

K270.42

1

3

物 理

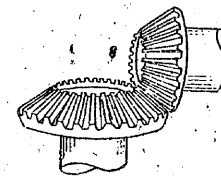
(3)



文 部 省

物 理

(3)



文 部 省

第三分冊目録

熱 機 関

- | | | | |
|------------|-----|--------------|-----|
| 1. 熱機関と熱効率 | 194 | 4. 蒸気タービン | 204 |
| 2. 内燃機関 | 195 | 5. 蒸気かま(蒸気罐) | 205 |
| 3. 蒸気機関 | 201 | | |

自 動 車

- | | | | |
|---------|-----|---------|-----|
| 1. 機 関 | 209 | 3. 制動装置 | 223 |
| 2. 傳動装置 | 218 | | |

水 力 機 械

- | | | | |
|--------|-----|--------|-----|
| 1. 水 車 | 225 | 2. ポンプ | 226 |
|--------|-----|--------|-----|

電動機・電力輸送

- | | | | |
|----------|-----|----------|-----|
| 1. 直流電動機 | 229 | 3. 整 流 機 | 232 |
| 2. 交流電動機 | 230 | 4. 電力輸送 | 233 |

船 舶

- | | | | |
|--------------|-----|----------|-----|
| 1. 船の容積トン数 | 236 | 4. かじ(舵) | 240 |
| 2. 船の受ける抵抗 | 237 | 5. 復 原 性 | 241 |
| 3. 推進機関及び推進器 | 239 | 6. 船の動搖 | 242 |

電 氣 通 信

- | | | | |
|---------|-----|-----------|-----|
| 1. 有線通信 | 245 | 3. ラジオ受信機 | 253 |
| 2. 無線通信 | 248 | | |

熱 機 関

自然界には、風や川の水、高い位置にある湖水のように、運動エネルギーや位置エネルギーを持っているもの、あるいは石炭や石油のように、燃焼して熱エネルギーを発する資源がある。このような自然界にあるエネルギーを利用して動力を起す機械を原動機という。原動機のうちで、熱エネルギーを利用するものを熱機関、水のエネルギーを利用するものを水力原動機あるいは水車という。

1. 熱機関と熱効率

熱機関には、石炭や重油などの燃焼熱を水に與えて高温・高圧となった水蒸気の圧力で仕事をさせる蒸気原動機と、ガソリン・軽油又は重油などをシリンダの内部で直接燃焼させて生ずる燃焼気体の圧力で仕事をさせる内燃機関とがある。これらを更に分けると次のようである。

熱機関 { 蒸気原動機(蒸気機関・蒸気タービン)
 { 内燃機関(ガソリン機関・ディーゼル機関)

熱機関で燃料が燃焼して発生する熱量を Q キロカロリー ($kcal$) とする時、その全部が仕事にならないで、その一部分 Q' キロカロリーは必ず逃げてむだになる。したがって熱機関から発生する仕事を W $kg \cdot m$ とすれば、これは $(Q - Q')$ 。

キロカロリーに相当する。熱機関としては供給された熱量 Q に対して、発生する仕事 $(Q-Q')$ が大きいほどよいことはいふまでもない。この割合を熱機関の熱効率という。

$$\text{熱効率} = \frac{Q-Q'}{Q} = \frac{W}{427Q}$$

一般に熱効率が100%になるような熱機関は、どうしても作ることができないはずであると考えられている。

実際の蒸気機関の熱効率は10%内外、ガソリン機関では25%内外、ディーゼル機関及び大型蒸気タービンでは35%内外である。ただし、この値は標準を示すもので、機関の大きさや用途によっては、これより相当に低いものもある。

問 蒸気機関・蒸気タービンで1馬力を発生するには、それぞれ1時間何 kg の石炭を燃やせばよい。又、ガソリン機関・ディーゼル機関では何 kg のガソリンあるいは軽油を燃やせばよい。

2. 内燃機関

内燃機関の1馬力当たりの重量は自動車の機関では5 kg 以下、航空発動機では500 g 以下にすることがたやすく、起動や停止が速やかに行われ、又、それに用いる燃料は運搬や貯蔵に便利である。したがって、この機関はガソリン機関やディーゼル機関などの形で、交通運輸及び生産方面に重要な役目をしている。

図のような機関では、まず、気化器で空気と燃料油の蒸気とを適當の割合で混ぜた混合気を作って、シリンダ内へ送る。これをシリンダ内で圧縮し、点火せんで電気の火花を飛ばすと混合気は点火して爆発し、高温・高圧の燃焼ガスとなる。

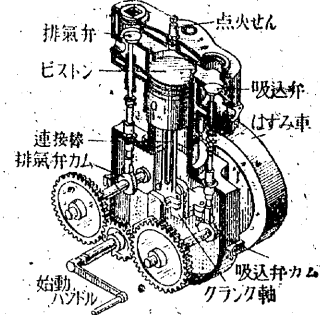
ピストンはこの気体の圧力で押し動かされて動力を生ずる。

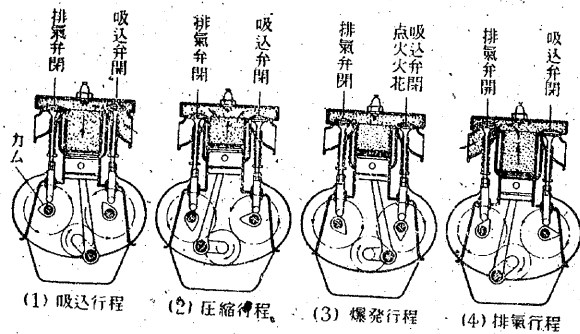
混合気をシリンダに入れたり、又は作用を終えた燃焼ガス、即ち、排気をシリンダから出す作用は、それぞれカムで開閉される吸込弁と排気弁で行う。ピストンの往復運動は連接棒・クランクの機構で回転運動に変える。

このような機関では、混合気の吸込・圧縮、燃焼ガスの膨脹・排気にそれぞれピストンの一行程を費やし、合計四行程即ちピストンの二往復で、一回の作用が完了する。これを四行程機関又は四サイクル機関という。

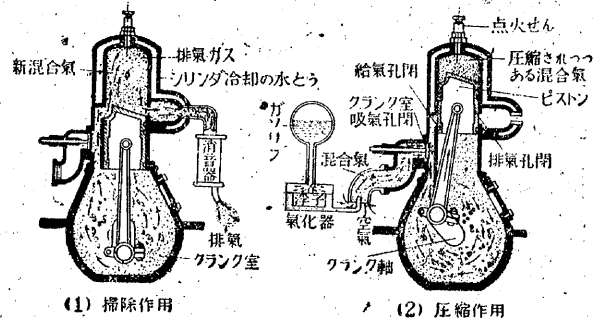
これに対し、二行程(一往復)で一巡りの作用を完了する機関を二行程機関又は二サイクル機関という。

二行程機関では、ピストンが弁を兼ねてシリンダの下部にある吸込口・排気口の開閉をつかさどる。クランク室を密閉してポンプ室とし、新しい混合気をここに吸い込み、軽く圧縮





して吸込口の開くのを待ってシリンダに送り込み、これを圧縮・点火・爆発・膨脹させて動力を生ずる。四行程機関では吸込と排気にそれぞれ一行程を費やすのに対し、二行程機関では排気と新混合気との入れ換えを膨脹行程の終りと吸込行程の始めの短い時間に行う。この両気体の入れ換えを掃除法



用といい、二行程機関では極めて重要な役目をする。もし掃除法作用が完全に行われるとすれば、大きさと回転数の等しい両機関について、二行程式は四行程式の二倍の動力を発生するわけであるが、実際には掃除法作用が不完全であるため、発生する動力は二倍よりやや少ない。

内燃機関では、シリンダ内で燃焼が起り、燃焼ガスの温度は $1500-2000^{\circ}$ の高温となる。シリンダやピストンを構成する材料、即ち鋼やアルミニウム合金などは、この高温には耐えられない。又、シリンダ壁とピストンとの摩擦を減らすために用いられる潤滑油の作用も高温になると妨げられる。これらのことを防ぐため、内燃機関のシリンダは必ず外部から冷却する。実際に行われる冷却法には、空気で冷やす空冷式と、水で冷やす水冷式とがある。空冷式の空気による冷却作用は、水冷式の水による作用ほど著しくないから、これを補うために、空冷式ではシリンダの外面に冷却つば（ひれ）を設けて冷却面積を増している。

1. ガソリン機関

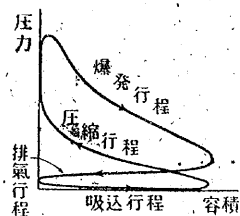
ガソリン機関は気化しやすいガソリンを燃料とし、多くは気化器によって燃料油を気化し、空気と混合してシリンダに吸い込み、圧縮したのち電気火花で点火、燃焼させる。196ページの図はこの機関の構造を示す。

次ページの図は、四行程ガソリン機関のシリンダ内の圧力

と容積との関係を示す。これを指圧線図という。

気化器の作用は霧吹き原理による。これは吸込管の途中に置かれ、ガソリンをノズルから霧状に噴き出させて気化し、そこに流れる空気にまぜてシリンダに吸い込ませる。ガソリン 1 kg が完全燃焼するためには、理論上で約 15 kg の空気量を必要とするが、実際に燃料の最も経済な運転には、混合比を重量で 16 又はそれ以上にするのがよく、又、機関の発生動力を大きくする必要がある場合には、混合比は重量で 12-14 が適当である。このような混合比の調整は気化器で行う。

圧縮行程の終りに点火せずに電気火花が飛んで点火されると、混合気は極めて短時間内に燃焼する。この時、電気火花の飛んだ所が火元となり、ほのおは燃焼室全体に広がる。このような燃焼は正常な燃焼の仕方である。正常な燃焼が行われていれば、機関の運転は順調であるが、時には、機関の運転に伴って、シリンダの内部でちょうどつちでシリンダ壁やピストンなどをたたくような異様な打音を発することがある。このような時には機関の出力が減り、燃焼室・点火せん・排気弁などを過熱し、運転の継続が困難になる。この異常な燃焼状態を異常爆発、又はノッキングといい、機関を運転する上に有害な現象である。異常爆発は混合気の温度及びシリン



ダの温度が高いほど(したがって、吸気の温度や圧力や圧縮比が高いほど)、又は点火時期を早めるほど起りやすい。それ故、圧縮比を高めると熱効率がよくなるにもかかわらず、一定の限度以上に上げることができないことになる。更に、燃焼室の形状・回転数・混合比も異常爆発に影響があるが、特に、使用燃料の性質に大きな関係がある。

ガソリンの成分は、いろいろの種類の炭化水素の混合であるが、そのうちのイソオクタン C_8H_{18} という成分は、はなはだ異常爆発を起しにくい物である。通常、純粋のイソオクタンをオクタン価 100 とし、これよりも異常爆発を起しやすい燃料は、その程度に応じて 100 より低いオクタン価で表わす。

ガソリン機関は馬力当たりの重さが軽くできるから、航空発動機・自動車などに用いられる。

2. ジーゼル機関

ガソリン機関では、吸込行程においてシリンダ内にガソリンと空気との混合気を吸入し、これを軽く 10-15 気圧(圧縮比で 5-8)に圧縮し、点火は電気火花を飛ばして行う。ジーゼル機関では、シリンダ内にまず空気だけを吸い込み、熱効率を高くするために、30-35 気圧(圧縮比で 15-20)に圧縮するが、このために空気の温度は 600°前後の高温になる。圧縮行程の終りに、この高温空気の中に軽油又は重油などの比較的気化しにくい燃料を噴射装置によって噴霧状に噴き込む

と、高温の空気のために自動的に燃料は発火して燃焼する。

ジーゼル機関では、気化器及び点火装置を必要としないが、その代わりに燃料噴射装置がある。又、その圧縮圧力及び燃焼圧力が高いので、ガソリン機関よりも丈夫に作らなければならない。したがって重量が大きくなる。ジーゼル機関には一台で数千馬力までを出す中形及び大形の低速機関（毎分回転数100-500）と、小形で毎分3000回転ぐらいまでの高速回転のできる高速機関とがある。低速ジーゼル機関は重油を燃料とし、船舶や発電に用いられ、高速ジーゼル機関は軽油を燃料とし、貨物及び乗合自動車などに用いられる。

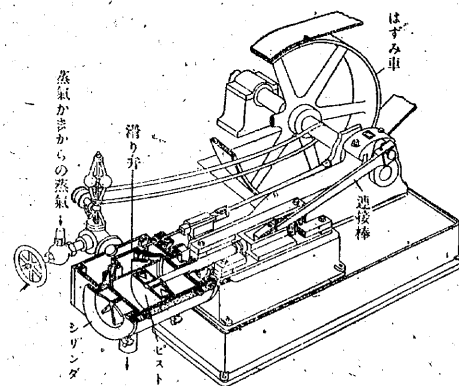
ジーゼル機関は、現在の熱機関のうちで最も熱効率がよく、その上、燃料も高級のものを必要としない。しかし、一台で10000馬力以上の大馬力のもの、いろいろの理由から作るのに困難である。大型船舶の主機や大規模の火力発電所の原動機のように、一台で数万馬力を必要とする時には、専ら蒸気タービンが用いられる。

3. 蒸気機関

蒸気機関は内燃機関と同様に、ピストンの往復運動によってクランク軸を回転させるのであるが、ピストンの両面に交互に水蒸気の圧力を作用させるために、水蒸気の送り込み口を自動的に切り替える滑り弁を備え、ピストンにはピストン棒を附けてシリンダのふたを貫ぬかせてある。

蒸気機関は、主として蒸気機関車や一部の船舶などに用いられている。

この機関の特長は、回転速度の遅い時に強い回転力を出すこと、逆転及び调速が容易で運転しやすいこと、構造



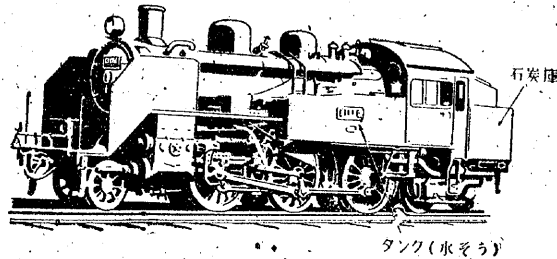
が堅固なことなどである。したがって、蒸気機関車用としては最も適している。

現在わが國有鉄道と、それに連絡して直通運転を行う鉄道では、軌間が1.07m (3フィート6インチ)である。軌間が1.42m (4フィート8インチ) (南滿州鉄道及び朝鮮鉄道) 以上のものを廣軌といい、それ以下のものを狹軌という。機関車はこの制限された軌道の上を走ったり、トンネルを通過する関係上、その幅や高さの寸法が制限されて細長い形のものになる。したがって、機関車は大きくなるほど長くなり、それを支える車輪の軸数も多くなる。車合には單に機関車の重量を支えるのを目的とする先輪（動輪の前方にあるもの）と、従輪（動輪の後方にあるもの）とのほか、機関からの動力を傳えて車体を引っ張る力を起させる動輪がある。動輪は従輪よりも直径が大きく、動力は、機関のクロスヘッドより主連接棒によってまず主動輪に傳えられ、更に、これから連接棒によって他の動輪

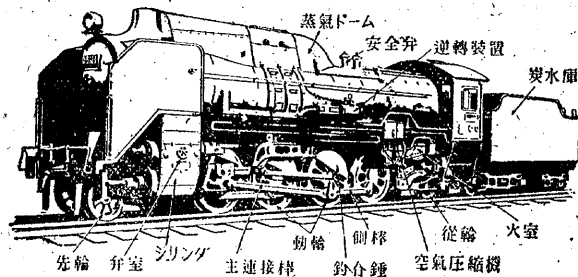
に伝えられる。

機関車の形式にはタンク機関車とテンダー機関車の別がある。タンク機関車は水及び石炭を機関車自体にのせるもの、テンダー機関車は水・石炭を別の車にのせて引っ張るものである。タンク機関車では、重量の関係上積む水と石炭の量が制限されるので、長距離運転用としては不適当であるが、前後進が自由であるため轉車台のない所、自走が軽いのでこの配線上の運転用、短区間の折り返し運転用及び入れ替え用などの場合には便利である。欠点は積炭量の少ないことのほか、水おけなどのために、各部の検査が不便であること、炭水を消費することにした

タンク機関車



テンダー機関車

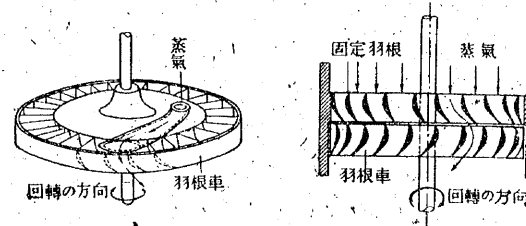


がって動輪上の重量が変化することである。テンダー機関車はタンク機関車と長所、短所が相反している。

4. 蒸気タービン

蒸気タービンは、周囲に多くの羽根を植え附けた羽根車に水蒸気の流れを作用させて動力を発生させるものである。高速度の水蒸気の噴流を羽根に作用させて、その衝動力で羽根車を回轉させる衝動タービンと、水蒸気が回轉する羽根から噴出する際の反作用によって羽根車を回轉させる反動タービンとがある。衝動タービンも反動タービンも、それぞれ特長があり、両方とも実際に用いられているが、一般的に言えば、衝動タービンは高压の水蒸気に、反動タービンは低压の水蒸気に使用される傾向がある。

蒸気タービンで使用を終えた水蒸気、即ち、廃氣の圧力を下げるために、複水器に入れて冷却し凝結させる。複水器は細い管の内部に冷却水を循環させて、その周囲の水蒸気から熱を吸収して凝結させ、内部を極めて低压に保つことのできる



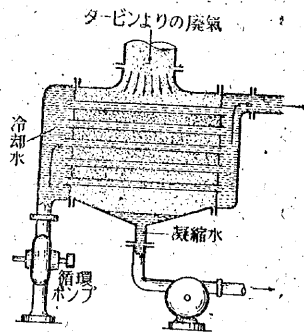
密閉容器である。ここで凝結した水は、ポンプで圧力を高めて再び蒸気かまに送り返す。

蒸気機関では實際上毎分500回以上の回転速度を得ることは困難であるが、蒸気タービンでは回転速度が非常に速く、毎分数千回以上になり、大馬力を出すのに適している。又、蒸気機関では高圧・高温の水蒸気を用いることは困難であるが、蒸気タービンではこれを有効に用いることができ、更に、非常に低い圧力（約 $\frac{1}{80}$ 気圧）まで膨脹させることができる。それ故、大容量の蒸気タービンは、進歩した蒸気かまと組み合わせてその熱効率をジゼル機関に近いまでにあげることができる。

蒸気タービンは、一台で数万馬力を出す大容量の熱機関として独得のもので、主として大型汽船及び発電に用いられる。

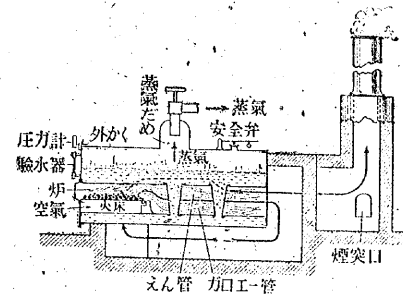
5. 蒸気かま（蒸気罐）

蒸気機関・蒸気タービンなどで用いる水蒸気は、蒸気かまで発生する。蒸気かまは燃料を燃焼させる炉と、密閉容器の内部に水を入れて、その壁を通して熱を内部の水に伝えるかま本体とからできていて、これに多数の補助装置と附属品が附



いている。

炉の燃焼装置は、燃料の種類によって構造が異なり、固体燃料には火格子を、微粉炭や重油にはバーナーを用



いる。炉の中央には燃焼室というかなり広い空間があって、火格子あるいはバーナーでほぼ燃焼を終えたガスを、更に高温のもとで空気に十分接触させて完全燃焼を行わせる。

かま本体は円筒あるいはそれに小さな管を組み合わせてできた鋼製の容器で、その容積の $\frac{2}{3} - \frac{4}{5}$ を水で充たす。炉でできた高温の燃焼ガスからの熱は、容器の壁を通して内部の水に傳わり、蒸発が起る。この時、加熱の行われる容器の壁の表面を傳熱面、かま内の水の表面を蒸気かまの水面、水面の上の蒸気の満ちている部分を蒸気部、水面以下の水の満ちている部分を水部という。

水部の大きなかまには多量の水がはいっているから、水を熱し始めてから所要の蒸気が発生するまでには、長い時間がかかる。即ち、水部の大きなかまの中には多量の熱が蓄えられるから、したがって、かまから取り出す蒸気量に変化があっても圧力の変化が少ないが、反対に万一かまが破壊した

ような場合には、この被害が大きい。

蒸気かまの水面は、蒸発量に比例した大きさを必要とし、もしそれが小さい時は、その単位面積当たりの蒸発量が大きくなり、蒸発の際あわだちの現象、即ち水けだちを生ずるから、水蒸気に混入する水滴の量が増す。これに反して、水面の大きなかまの場合には、蒸発が静かに行われるから水けだちを起さず、したがって、水分の少ない水蒸気が得られる。

蒸気部の大きなかまでは、蒸発した水蒸気が比較的長い時間その中に停滞するから、その間に水滴は大部分下に沈んで除かれ、水分の少ない水蒸気が得られる。更に蒸気部を大きくする目的で、かま本体の上部に蒸気のたまり場所（蒸気ドームあるいは蒸気ドラム）を作り、ここから蒸気を導き出すようにしたかまもある。

このような装置で得られる水蒸気はほぼ飽和蒸気であるが、蒸気原動機では熱効率を高くするため過熱蒸気が用いられる。過熱蒸気を作るには、飽和蒸気を更に過熱器に入れて炉の中で加熱し、圧力を一定にして温度だけを上げるようにする。

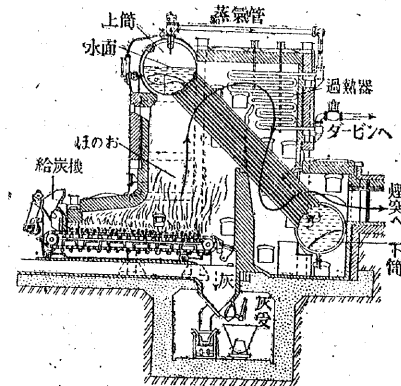
燃焼ガスは、かま本体及び過熱器に熱を與え、温度が下がったのち煙突を経て大気の中にはき出される。炉で高温の燃焼ガスができてから煙突に出るまでの間の煙道は、レンガの壁で作る。煙突の目的は、第一には煙道を通るガスに通風力を與えること、第二にはすす・ほこり及び亜硫酸ガスなどの悪いガスを含んだ排気を高い所から廣く分散させて、その被害

を減らすことである。

普通煙突に行く燃焼ガスは、なお相当の高温度にあるから、これをそのまま捨てるのは焼損失を増すことになる。蒸気かまが余り小型でない限り、このガスの持つ余熱を利用してかまに補給する水を温めたり更に炉に送る空気を予熱することもある。それぞれ

の装置を節炭器・空氣予熱器という。

燃料の燃焼によって蒸気かまに供給された熱量と、実際に蒸気の発生に有効に使用された熱量との割合を、かま効率という。最新の設備を施した大容量の蒸気かまでは、かま効率が90%に達する。



このようなかまと、容量の大きな蒸気タービンとを組み合わせる時は、総熱効率が35%前後にも達し、ジーゼル機関の熱効率に劣らない。蒸気かまは、燃料として品位の低い固体燃料である石炭を使用するにもかかわらず、蒸気タービンの熱効率が、品位の高い液体燃料を使うジーゼル機関の熱効率と同位に達することは、大容量の蒸気タービンの存在価値を示すものであり、更に、石炭を液化する際に得られる石油が、原石炭の約1/3に過ぎないことを思えば、なおさらそうである。

自動車

私たちはちょっとした所へ行くにもバスや乗用車を利用し、荷物を運ぶのにトラックを利用している。自動車は交通機関として、極めて重要な役割をもっているが、その機能をよく出させるには、これを正しく取り扱わなければならない。それには、まず自動車の構造や働きを理解する必要がある。自動車はどのようにして動力を発生し、それがどのようにして車に伝えられるか、又、どのような装置によって操縦されるかを調べよう。又、これを詳しく調べると、すでに学んだことがらをよく理解することができるばかりでなく、又、広く機械に関する知識や技能を身につけることができる。できれば実物について学ぶことが望ましい。

1. 機関

自動車の機関としては、現在ガソリン機関が最も多く用いられているが、ディーゼル機関も貨物自動車や乗合自動車に用いられることがある。次に、ガソリン機関を解体して、その構造と働きについて学ぼう。

1. 機関本体

機関本体は、シリンダ・シリンダ頭・ピストン・連接棒・

クランク軸・クランク室・弁・カム軸・はずみ車・調時歯車などがらできている。

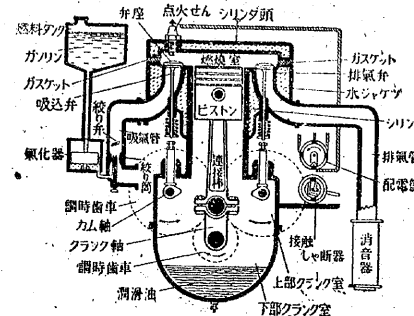
(1) シリンダ・シリンダ頭・クランク室

シリンダは機関の主要部分で、内部はピストンが気密を保ちながら動けるように、精密な正円筒形に仕上げられ、その頭部は、取りはずしのできるようになっている。この部分をシリンダ頭という。シリンダは特殊鑄鉄で、シリンダ頭も特殊鑄鉄又はアルミニウム合金で鑄造されている。シリンダとシリンダ頭との間

に気密を確実にするため、二枚の薄い銅板の間に石綿をつめたガスケットというパッキンが入れている。シリンダの外周には冷却水を循環させ

るため水ジャケットを設けてある。シリンダの下部は、クランク室になっていて、クランク軸とカム軸を取り付けた軸受がある。クランク室は通常上下の二部に分け、上部クランク室はシリンダと一体に作られ、下部クランク室は潤滑装置の油だめとなる。

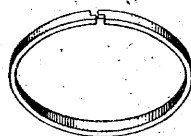
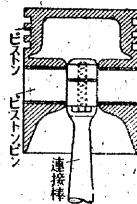
四行程機関の動力発生は、四行程のうち爆発行程だけであ



るから、シリンダ数の多いほど円滑な回転をすると同時に、大きな馬力が得られる。自動車では、通常、シリンダの数が四筒以上八筒までが採用されているが、特殊なものでは十二筒、又は二十四筒のものもある。又、その排列の型式には、V型と直列型とがある。

(2) ピストン・ピストンリング・ピストンピン

ピストンは、シリンダの内面に気密を保ちながら動くことができるように作られた鑄鉄製又はアルミニウム合金製の軽い円筒体で、上面は強大な圧力に耐えられるように作られ、その外周には、ピストンリングをはめ込むみぞがある。ピストンリングは、特殊鑄鉄製で、ピストンのみぞにはめ込まれ、その張力によってシリンダ壁に密着し、ピストンとシリンダとの気密を保つ。通常、三ないし四筒とし、上部のものは圧力リング、下部の一筒は油リングという。ピストンリングはシリンダに入れた時、切り口にわずかのすきまを設けてある。ピストンピンは、はだ焼鋼(肌焼鋼)で作られた中空円筒形で、ピストンと連接棒とを結合する役目をする。



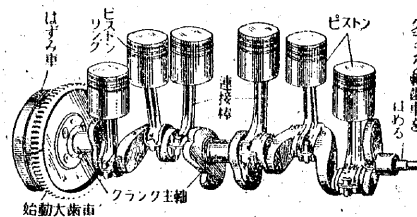
(3) 連接棒

特殊鋼で鍛造され、工型の断面をもっている。上部の細い方は、ピストンピンによってピストンに、下部の太い方には

減摩用の合金が鑄こまれ、クランク軸に連結される。

(4) クランク軸

クランク軸は、連接棒の上下運動によって回転され、はずみ車に連っている。クランク主軸は、軸受で上部クランク室に固定される。クランク軸の前端には調時歯車、後端には、



はずみ車を固定する。

(5) はずみ車

四行程機関では、四行程のうち一回動力を発生するだけで、他の行程は逆に動力を消費する。したがって、この動力行程で発生した動力を蓄え、他の行程においてこれを利用し、その回転を円滑にするため、クランク軸の後端には、はずみ車を固定する。はずみ車は鑄鉄製で、その外周には始動電動機によって動かされる歯車があり、その後面はクラッチの一部となっている。

(6) 弁及び弁ばね

吸込弁は、混合気の吸い込みを、排気弁は、燃焼ガスの排気をつかさどり、弁と弁座とは、気密を保つように精密に仕上げられている。弁はカム軸に設けられたカムの作用で開き、反対に、ばねの作用で閉じられるようになっている。弁は特殊鋼で鍛造され、特に排気弁は、高熱を受けるから、耐熱、耐蝕性の大きな鋼で作られている。

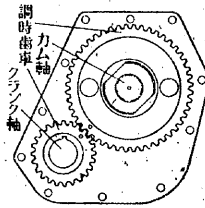
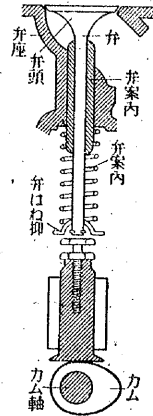
(7) カム及びカム軸

カム軸には、吸込弁・排気弁を適当な時期に開かせるためのカムが一体に作られている。

カム軸の一方の端は、調時歯車によってクランク軸につながり、クランク軸が二回転すると、カム軸が一回転する割合で回転するようになっている。カム軸には、このほか接触シャ断器・配電盤・油ポンプを動かす歯車及び燃料ポンプを動かすカムが、一体に作られている。カム軸及びカムは、はだ焼鋼又は特殊鋳鉄で作られている。

(8) 潤滑装置

シリンダとピストンの摩擦部、クランク軸と連接棒の端と



の摩擦部分などは、そのままでは運動の際に熱を生じて高温となり、遂には焼き付きの現象を起すようになる。この摩擦熱を吸収して焼き付きなどが起らないようにするためには、潤滑装置が必要である。

自動車の潤滑装置は、車の種類によって異なるが、通常、クランク室の油だめから油ポンプでクランク主軸などに配油し、又、シリンダ・ピストンに対しては、連接棒の下端で油だめの油をすくい上げて飛散させる。

2. 燃料装置

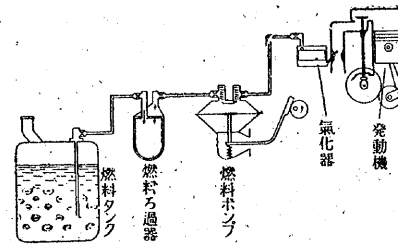
燃料装置は、燃料タンク・燃料ポンプ・燃料管などからできている。

(1) 燃料タンク

燃料タンクは燃料を貯える所で、金属板で作られ、容量は普通 80 l 内外である。これだけの燃料で、自動車を 200 km ぐらい走らせることができる。

(2) 燃料ポンプ

燃料ポンプは、カム軸に設けられたカムの作用でポンプ膜を動かして、燃料を気化装置に送る作用をする。



3. 氣化装置

氣化装置は、燃料と空気を混合して混合気を作り、これをシリンダに送る装置で、氣化器・吸気管及び空氣清淨器からできている。

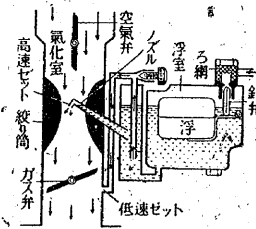
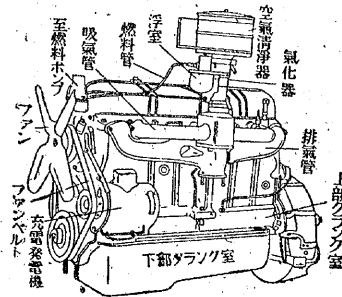
(1) 氣化器

氣化器は、燃料ポンプから送られたガソリンに、機関の回転に應ずる適量の空気を混合させてシリンダへ送る機構で、浮室と氣化室とからできている。

浮室には、ノズルと油面とを常に同じ高さに保たせるために、浮と針弁とがある。機関の吸入作用で浮室の中の油面が下がると、浮は沈下して針弁を開き、ガソリンを流入させ、

油面が上がれば、浮も浮き上がって針弁を閉じ、ガソリンのあふれを防ぐ。

氣化室は、ノズル・空氣弁・ガス弁などからできていて、その中央部は狭く、のどとなっている。ノズルは浮室と連なっており、流入する空気がのどを通過する



際、霧吹きのようにガソリンを吸い上げ、これを霧のように吹き出して空気に混合する。ガソリンと空気との適当な混合比は、重さでガソリン1に対して空気約15の割合である。混合気は、ガス弁を開くにしたがってその流量を増し、空気を閉じるにしたがって濃厚となる。ガス弁の操作は、調速ペダル又は調整ボタンにより、空気の操作は、空気ボタンによって行われる。現在の氣化器では、低速時と高速時とを問わず、常に様な混合比を保つため、主ノズルのほかに低速ゼットと高速ゼットとがあり、又、低速から高速への加速を速やかに行うための加速ノズルや、機関にかかる負荷の大きさによって燃料を加減する経済装置が設けられている。

(2) 吸気管

吸気管は、混合気を各シリンダへ配分する鑄鉄製の枝分れた管である。

(3) 空氣清淨器

空氣清淨器は、空気とともにほこりがシリンダ内に吸入されるのを防ぐ目的で、氣化器の空氣吸入口に取り付けられる。

4. 点火装置

点火装置は、シリンダ内で圧縮された混合気を、約1万ボルトの高電圧の火花放電によって点火爆発させる機構であり、蓄電池法と磁石発電機法とがある。

蓄電池法では、通常6-12ボルトの蓄電池の電流をカム軸

の回転によって断続し、これを誘導線輪の一次線に通して高い電圧の二次電流を得る。これをシリンダの燃焼室の中にある点火せんの火花間げきに通せば、電気火花を放って混合気は点火されて爆発する。

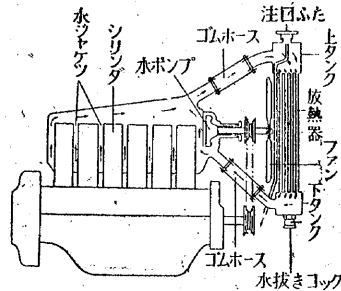
5. 冷却装置

自動車の冷却装置には、水冷式及び空冷式があるが、ここでは一般に用いられている水冷式について説明しよう。

水冷式冷却装置は水ジャケット・ファン・水ポンプ・冷却器(放熱器)からできている。

水ジャケットはシリンダの外まわりに設けられた中空の部分で、注水口から注がれた水は、水ジャケット・ホース・水ポンプ・冷却器に満たされる。シリンダの熱を吸収して加熱された水は、水ポンプの作用で上部のゴムホースを通して冷却器にはいる。冷却器のすぐ後には、ベルトでクランク軸に連結されたファンがあって、これによって常に冷気が冷却器の細管の間を通して吸入される。このため冷却器の細管の中をくぐる温水は冷却され、再び下部のゴムホースを通して水ジャケットにもどる。この作用を繰り返して機関を冷却する。

極寒時には、機関の運転を停止している間に水が凍って、シリンダ及び冷却器を破損するおそれがあるから、使用後は完全に脱水しておかなければならない。しかし、ある種の薬品を水に加えておくと、その凝固点が低下するので、



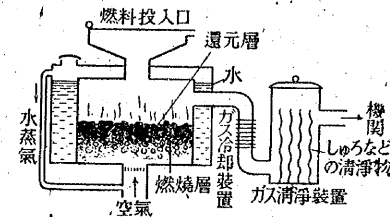
極寒時でも脱水する必要がない。この液を不凍液といい、最も普通に用いられているのは、グリセリンと水との混合液である。

6. 排気装置

排気装置は、機関の排気を導いて、これを大気中に放出する装置で、排気管と排気に伴う爆音を減らす作用をする消音器とからできている。

7. 代用燃料

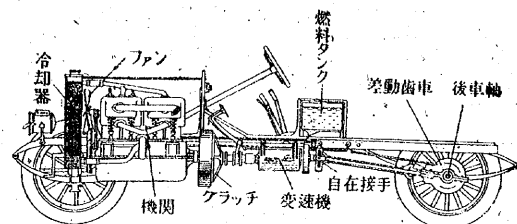
自動車用機関では、石油節約のためにいろいろな代用燃料が使用される。そのおもなものは木炭・まき・半成コークス(コーライト)又は石炭などである。これらの固体燃料を用いるものには、ガス発生炉があり、発生するガスのおもな成分



は一酸化炭素及び水素である。代用燃料としては以上のほか、アルコール・天然ガス・アセチレンなどを用いることもある。

2. 傳動装置

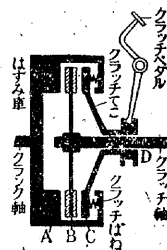
機関によって生ずる動力は、普通、クラッチ・変速機・推進軸・差動機・後車軸を経て車輪に傳達される。このクラッ



チから後車輪までの装置を総称して傳動装置という。

1. クラッチ

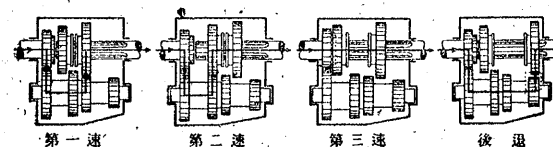
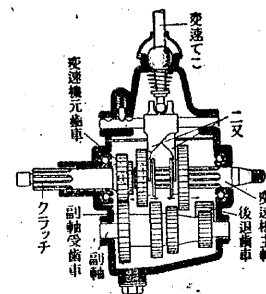
クラッチは、機関と変速機との間にあって、機関の動力を変速機に傳達したり、又、一時これをしゃ断したりする装置である。自動車のクラッチは、図に示すように、二枚の金属の厚い板の間に一枚のクラッチ受板(B)を装置してある。クラッチ受板は金属板の表面に石綿を主材とする表張りをしたものである。二枚の金属板のうちの一枚(クラッチ元板)は、はずみ車(A)の後面がこれを兼ねている。他の一枚(C)の金属板(クラッチ押板)は、ばねの力でクラッチ元板を介して、(A)の後面に押し附けられているため、(A)の動力はクラッチ軸(E)に伝えられる。今、クラッチペダル(D)を押し下げれば、この作用で(C)はばねを圧して開き、(A)・(C)と(B)とは遊離され、(A)の回転は(B)に傳わら



なくなる。

2. 変速機

自動車は、平らな道路ばかりでなく、坂路・曲がった路、でこぼこの路、ぬかるみなどを走らなければならない。いろいろの地形に應じて、推進軸の回転力を変えるために変速機が用いられる。又、車を後退する時には、車輪を逆回転させなければならない。これらの理由から、変速機はクラッチのすぐ後に設けられているのである。右の図のように、変速機の主軸と副軸の上に歯車を設け、その歯車のかみ合わせを変えて、主軸と副軸との回転比をいろいろ変え、車輪にいろいろな大きさの回転力を與えることができるようにしてある。又、後退の場合には、更に一枚の歯車をかみ合わせ、主軸が反対向きに回転するようにしてある。貨物自動車では、



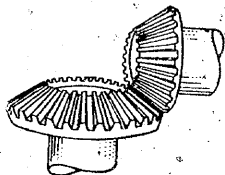
普通、前進4段の変速装置、乗用車では、3段の変速装置になっていて、いずれも後退の装置を持っている。又、歯車のかみ合わせを行わない場合は、回転は後車軸に傳達されない。この場合を中立という。

3. 推進軸

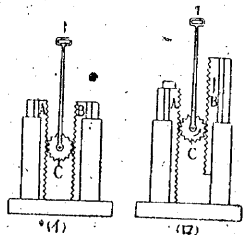
推進軸は機関の回転速度を変速機を経て、後方の差動機に傳える軸である。

4. 差動機

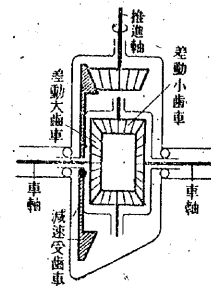
推進軸に傳えられて来た回転は、後車軸に到り、これと直角の方向に変えられる。このために、普通二枚のかさ歯車が用いられるが、車軸方向の歯車の減速比を大きくして、後車軸の回転力を大きくしてある。



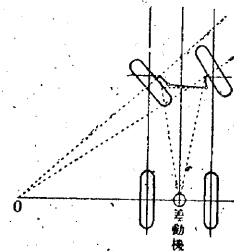
今、車が方向を変える場合を考えると、内側の車輪と外側の車輪とは、回転数が同じでなく、内側の車輪の方が少なくなければならぬ。したがって、内外側の両輪が同じ回転をしては、内側輪が無



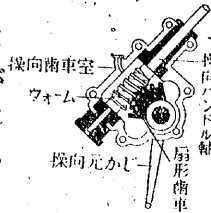
理をすることになる。この無理をなくするために、差動機を設けて、左右の両輪が別々に回転することができるようにしてある。差動機の原理を示す模型図(イ)で、歯の附いた二箇の板(A)・(B)は、それぞれ自由に上下することができ、内側の歯は小歯車(C)とかみ合って、これを支



えている。今、引き棒(C)を引き上げたとすれば、(C)は自轉せず(A)・(B)は同じ高さに引き上げられるであろう。次に(ロ)図のように、(A)に錘をのせて(C)を引き上げる場合には、(A)が動かない代わりに、(C)は矢の向きに自轉しながら上昇するため、(B)は(C)の上昇量の二倍だけ上昇する。これを差動機についていえば、引き棒の上昇運動は減速受歯車の回転運動に相当し、(C)は差動小歯車に、(A)・(B)は差動大歯車に相当する。即ち車が直進する時は、差動小歯車は自轉せず、左右両車輪は等しい速度で自轉するが、車の向きを変える時は、内側の車輪にかかる抵抗の方が大きいから、差動小歯車が自轉して内側の差動大歯車の回転数が少なくなり、車は無理なく、方向を変えることができる。

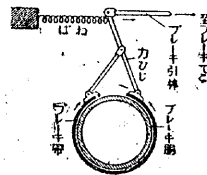
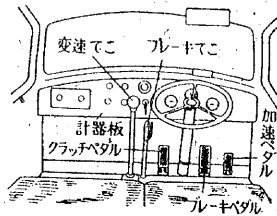


普通の自動車では、後車輪で自動車を動かす、前車輪でかじをとるようにしてある。ハンドルをまわせば、ウォームがまわるから、ウォーム歯車によってかじ取りの装置が働いて、前車輪が傾いてかじがとれる。この時前後の車輪の回転の中心軸の方向が一点に集まると、無理なく曲ることができる。前車軸はできるだけこの条件をみたすようにできている。

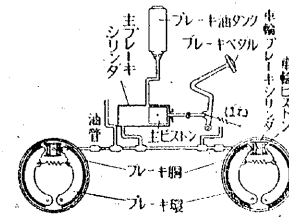


3. 制動装置

自動車のような高速度の車では、機関の動力を途中で、シャ断しても、車は直ちに停止しないで、慣性によって走り続けようとする。又、坂路をくだる場合には、速度が大きくなって危険である。これを防ぐために、車には制動装置が設けられ、手ブレーキ及び足ブレーキの二種を備えている。ブレーキには、引き棒によるこの作用を應用した機械ブレーキと、 によってその圧力の傳達を應用した油ブレーキの二種が用いられている。いずれもブレーキ胴にブレーキ帯、



又はブレーキ片を摩擦させて制動するのである。ブレーキ帯又はブレーキ片の材料は、摩擦力が大きく、耐熱性であることが必要で、鋼片に石棉、又は硬質ゴムの表張りをびょうでとめたものが用いられる。又、油ブレーキに使用する油は中性であることが必要で、ひまし油とアルコールとの混合液が用いられる。



操縦室には、操縦に必要な操縦装置及び計器類が設置されている。計器には、蓄電池の状態を示す電流計、潤滑油の圧力を示す油圧計、燃料タンクの中の燃料の量を示す燃料計、冷却状態を示す温度計、車の速度を示す速度計などがある。

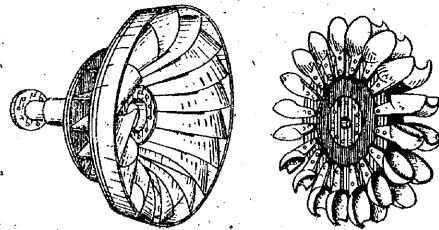
水力機械

1. 水 車

Wkg の水を Hm の高所に上げるためには、理論上 $WHkg$ 重・ m の仕事を消費し、水はこの仕事に相当する位置エネルギーを得る。逆に、高さ Hm の高所にある水は、上に述べただけの仕事をする能力を持っている。この時の高さ Hm を水の落差という。河川ではその途中のある二点をとれば、その間には必ず高さの差、即ち落差がある。水車は流水の落差を利用して動力を発生する製置で、水車で発生した動力を特に水力という。

小規模の木製水車は、古くから用いられていたが、これは出力の割合に形態が大きく、回転も極めて遅い。

近代式の水車の作用は、蒸気タービンと全く同様の原理で、その型式も衝動式水車と反動式水車とに分けられる。衝動式水車をペルトン水車と呼び、落差の大きな所に用いる。反動



式水車には、フロンシス水車とプロペラ水車とがあって、フロンシス水車は高落差から低落差まで用いられるが、プロペラ水車は低落差に用いられる。

水車で実際に利用される水力では、水の流れる管路の摩擦、水車内での水流のうずなどのために、エネルギーの一部が失われる。したがって、水車で発生される動力は、理論上算出したものの 60-70 % である。

水車の特長は、一度装置してしまえば、後は原料が無料である点にある。水車は、ほとんどすべて発電に利用され、その他極く小型のものが農事用に利用されている。

2. ポ ン プ

ポンプは水車とは正反対に、機械的動力を消費して水に圧力を與える装置であり、したがって、低い所の水を高い所に上げたり、あるいは途中の管の摩擦抵抗に打ち勝って、水を遠方に送るのに用いる。ポンプの種類には、

1. 往復ポンプ 2. 回転ポンプ 3. うず巻ポンプ
4. プロペラポンプ がある。

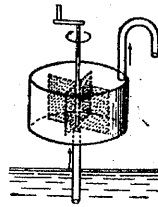
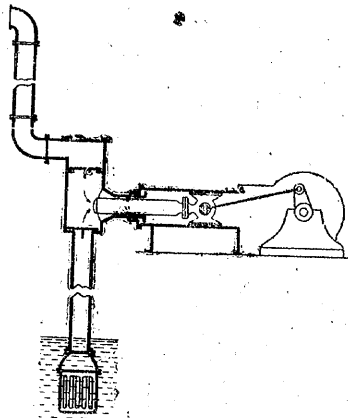
往復ポンプは、ピストンあるいはプランジャ(ピストンの細長いもの)がポンプの胴の中を往復し、これに吸込及び吐出の二つの弁を備え、吸込行程の時に吸込弁から水をシリンダの中に吸い込み、吐出行程の時に、ピストンの作用によって、水に圧力を與えてシリンダから送り出すものである。

うず巻ポンプ・プロペラポンプはそれぞれフランシス水車及びプロペラ水車と構造が似ているが、この場合、外部から動力を與えて羽根を回轉し、遠心力の作用によって水に圧力を與えるのである。

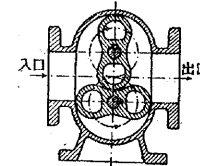
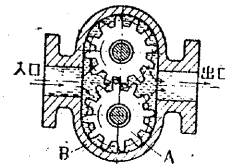
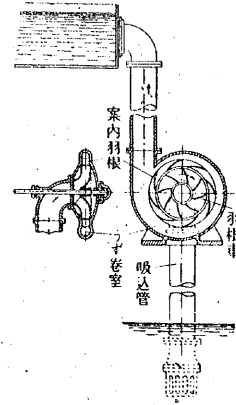
図のように、水を満した密閉容器の中に羽根を入れて回轉すると、水の圧力は、遠心力のために周囲に行くほど高く中央は低い。故に、この容器の中央部を管で低い位置にある水だめと連絡し、又、器の周囲に別の管を取り附けて羽根を速やかに回轉すれば、中央の管から水を吸い上げ、同時に周囲の管から水を上げることができる。これがうず巻ポンプの原理である。次ページの図はうず巻ポンプの構造を示す。

うず巻室の内部に羽根車と案内羽根とを置き、羽根車を回轉する。案内羽根は、水の流れを整えるものであって、これは置かれない場合もある。うず巻ポンプを始動する時には、うず巻室に水が満ちている必要がある。もし、始動の時にうず巻室が空になっている時は、注水用のコックを開いて注水すれば、吸込管の下部にある足弁の作用によって、うず巻室内に水が満たされる。

回轉ポンプは、回轉運動をする回轉子があって、一見うず巻ポンプやプロペラポンプに似ているが、それらとは全く異



なるもので、水に圧力を與える作用からいえば、往復ポンプの原理と同じである。往復ポンプでは、ピストンやプランジヤの変位に等しい容積の水を送り出すが、回轉ポンプにおいても、回轉ピストンの変位に等しい容積の水を送り出す。回轉ポンプには弁は不要である。下図は回轉ポンプの一例として、齒車ポンプ及び送風用に用いるルーツ式回轉ポンプを示す。



以上は、液体を送り出すのに用いるポンプについて説明したのであるが、空氣や水蒸氣のような氣體を圧縮したり、送り出すのに用いる空氣圧縮機、あるいは送風機などの働きも、だいたい同一である。なお 圧縮器は空氣の圧力を高めるのに用い、往復式及びターボ式(うず巻ポンプに相当するもの)がある。空氣を送ることがおもな目的の時は、これを送風機といい、回轉式とターボ式とがある。

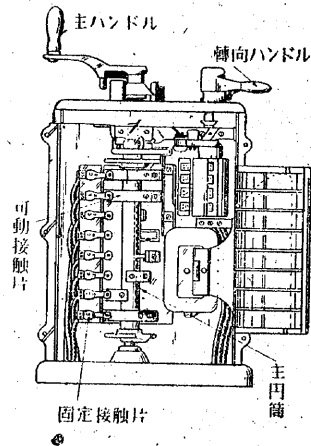
電動機・電力輸送

1. 直流電動機

直流電動機のうちで、われわれの日常生活に最も縁の深いものは、電車の電動機である。直流電動機は、磁界と電機子との連結方法によって、直巻式・分巻式・複巻式などの違いがある。

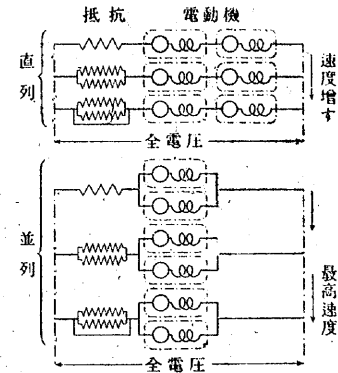
そのうち直巻電動機では、その速度が広い範囲で変化するし、起動の時に大きな回轉力を出ることができるので、これを電車や電気機関車に用いる。

電車の電動機では、回轉速度が零の時に、大電圧を作用させると、非常に大きな電流が通じる。それ故、適当な抵抗を置いて、発車時の電流の強さを制御しなければならない。普通、二台の直巻電動機を前後のボギーの台わくに置き、発車の時には、これを直列につなぎ、電車の速度が増して、電流が比較的少なく通るようになったところで、並列に切



り換える。電車の運轉台にある制御器が、この制御をつかさどるものである。

省線電車のように大馬力の電動機を有するものでは、運轉台の制御器は単に電流を断続するだけの役目をなし、前に述べたような作用は、電車速度に応じて自動的に車台の下で行われるようになっている。電車以外に



は、工業上に直流電動機を應用することは極めてまれである。

2. 交流電動機

工業上最も広く用いられる交流電動機は、誘導電動機である。交流電流によって回轉磁界を生じさせ、その磁界内にかご型回轉子を置いて回轉力を生じさせるものである。

次に、誘導電動機の特長を考えてみよう。誘導電動機には、整流作用が不必要であるから、整流子を要しない。整流子を用いると、刷子の接触部に火花を発生して、電動機の壽命を著しく短くするが、誘導電動機には、このようなことがない。回轉子に誘導される電流は低電圧であるから、絶縁を強くする必要がない。又、一時的には、定められた出力以上の馬力

を出させることができる。¹⁾

これらの特長は、軽便に電動機を使用するのに便利な点であって、その取り扱いもあまり熟練を要しない。

誘導電動機では、回転速度は一定ではないが、直流の直巻電動機ほどはなほだしくは変化しない。又、起動もはなほだ簡単である。これらの理由によって、数十馬力程度までの一般工場用の原動機として賞用されている。

誘導電動機の取り扱い上、注意を要するのは、起動に当たって、一時に荷をかけると、大電流が流れて故障の原因となるから、なるべく荷を軽くして、開閉器を2,3回断続したのち、完全に開閉器を入れきることである。²⁾

電動機の使用に当たっては、電動機に湿気をよばないように注意することが必要である。騒音を発したり、又は、温度が過度に上昇することは、何らかの故障の徴候であるから、一時電動機をとめて、その原因を追究し、適当な処理を講じなければならない。

次に、同期電動機の特長について考えてみよう。この電動機は、速度が一定であるという特長があり、そのために電送写真やテレビジョンなどに用いられ、その他、速度の一定であることを要する時に用いられる。しかし、起動に特別な装置を要し、又、過負荷に耐えないので、誘導電動機ほど一般

¹⁾ これを過負荷に耐えるという。

²⁾ 大型の誘導電動機では、起動用の特別な装置を備えるものがある。

的に用いられない。

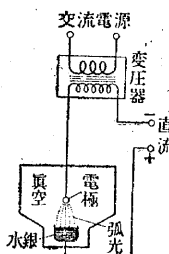
整流子電動機は、電車に用いられることがあるが、先に知ったように、整流子と刷子との間の火花を防ぐために、特別な構造が必要であるので、直流整流子電動機ほど広くは用いられていない。

3. 整流器

われわれが日常用いる電力は、ほとんど皆交流である。しかし電車・電気機関車・鉱山の巻上機械などには、直流電動機の方が適した性質を持っているから、直流に用いる。又、電気分解・電気めっき・電気精練などにも直流が必要である。これらの場合、多くは交流電気を受けて、変電所で整流して使用する。

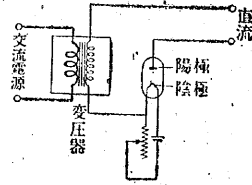
整流装置にはいろいろある。大電力の場合には、交流電動機によって直流発電機を運転して、直流を発生させる。

真空中で、水銀を陰極として弧光を発せさせると、その弧光は陰極に向かって流れる電流だけを通す性質、即ち整流作用を現わす。この性質を利用して整流作用を行わせるものを、水銀整流器という。水銀整流器は回転部分がなく、運転に音を出さないなどの優れた特長があるので、近ごろ盛んに使用されている。



無電の受信機などの整流器として、熱電子管型整流器が用いられる。真空管又はガス管中に、熱陰極繊維と冷陽極とを備え、高温の陰極繊維から出る熱電子流を利用したいわゆる二極真空管がこれである。

交流用受信器には、ほとんどこれが用いられている。



電気自動車・自動車などの蓄電池の充電には、振動型整流器

が用いられることがある。これは次の原理による。軟鉄製の振動子を交流の励磁界に置けば、交流の周期で振動する。それ故、一方の側に振動した時だけ電流が通るようにしておけば、直流が得られる。

同様の目的で、電解型整流器が用いられることがある。これはタンタルをき硫酸中に浸して陽極とし、炭素又は鉛を陰極として、これに交流を通ずるのである。この時、炭素又は鉛から、タンタルに向かっては電流が流れるが、逆には流れない。この現象を應用して整流作用が行われる。

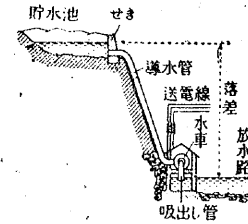
振動型整流器・電解型整流器は、だんだん水銀整流器に置き換えられる傾向がある。

4. 電力輸送

われわれが供給を受けている電力は、水力発電を主体とする電源によるものである。水力発電が今日のように開発され

たのは、交流による送電・配電の方法が進歩して電力輸送が経済的に行われるようになった結果である。

水力を利用するためには、こう配の急な河川を上流でせきとめて貯水池にため、これを導水管で下流にある発電所へ送り、水車によって発電機を運転させる。水車を運転した水は、吸出管によって放水路に放流する。貯水池の水面を放水路の水面との差が落差である。



水力発電所は多く山間にあって、動力の需要地の都会とはかけ離れた場所にあることが多い。電力は電圧と電流の強さとの積で表わされるが、大きな電力を輸送するには、その電圧を高くして電流を弱くし、送電線中において電熱の発生によるエネルギーの損失を少なくする。そのためには電圧の上げ下げの容易な交流を用いる。大電力を遠距離の送電する場合には、14万ボルトの高圧にまで上げることがあるが、これを需要地の變電所で2万ボルトにし、更に3千ボルトに下げる。普通はこれを電柱上変圧器で100ボルトに下げて使用する。

水力は時季によって増減があり、雪融季や雨季のような水量の多い時節を増水時、わが國の夏季や冬季のように水量の少ない時節を渇水時、普通の水量の時を平水時という。渇水時の水量を標準にして発電すると、平常は余った水を無益に

捨てることとなって不経済であるから、普通は発電力を渇水時のものより十分大きく設計し、渇水時における不足電力は、火力発電によって補いができるように計画しておく。水力の渇水時は地方によって異なるから、実際には、送電線によりなるべく広範囲の発電所を電氣的に結んだ送電網を作り、各地の電力の過不足を補い得るようにする。又、火力発電所もその網に加えて水力が不足した時には、火力発電でこれを補う。この目的のために京浜・名古屋・阪神などの工業中心地附近には、数万あるいは数十万キロワットの大火力発電所が設けられている。これは、いずれも冬季数週間の渇水時に運轉されるが、その他の時季は休止させておく。こうしておけば、平常は渇水時に相当する水力よりも遙かに多くの水力をほとんど無料で使用することができる。

火力発電所は渇水時の水力を補う目的ばかりでなく、常時発電の目的に対しても多数建設されている。わが国においては、まだ利用される水力はなお多量にあるが、これらの多くは、需要地からはなほ遠い山間部にあり、その開発には非常に多額の工事費と送電装置費を必要とする。火力発電には、常に石炭を消費するから多額の運轉費を要するが、需要地に建設されるから工事費は低額ですみ、送電費はほとんど不要である。それ故、未開発の水力を開拓すべきか、あるいは火力発電所を新設すべきかは、燃料・機械・電線などの價格及び工事費などを考えて、経済的見地から決定すべき問題である。

船 舶

船をつくるには、陸上の造船所において、まず船の背骨ともいべきりゅう骨（龍骨）を据え、これに船の外形を定めるろっ骨（肋骨）を立て、外板及び甲板を張ると船体ができる。次に斜面を滑らせて、これを水上に進水させる。進水した船はドックに入れ、ドック内の水を排水して、ぎ装（艀装）に取りかかる。その際、船の機関部を装置し、その他船そう・船員室・客室などの詳細のぎ装を終えて就航する。

1. 船の容積トン数

船の大きさを表わすには、トン数を用いる。一般の船の場合は、その容積を示す総トン数と重量トン数が主として用いられる。

1. 総トン数

船の容積を示すトン数であって、その内部の総容積を 100 立方フート (2.83m³) を 1 トンとして表わしたものである。総トン数に計算される容積は、船の上甲板以下の容積と上甲板以上の船室その他の閉じた場所の容積とを加えたものから、上甲板以上にある船の安全・衛生・航海などに必要な場所の容積を減じたものである。この総トン数は荷物を積んだ場合と積まない場合とに関係なく大きさを比較できるから、わが国を始め、他の多くの国は、これによって一般の船の大きさを示している。ただし米國では重量トン数を用いる。

2. 純トン数

総トン数と同じく船の容積を表わすのであるが、総トン数から機関室・航海要具室・船員室その他船の航海・安全・衛生などのために使用される全容積を差し引いた残りの容積を、総トン数と同じ単位を1トンとして算出したものである。

3. 重量トン数

船が実際に積み得る貨物の重量を、1000 kg、1トンとして算出したものである。重量トン数と総トン数との比率は、大体重量トン数8に対して総トン数5の割合である。即ち、重量トン数は総トン数の6割増の数字に当たる。

2. 船の受ける抵抗

棒を水中に入れて動かそうとする時に、抵抗を感じるのと同様に、船が航海する時にも、抵抗を受ける。航海する船の抵抗には水の抵抗のほかに空気の抵抗もあるが、空気の抵抗は極く少なく、ほとんど大部分は水の抵抗である。水の抵抗は、摩擦抵抗・造波抵抗・うず抵抗に分けて考えられる。このうち摩擦抵抗が大部分であるが、高速度になると造波抵抗が急激に増して、摩擦抵抗と同じ割合があるいはそれ以上に達する。最近の船型をなるべく流線型としているから、うず抵抗は非常に小さくなった。

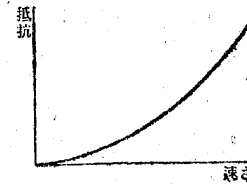
水による船の摩擦抵抗は、それと同じ長さと同じ浸水表面積を持つ平板の摩擦抵抗に等しいと考えられる。平板を試験タンクで縦の方向に種々の速さで引き走らせ、その摩擦抵

抗を測定した結果、抵抗の大きさは、板の浸水表面積と水の密度に正比例し、板の長さが増すとともにやや減少し、その値は、表面が平滑な場合は $v^{1.83}$ に、又、表面がでこぼこがはなはだしい場合は $v^{2.15}$ に比例する。ただし、 v は板の速度である。

船が氷面を進むと、船首部と船尾部は、水の圧力が高くなって水面が高くなり、船の中央部は、圧力が低くなって水面が低くなる。この水面の動搖によって波が起り、エネルギーを消費する。これによる抵抗が造波抵抗である。よく観察すると、船が氷面を進む場合は船首部から船首波を出し、船尾部から船尾波を生ずる。造波抵抗の大きさは、水の密度に比例するが、船の形によって非常に変化するので、船と相似形に作った模型のタンク試験を行い、その結果から、もとの船の造波抵抗の計算する。

船を航海させる場合の抵抗の大きさは、又、実船を引き船で引き、引き綱の張力の水平分力を船首で測っても知られる。しかし、これは大仕掛で費用も多くかかるし、普通、抵抗を知りたいのは船が製作される前に必要なのであるから、実船の引き船試験はほとんど行われず、普通は試験タンクによる模型試験による。

船の抵抗は、その速度とともに、はなはだしく増大するものである。



船を一定の速さで航進させるには、その速度における抵抗の大きさを前もって知り、これに打ち勝つに必要な馬力を出す機関と推進器とを取り付けなければならない。

3. 推進機関及び推進器

船の推進は始めは人力だけに頼っていたが、のちに帆の発明があって風力を利用するようになってから、航海術も進み、同時に船も発達し、数百トンの木造船が現われるようになった。更に、近代に至って、蒸気機関・蒸気タービン及び内燃機関の発明があって、これらが船の推進機関に利用されるようになって、船もはなはだしく発達し、今日では十万トン前後に及ぶ巨船が現出するに至った。

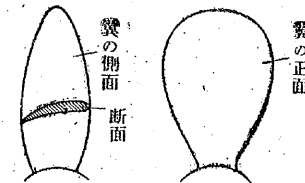
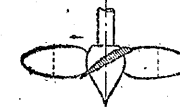
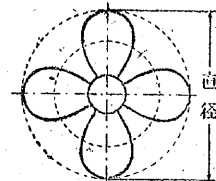
蒸気機関は丈夫で取り扱いが簡単であるが、大馬力のものを作るのが困難であるから、中型・小型の船に用いられ、蒸気タービンは、大馬力を出すことが容易であるから、特に中型・大型船に最も多く用いられる。内燃機関のうち、ガソリン機関はあまり船には用いられず、極く小型の発動艇に用いられるに過ぎないが、ディーゼル機関は一台で、1万馬力位を出すことができるので、商船用に割合に多く使用されている。なお、漁船あるいは沿岸運航用の小型用としては、石油機関及び焼玉機関が専ら使用される。

船の推進器は、一般にらせん推進器が用いられる。らせん推進器の翼は三枚か四枚で、大型船では四枚が多い。翼の船

尾側の面は、らせん面になっている。このらせん面の一回轉に対する前進距離をらせん距離という。

推進器軸を軸とする任意の半径の円筒面と翼との交わりを、その半径における翼の断面という。この円筒面を平面に展開すると、翼の断面形が得られる。翼の断面形は、図のように、以前は前縁がとがっていたが、最近では前縁が丸くなっている。

推進器が回轉しても、船は抵抗のためらせん距離に相当するだけは進まない。

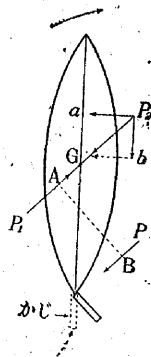


らせん距離と船の前進距離との差を失脚という。又、船の周囲の水は、その粘性のため船に引張られて前進し、その速さは船に近いほど大きく、又、船尾の方になるほど大きくなる。このような水の運動を伴流という。船の前進距離は、推進器の回轉に相当する距離よりも伴流に相当するだけ大となり、又、失脚に相当するだけ小さくなる。

4. かじ(舵)

船は航行中かじの作用で、その方向が変えられる。かじは

普通船尾に備えられる。図に示すように、かじをある角度右に動かすと、かじの面に垂直に水の圧力 P が働く。この時、船の重心 G に P に平行で、且つ P と等しい大きさの二つの力 P_1, P_2 がたがいに反対の向きに働いたと考えても、この二つの力はたがいに相消し合うから、結果においては、 P だけが作用する場合となんら変わりがない。



このように P, P_1, P_2 の三つの力が同時に働く時、 P と P_1 とは、 $P \times AB$ を回轉能とし、船首を右にまわそうとする偶力となる。これが船を旋回させる原理である。残りの力 P_2 を P_2a と P_2b との二つの力に分解して考えると、 P_2a は船をまわす向きと反対の方向に横に押す力になり、 P_2b は船の直行速度を減少する力になる。

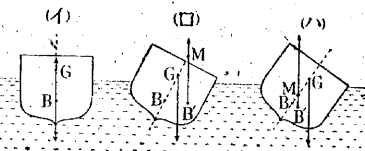
かじの後端が右げん側にくるようにかじをまわし、船を右げん側に旋回させるのを おもかじ といい、その反対に旋回させるのを とりかじ という。

5. 復原性

船が航海する場合に最も問題となるのは、その復原性である。復原性とは、船が何かの原因でその正しい位置から傾斜した時に、再びもとの正しい位置にもどろうとする性質をい

う。復原性は船の浮力の中心と重心との高さの差、即ち傾心の高さで測る。この傾心は船の傾き角によって変わる。傾心をどんな位置にするかが復原性を定めることになるから、造船上極めて重要な点である。

図に示すように、船が水平に浮んでいた時、船の浮力の中心を B 、重心を G とする。船が傾いた時でも重心は定まった点であるから、浮力の中心は



傾斜の程度で、図の(ロ)(ハ)における B' のように変位するであろう。この時、 B' を通る鉛直線が船に立てた垂線と交わる点 M は、それぞれの場合における傾心であって、点 M と G との関係位置によって、船の安定・不安定が定まる。傾心 M の位置が重心 G の上方にある場合が安定であり、しかも、距離 MG の長さが大きいほど安定度は大きい。

6. 船の動揺

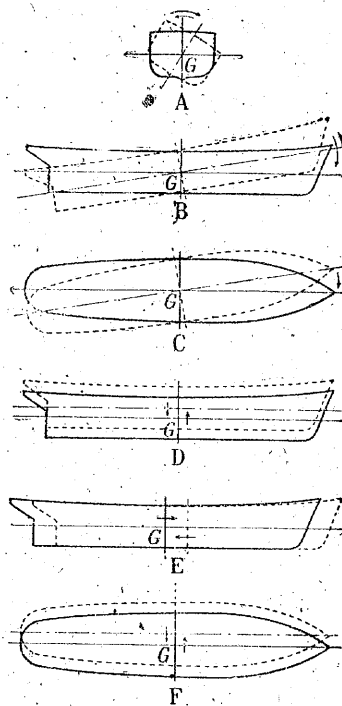
船は航海中、風や波などの外界の作用を受けて動揺する。船の動揺には横揺・縦揺・船首揺(偏揺)などの回轉運動と、上下動・左右動・前後動などの平行移動とがある。

回轉動揺の運動のうちで、中心軸の位置は一定していないが、普通は船の重心の附近にあるので、船は重心を通る軸を

回転軸として、動揺するものと考えて差しつかえない。

船の動揺には、普通数種の原因が同時に発生するので、船には一つだけの動揺が単独に生ずることはまれである。例えば横揺を単独に生じさせようとしても船は前後と上下方向とに对称でないから、これに伴って普通縦揺・上下動も生ずる。船の動揺は乗り心地に関係があるばかりでなく、その性能にも重大な影響がある。特に横揺の影響が大きく、次に、縦揺の影響も大きい。

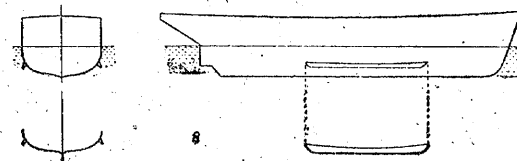
動揺の周期が非常に長い船は、波面傾斜にはほとんど無関係で、あまり動揺しないから乗り心地がよい。傾心の高さの小さな船は、



A 横揺 B 縦揺 C 船首揺 (偏揺)
D 上下動 E 前後動 F 左右動

周期が長くて波浪中でも乗り心地がよいが、復原力が小さいから危険が多い。

船の動揺を軽減するために、種々の方法があるが、そのうちで最も簡単で有効なものは、わん曲部りゅう骨であって、ほとんどすべての船に附けてある。動揺を軽減する上からは、このわん曲部りゅう骨が大きいほどよいが、その長さや幅とある程度より大きくなると、摩擦抵抗が増大するので、適当な大きさにとどめてある。



電 氣 通 信

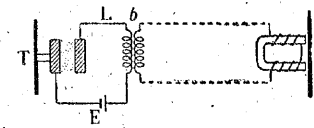
二人の間で意志を伝え合うには、直接対談すればよいわけであるが、相互の距離が遠い場合には、これができない。その理由は、音が傳わるには空気中ではなほだしく減衰して、相手に達しないからである。又、たとえ達したとしても、音の速度は約 331 m/秒で、到達するのにかなり時間がかかるから、距離が離れれば回答に相当な時間の遅れを生じて通信を混乱させることになる。この二つの点を打開するには、通達の途中だけ音に頼らないようにするよりほかはない。電気あるいは電波は、この要求をちょうど満たすもので、電線を用いたものが有線通信であり、電波に頼るのが無線通信である。このように、傳わる途中に電気を用いるとはなほだ便利であるが、一方送信側では、音を電気に変える手段が必要になり、受信側では、電気を音に変える装置が必要になる。その一例が送話器と受話器である。即ち電気通信系統は音を電気に変える送信部分、電気を音に変える受信部分及び音に変えて意志を運んで行く傳送部分の三つに大別することができるのである。

1. 有 線 通 信

比較的距離の近い場合には、両者の間に二本の導線を引い

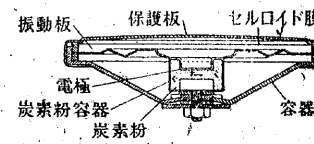
て傳送部分を作ればよい。

図のように、電池Eによって送話器Tと線路Lとに電流を流し、Tに向かって話

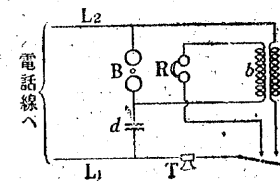


をすると、振動板が振動し、これに取り付けた電極によって、兩極間につめてある炭素粉の接触圧力が変化すると、その部分の電気抵抗が変化し、電流が声に應じて変化する。この電流を変圧器bに通すと、二次側には電流の変化部分だけが得られるから、これを受話器Rの電磁石線輪に通すと、振動板の振動によって、電流の変化が音の変化になって聞える。有線電話に用いる送話器は、

図の通りである。上に述べたような方法を二組用いれば、両者の対話はできるはずであるが、それでは線路が四本いる。又、実際の電話では相手を呼び出すために電鈴が必要であるから、電話機には、次の図のように送話器T、受話機Rのほかに電鈴Bが附いている。これらを含めた接続法は図のようである。受話器Rがかけてある時には、轉換器Hの接点



は絶縁されていて、線路 L_1 L_2 には電鈴Bと蓄電器dとが接続されている。交換局から交流が送られて来ると、交流は



蓄電器 d に通り得るから電鈴 B が鳴る。受話側で受話器 R をはずすと接点 H が閉じ、 L_1, L_2 に T, c が接続され、通話ができ、又、外部から来た通話電流は、 c から b に傳わって $RHTd$ に電流を流し、受話ができる。このような電話機では、交換局に電池があって各電話機に電流を供給するようになっているので非電式という。自動式の電話機は、交換手を経ずに自動交換機によって相手を選び出せるようにしたもので、交換局にある自動交換機を動かすため、特にダイヤルが附けてある。

加入者が多数の場合には、各加入者からの線路を一度全部交換局に納めて、希望する相手の線路に交換局内で接続するのである。この動作を交換手が行うのが手動交換であり、機械を用いて自動的に行うのが自動交換である。

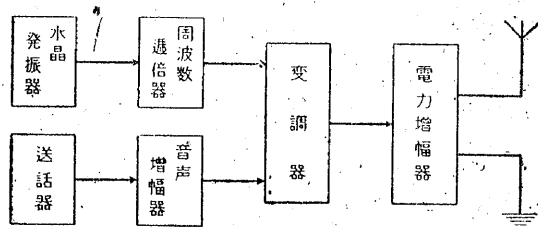
都市内の通信は、比較的距離が近いために、通話電流が傳わって行く途中で減衰することが少ないから、送話器から送られる電流をそのまま受話器に流してやればよいのであるが、都市間の通話になると、距離が遠いため、途中で送話の勢力がはなはだしく減衰して、相手にほとんど達しないようになる。したがって、途中で何回か送話電流を大きくする必要がある。真空管増幅器を備えなければならない。これを中継器という。一方、都市間の通話が多くなると、何本も線路を設けて同時に何通話もできるようにするのであるが、距離が遠いと、多数の線路を作ることは経済的に不利になるので、搬送式にする。これは二本の線で何通話も行えるようにしたも

のである。われわれがラジオを聞く時、ダイヤルをまわすと種々の放送局の聞くことができる。これは周波数の異なる電波が異なった放送番組をのせて来るから、自分の望む周波数にダイヤルを合わせさえすれば希望の番組を聞くことができる。即ち音声は適当な方法を用いると、高周波にのせて送ることができ、250 ページの図のような高周波を搬送波という。したがって、周波数の異なる搬送波に別々の音声ののせて二本の線路に送り出し、受話側ではラジオの受信と同様に、希望する搬送波にダイヤルを合わせれば、他の音声と分離してこれを受けることができる。これが搬送式電話であって、二本の線路で容易に多数の通話ができる。大都市間の通話には、この方法が多く用いられている。

2. 無線通信

距離が遠い場合、有線では線路が非常に長くなって経済的に不利益であるし、中継器も多数必要になるので技術的にも困難になる。又、移動体との通信は、有線で行うことは不可能である。これらの場合に、傳送部分に電波を用いると都合がよい。電波が空気中を傳わる速度は、 $30,0000 \text{ km/秒}$ であるから、地球上どんな地点間でも到達するに要する時間はほとんど問題にならない。一般に交流の周波数が高くなると、電流が流れている導体からエネルギーが電磁波になってよく射される性質がある。殊にアンテナのように空中に向かって開

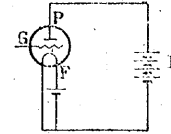
いている部分からは、多量のエネルギーが外部にふく射される。しかしエネルギーは広い空間に拡がって出て行くために、相手側に到達するエネルギーは極めて微々たるものとなる。したがって、これを受信するには十分に増幅しなければならないから、受信機には多数の真空管を利用する。送信側で十分のエネルギーをアンテナからふく射させるには、音声を搬送波にのせた上十分に増幅する必要があるので、送信機にもやはり多数の大きな真空管を用いる。下の図は遠距離通信用



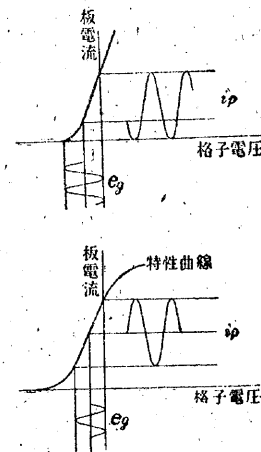
短波送信機の一例である。周波数の変動しない水晶発振器で一定周波数の高周波を作り、周波数増倍器で周波数を何倍かに高めて搬送波とする。一方、音声増幅器で音声を適当に増幅し、変調器で音声を搬送波にのせ、これを電力増幅器で大きな電力にしてアンテナから送り出すのである。受信機はその性能により、利用する真空管の数は異なるが、いずれも弱い信号を増幅するための増幅用真空管と、音声で変調された搬送波から音声を取り出す検波用真空管とを備えている。

真空管の増幅作用を、次の図のような回路に用いた三極真

空管で示せば、その特性曲線の直線の部分において e_g のように格子電圧が変化すると、BPGFB 回路を流れる板電流は i_p のように増幅される。



又、特性曲線の非直線の部分で、格子電圧が e_g のように変化すれば、板電流には、 i_p のような整流されたものが生じる。したがって、下の図のように、搬送波(B)を整流して(D)のような音声電流を取り出すことができる。これが検波作用である。



三極管の性能を改善するため、更に、数箇の格子を設けた四極管・五極管なども用いられる。

受信機の一例として、再生式

の構造を次の

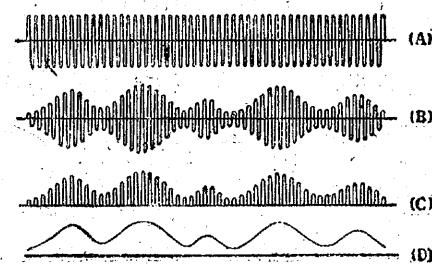
節に示すが、

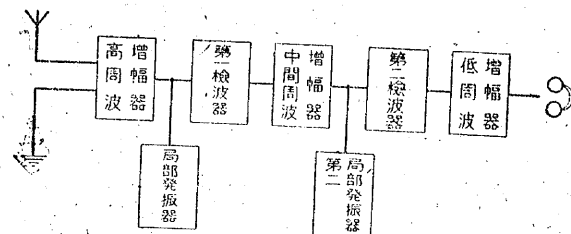
更に高級なものは、図のよ

うにスーパー

ヘテロダイ

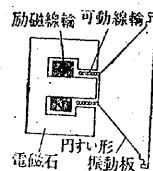
といううな





り検波の原理を利用している。即ち、受信信号を高周波増幅器で増幅し、周波数変換器に局部発振器からの周波数を加えて受信信号との差の周波数を取り、これを中間周波数増幅器で増幅したのち、検波器で音声電流のみを取り出し、増幅して拡声器で音を出すのである。

送信用のマイクロホン及び受信用の受話器あるいは拡声器は、原理上有線電話のものとだいたい同様であるが、音質を良くするため、特に注意が拂われている。音楽のように音質を特に問題とする時は、図のように磁界の中で線輪が動くような原理を用いたダイナミック型拡声器がよい。

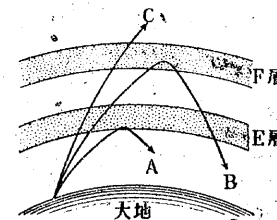


無線通信では、有線通信のように特定の相手にだけ音声を伝えるために特別に線路を設けることがなく、全部共通の空間を利用するのであるから、望む相手を選出するには、専ら周波数の差異に頼るのである。しかも、無線通信ではふく射を多くするために非常に高い周波数を用いるから、搬送波を多数利用することができ、空間が一つである

にかかわらず、多数の通信路を設けることができる。電波を周波数あるいは波長の点から分類すると、次のようになるが、波長が異なると、実際の傳播状態が非常に違うのである。上空では太陽のふく射のために、氣體が電離されて導電層をなしており、これが電波の傳播に密接な関係を持っている。この層を電離層あるいはケネリーヘビサイド(K-H)層といい、

種	別	周波数(キロサイクル)	波 長(m)
長	波	100 以下	3,000 以上
中	波	100—1,500	200—3,000
中	短 波	1,500—6,000	50—200
短	波	6,000—30,000	10—50
超	短 波	30,000 以上	10 以下

著しいものが二つあり、高さ100kmぐらにあるのをE層、200kmぐらにあるのをF層という。一般に電波の波長が長いほど電離層で反射されてもどしやすい性質があるので、長波あるいは中波では、図のAのようにE層で反射し、短波はB、超短波はCのような経路をとる。これらは、いずれも空間に向かって発射された電波についてであり、これを空間波というが、一方地表に沿って傳わって行く電波もある。これを地表波といい、波長が短いほど減衰がはなはだしい。以上のこと



からわかるように、距離が遠くなるにつれて電波は減衰するが、長波では地表波が未だ十分強いうちにE層で反射して来た電波が到達するため、距離に応じて順次電波が減衰する傾向を示すが、短波では、空間波が反射して到達する距離より前に地表波が減衰してしまうために、ある距離には電波が全然到達しなくて、もっと遠方の方がかえって電波がよく到達するような現象が起る。しかし、電波は目的地にだけ到達すればよいので、短波のように何回かの反射を利用の方が電力も少なくてすむため、遠距離通信には専ら短波が利用される。超短波は波長が特に短く、電離層で反射されることがなく透過してしまうので、空間波は利用することができない。したがって、地表上の可視距離程度の通信に利用し得るだけであるから、遠距離用としては不適當であるが、他に妨害を及ぼすことが少ないので近距離の場合極めて便利である。

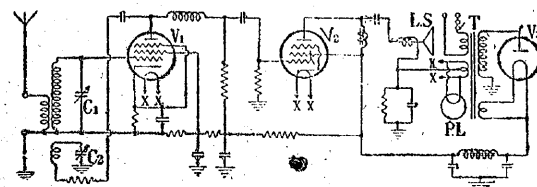
3. ラジオ受信機

ラジオ受信機の一例として、交流を電源とする再生式受信機の構造を調べよう。

受信機を組み立てているおもな部分品には、真空管・蓄電器・線輪・抵抗・変圧器などがある。

(1) 真空管

図の V_1 (UZ-57) は高周波増幅と検波を行う五極管で、その陽極回路に生じたエネルギーの一部は再び入力側にもどっ



て受信の感度を高める。 V_2 (UY-47B) は可聴周波の増幅を行う五極管で、 V_3 (UX-12F) は電源の交流を整流する役目をする。

(2) 蓄電器

蓄電器 C_1 , C_2 は空気可変蓄電器で、ダイヤルによってその静電容量を変化させ、それぞれ同調回路、再生回路の固有振動数を調整することができる。その他に多くの雲母蓄電器・紙蓄電器・電解蓄電器があるが、直流を阻止したり、側路に入れたりして用いる。

(3) 線輪

自己誘導を得るために用い、鉄心のあるものとなないものがある。鉄心のあるものはおもに可聴周波の回路に用いる。

(4) 抵抗

目的に応じていろいろの構造と抵抗値のものがある。

(5) 変圧機

T は電源変圧機で、その二次側には真空管の加熱するための低い電圧を供給する端子 X, X と、真空管の陽極に高い電圧を加える端子とがある。

なお、図の LS は高声器、PL は表示燈である。

395.4-3-3
K270.4

K270.42-1-3

物理

(3)

昭和22年6月5日印刷 同日翻刻印刷
昭和22年6月9日発行 同日翻刻発行
[昭和22年6月9日 文部省検査済]

著作権所有

APPROVED BY MINISTRY
OF EDUCATION
(DATE Jan. 5, 1947)

著 作 者	文 部 省
發 行 者	東京都中央区銀座一丁目五番地 大日本圖書株式會社 代表者 佐久間長吉郎
翻 刻 者	
發 行 者	
印 刷 者	東京都新宿区市谷加賀町一丁目十二番地 大日本印刷株式會社 代表者 佐久間長吉郎

發行所 大日本圖書株式會社

22 10 22

