

演 說

土工ノ勞働

工學士 笠井愛次郎君

余今夕此演場ニ登リ會員諸君へ報告旁此ニ陳述セントスルハ余多年  
 實檢シタル土工勞働ノ結果ナリ土工ノ勞働トハ英語 labour of earthwork  
 ト云ヒ土地ノ堀鑿築立等ニ要スヘキ力役高即人足ノ員數ヲ云フナリ  
 而シテ此力役高ハ主トシテ其堀取方積入方及運送方ノ割合宜敷ヲ得

全

主計

土木學科  
編輯委員

機械學科  
編輯委員

冶金學科  
編輯委員

化學科  
編輯委員

鑛山學科  
編輯委員

清水 鐵吉君

渡邊 讓君

久米民之助君

水上彦太郎君

高島 米八君

河喜多能達君

的場 中君

ルト否トニヨリテ大ニ差違アリ何ントナレバ若シ實地ニ於テ此三者  
 配置ノ割合宜シカラサレバ人足等敢テ怡慢ナラサルモ自然充分ノ働  
 キヲナシ能ハサル所アレバナリ假令ハ此三者ノ内堀取人他二者ノ割  
 合ヨリ少キトスレハ堀取人ノミハ充分ノ力ヲ盡シテ働クモ其堀取ル  
 土ハ積入方及運送方ニ充分ノ勞働ヲ與フルニ足ラサレバ自然緩慢ノ  
 働キヲ爲スニ至ル然ラサレバ手ヲ束テ堀取土ノ溜ルヲ待ツノミ三  
 者ノ内何レノ割合ヲ失スルモ皆然リ之ニ依テ生スル所ノ損失鮮少ナ  
 ラサルナリ故ニ土工ノ勞働ヲ計ラシニハ先ツ適實ナル此三者ノ割合  
 ナ定ムルニアリ而シ皇國未タ此割合ノ定メアルヲ聞カス幸ニ土木工  
 要録ニ一ツノ舊法ヲ載セタルモ不完全ニシテ實地ニ適用スルニ由ナ  
 シ歐洲ニハ已ニ此割合ノ定メアリト雖モ彼我其力ヲ用ユルノ慣習等  
 シカラス器械亦異ナルヲ以テ我國ニ於テ直ニ之ヲ適用スル能ハス故  
 ニ余ハ常ニ我國固有ナル此三ツノ割合ヲ定メシヲ思ヒ土工ニ從事

スル毎ニ必ス此實檢ヲナスコトヲ務メタリ今ヤ五ケ年ニシテ略一定ナル結果ヲ得タルヲ以テ其大略ヲ茲ニ演セントス  
 今其結果ヲ述ル以前歐州一二記者ノ示シタル割合ヲ此黑板ノ片隅ニ記シテ諸君ノ參照ニ供セントス

モールオース氏工術諸式袖珍書ニ距離五十ヤードヲ土車ニテ運送スル三者ノ割合ヲ載セタリ左表ノ如シ

土質	堀取方	積入方	運送方
軟土又ハ沙	一、〇〇	一、〇〇	一、〇〇
固結土	一、〇〇	二、〇〇	二、〇〇
通常粘土	一、〇〇	二、〇〇	二、〇〇
固結粘土	一、〇〇	一、二五	一、二五
固結砂利	一、〇〇	一、〇〇	一、〇〇

ランキン氏ハ同氏ノ著シタル土木學書ニ此割合及其他ノ諸關係等極メテ精密ニ記載セリ即チ左ノ如シ

土 質	積入方壹人ニ對スル掘取方ノ割合
軟土及沙	〇、〇
固 結 土	〇、五
通常粘土	〇、五或ハ一、〇
固結粘土	一、五或ハ二、〇

而シテ壹人ニテ土車壹個ヲ積入レル時間ハ運送方が平路百尺ヨ  
 リ百貳尺ヲ往返スル時間ニ等シク又阪路ナレバ昇高壹尺ニ付水  
 平距離六尺ヲ増スニ等シ故ニ昇高 $h$ 尺ナル阪路 $l$ 尺ヲ運送スル  
 コハ掘取方及積入方ノ一組ニ付  $\frac{t+6h}{100 \text{ or } 120}$  ノ運送方ヲ要スト而シ  
 テ以上三者ノ壹組ニテ軟土又ハ沙ナレバ一日ニ二十立方ヤード  
 固結土又固結粘土ナレバ一日ニ十六立方ヤードヲ掘取リ得ヘシ  
 ト

演說

諸前述ノ如ク俗ニ所謂土地變レハ品變ルノ譯ナルカ此等歐州法ヲ直  
 ニ我國ニ適用スヘカラズ加之以上ノ割合ノミニテハ猶不足アルカ如  
 ク覺ユルニ依リ余ハ此土工ノ勞働ヲ定ムルニ左ノ八者ノ割合若シク  
 ハ關係ヲ極ムルヲ必要トス

土地ノ硬軟 運送スヘキ道ノ傾斜

掘取方 運送スヘキ距離

積入方 運送器ノ容積

運送方 勞働時間

而シテ諸君能ク承知セラル、如ク我日本ニハ舊來箒ト稱スル一種ノ  
 土沙運送器アリ是ハ總テ繩或ハ藤蔓ヨリ造レル者ナレバ如何ナル邊  
 地ニテモ需ニ應シテ立所ニ用便シ得ヘキ極輕便ナル器具ナリ故ニ場  
 合ニヨリテハ之ヲ用ユルヲ最モ便利トス如何ントナレハ是又諸君能  
 承知セラル、如ク我國人ハ常ニ肩ヲ用ヒテ物ヲ荷フニ慣レ且最モ巧

ナリ而シテ都府市街ノ近傍ニ於テ商業用運送ハ多ク車馬其他ノ運送器ヲ用ユルモ農間ニ於テハ唯々馬ト肩トニヨルニ過キズ故ニ今一土工ヲ起サントスルニ若干ノ人足ヲ要スルモ常ニ土工ニノミ從事シ各種ノ土工器ヲ用ユルニ慣レタル人夫ヲ得ルハ其内幾分ニシテ他ハ皆夫ノ糞桶ヲ肩クニ慣レタル農民ヲ使役セサルヲ得ス左スレハ此等ハ素ヨリ簣ヲ用ユルニ慣レ且ツ簣鋤鏈ノ如キハ常ニ所持スル故ニ簣ヲ用ユルキハ各自適宜ニ道具ヲ持參シテ直ニ業ニ就クヲ得ルモ若シ新奇ノ器械ヲ用ヒントセバ先ツ此器械ヲ貸與ヘテ其用法ヲ鍊磨セシムルナレバ當分ハ其働半人前ニ過キサレベシ故ニ格別ノ大土工ニ非ラサルカ或ハ土捨場甚タ遠ラサル場合ニ於テハ簣ヲ用ユルヲ便且利トス又假令如何ナル大土工ニシテ如何ナル器械ヲ用ユルモ必ス簣ヲ交ヘ用ヰテ便利ナル場合アルヘシ是ニ於テ余ハ簣ト土車ノ兩様ニ就テ試験ヲナセリ

余ハ此實驗ヲナスニ當リ算出上ノ簡易ト其割合ノ見易カランガ爲メ先ツ距離ヲ定メ運送方一人ニ對スル掘取方及積入方ノ割合ヲ求メタリ而シテ此實驗ヲナスノ折ヲ得タルハ隄防建築ト道路開通ノ場合ニ於テセルヨリ土捨場ノ距離少キヲ稀ナルヲ以テ最モ多ク實地ニ於テ出會シ得ヘキ距離卽三十間ヲ撰ヒ用ヒテ左ノ割合ヲ得タリ

簧ニテ運送スレハ

土 質		掘取方	積入方	運送方
土	沙或ハ沙利	〇	〇、四〇	一、〇〇
土	固結土及沙利	〇、二	〇、四〇	一、〇〇
土	通常粘土	〇、三	〇、四二	一、〇〇
土	固結粘土	〇、八	〇、四五	一、〇〇

土車ニテ運

土 質		掘取方	積入方	運送方
土	沙或ハ沙利	〇	〇、九〇	一、〇〇

送スレバ

固結土及砂利	〇、四〇	〇、九〇	一、〇〇
通常粘土	〇、六五	〇、九五	一、〇〇
固結粘土	一、六〇	一、〇〇	一、〇〇

是ハ三十度乃至六十度ノ實驗ヲ平均シタル結果ナリ而シテ此結果ヨリ見レハ堀取方ト積入方ノ割合モ運送器ノ容量ト其構造トニ依テ多少異ナルヲ見ル是レ積入方ニ難易アルト其用ユル所ノ器具自ラ等ラサルニ依ルナルヘシ

次ニ距離ノ關係ヲ求ムル爲メ此三者ノ割合ヲ變セズ單ニ種々ト距離ヲ變シテ之ヲ試ミタルニランキン氏ノ示ス

$$\frac{1}{100 \text{ or } 120}$$

ノ如キ單一ナ

ル關係ニアラサルナリ依テ篤ト實地ニ就テ取調タルニ其距離ヲ増ス每ニ土沙ヲ土捨場ニ取捨ル爲ニ猶豫スヘキ時間ノ幾分ヲ減スルヲ以テ此割合ハ

$$\frac{1 - \left(\frac{1}{30} - 1\right)^c}{30}$$

ナルヲ發覺シ猶豫多ノ結果ヲ平均シテ是定



數。ハ簀ナレハ 1.6 土車ナレハ 4.4 ナルヲ知レリ故ニ距離ノ間ナレ  
 ハ掘取方及積入方一組ニ對スル運送方ノ割合ハ

$$\text{簀ナレハ} = \frac{l - \left(\frac{l}{30} - 1\right) 1.6}{30} \quad (1)$$

ナリ

$$\text{土車ナレハ} = \frac{l - \left(\frac{l}{30} - 1\right) 4.4}{30} \quad (2)$$

以上ハ総テ平路ニ於ル割合ニシテ阪路ヲ登ルキハ大ニ此割合ヲ變ス  
 然レトモ余カ實驗スル所ニ依レバ其高サト水平距離ノ關係ハランキ  
 ン氏ノ示ス如ク單一ノ者ニアラサルナリ依テ又前ノ如ク掘取方積入  
 方及ヒ(1)(2)式ニヨリ算出シタル運送方ノ割合ヲ以テ同坡度ノ傾路ニ  
 依リ種々ノ距離ニ就テ試ミタル結果ヲ初メ(1)(2)式ニ用ヒタル水平距  
 離ト比較シ此距離ノ差ハ高(h)ニ關シテ殆ント  $0.8h^2$  (簀ナレハ) 及  $1.2h^2$  (土車ナ  
 レハ)ナルヲ知レリ故ニ阪路登リ高h間トスレハ(1)(2)或ハ

$$\text{運送方ノ割合} = \frac{l - \left(\frac{l}{30} - 1\right) 1.6 + 0.8h^2}{30} \quad (3)$$

$$\frac{1 - \left(\frac{1}{30} - 1\right)4.4 + 1.2h^2}{30} \quad (4)$$

トナルナリ

夫レ斯ノ如ク高サノ爲メニ頗ル其割合ヲ増ハ蓋シ傾斜ノ爲メニ其曳力多キヲ要スルト運送人ノ疲勞スル速カナルニ依ル乎兎モ角爾來數々之ヲ實地ニ試ミタルニ曾テ大差ヲ生シタルヲナシ以テ此兩式ヲ實地ニ適用シ得ヘキヲ証スルニ足レリ

次ニ必要ナルハ時間ト堀取數量ノ關係ナリ此堀取高ハ一日中ニテ朝ト夕トハ大ニ異ナレリ是レ人足等ノ朝ヨリ夕ニ向ヒ漸次疲勞スルニ依ルヘシ故ニ之ヲ朝晝夕ノ三度ニ試ミタルニ一時間ニ朝ハ平均十二荷晝ハ平均拾荷半夕ハ平均八荷二分ニシテ即平均一時間ニ拾荷貳分三厘ノ土ヲ堀取レリ故ニ一日拾時間働クトスレバ一日ニ百貳荷三分ヲ堀取ルヘシ而シテ簀一荷ニ概テ土沙三十二貫乃至貳拾五貫即チ平均貳拾八貫五百目ヲ容ル、故ニ一組ニテ一日(働時間)ニ堀取ルヘキ土ハ

$$= 28.5 \times 102.3 = 2915.55 \text{ 貫目ナリ}$$

然ルニ土砂利等壹立方尺ノ重量ハ平均拾五貫目ナレバ此坪ハ

$$\frac{2915.55}{15} = 914.37 \text{ 立方尺ナリ}$$

故ニ雙方ニテ一坪ノ土ヲ掘取ルニハ一組ノ  $\frac{216}{101437} = 1.11$  倍ヲ要ス

又土車ナレバ一日(働時間)ニ一組ニテ平均六十六輛乃至七十輛ノ土砂

ヲ掘取レリ而シテ此土車ハ目方六十貫目ヲ積載スルヲ以テ壹人曳ニ最モ適當スルモノトス故ニ一組ニテ一日ニ掘取ル重量ハ

$$\frac{66+70}{2} \times 60 = 4080 \text{ 貫目即 } 272 \text{ 立方尺ナリ}$$

故ニ土車ヲ用テ一立方坪ノ土ヲ掘取ニハ一組ノ

$$\frac{216}{272} = 0.794 \text{ 倍ヲ要ス}$$

即チ前ニ定メタル掘取方積入方ノ割合ノ加チ m トスレバ一坪ノ土沙ヲ掘取ルニ要スル人足ノ員數ハ

$$\text{員數} = \left\{ m + \frac{2 - \left( \frac{1}{30} - 1 \right) 1.6 + 0.8h^2}{30} \right\} 1.11$$

(5)

ナリ

車ナレバ

$$m + \frac{l - \left(\frac{l}{30} - 1\right)4.4 + 1.2h}{30} \left. \vphantom{\frac{l - \left(\frac{l}{30} - 1\right)4.4 + 1.2h}{30}} \right\} 0.794$$

(6)

此兩式ニ時ノ相場ニヨリ人足壹人ノ賃金ヲ乘スレバ一坪ノ土ヲ水平距離ノ間ニシテ阪度高h間ナル處へ掘捨ルノ費用ヲ得ヘシ  
 斯演述シ來リタル總テノ割合ハ大ニ掘取働面 (working face) ノ廣狹ニ關スル者ニシテ此働面ハ壹人ニ四尺乃至六尺以上ヲヨシトス若シ是ヨリ少ナレハ役夫互ニ働キ自由ナラズ大ニ勞働ヲ妨クル者ナリ加之勞働ノ緩慢ニヨリテ大ニ差違ヲ生スル者ナレバ此等障害ノ爲メニ此實驗ヲ妨ケラレシコトヲ恐レ余ハ此實驗ヲナスキハ常ニ最モ信用スヘク且ツ余カ探索スルトコロノ主意ヲ了解セシメタル者若干ヲ交へ使用シタレバ其惰慢上等ヨリ來ル差違ハナキモノト確信ス  
 余ハ終リニ臨テ實地掘取リタル土坪ト之ニ使役シタル人足ノ總數トニ依リ算出シタル一坪當リノ人足數ヲ數多平均シタル者ト (5) (6) 式ニ依テ算出シタル一坪當リノ人足數ニ二三ヲ茲ニ列記シテ以テ諸君ノ

參照ニ供セントス

平 路		車	
距 離	(5)式ニ依リ 得タル者	(6)式ニ依リ 得タル者	實地ニ得タ ル平均
三〇、〇 <sup>間</sup> 六〇、〇 九〇、〇 一二〇、〇	一、七八 <sup>人</sup> 二、八三 三、八八 四、七五	一、八三 <sup>人</sup> 二、五〇 三、一八 三、八六	一、八八 <sup>人</sup> 二、五三 三、〇九 三、七五
	實地ニ得タ ル平均		

此結果ニ依テ見ルキハ工事ノ急ヲ要スルニアラサレバ六拾間迄ハ簀  
ヲ用ユルヲ利益トス且ツ六拾間以上ト雖モ土工少ナレバ土車及軌道  
ヲ設クルノ費用和償ワサル場合アリ宜シク工事ノ緩急ト其大小トヲ  
斟酌シテ器具ヲ撰ラハスンハアラサルナリ

論 評

石橋絢彦君曰ク笠井君ノ今日ノ演說ハ工學會ニ於テ是迄ニナキ結構  
ナル演說ナリ予モ西洋ノ算範ヲ用ヰタルコアレモ往々間違ヲ生スル

モノ多シ然レハ笠井君ノ式ハ全ク西洋ノ事情ニ係ハラザレハ大ニ我邦ニ適用スベク又後學生ノ便利トナルベシト信ス唯其式中 $h$ ノ數ハ自乘ナルガ故ニ豫メ其數ヲ限リ置カザレハ大相違ヲ生センカト思フ若シ其數ヲ限リ置カレタレバ承リタシ

笠井愛次郎君曰ク余ハ此實驗ヲナスニ當リ甚タ急ナル勾配ヲ用ユルノ機會ヲ得サリシヲ以テ用ヒタル勾配ハ貳拾分一マデニシテ唯數多此等ノ勾配ニ就テ試ミタル結果ヨリ彼是試驗ノ末ニ $h^2$ ニシテ實地ニ大差ナキヲ知リタルナリ決テ算學上ヨリ得タル者ナシ

石橋君曰ク「簀」ニテ運ブ人數ヲ求ムルニ舊幕府時代ノ式アリ

$2 = \text{町數}$

$N = \text{臺坪ヲ堀長リ且ツ運搬スル人數}$

トナシ且總人數ヲ求ムル式ヲ $N \parallel \frac{1}{2} + 1$ トナス故ニ距離壹町ニ人足三人貳町ニ五人トナリ笠井君ノ式ニ大抵似寄リタル所アリ又序ニ予ガ是迄經驗シタル「ドコービル」鐵道ノ「コチ」一言シテ諸君ノ參考ニ供ス

へシ距離大約三拾間ノ處へ頓覆車(英語俗ニチップ)ト云フ)ニテ運ハセシニ土取五人運ビ一人ニテ始終遊ハスニ出來タリ

久米民之助君曰ク車ノ大キサハ如何

笠井君曰ク土工ハ車ノ大小ヲ撰ブヨリハ一人ニテ運送スルニ適當ナル土ノ目方ヲ定ル方宜シキナリ假令如何ニ大ヒナル車ヲ使用スルモ一人ニテ曳キ得ヘキ重量ニ限アレハナリ一人曳ニ六拾貫目迄ヲ容ル、モノヲ最良トス

石橋君曰ク今一言申シ殘セリ予ガ用非タル頓覆車ハ三尺番八荷ヲ容ルコ容積アリ又番ナレハ一荷二人ヲ要シ八荷十六人ヲ要スヘキチ一人ニテ運ヒ得タレハ人數上ヨリ云ヘハ十五人ヲ減得タルナリ

久米君曰ク「ドコービル」ノ費用如何

石橋君曰ク最高ノモノ一フートニ付七十二錢ナリ

久米君曰ク籠其他ノモノニハ經驗ナキヤ

笠井君曰ク籠ハ不便ナリ籠ハ土沙ヲ容ル、ニ之ヲ持上ケ入レサルヘ  
 カラス然ルニ簧ハ唯四ツ手、シヨレン等ノ如キヲ用ル故簡便ナリ  
 石橋君曰ク「モッコ」ノ大キサ如何

笠井君曰ク「荷簧」故方一尺五寸位ナリ荷簧ハ損ナリ何トナレハ荷簧ハ  
 二人ヲ要ス二人ノモノハ互ヒニ氣ガ揃ハヌ故駿速ニ運ヒ難キノミナ  
 ラズ其容量モ荷簧ノ二倍ナラズ僅ニ一倍三分マテナリ「クロクワモッコ  
 」ハ殆ンド二倍ノ容量アルモ「シログワ」ヲ商賣ニセル人間ニアラサレ  
 ハ用ヒ慣レサル故ニ却テ不便ナリ故ニ矢張小サキモ方壹尺五寸位ノ  
 荷簧ヲ用ユル方輕便ニシテ且利益ナリ

久米君曰ク馬ヲ使用セハ如何

笠井君曰ク馬ハ未<sup>ダ</sup>經驗セズ折ヲ得テ試ムヘシ諸君モ宜敷實驗アリタシ

○論説及報告

セコンダリー電池

工學士 大井才太郎君