

自動車用蓄電池

日本電池株式会社技術課

安宅大刀雄

(山口教授紹介)

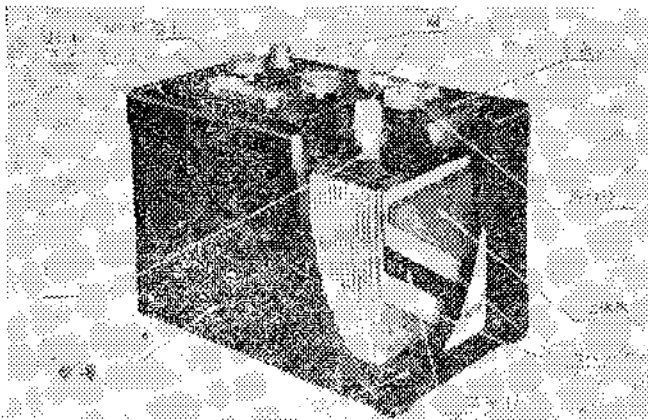
1. 緒言

自動車用蓄電池は自動車の始動、点灯、点火用電源として重要なものである。然し稍もすれば厄介な附属品として取扱われ易く、取扱上遺憾な点も尠くない。すべて蓄電池は取扱によつて寿命及び性能に及ぼす影響も大きいので常に細心の注意を以てその効果を充分に発揮させよう努めなければならぬ。

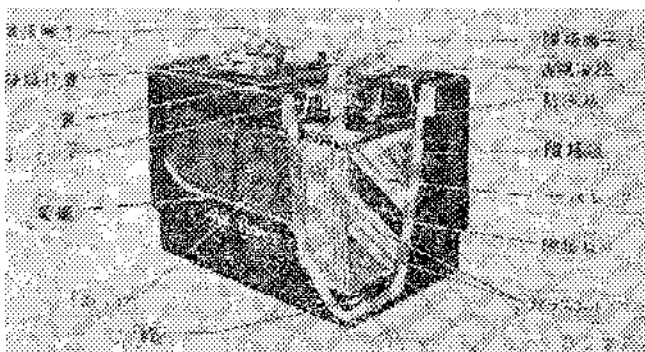
2. 蓄電池の構造と最近の改良点

蓄電池は陽極板、陰極板、セパレーター、電解液、電槽等から成る。第1図Aは一般自動車用蓄電池の内部構造を示すものである。以上の中実際の化学作用に与るものは陽極板、陰極板及び電解液の三者である。鉛蓄電池で

第1図A 自動車用蓄電池の内部構造



第1図B 同上 (エースパワー)



は陽極板に褐色の過酸化鉛 (PbO_2)、陰極板に灰色の海绵状鉛 (Pb)、電解液に無色の稀硫酸 (H_2SO_4) が使用され、この三者を作用物質と称する。

自動車用蓄電池は3槽或は6槽より成る6V或は12Vのもので、電槽にはモノブロック電槽及びエポナイト木箱入電槽が使用される。モノブロック電槽は電槽が一体に成型されたエポナイト電槽で、エポナイト木箱入電槽とはエポナイト槽に入つた単電池3個或は6個を更に1個の木箱に収納したものである。

単電池には陰陽極板枚数を夫々のストラップに熔接した陰極板群及び陽極板群を両極板が交互に重なる様に組合せ、更に両極板の接触を防止する為にセパレーターを挿入して之を電槽内に収め之に蓋を施し蓋と電槽の間を封ロコンパウンドで密封する。尚各単電池間を鉛合金製の接続杆で直列に接続し、之に傾斜のある鉛合金製の端子各1個を両極に使用する。蓋の中央には液口があり之には液口栓がつき、注液及び比重或は温度測定の場合のみ液口栓を外して行う事になつて居る。

以上が自動車用蓄電池の構造の概略を説明したものであるが、最近その構造の各部に検討が加えられ、取扱を簡易にすると共に性能を増加させよう改良が行われて居る。以下その改良点に就いて述べて見よう。

A. 極板

自動車用蓄電池の極板は専ら3mm厚さのものが使用されて居たが、最近2mm厚さの極板が使用される様になつて居る。之は自動車の充電発電機が第三刷子式より定電圧式に移行されると共に、薄い極板を数多く電槽に収め容量を増やす事によりその寿命を増し、併せて始動容量を大きくせんとした為である。尚陽極板格子の腐蝕を防止する目的から従来鉛アンチモン合金に代つて之に新金属を添加した特殊合金格子も実用化されて居る。

B. セパレーター

セパレーターの材質は今迄日本松を材質とした木製のものが使用されて居たが、硫酸中にあつて陽極より発生する酸素ガスによつて酸化を受け易い欠点がある為、之に代る材質として生ゴム或はラテックスを主原料とした微孔ゴムセパレーター又は合成樹脂製のセパレーターも

一部使用されて居る。又最近は陽極作用物質の離脱を防止する為にガラス繊維を板状にした所謂ガラスマットを併用する傾向が見られる。ガラスマットの挿入方法には普通陽極板側にのみ挿入する方法が採られて居るが、最近は陽陰兩極面に挿入して丁度木板をガマツマットで包むが如き挿入方法も採用されて居る。

C. 蓋の改良

蓋の中央の液口管の下端に液面指示装置を施し、液口を覗けば簡単に液面が分り、補液に便ならしめる形式のものがある。

D. 液口栓の改良

従来のエポナイト製の液口栓を透明なスチロール製とし、その下端をプリズム状とし一々液口栓を外さず共、液口栓をはめたまま液面の適否が一見して分る構造のものがある。又液口栓を特に防沫構造を持たす様にしたものもある。

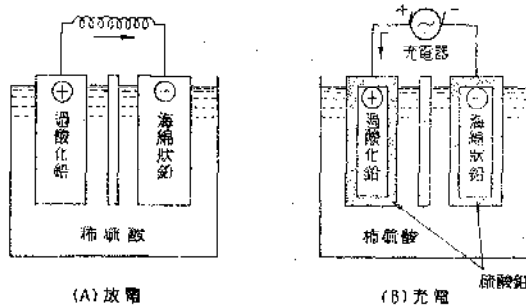
E. 液面の高さ

ガラスマット使用の蓄電池では作用物質の脱落が少い為、従来の液の高さを低めてそれだけ電解液面の高さを増加さず事が出来る。従来液面の高さはセパレーター上縁上約13乃至10mmが適当とされて居たが、之を20mmの高さ迄も増加する事が出来る。之により補液回数を少くし又極板上部の液を有効に妨がす事も出来る。以上が最近の自動車用蓄電池に於いて改良されつゝある主な点であるが、之等利点と思われる点を残らず採用した新製品が日本電池会社から「エースパワー」と云う名で市販に供せられて居る。「エースパワー」に就いては細部の説明を省略するが第1図Bに示した「エースパワー」の内部構造に就き御理解願いたい。

3. 蓄電池の化学作用

第2図は蓄電池の放電及び充電の化学作用を明示したものである。今蓄電池の陽極と陰極の間に負荷を接続して放電すると陽極から陰極に向つて外部回路を(A図)の矢印の方向に電流が流れる。この放電により陽極板の過酸化鉛(PbO₂)、陰極板の海绵状鉛(Pb)が夫々電解液の稀硫酸(H₂SO₄)と化学作用を行つて硫酸鉛(PbS

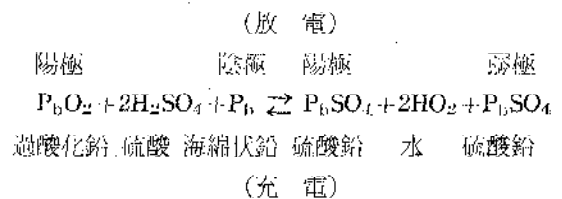
第2図 蓄電池の化学作用



O₄)を兩極板上に作ると同時に電解液中に水(H₂O)を生成する。

1 Ahの電氣量を放電すれば過酸化鉛が4.46g、海绵状鉛が3.87g 硫酸鉛に変化すると共に稀硫酸中の硫酸分が3.66gづゝ消費されて、放電する程硫酸分は稀薄となり比重は低下する。同時に硫酸鉛の生成により電圧も漸次降下する。

(B)図は放電された蓄電池の充電を示すもので、兩極間に水銀整流器、タンダー充電器、セレン整流器等の充電器を結び放電の場合と逆の方向に電流を通すと、兩極板上の硫酸鉛(PbSO₄)は分解されて兩極は以前の過酸化鉛(PbO₂)と海绵状鉛(Pb)に戻る。この関係を化学方程式で示せば次の通りである。



この可逆変化を利用して蓄電池は電氣エネルギーを化学エネルギーとして保存し、この化学エネルギーを何時でも電氣エネルギーとして使用する事が出来る。

4. 充放電時に於ける電圧の変化

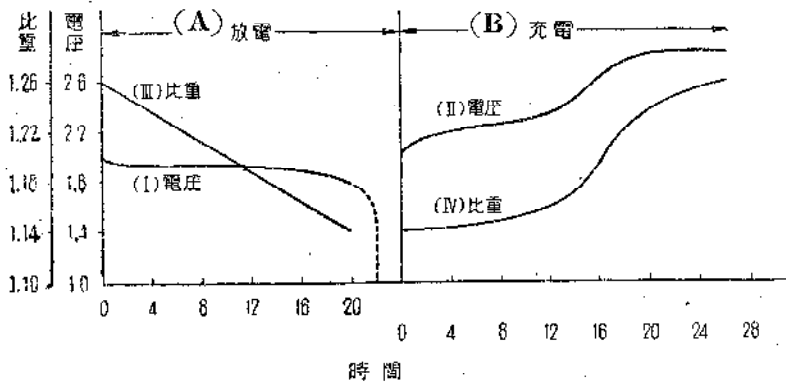
蓄電池の性能を端的に示すものは電圧及び電解液比重である。第3図は放電時及び充電時に於ける電圧及び電解液比重の変化を示すものである。

蓄電池の閉路時の電圧即ち起電力は単電池当り2.0乃至2.1Vであつて、単電池3個を使用する6V蓄電池の起電力は6.0乃至6.3Vである。しかし放電すれば第3図(A)に示す如く電圧は漸次低下して、ある電圧に至つて急降下して空電圧に達する。この程度になる迄放電すると過放電と云つて蓄電池を劣化さす事になるから、必ず放電は電圧が急降下し始める点(放電終止電圧と云う)に於いて放電を中止せねばならぬ。この電圧は放電電流によつて異なるが20時間率放電の場合には単電池当り1.75Vが採用されて居る。

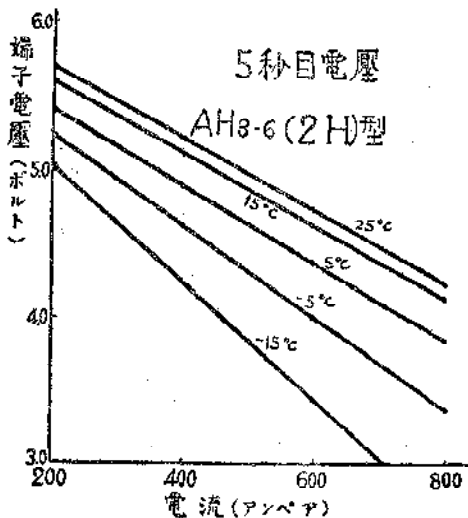
ここに20時間率とは20時間で放電し得る放電電流の大きさを示すもので、20時間率で示された容量を自動車用蓄電池の点灯容量としてJISに規定されて居る。すべて蓄電池の容量は放電電流が大きい程減少する。特に自動車の始動時には過大な電流が放電されるから、容量は著しく減少し又電圧の降下も早い。又この始動容量は温度に影響される処も大きい。

従つてJISには自動車用蓄電池の始動容量を規定するに、-5°C又は-15°Cに於ける300A放電を行つた時の初期電圧(ガソリン車用としての5秒目、ジーゼル

第3図 蓄電池の充放電特性



第4図 蓄電池の電流、温度、電圧の関係



車用として30秒目の電圧及び放電持続分數（この放電では終止電圧として単電池当り1.0Vが採られる）が規定されて居る。第4図は2H型（20時間率120Ah）蓄電池の電流及び温度と電圧の關係を示すものである。

次に第3図（B）は一定電流で充電を行つた時の電圧特性を示すものである。充電すれば電圧は2Vから漸昇し、2.35V附近に於いて蓄電池内部よりガスが発生し始めるに至つて急に電圧は上昇し2.5V以上の一定値を示す。又充電終期に於いて盛んにガスが発生する。

この電圧の変化は充電電流の大きさによつて異なる。即ち充電電流が大きい程早く電圧は急昇し、しかも高い電圧を示す。何れにしてもガス発生時の電圧は2.35V附近であつて、この電圧になる迄は可なり大きな電流で充電しても差支ないが、この値を超して迄も大電流で充電すれば徒らに温度過昇して蓄電池の劣化を早める。従つて電圧が2.35V以上になりガス発生すれば、直ちに電流を規定の充電電流以下の値に減少して完全な充電を行う事を要する。この規定充電電流は3mm厚さ極板使用電池では単電池当りの陽極板1枚に対して1.3A、2mm厚さ極板使用電池では1A見当の値を採用するがよい。この2.35V以内は相当大きな電流で充電しても差支ないと云う原理を応用したのが最近市販で見られる“急速充電

器（クイックチャージャー）”で始動困難の場合の応急充電にこの充電器が使用されるが、この充電で全充電を行う事は絶対に禁物である。

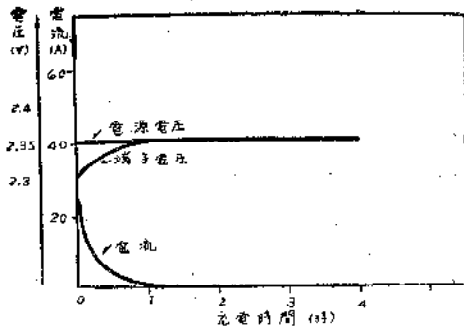
第5図は2.35Vの定電圧で充電を行つた時の電圧の変化を示す。図に示す如く充電開始時に過大な電流が流れるが、蓄電池電圧が上昇して電源電圧に近づくに伴つて電流は漸少し、充電終期には殆ど電流は零に近くなる。この充電は2.35V以下に蓄電池電圧が保たれるから最後迄ガス発生が少い

理想的な充電が行われるが、充電初期に過大な電流が流れる為充電器容量を大きく選定せねばならぬ欠点がある。現在自動車に採用されて居る充電発電機（ダイナモ）の型式に定電流充電を応用した第三刷子式発電機と定電圧充電を応用した調整器付の定電圧式発電機の両者がある。前者は専ら小型車に限られて居り、最近では殆ど全部の車が後者に移りつゝある傾向がある。第6図は第三刷子式発電機の構造略図で、主刷子の外に設けた第三刷子の移動によつて簡単に充電電流を加減する事が出来る。しかしこの充電電流は蓄電池の状態に關係しないアマチュアの廻轉數、第三刷子の位置等によつて定まるから往々蓄電池にとって実情に応じた充電が出来難い欠点がある。この欠点を補つたのが定電圧式発電機で、之にはチリル調整器付のものとカーボンパイル調整器付のものがある。その一例として第7図にチリル調整器付の定電圧式の発電機の構造略図を示す。図に示す通り調整器には常に電圧を一定に保つ為の電圧調整器、定電圧充電初期の過電流を制限する電流制限器及び逆流防止用のカットアウトリレーの3個のリレーが1個の穴に取付けられる。第8図は本発電機による車中充電特性を示すものである。調整器の調整電圧には普通2.35Vより稍高目の2.35乃至2.45V即ち6V式では7.1乃至7.4Vが適當なものとされて居る。この方式は理想的な充電が行われる反面リレーの接点の焼損が起り易いから常に点検を欠つてはならぬ。

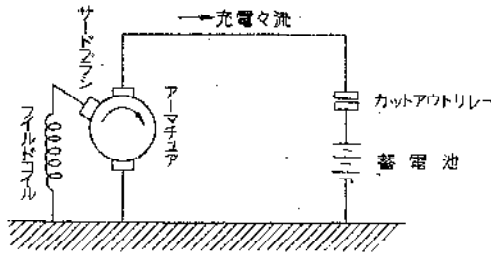
5. 充放電時に施ける比重の変化

蓄電池の放電を行つた場合の電解液比重は第3図（A）に示す如く変化する。この変化は直線的であるから放電初期と放電終期の比重を知れば蓄電池の放電又は充電の状態を知る事が出来る。次表はこの關係を示すものである。この表により比重を測定して蓄電池の状態を推知する事が必要で、往々見る如く端子間にスパークを飛ばして検する如き愚は絶対に避けねばならぬ。前比重は温度によつて異つた値を取る。1°C上昇すれば0.0007比重は降下し、1°C降下すれば0.0007比重は上昇する。従

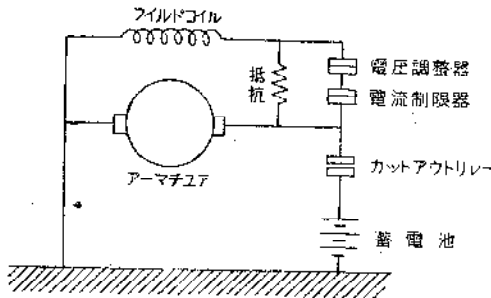
第5圖
定電圧充電
特性



第6圖
第三刷子式
発電機の作用



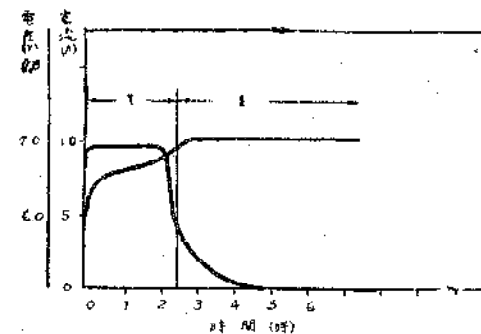
第7圖
ナリル調整
器付発電機
の作用



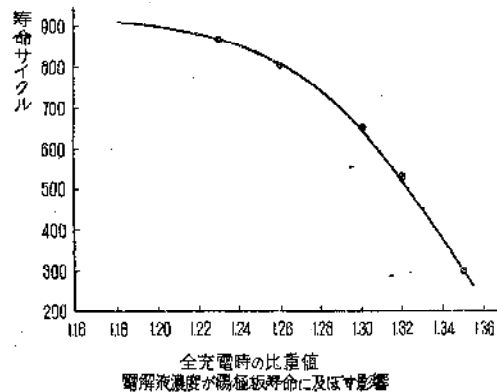
蓄電池 100% 充電

┌── 電流制限器動作 ──┐ ┌── 電圧調整器動作 ──┐

第8圖
定電圧式に
於ける車中
充電特性



第9圖



電解液比重		充電されている電氣量 %
A	B	
1.280	1.260	100%
1.250	1.230	75
1.220	1.200	50
1.190	1.170	25
1.160	1.140	僅かしか容量が残っていない
1.130	1.110	全放電

A: 全充電時比重を1.280とした場合

B: 全充電時比重を1.260とした場合

つて標準として20°Cに於ける比重値を探り、t°Cに於ける比重 S_t は20°Cに於ける比重 S_{20} に換算せねばならぬ。換算式は、 $S_{20} = S_t + 0.0007(t - 20)$ を使用する。

又比重は蓄電池の状態を示すバロメーターと云われる様に、蓄電池の内部に故障を発生すれば敏感に比重は低下するから、比重値に注意すれば故障発生を未然に発見出来る。

日常使用に当つて注意すべき事は過大な比重は絶対に避けるべきであつて第9圖に示す如く、1.3以上の比重値は蓄電池の寿命を著しく低下させ、又低比重程寿命は長くなるから、最近の外国製の電池でも従来の1.28を1.26に低めて使用する傾向が見られる。

第3圖(B)に充電中の比重の変化が示されるが、充電の進行に伴つて比重は上昇し、充電が完了すれば1.26乃至1.28の最高値を示し不変となる。斯くの如く充電完了すれば電圧が2.5V以上となり、比重が1.26以上となり共に一定しかつガスが盛んに発生するから、この程度になる迄充電を行わなければならぬ。

6. 蓄電池日常の取扱

蓄電池取扱に当つて日常注意すべき事項は1、点検、2、蒸溜水補給、3、充電、4、清潔の4点に尽きる。

(1) 点検 蓄電池は時々点検を行わねばならぬ。大体1週間乃至10日に1回程度の点検が適當と思う。点検は電解液面、比重、温度、電圧等に就いて行う。

(2) 蒸溜水の補給 蓄電池正規の液面の高さはセパレーター上約13mm乃至10mmとされて居るが、特に高液面構造のものは約20mmの高さに保つ事が必要である。液面が低下するのは電解液中の水分の電解及び蒸発によるものであるから、蒸溜水又は之に類する清水を必ず補給すべきである。この場合誤つて稀硫酸を注入する事は絶対に避けねばならぬ。

(3) 充電 常に電解液の比重を測定し、その値が1.22以下であれば直ちに充電する。蓄電池の充電は第三刷子式発電機使用の場合には第三刷子の位置、定電圧式

の発電機使用の場合には調整器の調整電圧によつて左方されるから時々発電機の点検も行う。

蓄電池の比重が 1.22 以下に降下し勝ちの時は充電不足、温度が 45°C を超える時又は蒸発及び電解による液面の低下が著しい時は過充電を示すものであるから之によつて発電機よりの充電率を加減する様、第三刷子の移動又は調整器のリレーの接点の調整を行わねばならぬ。

(4) 清潔 端子に肯錆を生ずる時は洗流して 그리스又はワセリンを塗つて防錆する。又蓋部の硫酸飛沫、泥埃等は必ず除去して清掃する。

以上が自動車用蓄電池の理論及び取扱法の概要を示したものであるが、自動車に於ける蓄電池の重要性を御認識され、その取扱に万全を期して戴く様お願いしたい。

充電用機器に就て

(1) 第三刷子発電機 (Third brush generator)

大阪大学工学部 山 口 次 郎
海技専門学校 丸 橋 徹

正確に云うと定電流型ホイヤース式第三刷子発電機と呼ばれるもので、古くから自動車用充電発電機として広く用いられている。即ち直流変速定電流発電機の一様であつて、普通の発電機と異り原動機軸の速度が仮令變つても凡そ一定の電流を負荷に供給する。此の事は発電機及び蓄電池の保全上当然要求せられるところである。

その構造は頗る簡單にして、第 1 図に示す如くその励磁線輪を第三刷子 b と主刷子 B_2 とに結ぶ以外は普通の直流分巻機と全く同様である。尚附属品として逆流防止継続電器がついているが、此に関しては (II) 電圧調整器の所で述べる事にして、以下に於てはこれを除外して話を進めるものとする。

1. 動作原理

今 R_a, R_f, R を電機子、励磁線輪、電池の内部抵抗とし、 E_b, E_f, E_o を端子電圧、励磁電圧、電池電圧、 I, i_f を負荷及び励磁電流とし、 n を回転数、 α を主刷子の進角、 θ を第三刷子 b の B_1 より偏角とす。此の動作原理を外部特性より見るに変速定電流を得るには第 2 図の如く電池負荷の場合、その負荷抵抗線を m 直線の如く引かざるを得ず。又普通の抵抗負荷の場合は全然所要の定電流特性を満足得ざること、 I 直線と曲線群との交点より明らかである。即ち本機は電池負荷の場合、特性曲線の不安定域で動作することに依り定電流特性を表わす。かゝる動作点のみに就て以下考察するものとし、磁化曲線を直線と見て、残留磁束を ϕ_r とすれば

$$\begin{cases} E_b = k'n(\phi_r + a'i_f - b'\alpha I) - IR_a & (1) \\ E_f = i_f R_f + k'n\phi(i_f, \theta) & (2) \\ E_b = E_o + IR & (3) \end{cases}$$

の基本諸式を得る。(2) 式の ϕ は $B_1 b$ 間の磁束分布に係するもので、その具体的な函数形を知ることは困難であるが

$$\phi = C_1' \theta i_f + C_2' \theta I \quad (4)$$

とすれば (2) 式は

$$E_b = i_f (R_f + C_1' \theta n) + C_2' \theta n I \quad (2)'$$

以上 (1), (2)', (3) 式より I を n に就て解けば

$$I = \frac{C_1' V_r \theta n^2 + (V_r R_f + k E_o - C_1' E_o \theta) n - E_o R_f}{\theta (k C_2' + C_1' C \alpha) n^2 + (C \alpha R_f - k R + C_1' \theta (R + R_a)) n + R_f (R + R_a)} \quad (5)$$

但し $V_r = k' \phi_r$, $C C_1' C_2' k$ は常数

$B_1 b$ 間は中性点に近き故、無負荷の場合には有効磁束は殆ど存在しないと見て $C_1 = 0$, 又残留磁気の影響を無視して $V_r = 0$ と置けば (5) 式より

$$I = \frac{k E_o n - E_o R_f}{\theta k C_2' n^2 + (C \alpha R_f - k R) n + R_f (R + R_a)} \quad (6)$$

を得る。これ第三刷子発電機の速度、電流特性を示す近似式で、第 3 図は θ を変へた時の (6) 式を曲線にて表したもので、速度大なる部分でやゝ垂下性を持つたものである。(6) 式に於て $\theta = 0$ とをけば二刷子分巻機の特式を得る。

$$I = \frac{k E_o n - E_o R_f}{(C \alpha R_f - k R) n + R_f (R + R_a)} \quad (7)$$

これ第 3 図中に示す如き一つの双曲線を表わす。

尚 (6) 式に於て $n = 0$ とすれば

$$(I)_{n=0} = -\frac{E_o}{(R + R_a)}$$

これ発電機停止時に於ける電池よりの逆流を示す。

又 $I = 0$ とをけば

$$n_o = \frac{R_f}{k} \quad (8)$$