

論 說 報 告

土木學會誌 第十五卷第九號 昭和四年九月

某麥酒會社工場下水及汚泥處分と其の利用計畫

會員 工學博士 西 田 精

Disposal of the Brewery Waste and the
Utilization of the Sludge

By Sei Nishida, Dr. Eng., Member.

内 容 梗 概

第壹編は某麥酒會社工場下水を活性汚泥法により處理せる處分場の記事にして、第貳編は其の處分場に於て産出せる汚泥に關する研究及實驗の結果を記し、尙之によりて其の處分法にて發生せるメタン瓦斯の利用計畫を記す。

目 次

第壹編 麥酒工場下水の處分法	3
第一章 概 論	3
(一) 麥酒會社は其の工場下水を如何なる程度に淨化處理すべきか	3
(イ) 其の附近の用水路に放流する法	3
(ロ) 其の附近の河川に放流する法	3
(ハ) 將來隣接せる都市の下水道完成の際之に放流する法	4
(二) 處分法の比較研究	4
(イ) 灌漑法	4
(ロ) 撒水濾過法	4
(ハ) 活性汚泥法	4
(三) 設計の概要	4
第二章 下水量及其の水質	5
(一) 下水量	5
(二) 下水の性質	5
第三章 下水處分設備	6

(一) 濾格沈砂池	6
(二) 沈澱池	6
(三) ポンプ池	6
(四) 曝氣槽	7
(五) 沈泥槽	8
(六) 機械設備	8
第四章 工費及所要面積	8
第五章 成績	9
第貳編 汚泥處分及其の利用法	10
第一章 概論	10
(一) 空氣乾燥法	
(二) 地層濾過法	10
(三) 壓搾法	10
(四) 減壓濾過法	11
(五) 熱氣乾燥法	11
(六) 離心機使用法	11
(七) 醱酵處理法	11
(八) 充溝法	11
(九) 海中投棄法	11
(十) 液肥利用法	12
(十一) 汚泥分離處理法	12
第二章 汚泥消化作用及各所の實驗成績	12
(一) 汚泥の腐化作用	12
(二) 汚泥の水素イオン濃度が消化作用に及ぼす影響	13
(三) 汚泥の溫度が消化作用に及ぼす影響	14
(四) 汚泥消化に要する時日	15
(五) 汚泥消化槽の容積	15
(六) 瓦斯發生量	16
(七) 發生瓦斯の熱量	17
(八) 瓦斯利用法	17
第三章 本工場内に於けるメタン瓦斯發生試験	17
第一回試験	17

第二回試験	18
第三回試験	22
第四回試験	25
結論	26
第四章 汚泥處分及メタン瓦斯發生装置の設計	27
(一) 概論	27
(二) 第一汚泥槽	27
(三) 第二汚泥槽	27
(四) 汚泥消化槽	28
(五) 汚泥乾燥床	29
第五章 工費及所要面積	29

第壹編 麥酒工場下水の處分法

第一章 概 論

従來工場下水は附近の灌漑用水路に放流せしが、灌漑時期には用水路を處々に堰止め田地に引水するを以てその放流口以下に於ける流水は濃厚なる下水の爲に汚濁せらる。其の中に含有する有機物の腐敗によりて惡臭を發し、水草魚類は死滅し稻稈の發育を害すること甚しく、之が爲に工場に於ても用水路の浚渫其の他に年々多額の支出を負擔し、尙且農民の怨憤を買ふに至れり。當會社に於ても下水淨化の必要を認め、大正 11 年春其の淨化法に關して調査研究を開始せり。

(一) 麥酒會社は其の工場下水を如何なる程度に淨化處理すべきか

此の問題を研究するには其の淨化水を如何に處分するかによりて異なるを以て、現場に於て實施し得らるゝ方法を調査するに、次の三種の方法に外ならず。

- (イ) 其の附近の用水路に放流する法
- (ロ) 附近の河川に放流する法
- (ハ) 將來隣接せる都市の下水道完成の際之に放流する法

(イ) の方法は従來施行しつゝある方法にして、少くとも附近及下流の水田其の他に障害を與へざる程度に淨化せざるべからず。然るに灌漑時期の用水路の流量は工場下水の汚濁を稀釋するには極めて不充分にして、到底完全なる淨化方法を講ずるにあらざれば此の障害を除去すること能はざるべし。

(ロ) 附近の河川に放流する場合には、(イ) の場合の如くに完全に淨化する必要なきも尙夏期濁水の際及昇潮の際にも支障を起さざる程度に放流前に淨化せざるべからず。加之工

場より其の河川に至る延長 15 町餘の下水管の布設費及放流口の工事費等亦多大の費用を要すべし。

(ハ) 將來隣接せる都市の下水道完成の際之に放流する方法は、將來に於ては可能性なきにあらざるも、其の實施期は豫想だもなすこと能はず。しかも當工場下水の處分は已に焦眉の急に迫れり。且當工場下水量は調査當時に於て人口 10 000 人以上の下水量に相當せるを以て、同市下水道幹線の位置如何によりては之が連絡に多大の工費を要するのみならず、公共下水管に障害を及ぼさざる程度に工場内に於て豫備處理の必要なきにしもあらず。

以上のものゝ利害得失を比較するに、(イ)の方法最も確實にして將來に於ても他に何等煩累を残すことなく且經濟的なるを以て之を採用するに至れり。

(二) 處分法の比較研究

現今都市及工場下水の處理法として使用せらるゝもの數多あれども、下水を完全に淨化し得る方法にして良好なる成績のもの次の三種に過ぎず。

(イ) 灌漑法

(ロ) 撒水濾過法

(ハ) 活性汚泥法

(イ) 灌漑法は多大の面積を要し地質も亦之に適合せざるべからず、都市に接近せる當工場附近に於ては其の實行不可能なり。

(ロ) 撒水濾過法も亦相當多大の面積を要し、且夏期蠅軍の發生、臭氣の發散等の爲附近に障害を及ぼすべく、當工場の如き停車場に接近し殊に飲料の製造工場に於ては、假令直接の支障なきも外觀上不快の感を與ふるが如きものは、成べく避けざるべからず。

(ハ) 活性汚泥法は最近の發明にかゝり、當時歐米各所に於て實驗せられ既に數市に於て全市又は一部の下水に此の處分法を採用せる所あるも、未だ麥酒工場の下水のみの淨化に之を適用せるものあるを聞かず。且其の設備の一部たる撒氣版の如きも特許品を輸入使用せば多大の工費を要し、實行困難なるを以て活性汚泥淨化法の實驗と同時に、多孔質コンクリート製撒氣版の製作につき約半箇年間實驗をなし、其の成績良好なるを確め本設計をなし、大正 12 年 1 月工事に着手、同年 5 月竣功せり。

(三) 設計の概要 (附圖第一参照)

設計の概要は工場内より流下せる下水が唧筒池に入り約下水量の 1/4 の活性汚泥と混じ、唧筒により通氣槽に送られ淨化し之を沈澱槽に導き此處にて汚泥を沈澱せしめ、淨化水は溢流堰を通じて灌漑用水路に放流するにあり。處分場完成後工場の擴張に伴ひ下水量増加し淨化能率大いに減じたりしを以て、曝氣槽負擔を軽減せん爲濾槽沈砂池及沈澱池を設置せり。

第二章 下水量及其の水質

(一) 下水量

下水の源は醸造作業に於て米麥の漸水麥芽鍋，麥芽汁鍋，發酵器及貯藏器，壓搾濾過器，其の他各種の容器，器具の廢水，溢流水又は洗滌水及各室洗滌水仕上げ作業に於て空嚙の消毒，洗滌及詰込作業に於ける下水，其の他各種の作業室の洗滌水，試験室，工作場等よりの下水にして，其の量は主として麥酒の仕込及詰込作業の繁閑によりて大いに異なる。設計當時の調査によれば晝間（仕上作業時間即ち午前 6.5 時より午後 4.5 時迄の 10 時間）と夜間（前記時間即ち午後 4.5 時より翌朝午前 6.5 時迄の 14 時間）とに分ち，使用水量を標準とすれば次の如し。

第 一 表

期 間	晝間 (10 時間) 立方尺	夜間 (14 時間) 立方尺	合計 立方尺
1 月—2 月	21 600	10 900	32 500
3 月—6 月	29 600	10 900	40 500
7 月—9 月	21 800	5 500	27 300
10 月	14 800	5 500	20 300
11 月—12 月	21 600	10 900	32 500

尙其の後昭和 3 年 12 月の調査推算によれば次の如し。

	下水量 (1 日平均)		下水量 (1 日平均)		下水量 (1 日平均)
1 月	12 300	5 月	53 300	9 月	22 300
2 月	24 700	6 月	47 300	10 月	17 300
3 月	53 300	7 月	30 800	11 月	15 300
4 月	53 300	8 月	25 000	12 月	8 300

(二) 下水の性質

下水の因て來る處，上に述べたるが如く，其の作業の種類及其の繁閑によりて其の量を異にすると共に，其の性質にも著しき差異あり。假令ば空嚙洗滌の際嚙内に残留せる腐敗せる麥酒は，酸性に化し洗滌用曹達水を放流する際は，下水のアルカリ濃度を高むべし，殊に嚙詰作業終了後，リーカーの洗滌水が下水處分場に達する時，苛性曹達 1/200 を含有せることあり。故に沈澱池に於ては下水中の浮遊固形物の沈澱作用の外，幾分其の量及水質を平均せしめ得べし。

昭和 2 年 12 月より同 3 年 11 月に至る 1 箇年間，毎月 1 回採集せし下水の分析表は附表第一に示すが如し。毎月 1 回の分析は必ずしも其の月の標準水質を表すものにあらざる

も、亦以て其の一般を知ることを得べし。

第三章 下水處分設備

今次に下水處分場の各部に付て説明せん。

(一) 濾格沈砂池 (附圖第二参照)

濾格池砂池は土砂及紙片、木片、藁屑、其の他粗大なる浮遊固形物を除去する目的にして長さ 13'-6"、幅 6'、深さ 4'-9" にして室の中央に厚さ 6" の隔壁を設け、前後に板堰を置き二室に區分し、汚水量多量の時は兩者を同時に使用し、少量の時又は掃除、修繕の際は交互に其の一室を使用す。濾格は 1/2'×3/4" の断面の鐵材を 1/2" 間隔に配置し、鐵枠を 60 度に傾斜し設置するものとす。水深平均 1'-9" にして、池底は入口側に向ひ 3" 下向し掃除に便ならしむ。入口側の長さ 3' の池底を更に深さ 1'-6" 低め土砂溜とす。

(二) 沈澱池 (附圖第二参照)

沈澱池を設置せば其の沈澱物處理の煩累と不便を生ずるを以て、初めは寧ろ之を設置せずして凡て曝氣槽により處理する計畫なりしが、實施後に於て工場擴張の爲下水増加して曝氣槽が過大の負擔を受け、或は洗罐作業終了後リーカー洗滌水が一時に處分場に流下し、濃厚なる苛性曹達溶液の爲活性汚泥の淨化力を損じ、或は麥粕、其の他浮遊固形物がポンプのフートバルブを閉塞せしめ、故障頻發してポンプの能率を低減せしむることあり。故にこれ等の困難を除去せんが爲に、翌大正 13 年沈澱池を設置せり。

沈澱池は隔壁を以て三池に區分し 1 時間最大下水量 4000 立方呎を處理するに、二池を使用し、他の一池を掃除及修繕の際の豫備とする計畫にして、先づ二池竣成せり。下水が沈澱池に滯溜する時間を 1 時間とし、其の流過速度を毎分 0.6' と假定せり。故に各池の長さは $0.6 \times 60 = 36$ 即ち 36' とし、有效水深は 5'-6" と假定し各池の幅を算出すれば、 $4000 \div (2 \times 36 \times 5.5) = 10$ 即ち 10' とす。故に工場閑散の季節には一池を使用するも尙 5 時間以上滯溜し、流過速度も亦隨て 1/5 以下に減ず。池の深さは水面上 1'-9"、水面以下は出口側にて 7'-6" にして、底面は 1/33 の傾斜を以て入口側に向ひ低下せり、而して入口側の長さ 4'-6" の池底は更に 1'-6" 低下し汚泥溜の用をなす。掃除の際は流入口の瓣を閉ぢ流出側の堰板を漸次撤去して表面水を流出せしめたる後、ポンプ池に通ずる排出管の瓣を開き、浮動引出管口より上部の清澄せる水を順次適宜の深さ迄ポンプ池に排出せしめ、其の殘餘の沈澱物は入口側の汚泥溜に掻き集め、起重機によりて引き揚げ搬出するものとす。但し汚泥處分計畫實施の際は汚泥排出管を増設し、自然流下により第一汚泥槽に排出するものとす。

(三) ポンプ池 (附圖第三参照)

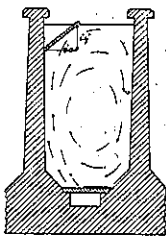
ポンプ池は幅 12'-9"、長さ 18'、深さ 12' ~ 14'、有效水深 7'、容量約 1500 立方呎にし

て、此の池にて下水に附加せる活性汚泥とよく混淆せしめたる後、唧筒にて汲上げ曝氣槽に送水す。沈澱池設置以前には此處にて幾分水質水量を平均せしめんが爲其の容量を稍々大きく設計せり、即ち曝氣槽の最大容量の約半時間分にして、最小流量の 4 時間分餘に相當す。入口には幅 1'-8"、高さ 9" 及幅 5"、高さ 9" の二側水堰を併置し、前者には沈澱池より來れる下水を、後者には沈泥槽より來れる活性汚泥を流入せしめ、各堰を通じてポンプ池に落下す。兩側水堰の幅は 1:4 の比なるを以て活性汚泥と下水との 1:4 の割合に加ふる場合には、兩堰の水位同高となり容易に之を調節し得るなり。池の中央に厚さ 9" の流導壁を設けて池を兩分し、入口側の半分は底面に撒氣版を布設して、壓搾空氣を送りて下水と汚泥とを能く混和せしめ、且汚泥の沈澱を防ぎ、他の半分にはポンプの吸入管を挿入す。池底の標高は曝氣槽の底面よりも稍々低くし、以て曝氣槽及沈澱池を空虛にする必要ある時、此の池に排出せしむる爲、各徑 8" の排出管を布設して、曝氣槽及沈澱池とポンプ池とを連結す。底面の勾配は泥水入口よりポンプ吸入口に向ひ約 1/74 の傾斜をなす。

(四) 曝氣槽 (附圖第四參照)

曝氣槽は内法幅 30'、長さ 53'-3"、縁石より撒氣版迄の深さ 11'-9"、水深 10'-9" にして、隔壁により二池に區分し各池には 3 條の流導壁を設け中央の流導壁は板堰によりて之を更に二池に區分し得る構造とす。下水の流過断面は上幅 6'、有效水深 10'-9" にて、流路延長約 120' なり。底部の中央には壓搾空氣路を作り其の上に撒氣版を布設せり。撒氣版は壓搾空氣の通過に對して壓力の損失最小にして、氣泡がなるべく微細に且版面より一様に發散するを最もよしとするを以て、最初多孔性の木材にて試みしが壓力の損失大にして、且大なる断面の木材を得難く加工も亦困難にして強度、耐久力等も疑はしかりしを以て、之を放棄し多孔性のコンクリート版を試み各種の徑の礫及其の配置等に關し實驗の結果、最後に使用せしは長さ 3'、幅 1'-6"、厚さ 6" 版にして其の構造は徑 3~6 分の砂利 10 とセメント 1 との割合のコンクリートを厚さ 4 寸とし、之に徑 3 分の鐵筋を 3 寸置きに縦横に入れ其のコンクリート版の上に徑 5 厘~1 分の砂 10~7 とセメント 1 との割合のモルタルを厚さ 1 寸塗り附けたるものなり。當初下水濃度高くして撒氣版の氣孔の閉塞を慮り其の面積を廣くせ

第一圖



しも、實施後の成績を見るに少しも閉塞の虞なく、却て壓搾空氣の浪費多大なるが如し。故に其の後一池は撒氣版の中央より片側半面を膠泥にて塗り潰し、他方の側壁の上部に圖の如き傾斜せる鐵版を取りつれたり。是によりて下水は壓搾空氣によりて撒氣版の半面より吹き上げられ鐵板に衝突して下方に轉じつゝ前進し螺旋狀をなして流るゝを以て、下水の流過通路を長くし曝氣作用を一層有效ならしむるが如し (第一圖參照)。

各槽の容積は $30' \times 6' \times 10'.75 \times 4 = 7740$ 立方呎

$2 \times 7740 = 15480$ 立方呎、二槽にて約 15500 立方呎にして、最大下水量を 10 時間 30000 立方呎と假定し、是に其の 1/4 の活性汚泥を加ふるものとせば、 $3000 \times 1.25 = 3750$ 立方呎、毎時間 3750 立方呎なるを以て、下水が曝氣槽を通過する時間は $15480 \div 3750 = 4.1$ h。下水中には氣泡を含有するを以て實際の容積は上記の計算數量より稍々大なるを以て曝氣槽に滯留時間は約 4 時間なり。故に下水の通過速度は $126 \div 4 = 31.5/h = 6''/m$ 、即ち毎分約 6'' なり。

(五) 沈泥槽 (附圖第五参照)

沈泥槽は内法 18' 角、直立側壁の高さ 9' にして、其の底部は角錐狀をなし水平と約 51 度に傾き、底の中央部 2' 角は更に 1'-3'' 深く、此處に汚泥引出管を開口せしむ。其の水深 19'-3''、水面上縁石迄の高さ 1' とす。容量約 4236 立方呎にして錐狀底部の下方深さ 6' には、常に汚泥が堆積するものとすれば、其の容積約 420 立方呎にして、1 日最大下水量 40000 立方呎とすれば、是より生ずる汚泥の量は下水の約 1/150 即ち 270 立方呎なるを以て、1 日半分以上の餘裕あり。曝氣槽より流入せる下水の沈澱時間は $4230 - 420 = 3810$ 立方呎、 $3810 \div 3750 = 1$ h、即ち下水流量最大の時に約 1 時間餘となる。沈泥槽にて清澄せる表面水は、溢流堰を通じて、排水土管によりて、灌溉用水路に放流す。沈澱せる活性汚泥の一部は汚泥排出管より、再びポンプ池に至りて淨化作用を助け、殘餘の處分に關しては第二編に詳述すべし。

(六) 機械設備

ポンプ及電動機

5 馬力離心唧筒 1 臺、容量毎分 65 立方呎、揚程 15'、吸水及送水管徑 5'、回轉數毎分 1135 回、之に附屬の電動機は 5 馬力 1 臺。

2 馬力離心唧筒 2 臺、容量毎分 35 立方呎、揚程 15'、吸水及送水管徑各 4'、回轉數毎分 1135 回、之に附屬の電動機 2 馬力のもの 2 臺。

空氣壓縮機 2 臺、14' × 12' Ingersoll Rand air Compressor、毎分 464 立方呎。

氣槽 2 基。

壓縮空氣の計量機 1 臺。

等にして、之等は (氣槽を除く) 長さ 30'、幅 15' の建物内に設備す。

第四章 工費及所要面積

工 費

工種及品名	數量	單價	金額
ポンプ曝氣槽沈泥槽等土工事			33 439.30
同 セメント 759 樽		7.10	5 388.90
沈澱池及濾格沈砂地工事費			11 581.00
ポンプ室建家	12.5 坪		3 613.29
地盤突固め			175.00

工種及品名	數量	單價	金額
機械基礎			59,000
空氣壓搾機 14'×12'	2 臺	4 725.00	9 450.00
附屬電動機 40 馬力	2 臺	1 250.00	2 500.00
ポンプ (毎分 60 立方呎)	1 臺	420.00	420.00
附屬電動機 5 馬力	1 臺	123.00	123.00
ポンプ (毎分 30 立方呎)	2 臺	419.00	838.00
附屬電動機 2 馬力	2 臺	180.00	360.00
氣槽	2 基	270.00	540.00
撒氣版			800.00
鐵管鉛管バルブ等			1 206.67
機械据付工費			792.82
總計			71 817.98
所要面積	295 坪		

第五章 成績

活性汚泥の下水淨化力は温度に大なる影響ありて、當工場の下水は處分場にて、夏期は 5 月より 11 月迄温度 31 度内外に昇り、冬期も比較的高温なるも、12, 1, 2 月は 25 度に低下す。隨て淨化時間長きを要す。故に夏期晝間毎時間 1 000 立方呎を處理し得れば、冬期は其の半を處理し得るに過ぎず。幸に工場下水は冬期其の水量少きを以て比較的處理し易し。沈澱池出口及沈泥槽の出口即ち淨化水の水質試験の結果は附表第二及第三の如し。

汚泥の分析及其の量

沈澱池の汚泥の分析は附表第六の如く、其の量は工場作業の種類及其の繁閑によりて異なれども、附表第一及第二により浮遊固形物量の差だけが沈澱池に堆積するものと其の水分率を 95% と假定すれば、 $268 - 136 = 132 \text{ p.p.m.}$, $132 \div \frac{5}{100} = 2 640 \text{ p.p.m.} = \frac{2.6}{1 000}$, 即ち下水の 2.6/1 000 となる。而して昭和 3 年 6 月～8 月の 3 箇月間の實測によれば、其の處理下水量 400 萬立方呎にして、其の掃除回数 22 回なるを以て、毎回の汚泥の平均量を算出するに、470 立方呎となる。即ち $4 000 000 \times \frac{2.6}{1 000} \div 22 = 472.7 \div 470$ 立方呎。然るに實際毎回搬出量は 7～15 立方呎、即ち 250～540 立方呎なるを以て、此の推定は事實に近きものなるべし。活性汚泥の量も亦工場作業の種類及其の繁閑によりて異なり、沈泥槽に滞留時間長ければ、其の含水量の割合隨て少く普通 96.5% より 99% の間なり。隨て汚泥量も亦處理下水量の 1/100～1/300 の間にあるが如し。

所要空氣の量は壓搾機が 1 臺にて毎平方呎 5～6 封度の壓力にて、1 晝夜 836 000 立方呎、2 臺にて毎平方呎 8 封度位にて一晝夜 1 421 000 立方呎の能力あるを以て、下水量の多少に應じて 1 臺運轉か若くは 2 臺運轉かによりて異なれども、約下水量の 20 倍～30 倍に達

す、是下水の濃度大なるにもよれども、又撒氣版の面積過大にも原因するを以て、第一圖の如く改築せる撒氣版の面積は更に縮少し得るが如し。今昭和 3 年 6, 7, 8 の 3 箇月に於て計算すれば、使用空氣總量は 64341 000 立方呎にして 1 日平均 $64341\ 000 \div 92 = 699\ 360$ 立方呎にして、曝氣槽にて處理せる精確なる下水量不明なれども、約下水量の半量即ち 2 000 000 立方呎とすれば事實に近かるべし。故に $64341\ 000 \div 2\ 000\ 000 = 32$ 立方呎となる。動力は壓搾空氣用と揚水唧筒用動力とを合したる量にて、昭和 3 年 6, 7, 8 の 3 箇月の總量 36 950 K.W.H. にて、此の 3 箇月間にポンプ及曝氣槽通過下水量を前の如く 2 000 000 立方呎と假定すれば、下水 1 000 立方呎に付き $36\ 950 \div 2\ 000 = 18.475$ K.W.H. にして、1 K.W. に付き電力料金 2.5 錢なるを以て、1 050 立方呎に付き約 50 錢となる。

第貳編 汚泥處分及其の利用法

第一章 概 論

活性汚泥の水分含有量は他の處分法の汚泥に比すれば 2 倍~3 倍にして、普通 98%~99% とす。隨て其の量も亦 2 倍~3 倍にして且極めて取扱不便なり、故に若し之が水分を減少せしめ得れば其の量を減少し得るのみならず處分法亦左程困難ならざるべし。今茲に現今各所に行はるゝ方法及當所に於て實驗せられたる方法を記すべし。

(一) 空氣乾燥法

汚泥を地表に 5 cm~10 cm の厚さに流し、主として天日によりて乾燥せしむるにあり。此の方法は多大の面積を要し且降雨の時期には全く使用すること能はず。又惡息惡氣の飛散傳播する恐れありて、到底市街地附近殊に當工場の如き飲料品製造場に於ては考慮の餘地なし。

(二) 地層濾過法

粗鬆なる地層又は砂利、礫滓、コークス等の層を作り其の下に排水土管を 3 米~6 米間隔毎に布設し、其の濾床上に汚泥厚さ 0.60 米~1.2 米を流し込み水分を除去するにあり。此の方法にてイムホツフ槽の汚泥の如きは極めて容易に處理し得れども、活性汚泥は常に膠狀質にして容易に水と分離すること能はず、乾燥に多くの日數を要し隨て多大の面積を要し且降雨時期には全く使用すること能はず。

(三) 壓搾法

汚泥壓搾機にかけ毎平方糎 2.4~8 砵の壓力を以て、15 分~30 分間壓搾すれば、水は押し出され水分 70%~80% の泥塊となる。此の處理に硫酸礬土、石灰又は硫酸を加ふることあり。當工場に於ても之が試験をなせしも汚泥を入れるゝ布袋の耐久力弱く、且布目に汚泥浸入して固着し排水を妨げ、其の成績良好ならず。活性汚泥處理に壓搾機を使用せる所は米

國ヒューストン市にて Simplex Ejector Co., Chicago の Simplex press を使用し, Chicago 市にては Worthington 及 Berrigan press を使用し, 布は 30 日~45 日間使用し得ると云ふ。

(四) 減壓濾過法

濾布を巻きたるドラムが回轉中常に其の表面の 1.5 割~4 割を汚泥容器に浸しつゝあるを以て, ドラム内を減壓すれば回轉するに隨て汚泥が布面に吸着しつゝ液面上に現はれ, 再び液面に没せんとする迄に水分約 8.2 割に減じ之を搔取設備により搔取る。此の方法は Pasadena 市にて American Filter を, 又 Milwaukee 市にて Oliver Filter を使用し大阪市市岡下水處分場に於ても亦之に類似の Filter を試用せらる。其の得失は(三)の壓搾法と大差なし。Milwaukee 市にては布の耐久力約 2 箇月にて 1 機の布面 490~510 平方呎にして其の價格は 70 弗なりと。脱水汚泥の含水量約 8.2 割~8.4 割となる。

(五) 熱氣乾燥法

壓搾減壓其の他の方法にて水分を減少せしもの, 例へば 6 割~8 割の水分を含有せるものを, 水蒸氣又は熱したる空氣によりて乾燥せしむることは敢て困難ならざるも, 含水量の 9.8 割の汚泥に此の方法を用ゆることは經濟上不可能なり。普通 1 疋の石炭にて 5~6 疋の水分を蒸發し得るに過ぎず。此の方法も亦當工場にて試みたりしが有利ならず。

(六) 離心機使用法

汚泥と水との比重の差を利用して兩者を分離せしめんとするものにして, 此の比重の差は僅少なるを以て極めて高速度にて回轉せざるべからず。之に要する動力費廉ならず, 當工場に於ても其の試験をなせしが結果有望にあらず。

(七) 醱酵處理法

汚泥に約其の 5/1000 の麥酒酵母を加へて華氏 90 度に温むれば, 汚泥中の固形物は浮遊し水と分離し約含水量 8.3 割に減すと。此の方法も未だ完成の域に達せず。

(八) 充溝法

溝を掘りて之に汚泥を流し込み一部の水分は蒸發し, 一部は地中に浸透せしめて後掘鑿土砂を以て被覆するものとす。此の方法は比較的簡單なれども多大の面積を要するを以て, 到底都市の附近に於て實行不可能なり。本工場に於ても只一時的應急策として此の方法を使用したり。

(九) 海中投棄法

此の方法は目下東京市, 倫敦市等の下水汚泥處分法として使用せらるゝ方法にして, 大都市の下水處分法には適當ならんも, 其の設備及經常費に多大の費用を要し且冬季荒天の際は多大の不便を感ず。當工場に是等の方法を用ゆるとするも, 上記の不利ある外に工場より船

迄の運搬も亦多くの費用を要し到底實行不可能なりとす。

(十) 液肥利用法

活性汚泥は特に他の汚泥に比して窒素分を多量に含有し、且肥料の効果速にして利用方法として有利なるを以て、處分場より需要地迄鐵管を布設して之を輸送するにあり。されども其の工場より適當の距離内に需要地なからざるべからず。然のみならず肥料の需要期は或る時節に限らるゝも、汚泥の産出は一年中僅かの増減あるに過ぎず、而して之を需要期迄貯藏すること能はざるの不便あり。當工場の如きも亦之が應用の見込なし。

(十一) 汚泥分離處理法

汚泥を槽中に永く貯藏し適當なる溫度を保持すれば、嫌氣性細菌が繁殖して其の作用によりて有機物を分解し液體若しくは瓦斯に變ぜしむ。此の作用を腐化作用と云ふ。

充分に腐化せる汚泥は安定なる無臭の残渣となり水と分離し易く、水分の含有量は 9.5 割～9.9 割のものが 8.5 割～9 割に減じ、且固形體の量も亦 $1/3 \sim 2/3$ に減少す。例へば 9.9 割の水分を有せし汚泥が 45 立方メートルありとすれば完全なる腐化作用後は僅に 1 立方メートル～2 立方メートルとなるべし。尙之より發生する瓦斯を利用し得れば下水處分の經費の幾分を償ひ得べし。獨逸エッセン市にては發生瓦斯を市營瓦斯工場に賣り處分場の經常費の半を償ひ得ると云ふ。當工場に於ても大正 15 年夏以來之が實驗をなさん爲、活性汚泥に東京電氣會社工場のイムホッフ槽の汚泥を加へて嫌氣性細菌を播種して腐化作用を促進せしめたりしが、其の成績良好なるを以て之に依りて汚泥處分の計畫を立てたり。

第二章 汚泥消化作用及各所の實驗成績

(一) 汚泥の腐化作用

汚泥の腐化作用は之を液化、氣化の二つに分つことを得。液化作用は下水中の可溶性有機物が細菌の作用によりて分解せらるゝにあり。是等の代表的物質は砂糖及澱粉にして何れも細菌には最良の營養物なり、其の他固形體及不可溶性有機物も亦漸次細菌の作用によりて一層單純なる可溶性化合物に變ず。氣化作用は汚泥の分解によりて瓦斯を發生するにあり。其の瓦斯は普通メタン、炭酸瓦斯、窒素及極めて微量の酸素及水素瓦斯なり。

メタン CH_4 は澱粉纖維素其の他の炭水化物、蛋白質の分解により生じ、或は炭酸瓦斯に水素が働きて生成す。炭酸瓦斯は有機物が細菌によりて分解せられたる最終の生産物なるか、或は砂糖の醱酵の如き方法によりて副産物として生ず。

活性汚泥の腐化の際は他の汚泥に比すれば最初窒素瓦斯の發生多けれども、漸次減少して他の汚泥と同様となると。これ腐化作用の進むに従つて汚泥内の水分含有量漸次減少して他の泥汚と同様となり、消化能力も亦同様となるによる。又アンモニアはアンモニアの炭酸鹽

若くは重碳酸鹽となりて炭酸瓦斯の生成を妨ぐるを以て、益々メタン瓦斯發生の割合多量となるなり。Gordon H. Fair 及 C.L. Carlson 氏等の實驗の結果によれば、下水汚泥の消化作用は氣化状態により之を三期に區別することを得、即ち第一期は酸性醱酵期にして比較的短期間にして消化速かなり。此の間は水素イオン濃度低下し水素及炭酸瓦斯發散す。第二期は回復期にして期間稍長く消化作用遲緩にして瓦斯の發生少し。第三期はメタン發生期にして水素イオン濃度も漸次に昇騰して P.H 價は 6.8 より 7.3 に達し、メタン瓦斯の發生最も盛んなり。 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 即ち炭酸瓦斯は減少してメタン瓦斯發生増加す。而して終に消化し盡すに到りて止む。上記の第二期は消化汚泥又は石灰、炭酸石灰、其の他のアルカリ性薬品を注入して、此の期間を短縮促進せしめ約 1/5 とし得ると云ふ。

各地に於けるイムホッフ槽及沈澱池の汚泥より發生する瓦斯の割合次の如し。

	Emscher District (Imhoff tank)	Plainfield, N. J. (Imhoff tank)	Atlanta, Ga. (Imhoff tank)	Decatur, Ill. (Imhoff tank)	Paramatta	Birmingham (Sedimentation tank)	Buswell and (Strickhouse)	
			(mean)					
CH ₄	80—85 %	58—82 %	72 %	84.1 %	70—80 %	60 %	67 %	65—90 %
CO ₂	7—20 %	16—32 %	24 %	4.6 %	15—30 %	14 %	30 %	5—35 %
N	0—8 %			3.1 %	5—6 %	16.9 %	3 %	0—10 %
H	0			8.6 %		8.0 %	0	0—8 %
O	0			0.4 %		1.1 %		

(二) 汚泥の水素イオン濃度が消化作用に及ぼす影響

瓦斯發生量及其の質は汚泥の水素イオン濃度によりて大いに異なる。即ち槽内の汚泥が酸性となるか、或は強きアルカリ性となれば何れも其の發生量減す。此の酸は炭酸瓦斯が水に解け又は有機物の分解によりて生ず。米國にてはルードルフス氏がニュージャージー州のプレインフィールド市のイムホッフ槽の汚泥につき 1926 年以來實驗を繼續しつゝありて、水素イオン濃度が汚泥處理槽の活動の標示となり、P.H 價が 7 以下なれば泡立ち 7.3~7.6 の間が最もよく消化すと。而して同市下水の P.H を 7.3 とするには下水量毎 100 萬ガロンに付き石灰 3 封度~4 封度を要し、7.6 に昇するには 25 封度を要し之によりて消化時間を約半減し得ると云ふ。ペーティ氏の實驗によれば汚泥の P.H 價を 7.4 に保持する爲石灰を汚泥の重量の 7.5/1000 を用ひたり。而して餘りに多量に使用すれば石灰が殺菌作用をなして瓦斯發生を妨ぐるが故に、絶へず一様に汚泥に混和する様に加ふべしと。ボストン市のマサチューセッツ州衛生局の實驗所にて試験せる結果は P.H 價 7~7.3 の場合最も有利なりき。ルードルフス氏の發表せる處によれば汚泥消化槽内の腐熟せる汚泥に日々新鮮汚泥を 2% 加ふれば、前者のアルカリ性によりて後者の酸性を中和し得べく、若し石灰を以て調節すれば新鮮

汚泥は 3.5% 迄加へ得べしと。

セツツル氏のボルチモア市にて實驗せし結果によれば、其の消化期間は新鮮汚泥との混合割合によりて大いに異なり、溫暖なる期節にては全容量の 1/3 が消化汚泥なれば 1 箇月を要すべく、新鮮汚泥のみにて完全に消化するには 14 箇月を要すべしと。

以上各所の實驗に徴するに汚泥消化法の成功すると否とは、槽内液の水素イオン濃度を適當に保持するか否かによる。即ち適度の石灰又は炭酸カルシウムを注入するか、又は新に注入する新鮮汚泥の量を適當に加減して、以て槽内 P.H 價を 7~7.6 間にあらしむるにあり。

ルドルフス氏は日々新鮮汚泥を槽内汚泥の 2% を注入すれば可なりと。即ち汚泥槽の容量は日々産出汚泥量の 50 倍あれば足れりと。

(三) 汚泥の温度が消化作用に及ぼす影響

汚泥槽内の温度攝氏 4 度~4.5 度以下にては瓦斯發生量極めて少く、攝氏 25 度~27 度に於て最も多く發生し、之より昇れば漸次減少し、攝氏 37 度に於ては液化作用最も盛にして、之より更に昇り攝氏 50 度に達すれば殺菌作用をなし瓦斯發生止む。

故に冬期は夏期に比して瓦斯發生量著しく減少す。キンニカット及エデイ氏がマサチウセツ州ウスター市に於て實驗せし結果によれば、年平均毎月の發生瓦斯量を百分率に示せば次の如し。

1 月	30	5 月	100	9 月	170
2 月	62	6 月	143	10 月	116
3 月	48	7 月	140	11 月	115
4 月	51	8 月	167	12 月	65

又ブルンク氏がエツセン・ノルドの實驗室にて研究せし結果によれば、

温度 (攝氏)	30 日間汚泥固形體 1 匁より毎日發生する瓦斯量 (リートル)
5.°0	0.67
7.°5	1.0
15.°0	2.0
17.°5	2.5
20.°0	4.0

バーミングハム市にては汚泥槽を溫暖め、發生瓦斯量に 1 人當り 30 リートル迄に高むることを得れども、其の暖むる方法に關して實驗せる處によれば、傳導體を槽中に投入すれば其の目的を達することを得れども、導體が腐蝕し耐久力弱く或は之に被覆を生じ傳導力を減退せしむ。水蒸氣を吹き込めば汚泥が稀釋せられ、熱したる空氣を注入すれば瓦斯爆發の恐れあり、且空氣の爲瓦斯が稀釋せらるゝを以て、何れも推奨すべき方法にあらず。故に發生せる

瓦斯を以て温むれば最も有效なるべしと。

ブレンフィールド市のメタン瓦斯發生實驗槽は徑及高さ各 20' のコンクリート槽にして冬期温度の低下を防ぐ爲に徑 2' の鐵管を槽の内周を一周して布設し之に發生瓦斯によりて温めたる熱湯を通じて、槽内温度を攝氏 21.1 度に保持す。又エツセン・レリングハウゼン市にては冬期下水の温度は攝氏 14~14.5 度なるを以て、汚泥槽に防寒設備をなせば汚泥の温度を攝氏 5~9.5 度に保持し得べし、されども發生瓦斯によりて攝氏 70~80 度の温湯を作り之に注入すれば、毎日僅に 4 立方尺の湯を注入し槽内の温度攝氏 8~10 度のものを攝氏 21 度に高め、發生瓦斯を 10 倍に増加し得ると云ふ。但し約其の半量は保温の爲に使用せらる。

以上數市の實驗に徴するに、汚泥の氣化は温度攝氏 25~27 度に於て最も有利にして、冬期気温低下の際は特に保温法を講じて之を保護し、又は人工的に汚泥槽を温め以て瓦斯發生量の減退を防ぎ得べし。

(四) 汚泥消化に要する時日

パーテイ氏其の他の實驗によれば汚泥が完全に消化するに要する時日は温度により大いに異なり、次の如しと。

温度 (攝氏)	パーテイ氏實驗	或處分所に於ける實驗
10 度	1 年以上	9 箇月
20 度	130 日	74 日
25 度	100 日	54 日
38 度	85 日	58 日

或は曰く汚泥乾燥床に送る最も良好の時期は、瓦斯發生最高に達したる後未だ全く瓦斯發生の終了せざる時期にして、乾燥床に於ても尙幾分瓦斯發散して排水をよくすべし。即ち攝氏 20 度にて約 90% 消化せる時、即ち約 6 週間目に於て排出すべしと。

バーミングハム市の新設槽にては深さ 25 呎にして、其の容量 1 人當り 6~9.2 立方呎にして、消化期間は第一槽にて 3 箇月貯藏したる後、之を第二槽に移して更に 3 箇月を要すと。

英國バース市は温泉都市なるを以て、同市の下水の温度常に高く且家庭下水のみなるを以て深さ 20 呎の汚泥消化槽にて、約 6 週間を以て完全に消化し盡すと云ふ。

之を要するに汚泥消化に要する時日は、下水の性質、水素イオン濃度、温度等にて大いに異なれども、其の處理宜しきを得ば 30 日~50 日にて消化し得るが如し。

(五) 汚泥消化槽の容量

イムホフ氏曰く普通の都市の下水にてはイムホフ槽の汚泥消化室の容量は汚泥の年平均温

度を攝氏 15 度とせば 3 箇月貯藏するものとして 1 人當り 22~30 リートルの割合とし、尙イムホフ槽より流出下水を更に活性汚泥法にて處理するとせば、汚泥消化の爲に要する容量は、合計 1 人當り 33~50 リートルなりと。故に 1 人 1 日の下水量を 150 リートルとすれば、約下水量の $2.5/1000 \sim 3.7/1000$ に相當す。ポルチモア市のキーファー氏は汚泥消化槽の容量は 1 人に付き 4~5 立方呎の割合なれば充分に處理し得べしと。1915 年~24 年の統計によれば、新鮮汚泥即ち沈澱池汚泥の量は 1 年 1 人當り 6.55 立方呎にして、下水 100 萬ガロンに對し、194 立方呎即ち約 $1.4/1000$ なり。新鮮汚泥の含水量は 93% にして消化汚泥は 91.8% なりと。

(六) 瓦斯發生量

フーラー氏曰く沈澱槽の汚泥より發する瓦斯は 1 人當り約 14 リートルにして、活性汚泥の如き微細にして且膠狀質の汚泥にては一層多く、1 人當り 16 リートルに達すべく、尿管槽内の固形物及下水中の殺菌的廢物及不十分に消化せる汚泥等にては、其の發生量少しと。ベアティー氏の實驗の結果によれば、瓦斯發生量の總量は温度の如何に關せず同一にして、只其の發生期間が異なるのみにして、下水中の有機固形體 1 珎より 420 リートルを發生し、攝氏 20 度にて 1 日平均 9 リートルを發生する故、 $420/9=47$ 日を要し、攝氏 25 度なれば 1 日平均 16 リートルなるを以て、 $420/16=36$ 日、攝氏 33 度にて 1 日平均 20 リートルなるを以て $420/20=21$ 日を要すべし、而して其の經濟的溫度は攝氏 25 度なるべしと。

フェア教授の實驗の結果にては、有機物 1 珎より發生する瓦斯總量 500 リートルにして、其の消化が 9 割進行せる時に汚泥を排出する時は、其の汚泥中より幾分瓦斯發散し、排水に有利にして且殘餘 1 割の瓦斯の發散は極めて除々にして多くの時間を要すと。之により計算すれば下水 1 人 1 日當り 9.3 リートルの瓦斯を發生することなる。

ストラスブルガー氏がエルフルト市のイムホフ槽にて、攝氏 26 度にて第 43 日に於て瓦斯發生最高に達し、汚泥 1 立方米より 1 時間に 2 立方米を發生し、3 箇月の後全く休止せり。其の發生全量は汚泥 1 立方米に對し瓦斯 260 立方米の割合なり。而して最後の汚泥量は約其の $1/3$ の容積を減ぜり。若し之を攝氏 35 度に温むれば瓦斯發生期間を 2 箇月に短縮し得べしと。

エッセン・レリングハウゼン市にては人口 45000 の下水をイムホフ槽及活性汚泥法にて處理し、年々 120000 立方米の瓦斯を市營瓦斯工場に賣却しつゝあり。發生瓦斯の量は 1 人 1 日當り 7.3 リートルとなる。今下水量 1 人 1 日 150 リートルとし、1 リートルに付き有機物 200 ミリグラムの割合とすれば $\frac{7.3}{200 \times 150} = 243 \text{ l/kg}$ 、即ち有機物 1 珎に對し 243 リートルの瓦斯量となる。

スツットガルト市にては、人口 25 萬の下水より約 1 000 000 立方メートルの瓦斯を發生し、1 人 1 日當り 10 リートルに相當し、市營瓦斯工場に 1 立方メートル 8 ペニヒにて賣却す。

ルドルス氏の實驗の結果によれば、攝氏 29.5 度に於て瓦斯發生量最高に達し、攝氏 35 度にては減少せり。瓦斯量は有機物 1 キログラムに對し 250~450 リートルにして、若し之に石灰を加へて調節すればセルローズの如き炭水化物も遂に分解し、瓦斯發生量 700~750 リートルに昇ると。

(七) 發生瓦斯の熱量 瓦斯中の炭酸瓦斯は熱量を減ぜしむるを以て之を除去する可なり。故に之を水に溶解せしむるか又は石灰液を通過せしむれば可なり。

エルフルト市にては發生瓦斯 1 立方呎の熱量は 630 B.T.U., エツセン市にては 780~1 010 B.T.U., デカテメル市にて 900~950 B.T.U. あり。瓦斯機關 1. B. H. P/h を發動するに 14 立方呎~20 立方呎の瓦斯を要すと。

(八) 瓦斯利用法 處分場構内の點燈暖房或は試験室實驗に用ゆる處あり、又スツットガルト市及エツセン市の如く市營瓦斯工場に賣却するあり。或は冬期汚泥消化を促進する爲槽内を暖むる目的に利用せらる。又伯林市及バルミングハム市の如く下水ポンプの動力用に利用せられ、バルミングハム市の Colehall Works にて 1921 年 9 月より 32 馬力の機械を運轉せり。

オーストリアのパラマツタ市 (人口 13 000 人) にては、1914 年より下水ポンプ所にて 17 馬力の瓦斯機關に下水の瓦斯を利用し、他の燃料を使用せず其の他蒸氣を作り或は塵芥焼却等にも利用せらる。

第三章 本工場に於けるメタン瓦斯發生試験

第一回試験 第一回昭和 2 年 9 月 19 日より同年 11 月 16 日に至る次記三種の實驗をなせしが、之に附帶して各種の汚泥の分析等の材料不備の爲、統計的數字を得ること能はざれども試験の結果次の如し。

第一號 配合割合

	活性汚泥	40 c.c.
	消化汚泥	2 000 c.c.
瓦斯發生期間	昭和 2 年 9 月 19 日より 10 月 9 日に至る 20 日間	
瓦斯發生量	317 c.c.	
溫度	攝氏 18 度~23.5 度	
水素イオン濃度 (10 月 3 日試験)	8.3	

第二號 配合割合

	活性汚泥	1 500 c.c.
	消化汚泥	1 500 c.c.

瓦斯發生期間	昭和 2 年 9 月 27 日より 10 月 7 日に至る 12 日間
瓦斯發生量	1736 c.c.
溫度	攝氏 18 度~23.5 度
水素イオン濃度	7.9~8.1

第三號 配合割合第二號と同じ

瓦斯發生期間	昭和 2 年 10 月 4 日より 11 月 16 日に至る 39 日間
瓦斯發生量	1954.5 c.c.
溫度	攝氏 19 度~23.5 度
水素イオン濃度	7.4~8.45

第二回試験（附圖第六，第七，第八参照） 第二回の試験は次記三種を以て昭和 2 年 11 月 26 日及翌年 1 月 29 日より試験室に於て實驗せしが，執務時間約 8 時間はストーブの爲溫度昇るも，其れ以後殊に夜間は著しく冷却し瓦斯發生量に影響する事甚しきを以て，容器を 2 月 28 日仕込室に移せり。同室にては仕込作業休止の日以外は晝夜高温を保持せり。故に此の試験期間を二期に分け瓦斯發生量を記すべし。

第一號 配合割合

活性汚泥	80 c.c.
消化汚泥	4000 c.c.

以後毎日 1 回毎日より 80 c.c. の汚泥を排出し同量の活性汚泥を注入せり。

此の活性汚泥は沈泥槽の底より排出せし汚泥なり。

瓦斯發生試験期間は昭和 2 年 11 月 26 日より翌年 4 月 30 日に至る 156 日間

第一期 昭和 2 年 11 月 26 日より翌年 2 月 27 日迄 93 日

瓦斯發生量	7310 c.c.
溫度	攝氏最低 4 度，最高 29 度，平均 14 度
水素イオン濃度	最低 6.9，最高 7.25，平均 7.04

附表第四 昭和 2 年 10 月，同 3 年 1，2 月の活性汚泥分析より

水分	97.9922
有機固形物	$86.4139 \times \frac{100 - 97.9922}{100} = 1.7350$

附表第五 の消化汚泥の分析により水分を 98 % と假定し

水分	98.00
有機固形物	$82.3504 \times \frac{2}{100} = 1.6470$

$$4000 \times 1.647 \% + 80 \times 1.7350 \% + 92 \times 80 \times (1.7350 - 1.6470) \% \\ = 65.88 + 1.3800 + 6.47680 = 73.74480$$

$$7310 \div 73.7450 = 99 \text{ l/kg}$$

有機物 1 疋に對し發生瓦斯量 99 リートル又使用せる全汚泥の有機物より算出すれば
 $65.88 + 1.3800 + 127.696 = 194.966$

$$7310 + 194.966 = 37.4 \text{ l/kg}$$

有機物 1 疋に對し 37 リートル餘となる。

第二期 昭和3年2月28日より4月30日に至る63日間

瓦斯發生量 46 575 c.c.
 温度 攝氏最低 14.5 度, 最高 38 度, 平均 30.5 度
 水素イオン濃度 最低 6.9, 最高 7.25, 平均 7.19
 活性汚泥の分析は附表第四 2 月, 3 月, 4 月の平均を取り
 水分 98.4819
 有機固形物 $90.9025 \times \frac{100 - 98.4819}{100} = 1.37999$

排出消化汚泥の水分を 98.5 と假定すれば其の有機固形物は

$$82.3504 \times \frac{1.5}{100} = 1.23526$$

$$73.74480 + 63 \times 80 \times (1.37999 - 1.23526) \% = 73.74480 + 7.29439 = 81.03919$$

$$(46 575 + 7 310) \div 81.03919 = 664.9 \text{ l/kg}$$

有機物 1 疋に對し發生瓦斯量 664.9 リートル

$$194.966 + 69.5515 = 264.5175$$

$$53 885 \div 264.5175 = 203.7$$

即ち使用せる全汚泥の有機物 1 疋に對し發生瓦斯量 203.7 リートルの割合なり。

第二號 配合割合 第一號と同じ

但し日々追加する活性汚泥は曝氣槽出口より下水を取り 1 時間沈澱せる汚泥を使用す。

瓦斯發生試験期間 昭和3年1月29日より4月30日に至る92日間

第一期 昭和3年1月29日より2月27日に至る28日間

瓦斯發生量 2 800 c.c.
 温度 攝氏最低 4 度, 最高 29 度, 平均 15.5 度
 水素イオン濃度 最低 6.9 度, 最高 7.15, 平均 7.04
 活性汚泥は附表第四 1 月及 2 月の分析により
 水分 97.9922
 有機固形物 $90.10985 \times \frac{100 - 97.9922}{100} = 1.80923$

消化汚泥も亦第一號と同じく

水分 98.00

有機物 1.6470

$$4 000 \times 1.647 \% + 80 \times 1.7350 \% + 28 \times 80 \times (1.80923 \% - 1.647 \%)$$

$$= 65.88 + 1.38800 + 3.63395 = 70.90195$$

$$2 800 \div 70.90195 = 39.5 \text{ l/kg}$$

有機物 1 疋に對し發生瓦斯量 39.5 リートル

$$65.88 + 1.3880 + 40.52675 = 107.79475$$

$$2 800 \div 107.79475 = 25.97$$

即ち使用せる全汚泥の有機物 1 疋に對し發生瓦斯量約 26 リートルとなる。

第二期 昭和3年2月28日より4月30日に至る63日間

瓦斯發生量 29 630 c.c.

温度 攝氏最低 14.5 度, 最高 37 度, 平均 30 度

水素イオン濃度 最低 7.05, 最高 7.30, 平均 7.27

$$70.90195 + 7.29439 = 78.19634$$

$$2800 + 29630 = 32430$$

$$32430 \div 78.19634 = 414.7 \text{ l/kg}$$

有機物 1 ㊦に對し發生瓦斯量 414.7 リートル

$$107.79475 + 69.5515 = 177.346$$

$$32430 \div 177.346 = 182.86 \text{ l/kg}$$

即ち使用せる全汚泥の有機物 1 ㊦に對し發生瓦斯量 182.86 リートルとなる。

第三號 配合割合

消化汚泥	4000 c.c.
活性汚泥	80 c.c.
新鮮汚泥	80 c.c.

活性汚泥は曝氣槽出口の下水を 1 時間沈澱せしめたる汚泥とす。新鮮汚泥は前沈澱池底部より採集し、上澄液を傾瀉したる汚泥とす。第一期及第二期には毎日 160 c.c. 宛蟻内の汚泥を排出して、活性汚泥及新鮮汚泥各 80 c.c. 宛注入し、第三期には毎日 120 c.c. 宛蟻内の汚泥を排出し、活性汚泥 80 c.c. と新鮮汚泥 40 c.c. 宛注入し、第四期には毎日 80 c.c. 宛蟻内の汚泥を排出し、活性汚泥 40 c.c. と新鮮汚泥 40 c.c. 宛注入せり。

瓦斯發生試験 期間 昭和 3 年 1 月 29 日より同年 4 月 30 日に至る 92 日間

第一期 昭和 3 年 1 月 29 日より同年 2 月 27 日に至る 28 日間

瓦斯發生量 3080 c.c.

温度 攝氏最低 4 度, 最高 29 度, 平均 15.6 度

水素イオン濃度 最低 6.85, 最高 7.15, 平均 6.89

第二號 第一期と同じく

活性汚泥 水分 97.9922

有機物 1.80923

消化汚泥

水分 98.000

有機物 1.6470

新鮮汚泥は附表第六により

水分 97.9864

有機物 $89.0278 \times \frac{100 - 97.9864}{100} = 1.79266$

$$4000 \times 1.647\% + 80 \times (1.80923\% + 1.79266\%) + 80 \times 28 \times (1.80923\% + 1.79266\% - 2 \times 1.641\%) = 65.88 + 2.88151 + 6.89674 = 75.65825$$

$$3080 \div 75.65825 = 40.7$$

有機物 1 ㊦に對し瓦斯發生量 40.7 リートル

$$65.88 + 2.88151 + 86.1949 = 154.9604$$

$$3080 \div 154.9604 = 20.0 \text{ l/kg}$$

即ち使用せる全汚泥の有機物 1 ㊦に對し 20.0 リートルの割合なり。

第二期 2月28日より3月20日迄22日間

瓦斯發生量 4040 c.c.
 溫度 攝氏最低 14.5 度, 最高 36 度, 平均 27.7 度
 水素イオン濃度 6.65 (3月1日)

活性汚泥 附表第四の2月, 3月の平均を取り

水分 98.3777

有機物 $90.7753 \times \frac{100 - 98.3777}{100} = 1.4726$

消化汚泥の水分は醗内の水分を稍々等しく保持する故, 注入汚泥の水分と約等しく次の如く假定す。

水分 98.380

有機物 $82.3504 \times \frac{1.62}{100} = 1.33408$

新鮮汚泥

水分 97.9864

有機物 1.79266

$75.65825 + 80 \times 22(1.47266 \% + 1.79266 \% - 2 \times 1.33408 \%)$
 $= 75.65825 + 10.51002 = 86.16827$

$(3080 + 4040) \div 86.16827 = 82.6 \text{ l/kg}$

有機物 1 甕に對し發生瓦斯量 82.6 リートル

$154.9604 + 57.4696 = 212.43$

$7120 + 212.43 = 33.5 \text{ l/kg}$

即ち使用せる全汚泥の有機物 1 甕に對し 33.5 リートルの割合なり。

第三期 3月21日より4月9日迄20日間

瓦斯發生量 8790 c.c.

溫度 攝氏最低 20.5 度, 最高 26 度, 平均 30.9 度

水素イオン濃度 最低 5.82, 最高 6.3, 平均 6.05

活性汚泥 附表第五 3月及4月分の平均を取る。

水分 98.7268

有機物 $90.6759 \times \frac{100 - 98.7268}{100} = 1.1545$

排出する消化汚泥の水分を次の如く假定す。

水分 98.7

有機物 $82.3504 \times \frac{1.3}{100} = 1.07056$

新鮮汚泥

水分 97.9864

有機物 1.79266

$86.16827 + 40 \times 20 \times (2 \times 1.1545 \% + 1.79266 \% - 3 \times 1.07056 \%)$
 $= 86.16827 + 7.11984 = 93.28811$

$(3080 + 4040 + 8790) \div 93.28811 = 170.6$

有機物 1 甕に對し發生瓦斯量 170.6 リートル

$212.43 + 32.81328 = 245.243$

$$15\ 910 \div 245.243 = 64.9$$

即ち使用せし全汚泥の有機物 1 甎に對し 64.9 リートルの割合なり。

第四期, 4 月 10 日より 4 月 30 日迄 21 日間

瓦斯發生量 11 635 c.c.

温度 攝氏最低 19 度, 最高 37 度, 平均 31.5 度

水素イオン濃度 最低 6.7, 最高 6.9, 平均 6.81

活性汚泥 附表第四 4 月分より

水分 93.6904

有機物 $91.1558 \times \frac{1.3096}{100} = 1.19378$

排出する消化汚泥の水分は前と等しくすれば

水分 98.7

有機物 1.07056

新鮮汚泥

水分 97.9864

有機物 1.79266

$$93.28811 + 40 \times 21 \times (1.19378 \% + 1.79266 \% - 2 \times 1.07056 \%)$$

$$= 93.28811 + 7.10069 = 100.38880$$

$$3\ 080 + 4\ 040 + 8\ 790 + 11\ 635 = 27\ 545$$

$$27\ 545 \div 100.38880 = 274.4$$

有機物 1 甎に對し發生瓦斯量 274.4 リートル

$$245.243 + 25.3847 = 270.6277$$

$$27\ 545 \div 270.6277 = 101.8 \text{ l/kg}$$

即ち使用せし全汚泥の有機物 1 甎に對し 101.8 リートルの割合となる。

第三回試験 5 月 1 日より装置を少しく改良し第三回試験をなせり。(附圖第九, 第十, 第十一参照)

罐内の混合汚泥は消化汚泥の作用によりて, 漸次水分と汚泥と分離し, 汚泥は沈下して下層をなし, 浮渣 (Scum) は瓦斯と共に上昇し上面に層をなし, 水は其の中間に一層をなすに至る。A, B 號は活性汚泥の量に比して消化汚泥の量多きを以て一日を経て三層に別れたり。故に罐内より毎日排出するに沈下して消化し盡せる最下部の濃厚なる汚泥と, 中間にある水分とを適當の割合に別々に排出する爲罐の底に近き側壁に口を付け, 之に 2 本の硝子管を挿入し 1 本は底に口を向けて消化汚泥の排出の用をなし, 他の 1 本は罐の中心より垂直に約罐の内半径に等しき長さにて上部に向け, 硝子管を廻して其の口の位置を上下し適當の高さにより水分を排出せしむるものとす (第二圖参照)。

消化汚泥は沈澱槽の傍に一時的汚泥處理の爲に作れる 8 呎角, 深さ 8 呎のタンクに, 東京電氣會社のインホフ槽汚泥を播種して作れる消化汚泥 58 立方呎に, 昭和 3 年 3 月 19 日約 320 立方呎の活性汚泥を注入して之を放置し, 5 月 1 日迄 43 日間に於ける水素イオン

濃度の變化を検するに次の如し。

3月29日	6.15
4月3日	6.30負
同月9日	6.30
同月14日	6.45
同月20日	6.50
同月26日	6.65
同月30日	6.75

活性汚泥及新鮮汚泥は前回の試験と同様の方法を以て採取す。

A 號 配合割合

消化汚泥	4 000 c.c.
活性汚泥	80 c.c.
毎日午前9時活性汚泥を80 c.c. 宛添加す。	
混合汚泥の分析 (5月1日午前10時採取)	
水分	98.1118 %
全固形物	1.8882
有機物	1.6430
無機物	0.2452
水素イオン濃度	7.10 P. H.

試験期間 昭和3年5月1日より9月30日に至る150日間

瓦斯發生量 59 702 c.c.

溫度攝度 19度~39度, 平均31.5度

水素イオン濃度 罐内 7.05~7.70, 平均 7.48

注入活性汚泥は3日に1回宛分析し其の平均せるもの次の如し。

水分	97.7446
全固形物	2.2554
有機物	1.9666
無機物	0.2888

排出せる消化汚泥分析の平均

水分	99.5818
全固形物	0.4182
有機物	0.3107
無機物	0.1075

$$4\ 080 \times 1.643\% + 80 \times 151 \times (1.9666\% - 0.3107\%) = 67.0844 + 200.0327 = 267.0671$$

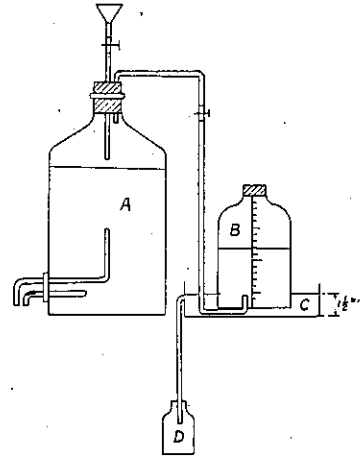
$$59\ 702 + 267.0671 = 223.5\ l/kg$$

有機物1gに對し發生瓦斯量 223.5 リートル, 最初より罐内にありし汚泥及毎日添加せし汚泥中の有機物總量と發生瓦斯量と比して算出すれば

$$67.0844 + 237.56528 = 304.5997$$

第二圖

瓦斯發生裝置略圖



- A. 混合汚泥を入れたる容器 (容量5立)
- B. 瓦斯溜罐 (容量1立)
- C. 水槽
- D. 水槽より溢れる水を受ける器

$$59703 \div 304.6 = 196 \text{ l/kg}$$

B 號 混合割合	消化汚泥	4 000 c.c.
	活性汚泥	40 c.c.
	新鮮汚泥	40 c.c.

毎日午前 9 時活性汚泥 40 c.c. 新鮮汚泥 40 c.c. 宛添加す。

混合汚泥分析 (昭和 3 年 5 月 1 日午前 10 時採取)

水分	98.0898 %
全固形物	1.9102
有機物	1.6621
無機物	0.2481
水素イオン濃度	7.10 P. H.

試験期間 5 月 1 日より 9 月 30 日に至る 152 日間

瓦斯發生量 89 657 c.c.

温度 攝氏 19 度~39 度, 平均 31.5 度

水素イオン濃度 6.9~7.98, 平均 7.57

注入せる活性汚泥及新鮮汚泥の混合液の分析

水分	97.4996
全固形物	2.5004
有機物	2.0086
無機物	0.4918

排出せる消化汚泥の分析

水分	97.9756
全固形物	2.0244
有機物	1.5479
無機物	0.4765

$$4080 \times 1.6621 \% + 80 \times 151 \times (2.0086 \% - 1.5479 \%) = 67.81368 + 55.65256 = 123.46624$$

$$89.657 \div 123.46624 = 726.2 \text{ l/kg}$$

有機物 1 吨に對し發生瓦斯量 726.2 リートル

最初槽内にありし汚泥及其の後毎日添加せる汚泥の有機物總量と發生瓦斯量との比を算出すれば

$$67.81368 + 240.63888 = 310.45256$$

$$89657 \div 310.45 = 288.7 \text{ l/kg}$$

C 號 混合割合	活性汚泥	4 000 c.c.
	消化汚泥	80 c.c.

混合汚泥分析 (昭和 3 年 5 月 1 日午前 10 時採取)

水分	98.4495
全固形物	1.5524
有機物	1.3796
無機物	0.1728
水素イオン濃度	7.45 P. H.

試験期間 5 月 1 日より 7 月 29 日に至る 89 日間

瓦斯發生量 20 669 c.c.

溫度 攝氏 25 度~39 度, 平均 30.9 度

水素イオン濃度 6.95~7.88, 平均 7.66

最後に殘存せる汚泥量は P. H. 測定の爲に上澄液を引き出したる後 2 305 c.c. にして其の分析の結果は

水分 98.5539

全固形物 1.4461

有機物 1.2197

無機物 0.2264

故に 89 日間に有機物減量は

$$4\ 080 \times 1.3796\% - 2\ 305 \times 1.2197\% = 56.2877 - 28.1141 = 28.1736$$

$$20\ 669 \div 28.1736 = 733.6\ \text{l/kg}$$

即ち有機物 1 疋に對し 733.6 リートルとなる。

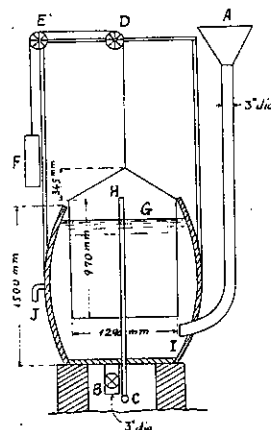
瓦斯發生に有效なる有機物が有機物全量に對する割合は $\frac{28.1736}{56.2877} = 50\%$, 終に近づきては日々の瓦斯發生極めて少なきを以て最初より最も有效なる期間を取り計算すれば 5 月 1 日より 6 月 10 日迄 49 日間に發生せる瓦斯量は 18 889 c.c. なるを以て全量の $\frac{18\ 889}{20\ 669} = 91.4\%$ 6 月 15 日迄 45 日間には 18 629 c.c. なるを以て約全發生量の 9 割に相當す。

隨而有效有機物 1 疋より發生する瓦斯量は最初の 49 日間に 670.5 リートル, 45 日間に 660 リートルに相當す。又汚泥中にありし有機物總量と發生瓦斯量との比を取れば,

$733.6 \div 2 = 366.8$ 即ち混合汚泥中の有機物 1 疋より 366.8 リートルの瓦斯を得らるべきなり。而して 45 日間には約其の 9 割即ち 4 330 リートルを得らるべし。

第四回試験(附圖第十二参照) 昭和 3 年 8 月 17 日より屋外にて稍々大なる實驗をなせり, 即ち麥酒桶に消化汚泥 10 石(1 800 リートル) と其の 1/50 即ち 2 斗(36 リートル) の活性汚泥を加へ第三圖の如く装置し, 8 月 22 日に B より汚泥を 2 斗宛, 又翌 23 日より毎日 B より汚泥を, J より上澄液を各 1 斗宛排出し, A より活性汚泥を 2 斗宛注入せり。

第三圖 装置器圖



- A. 活性汚泥添加口
- B. 消化汚泥排出口
- C. 瓦斯管のバルブ
- D. E. 滑車
- F. 分銅
- G. 瓦斯タンク
- H. 瓦斯の出口
- F は G より少し軽くす, 汚泥の容量 10 石
- J. テストコック

試験期間 8 月 22 日より 12 月 3 日に至る 103 日間, 瓦斯發生量 5 841.025 リートル 溫度午前 9 時と午後 3 時 2 回の測定にて最底攝氏 7.5 度, 最高 35 度, 平均 21 度を示せど, 夜間は溫度更に低下するを以て平均溫度も亦一層下るべし。

活性汚泥の分析は附表第四 8, 9, 10 月の平均を取れば

水分	97.3442
有機物	$83.38996 \times 2.6558 = 2.21467$

桶内の混合汚泥分析は第三回の A 號と同様と假定し

水分	98.1118
有機物	1.6430
	$1\ 836 \times 1.6430 + 36 \times 103 \times 2.21467 = 30\ 165.48 + 82\ 119.953$
	$5\ 341.025 + 112.2854 = 52.02\ \text{l/kg}$

汚泥有機物總量より算出して 1 珎に對し 52 リートルの割合となれり。これ屋外に露出するを以て殊に夜間温度低下して瓦斯發生量減退せしならん。

結論 以上數回の試験の内第三回試験が最も完備せるを以て之を計算の基礎とし、他の實驗を参照し次の結論を得たり。

(一) 槽内の平均温度を 30 度に保持し水素イオン濃度 6.95~7.88 に保持し得れば、活性汚泥は約 90 日にて消化し盡すべく、其の内 9 割は 45 日に消化すべし。故に消化汚泥に其の 1/45 の活性及新鮮汚泥を日々添加し且平均温度を 30 度内外に保持し得れば水素イオン濃度も亦好適の度にありて瓦斯發生全能力の 1/9 割を發生し得べく、汚泥は順次に消化し盡したるものより排出すると同時に、新に活性及新鮮汚泥を注入することにより瓦斯發生を繼續し得べし。

(二) 新鮮汚泥は活性汚泥よりも有機物含有量多くして瓦斯發生にも有利なり。

(三) C 試験にて汚泥が消化し盡す迄に有機物の消失量は約原量の 5 割なり。即ち汚泥中の有機物の總量の約 5 割が瓦斯發生に有效なるが如し。

(四) 有效有機物 1 珎より發生する瓦斯量約 730 リートルにして、有機物總量より算出すれば 1 珎に付き最高約 370 リートルに達す。

故に今屋外に於ける實施計畫にては、約 6 割即ち 220 リートルを採取し得るものとし、毎日發生瓦斯量を算出せん。

曝氣槽 1 日處理最大量を 40 000 立方呎とし 3 月より 6 月に至る 4 箇月間日々の下水量 40 000 立方呎以上なるを以て、其の殘量は單に沈澱池のみにて處理するものとす。

沈澱池の汚泥量は處理下水量の 2.6/1 000 とし

水分含有率	95.00
無機物	$\frac{50-24}{268-138} \times 5 = \frac{26}{130} \times 5 = 1$
有機物	$\frac{218-114}{268-138} \times 5 = \frac{104}{130} \times 5 = 4$

活性汚泥の量は下水量の 1/150 とし其の分析は附表第四の平均により

水分含有率	97.9922
有機物	$87.4078 \times \frac{2.0078}{100} = 1.7550$

即ち 1 日瓦斯發生量は最大 64 立方米より最小の 11.5 立方米, 1 箇年 14 240 立方米なり。故に 1 立方メートルの瓦斯料金 10 錢とすれば 1 箇年 1 424 圓, 1 箇月平均 118 餘圓に相當するを以て, 素より之により收支償ふこと能はざれども, 亦以て經常費の一部を償ひ得べし。

第四章 汚泥處分及メタン瓦斯發生装置の設計

(一) 概論(附圖第一參照) 沈澱池の新鮮汚泥は該沈澱池掃除の際, 汚泥排出瓣を開きて第一汚泥槽に送り此處に貯藏し, 活性汚泥は毎日 1 回汚泥排出瓣を開きて 1 日分の汚泥を第二汚泥槽に送る。其の量は前日曝氣槽にて處理せる下水量に應じ約其の 1/150 を標準とす。

第二汚泥槽に活性汚泥を送り込みたる後第一汚泥槽に貯溜せる新鮮汚泥の一部を毎日等分に(即ち沈澱池の掃除を 3 日に 1 回施行せば日々其の全汚泥量の 1/3 を, 1 週間に 1 回掃除すれば, 其の 1/7 を) 第二汚泥槽に送りて活性汚泥と混じ之を毎日 1 回汚泥消化槽に注入するものとす。而して此の汚泥注入に先ち底部の消化汚泥及上部若しくは中部の清澄せる水を, 約注入汚泥に等しき量だけ夫々適當のバルブを開き排出すべし。排出せる消化汚泥は汚泥乾燥床に送り, 清澄せる水はポンプ池に送りて更に處理するものとす。今次に各構造物に就て説明すべし。

(二) 第一汚泥槽(附圖第十三參照) 沈澱池は夏期は 3 日に 1 回, 冬期は 1 週間に 1 回掃除するを以て, 1 回に排出する汚泥の最大量は附表第七により 5 月に於て 1 回の排出量 $3 924 \times 3 = 11 772$ 即ち約 12 立方米(424 立方呎)に相當す。汚泥排出管は徑 8" にして其の中心線は沈澱池出口に於て標高 88', 第一汚泥出口に於て 86'-6" にして, 汚泥は約 1'-6" の落差を以て汚泥槽に流入するものとす。第一汚泥槽は幅 9', 長さ 12', 深さ 16'-9" にして汚泥の有効深さ 4' とし, 其の容量 $12 \times 9 \times 4 = 436$ 立方呎の外に底部に約 1' の勾配あるを以て, 總容量約 500 立方呎に達す。

此の槽に貯溜せる汚泥は掃除期間毎日等分量宛釣瓶によりて標高 18'-9" の高さに揚げ, 之より徑 8" 管によりて約 1/10 勾配にて第二汚泥槽に送る。其の管口の中心は標高 94' とす。

(三) 第二汚泥槽(附圖第十四參照) 活性汚泥は毎日 1 回沈澱槽より汚泥排出管の瓣を開きて會所を経て第二汚泥槽に送る。

第一汚泥槽より第二汚泥槽に送る管は徑 8" にして, 其の中心の高さは會所に於て標高 92',

第二汚泥槽出口で於て 91' とす。

現曝氣槽 1 日最大處理量を 40 000 立方呎とし之より生ずる汚泥量は約其の 1/50 即ち 270 立方呎なり。

第二汚泥槽は幅 9', 長さ 12', 深さ 9'—6'', 活性汚泥の有効深さ 3'—3'' 即ち $12 \times 9 \times 3.25 = 351$ 約 350 立方呎なり。

而して其の上に第一汚泥槽よりの汚泥の有効深さは標高 91' より 94'迄の 3' 即ち其の容量約 $12 \times 9 \times 3 = 324$ 立方呎なり。

此の混合汚泥を更に釣瓶によりて標高 107.75' に揚げ徑 8'' 管にて汚泥消化槽に其の上部より注入す。

(四) 汚泥消化槽 (附圖第十五, 第十六参照) 汚泥消化槽は徑 25', 底は圓錐形をなし, 周壁の高さ 24'—6'', 中央の圓錐頂點の深さ 27'—6'' なり。

周圍壁頂部の標高は 103'—3'' にして最高水位 102'—9'', 最低水位 98'—3'' とす。構造は鐵筋コンクリートにして其の圓錐狀をなせる屋根の中央上部に内徑 5', 高さ 5' の鋼鐵製タンクを据へ付け, 槽内に發生せるメタン瓦斯を此處に集め徑 3/4'' 管にて需要方面に送るものとす。

屋根の底部の周圍壁と連接する處に 4 箇所の 3'×6'' 孔を作り内外の水を自由に流通せしむ。

瓦斯が圓錐屋の内部に蓄積せらるゝに隨ひ, 水は溢流口より會所に流出す。其の他槽の上部の水を排出する必要がある時は, 會所のバルブを開き放水し, 是等は沈澱池とポンプ池との中間の會所に送り, 之よりポンプ池に流入するものとす。

又槽の中部の水を排出するには, 他の會所のバルブを開き, ポンプ池に連續する排水管にてポンプ池に送り, 何れも再び曝氣槽にて處理するものとす。

槽内の温度, 汚泥の液化狀態等を測定する爲圓錐屋根の周圍に徑 3'' 長さ夫々 20', 15', 10' の瓦斯管を垂直に設置す。

底部の消化汚泥は徑 8'' の排出管のバルブを開きて汚泥乾燥床に流出せしむ。

消化汚泥槽は 2 個にして各其の容量 $\pi \times 12.5^2 \times (24 + 3/3) = \pi \times 12.5^2 \times 25 = 12\,271.875$

3 月に於ける毎日汚泥總量 $140 + 270 = 410$

消化槽の容量 $12\,272 \times 2 = 24\,544$

$24\,544 \div 410 = 60$

即ち 3 月の汚泥量にて 60 日間槽内に滯溜することゝなる, 若し活性汚泥が下水 1/100 の場合には,

$24\,544 \div 540 = 45$ 日 45 日滯溜することゝなる。

(五) 汚泥乾燥床 (附圖第十七參照)

汚泥乾燥床はコンクリート構造を、隔壁を以て 8 個に區分し、各其の幅 6'、長さ 30' とし、底部の中央に徑 6" の土管を布設し其の上及周圍に深さ 1'-3"~1'-9" の砂利若しくは燃滓を布き其の上に厚さ 5" の燃滓を布き、其の上に厚さ 10" の消化汚泥を流し込むものとす。各床の収容量 $30 \times 6 \times 10 / 12 = 150$ 立方呎なり。

而して日々排出する汚泥は槽内に於て消化作用の爲に其の量半分以下に減ずるを以て、毎日其の一床づゝ順次交代に使用し得るものとす。

消化汚泥の含水量を平均 98% とし之が 80% に減少せりとせば、其の量は $1/10$ となる。即ち 1 箇月乾燥汚泥量は原汚泥の $1/20$ となるべく、若し之を 60% に排水し得れば其の量は原汚泥量の $1/40$ となる。隨て 1 箇年間の汚泥量は附表第八の如く 21 立坪餘に過ぎず。且含水量少なき故車馬を以て容易に運搬し得べし。

又 C 號の分析により見る如く消化泥汚中には尙多量の窒素を含有するを以て肥料の價値ありて之が處分は敢て困難ならざるべし。

第五章 工費及所要面積

工費見積價額次の如し。

汚泥處理槽 2 個	14 566.20
汚泥乾燥床	4 191.55
第一汚泥槽	2 168.27
第二汚泥槽	1 593.00
A 型マンホール	190.27
B 型マンホール	236.22
各所連結用パイプ工事	2 766.00
セメント 614 樽 (1 樽につき 5 圓)	3 070.00
工事監督費其他	1 218.49
總 計	30 000.00

即ち年 6 分の利息とせば 1 箇年 1 800 圓を要し、其の内メタン瓦斯發生の収益 1 424 圓を以て償へば其の殘額 376 圓の支出を要すべし。

所要面積は第壹編記載の下水處分場用地に追加すること約 160 坪を要す、即ち下水及汚泥處分場用地として合計 455 坪を要す。

(終り)

附表第一 汚水分析表

試料	昭和2年	昭和3年	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	平均
採取日	12月5日	1月5日	2月29日	3月6日	4月6日	5月15日	6月8日	7月5日	8月17日	9月8日	10月9日	12月26日	平均		
時	午前10時	午前9時45分	午前9時	午前8時	午前7時40分	午前8時	午前9時	午前8時50分	午前8時	午前8時30分	午前9時10分	午前9時30分	平均		
全形固物	無機 p.p.m.	310	236		213	296	274	683	187	269	327	228	199	293	
	有機 p.p.m.	224	193		254	1 027	1 366	950	328	471	554	443	843	605	
	合計 p.p.m.	534	429		467	1 323	1 640	1 633	515	740	881	671	1 042	898	
浮形遊固物	無機 p.p.m.	153	38		11	67	29	61	27	31	79	40	17	50	
	有機 p.p.m.	41	35		57	618	111	451	158	292	258	348	24	218	
	合計 p.p.m.	194	73		68	685	140	512	185	323	337	388	41	368	
溶形存固物	無機 p.p.m.	157	193		202	229	245	622	160	233	248	189	182	243	
	有機 p.p.m.	183	153		197	409	1 255	499	170	180	297	94	819	387	
	合計 p.p.m.	340	356		399	638	1 500	1 121	330	418	545	283	1 001	630	
溶酸	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	平均		
元素 c.c.		4.09	4.67	3.78	2.22	4.36	3.10	3.13	2.42	3.83	3.63	2.22	3.40		

下水5立方糎に對し過滿俺酸加里消費量

*還元力 c.c.	9.5	1.80	4.45	6.12	38.75	14.67	8.00	6.65	9.80	4.60	9.60	10.40	10.36
-----------	-----	------	------	------	-------	-------	------	------	------	------	------	-------	-------

摘要 仕込夏の^ま 醸造作業は仕込なく麥酒詰作業夏期最高の^ま工場各部の掃除をなせるを以て下水量比較的多くして清澄なりき下水量12 990立方呎

醸造作業は仕込4回麥酒詰込作業は夏期最高の^ま

醸造作業は仕込7回麥酒詰作業は夏期最高の^ま工場に於ける作業の最高なり

醸造作業は仕込5回麥酒詰作業は夏期の最高^ま位

仕込5回麥酒詰作業は夏期の最高^ま位

仕込2回麥酒詰作業は夏期の最高^ま位

仕込2回麥酒詰作業は最高^ま位

仕込は手入の爲なく且麥酒詰作業もなし

仕込も麥酒詰作業もなし

仕込も麥酒詰作業もなし

* 下水5立方糎に對し過滿俺酸加里消費量

附表第二 沈澱池流出水の分析表

試料	昭和2年	昭和3年	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	平均
採取日	12月5日	1月5日	2月29日	3月6日	4月6日	5月15日	6月8日	7月5日	8月17日	9月8日	10月9日	11月26日	平均		
時	午前11時	午後0時15分	午前11時	午前10時		午前9時30分	午前10時40分	午前10時30分	午前9時30分	午前10時40分	午前9時30分		平均		
全形固物	無機 p.p.m.	190	363	244	179	190	234	312	243	309	530	196	158	264	
	有機 p.p.m.	155	241	206	223	685	342	936	414	448	556	131	762	445	
	合計 p.p.m.	345	604	450	402	875	576	1 248	657	757	1 086	327	920	709	
浮形遊固物	無機 p.p.m.	37	98	46	5	25	16	19	10	22	13	1	12	24	
	有機 p.p.m.	26	13	20	21	223	85	321	100	215	89	26	134	114	
	合計 p.p.m.	63	111	66	26	248	101	340	110	237	102	33	146	138	
溶形存固物	無機 p.p.m.	153	265	197	174	165	218	292	233	288	518	189	146	240	
	有機 p.p.m.	129	228	186	202	462	257	615	314	232	466	105	628	331	
	合計 p.p.m.	282	493	384	376	627	475	908	547	520	984	294	774	571	
溶酸	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	平均		
元素 c.c.			4.50	4.84	3.03	3.80	2.94	3.59	2.22	3.78	3.13	1.41	3.324		
還元力 c.c.	10.2	5.60	6.75	6.85	4.82	9.55	7.10	7.40	11.50	3.75	6.90	10.45	6.74		

(土木學會誌第十五卷第九號附表)

附表第三 沈泥槽流出水の分析

試料採取日	昭和2年	昭和3年	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	平均
時	12月9日	1月5日	2月29日	3月6日	4月3日	5月15日	6月8日	7月7日	8月17日	9月8日	10月9日	11月26日		
	午前9時	午後2時30分	午後4時	午後3時	午後3時	午後2時	午後1時10分	午後3時	午前11時	午後3時30分	午後2時30分	午後2時30分		
全形固物	無機 p.p.m.	253	343	235	105	169	236	274	193	253	265	208	221	230
	有機 p.p.m.	102	117	153	240	153	119	165	227	83	104	86	110	143
	合計 p.p.m.	360	460	388	345	327	355	439	420	336	429	294	331	373
浮遊固物	無機 p.p.m.	81	63	50	7	1	1	1	5	5	5	5	3	16
	有機 p.p.m.	51	40	56	78	20	19	29	95	19	49	25	44	43
	合計 p.p.m.	132	103	106	85	21	20	30	100	24	54	30	47	59
溶存固物	無機 p.p.m.	177	280	185	98	168	235	273	183	248	260	203	218	214
	有機 p.p.m.	51	77	96	162	133	100	136	132	61	115	61	66	100
	合計 p.p.m.	228	357	282	260	306	335	409	320	312	375	264	284	314
溶存酸	c.c.	4.09	4.76	3.75	4.37	4.04	4.76	4.50	4.80	4.24	4.29	4.04 (4.93)	3.63	4.32
*還元力		2.4	3.07	2.90	3.20	1.87	3.00	2.52	2.57	3.60	4.26	2.45 (2.6)	3.00	2.88

() は昭和2年10月22日午前9時30分

附表第四 活性汚泥の分析(百分率)

試料採取年月日	昭和2年	昭和3年	同	3月20日	4月27日	5月31日	6月25日	7月26日	8月29日	9月26日	平均
	10月22日	1月20日	2月29日	午後2時30分	午前9時40分	午前9時	午前9時	午前9時	午前8時30分	午前11時	
水分	97.9922	97.9922	97.9922	98.7632	98.6904	98.7880	98.5994	97.1537	96.2142	97.8262	97.9322
固形物	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0300	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0300
無機物	20.9780	11.1359	8.6444	9.8340	8.8442	12.0053	12.5438	13.1088	13.4352	15.4169	12.5922
有機物	79.0220	88.8641	91.3556	90.1960	91.1558	87.9942	87.4512	86.8912	86.5348	84.5831	87.4078
全窒素		5.6164	5.1314	6.3763	8.5005	7.9598	7.6163	7.4110	7.3069	6.9190	6.9876
アンモニア性窒素		0.9478	0.3949	0.4519	0.6682	0.5722	0.4687	0.4681	0.5407	0.5946	0.5675
磷酸	3.1619		2.6556	2.8580	3.1741	3.2655	3.2557	2.7031	2.8317	2.9371	2.9381
石灰	0.8233										0.8233

附表第五 消化汚泥の分析(百分率)

試料採取年月日	昭和3年1月29日
水分	
固形物	100.0000
無機物	17.6496
有機物	82.3504
全窒素	6.7373
アンモニア性窒素	0.6987
磷酸	2.2465

附表第六 新鮮汚泥分析(百分率)

試料採取年月日	昭和3年5月12日
水分	97.9864
固形物	100.0000
無機物	10.9722
有機物	89.0278
全窒素	8.2904
アンモニア性窒素	0.8332
磷酸	1.1854

附 表 第 七

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均1日下水量	12300	24700	53300	53300	53300	47300	30800	25000	223000	17300	15300	8300
汚泥量(l)	906	1818	3924	3924	3924	3432	2268	1840	1642	1274	1136	611
有機物(kg)	36.24	72.72	156.96	156.96	156.96	139.28	90.72	73.6	65.68	50.96	45.04	24.41
活性汚泥	2322	4668	7551*	"	"	"	5814	4719	4210	3266	2888	1567
有機物	41.22	82.77	134.03	"	"	"	103.20	83.76	74.73	57.97	51.26	27.81
合計	77.46	155.49	290.99	"	"	273.31	163.92	157.26	140.41	108.93	96.30	52.25
1日分(l)	17041	34208	64018	"	"	60128	42662	34619	30890	23965	21186	11495
1箇月分(l)	523271	957824	1984558	1920540	1984558	1803840	1322522	1073189	926700	742915	635580	356345
合 計												14236842

* 曝氣槽10時間最大能力30000立方呎とし夜間の下水量10000立方呎と合せ1日最大能力40000立方呎=1132600リートルと假定す。

附 表 第 八

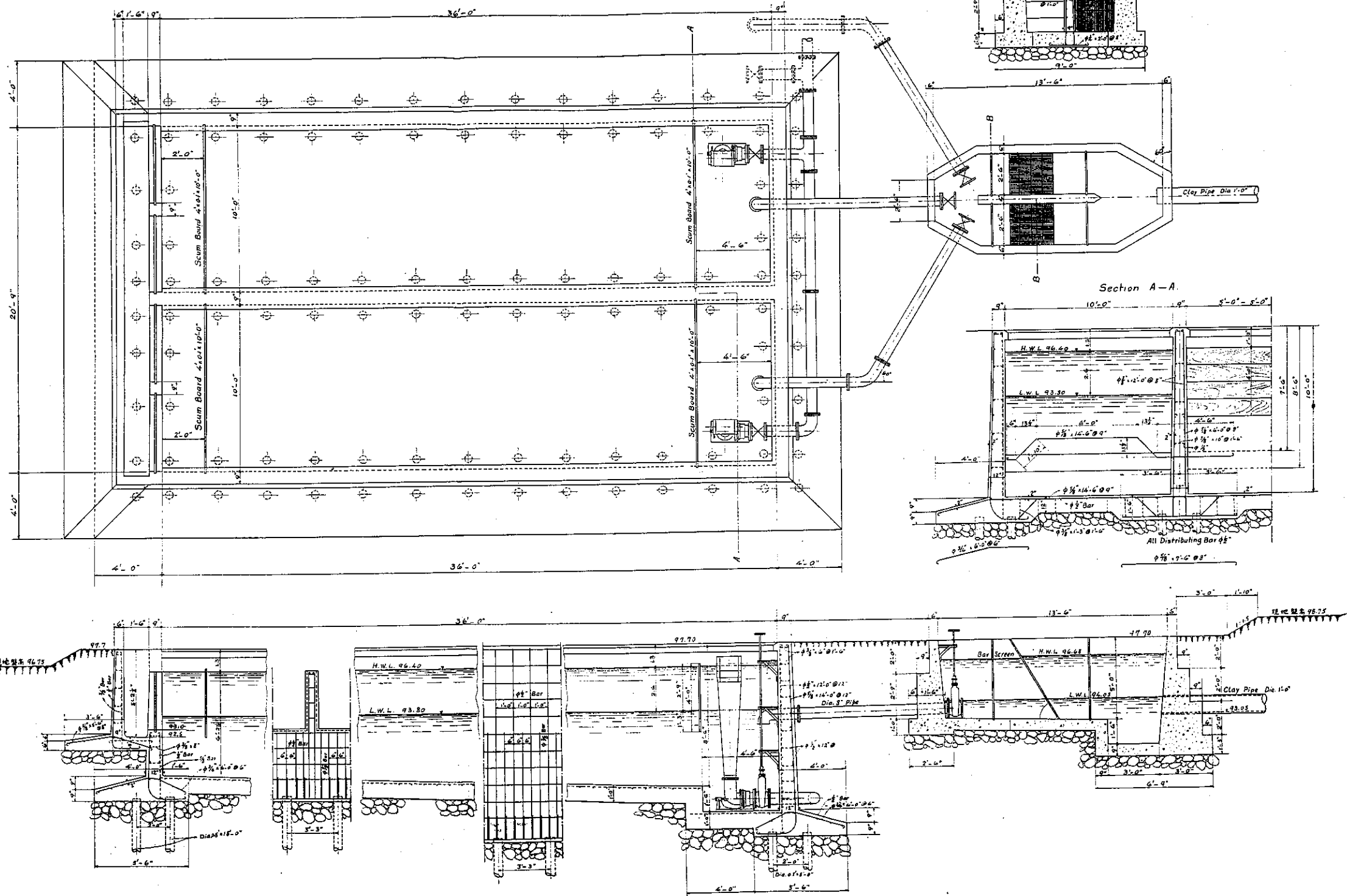
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日平均下水量(立方尺)	12300	24700	53300	53300	53300	47300	30800	25000	22300	17300	15300	8300
沈澱池汚泥量(立方尺)	32	64	140	140	140	123	80	65	58	45	40	22
活性汚泥量(立方尺)	82	165	267	267	267	267	295	167	149	115	102	55
合計	114	229	407	407	407	390	285	232	207	169	142	77
1箇月分	3534	6412	12617	12210	12617	11700	8885	7192	6210	4960	4260	2387
1箇年分												92934

(主 体 表 第 十 五 号 第 九 附 表)

$$\frac{1}{20} \times 92934 = 4646.7 \text{ 立方尺} = 21.5 \text{ 立坪}$$

附圖第二 沈澱池設計圖

Plan.



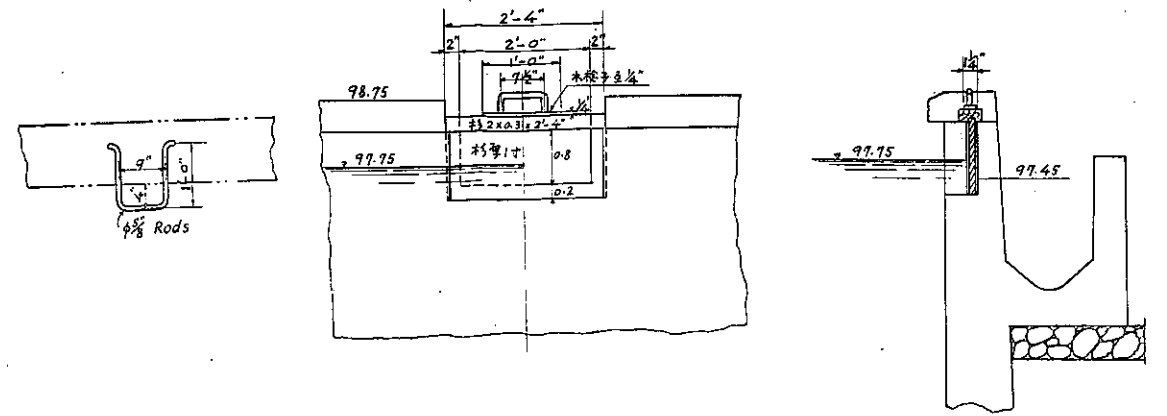
(土木學會誌第十五卷第九號附圖)

附圖第四 曝氣槽設計圖

階段金物之圖

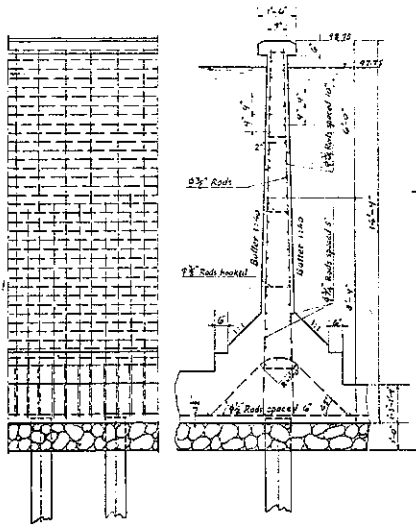
正面及背面

断面

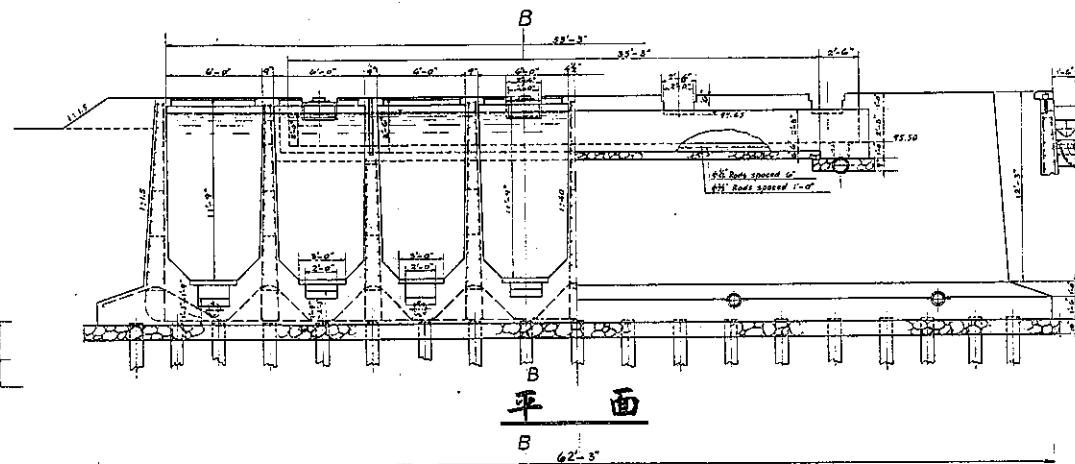


仕切壁鉄筋配置圖

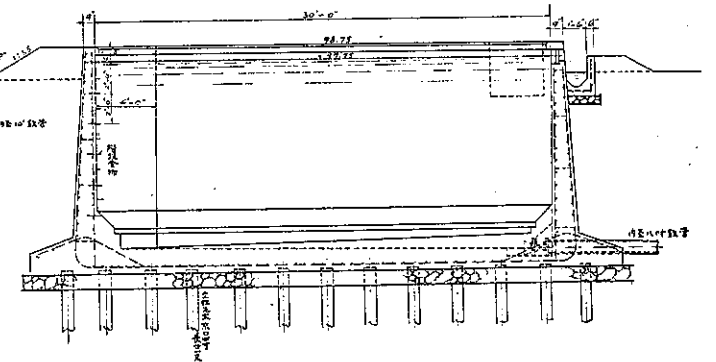
正面 断面



断面A-A及側面

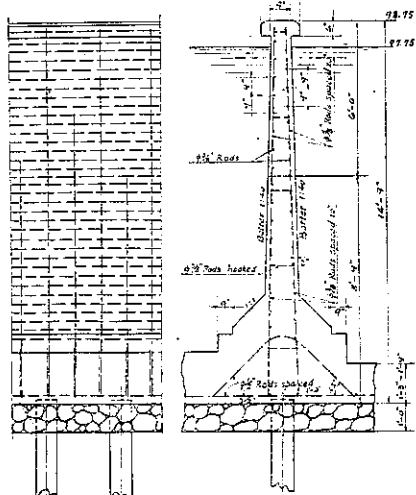


断面B-B



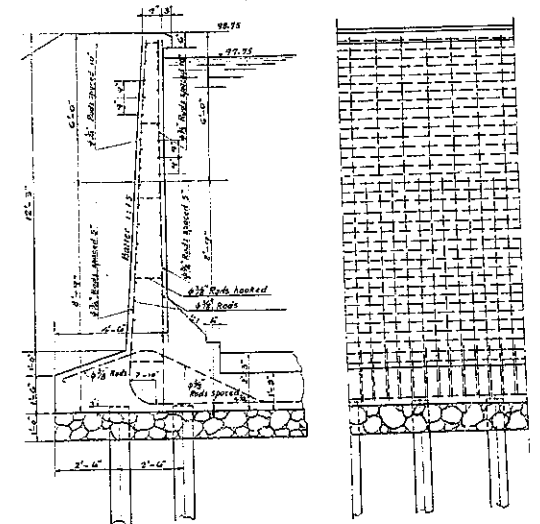
隔壁鉄筋配置圖

正面 断面



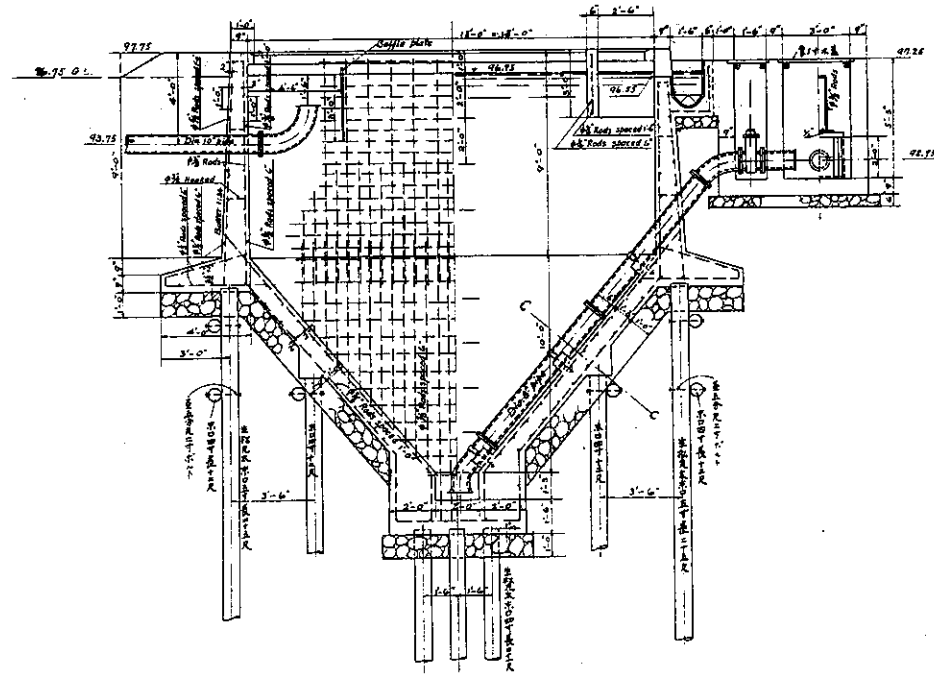
周圍壁鉄筋配置圖

断面 正面

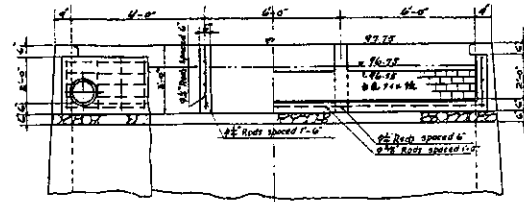


附圖第五 沈泥槽設計圖

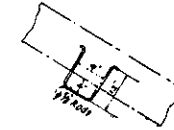
断面 A-A



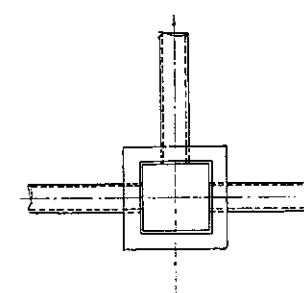
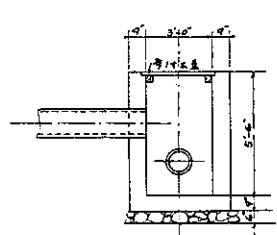
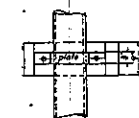
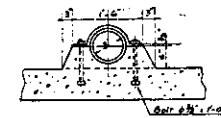
断面 B-B



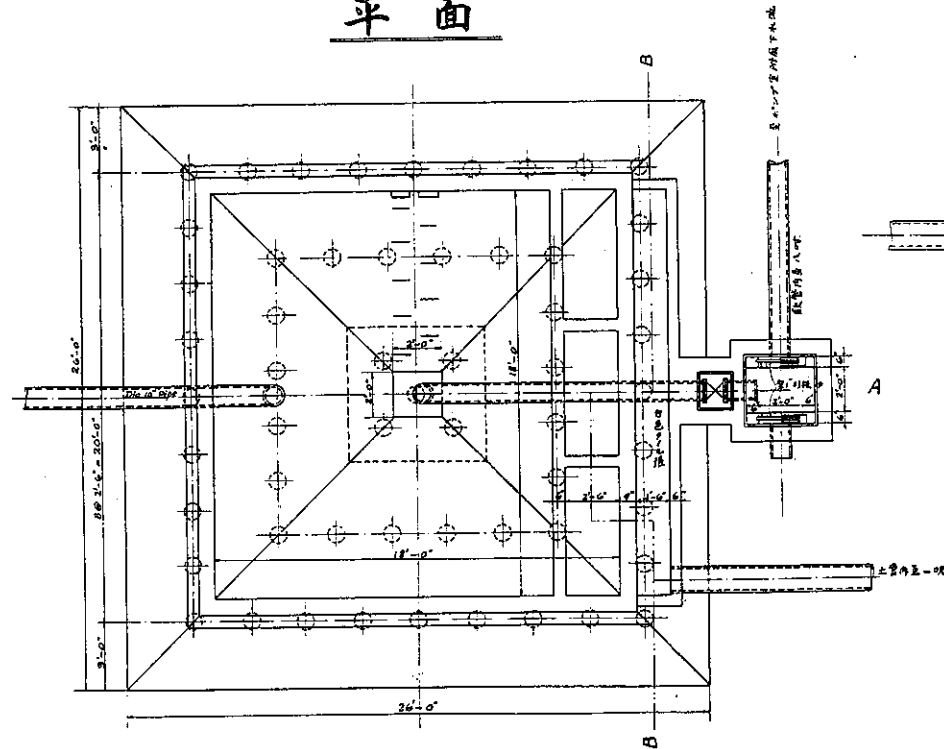
階段金物之圖



断面 C-C



平面

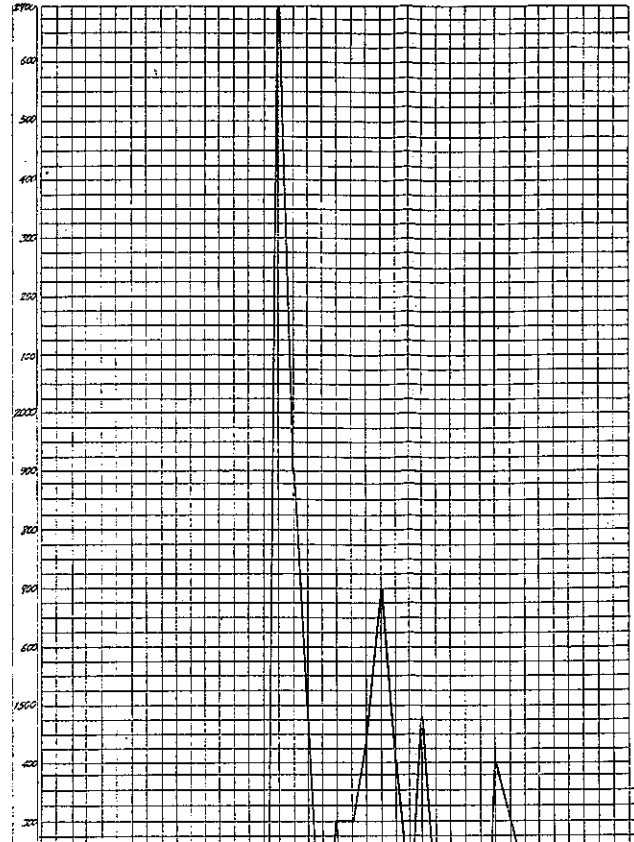
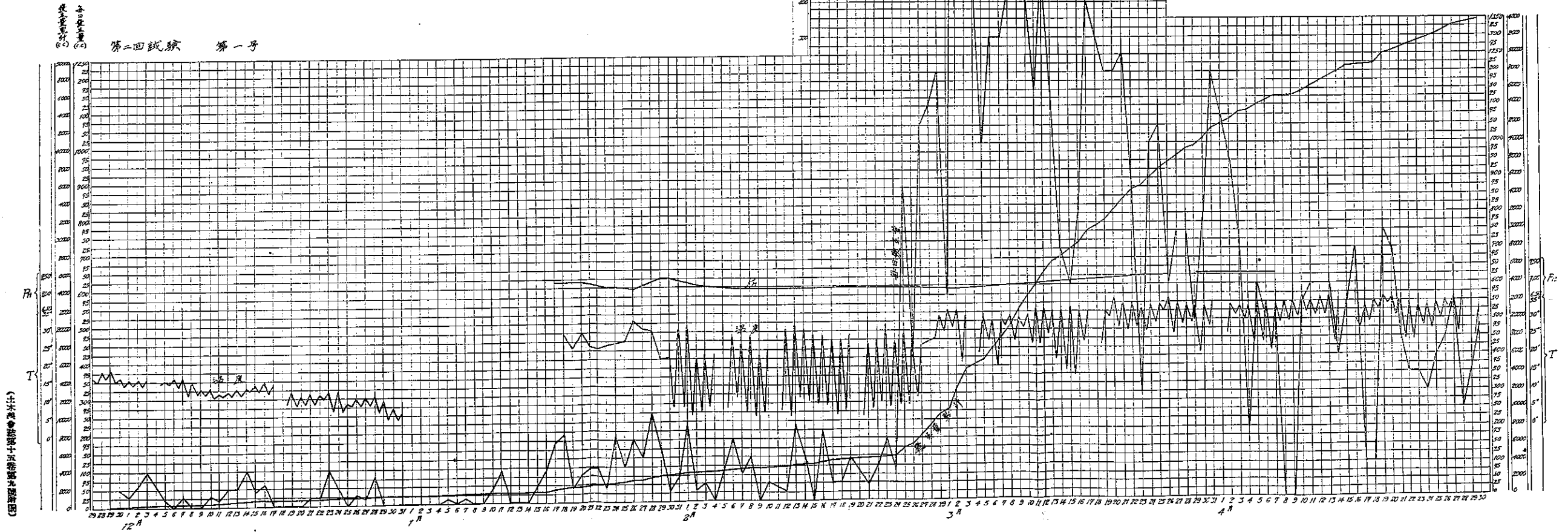


(圖紙號碼第九百九十九號)

附圖第六

全量電流 (C)

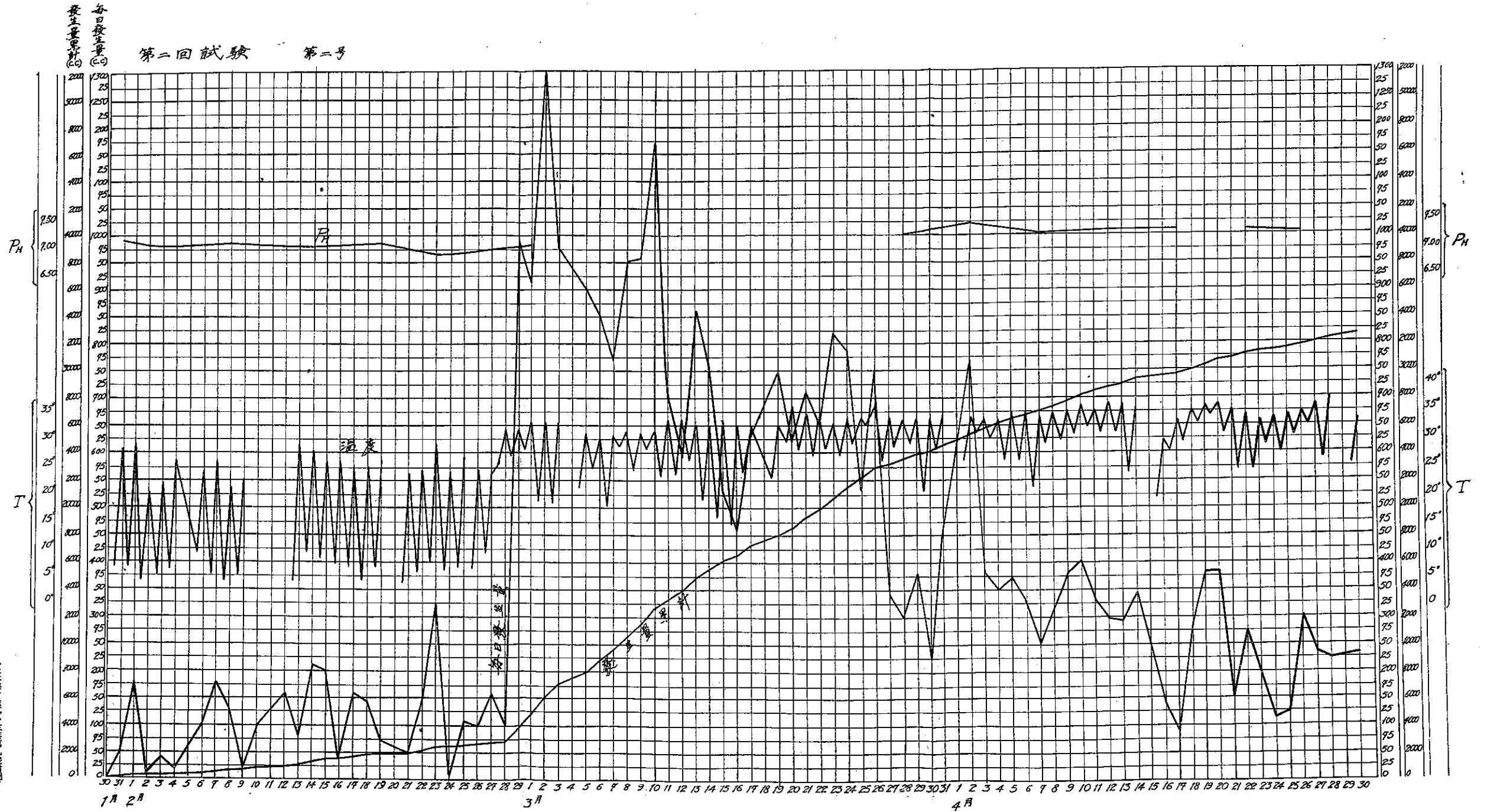
第二回試驗 第一号



(圖) 全量電流 (C) 時間 (分)

附圖第七

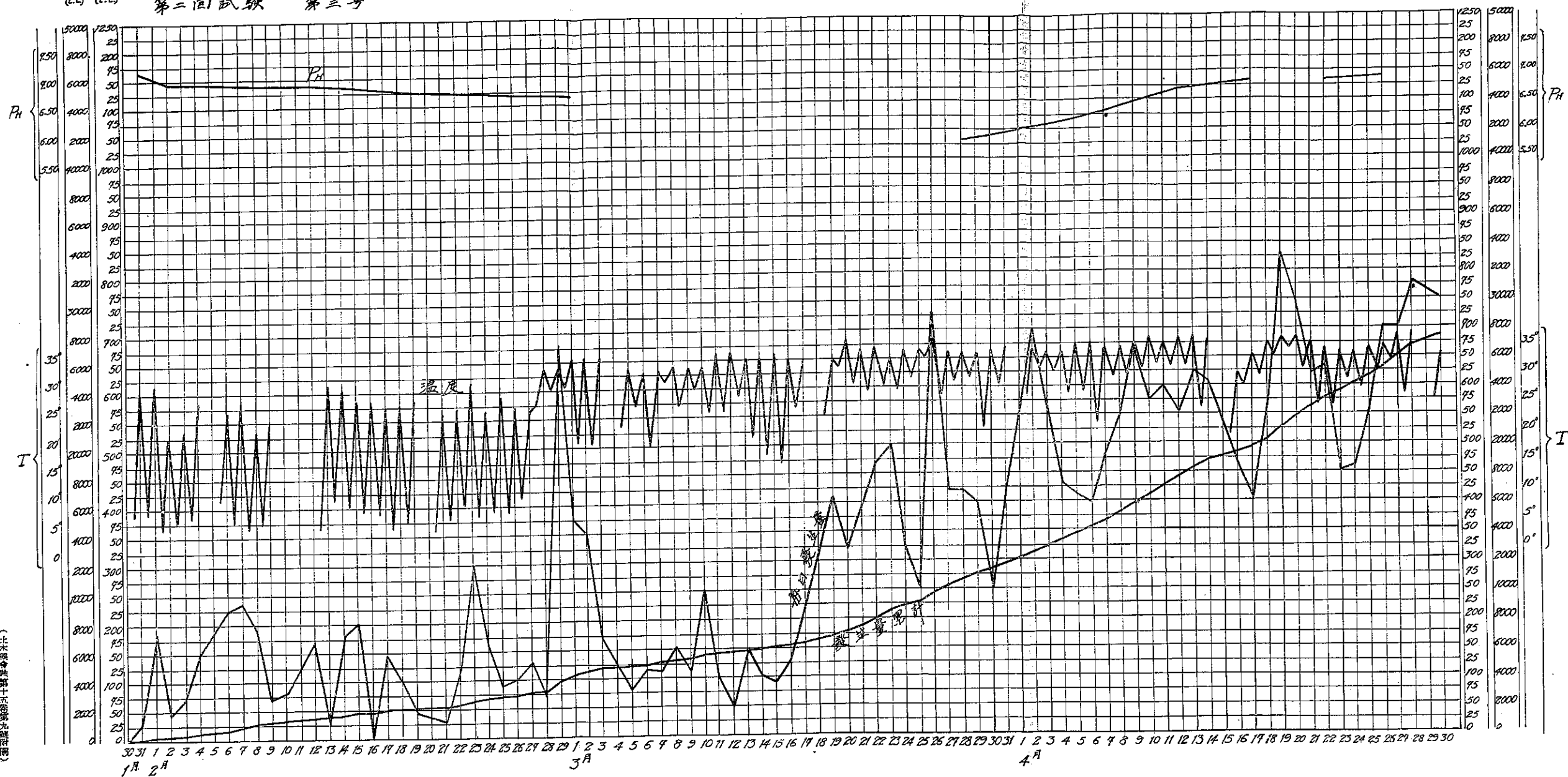
第二回試驗 第二号



附圖第八

每日發量
發量累計 (C)

第二回試驗 第三号

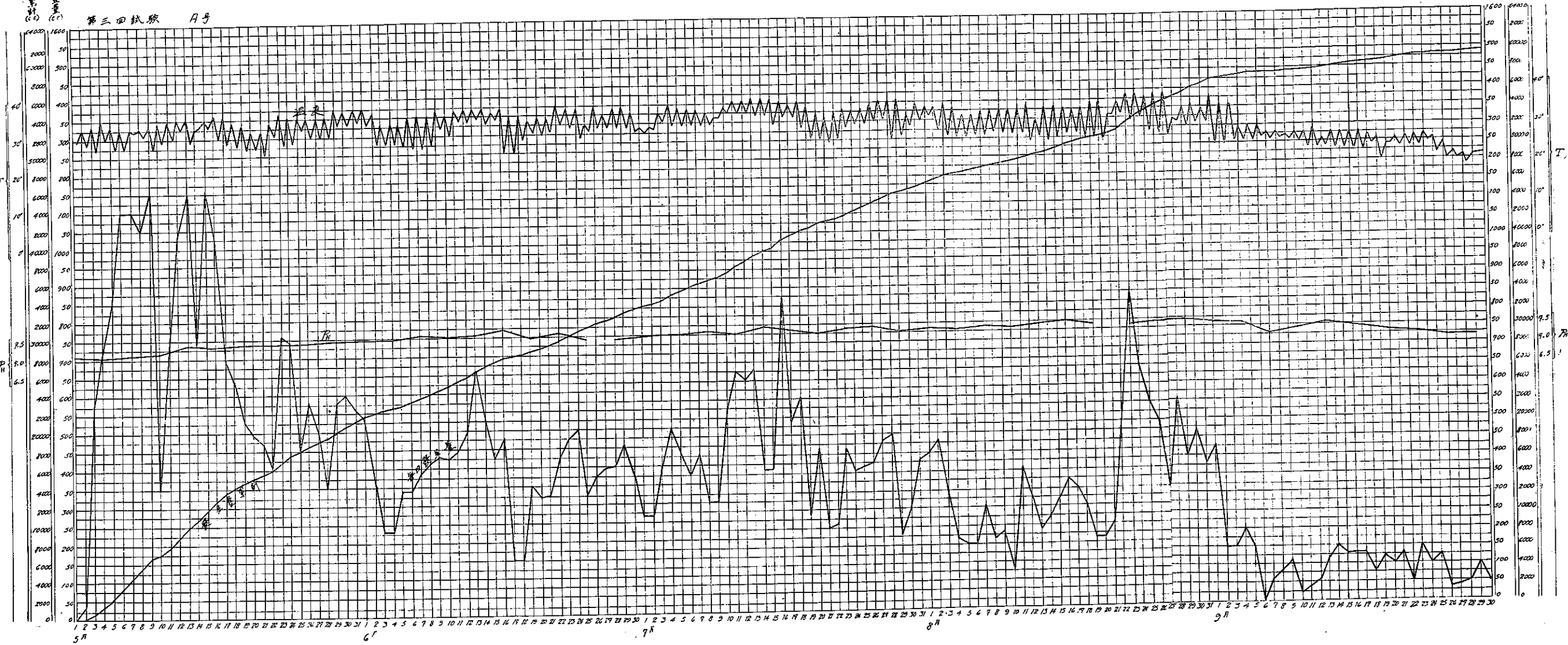


(土木學會誌第十五卷第九號附圖)

附圖第九

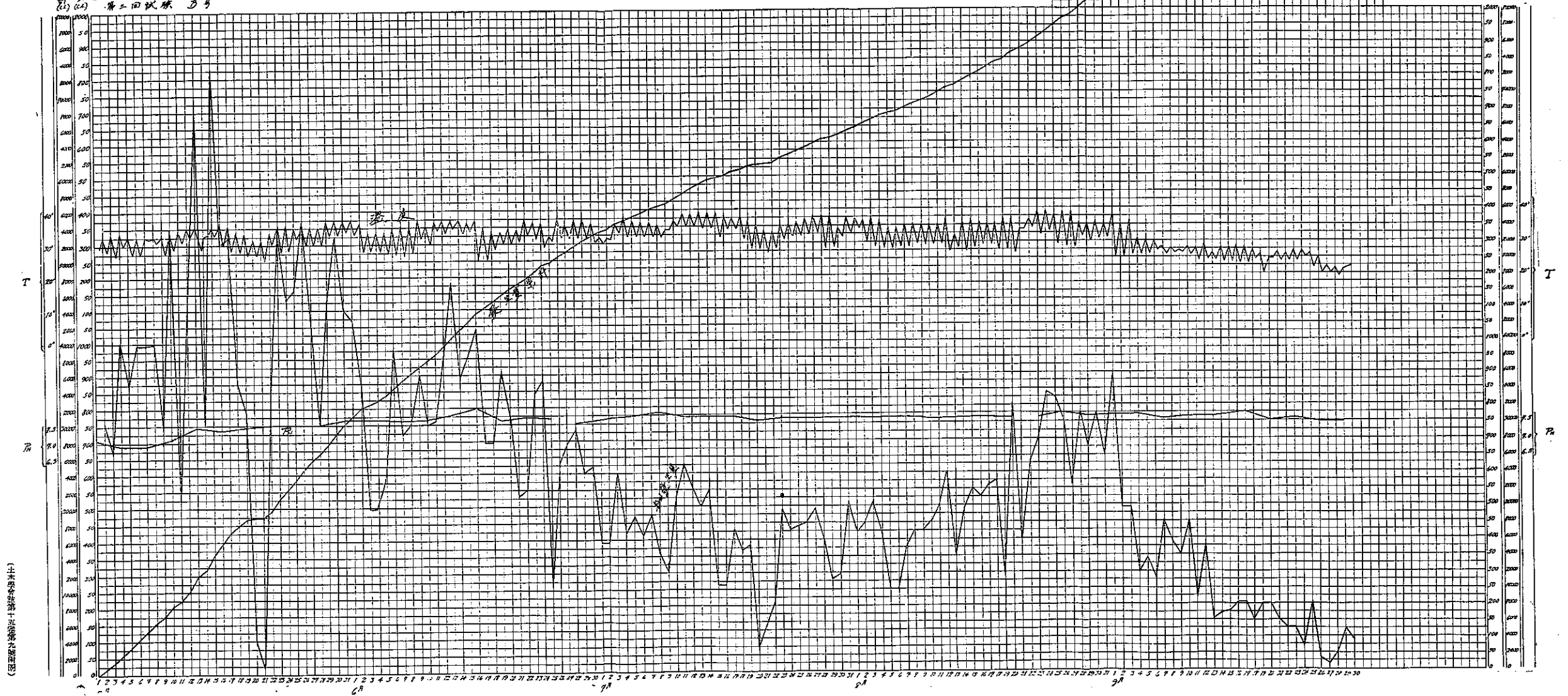
每日發量
(cc)

第三回試驗 A号



附圖第十

第二回試驗 3号

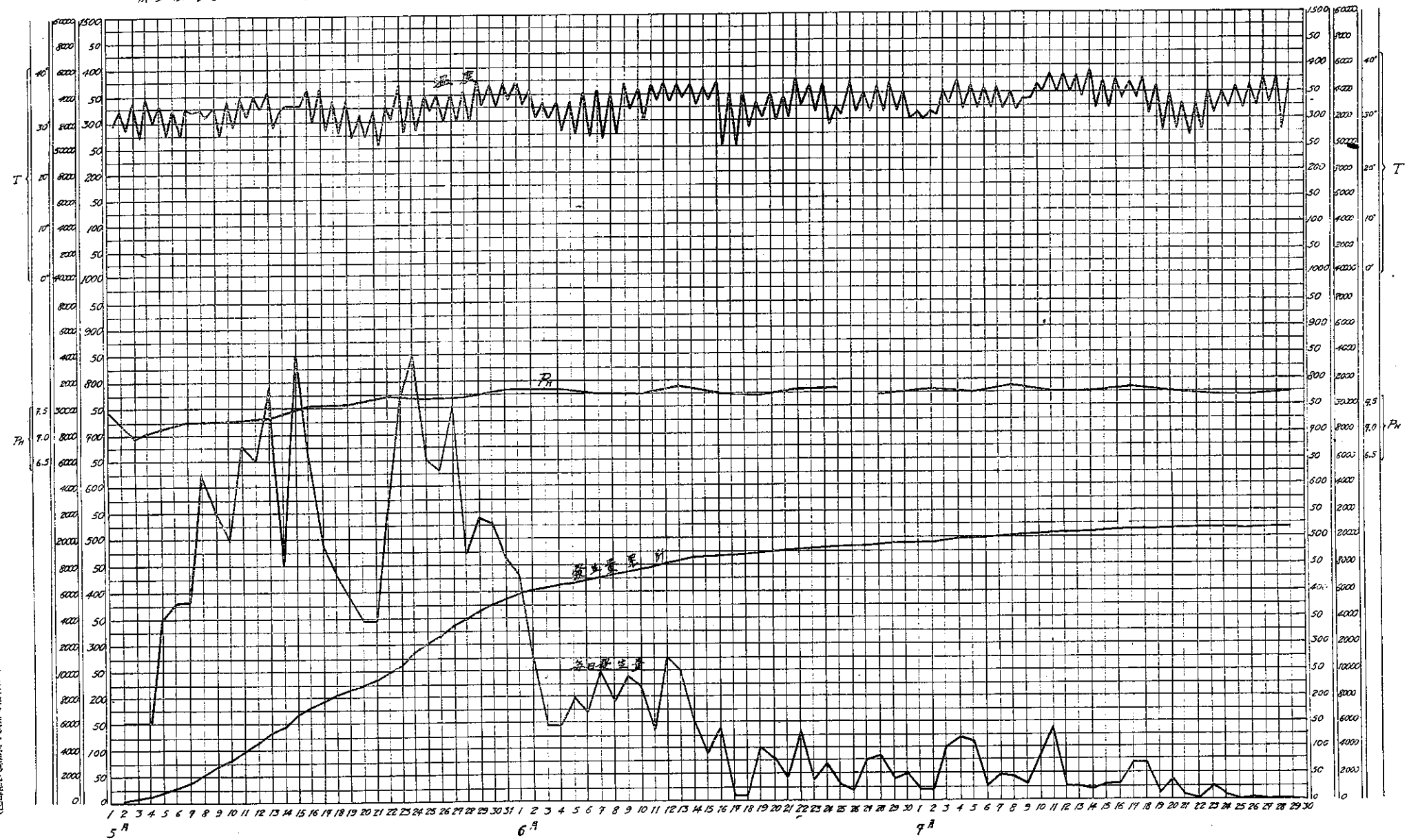


（土木學部第十五卷第九號附圖）

附圖第十一

每日發生量
(G)

第三回試驗 C号

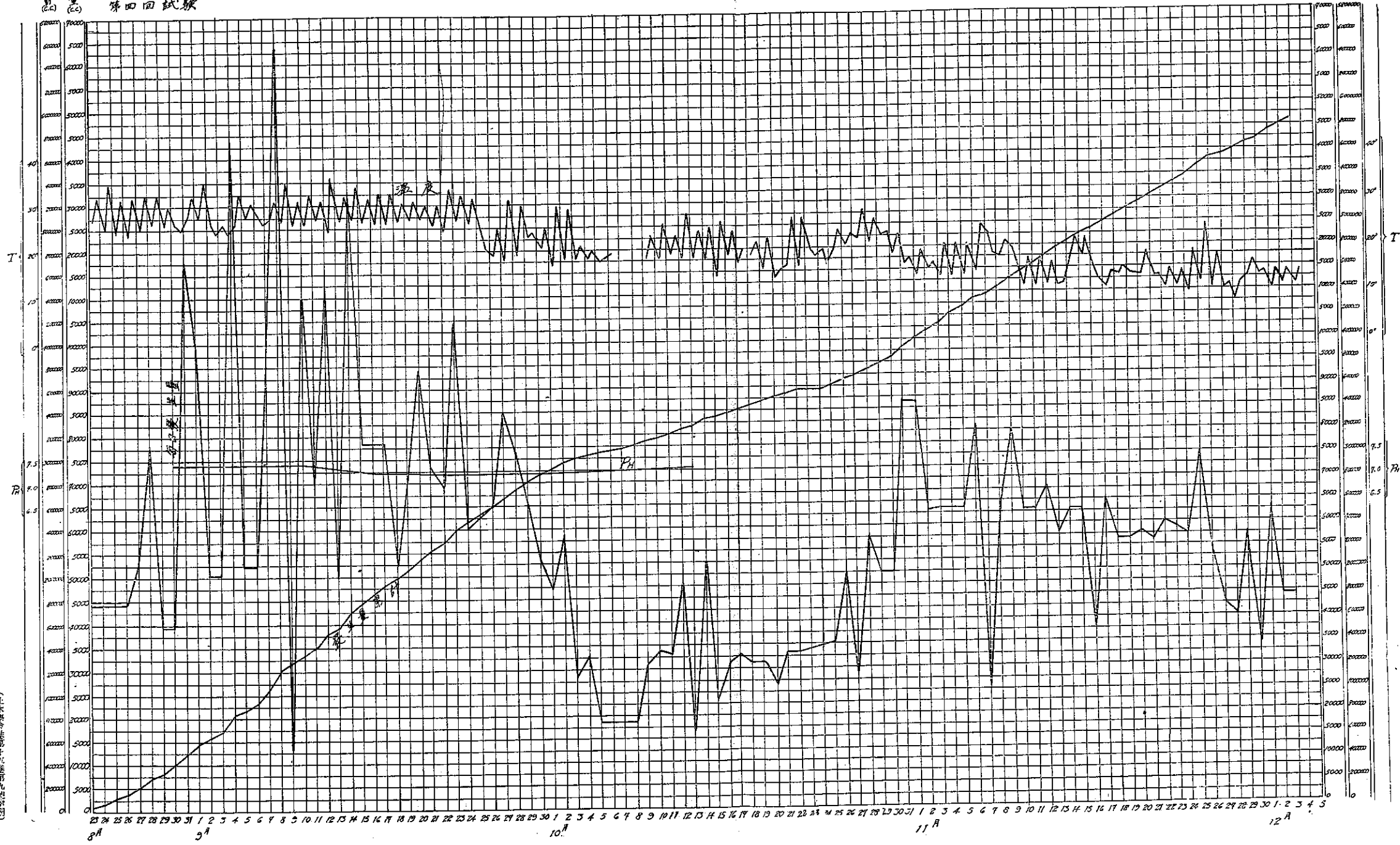


日本製鋼所第十五卷第九號附圖

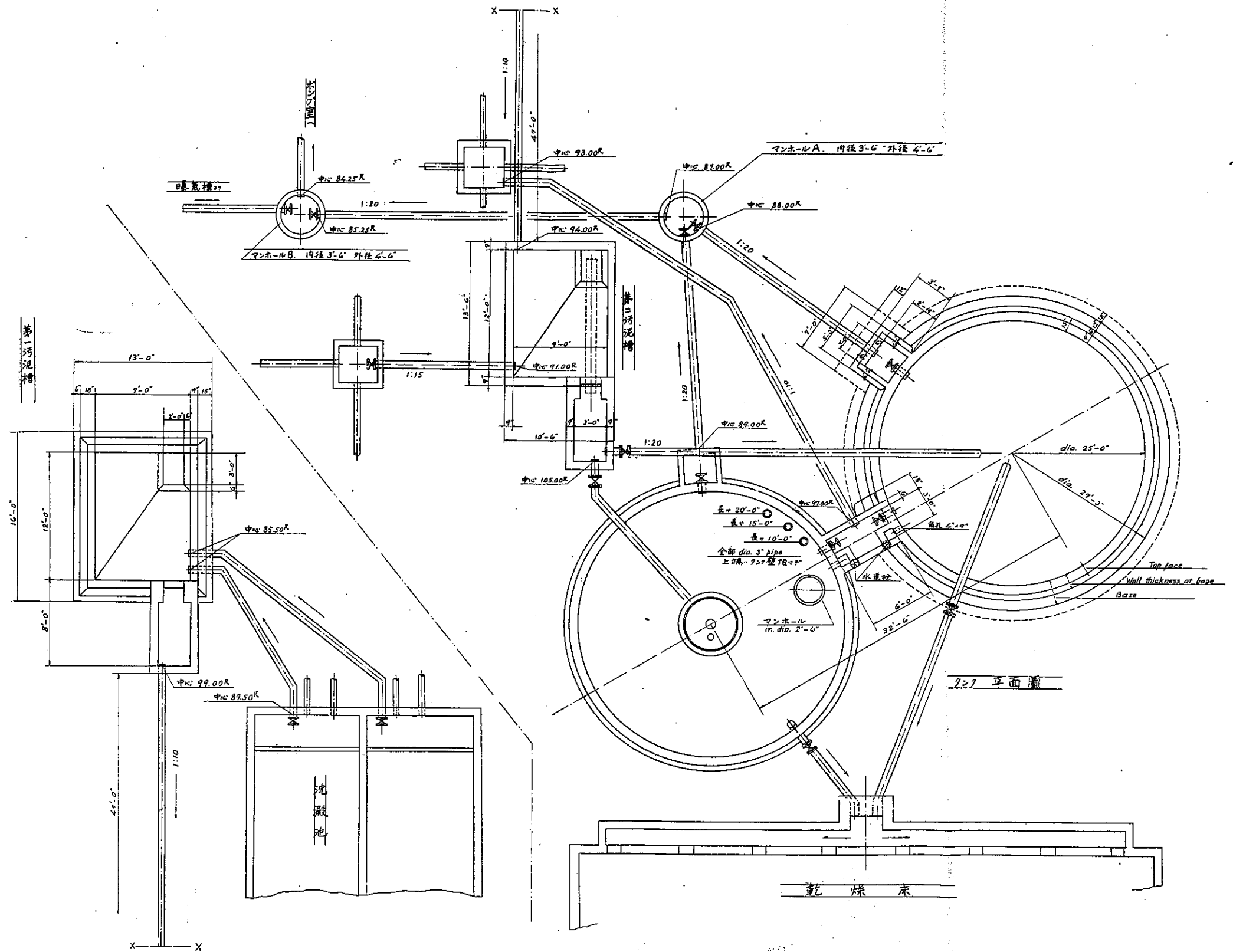
附圖第十二

每日重量
(cc)

第四回試驗



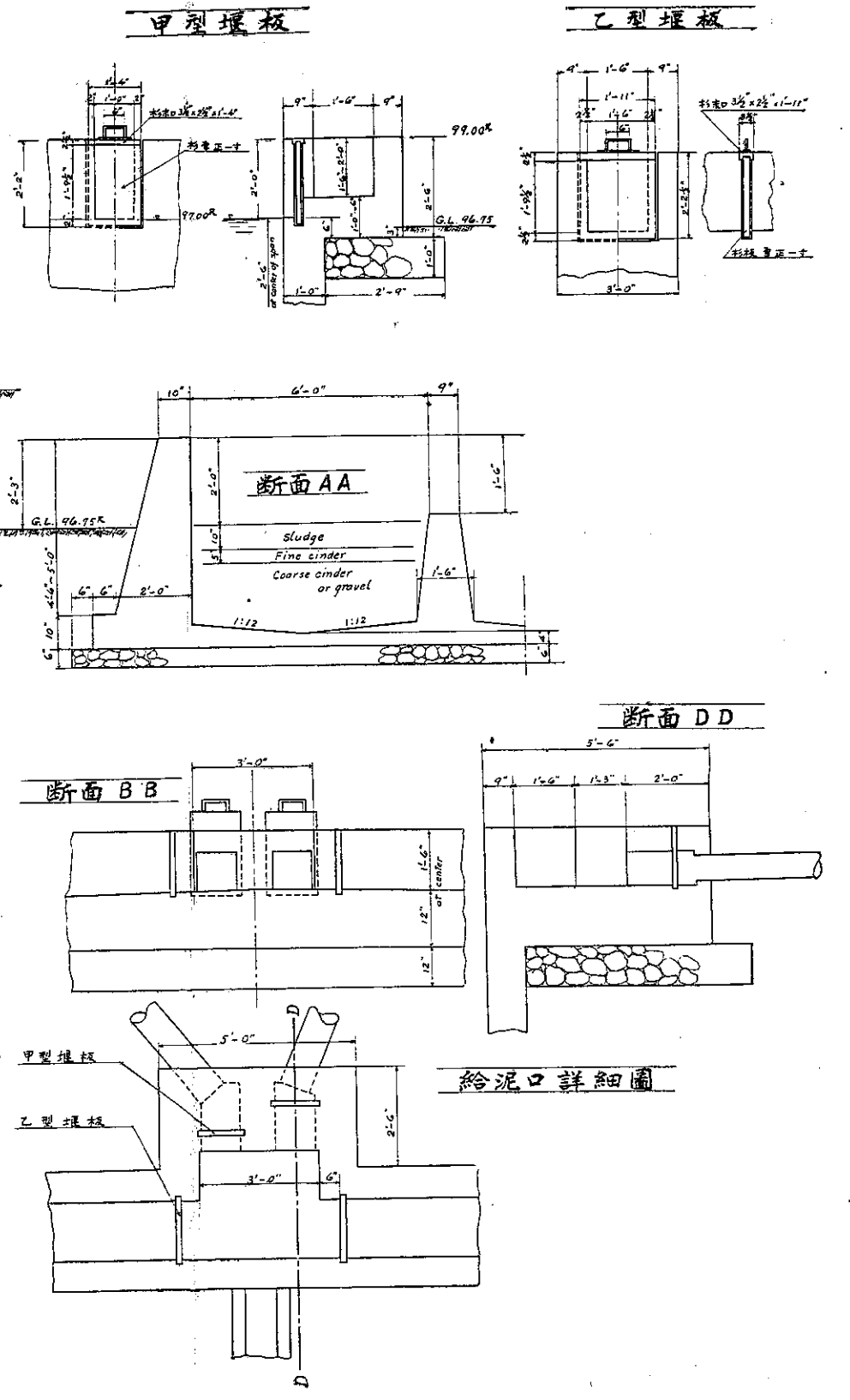
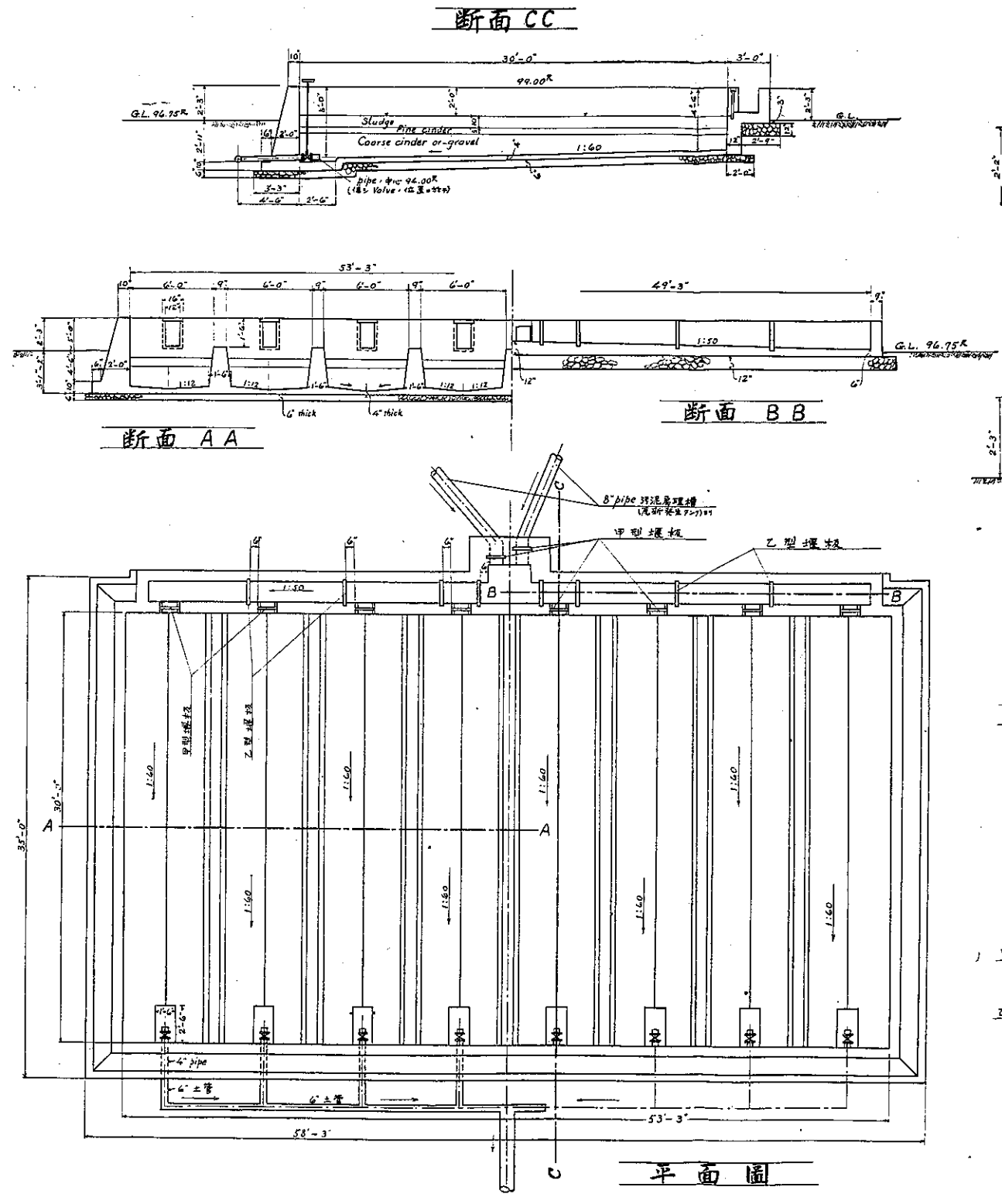
附圖第十六 平面詳細圖



〔土木學會誌第十百九卷第九號附圖〕

100-18

附圖第十七 乾燥床詳細圖



(圖中埋板之數目係按圖中尺寸計算)