

掘抜井ノ水理

附地下水ヲ水源トセル佐賀市水道

工學博士 佐野藤次郎

緒言

方今我國都市經營ノ上水道正ニ數十其水源ハ皆河川湖池所謂地表水ナラサルハナシ晚近地下水利用ノ說朝野ニ論セラル、モ未タ都市上水道ニ應用セラレサルハ何ンヤ他ナシ左ノ弱點ニ原由スレハナリ

一 水量ノ測定カ地表水ノ場合ヨリモ困難ナリ即チ費用多ク期間永キヲ要シ且水理學上ノ公式カ不確分子ヲヨリ多ク含ミ從テ失敗ヲ招クノ危險多カル可キコト

二 水質ノ良否ハ全ク豫想タモ及ハス一ニ天祐ニ因ルト云フヲ得ヘク從テ亦失敗ヲ招クノ危險多カル可キコト

三 公共ノ事業ナルヲ以テ若シ一度失敗シタルトキハ無條件ノ攻撃多カル可ク技術者若クハ經營者モ敢テ危キニ近ツカサル傾向ナルコト

第一第二ノ原因ハ調査ノ費用ヲ吝マス其方法ヲ誤ラサルニ於テハ技術者ノ自信ヲ得ル判斷難カ

ラス第三ノ原因ハ技術者カ有望ナル自信ヲ得タルトキ毫モ世上ノ俗論ニ動かサレヌシテ斷行シ又經營者カ技術者ニ信賴スルノ雅量ヲ示スニ於テ初テ之ヲ除去シ得ヘシ

佐賀市ニ在テハ幸ニ從來上總掘リニ依ル深百間内外ノ掘抜井多數アリ水量水質ノ調査比較的容易ニシテ結果有望ト認メラレタルニ依リ多少ノ危険ヲ侵シ地下水ヲ水源トスル我國最初ノ都市水道ヲ作りタルヲ以テ之ヲ報告ス幾分ノ參考トモナラハ著者ノ光榮之ニ過キス

第一章 掘抜井ノ水理

地下水ノ地層中ヲ流動スルヤ砂礫ノ空隙若クハ岩石ノ罅裂ヲ通過スルモノナルハ其箇々ノ横斷面積甚タ小ナルカ若クハ其流速極微ニシテ恰モ毛細管内ノ流動若クハ通常管内ニ於ケル微速流動又ハ人工濾過池ノ作用ト彷彿セルヲ以テ之等ト水理法則ヲ同フスルハ想像ニ難カラス

一 毛細管内ノ流動 西歷一八四五年ぼあせいゆ氏 (Poiseuille) ハ直徑〇・一乃至〇・〇二ミリノ硝子管ヲ用ヒ實驗ノ結果ヨリ左記ノ公式ヲ定メタリ

$$Q = 1,836 \cdot 724 P \frac{H}{L} D^4 \dots \dots \dots (1)$$

$$V = 2,333 \cdot 59 P \frac{H}{L} D^2 \dots \dots \dots (2)$$

記號

Q = 流量 (毎秒立方ミリ)

V = 流速 (毎秒ミリ)

H = 落差 (水銀ノ高ミリ)

L = 管長 (ミリ)

D = 管徑 (ミリ)

$$P = 1 + 0.03368T + 0.000221T^2$$

V_c = 轉換速度

二 普通管内ノ微速流動 西歷一八八三年博士オズボーン(Dr. Osborne Reynolds)ハ直徑四分ノ三吋及一吋半ノ鉛管ヲ用ヒ實驗シ左ノ結果ヲ得タリ (Philosophical Transaction, Part III, Royal Society)

即チ直徑ニ反比例シ溫度係數 P ニ正比例スル一定ノ轉換速度 (Critical velocity) ナルモノアリテ其以下ノ微速度ニアリテハぼあせいゆ氏ノ毛細管法則ト一致セリ而シテ其轉換速度トシテ左ノ公式セリ

$$V_c = \frac{1}{278} \frac{P}{D} \dots \dots \dots (3)$$

記號

V_c = 轉換速度 (毎秒メートル)

D = 管徑 (メートル)

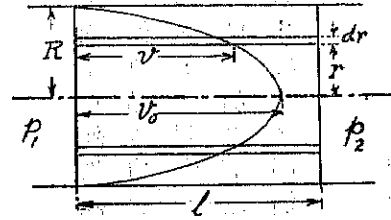
P = 前田ノ如シ

管内平均速度微ナルトキ公式 (2) ノ示スカ如ク流速ハ勾配 H/L 及斷面積 D^2 ニ正比例スヘキコトハ液體カ粘着力 (Viscosity) ニ依リテ其管壁ニ接スル面ハ密着シテ動カス之ヲ遠サカルニ從テ漸々加速ストノ假定ヲ用ウレハ理論上説明スルコトヲ得ヘシ

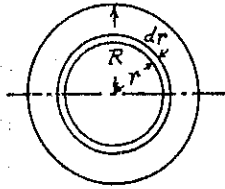
左圖ノ如ク半徑 R ヲ有スル管ニ於テ長 l ノ部分ヲ取り前後ノ壓力ヲ各 p_1 p_2 トス又中心ヨリ隨意ニ半徑 r ノ圓筒ヲ考ヘ其平衡ヲ求ムレハ該圓筒ヲ右ニ前進セシメントスル力ハ

$$F_1 = (p_1 - p_2) \pi r^2$$

ナリ又 r ヲ以テ中心ヨリ r ノ距離ニ於ケル液體分子ノ流速 v ノ増スニ從ヒ漸次減少シ管壁即チ



第 一 圖



第 二 圖

$r = R$ に至テ $v = 0$ トナル假定ナリトシ μ ヲ以テ液體ノ粘着力係數 (C_p) efficient of viscosity) トスルトキハ圓筒周圍ノ面積ハ $2\pi r l$ ナルヲ以テねがいやー氏 (Navier) 法則ニ依リ (Encyclopaedia Brit.) 該圓筒ノ前進ニ抵抗スル力ハ

$$F_2 = 2\pi r l \frac{dv}{dr}$$

ナリ故ニ $F_1 = F_2$ トスルトキハ

$$-\frac{dv}{dr} = \frac{(p_1 - p_2)r}{2\mu l}$$

$$v = -\frac{(p_1 - p_2)r^2}{4\mu l} + C$$

中心ニ於テハ $r = 0, v = v_0$ ナルヲ以テ $C = v_0$

$$\therefore v = v_0 - \frac{(p_1 - p_2)r^2}{4\mu l}$$

又管壁ニ於テハ $r = R, v = 0$ ナルヲ以テ

$$v_0 = \frac{(p_1 - p_2)R^2}{4\mu l}$$

$$\therefore v = \frac{(p_1 - p_2)}{4\mu l} (R^2 - r^2)$$

即チ各部ノ流速ヲ管徑上ニ圖示スレハ中心ニ頂點ヲ有シ管壁ニ終ル正形拋物線ナルコト明ナリ
 F ヲ以テ管ノ横斷面中ノ平均速度トセハ

$$V = \frac{1}{\pi R^2} \int_0^R 2\pi r v dr$$

$$= \frac{2\pi}{\pi R^2} \frac{(p_1 - p_2)}{46\mu} \left[\frac{R^2 r^2}{2} - \frac{r^4}{4} \right]_0^R$$

$$= \frac{R^2(p_1 - p_2)}{8\mu l}$$

ρ ヲ以テ液體ノ單位容積ノ重量トシトテ以テノニ對スル落差トセハ

$$p_1 - p_2 = \rho h$$

$$\therefore V = \frac{\rho}{8\mu} \frac{h}{R^2}$$

$$D = 2R$$

又 D ヲ以テ管ノ直徑トセハ

$$V = \frac{\rho}{32\mu} \frac{h}{l} D^2 \dots \dots \dots (4)$$

Q ヲ以テ全管流量トセハ

$$Q = \pi D^2 V$$

$$Q = \frac{\pi}{128} \frac{\rho}{\mu} \frac{h}{l} D^4 \dots \dots \dots (5)$$

水ニ在テハ ρ 及 μ トモ温度上昇スレハ減少スレトモ μ ノ方減少ノ度大ナルヲ以テ ρ μ ハ温度ニ依テ増加ス可シ

序ニ記ス或ル液體ノ或ル温度ニ於ケル μ ハ (5) 式ヨリ最モ明確ニ實驗スルコトヲ得ヘシ左ノ如シ

$$\mu = \frac{\pi}{128} \frac{\rho}{l} \frac{h}{Q} D^4$$

故ニ μ ノ單位公式 (Dimension) ハ左ノ如シ

$$\frac{ML}{T^2 D^3} = \frac{M}{TL}$$

三 濾過池ノ砂ヲ通過スル流動 西歴一八九二年ハ一ゼン氏(Hazen)ハ砂粒有效徑(Effective dia.)〇・一乃至三〇ミリノ濾過池ニ於テ實驗ノ結果左ノ公式ヲ發表セリ

$$v = 0.04 \frac{h}{l} d^2 \left(\frac{t+10}{60} \right) \dots \dots \dots (6)$$

記號 v ニ毎二十四時間ハミ一とる單位ニ於テ濾過池砂面ニ對スル濾過速度

h ニ砂ノ壓縮度(Compactness)或ハ反對ニ其空隙度(Porosity)ト砂粒ノ均一度(Uniformity)トニ依リ變化スル係數

l ニ濾差即チ濾過ニ採スル水層 同一單位

d ニ砂層厚即チ濾過通路ノ長

t ニミヨリハミ一とるニテ砂粒ノ有效徑

l ニ濾氏ニテ水層ノ厚度

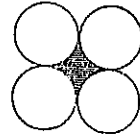
係數〇ハ新鮮ナル砂ニ在テハ最大「1000」ヨリ以下「100」ニ及ヒ其汚染シタルモノニ在テハ「400」以下ニ及フト云ヘリ

有效徑トハ一塊ノ見本品ノ内重量一割ノモノハ其砂粒之ヨリ小ニシテ殘九割ハ其砂粒之ヨリ大ナルモノ、徑ヲ云フ尙便宜ノ爲メ各粒ハ同重量ノ球狀ヲナスモノト假定ス

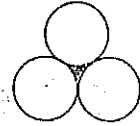
有效徑〇・一ミリト云ヘハ極細砂ニシテ〇・三ミリト云ヘハ中位ノ砂又〇・五ミリト云ヘハ極粗砂ヲ顯ハスモノナリ勿論其均一度ニ依テ異ナリ

(6)式ニ於テハ砂粒ノ斷面積ヲ表示スルモノナレトモ砂粒ト其空隙トハ斷面積ニ於テハ一定ノ

割合アリト信スヘキ理由アルヲ以テ d ハ亦空隙一個ノ斷面積即チ水ノ通過スル假想細管ノ斷面積ヲ表示スルモノト見ルヲ得ヘシ



第三圖



第四圖

最簡單ノ爲メ砂粒ハ d ナル同一直徑ノ球狀ヨリ成ルモノトスレハ第三圖ハ最大ノ空隙ヲ存シ最不安定ノ配列ニシテ第四圖ハ最小ノ空隙ヲ存シ最安定ノ配列ナルヘシ
今 p ヲ空隙一個ノ面積トセハ

最大 $p = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) d^2 = 0.2146 d^2$

最小 $p = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{3}{4} - \frac{\pi}{4}} \right) d^2 = 0.0931 d^2$

果シテ然ラハ公式(2)(4)(6)ハ同一性質ナリ即チ流速ハ動水勾配及斷面積ニ正比例シ温度高下ニ從テ増減ス

四 地下水ノ流動 其狀態最モ近似シタル(6)式ハ蓋シ地下水流動ノ原則タリ但地下水ニ在テハ温度ノ變化少キヲ以テ簡單ノ爲メ温度ノ項ヲ省略ス然ルトキハ ρ ヲ以テ動水勾配即チ $\frac{h}{l}$ ヲ顯シ又 d ヲ除キ其他ヲ尺單位ニ換算スルトキハ左式ヲ得ヘシ

$$v = 3.30d^2 s \dots \dots \dots (7)$$

$$Q = 3.30d^2 s A \dots \dots \dots (8)$$

記號

v = 地層橫斷面積ニ對スル流速(每一尺)

Q = 同上流量(每一立方尺)

A = 地層橫斷面積(平方尺)

○ 前出係數
 ○ 前出砂粒有效徑(オウ)

すりひたし教授(Prof. Slichter)ノ説ニ依リ、ハ可成り均一ナル粒ヨリ成ル砂層ニアリテハ其空隙度(容積)ニ應シテ左ノ係數ヲ得

空隙度	40%	35%	30%	25%
e	1,000	740	520	340

此係數ヲ用ヒ各種有效徑 d ニ相當スル ed^2 ヲ計算ス、ハ左表ノ如シ

d	d^2	ed^2 ノ 値				
		$e=1,000$ ノ 場合	$e=740$ ノ 場合	$e=520$ ノ 場合	$e=340$ ノ 場合	
(オウ)	(オウ) ²					
3	9	9,000	6,660	4,680	3,061	
2	4	4,000	2,960	2,080	1,360	
1	1	1,000	740	520	340	
0.9	0.81	810	599.4	421.2	275.4	
0.8	0.64	640	468.6	332.8	217.6	
0.7	0.49	490	362.6	254.8	166.6	
0.6	0.36	360	266.4	187.2	122.4	
0.5	0.25	250	185	130	85	
0.4	0.16	160	118.4	83.2	54.4	
0.3	0.09	90	66.7	46.8	30.6	
0.25	0.0625	62.5	46.25	32.5	21.25	

0.2	0.04	40	29.6	20.4	13.6
0.1	0.01	10	7.4	5.2	3.4

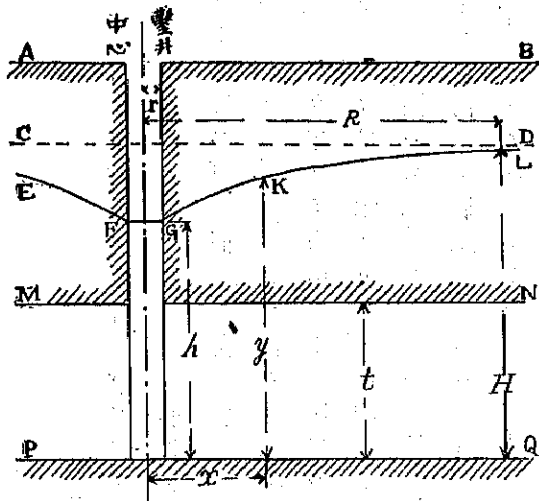
前表ニ依レハ地下水ノ流量ナルモノハ。及 d ノ變化ニ依リ如何ニ甚シク増減スルカヲ驚カサルヲ得ス

れむけ氏 (Tambke) ハだあしーくれーバー其他ノ實驗ニ依リ有效徑ヲ含有シタル係數即チ cd^2 ヲ左ノ如ク推稱セリ

砂礫混交	1,146
粗大砂	342
中位砂	93
細砂	18

五 深キ掘抜井ノ水理 第五圖ニ於テ AB ハ地表 MN ハ不透層ト含水層トノ堺又 PQ ハ含水層ノ底トス地表 AB ハ如何ナル形狀ヲ問ハサレトモ含水層 MN, PQ ハ理論ヲ簡明ニスル爲メ水平ナリト假定ス可シ而シテ含水層ノ厚ヲトス

AB ヨリ PQ ニ達シテ直立ノ掘抜井ヲ穿チ井ノ半徑ヲ r トシ其含水層ヲ貫ク部分ノ周邊ニハ無數ノ小孔アリテ自由ニ水ノ通過シ得ルモノト假定ス CD ハ含水層ノ靜水位即チ井ヨリ水ヲ取ラサルトキ地下水ノ井ニ昇ル假想水位ニシテ亦水平ナリト假定ス而シテ CD ハ AB ノ上下何レニアルヲ問ハス PQ ヨリノ高ヲ H トス $EFGKL$ ハ同上動水位即チ井ヨリ一定ノ流量 Q ヲ取ルトキ地下水ノ占ムル假想水位ニシテ井ヲ中心トシテ前後左右何レノ方向ニ於テモ等形ナリトス而シテ FG 即チ井内ニ於テハ PQ ヨリノ高ヲ h トシ任意ノ點 K 即チ井中心ヨリモナル距離ニ於テハ PQ ヨリノ高ヲ r トス理論上ニテハ動水位ハ井ヨリノ距離無限大ナルニ至テ始テ CS 線ト合スル譯



第五圖

ナレトモ實際ハ或ル距離 R に至レハ殆ト CD 線ト合シ其以外ニ至ルモ著シキ變化ヲ見サル可シ此距離ノ圓内ヲ其井ノ感應圓 (Circle of influence) ト稱ス R ハ通常千尺以上萬尺以下トス

今動水位 $EFCKL$ ノ形ヲ求メントスルニハ (8) 式ヲ應用ス即チ任意ノ點 K ニ於テ動水勾配ハ $\frac{dy}{dx}$ ナル可ク又地下水ハ四方ヨリ井ニ集ル假定ナルヲ以テ通水斷面積ハ $A = 2\pi r t$ ナル可ク (8) 式ハ次ノ如クナルヘシ

$$Q = 3.3c d^2 \frac{dy}{dx} 2\pi r t$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Q}{6.6\pi c d^2 t} \frac{1}{x}$$

$$y = \frac{Q}{6.6\pi c d^2 t} \log x + C$$

$a = r$ ナルトキハ $y = h$ 又 $a = R$ ナルトキハ $y = H$ ナルヲ以テ

$$H - h = \frac{Q}{6.6\pi c d^2 t} \log \frac{R}{r} \dots \dots \dots (9)$$

$$y = h + \frac{Q}{6.6\pi c d^2 t} \log \frac{x}{r} \dots \dots \dots (10)$$

$$= H - \frac{Q}{6.6\pi c d^2 t} \log \frac{R}{x} \dots \dots \dots (11)$$

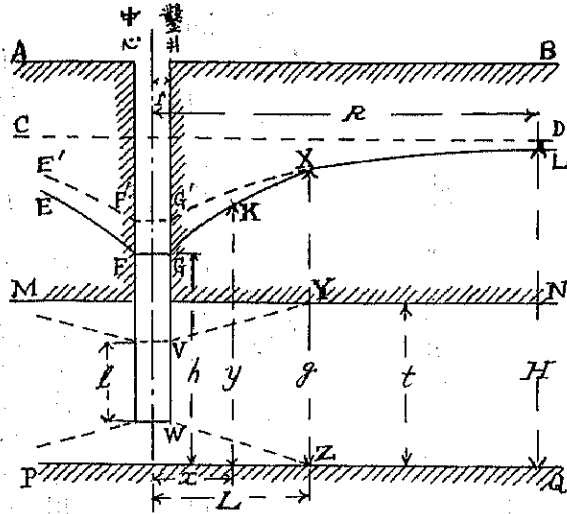
(9) 式ニ依リ井内水位ノ降下ヲ知り (10) 或ハ (11) ニ依リ動水位ノ形ヲ知り得ヘシ尙計算ニ便ナル爲メ

$$H-h = \frac{Q}{9.87t} \log \frac{R}{r} \dots \dots \dots (12)$$

$$y = h + \frac{Q}{9.87t} \log \frac{x}{r} \dots \dots \dots (13)$$

$$= H - \frac{Q}{9.87t} \log \frac{R}{x} \dots \dots \dots (14)$$

前述ノ場合ハ掘抜井カ含水層ノ底迄達シ而シテ其集水孔 (Strainer) ハ含水層ノ全厚ニ設ケアルモ
 ノト假定セリ然レトモ場合ニ依リテハ井端カ含水層底ニ達セス或ハ集水孔ヲ設ケタル長カ含水
 層ノ厚ト等シカラサルコトアルヘシ



第六圖

第六圖ハ斯ル場合ヲ示スモノ其第五圖ト異ナル所
 ハ井端ニ於テ集水孔ノ設ケアル部分ハ UV 間ノミ
 ニシテ其長ヲ L トシ層厚 t ノ幾部分ニ止ル此場合
 ノ計算法トシテ次ノ假定ヲ用ウ即チ或ル半徑 L ヲ
 有スル圓周 YZ ヲ假想シ地下水ハ NQ ヨリ YZ マ
 テハ含水層ノ全厚 t ヲ通過シ YZ ヨリ UV マテハ
 t ヨリ L ニ漸減スル層厚ヲ通過スルモノトス然ル
 トキハ水位線 LV ハ第五圖ト等シカルヘク若シ集
 水孔カ含水層ノ全厚ニ設ケラレタランニハ水位ハ
 XG ノ形ヲナサンモ集水孔ヲ減シ從テ通水層漸減
 ノ結果トシテ XKG ノ如キ形ヲナス可シ X 點ニ於

948

ケル水位高ヲ g トシ G 點即チ井内ニ於ケル水位高ヲ h トス
然ルトキハ X 點ニ於テハ (9) 式ヲ應用スルコトヲ得ヘク左ノ如シ

$$H-g = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \log \frac{R}{L} \dots \dots \dots (15)$$

X 點以內ニ在テハ任意ノ點 Z ヲ假想シ中心ヨリノ距離ヲ a トシ水位高ヲ y トセハ之ニ相當スル
通水層ノ厚ハ $l + \frac{(t-K)(a-r)}{L-r}$ ナルヲ以テ通水斷面積ハ

$$A = 2\pi a \left\{ l + \frac{(t-K)(a-r)}{L-r} \right\}$$

ナルヘク $s = \frac{dy}{ds}$ トセシテ (9) 式ニ依リ

$$Q = 3.3c d^2 \frac{dy}{ds} 2\pi a \left\{ l + \frac{(t-K)(a-r)}{L-r} \right\}$$

$$\frac{dy}{ds} = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \frac{ds}{a \left\{ \frac{L-rt}{L-r} + \frac{a(t-b)}{L-r} \right\}}$$

$$y = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \frac{L-r}{L-rt} \log \frac{a}{\left\{ \frac{L-rt}{L-r} + \frac{a(t-b)}{L-r} \right\}} + C$$

若シ $s=r$ ナルトキ $y=h$, $a=L$ ナルトキ $y=g$

$$\therefore g-h = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \frac{L-r}{L-rt} \log \frac{L}{rt} \dots \dots \dots (16)$$

(15) 及 (16) ヲ合スレハ

$$\begin{aligned}
 H-h &= \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \left\{ \frac{1}{t} \log \frac{R}{L} + \frac{L-r}{L-r^2} \log \frac{L}{rt} \right\} \\
 &= \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \left\{ \log \frac{R}{L} + \frac{L-r^2}{L-r^2} \log \frac{L}{rt} \right\} \dots \dots \dots (17)
 \end{aligned}$$

(17) 式ニ於テLノ値ヲ如何ニ定ムヘキヤ計算ノ方法ナキヲ以テ假定スルノ外ナシ

L=Rトセシ

$$H-h = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \log \frac{R}{r}$$

トナリ(9)式ト同シ然レトモ此假定ニ在テハLノ長短ニ無關係トナリ不合理タルヲ免カレス實際ヨリ過小ノ結果トナルヘシ
L=Rトセシ

$$H-h = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \frac{R-r}{R-r^2} \log \frac{R}{rt}$$

トナル然レトモ此假定ニ在テハ井ヨリ遠方ナルRノ距離ヨリシテ地下水ノ流動力含水層ノ全厚トヲ通ラサルコト、ナリ不合理タルヲ免カレス實際ヨリ過大ノ結果トナルヘシ
L=tトセシ

$$H-h = \frac{Q}{6.6\pi c d^2} \left\{ \log \frac{R}{t} + \frac{t-r}{t-r} \log \frac{L}{r} \right\} \dots \dots \dots (18)$$

トナリ餘リ複雑ニ涉ラス合理的ラシキ公式トナル尙之ヲ通常對數ニ換算スレハ左ノ如シ

$$H-h = \frac{Q}{9.2377} \left\{ \log \frac{R}{t} + \frac{t-r}{t-r} \log \frac{L}{r} \right\} \dots \dots \dots (19)$$

950

(19) 式ニ於テ $\frac{1}{2} \rho g h$ 又ハ $\frac{1}{2} \rho g H$ ナルトキハ難解ナルモ實際ハハノ數倍乃至十數倍ナルヲ普通トスルヲ以テ (19) 式ハ實用ニ差支ヘナキモノトス

以上ニ論シタル (12) 及 (19) 式ハ地下水ノ井端集水孔ニ達スルマテノ落差即チ地層ヲ通過スルニ要スル摩擦ヲ顯ハスモノニシテ此以外ニ集水孔ヲ通過スル摩擦井内ヲ上昇スル摩擦及其上昇流速ヲ生セシム可キ水頭トヲ要スレトモ皆普通已知ノ公式ニ依リ容易ニ計算セラルヘク或ハ井ノ徑ヲ適當ニ選擇スレハ此等ノ水頭落差ハ僅少ニシテ實際之ヲ無視スルモ大差ナカル可シ

只最注意ヲ要スルハ第五圖及第六圖ニ於テ地下水カ靜水位 Q 以下ニ滯溜シ恰モ地表水ニ於ケル溜池ノ状態ヲナストキナリ此場合若シ此溜池ニ流入スル水源ナキカ若クハ所要水量 Q ヨリ少キトキハ最初ノ間ハ水量豊富ナルカ如ク見ユルモ連續シテ Q ナル水量ヲ採取スルニ於テハ Q ハ漸々降下シ遂ニ所定ノ量ヲ得サルニ至ルヘシ故ニ充分安全ナル鑿井タルニハ地下水ハ恰モ地表水ニ於ケル河川ノ状態タラサル可カラス即チ Q 線ハ眞ノ靜水位ニ非スシテ動水位タルヘキナリ換言スレハ或ル緩速度ヲ以テ或ル方向ニ流動シ其流量カ所要ノ水量以上タル可キナリ然ルトキハ永續採取スルモ滾々トシテ渴水ノ恐ナキナリ

第二章 佐賀市水道

佐賀市ノ位置タルヤ北二里餘ニシテ脊振山ノ麓ニ達シ西二里餘ニ兩子山アリ東南一里餘ニ筑後川流レ西南一里餘ニ有明海ヲ控ヘ其間面積約十六平方里著シキ高低ナク一望廣大ナル平原中ニアリ地質ハ深百間マテ知ラレ居ル所ニ依レハ粘土層砂層小砂利層ノ交互シタル沖積層ヨリ成リ砂層及砂利層ニ含有スル地下水位ハ殆ト地表ト其高ヲ等フシ西北ヨリ東南ニ向テ少許ノ勾配アリ水質モ深層ヨリ出ルモノハ概シテ清良ナリ故ヲ以テ晚近掘抜井流行シ一部ノ需要ニ供セラル即チ上總掘リト稱スル工法ニ依リ深二十間乃至百間ニ及ヒ竹管若クハ徑一吋四分ノ一乃至二吋

ノ鐵管ヲ埋設シ自然噴出ノ儘ニテ使用スルモノナリ今此等ノ井ニ就キ其流出量ヲ試驗スル爲メ落差ヲ一尺五寸ニ一定シ試驗ノ結果一晝夜ノ流出量二百八十五乃至一千五百七十立方尺ナルコトヲ知レリ而シテ含水層ノ厚ハ井戸屋ノ說ヲ信スレハ八尺乃至三十三尺ナリト云フ故ニ感應圈半徑ヲ一千尺ト假定スレハ(12)式ニ依リ $cd^2 = 50$ 乃至 389 ナルコトヲ知り得タリ今個々ノ算出ハ繁ニ涉ルヲ以テ之ヲ省キ其範圍ヲ示セハ左ノ如シ

感應圈半徑 $R=1,000$ 尺 (假定)

落差 $H-h=1.5$ 尺 (一定シテ試驗ス)

一晝夜流出量 $Q=285$ 乃至 1,570 立方尺

含水層厚 $t=8$ 乃至 33 尺

鑿井半徑 $r=1\frac{1}{4}$ 吋 乃至 2 吋

係數 $cd^2=50$ 乃至 389

之ヲ既記れむけ氏ノ係數ニ對照スレハ細砂ヨリ粗大砂ノ範圍ニ該當スルヲ以テ R ノ假定及(12)式ノ信用シ得へキコトヲ知り得タリ
 斯ノ如ク市内地下ニ於テ含水層アリテ其水質モ飲料ニ適スル成績ヲ知り得タルヲ以テ最モ廉價ナル水源トシテ鑿井ヲ愆慮セリ幸ニシテ市當局者ノ贊成シ又政府ノ認可スル所トナリ爰ニ實行ヲ見ルニ至レリ

一 設計一般 水道ノ最大給水量ハ一日十五萬立方尺(一人使用量三立方尺トシテ五萬人分)ニシテ三個ノ鑿井ヲ設ケ各五萬立方尺ツヽヲ得ルモノトス之カ爲メ市ノ東、中、西部ニ水源地ヲトシ各同一ノ設備ヲナスモノトス
 先ツ源井トシテ内徑十吋深百間ノ鑿井ヲ施シ之ニ取水唧筒ヲ据へ付ケ地表ニ設クル配水池ニ汲

952

ミ揚ケ再ヒ送水唧筒ニ依リ市街ニ直送スルモノナリ水質ノ工合ニ依リテハ取水唧筒ト配水池トノ中間ニ適當ナル壓力式濾過器ヲ据ヘ付ク可シ總テ唧筒機ノ原動力トシテハ會社經營ノ水力電氣ヲ購入スル豫定ニシテ送水唧筒ノ常用壓力ハ五十尺ナレトモ火災其他必要ノ場合ハ百五十尺ニ増壓シ得ル設備トス市街配水ノ方法ハ八吋管ヲ以テ三水源ヲ連絡シツ、市ヲ包圍シタル一ノ輪狀ヲ形ツクリ之ヨリ適宜ニ六吋及四吋管ヲ分派スルモノニシテ若シ一ノ水源地ニ故障アルトキハ之ヲ遮斷シ殘ニ水源ヲ以テ臨時給水セシムル方針ナリ(附圖第一及第二參照)

二 鑿井 在來ノ掘抜井ノ記錄ニ依リ深百間内外ノ所ニ厚三十尺内外ノ含水層アル可キニ依リ徑十吋ノ鑿井ヲ此含水層ニ達セシメ其全厚ヨリ集水シ取水唧筒機ニ依リ一晝夜五萬立方尺ノ水量ヲ汲ミ揚ケントスルモノナリ

先ツ汲揚深(地表下)ヲ求ムルニ(12)式ヲ用ツレハ已知數ハ左ノ如シ

$$Q = 50,000 \text{ (年一立方尺)}$$

$$t = 30 \text{ 尺}$$

$$r = 5 \text{ 吋} = \frac{5}{12} \text{ 尺}$$

$$\begin{aligned} H-h &= \frac{50,000}{9 \times 30 \times cd^2} \left(\log R - \log \frac{5}{12} \right) \\ &= \frac{185}{cd^2} (\log R + 0.38) \end{aligned}$$

れむけ氏係數ノ細砂ニ相當スルモノヲ採レハ $cd^2 = 18$ ナルヲ以テ R ノ値ニ依リ左ノ如シ

R	1,000	1,500	3,000	5,000	10,000	100,000
$H-h$ 尺	34.78	36.59	39.68	41.97	45.72	55.30

即チ R ノ大ナル變化ニ對シ落差ハ比較的影響ノ小ナルコトヲ知り得ヘシ
 要之 R ノ真ノ値ハ容易ニ定メ難シト雖前表ノ範圍内ト見レハ安全ナルカ如キヲ以テ之ニ集
 水孔ノ摩擦及上昇流速ヲ生セシムヘキ水頭等ヲ加ヘ總落差ヲ五十尺ト推定セリ而シテ地下水ノ
 靜水位ハ約地表ト等シキヲ以テ取水唧筒ハ地下五十尺ノ深ヨリ地表ニ設クル配水池ヘ一晝夜五
 萬立方尺即チ毎分三十五立方尺ヲ汲揚クヘキモノナリ

鑿井工事ハ日本鑿泉會社之ヲ請負ヒ回轉式工法ニテ作業セリ井ノ構造ハ下端長約百尺ハ集水管
 トシテ内徑十吋管ヲ用ヒ又上端長約六十尺乃至八十尺ハ唧筒機插入ノ爲メ内徑十五吋八分ノ一
 けーしんぐ管ヲ用ヒ其中間ハ總テ内徑十二吋半ノけーしんぐ管ヲ用ヒタリ此等ノ管ハ會社持合
 ハセノモノナリシナリ而シテ内徑ノ變スル所ハ特製ノ短管ニ依テ連結セリ(附圖第三參照)

大正三年十月三十一日先ツ西部ニ位スル第三水源ノ掘鑿ニ着手シ深六百二十一呎五ニ及ヒ十一
 月十日終了セリ次テ同年十二月十一日東部ニ位スル第一水源ノ掘鑿ニ着手シ深七百六十五呎五
 ニ及ヒ翌四年一月六日終了セリ其結果二井トモ豫定以上ノ水量アリテ水質モ可良ナリシカハ最
 後ノ中部ニ位スル第二水源ヲ掘鑿スルニ當リ尙其深ヲ増シ下層ノ水ヲ得ントノ希望當事者間ニ
 出テ會社技師モ賛成シ大正四年二月二十二日掘鑿ニ着手シ深八百八十一呎ニ及ヒ三月五日終了
 セリ然レトモ豈計ランヤ水量ハ最モ多キモ水質劣惡ニシテ剩サヘ瓦斯ヲ噴出シ能ク點火スルヲ
 發見セリ蓋シ沼氣ノ類ナラン故ヲ以テ遂ニ此井ハ廢棄セサルヲ得ス全ク失敗ニ了レリ是ニ於テ
 方位置ラ北方ニ變シ大正四年八月二十日第三新水源ノ掘鑿ニ着手シ同年八月二十六日深四百五
 十八呎ニ及ヒタルニ其地層稍々舊第二水源ニ類似シ來レルヲ以テ大ニ恐慌ヲ來タシ下部四十五
 呎ヲ埋戻シ井ノ深ヲ四百十三呎ニ止メタリ然レトモ他二井ニ比シ水量最モ少ク水質検査モ僅カ
 ニ飲料ニ差支ナシトノ結果ヲ得タルノミ

各源井ノ地層ハ附圖第四ニ之ヲ示ス然レトモ此廻轉式工法ニ於テハ其掘鑿ノ進行急速ニシテ其地層ノ變リ目ハ僅カニ職工長ノ掌ル杆柄ノ手筈ヘニテ之ヲ知リ又其砂粒ノ大サモ掘鑿土砂カ作業用粘土ト混シ壓力アル水ニ依リ地上ニ噴出シタルモノヲ洗滌シテ知ルノミナルヲ以テ大體ノ模様ノミニシテ詳細ナル區分ハ判明セサル可シ特ニ粘土ノ薄層ノ如キハ全ク氣付カレスシテ通過セルナラン此レ附圖第四ノ地層カ在來ノ上總掘ノ記錄ト符合セサル所以ナリトス
 最初ノ計畫ハ鑿井進行ノ途中ニ於テ通過地層ノ厚ハ勿論砂粒ノ大サ及水質大體ノ鑑察ヲ行ヒ適當ト認ムル深ニ止メ集水管ハ適當ト認ムル合水層ニ相當スル長ニ挿入スルノ豫定ナリシカ實際ハ上記ノ如ク一日ニ數百尺ヲ掘鑿シ殆ト調査考量ノ餘暇ナカリシナリ故ヲ以テ將來若シ此工法ヲ用ウル場合ニハ豫メ同一場所ニ掘一りんぐヲ施シ各般ノ調査ヲ行ヒ井ノ深及集水管ノ長ヲ決定シ置キ然ル後本作業ニ着手スルコト肝要ナリ然カスルニ於テハ彼ノ第二水源ニ於ケルカ如キ失策ヲ避クルコトヲ得ンカ
 各水源ノ水質ハ左表ノ如シ

内務省大阪衛生試験所檢定表

所在地	第一水源	舊第二水源	新第二水源	第三水源
井ノ深	七六五呎五	八八一呎	四一三呎	六二一呎五
試驗番號	四七號	一五五號	三九四號	五一七號
外觀	無色透明	微濁	無色透明	無色透明
臭味	異狀ナシ	異狀ナシ	異狀ナシ	異狀ナシ
反應	弱あるかり性	弱あるかり性	弱あるかり性	弱あるかり性

あむもにや 検出セス 著明 痕跡 検出セス

硬度石、灰、まぐねしや 二二五 一八〇 一三〇 一六〇

硫 酸 五九 微痕 微痕 微痕

亜 硝 酸 検出セス 検出セス 検出セス

硝 酸 痕跡 痕跡 微痕

くろーる 〇五 二四八 七一 七一

固形物總量 一七七二 二五四〇 一九二〇 一九六〇

檢 定 飲料ニ適ス 飲料ニ適セス 飲料ニ供シテ効ケンシ 飲料ニ適ス

期 日 大正四年三月九日 大正四年四月二十七日 大正四年十月十四日 大正三年十二月八日

佐賀縣廳衛生課細菌検査成績

第一水源 新第二水源

一立方せんちめーと
中ころにーノ數

攝氏八度ヨリ十度ニ昇降セル室内ニ於テ攝七日間培養セルモノニハころにーヲ發見セス攝氏十八度ノ孵卵器内ニ於テ攝七日間培養セルモノニハ二個ノころにーヲ發見セリ

ころにーヲ發見セス

病 原 菌 含有セス

含有セス

期 日 大正四年三月十一日 大正四年十二月十七日

第三水源ニ對シテハ細菌検査ヲ缺クド雖モ之レ亦殆ント無菌ナルコト想像ニ難カラス
水ノ溫度試験成績(攝氏)

井 深

大正四年 二月二十三日

大正四年 四月十三日

大正五年 六月十四日

第一水源

七六五五

二五五

△ 二七〇

論 說 報 告 掘 井 ノ 水 理

二〇

井 深

大正四年
二月二十三日

大正四年
四月十三日

大正五年
六月十四日

新第二水源

四一三

△ 二八〇
三〇〇〇

△ 二二三五

舊第二水源

八八一

△ 二八〇
三〇〇〇

第三水源

六二二五

△ 二六〇

△ 二二〇〇

高木町掘井

六〇〇

二二〇〇

二二〇〇

同 上

二〇〇

一三五

二〇〇〇

東田代町掘井

四〇八

一五五

二〇〇〇

唐人町掘井

六二二

二〇〇

二〇〇〇

商業學校掘井

四一四

二二〇

三二〇〇

工業學校掘井

四二〇

二二〇

二五〇〇

外 氣

一三〇

一三〇

二五〇〇

河 水

一〇〇

一〇〇

二五〇〇

△印ヲ付スルハ唧筒機ニテ汲揚中ニ測リタルモノニシテ他ハ自噴中ニ測リタルモノナリ

給水開始後唧筒機ニ依ル汲揚量靜水位及動水位等觀測シタル結果別表ノ如シ

同表中Qハ試驗時間中配水池ヨリノ給水ヲ休止シ配水池ノ増水量ヲ測リ之ヲ二十四時間ニ換算シタルモノナリ靜水位Hハ唧筒運轉着手ノトキ井中ノ水位ヲ測リタルモノニシテ夫レ迄ノ休止中ノ時間ヲ記シ又運轉ヲ止メタル時ヨリ再ヒ前水位復舊ニ要セシ時間ヲ測リタルモノナリ其餘リ長時間ヲ要スルモノハ給水ニ差支フルヲ以テ全ク復舊スルヲ待ツコト不可能ノモノアリ動水位ハ總テ運轉終了ニ近ツクトキ測リタルモノナリ係數 ca^2 ハ(12)式ニ依リ算出セリ即チ

トセハ

$$R=5,000\text{呎} \quad r=\frac{5}{12}\text{呎} \quad l=100\text{呎}$$

$$\alpha d^2 = \frac{Q}{H-h} \cdot \frac{\log \frac{R}{r}}{9l} = 0.0045324 \frac{Q}{H-h} \quad \dots \dots \dots (20)$$

理論上ハ各井ニ對シ αd^2 ハ一定スヘキ筈ナレトモ種々不正確ナル原因ヨリ幾分ノ差ヲ生セリ第二水源ニ於テ αd^2 ノ甚シク小ナルハ地質ノ然ラシムルニ依ルノミナラス恐ラク含水層ノ厚シカ中間ニ粘土層ヲ挟ミ百尺ヨリ遙カニ小ナルニ依ルタメナラン兎ニ角第一水源ハ水量最モ豊富ニシテ第三之ニ次キ第二ハ最貧弱ナリ今各水源ニ付キ αd^2 ヲ其平均數ト假定シ而シテ豫定ノ如ク五十尺汲ミ下クルモノトセハ極度幾何ノ流量ヲ得ヘキヤヲ算出センニ他ノ摩擦水頭ニ五尺ヲ要スルモノト假定セハ $H-h=45\text{呎}$ ナルヲ以テ(20)式ヨリ左ノ如クナルヘシ

$$Q = \frac{(H-h)\alpha d^2}{0.0045324} = 10,000 \alpha d^2 \quad \dots \dots \dots (21)$$

第一水源	$\alpha d^2 = 33.53$	$Q = 325,200$
第二水源	$\alpha d^2 = 8.87$	$Q = 88,700$
第三水源	$\alpha d^2 = 23.56$	$Q = 235,600$

即チ唧筒機ノ力ヲ増スニ於テハ第一若クハ第三水源ノミヲ以テ優ニ全市給水ニ供シテ餘リアル可シ

参考ノ爲メ鑿泉會社ノ契約書及實際仕拂代金ヲ掲クレハ左ノ如シ
契約書

1958

貴市水道水源鑿井工事左ノ條項ニ基キ請負施工可仕候

一金五萬七千圓也

水源地三個所鑿井工事請負高

此契約保證金五千七百圓也

但一井毎ニ分納スルコトヲ得

一 鑿井工事ハ最新水壓式(粘土水力應用旋廻鑿井機)ヲ使用スルモノトス

二 鑿井ハ上部六十呎ヲ内徑十八吋軟鋼製鐵管工事上ノ都合ニヨリテハ十五吋八分一ノモノヲ使用スルコトヲ得トシ以下ヲ内徑十二吋半ノ同質けしんぐトナス此兩管ノ接合ハにッポ
る又ハせめんとニ依リ而シテ地面下六百呎マテ沈下ス此内最下部ノ水層ニ於テ約百呎(地層
ノ狀態ニ依リ協議ノ上伸縮スルコトアルヘシ)ハ同徑又ハ十吋ノすとれいなりトナスモノト
ス

但六百呎以上掘進スルトキハ之ニ對スル材料ノ代金ヲ申受クルモノトス

三 けしんぐ鐵管ハ地面上約一呎突出セシメ其周圍ハ地面以下約二十呎厚一呎ヲ混凝土工事

ヲ施シ以テ汚水ノ降下及鐵管外圍ヲ防腐スルモノトス尙地表面ノ部ハ六呎四方ニ涉リ厚一

呎ノ同方法ヲ施ス

四 けしんぐ鐵管ノ各接手ハ捻子ニシテ漏水セサル樣堅ク接合ス

五 すとれいなハ本社専用眞鍮針金卷ノモノヲ地盤並ニ水層ニ應シ使用スルモノトス

六 すとれいなノ最下部ニハ砂ノ昇騰ヲ防クタメ底ヲ嵌着シ且之ヲ利用シテ當初掘鑿ノ際ニ

防壞用トシテ應用シタル粘土壁洗滌ノタメ外壓弁ヲ取付ケ沈下スルモノトス

七 すとれいなノ最下部ニハ鋼鐵製しゅーヲ取付ケ之ヲ不透層盤ニ安定セシム

八 けしんぐ全部沈下粘土壁ヲ完全ニ洗滌シタル後集水及水路ヲ増加セシムル可クすわッポ

其他ノ方法ヲ施工スルモノトス

九 鑿井完成ノ上ハ適當ノ方法ヲ以テ試驗セラル、モノトス此試驗ニ於テ所定ノ水量ナク水源トナス能ハサル場合ニ於テ他二箇所ノ鑿井工事ヲ中止セラル、トキハ既成一箇所ノ掘鑿請負代金二萬圓ヲ申受ケ又水量豐富ニシテ二箇所ニ止ムルトキハ請負代金四萬三千圓ヲ申受クヘキモノトス但請負代金ハ工事完了後一週間内ニ一井毎ニ申受クルモノトス

一〇 本工事期限ハ契約締結ノ日ヨリ八箇月トス
但最初ノ鑿井工事一箇所落成ノ上ハ水量水質等試驗ノ上次ノ鑿井工事ニ着手スルモノトス
一一 本工事ハ係員ノ外縦覽ヲ謝絶スルモノトス
前條々誠實ニ施工可仕依テ契約書差出候也

日本鑿泉合資會社代表社員

佐賀市長殿

右一箇所ノ請負金額一萬九千圓ノ内譯左ノ如シ

- 三 百 圓 鑿井地調査及契約締結諸費
- 三 千 圓 機械償却費
- 一 千 四 百 圓 運搬費
- 九 百 圓 係員旅費(職工等ヲ含ム)
- 一 千 七 百 圓 外國技師諸給
- 三 千 百 圓 係員俸給諸給(職工等ヲ含ム)
- 二 百 圓 作業排水用地補償費
- 三 百 圓 人夫大工賃

論說報告 掘抜井ノ水理

- 四千五百四十圓 すとれーなーけーしんぐ鐵管及附屬品代
- 二百三十圓 こんくりーと工事費
- 九百圓 建築物費(機械賣場、保員詰所)
- 一千圓 粘土、石炭代
- 五百圓 作業雜費(機械用諸油、電燈料、ばっきん類)
- 四百三十圓 通信其他雜費
- 一千五百圓 利益金

右契約ニ基キ實際會社ニ仕拂ヒタル金額ハ左ノ如シ

水 源	金 額	摘 要
第 一	19,497,288	六百呎ノ代..... = 18,772,388 増深ノ代 165.5 × 4.38 = 724,800
舊 第 二	20,003,174	六百呎ノ代..... = 18,772,388 増深ノ代 281.0 × 4.38 = 1,230,780
新 第 二	14,578,050	六百呎ノ代..... = 14,100,000 六百呎ノ代..... = 578,050
第 三	18,870,948	六百呎ノ代..... = 18,772,388 六百呎ノ代..... = 98,550
合 計	72,949,460	

三 唧筒機及電動機 唧筒機ハ工學博士川上新太郎君ノ設計ニ依リ石川島造船所ノ製造ニシテ電動機ハ東京高等工業學校教授中村幸之助君ノ設計ニ依リ芝浦製作所ノ製造ナルヲ以テ本邦ニ於ケル第一流ノ製品ト稱スルヲ得ヘシ特ニ其取水唧筒ハ英國ぐれんふひーと會社發明ノ最新ナルあしーれー (Ashley) 型深井用唧筒ニ倣ヒタルモノニシテ運轉平滑能率多大此種唧筒ニ在テ甚優秀ナルモノナレハ地下水ノ利用發達ノ爲メニハ大ニ奨薦スヘキモノナリ

各機ノ構造ハ圖面(附圖第五乃至附圖第八)及左記仕様書ニ依リ大略之ヲ知ルコトヲ得ン

取水唧筒仕様書(所要數三臺)

取水唧筒ハ本仕様書ニ添付セル略圖ヲ以テ示シタル如キ構造形狀ノあし。れ。一。型。複。動。自。調。平。衡。式。ノ。モ。ノ。ニ。シ。テ。ラ。ウ。一。さ。ん。ぐ。ば。れる。ノ。内。徑。九。吋。ふ。ら。ん。じ。一。ノ。直。徑。六。吋。八。分。ノ。五。衝。程。二。呎。四。吋。回。轉。數。一。分。時。間。三。十。四。揚。水。量。同。三。十。五。立。方。尺。ノ。モ。ノ。ト。ス。ウ。一。さ。ん。ぐ。ば。れる。ハ。砲。金。製。ニ。シ。テ。第。八。圖。ニ。示。シ。タル。如。ク。吸。水。瓣。室。ト。一。體。ニ。作。ル。ヘ。シ。内。面。ハ。び。す。と。ん。ト。ノ。間。ヨ。リ。水。ノ。漏。レ。サ。ル。様。精。密。ニ。仕。上。ク。ヘ。シ。又。あ。っ。ぶ。て。一。さ。ん。ぐ。ノ。下。端。ニ。設。ケ。タル。支。持。輪。ニ。テ。支。ヘ。ラ。ル。ノ。部。分。ハ。支。持。輪。ト。ノ。間。ヨ。リ。水。ノ。漏。レ。サ。ル。様。精。細。ニ。作。ル。ヘ。シ。瓣。ハ。ば。る。ぶ。用。硬。質。ご。む。製。瓣。座。及。瓣。軸。ハ。砲。銅。製。す。ぶ。ら。ん。ぐ。ハ。磷。銅。線。製。タル。ヘ。シ。瓣。座。ハ。び。す。と。ん。面。積。ノ。六。割。以。上。ニ。當。ル。通。水。孔。積。ヲ。有。ス。ヘ。シ。あ。っ。ぶ。て。一。さ。ん。ぐ。ハ。内。徑。十。吋。引。延。鋼。管。製。ニ。シ。テ。第。八。圖。ニ。示。ス。如。ク。下。端。ニ。螺。着。セル。支。持。輪。ヲ。有。ス。ヘ。シ。輪。ノ。内。徑。ハ。約。九。吋。外。徑。ハ。約。十。五。吋。ト。ス。支。持。輪。ノ。あ。っ。ぶ。て。一。さ。ん。ぐ。内。ニ。於。ケ。ル。部。分。ハ。其。ノ。支。持。ス。ル。ウ。一。さ。ん。ぐ。ば。れる。ト。ノ。間。ヨ。リ。水。ノ。漏。レ。サ。ル。ヲ。肝。要。ト。ス。ル。モ。ノ。ナ。レ。ハ。上。面。ハ。極。メ。テ。鄭。寧。ニ。摺。リ。合。ス。ヘ。シ。厚。サ。ハ。ウ。一。さ。ん。ぐ。ば。れる。ノ。重。量。ト。約。五。十。呎。ノ。水。頭。ト。ニ。耐。ヘ。充。分。餘。力。ア。ル。モ。ノ。タル。ヘ。シ。支。持。輪。ノ。外。緣。ハ。あ。っ。ぶ。て。一。さ。ん。ぐ。ノ。動。搖。ヲ。制。止。ス。ル。モ。ノ。ト。ス。び。す。と。ん。ろ。ど。ハ。第。八。圖。ニ。示。ス。如。ク。内。徑。五。吋。外。徑。五。吋。二。分。ノ。一。引。延。鋼。管。製。ト。ス。下。端。ハ。圖。面。ニ。示。ス。如。ク。び。す。と。ん。ニ。緊。着。シ。上。端。ハ。ら。っ。せる。氏。式。ば。ら。れる。も。し。し。ょ。ん。ノ。横。挺。端。ト。關。節。ヲ。有。ス。ヘ。シ。上。部。三。呎。零。吋。ノ。部。分。ハ。眞。鍍。製。ノ。外。套。ヲ。有。シ。兩。者。間。ニ。於。テ。水。ノ。漏。レ。サ。ル。様。作。ル。ヘ。シ。外。套。ノ。外。面。ハ。鄭。寧。ナル。仕。上。ヲ。要。ス。び。す。と。ん。ろ。ど。ハ。上。部。ノ。側。面。ニ。一。ノ。え。い。や。こ。っ。く。ヲ。具。フ。ヘ。シ。水。室。ハ。第。六。圖。ニ。示。シ。タル。如。キ。形。狀。ノ。モ。ノ。ニ。シ。テ。箱。形。床。臺。ト。一。個。體。ニ。鑄。造。ス。ヘ。シ。裏。面。ノ。井。戸。側。ニ。取。リ。付。ク。ヘ。キ。部。分。ハ。填。料。筐。ノ。中。心。線。ト。直。角。ヲ。爲。ス。ヘ。ク。削。リ。他。日。市。ヨ。リ。交。附。ス。ヘ。キ。型。板。ニ。合。セ。印。

籠形ニ削リ圖示ノ位置ニぼりと孔ヲ鑿開スヘシ厚サハ零吋二分一以上トシ三十封度ノ水壓試
 験ニ耐フヘキモノタルヘシ
 聯動機ハらっせる氏式ばられる、もしよんニシテ前記ノ床臺上ニ架スヘシハハれてゐあす、ろ
 どBハ横挺Cハ搖挺Dハ聯桿Eハ曲柄a及bハ支點eハ曲柄軸トス横挺Bハ一端ヲニ於テびす
 とんろつどノ上端ト關節シ聯桿Dニ依リテ曲柄Eノ動作ヲ受ケ支點aノ上下ハ同距離ノ直線運
 動ヲ爲スヘシ是カ爲ニ支點a及れてゐあす、ろつどAハ二組ヲ作り横挺及びすとんろつどノ左右
 兩側ニ一組宛ヲ配置スヘシWハ平衡用法馬ニシテびすとん及びすとんろつどノ水中重量並ニA
 B D及Eノ重量ニ對シテ平衡ヲ保ツヘシWニ代フルニ彈條ヲ以テスルモ差支ナシ各關節ハ砲金
 製内裡ヲ具フヘシ又びんハ鋼製燒入ノモノトス横挺及諸桿類ハ軟鋼製曲柄ハ火作リ出シモノ
 トシ何レモ總磨ヲ爲スヘシ聯桿E上端ヲU字形トシ内部ニ横挺ヲ挟ミ外部兩側ニれてゐあす、ろ
 っどノ一端ヲ附スヘシ曲柄ハ大小齒輪ノ二組ニ由リテ電動機ト直結ス前者及中間軸上ノ大齒輪
 ハ鑄鐵製ニシテびち圓ノ徑二十八吋八分ノ五びちち二吋齒厚十六分ノ十三吋齒數四十五トス
 後者及中間軸上ノ小齒輪ハ生ノ象皮製ニシテびち圓ノ徑七吋びちち二吋齒厚一吋三十二分ノ
 一齒數十一トス齒ハ何レモ機械切リトスヘシ曲柄ハ電動機ト同一ノ中心線ヲ有シ前者上ノ大齒
 輪ト後者上ノ小齒輪トノ外方ニ位シテ一個ノ共同軸受ヲ備フヘシ中間軸モ亦大小齒輪ノ内方ニ
 軸受各一個ヲ具フヘシ軸受ハ何レモ砲金製めたるヲ有シ磨滅ヲ調整シ得ヘキモノニシテ可視給
 油器ヲ具フヘシ一臺毎ニ唧筒回轉數ヲ累計ス可キかうんた一ヲ視易キ位置ニ取り付ケ適當ナル
 聯動裝置ヲ備フ可シ又すばん一組油差シ備品一組及びぼるびんぐだうんぼると一式ヲ附屬
 セシム可シ三臺ヲ通シテ大小齒輪一個ツ、ノ豫備ヲ附屬セシム可シ
 電動機ハ交流十三馬力六十さいくる二百ぼると一分時回轉數六百ノモノトス本市ハ請負者ヘ

其ノ略圖ヲ契約後二十日以内ニ又現品ヲ同百五日以内ニ其ノ工場ニ於テ交付スヘシ請負者ハ本仕様書ニ基キ契約後三十日以内ニ製作用詳細圖ヲ作り本市ノ認可ヲ經テ製造ニ着手シ又同百二十五日以内ニ其工場ニ於テ假組立ヲ爲シ本市ノ検査ヲ受ケテ期限内ニ本市ノ指定地ヘ納付スヘシ

送水唧筒仕様書(所要數六臺)

送水唧筒ハ別紙略圖ニ示シタル如キ構造形狀ノ横置單動トリブル式ノモノニシテぶらんぢャーノ直徑六吋二分ノ一衝程十吋回轉數一分時間六十送水量同三十三立方呎トス各部分ノ強サハ火災時水頭百五十呎ニ耐ヘ尙ホ餘力アルモノタルヲ要ス所要員數六臺トス各一臺ノ水筒三個及瓣室ハ最良緻密ナル鑄鐵ヲ以テ一個體ニ鑄造シ完全無缺ヲ期シ仕上タル後百五十封度ノ水壓試驗ヲ施スヘシ吸水及送水口ノ直徑ハ各五吋及四吋トシ何レモぶらんぢ附するすばるぶヲ具フヘシ各水筒ノ最低部ニハ砲金製直徑八分ノ三吋水拔活嘴ヲ具ヘ袋なつと附キ長二呎ノ銅管ヲ附スヘシぶらんぢャーハ砲金製壺形トス填料筐ハ水封式トシ砲金製ノねじくぶつしゅ及ぐらんどらいなあヲ有スヘシ

瓣室ハ水筒ノ上部ニ設ケ瓣類ノ取換又ハ修繕ニ便利ナラシムルヘシ瓣ハ砲金製圓盤形總揚式ノモノニシテ總數六個(吸水及送水用ノモノ毎水筒一個當トス每一個ハ砲金製瓣座瓣軸及燐銅線製彈條ヲ有スヘシ

瓣座ノ通水孔積ハぶらんぢャー面積ノ四割以上トス瓣室ハ徑六吋ノ壓力計ト徑二分ノ一時ノ氣拔活嘴トヲ其最高部ニ具ヘ又送水筒ノ上部ヨリ吸水筒ノ下部ニ通スヘキ呼水用側路ヲ備フヘシ壓力計ハ英國べいれい社製ノモノニシテ水壓百五十封度ヲ呎及一平方吋上ノ封度ニテ示スモノタルヘシ聯接桿ハ軟鋼製總磨トシ衝程ノ三倍半以上ニ當ル長サヲ有スヘシ一端ハあいば形ニ

シテ砲金製内裡ヲ有シぼーとヲ以テぶらんぢャーノ底へ取付クヘシぼーとノ頭部ハニタ俣形ニシテ前記聯接桿端ヲ挿ム兩者ノ關節ハ鋼製焼入びんヲ以テスヘシびん及ぼーとハ夫々關節部内ニ於テ曲ラサル様キヤッブヲ附スヘシ又ぼーとハぶらんぢャーノ他面ニ於テなと止ト爲シ水ノ滲レサル様キヤッブヲ附スヘシ聯接桿ノ他端ハ丁字形ニシテ砲金製めたるヲ具ヘ鋼製冠帽ヲ有シくらんくびんニ關節スヘシ聯接桿ノ兩端ハ適當ナル給油裝置ヲ備フヘシ

くらんくハ火作り出シ總磨ノモノトス一端ハ平時用十馬力他端ハ火災時用二十五馬力電動機ト齒輪ノ中介ニ由リ直結スヘシ齒輪ハ電動機ノ回轉數前者一分時五百七十後者同五百七十五ナルヲくらんくシッふとヘ移シテ一分時六十回轉ヲ爲サシムルモノナリトス是カ爲ニくらんくシッふとノ兩端ニ大小齒輪二組宛具フヘシ大齒輪ハ鑄鐵製小齒輪ハ生ノ象皮製ノモノニシテ齒ハ何レモ機械切トスヘシ平時用ノ大齒輪ハびちち圓ノ徑 $24\frac{1}{2}$ 吋齒厚 $1\frac{1}{2}$ 吋齒數十三又火災時用ノ大齒輪ハびちち圓ノ徑 $24\frac{1}{2}$ 吋齒厚 $1\frac{1}{2}$ 吋齒數十三又火災時用ノ大齒輪ハびちち圓ノ徑 $24\frac{1}{2}$ 吋齒厚 $1\frac{1}{2}$ 吋齒數三十四同小齒輪ハびちち圓ノ徑 $8\frac{1}{2}$ 吋齒厚 $1\frac{1}{2}$ 吋齒數四十二吋齒厚 $1\frac{1}{2}$ 吋齒數十一トスくらんくシッふと上ノ大齒輪ハ適當ナル形式ノくらんくヲ以テ容易ニくらんくシッふとト懸ケ外シヲ爲シ得ヘカラシムヘシベヤりんぐハくらんくノ中間ニ二個兩端大齒輪ノ外方ニ一個總數四個ヲ設クヘシ電動機ハくらんくシッふとト同一ノ心線上ニ設置シ前記大齒輪ノ外方ノ軸受ヲ電動機上ノ小齒輪ノ外方ノ軸受ト共同ニ爲サシムヘシ中間軸モ亦大小齒輪ノ内方及小齒輪ノ外方ニ軸受各一個ヲ具フヘシ軸受ハ何レモ砲金製内裡ヲ有シ磨滅ヲ調整シ得ヘキモノトシ可視給油器ヲ具フヘシ

床臺ハ水筒ベヤりんぐ及電動機ノ一切ヲ取付ヘキ大サトシ裏面ニ縱横ノ補強骨ヲ具ヘぼーとヲ以テ基礎ニ締メ附ルモ少シモ撓マサルモノトスヘシ基礎石ニ取付ヘキ裏面モ平削器ニテ削ルヘシ

シ

一臺毎ニ唧筒回轉數ヲ累計ス可キかうんたーヲ視易キ位置ニ取り付ケ適當ナル聯動裝置ヲ備フ可シ又ほゝるぢんぐだうんぼると一式ヲ附屬セシム可シ

六臺ヲ通シテすばんなー三組油差シ備品三組及大小齒輪一個ツ、ノ豫備ヲ附屬セシム可シ

本唧筒六臺ノ内三臺ハ平時用及火災時用電動機ノ位置ヲ他ノ三臺ト勝手違ニ設置スヘシ

電動機ハ何レモ交流六十さいくる二百ぼーると一分時回轉數六百ノモノトス本市ハ請負者ヘ其

ノ略圖ヲ契約後二十日以内ニ又現品ヲ同百五日以内ニ其ノ工場ニ於テ交付スヘシ

請負者ハ本仕様書ニ基キ契約後三十日以内ニ製作用詳細圖ヲ作り本市ノ認可ヲ經テ製作ニ着手

シ又同百二十五日以内ニ其工場ニ於テ假組立ヲナシ本市ノ検査ヲ經テ期限内ニ本市ノ指定地ヘ納付スヘシ

三相交流誘導電動機仕様書

概要

	平時送水 唧筒用	取水唧筒 用	火災時送 水唧筒用
容量(馬力)	一〇	一三	二五
個數(個)	六	三	六
廻轉數(毎一分間)無負荷	六〇〇	六〇〇	六〇〇
電壓(ヴォルト)	二〇〇	二〇〇	二〇〇
周波數(さいくる)	六〇	六〇	六〇

構造

固定子鐵心ハ磁氣的良質ノ薄鋼板ヲ適度ニ燒鈍シ適當ノ風道ヲ設ケテ組立テ通風良好ナル構造

ヲ有スル鑄鐵框内ニ固定セシムヘシ
 固定子捲線ハ適當ニ絶縁セル銅線ヲ捲型ニテ一定ノ形ニ捲キ更ニ完全ナル絶縁ヲ施シタル上ニ
 鐵心溝内ニ篋入セシムヘシ
 廻轉子ハわらんごろゝとる型ニシテすりっぽりんぐヲ設ケ十三馬力並ニ二十五馬力ノモノニハ
 該すりっぽりんぐヲ短絡スル裝置ヲ附スヘシ鐵心ハ磁氣の良質ノ薄鋼板ヲ適當ニ燒鈍シタルモ
 ノヲ以テ組立テ絶縁銅線又ハ銅帶ヨリ成ル捲線ヲ該鐵心溝内ニ收容セル構造タルヘシ
 軸受ニハ硝子油管並ニ固定子廻轉子間ノ空隙調整裝置ヲ附スヘシ

全負荷ニ於ル能率、力率及廻轉數ノ最少限度

馬力數	能率	力率	廻轉數
一〇	八五%	七二%	五七〇
一三	八五%	七二%	五七〇
二五	八九%	七八%	五七五

絶縁

絶縁力ハ交流電壓ヲ以テ試験シ左ニ規定スル電壓試験ニ堪フルモノタルヘシ

固定子捲線ト鐵心間 一五〇〇ガキると 一分間

廻轉子導體ト鐵心間 二五〇〇ガキると 一分間

發熱及過負荷程度

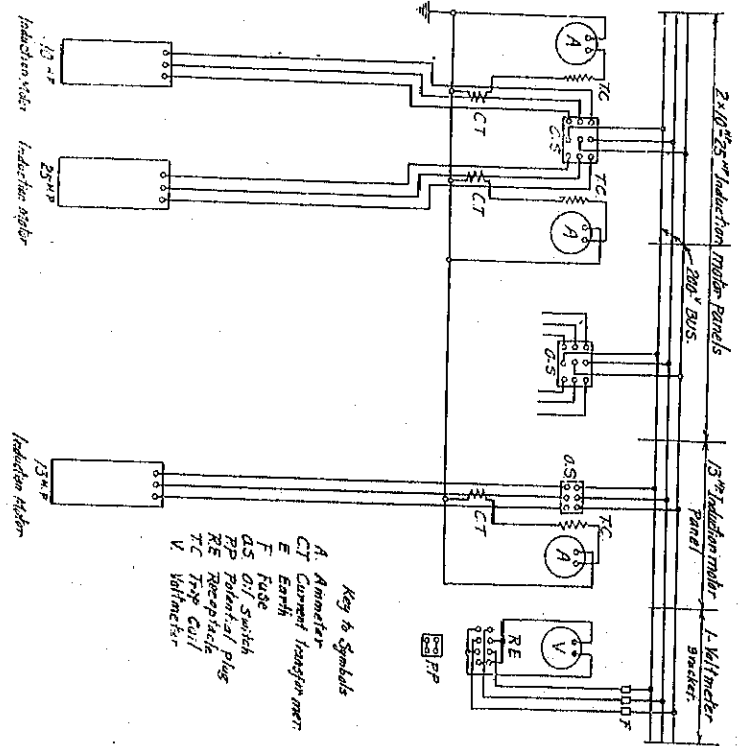
電動機各部ノ溫度ハ室内溫度ヨリ上昇スルコト左ノ制限ヲ超サルモノタルヘシ

全負荷ヲ以テ連續運轉後 攝氏四十度

二五%過負荷ヲ以テ二時間運轉後 攝氏五十五度

掘抜井ノ水理

電動機仕様書附圖



但シ溫度ハ寒暖計ヲ以テ測リ且ツ室内溫度ハ攝氏二十五度ヲ以テ標準トス十馬力も一とするハ五
 ○廻轉ニテ連續使用後溫度攝氏四十度ヲ越エサルモノトス

電動機附屬品

十馬力三相電動機一臺ニツキこんとろーら一及抵抗器一組ヲ附シこんとろーら一ニヨリ電動機
 ノ廻轉數ヲ六〇〇廻轉ヨリ五〇〇廻轉迄各五〇廻轉宛減速シ得ル構造タラシムヘシ抵抗器ハあい
 よんぐりっどヲ組合シタルモノタルヘシ

十三馬力並ニ二十五馬力三相電動機ニハ各一臺毎ニ起動抵抗器一個ヲ附屬セシムヘシ該抵抗器
 ハあいよんぐりっどヲ以テ組立テ圓形ニ配置セル三組ノ複接觸片ヨリ成ルすむちヲ附シテ電
 動機ヲ徐々ニ廻轉セシムヘキ構造タルヘシ

配電盤

配電盤ハ良質ノ大理石ヲ瓦斯管框ニ取付ケタル構造ニシテ裏面接續ニ必要ナルくらんぶた一み
 なる碍子及ヒ電線類一切ヲ附屬セシムヘシ配電盤用計器類其他ノ器具ハ凡テ充分ナル大サ及ヒ
 絶緣力ヲ有スルモノタルヘシ

(イ) 十馬力及二十五馬力電動機用配電盤及用品六組各一組ニ付附屬品左ノ如シ

大理石

らんぶぶらっけつと

自動三極油入切換開閉器せばれーととりっぶこいる付

交流電流計

變流器

かーどほるだー

一
一
一
一
二
二
二

裏面接續金物

一式

(ロ) 十三馬力電動機用配電盤及用品三組各一組ニ付附屬品左ノ如シ

大理石

らんぶぶらっけつと

自動三極油入開閉器

交流電流計

變流器

かどぼるだ

裏面接續金物

(ハ) 母線用品三組各一組ノ附屬品左ノ如シ

交流電壓計ぶらっけつと框付

八點栓開閉器

變壓器仕様書

概要

油入單相變壓器

九個

種類

個數

容量

電壓

二十五きろがるとあむぺや

一次線二、〇〇〇ゲヤると
二次線二、〇〇〇ゲヤると
一次(一二五)二次(一二五)あむぺや

周波度數

六〇さいくる

構造

變壓器ノ主要部分ヲ構成スル鐵心ハC-I型ニシテ磁氣の良質ノ薄鋼板ニ特種ノ絶縁塗料ヲ施シタルモノヲ以テ組立テ鐵損失ヲ僅少ナラシムヘキ構造タルヘシ捲線ハ適當ニ絶縁セル銅線又ハ銅帶ヲ捲型ニテ一定ノ型ニ捲キ真空乾燥法ニヨリ濕氣ヲ完全ニ除去シタル後壓力唧筒ヲ以テ絶縁コヒばうんど溶液ヲ注入シ更ニ完全ナル絶縁ヲ施シタルモノヲ使用スヘシ又捲線ヲ數多ノ部分ニ區分シ絶縁ヲ安全ナラシムルト同時ニ自己誘導ノ影響ヲ僅少ナラシメ熱ノ放散容易ナル如キ構造タルヘシ

油ハ絶縁力最モ高ク水分ハ勿論酸又ハ阿爾加里其他有害ナル物質ヲ含有セス且ツ變壓器ノ發熱ヲ冷却スルニ最モ適當ナル性質ノモノヲ精選スヘシ
外面ハ堅牢ヲ旨トシ且ツ内部ノ發熱ヲ容易ニ放散セシムル波形鑄鐵製函ヲ使用スヘシ

能率

力率一〇〇%ノ時變壓器ノ能率左ノ限度ヲ下ラサルモノトス

一 全負荷

九七%

二 四分ノ三負荷

九七%

三 二分ノ一負荷

九六八%

調整

力率一〇〇%ノ時全負荷ニ於ル電壓ニ對シ一七%

絶縁

絶縁力ハ交流電壓ヲ以テ左ニ規定スル試験ヲ行ヒ之ニ堪フルモノタルヘシ

一 高壓捲線ト低壓捲線間

一〇〇〇〇ギ

一分間

- 二 高壓捲線ト鐵心間 一〇〇〇〇ガツると 一分間
- 三 低壓捲線ト鐵心間 四〇〇〇ガツると 一分間

發熱及過負荷程度

變壓器ノ溫度ハ室内溫度ヨリ上昇スルコト左ノ制限ヲ超エサルモノトス

- 一 全負荷ヲ以テ二十四時間連續使用後攝氏四十度
 - 二 二十五%過負荷ヲ以テ二時間使用後攝氏五十五度
- 但シ溫度ハ抵抗ニヨリ測リ室内溫度ハ攝氏二十五度ヲ以テ標準トス
- 右ニ對スル請負代金左ノ如シ

東京石川島造船所製造

品名	數量	單價	金額
取水唧筒(附屬品共)	三臺	二,四九〇	七,四七〇
送水唧筒(附屬品共)	六臺	二,三四三	一四,〇五八
合計			二一,五二八
特別値引高			一,〇一〇
契約高			二〇,五一八
東京芝浦製作所製造			
品名	數量	單價	金額
十三馬力三相誘導電動機	三臺	四七五	一,四二五
十馬力同	六臺	六八一	四,〇八六
二十五馬力同	六臺	六一三	三,六七八

二十五馬力配電盤及用品	六組	二五一	一、五〇六
十三馬力同	三組	一五〇	四五〇
母線用品	三組	二八	八四
二十五きろわつと ぼると、あむべあ 單相油入變壓器	九個	二三九	二、一五一
合計			一三、三八〇

特別値引高

契約高

一一、八八〇

五〇〇

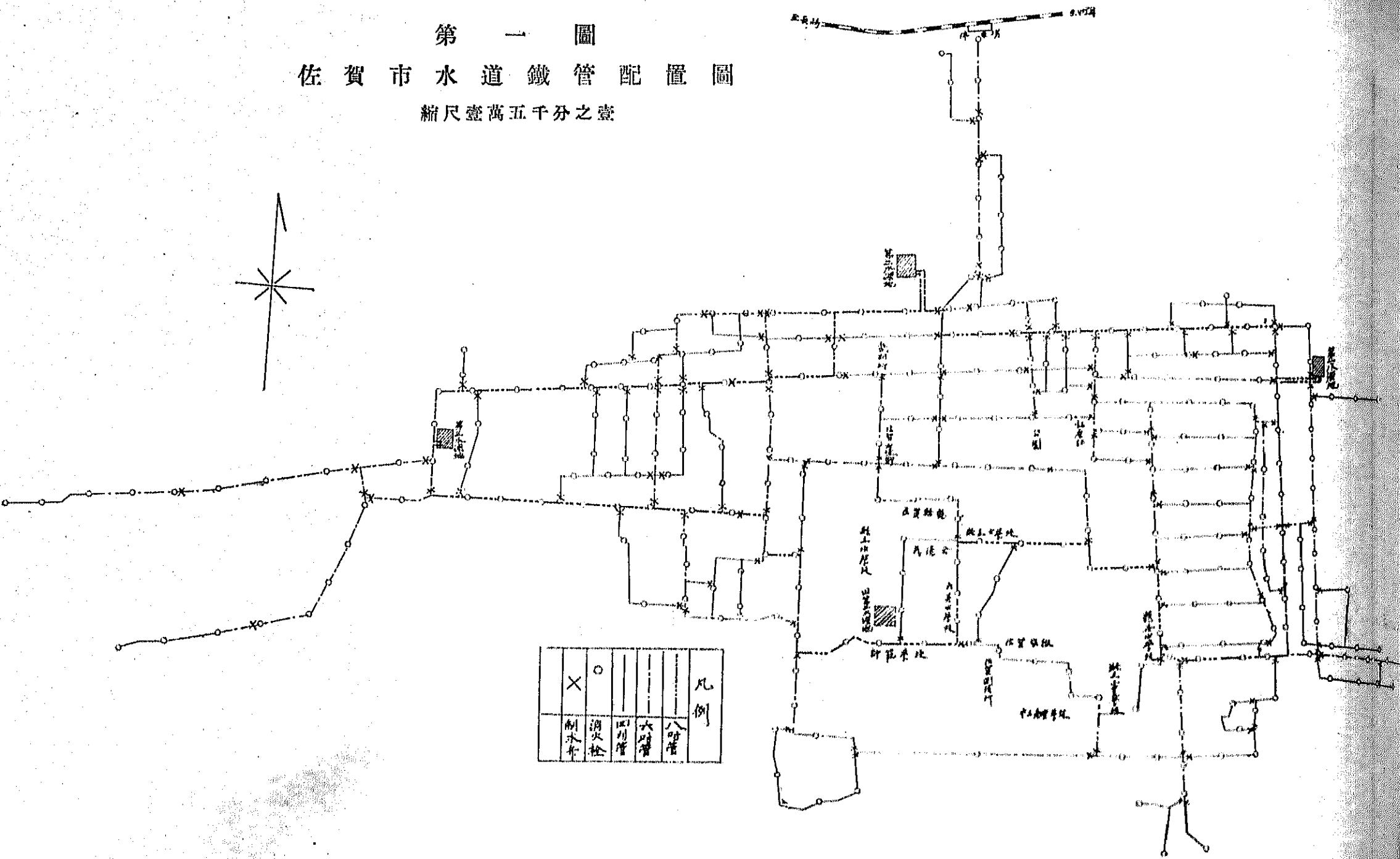
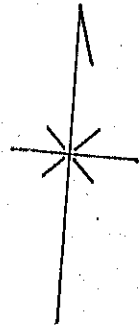
四 配水池 最初ノ設計ハ地上五十尺ニ滿水面ヲ有スル水槽塔ヲ造リ取水唧筒ヨリ直チニ之ニ汲ミ揚ケ自然流下ニ依リ市中ニ給水シ以テ送水唧筒ヲ省ク豫定ナリシカ再調ノ結果佐賀市一帯ノ地盤甚タ薄弱ナルコトヲ知り其危険ヲ慮リ地面ニ配水池ヲ造ル可ク變更セリ即チ内徑四十五尺水深十尺ノ鐵筋こんくりーと造ニシテ其平均水位ヲ殆ト地面ニアラシム可ク撰定セリ其水止メノ工法トシテハ周壁及池底トモ英國だぶりゆー、えち、けー會社製造ノぶれやら、びち、ーめん、しーちんぐヲこんくりーと中ニ張リ込ミ尙内面ハもるたー塗リトナシ又屋蓋モ同様しーちんぐヲ張リタリ基礎ハ三尺眠ニ末口五寸ノ松杭ヲ打チ第一第二水源地ハ長二間又第三水源地ハ長二間半トシ其上ニ縱横ニ徑六寸ノ胴木ヲ横タヘ其間ニ厚二尺五寸割栗石ヲ填充シタルモノナリ但地盤軟弱ニシテ割栗石ハ工事中沈没ノ恐アリシヲ以テ豫メ粗朶ヲ敷キ詰メ其上ニ填充シタルモノナリ(附圖第九參照)(完)

佐賀市水道ニ於ケル水量並ニ水位觀測表

觀測 大正年月日	流量 Q 一晝夜 立方尺	唧筒機 運轉 時間	靜 水 位				動水位 唧筒機 運轉最終 標高 h	落 差 H-h	天 氣	溫 度 (攝 氏)			計 算 上		備 考	
			標 高 H	觀測前 唧筒機 運轉時 止間	標 高	唧筒機 運轉後 終止 時間				源 水	外 氣	河 水	Q H-h	CP		
第一水源	5-9-12	52,914	3	+11-40	15-20	+11-49	15-30	+1-09	10-40	曇	26.0	28.0	21.8	5,033	23.81	井 深 765.5 M 地盤標高 +19.60 配水口 標高 +20.10 新水面標高
	5-10-9	57,098	3	+12-09	18-0	+12-09	1-05	+3-09	8-40	晴	25.5	24.0	21.5	6,792	30.90	
	5-12-7	57,792	3	+13-39	16-0	+13-39	0-10	+5-33	7-06	晴	26-0	24.0	14.5	8,179	37-07	
	6-1-10	57,792	5	+11-02	18-0	+11-00	3-10	+5-37	6-05	晴	26.0	0.7	4.5	8,690	30.39	
																平 均
														7,174	32.52	
第二水源(新)	5-9-13	30,928	3	+11-17	22-0	+11-21	21-0	-16-09	27-26	晴	23.5	24.0	23.0	1,134	5-14	井 深 413.0 M 地盤標高 +10.71 配水口 標高 +18.35 新水面標高
	5-10-9	35,688	3	+11-11	15-0	+9-01	16-30	-14-79	25-00	晴	23.0	26.0	21.0	1,378	6-21	
	5-12-9	40,680	4	+9-81	18-0	+9-81	20-0	-4-89	14-70	晴	23.0	15.0	13.5	3,191	14-13	
	6-1-30	39,240	4	+8-01	15-30	+8-01	9-0	-9-49	18-40	晴	24.0	5.2	7-0	2,133	10-07	
																平 均
														1,957	8-87	
第三水源	5-10-10	49,900	3	+9-70	6-0	+9-70	1-30	+1-20	8-50	曇	25.0	23.0	21.0	3,978	23-04	井 深 631.5 M 地盤標高 +16.50 配水口 標高 +19.78 新水面標高
	5-12-7	49,248	4	+11-30	16-0	+11-30	2-0	+1-75	9-55	晴	25-0	30.0	18.0	5,157	21.34	
	6-1-7	49,248	4	+11-34	18-0	+11-30	3-0	+0-54	10-80	曇	25.5	3.4	3.0	4,720	30-07	
																平 均
														5,108	23.59	

第一圖 佐賀市水道鐵管配置圖

縮尺壹萬五千分之壹



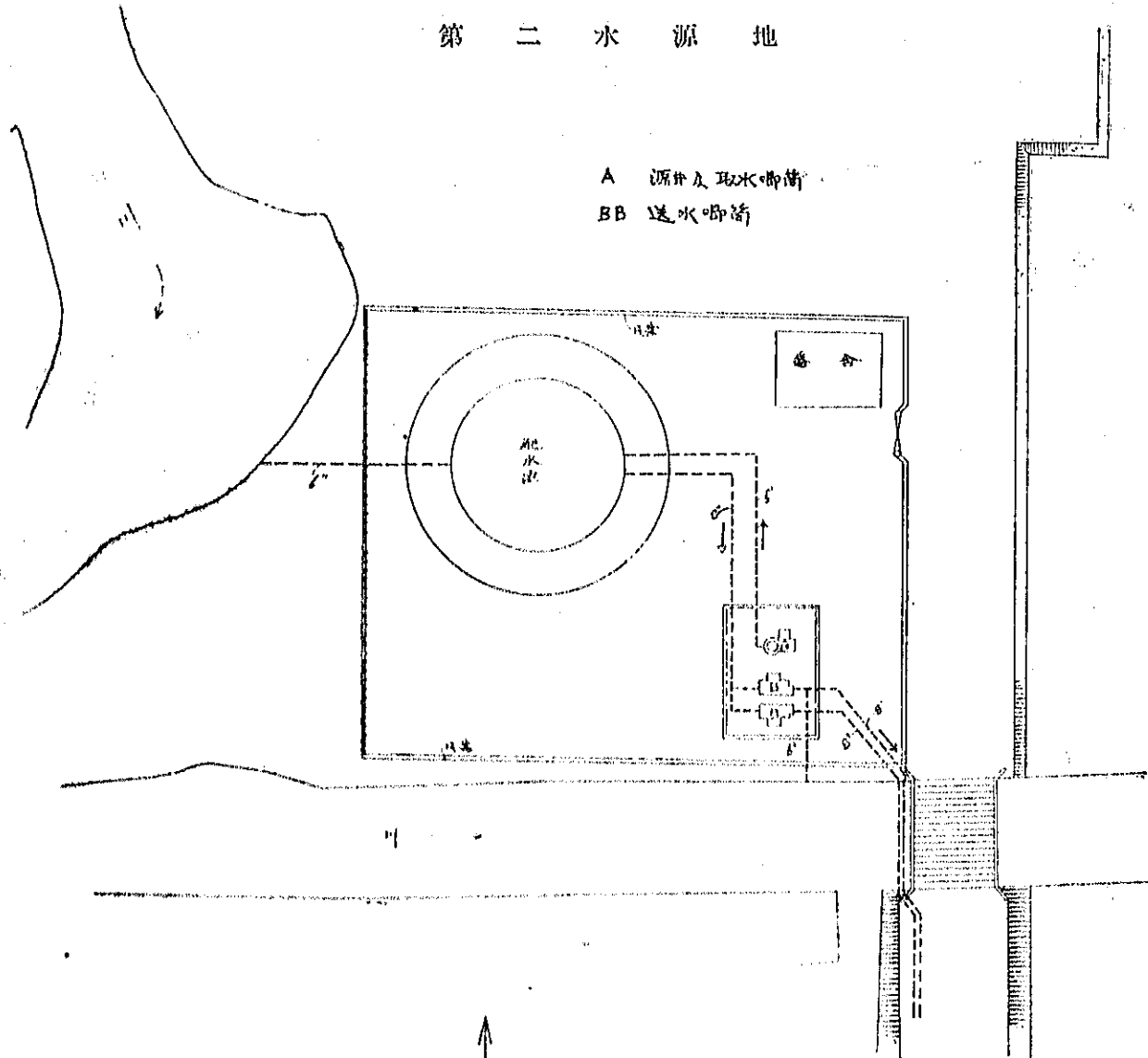
×	○				凡例
抽水機	消火栓	四吋管	六吋管	八吋管	

第二圖 佐賀市水道水源地平面圖

縮尺六百分之一

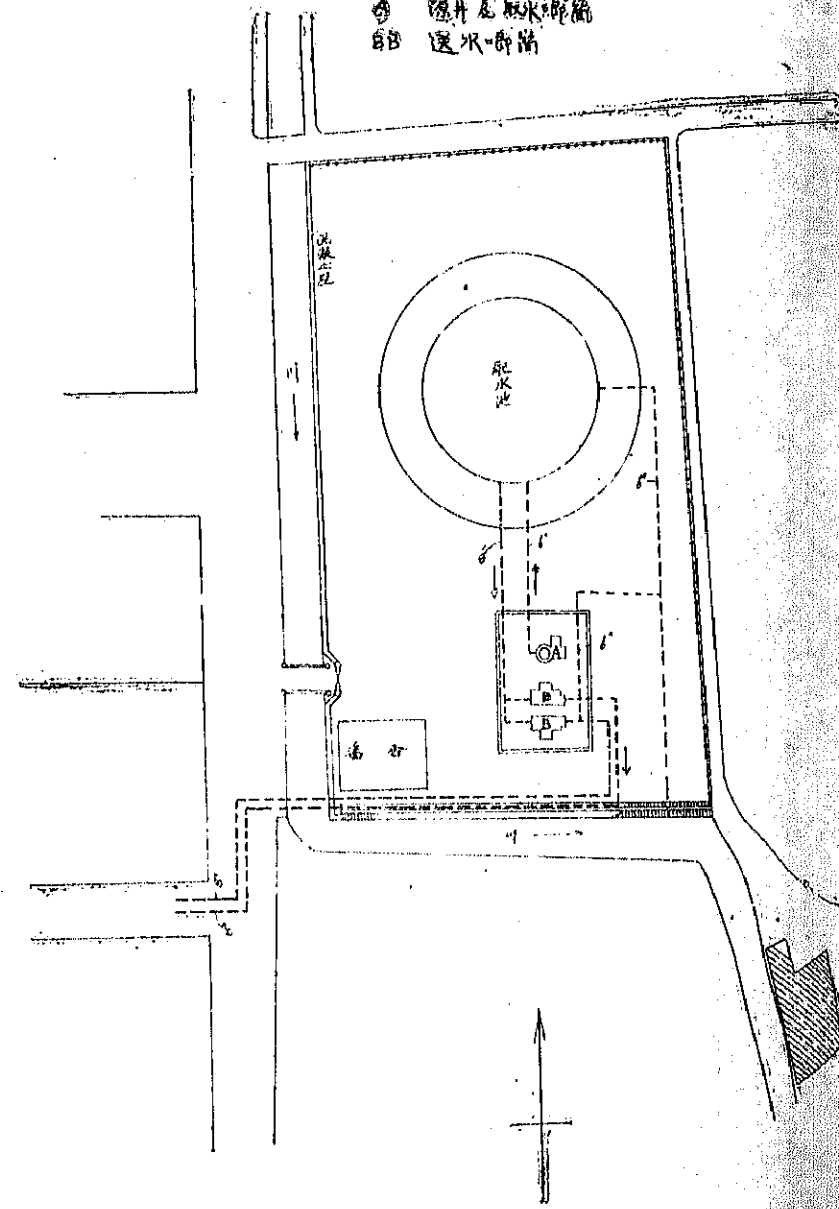
第二水源地

A 源井及取水唧筒
BB 送水唧筒



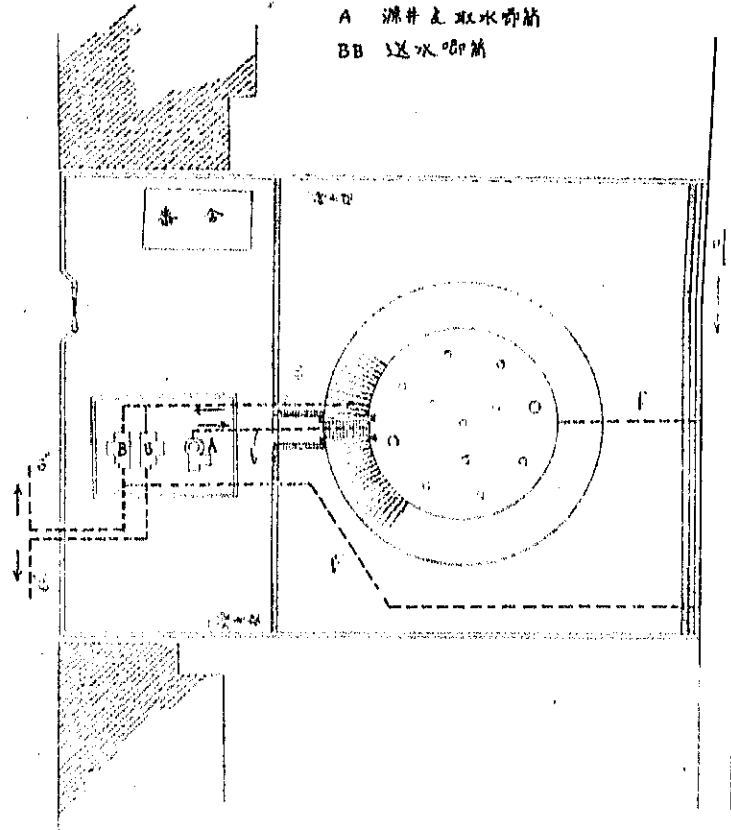
第一水源地

源井及取水唧筒
送水唧筒



第三水源地

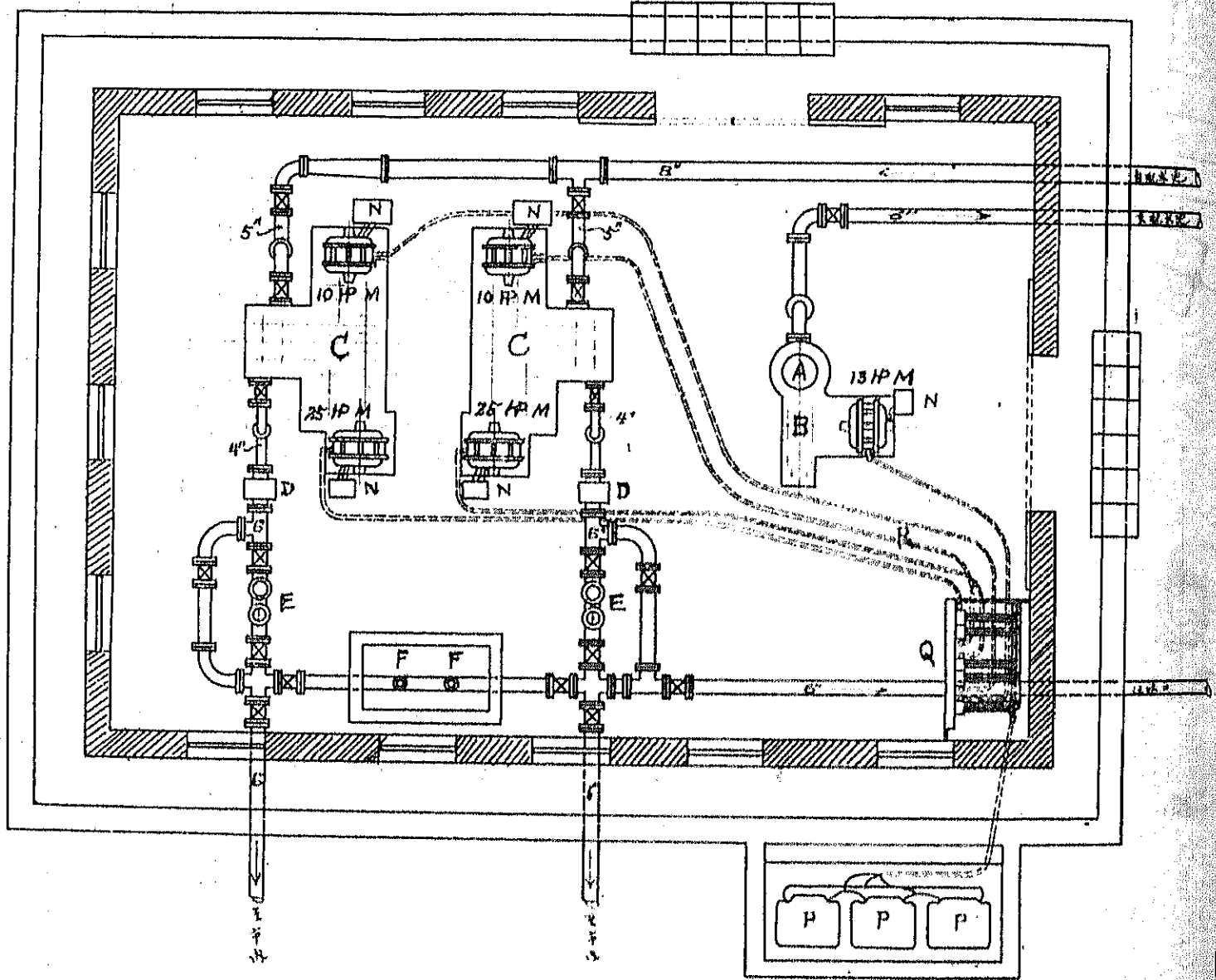
A 源井及取水唧筒
BB 送水唧筒



第五圖 唧筒室平面圖

(縮尺七十五分ノ一)

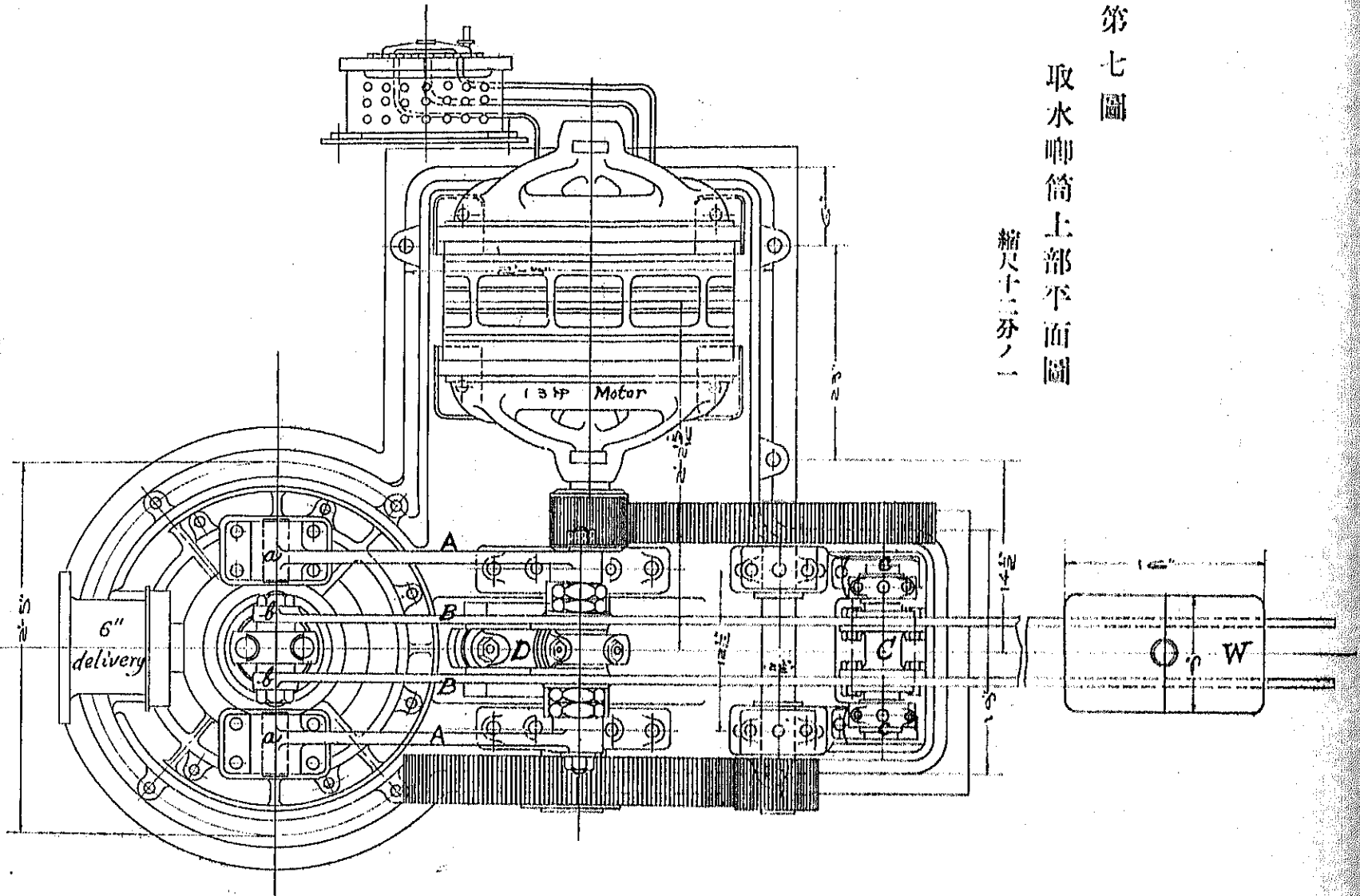
- A 源井
- B 取水唧筒
- C 送水唧筒
- D ちねきばるぶ
- E 量水器
- F 安全弁
- M 電動機
- N 制御器
- P 變壓器
- Q 配電盤
- R 地中電線



第七圖

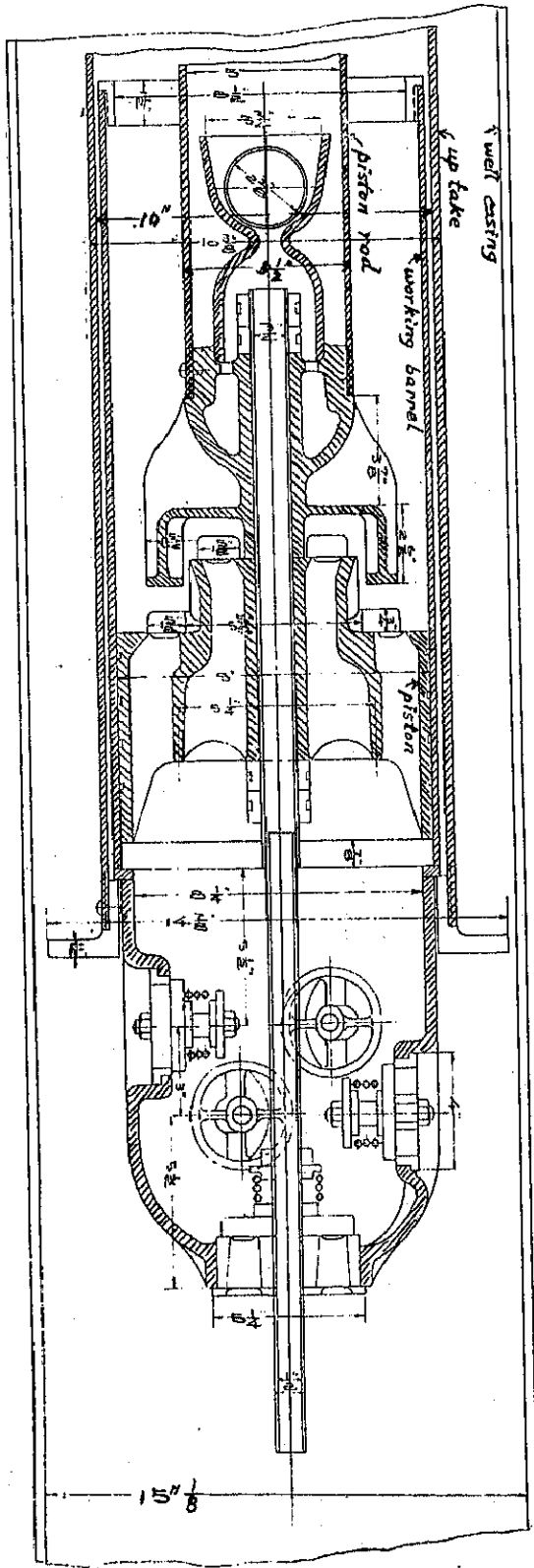
取水唧筒上部平面圖

縮尺十二分の一



Russell's Parallel Motion.

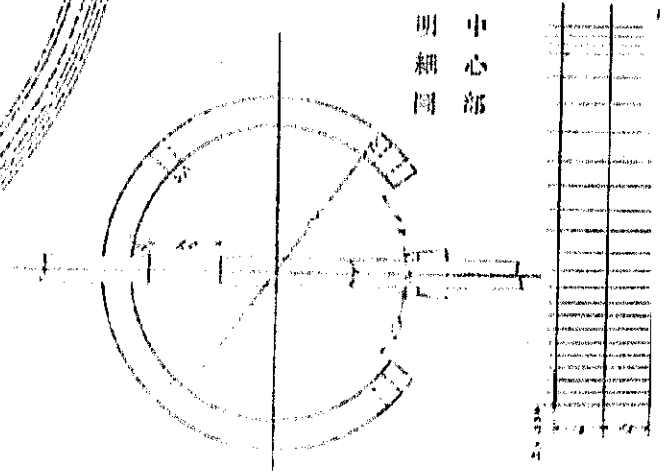
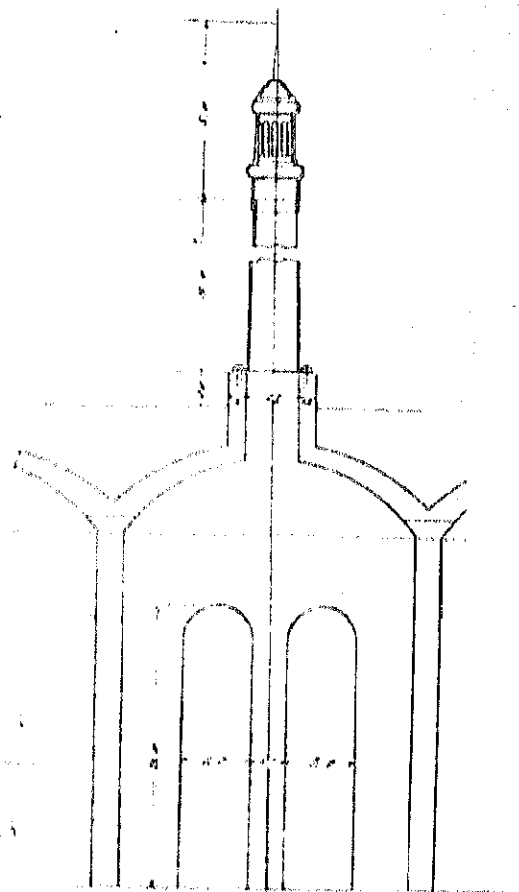
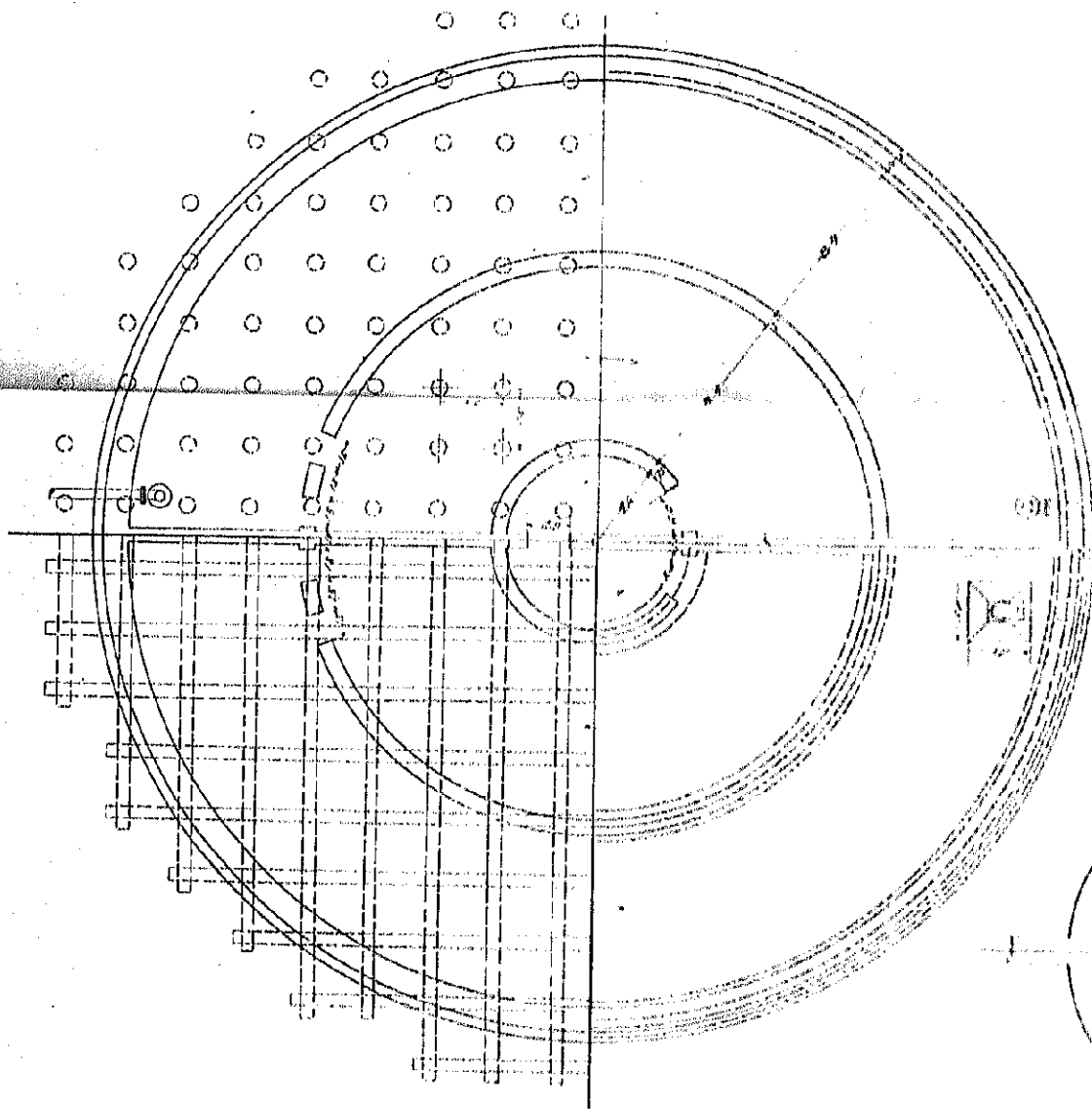
- A, Radius rod, fixed at one end at *a*.
- B, Main beam, connected to plunger end at *b*.
- C, Oscillating rod, fixed at one end at *a*.
- D, Connecting rod, to the crank pin *e*.
- W, Counter weight.



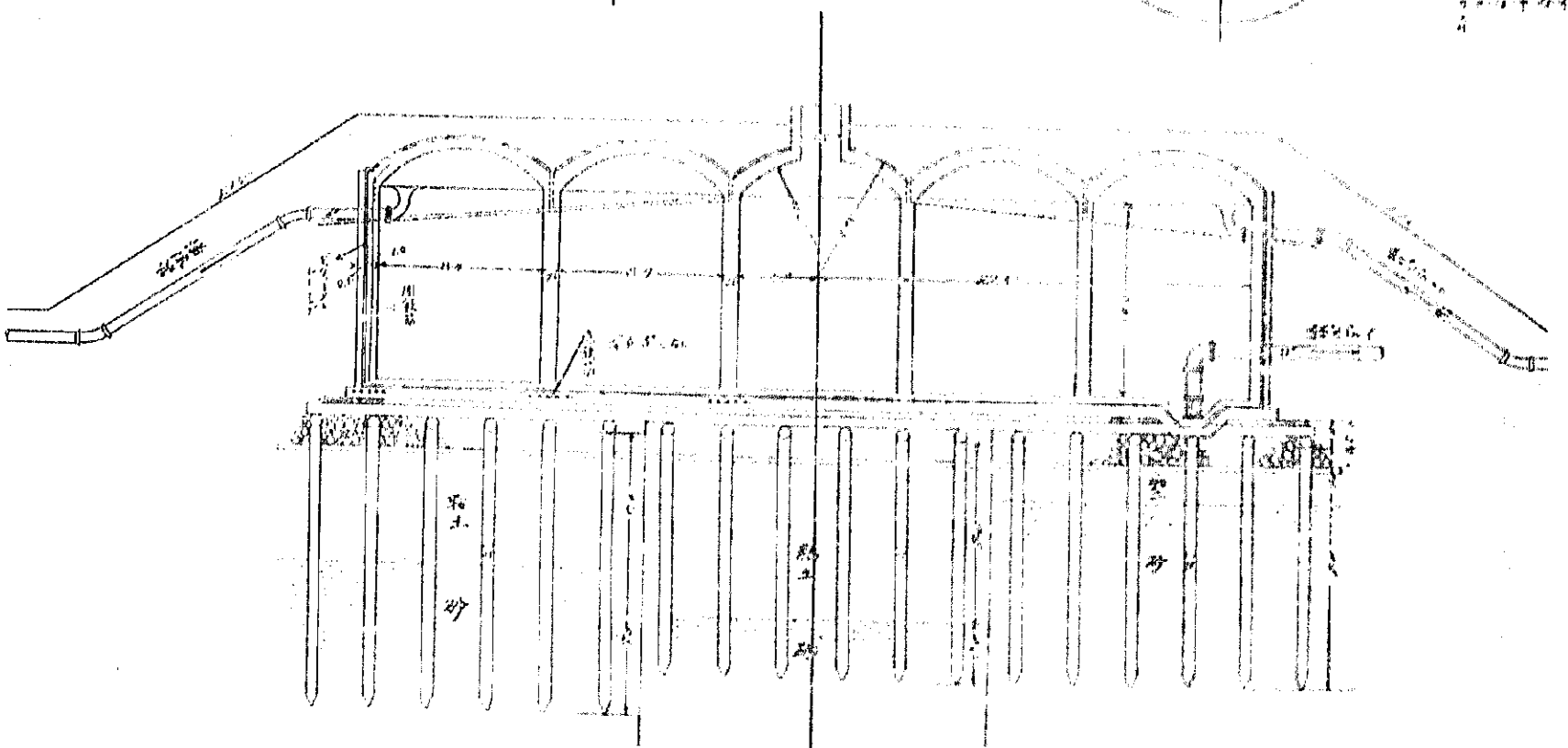
第八圖 取水唧筒下部縱斷面圖 (縮尺六分ノ一)

第九圖 佐賀市水道配水池

縮尺 $\left\{ \begin{array}{l} \text{百分一} \\ \text{六拾分一} \end{array} \right.$



中心部
明細圖



第三水源地

第二水源地

第一水源地