

誘導電動機の速度—回転力曲線を ブラウン管によって得る方法

Methods to Obtain the Speed—Torque Curves of
Induction Motors by a Braun Tube.

荒又 光夫 (Mitsuo Aramata)

皆川 信也 (Shinya Minakawa)

ABSTRACT— A method to visualize the Speed-torque curves of induction motors on a Braun tube is chiefly described. The induced e.m.f. of a small d.c. generator used as a tachometer is applied to the vertical deflecting plates of a Braun tube, and the voltage drop in liquid column of which the length varies with the torque of the motor, being magnified with a U-tube, is applied to the horizontal plates. Further, we touch upon another simple method to determine the curves.

I. 緒言： 三相籠形誘導電動機の星状回転力是非同期回転力、次同期回転力、多角形力などとして、かなり研究されているが、未だ不明の点もある。この研究には速度—回転力曲線を実測によって求めることが重要である。この実測方法にはスプリング動力計、流気動力計と蓄電池、rotational accelerometer⁽¹⁾などがあり、また高速度活動写真⁽²⁾も用いられている。筆者らはブラウン管の蛍光板上に速度—回転力曲線を直接画かせる方法を考案したので、それについて報告し、さらにその方法に関連する他の一方法に言及する。

誘導電動機は起動のとき負荷の有無にかかわらず、速度—回転力曲線をたどって加速されていくことは明らかである。無負荷のときは回転力は近似的にすべて回転子の加速に費され、それと大き等しく逆方向の回転力が固定子に作用する。この回転力をベースの一端に装置した圧力計で受ける。この圧力計としては固定子の変位を許さないものがよいから、その点では水晶圧電子が最適であるうが、回転力の変化が比較的緩やかであるから技術的にむずかしい直流増巾器を必要とする。ここでは微小変位(0.5 mm位)を許す特殊な圧力計を考案し、ブラウン管を併用して速度—回転力曲線を画かせることにした。

II. 装置： Fig. 1 に示すように A で電動機を支えると、B に回転力に比例

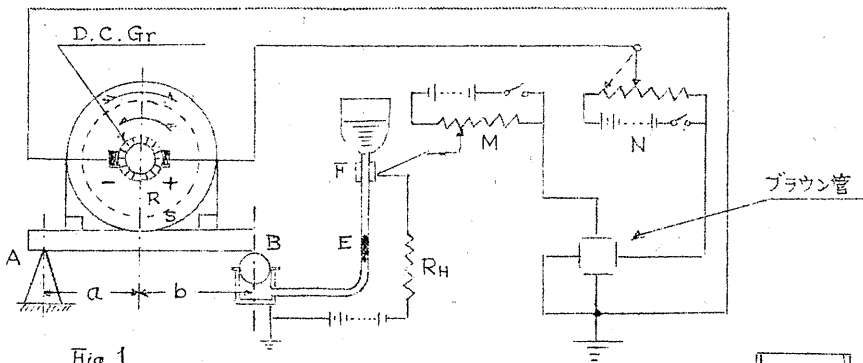


Fig. 1

する力がかかる。ここにU字管を
 応用した圧力計をおく。これは
 Fig. 2 に示すように、鉄の円筒形
 容器(直径5cm)の上へゴム板
 (3mm厚)をのせ、大理石の球を
 押しつけて半球状にしてある。

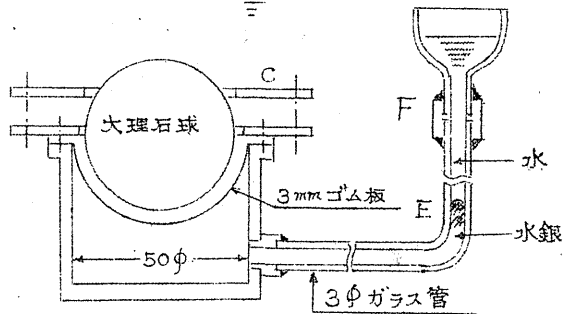


Fig. 2

C は圧力計に力がかからぬと
 き球が上方に撥ね返らないよ

うにつけられている。測定するときには電動機の静止荷重で球はCから離れている。この容器の側面に漏斗を持ったガラスの曲管(内径3mm)をつけ、U字管を形成させる。鉄の容器には水銀を、他方には適当に大なる固有抵抗(10を Ω cm程度)を有する液(水)を入れる。鉄の容器の方の液は導電率が大きい必要があり、またガラス管壁を濡すものではないから水銀を用いた。球に加わる力が増減して微小変位を生ずると、水銀と水との境界面Eが上下する。したがって変位は $50^2/3^2=267$ 倍に拡大される。Eが上下すると、Eと上方の固定電極Fとの間の液柱の長さが変わるから、その電気抵抗が変わる。一方この液柱EFに高抵抗 R_H (10M Ω)を直列として乾電池(800V)に結び、略一定の電流を通しておく、変位即ち回転力に比例する電位差の変化を生ずる。これをブラウン管の垂直偏光板に導き、求める曲線の縦坐標を作る。水平偏光板には誘導電動機に圧着した小型の直流発電機からの速度に比例する起電力を導いて横坐標を作る。これには航空機用の直流変圧器(10V~260V, 5000r.p.m. 2巻)の260V側を他励発電機として用いた。整流子片の数64、溝数16。しかも斜溝であるから起電力の脈動は小さく問題にならない。

III. 速度—回転力曲線の決定。

(1) 無負荷で起動すると時々刻々回転力に比例する加速を生じ、固定子には同じ大きさの回転力(T)が反対方向に作用する。この回転力をAを支桌としてBで受ける

と静止荷重に加わって、 $\sqrt{a^2+b^2}$ (a, b はFig. 1を参照)の力を受ける。誘導電動機の定格回転力 T 、それによっておこされる力 f 、最大回転力による力 $2.5f$ 、と静止荷重による力 f_s とを市販の電動機の二つについて計算すると次表の右の四つの列の如くなる。

出力 (HP)	回転数 (R.P.M.)	重量(W) (kg)	a (mm)	b (mm)	T (mkg)	$f = \frac{T}{a+b}$ (kg)	2.5f (kg)	$f_s = \frac{a}{a+b} W$ (kg)
2	1420	50	115	175	1.00	3.2	8.0	18.5
15	1150	180	210	305	9.4	18.2	45	73
カタログから					計算値			

この例のみでなく、小型の標準誘導電動機はいずれも2.5fが f_s の $\frac{2}{3} - \frac{1}{3}$ 程度であって、この圧力計の使用が可能である。なおこの圧力計と2馬力の電動機を組むときの固有振動の周期は0.4秒である。かゝる電動機は一般に加速が速か過ぎてその振動系の固有振動の周期に近いので困る。それで加速を遅くするため定格電圧の半分(100V)を加えた場合のオシログラムはFig. 3に示すものである。かなりよく円線図によるものと一致している。なお起動の際の電氣的過渡現象の影響を避けるため、初め負方向に回転しておき、次に正方向に切りかへた。

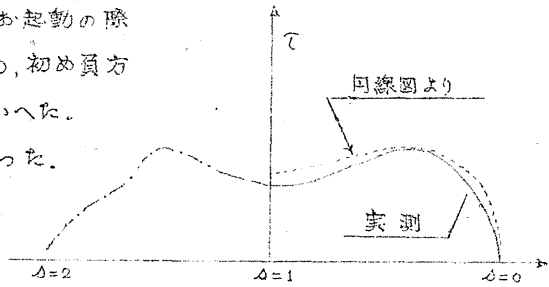


Fig. 3

100Vのときの起動時間は0.9秒であった。また小型のときは適当に制動をかけて加速を遅くすればよいわけであるが、制動器を固定子で支えると摩

擦回転力に相当するだけベースにかゝる力が減少することになる。

したがって制動器をA点と軸心を結ぶ直線に垂直な軸心を通る直線上の一点Xで、固定子に関係なく支えなければならぬ。

(Fig. 4)。もっと大きな電動機では強いスプリングか、またはその作用をなすものをこの圧力計と並べて入れ変位を制限する。スプリングの圧縮率を f_s に比例するように選ぶと固有振動数は等しくなる。大型のものは一般に加速が遅いから好都合である。

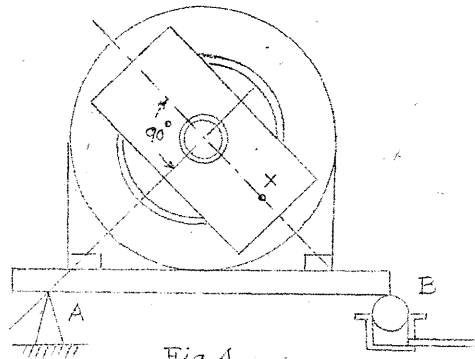


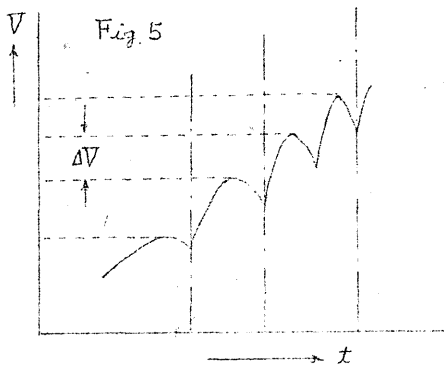
Fig. 4

(2) 直流発電機には実際多少脈動があるため曲線に小節ができる。これは加速の

遅速の目安に利用できる。発電機の溝数と整流子片の数が等しく、斜溝でなければその $e.m.f.$ は起動のとき Fig. 5 のように脈動しつつ増加して行く。(1)の方法で速度軸のみを用いると Fig. 5 の左側に示したように直線に小節の生じたオッシログラムを得る。この小節の間隔は回転計として用いた直流発電機の溝間隔に関係がある。 ΔV は 1 溝間隔 (ΔS) だけ回転する間の起電力の変化である。それ故次の関係が導かれる。

$$\text{回転力}(\tau) \propto \text{角速度}(\alpha) \propto \frac{\Delta n}{\Delta t} \propto \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{\Delta S} \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t} \propto \frac{\Delta V}{\Delta S} \cdot n$$

(n は回転数の瞬時値)

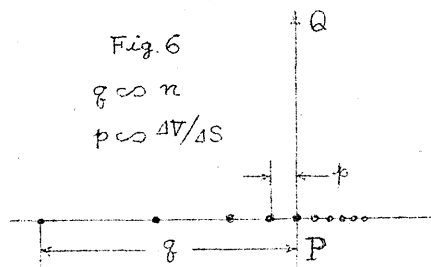


このことから速度—回転力曲線は Fig. 6 に示すような図から求められる。即ち上述のようにして得られた直線状オッシログラムの任意の小節 P より垂線をたて、その長さを $p \times q$ に比例するように Q 点を定める。QP はその回転数に於ける回転力である。よってかゝる点を多く求めて結べば目的の曲線が得られる。

q, p はコンパレータで測定する。文献(2)に載っているのは軸につけた円板に半径方向に引かれる白線を無負荷で電動機を起動する際、高速度活動写真に撮影して、各“こま”に穿った白線の位置の角度の差から加速度即ち回転力を求めるのであるが、その各“こま”の白線に相当するものが只今の方法では一直線上に並ぶことになる。滑りの 1 に近い所では間隔が粗になって都合が悪いが、直流機の脈動が規則正しく安定に生ずれば簡単でよい方法であろう。

く安定に生ずれば簡単でよい方法であろう。

IV. 結言： (1)の方法は小型電動機では加速が速か過ぎるので、圧力計の固有振動からかけ離すため支え方の特殊な制動を用いるとよい。電圧を下げて加速を遅くするとかなりよく俵い得る。大型のものにも適当な剛きのスプリングが見出されれば、この圧力計はそのまゝ用いられ、しかも加速が比較的遅いから小型機の場合よりも好都合である。電気動力計と蓄電池を用いる方法に於いては加速が緩慢であるから、その動力計のスプリング・バランスの代わりにこの装置を用いて曲線を直接画かすことができよう。(2)の方法は



直流回転計の脈動を安定ならしめるよい方法である。無負荷で起動するときと、ある負荷を擔って起動するときの速度—回転力曲線を描き、その差をとれば負荷の要求する速度—回転力曲線が簡単に決定される。また圧力測定部は他の方面にも応用の分野があると思われる。未だ電動機の異常回転力の減された問題の闡明に用いる程度にはなっていないが、更に研究を続行し、またピエゾによる方法をも用い、終局の目的に進もうと思っている。

文 献

- (1) Metropolitan-Vickers Gazette, October, 1931, p.82.
- (2) J.I.E.E. June, 1940, p.597.