



術 技

道路工事に於ける土工

和田 庄 藏

は し が き

道路工事に於ける土工は、地方殊に山間部にありては、其主體とも云ふべく、これが工法の適否は、改良費の成績を支配すると云ふも過言ならず、茲に著者の経験せる諸事項を掲載し初心者の資料に供せんとす。

第一章 「ガリリン」機關車によりて運搬する土工

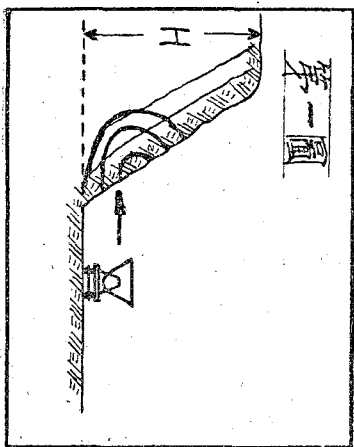
第一節 總 説

土工の規模大にして、上り急勾配なるか、又は、運搬距離大なるに及べば、人力による方法は不便甚しく且つ危険を伴ひ或は不可能なるにより小型機關車又は貨物自動車によるを便利とす。而して現今一般に使用せらるる機關車は「ライナー

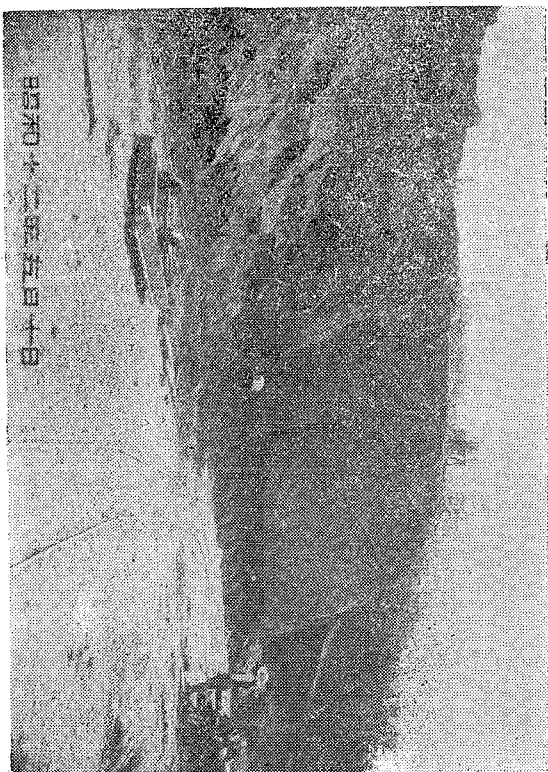
セル」並に「ガソリン」の二種なり。以下述ぶる所は主として「ガソリン」機関車による土砂の運搬にて掘鑿並に積込は人力を使用するものなり。

第二節 掘鑿、積込、工程

土取面の高さ H は一般に高きをよしとし、軌道は普通其の側に敷設され先づ土取面の下部を掘鑿して車に積込む時は上部は矢によりて容易に崩し得べく尚地質が砂或は砂利等の



第一圖



写真第一 土取場崩し方作業

場合には下部を掘鑿するに従ひ上部は自然に崩壊すべし。然れども軟岩又は硬質の粘土等においては、一時垂直面を保つを以て、 r が3米以上に達する時は自然崩壊の危険あるが故に土取場は之を2棟に分岐し専門の崩し方により切り崩さしめたる後積込ましむる方法を採るをよしとす。然る時は、土砂崩しの爲め住々業る就業者の災禍を防止し得べし。

寫眞は國道四號線栃木縣鹽谷郡矢野町地内の改良工事に於ける土取場の崩し方作業中の景なり。山の高さは約10米にして土質は凝灰岩にて鑄脚を以て掘り起すに困難なる程度の硬度を有せり。崩し方は最初下部を約2米間隔に厚60糎内外の隔壁を残り高1.5米奥行1.2米内外の導坑を穿ち、土砂を崩し落さんとするときは先づ隔壁を撤去し山上に12糎角長3米内外の木材にて作れる尖端に鐵杵を取付けたる槍を約6米間隔に打込み、次に其中間に2本乃至3本を打込む時は比較的容易に崩壊すべし。

積込及び掘鑿は、現地の状態、土取場の高低、土運車の高さ等により異なれども、普通の軟質土砂にありては、20~25立方米は取扱



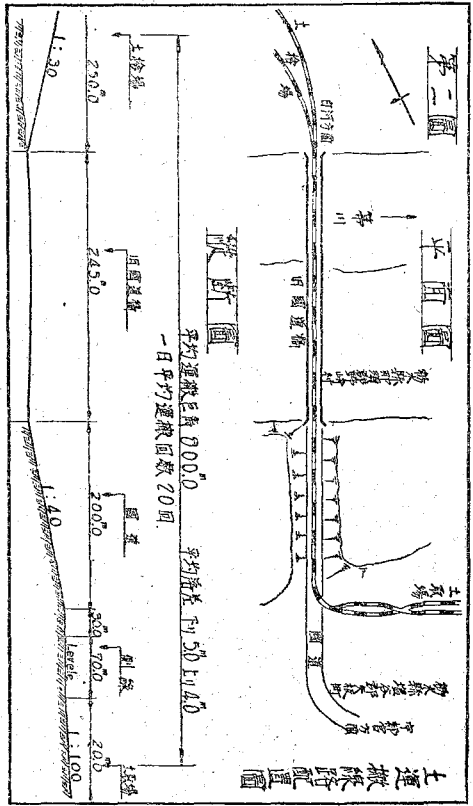
寫眞第二 土取場にて土砂崩壊直後積込作業の景

ひ得べし。本地内に於ける凝灰岩にありては、1日10時間内に平均崩し方 12~16 立方米積込 10~14 立方米を取扱ひたり、以上により或時間内に1列車の積込を了すべき人夫の數或は1列車の積込を了すべき時間等は容易に決定し得べし。即ち 0.6 立方米積込土運車 15 臺より成立せる1列車を 30 分間に積込を終了せんとせば所要人夫數は次の如し。

崩し方	$15 \times 0.6^{1/4} / 1.0 \times 0.5 = 13$ 人
積込	$15 \times 0.6^{1/2} / 1.0 \times 0.5 = 15$ 人

第三節 土運搬線路の配置

軌道は6駐動條を直接地上に敷設し軌間は20呎なり。機關車は重量27噸にして、土運車は、0.6立方米積木造のものを使用せり。第2圖は線路配置の一般方法にして土取場及び土捨場に近く側線を設け空車と盈車との交換に便す。然れども運搬距離短かく然かも土砂の投下容易にしてこれがた必多くの時間を費さざる場合には土捨場に於ける側線を省略し得べし。而して普通は機關車1臺に3列車を配し1列車は土取場



第二圖

にて積込中、1列車は運搬線路上に、1列車は土捨場に於て土捨最中に配置するを理想とするも斯くしては器具機械の設備で多額の費用を要するを以て當工事にては2列車方式を採用せり。1列車15臺連結2列車にて30臺に豫備及び修繕中のものを合し之を50臺とせり。尚以上の外に機關庫及豫備並に修繕車置場の爲め支線を設けざるべからず、されど工事の規模小なる時は機關庫を省略し運搬線路中適當なる場所に灰落し溝を設け夜間に於ける機關車停留所となす事あり。土取場側線の位置は一區域の頻鑿終了迄成るべく變更を要せざる位置を擇定し、積込線路の移動に伴ひ急なる曲線の生ぜざる様設置するを要す。以上の例は普通の運搬方法即ち積載土運車を捨場に運搬する際機關車は後部より押す場合なり。

第四節 線路の構造

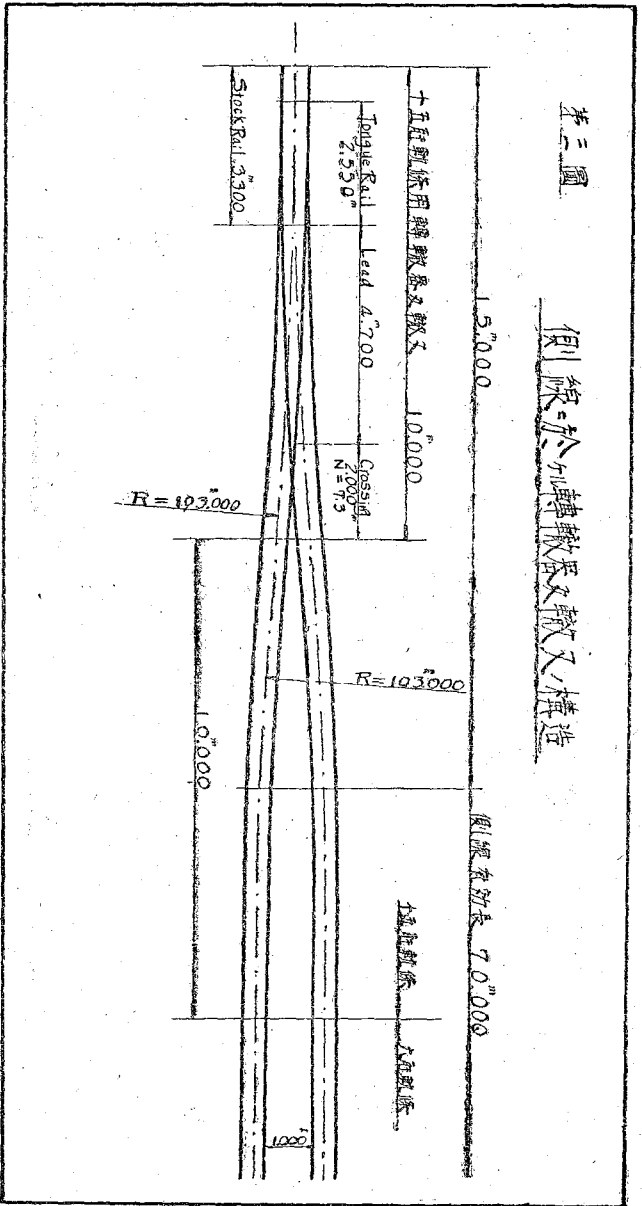
運搬線即ち土取場及土捨場に於ける側線間の中間軌道は運轉速度も大なる所にして數箇月移轉せざる所なれば佳なり丁寧に築造すべし。即ち枕木の下は木「ビーター」にて搗固め、又曲線並に勾配は出來得る限り緩ならしむべし。然れども土取場及土捨場に於ける軌道は其の移動頻繁なると列車速度も緩なるにより左程丁寧なるを要せず。のみならず其の移動を容易ならしめんが爲め枕木等は成るべく簡單になすを要す。實際布設費を過度に節約せる線路は却て不經濟なり、即ち波状をなせる線路は速度を早め得ざるに加へ機關車の「スプリング」を破損し土運車車臺を挫折せしめ列車の脱線を誘起すること屢々之あればなり。急なる曲線及分離線には十分長き「ガードレール」を用ひ且つ軌條注油を行ふべし。當改良工事に於ける線路の構造次の如し。

第五節 列車の速度並に機關車一日の行程

土運搬に従事する機關車の速度は普通毎時5~10km内外なり。當工事にて實地測定せる結果次の如し。

第三圖

側線への轉軌架又軌又構造



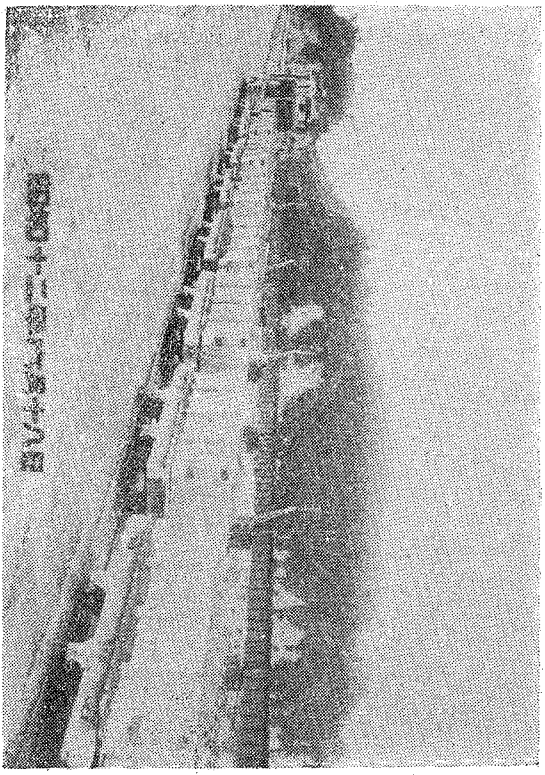
第三圖
 機關車
 重量 2.7 噸「カソリンエンジン」
 容積 0.6 立方米積木製土運車 15 臺連結

土運車風袋 230 k.g 土砂を積込みたる場合 1,000 k.g

運轉列車數 2 列車

←往復の距離 1,800 m

平均速度表の如し



第 三 章 土砂運搬作業中の景

記事	土取場の入換		中間線		土捨場		全線一往復	
	時間	速度	時間	速度	時間	速度	時間	速度
機関車のみ	0~30分	7.0 糎/時						
空車牽引	1~00分	6.0 糎/時	5~00分	8.0 糎/時	1~00分	5.0 糎/時	12~00分	7.5 糎/時
盈車押送	1~00分	6.0 糎/時	5~00分	8.0 糎/時	1~00分	5.0 糎/時	13~00分	7.0 糎/時

外に土運車の連結、切放、土取場の待合せ、土捨場に於ける土砂の放下に 5分~10分を要するが故に毎1日の運搬回数は平均 20回なるを以て機関車の走行工程は 36,000 m なり。

第六節 堀 鑿 運 搬 費

機関車運轉費並に掘鑿及運搬費を示せば次の如し

材 料	數量	金額 圓	摘 要	掘し入夫		掘し方及積込勞力費	
				員數	金額 圓	摘 要	員數
土 量 150立方米				13	13,000		
揮發油	30立	6,000		積込入夫	15	15,000	
モーター油	0.4立	0.100		線路入夫	1	1,000	
グリース	0.5 匙	0.100		雜役入夫	1	1,000	
ボ ー ク	0.5 匙	0.100		合 計		30,000	—立方米管 0.200 圓
運轉手	1.0人	2,000		合 計		48,500	—立方米管 0.523 圓
人	1.0人	1,000					
費		9,300	—立方米管 0.067 圓				

上表によれば掘鑿及運搬費は1立方米につき0.323圓となり比較的高價なれども、之は土取場の土質如何が相當影響するものにして普通の軟質土砂にありては崩し方は1立方米につき0.02~0.04にて充分なるも當工事に於ては前述の如く相等の硬度を有せる凝灰岩なるため1立方米の崩しに0.087圓を要したるが故に是等を考慮するときは普通の土質にありては1立方米の掘鑿運搬費は0.250圓内外と見て可なるべし。

寫眞は、0.6立方米積木製土運車に土砂を積載し舊國道橋上を押送中の景にして、上捨場に入らんとする所なり。

第七節 機關車及土運車

機關車は昭和12年3月東京市品川區南品川所在株式會社加藤製作所の納入せるものにして、會社より技師及職工出頭し現場に於て試運転を行ひ引取を了せるものなり。

使用機關形態、様式、寸法

納入會社 株式會社 加藤製作所

重 量 2.7 噸

總 長米 2.895

總 幅" 1.245

總 高" 1.720

聯動車輪數 個 4

車 軸 距米 0.780

軌	間米	0.610	個	1			
燃	料	槽	立	49			
速度	毎時	籽	19.2	12.8	6.4	3.2 (機關車毎分 1,200 回轉のとき)	
牽引	力	馬	力	32	馬	力	900
牽引	應數	馬	力	32	應	數	同 1,200
<small>平坦線撒砂軌條に於ける始動最大牽引力 900 平坦線無砂軌條に於ける始動最大牽引力 710 應平坦線 1 時間 8 籽の速度にて 29.0 應</small>							
機關車牽引重量							

機關車の牽引重量を下記公式を用ひ計算すれば次の如し。

$$Q = H.P. \times \eta \times 270 / V \times R - W$$

式中 Q = 牽引重量 (應)

H.P. = 機關軸馬力

V = 機關車走行速度 籽/時

η = 機械效率 8 籽/時 以上 0.80

R = 車輛抵抗/應 籽

土工用完全なる車輛にありては 12~15 籽内外なるも當所にて使用の木製土運車は實際の結果 27~

33 疋なるを以て計算には 30 疋を採用す。

機関車牽引重量表

$$R_s = \text{勾配抵抗} = W \cos \phi \times S = W \sin \phi = W.S.$$

$$W = \text{土運車重量} = 1,000 \text{ 斤}$$

$$\phi = \text{勾配面が水平面となす角}$$

$$S = \text{勾配 (tan } \phi \text{ にて表はす)}$$

土 運 車

勾配 (%)	勾					垂				
	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
10	81	114	132	146	160	100	110	120	130	140
11	71	99	121	130	143	102	112	122	132	142
12	62	82	104	112	123	104	114	124	134	144
13	56	75	92	100	111	106	116	126	136	146
14	51	72	87	96	106	110	120	130	140	150
15	45	65	81	90	100	112	122	132	142	152

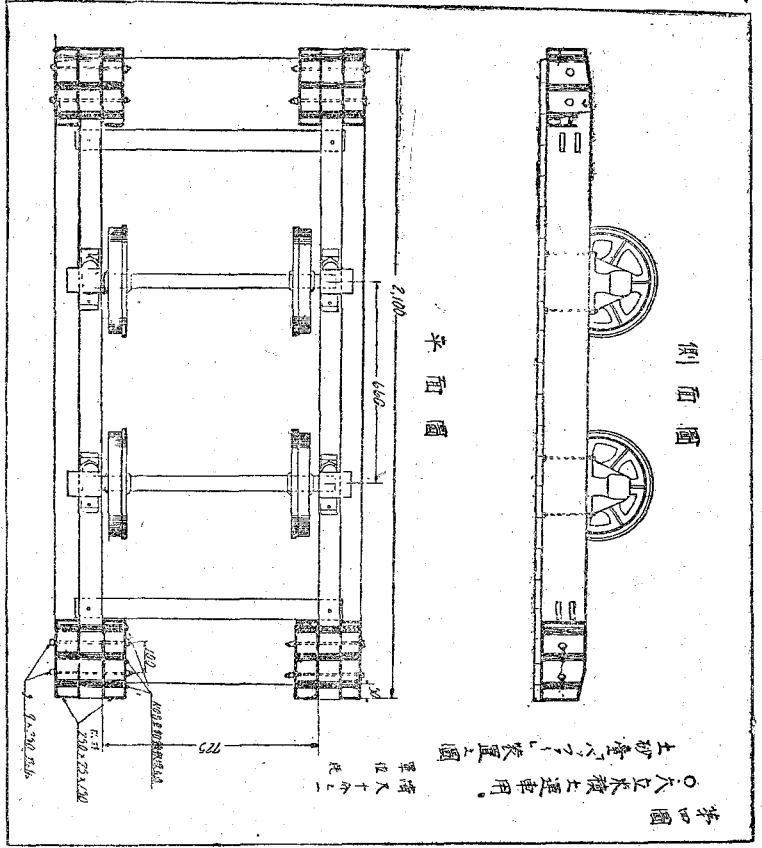
土運車は車臺及び箱共全部木造にして内務省土木出張所の標準型とも云ふべく、主

として人力又は馬力運搬に使用のものなり。著者は此車臺に機関車押送装置として車臺に次圖の如く角材を取付け「パツプラーヘッド」の代用をなさしめしに比較的好結果を挙げたり。

第二章 馬力運搬による土工

第一節 總 説

運搬距離 1,000 米以上に達するか又は高さ高き場合は人力に依るよりは馬力によるを経済的なりとす。次に其概要を述べし。



第四圖

第二節 軌道の配置

土運車は土取場に配置せる人夫により積込ましめ、御者は此所に於て列車を組成し馬によりて運搬する方法は一般に採用する所なり。

第三節 馬の速度、行程

馬は、空車を牽く場合は特に早めしめざる限り毎時4杆内外の速度なるも、盈車を牽く時は5.5杆内外の速度を出すを普通とす、而して馬の一日の純従業時間は8~9時間なるが故に一日の行程は40杆内外となるべし。

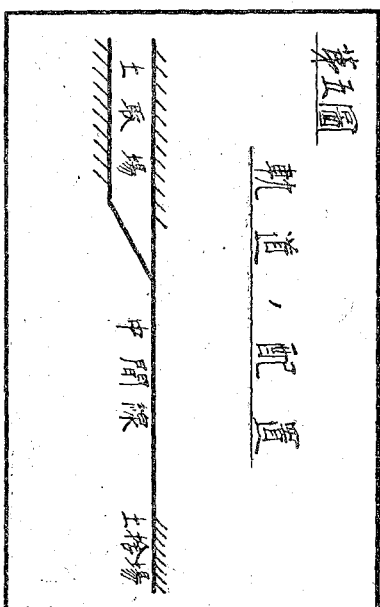
然れども馬の一日の行程は運搬距離の長短により變化するもの如くにして、右の如く簡單なる數字を以て表はす能はず、運搬距離と一日の行程との間には或一定の關係あるもの如し、著者は數多の試験の結果馬一日の走行距離を13.里+5%にて表はしたり。(%)は平均運搬距離)

第四節 土取場及び土捨場に於ける待合せ時間

土取場に於て土運車を連結し馬を取付くるに2~4分を要し、土捨場に於て土砂放下に8~12分を要すべし、此待合せ時間を平均13分と看做す。

第五節 土取場に於ける復線間距離と待合せ時間との關係

土取場復線間距離 D 馬の頭數 n 馬と馬との平均間隔 S



第五圖

るな時、先馬が P 點にて分岐し P₀ 線に空車を牽引し D なる距離を走り P₀ 點に到着すると同時に、後馬は P 點に着し P₀ 線上の載貨車を牽引し S(n-1) なる距離を走行する時刻ち S(n-1)=D となる場合待合時間は最小となり S(n-1) > D なるに従ひ増加するものなり。

實驗の結果によれば S は平均 25 米なるが故に假に一線路に 8 頭使用するものとせば 25(8-1)=175 米となり、復線間距離 175 米の時先馬後馬が出發の際に要する時間は相等くなる。而して復線間距離は以下なれば走行に要する時間は減ずれども待合時間増加すれば同じく 175 米を採用せざるべからず。

第六節 馬力運搬による場合の單價

前述の統計により次の如き式を作製す。

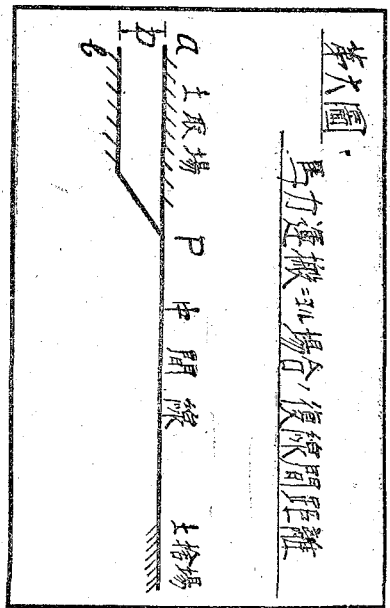
$$Y = 2.50 \times 1/3 \{ 13/600 + (2 \times 14(8-1) + 2/1) / (13.5 + 5/D) \}$$

式中 Y = 馬力運搬に依る場合の 1 臺 1 回分單價 (圓)

2.50 = 馬持人夫 1 日の賃金 (圓)

1/3 = 1 回に土運車 3 臺連結するものとす

13 = 土取場及土捨場に於ける待合時間 (分)



第六圖

600 = 1 日の労働時間 (分)

14 = 馬と馬との間隔 (間)

8 = 1 線路の馬頭数

l = 平均運搬距離 (間)

13.5 = 馬一日の走行距離 (里)

$$N = 1 / (13 / 600 + l \times 14 (8 - 1) + 2 l) \times (13.5 + 5 l)$$

式中 N = 馬力運搬に依る場合の運搬回数

上式を圖示すれば下表の如し。

第三章 人力運搬による土工

第一節 總 說

運搬距離 500 米以下にして而も平坦なる場合は人力運搬を最も經濟的なりとす。

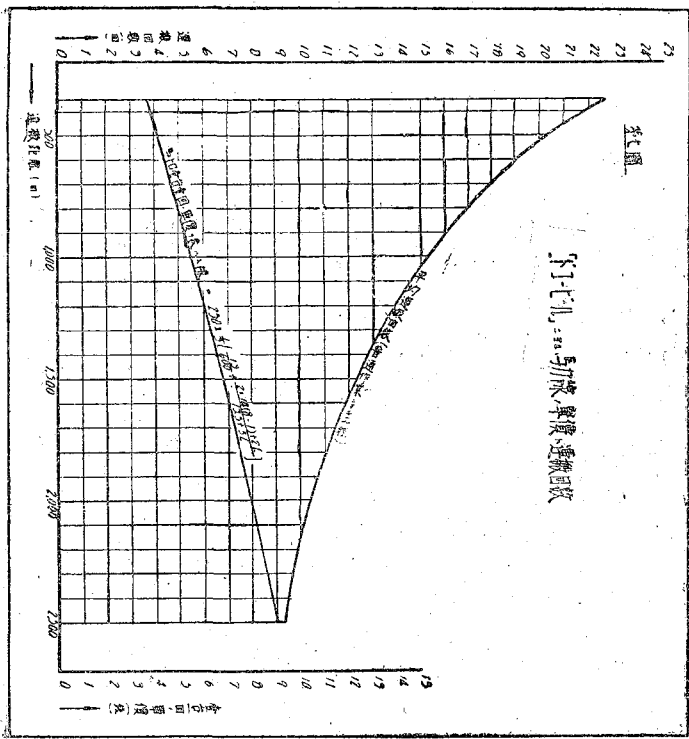
第二節 運搬距離と「トロ」押入夫一日の行程

「ドロービール」により人力を以て運搬する場合に於ける行程は種々實驗の結果次の如く假定せり。

「トロ」押入夫一日の行程 8 里 + 20 l 間 l = 平均運搬距離

第三節 土砂積込及び土取場、土捨場に於ける待合時間

土砂の積込は、土質により差異あるも普通の軟質土砂にありては平均 6 分内外なり、土捨場に於ける土砂放下及び土取



第七圖

場に於ける待合せ時間は3分内外にして是等に要する時間を9分とす。

第四節 車間の間隔

車と車との間には相當の間隔を取るを要し、此間隔は車数の増加に従ひ増大する傾向ありて實驗の結果によれば5~6米の範圍内にあり。

第五節 人力運搬による場合の單價

上記の限定に基き次式を作製す。

$$Y = 1.40 \times [9/600 + (2 \times 3(15-1) + 2l) / (8.0 + 20l)]$$

式中 Y = 「トロ」 押入夫2人の賃金(圓)

9 = 土砂積込、土取場、土捨場に於ける待合時間(分)

600 = 「トロ」 押入夫1日の勞働時間(分)

3 = 車間の間隔(間) 5~6米 平均5.5米

15 = 1線路の車臺數

l = 平均運搬距離(間)

8.0 = 「トロ」 押入夫1日の行程(里)

$$N = 1/[9/600 + (2 \times 3(15-1) + 2l) / (8.0 + 20l)]$$

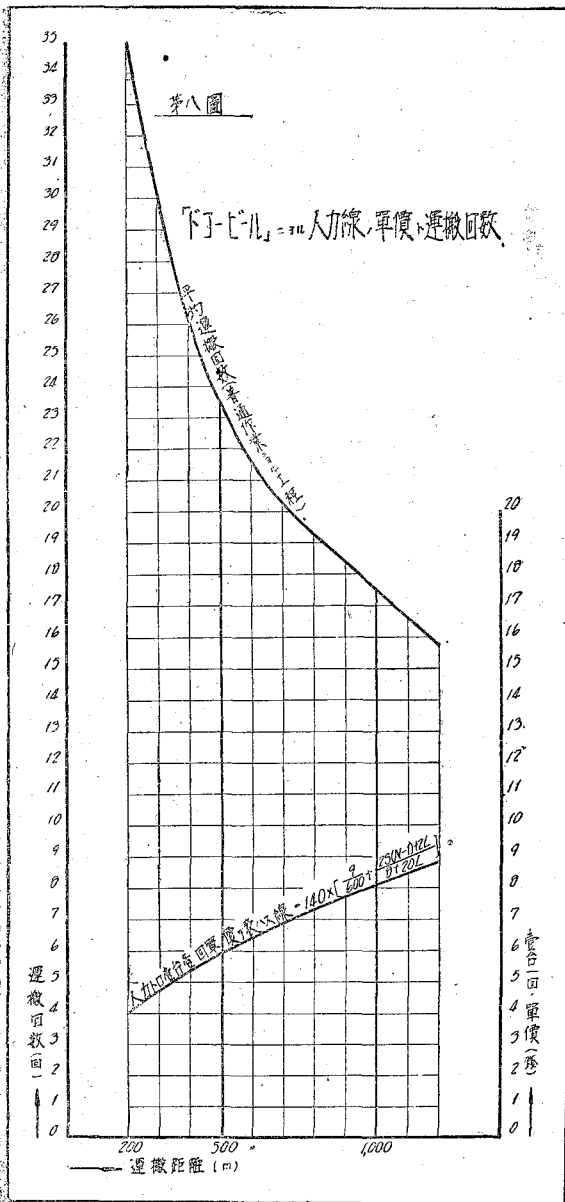
式中 N = 人力運搬に依る場合の運搬回數

上式を圖示すれば下表の如し。

む す び

上記の外「ドローイング」に依る上に關しては、勾配及曲線に對し水平距離の延長を求むる實驗等あれども茲に之を省略せり。

本文もとより敢て學理に涉らざるは勾配及曲線の擧げなしとせざれども、工事施工上参考の一端となるを得ば幸なり。



第八圖