

會務報告

(四) Discharge Frequency of the "Y-Y-K" Oscillation gap.

By Eitaro Yokoyama.

壹部 同 逓信省電気試験所

(五) Memoirs of The College Science and Engineering, Kyoto Imperial University.

Vol. V., No. 9.

壹部 同 京都帝國大學理工科大學

○本會々誌寄贈に對し名古屋高等工業學校より謝狀を送附せられたり

論說及報告

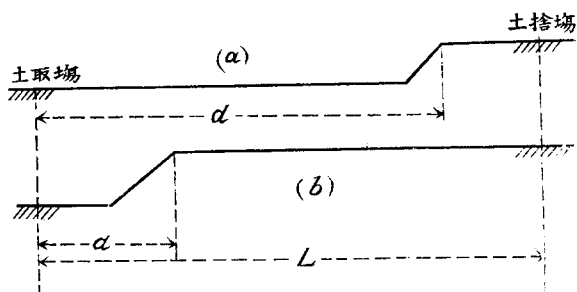
輕便軌道に依る土工 (前卷の續) 工學士 眞田 秀吉君

運搬及捨土

車の間隔及び待合せ時間 既に述べたるが如く車と車との間には相當の間隔を取るを要し此間隔は車の數を増加するに従ひ増大するの傾ありて實驗の結果によれば二間乃至五六間の範圍内にあるが如し

右の間隔は運搬距離の長さ及勾配の如何に由り影響を受くるものなり何となれば昇り勾配にありては間隔不同に陥り易く或るものは一時停止の必要を生ずべく又降りに際しては前車との衝突を避くるため十分の間隔を必要とするが故坂の頂上に於て各車共一時待合せざるべからざるが故な

b



第一圖 a の如く勾配の下部長き場合には降り際に降坂部の自走が速度を利用し d 部に走り込み得るを以て昇りに失ひたる遅延を取戻し得るもり圖の如く d の部短かき場合には此利益を享くること能はず、前文屢々述べたるが如く「トロ押」の序列不整に陥るは勾配線に於て最も甚しく序列不整は人夫体力の不平均より起り時間空費の最大原因たるを以て運搬線路及従業者の配置は可成的研究を重ねる器械器具及従業者の經濟的使用に注意せざるべからず

車間の間隔は人夫の体力一様なれば略一定し得る道理なれども人夫體力の齊一は到底望み難く隨て間隔も不齊に陥るべく車數増すに隨ひ間隔増加するの傾あり而して此間の關係は全く經驗によりて知るの外なかるべく予の觀測によれば大約左の如し

車數	5	10	15	20	30	50
車と車との間隔	2.0	2.5	3.0	3.3	4.0	5.0

以上の値は次式にて表はし得べし

$$S = 0.72^x$$

上式の對數式 $\log S = \log 0.72 + x \log 0.72$ に上表の値を夫々代入し最小二乘法により C 及 a を求むれば次式を得べし

$$S = 1.02x^{0.4}$$

右によりて算定せば次表を得

車數	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

論説及報告

輕便軌道に依る土工

一五六

車の間隔

1.35 1.94 2.56 3.01 3.38 3.70 3.97 4.46 4.88 5.25 5.58 5.89

總間隔(米)は運搬回數の算定に當り夫丈け距離延長したるものと見做し得るものなり

さて、一線路に使用せらるゝ車の數は普通の場合一〇—二五以下にして多きも三〇臺を超ゆると稀なるを以て三間の間隔は最も適當なる實用上の平均の値なりとす四—五間の間隔は車の數が特別に多き場合にして例外と見做すべきなり

運搬距離と車數との關係 上に述べたる如く車の間隔は普通三間位なるを以て一線に使用し得る最大車數は次の如し

$$\left(1 + \frac{\text{運搬距離}}{3}\right)$$

然れども右は使用し得る最大にしてかくの如くせば、間隔を取る爲めに待つ時間と運搬時間と相等しかるべく甚だ不經濟なり、されば實用に際しては充分研究して經濟的車數を決定するの要あり、普通最も適當として用ふるものは四〇—五〇間の如く長き距離に對しても四〇—五〇車を越ゆること少し今次に經驗上適當と思はるゝ値を擧げ次表に示さん

經濟的車數	考 備
(5) 勾配有 スル場合	
8	第2行ノ車數ハ檢算
10	ニヨリ計算セリ
13	
15	
17	
22	
27	
30	
40	
45	
50	
"	
"	
"	

(1)運搬距離 (<i>l</i>)	$\left(\frac{l}{1.02n} + 1\right)$ ニヨリ算出セ ル最大車數		經驗上ノ
	(2)車 數(<i>n</i>)	(3)間 隔	(4)平坦ナ ル 場 合
40	14	2.87	10
60	19	3.24	13
80	23	3.50	15
100	27	3.74	17
150	36	4.19	20
200	44	4.54	25
250	52	4.86	30
300	59	5.11	35
350	66	5.34	40
400	72	5.53	45
500	85	5.91	50
600	96	6.21	"
800	118	6.74	"
1.000	139	7.20	"
1.200	158	7.57	"

此表によれば經濟的車數は一線内に使用し得べき最大數の四―六割に過ぎざる事を知るべく尙最も便利なる車數は上表の第四―第五行の數の六―八割なるが如し

此所に注意すべきは車の往復度數にして屢々云へる如く運搬距離の長短に關係するは勿論尙一線内に於ける車數によりて増減し一日の運搬行程も運搬距離によりて左右せらるる等物事簡單なる能はざれば從來用ひられたる「運搬距離一町に付き何人掛り」と云ふ類の語は「ドービー」ル「土工」には全然駄目なり

「ドービー」夫の配置 運搬人夫の増加は自然體力の不平均を來し體力の不平均は待合せ時間を多からしむるの基なれば同種類にして體力の稍平均せる者を第一線に配置し此れに次ぐものを第二線

に採用すべく順次此の如くして體力の弱き者或は不平均なる労働者は崩し方、坂押し、捨土掻均し、芝付、土取場土捨場の雑用等體力の平均を要せざる場所に配置すべし

以上の事項に注意せず各種の労働者を混用する時は弱者は仕事の過大に苦しむに拘はらず强者の邪魔になり强者は全力を盡す能はざる状態を來すべきを以て運搬單價を決定する事能はざるに至るべし

右の如くして運搬人夫を配置したる上は單線、複線廻り線、等線路の種類並に距離の長短を問はず運搬者をして常に列車運動を爲さしめ個々の運轉を禁する様實行せざるべからず。一線内の人夫にては先頭と後尾(就中先頭)は最も氣苦勞のあるものにして取場捨場に最後に着き最先に出發せざるべからずして途中に於ても適度の歩調を保たざるべからず、先登の氣苦勞は徒行競争等に於て人皆知る所なり。トロ押の場合には先頭後尾は之を「鼻トロ」「尻トロ」と稱す、

されば先頭及後尾は毎朝此れを中間運搬者と交代せしめ時によりては一般運搬者よりも賃金を増加せざるべからず

實際先導者の行動の如何によりて一日中には運搬回数一—二回の差異を生ずる事稀ならざるを以て増賃金によりて彼等を奨励するも無益にあらざるべし

最も普通に行はるゝは一定回数に對し或る一定の賃金を運搬者全體に同様に支給し先頭後尾に對し特に増加せざるにあり、其代り此等の者には上等の車臺を持たしむることあり、一回幾錢と定めて運搬せしむる方法は廣く行はるゝ所なれども動もすれば強弱混淆し工程能率減少するの虞あれば人夫配置に注意すべきなり、又一定回数以上の回數を出せば普通單價以上を給して奨励することあり併し之には有力なる反對説あり人夫をして日々勤續せしむるには無暗に奨励して缺勤者を生ずるよりは適當の回數以上は嚴禁し缺勤者を減少する方結局利益なりと云ふにあり之等は人夫の種類習慣

等を斟酌し適宜定むべきなり

土砂の積込に對しては労働者の體力の不平均による影響極めて少なし是れ一車(五夕積)の積込みに要する時間は僅かに四―七分なるを以てなり尙土砂を放下するに要する時間は一―二分なるを以て此れまた其影響殆ど云ふに足らざるなり

土運車の押送に利用し得べき平均の人力「トラウトワイン」(Trautwine)氏の説によれば熟練せる労働者が平坦なる道路にて綱を肩に掛けて運搬する場合或は水平の挺子を押して圓形に歩む場合には其速度一時間に一・五―三哩の時は馬の力の約六分一の仕事をなし得べし即ち二二〇〇〇〇呎封度或は従業時間を一〇時間とせば一分時間に三六六六六呎封度の仕事をなし得べし尙同氏の經驗說によれば速度にして變更なくんば従業時間五時間より一〇時間の間に於ては馬の牽引力は従業時間の減少すると共に増大すべく其速度一時間〇・七五―四哩の間に於ては牽引力は速度に逆比すべしと云ふ馬の普通の力量は一時間二・五哩の速度にて一日十時間内に一三二〇〇〇〇呎封度なり「モラン」(Morin)氏の實驗によれば水平の軌道上を押し又は牽く力は次の如し

$$207,360 \text{ 呎米} \text{ 即ち } 207,360 \times 3.3 \times 2.2 = 1,505,434 = 1,500,000 \text{ 呎封度}$$

吾人の經驗によれば日本労働者は軟質土砂一坪を鍋トロに積込み之を一日二十哩の割合にて平坦なる軌道上を運搬し得るを以て此れが仕事は次の如し

往(滿)	一五五〇封度	平均一、〇一〇封度
車(空)	四七〇封度	

實驗によれば車の抵抗は軌條接合點に於ける震動線路の不規則等より起るものを加算し車の重量の六〇分一乃至七〇分一(平均六五分)なるを以て

$$\text{運搬中の仕事は } \frac{20 \text{ 車} \times 5280 \times 1010}{65} = 1,640,900 \text{ 呎封度} \dots\dots\dots (1)$$

輕便軌道に依る土工

積込時の仕事は $\frac{1}{4}$ (段上高さ $3 \times 1 \times 216 \times 100$ 封度) = 86,400 呎封度 (4)

(2) + (4) = 1,727,300 呎封度

即ちモラン氏の結果より約一三パーセント大にして「トラウトワイン」氏の結果に比し二七「パーセント」少なし

上記一、六四〇、九〇〇呎封度を取り純従業時間を七時間と見れば

$220 \times \pi \times 7 \times 60 = 1,640,900$ 呎封度

上式に於て二二〇は一時間二五哩の速度を「毎分呎」にて表はしたるものなり

即ち $\pi = 17.7$ 呎封度

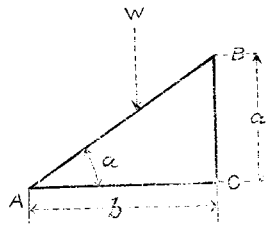
而して速度と牽引力の關係を「トラウトワイン」氏の説を人力に對しても眞理なりとせば次の如き關係を得べし

速度(毎時哩)	牽引力(封度)	速度(毎時哩)	牽引力(封度)
0.75	$17.7 \times 2.5 \div 0.75 = 59$	2.50	$17.7 \times 2.5 \div 2.50 = 18$
1.00	$17.7 \times 2.5 \div 1.00 = 44$	3.00	$17.7 \times 2.5 \div 3.00 = 15$
1.50	$17.7 \times 2.5 \div 1.50 = 29$	3.50	$17.7 \times 2.5 \div 3.50 = 13$
2.00	$17.7 \times 2.5 \div 2.00 = 22$		

予の知る所に依れば坂の長さ五〇—一〇〇間以内なれば三〇—四〇分の一の勾配にても「ドコービル」土運車を押し上げ得べし(此の場合に於ては速度は多少減少すべきも)即ち其時の力は七三七封度(1550 ÷ 30 ÷ 22 = 73.7)及六〇八封度(1550 ÷ 40 ÷ 22 = 60.8)に相當すべし(但し二二は滿載車の平均抵抗なり)力量計を用ひ實驗したる所によれば一人にて能く三十分一勾配にて暫くは一三〇封度の如き高度を示すことあり(多くは六〇—四〇封度の間なれども)又四十分一勾配にては一〇〇封度を示すこと

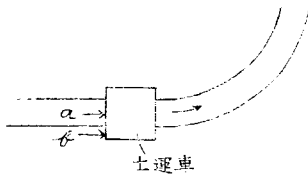
あり(普通四〇—三〇封度)
 ドコービール土運車の抵抗について 車の抵抗は次の四種に區別し得べし

- 一、勾配に起因する抵抗 R_1
- 二、曲線に起因する抵抗 R_2
- 三、車輪車軸に起因する抵抗 R_3
- 四、速度に起因する抵抗 R_4



此理論上の抵抗方は $W \sin \alpha$ にして $W \cos \alpha$ にあらざるも其の差極めて少
 なく三分一の如き急勾配に於ても $\tan \alpha / \sin \alpha = 0.9844$ の如き結果を得るを以
 て之を $W \sin \alpha$ 或は $W \cos \alpha$ 即ち $(W \times \text{勾配})$ にて表はすも實用上誤りなし
 運搬者自身の重さに起因する抵抗力は阪路を車を押し上げて人力を測定
 する際無視すること能はざるなり

二、曲線に起因する抵抗 之は半径に依り變化するは勿論軌間の餘裕
 軸距の長短線路の善悪軌道上に注油の有無等によりて差異を生じ此れ
 が精確なる算定は頗る困難否寧ろ不可能なるを以て實驗の結果による
 の外なし殊に一時的に敷設せられたる「ドコービール」軌道にして小土運車を使用する場合には車の
 諸部に到底完全を望む能はざるを以て益々難事なり
 此の抵抗に關しては一般鐵道車輛に對しては數多の公式の發表せられたるものあるも「ドコービ
 ール」に關しては未だ之れなきが如し今余の實驗の結果を擧ぐれば次の如し(實驗に使用せる力量計は
 發條を押し指針を動かす装置にして余の考案なるものにして寫眞の如し)



輕便軌道に依る土工

線路水平の場合							
番 號	直線部 (l=5米)				曲線部 $\gamma=6$ 米 (l=2.5米)		備 考
	力量計の示數		平數の平均 (出發時を除く)		力量計の示數		
1	47封	13封	13封	13.0封	57封		使用せる車の状態良好なり ($\frac{\text{出發時の示數}}{\text{平均示數}} = \frac{48.6}{17.4} = 2.8$)
2	49	13	24	18.5	49 (速度やゝ緩し)		
3	49	24	13	18.5	49		
4	49	24	13	18.5	49		
5	49	13	24	18.5	32 41		
平均	48.6	17.4	17.4	17.4	46.2		

以上四十二年十一月二十一日實驗

番 號	上り勾配 ($\frac{1}{133}$)		直線部 (l=5米)		水平・曲線部 $\gamma=6$ 米 (l=7.5米)		備 考
	力量計の示數		示數の平均		力量計の示數		
1	57	24	32	28.1	57	41	第一回は速度やゝ緩なり 使用せる車の状態良好なり $33.1 - \frac{1550}{33} = 24.6$ ($\frac{\text{出發時の示數}}{\text{平均示數}} = \frac{59.2}{33.1} = 1.7$)
2	52	32	41	36.5	49	32	
3	57	24	32	28.0	57	41	
4	68	32	41	36.5	68	32	
5	57	32	41	36.5	79	41	
平均	56.2	28.8	37.4	33.1		49.7	

以上四十二年十二月五日實驗

論説及報告

番 號	上り(1/210) 直線 (l=5米)				下り(1/410) 曲 (l=7*5 外側軌條 線(表面に油を注ぐ))				備 考							
	力量計の示數		示數の平均		力量計の示數		示數の平均									
1	a	68	41	32	36.5	41	49	45.0	状態良好なる拾車を 連続して實驗せり							
	b	57	41	49	45.0	32	49	40.0								
2	a	49	32	41	36.5	41	49	49.0	直線の場合							
	b	49	41	32	36.5	49	41	40.7								
3	a	57	68	41	54.5	41	45	38.0	47.9 - $\frac{1550}{210} = 40.8$							
	b	57	68	41	54.5	41	45	32		28	41					
4	a	57	62	68	49	59.7	49	45	47.4	出發時の示數 平均示數						
	b	49	53	49	57	53.0	49	45	53		41	49				
5	a	68	62	49	41	50.7	49	57	41	49	49.0	$\frac{60.1}{47.9} = 1.25$				
	b	68	49	41	36	42.0	49	57	57	68	41		49	57	49	53.4
6	a	79	49		49.0	49	41	32	41	40.8	曲線の場合					
	b	68	49		49.0	41	41	32	45	32		38.2	$44.0 + \frac{157.0}{410} = 47.8$			
7	a	68	57	57	57.0	49	53	49	41	59	48.2					
	b	49	49	49	49.0	41	45	41	41	42.0						
8	a	57	41		41.0	49	53	45	49	41	47.4					
	b	68	49	45	47.0	45	49	45	41	41	44.2					
9	a	49	41	41	41.0	41	41	49	57	57	57	49	43.9			
	b	57	68	49	41	52.7	45	32	41	45	41	32	45		41	40.3
10	a	68	79	68	41	62.7	41	49	49	53	53	51	43	47	42.8	
	b	57	57	45	41	47.7	41	49	45	45	41	41	41	39	39.0	
均平	60.1			47.9									44.0			

以上明治四十二年十二月六日實驗

一六三

番 號	上り(1/210) 直線 (l=5米)				下り(1/410) 曲 (l=7*5 兩側共軌條 線(表面に油を注ぐ))				備 考					
	力量計の示數		示數の平均		力量計の示數		示數の平均							
10	a	62	49	53	51.0	41	32	41	36	41	36	32	37.0	直線の場合 $48.2 - \frac{1550}{210} = 40.6$
	b	68	49	45	42	45.3	41	34	34	32			35.3	
平均					48.2								36.2	$36.2 + \frac{1550}{410} = 39.8$

輕便軌道に依る土工

上表に於て a は車の中央を押したる時の抵抗にして b は曲線の外側の方にて車を押したる場合なり尙上表に於て直線部に於ける抵抗比較的大なるは速度の遅緩なりしに依る。

右の結果によれば線路の状態普通の場合には曲線抵抗は四三—五三封度平均四八封度にして兩側の軌條に油を注げば右の場合即ち一側に注油の場合よりも七—九封度を即ち約二〇「パーセント」減少せるを知り得べし、尙右平均の抵抗四八封度は水平なる直線部に於ける普通速度の場合の抵抗の二—二、五倍にして良好なる車の出發時の抵抗に近似するを知り得べし

三、車輪車軸に起因する抵抗「モールスウォース」(Molesworth)氏によれば

W は車の重量(但し車輪車軸を除く)

w は車輪車軸の重量 D は輪底に於ける車輪の直徑

$$R_w = \frac{W}{W+w} + W \cdot F \cdot \frac{D}{d}$$

F は軸の摩擦係數油の場合は〇・〇一八脂の場合は〇・〇三五

μ は轉動摩擦係數(〇・〇〇一)

右は普通の鐵道に適用し得べきものにして「モービル」の場合にあらざるも比較のために右の式を用ふれば次の結果を得べし

(空車の場合) $R_w = 0.001 \cdot 367 \cdot 106 + 367 \times 0.018 \times 1 + 9.5 = 1.17$ 封度

(載貨の場合) $R_w = 0.001(1441 + 106) + 1444 \times 0.018 \times 1 + 9.5 = 4.3$ 封度

實驗の結果によれば線路及車の狀況完全なる場合には一四〇分一の勾配に於て自然に轉動を始め車の狀況普通なれば一一分一の勾配に於て自然に轉動を始むるにより車軸の摩擦は次の如くなる

空車の場合 $\frac{470}{140} = 3.4$ 封度 及び $\frac{470}{110} = 4.3$ 封度

載貨の場合 $\frac{1650}{140} = 11.1$ 封度 及び $\frac{1560}{110} = 14.1$ 封度

即ち公式により計算したる値の三—四倍に當る

然れども實地施工にあたりては軌條面の凹凸並に接合部に於ける震動等の原因により車が自然に轉動を始むべき勾配は約七〇分一なるを以て抵抗は載貨の場合二〇封度位となる、此の結果は力量計を使用せる實驗に於ても表はれたり(次表)

されば普通の車の抵抗は次の如し

線路が佳なり好良なる場合に

$$\text{空車} \frac{470}{70} = 7.7 \text{封度} \quad \text{載貨車} \frac{1400}{70} = 20 \text{封度} \quad \text{乃至} \frac{1550}{70} = 22 \text{封度}$$

地盤軟弱なるか線路悪しき場合には六〇分一—六五分一を使用すべきなり、

次に「ドロービー」土運車(五夕積)の車輪車軸の摩擦に關する實驗を舉げん

(1) 自然轉動の勾配に依り車の摩擦を求むる實驗
(2) 天候靜穩軌條は一ヤード九封度にして實驗のため特に完全に敷設したるものなり、

下り勾配	完全なる車		やゝ完全なる車		不完全なる車		備考
	載貨せる場合	空の場合	載貨せる場合	空の場合	載貨せる場合	空の場合	
1:75	下る	—	—	—	下らず	—	四十二年一月二十八日午前實驗
1:94	—	下る	下る	—	—	—	
1:100	—	—	下り或は止る	—	—	—	
1:114	下る	下る	下る	—	—	—	
1:122	下る	—	止る	—	—	止る	
1:124	下り或は止る	—	下る	下り或は止る	—	—	
1:157	—	—	止る	止る	—	止る	

輕便軌道に依る土工

上表によれば完全なる車は一四〇分一の勾配に於て又た稍々完全なる車は一一〇分一の勾配に於て自然に轉動を始むるも不完全なる車は七五分一の勾配にても尙下らざるを知る。

(b) 天候靜穩、軌條は注意して敷設されたるも尙軌條の接合部に於て動搖、震動等多少の抵抗ある場合即ち現場に於ける好良なる線路の場合

下り勾配	好良なる車		好良ならざる車		備考
	載貨せる場合	空の場合	載貨せる場合	空の場合	
1:45	下る	下る	下る	下る	四十二年十二月七日 日寶錄
1:50	下る	下る	下る	下る	
1:60	極めて困難なるも 静止せしめ得	極めて困難なるも 静止せしめ得	漸く静止せしめ得	漸く静止せしめ得	
1:65	同上	下る	易く止め得	易く止め得	
1:70	漸く静止せしめ得	漸く静止せしめ得	任意の位置に止め得	任意の位置に止め得	
1:75	易く止め得	——	全上	——	

上表によれば好良なる車は七〇―七五分一の勾配に於て好良ならざる車は六〇―六五分一の勾配にて、即ち平均約七〇分一の勾配に於て自然に下り始むるを以て車の抵抗力は車の重量の約七〇分一と見做し得るを知る

(2) 力量計を使用したる實驗の結果線路長さ六〇米、車の總重一四〇〇封度

(a) 良好なる車の場合

番號	抵抗(力量計の示數)(封度)						平均抵抗 (1)を除く	備	考
1	(1) 50-24	(2) 15	(3) 10	(4) 15	(5) —	(6) —	16	線路水平 (2)(3)(4)の平均=18.9 (2)(3)(4)(5)の平均=17.0	
2	50-24	24	15	12	10	17		出發時の抵抗 平均抵抗 = $\frac{50}{18.9} = 2.6$ $\frac{50}{17.0} = 3.0$	
3	50-21	20	15	4	4	12.8		50 = 3.2 15.65	
4	50 70	15	24	13	12	16.8			
平均	50-22.3	18.5	16.0	11.0	8.7	15.65			

以上四十二年十月十五日實驗

番號	抵抗(力量計の示數)(封度)								平均抵抗 (1)を除く	備	考
1	(1) 50	(2) 24	(3) 32	(4) 4	(5) 15	(6) 10	(7) 12	(8) —	16.2	線路水平 (2)(3)(4)の平均=20.7 (2)(3)(4)(5)(6)の平均=16.78	53.6 = 2.6 20.7 = 3.2 53.6 = 3.2
2	50	15	24	15	10	15	—	—	15.8		出發時の抵抗 平均抵抗 = $\frac{53.6}{16.78} = 3.2$
3	50	32	15	24	15	10	13	—	18.2		53.6 = 3.4 15.86 = 3.4
4	59	24	10	21	4	15	4	—	13.3		
5	69	32	24	15	4	10	10	—	15.8		
平均	53.6	25.4	21.0	15.8	9.6	12.0	9.8	15.0	15.86		

以上四十二年十月二十日實驗

大正三年三月

番號	抵抗(力量計の示數)(封度)							平均抵抗 (7)を除く (1)を除く	(7)-23	備	考
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)				
1	67-50	32-40	50-24	39.2	16.2	分配 1.60 00 = 3封					
2	67-40	32-40	24-40	37.2	14.2	出發時ノ抵抗 = 67 平均抵抗 = 36.5					
3	67-50	24-40	24-32	34.0	11.0						
4	67-40	32-50	24-32	35.6	12.6						
平均	67-45	30-45	30.5-32	36.5	13.5						

以上四十二年十月十五日實驗

(6) 良好なる車の聯合

番號	抵抗(力量計の示數)(封度)							平均抵抗 (1)を除く	備	考
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
1	50-24	24-32	24-15	22.2	14	線路水平 (2)(3)(4)(5)(6)の平均 = 23.02				
2	50-32	32-24	15-22	22.8	12	出發時の抵抗 = 51.5 平均抵抗 = 23.02				
3	56-24	24-21	24-15	20.3	14	平均抵抗 = 51.5 21.3				
4	50-32	15-24	15-22	19.7	10					
平均	51.5-28	23.8-25.3	19.5-18.5	21.3	12.5					

以上四十二年十一月二日實驗

番號	抵抗力量計の示數(封度)								平均抵抗 (1)を除く	(9)-28	備	考
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)			
1	77-54	32-41	32-41	32-41	32-49	32-49	24-41	24-41	39.0	16	分配 $1:60$ $\frac{1400}{60} = 23$ 封度	
2	68-24	49-24	49-24	49-24	21-49	32-41	32-41	34.7	11.7	出發時の抵抗 = $\frac{70.3}{37}$ 平均抵抗		
3	68-32	49-24	49-24	41-32	32-41	32-41	35.9	38.4	15.4			
4	68-49	49-41	24-41	24-41	28	41	37.0	14.0				
平均	70.3	39.8	44.8	32.5	30.3	42.8	28	41	37.0	14.0		

以上四十二年十一月二日實驗

番號	抵抗力量計の示數(封度)							平均抵抗 (1)を除く	(8)-24	備	考
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)				
1	83	32	49	32	41	41	57	42.0	18.0	分配 $1:83, 1:46, 1:55, 1:50, 1:39, 1:43$ 平均分配 $1:58, 1:35$ 米	
2	89	32	41	32	49	32	41	37.8	13.8	$\frac{1400}{58} = 24$ 封度	
3	89	32	49	24	41	32	57	39.2	15.2	出發時の抵抗 = $\frac{87.8}{37.4} = 2.3$ 平均抵抗	
4	89	41	24	41	32	41	57	39.3	15.3		
5	89	32	24	49	24	41	32	33.7	9.7		
平均	87.8	33.8	37.4	33.6	37.4	37.4	48.8	38.4	14.4		

以上四十二年十一月廿一日實驗

(c) 比較的不良なる車の場合

論説及報告

番號	抵抗(力量計の示數)(封度)							平均抵抗 (1)を除く	備	考
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
1	79	15	32	15	24	24	32	23.7	線路水平、速度普通 出發時ノ抵抗 = $\frac{89.4}{3.0} = 29.6$ 平均抵抗	
2	79	32	24	32	15	15	15	22.0		
3	100	32	57	24	41	15	15	30.7		
4	89	41	57	24	32	41	24	36.5		
5	100	32	49	24	32	49	24	35.0		
平均	89.4	30.4	43.8	23.8	28.8	28.8	22.0	29.6		

番號	抵抗(力量計の示數)(封度)							平均抵抗 (1)を除く	備	考
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
1	57	32	41	15	32	15	24	26.5	線路水平、 速度緩	出發時の抵抗 = $\frac{57}{26.5} = 2.2$

以上二表四十二年十一月二十日實驗

以上の實驗によれば線路の狀況良好なる場合には

良好なる車 一三——一八封度(平均一六封度)或は車の重量の一〇八——八〇分一(平均八八分二)
 やゝ良好なる車 一五——二三封度(平均二二封度)或は車の重量の九三——六一分一(平均六六分二)
 比較的不良なる車 二一——三二封度(平均二八封度)或は車の重量の六七——四四分一(平均五〇分二)
 又出發抵抗の平均は次の如し

(A)水平線路進行中の抵抗の2.6倍(即ち $2.6 + 2.6 + 2.2 + 3.0 \div 4 = 2.6$)

(B)六〇分一上り勾配全上2.0倍(即ち $(1.8 + 1.9 + 2.3) \div 3 = 2.0$)

(C) 緩速段鐵路水平全上 2.2 倍

(A) の値は比較的大なり是れ恐らく其速度大なりしが爲めならん。

四、速度に起因する抵抗 普通の鐵道車輛に對しては種々なる公式あるも此等は「ドコーピール」の如き速度緩なる場合に(普通滿載時に一時間四哩空車の時全六哩)適せずして前述車輛軸の抵抗中に含むものと見得るが故に茲には述べざるべし

抵抗に關する結論 「ドコーピール」土運車は形小なるを以て諸部の完全は到底望み難く且つ線路も假設的のもの故良好なる能はざるに依り其抵抗は勾配に起因するものを除くの外は一も公式杯を設定すること能はず左れば各自は其使用する車に就て實驗するを最良の方法とすべし以上の諸實驗亦何處にも適用し得べしと云ふ能はず左れど承軸筐を有する小形土運車には先づ大なる誤なく應用し得るを信するものなり。

次に以上述べたる實驗の結果に基づき勾配速度並に此等に對する労働者の數等の關係を定めんとす。今労働者自身の重量を一二五度と假定し既に「土運車の押送に利用し得べき平均人力」の項に述べたる労働者の力 P を正當なるものとすれば次表を得

(1) 表 勾配及速度の緩するに應じ労働者の出し得る力

勾配	R _{max} (労働者自身の重量に起因する抵抗)	P-R _{max} (勾配並に速度に應じて出す労働者の力)						
		0.75 哩/時	1.0 哩/時	1.5 哩/時	2.0 哩/時	2.5 哩/時	3.0 哩/時	3.5 哩/時
1:10	13 封度	46 封度	31 封度	16 封度	9 封度	5 封度	2 封度	0 封度
1:15	9	50	35	20	13	9	6	4
1:20	7	52	37	22	15	11	8	5
1:25	5	54	39	24	17	13	10	8
1:30	4	55	40	25	18	14	11	9
1:35	3	56	41	26	19	15	12	10
1:40	2	57	42	27	20	16	13	11
1:60	2	57	42	27	20	16	13	11
1:80	2	57	42	27	20	16	13	11

輕便軌道に依る上

1211

1:100	1	58	43	28	21	17	17	14	12
1:150	"	"	"	"	"	"	"	"	"
1:200	0	59	44	29	22	18	18	15	13
1:300	0	"	"	"	"	"	"	"	"
水 平	0	"	"	"	"	"	"	"	"

(上表によれば1:15の勾配を上る場合に人の力は水平の時より約10封度減少せらるゝ)

尚車の總重を一五五〇封度に見て車輪車軸の平均抵抗を二三封度とし上表を用ひ次表を得

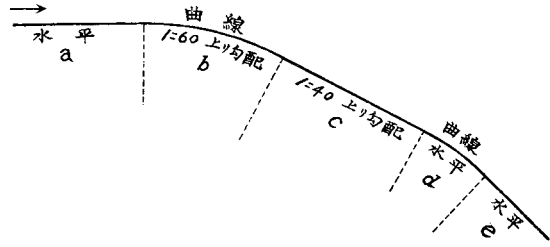
(2)表 上運車押送に要する労働者の數

勾 配	$R_1 + R_w$ (勾配最 の車輛1起因す る抵抗)	一人にて 押す場合 の速度	$R_1 + R_w$ (即ち勾配並に速度に従つて要する労働者の數)									
			0.75 哩/時	1.0 哩/時	1.5 哩/時	2.0 哩/時	2.5 哩/時	3.0 哩/時	3.5 哩/時			
1:10	$155 + 23 = 178$ 封	—	3.9	5.7人	11.1人	19.8人	35.6人	89.0人	21.0	31.5人	∞	
1:15	$103 + 23 = 126$	—	2.5	3.6	6.3	9.7	15.0	9.2	12.6	20.2		
1:20	$78 + 23 = 101$	—	1.9	2.7	4.6	6.7	9.2	6.5	8.5	10.6		
1:25	$62 + 23 = 85$	—	1.6	2.2	3.5	5.0	6.5	5.4	6.8	8.3		
1:30	$52 + 23 = 75$	—	1.4	1.9	3.0	4.2	5.4	4.8	6.1	7.4		
1:35	$44 + 23 = 67$	—	1.2	1.7	2.7	3.7	4.8	4.1	5.2	6.2		
1:40	$39 + 23 = 62$	0.75 哩/時	1.1	1.5	2.4	3.3	4.1	4.1	5.2	6.2		
1:50	$31 + 23 = 54$	"	1.0	1.3	2.1	2.8	3.6	3.6	4.5	5.4		
1:60	$26 + 23 = 49$	1.00	0.8	1.2	1.8	2.5	3.1	3.1	3.8	4.5		
1:80	$19 + 23 = 42$	"	0.7	1.0	1.6	2.1	2.6	2.6	3.2	3.8		
1:100	$16 + 23 = 39$	1.25	0.7	0.9	1.4	1.9	2.3	2.3	2.8	3.3		
1:150	$13 + 23 = 33$	"	0.6	0.8	1.2	1.6	1.9	1.9	2.4	2.8		
1:200	$8 + 23 = 31$	1.50	0.5	0.7	1.1	1.4	1.7	1.7	2.1	2.4		
1:300	$5 + 23 = 28$	"	0.5	0.6	1.0	1.3	1.6	1.6	1.9	2.2		
水 平	$0 + 23 = 23$	2.00	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	1.3	1.5	1.8		

上表によれば(1)労働者一人の力の普通度の限度六〇―七五封度は三〇―四〇分一の勾配にて消費するを知るべく(2)一時間四分三哩の速度にては一人押の時は四〇分一を勾配の限度とすべく二人押の時は二〇分一なる事を知り得べし

以上吾人は速度勾配に應じ必要な人夫數を知り得たれば線路敷設に際し曲線及び勾配の配置に之を應用するを得べし即ち以下數例の如し

例一 上圖の如き線路に於ける各部の抵抗如何

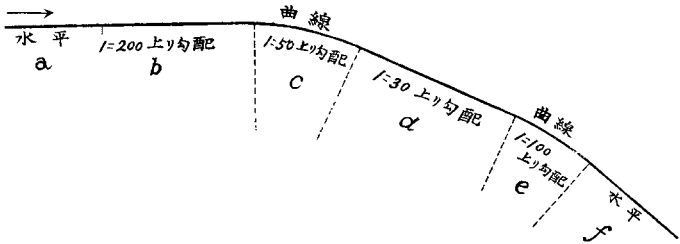


位置	曲線抵抗	勾配抵抗	車輪車軸抵抗	計
a	0	0	23	23
b	48	25	23	96
c	0	38	23	61
d	48	0	23	71
e	0	0	23	23

上表によれば各部に於ける抵抗は人夫一人に對しては多きに過ぐるを以てり部の距離短くしてり部の惰力を利用して通過し得るにあらざるは部の勾配或は曲線何れか一つをa部に移すを適當とすべし斯くする時は其抵抗左の如くなりて各部の抵抗殆んど一様になり全線を通じ一人或は二人にて運搬せしめ得べし

位置	曲線抵抗	勾配抵抗	車輪車軸抵抗	計
a	48	0	23	71
b	0	25	23	48

論説及報告



概は
 $\left\{ \begin{array}{l} a \\ b \end{array} \right.$

輕便軌道に依る土工

0	25	23	48
48	0	23	71

一七四

然れども、及c部が約六〇間より長き場合には坂押を使用するもまた可なりとす、今坂押一人を使用せば $(R_a + R_b) + P = 125(K) \parallel$ 所要人夫數なる關係によりり部に於ては

$$(25 + 23 + 48) \div (P - 125 + 60) = 2 \text{ 故に } P = 50 \text{ 封度 を得但しGは勾配}$$

即ち每一時間一〇七五哩の速度にて進行し得べし(土運車の押送に利用し得べき平均人力の項参照)

次にc部に於ては $(38 + 23) \div (P - 125 + 40) = 2$ 故に $P = 34 \text{ 封度}$ を得る故に此部に於ては「五—一二五哩の速度にて進み得べし

尙全線を通じて每一時間一五哩の速度を得んとせば所要人夫數は左の如し

b部に於ては $P = 27 \text{ 封度}$ (1表により) 故に所要人夫數は $36 \div 27 = 3.6$ 人

c部に於ては $P = 26$ (") $61 \div 26 = 2.3$

d部に於ては $P = 29$ (") $71 \div 29 = 2.4$

例二 上圖の如き線路に於ては如何

位置	曲線抵抗	勾配抵抗	車輪車軸抵抗	計
a	0	0	23	23
b	0	8	23	31
c	48	31	23	102
d	0	52	23	75

此場合は、及びd部の長さ五〇—六〇間より長ければ坂押を使用するの外なし然らざれば。部に於ける勾配をり部に移して惰力を利用する方法を採るべきなり
尚第一例第二例共に其の歸路に於ては各部の抵抗次の如し

位置	車輪車軸抵抗	曲線抵抗	勾配抵抗	計	位置	車輪車軸抵抗	曲線抵抗	勾配抵抗	計
e	7	0	0	7	f	7	0	0	7
d	7	48	0	55	e	7	48	$-(450 \div 100)$	50
c	7	0	$-(450 \div 40)$	-4	d	7	0	$-(450 \div 30)$	-8
b	7	48	$-(450 \div 60)$	47	c	7	48	$-(450 \div 50)$	46
a	7	0	0	7	b	7	0	$-(450 \div 200)$	5
					a	7	0	0	7

故に何れの場合に於ても曲線部には相當の力を要することゝなれども右は其上部にて少しく強く押す時は曲線其他の部に於ても其惰力によりて自然に轉動すべく人夫は車臺上に乗つて快走するを得べし

右の如く車臺上にて自走する場合は空車の車輪車軸抵抗七封度は

$$\frac{\text{人夫の重量}}{\text{車輪車軸の抵抗率即ち約65}} = 2 \text{ (封度約)}$$

だけ増加すべく勾配に起因する抵抗は(人夫の重量×勾配)を減すべきを以て各部の抵抗は結局次の如くなる

位置	抵抗 封度
e	55
d	-5
c	47
b	7
a	7

第一例に於て

位置	抵抗 封度
f	51
e	-10
d	-47
c	6
b	7
a	7

第二例に於て

坂路の影響 容積一一立方呎の土運車を運搬する場合に於ては坂路の延長約一〇〇間以内ならば四〇分一、約五〇間以内ならば三〇分一の勾配を人夫一人にて押上げ得べく尙勾配延長非常に短ければ二五分一にても押上げ得べし然れども此等の場合には速度は甚だしく減少せらるるは勿論にして二人を用ふるも尙普通速度(毎時二五哩)を保持し得ざるべし

$$(150 \times \frac{1}{96} + 22) \div 18 = 2$$

$$\text{故に } \frac{1}{n} = \frac{1}{110}$$

150 は滿載車の重量(封度) 18 は一人力(封度) 110 は勾配

即ち二人掛りにて一一〇分一の勾配を標準速度にて進み得るが故に「110」(hは高さ)の水平距離が二人にて歩まれたると同様なり即ち一人にて其れ丈の距離を二度歩むに等し換言すれば一人押の場合には一一〇マ丈け水平距離延長せるものと結果を得べし

然れども歸路に於ては自然に轉動し得べく尙時としては勾配の基點を越へて尙先方に達し得べきが故に實際に當りては一一〇分一より尙急勾配を用る差支なきなり

實際に於て車の抵抗は總重量の六五分一なるを以て六五分一の坂路を上る場合には水平の場合の二倍の勞力を要すべし、然れども歸路は勞力を要せずして轉動し得べきを以て水平の場合の二倍の勞力に對しては尙急なる勾配にて可なり、今車の自重は總重量の三割なるを以て水平線路の抵抗は

$$\begin{aligned} \text{往} & \quad 1 \times \frac{1}{n} & \quad \frac{1}{n} \text{ は車の抵抗係數} \\ \text{復} & \quad 0.3 \times \frac{1}{n} \\ \text{合計} & \quad 1.3 \frac{1}{n} \end{aligned}$$

にして坂路往復に要する勞力を水平線路の二倍とならしむるには

$$(L \quad y) \left(1 \times \frac{1}{n} + a \times \frac{1}{n} \right) + 0 = 2 \times 1.3 \times \frac{1}{n} \quad \text{故に} \quad a = 1.6$$

故に所要勾配は

$$a \times \frac{1}{65} = \frac{1}{40}$$

即ち計算上用ふる三種の延長は $\frac{5}{16}$ となる

然れども實地觀測の結果によれば一人押の時は約三〇分一迄押し得べく二五分一にて漸く一人の助勢を必要とす(勿論速度は減少すれども)るを以て $\frac{25}{16}$ として計算せば實地遂行し得る回数に皆く適合するを見る。

斯くの如く計算と實地との間に差を生ずる原因は(一)運搬者は坂路の上りに際し普通速度より緩き速度を以て大なる力を出し下りには普通より速かに自然に轉動する事(二)下る時惰力を利用する範

園大にして坂路の區域以上を轉動する事三一日の工程には何等の影響を能へずして坂の處にて普通以上の力を出し得る人夫の人の弾力性等の原因に歸するを得べし

「ドロービール運搬に關しては吾人の理論上の智識貧弱なる今日は實驗に重きを置くは止むを得ざることにして予は回数計算の實驗公式を作るに當り 30% の代りに 25% を採用したり

之と同様に車の抵抗率小にして一〇〇分一或は一二〇分一の場合には延長距離は計算上の 63% 及 75% 等の代りに 58% 及 65% を採用せざるべからず

運搬距離が高さに比し非常に小なる時即ち m より小なる場合には距離は延長して緩勾配となりたるものとして m を採用すべく尙此上に勾配の影響を考ふるを以て結局計算上には 30% を用ふべきなり

下り勾配に於ては往路に於ては何等の力を要せず歸路に於て空車を押し上ぐるに止まるべく三分一の如き急勾配に於ても歸路に於ける抵抗は $470 \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{65} \right) = 15.7 + 7.2 = 22.9$ 封度にして水平線路に

於ける積載車の抵抗位に過ぎず而かも往路には急速度を以て遠く阪路の區域以外に迄轉動し得るが故に運搬度數算定には勾配が自然に轉動し能はざる程緩ならざる限り實際の長さの二分一を以て坂路の距離と考ふるも不當にあらず

右勾配は急にして「ブレーキ」を要するものには通用する能はざるもかくの如き場合は極めて稀なるを以て例外とす

右は勾配甚だ急にして「ブレーキ」を要するが如きものには適用する能はざるもかくの如き場合は極めて稀なるを以て例外とす

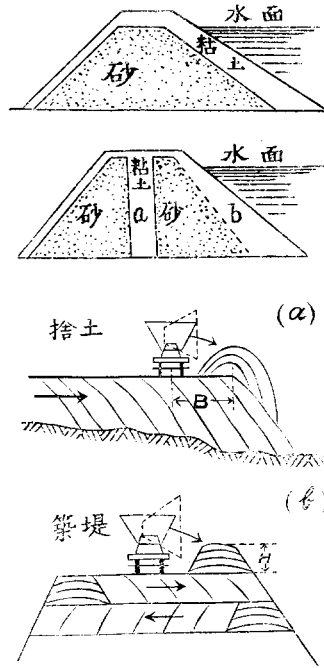
尙ウィルマン (Willmann) 氏の著書「エルドアルバイテン」(Erdarbeiten) によれば諸學者の説は次表の如くにして以上の予の實驗と甚だ相近からずとせず

論説及報告

人 名	器 具	n	記 事
Etzel (Etzel's Works and regutations of many Rail- way in Austria and Hungary)	器具の如何を問 はず	20	土取場土捨場の中心距離少くも $15 \frac{\text{米}}$ なるを 要し、 h は全上水平距離の五「パーセント」 若くは其以上なる場合
Plesner	—	12	勾配が上り $\frac{1}{30}$ 下り $\frac{1}{16}$ 以上に急なる時に のみ適用すべく夫以下に緩なる時は無視 して可なり
Henz	—	30	
Hank	Hand car, Hand Wagon, or wagons on track	25-30	
Burech	Hand car wagons on track	(約) 16 100 50	制限勾配は $\frac{1}{25}$ なり故に夫以上急なる勾配の 場合には距離を nh 増加すべし。 上り勾配には $100h$ 距離 を延長すべし 下り勾配には $50h$ 距離 を減少すべし 三百分一より緩な る勾配の時は無視 すべし
Winkler	Burrow	12.5	最も適當せる勾配 = $\frac{1}{91}$
	Hand tip car	25	" = $\frac{1}{34.5}$
	Horse car	33.3	" = $\frac{1}{41}$
	Horse car on track	143	" = $\frac{1}{143}$
Willmann	Burrow	12	運搬距離 nh より小なる場合には nh を採用 し尙此上に坂路の影響のため nh を増加す べし、 1 米以下の高きは無視すべし。 手押車の場合に $\frac{1}{25}$ 傾卸車(手)の場合に $\frac{1}{100}$ より緩なる勾配も無視して可なり
	Hand tip car	25	
	Horse car	50	
	Wagons on track (By men by horse by loco.)	80 120 250	
Hursts Hand book	Burrow or carts	9	實驗により垂直運搬 (Vertical transport) は 同距離の水平の場合の 24 或は 14 倍の勞力 を必要とす
	Burrow	24	
	Horse cart	14	
Gillespie	Burrow	18	精密なる實驗によれば手押車に對しては 24 、馬車に對しては 14 、なれども 18 を用ふ るを普通とす
Rankine	—	6	垂直一呎の登りは水平 6 尺を増したるもの と見るべし

輕便軌道に依る土工

築堤及び捨土の場合に於ける土砂の放下方法 捨土の場合には土砂の放下は極めて簡單にして線路を施工基面の高さに敷設し之より放下し層々となさず、左れば捨土面の沈下は普通考ふるを要せざるなり、然れども盛土又は築堤就中河川堤防築造の場合には一時に撤き出さずして一—三呎宛の層々普通約二呎に築立つものとす、每層の厚さは工事の種類或は土砂の異同によりて變化し河川又は貯水池の築堤の場合には道路又は鐵道盛土の場合より深き注意を要すべく土質が砂或は砂利質なれば沈下少なきを以て層の厚さはやゝ厚きも支障なかるべく、粘土質或は沃土等の場合に層厚く



或は單に投下せるのみならば水分を含めは沈下又は滑動し易く乾燥すれば罅裂を生じ甚だ不都合なるを以て薄くせざるべからず、

河川或は貯水池等の場合には薄層となすのみならず撞固めを行ふを普通とす河川或は貯水池堤防を築立つるには土砂の配合は大に考ふべきものにして使

用すべき土砂は普通手近の場所より採取し態々遠方より運搬せざるを以て配合の如何は堤防の強弱に大關係を有すればなり

粘土は堅く凝固せば良好なる築堤たり得べしと雖も一旦乾燥せば罅裂を生ずるを以て最良の材料と稱する能はず、砂は其表面にして洗はれざる程度に保護されるれば安全なる堤防たり得べし即ち粘着力なき故に孔を生ぜざると比重大なる等は砂の美點なり、砂は比重大にして其の粒の粗なるを最良とす、非常に細かき砂は水を飽和すれば溶解し沁る憂あり、

最良の築堤材料は三分一—四分一の砂を混ぜる粘土にして之を撞固むれば乾濕共に堅固にして全く漏水なき良堤を得べし

砂の築堤の表面を粘土にて被覆する場合には川裏被覆の厚さは牛馬の蹄にて破れざる程度以上には厚くせざるを良とす即ち其厚さは六—一二吋位に止むべし即ち水分を中間に貯へしむるは宜しからず

又圖中 α 部に心として粘土を使用するは其粘土の質絶對に漏水せざる良質のものにあらざる限り寧ろも部粘土の厚さを増加するを適當とすべし是れ α 部に用ひたる粘土は其修繕の困難なるご長時の出水の際流動的に變ずる恐あるご堤體を二部に分ち一體として動くを妨ぐる等有害なる場合多ければなり

却説容積一一立方呎の鍋トロ土運車による時は放下距離は水平に五—六呎高さ二、五呎迄達するを以て線路は一度に三五尺寄せ二尺揚ぐるを普通とす即ち

$$B = 3 - 3.5 \quad (\text{大鈞車の高さに同じ}) \quad H = 2$$

車が土捨場に達すれば土砂は其進行未だ全く止まらざる内之を傾卸すべし然れば車内に附着し殘留せるものは進行中の震動により自然に振ひ落さるべし

土砂の粘着力大なるものは其放下に際し反對の側の車輪を持上げ車を顛倒し或は脱線せしむるごあり然れども普通の傾卸車は一側の車輪を六吋以上舉げざれば顛倒せず

線路を寄せ又は揚ぐるには鐵挺子、木棒或は屢々鶴嘴或は鉏等によりて軌條を連續の儘之を行ふを常とす然れども作り附けの挾接飯を有せる小形梯形軌條は接合部の挾接飯弱くして鐵挺等の作業に堪へざるを以て個々に分離せざるべからず

線路の移動並に放下土砂の引均らし等は運搬者が歸り去りたる間に之を行ふものとす
土砂放下の時間其他 車を傾卸する時間は車の數と共に多少増加する傾きあるも尙甚だ短かくし

て多少の餘裕を見込むも一—二分間にて充分なり

機關車を使用せる大形土運車の傾卸は土捨場に働ける別の人夫によりて行はるゝを普通とす、而して人夫一人の放下坪數は車の構造の如何によりて異なるものにして後節機關車による運搬中に詳述すべし

土取場土捨場保線坂押等の仕事及び此等に要する人夫の割合 附諸掛り雜費

土取場 土取場に於ける工夫の仕事は左の如し

(a) 崩し方をして車が歸着するまでに土砂の充分なる量を崩し置かしむる事

(b) 土砂の積込みを迅速ならしむるために木の根又は瓦礫等を除去し排水に注意し尙降雨の後又凍融けの際は線路に砂を散布し、トロ押の足止りを良好ならしむる事

(c) 土取面高き場合には土塊の不時の崩壊により生ずる危険に注意し、若し此等の起りたる場合には速かに崩壊せる土砂を取り除き線路を開通せしむる事

(d) 運搬人夫を其強さによりて分配し最も經濟的なるべき車數を決定し先頭及後尾を指定する事

(e) 土砂の積込みは一定の區間を秩序正しく積込ましむべく方々任意に掘取り或は一定面より深く掘鑿する事等は堅く禁せざるべからず尙積込に當りては車の四隅を充分填充せしむべし又弱きものには多少の積込手傳をなし、積込を終れば遲滞なく一齊に出發せしむる事

(f) 土取面迄の距離三—八呎に達したる時若くは掘鑿高さ五—六尺に達すれば線路を寄せ又は上下すべし(前章崩し及積込の項參照)

以上の仕事に必要な人夫の數は土砂の種類土取の高さ、一日の總工程等によりて差異あるも普通軟質土砂に對しては工夫共に二人にて充分なり

土捨場 土砂を捨土として放下する場合には勞働者の數は土取場に於ける人數と同數にて可なれ

ども築堤の場合には尙一人を増すを要すべし、土捨場工夫の任務は次の如し

(a) 土捨場の取付きには普通曲線の存在するものにして脱線又は延着を來す基となるを以て保線を十分にし注油を怠らざるべく若し曲線にして急なる場合には人夫に加勢を與へ進行の遲滯を防ぐこと

(b) 車土捨場に到着せば放下すべき區域を指定し土砂が粘着力を有する場合には放下に際し車の顛倒せざる様人夫を助け放下を終れば該車を前進せしめ次の車に放下の場所を與へしむる事尙土砂の放下は必ず一定の區域を定め秩序正しく之を行ひ決して任意の位置になさしめざる事

(c) 全部の車が土砂の投下を終れば線路上の土砂を速に取り除き運搬者を歸路に付かしむる事
(d) 放下されたる土砂を成るべく速かに之を搔均らし次回に放下に差支なからしむる事線路は車を傾卸する側は沈下するを以て是又次回に到着する迄に調整するを要す尙排水に注意する事

(e) 土砂推積し尙此上の放下困難となれば表面を搔均らし線路を此上に寄せざるべからず、線路寄せ方は一度に横に五—六呎高さ二—二、五呎を最大とし普通横三—三、五高さ二尺とす、土捨の場合には放下は厚撒きにて可なるか故線路の寄せ方は一方向のみにて可なれども築堤の場合には層となすに依り每層交互に左右に移動するものとす(前項 a 及び圖參照)

(f) 此の外一回幾錢として運搬せしむる場合には一回毎に各車或は各列車中の一人に切符(普通木製にて符號及焼印あるもの)を附すべき札出し又は札遣りと稱する人員必要なり、尙此外土捨場工夫に任すべき仕事は運搬途中に於ける「トロ押」の奸計を監督すると捨場附近線路の保線等なり

保線 土取場と土捨場との中間の所謂運搬線路の保線は其距離近き時は土取土捨にあるものをして兼ねしむるを普通とすれども三〇〇間以上に達すれば一兩名の保線係必要なり併し線路簡單にして大なる注意を要せざるが故に三〇〇—四〇〇間の距離に於ても一人にて充分なるべく尙短距

離の場合には大約一週一度二三人を附するも可なり

保線係の任務を擧ぐれば

(a) 曲線部に於ける線路は充分堅固に取付け外側軌條の高度を保たしむる様尙線路の「クリーピング」は曲線部に集まりて之を外方に押出す傾あるに依り修理を怠るべからず

(b) 線路は軌條の接合部甚だ弱く而かも道床に砂利等を用ひざる爲め接合部に於て波動を起し車の抵抗を増加するを以て此部は注意して土砂を填め必要なれば板を敷くべきなり尙「フィッシュプレート」「ポールト」「トング」の破損せるものは速かに完全なるものと取替ふべし

(c) 線路は滑らざる様注意し牛馬を使役する場合には其歩行により生ずる孔は速かに埋むる事等

坂押し 勾配緩なるか距離短かきか又は車の數少なき場合には特に坂押を必要とせず「トロ押」をして互に手傳はしむるを常とするも仕事によりては人夫並に器具の最高の能率を得んがため坂押を附すべし

普通土運車一五—二五臺にて高さ一〇—二〇呎の時は坂押人夫は二—四人にて充分なるべし尙坂押は「トロ押」人夫の補欠として使用し得る時は甚だ便利なり

而して此の坂押は常に「トロ押」を助勢する用意をなすは勿論坂路及び其附近の曲線の有様に注意し降車の際起り易き事故を防ぐの心懸なかるべからず

牛馬を坂路に使用する場合は後章に述ぶべし

以上四項の結論 工事は各事情を異にするを以て以上述べたる項目の人夫數は茲に約言するを得されども實地觀測の結果によれば大抵甚しき懸隔なく各工事に通ずる定則の存するを見るべし左に實例を示さん

工事	築堤又は捨土	土の種類	運搬 土坪	距離 (間)	高さ (呎)	一段階に かける要 数の	築造人夫(トロ押人夫数に對する百分率)				備考	
							土取揚	土捨揚	坂押	保線		合 人 數
a	捨土	昔ある軟土砂	4,100	250-350	5-10	10-25	15%	20%	7%	—	40%	(……)を附したるは平均數
b	築堤	透電船よりの濕粘土	4,300	240-300	8	12-18	12	12	—	25	49%	(……)を附したるは平均數
c	同上	軟土砂	2,600	140-280	2-20	9-19	取捨、押合計=37	—	—	—	37%	を附したるは平均數
d	同上	粘質煤質土	2,800	120-200 (170)	6-18	10-20	同上=33	—	—	—	33%	けれども用ひたる時は土取揚人夫中に加算し、私遣り一人は土捨揚人夫中に加へたり。
e	同上	砂及び軟土	2,200	260-580 (360)	6-18	10-20	同上=33	—	—	—	33%	土運車は五分機(11立方尺)にて一人押すとす、
f	同上	同上	100-200	6-14	10	取捨合計=21	—	—	—	—	24%	
g	捨土	凝結せる若石(40-60野原内)	414	209	0	6-14	取捨、押、線合計=42	—	—	—	42%	
h	築堤	粘土質の土	52-80 (450)	0-4 (1.4)	12-22 (18)	15 (2.9)	17 (3.1)	—	—	—	33%	
i	同上	同上	83-130 (97)	7.5 (1.4)	10-16 (14)	12 (1.65)	16 (2.15)	—	—	—	28%	
j	捨土	軟土	90-150 (120)	0-8 (4)	5-16 (11)	16 (1.5)	28 (2.85)	—	—	—	44%	
k	同上	同上	116	0-7 (2)	6-25 (16)	11 (1.8)	22 (3.45)	—	—	—	33%	
l	築堤	粘稠なる土砂	200-410 (257)	10-16 (12.5)	9-16 (14)	11 (1.5)	20 (2.7)	—	—	—	31%	
m	同上	粗粒の砂	230-380 (24)	9-12	8-11	10 (1.0)	22 (3.0)	—	—	—	66%	
n	同上	砂及軟土	220-380 (351)	11-12	11-16	7 (1.0)	22 (3.0)	—	—	—	44%	
o	同上	砂及び沃土の土均せるもの	7,978.9	50-200	0-18	5-20	23.2	—	—	—	33.5%	

論説及報告

上表により次の結果を得べし

土取場土捨場保線坂押等に要する労働者の数は一日の全工程の大小によりて多少變化すべきも土質特別の崩し方を要せざる場合には土取場に一人地表雜草或は木根等の存在する場合には尙一人土捨場に一人、札遣り一人を普通とし坂押又は保線人夫は急勾配の場合或は運搬距離長き時に於てのみ使役するを可とす即ち總計四—六人即ちトロ押人夫數の三〇—四〇パーセントに相當す即ち曩に崩し及積込の項に於て分類せる第一及第二種の土質に對しては上記の割合を適當とし第三—第五種の土質に對しては多少増員せざるべからず

諸掛り難費 以上の外土工の工費に關係すべきは(1)土取場土捨場線路距離短かき場合には此を略する事ありに必要なる工夫の給料(2)道具番小使湯沸かし等合計一日二—三人の賃金(3)釘繩竹の費用合計二〇—四〇錢即ち一日〇四—〇六人の賃金等にして總計一日に約 $25 + 0.5 \times 6$ 人なり

此等の雜用は其の性質上休日と祭日とを問はず工事進行の活潑と否とに關係せず入用にして例へば毎日二〇坪の土工に於て一ヶ月の中四分一即ち七—八日休業するものとせば單價は次の如くなる

$$\frac{6 \times 60 \text{ 錢}}{20 \text{ 坪}} = \frac{360}{20} = 18 \text{ 錢/坪}$$

總日數の四分一の休業日に要する雜用を算入すれば

$$(b) \quad 18 \times \frac{1}{4} = 22.5 \text{ 錢/坪} \quad \text{即ち (a) より 四、五錢 高くなる}$$

而して普通一坪に對する「ドービー」土工の工費は五〇—九〇錢なるを以て四分一の休業は工費を五—一〇「パーセント」高價ならしむることゝなる

土工遂行に就て 一般に土工をなすには之に對する順序及器械器具等の準備を終れば仕事は出來

る限り迅速に此れを開始し一旦始めたる以上は休業日を出来得る限り減少し非常の奮發努力を以て強行せざるべからず而して此れがため多少の出費を要する事あるも工事の進行により結局相補ふに至るべし、

土工は其性質上重き且つ容積大なるものなれば之が遂行には努力を要すべし若し然らざれば障害續出遂に工事を遅延せしめ工費を高からしむるに至るべし

尚必要な労働者を集め之を離散せしめざる様保護し工事に紀律あらしむる事亦技術者としての一任務なりとす

土工は土木工學に於て最も容易なるが如くして而かも最も老熟の經驗と注意を必要とするものなり彼の世界中に於ても有名なる大工事は一として豫定工費にて完成したるものなき事は右を證明して餘りあるべし

尙好良なる經驗は良好にして安價なる工事を得べく而して良好なる經驗は單に永年の従事にて得らるべきにあらずして研究的趣味と細心とによりて始めて獲得せらるべきなり

經驗公式

- ドコーピールによる土工の工程を計算するに當りては先づ左記の事項を決定せざるべからず
- (1) 一日の従業時間並に施工時の期節及天候
 - (2) 平均一日の走行里程及速度
 - (3) 労働者の掘鑿及積込工程並に其等の土質及び土運車の形狀に對する變化
 - (4) 搬程即ち實際土砂が運搬せらるべき距離
 - (5) 線路の狀況—單線、複線、側線、廻り線並に曲線及び勾配の配置
 - (6) 一線路に於ける車の數並に土捨待合せ等に要する時間
- 以上は詳細既に述べたるも次に其の要點を摘記せん

輕便軌道に依る土工

(1) 從業時間 總從業時間は平均一〇時間にして純從業時間は九―八平均八、五時間なりとす、又期節、天候等は總て年中の平均程度を標準とすべきなり

(2) 一日の走行里程 平均里程は八里二一〇哩なるも搬程の長短により變化するを以て搬程三〇―四〇間に對しては七里二七、五哩を採用し之に搬程の一、二倍を増加するものとす即ち次式を採用すべし

$$(7+12) \times 7$$
 7 は搬程

但し上の値は積込み及び土捨等の時間に相當する運搬里程を加算せるものなり、尙速度は一時間二五哩即ち一分間二二〇呎とす

(3) 方匙作業 土質によりては其の工程に差異あるも特に掘鑿即ち崩し方を要せざる乾燥せる或は多少濕氣ある軟質土砂を標準とし之を運搬者自身積み込み此れに要する時間を平均五分間(一

立方呎の鍋トロ)土運車とす而して土質異なるにしたがひ之を増減するものとす(崩し及積込)の項参照
 (4) 搬程 土砂の實際に運搬さるべき距離即ち土取場土捨場間の中心距離にして土工の工程を算

に定するに當り最も重要な事項たり

(5) 線路の状況 標準として彼の最も普通に行はるゝ單線式を採用すべし(但し複線廻り線側線等關しては線路の配置の項参照)曲線は避くべからざる場合多きも其の位置適當にして曲率相當なるものは工程に大なる影響なきを以て工程算定の項目に加へず、勾配は運搬距離に次いで重要な事項なり、其制限勾配は三〇分一にして二五分一に至れば、トロ押二人を要す、而して勾配に起因する延長距離は高さの二、五倍とし一往復に對しては其二倍即ち高さの五〇倍とす、尙運搬距離が高さ(5)の二、五倍より小なる場合は7を5とす、更に勾配の影響として延長距離を5を7を加算すべく下り勾配の長車さは實際の長さより半減せるものと假定す、

(6) 土運車の數 車數増す時は混雜及間隔待合せ等増加するを以て往復度數は減少すべし、而して

車の間隔は $1.02n^{0.4}$ (n は車の數) にて決定し得べきも實用上には三間を採用して適當なるべし、尙土砂の放下に要する時間は一分を以て充分なりとす

公式 以上の假定に基づき作成せる公式次の如し

$$N = \frac{2(d+3n + \frac{25h}{6}) + \text{毎分の速度} \times (\text{積込時間} + \text{放下時間})}{7 + 12d}$$

但し

N 一車が一日に爲し得べき往復度數

d 土取場より土捨場迄の中心距離即ち搬程(間)

3 車の間隔(間)

n 一線路に於ける車の數

h 高さ(呎)

速度 二五哩即毎分三六間

積込時間 標準土砂に對し五分

放下時間 一分

故に次式を得

$$N = \frac{7 \times 2160 + 12d}{15120 + 12d} \div \frac{2(d+3n + \frac{25h}{6}) + 36(5+1)}{2(d+3n + \frac{25h}{6}) + 90 + 18}$$

上式に於て土質の變化に伴う往復度數を知らんとせば積込時間の項に適當なる係數を乗すべし〔掘鑿及積込の項参照然れども〕放下時間の項は殆ど土質の如何に關係なしのみならず他の數に比し甚だ小にして $3\frac{1}{2}$ の内に含まれたるものと考へ得べきを以て實用上之を省くも可なり即ち次式を得

各搬程、車數、高さに対する往復度數表

運搬距離 (d)	車 數 (n)	往復度數(N = $\frac{7500+6d}{d+9.3+3n+4h}$)					
		h=0(水 平)	h=5呎	h=10呎	h=15呎	h=20呎	h=25呎
30	5	56.9	49.5	41.5	34.6	29.8	26.3
"	10	51.2	45.2	38.4	32.4	28.3	25.1
40	5	53.4	46.9	41.8	34.6	29.8	26.3
"	10	48.4	43.0	38.7	32.4	28.3	25.1
"	15	44.2	39.7	36.0	30.5	26.8	24.0
60	5	47.6	42.5	38.3	34.9	29.8	26.3
"	10	43.7	39.3	35.7	32.8	28.3	25.1
"	15	40.3	36.6	33.4	30.8	26.8	24.0
"	20	37.4	34.2	31.4	29.1	25.6	22.9
80	5	43.1	38.9	35.5	32.6	30.1	26.3
"	10	39.9	36.3	33.3	30.7	28.5	25.1
"	15	37.1	34.0	31.3	29.0	27.1	24.0
"	20	34.7	31.9	29.6	27.5	25.7	22.9
100	5	39.5	36.0	33.1	30.6	28.4	26.6
"	10	36.8	33.8	31.2	28.9	27.0	25.3
"	15	34.5	31.8	29.5	27.5	25.7	24.2
"	20	32.4	30.0	28.0	26.1	24.5	23.1
150	5	32.9	30.5	28.5	26.7	25.1	22.7
"	10	31.1	29.0	27.1	25.5	24.0	22.7
"	15	29.5	27.5	25.8	24.3	23.0	21.8
"	20	28.0	26.3	24.7	23.3	22.1	21.0
"	25	26.7	25.1	23.7	22.4	21.3	20.2
"	30	25.5	24.0	22.7	21.5	20.5	19.5
200	5	28.5	26.8	25.2	23.8	22.6	21.5
"	10	27.2	25.6	24.2	22.9	21.8	20.7
"	15	26.0	24.5	23.2	22.0	21.0	20.0
"	20	24.9	23.5	22.3	21.2	20.2	19.3
"	25	23.8	22.6	21.5	20.5	19.6	18.7
"	30	22.9	21.8	20.7	19.8	18.9	18.1
250	10	24.3	23.1	22.0	20.9	20.0	19.1
"	15	23.4	22.2	21.2	20.2	19.4	18.6
"	20	22.5	21.4	20.5	19.6	18.8	18.0
"	25	21.7	20.9	19.8	18.9	18.2	17.5
"	30	20.9	20.0	19.1	18.4	17.6	17.0
"	35	20.2	19.4	18.6	17.8	17.1	16.5

以上の經驗公式は實際の結果に最も近き値を與ふべく從來發表せられたるもの、内最も信頼し得べき公式なりと信す

但し、 h は下り勾配の長さ(間)

線路が下り勾配を有する場合には

$$N = \frac{7500+6d}{d+3n+4h+30} \dots\dots\dots (A)$$

$$N = \frac{7500+6d}{(d-\frac{h}{2})+3n+4h+30} \dots\dots\dots (B)$$

輕便軌道に依る土工

300	10	22.1	21.1	20.2	19.4	18.6	17.9
	15	21.4	20.4	19.6	18.8	18.1	17.4
	20	20.7	19.8	19.0	18.2	17.5	16.9
	25	20.0	19.2	18.4	17.7	17.1	16.5
	30	19.4	18.6	17.9	17.2	16.6	16.0
35	18.8	18.1	17.4	16.8	16.2	15.6	
350	10	20.4	19.6	18.8	18.1	17.5	16.8
	15	19.8	19.0	18.4	17.6	17.0	16.4
	20	19.2	18.5	17.8	17.1	16.6	16.0
	25	18.6	17.9	17.3	16.7	16.1	15.6
	30	18.1	17.5	16.8	16.3	15.7	15.2
35	17.6	17.0	16.4	15.9	15.4	14.9	
400	10	19.0	18.3	17.7	17.1	16.5	16.0
	15	18.5	17.8	17.2	16.6	16.1	15.6
	20	18.0	17.4	16.8	16.2	15.7	15.2
	25	17.5	16.9	16.4	15.8	15.3	14.9
	30	17.1	16.5	16.0	15.5	15.0	14.5
35	16.6	16.1	15.6	15.1	14.7	14.2	
500	10	16.9	16.4	15.9	15.4	15.0	14.6
	15	16.5	16.0	15.6	15.1	14.7	14.3
	20	16.2	15.7	15.2	14.8	14.4	14.0
	25	15.8	15.3	14.9	14.5	14.1	13.7
	30	15.4	15.0	14.6	14.2	13.8	13.5
35	15.1	14.7	14.3	13.9	13.5	13.2	
600	10	15.4	15.0	14.6	14.2	13.9	13.5
	15	15.1	14.7	14.3	14.0	13.6	13.3
	20	14.8	14.4	14.1	13.7	13.4	13.1
	25	14.5	14.1	13.8	13.5	13.1	12.8
	30	14.2	13.9	13.5	13.2	12.9	12.6
40	13.7	13.4	13.1	12.8	12.5	13.2	
700	10	14.3	13.9	13.6	13.3	13.0	12.7
	15	14.0	13.7	13.4	13.1	12.8	12.5
	20	13.8	13.4	13.1	12.9	12.6	12.3
	25	13.5	13.2	12.9	12.6	12.4	12.1
	30	13.3	13.0	12.7	12.4	12.2	11.9
40	12.9	12.6	12.3	12.1	11.8	11.6	
800	10	13.4	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1
	15	13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9
	20	12.9	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7
	30	12.6	12.3	12.1	11.8	11.6	11.4
	40	12.2	11.9	11.7	11.5	11.3	11.1
50	11.8	11.6	11.4	11.2	11.0	10.8	

太き線より上方の数字はdを25と假定して算出せる値とす尚附録圖表參照すべし

公 式 の 應 用 に 關 す る 注 意

運搬距離 運搬距離三〇間以内の場合には常に25を採用すべし尙九〇間以上の場合には分子は常に $12 \times 2160 + 2 = 25920 = 13,000$ を採用すべし土砂の性質 分母の九〇は砂交り軟土質の場合なるを以て他の土質に對しては「堀鑿及積込」の項に述べたる係數を乗すべし例へば硬質の土又は粘土の土取面高き場合には $90 \times 1.5 = 135$ を90に代へて適用するが如し

例一、高さ一五呎の上り勾配の場合に於て 水平軌道に三五車を使用して得たる往復度數を得ん
 させば土運車數を何臺させば可なるか

答、 $35 \div 15 \times 15 = 15$ 或は表によれば 35 の列と 15 の行との交點に於て 15 を得

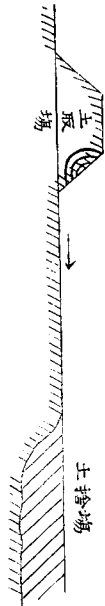
例二、三五車にて水平軌道にて得たる往復度數を一五車にて得んさせば上り得べき高さ如何

答、 $(35 - 15) \frac{1}{2} = 15$ 或は表により水平にて 35 の列に於て 15 を見出せば其の行の上に 15 を見出し得べ

し

公式の應用。

例一、一人押の「ドロービール」土運車(容積二〇分一坪)を使用し舊堤(軟土砂)を崩し低地を埋立てんとす。車數一五距離二〇〇間なれば一坪に對する歩掛り如何



(A)式により

$$N = \frac{7500 + 6d}{90 + d + 3n + 4k} = \frac{7500 + 6 \times 200}{90 + 200 + 3 \times 15 + 0} = 26$$

即ち一坪に對する人夫は $1 + \frac{26}{5} = 0.77$ 人

又土取場土捨場保線等に必要なる人夫を運搬者の四分一と假定せば一坪當り合計歩掛りは

$$0.77 + \frac{15}{4} \div \frac{26 \times 15}{20} = 0.77 + 0.19 = 0.96 \text{ 人}$$

尚休業日に於ける分を含みたる工場諸掛り雜費を従業一日當り三五圓と假定し人夫一人一日六〇錢とせば一坪の土工に對する總工費は

$$0.96 \times 60 + 350 = \frac{26 \times 15}{20} = 57.6 + 17.9 = 75.5 \text{ 錢となる}$$

輕便軌道に依る土工

例二、土取面高き硬質土を掘鑿し高さ一二尺の築堤用に運搬せんとす(車數、運搬距離前同様)歩掛如何

(a) 坂押を用ひざる場合



$$N = \frac{7500 + 6 \times 200}{9 + 15} \quad N = \frac{7500 + 6 \times 200}{90 \times 1.5 + 200 + 3 \times 1.5 + 4 \times 1.2} = 20.3 (\approx 20)$$

土取場、土捨場等に於ける人夫を運搬者の三分一と假定し工場雜費を従業日一日に付き三五圓とせば

一日の總坪數 $10 \times \frac{1}{20} \times 15 = 15$ 坪

一坪當り工費 $60 \times \frac{1.5 + 1.5}{3} + \frac{350}{15} = 80 + 23.3 = 103.3$ 錢

(b) 坂押二人を使役せる場合

$$N = \frac{7500 + 6 \times 200}{90 \times 1.5 + 200 + 3 \times 1.5 + 0} = 22.9 (\approx 23)$$

一日の總坪數 $23 \times \frac{1}{20} \times 15 = 17.25$ 坪

一坪當り工費 $60 \times \frac{1.5 + 2 + 1.5}{3} + \frac{350}{17.25} = 76.5 + 20.3 = 96.8$ 錢

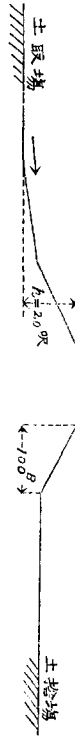
(c) 坂押三人を使役したる場合

$$\text{一坪當り工費} = 60 \times \frac{15+3+\frac{15}{3}}{17.25} + \frac{350}{17.25} = 80.0 + 20.3 = 100.3 \text{ 錢}$$

(a) (b) (c) を比較すれば本問題の場合は坂押しを採用するは工事の進捗にも工費にも利益あるを知り得べし

例三 河川堤外地の軟質耕作土を堤防構築用其他の爲め堤内地に運搬する場合(高さ二〇呎距離三〇〇間下り勾配一〇〇間車數二〇)

(a) 坂押を使用せざる場合



$$N = \frac{7500 + 6 \times 300}{90 + 300 - \frac{100}{2} + 3 \times 20 + 4 \times 20} = 19.4 (\approx 19)$$

$$\text{一日の總坪數} = 20 \times \frac{19}{20} = 19 \text{ 坪}$$

土取場土捨場線路等に六人を使役し諸掛費用を就業一日四圓と假定せば

$$\text{一坪當り工費} = 60 \times \frac{20+6}{19} + \frac{400}{19} = 82.1 + 21.0 = 103.1 \text{ 錢}$$

(b) 坂押三人を使役したる場合

$$N = \frac{7500 + 6 \times 300}{90 + 3 \times 30 - \frac{100}{2} + 3 \times 20 + 0} = 23.3 (\approx 23)$$

一日の總坪數 $20 \times \frac{23}{20} = 23$ 坪

一坪當り工費 $50 \times \frac{20+6+3}{23} + \frac{400}{23} = 75.6 + 17.4 = 93.0$ 錢

(c) 坂押四人を使役したる場合

一坪當り工費 $60 \times \frac{20+6+4}{23} + \frac{400}{23} = 78.3 + 17.4 = 95.7$ 錢

故に此の場合に於ても坂押を使役するを利とす

尙線路二線以上ある場合と雖も工場雜費は其割合に増加するものにあらざるを以て此の如き場合は雜費に起因する坪當り工費幾分減額せらるべし

坂の部分に牛馬を使役するを適當とする事あるも此等は後章に説明すべし

淀川及び遠賀川に於ける實例

使用せる車の容積は一一立方呎にして人夫一人にて運搬せり軌條は「ヤード」九封度軌間二〇吋、釘綴鋼枕式のものとする

淀川に於ける實例

地名	土質	運搬距離	高さ	一線路に於ける車の數	一車一日の往復度數	備考
山崎	細砂及軟き沃土	360間	0 呎	15-22 ^臺	19-24 ^回	三七年度
全	全	460	0	16-24	15-22	距離500間以内は多く單線とし500以上は其一部に復線又は一二ヶ所の側線を有す 三八年度
全	全	"	0	20-24	17-18	
全	全	"	0	29-31	17-19	
全	全	550	0	27-38	15-16	
全	全	630	0	16-24	15-16	
全	全	320	8-9	17-18	21	
全	全	380	"	11-19	20	
全	全	500	"	17-28	17	
全	全	860	"	19-21	14	
全	全	240	"	21-31	24	
全	全	440	11-12	15-21	16-17	
全	全	500	"	6-10	17	
全	全	640	"	20-25	14	
全	全	750	"	15-20	13	
全	全	200	"	8-10	22	
大山崎	淺濺せる濕りたる粘土	240	8-10	—	20	三九年度及四〇年度
全	全	150	12	6-19	17	三九年度及四〇年度に於ける數線の平均なり
全	全	300	"	12-17	19-21	
全	全	330	"	10-18	18	
全	全	450	"	8-20	17	
牧野	砂交り沃土	30	高18呎の堤防を越えたる場合	10-25	17.1	
全	粘質沃土	170	8	"	26.6	
出口	軟き沃土	150-160	0	10-16	28-32	三九年度
全	全	210	9-13	9-13	21-25	三九年度
全	全	240	16(坂押を採り用す)	11-14	18-21	
全	全	"	20(坂押を採り用す)	11-14	15-18	
全	全	280	0	10-17	18-25	
全	粘 土	250	14	9-13	12-16	
全	全	280	18(坂押を採り用す)	12	12-14	
全	全	150	20	11-15	11-14	

論説及報告

地名	土質	運搬距離	高さ	一線路に於ける車の數	一車の一日の往復度數	備考
石山	發破せる40-50封度石片	140-210間	水平(多少の起伏あり)	8-14	18-20	四〇年度
伏見	粘土質沃土	60-200	(勾配の長さ60間)	8	20	
全	全	200	"	9-12	15-20	
淀	砂及軟き沃土	80	8	10-16	30	
全	全	130	6	15-16	27-28	
全	全	50	0	16-17	35	
全	全	"	0	19	31	
全	全	"	2	22	27-30	
全	全	"	"	18-19	31-35	
全	全	"	"	14	30	
全	全	80	4	17-22	28	
全	全	"	"	8	25	
大山崎	軟き沃土	120	0	8-12	35	四〇年度及四一年度
全	全	100-140	4	"	33	
全	全	150	5	"	31	
全	全	"	7	6-14	27	
全	全	95	8	"	28	
全	全	120	"	"	24-25	
全	砂	270	0	11	32	
全	全	200	0-4	9-10	24-35	
上島(牧野)	全	300-360	9-12(勾配の長さ50間)坂押使用	9	25	
全	全	340	"	"	24	
全	全	230	"	10	24	
全	全	260	"	14	26	
阪(牧野)	砂及び軟き沃土	380	11-12(勾配の長さ50間)坂押使用	13	20	
全	全	370	"	9	21	
全	全	320	"	13	21	
前島	砂	60	0-9	6-10	44-38	
全	全	100	"	"	38	
全	粘質沃土	"	"	"	30	
全	砂	190	1/3勾配60間	8-15	24	
全	粘質沃土	"	"	"	22	

輕便軌道に依る土工

論説及報告

地名	土質	運搬距離	高さ	一線路に於ける車の數	一車の一日の往復度數	備考	
前島	草根を有する沃土	第二號	210	0-6	11-20	26	
全	全	第二號線路	200	$(\frac{10}{30})$ ノ勾配 65間	12-16	25	
全	全		"	$(\frac{11}{33})$ ノ勾配 100間	11-16	23	
全	全		"	$(\frac{18}{33})$ ノ勾配(100間)	"	22	
全	全		195	2	6-17	28	
全	全	第三號	215	4	7-14	26	
全	全		230	$(\frac{10}{30})$ ノ勾配 80間	8-19	25	
全	全		"	$(\frac{14}{33})$ ノ勾配 80間	7-10	23	
全	全		255	14-18	—	"	
全	全		250	$(\frac{14}{33})$ ノ勾配 95間	—	24-25	
全	全		287	$(\frac{14}{33})$ ノ勾配 60間	—	20	
全	全		350	$(\frac{14}{33})$ ノ勾配 65間	—	18	
全	軟き沃土		第四號	170	$(\frac{14}{30})$ ノ勾配 40間	5-8	28
全	全	180		"	12-6	23	
全	全	285		$(\frac{14}{33})$ ノ勾配 60間	勾配を の漸次 下りる	13-15	24
全	全	370		"		10-16	22
全	全	440		"		10-17	21
全	全	250		$(\frac{14}{30-70})$ ノ勾配	五	—	24
全	全	260		$(\frac{18}{30})$ ノ勾配 80間	—	22	
全	全	515		$(\frac{18}{33})$ ノ勾配 88間	—	15	
全	全	第五號		100	0	6-8	45
全	全	第六號		50	$(\frac{4}{30})$ ノ勾配	4-5	"
全	砂	第六號	220	0	—	30	
全	全	第六號の二	250	"	—	35	
全	全		300	"	—	30	
全	全		360	"	—	27	
全	軟き沃土	第七號	120	$(\frac{14}{30})$ ノ勾配 20間	—	22	
全	粘土	第八號	70	稍や下り	—	40	
全	砂質の沃土	第九號	350	$(\frac{14}{30})$ ノ勾配 50間	平均 15	22	

人夫關し

遠賀川に於ける實例

地名	土質	距離		高さ		車數	往復 度數	經費		人 數	備 考	
		土取場	中間	土捨場	度			土捨場	保線			
御徳	山腹の土	間 45	間 62	間 40	4	24	同 24	1	1	3	13 %	%は運搬人夫數に對する 比及び
新嘉	堤防土	19	11	11	6.4	9.8	37.5	2	1	3.2	33	
鮎田	耕地の表土	24	22	22	5.2	14.5	30.5	2	1	3	21	
南良津	耕地の表土	47	132	81	3	15.7	21.2	2	2.2	4.2	27	西五年一月に於ける平均
新入	粘質土砂	30- 80	90	45- 80	9.7	13.6	26.6	1.1	1	3.1	23	
新口	粘質土砂	25	88	35	8	10.6	33.8	2	2	5	47	西四年五、六月に於ける 平均
上境	—	50	70	80	3	17.4	18.2	2.6	2.6	5.8	33	
		20- 40	170- 270	16- 270	6- 12	13.8	21.2	3	1	5	36	

從來發掘するに於ける平均

遠賀川に於ける實例

一立坪の掘鑿に
要する人夫數

一立坪の積込に
要する人夫數

砂及び砂利	0.00	0.75
硬質の土及び砂利	0.30	0.75
粘土	0.50	0.78
硬質の粘土	1.30	0.82

運搬者の平均速度毎分二〇〇呎(三三間)即ち一分時間に一〇〇呎を往復し得

一往復に付き土取場土捨場にて待ち合すべき時間四一六分

故に毎一日の往復度數(N)は次の如し

$$N = \frac{60 \times t}{6 + \frac{l}{100}} \quad \text{但し} \quad \left. \begin{array}{l} l \text{ は運搬距離(尺)} \\ t \text{ は従業時間(時)} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (k)$$

故に車の容積を1立方坪とせば

$$\text{一坪の運搬に要する人夫數} = \frac{n \left(\frac{l}{100} + 6 \right)}{60 \times t} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{一坪の堀鑿積込及び運搬に要する人夫數} = m + \frac{n \left(\frac{l}{100} + 6 \right)}{60 \times t} \dots\dots\dots (m)$$

但し式中 m は一坪の堀鑿及積込人夫數にして(j)表により知り得べし

故に車の容積を1/20坪(一一立方呎)待合時間を一往復六分従業時間を一〇時間とせば(l)式及び(m)式は次の如くなる

$$\frac{1}{20} \text{積土運車により一坪を運搬するに要する人夫數} = \frac{l}{110} + 6 \dots\dots\dots (l')$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{20} \text{坪積土運車により一坪を堀鑿し} \\ \text{積込み運搬するに要する人夫數} \end{array} \right\} = m + \frac{l}{30} + 6 \dots\dots\dots (m')$$

「カトマン」(Wilmann)氏の公式

掘鑿及積込

輕便軌道に依る土工

$$N = \frac{60 \times 10}{8 + \frac{27}{60}} \quad \text{但し} \quad 60 \text{ は速度(毎分米突)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

i は運搬距離(米突)

即ち

$$N = \frac{60 \times 10}{8 + \frac{7}{100}} \quad \text{但し} \quad i \text{ の單位は呎とす} \quad \dots\dots\dots (2)$$

上式は待合せ時間を除きては(A)式と全く同様なり、其他種々の式あれども大抵右二者の軌外を出で

比較、以上二氏の結果と前記(A)式とを比較せば、次の如し

(1) (A)式に於ては勾配に就て言及せず、又土砂の放下及出發に際し各車間隔の爲め必要な時間は四―六分の内に含有せしめたるが如きも余の實驗によれば車の間隔を取る爲めの時間は一線内の車數によりて増減し工程に影響を與ふる重要分子なるを以て車數一定不動なるか又は一〇臺以下の如き少き場合にあらざれば無視すること能はざるものとす、(A)式には此項目あり

(2) (A)式は一日の走行里程を運搬距離により増減あるものとすれども(B)式に於ては然らず一定従業時間内は距離の遠近に拘らず人夫の勞働に差異なしとせり

(3) 掘鑿及積込みに要する歩掛り(1)表は土砂の區分方法各人一定なる能はざるに依り差異あるは勿論なりと雖も予の觀測と餘りに大差あるを認む(崩し及積込の項参照)

尙實際計算によりて比較せば次の如し

運搬距離	運搬(一坪當り人夫數)				掘鑿・積込・運搬共(一坪當り人夫數)			
	(B)にて計算せるもの (時間 從業10 ^分)	(A)式にて計算せるもの		(m)式にて計算せるもの (時間 從業10 ^分)	(A)式にて計算せるもの			
		車 數	人 夫 數		車 數	人 夫 數		
40 間	0.28 人	10 臺	0.18 人	1.03 人	10 臺	0.51 人		
		20	0.26		20	0.59		
60	0.32	10	0.23	1.07	10	0.56		
		20	0.31		20	0.63		
80	0.36	10	0.28	1.11	10	0.59		
		20	0.35		20	0.67		
100	0.40	10	0.32	1.15	10	0.63		
		20	0.39		20	0.71		
150	0.50	10	0.43	1.25	10	0.74		
		20	0.50		20	0.80		
200	0.60	10	0.50	1.35	10	0.83		
		20	0.60		20	0.87		
300	0.80	10	0.71	1.55	10	1.00		
		20	0.77		20	1.05		
400	1.00	10	0.87	1.75	10	1.11		
		20	0.93		20	1.18		
600	1.40	30	0.99	2.15	30	1.25		
		20	1.19		20	1.43		
800	1.80	50	1.35	2.55	50	1.54		
		20	1.40		20	1.67		
1000	2.20	70	1.64	2.95	70	1.82		
		20	1.64		20	1.82		
		70	1.86		70	2.00		
		100	2.00		100	2.22		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		

第二行及第四行を比較するに運搬距離四〇—三〇〇間の場合に於ては(A)式にて車の數を二〇臺とすれば殆ど其の結果に差異を認めず、されど運搬距離増大するに従ひ其の差甚だしくして(B)にて得たる歩掛りは(A)にて得たるものに比し一般に大なり

次に第五行第七行を比較するに(m)にて得たる値は(A)式にて得たる値の一、九—一、四倍に當る是れ崩し及積方の項に記せる表と(j)表との差甚だしきによる

論説及報告

(未完)