

海軍機關學校

機關學教科書補助機械

生徒第三學年

大正五年三月十日



海軍機關學校長 賀 茂 嚴 雄

大正五年三月十日

本書ニ依リ機關學(補助機械)ヲ修得スヘシ

第三版 大正五年三月十日 教官 海軍機關少佐 八 卷 萬 次

第二版 大正二年十月十五日 教官 海軍機關大尉 川 原 宏

第一版 明治四十四年五月八日 教官 海軍機關大尉 村 田 豐 太郎

發行年月日

本書二卷 對關學(海軍對關) 七册 六八

大正五年三月十日

海軍對關學對其 實 效 類 誌

第三學年補助機械(内火式)正誤表

頁	行	誤	正
3	上ヨリ第五行	Flind	Fluid.
3	全 第十二行	此ニアリ	此處ニアリ
5	下ヨリ第八行	吸入弁啓間	吸入弁啓開
8	上ヨリ第二行	燃料瓦斯	燃燒瓦斯
8	下ヨリ第八行	Waret jacket	Water jacket.
11	上ヨリ第一行	$E = I - \frac{T'}{T}$	$E = I - \frac{T_0}{T_1}$
11	全 第三行	T	T ₁
11	全 第四行	T'	T ₀
15	全 第十一行	廣ク行ハル	廣ク行ハル(第十一圖參照)
16	下ヨリ第七行	空積	容積
17	全 第十行	66.75	6.675
18	上ヨリ第四行	溫度	壓力
18	全 第七行	「オットーサイクル」 第五圖ニ於テ	「オットーサイクル」 ニ於テ
23	全 第七行	Hydaogen	Hydrogen
24	全 第八行	34.70	34.170
34	全 第五行	下際	下降
36	全 第八行	182	1882
37	全 第三行	Swent	Swept
37	全 第四行	Profess or	Professor.
41	C3左ヨリ四行	768	168

頁	行	誤	正
42	表下ヨリ第十四行	Psr	Per.
42	全 第二行	broke	brake
43	下ヨリ第五行	ヨラザルベカラズ	頼ラザルベカラズ
44	全 第七行	lulrication	lubrication
47	上ヨリ第七行	所以ヲナス	所以ナリ
48	下ヨリ第九行	burver	burner
50	全 第五行	Meshods	Methods
54	全 第六行	癢サレタリ	癢止サレタリ
55	全 第八行	來ル電流	來レル電流
61	全 第九行	動カシ	働カシ
62	上ヨリ第二行	發火線	發火栓
64	下ヨリ第七行	Ouality	Quality
66	全 第九行	Bellcrank	Bell crank
67	上ヨリ第五行	Mesrs	Messrs
67	全 第七行	Pendulam	Pendulum
68	全 第四行	Twon	Town
69	全 第六行	Penzines	Benzines
69	全 第十一行	paraffin	Paraffin
69	全 第十二行	Petraleun	Petroleum
73	全 第八行	實驗實	實驗室

頁	行	誤	正
74	上ヨリ第十一行	大徑ニシ	大徑トナシ
79	全 第三行	120°	240°
79	全 第七行	ルコトモアリ	探ルコトモアリ
79	下ヨリ第五行	此ニ由リ	是ニ由リ
80	全 第六行	直徑トセバ	直徑(吋)トセバ
85	上ヨリ第五行	壓縮室トシ	壓縮室ノ容積トシ
87	全 第三行	(opp)	(app.)
87	全 第十行	„	„
89	全 第二行	Garburettor	Carburettor
96	下ヨリ第一行	bennett	Bennett
131	上ヨリ第十行	歪軸	歪輪
132	下ヨリ第八行	gasoline	gsolene
133	全 第一行	一箭ノミニ	一箭ニノミ
139	全 第五行	暫次	暫時
150	上ヨリ第三行	壁	壁

内火式機械目次

	頁
第一章 内火式機械發達ノ歴史	1
第二章 内火機械ノ概説	3
蒸氣機械對内火式機械	3
内火式機械作動ノ大意	5
内火式機械構造ノ一般	7
第三章 内火式機械ノ研究ニ必要ナル熱力學	9
内火式機械ニ必要ナル熱力學上ノ諸法則	9
理想的輪廻	10
内火式機械ノ効率毀損ノ諸因	15
第四章 燃燒及ビ爆發	21
爆性混和氣	21
延燒及ビ燃速	22
燃燒ニヨリ生ズル熱量及ビ溫度	24
第五章 密閉函内ニ於ケル瓦斯ノ爆發	27
第六章 上下動スル吸鑿頭上瓦斯ノ放熱	35

大原 第七章 内火式機械ノ熱効率並ニ機械的効率 36

○第八章 四「サイクル」瓦斯機械 . . . 43

construction 1327
○第九章 二「サイクル」瓦斯機械 . . . 47

第十 chapter 發火裝置 . . . 50

principle 29
connection 1327
火焰發火法 . . . 50

白熱發火法 . . . 51

觸接若クハ化學熱ニヨル發火法 . . . 53

電氣發火法 . . . 53

發火栓 . . . 62

principle 27
第十一章 速度調整裝置 . . . 63

第十二章 内火式機械ノ燃料 . . . 68

瓦斯 . . . 68

液體燃料 . . . 68

gas 第十三 chapter 瓦斯發生裝置 . . . 73

第十四 chapter 「ペトルル」機械 ^{馬カヲ虫ス成ヲ124.782p} . . . 77

第十五 chapter 揮發器 ¹³²⁷ . . . 89

大原 第十六 chapter 「パラフ_#ン」並ニ重油ヲ用フル機械 95

ヨリ知 第十七 chapter 舶用トシテノ内火式機械 . 112

第十八 chapter 消音器 . . . 116

第十九 chapter 内火式機械ノ反轉 . . . 118

梅也也

第二十章 内火式機械ノ取扱法 . . . 125

mechanical 1327
機械停止中ノ手入レ . . . 125

機械發動ノ手續キ . . . 127

機械停止ノ手續キ . . . 129

故障ノ種類 ^{係因心ノヲ至工ノ} . . . 130

運轉中ノ心得 . . . 140

第二十一章 内火式機械ノ試験 ^{Example commercial test 141 scientific test 142} . . . 141

第二十二章 飛行機及ビ潜水艇 ^{馬カノ虫ス成ヲ124.782p} . . . 150

飛行機 . . . 150

飛行船 . . . 154

潜水艇 . . . 155

第二十三章 内火式機械ノ計畫ノ手續キ 159

第二十四章 「ガスタルビン」 . . . 161

内火式機械

第一章

内火式機械發達ノ歴史

内火式機械ノ起源ニ就テハ今尙不明ナルモ、西曆一六八〇年ニ「ホイゲン」ナル人圓鑄型容器内ニテ火藥ヲ爆發セシメ、之ヲ動力ニ變ゼシメント企テタルヲ嚆矢トスルモノ多シ、次デ一七九九年ニ佛人「ルボン」稍々見ルニ足ルベキ機械ヲ發明シ、一八〇〇年代ニ入り「ブラウン」、「ライト」、「バーネット」、「バルサンチ」及「マッソーシ」等各種ノ機械ヲ案出シ、一八六〇年ニ及ンデ佛人「ルノアー」今日ノ瓦斯機械ノ原型トモナルベキ機械(第一圖)ヲ製出シ、此ノ式機械ノ二馬力ノモノハ、小船ニ裝備セラレテ船用ニ供セラレタルコトアリ、一八六五年「ヒユウゴン」亦略ボ同型ノ機械ヲ造リ、次デ彼ノ有名ナル「オットー」世ニ現ハレテ、「オットーサイクル」ト共ニ管内ニ於テ混合氣體ノ壓縮法ヲ發見シ以テ大ニ機械ノ効率ヲ増

Lebon.

瓦斯及airヲCompressシテ空器ニ蓄ハシ、Cylinderノ下ニ交互入レテ pistonヲ動かシタリ。

加シタリ、之ト相前後シテ「シモン」^{Simon}、「ブレートン」^{Brayton}等各種ノ
機械ヲ發明セルアリ、一八八三年獨人「ダイムラー」^{Daimler}揮發
油機械ヲ創造シ、一八九二年同ジク獨人「デーゼル」^{Diesel}所謂
「デーゼルエンジン」ヲ創始セリ、而シテ彼ノ「クラークサイ
クル」^{Clerk's cycle}ハ一八八一年英人「クラーク」ノ提案ニ原クモノ
ナリ、

又他方瓦斯機械ノ燃料タル瓦斯ノ製法モ順序ヲ經
テ發達シ、一八七八年「ドーンガス」^{Dowson's gas}ノ發見ニ次デ「モン
ド」ノ考案ニヨル壓力式瓦斯發生法生レ、其ノ他吸入
瓦斯發生器、石炭瓦斯釀成法等相尋デ露レ石油採取
法ノ隆盛ト相俟チテ各種内火式機械モ、愈々研究發展
ノ機運ニ會シ以テ今日ノ盛況ヲ見ルニ至レルモノ
ナリ、

煉炭 一噸 12円
重油 " 30円

Daimler

Carburettor 揮發油發明者

1887年自動車ニ應用ス

Priestman

1884年重油ヲ Spray = 空氣ト混シテ 燈火スルニ此ト
スルヲ發明シ Heavy oil Engine ヲ作ル。

Acknoyd. Hot wall = heavy oil, spray ヲ 觸ル
ニテ 燈火スルヲ發明ス。

Hornslly cylinder 1 中 = Hot wall ヲ 5/4 倍ニシテ 重油ヲ 燈火ス。
此レヲ Hornslly Acknoyd Engine ト云フ。

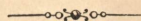
Diessel air ヲ 子母 = Compress スルニ 空氣ヲ 生シ 此レヲ 利用シ
テ 燈火 装置トセリ。

Mond's gas 原料ヲ Aluminium coal = 1 1/2 倍ニシテ

B.H. Thwait. Blast furnace gas ヲ 利用シ Gas Engine
ヲ 動かセリ。

第二章

内火式機械ノ概説



○蒸氣機械對内火式機械、

總テ内火式機械ハ各型式ニ從ヒ其ノ働作ノ理並ニ
機械的構造ヲ異ニスト雖、働流體トシテ空氣並ニ可燃
性瓦斯ヲ用フルニ至リテハ共通トス、蒸氣機械ニ於テ
ハ燃料ハ罐ニ於テ燃燒シ、其ノ熱ヲ水ニ傳ヘ蒸氣トナ
シ之ヲ働流體トスルモ、内火式機械ニ於テハ空氣ニ伴
ヘル燃料ヲ機械自身ノ筒内ニ於テ燃燒セシメ以テ直
チニ之ニ仕事ヲナサシムルモノニシテ、此ノ法タルヤ
本式機械ノ最モ長所トスル處ナルト共ニ短所モ亦實
ニ此ニアリ、罐ニテ水ヲ蒸發シテ蒸氣トナス際、熱ノ大
部分ハ潜熱トシテ吸收サレ此ノ蒸氣ノ入リテ機械的
仕事ヲナシ大氣又ハ復水器内ニ排捨セラル、時、尙其
ノ大部分ハ蒸氣ノ状態ニアルヲ以テ氣化ニ要シタル
潜熱ノ多クハ空シク廢棄セラル、譯ニテ熱ノ損失ハ
極メテ大ナルモノナリ、蒸氣モ之ヲ加熱シテ高溫度ト

他熱極械ニ見カレ其通特長ヲ有即々働流傳加熱法
此レナリ

優劣

①

筒内燃燒
大熱機

②

heat loss
ハナシ

シ使用セバ有効ニ使用シ得ベシト雖、罐並ニ加熱器ノ構造上到底非常ノ高温度ニ達セシムルコト不可能ニシテ、蓋シ熱ノ甚シキ空費ハ蒸氣機械ニ免レザル缺點トス、内火式機械ハ前説ノ通り、管内ニテ働流體ヲ吸引シ燃燒爆發セシムルモノナルガ故ニ、蒸氣機械ニ比シ熱ノ損失少ク、其ノ發生瓦斯温度モ甚ダ高ク 1600°C ニ達シ、働流體ノ温度ノ極限差モ大ニシテ、熱機關トシテ
Limits of temperatures
ノ効率ハ最大ナリ、而シテ管内ノ斯ノ如キ高温ニモ關セズ、管外ニ水衣ヲ置キ水流ヲ行ハシムル時ハ、熱ノ移動迅速ニシテ、管壁ハ毫モ損ゼラル、コトナシ、然レドモ、コノ水衣ヲ通ズル熱ノ奪取ハ本式機械ノ最モ苦痛トスル所ニシテ、發生熱量ノ多クハ實ニ此ニ失ハル、モノナリ、

② 効 率 +)

④ 内火式機械ハ作動上常ニ非常ノ高壓力ニ遭遇スルガ故ニ、蒸氣機械ニ比シテ各部ノ強サヲ増シ同馬力ノモノナレバ自然形態モ大トナルヲ免レズ、

⑤ 船用トシテ内火式機械ハ蒸氣機械ノ如ク罐、蒸氣管、復水器其ノ他關係諸機械ヲ要セズ、又煙突ノ如キモ之レアリトスルモ、極メテ小サキモノニテ充分ナレバ餘積ヲ他ニ提拱シ得ルノ利アリ、

⑥ 内火式機械ハ毎時毎馬力ニ對スル消費燃料少キガ故ニ、船用トシテ、艦船ノ航續距離ヲ増スコト夥シク、軍用トシテ最モ有利ノ要件ヲ備フ、

Boiler, Superheater 堪得ル温度
Low red heat 700°C .

Internal Combustion Engine 堪得ル温度
 1600°C

420°F - - 300 lbs steam.
 100°F 28" vacuum.

320°F - - Limit of Temperature

no heat.

Steam engine.

boiler losses - 30%

exhaust heat. - 57%

friction loss. - 2%

effective out put - 11%

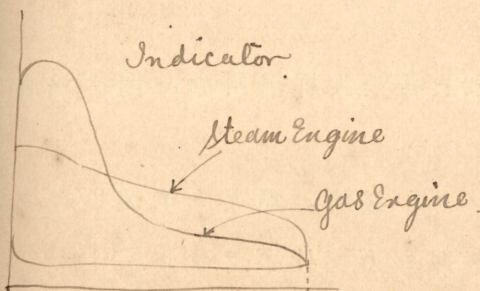
Gas Engine

cooling water - 36%

friction loss - 31%

exhaust heat - 5%

effective out put - 28%



不利 ① 今日ノ状態ニテハ内火式機械ハ一般ニ反轉法困難ニシテ、船用トシテノ必要々求ヲ缺クヲ遺憾トス、
 ② 又蒸氣機械ニ於テハ過剩ノ蒸氣ヲ送レバ定馬力以上ノ仕事ヲナサシメ又必要アレバ甚シキ低速力ニ之ヲ回轉セシムルコトヲ得レドモ、内火式機關ニ於テハ何レモ此ノ自由ヲ有セズ、

○内火式機械作動ノ大意、

内火式機械ヲ其ノ作動ノ方面ヨリ分チテニツトス、

- (a) 四「サイクル」乃チ「オットーサイクル」ニ依ルモノ、
 (b) 二「サイクル」乃チ「クラークサイクル」ニ依ルモノ、
 (a) 「オットーサイクル」ヲ用フルモノハ極メテ普通ニシテ機械ノ二回轉毎ニ一度瓦斯ノ爆發アリ例ヘバ第二圖ニテ

A ハ 吸入衝程ニテ吸鑿下降吸入弁啓間、混合氣體筒内ニ充滿セントス、

B ハ Aヲ了リ吸鑿上昇吸入、排出兩弁ハ閉ヂ混合氣體ヲ壓縮ス、

C ハ Bニテ壓縮シタル氣體ニ點火シ燃燒爆發ヲ起シ膨脹シツ、吸鑿ヲ押シ下ゲ仕事ヲナス、

D ハ 吸鑿上昇ニ伴ツテ排出弁開キ燃燒成果瓦斯ヲ排除シ再ビAニ歸ル、

一馬カヲ發生スルニ要スル材料、自作、日方比較

浦風 — 33.5 lb/SHP.

海風 — 61. ..

鉄引子 — 116. ..

金剛 — 178. ..

Diesel — 198. ..

燃料1/2 (利兵)

125 lbs/SHP. 横須賀丸

50 lbs/SHP. 漢普永丸

(712=2-4 使用)

毎時毎馬力ニ所要燃料 (ロ付)

技桑 — 1.17 lb/BHP/hour (煤炭)

浦風 — 1.04 (重油)

Diesel — 0.48

— 0.4

放テ航続距離割、又位又3徑起

不利+利兵

反轉法困難+利兵

蒸氣機械、如ク slow = 回轉スルハズ

優
長

1. 燃料ヲ直接筒内ニテ大熱度ニシル。
2. 發生瓦斯温度高ク効力率良好ナリ。
3. 附屬装置ヲ要スルコトナク、容易積トリ得。
4. 消費燃料、少額ニシテ、利兵。

欠
点

1. 内馬力、蒸氣機械ニ比シ、重厚形態ニ大ナリ。
2. 反轉法、困難。
3. 速度、変更不自由。

ABDノ三衝程ハCノ爆發衝程ニヨリ勢車ニ傳ヘラ
レタル餘勢ニヨリ遂行セラル、
Explosion stroke

第三圖ハ其ノ實際指壓圖ニシテA,Bハ吸入衝程、B、
Cハ壓縮衝程、C,D,Fハ爆發衝程、F,Aハ排出衝程、點線
ハ大氣壓線ナリ、
Compression stroke Exhaust stroke

(b)ニ「サイクル」ハ英人「クラーク」氏ノ創意ニ係リーツ
ニ「クラークサイクル」トモ稱セラル、一回轉ニ一回ノ爆發
ヲナスモノニシテ、吸入^{吐出}壓縮ノ兩行程ハ他ノ援助ヲ受
ケ發動筒自身ハ主トシテ爆發並ニ排出^{左係}ノミヲ司ルニ
過ギズ、第四圖ニヨリテ之ヲ説明スレバAハ吸鑄上昇
シテ上部思案點ニ近ヅキ、將ニ發火セントシ同時ニ曲
肱室ニ空氣及ビ燃料ノ混合氣體ノ自働的ニ進入スル
狀況ヲ示ス、

Bハ氣體ノ點火爆發ヲ遂行シ吸鑄下降排氣孔開キ
燃燒瓦斯ノ一部筒外ニ逃出シ、曲肱室內容積減少ニ伴
テ氣體ノ壓力ヲ増シ、吸氣口ヲ通ジテ吸鑄上部ニ進出
セントスル光景ナリ、

Cハ吸鑄最下思案點ニ到ラントシ曲肱室內氣體ノ
壓力ハ最大ニ達シ吸氣孔ヲ經テ吸鑄上部ニ突出排氣
ヲ排除スルト同時ニ自ラ筒内ノ空積ニ占位シ吸鑄ノ
上昇壓縮ヲ受ケAニ復セントスル有様ヲ表ハス、

以下順次ニ同一事ヲ反覆スルモノナリ、

第五圖ハ二「サイクル」機械ノ實際指壓圖ヲ示ス、

1. admission stroke
2. compression ..
3. explosion ..
4. exhaust ..

1/2 cylinder 大サニテ倍ノ仕事ヲナス

○内火式機械構造ノ一般、

内火式機械ハ其ノ使用燃料ニヨリ種々構造上ニ差異アリト雖、一般ニ四「サイクル」ニ於テ單働ノモノハ第六圖ノ如ク、Single acting 筒ハ底ナク吸鑿ハ長ク所謂「トランク」吸鑿Trunk pistonニシテ筒壁ノ一側ハ回轉ニ伴フ推力ヲ受ク、

筒頂ニ瓦斯吸入排出ノ兩弁アリ齒車ニテ主軸ヨリ運動ヲ傳ヘラレ、其ノ二分ノ一回轉ヲナス、Cam shaft 歪輪軸ニ取付ケラレタル歪輪並ニ發條ノ管制ニヨリ開閉ス、而シテ機械製造者ノ便宜ニテ一本ノ歪輪軸ニ吸入排出兩弁ノ歪輪ヲ備ヘ、筒ノ同側ニ配置シタルモノト機械ノ左右ニ各一本ノ歪輪軸ヲ設ケ吸入弁ト排出弁ヲ各別ノ軸ニテ作動セシムルモノトアリ、

第六圖ハ米國「ウエスチングハウス」會社製直立瓦斯機Westinghouse械ニシテ筒ノ一側ニ歪輪軸ヲ有スルモノナリ、

- A..... 歪輪軸ニシテ主軸ヨリLKナル齒車ニヨリ動カサル、
- B..... 排出弁、
- C..... 吸入弁、
- D..... 排出弁ニ連ル棒、
- E..... 吸入弁ニ連ル棒、
- F..... 筒並ニ蓋冷却用水衣ニシテ機械附屬ノ小唧筒ニヨリ冷水ヲ循環セシム、

G..... 空氣ト可燃瓦斯ノ混合體吸入路、

H..... 燃料瓦斯排出口、

其ノ他詳細ハ圖ニ就キテ研究スベシ、

第七圖ハ「ミーツアンドワイズ」式船用ノモノニシテ二

Mietz and weiss

「サイクル」内火式機械ノ單働ノモノ、一例ヲ示ス、

A..... 點火用鋼製中空球、

B..... 起動ニ先チ Aヲ赤熱スル爲メノ加熱石油燈、

Blow lamp

C..... 石油注射口、

D..... 石油送給唧筒、

E..... 調速器(石油唧筒ニ働キ石油ノ量ヲ加減ス)、

F..... 石油唧筒ヨリ注射口ニ至ル管、

G..... 筒水衣

Water jacket

H..... 曲肱室ニ空氣ヲ吸入スル弁ヲ有ス、

K..... 曲肱室ヨリ筒内ニ至ル空氣通路、

L..... 排氣管、

M..... 吸鑿上部ノ突起ニシテ Lニ向ヒ排氣ノ驅出
ニ便ナラシム、

以上二者共復動ノモノハ例少ナシ、後ニ其ノ一例ヲ

Double acting

示スベシ、

Andrews George Co. Yokohama.

Semi. Diesel = Improved Mietz + Weiss.

特長. G内水量. 少シ. jacket 内 = steam 汽ヲ入ル事ニ
ミヨ Steam drum = 蒸

・ cylinder 内 = 少シ Expansion 増ニ 多ク仕事ヲス.

並ニ Steam. Net + 少シ 故ニ 少シ Lubricant

トナ

第三章

内火式機械ノ研究ニ必要ナル熱力學

○内火式機械ニ必要ナル熱力學上ノ諸法則、

此ノ種機械モ亦空氣ニヨル熱機關ノ一ツニ過ギズ、故ニ熱力學上ノ理論應用ニ適スルハ云フ迄モナク、而モ熱理論ハ已知ノコトニ屬スルヲ以テ贅セズ、從ツテ特ニ諸法則ヲ擧グル必要ナケレドモ一、二記憶ヲ新ニスル必要アルモノ、ミヲ蛇足トシテ添ユ、

Thermodynamic's First Law.

1. Heat and ^{mechanical} mechanical energy are mutually convertible, and heat requires for its production, and produces by its disappearance, mechanical energy in the proportion of (1,390) foot pounds for each Centigrade heat unit, a heat being the amount of heat necessary to heat one pounds weight of water through 1°C.

2nd. law. Although heat and work are mutually convertible and in definite and invariable proportions, yet no conceivable heat engine is able to convert all the heat given to it into work.

3. Boyle's law :— $p v = \text{constant}$.

4. Charle's law (or Gay-Lussac's law) :—

① heat & mechanical energy is convertible & y

② all the heat & work = change in state

③ $p v = \text{const}$. — Boyle's law.

④ $\frac{p}{p'} = \frac{T}{T'}$ (vol. const).

$\frac{V}{V'} = \frac{T}{T'}$ (press. const)

⑤ $p v = R T = J (C_p - C_v) T$

$$W \propto Q$$

$$W = J Q \quad \dots J = 778 \text{ ft lbs / Btu}$$

$$Q \propto W$$

$$Q = \frac{W}{J} \quad \frac{1}{J} = \frac{1}{778} = A$$

$$Q = A W$$

1404. ft lbs. for 1°C.

778 ft lbs for 1°F.

$$4. V = V_0 (1 + \alpha t) = V_0 + V_0 \alpha t$$

$$\alpha = \frac{1}{273} \quad \dots \quad \text{C}^\circ$$

$$= \frac{1}{491.4} \quad \dots \quad \text{F}^\circ$$

p 絶對溫度 T = 於ケル瓦斯ノ壓力、

p' 絶對溫度 T' = 於ケル瓦斯ノ壓力、

トスレバ

$$\frac{p}{p'} = \frac{T}{T'} \quad (\text{Vol. constant}).$$

壓力ノ代リニ容積ヲ以テスレバ

$$\frac{v}{v'} = \frac{T}{T'} \quad (p. \text{ constant}).$$

5 Law of Boyle and Charles combined:—

$$pv = RT = J(C_p - C_v)T.$$

R ハ 32°F = 於ケル空氣ニ對シテハ 53.359 ナル値ヲ有ス、但シ呎、吋、單位ニヨル、

○理想的輪廻、

斷熱的ノ壓縮並ニ膨脹ヲナス機械ニ於テハ之ヲ熱力

Thermo-

學上ノ輪廻ヨリ分類シテ三種ニ分ツコトヲ得、

dynamic cycles

恒溫度ニヨルモノ (Constant temperature type).

恒壓力ニヨルモノ (Constant pressure type).

恒容積ニヨルモノ (Constant volume type).

乃チ是レナリ、

恒溫度ニヨルモノハ熱力學上吾人ノ已ニ修得セル所謂「カーノサイクル」ナルモノニシテ、第八圖ハ之ヲ示シ其ノ効率ハ

Carnot cycle

$$\frac{V}{V_0} = 1 + \alpha t = \frac{273+t}{273} = \frac{T}{273} \quad \text{where } T = 273+t.$$

$$\frac{V'}{V_0} = \frac{T'}{273}$$

$$\frac{V}{V'} = \frac{T}{T'}$$

Gay-Lussac's law.

$$\frac{P}{P'} = \frac{T}{T'}$$

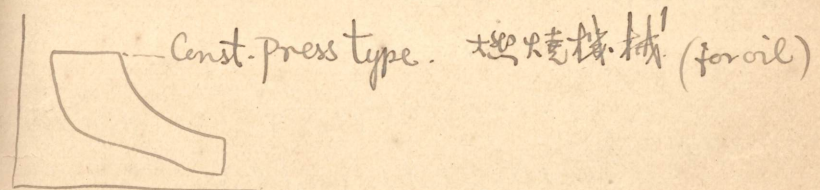
adiabatic change.

$$PV^\gamma = P'V'^\gamma \quad \text{where } \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

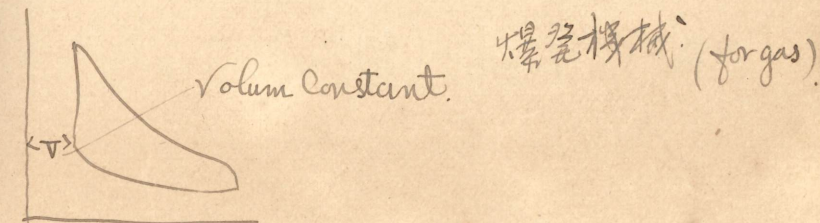
$$\text{work} = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{\gamma - 1}$$

1 $PV = \text{Constant}$.

2.



3.



$$E = 1 - \frac{T'}{T}$$

ナルコトヲ知ル、但シ

Tハ熱ヲ收受シタル際ニ於ケル絶對溫度、

T'ハ排出時ニ於ケル絶對溫度、

恒壓力ニヨルモノハ働流體ヲ斷熱的壓縮ニテ最下壓力ヨリ最高壓力ニ高メコノ恒壓力下ニ於テ熱ヲ受ケ從ツテ其ノ溫度ヲ昇騰シ同ジク斷熱的膨脹ノ後最下壓力ニ達スルト共ニ此ノ恒壓力ヲ保持シツ、排熱ヲ遂行シ働流體保有ノ溫度ヲ低下スルモノナリ、要領ハ第九圖ヲ見テ知ルベシ、

○ 今 T_0, T_1, T_2, T_3 等ヲ夫々相當點ニ於ケル絶對溫度トスレバ

$(T_2 - T_1) \times C_p$ ハ收受シタル熱量、

$(T_3 - T_0) \times C_p$ ハ排除シタル熱量、

$$\therefore E = \frac{(T_2 - T_1) \times C_p - (T_3 - T_0) \times C_p}{(T_2 - T_1) \times C_p} = \frac{T_2 - T_1 - T_3 + T_0}{T_2 - T_1}$$

斷熱的操作ヲナスガ故ニ

$$pV^\gamma = \text{constant}$$

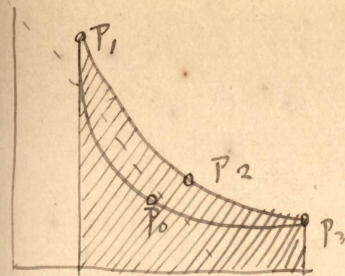
$$\therefore p_1 V_1^\gamma = p_0 V_0^\gamma, \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \frac{p_1}{p_0} \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = \left(\frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{T_2}{T_3} \quad \text{同様ニ}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

(註誤り)



$$P_1 V_1 = RT_1 \quad \text{--- (1) for } P_1 P_2 P_3 \text{ Curve.}$$

$$P_0 V_0 = RT_0 \quad \text{--- (2) for curve } P_1 P_0 P_3.$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p_1 V_1^\gamma \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$$

Expansion $= p_1 V_1 \log \frac{V_2}{V_1}$

$$= p_1 V_1 \log_e r \quad \text{where } r = \frac{V_2}{V_1}$$

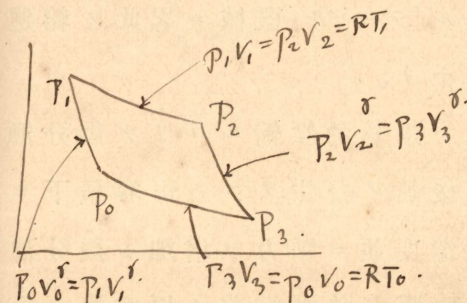
$$= RT_1 \log_e r$$

Compression.

$$W' = RT_0 \log_e r$$

$$\text{Eff } E = \frac{W - W'}{W} = \frac{RT_1 \log_e r - RT_0 \log_e r}{RT_1 \log_e r} = \frac{T_1 - T_0}{T_1}$$

$$= 1 - \frac{T_0}{T_1}$$



$$Q = A RT_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} \quad \text{--- (a)}$$

$$Q' = A RT_0 \log_e \frac{V_3}{V_0} \quad \text{--- (b)}$$

P_2 ト P_3 異.

$$P_2 V_2^\delta = P_3 V_3^\delta \quad \text{--- (1)}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{V_3}{V_2} \right)^\delta$$

$$\left. \begin{aligned} P_2 V_2 &= RT_1 \\ P_3 V_3 &= RT_0 \end{aligned} \right\} \text{--- (2)}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \left(\frac{V_3}{V_2} \right)^{\delta-1} \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{又 } E = \frac{T_2 - T_1 - T_3 + T_0}{T_2 - T_1} = 1 - \frac{T_3 - T_0}{T_2 - T_1}$$

ニ於テ $\frac{T_1}{T_0} = \frac{T_2}{T_3}$ ノ關係ヲ代用スレバ (isothermal change)

$$E = 1 - \frac{\frac{T_0 T_2 - T_0}{T_1}}{T_2 - T_1} = 1 - T_0 \frac{T_2 - T_1}{T_1 (T_2 - T_1)} = 1 - \frac{T_0}{T_1}$$

$$= 1 - \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$r = \frac{V_0}{V_1}, \quad \frac{V_0}{V_1} = \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$\therefore E = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$$

V_0, V_1 ハ壓縮ノ前後ニ於ケル流體容積トス、

最後ノ式ニヨリ吾人ハ此ノ種機械ノ効率ハ壓縮度ノ大ナル程高キヲ知ルベシ、

後章ニ述ベントスル「デーゼル」機械ハ畧此ノ輪廻ニ從ツテ作動スルモノナリ、

恒容積ニヨルモノハ斷熱的壓縮ニヨリテ幾分働流體ノ溫度ヲ上ゲタル後熱ノ發生ヲコノ恒容積下ニ於テ行ヒ同時ニ流體ノ溫度並ニ壓力ヲ増加シ幾分溫度ノ低下ヲ伴フ斷熱的膨脹ノ後壓縮前ノ原容積ニ復歸シコノ恒容積ヲ保有シツ、熱ノ排除ヲ行ヒ伴テ一層溫度ノ降落ヲ來ス方式ヲ採レルモノヲ指ス、第十圖ハコノ輪廻ヲ示ス、

同様ニ $p_0 + p_1$ 同様

$$\frac{T_1}{T_0} = \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\gamma-1} \quad (4)$$

$$(3)(4) \text{ヨリ } \frac{V_0}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} \quad \text{or } \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_0} = r'$$

$$E = \frac{(a)-(b)}{(a)} = \frac{T_1 - T_0}{T_1} = 1 - \frac{T_0}{T_1}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = r'^{\gamma-1}$$

$$E = 1 - \left(\frac{1}{r'}\right)^{\gamma-1} \quad \text{where } r' = \frac{c_p}{c_v}$$

V_0 ハ V_1 ヲ大ナル程高キニシテ $\frac{V_0}{V_1}$ 大ナル程 r' 大ナル程ニシテ $\left(\frac{1}{r'}\right)^{\gamma-1}$ 小ナル程ニシテ E 大ナル程ニシテ

W. R.

otto cycle principle
 而シテコノ恒容積輪廻ハ所謂「オットーサイクル」又ハ Otto cycle
 ボーローシャサイクルニシテ、内火式機械ノ多クハコ
 Beau de Rochas cycle

ノ輪廻ヲ基本トシテ造ラレタルモノナリ、

◎ 今効率ノ式ヲ求ムルニ

$(T_2 - T_1) \times C_v$ ハ 收受シタル熱量、

$(T_3 - T_0) \times C_v$ ハ 排除シタル熱量、

$$\therefore E = \frac{(T_2 - T_1) \times C_v - (T_3 - T_0) \times C_v}{(T_2 - T_1) \times C_v} = 1 - \frac{T_3 - T_0}{T_2 - T_1}$$

恒圧力輪廻ノ部ニ爲セルモノト同算法ニヨリ

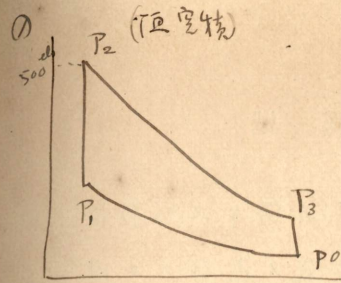
$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\gamma-1} = r^{\gamma-1}$$

$$\therefore E = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$$

ニシテ恒圧力輪廻ト全く同様ナルノミナラズ恒温度
 輪廻、乃チ「カーノサイクル」ニヨル効率ノ式モ又同型ニ
 變化スルコトヲ得ルガ故ニ、同壓縮比ニ對シテハ何レ
 ノ輪廻モ、其ノ効率ニ甲乙ナシ、然レドモ達スベキ温度
 ノ階梯ニハ甚シキ相違アリ、同ジ効率ニ對シテ温度ノ階
 梯最モ少キヲ恒温度輪廻トス、

ソノ値ハ内火式機械ノ計算ニ對シテ、直チニ空氣ニ
 用フベキ 1.408 ヲ採ル時ハ多少ノ相違ヲ免レズト雖、計
 算上大體ニ於テ甚シキ差ヲ生ズルモノニアラズ、何ト
 ナレバ内火式機械ノ管内ニ吸入シタル混合氣體中約

Mixture



$T_0 = 273 + 17 = 290^\circ$

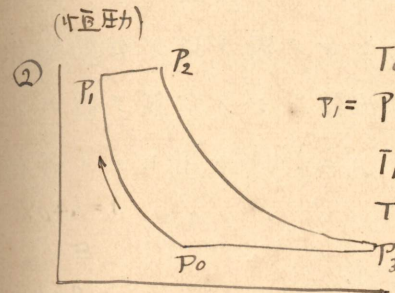
$P_0 = 14.7 \text{ lbs.}$

$P_2 = 500 "$

$T_2 = 1973 \quad \gamma = 5$

M.E.P. = 105.

$\frac{P_2 - P_0}{M.E.P.} = 4.6 \quad E = 0.48$



$T_0 = 290$

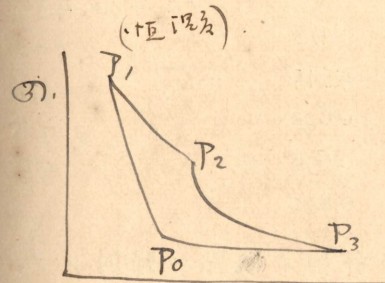
$T_1 = P_2 = 500 \quad \gamma = 12.24$

$T_1 = 806$

$T_2 = 1973^\circ$

M.E.P. = 56

$\frac{P_2 - P_0}{M.E.P.} = 8.66 \quad E = 0.64$



$T_0 = 290^\circ$

$P_{21} = 500$

$T_1 = 806$

$\gamma = 12.24$

M.E.P. = 6.

$\frac{P_2 - P_0}{M.E.P.} = 81 \quad E = 0.64$

500 lbs, 圧力 = 塔の粗徑 = 作らば = 此モ効率
 供 M.E.P. = 6 lbs ヲ得ルニ、此ニ實用ニ不適切
 也。

$\frac{9}{10}$ ハ空氣ニシテ燃料ハ減餘ノ $\frac{1}{10}$ ニ過ギズ、爆發後ノ排氣ト雖モ其ノ大部分ハ同ジク空氣ノ占有スル處ニシテ空氣中ノ酸素ト燃料ノ化合ニヨル發熱ハ單ニ窒素其ノ他ノ瓦斯ノ溫度ヲ昇騰セシメ因テ以テ有効操作ヲナサシムルニアレバ主働流體トシテ空氣ヲ認ムルハ甚シキ誤ニアラザルベシ、 γ ニ1.408ヲ用ヒ r ノ各値ニ對シEヲ計算スルニ

$r = 1.4$	E	air $\gamma = 1.408$
2	0.242	0.246
3	0.356	0.360
4	0.426	0.430
5	0.475	0.480
7	0.541	0.540
10	0.602	0.610
20	0.698	0.705
100	0.841	0.850

ナリ、サレドモ實際ノ効率ハ各種ノ缺點ニ歸因シテ、コノ値ノ50%乃至60%ニ低落スルヲ常トス、

斯ク觀ジ來レバ効率増加上何人ト雖、直チニ想着スルハ高壓縮ノ有利ナルコトニシテ、1880年代ニハ僅ニ每平方吋30乃至40听ヲ出デザリシモノ、今日ニテハ往々每平方吋170听ノ壓縮ヲナスニ至レリ、殊ニ「デーゼルエンジン」ニテハ每平方吋500听ヲ用フ、内火式機械ニテ發火前ニ行フ、壓縮ハ恰モ蒸氣機械ニ於ケル復水器ノ有利

重要ナルガ如シ、内火式機械ニ於テ現時實用上採用セラル、平均有効壓力ニ對スル最大發生壓力ノ比ハ $\frac{1}{4}$ 乃至 $\frac{1}{18}$ ナリ、

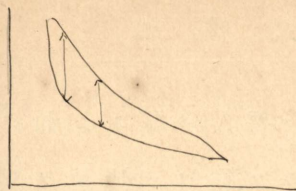
恒溫度輪廻ニテハ平均有効壓力甚ダ少ク最大壓力トノ比 $\frac{1}{18}$ ニモ達シ發生馬力少キニモ關セズ高壓力ニ耐ユル權衡上機械各部ハ充分ノ保強ヲ要スル爲メ本輪廻ハ單ニ理論上ノモノニ止リ實機械トシテハ存在セズ、

恒壓力輪廻ハ熱効率最モ高キモ應用上ノ困難アリ「デーゼルエンジン」之ヲ用フ、恒容積輪廻ハ多クノ「オートサイクル」機械ノ則ル處トナリテ最モ廣ク行ハル、

○内火式機械ノ効率毀損ノ諸因、

理論ヨリ推斷シタル内火式機械ノ効率ト實際ノモノトニ甚シキ逕庭アルハ實用機械ニハ避クベカラザル下記諸項ノ不利伴フモノアルニアル、

- ① 最高溫度ニ達シタル後筒壁同蓋其ノ他ヲ介シテ
- ② 熱ノ損耗多大ナリ、
- ③ 働流體筒内へ吸入サル、際、往々加熱ヲ受ケ壓縮前ニ溫度ヲ高メ効率ヲ損ズ、
- ④ 筒内ニ於ケル發熱ハ要セラル、ガ如ク瞬時ニ起ラズ、



1. Const. temp. Type. 炭粉機ト行存在セズ
2. Const. press. Type. For Diesel Engine.
3. Const. Volume Type. オートサイクル.

4. 働流體トシテノ空氣ハ吾人ノ望ムガ如ク純ニシテ乾燥セルモノニアラズ、從ツテ比熱ヲ異ニシ溫度ノ過昇ヲ來スヲ常トス、
5. 燃料ノ燃燒ハ不完全ナルヲ常態トス、
6. 燃燒發熱ハ筥内ニ壓縮セラレタル働流體ノ容積ヲ増シ計算上ノ壓縮容積ト大ニ異ルモノアリ、
7. 働流體ノ吸引、移動、驅出ニハ其ノ流通ヲ阻害シ抵抗ヲ伴フモノニシテ絞作用脊壓ヲ惹起ス、
Throttling back pressure
8. 壓縮作用中筥壁ヲ通ジテ熱ノ逃散、

以上八項中第一項ハ最モ影響ノ大ナルモノトス、

例 題

一、60°Fニ於テ6.5 cub. ft.ヲ占有スル瓦斯ヲ等溫的
Isothermally
ニ原容積ノ1/3ニ壓縮シ更ニ恒壓力下ニ之ヲ32°Fニ冷却スル時瓦斯ノ容積幾何ナリヤ、

答 2.05 cub. ft.

二、壓力300° lb. □"空積1 cub. ftノ空氣吸鑿ヲ壓上シテ40 lb. □", 5 cub. ftニ達シタリ、PVⁿ=const.ナルモノトシテ此ノ間ニ費サレタル熱ヲB.T.U.ニテ評價スベシ、
仕事

但シ 熱ノ仕事等量 = 778 ft. lb.

空氣ノ $\frac{C_p}{C_v}$ ノ比ヲ1.41. = n.

トス、

答 74. B.T.U.?

(4) $\gamma = 1.408$ " pure dry air = 適ス.

此ニ普通 impure 干 moisture 湿度 = 3%

γ ノ値ハ普通 1.35程度ニテ 1.408ヨリナリ

從テ $E = 1 - \left(\frac{1}{\gamma}\right)^{\gamma-1} = 1.15$ 等.

$$\left(\frac{1}{\gamma}\right)^{\gamma-1} = \frac{1}{\gamma^{\gamma-1}} = \frac{1}{\gamma^{\gamma-1}}$$

減ス 増ス

Eハ減ス.

(6) $\gamma = \frac{V_0}{V_1}$ (1).

$\gamma' = \frac{V_0}{V_1 + \Delta V_1}$ (2) actual rating exp.

$\gamma > \gamma'$ Eハ減ス.

例題.

一、 $V_0 = 6.5$ f. $t = 60^\circ F$ $T = 459.4 + 60 = 519.4^\circ F$
 $V_1 = 6.5 \times \frac{1}{3}$ f. $T_1 = 491.4^\circ F$

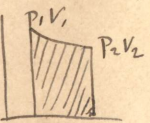
$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$ (const. press.) $V_1 = \frac{T_1 V_0}{T} = \frac{491.4 \times 6.5}{519.4} = 2.05$ f.

二、 $P_1 = 300$ lb./sq. = 300×144 lb./sq.

$V_1 = 1$ cub. ft.
 $V_2 = 5$ cub. ft.

$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$ $P_2 = \frac{300}{5^{1.41}} = 31.01$ lb./sq.

$W = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-n} = \frac{31 \times 144 \times 5 - 300 \times 144}{-0.41} = \frac{144 \times 145}{0.41}$



三、瓦斯機械ノ指壓圖ヲ畫キ壓縮點火、膨脹等ノ各點ヲ示シ、尺度隨意トシテ圖ノ四點ノ壓力、容積ヲ夫々下表ノ如キモノトシ、點Aノ溫度ヲ140°Cトスル時他ノ三點ノ溫度幾何、

點	A	B	C	D
容積	6	1.7	2	4.5
壓力	1	5	13.8	3.2

答 313°C, 1630°C, 720°C. ?

四、壓力二氣壓、溫度20°Cナル空氣一石アリ、其ノ容積幾何ナリヤ、又コノ空氣ノ容積ヲ不變トシ1000 ft. lbs. = 等シキ熱勢力ヲ附與セバ、新壓力及ビ溫度如何、空氣ノC_vヲ0.238トス、

答 66.75 cub. ft. 1.15 atoms, 26°C.

五、恒容積輪廻ニテ作働スル瓦斯機械ニテ

Piston displacement stroke = 1 cub. ft.

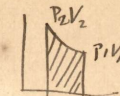
Clearance volume = 0.2 cub. ft.

ノ大サヲ有シ、壓縮開始前筒内保有瓦斯ノ溫度600°F abs. 壓力大氣壓 (14.7 lbs. □") ナリ、今「サイクル」毎ニ此ノ機械ノ吸入スル瓦斯量ヲ0.06 cub. ft.

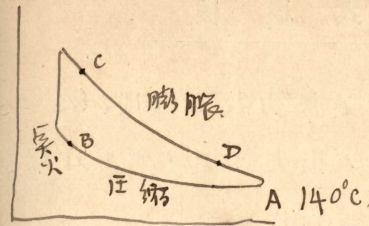
(Calorific value 600 B. T. U. per cub. ft.) トスル時、次ノ各値ヲ求ム、

(a) 筒内保有瓦斯ノ重量、

$$\therefore B.T.U. = \frac{144 \times 145}{0.41 \times 1778} = 65.5 \text{ B.T.U.}$$

若し  $W = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1} = 311$

三.



A₂ = Apply

$$P_A V_A = R T_A$$

$$1 \times 6 = R (140 + 273)$$

$$\therefore R = \frac{6}{413}$$

at B.

$$P_B \cdot V_B = R T_B$$

$$T_B = \frac{P_B V_B}{R} = \frac{5 \times 1.7 \times 413}{6} = 585.8$$

At C.

$$P_C V_C = R T_C$$

$$T_C = \frac{P_C V_C}{R} = \frac{13.8 \times 2 \times 413}{6} = 1899.8$$

At D.

$$T_D = \frac{P_D V_D}{R} = \frac{3.2 \times 4.5 \times 413}{6} = 991.2$$

1 atm 0°C 1 cub. ft. --- 0.0804 lb. --- 1000 ft. lbs. = 26804

$$\chi = \frac{1}{0.0804} \times \frac{1}{2} \times \frac{273+20}{273} = \frac{293}{0.0804 \times 2 \times 273} = 6.674$$

Rising temperature --- $\frac{1000}{778} \text{ BTU} \div 0.238 = 5.4$

New Temperature --- $20 + \frac{1000}{778} \div 0.238 = 25.4$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad P_2 = \frac{T_2 \times P_1}{T_1} = 2.04 \text{ atm}$$

where $T_1 = 20 + 273$
 $P_1 = 14.7 \times 2$

内火式機械

- (b) 壓縮終期ニ於ケル壓力及ビ溫度、($\gamma = 1.38$)
- (c) 水衣ニ於ケル熱ノ損失ヲ認メザル時爆發中ニ昇ル溫度、($C_v = 0.18$)
- (d) 爆發終期ニ於ケル溫度、**圧力**
- (e) 膨脹ノ終期ニ於ケル瓦斯ノ溫度及ビ壓力、
- (f) 此ノ「サイクル」ノ効率、

六、「オートサイクル」第五圖ニ於テ $\frac{T_1}{T_4} = \frac{T_2}{T_3}$ ナルコトヲ證セヨ、
const vol cycle

七、瓦斯機械アリ行程容積 1.26 立方呎給入行程ノ終リニ於ケル壓力大氣壓以下 2.2 呎ニシテ、其ノ溫度 191°F. ナリ、今溫度 60°F. 壓力大氣壓迄下降セリトセバ、混合瓦斯ノ容積如何、

八、内火式機械アリ、瓦斯ノ溫度 40°C. ナルトキハ、容積 4 立方呎、壓力真空上 20° 呎ナリ、今之ヲ壓搾シテ 1 立方呎トシ、其ノ壓力 195 呎ナラシムルトキハ、其ノ溫度如何、

九、内火式機械アリ、給入混合瓦斯量 5 立方呎ニシテ、大氣壓力ト同一壓力ヲ有ス、今斷熱的壓搾ヲナシ 1 立方呎ニ達セシメバ、壓搾ニ要セシ力量及ビ壓搾最終點ニ於ケル壓力如何、

十、爆發筒ノ面積 150 平方吋、瓦斯ノ充塞スル長サ 呎ニシテ、壓力 150 呎/□ナリ、今瓦斯膨脹シテ吸

五. 1 cub ft air 32°F - 0.0804

(a) $W = 0.0804 \times 1.2 \times \frac{491.5}{600} = W = 0.079$ lbs

(b) (i) $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$
 $P_2 = P_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 14.7 \times (1.2)^{1.38} = P_2 = 174.3$ lbs

(ii) $P_1 V_1 = R T_1$ 故 $R = \frac{P_1 V_1}{T_1}$
 $P_1 = 14.7 \frac{\text{lb}}{\text{sq in}}$
 $T_1 = 600^\circ \text{F}$

$P_2 V_2 = R T_2$ $T_2 = \frac{P_2 V_2}{R} = \frac{174.3 \times 2 \times T_1}{P_1 V_1} = \frac{174.3 \times 2 \times 600}{14.7 \times 1.2} = 1185.7$

(c) C.V. of gas 600 ft.u. / lb

Heat exerted

$600 \times 0.06 = 36$ C.T.U

Rising temp = $\frac{36}{C_v \times \text{gas wt.}} = \frac{36}{0.18 \times 0.079} = 2531.6$

max. temp = $T_2 + t_R = T_3 = 1185.7 + 2531.6 = 3717.3$

(d) $\frac{P_3}{T_2} = \frac{T_3}{T_2}$ $P_3 = P_2 \times \frac{T_3}{T_2}$ (const vol) = $174.3 \times \frac{3717.3}{1185.7} = 545$

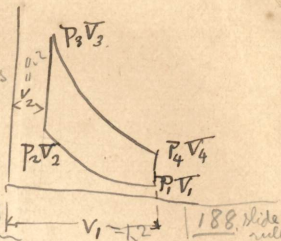
(e) (i) $P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma$ $P_4 = P_3 \times \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^\gamma = 545$

$= 545 \times \left(\frac{0.2}{1.2}\right)^{1.38}$ { where $V_3 = V_2$
 $V_4 = V_1$ }

(ii) $T_4 = T_3 \times \frac{P_4 V_4}{P_3 V_3} = 545 \times \left(\frac{1}{6}\right)^{1.38} = 45.98$

(f) $\text{Exp. W.} = \frac{P_3 V_3 - P_4 V_4}{\gamma - 1}$ $\text{Comp. W.} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1}$
 $\text{Eff} = \frac{\text{Exp. work.} - \text{Comp. work.}}{\text{Exp. work.}} = \frac{(545 \times 2 - 45.98 \times 1.2) - (174.3 \times 2 - 14.7 \times 1.2)}{545 \times 2 - 45.98 \times 1.2} = 66.3\%$

$\text{Exp. w.} = \frac{545 \times 0.2 - 45.98 \times 1.2}{1.38 - 1}$ $\text{Comp. w.} = \frac{174.3 \times 0.2 - 14.7 \times 1.2}{1.38 - 1}$



1.3 呎作働セリトセバ、其ノ作業量如何、

但シ膨脹曲線ハ $PV^{1.35} = \text{Constant}$ ナリ、

十一、「オートーサイクル」瓦斯機械ノ指壓圖上ノ効率

ヲ求メヨ、但シ壓搾壓力 45 呎/□" 給入瓦斯壓力 15 呎/□"

ニシテ膨脹壓搾共ニ斷熱的ナリトス、

十二、「カーノーサイクル」ニ作動スル機械アリ、効率

0.22 ニシテ排出瓦斯ノ熱量 100 B.T.U. 其ノ溫度 110°F.

ナルトキ、「サイクル」中ニナセシ作業量及ビ吸入

熱量ニ對スル溫度如何、

十三、下ノ各點ヲ通過スル膨脹曲線公式アリ、其ノ

指數 (Exponent) ヲ求ム、

$$P = 28 \quad V = 2.0$$

$$P_1 = 15 \quad V_1 = 9.6$$

十四、一機械アリ、350°F. 及ビ 126°F. ノ間ニテ作働シ

毎分毎馬力ニ付キ 220 B.T.U. ヲ要ス、然ルトキハ「カ

ーノーサイクル」機械熱効率トノ比如何、

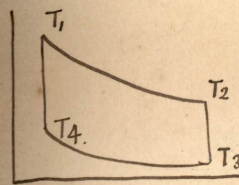
十五、溫度 60°F. 壓力 14.7 呎ノ乾燥セル空氣ヲ全ク

斷熱的ニ 88.2 吋迄壓搾セリ、上昇溫度如何、

十六、自働車アリ 3 馬力ノ發動機ヲ有ス、今全力ニ

テ六時間走ラバ毎時毎馬力ノ油消費量及ビ全油

費量如何、



$$\frac{T_1}{T_4} = \frac{P_1}{P_4}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2}{P_3}$$

$$\left. \begin{aligned} P_1 V_1^\gamma &= P_2 V_2^\gamma \\ P_4 V_4^\gamma &= P_3 V_3^\gamma \end{aligned} \right\} \text{For adiabatic change.}$$

where $V_1 = V_4, \quad V_2 = V_3.$

$$\therefore \frac{P_1}{P_4} = \frac{P_2}{P_3}, \quad \text{therefore } \frac{T_1}{T_4} = \frac{T_2}{T_3}$$

(七) $\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$ where $P = 14.7 - 2.2 = 12.5 \text{ lbs/}^2$

$$V = 1.26 \text{ cu ft}$$

$$T_2 = 191 + 460 = 651^\circ$$

$$T_1 = 60 + 460 = 520$$

$$P_1 = 14.7$$

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

$$= \frac{12.5 \times 1.26 \times 520}{14.7 \times 651} = 8.55 \text{ f.}$$

$$T = 40 + 273.$$

$$V = 4.$$

$$P = 20$$

$$P_1 = 195$$

$$V_1 = 1$$

(八) $\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$

$$\frac{20 \times 4}{40 + 273} = \frac{1 \times 195}{T_1}$$

$$T_1 = \frac{313 \times 195}{80} = 610 \text{ } ^{\circ} \text{C}$$

$$t = 610 - 273 = 337^\circ \text{C}$$

$$V_2 = 1.$$

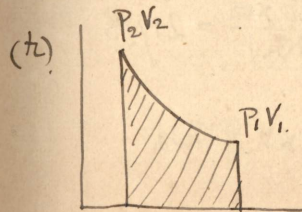
$$V_1 = 5.$$

$$P_1 = 14.7$$

$$\gamma = 1.4$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(i) P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 14.7 \times 5^{1.4} = 140 \text{ lbs/}^2$$



$$(ii) W = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1} = 23,900 \text{ ft lbs}$$

但シ

油一昕ノ發熱量 = 18500 B. T. U.

實際効率 = $\frac{1}{3}$ 理論的効率、

最高溫度 = 999°F.

給入混合瓦斯ノ溫度 = 59°F.

十七、每昕 19500 B.T.U. ノ發熱量ヲ有スル瓦斯ノ一

立方呎ハ溫度 59°F. 絶對壓力 14.7 昕ニ於ケル空氣

172^{ft}ト混合ス、今之ト同壓力ニ於テ 30 立方呎ヲ有スル

瓦斯ノ一昕ガ一定容積内ニテ發火シ完全燃燒ヲ

ナサバ、其ノ上昇溫度及ビ壓力如何

$CV = 0.175$

$R = 53.2$

十七.

容積比.

gas
1

air.
12.

$R = 53.2$

$P_1 = 14.7$

$T_1 = 59 + 460$

air - 12 容積 $P_1 V_1 = RT_1$

$V_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{53.2 \times 519}{14.7} = 187.1$

gas 1 容積ト混合スル air $v = \frac{30 \times 12}{13.1} = 27.8$ lbs

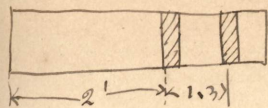
重量比. gas 1 : 27.8.

$19500 = C_p \times \text{混合 gas 重量} \times \text{上昇溫度}$
 $= 0.175 \times 28.7 \times \Delta T$

上昇溫度 $= \frac{19500}{0.175 \times 28.7} = 3870^\circ F.$

$T_2 = 59 + 3870 = 3929^\circ F$ $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_1}$ $P_2 = \frac{3929 + 460}{59 + 460} = 1.175$

十八.



$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$

$P_1 = 150$ lbs

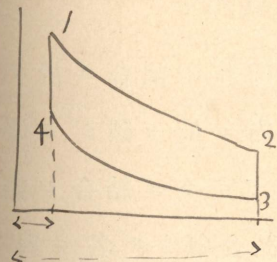
$V_1 = A \times 2$ where $A = \text{cylinder Area in } \square$

$V_2 = A \times 3.3$

$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = P_1 \times \left(\frac{A \times 2}{A \times 3.3}\right)^\gamma = 150 \times \left(\frac{2}{3.3}\right)^{1.35} = 75$ lbs

$W = \frac{(P_1 V_1 - P_2 V_2)}{\gamma - 1} = \frac{150 \times (150 \times 2 - 75 \times 3.3)}{.35} = 22700$ ft lbs

十九.



$E = 1 - \frac{1}{\gamma^{\frac{1}{\gamma-1}}}$

$P_3 = 15$

$P_4 = 45$

$P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma$

$\gamma = \frac{V_3}{V_4} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = \left(\frac{45}{15}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 3^{\frac{1}{\gamma}}$

$E = 1 - \frac{1}{\left\{3^{\frac{1}{\gamma}}\right\}^{\frac{1}{\gamma-1}}} = 1 - \frac{1}{\left\{3^{\frac{1}{\gamma}}\right\}^{\frac{1}{\gamma}}} = 1 - \frac{1}{3^{\frac{1}{\gamma}}}$

$= 1 - \frac{1}{3^{\frac{1}{1.4}}} = 1 - \frac{1}{3^{.714}} = 1 - \frac{1}{2.17} = 1 - .46 = .54$

二十.

$E = \frac{Q - Q'}{Q} = 0.22$ $Q = \text{heat added}$
 $Q' = \text{heat rejected}$

$1 - \frac{Q'}{Q} = 0.22$

$Q = \frac{Q'}{1 - 0.22} = \frac{100}{1 - 0.22} = \frac{100}{.78} = 128$

$W = (Q - Q') \times 778 = 128 - 100 \times 778 = 21700$ ft lbs

$E = \frac{T - T'}{T} = 0.22$

$110^\circ F$

460

$570^\circ = T'$

$T = \frac{570}{1 - 0.22} = \frac{570}{.78} = 730$

$T - 460 = t = 730 - 460 = 270^\circ F.$

第四章

燃燒及ビ爆發

大分

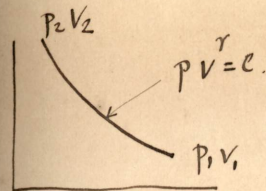
○爆性混和氣、 Explosive Mixtures

好延燒性瓦斯ト酸素トハ互ニ種々ノ割合ニ於テ化合シ爆發性燃燒ヲナスベシト雖、内ニ最モ烈シキ爆性ヲ有シ、然モ兩瓦斯共一物ヲ殘サズ完全ニ結合シ盡スベキ相互ノ割合アリ、之ニ眞爆性混合氣ナル名ヲ與フ、
True explosive mixture

好延燒性瓦斯中單體トシテ H, C, S 等ハ最モ吾人ニ親ミアル處ノモノナリ、内火式機械用トシテ専用セラ
ル、石炭瓦斯、石油瓦斯ノ如キハ所調複性瓦斯ニシテ
Compound gas
化學上酸素トノ化合ハ Gay-Lussac's lawニ從フベク、其ノ一例トシテ二、三瓦斯ノ眞爆性的燃燒ヲナスニ要スル酸素量並ニ成果容積ヲ示セバ、次ノ如シ、

2 vols. marsh gas (CH ₄) require	H ₂ O	Co ₂
4 vols. oxygen forming	4 vols.	2 vols.
2 vols. ethylene (C ₂ H ₄) reuuire	6 vols. oxygen forming	4 vols. 4 vols.
2 vols. carbonic oxide (Co) require	1 vols. oxygen forming	— 2 vols.
2 vols. tetrylene (C ₄ H ₈) require	12 vols. oxygen forming	8 vols. 8 vols.

十三



$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$28 \times 2^\gamma = 15 \times 9.6^\gamma$$

$$\log 28 - \log 15 = \gamma (\log 9.6 - \log 2)$$

$$\gamma = \frac{1.448 - 1.178}{0.982 - 0.302} = \frac{.27}{.68} = 0.398$$

十四

槓桿 効率

$$\frac{HP}{HP \text{ 發熱} = \frac{33,000 \times 100}{220 \times 778} = 19.26\%}$$

$$\theta - 1 \text{ サイクル 熱 効率} = \frac{Q - Q'}{Q} = \frac{T - T'}{T} = \frac{350 - 126}{350 + 460} = 27.7\%$$

$$c. \frac{27.7}{19.26} = 1.43$$

十五

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \gamma = 1.4$$

$$= \left(\frac{88.2}{14.7}\right)^{\frac{4}{1.4}} = 6 \frac{2}{7} = 36 \frac{1}{7}$$

$$T_1 = 60 + 460 = 520$$

$$T_2 = 520 \times 36 \frac{1}{7} = 2710 \quad t_2 = 310^\circ$$

$$\therefore T_2 - T_1 = t_2 - t_1 = 350^\circ \text{F.}$$

十六

$$\text{槓桿 効率} = \frac{HP}{\text{每分發熱} = \frac{33,000 \times 100}{220 \times 778}}$$

$$W = \frac{HP}{\text{槓桿 効率} \times CV \times 778} = 6.3 \text{ hp/hour}$$

$$W = 113 \text{ hp}$$

○延焼及ビ燃速、

Inflammation and Rate of Flame Propagation

西曆 1817 年頃彼ノ安全燈ノ發明者トシテ有名ナル Sir Humphry Davy ハ各種ノ割合ヲ以テ造ラレタル爆性混和氣ニ就キ、實驗ヲ行ヒアル特殊ノ狀況ヲ以テスレバ電弧ヲ近クルモ、混和氣ハ發火セズ、而シテ混和氣ノ不延焼ハ可燃瓦斯ノ過多ナル時並ニ N ノ如キ鈍性瓦斯ヲ以テ之ヲ稀薄ナラシムル時ニ起ルコトヲ發表セリ、

混和氣ノ延焼ノ遲速及ビ能否ハ酸素及ビ瓦斯ノ比同一ナル場合ト雖、壓力、溫度等ニヨリ左右セラル、モノニシテ、例ヘバ石炭瓦斯一ト空氣十四ノ混和氣ハ電弧ニヨリ發火延焼スレドモ空氣ヲ十五ニ増ス時ハ火ヲ發スルコトナシ之ヲ燃燒セシメントスルニハ少シク壓力ヲ増スカ、又ハ稍々熱ヲ加フル必要アルガ如シ、斯ク一定溫度下ニテ混和氣ノ着火ニヨリ辛フジテ

○延焼ヲ起ス割合ヲ極比例ト稱ス、

Critical proportion

眞爆性混和氣ヲ容レタル器中ノ一點ニ火ヲ接スレバ火焰ハ、其ノ點ヲ基點トシテ四周ニ擴散シ、瞬ク間ニ全部ヲ燃燒シ去リ、忽チ器内ノ壓力ヲ増ス、稀薄ノ混和氣ニテハ火焰ノ進行緩慢ニシテ爆性ヲ減ジ、從ツテ壓力ノ低下ト最高壓力到達ニ永キ時ヲ要ス、

燃速ハ所謂燃燒ノ速度ニシテ爆性混和氣中ノ已燃
燒分子ヨリ未燃燒分子ニ火焰ノ傳染スル速度ニ加へ
テ延燒ニヨル膨脹力ハ八方ニ火焰ヲ放射シ、然モ延燒
ノ進行ト共ニ甚シキ加速度ヲ以テ増加スルモノナリ、

Mallard 及 Le Chatelier ノ實驗ニヨルニ眞爆性混和氣
中ニ於ケル火焰ノ速度ハ、次ノ如シ、

per sec.

Hydaogen mixture (2 vols. H and 1 vol. O) 20 metres.

Carbonic oxide (2 vols. Co and 1 vol. O) 2'2 metres.

H 又ハ Co ニ對スル O ノ量ヲ増減シ眞爆性ヲ失ハシ
ムル時ハ、燃燒速度ハ著シク減ズルモノナリ、

内火式機械ニ於テハ眞爆性混和氣ノ如キハ使用シ
得ズ、元ヨリ空氣ト燃料トノ混和物ナレバ窒素ノ如キ
鈍性瓦斯最モ多キヲ占メ、從テ稀薄混和氣ナレバ燃燒速
度モ非常ニ減少ス、Mallard 及 Chatelier ノ實驗ヲ示セバ

per sec.

mixture.	1 vol. H and	4 vols. air	2 metres.
”	1 ” ” ”	3 ” ”	2'8 ”
”	1 ” ” ”	2 $\frac{1}{3}$ ” ”	3'4 ”
”	1 ” ” ”	1 $\frac{6}{7}$ ” ”	4'1 ”
”	1 ” ” ”	1 $\frac{1}{2}$ ” ”	4'4 ”
”	1 ” ” ”	1 vol. ”	3'8 ”
”	1 ” ” ”	$\frac{1}{3}$ vols. ”	2'3 ”
mixture.	1 vol. coal gas and	5 vols. air	1'01
”	1 ” ” ”	6 ” ”	0'285.

此ノ燃燒速度ハ所謂延燒度ノ計量トナルモノニシテ、總ベテ恒壓力ヲ基トシテ考察シタルモノナリ、恒容積下ニ於テハ、其ノ結果甚ダ複雑トナリ、茲ニ説明ヲ加ヘ難シ、

○ 燃 燒 ニ ヨ リ 生 ズ ル 熱 量 及 ビ 溫 度、

Favre, Silberman 及 Andrew ノ發表シタル結果ニヨルニ、
内火式機械ニ用井ラル好延燒性瓦素ノ發熱量ハ

				C.U.	B.T.U.
Unit weight of H	completely	burned to	H ₂ O	evolves	34,70 62,100
”	”	C	”	”	Co ₂ ” 8,000 14,647
”	”	Co	”	”	Co ₂ ” 2,400 4,480
”	”	marsh gas	”	”	Co ₂ and H ₂ O ” 13,080 24,017
”	”	ethylene	”	”	Co ₂ ” H ₂ O ” 11,900 21,898

ナリ、

而シテ此ノ發生熱ハ直チニ其ノ燃燒ノ成果物ヲ熱シテ非常ノ高溫度ニ至ラシム、

瓦素ノ比熱ニハ C_p 及ビ C_v ノ二種アルコト並ニ C_p ハ外壓ニ反抗シテアル量ノ仕事ヲナス爲メ $C_p > C_v$ ナルコトヲ知ル、故ニ恒壓下ノ燃燒ハ恒容積内ノ燃燒時ヨリ溫度ノ昇騰少キ理ナリ、

今 C_p 並ニ C_v 及ビ $\frac{C_p}{C_v}$ ノ表ヲ示セバ

Name of gas	C_p	C_v	$\frac{C_p}{G_v}$
Air	0.237	0.168	1.408
O	0.217	0.155	1.403
N	0.244	0.173	1.409
H	3.409	2.406	1.417
CH ₄	0.593	0.467	—
C ₂ H ₄	0.404	0.332	1.144
Co	0.245	0.173	1.416
steam	0.480	0.369	1.302
Co ₂	0.216	0.171	1.165.

C_p, C_v 値ハ溫度ニヨリ差アルコト勿論ナレドモ、普通ノ計算上ニハ以上ノ數字ヲ用テ差支ナシ、

Hノ單位重量トOト化合シテ九單位重量ノ水蒸氣ヲ造リ、其ノ潜熱ヲ 537 C.U. トスレバ、計算上達スベキ溫度ハ

$$34 \cdot 170 - \frac{\text{水蒸氣潜熱} \quad \text{水蒸氣理論熱}}{9 \times 0.480} = 6132^\circ\text{C}$$

steam c.p.

ナルベキニ Deville ノ實驗ニヨレバ、實際ニ於テ 2500°Cニ過ギズ、斯ク理論ト實價トニ甚シキ相違アルハ全ク熱分解ニ因ルモノトス、

内火式機械ノ如ク吸入燃料ノ成分ハ H, C 等二種以上ノ元素ノ化合物ニシテ、空氣ヲ其ノ對手トスルモノニアリテハ、爆發ノ成果物モ多様ナレバ定容積ニテハ溫度ノ計算式モ亦複雑シテ、次ノ形トナル、

$$Temp = \frac{H}{A c_p}$$

Constant
volume.

$$\text{上昇温度} = \frac{H}{AC_v + BC_v' + CC_v'' + \dots} + T_0$$

又「デーゼルエンジン」ノ如キ定壓力下ニテハ

$$\text{上昇温度} = \frac{H}{AC_p + BC_p' + CC_p'' + \dots} + T_0$$

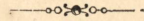
T_0 = 爆發前ノ絶對溫度、

A, B, C, 發生瓦斯重量、

然レドモ、コハ單ニ理論上ノモノニシテ、熱ノ逃出、不
完全燃燒、熱分解等ニヨリ、實際機械筒内ノ溫度ハ之レ
ニヨリ得タルモノヨリ遙ニ低キモノナルコトヲ記憶
セザルベカラズ、

第五章

密閉函内ニ於ケル瓦斯ノ爆發



密閉函内ニ於ケル瓦斯ノ爆發ニ關スル實驗ハ古來大ニ研究セラレタル處ニシテ以下各著名ノ學者ノ實驗ノ成績ヲ掲記シテ以テ考究ノ料ニ供ス、

爆性瓦斯ハ最モ大ナル壓力ヲ出シ單位容積ニ對シテ發揮スル力量最モ多ク且ツ冷却ニ遇フモ容易ニ其ノ壓力ノ降下ヲ招カザルモノナルヲ要ス、

第十二圖ハ1885年 Clerk ノ實驗シタル裝置ニシテ其ノ成績ハ第十三圖ノ一、二、三並ニ表甲ノ一、二、三ニ示スガ如シ、

表甲ノ一

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Clerk*)

Mixtures of air and Glasgow coal gas

Temp. before explosion 18° C.

Pressure before explosion atmospheric.

Mixture.		Max. press. above atmos. in pounds per sq. in.	Time of explosion
Gas.	Air.		
1 vol.	13 vols.	52	0.28 sec.
1 vol.	11 vols.	63	0.18 sec.
1 vol.	9 vols.	69	0.13 sec.
1 vol.	7 vols.	89	0.07 sec.
1 vol.	5 vols.	96	0.05 sec.

表 甲 ノ 二

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Clerk*)*Mixtures of air and Oldham coal gas*

Temp. before explosion 17° C
 Pressure before explosion atmospheric

Mixture		Max. press. above atmos. in pounds per sq. in.	Time of explosion
Gas	Air		
1 vol.	14 vols.	40	0.45 sec.
1 vol.	13 vols.	51.5	0.31 sec.
1 vol.	12 vols.	60	0.24 sec.
1 vol.	11 vols.	61	0.17 sec.
1 vol.	9 vols.	78	0.08 sec.
1 vol.	7 vols.	87	0.06 sec.
1 vol.	6 vols.	90	0.04 sec.
1 vol.	5 vols.	91	0.055 sec.
1 vol.	4 vols.	80	0.16 sec.

表 甲 ノ 三

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Clerk*)*Mixtures of air and hydrogen*

Temp. before explosion 16° C.
 Pressure before explosion atmospheric

Mixture		Max. press. above atmos. in pounds per sq. in.	Time of explosion
Hyd.	Air.		
1 vol.	6 vols.	41	0.15 sec.
1 vol.	4 vols.	68	0.026 sec.
1 vol.	5 vols.	80	0.01 sec.

又爆發後ノ壓力ヨリ溫度ヲ計上セルモノヲ示セバ
 表乙ノ一、二ノ如シ、

表 乙 ノ 一

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Clerk*)*Mixtures of air and Glasgow coal gas*

Temp. before explosion 18° C.

Pressure before explosion atmos. 14.7 lbs.

Mixture		Max. press. above atmos. in pounds per sq. in.	Temp. of explosion calculated from observed pressure
Gas	Air		
1 vol.	13 vols.	52	1047° C.
1 vol.	11 vols.	63	1265° C.
1 vol.	9 vols.	69	1384° C.
1 vol.	7 vols.	89	1780° C.
1 vol.	5 vols.	96	1918° C.

表 乙 ノ 二

Mixtures of air and Oldham coal gas

Temp. before explosion 17° C.

Mixture		Max. press above atmos. in pounds per sq. in.	Temp. of explosion calculated from observed pressure	Theoretical temp. of explosion if all heat were evolved
Gas	Air			
1 vol.	14 vols.	40	806° C.	1786° C.
1 vol.	13 vols.	51.5	1033° C.	1912° C.
1 vol.	12 vols.	60	1202° C.	2058° C.
1 vol.	11 vols.	61	1220° C.	2228° C.
1 vol.	9 vols.	78	1557° C.	2670° C.
1 vol.	7 vols.	87	1733° C.	3334° C.
1 vol.	6 vols.	90	1792° C.	3808° C.
1 vol.	5 vols.	91	1812° C.	
1 vol.	4 vols.	80	1595° C.	

Clerkノ1900年代ニ行ハル實驗ノ結果ハ第十四圖並ニ次表丙ニ示ス、

表 丙

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Clerk 1900*)*Mixtures of air with London Coal Gas*

Temp. before explosion 16° C.

Pressure before explosion 14.8 lbs. per sq. in.

Mixture		Max. Pressure above atmosphere in lbs. per sq. in.	Temp. of Explosion from observed pressure	Time of Explosion
Gas	Air			
1 vol.	12 vols.	4	—	—
1 vol.	11 vols.	58	1150° C.	0.290 sec.
1 vol.	10 vols.	60	1155° C.	0.305 sec.
1 vol.	9 vols.	65	1270° C.	0.155 sec.
1 vol.	8 vols.	77	1475° C.	0.087 sec.
1 vol.	7 vols.	80	1565° C.	0.067 sec.
1 vol.	1 vols.	85	1660° C.	0.055 sec.
1 vol.	5 vols.	87	1710° C.	0.042 sec.
1 vol.	4 vols.	93	1830° C.	0.045 sec.

第十五圖ノ一、二ハ Grover ノ 成績、第十六圖ノ一、二、三、四、表丁ノ一、二、三、四ハ Bairstow 及ビ Alexander ノ 實驗ノ 結果第十七圖モ同ジク兩氏ノ發表セルモノニ係ル、

表 丁 ノ 一

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Bairstow and Alexander*)

Initial pressure 55 lbs. per sq. in. absolute

Initial temperature atmospheric

Mixture containing from 6.36 to 12.7 per cent. gas

Fraction of total volume occupied by gas	Maximum pressure observed lbs. per sq. in. abs.	Time to reach maximum pressure in seconds	Maximum temperature of explosion °C.
Per cent.			
6.36	70	1.5 to 1.8	—
7.27	—	—	—
7.72	127	0.8	396
8.18	140	0.8	465
8.63	208	1.7	823
8.88	239	1.0	790
9.09	255	0.7	1070
10.04	331	0.2	1470
10.09	350	0.1	1570
12.07	385	0.04	1760

表 丁 ノ 二

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Bairstow and Alexander*)

Initial pressure 34.5 lbs. per sq. in.

Initial temperature 17° C

Mixture containing from 7.79 per cent. to 14.98 per cent. gas

Fraction of total volume occupied by gas	Maximum pressure observed, lbs. per sq. in. above atmos.	Time to reach maximum pressure in seconds	Maximum temperature of explosion, °C.
Per cent			
7.79	97	0.8	540
9.23	193	0.24	1350
10.72	216	0.13	1540
12.05	245	0.07	1790
13.5	263	0.05	1930
14.98	272	0.04	2010

表 丁 ノ 三

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Bairstow and Alexander*)

Initial pressure varied from 7.18 lbs. to 44.8 lbs. per sq. in. absolute

Initial temperature approximately 22.5 C.

Mixture containing 14.4 per cent. gas and 85.6 per cent. air

Mixture.		Initial pressure, lbs. per sq. in. abs.	Initial temp. °C.	Max. pressure observed lbs. per sq. in. abs.	Time to reach max. pressure in seconds	Max. temp. of explosion °C.
Air	Gas					
I	0.169	44.8	23.5	348	0.042	2030
I	0.172	34.5	22	270	0.041	2040
I	0.170	24.7	21	189	0.041	1980
I	0.168	14.55	21	112	0.036	1990
I	0.166	9.71	24.5	68	0.05	1810
I	0.166	7.18	24	47	0.10	1670

表 丁 ノ 四

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Bairstow and Alexander*)

Initial pressure varied from 7.06 lbs. to 44.7 lbs. per sq. in. absolute.

Initial temperature . . . atmospheric.

Mixture containing 9.5 per cent. gas and 90.5 per cent. air.

Mixture		Initial pressure, lbs. per sq. in. abs.	Initial temp. °C.	Max. pressure observed, lbs. per sq. in. abs.	Time to reach max. pressure in seconds	Max. temp. of explosion °C.
Air	Gas					
I	0.103	44.7	16.5	238	0.33	1270
I	0.105	34.6	18.6	185	0.35	1280
I	0.104	24.7	20.0	126	0.41	1220
I	0.107	14.4	21.0	74	0.44	1235
I	0.104	9.5	21.5	46	0.50	1150
I	0.107	7.06	22.0	33	0.50	1110

第十八圖及ビ表戊ノ一、二、三ハ Massachusetts institute of
Technology at Boston ノ 公表セルモノナリ、

表 戊 ノ 一

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Boston Experiments*)*Mixtures of Air and Boston Coal Gas*

Temperature and Pressure before explosion Atmospheric

Mixture Gas. Air	Max. pres. lbs. per sq. in.	Time of Explosion Sec.	Area, sq. ins.	Mean pres. lbs. per sq. in.	$\frac{\Delta}{\varphi}$ Mean pres. gas ratio	Final pressure	Final pressure $\frac{\Delta}{\varphi}$ gas ratio
1	2	3	4	5	6	7	8
I-3	45	0.49	—	43	172	40	160
I-4	86	0.08	1.88	62	310	46	230
I-5	96	0.05	1.93	64	384	44	264
I-6	88	0.05	1.93	64	448	46	322
I-7	86	0.06	1.93	64	512	48	384
I-8	87	0.06	1.83	61	549	46	414
I-9	77	0.08	1.86	62	620	46	460
I-10	71	0.11	1.60	56	616	45	495
I-11	68	0.14	1.66	55	660	43	516
I-12	39	0.33	0.98	33	429	30	390
I-13	32	0.42	0.79	26	364	24	336
I-14	9	0.42	0.24	8	120	8	120

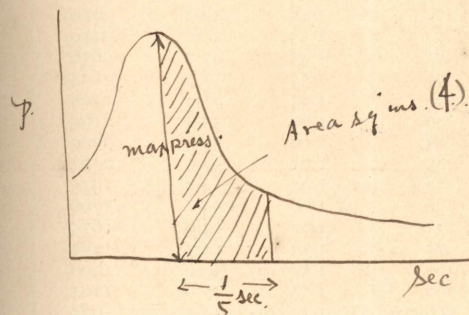


表 戌 ノ 二

EXPLOSION IN A CLOSED VESSEL. (*Boston Experiments*)*Mixtures of Air and Petrol Vapour. (gasolin)*

Petrol sp. gr. 0.648 at 86° F.

Percentage of petrol vapour in mixture	Time of explosion. Seconds	Max. Press. in lbs. per sq. in. above atmosphere	0.2 sec. after maximum pressure			
			Area, sq. in.	Mean press. lbs. per sq. in.	Mean press. ÷ vapour ratio	Final pressure
1.51	0.083	70	1.48	49.4	3260	34
1.64	0.100	73	1.53	51.0	3110	36
1.79	0.090	71	1.43	47.7	2670	33
1.96	0.083	76	1.55	51.7	2634	35
2.17	0.058	70	1.45	48.4	2225	30
2.44	0.067	80	1.60	53.4	2190	36
2.56	0.075	84	1.69	56.4	2200	30
2.63	0.059	86	1.71	57.0	2164	38
2.78	0.083	78	1.62	54.0	1945	36
3.03	0.091	76	1.60	53.4	1760	38
3.23	0.083	77	1.62	54.0	1675	37
3.45	0.083	77	1.64	54.7	1587	37
3.85	0.075	66	1.50	50.0	1300	38
4.17	0.066	60	1.38	46.0	1104	35
4.76	0.066	56	1.32	44.0	925	33

表 戌 ノ 三

Petrol sp. gr. 0.680 at 76° F.

Percentage of petrol vapour in mixture	Time of explosion. Seconds	Max. press. in lbs. per sq. in. above atmosphere	0.2 sec. after maximum pressure			
			Area, sq. in.	Mean press. lbs. per sq. in.	Mean press ÷ vapour ratio	Final pressure
1.32	0.167	52	1.28	42.7	3240	33
1.41	0.117	62	1.42	47.3	3360	35
1.51	0.109	64	1.45	48.6	2950	35
1.64	0.182	51	1.25	41.7	2540	32
1.79	0.109	67	1.53	51.0	2855	36
1.96	0.091	73	1.53	51.0	2600	36
2.17	0.082	76	1.56	52.0	2391	37
2.44	0.060	85	1.63	54.3	2225	36
2.63	0.058	85	1.62	54.0	2052	36
2.78	0.058	84	1.64	54.7	1970	38
3.03	0.066	78	1.60	53.4	1760	37
3.23	0.067	83	1.70	56.7	1760	38
3.45	0.100	75	1.59	53.0	1536	38
3.85	0.117	62	1.42	47.3	1230	35
4.17	0.133	55	1.40	46.7	1121	38
4.76	0.210	35	1.02	24.0	714	32

斯クノ如ク同一割合ヲ有スル混和氣爆發後ノ冷却度ニ遲速アルハ實驗ニ供セル容器ノ大小ニ伴フモノニシテ、内容積ノ小ナル程溫度ノ低下急ナリ、此ノ現象ハ内火式機械等ニ於テモ同様ニシテ、只爆發後仕事ヲナシツ、吸鑿ノ下際ニヨリ容積ヲ増ス爲メ、稍々異ル點アルヲ認ムルノミ、第十九圖ヲ見ヨ、

容積ニ對シ溫度降落ノ度合ヲ表ハス單位ヲ One cubic foot degree トス、例ヘバ 6.2 立方呎ヲ有スル容器ニ於テ爆發後アル時間内ニ 80°F 丈ノ溫度降リタリトスレバ、 $80 \times 6.2 = 496$ cubic foot degree ノ損失ヲ招キタリト呼ビ又 0.150 立方呎ノ容器内ニテ爆發ヲ起シ同時間後ニ 238°F ノ降下アリトスレバ $0.150 \times 238 = 35.7$ cubic foot degree ノ損失アリト云フガ如シ、

又混和氣爆發後冷却ノ割合ハ其ノ發生壓力ニモ關係アルモノニシテ、初壓力高キ程緩慢ナルモノナリ、第二十圖ニ就キ其ノ狀勢ヲ知レ、

Hopkinson's vessel. 6.2 立方呎.

$\frac{1}{20}$ sec.

80° F. drop.

$$80 \times 6.2 = 496 \text{ cubic foot degree.}$$

Temp x Vessel.

Vessel	Capacity	Temp falls in $\frac{1}{20}$ sec from mean temp.			
No	cf	1450°c	1400°c	1300°c	1150°c
1	6.2	80°c	68°c	52°c	38°c
2	0.82	127	114	93	65
3	0.684	166	153	131	100
4	0.183	372	327	257	182
5	0.180	372	327	257	182
6	0.150	238	216	184	138

Vessel no., 1st + 2nd = 3rd.

- 74 1. Hopkinson's large vessel
2. Bairstow and Alexander
3. Hopkinson's small vessel

第六章

上下動スル吸鑄頭上瓦斯ノ放熱

常ニ上下動スル内火式機械吸鑄頭上ニ壓縮サレタル混和氣ノ爆發成果瓦斯ハ、絶ヘズ容積ヲ變ジツ、筒壁ヲ通ジテ其ノ保有熱ヲ失ヒ、其ノ傳熱ノ狀況ハ最モ複雑ヲ極メ、且ツ其ノ實驗頗ル困難ナレバ正確ノ値ヲ得難シ、

然レドモ傳熱度ハ素ヨリ兩體ノ溫度差、接觸時間ノ長短、瓦斯ノ密度及ビ容器ノ大小(容器小ナル時程殊ニ著シ)ニ關係アルコトハ推定シ易キコトナルヲ以テ、吾人ハ筒壁ヲ介スル熱ノ遁走ハ壓縮衝程ナレバ、其ノ上思案點ニ近ツク程多ク爆發衝程ニテモ同ジク上思案點附近ニ於テ最モ甚シク之ニ遠カルニ及デ益々少キヲ知ルベシ、實驗ニヨルニ爆發衝程ニテ全損失熱量ノ約六割ハ衝程ノ上 $\frac{3}{10}$ ノ間ニ於テ失ハレ、四割ハ残り $\frac{7}{10}$ 衝程間ニ傳リ去ルモノナリト云フ、

第六章

運轉セル piston ヲ有スル cylinder 内ニ於テ Gas 放熱

熱, loss. piston, coverside = 上ノ側ニ多ク

bottom side = 下ノ側

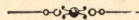
其ノ損失熱量ハ 1/10 割, coverside, dead pt ヲリ 7/10 割

上ニ失ハル. 4/10 割ハ 7/10 割ニ付

第七章

819

内火式機械ノ熱効率並ニ機械的効率



内火式機械ノ効率ニモ標示熱効率「ブレイキ」熱効
Indicated thermal efficiency Brake thermal efficiency
 率ノニツアリ、而シテ此ノ兩効率モ熱力學ノ應用機械
 工作上技術ノ進展ニ伴テ年次昇加シ來レリ其ノ趨勢
 ハ、下表ニヨリ之ヲ認ムベシ、

INDICATED AND BRAKE THERMAL EFFICIENCY OF FOUR-CYCLE ENGINES
 FROM 182 TO 1908

No.	Mechanical efficiency	Names of experimenters	Year	Dimensions of engine		Indicated thermal efficiency	Brake thermal efficiency	Type of engine
				Dia-meter	Stroke			
1	87.6	Slaby . . .	1882	6 ¹¹ / ₁₆ "	13 ¹¹ / ₁₆ "	16	14	Deutz
2	84.2	Thurston . . .	1884	8 ¹¹ / ₁₆ "	14 ¹¹ / ₁₆ "	17	14.3	Crossley
3	86.1	Society of Arts . . .	1888	9 ¹¹ / ₁₆ "	18"	22	18.9	Crossley
4	80.9	Society of Arts . . .	1888	9 ¹¹ / ₁₆ "	14 ¹¹ / ₁₆ "	21	17	Griffin (6-cycle)
5	87.3	Kennedy . . .	1888	7 ¹¹ / ₁₆ "	15"	21	18.3	Beck (6-cycle)
6	82	Capper . . .	1892	8 ¹¹ / ₁₆ "	18"	22.8	17.4	Crossley
7	87	Robinson . . .	1898	10"	18"	28.7	25	National
8	83	Humphrey . . .	1900	26"	36"	31	25.7	Crossley
9	81.7	Witz . . .	1900	51 ¹¹ / ₁₆ "	55 ¹¹ / ₁₆ "	28	22.9	Cockerill
10	85.5	Inst. Civil. Eng. . .	1905	14"	22"	35*	29.9	National
11	77.1	Burstall . . .	1907	16"	24"	41.5†	32	Premier
12	87.5	Hopkinson . . .	1908	11 ¹¹ / ₁₆ "	21"	36.8	32.2	Crossley

* The value 35 per cent. is deduced by the author from the Inst. C.E. Committee's values.
 † This value is, in the author's view, too high; probably due to indicator error.

總ベテ内火式機械ノ効率ハ一般ニ働流體壓縮度ノ
 高低ニ比例スルモノニシテ、壓縮度ヲ高カラシムルニ
 ハ吸鑿上思案點ニアル時、筒内ニ包有スル容積ヲ小ナ

$\text{mechanical efficiency} = \frac{\text{Brake thermal eff.}}{\text{Indicated thermal eff.}}$
 圧縮率

no.	mechanical efficiency	Brake thermal eff.
1	$\frac{1}{2.66}$	33
2	$\frac{1}{2.66}$	33
3	$\frac{1}{3.5}$	39
4	$\frac{1}{3.2}$	37
5	$\frac{1}{3}$	36
6	$\frac{1}{3.4}$	39
7	$\frac{1}{2.17}$	48
8	$\frac{1}{5}$	47
9	-	-
10	$\frac{1}{5.34}$	49
11	$\frac{1}{1.22}$	55
12	$\frac{1}{6.37}$	53

$E = (1 - \frac{1}{r})^{\gamma-1}$ where $\gamma = 1.408$. air stands eff.

ラシムルニアリ、從ツテ壓縮比ヲ $\frac{1}{r}$ ニテ示セバ

$$\frac{1}{r} = \frac{\text{Compression space volume}}{\text{Volume swept by piston} + \text{Compression space volume}}$$

次表ハ Professor Meyer ノ 實驗セルモノニシテ、明カニ
高壓縮度ノ有利ナルヲ示セリ、

INDICATED THERMAL EFFICIENCY WITH VARYING COMPRESSIONS CALCULATED FROM PROFESSOR MEYER'S EXPERIMENTS

$\frac{1}{r}$	Indicated thermal efficiency	Air standard efficiency	Indicated efficiency air standard	Revolutions per minute	Compression pressure above atmosphere	Dimension of engine, &c.
	per cent.	per cent.			lbs.	
$\frac{1}{4}$	25	44	0.58	257	80	Engine 7.8 ins. diam.
$\frac{1}{3.8}$	24.4	42	0.58	249	75	by 11.8 ins. stroke.
$\frac{1}{3}$	21.4	37	0.58	251	50	Compression 40 to
$\frac{1}{2.7}$	18.8	33	0.57	225	40	80 lbs. per sq. in. above atmosphere

〔註〕表中 Air standard efficiency トハ 空氣ノ 比熱ヲ 終始一貫不變ノモノト 假定シ 理想的 輪廻ヨリ 打算シタルモノヲ 指ス、

同一壓縮比ヲ有スル大小ノ兩機械アル時、優秀ナル効率ハ大型機械ノ保ツ處トナル、是レ 筒壁、蓋、弁、其ノ他ヲ介スル放熱ノ割合 小型ノモノニ比シテ少ク、斷熱的膨脹線ハ常ニ小型ノモノヨリ高キニヨル、其ノ事實ハ下表ニヨリ窺フベシ、

1 馬カ

1 Ind. H.P. ヲ 發せしむルニ 要スル 燃料ノ 熱量 = Ind. therm. Eff.

1 馬カ

1 B. H.P. ヲ

= Brake

大型機械

radiation 及 friction loss 等ハ 4.4% Eff. 1.1% 等

COMPARISON OF THE ACTUAL AND THEORETICAL EFFICIENCIES
OF OTTO ENGINES OF DIFFERENT DIMENSIONS

Engine cylinder	Relative capacity	Theoretical efficiency	Actual indicated efficiency	Ratio of actual and ideal efficiency
Nearly equal compression	7" diam. × 15" stroke .	1	0.428	$\frac{0.25}{0.428} = 0.58$
	11½" diam. × 21" stroke	3.77	0.428	$\frac{0.275}{0.428} = 0.64$
Nearly equal compression	9½" diam. × 18" stroke .	1	0.40	$\frac{0.21}{0.41} = 0.53$
	14" diam. × 25" stroke .	2.97	0.54	$\frac{0.277}{0.41} = 0.67$

瓦斯ノ燃燒爆發ニヨリ發生セル熱量中實馬力トナ
リテ仕事ニ變ジ得ルモノハ、全發生熱量ノ 32% ~ 35%、
循環水ヲ温メ又ハ放熱ニ失ハル、モノハ、25% ~ 34%、
排氣中ニ逃散スル量ハ 34% ~ 40% ナリ、然レドモ斯克
ノ如キハ、最モ優良ナル機械ニ見ルベク普通ノモノニ
アリテハ

Indicated work — 22 %

Heat lost water jacket — 50 %

Heat given up to exhaust — 28 %

ノ程度ナリトス、

又内火式機械ノ熱効率ハ一般ニ負荷ノ大小ニ正比
例スルモノナリ、

實馬力中軸馬力ニ導キ得ルモノハ、凡ソ其ノ 70% ~
90% 内外ニシテ、筭數多キニ從ヒ其ノ割合ハ増加スル
モノナリ、「デーゼル」機械ノ如ク機械ト同軸上ニ空氣壓

Indicated work 32% ~ 35%

Heat loss 25% ~ 34%

Heat given up to the exhaust 34% ~ 40%

Indicated Horsepower.

H.P. inside cylinder.

Shaft Horsepower.

H.P. transmitted to shaft.

搾唧筒ヲ有スルモノニアリテハ之ガ爲メ大ニ軸馬力
ヲ弒ガル、軸馬力對實馬力ノ比ヲ機械的効率ト稱ス、

循環水溫度ノ高低ハ機械的効率ニ關係アルモノニ
シテ、其ノ溫度高キ時ハ機械的損失少ナシ、

次表ハ Professor Hopkinson ガ 11½" × 21" Crossley 機械ニ
キ實驗シタル成績ナリ、

INDICATED AND BRAKE HP OF CROSSLEY 11½ × 21 INS. ENGINE. (Hopkinson)
Speed 180 revs. per minute.

Water jacket : exit temperature	Explosions Cycles	M.E.P. from diagram	Gas per suction stroke	I.H.P.	B.H.P.
150° F. (65° C.)	0.804	100.3	Cub. ft. 0.1196	39.7	34.0
—	0.82	99.4	0.1182	40.2	34.6
160° F. (71° C.)	0.825	99.0	0.1164	40.2	34.9

又第二十一圖ハ同氏ガ Daimler 輕油機械 (3'56" × 5'11"
四衝程、四筒、回轉毎分 1,300) ノ循環水溫度ヲ種々ニ變
ジ以テ機械的損失ヲ計測シテ得タルモノナリ、

箱内ニ吸入サレタル混和氣ノ強サ乃チ燃料ト空氣
ノ割合ノ大小ハ機械ノ効率ニ影響アルモノニシテ第
二十二圖ニヨリ其ノ一般ヲ知ルベシ、蓋シ強混和氣使
用ノ際効率低位ニアルハ爆發溫度高ク瓦斯膨脹中ノ
放熱多キト、完全燃燒ヲ遂行セザルトニ歸ス、次表ハ之
ヲ示ス、

Relative fuel consumption of steam and gas engines

Engine	Load	20%	30	40	50	60	70	80	90	fullload
Steam Turbine		4.5	4.1	3.7	3.35	3.15	2.85	2.7	2.62	2.8
Steam Engine		4.2	3.8	3.6	3.3	3.2	3.05	2.9	2.85	2.8
Gas Engine (pressure)		3.5	3.0	2.17	2.35	2.2	2.05	1.9	1.8	1.175
Gas engine (suction)		2.5	2.3	2.13	1.9	1.8	1.17	1.6	1.55	1.5

Coal #/K.W hour.

車由馬力 / 庫馬力 = 機械的効率.

此は上記
燃料ヲ多ク用テモ大熱燒スル部分ハ限リアルニシテ、此部分
此ニ加テ熱ハ大ニ仕事ニ變スルニシテ、其ガキニヨリ効率減ス

omitted 参考

ANALYSIS OF EXHAUST GASES FROM CROSSLEY 11½ × 21 INS. ENGINE UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF RUNNING. ALSO GASES FROM BOYS' AND JUNKER CALORIMETERS

Test No.	Nature of Gas Analysed	1	2	3	4	5	6
		Quantity of Gas used	Steam		CO ₂		Percentage of unburnt coal-gas
		Litres	Mg.	Per cent.	Mg.	Per cent.	
1	Exhaust from Boys' Calorimeter $\frac{\text{air}}{\text{gas}} = 7.1$ }	1.53	0.8	0.3	0.4	0.1	0.1
2	Exhaust from Junker Calorimeter $\frac{\text{air}}{\text{gas}} = 9.6$ }	1.74	3.0	1.5	1.2	0.5	1.0
3	Engine Exhaust. Full load. } Gas 0.1204 (11.25 per cent.) }	1.5	4.0	1.8	2.8	1.2	1.5
4	Engine Exhaust. Full load. } Gas 0.1228 (11.46 per cent.) }	1.94	2.3	0.7	0.7	0.2	0.4
5	Engine Exhaust. Full load. } Gas 0.1002 (9.37 per cent.) }	1.63	1.4	0.8	2.5	1.3	1.1
6	Engine Exhaust. Full load. } Gas 0.1320 (12.3 per cent.) }	1.5	—	—	1.8	0.6	0.6
7	Engine Exhaust. Half load. } Gas 0.1212 (11.3 per cent.) }	1.5	2.8	2.7	6.3	5.7	4.2
8	Engine Exhaust. Half load. } Gas 0.1199 (11.2 per cent.) }	1.5	2.8	2.7	3.5	3.2	3.0
9	Engine Exhaust. Full load. } Gas 0.13 (12.2 per cent.) }	1.0	1.3	0.7	0.3	0.1	0.4
10	Same samples as 9	1.72	1.5	0.5	0.1	—	0.2
11	Engine Exhaust. Full load. } Gas 0.1 (9.4 per cent.) }	2.0	1.2	0.5	1.5	0.7	0.6
12	Engine Exhaust. Half load. } Gas 0.106 (10.0 per cent.) }	1.56	3.3	4.2	5.6	6.8	5.5
13	Engine Exhaust. Half load. } Gas 0.1285 (12.1 per cent.) }	1.9	6.8	6.7	2.9	2.3	4.5

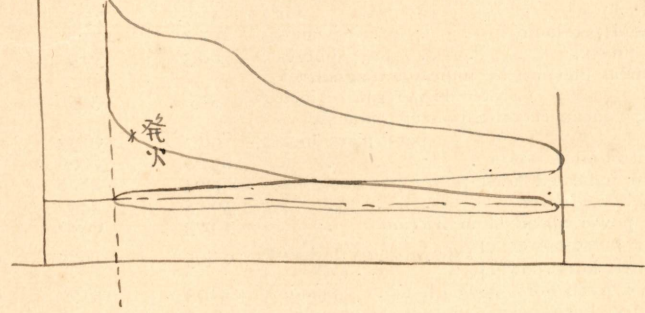
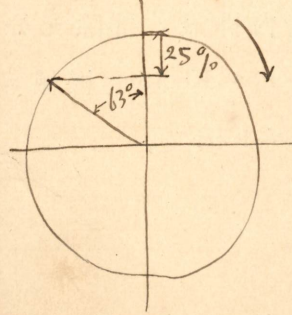
下記二表ハ 16" × 24" Premier 式機械運轉ニヨリ Burstall 氏ノ調製シタルモノト「デーゼル」機械ノ運轉成績ニシテ、共ニ内火式機械攻究上大ニ参考トスルニ足ルモノナリ、

少い燃料費スル
Comp. Max. or

内 火 式 機 械

PRESSURES, POWER, AND THERMAL EFFICIENCY OF 16 X 24 INS. PREMIER ENGINE UNDER DIFFERENT COMPRESSION RATIOS. (Burstall's Experiments)

Test No.	Spark		Compression pressure		Mean explosion pressure		Mean effective pressure		Revolutions per minute	Indicated horse-power		Thermal efficiency average	Heat account		M.E.P. on suction	M.E.P. on scavenger reduced to area of piston
	Position of crank when contact was made, in degrees from end of stroke	Distance of piston from dead centre	Lbs. per sq. in.	Kgms. per sq. in.	Lbs. per sq. in.	Kgms. per sq. in.	Lbs. per sq. in.	Kgms. per sq. cm.		British	Metric		British thermal Units per I.H.P.	Percentage to cooling water		
A 1	63	0.25	212	14.9	358	25.2	80	5.63	168	81.9	82.9	.394	6,431	23.9	2.81	0.6
A 2	54	0.24	222	15.6	384	27.0	86	6.01	168	87.6	88.8	.394	6,435	20.5	2.72	0.6
B 2	66	0.34	201	14.1	360	25.3	87	6.14	168	89.1	90.4	.398	6,360	18.0	1.90	0.8
B 3	68	0.30	191	13.4	330	13.2	82	5.8	168	84.1	85.2	.398	6,439	16.4	1.64	0.8
C 1	69	0.36	172	12.1	356	25.0	90	6.31	167	91.0	92.3	.415	5,930	17.1	1.67	0.7
C 2	48	0.19	175	12.3	324	22.8	92	6.49	171	96.1	97.4	.415	6,384	21.5	1.76	0.7
C 3	54	0.22	176	11.8	293	20.6	87	6.14	170	90.2	91.4	.415	6,186	20.6	1.76	0.7
C 4	46	0.18	175	12.3	343	24.1	99	6.97	170	103.0	104.2	.415	6,069	23.2	2.32	0.7
D 2	52	0.22	159	11.2	408	28.7	106	7.41	170	109.0	110.6	.404	6,295	23.2	2.15	0.7
D 3	54	0.33	166	11.7	388	27.3	110	7.70	170	113.0	114.7	.404	6,398	23.1	4.45	0.7
D 4	65	0.33	154	10.8	309	21.7	82	5.79	170	85.3	86.3	.359	6,435	19.4	2.06	0.6
D 5	60	0.28	158	11.1	334	23.5	93	6.52	173	97.8	99.1	.359	6,110	12.2	2.1	0.6
F 1	67	0.35	137	9.6	311	21.9	93	6.55	170	96.3	97.7	.359	6,485	16.7	2.1	0.6
F 2	38	0.12	129	9.1	430	30.2	114	8.02	167	116.0	118.0	.359	7,839	25.8	2.2	0.6
F 4	57	0.27	132	9.3	309	21.7	86	6.07	169	88.6	89.8	.359	6,522	15.8	3.1	0.6
F 5	34	0.10	129	9.1	354	24.9	113	7.93	169	116.0	118.0	.359	7,757	22.4	3.0	0.6
J 1	57	0.27	124	8.7	330	23.2	82	5.73	168	83.2	84.4	.345	7,315	30.9	2.68	0.5
J 2	36	0.11	132	9.3	414	29.1	106	7.47	167	108.0	110.0	.345	7,520	27.3	2.75	0.5
J 3	36	0.18	124	8.7	358	25.2	94	6.58	167	95.2	96.6	.345	7,086	27.6	3.4	0.5
Q 1	49	0.20	88	6.2	341	24.0	100	7.01	167	101.0	103.0	.300	9,012	27.8	2.6	0.5
Q 2	72	0.40	87	6.1	228	16.1	72	5.04	168	73.2	74.4	.300	8,462	26.6	2.64	0.5
Q 3	53	0.24	87	6.1	270	19.0	88	6.20	168	90.2	91.5	.300	8,688	27.8	3.22	0.5



第八章

四「サイクル」瓦斯機械

四「サイクル」ヲ用フル内火式機械ハ其ノ種類廣汎ニシテ枚擧スベカラズト雖、其ノ構造ノ大要ニ至リテハ敢テ其ノ間ニ甚シキ差違アルニアラズ、依ツテ著明ナルモノニ就キ説述シ其ノ一般ヲ知ラシメントス、

使用燃料ノ異ルニ伴テ構造ニ多少ノ相違ヲ來スハ免レザル處ニシテ、油ヲ用フルモノニハ揮發器又ハ熱氣化器ヲ要ス、殊ニ「デーゼル」機械ニテハ噴霧器、油唧筒、空氣壓搾唧筒等ヲ備ヘザルベカラズ、普通ノ石油又ハ輕油ヲ燃料トスル機械ハ一般ニ小型ニシテ大ナル馬力ヲ發生セシムルニハ瓦斯機械ニヨラザルベカラズ、然レドモ普通ノ油機械並ニ「デーゼル」機械ニモ近時大馬力發揮ニ適スルモノ世ニ出ヅルニ至リタリ、

第二十三圖 AB (XYノ切斷面)ハ瓦斯ヲ用フル Crossley Otto Horizontal Engine ノ例ニシテ

