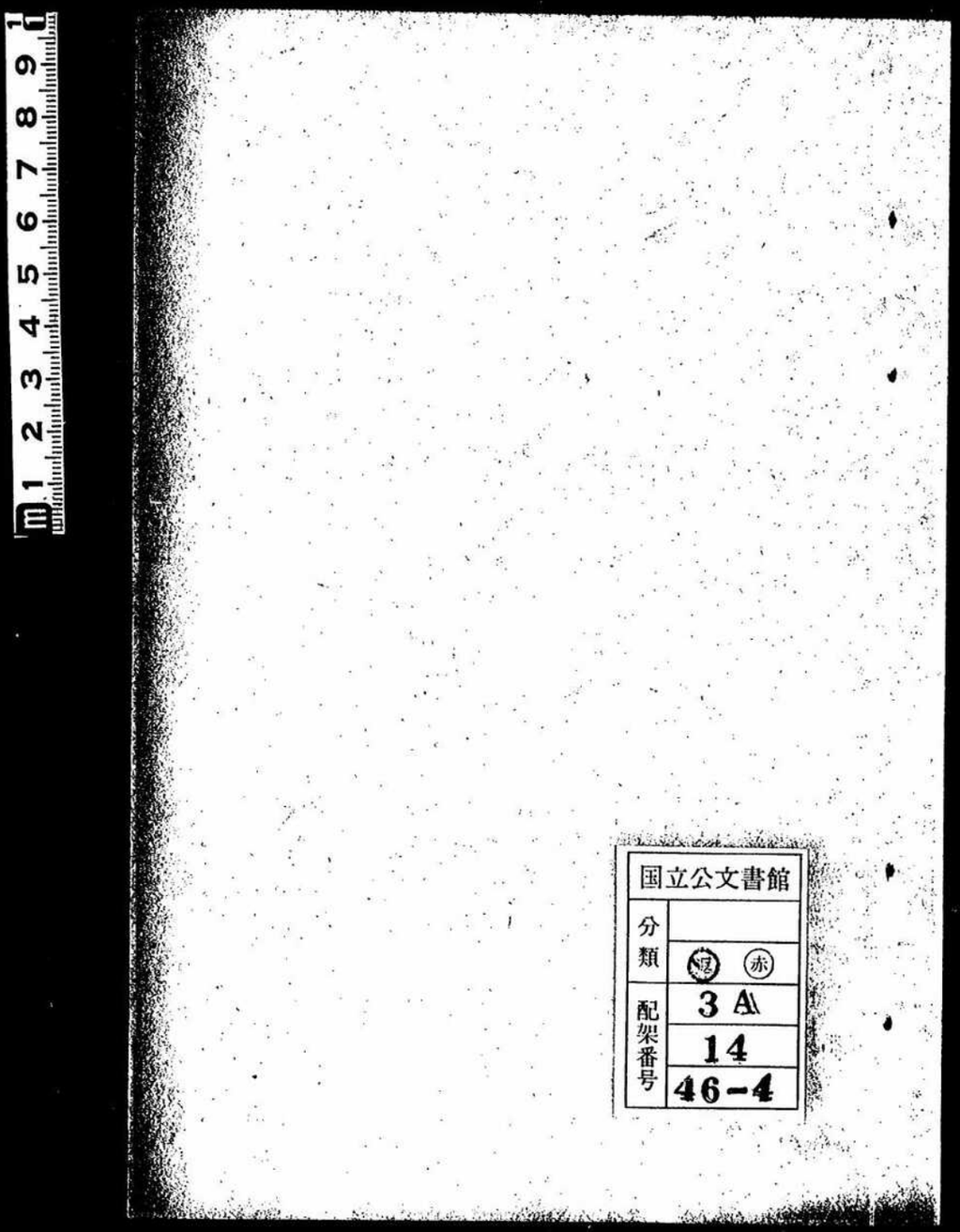

国立公文書館
分類
配架番号
3 A\
14
46-4

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

Mahamata Arty & Engr Sch

機械學參考書

（丙燃機關第一卷）

Vol 1

国立公文書館
分類
配架番号 46-4

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

~~Pth th~~ Mimeographed th

"Study of Machinery" VOL 1-2

Written by Engr Lt Col Ono Tsuramori

1937

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

緒言

本書ハ昭和二年小官陸軍工兵學校在職中編纂セシモノニシテ重油機關ニ關シテハ未完成ナルモ尚參考トシ得ル点多キヲ以テ茲ニ印刷配賦シ普工機械工學教程改編迄ノ參考書トス

昭和十二年　教官陸軍工兵中佐　小野狩等

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

内燃機関

第一卷　総論

第二章 内燃機関ノ分類

第一章 内燃機関ノ發達

第一節 内燃機関ノ名稱及起原

内燃機関ハ動力ヲ發生スヘキ燃料ヲ「シリンダー」内ニテ爆發又ハ燃焼セシメ此際發生スル瓦斯圧力ヲ直接活塞(ピストン)ニ加ヘ之ヲ曲軸(クランク)ノ回轉運動ニ変シ動力ヲ他ニ傳フルモノナリ。然ルニ從來火力發動機関トシテ使用セラレシ蒸汽機関ハ石炭ヲ火爐ニテ燃焼シ此熱ニヨリ汽罐内ニ蒸汽ヲ發生セシメ此蒸汽ヲ蒸汽機関又ハ蒸汽「タービン」ニ使用シ始メテ動力ヲ發生ス。即此両者ヲ比較スルトキハ前者ハ直接作用氣筒(シリンダー)内ニ於テ燃料ノ燃焼ヲナスヲ以テ内燃機関ナル名稱ヲ附セラレ後者ハ機関ニ使用スヘキ蒸汽發生ノ為汽罐外部ニ於テ燃料ノ燃焼ヲ為スヲ以テ外燃機関ナル名稱ヲ附セラル

内燃機関発達ノ根源ハ遠ク火砲ノ發明ニ出ツ。火砲ハ火藥ノ燃焼ニヨリ發生セシ瓦斯ヲ彈丸ニ作用セシメ之ニ運動ヲ起サシムル一種ノ發動機ナリ。

斯ノ如キ發動機ハ其作用連續セス然レトモ若シ使用火藥量ヲ減シ彈丸ノ代リニ或ル運動ノ制限ヲ受クル活塞(ピストン)ヲ使用スルトキハ機関ヲ作ル事ヲ得有効ナル仕事ヲナス為工夫セラレシ最初ノ内燃機関ハ實ニ火藥ヲ使用スル如ク考案セラレタリ。

之等機関ノ最初ノモノハ1678年佛人「アベオートフオイユ」(Abbé Hautefeuille)ノ提唱セシモノナリ而シテ他ノ多数ノ技術家之ヲ實用化セントセリ然レトモ其當時ノ機械的技術ノ状態ニ於テハ之ヲ實現スル事不可能ナリキ。

1792年ヨリ1802年ノ間ニ於テ「ウイリアム、ムルドック」(William Murdoch)カ石炭ノ乾溜ニヨリテ点燈瓦斯ヲ作ル方法ヲ發明スルマテハ實際的ノ内燃機関ヲ作ル事不可能ナリキ

一度石炭丸斯ノ性質及其製作方法知レ渡ルヤ之ヲ機関内ニ使用セントスル考案多数ニ起レリ1860年迄ニ多数ノ機関カ考案セラレ特許セラレ或物ハ實際ニ製作運轉セラレ販賣セラレタリ。然レトモ之等ハ總テ作用不確實騒音大ニシテ燃料消費量多ク實用ニ適スルモノ皆無ナリキ

第二節「ルノアール」(Lenoir)機関

1860年ニ現出セシ「ルノアール」機関ハ最初ノ實用ニ適スル瓦斯機関ニシテ数百ノ此種機関カ製作販賣セラレタリ而シテ多大ノ反響ヲ之ヲ製造セシ佛國及之ヲ多ク使用セシ英國内ニ惹起セリ。

此機関ハ一般ノ形状、複動水平蒸汽機関ニ酷似ス。第一

圖ニ示スカ如クシリンダーハ兩端ニ夫々別々ニ吸気孔aト排気孔bヲ有ス弁(ヴァルヴ)ハ偏心輪(エシセントリック)ニヨリ動カサル簡單ナル滑弁ニシテ其内側ノ隅角ノミヲ以テ気孔ヲ開タ如ク設計セラレアリ弁(ヴァルヴ)Gハ爆發性ノ混合瓦斯ノ供給ニ使用セラル而シテ此混合瓦斯ハ弁(ヴァルヴ)ノ孔cヨリ侵入シ來ル空氣ト瓦斯管ノ一枝管fヨリ弁(ヴァルヴ)ノ孔eヲ経テ入リ來ル瓦斯トヨリ成ル。此空氣ト瓦斯ハ多數ノ小孔ヲ経テ吸気孔aニ入ル此際兩者ハ完全ニ混合セラル而シテ混合瓦斯ハ希望スル時期ニ電氣点火機Eニヨリ点火セラレテ氣筩内ニテ爆發ス。廢氣ハ排氣孔b及排氣弁Hノ孔ヲ経テ大氣中ニ放出セラル「シリンダー」ハ迅速ニ甚タ高溫トナルヲ以テ水套ヲ備ヘアリ。

此機関内ニ起ル作用ノ循還ハ次ノ如シ活塞(ピストン)Bカ氣筩(シリンダー)ノ一端ヨリ一端ニ至ル衝程ノ最初ノ間ハ吸入弁Gハ吸氣孔aヲ開キアルヲ以テ空気ト瓦斯ノ混合物ハ氣筩内ニ侵入シ活塞ノ右方ノ空間ヲ充滿ス。衝程ノ中央ニ於テ弁ハ吸氣孔ヲ閉鎖スル而シテ誘導線輪ヨリ來ル電氣ハ電氣点火器ノ兩端子ハ間ニ火花ヲ發スヒカ為混合瓦斯ハ爆發シ其圧力毎平方吋60乃至70封度ニ上昇ス。此右活塞ハ其衝程ノ端未マテ推進セラレ爆發ノ為生シタル瓦斯ハ活塞ノ右方ニ於テ膨張ス。衝程ノ終ニ排氣弁「ヴァルヴ」Hハ排氣孔bヲ開ク而シテ後退衝程間排氣孔ヲ開放セル儘ニ放置スヒカ為總テノ廢氣ハ大氣中ニ駆逐セラル。活塞ノ他ノ一側ニモ同様ノ循還作用起ル。第一回ニ於テハ弁Gハ丁度左側ノ吸気孔ヲ開キツヽアリヒカ為左方ニ吸気起ル而シテ弁Hハ丁度右側ノ排氣孔ヲ開キツヽアリヒカ為排氣ハ氣筩ノ他

ノ一側ニ起ルヘシ。此機関ノ表示線圖ハ第2圖ニ示スカ如シ。第二圖aハ理想的ノ線圖ニシテbハ直径8吋衝程16吋ノ氣筩ヨリ取リシ線圖ニシテ最高圧力48封度ナリ。第1圖中ABハ衝程ヲ示ス。

「ルノアール」以後本機関ハ「ヒューゴンヒ(Hugon)」「ビショッフ(Bischoff)」等ニヨリテ改善セラレ燃料消費量モ漸次減少セリ。而シテ「ヒューゴン」ハ不完全ナル電氣点火具ニ代ユルニ熔ニヨル点火ヲ以テセリ第三圖Aハ氣筩直径8吋衝程10吋回轉数毎分75回ノ「ヒューゴン」機関ヨリ取リシ線圖ニシテBハ氣筩ノ直径22吋衝程12吋回轉数毎分115回ノ「ビショッフ」機関ヨリ取リシ線圖ナリ。是等ノ機関ハ音響音少ク且作用円滑ナリシモ燃料消費量大ニシテ「ルノアール」機関ハ表示馬力一時間ニ就キ95立方呎ノ石炭瓦斯ヲ又「ヒューゴン」機関ハ85立方呎ヲ要シタリ其后漸次改良セラレテ一表示馬力一時間ニ60乃至70立方呎トナリシモ尚發生動力ニ比シ其燃料消費量過大ナリシカ以テ漸次使用セラレサルニ至レリ。

「オッチー」及「ランゲン」(Otto and Langen)ハ1867年ニ或期間自費ニ運動シ得ル活塞ヲ有スル直立氣筩ノ機関ヲ作リ巴里ノ博覧會ニ呈出セリ。此機関ハ前記各機関ヲ改良セルモノニシテ混合瓦斯ハ機構ニヨリ僅カニ扛擧セラレタル重キ活塞ノ下方ニ侵入シ來リテ点火セシル。此際活塞ハ一時的ニ總テノ機構ヨリ解放セラレテ恰モ彈丸ノ如ク上昇スヒカ爲爆發瓦斯ハ迅速ニ膨張シテ甚タ良好ナル結果ヲ與ヘタリ。實際水套ニヨル冷却ノ爲ヨリモ寧ロ此迅速ナル膨張ノ爲ニ氣筩内ノ圧力ハ大氣圧ヨリモ甚タ低下ス。活塞ハ漸

次其自重及大氣圧ニヨリテ降下シ来ル而シテ此落下ノ始ニ活塞ハ運動ヲ傳フヘキ軸ニ連結セラル。此機関ノ点火ハ「ヒユーゴン」機関ニ同シ。而シテ本機関ハ效率良好ニシテ1制動馬力ノ時間ニ就キ40立方呎ノ瓦斯ヲ要スルノミナリキ。第4圖ハ氣筩ノ直径 $\frac{1}{2}$ 12吋測定セル衝程 $\frac{1}{2}$ 40吋毎分爆發數23回ノ機関ヨリ取リシ表示線圖ニシテAC衝程ヲ示シAB瓦斯ノ吸入期間ヲ示ス。B点ニ於テ爆發セシ瓦斯ノ線圖却テ後退セルハ此点ニ於テ「ピストン」ハ解放セラレ自重ニヨリ却テ降下セルコトヲ示スモノナリ。

此機関ハ多数使用セラレタリ然レトモ其音響大ナリシ為且ハ機構甚タ困難ナリシ為無音(Silent)「オツト」機関ヲ生スルニ至レリ。

第三節「ボーヅ、ロシヤ」(Beaude. Rochas)ノ理論及「オツト」(Otto)機関

1862年ニ佛人「ボーヅ、ロシヤ」ハ内燃機関發達上甚タ重要ナル意見ヲ發表セリ。此意見ハ現今ノ四衝程爆發機関ノ根源ヲナスモノニシテ彼ハ爆發機関ヲ経濟的ナラシムルニハ次ノ四條件ヲ必要トスト述ヘタリ即(1)出來得ル限リ冷却表面ヲ最少ナラシメ而カモ出來得ル限リ氣筩ノ容積ヲ最大ナラシムル事(2)出來得ル限リ爆發速度ヲ最大ナラシムル事(3)出來得ル限リ膨張ノ始ニ圧力ヲ最大ナラシムル事(4)出來得ル限リ膨張ヲ最大ナラシムル事。

「ボーヅ、ロシヤ」ハ更ニ是等ノ條件ヲ満足セシメ得ル唯一ノ装置ハ次ノ作用ヲ循還スル機関ナルヘシト云ヘリ其作用ハ

(1)活塞ノ全出行衝程即第一衝程間ニ瓦斯及空氣ノ混合物ヲ氣筩ノ内ニ吸入ス。

(2)、次ノ全入行衝程即第二衝程間ニ吸入セシ混合瓦斯ヲ氣筩ノ「クリアランス」ノ容積ニ圧縮ス

(3)、第二衝程ノ終ノ死点ニ於テ混合瓦斯ニ点火シ爆發セシメ次ノ全出行衝程即第三衝程間爆發瓦斯ヲ膨張セシム。

(4)、最後ノ入行衝程即第四衝程ノ始ニ排氣ヲ開始シ此衝程間排氣ヲ継續ス。

「ボーヅ、ロシヤ」ハ斯ノ如キ重要ナル理論ヲ提唱シタレトモ之ヲ實現スル機関ヲ製作セサリキ。之カ為上記ノ理論ハ却テ14年後ニ之ヲ機関ニ實現セシメタル「オットー」博士ノ名ヲ冠シ「オットー、サイクル」トシテ顕著トナルニ至レリ。

1876年ニ「オットー」博士ハ「ボーヅ、ロシヤ」ノ循環作用ヲ實際ニ行フ瓦斯機関ノ製作ニ成功セリ其作用第五圖ニ示ス

カ如ク(詳細第二章参照)。1381年ニ製作セシ「オットー」機関ハ制動馬力9表示馬力11.5ニシテ瓦斯消費量毎時間250立方呎ナリキ。

「オットー」機関ハ「ボーヅ、ロシヤ」ノ提唱セシ如ク効率甚良好ニシテ瓦斯消費量モ少カリシ為其後燃料ノ發達ト共ニ益々改善セラレタリ特ニ1878年ニ於ケル「ドウソン」(Dowson)瓦斯ノ發明及1885年ノ吸入瓦斯發生機ノ發明等ハ此瓦斯機関ノ發達ニ大ナル貢献ノナセリ。

又一方第四節ニ於テ述フルカ如ク石油ヲ燃料トスル考案出現スルヤ之ヲ「オットー」機関ニ使用シ顕著ナル發達ヲ遂ケ自動車及石油機関等ニ使用セラルヽニ至レリ。

現今ニ於テハ「オットー」機関ハ殆ント世界各國ニ於テ製造セラレツヽアリ。

第四節　石油機関

動力發生ノタメ石油ヲ燃料トシテ使用スル考案ハ1794年英國人「ストリート」(Street)ニヨリ始メテ提唱セラレタリ然レトモ始メテ石油機関ヲ實際ニ製作セシハ1870年「ヴイエナ」(Vienna)ノ「ジュリアス、ホック」(Julius Hock)ナリ。

此機関ハ「ルノアール」瓦斯機関ノ如ク圧縮ヲ行ハス即活塞ハ空氣及噴霧狀ノ石油ヲ吸ハシ焔ニヨリテ点火シ低圧ノ爆發ヲ行フ。故ニ此機関ハ效率悪シク發生動力小ナリキ。

1874年「ブレイトン」(Brayton)ハ米國ニ於テ爆發セスシテ定圧ノ下ニ作用スル石油機関ヲ製作セリ此機関ハ圧縮ヲ行フ最初ノ機関ナリキ。

1876年ニ「オットー」瓦斯機関出現スルヤ直チニ此種機関ニ「ガソリン」トシテ知ラレタル石油中ヲ空氣ヲ通過セシメテ生シタル爆發性ノ蒸汽ヲ使用セリ而シテ其作用ハ殆ト瓦斯機関ト同一ナリ。

「スピール」(Spiel)機関ハ特殊ノ蒸發裝置ヲ省略セシ最初ノ「オットー」式機関ナリ。此機関ニ於テハ機関ノ吸入衝程間ニ石油ヲ喞筒ヲ以テ直接氣筩内ニ注入ス。然ルトキ石油ハ氣筩内ニ於テ空氣ト混合シ噴霧狀トナリ蒸發ス而シテ之ヲ圧縮シ爆發セシムル事普通ノ瓦斯機関ノ如シ。

第五節「ブレイトン」(Brayton)機関

1872年英人「ブレイトン」ハ定圧燃焼ノ瓦斯機関ノ特許ヲ米國ニ於テ得タリ。此機関ハ瓦斯ト空氣ノ混合物ヲ毎平方吋75乃至95封度ノ絶對圧力マテ圧縮シ之カ金属ノ格子ヲ経テ作用氣筩内ニ侵入スル際点火ス。氣

筩内ニ於テハ殆ント定圧ノ下ニ燃焼ヲ行フ而シテ此機関ハ蒸汽機関ノ如ク給氣ノ締切、膨張、排氣及給氣ナル作用アリ制動馬力4表示馬力ナル此種一機関ハ毎時 280 立方呎ノ瓦斯ヲ使用セリ。

1874年「ブレイトン」ハ更ニ液状ノ石油ヲ燃焼スル機関ノ特許ヲ得タリ。

此機関モ亦圧縮セル空氣中ニ唧筒ヲ以テ石油ヲ注入シ定圧ノ下ニ瓦斯ノ如ク燃焼セシムルモノニシテ其作用甚タ正整確實ナリキ。石油消費量ハ毎馬力毎時間約2封度ナリキ。

前記両機関共燃料ノ定圧燃焼ヲナスモノナリ。而シテ其作用甚タ實際的ニシテ應用ノ範囲廣カリシモ其最大圧力毎平方吋約95封度ニ過キサリシヲ以テ経濟上他ノ機

械ニ對抗スル事能ハス漸次廃棄セラルヽニ至レリ。然レトモ此機関ハ「デイーゼル」機関ノ嚆矢トモ稱スヘキモノナリ。

第六節「クラーク」(Clerk)機関及「デイ」(Day)機関

前記ノ如ク「オットー、サイクル」ヲ行フ四衝程機関カ發達シツヽアル間ニ他方發明家ハ毎回轉ニ爆發ヲ行フ二衝程機関ヲ完成セント苦心焦慮セリ而シテ之カ發明ニ最モ努力セシハ英國人「クラーク」(Clerk)独乙人「ケルチン」(Koertling)等ナリシ「ロブソン」(Robson)及「アトキンソン」(Atkinson)等發明家中最モ著明ナルハ「クラーク」ニシテ1881年之等發明家中最モ著明ナルハ「クラーク」ニシテ1881年「クラーク、サイクル」ナル作用ヲ行フ機関ノ特許ヲ得内燃機関ノ歴史ニ不朽ノ名ヲ印セリ。

「クラーク」機関ハ第六圖ニ示ス如ク作用氣筩内ノ開放端、

ホニ近ク排氣口Eヲ有シ活塞Cカ爆發後外方死点近近付キシ時爆發瓦斯ハ外氣中ニ逃出ス。

此際他ノ喞筒氣筩又ハ置換機トモ稱スヘキB内ニ活塞Dカ僅カニ圧縮シアリシ瓦斯ト空氣トノ混合物カA内ニ侵入シ來リ爆發瓦斯ヲ駆逐シテA内ニ充満又然ル時ハ活塞Cハ排氣口ヲ閉鎖シ内方死点ニ向ヒ混合瓦斯ヲ圧縮シ其死点ニ近附キシ時点火用管F開キテ点火シ爆發ス。此間置換機B内ニハ瓦斯ト空気トノ混合物カ吸入セラレツヽアリ。

爆發セル瓦斯ハ活塞Cヲ推進シテ膨張シ遂ニEヨリ逃出スルニ至ル。

此作用ヲ反覆實施ス。即此機関ハ活塞ノ二衝程或ハ曲軸(クランク)ノ一廻轉毎ニ有效仕事必ス一回宛行フ。

「クラーク、サイクル」ヲ行フ各種ノ機関カ其後多数製造セラレタリ然レトモ「オットーサイクル」機関ノ聲明ニ圧倒セラレテ暫クニ衝程機関ノ研究ハ閑却セラレタルノ感アリキ。然レトモ此間ニ於テモ「クラーク、サイクル」ニ簡單ナル改良ヲ施シテ「デイ、サイクル」トシテ著明ナル作用ヲ行フ小型機関カ作ラレタリ。

「デイ」機関ハ作用氣筩以外ニ混合瓦斯ヲ圧縮スルタメノ圧縮氣筩ヲ有セスシテ混合瓦斯ノ圧縮ヲ曲軸室ニ於テ行フモノニシテ活塞ハ作用氣筩ノモノヲ共通ニ使用ス即活塞カ氣筩ノ内方死点ニ行ク時ハ氣筩内ニ圧縮起リ曲軸室ニ吸入起ル。活塞カ氣筩内ノ混合瓦斯ノ爆發ニ依リ外方死点ノ方ニ行ク時ハ作用氣筩内ニ膨張及排氣起リ曲軸室ニ圧縮及作用氣筩ヘノ給氣

起ル。此作用ノ詳細ハ第二章ニ就キテ知ルヘシ。

「デイ」機関ハ構造及其作用簡單ナルヲ以テ小型船舶用トシテ發達セリ。

現今ニ於テハ「クラーク、サイクル」ヲ行フ機関漸次改良進歩シ「オットー」式機関ト對立スルニ至レリ。

第七節 高速石油機関

一八八三年迄ニ各種ノ瓦斯及石油機関カ製作セラレシモ皆毎分回轉数150乃至250回ノ重キ型式ノモノナリキ。此年英國人「ダイムラー」(Daimler)ハ毎分回轉数800乃至1000回ノ高速度ヲ有スル機関ヲ出現セシムル為軽キ運動部分ヲ有スル甚タ小ナル機関ヲ製作セリ。當時技術家ハ總テ機関ヲ斯ノ如キ高速運轉ヲナサシムルハ其耐久性並ニ運轉ノ円滑ヲ期スル上ニ不可能ノ事ナリト信シ居タリ。然ルニ「ダイムラー」ハ一八八三年ニ最初ノ高速度小型機関ヲ作リ此ノ考ノ誤ナル事ヲ示シタリ。一八八七年ニハ「ダイムラー」ハ初メテ小型機関ヲ自動自轉車ニ應用シ更ニ一八八七年ニハ初メテ石油機関ニヨリ馳駛セラルヽ自動車ヲ走ラセタリ。斯ノ如クシテ「ダイムラー」ハ斯ノ如キ高速度ヲ以テ回轉スル有效ナル機関ノ現出ニ多大ノ功績ヲ残セルト共ニ尚世人ニ斯ノ如キ機関ノ實現可能ナル事ヲ示セリ。彼ノ製作セル小型機関ハ其作用ニ於テ從來ノ「オットー」機関ト何等異ル事無キモ最近二十年間ニ於ケル石油機関ノ異狀ナル發展ニ對スル第一歩ヲ踏メルモノナリ。

斯ノ如キ高速度機関ノ出現ハ機関ノ重量ヲ小ニシ而カモ其出力ヲ大ナラシムル事ヲ得タリ。

第八節 「デイーゼル」(Diesel)機関

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

1895年独乙人「ルドルフディーゼル」(Rudolph Diesel)博士ハ定圧燃焼ヲナス重要ナル機関ヲ發明セリ。此機関ニ於テハ氣筩内ニ單ニ空氣ノミヲ強ク圧縮シ石油燃料ノ燃焼シ得ル以上ノ高温ヲ發スルマテニ至ラシム。斯ノ如キ高圧モ徐々ニ行ハルヽヲ以テ機関ニ衝撃ヲ與フル事ナシ。空氣カ斯ノ如キ高温高圧ニ達セシ圧縮衝程ノ終ニ於テ燃料ハ氣筩内ノ空氣ヨリ一層高圧ノ空氣ニヨリテ注入セラル此際要スル噴射用圧縮空氣ハ他ノ小圧搾機ニヨリテ作ラル。噴射セラレシ石油ハ蒸發又ハ微粒狀ニセラレ高温空氣ニヨリテ点火セラル。燃料カ注射セラルヽ時治塞ハ外方死点ニ向ヒツヽアルヲ以テ石油ハ圧力ヲ上昇スル事ナク燃焼スルコトヲ得。此燃焼ノ方法ハ充斯ヲ燃焼スル方法ト同一ニシテ混合瓦斯ヲ爆發セシムル方法ト異ル。

動力ノ調節ハ注入燃料ノ量ニヨリ行フ事ヲ得。其他ノ作用ニ於テハ「オットー」機関ト異ル事無シ。(詳細第二章参照)。此機関ハ熱效率良好ニシテ程度低キ重油ヲ燃料トシテ使用シ得ルヲ以テ各種ノ原動機関トシテ現今廣ク應用セラル。

其後「クラーク、サイクル」ニ似タルニ衝程ノ「ディーゼル」機関モ研究製作セラレ現時稍廣ク使用セラレントシツヽアリ。

第九節「セミ、ディーゼル」(Semidiesel)

1890年マテハ多クノ治ント總テノ機関ハ電氣点火及焔管点火ヲ採用シ居タリ。

英國人「アクロイド、スチュアルト」(Akroyd Stuart)ハ数回ノ實驗ノ結果燈油ハ適當ノ所置ヲ講スレハ機関始動後ハ焔管点火ノ必要ナキコトヲ確カメ氣筩ニ連絡シテ水套ニヨリ

冷却セラレサル裸ユノ蒸發器ヲ設ケ之ヲ始動ノ際ハ「ランプ」ヲ以テ予熱シ始動後ハ燃料ノ爆發ニヨリ高温度ニ熱セラルヽ如クセリ而シテ之ニ燃料ヲ噴筒ニテ噴射シ蒸發セシメ更ニ点火爆發セシムル方法ヲ考案シ1890年ニ特許ヲ得タリ。

此ノ方法ハ甚タ簡單ナルヲ以テ漸次研究セラレ燃料噴射ノ時機モ最初ハ蒸發ノ爲長時間ヲ與フル如ク吸入衝程間ニ行ヒタリ然レトモ現今ニ於テハ圧縮圧力ヲ高クスルト共ニ漸次圧縮衝程ノ噴射スル如クナレリ。斯ノ如クシテ此種機関ハ吸入ノ際ハ空氣ノミヲ氣筩内ニ吸入シ其圧縮ノ終ニ於テ燃料ヲ噴筒ニ依リ蒸發器ニ向ケ噴射シ蒸発点火セシメタルヲ以テ「セミディーゼル」機関ナル名稱ヲ得タリ然レトモ實際ニ於テハ機械的及熱力學的ニ「ディーゼル」機関トハ大ナル差異アリ。

此ノ蒸發及点火方法ハ最初四衝程機関ニ採用セラレ其著明ナルモノ「アルファ」(Alpha)「ラストン」(Rustin)等ナリ此ノ点火方法ハ始動後ハ單ニ水冷セラレサル氣筩壁ノ一部ノ熱ヲ利用スルモノナルヲ以テ二回轉ニ僅ニ一回ノ爆發ヲ有スル四衝程機関ニテハ其蒸發及点火ノ效果不良ナルヲ以テ此型式ハ漸次二衝程機関ニ多ク採用セラレ特ニ小型舶用機関ニ於テ異常ナル發達ヲ遂ケタリ。

此種二衝程機関ノ代表的ノモノハ1902年瑞典人「ルンドロフ」(Rundlöf)カ特許ヲ得タル「ボーリンダー」(Bolinder)機関ニシテ其構造及作用簡單ニシテ有效ナルヲ以テ今日ニ到ルマテ多數製作セラレ又各國ニ於テモ殆ト之ト同様ノ機関ヲ製作シツヽアリ。

「ボーリンダー」機関ハ其蒸發器ヲ球狀トシ之ニ氣筩ヨリ二路ヲ設ケ其一ヨリ燃料ヲ噴射セリ而シテ吸氣弁及排氣弁ハ全然有セス活塞ヲ以テ之ニ充テ曲軸室ニテ空氣ノ圧縮ヲ行フモノナリ。而シテ此球熱シテ赤クナルヲ以テ俗ニ焼玉(Glühkopf)ト呼ヒ機関ニ焼玉機関ナル名稱ヲ附シ甚タ廣ク使用セラレオレリ。

第十節 無空氣噴射「デイーゼル」機関

「デイーゼル」博士カ「デイーゼル」機関ヲ發明シ幾多ノ實驗ヲ行ヒタル際圧搾空氣噴油ト無空氣噴油ノ二法ニ就キ研究セシカ遂ニ前法ニヨリ實用ニ適スル「デイーゼル」機関ノ實現ニ成功セシ以來此式ノ機関ハ長足ノ進歩ヲ遂ケタルニ反シ無空氣噴射ノ「デイーゼル」機関ハ治ト世人ノ観ル所トナラサリキ。

然ルニ一方前節ノ如キ「セミデーゼル」機関現出シ特ニ「ボーリンダー」機関發明以後ハ效率左程良好ナラサルニ拘ラス構造取扱法簡單ニシテ製作費低廉ナルヲ以テ廣ク使用セラルヽニ至レリ。之ニ刺戟セラレテ「デイーゼル」機関ノ如ク空氣噴射ノ為ニ圧搾機ヲ驅動スル事ナク簡單ニシテシカモ效率良好ナル機関ヲ得ントシ1911年以來再無空氣噴射「デイーゼル」機関ニ就キテノ研究漸次行ハルヽニ至リ現今各種ノ無空氣噴射ノ「デイーゼル」機関ヲ出現スルニ至レリ。

此ノ機関ハ其作用「デイーゼル」機関ト「セミデイーゼル」機関トノ中間ニ位スルモノニシテ「デイーゼル」機関ノ如ク機関ノ吸入衝程ニハ空氣ノミヲ吸入シ之ヲ高圧ニ圧縮シ其圧縮ノ頂点ニ於テ噴筩ニ依リテ燃料ヲ噴射シ氣筩内ノ高温ノ空氣ト混合シ点火スルモノニシテ大体ノ作用ハ「デイーゼル」機関ナレトモ燃

料噴射法ト異リ「セミディーゼル」機関ニ酷似ス。
而シテ此機関ハ喞筒ニヨリ氣筒内ニ送入セシ後ノ燃料ノ狀態ニヨリ其噴射法ヲ三種ニ區別セラル即第一瓦斯噴射法（前燃室法）第二渦流法、第三高圧噴射法。
現今此種機関ノ製作者トシテ有名ナルハ「ズルザー」（Sulzer）「ベンツ」（Benz）「ケルチング」（Kertting）「ドイツツ」（Deutz）「ポラー」（Polar）「ウオシントン」（Washington）等ナリ。

第二章　内燃機関ノ分類

前章ニ於テ述ヘタルカ如ク内燃機関ハ其起原ヲ1678年頃ニ發シテヨリ今ニ至ルマテ200年余ノ日月ヲ閲シ各種ノ型式ノモノヲ生スルニ至レリ而シテ之等各種ノ機関ハ夫々特長ヲ有シ用途ニヨリ之カ使用ノ利害ヲ生ス故ニ本章ニ於テハ

現今使用セラレツヽアル機関ヲ分類シ其利害ヲ概説セントス

第一節　機関ノ作用ニ依ル分類

内燃機関ヲ其作用ニヨリテ分類スレハ次表ノ如シ。

- 内燃機関
  - 定容積爆發機関
    - 四衝程
      - 単働
      - 複働「オットーサイクル」
    - 二衝程
      - 単働
      - 複働「クラークサイクル」
  - 定圧力
    - 四衝程
      - 単働
      - 複働「ディーゼルサイクル」

燃焼機関
- 二衝程
  - 単働
  - 複働（「ディーゼル、サイクル」）
- 四衝程
  - 単働
  - 複働

混合燃焼機関

上記分類ニ從ヒ各機関ノ性能ヲ述ヘントス

第一類定容積爆發機関

定容積ノ爆發機関ハ燃料ノ燃焼カ機関ノ「シリンダー」一定容積内ニ起リ瓦斯圧力瞬間ニ其最大値ニ達シ而後膨張ト共ニ圧力降下スルモノナリ而シテ此機関ハ四衝程及二衝程ノ二種ニ分ル。

四衝程機関ハ既ニ第一章ニ於テ述ヘタル「オットー」式機関ニシテ其一例第7圖ニ示スカ如シ。

此機関ノ作用ハ第一章第三節ニ於テ既ニ述ヘタル所ナルモ第7圖ニ就キ更ニ詳説セントス。

第7圖第一衝程ハ吸入衝程ニシテ活塞ハ今上部死点ヨリ下部死点ニ向ヒツヽアリ吸入弁ハ自働的ニ開閉スルモノニシテ氣筩内ノ圧力外氣ヨリ低クナル時ハ圖ノ如ク自働的ニ開キ揮發油ト空氣トノ混合瓦斯ヲ吸入ス。此際氣筩内ニ起ル容積ト圧力トノ変化ノ状態ヲ後述スル表示線圖ニテ示サハ左ノ圖ノ如クナル即左ノ圖ノ a—b 線ハ吸入衝程間ノ瓦斯ノ容積ト圧力ノ関係ヲ示スモノニシテ a 点ニ於テハ活塞ハ其上部死点ニアルヲ以テ燃焼セル残留瓦斯カ氣筩ノ「クリアランス」ノ容積ヲ占メ其圧力ハ大氣圧ヨリ稍高シ。活塞

下方ニ運動スルニ從ヒ殘留瓦斯ハ其占有スル容積大トナルヲ以テ圧力低下シ大氣圧以下トナル而シテ其圧力益々降下シ外氣ガ揮發機管及弁等ニ於ケル摩擦及發條ノ力ニ打チ勝チテ侵入スルニ充分ナルニ至レハ吸入弁開カレ外氣侵入ス。吸入衝程間ハ常ニ此圧力ニテ活塞ハ下部死点ニ至ル。即表示線圖ノbニ至ル。第二衝程即圧縮衝程ニ於テハ活塞ハ下部死点ヨリ上部死点ニ向ヒ運動ス。之カ爲吸入セシ混合瓦斯ノ占ムル容積ハ漸次縮少セラレ從テ其圧力上昇ス。内部ノ圧力外部ニ打チ勝ツニ至レハ圖ノ如ク吸入弁ハ閉鎖ス。此後ハ吸入セシ瓦斯ハ密閉圧縮セラレ圧力漸次上昇スルコト其左圖ニ於テC線ニ見ルカ如シ。C点ニ於テ混合瓦斯ニ点火シ爆發ス即此際活塞ハ上部死点ニアリ故ニ混合瓦斯ハ「クリアランス」ノ容積内ニ於テdcbaの如ク爆發シ其圧力一時ニ增加ス。之此種機関ノ定容積爆發機関ノ名アル所以ナリ。此爆發圧力ノ爲ニ活塞ハ押サレテ下部死点ニ向フ第三衝程即膨張衝程之ナリ。活塞下降スルニ從ヒ爆發瓦斯ノ占ムル容積漸次增大ス從テ圧力モ亦dcbaの線ニ沿ヒテ低下ス。活塞b点ニ來ルヤ排氣弁ハ「カム」ニヨリ機械的ニ開放セラレ内部ノ瓦斯ハ氣筩外ニ逸出ス之カ爲瓦斯ノ圧力ハ急激ニ減少スル事bfの線ニ見ルカ如シ。活塞ハf点ニ於テ下部死点ニ達ス。第三衝程即排氣衝程ニ於テ活塞ハ上部死点ニ向ヒ上昇ス而シテ排氣「ヴァルブ」ハ此衝程間開放セラレアリ。燃焼セシ瓦斯ハ依然排氣弁ヲ經テ逸出ス而シテ此際瓦斯圧力ハfgaニ示スカ如ク大氣圧ヨリ稍高シ之排氣

ッアルブ」管及消音器等ノ抵抗ヲ打チ勝ツニ充分ナル圧力アルヲ要スレハナリ。

之ニテ此種機関ハ其「サイクル」ヲ完成ス四衝程ニテ其作用ヲ一循完成スルヲ以テ四衝程機関ノ名アル所以ナリ。上記ノ説明ニテ明瞭ナル如ク瓦斯力活塞ニ其作用ヲ傳フルハ第三衝程ノミニシテ他ハ皆活塞ヨリ其作用ヲ受クル之カ為第三衝程ハ膨張衝程ト云フ外作用衝程ト稱ス。

表示線圖モ茲ニ完結シ$a=b=c=d=e=f$ナル変化ヲナセリ。

第四圖モ亦此種機関ノ理想的線圖ヲ示スモノニシテ$a-b$線ハ吸入$b-c$線ハ圧縮$c-d$線ハ爆發$d-e$線ハ膨張$e-f$線ハ排氣ノ各衝程間ノ容積ト圧力トノ関係ヲ圖示スルモノナリ。

二衝程機関ハ所謂「クラーク」機関ニシテ其一例ハ第五圖ニ示スカ如シ

第五圖甲ニ於テハ活塞ハ下部死点ニアリ。此際氣筩内ノ爆發瓦斯ハ膨張シテ先ツ自己ノ圧力ニテ矢ニ示セル如ク左方ノ排氣孔ヨリ逃出ス。此廢氣ニ代ルヘキ新鮮ナル空氣ハ活塞ノ下降衝程間曲軸室ニ圧縮セラレ氣筩ヘノ吸氣孔即右方ノ吸氣孔開クヤ或ル圧力ヲ以テ氣筩内ニ突入シ矢ノ如ク廢氣ヲ駆逐スルト共ニ氣筩内ヲ占領ス。第九圖乙ハ活塞カ將ニ上部死点ニ到ラントシ燃料ノ注射開始セラレタル場合ヲ示ス。甲圖ニ於テ氣筩内ニ充滿セシ新鮮ナル空氣ハ此際活塞ノ為ニ氣筩頭部ニ圧縮セラレ高キ圧力トナリオレリ。此場合ニ於テ燃料ハ噴筒ニヨリ圖ニ示スカ如ク焼玉式ノ蒸發器ニ噴射セラレ焼玉ノ熱ヲ奪ヒ

ヲ蒸發スルト共ニ点火爆發ス。活塞上昇ヲ始ムルヤ曲軸室ノ氣圧低下シ曲軸室左方ノ弁ハ大氣ノ為ニ開カレ外氣侵入スル事圖ニ見ルカ如シ。

第10圖ハ此種機関ノ理想的表示線圖ニシテa－bハ圧縮圧力ヲ示シb－cハ爆圧圧力ヲ又c－dハ膨張間ノ圧力ヲ示ス。d点ニ於テ排氣孔開カレ排氣ヲ行フト同時ニ之ニ代ルヘキ新鮮ナル空氣ノ侵入起ル此新陳交替ハd－f－aノ間行ハル。

第8圖ト第10圖ト對照スル時ハ二衝程機関ニハ四衝程機関ノ如ク特ニ吸氣及排氣ノ為ニ夫々衝程ヲ有セサル事ヲ知ル。

四衝程及二衝程機関トモ又單働式ト複働式トノ二種ヲ有ス。單働式トハ活塞ノ一側ニノミ爆發瓦斯ノ作用ヲ受クルモノニシテ第7圖及第8圖ニ示シタルハ夫々單働式機関ナリ。複働式トハ活塞ノ両側ニ爆發瓦斯ノ作用ヲ受クルモノニシテ恰モ複働式ノ蒸汽機関ノ如キ作用ヲナス。

多クノ機関ハ通常單働式ニシテ特ニ大ナルモノニ限リ複働トセルモノアリ。

第二款　定圧力燃焼機関

定圧力燃焼機関ハ燃料ヲ氣筒内ニ於テ一定圧力ノ下ニ燃焼スルモノニシテ燃焼ノ為ニ特ニ圧力上昇スル事無シ。此種類ニ属スル機関ハ「デイーゼル」機関ニシテ第一章第八節ニ其概要ヲ説明セリ。

「デイーゼル」機関モ亦四衝程及二衝程ノ二種アリ。第7圖ハ四衝程「デイーゼル」機関ノ裝置ヲ示スモノニシテ左方ノ氣筒ヲ「デイーゼル」機関ノ氣筒ニシテ右方ハ二段圧縮空氣

圧搾機ノ氣筩ナリ。作用氣筩頭部ニハ燃料噴射弁及始働用空氣弁アリ又其下方ニ吸氣弁及排氣弁アリ。始働ニ際シテハ圖ノ右端ニアル始働用空氣筩ヨリ700封度ノ圧搾空氣入リ來リ活塞ヲ下方ニ押シテ曲軸ヲ回轉セシム。始動後ハ活塞ノ第一下降衝程ニ於テ吸氣弁ヨリ空氣ヲ吸入シ第一上昇衝程ニ於テ此ノ空氣ヲ約500封度ノ圧力マデ圧縮ス此際此空氣ハ高温トナリ燃料ニ点火スル事ヲ得。此圧縮衝程ノ殆ト終ニ圖ノ左端ニアル燃料油ハ其下方ノ燃料喞筒ニ依リ氣筩頭ニ送ラル而シテ此處ニテ更ニ噴射用空氣筩ヨリ來ル約800封度ノ圧力ノ空氣ニ依リ氣筩内ヘ霧ノ如ク噴射セラル。此油ハ氣筩内ノ高圧空氣ニヨリテ点火燃焼セラル。始動用及燃料噴射用ノ高圧空氣ハ二段圧縮ノ空氣圧搾機ニヨリテ作ラレ空氣筩ニ貯藏セラル。圧搾セラレシ空氣ハ高温トナルヲ以テ圧搾ノ段階毎ニ冷却機ヲ有ス。「ディーゼル」機関及空氣圧搾機ノ曲軸ハ一連ノモノ多シ。

四衝程「ディーゼル」機関ノ表示線圖ハ第12圖ノ如シ。圖中P-aハ空氣ノ吸入衝程間ノ圧力ヲa-bハ圧縮間ノ圧力ヲb-cハ燃料ノ燃焼シツヽアル間ノ圧力ヲ又c-dハ膨張間ノ圧力ヲd-eハ排氣間ノ圧力ヲ夫々指示スルモノトス、此圖ニテ明瞭ナル如ク燃料燃焼シツヽアルb-cノ間ハ圧力一定セリ又圧縮ノ終ニ爆發ナシ之此種機関ノ特長ニシテ第8圖ト對照比較セハ其性質ヲ知ルコトヲ得ヘシ。

二衝程「ディーゼル」機関ハ特ニ吸氣及排氣ノ為ノ衝程ヲ有セス。其四衝程機関ニ對スル関係ハ恰モ「クラーク」式機関ノ「オットー」式機関ニ對スルカ如キ関係ニアルヲ以テ詳細ハ第三

巻ニ譲ル。

第13圖ハ二衝程「デイーゼル」機関ノ表示線圖ニシテa—bカ吸入セル空氣ヲ圧縮スル間ノ圧力b—cハ燃料ノ燃焼間c—dハ瓦斯ノ膨張間d—f—aハ排氣及之ニ代ルヘキ空氣ノ侵入間ノ圧力ヲ夫々示スモノナリ。

此圖ト第10圖ト對照スルトキハ圧縮ノ終ノb点ノ圧力高キ事、此点ニ於テ爆發起ラサルコト及bヨリ一定圧力ノ下ニeマテ燃料燃焼セル事等ニヨリ此種機関ノ特性ヲ知リ得ヘシ。

定圧力燃焼機関モ亦單働式及複働式ノ二種アリ而シテ多クノ機関ハ單働式ナレトモ大ナル特殊ノモノニアリテハ複働式ヲ採用シアリ。

第三款 混合燃焼機関

混合燃焼機関ハ燃料ノ一部ヲ定容積内ニテ燃焼シ残餘ノ燃料ヲ定圧力ノ下ニ燃焼スルモノニシテ一部第一款ノ定容積爆發機関ノ性質ヲ備フ他方定圧力燃焼機関ノ性質ヲ有スルヲ以テ此名稱ヲ得タリ。此種類ニ属スル機関ハ最近10年間ニ特ニ進歩セシモノニシテ第一章第十節ニ於テ述ヘタル無空氣噴射「デイーゼル」機関ナリ。

無空氣噴射「デイーゼル」機関ノ作用ハ殆ト「デイーゼル」機関ト同一ナルモ其燃料噴射ニ高圧空氣ヲ使用セス之カタメ氣筩内ノ現象ニ差異ヲ生シタリ。

本機関モ亦四衝程ト二衝程ノ両種ナレトモ未タ僅ニ實驗時代ヲ出テタルニ過キサルヲ以テ目下ハ單働式ノミニシテ複働式ハ未タ製作セラレアラサルカ如シ。第14圖ハ四衝程無空氣噴射「デイーゼル」機関ノ理想的表示線圖ナリe—aハ空氣ノ吸入a—bハ空氣ノ圧縮b—cハ燃料ノ定容積爆發c—

C_1ハ燃料ノ定圧燃焼 C_1-dハ膨張 $d-e$ハ排氣間ノ圧力ヲ示ス。

二衝程機関ノ表示線圖ハ吸氣及排氣線ヲ異ニス。

此種機関ハ單ニ其發達ノ緒ニ就キタルノミニシテ將來益々研究改良セラルヘキ氣運ニ在リ。

「セミデイーゼル」機関モ燃料噴射ノ時機ニヨリテハ此種機関ト同一ノ燃焼ヲナスコトアリ

第四款 單働式及複働式機関

單働式及複働式ノ區別ニ就キテハ既ニ第一款ニ於テ述ヘタル所ナルモ今其数例ヲ圖示説明セントス。

第伍圖ハ四衝程單働式機関ノ略圖ニシテ燃焼瓦斯ノ圧力ハ活塞ノ左方ニ受クルノミナリ。第陸圖ハ四衝程複働式機関ノ略圖ニシテ燃焼瓦斯ノ圧力ハ活塞ノ左右ヲ交互ニ作用ス。而シテ此種機関ニ於テハ「クロス、ヘド」ヲ有ス。

第十七圖ハ二衝程複働式機関ニシテ作用氣筩ノ下方ニ連働セル二個ノ氣筩ハ排氣ノ際氣筩内ニ送入スヘキ空氣ヲ送ル喞筒ナリ。第伍圖ニ示スハ二衝程ノ特種ノ機関ニシテ「エッヘルホイゼル」(Oechelhäuser)機関又ハ「ユンケルレ(Junker)機関トシテ有名ナリ。此機関ハ圖ノ如ク一個ノ氣筩ニ二個ノ活塞ヲ有シ活塞ト活塞トノ間ニ於テ燃料ハ燃焼シ活塞ハ左右及對方向ニ運動ス。排氣ハ圖ノ如ク左方ヨリ逃出シ之ニ代ルヘキ空氣ハ左端ノ喞筒ニヨリ氣筩内ニ送ラル。斯ノ如キ構造及作用ヲ有スルヲ以テ此機関ヲ單働式中ニ擧クル人ト複働式ニ擧クル人ト有リ然レトモ單働式機関ト稱スル方正當ナラン。

第十二節 使用燃料ニ依ル分類

内燃機関ヲ使用スル燃料ニ依リテ類別スレハ次ノ三大種ニ分ツ事ヲ得ヘシ

1、瓦斯機関

2、揮發油及軽油機関

3、重油機関

是等各種機関ヲ逐次説明スヘシ

第一款　瓦斯機関

瓦斯機関ハ内燃機関中最モ早ク進歩シタルモノニシテ現今ニ於テモ瓦斯ヲ容易ニ得ラルヽ所ニ於テハ盛ニ使用セラル。

瓦斯機関ハ總テ定容積爆發機関ニ属シ四衝程及二衝程ノ二種アリ。而シテ小ナル機関ハ單働式ヲ普通トスレトモ大ナルモノニアリテハ複働式トセルモノ多シ。

瓦斯機関ニ使用スル瓦斯ハ天然瓦斯、臭燈瓦斯、發生瓦斯及鑛燼瓦斯等ニシテ其詳細ハ燃料ノ部ニ於テ述フヘシ。使用燃料異ルニ從ヒ第8圖ニ於ケルbニ相當スル圧縮圧力及Cニ相當スル爆發圧力ニ高低アリ。例ヘハ臭燈瓦斯ニ於テハ圧縮圧力b＝6氣圧（＝85#/□"）吸込發生瓦斯ニアリテハb＝9氣圧（＝130#/□"）又鎔鑛爐瓦斯ニアリテハC＝13氣圧（＝185#/□"）ナリ而シテ之等ノ圧力ハ總テ大氣圧上ノ圧力ナリ。

上記ノ圧縮圧力ニ相當スル爆發圧力Cハ臭燈瓦斯ニ於テハC＝20氣圧（＝285#/□"）發生瓦斯ニ於テハC＝23氣圧（＝328#/□"）又鎔鑛爐瓦斯ニ於テハC＝20氣圧（＝285#/□"）ナリ而シテ之等ノ圧力ハ大氣圧上ノ圧力ナリ。

近來ハ瓦斯ヲ一層有效ニ使用センカ為メニ圧縮圧力ヲ大ニシ從テ爆發圧力ヲ大ナラシメントシ臭燈瓦斯ニ於テb＝120#/□"吸込發生瓦斯ニ於テb＝150#/□"マテ増加セラレタリ。

瓦斯機関ハ主トシテ固定機関トシテ使用セラレオレリ然レトモ一部舶用機関トシテ使用セラレオルモノアリ。尚石油燃料ノ問題解決ノ一策トシテ自動車ニ瓦斯機関ヲ瓦斯発生機ト共ニ使用セントスル計画各國ニテ行ハレツヽアリ。

第二款 揮発油及軽油機関

揮発油及軽油機関モ亦定容積爆発機関ニ属シ四衝程及ニ衝程ノ二種ヲ有ス。

此種機関ニ使用スル燃料ハ揮発油、燈油、軽油及「アルコール」ヲ主ナルモノトス。

是等燃料ニ関スル詳細ハ燃料ノ部ニ於テ述ブヘシ。

揮発油機関ハ燃料トシテ揮発油ヲ氣化セシムルタメニ揮発機ヲ使用ス。「オットーサイクル」ヲ行フ此種機関ニ於テハ第10圖bニ相當スル圧縮圧力ハb=43〜70〜285 #/□ニシテCニ相當スル爆発圧力ハC=170〜285 #/□ナリ上記ノ圧力ハ總テ大氣圧上ノ圧力ナリ。

現今自動車及飛行機等ノ高速度移動機関ニ使用セラレオルハ主トシテ揮発油機関ニシテ其構造モ各種ノモノアリ。

軽油機関ハ燃料トシテ燈油及軽油ヲ使用ス而シテ之等燃料ヲ氣化セシムルタメニ蒸発機ヲ使用ス。「アルコール」ヲ燃料トスル機関モ亦此種類中ニ包含セシムルヲ可トス。

「オットーサイクル」ヲ行フ軽油機関ノ圧縮圧力及爆発圧力ハ殆ト揮発油機関ト同一ナリ、「クラーク・サイクル」ヲ行フ此種機関中「セミディーゼル」機関ハ第10圖ニ於テ其圧縮圧力bニ=6乃至15氣圧(=85〜215 #/□)爆発圧力C=18乃至25氣圧(=260乃至350 #/□)ナリ。

石油機関ハ農工業用小動力機関トシテ甚タ多ク使用セラレオレリ殊ニ二衝程ノ「セミディーゼル」機関ハ構造取扱簡單ナルヲ以テ小型舶用機関及固定動力機関トシテ其用途甚廣シ

揮發油及軽油機関ハ小型ノモノ多ク従テ複働式ノモノハ稀ニシテ殆ト全部單働式ニ製作セラレオレリ。

第三款　重油機関

重油機関ニハ定圧力燃焼機関ト混合燃焼機関トノ二種アリ。前者ニ属スルハ空氣噴射「ディーゼル」機関ニシテ后者ハ無空氣噴射「ディーゼル」機関ナリ。両機関共ニ鑛油中比重最モ大ナル重油ヲ燃料トシテ使用ス。

「ディーゼル」機関(單ニ「ディーゼル」機関ト記シアル場合ハ空氣噴射式ノモノヲ示ス)ニ於テハ其圧縮圧力及燃焼ノ際ノ圧力即第13圖ニ於ケルb及Cノ圧力ハ四衝程機関ニ於テbノ圧力ハ25乃至35氣圧(=415~500#/□")ニシテ二衝程機関ニ於テb及C=32乃至36氣圧(=455~510#/□")ナリ而シテ燃料ヲ噴射スル為ノ空氣ノ圧力ハ45乃至70氣圧(=640~1000#/□")ナリ。

無空氣噴射ノ「ディーゼル」機関ニ於テハ第14圖ニ於テbニ相當スル圧縮圧力ハb=25乃至32氣圧(=350~450#/□")ニシテCニ相當スル燃焼圧力ハC=35乃至46氣圧(=500~650#/□")ナリ。而シテ此機関ニ於テハ燃料ヲ噴射スルタメノ喞筒ノ圧力此喞筒ノ圧力ハ低キモノハ1000乃至3000封度毎平方吋ノモノ通常トス。高キ圧力ノモノニ於テハ4000乃至9000封度毎平方吋ニ達ス。

空氣噴射及無空氣噴射共ニ低廉ナル重油ヲ燃料トシ且

熱效率良好ナルヲ以テ現今各方面ニ廣ク使用セラレオレリ。特ニ后者ハ最近ノ發達ニ係リ其空氣壓搾機ヲ要セサルカ為ニ裝置及取扱簡單ニシテ將來移動機關トシテ進歩スル傾向アリ現ニ自動車及飛行機用トシテ研究シツヽアル會社一二ニ留ラサルカ如シ。

第十三節 構造上ノ分類

第一款 氣筩(シリンダー)ノ數ニ依ル分類

氣筩(シリンダー)ノ數ノ一個ノ機關ヲ單氣筩機關ト稱シ二個以上ノ機關ヲ複氣筩機關ト云フ。

單氣筩トスルトキハ構造簡單ナルモ廻轉部ノ平衡ノ為ニ特ニ重錘ヲ要ス。大ナル動力ヲ要スル場合ニ於テハ一個ノ氣筩ニテハ構造上其太サニ制限アルヲ以テ制限内ノ大サニ於テ氣筩ノ數ヲ適宜增加シ複氣筩ノ機關トス。例ヘハ空氣冷却ヲ行フ活塞ヲ有スル「セミデイリゼル」機關ニ於テハ現在ノ構造上最大限ハ單氣筩ニテ80制動馬力ヲ得ントスルヲ以テ今480馬力ノ機關ヲ得ントセハ氣筩數六個ノ機關トスルヲ要ス。又水冷複働式活塞ヲ有スルデイーゼル機關ニ於テハ現在單一ノ氣筩ニテハ其最大制動馬力3000馬力ナルヲ以テ今機關トスルカ或ハ毎氣筩ノ出力ヲ減シ氣筩數ヲ增加スルカノ二途ノ何レカニ依ラサルヘカラス。75馬力ノ4氣筩

白働車用飛行機用及舶用等ノ移動機關ニ於テハ各部ノ重量ヲ努メテ減少シ且回轉ヲ円滑ナラシメ回轉速度ヲ增加スルタメ複「シリンダー」機關ヲ多クノ場合採用ス。

第二款 氣筩(シリンダー)ノ配置ニ依ル分類

内燃機關ノ氣筩ハ單氣筩ノ機關ニ在リテハ水平又ハ垂直

ニ裝置セラル。複氣筩ノ機關ニ在リテハ機關ノ種類用途
其他各種ノ理由ニヨリ横型、竪型或ハV型、星型等ノ形
ニ配置セラル。
固定用機關ノ氣筩ハ通常横型及竪型ノ二種ナリ。此
ノ利害ハ第四節ニ於テ述フヘシ。
船用機關ハ殆ト總テ竪型機關ナリ。
自動車用機關ハ竪型機關ヲ常トシ稀ニV型ヲ採用
セルモノアリ。
飛行機用機關ハ竪型V型又ハ星型ニ配置セラル。而
シテ星型ニ配置セラレ機關ニハ「シリンダー」ノ回轉スルモノ
ト然ラサルモノトアリ。
第三款「クロスヘド」有無
内燃機關ニハ通常蒸汽機關ノ如ク「クロスヘド」ヲ有セス然レ
トモ大型機關ニ在リテハ活塞ノ氣筩壁ニ對スル圧力ヲ減
スルタメ「クロスヘド」ヲ附スル場合アリ特ニ複働式
機關ニ於テハ必ス「クロスヘド」ヲ有ス。

第十四節　内燃機關ノ比較及用途

本節ニ於テハ内燃機關ト蒸汽機關及内燃機關相互ヲ
比較シ其利害ヲ記述セントス

第一款　蒸汽機關ト内燃機關トノ比較

内燃機ハ蒸汽機關ニ比シ次ノ利益ヲ有ス
(1) 機關ノ熱效率概シテ良好ニシテ且燃焼ニ際シ焼料ノ
損失少キヲ以テ燃料消費量少シ特ニ「デイーゼル」機關ハ熱
效率良好ニシテ價格低廉ナル燃料ヲ使用シ得ルノミ
ナラス下記ノ諸利益ヲ有スルヲ以テ固定用及移動
用トシテ漸次蒸汽機關ノ領域ヲ蚕食シツヽアリ。

第四圖ニハ一制動馬力發生ノ為ニ消費セラルル熱量ヲ各種機関ニ就キ比較シアリ。

(2) 燃料ハ氣筩内ニ於テ直接活塞ニ作用スルヲ以テ蒸汽機関ニ於ケル蒸汽罐ノ如キ大裝置ヲ要セス從テ概シテ總重量、据付面積及設備費小ナリ。此ノ利益ハ瓦斯發生機ヲ要セサル石油機関ニ於テ特ニ然リ。

(3) 運轉開始ヲ迅速ニ行ヒ且開始后直チニ負荷セシムル事ヲ得ルヲ以テ蒸汽機関ノ如ク所要蒸汽發生ノ為燃料及時間ヲ徒費スルコト少シ。但瓦斯機関ニ在リテハ瓦斯ヲ製造貯蓄シ置クコト必要ナリ。

(4) 工場ニ於ケル休憩ノ為ノ作業中止或ハ船舶ニ於ケル少時間ノ寄港ノ為ノ航海停止等ニ際シテハ内燃機関ニ於テハ無運轉ヲ停止シ作業開始又ハ運行開始直前ニ始動スルコトヲ得ルヲ以テ燃料経済上大ナル利益アリ。然レトモ蒸氣機関ニ於テハ蒸氣圧ヲ低下セシメサル為燃料供給ヲ継續スルヲ要ス。

(5) 石油機関ニ在リテハ燃料ハ液体ナルヲ以テ石炭ヨリモ之カ貯藏ノ為ノ容積小ナリ。

(6) 石油機関ニアリテハ水ハ冷却ノ為ニ必要ナルノミナリ而シテ此水ハ少量蒸發スルノミナリ。然ルニ蒸氣機関ノ蒸氣發生ノ為ニハ多量ノ水ヲ消費スルヲ要ス。

(7) 煤烟ヲ發スル事少シ特ニ石油機関ニ在リテハ爐煙ヲ殘サス。

(8) 内燃機関ハ一般ニ蒸氣機関ニ比シ人件費小ナリ

蒸氣機関ニ比シ内燃機関ノ不利益ナル点次ノ如シ。

(2) 大ナル過負荷ニ耐ヘ得ス然ルニ蒸氣機関ニアリテハ過負荷ニ耐ヘ得ル能力大ナリ。

(3) 「シリンダー」数少キ四衝程機関ニアリテハ回轉円滑ナラス大ナル「フライホエール」ヲ要ス而シテ又爆發圧力大ニシテ且間歇的ナルヲ以テ震動大ナリ從テ大ナル基礎ヲ要ス。

(4) 「シリンダー」内ニテ燃料ヲ燃焼スルヲ以テ之カ掃除ヲ充分ニスルヲ要シ且「シリンダー」内ニ發生スル高熱ニヨリ滑油ノ蒸發ヲ防ク為良好ナル滑油ヲ多量ニ必要ナリ。

(5) 排氣ノ為騒音ヲ發ス。

第二欄 内燃機関相互ノ比較及用途

各種ノ燃料ヲ使用セル内燃機関ノ「シリンダー」内ニ於ケル圧力及温度ノ狀況第1表ニ示スカ如シ又各種機関ノ圧縮比及熱效率第2表ニ示スカ如シ。

第1表ニ就キテ見レハ平均有效圧力ハ「ディーゼル」機関最モ大ナル事ヲ知ル。次ニ圧縮圧力ハ瓦斯機関大ニシテ揮發油及燈油機関最モ小ナリ而シテ平均有效圧力ハ大同小異ナリ。第2表ニ依レハ熱效率ハ「ディーゼル」機関最モ良好ナル事ヲ知ル。以下各種内燃機関ノ利害ヲ列擧シ其用途ヲ概説セン。

瓦斯機関ノ利害及用途次ノ如シ

(1) 矢燈瓦斯及鎔鑛爐瓦斯ヲ利用シ得ル所ニ於テハ之等ヲ使用スル瓦斯機関ハ甚タ便利ナリ然レトモ之等ノ瓦斯ハ或一定ノ土地以外ニハ得難キノ不利アリ而シテ又矢燈瓦斯ハ高價ナルヲ以テ後乃至二〇馬力ノ如キ小機関ニ使用

セラルヽノミナリ。

(2) 吸込發生瓦斯ヲ使用スル機関ニアリテハ瓦斯發生機ヲ有スルヲ以テ何處ニモ設置スルコトヲ得而シテ此發生瓦斯機関ハ燃料費低廉ナルヲ以テ大ナル固定原動機関トシテ使用セラル。然レトモ複氣筩「デイーゼル」機関ノ如ク數千馬力ノモノハ製作スル事ヲ得ス。

(3) 發生瓦斯ヲ使用スル機関ニアリテハ瓦斯發生機ヲ併置スルヲ要シ且瓦斯發生ノ為石炭及水ヲ要スルヲ以テ移動用機関トシテハ「デイーゼル」機関ニ及ハス。

(4) 發生瓦斯機関ハ瓦斯發生機ニ点火始動ニ時間経過スルニ非レハ機関ヲ始動スル事ヲ得ス又發生機ニ火ヲ点シタル儘機関ヲ休止シタル時再ヒ運轉スルタメニハ20乃至30分ヲ要ス。而シテ始動直後ニ全負荷セシムル事不可能ナリ。故ニ瓦斯機関ハ始動簡單ニシテ始動後直チニ負荷セシムル事ニ関シテハ「デイーゼル」機関ニ及ハス。

(5) 吸込瓦斯機関ノ大サハ通常最大限300乃至400馬力ナリ。

揮發油及軽油機関ノ利害及用途次ノ如シ。

(1) 高速度ノ揮發油機関ハ出力ニ比シ機関甚タ小ニシテ從テ購買費安價ナリ然レトモ安制動馬力ニ對スル燃料費ハ甚タ高價ナリ。之カ為此種機関ハ固定用トシテハ時々使用スル小馬力ノ機関トシテ採用セラルヽノミナリ然レトモ移動機関特ニ軽量ニシテ高速度ヲ要スル自動車及飛行機用機関トシテハ此種機関ニ必適スルモノナシ。

(2) 燈油ヲ使用スル機関ハ燃料費ハ前者ヨリモ小ナルモ機関ノ購買費ハ揮發油機関ヨリモ大ナリ故ニ此種機関ハ稍長

時間連續シテ使用スル場合ニ有利ナリ。

(3)、「セミデイーゼル」機関ハ更ニ安價ナル軽油ヲ燃料トシテ使用シ得ルヲ以テ長時間連續使用スル稍大ナル機関トシテ適當ナリ〜〜〜馬力位ノ間ニ於テ盛ニ使用セラル。又構造取扱簡單ナルヲ以テ漁船ニ盛ニ使用セラル。

(4)、「セミデイーゼル」機関ハ上記ノ如キ利点ヲ有スレトモ焼玉ヲ使用スルヲ以テ始動前約十分間「ブローランプ」ヲ以テ焼玉ヲ灼熱スルヲ要ス又負荷不定ニシテ爆發不整ナル時ハ焼玉ノ温度低下シ燃料ノ蒸發不良トナル從テ爆發不良トナリ遂ニハ運轉ヲ停止スルコトアリ。

次ニ重油ヲ使用スル「デイーゼル」機関ノ利害及用途ヲ述ヘン

(1)、「デイーゼル」機関ハ各種機関中熱效率最モ良好ナル事第之表ニ示スカ如シ從テ燃料消費量小ナリ。又使用燃料ハ石油中最モ價格低廉ナル重油ヲ使用スルヲ以テ一制動馬力當リノ燃料費小ナリ。

(2)、發生瓦斯機関ニ比シ始動準備ニ要スル時間極メテ短小ニシテ且水ヲ要スル事少シ又据附面積小ニシテ且瓦斯發生機取扱ノ不便無キヲ以テ瓦斯機関ヨリモ有利ナリ。

(3)、「デイーゼル」機関ハ数千馬力ノ大機関ヲ製作スルコトヲ得。

上記ノ諸理由ニヨリ現時此種機関ハ固定用及移動用特ニ舶用機関トシテ異常ノ發達ヲ遂ケタリ。

(4)、空氣噴射「デイーゼル」機関ハ噴射用高圧空氣製作ノ為ニ空氣圧搾機ヲ必要トス之カ為機械的效率上損失アリ低負荷ノ場合ニ於テ特ニ然リ。

(5) 圧縮圧力甚タ大ナルヲ以テ危険豫防上各部ノ構造ヲ堅固ニスルヲ要ス従テ機関全体ノ重量大トナリ従テ回轉数モ余リ大ナルコトヲ得サルヲ以テ高速移動用即自動車及飛行機等ニハ不適當ナリ。

(6) 然レトモ現時無空氣噴射「ディーゼル」機関出現スルヤ其圧縮圧力小ナルヲ以テ各部ノ重量ヲ軽減シ回轉数ヲ漸次増加シ來レリ。

前記ノ如ク此種機関ハ燃料費低廉ニシテ電氣点火ノ煩無ク取扱簡單ナルヲ以テ重量軽減及回轉数ノ増加ト共ニ高速度後動機関トシテ現時盛ニ研究セラレ或種ノ自動車ニハ此「ディーゼル」機関ヲ採用シアリ又飛行機用トシテモ研究セラレツヽアリ。

第三款 四衝程機関ト二衝程機関トノ比較及用途

四衝程機関ハ二回轉ニ一回有效作用衝程ヲ有シ二衝程機関ニアリテハ毎回轉ニ一回作用衝程アリ従テ同種、同大及同速ノ機関ニアリテハ二衝程ノ方カ四衝程ニ比シ二倍ノ出力アル事トナル。

四衝程機関ハ二衝程機関ニ比シ吸氣及排氣ノ二衝程タケ余分ノ仕事ヲナスヲ以テ二衝程ノ方機械效率大ナリ。

然レトモ之ハ曲軸室ヲ排出用空氣喞筒トシテ使用スル小型二衝程機関ノ場合ニシテ大型二衝程機関ニアリテハ燃焼瓦斯排出ノ為ニ特別ノ喞筒ヲ要スルヲ以テ却テ二衝程機関ノ方機械效率小トナル。第四圖ハ四衝程及二衝程「ディーゼル」機関ノ有效仕事ニ向ケラルヽ熱量ト機

械的ニ失ハルヽ熱量トノ關係ヲ圖示セルモノナリ。

四衝程機關ハ二回轉ニ一回ノ有効作用衝程ヲ有スルモノナルヲ以テ二衝程機關ニ比シ回轉円滑ナラス從テ大ナル「フライホエール」ヲ必要トス。

二衝程機關ハ上記ノ如ク概シテ四衝程機關ヨリ有利ナル如ク見ユレトモ實際ニ於テハ次ノ如キ不利ナル点アリ。

燃燒瓦斯排出ノ際燃料及空氣力混合シテ氣筩ノ内ニ侵入シ來ル二衝程機關ニ在リテハ此際混合瓦斯ノ一部排氣ト共ニ逸失スル虞アリ從テ四衝程機關ヨリモ燃料消費量大ナリ又「セミデイーゼル」及「デイーゼル」機關ノ如キ燃燒瓦斯排出ノ際空氣ノミ「シリンダー」内ニ侵入シ來リ燃料ハ圧縮后注射セラル二衝程機關ニアリテハ前記ノ不利ナキカ如シ然レトモ此燃燒瓦斯ト空氣トノ新陳代謝ノ際四衝機關ノ如ク完全ニ燃燒瓦斯ヲ排出スル事困難ナルヲ以テ容積效率小ナリ從テ燃燒完全ナラス又此際燃燒瓦斯ヲ完全ニ駆逐セントセハ排出用空氣モ共ニ多量ニ逸出スルヲ免レス從テ能力大ナル排出用空氣喞筩ヲ要スル事トナリ機械效率上損失トナル。故ニ此種機關ニ於テモ二衝程機關ハ四衝程機關ニ比シ燃料消費量大ナリ。

四衝程機關ハ吸氣及排氣ノ完全ナル二衝程ヲ作用衝程間ニ有スルヲ以テ二衝程機關ヨリモ氣筩ノ冷却完全ナリ從テ圧縮圧力ヲ高メ得ルヲ以テ機關ノ熱效率良好トナル。

二衝程機關ハ通常吸氣及排氣用弁ヲ備ヘスシテ活塞ヲ以テ之ニ充ツルヲ以テ構造簡單ナルカ如キモ之ハ排出用空氣喞筩トシテ曲軸室ヲ代用シ得ル小型機關ノミヲ

有スル利益ニシテ大ナル機関ニ於テハ排出用喞筒ノ為ニ構造複雑トナル。而ノミナラス燃焼瓦斯ノ排出ヲ完全ナラシムル為ニハ充分ナル研究ヲ行フニ非レハ燃料消費量大トナル。

上記ノ如キ利害ヲ有スルヲ以テ燃料高價ニシテ且高速度ナルタメ燃焼瓦斯排出不完全トナリ易キ揮發油機関特ニ自動車及飛行機用機関ハ殆ト總テ四衝程式ヲ採用シアリ。二衝程ノ揮發油機関ハ出力ニ比シ形狀小ナルヲ機関購買費ノ廉ナルヲ望ムトキ又ハ特ニ機関ノ小ナルヲ望ム時等ニ小型機関ニ採用セラル。

「セミデイーゼル」機関ニ於テハ焼玉ヲ使用シ氣筩内ノ爆發熱ニヨリ之ヲ灼熱スル関係上二衝程式ヲ專ラ採用セラル特ニ小型機関ニ於テハ燃料費モ左程大ナラサルト構造簡單ナルトニヨリ漁船等ニ多ク使用セラル。此四衝程機関ニ於テハ作用衝程相互ノ間ノ時間長ク焼玉冷却スル虞アリ。

「デイーゼル」機関ニ於テハ從來四衝程機関多ク50乃至3000馬力ノ間ニ於テ盛ニ製作セラレ現時一氣筩ニテ最大1800馬力ニ達スルモノアリ然レトモ「デイーゼル」機関ニ於テハ燃料ノ逸出スル虞無ク且燃焼瓦斯ノ排出ヲ完全ニスレハ可ナルヲ以テ二衝程機関モ漸次研究改良セラレ其利点ヲ發揮スル如ク構造セラレ現今ニ於テハ一氣筩ニテ800馬力ニ達スルモノヤテ製作セラレオレリ。

第四款　單働式ト複働式及單氣筩ト複氣筩機関ノ比較及用途

單働式機関ト複働式機関トヲ比較スレハ次ノ如キ利害

ヲ有ス。

(1)、小型及中型機関ニ於テハ複働式トスル時ハ構造甚複雑トナリ機械ノ全長大トナリ製作費ヲ増加ス故ニ複働式トナスヨリモ寧ロ複氣筩機関トスル方製作費低廉ニシテ取扱モ容易ナリ。

(2)、大型機関ニ於テハ複働式トスル時ハ大ナル出力ヲ得運轉円滑ニシテ容積小ナルノ利アリ。複働式ニ於テハ「クロスヘッド」ヲ要スルコト勿論ニシテ活塞ハ水冷式ヲ採用スルヲ要ス

(3)、複働式ニ於テハ「スタフィング、ボックス」ノ為ニ弇(ジャルヴ)ヲ配置スル場所小ニシテ又之等ヲ配置セシ場所ハ甚タ複雑トナリ且薄弱トナリ易シ。

(4)、二衝程機関ニ於テハ排氣孔ヲ氣筩ノ中央ニ輪狀ニ設ケ活塞ヲ以テ之ヲ開閉スル時ハ装置簡單トナル。又此際「クロスヘッド」ヲ排出用喞筒トスル時ハ別ニ喞筒ヲ要セス。

現時此複働式ニ衝程機関ハ舶用トシテ特ニ「ディゼル」機関ニ於テ發達ノ傾向アリ

單氣筩機関ト複氣筩機関ニハ次ノ利害ヲ有ス。

(1)、單氣筩機関ハ製作費小ナレトモ其種類ニ應シ出力ニ或限界アリテ其馬力以上ノモノハ製作スルヲ得ス斯ル際ハ複氣筩トスルヲ要ス

(2)、單氣筩ハ回轉円滑ナラス従テ其回轉ヲ円滑ナラシムル為ニハ大ナル「フライホエール」ヲ要ス複氣筩ニ於テハ此害小ナリ。

(3)、移動用高速機関ニ於テハ回轉ノ円滑ヲ期スルト利用シ得ル容積ノ関係上複氣筩トスルヲ常トス。

第五款　横型機関ト竪型機関トノ比較

横型機関ノ利益次ノ如シ。

(1)、機関室ノ高サ小トナル。

(2)、機関ノ各部ハ床面近クアルヲ以テ分解、検査及手入容易ナリ。

(3)、「タンデム」又ハ「ツイン」装置トスル事ヲ得。

(4)、曲軸ヲ取出シ又ハ主軸兼ノ点検ノ為分解スル際氣筩ヲ除去スル事無ク直チニ曲軸室ノ覆ヲ取リ連接桿(コンネクチングロード)取外スコトニヨリ曲軸ヲ取出ス事ヲ得又主軸兼モ容易ニ分解点検スルコトヲ得。

(5)、主軸兼ノ数ヲ減スルコトヲ得。

(6)、活塞環(ピストンリング)ノ接合部ヲ活塞ノ下面ニ置ク時ハ燃焼瓦斯ノ漏洩ヲ少クスルコトヲ得。

(7)、氣筩内ニ入リ來ル滑油ハ氣筩ノ下面ニ集リ最モ摩滅スル部分ニ良ク平滑ナル被膜ヲ生ス加之冷却水ハ氣筩下面ヨリ來リ此ノ最モ摩擦スル部分ヲ冷却スルノミナラス氣筩ノ下面ニ集積セル滑油ノ温度ヲ低カラシメ其作用ヲ有效ナラシム。

(8)、重心下方ニ在リ

竪型機関ノ利益次ノ如シ

(1)、機関室ノ床面積小ナリ。

(2)、活塞ノ重量ハ氣筩壁ニ來ラス従テ摩擦抵抗及摩滅小ナリ。

(3)、各部ノ平衡良好ニシテ震動小ナリ従テ基礎小ニテ可ナリ。

(4)、高速度ヲ出ス事ヲ得

(5)回轉力齊一ニシテ回轉ノ不齊度小ナリ。
(6)每制動馬力ニ對スル重量小ナリ。

上記ノ如キ理由ニヨリ横型機関ハ床面積ノ狹キヲ要セサル定置機関ニ採用セラル面積小ナル所又ハ高速度ヲ要スル固定機関トシテハ竪型機関ヲ採用ス特ニ移動用機関トシテハ殆ト竪型カ專用セラル。

第三章 内燃機関ノ效率及出力

第十五節 單位及效率

第一款 單位

各種單位ハ本邦度量衡法ニヨリ規定セラレアルモノヲ基準トシテ説明シ之ニ現今普通使用セラレオル諸單位ヲ附加ス。而シテ簡單ナル單位ハ其説明ヲ省略ス。各種單位相互ノ比較對照ハ第3表ニ就キ知ルヘシ。

本章ニ於テ單位ノ系統ヲ指示スルニC.G.S系統M.K.S系統又ハF.P.S系統ナル字句アリ。之等ハ長サ、質量及時間又ハ長サ、力及時間ノ三種ノ基本單位ノ取方ニヨリテ名附ケシモノニシテC.G.S系統ノ單位ハ糎(長サ)瓦(質量又ハ力)及秒(時間)ヲ基本單位トセルモノナリ。M.K.S系統ノ單位ハ米(長サ)瓩(質量又ハ力)及秒(時間)ヲ又F.P.S系統ノ單位ハ呎(長サ)封度(質量又ハ力)及秒(時間)ヲ基本單位ニ採用セルモノナリ。

(1)容積ノ單位――容積ノ單位ハ立方糎又ハ立方米ヲ用フ。液体ノ容積ヲ表ハス時ハ「リットル」又ハ「ガロン」ヲ使用スル事多シ一「リットル」ハ千立方糎ナリ而シテ「ガロン」ニハ英國式「ガロン」ト米國式「ガロン」トアリ英國式ニ於テハ一英「ガロン」=4545.96立 米國式ニテハ一米「ガロン」=

3.78542691 ニナリ。
燃料ニ就キ一般ニ稱セラルヽ「ガロン」ハ米國式ナリトス。
吹封度單位ニ於テハ容積ハ立方吋又ハ立方呎ヲ使用ス。

(2) 溫度ノ單位——溫度ノ單位ハ攝氏度トス。攝氏度ハ一定ノ体積ヲ保タシメツヽ一定質量ノ完全瓦斯ノ溫度ヲ融解シツヽアル純粹ノ水ノ氷ノ溫度ヨリ1/133氣圧ニ於テ沸騰スル純粹ノ水ノ蒸気ノ溫度迄変セシムル間ニ於テ生スル圧力ノ1/100ノ圧力ヲ其完全瓦斯ニ生スル溫度ヲ謂フ。融解シツヽアル純粹ノ水ノ氷ノ溫度ハ零度ニシテ沸騰シツヽアル純粹ノ水ノ蒸氣ノ溫度ハ100°度ナリ攝氏度ヲ記スルニハ數字ノ終ニ(°C)ナル記號ヲ用フル事多シ例ハ100°C攝氏100°度ヲ示ス。

F.P.S系統ニ於テハ華氏度ヲ用フ。華氏度ハ(°F)ナル記號ヲ以テ示ス事多シ例ハ100°F華氏100度ヲ示ス。攝氏0°ニ相當スル華氏ハ32ニシテ攝氏100°ニ相當スル華氏度ハ212°ナリトス。故ニ攝氏度ト華氏度トノ關係ハ次式ニ依リ示サル。

$$\frac{F-32}{9}=\frac{C}{5}$$

(3) 絶對溫度——「シャールレ」ノ法則(Charles' law)ニ從ヘハ0°Cニ於ケル完全瓦斯ノ一体積ヲ1°タケ熱スルトキハ若シ圧力ヲ一定ニ保持スル時ハ元ノ容積ノ1/273タケ膨張シ又容積ヲ一定ニ保持スルトキハ元ノ圧力ノ1/273タケ其圧力ヲ増加ス。即0°ノ上下1°毎ニ完全瓦斯ハ0°ニ於ケル容積ノ1/273タケ膨張或ハ收縮ス。

此法則ニ從ヘハ−273°Cマテ完全瓦斯ヲ冷却スル時ハ全ク其容積ヲ失フ。

實際ニ於テハ此温度ニ達スル以前ニ於テ液体ニ変シ「シアール」ノ法則ニ從ハサルモノナリ。

此完全瓦斯ノ消滅スルト思考セル時ノ温度即−273°ヲ零度トシテ起算セル温度ヲ絶對温度ト稱ス。

絶對温度ハ之カ為普通ノ温度ニ273°ヲ加ヘシモノニシテ恰モ絶對圧力ハ「ゲージ」圧力ニ大気封度ヲ加ヘルカ如シ。

華氏度ニ換算セル絶對零度ハ−459.4°Fナリ。

前記「シャール」ノ法則ハ圧縮及膨張ノ際發生又ハ減少スル圧力ト温度ニ密接ナル関係アルヲ以テ更ニ之ヲ代数式ニ記載スレハ次ノ如シ

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{T_1}{T_2}\quad\text{或ハ}\quad\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$$

式中P_2ハ絶對温度T_2ニ於ケル絶對圧力ニシテP_1ハ絶對温度T_1ニ於ケル絶對圧力ナリ。

(4)熱量ノ單位——熱量ノ單位ニハ「カロリー」又ハ頭文字B.T.Uヲ使用ス。

「カロリー」ハC.G.S.系統ノ單位ニシテ純粹ノ水ノ瓦ノ温度ヲ摂氏16度ヨリ17度ニ昇ラシムルニ要スル熱量ナリ又實用上ハ此ノ千倍即チ斤ノ水ヲ15度ヨリ16度ニ昇ラシムルニ要スル熱量ヲ以テ單位トスルコトアリ之モ亦「カロリー」ト稱ス。両者ヲ區別スルタメニハ前者ヲ瓦「カロリー」ト云ヒ后者ヲ斤「カロリー」ト稱ス。

B.T.UハBritish Thermal Unitノ頭文字ヲ取リシモノニシテ英國式ノF.P.S.系統ノ單位ニシテ純粹ノ水ノ封度ノ温度ヲ華氏62度ヨリ63度ニ上ラシムルニ要スル熱

量ナリ。

「カロリー」トB.T.Uトノ関係ハ1 Cal＝3.968 B.T.U 又 1 B.T.U＝0.252 Cal ナリ。尚熱量ノ單位トシテ時トシテ攝氏15度ノ水1封度ノ温度ヲ1°上昇セシムルニ要スル熱量ヲ以テスル事アリ。此熱量ハ Pound-degree-Centigrade unit 又ハ Centigrade heat unit ナル語ヨリ出テシヲ以テC.H.Uト略記ス。

C.H.UトB.T.Uトノ関係ハ次ノ如シ　5 C.H.U＝9 B.T.U

(5) 比熱――各種ノ物質ノ單位質量ノ温度ヲ1度タケ昇ラシムルニ要スル熱量ヲ其物質ノ比熱ト稱ス。此熱量ハ物質ノ種類及其時ノ狀態ニヨリテ異ナルモノニシテC.G.S系統ニ於テハ15度ヨリ16度ニ又F.P.S系統ニ於テハ62度ヨリ63度ニ昇ラシムル時ニ要スル熱量ヲ以テ、比熱ノ基準トス。

氣体ノ比熱ニハ二種アリ。

(a) 定容積ノ比熱 C_v

(b) 定圧力ノ比熱 C_p

定容積ノ比熱トハ單位質量ノ氣体ヲ密閉器中ニ於テ熱シ其容積ヲ変化スル事ナクシテ其温度ヲ1度タケ昇ラシムルニ要スル熱量ヲ云フ。此際ニ於テハ気体ハ外部ニ何等ノ仕事ヲモ為サヽルヲ以テ加ヘラレシ熱ハ單ニ内部ノ「エネルギー」ヲ増加シ温度ヲ上昇セシムルニ留マル。純粋ノ空氣ノ定容積ノ比熱ハ $C_v = 0.1685$ ナリ

定圧力ノ比熱トハ單位質量ノ氣体ヲ氣筩ノ中ニテ熱シ之ニ活塞ヲ作用セシメ氣体ノ圧力ヲ一定ニ保持セシメタルトキ此氣体ノ温度ヲ1度上クルニ要スル熱量ヲ云

7。此際ニ於テハ加ヘラレシ熱ハ内部ノ「エネルギー」ヲ増加シ其温度ヲ上昇セシムルト共ニ活塞ヲ動ス為ニ外部ニ仕事ヲナス。純粋ノ空氣ノ定圧力ノ比熱ハ $C_p = 0.2375$ ナリ。此両者ノ差 $C_p - C_v$ ハ外部ノ仕事ニ消費セラレシ熱量ナリ。

(6)、力ノ單位——力ノ單位ハ「メガダイン」ナリ。「メガダイン」ハ1瓩ノ質量ノ物体ニ働ク時1秒ニ付毎秒10米ノ速度ノ増加ヲ與フルカヲ云フ。

普通ハM.K.S系統ニ於テハ1重量瓩ヲ力ノ單位トシテ使用ス。1重量瓩ハ0.98「メガダイン」ナリ。又F.P.S系統ニ於テハ1重量封度ヲ使用ス。

(7)、圧力ノ單位——圧力ノ單位ハ「バール」ナリ。「バール」トハ1「メガダイン」ノ力ヲ1平方糎ノ面積ニ受クル圧力ヲ云フ。「バール」ハ之ヲ氣圧ト稱スルコトヲ得。

普通圧力ノ單位トシテハ1平方糎ニ就キ1重量瓩ヲ以テス之ハ0.98「バール」ナリ又英國式ニ於テハ1平方吋上1重量封度ヲ以テ圧力ノ單位トス。

氣圧ナル文字ニ就キテハ各種アルヲ以テ尚一言セン。物理學者ノ普通使用スル氣圧ナル單位ハ高サ76糎ノ水銀柱ノ圧力ニシテ大氣ノ圧力ト略同一ナリ。而シテ1物理的氣圧＝1.0333瓩/平方糎＝14.697封度/平方吋＝1.013「バール」又工學者ハ前記ノ1平方糎上ノ瓩ヲ以テ「メートル」式ノ氣圧ト稱シ居レリ之ハ水銀柱ノ高サ735.5ノ粍ノ場合ノ圧力ナリ。

1工業的氣圧＝1.0瓩/平方糎＝14.223封度/平方吋＝0.98「バール」之ニ對シ1「バール」ヲ1氣圧トスル時ハ

1法令上氣圧＝1.02204 ㎏/㎠ ＝1「バール」ナリ。

(8)、仕事ノ單位――仕事ノ單位ハ「ジユール」ナリ。「ジユール」ハ1「メガダイン」ノ力ニ抵抗シテ10糎ノ長サタケ物体ヲ動ス時為サル、仕事ヲ云フ。

M、K、S系統ニ於テハ瓩米ヲ用ヒ而P、S系統ニ於テハ呎封度ヲ使用ス。0.98「ジユール」ナリ。之等ハ1瓩又ハ1封度ノ重量ヲ垂直ニ夫々1米又ハ1呎上クルニ要スル仕事ナリ。

(9)、工率ノ單位――工率即働力ノ單位ハ「キロワット」ナリ。「キロワット」ハ1秒ニ付1000「ジユール」ノ工率ヲ云フ。

實用上ニ於テハ工率ノ單位トシテ馬力ヲ使用スル場合多シM、K、S系統ノ馬力ハ瓩米毎秒ニシテ0.735「キロワット」ニ相當ス。P、S系統ノ馬力ハ550呎封度毎秒ニシテ0.746「キロワット」ニ相當ス。

(10)、熱ノ仕事當量――熱ノ仕事當量トハ1熱量單位ヲ仕事ニ変セシ際ニ為サルヽ仕事ノ量ニシテ1「カロリー」ハ427瓩米ニ相當ス又P、S、ヒハ778呎封度ニ相當ス。

第二款　效率

本款ニ於テハ機関ノ働力及效率ニ関スル説明ヲ記ス。

(1)、表示馬力――表示馬力トハ「インヂケーター」ニヨリ取リシ機関ノ「シリンダー」内ノ表示線圖ヨリ計算シテ求ムル働力ニシテ燃料ノ機関ニ與ヘタル働力ニシテ機関ヘノ入力ナリ。表示馬力ハIndicated Horse Powerナル語ヨリ出テシモノニシテ其頭文字ヲ取リテI、H、Pト略記スル事多シ。

(2)、制動馬力――制動馬力トハ機関ノ軸ニ出現シ來ル

外部ニ對シテ實際爲シ得ル仕事ノ量ナリ。此制動馬力ハ表示馬力ヨリ摩擦ニヨリテ失ハルヽ摩擦馬力ヲ減シタルモノニシテ機関ノ出力ナリ。制動馬力ハ Brake Horse Power ナル語ヨリ出テシモノニシテ B.H.P ト略記スルコト多シ又摩擦馬力ハ Friction Horse Power ニシテ F.H.P ト記ス。制動馬力ト表示馬力ノ関係ヲ式ニテ表サハ次ノ如シ

(I.H.P)-(F.H.P)=B.H.P

制動馬力ハ又實馬力、正味馬力、有效馬力 (Effective Horse Power=E.H.P) 利用シ得ル馬力 (Available H.P) 及軸馬力 (Shaft H.P=S.H.P) 等稱セラル。此馬力ハ機関ノ最モ重要ナルモノニシテ他ニ利用シ得ルハ此働力ニナリ。摩擦馬力ハ運動部ノ機械的摩擦、作用瓦斯ノ流動抵抗、吸氣及排氣ノ仕事、燃料喞筒又ハ圧搾機ヲ動ス動力及ニ衝程機関ニアリテハ排氣用空氣喞筒ヲ動ス動力等ニ消費サルヽ仕事ノ量ナリ。

(4) 機械效率 —— 機関ノ機械效率 (η_m) トハ軸ニ出現スル制動馬力ト熱ノ形ニテ「ピストン」ニ加ヘラルヽ表示馬力トノ比ヲ云フ即次式ノ如シ

$$\eta_m = \frac{B.H.P}{I.H.P} = \frac{(I.H.P)-(F.H.P)}{I.H.P}$$

現今ノ定容積爆發機関ノ機械效率ハ 80 乃至 90「パーセント」、四衝程定圧力燃焼機関即「ディーゼル」機関ニ於テハ 73 乃至 85「パーセント」又二衝程定圧力燃焼機関即二衝程「ディーゼル」機関ニ於テハ 60 乃至 70「パーセント」ナリ。各種機関ノ機械效率第々表ニ示サル。

(5) 熱效率 —— 熱效率トハ機関ノ仕事ニ変形セシ熱量ト燃料ニヨリ加ヘラレシ總熱量トノ比ヲ云フ。即

$$\eta_x = \frac{(\text{ヨリフレシ熱量}) - (\text{棄ツレシ熱量})}{(\text{ヨリフレシ熱量})} = \frac{H - E}{E}$$

而シテ此仕事カ表示馬力ヲ基礎トシテ計算セル熱效率ハ表示熱效率 η_{ti} トシ制動又ハ有效馬力ヲ基礎トセルモノハ有效熱效率 η_{te} トス。故ニ之等ノ效率ハ熱量ニテ表セル馬力ト機関カ1H.P又ハ1B.H.Pヲ出スニ使用セル熱量トノ比ニシテ次式ニテ表ハサル。

M.K.S系統

$$\eta_{ti} = \frac{75 \times 3600}{427} \times \frac{(I.H.P)}{G \times C} \doteqdot 635 \frac{(I.H.P)}{G \times C}$$

$$\eta_{te} = \frac{75 \times 3600}{427} \times \frac{(B.H.P)}{G \times C} \doteqdot \frac{(B.H.P)}{G \times C}$$

E.P.S系統

$$\eta_{ti} = \frac{550 \times 3600}{778} \times \frac{(I.H.P)}{G \times C} = 2545 \frac{(I.H.P)}{G \times C}$$

$$\eta_{te} = \frac{550 \times 3600}{778} \times \frac{(B.H.P)}{G \times C} = 2545 \frac{(B.H.P)}{G \times C}$$

式中I.H.P及B.H.Pハ機関ノ表示又ハ制動馬力Gハ毎時間ノ燃料消費量ニシテ瓦又ハ封度ヲ單位トスレハ之ノ又ハ1封度ノ燃料ノ有スル熱量ニシテ「カロリー」又ハB.T.Uヲ單位トス。

各種機関ノ熱效率ノ概要第二表ニ示サレタリ。

熱效率良好ナル機関ハ燃料ノ利用率良好ニシテ燃料経済上有利ナリ而シテ同種燃料ヲ使用スル機関ニ於テハ此效率良好ナル程燃料費少額ニテ可ナリ。

(6) 容積效率——容積效率トハ四衝程機関ニ於テ圧縮衝程ノ初ニ氣筒内ニ實際吸入セラレタル空氣量ハ

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

混合瓦斯）ノ重量ト同シ容積ヲ大氣圧ノ下ニ充滿スルニ要スル空氣（或ハ混合瓦斯）ノ重量トノ比ナリ。此ノ效率モ亦機関ノ出力ニ大ナル関係アリ即此效率大ナル時ハ機関ノ出力ヲ大ナラシムル事ヲ得。機関カ大ナル弇ヲ備ヘ低速度ニテ作働スル時ハ小ナル弇ヲ有シ高速運轉ヲナス機関ヨリモ吸入衝程間ノ空氣（或ハ混合瓦斯）ノ吸入量大ナリ従テ容積效率モ亦大ナリ。

今「デイーゼル」機関ノ表示線圖ヲ第22圖ニ示シ之ニ就キ容積效率ノ説明ヲナサントス。今排氣衝程間ハ排氣瓦斯ヲ弇管及消音器ヲ通シテ驅逐スルニ足ルタケ氣筩内ノ瓦斯ノ圧力ハ大氣圧ヨリ大ナリ。之カ爲排氣線3—4ハ大氣圧線A—Lヨリ直シ。排氣衝程ノ終ニ於テ「クリアランス」容積内ニアリシ瓦斯ハ線4—5—6ニ添ヒテ断熱的ニ膨張ス此際5ニ於テ大氣圧線ヲ切ル而シテ瓦斯ノ圧力ハ外間ノ空氣カ吸入弇及管等ノ空氣抵抗ニ打チ勝ツテ氣筩内ニ侵入シ得ルニ充分ナルタケ低下ス。吸入衝程ノ終ワニ於テハ氣筩ハ大氣圧ヨリ低キ圧力ノ空氣ヲ以テ充滿セラル而シテ活塞カ動キテ7—8ノ線ニ沿ヒテ空氣ヲ圧縮シ8ノ点ニ於テ大氣圧線ヲ切ル即チ此点ニ於テ吸入セシ空氣ノ圧力ハ大氣圧ニ達ス。大氣圧線ニ添フ7—8ノ長サハ氣筩内ニ吸入セラレシ大氣圧ニ於ケル空氣ノ容積ヲ示ス。

此容積ト氣筩ノ活塞ノ移動容積トノ比ハ表面上ノ容積效率 η_v ナリ。

吸入衝程間ニハ空氣ハ高温ノ弇、管、氣筩壁及氣筩ハ「クリアランス」ノ容積内ニ残留セシ高温ノ瓦斯等ニ接觸スルヲ以テ此空氣ハ氣筩内ニ來ルマテ豫熱セラル。此吸入間ノ豫熱ハ吸入空氣ノ重量ヲ減シ從テ大氣圧及大氣温度ニ於ケル $V_8 - V_5$ ノ距ニテ表ハサルヽ容積ヨリモ小ナラシム。此ノ吸入空氣重量ノ減少ハ氣筩内ニ於テ有效ニ燃焼シ得ル料ノ量ヲ減少ス從テ機関ノ働力ヲ減少ス。

第23圖ハ各種ノ機関ニ就キ多數實驗ノ結果得ル平均ノ容積效率ヲ示ス。此圖ニ示サレタル效率ハ每樂ノ效率ナルヲ以テ表示線圖ヨリ計リシ前式ノ如キ

表面上ノ效率ヨリモ遙ニ小ナリ。吸入速度100呎每秒ノ際ハ容積效率ハ74「パーセント」ニシテ各種ノ機関ニ於テ2「パーセント」以上ノ變化ナシ。

然ルニ200呎每秒ニ於テハ平均容積效率ハ64「パーセント」ナルモ6個ノ各種機関ニ就キ61「パーセント」ヨリ67「パーセント」マテ變化ス。更ニ250呎每秒ニ於テハ42「パーセント」ヨリ64「パーセント」マテ變化ス。此變化ハ氣筩顯部ノ形狀弇ノ大小及管ノ形狀等ニヨリテ變化スルモノナリ。

二衝程機関ニ於テハ容積效率ト呼ハスシテ清掃效率ト稱ス。清掃效率トハ圧縮衝程ノ初ニ氣筩内ニアル空氣(又ハ新鮮ナル混合瓦斯)ノ重量ト空氣(又ハ新鮮ナル混合瓦斯)ト燃焼瓦斯トノ混合物ノ重

量トノ比ヲ云フ。

(7)、圧縮比――圧縮比トハ氣筩ノ全容積ト圧縮衝程ノ終ニ於ケル容積即「クリアランス」ノ容積トノ比ヲ云フ。第22圖ニテ之ヲ説明スレハ此機関ノ圧縮比トハ

$$\frac{V_{s-r}+V_c}{V_c}=\frac{V_s}{V_c}=\varepsilon$$

圧力比ハ後ニ説明スルカ如ク熱效率ニ重大ナル関係ヲ有スルモノニシテ圧縮比大ナル程熱效率大ナリ。

第十六節 表示線圖ト瓦斯ノ膨張及圧縮

第一款 表示線圖

表示線圖ハ既ニ屢々引用シタル語ニシテ其意味略明瞭ナランモ更ニ茲ニ記述ス。

表示線圖ハ機関ノ氣筩内ニ於ケル瓦斯ノ作用ヲ「インジケータ」ニテ圖上ニ表セシモノナリ。此線圖ニヨル時ハ瓦斯ノ占ムル容積ト圧力トノ関係及機関ノ各「サイクル」ニ於ケル瓦斯ノ狀態ヲ明瞭ニ知ル事ヲ得。先ニ第8、10、12、13及14圖ニ示シタルハ各種機関ノ理想的ノ線圖ニシテ其横方面ニ瓦斯ノ占ムル容積ヲ又縱方向ニ其容積ニ於ケル瓦斯ノ圧力ヲ示ス。

第8、12、及14圖ハ夫々四衝程ノ定容積爆發、定圧力燃焼及混合燃焼ノ諸機関ノ表示線圖ニシテ圖中 e—a 線ハ吸入 a—b 線ハ圧縮 b—c 線ハ爆發及燃焼 c—d 線ハ膨張 d—e 線ハ排氣ノ各衝程間ノ容積ト圧力ノ関係ヲ示シ又第10及13圖ハ夫々二衝程ノ定容積爆發及定圧力燃焼機関ノ表示線圖ニシテ圖中 d—f—e 線ハ

清掃、a－b線ハ圧縮、b－c線ハ燃焼、c－d線ハ膨張作用間ノ容積ト圧力ノ関係ヲ示スモノナル事ハ既ニ前章ニ於テ概要説明セリ。

記イジチケータ－ニテ実際氣筒ヨリ取リシ表示線圖ハ上ノ如ク各作用間ニ限界アルモノニ非ズシテ甚タ不明瞭ナリ。今各種機関ヨリ取リシ實際ノ表示線圖ノ数例ヲ次ニ示サン。

第24圖ハ6馬力ノホーンスビイ、アクロイド(Hornsby-Akroyd)石油機関ヨリ取リシ線圖ニシテ四衝程機関ナルト明瞭ナリ。第25圖ハスツラザーズ、ウエル(Struthers-Wells)天然瓦斯機関ノ氣筒ノ直径1/2吋衝程18吋ナルモノヨリ取リシ線圖ナリ、之モ亦四衝程機関ナル事明瞭ナリ。之等ノ線圖ニ見ルカ如ク各作用ノ限界ハ第8圖等ニ於テハ下方ノ吸入及排氣ノ線圖ハ明瞭ナラズ之レ全体ノ圧力高キヲ以テ之等ノ線ハ殆ト合致スルヲ以テナリ故ニ之等ノ線ヲ明瞭ナラシメントセハ特殊ノ装置ヲ要ス。

第27圖ハ二衝程機関ヨリノ線圖ヲ示ス。

上記ノ諸線圖ハ正規ノ線圖ニシテ機関ノ表示馬力ヲ計算シ且瓦斯ノ容積ト圧力ノ関係ヲ知ル為重要ナルモノナリ。然レトモ此普通ノ線圖ハ單弦運動ニヨリテ画カルヽモノナルヲ以テ衝程ノ中央ニ於テ其速度最大ナリ然ルニ両端附近ニ於テハ其速度甚タ遲ク全然両端ニ於テハ零ナリ。故ニ衝程ノ両端附近ニ於ケル圧力ノ変化ヲ知ルタメニハ不便ナルコトアリ。瓦斯機関ノ爆発作用

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

研究等ノ特殊ノ目的ニ對シテハ線圖ノ両端ニ於ケル圧力ノ変化カ甚タ重要ナリ。此目的ニ對シテハ変形表示線圖及時間表示線圖ハ有用ナルモノナリ。

変形表示線圖ハ此線圖ヲ取ル運動ヲ曲軸ノ運動ヨリ或角度タケ進メ或ハ遅ラス如ク作ルモノナリ。例ヘハ瓦斯機関ニ於テ此角度ヲ90度トセハ此際取リ得ル線圖ハ第28圖ノ如クナル。斯ノ如キ線圖ヲ以テスレハ圧縮及爆發間ニ於ケル圧力ノ変化ハ正規ノ線圖ニヨルヨリモ一層正確ニ研究スルコトヲ得。

時間表示線圖ハ後ニ述フル「インヂケーター」ノ円筒ノ往復運動ヲ特殊ノ器具(クロノグラフ Chronograph)ニヨリ連續セル一様ノ運動ニ変化シテ取リシモノナリ。瓦斯機関ニ對スル時間表示線圖ノ一例第29圖ニ示スカ如シ。此線圖モ亦爆發等ノ圧力ヲ研究スルニハ便ナリ。然レトモ変形表示線圖及時間表示線圖ハ共ニ変形スルニ非レハ此儘ニテ動力計算ノ為使用スヘカラス。

第二款 瓦斯ノ膨脹及圧縮

瓦斯体ノ膨脹及圧縮ニハ二種ノ方法アリ即等温又ハ断熱変化之ナリ。等温トハ変化中温度ヲ一定ナラシムルモノニシテ断熱トハ変化中熱ノ出入無キモノナリ。

或ル氣筩中ニ空氣ヲ入レ之ニ密閉セル活塞及「インヂケーター」ヲ備ヘタル後氣筩内ノ空氣カ交互ニ圧縮及膨脹スル如ク活塞ヲ徐々ニ前后ニ動スヘシ若シ此際温度ヲ完全ニ一定ニ保持スル時ハ「インヂケーター」ノ画ク曲線ハ等温線(Isothermal line)ナルモノヲ画ク。而シテ其何レノ点ノ圧力モ之ニ其点ニ於ケル容積ヲ乗スレハ一

定ナリ。「ボイル」ノ法則(Boyle's Law)トシテ有名ナルモノニシテ今圧力ヲP容積ヲVトスレハ此法則ハ次式ノ如クナリ。

$$PV = 一定$$

然レトモ若シ圧縮又ハ膨脹カ甚タ迅速ニ行ハルヽ時ハ空氣ノ温度ハ一定ニ保タレスシテ上昇又ハ下降ス。之レ圧縮又ハ膨脹ニヨリテ空氣ニ對シ仕事カ行ハル此際發生又ハ減少スル熱ヲ傳導ニヨリ逃出又ハ補足スル時間ナキヲ以テナリ。斯ノ如キ状況ニ於テハ最早ヤ圧力ト容積ノ間係ハ「ボイル」ノ法則ニ従ハス。若シ運動速度甚タ迅速シテ傳導ニヨリ全然熱ノ逸失又ハ侵入無キ時ハ此際「インヂケーター」ニヨリ画カルヽ曲線ハ断熱線(Adiabatic line)トナル。而シテ圧力ト容積トノ関係ハ次式ニ従フ

$$PV^{\gamma} = 一定$$

即此式ニテハ圧力ニ容積ノγ乗ヲ乗セシ積ハ一定ナル事ヲ示ス。γハ定圧力ノ比熱C_pト定容積ノ比熱C_vトノ比ナリ。即

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{0.2375}{0.1689} = 1.406 \fallingdotseq 1.40$$

等温及断熱ノ両変化ノ圧縮及膨脹ニ於ケル関係ヲ示ス曲線カ第30圖(a)及(b)ニ示サレアリ。(a)ハ膨脹ヲ(b)ハ圧縮ノ場合ヲ示ス。

今前式ニ数字ヲ適用シ圧縮ノ際ニ於ケル圧力ト容積及温度トノ関係ヲ示サントス。

「シリンダー」内ニ於テ大氣圧ニアル空氣カ今急ニ其原容積ノ1/5ニ圧縮セラレタリトセヨ、然ル時ハ

$$P_1 = P \times \left(\frac{V}{V_1}\right)^n = 14.7 \times 5^{1.40}$$

$$\log 5^{1.41} = 1.41 \times \log 5 = 1.40 \times 0.699 = 0.9786 = \log 9.52$$

$$\therefore \quad P_1 = 14.7 \times 9.52 = 139.94 \fallingdotseq 140 \text{ 封度/平方吋}$$

圧縮前ノ空気ノ温度ヲ華氏60°即絶對温度ニテ60+459=519°Fトシ其容積ヲ$\frac{1}{5}$ニ圧縮シタル后ノ温度ヲ求ムレバ次ノ如シ。

既ニ第三章第一節ニ於テ述ヘタルカ如ク一定圧力Pノ下ニ在ル容積V温度Tナル純粋ノ気体カ容積V'トナリ温度T₁トナリシ時其間ノ関係ハ次ノ如シ。

$$\frac{V'}{V} = \frac{T_1}{T} \qquad \therefore V' = V\frac{T_1}{T}$$

今此ノ温度ニテ圧力ヲPヨリP_1ニ増加セハ体積V_1ハ「ボイル」ノ法則ニヨリ

$$V_1 = V'\frac{P}{P_1} = V\frac{T_1}{T}\frac{P}{P_1}$$

$$\frac{T_1}{T} = \frac{P_1 V_1}{PV}$$

然ルニ前記ノ変化ニ $PV^n = P_1 V_1^n \qquad \therefore \frac{P_1}{P} = \left(\frac{V}{V_1}\right)^n$

$$\therefore \frac{T_1}{T} = \left(\frac{V}{V_1}\right)^n \times \frac{V_1}{V} = \left(\frac{V}{V_1}\right)^{n-1}$$

$$\therefore T_1 = T\left(\frac{V}{V_1}\right)^{n-1} = 519 \times 5^{(n-1)} = 519 \times 5^{(1.4-1)} = 519 \times 5^{0.4}$$

$$\log 5^{0.4} = 0.4 \times \log 5 = 0.4 \times 0.699 = 0.2796 = \log 1.904$$

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

∴ $T_1 = 517 \times 1.904 = 988.2°F$　絶對溫度

∴ $T_2 = 988.2 - 459 = 529.2°F$

前記ノ場合ト反對ニ若シ絶對溫度988.2°F絶對壓力140封度毎平方吋ニアル空氣ヲ急ニ其5倍ノ容積迄膨脹セシムル時ハ最後ノ絶對溫度ハ517°F絶對壓力ハ147封度毎平方トナルヘシ。

内燃機關ノ氣筩内ニ起ル瓦斯ノ圧縮及膨脹ハ甚タ迅速ナルヲ以テ其容積ト圧力トノ關係ハ等溫度變化ヨリモ寧ロ斷熱變化ニ甚タ近シ。

第十七節　定容積爆發機關及定圧力燃燒機關ノ理論的熱效率

熱效率ノ定義ニ就テハ既ニ第十五節第二款ニ於テ述ヘタル所ナリ、本節ニ於テハ理論的表示線圖ニ就キテ各種機關ノ熱效率ヲ熱力學的ニ示サントス。

第一款　定容積爆發機關ノ理論的熱效率

第30圖ハ圧縮衝程ニ於テ燃料ト空氣トヲ氣筩内ニ有スル四衝程爆發機關ノ理想的表示線圖ニシテ其燃燒ハ活塞カ其内方死点ヲ通過スル時ニ起ルモノナリ。若シ衝程ノ終ノ20パーセントノ無キモノトセハ此線圖ハ同種ノ二衝程機關ニモ適用スル事ヲ得ヘシ之レ両者ノ熱力學的ノ狀況ハ殆ト同一ナルヲ以テナリ。第30圖ニ於テ水平線bcハ活塞ノ動ク範囲即衝程ヲ示シaバ「クリアランス」即圧縮室ノ容積ヲ示ス距離ナリ。今

活塞ガ最モ外方ノ位置ニアル時ノ氣筒内ノ容積ヲ
V_1トシ「クリアランス」ノ容積ヲVトスレハ $ac=b=V_1$ $ac=V$
$bc=V-V_1$ ニ相當ス而シテ $\frac{V_1}{V}=\alpha$ ハ圧縮比ナリ。第30圖
ニ於テハ ab ハ ac ノ20「パーセント」トシアルヲ以テ「クリアラ
ンス」ノ容積ハ全容積ノ $\frac{1}{5}$ ナリ 故ニ $\alpha=5$ ナリ。今活塞
ノ作用 c ヨリ始マリ内部ノ混合瓦斯ヲ b マテ圧縮シ
圧力 d マテ上リタルモノトス。而シテ此点ニ於テ燃料燃
焼シ圧力 e 迄上リタル后活塞外方死点ニ向ヒ e 点
ニ歸ル此時ノ圧力 f ナリ。此点ニ於テ排氣始リ圧力
C マテ低下ス。C d e f 点ニ於ケル絶對圧力ト絶對
温度トヲ夫々 P_1 P_1 P_2 P_2 P_3 及 T_1 T_1 T_2 T_3 トス。C 点ニ
於テハ $P=14.7$ 封度/吋² $T=519°F$ トス。
d 点ニ於ケル圧力 P_1 ハ前節計算セルカ如ク $P_1=147$(ポ)

=140 封度/吋² ナリ。
此時ノ温度モ亦前節ニ於ケルカ如ク $T_1=519\times5^{0.4}=988°F$
ナリ。上記ノ圧力及温度ハ圧縮ノ終ニシテ而モ点火前
ノ d 点ニ於ケルモノナリ之ヨリ更ニ爆發后未タ「ピス
トン」カ外方死点ニ向ハサル e 点及瓦斯カ元ノ容積
V マテ膨脹セシ f 点ノ圧力及温度ヲ求ムルヲ要ス。
e 点ニ於ケル温度從テ圧力ハ空氣ニ混合セル燃料ノ
量及發熱量ニヨリテ異ル即混合瓦斯カ燃料豊富ナ
ルタケ其温度及圧力ハ高クナリ此燃料ヲ燃焼スルニ
「シリンダー」内ノ空氣ノ割合カ不足スルニ至ルマテ上昇ス
實際ノ機関ニ於テハ此最モ強キ混合比ヲ採用セスシ
テ窄口稍空氣カ過剰ナル混合比ヲ採用ス。普通ノ
瀝キ燃料ト空氣トノ混合瓦斯ヲ以テスレハ e 点ノ圧

力ハ約450封度平方吋ニマテ達ス。此場合ニ於ケル温度ハ容積一定ナルヲ以テ次ノ如シ。

$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{T_2}{T_1} \quad \therefore \quad \frac{450}{140}=\frac{T_2}{959}$$

$$\therefore T_2=3178°F \quad 絶對$$

最後ニ燃焼瓦斯ハ断熱的ニ膨脹シテ f 点ニ到ル故ニ f 点ニ於ケル温度ハ次ノ如シ。

$$T_3=T_2\times\varepsilon^{\gamma-1}=\frac{3178}{1.904}=1668°F \quad 絶對$$

此温度ニ相當スル絶對圧力ハ $P_3=472$ 封度/吋² ナリ。

次ニ斯ノ如キ機関ニ於ケル熱效率ヲ探究セントス。既ニ第十五節第二款ニ於テ述ヘタルカ如ク若シ機関ノ各サイクルニ於テ機関ニ供給セル熱量ヲ H トシ有效作業ヲナシタル后排棄セラルヽ熱量ヲ H_1 トセハ機関ノ熱效率ハ次ノ如シ

$$\eta_t=\frac{H-H_1}{H}$$

第30圖ノ場合ニ於テ熱ハ定容積 V_1 ニテ加ヘラレ其値次ノ如シ

$$H=C_v(T_2-T_1)$$

熱ノ排氣モ亦定容積 V_1 ニテ行ハレ其値次ノ如シ

$$H=C_v(T_3-T)$$

然ル時ハ熱效率 η_t ハ次ノ如シ

$$\eta_t=\frac{H-H_1}{H}=\frac{C_v(T_2-T_1)-C_v(T_3-T)}{C_v(T_2-T_1)}=1-\frac{T_3-T}{T_2-T_1}$$

是ニ前記ノ諸数字ヲ適用スレハ第30圖ノ機関ノ熱效率

次ノ如シ

$$\eta_t = 1 - \frac{1668-519}{3176-988} = 1 - 0.515 = 0.485$$

即チ此 $\eta_t = 48.5\%$ ト稱セラル。

熱ノ供給及排棄共ニ定容積ニ於テ行ハレ圧縮及膨脹ハ断熱的ニ行ハルヽヲ以テ熱效率ハ次ニ誘導スルカ如ク單ニ圧縮比ニノミ関係シ瓦斯ノ最高又ハ最初ノ温度ニ無関係ナリ。故ニ一度「クリアランス」ノ容積ト全容積トノ比ヲ得ル時ハ次ニ誘導スル簡單ナル公式ニヨリテ理論的ノ熱效率ヲ知ル事ヲ得。

$$1 - \frac{T_3 - T}{T_2 - T_1}$$ ヨリ圧縮比ニ基ク簡單ナル公式ヲ誘導スレハ次ノ如シ。

前節第二款ニ於テ求メタルカ如ク $\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{P_2 V_2}$ 而シテ膨脹ハ断熱変化ナルヲ

$$\frac{P_3}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma} \quad \therefore \frac{T_3}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$$

式中 $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ r = 圧縮比又ハ膨脹比ナリ。

同様ニシテ $\frac{T}{T_1} = \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$ 故ニ $\frac{T_3}{T_2} = \frac{T}{T_1} = \frac{T_3 - T}{T_2 - T_1}$ ナリ。而シテ之等ハ又

普通ノ代數ノ公式ニヨリ $\frac{T_3 - T}{T_2 - T_1} = \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$

$$\therefore \eta_t = 1 - \frac{T_3 - T}{T_2 - T_1} = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$$

本公式ニヨリ前記ノ如ク熱效率ハ圧縮比ニノミヨルモノナル事ヲ知ル。

内燃機関ノ氣筩中ニ入リ來ル混合瓦斯ハ其大部分

空氣ニシテ一部分瓦斯其他ノ燃料ナリ故ニ圧縮及膨脹ノ際ニ於ケル比熱ハ完全瓦斯ノモノト異ル場合アリ。今到此ノ比熱ノ比γヲ1.30、1.35、1.40ト仮定シ圧縮比γヲ3ヨリ15ニシ。

オットーサイクルノ理論的熱效率　（パーセント）

圧縮比	γ	3	4	5	6	7	8	10	12	15
	1.40	35.6	42.6	47.5	51.2	54.1	56.5	60.2	63.0	66.1
	1.35	31.9	38.4	43.1	46.6	49.4	51.7	55.3	58.1	61.2
	1.30	28.1	34.0	38.3	41.6	44.2	46.4	49.9	52.6	55.6

$1-\left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$ ナル公式ニ於テ氣筒内ノ燃料等ヲ無視シ完全ニ空氣ノミナリト考フル時ハ $\gamma=1.4$ トナリ前記熱效率ノ公式ハ $\eta_t=1-\left(\frac{1}{r}\right)^{0.4}$ トナル。此效率ヲ空氣ヲ基礎トセル效率（Air standard Efficiency）ト稱ス。

茲ニ注意スベキハ本欄ニ於テ求メタル圧力温度及效率ハ全然理論的ノモノナル事ナリ。

第二欄　比較效率及效率比

機関ノ氣筒ノ實際ノ表示馬力ヲ知リ且サイクル間供給セシ燃料量及其發熱量ヲ知リオル時ハ實際ノ熱效率ヲ知ル事ヲ得。而シテ若シ此效率ヲ實際ノ機関ト同シ圧縮比ノ空氣ヲ基礎トセル效率ノ分數トシテ表ス時ハ其結果ヲ比較的效率（Relative Efficiency）トス。

一例ヲ挙クレハ圧縮比5ナル瓦斯機関ニ於テ毎サイクル供給スル瓦斯量ハ0.078立方呎、其發熱量ハ毎立方呎302 C.H.U.ニシテ又表示線圖ヨリ取リシ仕事ハ10,533呎封度毎サイクルトセヨ然ルトキハ仕事ニ変セラレシ熱量ハ $\frac{10533}{1400}$

C.H.U.ナリ。供給セラレシ熱量ハ 0.078×302 C.H.U.ナルヲ以テ實際ノ熱效率ハ $\frac{10,553}{1400\times0.078\times302}=0.320$

然ルニ空氣ヲ基礎トセル效率ハ $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{0.4}=0.475$。

故ニ比較效率ハ $\frac{0.320}{0.475}=0.674$ 即 67.4「パーセント」ナリ。

理論的效率ヲ研究スル際空氣ヲ用ヒスシテ實際ノ燃料ト空氣トノ混合物ヲ使用シ且溫度ノ變化ト共ニ比熱ノ變化ヲモ計シテ同シ圧縮比ニテ效率ヲ求メタル際實際ノ效率ト比效率トノ比ヲ效率比（Efficiency Ratio）ト稱ス。

實際機關内ニ於テ圧縮及膨脹スル瓦斯ハ純粹ノ空氣ニ非スシテ混合瓦斯ナルヲ以テ溫度ノ異ルニ從ヒ比熱モ變化ス從テ第一款ニ於テ求メタルカ如ク簡單ニ其熱效率ヲ求ムル事ヲ得サルモノトス。本書ニ於テハ比熱ヲ變化スル場合ノ研究ハ省略ス。

第三款　定圧力燃燒機關ノ理論的熱效率

「ディーゼル」機關ニ於テハ既ニ述ヘタルカ如ク氣筩内ニ空氣ノミヲ圧縮シ其膨脹衝程間ニ燃料ヲ注入ス。此場合ニ於テ燃料ハ膨脹衝程ノ初期ノ間燃料ノ燃燒ニヨリ空氣ヲ熱シ圧力ヲ一定ニ保持スル如ク注入セラル。衝程ノ或点ニ於テ燃料供給ヲ中止ス而シテ膨脹ハ其衝程ノ終マテ繼續セラル。第31、32圖ハ此種機關ノ理論的表示線圖ニシテ前款ニ述ヘタル如ク四衝程及二衝程ノ何レノ「サイクル」ニモ適用スル事ヲ得。此種機關ニ於テハ後述スル燃料ノ關係上甚タ高キ圧縮圧力ヲ使用シ得而シテ第31及32圖ノ線圖ハ圧縮比 $r=14$ ノ場合ヲ示シ下リ。洛塞ハC点ヨリ圧縮衝程ヲ開始スルモノトシ其時ノ空氣ノ絶對圧力 $p=1.47$ kg/cm² 絶對溫度 $T_1=273+15$ ディグリートス。

治塞ハCヨリdニ空氣ヲ圧縮ス此際ニ於ケル空氣ノ占ムル「グリアランス」ノ容積V_1ハ全容積Vノ$\frac{1}{12}$ナルヲ以テ圧縮圧力P_1ハ次ノ如キ値トナル。

$$P_1 = 14.7\left(\frac{12}{1}\right)^{1.4} = 14.7 \times 32.4 = 476 \text{ 封度/吋}^2 \text{ 絶對}$$

而シテd点ニ於ケル温度T_1ハ次式ニヨリ求メラル

$$T_1 = T \times (12)^{0.4} = 5.19 \times 12^{0.4} = 5.19 \times 2.70 = 1401^\circ \text{ 絶對}$$

d点ニ於テ燃料ハ高圧高熱トナリオル空氣中ニ注入セラレ直チニ点火ス而シテ燃料ノ注入ハe点ニ達スル治塞ノ外向衝程間定圧ヲ保持セラルヽ如ク行ハル。e点ニ於テ燃料供給ヲ遮断ス。此機関ニ於テハ效率ハ圧縮比ト共ニ最大温度ニ依リ変化ス故ニ今二例ヲ擧ケ第一例タル第31圖ニ於テハ衝程ノ$\frac{1}{22}$ノ点第二例タル第32圖ニ於テハ$\frac{1}{55}$ノ点即「グリアランス」ヲモ含ミタル全容積ノ$\frac{1}{8}$及$\frac{1}{4}$ノ点ニ於テ燃料注入ヲ中止シタル場合ニ於キ效率ヲ説明セン。

第一例(第31圖)ニ於テハ燃料ハ衝程ノ$\frac{1}{22}$ノ点ニ於テ中止セラルヽ之ハ機関カ軽負荷ノ際普通ニ行ハルヽ所ナリ。此際ノ容積ハ$\frac{1}{12}+\frac{1}{22}=\frac{5}{66}$ナリ。故ニe点ニ於ケル温度$T_2 = T_1 \times \frac{12}{5/66} = 1401 \times \frac{12}{5} = 2101.5^\circ F.$ abs. ナリ又瓦斯力圧縮前ノ原容積マテ膨脹シタル時ノ温度T_3ハ

$$T_3 = T_2 \div (r)^{\gamma-1} = T_2 \div 8^{0.4} = 2101.5 \div 2.297 = 915^\circ F. \text{ abs.}$$

定圧力燃焼機関ニ於テハ熱ハ定圧ニ於テ加ヘラレ定容積ニ於テ排棄セラル故ニ此際ノ熱效率ヲ示ス公式ハ定容積機関ヨリハ稍複雑ナリ。

第31圖ノ場合ニ於テ加ヘラレシ熱量ハ　$H = C_p(T_2 - T)$

排棄セラレシ熱量ハ　$H_1 = C_v(T_3 - T)$

故ニ效率ハ　$\eta_t = 1 - \frac{H}{H} = 1 - \frac{C_v(T_3 - T)}{C_p(T_2 - T)} = 1 - \frac{T_3 - T}{n(T_2 - T)}$

$$\therefore \eta_t = 1 - \frac{915 - 519}{1.4(2101.5 - 1401)} = 1 - \frac{396}{1.4(700.5)} = 1 - \frac{396}{980.7}$$

$= 1 - 0.403 = 0.593$　即 59.3 「パーセント」ナリ

第二例（第32圖）ニ於テハ燃料ハ衝程ノ1/8ニ於テ注入セラル。点ニ於ケル容積ハ全容積ノ1/4ナリ故ニ於ケル溫度 T_2 ハ次ノ如シ。

$$T_2 = 1401 \times \frac{10}{4} = 4203°F \text{ abs.}$$

点ニ於ケル溫度 T_3 ハ次ノ如クナル

$$T_3 = T_2 \div r^{n-1} = 4203 \div 1.741 = 2414°F \text{ abs.}$$

故ニ此際ニ於ケル熱效率次ノ如シ

$$\eta_t = 1 - \frac{C_v(T_3 - T)}{C_p(T_2 - T)} = 1 - \frac{2414 - 519}{1.4(4203 - 1401)} = 1 - \frac{1895}{1.4 \times 2802} = 1 - 0.483$$

$= 0.517$　即 51.7「パーセント」ナリ

此両例ニヨリディーゼル機関ノ效率ハ單ニ圧縮比ノミナラス膨脹前ノ最高溫度及膨脹比ニヨリ変化スル事ヲ知ル。

前記ノディーゼル機関ノ熱效率ノ公式ヲ圧縮比（假ニ r_1 トス）及膨脹比（r_2 トス）ニテ表サハ次ノ如クナル。

$$\eta_t = 1 - \frac{T_3 - T}{r(T_2 - T)}$$

$$r = \frac{V}{V_1} \quad r_2 = \frac{V_2}{V} = \frac{V}{V_2} \quad \therefore V = V_3$$

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

$$T_1 = T\left(\frac{V}{V_1}\right)^{n-1} = T\,r_1^{n-1} \qquad \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V}{V_1} = \frac{V_2}{V} = \frac{r}{r_2}$$

$$\therefore\ T_2 = T_1\frac{r}{r_2} = T\frac{r^n}{r_2} \qquad T_3 = T_2\left(\frac{V_3}{V_3}\right)^{n-1} = \frac{T_2}{r_2^{n-1}} = T\left(\frac{r}{r_2}\right)^n$$

$$\text{故}=\ \frac{T_3 - T}{T_2 - T_1} = \frac{T\left(\frac{r}{r_2}\right)^n - T}{T\frac{r^n}{r_2} - T\,r_1^{n-1}} = \frac{\left(\frac{r}{r_2}\right)^n - 1}{r_1^{n-1}\left(\frac{r}{r_2} - 1\right)}$$

$$\text{故}=\ \eta_{\pi} = 1 - \frac{1}{r^{n-1}}\left\{\frac{\left(\frac{r}{r_2}\right)^{n-1}}{\left(\frac{r}{r_2} - 1\right)}\right\}\ \text{トナル。}$$

第31及32両圖ニ於ケル圧縮ト同一ノ圧縮比即チ12ノ定容積爆發機関ニ採用スルモノトスレハ此際ノ熱效率ハ

$$\eta_{\pi} = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{n-1} = 63\text{「パーセント」}$$

然レトモ此際ニ於テハ最大圧力ハ次ノ如クナル

$$476 \times \frac{4203}{1401} = 1420\ \text{封度/吋}^2\ \text{abs.}$$

前記ディーゼル機関ノ二例ニ於テハ熱效率ハ最高絶對温度2101°Fノ時ニ於ケル63パーセントヨリ最高絶對温度4203°Fノ時ニ於ケル57パーセントマテ低下シカレリ。氣筒内ニ於テハ4203°F以上ノ高温度ヲ發生スル如ク燃料ヲ燃燒セシムル事ハ殆ト不可能ナリ。實際普通發生スル最高温度ハ3500°Fヲ超過スル事ナシ此際ニ於ケル熱效率ハ約54パーセントナリ。

本節第一及本款ニ於テ研究シタル熱效率ノ結果ヲ綜合シ両種機関ヲ比較スレハ次ノ如シ

第一款ニ述ヘタル爆發機関ニ於テハ熱效率ハ全然圧

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

縮比ノモニヨリ最高溫度ニ無關係ナリ。
「デイーゼル」機關ニ於テハ熱效率ハ主トシテ壓縮比ニヨルモ一部最高溫度ニヨル。同一ノ壓縮比ヲ有スル場合ニ於テハ爆發機關ハ甚タ有效ナル機關ナリ然レトモ實際ニ於テハ爆發機關ノ壓縮比ハ燃料ノ引火点等ノ關係上「デイーゼル」機關ノ如キ高キ壓縮ヲ行フ事能ハス普通輝發油機關ニ於テ4—5「アルコール」機關及瓦斯機關ニ於テ4—7ナリ然ルニ「デイーゼル」機關ノ壓縮比ハ現今普通12—15ナルヲ以テ斯ノ如キ比較ハ實際上行ヒ難シ。

第四款 理論的熱效率ト實際的熱效率トノ差異

本節第一款ヨリ第三款マテニ研究シタル事ハ次ノ假定ノ下ニ行ハレタリ。

1、作用スル氣体ハ純粹ナル乾燥空氣ナリ。

2、比熱ハ定容積ニ於テハ如何ナル溫度ニ於テモ一定ニ保持セラル。

3、壓縮及膨脹ハ斷熱的ナリ。

4、燃燒ハ第一款ニ於テハ瞬間ニ起リ定容積ニテ行ハル第二款ノ場合ニ於テハ定壓力ヲ生スル如ク徐々ニ行ハル。

5、瓦斯ハ壓縮前ニ占メ居タル原容積ト精密ニ同一ノ容積マテ膨脹ス。

實際ノ場合ニ於テハ上記ノ條件ノ何レモ完全ニ行ハルモノナシ從テ實際ノ效率ハ理論的效率ヨリ甚タ少シ。其原因次ノ如シ。

1、作用氣体ハ純粹ナル乾燥空氣ニ非スシテ一部分他ノ瓦斯ヲモ含有ス而シテ之等ノ瓦斯ノ定容積及定壓

力ニ於ケル比熱ハ空氣ノ場合ト同一ノ關係ヲ有セス。

2、最近「デユガルド、クラーク」(Dulp. Dugald Clerk)ニ其他ノ實驗ニヨレハ作用氣体ノ比熱ハ廣範囲ノ溫度ニ於テ一定ニ非スシテ甚タ高溫度ニ於テハ其增加甚タ大ナリ。之ハ甚タ重要ナル事ニシテ效率ニ甚タ大ナル影響ヲ有ス。

第33圖ハ各種ノ溫度ニ於ケル作用氣体ノ有スル「エネルギー」ノ全量ヲ示シアリ。

現今高溫度ニ於テハ此ノ曲線ヨリモ一層内部「エネルギー」大ナルコトカ實驗サレタリ然レトモ該曲線ハ現在一般ノ技術者ノ承認スル所ノモノナリ。此曲線ハ燃燒后作用氣体ノ組成ハ次ノモノヨリ成ルト云フ想定ニ基ケリ。

$N_2 O = 83$「パーセント」 $CO_2 = 5$「パーセント」 $H_2O = 12$「パーセント」

3、作用氣体ノ比熱ハ變化スルヲ以テ壓縮モ膨脹モ共ニ斷熱的ナラス、又之等兩衝程間ニ熱ハ氣筩壁ヨリ失ハル。

4、燃燒ハ瞬間的ニ非ラス即作用氣体全部ニ火焰ノ傳波スル爲ニハ多少ノ時間ヲ要ス從テ膨脹衝程ノ一部分燃燒ハ繼續ス。

5、燃燒瓦斯ノ排出ニ利用シ得ル時間僅少ナルタメ實際ニ於テハ排氣孔ヲ衝程ノ終ノ僅カ前ニ開クコト必要ナリ從テ瓦斯ハ壓縮前ニ占メ居タルト同容積マテ膨脹セス。

是等ノ各條件ヲ參酌シテ機關ノ實際的效率ヲ計算スルハ甚タ複雜困難ナルト同時ニ作用氣体ニ對スル化學的及物理的性質ノ精密ナル智識ヲ必要

ナリ。

キ程效率益々大ナリ。之ハ實際上甚タ重要ナル事ト比熱ノ增加ヲ參酌スルトキハ最高溫度低ケレハ低シ最高溫度ニ全然無關係ナリト雖他ノ條件ヲ同一ト空氣ヲ基礎トセル場合ニ於テハ爆發機關ノ熱效率ハ

ス。故ニ本書ニ於テハ上記各條件ノ研究ハ之ヲ省略ス。

第十八節　表示馬力

本節ニ於テハ表示馬力ノ測定ニ要スル器具及表示線圖ニヨリテ判斷シ得ルシリンダー內ノ各種現象ニ就テ說明セン

(1) 表示馬力ノ計算——表示馬力ハ次ノ公式ニヨリテ算定ス

第一款　表示馬力ノ測定

四衝程機關

$$I.H.P = \frac{PALN}{2\times75\times60} \quad \text{M.K.S 系統}$$

$$I.H.P = \frac{PALN}{2\times33,000} \quad \text{F.P.S 系統}$$

二衝程機關

$$I.H.P = \frac{PALN}{75\times60} \quad \text{M.K.S 系統}$$

$$I.H.P = \frac{PALN}{33,000} \quad \text{F.P.S 系統}$$

式中　P＝瓦斯內ノ平均有效瓦斯用力　瓩/糎² 又ハ 瓩/吋²

A＝有效活塞面積　平方糎又ハ平方吋

今氣筒ノ內直徑ヲD糎(又ハ吋)トスレハ $A=\frac{\pi}{4}D^2$

L＝衝程ノ長サ　米又ハ呎

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

n = 曲柄ノ毎分回轉數

回轉數 N ハ回轉計ニヨリ表示線圖ヲ取リタル時ノ回轉ヲ測定ス。

平均有效瓦斯圧力 p ハ後述スルカ如ク表示線圖ヨリ計算ス而シテ表示線圖ハ「インチゲーター」ニヨリテ取ルモノニシテ其裝置(2)ニ説明スルカ如シ。

今例題ニヨリ表示馬力ノ計算法ヲ示サン。

第一例、氣筩ノ直径 $D = 25$ cm. 衝程 $L = 0.4$ m

毎分回轉數 $N = 150$ ナル四衝程石油機関ヨリ取リシ表示線圖カ第39圖ノ如クニヨリ計算セシ平均有效圧力 $p = 3.6$ kg/cm² ナル時此機関ノ表示馬力ハ次ノ如シ。

$$I.H.P = \frac{PALN}{2\times75\times60} = \frac{3.6\times\frac{\pi}{4}25^2\times0.4\times150}{2\times75\times60} = 11.785 \text{ 馬力}$$

第二例、氣筩直径 $D = 10$ 吋 衝程 $L = 15$ 吋 毎分回轉數 $N = 200$ ナルニ衝程石油機関ヨリ取リシ表示線圖カ第40圖ノ如クニヨリ計算セシ平均有效圧力 $p = 104.5$ #/□" ナル時此機関ノ表示馬力ハ次ノ如シ

$$I.H.P = \frac{PALN}{33{,}000} = \frac{104.5\times\frac{\pi}{4}10^2\times\frac{15}{12}\times200}{33{,}000} = 62.15 \text{ 馬力}$$

(2) 表示線圖ノ取方——第34圖ハ「インヂケーター」ニ依リ表示線圖ヲ取ル裝置ヲ略記セルモノナリ。「インヂケーター」ハ氣筩 A、活塞 P、複座發條 S、鉛筆 B「コック」E 及線圖紙ヲ貼附スヘキ平板又ハ圓筒 D ヨリ成ル。A ハ機関ノ氣筩頂ニ螺入緊定セラレアリ、而シテ「コック」E ヲ開ケハ両氣筩ハ相通シ機関内ノ瓦斯ハ A 内ニ進入シ其圧力ヲ P ノ

下面ニ及ホス。Pハ下面ハ瓦斯圧又ハ大氣圧ヲ受ケ上面ハ複座發條ノ圧力ヲ受ク故ニ瓦斯圧高キトキハ發條ノ力ニ打チ勝ツテ上昇シ圧力低下スレハ發條ニヨリ圧下セラル。Pノ上面ニハ垂直桿アリテ鉛筆ヲ支持セル横桿Bニ接續セリ。鉛筆ヲ支持スル横桿Bハ其機構ニヨリ活塞Pカ垂直ニ上下運動ヲナスニ從ヒBノ先端ハ其時瓦斯圧ニ應スル高サヲ紙上ニ表記スル如ク垂直ニ下運動ヲナス如ク作ラレアリ。Dハ平板トシテ左右ニ移動スルカ或ハ現今多ク使用セラルヽ如ク圓筒トシテ左右ニ回轉シ鉛筆ヲ以テ活塞ノ衝程ニ應スル位置ヲ其表面ニ貼附セル紙上ニ表記スル如ク作ラレアリ。斯ノ如キ構造ニヨリ活塞ノ衝程ノ各位置ニ於ケル瓦斯圧カヲ画ムノ事ヲ得之表示線圖ニシテ第34圖ニハ表示線圖カ平板ニ貼附セル紙上ニ表レオレリ。

「インヂケーター」ノ構造、種類等ニ就キテハ第二款及第三款ニ詳述ス。

(3)表示線圖ノ各線ノ表ス仕事―機関ノ各衝程間ニ瓦斯又ハ空氣ノ活塞ニ與フル仕事及活塞ヨリ瓦斯又ハ空氣ニ與フル仕事ハ表示線圖ヨリ考察シ得ルモノナリ。第35圖ハ四衝程第36圖ハ二衝程ノ爆發機関ノ線圖ヲ衝程毎ニ分チテ示シアリ。圖ノ斜線ニテ畫翁ヲ施セルハ活塞カ為セシ仕事ニシテ負ノ仕事ナリ又垂直ノ畫翁ヲ施セルハ活塞ニ與ヘラレシ仕事ニシテ正ノ仕事ナリ。先ツ第35圖ノ四衝程機関ニ就キテ説明セン。(1)ハ吸氣衝程ニシテALハ大氣圧線ナリ ea線カ氣筩内ノ圧力ヲ示ス。吸氣ノ最初eBノ間ハ「クリアランス」内ニアリ

シ瓦斯膨脹シテ活塞ニ仕事ヲ與フ而シテ大氣圧線トe
a線トノ交會スルB点以後ニ於テハ氣筩内ノ圧力低下
シ活塞ヲAノ方ニ引キ寄セントスル傾向ヲ生ス。此力ニ逆
ツテ活塞ハLノ方ニ進ム為活塞ハ「クラライホエール」ニ貯ヘア
リシ「エネルギー」ニヨリ仕事ヲ為ス。AB間ニ於ケル仕事
$+W_{Age}$ ハ面積ABeニヨリテ表サレBL間ニ於ケル
$-W_{BLP}$ ハ三角形BLaニヨリテ表サル。之圧力ト長サ
トノ積ナルヲ以テ仕事ヲ表スタメナリ。(II)ハ圧縮衝程ニ
シテ此間氣筩内ノ圧力ハab線ニヨリテ表サル。活塞
LヨリDニ動ク間ハ氣筩内ノ圧力大氣圧ヨリ低キ為
「ピストン」ハLDaノ面積ニヨリ表サル、仕事$+W_{LDa}$
ヲ受ケDヨリAニ進ム間ハ氣筩内ノ空氣ヲ圧縮スル
タメニ活塞ハ[illegible]間ニ於ケル仕事ー

W_{DAb} ヲ為ス。(III)ハ膨脹衝程ニシテ爆發ノ「シリンダー」内ノ
圧力ハbCdニヨリテ表サル。活塞カAヨリLニ進ム
間爆發瓦斯ニヨリテ為サレタル仕事 $+W_{ABCdb}$ カ活塞ニ與ヘラル。(IV)ハ排氣衝程ニシテ此間ノ
圧力ハedニヨリテ示サル。活塞ハ排氣瓦斯ノ圧力ニ逆ツ
テLヨリAニ進ムヲ以テ仕事 $-W_{LAed}$ ヲ為ス。(V)ハ前記各場合ヲ綜合セシ
モノニシテ正負ノ仕事互ニ消去サレ結局(V)ニ見ル如ク面
積bCdfeニヨリ示サレタル仕事 $+W_{bcdf}$ ヤ面積aefgニヨリ示サレタル仕事 $-W_{aefg}$ ヤ為ル即
$W_{ABe}-W_{BLa}+W_{LDe}-W_{DAb}+W_{ALdcb}-W_{LAed}=W_{bcdf}-W_{aefg}$ トナル。
故ニ有效仕事 $W=W_{bcdf}-W_{aefg}$
次ニ第36圖ノ二衝程機関ニ就キテ述フレハ(I)ハ圧縮衝程(II)

ハ膨脹衝程ヲ示ス。此間ノ圧力ハa b及b c aニヨリテ示サル。A点ハ大氣圧線ナリ。(I)ニ於テL B間ハ爆發瓦斯ノ清掃ヲ行フ期間ニシテBヨリ圧縮ヲ行ヒ居レリ。此衝程間ピストンレハ空氣ノ圧縮ノ為面積a b c aニヨリ示サレ、W_{abc} ヲ行フ。(II)ニ於テハA B間爆發瓦斯膨脹シB L間排氣及清掃ヲ行フ。此衝程ニ於テハ活塞ハ爆發瓦斯ニヨリ面積A L a c b ニヨリテ示サレ、W_{abc} ヲ與ヘラル。(III)ハ(I)(II)ノ両衝程ヲ綜合セシモノニシテ結局有效仕事ハ面積a b cニヨリテ示サル、仕事W_{abc}トナル即

有效仕事 $W = W_{abcb} - W_{abcb} = W_{abc}$

(4) 平均有效圧力ノ求メ方。——平均有效圧力ハ前記第35圖及第36圖ノ場合ニ説明シタル有效仕事Wヲ衝程

ニテ除シタル商ナリ。即p、

四、衝程機関ニ於テハ $p = \frac{W}{L} = \frac{W_{bcdf} - W_{aef}}{L}$

二衝程機関ニ於テハ $p = \frac{W}{L} = \frac{W_{abc}}{L}$

平均有效圧力ヲ表示線圖ヨリ求ムルニハ二法アリ第一法「プラニメーター」ト稱スル平面ノ面積ヲ測定スル機械ヲ使用シ面積ヲ測定シ平均有效圧力ヲ算出スル方法ニシテ第二法ハ表示線圖ノ衝程ヲ等分シ各分画ノ中心ノ圧力ヲ求メ之ニヨリ平均有效圧力ヲ計算スル方法ナリ以下此二法ニ就キ説明セン。

第一法——「プラニメーター」(Planimeter)ハ最初「アムスラー」

(Amsler)ガ發明シ始メテ1887年ノ巴里博覽會ニ出品セルモノニシテ「ポラープラニメーター」(Amsler's Polar Planimeter トシテ有名ナリ。現今一般ニ使用セラルヽモノハ此型式ノモノ又ハ之ニ多少ノ改造ヲ加ヘタルモノナリ。

「プラニメーター」ハ不正曲線内ノ面積ヲ測定スルモノニシテ第37圖ニ固定ノ腕ヲ有スル「ポラープラニメーター」ノ一例ヲ示セリ。「プラニメーター」ハ二個ノ腕ヲ有ス其一ハ誘導スヘキ腕G他ハ圖上ノ線ニ沿ヒテ動クTナリ而シテ此両者ハ屈曲シ得ル如ク関節ニヨリ連結セラレアリ。腕Gノ一端ニハ小重錘Wニテ其位置ヲ保持セラルヽ固定用針Fヲ有ス之カ為腕Gハ他端ニ腕Tヲ保持シタル儘、点Fノ周囲ニ回轉スル事ヲ得。腕Tノ一端ニハ圖上ノ線上ヲ走ルヘキ針Bヲ有ス又他端ノ関節部ニ近ク小回盛ヲ刻メル回轉輪Dヲ有ス。此回轉輪ノ軸ハ腕Tト同シ垂直面中ニアリ而シテ腕ノ回轉スルニ従ヒ輪Dモ亦回轉ス。回轉輪Dハ其周囲ヲ10等分シアリ而シテ各等分セル分劃ハ10平方吋ノ面積ヲ表ス如クセラレアリ。各区劃ハ更ニ10等分セラレノ平方吋ヲ表ス。線圖積ハ線圖ノ周囲ヲ指針Bニテ測定スル最初ニ回轉輪即記録輪D及「ベルニエ」(Vernier)Vノ面上ニ表ハレシ讀算数ト測定ノ終ニDヲ表ル、讀算数トノ差ニ等シ。

「ベルニエ」Vハ第38圖ニ示サレアリ。Vノ尺度ハ通常Dノ尺度ノ9分劃ノ長サニ等シ而シテ其長サヲ10等分シアリ。故ニ「ベルニエ」ノ分劃ハ全尺ノ1/10ニシテ之ハ本尺度即D上ノ尺度ノ一分劃ヨリ短シ之ニヨリ回轉輪Dノ周囲ノ表

ス面積ノ1/1000ノ面積マテ測定スル事ヲ得。
尺度上ノ面積ヲ讀ムニハ第38圖ニ於テ先ツ「ベルニエ」ヲ指針
即0尺ト本尺度トノ會フ点aヲ見然ル後「ベルニエ」ノ刻線
ト本尺ノ刻線トノ合致スル点ヲ見レハ其際ノ表ス面積ヲ求
ムル事ヲ得。故ニ今第38圖ニ表レシ数字ハ4.73ナリ。
第37圖ノ「プラニメーター」ノ腕GトTハ一点ニテ結合セラレ腕ノ
長サヲ変更スル事能ハス然レトモ或積ノ「プラニメーター」ニ
テハGトTトノ結合点ヲ変更シTノ長サヲ調節シ得ル如
クセルモノアリ第38圖ハ斯ノ如キ「プラニメーター」ノ部分ヲ示ス。
今述ヘタルカ如クTノ長サヲ変化シ得ル「プラニメーター」ニ於
テハ回轉輪Dノ一回轉ハ必スシモ10平方吋ヲ示サスシテ回轉
輪Dヲ有スル杵Hノ下ニ於ケル位置ニヨリテ其單位ヲ
異ニス此單位ヲ示スタメT表尺上ニ刻線及其單位ヲ
記シアルヲ以テH上ノK刻線ヲ其單位ヲ表ハス刻線
ニオク時ハD輪上ノ10分劃即1.2等ノ数字ヲ示シアル
部分ハ其單位ヲ基準トシテ面積ヲ表ハスモノナリ。第
38圖ニ於テKノ分劃ハ0.01平方吋ナルヲ以テDノ分劃
上ノ1ハ此値ニ相當ス。故ニ先ニ讀ミタル4.75ナル数字ハ
0.04475平方吋ニ相當ス。
次ニ「プラニメーター」ヲ以テ表示線圖ヲ測定スルニハ線圖紙
ヲ平滑ナル板上ニ固定シ紙面ニ凸凹ナキ如ク密着セシム、
而シテ回轉輪ハ線圖紙ノ隅又ハ邊ニ來ラサル如ク固定用
針Fヲ固定ス。此際Fヲ固定スル為最モ良好ナル点ハ
線ニ沿ヒテ動ク針Bカ線圖上ノ左右両端ノ眞中ニアル
時両脚GヌTカ殆ント90度即直角ヲナス位置ナリ。
次ニ第37圖ニ於ケルカ如ク線圖上ノ一点Bニ明瞭ナル目

標ヲ附シ針Bヲ此点ニ持チ來リ記錄輪及「ベルニエ」ノ表尺上ノ数ヲ讀算シ置ク。針Bヲ線圖ノ周囲ニ沿ヒ時計ノ針ノ回轉スル方向ニ動シ始ノ点Bニ到リ分劃ヲ讀算ス。前後両讀算数ノ差カ線圖ノ面積ヲ與フ。此際注意スヘキハ同一点ニ出發シ同一点ニ終ルヘキ事ナリ。

線圖ノ長サハ大氣圧線ニ垂直ニ線圖ノ両端ニ細キ線ヲ引キ此両線間ノ大氣圧線ノ長サヲ測定シテ求ムル事ヲ得。

平均有效圧力pヲ求ムルニハ線圖ヨリ測定セシ面積ヲ前記ノ線圖ノ長サニテ除シ之ニ線圖ノ圧力ノ梯尺ヲ乘ス。

第35圖ニ示スカ如キ四衝程機関ノ線圖ヨリ平均有效圧力ヲ求ムルニハ先ツW_{bcdf}ヲ表ス$bcdf$内ノ面積ヲ求メ然ル后W_{aef}ヲ表スaef之ヲ線圖ノ長サニテ除シテ求ム。

第36圖ノ如キ二衝程機関ニ於テハabcノ面積ヲ以テ直チニ平均有效圧力ヲ求ムル事ヲ得。

プラニメーターノ表ス面積ノ單位ハ平方糎ヲ刻セルモノ及平方吋平方糎両者ヲ刻セルモノ等アリ。

第二法―此方法ハ表示線圖ヲ大氣圧線ニ沿ヒ或区劃ニ等分シ各分劃ノ中央ノ圧力(出來得レハナルヘク其区劃ノ平均圧力ヲ表ス如ク修正ス)ヲ求メタル後之ヲ合計シ分劃数ニテ除シテ求ム。而シテ此等分数ハ普通10等分ス。多クモ20等分以上トスルハ不可ナリ。

今例ヲ擧ケテ其方法ヲ示サハ次ノ如シ

第一例。第39圖ハ四衝程機関ノ線圖ヨリ平均有效圧力ヲ求ムル方法ニシテ圖ノ如ク線圖ノ両端ニ大氣圧線ニ垂直ニ引ケル直線ノ間ヲ10等分シ各分画ノ中央ノ圧力(区劃

ノ平均圧力)ヲ求メアリ。其結果ガ圖ノ如クナル時ハ

平均有效圧力 $p = \frac{6.8+5.7+4.6+3.9+3.5+3.2+2.8+2.5+2.3+1.7}{10} - \frac{0.05+0.1+0.15+0.15+0.15+0.15+0.12+0.1+0.05}{10}$

$= 3.7 - 0.1 = 3.6$ kg/cm²

第二例。第40圖ハ二衝程機関ノ線圖ヨリ平均有效圧力ヲ求ムル方法ニシテ前例ト同シク線圖ノ長サヲ10等分シ其中央ノ圧力ヲ求メタルモノナリ。其結果圖上ノ如クナラハ

平均有效圧力 $p = \frac{210+180+140+120+100+95+75+65+40+30}{10} = \frac{1045}{10} = 104.5$ #/□"

「インヂケーター」ニハ表示線圖ヨリ直チニ圧力ヲ讀算シ得ル如ク

發條ニ應スル梯尺ヲ備ヘアリ。

第二款「インヂケーター」(Indicator)

(1)「インヂケーター」ノ發達——「インヂケーター」ハ最初蒸汽機関ノ表示線圖ヲ取ルタメ「ジエイムス、ワット」(James Watt)ガ發明セルモノニシテ第41圖ハ1814年ニ作リシ「ワット」「インヂケーター」ヲ示ス。此「インヂケーター」ハ小ナル蒸汽筩AAト蒸汽圧ニヨリ發條FCノ抵抗ニ打チ勝ツテ上昇スル活塞トヨリ成ル。活塞桿ノ端赤ニハ鉛筆Zヲ附シ線圖紙DD上ニ圧着セシム。DDハ一端ニハ重錘Gヲ他端ハ機関ノ「ピストン」ノ運動ニ從ヒ前後ニ引カル。1860年「リチヤーツ」(Richards)ガ現時使用セラルヽカ

如キ「インヂケーター」ヲ發明シ其後相續キテ各種ノモノ發明セラレタリ第42圖ハ「リヤーツ」ノ「インヂケーター」ニシテ活塞Bカ氣筩AA内ヲ蒸汽圧ト發條CDノ圧力トヲ受ケテ上下ス。此活塞ノ二下運動ヲ擴大シ而モ之ニ平行ニ鉛筆Kノ動ク裝置ヲ圖ノ如ク設ケアリKノ鉛筆ヲ回轉円筒Oノ上ニ卷キアル線圖紙ニ圧着スルコトニヨリテ表示線圖ヲ取ルコトヲ得。Tハ「コック」ノ接續裝置ナリ。

(2) 鉛筆ノ平行運動機構――其後各種ノ「インヂケーター」ノ發明セラレタリ然レトモ之等ノ主トシテ異ル点ハ鉛筆ノ上下運動ヲ正シク活塞ノ上下運動ニ平行ナラシムル裝置カ異ナルノミナリ。第43圖ハ現今使用セラレオル各種ノ鉛筆ノ平行運動ノ機構ヲ示ス。

第43圖ノ各「インヂケーター」ニ於テPハ鉛筆ノ位置ヲ示シ而シテ鉛筆ヲ動ス總テノ機構ハAニ取リ附ケラレリ。Aハ「インヂケーター」氣筩ノ頂上ニ取リ附ケラレ其中心ヲ軸トシテ回轉シ得。Aヲ回轉セシムル目的ハ線圖ヲ取ル時ニ鉛筆ヲ線圖紙ニ接着セシメ其作業終リシ時之ヲ離ス事ヲ得ル如クセルモノナリ。此鉛筆ヲ圧着シテ後離ス回轉ノ損作ハ手ニテ行フ。鉛筆圧着ノ際線圖ヲ画クニ適當ナル圧力ヲ鉛筆ト圖紙間ニ生シタル時之以上鉛筆ヲ押ス事ヲ得サル如ク調節シ得ル停止裝置ヲ通常備ヘアリ。

第43圖ノ何レモAニ固定ノ腕Bアリ而シテBノ外部ニハ(f)ノ「ダーク」(darke)ノモノヲ除ク外総テ半径(ラヂアス)桿(ロド)Eヲ取リ附クヘキ軸ヲ有ス。「ダーク」式ニアリテハEノ代リ

ニ直接鉛筆ヲ保持セル横桿Lノ一端ヲBノ外端ニ接續シアリ。次ニ(C)及(f)ノ「テイボア」(Tabor)及「ダーク」式ヲ除ク外Aニ固定ノ第二ノ腕Cヲ有シ其外端ニハ半径桿Fヲ取附クル軸ヲ有ス。

「ダーク」式ノ外総テ活塞桿ノ上端ハ「リンク」Dヲ介シテ鉛筆ヲ動ス裝置ニ連結セラレアリ。鉛筆ハ總テノ場合横桿Lニ取附ケラレアリ。

「テイボア」式ニアリテハ鉛筆ノ直線運動ハ誘導板Gニ設ケアル曲線溝ニヨリ保持セラル。轉子ヲ有シ且Lニ取附ケラレタル誘導子カ其溝中ヲ運動ス。

「ダーク」式ニアリテハ活塞桿頂点ハ滑走子Kニ軸ニヨリ取附ケラレアリ此Kニヨリテ活塞カ上下スル際横桿Lハ内ヲ滑リツヽ上下ス。鉛筆ハ誘導板Gノ直線溝ヲ上下スル誘導子Sニ取附ケラレアリ。誘導子Sハ横桿Lニヨリ保持サル而シテSハL内ヲ滑走シ得。

完全ナル鉛筆ノ運動トシテ要求セラルヘキモノハ次ノ如シ

(I) 鉛筆ハ「インデケーター」ノ活塞ノ軸ニ平行ナル直線運動ヲナスヘキ事

(II) 何レノ位置ニ於ケル鉛筆ノ如何ナル小運動モ活塞ノ運動ニ相當スル一定ノ比ヲ保持スル事

(III) 運動部分ハ強度等ノ許ス限リ軽量ナル事

(IV) 各接續点ハ作用スル際摩擦及弛緩最小ナルヘキ事

實用上第43圖ニ掲クル総テノ「インデケーター」ハ(I)及(II)ノ條件ニ對シ普通ノ目的ニ充分ナル結果ヲ與フ、之等ノ機構中「テイボア」式ハ若シ誘導溝カ正確ニ作ラレアル時ハ(I)ノ條件ニ對シテハ正確ナル結果ヲ與フ。「ダーク」式ノ機構

ハ數學的ニ(I)及(II)ノ兩條件ヲ完全ニ滿足セシムル唯一ノモノナリ。然レトモ鉛筆ノ附近ニ於ケル摩擦ハ此式ハ最大ナリ。他ノ總テノ機構ハ數學的ニ(I)及(II)ノ條件ニ對シ完全ナルモノナシ。

普通鉛筆ノ運動ハ治塞ノ運動ノ6倍ナリ。

(3)發條――「インヂケーター」ノ治塞ノ上昇ニ抵抗スヘキ發條ハ内部裝置ノモノト外部裝置ノモノトアリ。内部裝置ハ最初發達セルモノニシテ密閉セル氣筩内部ニ裝置セラレアリ。此種裝置ニ於テハ發條ハ蒸汽又ハ瓦斯ノ熱ニヨリ其性質ヲ異ニスル如クナル。之カ為近時發條ハ氣筩外部ニ裝置シ内部ノ高熱ノ作用ヲ受ケサル如ク大氣ニ暴露セルモノ多ク製作セラル。今其各場合ノ例トシテ第44圖ニ「クロスビイ」(Crosby)ノ内部裝置ノ「インヂケーター」ヲ又第

45圖ニ「ドッビー」(Dobbie McInnes)ノ外部裝置ノ「インヂケーター」ヲ示ス。

(4)「クロスビイ」(Crosby)内部發條「インヂケーター」――此「インヂケーター」ハ第44圖ニ示サレアリ。治塞ノ滑走スル氣筩ハ其作用ヲ受クル変化スル温度ニ適スル如ク合金ニテ作ラレアリ。此氣筩ハ上下ノ外筩ノ間ニ保持セラレアルモ之等ト空間ニヨリ分離セラレアリ此空間ハ氣筩ニ對スル蒸氣又ハ瓦斯ノ外套ヲ形成ス。上部外筩ハ腕ヲ有ス其腕ノ外端ニハ円筒ヲ取附ケアリ又上部外筩ノ下端内部ニハ螺糸ヲ有シ下部外筩ノ上端之ニ螺入セラル。上部外筩ニアル二ノ空氣抜ノ孔ハ治塞上部ヲ大氣圧ニ保持ス。氣筩蓋ハ上部外筩ノ上方ニ螺入セラレアリ而シテ鉛筆ノ機構ヲ有スル円管ヲ其位置ニ保持ス。氣筩

蓋ノ中央ニハ活塞桿ノ上部ヲ誘導スル健淬鋼管ヲ挿入シアリ。下部外望ハ其下端ニ「インヂケーターコック」ト接合スヘキ傾斜栓及接續螺管ヲ有ス。

活塞ハ發條ニヨリテ其位置ヲ保持シアリ。蒸汽又ハ瓦斯活塞ノ下面ニ作用スル時ハ活塞上昇シ鉛筆ノ槓桿ヲ動カシ円筒上ノ線圖紙ニ其時ノ圧力ヲ表示ス。此「インヂケーター」ノ鉛筆ノ運動ノ基礎的原理ハ「パントグラフ」(Pantgraph)ノ平行運動ノ原理ナリ。

円筒ハ薄キ金属板製ニシテ一端閉鎖セラレアリ而シテ其開放セル端ホハ円筒ノ軸ノ座ニ取附ケラレアリ。此軸ニ一端ヲ固定セラレタル發條アリ今円筒ノ一端ヲ機関ノ活塞ヨリ運動ヲ取リシ糸ニテ引ク時ハ円筒ハ回轉スル而シテ此引ク力緩ミシ時ハ發條ノ力ニテ旧位ニ復シ往復旋轉ヲス。糸ハ圖ノ如ク滑車ヲ経テ引カル。

(5)「ドッビー」(Dobbie McInnes)「インヂケーター」—此「インヂケーター」モ有名ナルモノニシテ第45圖ニ示サル。螺旋円筒發條Aハ黄銅製ノ端ホ、a及a²ヲ有スaハ円筒軸C上ノ正方形断面部B外ニ嵌入シアリ而シテa²ハ円筒ト共ニ往復ス。此發條Aノ回轉力ヲ増加シ又ハ減少スル為ニハ上端aノヲ正方形断面部Bヨリ抽出シ之ヲ左又ハ右ニ回轉シタル後再ヒBニ嵌装ス。脱力ノ末端ニハ糸ノ誘導滑車ヲ取附ケアリ此滑車ノ角度ハ螺子E及緊定用牝螺Fニヨリ自由ニ調節スル事ヲ得。鉛筆ヲ動ス槓桿Gハ活塞ノ運動ヲ鉛筆ノ長ニ於テ6倍ニ擴大ス。牝螺Hハ鉛筆ヲ動ス機構ニ活塞桿Sヲ連結ス。紙上ニ於ケル鉛筆ノ圧力ハ駐螺Iニヨリテ

調節セラル此駐螺工ハ連結用牝螺Kニヨリテ其位置ニ固定セラレアリ。護謨ヲ被覆セル把手Lハ鉛筆ヲ動ス機構ヲ有スル円鐶Mヲ手ニテ動スタメニ使用セラル。上部氣筩蓋Nノ周囲ニ円鐶Mハ取リ附ケラレ且旋回ス。氣筩蓋Nハ鍔ヲ有スルヲ以テ氣筩蓋ヲ拔キ出スモ尚鐶Mト連結セラレアリ。下部氣筩蓋Oハ蒸汽又ハ瓦斯カ上方ニ逸失シ發條Uニ影響者ヲ及ボシ或ハ線圖紙ニ濕氣ヲ與ヘ且之ヲ汚損スルカ如キ事無キ様保護ス。活塞Vヲ濾過スル蒸汽又ハ瓦斯ハ氣筩ノ底部ニアル漏氣孔X′ヲ経テ大氣中ニ放出セラル。

上部氣筩蓋Nヲ拔キ取ル時ハ下部氣筩蓋O、活塞V、旋廻鐶M及鉛筆ノ機構ハ總テ緩メラレ全部一緒ニ拔キ出ス事ヲ得。圧縮發條Uノ上端ハ上部氣筩蓋Nニ又下端ハ活塞桿ニ固定セラレアル發條座Tニ螺着セラレアリ。活塞Vハ鋼ニテ作ラレアリ而シテ滑油ヲ保持シ摩擦ヲ防ク裝置アリ。護謨ヲ被覆セルZハ「インヂケーター」高溫トナリシ時手ヲ焼カサル如ク作ラレアリ。

(6) 連續爆發記錄機ヲ有スル「ドッビー」「インヂケーター」

――此「インヂケーター」ハ第46圖ニ見ルカ如ク大ナル円筒Aヲ有スル事カ第47圖ノ「インヂケーター」ト異ル点ナリ。円筒Aハ脱Fニヨリ保持セラレ時計裝置ニヨリテ徐々ニ回轉ス。Bハ Aノ發條ヲ巻ク鍵ニシテCハ線圖紙押ヘホリDハ始動又ハ停止用ノ把手ナリ。今鉛筆ヲ爆發線ヲ記錄シツヽアル所ヲ示ス。鉛筆ノ運動ハ甚タ迅速ナ

ルモ円筒Aノ回轉ハ甚タ遲キタメ一「サイクル」ノ線圖ハ幅狹ク殆ト直線トナリ最高圧力ヲ示ス事トナル。

第47圖ハ負荷ヲ調節シ得ル機関ヨリ取リシ連續爆發線圖ニシテ無負荷ノ際ハ調速機作用シ2回爆發後約6回ノ爆發セサル「サイクル」アル事ヲ示ス。

2/5負荷ニ際シテハ2又ハ3回爆發后2回宛爆發セサル「サイクル」アリ、又全負荷ニ於テハ殆ト平均シテ爆發シツヽアル事ヲ示ス。斯ノ如キ線圖ヲ取ル時ハ爆發ノ景況ヲ一目知ル事ヲ得。

表示馬力計算ノ為ノ公式ハ「サイクル」ニ必ス一回ノ爆發アルモノトシテ挙ケラレアリ然レトモ爆發不整ナルトキハ無論之ヲ適用スル事ヲ得ス即第47圖ニ見ル如ク2/5負荷ノ場合ト全負荷ノ場合トハ爆發回数大ニ異リ従テ両場合ニ於ケル表示馬力モ亦大ニ差アリ。

(7)「インヂケーターコック」――「インヂケーター」ヲ機関ノ氣筩ニ連絡スル為ニハ「インヂケーターコック」ヲ使用ス。第48圖a、b、cニ示スハ良好ナル「インヂケーターコック」ノ一例ヲ示ス。イノ部分ハ鋼製ニシテ氣筩又ハ氣筩蓋ノ便宜ノ部分ニ螺入セラレ其ノ「クリアランス」ノ空隙ト通ス。「コックロ」ノ他ノ部分ハ砲金製ナリ然レトモ栓3ノ把手2ハ通常木又ハ其他ノ熱ノ不良導体ノ材料ニテ被覆セラレアリ。座金4ハ栓3ノ方形部分ニ嵌装セラレタリ之カ為4ハ栓ト共ニ回轉ス。栓ノ一側ヨリ栓ノ本孔ヲニ通スル小孔6カ穿タレアリ。「コック」ノ本体ノ一側ヨリ(C)圖ニ示サルヽ如ク小孔8カ穿タレアリ。

「インヂケーター」ハ其下端ニアル接續螺管ヲ「コック」ノ上端

ニアル螺糸部9ニ螺入スル事ニヨリ「コック」ニ取附ケラル。栓3ハ手ニテ回轉セラルヽ際三ツノ位置アリ第一ノ場合ハ(C)圖ニ示スカ如ク機関ノ氣筩トノ交通ヲ遮断シ小孔8、7及6ニヨリ大氣ト「インヂケーター」間ニ自由ナル通路ヲ開ク位置ナリ。第二ノ場合ハ(a)圖ニ示スカ如ク機関ノ氣筩ト「インヂケーター」間ニ自由ナル通路ヲ開キ大氣トノ通路ハ遮断スル位置ナリ。第三ノ場合ハ噴氣位置ニテ栓ハ第一ノ場合ヨリ180度回轉セラレ氣筩ト大氣トノ間ニ通路ヲ開クモ「インヂケーター」トノ通路ハ全然遮断セラル。此場合ニ於テハ氣筩内ノ爆發瓦斯ハ「コック」ノ孔8ヨリ噴出ス。

第一及第三ノ位置ニ對シテハ把手2ハ水平ナリ然ルニ第二ノ位置ニ對シテハ把手2ハ垂直ナリ。栓3ハ栓体ニ固定セラレ且座金4ノ外縁ノ切欠部ニ突出セル停止螺10ニヨリテ把手2カ他ノ垂直ノ位置ヲ取リテ機関ノ氣筩ト「インヂケーター」及同時ニ之等ト大氣トノ間ニ通路ヲ開ク事無キ様ニ作ラレアリ。

蓋11ハ「インヂケーター」ヲ取外セシ時塵埃ノ侵入ヲ防ク如ク螺糸9ニ螺入セラル。

(8)活塞ノ運動ヲ縮小シテ「インヂケーター」ノ円筒ニ傳導スル裝置——表示線圖ニ衝程ヲ表ス為ニハ活塞ノ運動ヲ誘導シ「インヂケーター」ノ円筒ヲ回轉従テ曲軸ノ運動ヲ誘導シ「インヂケーター」ノ円筒ニ傳ス。此際活塞ノ衝程甚タ大ナルヲ以テ其儘之ヲ円筒ニ傳フル時ハ表示線圖ノ衝程過大トナルヲ以テ通常線圖上ノ衝程ハ約10糎位トナル如ク縮小シテ傳導スル裝置ヲ備フ。第49圖(a)及第50圖ニハ其最モ簡單ナル例ヲ示シ

アリ。

第49圖(a)ハ曲軸ノ端部ニ「ピン」Bヲ植ヱシ之ニ連接桿ムヲ及垂直滑走桿Rヲ連絡シRノ先端ノ鈎ニ円筒ヲ回轉スヘキ糸ヲ連結ス。糸ノ上下ニ往復スル距離ハ僅ニBCノ半径ノ2倍タケナリ。從テ之ヲ直接円筒ニ導クモ表示線圖ニ示サルヽ衝程ノ長サハ僅ニ2×BCナリ。第49圖(a)ハ正シキ裝置ヲ示スモ(b)ハ不正確ナル裝置ヲ示ス。第49圖(b)ノ如クスル時ハ活塞ノ位置ト之ニ相當スヘキ線圖ノ位置トハ合致セス即チ誤差ヲ生ス。然ルニ同圖(a)ノ如クシ連接桿ムトBCトノ長サノ比ヲ機関ノ連接桿ノ比ニ等シクスルトキハ正確ナル位置ヲ線圖上ニ與フ。

第50圖ハ第49圖(a)ノ裝置ヲ改造セルモノニシテ連接桿ムノ代リニ偏心輪(エクセントリック)Eヲ使用シアリ。此偏心輪ハ二部分ニ分チ置ク時ハ曲軸ノ何レノ点ニ於テモ使用シ得ルノ利アリ。

第51圖ハA、Bニ個ノ輪ニヨリテ活塞ノ衝程ヲ縮小シテ円筒ニ傳フルモノニシテAノ輪ニ巻キアル糸ノ端末ヲ「クロスヘッド」ノ如キ所ニ連絡シBノ輪ニ巻キアル糸ノ端末ヲ「インヂケータート」ノ円筒ニ連結ス。即第52圖ニ示スカ如キ裝置ニヨリテ円筒ヲ回轉ス。輪ノ復座ハ「インヂケーター」ノ円筒ノ發條又ハ輪ニ備ヘアル發條ニヨリテ行フ。其他「パントグラフ」ヲ使用シテ縮小スル裝置等アルモ省畧ス。

(9)「インヂケーター」ノ糸ノ長サヲ調節スル裝置――第53圖ニ示スハ「ドッビー」式ノ糸ノ長サヲ調節スル裝置ニシテAハ左端ニ糸ヲ咬ヘ發條ニテ押ヘオレリ。故ニ此上部ノ右端ヲ

押フル時ハ糸ノ長サヲ自由ニ伸縮スル事ヲ得。此裝置ハ普通ノ速度ノ時ハ使用シ得ルモ高速度トナル時振動甚タシ。

第53圖 Bハ高速度用ノ調節器ナリ。

(10) 表示線圖ヲ取ル際ノ注意——表示線圖ヲ取ル際ノ注意次ノ如シ

a、完全ナル縮小運動ノ裝置ヲ有シ且「インヂケーター」ノ円筒ハ機関ノ全速力ノ際ニ停止又ハ始動セシメ得ル如クスルコト。

b、「インヂケーター」ヲ清掃注油シタル後注意シテ取附タヘシ而シテ適當ナル發條ヲ裝置シ活塞ニ「シリンドル」油ヲ注入スヘシ。

c、円筒ノ發條ニ適當ナル張力ヲ附與スヘシ而シテ鉛筆ハ尖鋭ニシテ細線ヲ画クヤ否ヤヲ注意スシ。

d、表示線圖ヲ取ル時ハ最初「コック」ヲ噴氣ノ位置トシタル後「インヂケーター」ニ機関ノ氣筩ヲ通シ次ニ円筒ヲ回轉セシメ最初大氣圧線ヲ引キ次ル後機関ノ線圖ヲ画カシム之カ為ニハ鉛筆ノ線圖紙ニ圧着ス。

線圖ヲ取リタル後ハ線圖紙ニ次ノ事項ヲ記入シ置ク。

圖紙ノ番號、日時、機関名、燃料ノ種類、氣筩ノ直径、衝程ノ長サ、回轉数、發條ノ標尺、圧力、注意事項

e、線圖ヲ取リタル後「インヂケーター」ヲ機関ヨリ取外

シ之ヲ分解シテ拭浄ス。
發條ニ錆銹ヲ生セサルコトハ特ニ重要ナル事ナリ。

第二款 高速度機関用「インヂケーター」

第一款ニ於テ述ヘタル普通ノ機械的ノ「インヂケーター」ニテハ毎分約300回轉以上ノ高速度機関ノ正確ナル表示ヲ圖ヲ取ル事不可能ナリ。之其構造上高速度機関ニテハ「インヂケーター」ノ活塞其他往復部ノ慣性、發條振動、円筒ノ糸ノ故障等ノ為ニ線圖ヲ不精密ナラシムルヲ以テナリ。

之カ為從來ハ甚タ高速ナル機関ノ表示馬力ハ殆ト決定セス唯制動馬力ニ就キテノミ研究シ居タリ然レトモ高速機関ノ作用ヲ科學的ニ研究スル為ニ出ヲ得ル限リ表示線圖ヨリ氣・筩内ニ如何ナル現象カ起リツヽアルカヲ知ルコト極メテ重要ナリ。

此要求ヲ満サンカ為「インヂケーター」ニ各種ノ改良カ行ハレタリ其主要ナルモノ次ノ如シ。

(1)「マイクロ、インヂケーター」ト稱スル運動部分ヲ極メテ小ニシタル機械的「インヂケーター」

(2)、光學的「インヂケーター」

(3)、電氣的「インヂケーター」

今之等各種ニ就キ説明セン。

(1)、「マイクロ、インヂケーター」(Micro-indicator)——各運動部分ノ運動スル範囲ヲ極メテ小ニシ且各部ノ構造モ可及的軽量トシ以テ慣性其他ノ悪影響ヲ避クル如ク考案セル氣筩及活塞ヨリ成ル機械的「インヂケーター」ナリ。

示線圖ハ甚タ小ナリ故ニ此線圖ヲ容易ニ明瞭ニ画カシムル為「セルロイド」板又ハ煤ヲ塗リタル硝子板等ヲ線圖紙ニ代用ス。又從來ノ糸ニヨリ往復回轉ヲナス円筒ノ害ヲ避クル為通常平面板ヲ使用ス線圖板上ニ表レタル微小ノ線圖ハ之ヲ擴大ス。一例トシテ「ユンケル」(Junker)博士ノ試驗所ノ主度技師「マーデル」(Mader)氏ノ考案セル「マイクロ、インヂケーター」ヲ第54圖乃至第57圖ニ示ス第54圖ハ此「インヂケーター」ノ要圖ナリ。第54圖aハ活塞ニシテ普通ノ「インヂケーター」ノ如ク發條ニヨリ圧下セラレアリ。活塞桿ノ上端ノ平滑ナル部分ニ鉛筆ヲ保持セル横桿bノ先端Sカ載セラレアリ。活塞a機関ヨリノ瓦斯圧ニヨリ上下スレハSモ上下シ之ニ取附ケアル鉛筆ヲ線圖板ニ圧カヲ表示ス。bノ一端Eハ軸トナリ「リンク」Cト連絡シアリ。Cハ又其一端Dニ於テ氣筩体ノ一部ニ軸ニテ連結セラレアリ。此「リンク」Cハ機関ノ活塞ノ運動ヲ表ス如クDヲ中心トシテ左右ニ往復ス。從テ鉛筆Sハ活塞aノ上下運動ニヨリ線圖板上ニ圧カヲ表示シ又「リンク」Cノ往復運動ヲ受ケテ線圖板上ニ衡程ヲ表ス。横桿bカ自由ニ動カサル如ク發條fニヨリ活塞上下ニ圧下シアリ。線圖板ハ固定ノ硝子板ニシテ之ニ煤ヲ塗抹シアリ。第55圖ハ其詳圖ナリ。第56圖ハ鉛筆ヲ保持スル裝置及調節裝置ヲ示ス。

此「インヂケーター」ニテ取リシ線圖ハ縱横両方向共長サ僅ニ之粍(5mm)ニシテ線ノ太サハ約(0.001粍)ナリ。衡程ヲ表ス

運動ハ連接桿ヲ使用シアラサルヲ以テ正確ニ活塞ノ運動ニ比例セス然レトモ其最大誤差ハ僅ニ3パーセントニ過キスト云フ。(普通ノ「インヂケーター」ニアリテハ其活塞ノ衝程ハ3/8乃至5/8吋ナリ)。

前記ノ如ク此「インヂケーター」ノ画ク表示線圖ハ甚タ微細ナルモノナルヲ以テ線圖ヲ研究スルニハ之ヲ擴大スルヲ必要ナリ。之カ為ニハ顕微寫眞ノ方法ニ依ル事ヲ得ルモ現像スヘキ手数アリ。第57圖ニ示スハ線圖ヲ擴大シテ画クタメノ「ライツ」(Leitz)ノ裝置ヲ示ス。即顕微鏡ト反射用「レンス」トヲ使用シ線圖板上ノ各点ヲ擴大シテ紙上ニ描画セシムルモノナリ。

斯ノ如クシテ此「マイクロ、インヂケーター」ハ毎分2000回轉ノ機関ヨリ線圖ヲ取ル事ヲ得。又自働自轉車ノ如キ小型ノ機関ニモ裝置シ得ル程小ナルモノナリ。

此外種々「マイクロ、インヂケーター」アルモ之ヲ畧ス。

(2)、光學的「インヂケーター」(Optical indicator)——機関的「インヂケーター」ノ不利ヲ慰スル為ニ作ラレタル光學的「インヂケーター」ノ一種タル「マノグラフ」(manograph)ヲ第48圖及第49圖ニ示サレアリ此機関ハ「カーペンター」(Carpenter)ノ發明セルモノナリ。第49圖右端即精箱ノ後部Aニ小ナル鏡アリ。此鏡ハ回轉軸Pニヨリ機関ノ活塞ト連係シテ動カサルヽ小ナル曲軸ニヨリ一方向ニ傾斜セラル。而シテ回轉軸Pニハ屈撓シ得ル軸Rヲ連結セラレアリ。鏡ハ又鏡ノ直后ニアル膜ニ機関ノ氣筩ヨリ管Tヲ経テ作用スル圧力ノ為ニ前記ノ方向ト直角ノ方向ニ發條圧ニ逆

B ヲ アル北螺Cノ下面ニ發條ニヨリ圧着セラレアリ而シテ
A ノ周囲ニ容易ニ面轉シ得ル如クBトCノ間ニ
ヒニ脚ヲ有スル枠Bカ嵌装セラル。Bハ A ノ上端ニ螺入
ノ本体Aハ機関ノ氣管ニ螺入セラル。此本体ノ氣管
殺後ノ考案セル「インヂケーター」ヲ示ス。「インヂケーター」
ニハ「ケンブリヂ」(Cambridge)ノ「ホプキンソン」(Hopkinson)
ノ面ノ瓦斯機関ヨリ表示線圖ヲ取ル事ヲ得。第60圖2000
体ノ装置圖ヲ示ス。此装置ニ依リ毎分回轉数
ヲ置タ時ハ写眞ニ撮影スル事ヲ得。第58圖ハ全
ヨリ放射シテスクリーンD上ニ画クモノニシテD ニ感応
ヨリ来ル光線ニ依リ照然ラサル。表示線圖ハ此光線カ鏡面
ニ傾斜ス。

Gニアル「プリズム」ヨリHニアル「プリズム」ヲ経過
Gニアル「プリズム」ヨリHニアル「プリズム」ヲ経過

球ヲ置キアリ。

發條Dハ平板狀ヲナシ両端ヲBノ溝ニ支持セラレ上方
ヨリ螺子Eニテ押ヘラレアリ。發條ハ最初稍屈曲シアル
ヲ以テEヲ螺入シテDヲ直線ニスル時多少ノ圧力ヲ以テ四点ニヨリ支持セラル。

治具Fハ普通ノ「インヂケーター」ノ如ク氣管A内ヲ上下スル然レトモ其衝程ハ僅ニ六吋ニ過キサルヲ以テ慣性ハ無視シ得ル程度ナリ。治具Fノ頂上ニハ鈎Gアリ。汚鏡ハ H ハ鋼製軸Iニ固定セラレアリ此軸Iノ両端ハ尖鋭トナリテ垂直板Tニ支持セラレアリ。軸Iノ腕Mニハ垂直ノ發條Kカ固着セラレアリ此發條Kノ下端ハ鈎トナリ本發條Dニ取附ケラレアリ。

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

治塞ト瓦斯圧ノ為ニ上下スル時ハ發條D屈撓シ其屈撓ヲ發條Kニ傳フ。之カ為Kハ腕Mニ其作用ヲ傳ヘ軸Eヲ回轉シ鏡Hヲ傾斜セシム。從テ鏡ニ來タル光線ヲ反射シテ圧力ヲ表示ス。

治塞ノ上昇及發條Dノ過度ノ屈曲ハ蓋螺Nニヨリ防カレアリ。

次ニ衝程ヲ表ス為ノ鏡ノ他ノ運動ハ枠Bヲ機関ノ往復部ニ連結シテ之ヲ回轉ス。

此回轉モ亦2吋ノ線圖紙ニ對シ僅ニ$3\frac{1}{2}$度タケ回轉スハ可ナルヲ以テ慣性ノ影響極メテ小ナリ。

斯ノ如クシテ圧力及衝程ヲ表ス運動ヲ鏡ニ與ヘ之ニ来ル光線ヲ暗箱ニ反射シテ寫眞ヲ取ルモノナリ。

此裝置ニハ二種ノ強度ノ發條及三種ノ面積ヲ異ニスル治塞

ヲ有シ廣範囲ノ機関ノ表示線圖ヲ取ル事ヲ得。

(3) 電氣的「インヂケーター」——高速度機関ノ「インヂケーター」トシテ發達セル他ノモノハ平衡セル盤ヲ利用セル電氣的「インヂケーター」ナリ。此「インヂケーター」ハ飛行機ノ如キ機関ヨリ表示線圖ヲ取ルタメ設計セラレタルモノナリ。

第61圖及第62圖ニ示スハ「ワシントン」(Washington)ニ於ケル「ビユーロー、オブ、スタンダード」(Bureau of Standard)ノ航空ニ関スル研究委員ノ考案セルモノナリ。第63圖及第64圖ハ英國飛行協會(Royal Aircraft Establishment)ノ考案ニナル R.A.E「インヂケーター」ナリ。両者共其考案ノ基礎ハ治ト其強度ヲ無視シ得ル程薄キ金屬盤ノ一側ニアル氣筩内ノ瓦斯圧ト他側ニアル測定セル圧力ノ瓦斯トヲ平衡セシムル事及此圧

力平衡ノ起リシ瞬間ヲ或記錄機ニヨリ表示スルコトノニヨリ成ル。

米國ノ「ビューリユー、オブ、スタンダード」ノ圧力平衡裝置ハ第61圖ニ示スモノニシテ之ヲ氣筩内ニ螺入ス。金屬製薄盤Aハ室Bヲ二部ニ分ツ其下部ハ機関ノ点火栓孔ニ螺入セラレタルC部ニヨリ氣筩ト直接連絡ス。斯ノ如クシテ氣筩ノ圧力ハ直接薄盤ニ傳ヘラル此際慣性其他遲レノ影響ハ殆ト無視スル事ヲ得。氣筩ヘ斯ノ如ク密接シオルヲ以テ水冷ヲ要スル之カ為Dナル空間ニ水ヲ循環セシムル如クシアリ。

平衡用圧力ハ小銅管ヲ経テEヨリ入リ来ル圧搾空気又ハ瓦斯ニヨリ上方ヨリ加ヘラル。圧力ノ平衡破レシ時ハ盤ノ運動ハ上下ノ両支点ニヨリ0.005吋ニ制限セラレタリ此両支点ハ小孔ヲ穿チタル厚サ3/16吋ノ眞鍮円板ナリ。此円板ハ彈性界ヲ超ヘテ変形セラレサル如クシアリ。盤ハ直径1/4吋厚サハ其時ノ状況ニ依リ0.003乃至0.006吋ノ円板ニシテ輪状支点ニ固定セラルヽヲ以テ自由ナル部分ハ直径約1吋ナリ。鋼製ノ盤カ最モ多ク使用セラル然レトモ燐青銅モ亦適當ナリ。

膜上方ノ圧力ハ所要時間ノ間一定ニ保持スル事ヲ得而シテ然ル後適當ノ調節器ニヨリ上昇又ハ下降セシメ得。膜下方ノ圧力ハ機関ノ作用ニ從ヒ「サイクル」間常ニ変化ス然レトモ一般ニ「サイクル」中ノ或ニ点ニ於テノミ上方ノ圧カト平衡トス。此ノ二瞬間ヲ除キテハ盤ハ或一方ノ支点ニ圧着セラレアリ。

茲ニ注意スヘキハ上方ノ支点ハ絶縁セラレタル電極ニ連

結セラレアルコトナリ。電氣接續ハ盤カ電極ト離レシ時
回路開カレ又盤カ電極ト接セシトキ回路閉チラルヽ如
クナリ居レリ。
第62圖ハ全般ノ裝置圖ニシテ電極ノ回路ニハ回路
カ開カレ又ハ閉チラレシ時受話器ニ音ヲ發スル如
ク電池カ接續セラレアリ。此電路ノ開閉ノ時機ハ盤ノ
両側ノ圧力カ正シク平衡セシ瞬間ナリ。然ルトキハ此
圧力ハBノ上方ノ室ニ連絡セル普通ノ圧力計ニヨリ
直チニ知ル事ヲ得。
次ニ此圧力カ「サイクル」中ノ如何ナル所ニ起リシカヲ知ル
事必要ナリ。之カ為機関ノ運動ニ一致シテ其時機ヲ
示ス裝置カ第62圖ニ示サレアリ。之ニヨレハ電流ハ受
話器ヲ通スル事僅ニ弧ノ1/2度ニ過キス。此接觸ヲナ
サシムル刷子ハ平扁ナル發條ノ端末ニ固定セル健淬鋼
片ナリ。此刷子ハ機関ニヨリ回轉セラルヽ絶縁盤ノ周
囲ニ接觸ス。刷子ハ球軸承上ニ載セラレアル目盛
鐶ニ取附ケラレアリ而シテ回轉セル前記円盤ト同心
円ニ配置セラレアリ之カ為目盛鐶ハ手ニテ回轉スル
事ヲ得且枠ノ一部ニアル指線ニ所望ノ角度ヲ合
致セシムル事ヲ得。
第62圖ニハ尚点火位置ヲモ標示スル裝置アリ。
受話器ニ併列ニ蓄電器ヲ挿入シアリ之ハ回路カ開
鎖セラレシ時充電シ閉カレシ時受話器ニ放電シ音
響ヲ大ナラシム。音響音ヲ調節スル為蓄電器ノ容
量ヲ変化シ得ル如クシアリ。
尚圧力ヲ平衡セシムル為ノ圧搾空氣又ハ液狀炭

瓦斯ヲ使用スル而シテ之等ヲ貯蓄スベキ氣槽ヲ要ス。圧力計ハ100封度ノ二種ヲ裝置シアリ。

此裝置ニテハ記錄スル裝置ナシ。

第63圖及第64圖ハ、A、E「インヂケーター」ノ裝置ニシテ其原理ハ殆ト前者ト同一ナルモ唯記錄裝置ヲ有スルヲ異リトス第64圖ハAハ平衡盤ニシテ上側ハ氣筩内ノ瓦斯ニ通シ下側ハ圧搾空氣ヲ有ス。Eハ電極ニシテDニヨリ他ノ部分ト絶縁セラレアリ。平衡盤AハEニ沿ヒ僅ニ上下運動ヲナシ得ル如ク上下ニ支点ヲ有ス。圧搾空氣ハCヨリ入リ来ル。今氣筩ノ圧力圧搾空氣ノ圧力ニ打チ勝ツ瞬間ニハ盤ハ電極ニ接觸シテ回路ヲ閉チ又圧搾空氣ノ圧力氣筩ノ圧力ニ打チ勝ツ瞬間ハ盤ハ電極ト離脱シ電路ヲ開放ス。

第63圖ヲ見ル時機関ノ右下方ニアルGカ第64圖ニ示ス平衡盤ノ裝置ニシテ之ヨリ出テシ電纜ハ感應「コイル」ノ一次線ニ連絡シアリ。感應「コイル」ニハ電池ヲ接續シ且地絡シアリ。感應「コイル」ニ次線ノ一端ハEニ接續セラルFヨリハCニ電路連絡シオレリ。Aハ回轉円筒ニシテ機関ノ曲軸ノ回轉ト連係シオレリ。円筒Aノ面ト槓桿Cトノ間ニハ火花間隙アリ。二次線ノ地路セラレタル他端ハ円筒Aニ連絡シオレリ。

今平衡盤ノ裝置Gノ電路開スル瞬間ニ於テハ一次線ニ急激ナル電流ノ変化起ル為ニ次線ニ高圧電流ヲ發シ槓桿端Cト円筒Aトノ間ノ火花間隙ニ電火ヲ飛ハシ円筒面ニアル線圧式ノ痕跡ヲ印ス。火

花ヲ飛ハス時期ハ機関ノ一回轉中ニ二回アルワケナリ。
槓桿Cノ一端ハD内ヲ滑走シ得。此槓桿ノ中央ニ他ノ
「リンク」Sノ一端軸止セラレアリ。Sノ他端ハ円筒ノ枠
ニ止メラレアリ。今Bナル氣筩ニ圧搾空氣ヲ送ル時ハ
活塞Pヲ動キ從テ其運動SヨリCニ傳ハル。即圧力ノ変化
ニ應シCノ位置異ル。氣筩Bニ入リ来ル圧搾空氣
ハKナル圧搾空氣筩ヨリ来ル即Gノ平衡盤ノ下方ニ
入ル空氣ト同一ノ源泉ヨリ来ル。斯ノ如ク圧力ニ應シ其火
花間隙Cノ位置ヲ変シ行ク時ハ表示線圖ヲ円筒A
上ニ求ムル事ヲ得。
然レトモ火花ヲ飛ハス時機ハ或一定ノ圧力ニアル場合ニシ
テ一回轉中ニ唯二回アルノミナリ故ニ表示線圖ヲ求ムル為
ニハ多数回轉セシムルヲ要ス。即求メタル表示線圖ハ或一

「サイクル」ニヨラスシテ多数「サイクル」ノ結果トナリ馬力
ノ算定等ニハ却テ良好ナリ。G及B内ノ圧力ハ適宜
調節スル事ヲ得。此ノ位置ニテハ7.5×13.5ノ圧力時
間線圖ヲ求ムル事ヲ得而シテ2500回轉ノ高速度ニ於テ
モ正確ナル線圖ヲ得タリ。故ニ此「インヂケーター」ハ我行
機及自動車機関ノ線圖ヲ正確ニ取ル事ヲ得。
唯之ヨリ取リシ線圖ハ時間線圖ナルヲ以テ馬力計算ノ
為ニハ之ヲ変形スルヲ要ス。第65圖ハ此「インヂケーター」
ヲ以テ回轉数1400回ノ「オーストロ、ダイムラー」(Austro-Daimler)ノ6氣筩機関ヨリ取リシ線圖ノ一例ヲ示ス。

第四款 表示線圖ニヨリ知ラルヽ氣筩
内ノ諸現象

表示線圖ヲ注意シテ観察スル時ハ機関ニ起リシ各種ノ現

象ヲ知リ之ニヨリ各部ノ故障ノ有無調整ノ良否等ヲ判別スル事ヲ得。

例ハ第66圖ハ「フェアバンク」(Fairbanks)ノ7吋×9吋ノ揮發油機關ヨリ取リシ線圖ニシテ(a)ハ点火位置ヲ普通ノ点ニ留メ燃料ノ混合比ヲ漸次薄クシタルモノ又(b)ハ混合比ヲ普通トシ点火位置ヲ進ハタルモノナリ。(a)ニヨリ見ル時ハ混合比ヲ薄クスルニ從ヒ其爆發圧力漸次a、b、c、ノ順序ニ低下スルヲ知ル。又(b)ヲ見ル時点火位置良好ナルaヨリ更ニ其位置ヲ進ムル時bノ如ク活塞上ニ逆圧ヲ加ヘ機關ニ衝撃ヲ與ヘ甚タ不利ナル事ヲ知ル。

又第67圖ハ「デイーゼル」機關ノ線圖ニシテ(a)ハ排氣弁過早ニ開キタルモノ(b)ハ排氣弁ノ開放遲キニ過クルモノナリ而シテ(c)ハ燃料噴射過早ナリシモノ(d)ハ燃料噴射過度ニ遲カリシモノナリ。

斯ノ如ク線圖ニヨリテ弁ノ開閉、燃料ノ混合比、点火時期、燃料噴射ノ時期及之等相互ノ間ノ関係等ノ適否ヲ知ル事ヲ得。從テ線圖ニヨリテ其機関ヲ調節スヘキ点ヲ知ル事ヲ得。

普通ノ「インヂケーター」ノ發條ニテハ吸入及排氣ノ線ハ線圖ニ甚タ不鮮明ニ表示サル。斯ノ如キ線ヲ明瞭ニシ吸入及排氣ノ際ノ各種ノ現象ヲ見ントセハ弱キ發條ヲ使用シ發條ノ上端ニ「インヂケーター」ノ活塞ヲ或程度以上上昇セサル如クスル時ハ第68圖ノ如キ明瞭ナル線圖ヲ得。第68圖ヲ見ル時排氣及圧縮ノ或圧力以上ハ線圖ニ表示セラレス。(a)ハ各弁ノ調

節畧良好ナルモノ(b)ハ吸氣弁ノ開放過度ニ遲キモノ(c)ハ排氣弁ノ開鎖過早ナルモノヲ示ス。

第69圖ハ「インダイカーター」ノ發條弱ク活塞ノ慣性ノ影響ヲ受ケ發條震動セルモノヲ示ス。

第九節　制動馬力

第一款（Dynamometer）

制動馬力ヲ測定スルニハ動力計ヲ使用ス。動力計ハ多数アレトモ之ヲ分類スレハ二種ニ分ツ事ヲ得一ハ吸收動力計ニシテ他ハ傳導動力計ナリ。

吸收動力計トハ其名稱ノ示ス如ク機関ノ發生スル動力ヲ動力計ニ吸收シ一般ニ熱ニ変シテ分散スルモノナリ。吸電機ハ動力ヲ熱ニ変セサルモ吸收シテ電力ニ変形ス

ヲ以テ之ヲ動力計トシテ使用スル場合ハ吸收動力計ニ属ス。

傳導動力計トハ機関ノ發生スル動力ヲ動力計ノ摩擦ニヨリ失フ外其儘動力トシテ他ニ傳導スルモノナリ。電動機ヲ動力計トシテ使用スルトキハ傳動力計ニ属ス。動力計ハ甚タ多キヲ以テ以下主要ナルモノノミニ就キ説明ス。

第二款　吸收動力計（Absorption dynamometer）

ニ依ル制動馬力ノ測定

(1)「プローニイ」式（Prony）動力計――「プローニイ」式動力計ハ吸收動力ノ最モ普通ナルモノニシテ其一例第70圖ニ示サル。此動力計ハ一端ヲ重量計ニ支持セラレタル制動槓桿ヨリ成ル。此槓桿ノ他端ハ「フライホエール」又ハ調車ニ

取附ケラレアリ而シテ此處ニ調車ノ周囲ヲ包メル張力ヲ調節シ得ル鋼帯ヲ取附アリ鋼帯内面ニハ摩擦ノ為木片ヲ装シアリ。動力ヲ吸収スヘキ摩擦ノ量即機関ノ負荷ハ鋼帯ヲ緊張或ハ弛緩セシムル事ニヨリ調節セラル。此制動々力計ニ吸收セラルヘキ動力ハ次ノ基礎ノ公式ニヨリ求メラル

$$\text{制動馬力} = \frac{\text{力} \times \text{毎分速度}}{33,000} \text{ 又ハ } \frac{\text{力} \times \text{毎分速度}}{60 \times 75}$$

今 r ＝制動調車ノ半径 呎又ハ米

N ＝毎分機関軸ノ回轉数

F ＝半径 r ノ車周ニ於ケル抵抗 封度又ハ瓩

G ＝重量計ニ表レシ全体ノ荷重 封度又ハ瓩

W ＝支柱及制動槓桿等ノ重量即所謂風袋重量計ニ加ヘラレシ實際荷重 $= G + W$ 封度又ハ瓩

a ＝制動槓桿長サニ制動調車ノ中心ト重量計上ノ支点トノ水平距離 封度又ハ瓩

トスル時ハ摩擦ノ為吸收セラレシ仕事ハ次式ニヨリ求メラル

摩擦ニヨル仕事 $= F \times 2\pi r N$

式中 F ハ不明ナリ。故ニ之ニ代用シ得ル長サ a ノ制動槓桿ノ端末ニ作用スル荷重 W ヲ使用ス。之レ $Fr = Wa$ ナルヲ以テナリ。

之等ノ値ヲ制動馬力ノ公式ニ適用スルトキ

制動馬力即 $B.H.P = \frac{2\pi a W N}{33000}$ 又ハ $\frac{2\pi a W N}{60 \times 75}$

風袋ハ制動帶ヲ緩ク締タル時重量計上ニアル制動槓桿ノ作用重量及支柱ノ重量ナリ。此値ハ「フライホイール」ヲ最初矢ノ方向ニ回轉シ次ニ反對方向ニ回轉シ其各場合ノ重量計上ノ荷重ヲ讀ム事ニヨリ求ムル事ヲ得。此際回轉速度ハ両方向ニ對シ同一ナル事要ス。前進方向即矢ノ方向ニ回轉シタル時重量計ニ表ハル、荷重 G_1 ハ風袋ニ摩擦ヲ加ヘタルモノナリ即

$$G_1 = W + F$$

反對方向即矢ノ方向ニ回轉シタル時ハ荷重 G_2 ハ風袋ヨリ摩擦ヲ減シタルモノナリ即次ノ如シ

$$G_2 = W - F$$

此両者ヲ加ヘ摩擦ノ影響ヲ除ク時ハ次ノ如クWヲ求ムル事ヲ得。

$$G_1 + G_2 = 2W \qquad \therefore W = \frac{G_1 + G_2}{2}$$

例ハ前進回轉ノ際ノ重量38封度反對回轉ノ際ノ重量34封度ナラハ風袋

$$\frac{38+34}{2} = 36 \text{ 封度ナリ。}$$

ハ制動零ノ場合ニテ此値ハ常ニ尺ヨリ控除スル事必要ナリ。

今制動馬力測定ノ一例ヲ示サハ次ノ如シ。

第40圖ノ線圖ヲ取リシ機関ノ制動馬力ヲ第70圖ノ

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

装置ニテ測定セシニ次ノ如キ結果ヲ得タリ。

$a = 6'$　$R = 250\ lbs$　$w = 20\ lb$　$N = 200\ r.p.m$

然ルトキ

$$W = R - w = 250 - 20 = 230\ lb$$

$$\therefore B.H.P = \frac{2\pi a W N}{33000} = \frac{2 \times 3.14 \times 6 \times 230 \times 200}{33000} \fallingdotseq 52.5\ H^{P}$$

ルニ機関ノ表示馬力ハ第十八節第十一欄ニ於テ求メタルカ如ク62.15馬力ナリシヲ以テ機械的效率ハ

$$\eta_m = \frac{B.H.P}{I.H.P} = \frac{52.5}{62.15} = 0.845 \quad \therefore 84.5\ \%$$

第四圖ニハ各種ノ形狀ノプローニイ式動力計ノ裝置ヲ示ス。

同圖(A)ハ水片ヲ嵌裝セル鋼帶ヲ制動調車ノ全周ニ圍繞シ之ニ又狀槓桿ヲ取リ附ケ其端末ヲ秤ニ支ヘシモノト同樣ナリ。動力計算法ハ前ニ掲ケタルモノ、如クニアリ。鋼帶ハ槓桿ニヨリ緊張又ハ弛緩セシメ得ルモノナリ。

同圖(B)ハ發條秤ヲ使用シタルモノニシテ回轉方向ノ反對ナリ。從テ風袋ノ計算法前ト異ル即チ秤ノ讀算數ハ $S_1 - S_2$ ニシテ回轉シ始ル時ノ秤ノ讀算數ハ $S_1 + S_2$ トナル。

同圖(C)ハ平衡制動裝置ニシテ軸ノ左右對稱ナリ之カ為使作ノ望量ハ中央ニ單ニ支柱等ノ荷重アルノミナリ。

同圖(D)ハ制動帶ノ最モ簡單ナル裝置ニ示セルモノニシテ荷重相當スル重錘Gハ皿ノ中ニ置カレタリ。此ノ重錘Gハ調車上ニ置カレタル制動帶ニ作用スル

原條ニヨリテ圖ノ如ク床上ニ持チ上ケラル。制動帶ノ左端ハ通常床ニ固ク結着セラル。Bノ秤ハ必スシモ必要ナラサルモ之アル時ハ甚タ便利ナリ。此際ハ横桿無キヲ以テ腕ノ長サハ制動調車ノ半径ト帶又ハ綱ノ厚サノ半分トノ和ヲaトス。

第6圖ハ第4圖(D)ノ應用ヲ示シタルモノニシテ甚タ簡單ナリ。此裝置ニテ馬力ヲ測定スルニハ最初Gヲ發條秤ニテ見次ニ機関ヲ運轉シテ動力ヲ吸收セシメ發條秤上ニテW_1ヲ見ル然ル時$W_1=G-S$

制動ノ為ニ使用スル材料ハ軟ク強キモノナレハ何ニテモ可ナリ。小ナル動力計ニハ革帶カ直接ニ或ハ内面ニ小木片ヲ挿入シテ使用セラルヽ場合多シ。中等ノ動力計ニハ所々ヲ木片ニテ保持セル綱カ帶ノ代リニ屢々使用セラル。大動力計ニハ鋼帶カ通常使用セラル。此場合ニハ制動調車ニ接觸スルモノハ鋼帶内面ニ取附ケシ木片ナリ。

プローニイ制動計ヲ冷却スル為ニハ通常水ヲ使用ス。其方法ハ制動調車ノ内部ニ水ヲ使用スル構造ノモノモアレト特殊ノ構造ノ制動計ニテハ制動帶ヲ圍ミシ水套ニ水ヲ循環セシム。第7圖ハ制動調車ノ内部ニ時々注水スル裝置ヲ示ス。

(2)「フラウド」水制動力計(Froude Hydraulic Dynamometer)—

此動力計ハ現今機関ノ精密ナル制動馬力ヲ測定スルニ盛ニ使用セラレルモノニシテ機関ノ発生動力ヲ水ニ吸收セシムル如クセルモノナリ。

第77圖ニハ此動力計ノ主要部分ノ断面ヲ又第78圖ニハ此動力計ノ廻轉子ト外側水室トノ展開圖ヲ示シアリ。第77圖ニ見ル如ク主軸Bハ外側水室体Dノ両端ニ固定セラレ居ル球軸蓋Fニテ支持セラレオレリ。外側水室体Dハ又両端ヲ轉子Mニテ支持セラレオレリ。轉子Mハ球軸承ニテ固定ノ枠ニ取附ケラレオレリ。故ニ軸ハ外側水室ニ對シ自由ニ回轉スルコトカ出來外側水室ハ固定ノ枠ニ對シ自由ニ廻轉カ出来ル如クシアリ。軸ノ中央ニハ廻轉子Cヲ又両端ニハ連結器Aヲ固定シアリ。

機関ノ試驗ヲナス時ニハ之ヲ外側水室D内ニテ回轉スル回轉子ニ動力ヲ傳フル所ノ主軸Bノ一端ニ直結ス。此際何レノ端末ニ直結スルカハ機関ノ回轉方向ニヨツテ定マル。外側水室Dニハ水カ流ルル如クシアルヲ以テ機関カ回轉スレハ回轉子ニ對シ水力抵抗ヲ生スルト同時ニ動力吸收ノ為ニ發生スル熱ヲ取リ去ル。

回轉子Cノ両側ハ軸ニ平行ナル半径方向ノ断面ハ第77圖ノ如ク半隋円狀ヲシ又円周ニ沿フ断面ハ第78圖ノ如ク菱形ヲナセル室ヲ形成セリ。外側水室Dモ亦其内面ハ同様ノ形ヲナシオレリ。故ニ此両方ノ室ヲ合スル時ハ丁度第77圖ノ如キ隋円形トナリ其内部ヲ水力高速度ヲ通過ス。

今機関ヲ軸ニ直結シテ回轉子ヲ回轉セハ回轉子ハ其外周ヨリ水ヲ高速度ニテ外側水室ニ放出ス此水ハ外側水室ニ入リシ後速度ヲ減シテ外側水室ニヨリ再ヒ主軸ニ近キ所ニテ回轉子ノ水室ニ送リ返サル。

水力回轉子ノ運動ニ呈スル抵抗ハ外側水室ニ反動ヲ生シ之ヲ其摩擦ヲ防キアル轉子上ニ回轉セシム。此外側水室ノ回轉セントスル傾向ヲ制動槓桿ノ端末ニアル重錘ニテ平衡セシム。斯ノ如クシテ此ノ重錘ニテ回轉偶力ヲ測定ス。

抵抗ヲ生シ且熱ヲ運ビ去ル為ノ水ハ給水管ヨリ両外側水室ノ背部ニアル水路Hニ入リ之ヨリ多数ノ小孔Hヲ経テ水室内ヘ侵入ス。水室内ニテ温度トナリシ水ハ第77圖ノ上下両側ノ水路ヲ経テ上方ニアル排水管Tニ逃レ去ル。K及Lハ内部ニ貯溜スル空氣ヲ除去スル為ノ氣孔ナリ。

機関ノ動力ニ應シ抵抗ヲ増減スル事ハ出来ル如ク回轉子ト外側水室トノ間ニ絞搾板ヲ挿入セルモノアリ。第79圖ハ其一例ニシテ此板ヲ多ク閉ケハ抵抗力大トナリ少ク開ケハ抵抗力小トナル。

第80圖ハ何レノ方向ニ回轉シテモ可ナル如ク回轉子ノ二個アル「プラウド」動力計ノ全裝置ヲ示シルモノナリ。水ハ給水弁ヲ開ケハ給水管ヨリ侵入ス入口ニ於テ水ノ圧力ハ約15封度毎平方吋アレハ普通ノ回轉数ノ機関ノ試験ニハ充分ナリ。動力計ノ中ニテ機関ノ動力ヲ吸收シテ熱セラレシ水ハ上方ニ出テ排水管ニヨリ放出セラル。出テ来ル水ノ温度ハ華氏180度以上ニ昇ラサル如クスルヲ要ス。水力充分アル時ハ此温度ハ華氏140度(摂氏60度)位ニ保ツヲ最モ可ナリトス。水ノ所要量ハ入ル時ノ温度華氏50度ニテ毎馬力毎時間約2「ガロン」ナリ。水ノ温

度ハ給水管ノ開閉ニヨリテ加減ス。

回轉偶力ヲ測定スルニハ一端ニ發條秤又ハ積桿秤アリテ之ニテ荷重ヲ讀ム如クナリオレリ。回轉數ヲ測定スル為ニハ回轉計ヲ直結シアリ。今荷重ヲW回轉數カNト表レシ時ハ其機関ノ出力ハ次ノ如シ。

$$B.H.P=\frac{K\times N}{K}$$

Kハ動力計ノ大サニ依リ定ル固有ノ常數ナリ。

第三款 傳導動力計ニヨル制動馬力ノ測定

傳導動力計ニハ齒車ヲ使用スルモノ或ハ調帶ヲ使用スルモノ等各種ノ型式アレトモ此處ニハ傳導セラル動力ニ應シテ軸カ捩チ廻サルヽ其角度ニヨリテ動力ヲ測定スル捩回動力計(Torsion dynamometer)ノ一例ヲ説明ス。

第74圖ハ「デニイ、アンド、ジョンソン」捩回動力計(Denny and Johnson Torsion meter)ニテ動力ニヨリ捩チ廻サレシ角度θヲ測定スル電氣的裝置アリ。円盤a及bハ軸ニ出未ルタケ距離ヲ離シテ固定セラレオレリ。各盤ニハC及dニ示サルヽ如ク先端ヲ鋭狀ニ尖鋭ニセル永久磁石アリ。軸ハ毎回轉ニ一度宛是等ノ磁石ハ各円盤ノ下方ニ在ル電磁石e及fノ上ヲ通過シテ其綿線ニ電流ヲ誘發ス。若シ之等ノ電流カ同時ニ流ルル時ハ互ニ打チ消シテ受話器gニ音響聞ヘス。軸カ無負荷ニテ回轉スルトキハ二個ノ永久磁石C及dハ電磁石e及f調節スル事ヲ得ル電磁石fカ軸ニ平衡ナル直線上ニアル時ニ之等ノ電磁

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

出ル所ノ回轉偶力ノ変化ヲ一目瞭然ニ測定シ得ル如クシアリ。

斯ノ如ク回轉偶力ニヨル捩回角θカ角度ニテ測ラレシ時ハ動力ハ次式ニテ計算スル事ヲ得。

$$B.H.P = \frac{\theta d_e^4 N}{C\ L}$$

又軸カ中空ナレハ

$$B.H.P = \frac{\theta (d_e^4 - d_i^4) N}{C\ L}$$

式中 d_e = 軸ノ外直径 吋
d_i = 軸ノ内直径 吋
N = 毎分回轉数
L = 軸ノ長サ 吋
C = 327{強度率(modulus of rigidity)

石ノ上ヲ通過ス即軸ハ同時ニ起ラス従テ受話器ダニ音響聞コニ。此時調節螺丸ヲ捩ケ廻シテfヲ適當ナル位置ニ移シ電流カ両ヒ之ニ消去シテ音ヲ發セサルヿヽスル事ヲ得斯クセシ時ハfヲ動セシ量カ捩回セラレシ角度θナリ、此角度ハ九ミアル測微器(micometer)ニテ讀ム事ヲ得ル如クナリ居レリ。

最近此装置ハ益々改良セラレテ受話器及表示器等ハ試験シ居ル軸ト遠ニ離レシ静ナ場所ニ置キテ音響ヲ聞ク事ヲ得ル如クシ且永久磁石ヲ軸ノ周ニ数個配列シ回轉偶力ノ変化ヲ一目瞭然ニ測定

第四款 電氣機械ヲ動力計トシテ制動

馬力ノ測定

電氣機械ハ動力計トシテ甚タ簡單ニ使用スル事ヲ得。即發電機ヲ動力計トシテ使用スル時ハ原動機ノ出力ヲ測定スル事ヲ得又電動機ヲ之ニテ回轉スル機械ノ動力計トスル時ハ其機械ノ入力ヲ測定スル事ヲ得。本書ハ機関ノ出力ヲ測定スルモノナルヲ以テ前者ニ就テノミ説明ス。

發電機ヲ機関ノ制動々力計トシテ使用セシ時ハ機関ノ出力ハ發電機ノ出力ヲ發電機ノ效率々ニテ割レハ求ムル事ヲ得。之カ爲發電機ノ效率曲線ヲ知リ居ル事必要ナリ。又發電機ノ發生動力ヲ使用スルモ無キ時ハ之ニ負荷セシムル爲ニ金屬抵抗器、照明用蓄電池又ハ水抵抗器等ヲ使用スル事必要ナリ。

次ニ直流分捲發電機及三相交流發電機ヲ使用シテ動力ヲ測定スル場合ニ就キテ述ベン。

(1) 直流分捲發電機ヲ動力計トシテ使用スル場合——

第67圖ハ此場合ノ裝置ヲ示ス。Gハ發電機、Fハ磁場線F'ハ磁場抵抗器ハ電壓計Aハ電流計ナリ。此際始動抵抗器ハ使用セス。斯ノ如ク連結シテ機関ヲ回轉シ電壓E及電流Iヲ讀ム時發電機ノ入力即機関ノ出力ハ次式ニテ求ムル事ヲ得。

發電機ノ入力 $= \frac{E \times I}{746}$ ポンド

(2) 三相交流發電機ヲ動力計トシテ使用スル場合——
第76圖ハ此場合ノ裝置ヲ示ス。Gハ發電機 W_1 及 W_2
ハ「ワットメーター」(Wattmeter)ナリ。此際ノ發電機ノ入力即
機關ノ出力ハ両「ワットメーター」ノ讀算數ノ和ヲ發電機
ノ能率ニテ割レハ求ムル事ヲ得。

第四章　燃料及其燃焼

内燃機關ノ燃料ヲ大別スレハ瓦斯体、液体及固体ノ三種トナル。
本章ニハ先ツ之等燃料中ニ含有セラルヽ主要ナル燃焼成分ノ燃焼
ニ就キテ述ヘタル后上記三種ノ燃料ノ分類及性質等ヲ説明ス

第一節　燃料ノ燃焼

第一款　燃料ノ燃焼ニヨル変化及発熱量

内燃機關ノ燃料トシテ使用セラルヽモノヽ成分ハ千差万別ナルヲ以テ各
燃料ニ就キ其燃焼ヲ詳記スル事不可能ナリ。故ニ本節ニ於テハ各種燃
料中ニ含有セラルヽ主要ナル燃焼成分ノ燃焼ニヨル変化及発熱量ヲ説
明セントス。
燃料中ノ主要ナル燃焼成分ハ炭素(C)水素(H_2)炭化水素(C_xH_y)及一酸化
炭素(CO)等ナリ。之等ノ瓦斯ノ燃焼ノ際ニ於ケル変化及発生物等ハ
第1表ニ列記シアリ。此表ニ明瞭ナル如ク燃焼発生物ハ殆ト水ト
百

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

炭酸瓦斯ナリ。

瓦之等ノ瓦斯ノ分子量比重密度比熱燃焼ノ際ノ所要空気量燃焼セシ瓦斯ノ容積ノ収縮及発熱量等ヲ第5表ニ記載シタリ。

第5表ニ記載ノ発熱量ニ高低ノ二種アリ。之ハ瓦斯ヲ熱量計中ニテ燃焼シ熱量測定ヲナス時燃焼発生物ヲ放置スレハ瓦斯ノ元ノ温度迄冷却ス。此燃焼発生物中ニハ水素ノ燃焼ニヨル水蒸気アリ。此水蒸気ノ大部分ハ冷却ノ際凝結シテ潜熱ヲ放出ス。故ニ冷却スルマテノ間測定セシ熱量ハ此潜熱ヲモ含有シオレリ。

低発熱量トハ含有水蒸気ノ未タ凝結セサル時ノ瓦斯ノ発熱量ニシテ水蒸気ノ凝結ニヨル潜熱ヲ含マサル数値ナリ。内燃機関ノ能率ニ直通使用セラルハ此値ナリ。高発熱量ハ潜熱ヲモ合算シタルモノナリ。

第5表ニ欧燃焼ニヨル発熱量及所要空気量ノ計算法第6表ヲ使用スルトキハ燃料ノ各種ノ諸元ヲ計算スル事ヲ得

本欧ニ於テハ瓦斯立方呎ノ発熱量及所要空気量ノ計算ノ一例ヲ示サン。

今容積ニテ水素H_2＝0.7炭酸瓦斯CO_2＝11.7一酸化炭素CO＝26.7及窒素N＝60.9ヨリ成ル溶鉱炉瓦斯ノ発熱量如何

$H_2 = 0.7 \times 281 = 196.$

$CO_2 = 11.7 \times 0 = 0$

$CO = 26.7 \times 322 = 8.597.4$

$\frac{N = 60.9}{100.0} \times 0 = 0$

$8.793.1$

故ニ此瓦斯一立方呎ノ発熱量＝$\frac{8.793.1}{100}$＝88 B.t.u

又上記瓦斯ノ所要空気量如何第6表ニヨリ

$H_2 = 0.7 \times 2.38 = 1.666$

$CO_2 = 11.7 \times 0 = 0$

$CO = 26.7 \times 2.38 = 63.546$

$N = \frac{60.2}{100.0} \times 0 = \frac{0.57212}{}$

故ニ此瓦斯一立方呎ノ所要空気量＝ $\frac{0.57212}{100}$ ＝0.57立方呎

実際ニ燃料ニ供給スル空気量ハ完全燃焼ヲナサシムル為ニ化學的ニ必要ナル量ヨリ35乃至55%増加シテ供給スルヲ普通トス、

第廿一節　瓦斯体燃料

第一款　瓦斯体燃料ノ種類

瓦斯体燃料ハ瓦斯機関ヲ用フルモノニシテ之ヲ分類スレハ次ノ数種トナル。

1. 天然瓦斯 (Natural gas)
2. 石炭瓦斯 (Coal gas)
3. 水成瓦斯 (Water gas) } 点燈瓦斯 (Illuminating gas)
4. 骸炭爐瓦斯 (Coke-oven gas)
5. 鉱油瓦斯 (Coil gas)
6. 熔鉱爐瓦斯 (Blast-furnace gas)
7. 発生瓦斯 (Producer gas)

之等ノ瓦斯燃料ノ組成、所要空気量及発生熱等ハ第1表及第2表ニ記載シタリ

(1) 天然瓦斯 ― 天然瓦斯ハ天然ニ地中ニ蓄積セラレオルモノニシテ石油ヲ産出スル地方ニ多ク存在ス。此瓦斯ハ土地ノ為ニ毎平方吋ニ就キ数百封度ノ圧力ヲ受ケテオルヲ以テ之ヲ発生スル地方ヨリ可成リ遠方ニ管ニテ送ル事ヲ得

天然瓦斯ノ主成分ハ「メタン」(CH_4) 水素 (H_2) 及一酸化炭素 (CO) 等ナルモ其混合比ハ地方ニヨリ甚タシク差異アリ。

天然瓦斯ハ之ヲ発生スル地方以外ニテハ利用スルコト不可能ナルヲ以テ一般的ノ内燃機関ノ燃料ト稱スル事ヲ得ス、又其成分ノ不定ナル事モ内燃機関用トシテハ余リ良好ナラス。故ニ此燃料ハ之ヲ産出スル地方テ小動力ニ採用セラレオルニ過キス。

此丸斯ハ主トシテ揮発分多キ有烟炭ヲ乾餾シ其発生スル丸斯ヲ集メテ清浄ニセルモノナリ。其主成分ハ水素 (H_2) 及「メタン」(CH_4) ニシテ其成分ノ混合比ハ殆ト一定シオリ且燃焼ニヨル発生熱量大ナリ。

石炭丸斯及次ニ述ヘル水成丸斯ハ共ニ発熱量大、混合比一定ニシテ内燃機関燃料トシテ甚タ優秀ナモノニシテ且都市ニ於テハ便利ニ使用スル事ヲ得、然レトモ之等ノ丸斯ハ臭燈用トシテ臭燈能力ヲ増ス為ニ清浄ニスル方法ヲ何度モ繰返スヲ以テ其價格甚タ高價トナル。而モ丸斯機関用トシテハ此清浄ナル事ハ必スシモ必要ナラサルヲ以テ余リ高價ナルハ有利ナラス。故ニ臭燈丸斯ヲ丸斯機関ニ使用スル場合ハ極ク小動カニテ且稀ニ使用スル機関ノ如キ際ニ限ラレ居ルカ如シ

(3) 水成丸斯 — 水成丸斯ハ無煙炭及骸炭ノ如キ揮発分ノ少キ燃料ヨリ間歇的ノ方法ニヨリ作ル。此丸斯ヲ作ルニハ数呎ノ厚サニ積ミシ石炭層ニ石炭ヲ灼熱スル迄空気ヲ吹キ込ム此際ノ燃焼発生物ハ逃出セシム次ニ此灼熱セシ燃料中ニ水蒸気ヲ吹キ込ム。之カ為水蒸気ハ元素ニ分レ水素ト酸素トニ分ル。酸素ハ燃料ノ炭素ニ化合シ一酸化炭素トナリ水素ハ其侭発生ス、水蒸気通シハ石炭カ急ニ冷却スルヲ以テ再ヒ空気ヲ吹キ込ム事ヲ必要トス。故ニ水蒸気ヲ吹キ込ミシ間ニ発生セシ丸斯ヲ蒐集スヲハ主トシテ一酸化炭素 (CO) 及水素 (H_2) ヨリ成リ石炭丸斯ニ比スレハ発熱量ハ甚タ低シ。前記方法ヲ反覆シテ石炭カ燃エ盡スマテ之ヲ行フ。

此丸斯ハ臭燈用ニスル時ハ原油又ハ其他ノ油ヲ熱シテ得タル炭化水素丸斯ヲ加ヘテ其熱ヲ大ニス。

(4) 骸炭爐丸斯 — 揮発分ノ多キ有烟炭ヲ「レトル」中ニテ乾

餾(レハ丸斯「タール」「アンモニア」及骸炭等ヲ出ス。都市ノ丸斯発生装置ニテハ丸斯ヲ得ルヲ主目的ニシテ之等発生物中前者ヲ各種ノ装置ニヨリ清浮ニシ丸斯ヨリ「タール」「アンモニア」等ヲ除ク而シテ骸炭ハ其際ノ副産物ナリ。然レトモ或地方ニ於テハ骸炭ヲ得ルヲ主目的トシテ石炭ヲ乾餾スル骸炭爐ヲ設クル事アリ。此時ハ丸斯カ副産物トナル。此爐ニテハ揮発分ハ完全ニ除ク。故ニ骸炭爐ヨリ取リシ丸斯ハ前述ノ石炭丸斯ト何等其成分ニ於テ変リハ無キモ唯其目的カ点燈用ナラサルヲ以テ其清浮法ニ於テ多少手ヲ抜キシ所アリ。従テ石炭丸斯ヨリハ稍混入物多シ。其結果発熱量モ稍低シ。

(5) 鉱油丸斯——鉱油丸斯ハ原油又ハ他ノ鉱油ノ蒸気ヲ過熱蒸気ト混合シ之ヲ温度カ華氏600度ニ保タレタル「レトルト」ニ送リコシテ作ル。此方法ニテ作リシ鉱油丸斯ハ凝結セス又水素ヲ最モ多ク含有シオレリ。水素ノ多量ナルハ内燃機関ノ燃料トシテ不適當ナリ。之ハ后ニ詳述ス

(6) 熔鉱爐丸斯——熔鉱爐丸斯ハ熔鉱爐ノ頂上ヨリ出テ来ル丸斯ニシテ以前ハ之ハ其侭其処ニテ燃シテ空費スルカ又ハ汽罐ノ下ヘ持チ行キテ蒸気発生用トシテ使用シ居タリ。此丸斯ハ第ク表ニテ明瞭ナル如ク他ノ丸斯ニ比シテ最モ弱キ丸斯ナルモ丸斯機関ニ使用スレハ最モ満足ニ最モ経済的ナリ。然レトモ之ハ熔鉱爐ノアル附近ニ於テノミ利用シ得ルニ過キス。

(7) 発生丸斯——以上述ヘシ如キ丸斯ノ資源ヲ利用スルコトカ出来サル時ニハ機関用トシテ丸斯発生機ヲ使用ス此発生機ニテ作リシ丸斯ヲ発生丸斯ト云フ。

発生丸斯ノ製法ハ密閉セシ火爐ニ石炭ヲ厚ク堆積シ之ニ普通

空気ト水蒸気(時トシテ空気ノミヲ送ル)空気中ノ酸素ハ先ツ灼熱セラレシ石炭層ニ触レテ炭酸瓦斯(CO_2)ヲ作ル。此炭酸瓦斯ハ上方ノ燃焼シオル石炭層ヲ通過スル際還元セラレテ一酸化炭素(CO)トナル。斯クシテ出来シ一酸化炭素ハ水蒸気ノ灼熱シタル石炭上ヲ通ル為ニ発生セシ水素及一酸化炭素並ニ空気ト一緒ニ入リ来リシ窒素ト共ニ出テ来ル。故ニ発生瓦斯ハ殆ト一酸化炭素、水素及窒素ヨリ成ル。

空気容積百中ニハ79ノ窒素ガ含有セラレオレリ。従テ発生瓦斯モ多量ノ窒素ヲ含ミ100分中50以上ハ此ノ不燃性ノ瓦斯ナリ其結果発熱量ハ甚タ低クナル。第ク表ヲ見レハ之ク明瞭テアル。

第二款 瓦斯体燃料ノ性質

(1) 瓦斯ノ成分ハ内燃機関燃料トシテノ比較——各瓦斯中ニ含有セラル成分ハ第タ表ニ示スク如シ之等ハ熔鉱爐瓦斯ヲ除ク外総テ水素及「メタン」ヲ豊富ニ含有シ居レリ。多量ニ水素ヲ含有スル瓦斯ハ瓦斯機関ニ使用スレハ過早点火ヲ起シ易キ傾向アリ。故ニ大ナル瓦斯機関ニ使用スル燃料ハ水素ノ含有量10乃至12%以下ノモノヲ多ク使用ス

(2) 発熱量——第ク表ニ示セル発熱量ハ瓦斯ノ温度摂氏62度圧力毎平方吋 [illegible] 度ノ時瓦斯テ燃焼シテ発生シタル熱量ヲ示スモノナリ。之レヲ見レハ天然瓦斯ヨリ熔鉱爐瓦斯ニ至ルマテ非常ナル差異アリ。今熔鉱爐瓦斯ノ発熱量ヲ1トスレハ天然瓦斯ノ発熱量ハ4トナル。

(3) 所要空気量——化學的ニ完全燃焼ニ必要ナル空気ノ量モ又甚タ異ル。例ハ天然瓦斯ニテハ$\frac{2}{3}$倍ヲ要スルニ過キス。又実際ノ燃焼ニ必スルニ熔鉱爐瓦斯ニテハ瓦斯容積ノ7倍ノ空気ヲ要ス。

必要ナル空気量ハ天然瓦斯ニ對シテハ其瓦斯ノ容積ノ16倍ナルモ

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

熔鉱炉瓦斯ニ対シテハ倍ニ達キス

(イ) 瓦斯ト空気トノ混合瓦斯ノ燃焼ニヨル発熱量――完全ナル爆発性混合瓦斯一立方呎ノ燃焼ニヨル発熱量ハ天然瓦斯ニ対シテハ約100 B.T.U テアリ熔鉱炉瓦斯ニ対シテハ約60 B.T.U ナリ。之ヨリ見レハ空気トノ混合瓦斯一立方呎ノ燃焼ニヨル発熱量ハ此両極端ノ瓦斯ヲ比較スルモ大差無シ実際ニ於テハ化学的ニ必要ナル以上ノ空気ヲ瓦斯ト共ニ使用セラレ完全燃焼ヲ行フ此過剰ノ空気量ハ普通35%以上ナリ。第7表ノ下方ニ理論的及実際的ノ混合瓦斯ノ発熱量ヲ示シタリ。

第三款 瓦斯ノ製法

(1) 瓦斯発生機ノ分類 瓦斯ヲ製造スル為ノ瓦斯発生機(Gas-Producer)ハ次ノ数種ニ分ル

1. 吸込発生機(Suction-Producer)

(a) 煙突ニヨル吸込通風

(b) 排気(Ex-haustus)

(c) 機関ノ活塞ニヨル吸込通風

2. 圧込発生機(Pressure-Pratuea)

3. 折衷式発生機

吸込発生機ニ於テハ(a)(b)及(c)ノ何レカノ方法ニヨリテ炉内ノ温度ヲ低クシ空気及水蒸気等ヲ赤熱セル石炭上ニ吸入シテ瓦斯ヲ作ルモノナリ。此方法ニヨル時ハ炉内ノ圧力ハ常ニ大気圧以下ニアルヲ以テ瓦斯カ他ニ漏出スルノ虞ナク且(c)ノ方法ヲ採用スレハ機関ノ吸気ヲ利用シ得ルヲ以テ小機関ニ有利ナリ。

圧込発生機ハ空気及水蒸気ニ圧力ヲ附與シ炉内ニ圧入シ石炭ト接觸シテ瓦斯トナリタル後モ使用場所ニ至リ得ル圧力ヲ保持セシムルヲノミニシテ炉内ノ圧力ハ常ニ大気圧ヨリ高キヲ以テ瓦斯ノ漏洩ス

折衷式ハ両者ヲ併用スルモノニシテ瓦斯発生迄ハ圧込式ニシテ発生セシ瓦斯ハ機関ヘ吸込式ニテ送ラル。此方法ハ瓦斯発生ノ為火焔ヲ適當ニ監視シ且爐内ノ掃除ヲナス事ヲ得。之レ吸込式ニアリテハ之等ノ事ヲナス為発生爐ノ窓ヨリ覗ク時ハ空氣侵入シ発生瓦斯燃焼ス侵入空氣量大ナレハ瓦斯ハ焼盡スルニ至ル。圧込発生機ニアリテハ窓ヲ開ク時ハ爐内ノ圧力高キヲ以テ此窓ヨリ瓦斯漏出シ作業手ニ不快ノ感ヲ與フルノ害アリ 然ルニ折衷式ニアリテハ爐内圧力ヲ適當ニシテ之等ノ作業ヲナス事ヲ得シム。

次ニ吸込式及圧込式ノ発生機ノ例ヲ挙ケテ簡單ニ説明セン。

(2) 吸込瓦斯発生機 第8図ニ示スハ「ヒンチュ」吸込瓦斯発生機 (Pintsch suction gas producer) ニシテ 50 馬力及其以上ノ機関ニ使用スルモノニシテ吸込ハ機関ノ活塞ニヨリ行ハル。Aハ手動送風機ナリ。Bハ灰室ニシテ密閉用水 C アリ D ハ発生爐ニシテ給炭器Eヲ有ス。Fハ多管式蒸発器ニシテ上方ニ空氣枝 G アリ。Hハ調節室ナリ。発生機ニ使用スル空氣ハ F ヲ経テ吸入セラレ其途中蒸発器 F ニ発生セル蒸氣ヲ含有シテ図ニ示サレアラサル管ニヨリ灰室ニ取リ入レラル。I ハ骸炭ヲ塡充シ上ヨリ水ヲ注ク濾過塔ナリ。J ハ清浄器ニシテ二個ノ棚ニハ不純物ヲ濾過スヘキ鉋屑又ハ鋸屑等ヲ塡充シアリ。K ハ自働調節器ニシテ発條 M ニテ支持セラレタル槓桿 L ヲ有スル水槽ヨリ成ル。之ハ瓦斯機関ノ活塞ノ吸入期間ヨリ長ク発生機ヨリ瓦斯ヲ吸入スル為ニ備ヘ附ケラレアリ。此調節器ノ作用次ノ如シ。瓦斯機関ノ活塞カ氣筒ヲ充満スル為ニ瓦斯ヲ吸入スル時室 K ヨリ約半分ノ吸入ス 其結果外ノ大氣圧ハ L ヲ押シ下ケ発條 M ヲ圧縮ス。機関カ吸入ヲ止ムルヤ発條 M ハ槓桿 L ヲ旧位ニ復セシ

ム而シテ室Kヲ満ス為所要ノ�斯ノ如クシテ機関ノ活塞カ気筒ニ�somas充満セシ後モ�somas斯ノ発生ヲ行ヒ。

(3) 圧瓦瓦斯発生機　第82図ハ1000馬力ノ機関ニ使用スル「クロズレー」圧瓦瓦斯発生機(Crossley pressure gas producer)ナリ。石炭ハ有煙炭ヲ使用スルモノニシテ此装置ノ特徴ハ回転台(Revolving table)ノ塵埃吸収器(dust catcher)ノ水流ニヨル洗滌器ノ回転「ダール」抽出器ノ骸炭濾過器及鋸屑濾過器等ヲ含有スルナリ。

(x) 木炭瓦斯発生機　揮発油代用トシテ自動車機関等ニ使用スル為ニ木炭ヨリ瓦斯ヲ発生セシムル装置カ各国ニテ研究セラレオルカ如シ。第83図ニ示スハ匈牙利国ノ鉄道會社ニ使用セラル「フィアット」(Fiat)貨物自動車ニ装置セル木炭瓦斯発生機(Charcoal gas producer)ナリ。同国ニ於テハ揮発油ヲ使用セル時ニ比シ重量ニ於テ木炭ヲ約「パーセント」多量ニ使用スルニ拘ラス価格ハ僅カニ揮発油ノ1/6「パーセント」ニ過キスト云フ。

円筒形室Sハ二重トナリ内筒ノ側壁ハ耐火粘土ヲ以テ1/2吋ノ厚サニ裏打シアリ。

此内筒ハ直径ノ呎高サ22吋ニシテ木炭爐トナリオレリ。外筒Sノ上方ニハ截頭円錐形ノ水室アリ。此室ハ水ノ加熱器13ニ通ス。加熱器13ハ発生瓦斯ヲ冷却スルト管3ヨリ発生機ニ吸入セラルル空気ヲ加熱スルトノ二ツノ目的アリ。爐ノ直上ノ水室即汽錐ニ於テ発生セル水蒸気ハ空氣ト共ニ3ノ管ヨリ発生爐ニ入リ此処ニテ水素及酸素ノ両元素ニ分解ス。酸素ハ木炭ヲ燃焼酸化シ水素ハ其侭瓦斯ニ混入ス。

此ノ発生機ヲ使用シ始ムルニハ作業手ハ木炭爐ニ木炭ヲ充満シ之

点火スル而シテ総テノ戸ヲ密閉シタル後第一ヲ送風機之カ爐ニ通スル如クス。作業手ハ手ニテ此送風機ヲ動シ之ノ管ノ出口ヲ意シ此処ヨリ煙ヲ発スルニ至レハ「マッチ」ニテ之ニ点火ス此際焔状態良好ナラハ第二ヲ開メ爐ニト冷却器6トヲ通スル如クシ機関ヲ始動ス。然ル時ハ機関ノ吸入ニヨリ丸斯ハ各種ノ冷却器及清浄器ヲ経テ気筒ニ到ル。作業手ハ此後木炭ヲ常ニ爐ニ充満シ置クヘ作業ハ機関ノ吸入ニヨリテ行ハル。

爐ニテ発生セル丸斯ハ湿油冷却器6ニ於テ冷却ト同時ニ洗滌セラレ次ニ乾燥冷却器7ニ入リ塵埃及固形物ヲ其底ニ沈澱ス。丸斯ハ更ニ長キ管8ヲ経テ清浄器9ニ入リ骨炭ニテ濾過清浄セラレ機関ニ到ル。木炭丸斯ヲ使用スル機関ニ於テハ圧縮比ヲ高メタル気圧(毎平方吋132封度)位トスル事必要ナリト云フ。

第二十二節　液体燃料

第一款　液体燃料ノ種類

内燃機関ニ使用セラルヘ液体燃料ハ次ノ如シ

1. 揮発油
2. 燈油
3. 軽油
4. 重油
5. 「アルコール」

揮発油ヨリ重油マテノ油ハ地中ヨリ天然ニ産出スル原油ヨリ精製スルカ褐炭又ハ油頁岩ヲ「レトルト」ニテ乾溜シテ得タル「タール」ヨリ精製スルカ或ハ又「コールタール」ヲ精製シテ得ラルヘモノニシテ其原料ヨリ製出スル順序及製品ノ種類第85図ヨリ87図ニ示ヘカ如シ。第85図、第86図ハ夫々原油ヨリ精

製スル異リシ方法ヲ説明シタルモノナリ。
之等燃料ノ性質、所要空気量等ハ第7表第28表及第30表ニ概略記載セラレヤリ。

(1) 揮発油

揮発油、揮発油ハ原油ヲ蒸溜スル際攝氏約150度位迄ノ間ニ発生スル瓦斯ヨリ製スルモノニシテ「ボーメ」比重計ニテ78度(比重0.78)位迄ノモノヲ称ス。揮発油ハ各国其名称ヲ異ニシ日名称異ナルニ従ヒ多少性質ヲ異ニス。即「ペトロール」(Petrol)「フサ」(Naphtha)「ガソリン」(Gasoline)「ベンジン」(Benzine)「モーター・スピリット」(Motor spirit)及「ベリゾリン」(Benzolin)等ノ名称アリ。石炭ヲ乾溜シテ得ラル、揮発油ハベンゾール(Benzol)又ハ「ベンゼン」(Benzene)ト称セラル

油頁岩ヨリ乾溜セラル、揮発油ハ「グリーン・ナフサ」(Green Naphtha)ト称セラル。

揮発油ハ自動車及飛行機用機関其他軽ノ高速度機関ノ燃料トシテ盛ニ使用セラル、モノニシテ其消費セラル、量ハ普通一時間一制動馬力當リ平均0.1「ガロン」(=0.378立=2.1合)重量ニシテ約280乃至300瓦ナリ。

日本石油會社ノ製造スル揮発油ハ次ノ如ク分レオレリ。

名称	比重(ボーメ度)	乾点(攝氏度)	用途
一號揮発油	70度以上	130度以下	飛行機及自動車燃料防水布製造用動植物油浸出用
二號揮発油	60度以上	150度以下	自動車燃料及鉱山燈並防水布製造用
三號揮発油	53度以上	160度以下	自動車燃料及防水布製造用
四號揮発油	48度以上	190度以下	溶剤及塗料並洗滌用
五號揮発油	58度以上	140度以下	自動車燃料
浸出用揮発油	68度以上	100度以下	動植物油浸出専用

揮発油ノ最モ簡単ナル検査ハ比重及乾点並色相ヲ見ルニアリ。

(2) 燈油、燈油ハ摂氏180度ヨリ260度位迄ノ間ニ於テ原油ヨリ蒸溜精製セラルヽモノニシテ点燈用ニ使用セラレシヲ以テ此名アリ。燈油(lamp oil)モ種々名称アリ即或ハ「パラフィン」(Paraffin)又ハ「ケロシン」(Kerasene)ト称セラル。比重ハ「ボーメ」度ニテ41度乃至38度(比重0.81乃至0.83)位ニシテ燈油機関ニ使用セラル。機関ノ燈油消費量ハ一時間一制動馬力當リ約0.1「ガロン」ナリ燈油ハ蒸発器ニテ加熱蒸発スル事必要ナリ。燈油ノ引火点ハ摂氏10度内外ナリ。

(3) 軽油

軽油ハ摂氏260ヽ乃至300度ノ間ニ於テ分溜セラルヽモノニシテ比重ハ「ボーメ」33乃至26度(比重0.85—0.89)位ナリ。「ボーリンダー」型機関及「ディーゼル」機関等ニ使用セラル。此油ハ「パラフィン」(Paraffin)燈油ト同一ニ呼ハルヽ事アリ又ハ「ニュートラルオイル」(Neutral oil)ト呼ハレ引火点ハ摂氏100度附近ナリ。

(4) 重油 摂氏300度以上ニ於テ残留セシモノヲ蒸溜シ「ピッチ」等ノ固形分ヲ除キタルモノヲ重油(Heavy oil)ト称シ「ディーゼル」機関ノ燃料トシテ使用セラル。比重「ボーメ」22乃至12度(比重0.92—0.98)位ニシテ引火点ハ前者ヨリ高シ。「ディーゼル」機関ノ重油消費量ハ一馬力一時間當リ約0.06「ガロン」(=0.227立=八3合)重油ニシテ約200乃至250円ナリ。此油価格小ナル為甚タ経済的ナリ。

現今内地ニ於テ発賣セラルヽ各種燃料ノ名称性質第76表ニ示ス如シ

(5) 「アルコール」酒精モ亦揮発油代用品トシテ盛ニ研究セラレオレリ。此物ハ純粋ノ儘使用スルコト稀ニシテ多少ノ揮発油ヲ混合シテ

使用スベキ発熱量小ニシテ大ナル圧縮ヲ要ス。

第二款　液体燃料試験法

油ノ良否ヲ簡單ニ鑑別スル事ハ甚ダ困難ナル事ニシテ購買ニ當リテハ信用アル會社ノ製品ヲ選定スルヲ可トス。以下其鑑別法ヲ簡單ニ記セン。

(1) 比重　比重ハ通常比重計（Areometer）ニテ測定ス。石油試驗ノ爲ニ通常使用セラルヽハ（Baumé）比重計ニシテ之ニハ軽重二種アリテ軽ハ石油ノ如キ水ヨリ軽キモノヲ重ハ水ヨリ重キモノヲ測定スルニ使用ス。「ボーメ」比重計ニハ目盛アリテ70度ヲ比重1.00トシ度数上ルニ從ヒ比重減ス。比重ノ標準ハ華氏60度（摂氏15.5度）ノ水ナルヲ以テ他ノ温度ニテ測定セシモノハ修正スルヲ要ス。

「ボーメ」度對真比重ノ表ハ第10表ニ示サレアリ。

「ボーメ」度ヲ真比重ニ換算スルニハ次式ヲ用ス。

$$真比重 = \frac{140}{130 + 測定「ボーメ」度}$$

(2) 臭気　各油類ハ固有ノ臭気ヲ有ス。固有ノ臭気以外ノ不快ノ臭気アルモノハ混淆物アル証據ナリ。

(3) 蒸溜試験　油ヲ各種ノ温度ニテ分溜スルトキハ蒸発温度ノ限界及比重ノ大ナル油ノ存在等ヲ鑑別シ得ルヲ以テ此方法ニヨリ揮発油燈油等ヲ検定スル事アリ。

(4) 揮発性　揮発油ニテハ揮発性ヲ吳検シテ良否ヲ鑑別スル事ヲ得。殊ニ他ノ油類ト混合シアル時ハ直チニ判別シ得此最モ簡單ナル方法ハ手ノ上ニ揮発油ヲ取リ之ヲ吹キテ揮発セシメ見レハ可ナリ。此際残留物アルハ不可ナリ。

(5) 色相　色相ヲ見ルニハ最モ簡單ナルハ同様ノ硝子管ニ油ト蒸溜水トヲ入レ比較スルニアリ。色相ニヨリテモ混合物ノ有

燃油ノ良否ヲ多少知ルコトヲ得。

(6) 酸度　酸ノ存在スル時ハ気筒、活塞及弁等ヲ腐蝕磨損スルヲ以テ注意ヲ要ス。之ニハ特殊ノ化学的方法ヲ採用ス

(7) 引火点測定

「ペンスキー、マルテン」式其他ノ測定機ニテ行フ。概要上記ノ如キ点ニ就キ注意シテ試験スレハ良否ヲ判別スルコトヲ得。

第五章　機関主要部ノ構造

第二十三節　気筒（Cylinder）

第一款　四衝程機関気筒

本款ニ於テハ四衝程機関ノ気筒特ニ燃焼室及弁ノ配置ニ就キテ述ヘントス。

之等ノ事ニ関シ注意スヘキ諸件ハ熱效率、容積效率、気筒ノ強度、負荷ノ増減ニ應スル調節及製作費等ナリ。

熱效率ヲ良好ナラシムル為ニハ燃焼室ノ表面積ハ出來得ル限リ小トナシ半円形又ハ之ニ近カラシムルヲ可トス。容積效率ヲ大ニスル為ニハ弁ノ部分ヲ通過スル瓦斯ノ速度ハ平均毎秒100乃至130呎トシ通路ハ弁孔ヨリモ大ナラシムヘシ。又瓦斯ノ通路ハ極力鋭角ヲ避ケ且直接気筒内ニ入ル如クスヘシ。強度ニ関シテハ適當ナル形状及厚クスヘシ。調節ニ就テハ負荷ノ大小ニ應シ適當ナル混合瓦斯ヲ燃焼シ得ル事必要ナリ。即負荷小ニシテ瓦斯弱性ナル時ニ於テモヨリ燃焼セサルヘカラス。製作費ハ廉ナルヲ可トス。之等諸件ハ互ニ撞着スル所多キヲ以テ目的ニ沿フ如ク適當ニ設計スルニアリトス。

以下現今使用セラルヘキ各種ノ気筒ノ燃焼室及ノ弁ノ配置ヲ

比較説明セン。第88図(A)ハ竪型機関就中「ディーゼル」機関ニ多ク使用セラル、型式ナリ。然レトモ亦、時トシテ固定用及斯機関或ハ又自動車機関ニモ使用セラル。此気筒ハ第一第二ノ條件ハ稍良好ニ満足スレド機関高速度ナル時ハ第三ノ容積效率ヲ良好ナラシムルニ足ルダケ充分大ナル弇ヲ装置スルヲ得ザル不利アリ。若シ容積效率ヲ良好ナラシメントセバ気筒頭ヲ擴大スルヲ要ス之ガ為気筒ハ弱クナリ且冷却水ノ循還不良トナル。調製ニハ大ナル影響ナシ。斯ノ如キ不利アルモ此気筒ハ製作費小ニシテ燃焼室ノ形良好ナルノミナラズ弇機構簡単ナリ特ニ最後ノ点ハ多気筒機関ニ於テ然リ。

第88図ノ気筒ハ熱效率及容積效率ノ点ニ就テハ最モ良好ナリ故ニ揮発油機関ニ使用セラルヽ事多シ。調節ノ点ヨリ云ヘバ不良ナルモ前ニ述ヘタルモノノ如ク気筒頭ヲ薄弱ニシテ冷却水ノ循還ヲ不良ニスル事無シ。此気筒ノ最モ缺点ハ製作費高價ナルニアリ。

第88図(C)ハ時トシテ揮発油機関ニ採用セラルヽ型式ニシテ吸気弇ハ気筒頂ニアルヲ以テ気筒頭ヲ薄弱ニシ或ハ冷却水ノ循還ヲ不良ニスル等ノ事無シニ弇ノ直径ヲ増大シ容積效率ヲ大ニスル事ヲ得。其他ノ点ニ関シテハ大ナル利益無シ

第89図(D)ハ屢々瓦斯機関及揮発油機関ニ使用セラルヽ型式ナリ。

此場合ハ通常排気弇ノ上ニアリ、此気筒ハ第一及第二ノ條件ヲ適當ニ中和シ満足セシム即チ瓦斯ニ曝サレアル水冷セラルヽ表面ハ左程大ナラズシテ大ナル弇ノ容積ヲ取リ得ルノミナラズ適當ノ「クリアランス」ヲ取ルヨト得。点火栓ヲ両弇ノ中間ニ配置シ得レハ廣範囲ノ負荷ニ耐ヘ得ルノ利アリ。而モ最モ安價最モ簡単ナ

ル設計ニハ非レバ弁筩装置ハ左程困難ナラズ。又此気筩用ハ単気筩機関ニモ多気筩機関ニモ採用シ得ルノ利アリ。此型式ニテハ筩室ハ気筩体ト一体ニ作ラレ燃焼室ハ平扁ナル水冷セル鈑ナリ。小ナル機関ニ於テハ通常気筩頭部ハ気筩ト別ニスルヿ無ク一体ニ鋳造スルヲ常トス而シテ強度及水ノ循環ニ大ナル故障無シ。然レトモ大ナル丸斯機関ニ於テハ気筩ノ内外両壁カ熱ニヨル伸張度ヲ異ニスル為筩室ノ周囲ノ水套壁カ気套壁ニ接合スル点ニ於テ破砕シ易キ大ナル缺点アリ。

第88図(E)ハ総テノ単気筩及多気筩揮発油機関ニ最モ有名ナル気筩ナリ。其名聲ノ主ナルモノハ製作費低廉ナルニアリ即恐ラク総テノ型式ノ中ニテ最モ安價ナルヲ以テナリ。而モ製作上尚多クノ特徴ヲ有ス。

例ヘハ吸気筩ト排気筩トヲ総テノ点ニ於テ全ク同一トスルヿヲ得従テ相互ニ交換使用スルヿヲ得シム又取外シ得ル蓋ヲ筩ノ上ニ取附クル時ハ此処ヨリ筩ヲ抽出スルヿヲ得ルヲ以テ特別ノ筩座ヲ装置スルノ要ナシ。尚又筩機構ハ単気筩機関ニモ多気筩機関ニモ等シク適當ス。熱效率及容積效率並ニ調節ノ諸点ニ就テハ(D)ノ気筩ノ如ク良好ナラズ。強度及熱ノ放散ニ於テモ(D)ノ気筩ニ及ハズ。

第88図(F)ハ小ナル多気筩機関ニ甚タ多ク使用セラレタリシカ現今ハ殆ト完全ニEノ型式ニヨリ駆逐セラレタリ之レEハ殆ト総テノFノ利点ヲ有スルノミナラズ何レノ点ニ於テモFヨリ簡単ナレハナリ。然レトモ尚時トシテ甚タ高速ヲ要スル小ナル多気筩揮発油機関ニ使用セラル

事アリ之レ一側ニ総テノ弁ヲ有スルEノ型式ニ比シ機関ノ長サヲ増ス事無クシテ大ナル弁ヲ配置スルヿヲ得レハナリ之ヲ表面積カ燃焼室ノ容積ニ比シ過大ナレハナリ。然レトモ此型式ハ管ノ配置甚タ簡単ナリ此点ハ多気筒機関ニ於テ考慮スヘキ一要件ナリ。

第弐図(G)ノ型式ハ竪型機関ニ稀ニ使用セラルヽモノナリ然レトモ此型式ハ或特別ノ利益ヲ有ス。即冷却表面小ニシテ調節良好ナリ而シテ実際ハ弁ヲ垂直ニスル代リニ水平ニ配置セル型式(D)ノ変形セルモナリ(B)ノ装置ニ於ケルカ如ク弁ヲ動ス事容易ナラス而シテ此配置ハ全体トシテ竪型機関ヨリモ横型機関ニ使用スル方適当ナリ。

第弐図(H)ハ実際横型単気筒機関ニ對スル標準ノ装置トナレリ。而シテ其ニ之以上良好ナル配置ヲ発見スルヿ困難ナリ。此型式ハ前記各條件ノ総テヲ完全ニ満足スルヿハ不可能ナレトモ各條件ヲ適當ニ満足セシムルノミナラス弁機構甚タ簡単ナリ。実際単気筒横型機関ニハ理想的ノ弁ノ配置ナリ。然レトモ竪型ニ於テハ其利益大ナラス。

第二款　二衝程機関気筒

二衝程機関ノ気筒ニ就キ最モ注意スヘキハ燃焼瓦斯ノ清掃ナリ。之カ為殆ト総テノ二衝程機関ハ膨脹衝程ノ終ノ20パーセント及圧縮衝程ノ始ノ20「パーセント」ヲ燃焼瓦斯ノ排出ニ使用シオレリ。即気筒壁ニ排気孔ヲ設ケ前記ノ如ク膨脹ノ終リニ於テ活塞ニヨリ此排気孔ヲ開カレ燃焼瓦斯ハ自身ノ

圧力ニヨリ逃出シ気筩内ノ圧力ハ殆ト大気圧ニ達ス。然ル時ハ気筩壁ノ他ノ側ニアル給気弁又ハ給気弁カ喞筒ニヨリ空気或場合ニ於テハ混合瓦斯ヲ供給セラル。此空気又ハ混合瓦斯ハ喞筒ニヨリ多少圧縮セラレアルヲ以テ気筩内ニ残留セル燃焼瓦斯ヲ駆逐清掃ス。

此清掃用空気又ハ混合瓦斯ヲ圧搾供給スル装置ニハ種々アリ。大ナル機関ニ於テハ殆ト総テ別ニ喞筒ヲ供ヘ之ヲ機関軸ニテ運転シ空気ヲ喞筒ヨリ直接或ハ貯気槽ヲ以テ気筩ニ送ル小ナル機関ニ普通採用セラルヽ方法ハ曲軸室ヲ密閉シ活塞カ曲軸室ノ方ニ出テ来ル際活塞ニテ曲軸室内ニ吸入セル空気ヲ圧縮シテ気筩ノ清掃用ニ供スル方法ナリ。此方法ハ種々ノ缺点アルモ甚タ広タ採用セラレオレリ。

清掃用空気又ハ混合瓦斯カ気筩ニ入ル際直チニ排気孔ニ逃出セサル如ク活塞頂ノ形状又ハ配置ヲ顧慮セラレアリ。

二衝程機関ハ良否ハ殆ト気筩ノ清掃ノ完否ニヨリテ分ル。而シテ清掃用空気ヲ圧搾スル為ニハ特ニ喞筒ヲ使用シ動力ノ一部ヲ之ニ充ツル事必要ナリ。故ニ気筩ニ供給スル新鮮ナル清掃用空気カ逃出スル如キ設計ヲナス時ハ多量ノ空気ヲ圧搾スルヲ要シ動力ヲ損ス。特ニ混合瓦斯ヲ供給スル際之カ逃出スル時ハ其損失甚タ大ナルモノトナル。現今最モ良好ナル二衝程機関ハ機関ノ動力ノ約乃至7分の「パーセント」ヲ使用シ燃焼瓦斯ノ60乃至80「パーセント」ヲ排出シオレリ。

尚之以上ノ良成績ヲ挙タル場合アリ然レトモ構造複雑ナル為一般ニ高價ナリ。

第30図ニハ二衝程機関ノ各種気筩ヲ示シ且清掃作用ヲ説明シアリ。第30図(A)ハ同一ノ活塞カ排気孔及給気孔ヲ開ク而

シテ清掃用空気ヲ給気孔ヨリ直チニ排気孔ニ短絡逃出スルヲ防ク為ニ活塞頂上面ニ突起部ヲ設ケアリ。膨脹衝程ニ於テ活塞下降スルヤ先ツ排気孔ヲ開キ然ル後給気孔ヲ開ク。此際燃焼瓦斯ハ充分逃出シ気筒内ノ圧力ハ給気孔ヨリ低クナルニ至ルコノ時間アル如ク排気孔ハ給気孔ヨリ早ク開クヲ要スル事明瞭ナリ。然ラサレハ新鮮ナル空気カ気筒ニ入ル代リニ燃焼瓦斯カ却テ給気孔ヨリ逆ニ来リ新鮮ナル空気ヲ汚損スルヲ以テナリ。之レ即作用衝程ノ大部分ヲ失ヒ其結果能率ヲ低下スル結果ヲ生スルタケ早ク排気孔ノ開ク事ヲ示ス又然ラサレハ排気瓦斯圧高ク為ニ給気孔カ甚タシク制限セラルヽ事トナリ従テ給気ノ圧ヲ高クスルヲ要シ動力ヲ損スルヿトナル。尚其上両孔ハ連続シテ同水準面ニアルヲ以テ必ス気筒ノ半円周以下ニアラシムルヲ要ス実際之ハ半円周ヨリ遥ニ小ナリ。之レ気筒ノ全周ヲ全ク切リ放スヿ不可能ナレハナリ、活塞上昇スル際給気孔ハ排気孔ヨリ甚タ早ク開鎖セラル其結果多少ノ新鮮ナル空気排気孔ヨリ逸出ス。此最簡単ナル型式ハ甚タ廣ク採用セラレオレモ次ノ如キ缺点アリ (1) 気孔面積不充分ナリ従テ唧筒ニ失ノ動力ヲ増ス (2) 排気孔過早ニ之カ開ク之カ為膨脹シツヽアル瓦斯ノ「エネルギー」ヲ甚タシク損耗ス (3) 気筒壁ノ大部分切リ取ラレ気筒ヲ薄弱ナラシメ且此点ニ於ケル活塞鐶ニ對スル支持面積ヲ減シ内面ノ磨滅ヲ大ナラシム。

上記ノ気筒ヲ多少改造セルモノカ第29図Dニシテ現今所々ニ使用シオレリ。(D) ニ示ス気筒ニ於テハ給気孔ハ排気孔ヨリモ僅カニ早ク活塞ニヨリテ開カル然レモ燃焼瓦斯カ給気孔ニ逆ニ来ラサル為回転弁或ハ其他ノ型式ノ弁ニヨリ清掃空気圧ヨリ気筒内ノ圧力低下スルマテ開鎖シオリ、此方法ニヨリ給気孔ノ高サ従テ

其面積ヲ排気孔ノソレヨリ大ニスル事ヲ得。尚給気孔ハ圧縮衝程ニ於テモ排気孔ヨリ遅クマテ開カレタルヲ以テ所要ニ應シ余分ノ空気ヲ供給スル事ヲ得。之ハ甚タシク有效ナルヿナリ。

此種ノ弇ヲ有シ排気孔ヲ下方ノ気筩壁ニ有スル裝置ハ大ナル「ディーゼル」機関ニ甚タ多ク採用セラレオレリ。之レ斯ノ如キ裝置ニヨル時ハ気筩頭部ニハ燃料弇及始動弇ノ外ハ何物モ無ク此最モ困難ナル部分ヲ有效ニ冷却シ得ルヲ以テナリ。然レトモ此裝置ハ瓦斯機関ニ對シテハ次ノ理由ニヨリ不適當ナリ。(1) 排気孔ヨリ新鮮ナル給気ノ逃出ハ顕著ナルモノアリ。從テ若シ瓦斯ヲ使用スル時ハ排気孔閉鎖後気筩内ヘ圧入スルヲ要ス。其結果大ナル抵抗ヲ受クル事トナル。此際甚タ良好ナル瓦斯ヲ使用スル時ハ大ナル故障ナシ。然レトモ普通使用セラルル如ク瓦斯ノ発熱量低キモノニヤリテハ多量ノ瓦斯ヲ要スルヲ以テ之ヲ気筩内ニ圧入スル為多大ノ動力ノ損失ヲ生ス。(2) 廣範囲ノ負荷ニ對シ機関ヲ調節スル事困難ナリ。之レニ衝程機関ニ於テハ気筩内ニ吸入スル瓦斯ハ四衝程機関ノ如ク絞搾弇ニヨリテ減スル事ヲ得ズ。如何トナレハ圧縮衝程ノ始ニ於テハ気筩内ハ常ニ空気又ハ燃焼瓦斯或ハ両者ノ混合セシモノカ充満シオレハナリ。

負荷減少セル際ノ調節ハ之カ為瓦斯ノ性質即成分ニヨラサルヘカラス。換言スレハ等量調節法ナルヲ以テ点火其他ニ困難ナル事項ヲ生ス。第59図(B)ニ示サルル型式ハ現今多ク採用セラレオレリ。此型式ニ於テハ気筩内壁ノ周囲ニ輪状ニ排気路ヲ設ケ新鮮ナル給気ハ気筩頭部ノ一個若クハ数個ノ弇ヨリ注入セラル。此方法ヲ採用セル機関ノ衝程ハ出来得ル限リ長クシテ弇ト排気孔ノ距離ヲ最大ナラシムルヲ要ス。大ナル機関ニ於テハ給気弇ハ常ニ機械的ニ開閉セラルルヲ以テ弇ハ活塞ノ運動ニ無

関係ニ操作セシムルヿヲ得故ニ弁ノ開クハ気筩内ノ燃焼瓦斯
圧力給気ノ圧力ヨリ低下スルマテ遅ラス事ヲ得ス排気孔開鎖セ
ル後マテ弁ヲ開放シ置クコトヲ得。之カ為此装置ハ(1)ノ装
置ノ利益ヲ総テ有スル上尚排気孔カ気筩ノ全周ニアルヲ以テ
膨脹衝程ノ終ニ過早ニ排気孔ヲ開クノ要無ク且気筩壁ヲ
薄弱ナラシメスシテ充分廣キ排気孔面積ヲ與フルノ利益アリ。
此装置ノ不利ナル点ハ(1)若シ普通ノ昔型弁ヲ使用シ充分ナル面
積ヲ與フル為ニハ弁ハ甚タ大ニ重クナル而シテ僅カニ約90度ノ間ニ
完全ニ開閉スルニハ強キ発條ヲ使用シ強カナル弁機構ヲ採用スル
ヲ要ス從テ低速度ニ於テスラ甚タシク騒音ヲ発スルヲ以テ高速
度ニハ不可能トナル。(2)気筩頭ニ斯ノ如キ大ナル弁ヲ一個或時
ハ数個装置スル時ハ其部分ヲ甚シク薄弱ニスルノミナラス水冷作
用ヲ妨碍ス。実際斯ノ如キ大ナル弁ハ使用セスシテ清掃喞筒ニ

ニ多少動力ヲ損スルモ給気斯速度ヲ大ニスルヲ有利ト考ヘラレオレリ。
小機関ノ場合特ニ清掃喞筒ニテ燃焼シ得ル混合瓦斯ヲ供給
スル際ハ弁機構ヲ省略シ弁ニ比較的弱キ発條ヲ附シ気筩内ノ
瓦斯圧ヲ清掃瓦斯圧ヨリ低下スルヤ自働的ニ弁ヲ開キテ給
気使ハシム又気筩内ノ圧縮圧力ヲ給気ニ打チ勝ツニ至レハ弁ハ
自働的ニ閉鎖スル如クセルモノ多シ。此ノ装置ハ稍可ナルモ自働閉
閉弁ハ甚タシク騒音ヲ発シ高速機関ニハ不適当ナラシムルノミナ
ラス弁ノ破損スルコト多シ。
清掃ノ為ニ採用スル方法中第1図ニ示ス装置ハ甚タ有效
ニシテ良好ナレ共反對方向ニ運動スル二個ノ活塞ヲ要ス。此型式
ニ於テハ一個ノ活塞カ気筩ノ全周ニアル排気孔ヲ先ツ開キ次ニ少
シク遅レテ気筩ノ他ノ側ノ全周ニアル給気孔ヲ今一個ノ活塞カ
開ク。排気孔及給気孔ノ開ク間ニ多少ノ時間ノ余裕ヲ生セシム

ル為ニハ次ノ方法アリ。(1)排気孔ヲ給気孔ヨリ大ニス。(2)二個ノ活塞ヲ約15度ノ位相差ヲ有スル如ク曲軸ニ装着ス。

丸斯機関ニ此型式ヲ採用セシ時ハ給気孔ハ通常二列ニ設ケ一列ハ最初ニ開キ遅ク閉ツル空気孔ニシテ他ノ列ハ遅ク開キテ、早ク閉ツル丸斯孔ナリ。即最初空気ノミニテ清掃ヲ行ヒ次ニ丸斯ヲ送リ更ニ後マテ空気ヲ送リテ混和ヲ良好ナラシム。然レ圧調節ニ関シテハ混和過度ニ良好ニシテ負荷小ナル時点火ヲ困難ナラシムルコトアリ。此複活塞ノ型式ハ大ナル機関ニ有利ナリ。

第89図(C)ニ示サルハ凵ノ型ヲナセル気筒ハ実際ハ第18図ニ示セルモノヲ改造セシモノト考フルコトヲ得 即第18図ノ気筒ヲ折リ曲ケタルモノニ等シ。此気筒ニ於テハ燃焼室ハ共通ニシテ二個ノ活塞ハ両気筒内ヲ往復運動ス。第18図ニ於ケルト同様ニ二個ノ活塞ハ排気孔ヲ他ハ給気孔ヲ開閉スルコトヲ得、而シテ二個ノ活塞ハ15乃至20度ノ位相差ヲ保タシムルコトヲ得。其效果ハ第18図ノモノト全ク同一ナルノミナラス甚タ小ヂンマリトシオリ従テ高サヲ増スコト無シニ衝程ヲ長クスルコトヲ得。然レトモ第18図ノ活塞ノ如ク平衡ヲ得ル利益無シ。同時ニ上下スル活塞ヲ有スル此種気筒ハ最近小揮発油機関ニ採用セラレオレリ。

第二十四節 活塞及連接桿(Piston and Connecting Rod)

第一款 活塞及連接桿ノ種類並ニ配置

活塞及連接桿ノ形状及配置ハ機関ヲ単働ナルカ複働ナルカ或ハ「クロスヘド」ヲ有スルヤ否ヤ或ハ二衝程ナルカ四衝程ナルカ等ノ各種ノ状況ニヨリテ異ル。最モ普通ニ使用セラルヽ型式ヲ第92図及第93図ニ示シタリ。而シテ第90図ニハ活塞ノ種類第91図ニハ連接桿ノ種類ヲ示シタリ。

第90図(A)ハ水冷セサル一端開放セル活塞ヲ示シ(B)ハ其ノ水冷セル

モノヲ示ス。(C)ハ通常水冷セラルヽ箱型活塞ニシテ複働機関ニ使用セラルヽモノナリ。

連接桿ハ第91図(A)ニ示ス如ク水冷セサルモノト(B)ノ如ク水冷セルモノトアリ。

開放型活塞ハ機関ノ種類異ルニ從ヒ第92図ニ示スカ如キ各種ノ配置法アリ。(A)ハ衝程28吋位マテノ機関ニ普通採用セラルヽ型式ニシテ活塞ハ気筩内壁ニテ誘導セラルーモノナリ(B)ハ大機関ニハミ稀ニ用ヒラルヽ方法ニシテ外部ニ「クロスヘド」ヲ有シ活塞ノ誘導ハ之ニヨリ行ハル而シテ活塞ハ水冷セラレアリ(C)ハ(B)ト同様ニ外部ニ「クロスヘド」ヲ有スル外気筩内ニ丁型ヲナセル活塞ヲ誘導スルモノヲ有ス。此型式ハ大ナル「スレンベルグ」(Nürnberg)機関ニ採用セラルー所ノモノナリ。(D)及(E)ハ気筩ヲ重畳セル所謂「タンデム」(Tandem)式ノ四衝程機関ニシテ(D)ニ於テハ第一ノ活塞ハ気筩内壁ニ誘導セラル。而シテ(E)ニ於テハ第一ノ活塞ヲ誘導スル爲ニ「クロスヘド」ヲ有ス(F)ハ「エッヘルホイゼル」(Oechelhäuser)機関又ハ「ユンケル」(Junker)機関ト称セラルヽ複活塞ヲ有スルニ衝程機関　活塞ノ配置ヲ示ス之等ハ総テ活塞ノ運動ヨリ云ヘハ單働式ナリ。

第92図ニ示スハ箱型活塞ノ配置ニシテ総テ複働式機関ナリ。

複働式機関ハ総テ「クロスヘド」ヲ外部ニ有シ活塞ヲ誘導ス。(A)ハ活塞先端ニ誘導桿無キモノニシテ余リ使用セラレス(B)ハ活塞先端ニ誘導桿ヲ有スル普通採用セラルー型式ナリ(C)ハ「タンデム」型複働式機関ナリ。(A)(B)及(C)ハ皆四衝程機関ナリ。(D)ハ複働ニ衝程ノ「ケルチング」(Kerting)機関ナリ。之等ノ箱型活塞ヲ有スル複働式機関ハ何レモ大ナル機関ナリ。

第二款　活塞ノ構造

普通120馬力他ノ機関ニハ水冷セサル開放型活塞ヲ使用ス

其構造ハ第95図及第96図ニ示スカ如シ。活塞ハ気筒内ノ燃焼瓦斯ノ圧力ヲ受ケ曲軸ニ動力ヲ発生スルモノナルヲ以テ気筒ノ燃焼室ノ瓦斯カ曲軸室ニ漏洩セサル如ク数個ノ活塞環ヲ有ス。又活塞ノ上下運動ヲ曲軸ニ傳フル為活塞軸ヲ装シ之ニ連接桿ヲ取リ附ク。第92図ニ於テAハ活塞体Bハ活塞環Cハ活塞軸Eハ活塞軸駐栓ナリ。活塞環Bハ活塞Aノ溝bニ嵌入シ活塞軸Cハ軸孔Cニ嵌入ス而シテ之ヲ栓Eニテ駐止ス。高速機関ノ活塞ハ第96図ノ如キ形状ヲ有ス。

活塞環ノ数ハ2個乃至3個ヲ使用スルモノアレト普通3乃至4個ヲ使用スルカ如シ。活塞ノ形状ハ第97図(a)及(b)ニ示スカ如ク内外両円カ同心ノモノト偏心セルモノトアリ。同心ノモノハ気筒周壁ニ對スル圧力カ各部ニ於テ異ルヲ以テ(b)ノ如ク厚ヲ異ニシ圧力ヲ平均ニセルモノヲ使用スル事アリ然レトモ普通同心ノモノカ多ク使用セラル。

活塞環ノ端末ノ瓦斯ノ漏洩セサル如ク種々ノ形状ヲ有ス即第97図(c)(d)(e)及(f)ニ示スカ如シ。

活塞軸ヲ活塞ニ緊定スル方法モ種々アリ第98図(A)(B)(C)及(D)ニ示スカ如シ。

二衝程機関ノ活塞ハ燃焼瓦斯清掃ノ為活塞頂ニ特殊ノ形状ヲ附シタルモノ多シ。第99図及第89図(A)ニ示ス活塞ノ如シ。

活塞ハ通常鋳鉄ニテ製スルモ高速機関ニテハ磐索ニテ製スルモノアリ。活塞環ハ鋳鉄ナルモ時トシテ鋼鉄ニテ製スル事アリ。

第三款　連接桿

連接桿ハ第99図及第101図ノ如キ形状ヲ有シ一端ハ活塞軸ニ連結シ他端ハ曲軸ニ連結ス。活塞軸ヲ抱ク端末ヲ小端ト云ヒ曲軸ヲ抱ク端末ヲ大端ト云フ。第99図ハ小ナル機関ニ使用スル

各種ノ形狀ノ連接桿ニテ第101圖ハ大ナル機關ノ連接桿ナリ。
兩端ヲ連絡スル桿体ノ斷面ハ第99圖ノ如クエ形ナルモノ或ハ第101圖
ノ如ク円形ナルモノ或ハ又十字形ナルモノ等種々ナリ。桿ノ重量ヲ減
スル為小端ニ近キ方ノ斷面ヲ小トスルヲ普通トス。第99圖ノハ厚サヲ
等シクシ幅ヲ変シタリ、連接桿ハ鋼鉄ニテ製ス。
小端ノ構造ハ第99圖ノ如ク分解出來サルモノト第101圖ノ如ク分
解シ得ルモノトアリ。何レモ内面ニ通常砲金製ノ軸筒ヲ有ス。第102
圖ハ小ナル機關ノ小端ニシテ分解出來サル如ク作リタルモノ内部ニ
二片ヨリ成ル軸筒ヲ嵌入シタリ。軸筒ノ内面摩滅セシ時ハ螺子ニテ
調節スル如ク作リアリ。最モ簡單ニシテ普通小ナル高速機關ニ採
用サレオル小端ハ第99圖ノ如ク單ニ一体ノ軸筒ヲ嵌入シタルモノ
ナリ。第103圖ノ小端ハ大ナル機關ニ使用セラルルモノニシテ螺桿
ニヨリ結合シ摩滅セシ時ハ適當ニ調節シ得ル如クシタルモノナリ。

大端ノ構造ハ通常第100圖ノ如ク螺桿ニテ結合シ内部ニ二片ヨリ成
ル軸筒ヲ有ス。第104圖(A)ハ大ナル機關ノ大端ヲ示ス。第104
圖(B)ハ第99圖(B)ノ連接桿ノ大端ト同一ノモノニシテ曲軸各部
及「クランク」軸並ニ気筒活塞等ニ潤滑油ヲ飛散セシムルト共ニ大端
内ニ油ヲ入ルヽ為ノ油匙ヲ備ヘタルモノナリ。飛散式潤滑油供給
法ヲ採用セル機關ニハ斯ノ如キ大端ヲ有スルモノ多シ第104圖(A)
及(B)ノ大端ノ軸筒ハ砲金ノ内面ニ「ホワイトメタル」又ハ「バビットメタル」
等ノ軟合金ヲ裏打シ軸ノ摩滅ヲ防止シアリ。第105圖ハ球軸承
ヲ有スル大端ニシテ摩擦少シ軽量ナル高速機關ニ採用セラルヽ
モノナリ。

第二十五節　曲軸(Crank Shaft)

第一款　気筒數ト曲軸ノ配置並ニ機關ノ平衡

気筒數及曲軸ノ配置ニ關連シテ考慮スヘキハ機關ノ平衡ナリ。

機関振動ノ原因ハ多キモ次ノ二ツニ分ツ事ヲ得(1)爆発ノ反動ニヨリ振動ニシテ全機関ヲ曲軸ノ周囲ニ回転セントヘ(2)往復運動部ノ重心ノ移動ニヨル振動。

第一原因ハ気筒数、機関ノ重量及速度等ニヨリテ変化スル而シテ之ニヨル振動ハ単気筒低速四衝程機関ノ際最大ニシテ高速多気筒機関特ニ二衝程機関ノ場合ニ最小ナリ。

振動ノ第二ノ原因ハ速度ノ二乗ニ比例スルヲ以テ両者ノ中ニテ最モ烈シキモノナリ。尚軽量ニシテ有效ナル機関ヲ得ントセハ比較的高速トスル事必要ナリ。之カ為ニハ出来得ル限リ往復運動部ヲ平衡セシムル事最モ緊要ナリ。

之ヨリ気筒数並ニ曲軸ノ配置ヲ述フルト共ニ機関ノ平衡ニ就キ述ヘントス。

第106図及第107図ハ並通ニ使用セラルヽ単気筒及二気筒機関ノ図ナリ。第106図ノ如キ単気筒機関ハ竪型及横型共ニ四衝程ノ際爆発ノ反動ニヨル振動作用甚々大ナリ。之レ四衝程ニ一回爆発アルヲ以テナリ。二衝程機関ニ於テハ左程大ナラス。何レニシテモ此原因ニヨル振動ハ単気筒機関ニ大ナリ。第二ノ原因ニヨル振動モ亦甚タ大ナリ。斯ノ如キ機関ニ於テハ回転部ノ重量ハ曲軸ニ平衡錘ヲ附スル事ニヨリ平衡セシメ得レトモ往復部ノ重量ハ平衡セシムルコト能ハス。

第107図ノ如キ曲軸ヲ有スル二気筒機関ニアリテハ四衝程式ナル時ハ其作用順序ハ下表ノ如クナリ作用衝程ハ平均ニアル又廻転偶クハ両気筒ヨリ一様ニ得ラル。従テ之ヨリ生スル振動ハ小ナリ。然レトモ両活塞同時ニ同方向ニ運動スルヲ以テ往復運動ニヨル振動ハ単気筒機関ノ場合ト同一ナリ。然レトモ同一ノ馬力ノ単気筒機関ニ比スレハ小ナリ。

第106図ノ二気筒用機関ハ平衡ノ点ニ関シテハ第104図ト全
ク反對ナリ。四衝程ノ場合ニアリテハ其作業順序ハ表ニ示ス
カ如ク作用、衝程連続スルヲ以テ回転偶カ甚ダ不整トナル。之ニ
反シ往復運動ニ関シテハ稍良好ナリ之レ両活塞ハ互ニ上下反
對方向ニ作働スルヲ以テナリ。
第109図ニ示ス二気筒機関ノ配置ハ平衡ノ点ヨリ云ヘハ二気
筒機関トシテハ最モ良好ナルモノナリ。気筒ハ反對方向ニ水平ニ
配置セラレタリ。爆発ノ反動ニ関スル平衡ハ全ク第107図ト同
一ナリ而カモ往復運動部ノ重心ノ変化ニヨル振動ハ完全ニ平
衡セラル。然レトモ連接桿三本トナリ曲軸ノ連接桿ヲ受クル
部分三個トナルヲ以テ高價トナル。之カ為此型式ノ機関ハ第
110図ノ如ク製作セラルヽヲ普通トス。此配置ニ於テハ連接桿
ハ二本ニシテ気筒ハ互ニ稍其中心離レオレリ。此配置ニヨレハ

気筒ノ中心間ニ多少ノ間隙アル為偶カヲ生スルモ其量ハ第
108図ノモノニ比スレハ甚ダ小ナリ。従テ此型式ハ平衡ノ点ニ於テ第
109図ト殆ト同一ノ利益ヲ有ス。然レトモ技術者間ニ次ノ如キ批
難ノ聲アリテ前記平衡ノ利益ヲ総テ承認セラレオラス。其批難
ハ(1)水平ニ配置セル機関ニノミ実施シ得ルヿ (2)機関大トナリ大
ナル床面積ヲ占ハルヿ (3)燃焼室甚ダ離隔シ長ク且時トシテ
複雑ナル管ヲ要又又弁及弁機構ノ監視検査稍困難ナルヿ
(4)ニ衝程機関ニ採用シ得サルヿ等ナリ。
第111図ハ屢々自動自転車ニ採用セラルヽ配置ニシテ気筒ハ互
ニ一度ニ置カレ活塞ハ一個ノ曲軸「ピン」ニ結合セラレアル二気筒機
関ナリ。此型式ハ第107図又第108図ノ中間ノ不正ナル回転偶
カヲ無クル事表ニ示スカ如シ。従テ之ヨリ生スル振動モ亦両者ノ
中間ニアリ。往復運動部ハ適當ナル平衡錘ヲ附スル時、完全

ニ平衡スル事ヲ得而シテ両気筩ヲ同一平面ニ装置シ得ルヲ以テ軸ニ沿フ平衡セサル偶力ヲ生スル事無シ。此点ニ関シテハ他ノ二気筩機関ニ比シ第107図及第108図ノモノニ勝ル然レトモ第109図及第110図ノ配置ニハ劣ル。三気筩機関ニ對シテハ二衡程ナルト四衡程ナルト単働式ナルト複働式ナルトヲ問ハス殆ト常ニ第112図ノ配置ヲ採用ス。此型式ニ於テハ各気筩ハ一列ニ置カン三個ノ活塞ハ互ニ120度宛ノ位相差ヲ以テ曲軸ニ連結セラレタリ之カ為総テノ往復運動部ハ完全ニ平衡セラレ且廻転偶力モ三気筩機関トシテハ最モ良好ナリ。然レトモ曲軸ニ沿ヘル偶力ハ甚タ不平衡ナル為機関ハ前後ニ振動ス。之ヲ防クニハ出来得ル限リ気筩ヲ接近シテ配置シ且平衡錘ヲ附スコト必要ナリ。此軸方向ノ不平衡無クンハ三気筩ノ此型式ノ機関ハ殆ト振動無キモノナリ。作用方法下図ニ示ヲカ如シ。

四衡程四気筩機関ノ配置ハ殆ト常ニ第113図ノ形式ヲ採用セラレオレリ而シテ其作用方法下表ノ如シ現今製作スル四気筩ノ自動車機関、船用機関、及固定機関ノ殆ト総テカ此型式ニ作ラレタリ。此型式ニ於テハ総テノ気筩ハ一列ニ配置セラレ曲軸ハ中央ニ個ノ「ピン」ハ同方向ニ外側ニ個ノ「ピン」ハ同方向ニアリ之等ハ互ニ180度ノ位相差ヲ以テ配置セラレタリ。内外夫々二個宛ノ曲軸「ピン」ハ一個ノ如キ作用ヲナス。爆発ノ反動ニ對スル平衡ニ関シテハ最モ良好ナル配置ナリ即作用衝程カ平均ニアリ且毎回転二回宛アリ。

機関全体ハ第108図ノ機関二個ヲ互ニ反對ニ向ケテ結合シタルカ如キ形ヲ有ス。而シテ往復体ノ平衡テモ先ツ良好ニシテ且軸方向ノ偶力モ平衡セラレアリ。

二衡程ノ四気筩機関ニ對シテハ第114図及第115図ノ配置ヲ適

用スルヲ可トス、両者中第114図ハ一般ニ使利ナル型式ナリ。此型式ニ於テ気筒ハ総テ一列ニ配置セラレ活塞ハ90°度ノ角度ヲ以テ曲軸ニ取附ケラレアリ。左右ニ個宛ノ曲軸「ピン」ハ夫々互ニ180°度ニ取リ附ケラレアルモ中央ニ個ハ90°度ノ角度ヲナス。之カ為此曲軸ノ配置ハ第108図ノ曲軸ニホヲ180度ノ代リニ90度ノ位相差ヲ以テ連結シタルモノニ同シ。廻転偶力ハ甚タ正整ニシテ此反動ニヨル不平衡ハ殆ト無シ。往復運動部ノ平衡モ概シテ可ナリ。然レトモ第112図ノ機関ニ比スレハ多少第二ノ振動ノ原因ハ存在ス。第115図ニ示ス二衝程四気筒機関ハ多クノ点ニ於テ前者ニ勝ル然レトモ地域ノ関係其他ニヨリ斯ノ如キ幅廣キ配置適當ナラサル場合多シ。六気筒機関ハ殆ト常ニ第116図ニ示ス配置ヲ採用ス。六個ノ気筒ハ曲軸ニ添ヒ一列ニ配置セラレ互ニ120°度ノ角度ニ置カレアリ。

此装置モ亦三気筒機関ヲ互ニ對照ニ二個連結シテ一体トシタルモノニ同シ。

現今航空機ニ使用セラルヽハ気筒四衝程V型機関ハ第117図ニ示スカ如キ配置ヲ有ス、複活塞機関ノ配置ハ第118図及第119図ニ示スカ如シ之等ニ関シテハ説明ヲ省略ス。

曲軸ト軸承ノ関係ハ第106図乃至第119図ニ示スカ如シ。調帯運転ヲナス機関ニアリテハ曲軸ト主軸承及「フライホエール」並ニ調車等ノ関係位置種々アリ。第120図ニ其ノ各種ノ場合ヲ示シアリ。(A)ハ主軸承二個ニシテ調車兼用ノ「フライホエール」一個ヲ有スルモノナリ。(B)ハ主軸承二個ト「フライホエール」二個ヲ有ス其一個ハ調車兼用ノモノナリ。(C)ハ調車兼用ノ「フライホエール」ノ外側ニ更ニ一個ノ外側軸承ヲ有スルモノナリ。(D)ハ「フライホエール」ノ外ニ特別ノ調車ヲ有ス。(E)ハ二個ノ「フライホエール」ト一個ノ特別ノ調車ヲ有スルモノナリ。又(F)ハ一

個ノ「フライホエール」及一個ノ調車ノ外側ニ更ニ軸承ヲ有スルモノナリ。之等ノ配置中何レヲ採用スルカハ然ルニヨリテ異ル。一般ニ工場舶山其他ニ於テハ第120図(E)及(F)ニ示スカ如ク特別ノ調車ヲ附スルヲ常トス。発電機ヲ運転スル機関ニアリテハ「フライホエール」ヲ調車ニ兼用スル場合多シ。

第二款　曲軸ノ構造

單気筒機関ノ曲軸ハ第121図(A)ハ軽キ「フライホエール」ヲ有スル小ナル機関ノ曲軸ニシテ軸承ニ個「フライホエール」一個ヲ有スルモノナリ。(B)ハ稍大ナル機関ノ重キ「フライホエール」ヲ有スル曲軸ニシテ三個ノ軸承及二個ノ「フライホエール」ヲ有ス。(A)及(B)ニ於テL_1, L_2及L_3ハ何レモ主軸承ノ位置ニシテKハ曲軸「ピン」ノ位置ナリ。G_1及G_2ハ回転運動部ノ平衡錘ナリ。

第121図(A)及(B)ノ曲軸ハ一体ニ鍛造セル曲軸ナルモ第121図(C)ノ如ク組立テ式ノ曲軸モアリ。之ハ「ツライアンフ」(Triumph)自動自転車ノ曲軸ニシテ数個ノ部分ヨリ成ル。曲軸腕ニ相當スル部分ハ「フライホエール」兼用ノ二個ノ円盤ヨリ成ル。円盤ハ一部ノ断面ヲ大トシ平衡錘トシタリ。主軸承ハ二個ノ球軸承ヨリ成リ連接桿ハ転子軸承ニテ連結セラレタリ。

第122図ハ平衡錘ヲ曲軸ノ腕ニ固定スル普通方法ヲ示シタリ。(A)ハ横ヨリ嵌入シタル後駐螺ニテ上ヨリ固定シ(B)ハ上ヨリ嵌入シテ横ヨリ螺桿ヲ貫通シテ固定シタルモノナリ。

第123図ハ三個ノ主軸承ニ支持セラルヽ四気筒機関ノ曲軸ノ形状ヲ示ス。四気筒機関ノ曲軸ハ図ノ如ク中央ニ主軸承ヲ有スルモノト有セサルモノトヤリ。

第124図乃至第128図ハ二気筒乃至六気筒ノ最新ノ自動

車機関ノ曲軸ニシテ総テ球軸承ニ支持セラルヽモノ構造ヲ示ス。

第124図ハ第108図ニ説明シタル如キ二気筒機関ノ曲軸第125図及第126図ハ中央ニ主軸承無キ四気筒機関ノ曲軸ヲ示ス、又第127図ハ中央ニ主軸承ヲ有スル四気筒機関ノ曲軸第128図ハ四個ノ主軸承ニ支持セラレタル六気筒機関ノ曲軸ヲ示ス斯ノ如ク軸承ニ球入リノモノヲ使用スル時ハ軸承ノ長サヲ減シ速度ヲ増加スル事ヲ得 曲軸ノ中心ニハ穿孔シテ軸ノ主要部ニ滑油ヲ供給シ得ル如クシテアリ第126図ノ曲軸ノ腕ノ部分ニアル小管ハ此滑油ヲ各軸間ニ通ル為ニ挿入シタルモノナリ。尚曲軸ヘノ給油ニ関シテハ第六章ニ於テ説明ス。

曲軸ハ鋼鉄或ハ特殊鋼等ニテ作ル。

第三款 活塞ノ摩擦ト曲軸ノ配置

連接桿ノ運動ハ気筒ノ中心ト一致セスシテ常ニ或ル角度ヲナシテ運動スル而シテ此角度ハ曲軸半径ニ比シ連接桿ノ長サ小ナル程大トナル。此角度アル為連接桿ノ小端部ニ側圧ヲ生ス。機関若シ「クロスヘッド」ヲ有スル時ハ此側圧ハ「クロスヘッド」ニ吸収セラルヽモ「クロスヘッド」ヲ有セサル第129図(A)ノ如キ機関ニアリテハ此側圧ハ気筒壁ニテ支持スルヲ要ス。之ガ為此側圧ヲ生スル側ノ気筒壁又活塞面ハ此圧力ニ耐ヘ得ルタケノ支持面積ヲ有スル事必要ナリ。

第129図(B)ハ連接桿ノ長サカ曲軸半径ノ長サノ倍ナル比ヲ有スル機関ノ普通起ル側圧ノ大サヲ示ス、横方向ノ C_c 及 C_e ハ夫レ夫レ圧縮及膨脹ノ両衝程ヲ示ス。他ノ二衝程即吸気及排気衝程ニ於ケル側圧ハ殆ト省略シ得ル程小ナルモノナリ。図ノ縦方向ニハ機関ノ活塞ノ支持面積ノ平方糎ニ於ケル側圧カルノ値ヲ示シアリ。圧縮及膨脹ノ両衝程ニ對スルルノ座標トシタルルハ反對方向ノ負号ヲ有ス即気筒ノ左右反對方向ニ作用スルモ

ノナリ。圧縮ノ際ノ最大値ハ約1.2瓩平方糎(17封度平方吋)ニシテ膨脹ノ際ノ最大値ハ約3.4瓩平方糎(50封度平方吋)ニシテ之等ノ圧力ハ上部死点ヨリ0ノ距離即約衝程ノ1/10位ノ点ニ於ル起ル。

斯ノ如ク圧縮及膨脹ノ両衝程ニ於ケル側圧ハ大ナル差アルヲ以テ機関ノ音響ヲ不敷ニスルノミナラス不整ノ磨滅ヲ気筒壁及活塞面ニ惹起ス、之ヲ防ク為ニ曲軸ヲ気筒ノ中心ヨリ第129図(C)及(D)ノ如ク離ス方法ヲ採用シ両衝程ニ於ケル側圧ヲ等シクシテ磨滅ヲ防ケルモノアリ。斯ノ如キ配置ハ竪型機関特ニ揮発油及石油機関ニ多ク採用セラルヽモ時トシテ横型及斯機関(S.L.M. Munterthur)ニモ採用セラレオレリ。「デイーゼル」機関ニハ或ル一製造者ノミ採用シオレリ。

第二十六節　軸承(Bearing)

軸ヲ支持スヘキ主軸承(main Bearing)ハ種々ノ型式ヲ第130図ハ磨滅ノ際調節シ得ル軸承ニシテ(A)ハ水平ノ蓋アヌ(B)ハ中心線ニ對シ稍傾斜セル蓋ヲ有スルモノヲ示ス。普通(A)ノ方ガ多ク採用セラル。

軸承部ニアル曲軸ニ自働的ニ給油スル為低速又ハ中速ノ減関ノ軸承ニハヨク第131図ノ如キ油輪ヲ装置シタル軸受ヲ使用ス。此種装置ニモ種々アリ。第132図ニ示スハ一個若クハ二個ノ緩キ油輪ヲ有スル自働給油軸承ナリ。軸承底ノ油溜Oノ油ハ油輪Rニ附着シ輪ノ回転ニ伴ヒ上部ニ至リ曲軸ニ触レテ給油ス。軸承部両端ヨリ溢レシ油ハ又溜aニ帰ル。第133図ハ固定油輪Rヲ曲軸ニ装シ之ニ附着シテ回転シ上方ニ来レル油ヲ拭ヒ(Scraper)Bニヨリ拭ヒ取リ之ヲ両側ノ油孔Aニ溢レシム。曲軸ニ給油スルモノナリ。第134図ハ二個ノ緩キ油輪ヲ有スル軸承ヲ示ス。

軸承ハ普通鋳鉄ノ軸承台ニ軸筒(Bearing Shell)ヲ嵌入シタルモノナリ。軸筒ハ鋼、鋳鉄、又ハ砲金ヨリ成リ其内面ニ錫、「アンチモニー」及銅ヨリ成ル「ホワイトメタル」又ハ「バビットメタル」等称ヲ以テ軟合金ヲ裏打シアリ。

鋳鉄及鋼ノ軸筒ヲ使用スル時ハ之等軟合金ノ固着ヲ良好ナラシムル爲鳩尾形ノ溝ヲ多ク作リ之ニ鋳込マレ鉄ノ軟筒ヲ示ス即「バビットメタル」ハ鳩尾形ノ溝ニ鋳込マレアリ。第136図ハ砲金ノ軸筒ヲ示ス。通常裏打セル「ホワイトメタル」又ハ「バビットメタル」ニハ第136図ノ如ク溝ヲ附シ軸ノ周囲ニ油ノ塗布ヲ良好ナラシム。

第二十七節 機関台床及曲軸室(Frame又ハ Bedplate及 Crank Case)

機関台床モ機関ノ型式ノ異ルニ従ヒ構造ヲ異ニス。以下数例ヲ掲ケテ説明セン。第137図ハ横型固定機関ノ台床ヲ示ス。

第138図ハ小ナル竪形多気筒固定機関ノ台床ニシテ之ハ曲軸室下半部ヲ形成シ曲軸ヲ支持スルト共ニ上半曲軸室ヲ支持スルモノナリ。第139図ハ普通使用セラルヽ此種台床ノ形状ヲ示ス。(1)及(2)ハ固定機関(3)ハ舶用機関ニ適當ナルモノナリ。第140図ハ第138図ノ上ニ載セラレ曲軸室ヲ形成シ上方ニ気筒ヲ支持スルモノナリ。第141図ハA型台床ニシテ最初ノ「ディーゼル」機関ノ台床ニ使用セラレ現今ニ於テモ盛ニ使用セラル、型式ノモノナリ。

第142図ハ「クロスヘド」ヲ有スル竪型固定機関ノ台床ナリ。(1)ハ二衝程機関ノ両側ニ導鈑アルモノニシテ一体ニ鋳造セラレ(2)ハ四衝程機関ノ一側ニ導鈑アルモノニシテ一体ニ鋳造セラレアリ。

移動用又ハ軽機関ノ曲軸室ニ就テハ別記ス

第二十八節 弇及弇ノ構造(Valve and Valve Gear)

第一款　弁ノ構造

弁ハ通常第46図ノ如キ構造ヲ有ス。弁頭ハ背形ヲナシテ密着ハル如クナリオレリ。弁桿ハ弁頭ヨリ長ク伸ビ弁導管ニヨリ弁ノ上下運動ハ規正セラル。弁ノ上昇運動ハ後述スル弁機構ニヨリ行ハルヽヲ通常トス而シテ其復座ハ弁発條ニヨリテ行ハル。弁発條ノ上端ハ機体ノ一部ノ固定点ニ支持セラレ下端ハ発條受ニ支持セラル。発條受ハ割栓又ハ普通ノ栓ニテ弁桿下端ニ支持セラル。

弁頭ノ形状ハ第46図(A)ノ如ク弁座ニ密着スル部分平扁ナルモノヤリシカ現今ニ於テハ殆ト総テ(B)ニ示スク如キ円錐形ノ密着部ヲ有スルモノヲ使用セラレオレリ。而シテ円錐ノ傾度ハ4分度ヲ普通トス。

弁ト弁桿トハ一体ニ製衣セラルヽモノト別々ニ作ラルヽモノトアリ。

一体ノ際ハ全部鋼製ナルモ別々ニ作ル際ハ弁ハ鋳鉄製トシ弁桿ハ鋼製トスルヲ通常トス。小ナル機関ニ於テハ一体ニ製衣セラルヽモノ多キモ大ナル機関特ニ其ノ排気弁ハ通常別々ニ製作セラル。之レ鋳鉄ハ熱ニヨル磨滅変形鋼ヨリモ少ナキヲ以テナリ。

第47図ニハ「デイーゼル」機関ニ使用スル排気弁ノ弁頭ト弁桿トノ各種接続法ヲ示シアリ。

排気弁ハ第七章ニ於テ述フルカ如ク甚タ高熱トナリ易キヲ以テ第47図ノ如ク弁桿ヲ通シテ水ヲ入レ冷却装置ヲ施シタルモノナリ。

第二款　弁機構

弁機構トハ弁ヲ開閉スル装置ニシテ通常「カム」(Cam)押棒(push-rod)及振揺槓桿(Rocker-arm)等ヨリ成ル。

「カム」ハ曲軸ニヨリ回転セラルヽ「カム」軸(之ハ側軸又ハ半速軸或

ハ又半時軸等称セラル）ニ固定セラレ曲軸ノ運動ト或関係位置ヲ保ツテ運動シ押棒又ハ振揺横桿ヲ以シ或ハ直接ニ弁桿ヲ押シテ弁ヲ開閉セシムルモノナリ。押棒及振揺横桿ハ「カム」ノ運動ヲ弁ニ媒介スルモノナリ。

第四図ハ「カム」カ押棒ヲ押ス装置ヲ示シ第四図(A)ハ振揺横桿ヲ介シテ弁桿ヲ押ス装置ヲ又同図(B)ハ直接「カム」カ弁桿ヲ押ス装置ヲ示ス。「カム」カ押棒ヲ押ス装置ハ第四図(A)(B)及(C)ニ示スカ如ク各種アリ。(A)ハ転子(Roller)ヲ押棒下端ニ有スルモノニシテ(B)ハ押棒下端ヲ円削シ(C)ハ平鈑ヲナスモノナリ。押棒下端ノ形状異ルニ従ヒ「カム」ノ形状モ多少異ル。押棒ト弁桿下端トハ弁ヲ開カサル間ハ多少ノ間隙ヲ存スルモノニシテ此間隙ハ弁カ磨滅スル時ハ変化スヽ之ヲ調節スル為押棒ノ頂上ニハ調整螺ヲ有スルヲ常トス即第四図ニ示スカ如シ。「カム」ノ形状ニハ種々アリ第四図ハ転子ヲ有スル第四図(A)ノ如キ押棒又ハ振揺横桿ヲ押ス各種ノ形状ノ「カム」ヲ示ス。(A)ハ押棒又ハ弁桿ノ運動ニ際シ其加速度ノ変化割合一定ナル「カム」ニシテ(B)ハ弁ノ運動ニ際シ加速度常ニ一定ナル「カム」ノ形状ナリ。又(C)ハ切線「カム」ト称セラルヽモノナリ。(A)ハ何レモ「カム」ノ側面凹陷シアルモ(C)ハ直線ナリ。作業上ヨリ云ヘハ(A)最モ良好ナルモ製作困難ナルヲ以テ普通(C)ノ切線「カム」カ使用セラル。

第四図(A)ハ三個ノ「カム」ニヨリ弁カ開閉セラルヽ「カム」軸ノ回転角度ニ應スル弁ノ上昇度ヲ示シ(B)ハ「カム」軸ノ回転角ニ應スル弁ノ開閉速度ヲ示シ(C)ハ同シ角度ニ對スル加速度ノ変化ヲ示ス。之等ノ「カム」ハ「カム」軸ノ運動ノ四〇度間弁ヲ開クモノトシテ設計セラレタリ。

尚此外「カム」裝置ニハ第四図ニ示サル、如ク種々アリ。
第四図ハ第四ノ図ノ外「カム」ノ切線部及円形頂部ノ加速度
並ニ平盤押棒ノ「カム」ノ加速度ヲ示ス曲線ナリ。
第四図ハ円形頂部ヲ有スル「カム」ノ運動ハ曲軸カ活塞ヲ押ス
運動ト同一ナル事ヲ示ス。第四図ハ下端平鈑ヲナス押棒
ニ使用スル「カム」ノ外形ノ描画法ヲ示ス。(説明ハ之ヲ略ス)
「カム」ト転子トノ間ニ遊隙アル際ニ於テハ第四図(A)ノ如キ「カム」
ヲ使用スル時ハ転子ハ「カム」ニ接触スル際此切線ハ転子ノ円ニ
切線ナラス底円ニ切線ナルヲ以テ撃突ス故ニ寧ロ(B)ノ如ク転子
ノ円ニ切線ナル「カム」ヲ作ルヲ可トストノ説アリ然レトモ熱ニヨル
弇桿ノ伸縮等アルヲ以テ実際此目的ニ沿フ調節ヲ行フ事
困難ナルノミナラス斯ノ如キ「カム」ハ製作ニ甚タ手数ヲ要ス、
同図(C)ハ「ポラシイド、カム」(Polycentrical Cam)ト称セラル。

$P_x = (r + \frac{v^2}{g}) - (\frac{v^2}{g} \cos \frac{2\pi}{\alpha} \phi)$ ナル値ヲ有スル特殊ノ「カム」ナリ。
第四図ハ切線「カム」ノ弇ノ開閉速度、加速度、開閉ノ際ノカ
及弇発條ノ圧カ等ヲ曲線ニテ示シタルモノニシテ第四図ノ場合
ト同様ナリ。図中ハ速度ノ単位又ハ加速度ノ単位ヲ示ス
第四図ハ「ディーゼル」機関ニ使用セル各種ノ弇機構ヲ示ス。
(A)ハ吸気、排気、及清掃弇ノ何レニモ適スル「カム」裝置ナリ。
(B)ハ振搖槓桿カ押棒ニヨリ間接ニ押サルヽモノヲ示シ(C)ハ
直接「カム」ノ作用セル清掃空気弇ヲ示ス。

第二十九節「フライホイール」(Flywheel)

第一款　回転力

表示線図ニヨリ知ラル、如ク機関ノ「エネルギイ」ハ常ニ変化ス而シ
テ「フライホイール」ノ任務ハ此変化スル「エネルギイ」ヲ吸收放散
シテ機関ノ運動ヲ出来得ル限リ一様ニシ円滑ニスルニアリ。即

「フライホエール」ハ一種ノ「エネルギイ」ノ貯藏器ニシテ機関ニ余分ナル時之ヲ吸收貯藏シ機関ニ缺乏シ來ル時之ヲ放出供給シテ曲軸ノ回転速度ヲ可及的一様ニス。既ニ今迄説明セシ如ク單気筒四衝程機関ハ二回転即四衝程ニ一回ノミシク作用衝程無キヲ以テ他ノ三衝程間ハ「フライホエール」ガ其周囲ニ貯藏セル「エネルギイ」ニヨリ機関ヲ運転スルヲ要ス。作用衝程間ハ機関ノ運動ハ速度ヲ増シ「フライホエール」ハ「エネルギイ」ヲ吸收スル而シテ他ノ衝程ニ於テハ速度ヲ減シ「エネルギイ」ハ放出サル。若シ機関ニ「フライホエール」無カリセハ機関ハ隨ッカ無キヲ以テ其死点ニ於テ停止ス。

「フライホエール」ヲ研究スルニハ回転力即切線方向ノ圧力ヲ知ル事必要ナルヲ以テ先ツ單気筒四衝程機関ノ回転力ニ就キ説明セン。

今曲軸ヲ気筒用ノ中心線ト任意ノ角度αナル点ニアル時曲軸円ノ切線方向ト半径方向ニ作用スル圧力ヲ求ムルニハ第18図ノ如クス。今Pヲ活塞ノ單位面積ニ換算シタル連接桿上ノ圧力セハ之ヲ半径方向及切線方向ニ分ツ時切線分力及半径方向ノ分力P₁ヲ得。此切線方向ノ分力ハ曲軸ヲ回転スル力ニシテ之ハ常ニ変化ス。

回転偶力ヲ求ムルニハ機関ノ「エネルギイ」及慣性ニヨル力ヲ考慮スルヲ要ス。今或ル機関ニヨリ取リシ表示線図ハ第19図(A)ノ如キモノナリトセヨ。然ル時之ヲ10又ハ之以上ニ等分シ第29図ニ説明シタル如キ連続線図ニ変形シタル後大気圧線ノ上下ニ正負ノ両圧力ヲ画ク事第19図(B)ノ如クス。即(B)ニ於テ吸入線ハ大気圧線ノ下ニアリテ殆ト之ト併行シ圧縮ノ線ノ極小部分ハ大気圧線上ニ出テ後ハ大部分大気圧線下ニアリ

膨脹線ハ絶対大気圧線上ニ又排気線ハ大気圧線下ニ総テ
アリ。

次ニ此線図ニ慣性ニヨル力ヲ記入ス。慣性ハ総テ衝程ノ始ノ半分ノ間ハ負ニシテ「エネルギイ」ノ供給ヲ要シ後半部ハ正トナリテ往復体ヨリ「エネルギイ」ヲ出ス。第149図ノ左ヨリ右ニ上リオル略等シキ四本ノ線ハ各衝程ニ於ケル往復体ノ隨カヲ示シタルモノナリ。第149図(B)ノ表示線図ヨリ得タル線及慣性ヨリ得タル線ノ高サヲ互ニ正負ノ値ニヨリ加減シ第160図ノ如キ綜合セシ「エネルギイ」図表ヲ作ル。然ル時ハ大気圧線ヨリ上ノ面積ハ機関ノ気筒ニ於テナサレシ仕事ヲ表シ下ノ面積ハ「ブランポエール」ニヨリテナサレシ仕事ヲ示ス。前者ヲ正ノ仕事、後者ヲ負ノ仕事トス。次ニ数字ヲ挙ケテ回転力即切線分力ヲ求ムル方法ヲ説明セン。今第149図ニ於テ爆発圧力ハ7kg気圧即約400封度平方吋ナリ。往復運動部ノ慣性ニヨル力ハ第149図(B)ニハ$\frac{1}{3}$=$\frac{1}{3}$封度平方吋、$\frac{2}{3}$=130封度毎平方吋ト概略算定ス(此計算法ハ省略シタリ)。図ノ「エネルギイ」ノ梯尺ハ1吋ニ$\frac{1}{3}$封度ナリ。此ノ値ニヨリ画キタル綜合図カ第160図ナリトセヨ。

次ニ之等ヨリ切線分力即回転力ヲ求ムルニハ第149図ニ説明シタル方法ヲ使用セスシテ「ラディンガー」(Radinger)ノ行ヒシ簡便ナル方法ニヨル。

先ツ曲軸ノ径路ヲ第161図ノ如クシテ求ム。之ニハ図表ノ衝程ノ長サニ等シキ活塞ノ運動スル部長ノ長サヲ0ヨリ10、ヲ10等分ス。次ニ第161図ニ示ス如ク衝程モ亦同数ニ等分シ活塞ノ各等分点ヨリ連接桿ノ長サムヲ半径トシ曲軸円ヲ図ノ如ク切ル。連桿ノ長サムト曲軸半径ドトノ比ハ1:4ナリ。

次ニ活塞ノ各点ト之レニ應スル円周ノ点ヲ連絡スル連接桿ノ方

何ニ線ヲ延長シテ曲軸ノ垂直ノ心線ヲ切ル例ハ第163図ノ如ク活塞ノ動キ0.3即衝程ノ$\frac{3}{10}$ノ時円周上ノ3トヲ連絡スル線ヲ延長シテ曲軸ノ中心線ヲZ_3ニ於テ切ル。此Z_3点ヲ第163図ノ如クO点ニ結ヲ而シテ曲軸ノ此位置ニ應ズル活塞ノ圧力ヲO点ヨリ右ノ方ニ水平ノ中心線上ニ取ル而シテ此活塞上ノ圧力ハ第160図ニ從ヘバd_3ナリ。故ニO点ヨリd_3ニ等シキ長サヲ右方ニ取リ其端末ヨリ垂直線ヲ立テOZ_3線ノ延長ト交ラシムル事第163図ノ如クス。然ル時ハ此垂線ノ長サt_3ハ活塞ノ第三位置即衝程ノ$\frac{3}{10}$ノ位置ニ於ケル廻転力ヲ與フ。

第163図ニ於テt_2'ハ同様ニシテ活塞ノ2'ノ位置ニ應ズル回転力ナリ。此際ニ於ケル活塞上ニ作用スル圧力ハ第160図ニ示サル、如クd_2ナリ。

次ノ第164図ノ如ク中性線BB'ヲ水平ニ引キ之ヲ7ヨリ10マデ分割ス其各区分ハ各衝程ノ曲軸円ノ曲軸各位置即第161図ノ曲軸円上ハ各分点ヲ水平線上ニ求ム。換言スレハ第161図ニ應スル曲軸円ヲ其侭水平線上ニ展開シタモノヲ各衝程ニ應シテ第164図(A)ノ如ク連続ス。此水平上ノ各分点ニ應スル廻転力t_2ヲ第161図ノ方法ニヨリ求メテ之ヲ垂直ニ取ル而シテ斯ク如クシテ求メタル総テノ垂線ノ頂ヲ連絡シテ第164図(A)ノ如キ廻転力t_2ノ曲線ヲ画ク。

次ニ第164図(A)ノ陰影線ヲ有スル面積ヲ同シ長サノ上ニ同面積ノ短形ニ変ズ而シテ中性線BB'ノ上方ニアル面積ヲ正トシ下ニアル面積ヲ負トシテ第164図(B)ノ如ク描画ス。而シテ後BB'ニ併行ニCC'ヲ引キBCノ高サヲ四衝程間ノ平均ノ廻転力ニ等シクス即短形BCC'B'ノ高サハ曲軸ノ「ピン」ノ平均ノ廻転力ヲ示ス而シテ

此面積ハ正負両面積ノ差ヲ示ス。之等ヲ画ノニハ第159図及第160図ニ画キシト同一ノ横尺ヲ使用スルヲ要ス。平均廻転力線CC′ハ廻転力ヲ表ス曲線ヲ各所ニ切ル。斯ノ如ノシテ線CC′ノ上方ニアル面積ハ「フライホエール」ニ吸収セラルヽ「エネルギー」ヲ示ス。即換言スレハCC′線上又ハ下ニアル面積カ大ナレハ大ナル積「フライホエール」ノ重量ハ大ナルヲ要ス。

CC′線ヲ上下ノ面積ハ「プランメーター」又ハ簡単ニ目算サニテ第166図(B)ノ如ク矩形ニ変スルヿヲ得而シテ面積ノ大サヲ計算スルコトヲ得。此各部ノ面積中最大ノモノヲ「フライホエール」ノ計算ノ基礎トシテ使用ス。通常此最大値ハ作用衝程ノ正ノ面積或ハ又稀ニ圧縮ノ際ノ負ノ面積ナリ。

第二款　「フライホエール」ノ計算

第一款ニヨリ求メタル結果ニヨリ「フライホエール」ヲ計算サスルニハ次ノ如クス。

A＝気筒ノ断面積　平方吋

g＝重力ノ加速度　呎毎秒毎秒

δ₀＝許シ得ル廻転変動率

R＝「フライホエール」周線ノ重心ニ至ル半径　呎（第165図参照）

n＝毎分廻転数

$v = \frac{2\times R\times\pi\times n}{60} = \frac{R\times\pi\times n}{30}$　＝半径R円周ニ於ケル速度　呎毎秒……(1)

u＝平均廻転力ヲ表ス線上ノ最大面積ノ長サ　呎（第166図B参照）

b＝上記ノ面積ノ高サ　封度平方吋

l＝往復二衝程ノ長サ　呎（第166図B参照）

S＝活塞ノ衝程ノ呎

$u\times\frac{b\times l}{g}$＝曲軸円周ニ於ケル最大面積ノ長サ　呎

ΔW＝「フライホエール」ノ輪周ノ重量ニ腕ノ重量ヲ半径Rノ点ニ換算シテ加ヘタル重量　封度

然ル時運転部ノ平衡ニヨリ次式ヲ得。

$$1.1\frac{W}{g}=u\times\frac{S\times\pi}{l}\times b\times\frac{A}{v^2}\times\frac{1}{\delta_0}=\frac{u}{l}\times b\times\frac{A\times S\pi}{v^2}\times\frac{1}{\delta_0}\quad\cdots\cdots(2)$$

故ニ輪周ノ重量 W ハ次ノ如クナル。

$$W=92\times\frac{u}{l}\times b\times\frac{A\times S}{v^2}\times\frac{1}{\delta_0}\quad\cdots\cdots(3)$$

前記ノ「フライホイール」ノ輪周ノ重心ニ至ル半径 R ハ「フライホイール」ノ外直径 D_S ノ約 0.45 倍ナリ即 $R=0.45\times D_S$（第16図参照）。

又式(2)ハ次ノ方程式ヨリ誘導セラル。

$$\underbrace{u\times\frac{b}{l}\times S\times\pi\times A}_{\text{図ニ表示サル運動エネルギー}}=\underbrace{1.1\frac{W}{2g}}_{\text{「フライホイール」ニ吸収サレル「エネルギー」}}\times(v_{max}^2-v_{min}^2)\quad\cdots\cdots(4)$$

今若シ $\delta_0=\frac{v_{max}-v_{min}}{v}$, $v=\frac{v_{max}+v_{min}}{2}$ トスレバ

$$\delta_0\times v=\frac{v_{max}^2-v_{min}^2}{2v}\qquad \delta_0\times v^2=\frac{v_{max}^2-v_{min}^2}{2}.$$

然時ハ $u\times\frac{b}{l}\times S\times\pi\times A=1.1\frac{W}{g}\times\delta_0\times v^2$ ……(5)

上式中 v_{max} 及 v_{min} ハ輪周ノ重心ノ最大及最小ノ廻転速度ヲ示ス。四復程機関ニ於テハ一サイクル即二廻転間ニナサル仕事ハ常ニ同一ナリ。故ニ上記ノ公式ハ総テノ機関ニ適用スルコトヲ得。

回転変動率トハ前記ノ如ク「フライホイール」ノ輪周ノ重心ノ最大回転速度ヨリ最小回転速度ヲ減シ之ヲ平均回転速度ニ除シタル商ノニシテ機関ノ用途ニヨリテハ此値ニ甚ダ注意ヲ要ス。而シテ普通計算ニ使用スル変動率 δ_0 ハ機関ノ全負荷ノ時ニ起ル値ニシテ負荷減少スル時ハ此値ハ減少ス。

第16図ハ単気筒機関ノ図ナリシカ第17図(D)ノ如ク配置セシ「タンデム」機関ノ回転力ノ線図ハ第16図ノ如クナル。而シテ平均廻転力線 CC' 上下ノ廻転力ニ等シキ矩形ヲ求ムレハ図ノ陰影ヲ附シタル如キ形トナル。此際計算ニ使用スル面積モ亦最大矩形ノ面積ナリ。

前記(3)ノ公式中ニ $A=\frac{550\,I.H.P}{P_i\,\frac{2S\,n}{60}}$ (式中 P_i ハ全「サイクル」間ノ平均圧力) ……(6)

ヲ代入スル時ハ $W=1.57\,F.000\times\frac{\pi}{2}\times d\times\frac{1}{P_i}\times\frac{I.H.P}{n\,V_2}\times\frac{1}{S_0}$ ……(7)

式中 V ハ公式(1)ニヨリ求メラルヽ速度ナリ。

今 $1.57\,F.000\times\left(\frac{\pi}{2}\times d\right)\times\frac{1}{P_i}=100\times i$ ……(8)

トシテ簡單ニシ式(7)ヲ変形スレハ輪周ノ重量ハ次ノ如クナル。

$$W=100\times i\times\frac{I.H.P}{n\times V_2}\times\frac{1}{S_0}\quad\text{……(9)}$$

今 $G=1/W$ ニ輪周ノ重量ニ腕ノ回転重量ヲ加ヘタルモノ $D=2R$ トシテ

$G\times D^2$ $V=\frac{D\pi n}{60}$ ヲ上式ニ代入スレハ

$$G\times D^2=\frac{800}{n^3}\times 100\times i\times I.H.P\times\frac{1}{S_0}\quad\text{……(10)}$$

$\text{lbs}\ ft^2$

式中 i ハ(8)ノ公式ニ示スカ如ク回転力ヲ表ス図表ヨリ求メラルヽモノニシテ種々ノ狀況ニヨリ変化ス。I.H.P ハ表示馬力ナリ。

此式ヲ更ニ簡單ニシテ $W=\frac{C\times B.H.P}{L_2\times n^3\times S_0}$ ……(11)

式中 C ニ回転力図表ヨリ求メラルヽ係数(前記 i ヨリ求ムルモノ)

B.H.P ニ制動馬力ナリ、

C ノ値ハ四衝程「ディーゼル」機関ニ於テハ

単気筒機関ニ對シ　C=36乃至62×10⁶

二〃〃〃　(曲軸ハ360度)　C=25乃至27×10⁶

三〃〃〃　(曲軸ハ240度)　C=13乃至15×10⁶

四〃〃〃　(曲軸ハ180度及360度)　C=2.8乃至3.5×10⁶

高キ値ハ小機関ニ適用ス

又高速四衝程機関ニ對シテハ

二気筒機関ニ對シ(曲軸ハ360度)　C=27乃至30×10⁶

四〇〇〇〇

（曲軸ハ 240度） C＝1×万至 15×10⁶
（曲軸ハ 180度又 360度） の＝約 4 × 10⁶

ニ衡程機関ニ對シテモ殆ト同様ナリ。

本書ニ於テ「フライホエール」ニ関シ比較的詳細ニ記述スルハ「フライホエール」ノ重量ト回転変動率トノ間係ヲ知悉セシメ機関ノ用途ニ應シ如何ニ「フライホエール」ヲ選定スヘキ又「フライホエール」ノ選定ヲ如何ニ重要ナルカヲ知ラシメントスルニ外ナラス。決シテ「フライホエール」ノ設計ノ細部ニ入ラシメントスルモノニハ非ス。

第三款 回転変動率（The degree of irregularity）

回転変動率十トハ既ニ述ヘタル如ク「フライホエール」ノ輪周ノ重心ノ回転速度ノ最大値ト最小値トノ差ヲ平均値ニテ除シタルモノニシテ

$$\delta = \frac{V_{max} - V_{min}}{V} \quad \cdots\cdots (12)$$

ナル値ヲ示スモノナリ。此 δ ハ各種ノ表記法アリ附表第11表ニ之カ表示法ヲ示サレタリ。回転変動率ノ逆数即ノ $\frac{1}{\delta}$ ヲ回転円滑度（degree of uniformity）ト称ス 回転変動率ハ負荷ノ大小ニヨリ同一機関ニテモ差異アリ又調速法ニヨリテモ変化ス。其変化ノ狀況ヲ附表第12表ニ示シアリ。

今「フライホエール」ノ重量ヲ決定スルニハ用途ニヨリテ大ニ差異アリ以下各種ノ用途ニ充テラルヽ機関ノ回転変動率ヲ如何ニ選定スルカヲ説明セン。

(1) 機関カ発電気ヲ運転スル時。

発電機ハ次ノ各種ノモノアリ。(A) 直流 (B) 三相交流 (C) 單相交流

(A) 直流電流ハ電燈、中距離ノ動力輸送ニ使用セラレ又電気巻揚機及電車ノ如キ変化スル動力及出力ヲ調節スル為ノ蓄電池ノ充電等ニ使用セラル。最大電圧ハ約1000「ボルト」ナリ。直流電動機ハ負荷カケタル儘始動スルコトヲ得。

(B) 二相及三相ノ交流電流ハ電燈用トシテモ適當ニシテ特ニ遠距離ニ大動力ヲ輸送スルニ適當ナリ。又二相及三相電動機ハ全負荷ニテ始動スル事ヲ得且大ナル過負荷ニ耐ヘ取扱上ノ注意ヲ要スル事少シ。回転変動率ハ直流ヨリ制限セラル。

(C) 單相交流ハ電燈ニ適ス然レトモ動力輸送ニハ適當ナラス之レ電動機ハ負荷シタル侭始動スルヲ得ス且全負荷以上ノ負荷ヲ要求スル時ハ電動機ハ停止スルヲ以テナリ。又間歇的ニ使用スル捲揚機電気鉄道、鉄ノ展延機及「エレベーター」等ニ適當ナラス、回転変動率 δ。ニ就キテハ二相及三相交流ニ全シ。次ニ一個ノ発電機ニテハ充分ナル電流ヲ供給スル事不可能ナル場合ニハ二個以上ノ発電機ヲ併行ニ送電幹線ニ連絡シテ運転ス之ヲ発電機ノ併行運転ト云フ、直流発電機ニヤリテハ之等ノ発電機ヲ一個若クハ別々ノ機関ニテ調帯調綱又ハ其他ノ方法ニヨリ運転スル事ヲ得此際電圧ハ変化セシテ電流ハ全体ヲ合計スルモノナリ。此際各発電機ノ電圧ハ総テ同一ナルヲ要ス。交流発電機ハ夫々別ニ運転スルヲ要ス然ラサレハ併行運転スルヲ得ス而シテ角速度同一ナルヲ要ス。若シ電燈ノ明暗及発電機軸ノ角速度ノ変化ヲ出来得ル限リ減少スル為ニハ発電機ヲ廻スル機関ノ回転変動率ハ最少限附表第13表以下トスヘシ。

内燃機関ニテ発電機ヲ運転スル際ハ第13表ノ値ヨリ小ナル値ヲ採用スルヲ可トス之等量及ハ等質何レノ調速法モ時々点火セス回転一層不整トナレハナリ。

(2) 各種ノ目的ニ使用スル機関

多少ノ動力ヲ発生スル機関ハ負荷ノ変化大ナルモノナリ、之カ為回転変動率 δ。ハ單ニ計算ノ基礎トシテ使用スルノミニシテ実

除速度ノ甚ダシキ変化無クシテ負荷ノ変動ヲ調節スル事能ハサルカ如キ不良ナル狀況ニテ機関カ運転セラルヽ場合多シ。之ハ機関ノ能率ニ大ナル影響アルノミナラス若シ電燈ノ電力発生ニ斯ノ如キ事アラハ電燈ハ明暗交互ニ来リ甚タ不快ナル燈火ヲ呈ス。

負荷ノ変化ハ大機関ヨリモ小機関ニ大ナルモノニシテ其狀況附表第14表ニ示サル。而シテ普通各種ノ目的ニ應スル1/δ0ノ値カ第15表ニ示サレアリ。

尚此外或學者ハ「テイーゼル」機関ノ回転変動率ヲ次ノ如クスヘシト述ヘオレリ。

普通作業用機関　δ＝3%乃至4%

精密作業用機関（綿糸工場等）　δ＝2%乃至3%

調帯運転直流発電機　δ＝2%乃至3%

機関直結直流発電機又ハ調帯運転交流発電機　δ＝3%乃至4%

機関直結交流発電機　δ＝約3%

第四款　「フライホエール」ノ構造

「フライホエール」ハ轂、輻及輪即輪周ヨリ成リ輪周即輪ノ部分ニ重量ヲ多クシ回転量ヲ大トシアリ。大サニヨリ全部一体ニ作ルモノト別々ニ作リ組立ツルモノトアリ。

第107図ニ各種ノ構造ノ「フライホエール」ヲ示サレアリ。(A)ハ小ナルモノニシテ一体ニ製作セラレアリ。(B)及(C)ハ二部分ヨリ成ル(B)ハ輻即腕ノ中間ニテ接合スル如クシ(C)ハ輻ニ沿ヒテ接合スル如クシタルモノナリ。又(D)ハ轂、輻及輪夫々別ニ作リテ組立テタルモノナリ。「フライホエール」ハ通常鋳鉄製ナリ然レトモ(D)ノ腕ハ錬鉄ヨリ成ル。

第108図ハ何レモ自動車機関或ハ軽舶用機関ノ「フライホエール」ヲ示ス。之ハ又円錐部ヲ有シ「クラッチ」ノ役目ヲモ兼ス。

第六章　潤滑油供給裝置

第三十節　注油ノ必要ト潤滑油ノ種類及用途

第一款　注油ノ必要及潤滑油ノ具備スヘキ性能

機関ノ運動部分ノ接觸面ハ如何ニ精密ニ仕上クルモ完全ニ滑潤シ能ハス少ヤ多少ノ凹凸アリ。從テ之ニ注油スル事無ク運転スル時ハ磨擦ニヨル抵抗ヲ生シ動力ヲ損スルノミナラス磨擦面過熱ノ為メ遂ニ破損スルニ至ル。金属相互間ノ磨擦係数ハ大ニシテ

然ルニ油ノ内部磨擦ハ油ノ種類ニヨルモ金属間ノ磨擦ニ比スレハ甚タ小ナルモノナリ。故ニ機関ノ運動部ニ適當ナル油ヲ適當ナル方法ニヨリテ供給スル時ハ金属相互ノ磨擦ヲ油ノ内部磨擦ニ変ス

ルヲ以テ磨擦抵抗ハ小ナリ円滑ナル運転ヲナシ得ルノミナラス磨擦部ニ発生スル熱ヲ滑油ニヨリ奪ヒ去ルヲ以テ此部分カ過熱破損スルヲ防クコトヲ得。

潤滑油カ上記ノ目的ヲ達スル為ニ具備スヘキ性能次ノ如シ

(1) 粘土適當ナル事　磨擦面ニ適當ニ附着シテ金属相互間ノ圧力ニヨリ駆除セラレサル事必要ナリ而シテ粘度過大ナル時ハ磨擦抵抗ヲ大ニス。

(2) 引火点成ルヘク高キ事　引火点低キ時ハ磨擦熱ノ為ニ発火スル虞アリ且気筒内ノ如キ高熱ニ曝サルヘキ所ニ使用セラルヘキモノハ引火点低キ時ハ直チニ燃焼シ去リテ潤滑ノ目的ヲ達スル事能ハス。

故ニ内燃機関気筒ノ如キ特別ニ高熱ノ所ニ使用スルモノニアリテハ特ニ此点ニ注意シテ選定スル事必要ナリ。

(3) 磨擦熱吸收シテ之ヲ発散セシムル能力大ナル事ヲ要スルモ容易ニ揮発セサルコト。

(4) 樹脂狀ニ護謨化セサルコト

(5) 酸ヲ含有セサル事、酸ヲ含有スル時ハ金属ヲ腐蝕シ有害ナリ。

(6) 不純固形物ヲ含有セサルコト

(7) 酸化変化セサル安全ナル化合物ナルコト

(8) 寒冷ナル季節ニ於テ使用スルモノハ氷結セサルコト

(9) 自動車機関ノ如キ電気点火ヲ使用スル機関ノ気筒内ニ使用スルモノニアリテハ特ニ燃焼スルモ炭素ヲ沈澱セサルト之ハ両極ヲ短絡シ火花ヲ発セサルヲ以テナリ。

潤滑油ハ此各種ノ要求ニ関シ用途ニ適スル如ク選定ス

第二款　潤滑油ノ種類及用途

潤滑塗料及潤滑油ハ之ヲ其形狀ヨリ分類スレハ固体、半固体及流動体ノ三種ニ分ル。固体ノ潤滑材料ハ黒鉛ノ如キモノニシテ半固体ハ固キ「グリース」ノ如キモノ又流動体ハ機械油「シリンダー」油等ノ大分部ノ潤滑油ヲ占ム。

其原料ヨリ分類スレハ鑛物油、植物油及動物油ニ分ル。鑛物油ハ原油ヨリ主トシテ採用セラルヽモノニシテ現今普通ニ使用セラレオル機械油「シリンダー」油等ハ大部分之ニ属ス。鑛物油ハ硬軟各種ノモノアリ而モ他ノモノ如ク容易ニ酸化、分解スル事無ク又悪臭ヲ生シ或ハ酸ヲ含有スル事等無キヲ以テ機関用滑油トシテ最モ適當ナリ。

植物油ハ白絞油「カストル」油等ニナリ。之等ハ比較的低温度ニテ分解シ易ク且濃厚ナリト護謨化シ易キヲ以テ稀ニ使用セラルヽニ過キス。又鑛物油ト混合シテ複合油トシテ使用セラルヽ事アリ。

動物油ハ「タロー」(Tallow)油、手足(Neats foot)油、「ラード」油、鯨

油及脂等ハ多ク動物ノ脂油ハ純粹ノ鑛油ヨリモ一層良好ナル潤滑性能ヲ有スルモ化學的成分ガ不安定ナル不利アリ。即之等ノ油ハ容易ニ分解ス特ニ熱アル時然リ而シテ游離酸ヲ生シ金屬ヲ浸蝕スルノ害アリ。然レトモ複合油トシテ所謂「グリース」ナルモノハ特殊ノ用途ニ對シ大ナル價値アリ。

「グリース」(Grease)ナル名称ハ廣範囲ノ各種ノ複合脂ヲ含有シオルモノニシテ普通ノ温度ニ於テ半固体ヲ呈スルニ充分ナル如ク石鹼ヲ以テ油ト脂ヲ混和シタルモノナリ。普通使用セラルヽモノハ各種ノ脂油ヨリ作リシ石灰質曹達質及鉛質等ノ石鹼ナリ。機関用「グリース」ハ「タロー」油「ヌード」油及苛性曹達ヨリ成ル石鹼ヲ以テ濃厚ニシタルモノナリ。而シテ屢々手足油及蜂臘等ヲ含有ス。甚タ重荷重ノ負擔スルモノニ對シテハ黒鉛、石鹼石等ヲ時トシテ「グリース」ニ混有ス。用途ニヨリテハ滑油ヲ分類スレハ大体内部油及外部油ノ二種ニ分ル。

内部油トハ高熱高圧ノ気筒内ニ使用スルモノニシテ外部油トハ其他ノ普通ノ摩擦部ニ使用セラルヽモノナリ。内部油ハ高熱ニ曝サルヽモ揮発シ或ハ蘆謨化スル事無ク引火点高キモノナルヘカラス。「シリンダー」油及「ガスエンジンシリンダー」油等称シテ発賣セラルヽモノハ之ナリ。

内燃機関ノ気筒ニ使用セラルヽ内部油ハ引火点華氏400度以上ノモノナルヲ要ス。現今自動車機関ノ如キ高速高熱ノ機関ニ使用スルモノニ「モーター」油(Motor Oil)「モビール」油(Mobil Oil)等ノ名称ニテ発賣セラルヽモノガ盛ニ使用セラル。之等ハ各種性能ノ礦油ヲ混合シテ製造セルモノニシテ気筒内ニ於テ特ニ炭素ヲ析出セサルコトニ注意セラレタリ。白絞油モ時トシテ内部油ニ代用セラルヽ事アルモ恐ラク初ヘキヲ以テ注意ヲ要ス。

外部油ト称スルハ著シク熱ヲ受ケサル気筒以外ノ部分ニ使用スルモノニシテ引火点低ク普通機械油或ハ「ヒシ」油(Machine Oil)

稀ニ使用セラルモノナリ。之ハ普通ノ軸承等ニ使用セラレ又機関外部用トシテハ特ニ「エンジン」油（Engine Oil）ト称シテ会社ニ売ラレ居ル。

潤滑油使用上注意スベキハ外部油ヲ決シテ内部油ニシテ機関ノ乾箱内ニ使用スベカラズ。外部油ハ前記ノ如ク引火点低キヲ以テ気箱内ニ於テ潤滑ノ目的ヲ達スル事能ハズシテ活塞及気筒ヲ焼損スル事アルヲ以テナリ。此点ニ関シテハ充分ナル注意ヲ拂ハシ。但内部油ヲ外部油代用スルハ支障ナケレトモ内部油ハ高価ナルヲ以テ損ナリ。

曲軸黄箱室等ノ如ク密閉室内ニアル歯輪ノ咬合部等ニハ熱ニヨリ溶融スル「グリース」ヲ使用ス。又簡単ナル軸承部ニモ「グリース」ヲ使用ス。

第31表ニハ各種潤滑油ノ比重及引火点ヲ又第32表ニハ種々ノ物理的性質ヲ示シアリ。第33表ニハ各種「グリース」ノ潤滑性能ヲ示シタリ。

第33表ハ給油法ニヨル摩擦係数ノ変化ヲ記シアリ。

油ノ適否ヲ知ルニハ化學的及物理的ノ試験ヲ行フヲ要ス然レトモ一般ノ使用者ハ簡単ナル物理的ノ判断ニヨリ確実ナル製造者ノモノヲ購買スル外無シ。物理的ニ試験スベキ諸点ハ(1)色(2)臭気(3)比重(4)引火点(5)燃焼点(6)氷点(7)粘度(8)蒸発点(9)摩擦度等ナリ。之等ノ中ニテ引火点、燃焼点等ハ前記ノ如ク内部油ニハ重要ナルモノナレ𪜈試験器無クシテハ知ルヲ得ズ。普通簡単ニ検定シ得ルハ(1)、(2)、(3)(7)等ナリ。之等ノ事項ハ手及目視並ニ簡単ナル比重計ニヨリテ知ルヿヲ得

第三十一節　注油装置

第一款　主要ナル注油装置ノ分類

注油装置ハ機関ノ種類及型式並ニ注油部分ニヨリテ異ル今之等各種ノ注油装置ヲ分類スレハ次ノ如シ。

(1) 各別々ノ軸承ニ對スル注油裝置

(2) 軸承全部及気筩内等主要部ヲ通スル注油裝置

(A) 手ニヨル注油法
(B) 滴下注油法
(C) 油輪ニヨル注油法
(D) グリース給油器ニヨル法
(E) 油浴式注油法
(F) 圧送式注油法
(G) 飛散式注油法
(H) 重力式注油法
(I) 混気式注油法

今之等ヲ説明セン。(A)ノ手ニヨル注油法ハ回転速度小ナル小軸承ニ採用セラル、方法ニシテ低速度ノ小機関ノ弁機構等ニ行ハル。之ハ油差ニテ時々人ノ注油スルモノニシテ最モ原始的ノ方法ナリ。

(B)ノ滴下注油法ハ屢々使用サル、方法ニシテ適當ナル間隔ヲ置キテ滑油ノ摩擦部ニ滴下供給セラル、モノナリ。之ニハ第166図ニ示ス覗視給油器又ハ燈心給油器等ヲ使用セラル。覗視給油器ハ特ニ用途多シ。

(C)ノ油輪ニヨル注油法ハ第131図及至第166図ニ既ニ説明シタル如キ構造ヲ有スル主軸承ニ多ク使用セラル、モノナリ。

(D)ノグリース給油器ハ第166図ニ説明スルカ如キ構造ヲ有シ低速ノ簡單ナル部分ニ多ク採用セラル。

(E)ハ油浴式注油法ハ軸ヲ全ク或ハ一部油中ニ浸シテ注油スル方法ナリ。

内燃機関ニ於テ特ニ重要ナル給油裝置ハ次ニ述ブル四注油法ナリ。

(F)ノ圧送式注油法トハ第170図及第173図ノ如ク機関ノ主要部ヘ潤滑油ニ喞筒ニテ圧力ヲ加ヘテ注入スル方法ニシテ最モ完全ナル注油法ニシテ廣ク採用セラル、方法ナリ。第170図ハ油溜ヨリ

ゼル機関ノ一例ヲ挙ケタルモノナリ。此喞筒ニヨリ油ニ加ヘラル、圧力ハ通常2乃至3気圧（30乃至40封度平方吋）位ニシテ、気筩壁等ニ穿孔セルC及E等ヨリ注入セラル。第193図ハ自動車機関ニ採用セル圧送式ノ一例ニシテ油ハ主軸承ヲ経テ曲軸連接桿内ヲ通リ主要部分ニ注油セラルヽモノナリ。

此方法ハ次ノ二ツノ利益ヲ有シ

(イ) 確実ニ潤澤ナル注油ヲナス

(ロ) 各部ニ到ル油量多キヲ以テ冷却ノ效果大ナリ。

(G) ノ飛散式注油法ハ機関ノ曲軸室ヲ密閉シ置キ連接桿下方ニ油溜ヲ作リ之ニ滑油ヲ貯ヘ連接桿ノ下端又ハ特ニ下端ニ設ケタル油匙ニヨリ此油ヲ攪拌飛散セシメ曲軸及「カム」軸ノ軸承、気筩壁及活塞軸等ニ注油スル方法ニシテ前者ト共ニ甚タ

多ク採用セラレオル方法ナリ。第191図及第192図ハ其一例ナル第191図ハ油匙ヲ有スル連接桿ヲ使用シタルモノニシテ各連接桿ノ下ニ油溜ヲ別々ニ設ケアリ、移動式機関特ニ自動車機関ノ如ク坂路ヲ通過スルモノニアリテハ斯ノ如クスル事必要ナリ、各油溜ヘノ滑油ノ補充ハ横断面右側ニ見ユル油路ヨリ重力ニヨリ或ハ喞筒ニヨリテ行ハル。第192図(A)及(B)ヲ對照スル時ハ前記ノ如ク傾斜スル機関ノ油溜ヲ別々ニ設クル必要ナルヿヲ知ルヘシ即(A)ノ如キ状況トナル時ハ左方ニ二個ノ気筩ニ對シテハ注油スルヿ不可能ナルヲ以テナリ。第192図(C)ハ各別ノ油溜Aニ喞筒Cニテ油ヲ補充スル図ヲ示ス。斯ノ如キ装置ニテ飛散セラレシ油ハ各軸承部上方ノ油孔ヨリ浸入シ或ハ気筩壁ニ附着シテ潤滑ノ目的ヲ達ス。此注油法ニ於テハ油溜ニ確実ニ保有スル事必要ナリ、又此油量過剰

ナル時ハ過度ニ気筒内ニ侵入シ気筒内ヲ汚損シ点火不良ナルコトアリ。

(H)ノ重力式注油法ハ高所ニ滑油ヲ保有シ此油槽ヨリ各主要部ニ油管又ハ油路ヲ設ケ滑油ハ自身ノ重力ニヨリテ主要部ニ注油ス。過剰トナリテ曲軸室下底ニ貯溜セシ油ハ濾過器ヲ経テ喞筒ニヨリ再ヒ高所ニアル油槽ニ送ルモノナリ。此方法モ固定機関ニハ採用セラレ、コトアリ。滴下式注油法モ重力式ノ一種ナリ。

(I)混気式注油法トハ滑油ヲ燃料油ト混合シ置キ之ヲ空気ト混合シ全ク混合瓦斯中ニ含有セシメテ注油スル方法ニシテ小ナル二衝程機関即曲軸室ヲ混合瓦斯ハ圧縮室ニ使用スル機関ニ多ク採用セラル。

第二款 注油ノ為ニ使用スル器具及機械

本款ニ於テハ注油用各種器具及機械ヲ説明セントス。先ツ圧送式使用スル喞筒又ハ重力式或ハ飛散式ニ於テ油ノ循環ニ使用スル油ニ就キ述ヘン。

第173図ハ気筒ニ圧送注油スル「マックコード」給油機(McCord Gil feeder)ニシテ二個ノ「プランジャー」X及Yアリ。此両者ハ互ニ連結セラレアリ而シテ之ハ押棒Cニヨリテ動カサル。押棒Cハ偏心輪Bニヨリ上下ニ動カサル。此偏心輪ハ容器端末ニアル「ラッチェット」ニヨリ機関軸ヨリ動カサル。

第一ノ「プランジャー」Xガ上昇衝程ニアル時下底ノ滑油ハ吸揚管ヲ経テ球弁ノ所ヨリ吸揚ケラル。而シテ下降衝程ノ際ハ球弁ハ閉チラレ油ハ覗視給油器Eニ送ラル。此処ヨリ油ハ第二ノ「プランジャー」Yガ上昇スル際吸ヒ取ラレ下降スル際所要ノ部分ニ圧送給油セラル。此給油器ニヨリ気筒ニ給油スルニハ第168図ノ如キ装置ヲ気筒周囲ニ等間隔ニ配置ス。

第174図ハ「ロバート、ボッシュ」（Robert Bosch）ノ給油機ニシテ其細部ヲ第175図乃至第177図ニ示シアリ。図ニ示スハ三個ノ油室アル給油機ニシテ之ヲ一個ノ軸ニテ動ス装置ノモノナリ。各給油部ニ對シテハ夫々別々ノ唧筒ヲ有ス。

此給油機ヲ動スニハ振揺横桿SHヲ第177図ノ如ク機関ノ運動ヲ受取ル如クセラレアリ。SHノ振揺運動ニヨリ上端DRニ取附ケラレアル軸AWヲ回転ス。軸DRニハ歯桿（Worm）KSアリテ之ハ歯輪GSヲ回転ス 従テ唧筒軸PWヲ回転ス。機関始動前手ニテ運転出来得ル如ク「ナット」MHノ上ニ第174図ノ如キ手用転把ヲ取附クル事ヲ得。各油室ノ油量ヲ時々知ルコト必要ナリ之ガ為三個ノ覘視滴下器アルKVヲ取リテ知ル事ヲ得。

各油室ニハ熱管HSアリテ排気ノ一部之ヨリ入リ来リ滑油ヲ常ニ流動シ易カラシム。各給油部ニハ逆上弁ヲ附ス。 此唧筒ノ作用次ノ如シ

唧筒軸PWガ回転スルヤ一個ノ給油唧筒ノ三個ノ「プランジャー」AK及SKガ特殊ノ構造ヲ有スル盤ARニヨリテ上下運動ヲナス。「プランジャー」AKハ油溜OBヨリ油ヲ吸ヒ揚ゲ之ヲ圧送スルモノニシテ「プランジャー」SKハ其圧送ヲ或ハ圧送管BLノ方ニシ或ハ覘視滴下器ニ到ル管KLノ方ニスル弁ノ作用ヲナス。即「プランジャー」AKニヨリ吸揚管SAヨリ吸ヒ上ゲラレシ油ハ「プランジャー」弁SKノ位置ニヨリ、或ハ管KLニ或ハ又管BLニ送ラル。 BLニ送ラレシ油ハ接続管OAヲ経テ注油部ニ到ル。管KLニ入リシ油ハ覘視器ニテ滴下シ油量ノ適否ヲ知ル。滴下セシ油ハ油溜ニ再ヒ復帰ス。

油量ノ調節ハ第179図ノ如ク振揺横桿SHニ對スル連桿ノ取附位置ニヨリ増減スルヿヲ得 即図ノ多量ト云フ方ニ取附クレバ油量ヲ増シ少量ノ方ニ到ルニ従ヒ油量ヲ減スルモノトス。

此種給油器ハ固定式又ハ船用ノ稱スル機関ニ多ク採用セラ
ルヽモノナリ。
普通使用セラルヽ注油喞筒ハ三種ニ分ル即歯輪喞筒「プラン
ジャー」喞筒等ナリ。
第179図ニ示サル、歯輪喞筒ハ從來小ナル機関ニ甚タシク使用
セラレタルモノニシテ第193図ニ於ケルPノ如ク横置セラル。此喞筒
ノ作用ハ二個ノ歯輪ヲ相噛合シテ回転スル際其二個ノ歯輪
ノ間ノ一側ヨリ入リシ油カ他側ニ歯輪ニヨリテ運ハレ之カ矢ニテ
セル如ク圧送セラルヽモノナリ。此種喞筒ハ完全ナル回転運動ヲナ
シ安價ニシテ簡單ナルモ次ノ四ノ不利ヲ有ス。
(A) 磨滅スル時ハ吸入及圧送ノ容積效率甚タ迅速ニ低下ス。
(B) 僅ニ歯輪カ磨滅スルモ完全ニ油中ニ浸スニ非レハ吸揚
悪クナリ或ハ全ク吸ヒ揚ケス。
(C) 夾雜物油中ニ混入スル時ハ喞筒カ躍ル。
(D) 脈動的ニ油ヲ供給シ易シ。
「プランジャー」喞筒ハ磨滅スルモ容積效率減スル事少ク且吸油高大
ナルノ利アリ然レトモ吸入弁カ固着シテ作用セサル如クナリ易ク且
速度ノ制限ヲ受クルノ不利アリ。無弁ノ「プランジャー」喞筒ハ
有利ナリ。
第180図(B)ハ「ノボ」(Nobo)RF型機関ノ油喞筒ニシテ此喞筒ハ曲
軸室下底ノ油中ニ浸サレ「プランジャー」Fニヨリ油ヲ発送ス。偏
心輪Aニヨリ「プランジャー」Fガ圧下セラルヽ時ハ下方ニアル油ハ球弁P
ヲ押シ開キ管Lヲ経テ曲軸「クム」軸及調速機等ニ到ル。偏心
輪カ位置ヲ変スルヤ「プランジャー」Fハ発條Gニヨリテ押シ上ケラル
此際下室トナルヲ以テ油ハ濾過器K、曲管H及球弁Sヲ経テ喞
筒室内ニ入リ來ル。此油ハ「プランジャー」下降スル際更ニ管Lヨ

上下ノ油ヲ圧送スル喞筒ヲ示ス。喞筒室Cハ図ノ如ク交互ニ左右ニ傾斜スル之カ為Fノ切欠ヲナス油ノ通路カ交互ニ開キ吸油及退油ヲ行フ。

第19図ハ回転体Aニ二個ノ「プランジャー」P及P'ヲ附シ発條ニヨリ周囲ニ密着セシメ油ヲ左方ヨリ吸入シ右方ニ圧送スルモノニシテ簡単ナル喞筒ナリ。

油管内ニ汚物充満スル等ノ為油管内ノ圧力過大トナル時ハ管ハ破裂スル之ヲ防ク為安全弁ヲ油管ノ一部ニ附シ圧送式ヲ保護セルモノアリ。第16図ハ其一例ニシテ圧力過高ナル時(A)ハ手ニテ針状弁ヲ開キ油ノ一部ヲ漏洩セシメ圧力ヲ下ク又(B)ハ発條ニヨリ閉鎖セル自働球弁ニシテ圧力過高トナル時自動的ニ開キテ調節ス。此発條ノ圧力ヲ加減スル如クセル安全弁カ多ク使用セラル。

第16図(A)ハ覗視給油器(Sight feed oiler)ニシテAハ転把Bハ螺子Eハ発條Gハ針状弁Cハ硝子油溜Dハ覗視孔ナリ。今転把Aヲ図ノ如ク立ツル時ハ針状弁Gハ発條ノカニ逆ヒ扛起セラレ油ハ下方ヨリ滴下ス。覗視孔Dヨリ滴下量ヲ知ル事ヲ得螺子B'ヲ螺入又ハ螺出スルヿニヨリ針状弁Gノ扛起量従テ滴下油量ヲ調節スルヿヲ得。側方ニアル蓋ヨリ器内ニ油ヲ補充スルヿヲ得。第16図(B)ハ「グリース」細油器(Grease Cup)ニシテR内ニ「グリース」ヲ充満シオリ油孔Aノ下端ニアル「グリース」熔融消失スルニ従ヒ蓋Cヲ発條ニ逆ヒ螺入シテ逐次「グリース」ヲ補給ス。

第16図ハ近時ニ米國ニ於テ使用セラル、気筒ノ吸入衝程ニ當リ滑油ヲ吸入給油スル装置ヲ示ス。

第16図ハ油ノ注射器ノ一例ニシテ手ニテ所要ノ個所ニ注入スルナリ

第186図ハ大機関ニ使用スル滑油ノ冷却器ナリトシハ滑油ヲ潤滑ノ目的ト冷却特ニ第192図ノ如キ方法ニヨリ活塞ノ冷却ニ使用スル時必要ナリ。図ニ於テ油ニ曲路ヲ経テ一方ヨリ入リ他方ニ出ツ。水ク其中ヲ貫通セル管内ヲ通過シテ油ヲ冷却スルモノナリ。

第三款　機関主要部ニ對スル注油法

気筒壁即気筒ト活塞トノ摺動面ニ注意スルニハ水套及気筒ノ両壁ヲ貫通シ第187図ノ如ク管ヲ挿入シ油ヲ圧入ス。此部分ノ構造ノ一例ノ詳図カ第188図ニ示サレアリ。

第192図及第189図ハ横型機関ノ活塞軸ニ對スル注油法ヲ示ス第192図ニ於テハ視視給油器ヨリ滴下スル油ヲ油皿Bニ受ケ管Aニヨリテ活塞軸ニ送ルモノナリ。

第190図ハ「バンジョ」給油器（Bango Lubricator）ト称セラル、装置ニテ曲軸ニ注油スル一例ヲ示ス。滑油ハ図ノ如ク輪状鐶ニ入リ之ヨリ遠心力ニヨリ軸ニ穿テル油孔ヲ経テ主要ナル軸承ニ給油ス、

第191図ハ曲軸及連接桿内ニ穿テル油孔ヲ経テ主要部分ニ圧送式注油ヲナス例ヲ示シタリ。

冷却用ニ使用セル独乙ノMAN、ノ「ディーゼル」機関ノ曲軸連接桿及活塞ヲ経ル油ノ径路ヲ示ス、即活塞軸ヘ注油シタル後活塞ノ下面ニ至リ冷却作用ヲ完シタル後滴下ス。

第193図ハ既ニ述ヘタル如ク自動車機関等ノ圧送注油法ヲ示ス。

第194図ハ連接桿内ニ油路ヲ設クル代リニ小管ヲ添附シタルモノヲ示ス。

第七章　冷却装置

第三節　機関ノ作用ト機関各部ノ温度

第一款　各衝程ニ於ケル機関各部ノ温度

機関使用者ハ設計者程機関内ノ温度ヲ知悉スルノ要無キモ

[illegible]

今茲ハ如何ニ高溫ナルカヲ想像スル丶ヲ得ヘシ。

[illegible]ハ溫度ヲ考フ

排熱管ノ平均溫度 $\frac{1500^\circ + 700^\circ}{2} = 1100^\circ C$

〃 〃 〃 $\frac{500^\circ + 120^\circ}{2} = 310^\circ C$

〃 〃 〃 $\frac{400^\circ + 120^\circ}{2} = 260^\circ C$

然ル時ハ乳管ノ燃焼室壁ニ接触セル丸斯ノ平均溫度ハ

$$\text{平均} = \frac{1100 + 550 + 310 + 260}{4} = \text{約}\ 530^\circ C$$

上式ハ甚タ粗雑ナル考ヘ方ニシテ尚一層精密ニ知ル為ニハ第八表ノ如キ各点ニ於ケル溫度ヲ曲線ニテ表シ其下ノ面積ヨリ平均溫度ヲ求ムルヿヲ得。

第九図ハ單働式及複働式四衝程機関及複働式二衝程機関並ニ蒸気機関ノ気筒内ノ丸斯ノ溫度ヲ其圧力ト共ニ示シアリ図中ひハ燃焼室側、ゑハ曲軸室側ヲ示ス。之ヨリ求メシ平均ノ丸斯ノ溫度カ点線ニテ示サレアリ。

活塞ノ端末ハ常ニ燃焼室ニ通シ高溫ヲ受ケ丸斯ノ平均溫度ト同一ノ溫度ヲ保持スルモ之ハ其作気筒ノ中央及端末

ニ傳導セラルヽモノニアラス。從テ活塞ノ各位置ニヨリ氣筩中央ノ溫度ハ燃燒室ト異ル。

之ヲ圖表ニテ表セシモノカ第197圖ナリ。而シテ氣筩中央ノ平均溫度ハ点線ニテ示サレタリ。第197圖中甲ハ單働四衝程 乙ハ複働四衝程 丙ハ複働二衝程 丁ハ蒸氣ノ各機関ヲ示ス。

斯ノ如クシテ氣筩内各部ノ平均溫度ヲ求ムル時附表第17表ノ如キモノトナル。

單働四衝程機関ニ就キ此平均溫度Tmヲ圖示スレハ第198圖ノ如クナル即此圖ハ水冷セサル氣筩各部ノ平均溫度ヲ示スモノナリ。

複働四衝程ハ單働四衝程ノ機関ニ比シ氣筩ノ中央ノ溫度約2倍ナリ。前記ノ圖中吸入弁ハ吸氣ノ際僅ニ冷却セラルヽノミニシテ他ハ冷却セラレス。

第17表及第196圖ノ如キ高溫ニ對シテハ鑄鉄モ鑄鋼モ他ノ如何ナル金屬モ之ニ抵抗シテ完全ニ作用スルヿ不可能ナリ。故ニ高溫度ハ出來得ル限リ氣筩外部ニ熱ヲ放出セシムル事必要ナリ而シテ通常行ハルヽハ氣筩周圍ニ水套ヲ作リ之ニ水ヲ送リテ冷却スルニアリ。然レトモ稀ニ空氣ニテ冷却スルモノモアリ。

冷却スル時水ノ為ニ熱ヲ奪ヒ去ラルヽヲ以テ仕事ノ損失アリ。即第199圖ニ於テ水冷セサレハ点線ノ高サニ膨脹線ヲアルヘキヲ水冷スル為実線ノ如クナル從テ陰影ヲ施シタル面積丈ケノ仕事ノ損失アリ。從テ冷却多キ程此損失面積ハ大トナル。

第二款 冷却ノ必要ト水冷セル際ノ機関各部ノ溫度

機関各部ハ過熱ニヨル破損又ハ障碍ヲ防ク為ニハ必ス冷却スル必要アリ。之カ為ニハ多少仕事ノ損失アルヲ以テ此冷却ハ必要ノ最少限ニ止ムルヲ可トス

普通水冷スル部分ハ気筒ノ周囲、気筒端末及排気管ノ周囲等ナリ。又特ニ大ナル機関ニ於テハ活塞、連接桿及排気弁ヲ水冷スル事アリ。又軽油機関ニ於テハ気筒内ニ水ヲ注入シテ冷却スル事アリ。

吸気弁ハ吸気ノ際冷気ニ接スルヲ以テ稍温度低キモ排気弁ハ常ニ排気管内ノ摂氏400度乃至600度ノ高熱瓦斯ト接触スルヲ以テ常ニ高温度ニアリ。故ニ排気弁ハ内燃機関中此点ニ関シ最モ故障多キ部分ナリ。

第200図ニ排気弁ノ温度ヲ示シアリ。此温度中高温度ハ弁ノ気筒側ノ方ノ温度ニ又低温度ハ弁ノ方ノ温度ニ相當ス。故ニ弁頭ノ平均温度ハ水冷セサル時摂氏600度水冷セシ時450度位ナリ。注意シテ気筒、燃焼室及排気弁等ヲ冷却スル時ハ実際現今使用セラレタル単働四衝程機関ノ温度ハ第202図ノ如クナル。

第三款　各種機関ノ所要冷却水量

冷却ニ所要ノ水量ハ次ノ如ク計算セラル。

t_1 = 入口ニ於ケル冷却水ノ温度摂氏度

t_2 = 出口 = ……

Q = 毎時間所要冷却水量　「ガロン」

トスル時

$$Q = \frac{222 \times I.H.P}{t_2 - t_1} = \frac{266 \times B.H.P}{t_2 - t_1}$$　「グロン」毎時

此公式ニヨリテ所要水量ヲ求ムル時第18表ノ如クナル。故ニ此計算ニヨレハ新鮮ナル水ヲ使用シ $t_2 - t_1$ = 30°C ナル時ハ毎B.H.P毎時間所要水量ハ8.9「ガロン」トナリ循環水ヲ使用シ $t_2 - t_1$ = 15°C ナル時ハ20.8「ガロン」トナル。

又或学者ハ「デイーゼル」機関ニ関シ所要冷却水量ハ最小限毎

馬力(B.H.P)毎時12乃至15立(26乃至33「ガロン」)ヲ要シ実際中等ノ大サノ機関ニテ毎馬力毎時20立(約「ガロン」)位ヲ使用スルヲ普通トス。而シテ此20立ノ際使用スル喞筒ハ30乃至40立(6.6乃至8.8「ガロン」)毎馬力(B.H.P)毎時位ノモノヲ使用ス。

又或他ノ学者ハ「ディーゼル」機関ニ就キ四衝程機関ナラハ毎馬力(B.H.P)毎時6乃至10「ガロン」ノ水ヲ要ス二衝程ナラハ一層之ヨリ大ナリト云ヘリ。

又或會社ニ於テハ「ディーゼル」機関冷却水用溜池ノ貯水量ハ次式ニヨリ計算セシメオレリ。

$Q = 0.025 \times D \times B.H.P$

式中 Q＝所要総水量 立方米

D＝毎日ノ運転時間

此式ニヨル時毎馬力毎時間25立ナリ。然レ𪜈之ハ貯水池ノ容積ニシテ実際ノ使用水量ハ入口ニ於ケル水ノ温度カ摂氏18度ナル時毎馬力毎時15立ニテ可ナリト云ヒオレリ。

斯ノ如キ水量ヲ使用スル時気筒内ニ発生スル熱量ノ約30%内外ヲ冷却水カ運ヒ去ルモノトス。

第三十三節 冷却装置

第一款 冷却装置ノ分類

冷却装置ニハ水冷式ト気冷式トノ二大別アリ。多クノ機関ハ水冷式ヲ採用スレ𪜈モ特殊ノ軽量ナルヲ要スル機関、自動自転車機関及航空機関等ニ気冷式カ採用セラル。

水冷式ニ於テハ氷ノ循環方法及使用セシ温水ノ冷却法等ニヨリ種々ノ装置アリ。先ツ高所ニアル池又ハ谷川ヨリ自然ノ水ヲ機関ニ導キ冷却シタル后水ハ放流スル方法、或ハ喞筒ニテ高所ニアル水槽ニ汲ミ入レ此水ヲ重力ニヨリ自然ニ機関ニ流入冷却

[illegible]ル冷却ニタル伍更ニ喞筒ニテ吸ミ上ケル裝置ヲ有スルモノアリ。第206図ハ伍者ノ一例ヲ示ス。又舶用機関ニアリテハ河水或ハ海水ヲ喞筒ニテ吸ミ上ケ冷却ニ使用シタル伍放流ス。第207図ニ於テ気筩ヨリ出テ來ル温水ヲ冷却スル裝置ニ冷却池ノ代リニ各種ノ塔ヲ使用スルモノアリ。第208図ハ水ノ循環ニ熱「サイフオン」ヲ利用シタルモノニシテ何等喞筒ヲ使用セズ。気筩ノ所ニテ温暖トナリシ水ハ密度ヲ減シ矢ノ如ク上昇シ放熱器ニ入リ此処ニテ冷却沈澱シ更ニ気筩ノ方ニ來ル最モ簡單ナル方法ナリ。第209図ハ放熱器Rニテ冷却下降セル水ヲ喞筒Pニテ水筩内ニ吸ミ入レ冷却作用ヲナシタル伍管P_2ニテ放熱器ニ帰ル裝置ヲ示ス。

気冷式ニアリテハ気筩ハ多ク鋼製ニシテ第208図或ハ第209図ノ如キ突稜ヲ多ク設ケ放熱面積ヲ大ニシ此部分ニ扇風機ニテ空気ヲ送リ冷却セシム。第208図ハ突稜ヲ横ニ又第209図ハ縦ニ設ケタル例ヲ示ス。

小機関ニアリテハ水ヲ水套ニ入レタル侭全然循環セシメサルモノアリ。斯ノ如キ裝置ニテハ水ハ沸騰スル事アリ。

第二款　機関各部ノ冷却法

気筩及気筩頭部ノ冷却法ハ其外周ニ水套ヲ設ケテ冷却ス。活塞ヲ冷却スルニハ第203図ノ如ク連接桿或ハ誘導桿ヲ通シテ冷水ヲ循環セシム。(A)ハ單働機関(B)ハ複働機関ノ活塞ノ冷却法ヲ示ス。又第112図ノ如キ設計ニヨリ潤滑油ヲ活塞冷却用ニ使用スル如クセルモノアリ。

排気弁ハ第146図又ハ第201図ニ示ス如キ裝置ニヨリテ冷却ス第201図(B)ハ排気弁ノ背面ニ水ヲ噴射セシムルモノナリ。

第三款　冷却水喞筒及放熱器

冷却水ヲ循環セシムルニハ小ナル機関ニテハ潤滑油循環ニ使用スルト同様ノ第198図ニ示スカ如キ歯輪喞筒モ甚タ多ク使用セラレ時トシテ第199図ノ如キ喞筒モ使用セラル。然レトモ多クハ遠心力喞筒（Centrifugal pump）及「プランジャー」喞筒カ使用セラル。歯輪喞筒ニ就キテハ第198図ト同一ナルヲ以テ説明セス。

第210図ハ遠心力喞筒ノ一例ヲ示ス。イハ喞筒ノ回転スル羽根ニシテ軸2ニヨリ廻転セラル。軸2ニハ歯輪ヲ附シ之ニ動カカ傳ヘラル。羽根カ廻転スルキ喞筒筐ロノ中心ニ眞空ヲ生シ中央3ヨリ水ヲ吸入ス此水ヲ羽根ニヨリ周囲ニ送リ又ヨリ送リ出ス遠心力喞筒ハ稍效率悪シキモ普通ニ使用セラルヽモノナリ。

第211図ハ「プランジャー」喞筒即往復式ノ喞筒ノ一例ナリ。Aハ「プランジャー」、Bハ吸入弁、Cハ送出弁、Dハ空気箱ナリ。「プランジャー」Aガ上昇スル時喞筒室内眞空トナリ弁Bヲ開キテ水ヲ侵入シ下降スル時此水圧迫セラレテ弁Cヲ開キテ押シ出サル空気箱Dハ往復喞筒ニヨリ水ノ送出量ノ脈動的トナルヲ緩和スルモノニシテ送水量ヲ一様ニスル為ニ取附ケラレアリ「プランジャー」喞筒ハ有效ニシテ大ナル機関ニハ多ク此種喞筒ヲ取附ケアリ。自動車機関等ノ冷却水ノ冷却ニハ放熱器（Radiator）ヲ使用ス。放熱器ハ多クハ磐素製ノ細キ通路ヲ水カ通ル際其外周ヲ冷キ空気ヲ扇風機ニテ通シテ冷却スルモノナリ。

第212図ハ各種ノ形状ノ放熱器ノ水ト空気トノ通路ヲ示ス。何レモ矢ニテ示ス部分ヲ上ヨリ下ニ水カ通リ其間ノ空隙ヲ空気カ紙ノ面ト直角ニ流通シ冷却ス。第213図ハ放熱器ノ各部ノ接合ノ断面ノ一例ヲ示ス。第214図ハ放熱器ニ空気ヲ送ル扇

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

鎖ニテ運転セラル。

第四款　冷却水ノ温度調節器

冷却水ノ出口ニ於ケル温度ハ大切ナルモノニシテ機関運転者ハ此温度ニヨリ注意スル事必要ナリ。此温度過度ニ低キ時即冷却水ノ供給潤澤ニ過クル時ハ気筒内ノ燃焼完全ニ行ハレス不完全燃焼ヲ起ス事多ク又多量ノ爆発熱ヲ奪ヒ去ルヲ以テ熱率ヲ低下ス。斯ノ如キ降排気ノ色ヲ見ル時無色ナラスシテ煙ノ如ク出ルハ不完全燃焼ナリトス証據ナリ。

又此温度過高ナル時ハ気筒過熱シ滑油カ其潤滑ノ目的ヲ達スル事能ハス活塞鐶カ活塞ト気筒壁ニ焼着ヲ生ス又気筒過熱スル時ハ燃料ノ急早点火ヲ起ス害アリ。故ニ此温度ハ適當ニ保ツヲ要ス。

此温度ハ摂氏40度（華氏約120度）乃至80度（華氏約170度）位ノ間ニアラシムヘシ。

近時自動車機関等ニ於テ未タ水ノ温度規定ノ温度ニ達セサル間ハ水ヲ循環セシメスシテ機関ヲ迅速ニ平常ノ運転状態ニ達セシムル為冷却水ノ温度調節器ヲ使用セラレオレリ。

第219図ハ其一例ニシテ(B)ハ調節器ナリ之ヲ(A)図ノ丁ト記シアル部分ニ附シオリ然ルトキ水カ冷キ間ハ発條收縮シオリ弁カ水ノ通路ヲ閉鎖シオレリ。温度上昇スルニ從ヒ発條延伸シ之カ為弁ハ圧下セラレ水ノ通路ヲ逐次開放ス。

水ノ温度ニ関シ自動車機関ノ如キ揮発油機関ニ於テハ前記ヨリモ高キ方有利ニシテ放熱器内ニテ沸騰シテ熱ヲ放散スル方有利ナリト称シ第207図ノ如キ冷却装置ヲ有スルモノ近時多クナレリ。斯ノ如ク蒸気ヲ発生セシメ此蒸気ヲ

第八章　調速装置（Governor.）

第三十四節　調速法ノ分類

機関ノ回転数ヲ調節スルニハ次ノ数種アリ燃料ノ点ヨリ云ヘバ

(1) 啄キ調速法（Hit and miss governing）

(2) 等質調速法（Quantitative or throttle governing）

(3) 等量調速法（Qualitative governing）

又点火時刻ニヨリ

(4) 点火時期ヲ加減スル法

及之等数種ヲ併用セル

(5) 混合調速法

ノ五種ニ分ツ事ヲ得ヘシ。

(1) 啄キ調速法トハ「ペッカー」（Pecker）ト称セル、鑿状押棒ヲ、調速機ニ連結シ「カム」又ハ偏心輪ニヨリテ之ヲ動シ「ペッカー」カ燃料喞筒ノ「プランジャー」又ハ吸入弁ニ作用スル如クセルモノナリ。後者ノ場合即吸入弁ニ作用スル際ハ此弁ハ全然燃料ノ為ニ別ニ

アルモノトス　回転過度ナル時ハ調速機ニヨリ「ペッカー」ハ其位置ヲ変シ「プランジャー」又ハ吸入弁ヲ押サヘ之カ為全然燃料ハ気筒ニ吸入セラレスシテ空気ノミ気筒ニ入ル従テ爆発起ラス。此装置ハ機械的ニハ甚タ簡単ナルヲ以テ小馬力ノ機関ニ多ク採用セラルヽモ次ノ如キ不利アリ。

(A) 回転カ甚タ不整トナル即負荷少キ時ハ六「サイクル」又ハ七「サイクル」ニ一回ノ作用衝程アルニ過キサルヲ以テナリ従テ甚タ大ナル「フライホエール」ヲ要スルト共ニ機関ノ振動大ナリ。

(B) 他ノ調速法ニヨルヨリモ機関各部ニ受クル撃力大ニシテ軸承等ノ破損多シ。

機械的構造同一ナルモ「ペッカー」ヲ排気弁ニ作用スル如クセルモノアリ。

(2) 等質調速法トハ吸入スル空気ト燃料トノ混合比ハ同一ナルモ全吸入量ヲ加減スルモノニシテ通常一個若クハ二個ノ絞搾弁(Throttle valve)ヲ吸気管内ニ備ヘ之ヲ調速機ニ連結シ混合瓦斯ノ吸入量ヲ変スルモノナリ。此調速法ニヨル時ハ混合瓦斯ノ性質同一ナルヲ以テ各「サイクル」ニ一回ノ爆発起リ回転円滑ニシテ平衡良好ナルノミナラス撃力ヲ受クル事少シ而ノミナラス構造簡単ナリ。故ニ此調速法ハ殆ト総テノ機関ニ應用セラルヽニ至ル。

(3) 等量調速法トハ気筒内ヘノ吸気量全体ト同一ナルモ其中ニ入ルヘキ燃料ノ量ノミヲ加減シ混合比ヲ変スルモノナリ。此調速法ニヨル時ハ吸入瓦斯ノ混合比不整ナルヲ以テ調速ノ效果甚タ大ナル時ハ燃料量甚タ小量トナリ且其混和ノ関係ヨリ不燃性瓦斯トナリ易ク不完全燃焼ヲ起シ或ハ全ク燃焼セサル事アリ。此調速法ハヒニク為吸キ調速法ニ於テ述ヘタルト同一ノ不利アリ。

又空気ト燃料トヲ別々ニ吸入スル機関ニアラサレハ行フ事能ハス斯ノ如キ調速法ハ「デイーゼル」機関ニハ多ク採用セラル。

(4) 点火時期ヲ加減スル調速法ハ現今電気点火ヲ行フ機関ニハ殆ト総テ行ハレオレリ。此方法ハ甚タ簡単有效ナリ。

(5) 混合調速法トハ前記数種ヲ併用セルモノニシテ現今ノ揮発油機関ニ最モ行ハレオルハ(2)ト(4)ノ方法ヲ併用セルモノナリ。

第三十五節　調速機ノ構造

第216図(B)ハ「ゼミデイーゼル」機関ニ多ク使用セラルヽ吸キ調速機ノ要図ナリ。Gハ燃料喞筒ノ「プランジャー」ニシテ之ハ「ペッカー」

Fニヨリ押サル「ペッカー」Fハ「カム」装置A、B、C、D等ニヨリ動カサルヽモノニシテ正シクGノ切欠ト合フ如ク発條Mニヨリ押サレオレリ。「カム」Aノ回転速度従テ機関ノ回転速度過大トナル時ハ隨ケニヨリ「ペッカー」Fト連結セル重錘Hハ点線ノ位置ニ移ル然ル時ハ「ペッカー」Fモ亦発條ヲ押シ上ケテ点線ノ位置ニ移リ「プランジャー」Gヲ押サス従テ燃料供給ヲ断ツ。回転数旧ニ復スレハ再ヒ「ペッカー」ハ「プランジャー」ヲ押入。第二巻附図第283図ニモ此種調速機ヲ示シアリ。

第216図(A)ハ排気弁ニ作用スル調速機ニシテ「クロスレー」(Crossley)機関ニ附セルモノニシテ其作用ハ(B)図ノモノト全ク同一ナリ。而シテ此機関ノ吸気弁ハ自働吸気弁ナルヲ以テ上記ノ如キ作用ニヨリ(A)図ノ排気弁開カサル時ハ排気作用行ハレス従ツテ吸入ノ際モ気筒内ノ瓦斯圧低下セサルヲ以テ吸気弁開カス従ツテ爆発行ハレス。ノミナラス排気ノ際活塞上昇ノ為ニ大ナル抵抗ヲ呈シ迅速ニ回転数ヲ減スルモノトス。

第217ハ普通絞搾弁或ハ電気点火機等ニ作用スル遠心力調速機ノ略図ニシテ軸Aニ筒Cヲ装シ之ニ発條Sニヨリ引カレオル球Bヲ屈曲槓桿Dニテ連動セシメオレリ。軸Aノ回転速度ハ過大トナル時ハ之ト一体ニナリテ回転セル球Bハ遠心力ニヨリ発條Sノカニ抗ヒテ外方ニ開カル然ル時ハ槓桿Dハ筒Cヲ左ノ方ニ押ス。之ニ伴ヒ筒Cニ嵌ハセル槓桿Hヲ介Iハ連動シテ絞搾弁ヲ閉ツ。

第218図ハ第217図ト同一ノ作用ヲナス遠心力調速機ノ詳細図ナリ。槓桿Iハ絞搾弁ニ連結セラレオレリ。

第219図ハ「ディーゼル」機関ニ應用セル遠心力調速機ノ一例ナリ。

第220図ハ点火機ニ取附ケタル遠心力調速機ノ一例ニシテ(A)ハ直接調速機ヲ作用シ(B)ハ槓桿ヲ以テ作用スルモノナリ。斯ノ如

ワスル時ハ軸Aト点火機ノ軸トノ関係位置ヲ変スルヿヲ得ルヲ以テ点火時機ヲ変化シ得。

第三十六節　消音装置

第一款　固定機関ノ消音装置

機関ノ気筒ヨリ排出セラルヽ瓦斯ハ通常大気圧ヨリモ之ヲ主3気圧高キ圧力ニアル以テ之ヲ其侭大気中ニ放出スル時ハ大ナル音響ヲ発ス。之ヲ防ク為ニ消音器（Schalldämpfer, Auspuff, Mufflers）ヲ使用シ此処ニテ先ツ排気ヲ膨脹セシメタル後大気中ニ放出シ音響ヲ小ナラシム。

固定機関ニ通常使用セラルヽ消音器ハ第221図(A)ノ如キ形ヲ有ス。之ハ円筒ニシテ入口ト出口ヲ屈曲シテ90度ノ位置ニ設クルカ或ハ同一方向ナラハ其中心線ヲ異ニセシム。(B)ハ斯ノ如キ消音器ヲ屋上ニ置キタル例ヲ示ス。

更ニ有効ナル消音装置ハ第212図(A)及(B)ニ示スカ如ク先ツ小ナル消音器ニ集メタル瓦斯ヲ更ニ地下室ニ導キ此処ニテ充分膨脹セシメタル後放出セシムルモノテ大ナル動力設備ヲナシタル時ニ採用セラル。

第二款　移動機関ノ消音装置

移動機関又ハ簡単ナル固定機関ノ消音器ハ第223図(A)及(B)ノ如ク又状ヲナセル管ノ先端ニ附シタルモノアリ。

第224図ハ有効ナル消音器ニシテ(A)ハ消音器内ニ小管ヲ多数置キ之ヲ通過セシメテ消音ノ目的ヲ達ス。(B)ハ排気管ノ一部ヲ水冷セルモノナリ。(C)図ハ排気ノ通路ヲ屈曲セシメタル消音器ニシテ(D)ハ消音器内ニ注水シ且消音器ノ周囲ヲ水冷セルモノナリ。(B)及(D)ノ如キ消音器ハ舶用機関ニ多ク採用セラル。

第九章　動力傳導装置

第三十七節　傳導方法ノ分類

機関ニ発生セシ動力ハ之ヲ使用スベキ機械ニ傳導スル事必要ナリ而シテ此傳導方法ハ機関使用ノ目的、機関ト之ニヨリ動カサルヽ機械トノ関係、機関ノ回転数、据附位置等各種ノ状況ニヨリテ異ルニノナリ。

一般ニ此傳導方法ハ四種ニ分ツ事ヲ得ヘシ即

(1) カップリングニヨリ機関軸ト之ニヨリ動カサルヽ機械ノ軸トヲ直結シテ傳導スル方法

(2) 相互ノ軸ノ連結ヲ断続シ得ル「クラッチ」ニ依リ直結シテ傳導スル法。

(3) 歯輪又ハ摩擦盤ヲ介シテ傳導スル法

(4) 調帯又ハ調綱ニヨリテ傳導スル法

(1) ハ原動機タル機関ト之ニヨリ動カサルヽモノトノ両軸ヲ全ク一体トナリテ廻転スルモノニシテ高速機関ヲ以テ発電機ヲ運転スル時等ニ此方法ニヨル　此傳導装置ニヨル時ハ機関及被動機械ノ据附ニ要スル床面積小トナリ危険少ク且傳導ノ能率最モ良好ナルノ利アリ然レトモ機関ト動カサルヽ機械トノ回転数ヲ変スル事能ハス且機関ノ回転ノ不整アル場合ニハ直接其影響ヲ被動機械ニ及スノ不利アリ。

(2) ハ機関ヲ単獨ニテ始動運転スル事ヲ得所要ニ應シ必要ニヨリ動カサルヽ機械ヲ「クラッチ」ニテ連結シ一体トシテ運転シ又必要無キ時ハ直ニ之ヲ切ル事ヲ得。故ニ自動車機関又ハ舶用小型機関ノ如ク常ニ自動車又ハ舟ノ運行停止ヲ要スルモノニハ最モ良好ナリ即機関ヲ停止スル事無ク運行ヲ停止シ得レハナリ。　此傳導方法ニテ注意ヲ要スルハ「クラッチ」ニシテ良好ナラサル時ハ動力ノ損失ヲ生ス。

(3) ハ稀ニ使用セラルヽニ過キス之レ高速又ハ大動力ヲ傳導スルニハ不適當ナレハナリ摩擦盤ハ簡單ナルヲ以テ時ニ用ヒラルヽ事アリ。

本書ニハ此傳導法ハ説明セス

(4) ハ最モ普通ニ使用セラルヽ傳導方法ニシテ動力及速度ノ大小ニ拘ラス利用シ得ルノミナラス両者ノ速度ヲ変換シ得ルヲ以テ機関ノ選定容易ナリ。調帶運転ノ特ニ可ナルハ内燃機関ノ回転速度ノ不整ヲ稍緩和シテ傳導スルニアリ。不利ハ調帶ニヨル緊張力ノ為ニ生スル軸承ノ不整ノ摩滅及動力ノ損失等ナリ。

上記中(1)及(4)ハ大動力ニモ適スルモ(2)及(3)ハ大動力ノ傳導ニハ不適當ナリ。本書ニハ(1)、(2)及(4)ノ傳導裝置ニ就キ記述ス。

第二十八節 「カップリング」(Coupling)及「クラッチ」(Clutch)

第一款 「カップリング」ノ構造及「クラッチ」ノ種類

「カップリング」ハ單ニ軸ニ取附ケタル円盤ニシテ之ヲ機関ノ「カップリング」或ハ「フライホイール」ニ螺桿ニヨリテ結合シ両軸ヲ同一直線上ニアラシムルモノナリ。其形狀ハ種々アルモ両軸ノ互ニ傳フル動力ニ充分抵抗シ且両軸ノ中心ヲ常ニ一線ニ保持スル如ク作ラレアリ。

「クラッチ」ニハ次ノ各種アリ。

(1) 円錐式「クラッチ」
(2) 摩擦鈑式「クラッチ」
(3) 擴張式「クラッチ」

(1) 円錐式「クラッチ」ハ第226図又ハ第229図ノ如ク外向又ハ内向ノ円錐ヲ互ニ相接着シテ其間ノ摩擦ニヨリ動力ヲ傳フルモノナリ。

(2) 摩擦鈑式「クラッチ」ハ第236図ノ如ク円錐ヲ両軸ノ間ニ以シ之ヲ互ニ圧着シ其間ノ摩擦ニヨリ傳導スルモノナリ。

(3) 擴張式「クラッチ」ハ円筒内ニ擴張摩擦片アリテ之ヲ円筒内

間ニ擴張圧着シテ傳導スルモノナリ。

普通自動車及舶用機関ニ使用セラルヽハ(1)及(2)ノ「クラッチ」ニシテ

(3)ハ傳導ト共ニ逆転ヲナサシムル舶用機関ニ專ラ使用セラル。

「クラッチ」ノ作用ハ第229図ニ示スカ如ク手又ハ足ニテ切リ或位置ニ止ムル時両軸離レ之ヲ離ス時又ハ手ニテ入ル、時発條ノカニテ両軸接着スルモノナリ。

第二款　円錐式「クラッチ」ノ構造

円錐式「クラッチ」ハ第226図及第229図ニ見ル如ク二種アリ。第226図ハ機関ノ「フライホエール」ヲ円錐形ニ外方ニ開キテ削リ之ニ動カサルヽ方ノ軸ニ円錐ヲ附ス。而シテ此円錐ヲ「フライホエール」ニ嵌入スル時ハ発條ノカニテ「フライホエール」ノ雌円錐ニ圧着セラル。此際通常雌雄ノ円錐間ニ革等ヲ入ル第227図ハ以在物アルモノノ断面図ナリ。第228図ハ此種「クラッチ」ノ詳図ヲ示ス。

第229図ハ「フライホエール」ニアル雌円錐部内方ニ開キ之ニ雄円錐部ヲ外方ニ押サル時密着スル装置ヲ示ス。第230図ハ此種「クラッチ」ノ詳図ヲ示ス。

前者ヲ直円錐「クラッチ」後者ヲ逆円錐「クラッチ」ト云フ。逆円錐「クラッチ」ハ元来其長サヲ減セシカ為ニ作ラレシモノナリ即此円錐円錐ニテハ発條カ雌雄両円錐ノ間ニアルヲ以テナリ。又此両円錐ヲ併用セル二重円錐「クラッチ」モアリ。強力ナル動力ヲ傳達スル時ニ使用セラル。

両円錐ハ直接接触スル事無ク通常革又ハ「コルク」ヲ雄円錐面ニ取リ附ケ摩擦力ヲ増加シアリ。第231図ハ丁形「ボルト」ニテ革ヲ取リ附ケアリ又第232図及第233図ハ夫々革ノ下ニ平扁及螺旋ノ発條ヲ入レ密着力ヲ強クシタルモノナリ。但「コルク」ハ革ト共ニ使用シ摩擦力ヲ増加スル場合多シ。

若シ雌雄何レカノ円錐ヲ鋼製トスル時ハ之ヲ第235図ノ如ク切リテ之ヲ外方又ハ内方ニ屈曲シ摩擦力ヲ増ス事ヲ得。

第235図ハ周囲ニ数個ノ発條ヲ有スル直円錐「クラッチ」ヲ示ス。

第三款　多鈑式「クラッチ」

多鈑式「クラッチ」ノ一例ヲ第236図ニ示サル。図中Aハ第237図(A)ノ如キ構造ヲ有シ「フライホエール」ニ固定セラレアリ。即内面ニ多数ノ突稜ヲ有スル円筒ナリ。又Bハ第237図(B)ノ如ク外周ニ多数ノ突稜ヲ有スル円筒ナリ。A及B両筒ノ間ニ直径異ル大小二種ノ円鈑ヲ多数收容ス。大円鈑ハ第237図(C)図ノ如ク外周ニ切缺ヲ有シ之カ(A)図ノ突稜ニ嵌入シ両者一体トナリテ回転ス。小円鈑ハ其内周ニ切缺ヲ有シ(B)図ノ円筒ノ突稜ニ嵌入シ其外方ニアリテ之ト一体トナリテ回転ス。此両者ヲ第236図ノ如ク組立テ大小両円鈑ヲ交互ニ配置ス。

此円鈑ヲ圧着セサル時ハ両者ノ間ニ摩擦無キヲ以テ両者ハ各別ニ自由ニ回転ス然レトモ盤Dニアル発條ニテDヲ押シ両鈑ヲ圧着スル時ハ面積廣キヲ以テ著大ノ摩擦力ヲ呈シ両軸一体トナリテ回転ス。

円鈑互ニ密着スル時ハ直ニ離脱シ難キヲ以テ之カ離脱ヲ容易ナラシムル為第238図及第240図ノ如クモルモノアリ。第238図(A)及第240図ハ同一ノモノニシテ円鈑ノ一部ヲ切リ之ヲ発條ノ如ク折リ曲ケアルヲ以テ圧着ヲ止ル時ハ此部分ノ弾発力ニテ離脱ス又第238図(B)ハ交互ニ綴釘アル円鈑ヲ置キ綴釘ハ圧着部外ニガラシム然ルトキ圧着ヲ止ル時ハ此綴釘部ノ弾撥力ニヨリ離脱ス。

第239図ハ圧着面ヲ増加スル装置ヲ示ス。

第241図ハ此種「クラッチ」ノ簡単ナルモノノ一例ヲ示ス。

此種「クラッチ」ニ於テハ摩擦面積ヲ充分ニ大ニスル事ヲ得ルヲ以テ連結ノ效果大ナリ從テ摩擦熱ニヨリ燒損スル虞少シ。

円鈑ノ材料ハ通常鋼鉄ナリ然レトモ或製衣造家ハ青銅円鈑ト鋼円鈑ヲ交互ニ配置セルモノカ最モ有効ナリト称スルモノアリ。然レトモ鋼カ最モ適當ナリ。

第三十九節　調帶及調綱ニヨル傳導ヲ裝置

第一款　調帶ニヨル傳導裝置

機関ノ動力ヲ調帶ニテ傳達スル際機関カ発電機、扇風機遠心喞筒等ヲ運転スル時ハ通常第292図ノ如ク「プライホエール」ヲ調車(Pulley)ノ代リニ使用セラル。而シテ此際曲軸、軸承及「プライホエール」ノ配置ハ第293図(A)(B)(C)ニ示スカ如シ。此中ニテ(C)ヲ最モ可ナリトス。

中間軸又ハ中等以下ノ速度ノ各種機械ヲ動ス軸ヲ運転スル際ハ機関ニハ第294図ノ如ク別ニ調車ヲ取附ク。此際調車曲軸、軸承及「プライホエール」等ノ配置ハ第295図(A)(B)(C)ニ示スカ如シ此中ニテ(C)ノ裝置最モ良好ナリ。

今第296図ノ如ク「プライホエール」ヲ調車ニ兼用シ革製「ベルト」ヲ使用シタル時

d_1＝調帶ノ幅吋

$H.P$＝傳達スヘキ馬力

n＝毎分回転數

D_1＝調帶ノ厚サ吋

D_2＝「プライホエール」ノ直径吋

トスル時調帶ノ断面ハ次式ニテ決定ス

$$d_1 \times d_2 = \frac{6 \times 33000 \times H.P}{D_2 \times n}$$

平方吋

「プライホエール」ノ輪周ノ幅　$B = 1.5 \times d_1$ 吋

又特ニ調車ヲ附スル場合ニハ

$$b \times d_2 = \frac{5 \times H.P}{d_2 \times n}$$

平方吋トス。

式中 D ハ調車ノ直径 吋

又第五表ニ示スカ如ク調帶ノ幅一吋ニ傳達シ得ル馬力數 x ヲ知ル時ハ全体ノ幅 b ハ次式ニテ求ムルヿヲ得。

$$b = \frac{B.H.P}{x}$$

調帶ノ強サニ見出ス略近ノ計算ハ調帶ヲ調車 $10b$ ヲ抱クモノト最モ安全ニ假定シ且摩擦係數ヲ 0.3 トスル時ハ調帶ノ緊張側ノ張力 T_1 トノ比ハ $\frac{T_2}{T_1} = 2$ トナル。然ル時

偶力ノ力 $P = \frac{550\,B.H.P}{v}$ ---------- 英式

$P = \frac{75\,B.H.P}{v}$ ---------- 佛式

然ニ $T_2 - T_1 = P$ ∴ $T_2 = 2P$

調帶ニ受クル最大張力 $T_2 = 2P$ ナリ。

調帶ノ横斷面積 $b = \frac{2P}{f}$

式中 v ハ英式ノ時呎毎秒 佛式ノ時米毎秒。三テ表シ速度

P, T_2, T_1 ハ英式ノ時封度 佛式ノ時瓩

f ハ單位斷面積上ノ安全荷重ナリ。

調帶ノ取方ハ平行ナル場合ト十字形ナル場合トアリ前者ヲ開放型ノ取方ト云ヒ後者ヲ交叉型ノ取方ト云フ。

調車間ノ距離ハ過度ニ大ナル時ハ調帶過度ニ垂下ス。又過度ニ接近スル時ハ一側ノ緩ミテ調車ノ周囲ヲヨク利益ヲ失フ。且調車ノ直径異ル時ハ接觸面小トナルヲ以テ緊張力ヲ大ニスルヲ要シ軸承ヲ熱スルヿトナル。一般ニ調車ノ中心距離ヲ両調車ノ直径ノ和ノ $\frac{1}{2}$ 倍トスルヲ可トス。

調車ノ比ヲ知ラレオル時ハ次ノ如キ距離トスルヲ可トス。

調車ノ直径ノ比　　調車ノ中心距離、吋

2 ハ 8

3"/1　　10
4"/1　　12
5"/1　　15
6"/1　　20

第二款　調帶ノ種類及接續法、

普通使用セラル、調帶ハ革製及護謨引ノ調帶トス此外木綿ノ調帶ヲ使用スル事モアリ。

革製調帶ニハ一重、二重等ノモノアリ。一重ノモノハ幅12吋断面積1/3平方吋位マテトシ之以上ハ二重ヲ使用ス。

護謨引調帶ハ木綿帶上ニ護謨ヲ塗布シタルモノニシテ三枚合、四枚合、五枚合、六枚合等アリ。

之等調帶ノ安全荷重fハ

f=25 瓩毎平方糎
f=16乃至20 瓩毎平方糎

革ノ護謨引調帶ノ時

調帶ノ接合ト良否ハ其抗力ニ大ナル影響アルモノナリ。第2図ハ普通使用セラル、接續法ヲ示シアリ。此外両端ヲ斜截シ膠ニテ接着スルヿモアリ。

(A)及(B)ハ革紐ニテ縫合シタルモノ(C)ハ「アリゲータ」ト、称スルモノヲ使用シタル場合Dハ螺子ニテ接合シタルモノナリ。此中ニテ(C)ハ最モ簡單ナリ。

調帶ニテ動力ヲ傳達スル際注意スヘキハ調帶ノ緊張スル側カ常ニ下位ニアル如ク回転方向ヲ選定スル事ナリ。若シ之ヲ反對トスル時ハ調車ニ接触スル面積小トナリ傳導ノ效率低下ス。

第三款　調綱ニヨル傳導裝置

普通ノ調車ヲ使用セス第249図ニ示ス如キ溝ヲ有スル第248図ノ如キ調車ト綿、麻、鋼、等ノ綱ヲ以テ動力ヲ傳達スル事アリ。此ノ方法ハ革ノ調帶ヨリモ同一直径及同一幅ノ調車ニテ一層大ナル動力ヲ傳達スルヿヲ得之其接触面遥ニ大ナレハナリ。

又材料ノ径費ヨリ云フモ綿及麻ノ綱ハ革ヨリモ安價ナリ。又音響音モ少シ。斯ノ如キ裝置ハ垂直又ハ傾斜セル場合ニ適當ナリ。

綿綱ノ傳達スル馬力及鋼索ノ強度第37表及第38表ニ示サレアリ。

第十章　基礎（Foundation）

第四十節　基礎ノ構造及所要材料ノ算討

第一款　土地ノ耐重力

基礎ヲ考フル前ニ土地ノ耐重力ヲ知ラサルヘカラス。其一般ハ第39表ニヨリテ知ルヲ得ヘシ。機関ノ基礎ノ面積カ其重量ニ比シ小ニシテ耐重力ノ範囲外ニ出ル事アル時ハ杭打基礎等ヲ設クル事ヽ要ナリ。

土地耐重力ハ又基礎ノ側面ニ就テモ考フルヲ要スシテ機関ハ通常調帶等ニヨリテ側方ニ引カルヽヲ以テナリ。此点ニ関シテハ次ノ等閑ニ附セラレオレリ。

第二款　基礎ノ形狀

基礎ノ形狀ハ第250図ニ示スカ如ク各種アリ。混凝土ニテ之等ノ基礎ヲ作ル際I及IIノ形狀ハ之ヲ避クルヲ可トス。之斯ノ如キ形狀ハ往時採用シタリシモ型枠ノ製作及「コンクリート」ノ打設共ニ困難ニシテ経費ヲ要スルヲ以テナリ。故ニ形狀ハ勉メテ規正ノモノトシ又ハ如キモノヲ採用スルヲ可トス

然ル時ハ安價ニ且容易ニ製作スル事ヲ得。之等ノ基礎ハ圖ニテ見ル如ク I 及 II ト同一ノ底面積及上面積ヲ有ス。

第三款　基礎「ボルト」(Foundation Anchor Bolt)

基礎「ボルト」ノ形狀及其植立法、第2列圖ニ各種示サレタリ。

基礎「ボルト」ノ任務ハ機關ト基礎トヲ一体トシ確実ニ機關ヲ基礎上ニ安置固定シ且側方ノ移動ニモ抵抗スル事必要ナリ。故ニ基礎「ボルト」ハ伸張力ノミナラズ截斷力ニ抵抗シ得ル事必要ナリ。

第2列圖ノ共礎「ボルト」ハ何レモ相當使用セラルヽ形式ナルモ夫々多少ノ利害アリ之等ノ基礎「ボルト」ハ三種ニ分ツ事ヲ得即最初ヨリ基礎内埋設シ後ヨリ動カシ得サル(A)(B)及(E)ノ如キモノ又多少後ヨリ頭部ヲ動シ得ル(C)及(F)ノ如キモノ及全然後ヨリ交換シ得ル(D)ノ如キモノ等ナリ。

(A)(B)(E)等ノ「ボルト」モ基礎構築ノ際ハ余裕アル孔ヲアケオキ機關据附後「モルタール」ニテ其孔ヲ充塡シテ「ボルト」ノ位置ヲ確定スルヲ通常トス。

D ノ如ク交換シ得ル「ボルト」ニハ第2b2圖ノ如ク窓ヲ開ケオク事必要ナリ。

基礎「ボルト」ハ機關購入ノ際必ズ之ト共ニ添付セシムベシ

第四款　混凝土基礎所要材料ノ計算

基礎所要材料ノ重量 W_E 及容積 V_{CF} ハ次式ニテ計算ス。

$$W_F = K\,W_E\sqrt{N}$$

$$V_{CF} = k\,W_E\sqrt{N}$$

式中

W_E = 機關ノ重量　封度

N = 毎分回轉數　立方呎

又或人ハ堅型「ディーゼル」機関ノ基礎ヲ次ノ如ク定メオリ。

ノ気筆機関ニ對シテハ毎馬力

2 〃 〃 0.6乃至0.7立方米(2乃至2.5立方呎)

3 〃 〃 0.45〜0.50 〃 (15.8〜17.5 〃)

4 〃 〃 0.40〜0.45 〃 (14〜15.8 〃)

0.40立方米以下(14立方呎以下)

一立方米(35立方呎)ノ基礎ハ通常煉瓦400個及260乃至300「リツトル」(9乃至10.5立方呎)ノ砂及「セメント」ヲ要ス。

「ローマイステル、ウエイン」會社ニ於テハ次ノ値ヲ採用シオレリ。

小機関ニ對シテハ毎馬力 0.3〜0.4 立方米

大 〃 〃 0.2〜0.25 立方米

又基礎所要材料概算表第42表ニ示サレアリ。

第五款 各種機関ノ基礎ノ例

第47表ニ示サル係數

各種機関ノ基礎トシテ或學者ノ示シタルモノ第40表ニ示サレアリ本表ニヨル時ハ横及堅型ノ各種機関ノ基礎ヲ知ルヿヲ得。

第253図ノ小ナル Ingid 機関ノ基礎ノ例ナリ。

第254図及第255図ハ二衝程「セミディーゼル」機関ノ基礎ヲ示ス

第256図及第257図ハ「ベルザー」(Sulzer)會社ノ二衝程「ディーゼル」機関ノ基礎ナリ。

第六款 基礎「ボルト」位置ノ決定法、

機関ノ基礎ヲ打ツ際ハ先ツ基礎「ボルト」ノ位置ヲ確実ニ決定シ之ニ埋設スルカ或ハ後ヨリ埋設スベキ孔ヲ開ケ置ク。

如メヨリ埋設スル時ハ第258図ノ如キ型ヲ作リ之ニ「ボルト」ノ位置ヲ定ム。型ノ製作ハ第259図Aノ如キ基礎ナラハBノ如ク作ル。而シテ之ニ基礎「ボルト」ヲ懸吊シ基礎ヲ打設スル際第260図ノ如ク置キテ基礎ヲ打ツ。主要ナル中心線ハ

此型上ニ標示ス。

第261図モ同様ノ型ノ一例ニシテ打設スヘキ基礎ヲ点線ニテ示シ之ニ對シ型ノ大サヲ如何ニスヘキカヲ示シアリ。

第262図ハ打設セシ基礎ノ図ナリ。

第四十一節　機関ノ据附法

機関ヲ基礎上ニ固定スルニハ機関ノ中心線カ正シク水平又ハ垂直ニアル事必要ナリ之カ為ニハ水準儀ヲ使用シ機関台床ノ水平ヲ点検シ不正ナラハ低キ方ニ第263図ノ如ク木製又ハ鉄製ノ楔ノハレヲ水準ヲ視正ス。然ル後第263図ノ如ク此部分ニ「モルタール」ヲ塡充ス。楔ハ第264図ノ如キ形狀トシ埋設スル為鉄製ヲ可トス。

又時トシテ下方ニ鉄鈑ヲ置キ其上ニ調節用水準螺桿ヲ取附ケ之ニヨリ水準ヲ視正スル事アリ。第266図ニ示スカ如シ。

機関軸ノ他ノ軸トノ平行又ハ直角ヲ知ル為ニハ通常調車又ハ「フライホイール」ノ側面ニ糸ヲ張リテ点検ス。

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/

アジア歴史資料センター
Japan Center for Asian Historical Records
http://www.jacar.go.jp/