第 IV 編

電動力設備の技術計算

執 筆 委 員

工学博士　坪 島 茂 彦

（株式会社明電舎　支配人兼特許部長
東京工業大学　講師）

目　次

1　動力計算の基礎

2　電動機の銘板記載事項と諸特性

3　電動機の始動

4 制動とクラッチ

5 整流器回路

6　電動機の速度制御

7　使用，定格と温度上昇

Ⅳ

8 各種負荷の所要動力計算

9 基礎の計算

1　動力計算の基礎

1·1　直線運動

1·1·1　距離・速度・加速度・力・質量

物体が直線運動を行うとき，その移動距離を s〔m〕，速度を v〔m/s〕，加速度を a〔m/s²〕とし，いずれも時間 t〔s〕の関数とすると，それらの相互間にはつぎの関係がある．

速度と距離

$$v=\frac{ds}{dt} \tag{1·1}$$

加速度と速度と距離

$$a=\frac{dv}{dt}=\frac{d^2s}{dt^2} \tag{1·2}$$

等速度運動における速度と距離

$$s=s_0+v_1t \tag{1·3}$$

s_0：最初の位置，v_1：一定の速度

等加速度運動における加速度，速度および距離

$$v=v_0+a_1t \tag{1·4}$$

$$s=v_0t+\frac{1}{2}a_1t^2 \tag{1·5}$$

v_0：最初の速度，a_1：一定の加速度

物体の質量を M〔kg〕，加速度を a〔m/s²〕，力を F〔N〕とすれば，

力と加速度と質量（運動の方程式）

$$F=Ma=M\frac{dv}{dt}=M\frac{d^2s}{dt^2} \tag{1·6}$$

この式は，「力と加速度とが比例し，その比例定数が質量である」ことを表している．いいかえると，質量とは加速度のつきにくさ，すなわち慣性の大小を表す量である．

なお，工学上では，力の単位として，1〔kg〕の質量に働く地球の重力を1単位として〔kgf〕で表すことが多い．この単位系を重力単位という．

〔N〕と〔kgf〕の関係

$$1〔\mathrm{kgf}〕=9.8〔\mathrm{N}〕 \tag{1·7}$$

1·1·2　質量と重さ（重量）

質量 M〔kg〕の物体を地球が引張る力 G〔N〕は次式で表される．

質量と重さ

$$G=Mg〔\mathrm{N}〕 \tag{1·8}$$

ここで g は，すべての物体に対し地球の引力（重力）が与える加速度で，その値の国際標準値はつぎのとおりである．

重力の加速度

$$g=9.80665[\mathrm{m/s^2}] \tag{1·9}$$

通常は，$g=9.8[\mathrm{m/s^2}]$ として計算する．

物体を秤ではかって M[kg] の重さ（重量）があるといっているのは，物体に働く地球の引力を測定しているのであって，その力が，質量 M[kg] の物体に働く地球の引力に等しいということである．したがって，M[kg] の重さ（重量）がある物体は，質量 M[kg] の物体と考えて計算すればよい．

1·1·3　仕事，動力，運動のエネルギー

物体が力 F[N] に作用されながらその力の方向に s[m] 移動するときの仕事量 W は次式で表される．

仕事量と力と距離

$$W=\int_0^s F ds[\mathrm{J}] \tag{1·10}$$

力が一定の場合の仕事量

$$W=Fs[\mathrm{J}] \tag{1·11}$$

仕事の遅速の度，すなわち，単位時間あたりの仕事量を動力と呼び，つぎの関係で示される．

動力

$$P=\frac{dW}{dt}=F\frac{ds}{dt}=Fv[\mathrm{W}] \tag{1·12}$$

質量 M[kg] の物体が速度 v[m/s] で運動しているとき，この物体のもっている運動のエネルギー Aは，次式で表される．

運動のエネルギー

$$A=\frac{1}{2}Mv^2[\mathrm{J}] \tag{1·13}$$

エネルギーの単位は仕事の単位と同じである．つまり，速度を 0 から v まで上げてやるには，Aに等しい仕事を加える必要があるし，一方，Aなる運動のエネルギーをもっている物体は，停止までにAだけの仕事をする能力を保有していることになる．

〔**例題 1·1**〕　最高速度 5 m/s の電動運搬車がある．この車で 100 m の距離を走行するのに何秒を要するか．ただし，加速度および減速度は，自動制御によって，それぞれ，0.5 m/s² および 0.4 m/s² で一定に保たれるものとし，定速走行中は最高速度で運転されるものとする．

〔**解答**〕　始動後，最高速度 5 m/s に達するまでの時間 t_1 は（1·4）式において，$v_0=0$，$v=5[\mathrm{m/s}]$，$a_1=0.5[\mathrm{m/s^2}]$ であるから，

$$t_1=\frac{5}{0.5}=10[\mathrm{s}]$$

加速中に移動する距離 s_1 は，（1·5）式において，$v_0=0$ であるから，

$$s_1=\frac{1}{2}\times 0.5\times 10^2=25[\mathrm{m}]$$

減速をはじめてから停止までに要する時間 t_2 は，（1·4）式において，$v=0$，$v_0=5[\mathrm{m/s}]$，$a_1=-0.4[\mathrm{m/s^2}]$ であるから，

$$t_3=\frac{5}{0.4}=12.5[\mathrm{s}]$$

減速中に移動する距離 s_3 は(1·5)式によって，

$$s_3=\frac{1}{2}\times 0.4\times 12.5^2=31.25[\mathrm{m}]$$

全速度で走行する距離 s_2 は

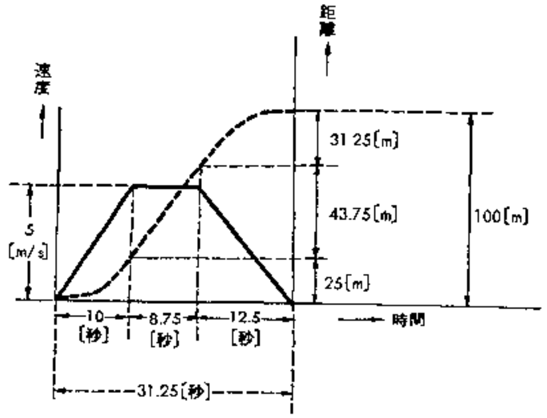
$$s_2=100-(25+31.25)=43.75[\mathrm{m}]$$

最高速度での走行時間 t_2 は

$$t_2=\frac{s_2}{v}=\frac{43.75}{5}=8.75[\mathrm{s}]$$

全走行時間 t は

$$t=t_1+t_2+t_3=10+8.75+12.5$$
$$=31.25[\mathrm{s}]$$



第1·1図

これらの様子を図示すると第1·1図のようになる．

〔例題 1·2〕 重量 110 t の運搬車を，10 s で速度 5 m/s まで等加速度で加速するときの，加速に要する力はいくらか．

〔解答〕 重量 110 t というのは質量 110 t のことである（1·1·2 参照）．

必要な加速度 a_1 は（1·4）式により，

$$a_1=\frac{5}{10}=0.5[\mathrm{m/s^2}]$$

よって，加速力 F は（1·6）式により，

$$F=110\times 10^3\times 0.5=55\,000[\mathrm{N}]$$

〔kgf〕で表すと（1·7）式により，

$$F=\frac{1}{9.8}\times 55\,000=5\,612[\mathrm{kgf}]$$

〔例題 1·3〕 車体の重量 20 t の電動運搬車がある．この運搬車に 90 t の荷を積んで，43.75 m 動かすに要する仕事量を求めよ．ただし，この車の走行抵抗は 15 kgf/t である．

また，この仕事を 8.75〔秒〕で行うとすれば必要な動力はいくらか．

〔解答〕 車を動かすに要する力 F は

$$F=15\times(90+20)=1\,650[\mathrm{kgf}]$$

単位を〔N〕になおすと，（1·7）式により，

$$F=9.8\times 165=16\,170[\mathrm{N}]$$

よって仕事量 W は，（1·11）式により，

$$W=16\,170\times 43.75=707\,440[\mathrm{J}]$$

つぎに，必要な動力 P は（1·12）式により，

$$P=\frac{707\,440}{8.75}=80\,850[\mathrm{W}]$$
$$=80.85[\mathrm{kW}]$$

〔例題 1·4〕 重さ 5 t の荷物を 30 m 持上げるのに必要な仕事量はいくらか．

〔解答〕 重さ 5t というのは質量 5t と同じである（1·1·2 参照）．質量 5t のものを引張る地球の引力に抗して荷物を持上げるのに要する力Gは，（1·8）式，（1·9）式により，

$$G=5\times10^3\times9.8=49\,000[\mathrm{N}]$$

よって，30 m 持上げるに必要な仕事の量は，（1·11）式により，

$$W=49\,000\times30=1\,470\times10^3[\mathrm{J}]$$

〔**例題 1·5**〕 重さ 5t の荷重を 30 m/min の速度で巻上げるときの動力はいくらか．

〔解答〕 重さ 5t は質量 5t であり，それを巻上げるのに必要な力Fは（1·8）式により，

$$F=5\times10^3\times9.8=49\,000[\mathrm{N}]$$

30[m/min]＝0.5[m/s] であるから，動力Pは（1·12）式により，

$$P=49\,000\times0.5=24.9\times10^3[\mathrm{W}]$$
$$=24.9[\mathrm{kW}]$$

〔**例題 1·6**〕 旋盤で加工するに際し，切削力が 900 kgf，切削速度が 12 m/min であるという．正味切削動力はいくらか．

〔解答〕 900[kgf] を [N] になおすと，（1·7）式により，

$$900\times9.8=8\,820[\mathrm{N}]$$

12[m/min] を [m/s] になおすと

$$\frac{12}{60}=0.2[\mathrm{m/s}]$$

よって，動力は

$$8\,820\times0.2=1\,764[\mathrm{W}]$$
$$=1.764[\mathrm{kW}]$$

〔**例題 1·7**〕 重さ 3t の物体が 2 m/s の速さで移動しているとき，その物体のもっている運動のエネルギーはいくらか．また，この物体を 0.5 s で停止させようとすると，平均して吸収しなければならない制動動力はいくらか．

〔解答〕 重さ 3t は質量 3t を意味する．

よって，運動のエネルギーAは（1·13）式により

$$A=\frac{1}{2}\times3\times10^3\times2^2=6\times10^3[\mathrm{J}]$$

停止させるためには，0.5 s の間に 6×10³[J] の仕事を行わせなければならないから，

$$\frac{6\times10^3}{0.5}=12\times10^3[\mathrm{W}]$$
$$=12[\mathrm{kW}]$$

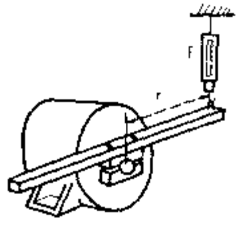
の吸収動力を必要とする．

1·2 回転運動

1·2·1 運動方程式

電動機がものを回そうとする力を測る場合，第1·2図のように電動機軸にアームを取付け，その先を秤にかけて，通電すると，秤に力がかかる．この力を秤で読んで何［N］の力があるといえばよさそうであるが，もし秤の位置すなわちアームの長さrをかえると，電動機が

同じ力を出していても，秤の読みが異なってくるという不都合が起こる．



第1·2図 トルクの説明

そこで，電動機のような回転運動に関する力を測るのに，秤の読み（力の単位）とアームの長さ（長さの単位）との積ですれば，この不都合を解消できる．この積が回転力またはトルクであって単位は N·m（ニュートン・メートル）である．すなわちトルク τ は

トルク

$$\tau = F \cdot r \tag{1·14}$$

このように，回転運動では，力の代わりにトルクを用いる必要がある．F を秤の目盛のまま〔kg〕で読めば τ の単位は〔kgf·m〕となる．これは重力単位である．(1·7) 式と同様に，

〔N·m〕と〔kgf·m〕の関係

$$1[\mathrm{kgf \cdot m}] = 9.8[\mathrm{N \cdot m}] \tag{1·15}$$

つぎに，直線運動における距離に相当するものとして回転運動では角度 θ〔rad〕（ラジアン）をとれば，これはアームの長さに無関係となり，速度，加速度についても角速度 ω〔rad/s〕，角加速度 a_θ〔rad/s²〕を用いればよい．これらの間の関係は (1·1) 式，(1·2) 式と同様

角速度と角度

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \tag{1·16}$$

角加速度と角速度と角度

$$a_\theta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt} \tag{1·17}$$

等角速度運動では (1·3) 式と同様で，

等角速度運動における角速度と角度

$$\theta = \theta_0 + \omega_1 t \tag{1·18}$$

θ_0：最初の角度，ω_1：一定の角速度

等角加速度運動では (1·4) 式，(1·5) 式と同様で

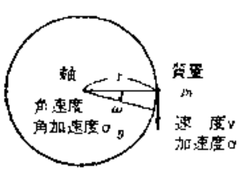
等角加速度運動における角加速度，角速度および角度

$$\omega = \omega_0 + a_{\theta 1} t \tag{1·19}$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} a_{\theta 1} t^2 \tag{1·20}$$

ω_0：最初の角速度，$a_{\theta 1}$：一定の角加速度

1·2·2 慣性モーメントと GD^2



第1·3図 回転体の運動

第1·3図のように回転軸から r〔m〕の距離にある質量 m〔kg〕の質点が，軸の周囲を回転した場合の速度と角速度，加速度と角加速度の関係は

$$v = r\omega \qquad \alpha = r a_\theta \tag{1·21}$$

である．そこで，(1·6) 式の両辺に r を乗じ，かつ (1·14) 式および (1·21) 式を代入すると，

$$\tau = mr^2 a_\theta [\mathrm{N \cdot m}] \qquad (1 \cdot 22)$$

となる．この式を（1·6）式と比べてみると，力 F に対してトルク τ，加速度 a に対して角加速度 a_θ をそれぞれ対応させれば，質量 M に対して mr^2 が対応していることがわかる．

一般の回転体を回そうとするトルク T は，それを構成する各質点に働くトルクの総和となるから

$$T = \sum \tau = a_\theta \sum mr^2 \qquad (1 \cdot 23)$$

ここで，

$$\sum mr^2 = J [\mathrm{kg \cdot m^2}] \qquad (1 \cdot 24)$$

なる量，すなわち回転体を構成する各質点の質量と，それらより回転軸に至る距離の2乗との積 mr^2 の全部の和を，その軸に関する慣性モーメントという．ここで，

慣性モーメント

$$J = \sum mr^2 = MR^2 \qquad (1 \cdot 25)$$

$$M = \sum m：\text{回転体の全質量}$$

とおけば，R は，軸からこの距離に物体の全質量が集中したとみたときの慣性モーメントが，その物体の慣性モーメントに等しいような距離であって，これを回転半径と呼ぶ．

結局，直線運動における（1·6）式に対応する式として，回転運動では，つぎの式が成り立つ．

回転運動の運動方程式（トルクと角加速度と慣性モーメント）

$$T = J a_\theta = J \frac{d\omega}{dt} \qquad (1 \cdot 26)$$

直線運動と回転運動の諸量の対応を第1·1表に示す．

第1·1表

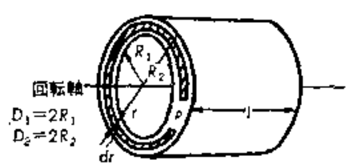
直　線　運　動	回　転　運　動
力　F 〔N〕(〔kgf〕)	トルク　T 〔N·m〕(〔kgf·m〕)
質　量　M 〔kg〕	慣性モーメント　J 〔kg·m〕
加速度　a 〔m/s²〕	角加速度　α 〔rad/s²〕
速　度　v 〔m/s〕	角速度　ω 〔rad/s²〕
距　離　s 〔m〕	角　度　θ 〔rad〕

（ ）内は重力単位

実用上は，慣性モーメントの回転半径の代わりにその4倍である回転直径を用いて，はずみ車効果と呼び GD^2 で表す．

はずみ車効果（フライホイールエフェクト）GD^2

$$GD^2 = 4J [\mathrm{kg \cdot m^2}] \qquad (1 \cdot 27)$$



第1·4図　GD^2 の計算

複雑な形状の回転体の GD^2 は簡単に一度では算出できないので，簡単に求められる部分に分けて各部の GD^2 を求め，それを合計するという方法をとる．

第1·4図のような厚肉中空円筒が中心軸の回りに回転するものについて GD^2 を計算してみよう．

中心より半径 r〔m〕のところの微小厚み dr〔m〕の円筒の質量 m は

$$m=2\pi r l\rho dr \text{[kg]} \tag{1·28}$$

ρ：密度〔kg/m³〕，l：円筒の長さ〔m〕

ゆえにこの部分の慣性モーメントは $2\pi r^3 l\rho dr$〔kg·m²〕であるから全体の慣性モーメントは

$$J=\int_{R_1}^{R_2} 2\pi l\rho r^3 dr=\frac{\pi l\rho}{2}(R_2^4-R_1^4) \text{[kg·m}^2\text{]} \tag{1·29}$$

中空円筒の質量は

$$M=\pi(R_2^2-R_1^2)l\rho \text{[kg]} \tag{1·30}$$

であるから，

中空円筒の慣性モーメントは

$$J=M\frac{R_2^2+R_1^2}{2} \text{[kg·m}^2\text{]} \tag{1·31}$$

よって，

中空円筒の GD^2 は

$$GD^2=M\frac{D_2^2+D_1^2}{2}=\frac{\pi l\rho}{8}(D_2^4-D_1^4) \tag{1·32}$$

1·2·3　仕事・動力・運動のエネルギー

トルク T〔N·m〕，角度 θ〔rad〕とすれば仕事量は（1·11）式と同様で，

回転運動の仕事量

$$W=T\theta \text{[J]} \tag{1·33}$$

動力は（1·12）式と同様で，つぎのようになる．

回転運動の動力（〔N·m〕と〔rad/s〕によるもの）

$$P=\frac{dW}{dt}=T\omega \text{[W]} \tag{1·34}$$

一般に電動機応用の分野では角速度を毎分の回転数 n〔rpm〕で表す習慣がある．

〔rpm〕と〔rad/s〕の関係は

$$\omega=\frac{2\pi n}{60} \tag{1·35}$$

であるから

回転運動の動力（〔rpm〕と〔N·m〕によるもの）

$$P=\frac{2\pi}{60}Tn=0.1047\,Tn \text{[W]} \tag{1·36}$$

さらにトルクを T'〔kgf·m〕で表す場合は

回転運動の動力（〔rpm〕と〔kgf·m〕によるもの）

$$P=\frac{2\pi}{60}gT'n=1.027\,T'n \text{[W]} \tag{1·37}$$

慣性モーメント J〔kg·m〕の物体が角速度 ω〔rad/s〕で回転しているときの運動のエネルギーは，（1·13）式と同様で，

回転運動の運動のエネルギー

$$A=\frac{1}{2}J\omega^2 \text{[J]} \tag{1·38}$$

慣性モーメントの代わりに GD^2[kg·m]，角速度の代わりに回転速度 n[rpm] を用いると次式のようになる．

回転運動の運動のエネルギー

$$A=\frac{GD^2}{2\times4}\left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2=\frac{GD^2n^2}{730}\text{[J]} \tag{1·39}$$

n_1[rpm] から n_2[rpm] まで回転速度が変化するとき

運動のエネルギー変化は

$$\varDelta A=\frac{GD^2}{730}(n_1^2-n_2^2)\text{[J]} \tag{1·40}$$

回転速度が下がるときは，$\varDelta A$ なるエネルギーを回転体の外へ出す．また回転速度が上がるときは，$\varDelta A$ なるエネルギーを回転体が外からもらって蓄えることになる．この場合，

エネルギーを放出する割合すなわち動力は

$$P=\frac{dA}{dt}=\frac{GD^2}{365}n\frac{dn}{dt}\text{[W]} \tag{1·41}$$

1·2·4　GD^2 の換算と慣性係数

電動機で負荷を回すという一つの系を考えるときは，電動機軸の回転速度に，すべての定数を換算して計算するのが便利である．

このような系の中には電動機と違う回転速度で回転する負荷や，直線運動をする負荷があろう．

電動機回転子の GD^2 を $(GD^2)_M$，回転体負荷の GD^2 を $(GD^2)_L$，また，直線運動をする負荷の質量を M[kg] とする．それぞれがギヤ，ベルトあるいはクランクなどで連結され，電動機の回転速度が n_M[rpm] のとき回転負荷の回転速度が n_L[rpm]，直線運動負荷の速度が v[m/s] とすると，

系の全運動エネルギーは

$$\begin{aligned}A&=\frac{(GD^2)_Mn_M^2}{730}+\frac{(GD^2)_Ln_L^2}{730}+\frac{Mv^2}{2}\\&=\frac{n_M^2}{730}\left\{(GD^2)_M+(GD^2)_L\left(\frac{n_L}{n_M}\right)^2+\frac{365v^2}{n_M^2}M\right\}\end{aligned} \tag{1·42}$$

となる．この式の{　}内が，電動機軸に換算された GD^2 の合計である．この式から

GD^2 の換算についてつぎのことがわかる．

(1)　負荷の GD^2 を電動機軸に換算するには，負荷と電動機との回転数比の2乗をかける．

(2)　直線運動をする物体の質量〔kg〕には $365\left(\frac{v}{n_M}\right)^2$ をかけると，電動機軸換算 GD^2 になる．

上記のように負荷および電動機を含めた系全体の慣性モーメント(電動機軸に換算したもの)と，電動機の慣性モーメントの比を慣性係数という．すなわち，

慣性係数 *FI*

$$FI=\frac{J_M+J_L}{J_M}=\frac{(GD^2)_M+(GD^2)_L}{(GD^2)_M} \tag{1·43}$$

〔例題 1·8〕　定格出力 0.75 kW の誘導電動機の軸に第1·2図のようにアームをとりつけ，

軸が回らないようにしっかり締めつけて，通電したら，秤の読みが 2 kg であったという．この電動機の始動トルクはいくらか，ただし，秤の位置は，軸心から 50 cm のところにある．

〔解答〕 秤の読みが 2 kg ということは，2 kgf の力ということであるから，それを〔N〕で表すと，(1·7) 式により，

$$F=9.8\times 2=19.6\,[\mathrm{N}]$$

よって，(1·14) 式により，トルクは

$$T=19.6\times 0.5=9.8\,[\mathrm{N\cdot m}]$$

〔kgf·m〕で表すと，

$$2\times 0.5=1\,[\mathrm{kgf\cdot m}]$$

〔例題 1·9〕 第1·5図の回転体の慣性モーメントおよび GD^2 を求めよ．ただし，材質は鋼で，密度は 7.8 t/m³ である。

〔解答〕 この回転体の質量は，(1·30) 式により，

$$M=\pi\times(0.5^2-0.3^2)\times 0.5\times 7.8=1.96\,[\mathrm{t}]$$

慣性モーメントは (1·31) 式により，

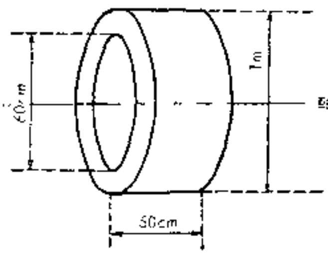
$$J=1.96\times\frac{0.5^2+0.3^2}{2}=0.333\,[\mathrm{t\cdot m^2}]$$

GD^2 は (1·27) 式により，

$$GD^2=4J=4\times 0.333=1.33\,[\mathrm{t\cdot m^2}]$$

あるいは，(1·32) 式により，

$$GD^2=1.96\times\frac{1^2+0.6^2}{2}=1.33\,[\mathrm{t\cdot m^2}]$$



第1·5図

〔例題 1·10〕 直径 1 m，長さ 50 cm の充実中空円筒（第1·6図(a)）の軸心に関する GD^2 およびその質量はいくらか．ただし材質は鋼で密度は 7.8 t/m³ である．

また，これと同じ GD^2 を，外径 2 m，長さ 50 cm の中空円筒で実現するときの内径とその質量を求めよ（第1·6図(b)）．

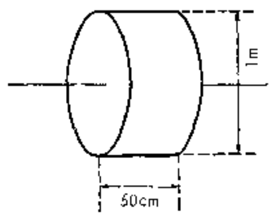
〔解答〕 充実円筒の質量 M_1 は (1·30) 式において $R_1=0$ であるから

$$M_1=\pi\times 0.5^2\times 0.5\times 7.8=3.063\,[\mathrm{t}]$$

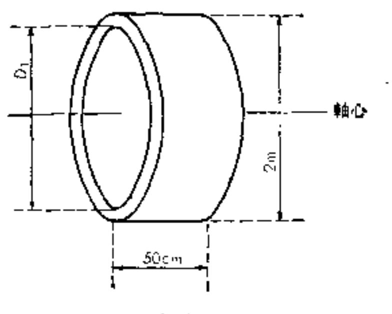
よって，その GD^2 は，(1·32) 式において $D_1=0$ とおき，

$$GD^2=3.063\times\frac{1^2}{2}=1.5315\,[\mathrm{t\cdot m^2}]$$

中空円筒にしたときの GD^2 は (1·32) 式のとおりで，



(a)



(b)

第1·6図

$$GD^2=\frac{\pi l\rho}{8}(D_2^4-D_1^4)$$

よって，この式の中に既知の数字を代入すると

$$1.5315=\frac{\pi\times0.5\times7.8}{8}(16-D_1^4)$$

$$1=16-D_1^4$$

$$D_1^4=15$$

$$\therefore\quad D_1=1.968[\mathrm{m}]$$

すなわち，円筒の内厚は

$$\frac{2-1.968}{2}=0.016[\mathrm{m}]$$

16 mm でよいことになる．

その質量は（1·30）式により，

$$M=\frac{\pi}{4}\times(2^2-1.968^2)\times0.5\times7.8=0.389[\mathrm{t}]$$

外径 1 m の充実円筒の 3.063 t に比べ外径 2 m の中空円筒では 0.389 t と，著しく軽くてすむことになる．

〔例題 1·11〕 回転子の GD^2 が 2.2 kg·m² の電動機を停止の状態から，等加速度で加速し，0.5 s で，1 800 rpm の回転速度まで上げるのに必要な加速トルクはいくらか．

〔解答〕 GD^2 が 2 kg·m² ということは，慣性モーメントは（1·27）式により，

$$J=\frac{2.2}{4}=0.55[\mathrm{kg\cdot m^2}]$$

また，1 800 rpm を〔rad/s〕になおすと，（1·35）式により，

$$\omega=1\,800\times\frac{2\pi}{60}=60\,\pi[\mathrm{rad/s}]$$

よって加速度は（1·19）式により，

$$a_\theta=\frac{60\,\pi}{0.5}=120\,\pi[\mathrm{rad/s^2}]$$

よって，加速トルクは，（1·26）式により

$$T=0.55\times120\,\pi=207[\mathrm{N\cdot m}]$$

〔kgf·m〕で表すと

$$207\times\frac{1}{9.8}=21.2[\mathrm{kgf\cdot m}]$$

〔例題 1·12〕 定格出力 5.5 kW，定格回転速度 960 rpm の電動機の定格トルクはいくらか．

〔解答〕 （1·36）式により，

$$T=\frac{5\,500}{0.1047\times960}=54.7[\mathrm{N\cdot m}]$$

あるいは（1·37）式により，

$$T'=\frac{5\,500}{1.027\times960}=5.58[\mathrm{kgf\cdot m}]$$

なお，SI 単位にすべてをなおして計算をしてみると，つぎのとおりである．

960 rpm は，(1·35) 式により，

$$\omega=960\times\frac{2\pi}{60}=32\pi[\mathrm{rad/s}]$$

よって，トルクは (1·34) 式により，

$$T=\frac{5\,500}{32\pi}=54.7[\mathrm{N\cdot m}]$$

〔例題 1·13〕 上記の電動機のはずみ車効果が 0.3 kg·m² とすれば，定格速度時回転子がもつ運動のエネルギーはいくらか．

〔解答〕 (1·39) 式により，

$$A=\frac{0.3\times 960^2}{730}=379[\mathrm{J}]$$

なお，SI 単位になおして計算してみると，つぎのようになる．

慣性モーメントは，(1·27) 式により，

$$J=\frac{0.3}{4}=0.075[\mathrm{kg\cdot m^2}]$$

回転角速度は，(1·35) 式により，

$$\omega=960\times\frac{2\pi}{60}=32\pi[\mathrm{rad/s}]$$

∴ 運動のエネルギーは，(1·38) 式により，

$$A=\frac{1}{2}\times 0.075\times(32\pi)^2=379[\mathrm{J}]$$

〔例題 1·14〕 はずみ車効果 100 kg·m² の回転体の回転速度が，1 500 rpm から 1 200 rpm まで下る間に放出するエネルギーはいくらか．

〔解答〕 (1·40) 式により，

$$\Delta A=\frac{100}{730}\times(1\,500^2-1\,200^2)=111\,000[\mathrm{J}]$$

〔例題 1·15〕 上記の回転体に発電機をつけておき，電圧を終始一定に保ちながらその出力で 100 W の電球を10個ともした場合，1 500 rpm から 1 200 rpm まで速度が落ちるのに何秒かかるか．ただし，発電機などの損失を無視する．

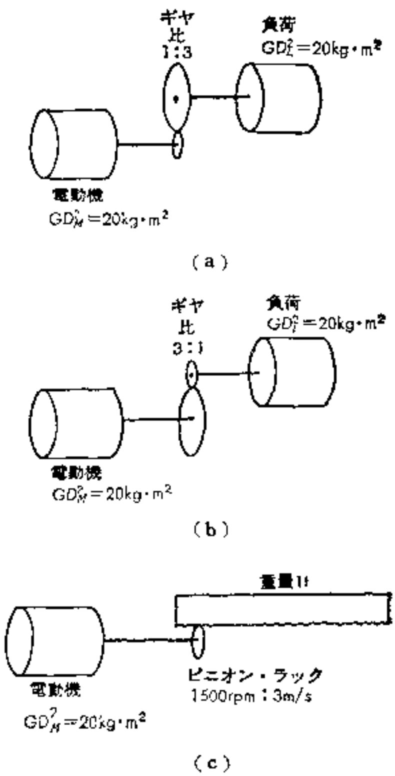
〔解答〕 (1·41) 式により，

$$\frac{111\,000}{100\times 10}=111[\mathrm{s}]$$

〔例題 1·16〕 第1·7図の (a)，(b)，(c) に示した各系の，電動機軸に換算した全 GD^2 を求めよ．ただし，変速機構の GD^2 は無視する．

〔解答〕

(a) 1·2·4 (1) の条件により，



第1·7図