

講 演

土木學會誌 第十三卷第六號 昭和二年十二月

促進汚泥法實驗報告

(昭和二年十一月四日工學會大會土木部會講演會に於て)

會 員 廣 中 一 之

Operation of the Activated Sludge Process in Tokyo.

By Kazuyuki Hironaka, Member.

内 容 梗 概

茲に「促進汚泥法設備」と題し土木學會誌第十三卷第四號に於て會員田中寅男氏が設計者として其の大要を發表せられた、今回は其の實驗中間報告を實驗者としてなすものである。

Synopsis

This paper presents a report on the operation of an experimental installation set up for the Activated Sludge Process in Tokyo, which was described in the Doboku-Gakkwai-shi Vol. 13, No. 4, by Mr. Torao Tanaka, C. E., a member of the Society. This report records the results of operation for sixteen months from the commencement, describing also the details of modifications made in the installation in the interval.

目 次

1	緒言	3
2	試験作業の経過	4
3	機械運轉の成績	5
4	攪拌槽の成績	6
5	沈澱槽の成績	7
6	汚泥槽の成績	7
7	攪拌槽内再曝氣の成績	7
8	豫備處理の効果	7
9	促進汚泥の性質及成分	8
10	污水處理作業成績	9
11	污水淨化成績	9
12	攪拌機の能率	10
13	處理に要する電力	12
14	曝氣時間と水深と面積	13
15	汚泥排出量	14
16	污水處理費	14
17	撒氣式促進汚泥法の成績	15
18	促進汚泥中の微生物	15
19	沈澱劑としての促進汚泥	15
20	汚泥乾燥及脱水成績	16
21	促進汚泥の肥効成績	17
22	實驗室内撒氣淨化試験成績	18
23	促進汚泥法の方式に就て	19

寫 眞 目 次

第一 試験の場所

攪拌槽の波動の有様

促進汚泥を水稻に應用せる肥効成績

撒布濾過床撒水機の曝氣狀況

第二 實驗室内撒氣裝置

促進汚泥の沈澱試験

附圖目次

- 第一 攪拌式促進汚泥法試驗設備
- 第二 高速攪拌式促進汚泥法試驗設備
- 第三 撒氣式促進汚泥法試驗設備平面圖
- 第四 攪拌槽内汚泥沈着狀況圖
- 第五 同上
- 第六 同上
- 第七 促進汚泥沈澱狀況變化圖(容器の斷面を異にする場合)
- 第八 同上 (容器の高さを異にする場合)
- 第九 同上 (濃度を異にする場合)
- 第十 生下水及淨化水の水質比較圖
- 第十一 生下水々質と淨化能率と使用馬力

附表目次

- 第一 促進汚泥法下水處理試驗作業月別統計表
- 第二 沈砂池入口生下水水質試驗成績表
- 第三 沈澱池入口下水水質試驗成績表
- 第四 沈澱池出口 同上
- 第五 撒布濾過床淨化水 同上
- 第六 攪拌式促進汚泥法淨化水水質試驗成績表(生下水處理)
- 第七 同上 (沈澱下水處理)
- 第八 撒氣式促進汚泥法淨化水水質試驗成績表
- 第九 流入下水及淨化下水水質比較表
- 第十 攪拌式促進汚泥法下水處理成績表(電力及能率の關係)
- 第十一 實驗室内撒氣淨化試驗成績表(其一)
- 第十二 同上 (其二)

1. 緒 言

東京市に於ては其下水改良事業の内、現に運轉中の三河島汚水處分場の擴張並に目下築造中の砂町汚水處分場の將來計畫の準備として汚水處理法の試験をすることとなり、其第一着として機械攪拌による促進汚泥法(Activated sludge process by mechanical agitation)の試験設備を設けました。

この設備は原下水課長の指揮により小野基樹氏大體の案を定められ田中技師の設計せられたもので、工事は八分通り前處分場長工藤技師によつて施行せられ、残二分を私が引受け大

正 15 年 4 月竣成し試験作業は私が引受けて爾來續行中であります。

設備の詳細は設計者田中技師により土木學會誌第十三卷第四號に發表されて居りますから茲には省略し附圖第一により大體を示すことに致します。

本試験は小規模の實驗設備では充分信頼するに足る結果を得られないと云ふ見地から、在來設備の沈澱池（長 280 尺，幅 70 尺）の一を改造して 1 日約 112 000 立方尺の處理能力を有する繼續流通式攪拌槽と約 2 時間容量の沈澱槽を造り，實用的單位に近い試験設備を設けたものであります。

試験作業は昨年 5 月以來引續き施行し今日未だ結論に到達する迄には到りませんが，既に春夏秋冬の四季を通じ 1 年以上を經過して居りますので，茲に中間報告として今日までの結果を取纏め發表することゝ致しました。

大都市に於ける下水處分問題は今後に於ても各都市の重要問題であり現に大阪市，名古屋市に於ても夫々試験に着手して居らるゝ有様であります。本報告が多少たりとも參考資料の一端となり，或は東京市の行ひつゝある處に對し腹藏なき御示教を得ましたならば獨り私の光榮のみに止まらなると考へます。

2. 試験作業の經過

試験の開始は前述の如く昨年 5 月であります，始めの 3 箇月は機械をなほしたり設備の手直し等で經過し，繼續運轉を始めたのは 8 月からであります。最初處理量を先づ標準量に保ち略同様の状態にて運轉し極暑の 8 月より極寒の 1 月までの成績を見ることゝし，尙この間上半月は沈澱池通過下水を處理し，下半月は沈澱池を通過しない下水を處理し毎月之を繰返へして豫備處理の効果を併せて試験することゝ致しました。

本年 1 月末で一先づ以上の試験を打切り其後の 3 箇月間は處理量を成るべく大きくし其結果を見ることゝ致しました，尙 2 月以後は沈澱池を通過しない下水（簡單のため生下水と呼ぶ）を處理することゝ致しました。

この時空氣壓搾機に故障を生じましたので之まで行つて居ました，汚泥の再曝を中止するの已むを得ざるに到りました，よつて之を機會として再曝作用の效果に就て試験致しました。

攪拌槽内の下水の流速は豫定の 1.5 尺に達しませんので攪拌作用が稍不充分でありましたが，12 月頃より生下水は次第に濃厚となつて参りましたので攪拌作用を充分にする爲め回路に幅 8 寸の板を 9 尺間に千鳥に取付けバツフルウォールとし水流を左右に迂回する様に致しました處可成の好結果を得ました，兩端の回路は併し板の取付困難でありましたので攪拌機の羽根に幅 8 寸の板を 4 枚宛取付けました處，この回路には波動を生じまして攪拌の工合は又格別によくなりました，併し其結果電力を多く使用することゝなり，電動機の限度もありま

すので後2枚宛に減じました。

5月からは更に一步を進めて攪拌槽の一部を改造して其面積を縮少し且從來よりも高速度の攪拌を行ひ同量の下水を處理することゝ致しました。

攪拌槽の流速は毎秒1.1尺を出でないのでありますが、シェフィールド市其他の實例は1.5~2.0尺でありますので、今少し流速を出す爲めに電動機は其儘とし攪拌槽を縮少して其目的を達することゝ致しました、又本試驗設備の使用土地の面積は撒布濾過床に比し約1.5倍を要して居りますので出来るだけ敷地の節約を圖ることが改造の目的であります。

攪拌槽改造の要點は大體附圖第二の通りでありまして、在來の回路16の内10を休止し残りの6を使用し、電動機其他は其儘とし餘力を利用して高速度を出すことでありまして新舊設備の比較は次の通りであります。

	當初の試験設備	改造試験設備
攪拌槽の面積	17 150 平方尺	7 044 平方尺
同 容積	113 190 立方尺	46 490 立方尺
横回路數	16	6
回路延長	3 910 尺	1 580 尺
攪拌時間	24 時	10 時
處理量	112 000 立方尺	112 000 立方尺

攪拌速度は攪拌機の羽根に板を取付け之を増減して1日使用電力最大1000キロより次第に減じて370キロまでとし、現在1日600キロ内外で繼續試験を致して居ります。

汚泥槽は2月以來試験の結果再曝の効果なきことが判りましたので不用となりました、よつて撒氣装置を遊ばせて置くのも不經濟でありますので、之を利用して撒氣槽として之れに僅かの改造を加へて撒氣式促進汚泥法の試験を小規模ながら行ふことゝし4月から運轉して居ります、其大體は附圖第三の通りでありまして、尙要點は次の様であります。

撒氣槽容量	837 立方尺	水面積	160 平方尺
撒氣盤面積	27 平方尺	水深	6 尺
撒氣時間	4 時間	撒氣量 毎分	32 立方尺
沈澱部分沈澱時間	約2 時間	處理量	1 日 5 000 立方尺

3. 機械運轉の成績

A. 攪拌機は構造簡單で故障少なく大體好成績ですが、電動機の回轉1500より攪拌機の回轉16に落すにウォームギヤを使用せるため能率の悪いのみでなく、ケースに熱を生じ爲めに試運轉に3箇月を要した次第であります。使用しました油は種々取替へて見ましたが、オリエンタル汽笛油が一番好結果を得ました。尙この部分には冷却装置を取付けて幾分効果がありました。

シャフトの摩擦は極めて僅少で實測の結果摩擦係數0.06位でありましてボールベヤリン

グの必要を認めませんが、ウォームギヤの抵抗は可成大きく電動機と併せて1日使用電力の約25%を消費して居ることが判りました。

B. 空氣壓搾機 はオールデオニオン會社型ポジティブブローアで試運轉の結果、所定の水深4尺では空氣を噴出しないので回轉數を5/3として運轉し1分間空氣壓縮量10立方尺とし、撒氣式の試験には水深6尺として回轉數を6/3に増し壓縮量12立方尺と致しました。回轉數増加の結果はケースは非常に熱を持ち能率を低下しましたが、試みに空氣と共に少量の水を入れて運轉して見ますと非常によい結果を得たので現在も水を使用して居ります。

C. 撒氣盤 はロンドンのアクチベータッドスラヂ會社の製品で2種類使用しました、一つは尺角の鑄鐵製のケースにポーラスなモルタルを填充したもので、他のものは幅3寸、長さ3尺の長方形のものであります。空氣の出工合は長方形の方がよい様であります、氣孔はよく油壘等で閉塞せられますが盤毎にバルブを取付けて空氣量を加減し尚時々水道に連結して水壓で噴出せしめてよい結果を得て居ります。

D. 汚泥掻集機 は手動でありまして沈澱槽内に貯つた汚泥を中央に掻集めの爲めに回轉するもので回轉は極めて輕く7分間に1回轉し、2時間日に2回轉宛の割合で運轉して居ります。

4. 攪拌槽の成績

本槽は在來沈澱池を其儘利用したもので水深5~8尺あり、試験の結果は底部に次第に汚泥の沈着を生じ自然に淺い回路を構成しました。其狀況は附圖第四から附圖第六にて御覽の通りであります。毎月測定して居りますが大差はありません、沈着部分の固さは竹竿を挿し込み其儘直立して居る位であります。

流速は最初の試験では毎秒1.1尺位で豫定の1.5尺には達して居りませぬ、之の理由は本設備が假工事のために粗雑な面の抵抗が大であること、回路の断面との關係であります。

断面の形は幅を深さの2倍にした時最大であります。本設備では水深6.5尺、幅は反對に小さく4.2尺であります。シェフィールド市のものは同じ断面でも水深4.4尺に對し幅は之より大きく6尺となつて居ります。

回路のために流速が何程影響せられて居るかを知る爲めにシェフィールド市のものと本設備とを比較すれば次の様な關係となります、計算は簡單の爲めにマンシング氏の公式を用ゐました。

$$v = \frac{1.486}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

v; 毎秒時流速(尺), n; クッター氏公式の係數, r; 動水平徑, S; 勾配、

	水深	幅	断面積	r	n	v
シェフィールド市	4.4尺	6.0尺	26.4平方尺	1.784	0.011	1.5尺
本試験	6.5	4.0	26.0	1.530	0.013	1.15

この計算と實測の結果とは約一致して居ります。次に本設備を以てシェフィールド市と同様の流速を出すために要する勾配を計算して見ますと

$$S(\text{本試験}) = 1.732 S(\text{シェフィールド市})$$

となり約七割の餘分の水頭を要し、従つて其丈の餘分の電力を使用すれば同一の流速を得ることになります。回路の断面の形に就てはよく研究する必要があるものと信じます。

5. 沈澱槽の成績

沈澱槽の沈澱時間は標準 1.8 時間でありまして 1.5 時間を下ることはありません。試験の結果は何等不足を感じません、掻集機回轉の際も水面には殆んど影響を與へない程であります。

6. 汚泥槽の成績

汚泥槽の再曝時間は平均 25 分と豫定してありましたが、運轉の結果沈澱槽から汚泥を引き出すには相當の水頭を要しますので水位を下げる必要あり、従つてこの時の水深は 1.2 尺となり、容量縮少し又汚泥は濃厚のために之れに撒氣する時は空氣は大なる塊となり、ボカリと出る許りで殆んど曝氣の効果は認められなかつたのであります。

7. 攪拌槽内再曝氣の成績

汚泥槽内の再曝氣は前述の通失敗に歸したので攪拌槽の改造に際し 6 回路中 2 回路を汚泥の再曝氣用とし、6 時間曝氣し、4 回路を普通回路として之れに生下水及已に曝氣せる汚泥とを混じり 7 時間攪拌して 1 箇月間試験の後之を撤廢して普通に運轉し、兩者の成績を比較して見ました處別に變りもありません。即ち汚泥再曝の効果は認められなかつたのであります。

元來再曝に就ては英國には必要論者多く米國では不必要論者が多い様であります。其内必要なりと主張する點に於て一寸耳を貸すに價值ありと思はれる説は工場廢水の流入する場合短時間でも毒物の爲めに汚泥の活力を失ふ場合が往々あつて、此の場合の安全策として別に汚泥を再曝し置き徐々に之を加へる時は活力を恢復し得て全體の死滅を免れると云ふのであります、將來砂町汚水處分場に於ては或はこの様な問題が起るかも知れません。

8. 豫備處理の効果

本試験に於て昨年 8 月より本年 1 月まで 6 箇月間毎月上半月は沈澱下水を、下半月は生下水を取扱つたことを申上げましたが、この生下水は沈砂池を通過し土砂及粗大な固形物を取り去つたものを唧筒場で揚水したものでありまして、沈澱下水は其上に尙沈澱池に入れ 4 時間以上沈澱せしめたものであります。試験の結果は兩者の間に著しき變化を認められません即ち豫備處理としては沈砂池丈で充分と云ふことになります、然し將來工場廢水の入つて來まして非常に濃厚な下水を處理する場合は或は沈澱池を必要とする時代が來るかも知れません。

9. 促進汚泥の性質及成分

A. 物理的性状 促進汚泥を攪拌槽から汲み取り硝子容器に入れて見ますと其色は茶褐色で 1,2 分間静置すれば分子は次第に結合し始めコロイド状を呈します, 結合した分子は次第に沈下し 3 分間位で上澄水と限界を生じ, 5 分間後には略上澄水と分離し尙次第に容積を減少します, 容積の減少は約 30 分間で略一段落となりますが其でも極めて徐々に減少して参ります, この減少は腐敗しない時には 3 日間位までは進むことがあります。

上澄水は約 30 分間で透明となりますが尙 1 時間までは徐々に澄明度を増す様であります。

沈澱の速度は常に一様ではなく容器の大きさ, 深さ及汚泥の濃度又は性質等で變化するものであります, 附圖第七は同じ濃度の溶液を深さを一定にして其断面の異つた容器に入れ其各の沈澱速度を測定したものであります, 其曲線を吟味して見ますと約 30 分までは急に沈澱し其以上 3 時間までは尙進行します, 其以上は進行は極めて遅くなります, 又断面の大なるものは小なるものよりも速かでありますが 3 時間目には略一致して参ります。

附圖第八は同一の容器を用る深さを變へて行つた試験の結果であります, 此の場合には深さの小なる方が速い様であります, 即ち沈澱速度は断面と水深との比に關係を以つて居ることが知られます, 3 時間目には略一致することは前と同様であります。

附圖第九は容器を同一にして濃度を異にする場合の試験の結果であります, 濃度の大なるものは小なるものより遅く, 汚泥量 20 % 以内の時は約 30 分で一段落となりますが其以上のものは 1 時間でも尙進行するものもあります。

是等の結果から判断しますと外國の例では汚泥量を表はすに 1 時間沈澱後何パーセントとなつて居りますが, 之では測定の容器から吟味してかゝらなければ多少測る人によつて相違を生ずる患があります, 嚴密に汚泥量を表はすには 3 時間沈澱後何パーセントと云へば容器による誤差はなくなるかと考へます。

B. 汚泥の化學的成分 汚泥の含有水分は常に 98 % でありまして, 沈澱池の沈澱の 90 % に比較しますと容積が 5 倍に相當する譯であります, この水分を去りましたものゝ成分は分析の結果次の成績を得ました,

a. 液状のままを分析したる場合

成分	促進汚泥	沈澱沈渣
有機物	59.59	48.43
灰分	41.41	51.57
窒素	6.25	3.00
磷酸	3.11	1.47
加里	0.86	1.38

b. 乾燥場より採取分析せる場合

成分	促進汚泥	沈澱沈渣
有機物	41.51	33.14
灰分	58.49	66.86
窒素	3.85	2.25
磷酸	2.33	1.73
加里	0.29	0.28

以上の結果を見ますと窒素と磷酸分は促進汚泥の方常に沈渣に比し倍量を含んで居ることが分ります、又乾燥場のものは液状のものより4割位成分が少ないのであります、之は雨露に曝された結果かと思はれます。

10. 汚水処理作業成績

附表第一は昨年8月より本年8月までの試験作業の月別統計表でありまして、1日処理量平均最小約95,000立方尺、最大約139,000立方尺、平均約116,000立方尺であります。運転時間は終夜運転でありますが時々休日がありますので、平均22.5時となつて居ります。

使用電力は最大約1,000キロ、最小500キロ、平均約800キロとなつて居ります、最近では600キロ前後で運転して居ります。

汚泥含有量は1時間沈澱にて5~25%であります、月別平均では最高18.6%、總平均12.7%となつて居ります。

汚泥返送量は1日22,000立方尺から72,000立方尺となつて居ります、この返送量は外國の實例に比べ多い様であります、之は沈澱槽の構造から濃度の小さいものを取扱ふ關係であります。

汚泥排出量は夏季は皆無で冬期は最大100萬分の11,700、年平均3,594であり、撒氣式の方は5箇月の平均は百萬分の14,800となつて居ります。

撒氣式は小規模であり且つ試験期間が短い爲め確實性は前者に比し低いこと勿論であります、処理量1日約5,000立方尺、使用電力最近約40キロ、汚泥含有量平均13.6%、汚泥返送量は最近処理量と略同量となつて居ります、試験の當初に於ては一時唧筒を循環用に使用しました爲め非常に多くなつて居ります。

11. 汚水淨化成績

汚水淨化の成績は處理に大に影響せられますから一概には申されませんが、本試験の大體の淨化の用途は限を見て撒布濾過床に比較して同等又は稍良い程度に加減して運転しました、其成績は附表第二乃至附表第九に示す通りであります。今其大體を説明致しますと、

A. 生下水 は下谷淺草及神田區の一部から排出するものが主で工場廢水は入つて居りません、其成分は附表第二にあります通りで表は昨年8月より本年8月までの月別平均であ

ります。酸素吸収量蛋白等を比較して見ますと冬は概して濃度大にして夏季の約2倍となつて居る事が分ります。附圖第十は之を圖面に表はしましたものであります、此の濃度を外國のものと比較致しますと可成強い方でありまして先 Medium Sewage に屬するかと考へます。

B. 沈澱下水 は沈澱池で4時間沈澱させたものでありまして其の成績は附表第四の通りであります、酸素吸収量蛋白等生下水に比較して30~50%濃度を減じて居ります。

C. 撒布濾過床淨化水 附表第五は處分場から荒川に放流致します淨化水の成績でありまして、淨化程度は大約85%位になつて居ります。

D. 促進汚泥法淨化水 之は本試験でありまして生下水を處理した場合の成績が附表第六、沈澱下水を處理した成績が附表第七に、尙序に撒氣式の成績を附表第八に出してあります。

成績は何れも大差なく能率は約90%となつて居ります、尙一寸茲に注意を要しますのは生下水を處理しても沈澱下水を處理しても其成績は殆んど同等であつたことで、之は常識と一致しませぬが此の方法では沈澱池の豫備處理によつて影響されない程淨化能力が大であることが窺はれます、以上の結果より現在は全部生下水を處理することに致して居ります。

附表第九は昨年8月以來本年1月までの6箇月間の成績を平均して生下水、沈澱池入口、同出口、濾過床出口、促進汚泥法淨化水を生下水處理及沈澱下水處理と區分し列擧して一目其變化を比較するために作製した表であります。

之等の成績の中で特に著しく目につきますものは促進汚泥法の淨化水は濾過床のものに比し窒素の總量が3,4割少ないことであります、之は促進汚泥中に窒素分に富んで居ることから考へますと窒素分の出所も明かになる様であります。

附表第十は昨年8月より本年8月までの毎月平均1日當使用電力を100萬ガロンに對するものに換算し之れに對する淨化成績を能率にて表はし使用電力と能率の關係を表にしたものでありまして附圖第十一は之を圖に表はしたものであります。

之等に就て見まするに電力50馬力以上の場合は能率は略80%以上であります、40馬力まで下げた場合は急に能率が低下して居ります、而しこの低下は單に使用電力の關係によるものか或は下水濃度の冬期よりも薄きため能率としては低下したものか今後の研究に俟たなければ斷定出来ません。

尙下水濃度の最も大なる2月、3月に電力を50馬力まで下げても能率に影響のなかつたことは1年を通じて其以上の電力を費す必要がなかつたと云ふことに考へられます。

12. 攪拌機の能率

攪拌機の事は攪拌をすることでありましてこの攪拌をした爲めに促進作用が行はれるのであります、この攪拌とは一體どんなことかと微かに考へますると大體二つに分解する

とが出来ます、第一は水面を叩き泡を作る曝氣作用、第二は水車として水流を作り混流をなさしむる作用であります。攪拌作用は此の二つの合成せられたものと見ることが出来ます。使用します電力は一部は機械の摩擦のために損失しますが其他は全部この二つの仕事に使はれるのであります。

攪拌機の能率はこの仕事と使用電力との比であります、今この能率を知る爲めにやりました試験の結果を申し上げます。

A. 機械的損失 攪拌機を無荷重にて 16 臺連結運轉しますと 1 日の使用電力は 180 キロでありました又 6 臺の場合には 160 キロを要しました、この二つの結果より攪拌機 10 臺の運轉には 20 キロを要することになり、其重量から計算してシャフトの摩擦係数は 0.06 であることが分ります、又大部分の電力はウオームギヤと電動機とで費消せらるゝことが分ります。

B. 混流作用に要する電力 攪拌機 16 臺運轉します時に攪拌槽内の流速は 1.1 尺であります、この流速を得るに要する勾配をマンニング氏の公式で計算しますと約 1/7 000 となります、これに曲線部の抵抗を加算すれば 1/3 000 位となります、回路中の一部の水位を測定した結果も約同様でありました、この勾配を保つ爲めには全回路については 1.3 尺の水頭を要することとなり、この水頭にて計算した馬力は 11.8 となります、即ち 1 日使用電力 212 キロを要することとなります。

C. 曝氣作用に要する電力 は全使用電力から機械の損失及混流作用の電力を控除した残が其であります。今 1 日 740 キロを使用した時の電力の内訳を表にしますと次の様になります。

無荷重にて使用する電力	180キロ	(25%)
シャフトの摩擦	34	(5%)
混流作用の爲めに	212	(28%)
曝氣作用の爲めに	314	(42%)
合計	740	(100%)

以上は攪拌機 16 臺連結の場合でありますから 560 キロを 16 等分すれば 1 臺につき 35 キロを要することとなります。

攪拌機 6 臺連結の時は無荷重にて 160 キロ外に 6 臺分荷重 210 キロ、合計 370 キロを要することとなります、此の時得る流速は 1.1 尺であるべきであります、實測の結果は約 1 尺でありました、之は高速試験の場合回路の延長が攪拌機の臺數に比例して約 1 割延びて居る關係であります。従つて電力を 1 日約 400 キロ使用する時 16 臺運轉の時と略同一の仕事をする事となります。

攪拌機に板を取り付け攪拌面積を増します時は従つて多くの電力を要しますが流速其他の

仕事も従つて増加致します、次にこの電力の増減に應じて能率は如何様に變化するかを研究して見ますと次の様になります。

D. 曝氣作用能率 は水面を叩いて泡を作る作用の大小によるものでありまして、本試験では攪拌機の間轉速度が常に一定でありますから曝氣作用は水面を叩く面積従つて板の多少に比例し結局使用電力に比例して増減致します。

E. 混流作用能率 は流速に比例するものでありますが、流速は水頭の平方根に比例しますから従つて電力の平方根に比例することになります。

F. 攪拌作用の能率 は混流作用の能率と曝氣作用の能率の併合したものであります。

高速攪拌式の試験に於ては電力最大 1000 キロより最小 370 キロ迄の間に於て運轉しましたるが此の間の能率の變化を計算して實績と對照し易い様にしますれば次の通りになります。

1 日使用電力 (A)	混流作用 の爲めに	流速 v	混流能率 37000v/A	曝氣作用 の爲めに(B)	曝氣能率 37000B/118A	平均能率
370キロ	80キロ	1.00尺/秒	100	118キロ	100	100
400	91	1.06	96	134	105	101
450	110	1.16	95	163	113	107
500	129	1.25	93	190	119	111
550	138	1.30	90	218	124	112
600	167	1.42	83	246	129	114
650	186	1.50	85	274	132	112
700	205	1.57	83	302	135	112
800	243	1.72	80	353	140	112
900	281	1.85	76	414	144	109
1 000	319	1.97	73	470	148	108

備考 最低電力の時の能率を 100 として計算す。

流速は實測の結果と略一致して居りますからこの計算は略正しいものと思はれます、又能率は電力 600 キロの時最大となり以上は大差ありませんが、實際運轉の結果も 600 キロ前後の時一番成績がよいので現在では之位で運轉して居ります。

13. 處理に要する電力

本試験に要する電力は攪拌機と汚泥唧筒と空氣壓搾機の 3 でありまして合計 1 日最大 1000 キロより漸次減少して 500 キロとし大體 100 萬ガロンに對し 50 馬力を要したことは前に申上げた通りであります、又最近では約 40 馬力に低下して見ましたが、能率は稍低下しますので是以上の節減はこの設備では不可能の事と考へられます。

今この所要電力を外國の實例と比較して見ますと英國マンチェスター市のウイデングトンでは 48 馬力を使用して居りますが、其機械の能率は 30 % であるから、もし 60 % のものを使用せば 24 馬力で充分で大規模のものは 18 馬力でもよいと報告されて居ります、又同

市のダビュルムでは約 35 馬力、ウースターでは 27.3 馬力、後に 20.6 馬力に減じたと報告されて居ります。

攪拌式の元祖シェフィールド市のハワース氏は弱き下水では 30, 中位の下水 42.5, 強き下水では 55 馬力を要するものと考へて居る様であります。

シムブレックス式では一般に小電力にて 10~15 馬力が普通の様に報告せられて居ります、次にマルチン氏の調査した處によりますと次の通りになつて居ります。

a. 撒氣式		b. 攪拌式		c. シムブレックス式	
クラスゴー市	18	シェフィールド市		ボルトン	31+5
ハンレー市	20以下	チンスレー	45	ペリー	22
ダビュルム	35	主工場	35	イブソム	14.5
ウィジングトン	18~9	ローザーハム	30	マクレスフィールド	12~15
タウンストール	24			プレストレー	18
ウースター	20.1			バーミンガム	12.5

本試験の電力は以上のものに比べまして割合に多くの電力を使用して居ることになります、之は前にも申上げました通り回路の構造を改良し尙機械の能率のよいものを使用すれば 20馬力位に減ずることは左まで困難なことは考へられませんが。

14. 曝氣時間と水深と面積

曝氣槽の深さは攪拌式では 4~6 尺、撒氣式では 6~13 尺、シムブレックス式 8 尺位が普通であります。曝氣時間は攪拌式 10~24 時間、撒氣式 4~8 時間、シムブレックス式 8 時間位であります。

攪拌式では水深浅く曝氣時間は長く、撒氣式では水深大で曝氣時間は短かく、シムブレックス式は中間であります。

所要面積は曝氣槽の容積に比例しますが其水深には反比例します、容積は曝氣時間に比例して増減致します、故に面積は水深に反比例し曝氣時間に正比例することになります。従つて撒氣式は一般に面積小にて可なるも攪拌式は大なる面積を要します。次にこの関係を知るために計算して表を作りますと其意外に差の大であることに驚く程であります。攪拌式で水深 4 尺で 24 時間、曝氣のものは 100 萬ガロンにつき面積 40 800 平方尺を要しますが、撒氣式で水深 12 尺、曝氣時間 4 時間の時の面積は 2 267 平方尺となり、攪拌式の 1/18 に相當致します。

水深\曝氣時間	4 時間	6	8	10	12	16	20	24
4 尺	6 800 立方尺	10 200	13 600	17 000	20 400	27 200	3 400	40 800
6	4 533	6 800	9 067	(11 333)	13 600	18 33	22 667	(27 200)
8	3 400	5 100	6 800	8 500	10 200	13 600	17 000	20 400
12	2 267	3 400	4 533	5 667	6 800	9 067	11 333	13 600

表に於て () を附しましたものが本試験の最初の設備に近いもので、() を附しましたものは改造後の高速度設備に近いものであります。現在處分場にありますが撒布濾過床は深さ 6 尺にて容量 15 時間に相當しますから恰度この中間に位することになります。

本試験本來の目的も面積の節約を計ることは其一つでありますから今後一層この水深の増加と曝氣時間の短縮について試験を要するものと考へます。

15. 汚泥排出量

促進汚泥は一般に水分の含有量大なる關係で沈澱池滓渣に比べて 4~6 倍の排出量あるは普通であります。三河島處分場の沈澱池の滓渣は約 100 萬分の 2 000 の排出量がありますから本試験では沈澱下水處理の場合を考へ 6 000 位を豫想して居りましたが、實績によりますと攪拌式に於ては夏は皆無にて冬期に於て最大の時 11 000 を排出して居ります、尙之は下水を處理した場合に於てあります。1 箇年を通じて平均しますと 100 萬分の約 3 400 位となります。

一方撒氣式の試験に於ては 4 月より 8 月までの平均量は 100 萬分の 14 800 と云ふ多量を排出して居りますから下水の性質の爲めに少量であるとは考へられません。

此の事實は一見不思議に思はれますが、之には本試験特別の理由があるものと考へられます、即ち本試験設備は在來の沈澱池を利用しました關係で不必要に深き部分があり、其部分には常に汚泥が沈着して居ることは先刻申上げました處であります。この沈着汚泥は次第に腐敗し分解して容積を減じますと新たなる汚泥は順次之を補給することになります。この現象は夏季は最も盛んでありまして現場にて作業を視て居りますと汚泥の沈着部分では盛んに瓦斯の浮上するのが見受けられます。

この作用は淨化作用に對して荷重を増すものであるかも知れませんが、その爲めに汚水處理上特に悪い結果を與へては居りません。

促進汚泥法に於ては特に多量の汚泥を生じ之を如何に處理すべきかは最後の難問題となつて居ります、本試験の偶然の結果より汚泥處理問題を最小限度に減少することを得ましたならば其收獲は多大であると考へます、この點については今後充分研究致し度いと考へます。

16. 汚水處理費

本試験に要しました汚水處理費は相當多額に上つて居りますが、其は所謂試験の爲めに要したのでありますから之は標準と致し兼ねますが、最近本試験中最も能率のよい 1 箇月に要した費用を計算して見ますと次の通りであります。

1 箇月處理量	3 656 000 立方尺	=	22 400 000 英ガロン
使用電力	16 600 キロワット時	…此の電力費	630.800 ^円
職工 3 人、	— 1 日 3 交替	…職工給料	180.000

油, 其他	円 60,000
合計	円 870,800

之を100萬ガロンにつき換算しますと38,875圓となります, 現在撒布濾過床では21圓を要して居ります, 之に比べれば高價の様でありますが完全な設備をして電力を半減する事が出来た場合には24,800圓を要することとなります, 撒布濾過床の場合の約2割増となります, 併し促進汚泥法には臭氣, 虫害又は濾過床の如く冬期濾過材の閉塞される等の缺點なく又敷地面積を縮少し得ますれば其利益は到底2割の増加を償ふて尙餘りあるものと信じます。

17. 撒氣式促進汚泥法の成績

撒氣式促進汚泥法の試験は極めて小規模にて充分の成績は得られませんが氣付きました二三點を申上げること致します。

撒氣式で特に困りますのは撒氣盤でありまして油塵等で氣孔を塞ぎまして其維持と調節の困難なことは先に申上げた通りであります, 又特に注意を要しますのは据付けでありまして僅かに高さ5,6分の差がありまして空気の出工合に影響することあります。

空氣壓搾の成績は氣温の低い時は良好であります, 炎暑に於きましては空氣が膨脹しますから能率は非常に減ぜられます, 一般に下水量は夏季は特に多いのであります, 恰度この時能率が悪いので所謂オーバーロードが効かない様に考へられます。

構造がデリケートでありますから故障の起り易いことも一般の作業能率に影響を及ぼすものと考へられます。

併し所要面積の小であることは之等の缺點を補ふて餘りあるものかも知りません。

18. 促進汚泥中の微生物

促進汚泥を顯微鏡で見ますと種々の微生物が活動して居る有様が見られます, 鱗蟲, 硅藻, 鞭毛蟲類, 藻等はよく見受けませんがバクテリアは普通の方法では見ることが出来ません, 之等の事は私は専門外でありますので専門家に譲りまして茲に一寸御話申上げますことは汚泥中に發生します小蚯蚓に就てであります。

マルテン氏著促進汚泥法にウルバナに於て汚泥中に紅い小蚯蚓が發生し汚泥の色が紅色を呈したことが見へます, 本試験に於きましても恰度之れに類似のものが發生しましたことがありますので特にこの記事が眼に止まつた譯であります, マルテン氏の説によりますとこの蟲はやはり處分の一部の役目を分擔して居るもので別に害にはならぬとのことあります, 外見は餘りよいものではありません, 蚯蚓の長さは約3分位ありまして沈澱槽の方まで出て來ることもあります。

19. 沈澱劑としての促進汚泥

促進汚泥を生下水と混合して沈澱池に入れますれば一種の沈澱劑として効果があります。

室内で實驗致しました結果は普通沈澱に比べまして確かに効果あることが確められました。次に示しますのは同一試験を6回繰返し其平均を挙げましたもので、實驗に用ゐました汚泥量は15%として1時間と4時間に2回に亘り透視度と酸素消費量を測定したのであります。

	透視度	同能率	酸素消費量	同能率
生水	4.58		48.50	
1 時間後	普通沈澱	28.5	15.41	68.2
	混合沈澱	25.8	13.41	72.4
4 時間後	普通沈澱	37.5	13.75	71.7
	混合沈澱	33.9	11.67	75.8

以上の成績を見ますと透視度は餘り増進しませんが酸素消費量の方は4時間後に於て普通のものに比べて4%の増加を示して居ります、透視度の増進しないのは溶解性物質は單に沈澱では減じないからでありまして、沈澱剤の目的も主に浮游物質の除去でありますから従つて酸素消費量に影響が大きいのであります。

以上は實驗室内の實驗であります、之を實地に應用して幾何の効果あるかを試験の目的にて昨年11月4日辛ふじて汚泥の餘分のもを得まして唯1回だけ試験致しました、之れを以つて効果を云々することは出来ませんが當日の成績は意外に良好でありました。

	大正15年11月平均(普通沈澱)			11月4日(混合沈澱)	
	生水	沈澱池出口	能率	沈澱池出口	能率
透視度	3.5	5.5	36.4	7.0	50.0
浮游物	254	132	48.0	94	63.0
酸素消費量	102.9				

以上の成績で見ますと酸素消費量の能率は室内實驗のものに比べて約8%少ない様であります、之は汚泥を加へました量は僅かに下水量の2%でありました爲めと考へられます、其にしても當時の11月の平均能率に比べますれば約20%の増進を示して居ります。この問題は汚泥の過剰がありましたならば度々やつて見たいと考へますが、何分汚泥が出ませんので試験する機會が得られませんのであります。

20. 汚泥乾燥及脱水成績

汚泥の乾燥は夏の炎天では1週間、春秋は20日間、冬は40日位かゝります。雨の降ります時は期限は分りません。又冬霜の降ります時は折角乾燥して日割れを生じましても霜のために粉碎せられて眼を塞ぎ乾燥が遅れます。

乾燥場に入れます深さは約1尺位であります、濃度の薄い時には直に水を分離しますので2,3時間後に又追加する様なこともあります。試験中に特に困りましたのは今春濾過床に小蠅が発生して外部に飛び出して附近住民から抗議を受けました際其小蠅の幼蟲が乾燥場からも盛んに発生しましたことで乾燥は好んで致すべきものではないかと考へます。

汚泥の乾燥は又廣い面積を要しますので之を以つて全部の汚泥を處理することは不可能でありますから汚泥の處理は何しても機械力で脱水するか又は其儘海中に投棄する外途はないのであります。

併し促進汚泥は大部分は水でありますから之を脱水しますれば其容積は著しく縮小しますので其儘運搬するよりも遠心機等にて脱水する方が適當かと考へられます。

其で機械力による脱水の程度を知る爲めに直徑 12 吋の小型遠心沈澱器を以つて脱水しました處非常に好成績を得ました。

遠心機の回轉は 1 分間 3 000 として 2 分間、5 分間、10 分間、沈澱の成績は次の通りであります、尙比較のために沈澱池滓渣も同時に行ひました。

	原液	2分間	5分間	10分間
沈澱池滓渣	100	51.8	46.7	42.4
水分	93%	86.5	85.0	83.5
促進汚泥	100	14.1	13.3	12.1
水分	96	85.9	85.0	83.5

表に見ます通り沈澱池滓渣は其容積を 2 分後に 1/2 に減するに對し促進汚泥は 1/7 に減じて居ります、之れが脱水成績の良い理由であります。10分間沈澱後の汚泥は容器を倒して水を流しても形を保つて居ります位で之を相當に強く振つても僅かに變形する程度でありますからショベルで取扱ひ得る程度に固くなります。之を大規模に行る爲めに内徑 3 尺のドラムを造り回轉數 1 分間に 1 000 として試験を致しましたが電動機の力が少し足りませんので之は中止して居ります。

脱水しましたものゝ含水量は 83.5% でありました。

21. 促進汚泥の肥効試験

促進汚泥は分析の結果肥料分に富んで居りますので肥料として利用することが種々研究せられて居る様であります、本試験に於きましては日比谷公園で草花栽培の試験をやつて居りますがまだ報告が參つて居りません。處分場内では芝生に乾燥物を粉末として與へ可成よい結果を得ました、別に硫酸安母尼亞と比較して見ました處硫酸は速効性でありますのに促進汚泥は緩効性であります但其効果は永續することが認められました。

又寫眞に出してありますのは水稻に應用して其効果を試験しましたものでポットは内徑 4 尺の混凝土管を使用して常に水田状態に保つたのであります。寫眞の一番左は無肥料區であります、二番目は無窒素區でありまして磷酸加里を與へて窒素無しであります、三番目は二番目のものに促進汚泥を窒素肥料として與へたものでありまして二番目と比較してよいことは分ります、四番目は窒素肥料として硫酸を用ゐましたもので稍劣つて居ります、五番目は硫酸と促進汚泥とを半々に與へたものであります、六番目は促進汚泥を倍量與へたものであ

ります。三番目と六番目が一番成績がよい様であります。

肥料の内譯は次の通りであります。

試 験 區	窒素	磷酸	木灰
無 肥 料	—	—	—
無 窒 素	—	300 ^g	480 ^g
促 進 汚 泥	汚泥 5 000 ^g	150	400
硫 安	硫安 300	300	480
硫安汚泥各半量 {	汚泥 2 500	230	440
	硫安 150		
促進汚泥倍量	汚泥 10 000	—	320

備考 6 月 19 日水稻愛國苗 6 寸のもの 1 株 3 本宛植付

22. 實驗室内撒氣淨化試験成績

之は寫眞にあります様に極めて簡単な装置で撒氣装置をしてやりましたもので、其装置の主なるものは常に水壓を一定に保つて居る水槽を設けまして其より鉛管にて水を取りアスピレーターを用ゐまして堰の中の空氣を抜き別に堰の底より硝子管を立て抜き取る丈けの空氣を噴出せしむる装置であります。

室内實驗をやります理由は現場では手軽に種々の試験をやる事が出来ませんが、室内實驗なれば樂に出来ますので假へ其結果は不正確でありまして現場に適用する前に豫備試験として行ひます時に非常に便宜を得ます。

この装置で行りました澤山の成績の内興味を感じました二つの成績を御話し申上げることと致します。

附表第十一は汚泥含有量を 5 から 10, 15, 20, 25, 30 の 6 種類として撒氣時間を 1 時間より 20 時間まで變化して 6 種類を各 18 回宛試験して其平均を取り透視度と酸素消費量を測定したものでありまして、之を行りました目的は汚泥含有量と淨化能率の關係を見る爲めでありまして成績を見ますと。

1. 透視度は汚泥含有量に比例して能率を増進し
2. 酸素消費量は 5% の時稍劣るも 10 以上 30 まで其能率に影響なし

と云ふことが判ります。

附表第十二は撒氣時間を異にする場合につき汚泥含有量は前記 6 種として其平均を取り前と同一の試験を撒氣時間により分類したものでありまして、其成績は

1. 透視度及酸素消費量共其能率は 2 時間以上 4 時間までのもの最もよく
2. 6 時間より 12 時間まで成績は稍劣り
3. 16 時間以上 20 時間まで再能率を恢復する

と云ふこととなります。之は一寸考へまして可笑しく考へられますが實際撒氣式の設備では

4 時間乃至 6 時間が淨化して居るのに見ましても長時間の曝氣は有害無益であるかも知れません。

23. 促進汚泥法の方式に就て

現在歐米で大規模に實行せられて居ります、促進汚泥法の方式は撒氣式、攪拌式及シムプレックス式の三つであります、何れも一長一短がありまして何れがよいと云ふことは斷定致しかねます。寧ろ今後の方式は之等のものゝ長所を探つて新たなる方式の基に進まなければならぬものではないかと考へます。

今簡単に其利害を考へて見ますのに攪拌式は水深淺きこと、曝氣時間の長きこと従つて敷地面積を多く要することは大缺點であります、併し取扱いの簡單であることは其長所であります。

撒氣式は促進汚泥法中の最も古き歴史を以つて居りますので其丈け缺點も除かれ進歩して居りますが、撒氣盤や空氣壓搾機を用ゐますので工費の高價なることは別としましても其取扱ひには容易ならぬ苦心を要します。

シムプレックス式は動力も少く機械も簡單で小規模のものには、理想的でありすが、約 30 尺角毎に一つのエーレーターを要しますので動力の傳達には長いシャフトを使用しますので大規模のものには不向かと考へます。

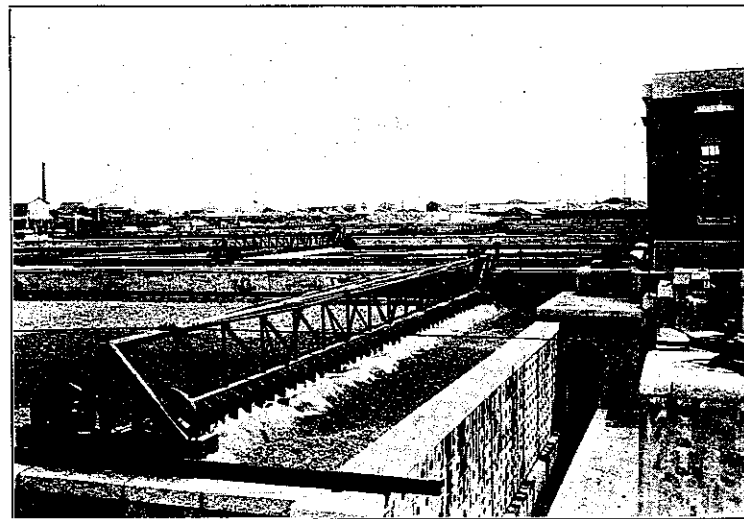
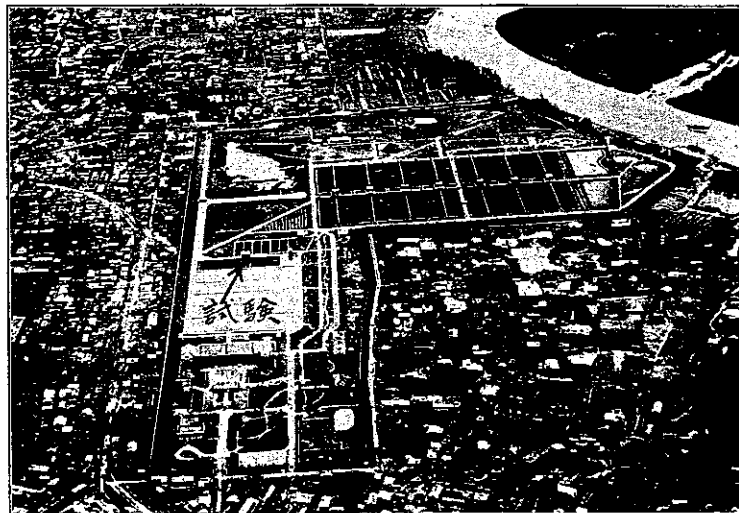
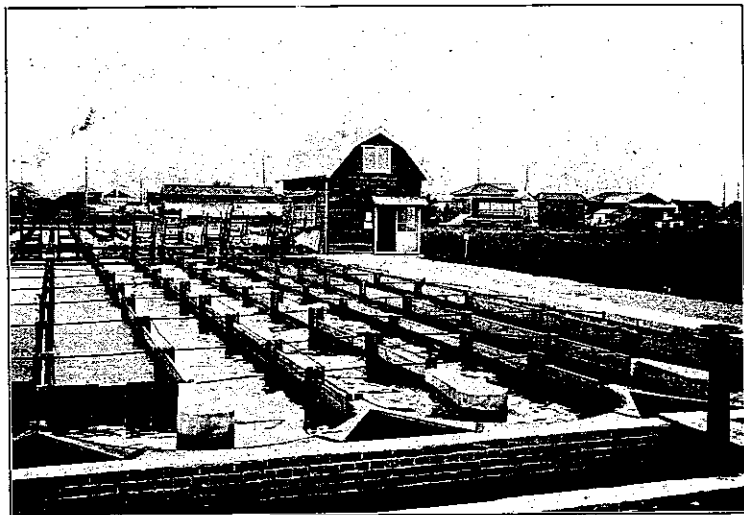
今後本試験に於て研究を要する事項は多々ありますが大體次の諸點について調査の歩を進めて行き度いと考へて居ります。

1. 曝氣槽の最も有効なる様式及最良の攪拌方法
2. 曝氣槽の水深を大にして面積の節約を計ること
3. 最も適當なる曝氣時間について
4. 機械の能率よきものを使用して動力の節約を計ること
5. 機械はなるべく集中して据付け運轉手の節約を計ること
6. 處理量は時季に應じ變化し得るもの
7. 降雨時の増加下水量に對し弾力あるもの
8. 汚泥排出量を成るべく少くすること
9. 排出汚泥の乾燥、利用、處理法
10. 曝氣槽内に於ける汚泥消化作用の研究
11. 撒布濾過床の豫備處理として短時間曝氣の効果

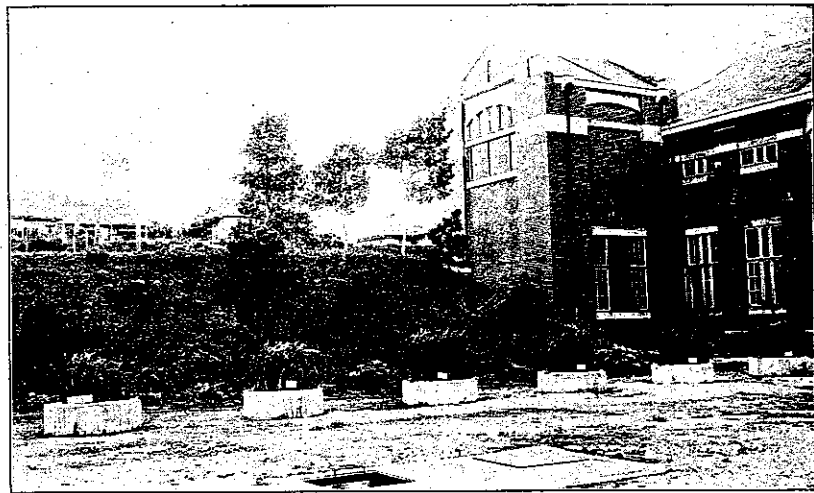
之等の諸點について満足する如き方式が見付かりますれば理想的であると考へられます

(完) 昭和 2 年 9 月

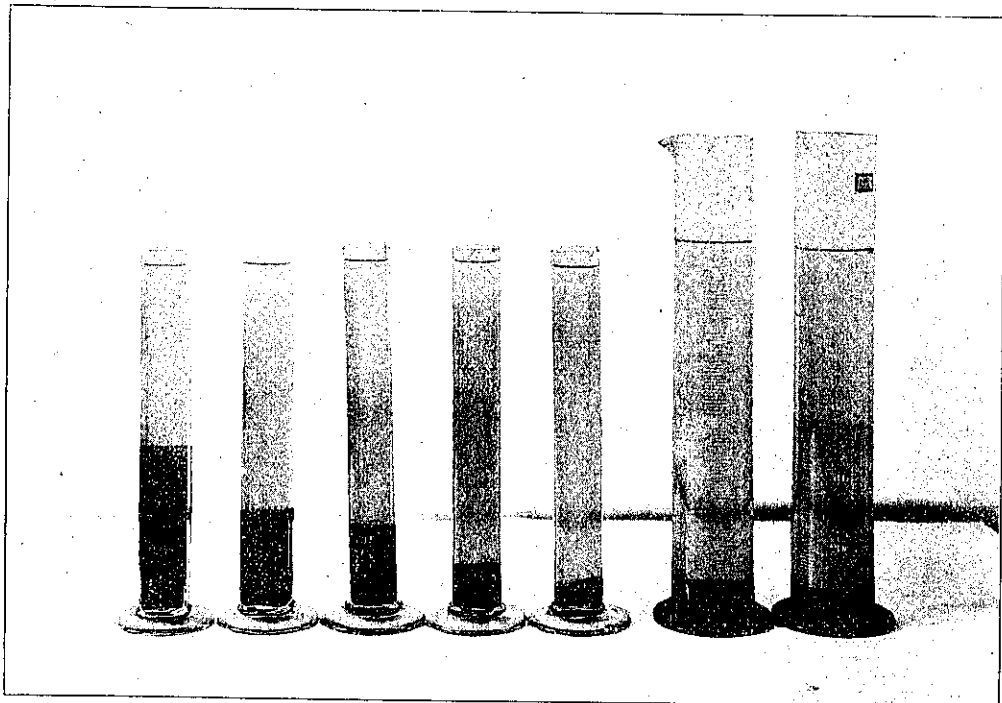
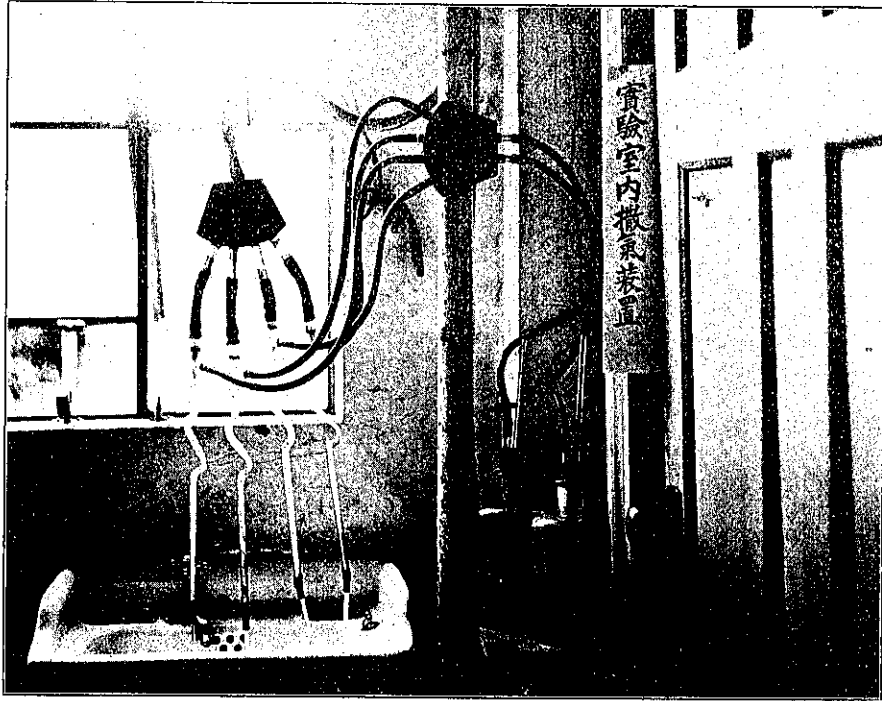
寫真第一



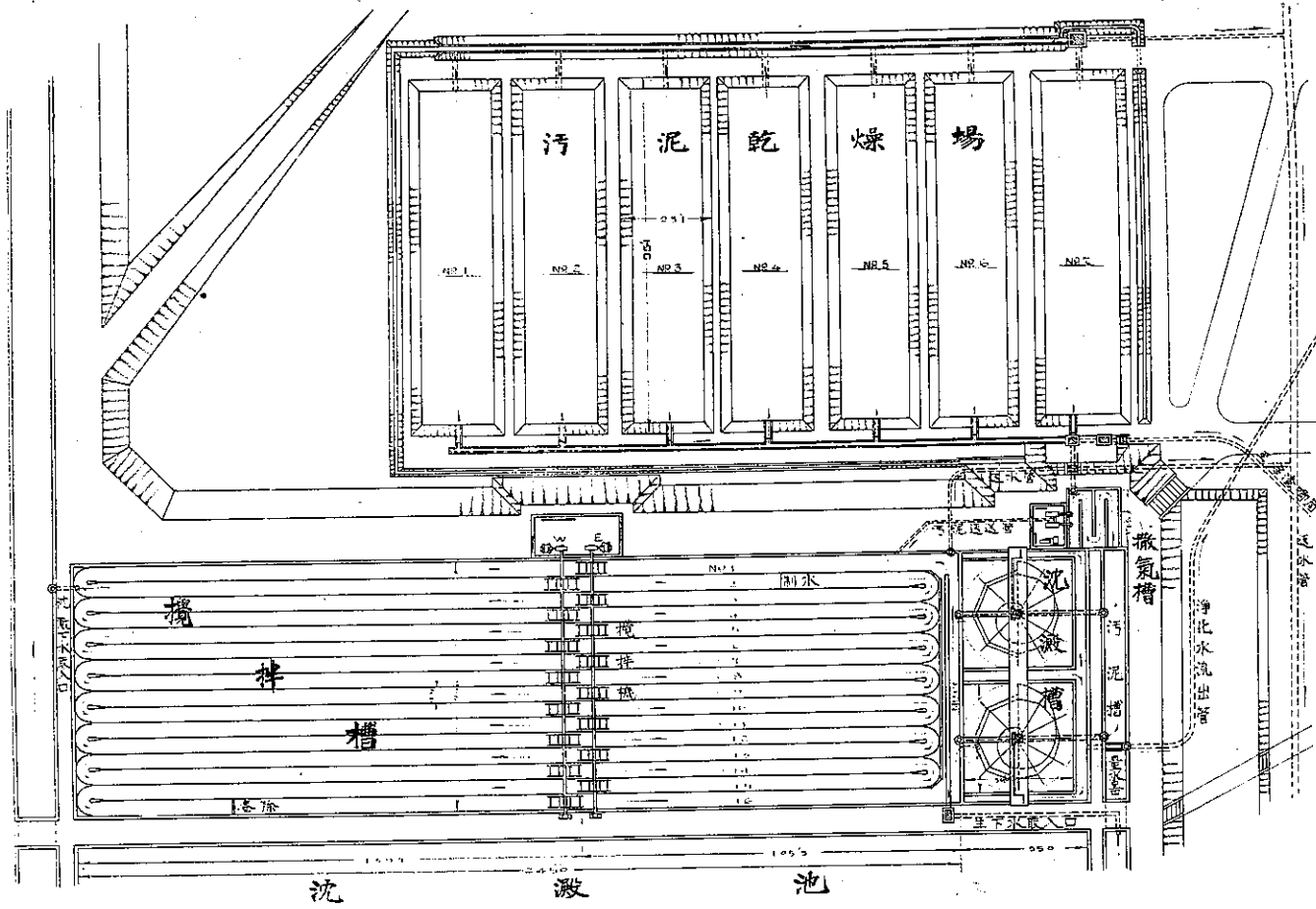
土木學會臨時第十七回大會第六號附圖



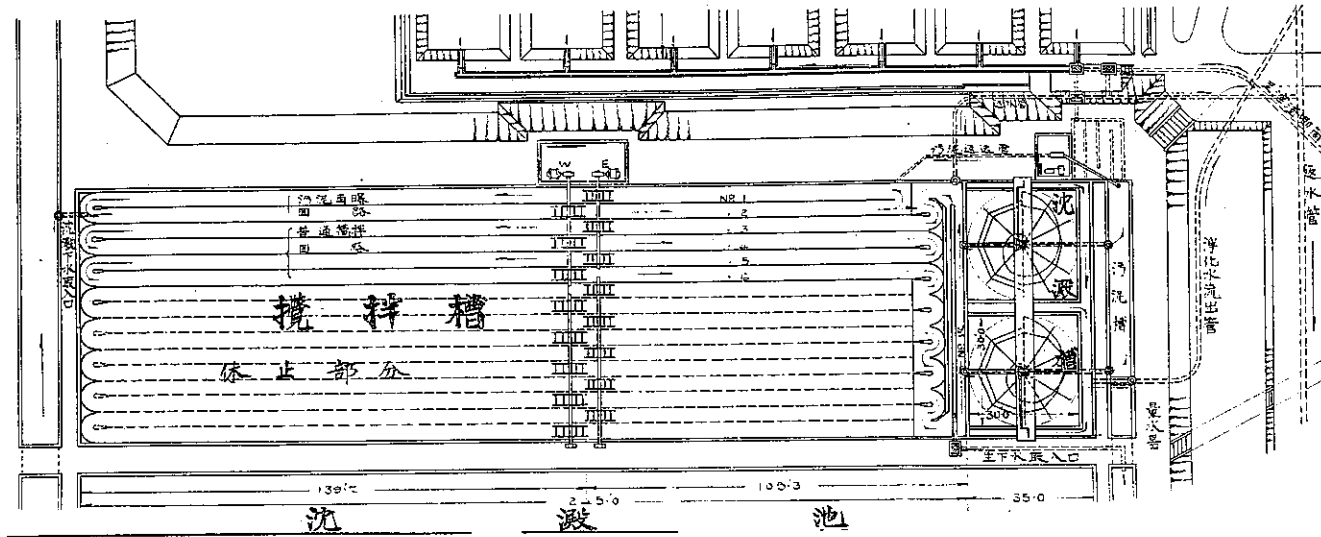
寫真第二



附圖第一 攪拌式促進污泥法試驗設備

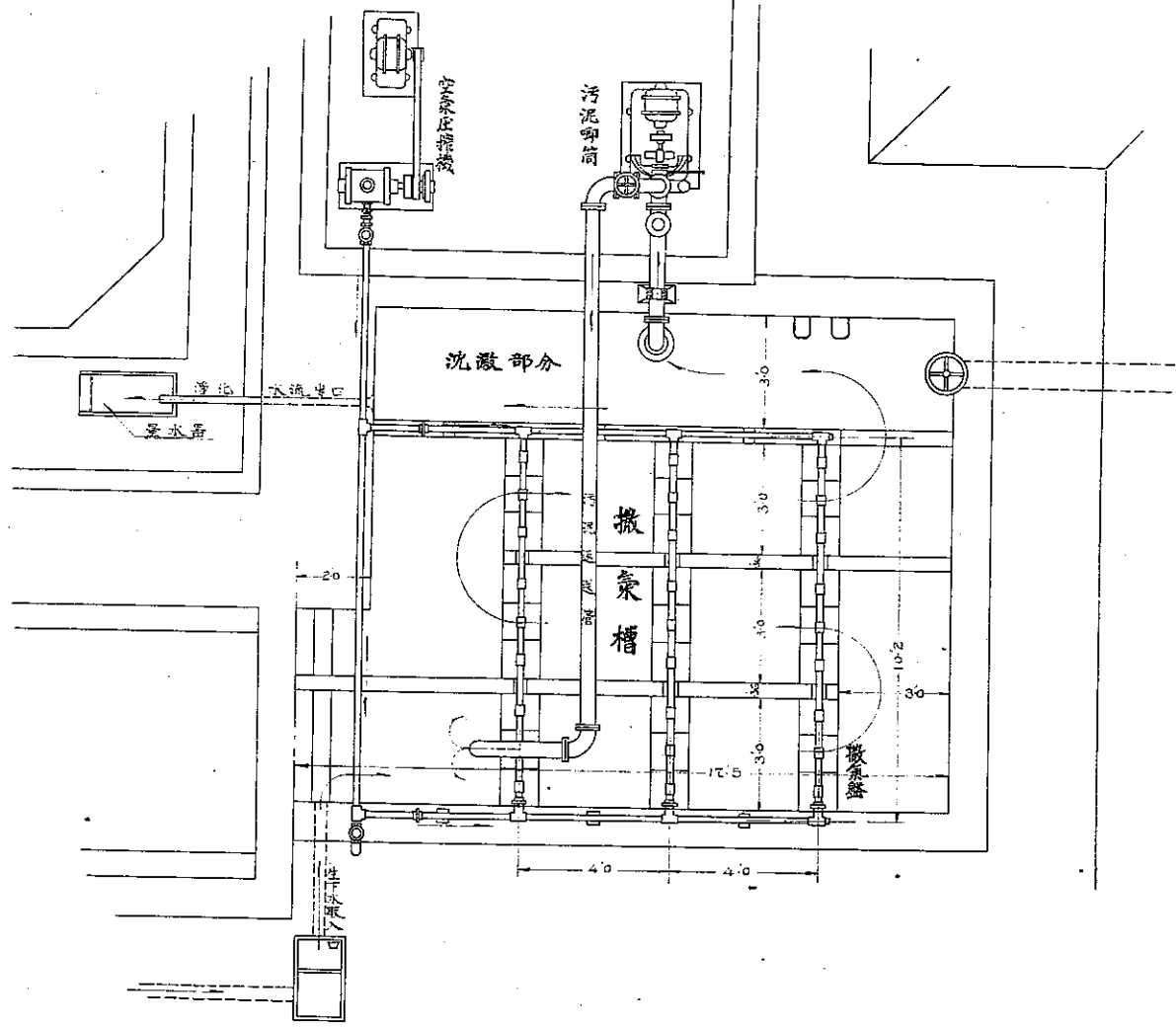


附圖第二 高速攪拌式促進污泥法試驗設備



(圖) 土木學會雜誌第十三年第六卷

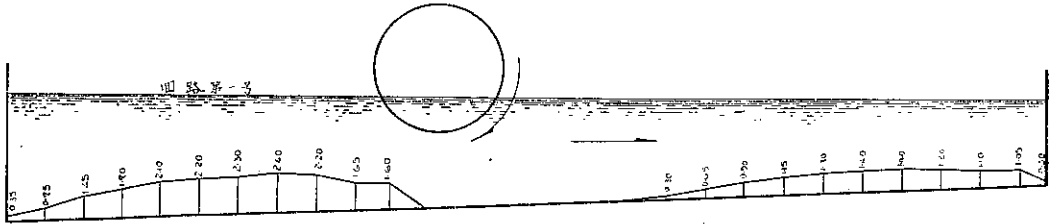
附圖第三 撒氣式促進污泥法試驗設備平面圖



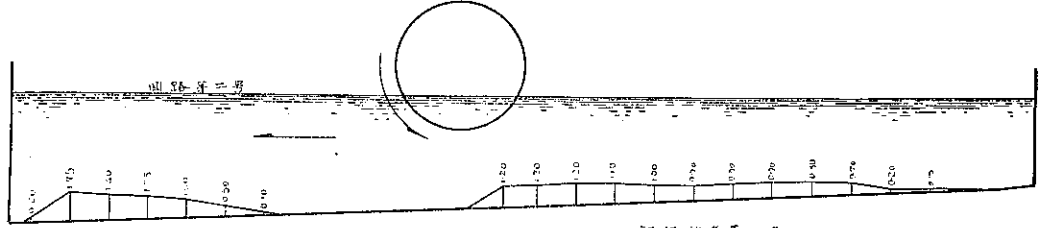
(土木學會誌第十三卷第六號附圖)

附圖第四 攪拌槽內污泥沈着狀況圖

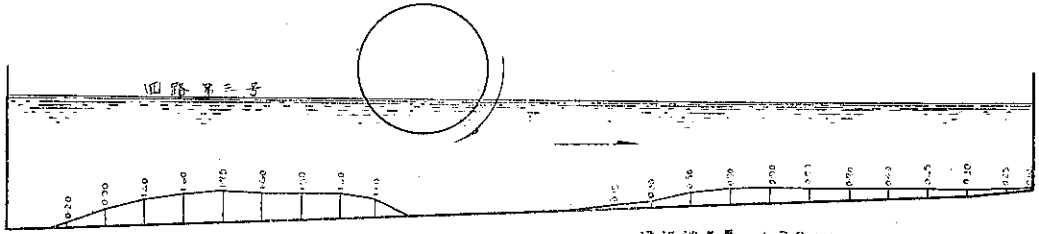
(大正15年8月7日測定)



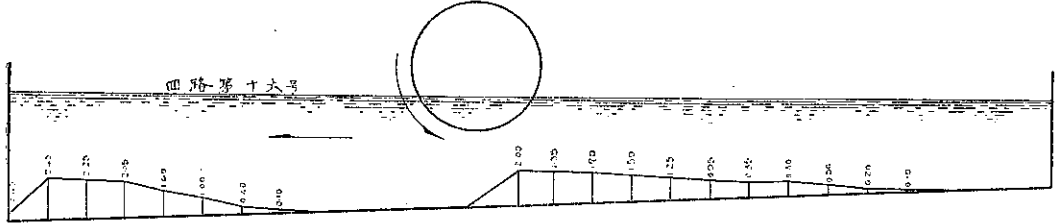
污泥沈着量 1053.1kg



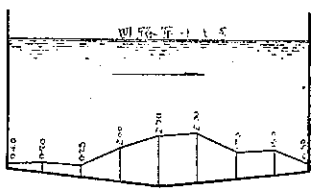
污泥沈着量 504.2kg



污泥沈着量 623.1kg



污泥沈着量 204.2kg

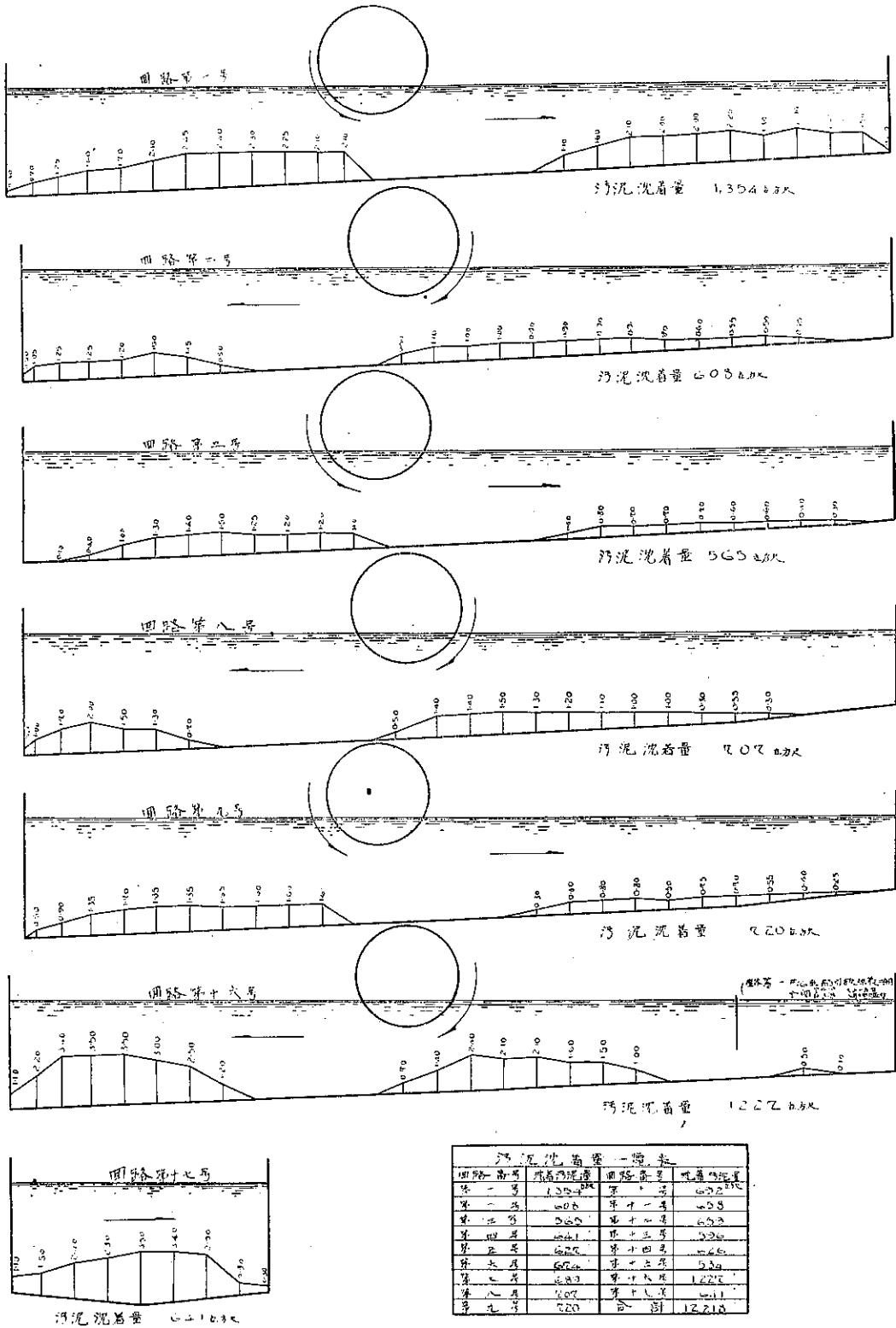


污泥沈着量 458.1kg

四路番号	沈着沈着量	四路番号	沈着沈着量
第一号	1053	第五号	458
第二号	504	第六号	522
第三号	623	第七号	722
第四号	634	第八号	650
第五号	651	第九号	610
第六号	696	第十号	589
第七号	722	第十一号	722
第八号	714	第十二号	555
第九号	723	合計	11226

（土木學會誌第十三卷第六號附圖）

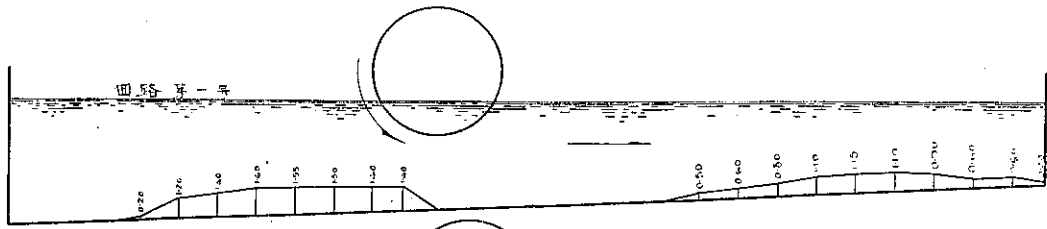
附圖第五 攪拌槽內污泥沈着狀況圖 (昭和2年1月22日測定)



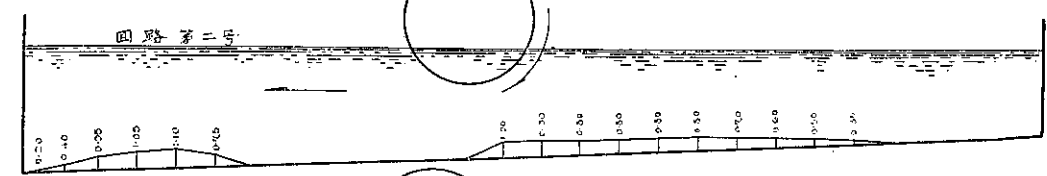
回路番号	沈着污泥量	回路番号	沈着污泥量
第一号	1.354 t	第十号	1222 t
第二号	608 t	第十一号	608 t
第三号	565 t	第十二号	608 t
第八号	702 t	第十三号	565 t
第九号	720 t	第十四号	565 t
第十号	1222 t	第十五号	565 t
第十七号	612 t	第十六号	612 t
第十八号	612 t	第十七号	612 t

(土木學會誌第十三卷第六號附圖)

附圖第六 攪拌槽內污泥沈着狀況圖 (昭和2年7月30日測定)



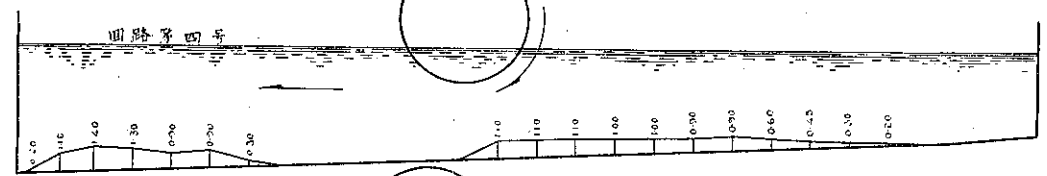
污泥沈着量 623 立方尺



污泥沈着量 400 立方尺



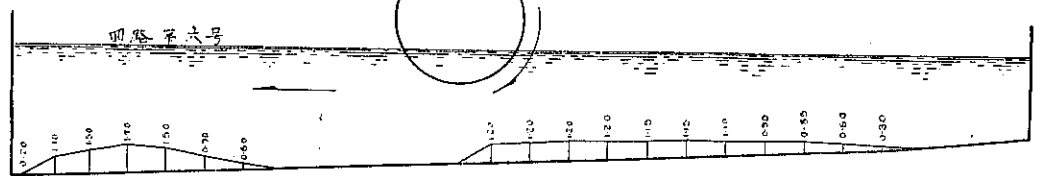
污泥沈着量 495 立方尺



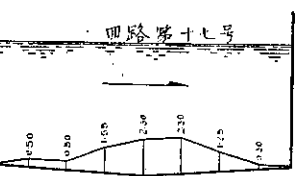
污泥沈着量 515 立方尺



污泥沈着量 570 立方尺



污泥沈着量 620 立方尺

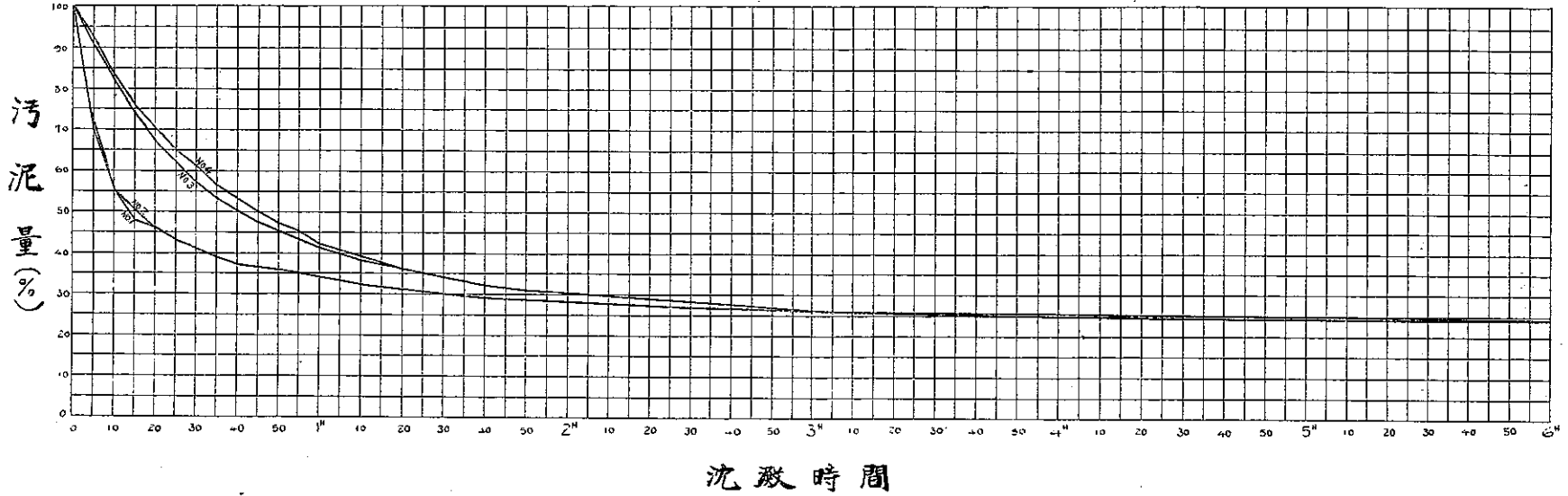


污泥沈着量 312 立方尺

污泥沈着量一覽表	
回路番号	沈着沈着量
第一号	623
第二号	400
第三号	495
第四号	515
第五号	570
第六号	620
第七号	312
合計	3725

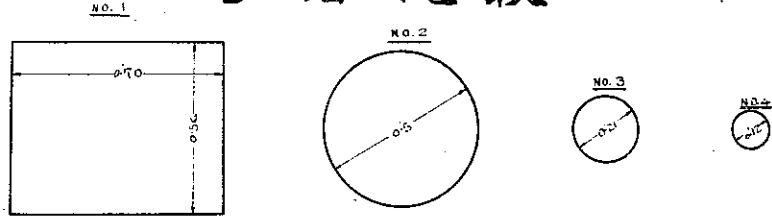
(土木學會誌第十三卷第六附圖)

附圖第七 促進汚泥沈澱狀況變化圖 (容器の断面を異にする場合)

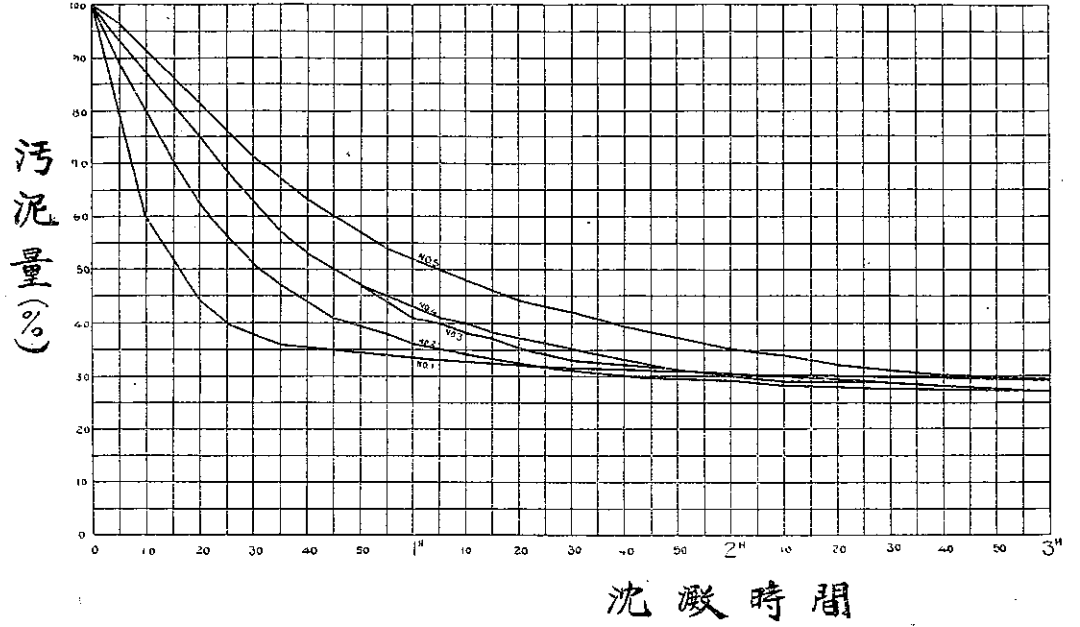


容器比較

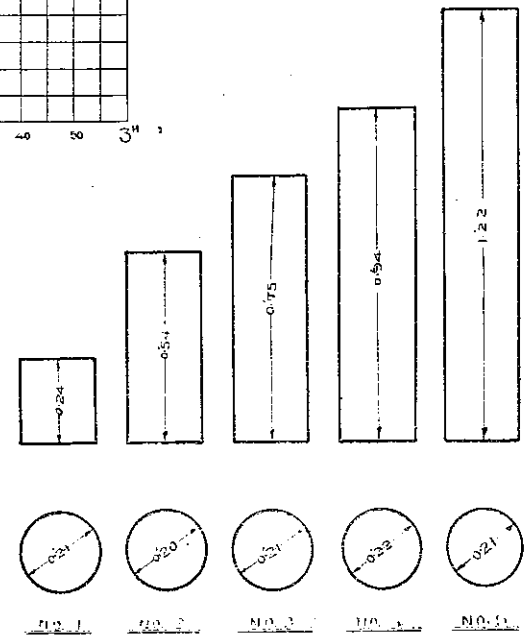
容器No.	1	2	3	4
形状	正方形	正方形	正方形	正方形
断面	0.50 x 0.50	0.50 x 0.50	0.50 x 0.50	0.50 x 0.50
容積	0.25	0.25	0.25	0.25
高さ	2.0	2.0	2.0	2.0
底面積	0.25	0.25	0.25	0.25
1	5	10	15	20
2	10	20	30	40
3	15	30	45	60
4	20	40	60	80
5	25	50	75	100
6	30	60	90	120
7	35	70	105	140
8	40	80	120	160
9	45	90	135	180
10	50	100	150	200
11	55	110	165	220
12	60	120	180	240
13	65	130	195	260
14	70	140	210	280
15	75	150	225	300
16	80	160	240	320
17	85	170	255	340
18	90	180	270	360
19	95	190	285	380
20	100	200	300	400
21	105	210	315	420
22	110	220	330	440
23	115	230	345	460
24	120	240	360	480
25	125	250	375	500
26	130	260	390	520
27	135	270	405	540
28	140	280	420	560
29	145	290	435	580
30	150	300	450	600
31	155	310	465	620
32	160	320	480	640
33	165	330	495	660
34	170	340	510	680
35	175	350	525	700
36	180	360	540	720
37	185	370	555	740
38	190	380	570	760
39	195	390	585	780
40	200	400	600	800
41	205	410	615	820
42	210	420	630	840
43	215	430	645	860
44	220	440	660	880
45	225	450	675	900
46	230	460	690	920
47	235	470	705	940
48	240	480	720	960
49	245	490	735	980
50	250	500	750	1000



附圖第八 促進汚泥沈澱狀況・況[↑]變化圖 (容器の高さを異にする場合)



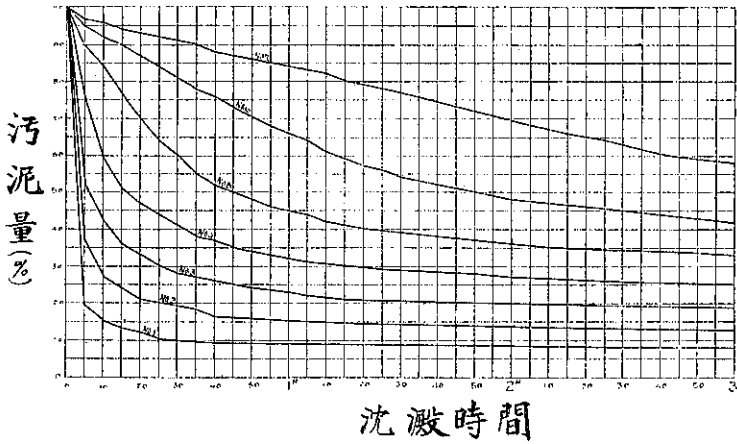
容器比較



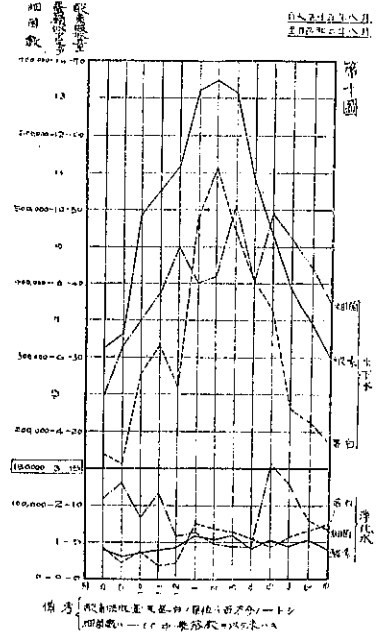
No.	1	2	3	4	5
高さ	0.24	0.30	0.34	0.38	1.23
φ	21	21	21	21	21
容積	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
沈澱時間	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
沈澱率	100	100	100	100	100
1	80	89	93	93	96
15	60	80	87	87	91
20	52	70	81	81	87
25	49	66	75	75	81
30	36	51	63	63	71
35	34	47	57	57	67
40	36	44	53	53	63
45	36	41	50	50	60
50	34	39	47	47	57
55	34	38	44	44	54
1-0	32	36	41	41	52
1-1	32	35	40	40	50
1-2	32	34	38	38	48
1-3	32	33	37	37	46
1-4	32	32	35	35	44
1-5	31	32	34	34	43
2-0	31	31	33	33	42
2-1	31	30	32	32	39
2-2	30	30	31	31	37
2-3	30	29	30	30	36
2-4	30	28	29	29	35
2-5	30	28	28	28	34
3-0	30	28	28	28	30
3-1	30	27	27	27	29
3-2	29	27	27	27	27

(土木學會誌第廿三卷第六號附圖)

附圖第九の一 促進汚泥沈澱状況變化圖 (濃度を異にする場合)



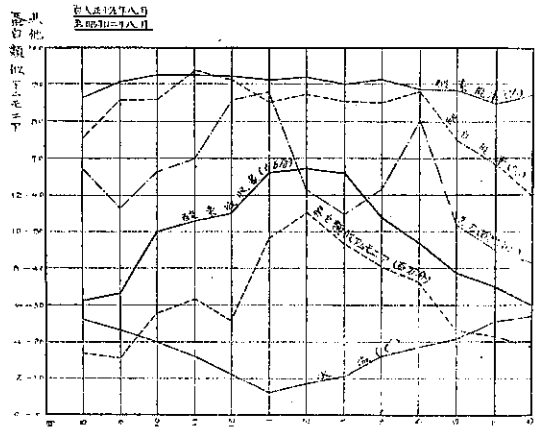
附圖第十 生下水及浄化水の水質比較圖



附圖第九の二 同上

時間	1	2	3	4	5	6	7
10.0	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1
20.0	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9
30.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
40.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
50.0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
60.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
70.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
80.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
90.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
100.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
110.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
120.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
130.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
140.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
150.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
160.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
170.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
180.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
190.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
200.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
210.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
220.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
230.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
240.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
250.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
260.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
270.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
280.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
290.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
300.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
310.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
320.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
330.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
340.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
350.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
360.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
370.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
380.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
390.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
400.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
410.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
420.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
430.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
440.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
450.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
460.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
470.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
480.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
490.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
500.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
510.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
520.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
530.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
540.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
550.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
560.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
570.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
580.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
590.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
600.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

附圖第十一 生下水水質と浄化能率と使用馬力



(正水母舎誌第十三巻第六號附圖)

附表第三 沈澱池入口下水水質試驗成績表

試驗項目	民國三十四年八月各分月												最大	最小	平均
	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月			
試驗日期	8.15-16	8.22-23	8.29-30	9.5-6	9.12-13	9.19-20	9.26-27	10.3-4	10.10-11	10.17-18	10.24-25	10.31-1	11.7-8		
水質	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10		
溫度	24.0	23.4	18.4	14.2	11.3	9.5	8.2	9.7	15.7	20.9	24.9	25.8	25.3		
水色	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁		
透明度	4.0	4.4	2.4	2.4	3.3	2.1	1.8	2.5	2.6	2.7	3.6	3.5	4.4		
浮游動物	7.4	7.4	7.4	7.4	5.2	5.2	7.4	7.4	7.4	7.4	5.2	7.4	7.4		
浮游植物	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10		
懸浮物	1-20	7-15	2-15	1-12	3-21	1-22	2-20	2-23	2-5	2-10	1-4	0-5	1-2		
沉澱物	8.0	6.5	2.5	1.4	1.2	1.3	1.6	1.4	3.4	7.4	3.1	0.1	6.5		
化學需氧量	4.32	3.4	5.2	7.2	6.4	6.7	7.6	7.8	3.5	4.2	4.8	4.7	5.2		
生物需氧量	4.63	3.15	5.3	7.4	5.9	7.2	7.2	8.1	3.8	3.5	2.8	2.8	4.2		
溶解性固體	6.32	4.72	6.4	7.2	3.0	1.6	1.1	1.7	5.1	4.8	5.2	4.1	4.1		
總固體	2.6	1.9	3.2	6.6	3.4	1.7	1.7	2.3	2.5	2.6	2.8	2.7	3.2		
總有機固體	3.4	3.3	5.0	6.0	3.1	1.7	1.7	2.3	2.5	2.6	2.8	2.7	3.2		
總無機固體	6.32	5.9	1.2	1.7	1.1	1.1	1.1	1.1	2.6	2.6	2.8	2.7	3.2		
酸度	10.4	16.3	34.3	41.4	30.9	55.9	58.3	43.6	34.8	29.4	22.0	21.6	19.2		
鹼度	5.0	3.1	2.9	1.4	1.3	2.8	3.8	2.2	1.6	1.5	1.1	1.0	0.9		
硬度	0	0.5	0.2	0.1	0.1	0	0	0.05	0	0.33	0.15	0	0.3		
氯離子	4.2	3.1	5.7	4.2	5.9	10.4	13.8	10.8	8.4	6.2	5.5	4.9	4.8		
硫酸根	4.15	4.7	7.5	11.6	10.6	16.7	12.0	13.5	11	7.3	5.1	4.2	4.7		
總固體	316.7	323.2	313.6	355.1	444.8	367.1	353.0	367.3	407.0	447.5	553.7	367.2	424.2		
總固體	2.8	2.2	2.0	2.1	2.6	2.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.2		
備	八分分平均	九分分平均	八分分平均	九分分平均	七分分平均	八分分平均	八分分平均	九分分平均	五分分平均	八分分平均	七分分平均	七分分平均	八分分平均		
考	1. 化學需氧量係用重鉻酸鉀法測定之。2. 生物需氧量係用五倍五倍法測定之。3. 硬度係指鈣鎂離子之總量而言。4. 氯離子係用硝酸汞法測定之。5. 硫酸根係用氯化鋇法測定之。6. 總固體係指在105°C下烘乾後之殘渣而言。7. 總有機固體係指在550°C下烘乾後之殘渣而言。8. 總無機固體係指在105°C下烘乾後之殘渣而言。9. 酸度係指水中氫離子之總量而言。10. 鹼度係指水中氫氧根離子之總量而言。11. 浮游動物係指在顯微鏡下可見之動物而言。12. 浮游植物係指在顯微鏡下可見之植物而言。13. 懸浮物係指在100目篩網下之殘渣而言。														

附表第四 沈澱池出口下水水質試驗成績表

試驗項目	民國三十四年八月各分月												最大	最小	平均
	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月			
試驗日期	8.15-16	8.22-23	8.29-30	9.5-6	9.12-13	9.19-20	9.26-27	10.3-4	10.10-11	10.17-18	10.24-25	10.31-1	11.7-8		
水質	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10		
溫度	24.0	23.4	18.4	14.2	11.3	9.5	8.2	9.7	15.7	20.9	24.9	25.8	25.3		
水色	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁	灰濁		
透明度	4.0	4.4	2.4	2.4	3.3	2.1	1.8	2.5	2.6	2.7	3.6	3.5	4.4		
浮游動物	7.4	7.4	7.4	7.4	5.2	5.2	7.4	7.4	7.4	7.4	5.2	7.4	7.4		
浮游植物	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10	PM10-10		
懸浮物	1-20	7-15	2-15	1-12	3-21	1-22	2-20	2-23	2-5	2-10	1-4	0-5	1-2		
沉澱物	8.0	6.5	2.5	1.4	1.2	1.3	1.6	1.4	3.4	7.4	3.1	0.1	6.5		
化學需氧量	4.32	3.4	5.2	7.2	6.4	6.7	7.6	7.8	3.5	4.2	4.8	4.7	5.2		
生物需氧量	4.63	3.15	5.3	7.4	5.9	7.2	7.2	8.1	3.8	3.5	2.8	2.8	4.2		
溶解性固體	6.32	4.72	6.4	7.2	3.0	1.6	1.1	1.7	5.1	4.8	5.2	4.1	4.1		
總固體	2.6	1.9	3.2	6.6	3.4	1.7	1.7	2.3	2.5	2.6	2.8	2.7	3.2		
酸度	10.4	16.3	34.3	41.4	30.9	55.9	58.3	43.6	34.8	29.4	22.0	21.6	19.2		
鹼度	5.0	3.1	2.9	1.4	1.3	2.8	3.8	2.2	1.6	1.5	1.1	1.0	0.9		
硬度	0	0.5	0.2	0.1	0.1	0	0	0.05	0	0.33	0.15	0	0.3		
氯離子	4.2	3.1	5.7	4.2	5.9	10.4	13.8	10.8	8.4	6.2	5.5	4.9	4.8		
硫酸根	4.15	4.7	7.5	11.6	10.6	16.7	12.0	13.5	11	7.3	5.1	4.2	4.7		
總固體	316.7	323.2	313.6	355.1	444.8	367.1	353.0	367.3	407.0	447.5	553.7	367.2	424.2		
總固體	2.8	2.2	2.0	2.1	2.6	2.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.2		
備	八分分平均	九分分平均	八分分平均	九分分平均	七分分平均	八分分平均	八分分平均	九分分平均	五分分平均	八分分平均	七分分平均	七分分平均	八分分平均		
考	1. 化學需氧量係用重鉻酸鉀法測定之。2. 生物需氧量係用五倍五倍法測定之。3. 硬度係指鈣鎂離子之總量而言。4. 氯離子係用硝酸汞法測定之。5. 硫酸根係用氯化鋇法測定之。6. 總固體係指在105°C下烘乾後之殘渣而言。7. 總有機固體係指在550°C下烘乾後之殘渣而言。8. 總無機固體係指在105°C下烘乾後之殘渣而言。9. 酸度係指水中氫離子之總量而言。10. 鹼度係指水中氫氧根離子之總量而言。11. 浮游動物係指在顯微鏡下可見之動物而言。12. 浮游植物係指在顯微鏡下可見之植物而言。13. 懸浮物係指在100目篩網下之殘渣而言。														

(土木學會雜誌第十三卷第六號附誌)

