

汽力杭打機ノ打撃効果

准員 工學士 金 森 誠 之

茲ニ汽力杭打機ト稱スルハ Menck and Hammer 式又ハ Lach 式ノ如ク (Cylinder) カンペイノ働キヲナシ上昇ニ際シテハ直接蒸氣ノ力ニ據リ下降ニ際シテハ重力ニ據ルモノヲ意味シ綱又ハ鎖等ヲ以テ Connecting 引キ上クル間接ニ蒸氣力ニ據ルモノハ電力ニ據ルモノト共ニ Drop Hammer ト稱ス

汽力杭打機ハ比較的近年發明サレタルモノニシテ此ノ機ニ關セル實驗研究等些ク之レカ杭打ニ使用シタル場合其ノ打止メニ際シ支持力ヲ推定セントスルニ當リ汽力杭打機ヲ使用シタル爲メ特ニ他ノ杭打機ヲ使用シタル場合ト區別スルハ僅ニ "Engineering News Formula" ナル實驗式アルニ止マリ上式ノ明カニ適合セサルヲ見ル場合等ニ於テハ其ノ所置ニ普シムハ屢經驗スル所ナリ

一般ニ杭打ニ際シ支持力ヲ推定スヘキ公式ナルモノハ多々アルモ其ノ出發點ノ所謂理論的ニアルモノト實驗ニ據ルモノトヲ問ハス前者ハ總テノ狀態ヲ條件セル眞ノ理論的ナラサルト後者ノ實驗セル場合ハ土質其他一般のニナリ得サル爲メ會々應用セントスル場合ニハ著シク首肯シ難キ結果ヲ示スモノナレハ或意味ニ於テハ汽力杭打機ヲ使用シタル爲メトシテ特ニ Drop Hammer ヲ使用シタル場合ノ支持力推定ノ公式ヲ區別スルハ末節ニ拘泥スル嫌アレト後述ノ實驗ニモ示スカ如ク實際ニ於テハ同一事情ニ於テ同一重量ノ錘ヲ用ヒ同一高ヨリ落下セシムルモ汽力杭打機ヲ用ヒタル場合ト Drop Hammer ヲ用ヒタル場合ト其ノ沈下等シカラス前者ニ於テ大ナリサレハ支持力ヲ推定スル公式ヲ異ラシムルニア

ラサレハ全ク同一状態ニ於ケル或ハ同一ノ杭ニ於テ使用セル機體ノ種別ニヨリ同一支持力ナラストノ推定ヲ下サハル可カラサル不合理ニ陥ルヲ以テ吾人ハ技術者ノ立場トシテ末節ナリトシテ閉却シ得サル所ナリ

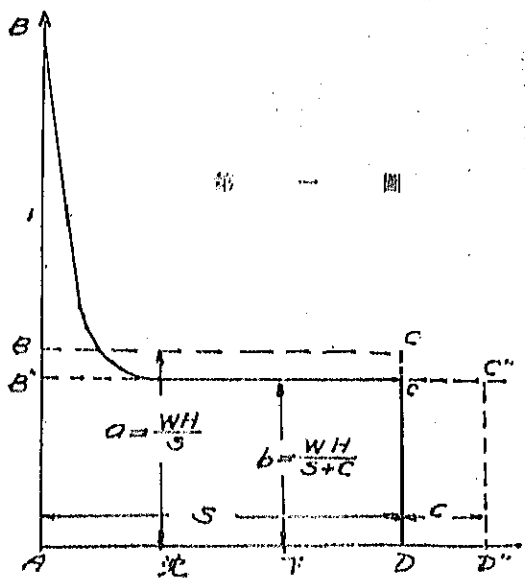
Engineering News Formula ヲ使用スル多クノ技術者ハ該式ヲ信賴スヘキモノトシテ使用スルヨリモ寧ろ上叙ノ理由ニ據ルモノ多クランカ該式ノ示ス所ニヨレハ

$$P = \frac{2WH}{S+1} \dots \dots \dots \text{Driven with a drop hammer}$$

$$P = \frac{2WH}{S+0.1} \dots \dots \dots \text{Driven with a steam hammer}$$

式中ノハ推定支持力ヲ封度ニテ示セル場合トハ餘ノ重撃ヲ封度ニテ示シテハ最後ノ沈下シ時ニテ示シムハ落下高ソ吹ニテ示ス

第一圖



新式カ杭ノ支持力

ナル形ヲ有スルモノニシテ本式ハ最初 Drop Hammer ノモノニ就キ A. M. Wellington 氏カ提案シ一八八八年十二月 Engineering News ニ公表サレタルモノニシテ其ノ理論トスル所ハ第一圖ニ示スカ如ク最初 Moment カ杭ヲ打チタル瞬間ニ於テハ其ノ抵抗力非常ニ大ニシテ沈下ヲ初ムルト共ニ急激ニ遞下シ其後或ル一定ノ抵抗ヲナシツ、沈下スルモノナルヲ以テ其ノ一定ノ抵抗ヲ杭ノ支持力ト考フル場合ニ於テハ單ニ沈下ガヲ以テ杭上ニナサレタル仕事ヲ割ルトキハ第一圖ニ示スカ如ク (面積 $A B' C' D' = A B C D$) ナル實際ヨリ大ナル價ヲ得ルコトノナレハ面積 $A B' C' D' =$ 面積 $A B C D$ トシテ $S+C$ ヲ以テ割ラサルヘカラスト云フニテリ

C ハ土質其他ニ依リテ變化スヘキモノ本式全體トシテノ實驗ニ於テハ

上叙ノ意味ニ於ケル價以外ノ杭頭ノ破損ニヨル仕事ノ損失 *Monkey* ノ落下ノ途中ニ於ケル損失等ヲ意味スル價ヲ含ムヘキモ此等杭ノ支持力ト所謂公式トノ關係ニツイテノ問題ハ他日ニ譲リ *Wellington* 氏ハ大膽ニ之レヲ常ニ常數ナリトシ氏ノ所謂杭打ノ状態ニ就テノ廣汎ナル觀察ト摩擦ノ一般方則ニ關セル多年ノ實驗及研究ヲ基礎トシテ¹⁾ナル價ヲ斷定セリ汽力杭打機ニ關シテ其ノ後氏ハ *0.1"* ナル價ヲ推舉スレ共 *Drop Hammer* ニ於ケルカ如キ態度ヲ有シ難キカ如シ *Norfolk and Western Railroad* ノ工務局ニ於テハ實驗ノ結果汽力杭打機ニ於ケル *U* ヲ *0.3"* ナリトセリ

即チ本式ニ於テハ總テノ事情ヲ同シクシ同重量ノ *Monkey* ヲ用ヒ同一ノ高サヨリ落下セシメタル場合汽力杭打機ニ據ルモノハ *Drop Hammer* ニ據ルモノヨリ沈下大即チ前者ノ打撃効果ハ後者ノ打撃効果ヨリ大ナルコトヲ意味ス而シテ其ノ沈下ノ少ナキ場合程打撃效果増大シ極端ニ(極端ナル場合ハ多クノ實驗式ニ於テ不適合ヲ見ルハ通例ナルモ)全ク沈下ナキ場合ニ到着スレハ前者ハ後者ニ十倍スル打撃效果アリトセル假定ノ下ニ支持力ヲ豫期シ得ル事トナル著者ハ本式ニ於ケル前項一般意見ヲ肯定シ得レ共其ノ關係何レノ場合ニ於テモ本式ニ示セルカ如キモノナルコトヲ認メヌ唯或ル土質ニ於テ或ル重量ノ *Monkey* ヲ用ヒ或ル高サヨリ落下セシメタル場合々々本式ニ示スカ如キ關係ヲ得ヘキ可能性ノアルヲ容認スルト共ニ又全ク本式ノ適合セサル場合ノ存スルハ想像シ得ヘシ後述ノ實驗明カニ之レヲ示ス

Brooklyn Navy Yard ニ於ケル實驗ハ二本ノ異ル杭ヲ用ヒ實際出來ル丈ケノ同状態ノ土質ニ於テ兩者ノ比較打チヲナシ汽力杭打機ニ於テ *Monkey* ノ重量三噸引上高三呎最後ノ沈下二分ノ一時 *Drop Hammer* ニ於テ *Monkey* ノ重量一噸引上高三十五呎最後ノ沈下¹⁾ $\frac{1}{4}$ ノ結果ヲ得本式ヲ用ヒ夫々三〇噸及三一・一噸ノ推定支持力ヲ得タレ共或ハ打込長ヲ異ニシ或ハ後者ノ *Iron shoe* ヲ用ヒタルカ如キ状態ノ差アルヲ以テ直ニ價シ難シ

抑モ汽力杭打機ト *Drop Hammer* トノ間ニ斯ク打撃效果ノ差ヲ存スルハ其ノ構造上ノ區別ニ於テ *Monkey* ノ材料、形狀、重量、摺木トノ關係ハ或ハ打撃效果ニ重大ナル關係ヲ有センモ汽力杭打機ナルヘキ爲メニハ掣肘サルヘキ因子ナランモ打撃效果ノ小ナリトスル *Drop Hammer* ニ於テハ何等掣肘サル可キモノニナラサルヲ以テ此ノ問題ヨリ除外シ得ヘク唯

以下ノ二點ニ於テ著シキ差異ヲ有スルモノトス

- 一 汽力杭打機ニ於テ Monkey 落下ノ途中ニ於ケル残留蒸氣ノ影響
- 二 打撃速度遲速ノ影響

第一項ハ汽力杭打機ノ打撃效果減殺ノ因子トナリ第二項ハ増大ノ因子トナル

一 汽力杭打機ニ於テ Monkey 落下ノ途中ニ於ケル残留蒸氣ノ影響

普通汽力杭打機ノ運轉方法ハ Monkey タル Cylinder 中ニ汽罐ヨリ高壓蒸氣ヲ進入セシメ Piston ヲ固定シテ Cylinder ヲ上昇セシメ所定ノ高サニ達スルトキ蒸氣ノ進入ヲ杜絶セシムルト同時ニ小孔ヲ通シテ高壓蒸氣ヲ外氣ニ放散セシメ Cylinder ヲ重力ニ據リ落下セシムルモノナルカ放散セシムヘキ小孔ハ其ノ構造上ヨリ異常ニ大ナラシムルヲ得サル爲メ放出瞬間ニ其ノ全部ノ目的ヲ達スルコト不可能ニシテ放出シツ、漸時落下スルコトノナリ Cylinder 中ノ壓力常壓ニ達スル迄常ニ Back pressure 働キ落下ヲ碍クル事トナル實際運轉中實見スルニ落下ノ最後迄蒸氣ノ吐出ヲ見ルモ Back pressure ヲ受クル蒸氣ハ落下ノ上部僅少ニシテ大部分ハ常壓ニ降下セル蒸氣ニシテ打撃效果ニ對シテハ影響殆ントナキモノトス

今此ノ高壓蒸氣吐出ノ狀況ヲ吟味シ大約效果減殺ノ割合ヲ推知センニ附圖第一ハ實驗ニ供セル Lacombe 式汽力杭打機ノ Monkey ノ構造ヲ示セルモノニシテ (a) ナル管ヨリ Cylinder (c) ニ蒸氣ヲ進入セシムルトキ Piston (b) ハ杭木上ニ靜止スルヲ以テ Cylinder ハ上昇シ全 Stroke 丈ケ上昇セシメタルトキ Threeway cock (e) ニヨリ (d) ナル管ヨリノ蒸氣ノ進入ヲ止ムルト共ニ (e) ナル小孔ヨリ蒸氣ヲ外氣ニ吐出セシメ爲メニ自重ニヨリ落下セシムルモノトス

此吐出孔 (e) ヲリ蒸氣ヲ吐出スル狀況ハ

W Cylinder ノ重量

A Cylinder ノ斷面積

v Cylinder ノ落下加速度

h Cylinder ノ Stroke

放出孔ノ断面

任意ノ距離、丈ケ落下シタル時ノ容積

最初落下ヲ始メントスル瞬間ノノ蒸氣ノ壓力

外氣ノ壓力

壓力ナル時ノ蒸氣ノ密度

放出孔ヨリノ蒸氣ノ放出速度

トスル時次ノ關係アリ

$$V = Ax, \quad \frac{dV}{dt} = A \frac{dx}{dt} \quad \dots \dots \dots (a)$$

$$R = \frac{dV}{dt} = \left(1 - \frac{P_0}{P}\right) W, \quad P = \left(1 - \frac{1}{q} \frac{dx}{dt}\right) \frac{W}{A} \quad \dots \dots \dots (b)$$

$$\frac{dP}{dt} = - \frac{W}{Aq} \frac{dP}{dt} \quad \dots \dots \dots (c)$$

$$P = \frac{P_0}{P_0} P, \quad \frac{dP}{dt} = \frac{P_0}{P} \frac{dP}{dt} = - \frac{f}{P} \frac{W}{Aq} \frac{dP}{dt} \quad \dots \dots \dots (d)$$

今任意ノ距離、丈ケ (Cylinder) カ落下シタル瞬間ニ於ケル吐出孔ヨリ放出スル蒸氣ノ速度、此ノ瞬間ニ於テ放出スル蒸氣ニ含マル、熱量ヲ無視スル假定ノ下ニ Energy Principle ニ依リ、 W ノ間ニ於テ

$$(P - P_0) W \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \rho \times (W \frac{dx}{dt})^2$$

ナル關係ヲ有スルヲ以テ、ハ

論 説 報 告 汽力銃打機ノ打撃効果

ヲ以テ表サルヘシ此ノ場合 Cylinder 中ニ有スル蒸氣ノ全量ヲ M ナリトスレハ放出スル蒸氣ノ量ハ $\frac{dM}{dt}$ ニシテ又

$$u_x = \sqrt{\frac{2(P-p)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2(P-p)}{\rho_0 P} g P_0} \dots \dots \dots (1_a)$$

ナリ故ニ

$$\frac{dM}{dt} u_x \rho = - \frac{d(\rho V)}{dt} \dots \dots \dots (e)$$

トナリ(e)式ニ於テ $u_x \sqrt{\frac{d\rho}{dt} + \rho \frac{dV}{dt}}$ (e)

$$\frac{a}{A} \sqrt{1 - \frac{1}{g} \frac{dx}{dt^2}} \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{1}{g} \frac{dx}{dt^2} - \frac{PA}{W}\right) \frac{2P_0 g}{\rho_0} \frac{a}{g} \frac{dx}{dt} + \left(1 - \frac{1}{g} \frac{dx}{dt}\right) \frac{dx}{dt}} = 0 \dots \dots \dots (1_b)$$

ナル微分方程式ヲ得ヘシ本式ヲ解キ(a)乃至(e)式ニ適應スレハ Cylinder 落下ノ距離、吐出スル蒸氣ノ量 Cylinder 中ノ壓力等相互ノ關係ヲ明カニナスコトヲ得レトモ本式ハ Degree 及 Oder 俱ニ高ク且複雑ナル形ヲ有スルヲ以テ Finite form トシテ解式シ得サルハ著者ノ甚タ遺憾トスル所ナリ

今大體ノ見當ヲ求ムル爲メ假リニ静止セル Cylinder ヨリ高壓蒸氣ノ吐出スル場合ヲ吟味シ壓力 P_0 ヨリ P ニ降下スル時

$$\frac{dM}{dt} = u_x \rho, \quad M = \rho V, \quad u_x \rho = -V \frac{d\rho}{dt}$$

$$u_x = c \sqrt{\frac{2(P-p)}{\rho_0 P} g P_0} \quad \text{ナレバ (c) 吐出孔ノ状態ニヨリ } \circ \cdot \text{六 乃至 } \circ \cdot \text{七 トス}$$

$$v^a \sqrt{\frac{2(P-p)gP_0}{\rho_0 P}} \times \frac{\rho_0 P}{P_0} = -V \frac{\rho_0}{P_0} \frac{dP}{dt}$$

or $-Kdt = \frac{dP}{\sqrt{(P-p)P}}$ where $K = a^a \sqrt{\frac{2gP_0}{\rho_0}} \times \frac{1}{V}$

is $-Kt = 2 \log \left[\frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \right] \dots \dots \dots$ (I)

ナル結果ヲ得ヘシ

此ノ場合ニ於テ放出量ニ關スル他ノ實驗式ヲ適應セルモノト比較スルニ

(i) Napier's equation $-\frac{dM}{dt} = \frac{a}{70} P \dots \dots \dots$ (II)

$-V \frac{d\rho}{dt} = \frac{a}{70} P,$ $-V \frac{\rho_0}{P_0} \frac{dP}{dt} = \frac{a}{70} P \dots \dots \dots$ where $K = \frac{a}{70} \frac{P_0}{P_0} \cdot \frac{1}{V}$

$-Kt = \log \frac{P}{P_0} \dots \dots \dots$ (II)

(ii) Groshof's formula $-\frac{dM}{dt} = 0.0165 a P^{0.8} \dots \dots \dots$ (III)

$-V \frac{\rho_0}{P_0} \frac{dP}{dt} = 0.0165 a P^{0.8}$

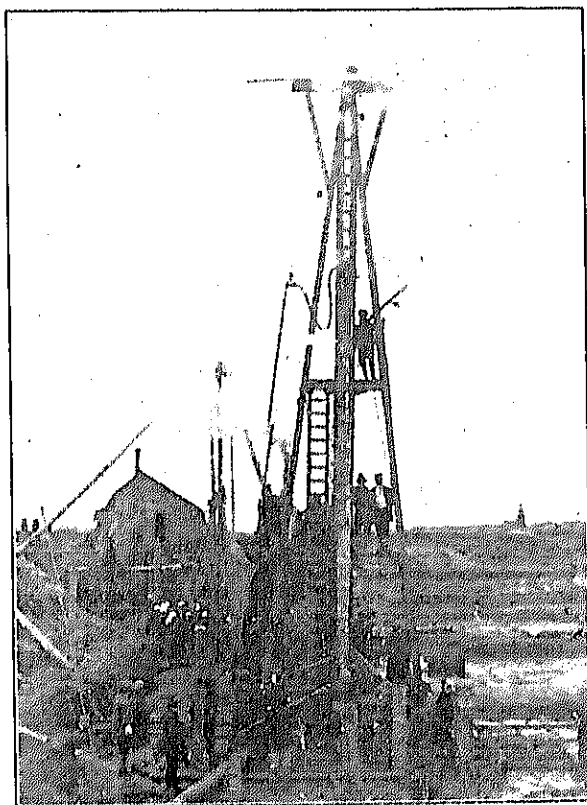
$-Kdt = P^{-0.2} dP,$ where $K = 0.0165 a \frac{P_0}{P_0} \cdot \frac{1}{V},$

$-Kt = \frac{1}{0.03} (P^{0.3} - P_0^{0.3}) \dots \dots \dots$ (III)

ナル形ヲ有ス今上式ヲ實際ノ場合ニ適應シ Cylinderカ落下ノ途中常壓ニ達スル迄ノ時間ヲ求メンニ實驗ニ供セル機體ハ

$$W = 0.6 \text{ ton} - 1,344\#, \quad A = 41.38\text{cm}^2, \quad n = 1.483\text{cm}$$

$$l = 3l - 10 \frac{l}{2}, \quad p = 14.7 \text{ lb/cm}^2, \quad q = 32.2 \text{ ft/sec}$$



Laconr 式汽力梳打機操業ノ状況持ニ Monkey 最
上部ニ到ル迄蒸氣ヲ進入セシメタルモノニシテ吐
出孔以外ノ孔ヨリ蒸氣ノ噴出ヲ見ル

壓力ト關係アルモノナレハ操作甚々困難ニシテ未熟ナル運轉者ノ如キハ此ノ機微ヲ解セス最上部ニ達スル迄蒸氣ノ進入ヲナサシメ落下セントスル時ニモ依然六十封度内外ノ壓力ヲ保タシムルモノサエアリ吾人カ運轉中其ノ最上部ニ達シタル時吐出孔以外ノ孔ヨリ蒸氣ノ噴出スルヲ見ルハ此ノ種拙劣ナル運轉ヲナセルモノナリ(寫眞參照)

ニ當リ此ノ蒸氣ヲ注入シ Cylinder ヲ上昇セシメ之レカ相當ノ運動率ヲ得テ最早蒸氣ノ注入ヲ止ムルモ其ノ運動率ニヨリ重力ニ反シテ最上部ニ達シ得ル見込ミヲ得タル時直チニ蒸氣ノ進入ヲ止メ(構造上同時ニ蒸氣ヲ外氣ニ吐出セシメ蒸氣ヲ吐出セシメツ、最上部ニ達セシムサレハ落下ヲ初メントスル際ニハ既ニ壓力ヲ減シ居リ蒸氣ノ節約ヲナシ打撃速度ヲ増大スルト共ニ Cylinder 中ニ殘留スル蒸氣ノ壓力ヲ遮下セシメ其レニヨル Back pressure ヲ減スルコトノナル而シテ此ノ運轉ハ短時間中ニ行ハレ一方蒸氣ノ

吾人ノ希望スル所ハ將ニ落下セントスルニ際シ既ニ常壓ニ降下セシメ落下ニ際シ全ク Back pressure ノナカラシムルニアレト壓力ノ關係上不可能ナル場合ヲ除クモ甚々困難ナル事ニシテ最上部ニ達セサルニ落下ヲ初メ又ハ連轉速度遲延スルヲ以テ普通相等ノ高壓蒸氣ノ殘留シ居ルモノト認メサルヘカラス而シテ其ノ最高壓力ハ Cylinder 自身ノ重量ヲ支持スルニ足ルヘキ壓力ニシテ其レ以上ニアリテハ其ノ壓力ニ遜下スル迄最上部ニ止マルモノナリ P_0 ニ關シテハ其ノ最大値タル此ノ値ヲ採ラントス實驗ノ場合ハ重量〇六噸ニ對シ面積四一・二八平方吋ニシテ壓力計ニ於テ三二・六封度毎平方吋絶對四七三封度毎平方吋ナリトス

$$P_0 = 47.3 \text{ #/in}^2$$

$$r_0 = 0.111 \text{ #/ft}^3$$

ノ値ヲ有ス

(I) 將ニ落下ヲ初メントスル時ノ吐出孔ヨリノ吐出蒸氣量

(a) By formula (1), $r = 0.6$

$$\left(\frac{dM}{dt}\right)_0 = r P_0 = 0.6 \sqrt{\frac{2(47.3 - 14.7) \times 32.2 \times 12 \times \frac{1.485}{144} \times 0.111}{0.111}} = 1.131 \text{ #/sec}$$

(b) By Napier's equation

$$\left(\frac{dM}{dt}\right)_0 = \frac{1.485}{70} \times 47.3 = 1.033 \text{ #/sec}$$

(c) By Grushko's formula

$$\left(\frac{dM}{dt}\right)_0 = 0.0165 \times 1.485 \times (47.3)^{0.8} = 1.031 \text{ #/sec}$$

(II) 常壓ニ迄降下スル時間

論 說 報 告 汽力杭打機ノ打撃効果

By formula (I)

$$K = 0.06 \times 1.485 \sqrt{\frac{2 \times 32.2 \times 47.3}{0.111}} \times \frac{1}{41.28 \times 46.5} \times 144 = 0.6 \times 37.64$$

$$t = \frac{2 \times 2.306}{37.64 \times 0.6} \log_{10} \left(\frac{\sqrt{14.7}}{\sqrt{47.3} + \sqrt{32.6}} \right) = 0.105 \text{ sec}$$

(II) 式及 (III) 式ノ相等高壓ノ場合ノモノナルヲ以テ適應シ得ヌ

即チ Monkey ノ 將ニ 落下セシトスルニ 當リ 初吐 出 蒸 氣 量ノ 毎秒 〇・二三 四 封 度ニ シテ 漸次 落 下ト 共ニ 吐 出 量 及 Cylinder 内ノ 壓 力ヲ 減シ 〇・一〇 五 秒ニテ 常 壓ニ ナルモノナルヲ 知ル

此ノ 時 間 中 殘 留 蒸 氣ニ ヨリ Back Pressure ノ 爲ニ 生 スル 損 失 Energy E_L ハ

$$E_L = \int_0^x P A dx \quad (\times 10 \cdot 10 \cdot 5 \text{ 秒 間ニ 落 下 セ ン 距 離})$$

ニシテ 此ノ 場 合ニ 於 テ ハ

$$a = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{PA}{W} \right) g t^2, \quad t = \frac{-2}{K} \log \frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}}$$

ナルニヨリ

$$E_L = \frac{2gA}{K^2} \int_{P_0}^P \left[\left(1 - \frac{PA}{W} \right) \log \frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \cdot \frac{P}{\sqrt{P}(P-p)} - \frac{A}{W} \left(\log \frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \right)^2 P \right] dP$$

$$\text{or } E_L = \frac{2gA}{K^2} \left[\int_{P_0}^P \log \frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \cdot \frac{PdP}{\sqrt{P}(P-p)} - \frac{A}{2W} \int_{P_0}^P \log \frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \cdot \frac{PdP}{\sqrt{P}(P-p)} - \frac{A}{2W} \left[\left(\log \frac{\sqrt{P} + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \right)^2 P^2 \right]_{P_0}^P \right]$$

$$\therefore E_L = \frac{2gA}{K^2} \left[\log \frac{V_P + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \right] \left[\log \frac{V_P + \sqrt{P-p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \left(\frac{P}{2} - \frac{11}{16} \frac{AP^2}{W} \right) + \sqrt{P(P-p)} \left(1 - \frac{4}{8W} (2P+3p) \right) \right]$$

$$+ \frac{AP}{16W} (P+3p) - \frac{P}{2} \frac{P_0}{P}$$

$$= \frac{2gA}{K^2} \left[\frac{P_0-p}{2} + \frac{1}{16W} - (4p^2 - P_0^2 - 3P_0p) + \left(\log \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0-p}} \right) \left(\frac{P}{2} - \frac{11}{16} \frac{AP^2}{W} \right) \right]$$

各々其ノ値ヲ入ルノキキ

$$E_L = \frac{2 \times 32.2 \times 41.28}{(0.6 \times 37.64)^2} \left[\frac{47.3 - 14.7}{2} + \frac{41.28}{16 \times 1.344} \left(4(14.7)^2 - (47.3)^2 - 3 \times 47.3 \times 14.7 \right) \right]$$

$$+ \left(\log \frac{\sqrt{14.7}}{\sqrt{47.3} + \sqrt{47.3 - 14.7}} \right) \left(\frac{14.7}{2} - \frac{11}{16} \frac{41.28 \times (14.7)^2}{1.344} \right) \right] = 70.73 \text{ 馬}$$

ナリ

以上ノ結果ハ吐出量算定ニ當リ熱量ノ増減ヲ無視シ Cylinder 静止セルモノナリトスル大ナル假定ヲ有スルモ大約ノ見當ヲ得ヘク使用機體ニ於ケル打撃勢力ニ對シテノ損失割合ハ

$$70.73 \text{ 馬} + 1.344 \text{ 馬} \times 3.875 \text{ 馬} = 0.01355$$

ニシテ上述ノ假定ハ安定ナル假定ナルヲ以テ約二三パーセントノ損失アルモノト推定ス

實驗ニヨリ損失量ヲ推定シタル著者ノ方法ハ使用機體ハ上述ノ如キ重量、行程其他ヲ有スル Locom 式蒸氣杭打機ニシテ打込杭ノ状態ノ同ナル場合即チ數回均等ノ沈下ヲナセル場合ニ於テ打撃速度ヲ等シク十秒ニ付一回トナシ普通蒸氣ニヨル打込ミト人力ニテ引キ上ケ蒸氣ノ影響ヲ除キ蒸氣ノ場合ト同様ノ落下ヲナサシメタル打込ミトヲ比較セルモノニシテ打込増加ト共ニ沈下減少スヘキ一般原則ヲ考ヘ其ノ平衡ヲ得ル爲メ、蒸氣、人力、蒸氣、蒸氣、人力ノ順序

トシ且杭木ニヨリ順序ヲ交替シ尙實驗ノ前後ニ於テ沈下等シカラサルモノヲ除キ其ノ平均値ヲ採ルコトクセリ

實驗其ノ一

使用杭木 松材末口六寸一分長サ二十四尺四寸重量五十貫

土 質 表面ヨリ深サ六尺迄泥土十六尺迄青色硬砂層ニシテ杭端深サ十二尺ニ達シタル時

| | | | |
|---------|------------|--------|-------|
| 人力ニヨルモノ | 每 回 沈 下(分) | 平 均(分) | 割 合 |
| 蒸氣ニヨルモノ | 四・八 | 四・一〇 | 一・〇〇〇 |
| | 三・九 | 三・六 | 〇・九三四 |
| | 四・〇 | 四・〇 | 三・八三 |
| | 三・五 | | |

實驗其ノ二

使用杭木 松材末口六寸五分長サ二十四尺六分重量七十五貫二百匁

土 質 表面ヨリ深サ十八尺迄青色砂層ニシテ杭端深サ七尺ニ達シタル時

| | | | |
|---------|------------|--------|-------|
| 人力ニヨルモノ | 每 回 沈 下(分) | 平 均(分) | 割 合 |
| 蒸氣ニヨルモノ | 四・〇 | 三・一七 | 一・〇〇〇 |
| | 三・〇 | 二・五 | 〇・九五五 |
| | 三・六 | 三・〇 | 三・〇三 |
| | 二・五 | | |

實驗其ノ三

使用杭木 松材末口六寸三分長サ二十四尺五寸重量六十三貫

土 質 表面深二尺迄軟砂層深サ十五尺迄青色硬砂層ニシテ杭端深サ九尺ニ達シタル時

| | | | |
|---------|------------|--------|-------|
| 人力ニヨルモノ | 每 回 沈 下(分) | 平 均(分) | 割 合 |
| 蒸氣ニヨルモノ | 四・四 | 三・四七 | 一・〇〇〇 |
| | 三・〇 | 三・〇 | 〇・八九三 |
| | 三・〇 | 三・三 | 三・一〇 |
| | 三・〇 | | |

實驗其ノ四

使用杭木 松材末口六寸長サ二十四尺六寸重量四十五貫

土 質 表面深サ八尺迄泥土深サ十六尺迄青色砂層ニシテ杭端深サ十二尺ニ達シタル時

| | 毎回沈下(分) | 平均(分) | 割合 |
|---------|---------|-------|-------|
| 人力ニヨルモノ | 三・〇 | 二・〇 | 一・〇〇〇 |
| 蒸氣ニヨルモノ | 二・五 | 二・五 | 一・〇七〇 |

實驗其ノ五

使用杭木 松材末口六寸五分長サ二十四尺六寸重七十三貫五百匁

土 質 表面深サ五尺泥土深サ十尺迄砂層以下硬砂層ニシテ杭端深サ九尺ニ達シタル時

| | 毎回沈下(分) | 平均(分) | 割合 |
|---------|---------|-------|-------|
| 人力ニヨルモノ | 一三・〇 | 一〇・八 | 一・〇〇〇 |
| 蒸氣ニヨルモノ | 二二・〇 | 九・八 | 〇・九四〇 |

以上五回ノ實驗ヲ平均スルニ人力ト汽力トノ割合一〇〇〇ニ〇・九五八トナリ損失割合四・一六ばーせんとナル値ヲ示セ共各個ノ値ハ常ニ此ノ關係ニアラス此ノ平均値ヲ以テ全場ヲ推シ難キハ明カナルモ一般ニ蒸氣ニヨルモノハ人力ニヨルモノヨリ沈下少ナキコトヲ知ルヲ得ヘシ計算及ヒ實驗ハ唯此ノ概念ヲ考フルノミニシテ一般ニ何ばーせんとノ損失アリトハ断定シ能ハサルモノトス

二 打撃速度遲速ノ影響

杭打ニ當リ打込長五六尺以上ニ達シタル場合、天候、休憩其他種々ノ原因ニヨリ相等ノ時間共ノ打込ミヲ一時中止ヲナシ再ヒ開始スルニ當リ全ク休止前ト同様ノ條件ニテ打込ミヲナスモ其ノ沈下減少シ尙引續キ打込ヲ持續スルトキ土質ノ變化其ノ他ノ状態ノ變化ナキ限り再ヒ休止前ノ沈下ト等シキ沈下ヲ見ルハ屢々經驗スル所ナルヘシ次表ハ其ノ實例ナリ

| 番號 | 長(尺) | 末口(寸) | 重量(貫) | 打込長(尺) | 休止時間 | 休止前沈下長(分) | 休止後沈下長(分) | 備考 |
|----|------|-------|-------|--------|------|-----------|-----------|---------------------|
| 1 | 二四・七 | 六・〇 | 五一・三 | 一九・〇 | 四八・〇 | 二八・〇 | 二三・〇 | 二八打撃後再ヒ二・八〇トナル引上漸十尺 |

論說報告 汽力杭打機ノ打撃効果

一四

| 番號 | 杭 | | 水 | | 備考 |
|----|------|-------|-------|--------|-------------|
| | 長(尺) | 末口(寸) | 重量(貫) | 打込長(尺) | |
| 2 | 二四・三 | 五・八 | 六一・七 | 一八・〇 | 再ヒ沈下増サス |
| 3 | 二一・三 | 五・二 | 二一・三 | 一八・〇 | 一一打撃ノ後五分トナル |
| 4 | 一一・一 | 六・〇 | 二八・四 | 八・〇 | 引上高七尺 |
| 5 | 二四・四 | 五・九 | 五九・〇 | 一〇・〇 | 引上高十尺 |

摘要 杭木ハ總テ松材ニシテ打込ミハ人力ヲ以テシ Mould ハ樽製重量七十八貫四百匁ノモノヲ使用ス
 土質各實驗略同様ニシテ表面二、三尺乃至四、五尺泥土其ノ後砂層七、八尺ヲ有シ以下青色硬砂層ノモノニシテ砂層二、三尺深迄打込ミシ場合ニ行ヘルモノナリ

之レハ其ノ因土質ニ依リ一定シ難キモ打込中ハ其ノ打撃ニヨル振動ノ爲メ周圍ノ土砂攪亂サレ杭ヘノ粘着ヲ妨ケ特ニ水分ヲ含メルモノニアリテハ周圍ハ水ニ圍マレ反ツテ減擦ノ作用ヲナスモノナレト一旦其ノ中止ヲ見ル時ハ土砂各々其ノ落ち附クヘキ箇所ニ落ち附キ杭周圍ニ全ク粘着スル爲メナルヘシ
 以上ハ時間ヲ單位トセル休止ノ場合ナレト短時間秒ヲ單位トセルモノニ於テモ依然此ノ現象ノ存在スルナルヘク打撃速度ノ遲速ニ依ル打撃效果ノ多少アルハ之レニ依リテ起ルモノナリト考フル事ヲ得ヘシ普通 Drop Hammer ハ一般ニ打撃速度遲ク人力ニ依ルモノ、如キハ其ノ音頭ノ種類、長短、引上ノ回數ニ依リテ異ルモ立込ミノ場合又ハ打止メニ近キ場合ヲ除キ普通六尺乃至十尺ノ引上ケ打込ミニ於テハ一分間五回乃至十回ニ過キササルニ一方汽力杭打機ニアリテハ異常ニ壓力ノ低キ場合ヲ除キ二十五回乃至四十回ヲ算スルヲ普通トス之レハ懸テ前項記述ノ如キ Back Pressure ノ影響ヲ受クルニ拘ラス汽力杭打機ノ打撃效果ヲ増大セシムル主因タルヘキナリ

此ノ攻究ハ理論的ニ決定スルハ甚タ困難ナル事ニ屬シ實驗ニ依ルモ打撃速度變化ニ當リ變化ノ初メハ此ノ影響ナク漸ク影響ヲ見ルニ到リ土質其他事情ノ變化ヲ見ル等其ノ目的ヲ達シ難シ著者ノ施セル方法ハ前項ノ場合ト同シク杭ノ打込ミノ途中一定ノ沈下數同ニ及ヘルトキヲ採リ土質其ノ他ノ事情同一ナルモノト見做シ實驗ヲナシ其ノ後尙實驗前ト同様ノ

論說報告 汽力杭打機ノ打撃効果

| 番號 | 杭 | | 平均一回沈下(分) | | | | 割合 | | 備考 |
|----|------|-------|-----------|---------|---------|---------|------|----------|----|
| | 長(尺) | 末口(寸) | 二秒一回ノ速度 | 十秒一回ノ速度 | 二秒一回ノ速度 | 十秒一回ノ速度 | | | |
| 1 | 二七・〇 | 七・〇 | 一九・〇〇 | 一・〇五 | 一・〇〇 | 一・〇〇 | 一・〇〇 | | |
| 2 | 二三・八 | 五・八 | 四〇・九〇〇 | 一・一〇 | 〇・九八 | 一・二二 | 一・〇〇 | | |
| 3 | 二七・五 | 六・七 | 七六・七〇〇 | 一・三六 | 一・〇〇 | 一・三三 | 一・〇〇 | | |
| 4 | 二四・六 | 六・〇 | 七二・〇〇〇 | 一・七〇 | 一・五五 | 一・〇九 | 一・〇〇 | | |
| 5 | 二七・〇 | 七・〇 | 一一・三〇〇 | 一・八〇 | 一・七〇 | 一・〇六 | 一・〇〇 | | |
| 6 | 二六・九 | 六・七 | 一一・四〇〇 | 一九・九 | 一・四八 | 一・三〇 | 一・〇〇 | | |
| 7 | 二五・七 | 五・八 | 七〇・五〇〇 | 二五・〇 | 二・四〇 | 一・〇四 | 一・〇〇 | 偶然ノ一致ナラン | |
| 8 | 二四・〇 | 六・〇 | 五三・三〇〇 | 二五・〇 | 二・四〇 | 一・〇四 | 一・〇〇 | | |
| 9 | 二四・四 | 五・八 | 七三・五〇〇 | 二五・五 | 二・六九 | 〇・九五 | 一・〇〇 | | |
| 10 | 二三・五 | 五・八 | 六四・七〇〇 | 二七・〇 | 二・五〇 | 一・〇八 | 一・〇〇 | | |
| 11 | 二七・七 | 五・九 | 六四・〇〇〇 | 二七・〇 | 二・五〇 | 一・〇八 | 一・〇〇 | 偶然ノ一致ナラン | |

實驗成績表

沈下ヲナセル場合ヲ採用セルモノニシテ前記「Type」式汽力杭打機ヲ用ヒ汽力杭打機ノ普通ノ速度タル二秒ニ付一回入
 力杭打ノ普通ノ速度十秒ニ付一回ノ速度ニ就テ比較セリ
 先ツ約二秒一回ノ速度ニテ打込ミ中均等ノ沈下數回ヲ見タルトキハ其ノ最後三回ノ値ヲ採リ速度ヲ十秒ニ一回ニ減シ漸
 次沈下減少シテ減少セル均等ノ沈下ヲ見タルトキ(約二十乃至六十打撃ノ後ニ起ル)其ノ最後六回ノ平均ヲ採リ再ヒ二秒
 ニ一回ノ速度トシ漸次沈下増大シ約最初ノ値ニ等シキ均等ノ沈下ヲ見タルトキ約三回乃至六回ノ打撃ニテ起ル其ノ最初
 三回ノ値ト前記三回ノ値トヲ平均セルモノヲ採リ十秒ニ一回ノ平均ト比較セリ
 氣力杭打機ハ前項記載ノモノニシテ「Type」ノ重量〇六噸引上高三呎十時半ナル「Type」式ノモノニシテ使用壓力ハ汽
 罐ニ於テ每平方吋八十封度内外ニシテ「Type」ニ到リテハ約六十封度内外ニ低下セルカ如シ

論 說 報 告 汽 力 杭 打 機 ノ 打 撃 効 果

| 番 號 | 長(尺) | 末口(寸) | 重 量(貫) | 打込長(尺) | 平均一回沈下(分) | | 割 合 | |
|-----|------|-------|--------|--------|-----------|----------|----------|----------|
| | | | | | 二秒ニ一回ノ速度 | 十秒ニ一回ノ速度 | 二秒ニ一回ノ速度 | 十秒ニ一回ノ速度 |
| 12 | 二四・〇 | 五・九 | 四七・九〇〇 | 八・〇〇 | 三・〇〇〇 | 二・六〇〇 | 一・一五〇 | 一・〇〇〇 |
| 13 | 二四・四 | 六・〇 | 六〇・五〇〇 | 一八・〇〇 | 三・三〇〇 | 二・九〇〇 | 一・一四〇 | 一・〇〇〇 |
| 14 | 二七・三 | 六・七 | 七九・六〇〇 | 一六・〇〇 | 三・四〇〇 | 三・三五〇 | 一・〇一〇 | 一・〇〇〇 |
| 15 | 二七・三 | 六・七 | 六四・〇〇〇 | 一八・〇〇 | 三・四〇〇 | 二・五〇〇 | 一・三六〇 | 一・〇〇〇 |
| 16 | 二四・三 | 六・〇 | 六六・五〇〇 | 一〇・〇〇 | 三・七五〇 | 二・五〇〇 | 一・五〇〇 | 一・〇〇〇 |
| 17 | 二四・二 | 六・〇 | 五九・〇〇〇 | 七・〇〇 | 三・七五〇 | 三・〇〇〇 | 一・二五〇 | 一・〇〇〇 |
| 18 | 二七・〇 | 六・八 | 七二・〇〇〇 | 一〇・〇〇 | 三・八三〇 | 三・三五〇 | 一・一四〇 | 一・〇〇〇 |
| 19 | 二四・一 | 六・二 | 七八・四〇〇 | 一〇・〇〇 | 五・三〇〇 | 四・八五〇 | 一・〇九〇 | 一・〇〇〇 |
| 20 | 二四・五 | 六・〇 | 四七・六〇〇 | 一一・〇〇 | 六・二五〇 | 四・八〇〇 | 一・二九〇 | 一・〇〇〇 |
| 21 | 二四・二 | 六・〇 | 八二・〇〇〇 | 六・〇〇 | 六・七五〇 | 四・六二〇 | 一・四六〇 | 一・〇〇〇 |
| 22 | 二四・二 | 六・〇 | 六三・七〇〇 | 一七・〇〇 | 八・〇〇〇 | 五・七五〇 | 一・三九〇 | 一・〇〇〇 |
| 23 | 二七・二 | 六・〇 | 七五・〇〇〇 | 一二・〇〇 | 八・五〇〇 | 七・〇〇〇 | 一・二一〇 | 一・〇〇〇 |
| 24 | 二七・〇 | 五・九 | 六〇・三〇〇 | 一一・〇〇 | 九・〇〇〇 | 七・五〇〇 | 一・二一〇 | 一・〇〇〇 |
| 合 計 | | | | | 二八・二八 | 二四・〇〇 | | |
| 平 均 | | | | | 一・二七八 | 一・〇〇〇 | | |

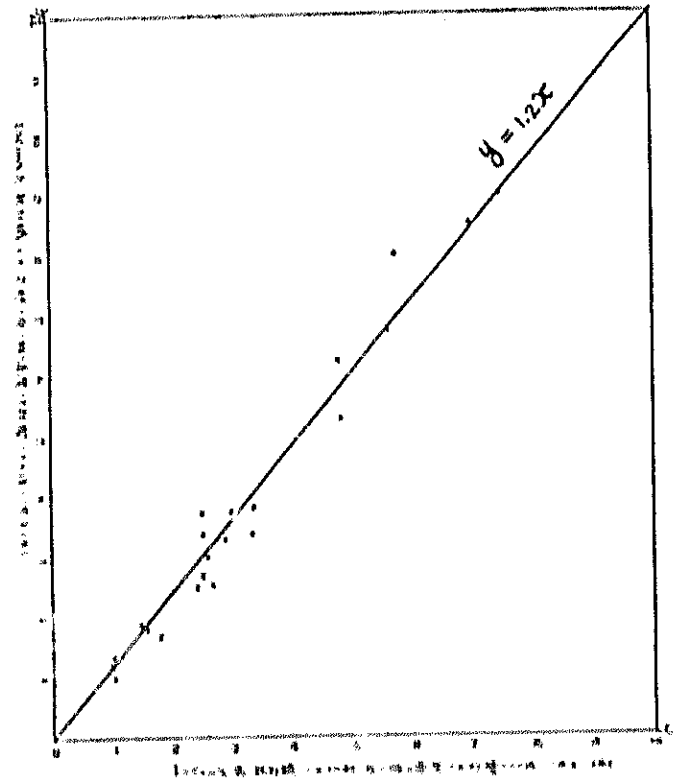
實驗ノ結果ハ以上ノ如ク汽力杭打機バ打撃速度大ナル爲メ打撃効果ハ Drop Hammer ニ比シ平均一七八ば一せんとなルコトヲ示ス之レヲ圖示スレハ第二圖ニ示スカ如ク

$$d_s = 1.2 d_a$$

d_s 汽力杭打機ヲ用ヒタル場合ノ沈下

d_a Drop Hammer ヲ用ヒタル場合ノ沈下

ノ關係ニアルカ如シ各點ヲ重視スレハ直線トナラス其ノ他ノ曲線トナルヘキモ各々ハ斯ク權威アルモノナラサルト最モ



簡單ナル形トナサン爲メ以上ノ如ク推定セリ

三 結 論

本實驗ハ著者カ其ノ施行ヲ擔任セル印旛沼ノ利根川ニ對スル逆水門タル印旛水門基礎工事ニ於テ處セルモノニシテ該箇所ハ土地良好ナル部分ト然ラサル部分トアリタル内良好ナル部分ニ於テ實驗セルモノナルカ以上ノ結果ヲ以テ他ノ異ル土質ヲ有シ異ル條件ヲ有スル機體ヲ用ヒタル場合ニ適合スヘキヤ否ヤハ頗ル疑問トスル所ナレト

- 一 汽力杭打機ハ其ノ *Back pressure* 落下ノ途中僅少ナレ共殘留蒸氣ノ *Back pressure* ノ影響ニヨリ打撃效果減殺サルハセ
- 二 汽力杭打機ハ其ノ打撃速度大ナル爲メ打撃

效果多ク前項記載ノ減殺量ヨリ遙カニ大ナリ

ハ明カナル事實ナルヘク *Drop Hammer* ニ於ケル一般杭打公式ヲ汽力杭打機ニ適應セル場合ニハ其ノ推定支持力ハ *Drop Hammer* ニ適應セル場合ト同一割合ノ推定ナラス *Drop Hammer* ハ或ル獨特ナル條件ヲ有スル箇所ニ於テハ同一支持力推定ヲナシ此ノ間ノ區別ヲナシ得ヘキモ一般ニ適合セス前述ノ如キ條件又ハ前述ニ類スル條件ヲ有スル箇所ニ於テハ次式ハ成立シ汽力杭打機 *Drop Hammer* 何レノ場合ニモ同一割合ノ支持力推定ヲナシ得ヘシ *Drop Hammer* ノ公式ハ任意在來ノモヲ採リ

トスル時

$$P = f(Whd) \dots \dots \dots \text{Driven with a drop hammer}$$

$$P = f \left[(Wh - L) \frac{d}{1.2} \right] \dots \dots \dots \text{Driven with a steam hammer}$$

$$L = \frac{2gA}{K^2} \left[\frac{P_0 - p}{2} + \frac{A}{16} (4p^2 - P_0^2 - 3P_0p) + \left(\log \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{P_0} + \sqrt{P_0 - p}} \right)^2 \left(\frac{p}{2} - \frac{11}{16} \frac{Ap^2}{W} \right) \right]$$

$$K = c^a \sqrt{\frac{3gP_0}{\rho_0}} \times \frac{1}{At}, \quad P_0 = \frac{W}{A}, \quad c = 0.6 \sim 0.7$$

P 支持力 W Cylinder 又ハ Monkey ノ重量 h Monkey ノ引上高

d 最後ノ沈下 A Cylinder P_0 Cylinder

p 常壓 a 吐出口ノ断面積 l Cylinder ノ Stroke

ρ_0 厭力 P_0 ナル時ニ於ケル蒸氣ノ密度 g 重力ニヨル加速度

ナリ

著者ハ印旛水門工事ニ於テ人力杭打機及汽力杭打機ヲ併用シ假リニ Sander 式ヲ人力杭打機ニ於ケル支持力推定ニ妥當ナルモノト定メ汽力杭打機ニ於テ上式ト同一割合ノ支持力ヲ推定スヘキ公式ヲ前述ノ方法ニテ求メ Sander 式ノ正鵠ヲ耐荷試験其ノ他ノ方法ニテ吟味シ誤差アリトスレハ全體ノ杭ノ支持力ノ推定ヲ一様ナル誤差ノ下ニアラシメタルコトハセリ 即チ

$$P = \frac{Wh}{8d} \dots \dots \dots \text{Driven with drop hammer}$$

$$P = \frac{33Wh}{230d} \dots \dots \dots \text{Driven with steam hammer}$$

ナル形ヲ有スルモノニシテ此ノ關係吟味ノ爲メ同一狀態ノ杭ヲ人力、汽力、各々ニテ打撃セシムルコト、シタルモ此ハ甚タ困難ナル事ニテ異リタル杭ニテハ同一狀態ニアラシムル事ヲ得ス同一ノ杭ニテ前述ノ方法ヲ用ヒントセルモ機體ノ交代ニ當リテ相當ノ時間ヲ有シ休止時間ノ影響ヲ受クルコト、ナレハ大體ノ見當ヲ定ムル爲メ交代後相當ノ捨打ヲナシ休止ニヨル地盤ノ緊縮ヲ弛メ實驗スル事トセリ

條件

一 土質 上部八尺乃至十二尺泥土以下四、五尺軟弱ナル砂層ヲ有シ以下硬砂層ノ箇所

一 使用機 汽力杭打機ハ前述ノ條件ヲ有スル「L&CO」式ニシテ人力杭打機ハ樞製分銅重量七十八貫四百匁ノモノ

ヲ使用シ引上高十尺トセリ打撃速度ハ前記實驗ト同シク特定メス

實驗成績表

| 番號 | 長(尺) | 束口(寸) | 重量(噸) | 打込長(尺) | 兩機交代ニ要セ ル休止時間(分) | 汽力 | 人力 | 備考 |
|----|------|-------|-------|--------|---------------------|------|------|-------------------------------|
| 1 | 二七・六 | 六・八 | 〇・二八四 | 一一・〇 | 二・〇 | 五・五〇 | 四・五〇 | 交代ノ順序ハ迅速ニ交代シ得ルヲ以テ人力ヲ先ニ汽力ヲ後ニセリ |
| 2 | 二七・六 | 七・二 | 〇・二九一 | 一六・五 | 九・三 | 四・二五 | 四・〇〇 | |
| 3 | 二八・一 | 七・〇 | 〇・二五六 | 一一・〇 | 三・二五 | 五・二五 | 二・七五 | |
| 4 | 二七・八 | 七・〇 | 〇・二八四 | 一七・〇 | 八・九 | 三・六〇 | 四・〇〇 | |
| 5 | 二七・五 | 七・〇 | 〇・二九三 | 一三・〇 | 三・〇一 | 七・七〇 | 六・七五 | |
| 6 | 二七・六 | 七・〇 | 〇・三〇八 | 一二・〇 | 三・九 | 三・五〇 | 二・七五 | |
| 7 | 二七・五 | 七・〇 | 〇・三〇九 | 一六・〇 | 八・二 | 四・五〇 | 三・七五 | |

支持力(噸)表

本公司ニ依レルモノ

Engineering News Formula 依レルモノ

番號

人力

汽力

差

人力ニ對スル差ノ割合

人力

汽力

差

人力ニ對スル差ノ割合

1

八・〇三

六・三四

四一・六九

〇・二二〇

三・七八

六・一三

三三・三五

〇・六二一

論說報 街 汽力杭打機ノ打撃効果

本公式ニ依レルモノ

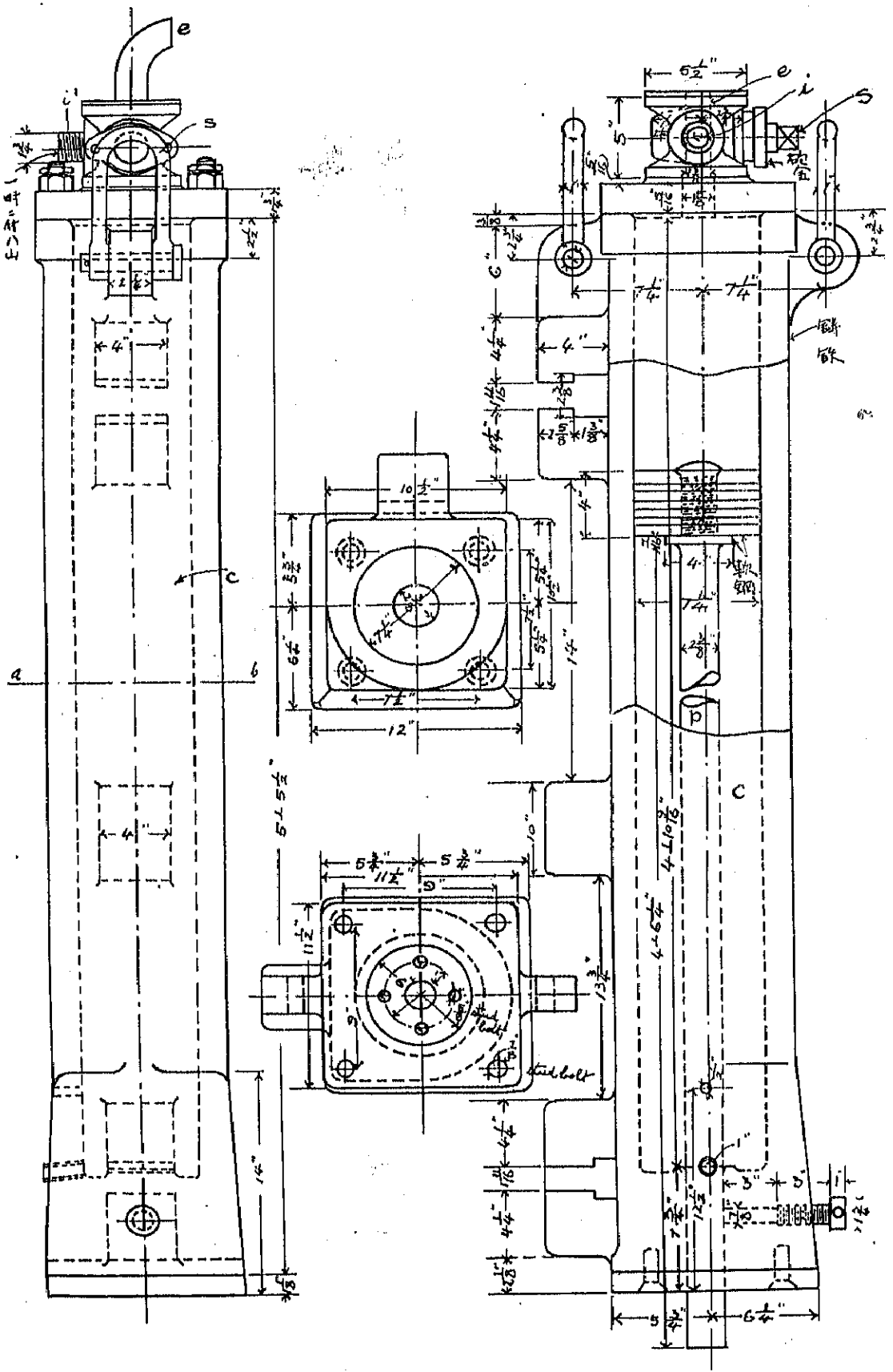
Engineering News Formula 依レルモノ

| 番號 | 人力 | 汽力 | 差 | 人力ニ對スル差ノ割合 | 人力 | 汽力 | 差 | 人力ニ對スル差ノ割合 |
|----|-------|------|-------|------------|------|------|-------|------------|
| 2 | 九・〇三 | 八・二一 | 四〇・八二 | 〇・〇九一 | 三・九一 | 七・九一 | 一四・〇〇 | 一・〇三三 |
| 3 | 一三・一四 | 六・六四 | 四六・五〇 | 〇・四九四 | 四・三五 | 六・四〇 | 二・〇五 | 〇・四七一 |
| 4 | 九・〇三 | 九・六八 | 一〇・六五 | 〇・一二二 | 三・九〇 | 八・七七 | 一四・八七 | 一・二四九 |
| 5 | 五・三五 | 四・五三 | 四〇・八二 | 〇・一五三 | 三・二一 | 四・五五 | 一・三三 | 〇・四二〇 |
| 6 | 一三・一四 | 九・九六 | 四三・一八 | 〇・二四二 | 四・三五 | 八・九八 | 四・六三 | 一・〇六四 |
| 7 | 九・六三 | 七・七五 | 四一・八八 | 〇・一九五 | 三・九九 | 九・〇七 | 一五・〇八 | 一・四四〇 |
| 平均 | 九・六一 | 七・一六 | 三二・四六 | 〇・二五六 | 三・六四 | 七・四〇 | 一三・七六 | 一・〇三三 |

此ノ結果ニ依レハ汽力杭打機ニ於テ本式ニテ推定シタル支持力ハ人力杭打機ニ於テ *Sander's formula* ニテ推定シタル結果ト大差ナク最小一二ばいせんと最大四九四ばいせんと平均二五六ばいせんとノ誤差ニ過キスシテ杭打ニ於ケル支持力推定ノ公式トシテハ同一割合ノ推定ナリト見做シ得ヘシ

一方參考ノ爲メ *Engineering News Formula* ニヨリテ推定シタル支持力ヲ比較スルニ最小四二〇ばいせんと最大二二四九平均一〇三三ばいせんとノ誤差ヲ有シ或ハ該式ニヨル何レカカ真ノ支持力ヲ示スモノナルヤモ知ラレサレ共何レカカ甚タ正シカラサルカ或ハ全部一樣ノ割合ニ推定シタルモノニアラサルヲ知ルヘシ蓋シ前述ノ如ク該式ハ實驗式ナルヲ以テ本實驗ハ其ノ實驗セル場合ノ條件ト異レ場合ノ一例ニシテ實驗式使用者ノ大ニ注意セサルヘカラサル所トス
 本式ニ於テモ亦斯クノ如キ場合ノ存スルハ想像シ得ヘク本式ヲ一種ノ權威アル杭打支持力公式ナリトシテ提案シ得サルハ著者ノ甚タ遺憾トスル所ナリ (完)

附圖第一



(注)本圖係根據七號第三號圖