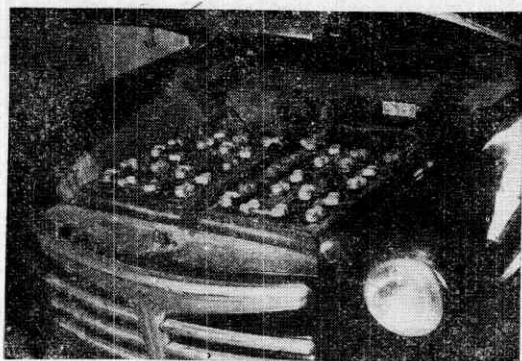


電気自動車の現状

正木 六郎



1. 緒言

電気自動車は1881年フランスにおいて試作されたのはじめであつて、わが國で最初に使われた自動車が電気自動車であつたことはあまり知られていない事實である。それは明治32年輸入されたものであつて電気三輪車であつた。翌年電気小型四輪車が大正天皇の御成婚奉祝のため、サンフランシスコの日本人會から献上された。昭和5年わが國で電気乗合自動車が試作され、次いで商工省から研究奨励金が交付されて研究改良が加えられ、昭和12年に實用車ができた。昭和18年燃料事情の悪化にともない、その性能向上に拍車がかけて最高速度30 km/h、一充電走行距離60 kmという小型電気乗用車(ダットサン級)が生産された。終戦後多数の電気自動車メーカーが誕生して生産臺数が急速に増加し、保有臺数は10,000臺を越えるとともに、各車種の性能がきそわれて性能も急速に向上され、中型乗用車(トヨペット級)のようなものは、一充電走行距離200 km以上、最高速度50 km/hとなり、車體の型體、内部裝飾、乗心地等も非常によくなつて、使用目的によつては充分内燃機關自動車に對抗し得るものとなつた。乗合自動車においても相當の性能向上をみたが、最近ジーゼル自動車が普及されて、足踏み状態をつづけているので、乗合自動車については他の機會にゆずることとする。

2. 電気自動車の構造

(1) 原動機

電気自動車は蓄電池を動力源としているので、原動機として直流電動機を用いている。直流電動機には、直巻、分巻、複巻、の3種類があるが、自動車の走行抵抗によくあつた特性、すなわち自動車が低速の場合に同一電流で一番トルクが大きく、また自動車が高速の場合に同一電流で一番高速に回転をするという特性をもつ直巻電動機が普通用いられている。しかし電力再生制動を容易に行わせるようにする特殊目的がある場合には、複巻電動機を用いることがまれにある。直巻電動機には、開放型、半密閉型、密閉型、の3種類があり、歐米では道路條件がよいので埃が少なく、また雨量が少ないので開放型が使用されているが、わが國では、埃、雨量、ともに多い

いので、半密閉型、或は自己通風密閉型、が採用されている。またこれは次の諸點に留意して設計されている。

(a) 自動車は常に積荷の變化および道路條件からくる走行抵抗の變化があるので、電動機にかかる負荷の變動もはなはだしい。そこで負荷の大小にかかわらず能率の高いことが望まれる。

(b) 坂路および路面狀況が特に悪い時には非常に出力が要求されるので、1分間300%以上の過負荷に充分耐え得るものであること、また起動瞬時には1000 A程度の電流が流れるのでこのような時にも刷子にいちじるしい火花が発生しないものであることが望ましい。

(c) 走行中は常に、振動および衝撃をうけ、また坂路を下る場合に高速回転するのでとくに機械的および電氣的強度が大きいものであることが望ましい。すなわち定格の200%の回転で1分間耐え得るものであり、また周波数50または60サイクルの正弦波に近い電壓1500 Vを1分間加えて異状がないものであること。

(d) 電気自動車に使用される電動機は電壓が低いので重量の軽減および寸法の縮小は非常に困難なものであるが、重量は直接自動車の走行性能に影響し、また寸法はシャシ裝備の際影響をおよぼすので、重量の軽減および寸法の縮小が望まれる。

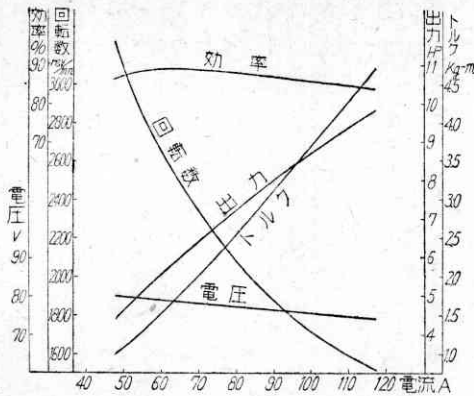
(e) 電動機は自動車の前後進いずれにも用いられるので、刷子の保持方法が正逆回転にいつでも應ぜられるものであること。

(f) 點檢、手入に都合のよいこと。

最近の電気自動車用直巻電動機の仕様は第1表のようであり、一例として中型乗用車用6HP直巻電動機特性曲線を示すと第1圖のようになり前記設計條件が大體満足されたものである。

第1表 電気自動車用直巻電動機の仕様

車種別	1時間 定額出力 (馬力)	電壓 V	電流 A	回転數 rev/min	重量 kg	電源 電壓 V	1分間 過負荷 容率%	外徑×全 長 mm
小型車用(A)	4.5	36	120	1350	77	40	300	280×376
小型車用(B)	4.5	45	90	1500	80	48	350	294×365
用中型車(A)	6.0	75	70	2200	80	80	350	320×367
中型車用(B)	5.5	76	65	1400	110	80	370	328×446



第 1 圖 中型乗用車用直巻電動機の特性

(2) 蓄電池

電気自動車用として、最近アルカリ蓄電池がさかんに研究されているが、内部抵抗多く、また容量が不充分なためすべて鉛蓄電池を採用している。

鉛蓄電池で最初に用いられたのは、エポナイトグラッド式のものである。これは圓筒形の陽極管を縦に一列に並べたものを陽極板としたものであつて、耐久力は極めて高いが構造が複雑で価格が高く、また内部抵抗が大きいので現在用いられていない。次にペースト式のものが一時期用いられた。これは活動物質を糊状にしてグリッドにつめて乾燥したものを極板としたものであつて、内部抵抗が少く、また低廉であるが、耐久力がないという缺點がある。そこでペースト式極板の全面を硝子綿フェルトで一樣に覆つて走行中にうける振動および衝撃による活動物質の脱落を防止した耐振型のものが研究完成され現在この種のもので用いられている。

さらに電気自動車用としては、容量當りの重量軽減および容積縮小が必要欠くべからざるもので研究が重ねられ、3mm 厚極板のものであつたものが2mm 厚極板のものになつた。しかし2mm 厚極板のものは容量當りの重量が軽減され、容積が縮小されたが耐久力がなくなつた。そこで消耗の多い陽極板を2.5mm厚にし、消耗の少い陰極板を2.2mm厚にしたものができて、現在この種のもので多く使用されている。容量當りの重量および容積の變化を示す一例は第2表のようである。

第 2 表 電気自動車用蓄電池の仕様

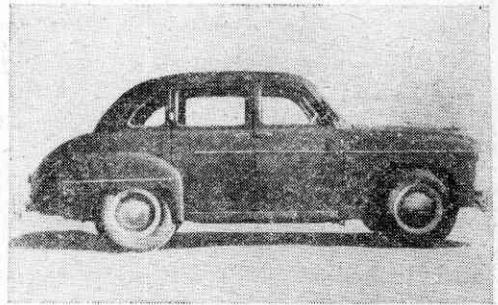
種 類 別	電 圧 V	5 時間 率容量 Ah	外形寸法mm			重量 kg	硫酸量 l
			長	幅	高		
3mm 厚極板	2	220	140	158	325	20	3.3
2mm 厚極板	2	245	128	156	325	18.5	2.7
+2.5mm 厚極板 -2.2mm 厚極板	2	250	114	162	375	19	2.5

なお負荷による内部抵抗および放電等による電圧の降下を見こんで、電動機定格電圧よりいくぶん高い電圧の

ものを電気自動車に装備している。

(3) そ の 他

(a) 車體：内燃機自動車のように、常に發動機の調整、点検を必要とせず、また小型である電動機を装備すればよいので、ボンネット部すなわち車體前部を必要とせず、ボンネット部を切りとつたキャブオーバータイプのもので長く採用されていたが、車體有效容積の増加、蓄電池積載容積の増加、最低地上高の増加、荷重分布の均衡、蓄電池点検の容易化等をねらつて蓄電池を車體の前後部に振り分けたため、内燃機乗用車と同様のボンネット部を有する型體となり、外觀および内部裝飾も洗練されてきた。最近の中型乗用車の外觀は第2圖のようである。



第 2 圖 中型電気乗用車

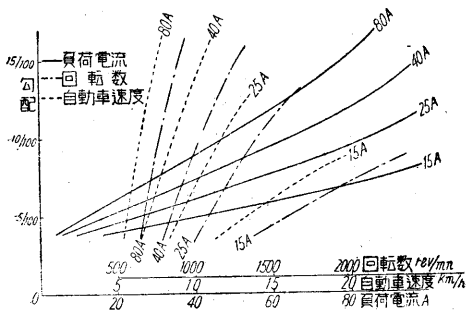
(b) 懸架装置：自動車用として、板ばねと蔓巻ばねの二種類があるが、いまだに電気自動車には蔓巻ばねが用いられていない。板ばねの取付方法としては、重心をできるだけ低く、また振動を少なくする意味から、ばねを車軸の下に進行方向に設置するアンダースラック型を普通採用している。最近振動をさらに緩和するために、前輪の板ばねを進行方向に直角になるように設置した、トランスバース型のものでできた。なお電気自動車はばね上重量が大きいので、この特徴をいかして相當乗心地がよくなつてきた。

(c) 傳達機構：内燃機自動車のように、推進軸をもっているものが多いが、電動機を後車軸に近ずけて直接齒車駆動をするものがあり、また直巻電動機の特性をいかして、後車輪の左右それぞれに電動機を設置して、直接に齒車或はチェーンで駆動するものがある。この場合には差動機が不要となる。最近登坂能力の向上をねらつて、變速機を傳達機構内に介在させたものができている。

(d) 制御器：普通ノッチ式のもので用いられている。制御手段を容易にするために、操向ハンドルのごく近くに設置したものがある。さらに進歩したものでは、直巻電動機の特性をいかして、電動機回転数がある値以上すなわち自動車がある速度以上になると、電動機軸に設置された調速スイッチが自動的に作用して、高速ノッチに入るようになってきているものもある。

(e) 前照燈：普通電源として動力電源用或は豫備用蓄電池を用いているが、いずれにしても放電につれて暗くなる缺點があつた。しかし最近内燃機關自動車のように小型發電機を裝備してこの缺點を解決したものができた。

(f) 電力回生制動裝置：變速機による登坂能力の向上にともない；どんな長坂路も容易に登坂できるようになつたが、下りに内燃機關自動車の如く機關制動をすることができないので、制動機の燒損をきたし、その實用價值があまり見られなかつた。そこで下りの場合に、直巻電動機の結線を變換して他勵發電機とし、その出力を動力電源である蓄電池に充電して、一充電の走行距離を延すとともに他勵發電機の逆回轉力で制動効果をあげるといふ、回生制動裝置の研究に成功し、實用化された。回生電力は上に消費した電力の 25% 程度である。小型乗用車における回生制動線圖は第 3 圖のようであつて、各曲線に書かれている數字は勵磁電流である。



第 3 圖 小型乗用車回生制動線圖(負荷電壓 20V)

3. 電氣自動車の走行性能

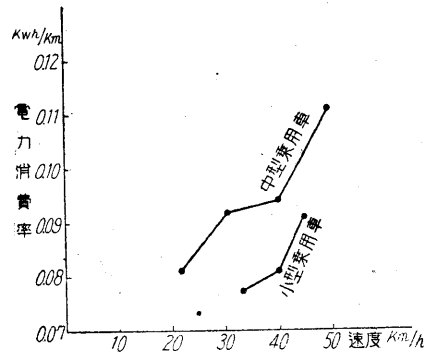
(1) 速度

電氣自動車の最高速度は内燃機關自動車と比較すると、いまだにかなり低い事は事實である。しかし最近のものでは中型乗用車で 50 km/h、小型乗用車で 45 km/h 程度出し得るので、實用面からいふと法規上で最高速度の制限をうけているのであるから、この程度の速度がだし得れば大體満足なものである。電氣自動車の速度を増す方法としては、大馬力の電動機を裝備させるか或は動力電源用蓄電池の數を増して、電壓をあげてやればよいのであるが、いずれにしても自動車の速度は電力消費量に密接に關係があつて、第 4 圖のように高速になるほど非常に電力消費率が増すため、蓄電池を動力源とする電氣自動車としては、實用上さしつかえない程度に速度制限を行うのはやむを得まい。道路條件のよい歐米では、最高速度を 60~70 km/h まであげている。とくに速度本位のものでは 100 km/h 以上のものも製作されている。

(2) 加速度

原動機として直巻電動機を用いているので、起動瞬時のトルクが非常に大きいため、加速度が大きく、中型乗

用車では 2.5 m/sec² 以上の値を示している。また起動より 100 m までの平均加速度は 1 m/sec² 程度であり、小型乗用車はこの値よりわずかに劣つてゐる程度である。起動時には内燃機關自動車よりもむしろよい加速性をもつている。



第 4 圖 電力消費率線圖

(2) 登坂能力

原動機として直巻電動機を用いているので、低速で大きなトルクをだし得る利點があるため、相當に登坂能力があるが、過大の電流が流れるので、この方面から制限をうけて、連続 1/10、短時間 1/8 の勾配に登坂するという成績である。しかし次の方法によつて登坂能力の向上をはかつてゐるものがある。

(a) 出力の大きな直巻電動機を用いる方法

この方法によると、平坦路を走行する場合に非常に不利となるのであまり用いられていない。

(b) ブースティング法

登坂の際前述のように大電流が流れるので、蓄電池の内部抵抗により電壓降下がはなはだしく、したがつて電動機の出力が低下して自動車の速度が遅くなる。自動車の速度が遅くなるとますます大電流が流れる結果となる。そこで登坂の際に豫備電池を補足して動力電源電壓をあげ、電動機の出力を増して自動車の速度を増し、大電流をある程度おさえるという方法で實用に供されている。

(c) 傳達機構内に變速機を介在さす方法

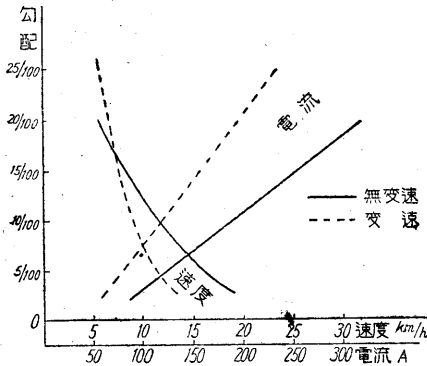
直巻電動機と後車輪とをむすぶ傳達機構内に變速機を介在させて、後車輪に大きなトルクを傳達するとともに自動車の速度に比べて直巻電動機を高速廻轉にし過大電流を極力防止する方法である。この方法によると 1/5 の勾配でも容易に登坂できるので、實用に供されている。またこの方法により電氣自動車のきらつてゐた悪路走行も解決された。小型電氣乗用車に變速機を設置した場合と設置しない場合の性能比較の一例を示すと第 5 圖のようである。

(4) 一充電走行距離

電氣自動車の一充電走行距離の判定は下記のように各

種條件が入ってくるので非常に困難である。

(a) 荷重が増すとか、路面状況が悪いか、上り坂路が多いとか、自動車の内部抵抗が多いなどというような場合には、自動車の走行抵抗が増して電力消費量が多くなる。



第5圖 小型乗用車登坂性能線圖

(b) 起動および停止が多いと、起動抵抗による電力の消耗がはなはだしく、また自動車のもつ運動のエネルギーを制動機に吸収されることになり、電力消費量が多くなる。

(c) 気温が低くなるにしたがい、蓄電池の起電力が低下して容量が小さくなる。また充電不十分とか、蓄電池が古いとかいうような場合には容量が小さい。

以上のような各種条件があるが、市街地での實用一充電走行距離は中型乗用車で150km、小型乗用車で100km程度であり、經濟一充電走行距離は中型乗用車で200km以上、小型乗用車で130km以上の成績をあげている。なお歐米のものに一充電300kmというのがある。

4. 當面の未解決問題

(1) 電動機、蓄電池、車體、減速比の組合せの問題

電動機、蓄電池、車體、減速比の組合せは非常に困難な問題である。高電圧を採用すると、電流を小さくおさえることができ、また電動機を小型にする事が出来る利点があるが、その反面蓄電池の重量および容積當りの容量が小さくなり、またリークの心配がでてくるという缺點がある。車體の大きさおよび重量に比して電動機の出力の大きいものを装備すると、速度、登坂能力、加速能力、悪路走行能力が増すという利点があるが、その反面平坦路走行の場合に電力消費量が増すという缺點がある。減速比を大きくすると、登坂能力、悪路走行能力が増すという利点があるが、その反面平坦路走行の場合に電力消費量が増すという缺點がある。以上4要素をいかにおさえるのがよいか、いまだに解明されていない。

(2) 蓄電池の問題

單槽の性能は前述のように進歩してきたが、生産技術が悪いので、均一性とほしく、組合せた場合に全體としての容量および壽命に難色がある。重量の點をみると

中型乗用車では、車輛總重量2000kgの中、蓄電池のしめる重量は760kgもあり、容量當りの重量軽減および容積縮小は重要な研究問題である。また價格も相當の割合をしめている。

現保有臺數ではあまり問題にならないが、鉛の供給量よりおしておのずから保有臺數に制限があり、鉛蓄電池に代るべき蓄電池の出現が望まれる。

(3) 強度の問題

フレームおよび足廻りの強度計算の基礎資料が不充分なため、すつきりした設計のものがでてきていない。また材料の選擇、熱處理、加工、等は生産臺數の僅少なことも手傳つていまだに不充分であつて、故障が少いはずの電気自動車でありながら、傳達機構、操向機構、足廻り車體各部(例えばドアハンドル)に問題を起している。しかし一時からみると大分よくなつてきた。

(4) 電力消費量計の問題

運轉臺の計器盤に取付け可能な電力消費量計である。運轉手にとってはあと何km走行できるかということが常に知りたいことである。數年前から問題になつてきたもので、各方面で積極的に研究が進められている。

(5) 充電所の問題

充電所の問題は、電気自動車の使用者の身になると痛切に感ずるものであつて、内燃機關自動車に對するガソリンスタンドに匹敵する。充電所の數と能力は、直接電気自動車が使いやすいか、使いがたいかに影響するものであつて、電気自動車關係者は相當に力を入れてきたがいまだに充分とはいえない。この充電所の數と能力の擴充を切に望むものである。またでき得れば内燃機關自動車がガソリンスタンドで燃料を簡単に買えるように、蓄電池を簡単に積換えることにより、すなわち電力だけを買うという形態にでもなれば非常によいと思う。

5. 結 言

以上現状のありのままを述べた。これに對し理解ある方はよいが、少しでも電気自動車の現在および將來を暗く感ずる方があつたとすれば、筆者としては心外なことであつて、終戦後の進歩發展はいちじるしく、さらに拍車をかけているので、問題となる點は、關係者の協力により遂一解決されて行くものであることを確信する。

溶鑛爐によらざる製鐵法

ロバート・デユラー著 淺井一彦譯

A5. 170頁 定價 300圓 干25圓

—誠文堂新光社發行—