

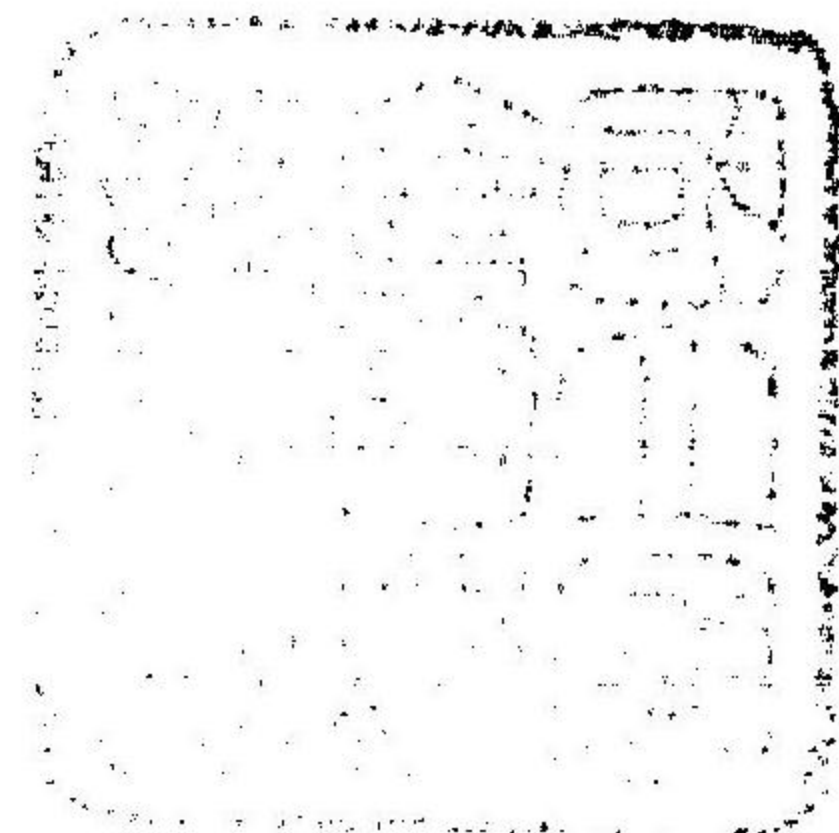
HAND BOOK
OF
FARM IMPLEMENTS.

農藝
物理
農具學

農學博士 稻垣乙丙著

東京 博文館藏版

614.8
J375_n



218907

序

現今ノ農事ニハ改良ヲ要スルノ方面實ニ多般ナリト雖モ農具ノ改良ハ其大要項ノ一ナリト云ハザル可ラズ、ユハ蓋シ世人ノ夙ニ感知セル所ニシテ方今改良發明ノ農具ガ續々世ニ現ハル、ノ趨勢ハ之ヲ證シテ餘アリトイフ可シ、試ニ特許局發行ノ特許公報ヲ繙テ見ヨ又ソノ實用新案公報ヲ繙テ見ヨ、其ノ毎月ニ發行セラル、所ノモノ殆ド一冊トシテ農具ヲ其中ニ含マザルハ無ク或ハ農具ヲ以テ其過半ヲ占ムルモノアリ、予ハ此頃特許公報ニ就テ明治三十八年四月ヨリ四十二年十月ニ至ルマデ四箇年半ノ間ニ於テ幾何ノ農具ガ特許セラレシヤヲ調査セシニ通計約九百十點ノ農具ヲ得タリ、正ニコレ平均上毎二日ヲ要セ

ズシテ、一ノ新農具ガ續々世ニ生レ出ルノ狀勢ニシテ之ニ加フルニ實用新案ノ農具ヲ以テセバ少クモ毎日一二ノ新農具ノ生出ヲ見ルナリ實ニ盛ナリト言ハザル可ラズ、惟フニ必要ハ發明工夫ヲ促スノ最大要素ナレバ此ノ發明新案ノ續出スル趨勢ハ農界ガ實ニ新農具ヲ要求スルニ因ルモノニシテ發明ハ畢竟ユノ要求ニ促サレタルノ結果ナリトナサバルベカラズ、予ハ此ニ於テカ農界ノ爲ニ此ノ趨勢ヲ慶賀セザル可ラザルナリ。然リト雖モ願テ農界ノ實狀ヲ見レバ未ダ俄ニ此ノ慶賀ノ聲ヲ發スルコト能ハザルモノアリ、何トナレバ則チ予ハ未ダ多ク此ノ新農具類ガ實際ニ世間ニ使用セラレツ、アルヲ見ザレバナリ。ユレ或ハ特許ノ農具又新案登録ノ農具ナルモノガ未ダ必ズシモ實際ノ使用ニ適スルノ改良發明ニアラザルニ因ルカ、予

チ以テ之ヲ見レバ特許及新案ノ農具ハ未ダ以テ悉ク改良ノモノナリト云フコト能ハズト雖モシカモ何レモ取ル可キノ良點ヲ存スルヲ見ルナリ農界ハ何故ニ其取ルベキヲ取ラズシテ尙多ク舊來ノ舊農具ノミヲ襲用セリヤ。予ハ屢々農業者ノ側ヨリ新農具ニ就テ如何ナルモノアリヤチ間ハレ、何書若クハ何店ノ「カタローグ」ヲ見バヨク新農具ニ就テ多クヲ知り得ルヤトノ質問ヲ受クルコト多シ、予ハ此點ニ於テ既ニ農界ガ新農具ヲ要求スルノ切ナルモノアルヲ知ルナリ、而シテ方今勞働ノ賃銀次第ニ騰貴スルノ趨勢ニ見ルモ農界ガ新農具ニ依リテ力ヲ省キ業程ヲ進メントスルノ希望ハ大ニ其度ヲ高ム可キノ理由アルヲ見ルナリ、然リ而シテ發明續出ノ狀勢ハ實ニ上ニ述べタルガ如シ之ヲ如何ゾ必要ニ促サレタルノ結

果ナリト判セザルヲ得ンヤ、予ハ此ニ於テカ之ヲ惟フ新農具ノ
尙多ク行ハレザルハ一ハ農界ナシテ新農具ヲ知ラシムルノ機
關ニ乏シキニ因リ、一ハ機械學上ノ智識ガ尙農界ニ普及セズシ
テ新農具ニ尙缺點ヲ存スルニアラザルヲ得ンヤト。

農業ノ事項ヲ論說記述スルノ著書雜誌類ハ今日既ニ頗ル多シ
然ルニ農具ニ關シテノ著書及ビ論述ハ甚ダ稀ニ見ル所ナリト
ス、コレ豈ニ現今ノ大缺陷ニアラサルヲ得ンヤ、予輩ハ乃チ此缺
陷ニ向テ填補ヲ試ルノ必要ヲ見ルナリ本書ヲ著述スルノ主旨
ハ實ニ此點ニ係リテ存セリ。

予ハ嚮ニ白鳥學士ト共ニ農業學校ノ教科用書トシテ「新撰農具
教科書」ヲ編メリ、シカモコレ唯要畧ヲ記シタルノ小冊子ニシテ、
教師ノ補述ナクンバ以テ隔靴搔痒ノ憾ヲキナ得ザルモノナリ、

故ニ其緒言ニ於テ記述シテ言ヘリ曰ク「予輩ハ別ニ大冊ノ農具
書ヲ編シテ遠カラズ梓ニ上センコトヲ期ス」ト今此ノ冊子ハ即
チ尙未ダ大冊ト稱スルニ足ラズト雖モ聊カ以テコノ前言ヲ實
現セント努メタルモノナリ。前ノ教科書ヲ用フルモノヨク此
書ニ參照セバ蓋シ脱靴ノ感アルヲ得ベシ、若シ夫レ尙足ラザル
所ノモノハ漸次ニ之ガ補充ヲ計ラン之ヲ序トナス。

明治四十四年一月

著 者 識

本書を著述するに當り参考せし書籍は左の如し

Julius Weisbach—Lehrbuch der theoretischen Mechanik, 1875.

Krafft—Illustrirtes Landwirtschafts-Lexikon, 1900.

Emil Perels—Handbuch des landwirtschaftlichen Maschinenwesens, 1880.

John J. Thomas—Farm Implements. 1850.

F.H. King—Physics of Agriculture, 1901.

Edward Breslauer—Der Maschinenbau, 1899.

Emil Perels—Landwirtschaftliche Geräte und Maschinen, 1897.

Weisbach—Ingenieur- und Maschinenmechanik, 1880—1882.

J. Brownlee Davidson—Farm Machinery and Farm Motors, 1909.

A. Wüst—Die für den Acker- und Pflanzbau wichtigen Geräte und Maschinen. 1889.

Catalogue of agricultural Implements (Baker and Hamilton 1902.)

The Implement and Machinery Review (Monthly Journal)

Landwirtschaftliche Geräte und Maschinen aller Art (Rud. Sack, 1910).

Geräthen und Maschinen zur Bodenbearbeitung und Reihenkultur (Rud. sack, 1901.)
Landw. Lokomobilen und Dampftrahmaschinen (Hofherr and Schranitz, 1906.)

General Katalog der neuesten Maschinen and Geräte für Landw. (Ph. Mayfarth & Co.)

大藏永常——農具便利論 文政五年

宮崎安貞——農業全書 元祿九年

マキス、フエスカ——農具論講義 無刊

新渡戸稻造——農業發達史 明治三十年

西村榮十郎——農用器具學 明治三十六年七月

明峰正夫——最新農具論 明治四十年四月

神宮司應——古事類苑產業部 明治四十一年十月

興文社——實用農具學 明治三十九年四月

上野英三郎——農具教科書 明治三十九年四月

稻垣乙丙、白鳥吾市——新撰農具教科書 明治四十三年二月

多々羅恕平——欽に就ての簡易の取調 明治二十五年

目 書 考 参

白鳥吾市——欽に就て 明治四十二年七月

機械學會——機械工學術語集 明治三十四年九月

村瀬英一——構造強弱學 明治三十九年五月

町原 剛——動力發生及分配 明治三十八年五月

關 盛 治——水力機械學 明治三十八年九月

藤村忠巳——蒸汽罐使用法 明治三十九年九月

小林豊造——實用機械學——明治三十六年十月

稻垣乙丙——農地改良學 明治四十年

同——農學校用物理學教科書 明治四十一年七月

同——農藝物理實驗農學 明治四十年十月

農商務省林業試驗所報告

同——農事試驗場報告

同——特許公報

農學會報

目 書 考 参

農藝物理農具學目次

第一編 汎論

第一章 緒論	一
第二章 器械構成の材料	七
第一節 材料の一般性質	七
第二節 主要材料の各論	一八
(第一)鐵材(第二)鐵以外の金屬(第三)木材	
第三章 器械部分の結合	三三
(第一)釘綴法(第二)楔結合(第三)螺旋結合	
第四章 傳動機(器械)の連結	四七
第一節 傳動軸及び其聯結裝置	四八
傳動軸、固定聯結、可解聯結、轉向聯結、軸承注油裝置、	

第二章 傳動車……………六〇

〔甲〕摩擦車〔乙〕調車〔丙〕索繩車〔丁〕齒車〔戊〕鎖車

第五章 動力及び發動機……………七九

第一節 人力及畜力……………七九

第二節 人力及畜力の廻轉發動機……………八八

〔第一〕曲柄〔第二〕足踏機〔第三〕牽具及節制器〔第四〕畜力廻轉發動機

第三節 水力及び水車……………一二二

第四節 風力及び風車……………一二一

第五節 汽力及び汽罐……………一二六

第六節 蒸汽機關……………一三五

第七節 瓦斯及石油機關……………一四二

第八節 電力發電機及電動機……………一四六

第九節 計力器……………一五一

第二編 特論

第一章 整地用具……………一六二

第一節 耕鋤器……………一六二

〔第一〕鋤……………一六三

〔第二〕鋤……………一九〇

〔第三〕犁……………一九七

〔第四〕攪土器……………二二八

第二節 耙碎器又耙器……………二三〇

〔第一〕馬鋤〔第二〕耙耨〔第三〕手把〔第四〕塊割

第三節 鎮整器……………二四七

〔第一〕松〔第二〕輓軸〔第三〕刮板

第二章 作付用具……………二五六

第一節 成形用器……………二五六

第二節 種子及肥料の豫措器……………二五九

第三節 播種器及撒肥器……………二六五

〔第一〕撒播器械〔第二〕條播器械〔第三〕點播器械〔第四〕撒肥器械

第四節 栽植用器……………二八〇

第三章 手入用具……………二八一

第一節 畑地用耘耨器……………二八一

第二節 水田用耘耨器……………二八五

第三節 病蟲害の防除用器……………二八七

第四節 灌水用器……………二九一

第四章 收納用具……………二九九

第一節 刈取器……………二九九

〔第一〕鎌〔第二〕散刈機械及結束刈禾機械

第二節 掘採器……………三〇七

第三節 運搬器……………三〇九

第三編 附 録

近年我邦にて特許せられたる新農具

第四節 調製器……………三二七

〔第一〕脱穀器〔第二〕脱稈器〔第三〕精選器

第一節 鍬類……………三三九

第二節 鋤類……………三五六

第三節 犁類……………三六〇

第四節 攪土器類……………三七五

第五節 耙器及其他の整地器……………三八二

第六節 作附用具即ち下種栽植の用器并に肥料を調製及施用するの器……………三八八

第七節 手入用具即ち除草中耕病蟲害の防除等に用ふるもの……………四二二

第八節 收穫及調製用具……………六

目次終

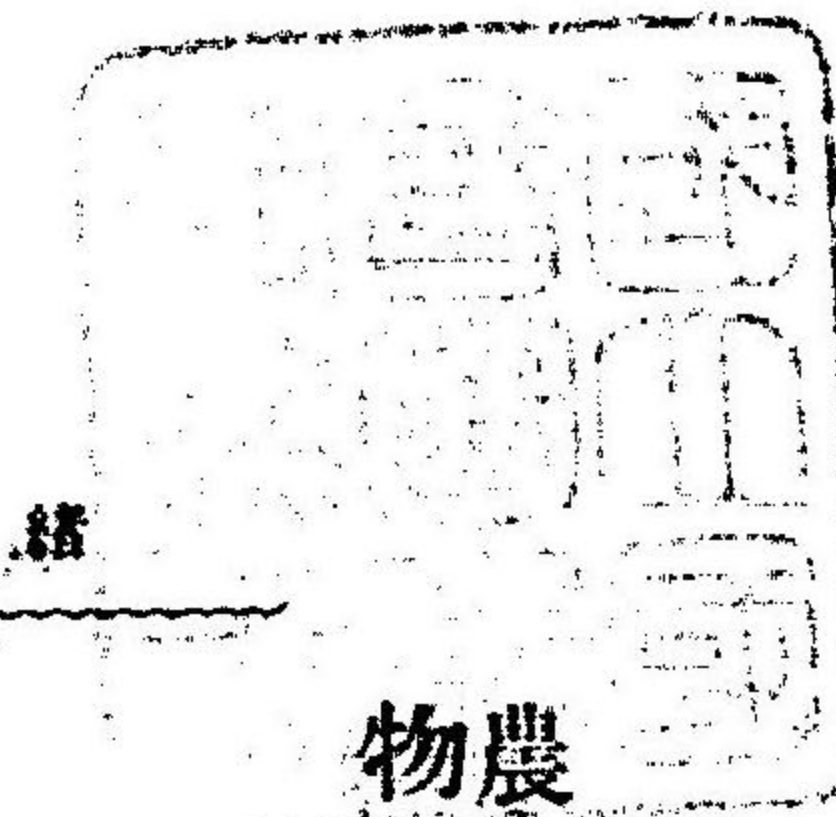
農藝農具學

農學博士 稻垣乙丙著

第一編 汎論

第一章 緒論

凡そ農具とは農業に用ふる器具機械を總稱するものなり。但し器具と云ひ機械といふは其區別甚だ曖昧にして、要するに其の構造の簡單なると複雑なるとによりて概別せらるゝに過ぎずと云ふべし。或は機械とは力を利用する爲に用ふる装置の謂にして、作業をなさざるものは器具なりとの定義を下すものおれども、彼の鋤の如き鋤の如きは皆作業をなす爲のものにして、而かも一般に機械とは稱せられざるを例とす。故に機械は作業をなすべきものなりと稱するを得れども、器具は作業をなさざるものなりとは斷ずべからず。英語に *tools* といひ獨逸語に *Gerä-*



器具と稱するものは之を機械とは稱するを得ずして器具と稱すべきものなりと雖も亦力を利用する爲に用ふるものにしては唯 *Maschine* (獨) 又は *Machine* (英) と稱するものよりも簡單なる構造を有するものなりといふに止るべきなり。凡そ器械(以下器具機械を總稱して器械又は機具といふ)に働かしむべき力は人類及び動物の力、水力、風力、汽力、電力等にして此等の力を働かしめて或る目的を達するに要するの器械は或は唯一個の器械たるに過ぎざることあれども、或は數個の器械の連結たることあり。即ち或は先づ或る一器械をして運動を發起せしめ次に之を他の或器械に傳達して然る後に初めて目的の作業をなさしむることあり。此の如き場合に於ては最初の器械を發動機(獨 *Kraftmaschine* 又は *Motor*) といひ最後の器械を作業機(獨 *Arbeitsmaschine*) といひ、而して此の兩器械の間に動力を傳達するの器械を傳動機(獨 *Transmission*) と名く。所謂農具とは農業上に使用する器械の謂なりと雖も其中には特に唯農業にのみ使用せられざるものあり。即ち發動機及び傳動機の如きは是なり。しかも農具を論ずるに當りてはまた此等の汎用の器械にまでも及ばざる可らず。故に本書

に於ては先づ此等の器械を論じて然る後に農業特有の作業器械に及ぶこととせんとす。

器械は主に作業 (*Arbeit*) をなす爲のものなりとすれば器械を論ずるに就ては併せて作業に就ても論述する所あらざる可らず。一般に或力が一の物體に作用して其着力點が動くときは此力は仕事(作業)をなしたりと云ひ、而して此の仕事の量はその着力點が力の方向に動きたる場合に於ては其動きたる距離と其力との相乗積を以て計り、着力點が力の方向と或角度をなして動くときは其力の方向を示す直線上に於ける動きたる距離の正射影と其力との相乗積を以て計るものとす、又此の仕事を計るの單位としては普通に米呎或は呎米 (*M.K.Gs* 又は *K.G.M*) を用ひ若くは英國式に於ては呎封を用ふ。而して効程 (*Arbeitsleistung*) を表はすには一秒時間に対する仕事を以てして之を米呎秒 (*M.K.Gs*) といふ。但し大なる効程は馬力 (*HP*) 又は馬を其符號とすを單位として表はすを例とす。

但し一馬力は獨國佛國等に於ては七十五米呎秒を法定とすれども英國にての一馬力は五百五十呎封秒なれば此英の馬力は獨佛の馬力よりもやゝ大にして

(凡そ七十分之一程大なり)即ち一〇一三九に當れり。

$$1^{\text{m}} = 1.006^{\text{r}} = 30.48^{\text{m}} \quad 1^{\text{m}} = 121^{\text{r}} = 453.6^{\text{r}}$$

又若し質量Mなる物體(但し $M = \frac{G}{g}$)にしてGは重量を斤單位にて示したるもの、gは地球の重力より起る加速度九八一米なり)が毎秒v米の速度を以て運動するときは此の運動のエネルギーは $\frac{Mv^2}{2}$ なるが故に此のエネルギーの爲し得べき仕事はPなる力がSの距離に働きたる仕事と相等しくして實に $PS = \frac{Mv^2}{2}$ なり。

電力に就ての効程を表はすにはキロワット即ちボルトアンペア (Kilowatt = Volt-Ampere) を單位として用ふ。一キロワットは英馬力の七百四十六分の一千にして即ち一三四馬力に當り隨てまた獨佛の馬力の七百三十六分の一千にして即ち一三六馬力に當れり。

凡そ器械に於ける作業能 (Arbeitsvermögen) は其一部分有害なる抵抗即ち摩擦・空気の抵抗・衝突等の爲に使用せられて有用なる作業に用ひらるゝは其一部分に過ぎず。故に此の無用に使用せらるゝ部分は之を副作業 (Nebenarbeit) と云ひ總作業 (Gesamtarbeit) 又は Rollleistung 粗工程より此の副作業を減じたるものを有用作業 (Nutz-

arbeit) と云ひ而して總作業 G と有用作業 N との比率 $(\frac{N}{G})$ を効率 (獨 Wirkungsgrad 英 Efficiency of Machine) と稱し器械は成るべく此の効率を大ならしめんことを希圖すべしものとす。

器械の効率を大ならしむるには努めて其摩擦を小ならしめざる可らず而して摩擦を小ならしめんことを希圖せばよく摩擦の法則を知らざる可らず。凡そ摩擦には滑摩擦 (Gleitende-Reibung) と轉摩擦 (Rollende-Reibung) との二種類ありて轉摩擦は滑摩擦よりも著しく小なることはよく人の知る所なり。而して滑摩擦に就ては次の法則あり。

(一) 摩擦は其摩擦面上を壓する力と其面の粗糙の度 (Rauhigkeit) とに正比例するものなり。即ち壓力愈大なるときは摩擦愈大きく其面愈粗糙なれば摩擦愈大なり。されば摩擦を小ならしめんことを希圖せば其摩擦面に働くの壓力を減少せんことを計るべく又面を平滑にせんことを計るべし機械に油をさすの目的は要するに此の平滑を得しめんが爲なり。

(二) 硬固なる物體に就ては摩擦は其摩擦面の大小に關係するものにあらず。(但し

こは全然無關係なるにはあらず、然かも面積の影響は甚だ微小にして計るに足らざるなり。

(三) 摩擦は運動速の甚だしく大ならざる場合には其速度と無關係なるものなり。

然も其静止より運動を起すときの摩擦は其運動せる時の摩擦よりも大なり。

(四) 摩擦は金屬にありては温度と共に増大し、木材にありてはその湿度と共に増大す。而して同類の物體間の摩擦は異類の物體間の摩擦よりも大なり。(例へば鐵と鐵との摩擦は鐵と銅との摩擦よりも大なり。又木材にありては其纖維が互に直角をなす場合に并行する場合よりも摩擦小なり)

(五) 滑摩擦の一種に軸樞摩擦 (Zapfenreibung) と名くるものあり。こは軸樞 (Zapfen) と軸承 (Lager) との間に起るの摩擦にして、此摩擦は普通の滑摩擦よりも小なり。しかも此摩擦も轉摩擦に比すれば尙頗る大なり。

(六) 摩擦より起る抵抗力がその摩擦面に働く壓力に對する比を稱して摩擦係數といふ。故に摩擦係數と壓力との相乗積は即ち摩擦より起る抵抗力を表するものなり。

第二章 器械構成の材料

第一節 材料の一般性質

凡そ器械を構成するの材料には左の諸性質あることを重要なりとす。

- (一) 剛性 (獨 *Festigkeit* 英 *Strength*) に富めること。
 - (二) 平等性 (*Homogenität*) を有すること。
 - (三) 耐久性 (*Unveränderlichkeit*) を有して容易に變ぜざること。
 - (四) 到る處にて得易きものなること。
 - (五) 之に作工するに容易なること (*Bearbeitungsfähigkeit*)
- 此うち剛性は外力に抵抗して材料がその形體の連續を維持する性質にして之を細別すれば次の數種あり。今その各種に就て少しく説述する所あらざる可らず。
- (一) 牽斷剛性 (*Zugfestigkeit*) これは引きちぎらんとするに對抗する剛性にして、此剛性の耐え得べき張力 (又は應力) は其力の方向に直角なる斷面の面積に正比例するものなり。今 P 斤を以て其力を表し F 平方寸を以て其斷面積を表すれ

は

$$P = F \cdot K_z$$

$$K_z = \frac{P}{F}$$

にして此 K_z は實に一平方糎の斷面積を有する棒を牽断するに對して耐え得る力單位(斤)を示すものなり。此力の量は勿論物質によりて異なるものにして其價は後に表示する所によりて知るべし。

(二) 壓碎剛性 (Druckfestigkeit) これは壓しひしがんとするに對抗する剛性にして、此剛性の耐え得べき張力も亦其力の方向に直角なる斷面の面積に正比例するものなり。即ち P 斤を以て其力を表し F 平方糎を以て其斷面積を表すれば

$$P = F \cdot K_d$$

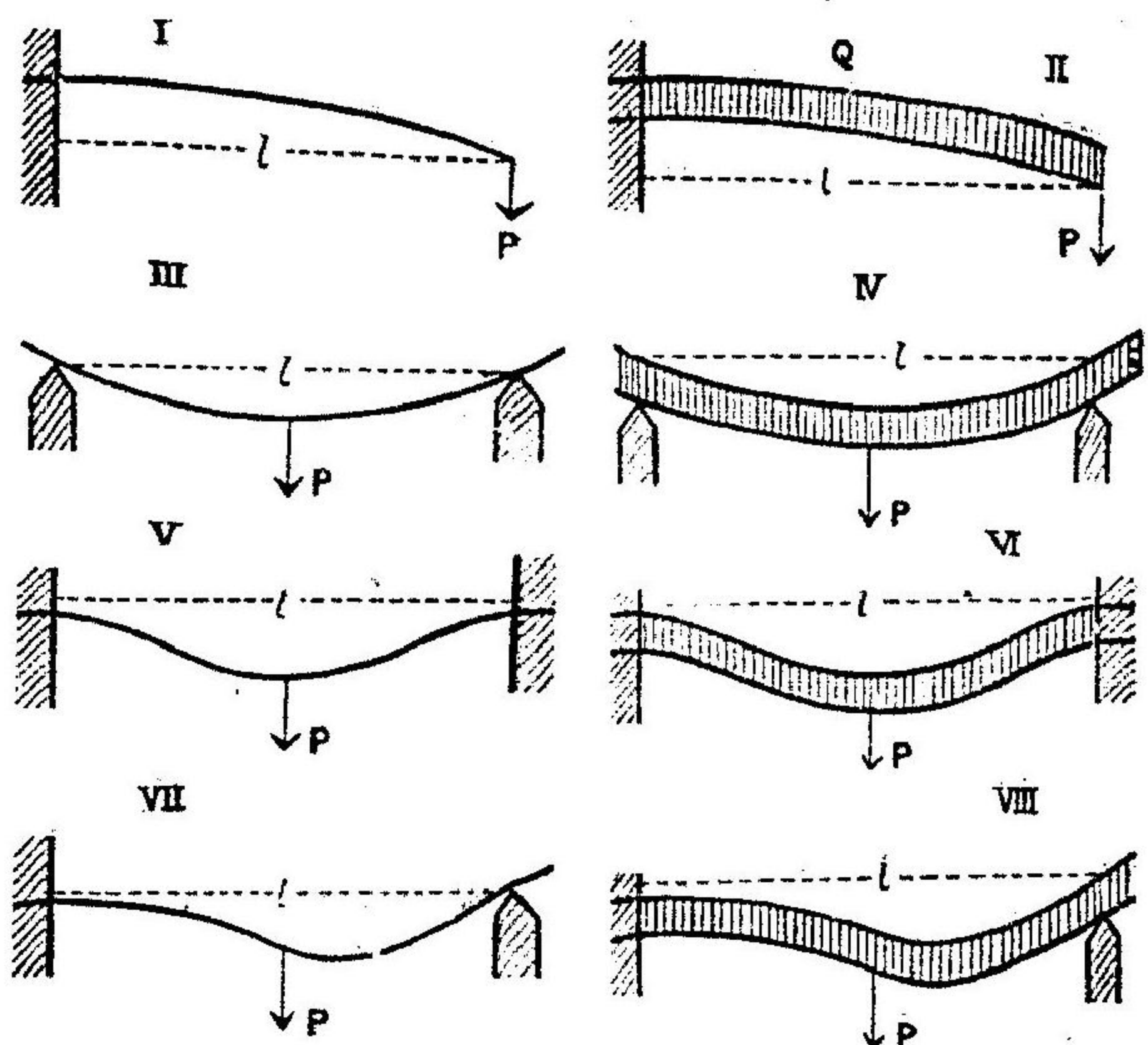
$$K_d = \frac{P}{F}$$

にして此の K_d は一平方糎の斷面を有する棒を縦に壓碎せんとするに對して耐え得る力(斤)を示すものなり。

以上の牽断剛性と壓碎剛性とは之を總稱して絶對的剛性 (Absolute-festigkeit) とすひ、次の挫折剛性を一に比較的剛性 (Relative-festigkeit) と稱することあり。

(三) 挫折剛性 (Biegungsfestigkeit) これは彎曲して挫折せしめんとするに對する剛性

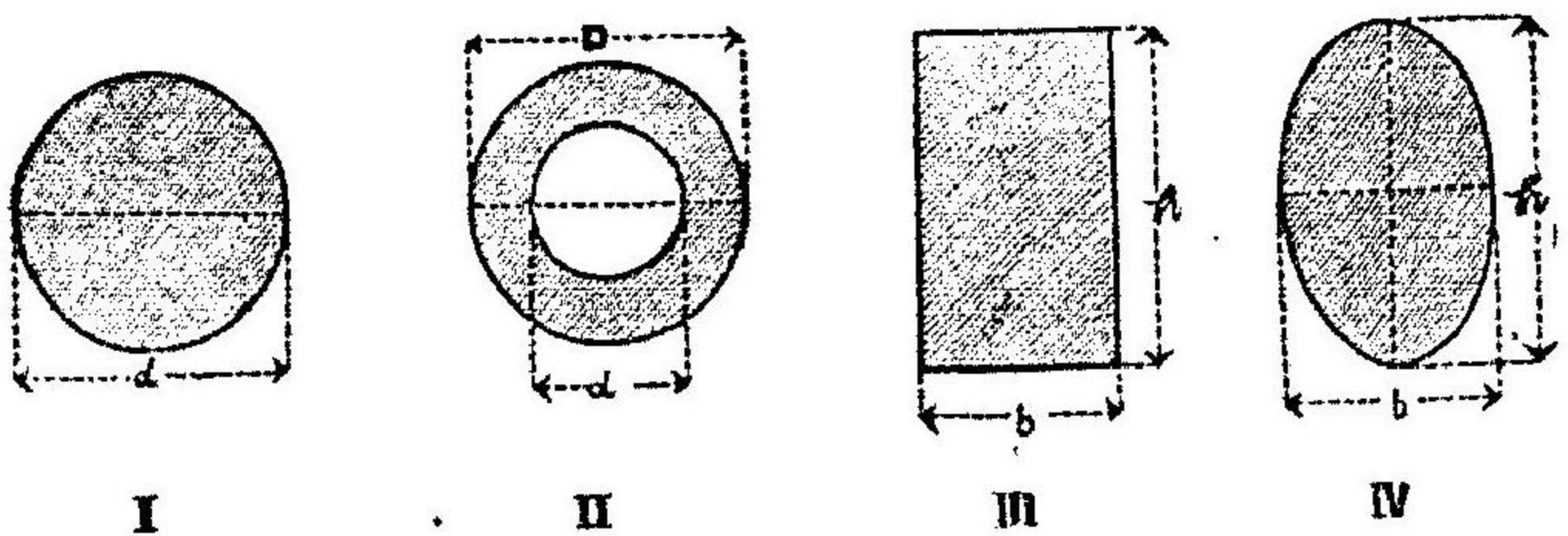
圖 一 第



に支へ其棒の正中に P 斤を懸けたる場合には III 式及び IV 式の如く、 V 圖及 VI

にして此の剛性の耐え得る張力 K_b は單に其の棒の斷面積に關するのみならずして其斷面の形狀に關し又其の棒(桁)の長さとその棒を支持する仕方とに關せり。第一圖の I に示すが如く、 l 程の長さなる棒を一端に於て固き壁内に支へ他端に P 斤を懸けたる場合に於ては、若しも其棒に重量なきものとするれば I 式の如くなれども實際は棒にも亦重量あるを以て其重量を Q 斤なりとすれば II 式の如し。又第一圖の III 及び IV に示すが如く、 l 程の長さなる棒を其兩端に於て支點の上

第二圖



圖に示すが如く同長の棒を兩端に於て壁内に支へたる場合にはⅤ式及びⅥ式の如く。Ⅱ圖及Ⅳ圖に示すが如く其一端を壁内に支へ他端を支點上に支へたる場合にはⅢ式及びⅦ式の如し。

$$\begin{aligned}
 \text{[I]} \quad K_b &= \frac{P \cdot l}{W} & \text{[II]} \quad K_b &= \frac{(P + \frac{q}{2})l}{W} \\
 \text{[III]} \quad K_b &= \frac{P \cdot l}{4W} & \text{[IV]} \quad K_b &= \frac{P \cdot l}{8W} \\
 \text{[V]} \quad K_b &= \frac{P \cdot l}{8W} & \text{[VI]} \quad K_b &= \frac{P \cdot l}{12W} \\
 \text{[VII]} \quad K_b &= \frac{3P \cdot l}{16W} & \text{[VIII]} \quad K_b &= \frac{P \cdot l}{8W}
 \end{aligned}$$

但し是等の式中に於ける P は彎曲能 (Biegemoment) と名くるもの W は抵抗能 (Widerstandsmoment) と名くるものにして此の抵抗能は棒の断面積及断面の形状によりて異なるものなり。今こゝに其最も簡單なる形状の二三に就て其價を示すときは第二圖の I に就ては I 式の如く II 圖に就ては II 式の如く III 及

IV 圖に就てはⅢ式及Ⅳ式に示すが如し

$$\begin{aligned}
 \text{[I]} \quad W &= \frac{\pi}{32} d^3 & \text{[II]} \quad W &= \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) \\
 \text{[III]} \quad W &= \frac{bh^2}{6} & \text{[IV]} \quad W &= \frac{\pi}{32} bh^2
 \end{aligned}$$

(四) 剪斷剛性 (Schubfestigkeit) これは力が断面の方向に其断面上に働きて切斷せんとするに對抗する剛性にして、此剛性の耐え得る張力は其断面積に正比例するものなり。今 P 研を以て其力を表し F 平方櫃を以て其断面積を表すれば

$$P = F \cdot K_s \quad K_s = \frac{P}{F}$$

にして此 K_s は断面一平方櫃なるものを剪斷せんとするに對して耐え得る力 (研) を示すものなり。

(五) 捩回剛性 (Torsionsfestigkeit) これは捩り切らんとするに對する剛性にして此剛性の耐え得る張力 K_t は断面積と断面の形状とに關して相異なるものなり。今二三單簡なる形状の断面に就て其關係を示せば第二圖の I II III 及 IV に對する關係は次の I II III 及 IV 式に示すが如し。

$$\begin{aligned}
 \text{[I]} \quad M_t &= \frac{\pi}{16} d^3 K_t & \text{[II]} \quad M_t &= \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} K_t
 \end{aligned}$$

$$(III) M_t = \frac{2}{9} L^2 K_t K_e \quad (IV) M_t = \frac{\pi}{16} L^2 K_t K_e$$

但しこの M_t は振廻せんとする偶力の廻轉能 (Drehungsmoment) にして極限を單位とする價なりとす。

すべて物體に或力を加へて其物體に牽引壓縮等の作用をなすときは其物體は次第に少しづゝ變形(伸長收縮等)して力の量愈大なれば其變形愈大なり。されど力が或限界を超えざる間は其力の去ると共に物體は全く舊形に復すべく其限界を超るときは舊形に復することなし。此限界を其物體の弾力限と名く。但し弾力限を超過すと雖も其作用力が尙或る限界以内なるときは物體は尙未だ其形體の連續を破ることなくして或限界に至りて全く其連續を破るものとす。(即ち切斷破砕等)此の第二の限界を剛性限と名く。而して今牽引に就て之を云へば單位斷面積の棒を弾力限までに伸長せしむる力は之を擔性率 (Tragmodul) といひ單位斷面積の棒を全く分離せしむるまでに牽引する力を剛性率 (Festigkeitsmodul) といひ擔性率を以て剛性率を除したる數は之を安全率 (Sicherheitscoefficient) と名く。凡そ材料の強弱は其の剛性率によつて計るべしと雖もしか

況

論

も之を使用するに就ては宜しくその安全率を知悉して以て十分安全の度に於て之を用ひざる可らず。今左に諸種の鐵材に就て此の安全を考量して定めたる耐力を示すの一表を掲げん。

安全實用應力表(單位斤/平方極)

Tabelle der zulässigen Spannungen in K_g/q_{cm} (nach Bach)

	Kz (牽)			Kd (壓)		Kb (挫)			Ks (剪)			Kt (振)		
	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C
鐵	900	600	300	900	600	900	600	300	720	480	240	360	240	120
鐵	300	200	100	900	600	450	300	150	300	200	100	300	200	100
鋼	600	400	200	900	600	750	500	250	480	320	160	480	320	160
鋼	900	600	300	1200	900	1050	700	350	840	560	280	840	560	280
鋼	900	600	300	900	600	900	600	300	720	480	240	600	400	200
鋼	1200	800	400	1200	800	1200	800	400	960	640	320	900	600	300
鋼	1200	800	400	1200	800	1200	800	400	960	640	320	900	600	300
鋼	1500	1000	500	1500	1000	1500	1000	500	1200	800	400	1200	800	400

此の表中の A は靜荷重 (Ruhende Belastung) に對する價を示し B 及 C は動荷重に對する價を示すものにして其 B は荷重が零より最高價の間に變化する場合の其最高價を示し C は其荷重が正の最高價より負の最高價までの間に變化する

場合のその最高價を示したるものなり。凡そ構材の安全率は大にその荷重の
静荷なると動荷なるとによりて著しく異なるものにして、今こゝに從來諸大家の
選定したる安全率を掲記せば次の如し。

- 鑄鐵の安全率は静荷なれば……………三乃至四、
- 同、動荷にして同方向の荷重なれば……………六、
- 同、動荷にして反対方向に作用すれば……………八乃至一〇、
- 鍛鐵に於ては静荷にて……………三乃至四、
- 同、動荷にて同方向なれば……………五乃至六、
- 同、動荷にて反対方向なれば……………八、
- 鋼鐵にての静荷重は……………三乃至四、
- 同、動荷にて同方向なれば……………五乃至六、
- 同、動荷にて反対方向に作用すれば……………八、
- 木材の安全率は静荷にて……………四乃至七、
- 同、動荷にて同方向なれば……………八乃至一〇、

同、動荷にて反対方向の場合には……………一五、

木材の強弱に就ては歐洲に於て試験せし所の成績なきにあらずと雖も木材は大
に樹種と産地とによりて其剛性を異にするが故に、次に我邦に於て諸戸林學士の
試験したる成績を掲ぐるこゝすべし(詳細は林業試験報告第六號を見よ)但し茲
に掲ぐるものは唯その一斑にして(百六十二種の樹木に就て測りたるうち主なる
樹木三十六種だけの各平均價を示す)且つ少しも安全を問はざる剛性を示すもの
なり。但し表中の硬軟及割裂の難易は左の標準によりて定めたるものとす。

(一)硬木といひ軟木と稱するは硬性の差異より名くるものにして、木材の中に他
物の入り込まんとするに抗する力を硬性と名くるなり。因て六種角の試験材
の上に直径三種高三種の鋼鐵製の圓環形のもの置き其上より力を加へ木材
を壓して其深さを測定したり。而して柱目及板目の面には二千斤の力を加へ
木口には四千斤の力を加へ其入ることの深さによつて左の階級を定めたり。
〇、〇五種以下を最硬。〇、〇五より〇、一種までを硬。〇、一種より〇、五種まで
を稍硬。〇、五種より一、五種までを軟。一、五種以上を最軟とす。

(二) 割裂性に就ては長二十五種厚三種幅六種の試験材を作り、深二種半幅一種の楔の切込を作り置き之に鋼鐵製の楔を挿入して荷重を加へ木材が其纖維の方向に全く割裂するときの荷重を測り又楔の入込みたる長さを測定して割裂の難易を定めたり

樹種	抗伸性 K _{2.25} kg/cm ²	抗壓性 K _d kg/cm ²	負擔力 K _b kg/cm ²	抗剪性 K _s kg/cm ²	硬軟	割裂
赤松	239-422	40.8-56.3	393.0-418.0	55	軟	中庸
松	318	—	350.0-472.0	67	軟	中庸
姫松	294	—	461.0-484.5	58	最稍硬	最稍難
小葉松	780	59.2-60.8	508.0-513.0	81	最稍硬	最稍難
松	687	43.3-49.2	390.0-451.5	67	最稍軟	最稍難
榎	468	41.1(*415)	440.0-526.0	76	最稍硬	最稍難
檜	100	—	350.0-389.0	52	軟	最難
椎	210	—	248.0-452.5	73	軟	最難
杉	251	28.9-40.6	366.0-462.0	52	軟	最難
スナナロ	329	46.7-49.4	450.0-519.0	51	軟	最難

況

樹種	邊材 578	心材 387	48.6-65.1	468.0-498.0	69	軟	易
檜	214	—	—	292.0-256.5	55	最軟	最難
柳	190	—	—	251.0-385.0	43	最軟	中庸
桃	511-786	—	33.2-101.0	390.5-645.0	50-97	軟	又、中庸
ザ	256	—	38.9-39.4	159.0-350.0	—	最軟	最難
柳	240	—	—	455.0	97	最軟	最難
樺	657	—	—	380.0-555.0	95	最稍軟	最難
白	441	—	—	397.0-524.5	—	軟	—
ハン	606	—	—	609.0-628.0	81	硬	—
ノ	390	—	64.4-75.0	453.0-573.0	85	硬	難
栗	583	—	—	536.0-630.0	78	硬	—
シ	951	—	—	572.0-641.0	129	硬	—
樺	463	—	—	496.0-808.0	89	硬	最難
大	738	—	—	315.0-680.0	97	硬	—
小	743	—	—	816.0-818.0	113	硬	—
赤	608	—	—	802.0-816.0	155	硬	—
白	1290	—	—	1031.0-1032.0	110	硬	—
サ	513	—	—	406.0-554.0	76	最軟	難

試験材の状況

標	547-738	153.0-179.0	813.5-979.0	99	硬	最易
ホ、ノキ	469	65.0-94.2	437.0-482.0	77	硬	難
標	268	57.2-67.2	311.0-324.0	57	軟	中
標	701	66.4-98.9	592.0-630.0	99	硬	難
標	911	—	898.0	—	硬	—
ツ	—	—	1236.0	—	長	—
グ	843	—	566.5-820.0	105	硬	難
カ	—	—	—	—	長	—
エ	253	(差 195)	318.0-347.0	53	軟	難
標	—	—	—	—	長	—

第二節 主要材料の各論

〔第一〕 鐵材

鐵の主なる種類は鑄鐵、鍛鐵及び鋼鐵にして各その性質に相異あり。これ不純物の含有せる多少より來れる相異にして、就中炭素の含量は此の相異の主因なり。即ち鑄鐵は炭素の含有最も多きものにして二乃至六%、鍛鐵は炭素の最も少きものにして〇.〇四乃至〇.六%、鋼鐵は正に其中間にありて〇.六乃至二%なり。少しも炭素を含有せざる純粹の鐵は甚だ柔軟にして器械の材料とするに足らざるも

のなり。

(一) 鑄鐵——鑄鐵は一に銑鐵とも名く(獨 Gusseisen 又は Rohisen)其特性は容易に鑄解して型に注ぐべきにあり。但し之に二類あり白色銑鐵と灰色銑鐵と是なり。前者は鐵鑛をあまり高からざる熱度にて鑄製せしものにして其表面は銀白色を呈し、やゝ光輝あり、質甚だ硬くして脆く、鑄及鑿を以て之に作工し難し、故に農用の器械中にありては穀粒根菜等の壓潰器(Schrotmühlen, Kartoffelquetschen等)として使用すべきに過ぎず。此鐵の炭素はすべて化合態にて存在せり。後者は容易く鑄け難き鐵鑛を高熱にて鑄製したるものにして、實に前者に比して鑄け難しと雖も(前者は一〇五〇乃至一二〇〇度にて鑄解すれども後者は一一〇〇乃至一三〇〇度にて鑄解す)其鑄けたるものは前者よりも流動し易き液をなし鑄型に注ぐに最便なり。且つ前者の如く硬からず隨て剛くして多少鑿鑿等にて作工し得べし。其炭素の一部(二%まで)は化合態に存すれども其餘は石墨狀をなして混合す。此鐵の灰色を呈するは畢竟この石墨の混合に因るなり。其表面は細粒狀を呈して光澤なきを例とす。以上二種の銑鐵は相混合して使用に供するを得べく其混合の割

合によりて其色或は白色に近く或は灰色に近く、隨て硬度及剛性も亦兩者の中間に於て種々の階級を成果す。又白色鐵は之を鍛して漸次に冷却すれば灰色鐵に變じ、灰色鐵は之を鍛して急激に冷却すれば白色鐵に變ずるが故に往々先づ灰色鐵を以て鑄造したる器物の一部分を急激に冷却して其部分を白色鐵となし、よりて以て其部分のみを特に硬固ならしめて用ふることあり之を冷硬法といふ。犁鑊の底面を鹽水中にて急冷し其表層三耗許を白色鐵に變ぜしめて用ふことは夙に英國に行はれたる所にして、かくすれば犁鑊は使用するに従て其軟部早く磨滅するを以て其鑊は常に自ら銳利の状態に保維することを得るなり。鑄鐵は鍛鐵に比して其容易に種々の複雑なる形狀に作成するを得べきこと、多數同形なるものを作成し得べきとの點に於て便利なるが故に齒車、調車、節動輪、軸承、輾軸、鐵管等は、大抵みな此鐵を以て作成す。然るに此鐵は牽引及衝突に對するの剛性甚だ低きが故に牽引に對する破壊應力は一平方糎に付一三〇〇斤を出でず、他物を打つ部分又は他物に打ち當てらるゝ部分并に物を牽くの鏈等を作るに適せず。然かもまた壓碎に對しては其剛性頗る大にして破壊應力七三〇〇斤に

上る此點に於ては鍛鐵に勝れり。

鑄鐵はその鑄造に當て其全體の質が平等一様に形成せられんことを要すれども、こは其鑄造の技術上に於て頗る難しとする所にして多少その所々に氣泡を含ましむるの患あるを免れず、而も氣泡の存否は外より見難くして其處より突然に破るゝの虞あり、これ一の缺點なり。又鑄鐵は其冷却凝固するに當りて其部分の厚薄大小上より其凝固に遲速あるときは張力の釣合を得ずして爲に破れ易きものを生ずる缺點あり、節動輪、調車等に於て輻は輪よりも早く冷却する結果、輪の冷却に當りての收縮が壓力を及ぼして破壊の因をなすことは屢々經驗せし所なり。彼の輻を巴狀に彎曲せしむるは之を防ぐの一手段なりとす、尙且つ一旦或部分の破損するときは之を修繕すること甚だ困難にして、孔を掘りて釘裝し、又は鍛鐵の綑帶を施しなどして一時を間に合することあれども、到底製作所より新なるものを購入するにあらざれば村落の小鍛冶などには修繕し能はざるが故に、當初購入の時豫備として其破れ易き部分を一個以上餘分に購入し置かざる可らざるの缺點あり、脱穀器の小齒車の如きは是非とも豫備を購入し置かざるべからず。

鑄鐵の一種に可鍛鑄鐵 (Schmiebares Gusseisen 又は Temperguß) と稱するものあり。此物は鑄鐵片を酸化を防ぎつゝ、骨灰、酸化鐵等を被覆して長く強熱し然る後徐々に冷却せしめて得るものにして此法 (Temper 法と名く) を行ひたるものは、やゝ炭素を減少して普通の鑄鐵の如く、よく型に注ぐべきが上に更にまた鍛鐵の如くに柔靱にして鍛鍊し得べく其剛性も鍛鐵に比して多く劣ることなく、實に鑄鐵と鍛鐵との特長を兼備するものなれば農具の構成上甚だ良好の材料たるものなり。但このテンペル法は未だよく大塊を製すること能はざると其製鐵費の不廉なることによりて廣く實際に使用せらるゝに至らず。僅かに艸刈機械、打穀機械等の一部分に用ひらるゝに至りたるのみなり。此物に更に少しく鋼鐵を附加したるものを鋼鑄鐵 (Stahlguß) と名く。

(二) 鍛鐵——鍛鐵 (Schmiedeeisen) は一に鍊鐵 (Schweißeisen) とも名く。此ものは銑鐵より炭素を除きたるものにして高熱の下に空氣を通じて其炭素を酸化せしむれば之を得るなり。即ち一千二百度に於て捏粉狀の物を得。之を普通の鍊鐵とす。若し特種の爐を用ひて液下より壓迫せし空氣を送り石灰ドロミット等を附加して

銑鐵中の硅素、マンガン、燐等を焼くときは、よく液狀を保つての鍊鐵を得これを液鐵 (Flusseisen) といふ。すべて鍊鐵は此の如くにして不純物を除きたる後、展轉機によりて其塊を壓展し之を切斷して更に其束を再熱して壓展し、同法を反復するとき其組成緻密となり纖維的組成となりて其剛性を増大すべし(但し展轉機の使用は反復五回以上に及ぶときは反て又剛性を減却す)最良の鍊鐵は青灰色にして絹絲的光澤を有し縦横の纖維的組成となりて結晶的組成を有せず。此ものは牽斷に對するも壓碎に對するも其剛性等一にして(共に其破壊應力四千斤に上る)衝突に對しても亦甚だ強剛なり。故に鑄鐵の用ふべからざる器械の部分即ち強剛を要するの傳導軸 (Wellen) 支柱 (Gastänge) 等に之を用ふ。鍊鐵の特性は其鍛へ得ること(即ち壓力を加へて形を變ぜしめ得ること)と鍊り得ること(即ち二片を壓着して合一せしめ得ること)とにあり。此二特性を備ふるが故に村落の小鍛冶にてもよく之を處理して器械を製すべく又修繕することも困難にあらず。且つ其破壊は決して鑄鐵の如く突然に來らずして豫知し得る場合多きを以て早く修繕を行ひて危險を防ぎ得るの便あり。但し其の多數同形のも

の又は複雑なる形状を作るに容易ならざるは其缺點とする所なり。又其不良なるものは所々に酸化せる物質所謂鐵滓を混有して其處より破壊するの憂あり。然かも此物の混有は其多き場合には面上に黒線を呈して見ゆるものにして彼の鑄鐵中の氣泡が外より見難きが如きにあらず。又良質のものとも雖も斷えず衝突を受け震動的作用に遇ふこと久しければ次第に結晶的の組成に變じて脆弱のものとなることあれども、こも亦一旦赤熱して用ふるときはよく其剛性を保維するを得るなり。

一般に鍊鐵中にも炭素の含量多きものは硬度高し故に製造後其表面のみを硬固にして磨滅を減ずるが爲に、角屑等と共に密閉したる鐵匣中に於て長時間強熱して表面に炭素を附加することあり。此法を炭素燒法(Einsetzen)と稱す。此法を行ひたるものは恰も表面を鋼鐵にて包みたるが如き状態となるなり。

(三)鋼鐵——鋼鐵にも亦鍊鋼(Schweisstahl)と液鋼(Flüssstahl)との二類あり其製法相異れども要するに鍛鐵に炭素を附加するか又は銑鐵より適度に炭素を除きて得る所のものにして鐵類中にて他の不純物を混有することの最も少きものなり。其

熔解點は一三〇〇乃至一八〇〇度にして鑄鐵に比すれば甚だ熔解し難きものなれども、然かもよく型に注ぎて任意の形状を作るべく、而して又鍛鐵よりも硬けれども鑄鐵の如くには脆からずして、よく鍊るべく鍛ゆべきこと鍛鐵の如し。しかも其剛性は鐵類中の最高位にありて其弾性も亦甚だ大なり。故に硬固を必要とするの及に用ひ彈力を要するの彈條に用ひ、其他すべて強剛を要する器械の部分に用ひて其使用の範圍近年に至り愈大なり。其價はもとより他の鐵類に比して不廉なれども以上の性質は其不廉を補ひて餘あるものとす。加之鋼鐵には他の鐵類に無き一種の便利なる特性を有す。そは吾人の任意なる硬度を附與し得るにあり。即ち一旦先づ高熱して急に之を冷却するときは硝子の如き硬固のものとなり、此状態にては甚だ脆くして用をなさざれども、此際は其熱度の愈高きほど又冷却の愈急なるほど硬固となるなり故に導熱の速かなる鹽水中に浸して冷すときは水中にて冷すよりも硬固となる、再び之を熱して徐々に冷却するときは其硬度を低めて柔靱の性質を得、而して其硬度は其之を熱するの度によりて定まるものにして實に愈高熱なれば愈柔靱なり、此再熱して柔靱の性質を得しむる法を

汎

燒鈍法 (Annealing) といふ而して又其温度の如何によりて鋼鐵の面は其色を種々に變ずるものなれば其色によりて幾何の温度にまで高まりたるやを察知するを得べく又如何なる硬度のものを得るやを知ることを得るなり。其種々なる温度に對する色及び其の硬度に適當なる普通の器具名を列記すれば大略左表の如し。

温度	表面の色	器具名
二二〇	淡黄色	外科器
二三〇	稿黄色	剃刀
二五五	褐色	鋏及鑿
二六五	褐色に紫斑	斧鉋庖刀等
二七七	帶紫色	食刀
二八八	淡青色	劍身時計の發條等
二九三	暗青色	鑽・細鋸等
三一六	黒青色	手鋸

錆止法 すべて鐵材は乾燥せる空氣中又は蒸餾水中にありては錆を生ぜざる

論

器 械 構 成 の 材 料

ものなれども濕潤なる空氣又は不純粹の水中にては久しからずして錆を生じ腐蝕を致すものにして殊に鋼鐵は錆ること最も速かに鍛鐵之に亞げり。吾人は器械の保存上この錆を防ぐことを等閑に附すべからず。錆を防ぐの方法には左の數法あり。

- 一、鐵を熱して之に煮沸せる亞麻仁油を塗るときは外面黒色となり光澤を有するに至り錆を防ぐべし。
 - 二、コールタール、ペンキ、ニスの類を外面に塗附すべし。
 - 三、錫・亞鉛等を表面に鍍すべし。
- 然れども此等の方法は永久に錆を防ぐに足らざるものなれば時々注意して反復したる處理をなさざる可らず。而して又器械の部分中には使用中摩擦せられて此等外面の被覆は其用をなさざる部分あるが故に、此の如きは使用後よく清拭して乾燥清潔に保つことに注意せざる可らず。殊に土地を處理するの器械にして土粒水濕の附着するもの、如きは使用後必ず其土粒水濕を除去して清拭し乾燥し置くべし。鋤鋤犁等の農具の如きは往々その使用せざる間に損傷すること其

使用中に損傷するよりも大なることあり。思はざる可らず。

〔第二〕 鐵以外の金屬

鐵以外の金屬は器械の部分として用ふるに甚だ僅少なり。即ち銅は鍛ること容易なれども鍊ること能はざるのみならず其剛性の小なるが爲に往々複雑したる導管を作るに用ふる等の外多く用ふることなく、鉛、亜鉛、アルミニウム等幾多の金屬も亦或は其の剛性の小なるが爲め或は作工の容易ならざるが爲め或は其價の不廉なるが爲め等によりて殆ど器械部分に用ふることなし。但し鐵以外の金屬は主として合金となして用ひらるゝを常とし、亜鉛と銅との合金たる黄銅(真鍮)と、銅と錫との合金たる青銅とは屢々材料に供せらるゝことあり、然かもこれ等も唯小器械に用ひらるゝのみにして農具の材料には殆ど之を用ふることなし。彼の接合劑たる「ハンダ」と名くるものは錫と鉛との合金(軟ハンダ)若くは錫と銅との合金(硬ハンダ)にして此合金の使用は頗る廣けれども是亦小細工の用に供するに止り農業器械その他強力の働きに對する器械の部分には之を用ひ難きものとす。歐洲に於ては銅八〇錫一八亞鉛二より成る合金 (Rotguss) を軸承の部分(Lagerschale)

況

論

に用ふること行はる此合金は錫の量を多くすれば柔くして銅を多くすれば硬脆なり。又一種鉛三〇錫二〇アンチモン五〇の合金をも同様の目的に用ふることあり(之を *Wiscons* と稱す)此ものは前者よりも鑄製最も容易なりとす。尙此ことは後章軸承の條に於て説述する所あるべし。

〔第三〕 木材

木材はその樹種によりてのみならず同一の樹種にありても其產地、年齢、伐採期、部分の有無、方向、乾燥の度等幾多の事情によりて其剛性に差異あるものなれども之を概するに鐵に比して著しく弱く其牽斷、壓碎、挫折等に對するの抗力は凡そ鐵の二%乃至一〇%に過ぎず。剪斷及び振回に對するの抗力の如きは殊に弱くして鍛鐵の一乃至三%を出ることなし。故に木材は到底大強力を要するの器械部分に用ふるに耐えず。然かも其到る處に得易きの材料にして且つ作工し易く更新修繕等に於て便利なるの點あるを以て農用器械の如き田舎にて使用するものには極めて必要の構成材料たり。殊にその輕きこと、當りの柔かきこと、溫熱の不良導體なること等は手用具の柄等として缺く可らざるものとす。且つ此もの

器 械 構 成 の 材 料

は鐵機の衝突を受くる部分に併用するときは弾性の間體となりて恰もパネの如き作用をなし突然に來るの打撃に對し破碎を免れしむるが如き效用あるが故に如何に鐵の用途は益擴張すと雖も全く器械の部分より木材を驅逐し去ることはあらざる可きなり。

木材の採用に就て注意すべきことは其適當なる年齢即ち所謂木肉成熟の時期に於て伐られたること、適當の氣節に於て伐られたること、適當に乾燥せられたること等にして其部分としては内部の赤身即ち心材を良なりとす。白太(邊材)は一般に其剛性の低きのみならず間々牽斷剛性の心材よりも強きものもあれども耐久性にも乏しきものなり。樹種に就ては器械の部分として強力を要する所には必ず硬木(樺、楡、椎などの類)を用ふべく、而してすべて眞直に生長して木理の整齊緻密なるものを用ふべしと雖も彎曲部に用ふるには反て天然に彎曲せしものを用ふるを利ありとす。眞直なる材を彎曲するには蒸熱して水壓又は螺旋壓を加ふるを常とすれども、人工にて彎曲せしものは其剛性の低きことを免るゝこと能はず。

木肉成熟の年齢は栗四十年乃至九十年、桐五十年乃至九十年、杉、樅七十年乃至百

二十年、松、樺八十年乃至百五十年、檜、榿百年乃至二百年なり。又伐採の季節はすべて成長の休止せる冬季を良とす。汁液循環の盛なるときに伐られたるものは腐朽し易く又虫害を蒙り易し。

乾燥は木材の使用上に於て最も肝要とする所にして汁液の尙乾かざるものは常にその抗力の弱きのみならず後に裂目を生じ若くは歪みを生じて大害を醸すものなり。乾燥法には天然乾燥法と人工乾燥法とあり。天然乾燥は二年乃至四年の放置に於て初めて完全なるものにして伐木後直に水中に浸すこと二週間許にして然る後に乾燥せしむるときは頗る乾き易きものなれども幾分強度を減ずるの傾ありて又裂壞、乾曲を致すの失あるを免れず。人工乾燥法は室内に木材を堆架し之に樹種に應じて攝氏四十度乃至九十度の温氣を通ずるものにして、これは甚しく其乾燥時間を短縮するに於て便利なりとす。

木材も亦鐵材に於けるが如く乾燥氣中にては長く保存せらるれども乾濕交、到るときは速かに腐朽すべし。濕氣を防ぐにはペンキ、脂油等の塗抹劑を用ふることあれども(近時木材防腐劑として特許を得たるもの一二に止らず)之を用ふる前に

は十分に乾燥せしめざる可らず。乾燥不十分なるものに塗抹剤を用ふるときは反て其内部の乾燥を妨げて反て腐朽を早むべきなり。但し防腐剤を木材の内部に壓入して吸収せしむるには生木の時に於てするを可とす。

よく濕氣に耐えて長く腐朽せざる樹種は栗・榆・山毛櫸・檜・ヒバ等なり。

こゝに尙少しく諸戸學士の試験成績前に表示したる剛性に就ての試験成績によつて一般の概説をなせば

(一) 抗伸性即ち牽断剛性に就ては

節あるものは弱く、繊維の直通なるものは斜なるもの或は振れたるものよりも強し。針葉樹に於ては心材よりも邊材の方強し。潤葉樹にては邊材は多く腐朽に傾くを以て心材の方強し。年輪が切口に於て斜なるものは最も強く、平なるものは最も弱し。蒸煮したるものは蒸煮せざる材よりも弱し。切断面の平滑なるものは弱く、長くサ、ラ状に裂けて切断するものは強し。

(二) 抗壓性即ち壓碎剛性に就ては

乾材は生材より強し。重き材は輕き材より強し。老木は幼木より強し。節あ

るものは弱し。繊維の通直なるものは斜なるもの或は振れたるものより強し。心材は邊材より強し。年輪が切口に於て斜なるもの最強く、平なるもの最弱し。心持の材は多くは節を有すると又繊維の斜なる爲めに弱し。縦の方向即ち纖維の方向に最強く、板目の面に於けるは之に次ぎ、柁目の面に於けるは最弱し。蒸煮したるものは蒸煮せざるものより弱し。

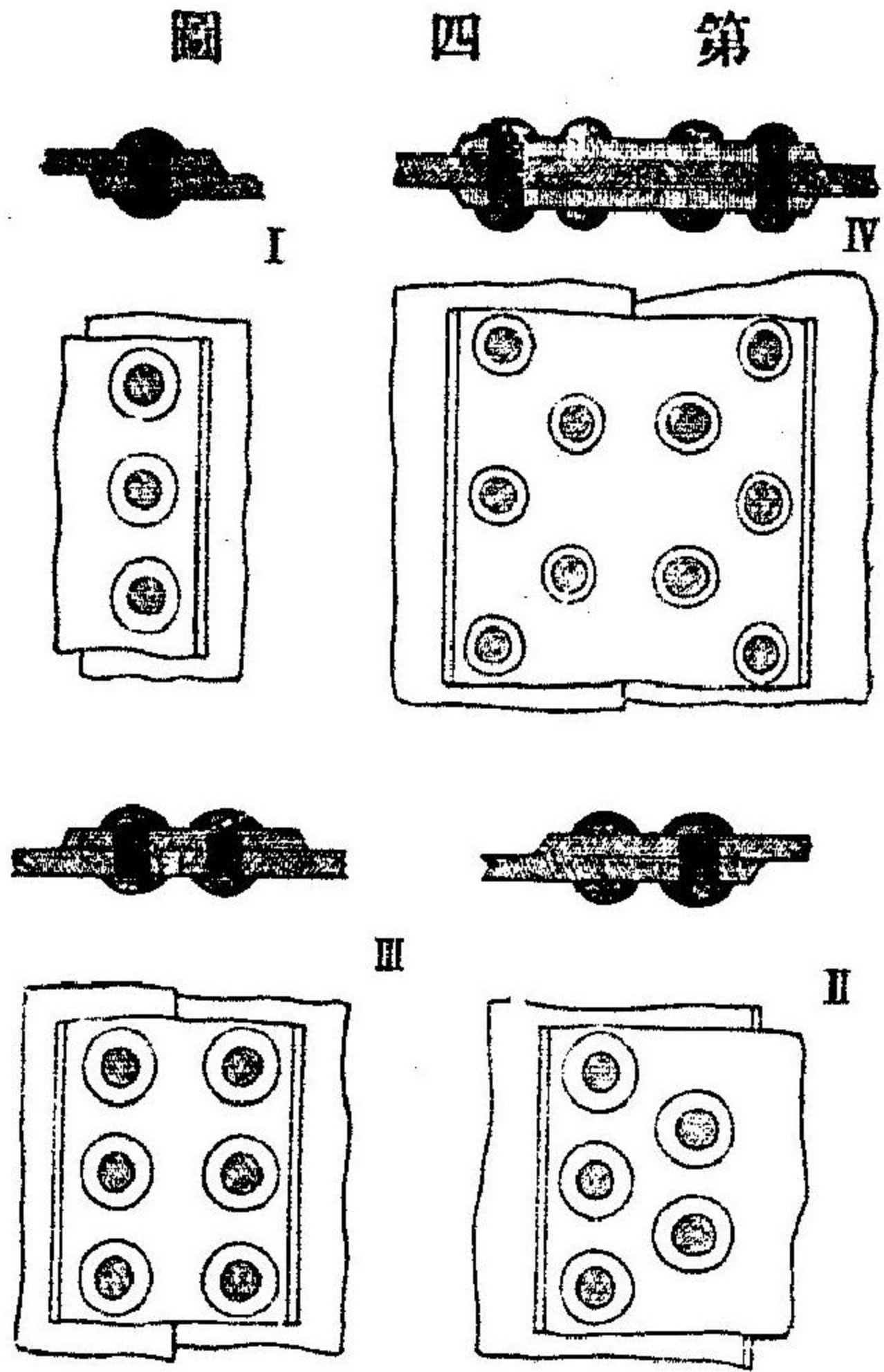
(三) 抗剪性即ち剪断剛性に就ては

半徑の方向即ち柁目に於る抗剪性は正切の方向即ち板目に於る抗剪性よりも大なり。重き木材は輕き木材よりも抗剪性大なり。

第三章 器械部分の結合

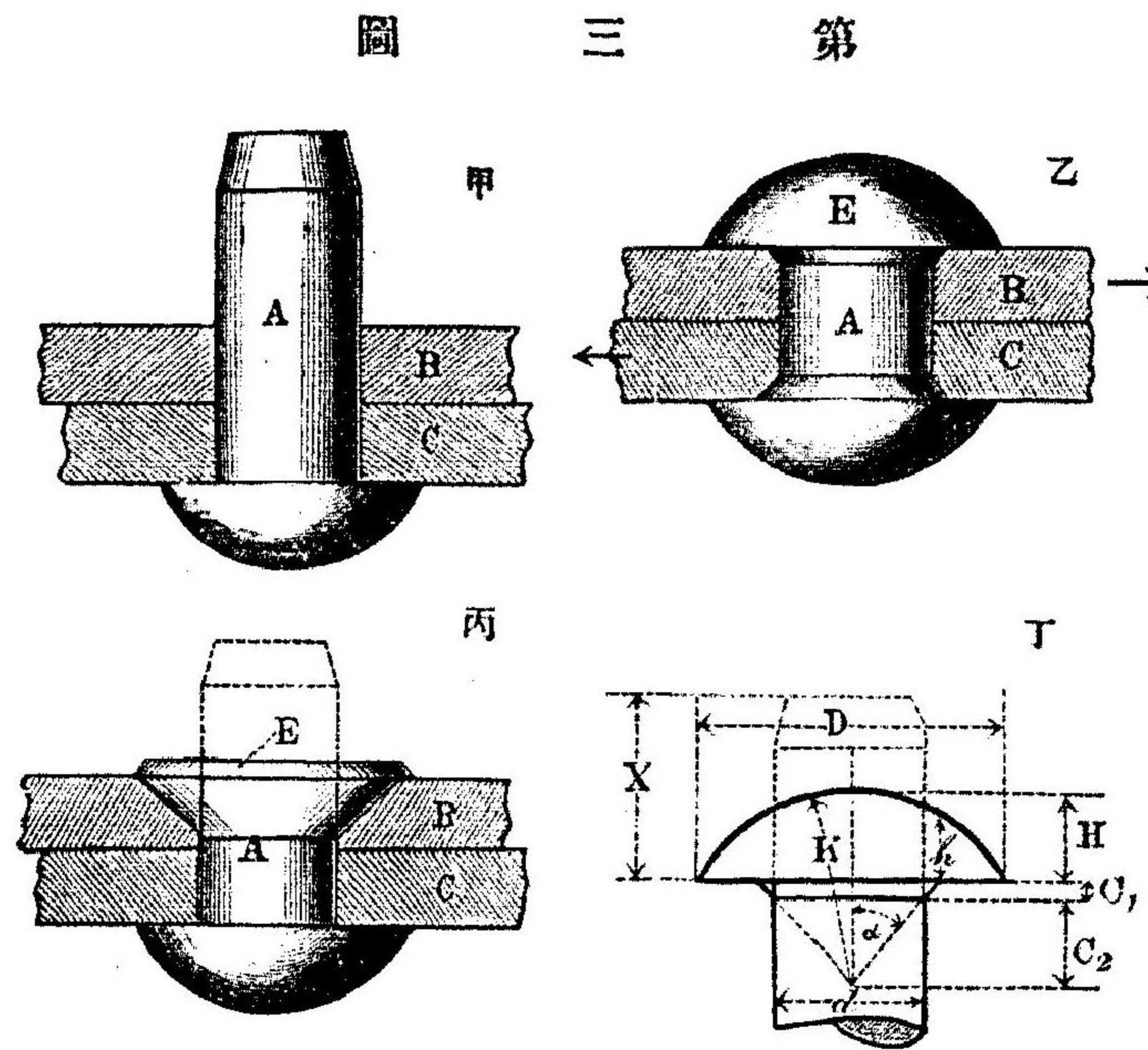
凡そ器械の諸部分を結合するに三種の方法あり。即ち釘綴結合法(Nails)楔結合法(Wedges)及び螺旋結合法(Screws)是なり。第一は固定結合にして第二と第三とは解結自在なる結合法なり。今一々にその大要を説かん。

(一) 釘綴結合法 此法は鐵板を継ぎ合はすに用ふる法にして其結合の材料は太き



第三圖甲のAに示すが如し。此釘を兩板(B及C)に貫穿したる圓孔内に挿入したる後は其先端を打鍛して茲にまた新に一頭(塞頭)を造り此頭と前の頭とによりて兩板の離開を防ぎ且つ兩板を壓着せしむること第三圖乙又は丙のEに示すが如し。丙圖の如く頭をして板内に陥入せしむるは其板面に突起あることを欲せざる場合

に行ふなり。丁圖は頭部の普通なる形狀及び寸法を示すものにして釘頭と釘身との連接部たる頸は漸次に釘身よりも太からしめて、以て此連接部に於て急激に其太さを變ぜざらしむるを例とす。これ綴釘の堅牢上必要なことなり。釘綴結合は或は主として分離に對する應力を強からしむる目的にて行ふことあり或は密着を主として應力の強大を要求せざることあり。前者は強結合(Feste Verbindung)といひ後者は密結合(Dichte-Verbindung)といふ。(彼の汽罐に於ての結合の如きは此兩結合を兼ねたるものならざる可らず)強結合と密結合とは其目的とする所相異なるが故に隨て其結合の仕方にも差異あるものにして、即ち一の綴釘と其隣の綴釘との間隔の大小に於て、又その綴釘を一行にすると多列にす



$$\begin{aligned}
 X &= 1.7d & D &= 1.5d \text{ 乃至 } 2d \\
 K &= 1.8d & H &= 0.8d & h &= 0.375d \\
 C_1 &= 0.125d & C_2 &= 0.6d & \alpha &= 40^\circ
 \end{aligned}$$

第三圖甲のAに示すが如し。此釘を兩板(B及C)に貫穿したる圓孔内に挿入したる後は其先端を打鍛して茲にまた新に一頭(塞頭)を造り此頭と前の頭とによりて兩板の離開を防ぎ且つ兩板を壓着せしむること第三圖乙又は丙のEに示すが如し。丙圖の如く頭をして板内に陥入せしむるは其板面に突起あることを欲せざる場合

況
 るとに於て差異あり又其綴釘を赤熱して打鍛すると冷却の儘に打鍛するとの相
 異なるものとす。釘綴結合法は更にまた種々の見地より分類すること次の如し
 即ち第四圖のⅠ又はⅡの如く結合すべき兩板を重ね合するときは之れを重合結
 合 (überlappungs-nietung) といひⅢ又はⅣの如く結合すべき兩板の端を突き合せて他
 の一板又は二板を以て之を連結するときは被覆結合 (Laschen-nietung) といふ。又
 Ⅰ及Ⅱの如きは一列結合といひⅢ及Ⅳの如きは二列結合といふ。二列乃至其以
 上數列の結合にありては其各列の綴釘が相并べて植えらるゝものを并釘綴法
 (Parallel-Nietung) といひⅢ及びⅣに示すが如くに植えらるゝものを雁行釘綴法 (Zick-
 sack-Nietung) といふ。尙ⅠⅡ及びⅢの結合にありては其結合せらるゝ兩板に働
 く力によりて綴釘の剪斷せらるべき断面は一面のみなるが故に之を一斷面的結
 合 (Einschnittige Nietverbindung) といひⅣの如き結合にありては其綴釘の剪斷せらる
 べき断面が二面なるが故に之を二斷面的結合 (Zweischchnittige Nietverbindung) といへり。
 板の面に并行して其兩板の結合を分離せんとして働くの力第三圖乙に矢を以て
 其方向を示せる力は一樣平等に各綴釘に配分せらるべきものなるが故に一定の

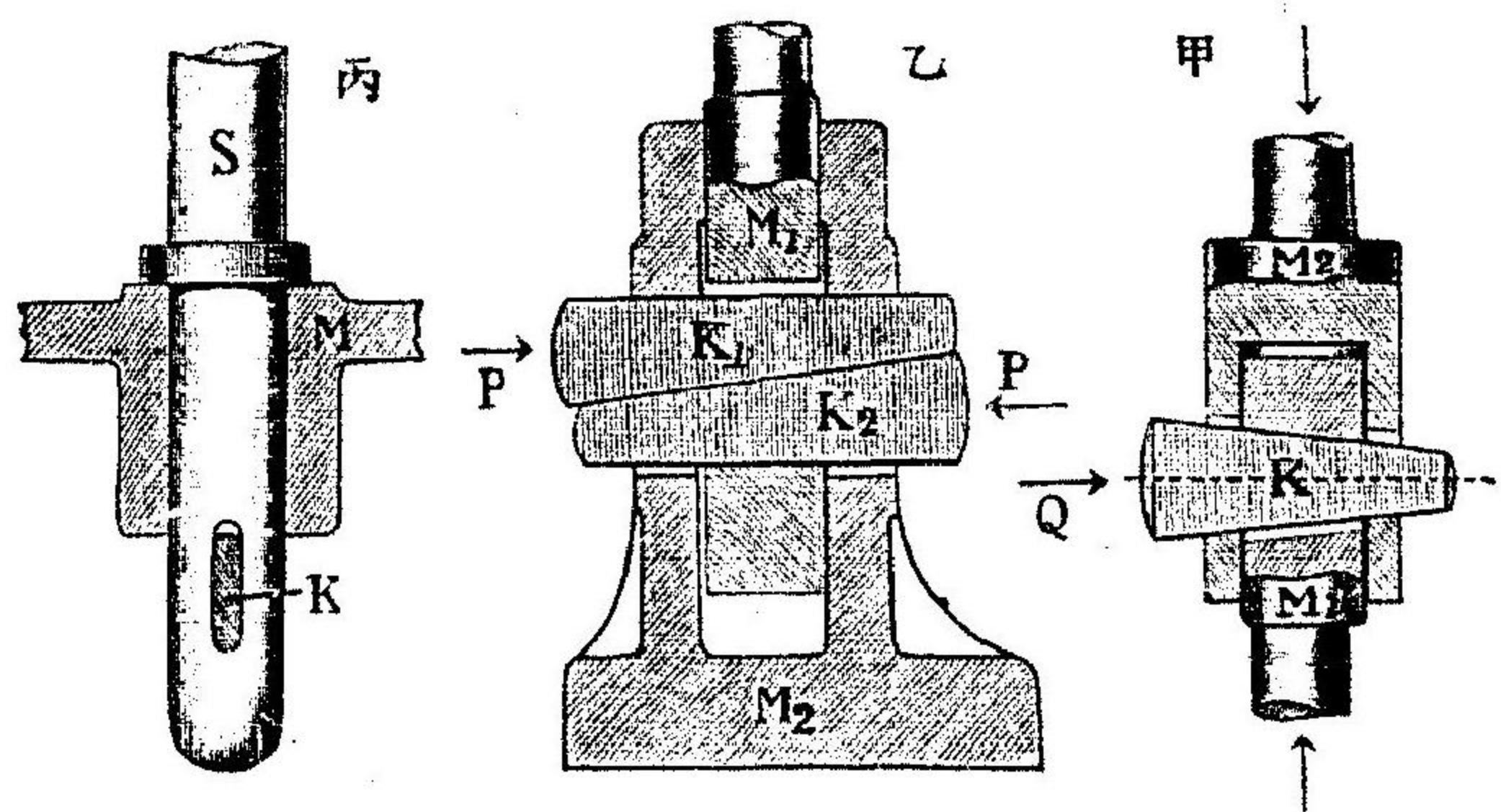
幅の接合に於ては之に對抗する綴釘に於ての剪斷應力の大小は其幅の中に存在
 せる綴釘數と其綴釘の太さとに正比例するものにして、隨て綴釘は之が爲に成る
 べく太くして且互に近接せしむるを良なりとなすなり。されども此綴釘を太く
 して其相互の間隔を小にすれば、結合せられたる板の其結合部分に於ける牽斷應
 力を小ならしむるを以て綴釘は決して或限界以内に密接して排列す可らず。故
 に一方に於ては成るべく綴釘の剪斷應力を大ならしめ兼てまた一方に於ける板
 の牽斷應力をも成るべく大ならしめて、因て以て強結合を成就せんとするには一
 列結合よりも二列結合にして且つ雁行釘綴法にするを良なりとすべく、而して又
 一斷面的の結合よりも二斷面的の結合にするを以て良なりと考定すべし。但し
 こは綴釘の兩頭の作用を以て唯板の開離するを防ぐだけのものなりとして考ふ
 るよりの決定なり。實際に於ては兩頭が板を密合せしむるの壓力は板の滑摩擦
 を強大ならしめて之によりて板を分離せんとする力に大なる抵抗を成果するも
 のなれば強結合に於ては成るべく此兩頭の壓力を大ならしむることに注意すべ
 く、隨て綴釘を先づ赤熱して挿入し其熱したる場合に打鍛して全く冷却するに至

るまで其打鍛を繼續し以て冷却の收縮に基く壓力をして十分に其働きをなさしむべし(未だ冷却せざる前に打鍛を止むれば收縮の力は一層大なるべきが如くに考定せらるれども熱せる間は鍛鐵柔きが故に延長して反てその壓力を小ならしむべきなり)かくて板面に働く摩擦の抵抗を強大ならしむる場合に於ては、重合結合に於るの此の抵抗は二断面的の被覆結合に於けるよりも強大なるを以て實際強結合の爲には最も多く重合結合を用ふるものとす。(被覆結合は錆を防ぐの目的を有する場合に用ひらる)而して又摩擦の抵抗は一様平等に各列の縦釘に作用せずして多列結合の場合には分離力の先づ働く所の第一列に於て最も強大に作用するが故に二列結合は決して一列結合の二倍の強力に耐るものにあらざるなり。密結合の場合には固より其結合すべき兩板の密着せんことを希圖すと雖も強力を要求せざる時は敢て摩擦の抵抗を至大ならしむるの處理をなすに及ばず。故に縦釘は冷却の状態に於て打鍛して其塞頭を造るを常とす。但し強結合の場合にも其結合部が屢々反對方向の力に作用せらるゝものなるときは、亦冷却に於ての打鍛法を採用し且つ此場合には釘と穴との正合して少しも間隙なきこ

とに注意するを要とす。赤熱して打鍛するときは、冷却後其釘身收縮して細くなり穴と釘身との間に多少の空隙を生ずるの失ありて此場合に於ては爲に大にその剪断應力を減殺するを免れざるなり。

(二) 楔結合法 二個の器械部分を結合するには其の端を組み合せて其處に於て雙方に圓孔又は方形孔を穿ち此孔内に挿入するに圓柱又は方柱を以てせばよく目的を達すべしと雖も此柱をして正しく精密に其孔に適合せしめて其結合を緊密ならしめんとするには少なからざるの勞力を要するを以て吾人は此柱に代ふるに錐形栓を以てして之を挿入すべき孔も亦其錐體に應じて一方より他方に向て次第に其内徑を小ならしむるを常とせり。此錐形栓は即ち楔にして、楔を用ふるときは、よく其入れ方の深淺を以て其の結合の緊密の度を調節することを得るなり。楔には其一方のみ斜面なるものと其兩方共に斜面をなせるものとの二種あり、何れもそれをして深入せしむれば深入せしむるだけ結合すべき兩部は互に近接し來るものなるが故に楔は單に器械を結合するの元素たるのみならずして又微動をなさしむる爲の元素なりとす。而して此斜面の傾斜勾配はその愈急勾配

第 五 圖



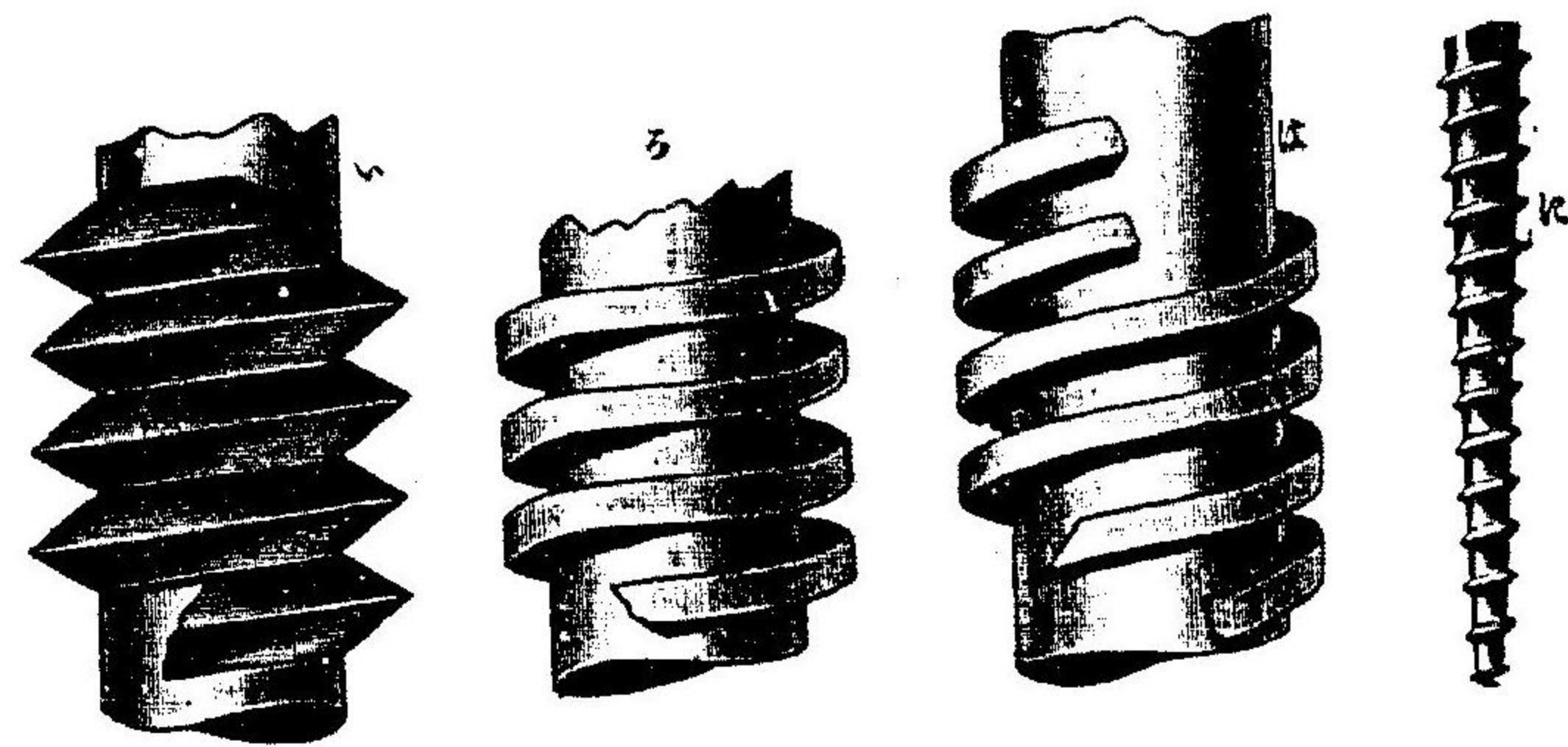
論なし。

べきに論なし。乙圖の如く二個の單斜面楔を其斜面に於て連合せしめ左右雙方より壓入して作業せしむるは甲圖の如く複斜面楔を用ふると其作業并に力に於て等一なり。但この乙の場合には楔を挿入すべき孔の上下兩面を水平にして全く方形孔たらしむるを得べし。甲乙何れの場合に於ても結合すべき兩部分は其處に於てや、其厚さを増大せしむること圖に示すが如くするの要あり。これ孔を穿つての結果其部分が牽断應力を減少するに補はんとするなり。又楔は挫折力の作用を受くるものなれば是亦十分なる厚みを有してそれに對しての應力を十分ならしめざる可らざることも

なるに從て愈その壓入の長さを減じて目的を達し得るものなりと雖も、あまりに急勾配なるときは摩擦は遂に其作用するの力に抗するを得ずして其楔の自ら退却する患あるを免るゝ能はず。殊に震動する所の器械の部分を結合する場合に、其退却の虞最も大なるものにして其勾配は爲に一定の限度を超過せしむ可らざるものなり。但し其限度は更にまた其構成の材料と其作成の精粗とによりても異なるが故に之を一定すべからざるは勿論なりと雖も普通は三十分之一より百分之一に至るの間にして極めて稀に十分之一許ならしむるに過ぎず。

第五圖甲は兩個の圓柱 M_1 と M_2 とを複斜面の楔 K にて結合する状を示し同圖乙は一個の圓柱 M_1 と支臺 M_2 とを二個の單斜面の楔 K_1, K_2 にて結合する状を示し、同圖丙は一個の圓柱 S を器械の一部 M に貫通して一個の楔 K にて結合せるの状を示す。複斜面の楔は恰も二個の單斜面の楔を其平面に於て連合せしものと見る可きが故に(圖の點線の面に於て兩楔が連合せられたるものに等しきなり)複斜面楔の爲す作業は傾斜度之と等一なる二個の單斜面楔が等しき進入をなすの作業に等しくして隨て之を壓入するに要する力 Q は單斜面楔を壓入するの力 P の二倍たる

圖 七 第

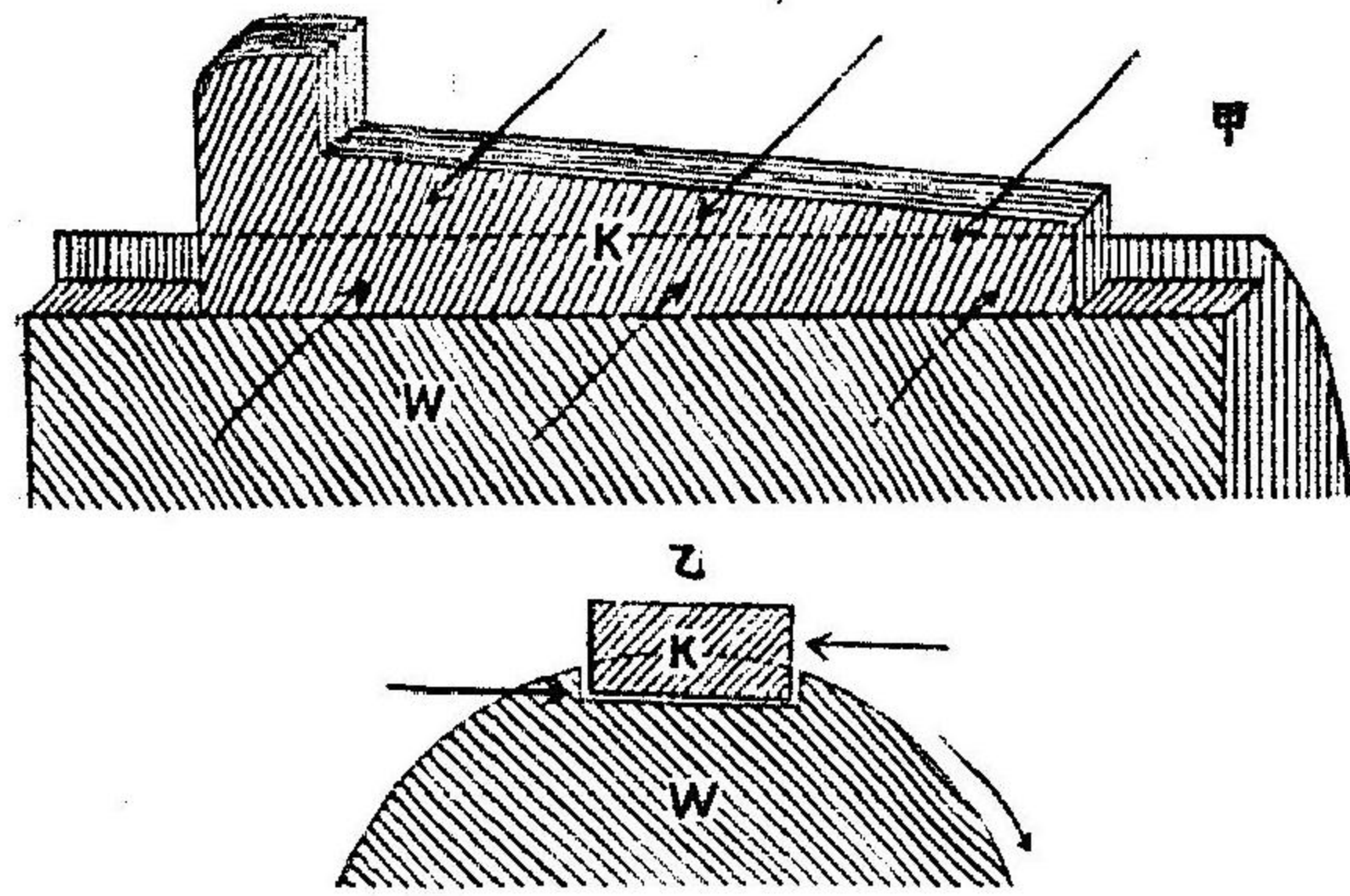


因て又往々矮楔(Flechtkeil)と名けらるゝことあり。之に對して前の楔はまた高楔(Hochkeil)の稱あり。

(三)螺旋結合 螺旋は楔の斜面部を一の圓柱(心柱)に巻き着けたるものとして見るべし。故に楔にありては其之を進入するに要する力が直線的に作用すべきに對して、螺旋にありては廻轉的に作用すべきの相異ありと雖も、其力量及作業に就ての關係は楔も螺旋も全く相異なることなきものにして實に唯其の斜面の傾斜度如何に關せり。

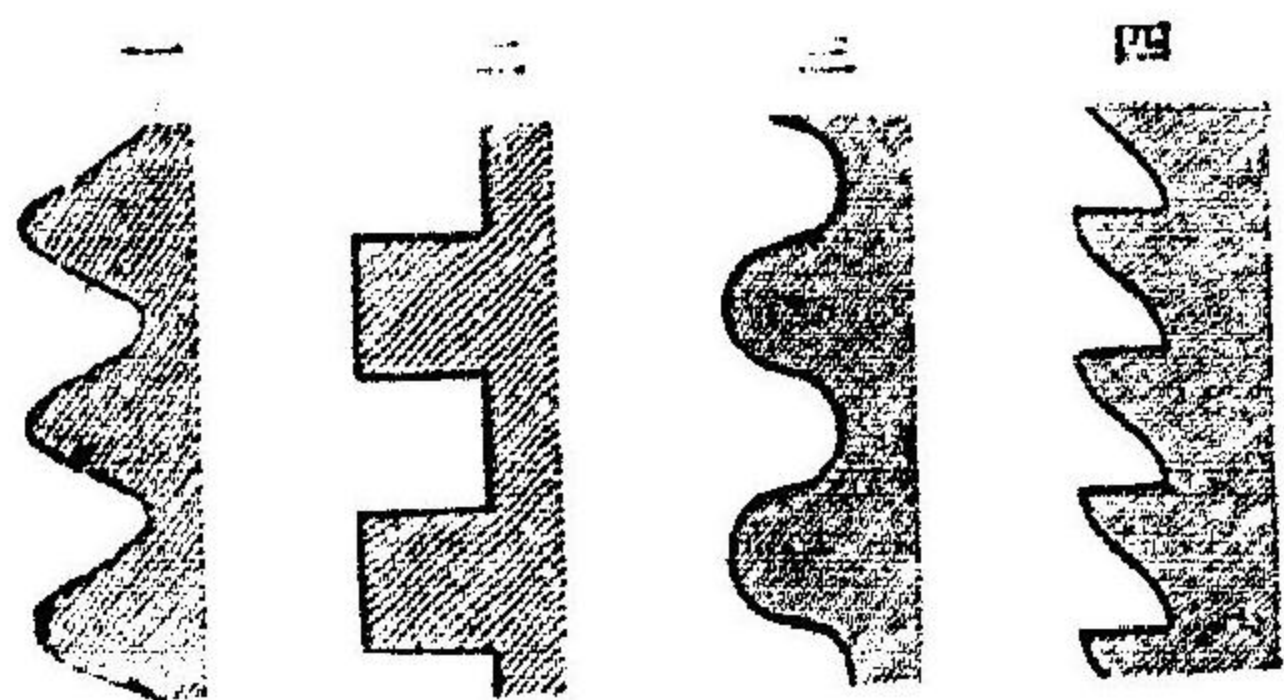
螺旋は通常その螺旋階の形狀によりて三角的螺旋(又斜面道螺旋)と四角的螺旋(又平面道螺旋)との二種に區別す。前者は心柱上に細長なる三角柱を斜に巻きつけたるもの、如く(第七圖イ)後者は心柱上に細長なる方柱を斜に巻き付けたるもの、如し(第七圖ろ)二個の

圖 六 第



以上の楔結合に於ては楔に作用するの力は其楔の上下兩面より楔を彎曲(挫折)せしむるが如くに作用せり。然るに往々また力をして楔の左右兩面よりそれを振回するが如くに作用せしむるの楔結合あり。車軸(Welle)を車轂(Nabe)と結合するが如き是なり。前の結合は横楔結合といひ後の結合は縦楔結合と云ふ(Quer-und Längskeilverbindungen)縦結合に於ては其結合すべき兩部の間に孔を穿ちて之に楔を挿入するの狀第六圖甲に其縦斷面を圖示し乙に其横斷面を示すが如し。但し圖は軸の一部分(W)と楔(K)とのみを示して軸外の殼は之を省略せるものにして、矢は軸の回轉するに當り楔に作用する力の方向を示すものなり。力の方向此の如くなるが故に此楔は前の横楔と異りて其厚さの大ならんよりは其の幅の廣からんことを要し、隨て常に其幅は其厚さに超過す。

第 八 圖

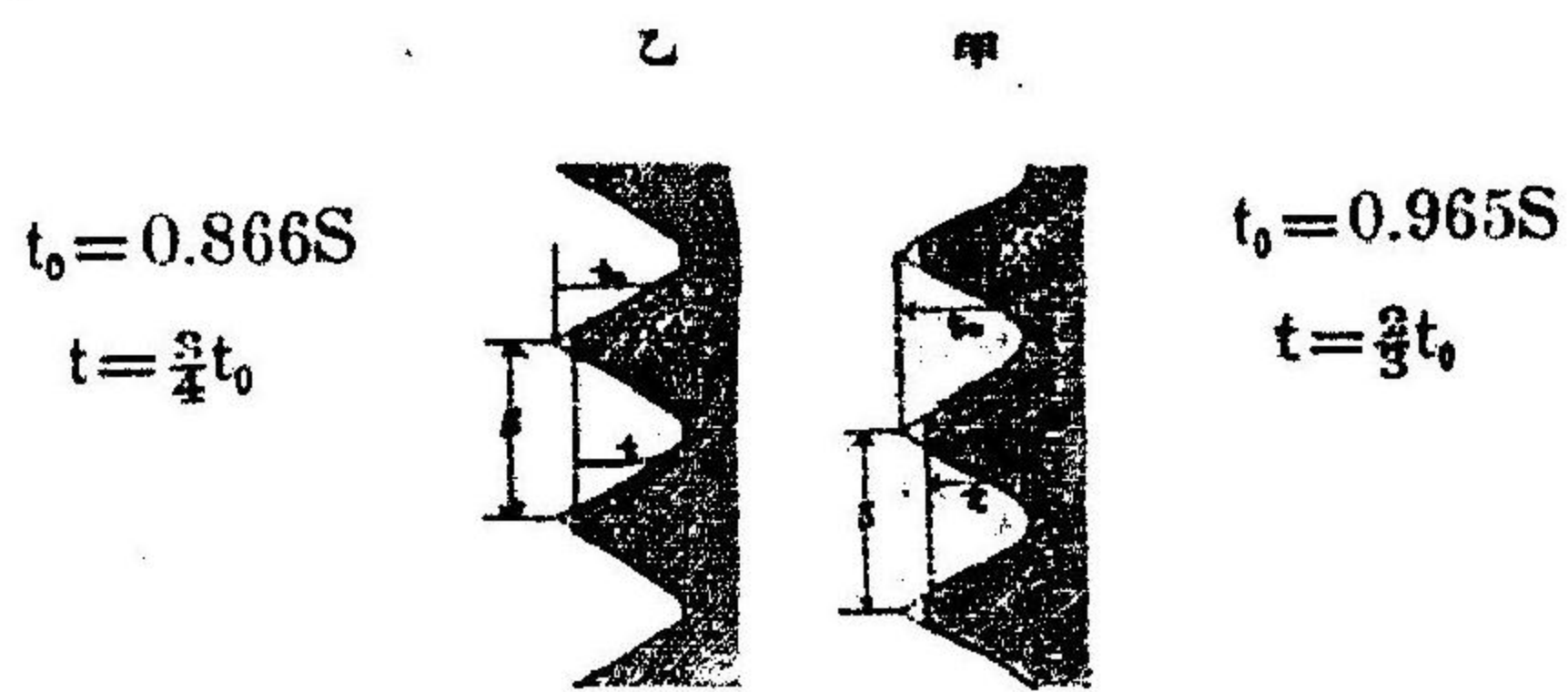


細柱を並べて螺旋的に心柱に巻き付くときは二行螺旋をなす。二行螺旋は其心柱の直径が相等しき場合には一行螺旋に比して急勾配なり又第七圖には木材にねぢ込みて用ふる所謂螺旋釘にして此ものにありては其螺旋道の勾配甚だ急にして其各階の間隔大なるを例とす。すべて三角的螺旋は四角の螺旋に比して其摩擦の大なるが爲に自ら退却して結合を弛むるの患小なり。故に主として結合の元素として用ひられ、四角の螺旋は其摩擦の小なるが爲に作業の効率に於て三角的螺旋に優れり。故に主として運動の元素として用ひらる。但し何れの螺旋に於ても圓柱の外部に纏絡したる突起あるものは之を雄螺旋又は螺子と稱し、之に反して同筒の内面に雄螺旋の突起が正しく嵌合せらるべき溝を穿ちたるものを雌螺旋又は螺母といふ。螺子と螺母とは相依りて其用をなすものにして

實に

(一) 螺母が其直進に對して固定せらるゝ場合に於ては之

第 九 圖

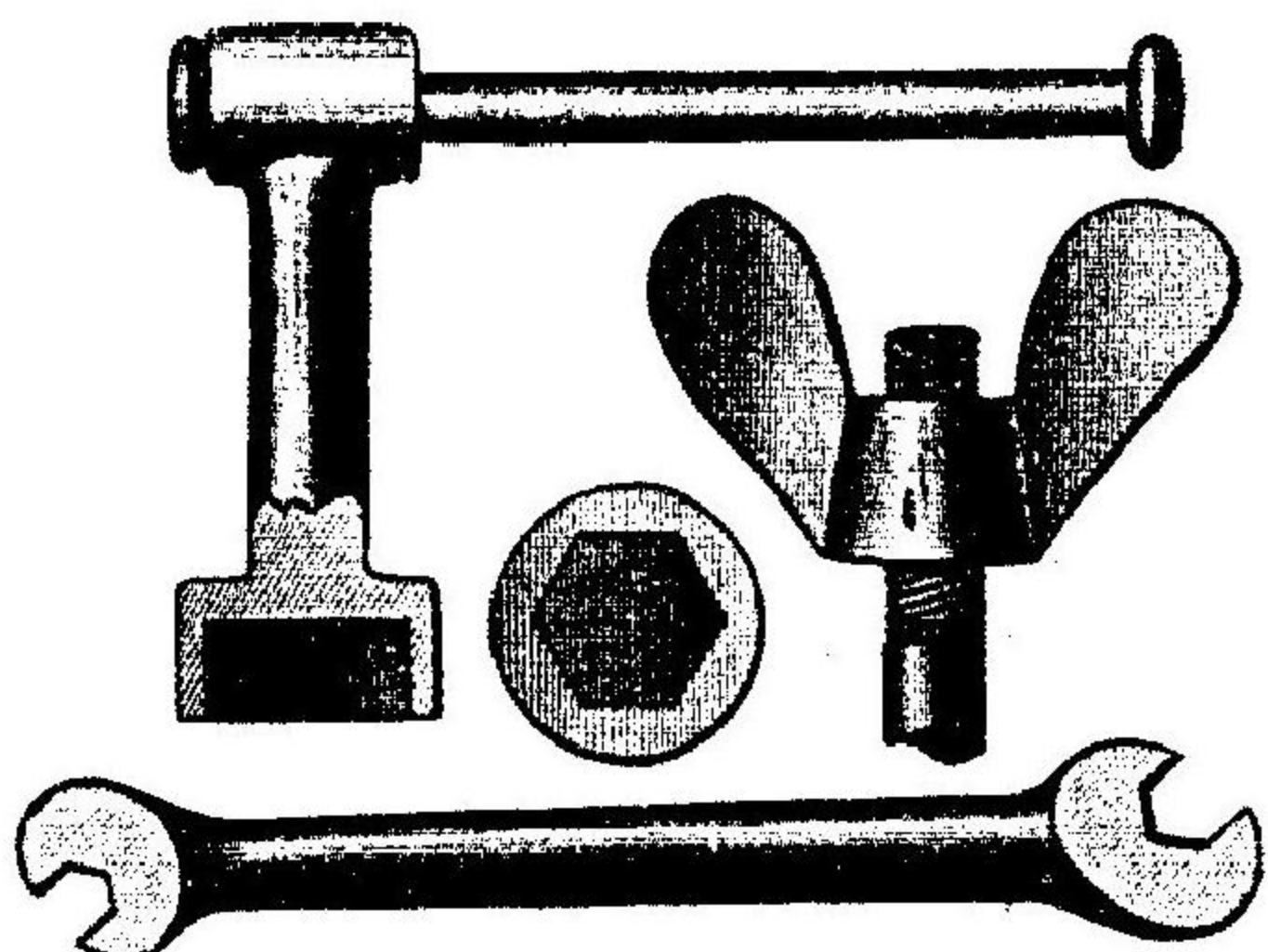


を廻旋するときは螺子は其結果として自ら進行し之が廻旋をも固定するときは螺子は唯それ自らの廻旋によりて進行すべく

(二) 螺子が直進に對して固定せらるゝ場合に於ては之を廻旋するときは螺母は其結果として自ら進行し、之が廻旋をも固定するときは螺母は唯それ自らの廻旋によりて進行すべし。

螺旋の突起は第八圖に其断面を示すが如く其形状種々にして其の寸法も亦甚だ種々なり。されど一般普通には便利の爲に各國とも多く一定の方式に據りて作られたるものを用ふ今茲には主ら結合の爲に用ひらるゝ三角的螺旋に就ての方式を擧げんに、廣く歐洲大陸にまで採用せらるゝ英國 Whitworth's system は第九圖甲に示すが如くにして突起の高さと其間隔との間に一定の比率あり。其突起の尖角は五十五度なり。而して心柱の直径と突起

第十圖

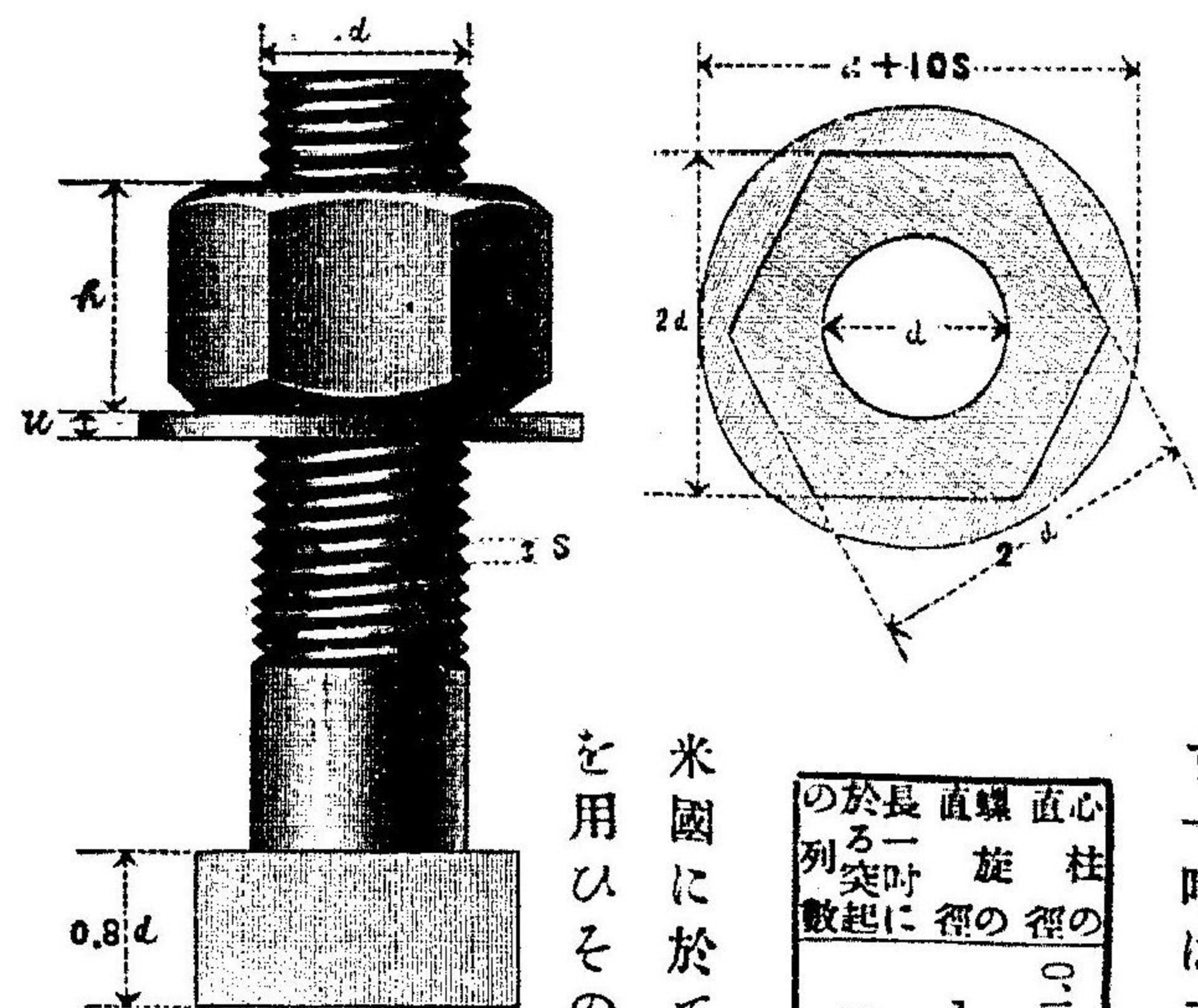


螺旋結合を解くにはネヂ廻しを用ふ。ネヂマワシに種々の種類あることは凡第十圖に示すが如し。

第四章 傳動機(器械)の連結

木材の結合には四角柱狀の螺母を用ふることあり。而して木材にありては屢々その螺母と木材との間に坐金ツガネを用ふることあり。坐金は其中央に螺子の自在に通過し得べき圓孔を備へたる薄鐵板にして螺母の廻旋して壓入せらるゝに當り此ものは全く廻ることなくして壓迫せらるゝが故に之を用ふれば木材の面に疵つくること少く且つ此ものゝ面を廣大にせば壓力を廣面に分配するが故に一部分のみを壓して其柔き面を陥入せしむるが如き憂なきの利あり。

第十圖



鍛鐵ナレバ
h=d
鑄鐵ナレバ
h=2d
u=5/4S

直心柱の徑の寸法	直螺旋の徑の寸法	長一列の突起の數
0.1875	0.1875	2
0.2500	0.2500	3
0.3125	0.3125	4
0.3750	0.3750	5
0.4375	0.4375	6
0.5000	0.5000	7
0.5625	0.5625	8
0.6250	0.6250	9
0.6875	0.6875	10
0.7500	0.7500	11
0.8125	0.8125	12
0.8750	0.8750	13
0.9375	0.9375	14
1.0000	1.0000	15
1.0625	1.0625	16
1.1250	1.1250	17
1.1875	1.1875	18
1.2500	1.2500	19
1.3125	1.3125	20
1.3750	1.3750	21
1.4375	1.4375	22
1.5000	1.5000	23
1.5625	1.5625	24
1.6250	1.6250	25
1.6875	1.6875	26
1.7500	1.7500	27
1.8125	1.8125	28
1.8750	1.8750	29
1.9375	1.9375	30
2.0000	2.0000	31
2.0625	2.0625	32
2.1250	2.1250	33
2.1875	2.1875	34
2.2500	2.2500	35
2.3125	2.3125	36
2.3750	2.3750	37
2.4375	2.4375	38
2.5000	2.5000	39
2.5625	2.5625	40
2.6250	2.6250	41
2.6875	2.6875	42
2.7500	2.7500	43
2.8125	2.8125	44
2.8750	2.8750	45
2.9375	2.9375	46
3.0000	3.0000	47
3.0625	3.0625	48
3.1250	3.1250	49
3.1875	3.1875	50
3.2500	3.2500	51
3.3125	3.3125	52
3.3750	3.3750	53
3.4375	3.4375	54
3.5000	3.5000	55
3.5625	3.5625	56
3.6250	3.6250	57
3.6875	3.6875	58
3.7500	3.7500	59
3.8125	3.8125	60
3.8750	3.8750	61
3.9375	3.9375	62
4.0000	4.0000	63
4.0625	4.0625	64
4.1250	4.1250	65
4.1875	4.1875	66
4.2500	4.2500	67
4.3125	4.3125	68
4.3750	4.3750	69
4.4375	4.4375	70
4.5000	4.5000	71
4.5625	4.5625	72
4.6250	4.6250	73
4.6875	4.6875	74
4.7500	4.7500	75
4.8125	4.8125	76
4.8750	4.8750	77
4.9375	4.9375	78
5.0000	5.0000	79
5.0625	5.0625	80
5.1250	5.1250	81
5.1875	5.1875	82
5.2500	5.2500	83
5.3125	5.3125	84
5.3750	5.3750	85
5.4375	5.4375	86
5.5000	5.5000	87
5.5625	5.5625	88
5.6250	5.6250	89
5.6875	5.6875	90
5.7500	5.7500	91
5.8125	5.8125	92
5.8750	5.8750	93
5.9375	5.9375	94
6.0000	6.0000	95
6.0625	6.0625	96
6.1250	6.1250	97
6.1875	6.1875	98
6.2500	6.2500	99
6.3125	6.3125	100

米國に於てはやゝ異りたるシェラー式 (Coller's system) を用ひその寸法は第九圖乙に示すが如し。但し此式に於ても其螺旋柱の直径と突起の列數との關係は略前表の如くにして間々小差あるに過ぎざるなり。螺母は普通に六角柱狀に構成せられ其寸法は通例第十圖に示すが如し。但し

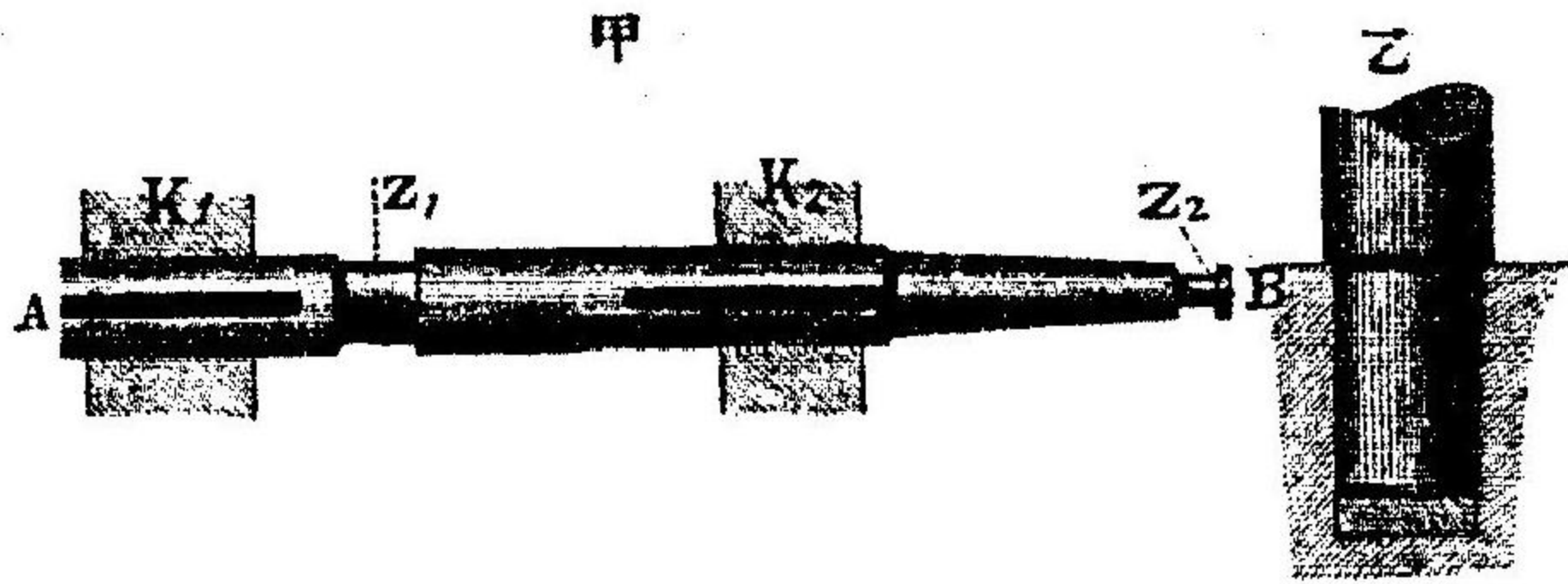
の高さ及び心柱の長さとして其上に存する突起の列數との關係は凡そ次表の如し(表は長さの單位を吋にて示す一時は二五、四耗なり)

一の器械と他の器械とを連結して其間に動力の傳達をはかるには場合によりて種々の方法を用ふ。即ち近距離に就ては或は傳動軸 (Transmissionwellen) を用ひ、或は摩擦車 (Frictionsäder) 齒車 (Zahnäder) 調車 (Riemenscheiben) 等を用ひ、遠距離に就ては索繩傳達 (Seiltransmission) を用ひ、而して電力の場合には導線を用ふ。今此等の各個に就て茲に少しく須知の事項を説述せん。

第一節 傳動軸及其聯結装置 (Transmissionswellen und Kuppelungen)

傳動軸 (英 Drive) とは廻轉運動を一點より他點に傳ふる所の軸杆をいふ。此の軸杆は振回力に對して十分強剛のものたるを要するが故に鍛鐵を以て作るを普通なりとし、稀に鑄鐵又は木材を用ふるに過ぎず。而して此軸杆は必ず二、五米乃至三米の距離毎に軸承 (Lager) によつて支持せらるゝを要するものにして、而して其軸承は軸の廻轉に對して障害をなさざらんことを要す。軸杆の此軸承上に置かるゝ部分は特に名けて軸樞 (Zapfen) といふ。而して軸樞には頸樞 (Halszapfen) と頰樞

圖 二 十 第



ある軸樞にして振廻力の作用を受くる部分なるが故に甚だ強剛を要すれども、後者は軸杆の一端に位し、振回力の作用を受くることなき部分なるが故に唯重量によりての挫折力に對して安全なれば足るものとす。軸樞はまた別ちて擔樞 (Tragzapfen) 及び負樞 (Stützzapfen) の二種とす。擔樞は軸杆の横臥せるものに於て軸に直角なる方向の重さを支ふるものにして、負樞は軸の方向に作用する重さを支ふるものなり。第十二圖甲に於て K_1 、 K_2 を各々車輪の一部として A 、 B を軸杆とし、此軸杆が Z_1 及 Z_2 に於て軸承の上に置かるゝとすれば Z_1 と Z_2 とは軸樞なり。而して K_2 の車の廻轉を K_1 に傳ふる場合とすれば Z_1 は振廻の作用を受くるを以て頸樞にして、 Z_2 は唯軸承の上にありて自在に廻轉をなすのみなれば頰樞なり。此 Z_1 と Z_2 とは共に擔樞に屬す。乙圖は負樞を示すものにして、負樞は軸が縦に樹立

せる場合に軸承の上に保たるゝ部分なり。負樞を支持するの軸承は特に之を負臺(Stützlager 又は Spurlager)と名く。

Perels氏によれば

dを以て耗にて表はしたる軸杆の直径とし、Pを以て肝にて表はしたる廻轉力とし、rを以て此P力の働く杆臂とし(單位耗)又Nを以て此軸杆によりて傳達せらるゝ馬力の數量とし、nを以て一分時間の廻轉數とすれば

戻廻力に抵抗して安全なるべき鍛鐵の軸杆の直径は概算次式によりて求むるを得べし。

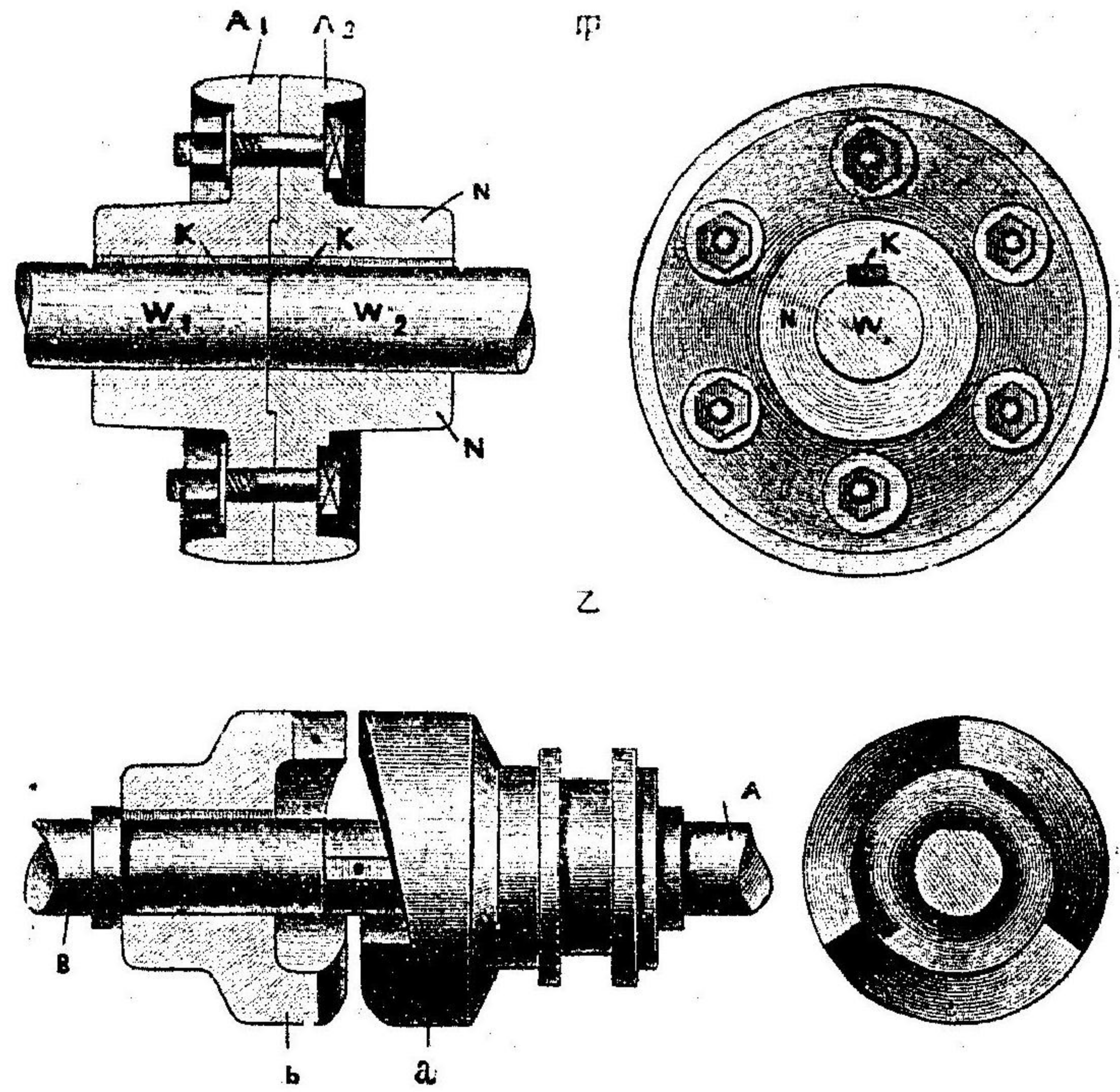
$$d = 4.18 \sqrt[3]{\frac{Pr}{n}} \sqrt[3]{\frac{1}{z}}$$

すべて傳動軸の直径はその戻廻力に堪へて安全なるべき度に於て之を定め出來得べきだけは其直径を小ならしむるを肝要なりとす。徒らに軸杆を太からしむるは其價を高むるの損あるのみならず軸樞の摩擦を大ならしめて作業の效率を減ずるの失あり。又上式に於て見るが如く直径は廻轉數と相關するものにして廻轉の數小なれば直径を大ならしむる必要あるものなり。故に軸杆の廻轉は、あ

ざりに遅緩ならざらんことに注意すべきものにして普通毎分時間の廻轉數は六十乃至百回位に定むるを良とすといへり。又軸杆の直径は其戻廻力の作用する部分に於ては終始通じて一樣にして軸樞部に於ても決して之を小にせざらんことを希圖すべきなり。かくすれば其處に於ての應力を弱むる患なきのみならず、軸杆を車輪及軸承より引き出して多少其位置を調節し、また修繕を加ふる等に便利なり。但し終始等一の太さとすれば其一定の位置に定めたる後に軸樞部の側方に動くを防ぐこと能はざるの患あれども此患は其軸樞の兩側に第十三圖甲の如き止環(Stellringe)を螺附することによつて除くことを得べし。止環を二つの半圓より組成せしむること乙圖の如くするときは最も取外しに便なり。

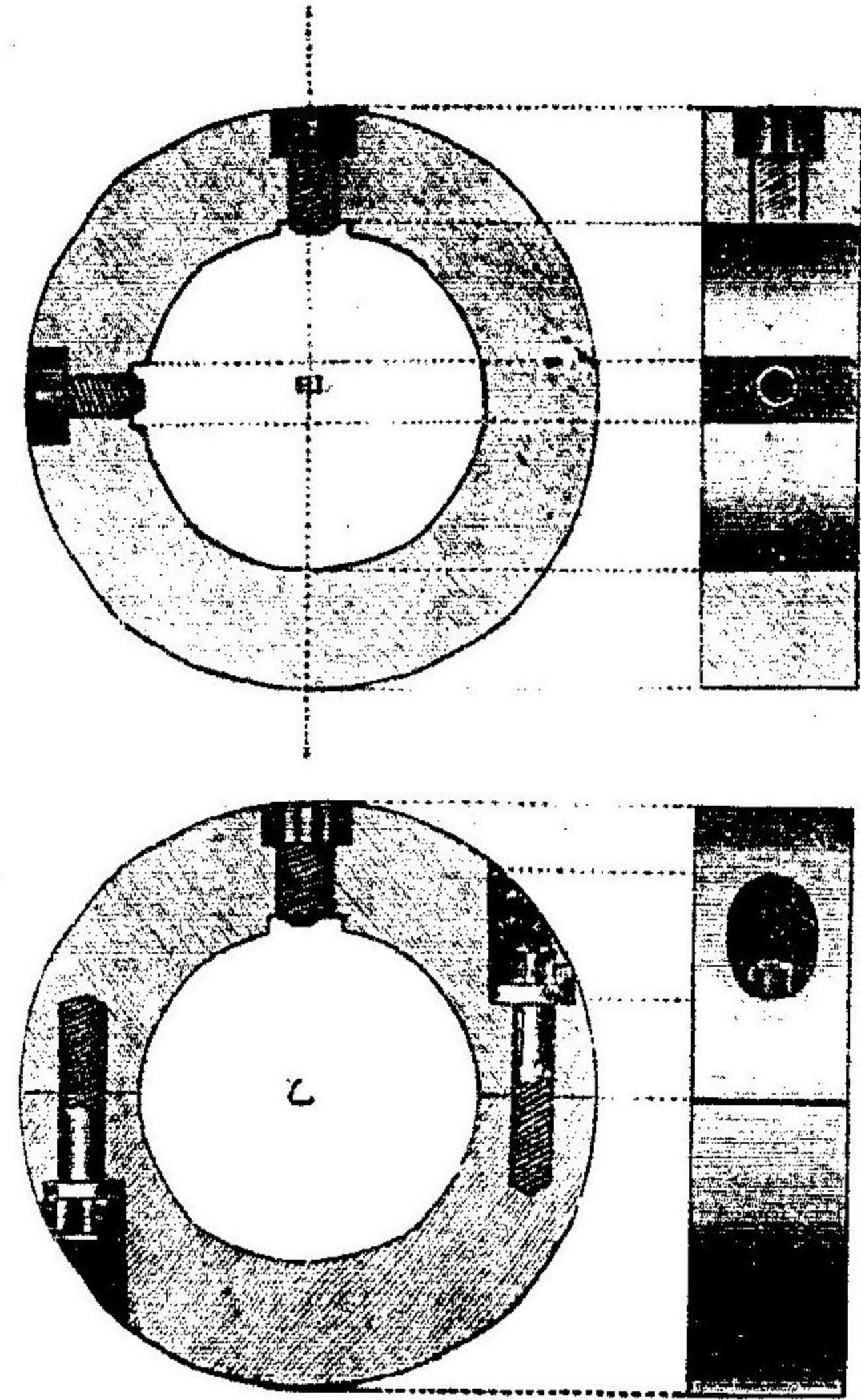
- (一) 固定聯結 (Feste-Kuppelung)
 - (二) 可解聯結 (Lösbare oder ausrück-Kuppelung)
 - (三) 轉向聯結 (Gelenk-Kuppelung)
- 固定聯結の最も普通なるものは第十四圖甲に示すが如く長さ(轂N)を有する鑄鐵

圖 四 十 第



板の齒にかゝりてb板をしてまた廻轉せしむるなり。されど此齒は其一側面のみ圓板に直立し他側は傾斜して恰も螺旋道の如き状をなすが故に廻轉の方向反對なるときはaの圓板は少しく其軸上に後退して爲にや、bの圓板面と相離れ其廻轉をb板に傳達することなし(圖は正にかく相離れたる状を示したるものな

圖 三 十 第

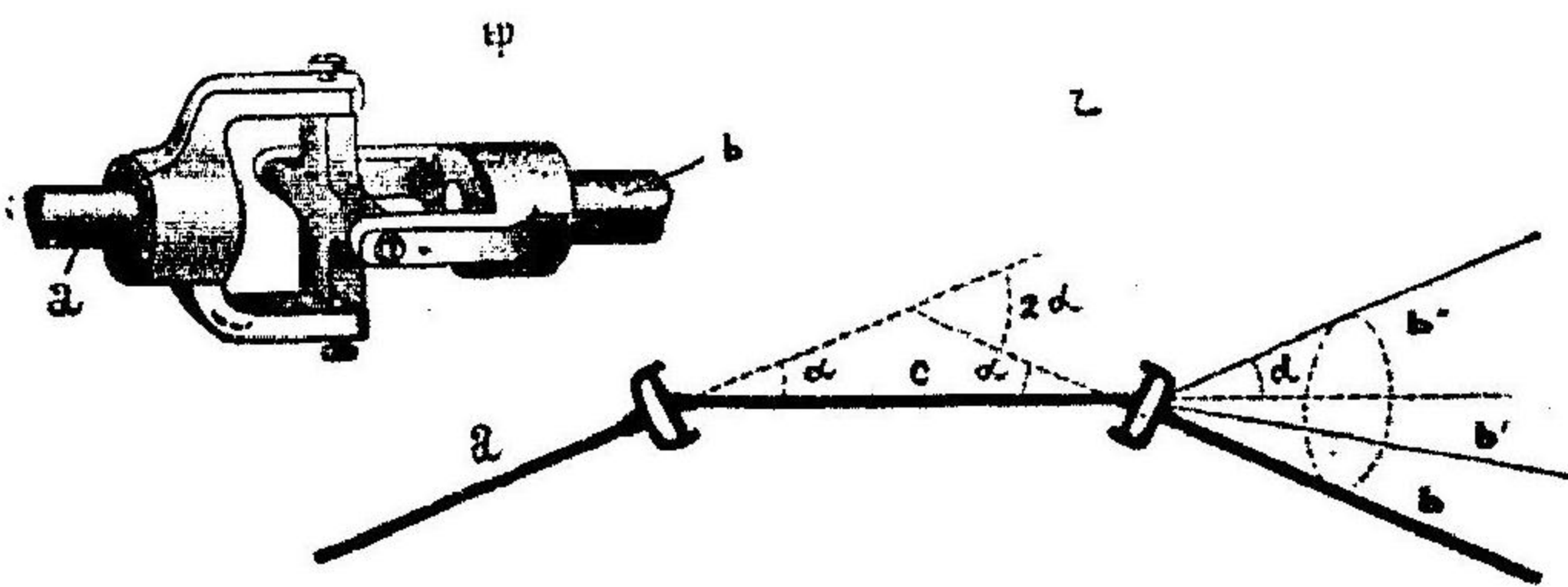


製の兩圓板(A₁及A₂)を一個づゝ聯結すべき各軸(W₁及W₂)の端に挿入して各矮楔(K)にて其軸上に附着し、而して數個の螺旋釘を以て此の兩圓板を結合するものなり。

着せられたる圓板の前面に齒を備へ、その齒が互に噛み合ひて相連結するものにして其噛合を維持するは一方の圓板と其軸とを連結する所の「バネ」の力によれり。即ち圖に於けるaの圓板は軸Aと「バネ」によりて結着せられ多少その軸の上に進退し得べき構造となりbの圓板は楔によりて其軸Bに固定す此「バネ」の力によりてbの圓板に壓着するが故に此圓板或る一定の方向に廻轉するときは其齒はb

可解聯結は第十四圖乙に示すが如く、兩軸の端に裝

圖 五 十 第



此の聯結は吾人の任意に或時の間其の嚙合せを離し置き必要に臨み直に故の如く嚙合せしむることを得るの便あるものなり。

轉向聯結は一の軸杆と他の軸杆とを任意に或る交角をなすべき状態に聯結するものにして第十五圖甲の如き構造をなせり。但し此の交角度は實用上あまり大ならざらんことを要するものにして通例二十度以内の交角をなさしむるものとす。其理由は兩軸が或角度をなして折線的に聯結せらるゝ場合には其一軸の廻轉速度と他軸の廻轉速度とは常に相伴ひて平等なることを得ざるものにして、a軸が九十度以内の廻轉をなす間はb軸の廻轉速度はやゝa軸よりも小く、a軸の廻轉が九十度より百八十度までの間に於てはb軸の方其廻轉速度やゝ大く、而して此のb軸廻轉速の不平等は兩軸の交角愈大

なるに従て愈甚だしく其甚だしき不等速度は作業器に衝突的作用を及ぼして損害を與ふるなり。今兩軸の交角度を α としa軸がW度を廻轉する間にb軸がW₁度を廻轉するとすれば此等の數量の間には次式の關係あり。

$$\text{tang } W_1 = \text{tang } W \cdot \cos \alpha$$

此關係を數字にて表示すれば凡そ次表の如し此表によれば實に明白に交角大なるに従て愈不等速の甚だしきを加ふることを見るべし然れども此の不等速をなすの不都合はa軸とb軸との間にcの一軸を置くこと第十五圖乙の如くにすれば除くことを得べし。而して此b軸とc軸との交角が恰もa軸とc軸との交角に等しく α なるときはb軸はc軸の延長線の周圍何れの方角に置かるゝも敢て不可なきものにして實にb' b''等何れの方角を取らしむるとも毫も差支なきなり。

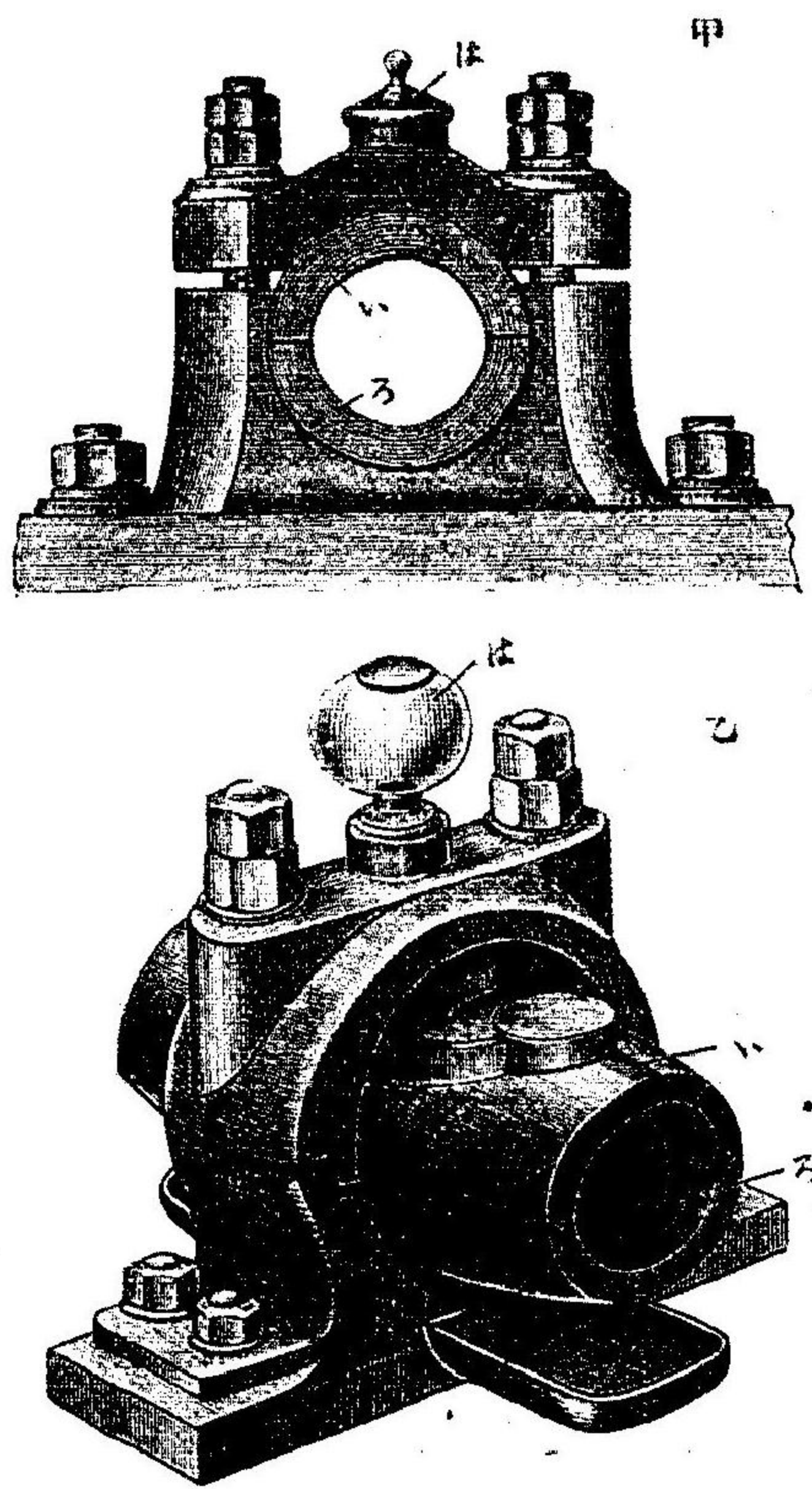
三〇度	w	αが二度なるとき	αが二度なるとき	αが三度なるとき	αが四度なるとき				
						二九、三八	二八、二九	二六、三四	二三、五一

傳動軸を説くに當りては之に附帶して軸承(Lager)に就ての説述をもなさざる可らず。

凡そ軸樞を圍みて之を支へ、同時に其軸樞に自由なる廻轉を得しむる爲めの軸承は勉めて其軸樞との摩擦を小ならしめて作業の効率を大ならしむる構成を有するのみならず、兼て硬固にして容易に磨滅せざるものならざる可からず。然かも磨滅は到底免る可らずとすれば其軸樞に接着する部分だけを特に柔き金屬にて造り其磨滅に當りては容易に其部分のみを更新し得るの構成にして其軸樞の方を磨滅せしめざるを可とす。然るときは軸樞は長く磨滅を免れて其の更新の費

一八〇、〇〇度	一五〇、二二二度	一三〇、二六六度	一二〇、二六六度	九〇、〇〇度	六〇、〇〇度	四〇、五四度
一八〇、〇〇度	一五〇、二二二度	一三六、四八八度	一二一、三四四度	九〇、〇〇度	五八、二六六度	三七、二七二度
一八〇、〇〇度	一五三、二六六度	一三九、〇六六度	一二三、三八八度	九〇、〇〇度	五六、二二二度	五三、〇四四度
一八〇、〇〇度	一五〇、二二二度	一四二、三三三度	一二六、五六六度	九〇、〇〇度	五〇、〇〇度	四二、二七二度

圖 六 十 第



(甲) 歐羅巴式軸承を正面より見たる圖
 (い) 及 (ろ) 蓋盤
 (は) 油さし装置

(乙) 亞米利加式軸承の斜面圖
 (い) 及 (ろ) 蓋盤
 (は) 油さし装置

を節減し得べし。歐洲に於りては實に此主意によりて軸承に臺盤(Lagerhülse)又はLagerschale)を附加しRohrgussと稱する合金(銅八〇、錫一八、亞鉛二の合金)又はWeissと稱する合金(アンチモン五〇、鉛三〇、亞鉛二〇の合金)を以て之を構成するを

例とせり「銅は摩擦によりて起る熱を良導して甚だしき高熱とならしめざるの點に於ても良なり」此の後者は前者に比して殊に柔きが故に大重量若くは急廻轉の

況

軸を支ふるには不可なりと雖も容易く液状となり軸承と軸樞との間に鑄込みて其形を造るに適するを以て殊に便利なりとして多く用ひらる。又之に代えてポックの木材 (Pockholz = Guajacum officinale 熱帯の米國産の木なり) にて臺盤を作ることあり。此木材は頗る堅硬なるのみならず其表面極めて平滑となり且僅かに油を注加すれば長く其油を保存して摩擦を小ならしむる良性あり。尙軸承の構成第十六圖甲の如くにして其臺盤が上下兩半より合成せらるゝものは下盤(ろ)が磨滅するに従つて次第に上盤(い)を下して緊着を維持するに良なるものとす。

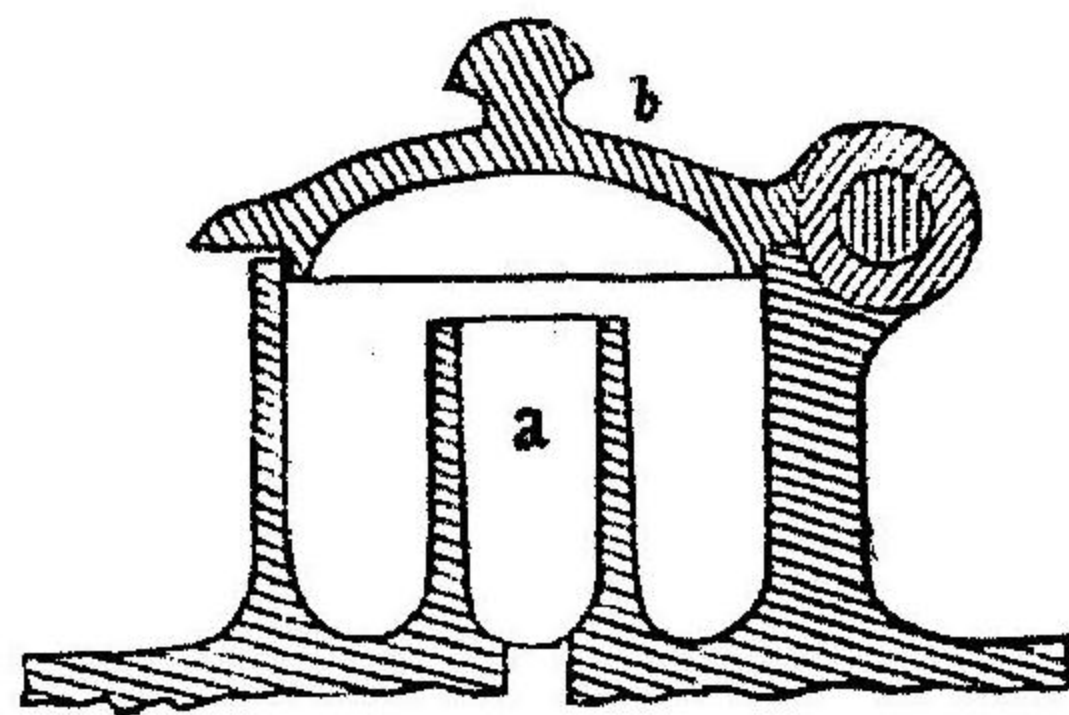
米國式の軸承はすべて鐵より成れりコハ安價なる點に於て歐羅巴式に優るものとす。且米國式は軸承の幅が軸樞の直径の四倍に及ぶを以て(歐式は通例二倍なり)熱の傳導も決して遅からず又其軸壓を受くるの面廣さが爲に油を側方に壓出することなきの利あり。又此式のもの其取附に於て歐式の如くに少しの歪みをも正す爲に細密の注意を拂ふの要なし。これ其臺盤が任意に其方向を定むべき構成となること大抵第十六圖乙に示すが如くなるが故なり。

論

軸承の油さし装置は農具に於ては殊に嚴密なる蓋あることを必要とす。これ土

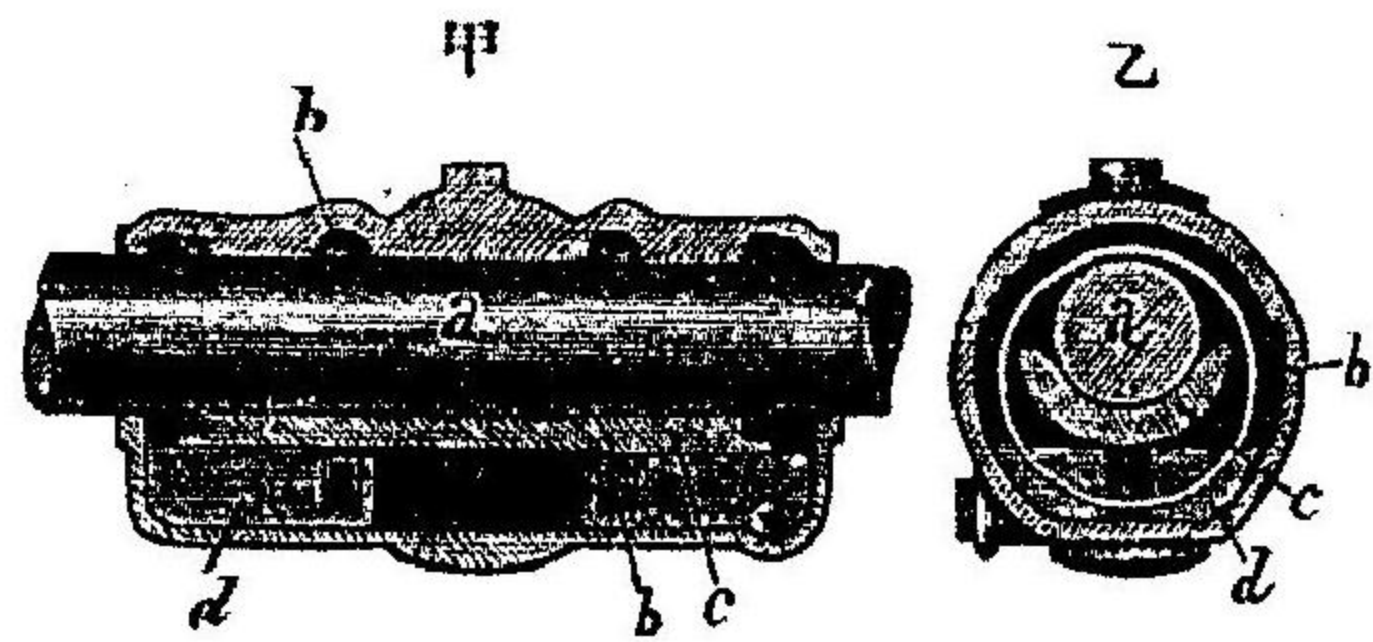
(結 連 の 機 器) 機 動 傳

圖 七 十 第

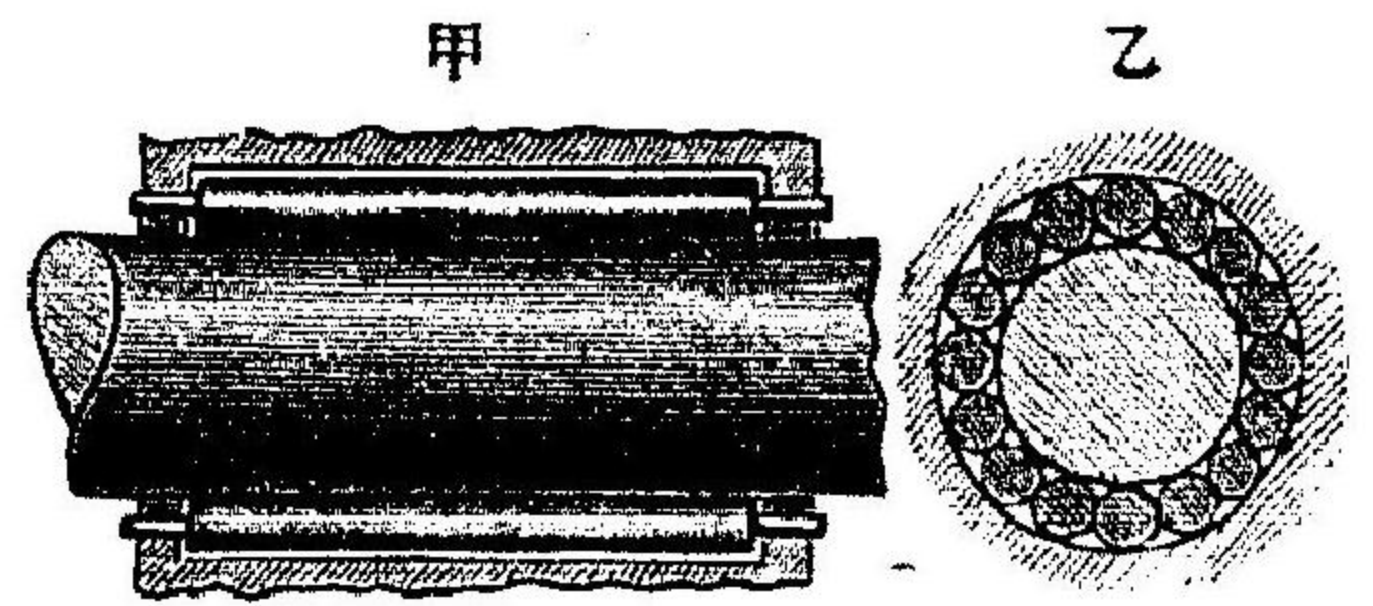


砂塵屑などの其中に入るを防がんが爲なり而して此装置は十分によく油を軸樞に供給すべくして、しかも成るべく經濟的に其油を利用すべきものならざる可らざるは勿論なれども、又成るべく簡單なるものを良とし複雑精巧なるは反て不利なるを免れざるを常とす。故に普通に實用に適せりとして從來採用せられたるものは第十七圖の如き構成を有するものなり。即ち圖のaは油槽中にありて上端にまで達せざる管にして此管孔は下方に於て軸樞にまで到達するものなり。而して之に油を導く爲めの心を挿入し其心の一端は油槽に入り他端は密に軸樞に接觸せしむ。bは油槽の蓋にして、バネによりて密閉せられ機械が震動を受くも容易に開かざるの装置とは成れり。但し近年發明せられたる軸承には頗る巧妙に油さし装置を設けたるものあり (Ringschmierlager) 第十八圖の甲乙は其縦断面と横断面とを示したるものにしてaは軸樞、bは金屬環、cは軸承にしてdは其下に存するの油槽なりとす。此装置に於ては軸樞の廻轉

第十八圖



第十九圖



及横断面を示したるものなり。

第二節 傳動車 (Transmissionrider)

に伴ひて環も亦廻轉するが故に環は斷へず油槽中より少しづゝの油を持ち上げて軸樞を潤すべく、而して其の油の餘滴は再び滴下して油槽に戻るが故に少しも無益なる油を費すことなきものとす。

油をさすの外に別に又軸樞摩擦を小ならしめて大に廻轉を輕快ならしむるの装置は近年に至りて廣く諸般の機械に用ひらるゝに至れり。そは即ち軸樞摩擦を廻轉摩擦に代へたるものにして此装置をなしたる軸承を Rollenlager(廻轉軸承)と稱す第十九圖は其縦斷

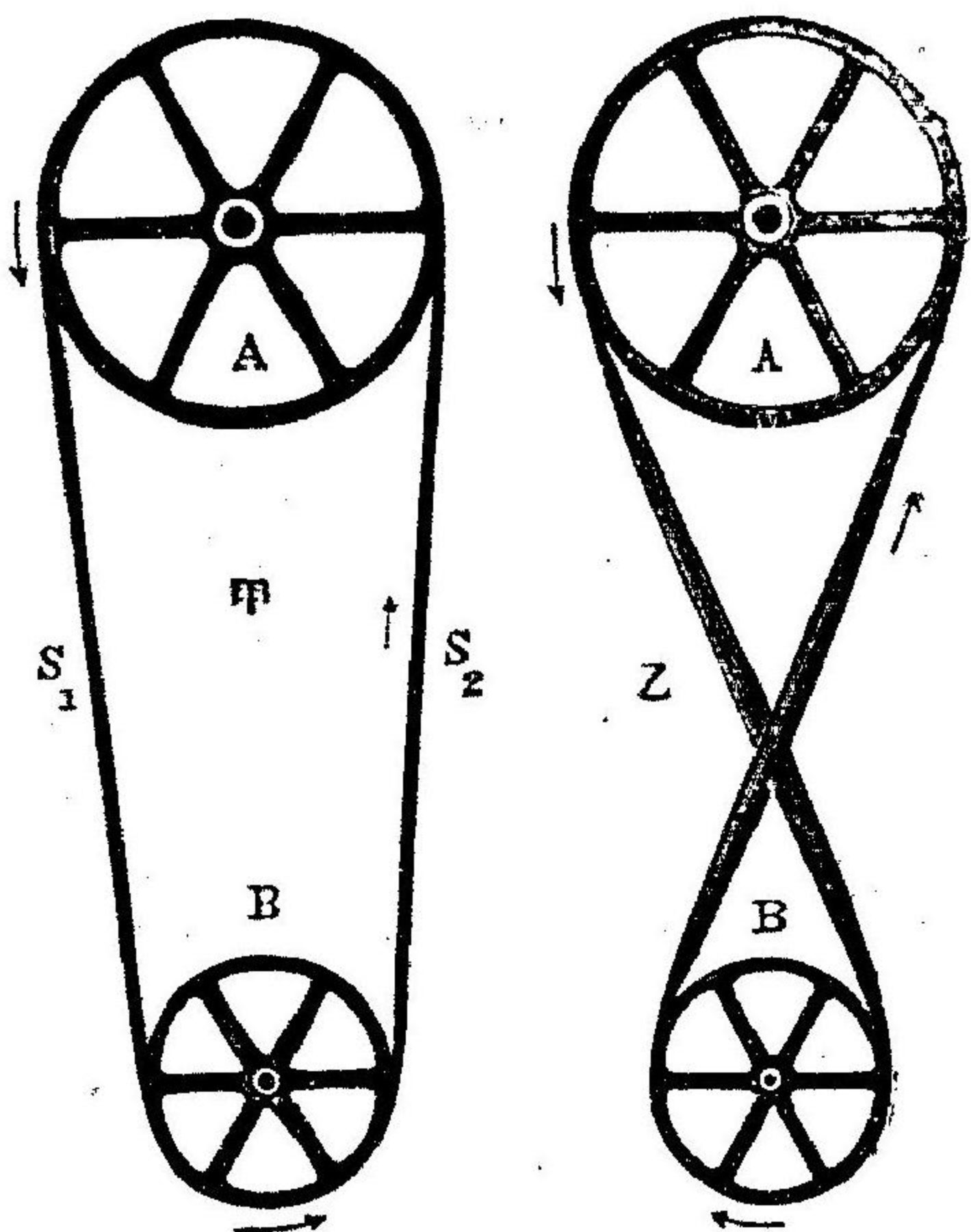
此ものは一の車輪より他の車輪に廻轉運動を傳ふるものなれば常に必ず二車輪の連絡より成れり。しかも其連絡の装置は先づ第一に其兩車輪の軸の相關的位置によりて異なるものにして、即ち或は兩軸の並行なるあり、或は兩軸の交叉せるあり、或は互に斜に横はれるあり。又第二に兩車輪の構成によりて異なるものにして之は一般に次の如くに分類せらる。

- (一) 二車輪直接に相接觸するもの……………摩擦車 (Frictions-räder)
- (二) 二車輪間接に連絡するもの……………調車及び索繩車 (Riementransmission und Seilrmission)

- (三) 二車輪直接に其齒を嚙み合するもの……………齒車 (Zahnräder)
 - (四) 二車輪間接に、其齒を連絡するもの……………鎖車 (Kettenräder)
- すべて直接と間接とを問はず、次圖は直接の連絡を示したれども、一般に其連絡せる二輪 A 及 B の半徑を R 及 r とし A の廻轉速度を V とし B の廻轉速度を v とすれば此等數量の間には次式の關係あり。

$R \cdot v = r \cdot V$

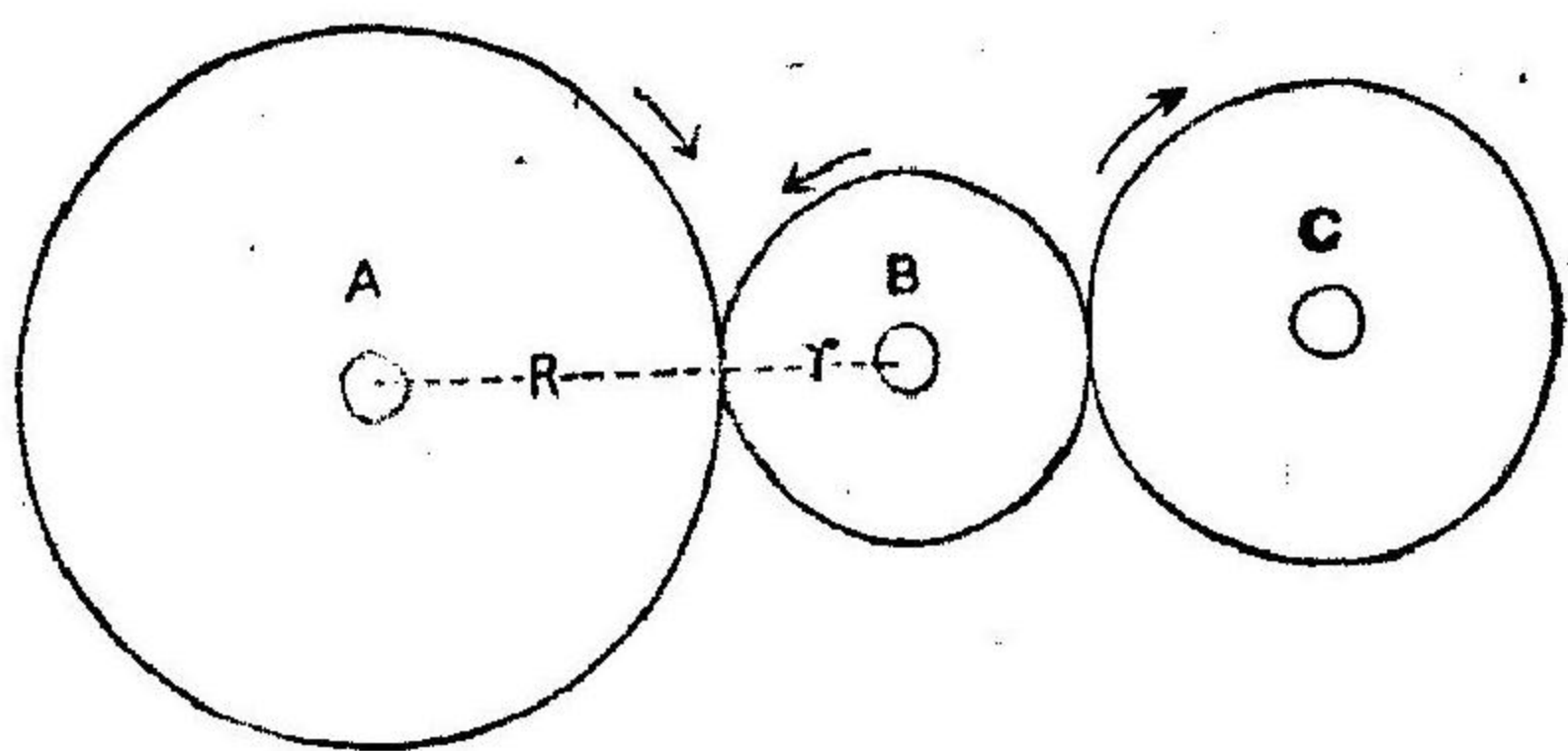
第十二圖



れば調革が車輪を離るゝの後に於て斜面をなして走るを以て其革帯の各部が其張力平等ならざるの失あるを免れざるものとす次に摩擦車調車索繩車齒車鎖車等に就て一々に其須知の事項を略述すべし。

て僅に唯軽く動くべき器械製糸器械檢乳器械などに用ひらるゝに過ぎず。コレ畢竟甚だ不利益なるの傳動装置なればなり、何となれば摩擦車に於ての必要條件は其兩輪が互に輻射方向に相壓するの力Pによつて起る所の摩擦力が少くとも其傳達する力Qと相等しきにあり。即ち摩擦係数を ϕ とすれば少くとも

第十二圖



り後の掛方は前の掛方に比して調革が多く車輪に接着するの利あれども、しかも亦調革が其往返に當りて互に革と革と相摩擦するの害あり且又此掛方によ

即ち半径と廻轉速度とは反比例をなすものなり。又一般に傳動輪は、如何様にも其廻轉の方向を變ずるを得べきものとす。即ち摩擦車(或は齒車)に就て之を云へば例へば第二十圖のAとBとは反對の方向に廻轉すと雖も更に尙一個の車(C)をBと連絡して用ふるときは、此CはAと同方向の廻轉をなすべし。又調車(或は索繩車若くは鎖車)に就て之を云へば例へば其車に調革を掛くること第二十一圖の甲の如くすれば此掛け方を *Oberer Riemen* といふ、A車とB車とは同方向に廻轉すれども、同圖の乙の如くすれば此の掛方を *Gekreuzten-Riemen* といふ、二車は全く反對の方向に廻轉することとなるなり。此調革の兩様の掛け方には利害得失の相異なるものあり後の掛方は前の掛方に比して調革が多く車輪に接着するの利あれども、しかも亦調革が其往返に當りて互に革と革と相摩擦するの害あり且又此掛方によ

$$P_f = Q$$

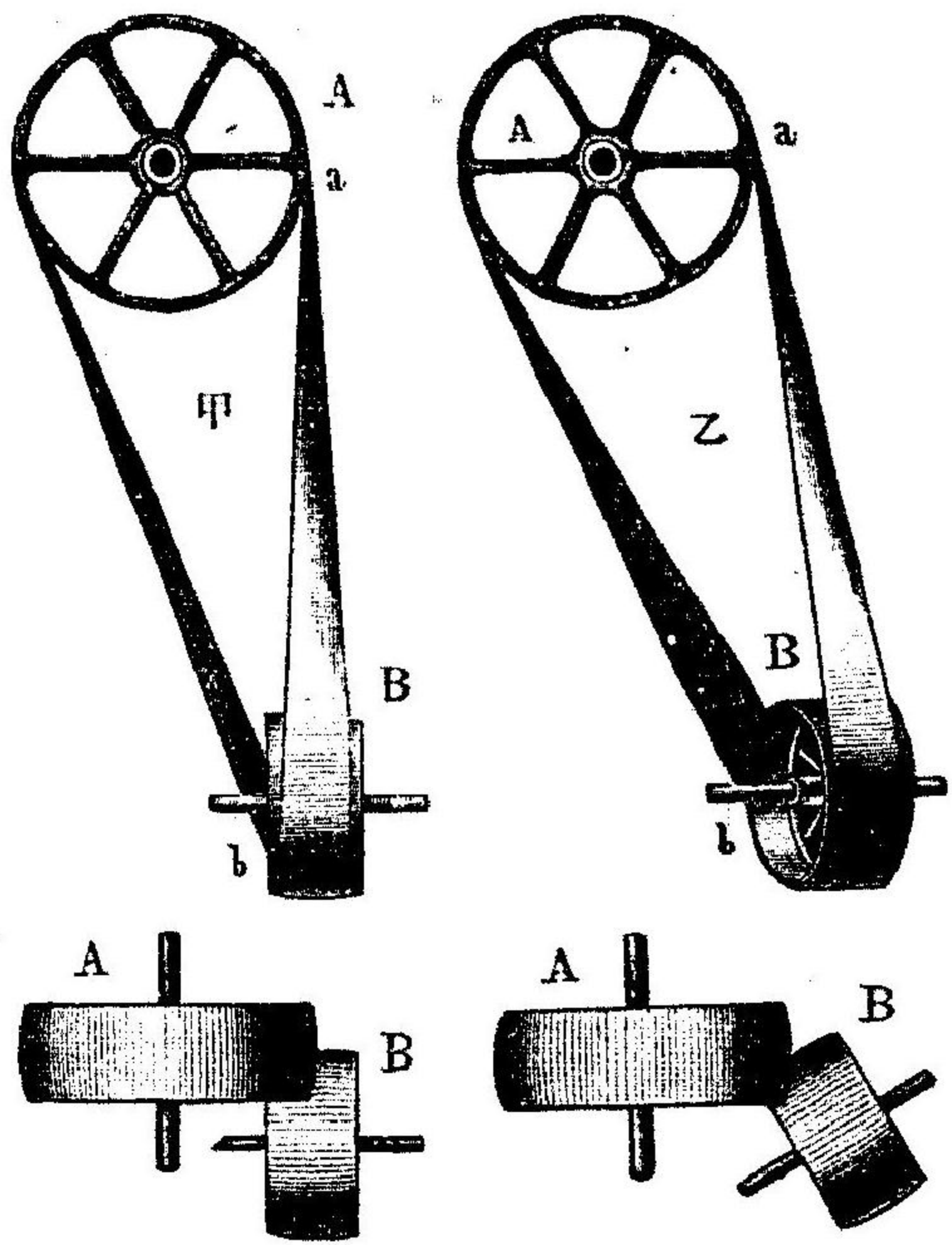
ならざる可らざるなり而して鐵と鐵との摩擦係數は平均約〇・二なるを以て若し鐵の摩擦車とすれば

$$P = \frac{Q}{0.2} = 5Q$$

にして其壓力は少くとも其傳達する動力の五倍ならざるべからざるなり。而して此壓力は或はパネにより或は挺子に附したる重さによりて之を與ふることを要するが故に摩擦車の一個は必ず其輪の位置を多少變移し得べき構造ならざる可らずして且つ此壓力はまた其軸にも作用して軸摩擦を大ならしむる原因となり甚だしく其副作業を大ならしむるの損あるものなり(傳達すべき力Qの三%乃至一〇%は此の摩擦の爲に損失となるべし)

(乙)調車(英 Pulley) 調車に於ての最も必要な條件は其調車が互に適當の位置を保つにあり。即ち二輪の直接連絡に於ては調車に於て直接の連絡と稱するは兩輪の間に導輪を裝置せずして直接に調帶を以て兩輪を連絡するをいふ(其一輪より發出し行く所の調帶(英 Belt)の中央線が正に他輪の中央面上に存するにあり。

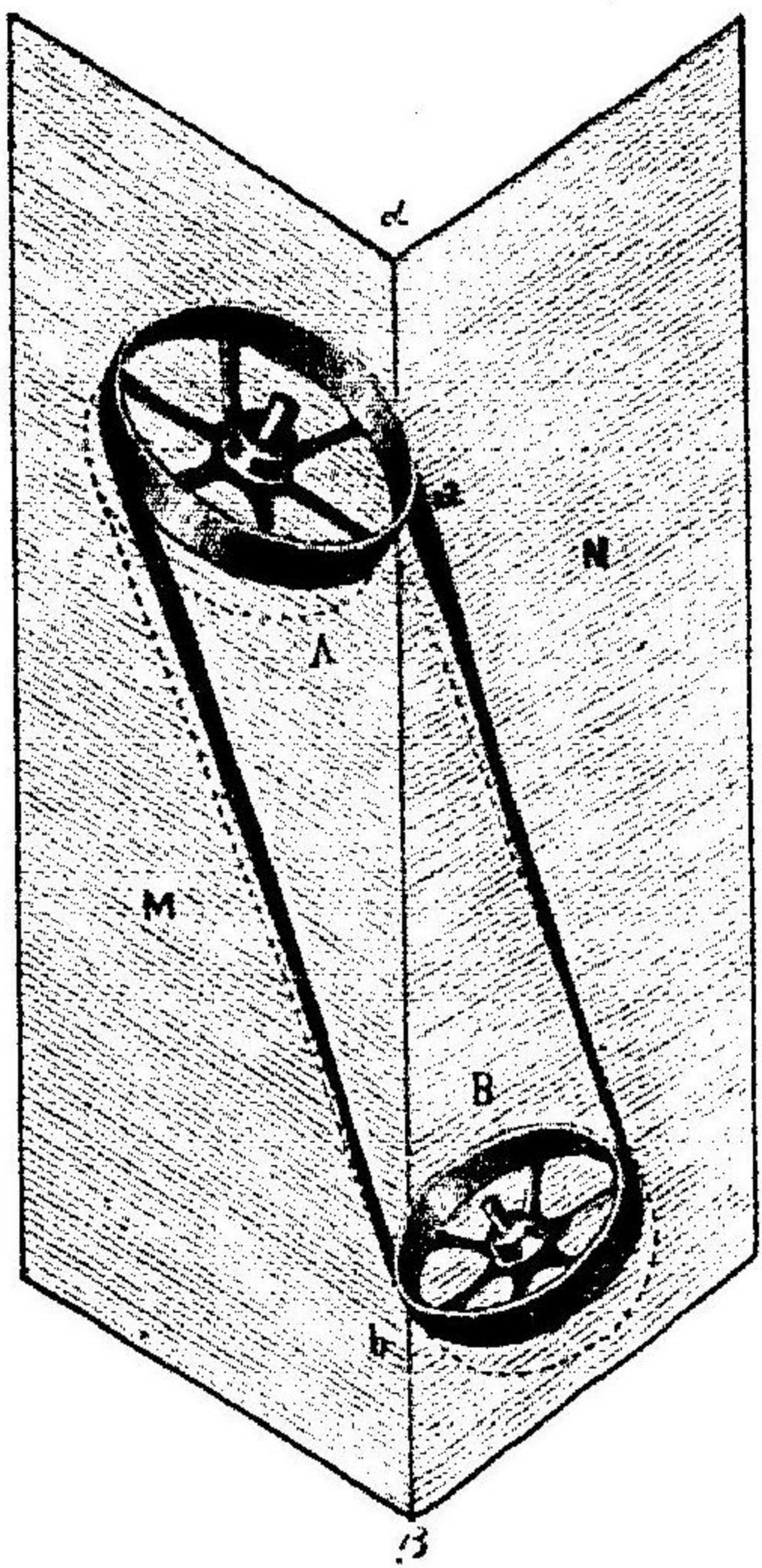
圖 二 十 二 第



此ことは常に二輪の軸が並行する場合のみならずして或角度をなすの場合にも亦適用せらるべきなり即ち第二十二圖の甲(兩軸が直角をなすとき)或は乙(兩軸が斜角を以て交るとき)の如き場合に於てもA車のa點より發出してB車に走り行く所の調帶の中央線はB車の中央

面上にあらざる可らずB車のb點より發出してA車に走り行く所の調帶の中央線はA車の中央面上にあらざる可らず。故に又a點とb點とは正にA車の中央面とB車の中央面との交截線の上にあらざる可らず。今一層よく此ことを知らしむるが爲に第二十三圖を以て説明せん、A車の中央面をMとしB車の中央面

圖三十二第

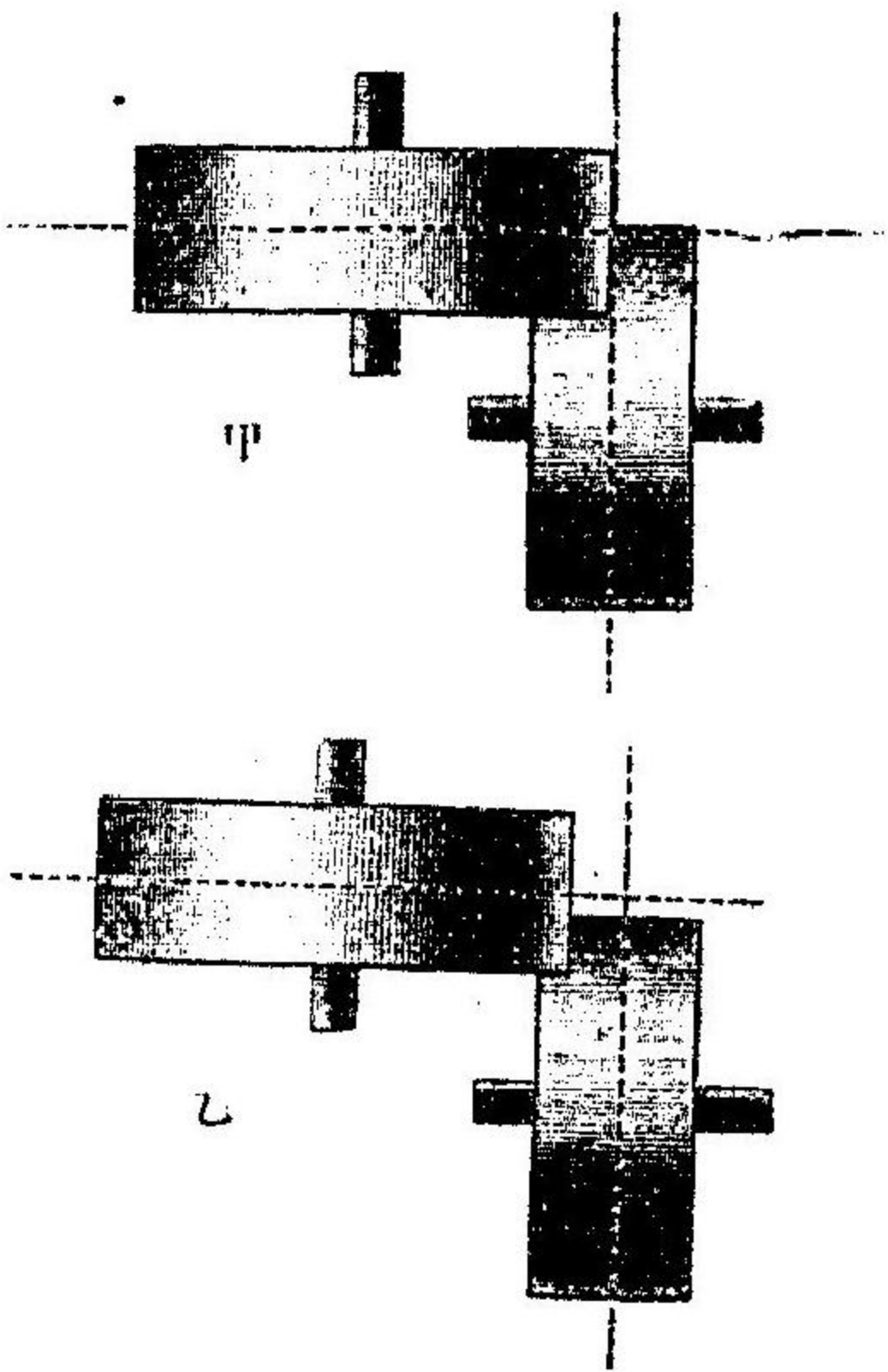


をNとすれば此二面の交截線は $\alpha\beta$ 線をなす可し、然るときは此兩車は其 α 點と β 點とが正に此 $\alpha\beta$ の線上にあるが如くに其位置を定めざる可らず。若し此の要件に合せざるときは調帯は直

に車輪より脱離して傳動の目的を達せざるべし。

但し右に述べたる要件は最も注意せざる可らざるの要件なれども實際に於ては緊張せられたる調帯は外方に脱離する傾向を有するを以て二輪の位置は第二十四圖甲の如くせずして少しく其各輪を外方にずらして乙圖の如くに其位置を定むるを可とす。然かも之をずらす可き度合は調帯の速度、張力、幅、長さ、重さ、弾性等并に兩車の大小の比率、距離、縦横の位置、動力の大小等幾多の條件に係するを以て豫じめ正確に定言し難し、こは實驗上に之を定むべきものとす。

圖四十二第



動力の方向を種々に變ぜしむるが爲には、二輪の間に導輪を設くること(即ち間接連絡とすることも亦屢々實行せらる。但し複雑に方向を變ずるには調車よりも多く齒車を

用ふ。

調車には其構造種々あれども多くは

鑄鐵を以て製するを常とし其輪周(Krims)はや、中央を隆起せしむ、これ調帯の脱離を防がんが爲なり。しかも其面は平滑に磨くを要す。車輻は直杆或は彎曲杆にして彎曲杆は多く大輪に用ふ。輪は眞圓にして各部分平等に釣合はざる可らざるは論なし。而して又成るべくは輕きを良とす。木製の調車も亦敢て不可なるにあらざ。大力を傳達する爲には鍛鐵製のものをも用ふることあり。調帯の材料は牛革を以て最良とすれども濕氣多き所に用ふるには麻とゴムとを以て作りたるものを以てすることあり。其他毛、木綿等を以て作れるものあり。

其厚さは五耗前後なるを例とし其幅は五〇乃至二五〇耗なるを例とす。而して其結合は幅狭きものに於ては扣子(Schnallen)を用ひ大なる帯は細き帯紐を以て互に其端を縫ひ合はすものとす。要はその結合の局部が他より厚からずして、しかも應力を弱めざるにあり。若し此局部を厚くするときは其所にて衝突的作用をなして大に傳動を妨害すべし。

調車の一雙に於ては其一方を發動車といひ他方を受動車と名く今前の第二十一圖の甲に於てBを發動車としAを受動車とすれば此二車の間に張られたる調革はS₁に於てもS₂に於ても共に或張力ありて此張力の爲に其革は車輪の周圍面を壓するが故に其革と其車輪とは一體の如くに廻轉し實に前に示したるが如くに廻轉數と半径とは逆比例をなすの規則に従ふものなり。しかも此S₁とS₂との張力は平等にわらずして其間に差異なかる可らず。若し差異なきときはA車は廻らざるべきの理にしてS₁とS₂との張力の差は即ちA車を動かすの力たるなり即ち此力をPとすれば

$$P = S_1 - S_2$$

況

論

なり。但し静止の場合に於ては帯の張力は各處平等にして其張力SはS₁とS₂との平均の價を有せざる可らず即ち

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

なり。されば今此SとPとの比率を考察するに實際上S₁はS₂に比して略二倍なるを常とするが故に今

$$S_1 = 2S_2 \text{ とすれば}$$

$$P = 2S_2 - S_2 = S_2 \quad S = \frac{2S_2 + S_2}{2} = 1.5S_2 = 1.5P$$

なり。即ち知る、調帯の静止のときに於ける張力は其車によつて傳ふ可き力の略一、五倍に當ることを要することを。

此Pの力(キログラム)はまた帯の廻轉速度v(秒米)と其車によりてなざる、効程N(馬力)とより次の式によりて計算することを得べし。

$$P = \frac{75N}{v}$$

調革は其厚通例五耗にして此もの幅一耗なるときはよく一疔の張力に堪るものなり。然ればPの力を傳達するに要する調革の幅(b)は次式によりて算出するを

(結 連 の 機 器) 機 動 傳

得べし。

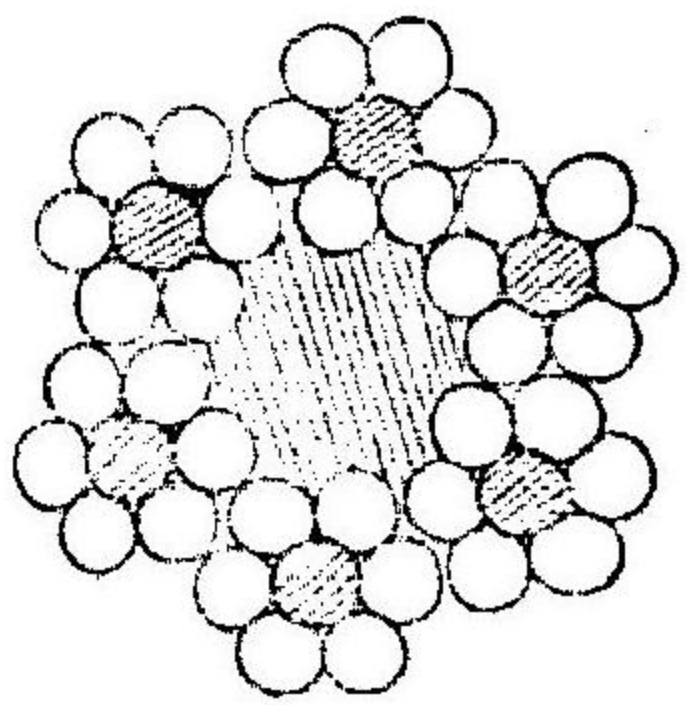
$$L = S_1 = 2P = 150 \frac{N}{\text{米}}$$

今此式によりて之を見れば調革の幅は効程に正比例するものにして而して其廻轉速度に反比例するものなりと云ふ可く、尙又一の調革によつて傳達すべき力には一定の限あることを知るべし。何となれば調革の幅には一定の限ありて二五〇耗以上に作らざるの例なればなり。

但し米國に於ては往々一米以上にも其幅を大にして用ふることあり。コハ米國式と歐洲式との一異點なりとす。尙歐米兩式の相異は其革の表裏するにあり、即ち米國式は革の平滑なる面を車に向はしめ、歐洲式は之と反對に革の肉側を車に向はしむるを例とす。平滑なる面を車に當て、適宜に緊張すれば車輪がやゝ帶よりも早く進み爲に空氣を其間より驅逐して外氣の壓は革を車に壓迫するを以て帶の張力あまり大ならざるもよく車を廻轉せしむるを得るなり。

(丙) 索繩車 若し調帶の如くに兩車輪に張り纏ふに鐵索を以てせば、よく遠距離(約一千米に至るべし、最近の場合にも十六米を下らず)に大なる動力を傳達するを得

圖五十二第

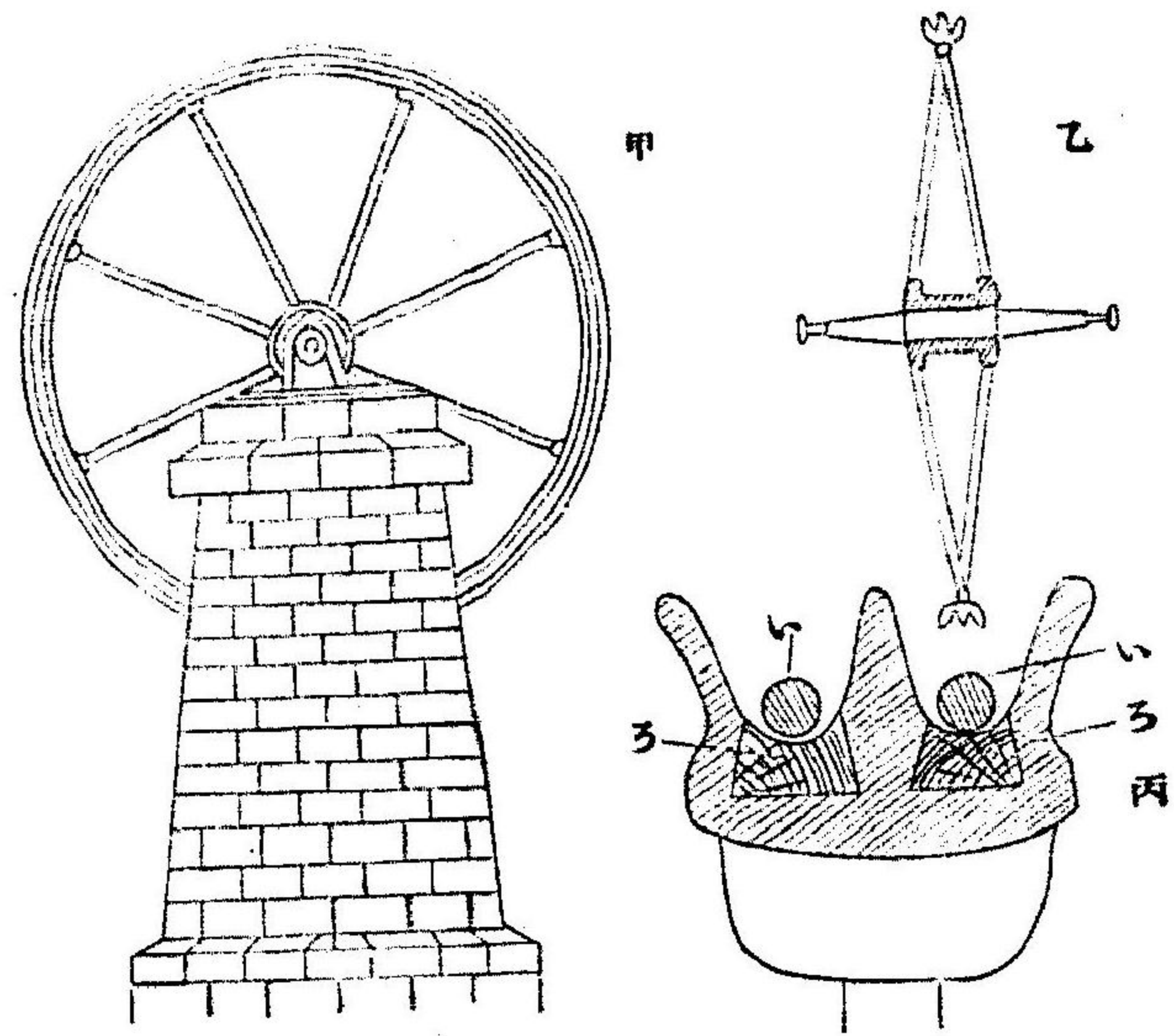


べし(一繩にて三百馬力にも及ぶ)而して其摩擦の爲に生ずる副作業の如きは殆ど云ふに足らざるの量なり。

索繩は六本乃至十二本の鋼鐵線を撚り合せて小索となし此の小索を更に六本乃至十本撚り合せたる繩にして小索の中心にも繩の中心にも麻を用ふること第二十五圖に其

断面の状を示すが如し。麻を用ふるは索繩をして屈撓し易からしめんが爲なり。動ける索繩の緊張側と緩張側との張力の比は調革と同じく約二と一との比なり。而も索繩は長く遠距離に張れるを以て其繩の重量甚だ大にして此重量の爲に車と索繩とよく十分に密接して車を廻轉せしむるを得るなり。然るに此重量はまた索繩の下垂を致さしむること大なるを以て遠距離の場合には中間に約百米の距離毎に支輪(第二十六圖乙の(ろ)はの如き)を設けて其甚しき下垂を防がざる可らず。しかも支輪臺(第二十七圖の如き)を造るは費用を要するのみならず之を多くするときは摩擦を大ならしめて傳達の力を減殺するが故に成るべくだけは其數を少くするを良とす。しかもまた支輪を節約するときは索繩の下垂は頗る

第 二 十 八 圖

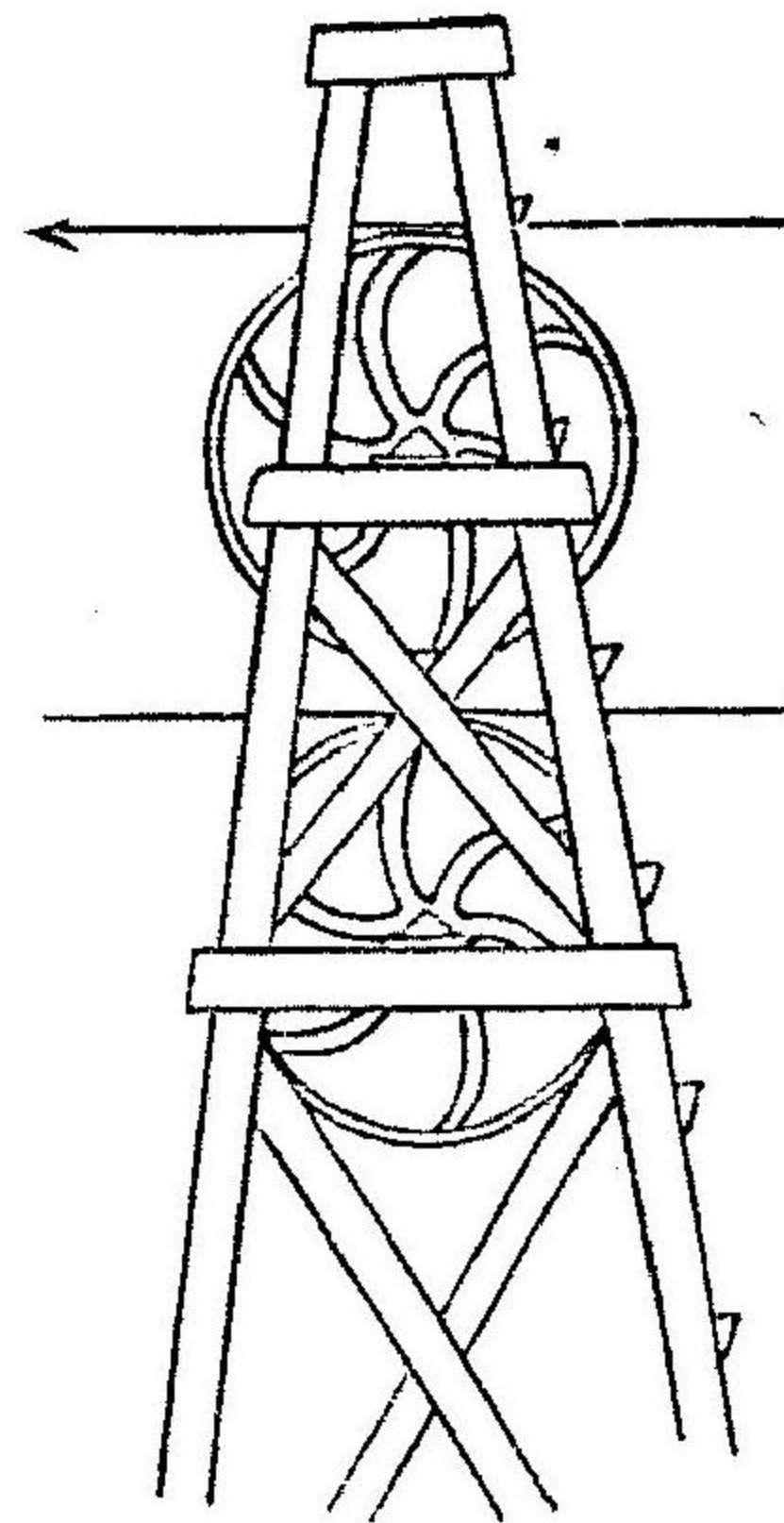


るものなり。

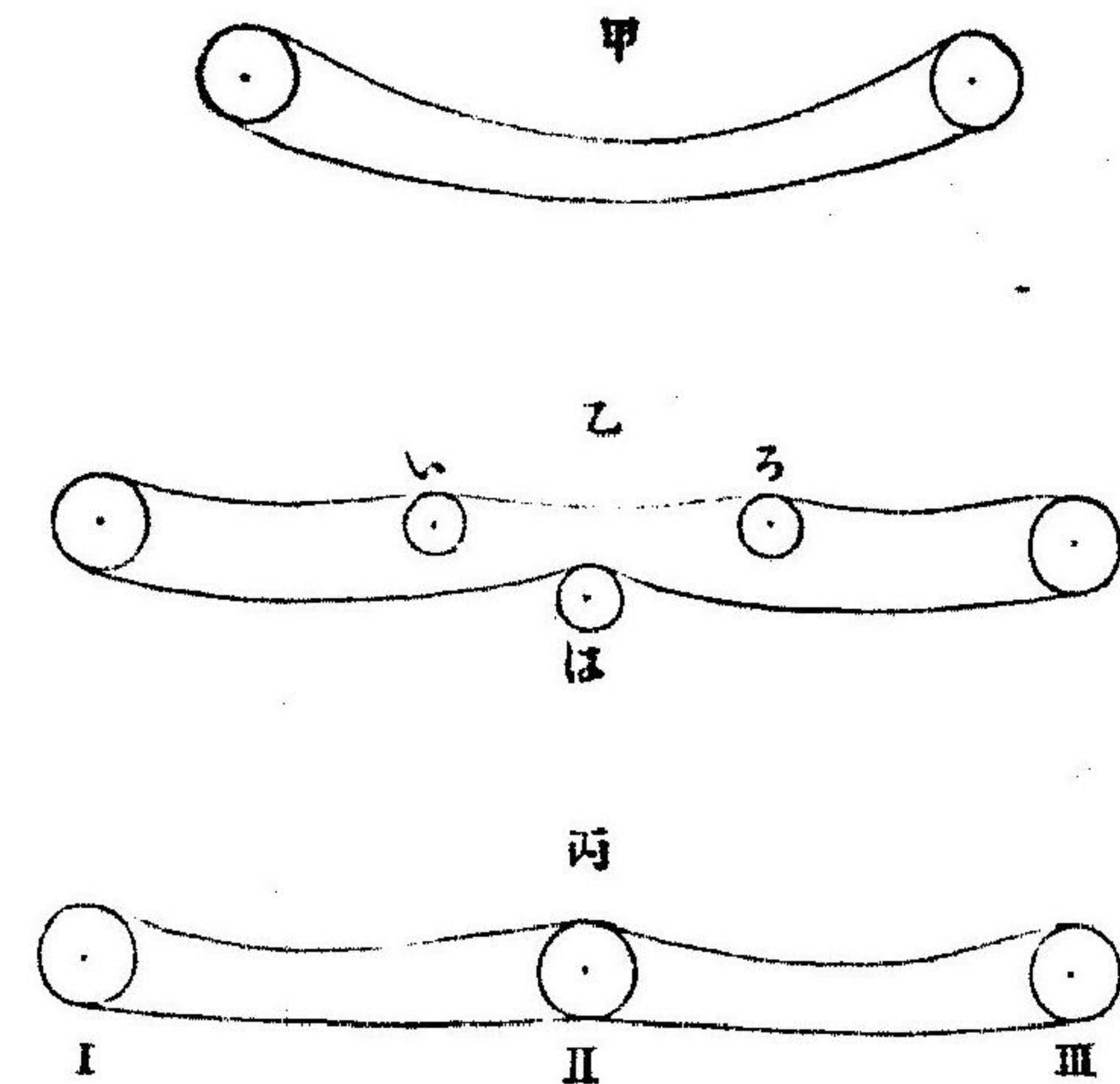
第二十八圖の丙は複索繩車の輪周に於ける溝の部分が大形に畫きて示したる

断面圖にして(い)は溝にかゝりたる
 索繩の断面を示すものなり。溝の
 底(ろ)は木材コルク又は革屑等の柔
 軟なる彈性體を填充して造り之に
 油を吸ひ込ませて用ふるものとす。
 かく柔軟なる彈性體を用ふるは車
 面に十分なる摩擦を有してしかも
 よく索繩と密着せしめんが爲めと
 索繩をして耐久ならしめんとの爲
 なり。而して此の溝底の填充物は
 年間二三回は取換を要するものと
 す。複索繩車にあらざる滑車も亦

第 七 十 二 圖



第 十 六 圖



大なるを以て支臺を高からしめ且つ
 索繩の緩張側を上方に在らしめて其
 緊張側を下方に在らしむること第二
 十六圖の甲乙に示すが如くにすべし。
 甚しき遠距離の場合には支輪の代り
 に複索繩車を用ふるを利とす。此も
 のは其輪周に二溝を有すること第二
 十八圖の甲乙に示すが如きものにし
 て之を約百米の距離毎に置き之に二
 本の索繩をかけて其一は一方の索繩
 車に連絡し其一は他方の索繩車に連
 絡して順次に二車づゝを連絡するこ
 と其狀第二十六圖の丙に示すが如し。
 こは「チーグラ」(Ziegler)氏の發案にか

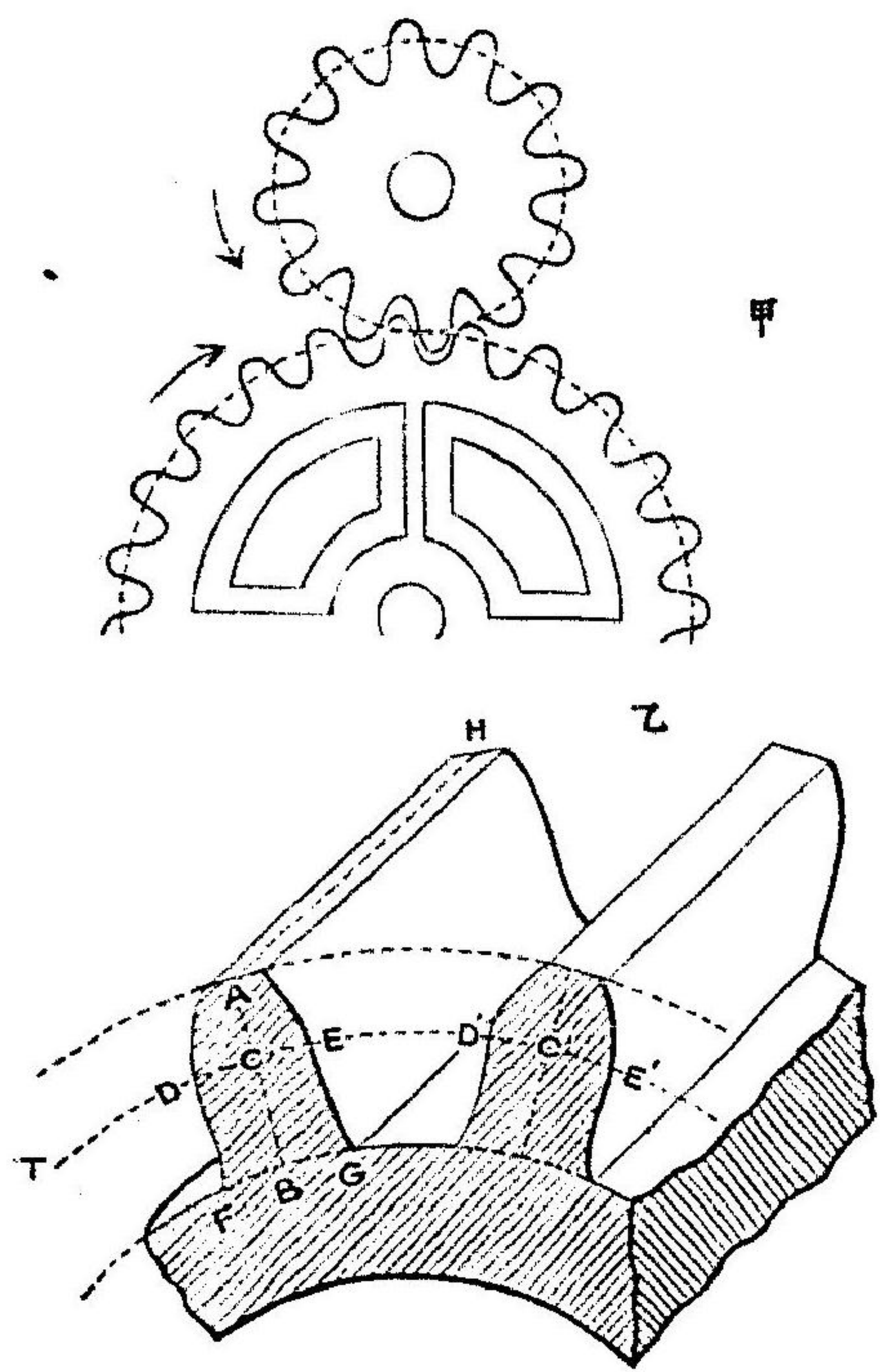
其溝の構造は之と相異なることなし。

(丁) 齒車 (英 Toothed wheel) 齒車は其二輪の齒が他輪の齒間に入り互に噛み合ふによりて一輪が他輪を動すものなり。故に其齒の剛性限界に達するまでは如何に抵抗の大なる受動車と雖も、よく大力を働かしめて以て動すを得べく彼の摩擦車及び調車に於けるが如き滑過の現象を生ずることなし故に最も廣く諸般の傳動

に用ひらる。

並行軸に取付けられたる二個の齒車が其齒を噛み合せて廻轉するの状は第二十九圖の甲に示すが如し、而して二車の各中心點より各其周縁の廻轉速が相等しくして常に一點に於て相觸接するの圈を畫

圖九十二第



くときは點線を以て圖示せるの二圈を得べし此の圈は之れを其齒車の節圈 (獨 Theilkreis 英 Pitch-circle) と名く乙圖に於ては T D E が節圈なり齒車は畢竟此の節圈内を其本體とするものにして實に此節圈を幾多に等分して其各分の一側に凸起を作り其一侧に凹陥を設けて順次に之を周縁に並列せしめたるものとして見るべし。故に節圈の外に出でたる齒の部分(乙圖の C A)を齒頭 (Zahnkopf) と名け節圈内の齒の部分(C B)を齒脚 (Zahnfuß) と名け而して節圈上に於て一齒の或る一點(例へば E)より次の齒の對等なる位置に於る一點(例へば E')に至る距離を節(獨 Theilung 英 Pitch) と名く。齒車の諸部分の大きさは此の節の大小に應じて定むるものにして通例次の如くに定むるものとす。即ち節を表するに t を以てすれば

$$\text{齒頭の長さ}(A C) = 0.3 t$$

$$\text{齒脚の長さ}(C B) = 0.4 t$$

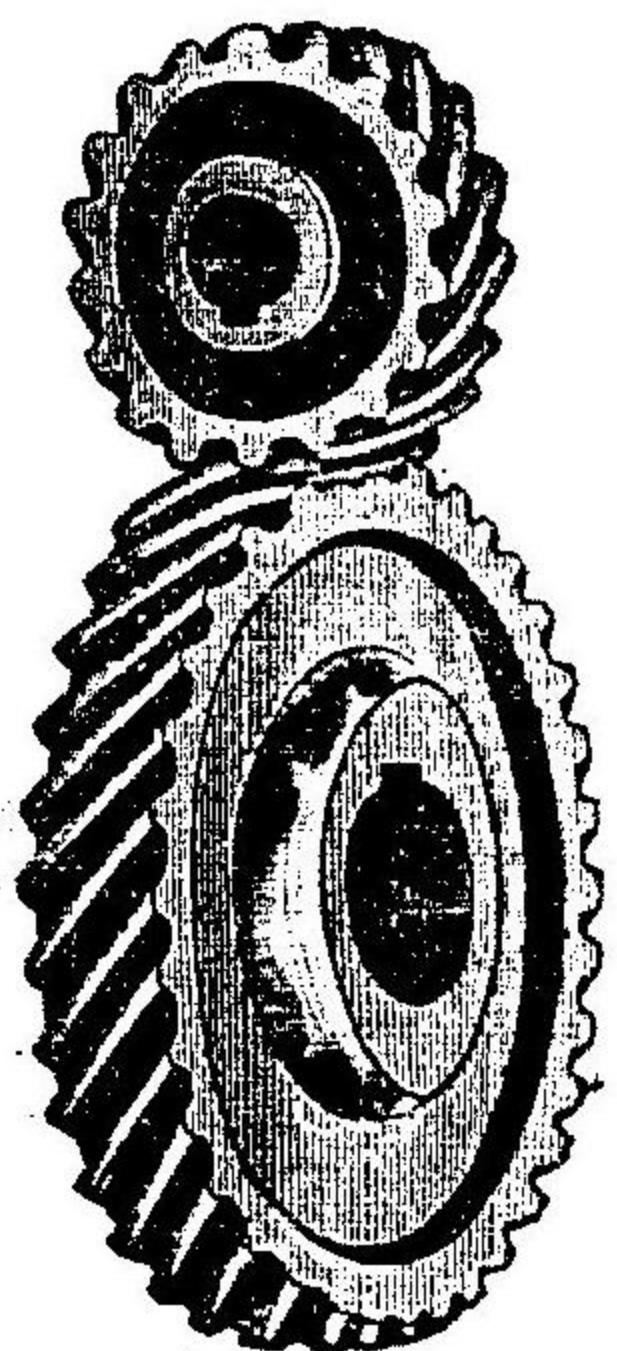
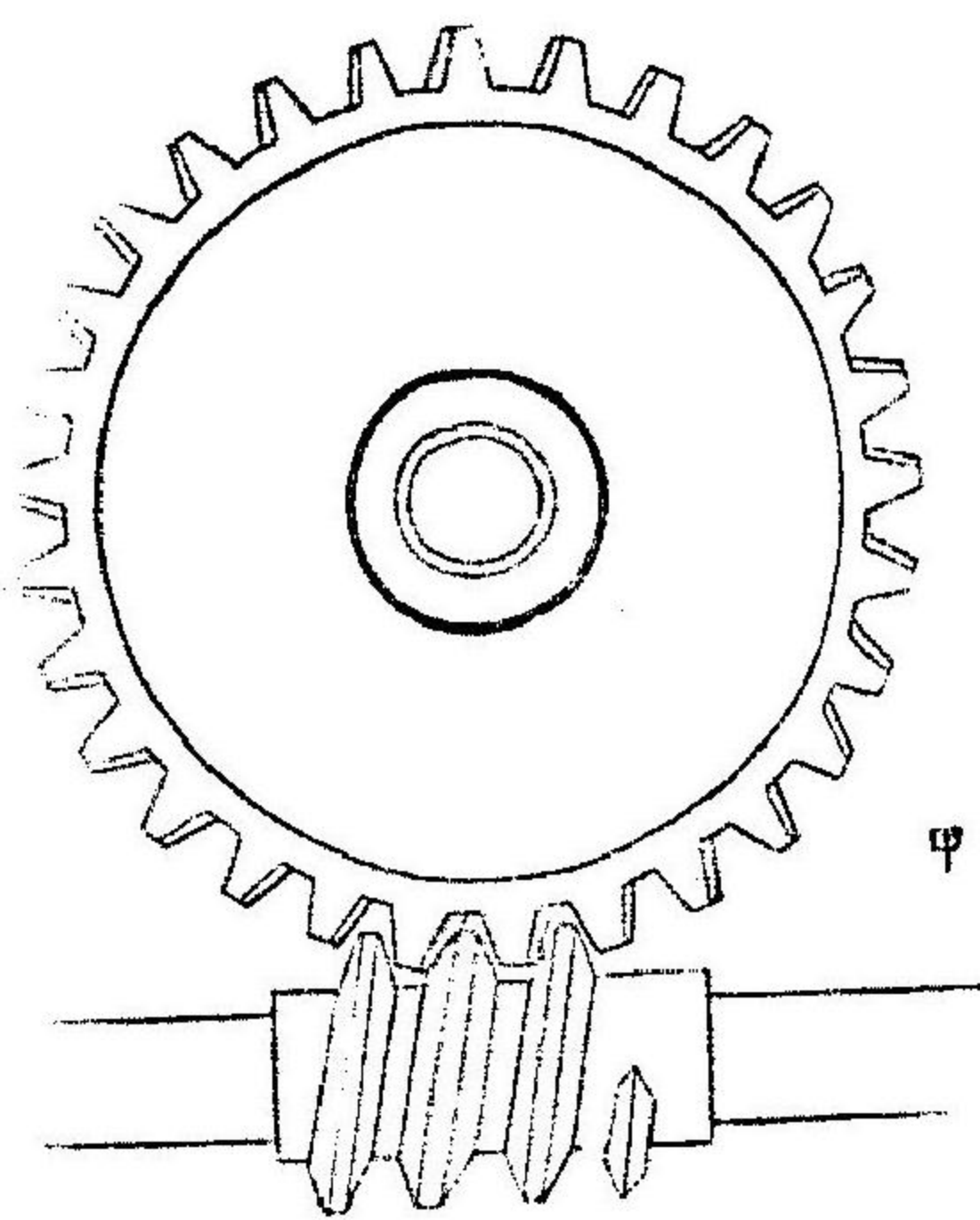
$$\text{故に齒の全長}(A B) = 0.7 t$$

$$\text{齒の厚さ}(D E) = \frac{1}{10} t = 0.175 t \quad \text{齒基に於る厚さ}(F G) = \frac{1}{12} t$$

$$\text{齒間の距離}(E D') = \frac{21}{40} t = 0.525 t$$

齒の幅(A H)は緩動車に於ては $0.5 t$ 乃至 $0.7 t$ なり。

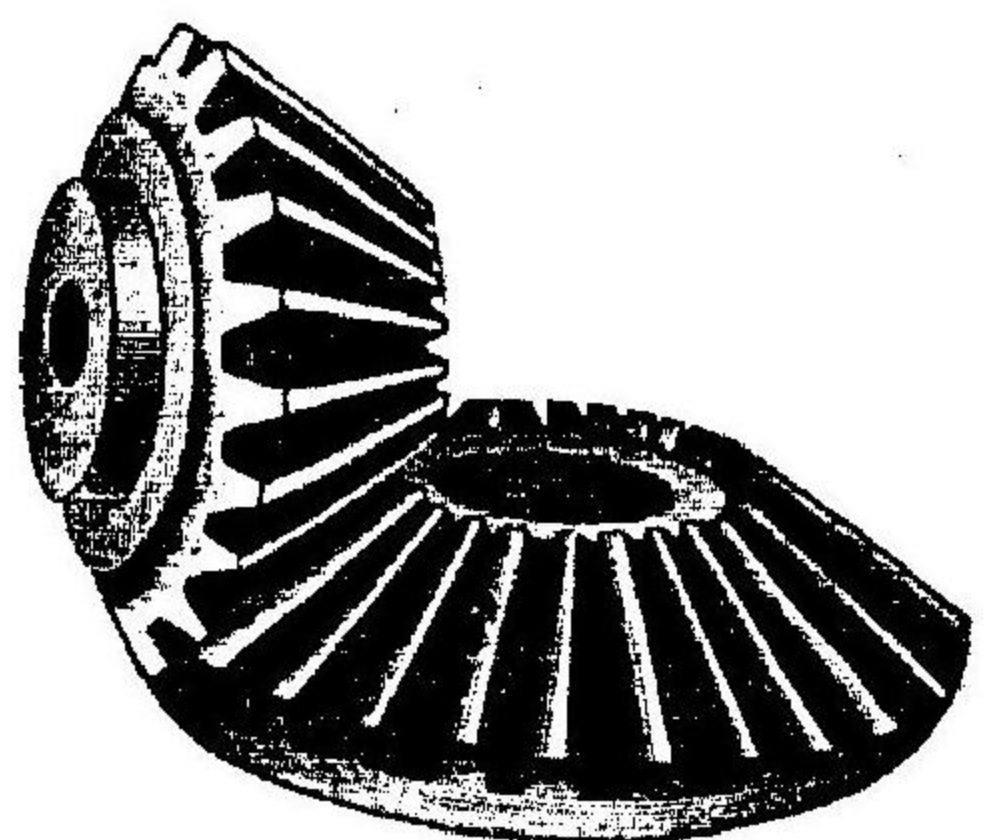
圖 二 十 三 第



齒輪獨 Kegeel-
rad 英 Bevel-
wheel) と名

七七

圖 一 十 三 第



しめ、よりて以て場所を節約するの利あるものとす。此
他齒車はまた往々直杆上に齒を設けたるものと嚙合せ
て用ふることありて此直杆は之を齒鐵杆 (Zahnstange) と
名く。第三十圖の乙に示すがごとし。

以上に示したる齒車は其二輪の軸が平行するものにし
て正齒輪 (獨 Stirrad 英 Spurwheel) と名くるものなりと雖
も軸の平行ならざる場合にも亦齒車を以て任意に傳動

を行ふを得
べし。此場

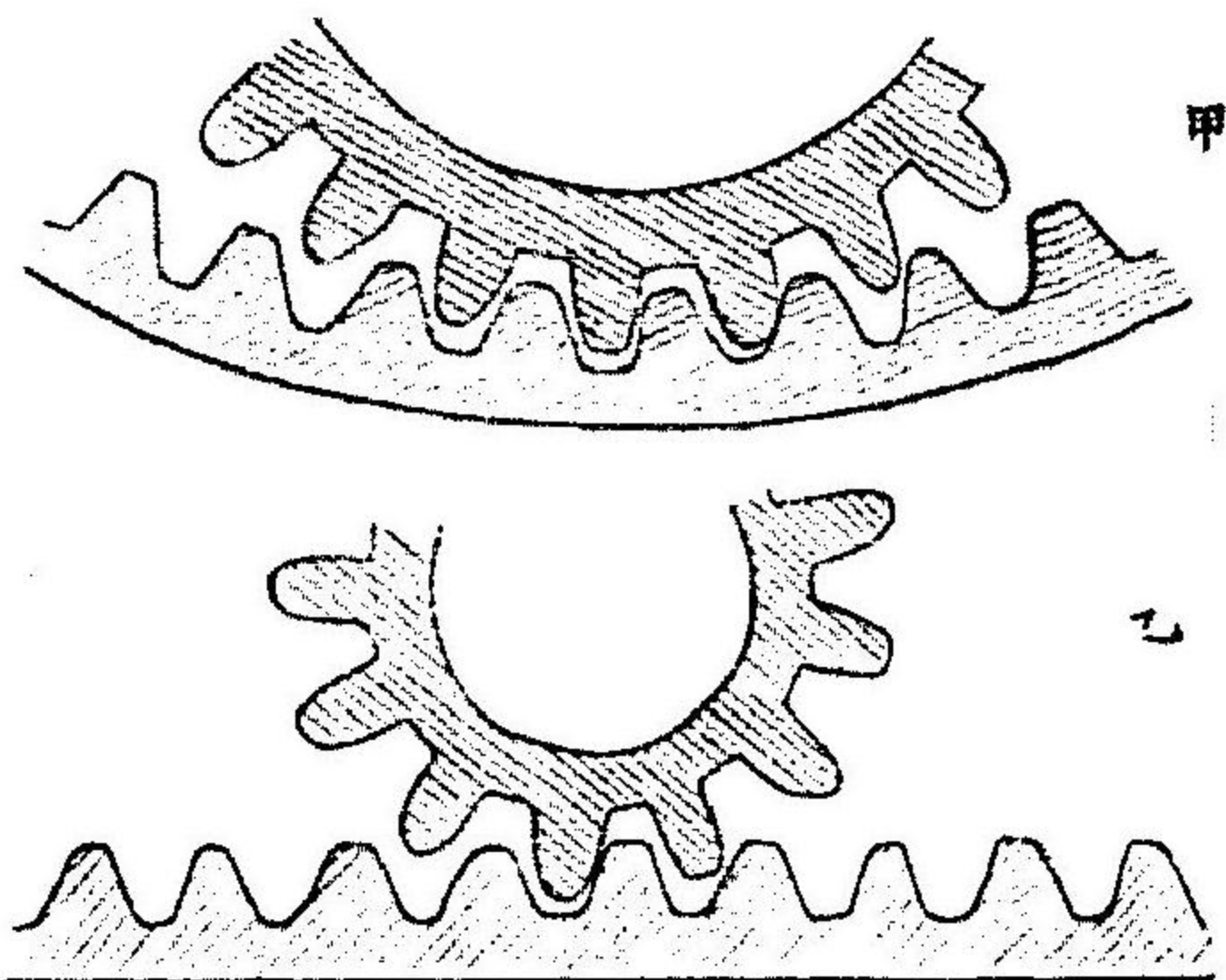
合に用ふる
の齒車は歪

齒輪獨 Kegeel-

rad 英 Bevel-

wheel) と名

圖 十 三 第



け其小輪には輪周の外面の齒を設くるの式ありて畜力機刈取機等には此式を用
ふるものあり。此式によれば受動軸をして發動車の軸と接近して其位置を取ら

齒車の齒は多くは輪周の外面に於て設くるもの
なりと雖も、往々また之を其内面に於て設くるも
のあり。即ち第三十圖の甲に示すが如く嚙合す
べき二輪のうち其大輪には輪周の内面に齒を設

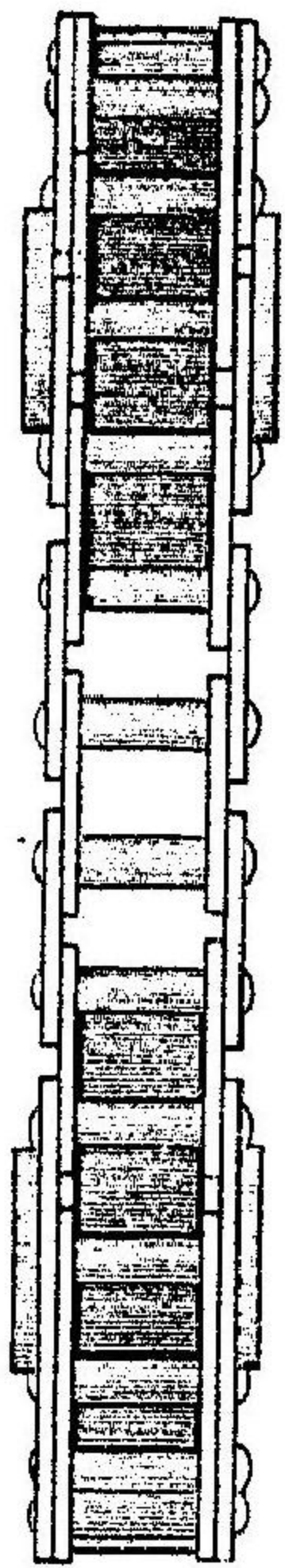
齒の數は十二よりも少からざるに注意すべし)
齒車の全周に於て働く力をP疇とし
節圓の半徑をr耗とし
一分時間の節圓周の廻轉速度をu耗とし
此齒車の作業の効程をN馬力とすれば

$$t = 2.73 \sqrt{P} = 2312 \sqrt{\frac{N}{u}} \approx \text{リスター}$$

七六

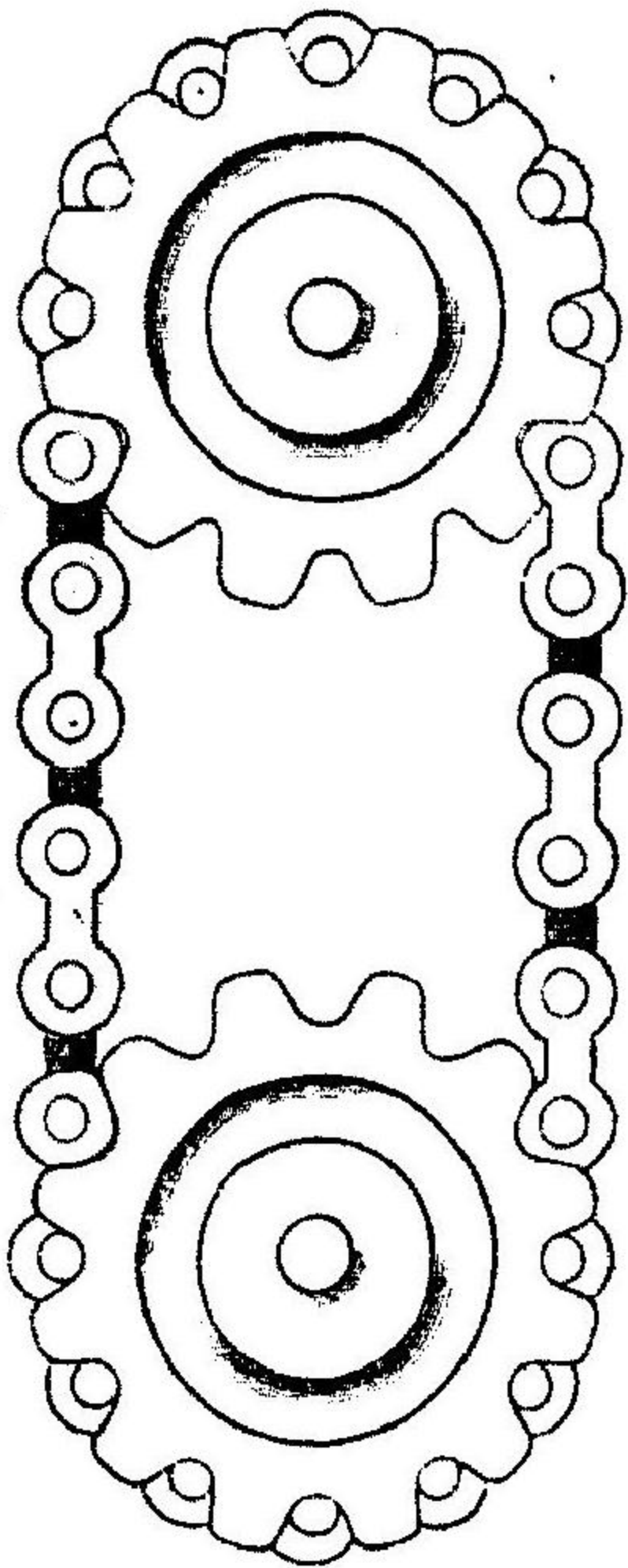
く。歪齒輪は第三十一圖に示したるが如く圓錐體の表面に齒を刻みたりと見做すべきものなり。

廻轉方向の變更の爲には屢、また螺旋車獨 Schraubenträder 又は Schneckenräder と稱するものを用ふ。此ものは第三十二圖の甲に示すが如き組合せより成り主として



急速なる廻轉を緩徐なる廻轉に變ずるの目的に使用す。乙圖に示すものも亦螺旋車の類に屬するものなり。

第三十三圖



なる場合に之を用ふるものなり。此ものの装置は大抵第三十三圖に其の正面と

(戊)鎖車(英 Chain-wheel) 鎖車は齒車を間接に鎖を以て連絡して傳動をなさしむるものにして兩車の軸が甚しく隔離する場合に於て調車を用ふるに不利

側面とを示したるが如くにして此他尙種々様々の構造ありとす。

第五章 動力及び發動機

凡そ農業の仕事に使用する動力は人力畜力風力水力汽力電力等其の種類頗る多し。而して簡單なる農具は大抵人力を以て直に之を運用すと雖も其や、複雑なる器械若くは其効程の大にして力を要することの多きものは畜力若くは其他の動力により先づ其力を發動機に働かしめて發動機より之を作業機に移し用ふるを例とす。今本章を數節に分ち各種の動力と其之を用ふべきの發動機とに就て一々に其須知の事項を論述すべし。

第一節 人力及び畜力

凡そ人力は單純なる器械的の力にあらずして智巧を交え裁斷を有するの力なるが故に之を單純なる器械的の力たる畜力と併せて論ずるは其當を得ざるに似たりと雖も人類が智巧を交え裁斷をなしつゝ作業に従ふは姑く之を論外に置き、人

類も亦其力の一部分は全く器械的の力として働くを以て今この器械的部分に就て幾何の力を發し得るやを考察することも亦必要なりと云はざる可らず。

一人一日の食物より計算したるエネルギーは歐洲に於ては通例二千五百肝カロリーの熱が有するのエネルギーに等しとなせり、しかも邦人一人のエネルギーは遺憾ながら之よりも小なりと計算せざる可らず、大體上エネルギーは其食物の養分量に正比例するものにして而して食物の養分量はまた大體上其の生體量に正比例するものなり。然れば歐洲人の平均體重を七十五肝となし邦人の平均體重を六十肝とすれば邦人のエネルギーは歐洲人の二千五百カロリーに對して約二千カロリー前後なりと算せざる可らず。而かも此の一日に發し得るエネルギーのうち實際器械的の仕事に用ひらるゝ量は歐洲にての計量によれば其一七乃至二七%に過ぎざるものにして此比率は邦人も亦蓋し略相等しきものなりと見做すべきが故に今乃ち之によりて計算し來れば一日中に用ひ得べき邦人一人の器械力は約三百四十乃至五百四十カロリーに相當するの力にして正にこれ十四萬四千百六十乃至二十二萬六千九百六十米肝の仕事に當れり、熱の仕事當量は一カ

ロリーに對し四百二十四米肝なり、今この仕事を八時間に於て成すものとして之を算すれば毎秒約五乃至八米肝の仕事にして之を馬力にて表するときは十五分の一乃至十分之一馬力なりとす。(但し此馬力は器械馬力即ち毎秒七十五肝米を一馬力として計りたるなり、眞の馬匹の力殊に本邦の馬匹の實力はこの器械馬力に比して著しく小なるが故に今概算四十肝米として之を計れば人力は概算馬力の八分の一乃至五分の一なり即ち五人乃至八人にして初めてよく一馬の仕事をなすといふべし)

然るに茲に大に注意すべきことあり、それは二人以上相共に同一の仕事に向て協力して働く場合には人数の愈多きに從て每人の仕事は愈、其効程を減ずることにして四人の作業は辛ふして一人の作業の三倍に過ぎざるが如きことあり。畢竟これ各人の力が常に其方向を同じくして働くこと能はず時には反方向に働きて相殺するを免れざるに因るものにして通例多人数の作業に對しては特に整調者を置くことを要するものとす。但しこの人数の多きに從て每人の効程を減ずるの割合は仕事の種類により又作業器の種類によりて多少相異なるは勿論なりとす。

又凡そ人力も畜力も一般動物の性質として其働くべき抵抗と速度と并に其連続の時間に於て一定の度を有するものにして甚しく之を變ずることを得ざるものなり。而して其最も適當なる抵抗、速度及び連續時間に對しては労働の效果最も大なりと雖も此三者中其一若くは二を變ずるときは必ず残りの二若くは一に影響を及ぼして爲に頗る其効程を減損するものとす。即ち此三者の相互の關係は略次式によりて表はすを得べし

$$\frac{W'}{W} + \frac{V'}{V} + \frac{t'}{t} = 3 \quad \text{或は} \quad W' = W \left(3 - \frac{V'}{V} - \frac{t'}{t} \right)$$

$$V' = V \left(3 - \frac{W'}{W} - \frac{t'}{t} \right) \quad t' = t \left(3 - \frac{W'}{W} - \frac{V'}{V} \right)$$

此式はマシエック氏 (Maschek) の表出せし所のものにして畜力方程式と呼ぶ所のものなり。式中の W は適當なる抵抗を示し W' は其變ぜられたる價を示し V は適當なる速度、 V' は其變ぜられたるもの、 t は適當なる一日の労働時間、 t' は其の變ぜられたる場合を示すものとす。但し此式は其變化のあまりに大ならざる場合に於てのみ適用すべきものにして變化愈小なるに従て計算の結果愈正しきを得るも

のなりとす。今一例を擧げて此式の示す所を明かにせんに例へば今馬に最適なる抵抗を七〇二斤とし此の抵抗を受けつゝ進行せしむるに最適なる速度を毎秒一・一七米とし而して一日間の適度なる労働時間を八時間とすれば労働の結果は毎秒 $70.2 \times 1.17 = 82 \text{ Kg.M.}$ にして一日の作業は實に $82 \times 60 \times 60 \times 8 = 2361600 \text{ Kg.M.}$ に當れり。然るに今之よりも大なる抵抗例へば八十斤に對して前と同一の速度を以て働かしむるとすれば労働時間は減少して $t = 8 \left(3 - \frac{80}{70.2} - \frac{1.17}{1.17} \right) = 6 \text{ 時 } 50 \text{ 分} = 24600 \text{ 秒}$ となるべく、而して一日の作業は $80 \times 1.17 \times 24600 = 2302600 \text{ Kg.M.}$ となり前の作業に比すれば劣ること實に五萬九千斤米となるなり。家畜の作業効程に差異を生ずるの原因は單に以上の三件の大小のみならずして更に幾多の條件あり。其主なるものは年齢、牝牡の別、飼養の良否及び氣候にして尙仕事の性質、労働と休息との分配、并に意思は其影響の小ならざるものなり。但し人類にありては意思の影響極めて大なりと雖も家畜にありては割合に小にして殊に牛は馬に於けるよりも一層此影響の微小なるものとす。馬は役畜として最も多く使用せらるゝものなるが故に、こゝに少く其作業に就て

況 論

詳述せんに役馬は荷車又は器械を直線的に牽引せしむるに用ひ若くは畜力機に
 駕して廻轉的運動を發起せしむるに用ふるものにして何れの場合に於ても其作
 業に大なる影響を及ぼすものは第一に其體重なりとす。但し體重の大なる馬は
 其筋力の強きを普通なりとすれども、しかも體重が作業上に影響するの大なるは
 主として其體重が挺子の能率を大ならしむるによれり。即ち馬が牽引の仕事
 なすに當りては其後脚を支點とするが故に此支點より體の重心に到るの水平距
 離は挺子の臂となり體重と此の臂の長さとの相乗積(即ち能率)は據りて以て作業
 の大小を計るべきものとす。而して此臂の長さは多少其體を前方に屈するに
 よりて大ならしむるを得ると雖も、弱馬が大重を牽くときに體を前方に屈するは之
 が爲なり、若し之を一定のものとなせば作業の大小は全く體重に正比例するものな
 らざる可らざるなり。而して此の體重は馬の種類によりて甚しく異なるもの
 にして三百斤より七百斤に至るの差異あり。

體重に次て年齢は大なる關係を有するものなり。而して馬の最も勞働に適する
 年齢は滿四歳にして管理と飼養とが適當なるときは十歳乃至十五歳までもよく
 勞働に適當すべし十五歳以上のものは最早たゞ輕き勞役に服せしむべきに過ぎ
 ず。

馬の進行は主に歩行なれども輕車を牽かしむる場合、耙耨及乾草反轉器械に作業
 せしむる場合などには疾驅せしむることあり。歩行の速度は毎秒〇.五乃至一.五
 米にして平均約一.一米なれども疾驅の場合には其速度甚だ種々にして殆ど其平
 均價を表出し難し、良馬は輕車を牽かしむる場合には特別の努力なくしてよく毎
 秒二.八米の速を出すべく短距離の疾驅に於ては更に著しき大速度を出すべし例
 へば競馬に於ては毎秒一.一米餘なることあり。

役馬の一日の作業は直線的牽引に於ては馬種によりて百十萬乃至二百五六十萬
 米斤にして Courtois の研究によれば作業と體重との關係凡次表の如し即ち體重
 十斤に付て牽引力約一.一噸なりとす。

體	重(斤)	牽	引(力斤)	速	度(秒米)
三〇〇	五〇〇	三〇	五八	一.〇〇	一.〇〇
五〇〇	七〇〇	五〇	九六	一.〇〇	一.〇〇
七〇〇	七〇〇	七〇	三五	一.〇〇	一.〇〇

機 動 發 び 及 力 動

一日の作業時間 一〇、 一〇、 一〇、
 一日の作業(米疔) 一一〇、_馬八八〇 一八三、_馬四五六〇 二五六、_馬八六〇〇
 家畜に於ても亦人力の場合と同じく其相合同して働く場合には決して其作業が其頭數に正比例して増すものにあらず。次表は馬をして平地に荷車を牽かしむるの場合に於る此關係を實驗せし數量を示したるものなり。

馬の頭數	每頭の牽くべき重(疔)	同上の比	總ての牽くべき重さの比
一	二二五〇	一〇〇	一〇〇
二	二二〇〇	九八	一九六
三	一九五〇	八七	二六四
四	一八〇〇	八〇	三三〇
五	一六五〇	七三	三六五
六	一四五〇	六七	四〇二
七	一二五〇	五五	三八五
八	一一〇〇	四九	三九二

況 論

又すべて畜力は直線的の牽引に用ふるときは其効程大なりと雖も常に方向を變ずるの牽引即ち廻轉發動機に駕して用ふるときは甚しく其効程を減ずるものなり。今直線的の牽引を一〇〇として他を之と比較せんに、其進行すべき圓線の直徑愈小なるに従ひて愈其減少を來すこと次表のごとし。

半徑(米)	三、〇	三、五	四、〇	四、五	五、〇	五、五	六、〇
牽力の比	六六	七二	七五	七八	八〇	八二	八三

こゝに此節を終るに臨み人力馬力牛力及び騾の力に就て平均上其最も適當なる抵抗速度及び一日の勞働時間を記し而して又其一日の作業を器械馬力に對比して表示せんとす。但し此表は我邦に於て計量せしものにあらざるを以て之を我邦に應用せんには宜しく體重に比例して改算を行ふ可きなり。(一日の勞働時間は通じて皆八時間とす)

力及仕事の種類	平均體重(疔)	抵抗(疔)	毎秒の速度(米)	一日の効程(馬力)
人力、車の廻轉(受負)	七五	一〇〇	一〇〇	〇、一三
同 同 (日雇)	七五	八〇	〇、七八	〇、〇八

機 動 發 び 及 力 動

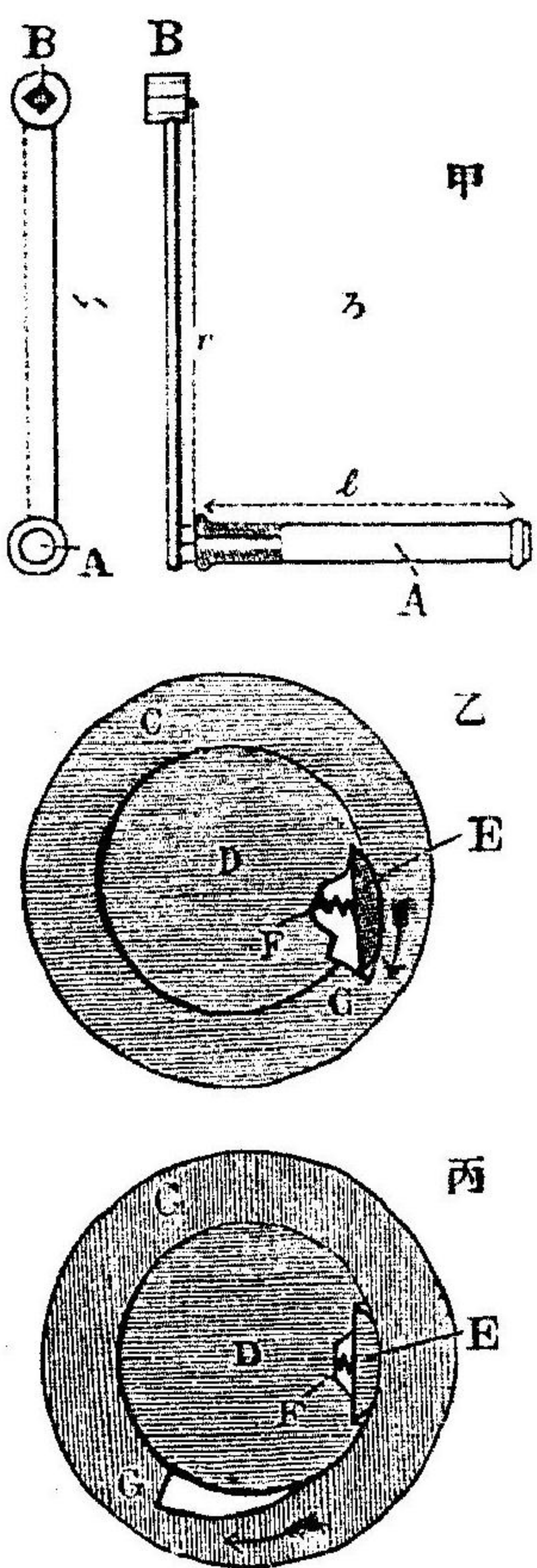
梃子に於る働き	七五	五〇	一一〇	〇〇七
馬力直線的牽引(激役)	五〇〇	七〇二	一一七	一〇九
同 同 (常役)	三〇〇	五六八	一一〇	〇八三
同、廻轉發動機の仕事(強馬)	五〇〇	五四二	〇九〇	〇六五
同 同 (弱馬)	三〇〇	四五〇	〇九〇	〇五四
牛力直線的牽引	三五〇	六五〇	〇七五	〇六五
同、廻轉發動機の仕事	三五〇	六五〇	〇六〇	〇五二
騾力直線的牽引	二五〇	四〇〇	一一〇	〇五九
同、廻轉發動機の仕事	二五〇	三〇〇	〇九〇	〇三六

第二節 人力及畜力の廻轉發動機

(第一)曲柄(獨 Kurkel 英 Handle 佛 Manivelle)

人力を以て廻轉運動を發起せしむるには曲柄を用ふ曲柄は第三十四圖の甲に示すが如き構成にして(イ)は前面より見たる狀(ろ)は之を側面より見たる狀なりAの

圖 四 十 三 第



部を把持してBなる車軸の周圍に肘の長さ r を半徑として輪圓を畫くべく廻轉せしむるものなり其材料には輕車を動すが爲には木材を用ひ重車を動すが爲には鐵材を用ふ然も鐵材を用ふべき程の堅牢を要するものと雖もAの部分だけは必ず之を木製となし其心に鐵杆を通じて柄軸となし其木製の把手は其鐵杆の周圍を廻轉し得べき構成となれるものを良とす。若し然らずして此部分が廻轉せざる構成なるときは之が運用に當りて手掌は絶えず其柄の面を滑過するが爲に長く使用を續くるに於ては手掌に傷害を來すの憂あるものとす。

Bなる車軸は通例は其端を方形となして之に曲柄の肘端を挿入すること甲圖に

示せるが如くなれども此構成に於ては何れの方向に曲柄を廻轉せしむるも車軸は之と共に廻轉するが故に往々不注意によりて目的に反したるの廻轉をなして器械又は作業の上に損害を生ぜしむるの憂なきこと能はず此憂を除きて單に一方に廻轉せしむる時にのみ車軸が曲柄に伴ひて廻轉し曲柄を反方向に廻轉せしむる場合には唯その曲柄のみ廻轉して車軸は靜止するの構成なるを要することあり。而してこは乙圖及丙圖を以て示せるが如き簡單なる装置によりて其構成をなすことを得べし。即ち乙圖と丙圖とは車軸と曲柄の肘端との連結の斷面を圖したるものにしてDは車軸、Cは之に挿入したる曲柄の肘端なり而して此肘端は其の内部の一侧に切込を作ることGの如く、而して車軸も亦其端の側面に切込を作り其中央に彈條を附して之を蓋ふに小鐵片を以てすること(F及E)の如し。此の如く装置するときはCが矢を以て示すの方向に廻轉する場合には彈條は次第に壓迫せらるゝを以てDの軸は少しも廻轉することなきも、之と反方向にCを廻轉するときにはEの鐵片がGの切込の内に壓入せらるゝや否やD軸は乃ち其廻轉運動を起すべきなり。

曲柄を作るに就て更に考量すべきことは其肘の長さ(r)其把柄の長さ(l)及び軸心Bを置くべきの高さなり。此等の寸法適當ならざるときは勞多くして效少きを免るゝ能はず。其適當なる寸法は獨國にての調査によれば、

一人にて用ふる曲柄は $r : \text{〇、三乃至〇、三五米}$ $l : \text{〇、三乃至〇、三三米}$

二人相共に働くの曲柄は $r : \text{〇、三五乃至〇、四米}$ $l : \text{〇、四乃至〇、四八米}$

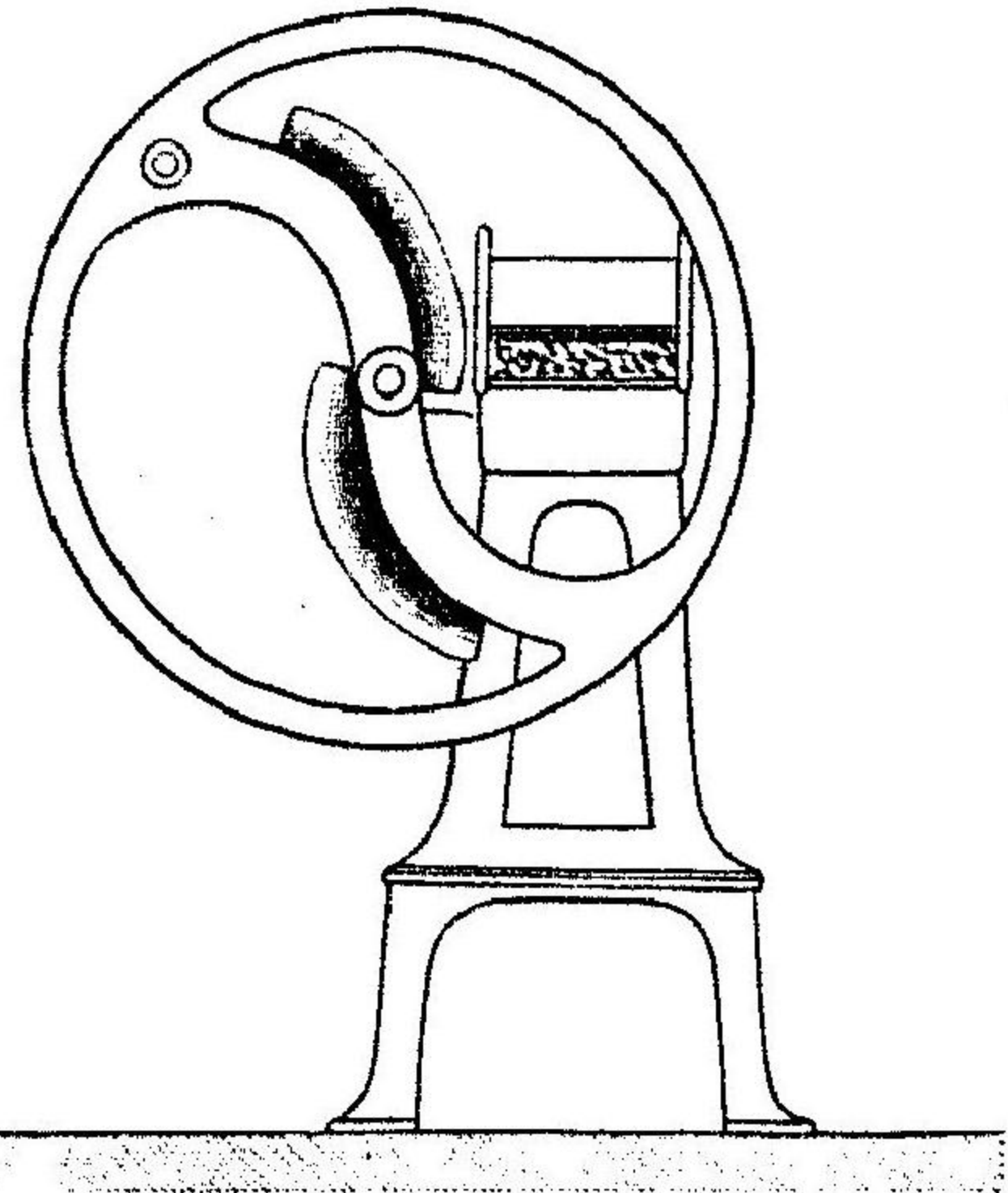
にして軸の高さは〇、八三米を適度とすと云へり
されど軸の高さは使用者の體長に關して定むべきものrは腕の長さに關して定むべきものlは手の幅に關して定むべきものなるが故に我邦人に於ては何れも其寸法をやゝ短縮するを適當となすべし、獨逸人の體長と邦人の體長との比は約五尺六寸と五尺二寸との比の如く腕の長及手の幅に就ての比も亦略體長に於けるの比に等しきを以て本邦に於ては一人にて用ふるものゝ寸法を蓋し左の如くに定むるを普通に適當なりとすべきか。

$r : \text{八寸五分乃至一尺}$ $l : \text{八寸五分乃至九寸四分}$

軸心の高さ二尺五寸六分内外

廻轉すべき軸心の位置が體長の半よりもや、下方に在るを良とするは之よりも高ければ使用者の體重を利用して筋力に補ふこと能はざるの不利あるのみならず

二双ノ載置機



第三十五圖

を受くるものと唯その一部分の或位置に於てのみ特に抵抗を受くるものとあり穀粒壓碎器械、研及器械(廻轉砥)の如きものは前者にして截稿器械の如きは後者に屬す而して此兩種の作業器に就ては之に節動輪(Hub Wheel, Balancing wheel)

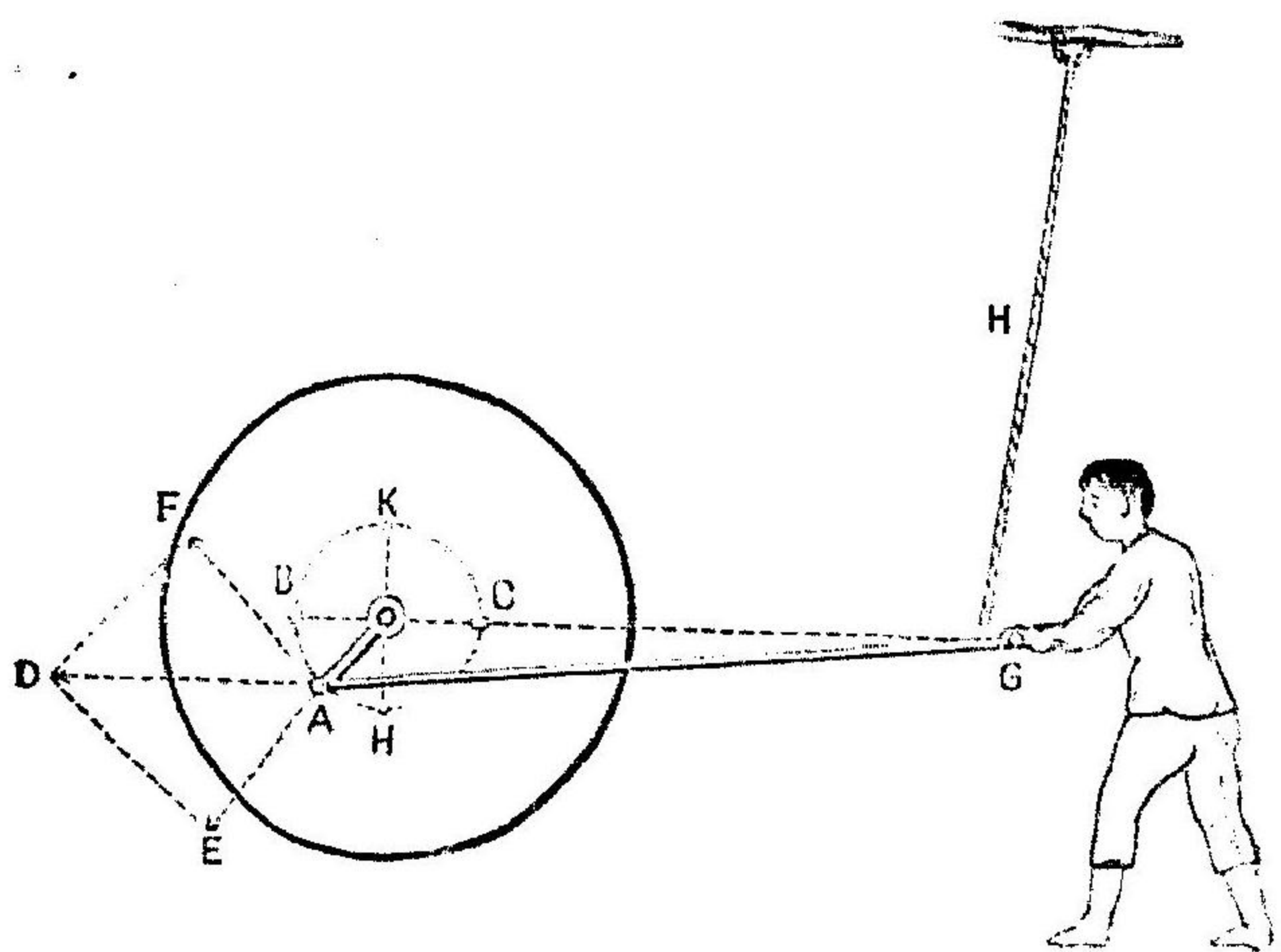
ず過高の軸周に把手を廻轉せしむるは手腕の筋肉を疲労せしむる所以なればなり。而して之に加ふるに曲柄の肘(肘)愈、過大なるときは愈其疲労を大ならしむるものにして、軸心の位置過低なるも亦體を屈めて使用するが爲に疲労を早むるの原因となるものとす。

曲柄によりて運轉する器械には其廻轉の全圓中各點に於て斷えず一様の抵抗

獨(Schwinger)を裝附するに就て利害得失あることを知らざる可らず。一般に後者には節動輪の裝附最も必要なれども前者には通例其必要なきものとす。これ節動輪は其抵抗を受くること少き間に於て働ける力を集めて其特に大抵抗を受くるの所に之を用ふるものなればなり。又後者にありては其特に抵抗の大なる所を廻轉圓の如何なる位置に置くべきやに注意するを要し之を適當なる位置に置けば其場合には筋力の外に體の重力を利用して働かしむることを得るものにして此見解よりすれば截稿器(第三十五圖)は曲柄を下方に向て壓下する場合のみ及をして葉を切らしむるを良なりとするなり。

多人數が一の曲柄上に働くを要する場合には其肘に裝附するに直に把柄を以てせずして先づ長さ進退杆(Lenkstange)を以てし而して此杆の他端にそれと直角に把柄を裝附すること第三十六圖に其狀を示すが如くし、數人相并て其把柄を取て進退杆をして水平的に運動せしむるの裝置を設くるを例とす。而して此の進退杆(又は遺木)の重さは圖に示すが如くに高處より懸垂して振子様に運動する所の縦杆(又は吊繩)を以て支持するか又は之と反對に地上より樹立する所の縦杆を

圖 六 十 三 第



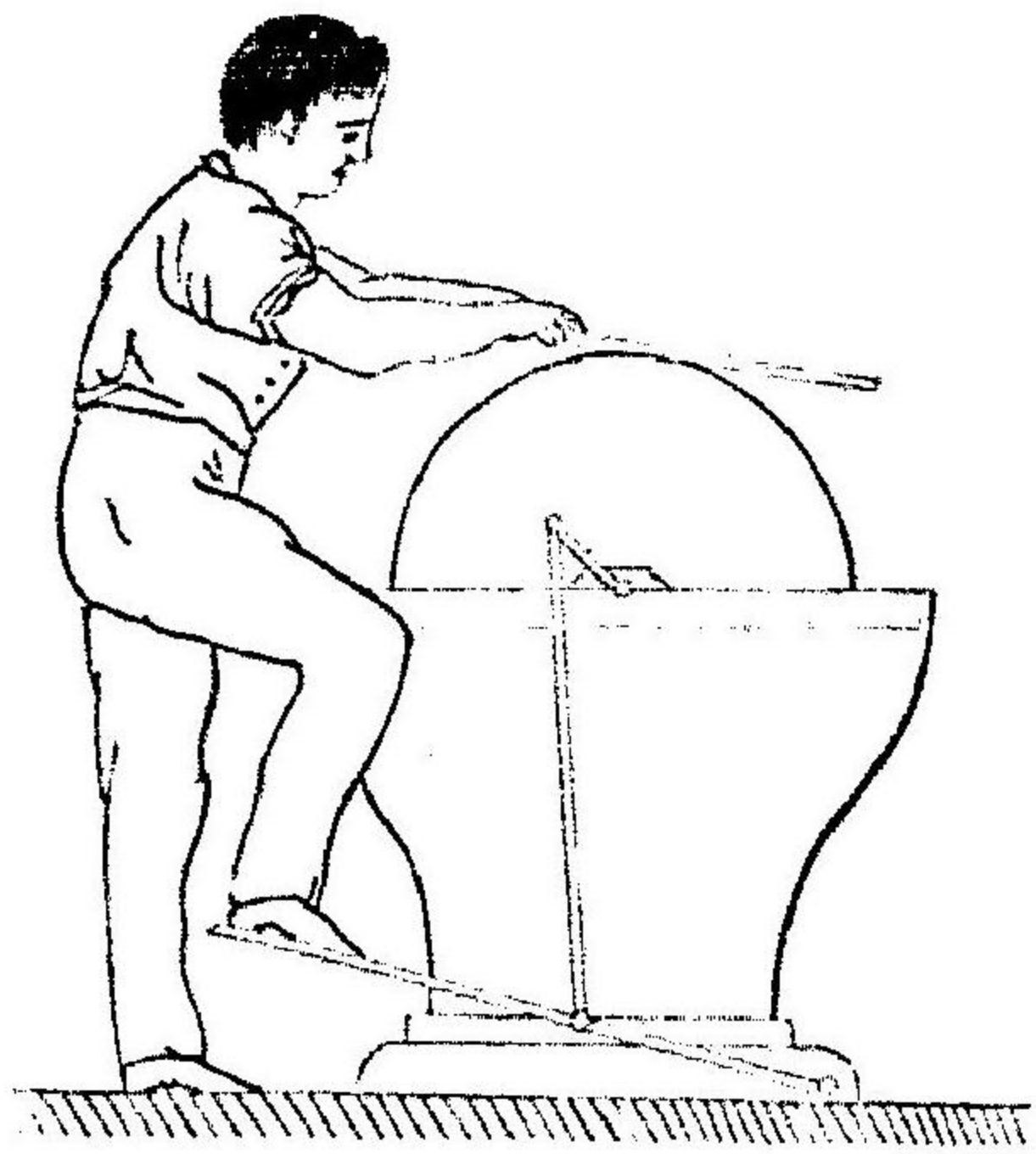
其一分力をして効果を生ぜしむるに過ぎざればなり。例へばA點に於てはAを
 壓進する力をADとすれば其一分力たるAEは全く廻轉運動に用ひらるゝこと

以て支持するものとす。

この装置は一人にて之を運用する場合
 には其效果直接に柄を肘に附したるの
 曲柄を運用するに劣るものなり。何と
 なれば普通の曲柄に於ては腕力は斷え
 ず略同様に作用して廻轉中其各點に於
 て常に同様に其效果を顯はすと雖も此
 装置に於ては壓進及牽引の力が全部そ
 の效果を顯はすは唯其進退杆が肘と直
 角をなす場合のみにして即ち圖に於て
 はH及びKの二點に其力が作用する場
 合に限り廻轉中其他の各點に於ては唯

なくして他の一分力たるAFのみが其運動に用ひられ。而して此の効果を顯は
 す分力は肘と進退杆との交角度が愈小なるに従て減退するものにして其交角度
 の零なる場合即ち杆端がB點若しくはC點に在るの場合には此分力も亦零となり
 て全く廻轉を起すに働くことなし故に此兩點は死點と名け杆及車輪が此死點を
 超えて廻轉するには前に廻轉し來りたるの惰力に依らざる可らざるものとす。
 されば進退杆を用ふるの装置は力を損失すること少からざるものにして且つ此
 装置に於ては必ず附裝するに節動輪を以てすべきものとす(節動輪は抵抗が常に
 等量ならざる場合又は力が常に等量ならざる場合に用ふべきものなり)
 器械によりてはまた往々進退杆に代るに引繩を以てして單に牽引の力のみを以
 て廻轉的運動を發起せしむるものあり。コハ進退杆を用ふるに比して一層其力
 の效力少きものとす、何となれば引繩はたゞ全圓中の一點に於てのみ其牽引の全
 力を作用せしむるに過ぎずして毫も壓進の作用なきが故に之によれば一層多く
 惰力に依頼することを要すればなり、故に此の引繩を用ふるの方法は廻轉中たゞ
 其輪圓の一部に於てのみ抵抗を受くるの器械に用ふべくして不斷に抵抗を受く

圖七十三第

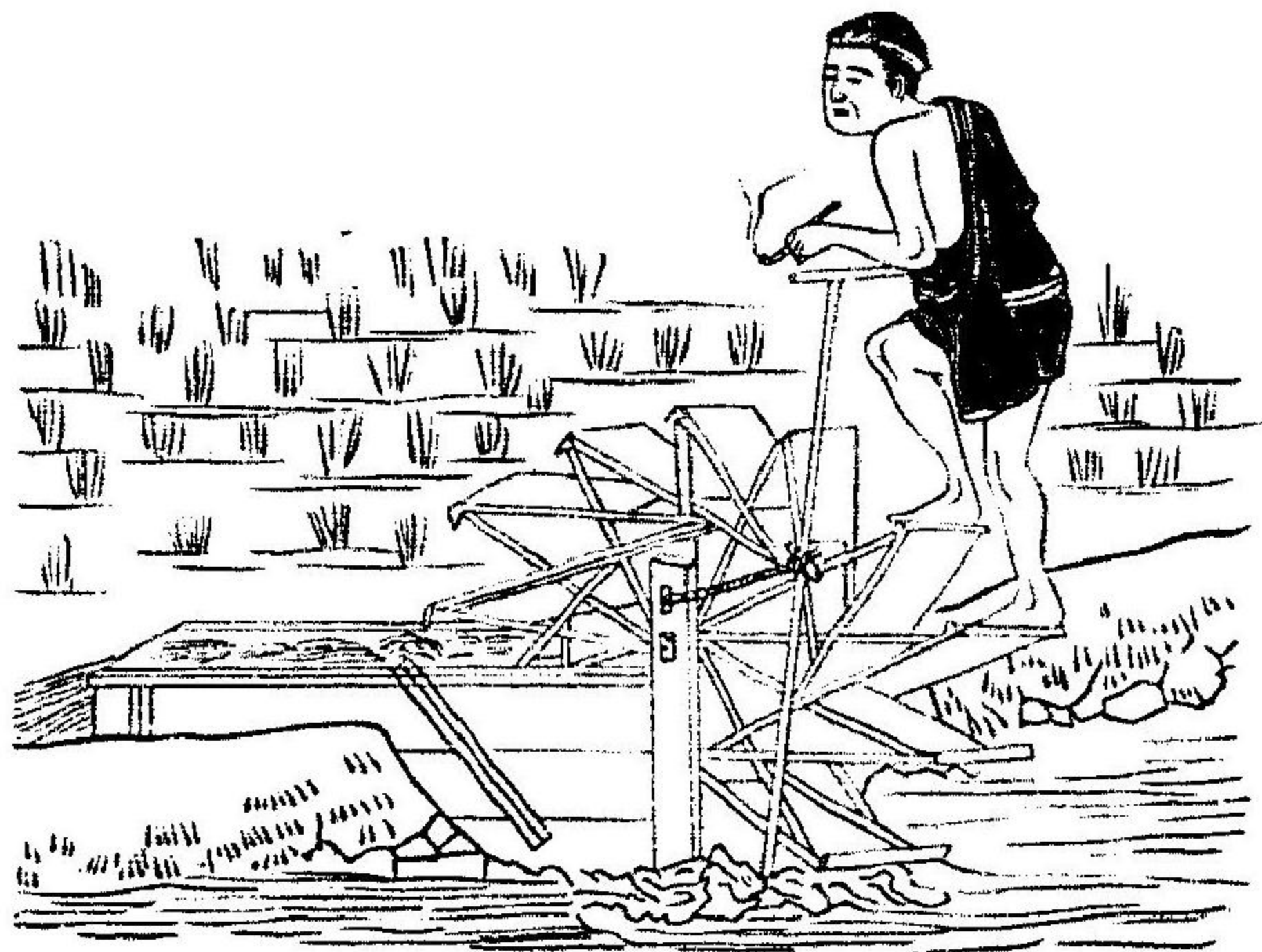


るものに用ふるには適せざるものなり。但し重大なる節動輪を装附するときは不斷の抵抗に對しても亦全く用ひ得べからざるにわらずと雖も到底有利なる方法なりと云ふこと能はざるなり。

(第二)足踏機 手によらずして足踏によりて廻轉動を起すの作業器械は其種類頗る多く廻轉砥(第三十七圖)繩綯機等は其例なりとす。

此の足踏にての廻轉發動装置は恰も上述の引繩装置と同一の趣をなすものなるが故に隨てまた同一の缺點を存するものなり。されども足は手の如くに自ら廻轉動をなすには適せざるものにして且つ又壓下と壓上との兩作用をなすにも不適なるが故に單に壓下の作用のみによりて發動をなさしむるの止を得ざるものにして之が爲に必ず節動輪を装附し若くは其廻轉すべき車輪を重からしむるを要するものとす。然も足踏はたゞ人力の一

圖八十三第

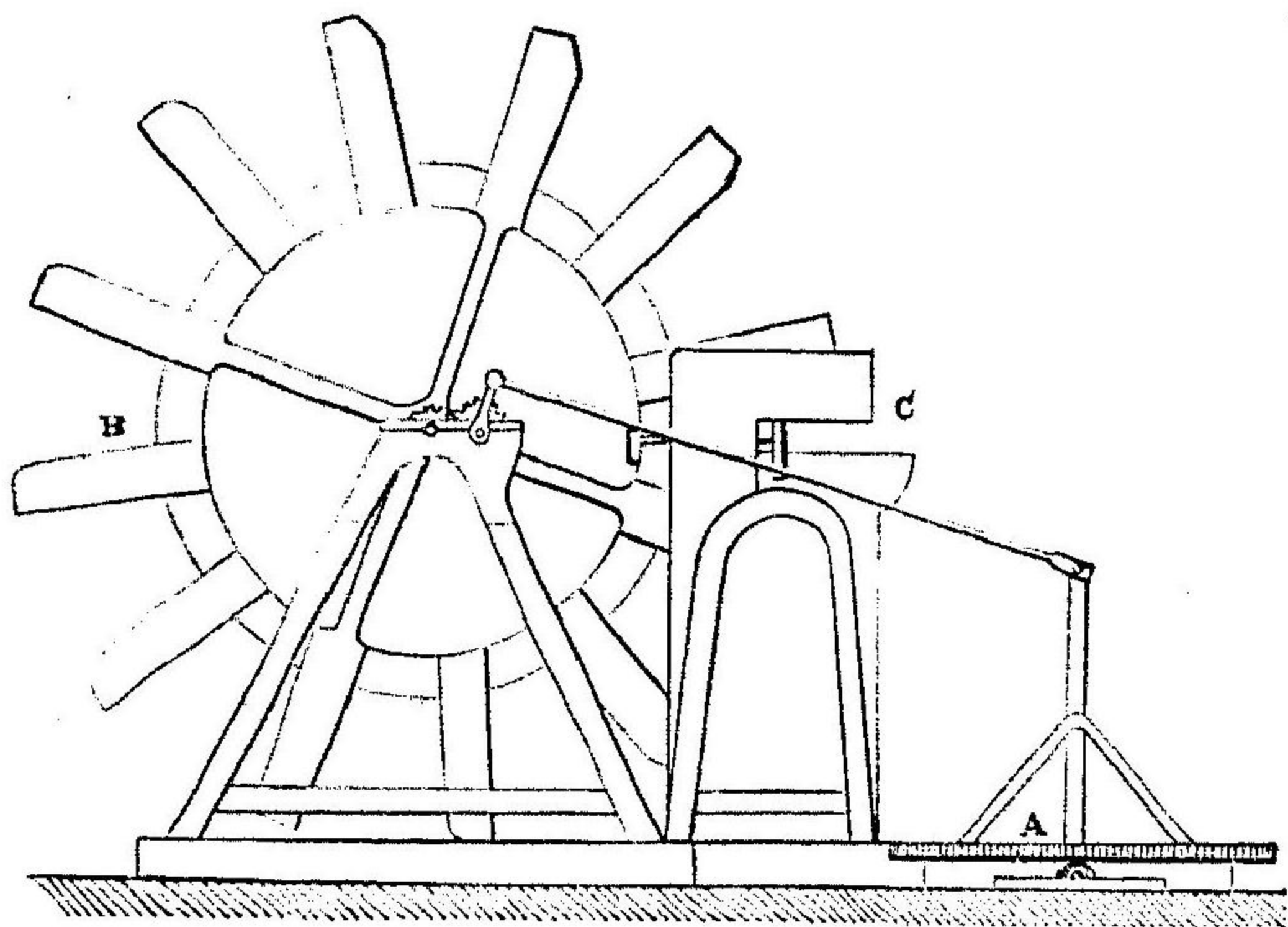


及び脚の筋力を最も有効に働かしむるの外に更にまた十分に體の重力をも利用すべきなり。かく遺憾なきの力の利用には器械の構成に於て其業者の熟練

小部分を用ふるに過ぎざるが故に足踏をなしつゝ更に手の力を他の作業に用ふることを得て此點よりして足踏は一般に大力を要せざるの器械に用ふるに有利なるものとす。

足踏によるの發動機には脚の筋力を用ふるものゝ外に別にまた體重を用ひて其働きをなさしむるものあり。揚水に用ふる踏車の如きは即ち其ものにして第三十八圖に其使用の状を示せるがごとし。すべて吾人の器械力をして成るべく十分に其作用をなさしめんとするには手腕の筋力

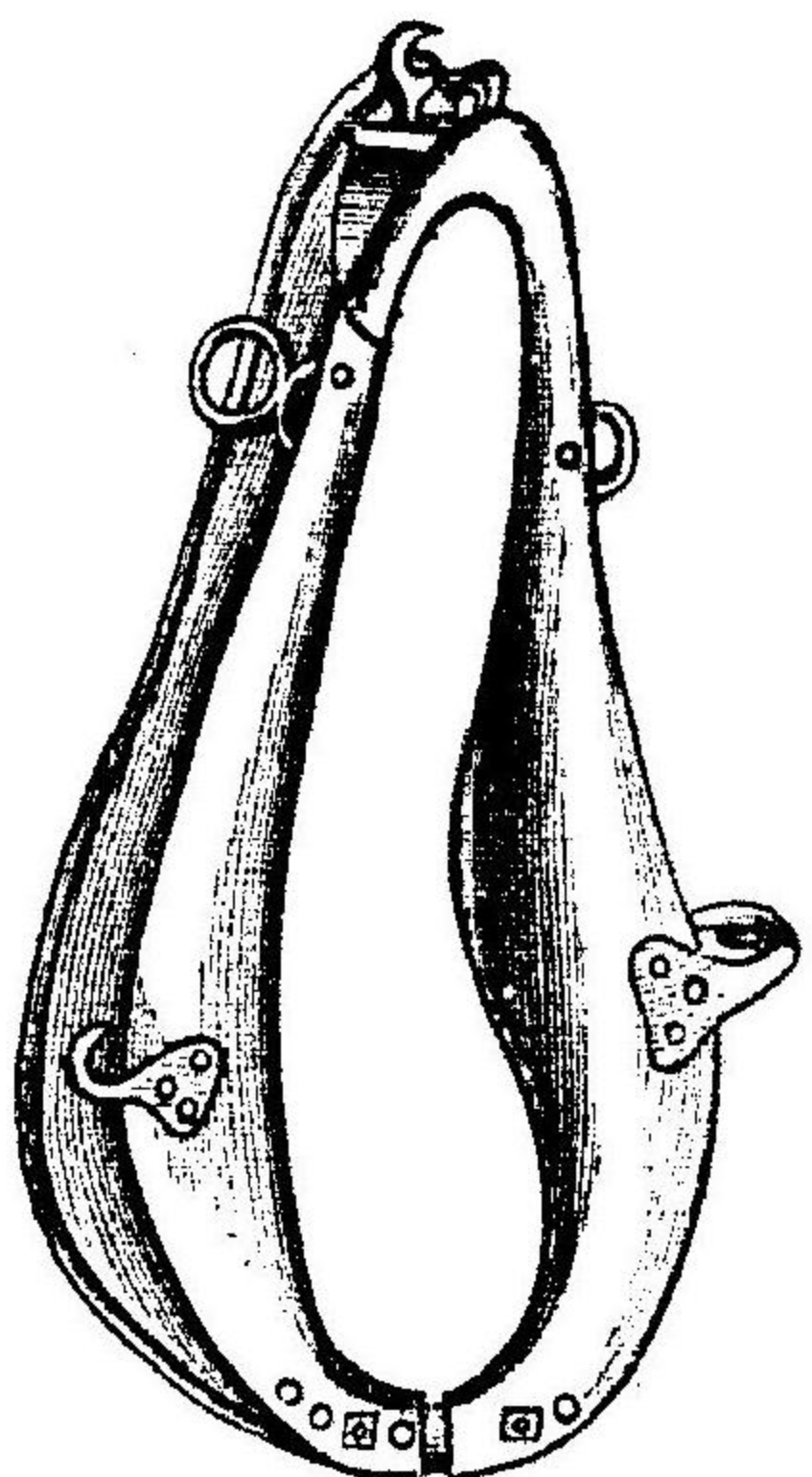
第 三 十 九 圖



に於て其要求する所小ならずと雖もコハ
 決して希圖すべからざるの事にはあらず
 夙に歐洲に用ひらるゝ亞麻打器械 (Flachs-
 schwingmaschine) の如きはよく此三者を利用
 すべきの構成にして其大體は第三十九圖
 に示すが如きものなり。即ち労働者は(A)
 の踏板上に立ちて交互に其體を左右に傾
 け其全體重と兩脚の力とを利用して曲柄
 を廻轉せしめ、かくして脚と體重とを用ふ
 るの傍に其手を以て亞麻を處理して(C)の
 部に於て其廻轉する所の打車(B)に之を打
 たしむるものなり。

(第三)牽具及び節制器 畜力によりての廻
 轉發動機を説述するに先ちて茲に少しく

第 四 十 四 圖



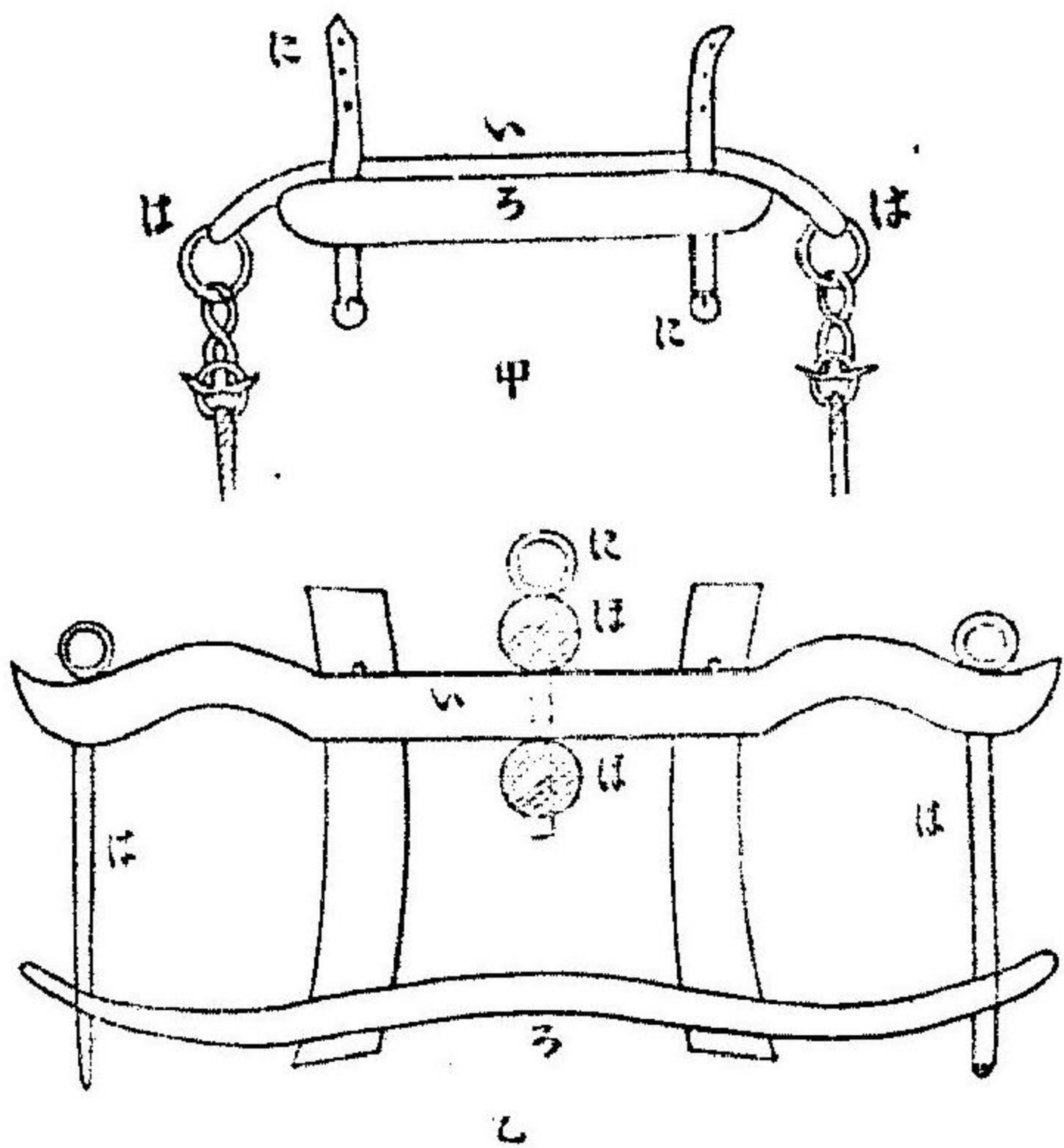
畜體に裝附すべき牽具に就きて説述せん。凡そ畜力の牽引は牽具によりて
 其効程に差異を來すこと小ならざるを以て牽具に就ては決して不注意に之を看
 過すべからず。今普通の牽畜即ち馬に裝附する牽具を見るに其牽綱を懸くべき
 裝置に胸帶 (Brustlatt) 又は Siengeschirr) 及び頸環 (Kummelgeschirr 英 Collar) の二種類あり。
 胸帶とは胸部に幅廣き革帶を當て、之を細帶にて肩より支持し尙之を腹帶と連
 結せしめたるものを云ひ、牽綱は此の胸帶の兩端より出で、引木に繋ぐべきの裝
 置となれり。此胸帶は頸環に比して廉價なるの點に於て又馬體に裝附するに便

利なるの點に於ては優れりと雖も牽
 引に對する抵抗の大なる場合には胸
 腔を壓迫して呼吸に困難を來さしむ
 るが故に連續して長く作業すること
 能はざらしむる劣點あり。故に唯輕
 量を牽かしむる場合にのみ用ふべき
 ものとし、重物を牽かしむるには必ず

革製の頸環を用ふべきものとす。頸環は馬頭に嵌合すべき形状に作り且つ其體面に附着する側には十分に柔かなる填料を充たして柔く馬體に當らしむるものにして(米國には第四十圖に示したるが如き填料を用ひざる鋼鐵製の頸環使用せらる)此ものにありては其壓力廣き面積の上に分配せらるゝを以て呼吸を困難ならしむるの憂なきを常とす。然も之を裝附するにはよく注意して其或局部のみが特に多く壓力を受けざるやうになさる可らず。即ちよく馬頭に正合するの構成は最も此牽具に肝要とする所にして此要件を充たすが爲には多少高價を拂はざる可らずとなすなり。

牛の牽具としては馬と一樣なる頸環を用ふることもあれども多くは甚だ簡單なる轆 (Joeh) を用ふるを例とす。轆には頭轆 (Kopfjoeh) と肩轆 (Widerrisjoeh) との二類あり而して又兩牛をして相並で行かしむる場合には何れの轆も聯轆 (Doppeljoeh) に構成して用ふることあり。頭轆は牛角の状態に應じて或は額に裝附することあり (Sinnjoeh) 或は稀に其後方の項部に之を裝附することあり (Nackenjoeh) 額に裝附するものは第四十一圖の甲に示すが如く(い)なる稍彎曲せる板状の木杆

圖 一 十 四 第



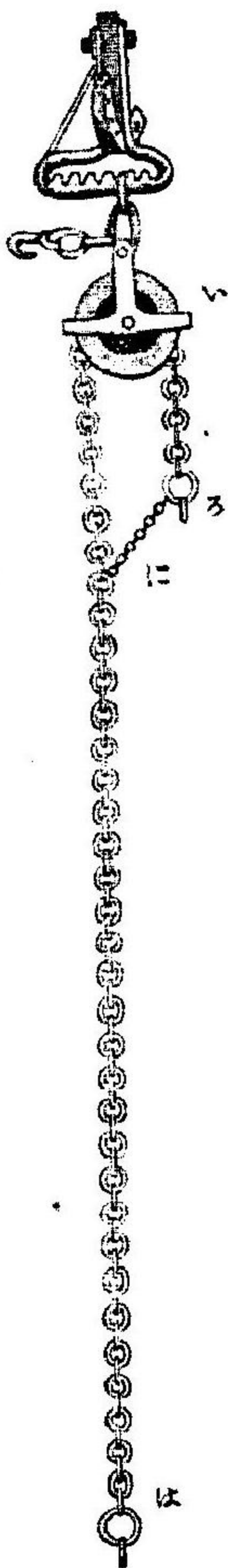
若くは鐵杆の兩端(は)に牽綱を結合すべき環を附し其中央額に當つ可きの面(ろ)には枕様のものを附して柔き填料を之に充し而して(に)の革帶によりて雙角に之を結び附くるものとす。此轆の長さ即ち(は)と(は)との間の距離は恰も牛體の腹

幅と相等しきを要し然らざれば牽引の際、綱と腹部の皮膚と強く相摩擦して皮膚に傷害を生ぜしむる憂あるものなり。

第四十一圖乙は肩轆にして聯轆をなすもの所謂匈牙利轆 (Ungarische Joeh) の構成を圖示す。(い)は即ち肩の隆起に當つべき横木にして其下方に當木(ろ)を裝附して、兩側に鐵製の縦杆(は)を插入せり。此(ろ)と(は)とは依りて以て(に)の釘は此轆を轅 (Deichsel) に結

轆が肩隆起の後方に滑過するを禦ぐの備にして(に)の釘は此轆を轅 (Deichsel) に結

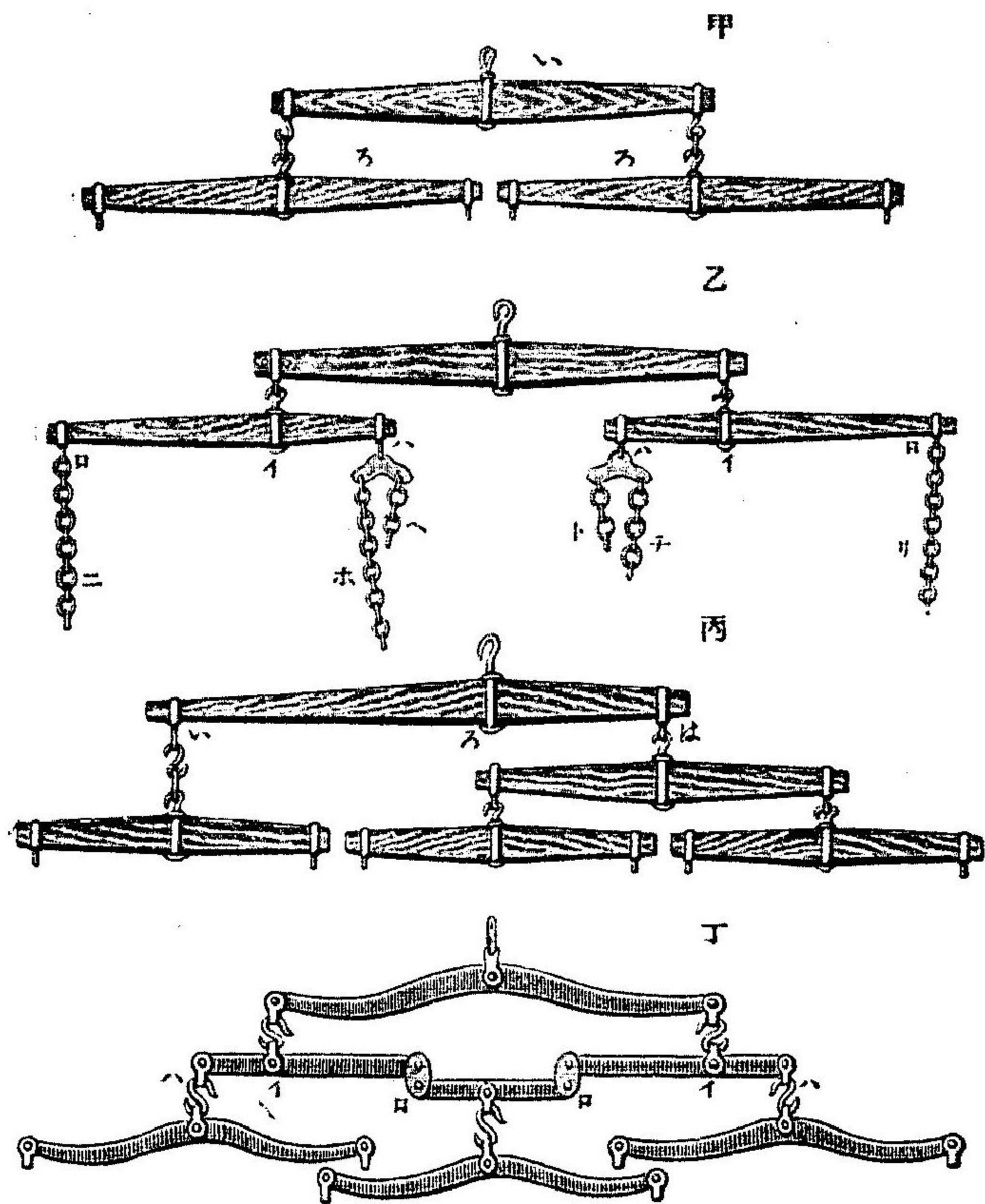
圖三十四第



二頭づゝ二
列に行かし
ひるを例と
す此場合に

頭の牽畜に用ふるものは第四十二圖の甲に示すが如く大小二種の天秤の結合よ
り成り其大天秤(イ)の臂は九十七種許其小天秤(ろ)の臂は何れも七十五種許にし
て大小何れも其厚さは四種許其幅は中央に於て大は八種小は六種許なりとす、さ
れど又往々鐵製のものありて或は中空なる鐵管を以て作り又は厚き平鐵板にて
作ること丁圖に示せるが如きものあり。尙三頭を繋ぐに用ふるものは乙圖の如
くイロの臂は其長さイハの臂の二倍にして(ニ)と(ホ)と(チ)及び(ト)と(リ)の綱に各一
頭を繋ぐものとし、或は又丙圖若くは丁圖の如くに引木の連結をなすこともあり
とす。即ち丙圖のものは(いろ)の長さが(ろ)は二倍し丁圖のものは(イロ)の長さが
(イハ)の長に二倍するものなり。

圖二十四第



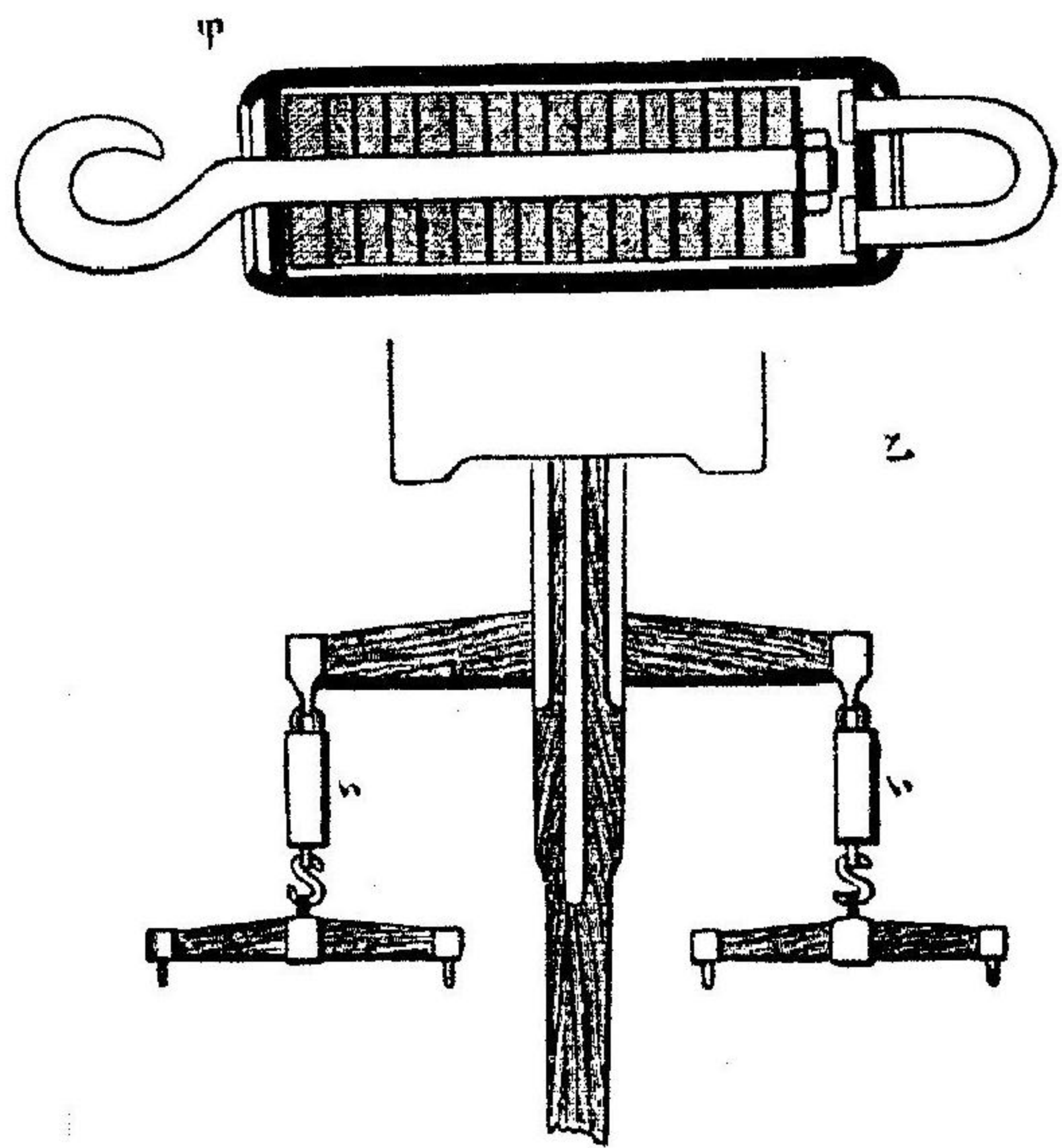
肩輓と額輓とは
牛の種類により
て各適否を異に
するものにして
其頭の大なる山
岳種の牛には額
輓を用ふるを利
とすと雖も平原
種の牛には肩輓
を用ふるを良と
すといふ。
引木(檠)は一般に
堅木製にして二

合するに供用するものなり。

於ては鎖を以て此四頭を連結するに第四十三圖の如き装置を用ふ。即ち直径十五種許の滑車(乙)に鎖をかけて其一端(丙)に前列の二頭を繋ぐべき引木を附し他端(は)に後列の二頭を繋ぐべき引木を附するものとす。此の如くするときには前列の二頭と後列の二頭とは等一の力を以て牽引をなさざる可らざるは勿論にして其力若し不平等なるときは鎖は滑車を廻轉せしめて一方より他方に移り行く可し此移動は多少之を許すことを必要とすれども多くの移動は許すべきにあらざるを以て之を防ぐが爲に(に)の如くに支鎖を装置するものとす。

第四十四圖乙の(い)に示すが如く引木と牽引物との中間に装置して衝突的の作業を避け牽畜及牽引物を安全ならしむる装置を節制器と名く。今こゝに獨國フェーホルマン(Fehrman)氏の考案に成れる馬力節制器(Pferdeschoner)の構造を説かんに此ものは第四十四圖甲に其全體の断面を示すが如く鍛鐵製の筒中に夥多のゴム輪を重ねて之に牽杆を貫き其後端を螺定して之を牽引すればゴム輪を壓縮すべき構成になし、鐵筒の後端には牽杆と離れて蹄鐵形の鈎を附したるものなり。但しゴム輪の間には一々に鐵葉製の圓板を挟み置くものとす。

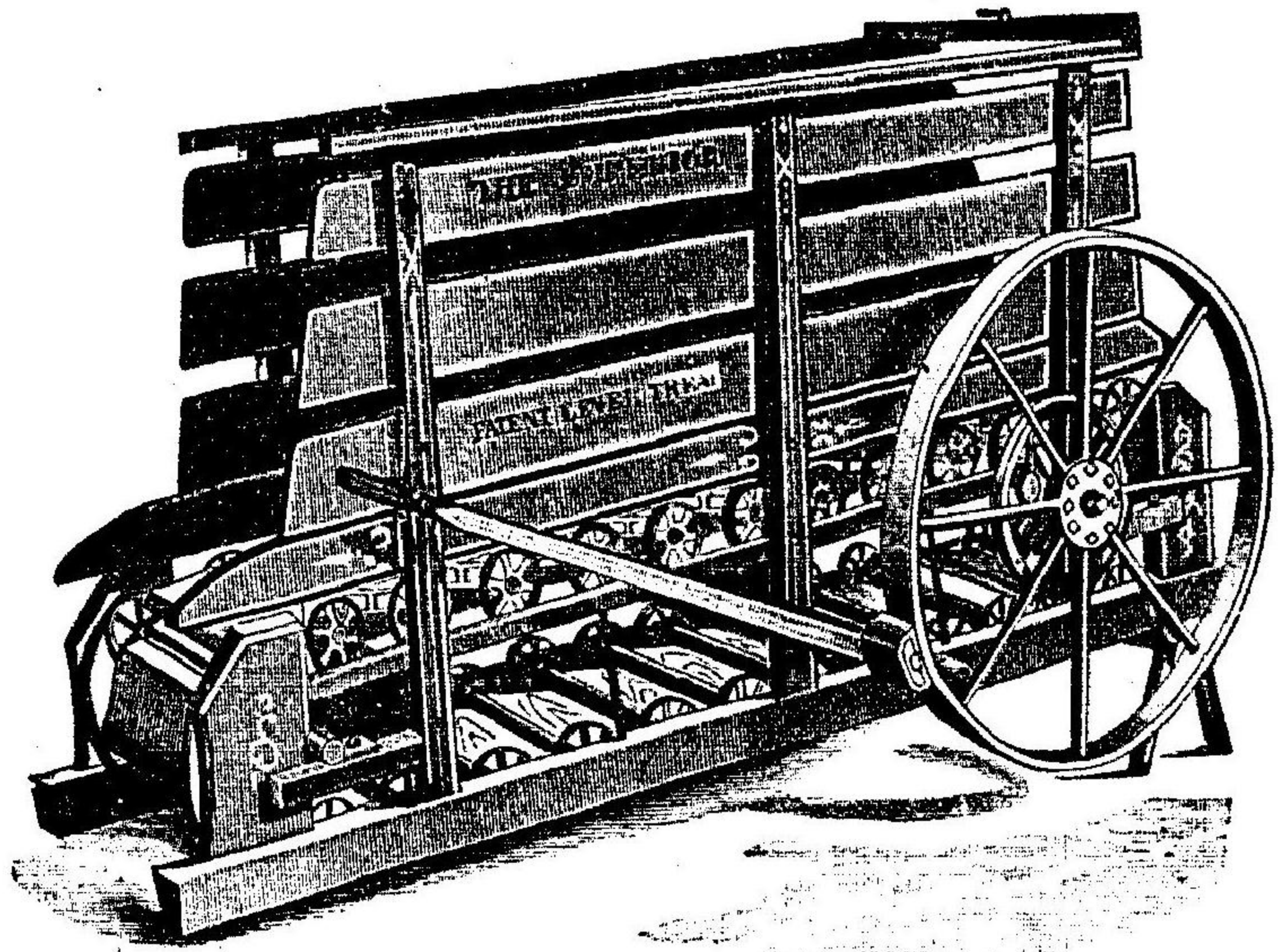
第 四 十 四 圖



節制器は何故に牽引物を安全ならしむるかといふに、例へば馬力機の如き若し不熟練の馬を駕して使用するときには往々非常なる大力を突然に器械に與へて齒車を破壊するが如きことあれども、之に節制器を附して用ふるときは其大なる牽引力を發するに當りては一時節制器の伸長を致し其際其作業の一部分はゴムの壓縮に用ひられて器械に働かざることとなり、牽畜が其力を

弱むるときに至りて此ゴムの弾力が作用するを以て器械は急激に大なる力を受けざると共に又急激に其力の停止に遇ふことなくして終始略、平等の力を受くることとなるなり。又節制器は何故に牽畜を安全ならしむるかと云ふに例へば悪

圖 五 十 四 第

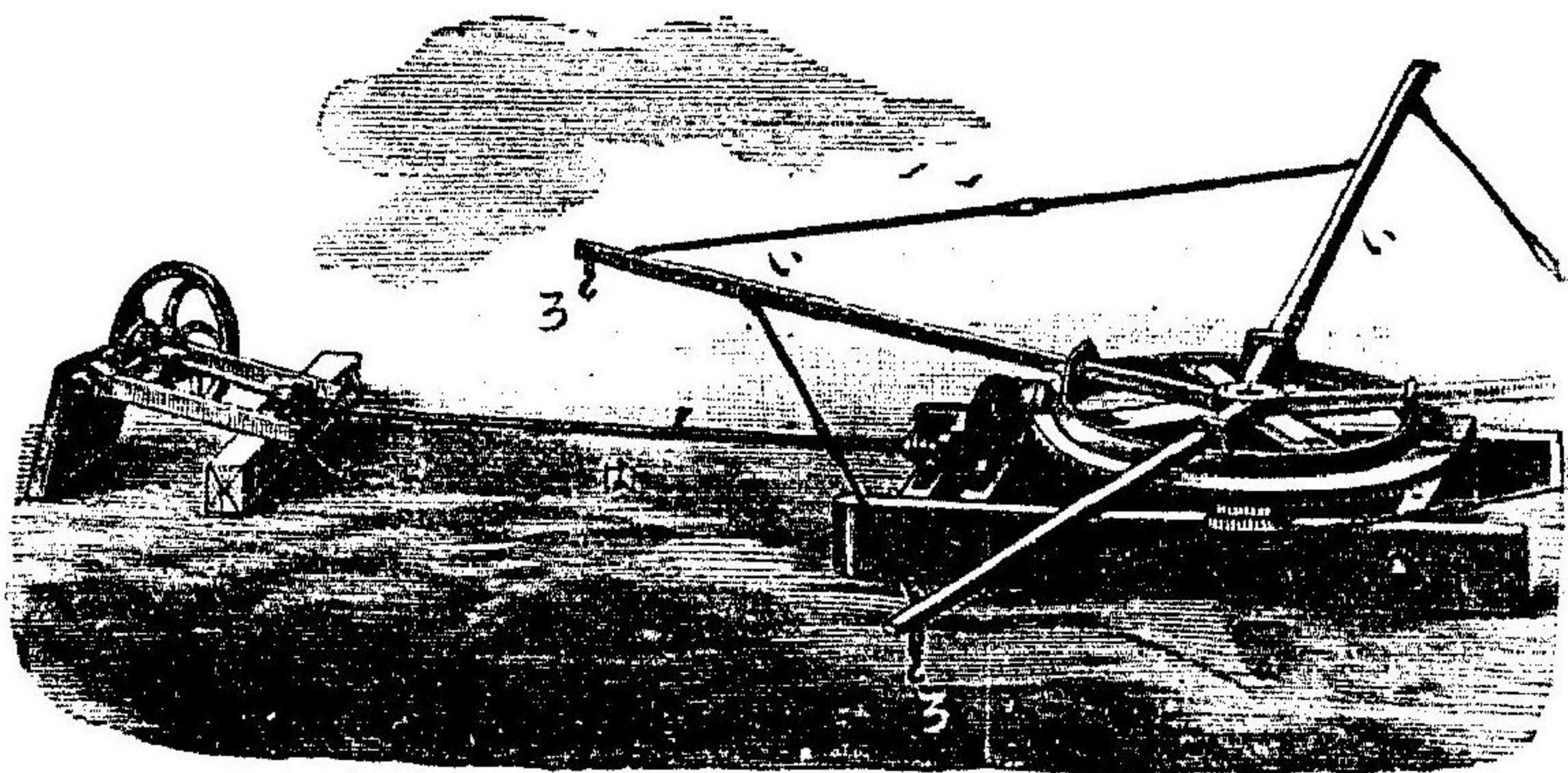


并行せる調車を廻りて廻轉するが如くに長橢圓形の框上を廻轉すべき装置となして臺上の家畜をして其體重の爲に斷へず脚踏して前進せんとするが如くに努むるの止を得ざるに至らしむるものなり。而して此の臺板の廻轉は其各木片の兩側に附したるの小車輪が框の鐵軌道上を走るの装置によりて軽くせられ而して又別に其各木片の下面に附したるの齒鐵杆によりて其運動を齒車に傳へ隨て其齒車と共通の軸を有する所の側面の大車輪を廻轉せしめて之より調帶を以て任意の作業器械と連結するもの

しき道路に於て車輪を進行せしむるに當り車輪が突然に障害物に遇へば牽畜は其爲に大なる激動を受く可しと雖も節制器の備あるときには其伸長の爲に急激なる突然の抵抗を受くること無くして漸次に抵抗の加はるを感ずべきなり。之を要するに節制器は牽引力の全量に於ては何等の利益をも與へざれども不平均なる力を平等に用ふることを得しむるものにして激作用を漸作用に代ふるの效用を致すものとす。故に平等の作業に對しては少しも其用をなさざるものにして恰も是れ廻轉動に於けるの節動輪と一樣なる效用を有するものなり。

(第四)畜力廻轉發動機(獨 Göpel 英 Winch)此ものは或は馬力機とも稱せらるゝことあれども單に馬のみを用ふるに限らざるが故に一般に畜力機又は畜力廻轉發動機と呼ぶに至當なりとすべく或は水車風車などに對比して之を畜車と呼ぶも可なりとすべし。而して此ものに輪行式(獨 Rundgang Göpel 英 Sweepover)と脚踏式(獨 Tretpöpel 英 Tread power)との二大別あり。脚踏式畜車は第四十五圖に其全形を示すが如く家畜多くは一頭又は二頭の馬を用ひ往々また小力の發動機には犬を用ふを傾斜せる臺上に載せ其夥多の小木片より組成せる臺板をして恰も調帶が二つの

第 四 十 六 圖



とす。輪行式畜車は第四十六圖に示すが如く一本乃至數本の木杆(い)の端に附せられたる鈎(ろ)に引木を附し馬又は牛をして之を牽引して齒車の周圍に輪行せしむるものにして其徐かに廻轉する所の大齒車より其運動を小齒車に傳へ其廻轉の速度と方向とを變ぜしめて傳動軸(は)によりて更に之を作業器械に傳達せしむるものなり。右のうち輪行式畜車は多く歐洲に用ひられ脚踏車式畜車は多く米國に使用せらる。前者は主ら筋力を以て作業するものにして、而も其牽引が直線的牽引にあらざるを以て平均上凡そ其畜力の七十%以内を作業に用ふるに過ぎざれども後者は主ら體重と後脚の筋力とを用ふるものにして家畜を疲労せしむること大なるが故に時々休息

せしむるを必要とすれども然も其作業の結果は前者に比して一八乃至二五%の多きに上るものなり。尙この兩畜車の利害得失を擧ぐれば

脚踏畜車は僅かに唯一二頭の馬を用ひ得るに過ぎざるものなれば之によりて大動力を發せしむること能はずと雖も輪行畜車は一頭より十四頭位までを用ふるに適し隨て大なる作業の原動機となすことを得べし。

脚踏畜車に於ての家畜の使用は其注意周到ならざれば往々虐待に傾くことあり、しかも其初め臺板の傾斜を緩にして漸くに練習を積ましむるときは家畜は敢て想像する程の困難を感ぜざるべし。

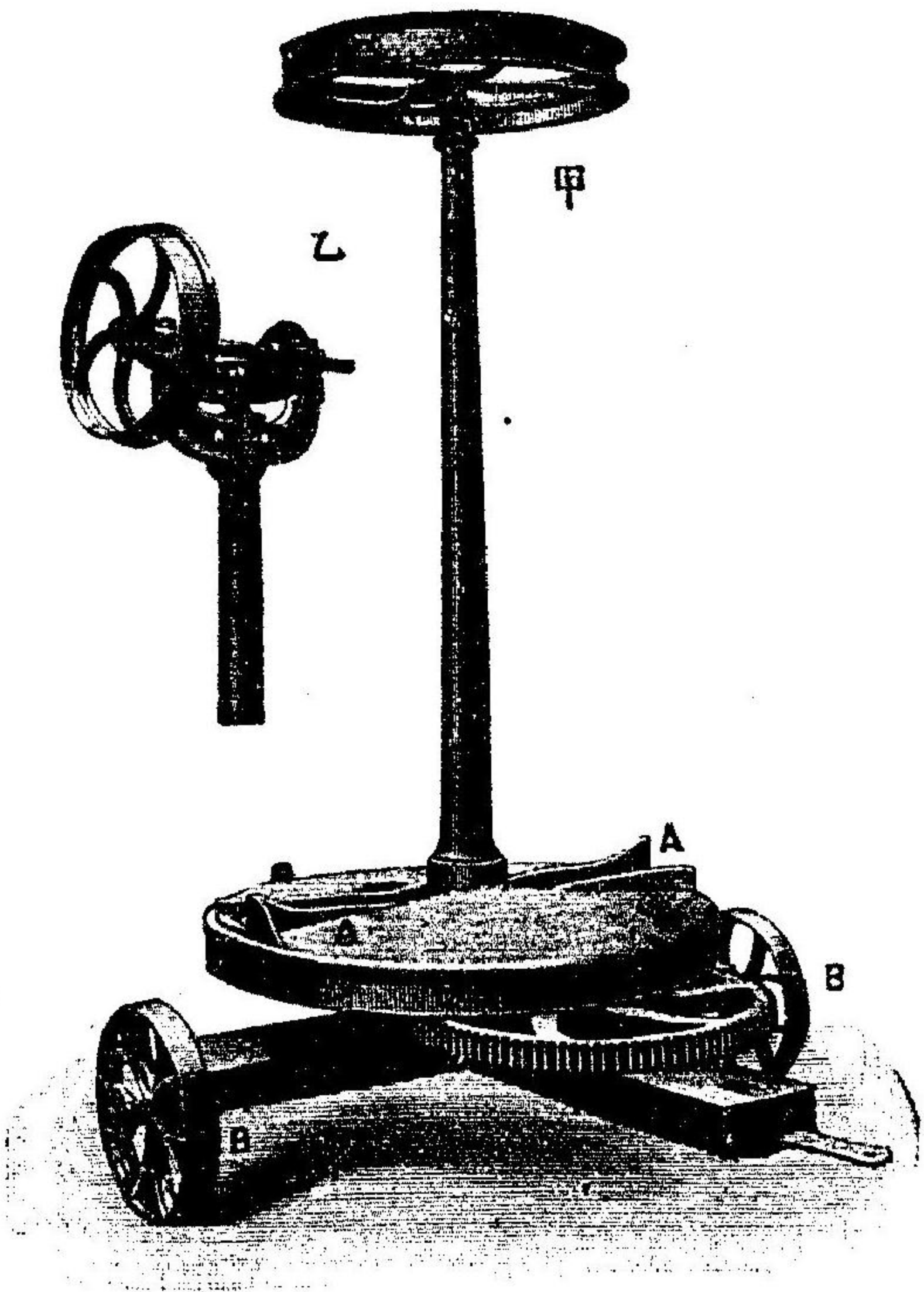
脚踏式の最も便利なる點は場所を要することの甚だ小なるにあり。即ち二馬を用ふるの畜車と雖も之を裝置するに要するの面積は六平方米を以て十分なりとす、然るに輪行式によれば其挺子の臂に應じて甚しく大なる面積の場所を要求するものなり即ち

臂の長さ………三米………四米………五米
 所要の面積………二八、二七平方米………五〇、二七平方米………七八、五四平方米

脚踏式畜車は初より其車輪をして水平の軸上に廻轉せしむるを以て之が運動を作業器械に移すに當りては敢て其方向を變ぜしむるの必要なきを常とす。然るに輪行式は其初め縦軸上に水平面に齒車の廻轉をなさしむるが故に通例歪齒輪によりて其廻轉の方向を變ぜざる可らざるの損あり。

輪行式の畜車に又更に種々の類別あり。即ち先づ之を固定式と移動式とに類別すべし。固定式は一定處に装置して用ふるものなるが故に其装置法を完全にして勉めて器械の部分に損害を受ざるようにするの利點あれども然かも移動式の任意に其作業に適するの場處に運搬して之を用ふるの便なるには及かず。又固定式と移動式とを問はず孰れも其運動を作業器械に傳ふるの方法によりては之を二類に區別すべし、即ち其一は傳動軸を以て動力を移すものにして家畜は其軸を越えて歩行するの構造となるものなり、第四十六圖は即ち此類にして牽畜は其輪行に際して必ず一回(は)の傳動軸の上を越え行かざる可らざるものとす、之を Liegende Göpel と名く。其二は高さ圓柱上の車輪より調帶を以て動力を傳ふるの構成となるものにして、第四十七圖甲は其調車の水平に置かれたるもの、乙は其調

第 四 十 七 圖



車の縦に装置せられたるものなり、而して此調車の廻轉は家畜が其高さ圓柱の下底に置かれたる齒車の周圍を輪行して其齒車の背面 A A に挿入したる挺子の端を牽引するによりて發起するものにして B B は此器械の全體を移動する爲の車輪なりとす、家畜は其調帶の下を輪行

し得べき構造となれり。之を Säulengöpel と名く。前者は家畜が傳動軸を越え行くにあたりて脚を其軸に觸れしむるの虞ありて其軸は實に進行の障害物となれども、後者には全く此の如き患なきの利あるものとす。されども、後者は器械の重心

高處にあるが爲に前者に比して震動し易くして強力を發せしむる場合には適用し難きの缺點を免れざるものなり。

第三節 水力及び水車

水力は水量の多少と水位(又水頭)の高低とによりて強弱あるものにして落下する水力の作業は實にその落水の高さと其水量との相乗積を以て之を計るべきなり。されば今水位を h 米とし水量を Q 立方米とすれば此の水の毎秒の作業(L)は次式の如し(一立方米の水は重量一千斤なれば)

$$L = 1000 Qh \text{ 米斤}$$

若し水が静止より落下し來るに非ずして既に若干の流速を有し其流動の活力を以て水車に衝突して作業をなすとすれば其作業は流速に關して大小あること勿論にして而して流速(v)と水頭(h)との關係はトリトーセリ(Torricelli)の定理によりて

$$v = \sqrt{2gh} \text{ なるが故に隨て}$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

にして之を前式に用ふるときは次式を得るなり。

$$L = 1000Q \frac{v^2}{2g}$$

されど一般に水力は水車に對して其全力を有効に働かしむること能はざるものにして其の效率は水車の種類と其構造の良否とに關係するものなるが故に實際の作業を計量するに當りては前式に乘するに更に效率を以てせざる可らず今效率を E として有用の作業を L' とすれば

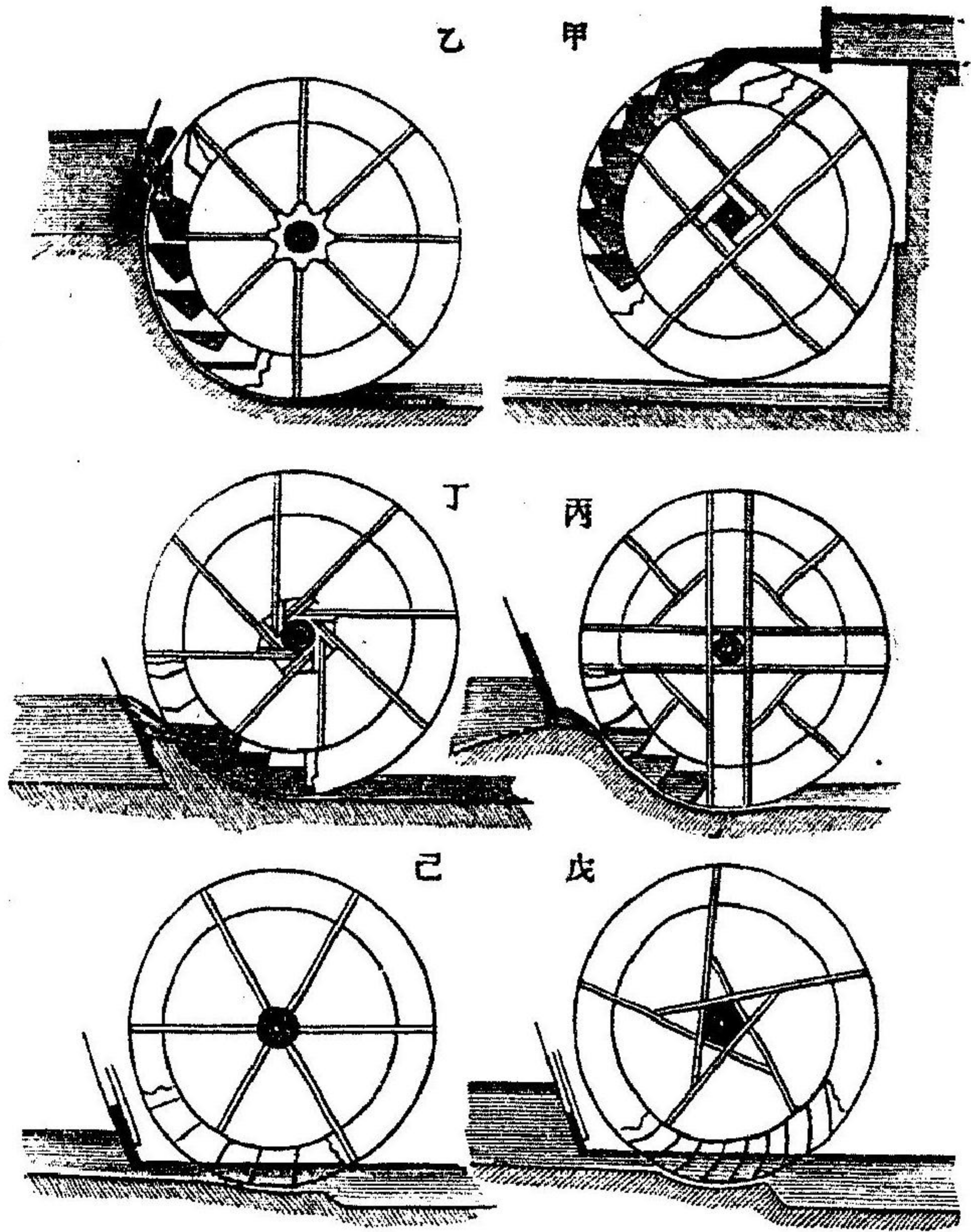
$$L' = 1000 EQh \text{ 米斤}$$

にして此作業の効程を馬力(N)にて計量するときは次の如し

$$N = \frac{1000 EQh}{75} = 13.33 EQh \text{ 馬力}$$

水車は之を大別するときは(甲)流水中に限界なき處に自由に懸けられたる水車舟車流水中水車と(乙)樋又は溝渠によりて水を導き來し其導き來したる水の全力を働かしむべきの設備をなしたるものとの二類とすべし。但し前者は其效率甚だ低くして僅に〇.二乃至〇.三二〇%乃至三〇%に過ぎざるのみならず河川に舟筏の通行するを妨げ洪水に際して損害を受くる等の不利あるが故に多くは皆後者

圖 八 十 四 第



るを例とす。但し戊に示すものはポンセレー水車 (Ponceletrad) と呼ばる、特殊の

十五乃至七〇%に過ぎず。

下射車は戊及己に示すが如く水車の下部に水を注射せしむるものなるが故に専らたゞ流動の活力によりて廻轉を起すものにして重力の作用は之に與ることなく其效率は僅に三〇乃至四〇%に過ぎざ

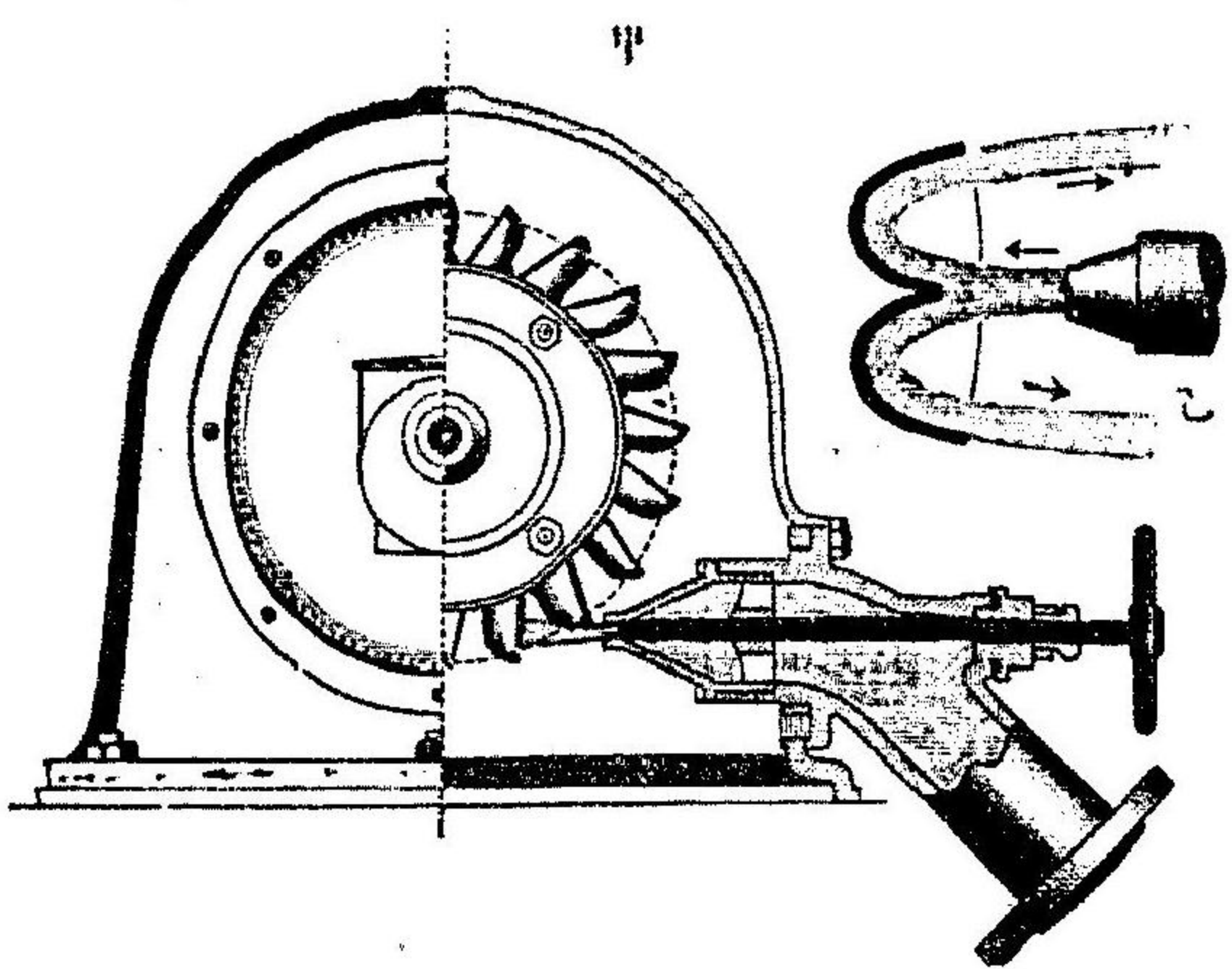
の種類を用ふ。後者は樋又は溝渠を作るに於て又よく水を調節する爲めの堰を設くるに於て其費用甚だ少からずと雖も、しかも此費用は利益を以て償ふに餘りあるを例とす。而して此水車に更に上射車又は天井掛 (Oberschlägige) 肩射車又は高掛 (Rückenschlägige) 中射車又は腰掛 (Mittelschlägige) 下射車又は下掛 (Unterschlägige) 等の種別ありて何れも皆軸 (Welle) 輪 (Radkranz) 輻 (Arme) 及び水杓 (Schaukeln) 或は水房 (Zellen) 等の部分より成れり。水は即ち此杓或は房に向て衝突し、若くは其中に入りて重力を以て作用して車の廻轉を起すものなり。

上射車と稱するは第四十八圖の甲に示すが如く水車の最上部より水を注射せしむるものにして此水車の廻轉は主として重力に依り、流動の活力は唯僅かに之を助くるに過ぎず。效率は通例七〇乃至八〇%なり、少量の水にて緩徐に廻轉せしむるに利あり。

肩射車は同圖の乙に示すが如く水車の肩部に水を注射せしむるものにして其效率は通例六〇乃至七五%なり

中射車は丙或は丁の如く水車の腰部に水を注射せしむるものにして其效率は五

圖 十 五 第

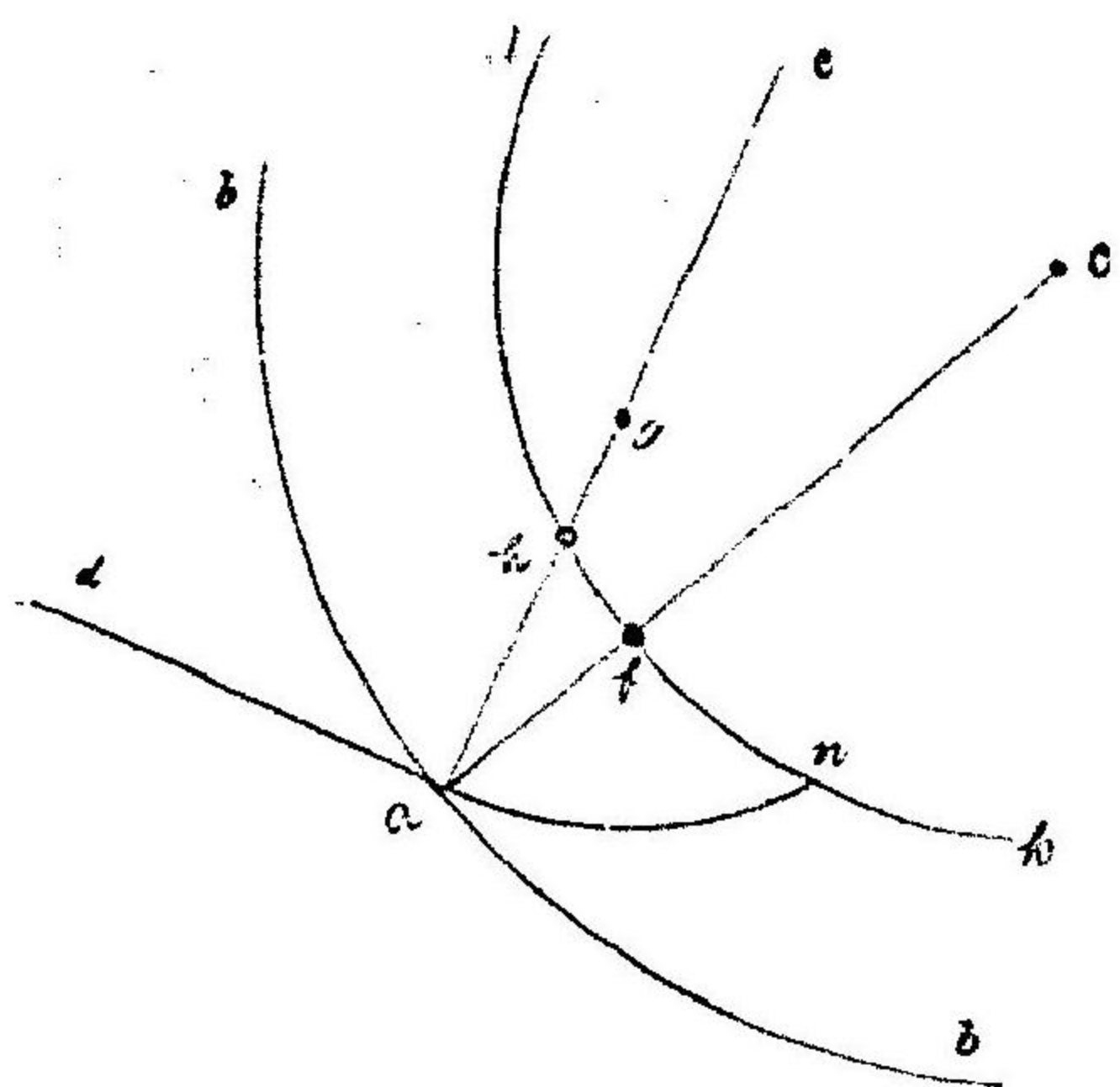


力を失ひて唯その重力のみによりて水房の外に落下するに至らしめんことを要す。ポンセレー水車は即ち此目的によりて承水板を適宜の曲面に構成し水をして殆ど全く撥ね返ること無からしめたるものにして、之が曲面の彎曲度を

定むるの法は次に圖解するがごとし。

第四十九圖の bb は車の外周を示し c は其中心を示し da は水の流入する方向を示せり。然るときは先づ水頭の四分之一乃至三分之一を af に取り ef を半径として内輪 lk を畫き次に da に直角なる ae 線を引きて ea 角を二十四度乃至二十八度ならしめ、此に於て此 ae の線上に ah の半を以つて h より g を取り此 g を中心として a より an の弧線を書くべし。此弧は即ち承水板の彎曲せる形なり

圖 九 十 四 第



改良水車にして此ものは其水房の承水板(車翼)が最も適當なる形狀に作られて流水の活力を殆ど残りなく其承水板に與へ終るべき構造なるを以て其效率は六〇乃至六八%の高きに上れり。

右に記したる諸種の水車は其圖に於て車輻の構成を一々に特異のものに示したりと雖も、こは唯車輻に種々の構造法あるを示したるのみにして、必しも圖に示すが如くに一定なる構成が一定なる種類の水車に附屬するにはあらざるなり。

流水が承水板に衝突して撥ね返る場合には其撥ね返るときに尙ほ有する活力は實に未だ承水板に附與せられざるものにして衝突の全勢力は残りなく車輪の廻轉に用ひられざりしこと明かなり。されば效率を高めんが爲には承水板をして水流の方向と直角の面をなさずして適宜なる斜面をなさしめ水をして漸次に其衝突の力を承水板に附與し、遂に全くその流動の活

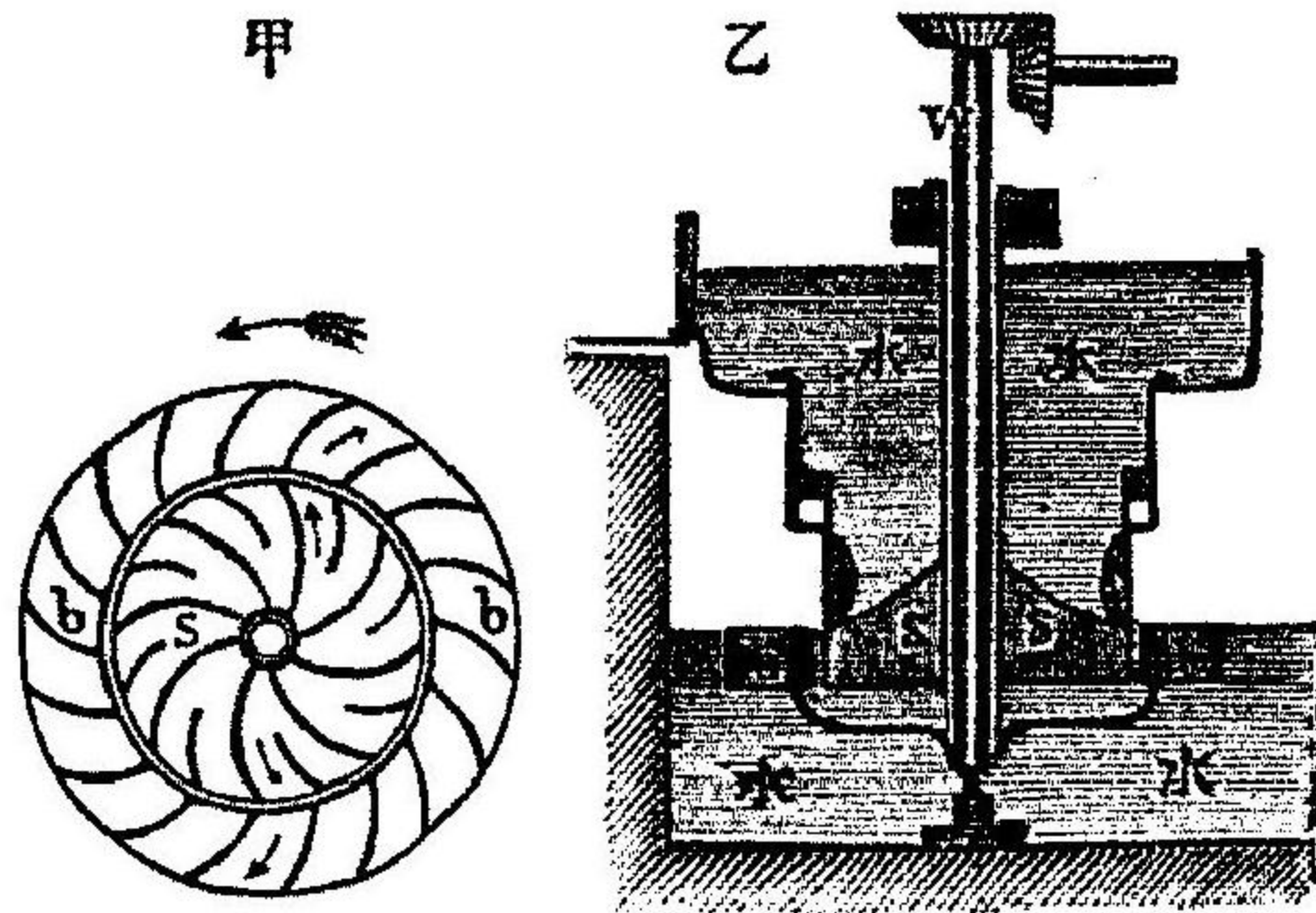
とす。

全く衝撞のみを以て廻轉を起さしむる特殊のものにペルトン水車 (Peltonrad) と稱するものあり此水車は第五十圖に其構成を圖示するが如く。高處三十尺以上より導管を以て引きたる水を水杓の面に噴射せしめ成るべく十分に其力を水杓の承水板に附與して廻轉を起さしむるものにして其效率は八十乃至八十六%なるを例とす。

以上に説述せし水車はすべて皆縦水車或は舊式水車と稱するものにして何れも其車軸は水平に横り其車輪が垂直面上に廻轉するものなり。然るに近時は之と其趣を異にしたる横水車(又臥輪水車 Turbin)を用ふること漸くに多し此新式の水車は一般に其車軸が垂直の方向にありて車輪は水平面上に廻轉するを常とす。但し横水車には固定せる車輪と廻轉する車輪との二者を具備するを例とし前者を導水輪 (Leitrad) とし後者を廻轉輪 (Turbinrad) とす。而して此二輪の相互の配置

法によつて左の區別あり。(效率は何れも大抵七〇乃至八〇%なり)
(一)横射式臥輪水車 (Radialturbine) は導水輪と廻轉輪とが同心圓的に配置せらる。

第 五 十 一 圖



ものにして此うち更に内射式と外射式とを區別す。内射式とは水が外方の導水輪より内方の廻轉輪に流入するものをいひ外射式とは之に反して内方に導水輪を備へ其外方に廻轉輪を備ふるものをいふ。

(二)縦射式臥輪水車 (Achsalurbine) は上方に導水輪を備へ其下に廻轉輪を備へ二輪

上下相重りて成れるものなり。

臥輪水車は大抵みな流動の反動によりて廻轉を起すものにして其廻轉の方向は水の射出する方向と反對なり。今横射式にして外射式なる臥輪水車の一例を擧げて之を説かんに第五十一圖の甲は其横断面を示し乙は其縦断面を示すものにして s は導水輪 b は廻轉輪なり。此兩輪には互に反方向に彎曲したる數多の車翼を備ふるが故に横断面に於て之を見るべし s の中心より小矢の方向に四方に流出する水は b に於て其方向を變じて流れざるを得ずして其一定の方向

とす。

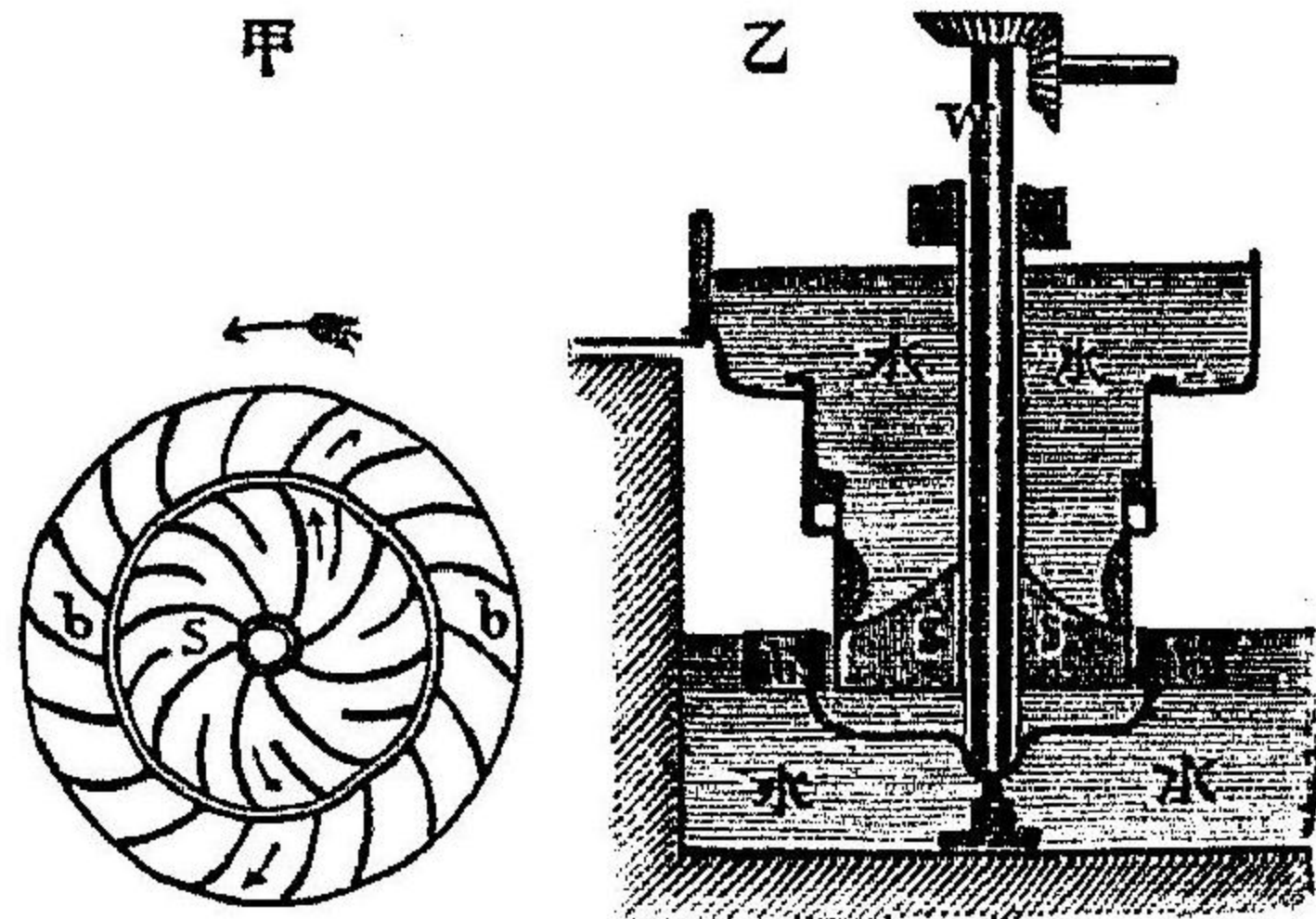
全く衝撞のみを以て廻轉を起さしむる特殊のものにペルトン水車(Peltonrad)と稱するものあり此水車は第五十圖に其構成を圖示するが如く。高處(三十尺以上)より導管を以て引きたる水を水杓の面に噴射せしめ成るべく十分に其力を水杓の承水板に附與して廻轉を起さしむるものにして其效率は八十乃至八十六%なるを例とす。

以上に説述せし水車はすべて皆縦水車(或は舊式水車)と稱するものにして何れも其車軸は水平に横り其車輪が垂直面上に廻轉するものなり。然るに近時は之と其趣を異にしたる横水車(又臥輪水車 Turbine)を用ふること漸くに多し此新式の水車は一般に其車軸が垂直の方向にありて車輪は水平面上に廻轉するを常とす。但し横水車には固定せる車輪と廻轉する車輪との二者を具備するを例とし前者を導水輪(Latrad)とし後者を廻轉輪(Turbine)とす。而して此二輪の相互の配置

法によつて左の區別あり。(效率は何れも大抵七〇乃至八〇%なり)

(一)横射式臥輪水車 (Radialturbine) は導水輪と廻轉輪とが同心圓的に配置せらるゝ

第 五 十 一 圖



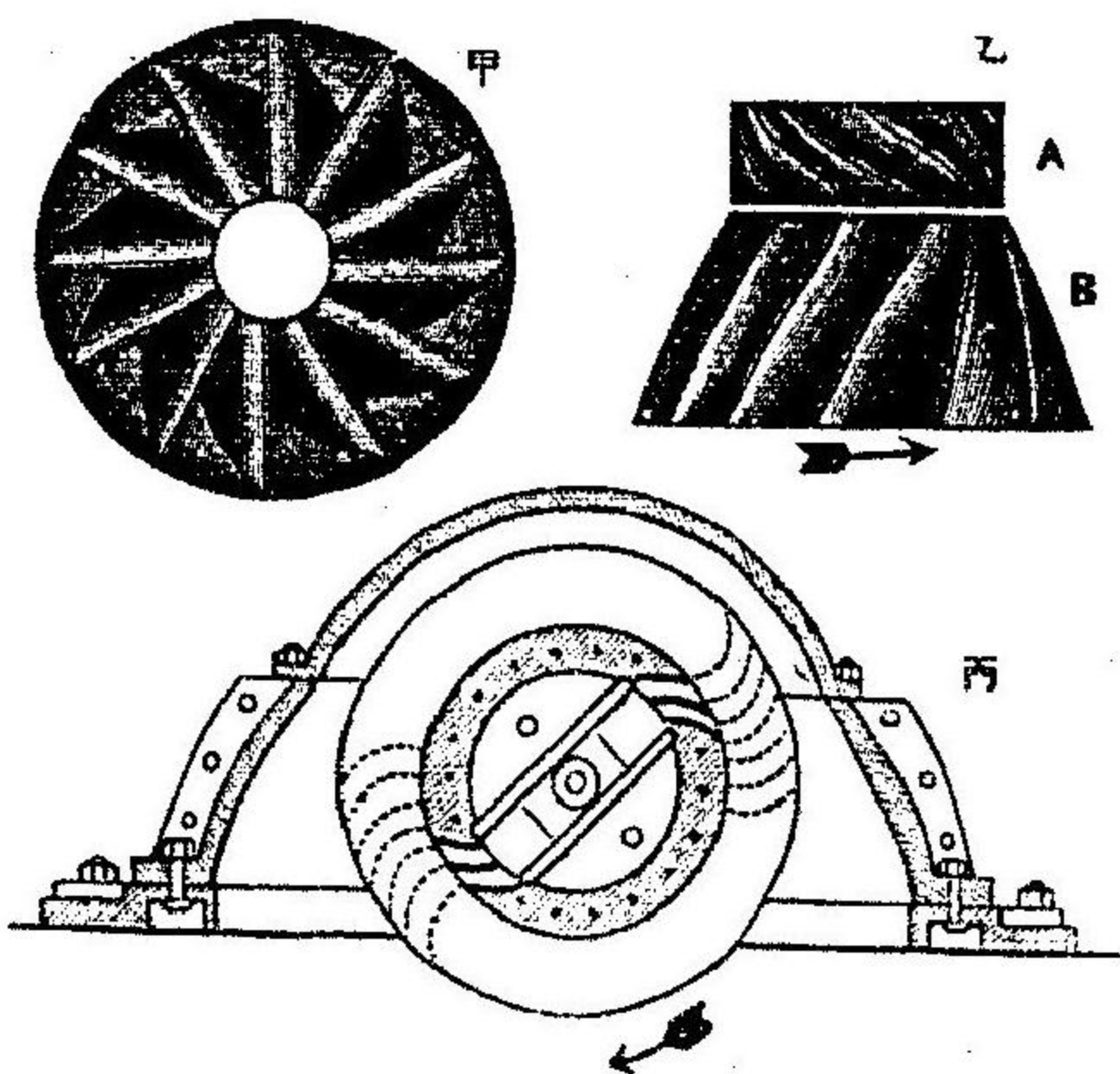
ものにして此うち更に内射式と外射式とを區別す。内射式とは水が外方の導水輪より内方の廻轉輪に流入するものをいひ外射式とは之に反して内方に導水輪を備へ其外方に廻轉輪を備ふるものをいふ。

(二)縦射式臥輪水車 (Axialturbine) は上方に導水輪を備へ其下に廻轉輪を備へ二輪

上下相重りて成れるものなり。

臥輪水車は大抵みな流動の反動によりて廻轉を起すものにして其廻轉の方向は水の射出する方向と反對なり。今横射式にして外射式なる臥輪水車の一例を舉げて之を説かんに第五十一圖の甲は其横断面を示し乙は其縦断面を示すものにしてsは導水輪bは廻轉輪なり。此兩輪には互に反方向に彎曲したる數多の車翼を備ふるが故に横断面に於て之を見るべしsの中心より小矢の方向に四方に流出する水はbに於て其方向を變じて流れざるを得ずして其一定の方向

圖二十五第



のみを取りて射出するの結果はbの車翼をして反動によりて大矢の方向に廻轉せしむるなり。此のb輪の廻轉は隨てまた其車軸たるwを廻轉せしむるが故に縦斷面に就て之を見るべし之より其廻轉運動を何種の機械にも傳ふるを得ること敢て説明するを俟たずと云ふべし。

縦射式の臥輪水車は第五十二圖の甲に其平面圖を示し乙に其側面圖を示すが如くAは導水輪にして固定して動かずBは廻轉輪にして矢の方向に廻轉するものなり。臥輪水車は大抵みな反動の作用によりて廻轉するもの(反動臥輪水車 Reaction Turbine)なりと雖も、しかも亦流水の衝撞によりて廻轉を起す一種類ありて之を衝撞臥輪水車(英語 Impulse Turbine)と名く。此ものは第五十二圖の丙に示すが如く總ての車翼が一時に水を以て充たされずして其一部分のみが水の働き

を受け實に其各車翼が順次に一定の位置に廻轉し來りたるときに於て衝撞を受けるものなり。反動水車は水頭十四五尺許にして毎秒の流量二百立方尺前後なるを最適とすれども衝撞水車は僅かに唯毎秒二十立方尺の水量にても足れるものとす、しかも其水頭は甚だ高きを要するものにして流下の高さ六百尺前後なるを最適となすなり。

第四節 風力及び風車

風力は最も廉價なる動力なりと雖も其力甚だ不定なるを以て之が利用には少くとも左の諸件に合格することを考量せざる可らず。

- (一) 其場所が風力を用ふるに適すること。
- (二) 其仕事が連続して行はれざるも不可なき仕事なること。
- (三) 風力適當なる時に於て十分に仕事をなさしめ其結果の一部分を貯へて以て無風の時の用に供すべきこと。

この第一の條件は風車を設くるに就て必ず先づ注意せざる可らざるものなり。

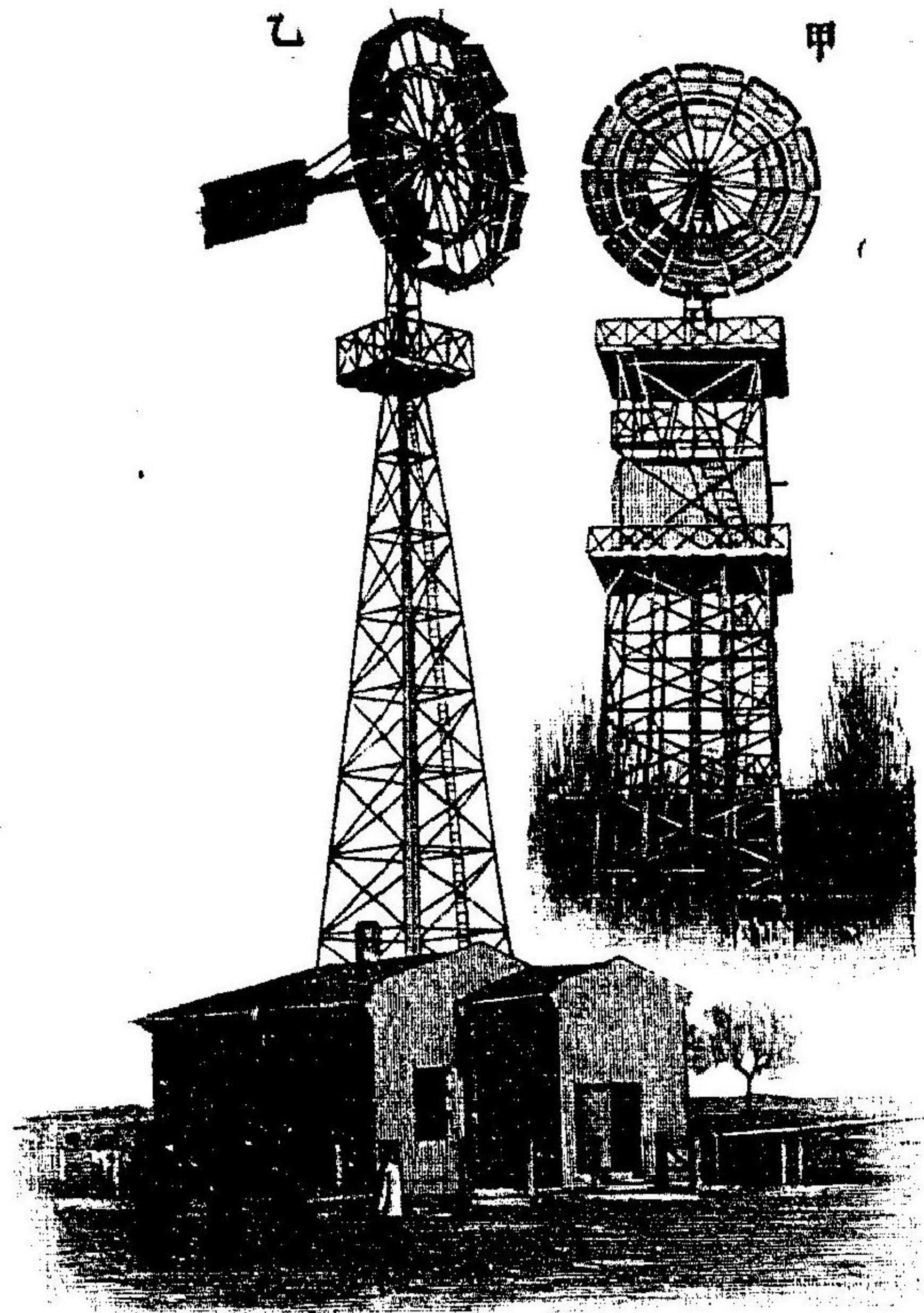
風車の廻轉には毎秒四米以上の風速を要し、其最も適當なる風速は毎秒七米前後なるが故に疾風(六米乃至十米の風)多ければ風車を設くるに適せりと云ふべし。されど烈風颶風は風車を破損するの害あるが故に速度過大なるもの多ければ亦不適なりと云はざるべからず。歐洲にての計量によれば其内地に於ては年間風車に適するの風速ある日を平均約百五十日とし、和蘭及北獨逸地方にては同二百八十日を數ふといふ。該地に風車の用ひらるゝこと多きは蓋し故ありと云はざる可らず。顧みて我邦の氣候を察すれば時に暴風の害を受くべきの恐なきにあらずと雖も、風車の利用に於て決して不適の地なりと云ふべきにあらず。試に東京に就て一年間(明治四十一年の觀測)を調査せしに毎秒四米以上の風を觀測したる回数(毎時觀測)は各月に於て次表の如し。

一月	二月	三月	四月	五月	六月
二八一	二八九	四〇六	三七四	三五九	二五九
七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
二〇九	三〇四	二五〇	一五五	二二七	二五四

機 動 發 び 及 力 動

第二の條件に最適なる仕事は揚水、米搗製粉等の如き仕事なるが故に風車は多く此等の仕事を行ふに用ひられて殊に多く揚水に利用せらる。揚水は風力適當なる時に於て十分にその仕事をなせば其水を水溜に貯へ置きて無風の時にも之を使用することを得べきの便あり。近時はまた風あるときに於て風車によりて發電機を動かして蓄電池にその電力の一部分を貯へ、依りて以て連続的の仕事なさしむるの工夫も成れり。但今日に於ては蓄電池の設備に費用を要すること多大なるを以て未だ廣く實際に用ひらるゝに至らずと雖も蓄電池の製造進歩して廉價なるを得ば風力の利用は蓋し著く其擴張を見るべきものなり。風車の最も粗にして簡なるものは近時邦内所々に見る所の藁蓆を以て其車翼となしたるものなり。こは暴風によりて忽ち破損することは勿論なりと雖も其修復の費甚だ少きが故に小農の用に供するに頗る可なり(三重縣松坂町附近、靜岡縣濱松附近、栃木縣下都賀郡等に此類の風車を見る)。木板を以て車翼としたる極めて簡單なる小形の風車は長野縣諏訪湖の邊に於て多數水田に裝置せられたり。此湖邊には地下に肥養分に富みたる水を存するが

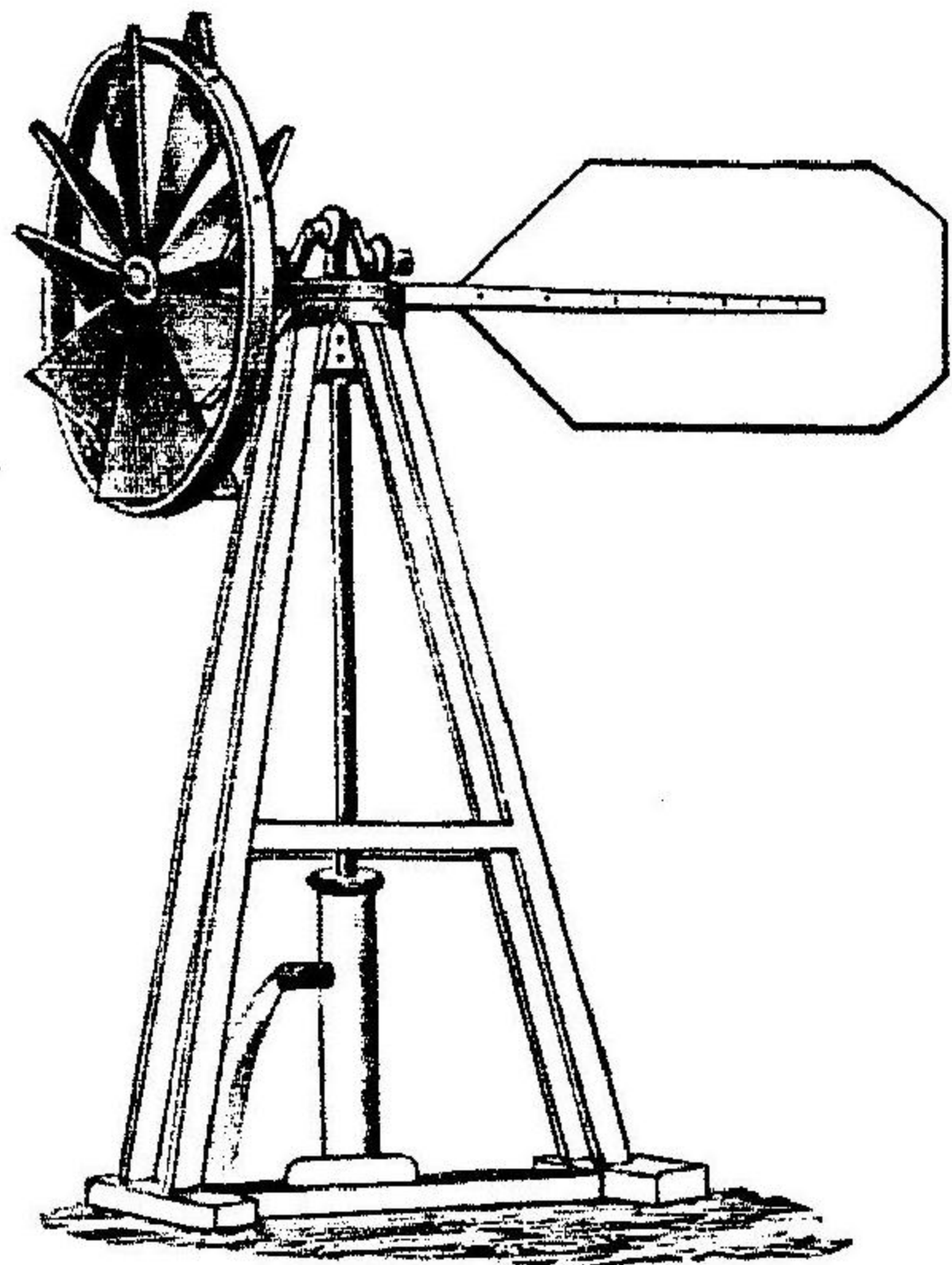
圖 四 十 五 第



らるゝに因れりとは雖も而も亦構造を簡にして可成廉價ならんことを欲するが爲なり。此風車にて揚げ得る水量は一分間に二斗乃至三斗に過ぎず。最も進歩したる風車として近時多く歐米に用ひらるゝものは風力の強弱により

て自動的に其廻轉を調節し、風力過大なるに際しては風車はその廻轉の遠心力によりて自ら其車翼を風の方向に平行ならしめ風をして唯だ其の翼間を吹き通らしめて廻轉を止むるものにしてハラデー

圖 三 十 五 第



應ずるが爲めの舵を備へざる可らず。然るに此湖邊の風車には全くこの軸を水面上に廻轉せしむるの装置を缺けり、これ此地方の風位が主として唯南北に限

三圖の如き構造を有して風位の變に轉するを要し其完全を望まば第五十
 六寸厚三分なる木板を附着して車翼となしたるものにして車軸は普通東西の方向に横りて其方向を變ずることなし。一般に風車は其車の廻轉面が常に風の方向に直角ならんことを要するが故に車軸は常に縦に廻轉するのみにあらずして更にまた横に廻轉するを要し其完全を望まば第五十
 三圖の如き構造を有して風位の變に轉するを要し其完全を望まば第五十

(Halladay) 式風車即ち是なり。此風車は殆ど其全體が鋼鐵製たるのみならず此の自動的調節の装置あるによりて暴風の爲に破壊せらるゝを免るゝものとす。第五十四圖の甲は此風車が適風によりて廻轉しつゝあるの状を示し乙は風力過大の爲に其車翼を散開して廻轉を止めたるの状を示したるものなり。

第五節 汽力及汽罐

水を密閉せる器内に置き之を熱するときは遂に沸騰して盛に蒸気を発生し而して其蒸気の最大張力は温度百度の場合には一大氣壓即ち一平方呎の面に對して一〇三三斤の壓力に等しと雖も熱を加ふること愈多くして沸騰の温度愈昂昇する場合には其張力亦愈増大するものにして實にこの張力とこの温度(沸騰點)との關係は下表に示すがごとし。

蒸氣の張力(大氣壓)	一	二	三	四	五	六	七	八
沸騰點(攝氏の度)	一〇〇	一二一	一三四	一四四	一五二	一五九	一六五	一七〇

されば高温度によりて沸騰發生する所の高張力の蒸気は大なる仕事を爲さしむ

るに適するものにして實に近代文明の利器たる蒸気機關はこの高張力の蒸気力を利用するの發動機なりとす。

高張力の蒸気を発生せしむるに要するの熱量は低張力の蒸気を発生せしむるに要するの熱量よりも大なることは勿論なりと雖も然もこの張力によりての差異は著大なるにわらずして所要熱量の大小は主として蒸気に變ぜしむる所の水量の多少に關するものなり。何となれば〇度の水一呎を七度の蒸気に變ずるが爲めの所要熱量(W)は

$$W = 606.5 + 0.305t \text{ カロリー}$$

にして前表の温度に照らして之を算するときには種々なる張力の蒸気を生ぜしむる爲めの熱量は下表の如くにすべて略相近ければなり。

蒸気の張力(大氣壓)	一	二	三	四	五	六	七	八
攝氏〇度の水一呎を蒸気とするに要する熱量	六三七	六四三	六四七	六五〇	六五三	六五五	六五七	六五八

されば實用的計算に於ては張力の如何は之を不問に置ても大なる不可なく獨り唯其蒸發すべき水量に就てのみ其所要熱量の多少を問ふべし。



一定量の燃料が其燃焼によりて幾何の熱量を出すべきかは燃料の種類によりて異なるものにして、今中等なる石炭の出すべき熱量を單位として他を計るときは凡そ次表の如し。

無煙炭	一、〇八	木炭	〇、九三
十五%の灰分を含めるコークス			〇、九一
褐炭	〇、六七	三〇%の水分を含める泥炭	〇、四九

石炭の一盪は其完全に燃焼する場合には約七千五百カロリーの熱を出すものなれば石炭を用ひて蒸気を発生せしむるとすれば石炭の一盪は約一一、七二盪の水を蒸發し得べき計算にして(一盪の水を蒸發するに要する熱量を六百四十カロリとすれば $\frac{7500}{640} = 11.72$)而して熱の仕事當量は一カロリに對して四百二十四米盪なるが故に今若し一時間にして一盪の石炭を費すの蒸汽機關ありとすれば此機關の効程は約一一、八馬力なる計算となるべし即ち

$$\frac{7500 \times 424}{75 \times 60 \times 60} = 11.8$$

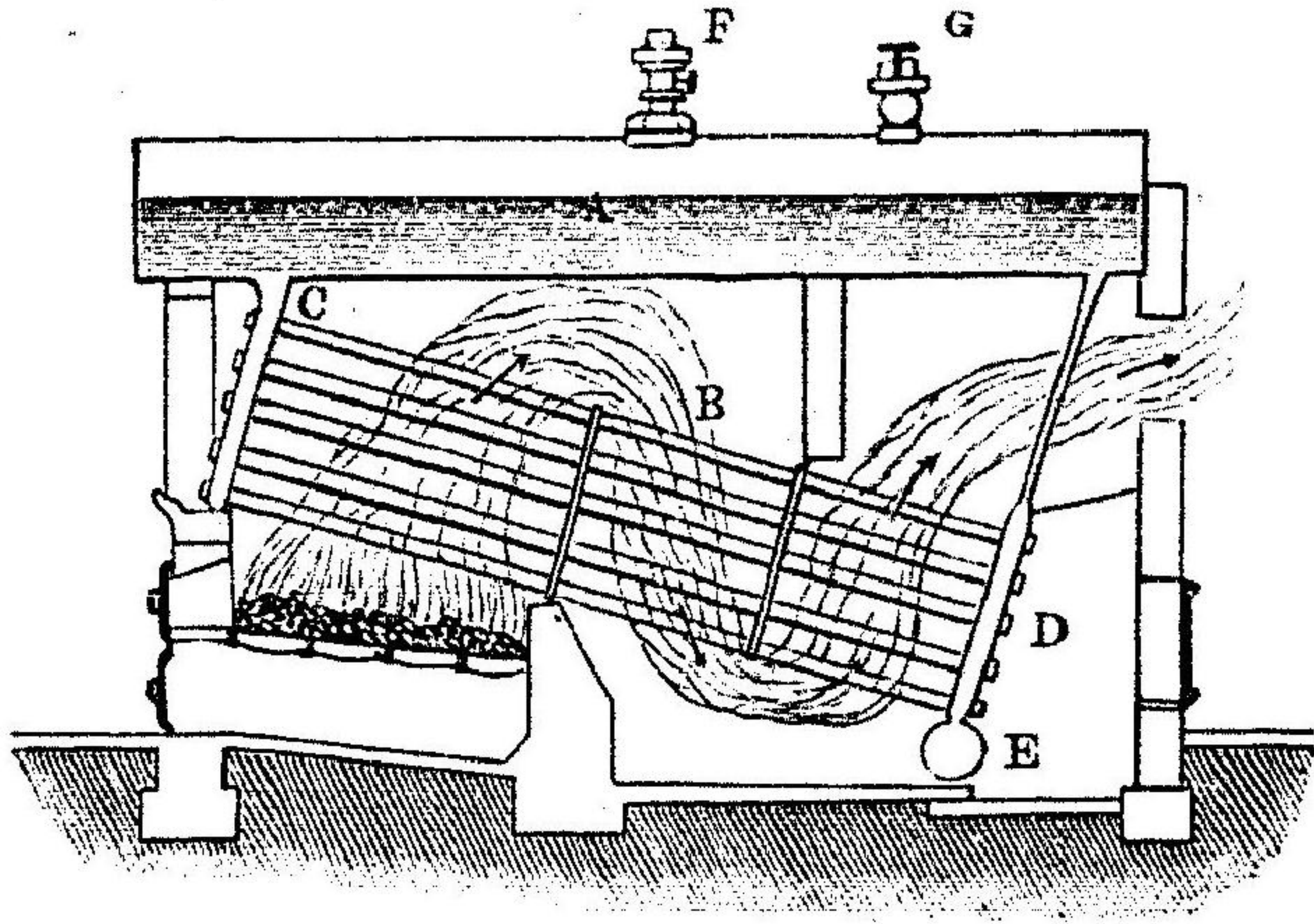
されど實際に於ては此計算に比して遙かに低き効程をなし得るに過ぎざるもの

にして近代進歩したるの良機關と雖も其效率は約一〇%前後に過ぎざるを例とし(最良も一五%を出でず)實に一時間一盪の石炭の消費にては僅に唯一馬力前後を出すに過ぎざるものとす。これ一には機關に副作業を存するに因ることは勿論なりと雖も而も亦石炭の完全に燃焼せざる結果なりとす。

石炭は汽罐の爐に於て普通に完全に燃焼せざるものにして尙其燃焼すべき物質が煤煙として煙突外に遁るゝを例とし而して其燃焼によりて發する所の熱も亦全部盡く蒸發に用ひらるゝにあらざして無用に消費せらるゝこと亦少なからず。故に效率の向上に就ては汽罐の改良は最も急務にして汽罐としては須く左の諸要件を具備することを希はざる可らず。

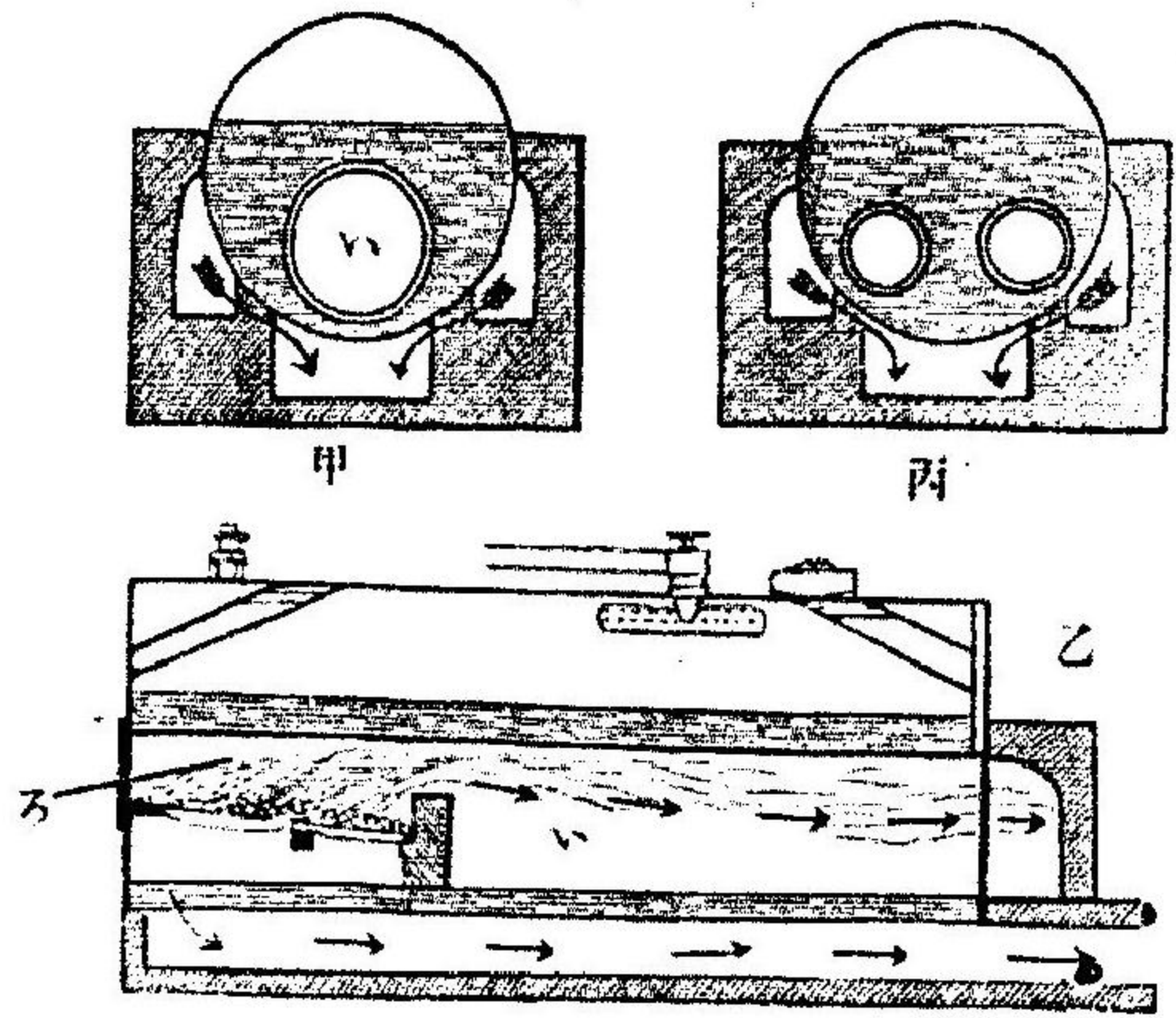
- (一) 爐は燃料を可成有效に燃焼せしむべき構成なること。
 - (二) 燃焼によりて發する熱は可成有效に水及蒸汽に傳へらるゝの構成なること。
 - (三) 汽罐はよく蒸汽の高張力に耐へ安全耐久にして且つ取扱に便宜なること。
- 今日まで世に出でたるの汽罐には其種類甚だ多きが故にこゝに一々に説述すること能はずと雖も方今如何なる状態に進歩しつゝあるやの概略を示すが爲に左

圖 六 十 五 第



を増大せしめたり。されど又管内に火氣を通じて其管外の水を熱するよりも管内に水を通じ管外より熱するの優れるを發見して水管式汽罐 (Water-Tubular Boiler)

圖 五 十 五 第

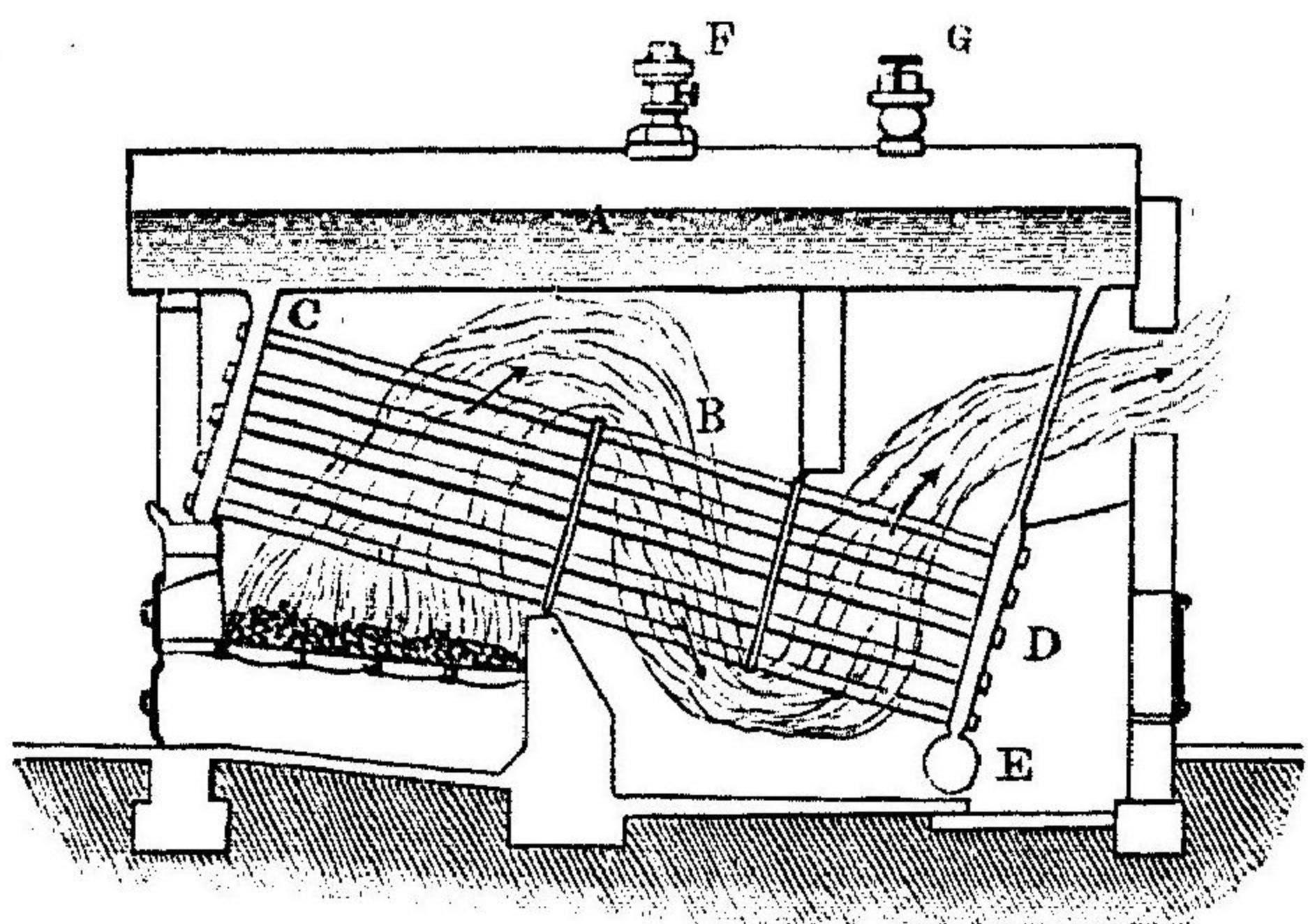


ては爐は汽罐の下に設けられ煉瓦壁によりて構成せられたるが故に火熱の大部分は煉瓦壁の爲に吸収せられたれども此汽罐に於ては其熱をして大に十分に水

に一二の主なる汽罐を略説することゝすべし。先づ第一に有名なるコーニッシュ式汽罐 (Cornish Boiler) を説かんに此汽罐は第五十五

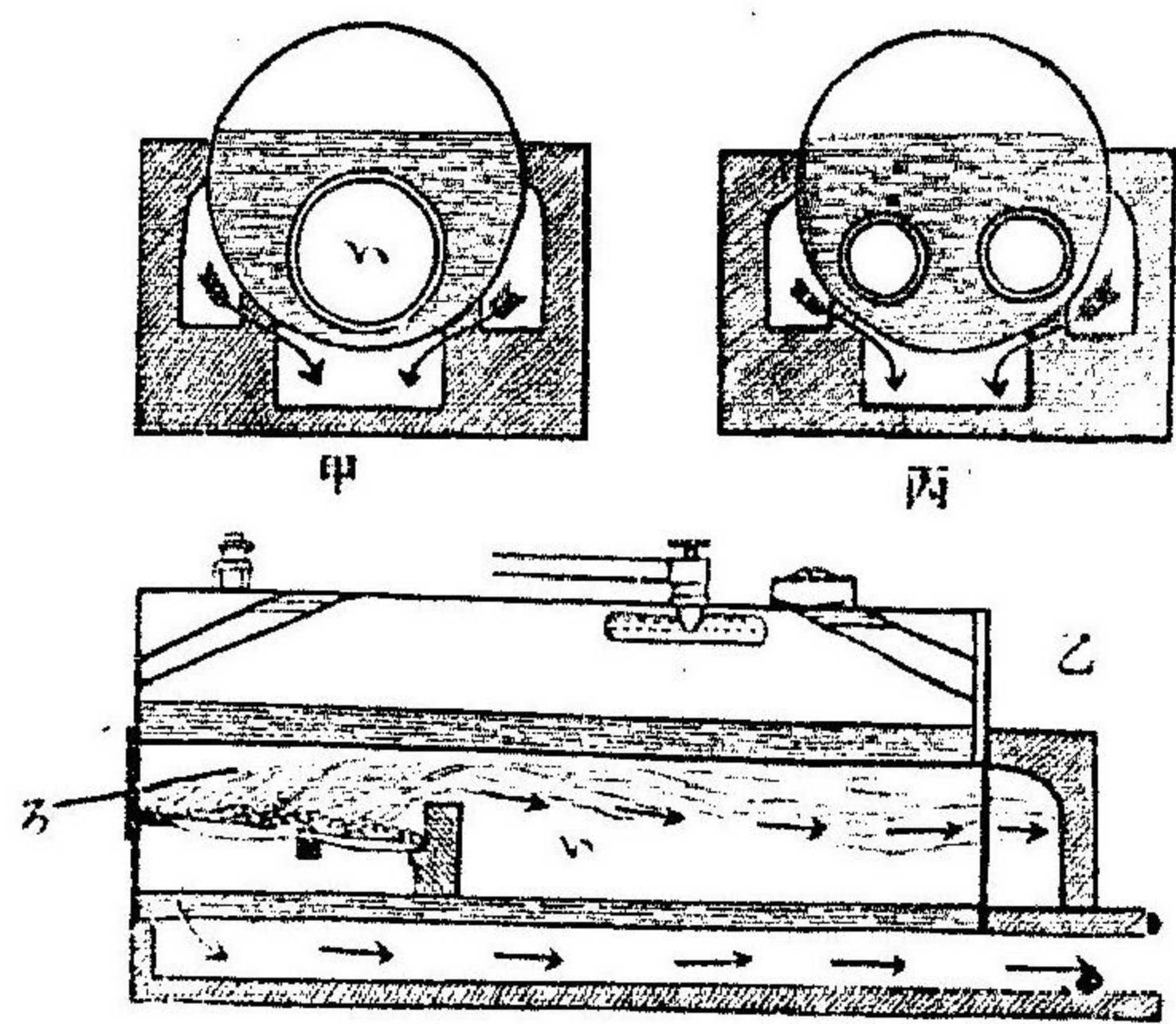
圖の甲に於て其横斷面を略示し乙に於て其縦斷面を略示するが如く其罐は中空の圓筒にして數多の鐵板に鍍釘結合を施したるものより成り其内部に圓筒形の火管 (Fire Tube) を設け其火管の前に爐 (Furnace) を設けたり故に火煙は此の爐より發出して矢の如くに内部の火道を通過後端に至りて汽罐の左右に出で左右兩側の汽罐壁に沿ふて逆行し前端に至りて汽罐の下に出で之より汽罐下を通過して遂に後部の煙突に出づることゝなれり。此汽罐の發明前に於

圖 六 十 五 第



を増大せしめたり。されど又管内に火氣を通じて其管外の水を熱するよりも管内に水を通じ管外より熱するの優れるを發見して水管式汽罐 (Water-Tubular Boiler)

圖 五 十 五 第



に一二の主なる汽罐を略説することゝすべし。先づ第一に有名なるコーニッシュ式汽罐 (Cornish Boiler) を説かんに此汽罐は第五十五

図の甲に於て其横断面を略示し乙に於て其縦断面を略示するが如く其罐は中空の圓壘にして數多の鐵板に鑲釘結合を施したるものより成り其内部に圓壘形の火管 (Fire Tube) を設け其火管の前に爐 (Furnace) を設けたり故に火煙は此の爐より發出して矢の如くに内部の火道を通過し後端に至りて汽罐の左右に出で左右兩側の汽罐壁に沿ふて逆行し前端に至りて汽罐の下に出で之より汽罐下を通過して遂に後部の煙突に出づることゝなれり。此汽罐の發明前に於ては爐は汽罐の下に設けられ煉瓦壁によりて構成せられたるが故に火熱の大部分は煉瓦壁の爲に吸収せられたれども此汽罐に於ては其熱をして大に十分に水

を熱する爲に用ひしむることを得たり。但

此の内部焚火の汽罐は其大なるものに於ては其火管の直径も亦從て大ならしむるを要すると雖も火管を大ならしむるときは汽罐の強固を弱むると甚しきを以て更に火管を二本にするの工夫成れり之をランカシャー式 (Lancashire Boiler) と名く第五十五圖の丙に其横断面を示すもの是なり。其後火管を三本にせしものあり。三本よりも著しく多數のフリューを用ふるもの即ち多管式汽罐 (Tubular Boiler) と稱するものに於ては爐を罐外に設け罐に夥多なる小火管を通じて熱氣の接觸面

と稱するもの成れり、バブコック及ウイールコックス式汽罐の如き即ち其うちの優良なるものなり。

「バブコック」及「ウイールコックス」式汽罐 (Babcock & Wilcox Boiler) の特長は水管式に通有なる長所即ち傳熱面の廣き割合に重量及容積小く且つ強固にして高張力に耐え而も蒸汽の發生甚だ速かなるの優點を有するのみならず多くの水管式に於て缺點とする所の掃除に不便なる點を除き加ふるに水の循環を良にし而も各部の膨脹を自由にして破損の患を除くことによく留意したるにあり。今その構造の概要を述べんに、此汽罐は第五十六圖に於て其縦斷圖を示すが如く上に汽水罐(A)を備へ其下にやゝ斜に多數の水管(B)を装置し而して此水管と上の汽水罐とを連ぬるに前後兩部の水管連結室(C及D)を以てし其後部なるDの下端には水中の泥土及び其他の沈澱物を排出すべき爲めの泥土室(E)を設け。爐は水管前部の下に設けて水管の間を三室に區分し火氣をして先づ前室内水管の間を通過して汽水罐の底面に當らしめ、次で此前室より中室に入りて水管の間を下降せしめ、再び後室に於て管隙を上昇して之より烟突に出でしむるものとす。されば水管は其各部分

況

論

のうち前室内の部分即ちその上部が最も多く熱を受けて高温度となるが故に其内の水は他部に先ちて上行して汽水管に入り隨て下部の水は之に代て上行し來り之を補ふが爲に又汽水罐より後部の連結室内にて水の下行を起し、かくして水の循環流動を發起するの結果は管に全部の温度を一様にして且つ速に高温度に上らしむるのみならず水中固形物の傳熱面に沈澱附着するを防ぎ其沈澱物をして下方の泥土室に集らしむることゝなるなり。汽水罐の上部にあるFは安全瓣にしてGは蒸汽輸送瓣を示すものとす。

汽罐に於て石炭の熱エネルギーを十分に利用するに就ては一層完全に石炭の燃燒することを計らざる可らず。烟突より煤烟の出づるは其尙燃燒を全ふせざるの證なれば完全の燃燒に就ては煤烟を出さざるの工夫を運らざる可らず。此工夫は近時我邦に於て林喜代造氏によりて發明せられたり(特許一五五九九號K H式無烟燃燒裝置)其工夫の要は爐上に壓迫空氣を送りて水管に沿ひたる鐵管の所々より火焰中に向て此空氣を噴出せしむるにあり。勿論この空氣を壓迫して管内に輸送するの作業は蒸汽力の一部を割て之をなさしむるものなるが故に

此作業をなす爲めのエネルギーはそれだけ多く汽罐に消費せらるゝの理なりとは雖も其完全に燃焼するが爲めに効率を高むること若し著大ならば(林氏はバブコック式汽罐の効率二四%なるに對して氏の装置を用ふるときは其効率を六八%に上らしむべしと揚言したり。惟ふに六八%は過大なるべきかの疑あれども効率の向上は蓋しこれあるならん、今尙試験中に屬す此消費は毫も之を惜むべきにあらざるものなり。

一般に汽罐には種々なる附屬器を備ふるを例とし其主なるものを壓力計(Pressure Gauge)水面計(Water Gauge)及び安全弁(Safety Valve)とす。

壓力計は汽罐内に於ける蒸汽の壓力が幾許なるかを指示するものにして汽罐の前面に裝附せるを常とし火夫は常に此ものゝ指針に注意して火力の加減をなすべきものとす。

水面計は汽罐内の水面が何れの高さにあるやを示す爲めのものにして汽罐に連通せる玻璃管を汽罐の前面に裝置せるものなり。水の減少或度を超れば汽罐の破裂する患あるを以て之も亦壓力計と等しく常に注視して過失なからむことを

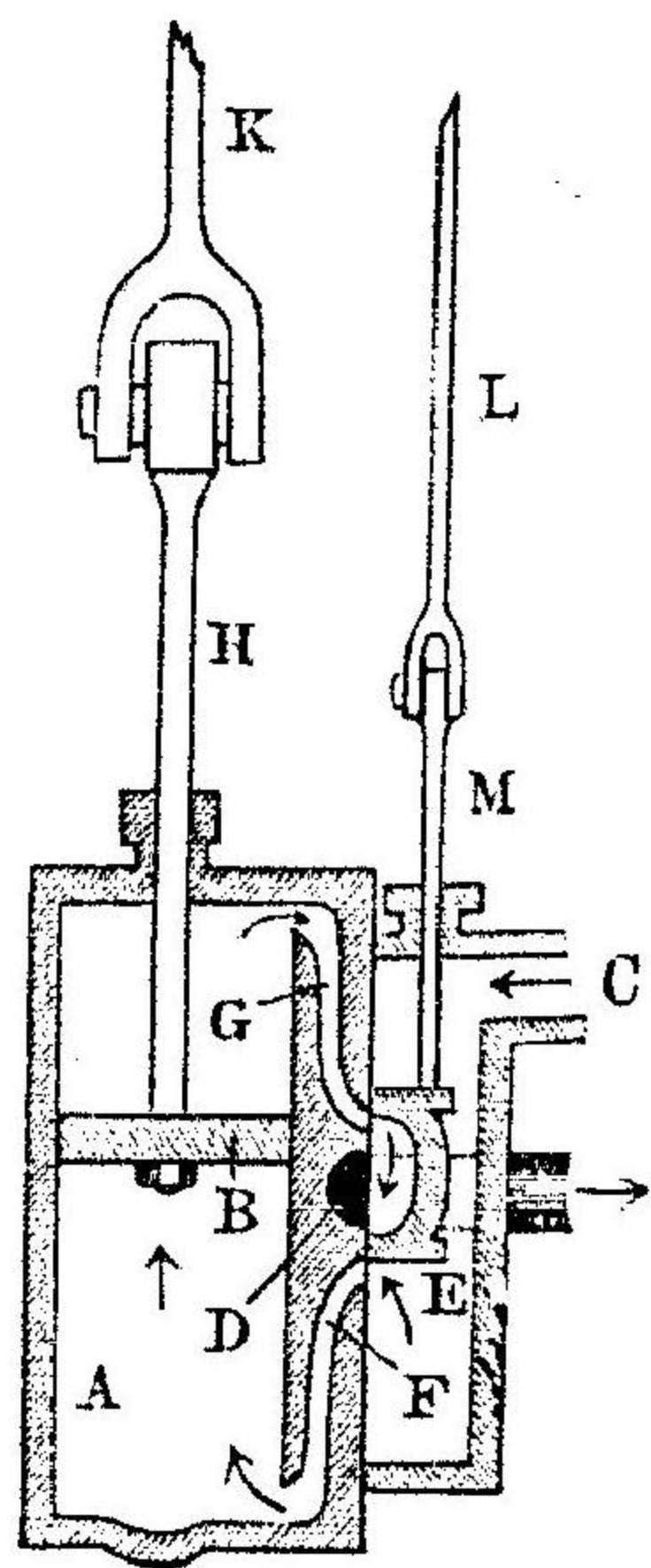
勉めざる可らず。此水面計を見るの外更に活栓(Cock)を開きて水を噴出せしめ、因りて以て水面計の正否を試験することは忘却すべからざることなり。

安全弁は蒸汽の張力一定の高さに達すれば自ら聞きて蒸汽をして汽罐外に逃しせしむるものにして依て以て汽罐に破裂の虞無らしむるものなり。其構造は一定力の重錘又は彈條を以て弁上を抑壓せしむるものにして或は挺子の装置によりて其壓力を加へたるものあり。

以上の外に罐内の水面或度に下降すれば自ら汽笛を鳴らすの装置を設けたるものあり、之を低水警報器 Low water Alarm と名く、又可鎔栓を爐の頂上に裝置せるものあり、コハ鎔解點の低き金屬にて製し其一端を爐の火焰に觸れしめて他端を罐内の水に接せしめたるものにして水の減少に際すれば自ら鎔解して蒸汽を爐内に噴出せしむるが故に之亦自動的に水の不足を警告して破裂の患を防ぐ爲めのものとす。

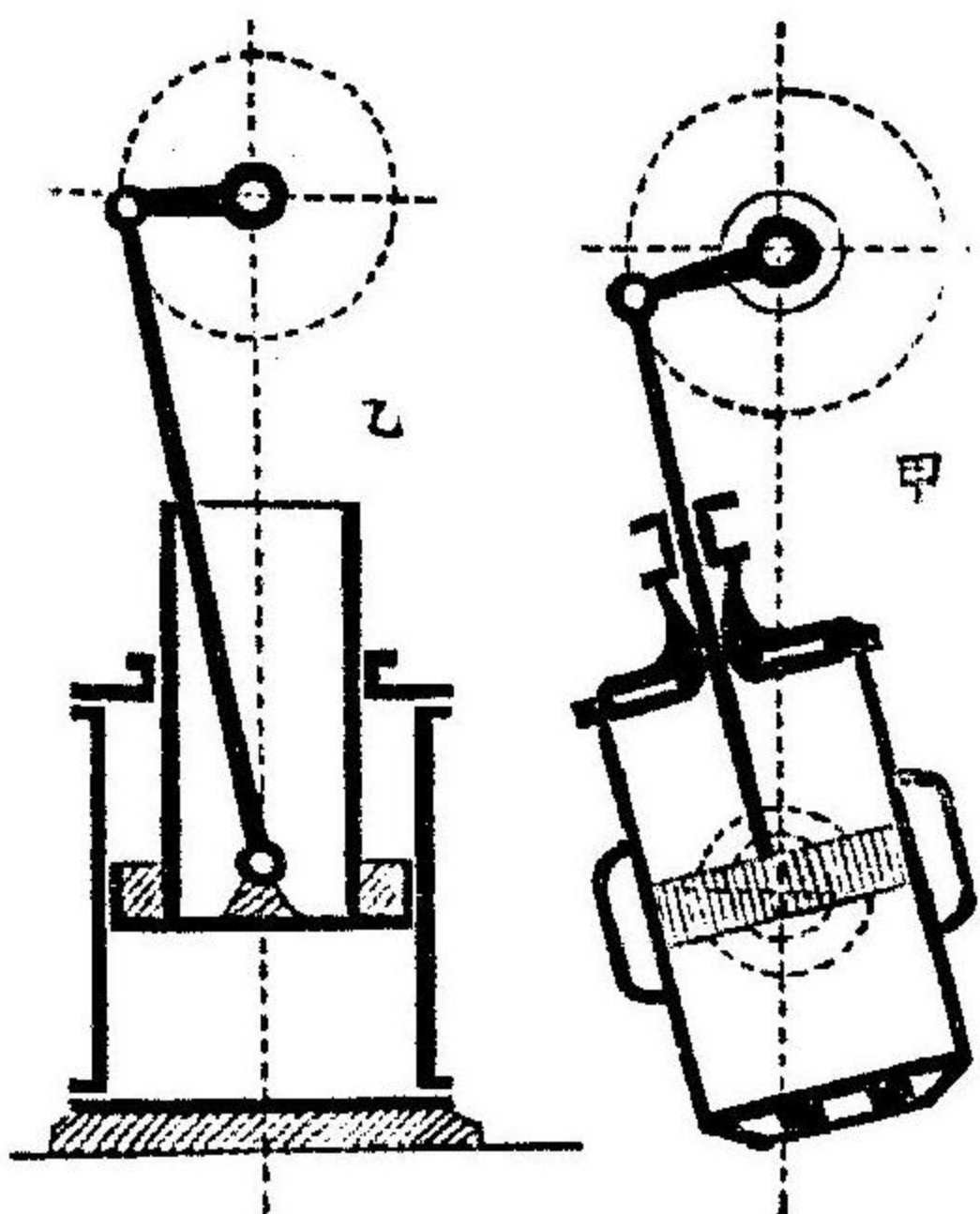
第六節 蒸汽機關

圖七十五第



汽罐に發生せし蒸汽を輸送して其張力を以て機械的運動を發起せしむるの装置を蒸汽機關と名く。今日にありては此機關の構造は實に多種多様に隨て種々に類別せらるゝと雖も今一般に其主要部分の概要を述べれば汽筒 (Cylinder) と名くる圓筒内に動き鏢 (又は唧子英 Piston 獨 Kolben) を備へ、蒸汽をして此の動き鏢の兩面に交互に其張力を作用せしめて鏢に進退的運動を發起せしめ此進退的運動を杆に傳へて其進退杆の運動を廻轉的運動に變ぜしむることは前に第三十六圖に示したるの装置の如し。今茲には如何にして交互に蒸汽を鏢の兩面に働かしむるやに就ての構造法を説かんに、第五十七圖は即ち其概要を圖示するものにして A は汽筒を示し B は動き鏢を示し C は汽罐より蒸汽の入り來る通路を示し D は此汽筒より蒸汽を放出するの放汽口を示し E は「滑り瓣」 (Slide Valve) と名くる滑動すべき瓣を示すものとす。今先づ「滑り瓣」が圖の如き状態に位するとして此場合に蒸汽が C

圖八十五第

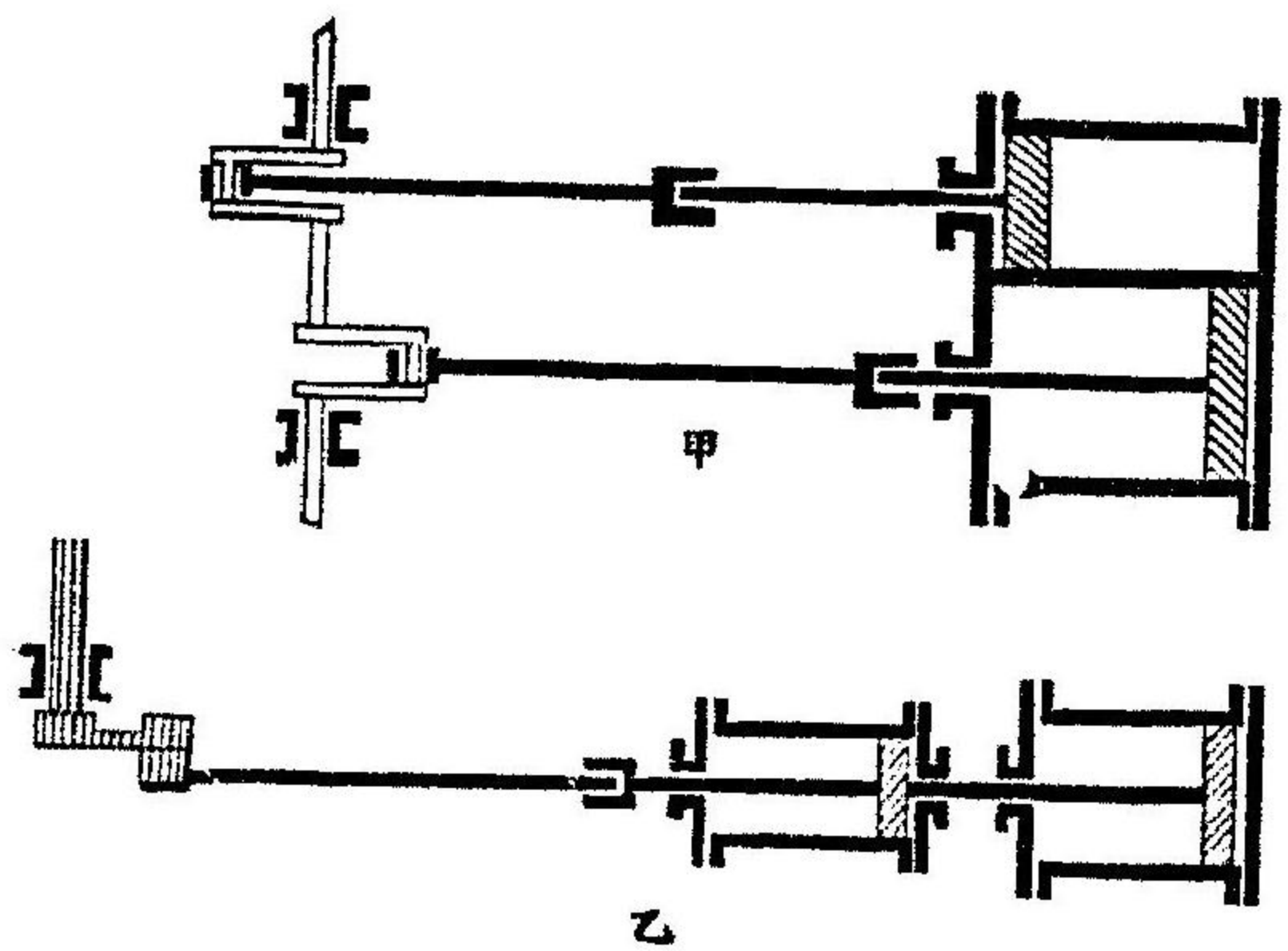


より入り來るとすれば、其蒸汽は矢の方向に F の孔より汽筒内に入りて B の鏢を壓上すべし。此時前に此の鏢の上方を充したる蒸汽は G の孔より D の放汽口を通じて出で去るものとす。然るに「滑り瓣」は斷へず進退的に滑動するものにして一時此圖の如くに F 孔をして C と A との通路たらしむと雖も忽にまた之を遮斷して G 孔をして之に代らしむるが故に此場合に於ては蒸汽は逆に汽筒内に入るを以て鏢は乃ち壓下せらるゝなり。而して此の鏢の上下する直線的運動は鏢に附せられたる進退杆 (H) より連杆 (K) に傳はるによりて曲柄 (英 Crank 獨 Kurbel) に働きて車輪を動すの廻轉運動となり、此廻轉的運動はまた更に其軸に附せられたる偏心輪 (Eccentric) によりて (L) 杆より (M) 杆に傳はりて進退的運動となり此 M 杆の進退は即ち滑り瓣の滑動を起すものとす。

蒸汽機關の主要部は大要右に述べたるが如き構造をなせども、しかも其の汽筒と曲柄軸

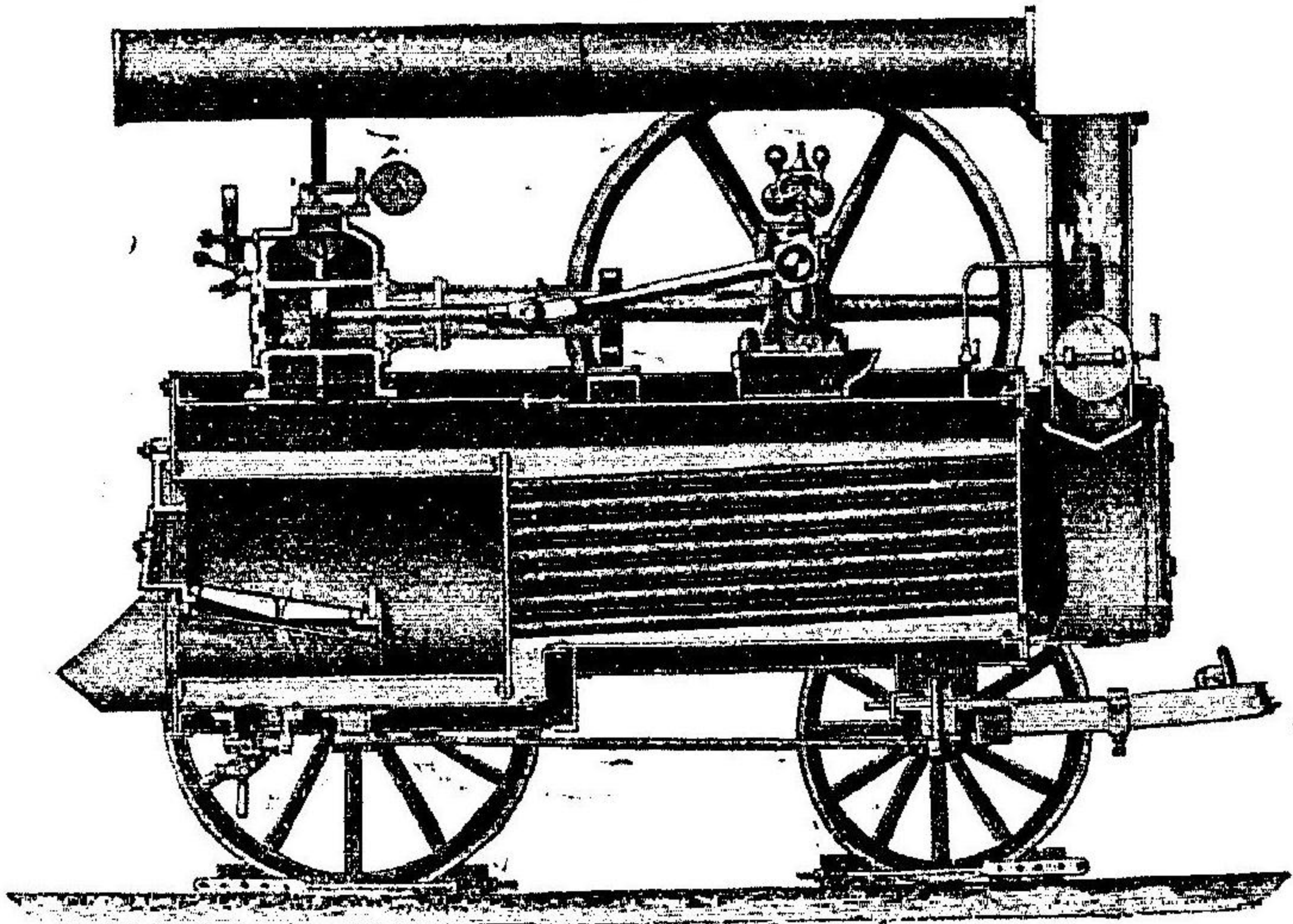
名稱あり。
 以上に記したる主要部の外に機關には更に尙數種の附屬装置を備ふ即ち節動輪 (Flywheel) 調速機 (Governor) 凝結機 (Condenser) 等是なり。節動輪は曲柄によりて生ずる廻轉運動の不平等速を調節して等速の廻轉とならしむる爲めの重き大輪にして曲柄軸に装置せられて其軸と共に廻轉するものなり。既に曲柄の條下(第三十六圖に就て)に説述せし所あるが如く進退的運動が廻轉的運動に變ずるに當りては曲柄は其一廻轉毎に二回死點を通過するものにして死點に近くに隨て其廻轉の速力次第に減じ死點に於ては零となるが故に此死點に於ても尙平等なる廻轉速を有せしめんが爲に前の運動の惰性を利用せんとして可成其運動量の大なるべき重き車輪を用ふるものなり。
 機關の廻轉速度は常にその毎回の廻轉に於て曲柄の位置に關して差異を生ずるの不都合あるのみならず更にまた一定時内の廻轉數が場合によりて變ずるの虞あるものにして例へば第一秒時には六廻轉せしものが第二秒時には五廻轉とな

圖 九 十 五 第



一三八
 (Crank Shaft) とは或は共に水平の方向に横りて同一の水平線に存するものあり之を横機關と名く或は曲柄軸の直上に汽筒を備へたるものあり(前圖の如く曲柄軸の下に汽筒を装置せるものと共に之を縦機關と名く)而して又Kの如き連杆を有せずして鏢の進退杆が直接に曲柄軸に連るものあり。此ものに於ては軸の廻轉は汽筒を左右に振搖せしむるにあらざれば進退杆が自ら筒内に於て左右するの運動をなさざる可らず。前者即ち汽筒の搖くもの(第五十八圖甲)は之を筒搖機關 (Oscillating engine) と稱し後者即ち進退杆の搖くものは之を「トランク機關 (Trunk engine) と稱す、これ其進退杆が「トランク」と名けられたる筒内に於て搖くこと乙圖に示すが如くなるが故なり。而して又二個以上の汽筒を備ふるもの(第五十九圖甲乙の如き)は複式機關 (Compo-

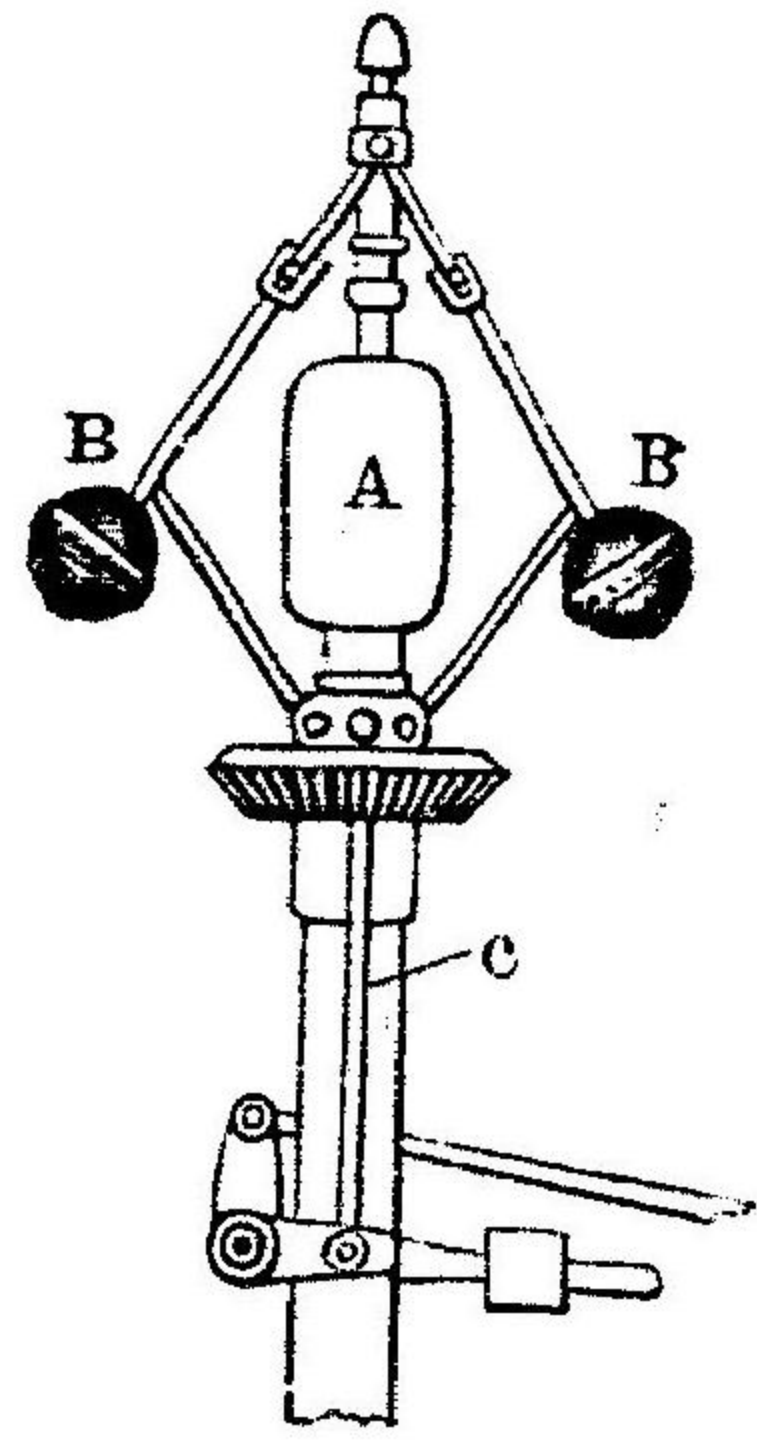
圖 一 十 六 第



凝縮機は汽筒の放汽口より放出さるる蒸気を凝縮して水とならしむる部分にして真空室と名くる室内に蒸気を導き之に冷水を噴射せしめ其蓄積する所の水を唧筒によりて排出するの装置を設けたるものなり此排水は或は之を棄却するあり。或は之を汽罐の給水として用ふるものあり。

蒸汽機關は通例汽罐の上に裝附せらるるものにして而して汽罐と共に一定處に設置せらるるものと、場處を移動して用ふべきものとの別あり。前者は静止機關と稱し後者は持行機關と名く。持行機關は車上に裝置せらるること第六

圖十六第



は遠心力を利用して其調節を行ふを例とし之を飛球調速機 (Fly-Ball Governor) と名く。飛球調速機は大體第六十圖に示すが如き構造のものにして調車又は齒車によりて曲柄軸の廻轉を傳へ曲柄軸よりも數倍速かに垂直軸(A)の周廻に二個の球錘を廻轉せしむるなり(曲柄軸の廻轉速度が大なる機關に於ては直接に其曲柄軸に此調速機を裝附せるものあり)然るときは速度過大なるに當りては二球は其遠心力によりて高く上方に飛揚するを以て隨て腕杆(C)を扛上して之によりて汽罐より汽筒に蒸汽を通ずるの通路を縮小し隨て蒸汽量を減せしめて因りて以て廻轉速を減小せしむるに至らしむるものとす。

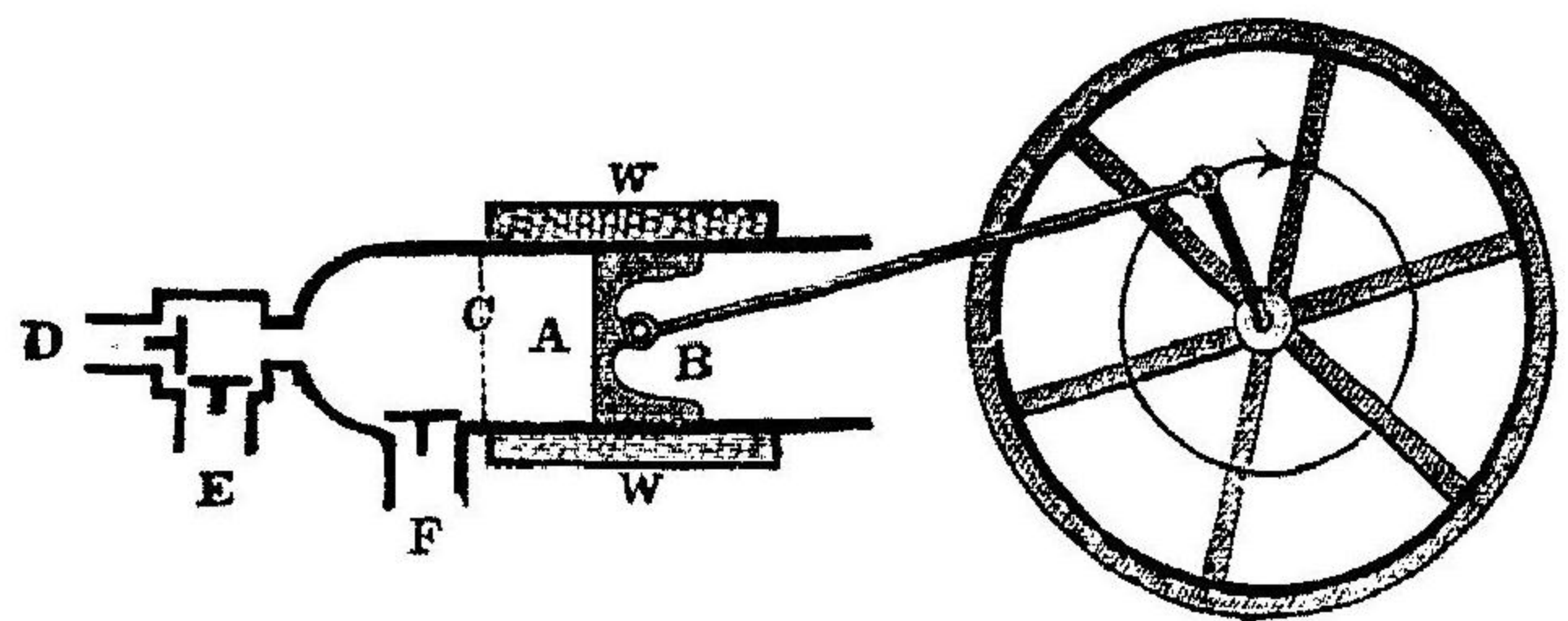
十一圖に其の一例を示すが如く、農業上には多くは此の類の持行機關を用ふるを常とす。

第七節 瓦斯及石油機關

瓦斯機關は石炭瓦斯の如き可燃性の瓦斯と空氣との適度に混合せられたるものに點火して其爆發し膨脹する力を利用して機械的作業をなさしむるものにして、石油機關は石油をして先づ熱に觸れしめて揮發して瓦斯體とならしめ之に適宜の割合に空氣を混和して更に點火することによりて爆發して大なる張力を生ぜしむるものなり。而して若し豫め其混合瓦斯を壓縮し置くときは其爆發より生ずるの張力は更に一層強大なりとす。

瓦斯機關の主要部は圓筒と動き鏢ピストンとより成りて、鏢より曲柄クランクを以て車輪を廻轉せしむることは蒸汽機關の主要部の如し、されど瓦斯機關に於ては其圓筒が一方に於て開放せられ鏢は唯一方面より受くるの壓力によりて壓進せらるるに過ぎざるものにして之が進退的運動は其一次び壓進せられたるの運動量を重き節動輪

圖 二 十 六 第



に享受せしめて之より進退杆を以て動き鏢に連結せしむるによりて成果するものなり、即ち蒸汽機關にありては蒸汽が鏢の兩側面に交

互に其壓力を及ぼすが故に鏢の各動は何れも皆作業の供給を受くるものなりと雖も瓦斯機關にありては多くは鏢の四動に對して僅に其一動のみが作業供給を受くるに過ぎざるを例とす。尙稍詳かに之を説かんに第六十二圖は此機關の要部を例示するものにしてAは圓筒、Bは動き鏢、Cの點線は此鏢の後退すべき極限の位置、Dは瓦斯の入口、Eは空氣の入口、Fは廢氣の出口なりとす。今先づ鏢が圖の如き位置を占めて既に前進の途にありとせば此前進は節動輪を廻轉せしむるによりて起る瓦斯と空氣とは各其入口の瓣を開きて筒内に吸入せらるべく、既にして鏢が此前進の一動(第一動)を終りて夫より後退を始むるに至れば瓣は總て閉ぢらるるが故に混合

瓦斯はこの際(第二動に於て)に壓縮せらるべし、かくて鑄が再びまた前進を始めんとするの時に於て此瓦斯に點火するときは即ち爆發して其力は此に於て(第三動に於て)鑄に働くものにして之より其前進を終りて鑄の後退する前(第四動の前)には下の瓣を開きて爆發後の廢氣を排出し去らしむるものとす。以上四動を總べて之を一サイクル(Cycle)とす。瓦斯機關の發動作用は右の如き次第なるを以て此機關には蒸汽機關に比して特に割合に重大なる節動輪の裝置を要し、而して又爆發の結果は其都度圓筒を熱するが故に筒外より常に水を以て之を冷却するを要し(前圖のWWは水を示す)別に又點火の爲めの裝置あるを要し、排氣の瓣を開く爲めの裝置をも要す。この瓣を開く爲めの裝置は多くは廻轉すべき螺旋軸と瓣との結合にして而して其螺旋軸の廻轉運動は曲拐軸より之を傳受して曲拐軸の二廻轉毎に一廻轉をなすものとす。又混合瓦斯に點火するの裝置は主にブレンセン焰を以て圓筒外に於て鍊鐵管を白熱するの裝置にして而して此鐵管の一端を圓筒に挿入して其管中より圓筒内に動き鑄の通過後に於て熱瓦斯を通ぜしむるものなり。以上の外向大なる瓦斯機關に於ては其起動の爲に最初小形の瓦斯

機關を附屬せしめて用ふること行はる。これ小形なる瓦斯機關の起動は一二回手を以て節動輪を廻轉せしむれば足れりとすれども大形なるものに於ては手の力よく之に起動するに足らざるが故なり。

石油機關は大體に於て瓦斯機關と相等しきものにして唯石油機關に於ては先づ石油をして蒸氣とならしむる爲めの裝置を附加するの要あるを差異とするのみ、而して石油には輕油と重油との區別ありて前者は揮發し易く隨て其引火點低きを以て輕油機關の附加裝置は至て簡單にして可なりとすれども後者は揮發し難くして其引火點高き攝氏二十五度乃至六十七度が故に重油機關の附加裝置はやや複雑ならざるを得ざるものとす。即ち輕油は之を粗鬆なる物體に浸して其隙に空氣を迫通するときは容易に蒸氣となりて爆發瓦斯となり電氣の火花又は火焰によりて忽ちに點火すれども重油は先づ煖室中に於て霧吹作用を受けしめて其揮發したるものを圓筒内に入らしめ、然る後に火花、火焰又は白熱管によりて之に點火するを要するものなり。

瓦斯及石油機關にも亦蒸汽機關の如くに整速機あるを必要とす而して、此機關の

整速は充氣の濃度又は混合割合を變ずるの方法により或はまた充氣點火若くは廢氣の放出を省減する方法による。即ち數回のサイクル中に一回瓦斯を氣箱に入る、ことゝ點火爆發せしむることゝを省くか若くは其爆發後の排氣を省きて氣箱内に高き背壓力を生ぜしむるの方法を行ふものなり。

第八節 電力、發電機及電動機

電力即ち流電氣の動力は電流の強さと電位の差とに正比例するものにして電流の強さは一秒時間に一の電路を流るる電氣の量アンペア(Ampere)を單位として計り、電位の差は「ボルト」(Volt)と名くる電位の單位にて計量するものにして此價は或は動電力とも稱し又電壓とも名く、故に電力は動電力(即ち電壓)と電流の強さ(即ち電氣の流量)との相乗積を以て計るべきものにして其單位を「ワット」(Watt)と名く「ワット」は即ち「ボルト」の電壓の下に「アンペア」の電流が流るゝに當りて有するの動力にして其千倍を「キロワット」と稱し正にこれ七百四十六分の一千馬力(英馬力)に相當するものなり。されば「キロワット」をWとし「ボルト」をVとし「アンペ

「ア」をCとして馬力をPとするときは次の第一式及第二式を得べし。

$$W = 1000V \times C \dots \dots \dots \text{第一式}$$

$$P = \frac{1000W}{746} = 1.34W \dots \dots \dots \text{第二式}$$

電流の強さは又一定の電路に於ては其電路即ち導線の兩端に於ける電位差即ち電壓に正比例するの關係を有するものなり。而して此強さは又導線の性質、形状、并に状態によりて相異なるものにして、ハ畢竟其電路の抵抗が相異なるに由來するものとす。電路の抵抗は實に其電路を成す所の物質によりて異なるものにして一定の物質に就ては其長さに正比例して其斷面積に反比例し尙通例其温度の高きに從て増大するを則とす。されば電壓は抵抗によりて損失するものにして其損失は電路を成す物質特有の抵抗定數に比例し其長さに比例し其斷面積に逆比し而して又電流の強さに比例するものなりといふべし。今損失する電壓をVとし導線に屬する抵抗をRとし導線の長さをlとし其斷面積をSとし電流の強さをCとするときは次の第三式を得べし、此法則を「オーム」の法則と名く。

$$V = \frac{Rl}{S} C \dots \dots \dots \text{第三式}$$

抵抗を計るの單位も亦「オーム」(Ohm)と名く「一オームは電壓一「ボルト」電流の強さ一「アンペリア」なるときの抵抗なり。今電路に用ふべき諸物質に就て其長一米其斷面積一平方耗なるものが溫度零度に於ての抵抗「オーム」を表示すれば次の如し

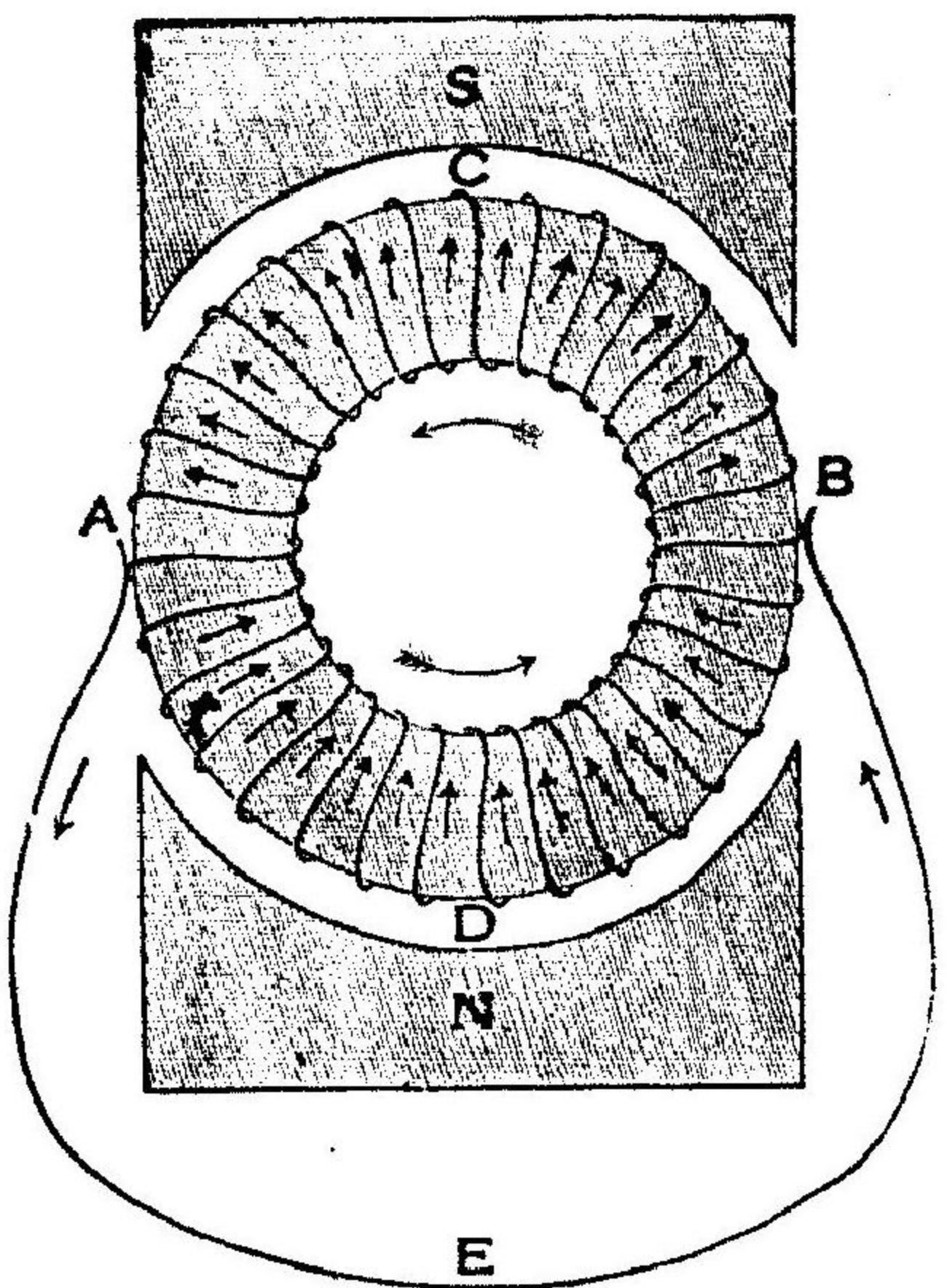
銀	〇、〇一五	銅	〇、〇一六	鐵	〇、〇九七
ニッケル	〇、一二四	鉛	〇、一九五	水銀	〇、九四三

電壓は電路に於て損失するものなるが故に其損失は又隨て動力を損失すべし。此動力の損失が幾ワット(W)なるかは電流の強さ「アンペリア」の自乗と抵抗「オーム」との相乗積によりて計るべきものにして「アンペリア」の數をCとし「オーム」の數をRとするとときは次式の如し「何となれば電流の強さCは電壓Vに正比例して抵抗Rに逆比例するとのオームの定則は $C = \frac{V}{R}$ として表すべく隨て $V = CR$ なるが故に $W = VC = CR^2$ ならばなり之をジュールの定則と名く。

$$W = CR^2 \dots \dots \dots \text{第四式}$$

電路に於て損失する動力は熱となりて發散するものなるが故にジュールの法則は普通に次の如くに表出せらるゝなり。曰く「電流によりて導線の一部に生ずる熱

圖 三 十 六 第

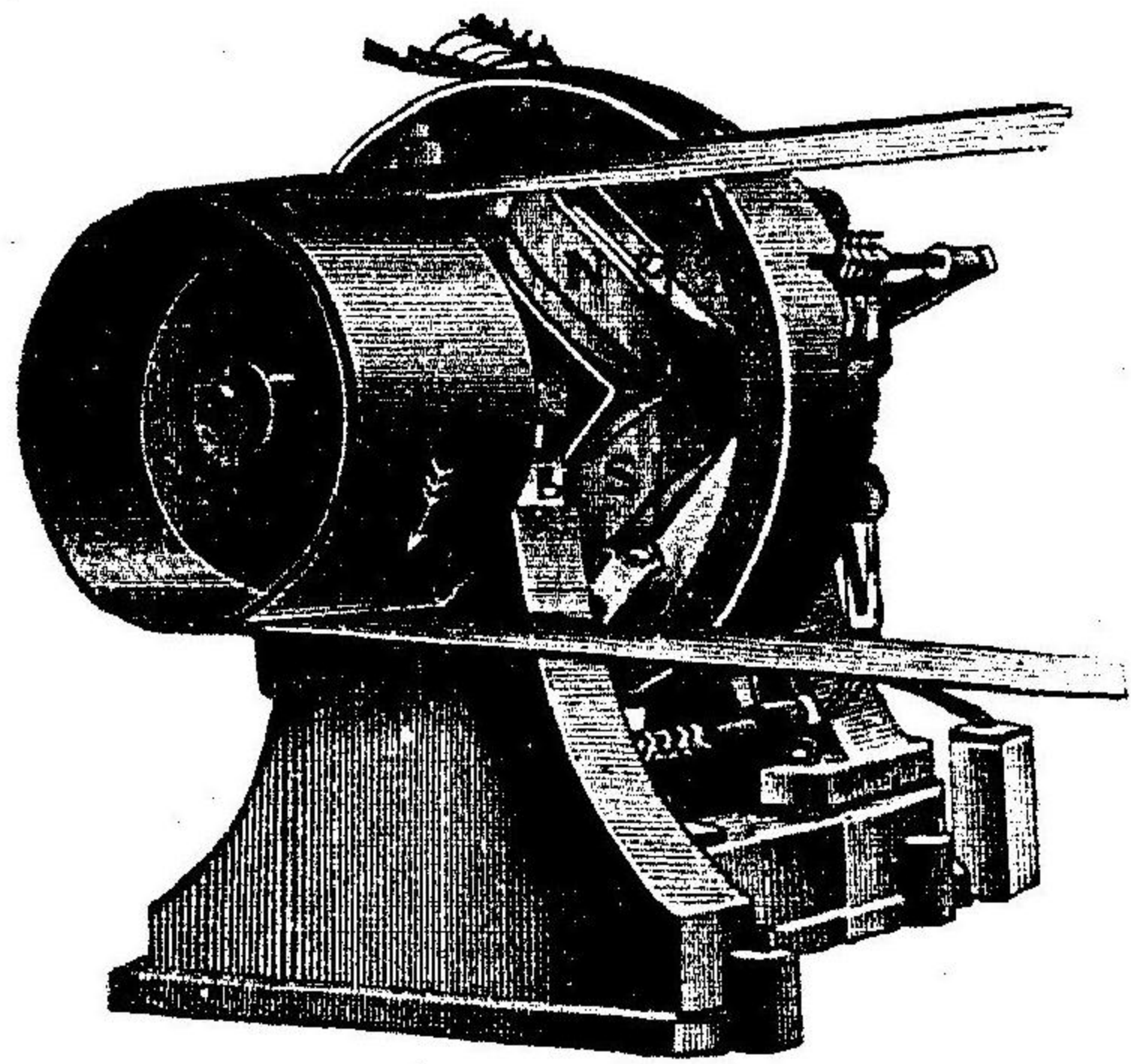


量は電流の強さの二乗と其部分に於ける導線の抵抗との相乗積に正比例するものなり」と。

動力を利用する爲めに強き電流を生ぜしむる機械を發電機 (Dynamo-electric Mach-
 ine) と名く。發電機は要するに他の機械的動力即ち水力蒸氣力等によりて廻轉
 的運動をなさしめて依りて以て感應電流を生ぜしむるものなり、今その概略の構

成を示して如何にして強き電流を得るやを説かんに、佛人「グラム」(G. Gramme) 氏の創製せしものは第六十三圖に示すが如く軟鐵板を重ねて作りたる圓環にコイルを纏ひ之を廻轉すべき装置となして其兩側に強き電磁石の兩極(S及N)を置きたるものとす。此電磁石は場磁石と名け此圓環はグラム環と名く。グラ

第 六 十 四 圖



ム環廻轉するときは、場磁石の感應によりて其コイルの中に感應電流を生じ其方向はA C Bの間に起るものとA D Bの間に起るものと反方向なり。故にA部とB部とに導線の兩端を接觸せしむるときは此導線(E)の中に一定方向の電流を得。此電流は即ち目的とする所のものなりと雖も此機は更に此電流の一部を割きて場磁石のコイルに導くを常とす。然るときは場磁石は其爲に其の磁力を強むるを以て、隨て得る所の感應電流も亦強大となるなり。即ち電流と場磁石とは兩者互に相助けて以て益、電流を強からしむるものなり。

發電機の構造は以上に記せしもの、外尙數種あり第六十四圖は其一にしてグラム環の内部に四個の極を備ふる場磁石を裝置せるもの、全形を示せり。即ち其側方

に存するの調車によりてグラム環を廻轉せしむるときは前記と一樣なる理由によりて強き電流を生ずるものなり。

右の如くにして強き電流を得るときは其電流を隨意の場處に輸送して其電流の動力を再び機械的動力に變ぜしむることを得べし。即ち若し發電機を逆に使用するときには電流をして車輪の廻轉を起さしむることを得るなり。何となれば若しグラム環のコイルの前に起りたるが如き方向の電流を通ずるときはグラム環は磁氣の作用を受けて自ら其廻轉を起せばなり。此理によりて作られたる機械を電動機 (Electric-Motor) と名く。電動機は畢竟發電機を逆に用ふるに外ならざるものとす。

第九節 計力器(又働作計) (Dynamometer)

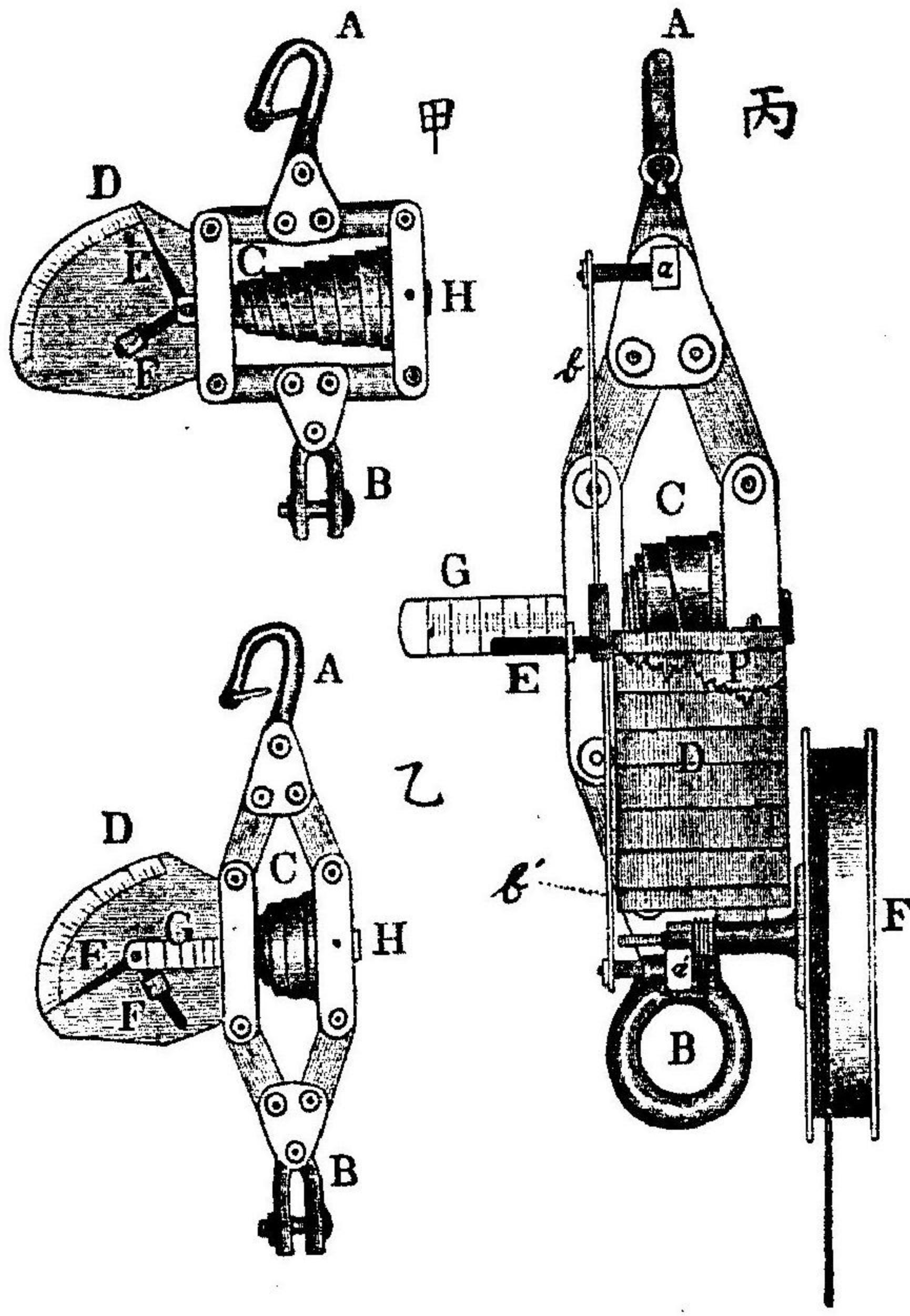
以上數節に於ては諸種の動力を論じて各それを利用すべき機械に就ての要旨と構造との概略を説述したり、然るに力はたゞ其根原より考量して其計算をなすのみにあらずして直接之を其働作に就て測定して以て其働作の大小を知ることの

必要あるなり。今即ち之を測定する爲めの計力器に就て説述せんとす。
計力器には牽引力を計るものと機械的作業を計るものとの二大別あり左に別々に之を説かん。

人畜の力は仕事に對して牽引力として働くこと多しこの牽引力の大小は普通に畜力計と名くるもの若くはそれと一樣なる構造の計力器を以て計るべし。而して農業上に此器を用ふるの必要は最も多く犁耕に對するの畜力を計るに於て之を存し家畜が幾何の力を以て一定なる仕事を遂行するやを計知するときは之によりて又其作業器たる犁の構造の善惡をも判定することを得るなり。何となれば家畜をして一定の作業に對して多大の力を出さしめざる可らざるは要するに其抵抗の多大なることを示すものにして抵抗の多大なるは其構造の不良なるに歸すべきが故なり。されば畜力計は單に畜力それ自らを測るに用ふ可きのみならずして機械の抵抗を測知すべきの器なりといふべし。

畜力計の構造は此書の前編たる「實驗農學」の通論第二十三章に於て衡器を論ずるの條下に説述せし所あれども今便宜の爲に左に之を再述すべし。

圖 五 十 六 第



畜力計には種々の構造あれども第六十五圖の甲及乙は其簡單なるもの、一例を示し丙はや複雑に構成せられたるものを示せり。今先づ前者に就て説明せん。Cなる鋼鐵板製の螺旋は六片より結製せられたる鐵框の

内に装置せられ其框の變形に伴ひて伸縮す。即ち框に附したるAの鈎を或る物體にかけ犁耕の抵抗を測る場合には犁繩に懸くBの鈎を牽綱にかけて役畜をし

て之を牽かしむるときは其力の愈加はるに随ひ框は六形角をなして其内の螺旋は愈、壓縮せらるゝと乙圖に示すが如し、此の壓縮の多少は螺旋内に之と遊離して框の一方面(且)に固定せられたる劃度板(G)によりて観るべくして此の劃度は直接に力量を以て表出せるを普通なりとすれども其力愈、大なるに随ひて螺旋の壓縮愈、其割合を減じ之が爲に次第に密集せる劃度とならざるを得ず。故に更に劃度を廓大するの装置としてDなる弧形の劃度板とEなる指針とを設く。Eの指針は其中央に於て直角に屈折し其屈折點に於て回轉し得べきようにG板の先端に定着し而して其一臂はFなる鞘を貫きて自在に進退し得べき構造となりFなる鞘はまたD板上に定着するも自在に其處に於て廻轉するに適せり。

畜力又は抵抗常に一定にして不變なるときは右の指針は一定點に靜止して明かに其力又は抵抗を示すべしと雖も實際畜力は時々刻々に多少の變動をなすものにして隨て指針は斷へず若干の度目内に振動するが故に明かに其各瞬間に於ける力を觀測して其平均を求めんとするには更に自記装置を設けて上記の構成に附加するを要す。丙圖は即ち其装置を附したるの自記畜力計を示すものにして

其自記装置は要略次に説明するがごとし。

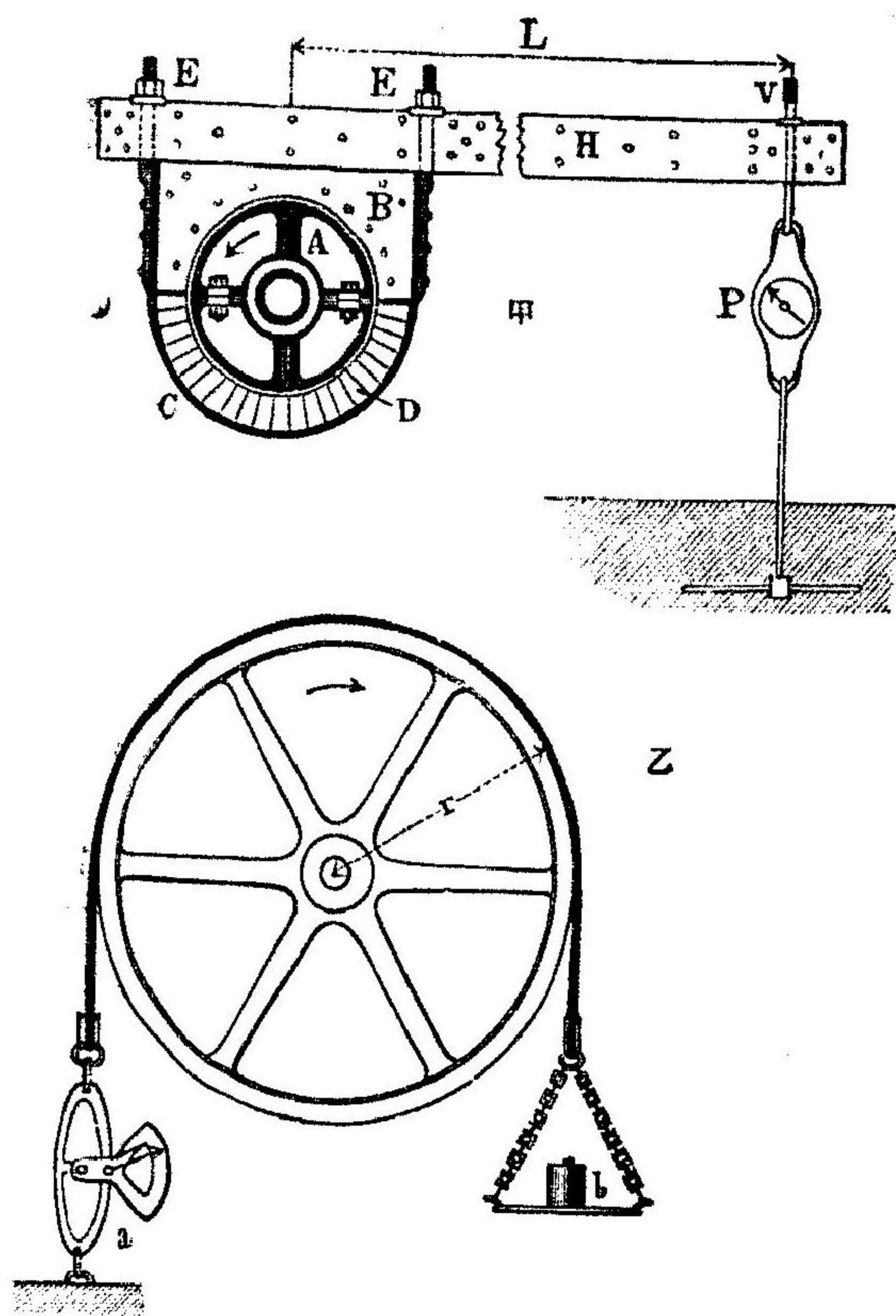
丙圖のDは一の圓筒にして之に纏ふに方眼紙を以てす。圓筒はFなる車輪の廻轉に伴ひて徐々に回轉するものにしてFなる車輪には長き麻絲を纏絡せり此絲の一端を或一定處に繋ぎ置きて家畜をして畜力計の全體を牽きて進ましむるときは絲は次第に車輪より解き出されて其結果として車輪の廻轉起りDの圓筒は乃ち此の廻轉動を受けて徐々に起すものとす。而して此圓筒の方眼紙上に力の變動を表記するものはEの鉛筆にして此鉛筆はbなる杆の先端に固定せられ此b杆はまたaに於て螺旋板を圍めるの框に固定す。故に此框の變形に伴ひて鉛筆はb杆に(此の杆はa'に於て框の一方に固定せり)沿ひて進退し之によりてPの如き曲線を畫くものとす。

機械的作業を計るには普通に制動計力器(英 Brake 獨 Bremsdynamometer)と稱するものを使用す。これにも種々の構造あれども第六十六圖の甲及乙は何れも其簡單なるものを示せり。先づ甲に就て説述せんにAは其作業を計らんとする機械の廻轉軸に装着すべき車輪にして之を装着するときは此車輪は機械の廻轉と等しき

車輪の中點上よりLメートルの距離なる一點に任意に加減すべき荷重を置けり。此荷重としては或は皿を垂下して其皿上に分銅を置くも可なりと雖も圖に示せるが如くに螺旋秤畜力計と同様なるものを以てして其力量を螺母(V)によりて加減するを以て便とす。

右の計力器を使用するには先づその計らんとする機械の廻轉軸に此器のA輪を装着し(E E)の螺母を調節してA輪をして毎分時に正しく若干の廻轉をなさしめ且又(V)の螺母を調節して槓杆(H)をして正しく水平の位置を保たしむべし。然るときは此場合に於てのA輪は一定力の摩擦抵抗を受けつゝ廻轉するものにして其摩擦の抵抗力は正にPなる力がLの長さなる杆臂の上に働くに等し。されば今此場合のA輪の廻轉を毎分n回なりとするときはP研の荷重を廻轉せしむると見做すべき速度は毎分 $2\pi n L$ にして毎秒に於ては $\frac{2\pi n L}{60}$ なり而して此毎秒の速度に乗ずるに荷重Pを以てせしものは要するに此機械の効程なるが故に其効程(N)を馬力にて計るときは次の如し、即ち此式によりて以て機械の實効馬力を算出することを得るなり。

圖 六 十 六 第



廻轉をなすべきものなり。然るに此車輪には其輪周に制動装置を設く、即ち其上半(B)は全木板より成り其下半(D)は數多の木片を集めて之を制動帶(C)の裏附とせしものにして此制動帶は其兩端が槓杆(H)上の兩螺母(E E)によりて任意に弛張することを得べく、之を適宜に緊張するときは帶の裏面は車輪の周縁を壓迫して其間の摩擦によりて車輪の廻轉を制止し任意の速度を以て緩徐なる廻轉をなさしむべきものとす。又槓杆(H)の一端には

$$N = \frac{\pi}{30 \times 75} nLP = 0.00139nLP$$

一五八

蒸汽機關の如くに其廻轉軸に節動輪を装置せるものに於ては其の實際に有効なる作業の何馬力なるやを計量するに直に其節動輪を利用して其輪上に制動帶を装置し前に示したるが如き槓杆を省略して其目的を達するを得べし即ち第六六圖の乙は此装置を示したるものにして制動帶の一方を螺旋秤(a)に繋ぎ他方に皿を垂下せしめて其皿上に分銅(b)を置くの装置なりとす。今此分銅の重量を加減して節動輪の廻轉數を毎分時n回ならしめ其時に於ての分銅の重量をb疋とし同時に於ける螺旋秤の指示をa疋なりとすれば此時に於ての摩擦の抵抗は $\frac{a-b}{2}$ なるを以て節動輪の半径がrなる場合に於ては此機械の實効馬力は前と同様の理由によりて實に

$$N = 0.00139 n r (a - b)$$

なりとす。

以上兩種の節動計力器を用ふるに就ては何れにしても嚴に實行を要するの一事ありとす。そは冷水を以て絶えず其制動輪に流注して其摩擦の爲に發起する熱

を輪外に去らしむること即ちこれなり。

第二編 特論

整 地 用 具

農の作業に用ふる器械は之を大別して作物を栽培し其生産物を收納調製する爲めに用ふるもの(即ち作物に關するの用具)及び家畜を飼育し管理する爲に用ふるもの(即ち家畜に關するの用具)の二類に大別するを得可しと雖も、其家畜に關する用具は多くは栽培の生産物を處理して飼料を調製するが爲めのものなるが故に其中作物に關するものを論ずるときは剩す所は實に僅少にして特に之を養畜用具として論ずるに足らざるの感あり。因て本篇に於ては主らたゞ作物に關するの用具を各論するに止めんと欲す。

作物に關するの用具は通例之を次の如くに分類す。

第一、整地用具　これは作付^{サツ}即ち下種栽植の前に於て土地にその下種栽植の準備をなす爲めの用具にして耕鋤器、耙碎器、鎮整器等これに屬せり。

第二、作付用具　これは種物の蒔付、苗の栽植並に肥料の分布の爲めに使用する所のものなり。

第三、手入用具　これは下種栽植の後に於て多くは作間に作業する所の用具にして、即ち除草中耕培土灌水及び病虫害の驅除豫防等に用ふる所のものなり。

第四、收納用具　これは作物を圃場より收穫し運搬し并に其生産物を調製する爲に使用する所のものなり。

以下この分類に従ひ一々その各類に就て細説する所あるべし。

第一章　整地用具

第一節　耕鋤器

耕鋤器は土壤を切り起して其の下層を上層に反轉し、つとめて多くの土粒面を空氣に觸接せしめ若くは唯土壤を攪擾して其状態を軟膨ならしむるの器なり。通例之を手用具と畜力用具と汽力用具との三類に分つ。但し汽力は近時往々電力を以て之に代ることあり。

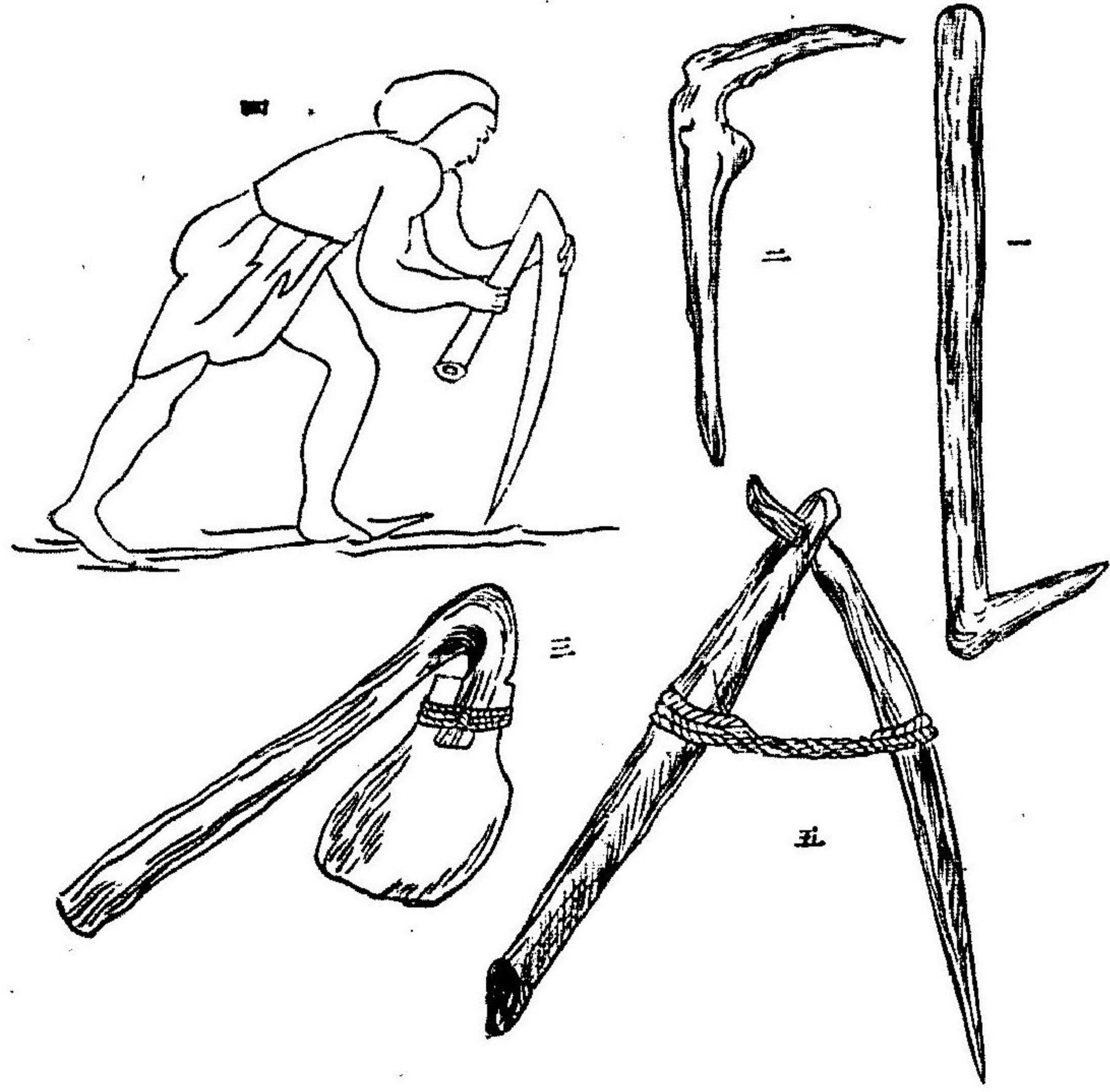
手用の耕鋤器には鍬及鋤の二類ありて、畜力用具にも亦犁と攪土器との二種あり。但此等の小形なるものは往々人力を以て之を運用するとなきにあらず。又犁の

大形なるものは所謂蒸氣犁にして、こは専ら大農場に於て使用する所のものなり。

〔第一〕鍬久波

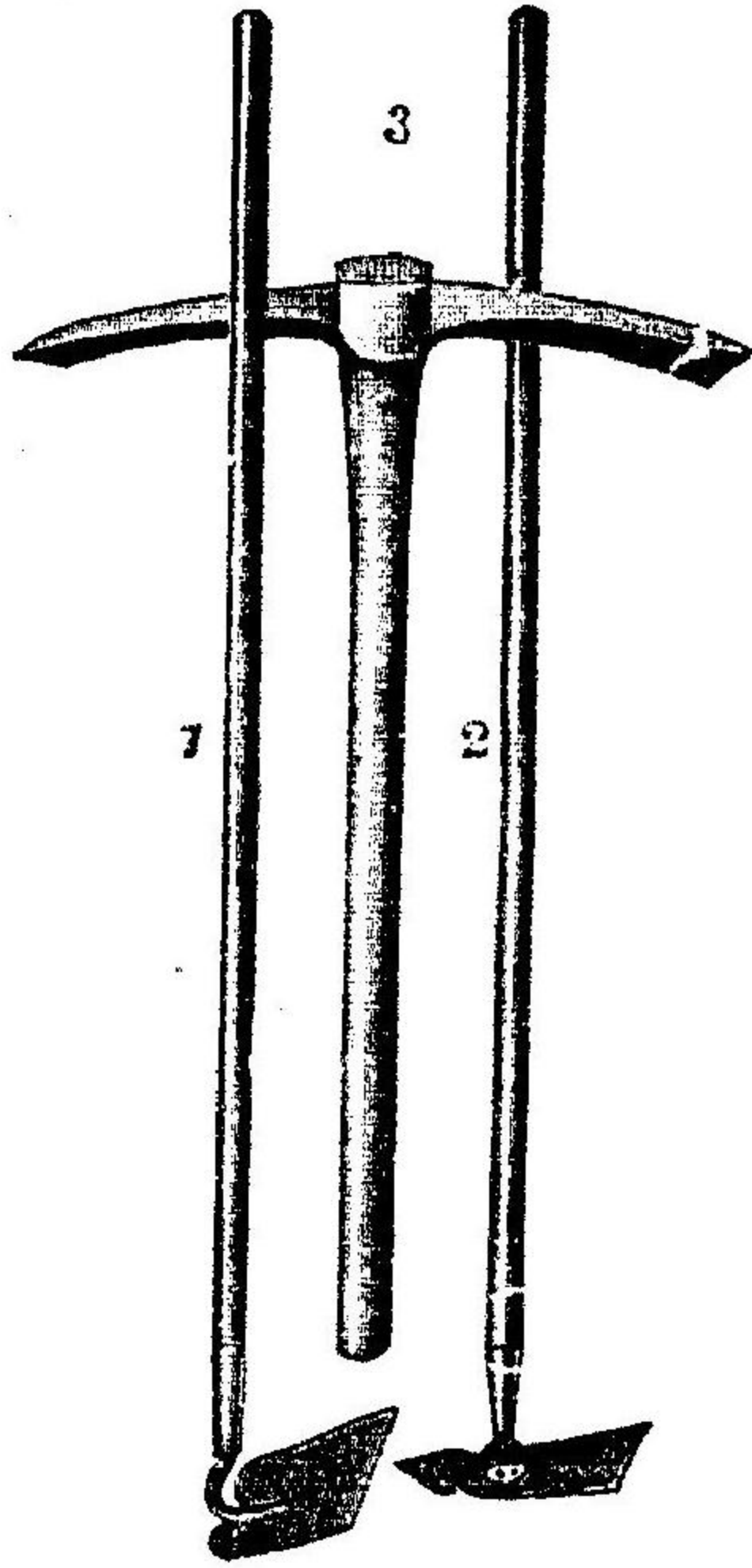
鍬は打込みの作用を以て土壤を切り然る後にそれを撥起するの耕鋤器にして彼の鋤が壓力によつて押込まるとは全く其作用に於て相異なるものなり。此農具は本邦に於ては實に各農家の必ず缺く可らざるものとして到る處に之を使用すと雖も歐米に於ては耕鋤器としては此の如きものを用ふることなく唯除草中耕の器として之に類似するものを用ふるに過ぎず(打込みを以て作業する所のものは獨逸語にて Hacke といひ英語にて Hoe といひ全然我萬能と同様なるものにして極めて淺く表層の土を耕すべきに過ぎざるものなり。但し獨に Hane と呼ぶ英に Mattock と呼ぶ所のものは深く土中に打込むに適當するものなりと雖もコハ我鶴嘴に當るものにして鍬の如くに耕鋤に用ふるものにあらざるなり)支那に於ても亦等しく除草中耕の器として鍬に類似したるの鏗を使用するのみなり。されば鍬は本邦の特有なる農具にして實に中古以來本邦に於て發達したる所のものなりと知るべし。

圖 八 十 六 第



- (一) 瑞典にて用る農具
- (二) 瑞西湖畔の原人の遺物なる鹿角の
鍬長一尺六寸
- (三) 牡蠣殻を鍬に用ひたる憶測圖
- (四) 埃及に於ける鍬の用法
- (五) 埃及古代の鍬

圖 七 十 六 第



- 1. Rübenhacke
- 2. Hacke mit spitze
- 3. Pickedhaue

勢と戸口の比較的密なりしとに由て我國の農業は頗る小規模に發達し、爲に大農具の必要を感ぜざりしに因るなるべく、諸外國に於ては農業の起原より既に

鍬が何故に我邦にのみ發達して諸外國に用ひられざるやは、蓋し我邦に於ては佛教の爲に養畜の業衰へて牛馬を農耕に使用すること少かりしと山河自然の地

鍬の來歴は詳かならざれども古書中に須伎の語ありて久波の語なきによれば鍬は鋤よりも後れて生じたるものなりと考へざるを得ず。鍬の歴史に見ゆるは三代類聚格に「桓武天皇延曆十五年太政官符ス備前國整ノ鐵ヲ進ムルコトヲ停止スベキ事右ハ同國ニ鐵ヲ産セザルガ故ニ爾後鐵ヲ收ムルコトヲ止メ給ヒシナリ云々」とあるを初とす。

我國と趣を異にして一たび遊牧時代を経過せると山河自然の地勢が茫漠として人烟稀なりしとの爲に専ら牛馬を使用して犁によつて大規模に土地を起したるによるなるべし。但し諸外國に於ても犁或は鋤の萌芽と見做すべきものは之なきにわらず新渡戸博士の農業發達史によるに茲に圖示するが如きものあり。(第六十八圖)

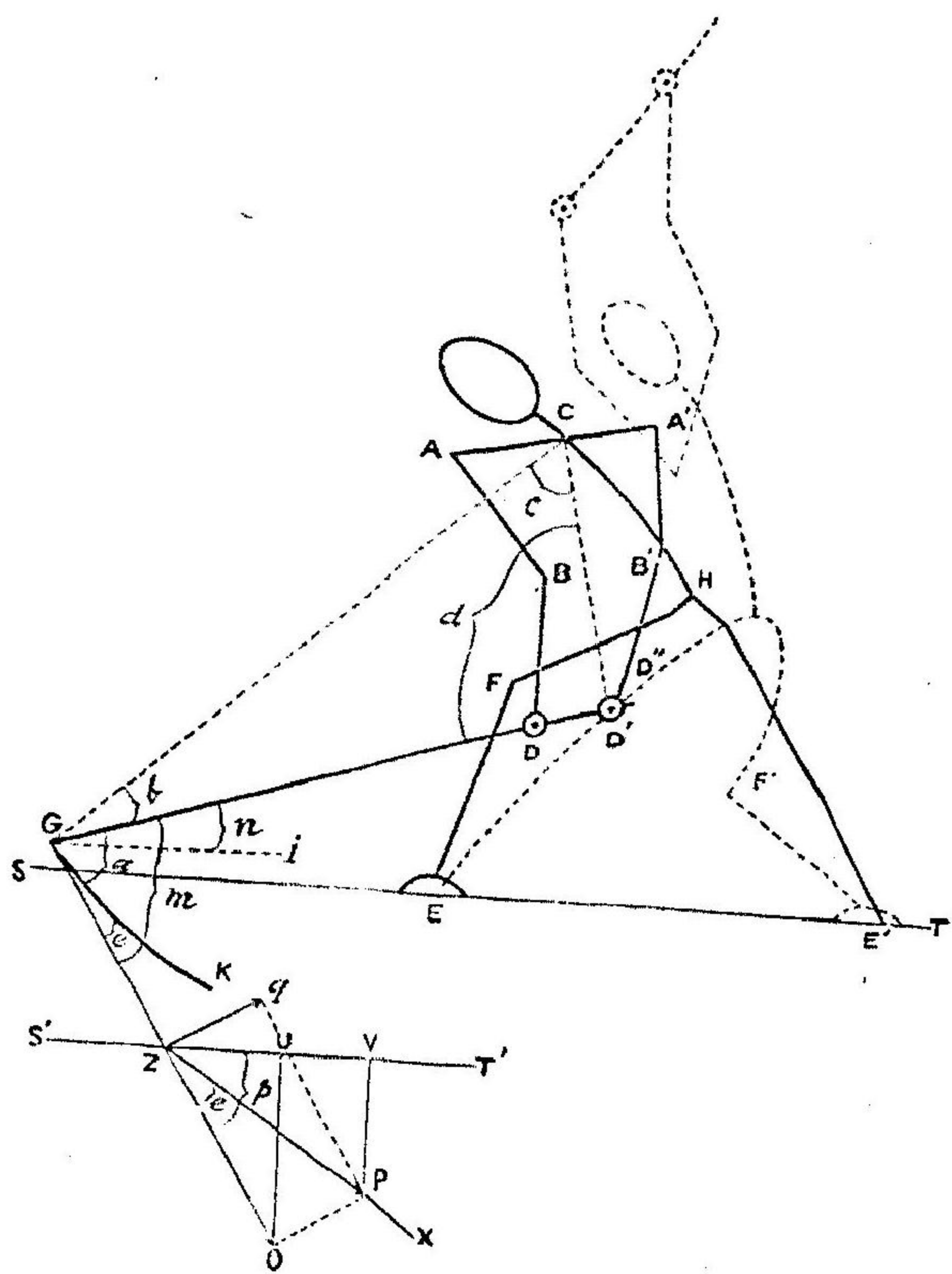
鋤は鏡と柄とが九十度以内の交角を以て連結せらるゝものにして其結合は楔により或は螺旋結合によるものもあれどもコハ近年の改作にかゝり未だ廣く一般に行はるゝに至らず。鏡と柄との交角を幾何に定むべきやに就ては嘗て東京農林學校の教授たりし多々羅恕平氏が自ら二つの問題を提出して解答を與へたることあり。今左に掲記して以て併せて著者の見解をも附述せん。第一問、鋤の鏡をして最も地に入り易からしむるには鏡と柄とが作る角 (α) を如何なる度を選むべきや。

答、柄の長さ a と肩より手首に至る長さ b とを勾股となす直角三角形を作り其勾(手)に對する角 (θ) を直角即ち九十度より減じたる残りの角 $(90-\theta)$ を鏡と柄と

が作る角に選むべし。

(解)次圖第六十九圖に示すが如く鋤を地に打ち込む際は蹠(E'E')膝(F'F')腰(H)手首(D'D')肘(B'B')の諸關節は力を込めて成るだけ固定するが故に肩の關節(A'A')を軸となし柄と共に兩手を廻轉するものと看做し得べし。然るときは兩肩の聯線A'A'の中點Cを軸となしCGD'なる三角形を廻轉すると同理なるが故に鏡の諸點に働く力の方向はCを中點となしCより鋤頭Gに至る距離CGを半径となして畫く所の圓周に一致す。因て鋤の鏡をして此方向に従はしむれば其鏡に全力を働かしめ得るが故に最も地に入り易きなり。(著者曰ク實際ハ膝腰肘肩等ニ多少ノ移動アルヲ以テ此ノ如クニハ論定シ難シ若シ肘ノ關節ヲ固定セルモノトシテ肩ガ前方ニ水平ニ動クモノトスレバ鏡ノ諸點ニ働く力ノ方向ハ圓周ニ一致セズシテCycloideノ曲線ニ一致スベシ。而シテCycloideトシテ論ズルトキハ圓周トシテ論ズルヨリモ稍、實際ニ近ケレドモコレトテモ全ク實際ニ符合スルニアラズ。故ニ實際ヲ知ラントセバ宜シク實驗上ヨリ鋤頭ガ地ニ入キルトキニ如何ナル曲線ヲナスヤヲ調査スベシ。畢竟スルニ鋤ガ地ニ入ル時

圖 九 十 六 第



トス]今Cより左手の把点D'に直線を引くと考へ之を實驗するに柄GD'に直立するとき即ちd角が九十度なるときに最も力を施し易し。而してC D'の長さ

ニハ柄ト如何ナル角度ヲナシテ入ルヤヲ實驗シテ本問題ノ答トスルヲ良トス。之ヲ實驗センニハ鏡ナキノ鉄即チ棒ヲ以テ通常鉄ヲ地ニ打込ムトキノ如クニ地ヲ打チ其棒ノ端ガ地ニ接近スルトキニ如何ナル曲線ノ上ニ運動セシヤヲ試験スルヲ良

は肩A'より手首D'に至る距離に等し。故に答に述べたる方法により直角三角形CGD'を作ればd角を得。されば若しd角が九十度ならざるも實驗上より之を求むれば其他は前同法を以てa角を求め得るなり。第二問鏡が地に入る鉛直方向の長さ即ち深さをして大ならしめんには鏡と柄との交角を如何なる度を選びべきや。

答 $(90^\circ - \frac{1}{2} \alpha)$ を柄と鏡とが作る角に選びべし但しハは打込の際に柄と地面とが作る角度なり。

(解)前の圖に於てa角を大にしてm角となすときも力は尙GKと並行なるZXの方向を以て働くなり。今此力の大きさをZPとなし之を鏡の方向と鏡に直角の方向なる二分力ZQとZRとに分つにGZなる方向の鏡はGKなる方向の鏡に比すれば其内方の面に於てQRの向きなる土の抵抗を受けるが故に土が粘重なるときは其抵抗の爲にZRなる分力は撲滅されて唯残りの一分力ZOのみ働くが故にa角の場合に比すれば土中に入ること少くしてZO:ZPの比をなすべし。然るに今地面STに並行してS'T'を引きO及Pより垂線OU及P

Vを引けば鏡が地に入る深さは反て大にしてα角の場合に比すればOU:PVの比をなすを見るべし。此關係を角度にて表はし選むべき角度を求むるに

直角三角形 ZOU に於て $\overline{OU} = \overline{ZO} \sin p \dots\dots I.$

" ZOP に於て $\overline{ZO} = \overline{ZP} \cos e \dots\dots II.$

此ZOノ値ヲI式ニ換用スレバ $\overline{OU} = \overline{ZP} \sin p \cos e \dots\dots III.$

三角法ノ範式 $\sin a \cos y = \frac{1}{2}(\sin(x+y) + \sin(x-y))$ ニヨレバIII式ハマタ

次ノ如クニ變ズベシ 即チ $\overline{OU} = \frac{1}{2} \overline{ZP}(\sin(p+e) + \sin(p-e)) \dots\dots IV.$

G點ヲ通過シテ地面ト並行ナルGi線ヲ引キ柄ガ地面ト作る角ヲ示ストキハ

$p = m - n \quad e = m - a$

$\therefore \overline{OU} = \frac{1}{2} \overline{ZP}(\sin(2m - a - n) + \sin(a - n)) \dots\dots V.$

又 $a = 90 - b$ ナルガ故ニ

$\overline{OU} = \frac{1}{2} \overline{ZP}(\sin(2m - 90 + b - n) + \sin(90 - b - n)) \dots\dots VI.$

b角及b'n角ヲ不變ト定メVI式ニヨツテ判斷スレバ

$2m - 90 + b - n = 90$ ナルトキニ於テ \overline{OU} ハ最大トナル
故ニ $m = 90 - \frac{b-n}{2}$

〔著者曰ク實際ハα=90°トナリトハ斷シ難キコト前ニ述べタルガ如クナルヲ以テα角及β'n角ヲ不變トナシテV式ニヨリテ判斷スルヲ至當トスベシ。然ルトキハ $2m - a - n = 90$ ナルトキニ於テOUハ最大トナルベクシテ $\frac{a+n}{2}$ ナルトキニ鏡ハ最も深く地中ニ入ルモノナリト論定スルヲ得ベシ〕
多々羅氏はまた地に打込むのみを以て鋏の用は終れるにあらずとして更に次の問題に解答せり。

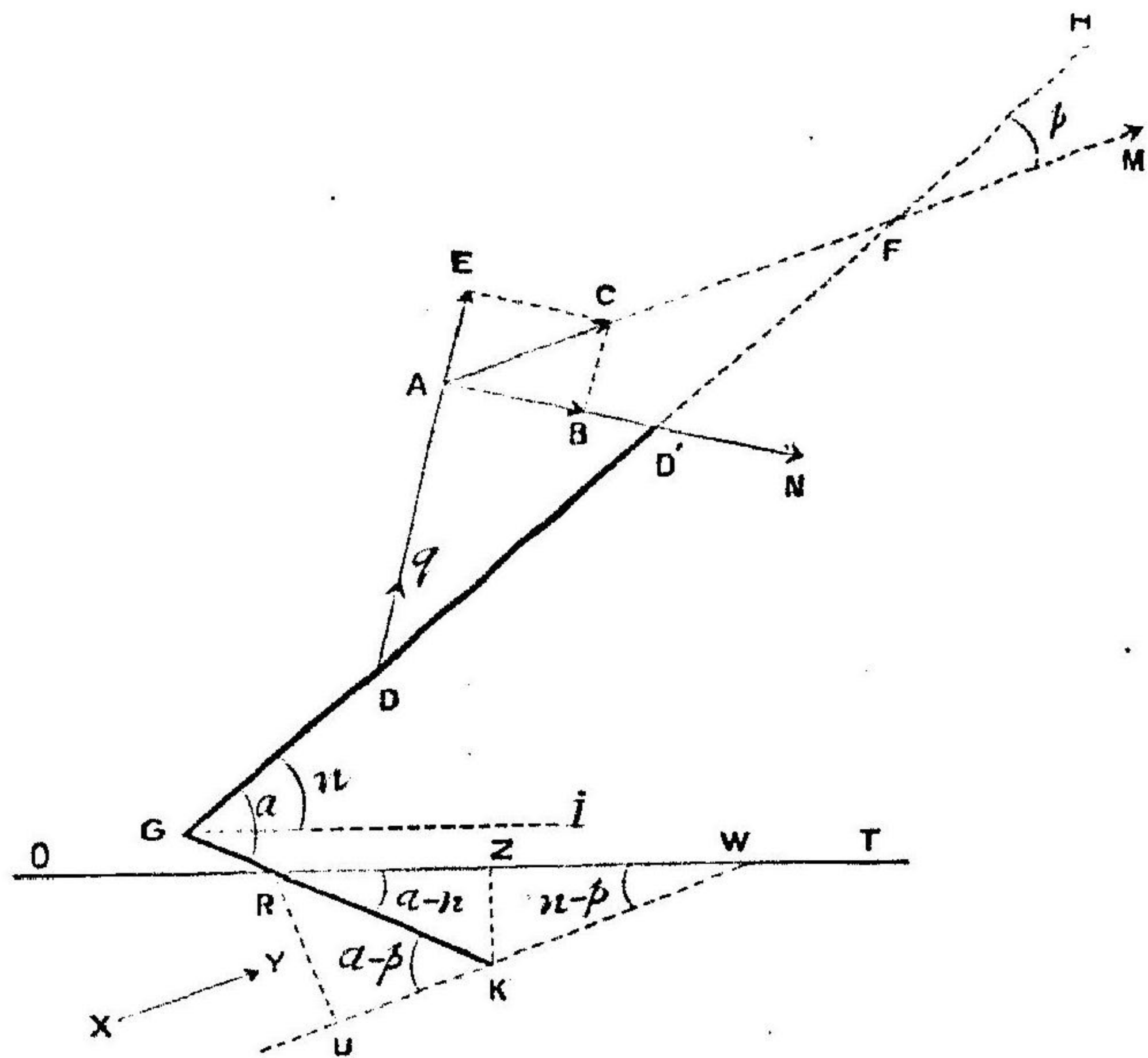
第三問 打ち込みたる鋏を引起すに要する力は何に關するや。

答 鏡と柄が作る角(α)が大なるに従て大なる力を要し、柄と地面が作る角(n)及

α兩腕力(A B及A E)の成果力(A C)の方向と柄と作る角(p)が大なるに従て小なる力にて足れり。

(解次の圖(第七十圖)に於て右手の力の方向をD Qとし左手の力の方向をD' Nとし之を引長してAに會はしめ其二力の大きさをA E及A Bと定むるときは其成

圖 十 七 第



$$Q = \frac{RK^2 \sin(a-p) \sin(a-n)}{2 \sin(n-p)}$$

重サ其凝集力并ニ摩擦等ヨリ起ルモノニシテ此等ハ何レモP角が大ナルニ從テ増大スルモノナリ。然モ此ノ總テノ増大ニ就テ詳論スルトキハ極メテ複雑トナルガ故ニ今單ニ重サノ關係ノミニ就テ考量スレバ次ノ如シ。

コノ引起スベキ土ノ重サハR
Wノ長サニ比例スルモノニシ
テ $RW \sin(n-p) = RK \sin(a-p)$
ナルヲ以テ

$$Q = \frac{RW \cdot KZ}{2}$$

果力はACにして之を引長すれば柄の引長線上のF點に會す。即ちD'及D'Nの二力がAE及ABなる大きさを以てD及D'點に分れ働くはACの一方がFMの方向を以てF點に働くに異なることなし。今鏡端Kを通過してFMと並行にKUを引き之に垂線RUを下すときはFM方向の力を以て土を引起すの状況は恰もFMと並行同大なるXYの力を以てRKUなる勢を押し行るが如し。即ち土の抵抗を示すにQを以てすれば引き起すに要する力Pは次の如し。

$$P = Q \sin(a-p)$$

こはこれ答に述ぶる所の鏡と柄が作る角(a)と柄と成果力の方向とが作る角(p)との關係を示すものなり。

又Qなる抵抗は(a-p)角の大小に關し此角の大小はaを一定のものとするればn角に關す即ちn角愈大なればQなる抵抗は愈小となるなり。

〔著者曰ク此ノ式ニ於テハQヲP角ト無關係ナルガ如クニ表ハセリト雖モ其實QハP角ノ函數ニシテPが増大スルニ從テQノ抵抗ハ増加スルモノナリ故ニ簡單ニPが大なるに從テ小なる力にて足れりト斷言スベカラズ土ノ抵抗ハ其

ナリ)

$$P = \frac{RK^2 \sin^2(a-p) \sin(a-n)}{2 \sin(a-p)}$$

鍬は甚だ單簡なる農具なりと雖も其の作業に就て數學的に論ずれば頗る複雑の關係を存すること右の所述によりて見るべきが如し。而かも右はたゞ一斑を論じたるに過ぎずして決して其全約にはあらざるなり。何となれば鍬は唯前述せるが如きの態度を以て使用するに

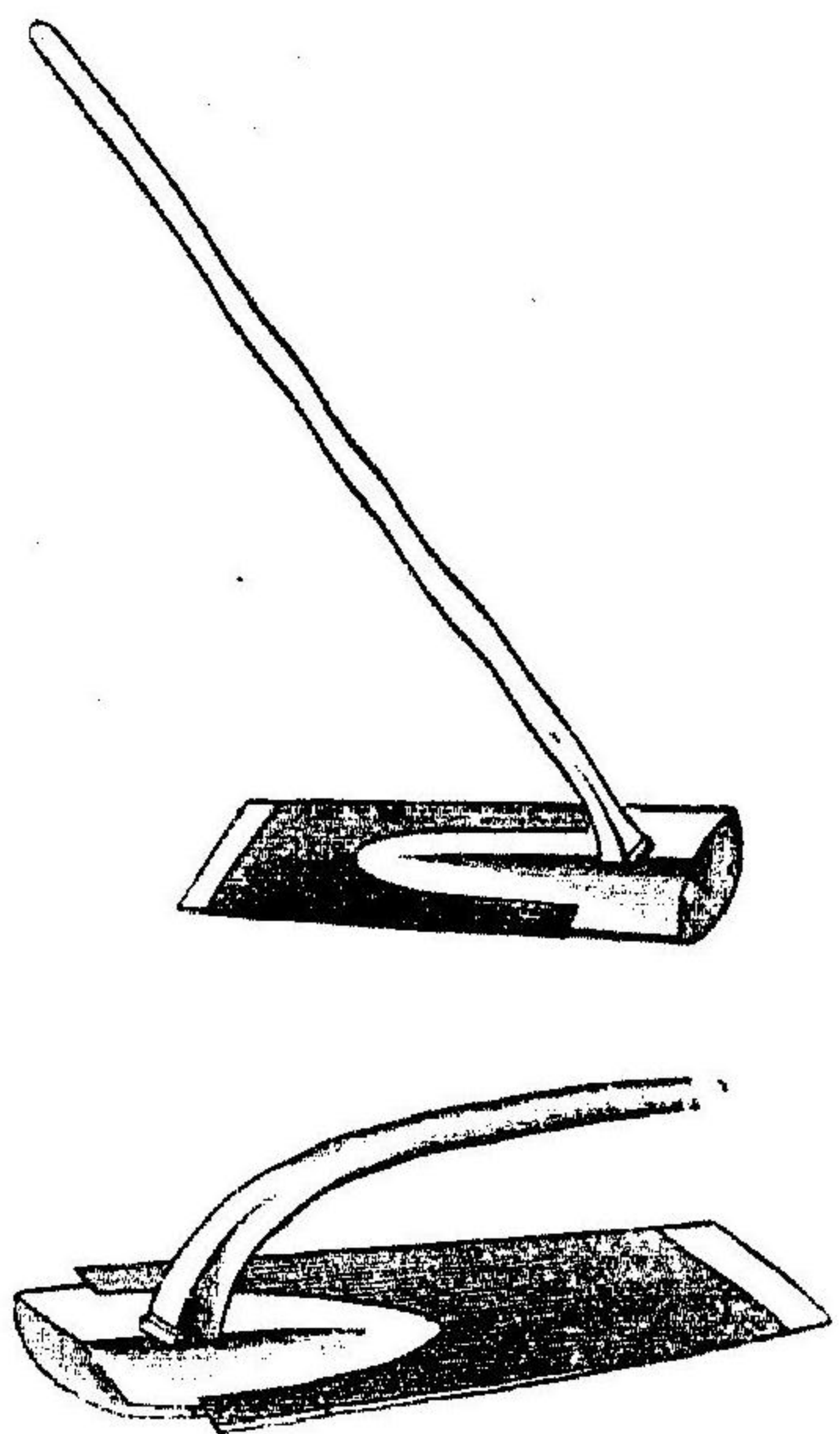
(甲) 尾張鍬

(乙) 肥後鍬

限らずして或は甚だしく體を屈して使用するものあり。鍬の種類を異にするときは其使用の法を異にするものにして其使用の法は更にまた使用の目的によりても大に相異なるが故なり。

鍬の種類は其形體上より類別するを普通なりとすれども若し之を其

圖一十七第



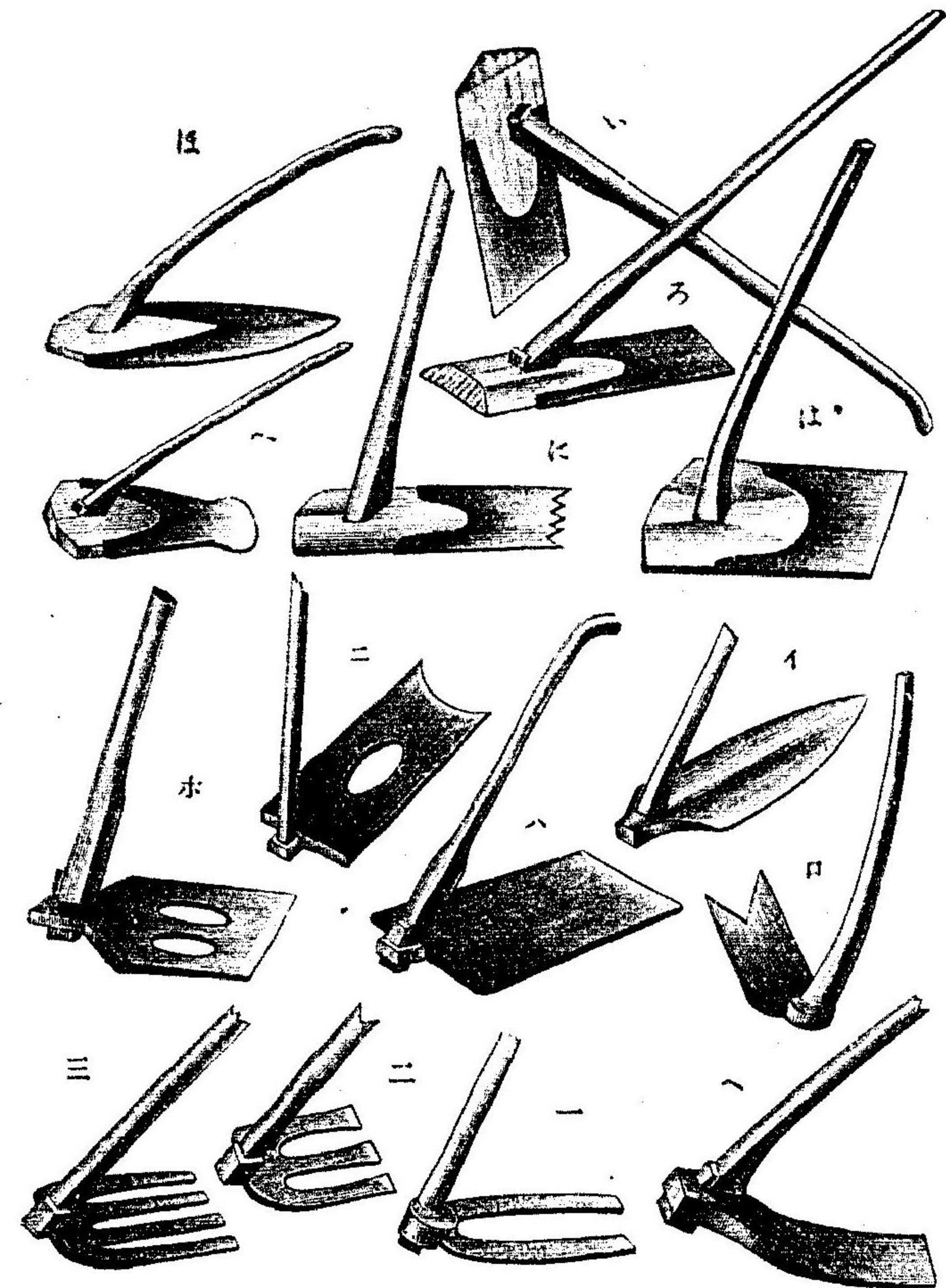
整地用具

の使用の方法より分類せば立ちて使用するものと腰を屈めて使用するものとの二類とすべし。前者は略ぼ多々羅氏の述べたるが如き態度を以て土地に打込むが故に單に深耕を目的とする場合にありては鑿と柄との交角普通によく使用せらるゝものよりも大なることを要すれども腰を屈して使用する短柄長鑿の鍬にありては其深耕の目的を達するが爲に強てこの交角の大なるを要求することなし。これ主として其柄の方向に力を加へて使用するが故にして隨て此類の鍬は其柄の根部彎曲して其把柄は殆ど鑿と並行すること(交角二十度内外に過ぎざるものあり)第七十一圖乙に示すが如し。而して又立ちて使用する所の長柄の鍬(第七十一圖甲)にありても其使用の目的は普通にはたゞ深耕といふことにあらずして耕起の外に肥碎地均作切除草鎮整等の目的をも兼ねるものなり。故に其交角は四十度乃至六十度なるもの最も多し。(八十度内外の交角をなすものもあれどもコハ開墾株掘等にのみ單用せらるゝものに於て之を見るなり)

鍬の種類

鍬の種類は甚だ多くして隨て其種々に命名せらるゝものを擧ぐれば殆ど枚舉に

第 七 十 二 圖



三	二	一	ハ	ロ	イ	ハ	ロ	イ	ハ	ロ	イ	ハ	ロ	イ
四	三	二	唐	同	窓	板	股	枇	鏡	尖	鋸	河	江	春
木	股	股	鏃	上	鏃	鏃	金	杷	先	鋸	鏃	内	戸	田
鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃
鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃	鏃

鏃中備 鏃金 鏃風

追わらずと雖も、今構造上相類似せるものを集めて分類すれば左の三種類を得。

- 一、風呂鏃フロゾウ又臺鏃又普通鏃又作鏃。
- 二、金鏃カネゾウ又風呂無鏃又伊豫鏃。
- 三、備中鏃ブイチウゾウ又股鏃マゼゾウ又熊手鏃。

(一)風呂鏃は其鏃、木製の風呂フロ又は臺ダイと稱する部分に嵌入せられ、柄は此の風呂に穿たれたる孔に嵌入して楔によりて結合固定せられ、實に鏃と風呂と柄との三部分より成るものにして最も廣く耕作の用に供せらるるものなり。其大小形狀用途及び其使用せらるる地方の名等によりて種々の名稱を有すること例へば大鏃小鏃開墾鏃作切鏃平鏃尖鏃鋸鏃鏡尖鏃京鏃江戸鏃尾張鏃河内鏃肥後鏃等の如し。

(二)金鏃は其柄が直接に鏃板に結合せらるるものにして風呂と稱する部分を有せざるものなり。其柄は普通鏃に比して短く柄と鏃との交角度は概して普通鏃よりも大く其構造一般に堅牢なるを以て砂礫多き土壤粘重なる土性の水田及び林野の開墾等に用ふるに宜し。此類には板鏃股金鏃枇杷の葉鏃窓鏃等あり。琉球の「かなはい」も亦之に屬し唐鏃即ち支那の鏃より由來せるものも亦之に屬す。