U.D.C. 621.436-573:621.313.222-835

ディーゼル用始動電動機の特性研究

杉　浦　慎　三*

The Study of Characteristics of Starting Motors for Diesel Engines

By Shinzo Sugiura

Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The problem coming to the fore of late, is that of the improvement of the characteristics of starting motor used in low temperature atmosphere.

Hitherto, the users have been satisfied with the motor which is capable of starting the engine at the temperature ranging from −5°C to −10°C, and when the temperature is lower than the above range the user used to patch up with the situation either by heating the lubrication oil by means of electric heater inserted in the oil pan, or warming up the cylinder itself with warmed cooling water thus facilitating the motor to start the engine. However, principally in the light of American standard which asks for much higher level of characteristics than do the Japan's standard in general, it has come to be a demand of the time that the motor could bring the engine in perfect operation even at −15°C or 0°F, without resorting to any special means, and this has made it necessary to study for the improvement of all materials concerned to the starting such as condenser, lubrication oil, etc., let alone the starting motor.

In this paper, the writer takes up Diesel engines as a main subject in discussing the engine characteristics at the time of starting. He has tried to find suitable conditions for starting by using a new measuring method, and discusses in the article the fitness of a method, which seemed to be most appropriate, for the starting motor and the condenser, through diagramatical comparison. In the end, he details the performance characteristics of a starting motor which has fully satisfied such starting conditions.

As the writer has placed the largest stress on the problem of the output of starting motors, meshing mechanism of transmission gears used between motor and engine could not be included this time.

〔I〕 緒　　言

内燃機関を始動させるには，吸入効果及び燃料の微粒化を適当な値にするため，所要の一定回転数を保持する迄外力によつて回転せしめなければならない。ディーゼルエンジンに於ても所期の圧縮効果が保たれるに必要な一定の回転数が存在する。普通自動車エンジンはこの外力として，搭載蓄電池より入力を受ける直流直巻式電動機を使用している。始動電動機はこの直巻電動機の軸端

* 日立製作所多賀工場

にピニオン（小歯車）を装備し，電機子が廻るとピニオンは突出してエンジンのクランクシャフトに直結されたリングギヤー（大歯車）に嚙合つて回転力を伝達する。リングギヤーの回転数が上つてエンジンが完全に始動すると，ピニオンの嚙合は解かれて原位置に復帰する構造になつている。

従来この始動電動機の所要出力を決定する適確な方法がなかつた。この理由はエンジン箇々に相違があり，一応の目安となるシリンダ容積，圧縮比が同じでも，それに必要な始動力は必らずしも同じでないからである。然し一旦エンジン仕様が与えられれば，理論的には，そのエンジン自体の始動能力は決定され，それに最も適合した始動電動機を設計出来るのである。然し実際面ではこの始動能力そのものゝ決定が甚だ困難であつた。従つてこれに就いて論じられた文献は非常に少い。その理由は始動能力の決定は数式で求めることが出来ず，主として実験データに頼る以外になく，然も始動性能が問題になるのは寒冷時のため実験出来る機会が少いからである。データの記録に困難な原因を上げると

（1） 一定の温度に潤滑油の温度を保持し難いこと

一度エンジンが始動を完了し爆発を起すと油温は急速に上昇し，再び前の条件に戻るに数時間を必要とし，特に低温の場合は特別な調温室によらなければ同じ条件の実験を繰返すことが出来ない。

（2） エンジンの所要トルクの適正な測定法がなかつたこと

(1) の条件が満足されても脈動するトルクを正確に測定することが難かしい。Triebnigg は予めよく特性の判つた始動電動機を使用し，電動機の電流値より逆算して所要トルクを出している。しかしこの方法は途中の歯車の効率が入つてくるから，この仮定のため正確な値を知ることが出来ない。

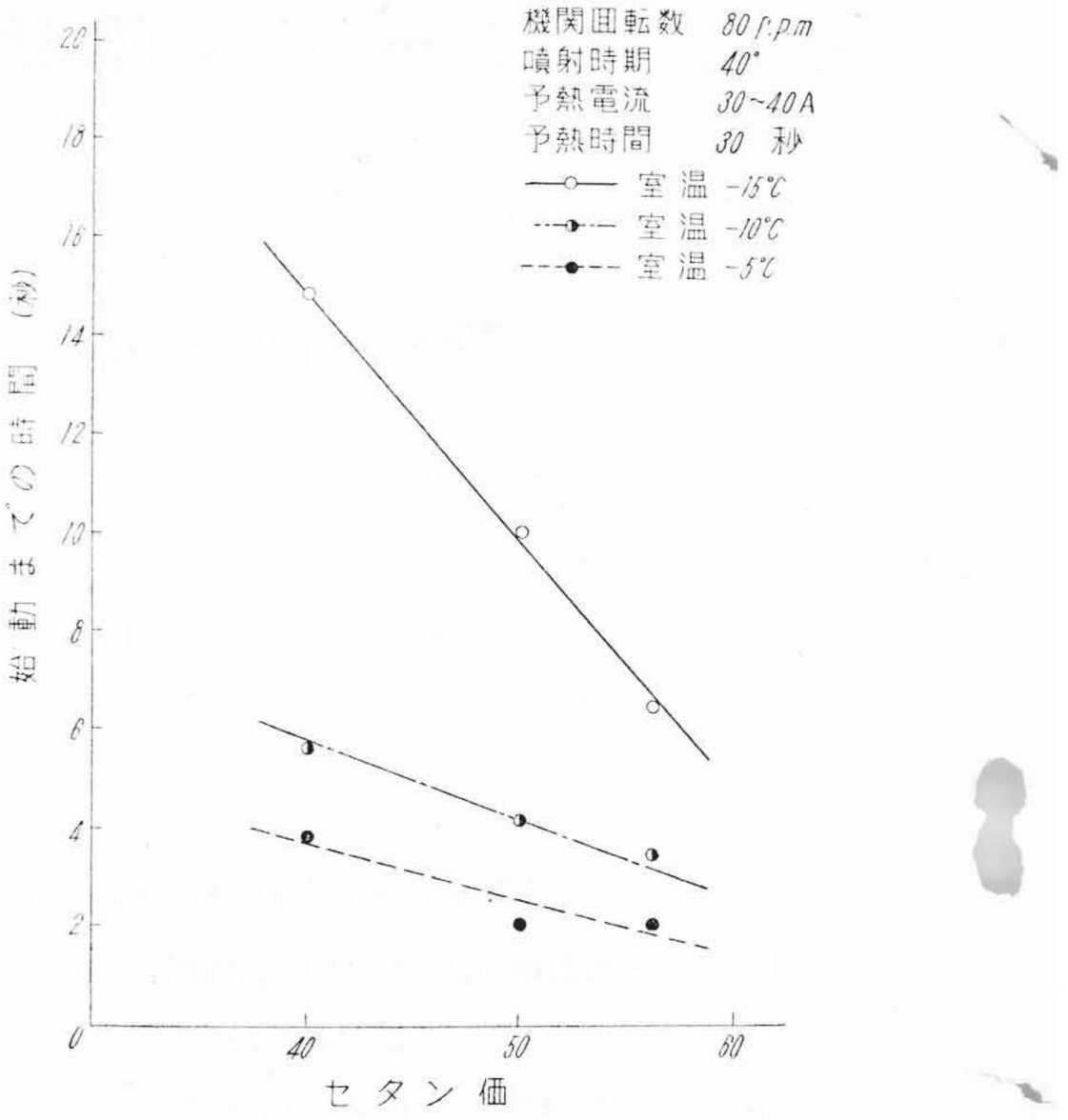
本論に於てはこの2条件の中前者を低温室を使用することにより，後者を特殊トルク測定装置を利用することによつて始動性能を求めることが出来た。その結果始動電動機，蓄電池の作動特性を検討し，エンジンに最も適合した始動電動機を試作したので，その経過を記述する。

〔II〕 エンジンの始動性能

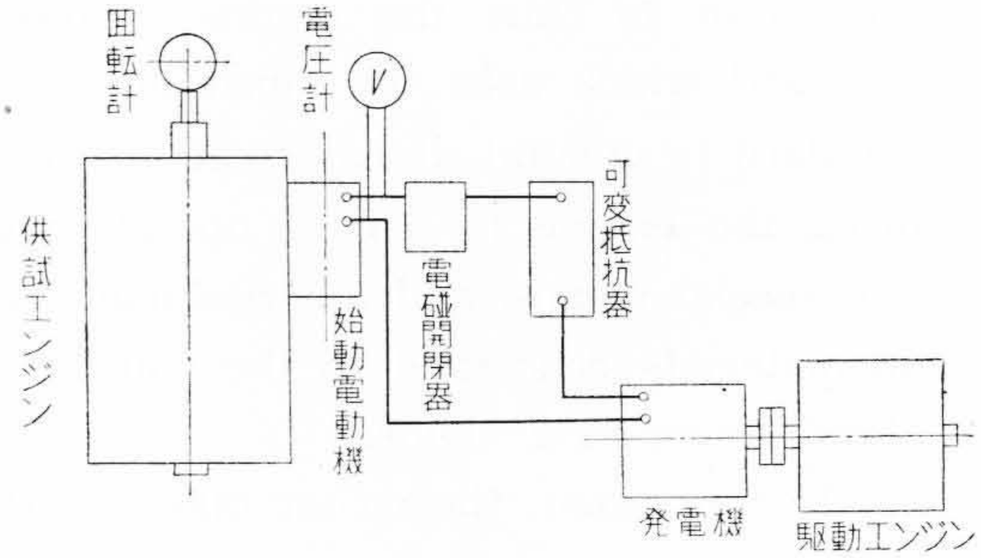
エンジンが始動を完了するためには始動に要する最小回転数と，それを廻すに要する始動トルクが必要である。

（1） 最小始動回転数

エンジン箇々により差はあるが，ガソリンエンジンで 50～80 r.p.m. ディーゼルエンジンで 80～150 r.p.m. が普通である。ディーゼルエンジンの回転数が高いのは着火方式が異り断熱圧縮によるシリンダ内の温度を高めるためである。



第1図　セタン価と始動時間
Fig. 1.　Relation of Setan Value and Starting Time



第2図　最小始動回転数測定装置
Fig. 2.　Measuring Apparatus of Minimum Starting Revolution

第1表　供試エンジン仕様
Table 1.　Specification of Test-Engine

型式	水冷4サイクル直列
寸法	1191×620×974 mm
シリンダー数	6
同径及び行程	95×120 mm
総排気量	5,103 cc
圧縮比	18
最大馬力	90 HP/2,600 r.p.m.
最大トルク	28 kg-m/1,400 r.p.m.
重量	510 kg

一般的に，燃料の気化性がよければ，それだけ回転数は少くてもよい訳で，ガソリンの代りにエーテルを使えば明瞭に差が出てくる。いすゞ自動車株式会社研究部の発表によれば（いすゞ技報第 15 号）ディーゼルでもセタン価で相異があり，セタン価が高い程始動に要する時間は少なく，着火性もよくなる。又低温になる程始動時間は長くなる。**第1図**はこの傾向を示したものであつて，**第1表**に示したエンジンを使用したときの測定値である。

（2） 最小始動回転数測定方法

第2図のように 20 kW 程度の低電圧，大電流の発電機により始動電動機を回転せしめ，途中可変抵抗器を挿入して電動機の端子電圧を変化し，供試エンジンを種々の回転数にして始動の有無を調べればよい。

いすゞ自動車株式会社研究部の発表によれば**第1表**の如きエンジンを使用した場合のデータは**第2表**の如くなり，このエンジンの最小回転数は 80 r.p.m. ということが判つた。

（3） 最小始動回転数と予熱の関係

W. Rixman の測定データによると，反復圧縮によつてシリンダ内温度は次第に上昇し，シリンダヘッドの所で測定すれば，その状況は**第3図**に示すようになつている。従つて最初より特別な装置によつて予熱しておけば，自己圧縮熱と相加つて速やかに始動することが予想される。予燃焼室付のエンジンは直接噴射式に比して始動が容易で予熱栓の温度が高くなると最小始動回転数は下がる。いすゞ自動車株式会社研究部の発表によれば（いすゞ技報）**第4図**のように予熱電流が 50A になると最小始動回転数は 60 r.p.m. に下げることが出来た。

（4） 始動トルク

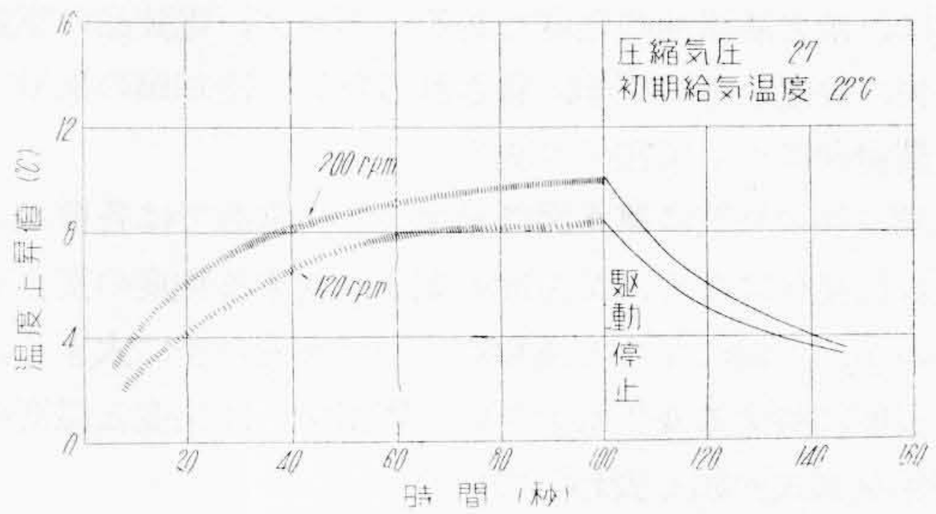
始動電動機の設計にあたつては最小始動回転数とエンジンを廻すに必要なトルクを知ることが必要である。ディーゼルエンジンはガソリンエンジンに比して圧縮比が約3倍であるから，同じシリンダ容積では所要のトルクも約3倍必要となる。ディーゼルエンジンは最小始動回転数も高いから，必然的に始動電動機の所要馬力も大きい。即ちディーゼル自動車が 24V 方式を採用しているのは始動電動機の出力より決定されてくるためである。

第 2 表 最小始動回転数の決定

Table 2. Determination of Minimum Starting Revolution

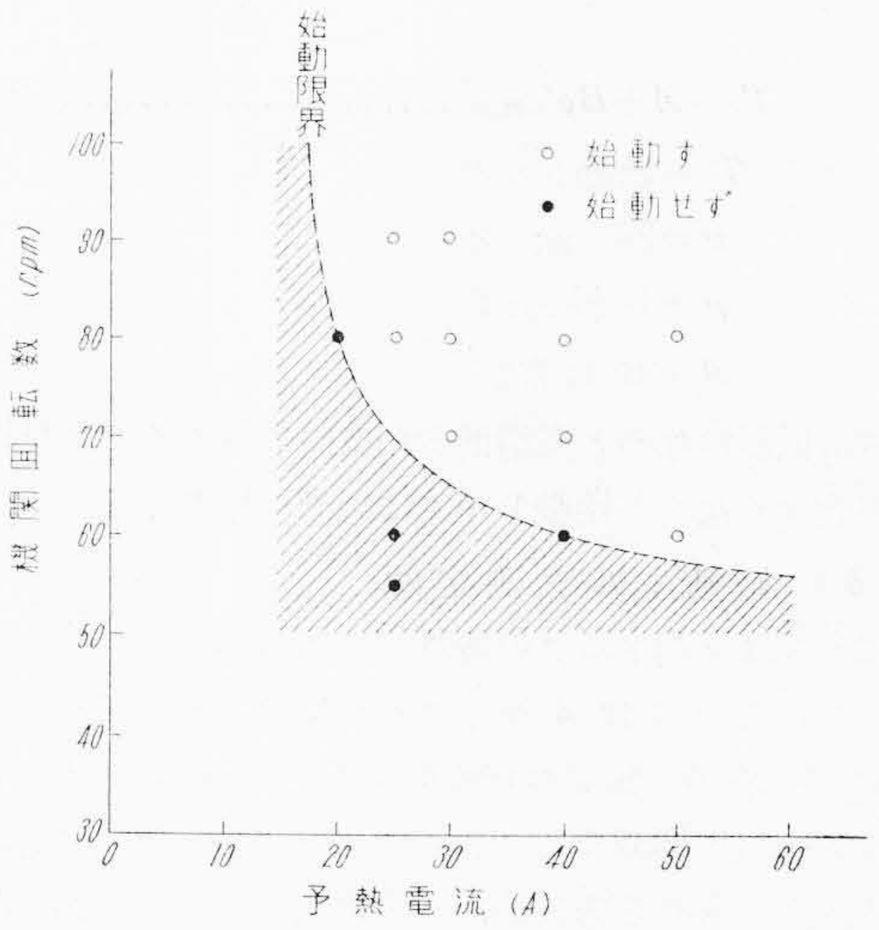
回転数 (r.p.m.)	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
始動可能	0	0	3	4	3
始動不能	3	3	1	0	0

条件 燃料 50 セタン　油温 −10°C~−15°C
噴射時期 40°　予熱時間 30 sec



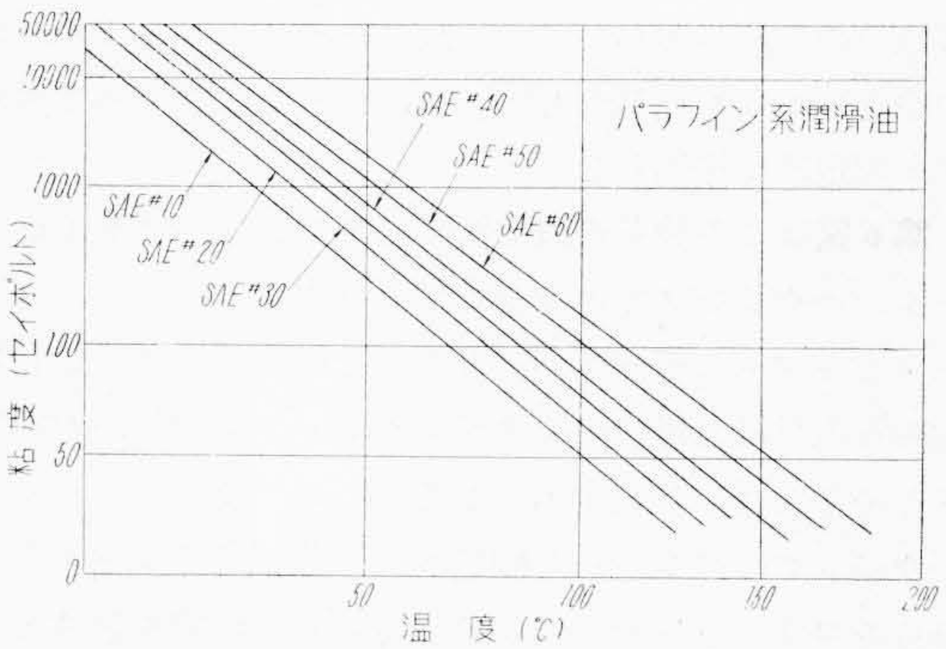
第3図 シリンダーヘッドの平均温度上昇と時間の関係

Fig. 3. Relation of Mean Temperature Rise of Cylinder Head and Time



第4図 予熱電流と機関回転数

Fig. 4. Pre-Heat Current and Engine Revolution



第5図 粘度と温度

Fig. 5. Viscocity and Temperature

（5） 始動トルクと潤滑油の関係

エンジンが決定されると始動トルクに影響を与えるも

のは，殆ど潤滑油の粘度である。ポンプ，電装品の駆動損失，弁ばね等の圧縮に費される損失，冷却扇の風損等は潤滑油に比して僅かである。

潤滑油の粘度は**第5図**に示すように常温では各種類共それ程変化はなく，又温度の変化に対する粘度の変化も少いが，低温になると種類によつて粘度の差は大きく，又温度に対する変化も大きい。Walter は粘度と温度の関係を次式の如く表わしている。

$$\log(\nu+0.8)=m\log T+k \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

但し　ν ＝動粘度（センチストークス）

T ＝絶対温度

$m\cdot k$ は常数（油の種類に関係）

始動トルクは Barrington によれば，次式の如くなる。

$$T_s=A+B\sqrt{n\mu} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

T_s ＝始動トルク

n ＝回転数

μ ＝粘性系数

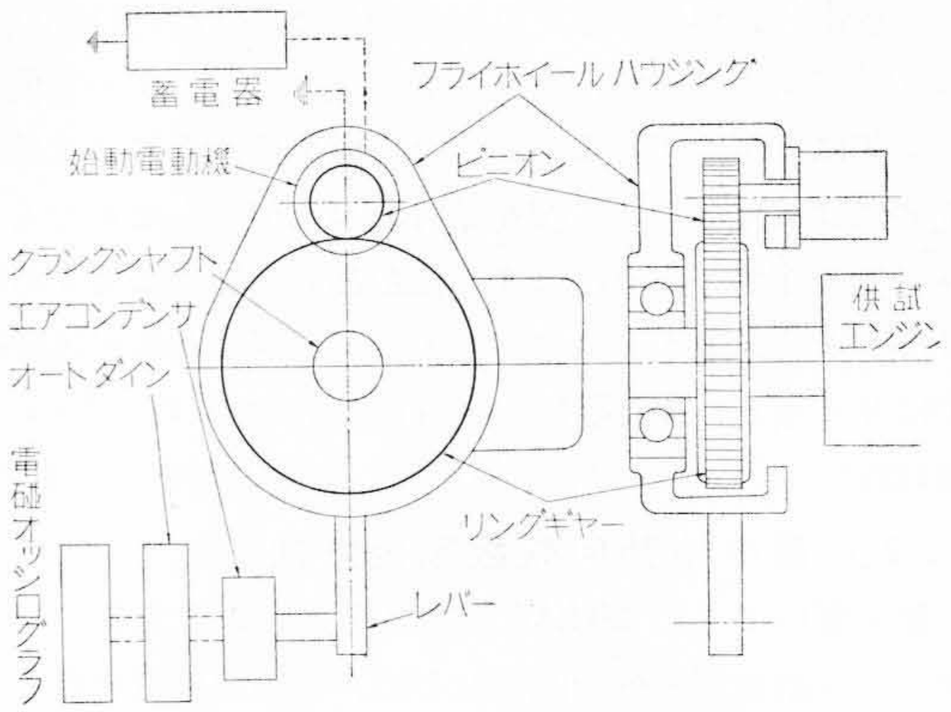
$A\cdot B$ は常数

故に低温になると潤滑油の粘度は上昇するため粘性係数が大きくなつて始動トルクは急激に増加する。

（6）始動トルク測定法

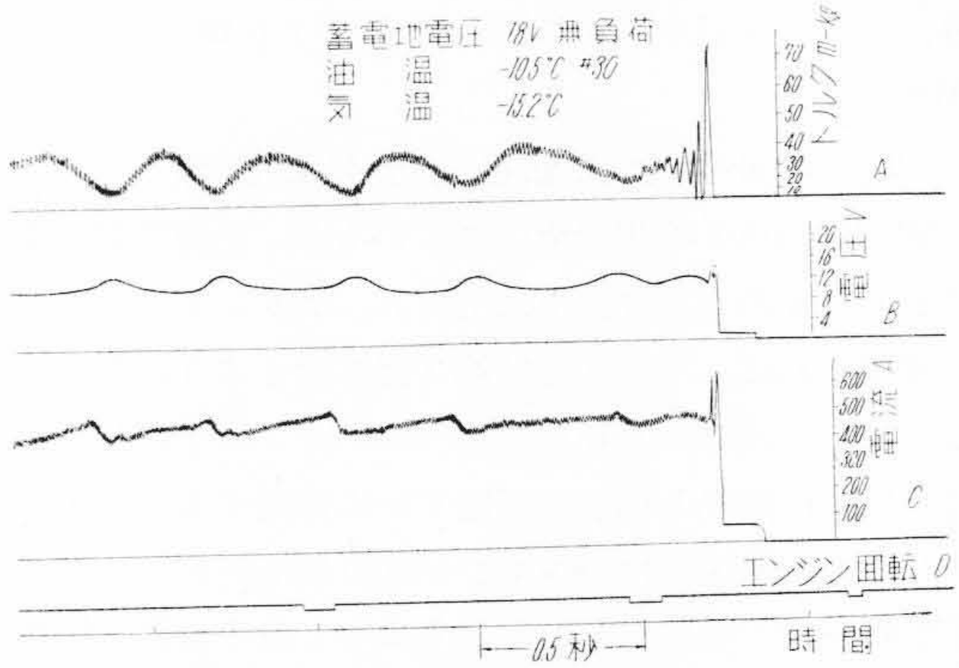
(2) 式は平均トルクの概算式であるが，エンジンが回転しているときは4サイクルの場合吸入，圧縮，膨脹（運転中は爆発）排気の行程を辿るため，始動トルクもある周期を以て増減する。故にこれを測定するのに電動機の電流より求める方法が，従来採用されていたが，歯車の効率はある仮定を設けても，バックラッシのため膨脹時一時エンジンの回転速度が大になつて電動機は無負荷状態となり，逆に圧縮行程になるとエンジン回転速度が急に落ちるため，ピニオンはリングギヤーに衝突して必要以上の電流が現われる。これはフライホイールのマスの少いエンジン程甚だしい。故にこの方法を止めて次の如き測定法を採用した。

第6図はこの装置の概要図で，エンジンのフライホイール，ハウジングをエンジンブロックより浮かし，クランクシャフトとボールベアリングで結合せしめ，始動電動機を取付けた儘自由にクランクシャフトの周囲を回転せしめるようにしたものである。このフライホイール・ハウジングにはレバーが固定され，他端は空気蓄電器の極板を押すようになつている。今始動電動機を廻すとレバーが空気蓄電器で阻止されているから廻ることが出来ず，クランクシャフトが廻り始め，この反力がコンデンサを押すことになる。故にこの力Fとレバーの長さLとの積が，このときの回転数Nに於ける所要トルクTになる。



第6図　トルク測定装置

Fig.6. Measuring Apparatus of Engine Torque



第7図　始動トルク測定のオツシログラム

Fig.7. Oscillogram of Engine Torque

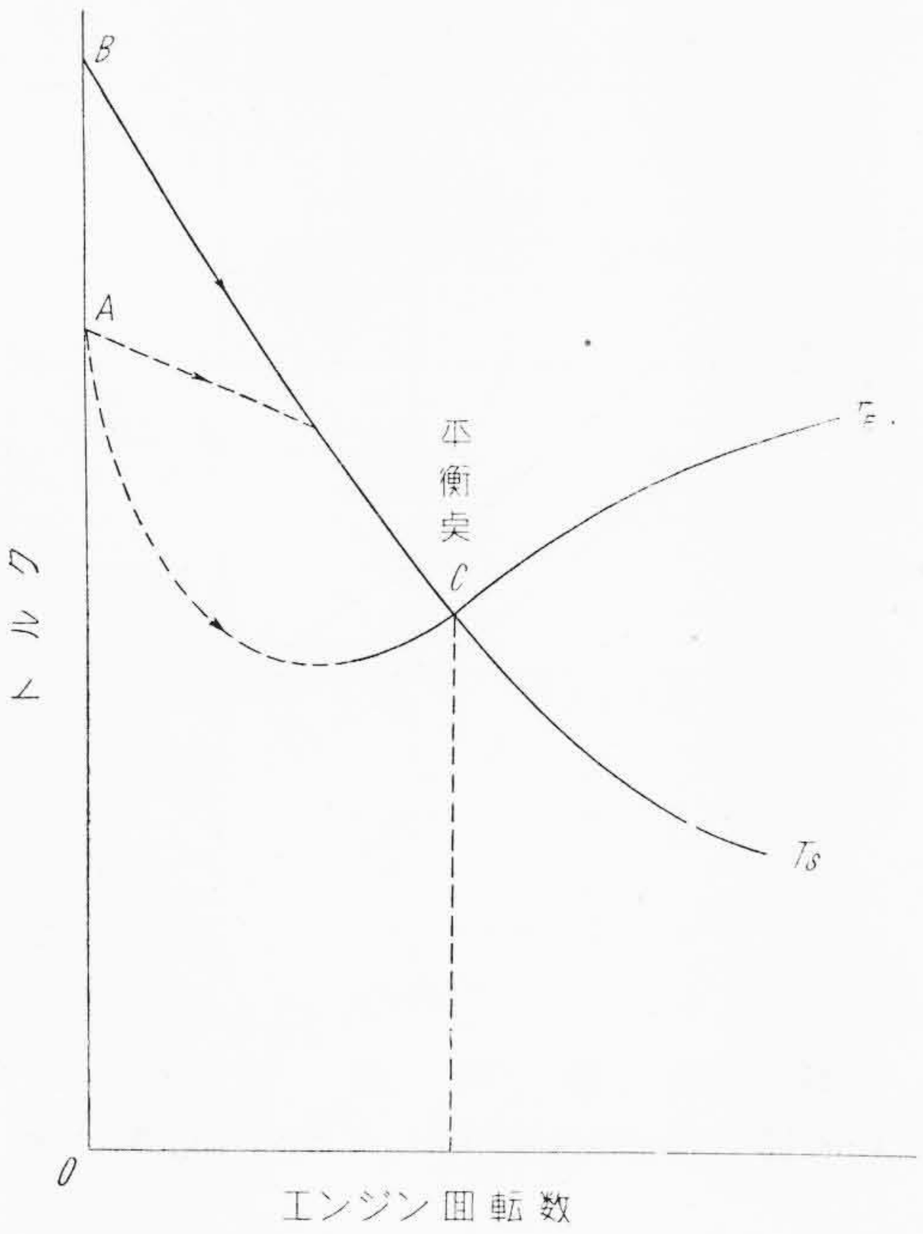
故に所要馬力 P_E は

$$P_E=\frac{NT}{716}(\mathrm{HP}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

として直接求めることが出来る。従つて歯車効率を η とすれば始動電動機に要求される出力 P_s は，次の如くなる。

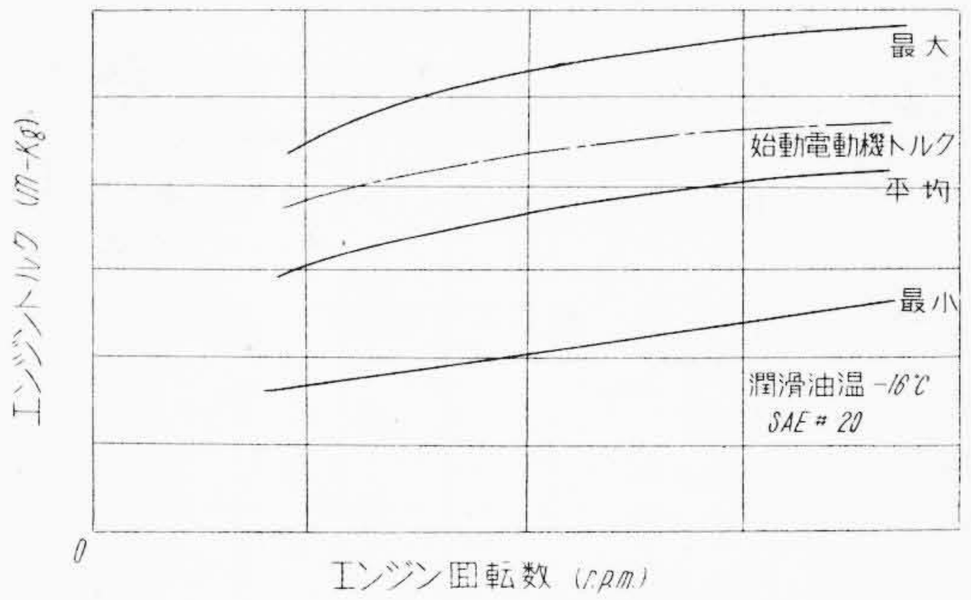
$$P_s=\frac{P_E}{\eta}(\mathrm{HP}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

本方法はFの測定にあたつてコンデンサの極板圧縮による空隙変化によつて容量が変ることを利用した。即ちこの変化をオートダイン発振器に導入し，その出力を電磁オッシログラフに導いて測定し**第7図**に示した。図中Aはエンジントルク，Bは参考のために入れた始動電動機端子電圧，Cは負荷電流である。電流の最大値よりトルクの最大値は時間的に遅れがあり，電流の最小値と電圧の最大値も矢張り時間的ずれがある。トルクの最大値と電圧の最小値は大体合致している。Dはエンジンの回転数を記録したものである。



第8図　起動トルクとロックトルク

Fig. 8. Starting Torque and Lock Torque



第9図　エンジントルクと始動電動機トルクの比較

Fig. 9. Comparison of Engine Torque and Starting Motor Torque

第3表　ピニオン仕様

Table 3. Specification of Pinion

モデュール	3
歯数	11
圧力角	14.5°
外径	40.64φ
ピッチ径	33φ
歯底径	27.7φ
転移量	0.82 mm
背隙	0.6～0.8 mm

（7） 回転初期の起動トルク

始動電動機に通電した瞬間ピニオンはリングギヤーに噛合つてエンジンを駆動させるが，この場合エンジンの回転部の慣性及び静止摩擦力のために起動抵抗は大きく，従つて大きなトルクが要求される。然し回転を始めると静止摩擦は滑り摩擦となりトルクは急激に減少する。やがて電動機は増速して無噴射の場合は一定の周期を以つてトルクは増減をする。

この間の状況は定性的に**第8図**に示す如く考えられる。T_s は始動電動機のトルク，T_E はエンジンの所要トルクの平均値C点は一定の周期を以つて廻つている場合の釣合点である。B点は始動電動機のロックトルクである。起動時始動電動機にはロックトルク時にほゞ等しい電流が流れると考えられていたが，測定結果ではロック電流には無関係で潤滑油の種類，温度に関係する起動トルクに等しい電流が流入することが判つた。これは負荷電流が始動電動機のインダクタンスのため時間的遅れを生じ，ロック電流に達しない中に廻りはじめるためと考えられる。

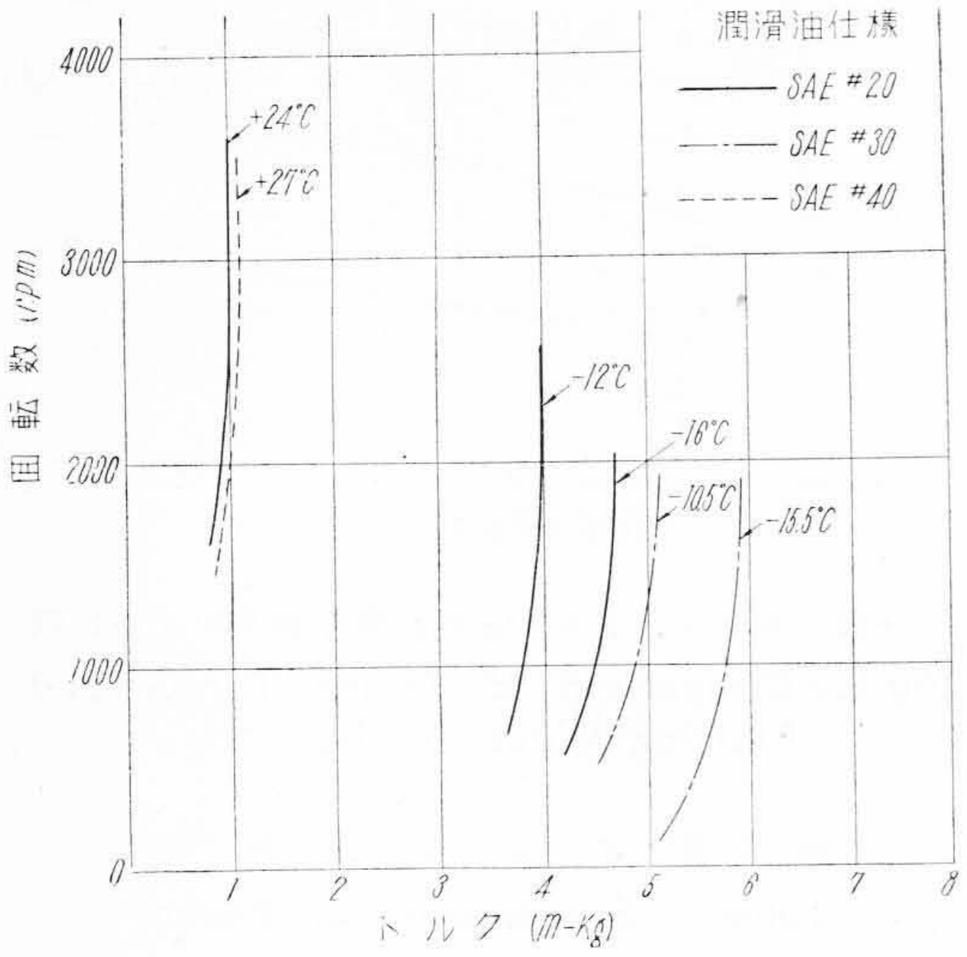
端子電圧を上げれば，それだけ拘束電流は多くなる訳であるが，起動トルクは殆ど変化せず，従つて起動電流も変化しない。**第8図**の点線は移動状態を仮定して画いたものである。

（8） 歯車効率

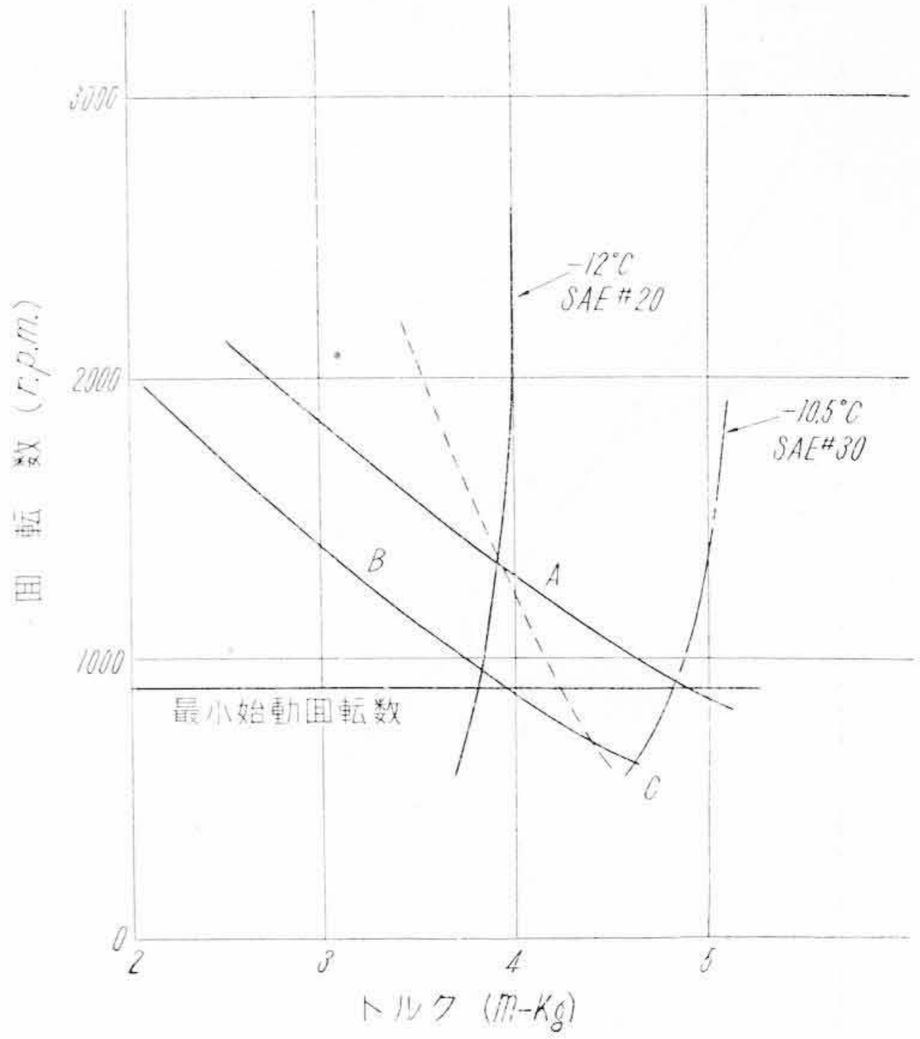
本エンジンは**第1表**に示したように4サイクル6シリンダのため1回転中に3回トルクの大なる所が存在し従つて電流も3回多く流れる。いすゞ自動車株式会社から提示されたエンジンの始動の際，所要トルクの数値によると電流の平均値より始動電動機の平均トルクを算出し，オッシログラムよりエンジンの所要トルクの平均値を求め，両者を比較すれば**第9図**の如くなる。この測定は始動電動機の端子電圧を変え，油温を一定に保つて各回転数のトルクを求めたものである。この両者の相異の原因は大部分歯車効率に基づくものである。この歯車効率は**第9図**より明かな如く回転数が上つた方が良くなり，最小始動回転数附近では約 84% であつた。高速時に効率が良くなるのは，歯車自体の摩擦力が変化する影響よりエンジンの圧縮度が高くなりフライホイール効果も上がり，圧縮された空気の膨脹が逆に始動電動機の負荷を軽減するためと思われる。

〔III〕 始動電動機の所要特性

前述のトルク測定法に従つて，各温度に於けるエンジントルクを歯車比及び歯車効率より始動電動機側に換算すれば所要の線図が得られる。いすゞ自動車株式会社から提出された数値によると**第10図**（次頁参照）のような



第10図　エンジン所要トルク
Fig. 10.　Requird Torque of Engine

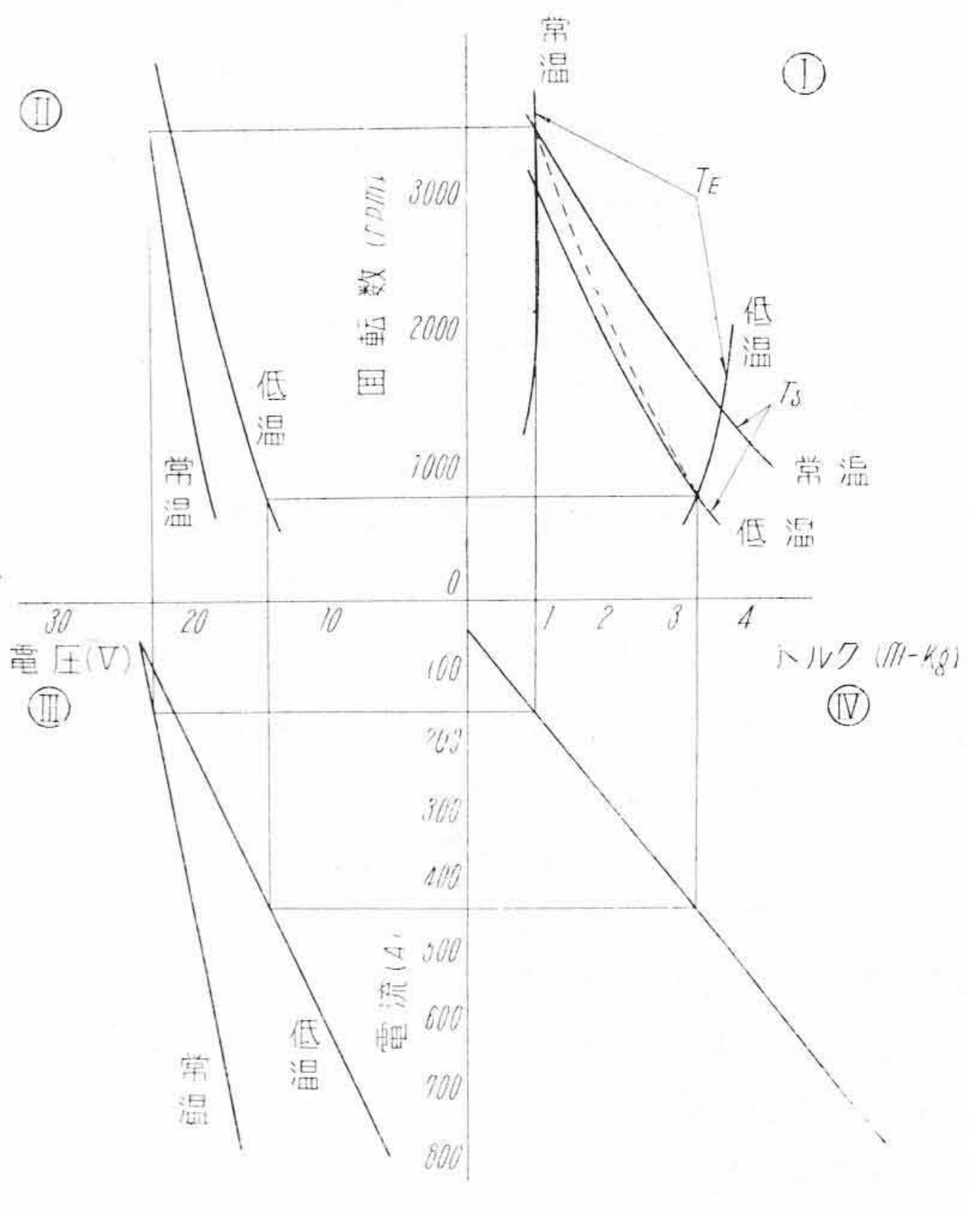


第11図　始動電動機特性
Fig. 11.　Characteristics of Starting Motor

結果になる。次にエンジンの最小回転数を予め測定しておけば，こゝに始動電動機に要求される仕様は明確に決定される。

第11図に於てBなる特性を持つ電動機は潤滑油 SAE #20 では −12°C でも始動可能区域に入るが，SAE #30 では −10.5°C でも始動出来ない。これは #30 が低温時粘度が高いためで，この場合，始動出来るようにするにはAの如き特性を持つ始動電動機でなければならない。従来始動電動機の所要特性として最大馬力のみが論じられて来たがこれは実際的でない。即ちCの如き特性の電動機は最大馬力はAより大きいにも拘わらず始動性能はAに劣る。

始動電動機の効率は大体一定であるからBなる特性をAにするためには端子電圧を上げればよい。これは途中の配線抵抗を除けば蓄電池に支配される。故に同一放電々流に対して高い端子電圧を得るには，容量の大きい，換言すれば内部抵抗の少い蓄電池を使用すればよいことになる。然るに液温が低下すれば容量も減少するから，最近では低温時大電流を放電しても端子電圧降下の少ない蓄電池が出来た。又JISに於ても低温時の特性が規定されるようになつた。



第12図　4　象　限　回　示　法
Fig. 12.　Four Quadrant Diagram

〔IV〕 綜　合　特　性

（1） 作業説明図

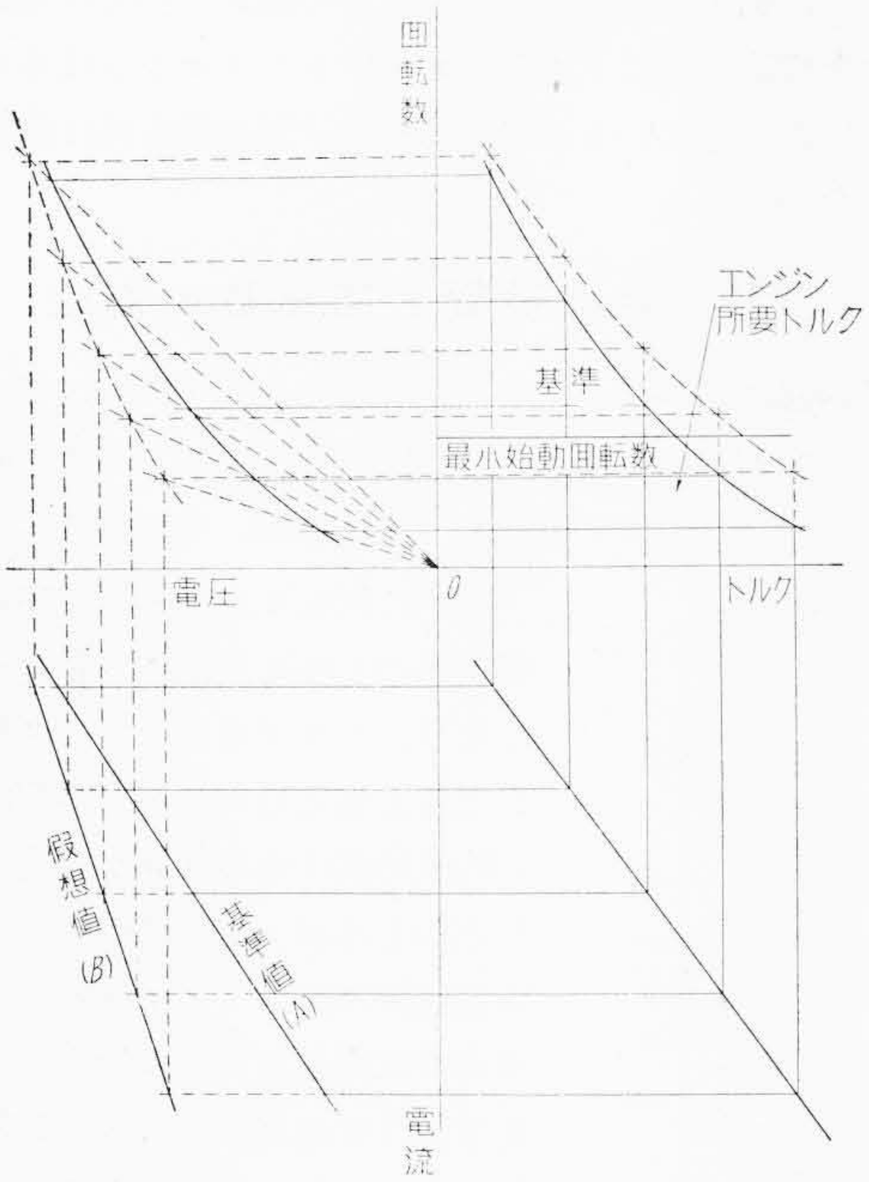
エンジン，始動電動機，蓄電池等の関係を明らかにするため**第12図**に示す如く4象限の図示法を案出した。

（A） 第　一　象　限

エンジンと始動電動機に関係する部分で，トルクと回転数の関係である。エンジンは回転数の上昇と共にトルク（T_E）は増し，逆に始動電動機は回転数と共にトルク（T_S）は減少する。この交点が爆発前の始動回転数となる。

（B） 第　二　象　限

蓄電池と始動電動機とに関係する部分である。この



第13図 電 圧 と 特 性

Fig. 13. Relation of Terminal Voltage and Starting Characteristics

電圧は途中配線の電圧降下を考慮に入れたもので始動電動機の端子電圧となる。電圧が上れば当然回転数も高くなる。

(C) 第 三 象 限

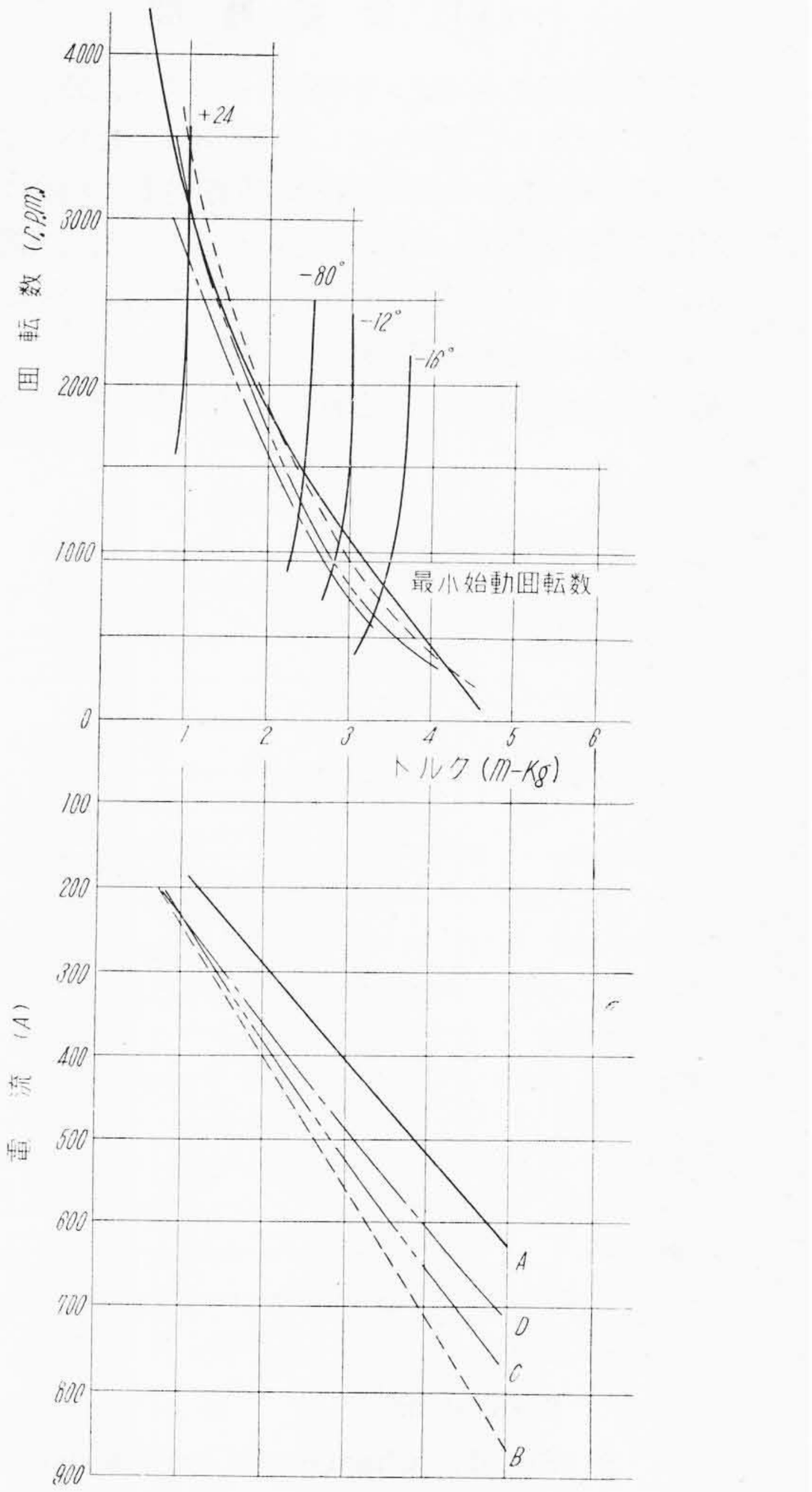
蓄電池の特性を示す部分で，放電々流と端子電圧の関係である。液温が低下するにつれて端子電圧も低下する。

(D) 第 四 象 限

始動電動機の特性を示す部分で，負荷電流とトルクの関係を示す。電流値に対するトルクは電動機固有のもので，設計を変えることによりカーブの傾斜も任意に変えることが出来る。

(2) 蓄電池の限界

第13図は始動電動機を一定とし蓄電池の端子電圧（容量）を変えた場合の作動点の移動の状況を上述の4象限図示法を利用して求めたものである。この方法は端子電圧が変化した分だけ回転数が変化すると仮定したもので，これは理論上多少の誤差はあるが実用上差支えないのでこの仮定を用いた。図中Aなる放電特性を持つ蓄電池では最小始動回転数に達しないがBなる場合は達することが出来る。然しながら現用蓄電池の最大容量が 200 A·H 程度であるから，潤滑油の種類，最低始動温度の決め方如何によつては，蓄電池のみでは補償出来なくなる。これが蓄電池としての限界で，それ以上は始動電動機の仕様変更をしなければならぬ。



第14図 各 種 電 動 機 特 性

Fig. 14. Characteristics of Starting Motor

〔V〕 始 動 電 動 機 の 基 準

始動電動機は負荷電流を多くとることにより入力が或る程度高くとり得るから出力も大きくなる。しかし若干の安全率を考慮に入れる必要があるが，過度に大型にすることは不得策である。故にエンジンの始動特性を十分検討し，蓄電池に無駄な電力を消費させないように始動電動機の基準を定めなければならない。

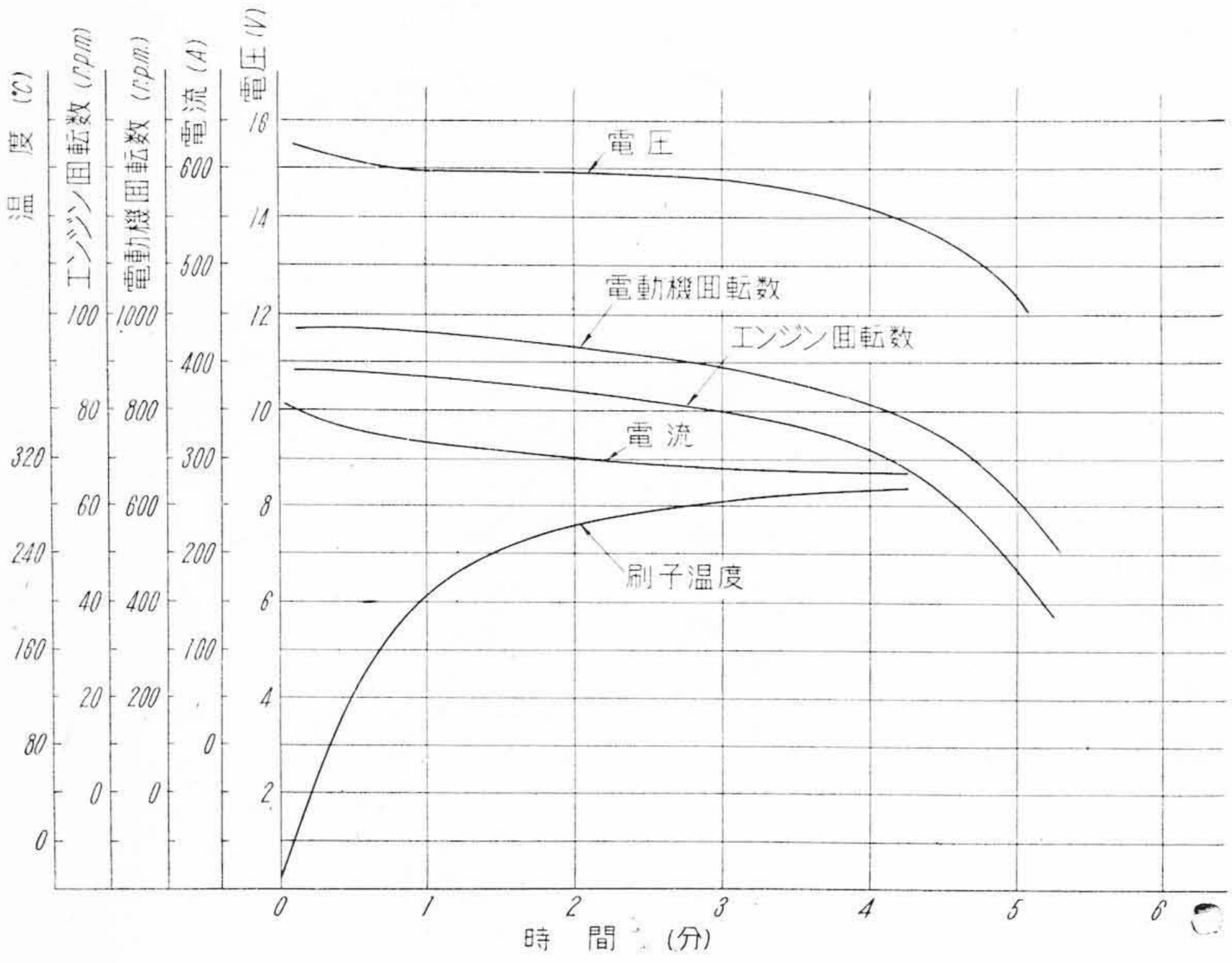
第14図は同一蓄電池，同一エンジンに対する始動電動機の特性を調べたもので（蓄電池の液温を −15°C と仮定した），A 電動機が −14°C，B 電動機は −13°C，C 電動機は −12°C が限度であることが判る。故に −15°C で始動を要求すれば，これらの電動機では不可能となる。

〔VI〕 始 動 時 間

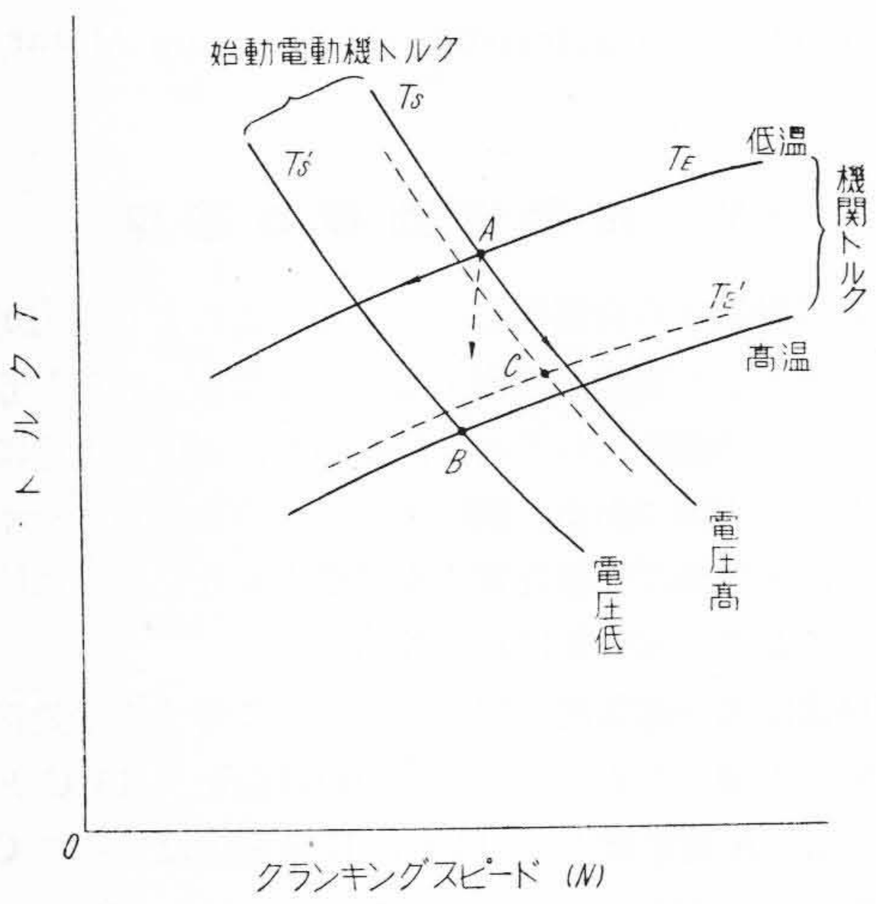
始動電動機でエンジンを回転させる場合，最小回転数に達すれば直ちに爆発を起し始動を完了しない。常温の如く最小回転数の数倍の回転数で回転される場合は数秒以内で始動を完成して自己加速に移るが，始動可能か否かの分岐点では数十回乃至百数十回の反復加熱によつて，始めて温度が蓄積され着火温度になる。従つてその間は，始動電動機は負荷されるため，蓄電池は大電流を放電し，電動機は加熱される。この観点からもA電動機の如き電流の割にトルクの大きいトルクマシンは本エンジンに適合していると考えられる。電動機定格は現在1分となつている。

〔VII〕 始動時間と回転数の変化

第14図に示したようにA電動機では −14°C 以下になると始動不能になるが，最小始動回転数以下の或る回転数例えば −16°C の場合は 780 r.p.m. で廻つている。



第15図 特 性 の 時 間 的 変 化
Fig. 15. Change of Characteristics at Starting Time



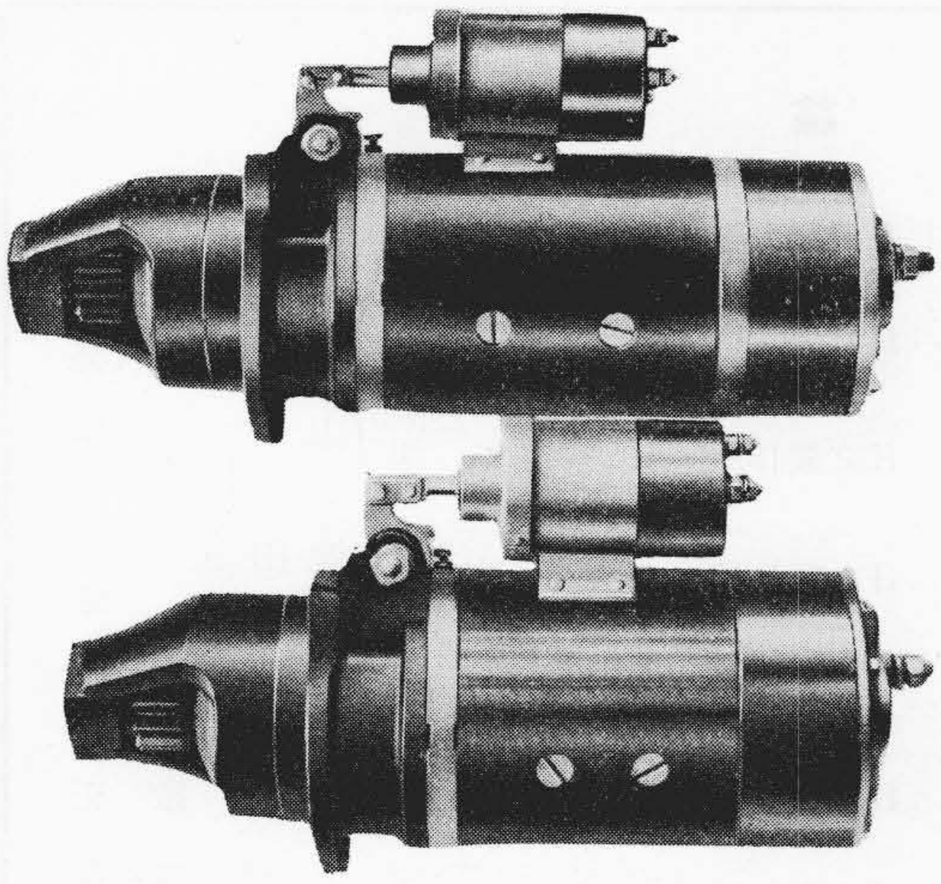
第16図 平 衡 点 の 移 動
Fig. 16. Shift-Direction of Balancing Point

一般的に回転を始めると圧縮及び摩擦熱のために潤滑油の粘度が少くなり，トルクは減少して回転数が上ると考えられるが，実際は最初約5秒迄はその傾向が見受けられたがそれ以上は時間の経過と共に回転数は却つて低下する。この理由は大電流放電のため蓄電池の化学変化が追従出来ず端子電圧が降下すること，始動電動機の巻線抵抗が温度と共に上昇し，抵抗損の増加となつて出力の減少を来たすものと考える。

第15図は供試エンジンによつてこの変化を測定したデータで，燃料を無噴射で実験したものである。3分超過すると電流はあまり変化しないが電圧は急激に減少する。この結果より始動時間と回転数の変化，即ち平衡点の移動は**第16図**の如くエンジントルクは T_E より，粘度低下のため T_E' に移るが，電動機トルクが端子電圧低下のため T_S より T_S' に移るため，その平衡点は最初の位置A点より時間の推移と共にその合成された方向B点に移行する。この実験より始動時間を1分以上与えても始動を完成しない場合にはそれ以上回転させても蓄電池を消耗させるのみで無益であることが判る。故にこの場合には一度通電を打切り，蓄電池の回復を俟つて，再び始動を行うようにする必要がある。このようにすれば油温の低下より蓄電池の回復が時間的に速やかなため次回には条件がよくなり，平衡点は点線のC所に戻るから始動の可能性が多くなる。

〔VIII〕 新型始動電動機の性能

最近の状勢は −15°C に於ても何等特別操作を加えず，直ちに始動爆発をすることが要求されるようになつたので，これを満足する電動機を以上の研究結果より検



第17図　新型電動機と従来（A）電動機外観

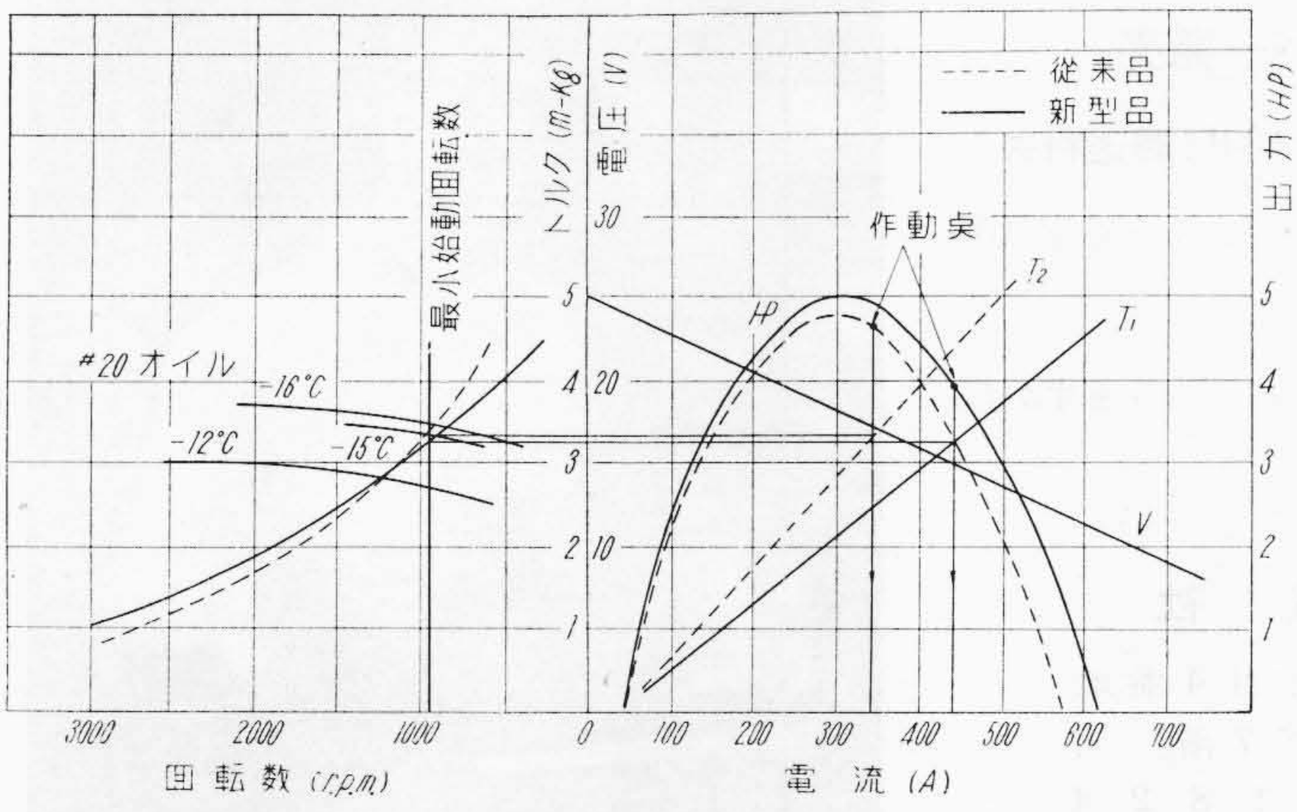
Fig.17.　New Type Motor and Former Type (A)

討して試作した。

本エンジンの −15°C に於ける始動所要性能をデータより求め，電動機側に換算するとトルクは 3.35 kg-m 回転数は 960 r.p.m. となる。故に馬力は 4.45 HP となる。こゝで所要直巻電動機は設計可能となるが始動電動機としては更にピニオンの歯数モヂュール等に一定の制限があり，歯車比を任意にとることは許されない。故にこの比が与えられたものとして電動機の電気的特性をこれに合せなければならない。

第17図はこのようにして設計製作された始動電動機の外観で，従来品よりトルクが大きくなつている。写真の中短い方が**第14図**のA電動機の外観である。

第18図はこの始動電動機の始動性能図で，第一象限と第四象限のみを参考として画いた。尚比較するために出力を第四象限に示した。この図で明らかな如く従来品の方が最大馬力は大きく，所要馬力を超過しているが，作動点が喰違つてエンジンが最大入力を要求しているとき始動電動機は最大出力を出していない。一方，新型電動機は馬力は少ないが低温に於ける始動性能がよい。又負荷電流も新型が約 100 A 少いから蓄電池，始動電動機の保護よりみて有効であることが判る。



第18図　新型品の性能

Fig.18.　Starting Ability of New Type Motor

〔IX〕 結　　言

以上によつて始動電動機の特性を，主としてデイーゼルエンジンを基準として検討し，その作動特性，蓄電池，潤滑油の影響を調査した。これらの測定値よりエンジンの始動性能を明らかにして，始動電動機の具備すべき条件を求め，始動効果のよい電動機を試作して性能が予期された能力を持つていたことを実証した。

この中に示した始動電動機の基準の求め方，エンジンとの適合性に関してはガソリンエンジンにも適用出来る。

本実験によつて信頼すべき寒冷時に於ける始動時所要のトルクを求めることが出来たが，他のエンジンに就いて常に低温の調温室でトルクを測定することは困難である。しかし歯車効率を 80～85% 程度に仮定し（ピニオンとリングギヤーの歯車効率は大体どのエンヂンも同様である）0°C 附近と 20°C 附近のトルクを求め，更に粘度の増加を考慮に入れて冷時トルクを見付けることは可能である。これらに就いては更に研究を進める予定である。

本研究にあたつてはいすゞ自動車株式会社，運輸省技術研究所自動車整備部，日立製作所多賀工場の方々に甚大なる御援助を受けた。こゝに厚く感謝の意を表する次第である。

參　考　文　献

（1）一瀬，山崎，武田，森，細谷：運輸技術研究報告　第2巻（昭 27）
（2）W. Rixman: H. J. Courad V.D.I. 31/VIII/1940
（3）Triebnigg: A. T. Z. 10/VI/1937
（4）山口：潤滑剤及び潤滑油
（5）榎本，橋本：自動車技術会第6回総会講演会前刷集（昭 27）
（6）いすゞ技報 15 号

第36巻　日　立　評　論　第3号

◎ カプラン水車の据付法に就いて……北海道電力株式会社工務部次長　小山田惣次郎

◎ 水車外函内の流れとインデックステスト……日立製作所・日立研究所　山崎卓爾・手島友亮

◎ 日立超同期電動機……日立製作所・日立工場　山口巖巳・平川克

◎ 最近の電鉄用回転変流機制御装置に就いて……日立製作所・日立国分分工場　池田正一郎・大音透

◎ 磁気増幅器を用いたグラインバーの格子制御装置……日立製作所・日立工場　吉岡孝幸・松村睦夫

◎ PH-2 電力線搬送装置……日立製作所・戸塚工場　栗本敏正

◎ 日立 HU-9 型高性能電子顕微鏡……日立製作所　中央研究所　只野文哉・多賀工場　大沼嘉郎

◎ 油圧式做い削り装置の動特性に就いて……日立製作所・川崎工場　薄正四・松本源次郎

◎ 電線用合成ゴム混和物の可塑性と電気的性質……日立製作所・日立電線工場　山本二郎・大内末夫
——合成ゴムの種類及び合成ゴム混和物の軟化剤配合量による影響——

◎ 電気絶縁油の選択……日立製作所・日立研究所　高橋治男

◎ ユニオンメルト熔接機の特性とT型隅内接手への応用……日立製作所・亀有工場　牧正二夫・黒川赳・横尾尚志

◎ 可鍛鋳鉄に及ぼす原材料の影響……日立製作所・戸畑工場　山本真之助・岩瀬昌徳・正本進二郎

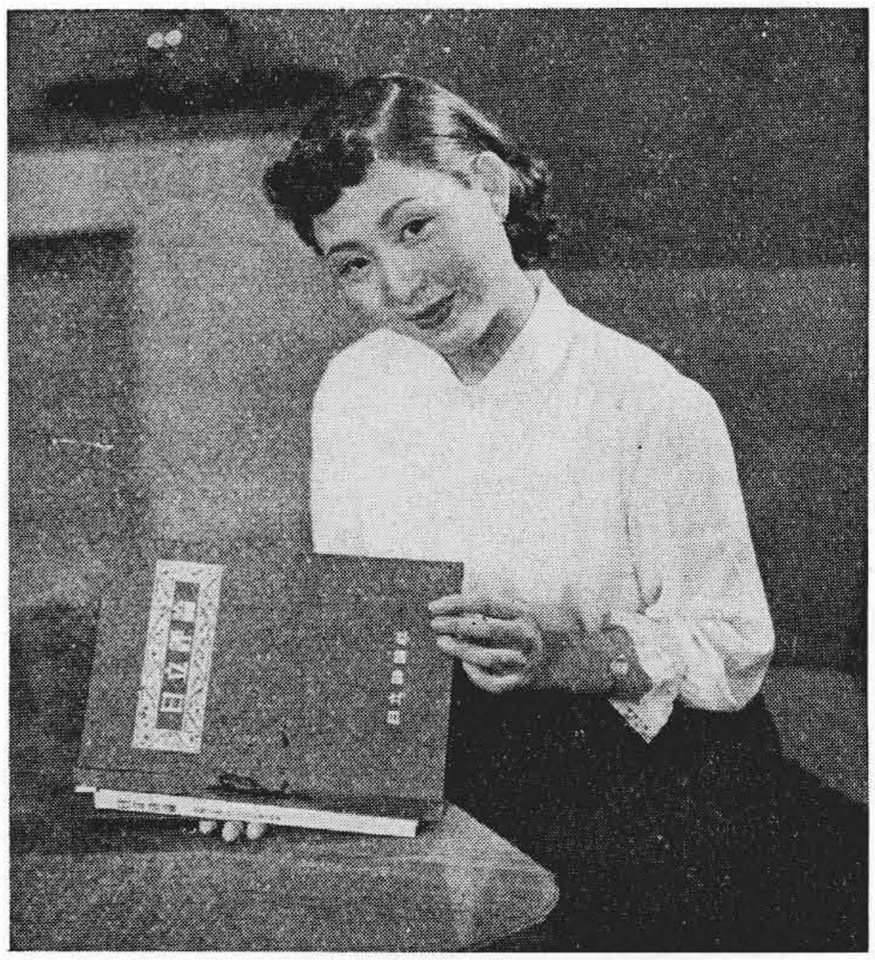
東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング内)　**日立評論社**　誌代 1カ月 ¥100 〒12 / 6カ月 ¥490 (送料共) / 1カ年 ¥840 (送料共)

「日立評論」綴込みカバー発売

(上製綴込み紐付)　特価1組　¥100 (郵送料共)

「日立評論」の綴込み用として写真に示すような堅牢美麗な綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には特に実費にてお頒ち致しておりますから，直接下記に御申込み下さい。

日　立　評　論　社

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
(新丸の内ビルディング7階)
振替口座　東京 7 1 8 2 4