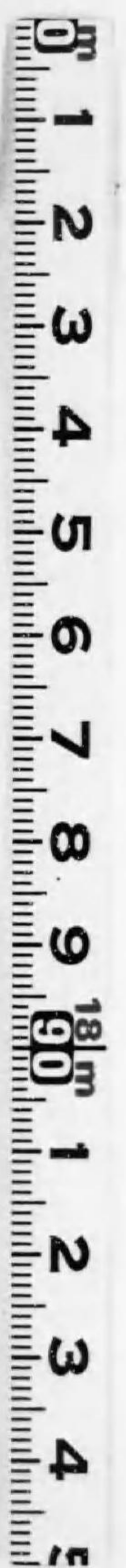
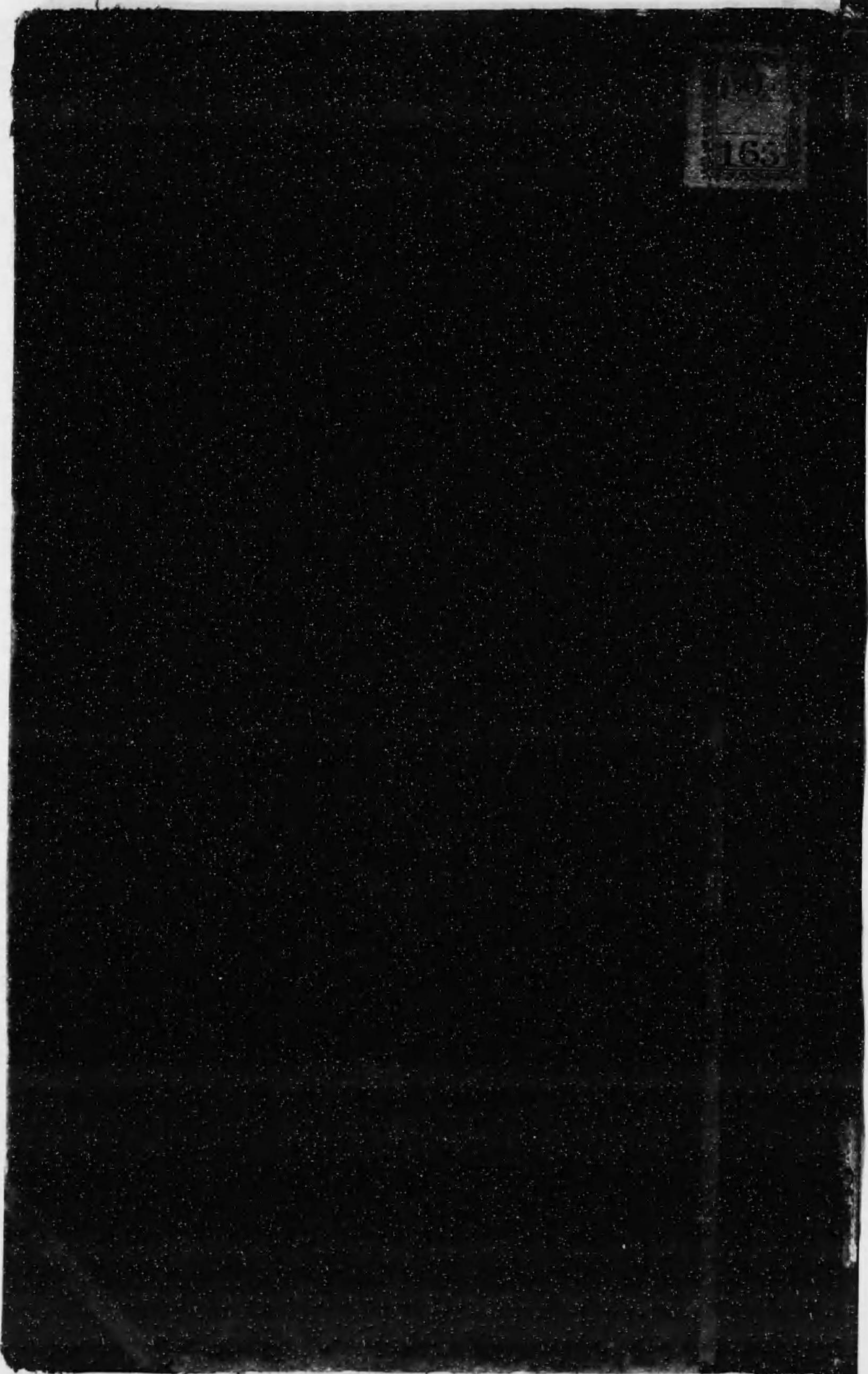


始



163

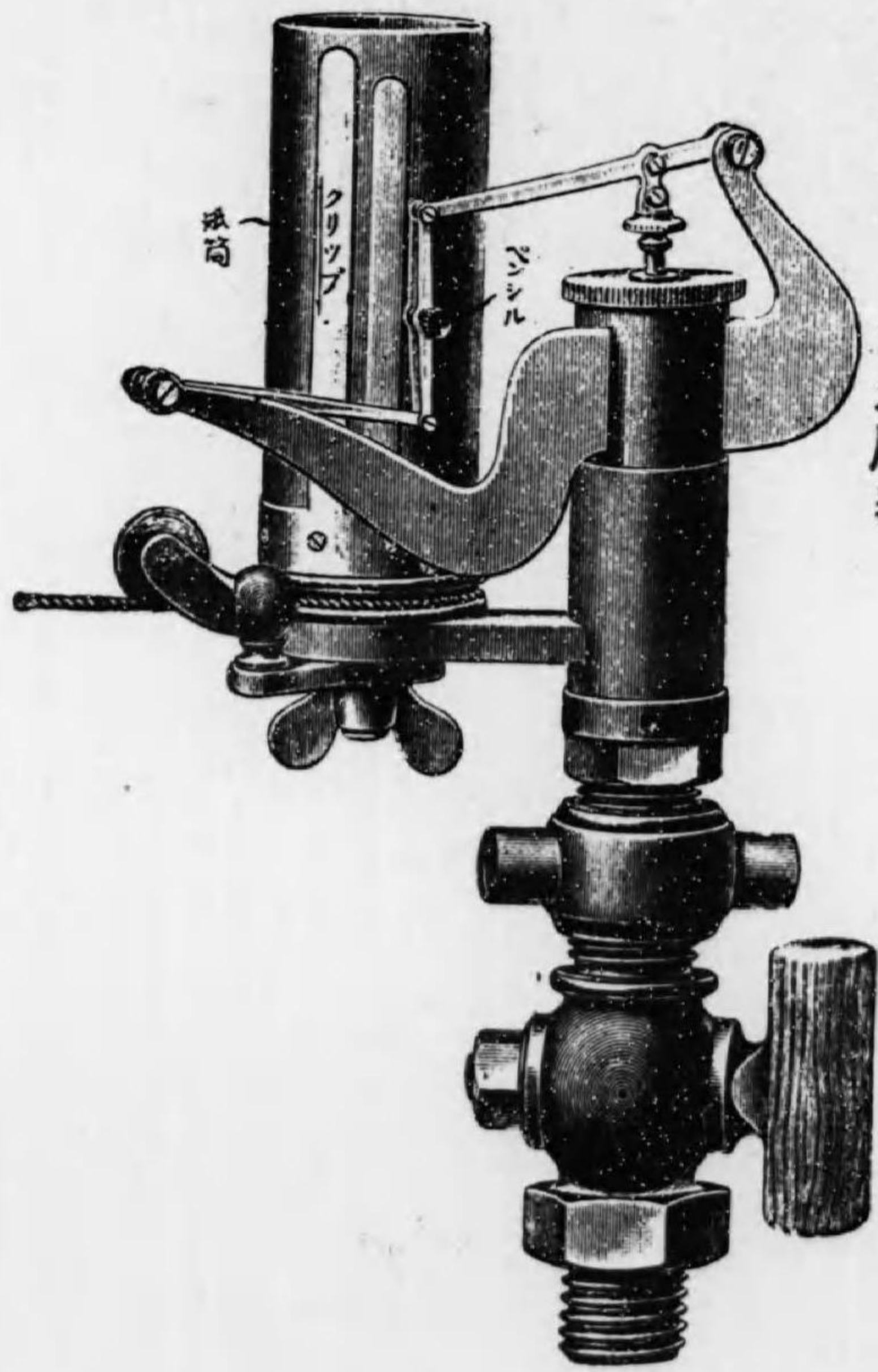


商船學校教授
島谷敏郎校閱

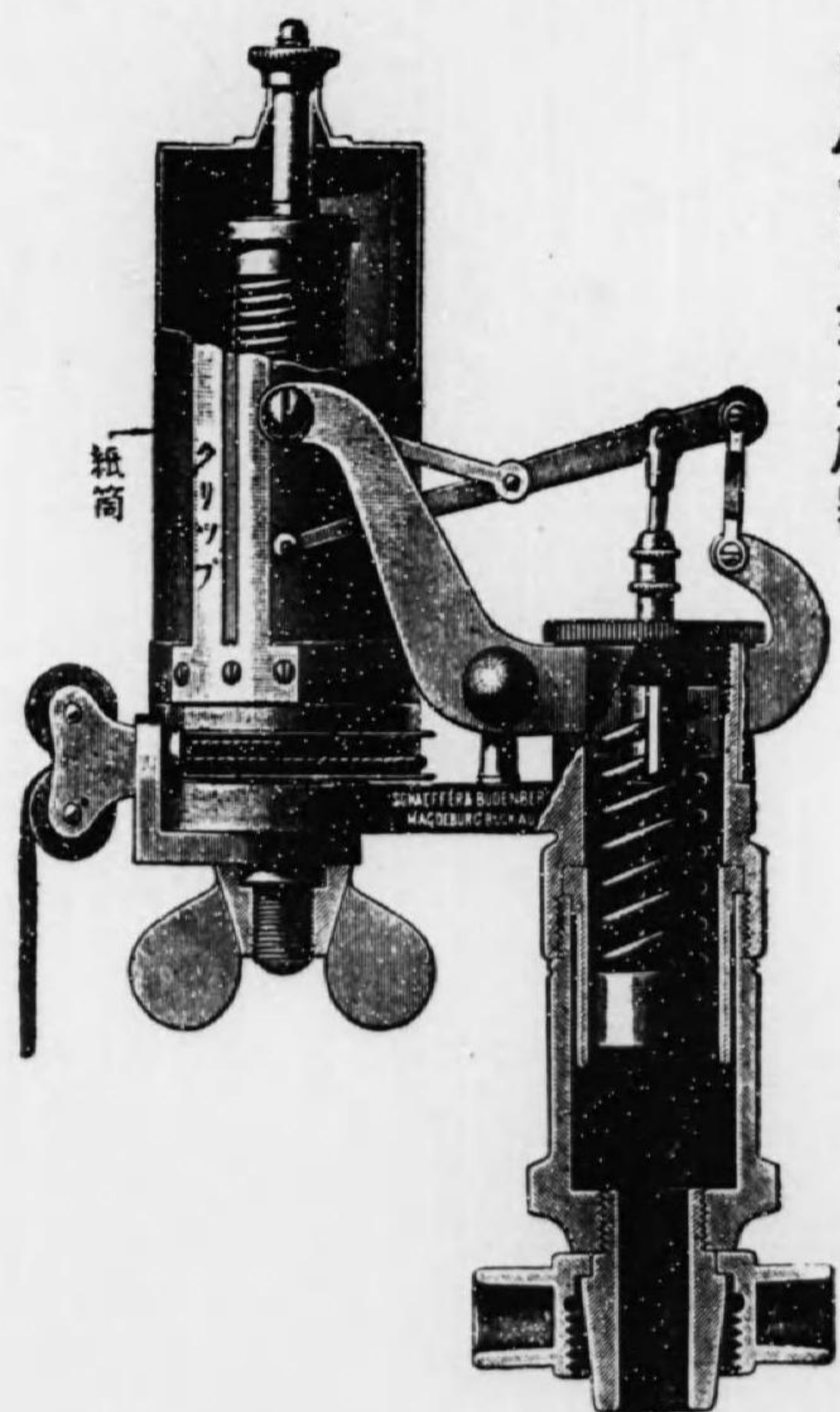
朝鮮總督府技師
井上俊治著

船用機關之示壓圖

賀集海文堂發行



リチャード式示壓器

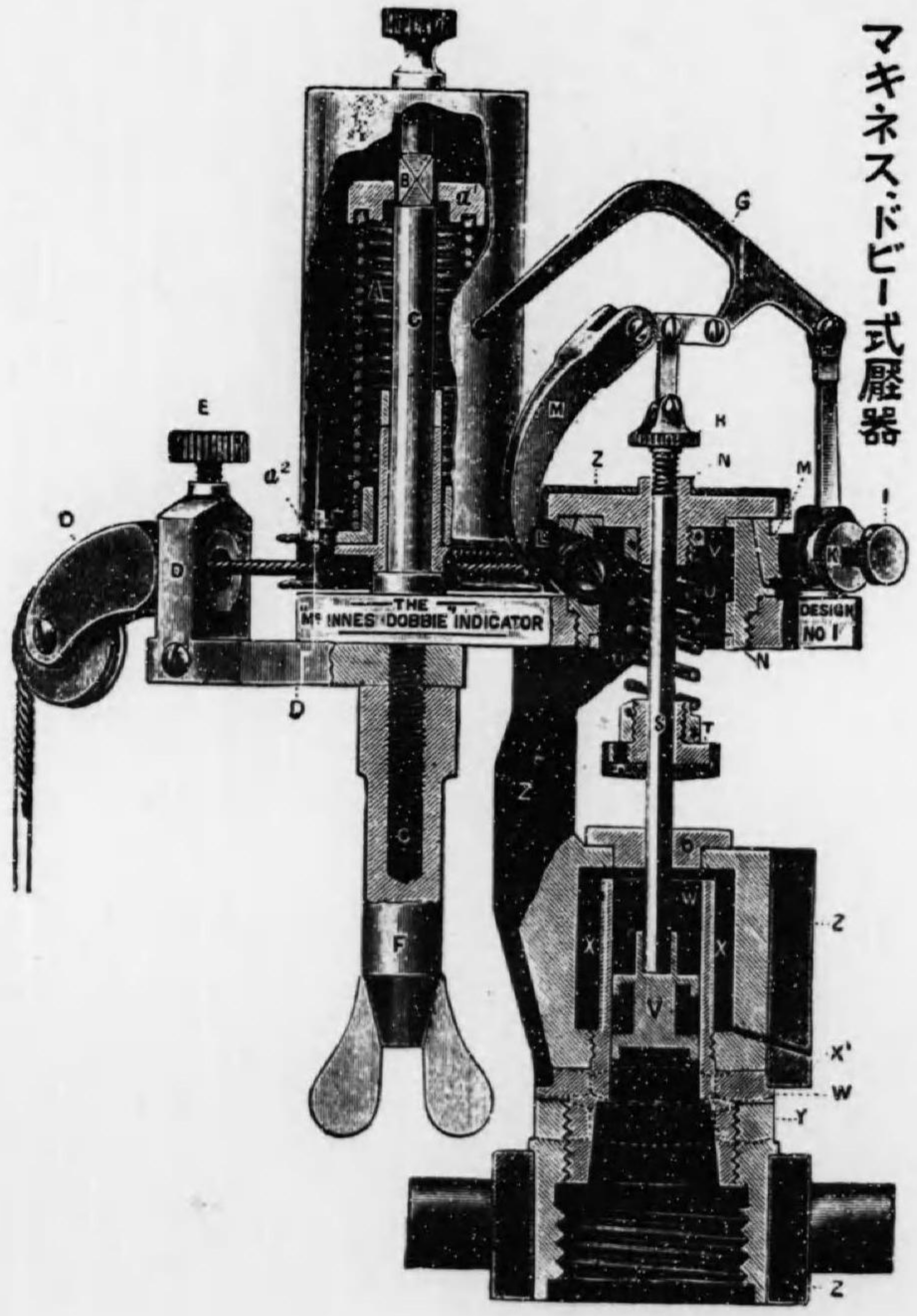


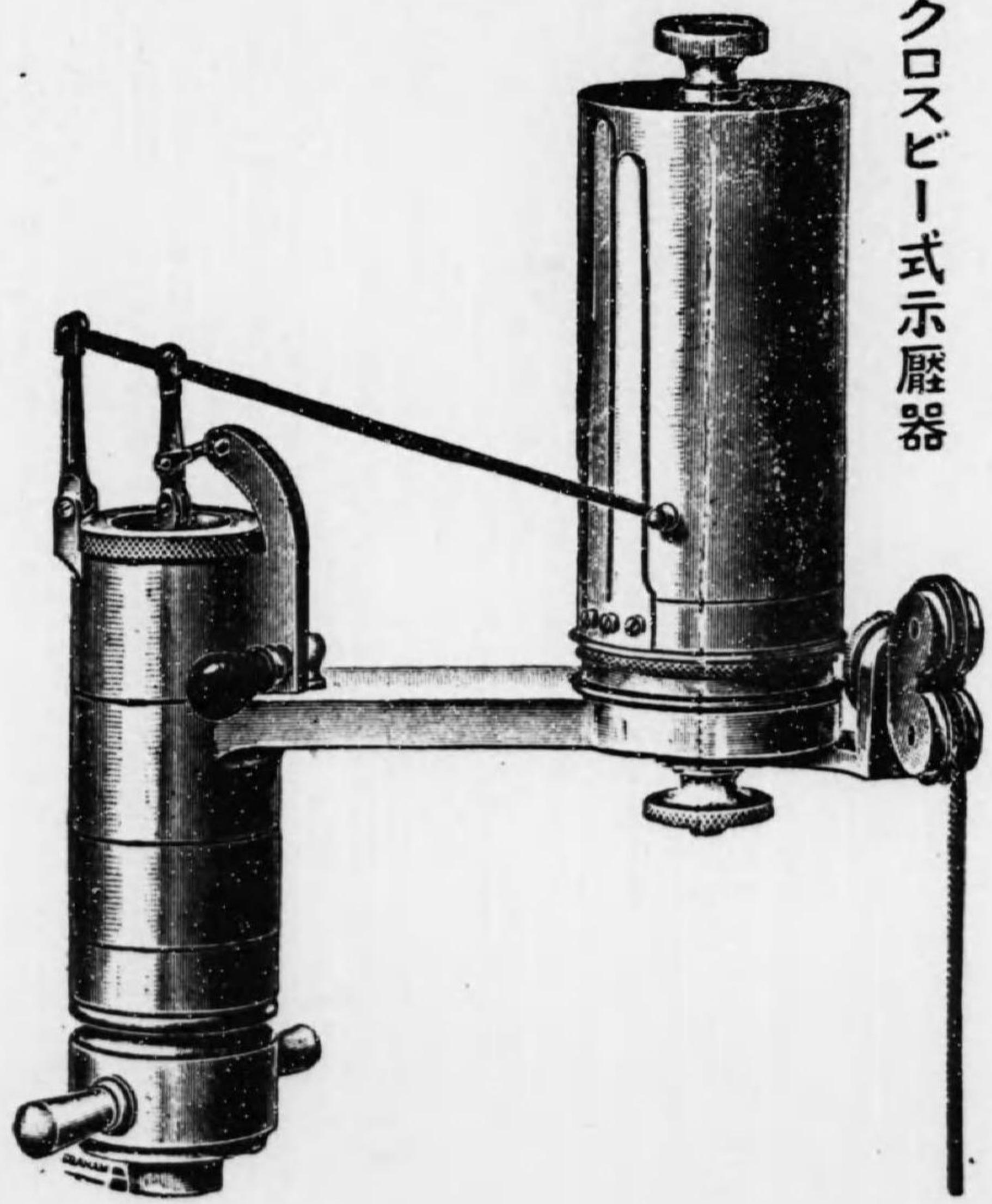
紙筒

トムソン式示壓器

SHMETTER BUREAU
MAGDEBURG

マキネスドビー式廢器





クロスビー式示壓器

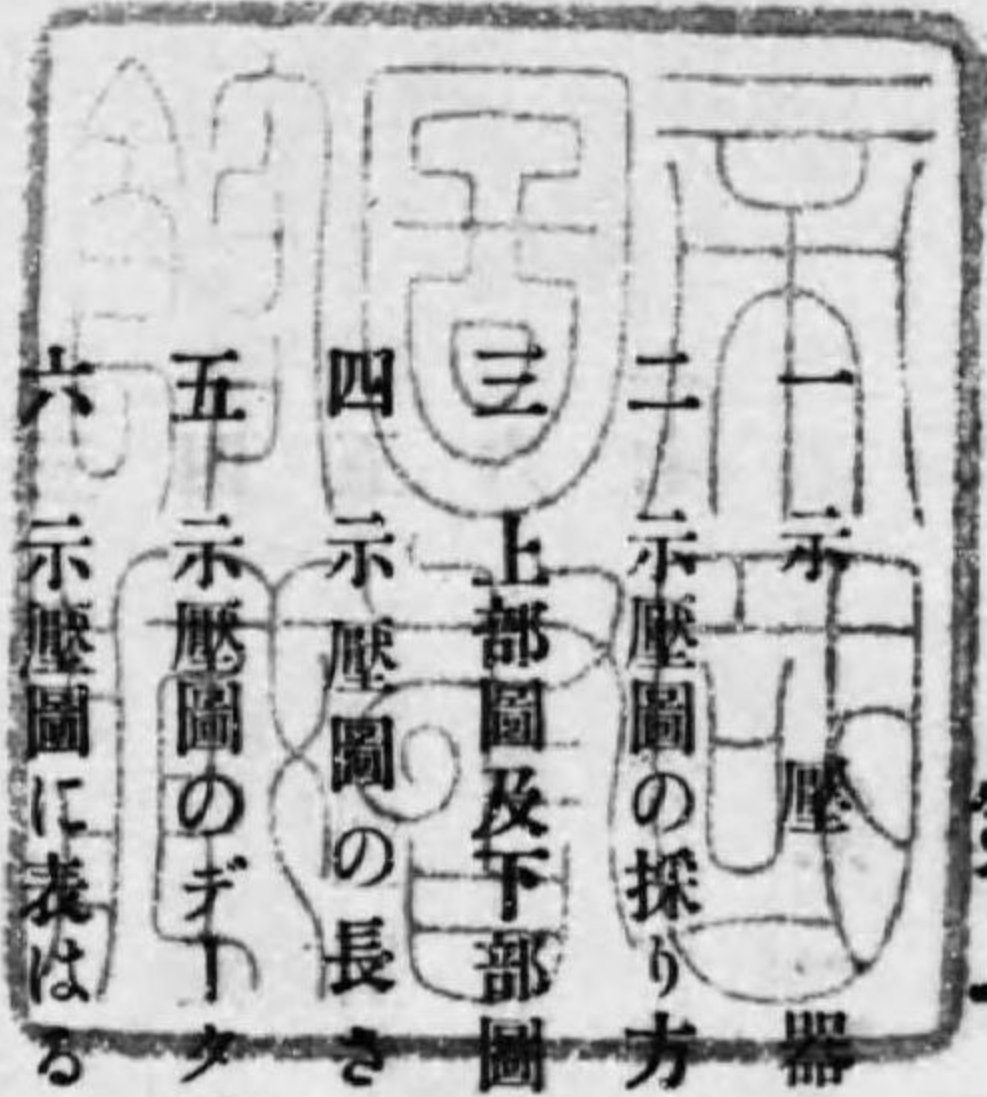
欠

507-165

船用機關の示壓圖

●目次

第一章 總論 (自 一……至 四一)



- 一 示壓器
- 二 示壓圖の採り方
- 三 上部圖及下部圖
- 四 示壓圖の長さ
- 五 示壓圖のデレタ
- 六 示壓圖に表はるゝ諸點
- 七 吸鑄上加はる有效壓力
- 八 發條の尺度
- 九 有效平均壓力

目次

大正
13. 3. 27
内交

一 三 八 〇 一 二 一 三 七 九 〇

欠

一〇	オーヂネートボード	二五
一一	ループを描ける示壓圖の有効平均壓力	二九
一二	アムスラー氏プラニメーター	三一
一三	實馬力	三四
一四	馬力定數	三六
一五	一時間一實馬力の石炭消費量	三七
一六	失脚百分率	三八
一七	正及負の仕事	三九
第二章 示壓圖の性質 (自 四一……至 八四)		
一八	計劃示壓圖	四一
一九	低壓汽笛及冷汽器内の背壓	四三
二〇	壓縮線及前明線	四四
二一	排汽の時期及無負荷の場合の排汽線	四七
二二	吸霧及曲拐栓の速度の相違が示壓圖に及ぼす影響	四九

二三	蒸氣のワイヤードロ잉	五二
二四	上下初汽壓	五六
二五	計劃示壓圖の膨脹線及壓縮線	五七
二六	簡單なる計劃示壓圖の描き方	六一
二七	クリヤランス容積が膨脹線又は壓縮線に及ぶ影響	六四
二八	クリヤランス容積を求むる法	六七
二九	聯成汽機に於ける曲拐の回轉順序と示壓圖に及ぶ影響	六八
三〇	二聯成汽機に於ける曲拐の回轉順序が示壓圖に及ぶ影響	七〇
三一	三聯成汽機の曲拐順序が示壓圖に及ぶ影響	七一
三二	四聯成汽機の曲拐の回轉順序がその示壓圖に及ぶ影響	七九
三三	クロソド、ダイヤグラム	八二
第三章 示壓器又はその装置の故障が示壓圖に及ぶ影響 (自 八四……至 九〇)		
三四	示壓器の手入不充分又は汚損せる場合	八四

- 三五 示壓器嘴子の開き不十分なる場合
- 三六 示壓器發生の擇び方を誤りたる場合
- 三七 示壓器内に復水の存在する場合
- 三八 コードが伸びたる場合

第四章 汽機の故障が示壓圖に

及ぼす影響 (自 九〇……至一〇六)

- 三九 吸鑄彈環の漏洩
- 四〇 吸鑄彈環と索環とを取外して運轉したる場合の示壓圖
- 四一 汽笛内筒が弛緩したる場合
- 四二 低壓グラントの漏洩
- 四三 ブライミング
- 四四 汽笛内に復水の生じたる場合
- 四五 汽笛蓋が破損したる場合
- 四六 下部汽門と排汽門との間の隔壁の破損したる場合

八四
八六
八七
八九
九〇
九二
九四
九四
九五
九五
九六
九六
九六

- 四七 滑瓣の滑動面の漏洩
- 四八 滑瓣の排汽重端を増加したる場合
- 四九 滑瓣の排汽重端を減少したる場合
- 五〇 滑瓣の取附を誤りたる場合
- 五一 滑瓣の取附に弛みを生じたる場合
- 五二 隔心器の前進角度が過大なる場合
- 五三 隔心器の前進角度が過小なる場合
- 五四 真空の損じたる場合
- 五五 汽笛の徑に變更を生じたる場合

第五章 各種働瓣装置の特性 (自一〇七……至一〇九)

- 五六 ハックリリース式働瓣装置を有する場合の示壓圖
- 五七 プロック式働瓣装置を有する場合の示壓圖
- 五八 マーチン、アンドリウス瓣を有する場合の示壓圖
- 五九 プレム式働瓣装置を有する場合の示壓圖

一〇七
一〇九
一〇九
一〇九

第六章 復水量及蒸氣消費量等 (自一一〇……至一一九)

- 六〇 熱及仕事 一一〇
- 六一 三聯成汽機に於て各汽笛に存在する蒸氣量 一一一
- 六二 蒸氣消費量を求むる法 一一三
- 六三 蒸氣の効率 一一九

第七章 三聯成汽機の示壓圖 (自一二〇……至一二五)

- 六四 リンクの調整が発生實馬力に及す影響 一〇二
- 六五 スロットリングとリンクングアツプとの利害 一二五

第八章 聯合圖其他 (自一二六……至一四二)

- 六六 聯合圖 一二六
- 六七 聯合圖に於て注意すべき諸點 一三二
- 六八 蒸氣の膨脹數 一三三
- 六九 蒸氣の乾燥の割合 一三四

第九章 熱力學大意 (自一四三……至一九一)

- 七〇 斷汽後の蒸氣の膨脹及汽笛計劃 一三五
- 七一 換算有效平均壓力 一三八
- 七二 示壓圖係數 一四〇
- 七三 實際の換算有效壓力を求むること 一四一
- 七四 示壓圖によらずして平均壓力を概算すること 一四二

第九章 熱力學大意 (自一四三……至一九一)

- 七五 熱 一四三
- 七六 熱單位 一四五
- 七七 比熱 一四六
- 七八 溫度 一四七
- 七九 熱力學の第一法則 一四九
- 八〇 熱力學の第二法則 一五一
- 八一 瓦斯に及す熱の効果 一五二
- 八二 ボイルの法則 一五二

八三	シャルルの法則及ボイルシャルルの聯合法則	一五三
八四	絶對溫度	一五五
八五	瓦スの内部的勢力	一五八
八六	ワスの比熱	一六〇
八七	ワスの膨脹によつて爲されたる仕事	一六四
八八	瓦斯が等温膨脹を爲すに當つて爲されたる仕事	一六五
八九	等熱膨脹に際して爲されたる仕事	一六七
九〇	完全ワスの容積、壓力及溫度の關係	一七一
九一	デュロイの式なる式からnの値を求むること	一七三
九二	熱勢力をあらはす面積	一七四
九三	壓縮の際に爲さるゝ仕事	一七八
九四	カルノー氏サイクル	一八一
第十章 蒸氣の性質 (自一九一……至二一二)		
九五	定壓力に於ける蒸氣の發生	一九二

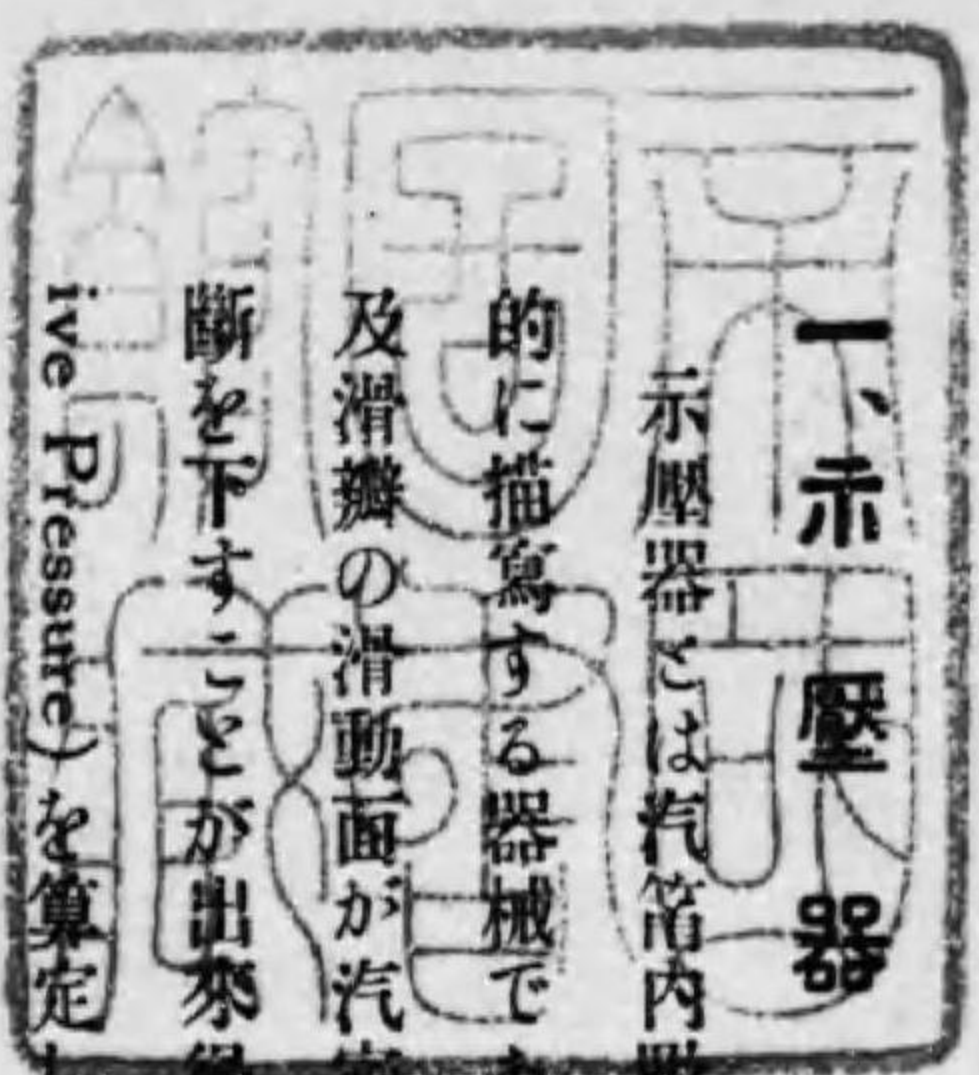
九六	飽和蒸氣	一九三
九七	飽和蒸氣の壓力と溫度	一九四
九八	水及蒸氣の比熱	一九六
九九	蒸氣の全熱	一九七
一〇〇	水の溫度を上昇せしむるに要する熱	一九七
一〇一	蒸氣の潜熱	一九八
一〇二	蒸氣の密度及容積	二〇五
一〇三	華氏二百十二度に於ける蒸騰の當量	二〇六
一〇四	不完全蒸發、濕蒸氣	二〇七
一〇五	熱量計	二〇九
一〇六	蒸氣の膨脹	二一一
一〇七	膨脹曲線	二一二

船用機關の示壓圖 目次 (終)

船用機関の示圧圖

井上俊治著

第一章 總論



示壓器とは汽筒内吸鑿行程の諸點に於ける汽壓の變化の有様を表示して蒸氣の動作の狀況を自動的に描寫する器械であつて、之によつて描かれた線圖即ち示壓圖 (Indicator diagram) に依つて吸鑿及滑瓣の滑動面が汽密であるか否か、滑瓣の取附方法が正當であるかどうかといふ事等について判斷を下すことが出來得るばかりで無く、更に一步を進めて吸鑿上に働く有效平均壓力 (Mean Effective Pressure) を算定し汽機の實馬力 (Indicated Horse Power) を求むることが出来るものであつて、機關取扱上無くてはならぬ器械である。

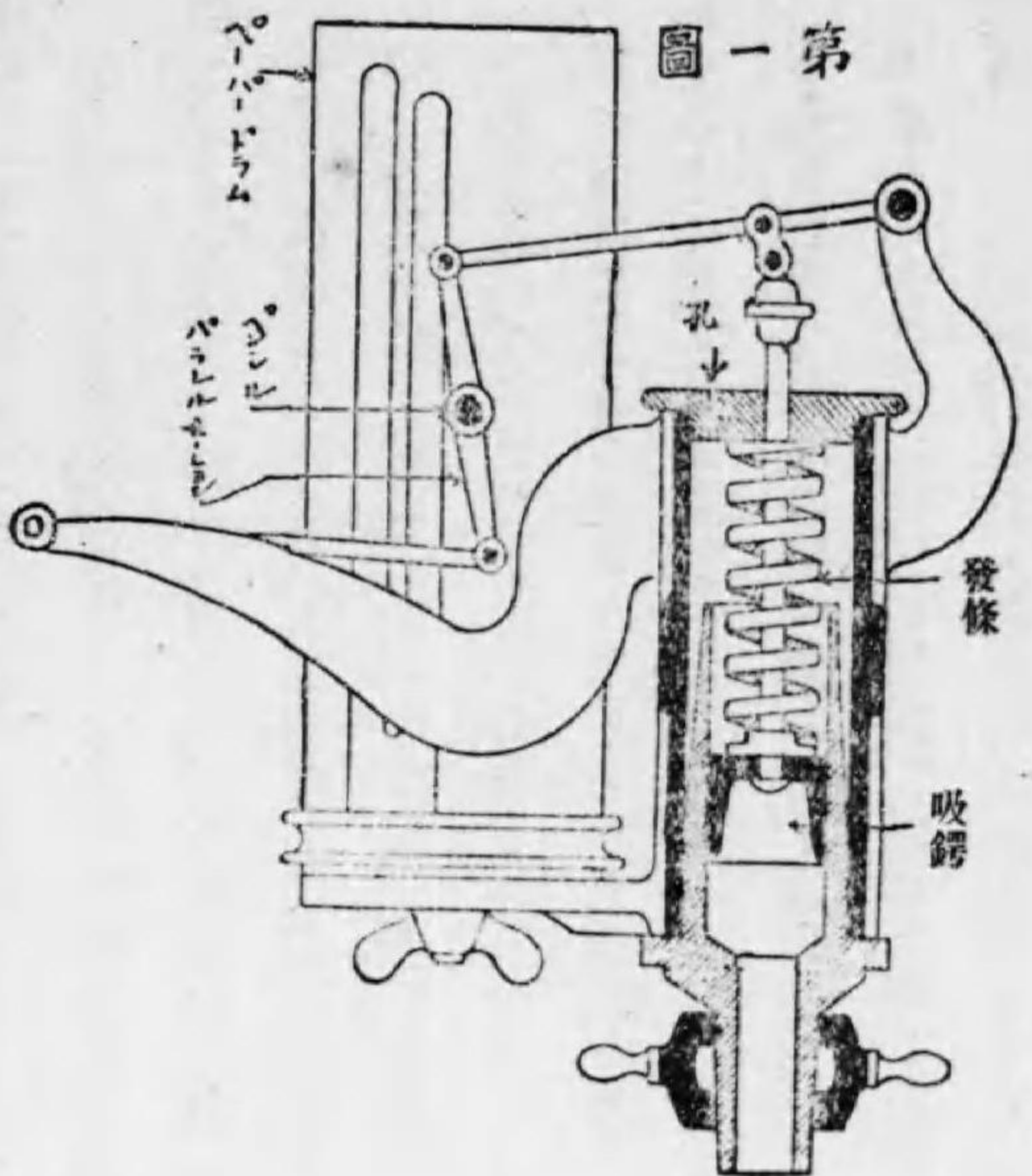
本器は汽筒の上下兩端に連續してゐる示壓器管 (Indicator Pipe) の途中に設けてある三通嘴子から岐れて上方に開口してゐる支管に裝置するやうになつてゐるから必要に應じ汽筒上の孰れの端か

らでも任意に示壓圖を採ることが出来る。

第一圖に示すのはリチャード式示壓器(Richard's Indicator)の要領であつてその主要なる動作部は次のやうである。

- イ、汽笛 内部には普通の構造に成る吸鑿がある、吸鑿の下面は汽機汽笛の上下兩端を通ずることが出来るので三通嘴子の開き方如何によつては汽笛上下の任意の端に於ける汽笛内の蒸氣壓力が作用する、又その上面は大氣に通じ汽笛蓋との間には小形の發條を装置してある。
- ロ、吸鑿 下端は吸鑿に固定せられてゐるから吸鑿と共に上下に運動する又其上端はペンシルを運動せしむべき槓杆装置に連つてゐる。
- ハ、紙筒(Paper drum) その周囲には金屬製のペンシルにて示壓圖を描くに適する示壓圖紙を捲き、汽機の動作部例へば十字頭に連結されて動作する示壓器錐(Indicator Lever)の一點に結び附けたコード(紐)によつて旋轉するものである。それでコードを結び附けた示壓器錐が下降してコードを下方に引張る時は紙筒は一方に旋轉するが、コードが弛めばその内部の旋回軸の廻りに装置してある渦狀發條の彈力によつて反對に旋轉するので、吸鑿の往復運動に伴つて紙筒は左右に交互に旋轉するから汽笛内の汽壓の變化に従つてペンシルが昇降するのと相待つて一

つの線圖が描けるわけである。



本器の他に種々の示壓器がある、その中現今用ひられてゐる重なるものはトムソン式示壓器(Thomson's Indicator)、マキネス、ドビー式示壓器(M'Innes Dobbie's Indicator)及クロスビー式示壓器(Crosby's Indicator)等であるが孰れもその要領に於ては同じである、只そのペンシルを動かすべき槓杆装置に於て夫々特長とする所を有してゐる、本書に於ては示壓圖に關する事項を研究するのが目的であるから示壓器の構造、歴史等に關する詳細の事は之を畧することとする。

二、示壓圖の採り方

示壓圖を採ることは機關士の仕事の二で航海中は毎週二回之を採るのが通則であるが、長途の航

海で汽機の状態に變化が無い場合には一箇月に一回又は斷汽を加減した場合或は石炭の品質が變つた場合等にその都度採るのが普通のやうである。扱て示壓圖を採ることは如何程詳しく説明しても要するにその採る人自身の器用にまつものであるから、無器用な者には中々うまく採れないものである、それで本書には只その大體の標準を記して参考にすることにする、示壓圖を採る順序は

第一、に示壓器を箱から取出して各部をよく調べ、器械に異常が無ければ示壓圖を採るべき汽笛内の最大汽壓に適する發條を選択して之を器械に装置し、示壓器管の支管の螺栓を抜き取り、(此の時三通嘴子は支管に蒸氣の通せないやうに閉めて置く)その跡に示壓器塞止嘴子を螺込み更に示壓器を装置すべきである。線圖を描くべきペンシルの先端は成るべく細くして置かなければならぬが同時に又よく丸めて置かないと線圖を描くに當つて紙面を破る虞があるものである。

第二、にコードの下端を示壓器鉗上の栓(第四圖参照)に結び附け、上端は汽笛上部にある三通嘴子の近傍適當な箇所に結び附けて下方に落ちないやうにして置く。示壓器鉗上の栓の位置も適當な所即ちその行長が紙筒の巡回距離より稍や短い位になるやうな所に定めて置く。

第三、にコードの長さを適當に加減して之を紙筒の下部に捲き附けてあるコードに連結した時に汽機の動作により紙筒が左右に障り無く且ペンシルの左右兩側に平均に巡回するやうに調整する。

第二圖はコードの長さを調節する装置の一種である。

第四、に三通嘴子を轉じて汽笛の一端例へば上部を示壓器管の支管に通せしめ、示壓器塞止嘴子(之も三通嘴子であるが混雜を避くるために特に塞止嘴子とする)によつて之を大氣に通じ示壓器管内に溜つてゐる復水を排除する。之は示壓器を支管に取附る前にやる方が有效である。

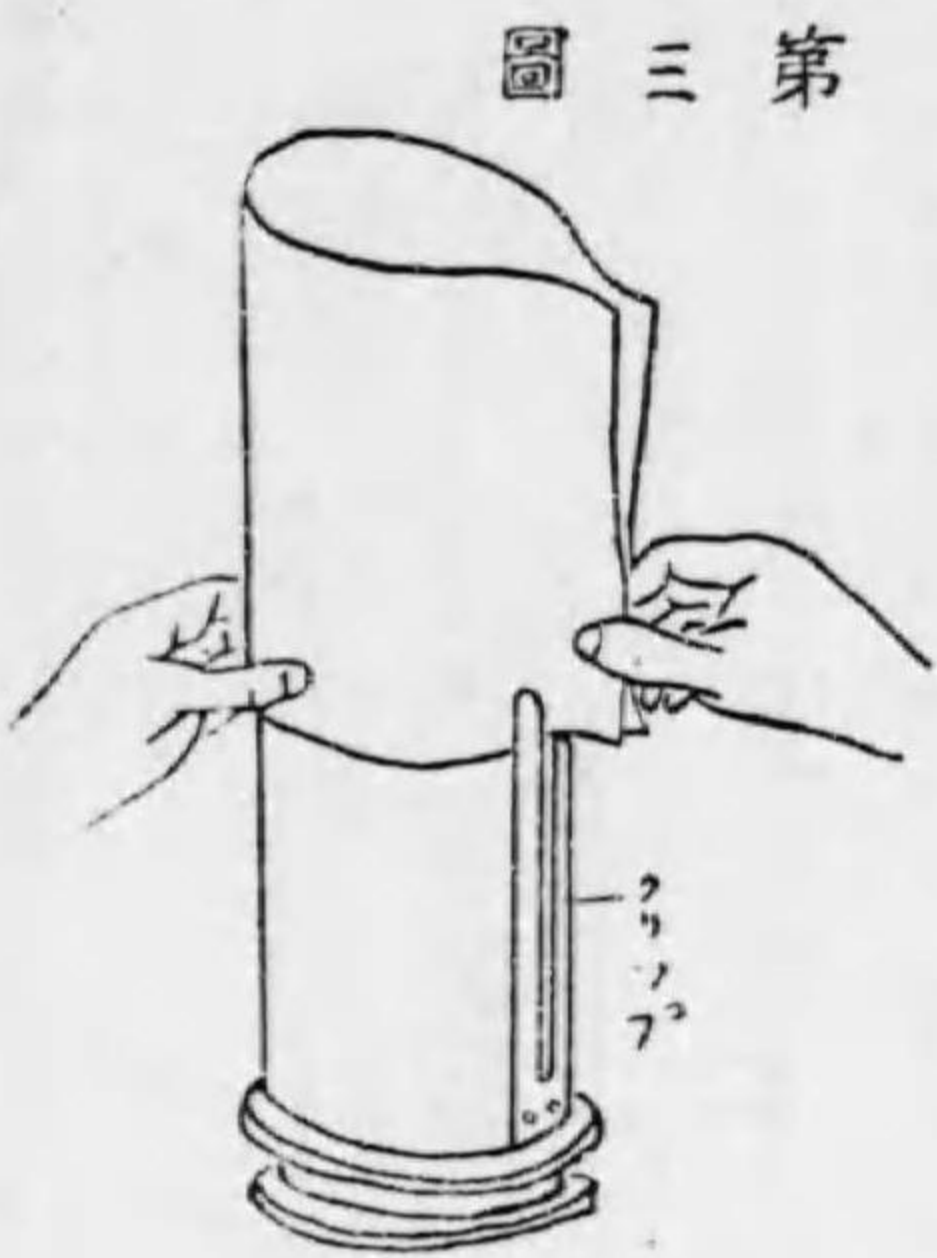
第五、に示壓圖紙を紙筒に装置する、即ち第三圖に示すやうに紙片を圓筒狀に巻き、その兩端を摘まみ合せて紙筒の上方から靜かに装置するのであるが、先づ摘まみ合せの下端を紙筒の一侧にあるクリップに挟み、靜かに兩



手の指頭を以て下方に押し下ぐればよろしい、此の時注意すべきことは紙片が紙筒上に装置された時紙に弛味が出來ないやうにすること、摘まみ合せた部をクリップニ挟んだ時少し右手で引きつければよろしい。

第六、に塞止嘴子を開いて蒸氣を示壓器に通じて暖め、その疏水孔(Drain hole)から復水が噴出しないやうになつたならば。

第七、に塞止嘴子を轉じて更に示壓器吸鏢の下面を大氣に通じ、コードを連結して紙筒を回轉せしめ、ペンシルを靜かに汽機の一回轉だけの間紙面に押しつゝるときは、紙面に一の水平線が描けるであらう、之は丁度大氣壓力に相當する高さを示すものであるから之を大氣線 (Atmospheric Line) といふ。



第三圖

第八、にペンシルを一旦紙面から離し、塞止嘴子を開けば示壓器の吸鏢はその上部の發條の彈力に打勝つて汽筒内の汽壓の變化に伴ひ上下に運動する、此の運動は槓杆裝置を介してペンシルに傳はるから、塞止嘴子を開くと同時にペンシルは汽筒上部の汽壓の變動に従つて昇降する。それで此の時再びペンシルを靜かに紙面に當つれば紙筒の旋回運動と相待つて茲に示壓圖を描くに至るものである。此の時描かれた示壓圖は汽機吸鏢の上面に作用する蒸氣の動作を表はすものであるから之を上部圖 (Top Diagram) といふ。ペンシルを紙面に當て、示壓圖を描くに當り注意すべき事は、紙筒が丁度一往復旋回する間のみペンシルを當て、それ以後は直ちに離すことである、之はペンシルの先端で描かれた線圖の線が二重となつて明瞭を缺き、又は

線が切れて完全な圖形を成さないやうな結果を生ずるからである。一番容易な方法は紙筒がその旋回運動の終點附近にある時から描き始め一往復して再び同一の位置に戻つた時に離すことである、此の時期に於ては紙筒の運動が最も靜かであるために線圖の完全を期することが容易であるからである。

以上のやうにして汽筒上部の示壓圖を描いたならば、示壓器嘴子を轉じて汽筒下部を示壓器に通じ、同様の手段を以て下部圖 (Bottom Diagram) を描くべきである。斯くして上下の兩圖を描いたならば直ちに三通嘴子を閉め、塞止嘴子を轉じて示壓器吸鏢の下面を大氣に通せしめ、コードの連絡を絶ちて紙筒の旋回を止め、紙筒に裝置してあつた示壓圖紙を抜きとり、更に新しい紙片を裝置して第二枚目の示壓圖を採る用意をすべきである。

通例各汽機について三揃の示壓圖を採るものであるが、その中一揃は平均壓力等の計算に用ひ、一揃は船内に保存し、残りの一揃は船主に提出するものである、又示壓圖を採る際には當直機關士は當時の汽機の回轉數其の他の必要事項を調査すべきものである。示壓圖を描くに當りペンシルを紙面にあまり強く當つれば爲に紙を損することがあるから、只淡い線が描ける程度に止め置くべきである。それで以上のやうにして得た示壓圖の線は非常に淡いために、その儘に放置して置けば遂

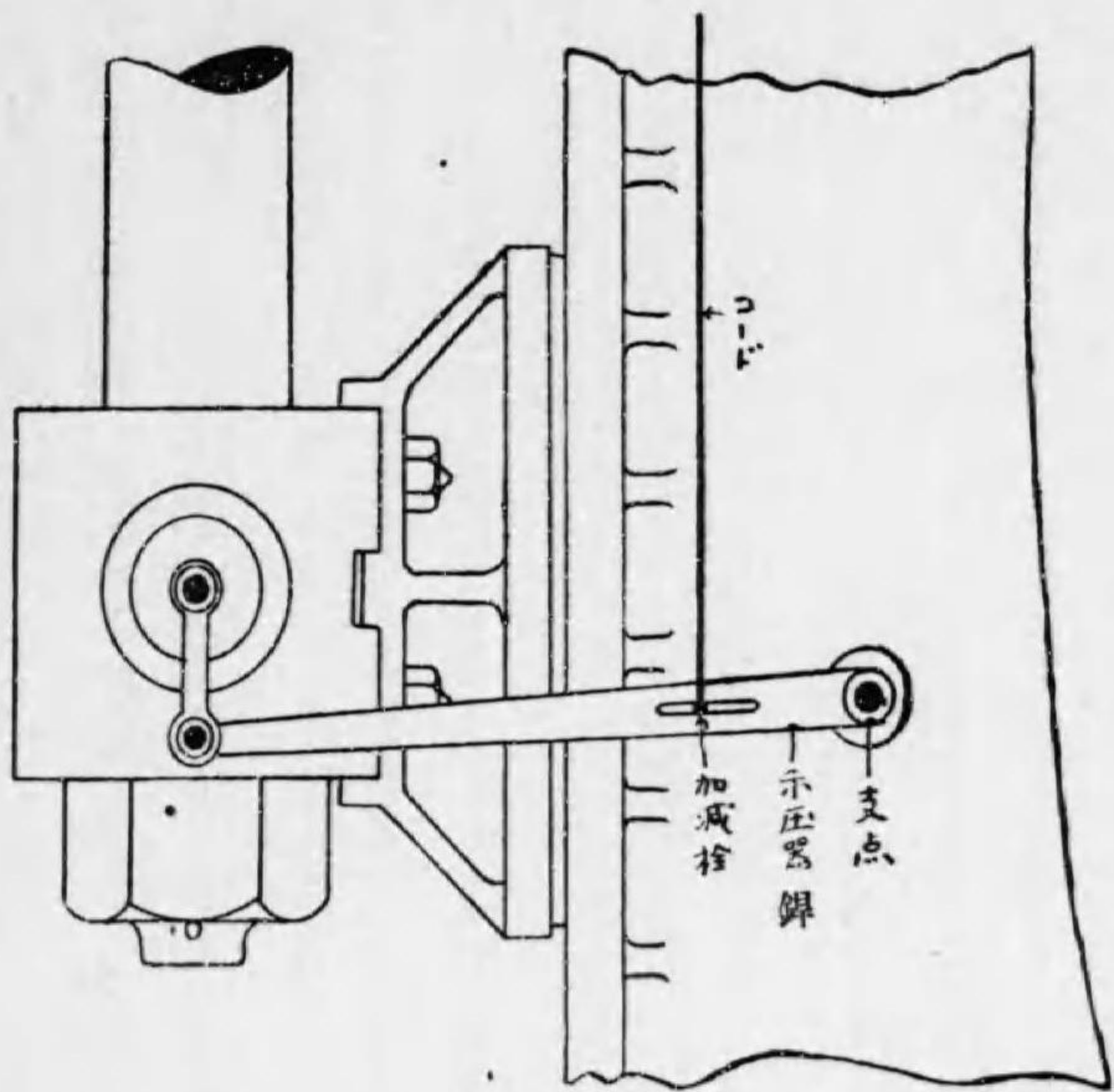
にその線が消滅する虞があるから、殊に保存用又は船主に提出の分は更にその上にインキを入れて

置くのが例である、インキの入れ方はすべて点線を用ひ、上部圖は赤、下部圖は黒を用うるのが例である。

三、上部圖及下部圖

大概の場合では左側圖（線圖が時計と同方向に右廻りに描かれた圖であつて壓縮、前明等の諸點が圖の左端にあらはれ逸汽點が右端に近くあらはるゝもの）は汽笛下部の汽壓の變動を示す下部圖で、右側圖（前と相反す）は上部であるが、又時に之に反することもある。それで一般にそれが上部圖であるか、下部圖であるかを定むるには次のやうな標準による。

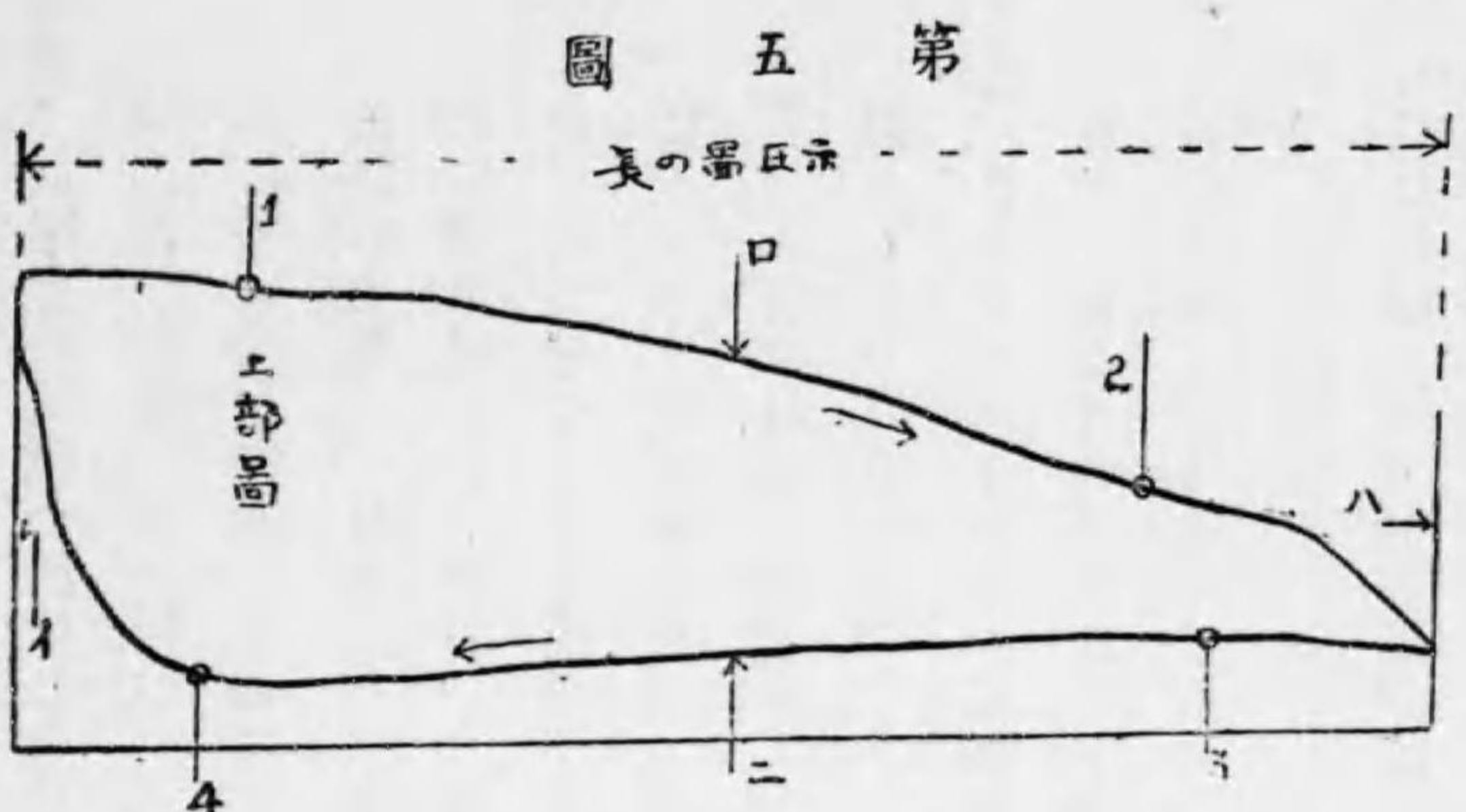
第 四 圖



甲、示壓器の紙筒を回轉せしむるコードの端が第四圖に示すやうに、示壓器針の支點から十字頭側に寄つた點に結び附けられた時（即ち吸鑿と同方向に往復する動作部の一點に結び附けられた時）には左側圖は上部圖で右側圖は下部圖である、従つてコードの結び附けられた點が示壓器針の支點から反對に啣筒側に寄つてゐる場合には左側圖は下部圖で右側圖が上部圖である。その理由はコードを引いて紙筒を廻せば紙筒は右から左に廻り、従つてペンシルは紙面を左から右へ走つて線を描くから、前者の場合に於いてコードが吸鑿と同方向に下方に引張らるればペンシルが紙面を左から右へ走つて線圖を描き、この時吸鑿上面には蒸氣の壓力が作用し、その下面は排汽に開通するやうになつてゐるから、自然左側圖が上部圖となり、右側圖が下部圖となるわけである。

乙、リンク、モーション式働瓣装置を有する汽機では滑瓣の取附方法が正しいときは斷汽の遅く起つてゐる方の示壓圖が上部圖である、上下の斷汽點に遲速を生ずるは接續鐸の傾斜角度の如何によりて然るものである。

丙、專賣型働瓣装置 (Patent valve gear) を有する汽機では上下の斷汽は同一であるから此の場合には矢張りコードの結び附けの位置によつて判斷する外ない。



四、示壓圖の長さ

示壓圖の長さとは左右兩端間の水平距離で之は紙筒の旋回距離即ち旅程に等しきものである。紙筒の旅程は示壓器鉗上の何れの點にコードを結び附くるかによつて長短の差を生ずるもので、示壓器鉗の支點に近く結び附くる程その旅程は短縮し、之に反すれば長くなることは第四圖に依て直ちに了解し得らるゝ所である。然るに紙筒の旅程は汽機の十字頭の往復運動距離即ち吸鏢の行長に比例してゐるから、示壓圖の長さは取りも直さず吸鏢の行長を縮小して表はすものである。

第五圖は上部圖であるが、吸鏢が最も左端即ちイの位置にあるときは上部中心にある時で、ハの位置は下部中心を示すものである、又ロ、ニは共に行程の中央位であるが、ロは下降行程の中點で、ニは上昇行程の中點を示す。同様に其の他の諸點についてもそれぞれ相比例してあらはさるゝものである。

五示壓圖のデータ (Diagram Data)

示壓圖を採つた場合には、その上部圖、下部圖の別、使用した發條の強力又は縮尺、高壓、中壓又は低壓の別等を圖上に記入して置くことは勿論であるが、尙ほ此の他左記の事項を調査して示壓圖カードの裏面又は別のカードに記入して示壓圖カードに添附することを忘れないやうにせねばならぬ。之等の事項即ちデータは後日種々の調査研究をなすに當つて必要なものであるから、その添附の無い示壓圖は示壓圖として實用上の價值が極めて少いものである、従て斯くの如きデータの無い示壓圖では正しい判断を下すことが不可能な場合が多いと覺悟せねばならぬ。示壓圖のデータは左記の通りであるが、普通示壓圖カードの裏面に直ちに記入出来るように印刷して置く方が便利で間違も少いのである。

船名	汽船	丸
日附	年	月
各汽筒の徑	高壓	中壓
行長	時	
回轉數		
罐內汽壓		封度
高壓收汽室內汽壓		封度
中壓		封度
低壓		封度
冷汽器內真空		時
各汽筒內斷汽	高壓	中壓
有效平均壓力	高壓	中壓
發條の尺度	高壓	中壓
實馬力	高壓	
	中壓	
	低壓	
合計實馬力		
二十四時間内の石炭消費量		噸
一時間一實馬力の石炭消費量		封度
石炭の品質		
船の速力		節
推進器の心距		呎
失脚百分率		%
天候		

以上の外に示壓圖をとりたるべきの船の所在、咽喉瓣塞汽瓣の開量、リンクの位置、海水、排水、温水槽等の温度等をも記入して置いたならば、更に便利である。普通の場合では以上のデータは英文で記入しあるものであるから、参考のためにその英譯を記すことにする。

六、示壓圖に表はる、諸點

S.S. "....."	Maru.
Date	19.....
Diameter of Cylinders.	H.P. I.P. L.P.
Stroke of Piston	.....inches
Revolutions	.....
Boiler Pressure	.....lbs.
H.P. Receiver Pressure	.....lbs.
I.P. " "	.....lbs.
L.P. " "	.....lbs.
Condenser Vacuum	.....inches
Cut-off in inches	H.P. I.P. L.P.
Mean Effective Pressure.	H.P. I.P. L.P.
Scale of indicator springs.	H.P. I.P. L.P.
I.H.P.	H.P.
	I.P.
	L.P.
Combined I.H.P.	.....
Coal used per 24 hours	.....tons.
Coal used per I.H.P. per Hour	.....lbs.
Quality of Coal used.	.....
Speed of Ship	.....knots.
Popeller pitch	.....ft.
Slip per cent%
Weather Conditions	.....

示壓圖に表はる、給汽點、斷汽點、逸汽點及壓縮點のやうな諸點の位置も矢張り當時の吸鑿位置に比例してあるものであることは既に述べた通りであるが、ツオイナー氏滑瓣圖 (Zeuner's Valve

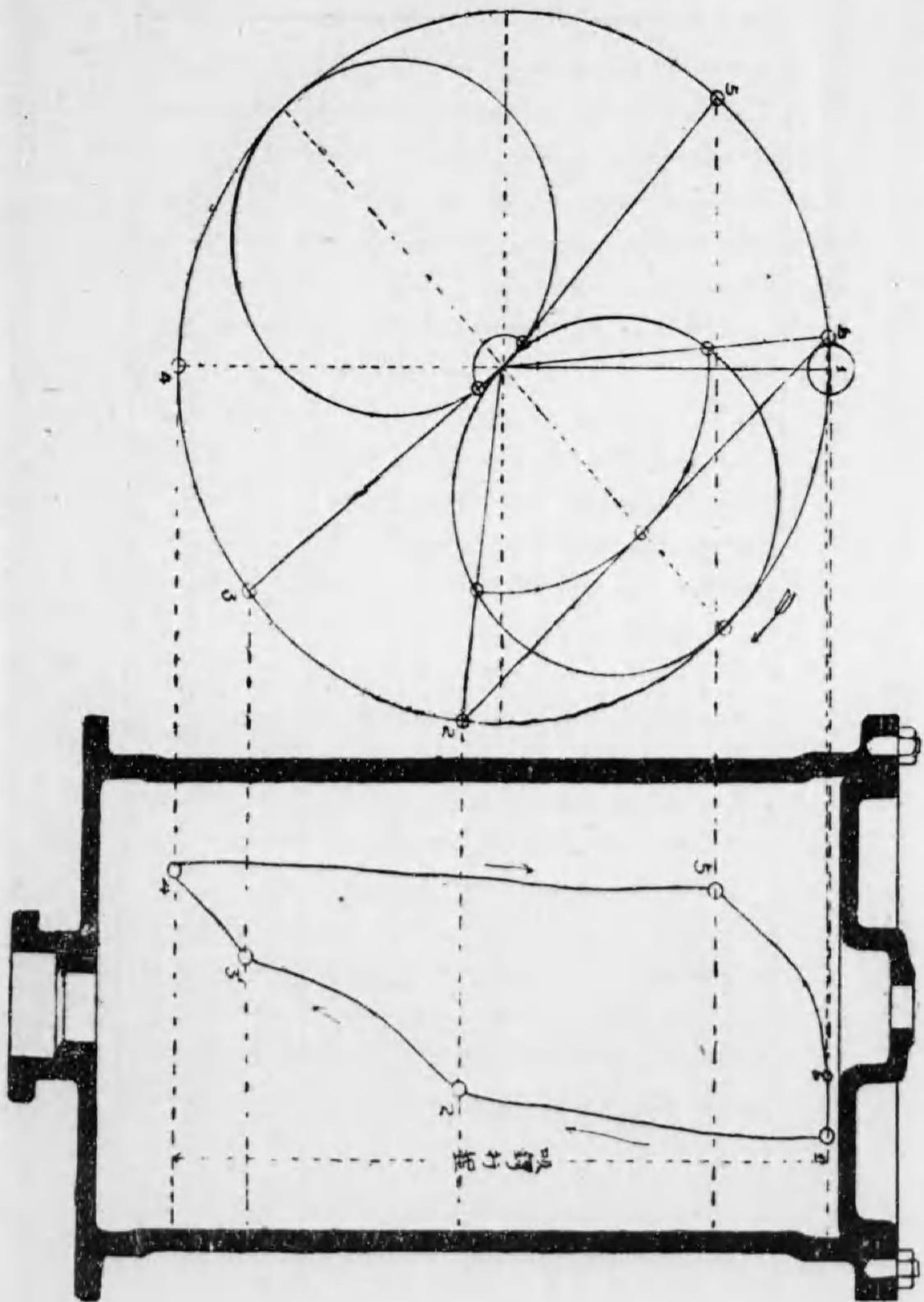


Diagram)を利用し、之等の諸點の關係的位置を説明すれば一層簡明にその要領を會得することが出来るのである。但し此の場合吸鑄の位置は實際の場合と少しく異なることを考慮に入れて置かねばならぬ、即ち吸鑄は此の場合完全に單弦運動(Simple Harmonic Motion)をなすものと假定してあることを忘れてはいけない。實際の場合では接続桿の傾斜作用によつて吸鑄の位置は第六圖に示すものは相違してゐるもので、接続桿の長さを L 吋、接続桿が汽筒の中心線を爲す角度を θ 度とするときは、吸鑄の位置はその下降行程では第六圖にあらはされた位置よりも $L \times (1 - \cos \theta)$ 吋進み、上昇行程では同量だけ後れてゐるわけである(證明畧す)。

第六圖はツオイナー氏滑瓣圖を基準として吸鑄上部の示壓圖を描いたもので、すべて同一符號を記した點は夫れぞれ同一の時に於ける吸鑄と曲拐栓の位置を示すものである。即ち1は上部中心に於ける吸鑄位置、2は斷汽點に於ける吸鑄位置、3は逸汽點に於ける吸鑄位置、4は下部中心に於ける吸鑄位置、5は壓縮點に於ける吸鑄位置で、6は給汽點に於ける吸鑄位置である。今吸鑄が上部中心にあるとき滑瓣は上部汽門を前明量だけ開いて蒸氣を吸鑄の上部に導き入れてゐるから吸鑄上面の汽壓は收汽室内の汽壓と同一である。吸鑄が此の汽力の爲に下降して斷汽點2に至る迄は吸鑄上面に作用する蒸氣の壓力は理想上よりいへば變らないことを望むのであるが、實際の場合に於

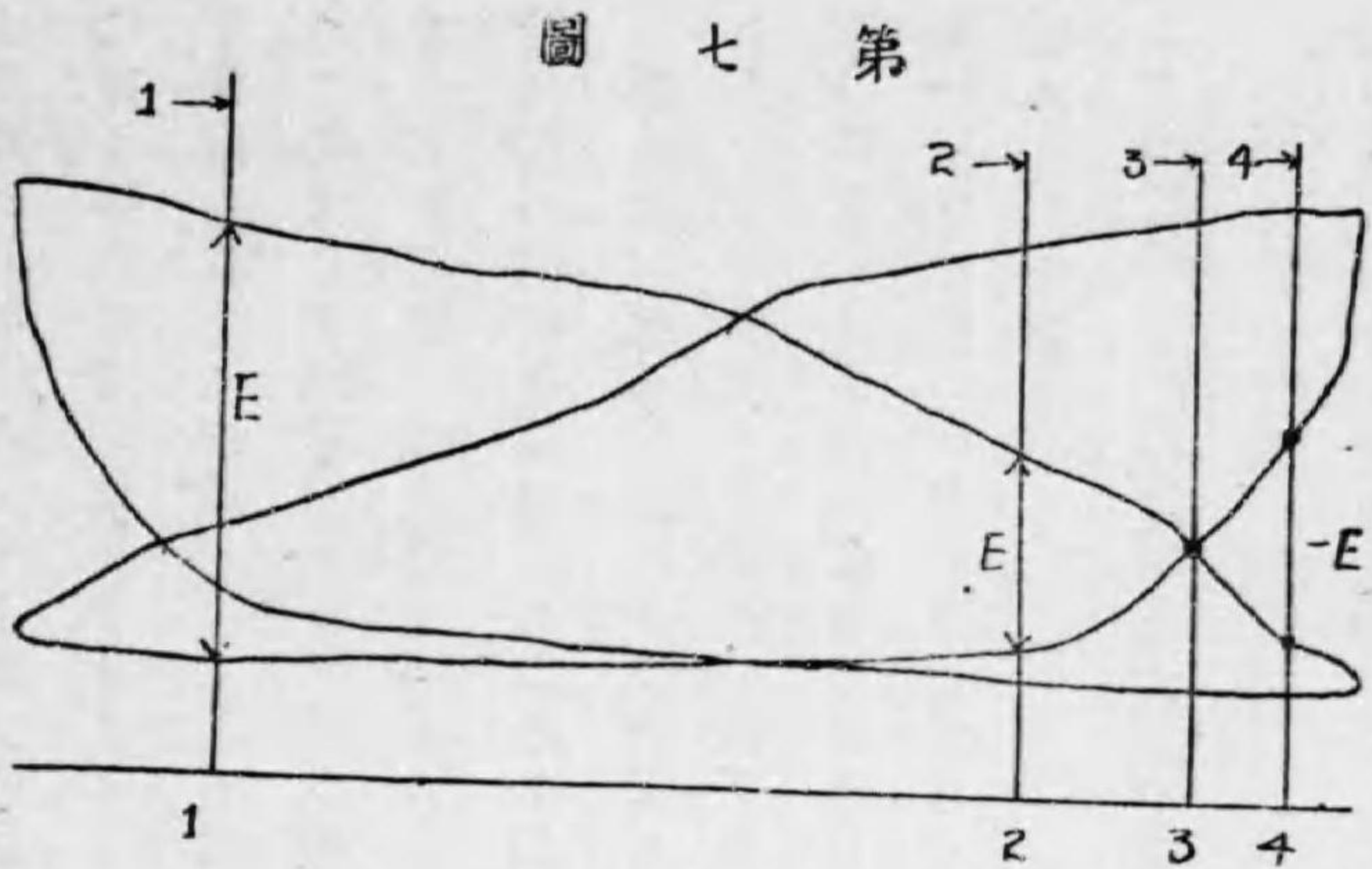
てはワイヤードローイング 其の他の作用のために幾分の降下を免れないものであるから、蒸氣線 (Steam Line) は 1-2 の線にて示す通り少しく傾斜を爲してゐる。斷汽以後は汽室上部に於ける蒸氣の供給が遮断せられてゐるから、吸鑿は斷汽點迄に供給せられた蒸氣それ自身の膨脹力により下降運動を繼續するのは勿論である、従つてその壓力は容積の増加に伴ひて $P_{V1.026} = C$ で表はすことの出来る所謂飽和曲線に近似の變化をなすもので、2-3 の線は即ち此の場合の壓力の變化を表はすべき膨脹線 (Expansion Line) である。逸汽點の 3 から壓縮點 5 迄の間は吸鑿の上部は排汽側に通じてゐるから之を排汽線 (Exhaust Line) といふ。逸汽點 3 から行程の終點である 4 迄の間で汽室内の壓力は大體排汽側の壓力迄降下するものである。壓縮點 5 から給汽點 6 迄の間は吸鑿上部に殘留してゐた排汽が吸鑿のために壓迫せられて次第にその容積を減するから、之に相當してその壓力は増加して茲に壓縮線 (Compression Line) を形成するものである。壓縮作用によつて壓力の増加した殘汽中に更に新に蒸氣が供給せらるれば、吸鑿上部に於ける壓力は容易に上昇して收汽室内の汽壓と同様になるものでその壓力の變化は 6-1 線で示す通りである、此の線を前明線 (Lead Line) といふ。次に第六圖中 1-2-3-4 線は吸鑿が上部中心から下部中心迄一行程を爲す間に吸鑿の上面に作用する汽壓の變化を示すものであるから、之を働壓線 (Driving Pressure Line) といふ。又 4-5-6-1 線

は吸鑿が下部中心から上部中心迄戻りの一行程をなす間に吸鑿の上面に作用してその下面の働壓力に逆ふ排汽壓力の變化を主として示すものであるから、之を背壓線 (Back Pressure Line) といふ。下部圖に於ても同様であることは茲に更めて述ぶる迄も無い事であるが、又高壓、中壓、低壓の如何に拘はらず同様である。只低壓示壓圖では大氣線が圓形の中腹を貫通してゐるのが目立つ位である。又壓縮線と前明線との境界が判然しないことが多いので、斯くの如き場合には壓縮の終點即ち給汽點の位置を確認することの出來ないことがあるのは注意すべき事である。

第五圖は又示壓圖に於て吸鑿位置に對する滑瓣の相當位置を示したものである、即ち吸鑿が 1 にあるとき滑瓣はその旅程の最下端にあり、吸鑿が 2 の位置にあるとき、滑瓣は上昇旅程の中點にあり、吸鑿が 3 の位置にあるときは滑瓣はその旅程の上端にあり、又吸鑿が 4 の位置にあるときは滑瓣は下降旅程の中點にあることを示すもので、之は第六圖に就て研究すれば直ちに了解することが出来るのである。

七、吸鑿上加はる有效壓力

吸鑿行程の任意の點に於て吸鑿上に作用する有效壓力は、その瞬間に於ける吸鑿前面に作用する働壓力と、その背面に加はつて働壓力に抵抗する背壓力との差である筈であるから、第七圖に示す



通りに、吸鑄が下降行程にあるときは吸鑄上に作用する有効壓力 (Effective Pressure) は上部圖の働壓線と下部圖の背壓線との間を測つた距離であらはずことが出来る、即ち吸鑄が11にあるとき、及22にあるときは、共に吸鑄上面に加はる働壓力がその下面に作用する背壓力よりも高いから、吸鑄はその両面に加はる壓力の差即ちE封度の壓力によつて下方に動かさるるわけである、即ち此の時の有効壓力はE封度である。次に吸鑄が33の位置に來ると、その上下兩面に作用する働壓力と背壓力とはその大き同じであるから、吸鑄には此の際何等の有効壓力は作用してゐないわけである、即ち此の時の有効壓力は零である吸鑄が更に進んで44の位置に來れば、吸鑄の上面に作用する働壓力よりも、その下面に作用する背壓力の方が却つて大であるから、吸鑄は下降してゐるにも拘はらず、吸鑄上に作用する有効壓力は逆である、即ち此の時有効壓力は負量である。

吸鑄が上昇行程にあるときに於ても亦同様に吸鑄に作用する有効壓力は上下兩面に作用する背壓働壓の差であることは勿論である。

八、發條の尺度 (Scales of Springs)

示壓圖を採るに當り示壓器に裝置すべき發條の強力が適當でない、或は發條の震動の爲めに圖形の正整を缺ぎ、又はあまりに圖形が偏平になりすぎて、實用に適しないやうになるから、よく注意して示壓圖を採るべき汽笛内の最大汽壓に適當する發條を擇ぶべきである。一體示壓器の發條には夫々その強力に應じ、發條の駒に尺度を刻み附けてあるものである、例へば $\frac{1}{32}$ 又は $\frac{1}{32}$ と記してあるのは、その發條を用うれば、汽壓の差三十二封度に對し一時の割合で示壓器のペンシルが上下するもので、從て此の場合に得た示壓圖はその高さ一時で三十二封度の壓力を示すわけである、同様に $\frac{1}{100}$ 又は100と記しある發條を用いた場合は示壓圖の高さ一時は百封度の壓力に相當するわけである。今三聯成、四聯成汽機の各汽笛に適する發條の尺度を記せば次のやうである。

罐内汽壓(每平方吋封度にて)	高 壓 汽 笛	中 壓 汽 笛	低 壓 汽 笛
2 2 5	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{16}$

2000	$\frac{1}{100} - \frac{1}{80}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{16}$
1800	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{16}$
1500	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16} - \frac{1}{12}$

備考 四聯成汽機の場合では第一中壓に $\frac{1}{16}$ を用ゐる其の他の汽筒には本表の通のものを用ゐてよろしい。

九、有效平均壓力 (Mean Effective Pressure)

吸鑄が一往復する間にその両面に作用する汽壓は示壓圖の線に表はるゝ通り誠に變化に富むものであるから、汽筒内に發生する實馬力を計算するに當つては、之等の各汽壓の平均値を求むる必要がある。此の平均値を求むるには、圖形の平均の高さを測る場合に用うる法によるものであつて、斯くして求め得たるものを有效平均壓力といふ。一般に上部圖によつて計算した平均壓力と、下部圖によつて計算した平均壓力との間には多少の相違があるものであるから、實馬力の計算をなすに當つては、上部圖から得た平均壓力と、下部圖から得た平均壓力とを更に平均して得たる吸鑄一往復間の有效平均壓力を求むべきである。示壓圖により有效平均壓力を算定するには示壓圖の平均の

高さ即ち働壓線と背壓線との間の平均距離を示壓器發條の尺度で測ればよろしいのであるが、幾何學的方法によりて之を求むる法と、器械を用ゐて示壓圖の面積を測り、之を圖形の長さにて除して得たる平均の高さを發條の尺度に換算して求むる法との二法ある。後者は未だ一般的に用ゐられてゐないが、追々廣く用ゐらるゝやうになることと思ふ。前者は從來一般的に用ゐられてゐる方法である、それで、器械によつて求むる法は之を後節にゆづり、こゝには幾何學的に求むる方法を述べることとする。

第一法 示壓圖の長さを正しく十等分し、各分割の平均の高さ(普通その中央の高さ)をその示壓圖に用ゐた發條の尺度を用ゐて測りて、各分割に於ける平均の有効壓力を求むれば、上部圖から十箇下部圖から十箇の壓力が得らるゝから、之を夫れぞれ加算して、上部圖及下部圖の壓力の和を求め之を各十等分すれば、上部圖及下部圖の有効平均壓力が得らるゝ。斯くして得たる上下の有効平均壓力を加へ之を二分してその平均値を求むれば、即ち吸鑄が一往復する間に於ける有効平均壓力が得らるゝわけである。第八圖はその了解を容易ならしむるために、實際の汽機より得たる示壓圖について、前記の方法を施したもので、圖に示す通り、各分割の壓力を夫れぞれ記入して置く方が便利である。同圖では上部示壓圖の壓力は各その右方に記入し、測定した箇所の兩端には矢符を附し

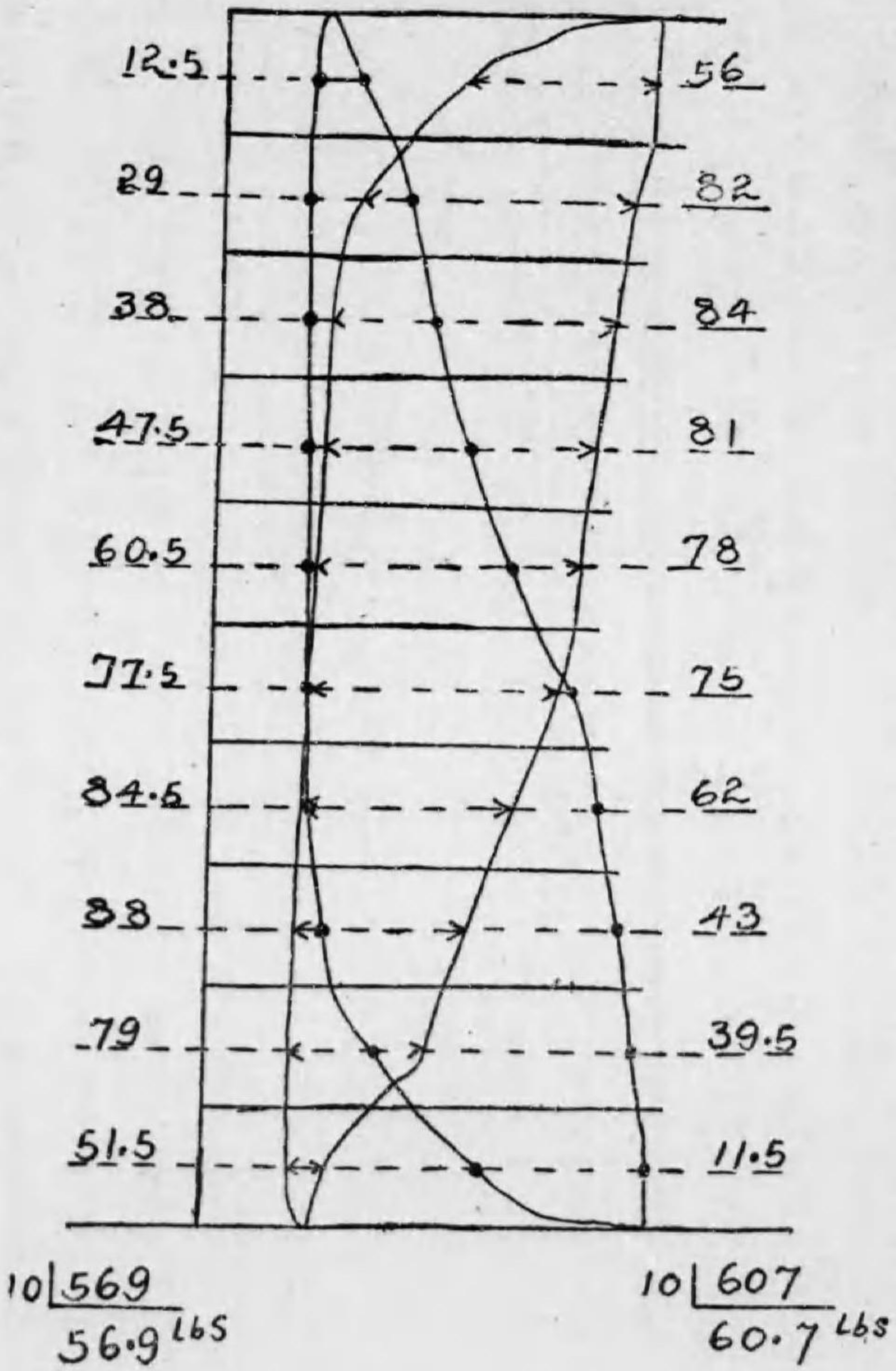
である。又下部示壓圖の壓力は各その左方に記入し、測定した箇所の兩端には黒星を記して了解に便ならしめてある。

第二法 第九圖に示す通り、示壓圖の長さの二十分の一をその兩端にとり、中間には長さの十分の一に相當する分割九箇を挟むやうに分割し、各分割線上に於て働壓線と背壓線との間の距離を壓力の尺度を用ひて測り、夫れぞれ圖に示す通りに記入すれば、上部圖からも下部圖からも各十箇の壓力を得るから、之を上下各別に加算して、十等分すれば、上部圖の有効平均壓力と下部圖の有効平均壓力とが得らるゝ、それで之等の兩平均壓力を加へ更に二等分すれば、吸鑿が一往復する間の有効平均壓力が得らるゝわけである。

以上は普通用ゐらるゝ法であるが又上下兩圖の壓力二十箇を一度に加へ之を二十等分すれば尙ほ速かに一行程中の有効平均壓力を求むることが出来る。又場合によつては、示壓圖を十等分する代りに例へば十五等分しても差支ないわけである、此の場合には加算した壓力を十五で除するか、又は上下兩圖の壓力を一時に加へた時は合計三十で除すれば所要の有効平均壓力が得らるゝわけである。

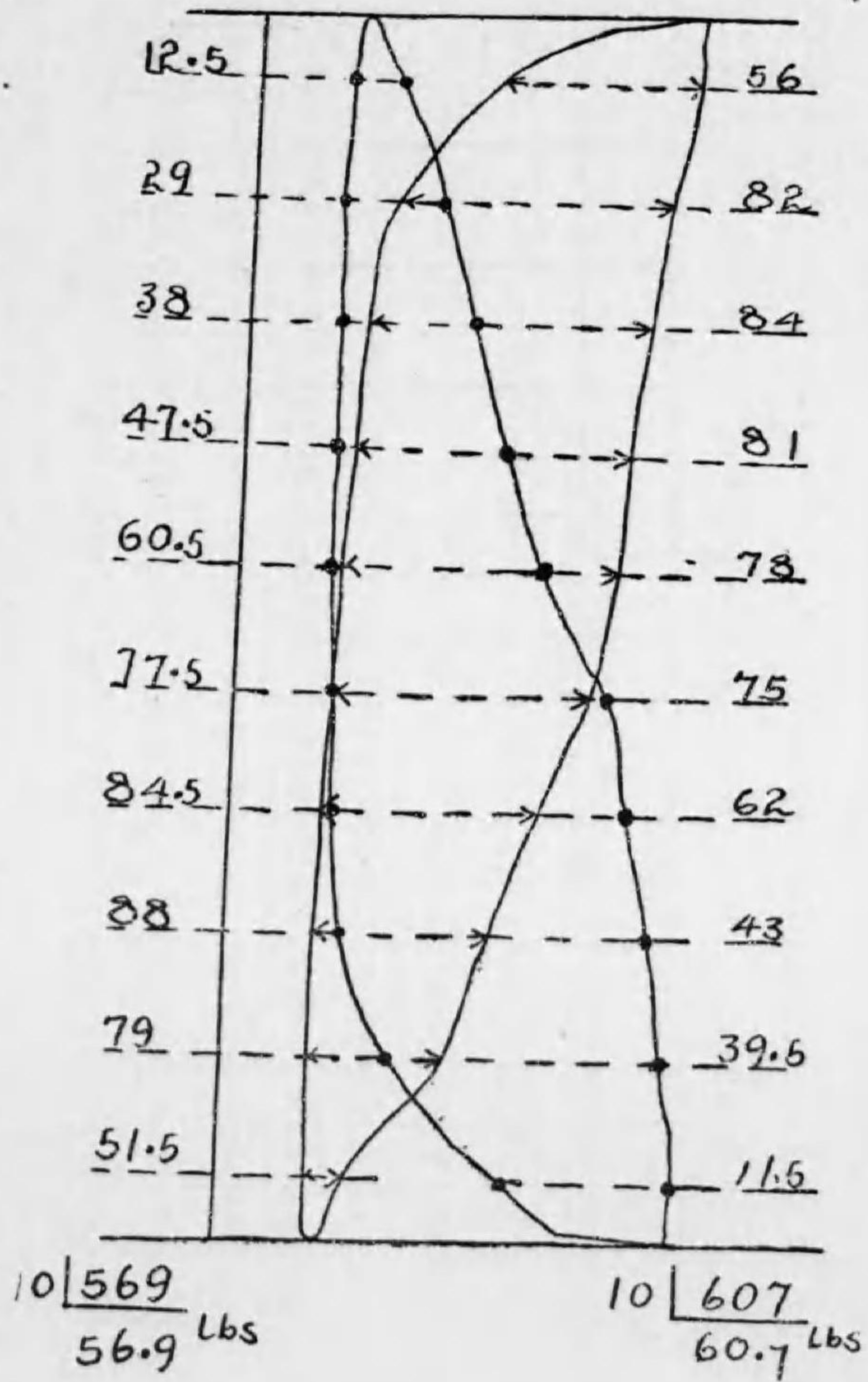
各分割又は分割線のあらはす壓力を一々數へて十等分する代りにミーノメーター (Meanometer)

第八圖



と稱する遊標式計算尺を用うることがある、之は種々の強さの發條の尺度に適するやうに數種の尺度で目盛を刻み、之に遊標を裝置したものである。今その用法について述べてみれば、先づ遊標を尺度の零に合せ置き、第一分割又は分割線上に

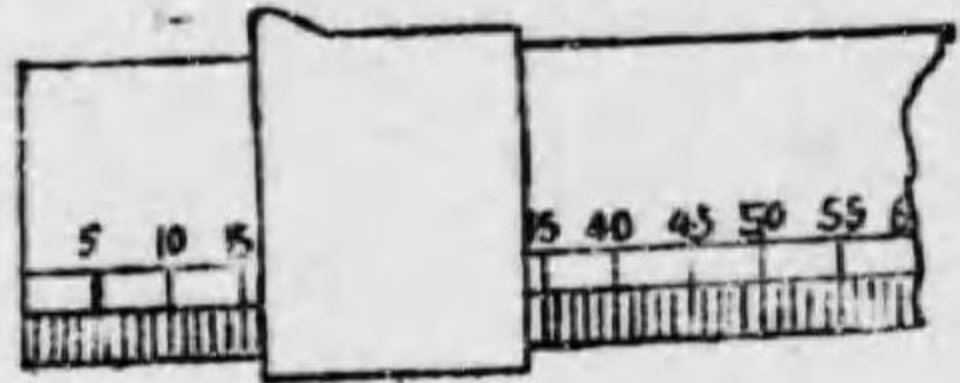
圖九第



の遊標の位置もミノメーターの十封度の所にあるわけである。次に遊標の位置はその儘とし、第

載せ、尺度の零を分割線の一端に合せ、遊標を分割線に沿ふてその他端迄移す今假に第一分割線のおらはす壓力が十封度であるとするば、此の時

圖十第

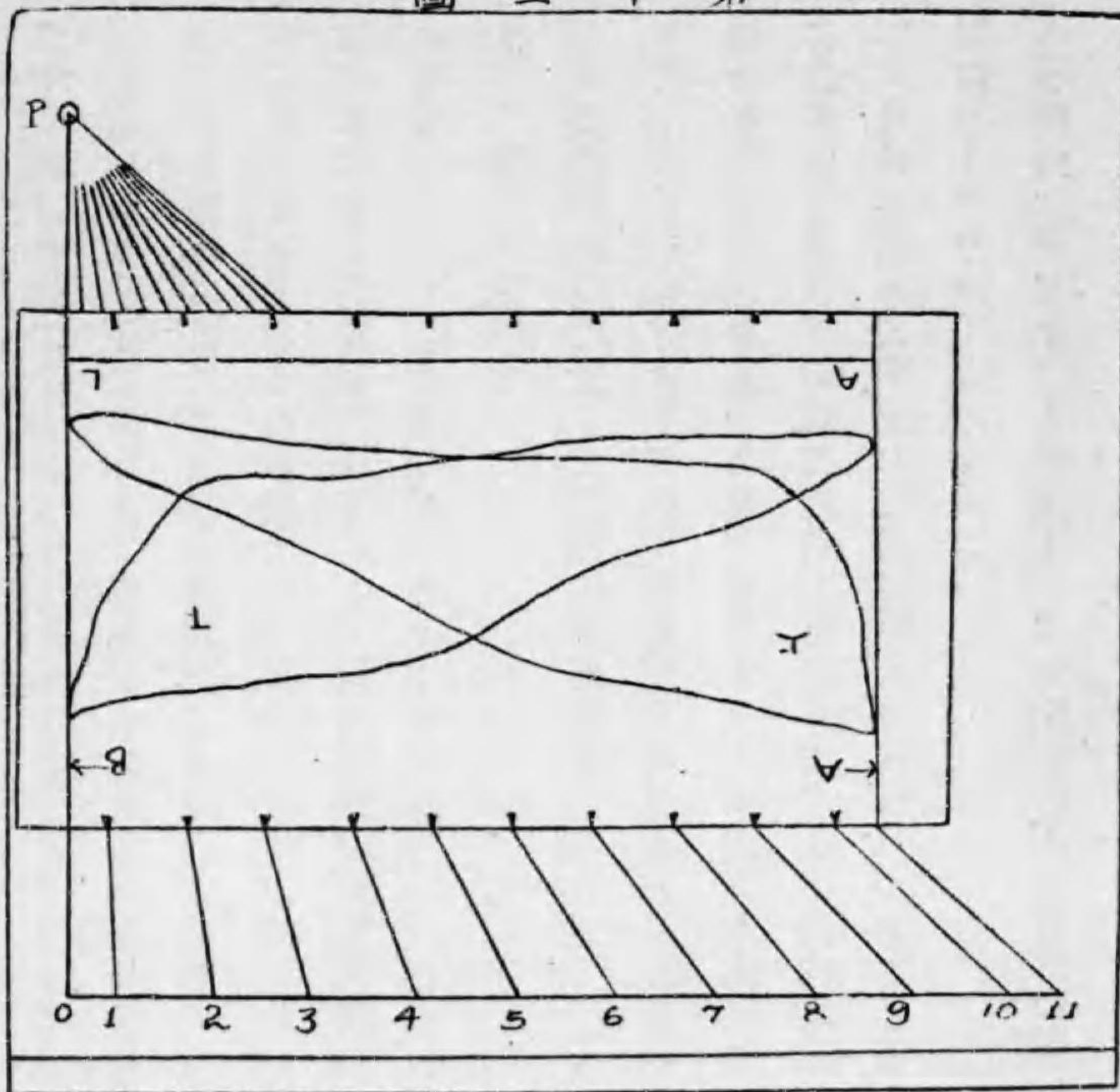


二分分割線上に置きその遊標の指す點を起點として第二分割線の長さに相當する壓力を精算する、例へば第二分割線の長さが三十五封度に相當するとしたならば、遊標は十封度の所から更に三十五封度丈に進むわけであるから、第二分割線迄を積算した場合の遊標の位置は四十五封度の所にある勘定である。同様の方法で順次各分割線の長さを積算し之を全部に及ぼしたならば最後に遊標が示す壓力は即ち十箇の分割線の壓力の合計であるから、之を十等分すれば所要の有効平均壓力を得るものである。以上の方法を上下兩圖について行ひその總平均壓力を求むることが出来る、第十圖はミノメーターの構造を示すものである。

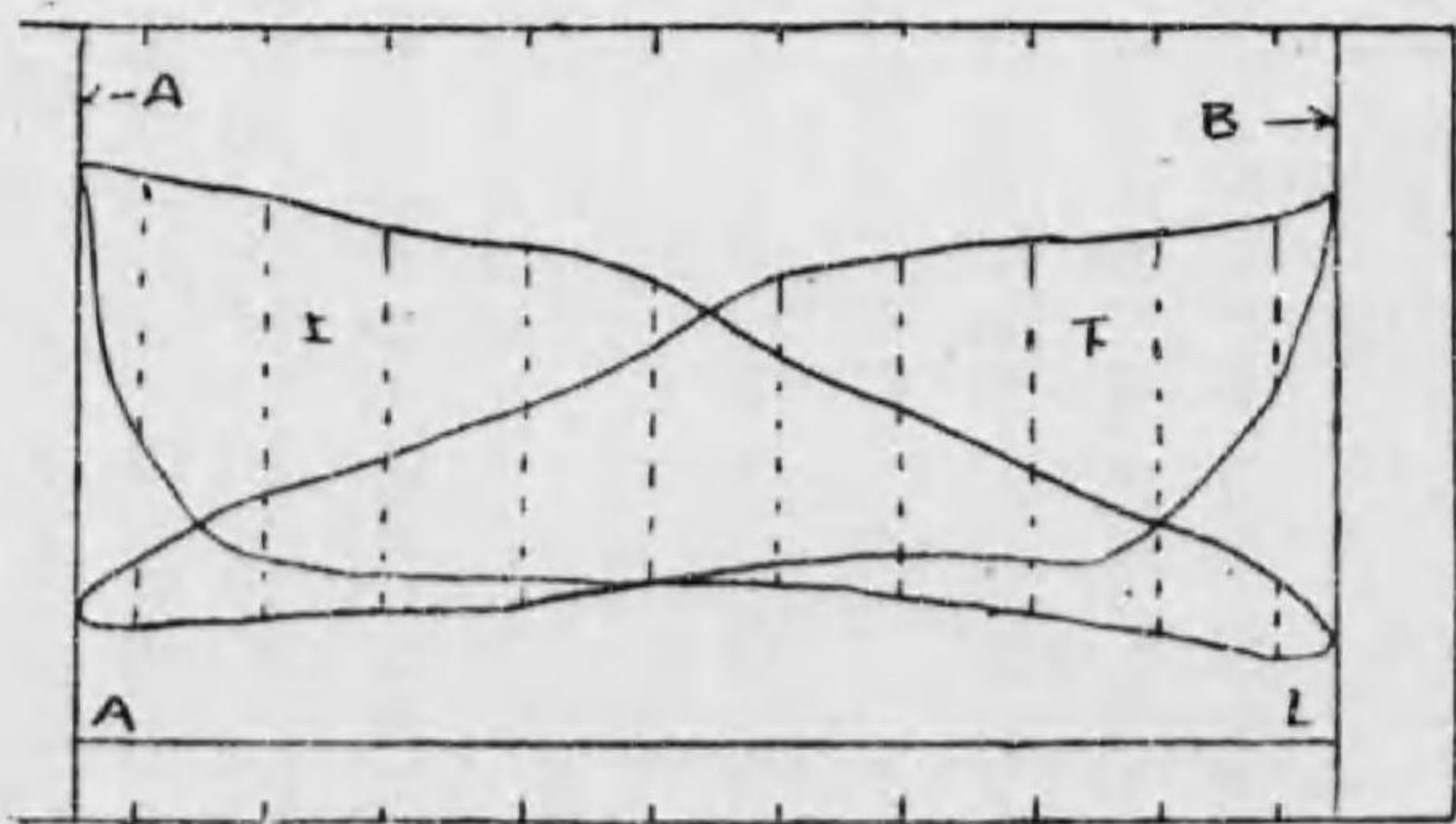
一〇、オーヂネット、ボード (Ordinate Board)

有効平均壓力を求むるに際し、示壓圖の長さを所要の數に分割することは、何れでも無い事ではあるが、割合に時間を要するもので、航海中示壓圖の計算を爲すに當つて、大概の人が感ずる不便の一である。併し乍ら幾何學の原理を應用した、オーヂネット、ボードと稱するものを用うれば、誠に手軽に、而も器用にその目的を達することが出来る、之は普通示壓器を格納する箱の蓋の内側に備へ附けてあるもので、その構造及原理は次のやうである。

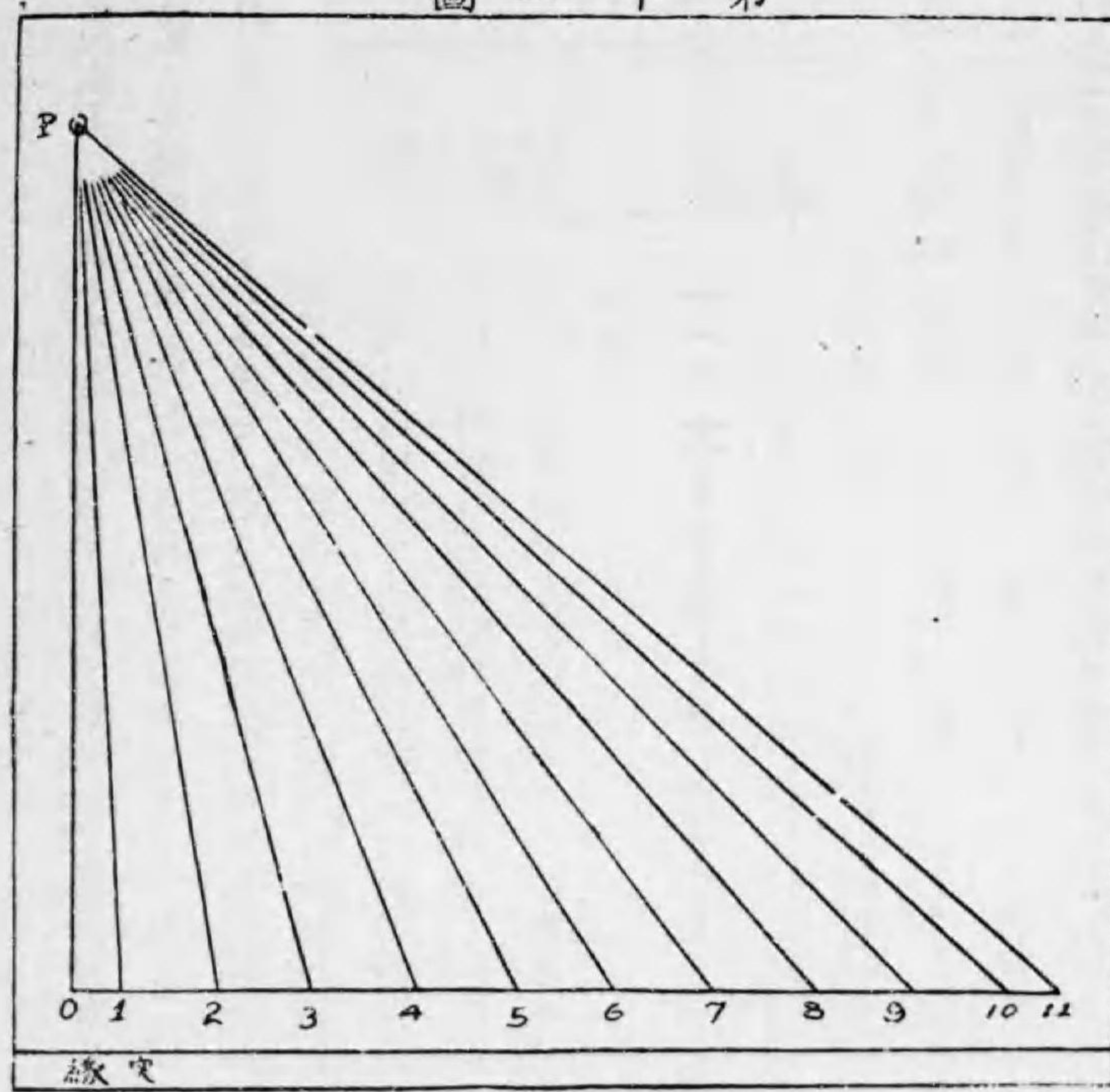
圖三十第



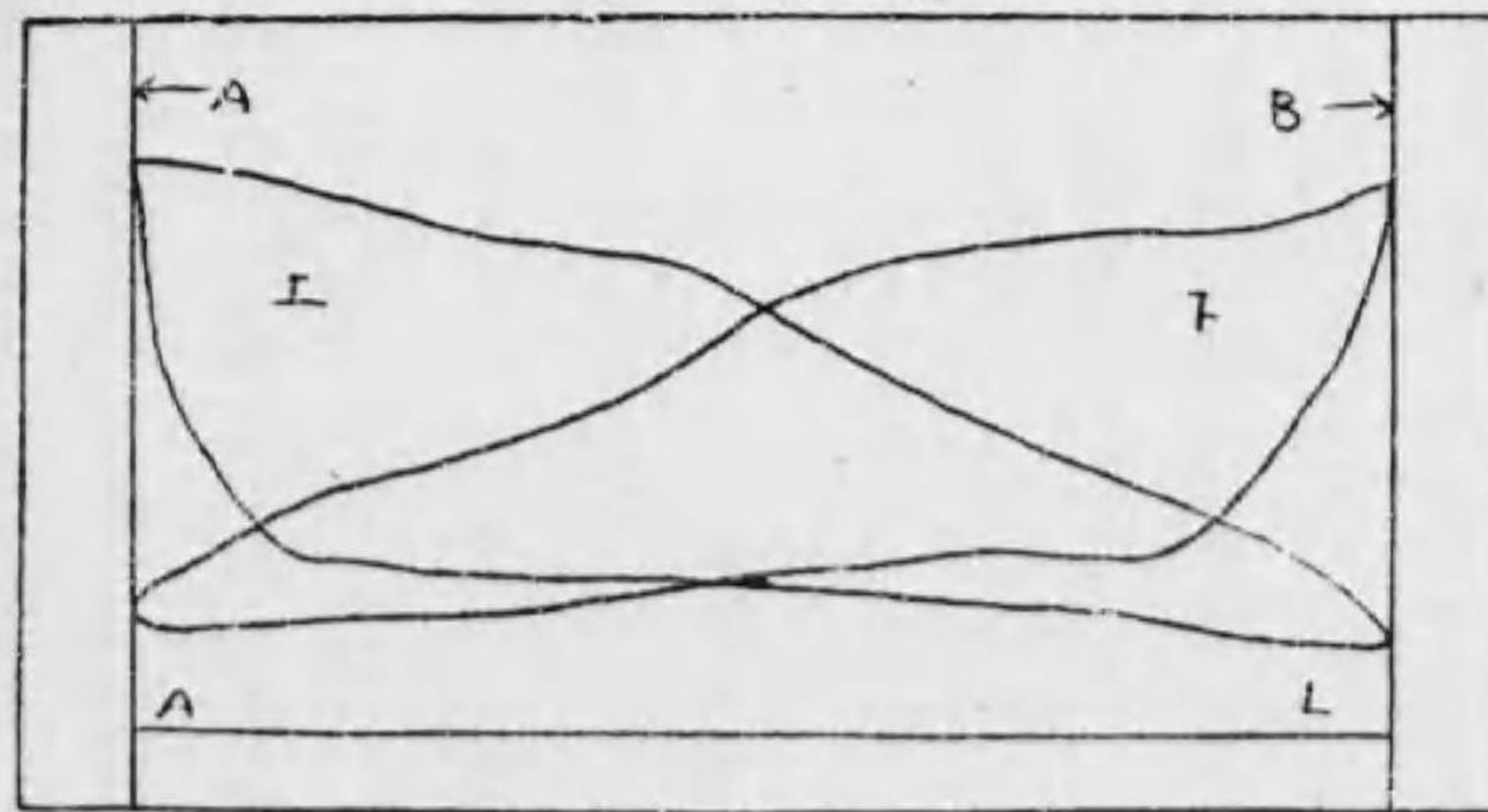
圖四十第



圖一十第



圖二十第



第十一圖は普通用ゐらるゝオーヂネット、ボードで、圖に依つて明かなる如く互に直交する縦横の二直線を引き、任意の寸法で交點から右の方へ横線を所要の割合に分割し（圖に於ては第一分割と第十一分割とは第二乃至第十分割の二分の一になるやうに分割してある）各分割點と縦線上の一點例へばPを夫れぞれ直線1P、2P、3P、等で結び附けたものである、尙ほ盤の下縁には水平線に平行する突縁を設けてある。以上の作圖法の證明は少しく幾何學の素養のある者には直ちに了解出来ることと思ふから茲にはその煩を避くることにする。

使 用 法

1 示壓圖の兩端に於て大氣線に垂直線A、Bを引く、大氣線は示壓圖カードの下縁と平行してゐる筈であるから、カードをオーヂネット、ボードに載せその上縁又は下縁を突縁に當て、三角定規の直角邊の一を此の突縁に當て、カード上を左右に動かしたならば直角の他の一邊は常に突縁に直角即ちカードの縁に直角であるから、此の邊に沿ふて示壓圖の兩端に切する線を引いたならば、自然大氣線に垂直な直線が得らるゝわけである。第十二圖は斯くしてA、B二線を引いた示壓圖カードを示すものである。

2 示壓圖カードをオーヂネット、ボードの上に置き、垂直線Aが垂直線OPと一致し他の垂直線B

の下端が斜線P¹¹上にあるやうに置き、紙の縁端と各斜線との交叉點に標點を記す。（第十三圖參照）

3 次に示壓圖カードを逆様にし、同様の方法でカードの上縁端に分割の標しるしを記し、上下兩縁端の標によつて縦線を引けば所要の數に分割することが出来る。第十三圖はその要領を示したもので第十四圖は以上の方法で分割を終つた示壓圖カードを示す。

一、ループを描ける示壓圖の有效平均壓力

第十五圖に示すやうに示壓圖の働壓線と背壓線とが互に交叉して、所謂ループを描いてゐる場合にはその平均壓力を求むる法も自ら異なるもので次のやうな順序にするのが普通である。

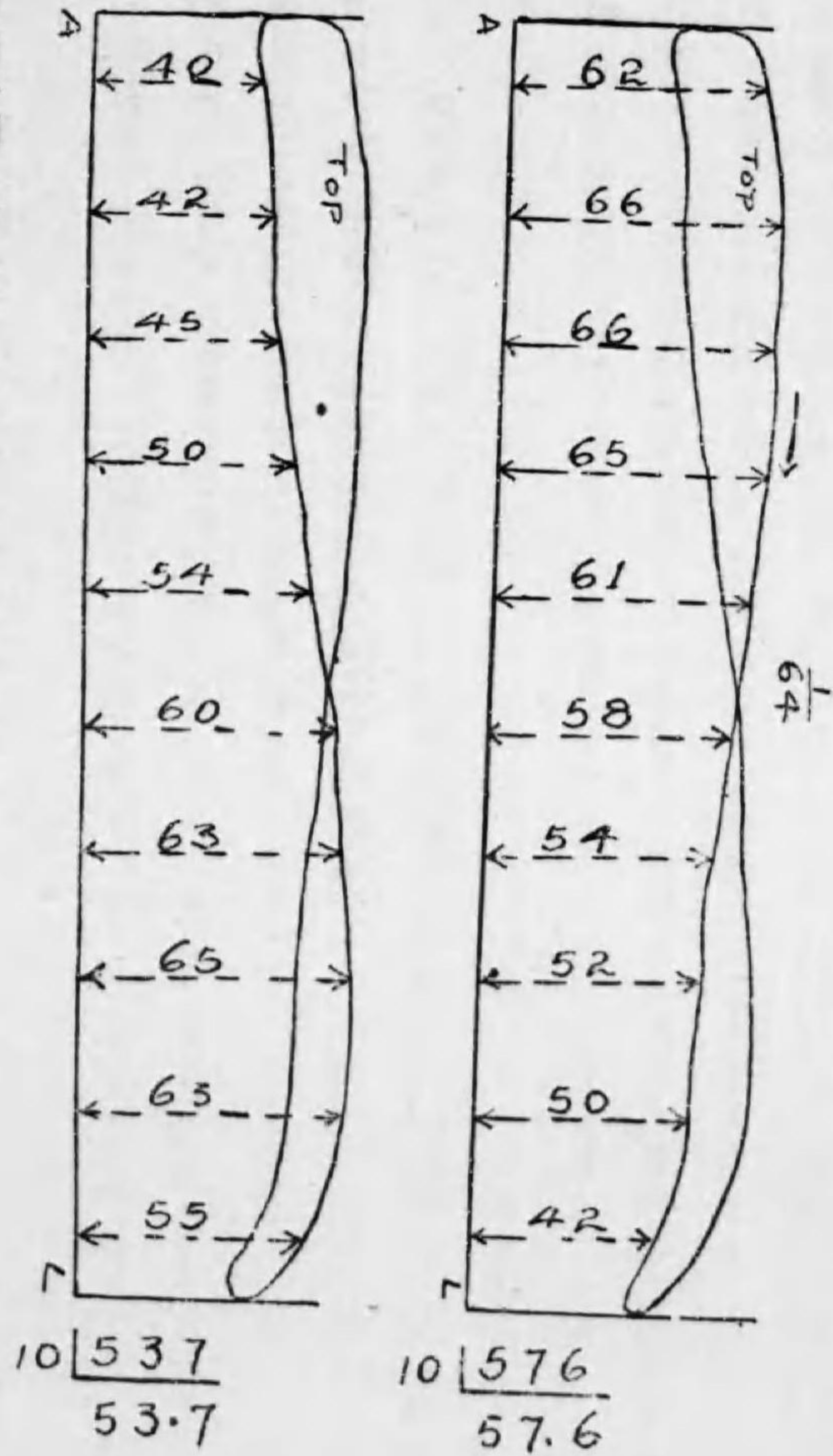
1 示壓圖の長さを所要の數に分割し、既に述べた通り、各分割點を通じて縦線を引く、但し此の場合には圖形の下方に基準となるべき底線を引き、縦線は夫れぞれ此の底線迄達するやうに引くこと。但し高壓又は中壓の示壓圖では大氣線が大概圖形の下方にあるから、別段底線を引かないでも此の大氣線を利用すればよろしいが、低壓示壓圖では大氣線は圖形の中腹を貫通してゐるから、別に底線を引かねばならない。

2 各縦線上に於て底線以上の働壓力を測り、之を積算して後十等分すれば吸鏝の往行程中の吸鏝

の側に作用する平均働壓力を得る。

8 同様に各縦線上に於て底線以上の背壓力を測り、之を積算して後十等分すれば吸鏝の復行程中

第十圖



に吸鏝の同一側に作用する平均背壓力が得らるゝ。

M.E.P. (TOP) = 57.6 - 53.7 = 3.9 lbs.

4 以上のやうにして得た平均働壓力から平均背壓力を減すれば、その残りは即ち吸鏝上に作用する有効平均壓力である。吸鏝の他側の示壓圖についても同様な方法で有効平均壓力を求むることが出来るから、上下兩圖の有効平均壓力を更に平均すれば、吸鏝の一往復する間の有効平均壓力が得らるゝわけである。

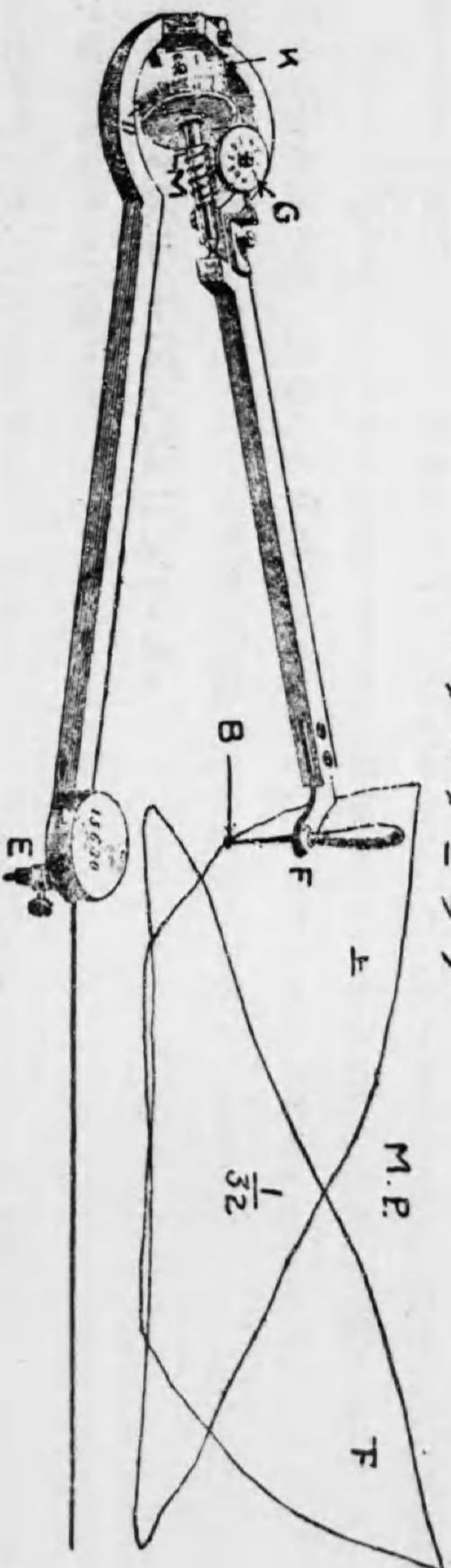
二、アムスラー氏プランニメーター (Ansler's Planimeter)

示壓圖其の他形狀正整ならざる圖形の面積を測る器械をプランニメーターといふ、第十六圖に示すのはその中で最も廣く用ゐられてゐるものでアムスラー氏の考案に成るものである。

本器は圖に示す通り、その彎曲端に於て互に蝶番チャウツガイとなつてゐる長さ約六吋の角棒二本より成り、そのF及Eの兩端は自由に開閉することが出来るやうにしてあるものである、而してその彎曲端は回轉自在なローラーDの突縁によつて支へられてゐる、此のローラーの側には遊標K (Vernier)を有し、ローラーの軸には螺旋Mを設けて平圓盤車G (Discwheel)を回轉せしむるやうに出来てゐるGの上面は圓周を十等分し、一から十までの度盛を刻み、ローラーDが一回轉する毎に此の圓盤は度盛一度即ち一回轉の十分の一だけ回轉するやうにしてあるから、ローラーDが十回轉すれば圓盤Gは初めて一回轉する勘定である。遊標Kはローラーが描いた回轉の端數パルスを示すもので、又圓盤G

の上の示数を十倍すれば、F端で描いた圖形の面積を平方吋で表はすのである。即ち圓盤G上の數字は十位に於ける平方吋の數を示し、ローラーD上の數字は單位に於ける平方吋の數を示し、各數字の中間の目盛は十分の一平方吋を單位とし、遊標にあらはるゝ數は百分の一平方吋を單位として

圖六 十號
式一ヲス△ア
一タ一×ニシテ



あらはすものである。

使用法

- 1 示壓圖カードを完全なる平盤上にピン止めとし、本器のE點の位置を適當に撰び、針先Fが示壓圖の線上を自由に追跡するに差支ないやうにする。
- 2 遊標の零がローラー上の零と一致するやうに置き（此の時ローラー上にはあらはれてゐる面積は零である）示壓圖線上の一點例へばBより始めて針先Fを圖形の線にそひ、時針の回轉と同じ方向即ち右廻りに滑走せしむる。
- 3 以上のやうにして圖形の全周に亘つて充分の注意を拂ひつゝ、針先Fを滑走せしめ、それが再びその出發點Bに戻つた時針先Fの滑走を止め、ローラー上の示數を讀み之を控へて置く。
- 4 此の示數の讀み方は最も正確でなければならぬもので、たとへ百分の一平方吋の相違でも平均壓力に變化を及し、従つてその實馬力に増減を來すものであるから、普通の場合では答の正確を期するために、同一の手續を二三回繰り返しその平均の値をとるものである。
- 5 今假にローラー及遊標によつて表された示數が四・五であるならば、此の場合測定せられた圖形の面積は四・五平方吋で、示壓圖の長さが四吋半であるとしたならば、圖形の平均の高さは即ち以上の面積を圖形の長さで除して得た一時であるから、之に發條の尺度を乗じたものは即ち有效平均壓力である。例へば發條の尺度が1吋であつたとすれば、此の示壓圖のあらはす有效平均壓力は

三十二封度である。

下部示壓圖についても同様の手續を用ゐて圖形の面積を求め、之より所要の有効壓力を算出し、最後に上下兩圖の有効平均壓力を更に平均して、吸鑄の一往復する間の平均壓力を求むることが出来る。

本器を使用するに當り、最初にローラーを零の位置に合せて置くことは必しも絶對的に必要では無い、之は最初にローラーを零の位置に合せないでも、當時の示數の讀みを控えて置き、最後の示數から減じたならば、その差は即ち求むる所の面積を示すものであるからである。例へば本例の場合に於て最初の示數が二・七一であつたとすれば、最後の示數は七・二一となり、その面積は以前の通り $7.21 - 2.71 = 4.5$ 即ち四・五平方吋である。若しも最後の示數(ローラーにあらはれた)が最初の示數よりも小さい場合はローラーはその零位を通過したのであるから、引算を行ふ以前に最後の示數に十を加ふることが必要である。又大きな面積を測る場合は別として、示壓圖の面積位のものを探る場合には圓盤G上の度盛は必要ないものである。

一三、實馬力 (Indicated Horse Power)

往復式汽機の實馬力を計算するには、以上述べたやうな手續で示壓圖のあらはす有効平均壓力を

求め、之に吸鑄の面積(平方吋)と一分間の吸鑄速度(呎)とを乗じて得た仕事量即ち吸鑄上に蒸氣が爲した一分間の仕事量を三萬三千で除すればよいのである。それで今

P_m を吸鑄上の有効平均壓力(每平方吋封度にて)

D を汽筒の徑(吋にて)

L を行長(呎にて)

N を一分間の回轉數

とすれば、汽筒の面積は $D^2 \times 0.7854$ 平方吋で、一分間の吸鑄速度は $L \times N$ 呎であるから實馬力を I.H.P. で示せば

$$\text{I.H.P.} = \frac{P_m \times D^2 \times 0.7854 \times 2 \times L \times N}{33000}$$

他の汽筒内に發生する實馬力も同様の算式で計算することが出来る。實馬力を絶對的に正確に求むる場合には、以上の算式では少し不充分である、此の場合には吸鑄の上下兩側について別々に計算すべきである、之はその下面に於ては蒸氣が働く吸鑄の有効面積は上面よりも吸鑄鏝の面積丈け小さいわけであるから従つて上下兩側について別々に計算を行はないと間違が生ずる。

以上のやうにして計算した各汽筒内の實馬力を合計したものをその汽機の合計實馬力といふ、例

へば三聯成汽機では

$$\text{合計實馬力} = \text{高壓汽箱實馬力} + \text{中壓汽箱實馬力} + \text{低壓汽箱實馬力}$$

一四、馬力定數 (Horse Power Constant)

汽機の實馬力を算定するに當り、その汽機の定數を豫め計算して置いたならば、計算に要する時間と勞力を省くことが出来るものである。此の定數は各汽箱について別々に算定すべきもので、之に有效平均壓力と、一分間の回轉數とを乗すれば直ちに實馬力の値を得らるのである、此の定數を馬力定數といひ、次のやうにして算定するのである。

$$\text{馬力定數} = (\text{汽箱面積(平方吋)} \times \text{行長(呎)} \times 2) + 33000$$

それで、實馬力の算式は次のやうになる。

$$\text{實馬力} = \text{馬力定數} \times \text{有效平均壓力} \times \text{回轉數}$$

例 各汽箱の徑は夫れぞれ二十五吋、四十二吋及六十八吋、行長三呎六吋、回轉數六十二で、高壓汽箱内の有效平均壓力八十封度五、中壓汽箱内の有效平均壓力三十四封度六、低壓汽箱内の有效平均壓力十三封度一であるとしたならば、各汽箱の馬力定數及實馬力は幾何であるか。

$$\text{高壓定數} = 25^2 \times 0.7854 \times 3.5 \times 2 + 33000 = 1041$$

$$\text{中壓定數} = 42^2 \times 0.7854 \times 3.5 \times 2 + 33000 = 293$$

$$\text{低壓定數} = 68^2 \times 0.7854 \times 3.5 \times 2 + 33000 = 77$$

$$\begin{array}{l} \text{高 壓} = 1041 \times 80.5 \times 62 = 519.5 \\ \text{實馬力} \left\{ \begin{array}{l} \text{中 壓} = 293 \times 34.6 \times 62 = 628.5 \\ \text{低 壓} = 77 \times 13.1 \times 62 = 625.3 \end{array} \right. \end{array}$$

以上の馬力定數は汽機の行長と汽箱の徑に變化の無い限り、常に同一であるから、一度計算をして置けば、何時でも役に立つものである。又計算を更に容易ならしむるため、以上のやうにして求めた馬力定數を一倍、二倍、三倍、四倍、五倍、六倍、七倍、八倍及九倍した數を豫め求め之を表に作つて置くときは、實馬力の計算をなすに當つて、先づ有效平均壓力に回轉數を乗じたものを、馬力定數に乗するに、以上の表を用ゐて簡單確實に答を求むることが出来るものである。

一五、一時間一實馬力の石炭消費量 (Coal used per I.H.P. per hour)

一時間一實馬力の石炭消費量の多少は必しもその汽機の効率の標準を確實にあらはすものではない、何となれば汽罐に用うる石炭の品質の如何に依て石炭一封度が發生し得べき實際の蒸氣量に甚しい相違があるがためである、例へば品質の優良な英國ウエルス産の石炭を用うれば、その一封度

について平均十封度の水を蒸發することが出来るに拘はらず、品質の劣等な石炭を用うれば、その一封度は僅かに八封度の水を蒸發するに止まるから、同一量の罐水を蒸發するには品質の劣つた石炭の方が多量を要するのである、それで、汽機の効率を定むるに確實な標準となるものは一時間一實馬力に要する蒸氣消費量であらねばならない。蒸氣消費量の計算については後章に之を譲ることとし一時間一實馬力に要する石炭消費量の算式を次に記すれば、

$$\text{一時間一實馬力の石炭消費量} = \frac{\text{一時間の石炭消費量(噸)} \times 2240}{\text{合計實馬力}}$$

又は

$$\text{一晝夜一實馬力の石炭消費量} = \frac{\text{二十四時間の石炭消費量(噸)} \times 2240}{\text{合計實馬力}}$$

質の良い石炭を用いた場合には、一實馬力につき一時間の石炭消費量は一・三乃至一・五封度を普通とするが効率の悪い汽機では時に二封度を超ゆる場合もある。

一六、失脚百分率 (Percentage of slip)

推進器の失脚百分率は次の算式で求むることが出来る。

$$\text{失脚百分率} = \frac{\text{推進器の速力(船の速力)} \times 100}{\text{推進器の速力}}$$

$$\text{推進器の速力(一時間の)} = \frac{\text{推進器の心距} \times \text{回転数(一分間の)} \times 60}{6080}$$

以上の算式中で推進器の速力の算式は次のやうに簡単な形になすことが出来る。

$$\text{推進器の速力} = \frac{\text{推進器の心距} \times \text{回転数}}{101.3}$$

例 推進器の心距十八呎、回転數八十五、船の速力毎時十四節であるとき推進器の失脚百分率を求めよ

$$\text{推進器の速力} = \frac{18 \times 85}{101.3} = 15.1 \text{ 節}$$

$$\text{失脚百分率} = \frac{15.1 - 14}{15.1} \times 100 = 7.1 \text{ パーセント}$$

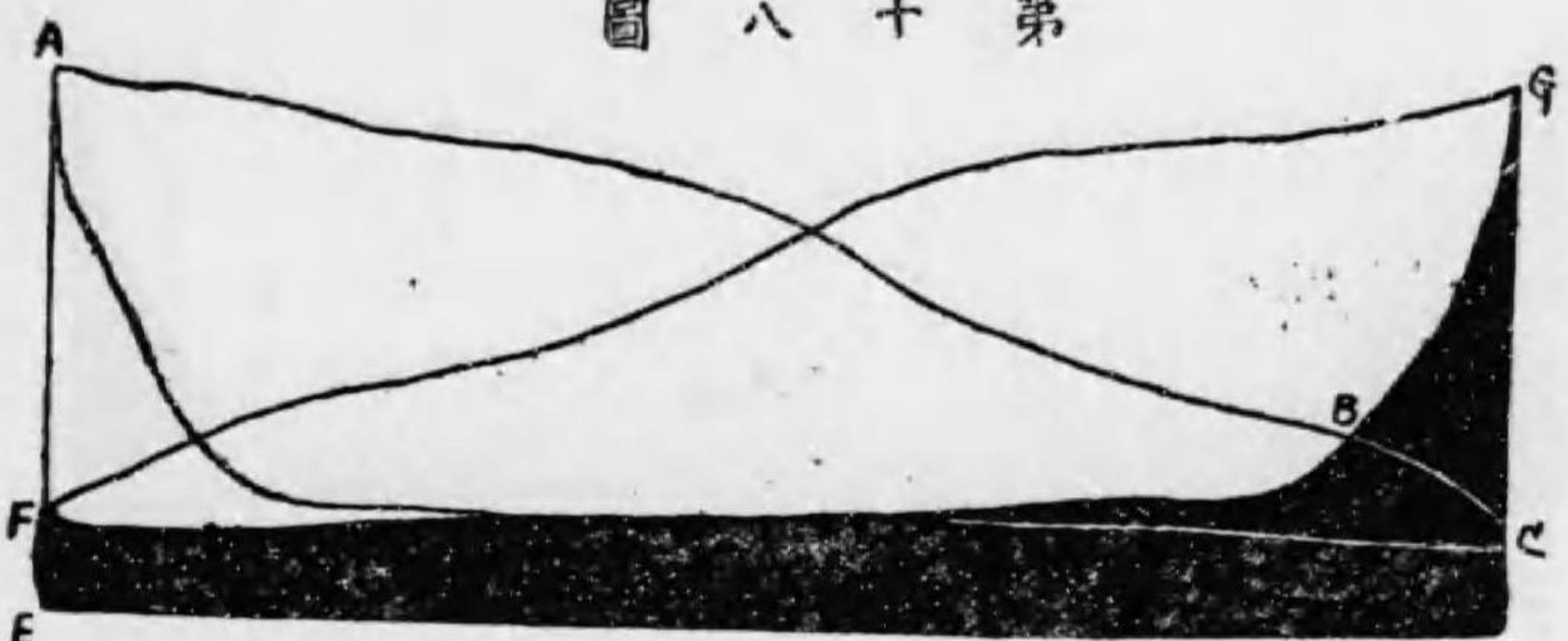
一七、正及負の仕事 (Positive work and Negative work)

第十七圖に於ては吸鏟が下降行程を爲す間に吸鏟上に爲された仕事、即ち正の有効仕事量と、反對に吸鏟がその背後に残留せる排汽上に爲した仕事、即ち負の有効仕事量とを示すもので、上部圖の働壓線と、下部圖の背壓線との交叉點から左方に斜線を施した面積は、即ち正の仕事量

第七十圖



圖 八十 第



Dを示し、交叉點から右の方に黒く塗り潰した部分の面積は、負の仕事量を示すものである。即ち正の場合では働壓線は背壓線よりも上方にあるが負の場合では反對に背壓線が働壓線の上方にあるから、吸鑄は反對に殘留せる排汽上に仕事を爲してゐるものである。(第七節參照)

以上の關係は又第十八圖に示す通り、吸鑄が一行程を爲す間に、吸鑄の一面に作用した蒸氣の働壓力によつて吸鑄に爲された正の仕事面積と、同一行程に於て、吸鑄の反對側に作用した排汽の壓力によつてあらはさるゝ面積、即ち反對に吸鑄が排汽上に爲した所の負の仕事面積とを比較することによりても説明することが出来る。即ち第十八圖に於て、吸鑄が上部中心から下部中心迄一行程を爲す間に、吸鑄上面の蒸氣によつて吸鑄に爲された仕事量は面積 ABCDEFA に相當し、同一行程に於て吸鑄の背面に作用した抵抗力によつてあらはさるゝ仕事量は面積 BCD、DEFB に相當する。それで吸鑄の一行程中に吸鑄上に作用した蒸氣の有効仕事の面積は以上の兩面積の差である。今 BCDEFB なる面積は正及負

の仕事面積が相重り合つた部分であるから、結局有效の仕事量は AEF なる正の仕事面積と、BCB なる負の仕事面積との差に相當するわけである。

第二章 示壓圖の性質

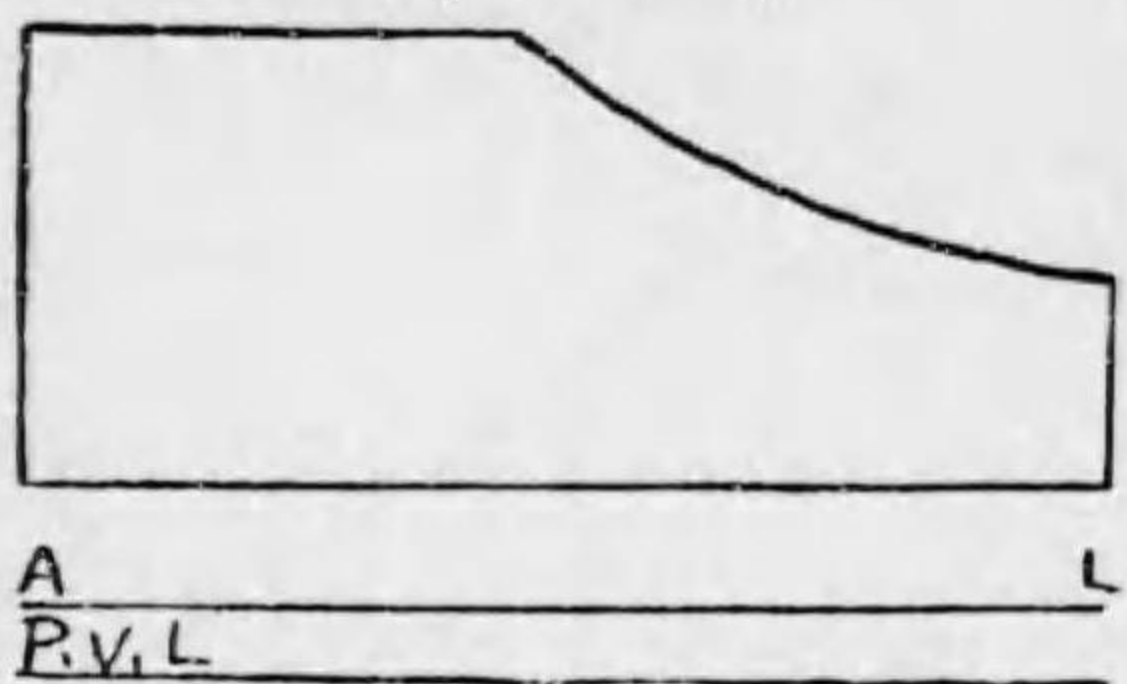
一八、計劃示壓圖 (Theoretical Diagram)

示壓圖の性質を研究するには先づその比較の標準となるべき、計劃示壓圖即ち理論的示壓圖の形狀等に關する概念を得て置く必要がある。之は次のやうな假定の下に蒸氣が働作する場合の壓力の變化を示すもので、示壓器に依らず、計算と作圖とによつて描かるゝものである。

イ、汽門が蒸氣側又は排汽側に通ずるときは、その瞬間に汽室内の汽壓は、汽室内の汽壓又は冷汽器内の氣力と同一になり、或は收汽室内の蒸氣の分量に比例して變化する。

ロ、汽室に蒸氣の出入する際、又は給汽中或は排汽中にはワイヤードロッキングが絶対に起らないこと。

圖 九十 第



ハ、蒸氣の膨脹及壓縮等は完全瓦斯と同様に $P \propto V^{\gamma}$ なる關係を保つこと。

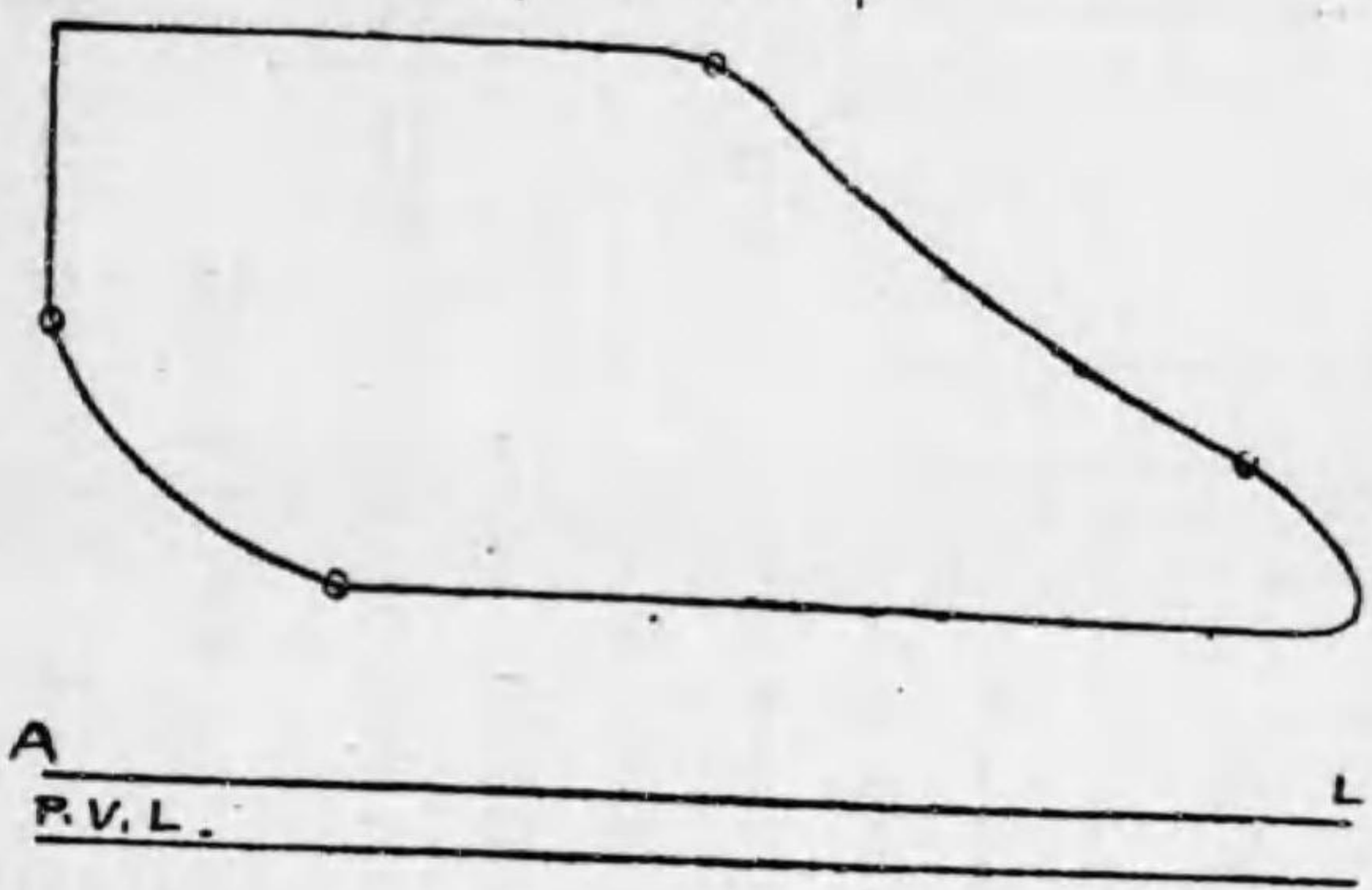
二、汽笛其他はすべて熱の不導體で、蒸氣の動作中熱の出入絶無なること。

第十九圖は以上の假定に基いて描いた計劃示壓圖であつて膨脹線及壓縮線は共に双曲線である、又前明線及逸汽線は共に垂直である。更に斷汽點、逸汽點、壓縮點及給汽點に於ける線の變化は皆突然的であるのは注意すべきことである。

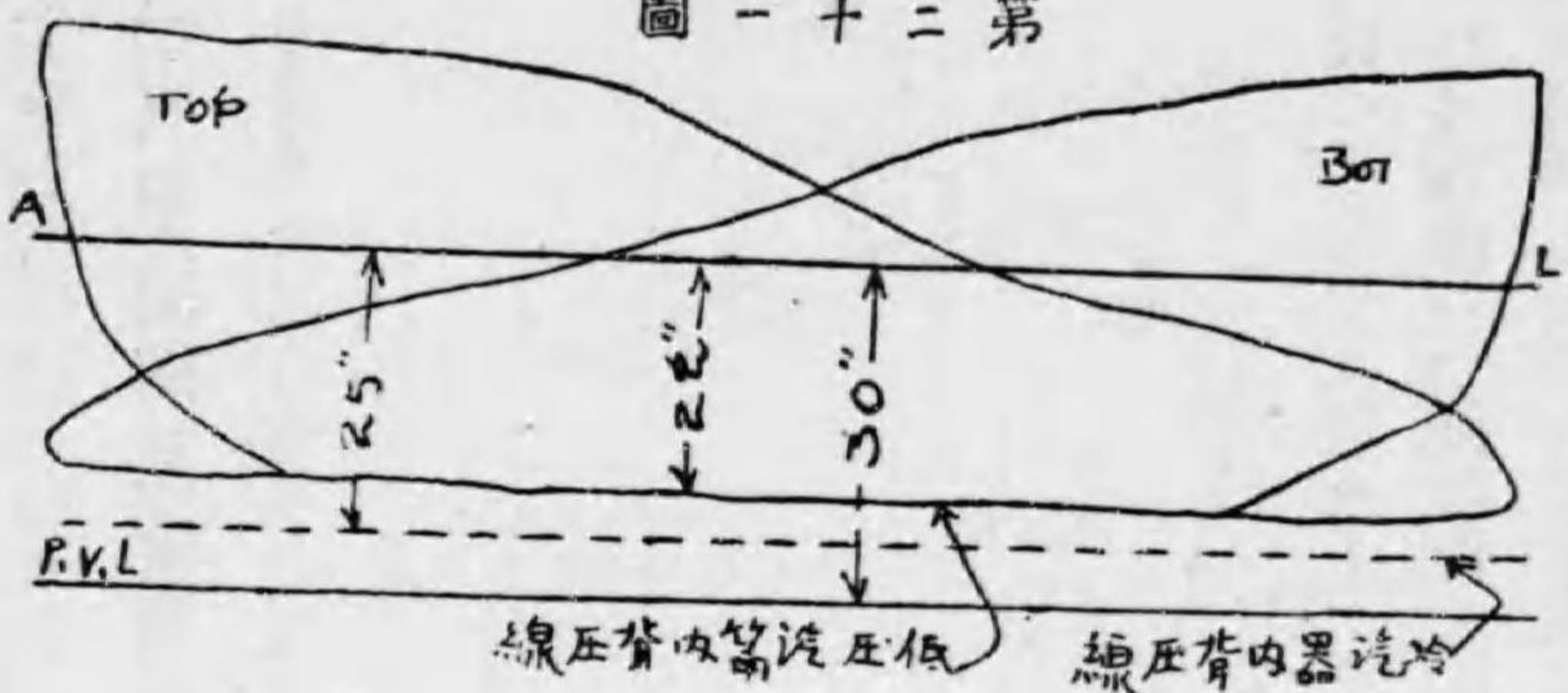
然し實際汽機から採つた示壓圖は其の形狀等に於て此の圖とは著しい相違があるものである、之は如何に急速に滑瓣が汽門を閉閉しても、汽笛内の汽壓がその瞬間に收汽室内汽壓と同一となり、又は冷汽器内の壓力まで降下するには、必ず幾分の時間を要するもので、従てその壓力の變化は突然的では無しに、

漸進的であるから、給汽點、斷汽點、逸汽點及壓縮點に於て壓力の線は角張らずに丸味を持つやうに

圖十二第



圖一十二第



なり、又前明線及逸汽線は幾分傾斜せざるを得ないのである。即ち行程の初に當て既に汽笛内の汽壓と收汽室内の汽壓とを同様にあらしむるためには、吸鑿が復行程を終る少し以前から蒸氣の供給を始めなければならぬし、又復行程の初に於て排汽側の壓力と同一にあらしむるためには、往行程の終點に達する少し以前に汽門を排汽側に通ずる必要があるのである。第二十圖は以上の諸項を酌量して描いた所謂理想的示壓圖 (Ideal Diagram) である。

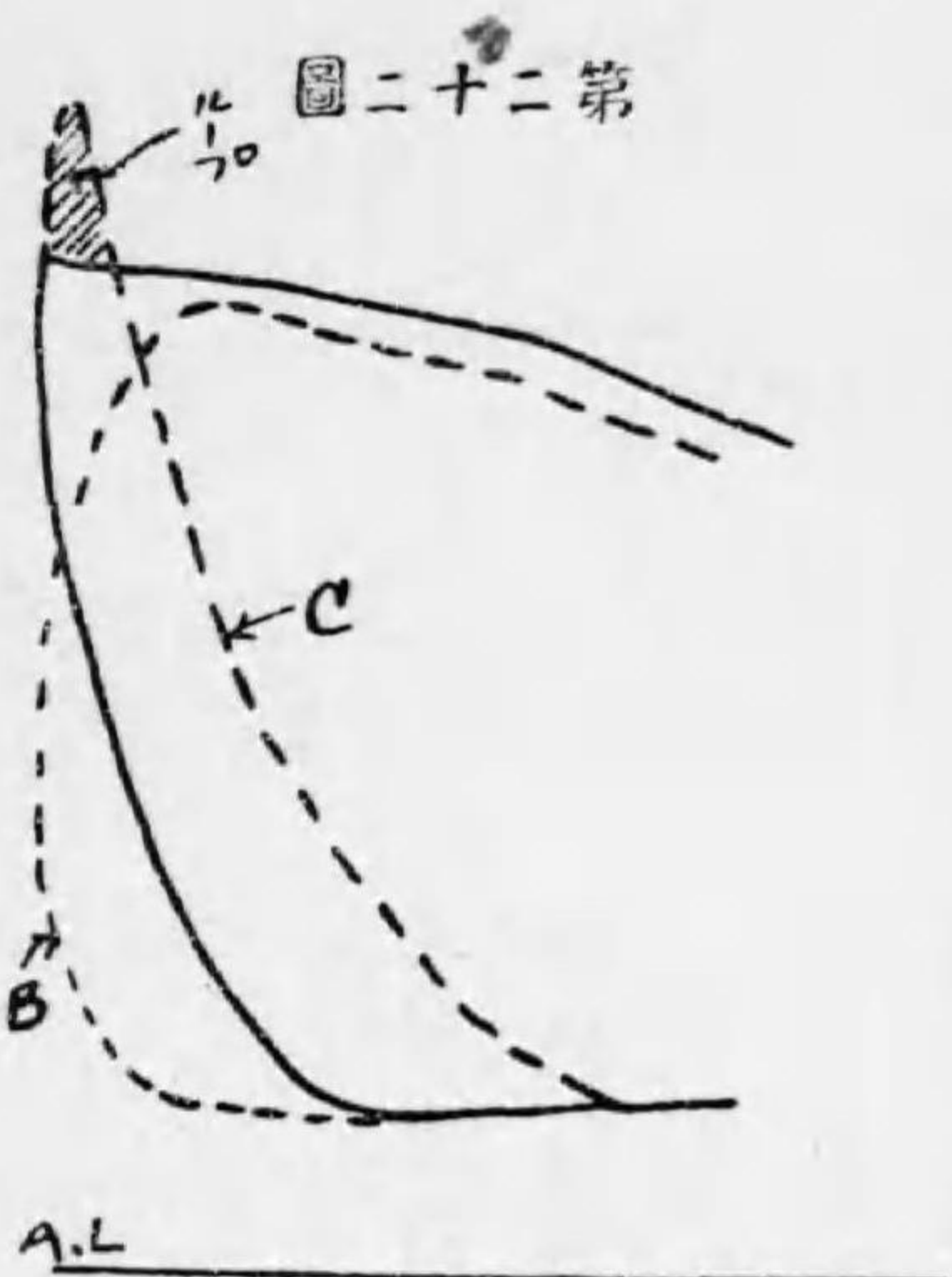
一九、低壓汽笛及冷汽器内の背壓

第二十一圖は低壓汽笛内の背壓を示す線と、冷汽器内に於ける背壓を示す線及完全真空線との關係を示すものである。此圖に於て完全真空線は大氣壓力以下三十吋即ち十五封度に相當する位置にあつて絶対壓力の零を示し、冷汽器内の背壓力は大氣壓以下二十五吋即ち十二封度半(絶対壓力二封度半)で、低壓汽笛内に於ける實際の背壓は大氣壓力以下僅かに二十二吋即ち十一封度(絶対壓力四封度)であることがわ

かるであらう。

二〇、壓縮線及前明線

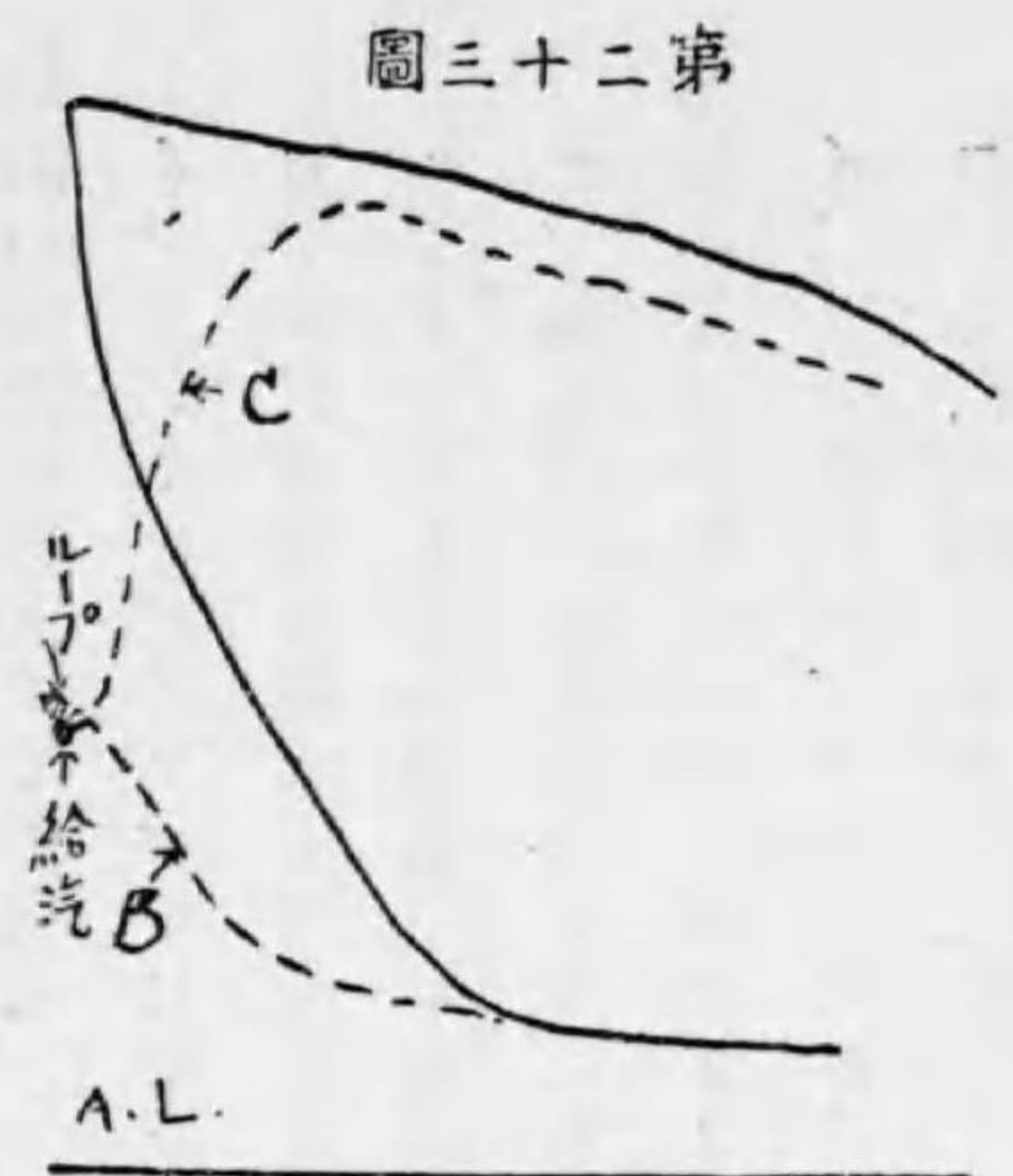
壓縮及給汽の時期の遅速は壓縮線及前明線の形状に影響を及すこと大なるもので、一般に壓縮の時期が早ければ、吸鑿の背後に閉ち込めらるゝ排汽の分量も多いから壓縮後の壓力は高く、遅ければ低いものである。第二十二圖で實線は普通の状態の下に於ける壓縮線及前明線を示し、點線Cは排汽の閉りを早めて壓縮を行ふた場合の變化を示すものであるが、圖に依つて明かなる如く、壓縮の壓力は汽室内の初汽壓力も高くなつてゐるから、給汽の時期に至つて、汽門が蒸氣側に通ずるときは、示壓器のペンシルは下降して圖に示すやうなループを描く、此のループは壓縮過度の場合に生ずる損失仕事を示すものであるが、又他の一面に於ては復行程の終點直前に於て排汽温度の上昇を促し、従つて汽室壁の冷却を防ぎ、斯くして行程初期に起る蒸氣の復水作用を減少せしむる利益があるから、前に述べたやうな



圖二十第二

仕事量の損失の幾分を償ふものである。

次に點線Bは排汽の閉り即ち壓縮點と給汽點を遅くしたために、壓縮が減少した場合の變化を示すものである。又第二十三圖の點線は、壓縮及給汽の時期が甚しく遅い場合の變化を示すもので、



圖三十二第

左端に小さいループを形成したのは次のやうな作用によるものである。即ち排汽の閉り方が遅いから、吸鑿行程の終點附近で起る壓縮はB線で示すやうにその力弱く、吸鑿が復行程を始むるに至ればその容積は再び増加するが此の間蒸氣は多少冷却するから、その壓力は圖に示すやうに下降するものである、然るに間も無く給汽が始まるから、示壓器のペンシルはC線で示す通り再び上昇し圖に示すやうなループを描くに至つたものである。

給汽の遅速によつて示壓圖の前明線が種々の傾斜をなすのは、紙筒が旋回しつゝある間に、ペンシルが上昇して前明線を描くからである。壓縮及給汽の時期の早い場合では、紙筒がその旋轉運動の終點に達しない以前に給汽が行はれ、之に反し、給汽點が遅い場合には紙筒が旋轉運動を終つて

更に反對の方向に旋轉し始めた後に漸く給汽が行はるゝものである。孰れの場合にしても、紙筒の水平運動と、ペンシルの上下運動との聯合作用によつて描かるゝから、必ずや多少の傾斜をなすものである。

壓縮の壓力の増大する原因は

- イ、リンクングアップした時。
 - ロ、排汽重端を増大した時。
 - ハ、クリヤランス容積を小にした時。
 - ニ、隔心器の前進角度を大にした時。
- 壓縮の壓力の減少し又は滅失する原因は
- イ、リンクングダウンした時。
 - ロ、排汽重端を減小した時。
 - ハ、クリヤランス容積を大にした時。
 - ニ、隔心器の前進角度を小にした時。
 - ホ、吸銜彈環が漏洩した時。

へ、滑瓣が排汽側で漏洩する時。

ト、汽笛内に起る復水作用。

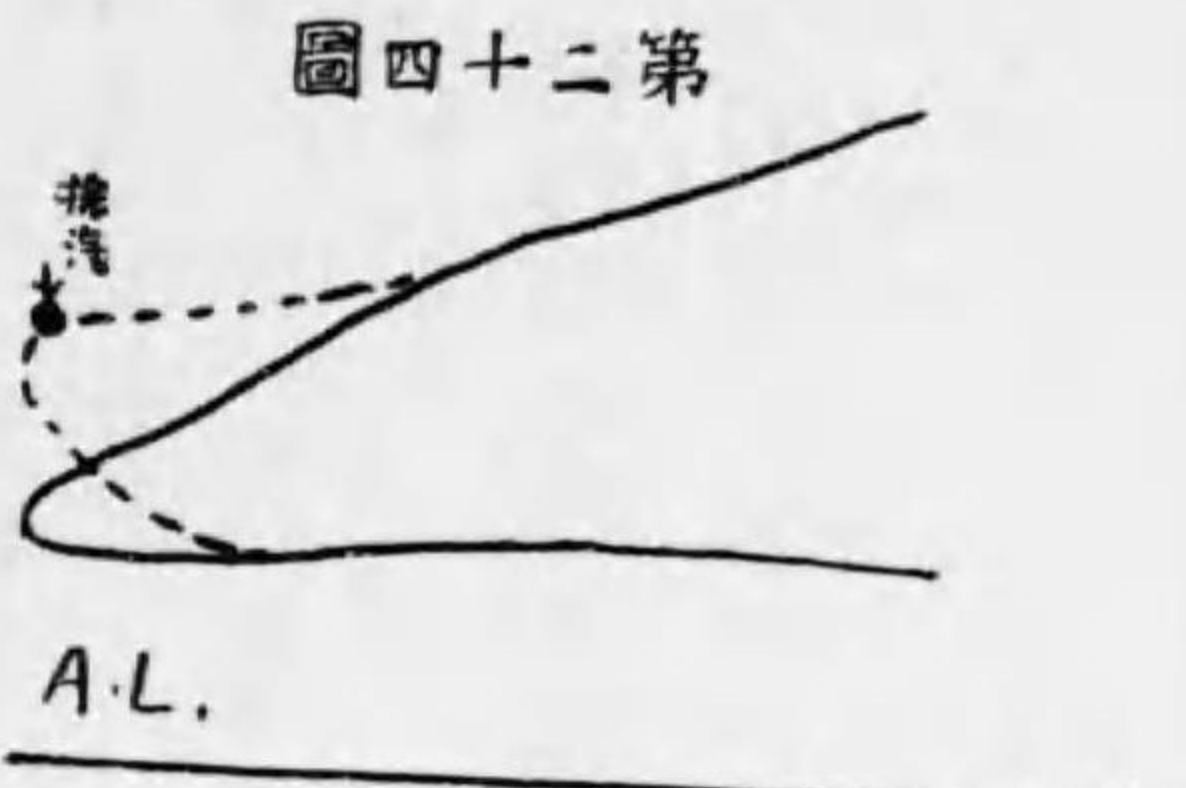
給汽點又は前明線に變化の起る原因

- イ、リンクの位置。
- ロ、蒸氣側重端。
- ハ、隔心器の前進角度。
- ニ、收汽室内の汽壓。

二二、排汽の時期及無負荷の場合の排汽線

排汽の開きが遅い時は第二十四圖又は第二十五圖の點線で示す通り、膨脹線は普通の場合よりも更に行程の終端に向つて連続し、甚しき場合は第二十五圖に示す通り、吸銜が復行程を幾分進んでから排汽に開くこともある、斯様な場合には圖でも分る通り、小さなループを描くことがある。排汽が始まれば汽笛内の汽壓が急に降下するのは、排汽が排出さるゝ次の收汽室又は冷汽器の容積が汽笛の容積に比して大なる場合に起る現象である。一般に收汽室の容積はその直前の汽笛容積の一・四倍乃至二倍の範圍内にあるものである。

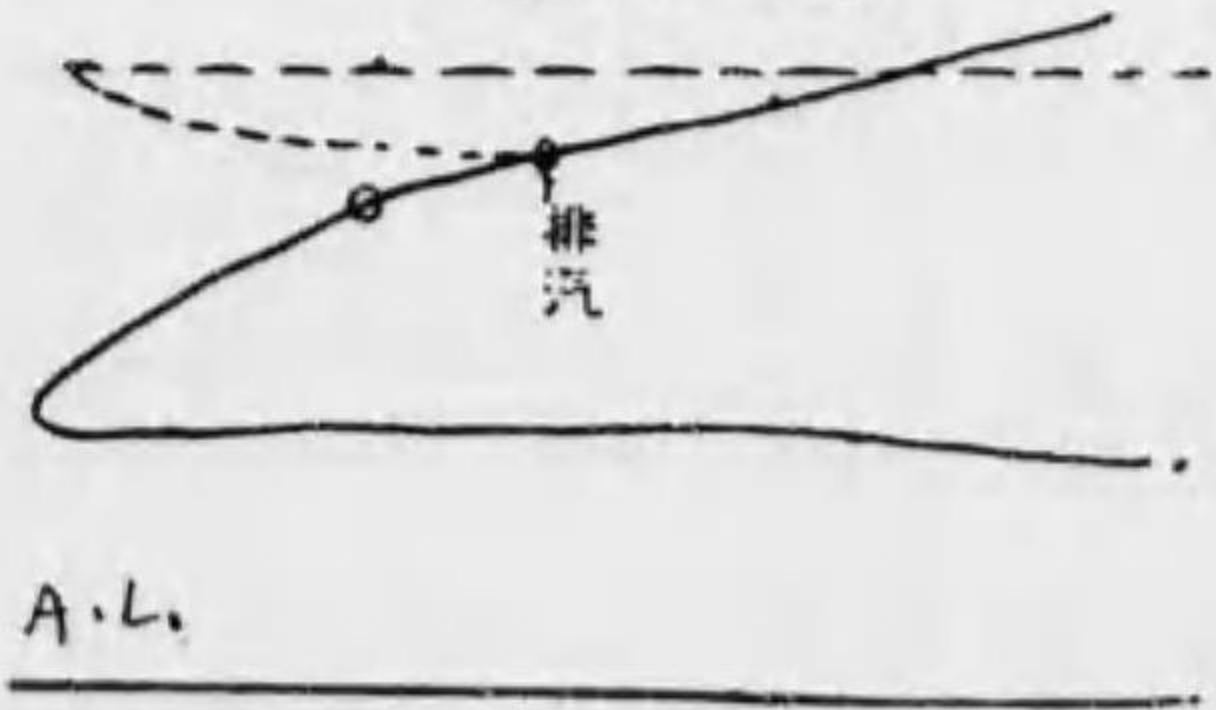
汽筒内が排汽に通じた時、排汽側の壓力が汽筒内の終末汽壓 (Final Pressure) よりも高い場合には、排汽に開通すると同時に汽筒内の汽壓は上昇して排汽側の壓力に同化するから第二十六圖に示



圖四十二第



圖五十二第



圖六十二第

すやうな工合にループを描くに至るものである。汽機がほとんど無負荷で運轉する場合には、その斷汽が早いために膨脹の終末汽壓は著しく低くなつて、排汽側の壓力が却つて高いことがある。かやうな時には以上のやうな排汽線が描けるのである。

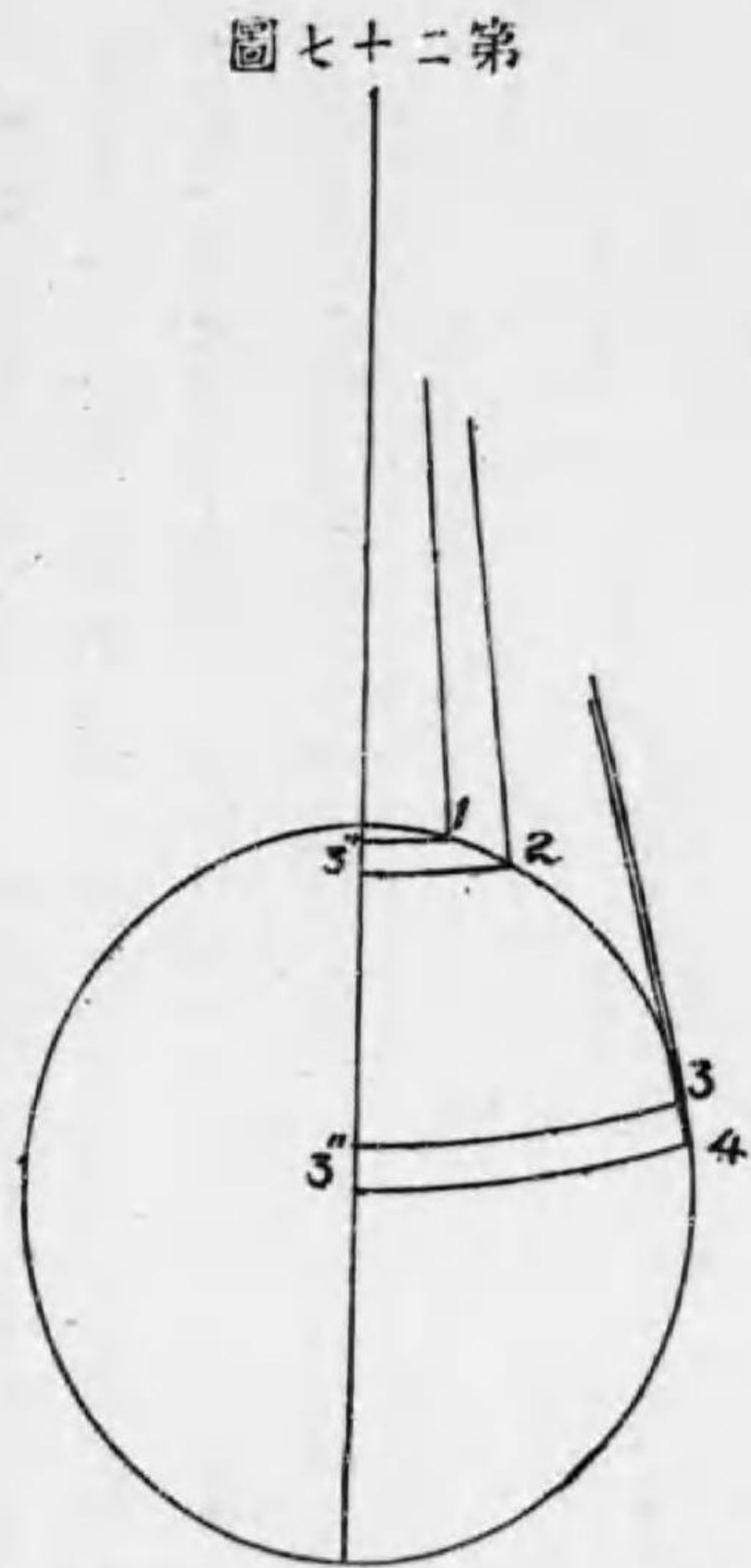
排汽の時期の遅るゝ原因

- イ、隔心器の前進角度を小にした場合
- ロ、排汽重端を大ならしめた場合
- ハ、リンクングダウンした場合

排汽の時期の早まる原因

- イ、隔心器の前進角度を大にした場合
- ロ、排汽重端を小ならしめた場合
- ハ、リンクングアップした場合

二二二、吸鑿及曲拐栓の速度の相違が示壓圖に及ぼす影響

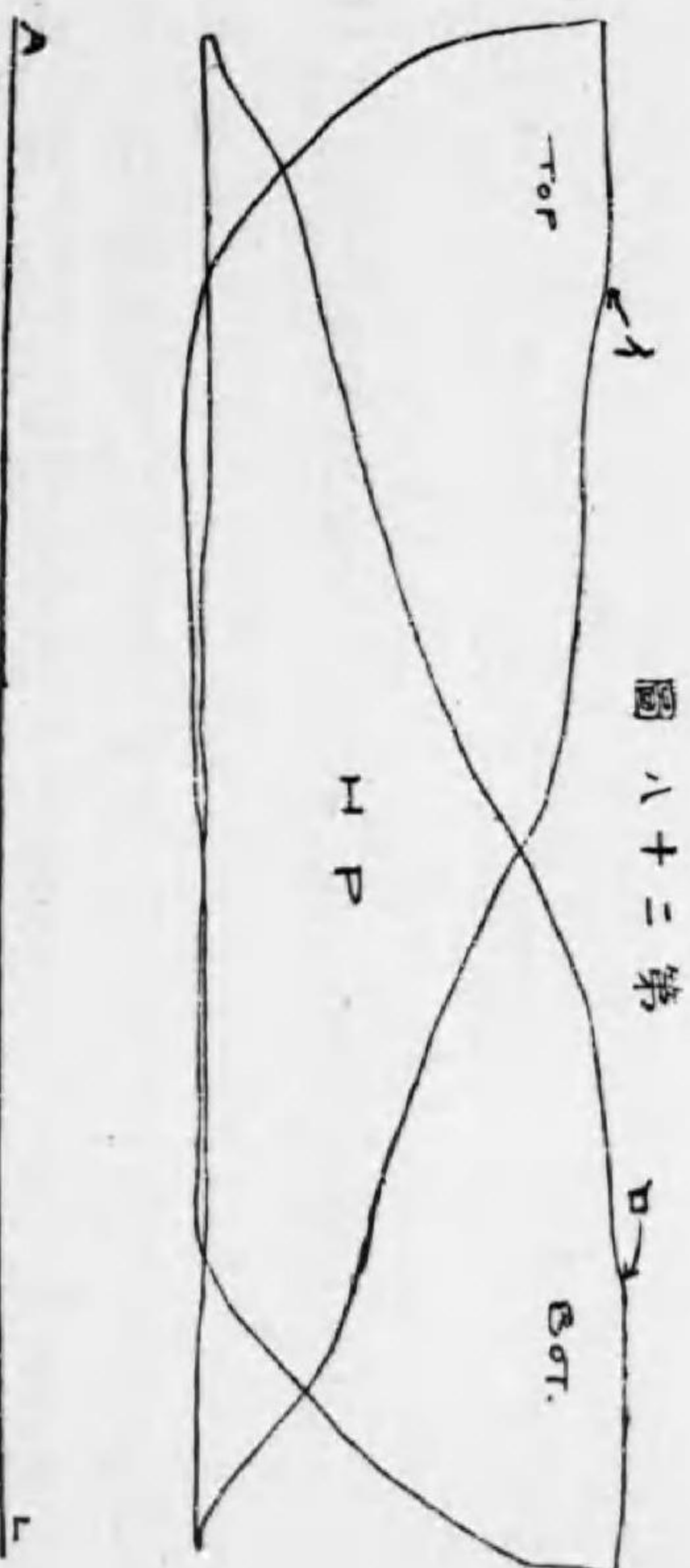


吸鑿行程の上下中心附近では、吸鑿の速度は曲拐栓の回転速度に比して小なるものである、例へば第二十七圖に示す通り吸鑿が上部中心附近で三吋下降する間に曲拐栓は1から2まで約六吋の距離を運動してゐる。然し吸鑿が漸次下降して行程の中程附近に來れば、吸鑿と曲拐栓との速度はほとんど等しくなるもので、

例へば此附近で吸鑿が三吋下降する間に曲拐栓は3から4まで即ち三吋よりも少しく少く運動して

あることがわかるであろう。之によつてみれば曲汽栓が同一速度で回轉運動をなす時吸鑄の加速度は上下中心附近に於て大であるが殊に上部中心附近で最も大であることが分るであろう。

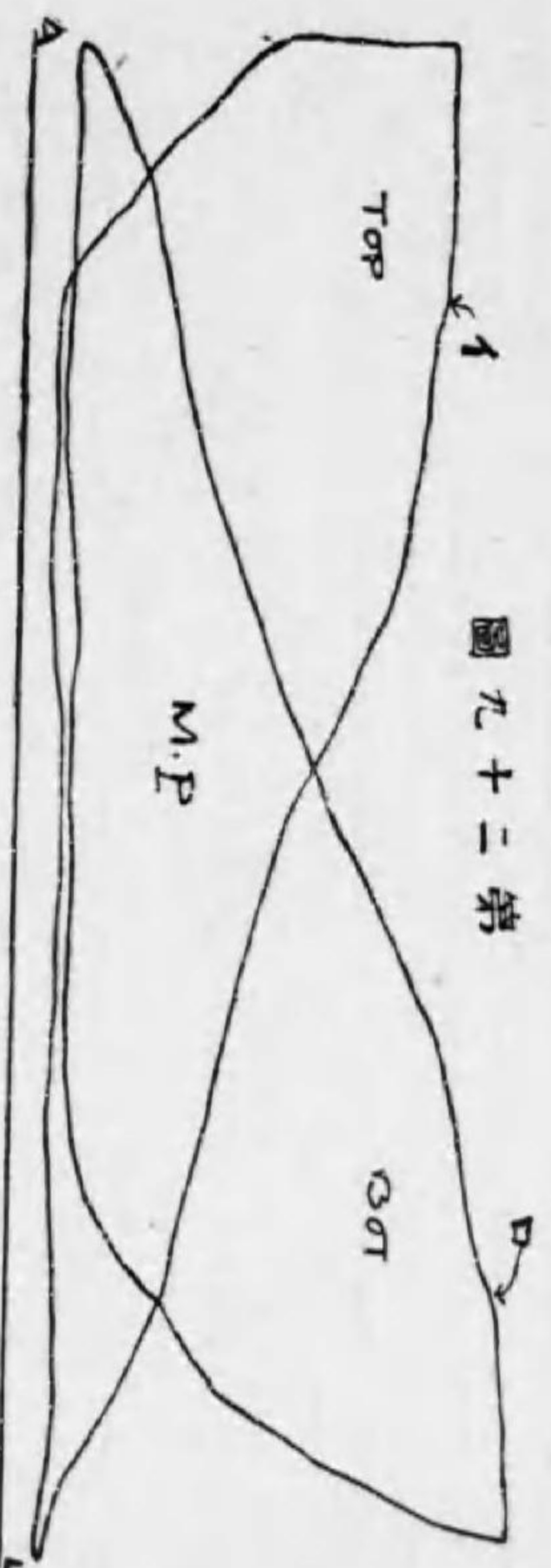
以上のやうな速度の相違は示壓圖の蒸氣線に變化を來すもので、殊に中壓及低壓汽笛に於て然りである、何故なれば吸鑄の速度が僅少である間は汽笛内の初汽壓は充分に持續することが出来るが一旦吸鑄の速度が増加すれば汽門を通過して汽笛内に侵入する蒸氣量は吸鑄が残した空積を充すことが困難となつて來るから勢い



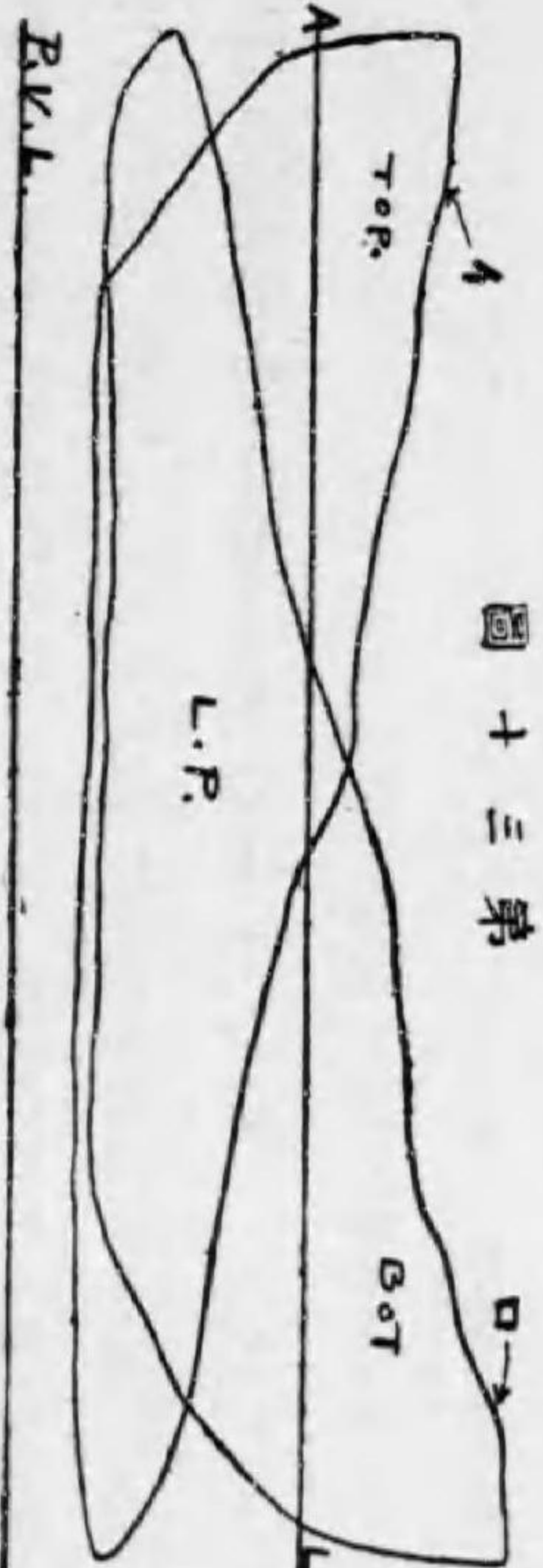
圖八十二號

汽笛内の汽壓は降下する、それで吸鑄に加速の起つた時期に於て示壓圖の蒸氣線は傾斜が著しく目立つやうになるものである、第二十八圖乃至第三十圖は之等の諸點を示すものである。

吸鑄の加速による影響が高



圖九十二號



圖十三號

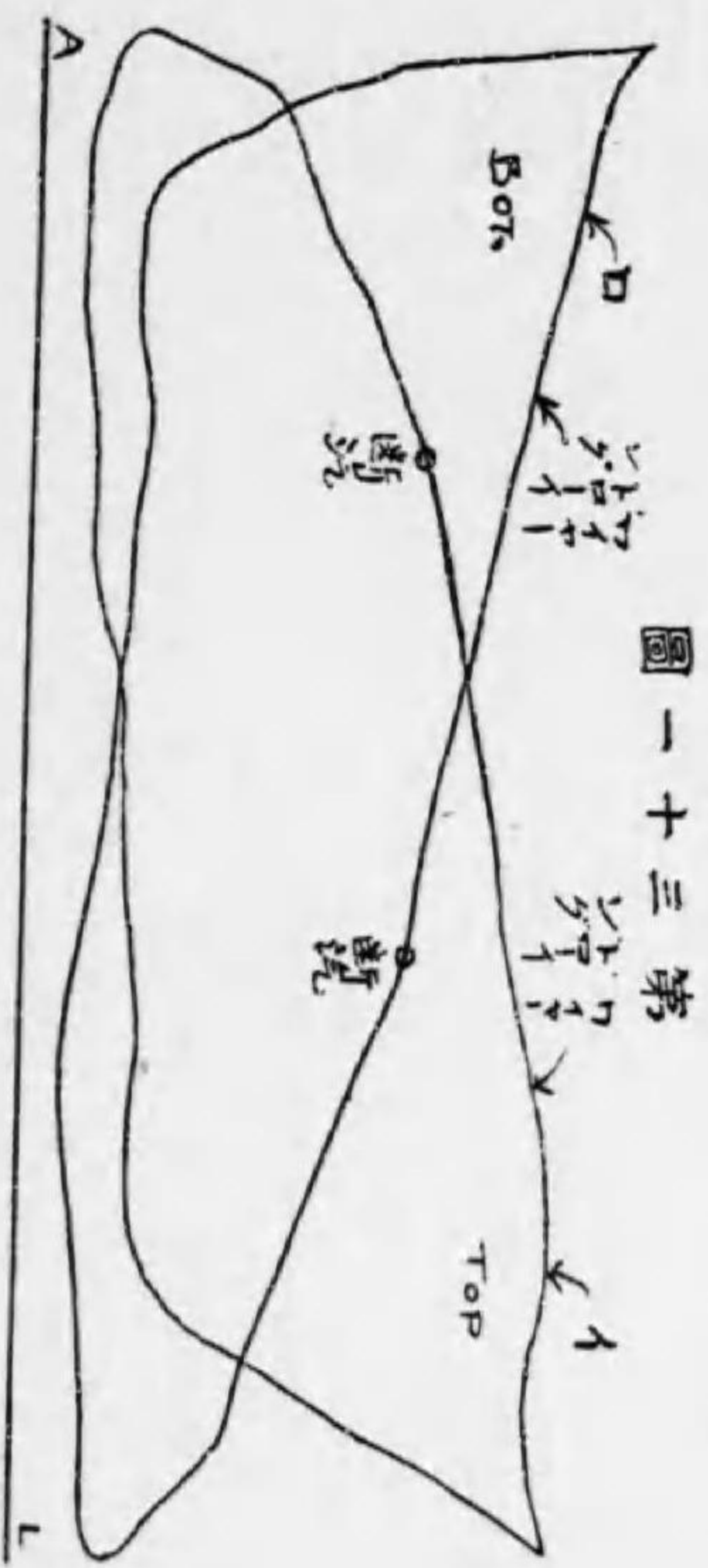
壓示壓圖よりも中壓又は低壓示壓圖に於て更に著しく見らるゝは、高壓汽笛では普通蒸氣の供給は直接汽罐よりせらるゝから多少の吸鑄加速があつても蒸氣の供給が豊富であるかちその影響は至つて少いが、中壓又は低壓汽笛では蒸氣は限りある容積を有する收汽室内から供給を受けるのであるから、吸鑄の加速は直ちにその壓力の低下を來し蒸氣線に變化を來さしむるものである。

第二十八圖は高壓汽笛の示壓

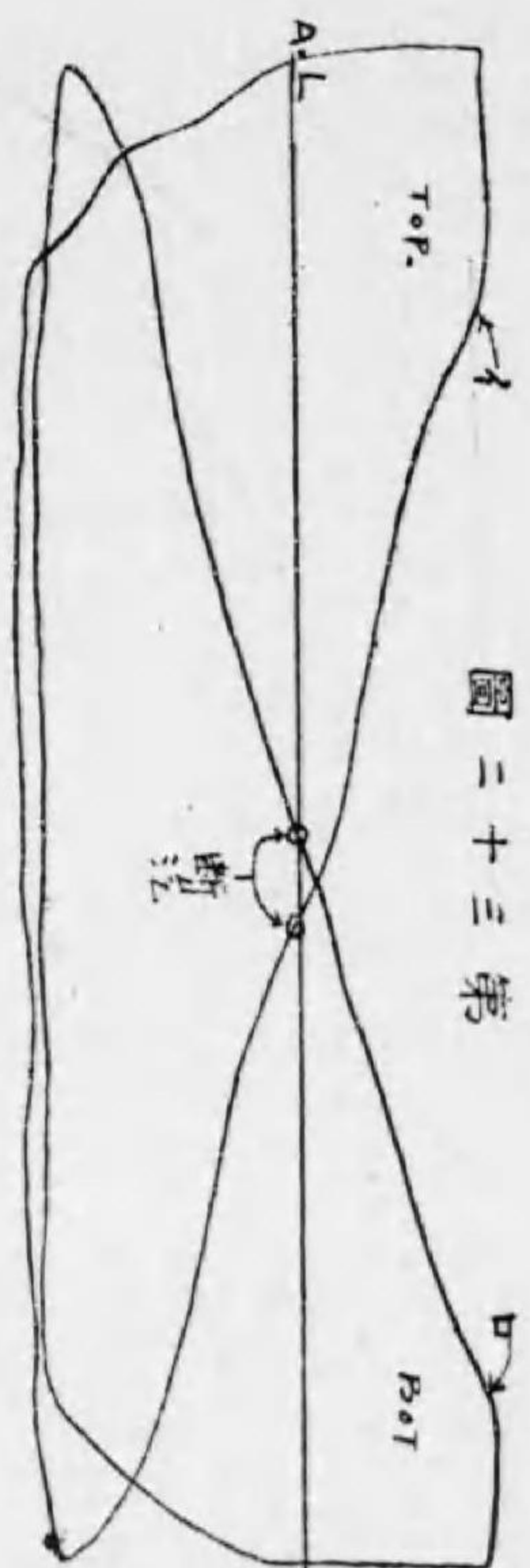
圖、第二十九圖は中壓汽笛の示壓圖、第三十圖は低壓汽笛示壓圖で、各圖ともイは上部圖に於ける吸鑄加速の著しい時期を示し、○は下部圖に於ける同様な時期を示すものである。
第三十一圖、第三十二圖も同様に吸鑄加速による變化等を示すものである。

二三、蒸氣のワイヤードローイング (Wire Drawing)

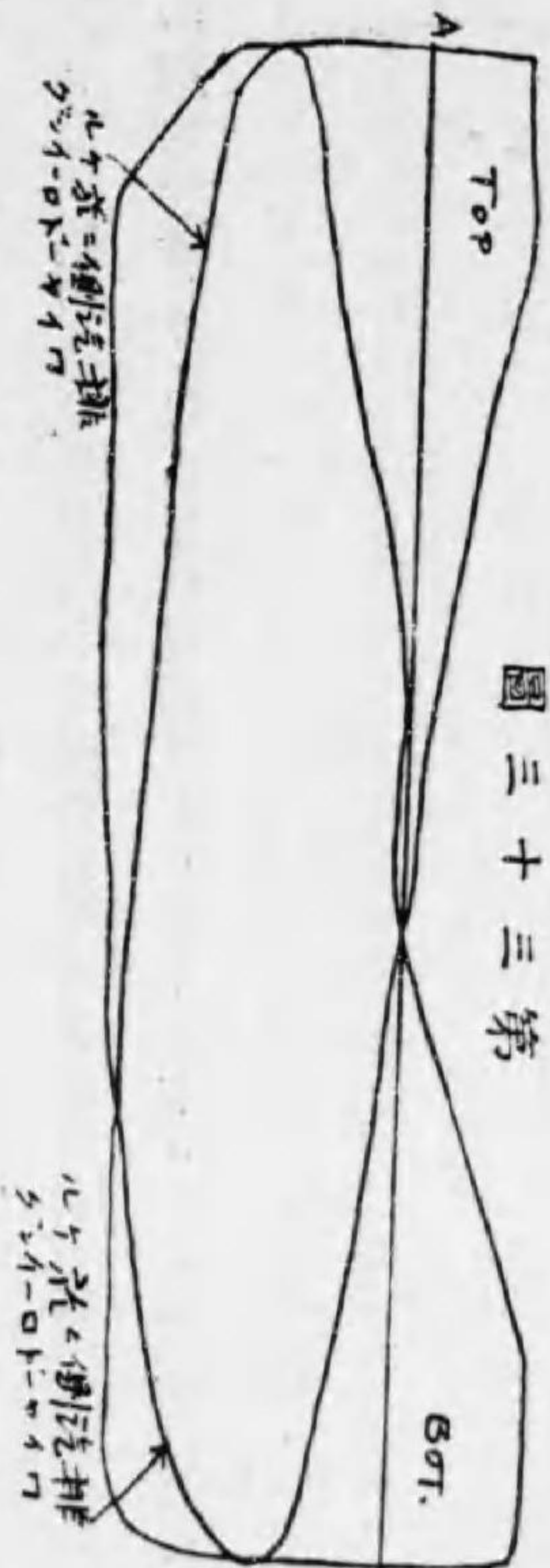
ワイヤードローイングなる現象は蒸氣が狭い通路を通つて、廣い而も低壓の場所へ膨脹する場合に起るもので、此の場合蒸氣は外部的には何等の仕事をして爲さぬ(若しも流入する場所の壓力が絶對零であれば)から壓力が降つた爲めに餘分になつた熱勢力は依然として蒸氣それ自身に保留されてゐるわけである。蒸氣が汽笛内に入り又は汽笛より流出する場合には吸鑄の面積に比して狭小な汽門(汽門の面積は汽笛の徑と滑瓣の旅程とによりて制限さるゝもので普通汽門を出入する蒸



圖一十三第



圖二十三第

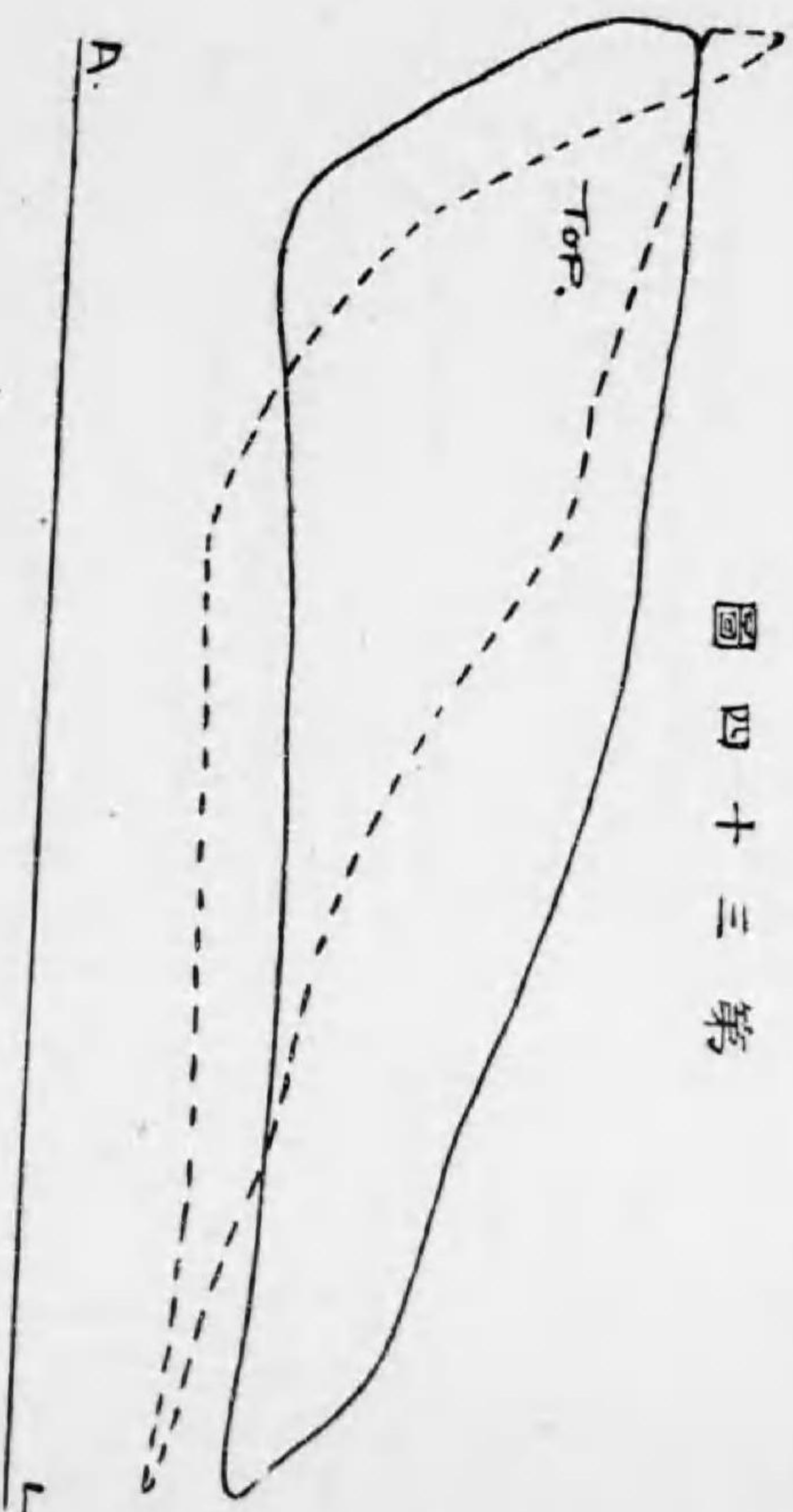


圖三十三第

のは免れないのであるが、普通の滑瓣を装置した汽機では丁度此の時に汽門は閉まりかゝつてゐる

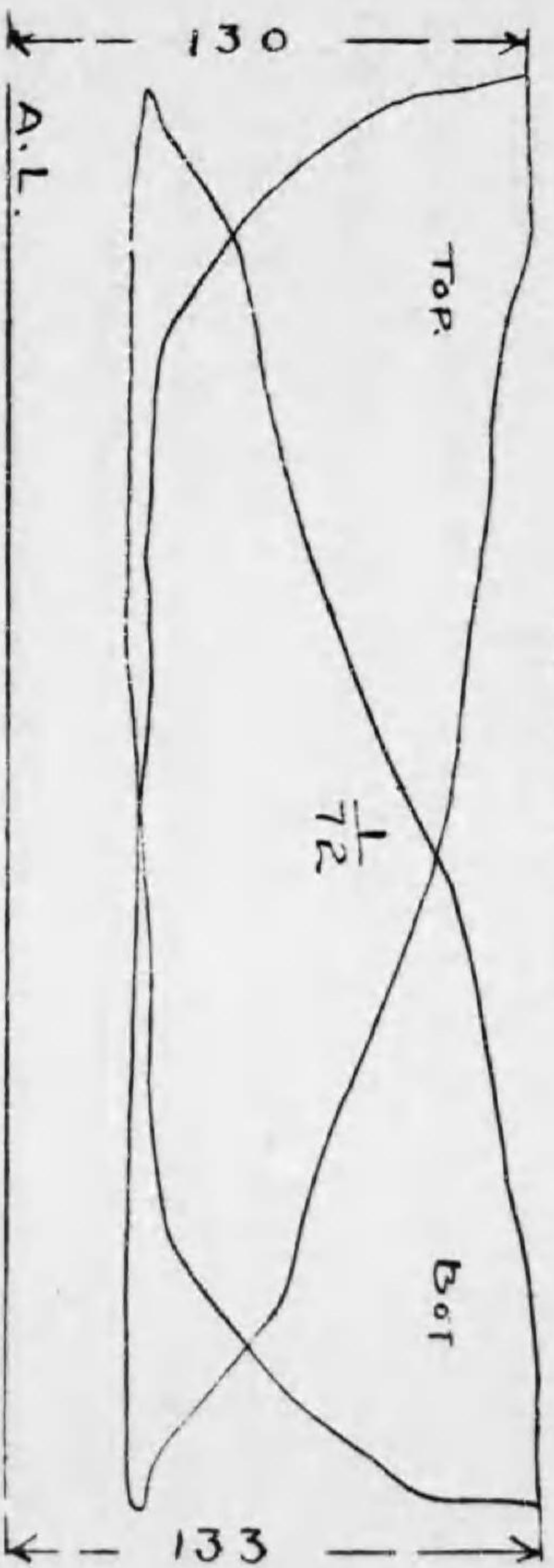
ので更にその通路が狭小となるから、吸鑿の速度の大であるのと相まつてワイヤードロイングが著しく起ることになる。第二十八圖乃至第三十二圖の各示壓圖で吸鑿の加速の影響を受けてから斷汽點までの間の蒸氣線が著しく傾斜してゐるのはみな此のワイヤードロイングのためである。吸鑿の加速が著しくならない以前でもワイヤードロイングは起つてゐるのは勿論で行程の初期から蒸氣線が幾分傾斜してゐるのはそのしるしである。

圖 四十三



ワイヤードロイングが全然起らない場合の蒸氣線は第二十圖に示すやうに水平になる筈である。排汽側でもワイヤードロイングは起るもので此の場合は第三十三圖に示すやうに排汽の出口が

圖 五十三



狭いため排汽が開いても汽管内の蒸氣が急速に逃去することが出来ぬから排汽線は圖に示すやうな工合に傾斜するものである。

以上述べた通り

ワイヤードロイングなる現象は實際の汽機では必ず起るものであるが、之は排汽側に於て起るものを除いては汽機の全効率に大した影響は無いのである。何故かなれば此の場合ワイヤードロイングのために汽管内に供給せられた蒸氣の分量も減少するから差引損は無効勘定になるからである。然しワイヤードロイングは必然の結果として示壓圖の面積を縮少することは争はれない事實である。

ワイヤードロイングは吸鑿の速度が大なる場合に起るのは勿論であるが、汽門の開きの僅少な場合にも起る、殊に滑瓣が汽門を開閉するに當つては、決して一瞬間に汽門を充分に開閉するものではないのであつて、必ず次第に開閉するから、その開閉の途中で汽門の開きが極めて少い時即ち汽門を開き初めた瞬間又は將に閉め終らんとする瞬間では吸鑿速度の如何に關せず必ずワイヤードロイングが起るもので、斷汽點、逸汽點、壓縮點及給汽點に於ける示壓圖の線が第十九圖の計劃示壓圖の場合のやうに角張らずに丸味を持つてゐるのはその爲である。ワイヤードロイングは又リンクングアップした場合にも起るもので、此の場合には滑瓣の運動距離が短縮するから汽門の開量も亦減少し、開閉の速度も減るから勢ひワイヤードロイングを起すものである、第三十四圖の點線は即ちその一例である。

二四、上下初汽壓

普通の場合では示壓圖にあらはる、上下初汽壓は不同であつて、下部圖の初汽壓は上部圖の初汽壓よりも高いのが常で、之と反對な現象は極めて稀である。第三十五圖はその一例を示すものであるが、上部初汽壓は百三十封度であるのに下部初汽壓は百三十三封度を示してゐる、斯くの如く下部の初汽壓が上部の初汽壓よりも高いのが常であるのは次のやうな原因に基くものである。

イ、下部の前明量が上部の前明量よりも大で汽壓の上昇が容易であること。

ロ、吸鑿鐸の存在するため吸鑿の下部に於て要する蒸氣の容積は上部に於けるよりも少いこと。

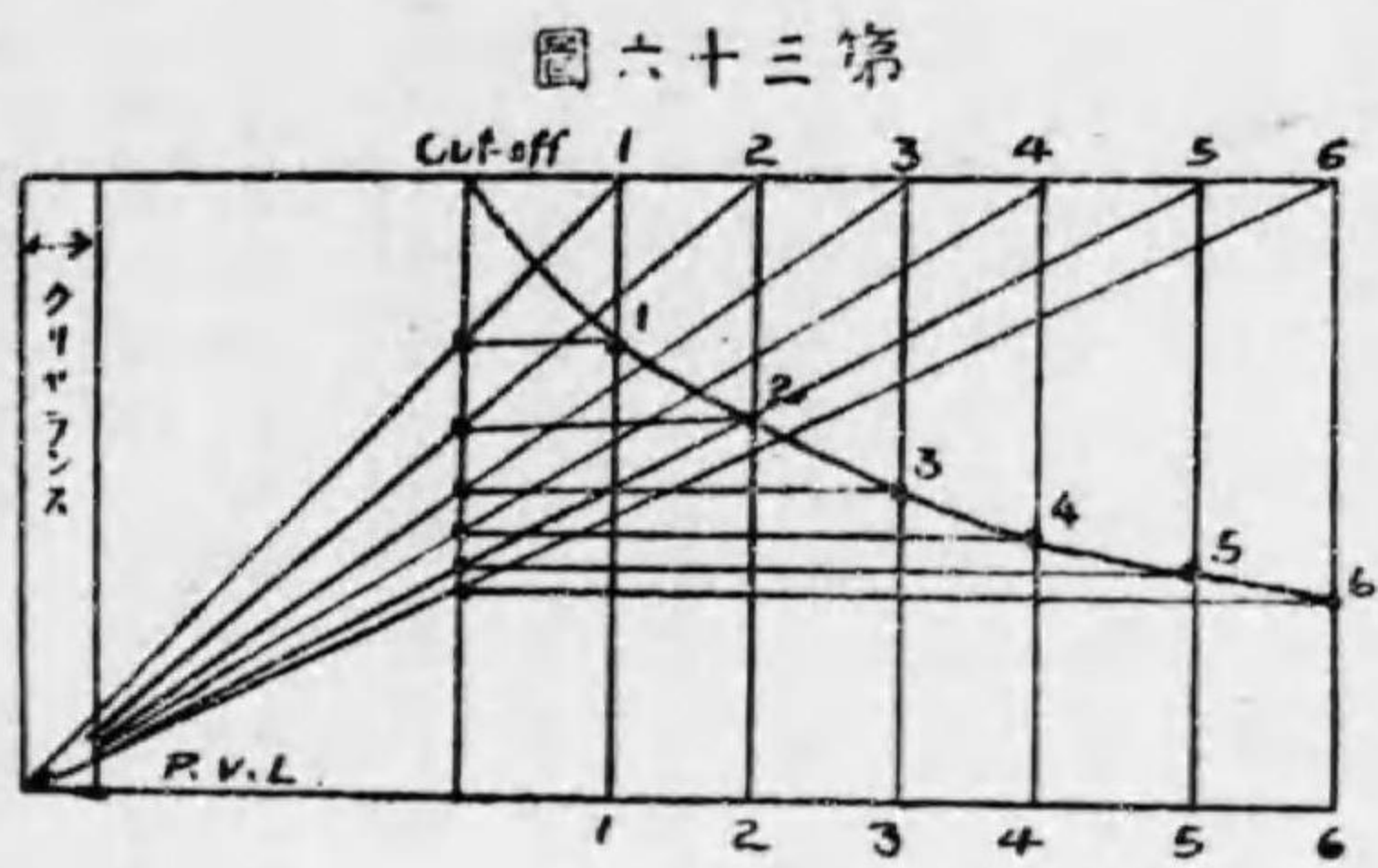
此の種の影響は收汽室の容積の比較的小さい場合又は正汽管の面積の小さい場合には殊に目立つものであるのは自明の事である。

二五、計劃示壓圖の膨脹線及壓縮線

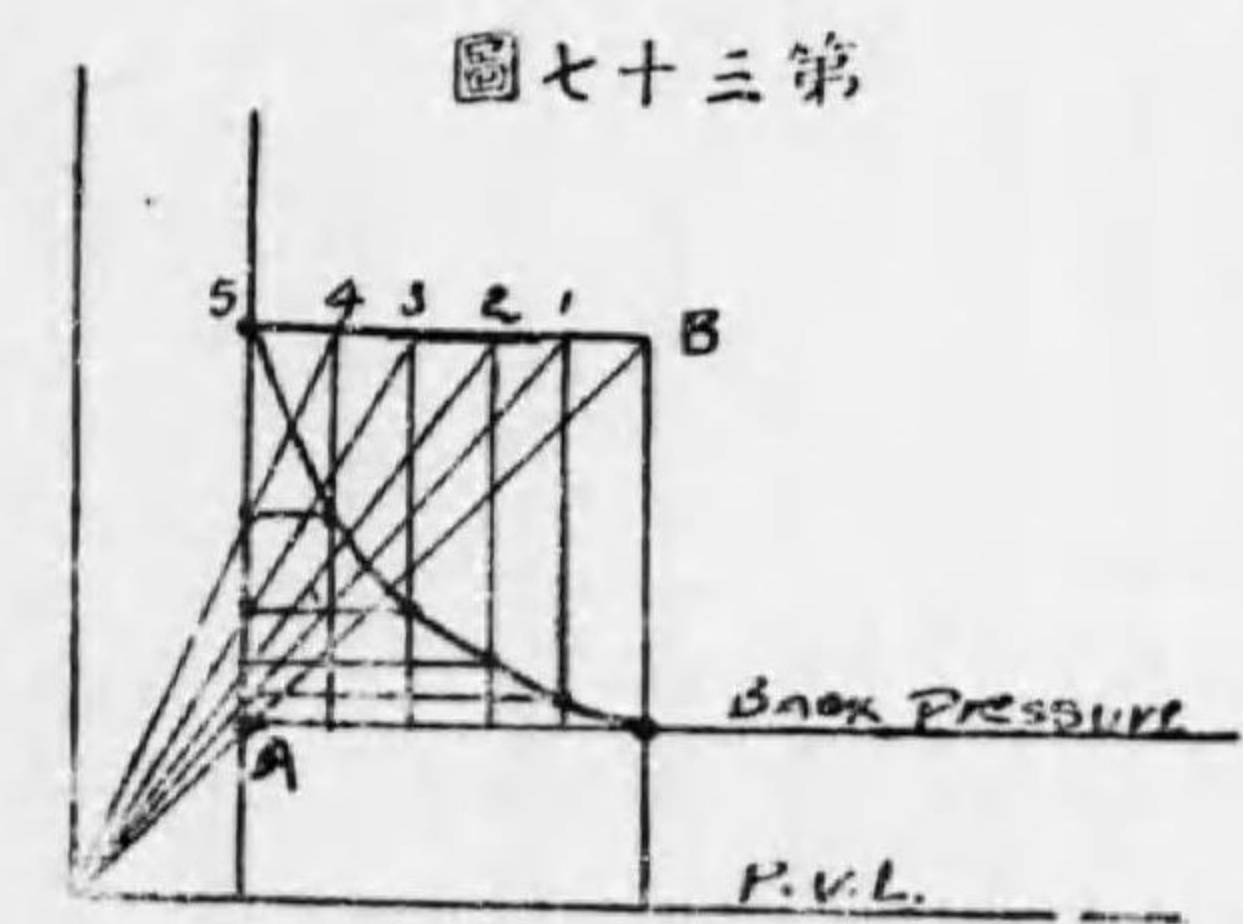
己に第十八節に於て述べた通り計劃示壓圖の膨脹線及壓縮線はボイル氏の完全瓦斯に關する法則即ち $P \times V = C$ なる公式に適合すべきもので、その形状は双曲線である。計劃示壓圖の膨脹線を描くには次のやうにすればよい。

第三十六圖に示す通り斷汽點から行程の終點までの間を數箇に分ち（等分せないでも適宜に分けてよろしい）、之等の各分點からそれぞれ直立線を引き、更に各分點から圖形の左端下隅なる完全真空線とクリヤランス線との交點（豫め求めて置く）に向つて斜線を引く。之等の斜線が斷汽點に引いた直立線即ち斷汽線と交はる點から水平線を引き、曩に分點から引いた直立線とそれぞれ交はらしめ、之等の諸點を通じて一箇の曲線を描けば、之即ち求むる所の双曲線で計劃膨脹線である。

計劃示壓圖の壓縮線を描くには、膨脹線を描く法を反対に行へばよろしい。即ち第三十七圖に示す通り、壓縮點を通して直立線と水平線とを引き、その水平線が行程の終點に相當する所に引いた



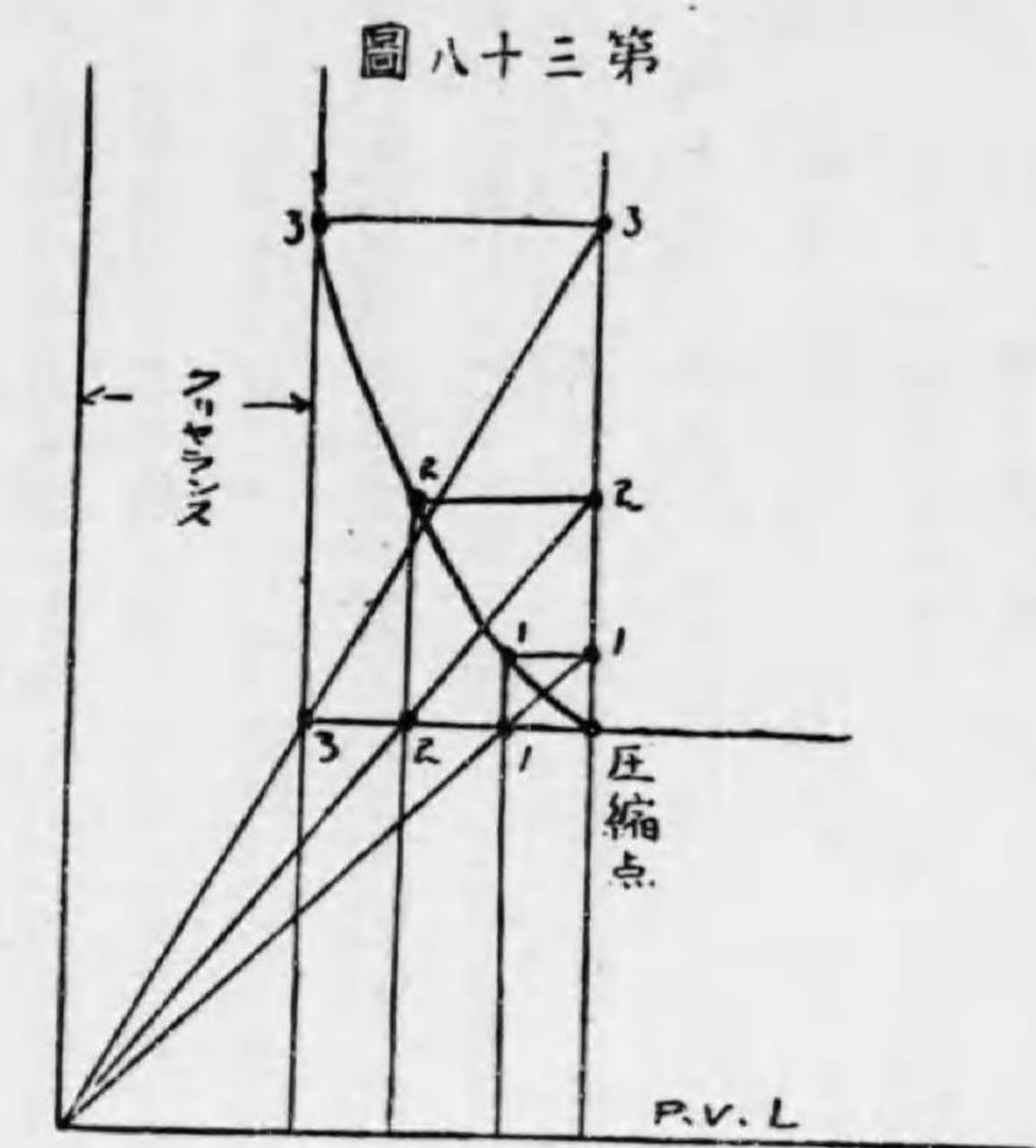
直立線と交る點をAとし、クリヤランス線と完全真空線との交點からA點を通じて斜線を引き、壓縮點に引いた直立線とB點で交はらしむる。而して此のAB線を對角線として一箇の矩形を描き、矩形の頂邊を數箇に分ち各分點からそれぞれ直立線を引き、更にクリヤランス線と完全真空線との交點に向つて斜線を引いたならば、之等の斜線は行程の終點に相當する所に引いてある直立線と交はるであろう。それで今度は之等の交



等の諸點を連ぬる曲線を引きいたならば之即ち求むる所の双曲線で計劃示壓圖の壓縮線である。

計劃示壓圖の壓縮線を描くには又第三十八圖に示すやうな別法がある。即ち圖に示す通り壓縮點を通じて直立線及水平線を引き、それが行程の終點に於ける直立線と交はる點と壓縮點との間を數箇に分ち、之等の分點からもそれぞれ直立線を引き

完全真空線とクリヤランス線との交點から之等の分點を通じて斜線を引き、壓縮點に於ける直立線と交はる點を求め、之等の交點から更に水平線を引き、各分點の直立線とそれぞれ交はらしめ、之等の諸交點を連ぬる曲線を引きば求むる所の壓縮線を得るのである。



ことゝしよう。第三十九圖に於てOG線を完全真空線、OD線をクリヤランス線、EH線を斷汽線とするとして壓力及容積はそれぞれ適當な尺度であらはされたものとする。今絶對壓力OD封度で、容積DE

立方呎の蒸氣が双曲線的膨脹をなして其容積がDB迄増加したと考へた時の絶対壓力を求むるには、前に述べた通り完全真空線とクリヤランス線との交點OとBとを結び附くる斜線を引き此の斜線が断汽線EHと交はる點Aを求むればAの高さ即ちAH封度は求むる所の膨脹後の絶対壓力である、それでAを通して水平線を引きBG線とFに於て交はらしむればAHはFGに等しいから蒸氣がB迄膨脹した時の壓力はFG封度である。斯様にして連續的に求めた諸點を結び附けたのが双曲線である爲には、断汽點に於ける蒸氣の壓力EHと容積DEとの相乗積即ち面積DEHOが、膨脹後の壓力FGと容積OGとの積即ち面積FCGOに等しからねばならない、即ち之を式で書けば

$$EH \times DE = FG \times OG$$

従て $ODEH = CFGO$

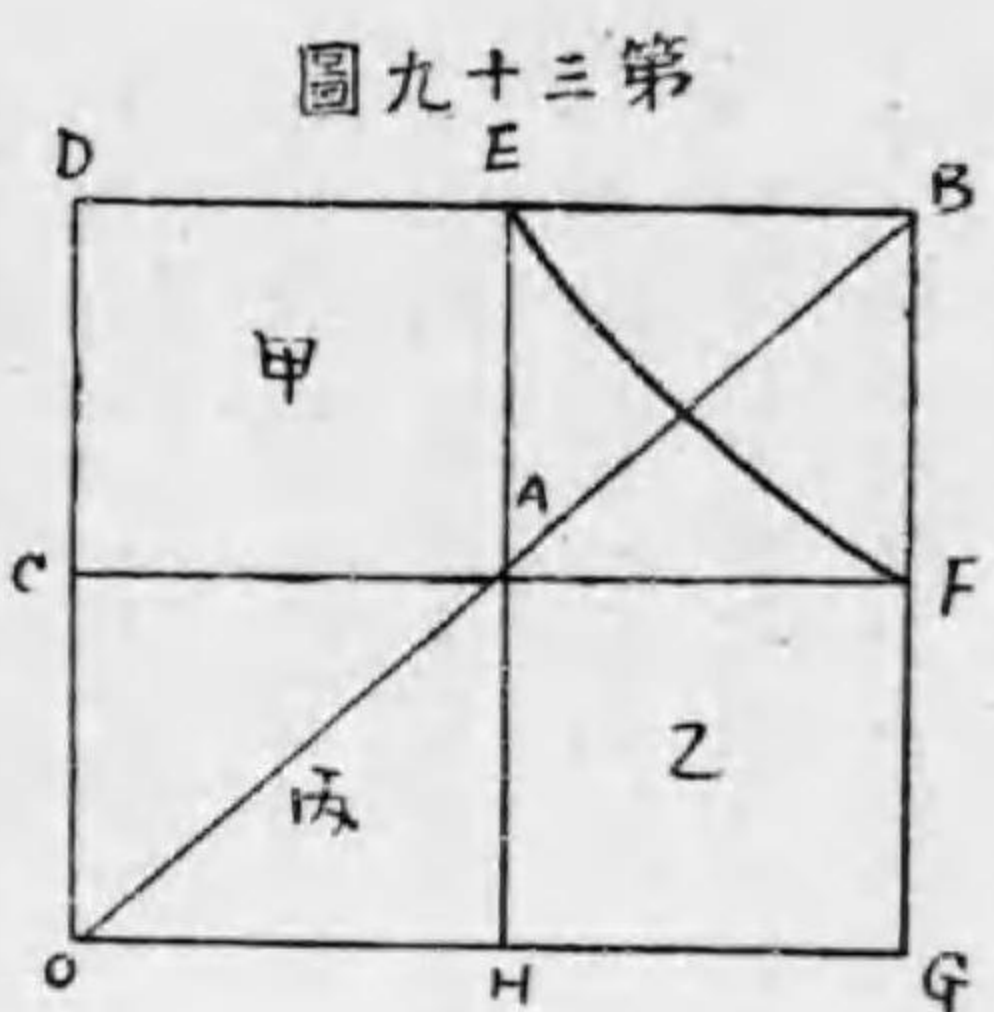
である然るに圖に依て明かな通り

$$ODEH = \text{甲} + \text{丙} \quad \text{又} \quad CFGO = \text{丙} + \text{乙}$$

$$\text{甲} + \text{丙} = \text{丙} + \text{乙}$$

$$\text{甲} = \text{乙}$$

なる關係が證明出来れば宜しいのである。



第三十九圖

扱て三角形ABFとOAHとに於て考ふるに之等の兩三角形は相似三角形であるから

$$OH : AF = AH : BF$$

$$OH \times BF = AF \times AH$$

$$OH = CE$$

$$BF = EA$$

$$DE \times EA = AF \times AH$$

$$\therefore \text{甲} = \text{乙}$$

二六、簡單なる計劃示壓圖の描き方

データ

初汽壓 百六十封度

背 壓 五十七封度

断汽點 行長の十分の五

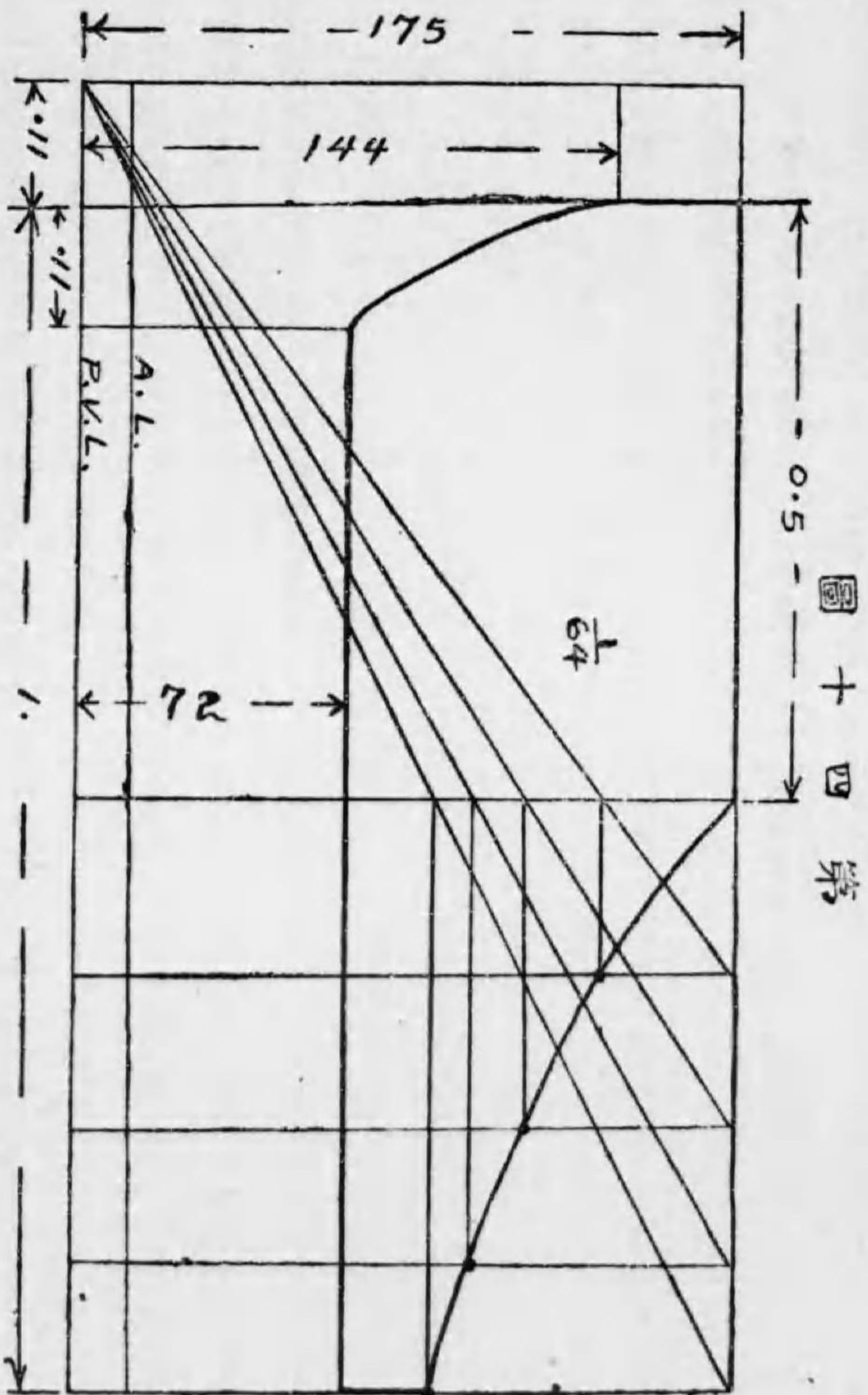
クリヤランス容積 行程容積の百分の十一

壓縮點 行程の終點から行程の百分の十一
 示壓圖の縮尺 六十四分の一
 示壓圖の長さ 四吋半

描き方順序(第四十圖)

- イ、先づ大氣壓を表はすべき水平線ALを引き、六十四分の一の縮尺を用ゐてそれより上方へ百六十封度に相當する高さを測りここにも水平線を引き之を蒸氣線とする。又AL線から下方へ十五封度に相當する距離を測りこゝに更に水平線P.V.L.を引き完全真空線とする。
- ロ、P.V.L.線の長さを四吋半にとり之を以て行程を表はし、それより左方にクリヤランスの容積に相當する長さ即ち行程の百分の十一をとりにクリヤランス線を引くべきである。此のクリヤランス容積に相當する長さは行程を四吋半とすれば $4.5 \times 11 \div 100 = 0.495$ 即ち約半吋である。
- ハ、前節に述べた通りの方法で漸汽點から行程の終點に達する双曲膨脹線を描く。
- ニ、背壓は五十七封度であるからその絶対壓力 $57 + 15 = 72$ 封度に相當する距離をP.V.L.線から上方にとり圖の右端から此の高に水平線を引けば之が背壓線である。
- ホ、壓縮點は復行程の終點から行程の百分の十一の所であるから、背壓線上に於て左端から二分の一

一時の點を求め之を壓縮點とし、前節にのべた通りの方法で双曲壓縮線を描く。



以上の方法によつて所要の計劃示壓圖を得たのであるが、更に各部の壓力を測つてみれば圖に記入してある通りである。

膨脹後の壓力が九十六封度半となることは縮尺で測つてもさうであるが、之は次のやうな計算によつて求むることが出来る。今膨脹前の容積を V_1 立方呎、壓力を P_1 封度、膨脹後の容積を V_2 立方呎、壓力を P_2 封度とすればボイル氏法則により

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 = 175 \quad V_1 = 0.61$$

$$V_2 = 1.11$$

$$P_2 = \frac{175 \times 0.61}{1.11} = 96.2 \text{ 封度}$$

又壓縮後の壓力が百四十四封度となるのは容積が壓縮のために二分の一に減少するためであることも容易に了解出来るであらう。

二七、クリヤランス容積が膨脹線又は壓縮線に及す影響

今斷汽點迄に吸鑿が経過した容積を U 立方呎、吸鑿の行長容積を V 立方呎、クリヤランス容積を C 立方呎とすれば膨脹の割合 R は

$$P = \frac{V+C}{U+C}$$

であるから膨脹前の壓力を P_1 封度、膨脹後の壓力を P_2 とすれば

$$P_2 = P_1 \times \frac{U+C}{V+C} = \frac{P_1}{R}$$

次にクリヤランス容積が零であるとしたならば前の關係は次のやうになる。

$$P_2 = P_1 \times \frac{U}{V}$$

然るに $\frac{U+C}{V+C}$ と $\frac{U}{V}$ とを比較すれば

$$\frac{U}{V} < \frac{U+C}{V+C} \text{ である何となれば}$$

$$U < V$$

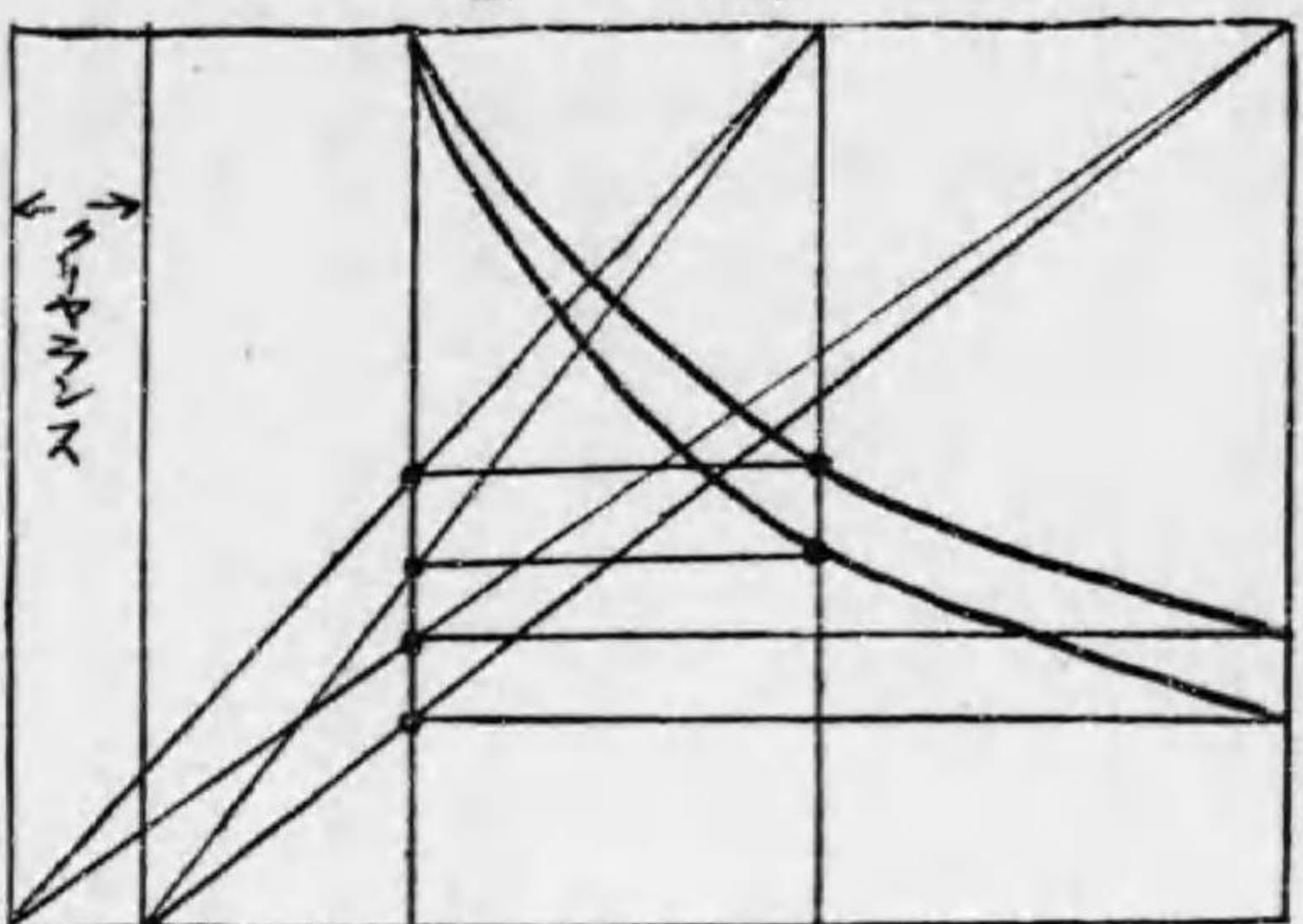
$$UC < VC$$

$$UV + UC < VC + UV$$

$$U(V+C) < V(U+C)$$

$$\frac{U}{V} < \frac{U+C}{V+C} \text{ であるからである。}$$

圖一十四第



それで、クリヤランスの存在する否とは又はその大小は、膨脹後の壓力又は壓縮後の壓力に影響を及すもので、クリヤランス容積が存在する時又は大なる時は膨脹後の壓力はクリヤランスの無い時又は少い時に比して大であるが、壓縮後の壓力は小であどの結論を得るのである。從てクリヤランス容積が大なる場合の膨脹線は小なる場合の膨脹線の上方に位し、クリヤランスの容積が大なる場合の壓縮線は小なる場合の壓縮線よりも下方に位するもので、第四十一圖はその要領を示すものである、今前節に於けるデータを例にとつて計算すれば、クリヤランスのある場合は

$$V = 1$$

$$U = 0.5$$

$$C = 0.11$$

$$\therefore P_2 = P_1 \times \frac{.5 + .11}{1 + .11} = P_1 \times \frac{.61}{1.11} = .549P_1$$

クリヤランスの無い場合は

$$P_2 = P_1 \times \frac{.5}{1} = .5P_1$$

壓縮の場合も同理であるから略することとする。

二八、クリヤランス容積を求むる法

クリヤランス容積を求むるには吸鑿を上部又は下部中心に置き、汽笛面に於ける汽門を閉塞し（滑瓣を利用するか又は木片等を用ゐて閉塞する）クリヤランス中に水を満しつゝ、その分量を測り、遂に充満するまで注入したる水の量によつてクリヤランスの容積を知るものであるが、此の方法は中々手間取れるから、多忙な場合には一寸要領を得難いものである、一番輕便に而も比較的正確にその容積を求むるには示壓圖によるのがよろしい。

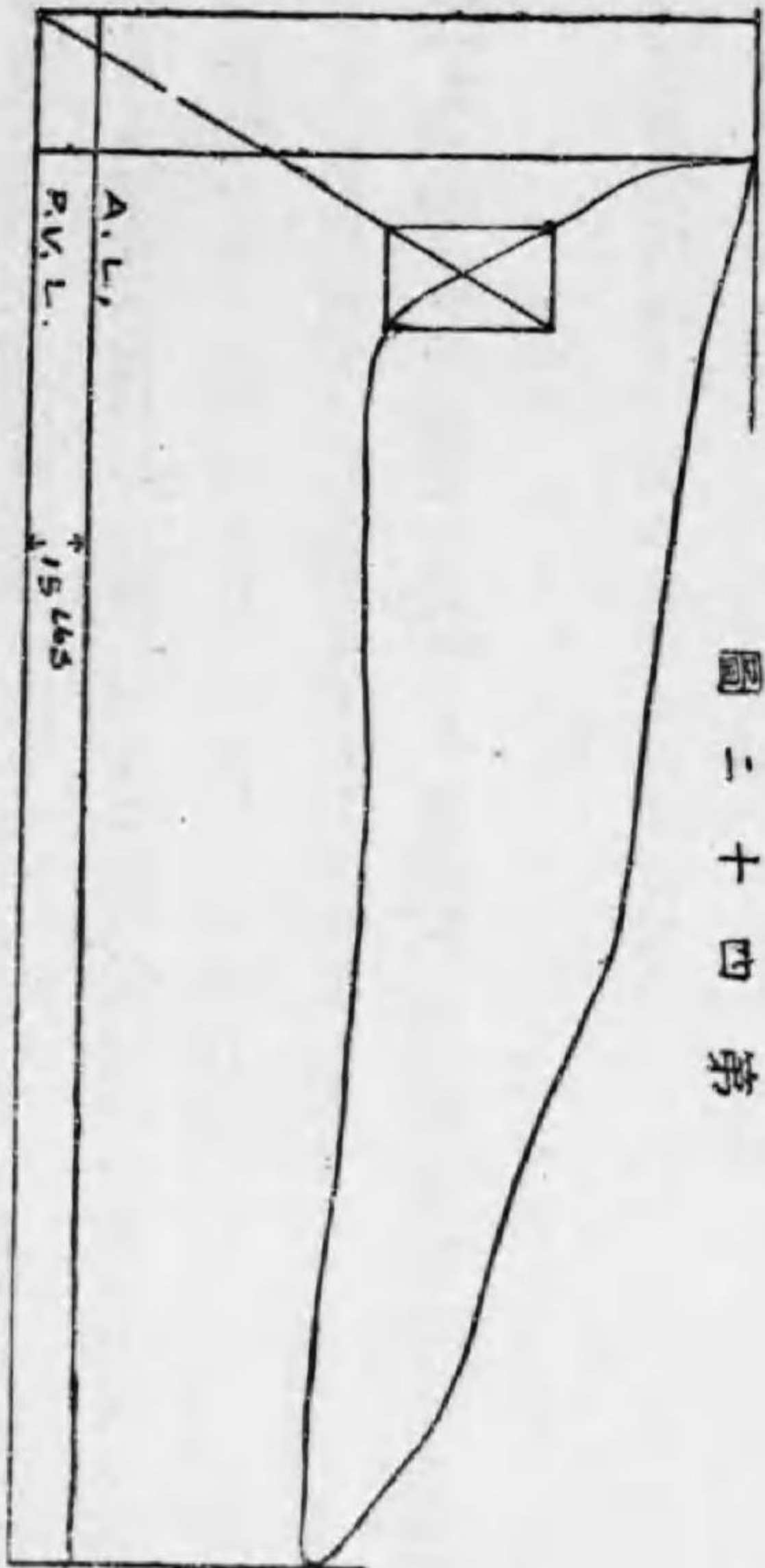


圖 一 十 日 號

示壓圖によつてクリヤランス容積の近似値を求むるには第四十二圖に示す通り壓縮線上の二點を選び、之等の二點から夫れぞれ水平及垂直の二線を引いて、矩形を描き、壓縮線の兩側にある對角の頂點を結び附くる對角線を引き、之を下方に延長せしめて、大氣線の

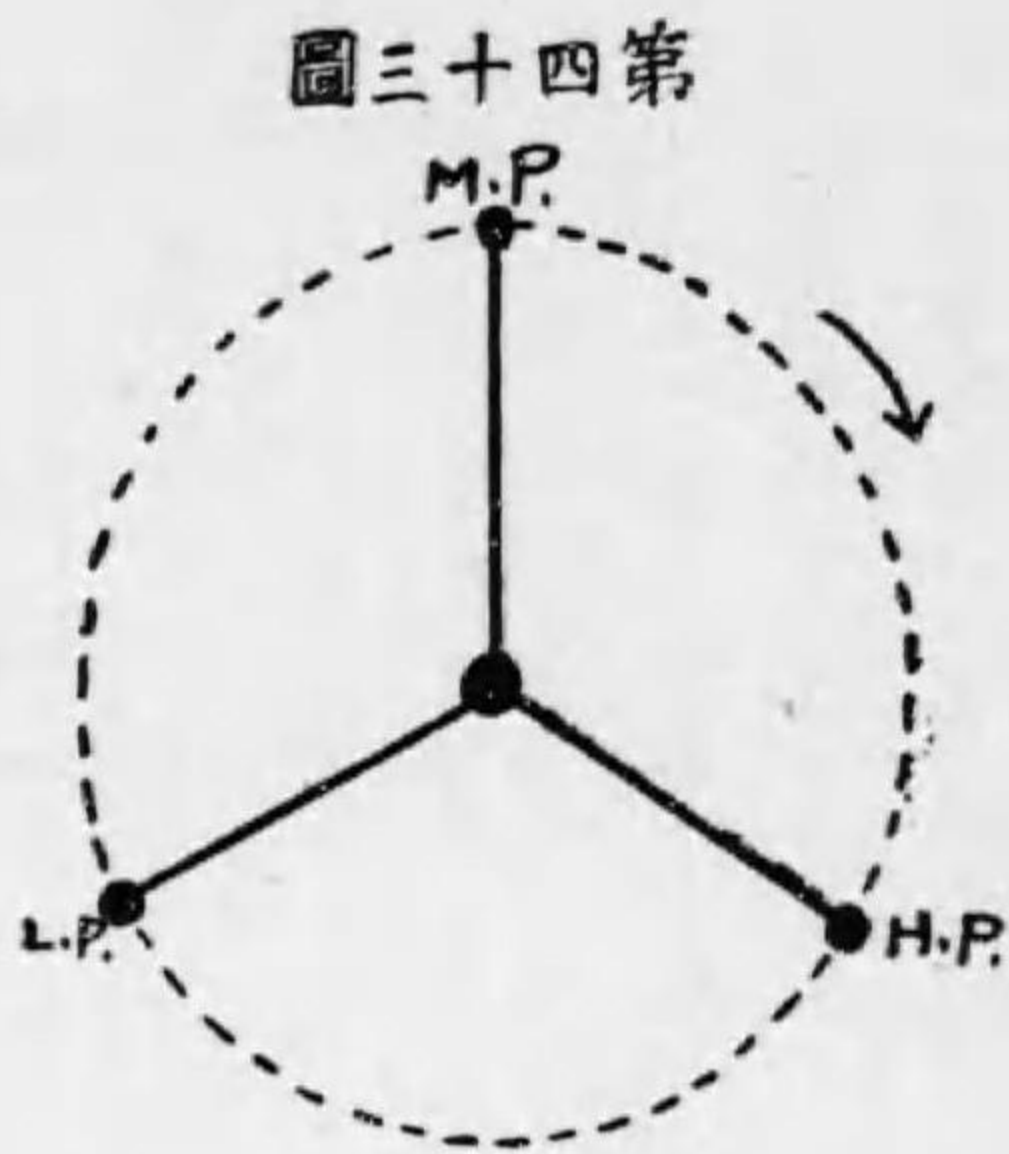
下方に引いた完全真空線と交はらしむれば此の交點から此の線に引いた垂線は即ちクリヤランス線である。今示壓圖の一端に接する直立線を引いたならば、之等兩直立線間の水平距離は行長容積が示壓圖の長さで表はされたのと同じの割合でクリヤランス容積を表はすものである。それで此の長さを示壓圖の長さに比較すれば行長容積に對するクリヤランス容積の割合がわかるわけである。

二九、聯成汽機に於ける曲拐の回轉順序の示壓圖に及す影響

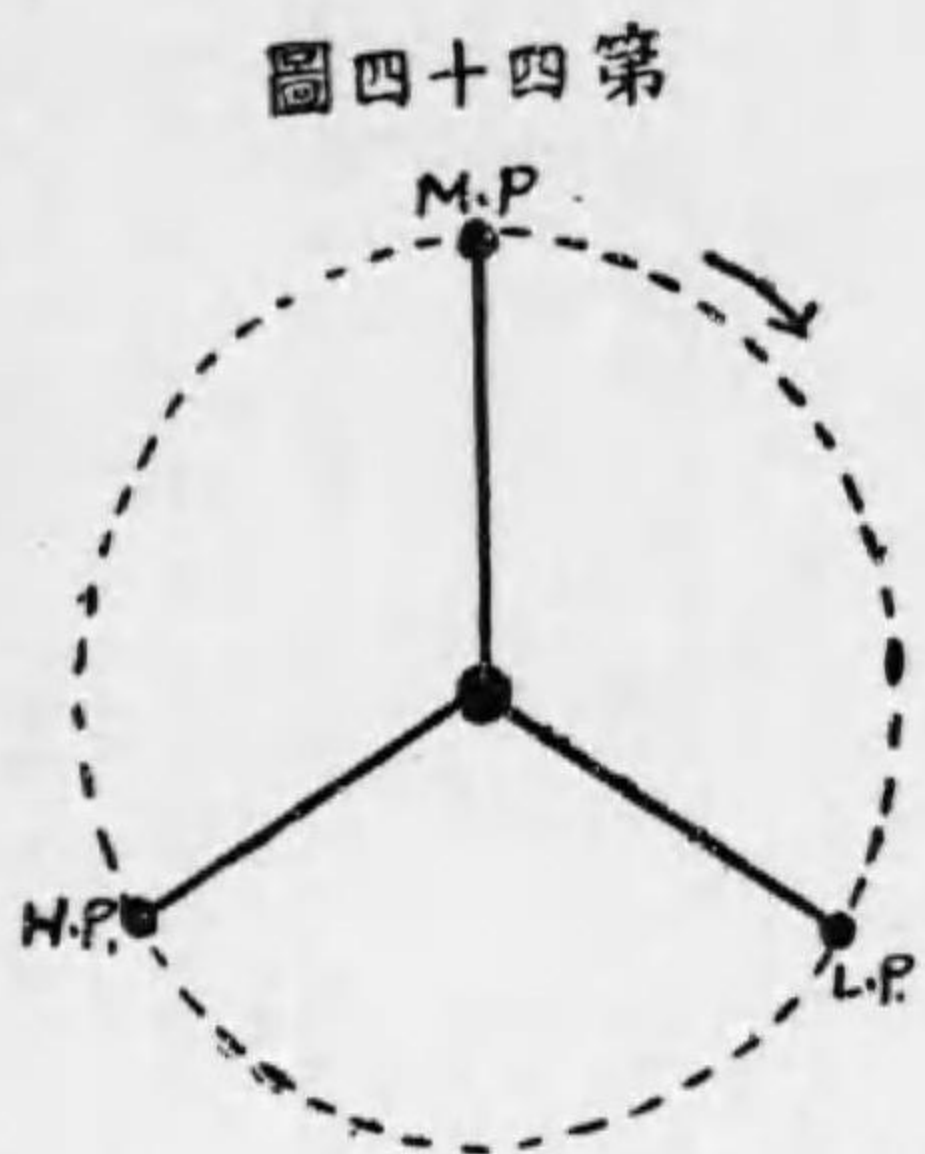
(Crank Sequence of Compound engine and its effects on the indicator diagrams)

三聯成汽機で三箇の曲拐を有する場合には中壓曲拐を基準としてその回轉順序を區別するもので中壓曲拐より先んじて高壓曲拐が回轉する場合は高壓先導 (High Pressure Leading) の順序といひ中壓曲拐より先んじて低壓曲拐が回轉する場合は低壓先導 (Low Pressure Leading) の順序といふ。そして中壓曲拐に先んじて回轉する曲拐を先導曲拐 (Leading Crank) とし、それで高壓先導の場合では高壓曲拐が先導曲拐で、低壓先導の場合では低壓曲拐が先導曲拐である。第四十三圖は高壓先導の順序を示し、第四十四圖は低壓先導の順序を示すものである。

二聯成汽機で曲拐間の角度が百八十度の場合には先後の區別が無いが、九十度の場合にはその回轉の方向に九十度先んずる曲拐が先導曲拐となるわけである。第四十五圖は高壓曲拐が先導曲拐



圖三十四第



圖四十四第

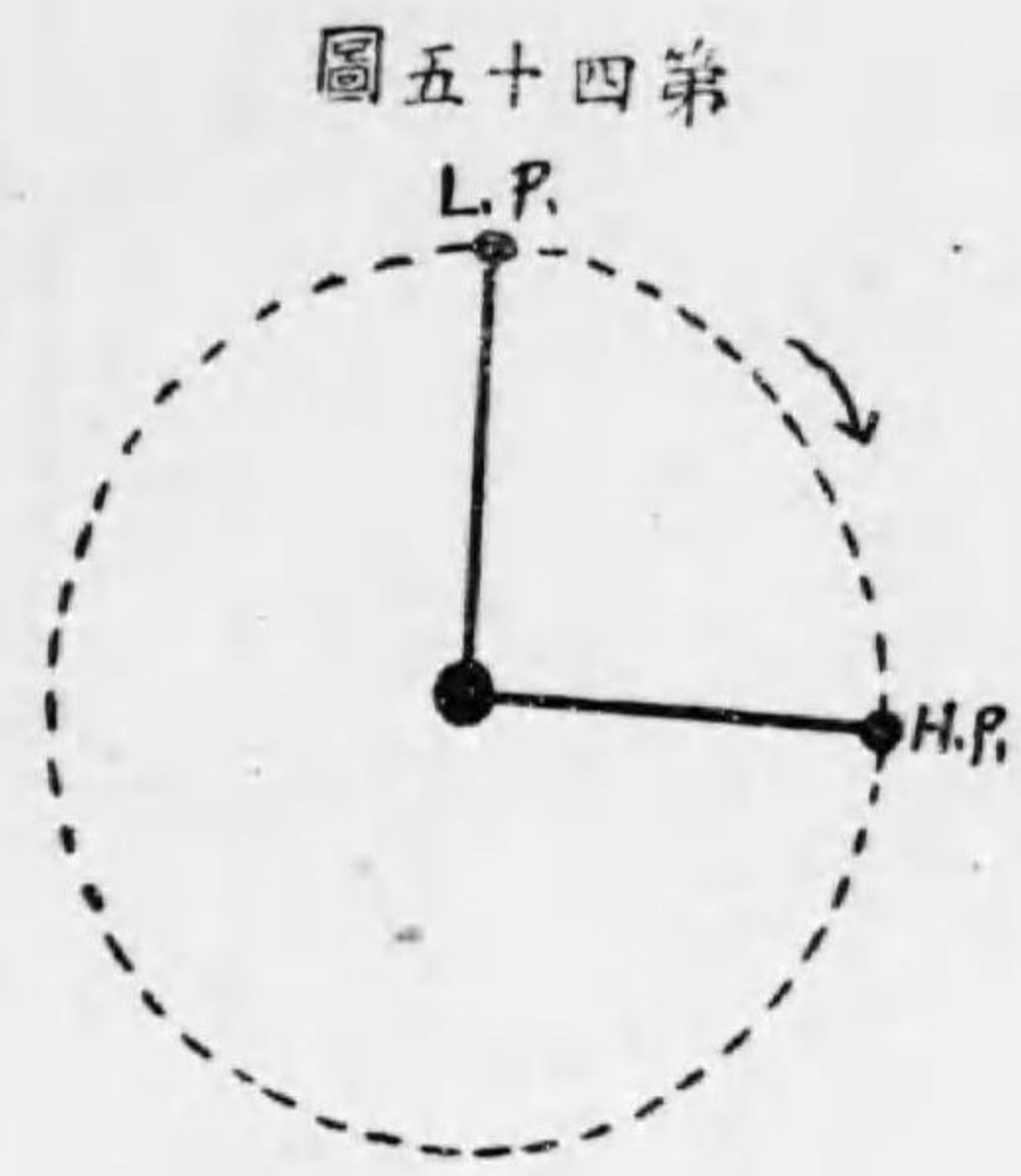
の場合を示し、第四十六圖は低壓曲拐が先導曲拐の場合を示すものである。

四聯成汽機の場合ではその順序は三聯成汽機の場合のやうに簡單に行かないが大體それに準ずるものである。

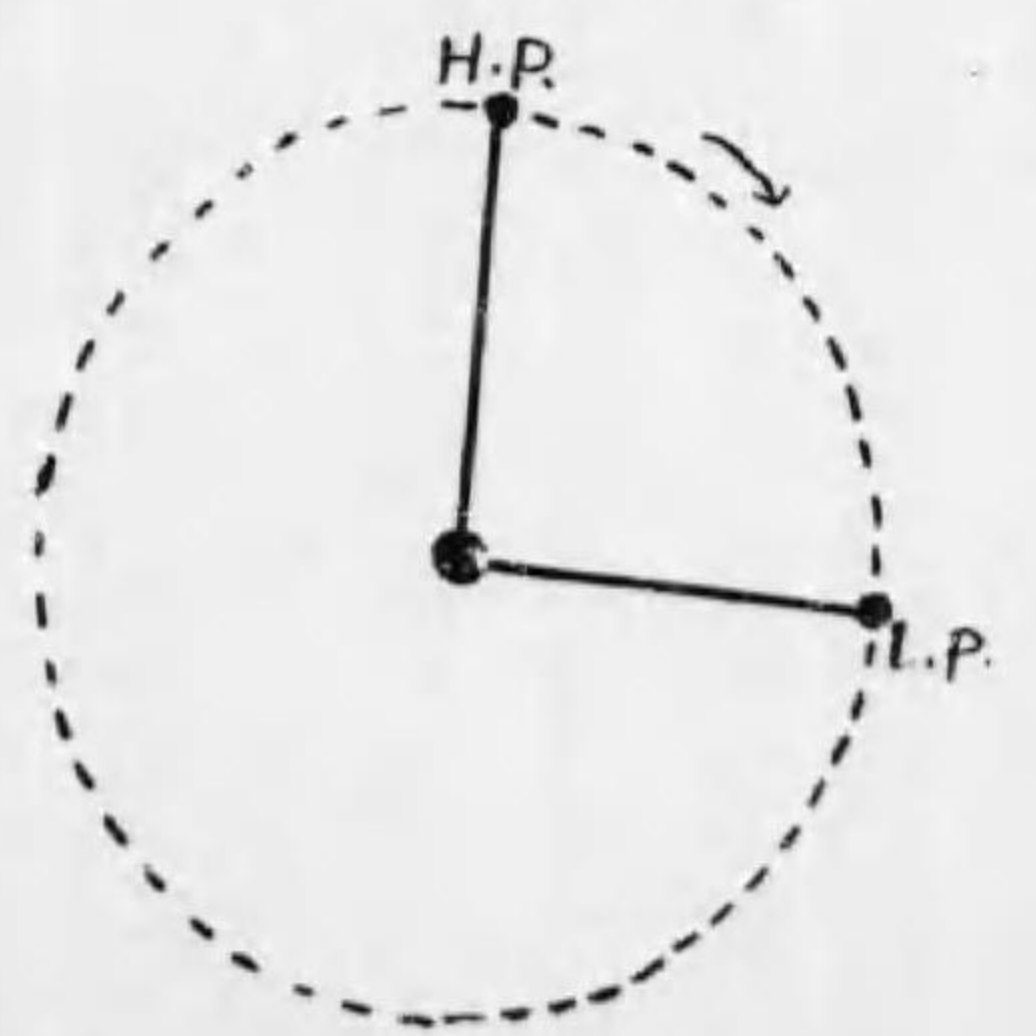
扱て此の曲拐の回轉順序如何が示壓圖に及す影響はどうかといふ事を研究することは誠に興味あることである。此の影響は一般に收汽室の容積が十分に大きい場合には左程著しくないが、收汽室の容積が小さいと極めて明瞭に示壓圖にあらはるゝものである。之等の影響は高壓及中壓示壓圖の背壓線、中壓及低壓示壓圖の蒸氣線に變形を來さしむるものであつて、或る瞬間、例へば高壓の逸汽點に於ける各吸鑄例へば高壓吸鑄と中壓吸鑄との相互の關係的位置が曲拐の回轉順序の如何によりて異なるにつれてその受くる影響も亦異なるものである。

三〇、二聯成汽機に於ける曲拐の回轉順序が示壓圖に及す影響

曲拐間の角度が九十度で第四十五圖に示すやうな順序をとるときは第四十七圖に示すやうに低壓示壓圖の蒸氣線に影響を及すもので、點線は高壓汽筒から排出された最高排汽壓力の排汽が丁度その時低壓汽筒内に流入する時の兩吸鑄の關係的位置を示すものである。此の場合高壓吸鑄は行程の下端に近くあるのに低壓吸鑄は下降行程の約四分の一位の處にあつて上部汽門は最大開の位置に近いのであるから、高壓汽筒の上部から排出された排汽は直ちに低壓汽筒の上部に侵入する。それで低壓示壓圖の上部の蒸氣線は此の時から汽壓の上昇することを示すのである。然るに間もなく低壓汽筒に於て斷汽が起るから收汽室の容積が充分で無いと高壓汽筒内の背壓は次第に上昇し、低壓下部の給汽が始まつて初めて降下する



圖五十四第

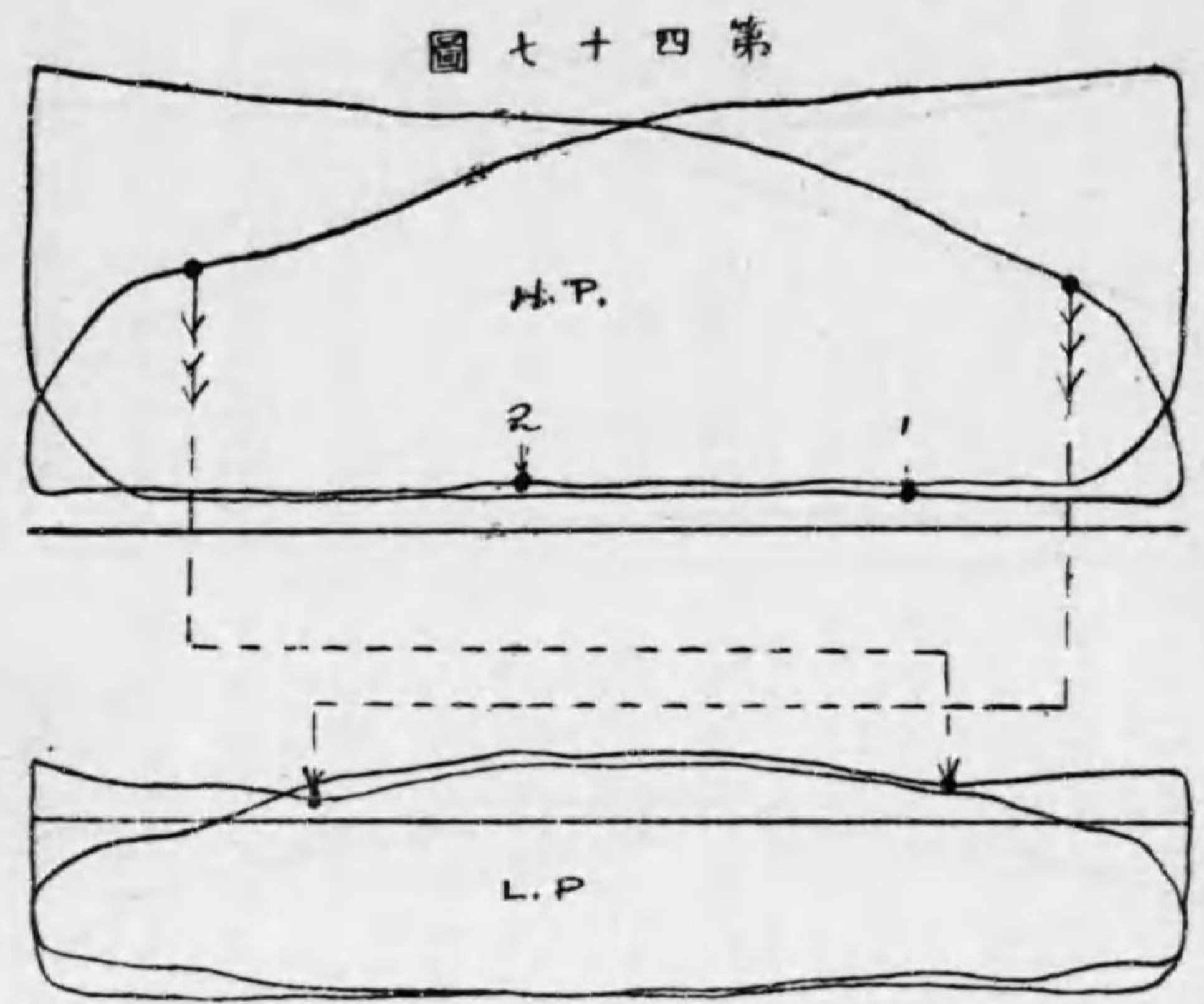


圖六十四第

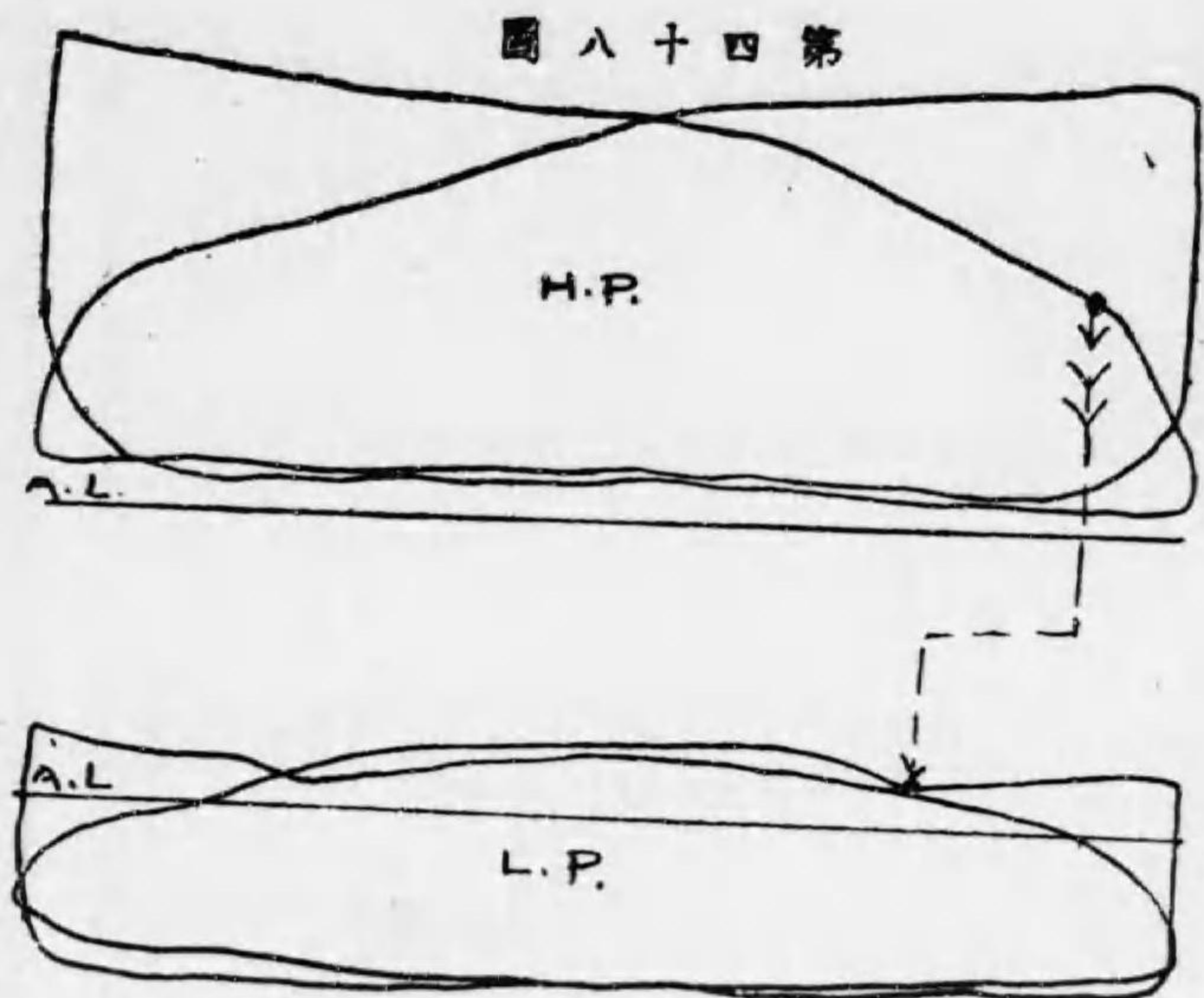
ものである。圖中1は低壓下部が給汽を始むる時の高壓吸鑄の位置で、2は低壓上部に於て給汽の始まる時の高壓吸鑄の位置を示すものである。曲拐の回轉順序が四十六圖に示すやうな場合に得らるゝ示壓圖も第四十八圖に示すやうに、第四十七圖に示すものとはほとんど同一の性質を有するものであるが只その排汽の流通の有様が異なるのみである。之は曲拐の回轉順序が反對になつたので、當然に生ずる結果で、圖に示す通り高壓上部の排汽は第四十七圖の場合のやうに低壓上部に流入せずして低壓下部に入り、又高壓下部の排汽は低壓上部に入ることとなるのである。

三一、三聯成汽機の曲拐の回轉順序が示壓圖に及す影響

三聯成汽機で曲拐の数が三箇で、各曲拐間の角度



圖七十四第



が百二十度であるときは、その回轉の順序は己にのべた通り高壓先導の順序か、低壓先導の順序かの二つを出でないから、此の二つの場合についてその要領を述ぶること、しよう。

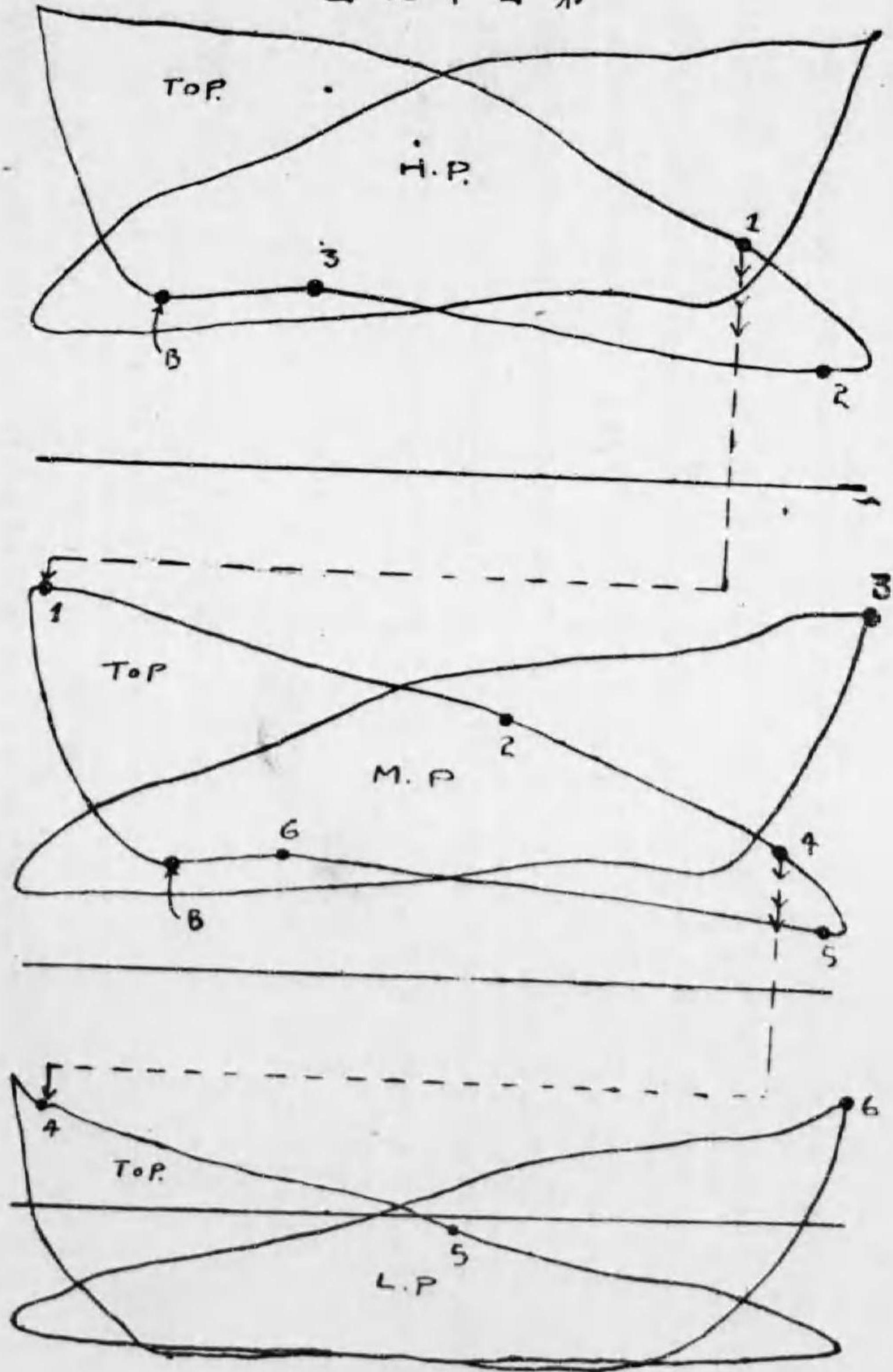
高壓先導の場合

第四十九圖に示す一組の示壓圖は高壓曲拐か先導曲拐である三聯成汽機の示壓圖であつて、各吸鏢の同時期に於ける諸位置には夫れぞれ同一の符號123等を附け之によつて各部に於ける壓力の影響を了解し易からしめたのである。今圖についていつてみれば

<p>高壓吸鏢が1の位置にあるとき</p> <p style="text-align: center;">// //</p> <p style="text-align: center;">2 3 4</p> <p style="text-align: center;">// // //</p> <p style="text-align: center;">5 6</p> <p style="text-align: center;">// //</p>	<p>中壓吸鏢は1の位置にあり</p> <p style="text-align: center;">// //</p> <p style="text-align: center;">2 3 4</p> <p style="text-align: center;">// // //</p> <p style="text-align: center;">5 6</p> <p style="text-align: center;">// //</p>
---	---

それで、高壓吸鏢が1の位置即ち上部逸汽點にあるとき高壓上部から排出さるゝ排汽の壓力は最も高いが此の時中壓吸鏢はその上部中心1にあつて給汽の初期にあるから高壓汽筒から排出された最大排汽壓力を有する蒸氣は中壓汽筒の上部に流入するであろう。扱て中壓汽筒の上部に於て斷汽が行はるゝ位置2に中壓吸鏢が來た時高壓吸鏢は丁度復行程を始めて少し上昇した2にあるから、中壓收汽室内の汽壓は高壓圖の背壓線で示さるる通り高壓吸鏢が3の位置に來て中壓下部に於て給汽の始まる時期に達するまでは上昇するわけである。然し高壓吸鏢が3の位置に達し、中壓吸鏢が3の位置に來て下部に給汽が始まれば中壓收汽室内の汽壓は漸次降下するから、從て高壓示壓圖の背壓線も3以後は下向くわけである。

圖九十四第



更に中壓示壓圖に於て吸鑿が4の位置にあるとき中壓上部は排汽に開き、此の排汽は直ちに低壓汽筒の上部に入るもので此の時低壓吸鑿は上部中心4にある。次に低壓上部では吸鑿が5の位置に來る時斷汽が行はるゝが、中壓吸鑿は下部中心を通過し上昇行程を始めて間もない5の位置にあるから、低壓收汽室内の汽壓は中壓示壓圖の排汽線の傾斜によつて知らるゝやうに、それ以後は排汽の需用が止まるから漸次壓力が上昇する。而して中壓吸鑿が6の位置に來れば、低壓吸鑿はその行程の下部中心6に達するから低壓下部に於て給汽が起り、從て低壓收汽室内の汽壓は下降するのである。中壓示壓圖で6以後の排汽線が下方に傾斜してゐるのはそのためである。

茲に注意すべき事は高壓示壓圖では2と3との間、中壓示壓圖では5と6との間の背壓が次第に上昇してゐることである。之は此の期間に於ては己に高壓では2中壓では5の位置に於て次の汽筒の斷汽が行はれ、中壓又は低壓收汽室内の蒸氣の需用が止まつたから吸鑿の運動するにつれ次第に壓迫されその容積が縮少し壓力が上昇するに至つたのが原因である。

此の種の示壓圖の特異とすべき點は以上のべた背壓力の變化以外にBに示す位置にあらはるゝもので、排汽の閉まる直前に於ける上部圖の排汽線が、排汽に開いて間も無い時期に於ける下部圖の排汽線よりも上方に位し、同様に排汽の閉まる直前に於ける下部圖の排汽線は排汽に開いて間も無

い上部圖の排汽線より上方にあることで、高壓先導の場合に必ずあらはるゝ特徴である。
 又高壓先導の場合には中壓又は低壓示壓圖の蒸氣線が第五十圖の點線で示すやうになつて恰も前
 明に故障があるやうに思はるゝことがある、之はその前の汽笛の排汽の時期が後れて例へばA點に
 相當する時期に起るやうな場合の影響である。

低壓先導の場合

第五十一圖に示す一組の示壓圖は低壓先導の曲拐の回轉順序になつてゐる三聯成汽機からとつた
 もので、同時期の各吸鑄の關係的位置は第四十九圖に於ける場合と同様に符號を附してあるが、そ
 の壓力の變化等は曲拐の回轉順序が以前と異なるために大にその趣を異にするのである。今第五十一
 圖に就てみるに。

高壓吸鑄が1の位置にあるとき 中壓吸鑄は1の位置にあり

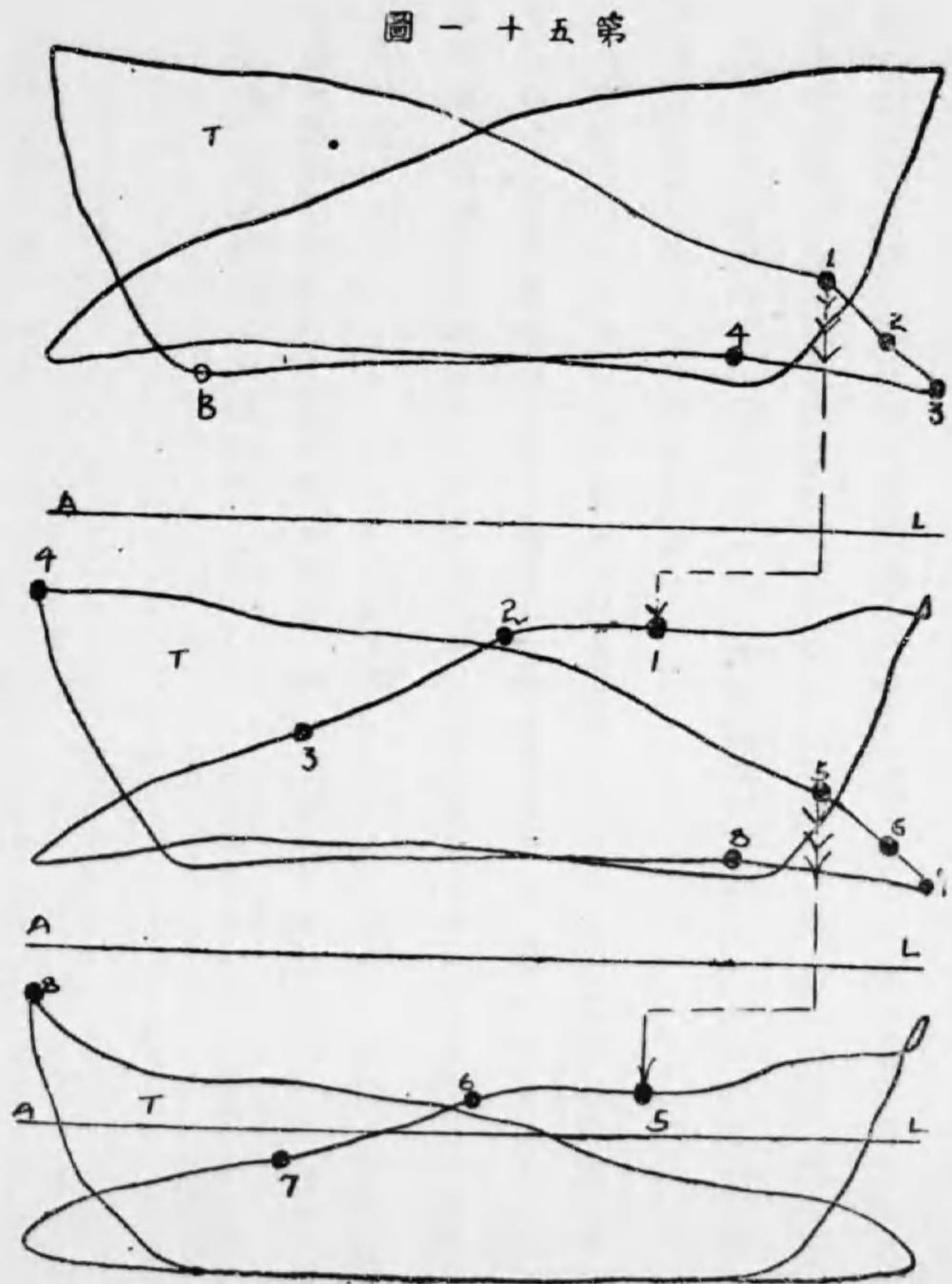
高壓吸鑄が1	2	3	4	5	6	7	8
中壓吸鑄が5	4	3	2	1	8	7	6
低壓吸鑄が5	4	3	2	1	8	7	6

第五十一圖



それで高壓吸鑄が1の位置にあり、その上部が排汽に開いた時中壓吸鑄は1の位置にあつてその
 下部は斷汽に間近^{マデカ}い。又中壓吸鑄が2に來て中壓下部に斷汽が行はるゝ時は高壓吸鑄は2にあつて
 下部中心に程近くなつてゐる。高壓吸鑄が行程の下端3にあるとき中壓吸鑄は3にあつてその下部
 の蒸氣は膨脹動作をなしつゝある。中壓吸鑄が上部中心4にあつて給汽を始むる時には高壓吸鑄は
 4にあつてその上部は今盛に排汽が行はれてゐるから此の排汽はその儘中壓汽笛の上部に入る、從
 て高壓の背壓はそれ以後は次第に降下するもので、圖中高壓示壓圖の背壓線が4以後下方に傾斜し
 てゐるのはそのしるしである。

更に中壓吸鑄が5の位置にあつて上部が排汽に開く時に低壓吸鑄はその下部に於て程無く斷汽の
 起るやうな位置5にある、又低壓吸鑄が下部に於て斷汽の位置6にあるとき中壓吸鑄は下部中心に
 程近い6にある。而して中壓吸鑄が下部中心7にある時は低壓吸鑄は上昇行程の彼之四分の三に相
 當する位置7にあるが低壓吸鑄が上部中心8にあつてその上部に給汽が始まる時中壓吸鑄は下降行



程を終り今や上昇行程の約四分の一の處8にあつて盛にその上部の排汽が流出してゐるから、その上部の背壓は降下するものである。何となれば此の時低壓汽笛ではその收汽室から蒸氣の供給を受けてゐるのであるから、低壓汽笛に於て蒸氣が要せらるゝ間は收汽室内の汽壓は漸次降下するからである。

茲に注意すべき事は、高壓圖では3と4との間、中壓圖では7と8との間に於て排汽壓力が次第に上昇してゐること、中壓圖で1と2との間、低壓圖で5と6との間に於て1又は5を起點として蒸汽線が上昇してゐることである。前者は3以前の2及7以前の6に於て已に次の汽笛内に斷汽が起つてゐるために蒸氣の需用が止まつてゐるからであるが、後者は1又は5に於て前の汽笛に排汽が起り之等最高壓力の排汽が流入するためである。以上は低壓先導の汽機から得た示壓圖の特徴の主なるものであるが、此の外一番明瞭な而も必然的にあらはるゝ特徴がある、それは第五十一圖にBといふ符號を附した場所であつて、排汽の閉まる直前に於ける一方の圖の排汽線は、排汽に開いて間もない他方の圖の排汽線よりも下方にあることである。

以上述べた要領によつて吾人は示壓圖を一見して直ちにそれが高壓先導の汽機であるか、低壓先導の汽機であるかが判斷出来るわけである。扱て高壓先導、低壓先導とは孰れがよろしいかといふ事は種々異論があるやうであるが一般に高壓先導の場合には低壓先導の場合に比して中壓及低壓の收汽室内の汽壓が高い事は争はれない事實である。

三三、四聯成汽機の曲拐の回轉順序がその示壓圖に及ぶ影響

四聯成汽機では曲拐の回轉順序は種々あるもので、曲拐間の角度が九十度で高壓、第一中壓、第

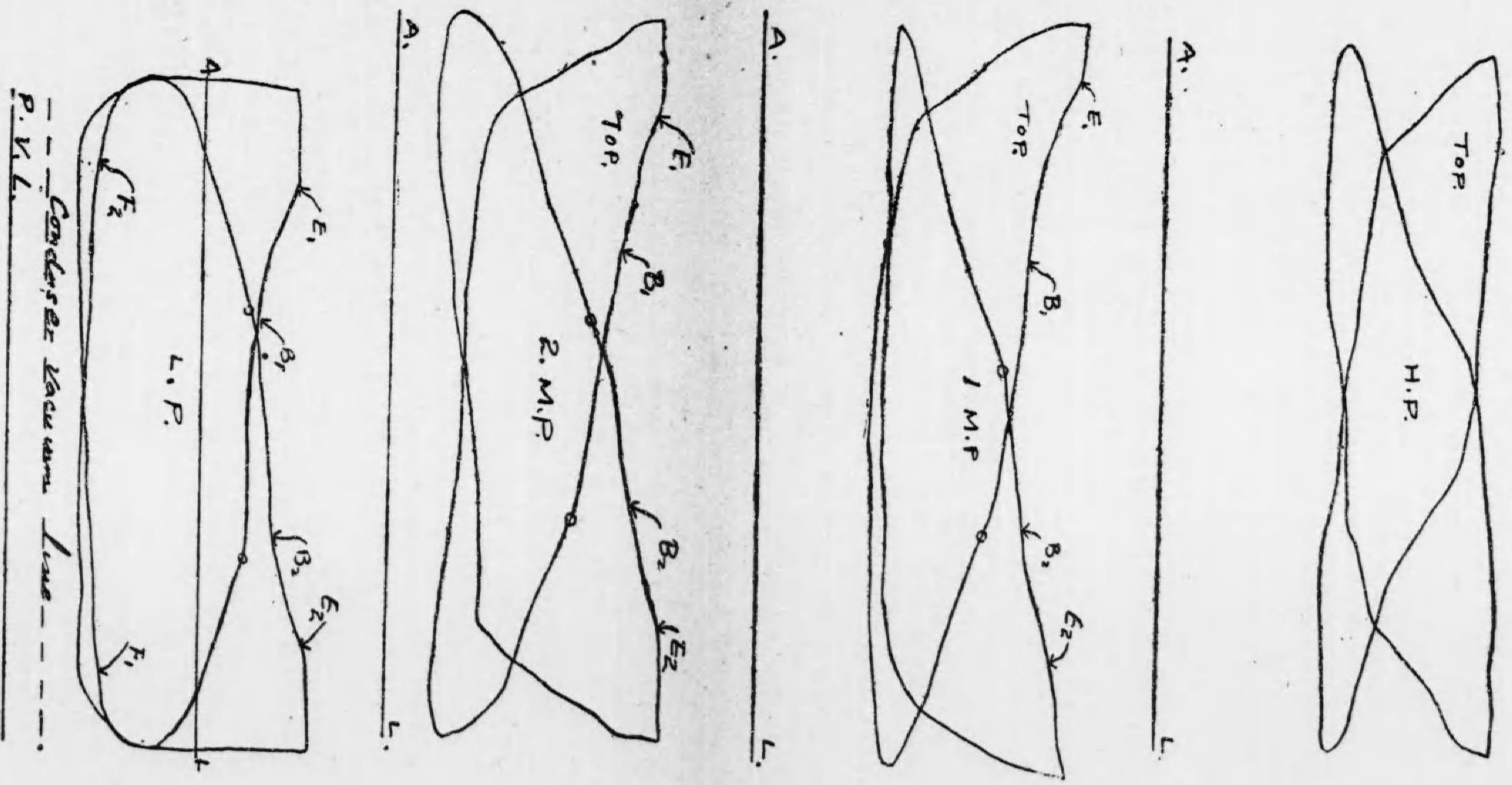
二中壓、低壓の順序をとる場合は二聯成汽機で第四十五圖に示す順序と同様に示壓圖に及ぶ影響も亦大體第四十七圖に示す様になるであろう。又その順序が反對の場合は第四十六圖の順序と同様の影響を受くるので、示壓圖の變化は第四十八圖に示すのと違はなからうと思はるゝ、然し高壓、低壓、第一中壓、第二中壓の順序又はその反對の順序をとる場合には、高壓曲拐と第一中壓の曲拐とは互に百八十度をなし、又第二中壓曲拐と低壓曲拐とも互に百八十度の角度を爲すが、第一中壓曲拐と第二中壓曲拐とは互に九十度をなすから前にのべたやうな影響を受くることになるであろう。又特別な配置例へばヤーロー、シュリツク、アンド、トキーデー式のやうな場合には各曲拐間の角度は九十とか百二十度とか今迄の有ふれた角度でない爲に各吸鑿の關係的位置は大にその趣を異にするもので、從て示壓圖を受くる影響も亦特異なるものである。第五十二圖はその一例であつて第一中壓の上部初汽壓が下部の初汽壓よりも高く、第二中壓及低壓示壓圖に於て上下初汽壓が稍等しいのは即ち曲拐の回轉順序の影響によるものである、尙圖に於て

$E_1 E_2$ は吸鑿加速による壓力の降下の時期を示す

$B_1 B_2$ はワイヤードロ잉の影響を示す

$F_1 F_2$ は排汽側に於けるワイヤードロ잉の影響を示す

圖二十五第



尙参考のため示壓圖のデータを記せば次のやうである。
 汽笛の徑、高壓、二六吋、第一中壓、三七・五吋、第二中壓、五四吋、低壓七八吋、行長、五四吋、

實馬力				壓力				眞空	回轉數
高	第一中	第二中	低	罐內	高壓收汽室	第一中壓收汽室	第二中壓收汽室	低壓收汽室	
六六六	九二三	九〇四	一三三四	二二五封度	二一五〃	一一四〃	四五〃	一〇〃	二四吋
									七七

合計 實馬力

三八二七

一晝夜の石炭消費量

六二噸

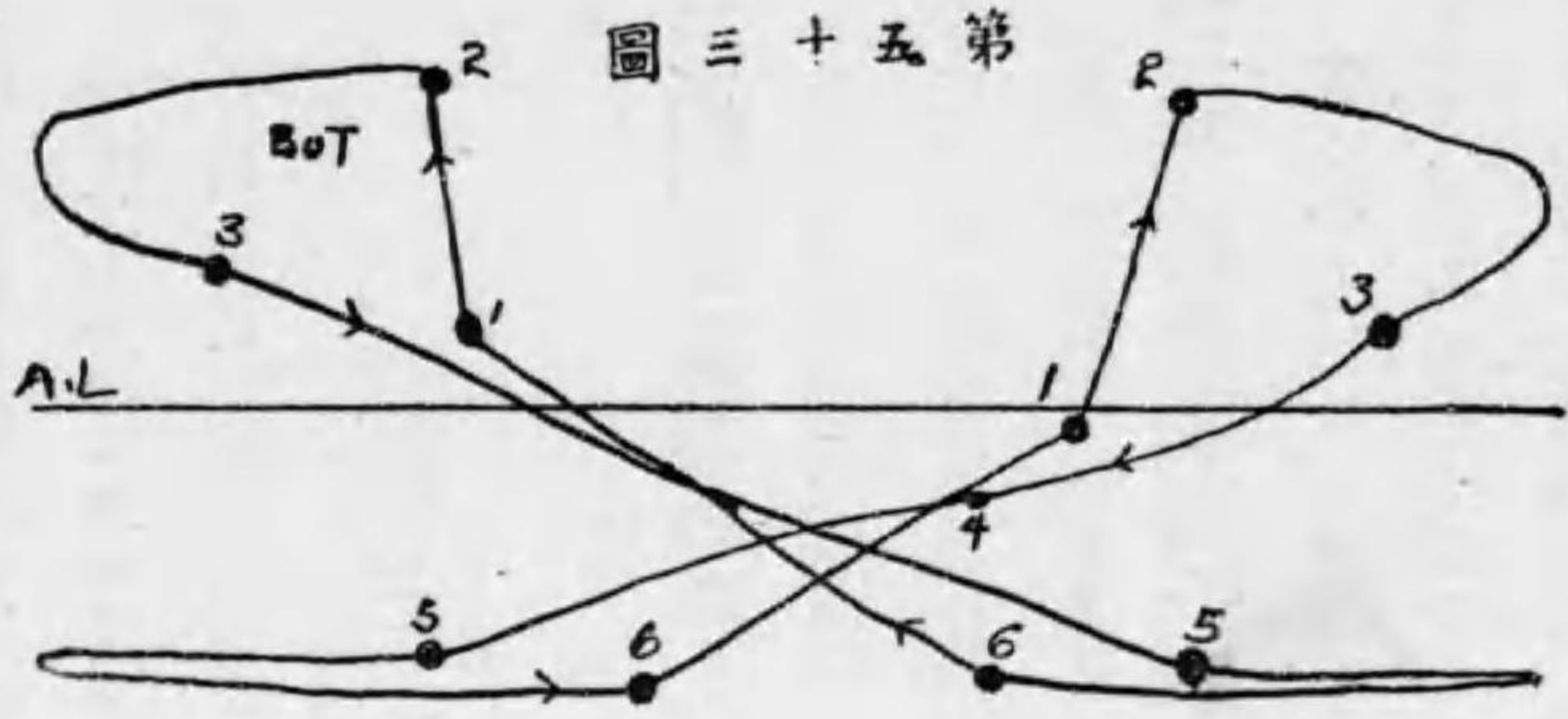
一時間一實馬力の石炭消費量

一・五封度

三三三、クロスド、ダイヤグラム (Crossed Diagram)

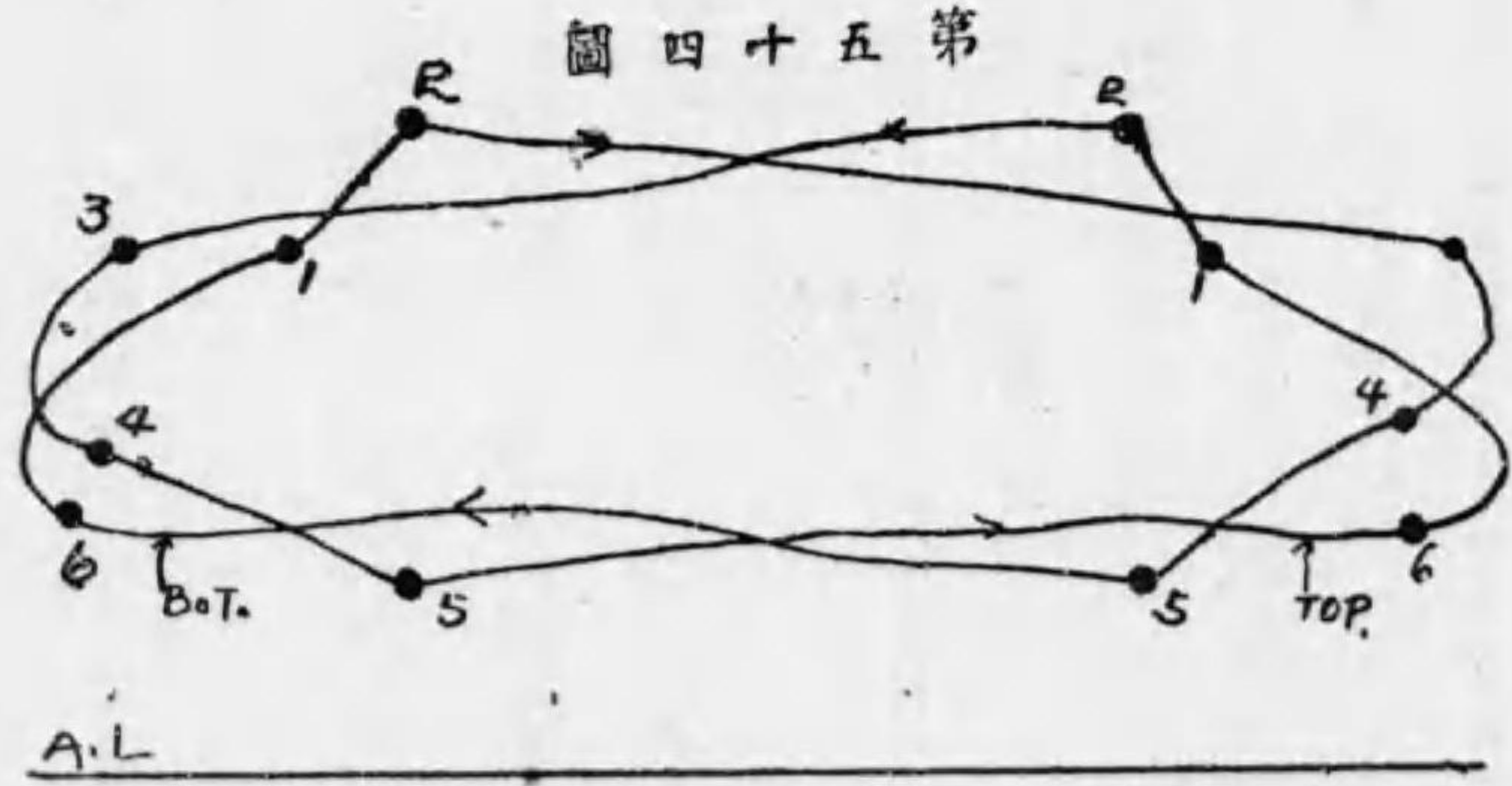
クロスド、ダイヤグラムとは或る汽笛に取附けた示壓器の紙筒を他の汽笛の動作部によつて旋轉せしめてとつた示壓圖をいふ、例へば示壓器を高壓汽笛の示壓器管に連続さして置いて、その紙筒は中壓汽笛示壓器錐によつて旋轉せしめた時に示壓圖カード上に描かれるが如き示壓圖をいふのである。

此のクロスド、ダイヤグラムは別段實用上に大なる利益はないが只斯様にしてとつた示壓圖では紙筒の速力、即ち吸鑿の速力が前明の位置で最大となるために普通の方法によつてとつた示壓圖に於てよりも前明の變化を明瞭にあらはし得るのがその特長である。第五十三圖は三聯成汽機で、示壓圖をとつた汽笛の曲拐よりも百二十度先に進んだ汽笛でクロスした場合の示壓圖で、第五十四圖は反對に百二十度後れた曲拐を有する汽笛でクロスした場合の示壓圖を示す。兩圖共に矢符はペンシルが走つた方向を示すもので、前明線著しく傾斜し、而も下部前明が上部前明よりも大なること

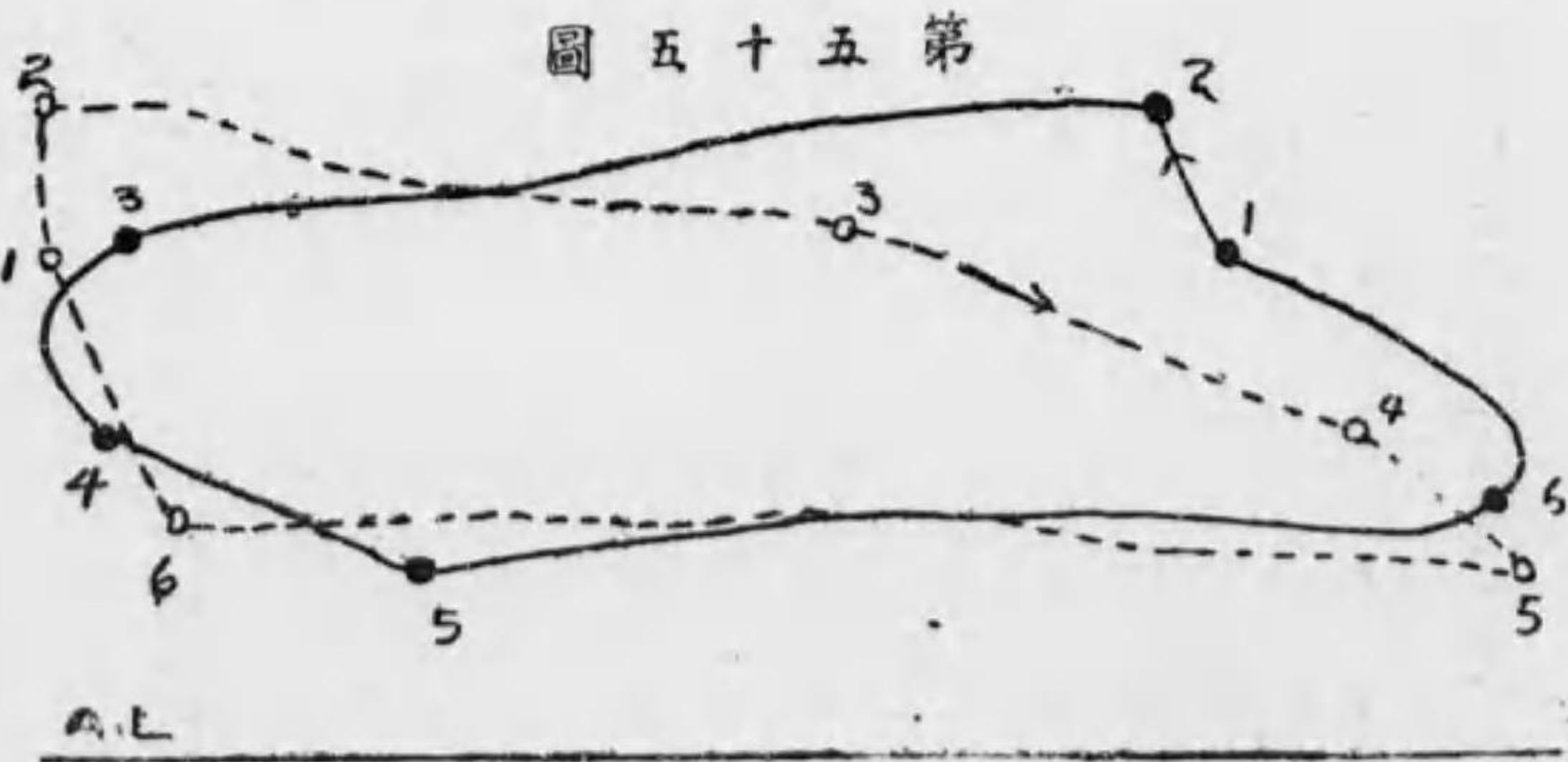


圖三十五第

第二章 示壓圖ノ性質



圖四十五第



圖五十五第

八三

も明かにあらはれてゐる。

第五十五圖は上部圖を普通の方法でとり之をクロスした時の圖と比較しその變化及各點の關係位置を明かに了解し易からしめたものである。

第三章 示壓器又はその装置の故障が示壓圖に及す影響

三四、示壓器の手入不充分又は汚損してゐる場合

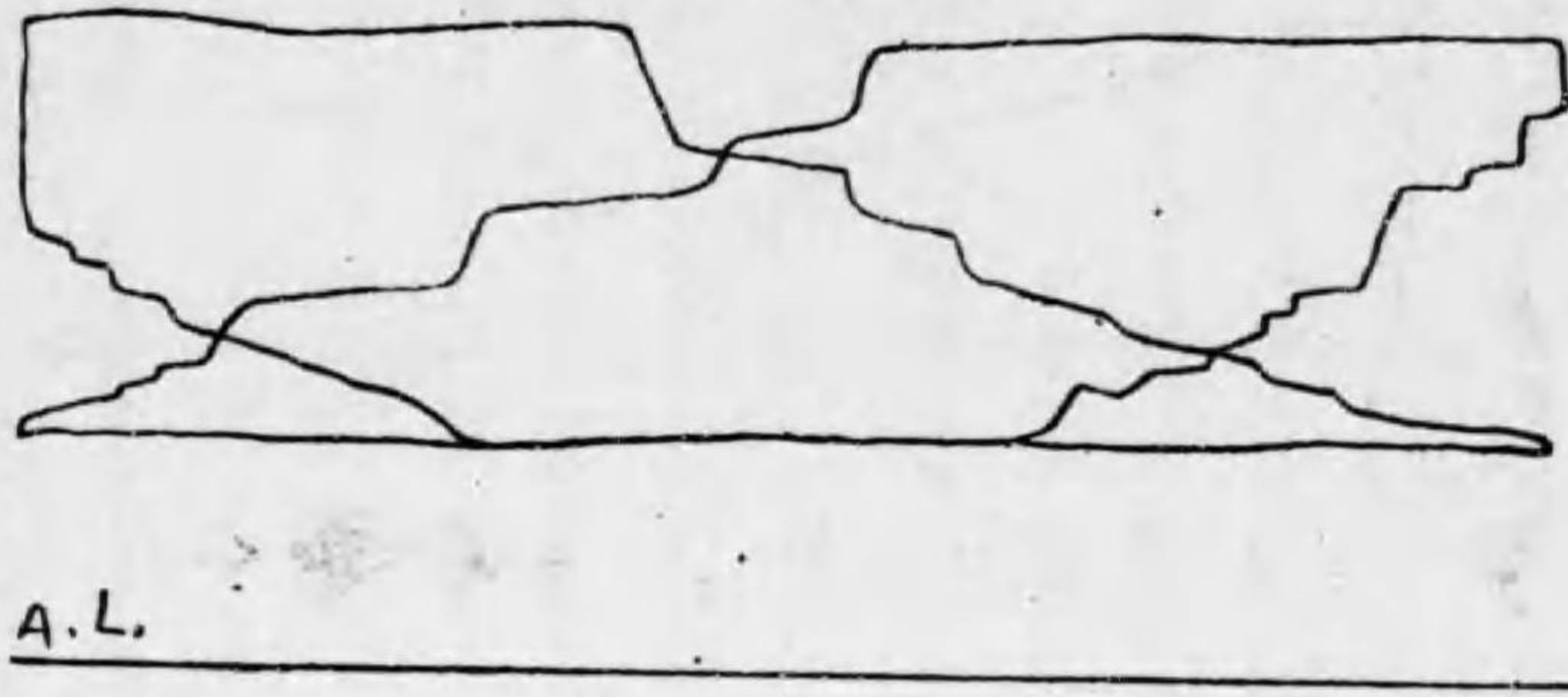
第五十六圖は示壓器吸鏝が潤滑油の不足又は塵埃等のために示壓器汽笛に固着した場合に得たもので、膨脹線及壓縮線は共に鋸の齒形に階段を生じてゐる。

第五十七圖は示壓器を清拭した後にとつた圖である。

三五、示壓器嘴子の開き不十分なる場合

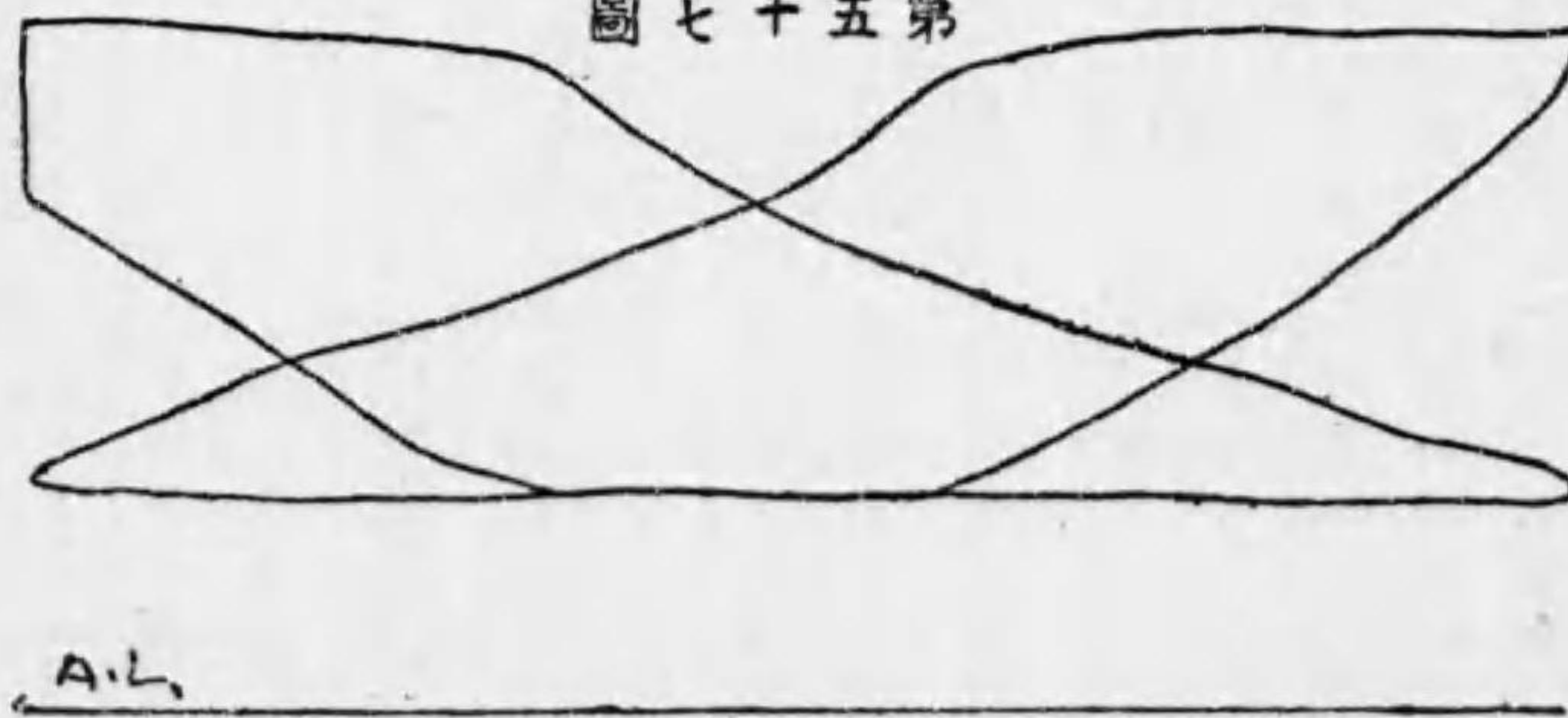
第五十八圖は示壓圖をとるに當つて汽笛の上部へは示壓器嘴子が完全に開通してゐたけれども、下部へは其開通不十分であつたために生ずる變化を示せるものである。従て上部圖は普通の形狀をしてゐるが下部圖に於ては通路の狭少なるためワイヤードロイングを起しその蒸氣線は下り、背

圖六十五第

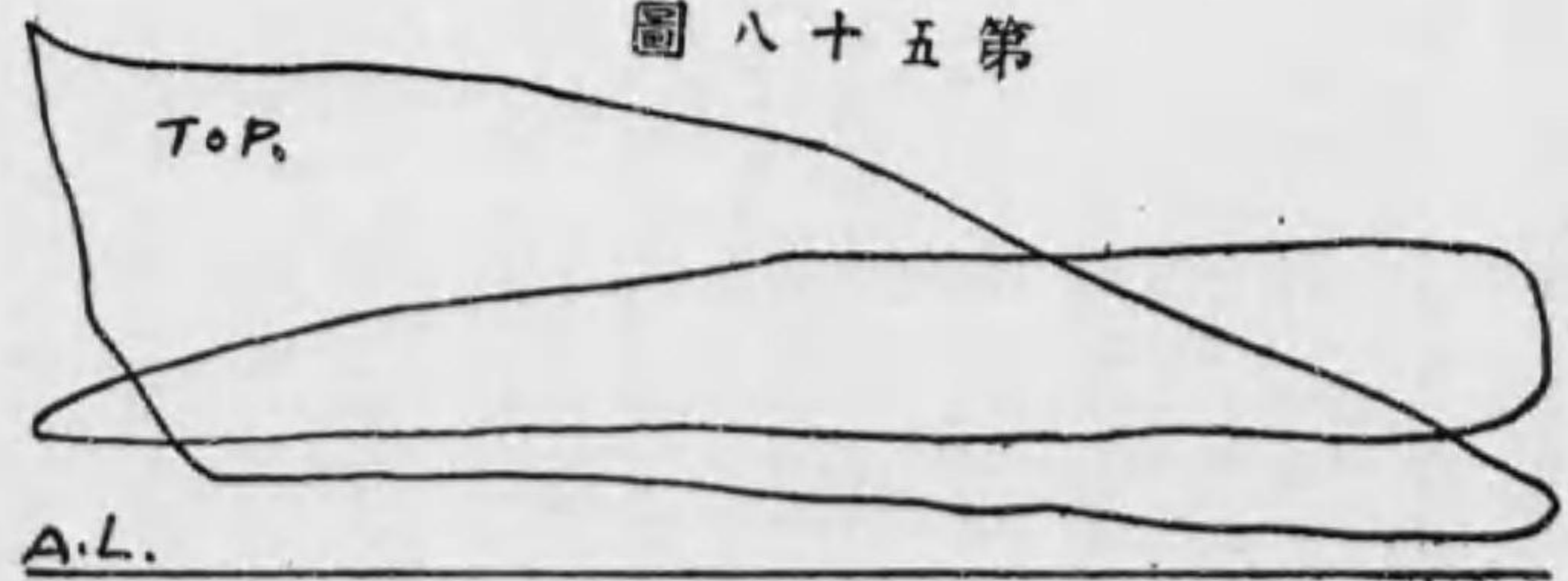


第三章 示壓器又はその装置の故障が示壓圖に及す影響

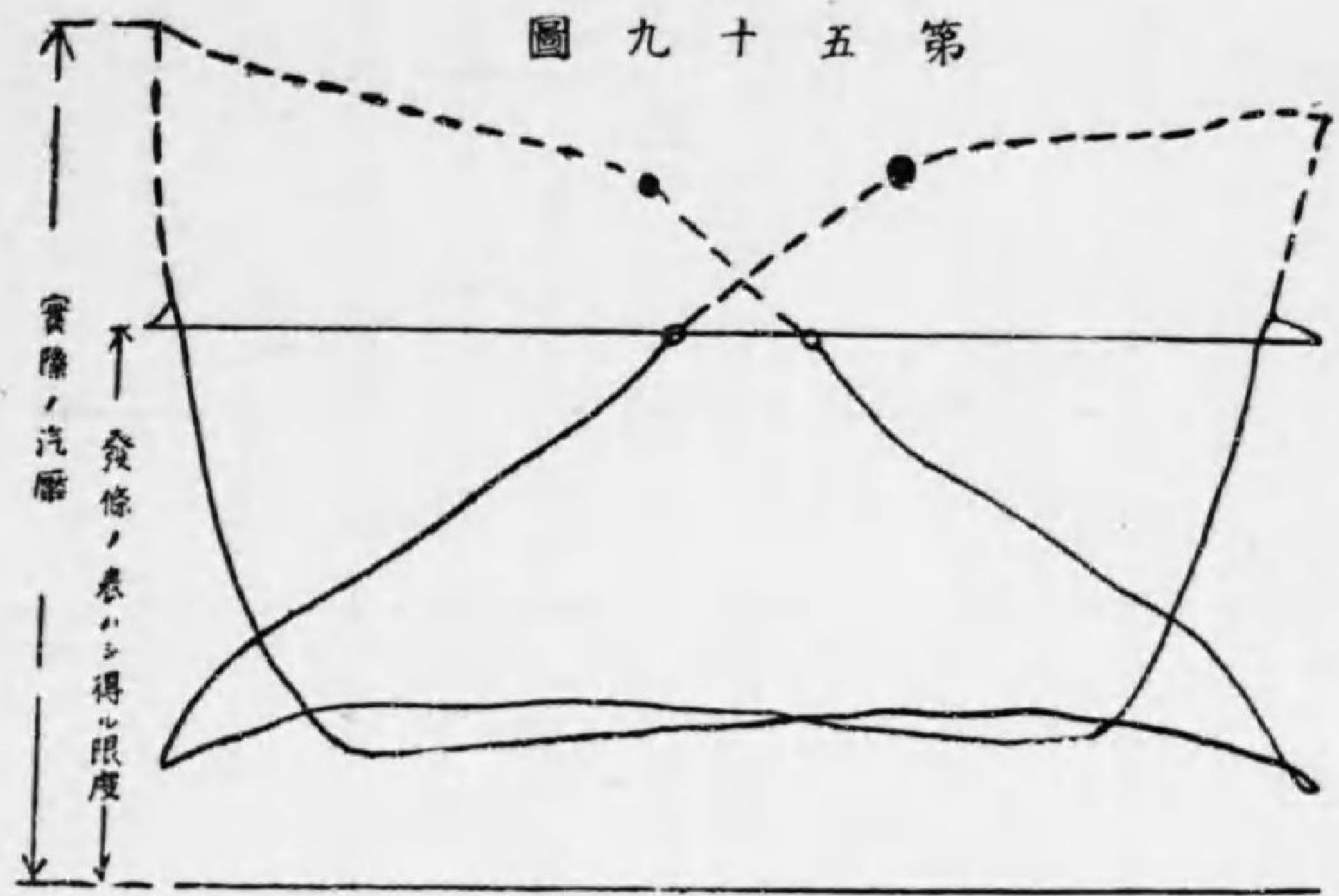
圖七十五第



圖八十五第



八五



圖九十五第

壓線は上つて圖形が偏平になつてゐる(第二十三節参照) 低壓グラウンドに漏洩を生じた場合にも同様な示壓圖がとれる。但し此の場合は下部圖に限るものである。

三三六、示壓器發條の擇び方を誤りたる場合

第五十九圖に示す示壓圖は不相應に弱い發條を用ゐた場合に得らるる示壓圖の一例である。此の場合發條が弱いため汽管内の汽壓を充分に表はすことが出来ないで、ペンシルは發條が一杯に壓縮さるるまでは上昇するが、それ以上は如何に壓力が増加しても上昇することが出来ないから圖に示すやうに蒸汽線の一部は此の最高限度に於て水平線を描くものである。若しも發條を更に壓縮することが出来たとしたならば圖形は點線で示すやうになるに違いないのである。

以上のやうな場合には水平線の端が斷汽點であるかの

やうな觀を呈するものであるが、實際は圖に示す通りそれより以前に斷汽が起つてゐるものである。又普通の場合では示壓圖の蒸汽線はワイヤードロッキングの爲必ず幾分なりとも傾斜してゐる筈であるが此の場合では水平線が描かるるから、發條の不適當のためであることが分る。第六十圖に示すは發條の不適當な他の一例であつて、發條の彈力が弱いために蒸汽線は發條の震動のために波形を爲してゐるのがその特徴である。

三三七、示壓器内に復水の存在する場合

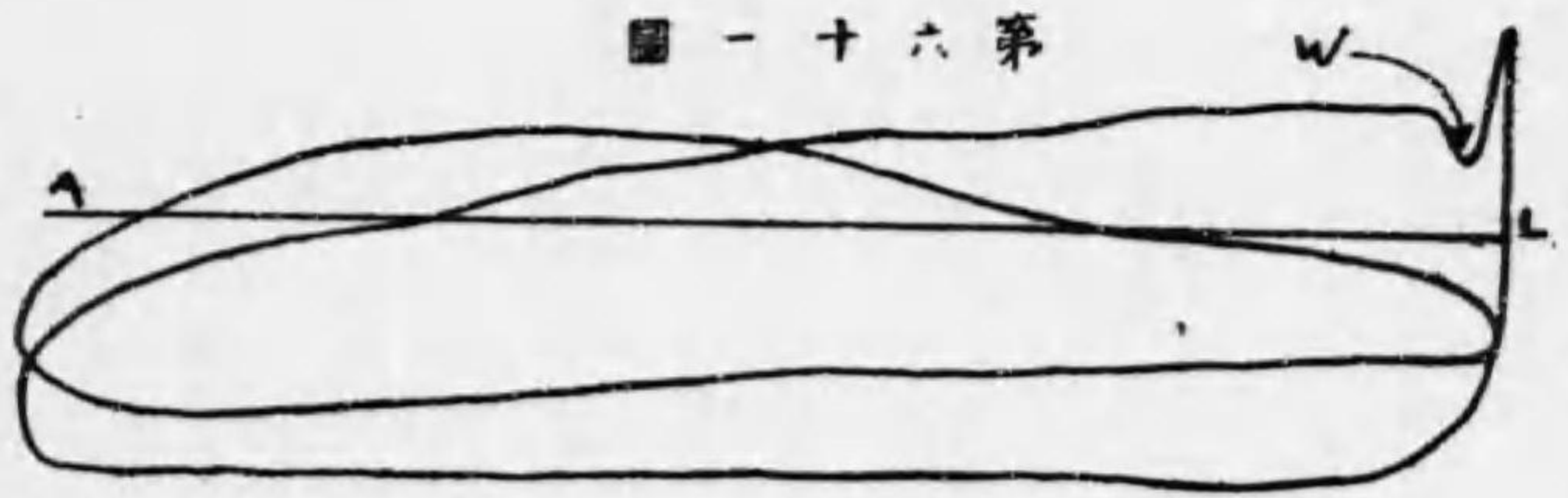
示壓器汽管内に水分の存在するのはブライミングによる場合と示壓器の暖まり方が充分で無い場合及示壓器管内の疏水不充十分なためである。

一般に汽機汽管の下部に通ずる示壓器管内の疏水が不充十分なる場合が比較的多いから、以上のやうな影響は上部圖に於てよりも下部圖に於て起り易いものである。

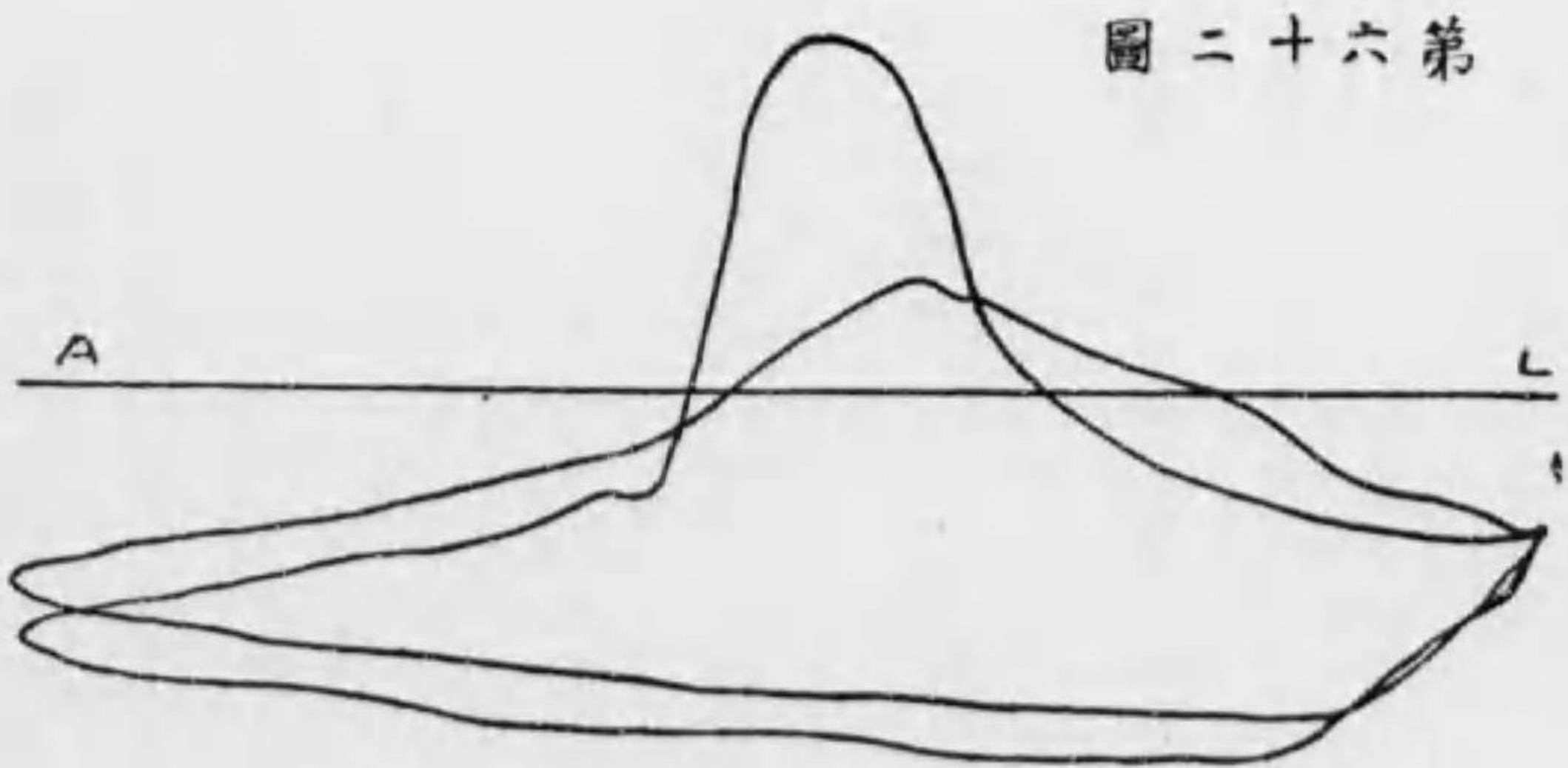
第六十一圖はその影響のあまり甚しくない場合の例を示すもので、上部圖中Wと記した箇所に於ける波形は復水が少し存在する場合によくあらはるる特性である。第六十二圖は多量の水分が存在する場合の下部圖でその程度の異なる二つの場合を同時に示したものである。



第十六圖

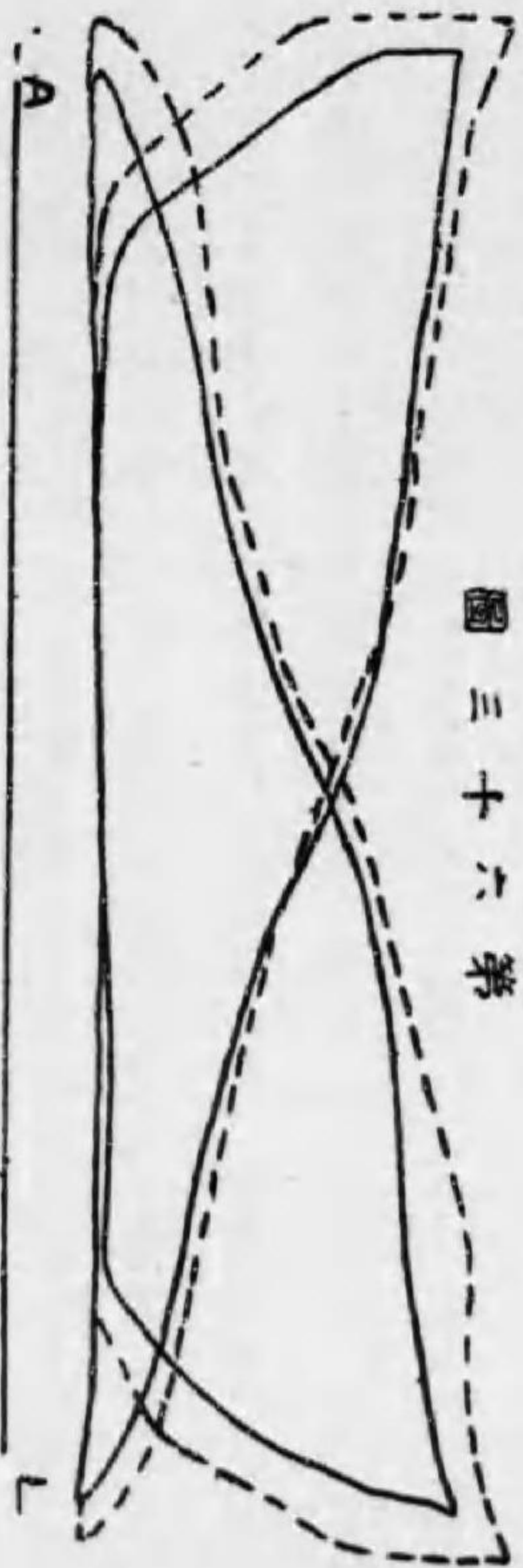


第十七圖



第十八圖

三八、コードが伸びた場合



第十九圖

形そのものにも亦幾分の變化を來すものである。然し此の場合圖の右端が長くなるのはコードの伸びたためでは無いのであつて、之は高速回轉をなす紙筒のイナーシアに基くものであることを記憶しなければならぬ。汽機の回轉速度が普通の場合にコードが或る事情のために永久の伸びを生じた場合はその伸びの程度が紙筒の旋回の範圍内であるときには示壓圖の長さに變化無く只その位置が左方へ片寄るに過ぎないのである。

示壓器の装置に弛みを生じた場合にも亦第六十三圖に示すやうな變化を來すものである。

高速力で運轉する汽機の示

壓圖をとる場合には時にコードが瞬間的に伸びることがある。斯くの如き場合には第六十三圖の點線に示すやうに圖の全長がそれだけ長くなり圖

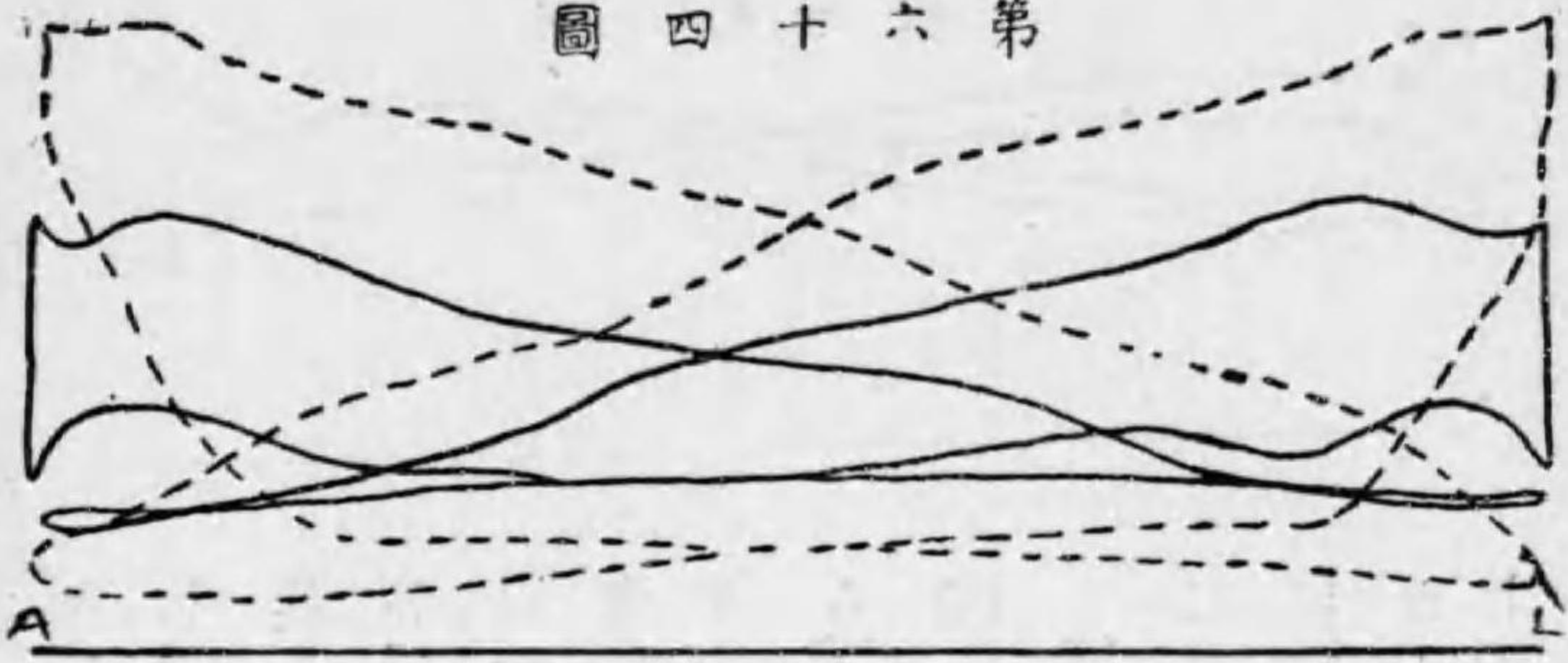
第四章 汽機の故障が示壓圖に及す影響

三九、吸鑄彈環の漏洩

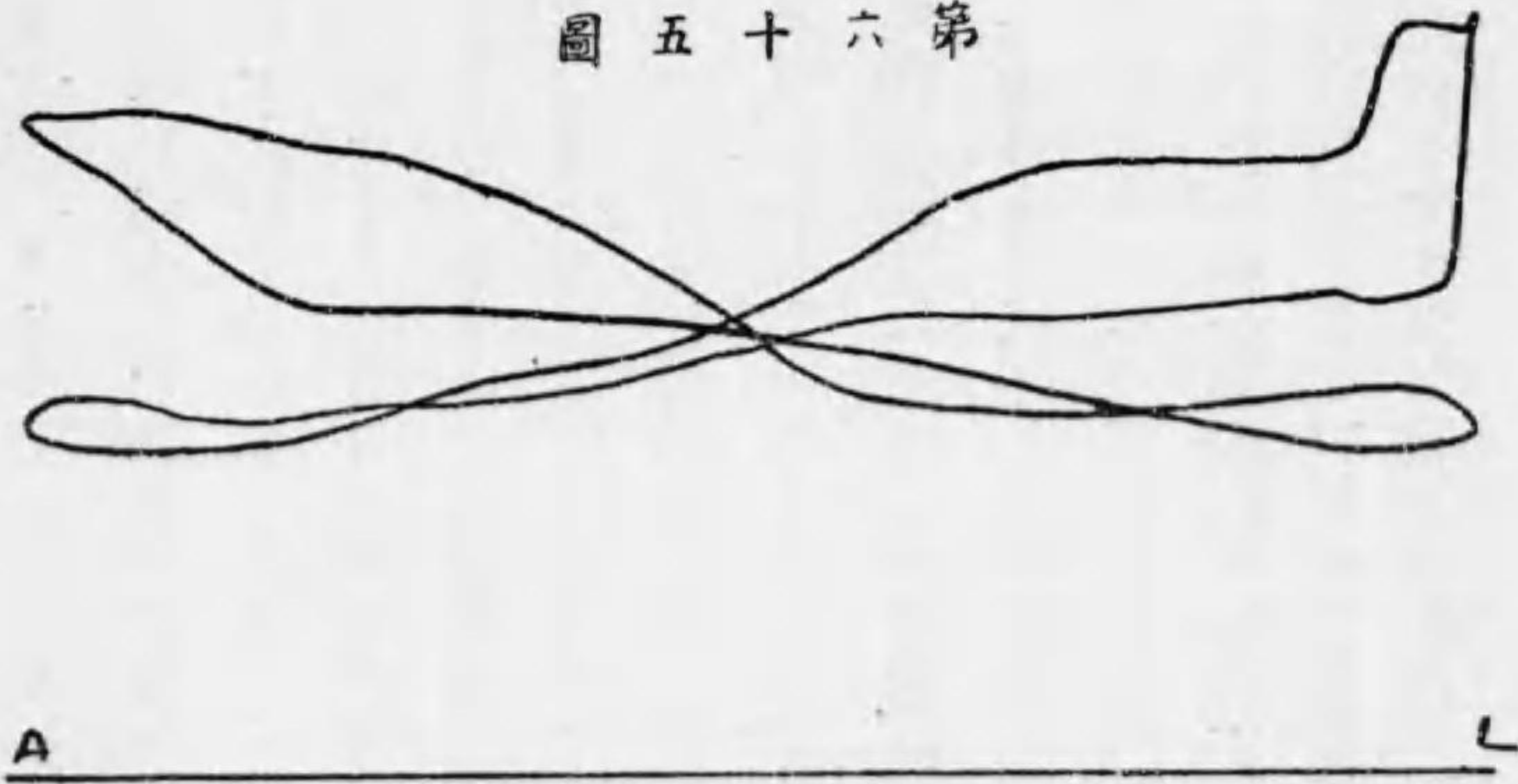
實際の場合で吸鑄彈環が絶対に汽密に動作してゐることは極めて稀であつて、必ずや多少の漏洩があるものであるが普通の状態では殊更著しく示壓圖に影響を及ぼすことはないものである。然しながら彈環が甚しく漏洩し又は全く破損したやうな場合には爲に吸鑄前面の汽壓が減少し、又それだけその背後に於ける背壓を増加するから示壓圖は第六十四圖又は第六十五圖に示すやうな工合になる。之等の圖で明かなやうに吸鑄前面の動壓力の減少は給汽中よりも膨脹動作中に於て甚しいのが常である。之は給汽中はたとへ蒸氣が吸鑄の背後に漏洩しても汽門から新に供給さるる蒸氣がその跡を充すから壓力の減少はあまり目立たないが、斷汽以後は吸鑄の背後に漏洩した蒸氣の不足を補ふべき道が無いので勢ひ汽壓が目立つて減少する勘定になる。吸鑄彈環の漏洩があまり甚しくない場合には示壓圖の膨脹線は少し落ち込み背壓が上昇するもので第六十六圖はその一例である。圖中點線は漏洩による變化を示すものである。

一般に吸鑄の背面に漏洩した蒸氣は排汽の壓力を増加せしむると同時に次の收汽室内の汽壓を増

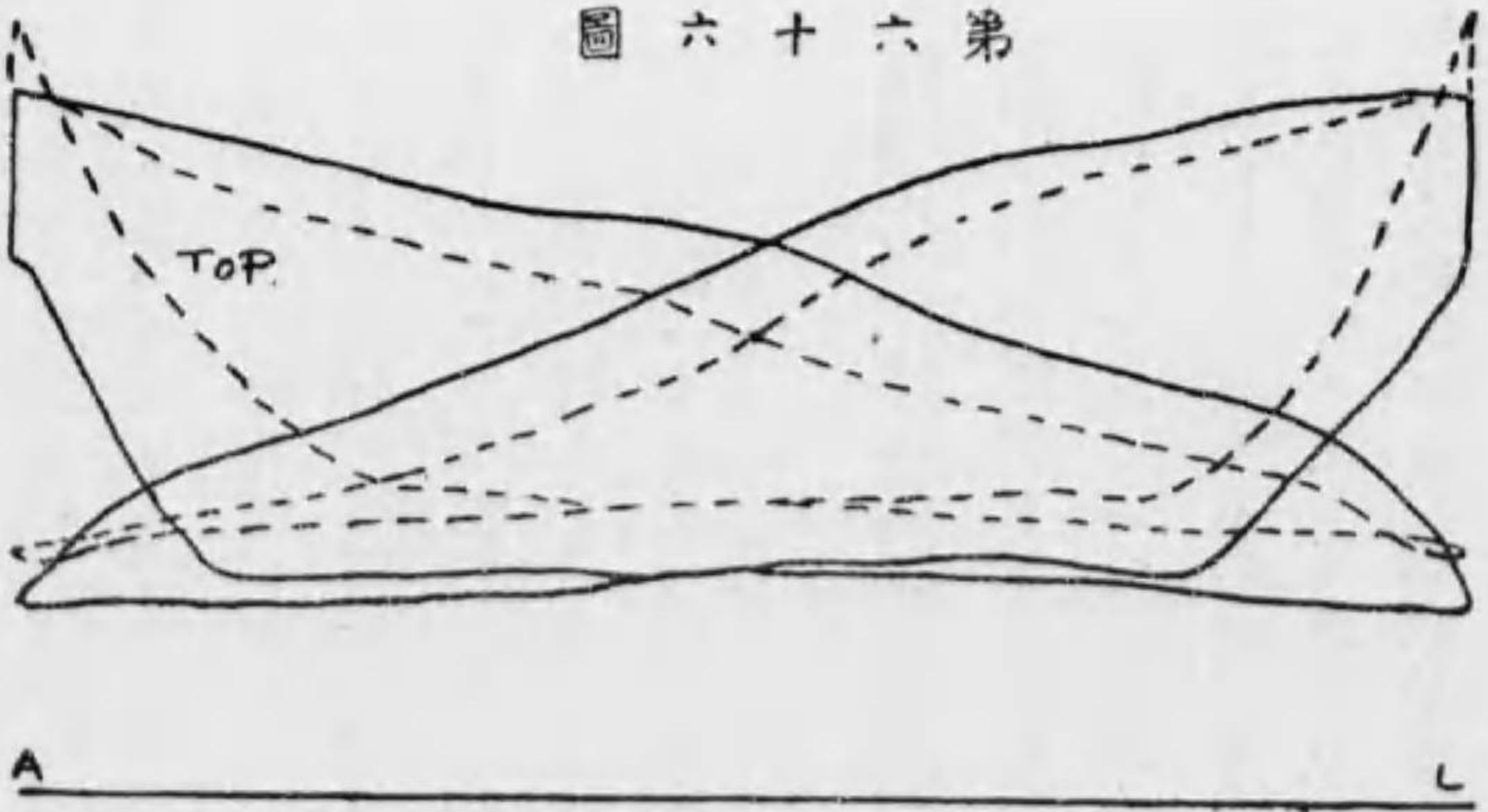
圖四十六第

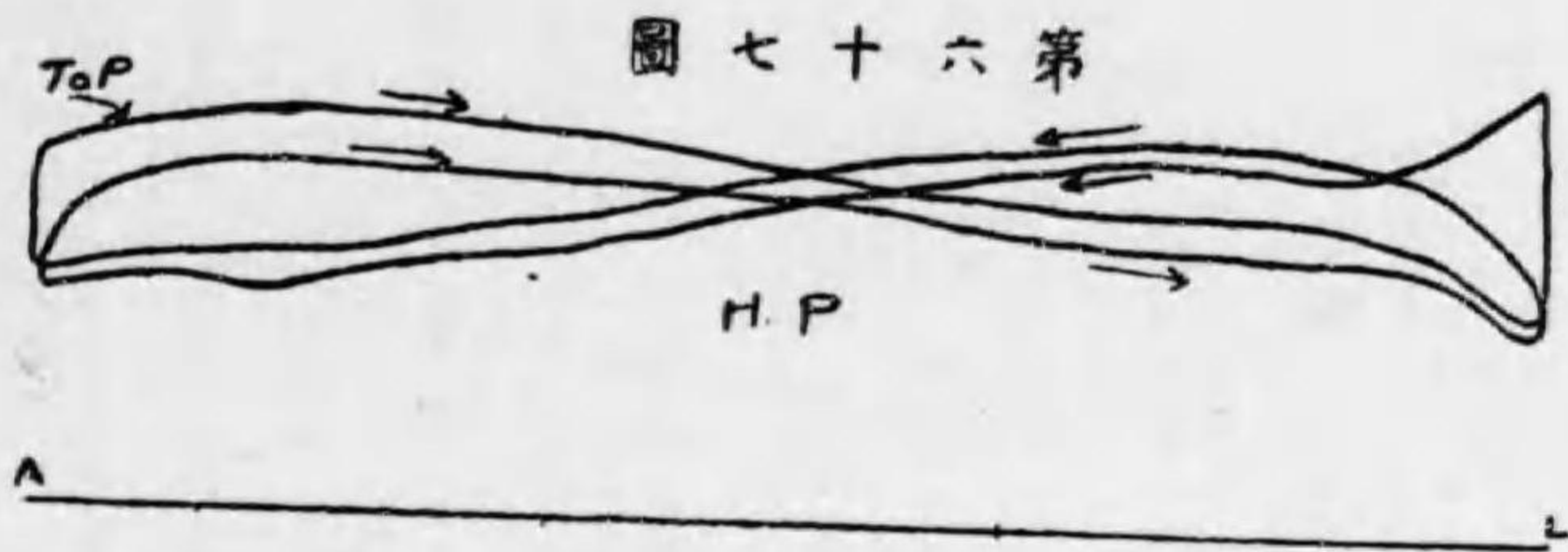


圖五十六第



圖六十六第





圖七十六第

H.P.

A

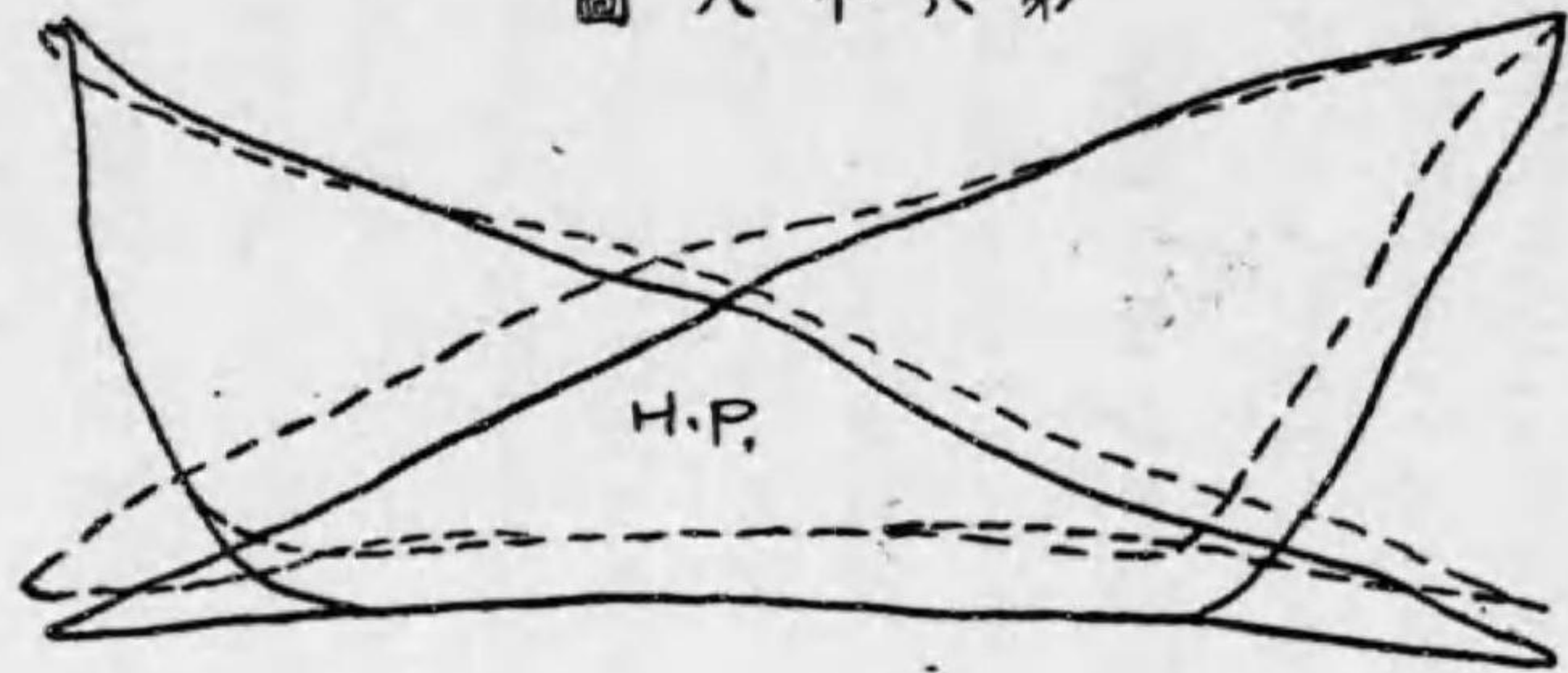
→

加するもので例へば高壓吸鑿が漏洩した場合には中壓收汽室内の汽壓が上昇し、中壓吸鑿が漏洩した場合には低壓收汽室内の汽壓が増加する。それで斯様な状態の下に於て動作する汽機ではその全發生實馬力には變りが無いが、各汽筒内に發生する實馬力の按配が變化するから従て汽機の回轉數が減少し同一速力及馬力に對する石炭消費量は増加するものである。又低壓吸鑿が漏洩した場合には低壓示壓圖の面積が縮小するから中壓示壓圖の面積は若干増加するとしても結局汽機全體の實馬力が減少するから同一速力及馬力に對する石炭消費量は著しく増加することは勿論である。

四〇、吸鑿彈環と索環とを取外して運轉した場合の示壓圖

第六十七圖は高壓汽筒の吸鑿彈環及索環が破損し更に汽筒蓋を破つた場合に汽筒蓋は假蓋を用ゐる彈環及索環を取外して運轉せしめた時にとつた高壓示壓圖である。此の場合高壓汽筒は只一箇の收汽室として存在するのみであるから汽筒内の汽壓を毎平方吋八十封度迄減少せしめてある。上下兩圖共にループの面積が有效仕事面積とほとんど同一であるから此の場合高壓汽筒内で

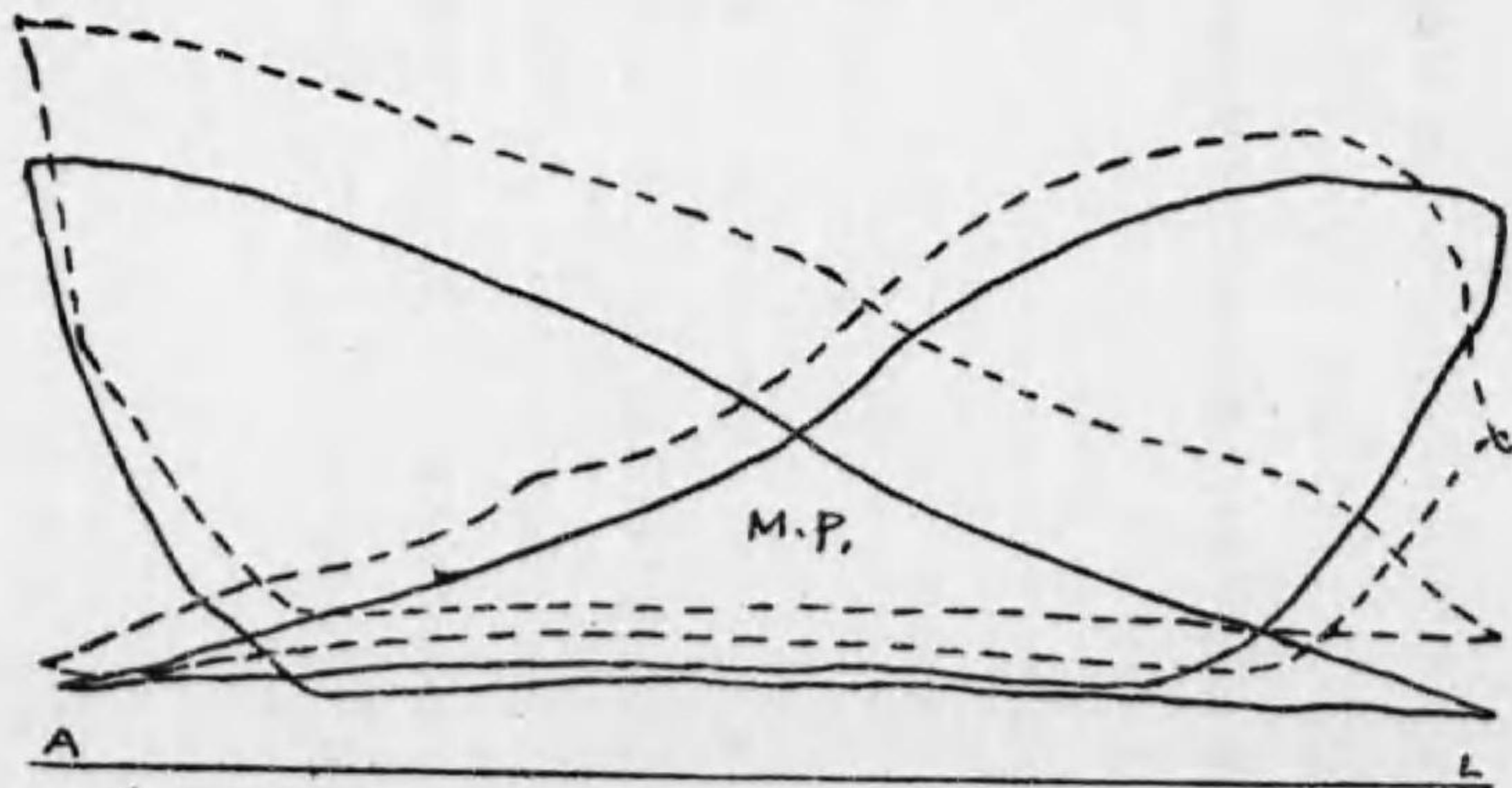
圖八十六第



H.P.

A

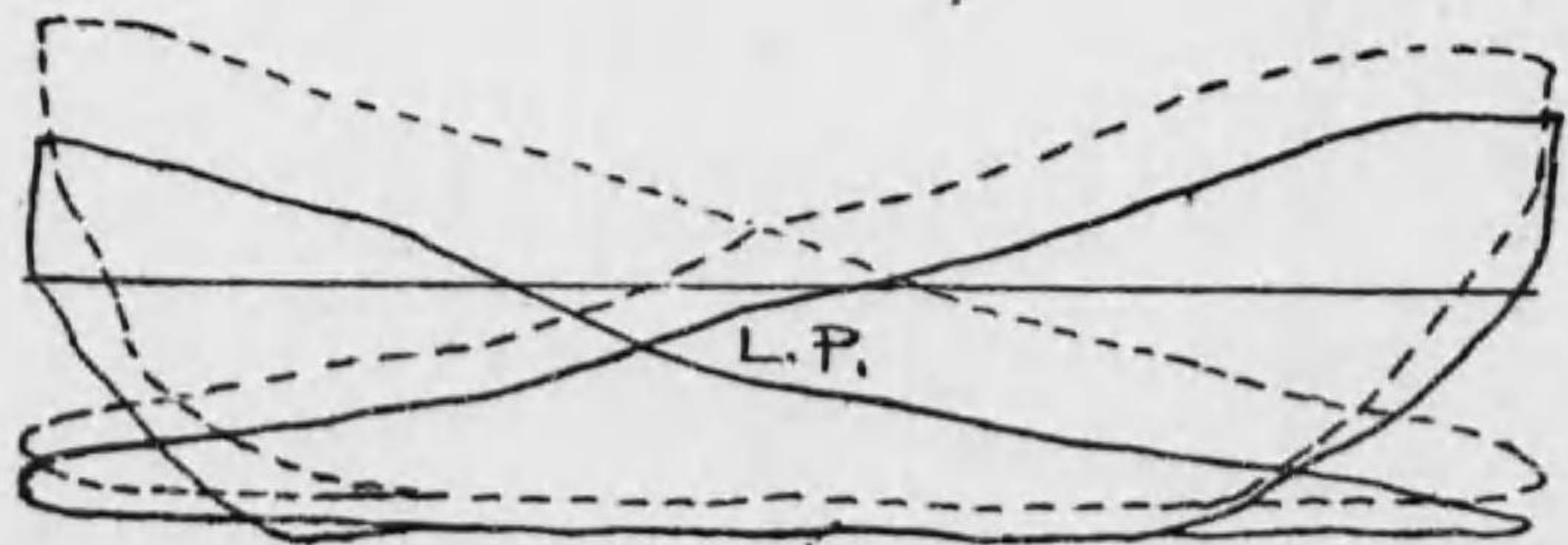
L



M.P.

A

L



L.P.

爲された正味の仕事量は零に等しいものである。

四一、汽笛内筒が弛緩した場合

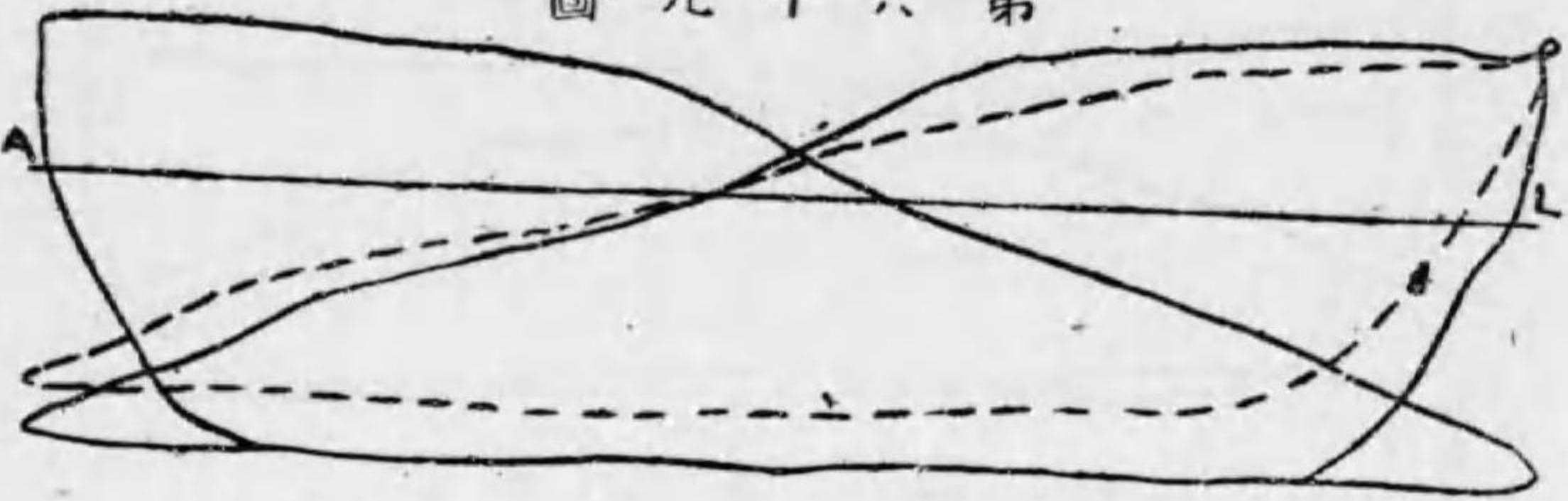
汽笛内筒が弛緩すれば蒸氣は此の間隙を経て汽笛の一端から他端に通過するやうになるから、その汽笛内の背壓が上昇し、それに續く各收汽室内の汽壓も亦上昇するものである。第六十八圖は高壓内筒が弛緩し且中壓滑瓣が摩擦のため下降してある場合に起る變化を点線で示したものであつて實線は中壓滑瓣の位置を正しくし、高壓内筒を固定した後を得た示壓圖を示すものである。

此の場合は圖でも分るやうに高壓の實馬力が減少し、他の汽笛内の實馬力は増加し合計實馬力も増加するが一時間一實馬力に對する石炭消費量がほとんど同じであつて何等經濟的の損失が無いことは注目に値することである。

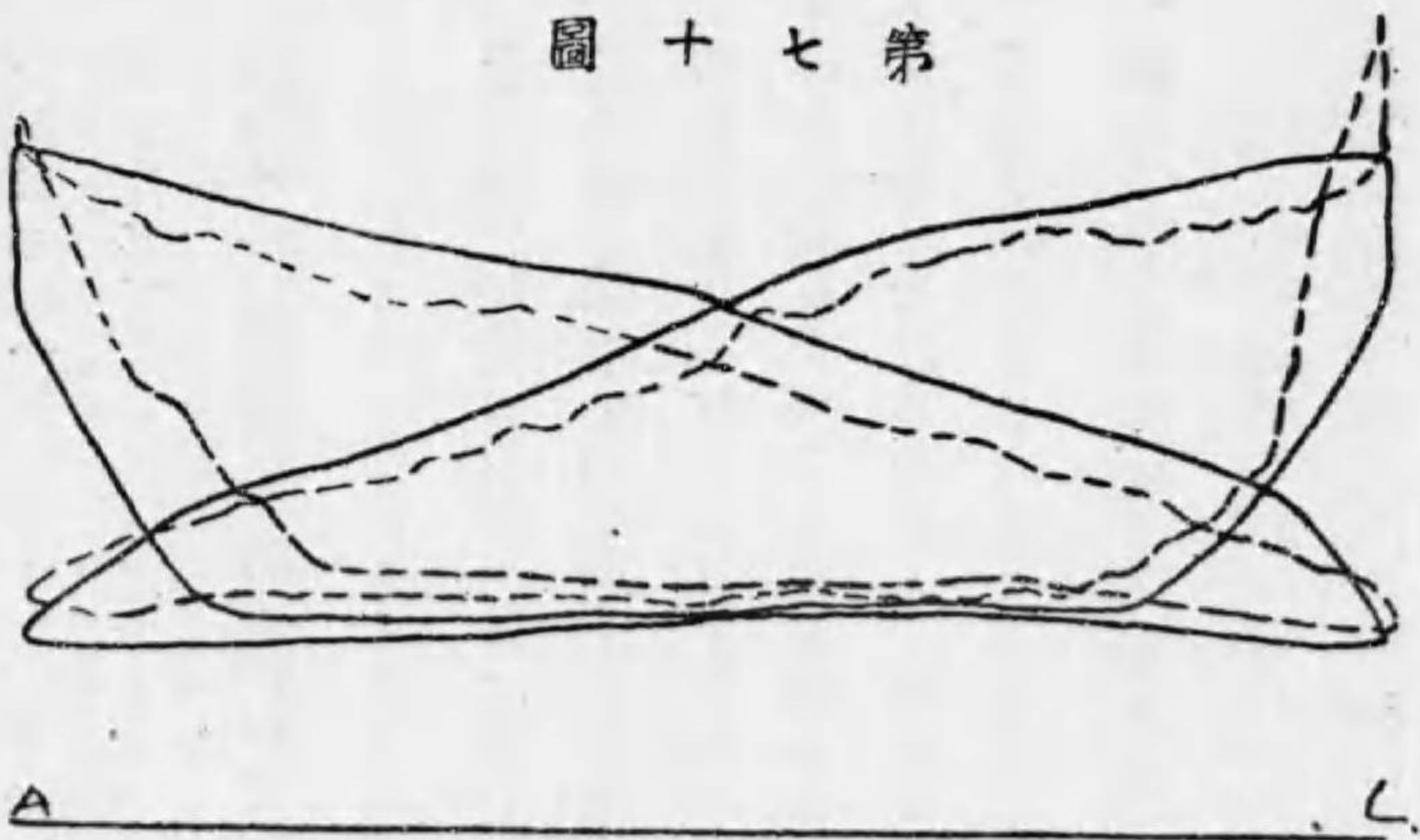
四二、低壓グラントの漏洩

低壓グラントの漏洩した場合は吸鑿下面の氣壓が大氣壓以上である間は汽笛内の蒸氣はグラントから大氣中に噴出し、又大氣壓より低くなれば反對に空氣が汽笛内に漏入するから斯様な状態の下にある汽機から撮た示壓圖ではその下部圖の背壓線は上り又大氣線以下にある働壓線も上るが大氣

圖九十六第



圖十七第



線以上にある部分は下るので結局第六十九圖に示すやうになるのである

四三、プライミング (Priming)

プライミングが起つた時には蒸氣中に多量の水分が混入してゐるから壓縮後の壓力は急に上昇し、又汽壓の昇降が常でないから第七十圖に示す様に示壓圖の線は凸凹が甚しい。

四四、汽笛内に復水の生じ

たる場合

行程の途中で蒸氣の復水を起した場合も亦前と同様な影響を受くるもので、復水の起つた瞬間には壓力が急に減少するのが常である。第七十

一圖はその一例を示すもので、下部圖の壓縮線と上部面の蒸氣線とに變形を生じてゐるのは之である。

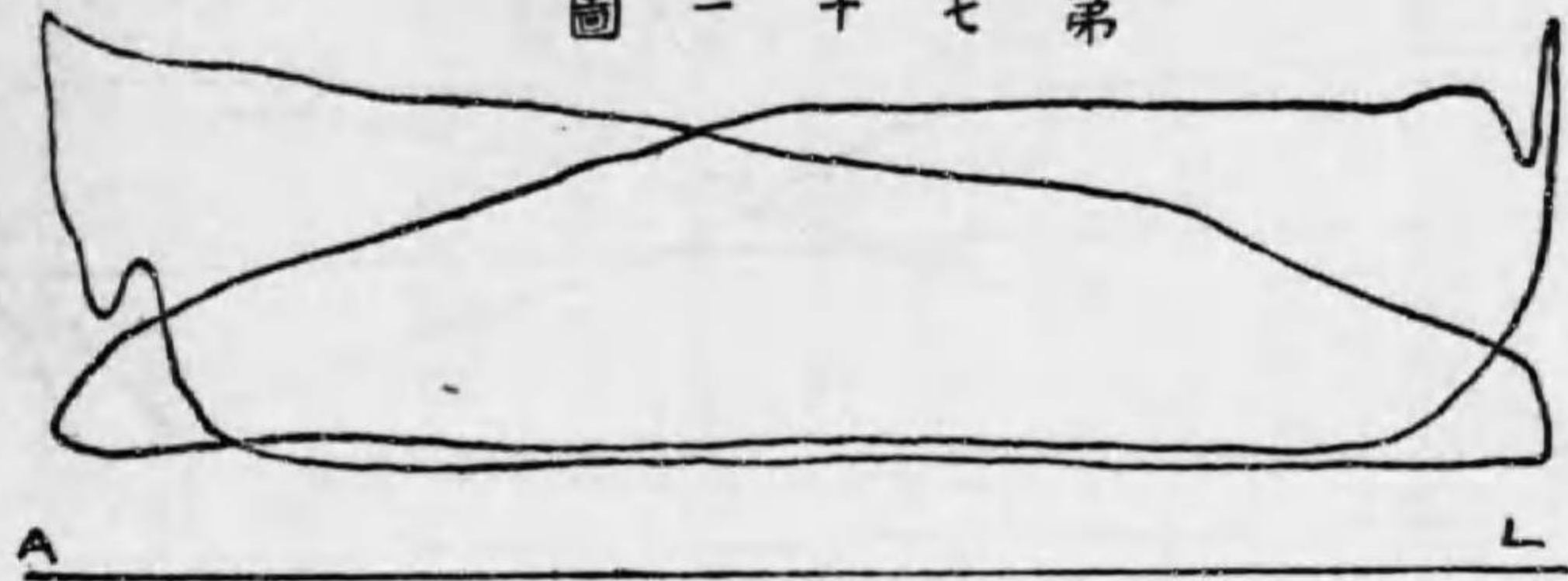
四五、汽筒蓋が破損した場合

第七十二圖は低壓汽筒蓋が修繕出来ぬ迄に破損した爲にその上部汽門を閉鎖し吸鑿の下部のみに蒸氣を通じ上部は大氣に通じたるまゝ運轉した場合の示壓圖の一例を示すもので、大氣線は即ち上部圖に當り、下部圖は點線で示す様な工合に變化するであらう。此の變化の起るのは吸鑿の上部には蒸氣の必要が無いから勢い低壓收汽室内の汽壓が上昇した結果に外ならぬのである。従て此の場合には中壓の背壓も亦之に應じて上昇するのは自明の事である。

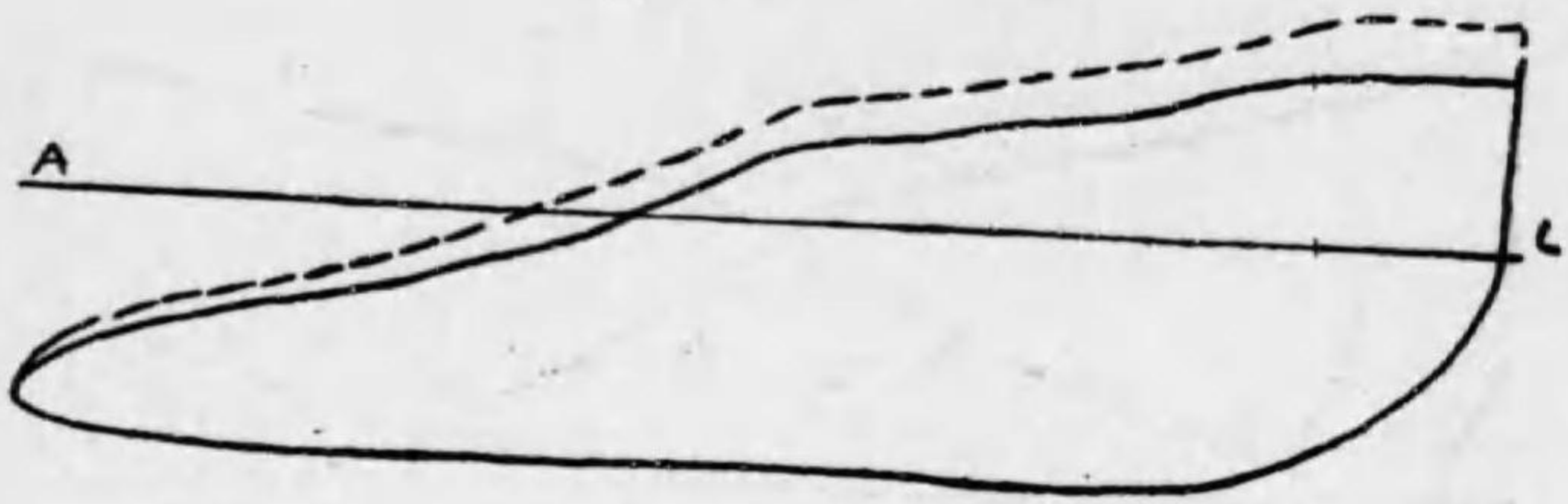
四六、下部汽門と排汽門との間の隔壁破損したる場合

第七十三圖で點線は排汽側に蒸氣が漏洩した場合の變化を示すもので蒸氣は常に下部汽門と排汽門との間の隔壁の破損箇所より排汽側に漏洩

圖一十七第



圖二十七第

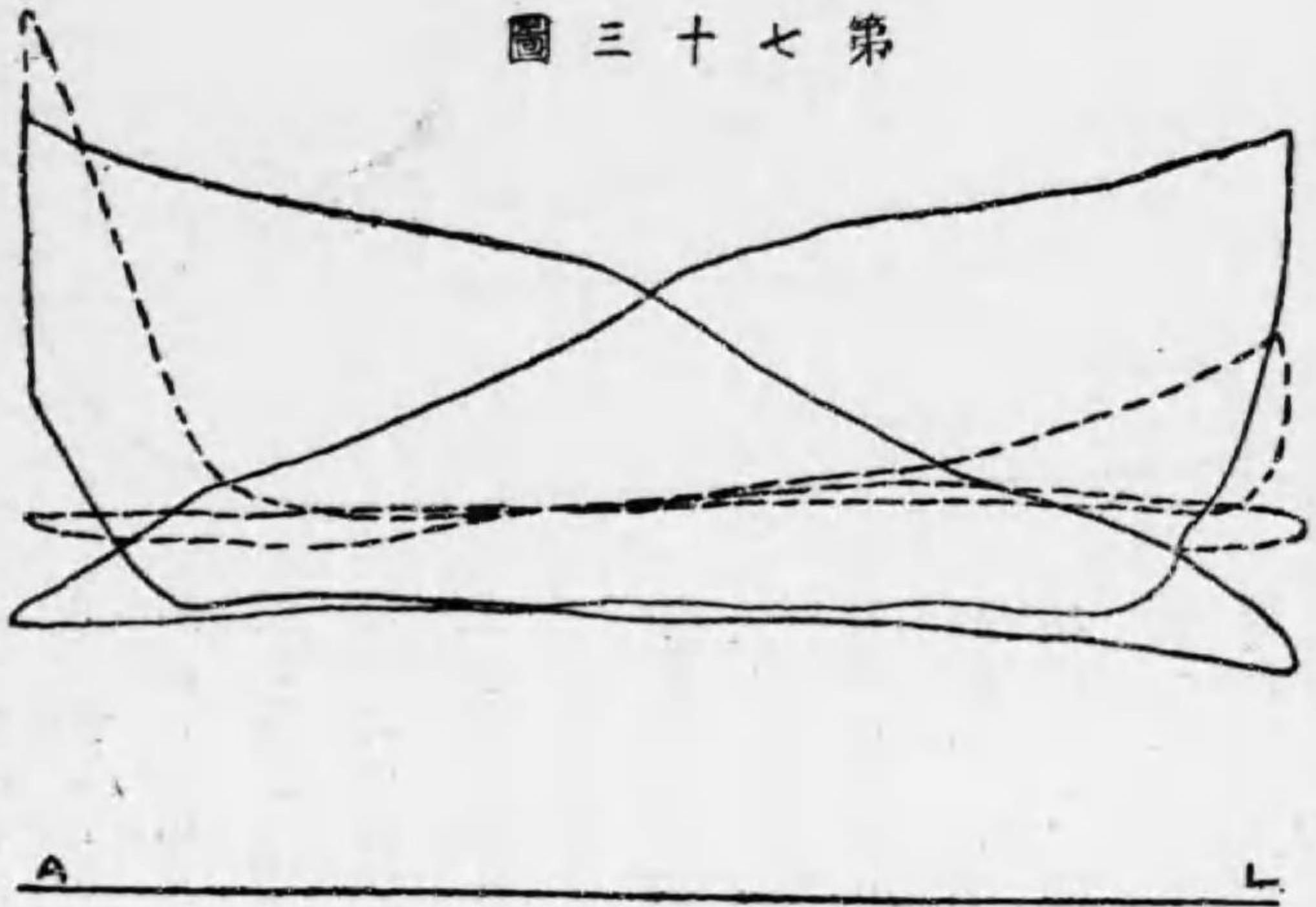


してゐるから、故障の無い場合よりも著しく排汽壓力が上昇するものである。従てその壓縮の壓力も増加するから勢い上部圖では壓縮のループが描かるるもので、尙ほ膨脹終末の汽壓が背壓よりも低くなれば圖に示すやうにこゝにも亦ループが描かるるわけである。下部圖では給汽が始まれば汽筒内に流入すべき蒸氣の一部は隔壁の損所を通じて排汽側に漏洩するから初汽壓は著しく降下し、背壓も亦之に従て上昇するから圖に示すやうな扁平な圖形となり結局何等の仕事をして爲さぬ事になるのである。

四七、滑瓣の滑動面の漏洩

滑瓣の滑動面は殊にその面積が大きい場合には高熱のために變形し易いもので、爲めにその外端からか、又は内部即ち汽門より排汽門の方へ蒸氣が漏洩する事がある。若し後者の如く汽門から排汽門の方へ蒸氣が漏洩するときは、吸鑿彈環の漏洩した場合と同じやうに、蒸氣は蒸氣側から排汽側へ直接逃げ去るから、その示壓圖に及ぼす變化も亦吸鑿彈環の漏洩した場合と大差無いものである。即ち蒸氣側と排汽側との間に起る漏洩はその

圖三十七第



原因の如何に拘はらず、常に示壓圖の蒸氣線が下降し、背壓線が上昇するものであることは忘るべからざる事である。然し滑瓣の外端又は蒸氣端からの漏洩は示壓圖の膨脹線を上昇せしめ、その背壓を僅かに増加せしむるものであつて、背壓の上昇は次の收汽室内の汽壓を上昇せしむるものであることは勿論である。

四八、滑瓣の排汽重端を増加したる場合

第七十四圖中點線は滑瓣の排汽重端を増加したる場合の變化を示すもので、排汽の開き後れ、壓縮の早まりたることを知り得る。

四九、滑瓣の排汽重端を減少したる場合

第七十五圖中點線で示すのは滑瓣の排汽重端を減少したる場合の變化を示すもので、排汽の開きは早まり壓縮は

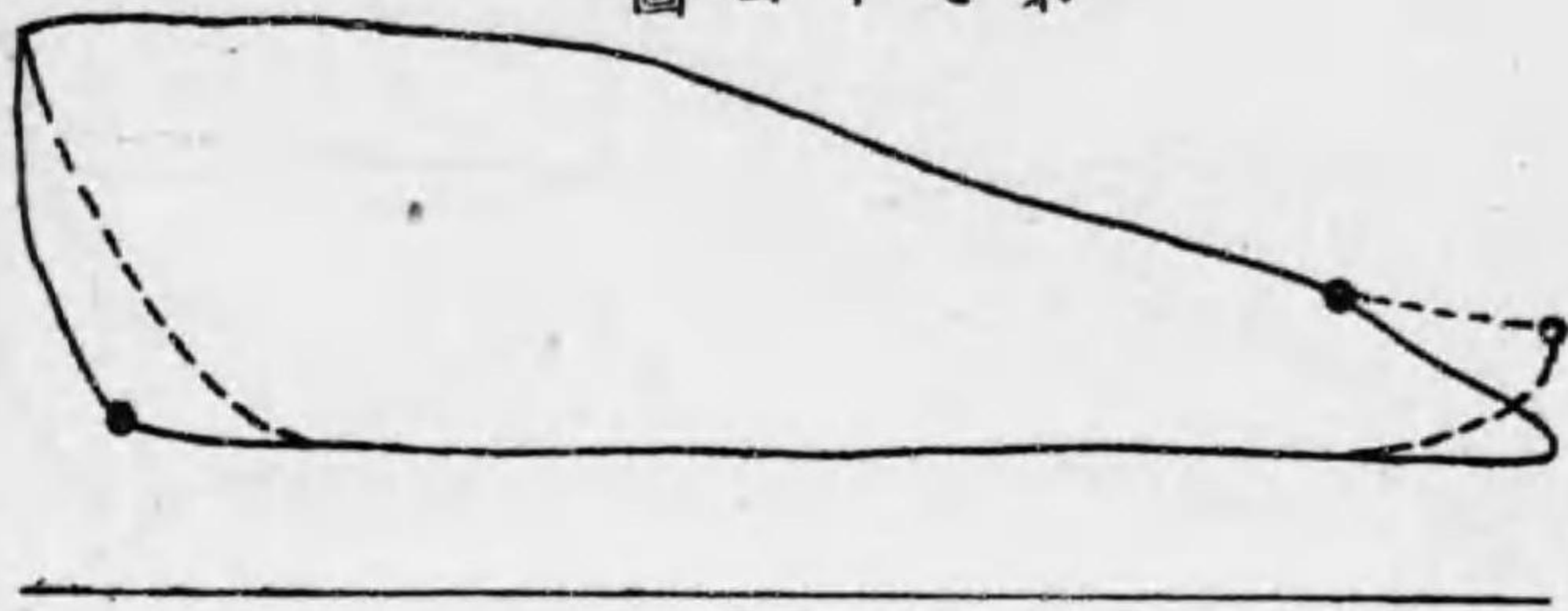
後れ、前の場合と反對の結果を生じてゐるの
がわかるであらう。

五〇、滑瓣の取附を誤りたる場合

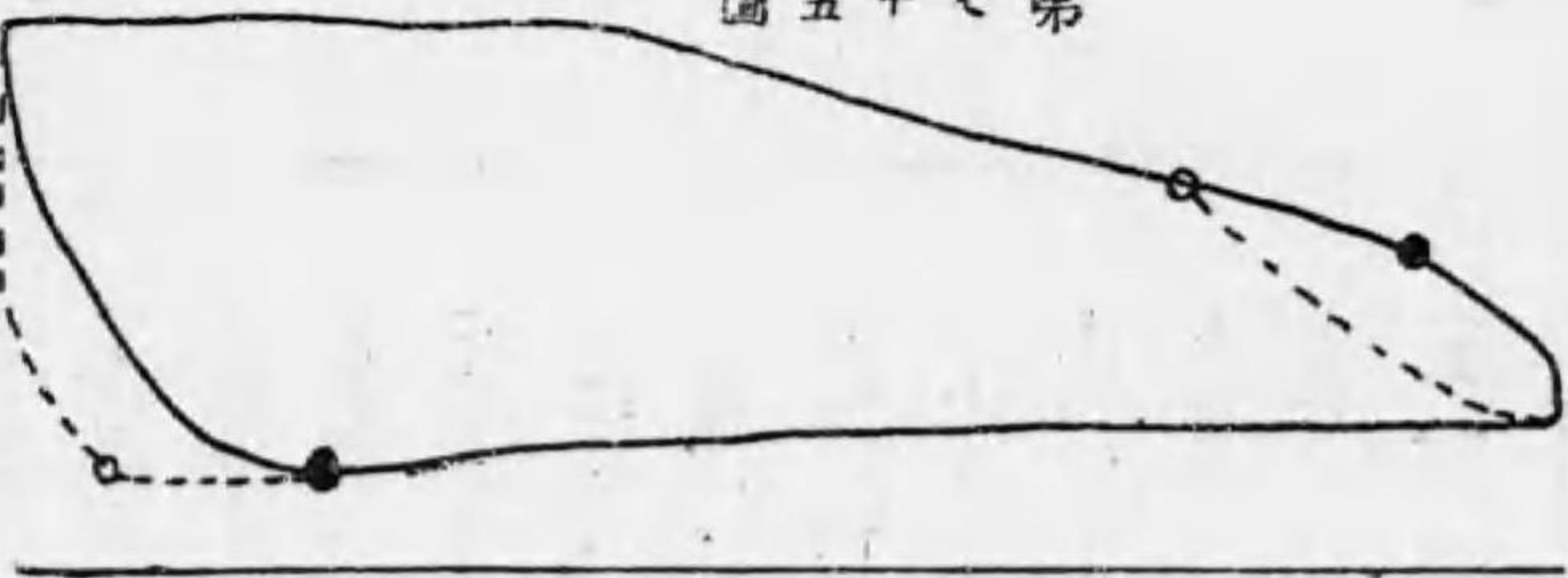
外側切斷滑瓣の場合と内側切斷滑瓣の場合とはその受くる影響が丁度正反對であるから外側切斷滑瓣の取附が上り過ぎた場合と、内側切斷滑瓣の取附が下り過ぎた場合とは同一の變化を生じ、又外側切斷滑瓣の取附が下り過ぎた場合と、内側切斷滑瓣の取附が上り過ぎた場合とは同一の變化を來すものであるから、こゝには外側切斷滑瓣の場合だけについてのぶることにする。

第七十六圖では點線を以て、外側切斷滑瓣が正當の位置よりもその取附が上り過ぎた場

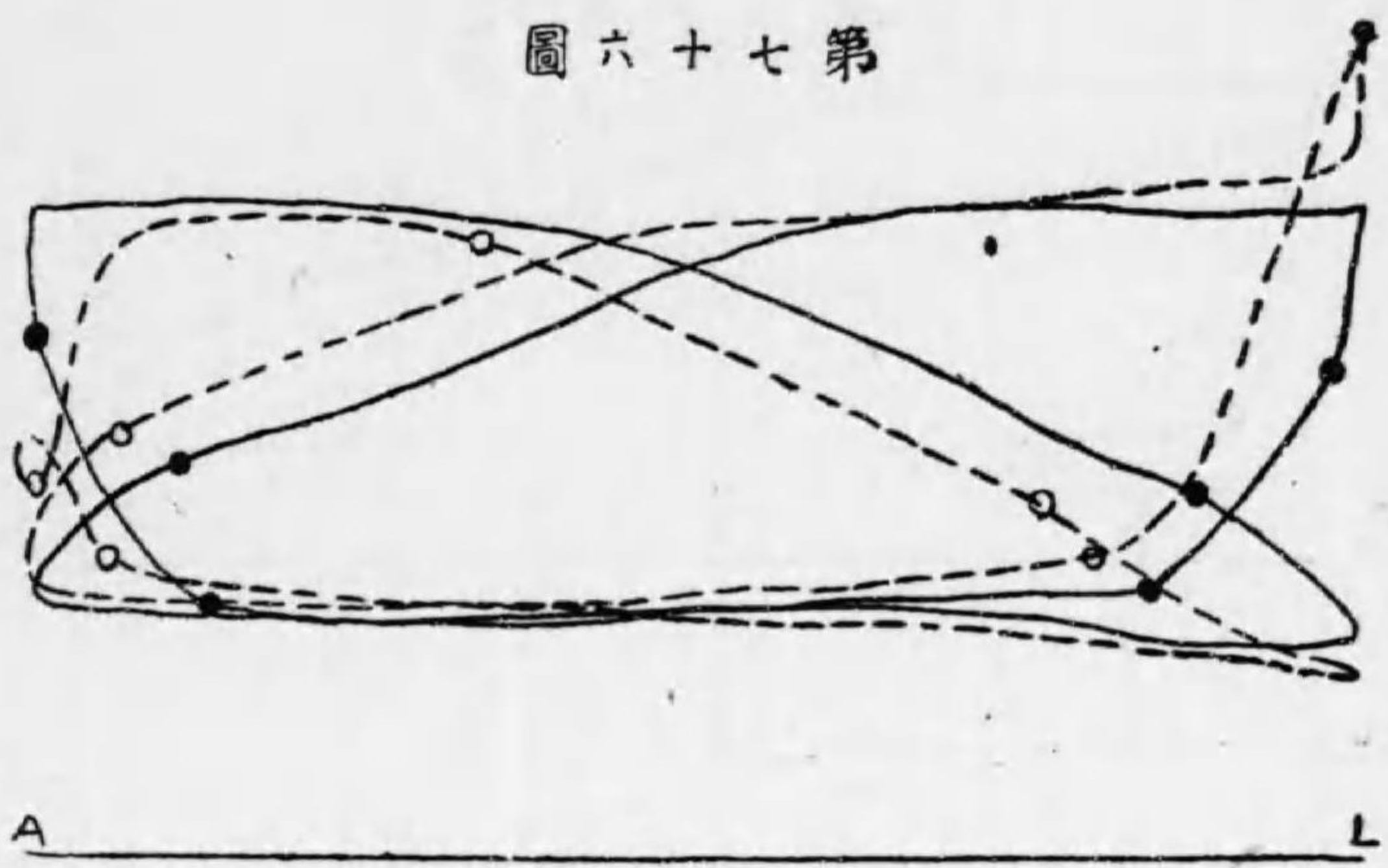
圖四十七第



圖五十七第



圖六十七第



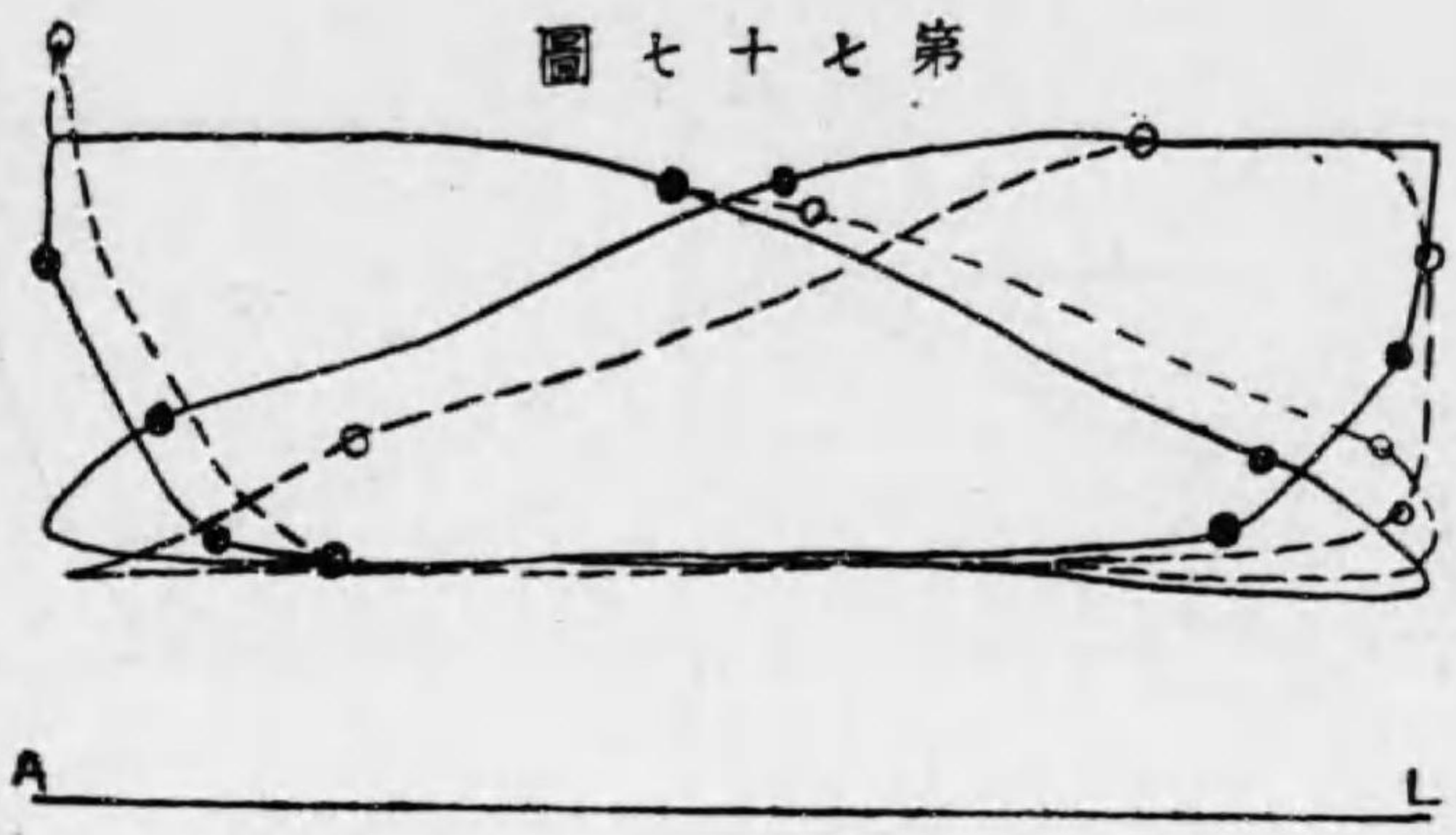
合(内側切斷滑瓣の場合では下り過ぎた場合)に示壓圖に及ぶ影響を示したもので、圖によつて明かな通り、上部圖では壓縮と給汽とが遅く起り、斷汽と逸汽とが早く起る。又下部圖では之と反對に壓縮と給汽とが早く、斷汽と逸汽とが遅い。之等の事實はツォイナ氏滑瓣圖によつて研究すれば直ちに了解出来る。

次に第七十七圖では點線を以て、外側切斷滑瓣の取附が正當の位置よりも下り過ぎた場合(内側切斷滑瓣の場合では上り過ぎた場合)に示壓圖に及ぼす影響を示したもので、上部圖では壓縮と給汽とが早く、斷汽と逸汽とが遅いが、下部圖では壓縮と給汽とが遅く、斷汽と逸汽とが早いのが特徴である。

五一、滑瓣の取附に弛みを生じたる場合

滑瓣を瓣鉗に取附くるには瓣の上部に於てはジャムナツ

圖七十七第

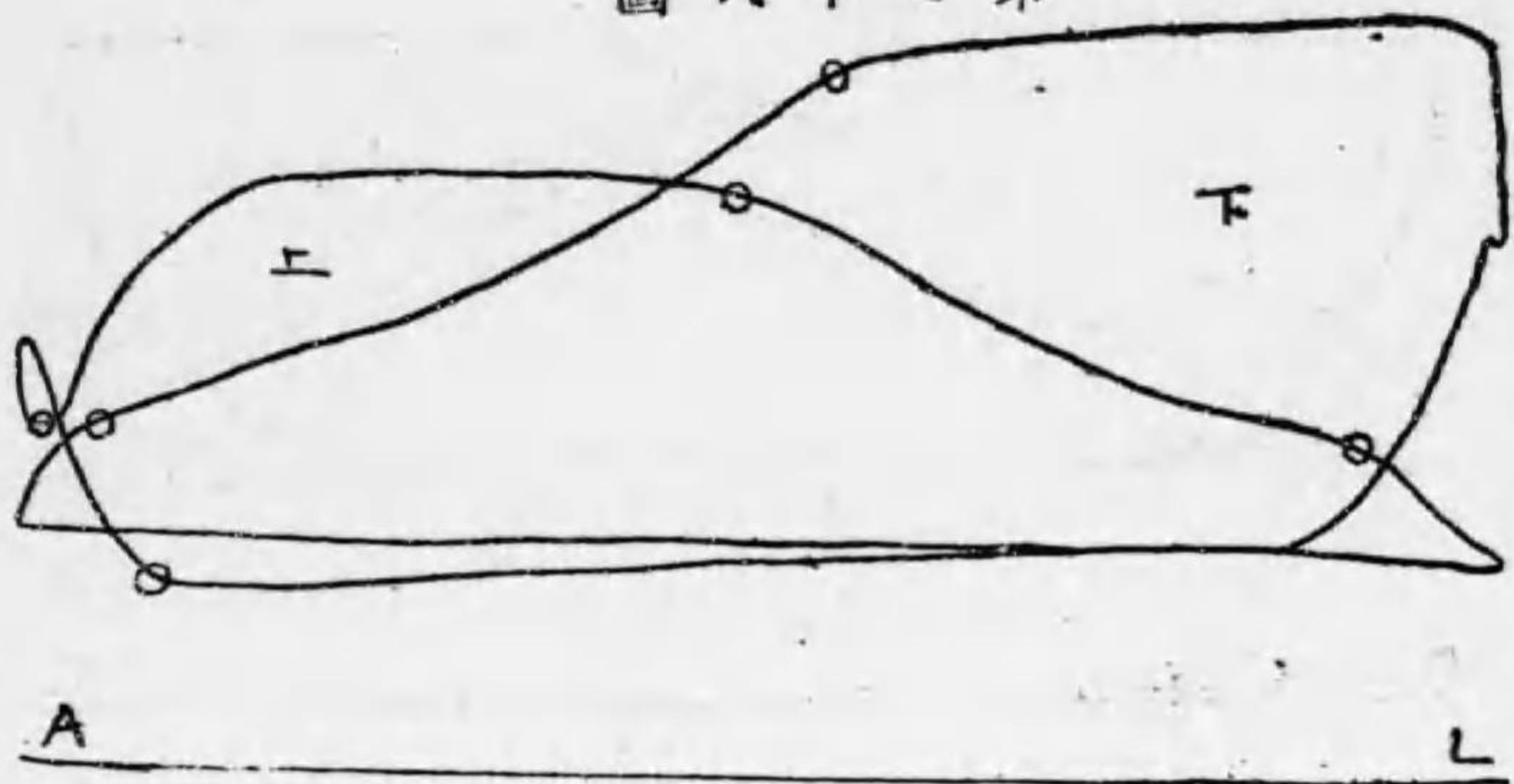


トを用ゐ、下部は鉗に圓錐部を設け之に座金を装置して固定してあるものであるが、そのジャムナツトが弛み又は隔心鉗下部の取附が弛み或は隔心鉗下端のライナーが脱出したる場合には瓣はその旅程を往復するに當りてロストモーションを起すものである。

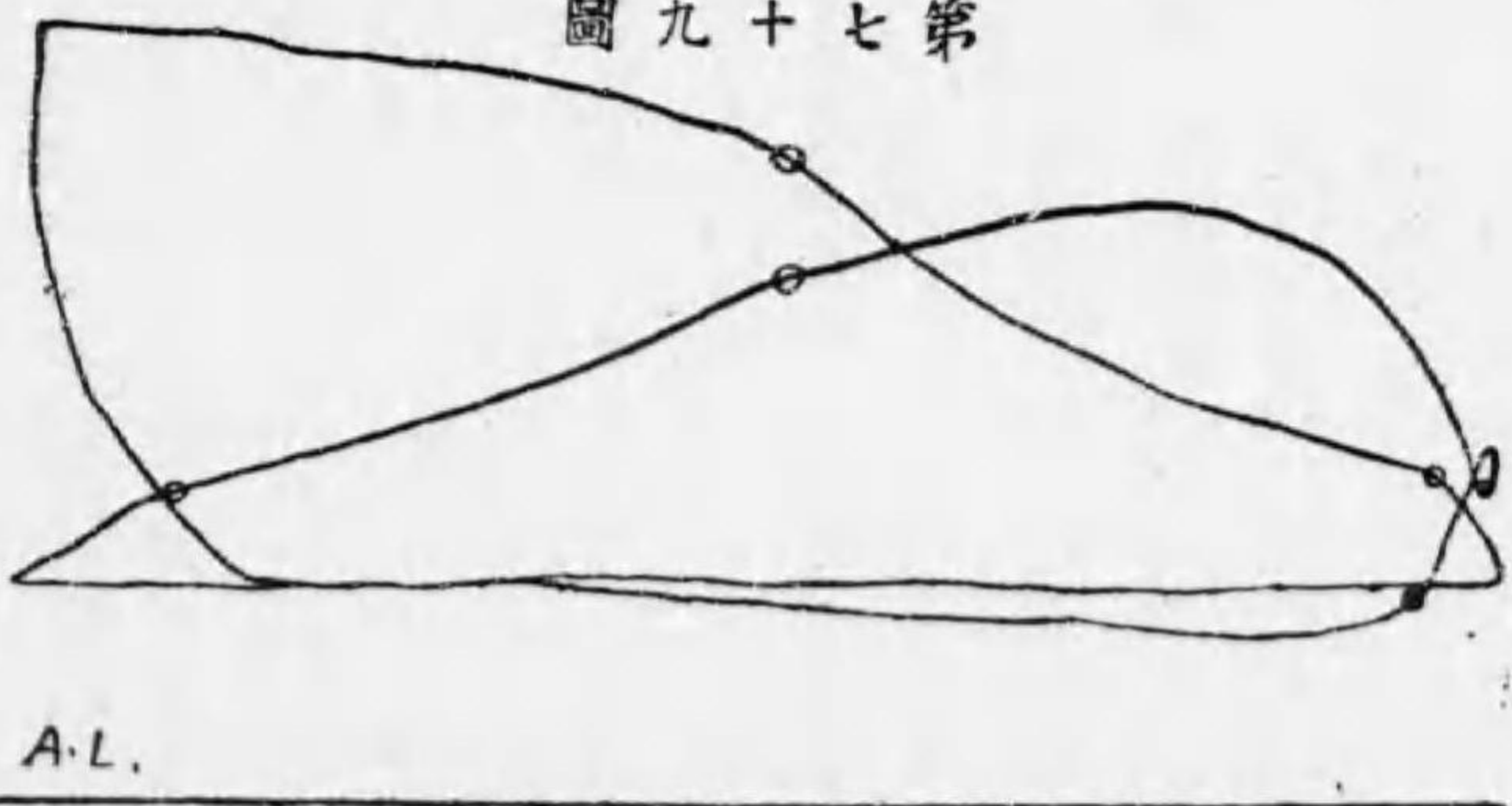
滑瓣取附の弛みを三種に分つことが出来る、その一は取附の上部に於て弛みたる場合、第二は取附の下部に於て弛みたる場合、又は隔心鉗下端のライナーが脱出したる場合、第三は上下兩端に於て共に弛みたる場合である。此の場合でも亦前節に於けると同様に、内側切斷滑瓣と外側切斷滑瓣とは、その動作が丁度正反對であるから、外側切斷滑瓣で上部取附の弛みたる場合と、内側切斷滑瓣で下部取附が弛みたる場合とは同一の影響を來し、又外側切斷滑瓣で下部取附が弛みたる場合と内側切斷滑瓣で上部取附が弛みたる場合とは同一の變化を來すものであることを先以て考慮に入れて置かねばならぬ。

滑瓣の上部取附弛みたる場合、にはその上昇旅程に於てはその

圖八十七第



圖九十七第



動作は普通であるが、下降旅程では丁度瓣の取附が高過ぎたのと同様な作用をなすものである。之は瓣鉸がその旅程の上端に達し、再び下降旅程を初むれば、瓣鉸は上部取附の弛み丈の距離は瓣を残したまゝ、下降し（瓣は汽壓のため常に汽笛面に壓着されてゐる）瓣鉸の上部取附母螺が瓣の上縁に當つて初めて瓣を下降せしむるのであるから、瓣は下降旅程では丁度その取附が高過ぎたのと同一の結果

を生ずるのである。

滑瓣の下部取附弛みたる場合 にも同様なわけで、瓣の動作は下降旅程では普通であるが上昇旅程では恰も瓣の取附が下り過ぎたのと同一の結果を生ずる。

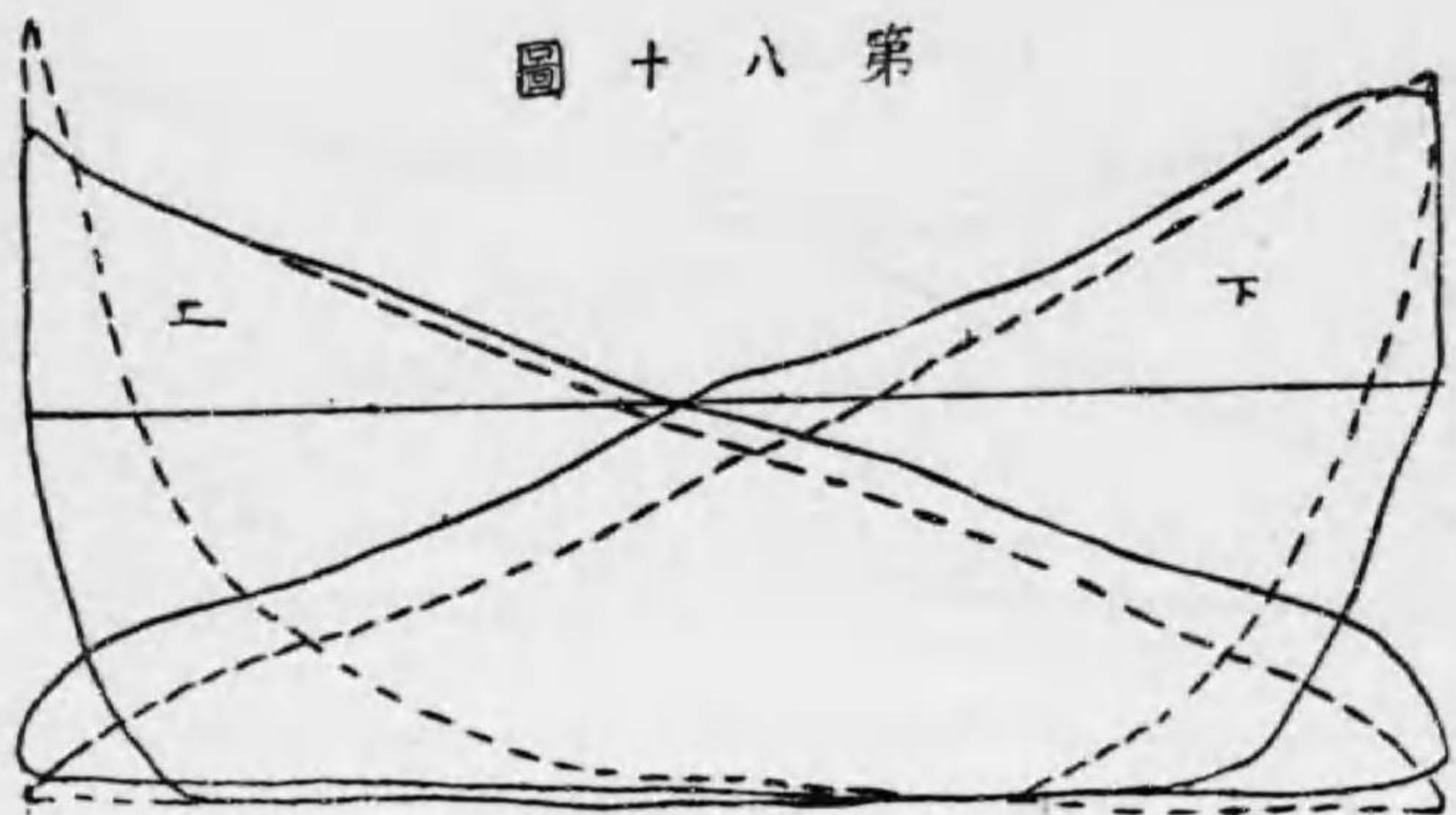
滑瓣の上下取附弛みたる場合 には上昇旅程では瓣はその位置下り、下降旅程ではその位置上つたのと同一の結果を生ずるものである。

第七十八圖は外側切斷滑瓣で上部取附が弛みたる場合（内側切斷滑瓣では下部取附が弛みたる場合）の變化を示すものでその要點は次のやうである。

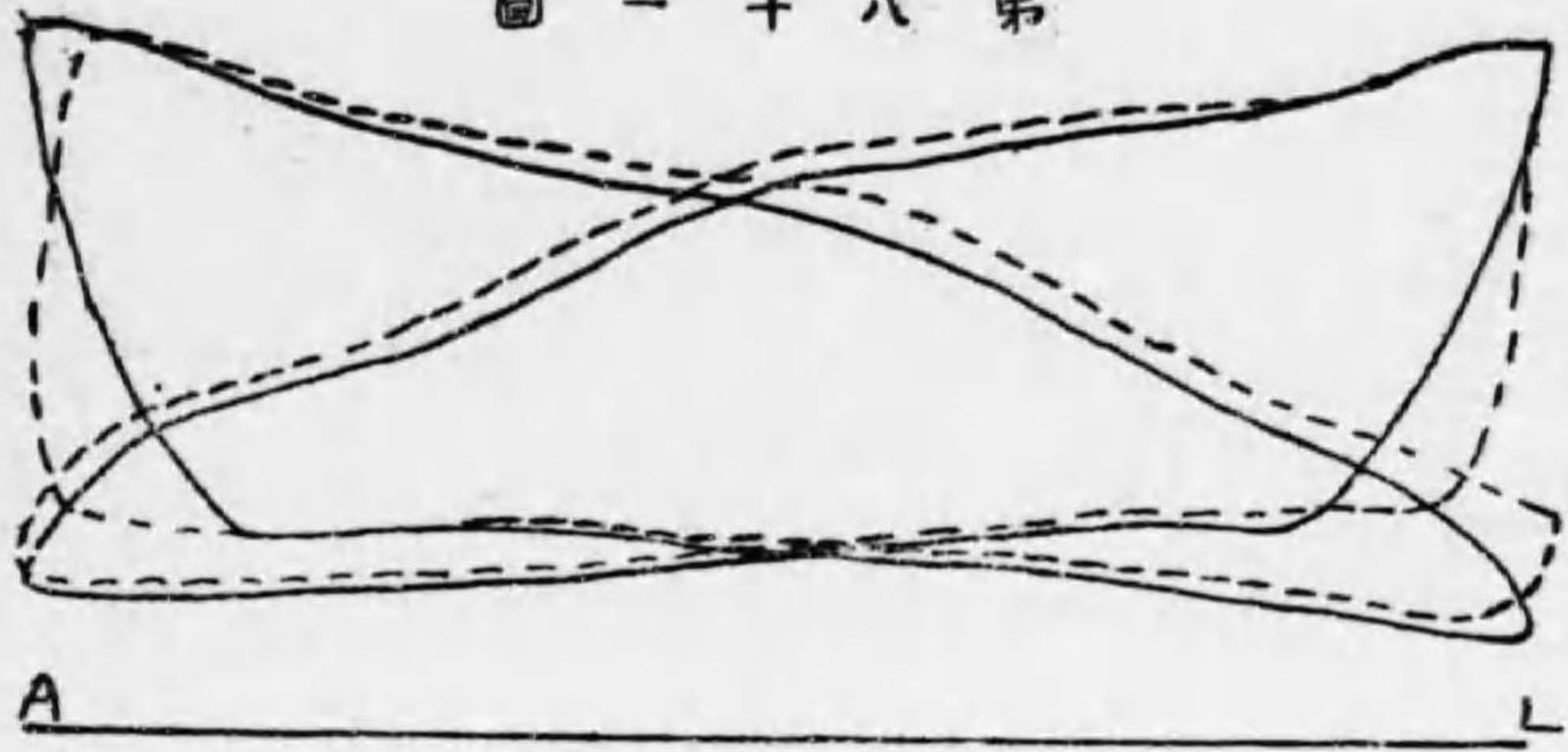
- 上部 給汽と壓縮とが遅く 斷汽と逸汽とは變りなし
- 下部 斷汽と逸汽とが遅く 給汽と壓縮とは變りなし

第七十九圖は外側切斷滑瓣で下部取附（内側切斷滑瓣では上部取附）が弛みたる場合の變化を示すものでその要點は次のやうで

圖十八第



圖一十八第



ある。

上部 断汽と逸汽とが遅く 給汽と壓縮に變りなし
 下部 給汽と壓縮とが遅く 断汽と逸汽に變りなし

五二、隔心器の前進角度が過大なる場合

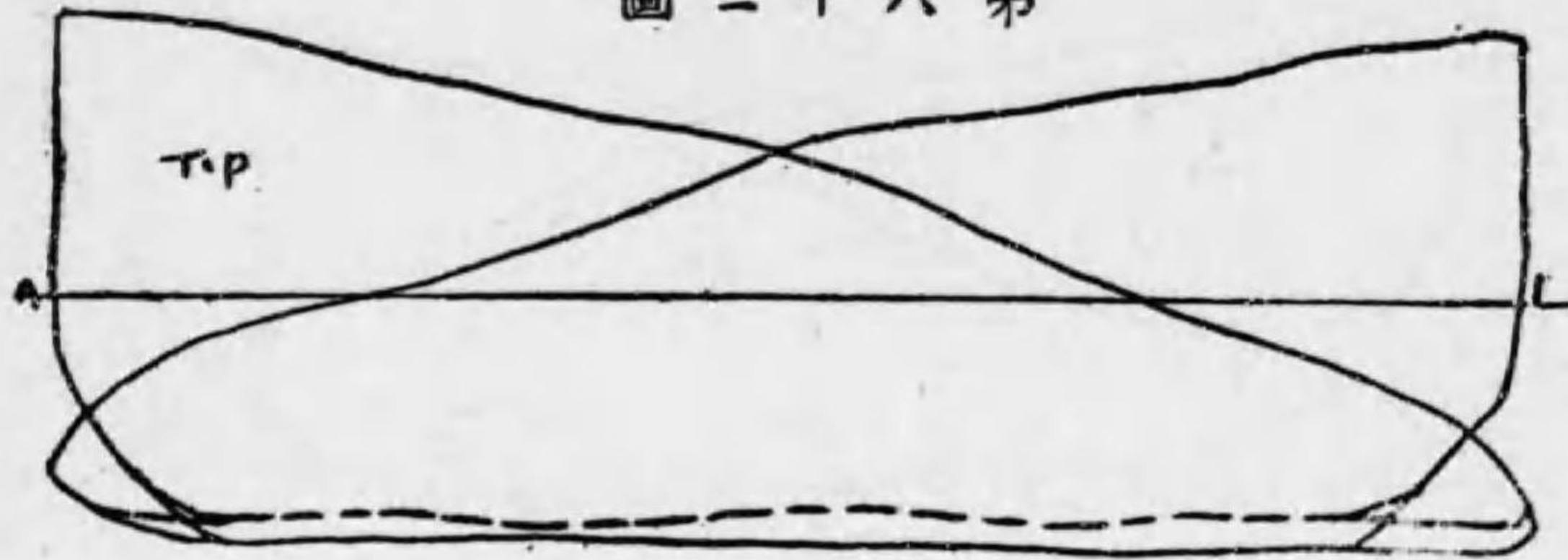
ツオイナー氏滑瓣圖により滑瓣の動作を研究するときには直ちに了解することが出来るやうに、此の場合では第八十圖に示す通り、滑瓣のすべての動作の時期が早くなるから、終末汽壓及背壓減少し、壓縮過大となり、圖形は偏平となる。

リンクングアップした場合も亦同様の變化を生ずるものである。

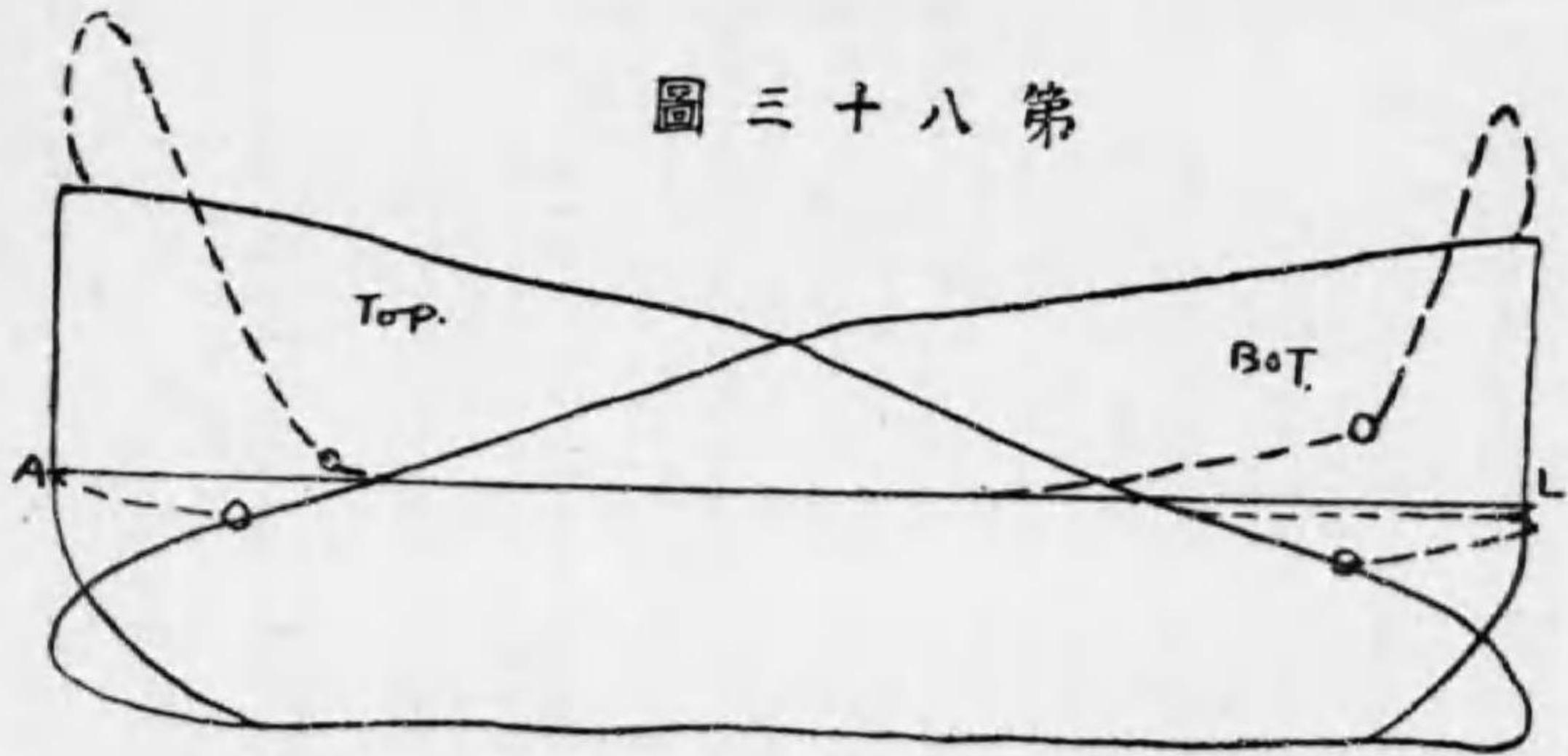
五三、隔心器の前進角度が過小なる場合

此の場合は前節の場合と反對に、滑瓣のすべての動作の時期が遅くなるから、従て終末汽壓と背壓とは高まり、壓縮の減少すること第八十一圖に示す通りである。

圖二十八第



圖三十八第

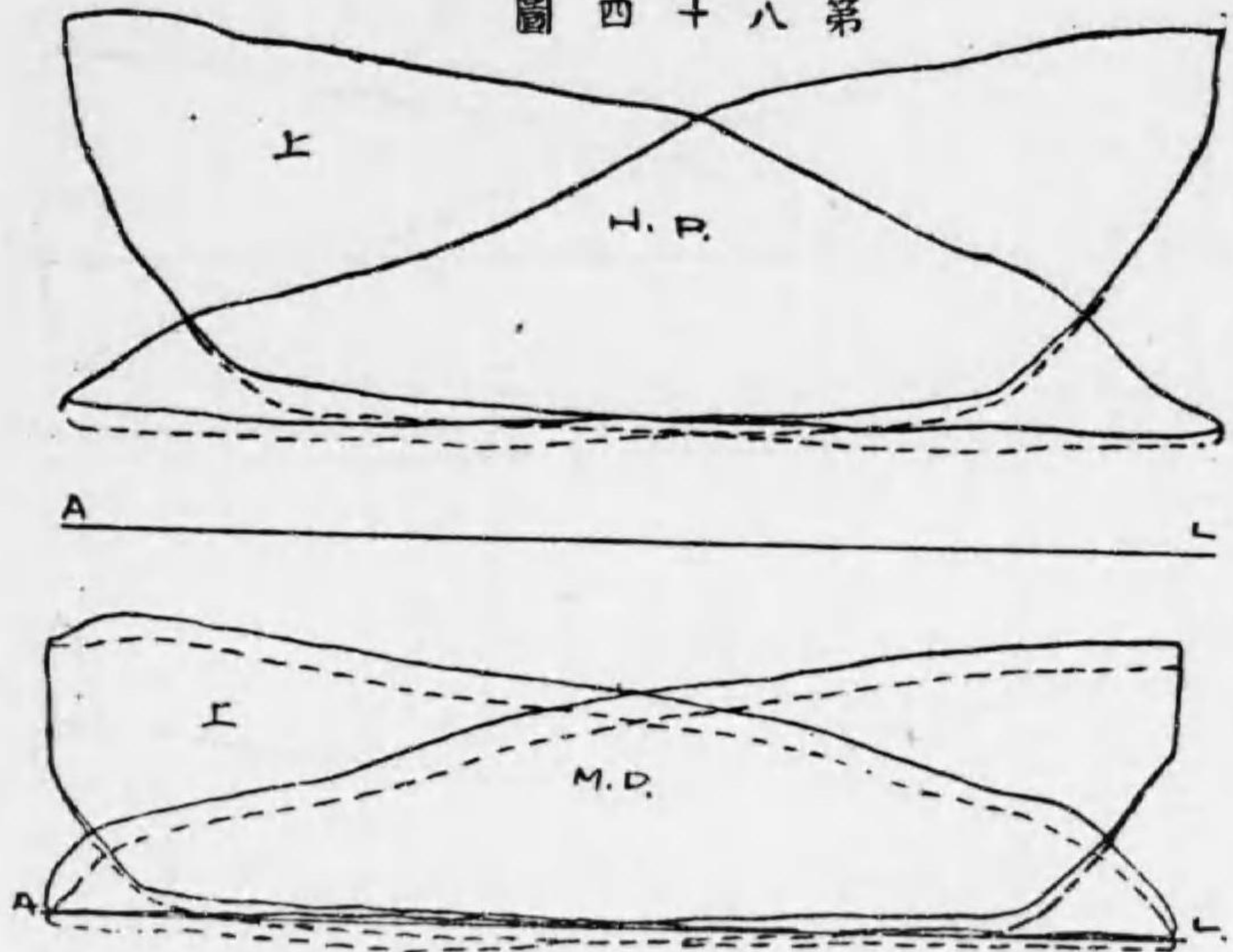


リンクングダウンした時も亦同様の結果を生ずるものである。又隔心器及帶輪(Shap)の摩損した時、リンクモーションの栓又はブロック等の摩損した場合も同様である。

五四、真空損じたる場合

すべて冷汽器内の真空が損ずれば、低壓汽筒内の背壓が上昇するものであるがあまり甚しくない場合には第八十二圖に示す通り、背壓線が僅かに上昇するに止まるが、例へば排氣唧筒の破損等のために全然真空が損失した場合にはその背壓線は第八十三圖に示す通り、大氣壓線と同一となり、従てその壓縮の壓力は初汽

圖四十八第



壓よりもはるかに高くなるから茲に圖に示すやうな壓縮ループが描かるるのが常である。

五五、汽管の徑に變更を來したる場合

例へば高壓汽管に内筒を新設したるため、その直徑減少したる如き場合、又は削正等のために汽管の徑が増大したる場合を考ふるに、三聯成汽機で高壓汽管の直徑が減少した場合には、斷汽點其他に變りがなければ、直徑減少のために高壓汽管に要する蒸氣の分量は從來よりも減少するから中壓汽管及收汽室の容積が從來通りとすれば、中壓收汽室内の汽壓は減少し、結局中壓汽管に於ては蒸氣の供給不十分となる、それで斯様な場合には、高壓汽管の背壓と中壓汽管の初汽壓及終末汽壓は同様に減少するのが通例であるが、扱て汽機

全體の實馬力はどうかといふに斷汽點が同じとすれば吸鑿面積の減少により高壓汽管内に供給せらるる蒸氣の分量が減少するから、汽機全體の實馬力は減少するものである。

之に反し高壓汽管の徑が削正等のために増大した場合には、各行程に高壓汽管内に侵入する蒸氣の分量が多いから、従つて高壓の終末汽壓及背壓を増加し、又中壓汽管に於ても初汽壓、終末汽壓背壓が増加し、低壓汽管では、初汽壓と終末汽壓とが増して背壓は冷汽器に餘裕さへあれば變りが無いから、結局汽機全體の實馬力は増加することとなるのである。第八十四圖は高壓汽管に内筒を新設してその經を減少した場合の變化を點線を以て示したものである。

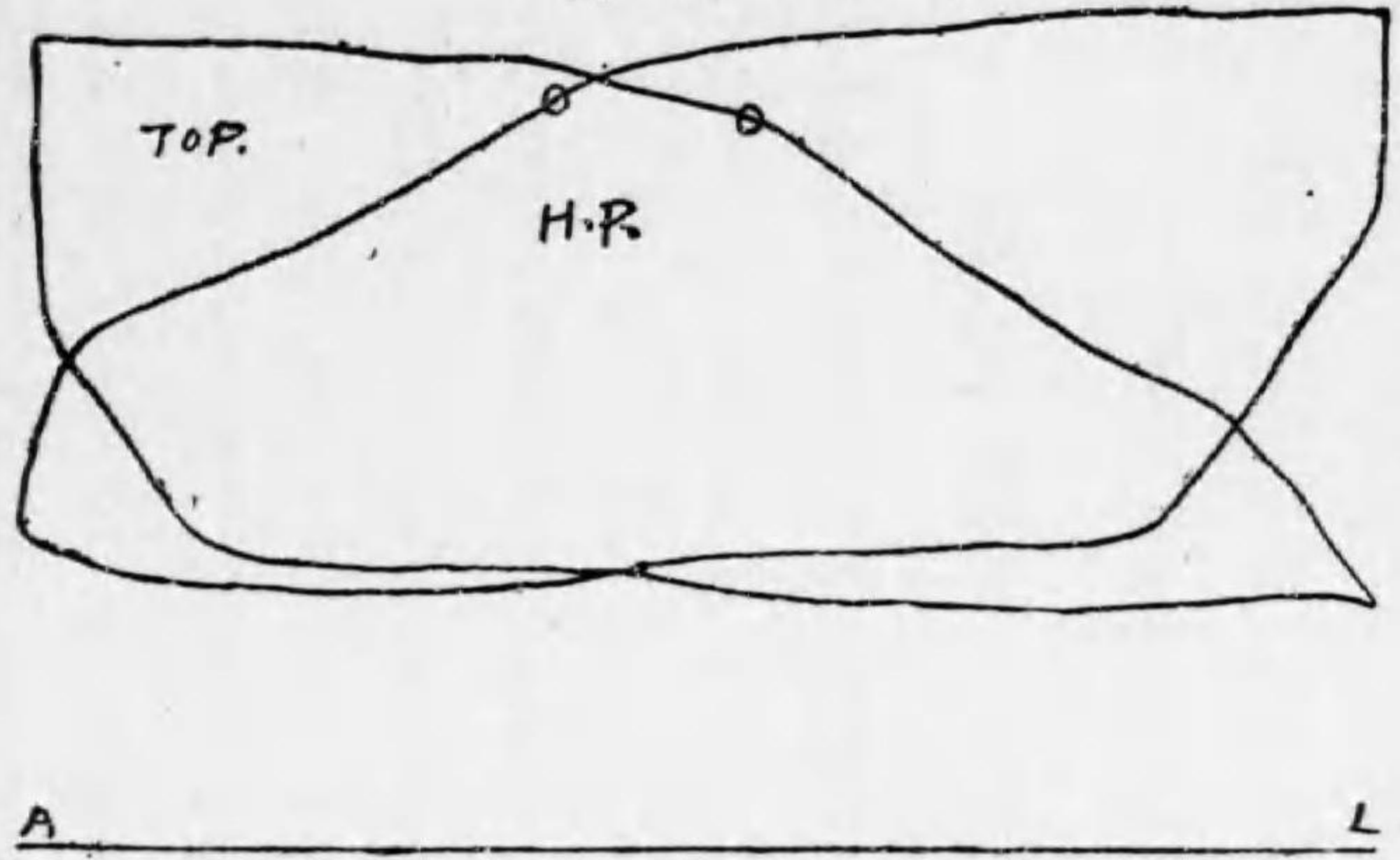
同様な理屈で推して行けば、中壓汽管の徑を小にすれば高壓の背壓と中壓の初汽壓、終末汽壓は増加するが中壓の排汽及低壓の蒸氣壓力には大した影響を及さないことになるのである。

第五章 各種働瓣装置の特性

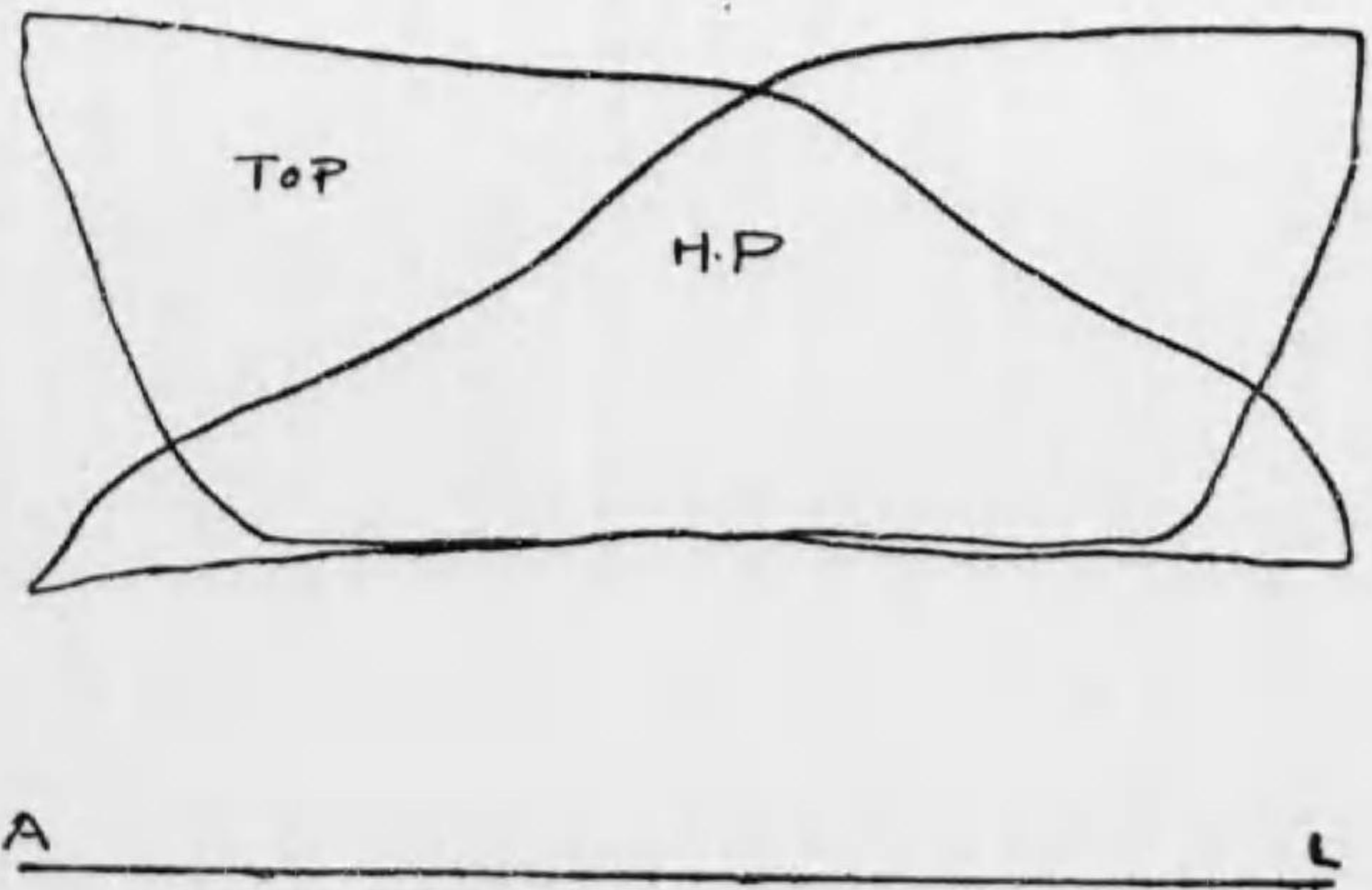
五六、ハツクウチース式働瓣装置を有する場合の示壓圖

第八十五圖に示す示壓圖はハツクウチース式働瓣装置を有する汽機の示壓圖に普通あらはるべき特性を示したもので第三節にのべた通り、上下斷汽點は等しいか又は下部斷汽が遅いのがその特徴

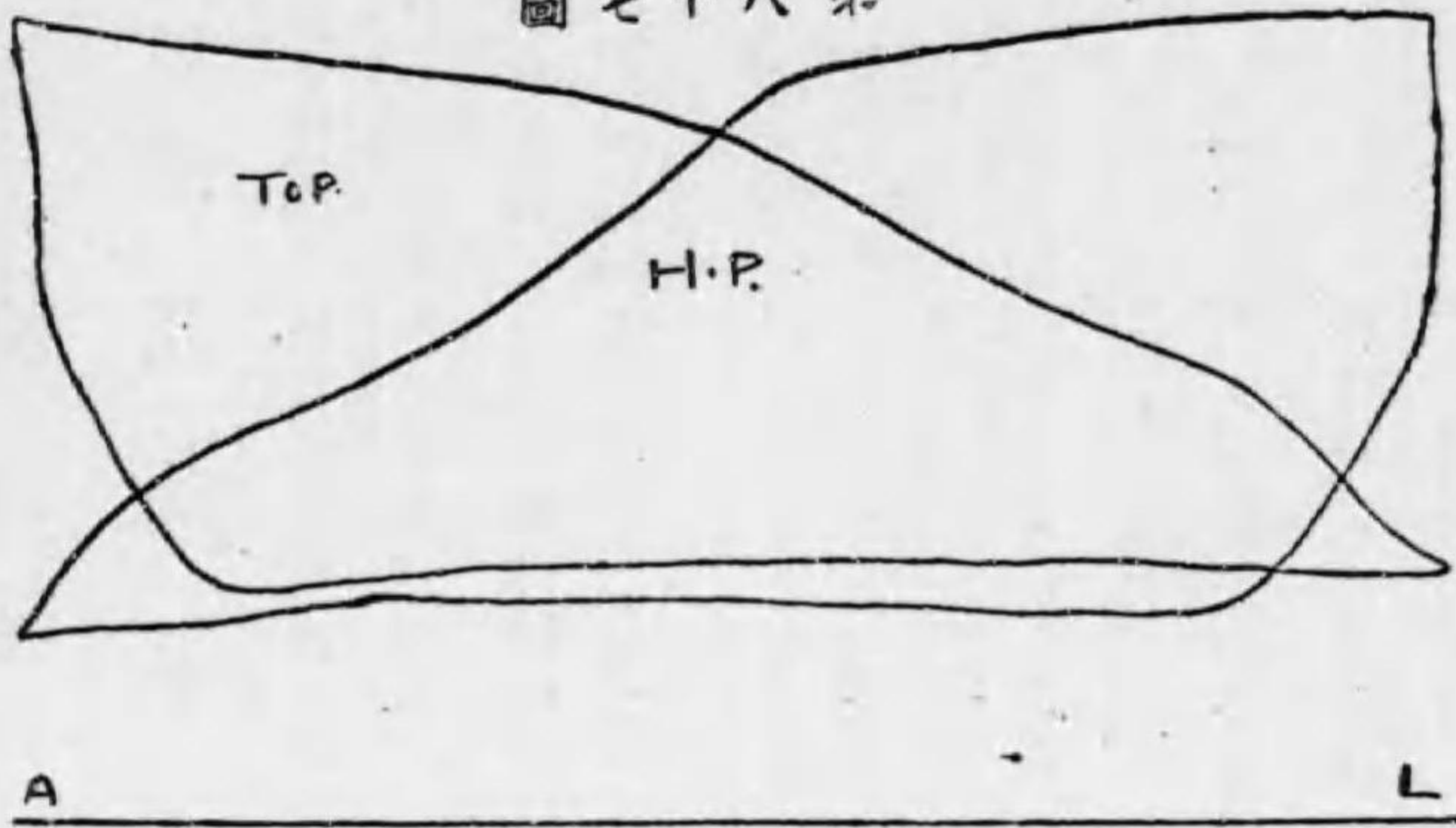
圖五十八第



圖六十八第



圖七十八第



ある。

五七、ブロック式働弁装置を有する場合の示壓圖

第八十五圖に示すものごその特性は酷似するものである。

五八、マーチンアンドリウス弁を用ゐたる

場合の示壓圖

第八十六圖はその一例を示したもので、蒸氣線の傾斜少くワイヤードローイング僅少なるはその特徴である。

五九、ブレム式働弁装置を有する場合の

示壓圖

第八十七圖はブレム式働弁装置を有する高壓汽笛の示壓圖であるが、上下の斷汽が同一であるのは注意すべき點である。

第六章 復水量及蒸氣消費量等

六〇、熱 及 仕事

熱と仕事とは互に相轉換し得べきものであつて、汽笛内の蒸氣が七百七十八呎封度の仕事を爲す毎に一英熱位の熱勢力が仕事に轉換せられる、言葉を換へていへば、蒸氣は七百七十八呎封度の仕事を爲す毎に一英熱位の割合で、その熱勢力を發散し之に従て復水するものである。

蒸氣が仕事を爲すに際しその有する熱勢力を失ひ復水を生ずる分量は次のやうにして算定するこゝが出来る。

$$\frac{\text{毎分時に爲さるべき仕事}}{\text{毎分より失はるべき熱量}} = \frac{\text{汽笛内に發生する實馬力} \times 33000}{778} - Q(T_1 - T_2) = \text{復水を生ぜしむべき熱量}$$

$$\frac{\text{X 實馬力} \times 33000}{778} - Q(T_1 - T_2) = \text{復水量(封度)}$$

但し $Q = X$ 實馬力を發生せしむるに要せし蒸氣の量

$T_1 =$ 初汽壓の温度

$T_2 =$ 排汽の温度

或る壓力に於ける蒸氣の全熱量及温度等は飽和蒸氣表によりて求むべきである。

例 高壓汽笛内に發生したる實馬力五百、初汽壓百八十封度、排汽の壓力が六十二封度であるとき毎分時に該汽笛内に於て生ずる復水量を求めよ、但し蒸氣は汽笛に入りたる當初は完全に乾燥してゐたもので一時間の蒸氣消費量は七千五百封度とする。

解

$$\text{復水熱量} = \frac{500 \times 33000}{778} - 7500 \times (379.3 - 309) + 60 = 12420.5 \text{ B. T. U.}$$

$$\text{復水量} = \frac{12420.5}{1197.6} = 10 \text{ 封度} \quad \text{答}$$

六一、三聯成汽機に於て各汽笛に存在する蒸氣量

高 壓 汽 笛

プライミングの起らない場合には高壓汽笛内に供給せらるる蒸氣はほとんど乾蒸氣に近いものであるから行程の初めに於て高壓汽笛に供給せられた蒸氣の重さが一封度あつたとしたならば、行程の終りに於ては温度の變化及熱が仕事に轉換せられた爲めに起る復水量に相當する量丈け蒸氣の分量は減少してゐるに違ひ無い。

中 壓 汽 箱

高壓汽箱から中壓汽箱に供給さるる蒸氣は最早や一封度以下になつてゐるがその上更に中壓汽箱内で温度の變化及仕事をなすためにそれに相當するだけ復水を生ずるから低壓汽箱には僅かにその殘部が行くわけである。

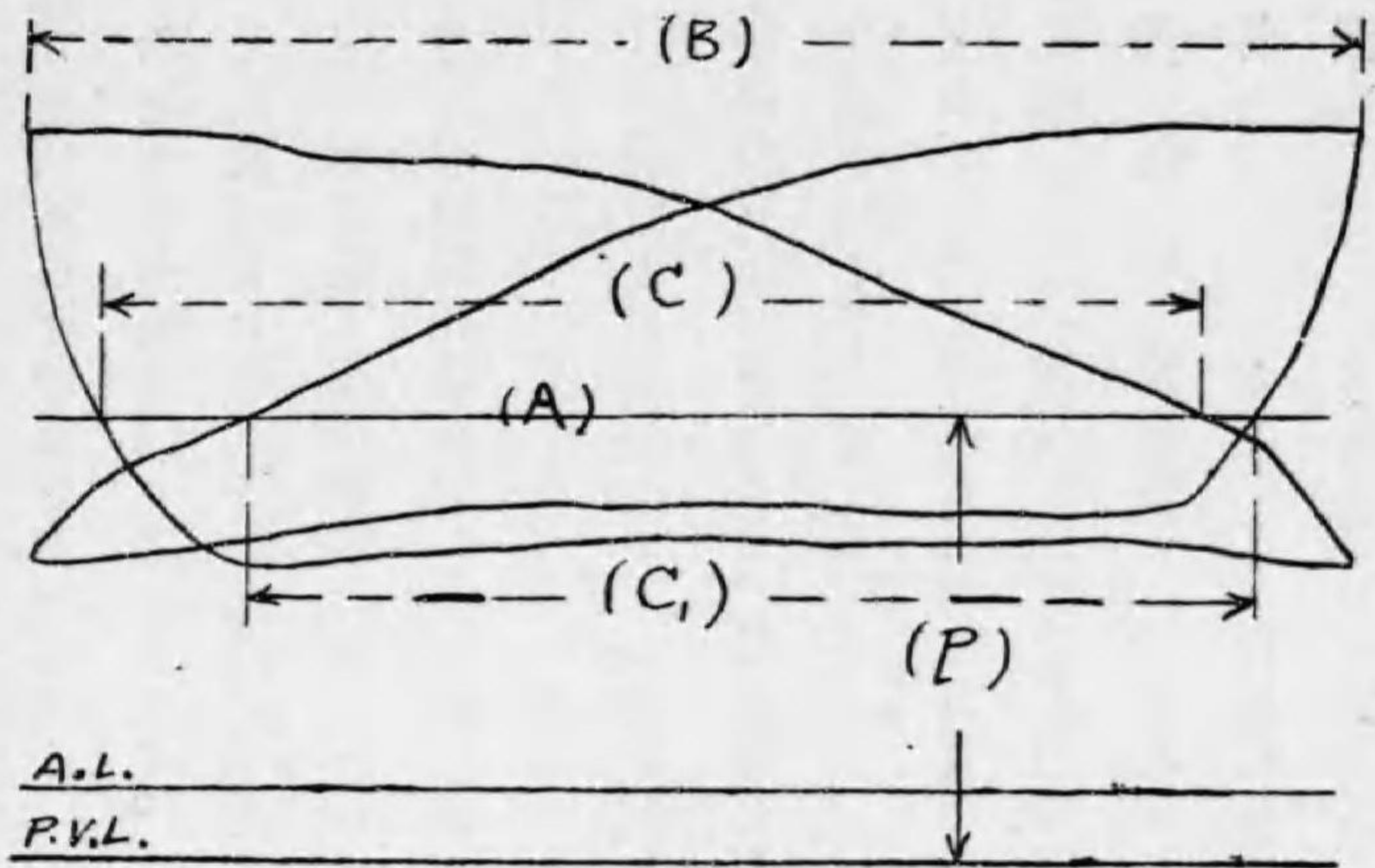
低 壓 汽 箱

高中壓兩汽箱に於てその一部を失ふた殘汽は低壓汽箱内に入り温度の變化及仕事のために更に復水を生ずるものである、それで高壓汽箱に供給された蒸氣の重さから低壓汽箱内に於て膨脹後に殘存してゐる蒸氣の重さを減した残り即ち汽機全體に亘つて復水した分量である。此の復水は已にのべた通り蒸氣が仕事を爲したためと、已に排汽のために冷却してゐる汽箱壁に高温度の蒸氣が當つて冷却さるるのとの二つの原因によるものである。然し蒸氣の壓力が急速に降つて膨脹するに當つては汽箱の温度が比較的高いために蒸氣に加熱するから所謂再蒸發が起るので斯くの如き場合に生ずる復水量は仕事によるものばかりと考へて差支ない。

(二四六頁第百節
第五號參照)

汽箱内で再蒸發が起るのは膨脹によつて充分汽壓が降りその際發散した熱が復水を蒸發せしむる

第 八 十 八 圖



第六章 復水量及蒸氣消費量等

に足る如き場合である。それで高壓汽箱内で再蒸發した蒸氣は中壓汽箱に入つて仕事を爲し、中壓汽箱内で再蒸發した蒸氣は低壓汽箱内で仕事を爲すが、低壓汽箱内で再蒸發した蒸氣はそのまま冷汽器に入るから何等有效なる仕事をなさないものである、故に再蒸發の立場から考ふるときは三聯成汽機は二聯成汽機よりも效率が高く、又二聯成汽機は單式汽機よりも效率が高い勘定になるのである。

六二、蒸氣消費量を求むる法

第一法

1、第八十八圖に示す如く示壓圖に於て逸汽點の直前に相當する點を過ぎり膨脹線と壓縮線とに同時に交る水平線Aを引き、その上部圖によりて區劃せられたる線分の長さをC、下部圖によりて區劃せられたる線分

- の長さをC₁としその長さを測る。
- 2、示壓圖の全長を測り之をBとす。
 - 3、大氣線以下十五封度の所に完全真空線 P.V.L. を引く。
 - 4、完全真空線よりA線迄の高さをその示壓圖の描かれた發條の縮尺にて測りA線が示す絶対汽壓 P 封度を求め飽和蒸氣表により此の絶対汽壓に相當する蒸氣密度 d を求め次の計算によりて蒸氣消費量を求むるものである。

$$\frac{\text{一回轉の蒸氣消費量}}{\text{一回轉の蒸氣消費量}} = \frac{\text{吸鑄面積(平方吋)} \times \text{行長(呎)} \times (C + C_1) \times d}{144 \times B}$$

今吸鑄の直徑をD吋とし、行長をL呎とすれば

$$\frac{\text{一回轉の蒸氣消費量}}{\text{一回轉の蒸氣消費量}} = \frac{D^2 \times 7854 \times L \times (C + C_1) \times d}{144 \times B}$$

例 次のデータを有する三聯成汽機の示壓圖より各汽笛内の蒸氣消費量を求めよ (關係示壓圖、第八十八圖(高壓)、第八十九圖(中壓)、第九十圖(低壓))

汽笛の徑	二四吋	三九吋	六四吋
行長	四二吋(三呎半)		
汽壓(汽罐)	一六二封度		

同	(高壓)	一五三封度		
同	(中壓)	六〇封度		
同	(低壓)	一二封度		
真空		二〇吋		
回轉數(毎分)		六〇		
發條の縮尺	高壓	1/2	中壓	
平均壓力	高壓	六〇・七	中壓	二六・五
	高壓	三四九・四	低壓	一〇
	中壓	四〇二・九		
	低壓	四〇九・四		
實馬力合計		一一六一・七		

一時間一實馬力ノ石炭消費 一・六一封度

速力 一〇・七五節

海水の溫度 八〇度(華氏)

給水の温度

一六八度(華氏)

高壓汽笛(第八十八圖)

$$= 4 \frac{13}{16} \text{ 吋}$$

$$C = 3.875 \text{ 吋}$$

$$C_1 = 3.5625 \text{ 吋}$$

$$P = 103 \text{ 封度}$$

$$d = 0.236$$

一回轉の蒸氣消費量

$$= \frac{24^2 \times .7854 \times 3.5 \times (3.875 + 3.5625) \times .236}{144 \times 4.8125} = 4.01 \text{ 封度} \quad \text{答}$$

中壓汽笛(第八十九圖)

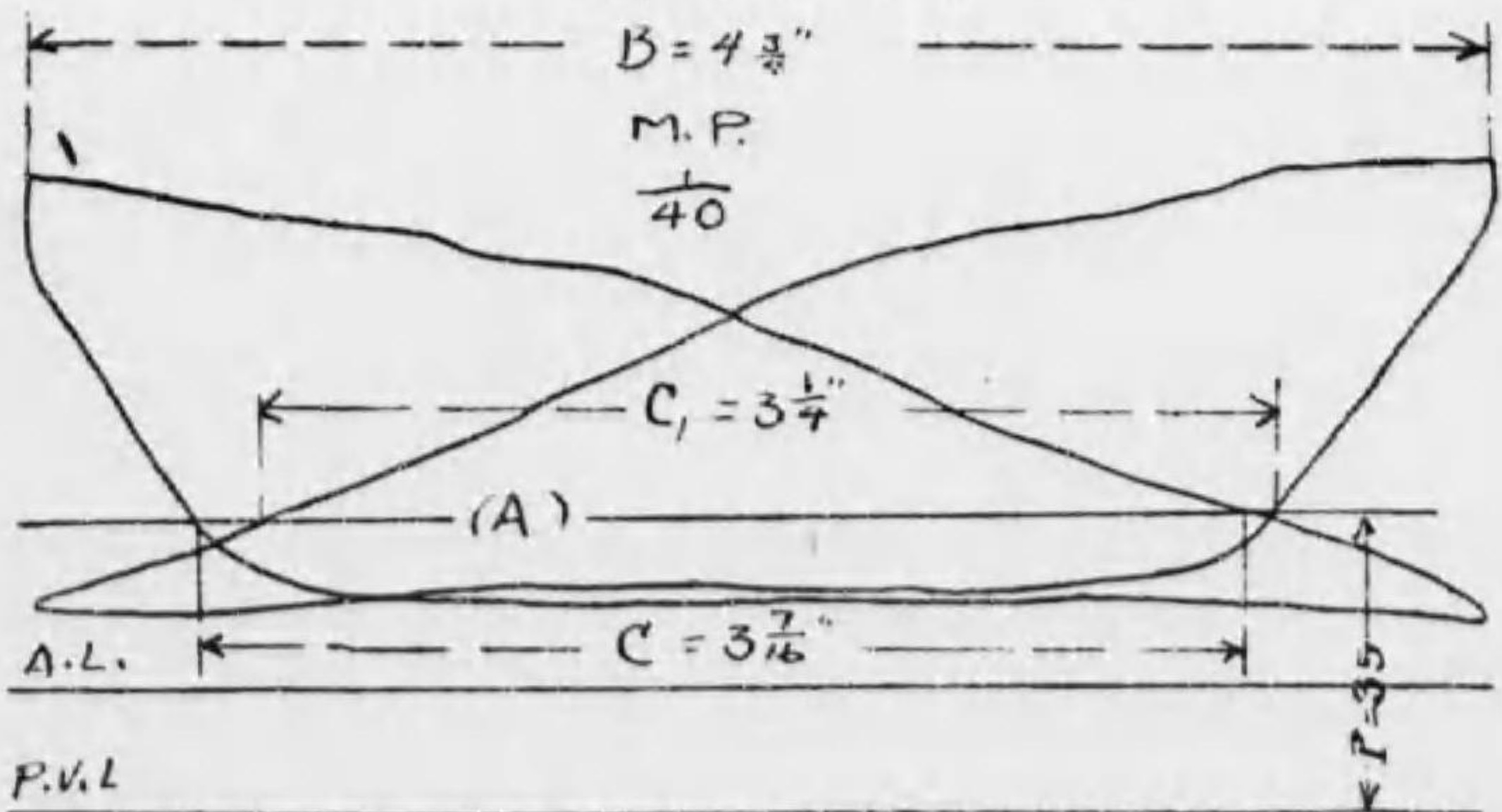
B、C、C₁、Pは圖に示す通りで

$$d = .08513$$

一回轉の蒸氣消費量

$$= \frac{39^2 \times .7854 \times 3.5 \times (3.4875 + 3.25) \times .08513}{144 \times 4.75} = 3.42 \text{ 封度} \quad \text{答}$$

圖九十八第



一一六

低壓汽笛(第九十圖)

B、C、C₁、Pは圖に示す通りで

$$d = .02817$$

一回轉の蒸氣消費量

$$= \frac{64^2 \times .7854 \times 3.5 \times (3.25 + 3.5) \times .02817}{144 \times 4.6875} = 3.17 \text{ 封度} \quad \text{答}$$

第二法(第九十一圖)

此の法は第一法中(C+C₁)の代りにCを用ひたるまでに
て其の他第一法と變り無し。

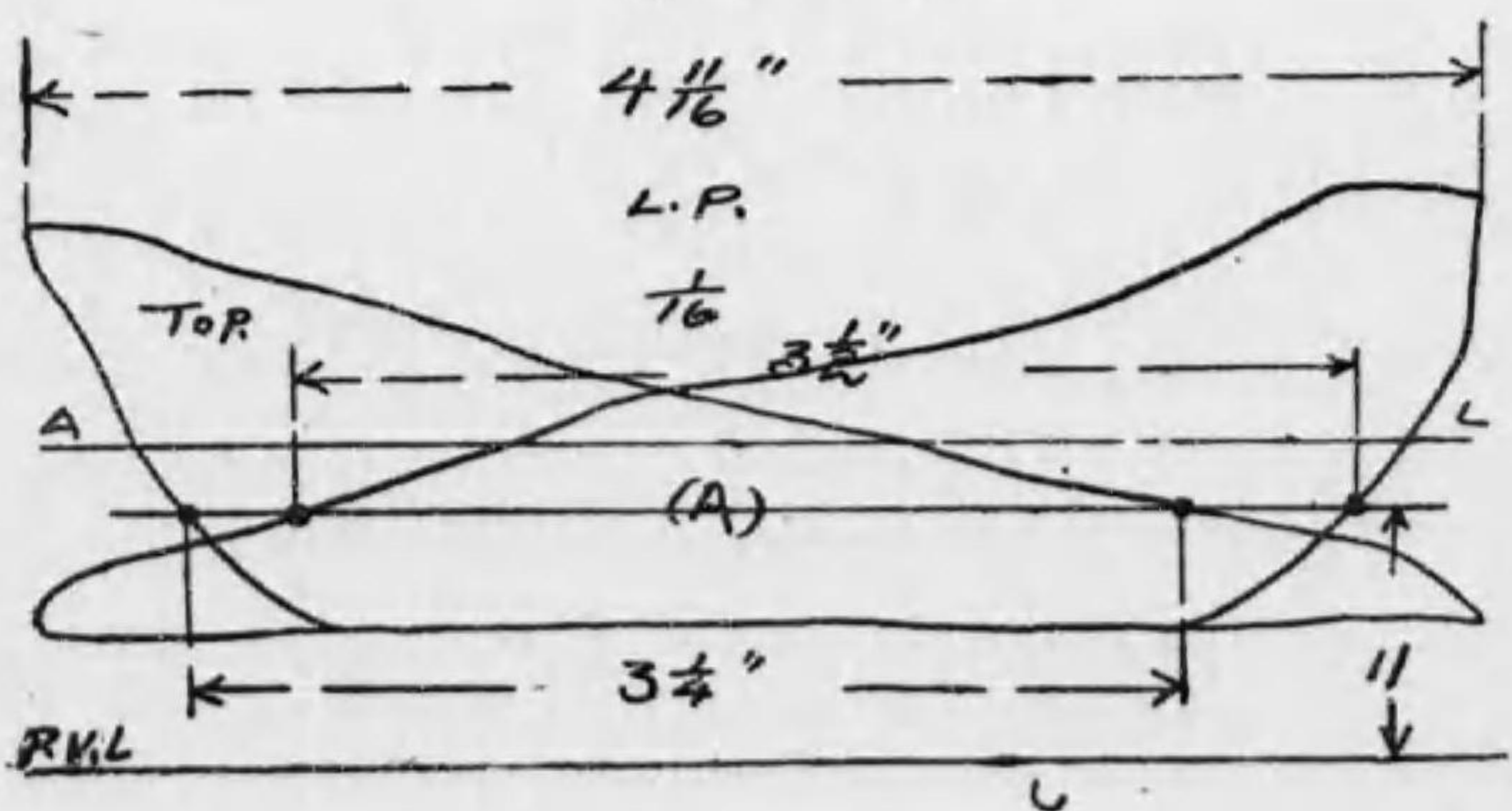
即ち次の算式によりて一回轉の蒸氣消費量を求むるもの
である。

$$\text{一回轉の蒸氣消費量} = \frac{D^2 \times .7854 \times L \times 2 \times C \times d}{144 \times B}$$

D、L、dは第一法の場合と同じ。

一時間の蒸氣消費量は前二法の孰れかによりて求めたる一
回轉の蒸氣消費量に一分間の回轉數を乗じ更に之を六十倍し

圖十九第



一一七

たるもので、一時間一實馬力の蒸氣消費量は次の算式で求むることが出来る。

$$\text{一時間一實馬力の蒸氣消費量} = \frac{\text{一時間の蒸氣消費量} + \text{合計實馬力}}{\text{一時間一實馬力の蒸氣消費量}}$$

以上述べた方法で求めた蒸氣消費量は決して汽笛内に供給せられた實際の蒸氣量では無いので、實際は之より多いのが例である。それは汽笛内で復水した蒸氣量は示壓圖にあらはれてゐないからである。それで實際値に近似の數を得るには以上の如くして求めた消費量に復水量を加減しなければならぬ。示壓圖にあらはれない復水量は普通の場合では示壓圖にあらはれたもの、一割二分見當であるから、前述の方法で求めた數に一・一二を乗ずればその近似實數を得るものである。それで第八十八圖乃至第九十圖の例では

高 壓 汽 笛

$$\text{一時間の蒸氣消費量} = 4.01 \times 60 \times 60 \times 1.12 = 14436 \times 1.12 = 16168.32 \text{ 封度}$$

$$\text{一時間一實馬力の蒸氣消費量} = 16168.32 \div 1161.7 = 13.9 \text{ 封度}$$

中 壓 汽 笛

$$\text{一時間の蒸氣消費量} = 3.42 \times 60 \times 60 \times 1.12 = 13789.44 \text{ 封度}$$

$$\text{一時間一實馬力の蒸氣消費量} = 13789.44 \div 1161.7 = 11.9 \text{ 封度}$$

低 壓 汽 笛

$$\text{一時間の蒸氣消費量} = 3.17 \times 60 \times 60 \times 1.12 = 12781.44 \text{ 封度}$$

$$\text{一時間一實馬力の蒸氣消費量} = 12781.44 \div 1161.7 = 11 \text{ 封度}$$

以上三通りの答の中で高壓汽笛より算出したものが實數に近いものである。

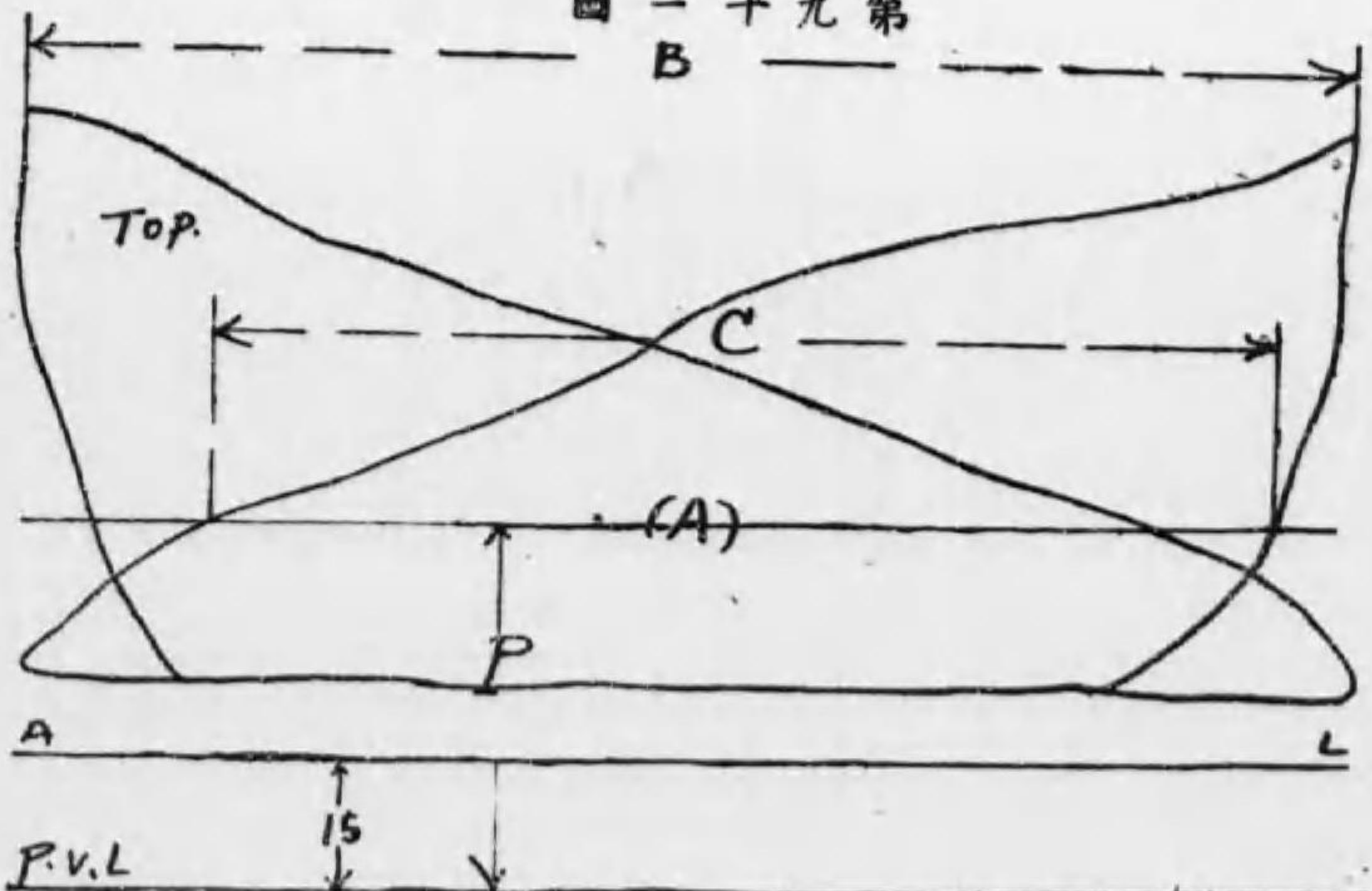
六三、蒸氣の効率

汽笛内を流通する蒸氣の効率は次の算式で求むることが出来る。

$$\text{蒸氣の効率} = \frac{\text{蒸氣が爲した仕事量(呎封度にて)}}{\text{供給せられたる熱勢力(呎封度にて)}}$$

之を前節の例に應用すれば

第 一 九 圖



供給せられたる熱 = (最初に蒸氣が有せし熱) - (冷汽器内に排出せられたる熱)
 合計實馬力 = 1161.7

最大汽壓 = 169 封度

回 轉 數 = 60

一分間の蒸氣消費量 = $4.01 \times 60 = 240.6$ 封度

排汽溫度 = 168 度

$$\text{蒸氣の效率} = \frac{1161.7 \times 33000}{240.6 \times (1194.9 + 32 - 168) \times 775} = 193 \quad \text{答}$$

備考 1194.9 は 絕對汽壓 175 封度に於ける蒸氣の全熱量である。

第七章 三聯成汽機の示壓圖

六四、リンクの調整が発生馬力に及す影響

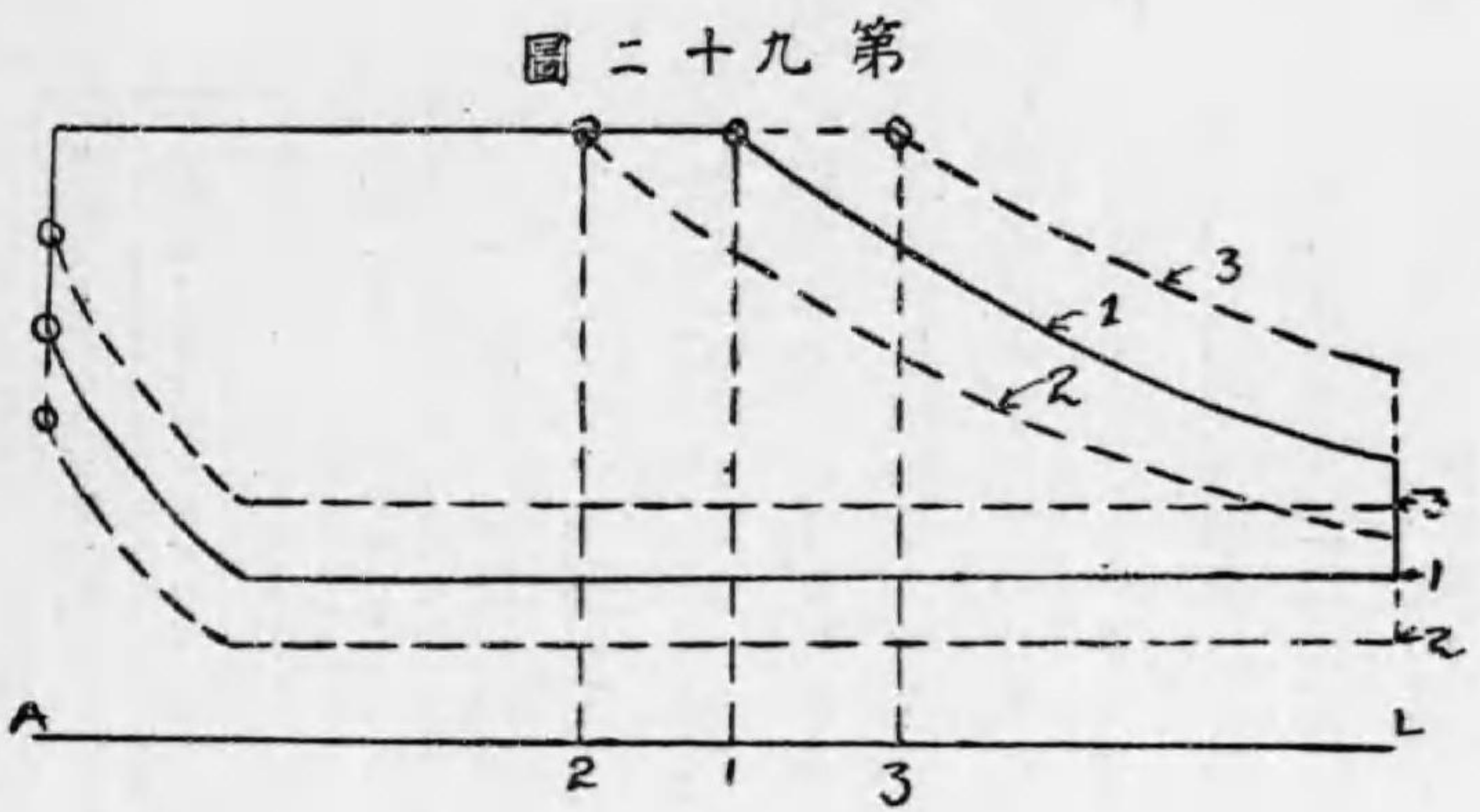
リンクの調整	高壓實馬力	中壓實馬力	低壓實馬力	合計實馬力
高壓をリンクゲアアップす	減 *	減	減	減
高壓をリンクゲアドウンす	増 *	増	増	増

中壓をリンクゲアアップす	減	増	不 變	不 變
中壓をリンクゲアドウンす	増	減	不 變	不 變
低壓をリンクゲアアップす	不 變	減	増	不 變
低壓をリンクゲアドウンす	不 變	増	減	不 變

* 印は 示壓圖の面積即ち有効平均壓力は實用上變りなしその實馬力の増減するは回轉の増減するに因る。

前表によりてみれば、一の汽笛内の背壓は次の汽笛内に起る斷汽の時期の遅速如何により變化を來すものである事が了解出来るであらう。例へば中壓をリンクゲアアップすれば高壓の背壓上昇するが、之に反し中壓をリンクゲアドウンすれば高壓の背壓は下降する。低壓汽笛の斷汽を變化した場合も同様に中壓汽笛の背壓に變化を及すものである。それで吸鑿上に作用する背壓は次の諸原因によつて變化することが分る。

- 1、斷汽、その遅速如何は一定容積を有する收汽室に對し夫々相當する初汽壓及終末汽壓をもたらすものである。(高壓汽笛にありては汽管の面積が過小ならざる限り初汽壓に變化なし)
- 2、次の汽笛の斷汽、次の汽笛の斷汽の時期が早ければその汽笛の背壓は上昇し、遅ければ下降す

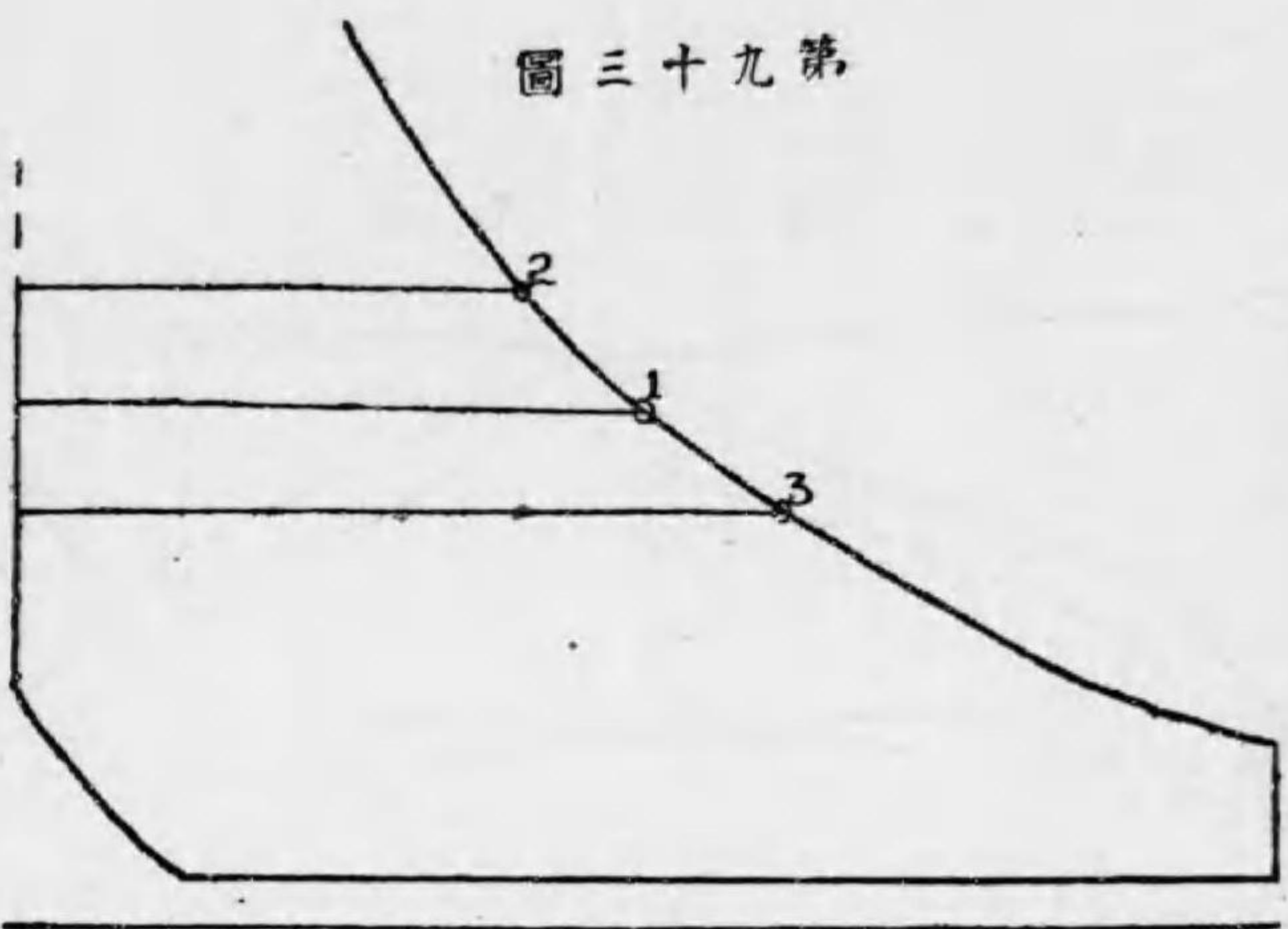


圖二十九第

る。
 高壓をリンキングアップした場合に高壓汽筒の有效平均壓力に變化を來さずして、中壓及低壓の有效平均壓力のみが減少するのは何故であるかといふに、高壓をリンキングアップすれば同一初汽壓の下に於て斷汽が早まるから第九十二圖2に示す通り膨脹線及背壓線は共に下降し、斯くして一方に於て失はれた仕事面積は他方に於て加はるから實際の示壓圖の面積には變化が無いことになるからである。

高壓をリンキングダウンした場合は同一の初汽壓の下で斷汽が遅くなるから第九十二圖3に示す通り膨脹線及背壓線は共に上昇し、示壓圖の面積に變化を來すことが僅少である。然し高壓をリンキングアップ又はリンキングダウンすれば低壓の平均有效壓力が増減する結果回轉數が増減し當然の結果として各汽筒内に發生する實馬力は増減する。只高壓では一回轉の仕事量

圖三十九第

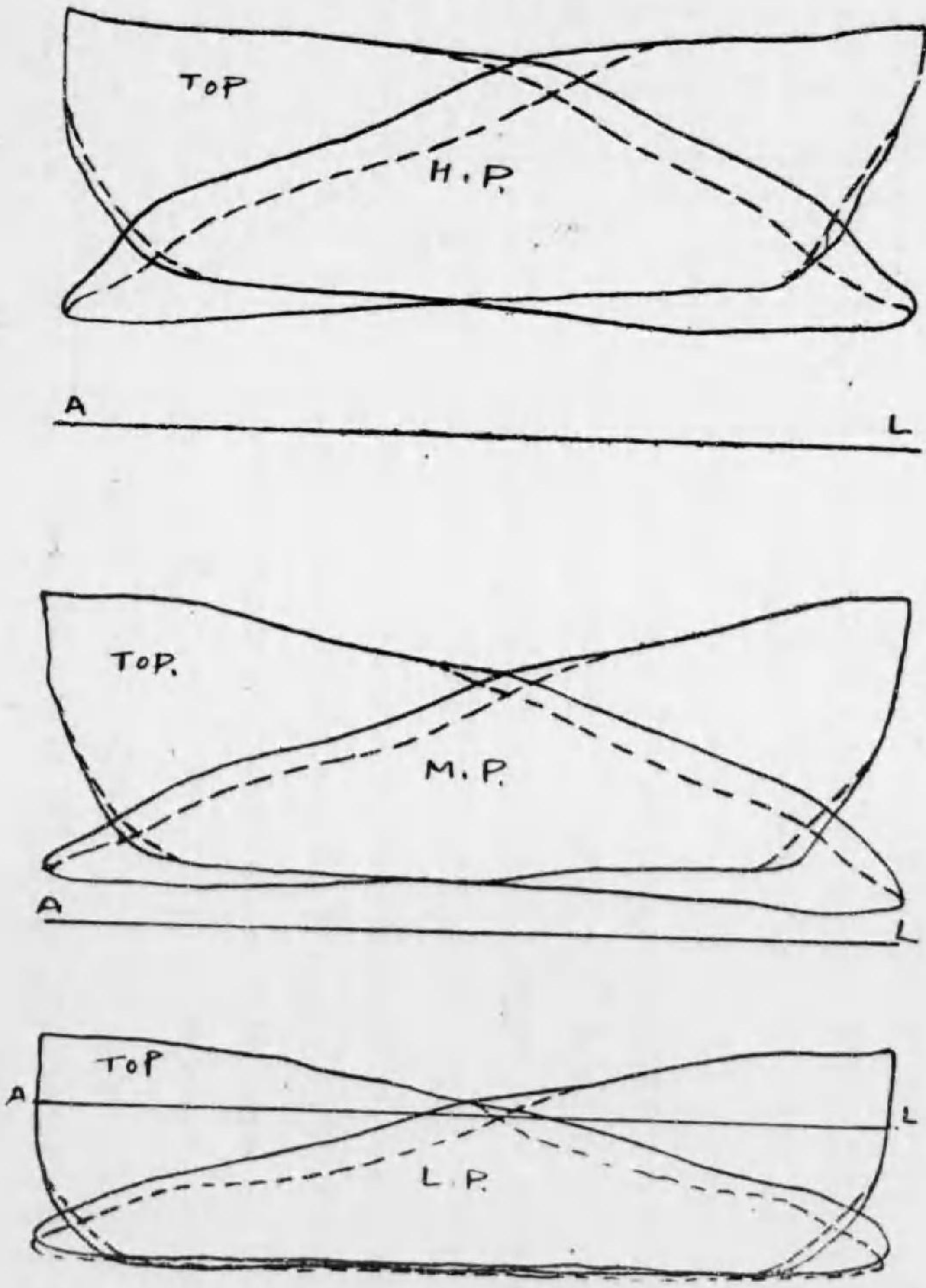


に變りが無く中壓に於ても殆んど同様の結果を來すことを忘れてはいけない。

第九十三圖は中壓又は低壓をリンキングアップ或はリンキングダウンした場合に受くる影響を示すもので1は變更しない場合、2はリンキングアップして斷汽を早めた場合3はリンキングダウンして斷汽を遅くした場合の變化を示すもので、或る汽筒に於ける斷汽の時期を早むれば之に先んずる汽筒内の背壓が高まりて先んずる汽筒内に發生する實馬力を減じ、その汽筒内に發生する實馬力を増すが、之に反し斷汽の時期を遅むれば反對の結果を生ずることが了解出来るであらう。

次の表は各汽筒の斷汽の變化に伴つて發生實馬力が變化する工合を例示したもので第九十四圖は各汽筒を同時にリンキングアップした場合の影響を點線で示すものである。

圖四十九第



リンクの調整	高壓實馬力	中壓實馬力	低壓實馬力	合計實馬力
中壓をリンクゲアップし 低壓をリンクゲダウンす	減	増	減	不變
中壓をリンクゲダウンし 低壓をリンクゲアップす	増	減	増	不變
中低壓共にリンクゲアップす	減	大差なし	増	不變
中低壓共にリンクゲダウンす	増	大差なし	減	不變
高低壓共にリンクゲアップす	僅に減ず	減	僅に減ず	減
各汽筒共にリンクゲアップす	減	減	減	減

の一丈け瓣の上下の蒸氣重端を増し、同じ分量に相當する丈け隔心盤の位置を進む。ロ、リンクゲダウンする代りに所要量の二分の一だけ瓣の上下の蒸氣重端を減じ、同じ分量に相當する丈け隔心盤の位置を戻す。

六五、スロットリングとリンクゲアップとの利害

汽機の回転速度を減少せしむるに當り咽喉瓣を閉めて之を行ふときは高壓收汽室内の汽壓減少して汽筒内初汽壓が低下するためには斷汽は依然として變らなくとも有效平均壓力減少し従て經濟上の

注意

- 1、逆轉輪を用うるときは各汽筒内の實馬力は略同量の減少を來す。
 - 2、リンクを調整することが出来難い場合には瓣及隔心器を次の様に調整すれば類似の結果が得られる。
- イ、リンクゲアップする代りに所要量の二分

損失を招くものである。

斯くの如き場合に与るべき正しき方法はむしろ咽喉瓣を全開したるまゝ、高壓をリンキングアップする方がよろしい。斯様にすれば高壓收汽室内の汽壓は高汽壓を保ち只その斷汽が早まるのみであるから經濟的結果を得ることが出来る。

第八章 聯合圖其他

六六、聯合圖 (Combined diagram)

聯合圖といふのは各汽筒から得た示壓圖を同一の尺度に引き直し之を双曲線又は飽和膨脹線内に配置したもので、蒸氣のワイヤードローイング、クリヤランス容積、復水作用又は熱の輻射作用等に依る種々の損失を圖形であらはずものである。

聯成汽機の示壓圖から聯合圖を作るには次のやうな順序によるものである、茲には了解に便ならしむるため實例によつて説明することにする。

示壓圖及データ

第九十五圖に示す示壓圖を聯合しやうとするのであるがそのデータは次のやうである。

汽筒の徑	高壓	二四吋
	中壓	三九吋
	低壓	六三・五吋
行長		四二吋
制限汽壓		一五〇封度(絶對汽壓一六五封度)
高壓斷汽		二一吋

- 1、各示壓圖を第九十五圖に示す通りに分割し、各分割の中央に於て働壓及背壓を測り夫々記入する。(圖に於ては働壓と背壓とを交互に記入してあるが、實際精密を期する場合には各分割共働壓及背壓を測り記入すべきである) 低壓圖では大氣線より上下に測り夫々記入するものである。
- 2、次の算式で各汽筒比を求むる。

$$\frac{(\text{中壓汽筒の徑})^2}{(\text{高壓汽筒の徑})^2} = \text{中壓汽筒の高壓汽筒に對する比(容積)}$$

$$\frac{(\text{低壓汽筒の徑})^2}{(\text{高壓汽筒の徑})^2} = \text{低壓汽筒の高壓汽筒に對する比(容積)}$$

本例に於ては

$$\frac{\text{中壓}}{\text{高壓}} = \frac{39^2}{24^2} = 2.63$$

$$\frac{\text{低壓}}{\text{高壓}} = \frac{63.5^2}{24^2} = 7$$

∴ 高壓 : 中壓 : 低壓 = 1 : 2.63 : 7

3、クリヤランス容積の割合を求むること。

各汽笛の上下クリヤランス容積を實地に測るには滑瓣をその運動の中點に置き吸鑄を上部中心に置き、汽笛逃汽瓣を開いて吸鑄上部のクリヤランスに清水を満す、斯く満した清水は満すに當つてその容積を測つて置けば上部クリヤランス容積を知ることが出来る。下部クリヤランスを求むるには吸鑄を下部中心に置き示壓器管より清水を注入しその容積を測るものである。流し込んだ水の量がガロンであるときは次の算式でクリヤランス容積を求むることが出来る。

$$\frac{\text{流入した水の量(ガロンにて)} \times 10}{62.5} = \text{クリヤランス容積(立方呎にて)}$$

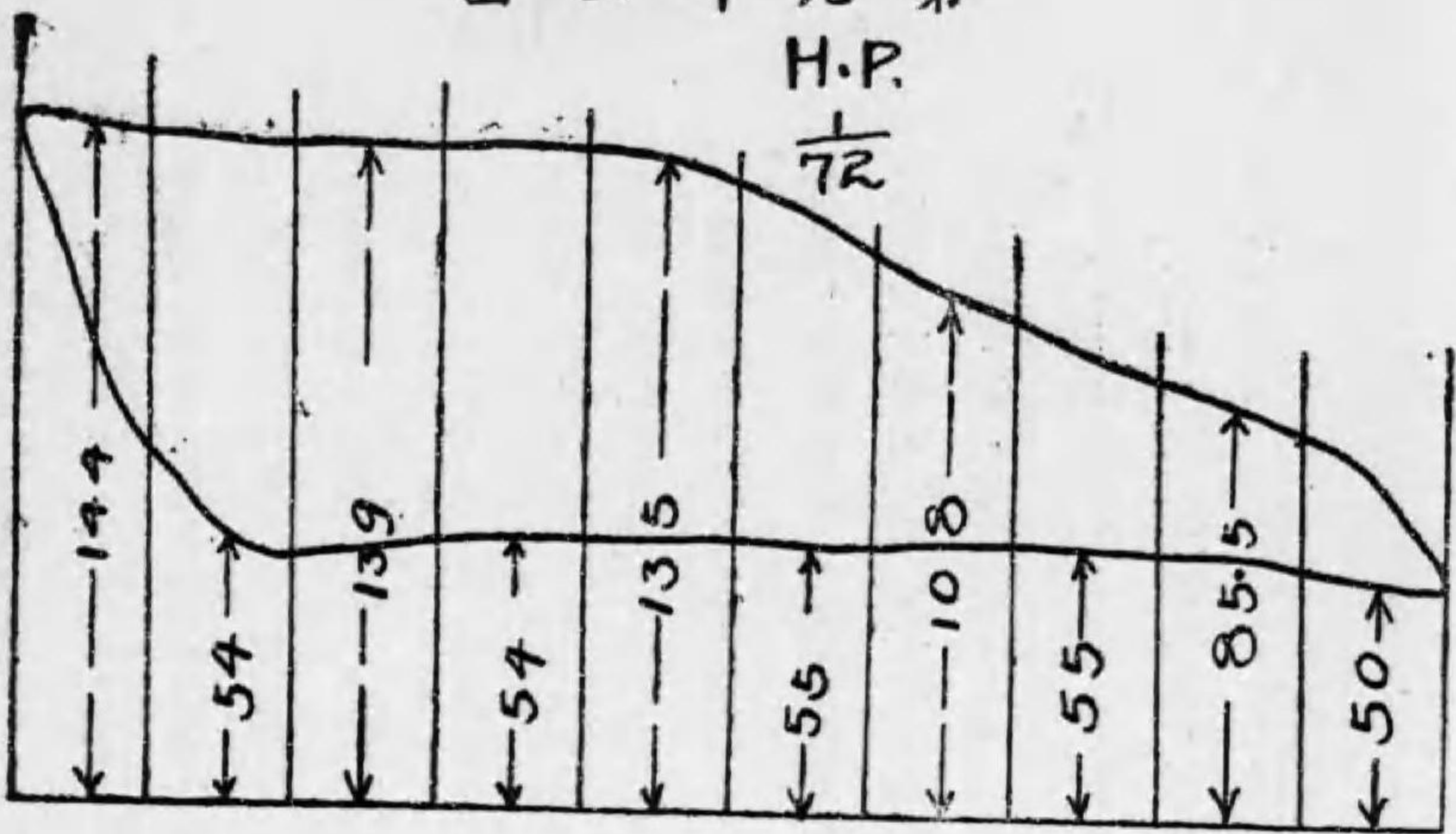
清水一ガロンの重量は十封度で、一立方呎の重量は六十二封度半である。

以上の方法でクリヤランス容積を求むることが困難である場合は第二十八節にのべた方法で示壓圖からその近以値を求めてよろしい。

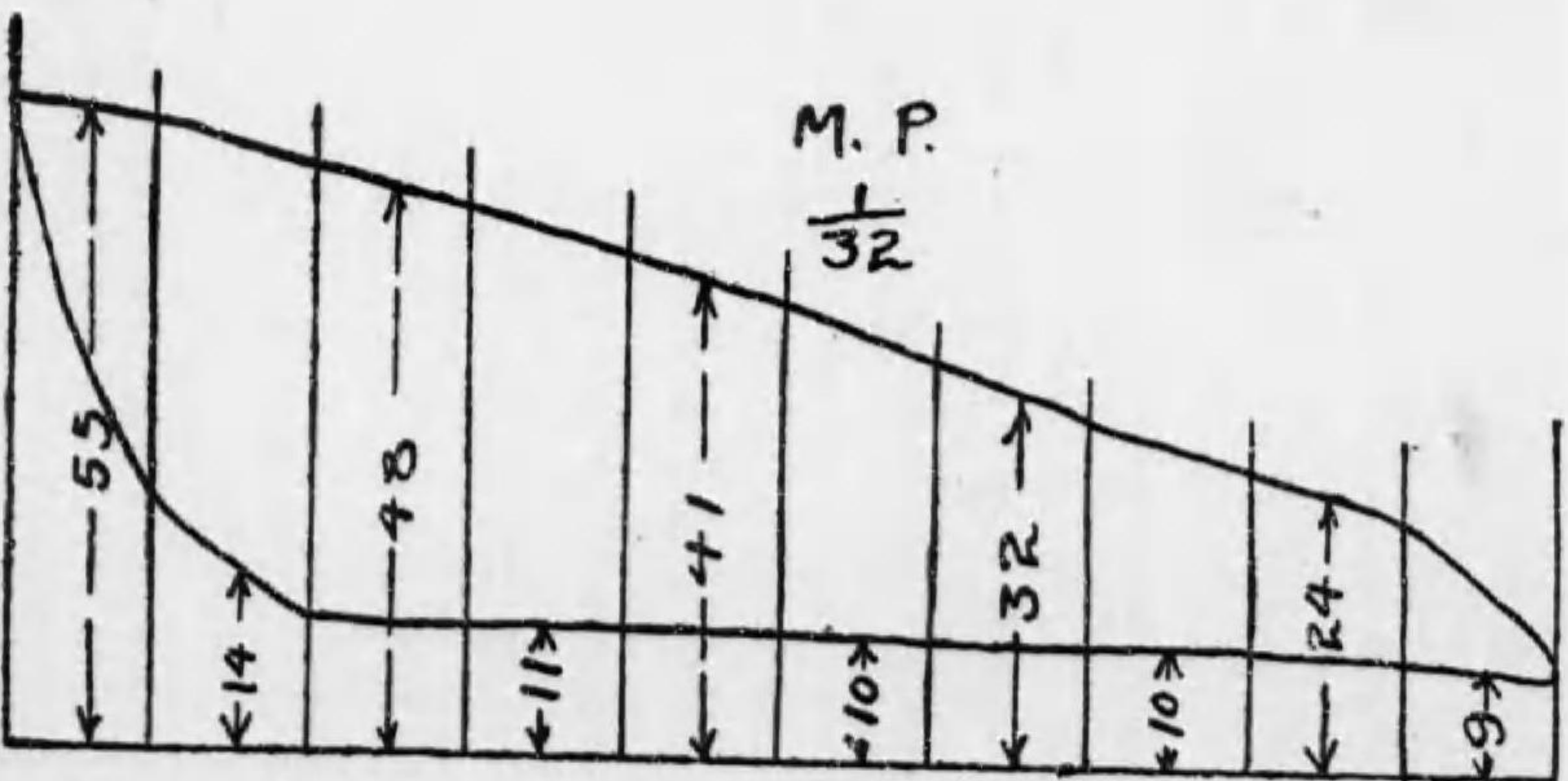
本例に於ては示壓圖によつてそのクリヤランス容積を求めたものである。

クリヤランス容積が氣笛の行長容積の何割になるかといふことは次の算式で求むることが出来る

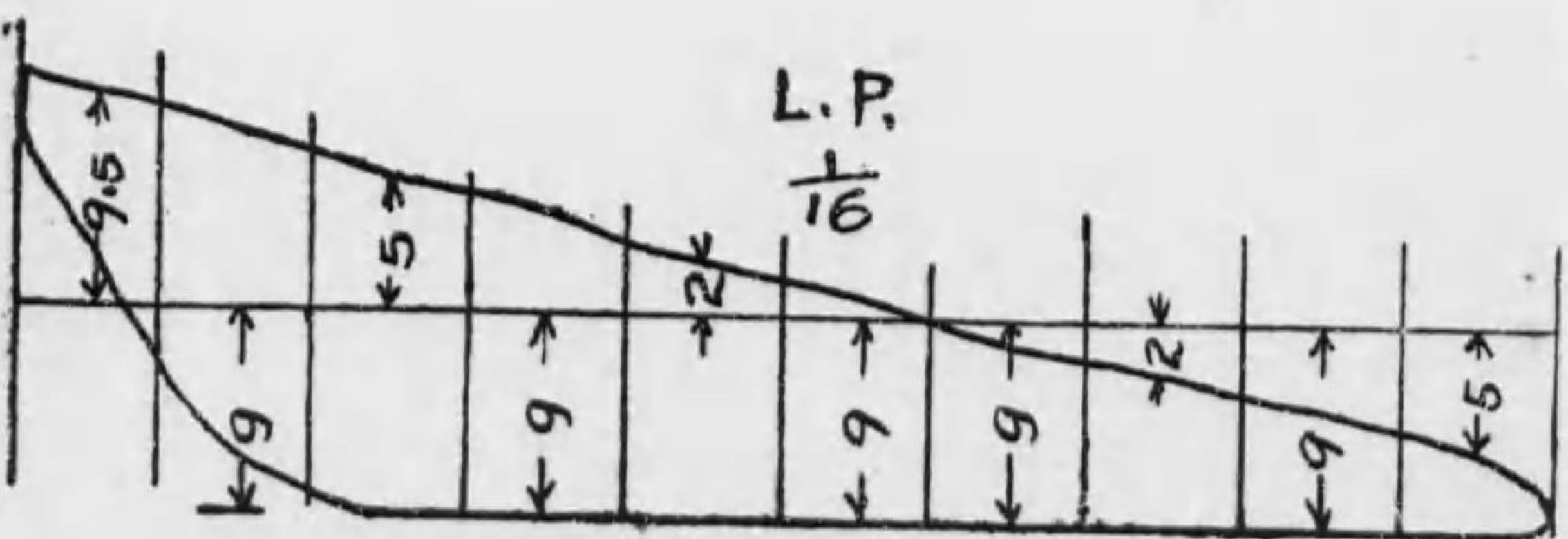
圖 五十九 第



第八章 聯合圖其他



一一九



$$\text{クリヤランス容積の割合} = \frac{\text{クリヤランス容積(立方呎)}}{\text{汽笛面積(平方呎)} \times \text{行長(呎)}}$$

本例に於ては此の割合は各十分の一である。

4、汽笛容積の比により適當なる尺度にて引直すべき示壓圖の長さを定むること。

今適當なる長さを以て高壓汽笛の行長容積を表はすことにする、本例にては之を一時としたのであるから其十分の一は即ちクリヤランス容積に相當する、それで第九十六圖に示す通り示壓圖の長さを一時にとり、其左方に十分の一時をとり高壓クリヤランス容積としAを以てあらはす。

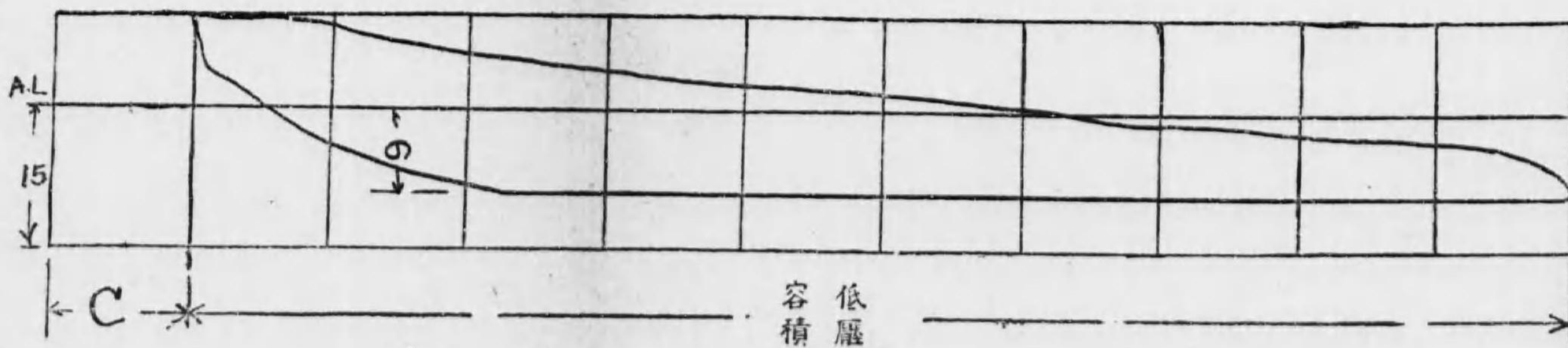
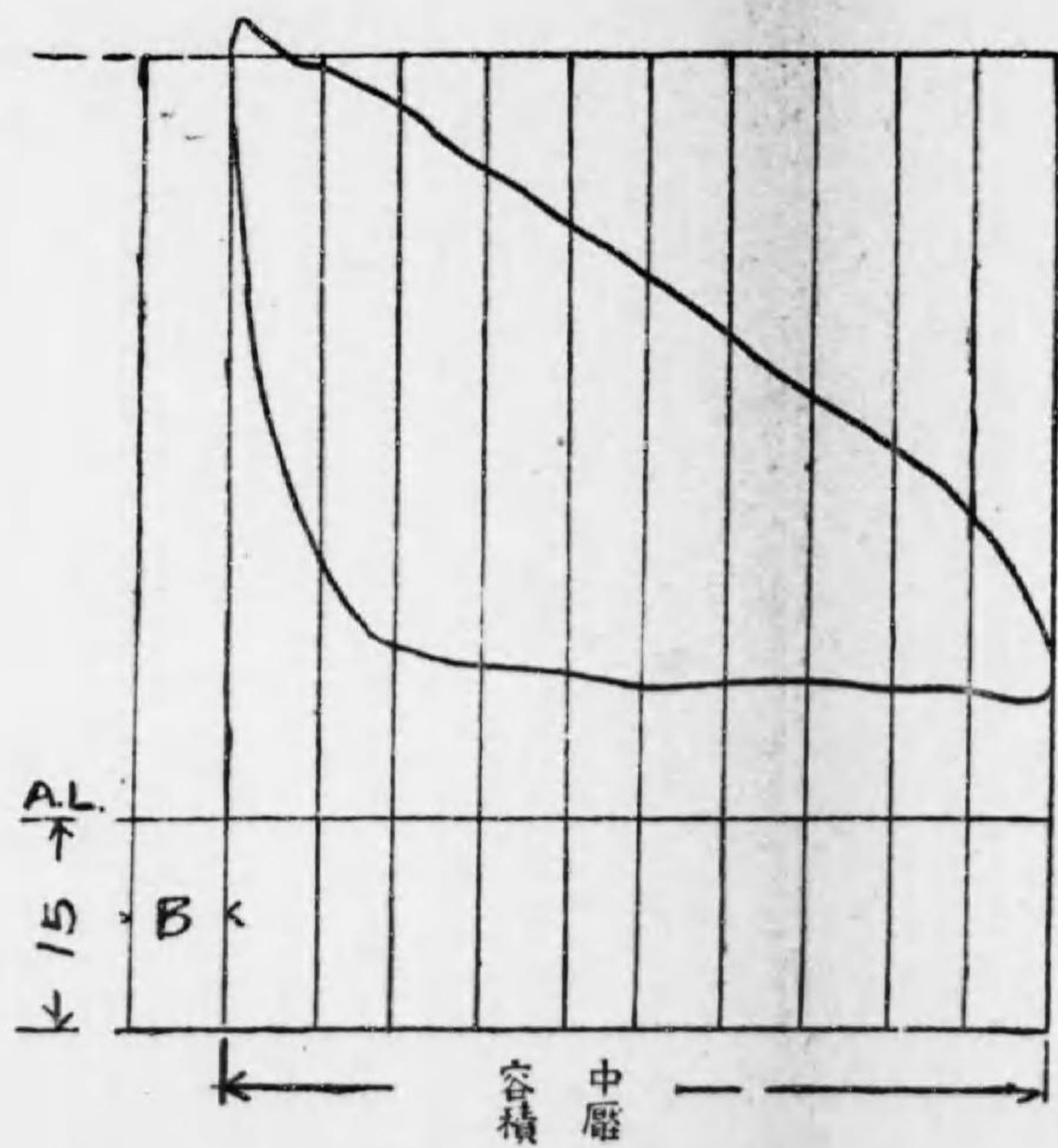
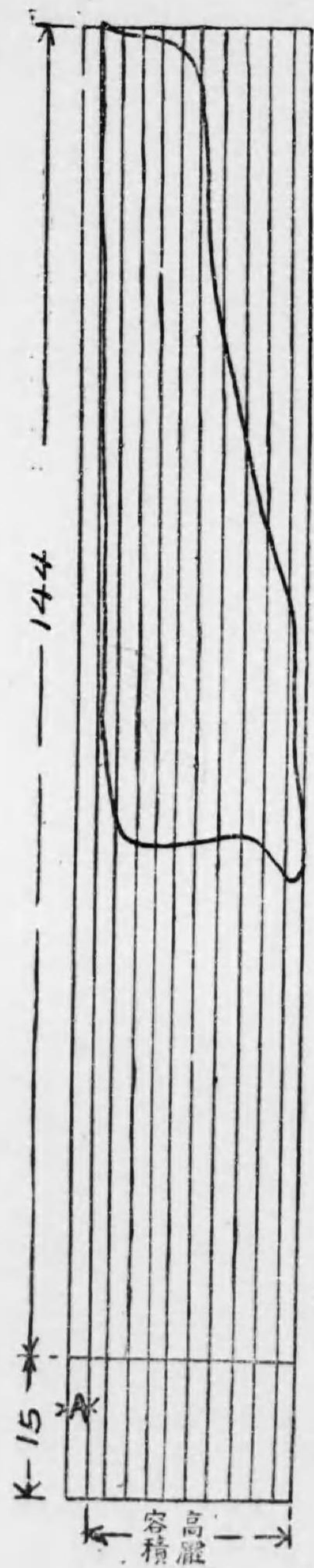
然るときは中壓汽笛の容積は二・六三時に相當しその十分の一である。二六三時は中壓クリヤランス容積であるから之をBにてあらはす。

同様に低壓汽笛の容積は高壓汽笛容積の七倍であるから圖の長さは七時なり、クリヤランス容積はその十分の一の・七時である、それで第九十六圖に示す通り示壓圖の長さを七時にとり、その左方にCを・七時にとる。

5、各示壓圖を同一尺度に引直すこと。

今一時につき二十四封度の尺度を用うるとし、先づ第九十六圖に示す通り汽笛行長容積を表はす長さを第九十五圖の場合と同様に分割し、新しき尺度を用ひ各分割の中央に原示壓圖の壓力を轉

圖六十九第



載し斯くして得たる諸點を結びて新しき尺度に於ける示壓圖を描くことが出来る。之等の引直された示壓圖は原示壓圖と一見甚しく異なる如く見ゆるが實際は同一のものである。

6、双曲線を描くこと。

壓力は一時につき二十四封度の尺度を用ゐ、容積は汽笛容積とクリヤランス容積との和とし第二十五節に述べた方法で高壓斷汽より始めて双曲線を描くのである、本例に於ては低壓汽笛の容積は七時に相當し、低壓クリヤランス容積は〇・七時に相當するから茲に七・七時を膨脹後の全容積とする。そして高さは百五十封度に相當しなければならぬから一時につき二十四封度の尺度ではその高さは $1.50 + 24 \parallel 6.25 \text{ 吋}$ になるわけである。此の汽壓は勿論大氣壓以上であるから大氣線から上方にとり、大氣線より下方へは更に大氣壓力十五封度に相當する高さ即ち $1.5 + 24 \parallel 6.25 \text{ 吋}$ を測りこゝに完全真空線を引く。

次に高壓斷汽迄の容積（クリヤランス容積をも合せ）に相當する長さを横に測りて縦線を引き此の線が壓力百五十封度に相當する高さに引いた横線に交る點を高壓斷汽の點とし此の點を起點とし低壓氣笛の全容積まで双曲膨脹線を描く。

7、引直した示壓圖を双曲線内に配置し聯合を行ふこと。

第九十七圖に示す通り各汽笛のクリヤランスA、B、Cを夫々左端より測りこゝに縦線を引き是

等を起線として曩に引直した示壓圖を夫々大氣線を基として適當の高さに轉寫すればよろしい。轉寫はトレーシングペーパーを用うれば最も簡便に又正確に行ふことが出来るのである。

以上のべた法により始めて示壓圖の聯合が完全に出來たわけである、聯合圖を描くに當り双曲線の代りに飽和曲線を用うるときは實際の汽機の動作効率を比較するに更に確かな成績を得らるゝものである。飽和曲線の描き方は双曲線のやうな方法によらず、横に蒸氣の容積（立方呎）を適當な尺度であらはし縦に壓力を適當な尺度で示し、各汽壓に相當する一封度の蒸氣容積を飽和蒸氣表によつて求め、各相當する汽壓を示す高から横に引いた線と容積を表はす點から引いた縦線との交點を連続的に求め、是等の諸點を通ずる曲線を描けば之即ち所要の飽和曲線で $PV^{1.0046} = 479$ （ツオイナー）に適合する曲線である。第九十八圖はその一例である。

六七、聯合圖にて注意すべき諸點

第九十八圖で上部の空間1は汽罐と汽機との間に起つたワイヤードロイングのために生じた損失仕事量であることがわかる。次に高壓示壓圖の膨脹線が飽和曲線よりも下方にある分量2により汽筒内で行程の初期に起る復水による損失仕事量を知ることが出来る。此の復水による損失は中壓及低壓示壓圖でも明かに表はれてゐる。然し高中壓示壓圖では蒸氣が再蒸發を起したため、その膨

圖七十九第

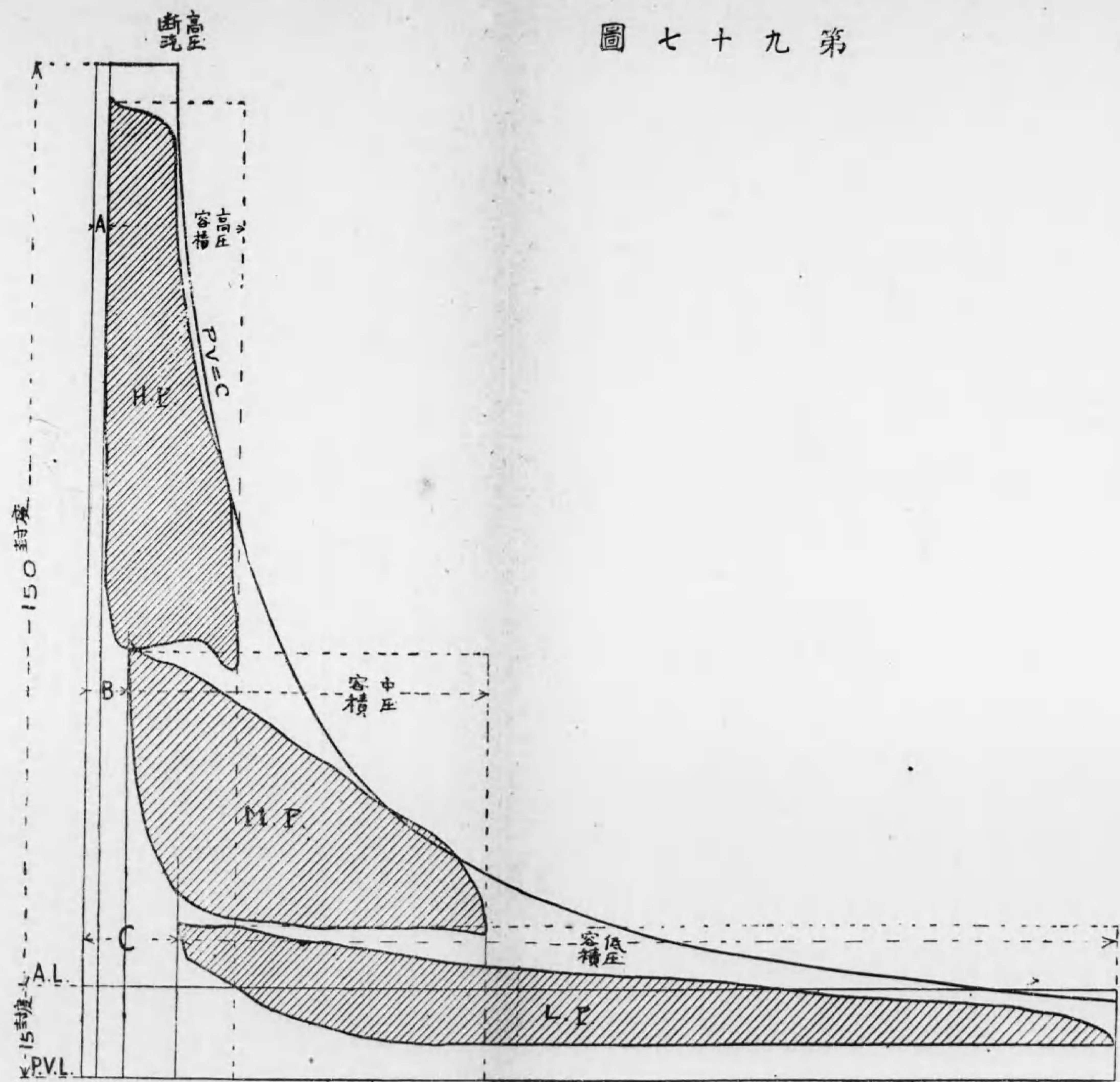
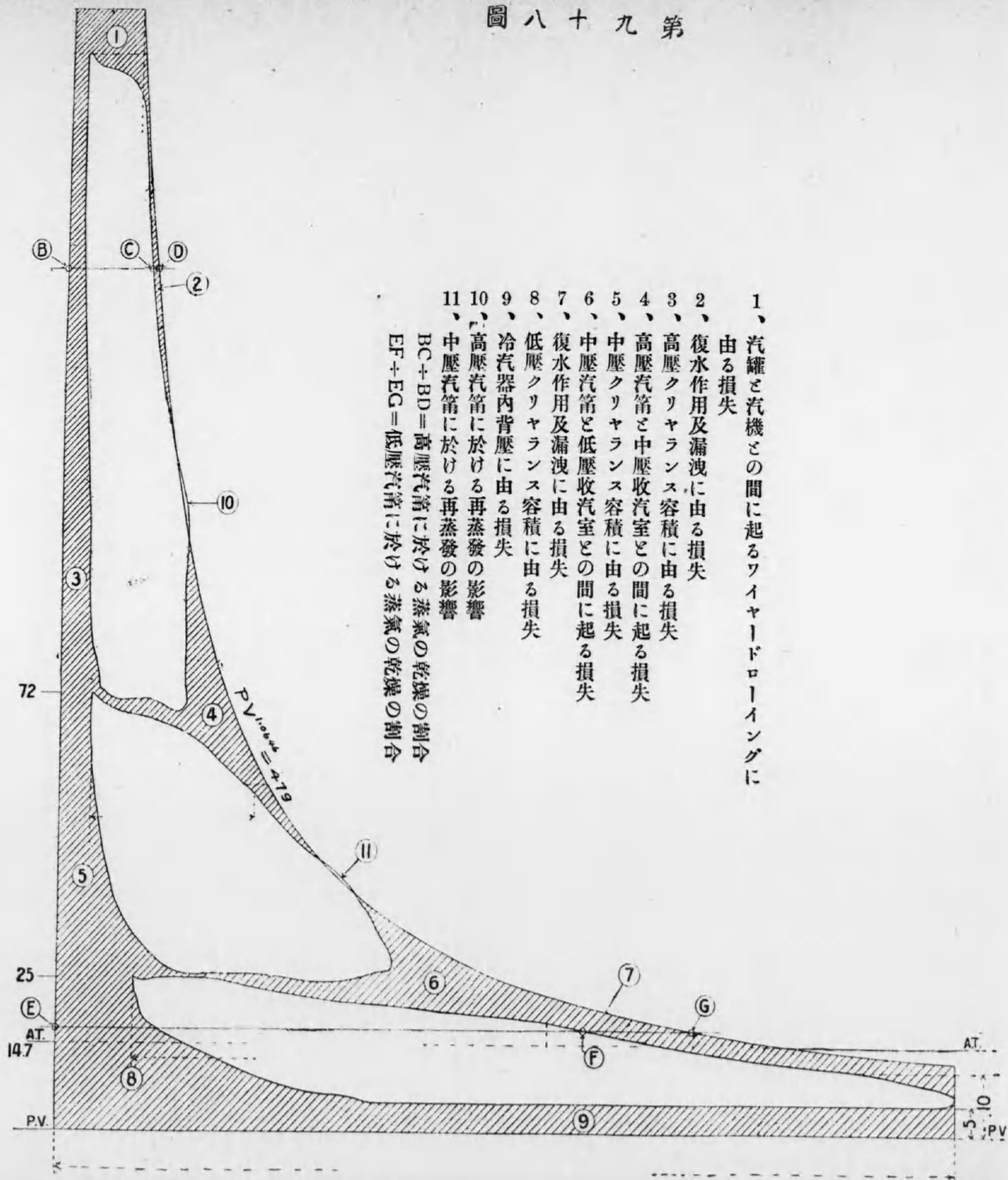


圖 八 十 九 第



- 1、汽罐と汽機との間に起るワイヤードローイングに
由る損失
 - 2、復水作用及漏洩に由る損失
 - 3、高壓クワランヌ容積に由る損失
 - 4、高壓汽笛と中壓收汽室との間に起る損失
 - 5、中壓クワランヌ容積に由る損失
 - 6、中壓汽笛と低壓收汽室との間に起る損失
 - 7、復水作用及漏洩に由る損失
 - 8、低壓クワランヌ容積に由る損失
 - 9、冷汽器内背壓に由る損失
 - 10、高壓汽笛に於ける再蒸發の影響
 - 11、中壓汽笛に於ける再蒸發の影響
- BC + BD = 高壓汽笛に於ける蒸氣の乾燥の割合
EF + EG = 低壓汽笛に於ける蒸氣の乾燥の割合

脹線が飽和線より上に出てゐる。又各示壓圖間に於ける可なり廣い空所は中壓及低壓收汽室内で起る壓力の降下及汽門其の他で起るワイヤードロイング作用に因る損失仕事量を示すものである。又圖の左端にある大なる空積は各汽笛のクリヤランス容積による損失仕事量を示すものである。以上の諸點についてよく研究したならば汽機の孰れの部分に缺陷があるか、又は注意を要するか等が解決出来るものである。

六八、蒸氣の膨脹數 (Number of Expansion of Steam)

蒸氣の膨脹數は壓力による場合と容積による場合とある。

壓力による膨脹數 = 高壓絶對初汽壓 + 低壓絶對終末汽壓

容積による膨脹數 = (低壓汽室容積 + 低壓クラヤランス容積) +

(高壓斷汽容積 + 高壓クラヤランス容積)

例を前節にすれば

壓力による膨脹數 = $165 + 11 = 176$

容積による膨脹數 = $7.7 + 6 = 13.7$

ポイル法則に従て膨脹動作をなす場合には低壓の終末汽壓は高壓初汽壓を容積による膨脹數で除

したものである。それで前例に於ては

双曲線による低壓の終末汽壓 = $165 + 12.83 = 12.3$ 封度 (絶對)

六九、蒸氣の乾燥の割合 (Dryness Fraction of Steam)

既に説明した通り蒸氣は仕事を爲すことによりて復水を生ずるからその膨脹の任意の時期に於ける殘餘蒸氣の分量は第九十八圖に示す飽和曲線によつて概量を知ることが出来る。高壓圖に於てBD間の距離は汽筒に供給せられた乾蒸氣の全量を示し、BC間の距離は實際の場合此點まで蒸氣が膨脹した時に汽筒内に殘存してゐる蒸氣の分量を示す、それで

$BC + BD =$ 蒸氣の乾燥の割合

今實測の結果

$BD = 1\frac{3}{8}$ 吋 = 8.125 吋

$BC = \frac{3}{4}$ 吋 = 7.5 吋

とすれば

乾燥の割合 = $.75 + .8125 = .92$

即ち供給せられた蒸氣量の百分の八が復水してゐる事が分る。言を換へていへば此場合一封度の蒸

氣の中〇・九二封度は蒸氣の儘で存在し残りの〇・〇八封度は水分となつて汽筒内にあるわけである

低壓圖では

$EG = 5\frac{1}{16}$ 吋 = 5.687 吋

$EF = 4\frac{3}{16}$ 吋 = 4.718 吋

乾燥の割合 = $4.718 + 5.687 = .87$

蒸氣の乾燥の度は、蒸氣が仕事を爲すことが多くなるにつれて次第に減少することは直ちに了解出来るであらう。

七〇、斷汽後の蒸氣の膨脹及汽筒計劃

與へられた實馬力の汽筒を計劃するには、一般に先づ吸鑄の行長と汽機の回轉數即ち吸鑄速度 (Piston Speed) を決定し然る後次の方法で汽筒比及徑を求むべきである。

算式一

$R. M. E. P. = \left(P \times \frac{1 + Hyp. Log. R}{R} \times C \right) -$ 冷汽器内背壓

但し R. M. E. P. は換算有效平均壓力 (後節に於て詳説す)

P は高壓汽筒に於ける絶對初汽壓

R は膨脹數で高壓斷汽容積と低壓汽筒容積との比

C は定數で0.52及至0.69 (之はクイヤランス、フイヤードローイング、復水作用及收汽室内の汽壓の降下等による損失を見込んだものである)

算式二

$$N = (\text{低壓汽筒の徑})^2 + (\text{高壓汽筒の徑})^2$$

算式三

$$\text{低壓汽筒徑} = \sqrt{\frac{\text{I.H.P.} \times 33000}{.7854 \times \text{行長(呎)} \times 2 \times \text{回轉數} \times \text{R.M.E.P.}}}$$

算式四

$$\text{高壓汽筒徑} = \frac{\text{低壓汽筒徑}}{\sqrt{N}}$$

算式五

$$\text{中壓汽筒徑} = \sqrt{\frac{(\text{低壓汽筒徑})^2}{1.1 \times \sqrt{N}}}$$

以上の諸計算によつて各汽筒の徑を求むることは出来るが行長はすべて同一である。全力に於ける高壓斷汽は行長の・五六乃至・七八で、中低壓では之より稍早い。

全力に於ける膨脹數は商船では九乃至十三で戰艦及高速の商船では六・五乃至十である。又低壓

の背壓は絶對壓力で約五封度である。

例、次の汽機の R.M.E.P. 及各汽筒の徑を求めよ。

實馬力 一七五〇

行長 三・七五呎

回轉數 六五

膨脹數 一一

高壓斷汽 フルギヤーに於て行長の・六五

高壓初汽壓 一六五封度

冷汽器内背壓 四・五封度 (絶對汽壓)

C 解

$$\text{R.M.E.P.} = 180 \times \frac{1 + 2.3979}{11} \times .65 - 4.5 = 31.74 \text{封度}$$

$$\text{低壓汽筒比} N = 11 \times .65 = 7.15$$

$$\text{低壓汽筒徑} = \sqrt{\frac{1750 \times 33000}{.7854 \times 3.75 \times 2 \times 65 \times 31.74}} = 68.33 \text{吋} \quad \text{約} 68 \frac{1}{2} \text{吋}$$

$$\text{高壓汽筒徑} = \frac{68.33}{\sqrt{7.15}} = 25.5\text{吋}$$

$$\text{中壓汽筒徑} = \sqrt{\frac{68.33^2}{1.1 \times \sqrt{7.15}}} = 39.8\text{吋} \quad \text{約} 39\frac{1}{2}\text{吋}$$

七一、換算有效平均壓力 (Referred Mean Effective Pressure)

換算有效平均壓力は聯成汽機に於てその全實馬力を低壓汽筒のみによりて發生せしめたと假定した場合の假想的の有效平均壓力で、所要制限汽壓に要する實際の蒸氣の膨脹數を決定するに必要な標準となるものである。又之に依つて所要高壓斷汽の位置をも求むることが出来る。扱て普通に用ゐらるゝ比較の標準は双曲線であるから對數によつてその有效平均壓力を算出し之に實際の經驗によつて得たる示壓關係數 (Diagram factor) を乘じ斯くして得た答より冷汽器内の背壓を控除すれば實際の換算有效平均壓力を得るものである。(前節參照)

實際の場合では低壓汽筒内に發生する實馬力は三聯成汽機では合計實馬力の約三分の一であるから、以上のやうにして求めた換算有效平均壓力の三分の一が實際の低壓汽筒内の有效平均壓力である。

前節の算式一は即ちその計算の方法を示したものである。

例一、背壓を控除せずに次のデータにより R. M. E. P. を求めよ。

$$P = 144 + 15 = 159\text{封度}$$

$$R = 14$$

$$\text{Hyp. Log. } R = 2.639$$

解

$$\text{R. M. E. P.} = 159 \times \frac{1 + 2.639}{14} = 41.32\text{封度} \quad \text{答}$$

以上の答は蒸氣が汽筒内で嚴格にボイル法則に従ひ等溫膨脹 (Isothermal Expansion) を爲した場合に得らるべきもので實際の場合は之より少いことは勿論である。

例二、次のデータにより R. M. E. P. を求めよ。

$$P = 144 + 15 = 159\text{封度}$$

$$R = 14$$

$$\text{冷汽器内背壓} = 3\text{封度}$$

$$C = .6$$

解

$$\text{R. M. E. P.} = 159 \times \frac{1 + 2.639}{14} \times .6 - 3 = 21.8\text{封度} \quad \text{答}$$

七二、示壓圖係數 (Diagram factor) (C)

此の係數の値は・五二乃至・六九で、汽壓、斷汽點及各部の寸法等が相異なる種々の汽機から得た示壓圖によつて研究の結果決定されるべきもので、双曲膨脹線によつて形成せられた計劃示壓圖の面積を單位として聯合圖の面積を示すものである。その算式は次のやうである。

$$\frac{\text{實際の R. M. E. P. + 背壓}}{P \times \left(\frac{1 + \text{Hyp. Log. R.}}{R} \right)} = C$$

例、次の汽機のCを求めよ。

汽 筒 の 徑	{ 高壓 二四吋 中壓 三九吋 低壓 六三・五吋
行 長	四二吋
高壓收汽室内汽壓	一四四封度
高 壓 斷 汽	行長の二分の一

有效平均壓力 { 高壓 五五・二封度
中壓 二〇・五封度
低壓 九封度

汽 筒 比 (N) 七

七三、實際の換算有效平均壓力を求むること

實際の R. M. E. P. を求むるには次の計算によるものである。

$$\text{R. M. E. P.} = \frac{\text{AH} \times \text{PH} + \text{AM} \times \text{PM} + \text{AL} \times \text{PL}}{\text{AL}}$$

但し AH は高壓汽筒面積 (平方吋にて)

AM は中壓汽筒面積

AL は低壓汽筒面積

PH は高壓有效平均壓力 (每平方吋封度にて)

PM は中壓有效平均壓力 (每平方吋封度にて)

PL は低壓有效平均壓力 (每平方吋封度にて)

例を前節の汽機にとれば

$$\text{R. M. E. P.} = \frac{24^2 \times 55.2 + 39^2 \times 20.5 + 63.5^2 \times 9}{63.5^2} = 24.61 \text{ 封度} \quad \text{答}$$

汽箱面積の代りに直径の二乗のみを用いたのは分子分母に、 $\frac{1}{2} \pi d^2$ があるので之を簡約した結果である。

今冷汽器内の背壓を四封度とすれば

$$C = \frac{24.61 + 4}{41.32} = .69$$

41.32 は計劃 R. M. E. P. である。

それで聯合圖に於ける各示壓圖の面積の合計は双曲膨脹線にて包まる、面積の百分の六十九に當り又實際の R. M. E. P. は計劃 R. M. E. P. の百分の六十九に當ることがわかるであらう。

以上の諸計算では、クリヤランス容積による影響を省略してあるものである。實際の汽機の R. M. E. P. は全力發生の時毎平方吋三十五封度乃至三十八封度を普通とする。

七四、示壓圖によらずして平均壓力を概算すること (第百六節参照)

各汽箱に於ける有效平均壓力の近似値は R. M. E. P. を求むると同じく次の算式で求むることが出来る。但し此場合蒸氣は完全瓦斯と同様にボイル法則に従つて膨脹するものと假定してある。

$$\text{平均有效壓力} = P \times \frac{1 + \text{Hyp. Log. } R}{R} - \text{絕對背壓}$$

P、R等は既にのべた通りである。

例、高壓初汽壓百八十封度、中壓收汽室内汽壓六十封度、行長四十二吋、高壓斷汽十四吋なりその有效平均壓力を求めよ。
解

各汽壓を絕對汽壓に換算すれば

$$P = 180 + 15 = 195 \text{ 封度}$$

$$\text{背壓} = 60 + 15 = 75 \text{ 封度}$$

$$R = 42 \div 14 = 3$$

$$\text{Hyp. Log. } R = 1.0996$$

$$\text{平均壓力} = 195 \times \frac{1 + 1.0996}{3} - 75 = 61.48 \text{ 封度} \quad \text{答}$$

第九章 熱力學大意

(Outline of Thermodynamics)

七五、熱 (Heat)

熱は物體の分子震動に因る勢力 (Energy) の一態として知らるゝもので、之を物體に作用せしむ

れば、物體はその容積を變ずるに當りて機械的仕事を爲すものである。熱勢力を機械的仕事に轉換せしむる媒體は固體、液體又は氣體の孰れでも宜しいが一般に固體及液體は膨脹する割合が少いから實用上には不適當である。之に反し氣體は膨脹する割合が多いから媒體としては便利である。

例へば鐵棒の兩端に或る抵抗を加へて之を熱すれば、鐵棒は加熱によつて膨脹するにつれて兩端に加へられた抵抗に打ち勝つて機械的仕事を遂行する。此の時爲されたる仕事量を U とし鐵棒が膨脹によつて抵抗を移動せしめた距離を S とし、抵抗を R とすれば $U=RS$ なる關係が成り立つが此の場合 R は非常に大で S は極めて小であるのが普通である。鐵棒の代りに瓦斯を動作媒體とし、之を圓筒内に入れ、その上面には、圓筒内を氣密に滑動する吸鑊を裝置し、之を加熱したならば瓦斯の膨脹によつて爲された仕事は矢張り $U=RS$ であるが、此の場合抵抗 R は比較的小で吸鑊が押し動かされた距離 S は比較的大であるのが普通である。

一般に同じ仕事をするには比較的、小さい抵抗を用ゐる之を動す距離を大にした方が抵抗を大にし距離を小にするよりも機械の製作、取扱其他に便利であるから機關の計劃を爲すには必ず前者の要領を用ゐるのが常である。

今單位重量の或物體に R なる熱量を作用せしむれば、物體内の熱勢力が増すために次のやうな變

化が起る。

- 1、物體の溫度が昇る、即ち物體の分子震動が烈しくなる。此溫度の上昇に用ゐらるゝ熱勢力を S とする。
- 2、物體の内部抵抗に逆つてその體積を増加する、即ち物體の分子震動の範圍が増す。此内部抵抗に打勝つて仕事を爲すに用ゐらるゝ熱勢力を P とする。
- 3、物體はその外部に於ける抵抗に打勝つて外部的仕事を爲す。此の外部的仕事に用ゐらるゝ熱勢力を E とする。

それで之を結論すれば次の式になる。

$$Q=S+P+E$$

水に加熱して蒸氣を醸成する時は内部的仕事 P が大で外部的仕事 E が小であるが、完全瓦斯の場合では P は零である。

七六、熱單位 (Unit of Heat)

英國熱單位 (British Thermal Unit 又は B. T. U.) は一封度の清水を華氏三十九度より四十度迄一度だけ温むるに要する熱で一般に機關學に用ゐらるゝ熱單位である (近頃此の標準は華氏六十三度

から六十四度迄一度だけ温むるに要する熱量を用うる)

佛國熱單位 (Calorie) は一グラムの清水を攝氏十七度から十八度迄一度だけ温むるに要する熱量で、機關學では此の一千倍のキログラムカロリー (Kilogram Calorie) を用うる。

是等兩單位の値を比較すれば次のやうな關係がある。

$$1 \text{ B. T. U.} = 0.252 = \text{Kilogram Calorie}$$

$$1 \text{ Kilogram Calorie} = 3.968 \text{ B. T. U.}$$

七十七、比熱 (Specific Heat)

同一重量の互に相異なる物質を同じ温度だけ温むるに要する熱量はその物質の熱容量 (Heat Capacity) の如何によつて異なるものである。例へば重さ六二・五封度の鐵瓶の中に一立方呎の清水 (その重さは六二・五封度あり) を容れた時の如き、兩者の温度も重さも同一であるが、扱てその各々の中に吸収してゐる熱量を量つてみれば水は鐵瓶の八倍の熱量を有してゐるのは事實である。それで各物質の熱容量を比較するに比熱なる言葉を用うる、即ち比熱とは單位の重さの物質を標準温度 (華氏なれば六十三度、攝氏なれば十七度) より一度だけ温むるに要する熱である、言ひ換ふれば比熱とは「物質の熱容量の係數」ともいふことが出来る。

比熱の表 (固體及液體の部)

物質	比熱
水	一・〇〇〇
硝子	〇・一九四
鑄鐵	〇・一三〇
鍊鐵	〇・一一四
鋼	〇・一一七
銅	〇・一〇〇
銀	〇・〇三三

比熱の表 (氣體の部)

物質	比熱	
	定壓	定容
空氣	〇・二三七	〇・一六九
水素	三・四一〇	二・四一二
酸素	〇・二一七	〇・一五五
窒素	〇・二四四	〇・一七三
過熱蒸氣	〇・四八〇	〇・三四六
炭酸瓦斯	〇・二一七	〇・一五三

七十八、温度 (Temperature)

温度は物體の分子震動の強弱を定むる尺度である、今少し碎いて説明すれば、温度は物體の冷熱の度合をいひあらはす尺度である。それで温度の異なる二物體を近づければ熱は熱い方の物體即ち温度の高い物體から冷たい方の物體即ち温度の低い物體の方に移動して、高温度の物體は冷め、低温

度の物體は温まり兩者の溫度が等しくなるまで熱の移動が續くもので此の熱の移動を熱の流といひ兩物體の溫度の差が大きい程熱の流は強いのである。

溫度の差はそれに相當する熱勢力を機械的仕事に轉換せしむることが出来るもので、その差が大である程多くの熱勢力を機械的仕事に轉換することが出来る。之に反し物體がその周圍の物體と同じ溫度にあるとき即ち溫度の差が零であるときはその物體が有する熱勢力は如何に大であつても之を機械的仕事に轉換することは出来ないものである。

以上述べたやうな次第であるから溫度の高低の差は即ち物體の有する熱の位置的勢力の多少を示すもので、高溫度の位置的勢力は丁度水頭量による位置的勢力と相對比すべきものである。例へば高所にある水がH呎落下してタービンに作用すれば、その落下によつてH呎に相當する位置の勢力は喪失するが之と同時に喪失した勢力に相當する機械的仕事をタービンに爲さしむるものである。此の場合タービンを通過した水は只その位置的勢力を失ふたのみであつてその分量には變りが無いことは勿論である。汽機の場合も同様に汽機に供給された蒸氣はそれが排汽となつて汽機より排出さるゝまでに溫度の差によつてその熱勢力の一部分を機械的仕事に轉換するので排汽の有する熱量は初め汽機に供給せられたときに比すれば遙かに僅少ではあるが然し蒸氣それ自身の分量に於ては

何等變り無いものである。是等の事實を簡單にあらはせば次の式のやうになる。

供給された熱 = 有效仕事 + 排出熱

七九、熱力學の第一法則 (First Law of Thermodynamics)

「熱と機械的仕事とは相轉換し得らるゝもので、熱を發生せしむるに要する機械的仕事の量と熱の喪失によつて生ずる機械的仕事の量とは共に單位熱量につき一定したものである。」

一英熱單位の勢力に相當する機械的仕事量はジュール (Jou) 氏の實驗の結果七百七十二呎封度であつたので、之をジュールの仕事當量といひJを以てその符號としてある。其の後ローランド (Rowland) 其の他の諸家の實驗の結果Jの値は七百七十八呎封度が確であるといふことが證せられたのでそれより以來一般に之を用うるやうになつたのである。それで次のやふな關係が出来るのである。

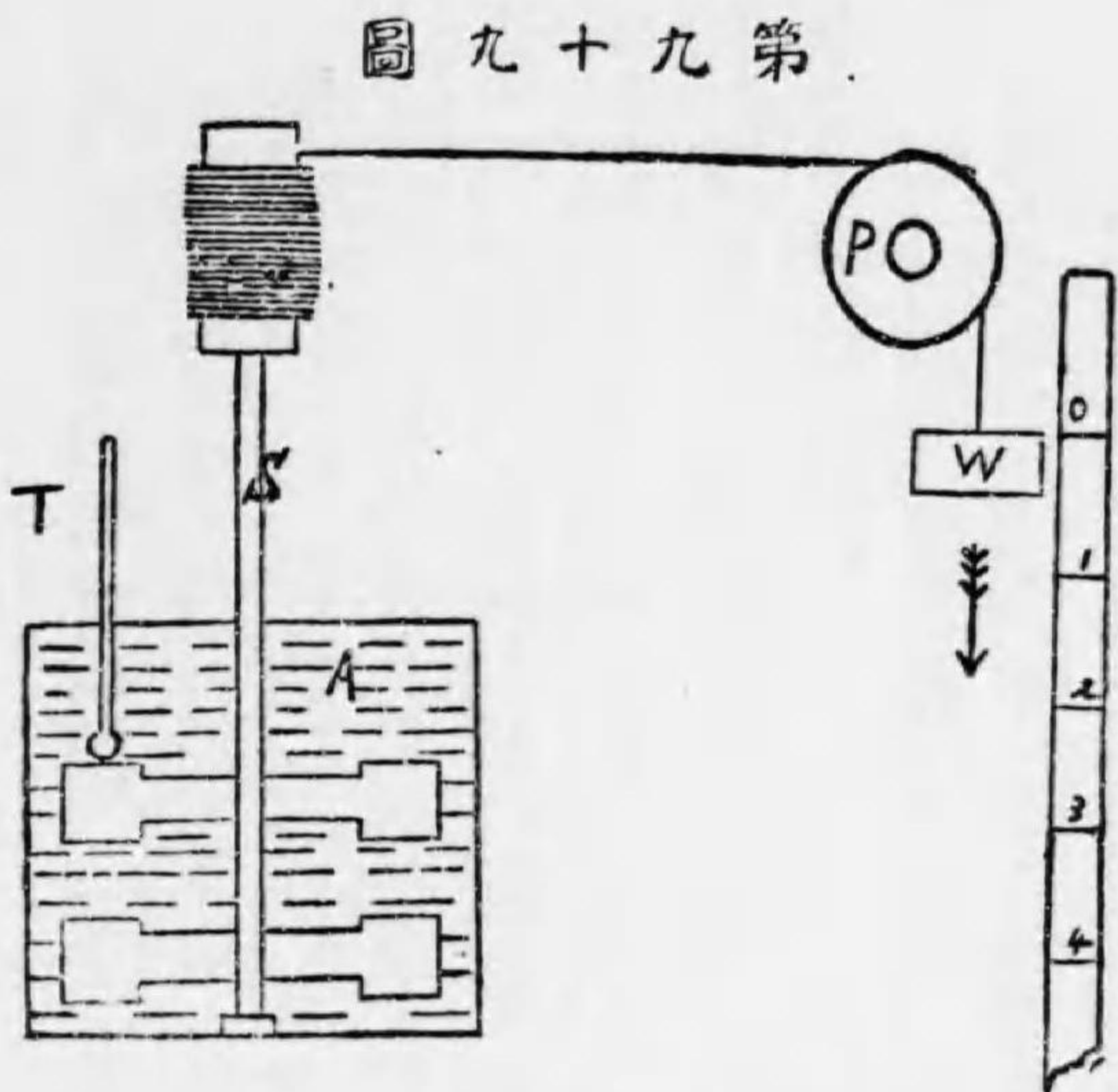
1 B.T.U. = 778呎封度 (精確にいへば777.64呎封度である)

又 1 グラム、カロリー = 4.184ジュール

1 キログラム、カロリー = 426.65メートル、キログラム

次にジュール氏の實驗に際して用ゐた装置の概要を述べれば次のやうである。今第九十九圖に示

すやうに圓筒形容器A内に温度華氏三十九度の清水一封度を入れ攪亂用水車の軸Sの上方に捲付け



封度に相當する位置の勢力を喪失するときは圓筒内の清水一封度の温度が華氏三十九度から四十度

に上昇したのを確めたのである。即ち此の實驗によつて七百七十二呎封度の勢力は一英熱位の勢力に相當するといふことが證明出來たのである。

八〇、熱力學の第二法則 (Second Law of Thermodynamics)

クロシアス (Clausius) 氏陳へて曰く「熱は低温度の物體から高温度の物體へ直接移すことは出來ない」

之は即ち熱力學の第二法則として知らるゝもので佛人カルノー (Carnot) 氏の發見した法則である之を更に言換へてみれば、熱は温度の高い物體から温度の低い物體の方へは流るゝけれども之と反對の方向に温度の低い物體から温度の高い物體へは流るゝことが不可能であるといふことになる。例へば汽罐で火爐内に發生した熱が罐水に傳はつた時のやうに、又蒸氣から冷汽器循環水に傳はつた場合のやうに一度温度が降つた以上はその儘で逆に循環水から蒸氣に又は罐水から火爐内の火焰に一度傳はつた熱を戻すことは出來ないものである。

此の法則によつて吾人はどんな熱機關でもその供給せられた熱の全部 (例へば蒸氣機關であつたならば蒸氣の有する全熱) を悉く機械的仕事に利用することは出來ないもので、その温度が之を圍繞する大氣の温度まで降ればその時残つてゐる熱は最早機械的仕事として利用することが出來ない

ものであることを知り得るのである。今 T_1 を或物体の最高温度 T_2 を最低温度とすればその物体の如何に關せず此場合の機械的仕事の効率 η は $(T_1 - T_2) / T_1$ よりも大となすことは出来ぬものである。

八一、瓦斯に及す熱の効果

熱機関、殊に蒸氣機関で、蒸氣中に含有せらるゝ熱勢力が機械の仕事に轉換する要領を明瞭に了解するには先以て完全瓦斯に最も近い性状を有する空氣に熱が作用した場合の効果を考究するのが便利である。

八二、ボイルの法則 (Boyle's Law)

「完全瓦斯の壓力 P と容積 V との相乗積はその温度が變らなければ一定不變である」

$$PV = \text{定數 (温度が定常なる時)}$$

但 P は毎平方呎に働く封にて示した壓力

V は立方呎にて示した瓦斯の容積

各種の瓦斯の定數は $\gamma = 1.41$ (Regnault) 氏の精確な實驗によつて定められたものである

$P_0 V_0$ の値を求むるには次のやうにするものである。今空氣について求めてみるに、華氏三十二度の

空氣一封度の容積 V_0 は大氣壓力の下で 12.387 立方呎であるから

$$P_0 V_0 = \text{定數}$$

$$14.7 \times 144 \times 12.387 = 26,220 \text{ 呎}^2 \text{ 封度}$$

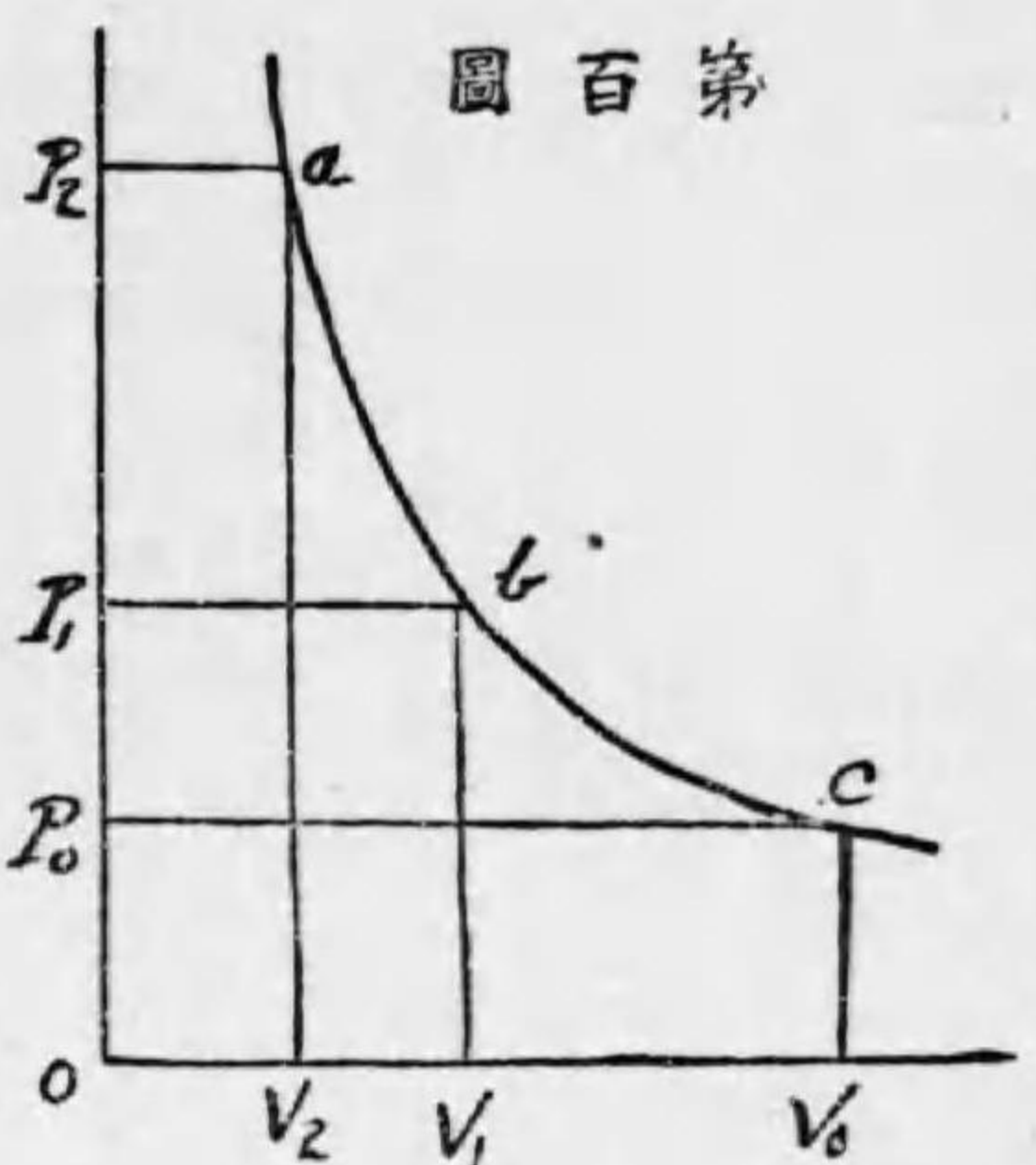
それで、第百圖に示すやうに同じ面積を有する矩形 $P_0 V_0, P_1 V_1, P_2 V_2$ 等を描きその一角 a, b, c 等を結び付くる曲線を描いたならば等温膨脹線 (Isothermal Line) を得るもので此の場合 P は V に反比をなして變化するから

$$PV = \text{定數}$$

$$2P \times \frac{1}{2}V = \text{〃}$$

$$3P \times \frac{1}{3}V = \text{〃}$$

等の關係が成り立つのである。(第二十五節参照)



第百圖

八三、シャルルの法則 (Charles's Law) のボイル、シャルルの聯合法則

「壓力が變らない場合に同容積の種々の瓦斯はその温度の變化に従つて同様に膨脹又は收縮するもので、その容積の變化する割合は絶対温度に比例をなす」

此の法則は次のやうに言ひあらはすことが出来る。即ち「同容積の場合に瓦斯の壓力はその絶対温度の變化に従つて變化する。」今初めの時の瓦斯の壓力を P_0 、後の時の瓦斯の壓力を P_1 とし、又初めの時の瓦斯の容積を V_0 、後の時の瓦斯の容積を V_1 とし絶対温度をそれら T_0 及び T_1 とすれば

$$V_1 = V_0 \times \frac{T_1}{T_0} \quad \text{又は} \quad P_1 = P_0 \times \frac{T_1}{T_0}$$

之即ちシャルルの法則であるが更にボイルの法則と聯合して次のやうにいひあらはすことが出来る

$$P_1 V_1 = P_0 V_0 \times \frac{T_1}{T_0}$$

空氣に於ては

$$P_0 V_0 = 26.220 \text{ 呎封度}$$

$$T_0 = 32 + 461 = 493^\circ$$

$$P_1 V_1 = 26.220 \times \frac{T_1}{T_0} = \frac{26.220}{493} \times T_1 = 53.2 T_1$$

以上の關係は更に一般的に書き換へた次の式で表はすことが出来る。

$$PV = RT$$

但しRは定數で瓦斯の密度によつて變化するものである(次の表をみよ) 各種瓦斯の性質は次の表にあらはす通りである。

八四、絶対温度 (Absolute Temperature)

實驗の結果、定壓力の下で空氣を温め又は冷却すればその容積の増減する割合は丁度氷點に於て一立方呎の容積ある空氣を水の沸騰點(華氏二百十二度)迄加熱すれば、膨脹してその容積は一・三六五四立方呎に増加するやうになるとふことが確められたのである。

瓦斯の性質

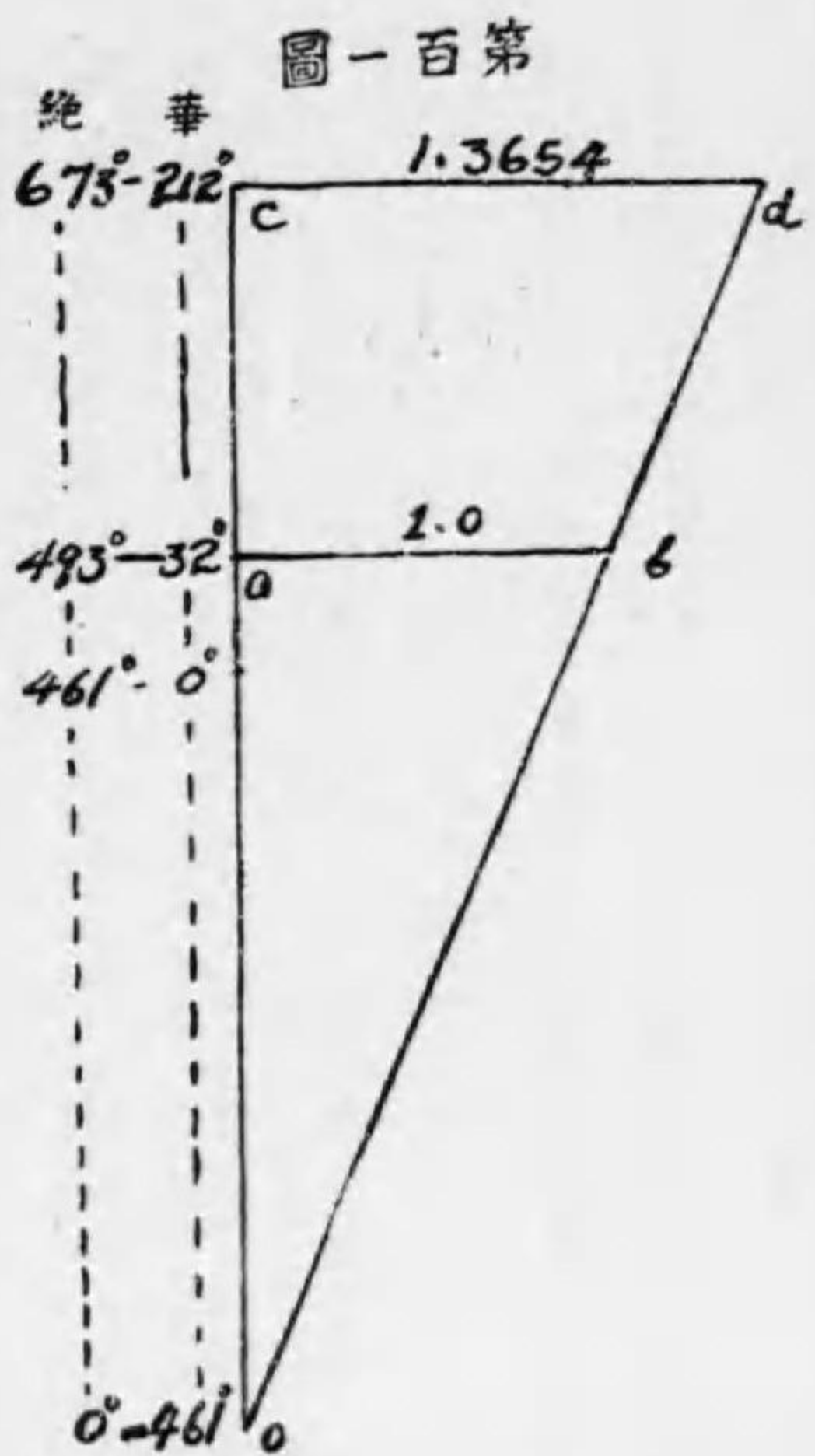
密度	定數 R	比熱 (一呎封度)		$\kappa = \frac{C_p}{C_v}$
		定壓 Cp	定容 Cv	
0.137	386.0	1.25	0.75	1.66
1.378	38.70	0.124	0.075	1.66
1.	53.34	0.241	0.171	1.40
1.105	48.25	0.217	0.155	1.40
0.970	54.99	0.247	0.176	1.40
0.0696	765.86	3.42	2.44	1.40
1.038	51.40	0.231	0.165	1.40
0.968	55.14	0.243	0.172	1.41
1.260	42.35	0.191	0.136	1.40
1.520	35.09	0.210	0.160	1.31
0.590	90.50	0.523	0.399	1.31
0.899	59.34	0.350	0.270	1.28
1.744	30.59	0.24	0.20	1.20
0.554	96.31	0.593	0.450	1.32
0.969	55.08	0.40	0.33	1.20

瓦斯の種類	化學符號	原子價	分子量		大氣中に於て一立方呎の重量	
			近以値	實數値を32とす	華氏六十二度	華氏三十二度
ヘリウム	He	1	4.0	4.0	0.0105	0.0112
アルゴン	Ar	1	40.0	39.9	0.1048	0.1112
空気			29.0	28.95	0.0761	0.0807
酸素	O ₂	2	32.0	32.0	0.0840	0.0892
窒素	N ₂	2	28.0	28.08	0.0737	0.0783
水素	H ₂	2	2.0	2.016	0.00529	0.00562
一酸化炭素	NO	2	30.0	30.04	0.0789	0.0838
二酸化炭素	CO	2	28.0	28.0	0.0734	0.0780
塩化水素	HCL	2	36.5	36.45	0.0958	0.1017
炭酸瓦斯	CO ₂	3	44.0	44.0	0.1156	0.1227
アムモニア	NH ₃	4	17.0	17.06	0.04483	0.0476
アセチレン	C ₂ H ₂	4	26.0	26.02	0.0684	0.0725
メチルクロライド	CH ₃ Cl	5	50.5	50.47	0.1326	0.1407
メタン	CH ₄	5	16.0	16.03	0.0421	0.0447
エチレン	C ₂ H ₄	6	28.0	28.03	0.0738	0.0780

以上の事實は又逆に次のやうにもなる、即ち容積を一定にして置いた場合氷點に於て一氣壓の壓力があつたものとしたならば、之を沸騰點迄加熱すればその壓力は一・三六五四氣壓に増加するこ

とになる。

以上の結果は圖式を以て示せば次のやうになる、今第一百一圖に示す通り任意の尺度で溫度を表はすべき垂直線ocを引き氷點及沸騰點に相當する點を記し、氷點三十二度の點からoc線に直角にab線



圖一百第

してゐるから、此の範圍以外の溫度に於てもその壓力の變化の割合は同様であるに相違無い、それで圖に於てbd直線と垂直線との交點Oは即ち壓力が零になつた點である。

瓦斯體に壓力があるといふことは、取りも直さずその中に熱勢力があるからであるから、壓力の

零の點に相當する溫度を零度として之を溫度の絕對値の起點としたのである、それで

$$0a + 180 : 0a = 1.3654 : 1$$

$$0a = 492.6$$

即ち絕對溫度の零度は水の氷點下四百九十二度六（華氏）で華氏の零度以下 $492.6 - 32 = 460.6$ 度下方にあるわけである。華氏の溫度に四百六十度六（通常四百六十一度）を加へて表はした溫度を絕對溫度といひ T なる符號を以てあらはし、普通の溫度を t であらはせば

$$T = 461 + t \quad (\text{華氏})$$

$$T = 273 + t \quad (\text{攝氏})$$

又 P_1, V_1 は絕對溫度 T_1 の時の壓力と容積とをあらはし、 P_2, V_2 は絕對溫度 T_2 の時の壓力と容積とをあらはすものとしたならば次のやうな關係が成り立つものである。

$$P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1}$$

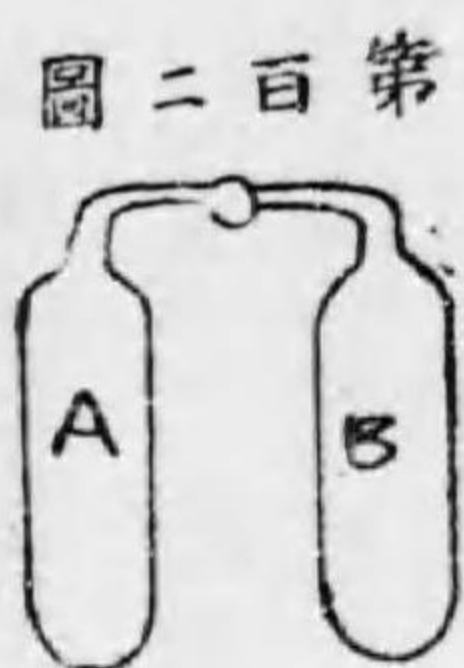
$$V_2 = V_1 \times \frac{T_1}{T_2}$$

八五、瓦斯の内部的勢力 (Internal or Intrinsic Energy)

「瓦斯が外部的に仕事を爲すこと無しに膨脹すれば、その溫度は變らない」

此の法則はジュール氏によつて發見されたもので次のやうな實驗によつたものである。

第百二圖に示すやうに A B なる二箇の銅製容器を一本の管で連ね、一方の容器 B は排氣唧筒に連續せしめて、ほとんど完全に近い真空となし、他の容器 A には二十二氣壓迄壓縮した壓搾空氣を滿し、然る後之を水中に沈めるのである。次に A B 兩容器の中間に設けてある塞止瓣を開いて、A 器中の壓搾空氣を空虛な B 器内に流れ込ませ、塞止瓣を開けない前と、開けて B 器内に壓搾空氣を通



した後の兩器を圍繞する水の溫度を精密に測つたのであるが此の前後に於て水の溫度には何等の變化があらはれなかつたのである。次に A B 兩器を別口の水槽に沈め同様な實驗を行ふた所が、塞止瓣を開いて A 器から B 器へ壓搾空氣を通すると共に A 器の沈んでゐる水の溫度は降り B 器の沈んでゐる水の

溫度が同量だけ上昇したので次のやうな結論を得たのである。即ち A 器内の壓搾空氣が運動を起し B 器内に移つたために A 器の外に圍繞せる水より熱を吸収し、此の吸収した熱は空氣が B 器に移つた時 B 器を包む水に放出されたのであるから、結局空氣それ自身の溫度には何等變りが無いことになるのである。而も瓦斯の溫度はその内部的勢力の多少を示す目安となるのであるから上述の實驗に於て何等瓦斯の溫度に變りが無いから瓦斯は何等その内部的勢力の損失を來してゐないことにな

る。それで次のやうなことがいへる。

- 1、瓦斯がA器から噴出する時はその温度は幾分降り、その温度の降つた量に相當する熱勢力が瓦斯の分子の運動の勢力に變ずるものである。
- 2、瓦斯が流動してゐる場合にその分子が有してゐる運動の勢力は丁度B器に入つた時のやうに、その流動が止まれば再び熱勢力としてあらはるるものである。

八六、瓦斯の比熱 (Specific Heat of Gases)

比熱といふのは「單位の重さの物質を華氏一度温むるに要する熱量を熱單位でいひあらはしたものであるが、その値は物質を如何なる状態の下にて熱したかに依つて（殊に瓦斯に於て）相違があるものである。それで一封度の瓦斯を密閉器中に入れて熱すれば瓦斯は定容積に於て加熱せられたといひ、温度一度温むるに要した熱量を C_v であらはすが、之は即ち定容積に於ける瓦斯の比熱で $C_v \times 778 = K_v$ は呎封度であらはした定容積に於ける瓦斯の比熱である。

同じ重さの瓦斯を圓筒に入れ、その上面には滑動自在なる吸鑊を装置し、瓦斯の面に加はる壓力は常に一定に保てるやうにして之を加熱したならば、温度一度上昇すると共にその容積も増加するから、瓦斯はその面に加はつた壓力に打勝つて吸鑊を外方に押し動かして仕事をなすものである。

此の場合瓦斯は定壓力の下に於て加熱せられたのであつて、瓦斯の温度を一度上昇せしむるに要した熱即ち定壓力に於ける瓦斯の比熱を C_p で表はす。此の C_p は瓦斯の膨脹するに當つて外部抵抗に打勝つて仕事を爲すために C_v の場合よりも餘分の熱量を含むもので $C_p \times 778 = K_p$ は定壓力の下に於ける比熱を呎封度であらはしたものである。

レヒエン (Regnault) 氏の測定によれば、空氣に於て

$$C_v = 0.1691 = \text{B. T. U.} \quad K_v = 0.1691 \times 778 = 131.6 \text{呎封度}$$

$$C_p = 0.2375 \text{ B. T. U.} \quad K_p = 0.2375 \times 778 = 184.8 \text{呎封度}$$

瓦斯を定壓力又は定容積の下に於て加熱した場合の効果は、第百三圖及第百四圖に示す通りである。

今圖に示す如く、壓力を示す軸と容積を示す軸との中間に一點aを定め、OPをその時の瓦斯の壓力に等しく、又OVを一封度の瓦斯の容積に等しいやうにとる。今a點の状態にある瓦斯を圓筒に入れ吸鑊を固定したまま加熱すれば、その壓力は第百三圖ab線で示すやうに上昇し、その温度も亦ab線が他の高温の等温線と交つた點を以て示さるる通りに上昇するであろう。此の場合瓦斯に供給せられた全熱量は一封度の瓦斯の温度を上昇せしむる爲にのみ必要な分量であつて、何等外部の仕事