

第二編 車 輛

第六章 機 關 車

18 機關車の種類

鐵道に用ふる機關車には種々あるが、特殊のものを除き一般に最も多く用ひられて居るものは次の通りである。

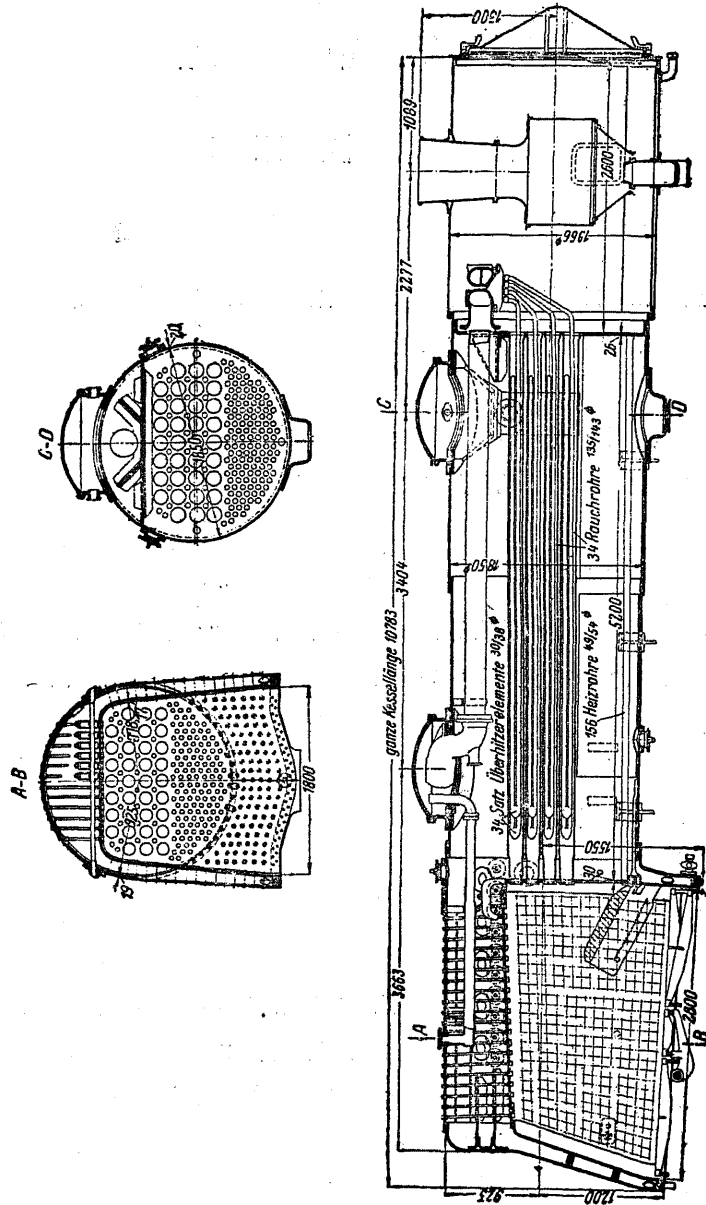
機 關 車	{	蒸汽機關車
		電気機關車
		内燃機關車

19 蒸汽機關車

(a) 蒸汽機關車の構成要素——蒸汽機關車とは水を熱して蒸汽となし、蒸汽の中に含まるゝ熱エネルギーを機械的エネルギーに変へて、車輪に廻轉運動を與へる装置を載せた車輛である。之を構成する主なる要素は次の4部である。

- (1) 汽 罐 部
- (2) 機 械 部
- (3) 臺 枰
- (4) 走 行 部

汽罐部(第6圖参照)は燃料を燃焼せしめ之によつて生ずる熱を水に傳達して蒸汽を發生せしむる部分であつて、燃料を燃焼せしむるに必要な火床と、之によつて生じた熱を水に傳へるに必要な火室及び焰管とが主要なもので

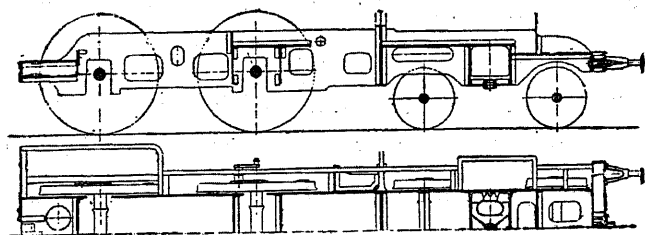


第 6 圖

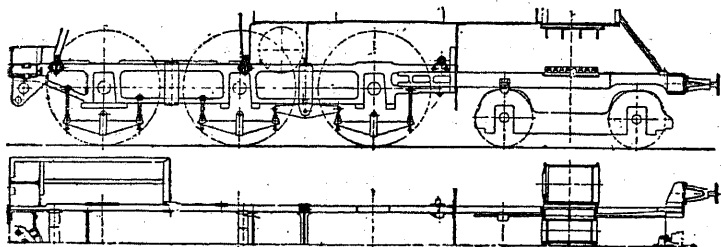
ある。火室及び焔管の傳熱面積と火床の面積とは汽罐の蒸發力を決定し延いては機關車の出力に關係ある最も主要なものである。

機械部は汽罐部で作られた蒸汽の供給を受けて牽引に必要な力を發生せしめ且つこの力を車輪に傳達してその廻轉運動を起さしむる装置である。即ち蒸汽を汽筒に導いてピストンを推さしめ滑り瓣により汽筒への蒸汽を巧に調節してピストンの往復運動を起さしめ、之をピストンロッド及びコネクティングロッドを経て車輪に取りつけられたるクランクピン及びクランクに傳へ之によつてその車輪に廻轉力を與へ、同時にこの廻轉力はサイドロッドによつて他の車輪等にも傳へられる。かやうにして廻轉運動を起さしめらるゝ車輪を働輪と稱へ、その軸を働軸と呼ぶ。而してこの機械部の装置は左右の働輪に對して夫々別箇に設けられ且つその左右の運動には $1/4$ 廻轉即ち 90° の位相の差がある。故に今左側のピストンが汽筒の一端に近づいて働輪を廻轉せしめんとする力が最も小となつて居る際に、右側のピストンは汽筒の中央にあつて大なる廻轉力を働輪に與へるが如き構造となつて居る。

臺枠は汽罐部及び機械部を載せ且つ車輪の位置を保持するもので、その構造に板臺枠(第7圖)及び棒臺枠(第8圖)の2種がある。板臺枠は厚さ25~30mmの鋼板2枚を左右剛結し、車軸座等を切り開けたものである。英國其他歐洲諸國に用ひられ、構造の堅牢なことがその特徴であるけれども、内部の検査に不便である。棒臺枠は斷面積 100cm^2 内外の方形又は矩形斷面を有する鍊鐵又は鋼鐵の棒を組合せて作つたもので、米國に發達したものである。内部の検査には便利であるが製作困難で且つ損傷し易い缺點があるので、近來は厚さ75mm位の厚い鋼板から切り抜いて同様の形を作ることも試みられて居る。汽罐を臺枠に取付けるにはその前部を臺枠の上の罐座に固定し後部は溫度の昇降による汽罐の伸縮を自由ならしめるため特別の方法(例へばス



第 7 圖



第 8 圖

ウイングレバー)を用ひて取付ける。

次に機関車の走行部は車輪、車軸、軸箱、軸箱守、彈機、先臺車等から成るのであるが、その構造は他の機関車及び客貨車にも共通な部分が多いから後で述べることにする(第25節参照)。

(b) タンク機関車とテンダー機関車——蒸汽機関車の燃料として木材重油等を用ふることもあるが、これ等は特殊のものであるからこゝには除外することとする。

最も普通に用ひらるゝ蒸汽機関車の燃料は石炭であるから蒸汽機関車には石炭と水とを積む設備が必要であるが、このために特に炭水車(Tender)を連結するものと機関車自身に炭槽及び水槽(Tank)を有するものがある。前者をテンダー機関車、後者をタンク機関車と稱へる。

タンク機関車はその長さが比較的短く前進後退共に操縦自由であるが、十分の水と石炭とを積み得ないから普通短距離運轉又は車輛入換用に多く用ひられて居る。

テンダー機関車は炭水車を連結して居るからその長さが大となり従つて操縦はタンク機関車ほど自由ではないが、石炭や水を十分に積み、機関車自身も十分大きく作られるから、牽引力が大で且つ長距離運轉に耐へる。

(c) 飽和蒸汽機関車——水を熱すると常壓に於ては 100°C で沸騰し始める。併し水の容器を密閉して加熱する場合には、蒸汽の蒸發によつて壓力が増加するから溫度が 100°C 以上に達しても容易に沸騰しない。この時蒸汽の溫度は水の溫度と同一で、又蒸汽の溫度と壓力との間には常に一定の關係がある。若し溫度が t から t' に下れば蒸汽の一部は直ちに凝結して水となり、従つて壓力は p から p' に下るのであるが、若し又溫度が t から t' に上るときは水の一部は直ちに蒸發して蒸汽となり、同時に壓力は p から p' に上るのである。かやうな状態にある蒸汽を飽和蒸汽と稱へ、之を用ふる機関車を飽和蒸汽機関車といふ(機関車の汽罐は一つの密閉された水の容器である)。

飽和蒸汽が機関車の汽筒に入れば蒸汽は低温なる汽筒に觸れて壓力の低下と水分の凝結とを來し、汽筒内の蒸汽の壓力の低下は凝結した水分が露又は霧の状態となつて蒸汽の運動を妨げることゝ相俟つて、ピストンに加はる壓力を二重に低下せしむることゝなる。故に飽和蒸汽機関車は比較的能率の悪いものである。

(d) 過熱蒸汽機関車——飽和蒸汽を他の特別の装置に導いて更に加熱したものを過熱蒸汽と稱へる。この過熱蒸汽は之を多少冷却しても最早水分の凝結を來すことなく、その過熱の程度の高い程完全なる瓦斯體に近づく。完全なる瓦斯體に於ては次の Boyle-Charles の法則が成立つ。

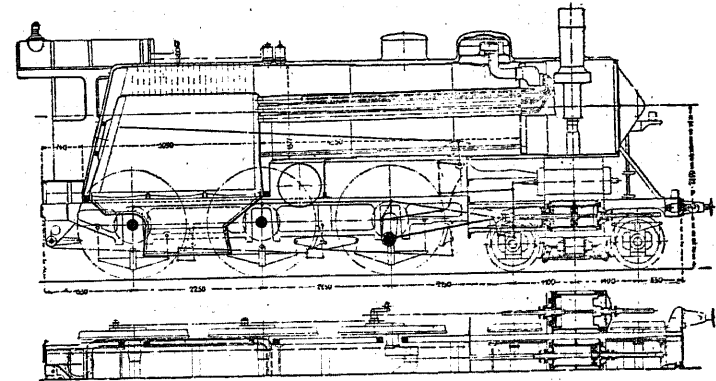
トオフによつて蒸気は經濟的に使用されることとなるけれども、一方に於てはピストンのストローク中之を推す蒸気の壓力に變化を生ずることとなる。この異なる壓力の平均値を平均壓力と稱へる。又ピストンの後面には大氣の壓力と排出蒸気の壓力とがあつて、ピストンの進行を絶えず妨げるものである。之をピストンの後壓力といふ。故に實際有効にピストンを前進せしむる蒸気の壓力は平均壓力と後壓力との差であつて、之を蒸気の平均有効壓力と稱へる。平均有効壓力はカットオフによつて異なることはいふまでもない(第2表参照)。

(f) 複式蒸気機關車——上述の如く、蒸気は之を汽筒内で膨脹せしめて使ふのであるが、蒸気を最も經濟的に使用するにはカットオフを適當に早くして(20~25%)、その膨脹性を十分利用することに努めなければならない。然るに、實際の運轉に於てはこれ以上のカットオフを要するので、蒸気の十分な膨脹を待たず、まだ相當の壓力を有る有用な蒸気を空しく排出することとなる。

又蒸気を一時に高壓から低壓に膨脹せしむれば、壓力の低下と同時に蒸気の溫度も甚しく下つて蒸気の凝結を多からしむるものである。

これ等の缺點を除くために汽筒を高壓用及び低壓用の2種に分ち、先づ高壓汽筒に於て相當に膨脹せしめた蒸気を、更に低壓汽筒に導いて再び膨脹せしむれば蒸気の膨脹性を十分利用し得るのみならず、蒸気の凝結を生ずることも少ない譯である。かやうに高壓低壓二種に分たれた汽筒を複式汽筒と稱し、之を用ふる機關車を複式機關車と稱へる(第9圖)。

複式汽筒に於ては高壓低壓各汽筒のピストンに加はる壓力の全ストローク中に於ける變化が少く、従つて牽引力が比較的均一で機關車の動搖も軽減せられる。牽引力が均一であることは働輪の空轉を防ぎ、従つて働輪と軌條と



第 9 圖

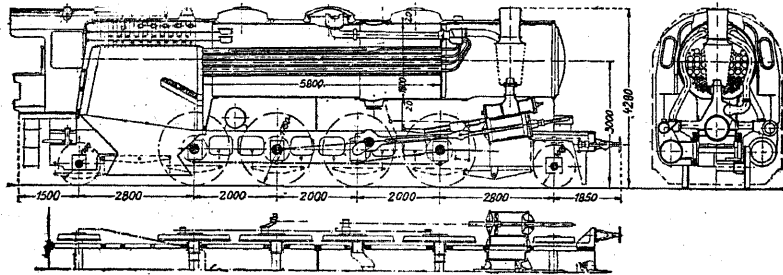
の間の摩擦を十分利用し得ることとなる。又低壓汽筒に使用する蒸気は高壓汽筒から導かれるのを通則とするけれども、必要に応じては高壓汽筒と同様直接汽罐から高壓の蒸気を送ることも出来るから、發車の際又は急勾配にさしかつた際など一時的に大なる牽引力を出すことが出来る。

複式機關車には以上の様な利點があるが、他方には又次の様な種々の缺點がある。

- (1) 構造が複雑で取扱不便であるのみならず修理を要することが多い。
- (2) 高壓、低壓兩汽筒に於ける蒸気の分配を順調に保つためにカットオフが制限されるので、變化の多い運轉には不適當且つ不經濟である。
- (3) ピストンの面積が大(低壓汽筒は高壓汽筒の2倍以上に作られる)であるため摩擦面及び蒸気の凝結面が大きくなるのみならず、ピストンの後壓力を大ならしむるゆへ不經濟である。惰走抵抗の大なるも亦之がためである。

(g) 三汽筒機関車——普通の機関車はその左右外側に1個づつの汽筒をもつて居るが、三汽筒機関車に於てはその外内側に1個の汽筒があつて合計3組の機械部を有し、その各の運動には60°づつの位相の差があるから、働輪の廻轉力は普通の機関車よりも一層均一である。このことは複式機関車の場合も同様であつて、複式機関車に於ては高壓低壓4個の汽筒に対するピストンの運動の位相の差は45°づつである。

三汽筒機関車に於ける三個の汽筒は、單式に用ふる場合もあるが、複式に用ふる場合が普通で、従つて前述の様な複式機関車としての利益をもつて居る。即ち牽引力が均一で且つ一時的に大なる牽引力を出すことが出来、而も複式機関車の様に長大でなく、軌道に及ぼす悪影響も少く、蒸汽消費量が小である。故に最近著しく一般に用ひらるゝに至つた(第10圖参照)。



第 10 圖

(h) 蒸汽機関車のカウンターバランスング(Counter balancing)——機関車の機械部の運動には往復運動と廻轉運動との2種がある。即ち往復運動をなすものはピストン、ピストンロッド及び之に附屬するクロスヘッドの3であつて、廻轉運動をなすものはサイドロッド、クランク及び之に屬するクランクピンの3である。コネクティングロッドの運動は一部は廻轉運動であり、一部は往復運動である。

廻轉運動は遠心力を起して機関車に動搖を與へる原因を作る。今廻轉部が全部クランクピンの位置に集中せらるゝものと假定すれば、その際に起る遠心力Fは

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

但し m = 廻轉部の質量
 v = 廻轉速度
 r = クランクの長さ

.....(2)

この遠心力Fの水平及び垂直分力を夫々 F_1 、 F_2 とし、ピストンのストロークの方向に對してクランクのなす角を θ とすれば

$$F_1 = F \cos \theta = \frac{mv^2}{r} \cos \theta$$

$$F_2 = F \sin \theta = \frac{mv^2}{r} \sin \theta$$

.....(3)

即ち F_1 は θ の値の變化に應じて或る時は前に或る時は後に向ふ力を働輪に與へ、而もこの力は左右の働輪に於て90°の位相の差があるために、機関車に種々の動搖を與へることとなる。即ち左右の働輪に働く F_1 が共に前又は後に向ふ場合には機関車に水平前後動を與へ、之に反し左輪の F_1 は前に向ひ而も右輪の F_1 が後に向ふ場合には機関車を左より右に廻轉せしめようとする。同様に左輪の F_1 が後に向ひ右輪の F_1 が前に向ふ場合には機関車を右より左に廻轉せしめんとする力が働く。かくして機関車には水平前後動と水平左右廻轉動(蛇行動)とが與へられる。

遠心力の垂直分力 F_2 も亦 θ の變化に應じて上或は下に向ふ力を車輪に與へ、水平分力 F_1 の場合に比し唯その方向が前後の代りに上下となるの差異があるのみである。従つて機関車を上下に動かさうとする上下動(Pitching)

と、之を交互に左右に傾かしめようとする左右傾斜動 (Rolling) とを起すこととなる。

次に往復部の運動は単弦運動であつて、その速度は常に變化して居る。而してピストンの前進ストロークの前半に於ては往復部を加速して之に惰力を貯へしめ、その後半に於ては逆に往復部の減速によつて、之から前に貯へた惰力を放出せしむることとなる。往復部が惰力を貯へる間はクランクピンに加はる力は汽筒の端壁に加はる壓力よりも小で、逆に惰力を放出する間はクランクピンに加はる力は汽筒の端壁に加はる壓力よりも大である。前の場合には機関車に後に向ふ力が働き、後の場合には前に向ふ力が働き、恰も廻轉部の運動から起る遠心力の水平分力と同様の影響を機関車に與へる。即ち機関車に水平前後動及び水平廻轉動を與へるの結果となる。

以上の様な理由で機関車には種々の動搖が起り、乗心地を悪くし且つ線路に悪影響を與へるのであるが、之を防止することをカウンターバランシングと稱へる。カウンターバランシングは往復運動及び偏心廻轉運動ある場合には必ず必要なものである。

廻轉部のカウンターバランシングはクランクピンの反對側にバランスウエイト (Balance-weight) を用ふることによつて容易に行はれる。今バランスウエイトの質量を m_1 とし、その中心より働軸までの半径を r_1 とすれば、 m_1, r_1 の間に満足さるべき關係は

$$m_1 r_1 = m_2 r_2$$

で極めて簡單である。

次に往復部のカウンターバランシングであるが(第11圖参照)、今往復部の速度を v 、時間を t とし尙前の記號をそのまま用ふれば

$$v' = v \sin \theta, \quad \theta = \frac{vt}{r}$$

である。従つて之より

$$\frac{dv'}{d\theta} = v \cos \theta, \quad \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{r}$$

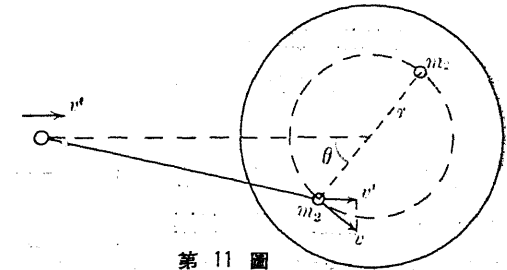
故に往復運動の加速度 dv'/dt は

$$\frac{dv'}{dt} = \frac{dv'}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \frac{v^2}{r} \cos \theta$$

であつて、往復部の質量を m_2 とすれば、その惰力は

$$m_2 \frac{dv'}{dt} = \frac{m_2 v^2}{r} \cos \theta \dots \dots \dots (4)$$

となり、(3)式の F_1 中 m を m_2 に置きかへたに過ぎない。即ち往復部の質量 m_2 が廻轉部となつてクランクピンの上にある場合に起る遠心力の水平分力に等しい。故に往復部の質量 m_2 に等しい質量をバランスウエイトとしてクランクピンの反對側に置くことによつて、カウンターバランシングされるのである。但しこの



第 11 圖

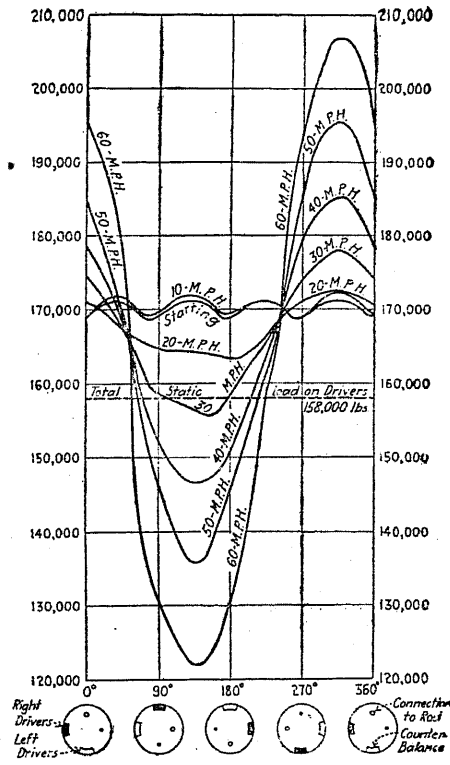
バランスウエイトの廻轉運動から起る遠心力の水平分力は往復部の往復運動から來る悪影響を過不足なくカウンターバランシングするけれども、その垂直分力は全く不必要なものであるとして残る。その結果この垂直分力はカウンターバランシングされない廻轉部の廻轉運動から起る遠心力の垂直分力と同様の悪影響を與へ、機関車にピッチングとローリングとを起すこととなる。之をオーバーバランシングといふ。即ち往復部の運動から來る水平前後動及び蛇行動をカウンターバランシングして之をピッチング及びローリングで置きかへた形となるのであるが、一般にこの方が有利とされて居る。かやうに往復部のカウンタ

ーbalancingは之を完全に行ふことは不可能であるから、成るべくその悪影響を少なくするためにピストンロッド、コンネクティングロッド、サイドロッド等はその強さを減せずしてその重さを小ならしむるやうに努められて居る。第12圖はモーガル型機關車のオーバーbalancingの有様を示したものである。即ちその結果軌條に加はる壓力の差があることを示したものである。

複式機關車に於ては高壓汽笛のクランクが前進する際は低壓汽笛のクランクが後退することとなり、往復部の惰力の大部分は之によつて互に相殺され従つて機關車の動搖が少い。

20 電氣機關車

(a) 電氣機關車の電氣方式——電氣機關車は電氣的エネルギーを機械的エネルギーに變換して車輪に廻轉運動を與へる設備を有する車輛である。之を用ふる電氣鐵道は1879年獨逸の Berlin に於て開かれた工業博覽會に於て



第 12 圖

Werner v. Siemens によつて作られたものに始まる。最初は短距離の市街鐵道に用ひられたが、次第に大都市の郊外鐵道及び高速鐵道等に及んだ。其の後北米合衆國に於て急速なる發達を遂げたが、こゝに於ても最初は短距離の鐵道に限られ電氣方式は直流低壓式であつた。蓋し直流低壓式は長距離の幹線用としては甚だ不經濟とされて居たからである。其の後多相交流が用ひられるに至つて大なる發達をなしたのであるが、單相交流及び高壓直流が鐵道用として用ひらるゝに至つて一層急速の發展を遂げ、現今に於ては幹線鐵道の電化にまで進んだのである。

直流低壓式に於ては電車線電壓は350~750ヴォルトで、之を直接機關車の直接電動機に供給する。低壓であるため電壓降下が大であるから長距離及び大なる列車重量には不適當である。

直流高壓式は電動機の使用電壓1200~3000ヴォルトで、之を電車線より直接機關車の電動機に供給するのであるが1500ヴォルト以上の場合には2~3個の電動機を常に直列に接続してその端子電壓を低くするのが普通である。高壓であるから低壓の場合の如く電壓降下が甚しくなく、従つて長距離の幹線鐵道に用ひられる。此の方式は近來米國に於て著しく發達したものであるが、我國に於ても一般に之が用ひられて居る。

三相交流式に於ては電車線電壓は3000~6600ヴォルトで、之を直接又は變壓器によつて適當なる電壓に下げて誘導電動機に供給する。三相誘導電動機の一特性のつは廻轉力の大小に關係なく廻轉速度の一定なこと、之を經濟的に調整することが困難であるのみならず、2臺の機關車を連結して一列車を牽引せしむる場合にはその働輪の直徑が同一であることを要する。故に大都市の高速鐵道や市街鐵道には不適當である。この電動機の一特性は同期速度以上に廻轉すれば其のまゝ發電機となつて働くことである。故に下り勾

配に於て重力により速度が増加した場合には自ら電力が回生さるゝのみならず、このことが直ちに制動力となつて現はれ、従つて他の場合の様に特に制動機を働かせなくとも自ら確實安全な運轉が出来るから山間鐵道に適當して居る。唯その缺點は電車線を少くとも二線架設するの必要があるため多くの費用を要するのみならず、その間の絶縁の関係上餘り高壓の使用が困難となることである。この方式は伊太利に多く用ひられて居る。

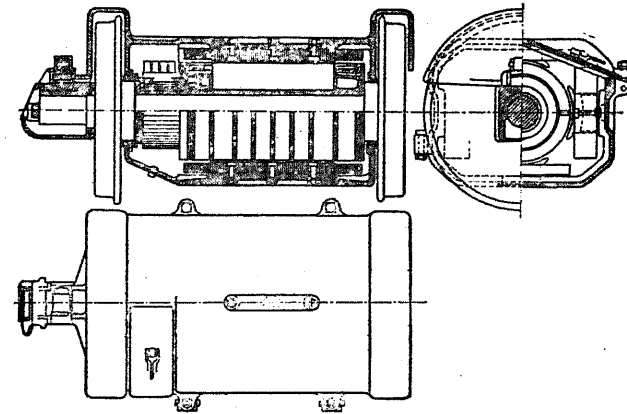
單相交流式は電車線電壓が 6000~15000 ヴォルトを機關車内の變壓器で 250~1000 ヴォルトに下げ之を電動機に供給する。電車線電壓が高いから變壓所の數を少なくするの利益があるけれども、その附近にある他の通信線等に妨害を與ふる缺點がある。又單相電動機の廻轉力は直流電動機ほど廻轉速度と共に變化することが大でない。従つて頻繁運轉又は急勾配を上る場合に於ける如く大なる加速度を要する鐵道には不適當である。この點に於ては單相電動機は蒸汽機關車の性質に似て居る。列車回數の少なく且つ緩勾配の鐵道に適して居る。

三相交流に於ては 2 以上の架空線を必要とする缺點があるのみならず、その架空線の間絶縁が困難である。これ等の缺點を除くために分相交流式がある。之に於ては單相交流にて電流を供給し、之を機關車内の相數變換機にて三相交流となして三相誘導電動機を廻轉せしめるのであつて、單相及び三相の長所を採らんとするものである。

又蓄電池を機關車に載せ之によつて直流電動機を廻轉せしむる蓄電池式電氣機關車がある。蓄電池の重量の大なること、屢充電の必要があつて維持費の大なること等の缺點があるが、架空線を要しないといふ特徴があるので交通の閑散な鐵道や大操車場の入換用に用ひられ、又隧道工事用として極めて重寶なものである。

(b) 電動機の廻轉力傳達法——電動機の廻轉力を働輪に傳達する方法には種々あるが、主なるものを擧ぐれば次の通りである。

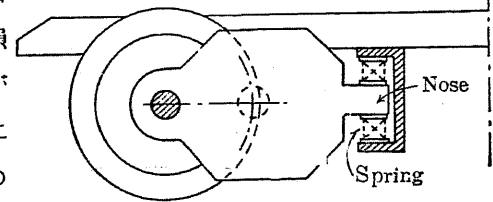
- (1) 各個傳達
 - 直結傳達法 { 純直結式
 - クイル直結式
 - 齒車傳達法 { ノーズサスペンション式
 - クイル齒車式
 - リンク齒車式
- (2) 集結傳達



第 13 圖

直結式傳達方法は最も簡単な構造で、電動子とその働輪の車軸に取りつけ、その間に何等の機構をも用ひない(第13圖参照)。故に能率は最も良

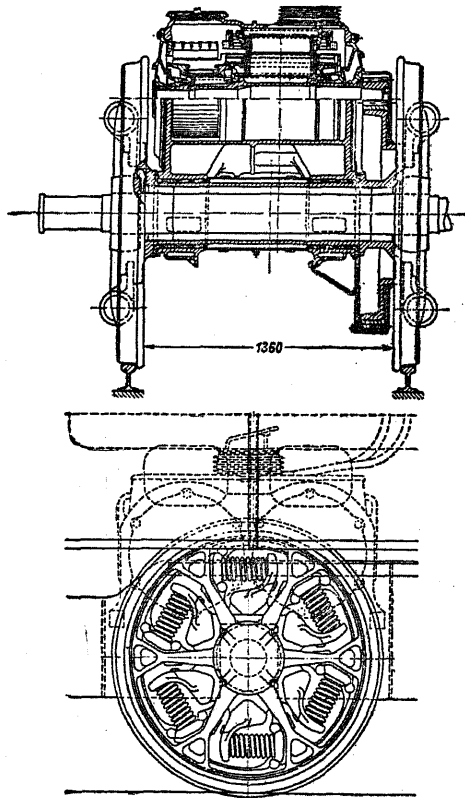
い譯であるが、電動子の重さが直接車軸に加はるため線路に大なる激衝を與へて之を損傷し易いのみならず乗心地が悪い。この缺點を除くためにクイル(Quill)と稱するものが用ひられる。クイルとは中



第 14 圖

空な軸で之に電動子を取りつけ働輪軸はその中を貫通してクイルとの間に多少の空隙が残される。クイルは車軸と同心に保たれその両端は彈機を以て車輪と連結してその間に緩衝作用を行はしめるのである。

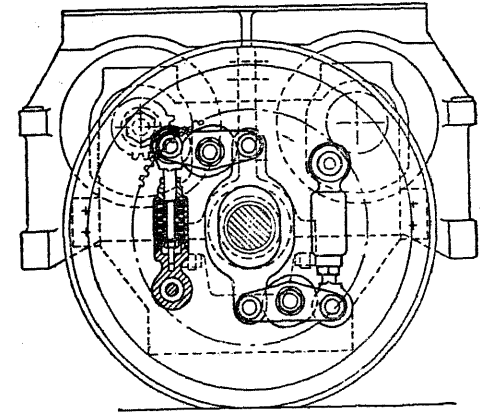
上述の直結傳達法に於ては電動子の廻轉數がそのまま働輪の廻轉數となるから、高速度の列車用としては用ひられるけれども低速度の列車用には不適當である。



第 15 圖

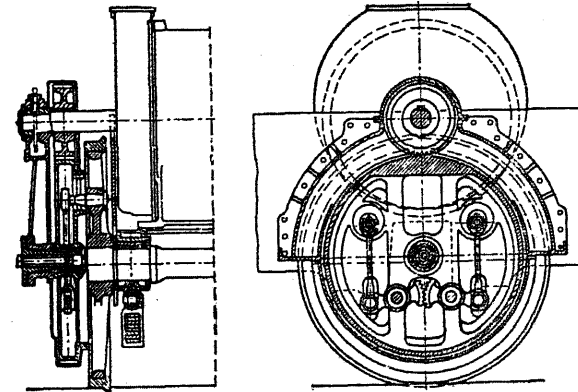
又電動機の廻轉數に制限を受けるからその設計が困難となる。然るに齒車傳達法に於ては電動機の廻轉數を齒車によつて一度低下せしめて働輪軸に傳へるのであるからかやうな缺點がない。齒車傳達法の構造の最も簡単なものは第14圖に示すもので、之をノーズサスペンション式 (Nose suspension) といふ。この方法に於ては電動機的一方は車軸に鉸結され、他方は横梁に彈機を以て支へられ、悉く車臺の下に納めることが出来るから多く電車に用ひられる。その缺點は電動機の重さの半分が直接車軸に加はることゝ、電動機の廻轉力が直

接働輪に傳へられその間に何等の緩衝作用もないことである。この缺點を補ふために齒車と働輪との間に上述のクイルを用ひクイルと働輪とを彈機で連結するものも多く用ひられる(第15圖參照)。この構造に於ては彈機が最も重要な部分であるが、クイルと働輪との間の相對運動のため破壊



第 16 圖

し易い缺點がある。この缺點を除くためにリンク式齒車傳達法がある。リンク式には又スプリングリンク式(第16圖參照)とセクターリンク式(第17圖參照)とがある。何れも破壊し易いスプリングの代りにリンクを用ひてその缺點を除くと共に、働輪が上下運動をなしても齒車の噛合せに狂ひがなく、且つ車輪の上下動が電動機に

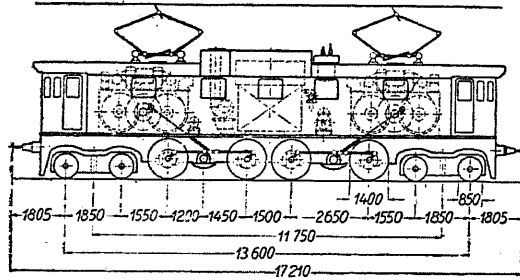


第 17 圖

傳はらず、従つて車體の動搖を軽減するの特徴をもつて居る。

以上は何れも各個傳達法で各の働輪が別々の電動機で廻轉せしめられるの

であるが、この種のものに於ては自然電動機の位置が制限され従つてその大き及び出力も制限を受けるの不便がある。又各個傳達法に於ては各の働輪がすべて同一の速度にて廻轉しないことがある。かやうな場合には働輪の滑りが起り、従つて働輪と軌條との間の摩擦が減少して機關車の牽引力を害するの不利がある。これ等の缺點を除くために蒸汽機關車に於けると同様にサイ



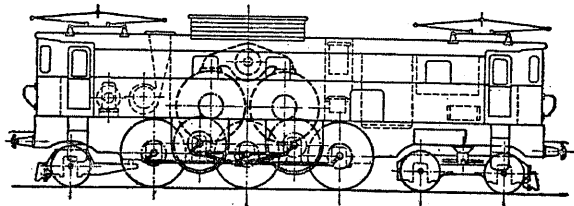
第 18 圖

ドロッドを用ひて數個の働輪を連結し置き1~2個の電動機の廻轉力を同時にこれ等の働輪に傳達せしむる集結傳達法が用ひられる。

集結傳達法に於ては

電動機は働輪軸から相當離れた場所に置かれ、その廻轉力はコネクティング

ドロッドを経て働輪のクランクピン及びサイドドロッドに傳へられる。故に電動機の大き出力等は比較的自由に選定する事が出来る。電動機の廻轉力をコネクティングドロッドに傳へる方法に



第 19 圖

は直結式及び齒車式がある。又コネクティングドロッドの運動を働輪のクランクピン及びサイドドロッドに傳へる方法には直結式もあるが、特にジャックシャフトを経て間接に働輪のクランクを廻轉せしめるものもある。ジャックシャフトとは働輪軸と同じ高さに置かれた補助軸であつて、之に働輪と同様の

クランクを附けそのクランクピンにサイドドロッドを連結したものである(第18圖参照)。故に働輪が多少上下運動をなしても電動機には何等の支障も起らない。又2個の電動機を用ひ之を共同に働かしめる場合にはスコッチヨークが用ひられる(第19圖参照)。之は2個の電動機と1個の働輪のクランクピンとを三角形に結ぶもので、之と働輪のクランクピンとの連結部に於て多少の上下の滑りを許して働輪の上下動が直接電動機に悪影響を及ぼす事を防ぐ構造となつて居る。但しスコッチヨークと共にジャックシャフトを用ふる場合にはこの必要はない。かやうに集結傳達法は種々の利點を有し一般に多く用ひられて居るが、蒸汽機關車の場合と同様にカウンターバランシングの必要がある。

〔註〕 電氣機關車と蒸汽機關車との比較

電氣機關車は蒸汽機關車に比し極めて多くの優れた點をもつて居る。今之を列擧すれば次の通りである。

- (1) 電氣機關車は蒸汽機關車よりも多くの働輪に荷重を分布し易く、従つて働輪と軌條との間の摩擦を十分利用し牽引力を大ならしめることが出来る。
- (2) 電氣機關車に於ては電動機の廻轉力は常に均等に保つことが出来、蒸汽機關車の場合の様にピストンに加はる蒸汽の壓力が常に變化するやうなことがない。故に電氣機關車の牽引力は極めて均一で従つて大である。
- (3) 電動機は蒸汽機關車よりもその制御が極めて簡易である。
- (4) 牽引力が大で且つ上り勾配に於ける速度の低下が蒸汽機關車ほど大でないから急勾配線に適する。
- (5) 發車の際の加速度が大で、平均速度を高めることが出来るから、制御が簡易であることと相俟つて頻繁運轉に適する。
- (6) 多くの働輪を用ひて荷重の分布を良好ならしめ得ることは線路橋梁等の構造を輕ならしめる。このことは高架鐵道に於ては特に有利である。
- (7) 給炭給水を要しないから、そのための設備と時間とを節約し得るのみならず、停車場の設計を簡易ならしめる。
- (8) 平均速度の昂上と頻繁運轉の可能とにより鐵道の輸送力を著しく高めることが出来る。このことは大都市の郊外鐵道又は高速鐵道に有利であるのみならず、山地の急勾配線の輸送力を増すにも有利である。

- (9) 水力の豊富なる地方に於ける水力の利用を可能ならしめ、又火力発電による粗悪炭の利用をも可能ならしめる。
- (10) 交通量の多い地方で列車の密度が高く、且つ停車場の間隔が短く、而も高速度を要する場合、又は長き急勾配線に於ては蒸汽機關車よりも遙かに經濟的である。
- (11) 山地の急勾配線にて電力回生の出来る場合に有利である。
- (12) 電気機關車は2輻以上を1人の運転手にて總括して制御することが出来る。
- (13) 蒸汽機關車の如く給炭給水洗滌等に時間を費すことがないから、機關車の走行料が大である。又蒸汽機關車の如く多くの種類を必要とせず、普通は特別急行列車に對して特別の種類が要求せらるゝのみである。
- (14) 運転準備及び運転後に手数を要しないから乗務員の数を減じ、且つ相當の休憩時間を與へることが出来る。
- (15) 煤煙及び蒸汽が出ないから地下鐵道、郊外鐵道及び特に隧道の多い區間に適する。

21 内燃機關車

(a) ガソリン機關及びディーゼル機關——内燃機關が鐵道の機關車に用ひられるに至つたのは1908年以來のことである。最初はガソリン機關を主として工場内等に於ける小運搬用として用ひたのであるが、漸次公衆用鐵道にも應用され、短距離且つ小重量の輸送用として發達した。其の後ディーゼル機關が用ひらるゝに至つて以來、内燃機關の用途は一層擴大され、今日に於ては鐵道に缺く可からざるものとなつた。

ガソリン機關はガソリンと空氣との混合瓦斯を氣筒内にて點火せしめ、その際に起る瓦斯の爆發力によつて氣筒内のピストンに運動を起さしめ、この運動をコネクティングロッド及びクランクを経てクランクシャフトに傳へて之に廻轉運動を起さしめるもので、この廻轉運動を更に車輪に傳ふることによつて車輛を動かすことが出来る。

ディーゼル機關は1893年 Rudolf Diesel によつて發明されたもので、氣筒

内の空氣を急激に壓縮することによつて生ずる熱を利用して(35kg/cm²に壓縮すれば約550°Cの熱が出る)氣筒中に噴出さるゝ重油を急激に燃焼せしめ、その際に發生する瓦斯の膨脹力を利用して氣筒内のピストンに運動を與へ、之をコネクティングロッド及びクランクを経てクランクシャフトの廻轉運動となすものである。ディーゼル機關の燃料重油は一般にガソリンよりも安價で、而もディーゼル機關の重油消費量はガソリン機關のガソリン消費量(何れも1時間1馬力當りの消費量)よりも少いといふ利點がある。ディーゼル機關に於けるクランクシャフトの廻轉運動を働輪に傳達して牽引力を起さしむるものがディーゼル機關車である。

(b) 内燃機關の動力傳達法——内燃機關の廻轉力は、一般に、略一定値に近くその廻轉數に關係することが少い。然るに鐵道車輛を動かすに必要な力は、その速度の小なる時に大である。故に内燃機關の廻轉力を機關車の働輪に傳へるには、その間に適當の装置を用ひて内燃機關の廻轉の速さを略一定に保ちながら、働輪の廻轉數を調節することが必要である。

内燃機關の動力傳達方法には次の4がある。

- (1) 變速齒車式
- (2) 電氣式
- (3) 空氣式
- (4) 液體式

變速齒車式は大小種々の齒車を拔差してその嚙合を變更せしめるもので、自動車に用ひられて居るものと同様である。小馬力のものに於ては比較的重量が小で價格も低廉であるから150~170馬力以下のものに適して居る。普通小型のガソリン車及びディーゼル車と稱するものには殆んどこの方法が用ひられて居る。併し馬力の大きな場合には齒車の拔差に際して甚しき激衝を伴

ふ缺點があるから不適當である。

電氣式とは内燃機關によつて發電機を運轉し、之によつて得られたる電力を牽引用電動機に供給して働輪を廻轉せしむる装置である。即ち内燃機關と發電機とを載せた電氣機關車で、架空線から電流を取る代りに自己の發電機から之を自給し得るものである。この場合に用ひる内燃機關がディーゼル機關であれば之をディーゼル電氣機關車と稱へ、又ガソリン機關であればガソリン電氣機關車と稱へる。この電氣式は制御が極めて自由であるといふ長所をもつて居るが、機關車の重量が大となり従つて高價である。150馬力以上の大型機關車に用ひられる(第20圖参照)。

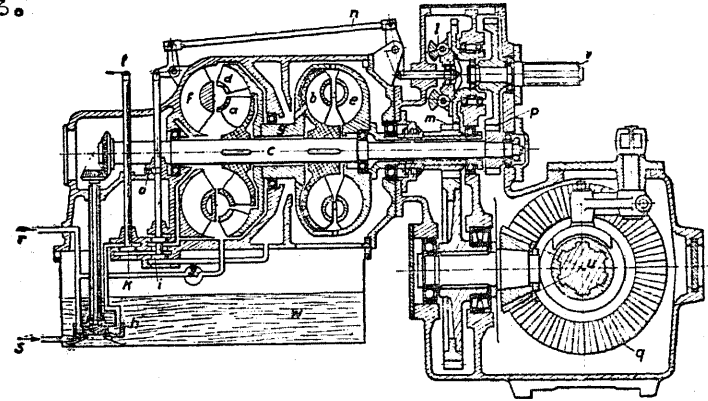


第 20 圖

空氣式は内燃機關によつて空氣壓縮機を運轉して壓搾空氣を作り之を氣筒に送つてピストンを動かすもので、蒸汽機關車の蒸汽の代りに空氣を使用したものである。空氣は内燃機關の排氣で熱せられるから割合に熱効率が低い。

液體式に於ては先づ水又は油の如き粘性の大なる液體をタービン形の環狀容器に導き、之を内燃機關により廻轉せしめらるゝ羽車によつて一定方向に流動せしめ、次にその流動せる液體のエネルギーによつて他の羽車に同方向の廻轉を與へ、この廻轉力を機關車の働軸に傳達せしむるのである(第21圖

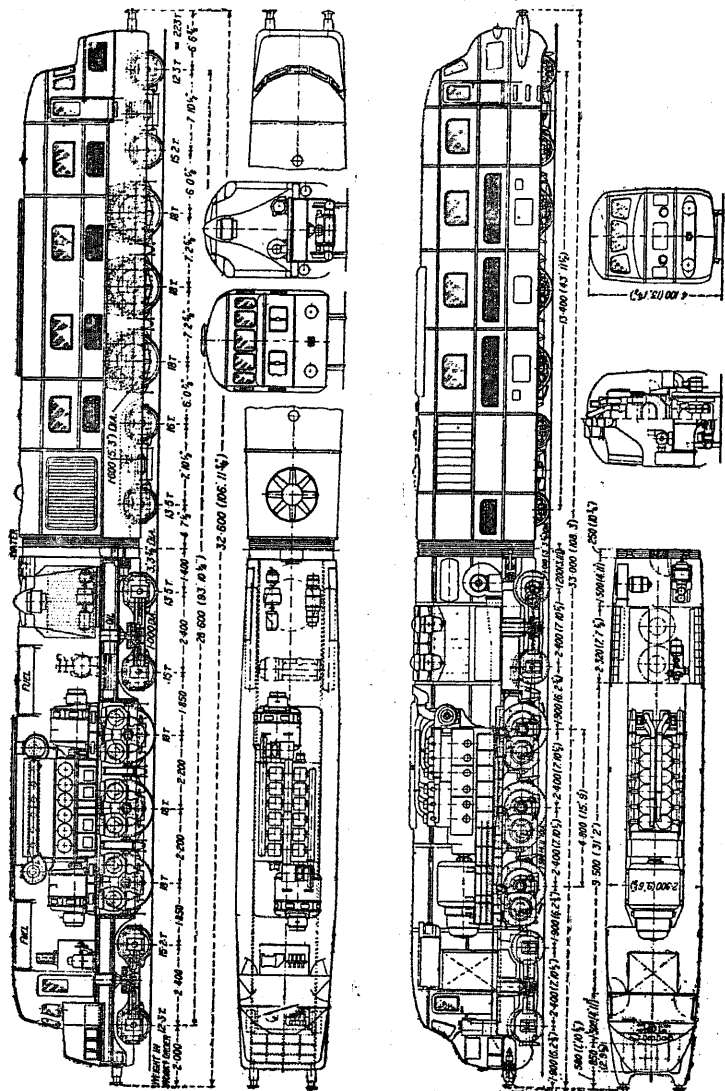
参照)。この方法に於ては内燃機關は常に一定の速度にて運轉せしめ置き、その廻轉を傳達する液體の量を加減することによつて極めて簡単に且つ容易に働軸の廻轉速度を加減することが出来、而もその間の動力の傳達が極めて平滑に行はれ激衝を起すことが少い。故に近來漸次多く用ひられんとする傾向がある。



第 21 圖

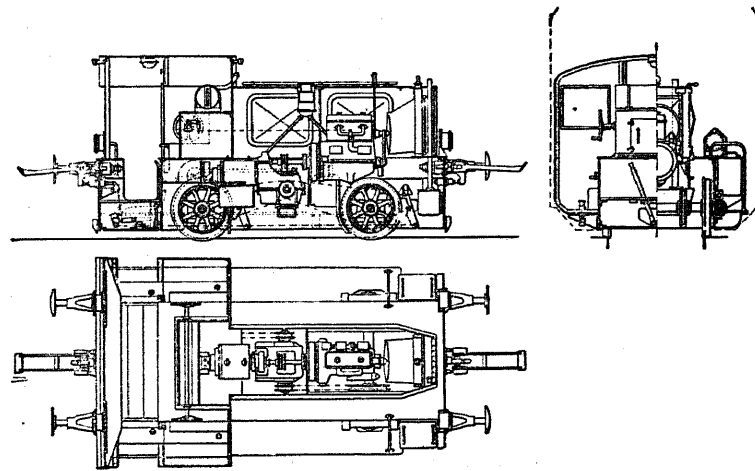
第20圖は南滿洲鐵道會社で用ひられて居る750馬力のディーゼル電氣機關車である。又第22圖に示す二つのディーゼル電氣機關車は何れも佛蘭西のP. L. M. 鐵道會社に用ひられ、Paris から地中海沿岸に至る急行列車を牽引するものである。その出力は4000馬力といふ世界最大のもので、その重さは約224t、その内働輪上の重量は108tである。450tの列車を牽引して120km/hの速度を出すことが出来る。

ディーゼル機關車がかやうな大機關車として用ひられるやうになつたのは比較的新しいことで、従來は主として入換用の小型機關車として用ひられて居た。近來自動車の貨物輸送に對抗するために貨物列車の速度昂上が必要となつて來たが、之がためには中間驛に於ける貨車の入換作業を迅速にするこ



第 22 圖

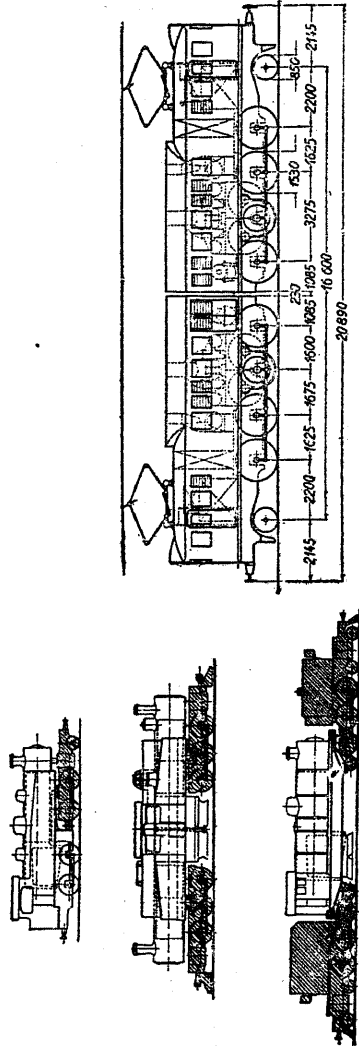
とが必要である。即ち従來の如き牽引機關車による入換の代りに入換機關車を用ふるの必要が起るのであるが、入換用としてはその作業の性質から見て蒸気機關車は不利である。故に小型入換用ディーゼル機關車の發達はこの方面からも再び注目せらるゝに至つた。第23圖は獨逸に於けるこの種の標準型であつて馬力數 62.5、液體式動力傳達裝置が用ひられて居る。



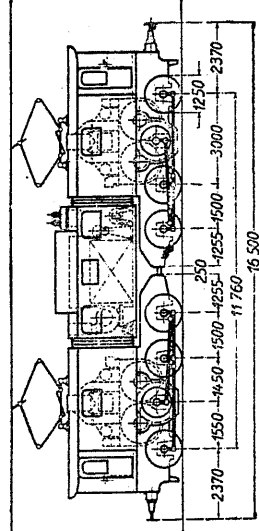
第 23 圖

22 關節機關車 *articulated locomotive*

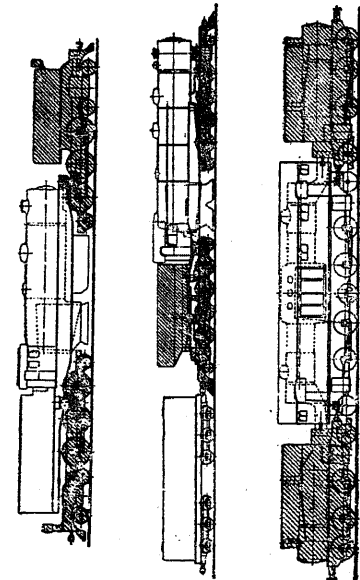
機關車の牽引力を増すためには働軸の數を増さなければならない。然るに多數の働軸を一つの臺枠に取りつくれば、その長さが餘りに大となつて曲線通過を困難ならしめる。故に普通は一つの臺枠に取りつけらるゝ働軸の數は 4~5 を以て限度とし、6 以上の働軸を必要とする場合には、臺枠を二つに分割しその各を鉸を以て連結し、曲線通過に際し自由に臺枠が曲り得るやうに造られる。之を關節機關車といふ。



第 25 圖



第 26 圖



第 24 圖

第24圖は關節蒸汽機關車の例、第25及び26圖は關節電氣機關車の例を示す。

23 動 車

動車は客車に機關を取りつけたもので、機關車に牽引せらるゝことなく自ら運轉し得るのみならず、時としては他の客車を連結牽引して列車として運轉することが出来る。故に之を機關車の部類に入れて述べることにする。

動車には次の3種がある。

- (1) 汽 動 車
- (2) 電 動 車
- (3) 内 燃 動 車

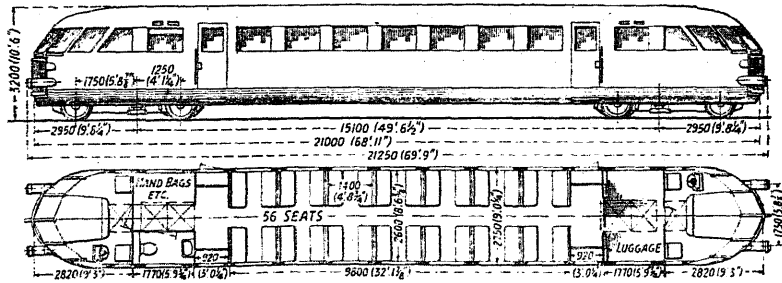
電動車は電氣運轉をなす區間に用ひられ、汽動車と内燃動車とは何れの區間にも用ふることが出来る。併し近來は汽動車は殆んど用ひられなくなつて内燃動車が之に代るに至つた。

動車の目的は地方旅客の小距離輸送にあつて、交通閑散な田舎の支線に用ひらるゝものと、大都市の近郊又は都市相互間の旅客に對し頻繁輸送をなすものがある。後者の場合には數輛連結の小單位列車となることが多い。

近來自動車による小距離旅客輸送が次第に多くなり、之によつて蒙る地方鐵道の脅威は相當に大なるものがある。故に自動車との競争上小單位の頻繁輸送は一層必要となり、且つその速度の昂上は望ましいことである。然るに内燃機關の發達應用によつて出現した内燃動車は極めて輕快で高速頻繁運轉に適することが明かとなつたので、自動車に對する鐵道の對抗策として盛んに用ひらるゝに至つた。之をレールカー (Rail car) と稱し、その機關の種類によつてガソリン車、ディーゼル車と呼ぶ。

第27圖は伊太利の鐵道に用ひられて居るディーゼル動車で、前後に各1臺

の液體式動力傳達裝置を有する130馬力のディーゼル機關を有し、最大速度は143~162km/hに達するものである。車體は鋼とアルミニウムとから成り荷重を満載した場合の總重量は僅に27t過ぎない。



第 27 圖

24 軽重量關節列車及び流線形列車

強力な内燃動車2輛を連結し或は更にその中間に客車を連結して一組の小單位列車を組成したものを幹線に於ける高速旅客輸送に用ふることは1933年獨逸の Berlin-Hamburg 間に用ひられて以來歐米諸國の流行となつた。

旅客の高速輸送に必要な條件は輕快にして且つ平均速度の大なることである。輕快とは恰も自動車の如く自由に迅速な操縦をなし得ること、又平均速度の昂上は出發の際の大なる加速度によつて得られ、何れも機關の馬力が十分大であることを必要とする。然るに機關の馬力を大とすれば自然車輛の重量が大となり、輕快なる行動を妨げることとなる。故に徒に機關の馬力を大ならしむることは寧ろ避くべきであつて、それよりも車輛の抵抗を輕減せしむる方が得策である。このことは又車輛建造費及び運轉費の經濟上からも望ましいことである。

車輛の抵抗を減ずるには次の2法が用ひられる。

(1) 車輛の重量を減ずること

(2) 車體の形狀を適當にして空氣抵抗を減ずること

車體の重量を輕減せしむるには、適當な設計をなして不必要な重量を用ひないやう極度の注意を拂ふことは勿論であるが、その外になほ熔接の採用、輕合金及び特殊鋼の利用等が必要である。實例によれば熔接によつて節約し得る車輛の重量は約4~16%に達し、又輕合金としてはアルミニウム合金が用ひられ、その強度は鋼と同様で而も重量は1/3に過ぎないものがある。

其の他連結器の改良、車軸數の減少等によつても著しく車輛の重量を輕減することが出来る。車軸數の減少とは1臺のボギー臺車を2車に共用するもので、之によつて1車當り數臺の重量を節約することが出来る。かやうな列車を關節列車と稱し、第30、33、34及び35圖はその一例である。

關節列車は重量を輕減するのみならず、騒音の防止にも極めて有効なものである。近來列車のスピードアップに伴ひ列車の騒音は一層甚しく、旅客の神經を刺戟して列車防音の必要を感じしむるに至つたが、列車騒音の一因は軌條接目の打撃音にある。而して軌條接目は長軌條の使用によつて著しくその數を減じ、騒音防止に役立つて居るのであるが、之と同時に車軸數を減ずることも亦防音上有効な方法である。

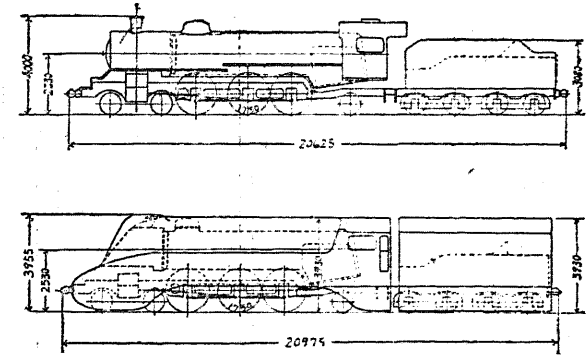
次に空氣の抵抗は一般に速度の二乗に比例するもので、列車のスピードとは重大な關係を持つものである。殊に小單位輕重量の高速列車の場合には空氣の抵抗は全列車抵抗に比して可なりの割合に達するものである。故に空氣の抵抗を減ずることは列車のスピードを高め、且つ機關車の馬力を節減する上に最も必要なことである。

列車の受ける空氣抵抗は之を前面抵抗、側面抵抗及び後面抵抗の3に分けることが出来る。前面抵抗は機關車の前面に正面から衝突する空氣の抵抗で、

之は機關車の前面を平滑なる突出面となすことによつて軽減せしめられる。側面抵抗は車輛側面に於ける空氣の摩擦抵抗で、車輛の表面の粗度に關係あるのみならず、若しその側面に凹凸があればその部分に空氣の渦を生ずるために抵抗を増すこととなる。この渦は車輛と車輛との間の接續部及び露出された車輪車軸等の走行部に最も起り易い。故にこの抵抗を減ずるには車輛接續部に空隙を残さないこと、及び車輪車軸等を被覆することが必要である。又後面抵抗は列車の後面に於て起る甚しき空氣の渦流によつても明かである如く、こゝに不完全真空を作るために列車が後に引かるゝことに基くものであるから、汽車の後面はこの渦を起さないやうな形とすることが必要である。而してこれ等列車の前面及び後面の形狀を如何なる形とすれば空氣の抵抗を最小にすることが出来るかに關しては、近來風洞内に於ける模型實驗が多く行はれて居るのであるが、その形は結局魚の形或は鳥の體軀又は翼の斷面形に似たもので、又河の流れがその中に立てられた橋脚に衝突してその橋脚の前後に渦を巻きながら流るゝ際に、橋脚の周圍に於て橋脚及びその前後の渦を取り捲いて描き出される水の流の線に似たものである。列車の受ける空氣抵抗を減ずるために列車全體の形をこの流線の形に模して作つたものを流線形列車と稱し、その機關車を流線形機關車と稱する。流線形は列車全體に就て之を施す方が十分なる効果を收め得る譯であるが、機關車のみを流線形としても相當の効果がある。

流線形列車は最初内燃動車によつて組成された小單位高速列車に用ひられたが、實際の成績により流線形の有利なことが確實となつたので、近來は之を蒸汽機關車によつて牽引する列車にも用ひる様になつた。蒸汽機關車の場合は單に從來の機關車に多少の改造を加へ被覆を施して流線化したものが多いが(第28圖参照)、新しく作らるゝものには最初から流線形としたものがあ

る(第29圖参照)。第28圖は我國有鐵道の機關車C53型の流線化前後の状態を示す。この流線化された機關車は超特急列車牽引用として用ひられて居るが、炭水車



第 23 圖

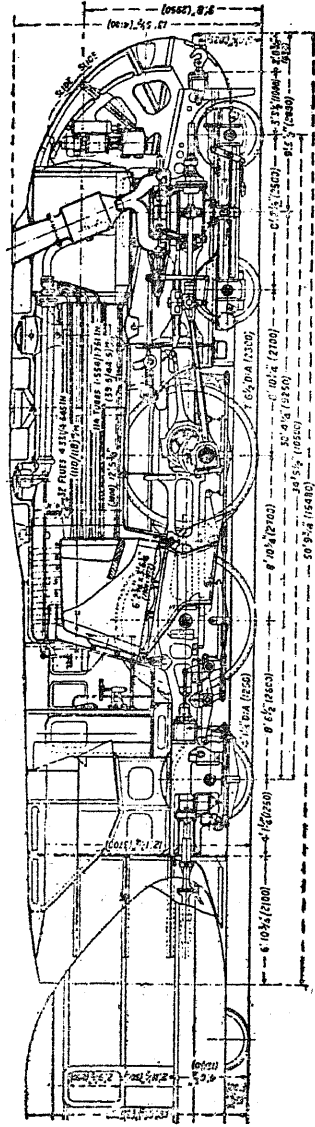
の上部は機關車と同じ高さ及び曲面を有する屋根を以て覆ひ、又車輪部も側板を以て覆はれて居る。第29圖は獨逸の Berlin-Hamburg 間に用ひらるゝ流線形蒸汽機關車で總重量90t、動輪上の重量40t、最高速度160km/hである。65tの客車2輛を牽引し、140km/hの速度にて3時間の無停車運轉に堪へる。2輛の客車の接續端は共通のボギー臺車に鉸結されその兩端は突出して流線形の尾部を成し、機關車後部はこの突出部を挿入し得る構造となつて居る。

流線形蒸汽列車は南滿洲鐵道會社に於ても用ひられ大連ハルビン間の急行列車アジアがそれである。

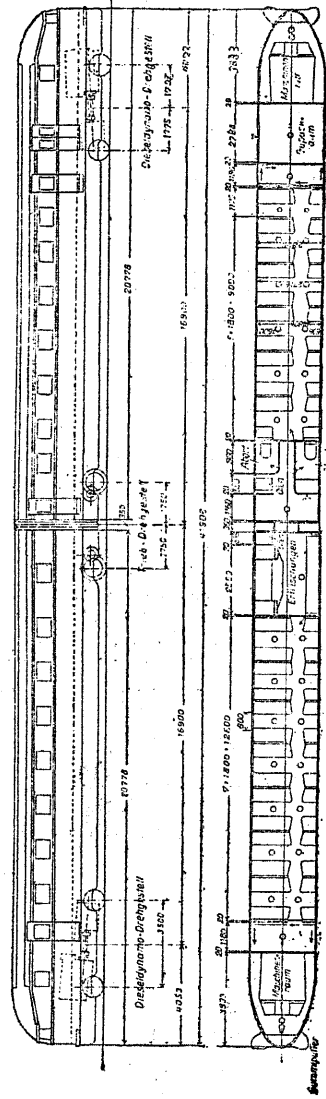
内燃動車によつて組成せらるゝ流線形列車は最も多く用ひられて居る。第30圖は Berlin-Hamburg 間に用ひらるゝもので、410馬力のディーゼル電動車2輛から成つて居る。Berlin-Hamburg 間 268.8km を無停車で運轉して居る。

第31及び32圖は佛蘭西、第33~35圖は夫々和蘭、白耳義及び丁抹に用ひられて居るものである。

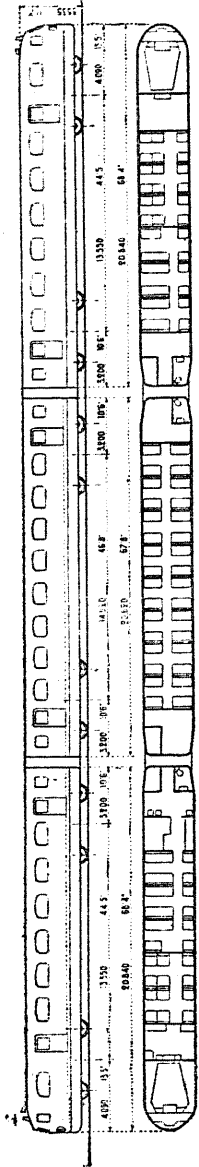
第36及び37圖は何れもアメリカに用ひられるものである。



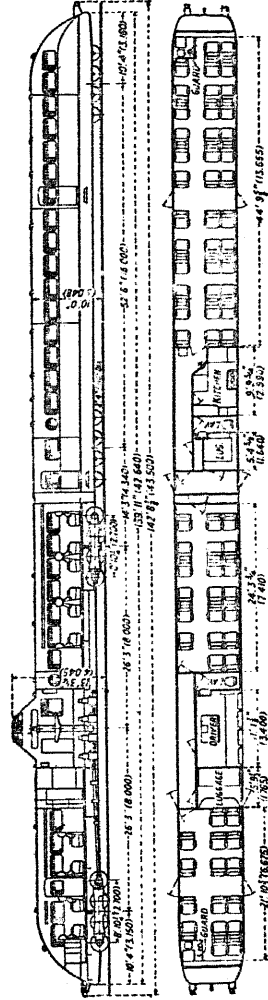
第 29 圖



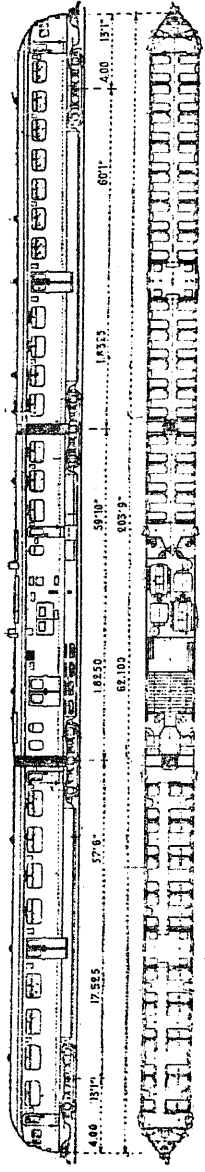
第 30 圖



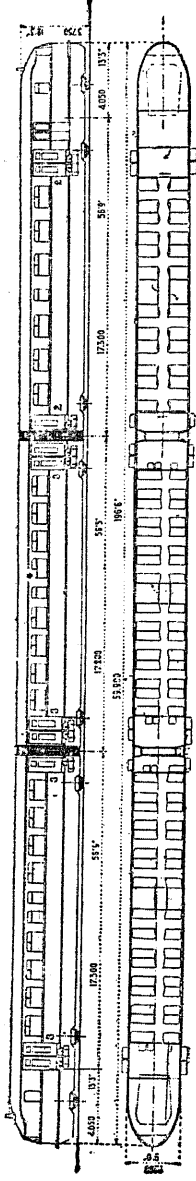
第 31 圖



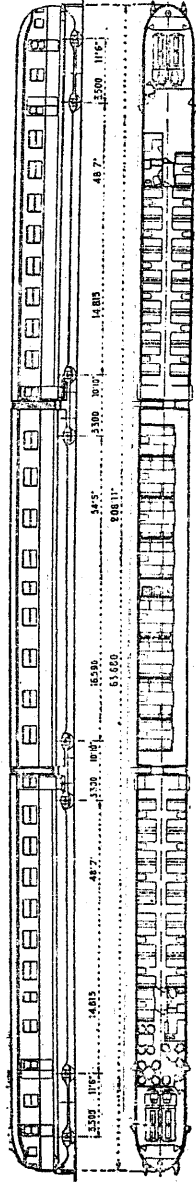
第 32 圖



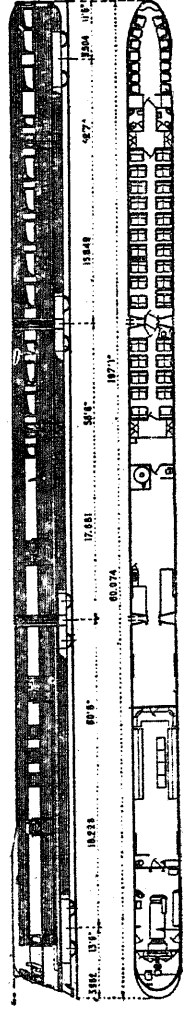
第 33 圖



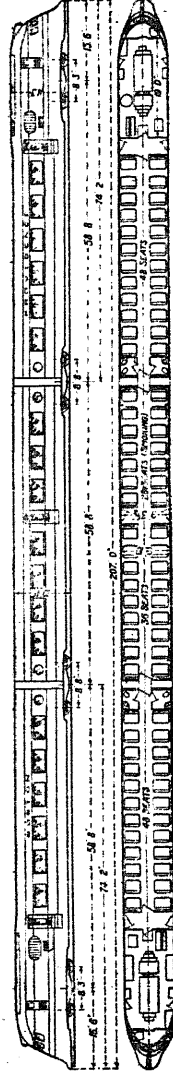
第 34 圖



第 35 圖



第 36 圖



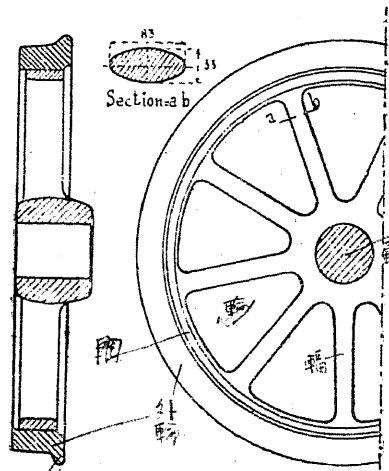
第 37 圖

25 機關車の走行装置

(a) 車輪及び車軸——機關車の走行装置は車輪及び車軸と之に附帯する諸装置とから成る。而して機關車には前述の働輪の外、之に先行する導輪と之に従行する従輪とを有するものが多く、これ等の軸を夫々導軸及び従軸といふ。

働輪は機關車の動力によつて直接廻轉運動を與へられ、機關車の車輪中最も直径の大なるもので、之と軌條との間の摩擦によつて牽引力が起されることは前述の通りである。

導輪及び従輪は長大なる機關車に於て働輪と共に機關車の重量を支持し且



第 38 圖

つ機關車の曲線通過に際し働輪を先導して働輪が直接軌條に激突することを少からしむるものである。

車輪は外輪及び輪心より成り、輪心は又輻、輻及び轂より成る(第38圖参照)。外輪は硬鋼で作られ、軌條と接する部分には軌道の内側に於て突縁を有する。之を輪縁といひ車輪が軌條から逸出脱線することを防ぐものである。左右兩輪に於ける輪縁の外側間隔を輪軌(Wheel gauge)と

稱へ、之は軌條の軌間よりも10mm以上小である。故に車輪と軌條との間には10mm以上の遊間がある。この遊間は車輪が滑かに軌條の上を運行し得るために必要なものであるが、同時に車輛の側動を可能ならしめることとなり、

之がため車輛は直線に於ても常にその中心位置より左右に移動して蛇行運動を起すこととなる。

外輪と軌條との接觸面は之を車輪の踏面と稱へ、普通外方を高く内方を低く、約1/20の傾斜がつけてある。之を踏面傾斜といふ。踏面傾斜をつける主な理由は

- (1) 車輛の側動を軽減すること。即ち上述の如く車輛と軌條との間に遊間あるため、車輛は直線に於ても側動をなして激衝を起すのであるが、車輪の踏面に傾斜を與ふれば、車輛がその中心位置より左右に移動せんがためには車輛の重心を多少高めなければならないこととなるから、自然之を防止することとなり、且つ又一旦車輛がその中心位置より一方に偏すれば踏面傾斜によつて左右の車輪の轉動圓の半径に差異を生じ、車輛は自らその元位置に復歸せんとするものである。
- (2) 曲線に於て起る車輪と軌條との間の縦滑りを軽減すること。即ち曲線に於ては内外の軌條の長さが異なるため、左右何れかの車輪は軌條の上に縦滑りを起すこととなるのであるが、曲線に於ては遠心力の作用によつて車輛がその中心位置より外方に偏し、自然に外方車輪の轉動圓の半径が内方車輪のそれよりも大となつて、車輪と軌條との間の縦滑りを軽減せしむることとなるのである。

外輪はその使用に従ひ漸次磨耗して踏面に凹溝を生じ、その外側に更に輪縁様の突起を残すに至ることがある。之を偽輪縁といふ。又外輪の磨耗が全周一様に起らないため車輪が眞圓を缺き、甚しきに至つては長さ數cmに亘る平斑(Flat spot)を生ずることがある。又左右の外輪が均様に磨耗せずして左右の輪径の差異を生じ、或は一方の輪縁のみ磨耗して扁平な刀刃状を呈

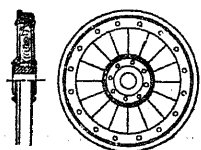
することがある。かやうな磨耗は車輛の運轉に對して種々の障害を及ぼすのみならず、時としては脱線の危険さへ伴ふものである。故に外輪は屢點檢して削正を行ひ又は取換へる必要がある。

輪心は從來鍊鐵又は鑄鐵で作られて居たが、近來は殆んど鑄鋼で作られて居る。然るに輪心は輻、輻、轂等各部の厚さが不同であるため鑄造の際に不均等の冷却收縮を起し龜裂を生ずる處がある。故に鑄造後徐々に冷却せしめ、且つ焼鈍を施すことが必要である。



第 39 圖

客貨車の車輪には第39圖に示す如く輪心に輻を用ひず且つ輪心と外輪とを一體に鑄造したものがあつた。輪心に輻を用ふるものは軽いことが特徴である



第 40 圖

が、多角形に磨耗する傾向があるといはれる。第40圖は輪心を木材で作つたもので、音響を傳へることが少いから、客車の騒音を防ぐに用ひられる。

次に車軸は直接車重を支持して車輪に傳へ且つ左右の車輪の間隔を確實に保持するものであるから、最も大切な部分の一つである。故に良質の硬鋼で作られ、又近來はニッケル鋼のかやうな特殊鋼が用ひられて居る。

車軸の兩端には夫々軸頭及び輪座がある。軸頭には軸箱が嵌められ車重は軸箱を経て車軸に傳へられる。輪座は車輪の轂に嵌入せらるゝ部分で、その外徑は轂の径よりも稍大に削つておき水壓を用ひて嵌め込むのであるが、働輪に於ては更に栓を用ひてその間に滑りの起ることを防止する。

かやうに車輪と車軸とは強固に結合せられるから、車軸は常に車輪と共に

廻轉する。このことは鐵道車輛の特徴であつて、他の車輛に於ては見られないことである。鐵道車輛に於てかゝる特殊の方法が用ひられる理由は、軌條から車輪の輪縁に働く横壓力のために廻轉モーメントが作用することに基いて居る。即ち若し車輪と車軸とが剛結せられずしてその間に滑りが許されるならば、この廻轉モーメントに抵抗する抵抗モーメントを與ふるために、車軸と轂との間に起る摩擦は、車輪と車軸とが剛結せらるゝ場合に、車軸と軸箱との間に起る滑り摩擦よりも、遙かに大となる。何となれば、同じ軌條の横壓力から起る廻轉モーメントと平均すべき滑り摩擦が、前者の場合には車軸と轂との間に起り、その挺率は僅かに轂の厚さよりも小なるに反し、後者の場合には車軸と軸箱との間に起り、その挺率は左右の軸箱の間隔に等しく、前者の場合より大となるからである。故に鐵道車輛に於ては車軸と車輪とを剛結して滑り摩擦を小ならしめ、之から起る車軸の磨耗を軽減せしむる方が得策となるのである。

以上の理由から鐵道車輛の車輪と車軸とが剛結さるゝ結果、左右の兩輪は常に一緒に廻轉しなければならない。従つて曲線を通過する際には内外軌條の長さの差だけ何れかの車輪が軌條の上に滑りを起すこととなる。之を車輪の縦滑りといふ。この縦滑りはエネルギーの損失を來し且つ車輪と軌條との磨耗を惹き起す原因となるのであるが、このための不利益は車輪と車軸とを剛結しないために起る不利益よりも遙かに小なるものと考へられて居る。

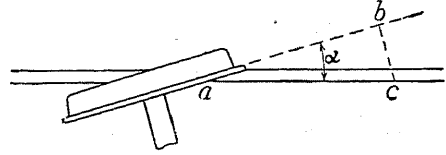
次に鐵道に用ふる車輛に於ては一般に2 (又は3) 軸が平行に剛結さるゝものである。その理由は

- (1) 平行に剛結されたる車軸の一つが他を導くため
- (2) 車軸を略軌條と直角の方向に保たしむるため

である。かやうに平行に剛結せられた車軸の間隔を固定軸距といふ。而して

rigid wheel base

車軸が平行に固定さるゝ結果、曲線を通過する際には2軸の内何れか一方又は双方、軌條と直角をなすことが出来ない。従つて車輪は軌條と常に或る角をなして進行するものである(第41圖参照)。車輪が軌條と α なる角をなして軌條に沿うて運動するために、 ab の距離を進む間に bc だけ横に滑らなければならない。

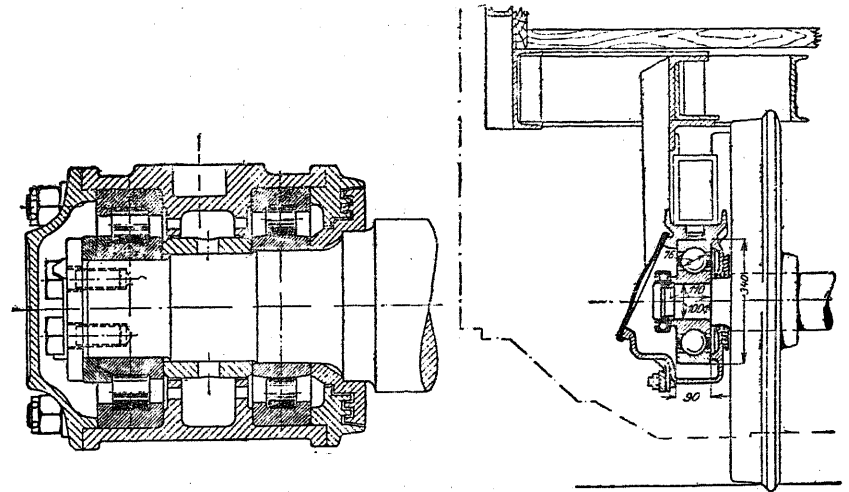


第 41 圖

之を車輪の横滑りと稱へる。この横滑りは角 α が大なる程大となるが、角 α は又固定軸距の大なる程大となる。而して横滑りも亦エネルギーの損失を來すものであるから、成るべく之を小ならしめることが望ましい。之がために固定軸距の餘り大なることは許されない。併し又固定軸距が餘り小となれば、軌條より受ける横壓力のために車體が軌條の間に於て振られる傾向を生じ、従つて車軸の動搖が甚しくなり、重搖は又輪縁と軌條との間の横壓力の原因であり、且つその間に摩擦を起してエネルギーの損失を來す。故に固定軸距は餘り小とすることも宜敷くない。一般の法則として固定軸距は軌間よりも小ならしめないことゝなつて居る。

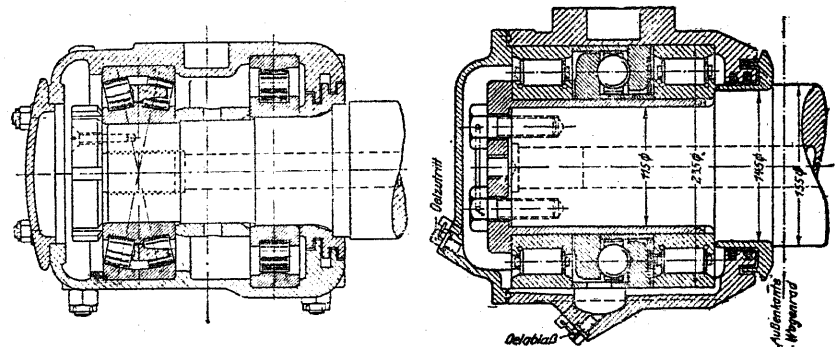
(b) 軸箱及び軸箱守——軸箱は車軸によつて貫通せられ車軸の軸頸と滑動接觸にあり、又臺枠に取付けられたる軸箱守の中に納めらるゝ鍊鐵、鑄鐵又は鑄鋼製の箱であつて、直接車重を車軸に傳達するものであるが、上述の如く車軸は車輪と共に廻轉するから軸箱と軸頸との間には大なる滑り摩擦が起り甚しく熱する虞れがある。故に之を保護するために特殊の受金を用ひて摩擦を少からしむと共に、油溜を設けて常にその間に油の潤滑を行はしめる。近來この滑り接觸の代りに特殊の軸承が用ひらるゝに至つた。第42~45圖はその一例を示すもので、第42圖はローラー軸承、第43圖は球軸承、第44

圖はローラー軸承の特殊のもの、第45圖はローラー軸承と球軸承とを併用したものである。



第 42 圖

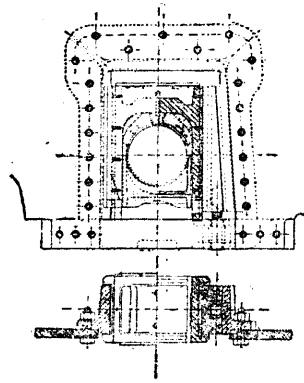
第 43 圖



第 44 圖

第 45 圖

軸箱はバネを用ひて臺枠と連結される。故に車體はバネ及び軸箱を経て車

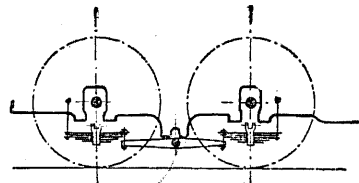


第 46 圖

軸に支持せられる。又軸箱は臺枠に固定せられた軸箱守(第46圖参照)の中に置かれ、上下には滑動の自由があるが、前後の方向には固定せられて居る。故に車體(又は臺枠)は車軸に對し上下の方向にはバネの伸縮に相當する上下の移動の自由はあるが、前後の方向には全く固定せられて居る。

(c) 鈞合梁——軸箱と臺枠とはバネによつて連結され、機關車の重量は之を経て臺枠より軸箱に傳達せられるから、その間に激衝

の起ることは比較的少い譯である。併し動搖の甚しい場合には、各車軸に加はる重量に著しい變化を來すことがあり、之がためにバネ等に損傷を與へ、甚しき場合には軌條を折損することもある。かやうな重量の不平均を緩和するために鈞合梁が用ひられる(第47圖参照)。之は二つのバネを連結する梁で、一つのバネの受くる激衝を他のバネに傳へ重量の不平均を防ぐものである。




第 47 圖

(d) 臺車——車輛が曲線を通過する際には常にその接線の方向に直進しようとするものである。故に前述の曲線通過に際して起る車輪と軌條との間の角度は最前頭に於て最大となる。(車輛後退の場合には、最後尾の車輪に於て最大となる)。従つて最前頭(又は最後尾)の車輪が最も甚しく磨耗され且つ之がために車輛の運動に對し抵抗を増すことも大である。このことは固定

軸距の大なるもの程甚しく、殊に機關車の働輪に於て一層甚しい。蓋し機關車の働輪は普通3~4軸が固定され比較的大なる固定軸距を有し、且つ機關車の働輪はその動力によつて、常に積極的に廻轉せしめられるからである。又高速度で運轉する場合には機關車前頭の働輪は之がために遂に軌條の上に乗り上げようとする傾向さへ生じて極めて危険である。

臺車とはこれ等の缺點及び危険を防止するために用ひらるゝものである。即ち機關車の主臺枠とは全く別の小臺枠に車輪を取りつけ、之を主臺枠の一端に鉸結したものであつて、機關車の重量の一部を負擔しつゝ主臺枠に先行するものである。故に曲線通過に際しては臺車は主臺枠よりも先に方向を轉じて主臺枠の先端を曲線の内方に引きつけ、従て之に固定せられて居る先端働輪をも速かに曲線内方に向つて轉向せしむることとなり、上述の如き缺點及び危険を防止することが出来るのである。臺車は機關車の前部又は前後兩部に用ひられる。前部のものを先臺車といひ、後部のものを従臺車といふ。之に屬する車輪を夫々導輪及び従輪といふ。

臺車の構造には種々あるが大別して次の4種とする。

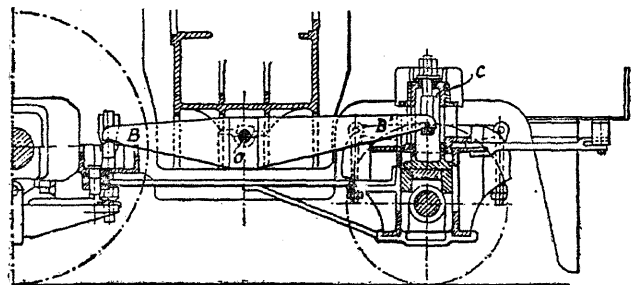
- (1) ボギー臺車 
- (2) スウィングボルスター臺車
- (3) ラディアスパー臺車
- (4) ラディアル臺車

ボギー臺車は4輪を有し、その中心にあるセンターピンによつて主臺枠に連結され、機關車の重量の一部を承けると共にセンターピンの周りに自由に廻轉することが出来る。センターピンに幾分の左右動を可能ならしめたものをアダムス臺車といふ。

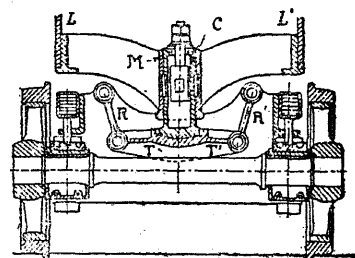
スウィングボルスター臺車は2輪又は4輪臺車でセンターピンを有するこ
Swing bolster truck

とはボギー臺車に似て居るが、センターピンと臺車とを直接連結する代りにその間にスウィングボルスターを用ふるのである。スウィングボルスターは

吊鉤を以て臺車に吊られ、左右に揺れることの出来る揺棒で、その中央のセン

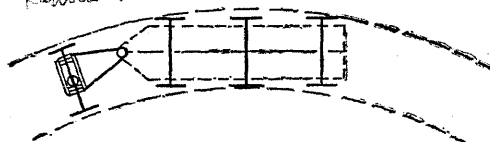


ターピンにより主臺棒と鉸結されて居る。故に曲線通過の際には、先づ臺車が主臺棒に先だつて曲線の内方に向ひ、その結果吊鉤の偏傾斜を生じ、之より起る吊鉤にかゝる重量の水平分力の不平均が主臺棒の前端を曲線内方に向はしむるのである(第48圖参照)。



第 48 圖

ラディアスパー臺車は第49圖に示す如く、2輪臺車に取りつけたラディアスパー



第 49 圖

スパーを主臺棒の前端に鉸結したものである。

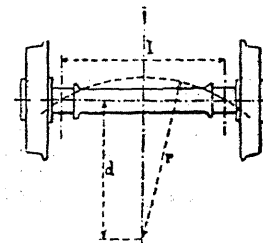
ラディアスパー臺車にスウィングボルスターを

用ひたものをボギー臺車又はピツセル臺車(第48圖)といふ。

次にラディアル臺車は2輪臺車であるが、その軸箱は主臺棒に固定せられた圓弧狀の導溝内に滑動し得る構造となつて居る。曲線通過の際は先づ臺車

軸が方向を轉じ、バネの力によつて主臺棒を曲線内方に引きつけるのである(第50圖参照)。

(e) 機關車の車輪配列——機關車に於ける働輪、導輪及び従輪の配列は機關車の使用目的に応じて種々異なるものであるが、之を簡単に表はす方法として Whyte 式(英米式、獨逸式、佛蘭西式等がある(第3及び4表参照)。



第 50 圖

Whyte 式の表示法に於ては、導輪—働輪—従輪の順序にその車輪數を數字を以て表はす。車輪數の代りに車軸數を用ふるものが佛蘭西式の表はし方である。尙第3表及び第4表最後の欄に示すやうな固有の名稱を以て言ひ表はすこともある。

獨逸式は我國に於ても用ひらるゝもので、導輪及び従輪はその軸數を數字を以て表はし、働輪はその軸數 1, 2, 3, … を夫々 A, B, C … の文字を以て表はし、之等の數字及び文字を導輪働輪及び従輪の順序に並べるのである。

〔註〕我國鐵道省にては働軸數を表はす文字を以て機關車の型式を示す基本とし、電氣機關車及びディーゼル機關車には夫々その前に E, D の文字をつけて居る。

旅客列車用機關車の車輪配列は普通 2B0, 2B1, 2C0, 1C1, 2C1 等で働軸數は 2~3 である。我國に於ては C 型が最も多く用ひられて居る。

貨物列車用機關車は牽引力の大なることが主要條件であるから、働軸數の多いもの即ち 0C0, 1C0, 0D0, 1D0, 2D1, 1E1 等が用ひられる。我國に於ては D 型が多く用ひられて居る。

入換用機關車は牽引力大にして且つ固定軸距の小なるものが用ひられる。即ち 0C0, 1C1 等のタンク機關車が一般に用ひられて居る。

第七章 客 貨 車

26 客 車

(a) 客車の種類——客車とは旅客を運ぶに用ひらるゝ車輛をいふのであるが、旅客の座席を有する客車の外に手荷物車、食堂車、寢臺車、展望車等旅客に附随して必要なるもの、並に旅客列車に連結さるゝ郵便車等も亦客車の部類に屬する。

(b) 客車の構造大要——客車の構造は次の3部に分つことが出来る。

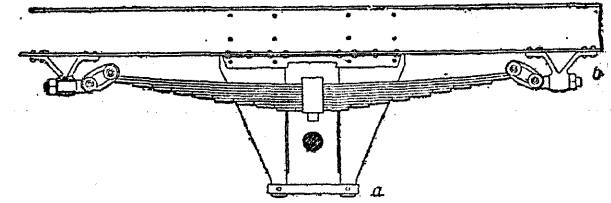
- (1) 車 體
- (2) 臺 枠
- (3) 走 行 部

車體は旅客を收容すべき空間を作り之を保護するもので、前後及び側面の堅固なる骨組に板を張り更に天井及び床を取りつけたものである。全部を木材にて作ったもの、骨組及び外側の張板天井等に鋼を用ひたもの、又全部を鋼製としたもの等がある。鋼製は木造に比べて車體の強度が大であるから破損し難く、高速度列車の如く激衝を受けることの多いものに用ひられる。又脱線衝突等の事故に際しては木造客車に比し破壊の程度少く、従つて旅客の死傷を少からしめることが出来る。併し重量が木造に比し約10%増加し又高價となる。重量の増加を避けるため輕合金製の客車が近來高速度列車用として作られて居ることは前にも述べた通りである。

車體内の座席の配置及び間仕切には我國にて一般に用ひられて居るものゝ外に區劃式、通廊式等があり夫々一長一短がある。

臺枠はその上に車體を固定しその両端には連結器を取りつけるもので、客

車全體の強度に最も關係深いものであるから堅固な構造としなければならない。木造或は木鐵合造のものもあるが普通は鋼梁を組合せて作る。即ち4本の縦梁の両端を端梁で繋ぎ、更に中間に多くの横梁を挿入して全部を一體に強固に組立てるの



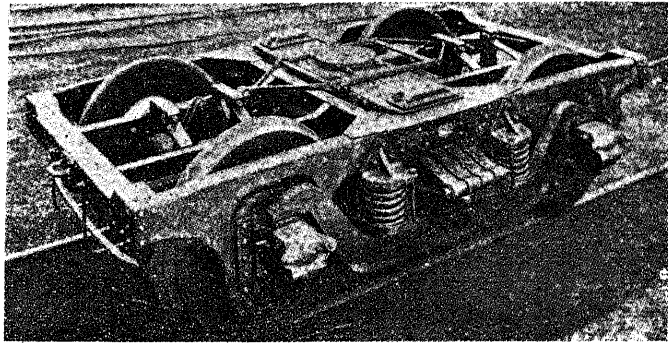
第 51 圖

である。なほボギー車に用ふる臺枠はその両端に近く枕梁を取りつけ、ボギー臺車のセンターピンに支へしめる。この場合臺枠の強度を十分ならしめるため4本の縦梁は束柱と鋼棒とを以て結構狀に補強せられる。

走行部は車輪、車軸及び軸箱より成り、バネを経て臺枠上の車重が軸箱に傳へられる。臺枠と走行部との取付けは4輪車及び6輪車に於ては極めて簡單である。即ち臺枠の兩側の縦梁に固定せられたる軸箱守の中に軸箱を入れて上下方向に滑りの自由を與へ、一方軸箱上のバネはリンクにて臺枠に取りつけられるから、臺枠と車軸との間には或る程度の上下動が許される(第51圖参照)。

ボギー臺車には4輪及び6輪のものがある。第52圖は我國に用ひらるゝもの(アメリカ式)である。軸箱上に頑丈なる釣合梁を固定し、その上に取りつけられたる釣合バネにボギー臺車の側梁が載せられる。この側梁の両端には軸箱守があつて軸箱はその中にて上下方向の滑りをなすことが出来る。又側梁中央部には4本の吊鉤があつて之にスウィングボルスターが吊される。スウィングボルスターは又上下の2部に分たれてその間はバネを以て連結され、上部の中心には心皿があつてその上に臺枠が支へられ、又兩側の側受は臺枠

の傾きを止める。故に客車の重量は二重のバネを経て極めて柔かに車軸に傳へられ、又線路から受ける車輪の激衝は著しく緩和されて車體に傳はるのみならず、二重のバネの振動周期を異ならしめることによつて著しく動搖を少くすることが出来る。又ボギー臺車は心血を貫くセンターピンを中心として自由に廻轉し得るから、ボギー車の固定軸距は一箇のボギー臺車の固定軸距



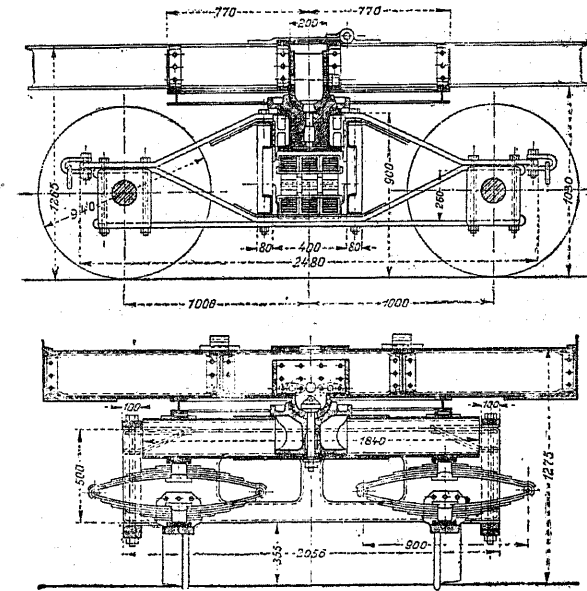
第 52 圖

に等しく従つて曲線通過が極めて容易である。其の他二重のバネ装置は假令車輛の動搖があつても、之がために車輪が軌條より浮上る傾向を少なからしめ、従つて脱線の危険少き等ボギー車の利益は極めて多く、高速度列車には缺く可からざるものである。

次に客車の車輪は輪心に外輪を嵌めるものが普通である。輪心には輻を有するものと、之を有せず圓板形をなすものがある。前者は軽く且つ内部の検査を妨げない利益があるが、空氣の抵抗を増し、又外輪が多角形に磨耗する缺點があるといはれる。騒音防止の目的を以て輪心を木製とするものもある。又輪心と外輪とを一體に作るものはソリッドホイール(第38圖参照)と稱し、銅を輾壓して作つたものは良成績を得て居るけれども、單に鑄鋼にて鑄造したものは磨耗し易い缺點がある。

27 貨 車

貨車は之に積むべき貨物の種類性質等により有蓋貨車、無蓋貨車、石炭車、タンク車、長物車、冷蔵車、家畜車、土運車等多くの種類があつて夫々特別



第 53 圖

の構造と設備とをもつて居る。又客車と同様に4輪車6輪車及びボギー車の區別がある。貨車の構造も車體、臺枠及び走行部の3部から成り臺枠と走行部との構造は殆んど客車と同様である。ただボギー臺車の構造が客車のボギー臺車に比し甚しく簡略である。即ちバネの装置が客車の場合の如く二重でない(第53圖参照)。之をダイヤモンド臺車といふ。

第八章 車輛の連結及び制動装置

28 連結装置

(a) 連結装置の種類——連結装置は機關車の牽引力又は推進力を車輛相互間に傳達せしむるもので、次の2種がある。

- (1) 手動連結装置
- (2) 自動連結装置

手動連結装置を用ふる場合は車輛の連結解放に際し、取扱者が車輛の中間に於て操作をなすが故に極めて危険である。又手力を以て取扱ふが故に連結装置の重量に制限があり、従つて連結装置の強度が制限される缺點がある。近來交通量の増加に伴ひ機關車の牽引力が漸次増大する結果、連結装置の強度も愈大なるものが要求されるに至つたが、かやうな場合手動連結装置は甚だ不便である。

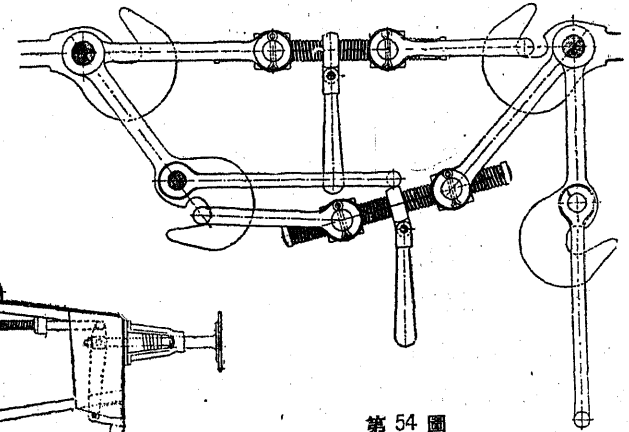
手動連結装置の缺點を補ふものは自動連結装置であつて、車輛を僅かに衝突せしむることによつて自動的に連結され、又之を解放するにも車輛の中間に入ることなく挺を用ひて容易に行ふことが出来るのみならず、その強度は如何程でも増大せしめることが出来る。我國に於ては最初手動連結装置を用ひて居たが、大正14年7月以來自動連結装置に改められた。

(b) 手動連結装置——手動連結装置は次の3部から成る。

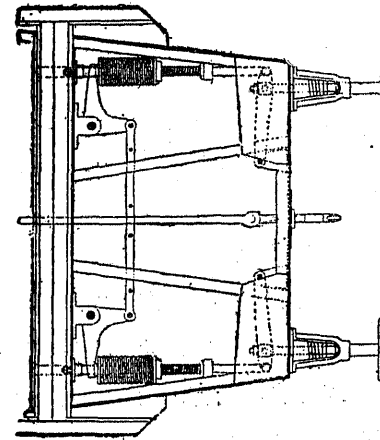
- (1) 牽引針
- (2) 螺旋連結器
- (3) 緩衝器

牽引針はその一端に鉤を有し他端は臺枠の端梁の中央部を貫いてバネ装置

を以て取り付けられて居る。螺旋連結器は螺旋を以て鏈鉤及びリンクを繋いだもので、リンクの一端は牽引針に鉤結されて居る。鏈鉤を他の車輛の牽引針の鉤に引掛け螺旋を以て締めつけることによつて二車は連結されるのである。併しこれだけでは推進の場合の壓力に抵抗し且つ車輛間の衝突を緩和することが出来ない故に、更に緩衝器の必要がある。



第 54 圖

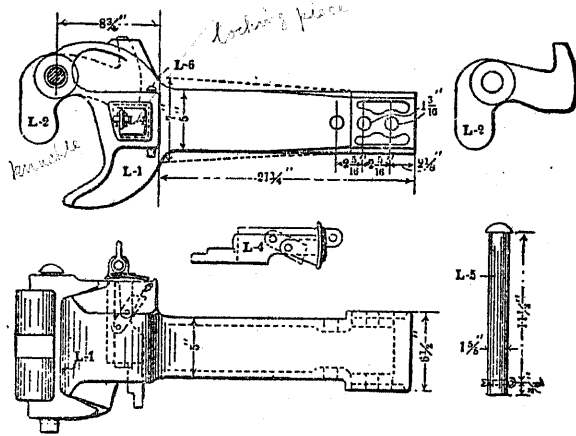


第 55 圖

緩衝器は牽引針の兩側に臺枠の端梁に取りつけられ、バネの作用によつて衝突を緩和するものである。緩衝器を取りつけた端梁を特に緩衝梁といふ。これ等の構造の一例は第54圖及び第55圖に示す通りである。

(c) 自動連結装置——自動連結装置は自動連結器とその取付装置とから成る。自動連結器の頭にはナツクルがナツクルピンによつて鉤結され自由に開閉する。之を開きたるまゝにて二車が互に推合へば相手のナツクルと噛合ひつゝ閉ぢられる。この時ナツクルの尾端は頭體の内部深く押入れられ同時

に自動的に錠がかゝつてナツクルは最早開くことが出来ない。かくして二つの車輛は連結されるのであるが、連結器の他端は長く延びて緩衝梁を貫きその後方に於てバネを以て牽引壓縮何れにも抵抗出来るやうに取りつけられ、緩衝器の作用をもなすことが出来る。故に自動連結装置に於ては別に緩衝器を用ひないのが普通である。而して連結を解くには挺によつて錠を外し自然にナツクルを開かしむるのである。第56圖に於てL-1は連結器の頭である。L-2はナツクルでその尾端が頭體の内部深くは入つて居る有様は點線で示されて居る。L-4は錠、L-5はナツクルピンである。



第 56 圖

自動連結装置の嚙合部の輪廓及び位置は之を統一する必要がある。故に我國有鐵道建設規程は第69及び70條に於て自動連結器の輪廓の寸法、車輪停止中に於ける軌條面上よりの高さ等が定められて居る。外部の輪廓さへ定めておけば錠其の他内部の構造は何であつても差支ない譯である。

(d) 密着自動連結装置——密着自動連結装置は、都市の高速鐵道又は郊外鐵道の車輛に用ひらるゝものであつて、その特徴は

- (1) 連結器の接觸面を平面とし、十分密着せしむること。
- (2) 従つて列車の發着に際して起る車輛間の不愉快なる衝撃を防ぎ、且つ車輛の間隔を短縮して列車長を短からしめ得ること。

- (3) 車輛の連結と同時に自動的に制動用の空氣管及び煖房用の蒸氣管等をも連結し得ること。
- (4) 従つて車輛の連結解放に當り、之等の管の連結解放に特に時間を要することがない。

29 制動装置

(a) 制動装置の目的及び種類——制動とは物體の運動に反抗する力を生ぜしめて、故意にその運動を遅緩ならしむるか、或は全く停止に至らしむるものである。故に制動を用ふる場合には、必ずエネルギーの損失を作ふもので、經濟上甚だ好ましくないのであるが、併し高速度で運轉するものに於ては、その安全を期するために必要であるのみならず、之を使用する方が便利である。殊に列車の高速頻繁運轉に對しては急速なる加速及び減速が必要條件で、高度の減速を得るには強力なる制動による外はないのである。

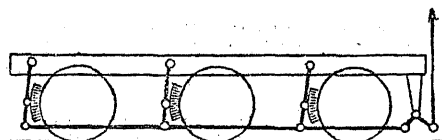
制動力を起さしむる方法には種々あるが、最も一般的に用ひらるゝものは二物體間に生ずる摩擦である。

鐵道車輛の制動装置は次の3部から成る。

- (1) ブレーキブロック
- (2) ブレーキリツギング
- (3) 制動機

ブレーキブロックは直接車輪の外輪と接觸してその間に生ずる摩擦熱の形に於て車輛の有する運動のエネルギーを發散せしむるもので、鑄鐵で作られる。使用に従ひ漸次磨耗するから屢取換を要する。

ブレーキリツギングとは制動力をブレーキブロックに分配傳達する装置で手動制動機に於ては第57圖の如く簡単な挺作用によるものもあるが、多くは



第 57 圖

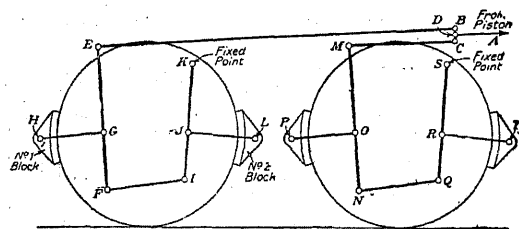
第58圖の如きものが用ひられて居る。第57圖の如く車輪の片方のみにブレーキブロックを用ふるものに於ては、車軸が一方のみに押される傾向があつて宜敷くないが第58圖の如く車輪の前後にブレーキブロックを有するものにはこの缺點がない。之を抱合せ制動といふ。

次に制動機は制動の原動力を発生せしむる装置で、手力による手動制動機及び動力による動力制動機がある。

動力制動機は大氣の壓

力又は壓搾空氣の壓力を用ふるものであるが、列車制動用としては列車が中途にて切れた場合直ちに自動的に作用することが必要である。動力制動機はこの要求に適合するもので一般に自動制動機と呼んで居る。

(b) 自動真空制動機——真空制動機は大氣の壓力を利用するもので真空管内のピストンに大氣の壓力を作用せしめてピストンに運動を起さしめ、之をブレーキリッキングによつてブレーキブロックに傳達せしむるのである。真空管は各車輛に取りつけられ真空は機關車に於て作られる。即ち蒸汽機關車に於てはステームイデクターを用ひ、又電氣機關車に於ては真空ポンプを電動機にて運轉して作る。ステームイデクター又は真空ポンプは列車管と稱する全列車を貫通する管によつて各車輛の真空管と連絡し、真空管内のピストンの兩側は真空に保たれ、ピストンはその自重によつて縦におかれた真空管の下方にあつてブレーキブロックを緩解せしめて居る。



第 58 圖

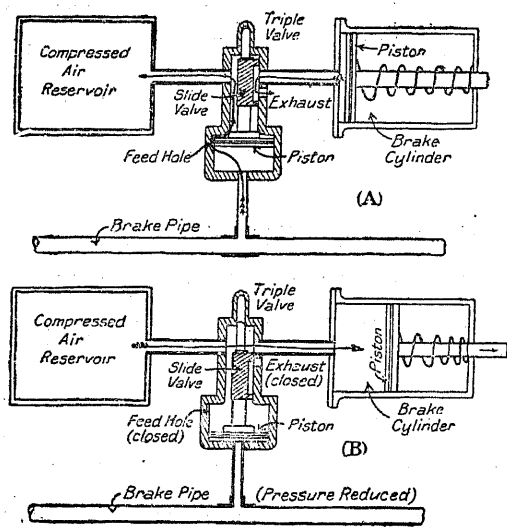
機關車或は車掌室には制動瓣が備へつけてあつて列車管と連絡してある。故に制動瓣を開けば直ちに列車管を通じて空氣が真空管の下側に入り、ピストンを押し上げて制動力を起すのである。若し列車が分離した場合には列車管が切斷せられて空氣が入るから、制動瓣を開いたと同様の結果が自動的に得られるのである。

真空は普通水銀柱の高さで測られ、制動瓣の傍に取付けられた真空計で讀むことが出来る。普通50cm位の真空が用ひられ、非常制動の場合は制動瓣を全開してその全力を用ふるけれども、普通制動の場合は制動瓣の開放を加減して真空計を讀みつゝ制動力を調節する。

長い列車に於ては制動瓣を全開しても列車管内の空氣は近い真空管から順次に空氣を供給して行くから最も遠い真空管にまで空氣が達するには相當の時間を要するものである。故に成るべく速かに真空管に空氣を入れるため各真空管に速動瓣を用ふることがある。之は列車管内に空氣が入ると同時に働いて真空管を直接大氣と連絡せしむる瓣である。

(c) 自動空氣制動機——空氣制動機は機關車内の空氣壓搾機で作つた壓搾空氣の壓力を利用するもので、その壓力は任意に高めることが出来る。真空制動機では1氣壓以上の壓力は得られないから、制動力を十分ならしむるために直徑の大なる真空管を用ひねばならないが、空氣制動機ではその必要がない。普通5~6氣壓の壓力が用ひられて居る。

機關車の空氣壓搾機で作られた壓搾空氣は機關車に取り付けられた主槽に溜めて置き、之を列車管を通じて各車輛の補助槽に送る。ブレーキブロックは各車輛に取り付けられた制動管内のピストンの運動によつて動かされるのであるが、その制動管への壓搾空氣の供給は補助槽からなされる。即ち列車管を通じて送られた壓搾空氣は一旦補助槽に入り、それから制動管に供給される



第 59 圖

のであるが、この3者の間には三動弁と稱する弁が用ひられる。この弁は極めて微妙な作用をなすもので、第59圖はその作用を圖解したものである。圖に示す如く三動弁も亦一つの筒でその中にピストン付の滑り弁がある。列車管から壓縮空氣が三動弁に送られるば、滑り弁は押し上げられて (A) 圖の位置に来る。滑り弁がこの位置に来れば壓縮空氣は滑り弁のピストンと三動弁の筒との間に作らるゝ隙間を通つて圖の矢に示す如く補助槽内に入る。同時に滑り弁のこの位置に於ては制動筒は大氣と連絡して、その中のピストンの制動作用を失はしめブレーキブロックを緩解せしめるのである。之が制動をかけない平常の状態である。この状態に於て若し列車管内の空氣の壓力が減少すれば、滑り弁の下側の壓力は上側の壓力よりも低下する。故に滑り弁は下方に下り同時に滑り弁と三動弁の筒との間の隙間が閉ぢられて補助槽内の壓縮空氣の壓力により滑り弁は益下方に押し下げられる。滑り弁が最下方に来ればこの弁の作用により今まで大氣と連絡されて居た制動筒は大氣との連絡を断たれ、その代りに制動筒と補助槽とが連絡せらるゝことゝなり、(B) 圖に示す如く補助槽内の壓縮空氣は制動筒内に入りその中のピストンを右方に押し之によ

つて制動力を起すことゝなる。即ち三動弁は制動をかけない場合には列車管と補助槽との連絡及び制動筒と大氣との連絡をなし、又制動をかける場合には補助槽と制動筒との連絡をなすといふ三つの作用をなすもので、三動弁の名稱がある所以である。

機關手室及び車掌室等には制動弁があり、之が列車管と連絡せられて居ることは真空制動機に於けると同様である。故に制動弁を開いて列車管を大氣に通ぜしめ、その中の壓力を低下せしむれば、直ちに三動弁内の滑り弁が動き制動力を起さしめることゝなる。又列車が途中で分離を起した場合には、列車管が切れ自動的に制動がかけられることは、真空制動機の場合と全く同様である。