

始



實木 用叢 土書 土 工

東京工學研究會著

東京

鐵道圖書局發行



8

101

101

513.32  
T046

實用叢書



3

土

工

東京工學研究會著

東京

鐵道圖書局發行





918

312

序

凡そ土木工事のある處、土工を伴はない事は先づ無いと云つて差支へない。それ程土工は土木工事から切離し得ない存在である。併し乍ら土工の方法は、工事の種類、目的、環境、其他現場の各種の事情によつて實に千差萬別であり、時と處とに應じて夫々適切な方法を探らなければならぬものである。そこで之を詳述せんとするならば、凡そ數百頁の書籍を以てしても尙且つ言ひ盡す事は不可能であらう。本書はこの重要にして廣漠たる内容をもつ土工を捉へて壓縮し、其の根幹となるべき處を平易に且簡明に然かも實用的に敘述し、以て工事擔當者に指針の一端を提供する様努力せるものである。幸ひに此の小冊子が幾分でもお役に樹ち得るならば幸ひである。

昭和 17 年 10 月

著 者 識



實用土書 土工目次

第1章 總 說

§ 1. 概 要 .....	1
§ 2. 土の種類と其の性質 .....	2
§ 3. 法面勾配 .....	3
§ 4. 土量の平均 .....	11
§ 5. 土積の計算 .....	12
(1) 細長い體積の計算 .....	12
(2) 廣濶地の體積の計算 .....	14
§ 6. 人力による土工用具 .....	17

第2章 掘鑿及び運搬

§ 1. 人力による掘鑿及び積込 .....	22
§ 2. 人肩による運搬 .....	25
§ 3. 人力による運搬車 .....	29
§ 4. 牛馬による運搬車 .....	35
§ 5. 貨物自動車 .....	37
§ 6. 機關車牽引の土運車 .....	38

第3章 切 取 工



§ 1. 概 要 .....	4 5
§ 2. 遣 形 .....	4 6
(1) 土工用遣形定規 .....	4 6
(2) 遣形の出し方 .....	5 1
§ 3. 切 取 法 .....	5 3
§ 4. 切取法面の保護 .....	5 5
(1) 法面の保護工 .....	5 5
(2) 排水施設 .....	5 7

#### 第4章 盛 土 工

§ 1. 餘 盛 .....	5 9
§ 2. 軟弱地盤の沈下を防ぐ工法 .....	6 2
§ 3. 遣 形 .....	6 3
§ 4. 盛土法面の保護 .....	6 4
(1) 土留及び排水設備 .....	6 4
(2) 法面の保護工 .....	6 5
§ 5. 盛 土 工 .....	6 9
(1) 水平撤出法 .....	6 9
(2) 前方撤出法 .....	7 0
(3) 側方撤出法 .....	7 0
(4) 足場撤出法 .....	7 1

#### 第5章 機械による掘鑿及び浚渫

§ 1. 概 要 .....	7 2
§ 2. 掘 鑿 機 .....	7 2
(1) 掘鑿機の種類 .....	7 2
(2) ショベル掘鑿機 .....	7 2
(3) ドラツグライン掘鑿機 .....	7 3
(4) バケツト掘鑿機 .....	7 4
(5) グラブ掘鑿機 .....	7 5
§ 3. 浚 渫 船 .....	7 6
(1) 浚渫船の種類 .....	7 6
(2) デイツパー浚渫船 .....	7 7
(3) バケツト浚渫船 .....	7 8
(4) グラブ浚渫船 .....	7 8
(5) ポンプ浚渫船 .....	7 9

#### 第6章 岩石の掘鑿

§ 1. 人 力 掘 鑿 .....	8 1
(1) 掘鑿工具 .....	8 1
(2) 穿孔法 .....	8 2
§ 2. 鑿岩機掘鑿 .....	8 3
(1) 衝撃鑿岩機 .....	8 4
(2) 鈍撃鑿岩機 .....	8 4
(3) 廻轉鑿岩機 .....	8 4



§ 3. 爆 薬 .....	85
(1) 黒色火薬 .....	86
(2) ニトログリセリン .....	87
(3) ダイナマイト .....	87
(4) プラスチング・ゼラチン .....	88
(5) カーリット .....	89
(6) 綿火薬 .....	89
§ 4. 爆 破 法 .....	89
(1) 直接爆破法 .....	90
(2) 間接爆破法 .....	91

實用土工  
木叢書

第 1 章 總 說

§ 1. 概 要

各種の土木工事をなすに當り、其の工事の目的に従つて、高過ぎる土地を切り下げ低過ぎる土地を盛り上げる爲に行ふ作業を廣く土工と云ふ。而して高い土地を切取る事を切取又は掘鑿と云ひ、低い土地を盛上げる事を盛土又は築堤と云ふ。

一般に土工を行ふには掘鑿・積込・運搬並びに築堤(又は土捨)の作業を行はなければならぬ。而して之等の作業は現場の状況に應じて人力による場合と機械力による場合とがあり、又陸上に於てなすものと水中に於てなすものがある。

切取つた土砂は之を盛土に流用するのが普通であるが、尙切取土砂が餘る時は之を適當な場所に捨てなければならぬ。この場所を土捨場と云ふ。又盛土が不足する時は附近の適當な場所から土を採取してこなければならぬ。この場所を土取場と云ふ。



## § 2. 土の種類と其の性質

一般に土は粘土・砂・砂利・天然土壌・岩石等到大別する事が出来る。

**粘土** 粘土は乾燥状態にあつては相當堅いものであるが、水分を含むと次第に軟かくなり、一定の形状を保ち得ざる泥状に變化し極めて不安定なものとなる故に純粹の粘土を盛土に利用する事は避けなければならないが、砂や砂利等を混入したものは十分使用する事が出来る。

**砂・砂利** 粒の小さいものが砂であり大きいものが砂利である。其の形状は角張つたものと丸味を帯びたものがある。一般に盛土に使用するものは泥質の不純物を含まぬもので、多少の粘土を混じたものである。角張つてゐるものの方が搗固めが十分に出来て盛土には良好である。

總べて砂利混りの土壌は搗固めると堅い層が出来ものである。

**天然土壌** 天然土壌は粘土・砂・砂利・有機物等の混合してゐるもので、一般に單に土壌とか眞土<sup>マツチ</sup>とか或は表土とか呼んでゐる。而して夫等の混入物の割合

によつて、その土質は著しく異つて來るのである。尙粘土の多いものを粘土質土壌と云ひ、砂の多いものを砂質土壌と云ふ。共に搗固めると堅い層になるものである。有機物を多量に含むものは之を腐植土と云ひ、軟質で含水性が大きく、且重量が小さくて乾燥すると飛散し易いから盛土には不適當である。

**岩石** 岩石は堅岩から軟岩まで其の種類は極めて多い。碎いた岩石は、内部に空隙が多く年月の経過と共に次第に收縮するものであるが、殊に軟岩であると漸次碎けて空隙を充たし收縮が一層著しいから、盛土に使用するものは必らず他の土と混じたものでなければならぬ。

以上は土を大別して各々に就て大略の性質を述べたのであるが、實際に存在する土は決してかゝる單純なもののみで成るのではなく、各種のものが各種の割合で混入されてゐるので、従つてその性質は千差萬別である。尙同じ土であつても含水量の異なるにつれて土質に著しい差異を生ずるので、土の性質を常に一律に考へる事は全く不可能である。

## § 3. 法面勾配



切取又は盛土を行つた側面の傾斜面を法又は法面と云ふ。而して其の緩急の度を表はすには、法面が水平面となす角の正切を以てする。尙この正切の値を分數で表はし、分子の値を1として分母の値を變化せしめる表はし方が一般に用ひられてゐる。勾配を表はすのに1割とか1割5分とか云ふ呼び方は、我國に於ける古い習慣による呼び方で、一般に垂直高を1とし、之に對して水平の長さ 1.0 の法面勾配を1割勾配と云

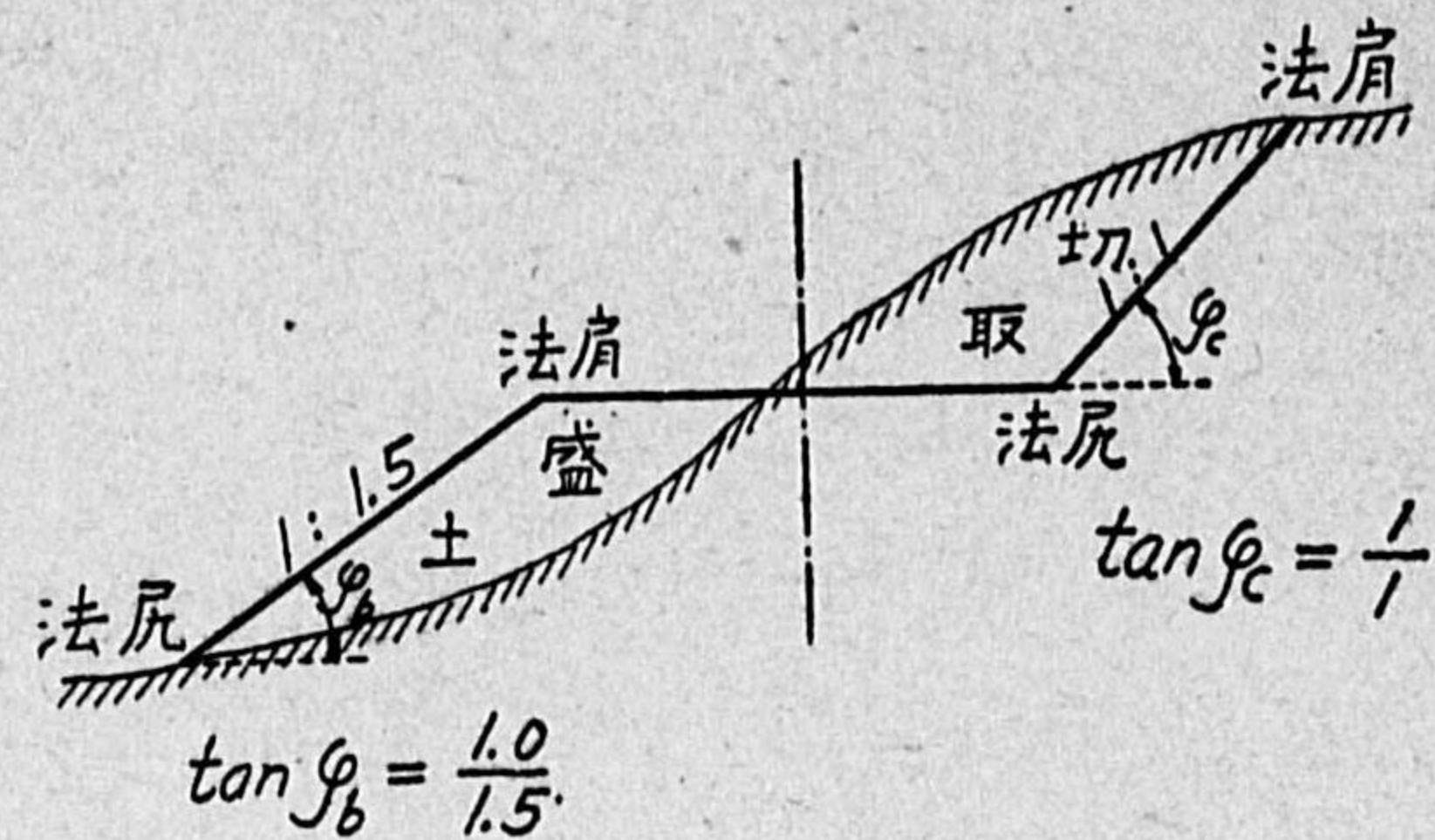


圖 - 1

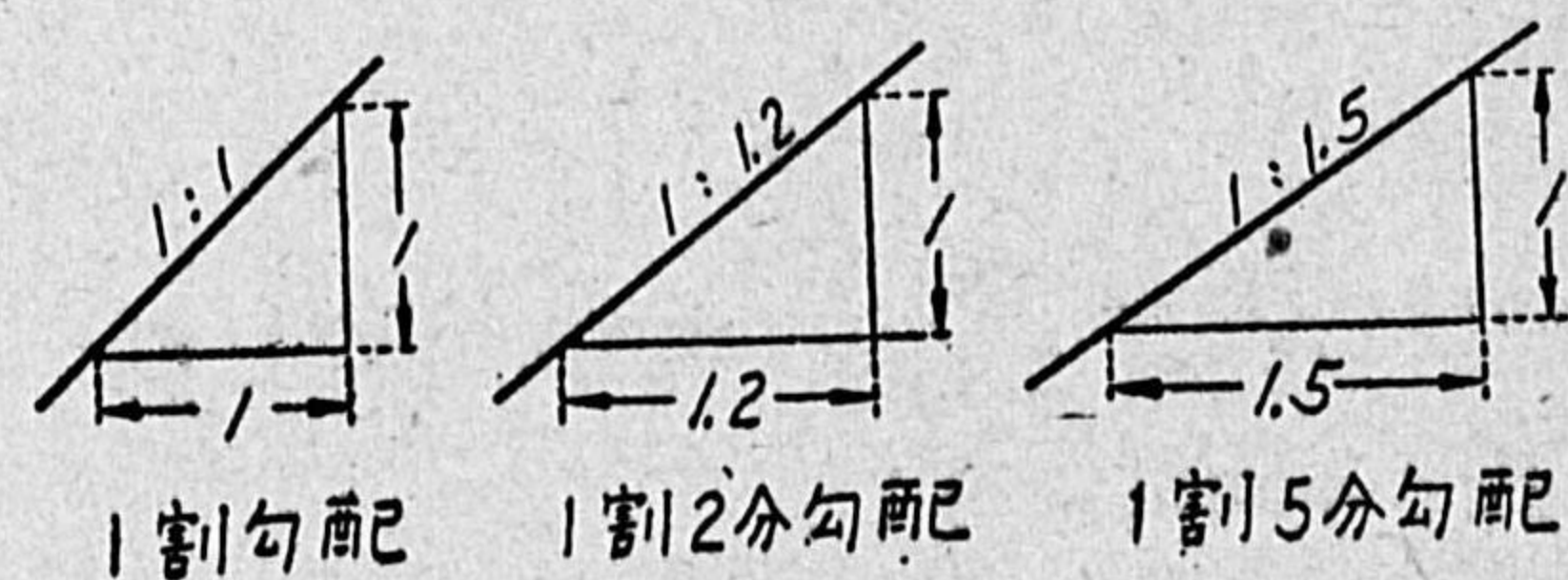


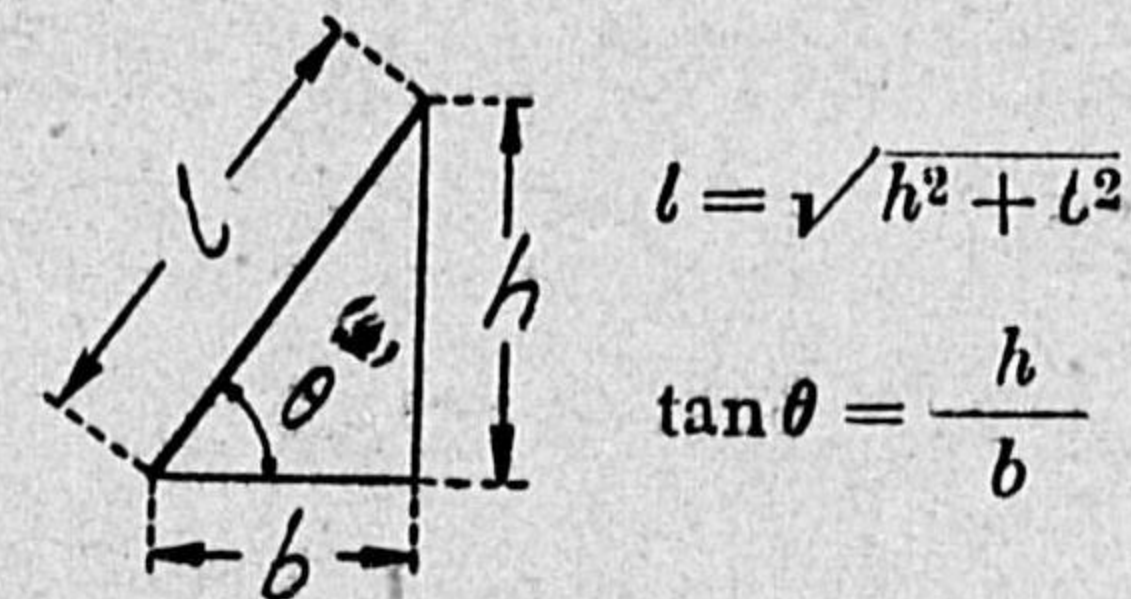
圖 - 2

ひ、水平の長さ 1.5 のものを1割5分勾配と稱するのである。而して之を 1:1, 1:1.5 の如く書き表はす。

法面勾配と角度との關係

勾配	高さ h	底幅 b	法面長 l	角度 θ	tan θ
1 分	1	0.1	1.005	84°18'	10.00
2 分	1	0.2	1.02	78 41	5.00
3 分	1	0.3	1.044	73 18	3.33
4 分	1	0.4	1.077	68 12	2.50
5 分	1	0.5	1.118	63 26	2.00
6 分	1	0.6	1.166	59 02	1.67
7 分	1	0.7	1.221	55 00	1.43
8 分	1	0.8	1.281	51 20	1.25
9 分	1	0.9	1.345	48 10	1.11
1 割	1	1.0	1.414	45 00	1.00
1割5分	1	1.5	1.803	33 41	0.67
2 割	1	2.0	2.236	26 34	0.50
2割5分	1	2.5	2.693	21 48	0.40
3 割	1	3.0	3.162	18 26	0.33
4 割	1	4.0	4.123	14 20	0.25

備考



尙、法面の頂縁を法肩又は單に肩と呼び、法面の底



縁を法尻又は法先と云ふ。

切取又は盛土の法面勾配を適度に定める事は土工計畫上極めて重要な事である。即ち之が急に過ぎれば法面を維持する上に不安を生ずるし、緩に過ぎれば徒らに土工費の増大を伴ふ結果となる。併し乍ら前述の如く、元來土砂は其の種類異なるにつれて極めて複雑な性質を有するものであり、又同じ種類のものであつても含水量の多少によつて著しい差異を生ずるものであるから、其の力學的性質を一律に定めてしまうことは出来ないのである。従つて適確なる法面勾配を決定する事は事實に於ては不可能に近いものと云はなければならぬ。そこで一般には多くの實例と經驗とを根據とし、夫れに其の現場の種々なる状況を考慮に入れて決定するのである。

法面勾配を定めるのに最も信頼すべき標準の一つは自然勾配である。自然勾配とは土砂を堆積して自然に崩れるまゝに放置しておく時、或る勾配をなして最早之れ以上には緩やかに傾かない状態になつた時の勾配を云ふのである。之は土が其の凝集力（微細な土粒子間に生ずる膠着性）と粘着力（土粒間に生ずる粘着

性) とを失つた時、土粒間に生ずる摩擦力によつて出來た勾配である。

元來土の凝集力や粘着力は含水量の多寡、風化の程度、土砂分子の粗密の程度等に依つて著しく其の値を變へるものである。故に永久的な土工をなす場合には、土の凝集力や粘着力を信頼して行ふ事は危険であるから、夫等の存在を無視し、摩擦力の存在のみを考へてするのが普通である。故に安定なる法面勾配は、この自然勾配より急にならない様にすればよいのである。



圖 - 4

自然勾配が水平面となす角を息角と云ふ。之は其の土の摩擦角に等しい値である。尙息角の正切を其の法面の摩擦係數と云ふ。

摩擦角及び摩擦係數表 (テルザアギー氏の測定)

土 質	摩擦角(度)	摩擦係數表	凝集力(kg/cm <sup>2</sup> )
殆ど流狀體の粘土	0	0	0.05
非常に軟い粘土	2	0.035	0.1
軟い粘土	4	0.07	0.2
普通の粘土	6	0.105	0.5
硬い粘土	8	0.141	0.75
非常に硬い粘土	12	0.213	1.00
粘土質の砂	30	0.577	0.2
良質の砂混り土	34	0.675	0.5



土の息角, 摩擦係数, 自然勾配及び重量表

土質	状態	息角(度)	摩擦係数	自然勾配	重量(kg/m <sup>3</sup> )
普通土	乾燥せるもの	35~40	0.70~0.84	1割4分~1割2分	1,300
"	水分あるもの	45	1.00	1割	1,500
"	水分多きもの	30	0.58	1割7分	1,800
粘土	乾燥せるもの	26	0.50	2割	1,800
"	水分あるもの	45	1.00	1割	1,900
"	水分多きもの	15	0.27	3割2分	2,100
砂	乾燥せるもの	30~35	0.58~0.70	1割7分~1割4分	1,600
"	水分あるもの	40	0.84	1割2分	1,800
"	水分多きもの	30	0.58	1割7分	1,900
利砂	丸きもの	30	0.58	1割7分	1,900
"	角立ちたるもの	40	0.84	1割2分	1,800
沖積土		18	0.32	3割	1,450
川泥		0	0	水	1,600
石炭灰殻		45	1.00	1割	480

次表は一般に用ひられてゐる法面勾配の標準を示したものである。

盛土法面勾配表

土質	状況	勾配
砂利・礫・石屑	陸上(高さ7m迄)	1:1
"	"(高さ7m以上)	1:1.5
"	水中	1:1.2~1:1.5
砂(荒砂)	乾燥せるもの	1:1
"	水分多きもの	1:1.8
(細砂)	乾燥せるもの	1:1.5
"	水分多きもの	1:2.5
(微細砂)	乾燥せるもの	1:1.8
"	水分多きもの	1:3.0
眞土及び砂混り土	堅緻なるもの(高さ5m迄)	1:1
"	"(高さ5m以上)	1:1.2~1:2.0
"	軟弱なるもの(高さ5m迄)	1:1.2
"	"(高さ5m以上)	1:1.5~1:2.5
"	水中	1:2.0~1:3.3
粘土	堅緻なるもの(乾燥せるもの)	1:1
"	"(水分多きもの)	1:3.5
"	軟弱なるもの(乾燥せるもの)	1:1.5
"	"(水分多きもの)	1:5.0



切取法面勾配表

土 質	状 況	勾 配
砂利・礫・石屑	陸上 (堅緻なるもの)	1:1
"	" (粗軟なるもの)	1:1.2
"	水中	1:1.2~1:1.5
砂 (荒 砂)	乾燥せるもの	1:1
"	水分多きもの	1:1.7
(細 砂)	乾燥せるもの	1:1.5
"	水分多きもの	1:2.5
(微細砂)	乾燥せるもの	1:1.8
"	水分多きもの	1:3.0
眞土及び砂混り土	堅緻なるもの (高さ 10m 迄)	1:0.8~1:1
"	" (高さ 10m 以上)	1:1~1:1.5
"	軟弱なるもの (高さ 10m 迄)	1:1.5
"	" (高さ 10m 以上)	1:1.5~1:2.0
"	水中	1:1.8~1:2.5
粘 土	堅緻なるもの (乾燥せるもの)	1:1
"	" (水分多きもの)	1:2.0
"	軟弱なるもの (乾燥せるもの)	1:1.5
"	" (水分多きもの)	1:2.5
軟 岩	割目多く軟きもの又は風化せるもの	1:1~1:1.5
"	割目少く硬きもの	1:0.3~1:0.7
砂岩・石灰岩・風化花崗岩	軟 き も の	1:0.8~1:1
硬 岩	硬 き も の	1:0.5~1:0.7
		1:0.1~1:0.3

## § 4. 土量の平均

工事場・運動場の如き広い土地の地均し、或は道路・鐵道の路線の如き細長い土地の土工をなすには、先づ始めに適當な施工基面を定め、切土量と盛土量とが成る可く相等しくなる様、即ち切土を盛土に用ひて成る可く過不足のない様計畫する事が必要である。之を土量の平均と云ふ。

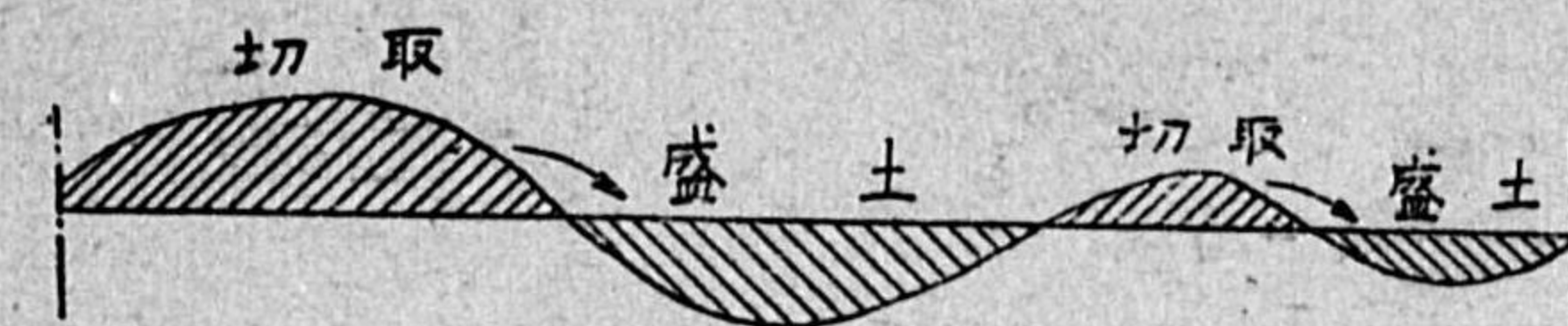


圖 - 5

切土を盛土に流用するには、成る可く近距離に於て高所の切土を低所の盛土に利用する様計畫する事が望ましい。併し現場の状態によつては、相當の上り勾配がある所でも低所の切土を高所の盛土に流用する方が得策である事も多い。又反對に、切土は附近に土捨場を設けて之に捨て、盛土は附近の土取場より取つて來て用ふる方が得策である場合もある。之等は全く現場の状態によつて異なるもので、之等の計畫が當を得るか否かは、土工費に多大の影響を與へるものであるから



よく調査研究して計畫する事が必要である。

§ 5. 土積の計算

(1) 細長い體積の計算

道路・鐵道の路線の如き細長い場所の體積を計算するには次の如き公式が用ひられる。

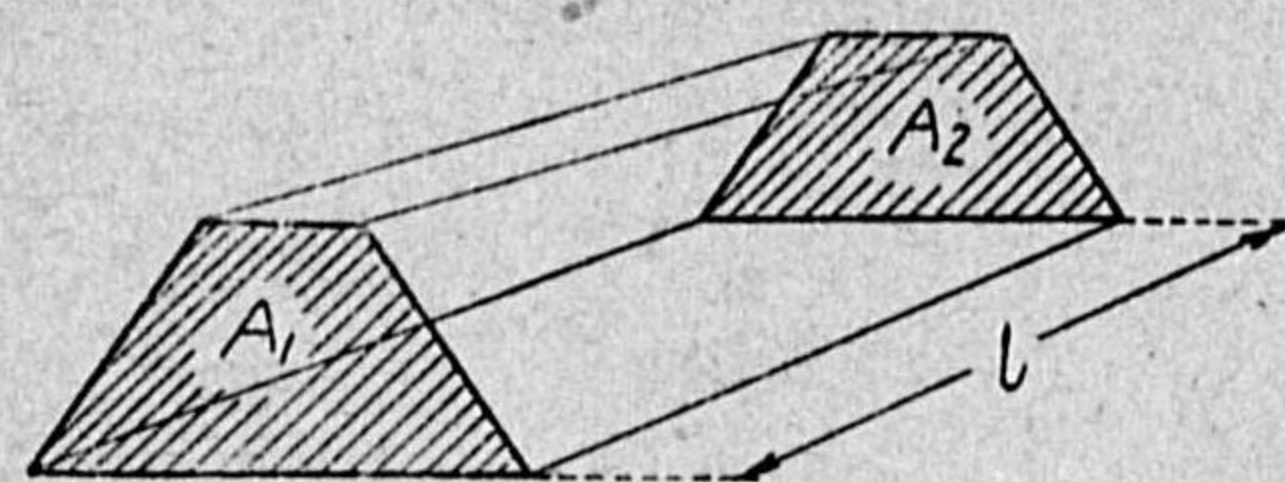


圖 - 6

(イ) 兩端面平均公式

今  $A_1, A_2 =$  相隣れる 2 断面の夫々の面積

$l =$  其の 2 断面間の距離

$V =$  2 断面間の體積

とすれば

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot l$$

本公式より算出せる結果は實際値より少々大なるものになるが、この公式は簡單にして計算容易なる爲土積計算には廣く用ひられる。

(ロ) 中央断面公式

今  $A_m =$  2 断面の中央に於ける斷面積

とすれば

$$V = A_m \cdot l$$

本公式より算出せる結果は實際の體積より少々小なるものであるが、(イ)の公式よりは精度がよく、砂や砂利を檢收する場合などにはよく用ひられる。

(ハ) 擬壩公式

この公式は最も理論的なものであつて、次の如きものである。

$$V = \frac{l}{6} [A_1 + 4A_m + A_2]$$

(ニ) 曲線部に於ける土積の算出

以上示した各公式は路線が直線をなす場合の計算式であるが、曲線部に於ては別に計算を必要とする。

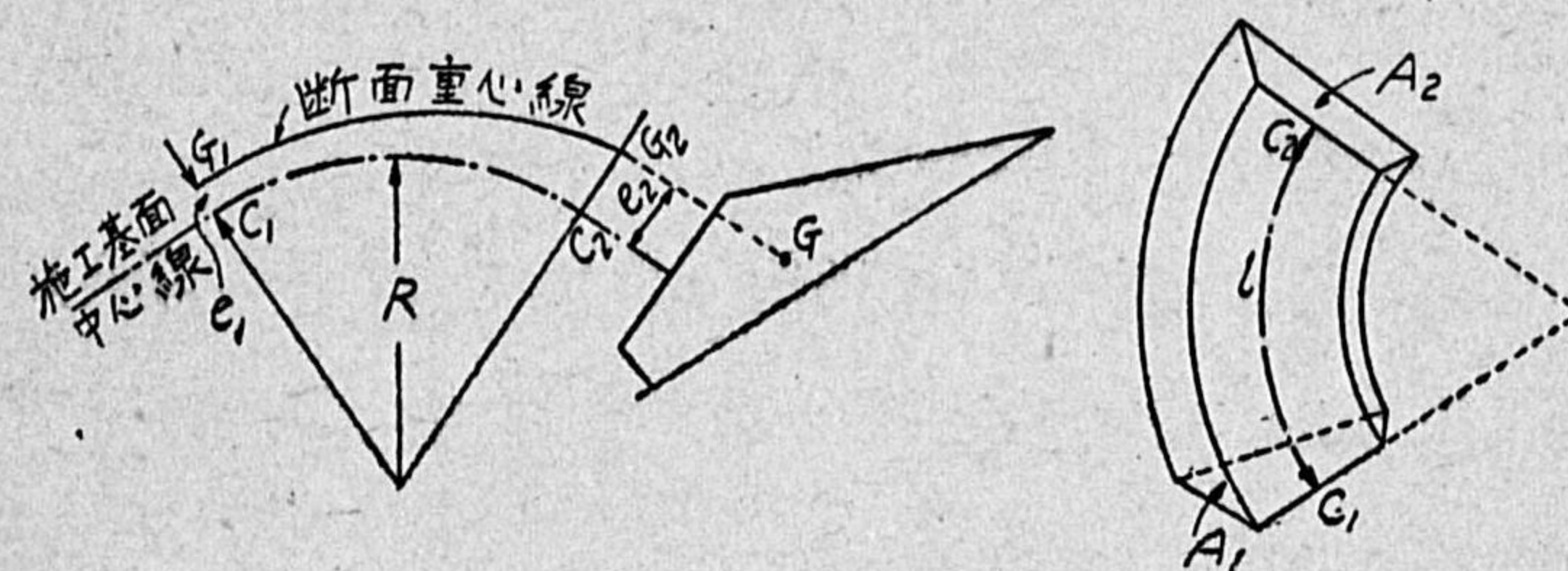


圖 - 7

今  $C_1, C_2 =$  中心線 (圓弧)



$R =$  圓弧  $C_1 C_2$  の半径

$e_1, e_2 =$  兩端断面に於ける夫々の中心線と重心との水平距離

若し重心が中心線より外側にあれば (+), 内側にあれば (-) とす

とすれば,  $V$  は次式より算出する事が出来る。

$$V = \frac{l}{6} [A_1 + 4A_m + A_2] + \frac{l}{6R} [(A_1 + 2A_m) e_1 + (2A_m + A_2) e_2]$$

以上の各公式に於て,  $A_1, A_2$  等の断面積は圖上より測面器 (プランメーター) によつて測るか, 又は断面形を幾多の三角形或は梯形に分割して夫等の面積を算出總和して求める事が出来る。

(2) 廣濶地の體積の計算

建物の敷地, 廣場等の地均し又は埋立をする場合の土工量 (土の體積) を求むるには次の様な計算方法がある。

(イ) 三角柱體法

圖-8 に示す様に廣い土地を各々相等しい三角形に

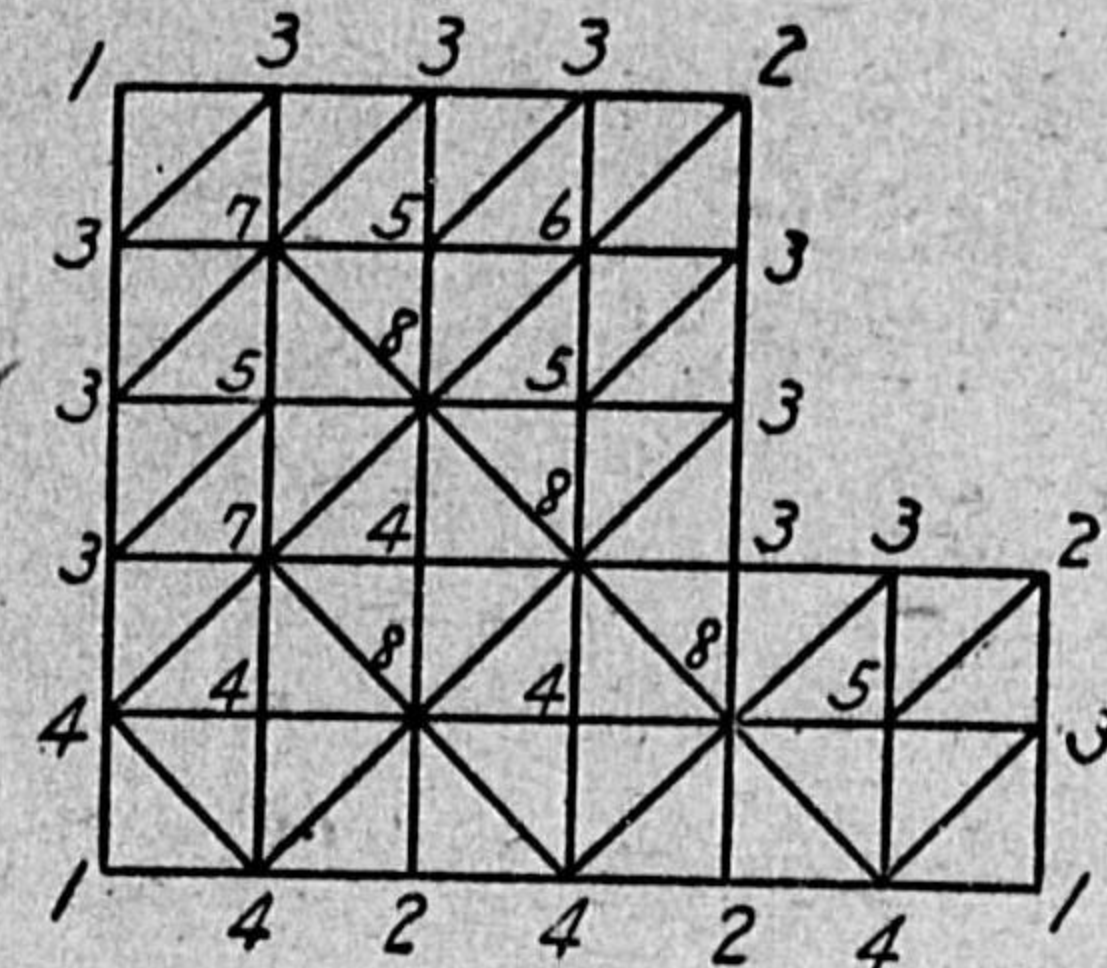


圖 - 8

區分し, 各隅點の地盤高を水準儀 (レベル) を用ひて測定し, 圖上に計畫高を定めて切取高又は盛土高を知る時は, 次式によつて區分せる全地域に於ける土

工量を求める事が出来る。

$$V = \frac{A}{3} [\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + \dots + 7\Sigma h_7 + 8\Sigma h_8]$$

茲に  $A$  は一つの三角形の面積を表はし,  $\Sigma h_1$  は 1 と記した點 (3 個の三角形の共通頂點ならば 3 と記す) の切取又は盛土の高さの合計を表はす。  $\Sigma h_2, \Sigma h_3, \dots$  も同様の意味を持つものである。

(ロ) 矩形柱體法  
圖-9 に示す様に相等しい矩形に區分せる土地の體積を求むるには次式による。

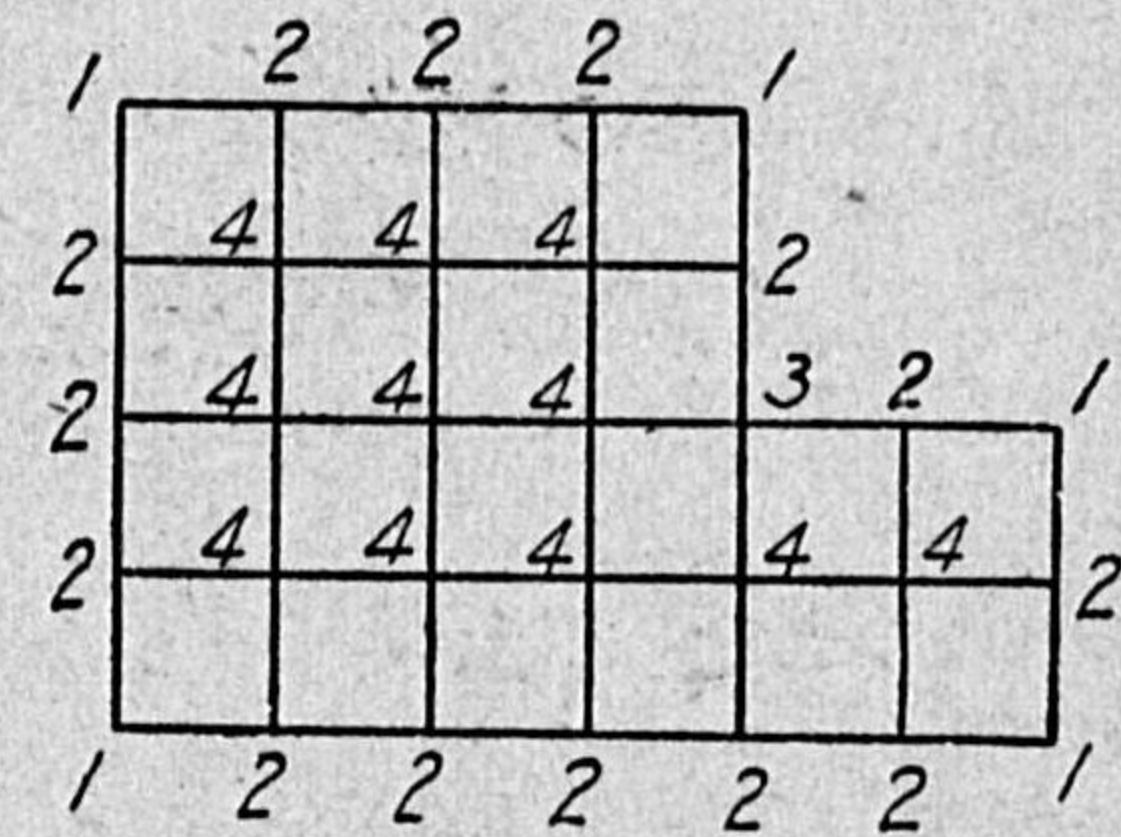


圖 - 9



$$V = \frac{A}{4} [\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4]$$

但し  $A$  は一つの矩形の面積を表はし、 $\Sigma h_1, \Sigma h_2, \dots$  は前と同じ意味を持つものである。

(ハ) 等高線による體積の計算

之は等高線を利用して土積を算出する方法である。即ち各等高線間の垂直高差を  $h$  とし、各等高線で圍まれる面積  $A_1, A_2, A_3, \dots$

$A_n$  を測面器で測れば、體積は (1) に示した各公式を用ひて求める事が出来る。

今擬壘公式を適用するとすれば

$A_1, A_3$  間の土積

$$V_1 = \frac{h}{3} (A_1 + 4A_2 + A_3)$$

$A_3, A_5$  間の土積  $V_2 = \frac{h}{3} (A_3 + 4A_4 + A_5)$

.....

全部を加へて全土積即ち  $A_1, A_n$  間の土積は

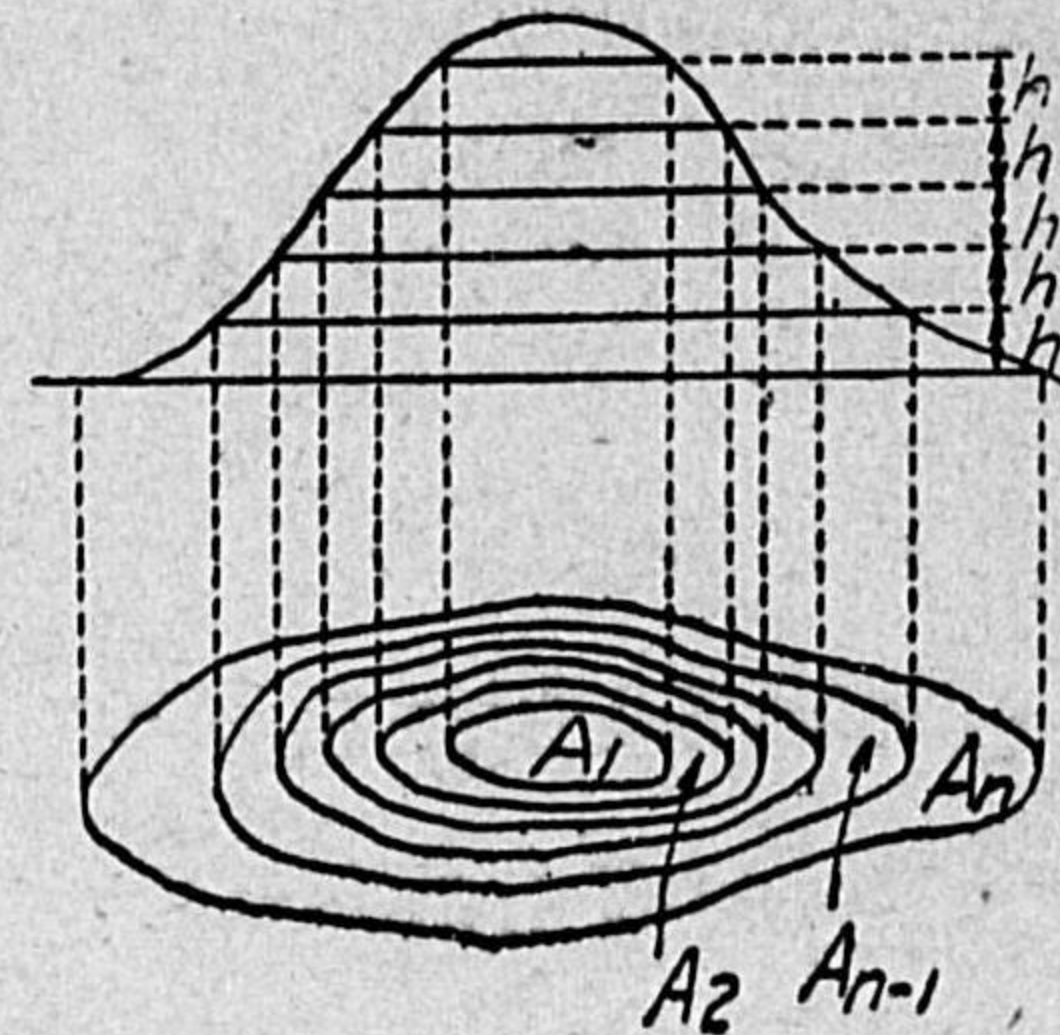


圖 - 10

$$V = \frac{h}{3} [A_1 + 4(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots + A_{n-2}) + A_n]$$

但し式中  $n$  は奇數とする。若し  $n$  が偶數の場合には、最後の  $A_n$  を除き  $A_{n-1}$  迄の土積を上式で求め、 $A_{n-1}, A_n$  間の土積は兩端面平均公式で計算して之を加ふるものとする。

一般に等高線による體積の算出法は不精確になり勝ちのものであるから、概略値で差支へなき場合の外は用ひないがよい。

§ 6. 人力による土工用具

土工用具は土工の種類並びに取扱ふ土砂の種類・性質の如何によつて適當なものを選ぶ必要がある。今普通に用ひられてゐるものを挙げると次の通りである。

1. ショベル (又はスコップ)

丸型 普通の土砂又は軟土の掘鑿に使用する。

劍型 同上の少々堅き土の掘鑿に使用する。

角型 弛んだ砂・砂利又は乾燥した土を掬ひ取るに用ふ。

尙丸型及び劍型をスコップと云ひ、角型をショベル



と云ふ様に區別する事もあるが、一般には混用されてゐる。

2. 鶴 嘴 (ピック)

堅緻な地盤を掘るに使用する。而して先きが一方の

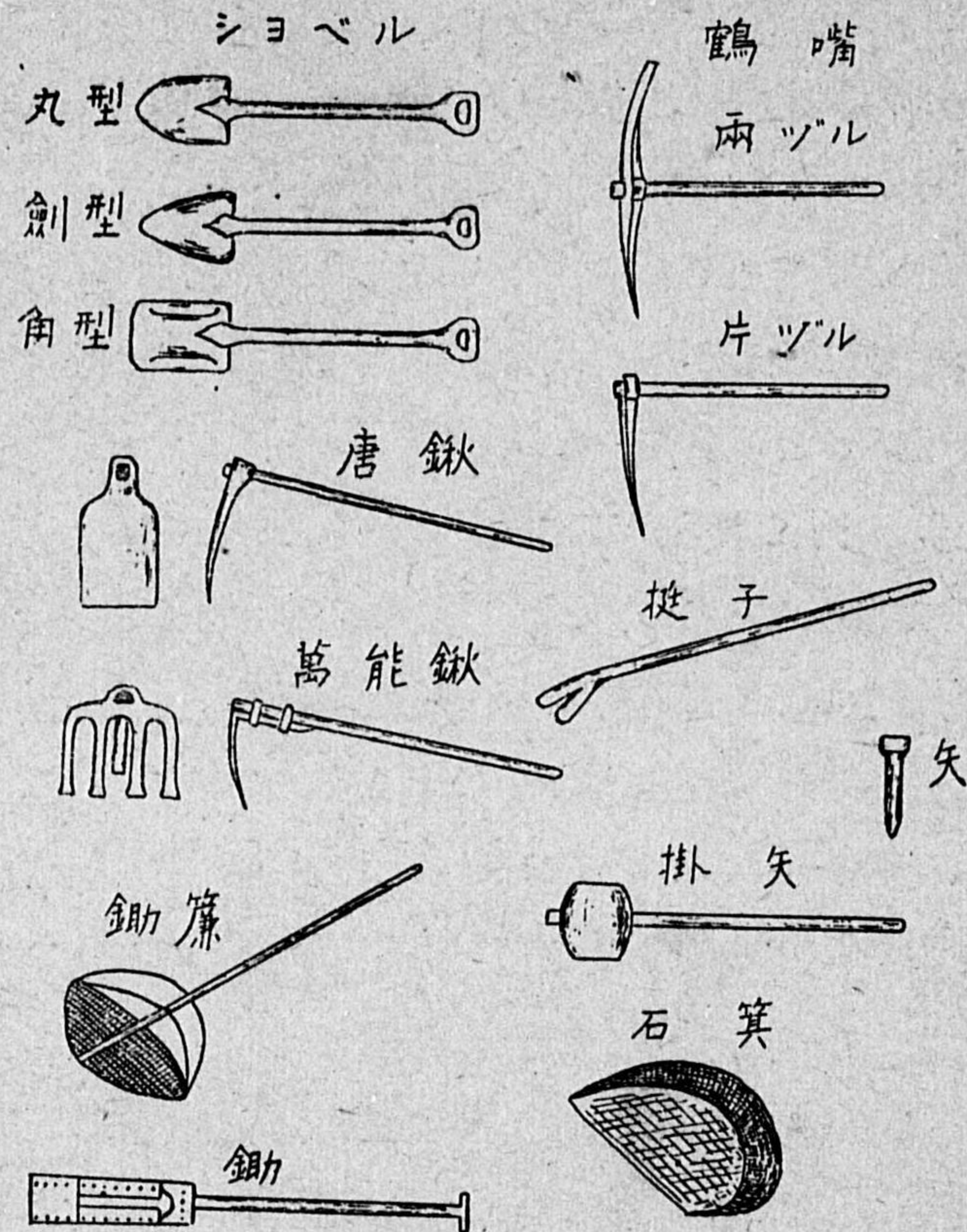


圖 - 11 (A)

ものを片ツル, 兩方のものを兩ツルと云ふ。

3. 唐 鋤

柔い土砂・粘土を掘るに使用する。

4. 萬 能 鋤

唐鋤と同様の場合に使用する。或は碎石よりも少々大きな石塊を掻き集めたり撒布するにも使用する。双先は2本のもの, 3本のもの, 4本のもの等がある。

5. 鋤 簾

切り弛んだ土砂・砂利等を掬つて均すに用ふ。

6. 鋤

粘着性のある泥土・粘土等を切り取るのに用ふ。

7. 矢

土に打込んで之を崩壊せしめるときに用ふ。

8. 挺 子 (金 棒)

硬岩層の節理を突いて掻き落したり, 普通土砂の掘鑿に矢の代用とする。

9. 掛 矢

杭や矢を打込むのに用ふ。

10. 石 箕

砂利や礫を掬ひとるに使用する。



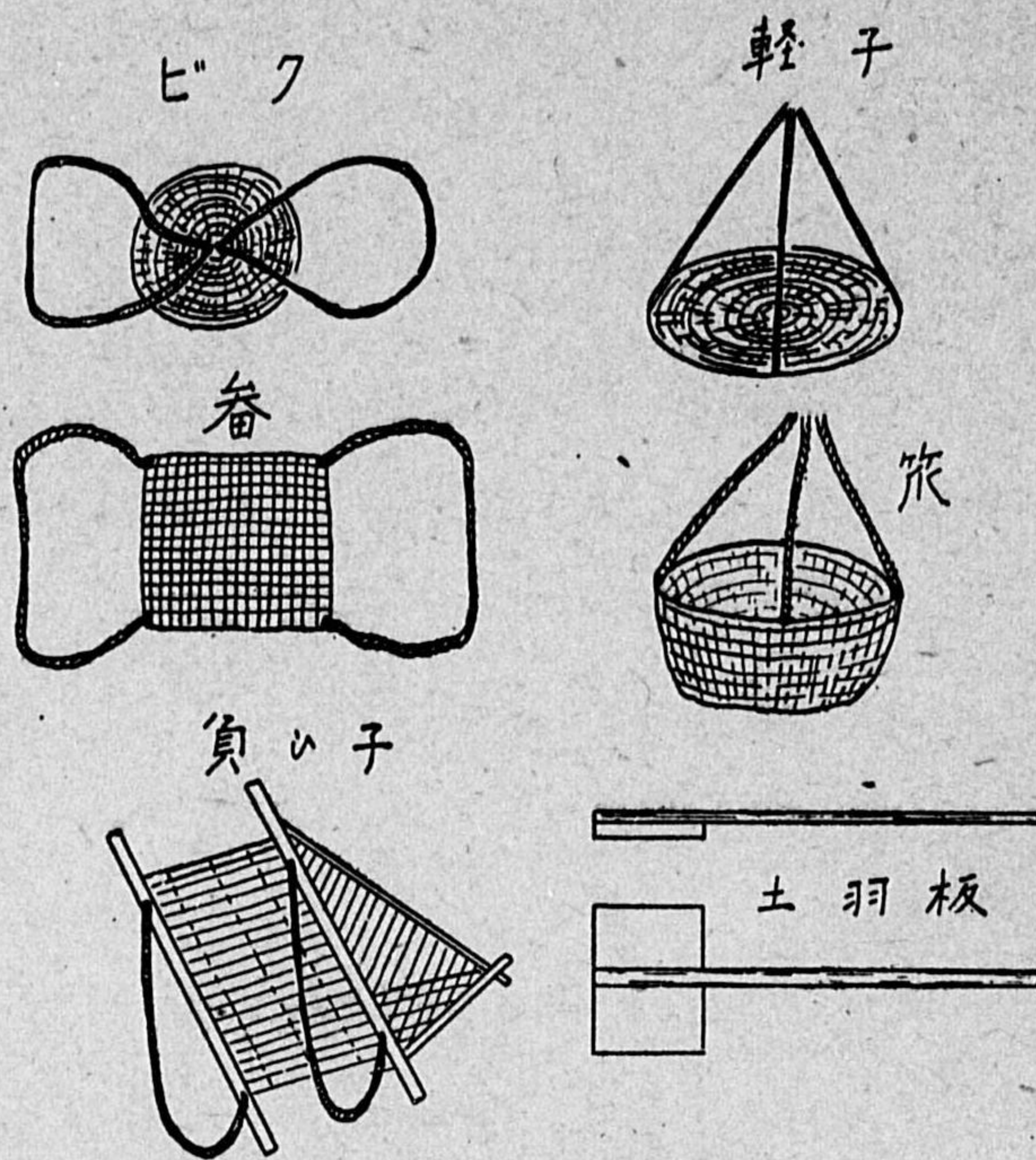


圖 - 11 (B)

11. ビク

土を運ぶ時に用ふ。一般に1人で2杯を擔棒で前後にかつぐ。

12. 畚 (モツコ)

ビクと同様の目的に用ふ。但しビクより大きいから2人で1杯をかつぐ。

13. 輕<sup>カル</sup>籠<sup>コ</sup> (又は輕子)

土を運ぶに用ふ。1人で2杯を擔棒で前後にかつぐのが普通である。

14. 竹籠 (バイスケ) 又は<sup>ザル</sup>箆

輕子と同様の目的に使用する。

15. 負<sup>オ</sup>ひ子<sup>コ</sup>

土砂を入れて人肩に負ひて運搬するもの。

16. 土<sup>ド</sup>羽<sup>バ</sup>板<sup>タ</sup>

盛土の法面を搗き固めるに使用する。



## 第2章 掘鑿及び運搬

### § 1. 人力による掘鑿及び積込

前述の通り土工は人力によるものと機械力を利用するものとに大別する事が出来る。

人力土工は、人力による掘鑿・積込並びに人肩による運搬・トロ押等がその主なるもので、一般に機械力を利用する方法に較べて能率の上らない方法であるが、小工事の爲に機械の設備費を負担し得ざる場合とか、或は地形の関係上機械を使用する事が困難な場合には、勢ひ人力に依らなければならぬ。而して実際には人力による場合が随分多いのである。

人力土工では土質の硬軟・粘着性の大小・掘鑿土の刎上げ高さ及び刎出し距離・土運車の高さ等が工程に著しい差異を生ずる。機械土工に於ても之等の事が其の工程に影響を及ぼす事は云ふまでもないが、人力土工の場合には特に其の影響が大きいから、之等の點に十分の考慮を拂ひ、使用器具に適當なものを選び、工法も適切なる方法を探ると共に、掘鑿係・積込係・運

搬係等の人數の割合を適當に按配して工程の進歩を圖る様にしなければならぬ。

人力で掘鑿するには、前述の通り土質に応じてショベル・鶴嘴・鍬・鋤等を使用する。

ショベルは土を掘るに用ひるのみならず、掬つた土を垂直に刎上げ又は水平に刎出すにも使用する。その刎上げ高、又は刎出し距離は土質並びに労働者の體力によつて異なるが、一般に垂直に1.2～1.5mで最大3m、水平に2～3mで最大5m程度である。ショベル1杯の掘鑿土量は約7～8kgで、即ち180～230杯で1m<sup>3</sup>となる。

土運車その他の運搬器へ積込むには、掘鑿と同時に行ふ事が能率上よいのである。即ち掘鑿した土砂を一度地上に刎出し、之を更めて掬つて積込む事は能率の上らない方法である。

次にショベルを使用して行ひ得る1人1日當りの掘鑿及び積込工程並びに歩掛表を示す。

次表に於て土量は凡て實坪とす。尙表に於て

(イ) は軟かき土砂 ショベルを腕の力にて容易に突込み得る砂又は軟土



人力掘鑿積込工程及び歩掛表 (工程 1 人 1 日 當り  $m^3$  / 歩掛 1  $m^3$  當り 人)

記號	土質	刻上げ高 (m)							
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
(イ)	軟かき土砂 { 工歩 程掛 (1/x)	24.0 0.042	23.8 0.042	23.2 0.043	22.2 0.045	20.8 0.048	18.7 0.053	15.9 0.063	11.6 0.086
(ロ)	普通の土砂 { 工歩 程掛 (1/x)	20.0 0.050	19.8 0.051	19.4 0.052	18.6 0.054	17.5 0.057	15.8 0.063	13.5 0.074	9.8 0.102
(ハ)	硬き土砂 普通の粘土 { 工歩 程掛 (1/x)	16.0 0.063	15.9 0.063	15.6 0.064	15.0 0.067	14.2 0.070	13.0 0.077	11.1 0.090	8.0 0.125
(ニ)	硬き粘土 { 工歩 程掛 (1/x)	12.0 0.083	11.9 0.084	11.6 0.086	11.0 0.091	10.2 0.098	9.0 0.111	7.1 0.141	4.0 0.250
(ホ)	粘土砂利盤 丹盤 { 工歩 程掛 (1/x)	6.0 0.167	6.0 0.167	5.9 0.169	5.8 0.172	5.7 0.175	5.2 0.192	4.4 0.227	2.4 0.417
(ヘ)	碎石 { 工歩 程掛 (1/x)	18.0 0.056	17.9 0.056	17.6 0.057	17.0 0.059	16.2 0.062	15.0 0.067	13.1 0.076	10.0 0.100

(ロ) は普通の土砂 ショベルを突込む爲上體を幾分持たせ掛ける程度の土砂

(ハ) は硬き土砂 ショベルを突込む爲足にて其の肩を壓へ體重を利用して二三度押込む程度の土砂。

又は普通の粘土 粘着の爲切離し難くショベル又は鋤に附着する爲投棄困難な粘土

(ニ) は硬き粘土 水分少く固く壓縮され掘鑿する爲鋤を必要とする程度の粘土

又は泥粘土 水飴の如く軟かく泥濘にして取扱ひ難き粘土

(ホ) は粘土砂利盤 硬粘土に砂利を交へたもので鶴嘴を要するもの

又は土丹盤 鶴嘴にて掘鑿し得る程度のもの

1. 前表は土運車又は土運船等に積込む場合の工程及び歩掛であるが、廣場又は水面に投棄する場合の工程は前表の約 1 割増、歩掛は約 1 割減となる。

2. 10kg 内外の小割石・栗石は碎石の場合と略同じ。但し運搬容器迄に 1m 以上の距離ある時は歩増しを要す。

3. 硬土の場合は掘起しの爲に、粘土の場合は切離しと芻出しの際の粘着抵抗の爲に多大の勞力を要する。

4. 硬土盤を鶴嘴にて搔き落す作業の歩掛は其硬度によつて  $1m^3$  に付き 0.1~0.5 人を要す。

5. 優秀なる労働者は上述標準の 3 割増、劣等者は約半分の工程である。

§ 2. 人肩による運搬



人肩によつて土砂を運搬する方法は、運搬距離短かく、高低不規則で運搬車用の軌條を敷設し難き時、又は土量の少い時に用ひられるものである。主として畚（モツコ）を使用するが、軽子又はビク其他を用ふる事もある。

畚は3尺畚と稱して1邊約85cmの正方形で、1杯で約100kgの土砂を載せる事が出来る。従つて15～18杯で實坪1m<sup>3</sup>の土砂となる。

輕籠の大きさは直徑約45cm、1荷約50kg、30～35荷で1m<sup>3</sup>の土量となる。茲に1荷とは1回の運搬量を意味し、即ちこの場合に於ては2杯分を云ふのである。ビクも輕籠と大體同量の土砂を運搬し得るものである。

人肩運搬器具容積表

器 具 別	1 荷の運搬量		1m <sup>3</sup> とな るべき 荷 數	運搬に要 する人數	最適運搬 距離(m)
	重量(kg)	容積(m <sup>3</sup> )			
畚	100	0.05～0.07	15～18	2	30
輕 籠	50	0.03～0.04	30～35	1	30
ビ ク	50	0.03～0.04	30～35	1	30
背 負	50	0.03～0.04	30～35	1	50

運搬距離が稍々遠い時には負ひ子に土砂を容れて背負ふて運搬する事がある。之を背負ひと云ひ、1荷約50kgが普通である。

人肩運搬には多くの労働者を使役するから、混雑や無駄な待合せの起らない様總てを工合よく配置しなければならぬ。通路はなるべく往路と復路とに分け、往路はつとめて路面の良好な平坦な處を撰ぶ様にする。往路の上り勾配は成るべく1/10以下とし、足場の滑らぬ様に設備する。尙1人の連続運搬距離は120mに止め、夫れ以上に及ぶ時は新手によつて中繼をする。

運搬歩掛を算出する公式に次の如きものがある。

$$N = \frac{n [D(S + S_1) + t]}{T}$$

但し  $N = 1m^3$  を 100m 運搬するに要する人數  
 $n = 1m^3$  を積載するに要する運搬器の數  
 (荷數)

$D =$  運搬距離 (100m を單位とす)

$S =$  積荷ある時 100m を行くに要する時間  
 (分)

$S_1 =$  積荷なき時 100m を行くに要する時間



(分)

$t =$  積込及び取却に要する時間 (分)

$T =$  1日の純労働時間 (分)

而して普通の土壤に就て考へれば、之等の記號の數値は凡そ次表に示す程度である。

人肩運搬による運搬歩掛算出の基礎數値

運搬器の種類	運搬器1荷の容量 (m <sup>3</sup> )	D (100m)	n	t (分)			S (分)	S <sub>1</sub> (分)	T' (分)	N (人)
				積込	取却	計				
畚	0.07	1	15	1.8	0.4	2.2	3	2.4	480	0.48
輕子	0.03	1	33	0.8	0.2	1	4	3	480	0.55
ピク	0.03	1	33	0.8	0.2	1	4	3	480	0.55
背負	0.03	1	33	0.8	0.2	1	4	3	480	0.55

この N を用ひて各種の距離を運搬する歩掛を算出すれば次表の様になる。

人肩運搬による運搬歩掛表(積込, 取却を含む 1m<sup>3</sup> 當り)

距離 (m)	畚 (人)	輕子 (人)	ピク (人)	背負 (人)
20	0.10	0.11		0.17
30	0.14	0.17	0.17	0.28
50	0.24	0.28	0.28	0.31
75	0.36	0.31	0.31	0.55
100	0.48	0.55	0.55	0.69
125	0.60	0.69	0.69	0.83
150	0.72	0.83	0.83	

§ 3. 人力による運搬車

人力による土運車には手押車・二輪車・リヤカー・手押トロ等がある。

**手押車** 之は俗にネコ車と云ひ、木製及び鐵製の2種類がある。容積は 0.035m<sup>3</sup> 位のもので、その高さが低く幅が狭い爲、積込みが容易で狭少



圖 - 12

なる場所に適當する。最大運搬距離は 80 ~ 120m で、運搬路の勾配が 8% 以上にもなると 1 人で運搬する事は困難になる。板を地上に敷いてその上に車を通す様にすれば結果は良好である。

**二輪車** 二輪車は土砂を積載する爲に、普通の荷車の上に箱を取付けたもので、手押車に較べて容量が大きい割合に運搬勞力が少ないから、運搬距離が 120m 以上にもな

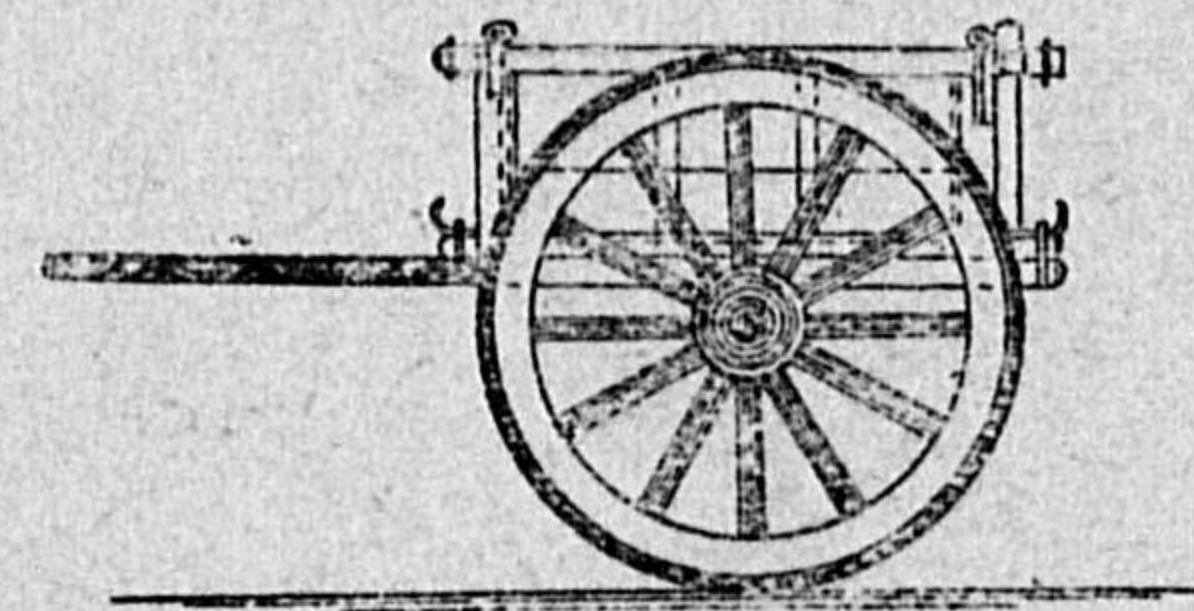


圖 - 13

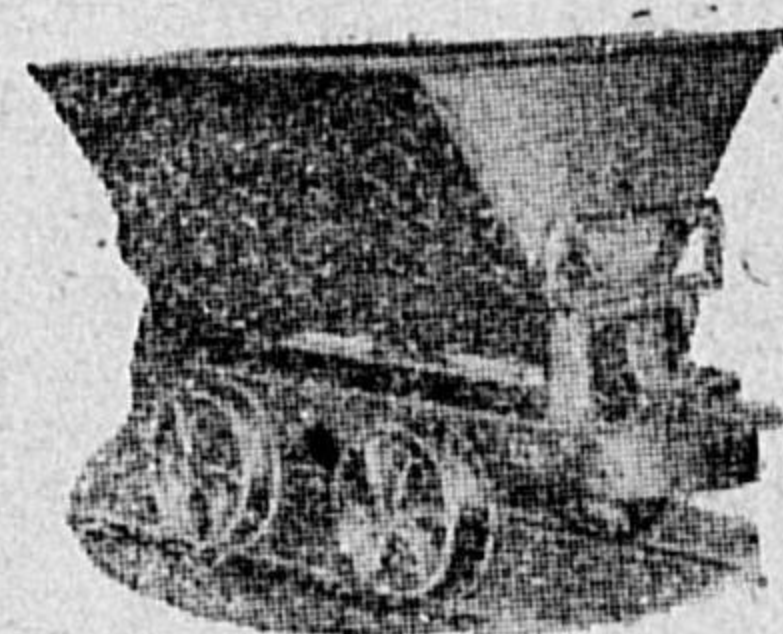


れば経済的である。之には人力で運ぶものと牛馬によるものがある。人力によるものの容量は  $0.2 \sim 0.3 \text{ m}^3$  である。

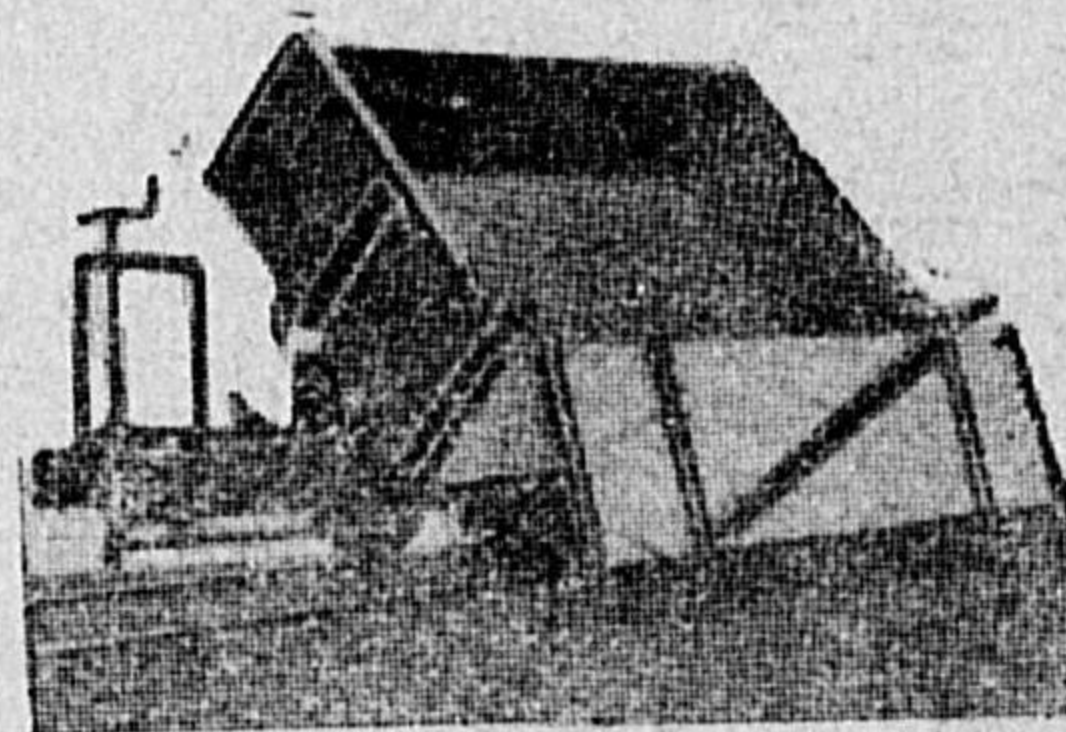
**リヤカー** 自轉車のタイヤを用いた牽引用のリヤカーの事で、不陸地盤でも相当労力を省き得るものである。板張路面にすれば能率がよくなる。

**土運車** 大工事で運搬する土量が多い時、軌條を敷設する事さへ出来れば、他の如何なる方法を探るよりも、この土運車による方法が最も能率よく然かも経済的になる。従つて最も一般的に用ひられてゐる方法である。

土運車を動かすには人力、牛馬及び機關車による方法がある。人力による方法は積込から土捨まで總て人力によるもので、運搬距離は  $800\text{m}$  位迄、土量  $10,000\text{m}^3$



鍋 ト ロ



箱 ト ロ

圖 - 14

位の處に適當とされてゐる。

土運車には箱トロと呼ぶ木製土運車と、鍋トロと呼ぶ鐵製土運車との二つの型がある。前者は臺車共に傾けて土捨する型のもので、一般に1箱の容量は1合積である。後者は容器のみ傾けて土捨する型のもので、普通に1箱の容量は約5勺積である。

土運車の容量は必ずしも上記の如く一定したものではないが、普通1人押ならば  $0.3 \sim 0.4\text{m}^3$ 、2人押ならば  $0.6 \sim 0.72\text{m}^3$  のものが適當である。何れも容器の高さは軌條面上  $1\text{m}$  以上にならない事が積込能率上必要な事である。

軌條の重さは5勺トロに對しては  $4.5 \sim 6.0\text{kg/m}$ 、1合トロに對しては  $6.0 \sim 7.4\text{kg/m}$  のものが適當である。而して其の1本の長さは  $3.0 \sim 5.5\text{m}$  を普通とする。軌間は前車に對しては  $50\text{cm}$ 、後者に對しては  $60\text{cm}$  が普通である。

枕木は鐵製のものと木製のものがある。鐵製のものは鐵板の各種のものを梯子型に取付けたもので、敷設容易である。木製枕木は末口  $8\text{cm}$  以上の松丸太を用ふるもので地盤の悪い場所に適當する。



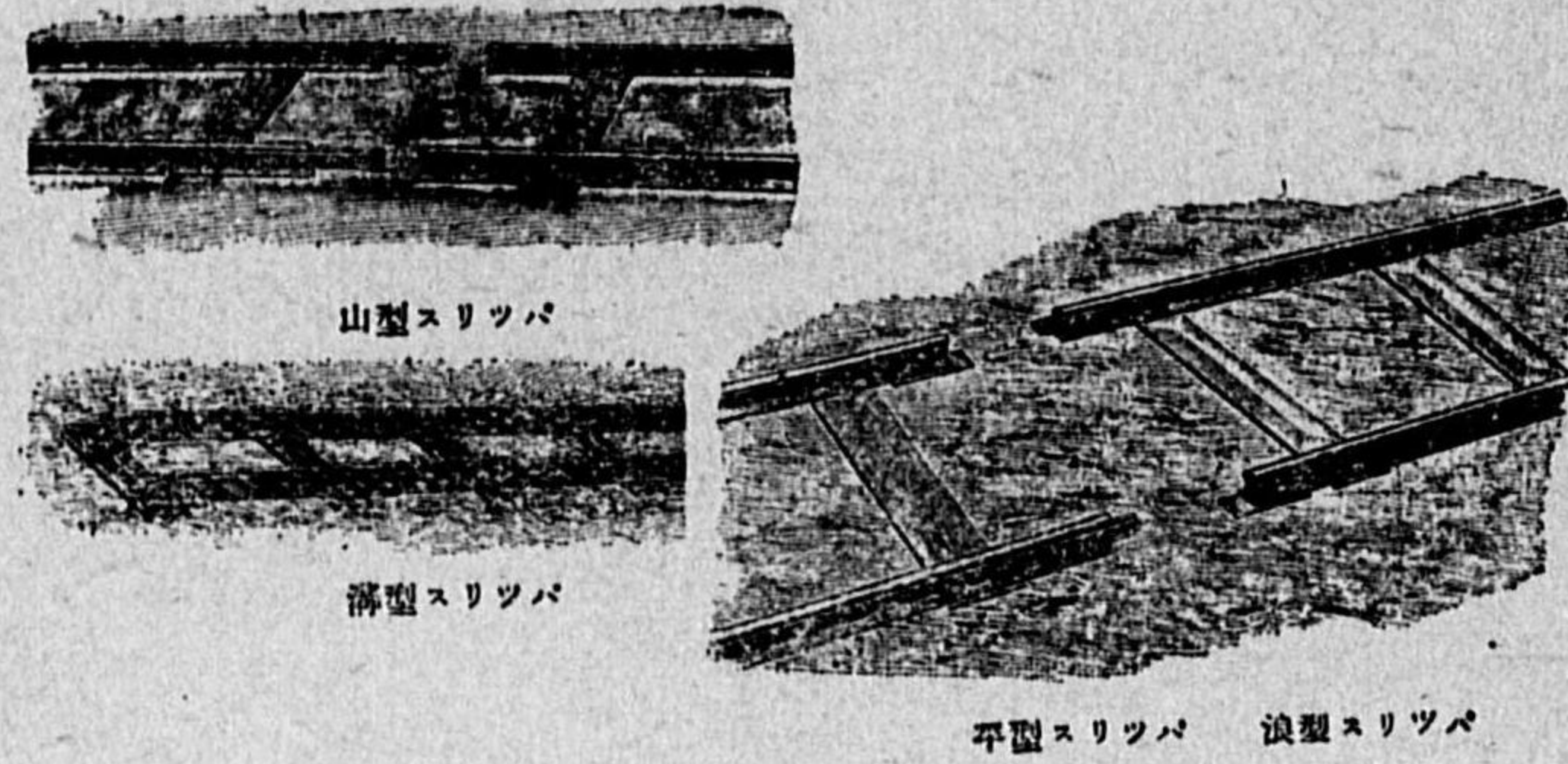


圖 - 15 各種の鐵製枕木

最も適當なる土運車

名稱	土運車 の重量 (kg)	一車の運搬量		軌條の 重量 (kg/m)	1m <sup>3</sup> と なるべ き車數	軌間 (cm)	摘 要
		重量 (kg)	容量 (m <sup>3</sup> )				
一人押 鍋トロ	220	500	0.36	4.5 ~ 6.0	2~3	50	五勺積 鍋トロ
二人押 箱トロ	280	1000	0.72	6.0 ~ 7.4	1.5	60	一合積 箱トロ

人力運搬車による運搬歩掛算出の基礎表

種 類	1 車 の容 量 (m <sup>3</sup> )	n	D (100m)	S (分)	S <sub>1</sub> (分)	t (分)			T (分)	N (人)
						積込	取却	計		
手 押 車	0.035	30	1	3	2.4	0.8	0.5	1.3	480	0.08
二 輪 車	0.2	5	1	3	2	5	1	6	480	0.12
リヤカー	0.15	7	1	3	2.4	5	1	6	480	0.08
鍋トロ	0.36	3	1	3	2	9	2	11	480	0.1
箱トロ	0.72	1.5	1	2	1.7	18	3.5	21.5	480	0.08

各種の人力運搬車の歩掛を示すと凡そ前表及び次表の通りである。

人力運搬車による運搬歩掛表 (積込, 取却を含む 1m<sup>3</sup> 當り)

距 離 (m)	手 押 車 (人)	二 輪 車 (人)	リヤカー (人)	鍋 ト ロ (人)	箱 ト ロ (人)
50	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04
100	0.08	0.12	0.08	0.10	0.08
150	0.12	0.18	0.12	0.15	0.12
200	0.16	0.24	0.16	0.20	0.16
250	0.20	0.30	0.20	0.25	0.20
300	0.24	0.36	0.24	0.30	0.24
350	0.28	0.42	0.28	0.35	0.28
400	0.32	0.48	0.32	0.40	0.32
450	0.36	0.54	0.36	0.45	0.36
500	0.40	0.60	0.40	0.50	0.40
550	0.44	0.66	0.44	0.55	0.44
600	0.48	0.72	0.48	0.60	0.48
650	0.52	0.78	0.52	0.65	0.52
700	0.56	0.84	0.56	0.70	0.56
750	0.60	0.90	0.60	0.75	0.60
800	0.64	0.96	0.64	0.80	0.64
850	0.68	1.02	0.68	0.85	0.68
900	0.72	1.08	0.72	0.90	0.72
1000	0.80	1.20	0.80	1.00	0.80

尙距離の大小, 路面の高低及び運搬速度を基礎とし



て運搬歩掛を求めるには次式による事が出来る。

$$\text{1日の運搬回数 } N = \frac{T}{\frac{2D}{v} \times 60 + t}$$

$$\text{1日の運搬土量 } N.C = \frac{T.C}{\frac{2D}{v} \times 60 + t}$$

但し  $N = 1$  日の運搬回数

$D =$  平坦路運搬距離 (m)

$v =$  平坦路の往復運搬平均速度 (m/hour)

$t =$  積込・土捨及び待合せ時間 (分)

$T =$  1日の純労働時間 (分)

$C =$  1回の運搬土量 ( $m^3$ )

而して運搬路中に上り坂がある時は、之を該當水平距離に換算し、この値を前式に入れて算出する。

$$D = L (1 + 60g)$$

但し  $D =$  換算水平距離

$L =$  坂路の水平距離

$g =$  坂路の勾配

此の式より  $g$  と  $D$  との関係を求めると次表の如くなる。

$g$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{160}$	$\frac{1}{130}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{40}$
$D$	1.3L	1.4L	1.5L	1.6L	1.8L	2.0L	2.2L	2.5L
$g$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{20}$						
$D$	3.0L	4.0L						

以上の坂路を水平距離に換算する方法は、人力による運搬車の場合のみに限らず、總ての場合に適用が出来るのである。

尙眞田博士は次の實驗公式を發表せられてゐる。

$$N = \frac{7,500 + 6D}{D + k + 3n + 4h}$$

但し  $N = 1$  日の運搬回数

$D =$  運搬距離 (間)

$n =$  1線路上に動く車數

$h =$  土取場と土捨場との高低差 (尺)

$k =$  土質によつて異なる數 (一般に 90 とする)

#### § 4. 牛馬による運搬車

之は地形其他の關係で運搬用の軌條を敷設し難い時に採用せらるゝ方法である。一般に多額の費用を伴ふものである。



工程は牛馬の強弱・道路の状態によつて著しく異なるものである。其の運搬歩掛は前掲の公式より求められる。即ち、

$$N = \frac{T}{\frac{2D}{v} \times 60 + t}$$

$$N \cdot C = \frac{TC}{\frac{2D}{v} \times 60 + t}$$

茲に  $N = 1$  日の運搬回数

$D =$  平坦路の運搬距離 (m)

$v =$  平坦路の往復運搬平均速度 (m/hour)

牛車  $v = 2,500 \sim 3,500$  m/hour

馬車  $v = 3,000 \sim 4,000$  m/hour

$t =$  1 回の運搬に於ける積込及び土捨並びに待合せに要する時間 (凡そ 15 分位)

$C =$  1 回の運搬土量

一般に容量  $0.66 m^3$  以上の二輪車を用ひ、一匹の馬に 1 ~ 3 臺を曳かす事が出来る。従つて一回の運搬量は凡そ  $1 m^3$  となる。

軌道を利用し牛馬によつて曳かせる方法は、手押運

搬より運搬距離が遠い場合即ち  $400 \sim 1,200$  m の場合に用ひられ、人力による土運車同様のものを 3 ~ 5 臺連結して使用する。

眞田博士の實驗公式は次の通りである。

禦者自身積込をなす場合

$$N = \frac{7,500}{D + 75 + 4h + 75R}$$

積込人夫が積込をなす場合

$$N = \frac{7,500}{D + 75 + 4h}$$

但し  $N = 1$  日の運搬回数

$D =$  運搬距離 (間)

$h =$  土取場と土捨場との高低差 (尺)

$R =$  一度に牽引する車數

### § 5. 貨物自動車

運搬距離遠く軌

條敷設困難な場合、

或は運搬距離に比

較して土量の少い

場合、或は市街地

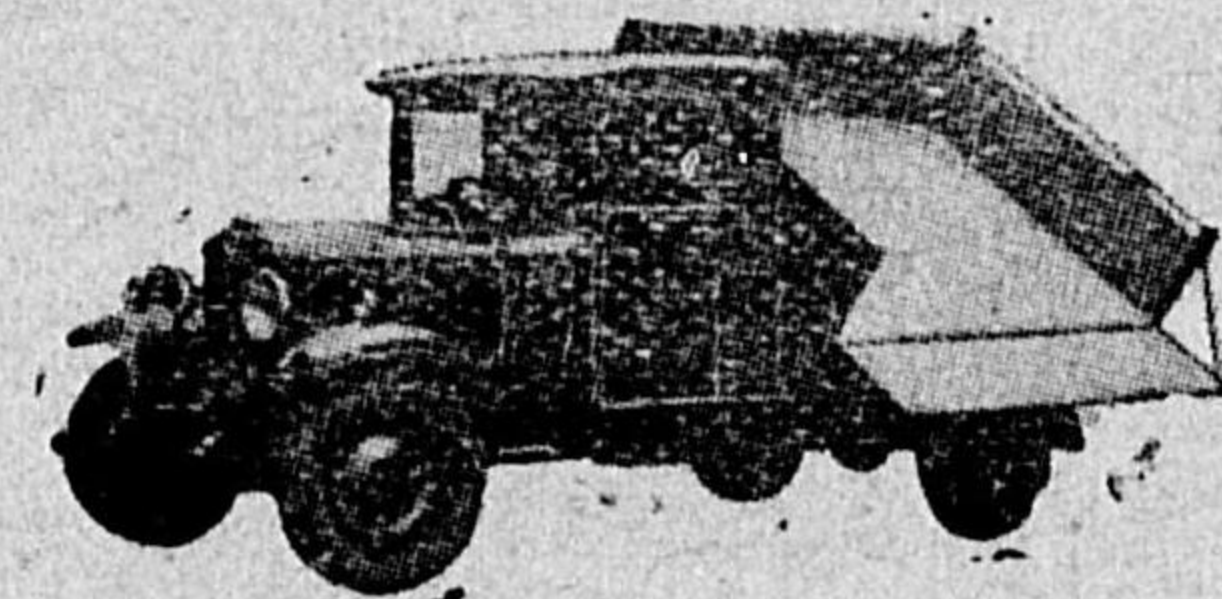


圖 - 16



を運搬する場合等に用ひられる方法である。積込は高さが高い爲少々困難であるが、速度が速く、且人馬と異つて疲労すると云ふ事がないから、結局遠距離には最も有利である。

貨物自動車の速さは道路の状態によつて異なるが、一般に 15 km/hour 前後である。積載量は種々あるが、今 1.4 ton として歩掛を求めると次の様になる。

運搬歩掛の基礎表

積載量 ( $m^3$ )	n	D (100m)	S (分)	S <sub>1</sub> (分)	t (分)			T (分)	N (人)
					積込	取却	計		
1	1	1	0.5	0.4	25	5	30	480	0.04

運搬歩掛表 (積込, 取却を含む 1 $m^3$  當り)

距離 (m)	400	500	600	700	800	900
人	0.16	0.20	0.24	0.23	0.32	0.36
距離 (m)	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
人	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60

§ 6. 機関車牽引の土運車

運搬土量が大で且運搬距離が 1,000 m 以上にも及ぶ

時は、機関車牽引の土運車を用ふる事が多い。其の軌道は、使用機関車を安全に支へ得る軌條と適當な軌間とを備へなければならぬ。今種々なる重量の機関車に適當なる軌條・軌間並びに土運車を表示すると次の通りであ



圖 - 17 蒸汽機関車

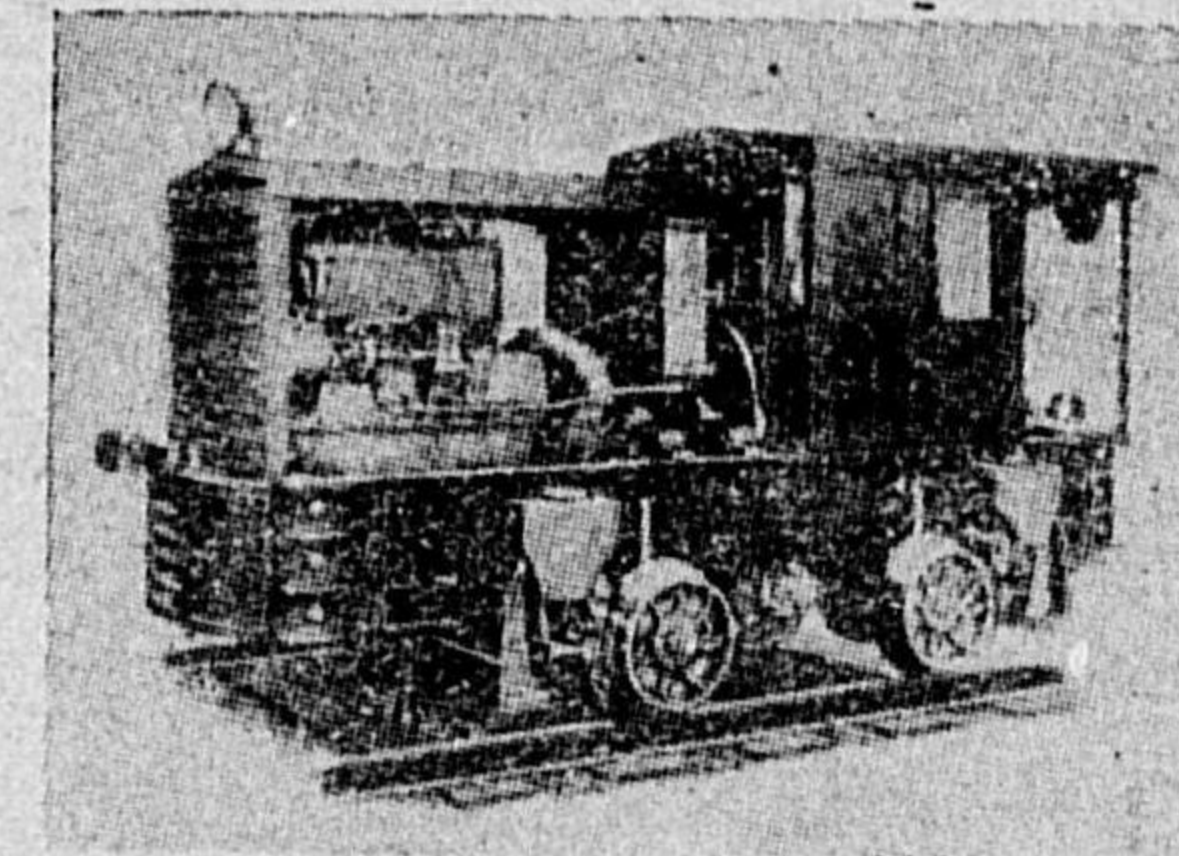


圖 - 18 ガソリン機関車

各種機関車に適合する軌條・軌間並びに土運車の表

機関車(噸)	3.0	5.0	7.0	10.0	20.0
軌條 (kg/m)	6.0~9.0	9.0~10.0	9.0~12.0	12.0	15.0~22.0
軌間 (cm)	60	60~90	60~90	90	90
木製箱トロ ( $m^3$ )	0.72	0.72~0.9	0.9		
鐵製鍋トロ ( $m^3$ )	0.72	0.9~1.2	1.2	1.2	3.0
ダンプカー ( $m^3$ )		0.9~1.2	1.2	1.5	3.0~4.5

備考 ダンプカーとは木鐵混合製の土箱が堅軸によつて臺車上の枠の上に支へられた構造の土運車である。



る。

燃料には石炭・ガソリン・重油等が用ひられてゐるが、最近では蓄電式の電気機関車も重用せられて來てゐる。

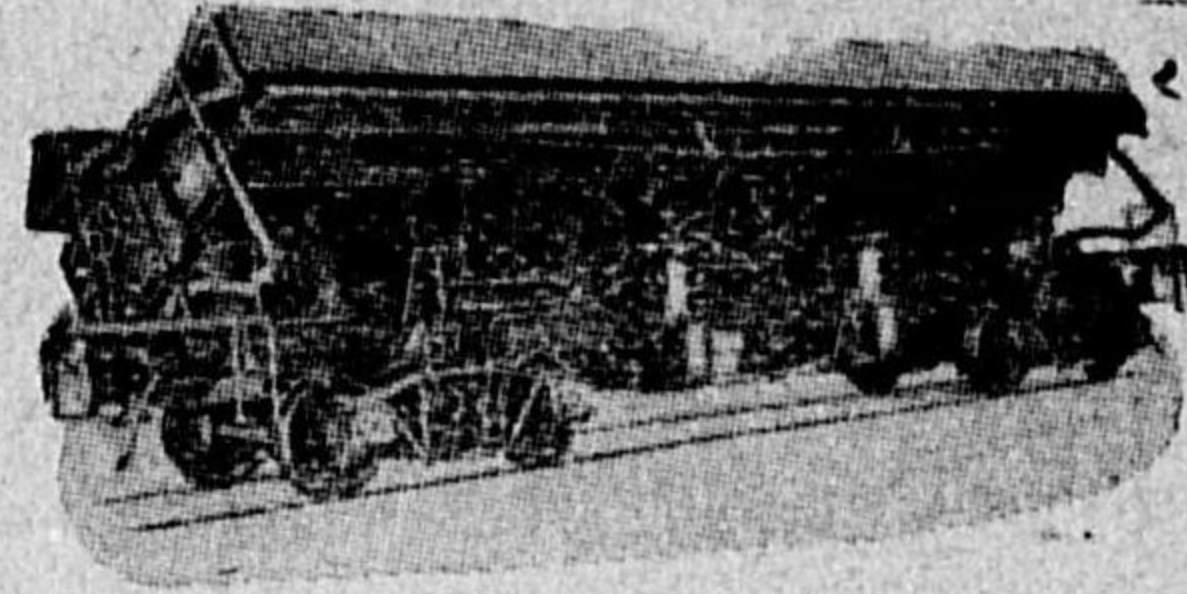


圖 - 19 ダンプカー

機関車用土運車は總て數臺以上連結し、列車として牽引するものであるから、連結器及び緩衝器を設備しなければならぬ。

歩掛公式は前と同様に

$$\text{1日の運搬回数 } N = \frac{T}{\frac{2D}{v} \times 60 + t}$$

$$\text{1日の運搬土量 } N.C = \frac{T.C}{\frac{2D}{v} \times 60 + t}$$

今  $v = 8km$ ,  $C = 1.2m^3 \times 9$ ,  $t = 13$  分(積込10分, 1臺2人掛, 土捨1分, 1臺1人掛, 入換2分),  $T = 480$  分とすれば, 上式より計算して次の結果を得る。

機関車による運搬回数及び土量

運搬距離 (m)	1日の運搬回数	1日の運搬土量 (m <sup>3</sup> )
600	22	237.6
700	20	216.0
800	19	205.2
900	18	194.4
1,000	17	183.4
1,100	16	172.8
1,200	15	162.0

次に輕便軌道敷設 1km 當りの歩掛並びに所要材料を表示する。

輕便軌道敷設 1km 當歩掛表

職名	稱呼	新設及増設	移轉	撤去	備考
土方人夫	人	100	150	50	地盤をショベル鶴嘴にて掻き均す程度
並人夫	人	50	75	25	
大工	人	10	10	0	



輕便軌道敷設 1km 當所要材料表

軌條の重量 (kg/m)	軌條1本の長さ (m)	軌條		繼目釘	ボルトナット		釘		枕木		備考
		本	重量 (kg)		本	重量 (kg)	本	重量 (kg)	丁	重量 (kg)	
15	9.14	230	3,450	456	691	1,824	329	1,064	1,750	7,000	
	8.54	246	3,690	488	740	1,952	352	"	"	"	
	7.93	268	4,000	532	806	2,128	383	"	"	"	
	7.32	288	4,320	572	867	2,288	412	"	"	"	
	6.40	328	4,920	652	938	2,608	470	"	"	"	
	5.59	378	5,680	752	1,140	3,008	540	"	"	"	
	4.57	458	6,870	912	1,382	3,648	657	"	"	"	
	3.66	574	8,610	1,174	1,779	4,456	799	"	"	"	
	9.14	230	2,300	456	416	1,824	155	768	"	"	
	8.54	246	2,460	488	445	1,952	166	"	"	"	
10	7.93	268	2,680	532	485	2,128	181	"	"	"	
	7.32	288	2,880	572	522	2,288	195	"	"	"	
	6.40	328	3,280	652	595	2,608	222	"	"	"	
	5.59	378	3,780	752	636	3,008	256	"	"	"	
	4.57	458	4,580	912	832	3,648	310	"	"	"	
	3.66	574	5,740	1,174	1,071	4,456	379	"	"	"	
	9.14	230	2,300	456	416	1,824	155	768	"	"	
	8.54	246	2,460	488	445	1,952	166	"	"	"	
	7.93	268	2,680	532	485	2,128	181	"	"	"	
	7.32	288	2,880	572	522	2,288	195	"	"	"	

9	9.14	230	2,070	456	328	1,824	155	413	1,750	7,000	
	8.54	246	2,214	488	350	1,952	166	"	"	"	
	7.93	268	2,412	532	382	2,128	181	"	"	"	
	7.32	288	2,592	572	412	2,288	195	"	"	"	
	6.40	328	2,952	652	468	2,608	222	"	"	"	
	5.59	378	3,402	752	540	3,008	256	"	"	"	
	4.57	458	4,122	912	655	3,648	310	"	"	"	
	3.66	574	5,166	1,174	843	4,456	379	"	"	"	
	9.14	230	1,380	456	134	1,824	81	175	"	"	
	8.54	246	1,476	488	143	1,952	86	"	"	"	
6	7.93	268	1,608	532	157	2,128	94	"	"	"	
	7.32	288	1,904	572	168	2,288	101	"	"	"	
	6.40	328	1,963	652	192	2,608	115	"	"	"	
	5.59	378	2,263	752	221	3,008	133	"	"	"	
	4.57	458	2,748	912	268	3,648	161	"	"	"	
	3.66	574	3,444	1,174	345	4,456	196	"	"	"	
	9.14	230	1,380	456	134	1,824	81	175	"	"	
	8.54	246	1,476	488	143	1,952	86	"	"	"	
	7.93	268	1,608	532	157	2,128	94	"	"	"	
	7.32	288	1,904	572	168	2,288	101	"	"	"	



輕便軌道敷設所要材料重量表

軌條 1m 當量重 (kg)	繼目 組 1 (kg)	ボルトナツ ト 100 本に 付き (kg)	犬釘 100 本に 付き (kg)	枕木 100 丁に 付き (kg)
15	3.03	18.0	15.2	500
10	1.824	8.5	10.25	500
9	1.436	8.5	5.9	500
6	0.588	4.4	3.5	500

## 第 3 章 切 取 工

## § 1. 概 要

地盤が粘土又は固結せる砂利層から出来てゐるとき或は其他の土質から出来てゐるときでも、次表に示す程度の深さであれば、地盤を垂直に切取つても、一時的には土砂の凝集力や粘着力によつて安定を得られるものである。併し乍ら土砂の凝集力や粘着力は含水量

素掘限度表

土 質	最深限度 (m)	の多寡や風化の程度等によつて著しく其の値を異にするものであるから、土砂の
清浄にして乾燥せる砂	0.3	の多寡や風化の程度等によつて著しく其の値を異にするものであるから、土砂の
清浄にして乾燥せる砂利	0.3	
濕つた砂	1~2	
普通の粘土	3~5	
固結せる砂利	3~5	

永久的安定を考へる場合には、此の如く環境状態によつて其の性質に著しき變化を來す凝集力や粘着力に信賴することは出来ない。故に永久的に其の掘鑿面の安定を保たしめる爲には、その土質と深さとに相當する安定法勾配を與へなければならぬ。之に就ては既に第



1 章 § 3. 'に示した通りである。

§ 2. 遣 形

一般に設計断面に等しく切取又は盛土をする爲には先づ杭、板、縄又は水糸等を用ひて、現場の處々に施工の基準となるべき型を作り、之を頼つて法面を仕上げるのである。之を遣形又は丁張と呼ぶ。而して所要の遣形を設ける（遣形を出す）には遣形定規を使用するのである。

(1) 土工用遣形定規

土工用遣形定規には多種類あるが、次に其の主なるもの二三に就て説明する。

(イ) 三角型遣形定規

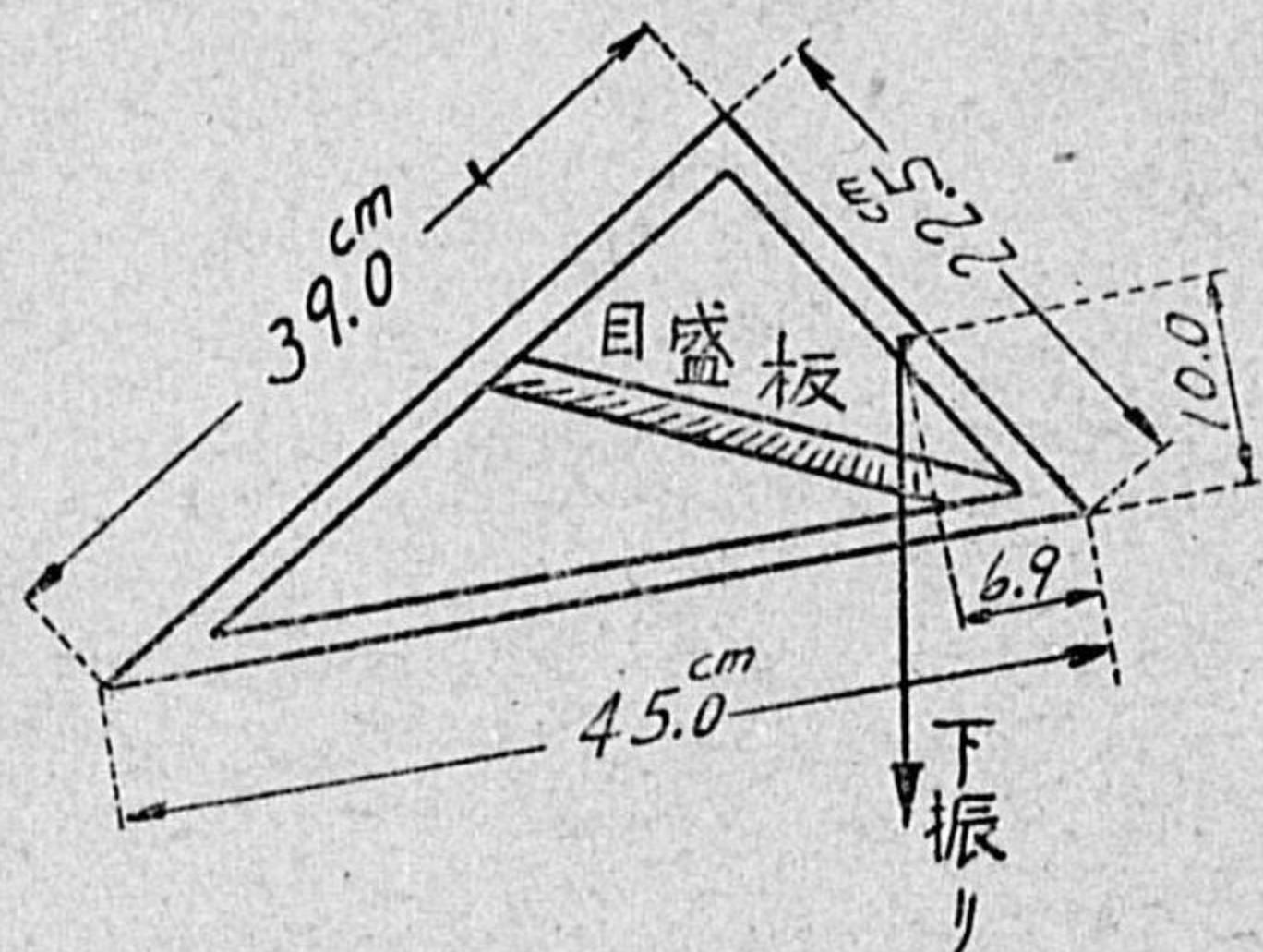


圖 - 20

之は三角型に取付けた目盛板と錘球（下げ振り）とによつて所要の勾配を示す様にしたものである。

目盛板は、次表によつて水平 10

cm に對する垂直長を求め、圖 -21 に示す様な方法で作製する事が出来る。

勾 配	垂直 1 に對し		水平 1 に對し		仰 角	
	法 長	水平長	法 長	垂直長	度	分
0.05	1.00125	0.05	20.02498	20.00000	87	08
0.10	1.00499	0.10	10.04988	10.00000	84	17
0.15	1.01119	0.15	6.74125	6.66667	81	23
0.20	1.01980	0.20	5.09902	5.00000	78	41
0.25	1.03078	0.25	4.12311	4.00000	75	58
0.30	1.04403	0.30	3.84010	3.33333	73	18
0.35	1.05948	0.35	3.02709	2.85556	70	43
0.40	1.07703	0.40	2.69258	2.50000	68	12
0.45	1.09659	0.45	2.43686	2.22222	65	46
0.50	1.11803	0.50	2.23617	2.00000	63	26
0.60	1.16619	0.60	1.94365	1.66667	59	02
0.70	1.22066	0.70	1.74379	1.42857	55	00
0.80	1.28063	0.80	1.60078	1.25000	51	20
0.90	1.34536	0.90	1.49485	1.11111	48	00
1.00	1.41421	1.00	1.41421	1.00000	45	00
1.10	1.48661	1.10	1.35146	0.90909	42	16
1.20	1.56205	1.20	1.30171	0.83333	39	48
1.30	1.64012	1.30	1.26163	0.76923	37	34
1.40	1.72047	1.40	1.22890	0.71429	35	32
1.50	1.80278	1.50	1.20185	0.66667	33	41
1.80	2.05913	1.80	1.14396	0.55556	29	03
2.00	2.23607	2.00	1.11803	0.50000	26	34
2.50	2.69258	2.50	1.07703	0.40000	21	48
3.00	3.16228	3.00	1.05409	0.33333	18	26

例へば 5 分勾配を表はす目盛線を作るには、前表によつて垂直長 20 cm を求め、この 20 cm に等しく圖



-21 の如く水平にとり、其の點と釘點とを結んで目盛

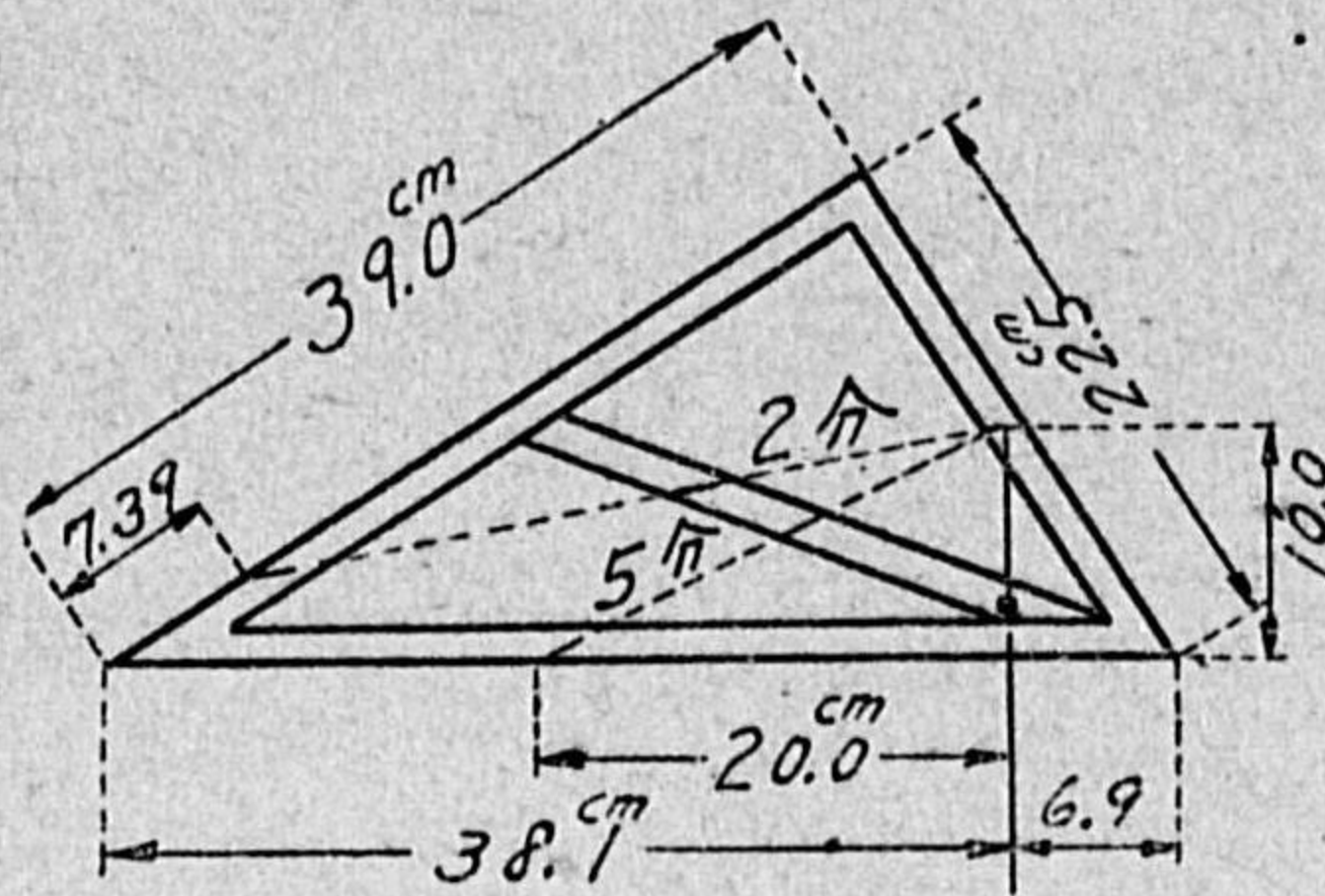


圖 - 21

板上に鉛筆で印をつけ、墨入れ又は刻み込みをする。  
3 分以下の勾配に對しては、其の垂直長が前表に見る如く定規の水平長 38.10 cm より大となるから上述の方法では目盛線を入れる事が出来ない。この場合には先づ次式によつて  $x$  を求める。

$$x = \frac{l \cdot \sin \alpha}{\sin (\beta - \alpha)}$$

茲に  $l =$  前表より水平長 10 cm に對する垂直長を求め、夫れより 38.10 cm を引いたもの

$\alpha =$  前表より得る仰角の餘角

$\beta = 30^\circ$

例へば 2 分勾配に對して考へれば

$$l = 50.00 - 38.10 = 11.90 \text{ cm}$$

$$\alpha = 90^\circ - 78^\circ 41' = 11^\circ 19'$$

板上に鉛筆で印をつけ、墨入れ又は刻み込みをする。

3 分以下の勾配に對しては、其の垂直長が前表に見る如く定規の水平長 38.10

$$x = \frac{11.90 \times \sin 11^\circ 19'}{\sin (30^\circ - 11^\circ 19')} \\ = \frac{11.90 \times 0.196}{0.317} = 7.39 \text{ cm}$$

以上の如き計算方法により 5 厘 ~ 2 分 5 厘に對する  $x$  の値を算出し之を表示すれば次の如し。

勾 配	$l$	$\alpha$	$\beta$	$x$
	cm			cm
0.05	161.90	2° 52'	30° 00'	17.76
0.10	61.90	5 43	30 00	14.99
0.15	28.57	8 32	30 00	11.58
0.20	11.90	11 19	30 00	7.39
0.25	1.90	14 02	30 00	1.67

(ロ) L 型遺形  
定規

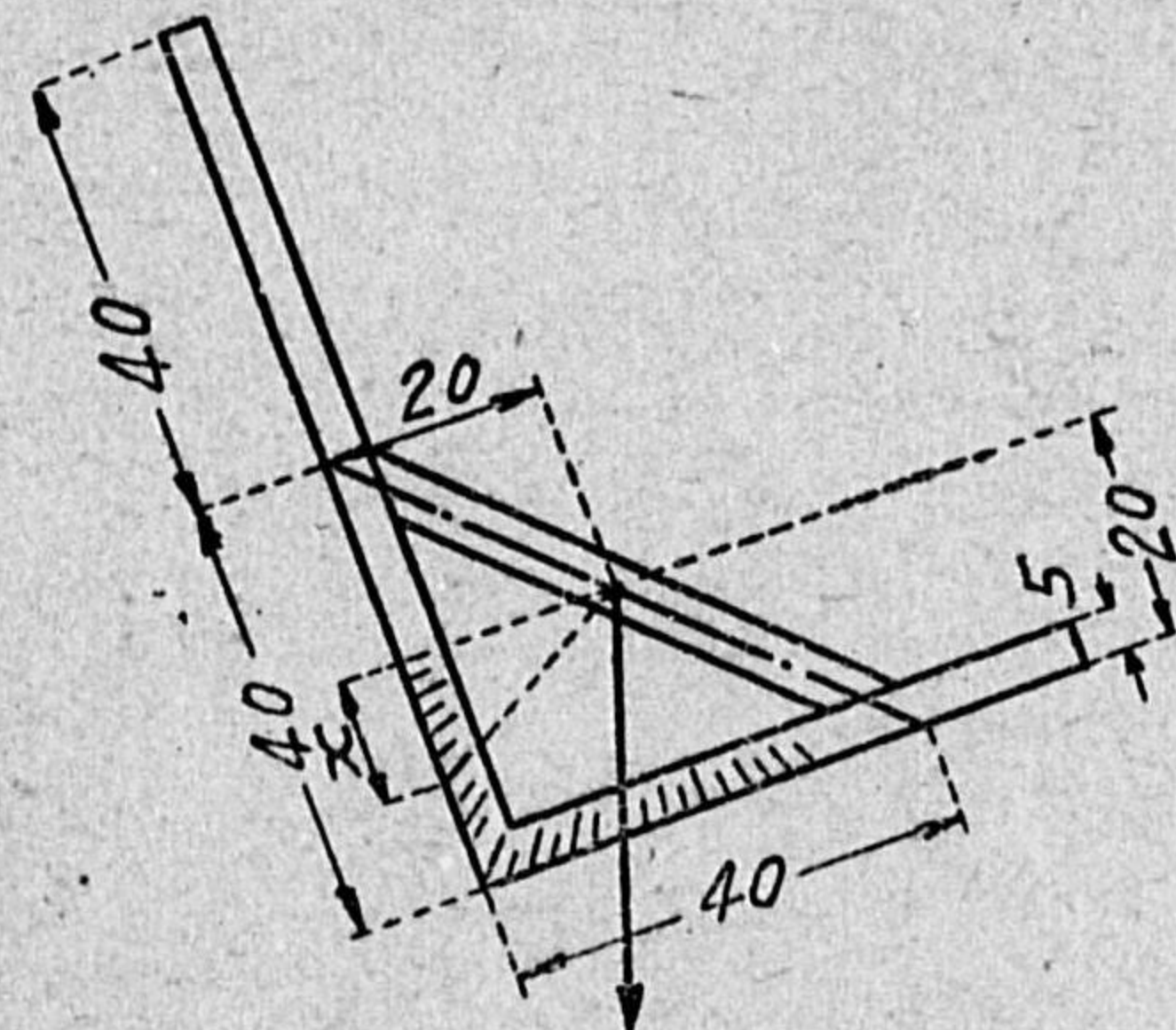


圖 - 22

圖に示す様に垂直長さ 20 cm に對する 1 分, 2 分... 1 割の水平距離即ち 2 cm, 4 cm... 20 cm を短邊上に



とり、夫等の點と釘點とを結ぶ線を圖示する様に目盛する。

1 割 1 分から 3 割までの目盛は次式によつて求めた  $x$  の寸法を長邊の水平線からとつて前同様に目盛をつける。

$$x = 20 \times \tan \theta$$

但し  $\theta$  は各勾配に對する仰角を示す。

例へば 1 割 5 分勾配に就いて云へば

$$\begin{aligned} x &= 20 \times \tan 33^\circ 41' = 20 \times 0.6664 \\ &= 13.33 \text{ cm} \end{aligned}$$

以上の如き計算法によつて 1 割 1 分 ~ 3 割に對する  $x$  を算出し之を表示すれば次の如し。

勾 配	$\theta$	"
		cm
1.10	42° 16'	18.18
1.20	39 48	16.66
1.30	37 34	15.38
1.40	35 32	14.28
1.50	33 41	13.33
1.80	29 03	11.11
2.00	26 34	10.00
2.50	21 48	8.00
3.00	18 26	6.67

(ハ) 指金遣形定規

圖-23に示す様に、指金の長邊短邊の内何れかの一邊を基準とし、他邊に所要の勾配に對する水平距離を取るもので、簡単な定規である。之を用ひて遣形を

出す方法は次項で説明する。

(2) 遣形の出し方

(イ) 三角型定規を使用する場合

何れの定規を使用する場合でも遣形の出し方は同じである。即ち圖 - 24 に見る様に法肩の位置に法杭  $a$

を打込み、更に其の後方 60 ~ 80 cm 隔てて  $a$  杭より長い大法杭  $b$  を打込み、兩杭に水貫  $c$  を固く釘付する。次に  $a$  法杭の地面に接する場所から  $b$  法杭に向つて法貫を出し、水貫

との交叉個所を動きのとれる様に 1 本の釘で止めておく。次に三角型定規を圖示する様に法貫の上端に合せ錘球の線が所要の目盛線と合致した時法貫の他端を大法杭に釘付にして固定すれば、求むる所の遣形が出さ

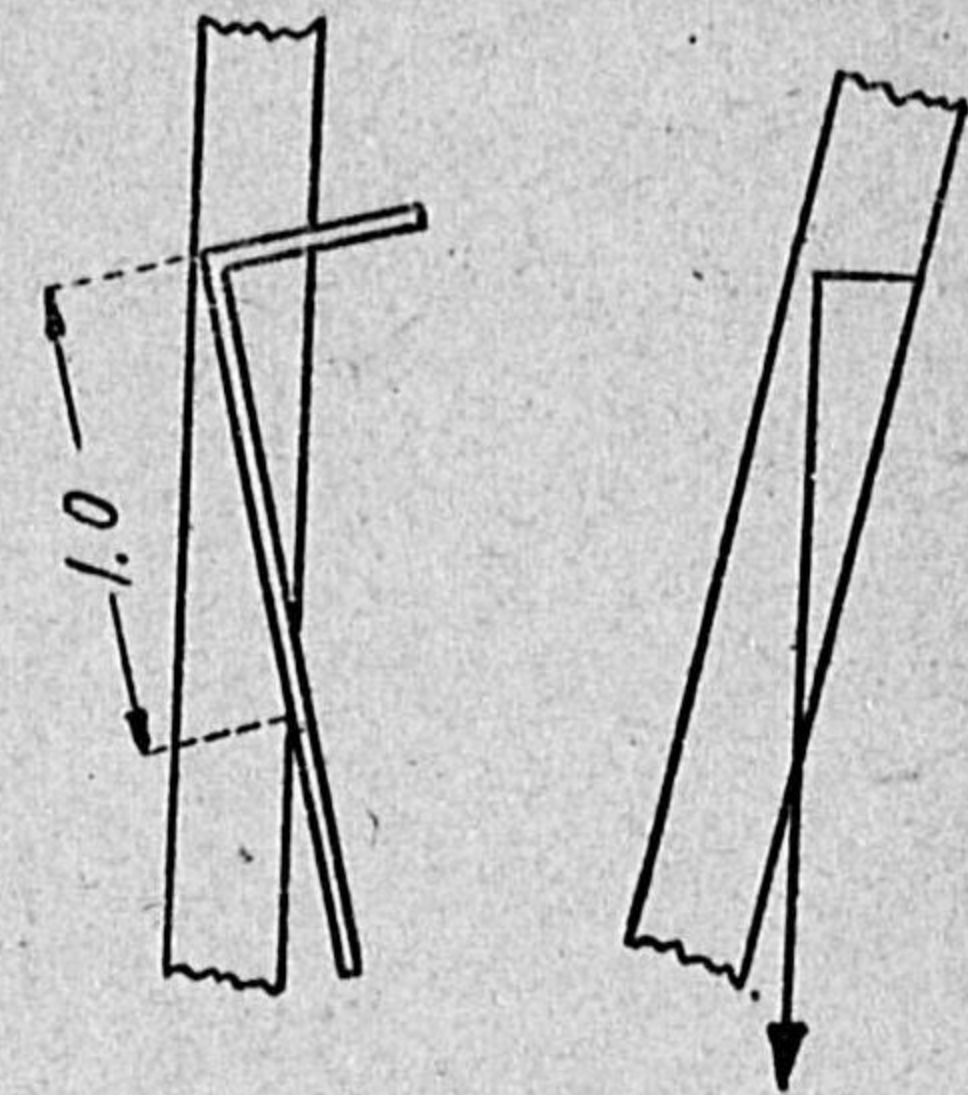


圖 - 23

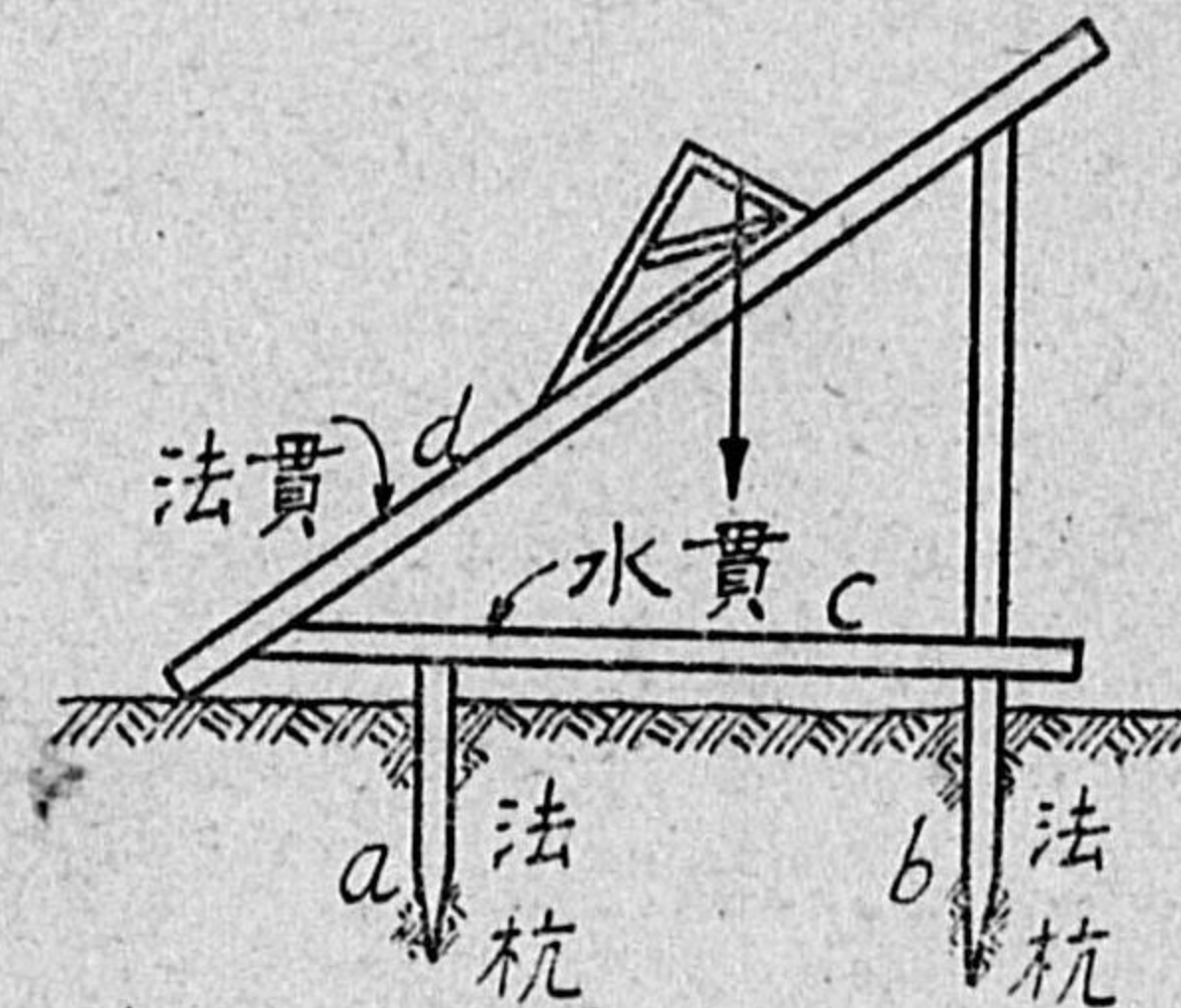


圖 - 24



れた事になる。

而して之等の  
法遣形は直線の  
部分では凡そ20  
mの間隔で両側  
に1箇所宛、曲

線の部分では10mに1箇所宛設置するのである。

(ロ) L型定規を使用する場合

この場合も前と異なる處はない。圖-26により自ら明かである。

(ハ) 指金定規を使用する場合

法杭、水貫の取付け方並に法貫を動きのとれる様に水貫に取付けるまでは前と同様である。次に指金定規を用ひ、例へば5分勾配の遣形を出すものとすれば、先づ法貫に指金を當て、長邊に20cmの長さを取り、短邊に夫れに対する水平距離10cm

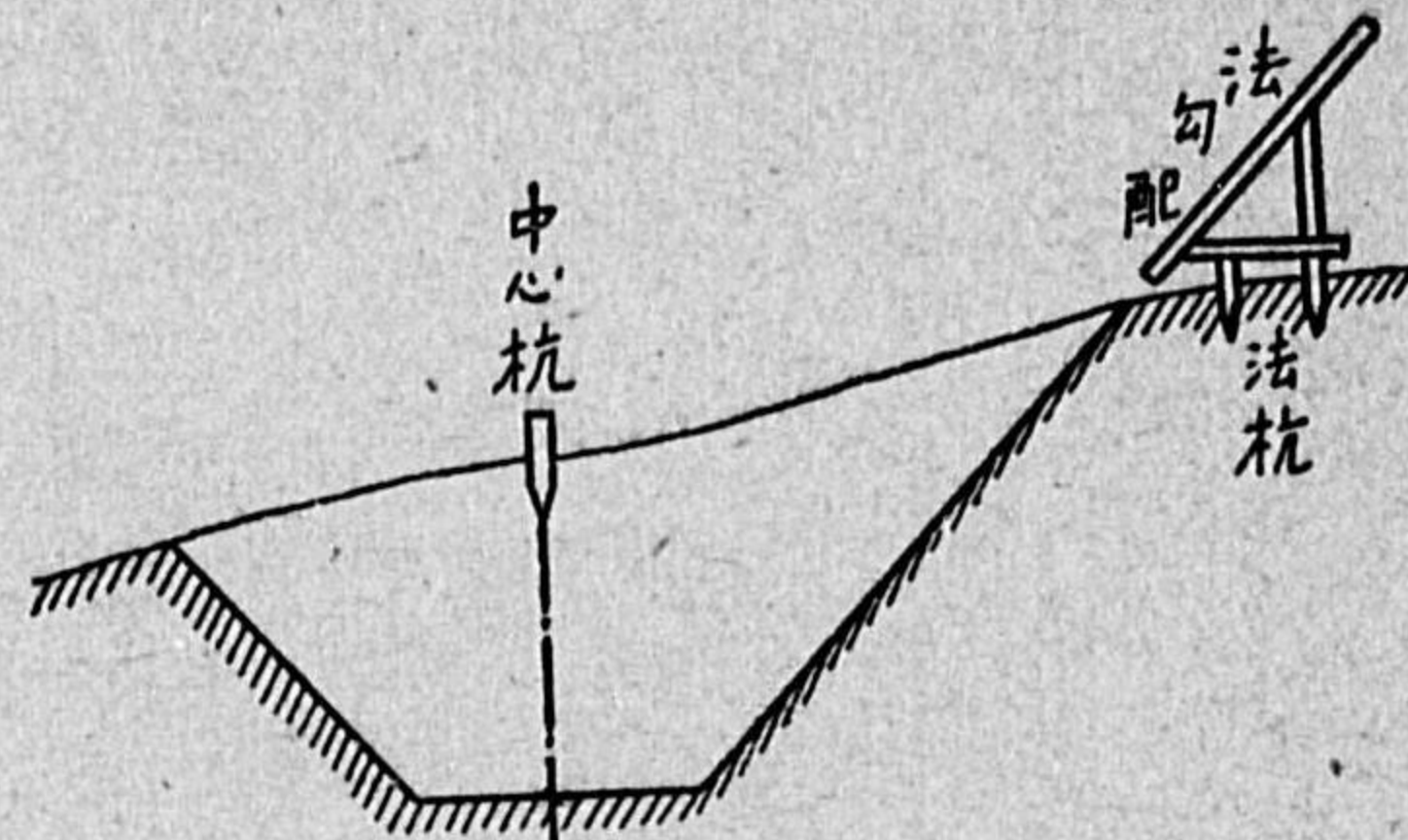


圖-25

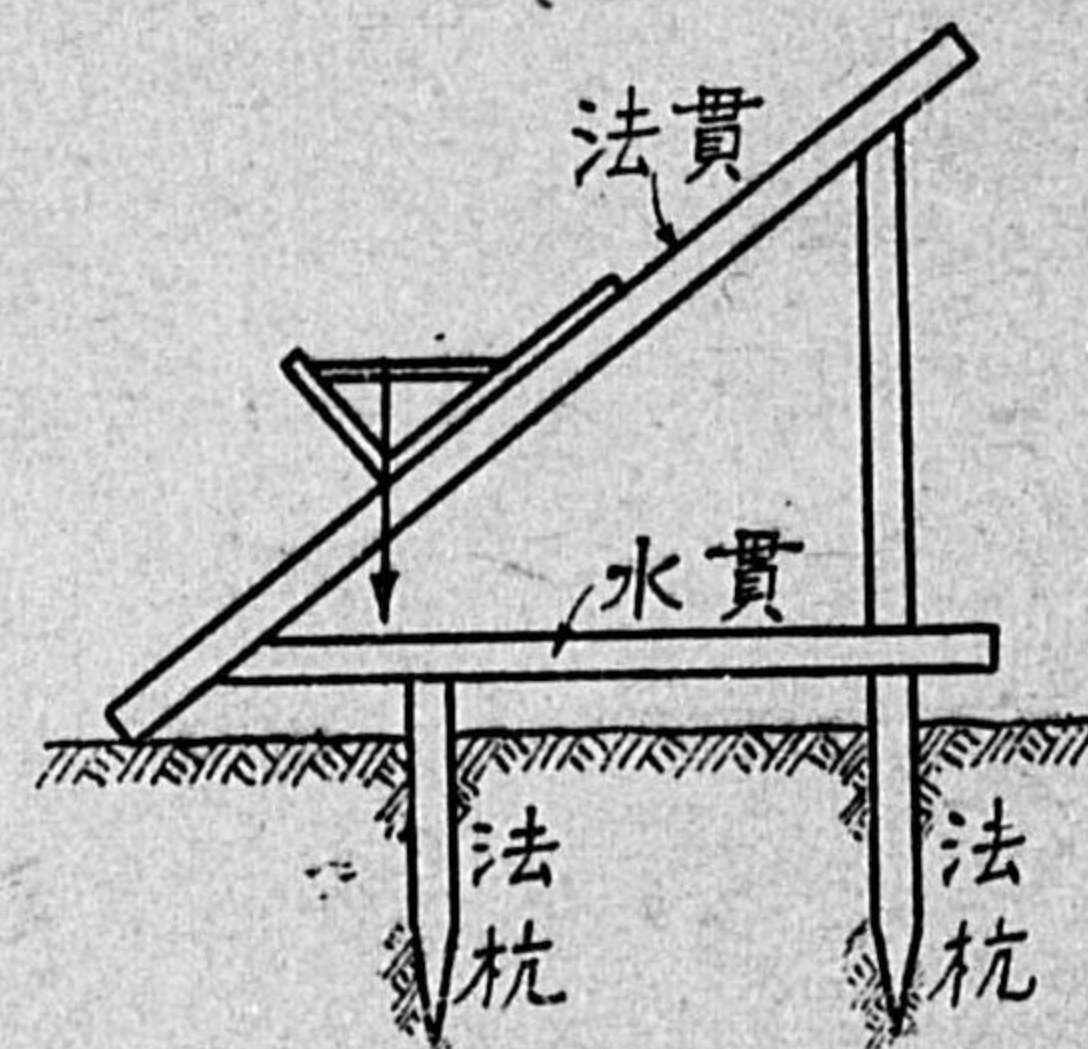


圖-26

を取り、夫等の各點と法貫の下端を合致させて長邊に副ひ鉛筆にて線を引けば之 所要の5分勾配線である。

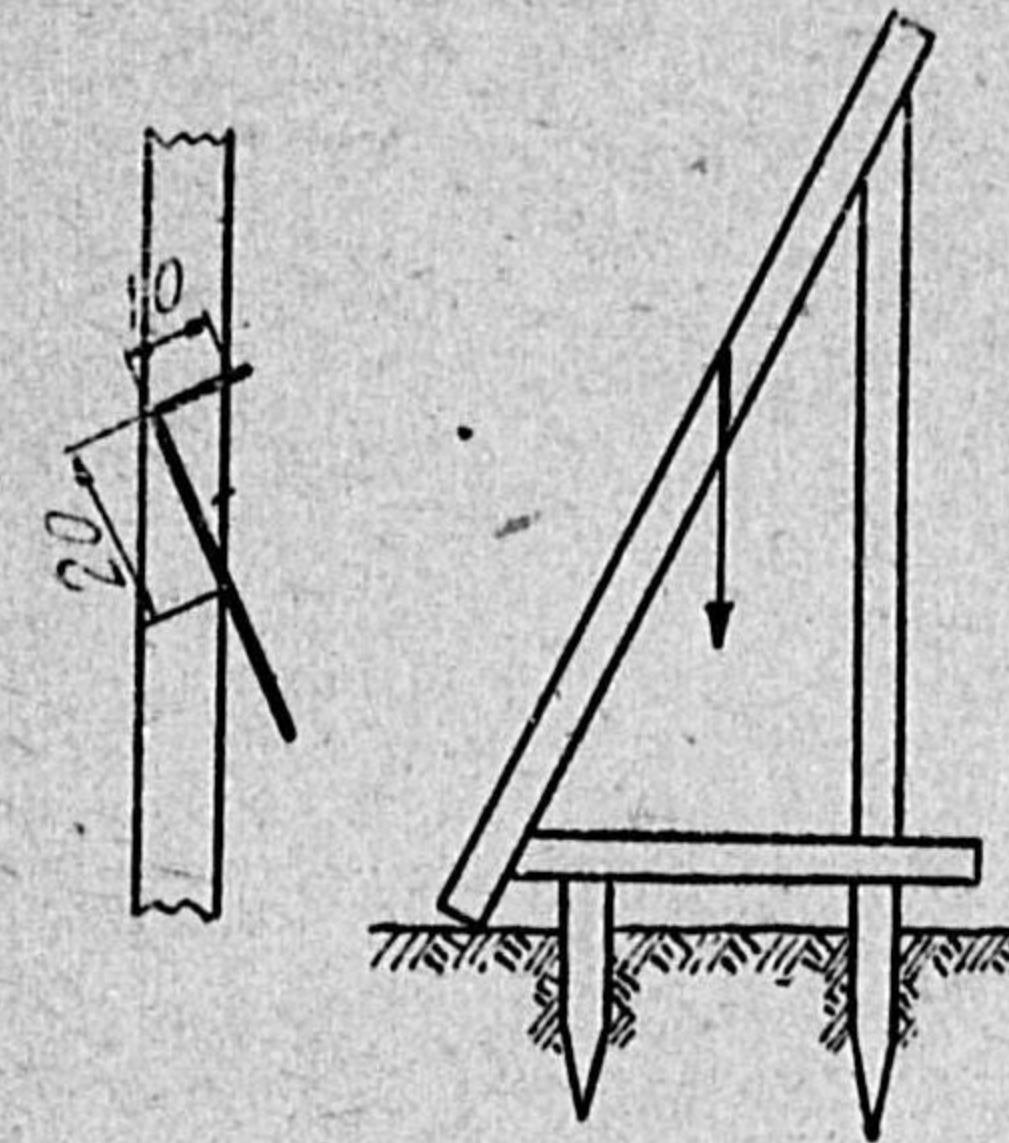


圖-27

る。故に指金の角點に小釘を打込み、夫れより錘球を下げて其の絲と法貫に引いた5分勾配線と合致させた時、法貫の一端を大法杭に釘付にして固定すれば、所要の5分勾配遣形が出された事になる。

### §3. 切取法

一切取工をなす順序、即ち土工線路の配置は使用する運搬器の種類によつても異なるが、なるべく多數の運搬器を同時に圓滑に使用し得る様工夫すると共に、土砂の重みを利用して掘鑿勞力をなるべく軽減する様計劃する事が必要である。切取が圖-28の如き片切の場合には危険の伴はない限り所定の掘鑿高に土取

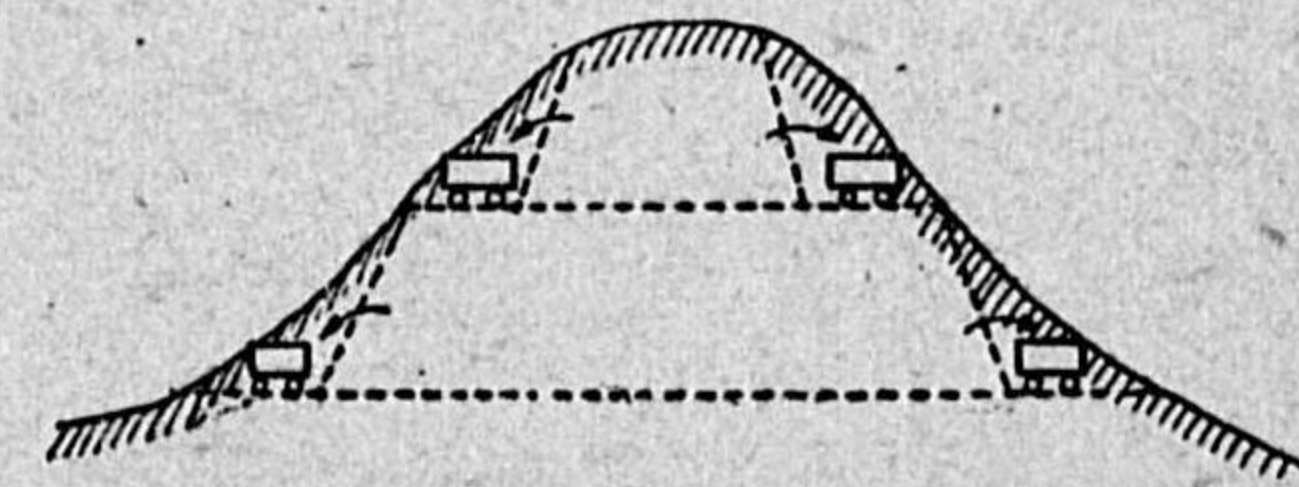


圖-28



線を設け、水平に掘り進んで一段に切取る事が得策であるが、掘鑿深と土質との関係上之が出来ない時には段形に掘り進めなければならぬ。又道路鐵道の如き細長い切取に於て深さが浅い場合には、其の長さの方向に長く狭く一段に掘下げ、次に左右に及ぼして所要の断面幅になす方法が得策であるが、切取の深さが深くなると、一時に深く掘下げる事は土砂の崩落を來す虞があるから段形に掘り進める様にしなければならぬ。圖-29は箱掘の段形切取順序を示すもので、即ち先づ掘取るべき區域の終端まで地表に運搬軌道を設け其片側の土を掘取る。次に之に線路を下げ、然る後水平に掘擴めるのである。

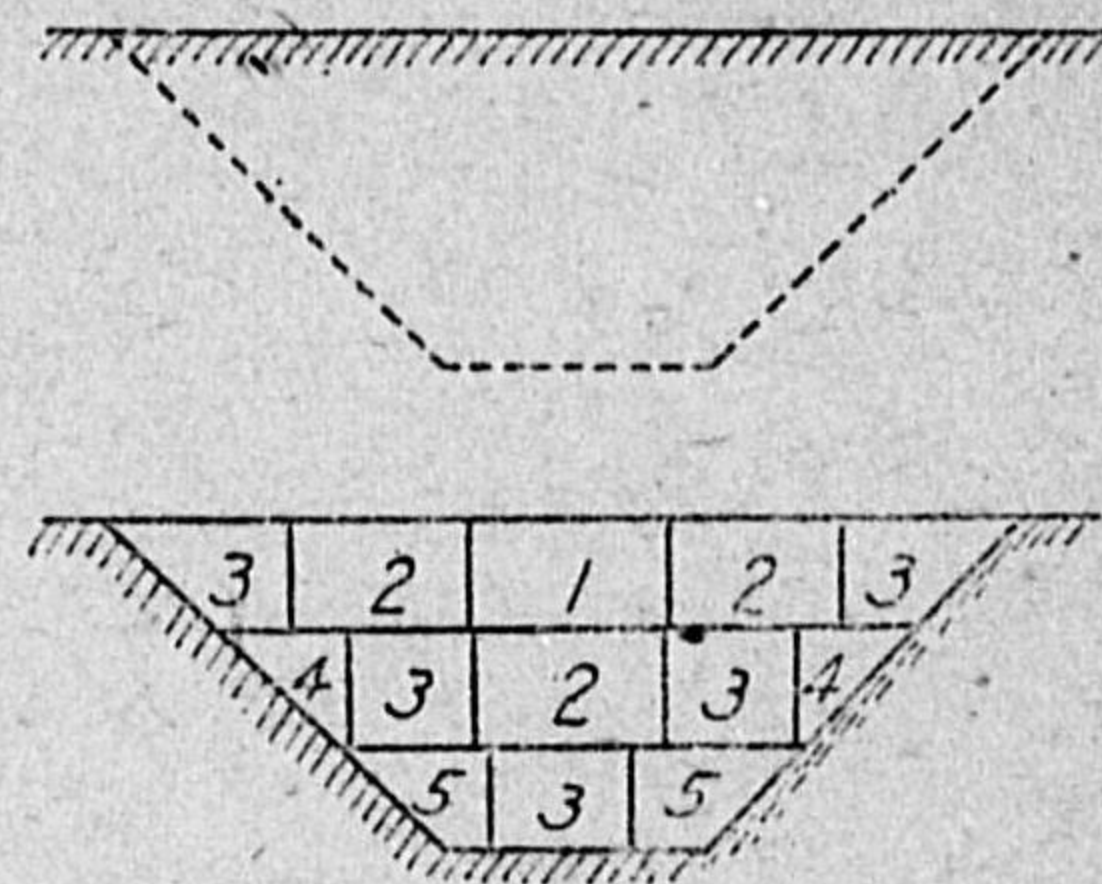


圖 - 29

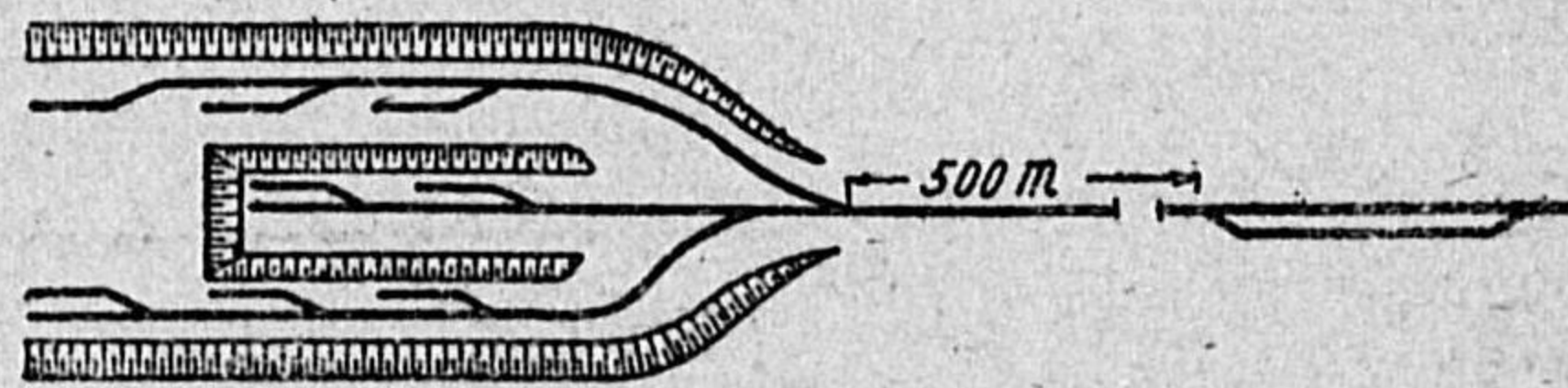


圖 - 30

廣い切取場所に於ては、例へば圖-30の如く出来るだけ作業區域を擴げ、切取土砂の運搬の圓滑を圖つて作業能率を上げる様にしなければならぬ。

#### § 4. 切取法面の保護

切取法面の安定度は盛土法面の夫れに比較して一般に良好ではあるが、法面に何等の保護工を施さないで其儘に放置すると、時日の経過と共に、或は風化作用を受け、或は雨に洗ひ流され、又は排水の不良に原因して崩落を來す事があるから、法面には其の實狀に應じて適當なる保護工をなすと共に排水設備を十分に設けて置かなければならぬ。

尤も土質の堅硬な場所又は堅岩から成る場所に於ては、切放しのまゝで何等の保護工もなさない場合が多い。

##### (1) 法面の保護工

切取法面の保護工として最も普通に用ひられる方法は張芝工である。之は或る大きさ(例へば 30 cm × 15 cm)に切取つた土付の芝(土芝又は切芝と云ふ)を法面に押付け、之を目串と呼ぶ長さ 30 cm 位の竹串で、芝1枚に付き2本宛挿し込んで脱落を止める方法であ



る。

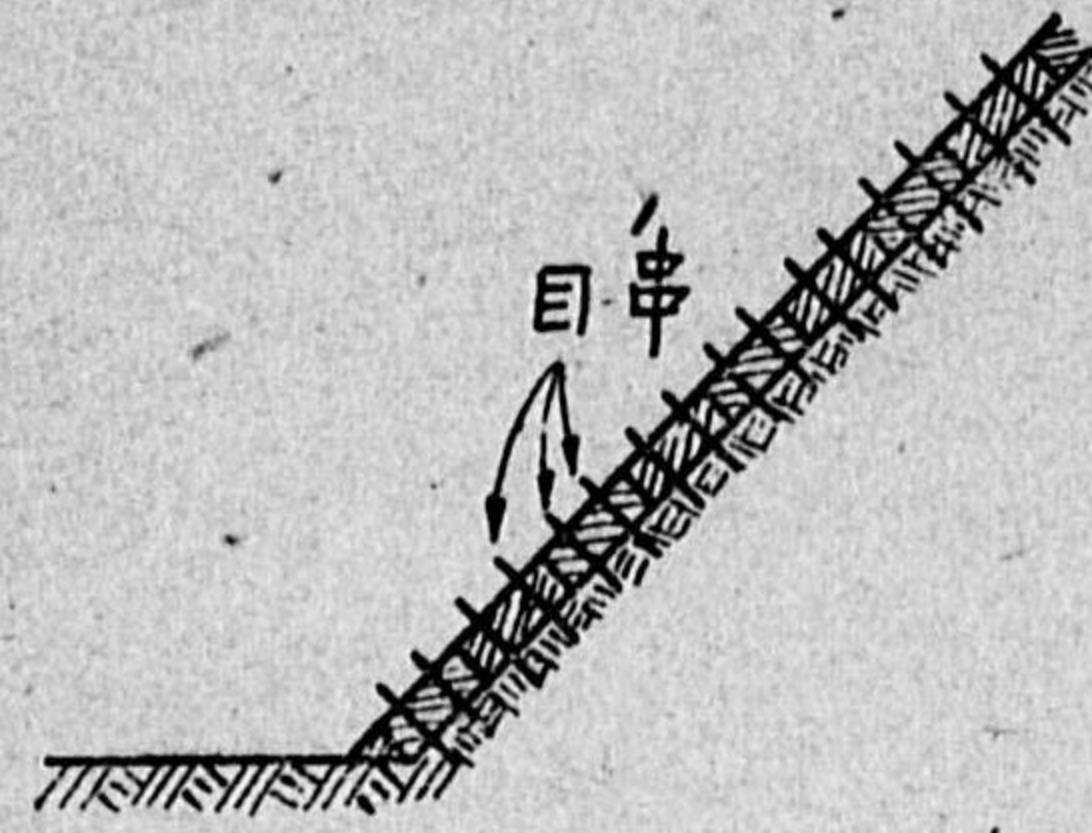


圖 - 3 1

法面の土質が芝の生植に適しない處では、法面の表面 10 ~ 15 cm を良質の土と置換へ、之を土羽板でよく密着せしめ、之に芝付を行ふ。

芝に切芝と振り芝とがある。

切芝は前述の通り土付の芝の事で、振り芝は土を振り落したものである。後者は遠方に運搬する時重量を軽くする様にせるもので、芝付後根のつく迄相當の時日を要するが、其の間絶えず撒水する事が必要である。而し將來の繁生力は切芝より大である。

法面が風化し易い軟岩等で出来てゐて、芝付をするに適しない所では粗朶伏工を行ふ事がある。之は約 1 m の間隔に小杭（末口 5 cm 位）を打込み、法面に粗朶を擴げ、夫れの抑へとして柵を編み、之で杭と杭とを連結して粗朶の脱落を防ぐ様にしたものである。

尙法面が芝付けの出来ない様な處では張石工又はコンクリート張をする事もある。張石は厚さの薄い石を

法面に並べて其の目地をモルタルで固めたもの、コンクリート工は厚さの薄いコンクリートで表面を被覆する方法である。

## (2) 排水施設

法面の崩落は排水の不良に基いて生ずる事が極めて多い。従つて十分なる排水工を講じておく事は極めて大切である。

一般に法尻の部分には側溝を設けて排水をよくするが、切取の深さ大なる時は、法面を流下する水勢を減殺する爲に、1 ~ 1.5 m の高さ毎に幅 60 cm 内外の犬走を設け、この部分に側溝を設ける事が多い。

法肩以上の山腹から来る雨水や湧水は出来るだけ法面に流さない様に、圖示する様に法面上部に集水溝を設けて他に導く様にする。

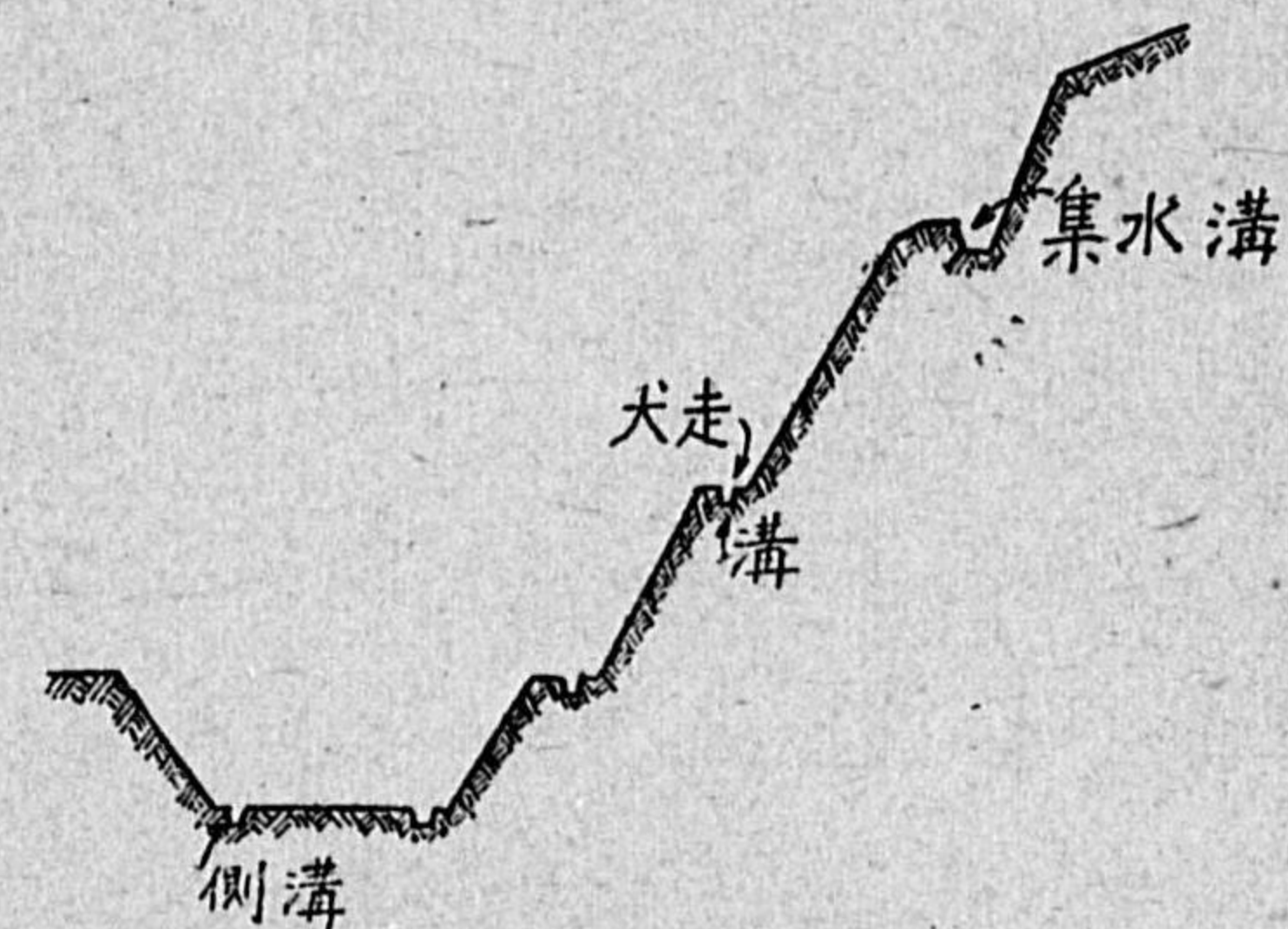


圖 - 3 2

若し法面に沿ふて水を流下せしめなければならぬ時



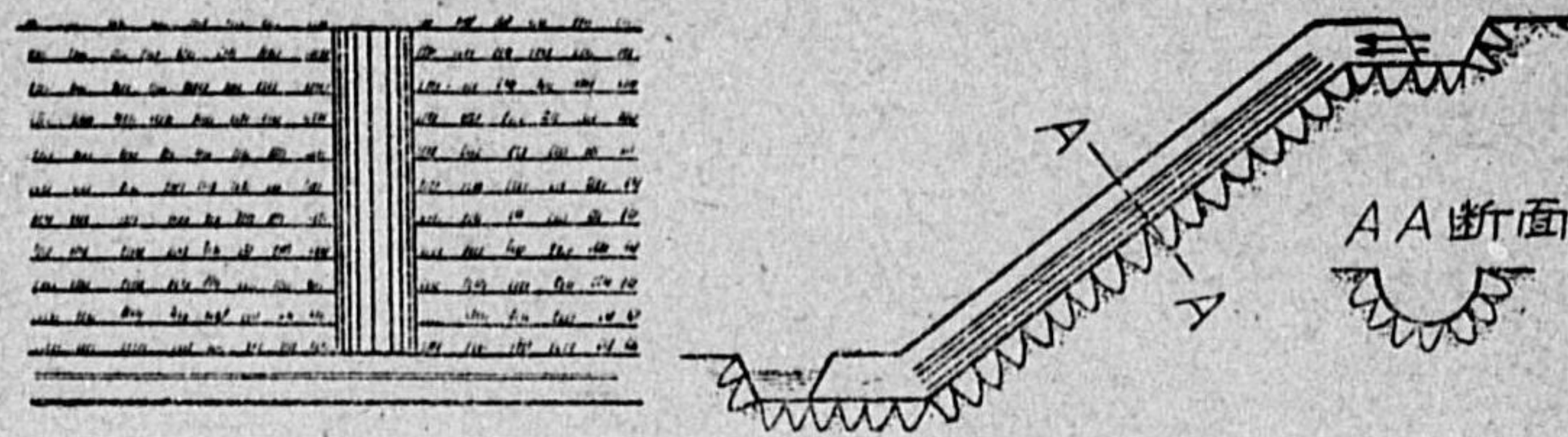


圖-33 豎下水

は、法面の安全なる場所に、石、煉瓦、コンクリート等で豎下水即ち豎溝を造り、之を側溝に導く様にする。

法面内より湧水のある場所には盲目水抜を設ける。之は表面から 30 cm 位の深さに溝を掘り、之に碎石を詰めて排水する方法である。尙特に水分を多く含む層には水抜隧道を設ける。

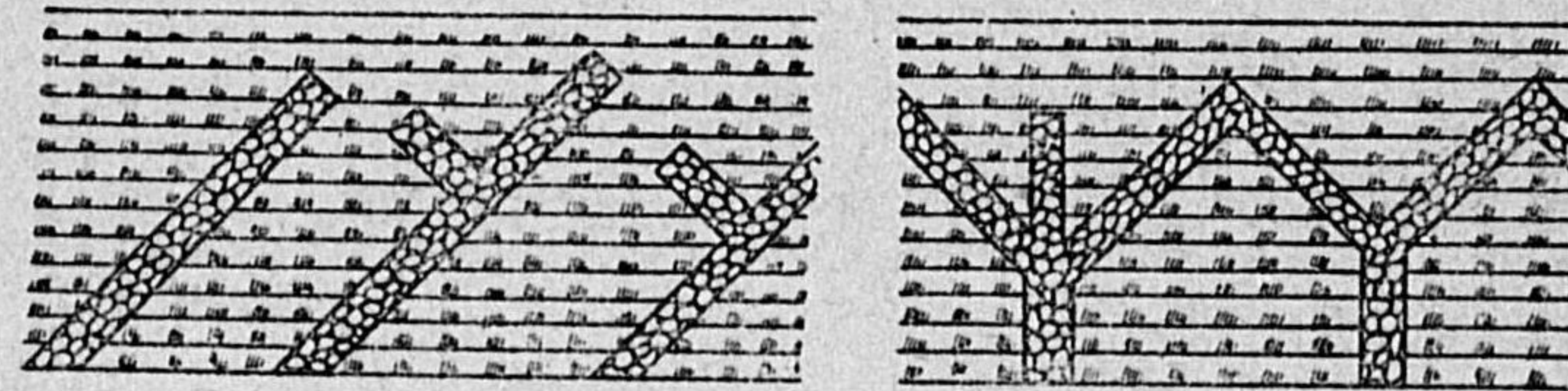


圖-34 盲目水抜

土質が非常に悪い時は法勾配を十分緩やかにし、尙法先に張石工又はコンクリート工を施して裏込に砂利を詰め排水を計る様にする

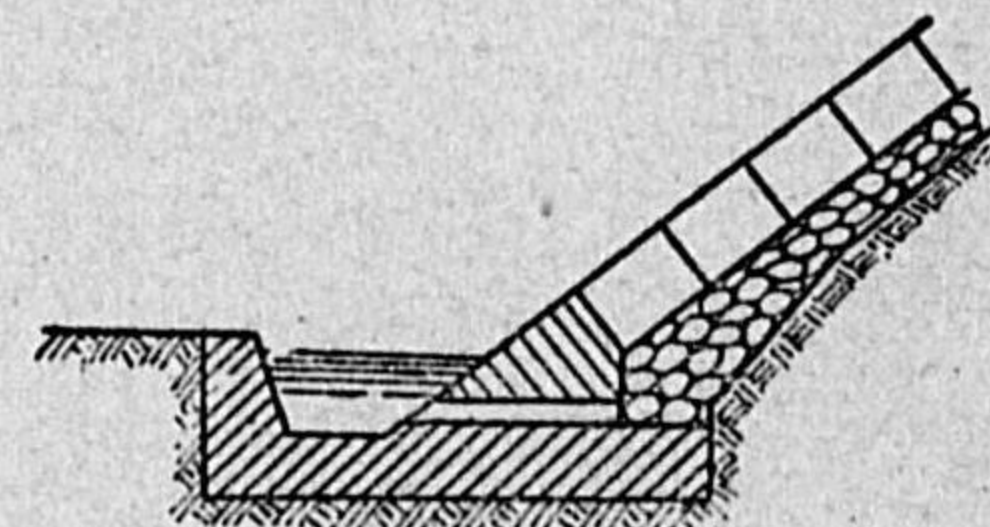


圖-35

## 第4章 盛土工

### §1. 餘盛

堤防・道路・鐵道等の築堤断面を定めるには、先づ必要とする上幅即ち馬踏幅（又は天端幅）を定め、次に地盤及び盛土の性質並びに盛土高さ等を考へて安定なる法面勾配を定めるのである。而して土は掘鑿した時は其の容積を増大するが、之を盛土に使用すると、年月の経過と共に縮少し、終には元の容積より減少するものである。故に設計断面の盛土を得る爲には、其の縮少量を見込んで豫め餘分に土を盛つておく事が必要になる。この餘分の盛土を餘盛と云ひ、餘盛を見込んだ断面を施工断面と云ふ。而して餘分に見込む幅及び高さを夫々餘幅及び餘高と云ふ。一般に餘盛の量は餘高の量を以て云ひ表はすのが普通である。而して 5 m 以下の盛土では餘幅をなくするのが普通である。圖-36 に於て  $ABDC$  は設計断面を、 $ABD'C'$  は施工断面を示すものである。故に  $ACDBD'C'$  は餘盛である。馬踏  $C'D'$  は排水をよくする爲に中



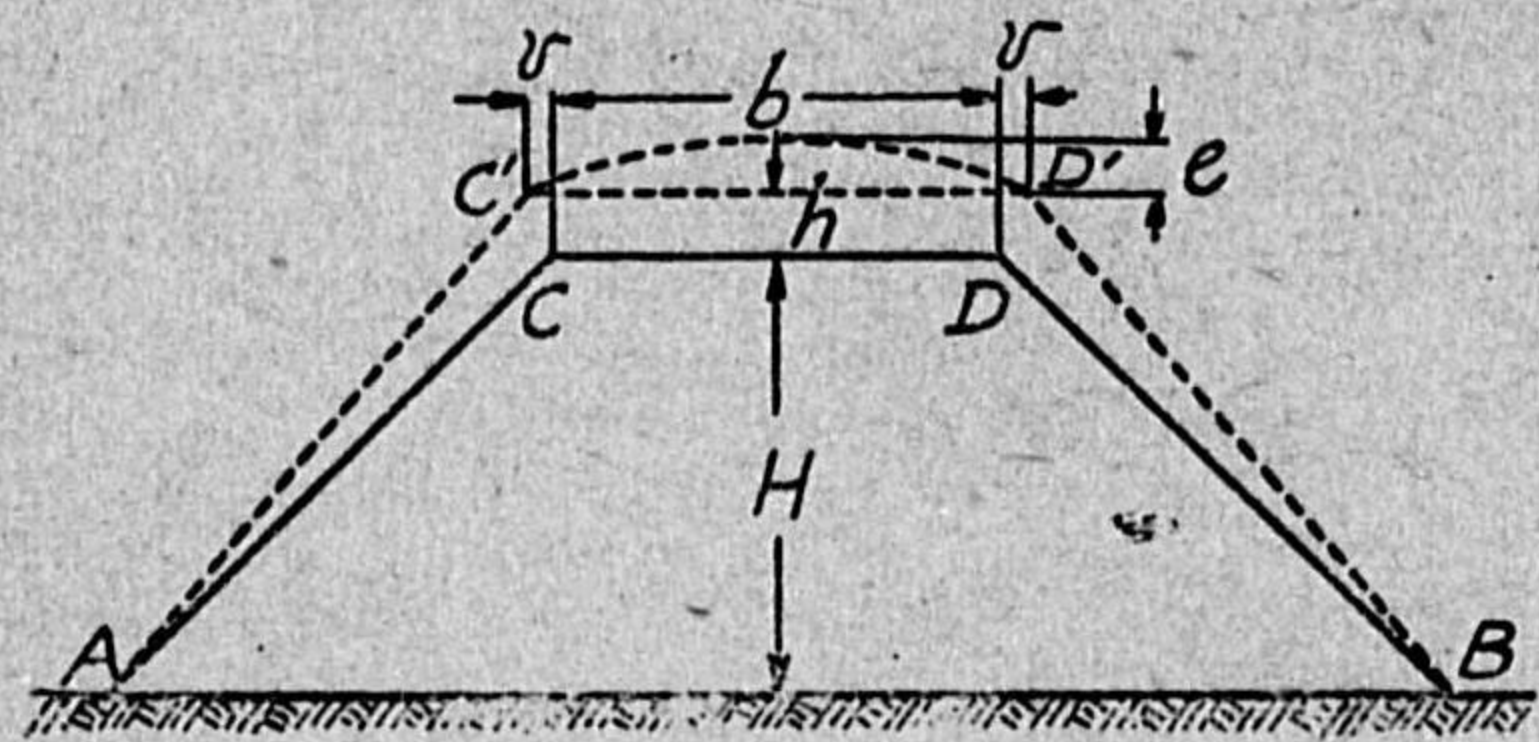


圖 - 36

中央部を高くする  
 圖中  $e$  なる部分  
 を俗に「かまぼ  
 こ」と云ふ。  
 $e$  の値は

堤防では  $e = \frac{b}{15} \sim \frac{b}{30}$

道路・鐵道では  $e = \frac{b}{50} \sim \frac{b}{80}$

である。

餘盛の量は、基礎地盤の土質・盛土の性質並びに盛土高等によつて異なるが、今一二の例を示すと次の通りである。

復興事務局で用ひた餘盛の標準

盛土の高さ (m)	餘盛の高さ
1.5 未 滿	15 cm
1.5~4.5	高さの 1 割
4.5~9.0	高さの 8 分

ウインクラー氏の餘盛表

土の種別	餘 高	餘 幅	縮少後の法勾配
砂 利	$\frac{H}{40}$	$\frac{H}{40}$	1:1
砂	$\frac{H}{23}$	$\frac{H}{15}$	1:2
真 土	$\frac{H}{14}$	$\frac{H}{9}$	1:1.5
粘 土	$\frac{H}{12}$	$\frac{H}{8}$	1:1.25

但し、地盤の傾斜せる場合は上式の  $H$  の代りに次の値を用ふる。

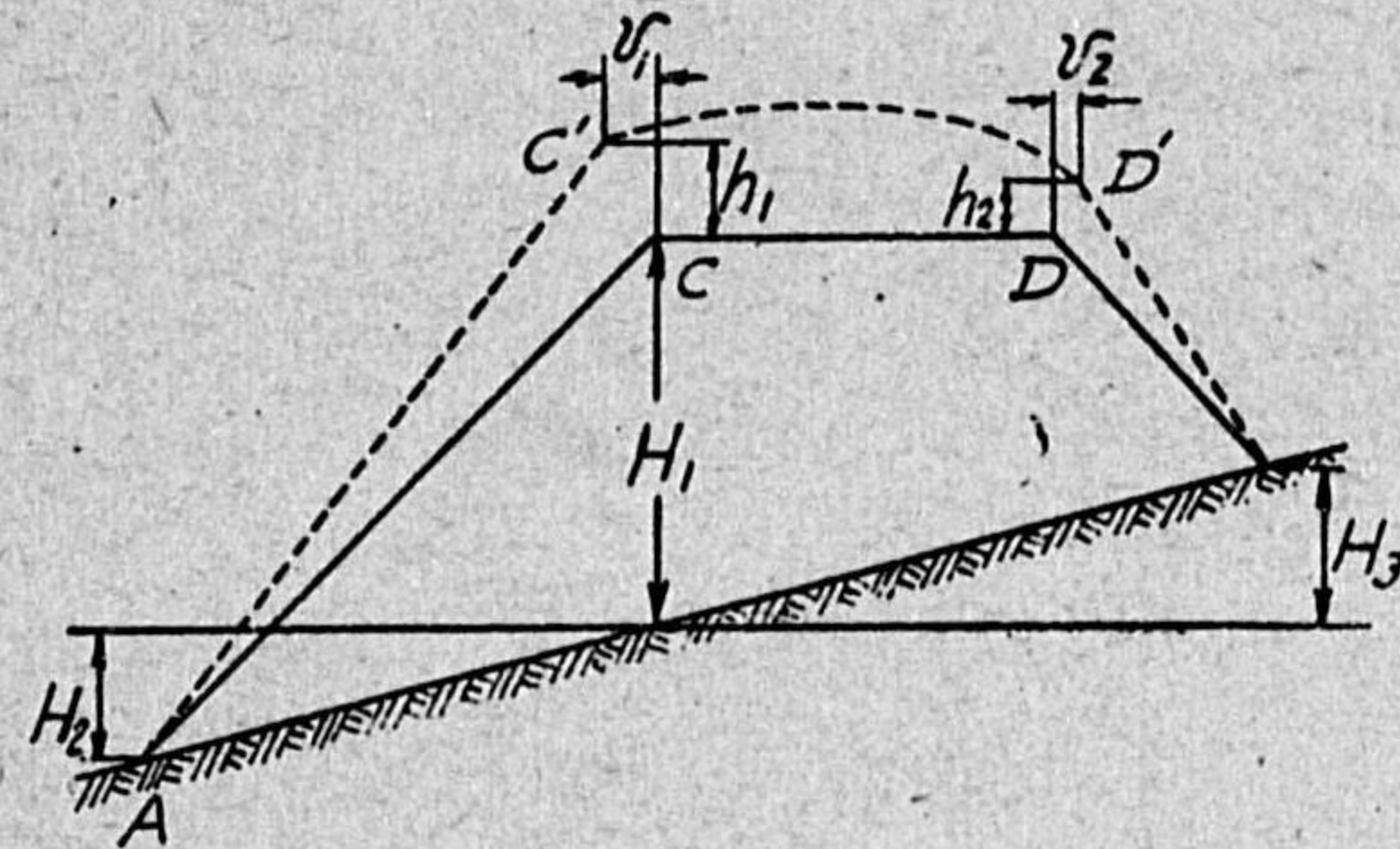


圖 - 37

$v_1$  及び  $h_1$  の計算には  $H_1 + \frac{1}{2}H_2$

$v_2$  及び  $h_2$  の計算には  $H_1 - \frac{1}{2}H_3$



## § 2. 軟弱地盤の沈下を防ぐ工法

軟弱地盤に盛土をすると地盤は沈下し、之が甚だしくなると盛土は遂に不安定となり崩壊するに至るものであるから、軟弱地盤に盛土を行ふ事は出来得る限り避けなければならぬ。併しながら斯る地盤に止むなく盛土をなす場合には、其の程度に應じ次の如き工法を行ひ盛土の安定を計る様にする。

1. 地盤に水を浸入せしめない爲に盛土の兩側に側溝を設けて排水をよくする事
2. 法勾配を緩にするか犬走りを設けて盛土の底面積をなるべく廣くし、地盤に作用する單位面積當りの重みを少なくする事
3. 地表面の軟い地盤は之を取除き、其の下部の堅實な地盤上から盛土する事
4. 地盤が砂質の場合には、杭打ちをして地盤を引き締めて強固にする事
5. 盛土が餘り高くない場合には、その基礎に粗朶又は丸太材を筏に組んだものを使用する事
6. 沼澤等では先づ捨石をして地盤を固め、其の沈下が止つてから其の上に盛土する事

## § 3. 遣 形

盛土の遣形は法肩・法先並びに法面勾配を示すものである。圖 - 38 は其の一例である。即ち圖に於て先づ法の上部に2本の法杭 *a*, *b* を打ち、下部に1本の法

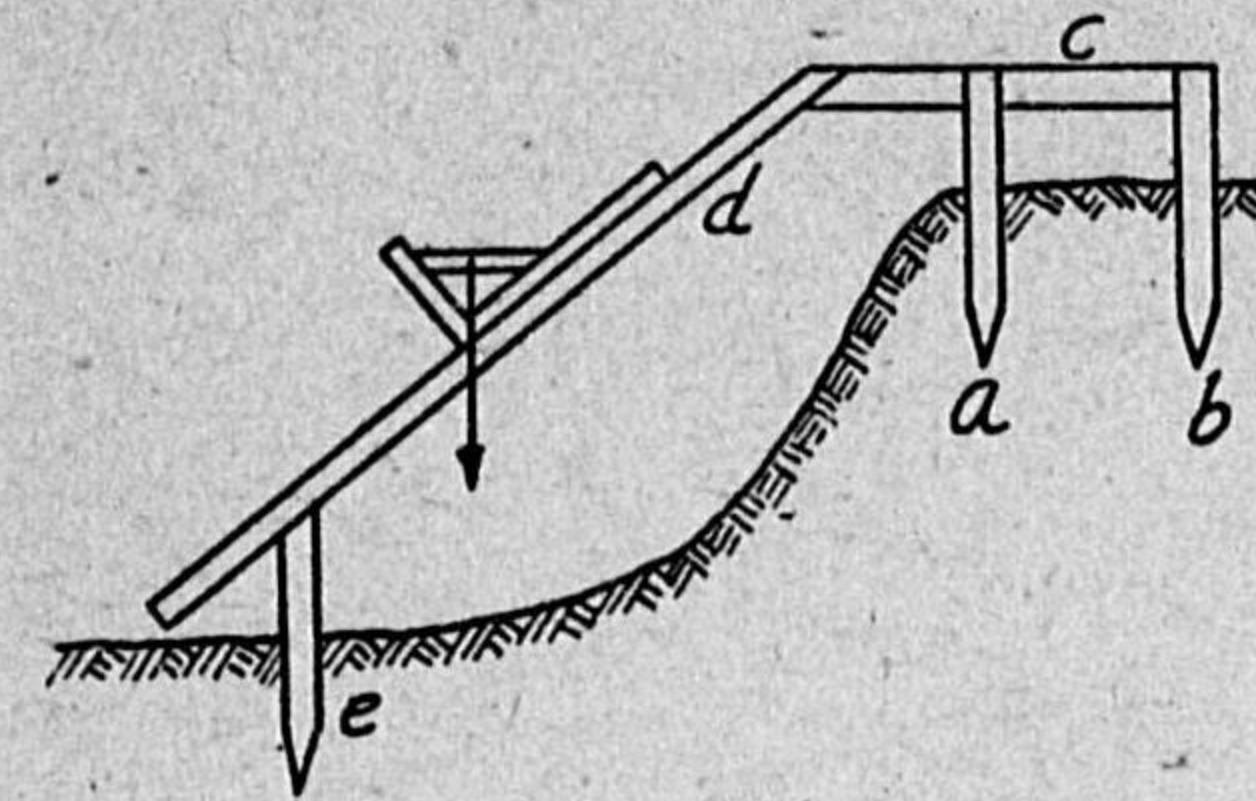


圖 - 38

杭 *e* を打つ。而して其計畫高に水貫 *c* を合せ釘付にして固定する。次に計畫幅を水貫にとり、之に印をつけ、法貫 *d* の上端を其點に合せて動

きのとれる様に1本の釘で止めて置く。而して法貫の上に遣形定規(第3章 § 2. で述べた様なものを用ふ)を置いて法貫の所要の傾斜を定め、法貫の下部を法杭 *e* に釘付けにして固定すれば所要の遣形が出された事になる。

尙圖 - 39 は盛土高が相當大で然かも兩側に法面をつける場合の遣形を示すものである。この場合は中心線に直角に法肩及び法尻に當る位置に法杭を打ち、之に法肩の高さを示す横木を打付け法定規を當てて絲を



張る。之を丁張りと云ふ。即ち法面の仕上げはこの丁張りに倣つて行ふのである。

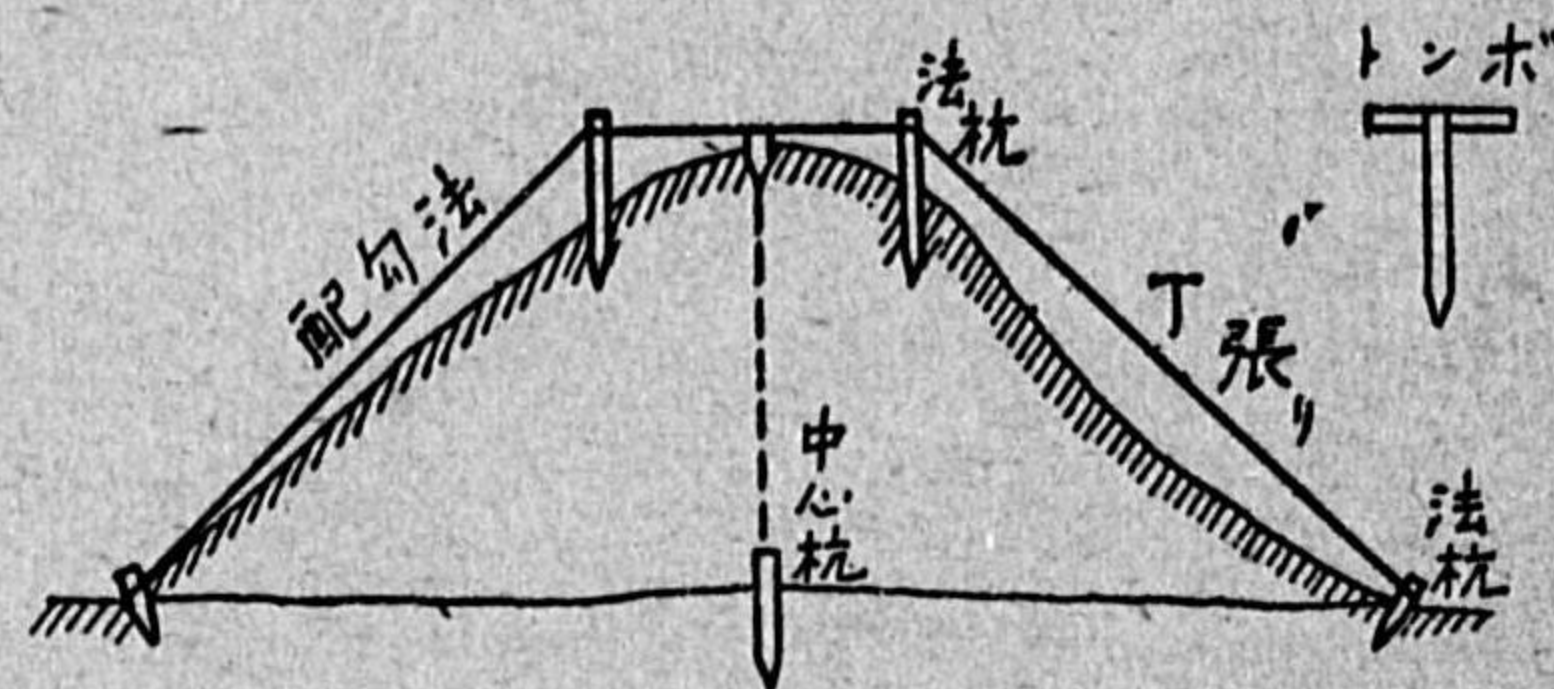


図 - 39

法杭は直線の場合には凡そ 100 m に 1 箇所宛出し、中間は 10 ~ 20 m 位にトンボ振りと云ふ方法でその位置を定める。トンボ振りとは T 形の木片を作つて之を中間の法肩に立込み、法杭を見透して其の位置を定める方法である。曲線の場合は凡そ 10 m 毎に法杭を打つて其の位置を定める。

#### § 4. 盛土法面の保護

##### (1) 土留及び排水設備

傾斜の著しい地盤に盛土を行ふ場合、殊に地盤が粘土質から出来てゐる様な場合には、盛土は滑落崩壊し易い。之を防ぐには在來の地盤に階段を作つて所謂段切りにして盛土をすると共に、盛土の上部に集水溝を設けて排水を行ふ事が必要である。

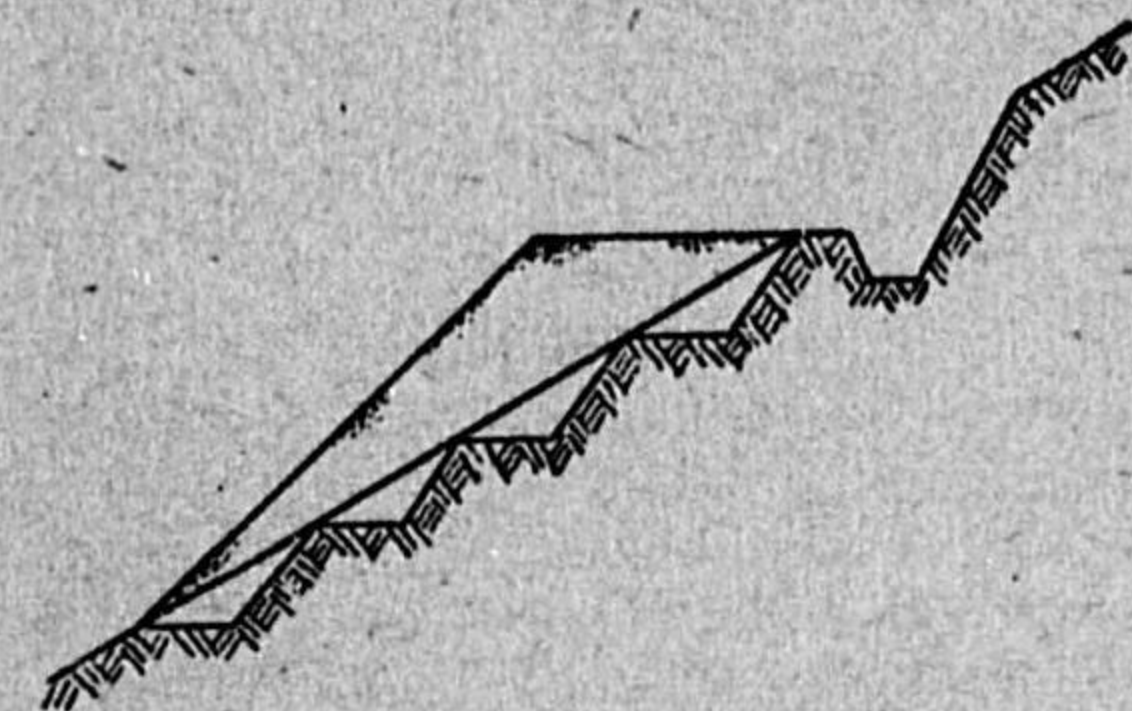


図 - 40

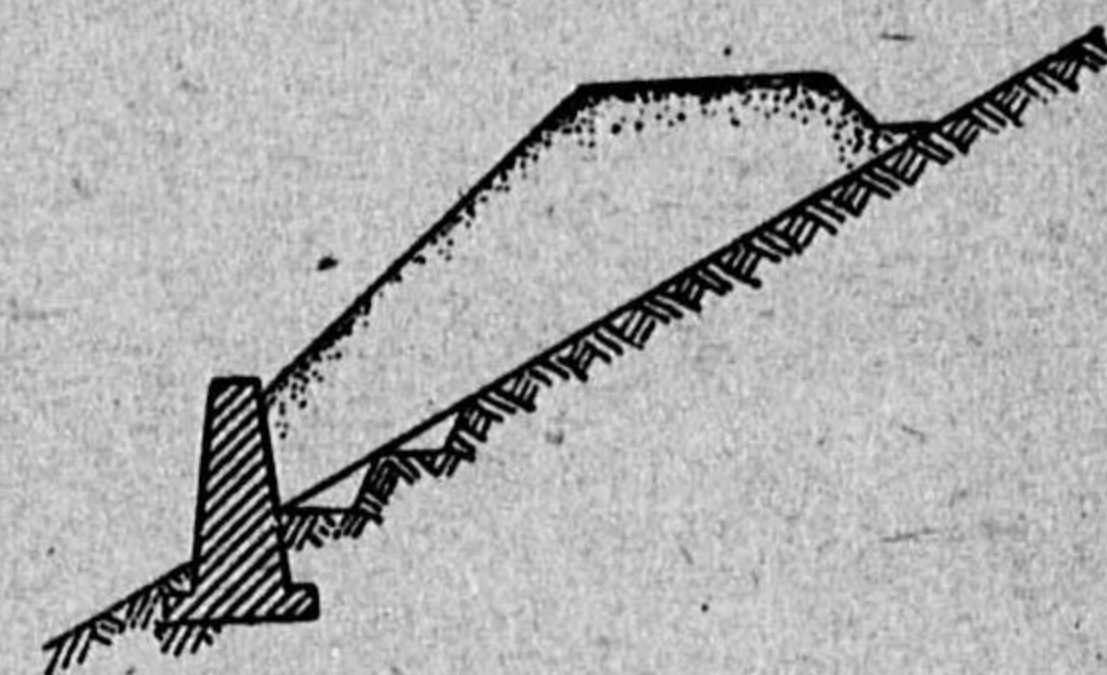


図 - 41

地盤の傾斜が急で盛土の側面勾配と大差のない様な場合、或は盛土の法尻が水中に没する様な場合、又は用地其他の關係で側面勾配を急にしなければならぬ様な場合には、圖 - 41 に示す様にコンクリート擁壁又は土留石垣を築造し法尻を抑へて保護をする。水田等の平坦な濕潤地を通る道路の法尻保護としては木柵等が一般に用ひられる。

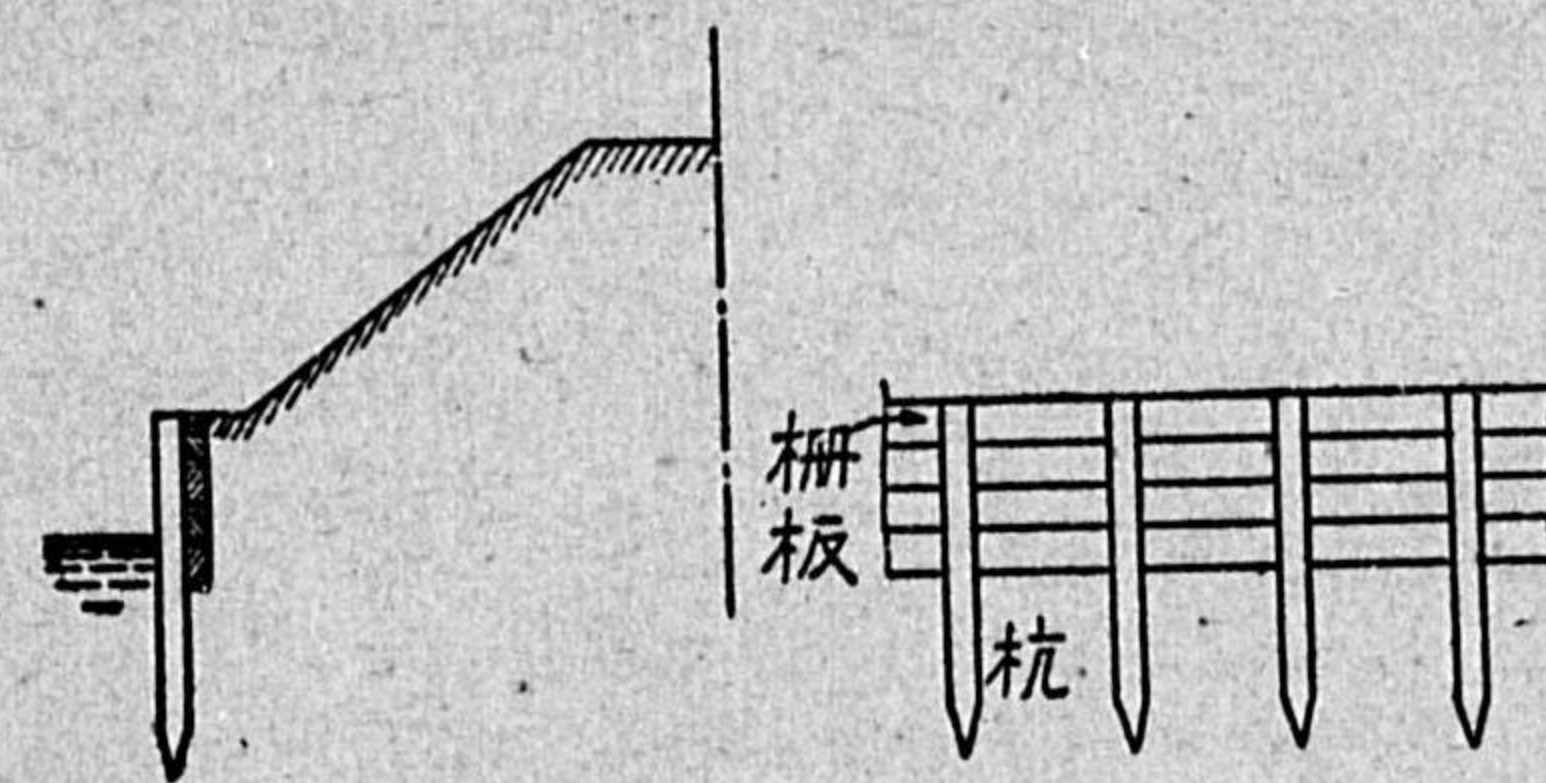


図 - 42

##### (2) 法面の保護工

盛土の法面を所定の勾配にしたゞけで放任しておけ



ば、雨水の爲に表面が洗はれて形が崩れるのみならず、雨水が内部に滲入し、終には滑落を生ずる事になる。尙法面は乾濕の變化・凍霜等の影響を受けて日時<sup>の</sup>経過と共に風化せられ、その形を保持し得ない事にもなる。そこで法面は適當な方法で保護をしなければならぬ。保護工として最も普通に用ひられる工法は土羽打芝付工である。

土羽打芝付工は土羽打工と芝付工との二つからなる。

土羽打工とは法面の最下部より法面に沿ふて順次上層へ層をなして、幅30 cm 位の良好なる粘質土を置き、一層の垂直高を30 cm 以内とし、其の法面を土羽板で打固め、平場は踏み固めるか蛸を用ひて打ち固める工法である。芝付を行はない土羽打を裸土羽と稱し、之は一時的の土工又は左程重要でない盛土に用ひられる。而し一般に

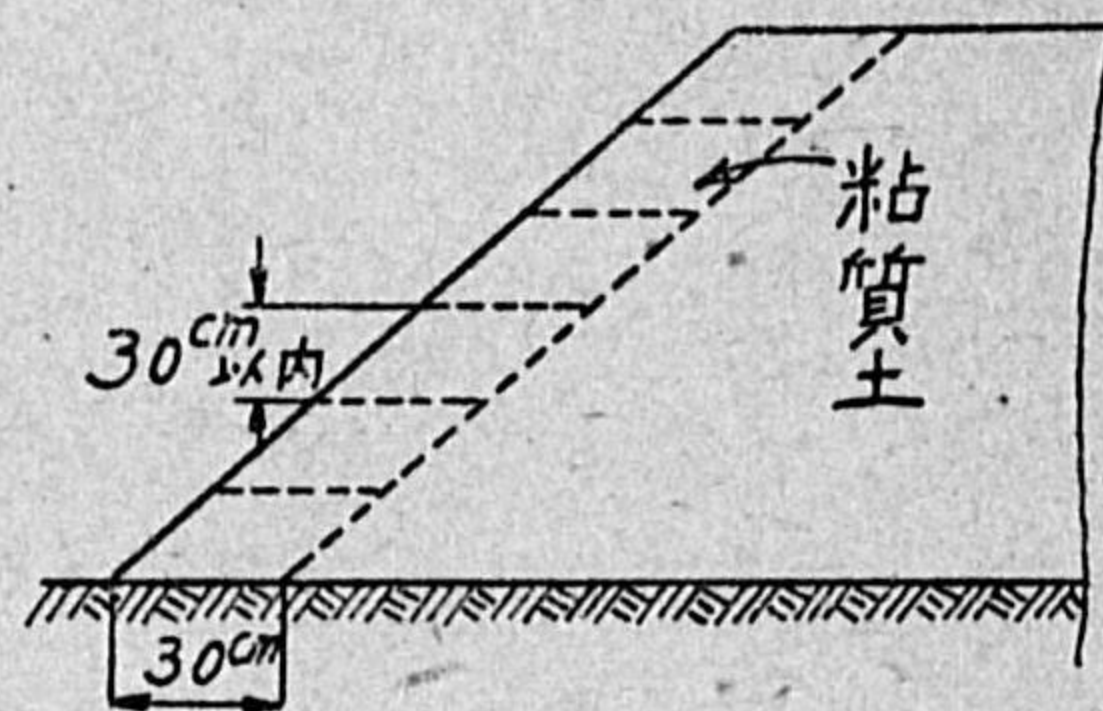


圖 - 43

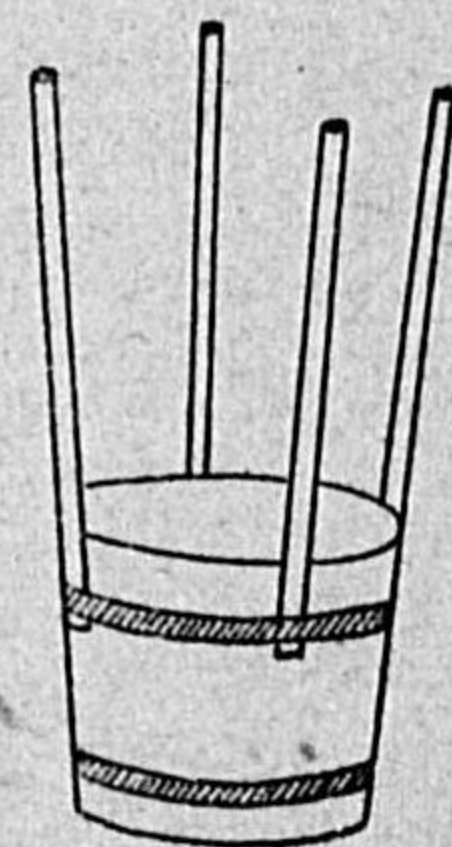


圖 - 44 蛸

は次に述べる芝付工と共に用ひられる事が多い。

芝付工は法面に芝を植付ける方法で、盛土法面の芝付には筋芝工と張芝工との2種類がある。

筋芝工は法尻より各層20~30 cm の高さに土羽打をして締固めた表面に、長さ約30 cm 幅9 cm 以上の切芝を水平の位置に長手に並べ植ゑ、其の上へ上層の

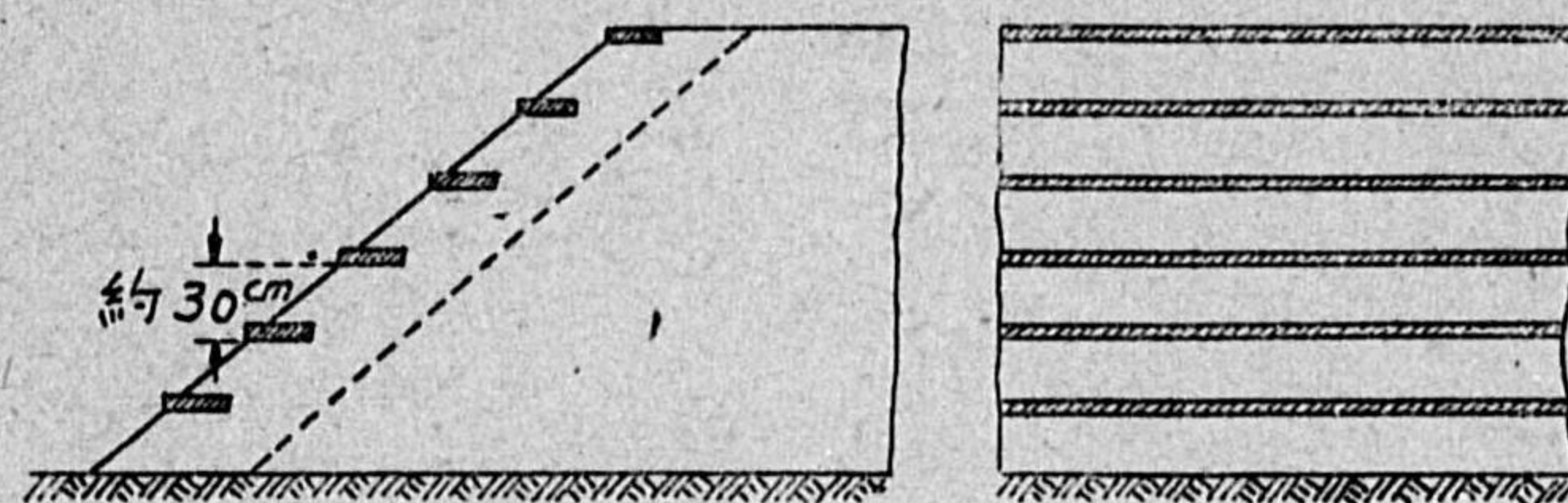


圖 - 45 筋芝工

土を盛つて土羽打をなし、又其の上へ芝を並べ植ゑ、土を盛つて締固めると云ふ事を繰返す工法である。最後に法肩に沿ふて一列に植付けた切芝を天芝又は耳芝と呼ぶ。

張芝工は締固めの終つた法面全部に切芝を植付けて土羽板で叩き、竹串を芝1枚に2本以上挿し込んで其の脱落を防ぐ様にしたものである。この工法は前述の通り切取法面の保護工としてよく用ひられる方法である。



筋芝及び張芝數量計算表 (高さ 1m, 幅 1m 當)

法 勾 配	筋芝 (法長 30 cm 間隔)			張 芝 所要量(m <sup>2</sup> )
	通 數	所 要 量 (m <sup>2</sup> )		
		幅 9 cm	幅 15 cm	
0.8	3.84	0.346	0.576	1.281
0.9	4.49	0.404	0.606	1.345
1.0	4.71	0.424	0.707	1.414
1.1	4.96	0.446	0.744	1.487
1.2	5.20	0.463	0.780	1.562
1.3	5.47	0.492	0.821	1.640
1.4	5.73	0.516	0.860	1.720
1.5	6.01	0.541	0.902	1.803
1.6	6.29	0.566	0.944	1.887
1.7	6.57	0.591	0.986	1.972
1.8	6.86	0.617	1.029	2.059
1.9	7.16	0.644	1.074	2.147
2.0	7.45	0.671	1.118	2.236
2.5	8.98	0.808	1.347	2.693

芝付工所要歩掛及び材料表 (1 m<sup>2</sup> 當)

種 別	歩掛 (人)	芝所要數(枚)	備 考
土 羽 打	0.03		法長 1 m に付 3
筋 芝 工	0.04	9	通, 土羽打芝付目
張 芝 工	0.07	22	串挿共

尙特に嚴密に法面保護を必要とする場所には石張をする事もある。

§ 5. 盛 土 工

盛土の方法を大別すると、水平撒出法・前方撒出法・側方撒出法及び足場撒出法の 4 種となる。

(1) 水 平 撒 出 法

之は水平又は水平に近く土を撒出し、下部より順次層狀に盛土をなす方法である。之に薄層式と厚層式との 2 種類がある。

前者は厚さ 30 cm 内外に土を盛り、水を注ぎ乍らよく搗固めをなし、十分壓縮した時に其の上に次層を盛る方法である。竣工後の沈下が最も少い良い方法であるが、多くの費用と日數とを要するを免れ得ない方法である。故に一般の道路・鐵道等の築堤には用ひられ



圖 - 4 6

ぬが、土留擁壁・護岸橋臺等の裏込又は暗渠の周圍等特殊の場所の盛土に用ひられる。尙河川の堤防・貯水池の土堰堤は水の滲透を防ぐ事が必要であるから薄層式によつて施工せられる。

後者は各層の厚みを前者に較べて厚く凡そ 1 m 位にして施工する方法である。道路・鐵道等の高い盛土に



は此の式がよく用ひられる。

### (2) 前方撒出法

この方法も道路・鐵道等の盛土に多く用ひられる方法で、前方へ順次土を撒出し乍ら進工する方法である。従つて側部の勾配は自然勾配をなす。此の方法は築造中土砂の壓縮せられる事が少いから、竣工後の沈下が著しく、法面の崩落を來し易いが、土質がよければこの虞もなく、進工早く工費が少なくてすむ特徴を有する方法である。

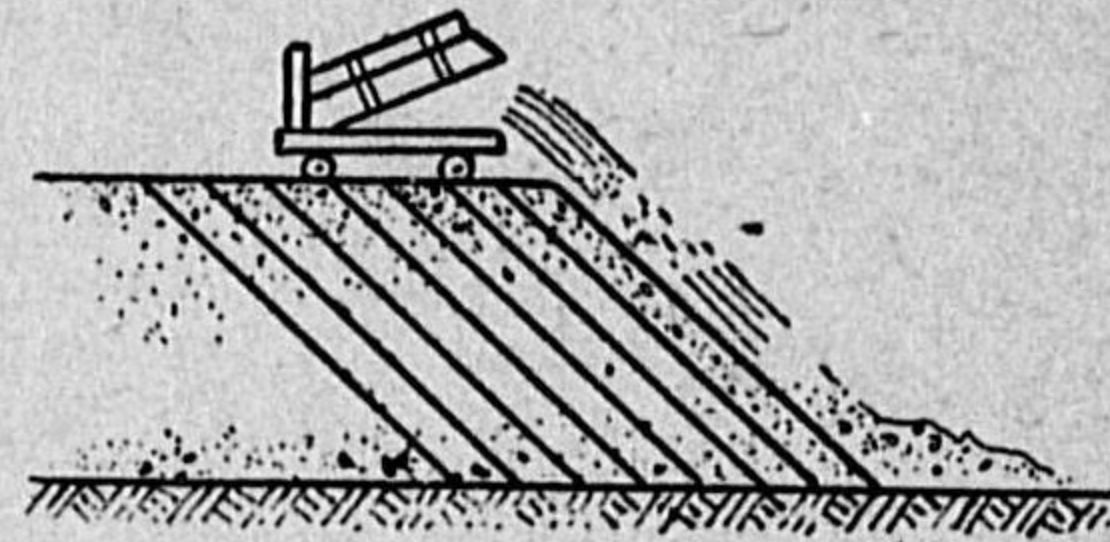


圖 - 47

### (3) 側方撒出法

之は盛土の長さに沿ふ側方即ち片側より盛土をなす方法で、半ば切取・半ば盛土の場所に用ひて便利である。尙多數の土運車を連結して運搬した土を、一時に撒出し得るから進工が早い

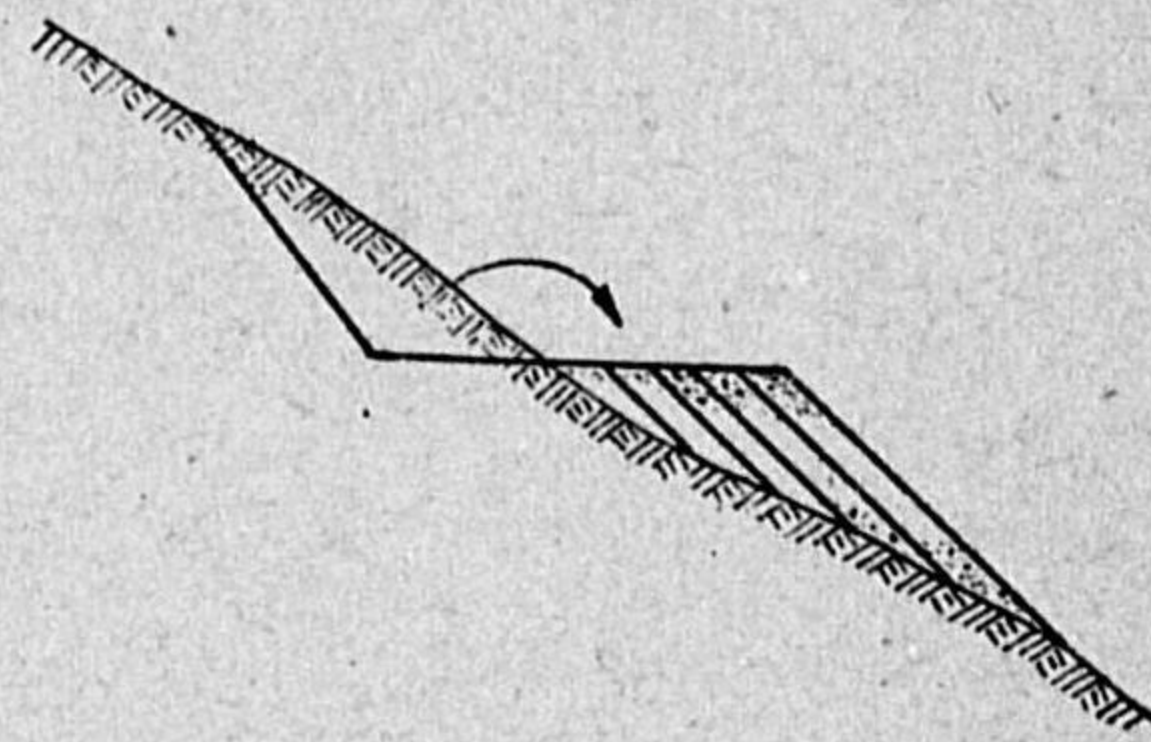


圖 - 48

特徴がある。

### (4) 足場撒出法

足場を設けて之に土運車を導き、その側部又は底部より土を落下して盛る方法である。

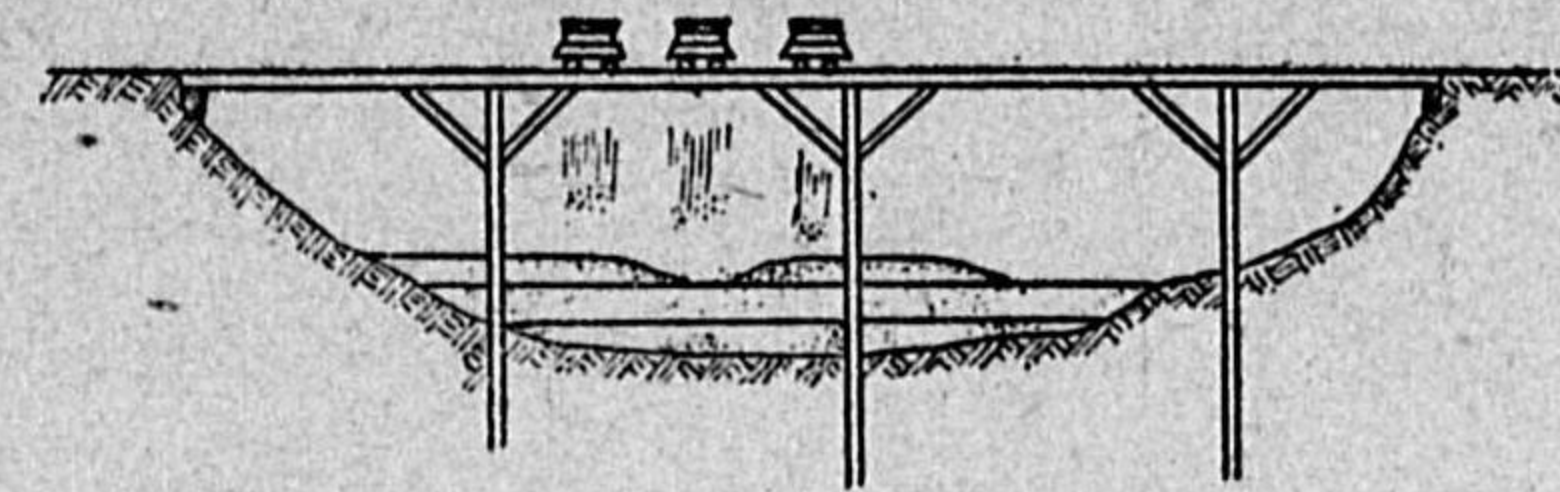


圖 - 49



## 第5章 機械による掘鑿及び浚渫

### § 1. 概 要

一般に陸上の土砂を掘る事を掘鑿と云ひ、水底の土砂を掘る事を浚渫シユンセツと云ふ。何れも小工事の場合には人力を用ひて行ふが、大工事になると機械力による方が能率的で経済的となる。

### § 2. 掘 鑿 機

#### (1) 掘鑿機の種類

掘鑿機には各種あるが、之を構造及び操作型式上から大別すると凡そ次の4種となる。

ショベル掘鑿機      ドラッグライン掘鑿機

バケツト掘鑿機      グラブ掘鑿機

#### (2) ショベル掘鑿機

之はショベルを用ひて人力で土を掬ひ上げる作業を機械力によつて操作する様な構造にしたものである。即ち圖-50に示す様に、車體の一端から斜に出てゐるブームの中央部の齒車に噛み合つて長さが自由に加減し得る桿の一端にショベルを取付けたもので、全體

が水平に廻る様になつてゐる。而してショベルは桿を上下に伸縮せしめる事によ

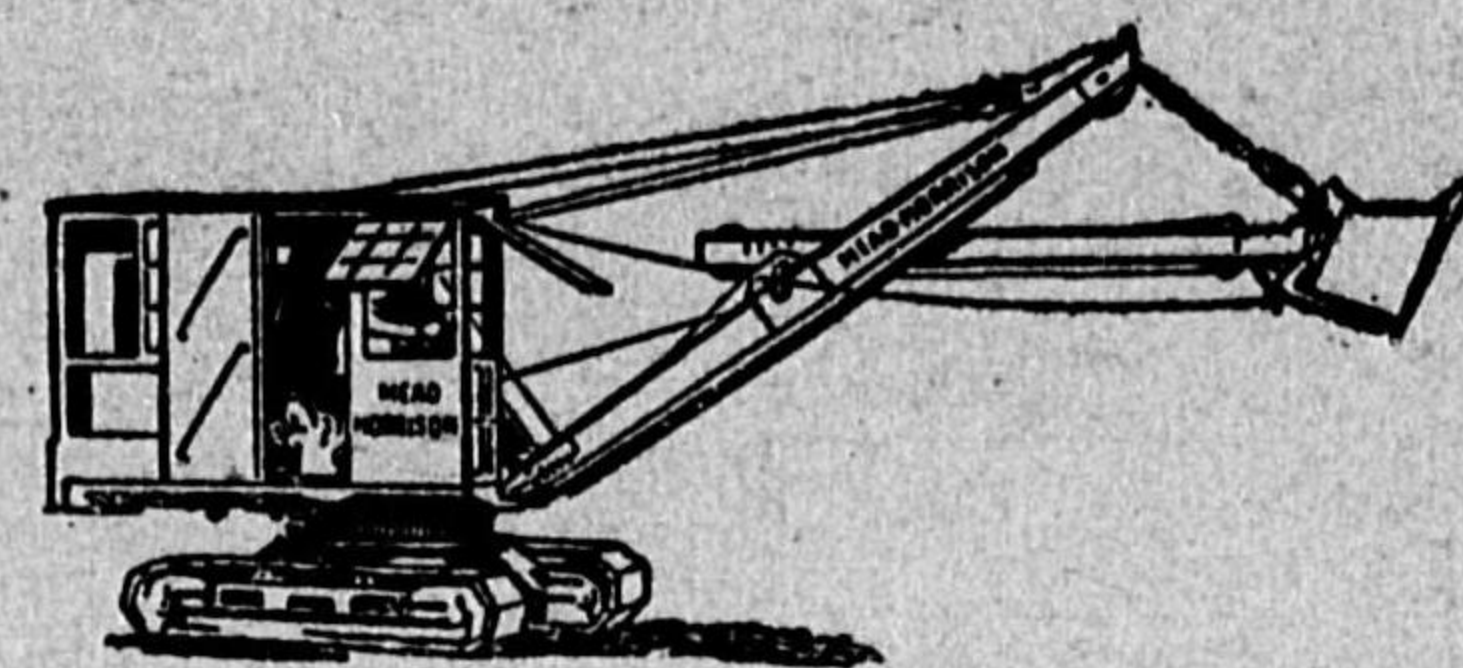


圖 - 50

つて其の位置を上下に移動せしむる事が出来、又ショベルに取付けられた網を伸縮する事によつて其の傾斜を變へる事が出来る様になつてゐる。之等の操作は總て車上で行ひ、掬ひ取つた土砂は容易に附近の土砂運搬器に移す事が出来る。

動力は蒸氣機關かディーゼル機關が用ひられる。

此の機械は硬岩を除く總てのものを掘鑿するに適するもので、相當狭い場所でも操作し得る特徴がある。本機の掘鑿能力はショベルの大きさによつて異なるが、容量  $0.75 m^3$  のディーゼルショベルでは工程1時間に付き  $44 \sim 88 m^3$ 、 $0.56 m^3$  の蒸氣ショベルでは  $23 \sim 46 m^3$  程度である。

#### (3) ドラッグライン掘鑿機

本機の構造はショベル掘鑿機と殆ど同じであるが、



只異なる處はバケツトがブームの兩端より出てゐる綱によつて操作せられる事である。即ちブームの上方の綱を弛めて下部の綱を引けば土砂を掬ふ。そこで車體を旋回して土砂運搬器上にバケツトを移動させ、下の綱を弛めると土砂が放下せられる。

本機は幅を  
 広く且深く掘  
 る事が出来、  
 又比較的高く  
 土砂を放下し

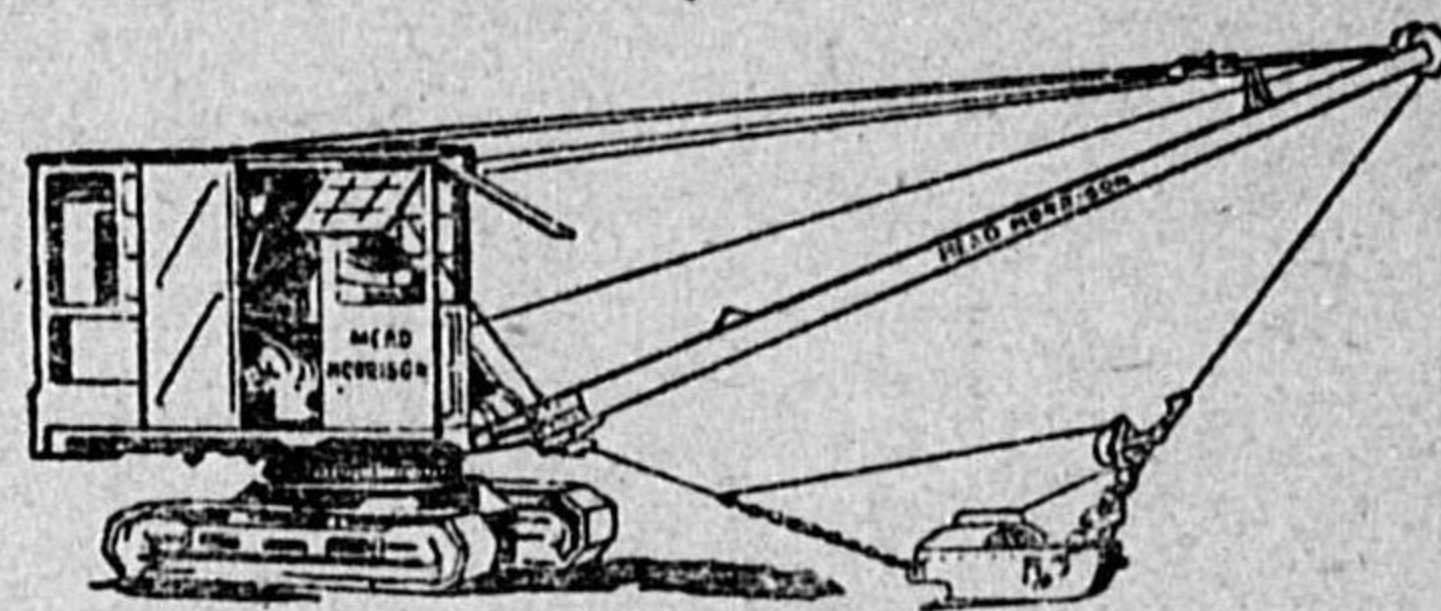


圖 - 5 1

得る特徴があるから、水路を掘ると共に其の土砂で附近の盛土をする様な土工には最も適してゐる。

掘鑿能力は一様には云へないが、大體ショベル掘鑿機の 2/3 位が普通である。

#### (4) バケツト掘鑿機

本機は連続的に掘鑿を行ひ得る構造のもので、車體から斜にブームが出で、其のブームに沿ふて無端状の鎖が上方から下方に廻轉する様になつてゐる。而して其の鎖には或る間隔をおいてバケツトが取り付けられてゐるから、鎖の回轉と共にバケツトが土砂を掬つて移

行し、上部回  
 轉筒の場所で  
 バケツトが方  
 向を變へると  
 土砂を落下す  
 るものである

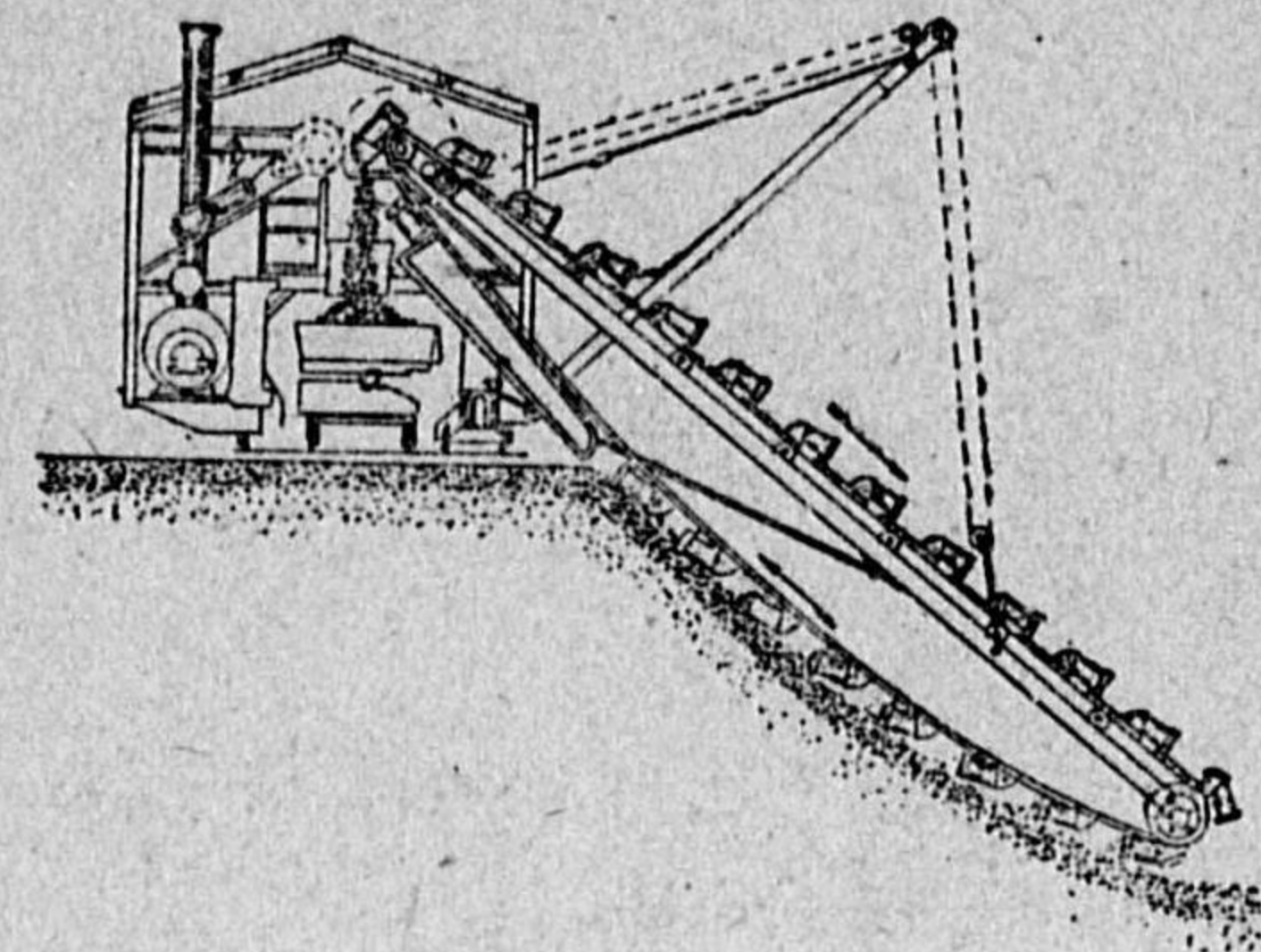


圖 - 5 2

本機は軟土  
 に對しては極

めて經濟的で、大地域の掘鑿に適してゐるが、硬土・岩盤には不適當である。尙狭い場所では作業が困難である。

本機は自重が甚だ大であるから、堅固な軌道を設ける必要があり、尙絶えず注意して修理を施す様になければならぬ。工程は重量 22 噸のものでは 1 時間當り  $60m^3$ 、40 噸のものでは  $120m^3$  程度と考へられる。

#### (5) グラブ掘鑿機

ブームの上端から懸垂せられた鎖の下部に取付けられてゐる掴機（グラブ）によつて土砂を掴み揚げるもので、鎖はブームの上端の滑車を通して捲揚機に連絡してゐる。故にこの鎖を伸縮して掴機の高さを自由に



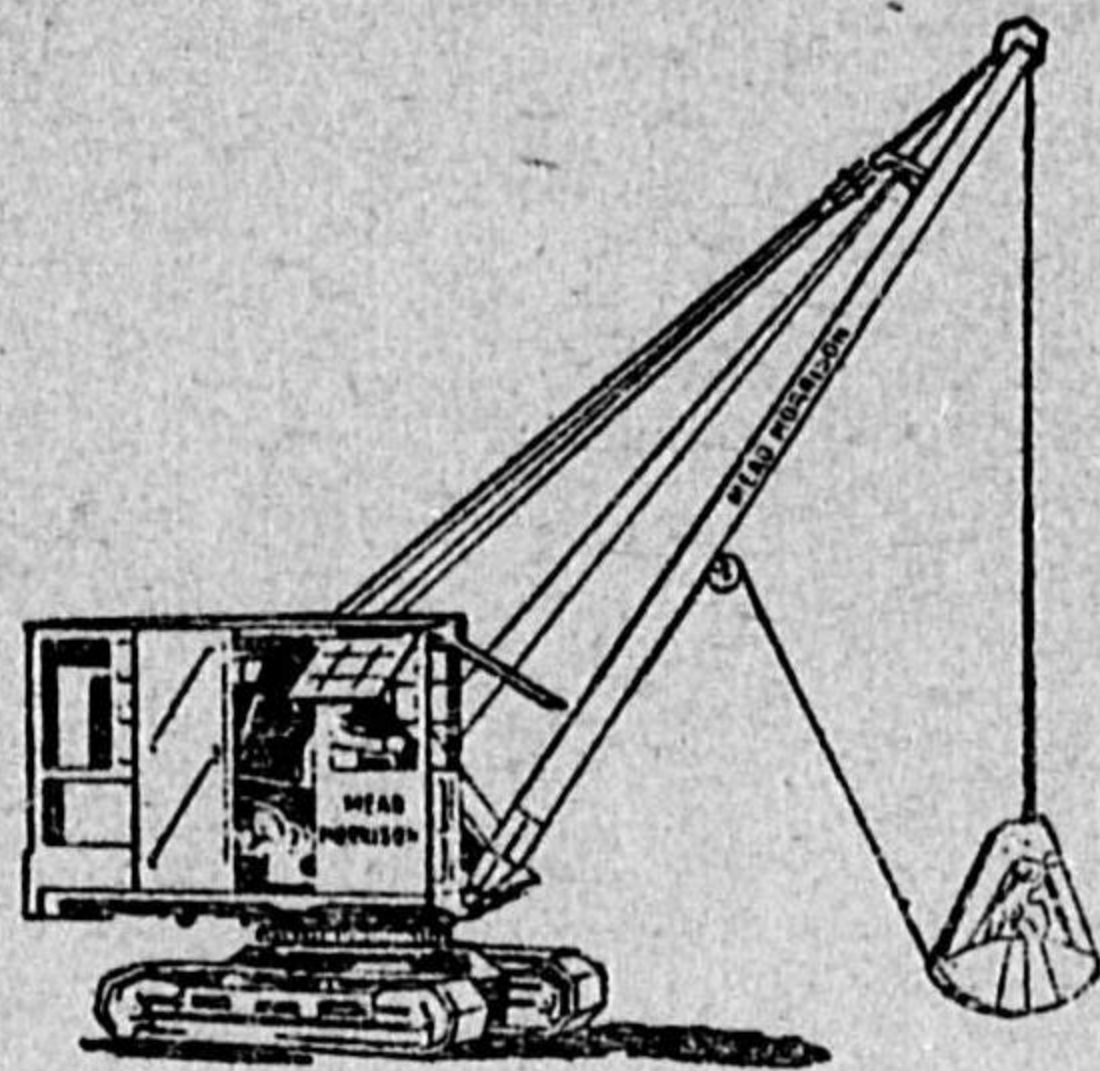


圖 - 53

加減する事が出来る。掘機によつて掘み揚げられた土砂は、機械全體が水平に旋回される装置になつてゐるから、容易に側部の運搬器に移す事が出来る。

この機械は水中の掘鑿によく用ひられるもので、即ち浚渫機としての利用が多い。

本機が他のものに較べて便利な點は掘機を取除けば一種の起重機として使用出来る事である。

### § 3. 浚渫船

#### (1) 浚渫船の種類

浚渫機を装置した船を浚渫船と云ふ。之にホツパー式浚渫船とポンツーン式浚渫船との二つがある。前者は浚渫した土砂を船自身に收容して自力で任意の土捨場に航行し得るものであり、後者は船自身に掘鑿土砂の收容設備がなく、従つて他に土運船を必要とし、而も浚渫場所を移動する場合には曳船を必要とするもの

である。前者は法規上汽船として取扱はれるものであるが、後者は汽船としての取扱いを受けないものである。一般に用ひられてゐるものは後者である。

浚渫船を浚渫機の構造上から分けると凡そ次の 4 種類がある。

デイツパー浚渫船

バケツト浚渫船

グラブ浚渫船

ポンプ浚渫船

#### (2) デイツパー浚渫船

ショベル掘鑿機を臺船上に取付けたものである。

本船は吃水が浅いから幅の狭い川や小さい港湾等に用ひて特に有利である。

浚渫能力はバケツト即ちデイツパーの容量によ

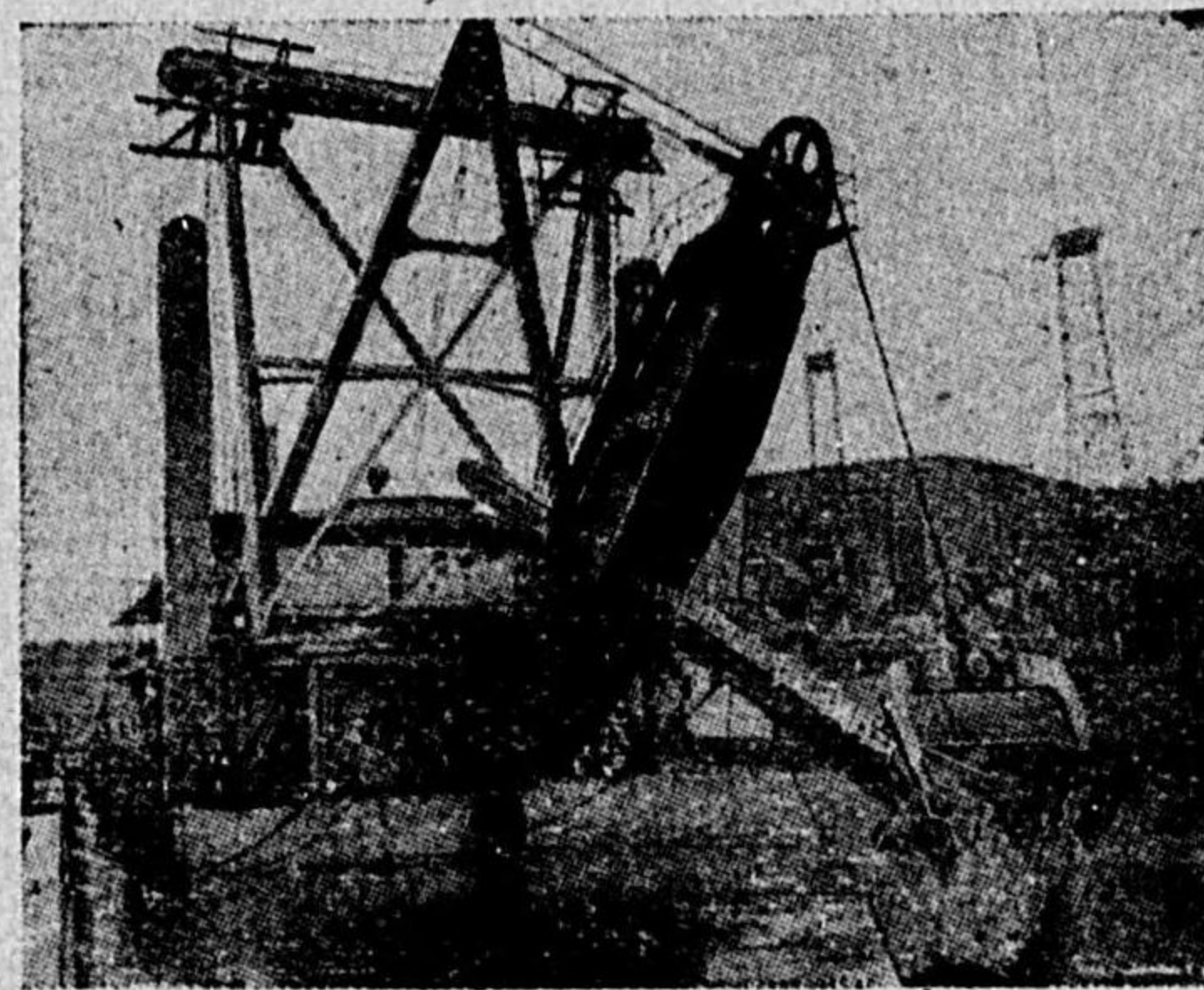


圖 - 54


つて異なるが、デイツパー  $3 m^3$  のもので 1 時間  $100 \sim 200 m^3$ ,  $1.5 m^3$  のもので  $50 \sim 100 m^3$ ,  $0.6 m^3$  のもので  $25 \sim 50 m^3$  程度である。



## (3) バケツ浚渫船

本機はバケツ掘鑿機と大體同じ構造である。

浚渫能力はバケツの大きさによつて異なるが、1時間に付き 60 ~ 120  $m^3$  程度のものが多い。而し大港灣工事に用ふるものは 180 ~ 300  $m^3$  のものもある。岩盤や硬地盤を浚渫す

る時には鋼製の齒  
を取付けたバケツ  
トを使用する。

本浚渫船は大規模の浚渫に用ひられ、硬い地盤でも浚渫が出来、風波に對しても安全であるが、価格の高い事と水深の浅い

處には適しない缺點がある。

## (4) グラブ浚渫船

グラブ浚渫機の構造はグラブ掘鑿機と同様である。

この浚渫船の特徴とする處は、浚渫場所の深淺によ



圖 - 55

る工事費の増減が少く、狹隘な河川・船渠又は岸壁等に接近して作業する事が出来、又船體並に運轉臺共に所要面積が比較的狭少でよく、作業人員も多くを要しない事である。

而し固い地盤ではグラブの齒先が突込み困難となり、粘着力の強い地盤ではグラブの引揚げが

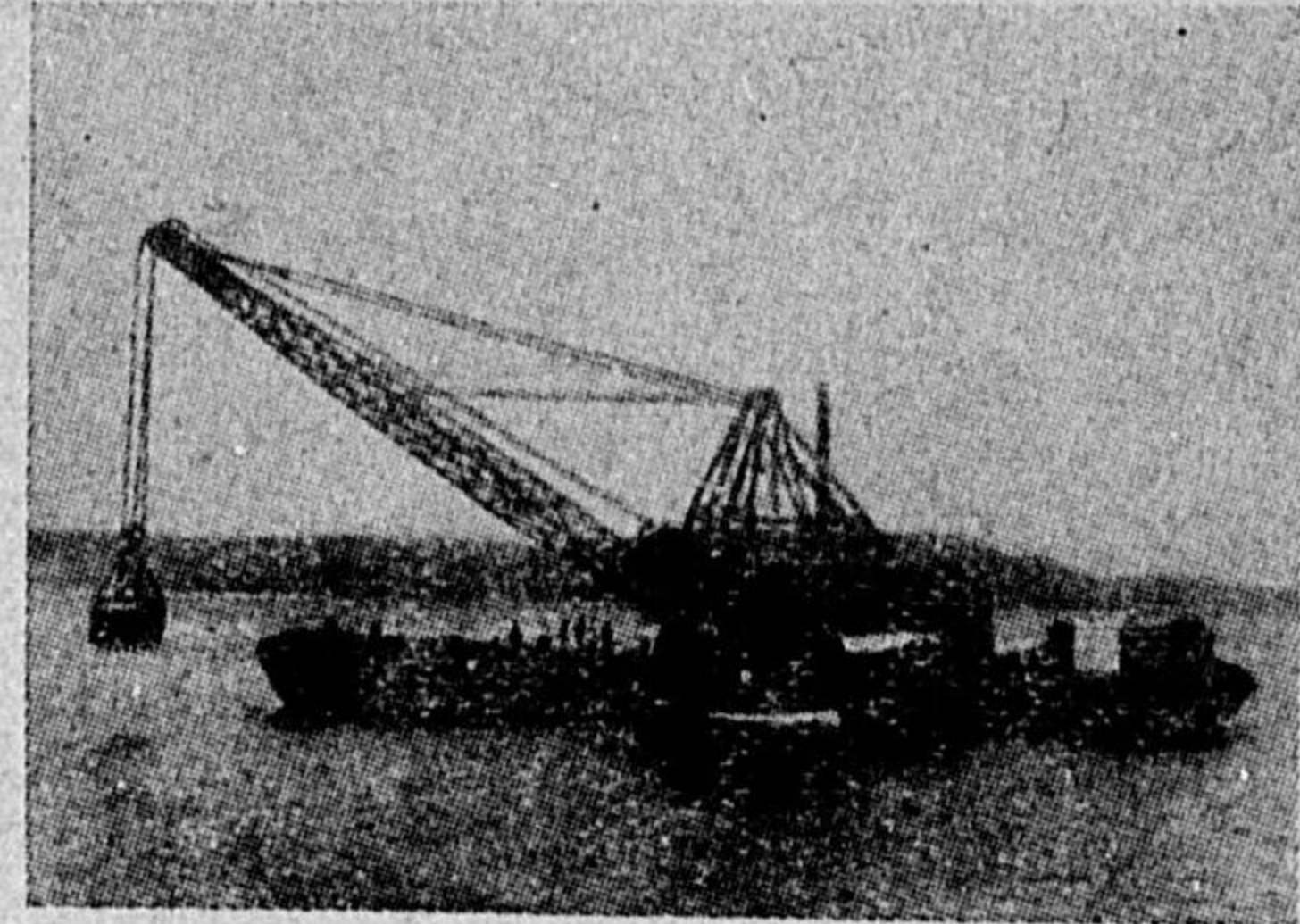


圖 - 56

困難となつて共に能力が減少し、又半流動體の土砂はグラブの齒間から水と共に洩れる缺點がある。

浚渫能力はグラブの容量 0.17 ~ 1.12  $m^3$  のもので、1時間に付き 10 ~ 42  $m^3$  である。

## (5) ポンプ浚渫船

この機械は上記のものとは其の作用を異にし、船中に離心ポンプを備へて其の吸上管を水底に下げ、水と共に土砂を吸上げて浚渫するものである。浚渫した土砂で埋立を行ふ様な場合に有利である。

尙軟い砂泥のみならず、硬い地盤をも浚渫する事が



出来る様に、吸上管の下端に硬い刃を備へた攪拌器即ちロータリーカッターを装置し、之を廻轉して地盤を掻き碎く様にしたものが多し。

## 第6章 岩石の掘鑿

岩石を掘鑿する方法に直接法と間接法との2種類がある。前者は手工具又は機械を用ひて直接岩石を破碎して掘鑿する方法であつて、軟岩又は薄い層をなす岩石或は割目多き岩石に適用するものである。後者は破壊せんとする岩石に人力又は機械力で穿孔し、之に爆薬を装填して適当な方法で點火し、爆破して破碎する方法である。多量の岩石を破壊する時にはこの方法を採用する。

### § 1. 人力掘鑿

#### (1) 掘鑿工具

鶴嘴 岩の割れ目へ先端を突込んで碎くに用ふ。  
 鐵挺 直徑 2.5 cm, 長さ 1.0 ~ 1.8 m 位の鐵棒で、其の一端は鑿狀になつてゐる。之を割れ目に突込み岩を碎くに使用する。

楔及び鐵矢 共に鐵製で、岩石の割れ目へ突込み、鐵鎚の類で打込んで岩石を破壊する爲に使用する。



大 槌 楔及び鐵矢を打込む爲に用ふるもので、重さは 10 ~ 20 kg, 柄の長さは 0.6 ~ 1.0 m である。

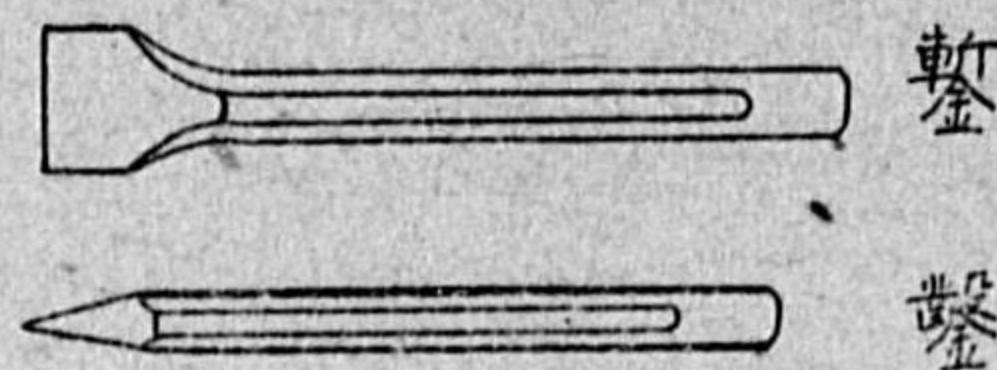


圖 - 57

鑿及び鑿 相當硬い岩石に孔を穿つに用ふる。

## (2) 穿 孔 法

人力によつて硬岩に穿孔する方法は、小工事で動力設備をする程の必要のない場合に用ひられる。

之に用ふる手錐は直径 19 ~ 25 mm の高級炭素鋼で作し、其断面は圓形・六角形・八角形等がある。尖端の形狀が錐狀をなすものをセツパと

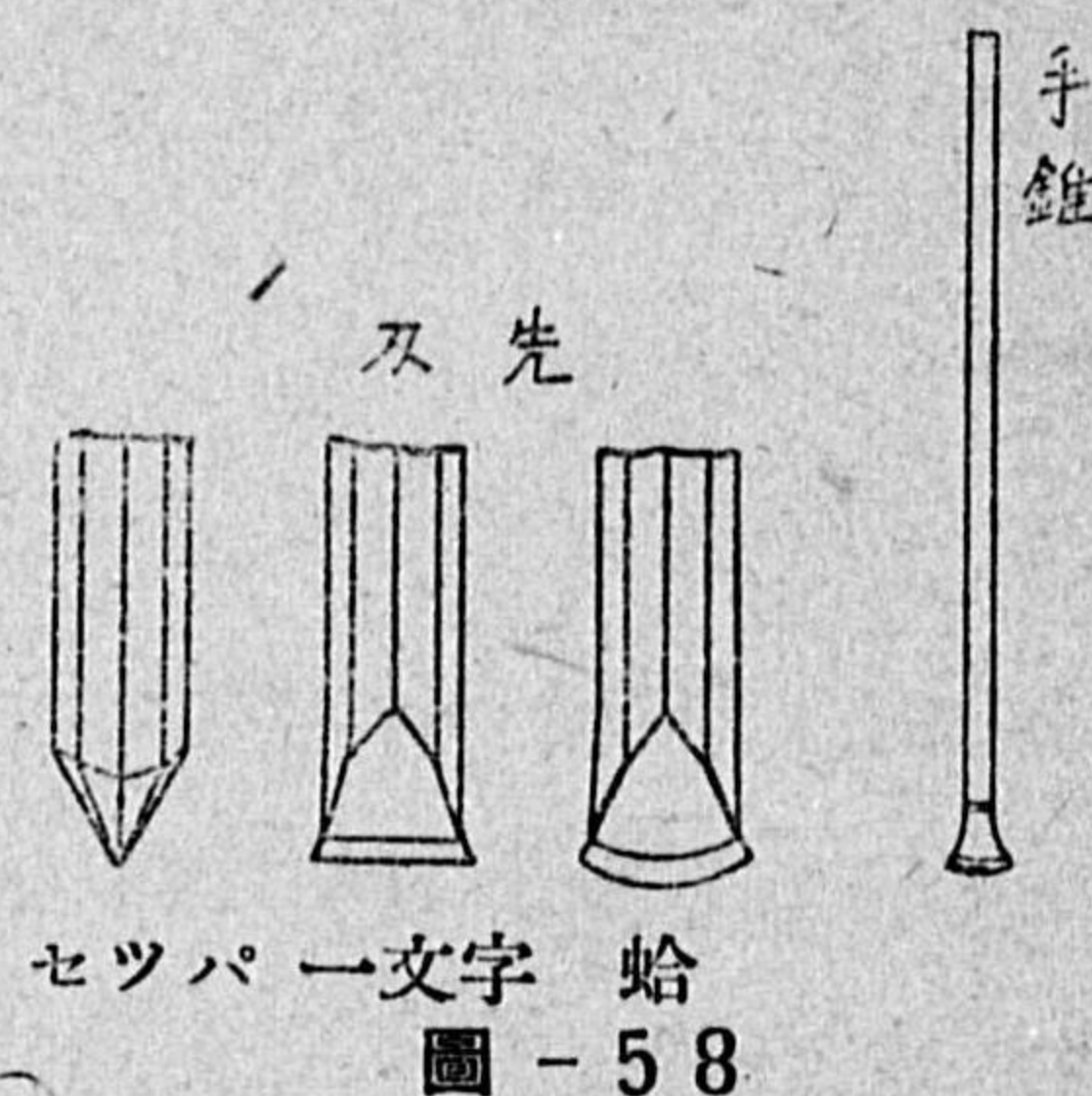


圖 - 58

云ひ、凸出してゐる岩石を破碎するに用ふる。又一直線をなすものを一文字、曲線をなすものを蛤と云ふる。而

して之等の錐を岩石に當て、槌で打込んで穿孔する。

1 人で穿孔する時には片手に錐を持ち他の手に槌を持つて打つ。2 人で穿孔する時は片手に錐を持ち他の 1 人が槌を持つて打つ。打込む毎に錐を少しづつ廻轉して刃の向きを變へ、刃先が岩石に喰ひ入るのを防ぐ。錐は初めは短いのをを用ひ、孔が深くなるに従つて次第に長いものを用ふる。而して孔底に溜る石粉は時々搔浚具と云ふ匙で浚へて掃除をする。

穿孔の工程は岩質・孔の直径・深さ・方向並びに穿孔の位置等によつて異なるが、直径 25 ~ 30 mm で下向穿孔であると 1 人 1 時間に花崗岩で 5 ~ 10 cm, 砂岩で 20 cm, 石灰岩で 30 ~ 45 cm 位である。水平穿孔の工程は下向穿孔の半分餘りである。

## § 2. 鑿岩機掘鑿

多量の岩石を掘鑿する場合には鑿岩機で穿孔し、之に爆薬を装填して爆破するのが有利である。

鑿岩機を其の運動の種類によつて大別すると、衝撃鑿岩機・錘撃鑿岩機及び廻轉鑿岩機の 3 種となる。尙其の動力によつて分けると、水壓鑿岩機・電氣鑿岩機及び壓搾空氣鑿岩機の 3 種となる。



## (1) 衝撃鑿岩機

之は先端に錐のついたピストンの往復運動によつて岩石に衝撃を與へ穿孔するものである。

錐は高級炭素鋼で作られ、断面は圓形又は六角形で、普通其の中心に全長を通して 6mm 位の穴が設けられ、之より空氣又は水を双先に送つて作業中双先の熱を冷やし、又石粉を吹き出させる。双先の形状には種々あるが、普通に用ひられる形状は圖-

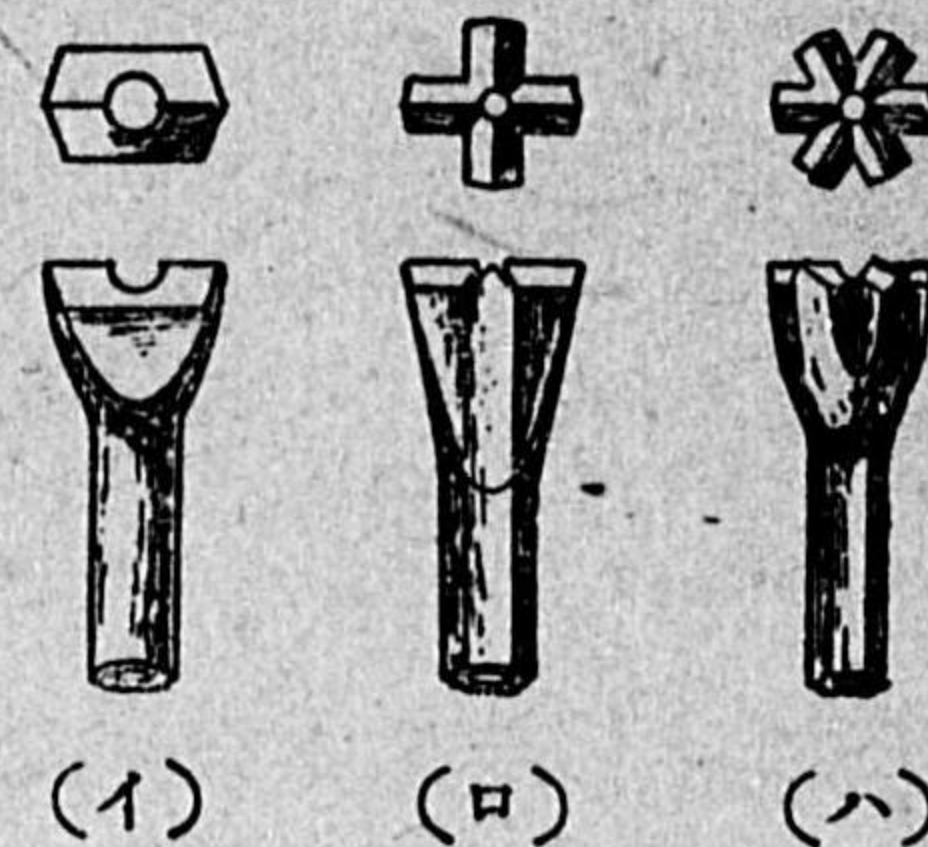


圖 - 59

59 に示す様に一文字形 (イ)、十文字形 (ロ)、星形 (ハ) である。

## (2) 鏈撃鑿岩機

この式はピストンと錐とが分離しており、ピストンの往復運動によつて錐に打撃を與へて穿孔するものである。前者に比較して重量が軽く、取扱ひが容易で、動力の消費が少い等の利點があるので現在この式がよく用ひられてゐる。

## (3) 廻轉鑿岩機

この式のものゝは打撃によるものではなく、廻轉運動によるものであつて主として隧道工事に用ひられる。一般に螺旋狀の錐鋼の先端に双を附し、この錐を岩石に押しつつ廻轉して穿孔する構造のもので軟岩の穿孔に適してゐる。

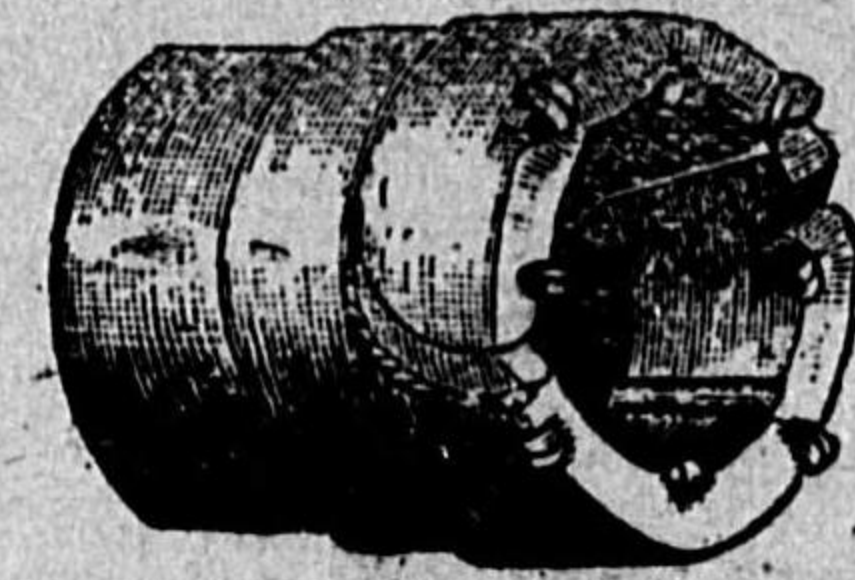


圖 - 60 ダイヤモンド錐

本機の1種に金剛石鑿岩機と云ふものがある。之の錐はダイヤモンド錐と呼んで管狀をなし、管端の先端に金剛石を嵌入したものである。之は硬岩の穿孔に使用する。

以上述べた鑿岩機を支持するには支柱又は三脚を使用する。支柱は長さ普通 3m 内外で、坑道内の如く餘り場所に餘裕なく、且つ上下又は左右に堅固な地盤があつて支柱を突張り得べき場所でなければ使用し得ない。三脚は3本の脚の間の角度及び各脚の長さを自由に調節し得るので如何なる場所にも容易に据付ける事が出来る。而して各脚には夫々錘を取付け、錐の衝動に際して三脚の動搖を少くす。

## § 3. 爆 薬



穿孔に爆薬を詰め点火して爆發せしむる事を<sup>ハツバ</sup>發破をかける<sup>ハツバ</sup>と云ふ。發破をかける<sup>ハツバ</sup>と爆薬は瞬時にして數百倍の容積のガスとなり、其の壓力によつて岩石を破碎する。

爆薬には各種あるが夫々特性があるから、現場の狀態に適當なものを用ふべきである。

### (1) 黒色火薬

之は一般に煙硝と稱し古くから用ひられて來たもので、ダイナマイト等の有力火薬が現はれてからは次第に其の用途を縮小されて來たが、爆發作業を緩慢にして、石材の採取の様に大割の必要がある場合などには尙よく用ひられる。之は硝石・硫黄及び木炭の微粉を混合して造つたもので比重は 1.5 位である。この火薬は濕ると發火しないから濕らない様に保存する必要がある。尙常溫に於ては火をつけないと爆發しないものであるから、保存並びに取扱ひには危険が少い。水中に用ふる時は特に完全な防水包装が必要である。而して之に火を點ずるか又は  $270 \sim 300^{\circ}C$  に熱すると爆發して 300 倍位の容積のガスとなり、 $1,000 \sim 1,600 \text{ kg/cm}^2$  の壓力と  $2,000^{\circ}C$  程度の高熱とを出す。尙爆發せし

むるには後述する導火線で点火するだけで雷管を用ふる必要がない。

要するに黒色火薬は價格が低廉・取扱ひが容易・發火が簡単と云ふ様な特徴があるが、爆發力が餘り強力でないから現在では大規模な工事には用ひられない。尙爆發によつて炭酸ガス等を發生するから隧道内では使用しないがよい。

### (2) ニトログリセリン

之は炭素・水素・窒素・酸素等の化合物で造り、淡黄色無臭の油状のものである。比重は 1.6 位、爆發すると其の勢ひ強烈で、黒色火薬の數倍の爆發力がある。之は衝撃を與へても直ぐ爆發するが、完全に爆發せしめるには後述の雷管を用ひ、点火と同時に衝撃を與へる様にする。かくの如く強烈な爆發力があるが、流動體であるから運搬に不便があり、尙運搬中動揺する爲に爆發する虞があり、又下向き横向きの孔には装填出來ない缺點がある爲一般には餘り使用せられない。之を吸収劑に吸収せしめ取扱ひを便利にしたものがダイナマイトである。

### (3) ダイナマイト



之はニトログリセリンを硅藻土に吸収せしめ固體としたもので、紅褐色を帯びた油土の様なものである。之はニトログリセリンより運搬し易く、衝撃に對しても稍々鈍感であるから危険が少く、又如何なる方向の孔にも填充が出来るし、尙水中にても爆發するから現在最も廣く用ひられてゐる。

ニトログリセリン 75%、硅藻土 25% の割合に混合したものはダイナマイト No. 1 と云ひ、最も廣く用ひられてゐるもので、黑色火薬の數倍の爆發力がある。

ダイナマイトは之を爆發せしむるに必らず雷管を使用する。

ダイナマイトの賣品は1本の直径 20 ~ 38 mm、長さ 50 ~ 180 mm の棒状油紙包みのもの（之を薬包と云ふ）を大小取り混ぜ 35 ~ 36 本を紙箱に入れ、其の紙箱 10 個を木箱に詰めてある。

#### (4) プラスチング・ゼラチン

之はニトログリセリン 92% 餘、綿火薬 7% 餘からなる黄色の飴の様なものである。之に硝酸アムモニアを含有せしめたものを安全爆薬と云ひ、爆破する時温度が低いから、引火ガスの存在する坑内等で使用せら

れる。爆發力はダイナマイト No. 1 より強く、水中にても使用出来るものである。硬岩破碎に用ひられる。

#### (5) カーリット

カーリットは過鹽素酸アムモニアを主成分とする無機物を調合せるものである。之はダイナマイトより衝撃に對して鈍感で取扱ひに危険が少い。又自然爆發する事もなく、保存中に爆發力を減ずる事もない。而し爆發力はダイナマイトよりも大で、價格は却つて安價であるから近來廣く用ひられる様になつた。湧水のある所では防水包装を完全にしなければならぬ。

#### (6) 綿 火 薬

綿を永い間硝酸と硫酸との混合液の内へつけておき、之を乾燥せしめたものが綿火薬である。之は濕つてゐるときは發火しないから取扱ひ易い。而し乾燥してゐるときは衝撃及び摩擦を與へると容易に爆發する。爆發すると容積は約 800 倍となり、壓力は黑色火薬の數倍となる。

### § 4. 爆 破 法

爆破を行ふには、爆薬に直接點火して行ふ方法と、衝撃を與へて間接に爆發せしむる方法とがある。前者



は黒色火薬等を用ふる場合に行ふ方法であり、後者はダイナマイト等を用ふる場合に行ふ方法である。

### (1) 直接爆破法

直接爆破法には導火線を使用する。導火線は黒色火薬を麻繩の心に入れ、其の表面をペンキ又はコールターールで塗つて濕氣を防いだものである。尙水氣のある處に用ひるものは尙其の上を布で捲き塗料を施して完全に防水する。導火線は其の種類によつて 1m 燃え進むのに 120, 130, 140 秒等の時間を要し、等速度で燃え進むから、點火後爆發までの時間を其の長さによつて調節する事が出来る。

穿孔内へ火薬を装填するには、孔中に溜水のある場合には防水包装を施したものを入れ、木の棒で爆薬の間に空隙の残らない様靜かに丁寧に詰める。次に導火線を挿入し、其の端を装填した爆薬中に入れて密接せしめる。防水包装を施したものに對しては、その包紙の内へ挿入して口端を強く結んで抜けないう様に

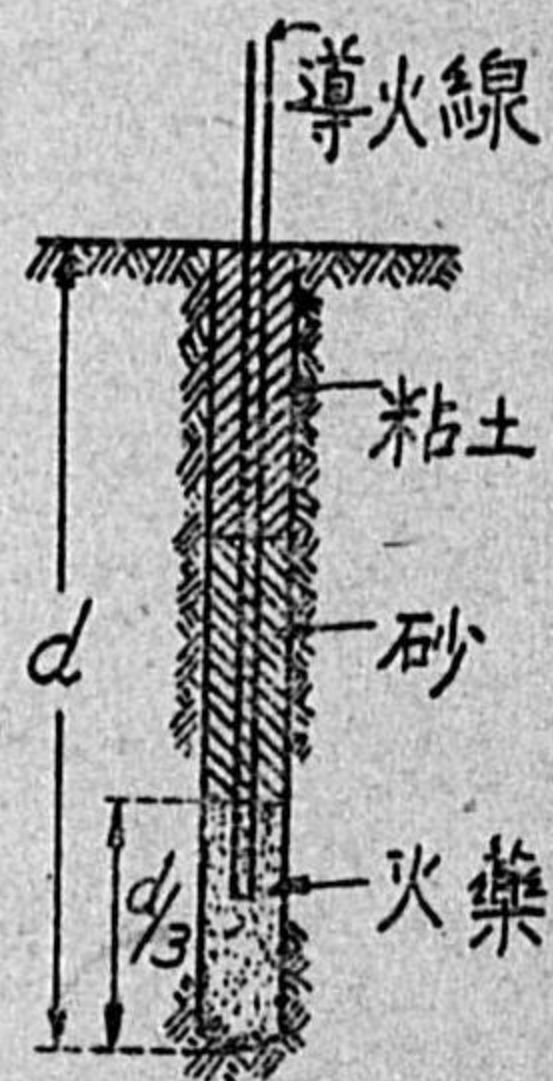


圖 - 6 1

おく。爆薬を詰める深さは孔の深さの約 1/3 とし、残りの 2/3 の部分には乾燥した砂や粘土を詰める。之を填塞と云ふ。之は爆發した時ガスの逃げるのを防ぐ爲である。

導火線の點火には火繩・線香等が用ひられる。

### (2) 間接爆破法

ダイナマイト等は導火線で引火しただけでは完全に爆發しないから、導火線で先づ雷管を爆發せしめ、其の衝撃によつて爆薬を爆發せしむる方法をとる。

雷管は直徑約 6 mm, 長さ 15 ~ 60 mm の圓筒形底付の銅管に、雷汞 80%, 鹽素酸カリ 20% より成る爆粉を入れたものである。雷汞は極めて爆發し易い薬である。故に導火線に點火すると雷汞が燃えて先づ雷管が爆發し、其の衝撃によつて爆薬が爆發するのである。而して現在一般的に用ひられて

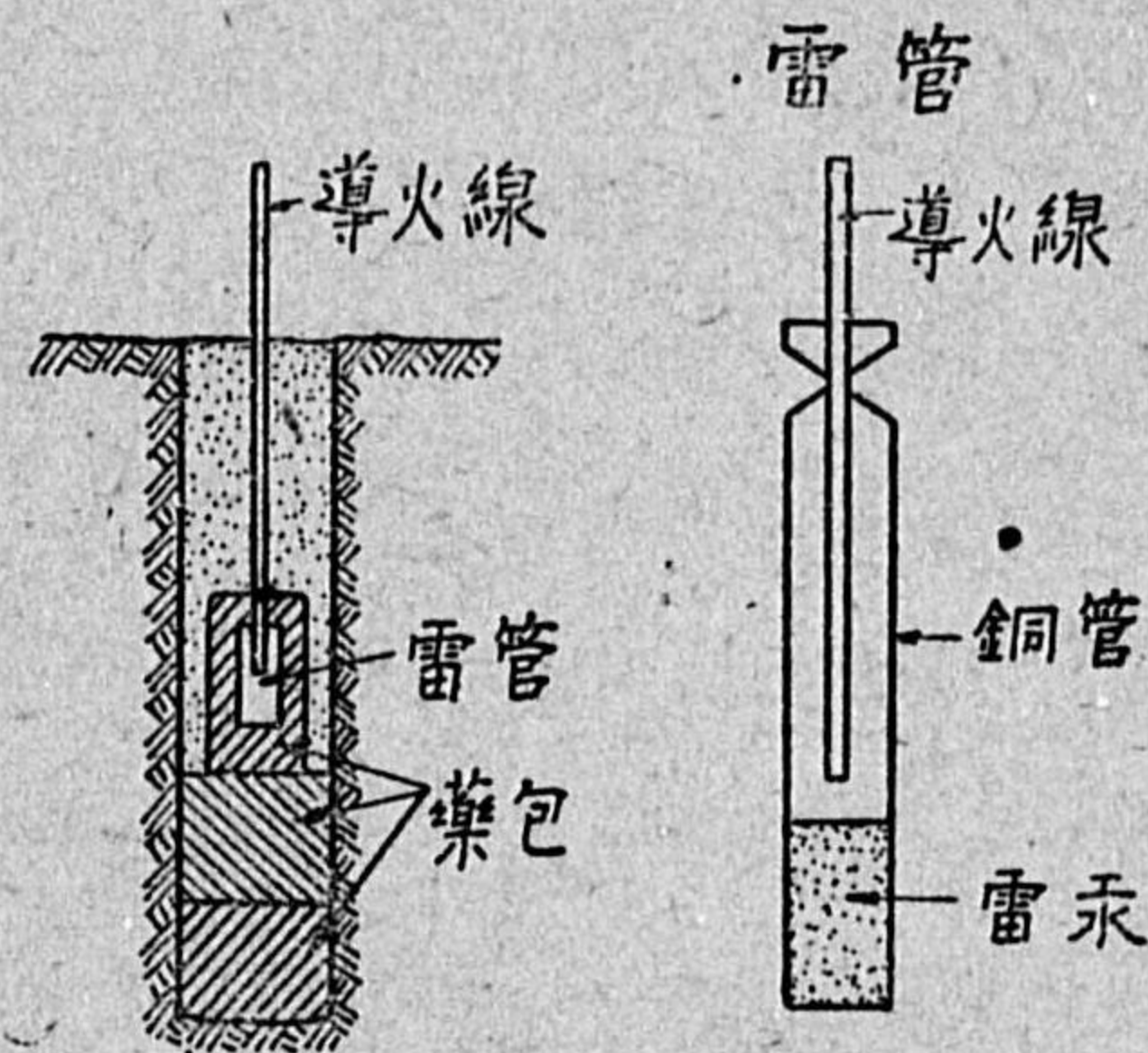


圖 - 6 2



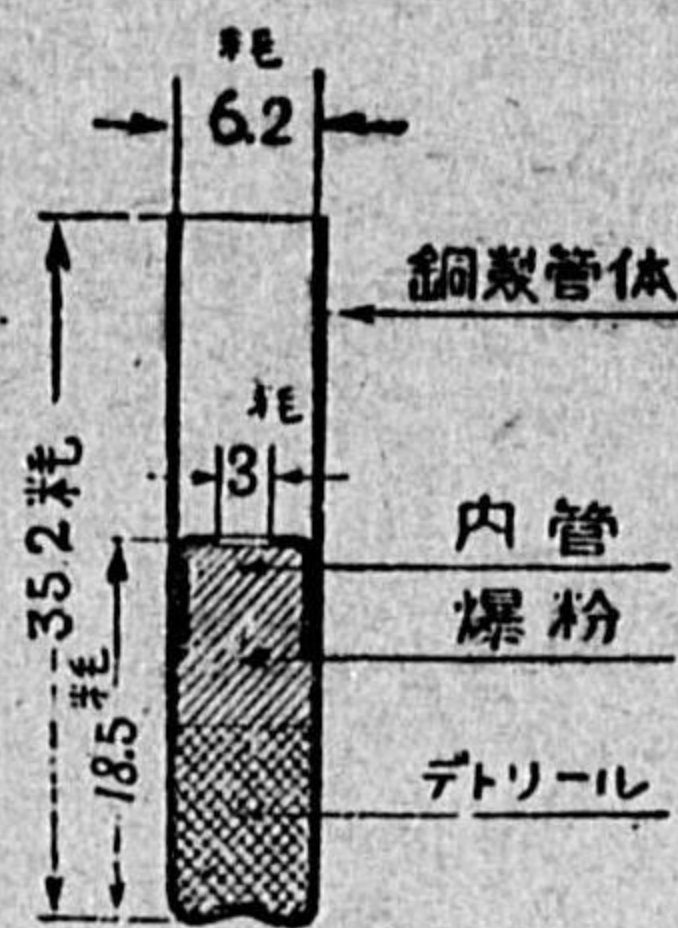


圖 - 63

デトリール雷管

あるこの種の雷管は補強剤としてデトリールを爆粉の

一部に置換へたもので、之をデトリール雷管と云ふ。

尙 圖-64 は電気雷管を示すものである。之は導火線の代りに電気を用ひて爆發せしめる雷管で、圖示する様に底部に雷汞を入れ、中間に點火劑を、上部に絶縁體を填めたものである。點火劑中に電氣の兩極を挿入し、強電流ならばスパークにより、弱電流ならば兩極間を結んだ白金線の白熱によつて點火劑が燃え、次で雷管が破裂する様になつてゐる。

此の電気爆發は爆發が同時に行ひ得る事、點火が確實な事、遠方より通電作業をなし得て安全なる事、水

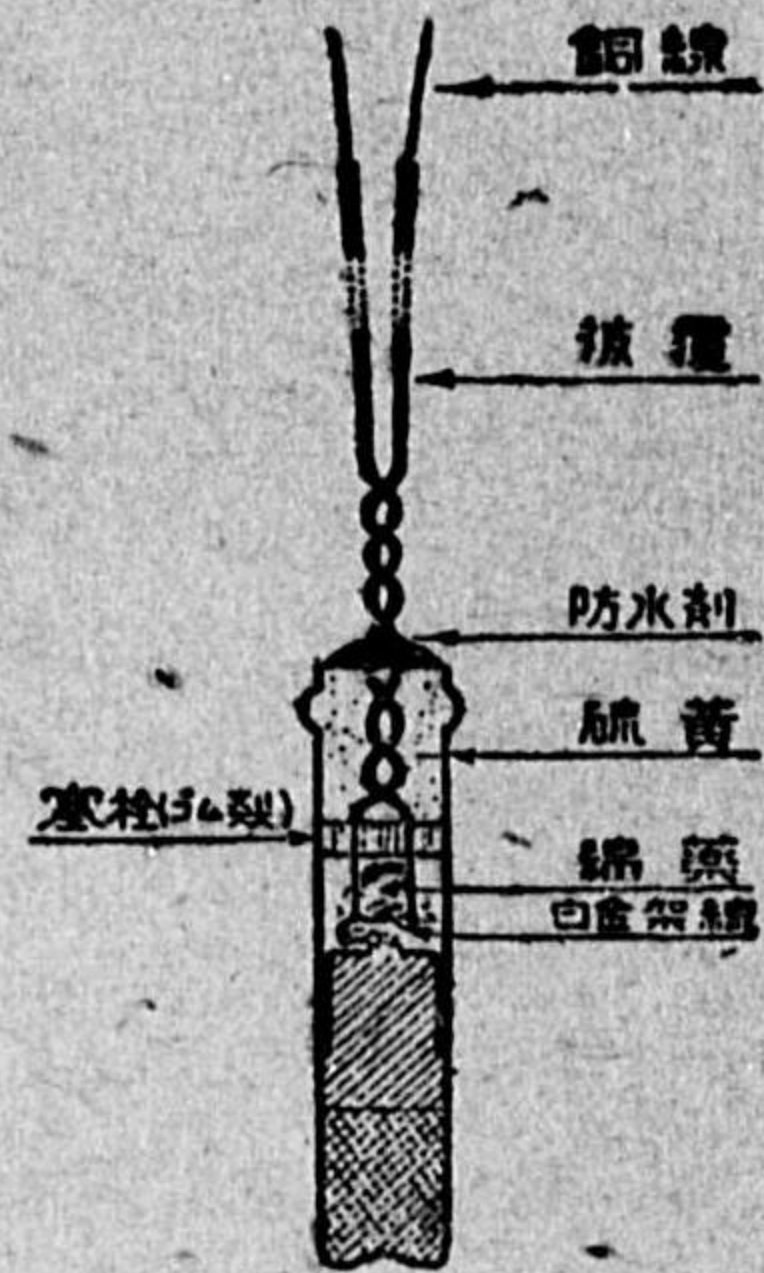


圖 - 64

電気雷管

中でも完全に爆發せしめ得る事等の特徴があるから現在最も廣く用ひられてゐる。

さて雷管を取付けるには、①先づ導火線の一端を木

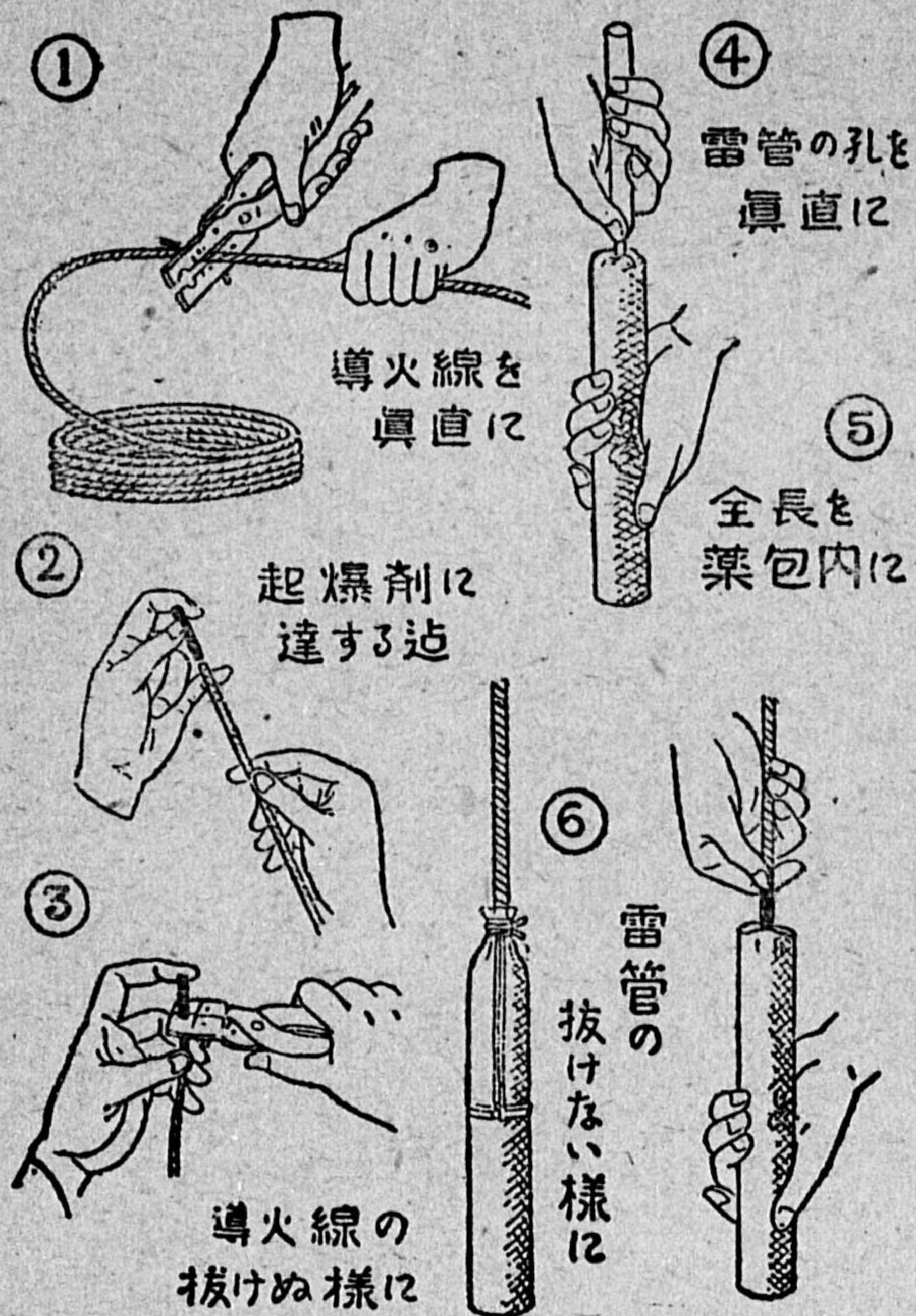


圖 - 65



製の鉄で切り、②其の切口を除々に雷管に挿込み、③雷管の口元の周りを導火線に密着せしめ、導火線が抜けぬ様にする。水分のある處では雷管と導火線との継ぎ目から濕氣の入らない様に油脂を塗る。④次に藥包の一端を開き木棒で雷管を挿込む穴をあけ、⑤導火線をつけた雷管を藥包に挿込み、⑥藥包の口を長さ20 cm 位の絲で縛る。雷管挿込の深さは導火線と雷管との継ぎ目が藥包内の爆藥の表面から少し出る位にする。

次に穿孔内に裝填するには、先づ孔内を十分に掃除して石粉や水分のない様にし、藥包を1本宛木製の込棒で押し込み、藥包の間に空隙が無い様にし、又石粉が挟まらない様に密着せしめ、最後に雷管及び導火線を附した藥包を挿入するのである。

カーリットの裝填はダイナマイトと殆ど同様であるが、填塞を十分堅くすれば黑色火藥と同様に、只導火線のみで爆發させる事が出来る。

出文協承認  
あ340188號

昭和十八年三月二十五日 印刷

昭和十八年三月三十日 發行

(2500)

實用土 工 附  
木業書

著 者

トウキョウコウガクケンキウカ  
東京工學研究會

發行者

鐵道圖書局代表者

井 村 清

東京市麹町區飯田町一ノ廿一

印刷者

植 田 庄 助

東京市芝區濱松町一ノ十三

(印文協東東一〇四九番)

Ⓔ 定價 九 拾 錢

發 行 所

東京市麹町區飯田町一丁目二十一番地

鐵 道 圖 書 局

電話九段(33)三三二八番

振替東京三五五九三番

口座東京六六四五一番

會員番號 119034號

(鐵道圖書局製本部製)

配 給 元

日本出版配給株式會社

東京市神田區淡路町二ノ九

納  
不 許  
複 製  
本



工學圖書 鐵道圖書局 既刊書目

東京工學研究會	七桁對數表附・引き方と其應用	定價 2.60 送内地.30領土.44
菊地嘉美著	實地測量學解説 圖解	定價 3.70 送内地.30領土.44
東京工學研究會	圖解實用 トランシット測量	定價 2.30 送内地.25領土.28
東京工學研究會	圖解實用 平板測量及水準測量	定價 1.30 送内地.24領土.24
東京工學研究會	實用 三角測量術 測量より地形圖の完成まで	定價 0.75 送内地.20領土.20
龜田晴二著	トラバー測量附・計算及應用例	定價 1.60 送内地.25領土.32
平野武女著	實地測量要覽 應用	定價 1.60 送内地.20領土.20
東京工學研究會	測量重要表	定價 0.55 送内地.20領土.20
坂元左馬太編	鐵道メートル式 軌道曲線表及布設法	定價 4.50 送内地.30領土.40
坂元左馬太編	メートル式 道路・水路曲線表 附・布設法	定價 2.50 送内地.25領土.28
東京工學研究會	整數の計算表 平方・立方・平方根 立方根並に逆數	定價 1.50 送内地.25領土.32
東京工學研究會	實用圖解 數量算出公式	定價 1.30 送内地.24領土.24
鐵道圖書局編纂	メートル法 度量衡換算早見表	定價 1.30 送内地.24領土.24
坂元左馬太著	詳解 計算尺の使ひ方	定價 0.80 送内地.24領土.24

★ 工學圖書目錄進呈 (要四錢切手封入) ★



513.32-To46ウ



1200500744956

32  
F6



終