N_s$$



$$P_0 = T\omega = T(1-S)\omega_s = (1-S)T\omega_s = (1-S)P_2$$

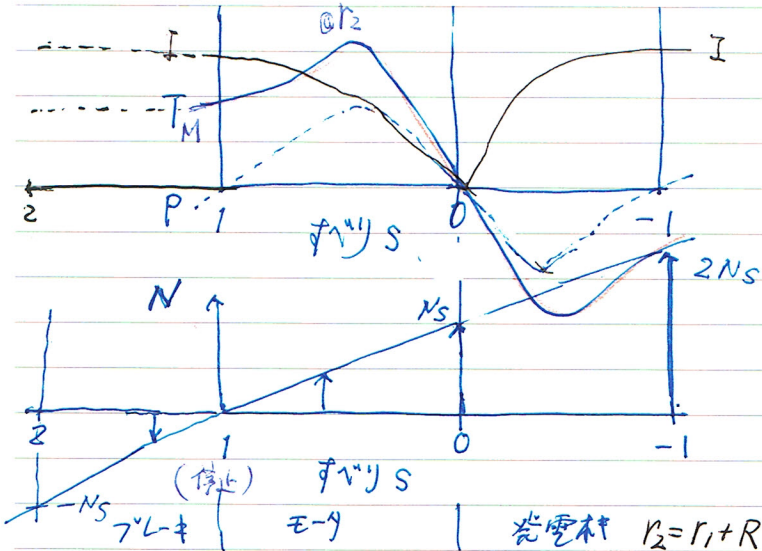
同期ワット



$E = 4.44 \phi_m f N$
飽和 ← 大 小

一定 = $\frac{r_2}{s_1} = \frac{r_2 + R_{2c}}{s_2}$

$T \propto E^2$



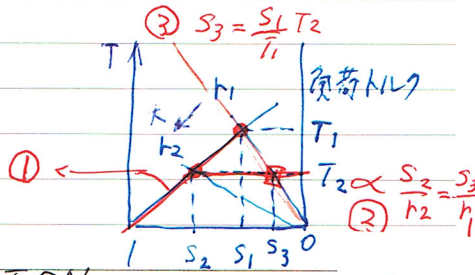
2相入替
(フックアップ)

欠相: 分力発生現象
7高調波: 70-41%

炭電機 $r_2 = r_1 + R$ としたときに s_1 が s_2 になる図

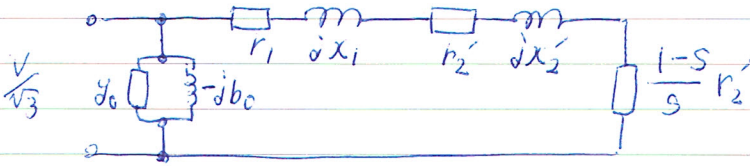
負荷トルクが回転数に比例

$P_0 = T\omega = T(1-s)$
 $\frac{I_2^2}{s} r_2$ 銅損
 $I_2^2 r_2 = T s$



- ① $T \propto N$
- ② $\frac{S}{r}$ - 一定 比例推移
- ③ $\frac{r}{T/s}$ 直線

三相誘導電動機 星形-相一次換算



■ 一次負荷電流 I_1'

■ 二次電流 $I_2 = \frac{V_1}{\sqrt{(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (X_1 + X_2')^2}}$
 (← 次換算值)

■ 鐵損 P_i 3倍 ∵ 三相

■ 一次銅損 P_{c1} 3倍 r_1

■ 二次輸入 P_2 3倍 $\frac{r_2'}{s}$

┌ 二次銅損 P_{c2} r_2'

└ 出力 P_o $\frac{1-s}{s} r_2'$

無負荷試驗
 短路試驗

$Z_0 = \frac{V\sqrt{3}}{I}$ $r_0 = \frac{P_0}{I^2}$

$Z_s = \frac{V\sqrt{3}}{I_n}$ $R_s = \frac{P_n}{I_n^2}$

$Z_n = \frac{V_n\sqrt{3}}{I_n} = \frac{V_n^2}{P_n}$

%Z

%P

$I_2 = \frac{V_n\sqrt{3}}{Z_s}$
 $P_2 = 3 \frac{r_2'}{s} I_2^2$

$R_s = r_2$

3.1 三相誘導電動機の始動方法

(1) かご形

① 全電圧始動 (直入式始動) 始動電流 \approx 定格 I の 5~7 倍

・ 慣性モータ大のモータの頻繁始動・停止 \rightarrow 火災損

・ 小形モータに一般的に用いられる

② スター-デルタ始動 — 低圧電動機で広く使われる

I , トルクが $\frac{1}{3}$

・ 重い負荷 \rightarrow 始動できない

無負荷始動

③ リアクトル始動

デルタ三相リアクトル

(デルタ値 $\alpha < 1$)

電流は αI_0 , トルクは $\alpha^2 T_0$

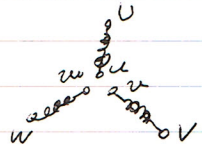
負荷への始動衝撃を防止して

④ 補償器始動

単巻変圧器

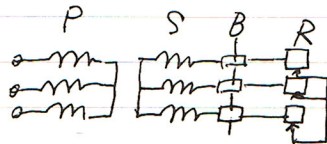
この場合 $T \propto N^2$ (コア, ホール) に使用

コントルラ始動 (始動トランスで減電圧)



(2) 巻線形

① 始動抵抗器



(3) 始動方法の選定

7.5~11kW

全電圧始動 \rightarrow スター-デルタ始動 \rightarrow スター-デルタ始動 \rightarrow リアクトル始動

(0-70%)

(70-100%)

\rightarrow コントルラ始動 \rightarrow 巻線形誘導電動機

3.2 三相電動機の速度制御方法

$$(P_2 = T\omega_0) \quad T = \frac{3 \frac{r_2'}{s}}{\omega_0} \left(\frac{V_1^2}{(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2} \right) = I_2^2$$

Sが小さいとき

$$T \approx \frac{3 s V_1^2}{\omega_0 r_2'} \quad \Leftrightarrow \quad \omega = \omega_0 - \frac{T r_2' \omega_0^2}{3 V_1^2}$$

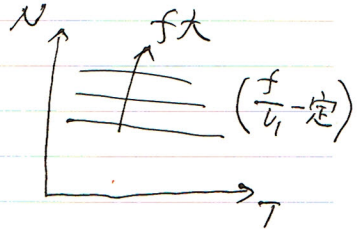
$$\omega = (1-s)\omega_0$$

$$V_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} 2\pi f N_1 \phi_m (= k k_f f N_1 \phi)$$

$$N = \frac{60\omega}{2\pi} = \frac{60}{2\pi} \left\{ \frac{2\sqrt{2} V_1}{p N_1 \phi_m} - \frac{(\frac{f}{V_1}) r_2'}{(p N_1 \phi_m)^2} T \right\}$$

$$\left(\frac{f}{V_1} \text{一定制御} \right) N \phi_m \propto \frac{V_1}{f}$$

$$N \propto f - r_2' \left(\frac{f}{V_1} \right)^2 T$$



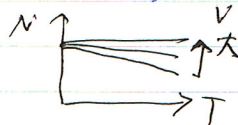
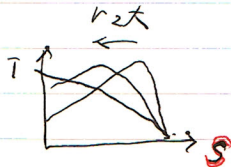
(1) 極数切替, (2) 電源周波数制御

$f \uparrow \phi \uparrow$ 磁気飽和 $\Rightarrow \frac{f}{V_1}$ 一定制御

(3) 一次電圧制御 二次抵抗の大きさを一切も使う

(4) 二次抵抗制御

$T \propto S$



(5) 二次励磁制御 (f → パワ-エレクトロニクス) 3) 二次励磁制御

(6) 電磁継手・流体継手伝達トルク制御

5.3 三相誘導電動機の制動方法

(1) 分類

① 目的別

(i) 停止制動

(ii) 運転制動 N_{Max} 以下に抑制 する

② 運動エネルギーの吸収方法別

(i) 機械的制動法 摩擦制動

(ii) 電気的制動法

i) 直流制動

ii) 逆相制動

iii) 単相制動

iv) 回生制動

v) 誘導電流制動

(2) 電気的制動法

① 直流制動

一次側を電源から切離し直流印加。

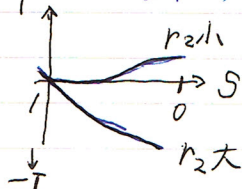
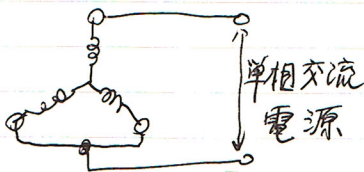
⇒ 交流発電機と等しい抵抗で止れる

例. 4P前の発電機カーブ (停止直前はトルク小)

② 逆相制動 一次側の2端子交換

例. 4P前 $S \approx 2$ から減速

③ 単相制動 直流装置不要 (簡単) T 大ききトルクは出せない



④ 回生制動 最も効率良い

同期速度より速くすると大きな制動力発生
→ クレール, エレベータ

⑤ 逆起電力